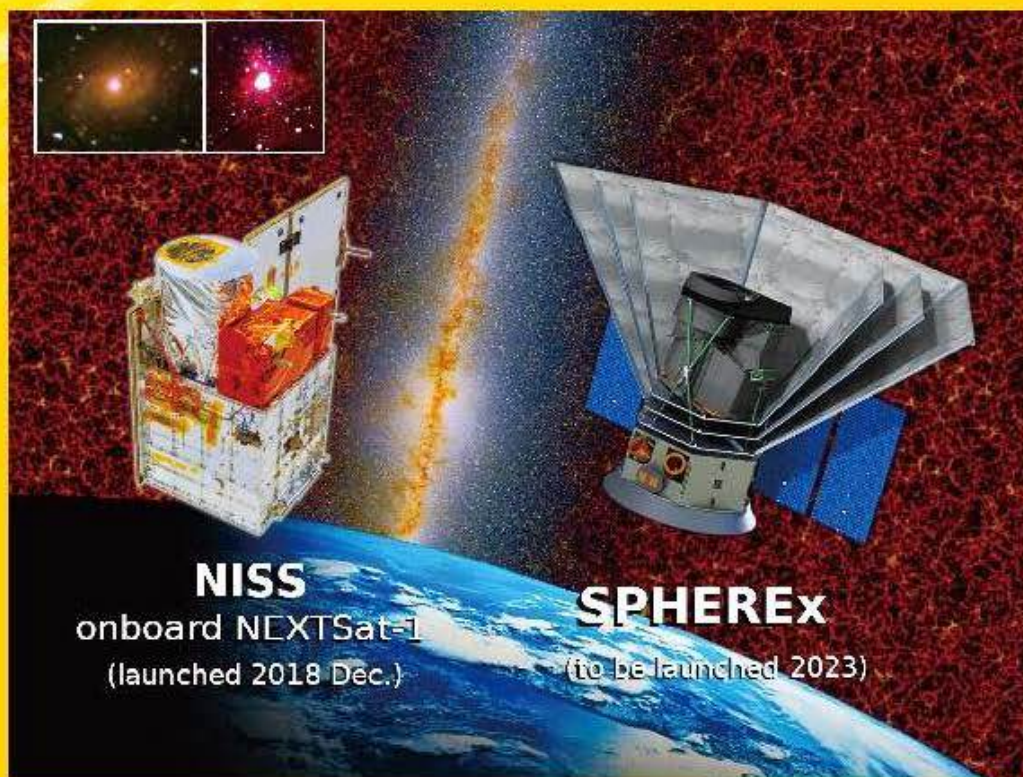


2019. 04
Vol 44_No 1

제44권1호 | ISSN 1226-2692

한국천문학회보

THE BULLETIN OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY



한국천문학회
THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY

목 차

<2019년도 봄 학술대회 학술발표 일정 및 발표논문 초록>

학술발표 대회 및 등록안내	2
분과 및 위원회 모임안내	3
학술발표 일정 요약	5
학술발표 일정	9
발표 논문 초록	31
<한국천문학회 회고록 : 나일성회원>	87
<한국천문학회 학계보고서>	197
<한국천문학회 회원명부>	239
<연구 홍보 및 기업 홍보>	259

표지사진:

NISS가 탑재된 차세대 소형위성 1호 및 초기운영으로 얻은 영상들 (좌) 과 SPHEREx에서 얻게될 가상영상을 배경으로 운영모습을 겹쳐놓은 SPHEREx 가상도 (우) .

NISS (책임자: 정웅섭 회원)는 차세대 소형위성 1호에 탑재된 적외선 우주망원경으로 지난 2018년 12월 발사되어, 100평방도 이상 영역에 대해 영상과 분광을 동시에 얻는 적외선 영상분광 탐사 관측이 진행 중이다. NISS의 확장형 미션으로 NASA 중형미션에 선정된 SPHEREx는 미국 Caltech (주관기관) 과 한국천문연구원 (책임자: 정웅섭 회원)이 국제공동으로 개발하여 전천 적외선 영상분광 탐사를 수행할 계획이다.

2019년 봄 제100차 한국천문학회 학술대회 등록 안내

1. 학술대회 개요

- (1) 일시 : 2019년 4월 10일 (수) ~ 4월 12일 (금)
- (2) 장소 : 부산 BEXCO
 - 구두발표 : 제1전시장 3층
 - 포스터발표 : 제1전시장 3층
 - 한국천문학회 100차 학술대회 기념 워크숍 : 제1전시장 3층
- (3) 후원 : 한국과학기술단체총연합회, BEXCO

KOEST
한국과학기술단체총연합회

bexco

2. 등록

(1) 등록비

정회원(일반) : 200,000원 / 정회원(학생)이하 : 100,000원 / 비회원 : 200,000원

(2) 연회비

연회비를 미납하신 회원은 아래 구좌로 송금하시거나 학회 당일 등록 장소에서 납부해 주십시오.
은행구좌로 송금할 때 반드시 성함을 기재하여 주시기 바랍니다.

정회원(일반) : 50,000원 / 정회원(학생) : 20,000원 / 준회원 : 20,000원

회장 : 500,000원 / 부회장 : 300,000원 / 이사 : 100,000원

※ 송금구좌: 468-25-0008-338 (국민은행) 예금주 : 사)한국천문학회

※ 최근 2년간 연회비를 납부하지 않은 회원에게는 총회에서 투표권이 제한됩니다.

3. 회원 가입

회원가입을 원하시는 분은 등록장소에 비치되어 있는 입회원서를 작성하여 입회비와 함께 제출하시면 됩니다. [입회비: 정회원(10,000원)]

한국천문학회 모임 안내

◆ 한림회 정기총회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 4월 11일 10시10분
- 2) 장 소 : 제3발표장

◆ 광학천문분과 정기총회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 4월 11일 12시30분
- 2) 장 소 : 제1발표장

◆ JKAS 편집위원회 회의개최

- 1) 일 시 : 2019년 4월 11일 12시30분
- 2) 장 소 : 제2발표장

◆ 여성분과 토론회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 4월 11일 12시30분
- 2) 장 소 : 제3발표장

◆ IAUGA2021 조직위원회 회의 개최

- 1) 일 시 : 2019년 4월 11일 16시00분
- 2) 장 소 : 제2발표장

◆ 우주환경분과 정기총회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 4월 11일 15시50분
- 2) 장 소 : 제3발표장

◆ 우주전파분과 정기총회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 4월 12일 12시30분
- 2) 장 소 : 제2발표장

◆ YAM 정기총회 개최

- 1) 일 시 : 2019년 4월 12일 12시00분
- 2) 장 소 : 제3발표장

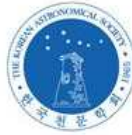
숙박 및 교통 안내

▪ 예약 방법 : 개별적으로 전화 예약 및 결제					
No.	구분	소속	BEXCO와의 거리	예약 전화번호	비고
1	특1급	노보텔엠버서더부산	4km / 택시 5,000원	051-662-6320	
2		농심호텔부산	10km / 택시 11,000원	051-550-2407	
3		롯데호텔부산	13km / 택시 13,000원	051-810-5201	
4		웨스틴조선부산	3.5km / 택시 5,000원	051-749-7410	
5		파라다이스부산	4km / 택시 5,000원	051-749-2042	
6		파크하얏트부산	3km / 택시 4,500원	051-990-1364	
7		해운대그랜드호텔	4km / 택시 5,000원	051-7400-590	
8	특 2급	호메르스	4km / 택시 5,000원	051-750-8002	
9		호텔마리안느	4km / 택시 5,000원	051-606-0606	
10	비 지 니 스	건오씨클라우드	4.5km / 택시 6,000원	051-933-4395	
11		센텀프리미어호텔	도보 5분	051-720-9902	학회협약가 / 71,000원
12		이비스 버짓	3km / 택시 4,500원	051-720-9100	
13		베스트웨스턴해운대	4km / 택시 5,000원	051-664-1234	
14		씨엘드메르	4.5km / 택시 6,000원	051-750-1000	
15		시타딘	3.5km / 택시 5,000원	051-662-8000	학회협약가 / 88,000원 지하철 해운대역과 호텔로비 연결
16	콘 도	해운대글로리콘도	4km / 택시 5,000원	051-746-8181	
17		한화리조트해운대	4km / 택시 5,000원	051-749-5310	
18	유스호텔	아르피나	2km/ 택시 3,000원	051-731-9800	
19	1급호텔	호텔일루아	5.5km / 택시 6,500원	051-744-1331	
20		리베라해운대	4km / 택시 5,000원	051-740-2111	

찾아오시는 길 : <http://www.bexco.co.kr/kor/Contents.do?mCode=MN0073>

■ 벅스코 오시는 길





한국천문학회 학술대회 100th 기념 워크숍

- 일시 : 4월 10일 수요일 오후 12시30분 ~ 18시 00분
- 장소 : 부산 BEXCO 제1전시관 3층
- 참가대상 : 한국천문학회 회원
- 프로그램

12:30~13:30	등록 및 점심 식사(개별)	
13:30~13:40	기념사	박창범(한국천문학회장, 고등과학원)
I부	발표 「한국천문학회 학술대회 회고 및 미일 천문학회 학술대회 소개」 사회: 김주한(고등과학원)	
13:40~14:00	과거 100회 학술대회 회고 및 향후발전 방향	김종수(한국천문연구원)
14:00~14:20	한국천문학회 학술대회 회고담	성환경(세종대학교)
14:20~14:35	미국 천문학회 학술대회 소개	이석영(연세대학교)
14:35~14:50	일본 천문학회 학술대회 소개	Masateru Ishiguro(서울대학교)
14:50~15:20	기념 사진 촬영 및 휴식	
II부	패널 토의 「학계 밖에서 보는 천문학, 천문학자」	
15:20~16:20	패널: 원종우(과학과 사람들 대표), 박정용(KBS PD), 이진주(걸스로봇/별꽃 대표) 사회: 이강환(서대문자연사박물관)	
16:20~16:40	휴식	
III부	패널 토의: 「천문학회 학술대회 발전 방향」	
16:40~18:00	패널: 박창범(KIAS), 이형목(한국천문연구원), 구본철(서울대학교), 이석영(연세대학교), 임명신(서울대학교), 이정은(경희대학교) 사회: 김종수(한국천문연구원)	
18:20	KAS Spring Meeting Opening Reception	

2019 KAS spring Meeting 4. 11

09:00~10:00	등록					
10:00~10:10	제1발표장		개회			
10:10~10:50	제1발표장		Invited Talk, (좌장: 김종수) 초IT-01 Jeong-Eun Lee			
10:50~11:00	휴식시간					
발표장	제1발표장(311~313)		제2발표장(314~315)		제3발표장(316~317)	
시간표	외부은하1 (좌장: 박홍수) Bars, Disks, Spiral arms & Rotation		성간물질1 (좌장: 석지연) ISM & Star-Formation		태양1 (좌장: 문용재) CME & Corona Hole	
11:00~11:15	구GC-01	Yun Hee Lee	구IM-01	Woojin Kwon	구SS-01	Ryun-Young Kwon
11:15~11:30	구GC-02	Woo-Young Seo	구IM-02	Jaeyeong Kim	구SS-02	Roksoon Kim
11:30~11:45	구GC-03	Yonghwi Kim	구IM-03	Hee-Weon Yi	구SS-03	Hyeonock Na
11:45~12:00	구GC-04	Joon Hyeop Lee	구IM-04	Hyeong-Sik Yun	구SS-04	Soojeong Jang
12:00~12:15	구GC-05	Sung-Ho An	구IM-05	Sung-Yong Yoon	구SS-05	Il-Hyun Cho
12:15~12:30	구GC-06	Hanwool Koo	구IM-06	Yong-Hee Lee	구SS-06	Yeon-Han Kim
12:30~14:00	점심시간					
	외부은하2 (좌장: 이상성) AGN		항성 및 항성계 (좌장: 안덕근) Star & Stellar System		태양2 (좌장: 권륜영) New Solar Analytical Techniques	
14:00~14:15	석GC-07	Sung-Min Yoo	박SA-01	Jeong-Eun Heo	구SS-07	Yong-Jae Moon
14:15~14:30	구GC-08	Junhyun Baek			구SS-08	Taeyoung Kim
14:30~14:45	구GC-09	Kyuseok Oh	석SA-02	Seung-Won Yang	구SS-09	Sumiaya Rahman
14:45~15:00	구GC-10	Jaejin Shin	구SA-03	Beomdu Lim	구SS-10	Hyunjin Jeong
15:00~15:15	구GC-11	Rongxin Luo	구SA-04	Sang Hyun Lee	구SS-11	Daye Lim
15:15~15:30	구GC-12	Yongjung Kim	구SA-05	Chul Chung	구SS-12	Jin-Yi Lee
15:30~16:00	사진촬영 및 휴식					
16:00~16:30	포스터발표 및 분임토의					
	외부은하3 (좌장: 이준협) Galaxy Evolution		고에너지천문학/이론천문학 (좌장: 공진욱) High Energy Astronomy Theoretical Astronomy		특별세션 EHT (좌장: 김종수) Event Horizon Telescope	
16:30~16:45	구GC-13	Young-Wook Lee	구HT-01	Kyujin Kwak	구EHT-01	Jae-Young Kim (25')
16:45~17:00	구GC-14	Youkyung Ko	구HT-02	Gwanwoo Park	구EHT-02	Ilje Cho (25')
17:00~17:15	구GC-15	Jisu Kang	구HT-03	Jaeguen Park	구EHT-03	Taehyun Jung (20')
17:15~17:30	구GC-16	Mina Pak	석HT-04	Inhyeok Song	구EHT-04	Guang-Yao Zhao (20')
17:30~17:45	구GC-17	Jeong Hwan Lee	구HT-05	Ji-Hoon Ha		
17:45~18:00	구GC-18	Jongwan Ko	구HT-06	Soonyoung Roh		
18:00	만찬(제1전시장 2층)					

2019 KAS spring Meeting 4. 12							
09:30~10:10	제1발표장		Invited Talk (좌장: 김성수) 초IT-02 Juhan Kim				
10:10~10:30	휴식시간						
발표장	제1발표장(311~313)		제2발표장(314~315)		제3발표장(316~317)		
시간표	외부은하4 (좌장: 이영욱) Observational Cosmology		특별세션- 남북천문협력. (좌장: 민영철) Inter-Korean Astronomical Cooperation		태양 3/행성과학 (좌장: 문홍규) Solar Physics Planetary Science		
10:30~10:45	구GC-19	Minhee Hyun	초KAC-01	Hyun-kyoo Choi	구SS-13	Kyung-Suk Cho	
10:45~11:00	구GC-20	Jinsu Rhee			구SS-14	Sibaek Yi	
11:00~11:15	구GC-21	Jeffrey Hodgson	구KAC-02	Insung Yim(20')	구SS-15	Youngjun Park	
11:15~11:30	박GC-22	Young-Lo Kim	구KAC-03	Hong-Jin Yang(20')	구SS-16	Sang Joon Kim	
11:30~11:45			구KAC-04	Youngsik Park(20')	구SS-17	Chae Kyung Sim	
11:45~12:00	석GC-23	Da-hee Lee			구SS-18	Joo Hyeon Kim	
12:00~13:30	점심시간						
	우주론 (좌장: 김주한) Cosmology		성간물질2 (좌장: 이정은) ISM		특별 세션-KMTNet(좌장: 김승리)		
13:30~13:45	구CD-01	Jinn-Ouk Gong	구IM-07	Jungyeon Cho	구KMT-01	Chung-Uk Lee	
13:45~14:00	구CD-02	Kyungjin Ahn	구IM-08	Jihye Hwang	구KMT-02	Sun-Ju Chung	
14:00~14:15	구CD-03	Benjamin L'Huillier	구IM-09	Heesun Yoon	구KMT-03	Hong Soo Park	
14:15~14:30	구CD-04	Srivatsan Sridhar	구IM-10	Hyeseung Lee	구KMT-04	Jae-Woo Kim	
14:30~14:45	구CD-05	Jacobo Asorey	구IM-11	Hyseung Lee	구KMT-05	Seongjae Kim	
14:45~15:00	구CD-06	Graziano Rossi	구IM-12	Yong-Hyun Lee	구KMT-06	Joonho Kim	
15:00~15:20	휴식시간						
	천문우주관측기술 (좌장: 이성호) Astronomical Instrumentation		교육-홍보+수치해석 (좌장: 양홍진) Education & Public Relations NumericalAnalysis		KMTNet / 행성과학(좌장: 심채경) KMTNet / PlanetaryScience		
15:20~15:35	구AT-01	Woong-Seob Jeong	구EN-01	Ah-Chim Sul	구KP-01	Hongu Yang	
15:35~15:50	구AT-02	Myungshin Im	구EN-02	Sanghyun Ha	구KP-02	Mingyeong Lee	
15:50~16:05	구AT-03	Chunglee Kim	구EN-03	Insun Ahn	구KP-03	Masateru Ishiguro	
16:05~16:20	구AT-04	Gregory SungHak Paek	구EN-04	Sang-Hyeon Ahn	구KP-04	Yoonsoo P. Bach	
16:20~16:35	구AT-05	Junghwan Oh	구EN-05	Sanghyuk Moon	구KP-05	Sunho Jin	
16:35~16:50	구AT-06	Haeun Chung	구EN-06	Joongoo Lee	구KP-06	Jooyeon Geem	
16:50~17:10	제1발표장		우수포스터상 시상 및 폐회				

Schedule of Poster Session 4. 11~12

poster size : A0

발표분야	포스터번호	발표자명	발표분야	포스터번호	발표자명
교육홍보	포AE-01	Sang Hyun Lee	외부은하/ 은하단	포GC-01	Taysun Kimm
	포AE-02	Sophia Kim		포GC-02	Sang-Sung Lee
성간물질/ 별생성/ 우리은하	포IM-01	Neha Sharma		포GC-03	Sungyong Hwang
	포IM-02	Hye-in Lee		포GC-04	Kwang-Il Seon
	포IM-03	Giseon Baek		포GC-05	Hyeonmo Hwang
	포IM-04	YoungJoo Yun		포GC-06	Jinhyub Kim
	포IM-05	In Kang		포GC-07	Donghyeon J. Khim
	포IM-06	DaJeong Jang		포GC-08	Suhyun Shin
	포IM-07	Il-Joong Kim		포GC-09	Gu Lim
	포IM-08	Miji Jeong		포GC-10	Seong-Kook Lee
	포IM-09	Sehwan Cheon		포GC-11	Jae Yeon Mun
	포IM-10	Hyejin Park		포GC-12	Sang-Hyun Kim
	포IM-11	Hyun-Jeong Kim		포GC-13	Hye-Ran Lee
	포IM-12	Eun Jung Chung		포GC-14	Panomporn Poojon
	포IM-13	Kee-Tae Kim		포GC-15	Seona Lee
	포IM-14	Seunghyeon Park		포GC-16	Woorak Choi
	포IM-15	Chongsam Na		포GC-17	Yoon Chan Taak
	포IM-16	Shinyoung Kim	우주론/ 암흑물질에너지	포CD-01	Feng Shi
	포IM-17	Thiem Hoang		포CD-02	Hyunbae Park
	포IM-18	Sung-Ju Kang		포CD-03	Cristiano Sabiu
천문우주 관측기술	포AT-01	Min-Su Shin		포CD-04	Mijin Yoon
	포AT-02	Tae-Geun Ji		포CD-05	Hanwool Koo
	포AT-03	Jimin Han	특별세션 (KMTNet)	포CD-06	Sungwook E. Hong
	포AT-04	Jae-Joon Lee		포KMTNet-01	Dong-Heun Kim
	포AT-05	Changgon Kim		포KMTNet-02	Woowon Byun
천문화학/ 천연생물학	포AA-01	Jeongkwan Yoon	항성/항성계/ 외계행성	포SA-01	Min-Ji Jeong
태양/태양계	포SS-01	Daye Lim		포SA-02	Youngdae Lee
	포SS-02	Harim Lee		포SA-03	Sang Hyun Lee
	포SS-03	Eunsu Park		포SA-04	Jae Woo Lee
	포SS-04	Jaekyun Park		포SA-05	Kiehunn Bach
	포SS-05	Su-Chan Bong		포SA-06	Kiehunn Bach
	포SS-06	Seonggyeong Jeon		포SA-07	Seok-Jun Chang
	포SS-07	Sangho Choi		포SA-08	Hojae Ahn
	포SS-08	Jihye Kang		포SA-09	Sophia Kim
				포SA-10	Jang-Ho Park

제1발표장 첫째날 : 4월 11일 (목)

09:00~10:00

등 록

10:00~10:10

개 회 사 : 박창범 학회장

초청강연

좌장 : Jongsoo Kim(김종수)[KASI]

10:10~10:50 초 IT-01 (p.33)

Episodic Accretion in Star and Planet Formation

Jeong-Eun Lee(이정은)[Kyung Hee University]

10:50~11:00

휴식시간

외부은하 1

Bars, Disks, Spiral arms and Rotation

좌장 : Hong Soo Park(박홍수)[KASI]

11:00~11:15 구 GC-01 (p.33)

A new approach to classify barred galaxies based on the potential map

Yun Hee Lee(이윤희), Myeong-Gu Park(박명구)[KNU], Hong Bae Ann(안홍배)[PNU],

Taehyun Kim(김태현)[KASI], Woo-Young Seo(서우영)[SNU]

11:15~11:30 구 GC-02 (p.34)

A Numerical Study of Stellar Bars and Nuclear Rings in Barred Galaxies

Woo-Young Seo(서우영)[CNBU], Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU]

11:30~11:45 구 GC-03 (p.34)

Spiral Arm Features in Disk Galaxies: A Density-Wave Theory

Yonghwi Kim(김용휘)[KIAS/Peking University], Luis C. Ho[Peking University]

11:45~12:00 구 GC-04 (p.34)

Galaxy Rotation Coherent with the Average Motion of Neighbors

Joon Hyeop Lee(이준협), Mina Pak(박민아), Hye-Ran Lee(이혜란)[KASI/UST],

Hyunmi Song(송현미)[KASI]

12:00~12:15 구 GC-05 (p.35)

The Spin-Orbit Alignment of Dark Matter Halo Pairs: Dependence on the Halo Mass and Environment

Sung-Ho An(안성호), Suk-Jin Yoon(윤석진)[Yonsei University]

12:15~12:30 구 GC-06 (p.35)

Detection of Intrinsic Spin Alignments in Isolated Spiral Pairs

Hanwool Koo(구한울)[KASI/SNU], Jounghun Lee(이정훈)[SNU]

12:30~14:00

점심시간

외부은하 2

AGN

좌장 : Sang-Sung Lee(이상성)[KASI]

14:00~14:15 석 GC-07 (p.35)

Understanding the physical environment of relativistic jet from 3C 279 using its spectral and temporal information

Sung-Min Yoo(유성민)[CBNU], Sang-Sung Lee(이상성)[KASI/UST], Hongjun An(안홍준)[CBNU],

Sang-Hyun Kim(김상현)[KASI/UST], Jee Won Lee(이지원), Jeffrey A. Hodgson[KASI],

Sincheol Kang(강신철)[KASI/UST]

외부은하 2
AGN

좌장 : Sang-Sung Lee(이상성)[KASI]

14:15~14:30 구 GC-08 (p.35)

BAT AGN Spectroscopic Survey - The parsec scale jet properties of the ultra hard X-ray selected local AGNs

Junhyun Baek(백준현), Aeree Chung(정애리)[Yonsei university],
Kevin Schawinski[ETH Zurich], Kyuseok Oh[Kyoto University], Ivy Wong[ICRAR],
Michael Koss[Eureka Scientific Inc.], BASS team

14:30~14:45 구 GC-09 (p.36)

An observed link between AGN Eddington ratio and [NII] $\lambda 6583/H\alpha$ at $0.6 < z < 1.7$ Kyuseok Oh(오규석)[Kyoto University/JSPS Fellow], Yoshihiro Ueda[Kyoto University],
Masayuki Akiyama[Tohoku University,], Hyewon Suh[Subaru Telescope],
Michael Koss[Eureka Scientific], Richard Mushotzky[University of Maryland],
Guenther Hasinger[European Space Agency], Daichi Kashino[ETH Zurich],
John Silverman[Kavli Institute]

14:45~15:00 구 GC-10 (p.36)

Instantaneous AGN feedback at the central part of NGC 5728

Jaejin Shin(신재진), Jong-Hak Woo(우종학)[SNU], Aeree Chung(정애리),
Junhyun Baek(백준현)[Yonsei University], Kyuhyun Cho(조규현), Daeun Kang(강다은),
Hyun-Jin Bae(배현진)[SNU]

15:00~15:15 구 GC-11 (p.36)

Probing the Feedback Process in Local Type-2 AGNs with Integral-Field Spectroscopy

Rongxin Luo, Jong-Hak Woo(구한울), Jaejin Shin(신재진), Daeun Kang(강다은),
Hyun-Jin Bae(배현진)[SNU], Marios Karouzos[United Kingdom]

15:15~15:30 구 GC-12 (p.37)

The Infrared Medium-deep Survey. VI. Discovery of Faint Quasars at $z \sim 5$ with a Medium-band-based ApproachYongjung Kim(김용정), Myungshin Im(임명신)[SNU], Yiseul Jeon(전이슬)[FEROKA Inc.],
Minjin Kim(김민진)[KNU], Soojong Pak(박수종)[KHU], IMS Team

15:30~16:30

사진촬영, 포스터 발표 및 분임토의

외부은하 3
Galaxy Evolution

좌장 : Joon Hyeop Lee(이준협)[KASI]

16:30~16:45 구 GC-13 (p.37)

Assembling the bulge from globular clusters: Evidence from sodium bimodality

Young-Wook Lee(이영욱), Jenny J. Kim, Chul Chung(정철), Sohee Jang(장수정),
Dongwook Lim(임동욱)[Yonsei University]

16:45~17:00 구 GC-14 (p.38)

Stellar populations of the M87 globular cluster system

Youkyung Ko(고유경), Eric W. Peng[Peking University],
Alessia Longobardi[Aix Marseille Univ.] et al.

17:00~17:15 구 GC-15 (p.38)

How are S0 galaxies formed? A case of the Sombrero galaxy

Jisu Kang (강지수), Myung Gyoon Lee (이명균)[SNU], In Sung Jang (장인성)[Leibniz-Institut für
Astrophysik Potsdam], Youkyung Ko (고유경)[Peking University/Kavli Institute],
Jubee Sohn (손주비)[Smithsonian Astrophysical Observatory], Narae Hwang (황나래),
Byeong-Gon Park (박병곤)[KASI]

외부은하 3

Galaxy Evolution

좌장 : Joon Hyeop Lee(이준협)[KASI]

17:15~17:30 구 GC-16 (p.38)

Passive spiral galaxies: a stepping stone to S0s?

Mina Pak(박민아), Joon Hyeop Lee(이준협)[KASI/UST], Hyunjin Jeong(정현진), Suk Kim(김석),
Rory Smith[KASI], Hye-Ran Lee(이혜란)[KASI/UST]

17:30~17:45 구 GC-17 (p.38)

A deep and High-resolution Study of Ultra-diffuse Galaxies in Distant Massive Galaxy
Clusters

Jeong Hwan Lee(이정환), Jisu Kang(강지수)[SNU], In Sung Jang(장인성)[Leibniz Institute for
Astrophysics Potsdam], Myung Gyoon Lee(이명균)[SNU]

17:45~18:00 구 GC-18 (p.39)

The first detection of intracluster light beyond a redshift of 1

Jongwan Ko(고종완)[KASI], Myungkook J. Jee(wlaudrb)[Yonsei University]

18:00~

만찬

초청강연(제1발표장)

좌장 : Jongsoo Kim(김종수)[KASI]

10:10~10:50 초 IT-01 (p.33)

Episodic Accretion in Star and Planet Formation

Jeong-Eun Lee(이정은)[Kyung Hee University]

10:50~11:00

휴식시간

성간물질1

ISM & Star-Formation

좌장 : Seok Ji Yeon(석지연)[KASI]

11:00~11:15 구 IM-01 (p.41)

BISTRO: Magnetic Fields in Serpens Main

Woojin Kwon(권우진)[KASI/UST] on behalf of the BISTRO team

11:15~11:30 구 IM-02 (p.41)

AKARI/IRC spectroscopic survey for interstellar ice study

Jaeyeong Kim(김재영), Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Il-Seok Kim(김일석)[Space Environment Laboratory], Yuri Aikawa[University of Tokyo], Woong-Seob Jeong(정웅섭), Ho-Gyu Lee(이호규)[KASI], Jennifer A. Noble[The University de Lille], Michael M. Dunham[University of Virginia/Harvard-Smithsonian Center]

11:30~11:45 구 IM-03 (p.42)

CHEMICAL PROPERTIES OF CORES IN DIFFERENT ENVIRONMENTS: THE ORION A, B AND λ ORIONIS CLOUDS

Hee-Weon Yi(이희원), Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Tie Liu[KASI/East Asian Observatory], Kee-Tae Kim(김기태)[KASI]

11:45~12:00 구 IM-04 (p.42)

TIMES: mapping Turbulent properties In star-forming MolEcular clouds down to the Sonic scale. I. the first result.

Hyeong-Sik Yun(윤혁식), Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Yunhee Choi(최윤희)[KASI], Neal J. Evans II[KASI/University of Texas], Stella S. R. Offner[University of Texas], Yong-Hee Lee(이용희), Giseon Baek(백기선)[KHU], Minho Choi(최민호), Hyunwoo Kang(강현우)[KASI], Seokho Lee(이석호), Ken'ichi Tatematsu[NAO], Mark H. Heyer, Brandt A. L. Gaches[University of Massachusetts], Yao-Lun Yang[University of Texas], Jae Hoon Jung(정재훈), Changhoon Lee(이창훈)[KASI]

12:00~12:15 구 IM-05 (p.42)

High-resolution Near-infrared Spectroscopy of IRAS 16316-1540: Evidence of Accretion Burst

Sung-Yong Yoon(윤성용), Jeong-Eun Lee(이정은), Sunkyung Park(박선경), Seokho Lee(이석호)[KHU], Gregory J. Herczeg[Peking University], Gregory Mace[University of Texas], Jae-Joon Lee(이재준)[KASI]

12:15~12:30 구 IM-06 (p.43)

The JCMT Transient Survey: Examination of Periodic Variability in nearby Star-forming Regions

Yong-Hee Lee(이용희), Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Doug Johnstone[NRC Herzberg Astronomy and Astrophysics Canada/University of Victoria], Gregory J. Herczeg[University of Victoria], Steve Mairs[NRC Herzberg Astronomy and Astrophysics Canada/University of Victoria/East Asian Observatory]

12:30~14:00

점심시간

항성 및 항성계
Star & Stellar System

좌장 : Deokkeun An(안덕근)[EWU]

14:00~14:30 박 SA-01 (p.46)

Atomic Raman Spectroscopy of Wind Accretion in Symbiotic Stars

Jeong-Eun Heo(허정은), Hee-Won Lee(이희원)[Sejong University],
Rodolfo Angeloni[Universidad de La Serena]

14:30~14:45 석 SA-02 (p.47)

Migration of Radiative Gas Giants with GIZMO

Seung-Won Yang(양승원), Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU]

14:45~15:00 구 SA-03 (p.47)

A pilot study of the two OB associations Cygnus OB2 and Carina OB1 using the Gaia data

Beomdu Lim(임범두)[KHU], Yaël Nazé, Eric Gosset, Gregor Rauw[Université de Liège]

15:00~15:15 구 SA-04 (p.47)

Discovery of new open cluster by the Gaia DR2

Sang Hyun Lee(이상현)[KASI/University of Ulsan], Gyuheon Sim(심규현),
Seunghyeon Kim (김승현)[Ulsan Science high school]

15:15~15:30 구 SA-05 (p.47)

New implications on the analysis of stellar populations based on the close link between
globular clusters and their host galaxies

Chul Chung(정철), Suk-Jin Yoon(윤석진), Young-Wook Lee(이영욱)[Yonsei University]

15:30~16:30

사진촬영, 포스터 발표 및 분임토의

고에너지천문학/이론천문학**High Energy Astronomy/Theoretical Astronomy**

좌장 : Jinn-Ouk Gong(공진옥)[KASI]

16:30~16:45 구 HT-01 (p.48)

Estimating Mass and Radius of a Neutron Star in Low-Mass X-ray Binary

Kyujin Kwak(곽규진), Kwang Hyun Sung(성광현), Young-Min Kim(김영민)[UNIST],
Myungkuk Kim(김명국), Chang-Hwan Lee(이창환)[PNU]

16:45~17:00 구 HT-02 (p.48)

Dependence of tidal disruption flares on stellar density profile and orbital properties

Gwanwoo Park(박관우), Kimitake Hayasaki[CBNU]

17:00~17:15 구 HT-03 (p.48)

FAR-INFRARED SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION OF THE PULSAR WIND NEBULA 3C 58

Jaeguen Park(박재근), Hongjun An(안홍준)[CBNU]

17:15~17:30 석 HT-04 (p.48)

Why Are Cool Structures in the Universe Usually Filamentary?

Inhyeok Song(송인혁), Gwang Son Choe(최광선), Sibaek Yi(이시백), Hongdal Jun(전홍달)[KHU]

17:30~17:45 구 HT-05 (p.49)

Electron Pre-acceleration in Weak Quasi-perpendicular Shocks in Clusters of Galaxies

Ji-Hoon Ha(하지훈)[UNIST], Hyesung Kang(강혜성)[PNU], Dongsu Ryu(류동수)[UNIST]

17:45~18:00 구 HT-06 (p.49)

Radio relics in merging clusters of galaxies

Soonyoung Roh(노순영), Dongsu Ryu(류동수)[UNIST]

18:00~

만찬

초청강연(제1발표장)

좌장 : Jongsoo Kim(김종수)[KASI]

10:10~10:50 초 IT-01 (p.33)

Episodic Accretion in Star and Planet Formation

Jeong-Eun Lee(이정은)[KyungHee University]

10:50~11:00

휴식시간

태양1

CME & Corona Hole

좌장 : Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]

11:00~11:15 구 SS-01 (p.49)

The wave nature of halo coronal mass ejections (파동으로서의 태양 코로나질량방출 현상 연구)

Ryun-Young Kwon(권륜영), Rok-Soon Kim(김록순), Soojeong Jang(장수정), Jae-Ok Lee(이재옥),

Yeon-Han Kim(김연한), Young-Deuk Park(박영득)[KASI]

11:15~11:30 구 SS-02 (p.50)

CME-CME Interaction near the Earth

Roksoon Kim(김록순)[KASI/UST], Soojeong Jang(장수정)[KASI], Bhuwan Joshi[Udaipur Solar

Observatory], Ryunyoung Kwon(권륜영), Jaeok Lee(이재옥)[KASI]

11:30~11:45 구 SS-03 (p.50)

CME mean density and its change from the corona to the Earth

Hyeonock Na(나현옥), Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]

11:45~12:00 구 SS-04 (p.50)

Seeking magnetic separatrices on the solar surface using EUV waves

Soojeong Jang(장수정), Ryun-Young Kwon(권륜영), Rok-Soon Kim(김록순),

Jae-Ok Lee(이재옥)[KASI]

12:00~12:15 구 SS-05 (p.50)

Discovery of highly dynamic and recurrent jets in a polar coronal hole observed by Hinode/SOT

Il-Hyun Cho(조일현), Yong-Jae Moon(문용재)[KHU], Kyung-Suk Cho(조경석)[KASI/UST]

12:15~12:30 구 SS-06 (p.51)

Development of a diagnostic coronagraph on the ISS: progress report

Yeon-Han Kim(김연한)[KASI/UST], Seonghwan Choi(최성환)[KASI], Su-Chan Bong(봉수찬),

Kyungsuk Cho(조경석)[KASI/UST], Young-Deuk Park(박영득)[KASI], Jeffrey Newmark,

Nat. Gopalswamy, Seiji Yashiro, Nelson Reginald[NASA]

12:30~14:00

점심시간

태양2

New Solar Analytical Techniques

좌장 : Ryun-Young Kwon(권륜영)[KASI]

14:00~14:15 구 SS-07 (p.51)

Application of Deep Learning to Solar Data: 1. Overview

Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수), Taeyoung Kim(김태영), Harim Lee(이하림),

Gyungin Shin(신경인), Kimoon Kim(김기문), Seulki Shin(신슬기), Kangwoo Yi (이강우)[KHU]

태양2

New Solar Analytical Techniques

좌장 : Ryun-Young Kwon(권륜영)[KASI]

14:15~14:30 구 SS-08 (p.51)

Solar farside magnetograms from deep learning analysis of STEREO/EUVI data

Taeyoung Kim(김태영)[KHU/UST], Eunsu Park(박은수), Harim Lee(이하림),
Yong-Jae Moon(문용재)[KHU], Sung-Ho Bae(배성호), Daye Lim(임다예)[KHU],
Soojeong Jang(장수정)[KASI], Lokwon Kim(김록원), Il-Hyun Cho(조일현)[KHU],
Myungjin Choi(최명진)[Inspace], Kyung-Suk Cho(조경석)[KASI/UST]

14:30~14:45 구 SS-09 (p.52)

Application of Deep Learning to Solar Data: 6. Super Resolution of SDO/HMI magnetograms

Sumiaya Rahman, Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수), Hyewon Jeong(정혜원),
Gyungin Shin(신경인), Daye Lim(임다예)[KHU]

14:45~15:00 구 SS-10 (p.52)

Generation of global coronal field extrapolation from frontside and AI-generated farside magnetograms

Hyunjin Jeong(정현진), Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수), Harim Lee(이하림)[KHU],
Taeyoung Kim(김태영)[KHU/InSpace]

15:00~15:15 구 SS-11 (p.52)

Relative Contribution from Short-term to Long-term Flaring rate to Predicting Major Flares

Daye Lim(임다예), Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수)[KHU],
Jongyeob Park(박종엽)[KASI], Kangjin Lee(이강진)[Electronics and Telecommunications
Research Institute], Jin-Yi Lee(이진이)[KHU], Soojeong Jang(장수정)[KASI]

15:15~15:30 구 SS-12 (p.53)

Application of a non-equilibrium ionization model to rapidly heated solar plasmas

Jin-Yi Lee(이진이)[KHU], John C. Raymond, Katharine K. Reeves, Chengcai Shen[Harvard &
Smithsonian], Yong-Jae Moon(문용재)[KHU], Yeon-Han Kim(김연한)[KASI/UST]

15:30~16:30

사진촬영, 포스터 발표 및 분임토의

특별세션 EHT

Event Horizon Telescope

좌장 : Jongsoo Kim(김종수)[KASI]

16:30~16:55 구 EHT-01 (p.59)

Event Horizon Telescope :

Earth-sized mm-VLBI array to image supermassive black holes

Jae-Young Kim(김재영)[Max Planck Institute for Radio Astronomy]

16:55~17:20 구 EHT-02 (p.59)

EHT data processing and BH shadow imaging techniques

Ilje Cho(조일제)[KASI/UST]

17:20~17:40 구 EHT-03 (p.59)

Korean activities for mm-VLBI and EHT collaboration

Taehyun Jung(정태현), Bong Won Sohn(손봉원)[KASI/UST], Guangyao Zhao[KASI],
Ilje Cho(조일제)[KASI/UST], Jae-Young Kim(김재영)[Max Planck Institute for Radio
Astronomy], EHT Collaboration

17:40~18:00 구 EHT-04 (p.60)

Multi-frequency VLBI view of the vicinity of the nearest supermassive black hole

Guang-Yao Zhao[KASI]

18:00~

만찬

초청강연

좌장 : Sungsoo S. Kim(김성수)[KHU]

09:30~10:10 초 IT-02 (p.33)

Horizon Run 5: the largest cosmological hydrodynamic simulation

Juhan Kim(김주한)[KIAS], Jihye Shin(신지혜)[KASI], Owain Snaith, Jaehyun Lee(이재현),
Yonghwi Kim(김용휘)[KIAS], Oh-Kyung Kwon(권오경), Chan Park(박찬)[KISTI],
Changbom Park(박창범)[KIAS]

10:10~10:30

휴식시간

외부은하 4

Observational Cosmology

좌장 : Young-Wook Lee(이영욱)[Yonsei University]

10:30~10:45 구 GC-19 (p.39)

Newly discovered galaxy overdensities and large scale structures at $z \sim 1$ Minhee Hyun(현민희), Myungshin Im(임명신)[SNU], Jae-Woo Kim(김재우)[KASI],
Seong-Kook Lee(이성국)[SNU], IMS team

10:45~11:00 구 GC-20 (p.40)

Unveiling Quenching History of Cluster Galaxies Using Phase-space Analysis

Jinsu Rhee(이진수)[Yonsei University], Rory Smith[KASI],
Sukyoung, K. Yi(이석영)[Yonsei University]

11:00~11:15 구 GC-21 (p.40)

Cosmological QUOKKAS: A new method for measuring distances using an extended KVN to Australia

Jeffrey Hodgson, Sang-Sung Lee(이상성)[KASI], Benjamin l'Hullier[KASI], Yannis Lioadkis
[Stanford], Arman Shafieloo[KASI]

11:15~11:45 박 GC-22 (p.40)

On the Global and Local Environmental Dependence of Type Ia Supernova Luminosity from the Analysis of SALT2 and MLCS2k2 Light-Curve Fitters

Young-Lo Kim(김영로)[CNRS-IN2P3-IPN Lyon/Yonsei University],
Young-Wook Lee(이영욱)[Yonsei University]

11:45~12:00 석 GC-23 (p.41)

Constraints on scalar field models of dark energy.

Da-hee Lee(이다희)[KNU], Chan-Gyung Park(박찬경)[Chonbuk National University],
Jai-chan Hwang(황재찬)[KNU]

12:00~13:30

점심시간

우주론

Cosmology

좌장 : Juhan Kim(김주한)[KIAS]

13:30~13:45 구 CD-01 (p.55)

Second order induced gravitational waves

Jinn-Ouk Gong(공진욱)[KASI]

13:45~14:00 구 CD-02 (p.55)

Formation of First Astrophysical Objects under the Influence of Large-Scale Density and Velocity Environment

Kyungjin Ahn(안경진)[Chosun University],
Britton D. Smith[San Diego Supercomputing Center]

14:00~14:15 구 CD-03 (p.56)

Falsifying LCDM: model-independent tests of the concordance model of cosmology

Benjamin L'Huillier[KASI]

우주론
Cosmology

좌장 : Juhan Kim(김주한)[KIAS]

14:15~14:30 구 CD-04 (p.56)

Cosmological constraints using BAO - From spectroscopic to photometric catalogues

Srivatsan Sridhar[KASI]

14:30~14:45 구 CD-05 (p.56)

H1R4: Mock 21cm intensity mapping maps for cross-correlations with optical surveys

Jacobo Asorey[KASI]

14:45~15:00 구 CD-06 (p.57)

Simulating the Lyman-Alpha Forest with Massive Neutrinos and Dark Radiation for Large-Volume Surveys

Graziano Rossi[Sejong University]

15:00~15:20

휴식시간

천문우주관측기술
Astronomical Instrumentation

좌장 : Sungho Lee(이성호)[KASI]

15:20~15:35 구 AT-01 (p.57)

Infrared Spectro-Photometric Survey Missions: NISS & SPHEREx

Woong-Seob Jeong(정웅섭), Yujin Yang(양유진)[KASI/UST], Sung-Joon Park(박성준),
 Jeonghyun Pyo(표정현)[KASI], Minjin Kim(김민진)[KNU], Bongkon Moon(문봉곤), Dae-Hee
 Lee(이다희), Won-Kee Park(박원기), Young-Sik Park(박영식), Youngsoo Jo(조영수), Il-Joong
 Kim(김일중)[KASI], Jongwan Ko(고종완)[KASI/UST], Hyun Jong Seo(서현종)[KASI], Kyeongyeon
 Ko(고경연), Seongjae Kim(김성재)[KASI/UST], Hoseong Hwang(황호성), Yong-Seon
 Song(송용선)[KASI], Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Myungshin Im(임명신), Toshio
 Matsumoto[SNU], NISS Team, SPHEREx Korean Consortium

15:35~15:50 구 AT-02 (p.57)

Possible framework for East Asia Observatory (EAO) and Subaru partnership

Myungshin Im(임명신)[SNU]

15:50~16:05 구 AT-03 (p.58)

Populations Accessible to Gravitational Wave and Multi-Messenger Astronomy Within 10 Years

Chunglee Kim(김정리)[Ewha Womans University]

16:05~16:20 구 AT-04 (p.58)

Observing strategy for electromagnetic counterpart of gravitational wave source

Gregory SungHak Paek(백승학), Myungshin Im(임명신), SNU GW EM follow-up team

16:20~16:35 구 AT-05 (p.58)

Sirius: The KASI-SNU Optical Intensity Interferometer

Junghwan Oh(오정환), Sascha Trippe[SNU],

Jan Wagner[Max-Planck-Institute for Radio astronomy], Do-young Byun(변도영)[KASI]

16:35~16:50 구 AT-06 (p.58)

PSF Deconvolution on the Integral Field Unit Spectroscopy Data

Haeun Chung(정하은)[SNU/KIAS], Changbom Park(박창범)[KIAS]

16:50~

우수포스터상 시상 및 폐회

초청강연(제1발표장)

좌장 : Sungsoo S. Kim(김성수)[KHU]

09:30~10:10 초 IT-02 (p.33)

Horizon Run 5: the largest cosmological hydrodynamic simulation

Juhan Kim(김주한)[KIAS], Jihye Shin(신지혜)[KASI], Owain Snaith, Jaehyun Lee(이재현),
Yonghwi Kim(김용휘)[KIAS], Oh-Kyung Kwon(권오경), Chan Park(박찬)[KISTI],
Changbom Park(박창범)[KIAS]

10:10~10:30

휴식시간

특별세션 - 남북천문협력

Inter-Korean Astronomical Cooperation

좌장 : Young Chol Minh(민영철)[KASI]

10:30~11:00 초 IKAC-01 (p.60)

Status of North Korean Science and Technology and Inter-Korean S&T Cooperation -
Focusing on the activities of UKAST

Hyun-kyoo Choi(최현규)[KISTI], Insung Yim(임인성), Hong-Jin Yang(양홍진)[KASI]

11:00~11:20 구 IKAC-02 (p.60)

Cooperation in the field of Astronomy in South and North Korea

Insung Yim(임인성), Hong-Jin Yang(양홍진), Youngsik Park(박영식),
Young Chol Minh(민영철)[KASI], Hyun-kyoo Choi(최현규)[KISTI]

11:20~11:40 구 IKAC-03 (p.60)

Preliminary plan for the establishment of Mt. Baekdu observatory

Hong-Jin Yang(양홍진), Hong-Suh Yim(임흥서)[KASI], Do-Young Byun(변도영)[KASI/UST],
Jong-Kyun Chung(정종균)[KASI], Young-Jun Choi(최영준)[KASI/UST],
Insung Yim(임인성)[KASI]

11:40~12:00 구 IKAC-04 (p.61)

Site Condition of Mt. Baekdu observatory

Youngsik Park(박영식), Hong-Jin Yang(양홍진), Hong-Seo Yim(임흥서),
Do-Young Byun(변도영), Jong-Kyun Chung(정종균), Young-Jun Choi(최영준),
Insung Yim(임인성)[KASI]

12:00~13:30

점심시간

성간물질2
ISM

좌장 : Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU]

13:30~13:45 구 IM-07 (p.43)

Removing Large-scale Variations in Regularly and Irregularly Spaced Data

Jungyeon Cho (조정연)[CNU]

13:45~14:00 구 IM-08 (p.43)

The distribution of magnetic field strength in Orion A region

Jihye Hwang(황지혜), Jongsoo Kim(김종수)[KASI/UST]

14:00~14:15 구 IM-09 (p.44)

Effect of turbulence driving and sonic Mach number on Davis-Chandrasekhar-Fermi
method

Heesun Yoon(윤희선), Jungyeon Cho(조정연)[CNU]

14:15~14:30 구 IM-10 (p.44)

Study of Magnetohydrodynamic Turbulence Using Multi-frequency Synchrotron Polarization
ObservationsHyeseung Lee(이혜승)[KASI], Jungyeon Cho(조정연)[CNU],
Alex Lazarian[University of Wisconsin-madison]

공간물질2
ISM

좌장 : Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU]

14:30~14:45 구 IM-11 (p.44)

Discovery of a New Mechanism of Dust Destruction in Strong Radiation Fields and Implications

Thiem Hoang[KASI/UST], Le Ngoc Tram[NASA], Hyseung Lee(이혜승), Sang-hyeon Ahn(안상현)[KASI]

14:45~15:00 구 IM-12 (p.44)

Near-infrared Spectroscopy of Metal-enriched Supernova Ejecta in Cassiopeia A

Yong-Hyun Lee(이용현), Bon-Chul Koo(구본철)[SNU]

15:00~15:20

휴식시간

교육-홍보+수치해석

Education & Public Relations

Numerical Analysis

좌장 : Hong-Jin Yang(양홍진)[KASI]

15:20~15:35 구 EN-01 (p.45)

Astronomical Calendar and propagating the astronomical information

Ah-Chim Sul(설아침)[KASI/CBNU], Yonggi Kim(김용기)[CBNU]

15:35~15:50 구 EN-02 (p.45)

Astronomy education in the Planetarium

Sanghyun Ha(하상현)[KNUE/METASPACE], Jungjoo Sohn(손정주)[KNUE], Soonchang Park(박순창)[METASPACE]

15:50~16:05 구 EN-03 (p.45)

Exhibition Planning of Ongoing Astronomy : A New Approach to Science Exhibition Planning of Astronomy

Insun Ahn(안인선)[Gwacheon National Science Museum]

16:05~16:20 구 EN-04 (p.45)

Current Status of Korean Astronomical Communities Derived from the Number of Astronomers

Sang-Hyeon Ahn(안상현)[KASI]

16:20~16:35 구 EN-05 (p.46)

A Fast Poisson Solver of Second-Order Accuracy for Isolated Systems in Three-Dimensional Cartesian and Cylindrical Coordinates

Sanghyuk Moon(문상혁), Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU], Eve C. Ostriker[Princeton University]

16:35~16:50 구 EN-06 (p.46)

Deep Learning Model on Gravitational Waves of Merger and Ringdown in Coalescence of Binary Black Holes

Joongoo Lee(이준구), Gihyuk Cho(조기혁)[SNU], Kyungmin Kim(김경민)[Chinese University of Hong Kong.], Sang Hoon Oh(오상훈), John J. Oh(오정근), Edwin J. Son(손)[NIMS]

16:50~

우수포스터상 시상 및 폐회

초청강연(제1발표장)

좌장 : Sungsoo S. Kim(김성수)[KHU]

09:30~10:10 초 IT-02 (p.33)

Horizon Run 5: the largest cosmological hydrodynamic simulation

Juhan Kim(김주한)[KIAS], Jihye Shin(신지혜)[KASI], Owain Snaith, Jaehyun Lee(이재현),
Yonghwi Kim(김용휘)[KIAS], Oh-Kyung Kwon(권오경), Chan Park(박찬)[KISTI],
Changbom Park(박창범)[KIAS]

10:10~10:30

휴식시간

태양3 / 행성과학

Solar Physics/Planetary Science

좌장 : Hong-Kyu Moon(문홍규)[KASI]

10:30~10:45 구 SS-13 (p.53)

Oscillation of a Small H α Surge in a Polar Coronal HoleKyung-Suk Cho(조경석)[KASI/UST], Il-Hyun Cho(조일현)[KASI],
V. M. Nakariakov[KHU/University of Warwick], Vasyl B. Yurchyshyn[Big Bear Solar
Observatory], Heesu Yang(양희수), Yeon-Han Kim(김연한)[KASI], Pankaj Kumar[NASA],
Magara Tetsuya[KHU]

10:45~11:00 구 SS-14 (p.54)

A Comprehensive Study of Interaction of Magnetic Flux Ropes Leading to Solar Eruption

Sibaek Yi(이시백), Gwang Son Choe(최광선), Hongdal Jun(전홍달),
Kap-Sung Kim(김갑성)[KHU]

11:00~11:15 구 SS-15 (p.54)

Denoise of Astronomical Images with Deep Learning

Youngjun Park(박영준), Yun-Young Choi(최윤영), Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수),
Beomdu Lim(임범두)[KHU], Taeyoung Kim(김태영)[KHU/InSpace]

11:15~11:30 구 SS-16 (p.55)

Possible Causes for the Temporal Variations of 3-micron Hydrocarbon Emissions in the
Auroral Regions of Jupiter

Sang Joon Kim(김상준)[KHU]

11:30~11:45 구 SS-17 (p.55)

Polarimetry of the Moon through the eyes of PolCam: Phase-angle coverage

Chae Kyung Sim(심채경), Sungsoo S. Kim(김성수)[KHU], Minsup Jeong(정민섭),
Young-Jun Choi(최영준)[KASI], Sukbum A. Hong(홍석범), Kilho Baek(백길호)[KHU]

11:45~12:00 구 SS-18 (p.55)

KARI Planetary Data System for Science Research Support in Korea Pathfinder Lunar
Orbiter Program

Joo Hyeon Kim(김주현)[KARI]

12:00~13:30

점심시간

특별 세션 - KMTNet

좌장 : Seung-Lee Kim(김승리)[KASI]

13:30~13:45 구 KMT-01 (p.61)

The Status and Plan of KMTNet Operation

Chung-Uk Lee(이충욱), Seung-Lee Kim(김승리), Dong-Joo Lee(이동주), Sang-Mok Cha(차상목),
Yongseok Lee(이용석), Dong-Jin Kim(김동진), Yunjong Kim(김윤종), Hong Soo Park(박홍수),
Hyun-Woo Kim(김현우), Jin-Sun Lim(임진선)[KASI]

특별 세션 - KMTNet

좌장 : Seung-Lee Kim(김승리)[KASI]

13:45~14:00 구 KMT-02 (p.61)

The progress of KMTNet microlensing

Sun-Ju Chung(정선주)[KASI/UST], Andrew Gould[Ohio State University/Max-Planck-Institute for Astronomy], Youn Kil Jung(정연길), Kyu-Ha Hwang(황규하), Yoon-Hyun Ryu(류윤현), In-Gu Shin(신인구)[KASI], Jennifer C. Yee[Harvard-Smithsonian Center], Wei Zhu[University of Toronto], Hyun-Woo Kim(김현우)[KASI]

14:00~14:15 구 KMT-03 (p.61)

Status Report of the KMTNet Supernova Program

Hong Soo Park(박홍수)[KASI], Dae-Sik Moon(문대식)[University of Toronto], Sang Chul Kim(김상철)[KASI/UST], Youngdae Lee(이영대)[KASI]

14:15~14:30 구 KMT-04 (p.62)

Thirty-Minute ToO (TMT) with KMTNet

Jae-Woo Kim(김재우), Min-Su Shin(신민수)[KASI], Seo-Won Chang(장서원)[Australian National University], Chang Hee Ree(이장희)[KASI], Seung-Lee Kim(김승리), Chung-Uk Lee(이충욱)[KASI]

14:30~14:45 구 KMT-05 (p.62)

Properties of High-Redshift Dust-Obscured Galaxies Revealed in the ADF-S

Seongjae Kim(김성재), Woong-Seob Jeong(정웅섭)[KASI/UST], Daeseong Park(박대성)[KASI], Minjin Kim(김민진)[KNU], Hoseong Hwang(황호성), Sung-Joon Park(박성준)[KASI], Kyeongyeon Ko(고경연)[KASI/UST], Hyun Jong Seo(서현종)[KASI], the ADF-S Team

14:45~15:00 구 KMT-06 (p.62)

Searching for Electromagnetic Counterpart of Gravitational Wave Source with KMTNet

Joonho Kim(김준호), Myungshin Im(임명신)[SNU], Chung-Uk Lee(이충욱), Seung-Lee Kim(김승리)[KASI]

15:00~15:20

휴식시간

KMTNet/행성과학

KMTNet/Planetary Science

좌장 : Chae Kyung Sim(심채경)[KHU]

15:20~15:35 구 KP-01 (p.63)

Survey of Solar System Objects using KMTNet

Hongu Yang(양홍규)[KASI], Masateru Ishiguro[SNU], Hee-Jae Lee(이희재)[KASI/CBNU], Youngmin JeongAhn(정안영민), Hong-Kyu Moon(문홍규), Young-Jun Choi(최영준)[KASI]

15:35~15:50 구 KP-02 (p.63)

Ecliptic Survey for Unknown Asteroids with DEEP-South

Mingyeong Lee(이민경)[UST/KASI], Youngmin JeongAhn(정안영민), Hongu Yang(양홍규), Hong-Kyu Moon(문홍규)[KASI], Young-Jun Choi(최영준)[KASI/UST]

15:50~16:05 구 KP-03 (p.63)

A Recent Dust Ejection from an Inner Mainbelt Asteroid

Masateru Ishiguro[SNU], Youngmin JeongAhn(정안영민)[KASI], Hee-Jae Lee(이희재)[KASI/CBNU], Jooyeon Geem(김주연), Yuna G. Kwon(권유나), Jingu Seo(서진국), Myungshin Im(임명신), Myung Gyoon Lee(이명균)[SNU], Jeonghyun Pyo(표정현), Young-Jun Choi(최영준), Hongu Yang(양홍규)[KASI], Tomohiko Sekiguchi[Hokkaido University], Akiko M. Nakamura[Kobe University], Sunao Hasegawa[ISAS/JAXA], Katsuhito Ohtsuka[Tokyo Meteor Network], Hong-Kyu Moon(문홍규)[KASI]

16:05~16:20 구 KP-04 (p.64)

Thermal Radiation Pressure Force on Atmosphereless Bodies

Yoonsoo P. Bach(박윤수), Masateru Ishiguro[SNU]

16:20~16:35 구 KP-05 (p.64)

Polarimetry of solar system small bodies using the Seoul National University 61cm telescope and TRIPOL

Sunho Jin(진선호), Masateru Ishiguro, Yuna Grace Kwon(권유나), Jooyeon Geem(김주연),
Yoonsoo P. Bach(박윤수), Jinguik Seo(서진국)[SNU], Hiroshi Sasago[asago Co.,Ltd],
Shuji Sato[Nagoya University]

16:35~16:50 구 KP-06 (p.65)

Polarimetry of Three Asteroids in Comet-Like Orbits (ACOs)

Jooyeon Geem(김주연), Masateru Ishiguro, Yoonsoo P. Bach(박윤수)[SNU],
Daisuke Kuroda[Okayama Astrophysical Observatory], Hiroyuki Naito[Nayoro Observatory],
Hidekazu Hanayama[Ishigakijima Astronomical Observatory], Yoonyoung Kim(김윤영)[Max
Planck Institute for Solar System Research], Yuna G. Kwon(권유나), Sunho Jin(진선호)[SNU],
Tomohiko Sekiguchi, Ryo Okazaki[Hokkaido University], Jeremie J. Vaubillon[Observatoire
de paris], Masataka Imai[AIST], Tatsuharu Ono, Yuki Futamuts, Seiko Takagi, Mitsuteru
Sato, Kiyoshi Kuramoto[Hokkaido University], Makoto Watanabe[Okayama University]

16:50~

우수포스터상 시상 및 폐회

포 스티 발 표

교육홍보(Education & Outreach)

포 AE-01 (p.66)

Sunggok Ohseck starlight Village and public activities of Kyungnam amateur astronomers

Sang Hyun Lee(이상현)[KASI/Ulsan University], So Weol Lee(이소월)[KAAS]

포 AE-02 (p.66)

Activity of Young Astronomers Meeting in 2018-19 Season

Sophia Kim(김소피아)[SNU], Seongjae Kim(김성재)[UST/KASI], So-Myoung Park(박소명)[KHU],

Suhyun Shin(신수현)[SNU], Miji Jeong(정미지)[CNU], Jisu Kang(강지수)[SNU],

Seok-Jun Chang(장석준)[Sejong University]

성간물질/별생성/우리은하(ISM/Star Formation/Milky Way Galaxy)

포 IM-01 (p.66)

NIR spectroscopy of three class I young stellar objects using IGRINS

Neha Sharma, Joeng-Eun Lee(이정은), Sunkyung Park(박선경), Soekho Lee(이석호),

Sung-Yong Yoon(윤성용)[KHU]

포 IM-02 (p.66)

Physical Properties of Molecular Clouds in NGC 6822 Hubble V

Hye-In Lee(이혜인), Soojong Pak(박수종)[KHU], Heeyoung Oh(오희영)[KASI], Huynh Anh N.

Le[University of Science and Technology of China], Sungho Lee(이승호),

Beomdu Lim(임범두)[KHU], Ken'ichi Tatematsu[NAOJ], Sangwook Park(박상욱)[University of

Texas], Gregory Mace, Daniel T. Jaffe[University of Texas]

포 IM-03 (p.67)

Radiative Transfer Modeling of EC 53: An Episodically Accreting Class I Young Stellar Object

Giseon Baek(백기선)[KHU], Benjamin A. MacFarlane[University of Central Lancashire,

Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Dimitris Stamatellos[University of Central Lancashire],

Gregory Herczeg[Peking University, Doug Johnstone[NRC], Huei-Ru Vivien Chen[National

Tsing Hua University], Sung-Ju Kang[KASI]

포 IM-04 (p.67)

Results of KVN and ALMA observations toward WX Psc

Youngjoo Yun(윤영주), Se-Hyung Cho(조세형)[KASI], Dong-Hwan Yoon(윤동환),

Haneul Yang(양하늘)[KASI/SNU]

포 IM-05 (p.67)

A disk around a massive young stellar object (MYSO) revealed by the high resolution NIR spectroscopy

In Kang(강인), Jeong-Eun Lee(이정은), Neha Sharma, Sunkyung Park(박선경),

Sung-Yong Yoon(윤성용)[KHU]

포 IM-06 (p.67)

2 - 5 μ m Spectroscopy of Red Point Sources in the Galactic Center

DaJeong Jang(장다정), Deokkeun An(안덕근)[Ewha Womans University],

Kris Sellgren[Ohio State University], Solange V. Ramirez[Carnegie Observatories]

포 IM-07 (p.68)

High-Resolution Spectroscopy of Hydrogen Emission Lines around a Herbig star, MWC 1080 with IGRINS

Il-Joong Kim(김일중), Heeyoung Oh(오희영), Woong-Seob Jeong(정웅섭),

Jae-Joon Lee(이재준)[KASI]

포 IM-08 (p.68)

Early Chemical Evolution of the Milky Way Revealed by Ultra Metal-Poor ([Fe/H] < -4.0) Stars

Miji Jeong(정미지), Young Sun Lee(이영선)[CNU]

포 스티 발 표

성간물질/별생성/우리은하(ISM/Star Formation/Milky Way Galaxy)

- 포 IM-09 (p.68)
Characteristic Mass Function of First Generation of Stars Investigated by Extremely Metal-Poor ($[Fe/H] < -3.0$) Stars
Sehwan Cheon(천세환), Young Sun Lee(이영선)[CNU]
- 포 IM-10 (p.68)
Impact of Interstellar Na on the Estimation of Na Abundance from Low-resolution Stellar Spectra.
Hyejin Park(박혜진), Young Sun Lee(이영선)[CNU]
- 포 IM-11 (p.69)
ALMA Observations of a Massive-star-forming Infrared Dark Cloud Core MSXDC G053.11+00.05 MM1
Hyun-Jeong Kim(김현정), Bon-Chul Koo(구본철)[SNU], Kee-Tae Kim(김기태), Chang-Hee Kim(김창희)[KASI]
- 포 IM-12 (p.69)
TRAO Survey of Nearby Filamentary Molecular Clouds, the Universal Nursery of Stars (TRAO FUNS). III. Dynamics of filaments in different star forming environments
Eun Jung Chung(정은정)[KASI], Shinyoung Kim(김신영), Hyunju Yoo(유현주)[KASI], Chang Won Lee(이창원)[KASI/UST]
- 포 IM-13 (p.69)
JCMT-CHIMPS2 Survey
Kee-Tae Kim(김기태)[KASI], Toby Moore[Liverpool John Moores University], Tetsuhiro Minamidani[NAOJ], Oscar Morata, Erik Rosolowski[ASIAA], Yang Su[University of Alberta], David Eden[Liverpool John Moores University], the CHIMPS Team
- 포 IM-14 (p.70)
Investigation of the apparent α -bimodality among the galactic bulge stars from the APOGEE database
Seunghyeon Park(박승현), Seungsoo Hong(홍승수), Sohee Jang(장소희), Young-Wook Lee(이영욱)[Yonsei University]
- 포 IM-15 (p.70)
Effects of radiation-modulated cooling on the momentum transfer from stellar feedback
Chongsam Na(나종삼), Taysun Kimm(김태선)[Yonsei University]
- 포 IM-16 (p.70)
Dense Core Formation in Filamentary Clouds: Accretion toward Dense Cores from Filamentary Clouds and Gravitational Infall in the Cores
Shinyoung Kim(김신영), Chang Won Lee(이창원)[KASI/UST], Philip C. Myers[Harvard-Smithsonian Center], Paola Caselli[Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik], Mi-Ryang Kim(김미량), Eun Jung Chung(정은정)[KASI]
- 포 IM-17 (p.70)
Discovery of a New Mechanism to Release Complex Molecules from Icy Grain Mantles around Young Stellar Objects
Thiem Hoang(KASI/UST), Le Ngoc Tram[NASA]
- 포 IM-18 (p.71)
High-Resolution Observations of the Molecular Clouds Associated with the Huge H II Region CTB 102
Sung-Ju Kang(강성주)[KASI], Brandon Marshall, C.R. Kerton[Iowa State University], Youngsik Kim(김영식)[Daejeon Civil Observatory], Minho Choi(최민호), Miju Kang(강미주)[KASI]

포 스티 발 표

천문우주관측기술(Astrophysical Techniques)

- 포 AT-01 (p.71)
 Transient Alert Message Processing System for the LSST era
 Min-Su Shin(신민수)[KASI]
- 포 AT-02 (p.71)
 Real-Time Reduction Software for Slitless Spectral Image
 Tae-Geun Ji(지태근), Soojong Pak(박수종)[KHU], Suhyun Shin(신수현)[SNU],
 Seoyeon Byeon(변서연)[KHU], Myungshin Im(임명신)[SNU]
- 포 AT-03 (p.72)
 Demonstration of Modeling Process using Giant Magellan Telescope Software Development Kit
 Jimin Han(한지민)[KHU], Martí Pi, Josema Filgueira, Marianne Cox, Jordi Molgó, Hector Swett,
 Pierre Kurkdjian[Giant Magellan Telescope Organization], Hye-In Lee(이혜인),
 Tae-Geun Ji(지태근), Soojong Pak(박수종)[KHU]
- 포 AT-04 (p.72)
 Identification of OH emission lines from IGRINS sky spectra and improved sky subtraction method
 Jae-Joon Lee(이재준)[KASI]
- 포 AT-05 (p.72)
 Kyung Hee University Automatic Observing Software for 10 cm Telescope (KAOS10)
 Changgon Kim(김창곤), Jimin Han(한지민)[KHU], Tae-Geun Ji(지태근), Hye-In Lee(이혜인),
 Soojong Pak(박수종)[KHU], Myungshin Im(임명신)[SNU]

천문화학/천연생물학:

- 포 AA-01 (p.73)
 Understanding Correlations among Observed Interstellar Molecules with Numerical Simulations
 Jeongkwan Yoon(윤정관), Kyujin Kwak (곽규진)[UNIST]

태양/태양계:

- 포 SS-01 (p.81)
 Sausage Waves in a Plasma Cylinder with a Surface Current
 Daye Lim(임다예)[KHU], Valery M. Nakariakov[University of Warwick],
 Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]
- 포 SS-02 (p.81)
 Application of Deep Learning to Solar Data: 3. Generation of Solar images from Galileo sunspot drawings
 Harim Lee(이하림), Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수), Hyunjin Jeong(정현진)[KHU],
 Taeyoung Kim(김태영)[KHU/InSpace], Gyungin Shin(신경인)[KHU]
- 포 SS-03 (p.81)
 Application of Deep Learning to Solar Data: 2. Generation of Solar UV & EUV images from magnetograms
 Eunsu Park(박은수), Yong-Jae Moon(문용재), Harim Lee(이하림), Daye Lim(임다예)[KHU]
- 포 SS-04 (p.82)
 Global Mapping of Saturnian Haze
 Jaekyun Park(박재균), Sang Joon Kim(김상준)[KHU], Henrik Melin, Tom S. Stallard[*University of Leicester*]

포 스티 발 표

태양/태양계:

포 SS-05 (p.82)

COronal Diagnostic EXperiment (CODEX)

Su-Chan Bong(봉수찬), Yeon-Han Kim(김연한), Seonghwan Choi(최성환), Kyung-Suk Cho(조경석), Jeffrey S. Newmark, Natchimuthuk Gopalswamy, Qian Gong, Nelson L. Reginald, Orville Chris St. Cyr, Nicholeen M. Viall, Seiji Yashiro, Linda D. Thompson[NASA], Leonard Strachan[Naval Research Laboratory]

포 SS-06 (p.82)

GENERATION OF FUTURE MAGNETOGRAMS FROM PREVIOUS SDO/HMI DATA USING DEEP LEARNING

Seonggyeong Jeon(전성경), Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수), Kyungin Shin(신경인)[KHU], Taeyoung Kim(김태영)[KHU/InSpace]

포 SS-07 (p.83)

Taxonomic Classification of Asteroids Using KMTNet Data to Identify Asteroid Families

Sangho Choi(최상호), Howoo Chiang, Young-Jong Sohn(손영종)[Yonsei Universe]

포 SS-08 (p.83)

Stability of a magnetic structure producing an M6.5 flare in the active region 12371

Jihye Kang(강지혜)[KHU], Satoshi Inoue, Kanya Kusano, Sung-Hong Park[Nagoya University], Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]

외부은하/은하단(Galaxy Evolution/Cosmology)

포 GC-01 (p.73)

Escape of LyC and Ly α Photons from Simulated Turbulent Clouds

Taysun Kimm(김태선)[Yonsei University], Jeremy Blaizot, Thibault Garel, Leo Michel-Dansac[Lyon], Harley Katz[Oxford], Joakim Rosdahl[Lyon], Anne Verhamme[Geneva], Martin Haehnelt[Cambridge]

포 GC-02 (p.73)

A new KVN key science program: the iMOGABA to the AiMOGABA

Sang-Sung Lee(이상성)[KASI/UST], the iMOGABA team

포 GC-03 (p.73)

The medium-band observation of the neutrino source, TXS 0506+056

Sungyong Hwang(황성용), Myungshin Im(임명신), Yoon Chan Taak(탁윤찬), Insu Paek(백인수), Changsu Choi(최창수), Suhyun Shin(신수현)[SNU], Tae-Geun Ji(지태근)[KHU]

포 GC-04 (p.73)

Ly α spectrum regulated by the cold interstellar medium surrounding H II regions

Kwang-il Seon(선광일)[KASI/UST], Jun-Gu Kang(강준구)[Hanyang University]

포 GC-05 (p.74)

Hubble Space Telescope Survey of Host Galaxies of Hard X-ray-Selected AGNs

Hyunmo Hwang(황현모), Minjin Kim(김민진)[KBNU], Aaron J. Barth[University of California], Luis C. Ho[Peking University]

포 GC-06 (p.74)

Spectroscopic observation of the massive high-z ($z=1.48$) galaxy cluster SPT-CL J2040-4451 using Gemini Multi-Object Spectrographs

Jinhyub Kim(김진협), Myungkook J. Jee(지명국)[Yonsei University/University of California, Davis], Seojin F. Kim(김서진)[Yonsei University], Jongwan Ko(고종완)[KASI]

포 GC-07 (p.74)

Star-gas misalignment in Horizon-AGN simulation

Donghyeon J. Khim(김동현), Sukyoung K. Yi(이석영)[Yonsei University]

외부은하/은하단(Galaxy Evolution/Cosmology)

- 포 GC-08 (p.75)
The Infrared Medium-deep Survey. VII. Optimal selection for faint quasars at $z \sim 5$ and preliminary results
Suhyun Shin(신수현), Myungshin Im(임명신), Yongjung Kim(김용정), Minhee Hyun(현민희)[SNU],
IMS team
- 포 GC-09 (p.75)
Searching for LSB Dwarf Satellite Galaxies Around Nearby Galaxies in IMSNG Data
Gu Lim(임구), Myungshin Im(임명신)[SNU], Jisu Kim(김진수), Jeong Hwan Lee², Changsu Choi^{1,2},
S. Ehgamberdiev⁴, O. Burkhonov⁴, D.Mirzaqulov⁴, and IMSNG team¹
- 포 GC-10 (p.75)
Studying active formation era of galaxy clusters with large telescopes
Seong-Kook Lee(이성국), Myungshin Im(임명신), Minhee Hyun(현민희)[SNU],
Bomi Park(박보미)[KASI], Jae-Woo Kim(김재우), Dohyeong Kim(김도형)[Peking University],
Yongjung Kim(김용정)[SNU]
- 포 GC-11 (p.75)
Examining the star formation properties of Virgo galaxies undergoing ram pressure stripping
Jae Yeon Mun(문재연)[SNU], Ho Seong Hwang(황호성)[KASI], Aeree Chung(정애리), Hyein Yoon(윤혜인)[Yonsei University], Myung Gyoon Lee(이명균)[SNU]
- 포 GC-12 (p.76)
Identification Of Jet Components Of CTA 102 On Milliarcsecond Scales Using The iMOGABA Program
Sang-Hyun Kim(김상현), Sang-Sung Lee(이상성)[KASI/UST], Jeffrey A. Hodgson[KASI],
Jee Won Lee(이지원)[KASI], Sincheol Kang(강신철)[KASI/UST], Sung-Min Yoo(유성민)[CBNU]
- 포 GC-13 (p.76)
Metallicity Gradients of CALIFA Shell Galaxies
Hye-Ran Lee(이혜란), Joon Hyeop Lee(이준협), Mina Pak(박민아),
Byeong-Gon Park (박병곤)[KASI/UST]
- 포 GC-14 (p.76)
The relationship of dense molecular gas and HI/H₂ gas in a MALATANG galaxy, NGC 6946
Panomporn Poojon, Aeree Chung(정애리), Bumhyun Lee(이범현)[Yonsei University], Se-Heon Oh(오세현)[KASI], Qing-Hua Tan, Yu Gao, Chandreyee Sengupta[Purple Mountain Observatory], the MALATANG team
- 포 GC-15 (p.77)
ISM truncation due to ram pressure stripping: Comparisons of Theoretical Predictions and Observations
Seona Lee(이서나)[Yonsei University], Yun-Kyeong Sheen(신윤경)[KASI], Hyein Yoon(윤혜진),
Aeree Chung(정애리)[Yonsei University], Yara Jaffé[Universidad de Valparaíso]
- 포 GC-16 (p.77)
Cool gas and star formation properties of ram pressure stripped galaxy NGC 4522: Insights from the TIGRESS simulation
Woorak Choi(최우락), Bumhyun Lee(이범현), Aeree Chung(정애리)[Yonsei University],
Chang-Goo Kim(김창구)[Princeton University]
- 포 GC-17 (p.77)
High- z Universe probed via Lensing by QSOs (HULQ): How many QSO lenses are there?
Yoon Chan Taak(탁윤찬), Myungshin Im(임명신)[SNU]

포 스텐 발 표

우주론/암흑물질, 암흑에너지(Cosmology & Dark matter)

- 포 CD-01 (p.78)
Mapping the real-space distributions of galaxies in SDSS DR7
Feng Shi[KASI]
- 포 CD-02 (p.78)
Alcock-Paczynski Test with the Evolution of Redshift-Space Galaxy Clustering Anisotropy: Understanding the Systematics
Hyunbae Park(박현배)[Kavli Institute], Changbom Park(박창범), Motonari Tonegawa, Yi Zheng[KIAS], Cristiano G. Sabiu[Yonsei University], Xiao-dong Li[Sun Yat-Sen University], Sungwook E. Hong(홍성욱)[University of Seoul], Juhan Kim(김주한[KIAS])
- 포 CD-03 (p.79)
Graph Database Solution for Higher Order Spatial Statistics in the Era of Big Data
Cristiano G. Sabiu[Yonsei University], Juhan Kim(김주한[KIAS])
- 포 CD-04 (p.79)
The joint analysis of galaxy clustering and weak lensing from the Deep Lens Survey to constrain cosmology and baryonic feedback
Mijin Yoon(윤미진)[Yonsei University], M. James Jee(지명국)[Yonsei University/University of California, Davis], J. Tony Tyson[University of California, Davis]
- 포 CD-05 (p.79)
Detection of Intrinsic Spin Alignments in Isolated Spiral Pairs
Hanwool Koo(구한울)[KASI/UST], Jounghun Lee(이정훈)[SNU]
- 포 CD-06 (p.79)
Cosmology in UOS: Case with SDSS galaxy sample and cosmological simulations
Sungwook E. Hong(홍성욱), Inkyu Park(박인규), Hyunmo Gu(구현모), Jua Kim(김주아), Yungi Kwon(권윤기), Hannah Ji(지한나)[University of Seoul]

특별세션 KMTNet

- 포 KMTNet-01 (p.80)
Spin and 3D shape model of Mars-crossing asteroid (2078) Nanking
Dong-Heun Kim(김동훈)[CBNU/KASI], Jung-Yong Choi(최정용), Myung-Jin Kim(김명진)[KASI], Hee-Jae Lee(이희재)[CBNU/KASI], Hong-Kyu Moon(문홍규)[KASI], Yong-Jun Choi(최영준)[KASI/UST], Yonggi Kim(김용기)[CBNU]
- 포 KMTNet-02 (p.80)
Searching for Dwarf Galaxies in deep images of NGC 1291 obtained with KMTNet
Woowon Byun(변우원)[KASI/UST], Minjin Kim(김민진)[KASI/KNU], Yun-Kyeong Sheen(신윤경), Hong Soo Park(박홍수)[KASI], Luis C. Ho[Kavli Institute/Peking University], Joon Hyeop Lee(이준협)[KASI/UST], Hyunjin Jeong(정현진)[KASI], Sang Chul Kim(김상철), Byeong-Gon Park(박병곤), Kwang-Il Seon(선광일), Jongwan Ko(고종완)[KASI/UST]

항성/항성계/외계행성(Stellar Astronomy)

- 포 SA-01 (p.81)
Spectroscopic and Photometric Investigation of BS Cassiopeiae
Min-Ji Jeong(정민지), Chun-Hwey Kim(김천휘), Kyeongsoo Hong(홍경수)[CBNU], Jang-Ho Park(박장호)[CBNU/KASI], Joh Na Yoon(윤요나)[CBNU], Jae Woo Lee(이재우), Wonyong Han(한원용)[KASI], Mi-Hwa Song(송미화)[CBNU]

항성/항성계/외계행성(Stellar Astronomy)

포 SA-02 (p.83)

Multi-color Light Curves of the Distant Dwarf Nova KSP-OT-201611a Discovered by the KMTNet Supernova Program

Youngdae Lee(이영대)[KASI], Dae-Sik Moon(문대식)[University of Toronto],
Sang Chul Kim (김상철), Hong Soo Park(박홍수)[KASI/UST], Sang-Mok Cha(차상목),
Yongseok Lee(이용석)[KASI/KHU]

포 SA-03 (p.83)

Dynamic structure of the Sim open clusters

Sang Hyun Lee(이상현)[KASI/University of Ulsan],
Gyuheon Sim(심규현)[Ulsan Science high school]

포 SA-04 (p.84)

KIC 6206751: the first R CMa-type eclipsing binary with γ Doradus pulsations

Jae Woo Lee(이재우)[KASI], Jang-Ho Park(박장호)[KASI/CBNU]

포 SA-05 (p.84)

3D Radiation-Hydrodynamics for surface turbulence of Low-mass Stars

Kiehun Bach(박기훈), Yong-Cheol Kim(김용철)[Yonsei University]

포 SA-06 (p.85)

Physical Dimensions of Planet-hosting Stars

Kiehun Bach(박기훈)[Yonsei University], Wonseok Kang(강원석)[NYSC]

포 SA-07 (p.85)

A New Grid-Based Monte Carlo Code for Raman Scattered He II: Preliminary Results

Seok-Jun Chang(장석준), Bo-Eun Choi(최보은), Hee-Won Lee(이희원)[Sejong University]

포 SA-08 (p.85)

Periodic change of the magnitude and the radial velocity of V350 Peg

Hojae Ahn(안호재)[KHU], Wonseok Kang(강원석)[NYSC]

포 SA-09 (p.85)

Distances to Host Galaxies of Type IIP Supernovae in Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies using Photometric Color Method

Sophia Kim(김소피아), Myungshin Im(임명신), Changsu Choi(최창수)[SNU], IMSNG Team

포 SA-10 (p.86)

Physical nature of the eclipsing δ Scuti star AO Serpentis

Jang-Ho Park(박장호)[KASI/CBNU], Jae Woo Lee(이재우)[KASI], Kyeongsoo Hong(홍경수)[CBNU],
Jae-Rim Koo(구재림)[CNU], Chun-Hwey Kim(김천희)[CBNU]

2019년도 봄 한국천문학회 학술대회

발표논문 초록

초청 강연 초록	33
----------------	----

구두 발표 논문 초록

고에너지천문학 / 이론천문학	48
교육홍보 & 수치해석	45
성간물질	41
우주론	55
외부은하	33
천문우주관측기술	57
태양 / 행성과학	49
KMTNet / 행성과학	63
특별세션 남북천문협력	60
특별세션 KMTNet	61
특별세션 EHT	59
항성 및 항성계/외계행성	46

포스터 발표 논문 초록

교육홍보	66
성간물질/별생성/우리은하	66
우주론/암흑물질,에너지	78
외부은하/은하단	73
천문우주관측기술	71
천문화학/천연생물학	73
태양/태양계	81
항성 및 항성계/외계행성	83
특별세션 KMTNet	80

구두발표초록

초청강연

[초 IT-01] Episodic Accretion in Star and Planet Formation

Jeong-Eun Lee

*School of Space Research, Kyung Hee University,
Yongin-shi, Korea*

Protostars grow their mass by the accretion of disk material, which is infalling from the envelope. This accretion process is important to the physical and chemical conditions of the disk and envelope, and thus, the planets yet to be formed from the disk material. Therefore, if we map the physical and chemical properties of disks and envelopes, we can study indirectly the accretion process in star formation. In particular, the chemical distribution in the disk and the inner envelope of a young stellar object is greatly affected by the thermal history, which is mainly determined by the accretion process in the system. In my talk, I will review the episodic accretion model for the low mass star formation and observational efforts to find the evidence of episodic accretion. Finally, I will present our recent ALMA detection of several complex organic molecules associated directly with the planet formation in V883 Ori, which is in the burst accretion phase.

[초 IT-02] Horizon Run 5: the largest cosmological hydrodynamic simulationJuhan Kim¹, Jihye Shin², Owain Snaith³, Jaehyun Lee³, Yonghui Kim³, Oh-Kyung Kwon⁴, Chan Park⁴, and Changbom Park³¹*Center for Advanced Computation, Korea Institute for Advanced Study, Korea*²*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*³*School of Physics, Korea Institute for Advanced Study, Korea*⁴*Korea Institute of Science and Technology Information, Korea*

Horizon Run 5 is the most massive cosmological hydrodynamic simulation ever performed until now. Owing to the large spatial volume ($717 \times 80 \times 80$ [cMpc/h]³) and the high resolution down to 1 kpc, we may study the cosmological effects on star and galaxy formations over a wide range of mass

scales from the dwarf to the cluster. We have modified the public available Ramses code to harness the power of the OpenMP parallelism, which is necessary for running simulations in such a huge KISTI supercomputer called Nurion. We have reached $z=2.3$ from $z=200$ for a given simulation period of 50 days using 2500 computing nodes of Nurion. During the simulation run, we have saved snapshot data at 97 redshifts and two light cone space data, which will be used later for the study of various research fields in galaxy formation and cosmology. We will close this talk by listing possible research topics that will play a crucial role in helping us take lead in those areas.

외부은하 / 은하단

[구 GC-01] A new approach to classify barred galaxies based on the potential mapYun Hee Lee¹, Myeong-Gu Park¹, Hong Bae Ann², Taehyun Kim³, and Woo-Young Seo⁴¹*Department of Astronomy and Atmospheric sciences, Kyungpook National University*²*Pusan National University*³*Korea Astronomy & Space science Institute*⁴*Department of Physics & Astronomy, Seoul National University*

Automatic, yet reliable methods to find and classify barred galaxies are going to be more important in the era of large galaxy surveys. Here, we introduce a new approach to classify barred galaxies by analyzing the butterfly pattern that Buta & Block (2001) reported as a bar signature on the potential map. We make it easy to find the pattern by moving the ratio map from a Cartesian coordinate to a polar coordinate. Our volume-limited sample consists of 1698 spiral galaxies brighter than $M_r = -15.2$ with $z < 0.01$ from the Sloan Digital Sky Survey/DR7 visually classified by Ann et al. (2015). We compared the results of the classification obtained by four different methods: visual inspection, ellipse fitting, Fourier analysis, and our new method. We obtain, for the same sample, different bar fractions of 63%, 48%, 36%, and 56% by visual inspection, ellipse fitting, Fourier analysis, and our new approach, respectively. Although automatic classifications detect visually determined, strongly barred galaxies with the concordance of 74% to 86%, automatically selected barred galaxies contain different amount of weak bars. We find a different dependence of bar fraction on the Hubble type for strong and weak bars: SBs are preponderant in

early-type spirals, whereas SABs are in late-type spirals. Moreover, the ellipse fitting method often misses strongly barred galaxies in the bulge-dominated galaxies. These explain why previous works showed the contradictory dependence of the bar fraction on the host galaxy properties. Our new method has the highest agreement with visual inspection in terms of the individual classification and the overall bar fraction. In addition, we find another signature on the ratio map to classify barred galaxies into new two classes that are probably related to the age of the bar.

[구 GC-02] A Numerical Study of Stellar Bars and Nuclear Rings in Barred Galaxies

Woo-Young Seo¹, Woong-Tae Kim²

¹*Institute for Astrophysics, CNBU*, ²*SNU*

To study the formation and evolution of stellar bars and gaseous nuclear rings in barred galaxies in realistic environments, we run fully self-consistent three-dimensional simulations of isolated disk galaxies. We consider two groups of models with cold or warm disks that differ in the radial velocity dispersion. We also vary the gas fraction of the disks. We found that a bar forms earlier and more strongly as the gas fraction increases in the cold disks, while the gas delays the bar formation in the warm disks. The bar formation enhances a central mass concentration which in turn weakens the bar strength temporarily, after which the bar regrows to become stronger in a model with a smaller gas fraction in both cold and warm disks. Although all bars rotate fast in the beginning, they rapidly turn to slow rotators. Gas infalling to the central region forms a dense star-forming nuclear ring. The ring size is very small when it first forms and grows over time. The ring star formation is episodic and bursty due to star formation feedback, and has a good correlation with the mass inflow rate to the ring. Some expanding shells produced by star formation feedback are sheared out in the bar regions and collide with dust lanes to appear as filamentary interbar spurs.

[구 GC-03] Spiral Arm Features in Disk Galaxies: A Density-Wave Theory

Yonghwi Kim^{1,2}, Luis C. Ho²

¹*Korea Institute for Advanced Study*, ²*Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University*

Several observational results show a tighter pitch angle at wavelengths of optical and near-infrared than those that are associated with

star formation, which is in agreement with the prediction of the density wave theory. In my recent numerical studies, the dependence of the shock positions relative to the potential minima is due to the tendency that stronger shocks form farther downstream. This causes a systematic variation of the perpendicular Mach number, with radius and makes the pitch angle of the gaseous arms smaller than that of the stellar arms, which supports the prediction of the density-wave theory, independently. However, some observations still give controversial results which show similar pitch angles at wavelengths, and there is no statistical study comparing observations and numerical models directly. By analyzing optical image of disk galaxies in the Carnegie-Irvine Galaxy Survey (CGS), I measured the physical values of stellar and gaseous arms such as their strength, length, and pitch angles. For direct comparison with numerical results, I analyzed more than 30 additional numerical models with varying the initial parameters in model galaxies. In this talk, I will present results both of observational and numerical samples and discuss the physical properties of spiral structures based on the density-wave theory.

[구 GC-04] Galaxy Rotation Coherent with the Average Motion of Neighbors

Joon Hyeop Lee (이준협)^{1,2}, Mina Pak (박민아)^{1,2}, Hye-Ran Lee (이혜란)^{1,2}, Hyunmi Song (송현미)¹

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute*, ²*University of Science and Technology, Korea*

We report our discovery of observational evidence for the coherence between galaxy rotation and the average motion of neighbors. Using the Calar Alto Legacy Integral Field Area (CALIFA) survey data analyzed with the Python CALIFA STARLIGHT Synthesis Organizer (PyCASSO) platform, and the NASA-Sloan Atlas (NSA) catalog, we estimate the angular momentum vectors of 445 CALIFA galaxies and build composite maps of their neighbor galaxies on the parameter space of velocity versus distance. The composite radial profiles of the luminosity-weighted mean velocity of neighbors show striking evidence for dynamical coherence between the rotational direction of the CALIFA galaxies and the average moving direction of their neighbor galaxies. The signal of such dynamical coherence is significant for the neighbors within 800 kpc distance from the CALIFA galaxies with a confidence level of 3.5σ , when the angular momentum is measured at the outskirts ($R < R \leq 2R$) of each CALIFA galaxy. We also find that faint or kinematically misaligned galaxies show stronger coherence with neighbor motions than

bright or kinematically well-aligned galaxies do. Our results show that the rotation of a galaxy, particularly at its outskirts, may be significantly influenced by recent interactions with its neighbors.

[구 GC-05] The Spin-Orbit Alignment of Dark Matter Halo Pairs: Dependence on the Halo Mass and Environment

Sung-Ho An¹, Suk-Jin Yoon¹

¹*Department of Astronomy & Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University*

We present a statistical analysis on the spin-orbit alignment of dark matter halo pairs in cosmological simulations. The alignment is defined as the angular concurrence between the halo spin vector (\vec{S}) and the orbital angular momentum vector (\vec{L}) of the major companion. We identify interacting halo pairs with the mass ratios from 1:1 to 1:3, with the halo masses of $10.8 < \text{Log}(M_{\text{halo}}/M_{\text{sun}}) < 13.0$, and with the separations smaller than a sum of their virial radii ($R_{12} < R_{1,\text{vir}} + R_{2,\text{vir}}$). Based on the total energy (E_{12}), the pairs are classified into flybys ($E_{12} > 0$) and mergers ($E_{12} \leq 0$). By measuring the angle (θ_{SL}) between \vec{S} and \vec{L} , we confirm a strong spin-orbit alignment signal such that the halo spin is preferentially aligned with the orbital angular momentum of the major companion. We find that the signal of the spin-orbit alignment for the flyby is weaker than that for the merger. We also find an unexpected excess signal of the spin-orbit alignment at $\cos\theta_{\text{SL}} \sim 0.25$. Both the strength of the spin-orbit alignment and the degree of the excess depend only on the environment. We conclude that the halo spin is determined by the accretion in a preferred direction set by the ambient environment.

[구 GC-06] Detection of Intrinsic Spin Alignments in Isolated Spiral Pairs

Hanwool Koo^{1,2}, Jounghun Lee³

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

²*University of Science and Technology (Korea),*

³*Seoul National University*

Observational evidence for intrinsic galaxy alignments in isolated spiral pairs is presented. From the catalog of the galaxy groups identified by Tempel et al. in the flux-limited galaxy sample of the Sloan Digital Sky Survey Data Release 10, we select those groups consisting only of two spiral galaxies as isolated spiral pairs and investigate if and how strongly the spin axes of their two spiral

members are aligned with each other. We detect a clear signal of intrinsic spin alignment in isolated spiral pairs, which leads to the rejection of the null hypothesis at the 99.9999% confidence level via the Rayleigh test. It is also found that those isolated pairs comprising two early-type spiral galaxies exhibit the strongest signal of intrinsic spin alignment and that the strength of the alignment signal depends on the angular separation distance as well as on the luminosity ratio of the member galaxies. Using the dark matter halos consisting of only two subhalos resolved in the EAGLE hydrodynamic simulations, we repeat the same analysis but fail to find any alignment tendency between the spin angular momentum vectors of the stellar components of the subhalos, which is in tension with the observational result. Several possible sources of this apparent inconsistency between the observational and the numerical results are discussed.

[석 GC-07] Understanding the physical environment of relativistic jet from 3C 279 using its spectral and temporal information

Sung-Min Yoo¹, Sang-Sung Lee^{2,3}, Hongjun An¹, Sang-Hyun Kim^{2,3}, Jee Won Lee², Jeffrey A. Hodgson² and Sincheol Kang^{2,3}

¹*Department of Astronomy and Space Sciences, Chungbuk National University, Republic of Korea*

²*Korea Astronomy and Space Science Institute*

³*Korea University of Science and Technology*

Blazars are a subclass of active galactic nuclei (AGNs) with relativistic jets aligned with our line of sight. The jet physics is yet to be understood, but can be studied with blazar variability (e.g., flares). The highly variable blazar 3C 279 has shown a general decline of its radio flux density since 2013, but the flux density has been increasing since 2017. To better understand physical properties of 3C 279 related with the flux variations, we analyze multi-frequency new radio data obtained with Korean VLBI Network (KVN), as well as archival data from Owens Valley Radio Observatory (OVRO) and Submillimeter Array (SMA). We measure the radio spectral variability and infer the relativistic jet properties of 3C 279. The high-cadence OVRO and SMA observations are used to construct detailed light curves of the source, and KVN data supplement the spectral coverage and allow us to locate the spectral break frequencies precisely. In this talk, we present our analysis results and interpret them using a blazar jet model.

[구 GC-08] BAT AGN Spectroscopic Survey - The parsec scale jet properties of the ultra hard X-ray selected local AGNs

Junhyun Baek¹, Aeree Chung¹, Kevin Schawinski², Kyuseok Oh³, Ivy Wong⁴, Michael Koss⁵, and BASS team

¹*Department of Astronomy, Yonsei University, South Korea,* ²*Institute for Particle Physics and Astrophysics, ETH Zurich, Switzerland,*

³*Department of Astronomy, Kyoto University, Japan,* ⁴*ICRAR, The University of Western Australia, Australia,* ⁵*Eureka Scientific Inc., USA*

We have conducted a 22 GHz very long baseline interferometry (VLBI) survey of 281 local ($z < 0.05$) active galactic nuclei (AGNs) selected from the *Swift* Burst Alert Telescope (BAT) 70-month ultra hard X-ray (14–195 keV) catalog. The main goal is to investigate the relation between the strengths of black hole accretion and the parsec-scale nuclear jet, which is expected to tightly correlate but has not been observationally confirmed yet. The BAT AGN Spectroscopic Survey (BASS) provides the least biased AGN sample against obscuration including both Seyfert types, hence it makes an ideal parent sample for studying the nuclear jet properties of an overall AGN population. Using the Korean VLBI Network (KVN), the KVN and VERA Array (KaVA), and the Very Long Baseline Array (VLBA), we observed 281 objects with a 22 GHz flux > 30 mJy, detecting 11 targets ($\sim 4\%$ of VLBI detection rate). This implies that the fraction of X-ray AGNs which are currently ejecting a strong nuclear jet is very small. Although our 11 sources span a wide range of pc-scale morphological types, from compact to complex, they lie on a tight linear relation between accretion luminosity and nuclear jet luminosity. Our finding may indicate that the power of nuclear jet is directly responsible for the amount of black hole accretion. We also have probed the fundamental plane of black hole activity in VLBI scale (e.g., few milli-arcsecond). The results from our high-frequency VLBI radio study support that the change of jet luminosity and size follows what is predicted by the AGN evolution scenario based on the Eddington ratio (λ_{Edd}) – column density (N_{H}) plane, proposed by a previous study.

[ㄱ GC-09] An observed link between AGN Eddington ratio and [NII] $\lambda 6583/\text{H}\alpha$ at $0.6 < z < 1.7$

Kyuseok Oh^{1,2}, Yoshihiro Ueda¹, Masayuki Akiyama³, Hyewon Suh⁴, Michael Koss⁵, Richard Mushotzky⁶, Guenther Hasinger⁷, Daichi Kashino⁸, John Silverman⁹

¹*Kyoto University,* ²*JSPS Fellow,* ³*Tohoku University,* ⁴*Subaru Telescope,* ⁵*Eureka Scientific,* ⁶*University of Maryland,* ⁷*European Space Agency,* ⁸*ETH*

Zurich, ⁹*Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe*

We present the observed relationship between Eddington ratio (λ_{Edd}) and optical narrow-emission-line ratio ([NII] $\lambda 6583/\text{H}\alpha$) of X-ray-selected unobscured active galactic nuclei (AGN) at $0.6 < z < 1.7$ using 27 near-infrared spectra from the Fiber Multi-Object Spectrograph mounted on the Subaru telescope along with 26 additional sources from the literature. We show that the λ_{Edd} and [NII] $\lambda 6583/\text{H}\alpha$ ratio at $0.6 < z < 1.7$ exhibits a similar distribution of $\lambda_{\text{Edd}} - [\text{NII}] \lambda 6583/\text{H}\alpha$ anti-correlation that has been found for local ($\langle z \rangle = 0.036$), hard X-ray selected AGN. The observed anti-correlation suggests that [N II] $\lambda 6583/\text{H}\alpha$ optical narrow-line ratio in the AGN host galaxy may carry important information about the accretion state of the central supermassive black hole, suggesting the observational hint of consistent relationship from local to $z \sim 1.7$. Further study is necessary to determine whether the $\lambda_{\text{Edd}} - [\text{N II}] \lambda 6583/\text{H}\alpha$ correlation in high-redshift still holds at $\log \lambda_{\text{Edd}} < -2$ compared to local AGN.

[ㄱ GC-10] Instantaneous AGN feedback at the central part of NGC 5728

Jaejin Shin¹, Jong-Hak Woo¹, Aeree Chung², Junhyun Baek², Kyuhyun Cho¹, Daeun Kang¹, and Hyun-Jin Bae¹

¹*Seoul National University,* ²*Yonsei University*

Using VLT/MUSE and ALMA data, we present a spatially-resolved analysis of the central part of NGC 5728. We find enhanced star formation ($\sim 1.8 M_{\odot}/\text{yr}/\text{kpc}^2$) at a region where AGN gas outflows intersect the star formation ring. In contrast, significantly weaker CO emission (~ 3.5 times) is found at the same region compared to other regions in ring, suggesting positive AGN feedback on star formation. On the other hand, we detect gas outflows outside of the spiral arms, implying that the inflowing gas in the arms is removed (i.e., negative feedback). Even though the positive and negative feedback are expected at the central part of NGC 5728, the impact of the AGN feedback in galaxy scale may be insignificant.

[ㄱ GC-11] Probing the Feedback Process in Local Type-2 AGNs with Integral-Field Spectroscopy

Rongxin Luo¹, Jong-Hak Woo¹, Jaejin Shin¹, Daeun Kang¹, Hyun-Jin Bae¹, Marios Karouzos²

¹*Astronomy Program, Department of Physics and*

Astronomy, Seoul National University, Seoul 151-742, Republic of Korea

²*Nature Astronomy, Springer Nature, 4 Crinan Street, N1 9XW London, United Kingdom*

Feedback process is one of the most important topics in the study of AGNs since it plays a key role in linking the SMBHs and their host galaxies. In order to further understand the co-evolution of SMBHs and their host galaxies, we probe the feedback process in local type-2 AGNs with a series of integral-field-spectroscopy observations.

In the first part of my talk, I will introduce our GMOS observations of luminous type-2 AGNs at $z < 0.1$, which are selected using the integrated [O III] kinematics. Based on the dedicated emission-line diagnostics and kinematic studies, we identify the signatures of AGN-driven outflows and quantify the outflow size in the targets with extreme [O III] kinematics. For the targets without extreme [O III] kinematics, we find the presence of weak AGN-driven outflows, which are indicated by the significant differences between the kinematics of gas and stars.

Then, I will present our recent study of 40 type-2 AGNs based on the SNIFS IFU. By comparing the radial profile of velocity dispersion of gas and stars, we measure the size of AGN-driven outflows in these targets and extend the outflow size-AGN luminosity relation in our previous GMOS studies. We also discuss the feedback effect of AGN-driven outflows by connecting the outflow velocity and host galaxy properties. These results highlight the importance of spatially-resolved observation in investigating gas kinematics and identifying the signatures of AGN-driven outflows.

[구 GC-12] The Infrared Medium-deep Survey. VI. Discovery of Faint Quasars at $z \sim 5$ with a Medium-band-based Approach

Yongjung Kim^{1,2}, Myungshin Im^{1,2}, Yiseul Jeon³, Minjin Kim⁴, Soojong Pak^{1,5} and IMS Team¹

¹*Center for the Exploration of the Origin of the Universe (CEOU),* ²*Seoul National University,*

³*FEROKA Inc.,* ⁴*Kyungpook National University,*

⁵*Kyung Hee University*

The faint quasars with $M_{1450} > -24$ mag are known to hold the key to the determination of the ultraviolet emissivity for the cosmic reionization. But only a few have been identified so far because of the limitations on the survey data. Here we present the first results of the $z \sim 5$ faint quasar survey with the Infrared Medium-deep Survey (IMS), which covers $\sim 100 \text{ deg}^2$ areas in J band to the depths of $J_{AB} \sim 23$ mag. To improve selection

methods, the medium-band follow-up imaging has been carried out using the SED camera for QQuasars in Early uNiverse (SQUEAN) on the Otto Struve 2.1 m Telescope. The optical spectra of the candidates were obtained with 8 m class telescopes. We newly discovered 10 quasars with $-25 < M_{1450} < -23$ at $z \sim 5$, among which three have been missed in a previous survey using the same optical data over the same area, implying the necessity for improvements in high-redshift faint quasar selection. We derived photometric redshifts from the medium-band data and found that they have high accuracies of $\langle |\Delta z|/(1+z) \rangle = 0.016$. The medium-band-based approach allows us to rule out many of the interlopers that contaminate $\geq 20\%$ of the broadband-selected quasar candidates. These results suggest that the medium-band-based approach is a powerful way to identify $z \sim 5$ quasars and measure their redshifts at high accuracy (1%-2%). It is also a cost-effective way to understand the contribution of quasars to the cosmic reionization history.

[구 GC-13] Assembling the bulge from globular clusters: Evidence from sodium bimodality

Young-Wook Lee, Jenny J. Kim, Chul Chung, Sohee Jang, Dongwook Lim
Center for Galaxy Evolution Research & Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul 03722, Korea

Recent investigations of the double red clump in the color-magnitude diagram of the Milky Way bulge cast serious doubts on the structure and formation origin of the outer bulge. Unlike previous interpretation based on an X-shaped bulge, stellar evolution models and CN-band observations have suggested that this feature is another manifestation of the multiple stellar population phenomenon observed in globular clusters (GCs). This new scenario requires a significant fraction of the outer bulge stars with chemical patterns uniquely observed in GCs. Here we show from homogeneous high-quality spectroscopic data that the red giant branch stars in the outer bulge ($> 5.5^\circ$ from the Galactic center) are clearly divided into two groups according to Na abundance in the $[\text{Na}/\text{Fe}] - [\text{Fe}/\text{H}]$ plane. The Na-rich stars are also enhanced in Al, while the differences in O and Mg are not observed between the two Na groups. The population ratio and the Na and Al differences between the two groups are also comparable with those observed in metal-rich GCs. Since these chemical patterns and characteristics are only explained by stars originated in GCs, this is compelling evidence that the outer bulge was mostly assembled from

disrupted proto-GCs in the early history of the Milky Way. We will also discuss the implications of this result on the formation of the early-type galaxies in general.

[구 GC-14] Stellar populations of the M87 globular cluster system

Youkyung Ko^{1,2}, Eric W. Peng^{1,2}, Alessia Longobardi³ et al.

¹*Department of Astronomy, Peking University, Beijing 100871, China*

²*Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University, Beijing 100871, China*

³*Aix Marseille Univ, CNRS, CNES, LAM, Marseille, France*

Globular clusters (GCs) are one of the excellent tools to trace the assembly history of their host galaxies. Especially, the ages and abundances of the GCs give important clues about the star formation epochs and merging progenitors. We investigate the stellar population of the GCs in M87 based on a stacking analysis using about 900 MMT/Hectospec spectra of the GCs. We measure the ages, $[Z/H]$, and $[a/Fe]$ from the stacked spectra of the GCs within radial bins based on Lick indices. We find clear radial gradients for $[Z/H]$ and $[a/Fe]$ in the GC system. In addition to the radial trends, we investigate the stellar populations of the GC subgroups divided according to colors, radial velocities, and spatial locations. We discuss the formation history of M87 based on the stellar populations of the GCs.

[구 GC-15] How are S0 galaxies formed? A case of the Sombrero galaxy

Jisu Kang (강지수)¹, Myung Gyoon Lee (이명균)¹, In Sung Jang (장인성)², Youkyung Ko (고유경)^{3,4}, Jubee Sohn (손주비)⁵, Narae Hwang (황나래)⁶, and Byeong-Gon Park (박병곤)⁶

¹*Seoul National University,*

²*Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam,*

³*Peking University,*

⁴*Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics,*

⁵*Smithsonian Astrophysical Observatory,*

⁶*Korea Astronomy and Space Science Institute*

S0 galaxies are mostly known to be formed in dense environments from spiral progenitors. Recently, however, a new formation scenario has been suggested that field S0s can be formed from elliptical progenitors. The Sombrero galaxy (M104, NGC 4594) is a massive disk galaxy located in the field environment, and its morphological type has been controversial from Sa to E. Thus, it is an ideal target to test the new scenario. We trace the

giant halo of M104 with globular clusters to test this scenario. From the wide images obtained with CFHT/MegaCam, we find a large number of globular clusters in this galaxy. We also confirm their membership by measuring the radial velocities from the spectra obtained with MMT/Hectospec. The color distribution of these globular clusters is bimodal, and blue (metal-poor) globular clusters are more spatially widely spread than red (metal-rich) globular clusters. This indicates that M104 hosts a giant metal-poor halo as well as an inner metal-rich halo. Combining this result with the fact that M104 is unusually massive and brighter than other spiral galaxies, we infer that M104 was indeed a massive elliptical galaxy that had formed a metal-rich halo by gas-rich mergers and a metal-poor halo by gas-poor mergers. In addition, we find young star clusters around the disk of M104, which shows that the disk formed after the spheroidal halos had formed. In conclusion, we suggest that M104 was originally a massive elliptical galaxy and was transformed to a lenticular galaxy by acquiring its disk later.

[구 GC-16] Passive spiral galaxies: a stepping stone to S0s?

Mina Pak^{1,2}, Joon Hyeop Lee^{1,2}, Hyunjin Jeong¹, Suk Kim¹, Rory Smith¹, Hye-Ran Lee^{1,2}

¹*Korea Astronomy and Space Science*

Institute, ²University of Science and Technology

We investigate the stellar population properties of nine passive spiral galaxies in the CALIFA survey. They have $NUV-r > 5$ and no/weak nebular emission lines in their spectra. They lie in the redshift range of $0.001 < z < 0.021$ and have stellar mass range of $10.2 < \log(M_{\star}/M_{\odot}) < 10.8$. We analyze the stellar populations out to two effective radius, using the best-fitting model to the measured absorption line-strength indices in the Lick/IDS system. We compare the passive spirals with S0s selected in the same mass range. S0s cover a wide range in age, metallicity, and $[a/Fe]$, and stellar populations of the passive spirals are encompassed in the spread of the S0 properties. However, the distribution of passive spirals are skewed toward higher values of metallicity, lower $[a/Fe]$, and younger ages at all radii. These results show that passive spirals are possibly related to S0s in their stellar populations. We infer that the diversity in the stellar populations of S0s may result from different evolutionary pathways of S0 formation, and passive spirals may be one of the possible channels.

[구 GC-17] A deep and High-resolution Study of Ultra-diffuse Galaxies in Distant Massive

Galaxy Clusters

Jeong Hwan Lee¹, Jisu Kang¹, In Sung Jang², and Myung Gyoon Lee¹

¹Seoul National University, ²Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam

Ultra-diffuse galaxies (UDGs) are intriguing in the sense that they are much larger than dwarf galaxies but have much lower surface brightness than normal galaxies. To date, UDGs have been found only in the local universe. Taking advantage of deep and high-resolution HST images, we search for UDGs in massive galaxy clusters in the distant universe. In this work, we present our search results of UDGs in three massive clusters of the Hubble Frontier Fields: Abell 2744 ($z=0.308$), Abell S1063 ($z=0.348$), and Abell 370 ($z=0.375$). These clusters are the most distant and massive among the host systems of known UDGs. The color-magnitude diagrams of these clusters show that UDGs are mainly located in the faint end of the red sequence. This means that most UDGs in these clusters consist of old stars. Interestingly, we found a few blue UDGs, which implies that they had recent star formation. The radial number densities of UDGs clearly decrease in the central region of the clusters in contrast to those of bright galaxies which keep rising. This implies that a large fraction of UDGs in the central region were tidally disrupted. These features are consistent with those of UDGs in nearby galaxy clusters. We estimate the total number of UDGs ($N(\text{UDG})$) in each cluster. The abundance of UDGs shows a tight relation with the virial masses (M_{200}) of their host systems: $M_{200} \propto N(\text{UDG})^{1.01 \pm 0.05}$. This slope is found to be very close to one, indicating that efficiency of UDGs does not significantly depend on the host environments. Furthermore, estimation of dynamical masses of UDGs indicates that most UDGs have dwarf-like masses ($M_{200} < 10^{11} M_{\text{Sun}}$), but a few UDGs have L^* -like masses ($M_{200} > 10^{11} M_{\text{Sun}}$). In summary, UDGs in distant massive clusters are found to be similar to those in the local universe.

[GC-18] The first detection of intracluster light beyond a redshift of 1

Jongwan Ko¹, Myungkook J. Jee²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute,

²Yonsei University

Not all stars in the Universe are gravitationally bounded to galaxies. Since first discovered in 1951, observations have revealed that a significant

fraction of stars fills the space between galaxies in local (low-redshift) galaxy clusters, observed as diffuse intracluster light (ICL).

Theoretical models provide mechanisms for the production of intracluster stars as tidally stripped material or debris generated through numerous galaxy interactions during the hierarchical growth of the galaxy cluster. These mechanisms predict that most intracluster stars in local galaxy clusters are long-accumulated material since $z \sim 1$.

However, there is no observational evidence to verify this prediction. Here we report observations of abundant ICL for a massive (above 10^{14} solar masses) galaxy cluster at a redshift of $z=1.24$, when the Universe was 5 billion years old.

We found that more than 10 per cent of the total light of the cluster is contributed by the diffuse ICL out to 110 kpc from the center of the cluster, comparable to 5-20 per cent in local, massive galaxy cluster. Furthermore, we found that the colour of the brightest cluster galaxy located in the core of the cluster is consistent with that of the ICL out to 200 kpc.

Our results demonstrate that the majority of the intracluster stars present in the local Universe, contrary to most previous theoretical and observational studies, were built up during a short period and early ($z > 1$) in the history of the Virgo-like massive galaxy cluster formation, and might be concurrent with the formation of the brightest cluster galaxy.

[GC-19] Newly discovered galaxy overdensities and large scale structures at $z \sim 1$

Minhee Hyun¹, Myungshin Im¹, Jae-Woo Kim², Seong-Kook Lee¹, IMS team¹

¹Center for the Exploration of the Origin of the Universe, Seoul National University(CEOU), ²Korea Astronomy and Space Science Institute

Galaxy clusters are the largest gravitationally bound structures in the universe and located in the densest peak of the dark matter. They can constraint cosmologicals model from their dark matter halo distribution and they are good laboratories to study how galaxy evolution varies with their environment. Especially, studies of galaxy clusters at $z \gtrsim 1$ are important because (i) galaxy evolution at $z > 1$ is still controversial (Elbaz et al. 2007; Faloon et al. 2013) and (ii) some studies show that mass of galaxy clusters at $z > 1$ seems to be higher than expected value from the concordance LCDM cosmological model (Kang & Im 2009; Gonzales et al. 2012). In spite of their significance, there have not been many studies of galaxy clusters at $z \gtrsim 1$ because of the lack of

wide and deep multi-wavelength data. We newly found galaxy cluster candidates at $0.2 < z < 1.4$ and a LSS spanning over 100Mpc at $z \sim 0.9$ in the ELAIS-N1 field which is one of the IMS (Infrared Medium-deep Survey; Im et al. 2019, in preparation) fields. Thanks to K-GMT science program, we performed spectroscopic follow-up observation for a $z \sim 1$ galaxy cluster candidates with GMOS of Gemini North and for $z \sim 0.9$ supercluster candidates with Hectospec of MMT in 2018A and confirmed the large scale structures. We present the newly discovered galaxy overdensities from the observation and the analysis result.

[구 GC-20] Unveiling Quenching History of Cluster Galaxies Using Phase-space Analysis

Jinsu Rhee¹, Rory Smith², Sukyoung, K. Yi¹
¹Yonsei University, ²Korea Astronomy and Space Science Institute

We utilize times since infall of cluster galaxies obtained from Yonsei Zoom-in Cluster Simulation (YZiCS), the cosmological hydrodynamic N-body simulations, and star formation rates from the SDSS data release 10 to study how quickly late-type galaxies are quenched in the cluster environments. In particular, we confirm that the distributions of both simulated and observed galaxies in phase-space diagrams are comparable and that each location of phase-space can provide the information of times since infall and star formation rates of cluster galaxies. Then, by limiting the location of phase-space of simulated and observed galaxies, we associate their star formation rates at $z \sim 0.08$ with times since infall using an abundance matching technique that employs the 10 quantiles of each probability distribution.

Using a flexible quenching model covering different quenching scenarios, we find the star formation history of satellite galaxies that best reproduces the obtained relationship between time since infall and star formation rate at $z \sim 0.08$. Based on the derived star formation history, we constrain the quenching timescale (2 - 7 Gyr) with a clear stellar mass trend and confirm that the refined model is consistent with the "delayed-then-rapid" quenching scenario: the constant delayed phase as ~ 2.3 Gyr and the quenching efficiencies (i.e., e-folding timescale) outside and inside clusters as $\sim 2 - 4$ Gyr ($\propto M_*^{-1}$) and $0.5 - 1.5$ Gyr ($\propto M_*^{-2}$). Finally, we suggest: (i) ram-pressure is the main driver of quenching of satellite galaxies for the local Universe, (ii) the quenching trend on stellar mass at $z > 0.5$

indicates other quenching mechanisms as the main driver.

[구 GC-21] Cosmological QUOKKAS: A new method for measuring distances using an extended KVN to Australia

Jeffrey Hodgson¹, Sang-Sung Lee¹, Benjamin l'Hullier¹, Yannis Lioadkis², Arman Shafieloo¹
¹KASI, ²Stanford

Measuring distances at cosmological scales is one of the most important, yet most difficult to acquire astronomical quantities, allowing astronomers to determine the expansion rate of the universe. Typically, astronomers have sought to find "standard candles" that have a known intrinsic brightness in order to determine their distance. The most well known standard candles are Type Ia supernova and Cepheid variable stars making the so-called "distance ladder". Here we present a method for determining cosmological distances via light travel-time arguments, which can be extended from nearby sources to very high redshift sources.

[박 GC-22] On the Global and Local Environmental Dependence of Type Ia Supernova Luminosity from the Analysis of SALT2 and MLCS2k2 Light-Curve Fitters

Young-Lo Kim^{1,2} and Young-Wook Lee¹
¹Center for Galaxy Evolution Research & Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul 03722, Korea
²Université de Lyon, F-69622, Lyon, France; Université de Lyon 1, Villeurbanne; CNRS/IN2P3, Institut de Physique Nucléaire de Lyon

There is growing evidence for the dependence of Type Ia supernova (SN Ia) luminosities on the environments. The origin of this correlation, however, is under debate. In order to explore the physical origin of the trend in detail, we analyze SN Ia light-curves by combining a sample of 1231 SNe Ia over a wide redshift range ($0.01 < z < 1.37$) in various SN surveys and employing two independent light-curve fitters of SALT2 and MLCS2k2. Although SALT2 is the most widely used fitter in the SN community, MLCS2k2 has a novelty in the context of an investigation of the luminosity evolution of SNe Ia. For this reason we use both fitters and analyze them separately. We also determine a stellar mass and a star formation rate (SFR) for a sample of ~ 600 host galaxies. In addition, because recent low-redshift studies suggest that this dependence manifests itself most strongly when using the local SFR at the SN

location, we introduce a new method to infer the local environments by restricting the SN Ia sample in globally star-forming host galaxies to a low-mass host galaxy subset ($\leq 10^{10} M_{\odot}$). We find that SNe Ia in low-mass and star-forming host galaxies are fainter than those in high-mass and passive hosts, after light-curve corrections. Especially, for the first time in host studies, we show that SNe Ia in locally star-forming environments are 0.081 ± 0.018 mag fainter (4.5σ) than those in locally passive environments from the sample including SNe at the high-redshift range. Considering the significant difference in the mean stellar population age between these environments, the result would suggest that the origin of the environmental dependence is the luminosity evolution of SNe Ia.

[석 GC-23] Constraints on scalar field models of dark energy.

Da-hee Lee¹, Chan-Gyung Park², Jai-chan Hwang¹

¹*Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University,* ²*Division of Science Education, Chonbuk National University*

We consider dynamical dark energy models based on a minimally coupled scalar field with three different potentials: the inverse power-law, SUGRA and double exponential potentials. For each model, we derived perturbation initial conditions in the early epoch and performed the Markov Chain Monte Carlo (MCMC) analysis to explore the parameter space that is favored by the current cosmological observations like Planck CMB anisotropy, type Ia supernovae, and baryon acoustic oscillation data. The analysis has been done by using the modified CAMB/COSMOMC code in which the dynamical evolution of the scalar field perturbations are fully considered. The MCMC constraints on the cosmological as well as potential parameters are derived. In the talk we will present a progress report.

성간물질

[구 IM-01] BISTRO: Magnetic Fields in Serpens Main

Woojin Kwon (권우진) on behalf of the BISTRO team

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원),* ²*University of Science and Technology (과학기술연합대학원대학교)*

The B-fields In STar-forming Region Observations (BISTRO 1 and 2) is a large program of the James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) using SCUBA-2 and POL-2, starting in 2016. We aim to study the roles of magnetic fields in star formation by observing 32 fields of nearby low-mass and high-mass star forming regions. The angular resolution and the wavelength provided by JCMT (14 arcsecond at 850 micrometer) are ideal to investigate the intermediate scales of magnetic fields (1000–20000 au) associated in cold dense cores and filaments. We report the current status of this project and discuss the magnetic fields of the Serpens Main molecular cloud in which several filaments with various physical properties have been identified.

Note: (PI) D. Ward-Thompson, (co-PIs) P. Bastien, T. Hasegawa, W. Kwon, S. Lai, and K. Qiu

[구 IM-02] AKARI/IRC spectroscopic survey for interstellar ice study

Jaeyeong Kim¹, Jeong-Eun Lee¹, Il-Seok Kim², Yuri Aikawa³, Woong-Seob Jeong⁴, Ho-Gyu Lee⁴, Jennifer A. Noble⁵, and Michael M. Dunham^{6,7}

¹*School of Space Research, Kyung Hee University, Korea,*

²*Space Environment Laboratory, Korea*

³*Department of Astronomy, Graduate School of Science, The University of Tokyo, Japan*

⁴*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*

⁵*Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules, The University de Lille, France*

⁶*Department of Astronomy, University of Virginia, USA*

⁷*Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, USA*

Ices in interstellar environments are well traced mostly by their absorption features in the near- to mid-infrared spectrum. The infrared camera (IRC) aboard AKARI provides us the near-infrared spectroscopic data which cover 2.5–5.0 μm with a spectral resolution of $R \sim 120$. Our AKARI spectroscopic survey of young stellar objects (YSOs), including low-luminosity protostars and background stars, revealed the absorption features of H₂O, CO₂, CO, and XCN ice components. We present near-infrared spectra of the observed targets and compare their ice abundances with those previously derived from various YSOs and the background stars behind dense molecular clouds and cores. In addition, we suggest possible science cases for SPHEREx, NASA's new near-infrared space observatory, based on the results from our AKARI IRC spectroscopic study.

[구 IM-03] CHEMICAL PROPERTIES OF CORES IN DIFFERENT ENVIRONMENTS: THE ORION A, B AND λ ORIONIS CLOUDS

Hee-Weon Yi¹, Jeong-Eun Lee¹, Tie Liu^{2,3}, and Kee-Tae Kim²

¹Kyung Hee University, School of Space Research Seochon-Dong, Giheung-Gu, Yongin-Si, Gyeonggi-Do, 446-701, KOREA

²Korea Astronomy and Space Science Institute 776, Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea

³East Asian Observatory, 660 N. A'ohoku Place, Hilo, HI 96720, USA

We observed 80 dense cores ($N(H_2) > 10^{22} \text{ cm}^{-2}$) in the Orion molecular cloud complex which contains the Orion A (39 cores), B (26 cores), and λ Orionis (15 cores) clouds. We investigate the behavior of the different molecular tracers and look for chemical variations of cores in the three clouds in order to systematically investigate the effects of stellar feedback. The most commonly detected molecular lines (with the detection rates higher than 50%) are N_2H^+ , HCO^+ , $H^{13}CO^+$, C_2H , HCN, and H_2CO . The detection rates of dense gas tracers, N_2H^+ , HCO^+ , $H^{13}CO^+$, and C_2H show the lowest values in the λ Orionis cloud. We find differences in the D/H ratio of H_2CO and the N_2H^+/HCO^+ abundance ratios among the three clouds. Eight starless cores in the Orion A and B clouds exhibit high deuterium fractionations, larger than 0.10, while in the λ Orionis cloud, no cores reveal the high ratio. These chemical properties could support that cores in the λ Orionis cloud are affected by the photo-dissociation and external heating from the nearby H II region. An unexpected trend was found in the $[N_2H^+]/[HCO^+]$ ratio with a higher median value in the λ Orionis cloud than in the Orion A/B clouds than; typically, the $[N_2H^+]/[HCO^+]$ ratio is lower in higher temperatures and lower column densities. This could be explained by a longer timescale in the prestellar stage in the λ Orionis cloud, resulting in more abundant nitrogen-bearing molecules. In addition to these chemical differences, the kinematical difference was also found among the three clouds; the blue excess, which is an infall signature found in optically thick line profiles, is 0 in the λ Orionis cloud while it is 0.11 and 0.16 in the Orion A and B clouds, respectively. This result could be another evidence of the negative feedback of active current star formation to the next generation of star formation.

[구 IM-04] TIMES: mapping Turbulent properties In star-forming MolEcular clouds

down to the Sonic scale. I. the first result.

Hyeong-Sik Yun¹, Jeong-Eun Lee¹, Yunhee Choi², Neal J. Evans II^{2,3}, Stella S. R. Offner³, Yong-Hee Lee¹, Giseon Baek¹, Minho Choi², Hyunwoo Kang², Seokho Lee⁴, Ken'ichi Tatematsu⁴, Mark H. Heyer⁵, Brandt A. L. Gaches⁵, Yao-Lun Yang³, Jae Hoon Jung², and Changhoon Lee²

¹School of Space Research, Kyung Hee University, Republic of Korea, ²Korea Astronomy and Space Science Institute, Republic of Korea, ³Department of Astronomy, University of Texas, Austin, USA, ⁴National Astronomical Observatory of Japan, Japan ⁵Department of Astronomy, University of Massachusetts, Amherst, USA

Turbulence is one of the natural phenomena in molecular clouds. It affects gas density and velocity fluctuation within the molecular clouds and controls the mode and tempo of star formation. However, despite many years of study, the properties of turbulence remain poorly understood. As part of the Taeduk Radio Astronomy Observatory (TRAO) Key Science Program (KSP), "mapping Turbulent properties In star-forming MolEcular clouds down to the Sonic scale (TIMES; PI: Jeong-Eun Lee)", we have fully mapped two star-forming molecular clouds, the Orion A and the Ophiuchus molecular clouds, in 3 sets of lines (^{13}CO J=1-0, $C^{18}O$ J=1-0, HCN J=1-0, HCO^+ J=1-0, CS J=2-1, and N_2H^+ J=1-0) using the TRAO 14-m telescope. We apply a statistical analysis, Principal Component Analysis (PCA), which can recover an underlying turbulent-power spectrum from an observed P-P-V spectral map. We compare turbulence properties not only between the two clouds, but also between different parts within each cloud. We present the first result of our observation program.

[구 IM-05] High-resolution Near-infrared Spectroscopy of IRAS 16316-1540: Evidence of Accretion Burst

Sung-Yong Yoon¹, Jeong-Eun Lee¹, Sunkyung Park¹, Seokho Lee¹, Gregory J. Herczeg², Gregory Mace³, Jae-Joon Lee⁴

¹School of Space Research, Kyung Hee University, Korea ²Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University China ³Department of Astronomy, University of Texas at Austin, USA, ⁴Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

The high-resolution near-infrared (NIR) spectroscopy can reveal the evidence of the accretion burst (e.g., the broadened absorption features produced by the Keplerian disk motion)

although the moment of the outburst was not caught. The embedded protostar IRAS 16316-1540 observed with the Immersion Grating Infrared Spectrograph (IGRINS, $R = \Delta\lambda/\lambda \sim 45000$) shows the broad absorption features in atomic and CO transitions, as seen in FU Orionis objects (FUors), indicative of an outburst event. We examine whether the spectra of IRAS 16316-1540 arise from the rotating inner hot gaseous disk. Using the IGRINS spectral library, we show that the line profiles of IRAS 16316-1540 are more consistent with an M1.5 V template spectrum convolved with a disk rotation profile than the protostellar photosphere absorption features with a high stellar rotation velocity. We also note that the absorption features deviated from the expected line profile of the accretion disk model can be explained by a turbulence motion generated in the disk atmosphere. From previous observations that show the complex environment and the misaligned outflow axes in IRAS 16316-1540, we suggest that an impact of infalling clumpy envelope material against the disk induces the disk precession, causing the accretion burst from the inner disk to the protostar.

[구 IM-06] The JCMT Transient Survey: Examination of Periodic Variability in nearby Star-forming Regions

Yong-Hee Lee¹, Jeong-Eun Lee¹, Doug Johnstone^{2,3}, Gregory J. Herczeg³, Steve Mairs^{2,3,5}

¹*School of Space Research, Kyung Hee University, Republic of Korea* ²*NRC Herzberg Astronomy and Astrophysics Canada* ³*Department of Physics and Astronomy, University of Victoria, Canada* ⁴*Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University, People's Republic of China* ⁵*East Asian Observatory, USA*

We perform the Lomb-Scargle Periodogram analysis to protostars identified by the JCMT Transient Survey, which monitors 8 nearby star forming regions. The observations have been done monthly for over 3 years using SCUBA-2 (the Submillimetre Common User Bolometer Array 2) in two wavelengths, 450 and 850 μm . Under the threshold of 1% False Alarm Probability, we found 16 variable sources including EC53, which is the first variable protostar detected by the JCMT Transient Survey. Most of the variable sources are cataloged as protostars (classified via the Spitzer data, Megeath et al. 2012; Dunham et al. 2015), but SerpS-MM19, which has a clear 1-year period, is a candidate of a first hydrostatic core (Maury et al. 2011; Young et al. 2018).

[구 IM-07] Removing Large-scale Variations

in Regularly and Irregularly Spaced Data

Jungyeon Cho (조정연)
Chungnam National University

In many astrophysical systems, smooth large-scale variations coexist with small-scale fluctuations. For example, a large-scale velocity or density gradient can exist in molecular clouds that have small-scale fluctuations by turbulence. In redshifted 21cm observations, we also have two types of signals - the Galactic foreground emissions that change smoothly and the redshifted 21cm signals that fluctuate fast in frequency space. In many cases, the large-scale variations make it difficult to extract information on small-scale fluctuations. We propose a simple technique to remove smooth large-scale variations. Our technique relies on multi-point structure functions and can obtain the magnitudes of small-scale fluctuations. It can also be used to design filters that can remove large-scale variations and retrieve small-scale data. We discuss how to apply our technique to irregularly spaced data, such as rotation measure observations toward extragalactic radio point sources.

[구 IM-08] The distribution of magnetic field strength in Orion A region

Jihye Hwang^{1,2}, Jongsoo Kim^{1,2}

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

²*University of Science and Technology, Korea*

Magnetic fields play an important role in supporting molecular clouds against gravitational collapse. The measured magnetic field strengths in molecular clouds enable us to see the effect of magnetic fields in star-forming regions. People have used the Chandrasekhar and Fermi (CF) method to estimate magnetic field strength from observational quantities of molecular cloud density, turbulent velocity and polarization angle dispersion. However, previous studies obtained just one magnetic field strength over the quite large region of a molecular cloud by using the CF method. We here suggest a way to estimate magnetic field strength distribution in Orion A region. We used 450 and 850-micron polarization data of James Clerk Maxwell Telescope (JCMT). Magnetic field strengths were estimated in two wavelengths with 4 pixel resolutions of 16, 20, 24 and 28". Through statistical analysis, we proved the difference of magnetic field strengths between two wavelengths were caused by the difference of their beam sizes. Additionally, we calculated the radii of curvature of polarization segments to

select a best pixel resolution for estimating the magnetic field distribution. The pixel resolution should be larger than a radius of curvature. We selected that 20 or 24" pixel resolutions are good choices towards Orion A region.

[구 IM-09] Effect of turbulence driving and sonic Mach number on Davis-Chandrasekhar-Fermi method

Heesun Yoon¹ and Jungyeon Cho¹
¹Chungnam National University

Davis-Chandrasekhar-Fermi (DCF) method is a tool that is widely used to obtain the strength of the mean magnetic field projected on the plane of the sky. When there are independent eddies along the line of sight, the variation of polarization angle will decrease by the averaging effect. Therefore, the measured strength of the magnetic field can be overestimated. Cho & Yoo (2016) proposed a modified DCF method considering such effect. By using this, we quantitatively compared the results from the conventional DCF and the modified DCF methods for various sonic Mach numbers and driving schemes (the solenoidal and compressive driving).

Here, we present that the modified DCF method does not show a strong dependence on the sonic Mach number or driving schemes either, while the conventional DCF method depends on the sonic Mach number for the compressive driving scheme.

[구 IM-10] Study of Magnetohydrodynamic Turbulence Using Multi-frequency Synchrotron Polarization Observations

Hyeseung Lee¹, Jungyeon Cho², Alex Lazarian³
¹Korea Astronomy & Space Science Institute,
²Chungnam National University,
³University of Wisconsin-madison

Turbulent motions perturb magnetic field lines and produce magnetic fluctuations. The perturbations leave imprints of turbulence statistics on magnetic field. Observation of synchrotron radiation is one of the easiest ways to study turbulent magnetic field. First, we obtained the spatial spectrum of synchrotron polarization so that shows how the spectrum is affected by Faraday rotation and how to recover the statistics of underlying turbulence magnetic field. Since polarized synchrotron intensity arising from magnetized turbulence are anisotropic along the direction of mean magnetic field. Secondly, we studied quadrupole ratio to quantitatively describe the degree of anisotropy introduced by magnetic field at multi-wavelengths. This work demonstrated that the spectrum and quadrupole

ratio of synchrotron polarization can be very informative tools to get detailed information about the statistical properties of MHD turbulence from radio observations of diffuse synchrotron polarization.

[구 IM-11] Discovery of a New Mechanism of Dust Destruction in Strong Radiation Fields and Implications

Thiem Hoang^{1,2}, Le Ngoc Tram³, Hyseung Lee¹, Sang-hyeon Ahn¹
¹Korea Astronomy and Space Science Institute,
²University of Science and Technology, Korea,
³NASA Ames Center, USA

Massive stars, supernovae, and kilonovae are among the most luminous radiation sources in the universe. Observations usually show near- to mid-infrared (NIR-MIR, 1-5-micron) emission excess from H II regions around young massive star clusters (YMSCs) and anomalous dust extinction and polarization towards Type Ia supernova (SNe Ia). The popular explanation for such NIR-MIR excess and unusual dust properties is the predominance of small grains (size $a < 0.05 \mu\text{m}$) relative to large grains ($a > 0.1 \mu\text{m}$) in the local environment of these strong radiation sources. The question of why small grains are predominant in these environments remains a mystery. Here we report a new mechanism of dust destruction based on centrifugal stress within extremely fast rotating grains spun-up by radiative torques, namely the RAdiative Torque Disruption (RATD) mechanism, which can resolve this question. We find that RATD can destroy large grains located within a distance of ~ 1 pc from a massive star of luminosity $L \sim 10^4 L_{\text{sun}}$ and a supernova. This increases the abundance of small grains relative to large grains and successfully reproduces the observed NIR-MIR excess and anomalous dust extinction/polarization. We show that small grains produced by RATD can also explain the steep far-UV rise in extinction curves toward starburst and high redshift galaxies, as well as the decrease of the escape fraction of Ly-alpha photons observed from HII regions surrounding YMSCs.

[구 IM-12] Near-infrared Spectroscopy of Metal-enriched Supernova Ejecta in Cassiopeia A

Yong-Hyun Lee (이용현)¹, Bon-Chul Koo (구본철)¹
¹Seoul National University (서울대학교)

The supernova remnant Cassiopeia A (Cas A) provides a unique opportunity to observe the fine

details of the explosion of core-collapse supernova (SN). Previous optical and near-infrared (NIR) observations of Cas A have shown that the spatial distribution of the metal-enriched SN ejecta is very complicated, indicating that the SN explosion should have been asymmetric and turbulent, especially near the core. Recently, we obtained a long-exposure (~10 hr) image of Cas A by using the UKIRT 3.6-m telescope with a narrow-band filter centered at [Fe II] 1.644 μ m emission. This 'deep [Fe II] image' provides an unprecedented panoramic view of Cas A, revealing the distribution of dense SN ejecta over the entire remnant. We have carried out NIR multi-object spectroscopic observations of the dense ejecta knots in the northeastern (NE) and eastern (E) outer regions of the remnant using the MMIRS attached on the MMT 6.5-m telescope. A total of 67 ejecta knots are detected. By analyzing their spectra, we have found that the knots in the NE area show strong [S II]/[S III] and [Fe II] lines but little or no [P II] line, while those in the E outer region show strong [Fe II] lines but weak [S II]/[S III] lines. In this talk, we present the preliminary results of our NIR spectroscopic observations and discuss the implications.

교육-홍보+수치해석

[구 EN-01] Astronomical Calendar and propagating the astronomical information

Ah-Chim Sul(설아침)^{1, 2}, Yonggi Kim(김용기)²
¹KASI, ²CBNU

대중에게 천문정보를 효과적으로 확산시키기 위해 최근에 다양한 시도들이 제시되고 있다. 천문달력을 제작 배포하는 일은 가장 전통적인 방법 중의 하나이다. 본 연구는 천문달력의 제작 배포가 천문정보의 확산에 어떤 기여를 하고 있는지 알아보기 위해 2006~2016년 사이 10년동안 한국천문연구원이 제작 배포한 천문달력과 그 외에 최근 제작된 국내 및 해외 천문달력에 수록된 내용들을 비교해 본 후, 천문달력 사용자들로부터 얻어진 피드백을 반영하여 개선한 전략을 수립하였다. 또한, 이를 실제 한국아마추어천문학회 천문달력 제작에 적용한 결과를 소개한다. 이를 바탕으로 향후 모바일 온리(Mobile Only) 시대를 맞아 천문정보 및 천문학의 효과적 확산 방향에 대해 논의해 보고자 한다.

[구 EN-02] Astronomy education in the Planetarium (천체투영관에서의 천문학 교육)

^{1,2}Sanghyun Ha, ¹Jungjoo Sohn, ²Soonchang Park
¹Korea National Univertiry of Education,
²METASPACE

천체투영관(Planetarium)은 천체의 움직임과 천문현상을 재현하여 천문학에 대한 관심과 교육에 큰 역할을 하고 있는 기관이다. 1923년 최초 독일박물관에 설치된 후 전 세계적으로 3,648개(International Planetarium Society, IPS)가 있고, 우리나라에는 88개(박순창, 2017)가 운영되고 있다. 본 연구에서는 세계 주요 천체투영관의 천문학 교육프로그램의 유형 및 특징을 살펴보고, 천체투영관에서의 천문학 교육적 기능을 향상시키기 위한 기초 자료를 제공하고자 한다. 또한 천체투영관의 천문학 교육에 대한 관심 있는 관계자들의 의견을 듣고자 한다.

[구 EN-03] Exhibition Planning of Ongoing Astronomy : A New Approach to Science Exhibition Planning of Astronomy (20c 이후 천문학 연구성과로 전시 기획하기 : 천문분야 전시 기획의 새로운 접근)

Insun Ahn(안인선)
 Gwacheon National Science Museum(국립과천과학관)

아동·청소년을 대상으로 하는 대부분의 '우주'관련 도서들이 아직 현대 천문학을 적극적으로 다루지 못하고 있고, 과학관의 상설전시만으로는 천문우주 분야의 비약적인 발전상을 대중과 공유하는데 한계가 있는 것이 현실이다.

IAU 창립 100주년을 맞이하는 시점에서 관람객의 시야를 넓혀주고, 내용에 대한 체험적 인지를 돕는 천문우주 기획전시의 필요성을 느끼고, 태양계로 국한되는 물리적 우주탐사를 넘어 은하와 우주 전체를 연구하는 현대 천문우주과학을 소재로 하고, 실제 연구방법들을 기반으로 한 체험요소를 연출에 담은 전시를 구상 중이다.

이번 기획전에서는 1900년대 이후 주요 연구성과들을 중심으로 인간의 우주에 대한 호기심과 탐구의 흐름에 따라 관람할 수 있도록 전개하되, 천문학자들이 우주를 연구하는 방법의 원리를 단순화한 체험 프로그램을 설계·운영하여 연구성과에 대한 주입식 정보 전달이 아니라 관람객이 주도적으로 과정부터 이해하여 결과를 인지하도록 하고자 한다. 또한 전시 공간을 주제별 연구실로 꾸미고, 실제 과학자들의 연구사적으로 의미 있거나 인간적인 에피소드를 소개하여 관람객들의 관심과 공감을 끌어내고자 한다.

[구 EN-04] Current Status of Korean Astronomical Communities Derived from the Number of Astronomers (나라별 천문학자수로 본 한국 천문학의 위상)

Sang-Hyeon Ahn
 Korea Astronomy and Space Science Institute

각국의 인구와 국민총생산 등에 대한 천문학 및 천체물리학 관련 박사 연구자수의 상관관계를 구하였다. 그 결과, 국가별 상황에 따라 몇 개의 그룹으로 나뉘는 발견하였고, 신흥 선진국과 전통적 선진국 사이의 상관관계가 차이가 있음을 발견하였다. 이를 바탕으로 각국의 과학이나 경제 정책 등과의 관련성을 논의할 것이며, 특히 한국 천문학의 현주소에 대해 정량적으로 논의하고자 한다. 이를

통해 한국은 후발국과 선진국 사이의 중간자적인 입장을 밝혔고, 한국 천문학을 선진국 수준으로 발전시키기 위한 투자 규모를 정량적 수치로 제공한다.

[구 EN-05] A Fast Poisson Solver of Second-Order Accuracy for Isolated Systems in Three-Dimensional Cartesian and Cylindrical Coordinates

Sanghyuk Moon¹, Woong-Tae Kim¹, Eve C. Ostriker²

¹Seoul National University, ²Princeton University

We present an accurate and efficient method to calculate the gravitational potential of an isolated system in three-dimensional Cartesian and cylindrical coordinates subject to vacuum (open) boundary conditions. Our method consists of two parts: an interior solver and a boundary solver. The interior solver adopts an eigenfunction expansion method together with a tridiagonal matrix solver to solve the Poisson equation subject to the zero boundary condition. The boundary solver employs James's method to calculate the boundary potential due to the screening charges required to keep the zero boundary condition for the interior solver. A full computation of gravitational potential requires running the interior solver twice and the boundary solver once. We develop a method to compute the discrete Green's function in cylindrical coordinates, which is an integral part of the James algorithm to maintain second-order accuracy. We implement our method in the Athena++ magnetohydrodynamics code, and perform various tests to check that our solver is second-order accurate and exhibits good parallel performance.

[구 EN-06] Deep Learning Model on Gravitational Waves of Merger and Ringdown in Coalescence of Binary Black Holes

¹Joongoo Lee, ¹Gihyuk Cho, ²Kyungmin Kim, ³Sang Hoon Oh, ³John J. Oh and ³Edwin J. Son

¹Seoul National University,

²The Chinese University of Hong Kong,

³National Institute for Mathematical Sciences

We propose a deep learning model that can generate a waveform of coalescing binary black holes in merging and ring-down phases in less than one second with a graphics processing unit (GPU) as an approximant of gravitational waveforms. Up to date, numerical relativity has been accepted as the most adequate tool for the accurate prediction of merger phase of waveform, but it is known that it typically requires huge

amount of computational costs. We present our method can generate the waveform with ~98% matching to that of the status-of-the-art waveform approximant, effective-one-body model calibrated to numerical relativity simulation and the time for the generation of ~1500 waveforms takes O(1) seconds. The validity of our model is also tested through the recovery of signal-to-noise ratio and the recovery of waveform parameters by injecting the generated waveforms into a public open noise data produced by LIGO. Our model is readily extendable to incorporate additional physics such as higher harmonics modes of the ring-down phase and eccentric encounters, since it only requires sufficient number of training data from numerical relativity simulations.

항성 및 항성계

[박 SA-01] Atomic Raman Spectroscopy of Wind Accretion in Symbiotic Stars

Jeong-Eun Heo (허정은)¹, Hee-Won Lee (이희원)¹, and Rodolfo Angeloni²

¹Sejong University (세종대학교), ²Universidad de La Serena

We present our observational and theoretical investigation of Raman-scattered features in symbiotic stars (SySts). SySts are long interacting binaries, consisting of a hot compact star and an evolved giant, whose interaction via accretion process is at the origin of a tangled network of gas and dust nebulae. These systems are ideal objects to study a variety of important astrophysical problems, and have also been proposed as possible progenitors of type Ia supernova. In this talk, we emphasize that Raman-scattered features are exclusive spectroscopic tools to probe the stellar wind accretion processes in SySts. We studied mass transfer and mass loss processes in SySts using high resolution spectra obtained with 1.8m telescope at Mt. Bohyun and the 6.5m Magellan-Clay telescope combining with the theoretical modeling of radiative transfer of Raman-scattered features. We also note that there are a much smaller number of SySts known in our Galaxy, implying the necessity of systematic search programs. In view of the fact that Raman O VI features at 6830 Å are found in only bona fide SySts, we will carry out a photometric search of objects with Raman O VI features using a narrow band filter centered at 6830 Å in Local group galaxies.

[석 SA-02] Migration of Radiative Gas Giants with GIZMO

Seung-Won Yang¹, Woong-Tae Kim¹

¹*Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, Seoul 151-742, Republic of Korea*

A gas giant formed in a massive protoplanetary disk via gravitational instability migrates inward due to its gravitational interaction with the disk. Planet migration occurs in various ways depending on the disk structure and internal processes, but previous studies only considered quantitative radiative feedback resulting from mass accretion onto the planet. Allowing for accretion feedback, we perform three-dimensional hydrodynamic simulations with GIZMO to investigate orbital evolution of giant planets in a protoplanetary subject to γ -cooling. This work shows a planet gains mass due to accretion and gradually opens a gap as it moves inward. The migration in the end halts when the planet clears the gas around its orbit. A more massive planet grows its mass faster and migrates more rapidly, stalling at an orbit farther away from the protostar. Models with a cold disk readily construct a circumplanetary disk and result in high mass growth of the planet. Accretion feedback, in general, reduces the rate of the planet growth and delays migration. We discuss our results with GIZMO in comparison with the previous results with different codes.

[구 SA-03] A pilot study of the two OB associations Cygnus OB2 and Carina OB1 using the *Gaia* data

Beomdu Lim¹, Yaël Nazé², Eric Gosset², and Gregor Rauw²

¹*School of Space Research, Kyung Hee University,*
²*Space sciences, Technologies, and Astrophysics Research Institute, Université de Liège*

We present a kinematic study of the two young OB associations Cygnus OB2 and Carina OB1 using the recently released *Gaia* astrometric data. The unimodal distributions of parallaxes of stars indicate that these associations are real stellar systems, rather than line-of-sight coincidences. The associations are found to comprise dense star clusters and a sparse halo which have different proper motions. Clusters have small spatial sizes with small dispersions in proper motion, while the haloes extending to tens of parsecs have a large dispersion in proper motion. We speculate that this aspect is related to that found in molecular clouds, the so-called “line width-size” relation. In this talk, the formation process of these associations is

discussed, based on our findings.

[구 SA-04] Discovery of new open cluster by the *Gaia* DR2 (*Gaia* DR2를 이용한 새로운 산개성단의 발견)

Sang Hyun Lee^{1,2} (이상현), Gyuheon Sim³ (심규현),
Seunghyeon Kim³ (박승현)

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원)*

²*Department of Physics, University of Ulsan (울산대학교 물리학과)*

³*Ulsan Science high school (울산과학고등학교)*

We discovered 722 open clusters within 1 kpc using *Gaia* DR2 data. These clusters are detected in the proper motion space and confirmed on the spatial distribution with parallax information. We divided the 3628 regions and visually searched using python program. Among 722 open clusters, 430 clusters are previously unknown clusters. Catalogue of discovered clusters is unloaded on the online catalogue at <https://radio.kasi.re.kr/project/shlee/>. Owing to the good membership criteria, we could see the halo structure of the clusters. In that reason, the average size of the discovered cluster is about 9 times than that of previously known clusters.

[구 SA-05] New implications on the analysis of stellar populations based on the close link between globular clusters and their host galaxies

Chul Chung, Suk-Jin Yoon, Young-Wook Lee
Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University

Recent observations on the double red clumps in the bulge validate the close connection in stellar populations between Galactic globular clusters (GCs) and the Milky Way (MW) bulge. Intriguingly, diverse phenomena observed in early-type galaxies (ETGs) and their GC systems are also indicating the similarities with Galactic GCs with multiple populations. Here, we present the population synthesis for the Galactic bulge and ETGs using stellar populations observed in the Galactic GCs with multiple populations. Our new models well explain observations of both the MW bulge and ETGs. Also, the inclusion of GC-originated population to the population synthesis model shows substantial impacts on the age-dating of stellar populations. The implication of this result for the interpretation of the formation history and the age-dating of ETGs will be discussed in detail.

고에너지천문학/이론천문학

[구 HT-01] Estimating Mass and Radius of a Neutron Star in Low-Mass X-ray Binary

Kyujin Kwak¹ (곽규진), Kwang Hyun Sung¹ (성광현),
Young-Min Kim¹ (김영민), Myungkuk Kim² (김명국),
Chang-Hwan Lee² (이창환)
¹*Ulsan National Institute of Science and Technology*
(울산과학기술원), ²*Pusan National University*
(부산대학교)

Mass and radius of a neutron star in low-mass X-ray binary (LMXB) can be estimated simultaneously when the observed light curve and spectrum show the photospheric radius expansion feature. This method has been applied to 4U 1746-37 and the mass and radius were found to be unusually small in comparison with typical neutron stars. We re-estimate the mass and radius of this target by considering that the observed light curve and spectrum can be affected by other X-ray sources because this LMXB belongs to a very crowded globular cluster NGC 6441. The new estimation increases the mass and radius but they do not reach the typical values yet.

[구 HT-02] Dependence of tidal disruption flares on stellar density profile and orbital properties

Gwanwoo Park and Kimitake Hayasaki
¹*Department of Astronomy and Space Science,*
Chungbuk National University

Tidal disruption events (TDEs) provide evidence for quiescent supermassive black holes (SMBHs) in the centers of inactive galaxies. TDEs occur when a star on a parabolic orbit approaches close enough to a SMBH to be disrupted by the tidal force of the SMBH. The subsequent super-Eddington accretion of stellar debris falling back to the SMBH produces a characteristic flare lasting several months. It is theoretically expected that the bolometric light curve decays with time as proportional to $t^{-5/3}$.

However, some of the observed X-ray light curves deviate from the $t^{-5/3}$ decay rate, while some of them are overall in good agreement with the $t^{-5/3}$ law. Therefore, it is required to construct the theoretical model for explaining these light curve variations consistently. In this paper, we revisit the mass fallback rates semi-analytically by taking account of the stellar internal structure, orbital eccentricity and penetration factor. We find

that the mass fallback rate is shallower than the standard $t^{-5/3}$ decay rate independently of the polytropic index, and the orbital eccentricity only changes the magnitude of the mass fallback rate. Furthermore, the penetration factor significantly can modify the magnitude and variation of mass fallback rate. We confirm these results by performing the computational hydrodynamic simulations. We also discuss the relevance of our model by comparing these results with the observed light curves

[구 HT-03] FAR-INFRARED SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION OF THE PULSAR WIND NEBULA 3C 58

Jaeguen Park¹, Hongjun An¹
¹*Department of Astromomy and Space Science,*
Chungbuk National University, Cheongju,
Chungbuk 362-763, Republic of Korea

We present analysis results of far infrared (IR) data for 3C 58. We use Herschel observations to measure the IR spectral slope of the source. Our measurements add new IR data points to existing high-frequency ones and allow us to improve the IR spectral energy distribution (SED) of 3C 58, and so a cooling break expected in the optical band can be located more precisely. We interpret the SED and the break using a synchrotron+inverse-Compton model for PWNe and infer flow properties in 3C 58. Because the IR data are contaminated by foregrounds and backgrounds, we discuss impacts of the contamination on our conclusion.

[석 HT-04] Why Are Cool Structures in the Universe Usually Filamentary?

Inhyeok Song (송인혁), Gwang Son Choe (최광선),
Sibaek Yi (이시백), and Hongdal Jun (전홍달)
Kyung Hee University, Yongin, Korea (경희대학교)

Small-scale shear flows are ubiquitous in the universe, and astrophysical plasmas are often magnetized. We study the thermal condensation instability in magnetized plasmas with shear flows in relation to filamentary structure formation in cool structures in the universe, representatively solar prominences and supernova remnants. A linear stability analysis is extensively performed in the framework of magnetohydrodynamics (MHD) with radiative cooling, plasma heating and anisotropic thermal conduction to find the eigenfrequencies and eigenfunctions for the unstable modes. For a shear velocity less than the Alfvén velocity of the background plasma, the

eigenvalue with the maximum growth rate is found to correspond to a thermal condensation mode, for which the density and temperature variations are anti-phased (of opposite signs). Only when the shear velocity in the k -direction is near zero, the eigenfunctions for the condensation mode are of smooth sinusoidal forms. Otherwise each eigenfunction for density and temperature is singular and of a discrete form like delta functions. Our results indicate that any non-uniform velocity field with a magnitude larger than a millionth of the Alfvén velocity can generate discrete eigenfunctions of the condensation mode. We therefore suggest that condensation at discrete layers or threads should be quite a natural and universal process whenever a thermal instability arises in magnetized plasmas.

[구 HT-05] Electron Pre-acceleration in Weak Quasi-perpendicular Shocks in Clusters of Galaxies

Ji-Hoon Ha¹, Hyesung Kang² and Dongsu Ryu¹
¹*Department of Physics, Ulsan National Institute of Science and Technology, Ulsan 44919, Republic of Korea* ²*Department of Earth Sciences, Pusan National University, Busan, 46241, Republic of Korea*

Giant radio relics in the outskirts of galaxy clusters have been observed and they are interpreted as synchrotron emission from relativistic electrons accelerated via diffusive shock acceleration (DSA) in weak shocks of $M_s < 3.0$. In the DSA theory, the particle momentum should be greater than a few times the momentum of thermal protons to cross the shock transition and participate in the Fermi acceleration process. In the equilibrium, the momentum of thermal electrons is much smaller than the momentum of thermal protons, so electrons need to be pre-accelerated before they can go through DSA. To investigate such electron injection process, we study the electron pre-acceleration in weak quasi-perpendicular shocks ($M_s = 2.0 - 3.0$) in an ICM plasma ($kT = 8.6$ keV, $\beta = 100$) through 2D particle-in-cell simulations. It is known that in quasi-perpendicular shocks, a substantial fraction of electrons could be reflected upstream, gain energy via shock drift acceleration (SDA), and generate oblique waves via the electron firehose instability (EFI), leading the energization of electrons through wave-particle interactions. We find that such kinetic processes are effective only in supercritical shocks above a critical Mach number, $M_{s*} \sim 2.3$. In addition, even in shocks with $M_s > 2.3$, energized electrons may not reach high energies to be injected to DSA, because the

oblique EFI alone fails to generate long-wavelength waves. Our results should have implications for the origin and nature of radio relics.

[구 HT-06] Radio relics in merging clusters of galaxies

Soonyoung Roh and Dongsu Ryu
Department of Physics, School of Natural Sciences UNIST, Ulsan 44919, Korea

Clusters of galaxies shape up through a series of hierarchical mergers. It is believed that major mergers lead to cluster-wide shock waves, which are manifested as radio relics. The 1RXS J0603.0+4213 and CIZA J2242.8+5301 clusters, for instance, contain Mpc-size giant radio relics in the outskirts. Synchrotron emission from these radio relics reveals the presence of relativistic electrons and the magnetic fields of a few μG strength. The presence of such magnetic fields in the ICM has been explained by the so-called small-scale turbulent dynamo. To get quantitative measures for magnetic fields in clusters of galaxies, we investigate the development of turbulence and the follow-up amplification of magnetic fields through three-dimensional numerical magnetohydrodynamical (MHD) simulations. The turbulence is induced in highly stratified cluster media, and driven sporadically by major mergers. We here present the results, aiming to answer whether the turbulence dynamo scenario can explain the observed strength and scale of magnetic fields in clusters. Also, we discuss whether the observed properties of giant radio relics can be reproduced in our simulations.

태양/태양계

[구 SS-01] The wave nature of halo coronal mass ejections (파동으로서의 태양 코로나질량방출 현상 연구)

Ryun-Young Kwon, Rok-Soon Kim, Soojeong Jang, Jae-Ok Lee, Yeon-Han Kim, and Young-Deuk Park
Korea astronomy and space science institute

햇무리(halo) 모양 코로나질량방출(coronal mass ejection) 현상은 1970년대 후반 처음 발견된 이후, 그 물리적 본질에 대해 많은 논쟁이 있었다. 우주 망원경 SOHO LASCO의 고분해능 관측이후, 햇무리 모양은 시선 방향에 나란한 방향으로 팽창하며 진행되는 고갈모양의 자기 구조(cone-shaped magnetic flux rope)가 2차원 관측이미지에 투영된 것으로 해석하는 것이 정설이다. 우

리는 이러한 해석이 사실인지 관측을 이용해 검증하고, 타당한 물리적 해석을 찾는다. 이를 위해 STEREO 우주선이 SOHO에서 관측한 태양의 측면을 관측했던 2010년부터 2012년 관측자료를 사용하고, SOHO에서 관측한 햇무리 모양의 코로나질량방출 현상의 측면 모습이 예전의 해석대로 고깔모양을 보여주는지 STEREO 우주선의 관측자료와 비교한다. 우리는 햇무리 모양이 시선방향에 상관없는 이 현상 고유의 모양임을 확인 했으며 극자외선 관측결과와 수치계산 결과와 비교하여 이 햇무리 모양은 파동 현상의 결과임을 알았다. 이는 코로나질량방출 현상과 관련한 해석에 많은 변화가 필요함을 의미한다.

[구 SS-02] CME-CME Interaction near the Earth

Roksoon Kim^{1,2}, Soojeong Jang¹, Bhuwan Joshi³, Ryunyoung Kwon¹, Jaeok Lee¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute,

²University of Science and Technology, ³Udaipur Solar Observatory

In coronagraph images, it is often observed that two successive CMEs merge into one another and form complex structures. This phenomenon, so called CME cannibalism caused by the differences in ejecting times and propagating velocities, can significantly degrade forecast capability of space weather, especially if it occur near the Earth. Regarding this, we attempt to analyze the cases that two CMEs are expecting to meet around 1 AU based on their arrival times. For this, we select 13 CME-CME pairs detected by ACE, Wind and/or STEREO-A/B. We find that 8 CME-CME pairs show a shock structure, which means they already met and became one structure. Meanwhile 5 pairs clearly show magnetic holes between two respective shock structures. Based on detailed investigation for each pair and statistical analysis for all events, we can get clues for following questions: 1) How does the solar wind structure change when they are merging? 2) Are there any systematic characteristics of merging process according to the CME properties? 3) Is the merging process associated with the occurrence of energetic storm particles? 4) What causes errors in calculating CME arrival times? Our results and discussions can be helpful to understand energetic phenomena not only close to the Sun but also near the Earth.

[구 SS-03] CME mean density and its change from the corona to the Earth

Hyeonock Na and Yong-Jae Moon

School of Space Research, Kyung Hee University

Understanding three-dimensional structure and parameters (e.g., radial velocity, angular width,

source location and density) of coronal mass ejections (CMEs) is essential for space weather forecast. In this study, we determine CME mean density in solar corona and near the Earth. We select 38 halo CMEs, which have the corresponding interplanetary CMEs (ICMEs), by SOHO/LASCO from 2000 to 2014. To estimate a CME volume, we assume that a CME structure is a full ice-cream cone which is a symmetrical circular cone combined with a hemisphere. We derive CME mean density as a function of radial height, which are approximately fitted to power-law functions. The average of power-law indexes is about 2.1 in the LASCO C3 field of view. We also obtain power-law functions for both CME mean density at 21 solar radii and ICME mean density at 1AU, with the average power-law index of 2.6. We estimate a ratio of CME density to background density based on the Leblanc et al.(1998) at 21 solar radii. Interestingly, the average of the ratios is 4.0, which is the same as a default value used in the WSA-ENLIL model.

[구 SS-04] Seeking magnetic separatrices on the solar surface using EUV waves

Soojeong Jang, Ryun-Young Kwon, Rok-Soon Kim, Jae-Ok Lee

Korea Astronomy and Space Science Institute

The EUV wave is a disturbance that has been believed to be the fast-mode (shock) wave, which can propagate passing through magnetic field lines. After the passage of EUV waves, coronal streamers start to show kink-mode oscillations, and the footpoints, i.e., magnetic separatrices, of the oscillating streamers are observed as the so-called stationary front. We compare the stationary front observed by EUV imagers and coronal streamers observed in coronagraphic images. We analyze the successive events occurred in September 2011. We find that the stationary fronts are consistent with the coronal streamer boundaries, and they are located along the boundaries of coronal holes and active regions. Our results confirm that EUV waves are in fact fast-mode waves and demonstrate that the stationary front is a promising tool to probe into the source of slow solar wind that is the boundary of coronal streamers on the solar surface.

[구 SS-05] Discovery of highly dynamic and recurrent jets in a polar coronal hole observed by Hinode/SOT

Il-Hyun Cho¹, Yong-Jae Moon¹, Kyung-Suk Cho^{2,3}

¹Kyung Hee University, Korea, ²Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea, ³University of

Science and Technology, Korea

We detect a new population of chromospheric jets in a polar coronal hole observed by Hinode/SOT. The propagating speed of the jets ranges in 30 - 490 km/s whose duration time is 3 - 52 s. The recurrent rate is approximately 3/min for a give segment of 1 arc-second horizontal interval. These jets are seemed to be more transient and faster than type II spicules at chromosphere, while the properties are compatible with the network jets seen in emission lines of transition region. We will discuss the implication of these jets for a coronal heating.

[구 SS-06] Development of a diagnostic coronagraph on the ISS: progress report

Yeon-Han Kim^{1,2}, Seonghwan Choi¹, Su-Chan Bong^{1,2}, Kyungsuk Cho^{1,2}, Young-Deuk Park¹, Jeffrey Newmark³, Nat. Gopalswamy³, Seiji Yashiro³, Nelson Reginald³

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*

²*University of Science and Technology, Korea*

³*NASA Goddard Space Flight Center, USA*

The Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI) has been developing a coronagraph in collaboration with the National Aeronautics and Space Administration (NASA), to install it on the International Space Station (ISS). The coronagraph will utilize spectral information to simultaneously measure electron density, temperature, and velocity. For this, we develop the coronagraph as a two-step process. First, we will perform a stratospheric balloon-borne experiment, so called BITSE, in 2019 with a new type of coronagraph. Second, the coronagraph will be installed and operate on the ISS (CODEX) in 2021 to address a number of questions (e.g., source and acceleration of solar wind, and coronal heating) that are both fundamental and practically important in the physics of the solar corona and of the heliosphere. In this presentation, we will introduce recent progresses.

[구 SS-07] Application of Deep Learning to Solar Data: 1. Overview

Yong-Jae Moon, Eunsu Park, Taeyoung Kim, Harim Lee, Gyungin Shin, Kimoon Kim, Seulki Shin, and Kangwoo Yi

¹*School of Space Research, Kyung Hee University,*

²*Department of Research and Development, InSpace Co.*

Multi-wavelength observations become very popular in astronomy. Even though there are some correlations among different sensor images, it is not easy to translate from one to the other one. In this study, we apply a deep learning method for image-to-image translation, based on conditional generative adversarial networks (cGANs), to solar images. To examine the validity of the method for scientific data, we consider several different types of pairs: (1) Generation of SDO/EUV images from SDO/HMI magnetograms, (2) Generation of backside magnetograms from STEREO/EUVI images, (3) Generation of EUV & X-ray images from Carrington sunspot drawing, and (4) Generation of solar magnetograms from Ca II images. It is very impressive that AI-generated ones are quite consistent with actual ones. In addition, we apply the convolution neural network to the forecast of solar flares and find that our method is better than the conventional method. Our study also shows that the forecast of solar proton flux profiles using Long and Short Term Memory method is better than the autoregressive method. We will discuss several applications of these methodologies for scientific research.

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (2018-0-01422, Study on analysis and prediction technique of solar flares).

[구 SS-08] Solar farside magnetograms from deep learning analysis of STEREO/EUVI data

Taeyoung Kim^{1,5,7}, Eunsu Park^{1,7}, Harim Lee^{1,7}, Yong-Jae Moon^{1,2*}, Sung-Ho Bae³, Daye Lim¹, Soojeong Jang⁴, Lokwon Kim³, Il-Hyun Cho², Myungjin Choi⁵ and Kyung-Suk Cho^{4,6}

¹*School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin, South Korea.* ²*Department of Astronomy and Space Science, College of Applied Science, Kyung Hee University, Yongin, South Korea.*

³*Department of Computer Science and Engineering, College of Electronics and Information, Kyung Hee University, Yongin, South Korea.* ⁴*Space Science Division, Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, South Korea.* ⁵*InSpace Co., Ltd., Daejeon, South Korea.*

⁶*Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology, Daejeon, South Korea.* ⁷*These authors contributed equally: Taeyoung Kim, Eunsu Park, Harim Lee.*

Solar magnetograms are important for studying solar activity and predicting space weather disturbances¹. Farside magnetograms can be constructed from local helioseismology without any farside data²⁻⁴, but their quality is lower than that

of typical frontside magnetograms. Here we generate farside solar magnetograms from STEREO/Extreme UltraViolet Imager (EUVI) 304-Å images using a deep learning model based on conditional generative adversarial networks (cGANs). We train the model using pairs of Solar Dynamics Observatory (SDO)/Atmospheric Imaging Assembly (AIA) 304-Å images and SDO/Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) magnetograms taken from 2011 to 2017 except for September and October each year. We evaluate the model by comparing pairs of SDO/HMI magnetograms and cGAN-generated magnetograms in September and October. Our method successfully generates frontside solar magnetograms from SDO/AIA 304-Å images and these are similar to those of the SDO/HMI, with Hale-patterned active regions being well replicated. Thus we can monitor the temporal evolution of magnetic fields from the farside to the frontside of the Sun using SDO/HMI and farside magnetograms generated by our model when farside extreme-ultraviolet data are available. This study presents an application of image-to-image translation based on cGANs to scientific data.

이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로
정보통신기술 진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임
(2018-0-01422, 태양흑점폭발 분석 및 예측기술연구)

[구 SS-09] Application of Deep Learning to Solar Data: 6. Super Resolution of SDO/HMI magnetograms

Sumiaya Rahman, Yong-Jae Moon, Eunsu Park,
Hyewon Jeong, Gyungin Shin, Daye Lim
School of Space Research, Kyung Hee University

The Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) is the instrument of Solar Dynamics Observatory (SDO) to study the magnetic field and oscillation at the solar surface. The HMI image is not enough to analyze very small magnetic features on solar surface since it has a spatial resolution of one arcsec. Super resolution is a technique that enhances the resolution of a low resolution image. In this study, we use a method for enhancing the solar image resolution using a Deep-learning model which generates a high resolution HMI image from a low resolution HMI image (4 by 4 binning). Deep learning networks try to find the hidden equation between low resolution image and high resolution image from given input and the corresponding output image. In this study, we trained a model based on a very deep residual channel attention networks (RCAN) with HMI images in 2014 and test it with HMI images in 2015. We find that the model achieves high quality results in view of both visual and measures: 31.40

peak signal-to-noise ratio(PSNR), Correlation Coefficient (0.96), Root mean square error (RMSE) is 0.004. This result is much better than the conventional bi-cubic interpolation. We will apply this model to full-resolution SDO/HMI and GST magnetograms.

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (2018-0-01422, Study on analysis and prediction technique of solar flares).

[구 SS-10] Generation of global coronal field extrapolation from frontside and AI-generated farside magnetograms

Hyunjin Jeong¹, Yong-Jae Moon¹, Eunsu Park¹,
Harim Lee¹ and Taeyoung Kim^{1,2}

¹*School of Space Research, Kyung Hee University,*

²*Department of Research and Development, InSpace Co.*

Global map of solar surface magnetic field, such as the synoptic map or daily synchronic frame, does not tell us real-time information about the far side of the Sun. A deep-learning technique based on Conditional Generative Adversarial Network (cGAN) is used to generate farside magnetograms from EUVI 304Å of STEREO spacecrafts by training SDO spacecraft's data pairs of HMI and AIA 304Å. Farside(or backside) data of daily synchronic frames are replaced by the Ai-generated magnetograms. The new type of data is used to calculate the Potential Field Source Surface (PFSS) model. We compare the results of the global field with observations as well as those of the conventional method. We will discuss advantage and disadvantage of the new method and future works.

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (2018-0-01422, Study on analysis and prediction technique of solar flares).

[구 SS-11] Relative Contribution from Short-term to Long-term Flaring rate to Predicting Major Flares

Daye Lim¹, Yong-Jae Moon^{1,2}, Eunsu Park¹,
Jongyeob Park³, Kangjin Lee^{1,4}, Jin-Yi Lee²,
Soojeong Jang³

¹*School of Space Research, Kyung Hee University,*

²*Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University,* ³*Korea Astronomy and Space Science Institute,* ⁴*Electronics and*

We investigate a relative contribution from short to long-term flaring rate to predicting M and X-class flare probabilities. In this study, we consider magnetic parameters summarizing distribution and non-potentiality by Solar Dynamics Observatory/Helioseismic and Magnetic Imager and flare list by Geostationary Operational Environmental Satellites. A short-term rate is the number of major flares that occurred in an given active region (AR) within one day before the prediction time. A mid-term rate is a mean flaring rate from the AR appearance day to one day before the prediction time. A long-term rate is a rate determined from a relationship between magnetic parameter values of ARs and their flaring rates from 2010 May to 2015 April. In our model, the predicted rate is given by the combination of weighted three rates satisfying that their sum of the weights is 1. We calculate Brier skill scores (BSSs) for investigating weights of three terms giving the best prediction performance using ARs from 2015 April to 2018 April. The BSS (0.22) of the model with only long-term is higher than that with only short-term or mid-term. When short or mid-term are considered additionally, the BSSs are improved. Our model has the best performance (BSS = 0.29) when all three terms are considered, and their relative contribution from short to long-term rate are 19%, 23%, and 58%, respectively. This model seems to be more effective when predicting active solar ARs having several major flares.

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (2018-0-01422, Study on analysis and prediction technique of solar flares).

[구 SS-12] Application of a non-equilibrium ionization model to rapidly heated solar plasmas

Jin-Yi Lee¹, John C. Raymond², Katharine K. Reeves², Chengcai Shen², Yong-Jae Moon¹, Yeon-Han Kim^{3,4}

¹Kyung Hee University,

²Center for Astrophysics / Harvard & Smithsonian,

³Korea Astronomy & Space Science Institute,

⁴University of Science and Technology

We apply a non-equilibrium ionization (NEI) model to a supra-arcade plasma sheet, shocked plasma, and current sheet. The model assumes that the plasma is initially in ionization equilibrium at low temperature, and it is heated rapidly by a

shock or magnetic reconnection. The model presents the temperature and characteristic timescale responses of the Atmospheric Imaging Assembly (AIA) on board Solar Dynamic Observatory and X-ray Telescope (XRT) on board Hinode. We compare the model ratios of the responses between different passbands with the observed ratios of a supra-arcade plasma sheet on 2012 January 27. We find that most of observations are able to be described by using a combination of temperatures in equilibrium and the plasma closer to the arcade may be close to equilibrium ionization. We also utilize the set of responses to estimate the temperature and density for shocked plasma associated with a coronal mass ejection on 2010 June 13. The temperature, density, and the line of sight depth ranges we obtain are in reasonable agreement with previous works. However, a detailed model of the spherical shock is needed to fit the observations. We also compare the model ratios with the observations of a current sheet feature on 2017 September 10. The long extended current sheet above the solar limb makes it easy to analyze the sheet without background corona. We find that the sheet feature is far from equilibrium ionization while the background plasma is close to equilibrium. We discuss our results with the previous studies assuming equilibrium ionization.

[구 SS-13] Oscillation of a Small H α Surge in a Polar Coronal Hole

Kyung-Suk Cho^{1,2}, Il-Hyun Cho³, V. M. Nakariakov^{3,4}, Vasyl B. Yurchyshyn⁵, Heesu Yang¹, Yeon-Han Kim¹, Pankaj Kumar⁶, and Magara, Tetsuya³

¹Space Science Division, Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea

²Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology, Daejeon 305-348, Korea

³School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea

⁴Centre for Fusion, Space & Astrophysics, Physics Department, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, UK

⁵Big Bear Solar Observatory, Big Bear City, CA 92314-9672, USA 0000-0001-9982-2175

⁶Heliophysics Science Division, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, USA

H α surges (i.e. cool/dense collimated plasma ejections) may act as a guide for a propagation of magnetohydrodynamic waves. We report a high-resolution observation of a surge observed with 1.6m Goody Solar Telescope (GST) on 2009 August 26, from 18:20~UT to 18:45UT.

Characteristics of plasma motions in the surge are determined with the normalizing radial gradient filter and the Fourier motion filter. The shape of the surge is found to change from a 'C' shape to an inverse 'C' shape after a formation of a cusp, a signature of reconnection. There are apparent upflows seen above the cusp top and downflows below it. The upflows show rising and rotational motions in the right-hand direction, with the rotational speed decreasing with height.

Near the cusp top, we find a transverse oscillation of the surge, with the period of ~ 2 min. There is no change of the oscillation phase below the cusp top, but above the top a phase change is identified, giving a vertical phase speed about 86kms $^{-1}$. As the height increases, the initial amplitude of the oscillation increases, and the oscillation damping time decreases from 5.13 to 1.18min. We conclude that the oscillation is a propagating kink wave that is possibly excited by an x-point oscillation.

[구 SS-14] A Comprehensive Study of Interaction of Magnetic Flux Ropes Leading to Solar Eruption

Sibaek Yi (이시백), Gwang Son Choe (최광선), Hongdal Jun (전홍달), and Kap-Sung Kim (김갑성)
Kyung Hee University, Yongin, Korea (경희대학교)

Solar observations often show that interaction of more than one flux rope is involved in solar eruptions. In this regard, Lau and Finn (1996) intensively studied the interaction of two flux ropes, which reside in between two parallel planes each mimicking one polarity region of the solar photosphere. However, this geometry is quite far from the real solar situation, in which all feet of flux tubes are rooted in one surface only. In this paper, we study the interaction of two flux ropes in a semi-infinite region above a plane representing the solar photosphere. Four cases of the flux rope interaction are investigated in our MHD simulation study: (1) parallel axial fields and parallel axial currents (co-helicity), (2) antiparallel axial fields and parallel axial currents (counter-helicity), (3) parallel axial fields and antiparallel axial currents (counter-helicity), and (4) antiparallel axial fields and antiparallel axial currents (co-helicity). Each case consists of four or six subcases according to the background field direction relative to the flux ropes and the relative positions of the flux rope footpoints. In our simulations, all the cases eventually show eruptive behaviors, but their degree of explosiveness and field topological evolutions are quite different. We construct artificial emission measure maps based on the simulations and compare them with images of CME

observations, which provides us with information on what field configurations may generate certain eruption features.

[구 SS-15] Denoise of Astronomical Images with Deep Learning

Youngjun Park¹, Yun-Young Choi², Yong-Jae Moon^{1,2}, Eunsu Park¹, Beomdu Lim¹ and Taeyoung Kim^{1,3}

¹*School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea*

²*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea*

³*Department of Research and Development, InSpace Co., Ltd*

Removing noise which occurs inevitably when taking image data has been a big concern. There is a way to raise signal-to-noise ratio and it is regarded as the only way, image stacking. Image stacking is averaging or just adding all pixel values of multiple pictures taken of a specific area. Its performance and reliability are unquestioned, but its weaknesses are also evident. Object with fast proper motion can be vanished, and most of all, it takes too long time. So if we can handle single shot image well and achieve similar performance, we can overcome those weaknesses.

Recent developments in deep learning have enabled things that were not possible with former algorithm-based programming. One of the things is generating data with more information from data with less information. As a part of that, we reproduced stacked image from single shot image using a kind of deep learning, conditional generative adversarial network (cGAN). r-band camcol2 south data were used from SDSS Stripe 82 data. From all fields, image data which is stacked with only 22 individual images and, as a pair of stacked image, single pass data which were included in all stacked image were used. All used fields are cut in 128x128 pixel size, so total number of image is 17930. 14234 pairs of all images were used for training cGAN and 3696 pairs were used for verify the result.

As a result, RMS error of pixel values between generated data from the best condition and target data were 7.67×10^{-4} compared to original input data, 1.24×10^{-3} . We also applied to a few test galaxy images and generated images were similar to stacked images qualitatively compared to other de-noising methods. In addition, with photometry, The number count of stacked-cGAN matched sources is larger than that of single pass-stacked one, especially for fainter objects. Also, magnitude completeness became better in fainter objects. With this work, it is possible to observe reliably 1

magnitude fainter object.

[구 SS-16] Possible Causes for the Temporal Variations of 3-micron Hydrocarbon Emissions in the Auroral Regions of Jupiter

Sang Joon Kim
School of Space Research, Kyung Hee University,
Korea

Recently, temporal variations of the 3-micron emissions of methane and ethane have been detected in the auroral regions of Jupiter observed from Gemini North (Kim et al. 2019, in preparation). These temporal variations of 3-micron hydrocarbon emissions in the auroral regions can be caused by the following phenomena: temporal variations of temperatures, mixing ratios, auroral particle bombardments and Joule heatings, and the combinations of these. Although we are not able to quantitatively determine the cause of the temporal variations at this moment, we will present the following quantitative discussions: thermal influences on the 3-micron emissions, global mixing ratio distributions of the hydrocarbon molecules, and energy distributions of auroral particles penetrating the hydrocarbon layers. We will also present a possible correlation between the temporal variations of the 3-micron emissions and solar wind activities.

[구 SS-17] Polarimetry of the Moon through the eyes of PolCam: Phase-angle coverage

Chae Kyung Sim¹, Sungsoo S. Kim¹, Minsup Jeong²,
Young-Jun Choi², Sukbum A. Hong¹, Kilho Baek¹
¹Kyung Hee University
²Korea Astronomy and Space Science Institute

한국형 시험용 달 궤도선(KPLO)에 실릴 과학 탑재체 가운데 하나인 광시야 편광 카메라(PolCam)는 최초로 달 표면 전체의 편광 특성을 관측한다. 편광 특성은 태양-달-관측 기기 사이의 각도인 위상각에 따라 달라지므로, 다양한 위상각에서의 반복 관측을 통해 달 전 지역에 대한 각각의 편광곡선을 얻을 예정이다. 편광곡선으로부터 달 표면의 입자 크기와 성분 등의 분포를 알 수 있다. 이는 과학적으로도 흥미로운 뿐 아니라, 미래의 달 탐사 임무를 위한 착륙지 선정 시에도 중요한 참고자료가 된다. 여기에서는, PolCam이 1년간의 KPLO 임무 동안 관측할 수 있는 지역 및 위상각의 분포를 소개한다. 또한, 임무 도중 관측이 일시중지되거나 임무 자체가 비정상종료되는 경우 불안정한 관측 자료로부터 편광곡선을 구하는 방법에 대해 알아본다.

[구 SS-18] KARI Planetary Data System for Science Research Support in Korea

Pathfinder Lunar Orbiter Program

Joo Hyeon Kim (김주현)
Lunar Exploration Program Office, Korea
Aerospace Research Institute

우리나라 최초의 우주탐사 프로그램인 Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO)는 1년의 임무기간 동안 달과 달 주변의 우주환경에 대한 과학탐사 임무를 수행할 예정이다. 이를 위해서 1개에 기술 검증장비와 고해상도 카메라를 포함한 5개의 과학장비를 탑재할 예정이다. 이 중 고해상도 카메라인 LUTI(Lunar Terrain Imager)와 국내에서 개발한 3개의 과학탑재체(KGRS:감마선분광기, KMAG:자기장측정기, PolCam:광시야 편광카메라)가 획득한 과학자료는 일정기간(통상 1년)동안 비공개로 검토정이 이루어진 후 일반에게 공개(Public release)할 예정이다. 이러한 과학자료의 공개와 관리를 위해서 한국항공우주연구원은 KPLO 심우주 지상시스템 내에 과학자료의 공개 및 관리를 위한 KARI Planetary Data System(KPDS)을 개발하고 있다. KPDS는 미국 NASA의 PDS에서 개발하여 유럽, 일본 등에서 이미 행성탐사 과학자료의 표준으로 활용하고 있는 PDS4 표준을 준수하는 과학자료를 제공할 것이다. 본 발표를 통해서 KPDS의 운영개념과 과학자료 관리계획, 그리고 KPDS의 개발현황을 천문학계와 공유하여 KPLO에 의해서 획득된 과학자료가 많은 과학자들이 활용하여 높은 과학적 성과를 낼 수 있기를 기대한다.

우주론

[구 CD-01] Second order induced gravitational waves

Jinn-Ouk Gong¹
¹Korea Astronomy and Space Science Institute

We present the second order solutions of the cosmological gravitational waves induced by linear cosmological perturbations.

[구 CD-02] Formation of First Astrophysical Objects under the Influence of Large-Scale Density and Velocity Environment

Kyungjin Ahn¹, Britton D. Smith²
¹Chosun University, ²San Diego Supercomputing Center

We present our first attempt at understanding the dual impact of the large-scale density and velocity environment on the formation of very first astrophysical objects in the Universe. Following the recently developed quasi-linear perturbation theory on this effect, we introduce the publicly

available initial condition generator of ours, BCCOMICS (Baryon Cold dark matter COsMological Initial Condition generator for Small scales), which provides so far the most self-consistent treatment of this physics beyond the usual linear perturbation theory. From a suite of uniform-grid simulations of N-body+hydro+BCCOMICS, we find that the formation of first astrophysical objects is strongly affected by both the density and velocity environment. Overdensity and streaming-velocity (of baryon against cold dark matter) are found to give positive and negative impact on the formation of astrophysical objects, which we quantify in terms of various physical variables.

**[구 CD-03] Falsifying LCDM:
model-independent tests of the concordance
model of cosmology**

Benjamin L'Huillier
Korea Astronomy & Space Science Institute

The concordance LCDM model has been very successful at reproducing a wide range of observations.

However, the nature of its main components, such as dark energy, dark matter, and inflation, are still unknown.

Therefore, it is of prime importance to question the underlying hypotheses of the model and tests there prediction.

While most constraints have been obtained assuming a LCDM universe, model-independent approaches, which do not make assumptions regarding the model, are a powerful approach.

To falsify the LCDM model, I applied model-independent methods to the latests available data to test different aspects of the concordance model, such as the FLRW metric, the curvature, dark energy as the cosmological constant, and gravity as general relativity.

The Universe is consistent with flat-LCDM with GR. However, at $z>1$, tensions start to appear, and more data are required.

**[구 CD-04] Cosmological constraints using
BAO - From spectroscopic to photometric
catalogues**

Srivatsan Sridhar
Korea Astronomy and Space Science Institute

Measurement of the location of the baryon acoustic oscillation (BAO) feature in the clustering of galaxies has proven to be a robust and precise method to measure the expansion of the Universe. The best constraints so far have been provided from spectroscopic surveys because the errors on

the redshift obtained from spectroscopy are minimal. This in turn means that the errors along the line-of-sight are reduced and so one can expect constraints on both angular diameter distance D_A and expansion rate H^{-1} .

But, future surveys will probe a larger part of the sky and go to deeper redshifts, which correspond to more number of galaxies. Analysing each galaxy using spectroscopy, which is a time consuming task, will not be practically possible. So, photometry will be the most convenient way to measure redshifts for future surveys such as LSST, Euclid, etc. The advantage of photometry is measuring the redshift of vast number of galaxies in a single exposure, but the disadvantage are the errors associated with the measured redshifts.

Using a wedge approach, wherein the clustering is split into different wedges along the line-of-sight π and across the line-of-sight σ , we show that the BAO information can be recovered even for photometric catalogues with errors along the line-of-sight. This means that we can get cosmological distance constraints even if we don't have spectroscopic information.

**[구 CD-05] H1R4: Mock 21cm intensity
mapping maps for cross-correlations with
optical surveys**

Jacobo Asorey
Korea Astronomy and Space Science Institute

We are currently living in the era of the wide field cosmological surveys, either spectroscopic such as Dark Energy Spectrograph Instrument or photometric such as the Dark Energy Survey or the Large Synoptic Survey Telescope. By analyzing the distribution of matter clustering, we can use the growth of structure, in combination with measurements of the expansion of the Universe, to understand dark energy or to test different models of gravity. But we also live in the era of multi-tracer or multi-messenger astrophysics. In particular, during the next decades radio surveys will map the matter distribution at higher redshifts. Like in optical surveys, there are radio imaging surveys such as continuum radio surveys such as the ongoing EMU or spectroscopic by measuring the hydrogen 21cm line. However, we can also use intensity mapping as a low resolution spectroscopic technique in which we use the intensity given by the emission from neutral hydrogen from patches of the sky, at different redshifts. By cross-correlating this maps with galaxy catalogues we can improve our constraints on cosmological parameters and to understand better how neutral hydrogen populates different types of galaxies and haloes. Creating realistic mock intensity mapping

catalogues is necessary to optimize the future analysis of data. I will present the mock neutral hydrogen catalogues that we are developing, using the Horizon run 4 simulations, to cross-correlate with mock galaxy catalogues from low redshift surveys and I will show the preliminary results from the first mock catalogues.

[구 CD-06] Simulating the Lyman-Alpha Forest with Massive Neutrinos and Dark Radiation for Large-Volume Surveys

Graziano Rossi

Department of Physics and Astronomy, Sejong University

In support of current and upcoming large-volume cosmological surveys such as the SDSS-IV eBOSS, LSST, and DESI, we present an extensive suite of high-resolution cosmological hydrodynamical simulations spanning a large range of cosmological and astrophysical parameters. We follow the evolution of gas, dark matter, neutrinos, and dark radiation, and consider several combinations of box sizes and number of particles - enhancing the resolution up to $3 \times 33283 = 110$ billion particles in a $(100 \text{ h}^{-1} \text{ Mpc})^3$ box size. We also provide 100,000 skewers for a variety of redshift slices and combination of cosmological and astrophysical parameters, useful for interpreting upcoming high-quality Lyman- α forest data. These novel simulations represent an improvement over our previous runs, and can be useful for a broader variety of cosmological and astrophysical applications, ranging from the three-dimensional modeling of the Lyman- α forest to cross-correlations between different probes, for studying the expansion history of the Universe including massive neutrinos, and for particle-physics related topics.

천문우주관측기술

[구 AT-01] Infrared Spectro-Photometric Survey Missions: NISS & SPHEREx

Woong-Seob Jeong^{1,2}, Yujin Yang^{1,2}, Sung-Joon Park¹, Jeonghyun Pyo¹, Minjin Kim³, Bongkon Moon¹, Dae-Hee Lee¹, Won-Kee Park¹, Young-Sik Park¹, Youngsoo Jo¹, Il-Joong Kim¹, Jongwan Ko^{1,2}, Hyun Jong Seo¹, Kyeongyeon Ko^{1,2}, Seongjae Kim^{1,2}, Hoseong Hwang¹, Yong-Seon Song¹, Jeong-Eun Lee⁴, Myungshin Im⁵, Toshio Matsumoto¹, NISS Team^{1,2,3,6,7}, SPHEREx Korean Consortium^{1,2,3,4,5,6,8}
¹Korea Astronomy and Space Science Institute,

Korea, ²University of Science and Technology, Korea, ³Kyungpook National University, Korea, ⁴Kyung Hee University, Korea, ⁵Seoul National University, Korea, ⁶ISAS/JAXA, Japan, ⁷SaTReC, KAIST, Korea, ⁸Korea Institute for Advanced Study, Korea

The NISS (Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation history) onboard NEXTSat-1 was successfully launched on last December and is now under the operation phase. The capability of both imaging and spectroscopy is a unique function of the NISS. It has realized the imaging spectroscopy (R~20) with a wide field of view of 2×2 deg. in a wide near-infrared range from 0.95 to $2.5 \mu\text{m}$. The major scientific mission is to study the cosmic star formation history in the local and distant universe. It also demonstrated the space technologies related to the infrared spectro-photometry in space. The NISS is performing the imaging spectroscopic survey for local star-forming galaxies, clusters of galaxies, star-forming regions, ecliptic deep fields and so on.

As an extension of the NISS, the SPEHREx (Spectro-Photometer for the History of the Universe Epoch of Reionization, and Ices Explorer) was selected as the NASA MIDEX (Medium-class Explorer) mission (PI Institute: Caltech). As an international partner, KASI will participate in the development and the science for SPHEREx. It will perform the first all-sky infrared spectro-photometric survey to probe the origin of our Universe, to explore the origin and evolution of galaxies, and to explore whether planets around other stars could harbor life. Compared to the NISS, the SPHEREx is designed to have a much wider FoV of 3.5×11.3 deg. as well as wider spectral range from 0.75 to $5.0 \mu\text{m}$. Here, we introduce the status of the two space missions.

[구 AT-02] Possible framework for East Asia Observatory (EAO) and Subaru partnership

Myungshin Im

Astronomy Program/CEOU, Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University

Recently, there have been discussions among national observatories in East Asia about the possibility of EAO and the Subaru observatory forming a partnership. The official EAO-Subaru partnership can make the powerful wide-field observation capabilities of Subaru available to Korean astronomers through EAO, and also can serve as an excellent platform to gather astronomers in East Asia together for flourishing regional collaboration activities. A working group

has been formed to outline the framework of the EAO-Subaru partnership, and the working group report has been prepared. In this talk, I will explain the proposed partnership framework in the working group report. Inputs are very welcome from KAS members about the proposed framework.

[구 AT-03] Populations Accessible to Gravitational Wave and Multi-Messenger Astronomy Within 10 Years

Chunglee Kim
Ewha Womans University

Gravitational-wave (GW) sources for the next decades would be in majority binaries consisting of neutron stars and/or black holes reside in the extragalactic environment. For example, GW170817 was the first extragalactic neutron star - neutron star binary found by GW observations and it was proved the power of multi-messenger astronomy (MMA) including the KMTNet observations. With the ever increased sensitivity, the 3rd observation run (O3) led by the advanced LIGO and advanced Virgo this year aims to search for more 'standard' populations as well as 'exotic' ones expected by stellar evolution. I will present highlights of on-going efforts by researchers in Korea and those in abroad for estimating physical parameters of a source. Mass, spin, distance, and location are prerequisite information to constrain theoretical understanding of the source formation and evolution. Furthermore, these information are to be shared with the international community for follow-up multi-messenger observations. I will present the observational accuracy expected for the future GW observations and discuss their implications. If time allows, I will make a few remarks on prospects of O3 with KAGRA collaborations, which many domestic researchers are closely involved in.

[구 AT-04] Observing strategy for electromagnetic counterpart of gravitational wave source

Gregory SungHak Paek, Myungshin Im, and SNU GW EM follow-up team
CEO, Astronomy program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Republic of Korea

Recent observation of the neutron star merger event, GW170817, through both gravitational wave (GW) and electromagnetic wave (EM) observations opened a new way of exploring the universe, namely, multi-messenger astronomy (MMA). One of

the keys to the success of MMA is a rapid identification of EM counterpart through optical/NIR observations.

We will present the strategy for prioritization of GW source host galaxy candidates to be observed with narrow-field optical telescopes. Our method relies on recent simulation results regarding plausible properties of GW source host galaxies and the low latency localization map from LIGO/Virgo. We will show the test results for both NS merger and BH merger events using previous events and possible future events and describe observing strategy with our facilities for GW events during the ongoing LIGO/Virgo O3 run.

[구 AT-05] Sirius: The KASI-SNU Optical Intensity Interferometer

Junghwan Oh¹, Sascha Trippe¹, Jan Wagner²,
Do-young Byun³
¹*Seoul National University*, ²*Max-Planck-Institute for Radio astronomy*, ³*Korea Astronomy and Space Science Institute*

Optical intensity interferometry, developed in the 1950s, is a simple and inexpensive method for achieving angular resolutions on microarcsecond scales. Its low sensitivity has limited intensity interferometric observations to bright stars so far. Substantial improvements are possible by using avalanche photodiodes (APDs) as light detectors. We present here the results of laboratory measurements with a prototype astronomical intensity interferometer using APDs in continuous ("linear") detection mode - arguably, the first of its kind. We used two interferometer configurations, one with zero baseline and one with variable baseline. Using a superluminous diode as light source, we unambiguously detected Hanbury Brown-Twiss photon-photon correlations at very high significance. From measuring the correlation as function of baseline, we measured the angular diameter of the light source, in analogy to the measurement of the angular diameter of a star. Our results demonstrate the possibility to construct large astronomical intensity interferometers that can address a multitude of astrophysical science cases.

[구 AT-06] PSF Deconvolution on the Integral Field Unit Spectroscopy Data

Haeun Chung (정하은)^{1,2} and Changbom Park (박창범)²
¹*Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University*, ²*School of Physics, Korea Institute for Advanced Study*

We present the application of the Point Spread Function (PSF) deconvolution method to the astronomical Integral Field Unit (IFU) Spectroscopy data focus on the restoration of the galaxy kinematics. We apply the Lucy-Richardson deconvolution algorithm to the 2D image at each wavelength slice. We make a set of mock IFU data which resemble the IFU observation to the model galaxies with a diverse combination of surface brightness profile, S/N, line-of-sight geometry and Line-Of-Sight Velocity Distribution (LOSVD). Using the mock IFU data, we demonstrate that the algorithm can effectively recover the stellar kinematics of the galaxy. We also show that λ_{R_e} , the proxy of the spin parameter can be correctly measured from the deconvolved IFU data. Implementation of the algorithm to the actual SDSS-IV MaNGA IFU survey data exhibits the noticeable difference on the 2D LOSVD, geometry, λ_{R_e} . The algorithm can be applied to any other regular-grid IFS data to extract the PSF-deconvolved spatial information.

특별세션 EHT

[구 EHT-01] Event Horizon Telescope : Earth-sized mm-VLBI array to image supermassive black holes

Jae-Young Kim

Max Planck Institute for Radio Astronomy, Auf dem Hugel 69, D-53121 Bonn, Germany

Immediate vicinity of a supermassive black hole (SMBH) is an important place to test general relativity in strong gravity regime. Also, this is a place where mass accretion and jet formation actively occurs at the centers of active galaxies. Theoretical studies predict presence of bright ring-like emission encircling an accreting SMBH with a diameter of about 5 Schwarzschild radii, and a flux depression at the center (i.e., BH shadow). Direct imaging of the BH shadow is accordingly of great importance in modern astrophysics. However, the angular sizes of the horizon-scale structures are desperately small (e.g., ~40-50 microarcseconds (uas) diameter for the nearest best candidates). This poses serious challenges to observe them directly.

Event Horizon Telescope (EHT) is a global network of sensitive radio telescopes operating at 230 GHz (1.3 mm), providing ultra-high angular resolution of 20 uas by cutting-edge very long baseline interferometry techniques. With this

resolution, EHT aims to directly image the nearest SMBHs: M87 and the galactic center Sgr A* (~40-50 uas diameters). In Spring 2017, the EHT collaboration conducted a global campaign of EHT and multiwavelength observations of M87 and Sgr A*, with addition of the phased ALMA to the 1.3mm VLBI array. In this talk, I review results from past mm-VLBI and EHT observations, provide updates on the results from the 2017 campaign, and future perspectives.

[구 EHT-02] EHT data processing and BH shadow imaging techniques

Ilje Cho^{1,2} on behalf of the EHT Collaboration

¹ *University of Science and Technology*

² *Korea Astronomy and Space Science Institute*

Event Horizon Telescope (EHT) aims to resolve the innermost region to the super massive black hole (SMBH) with its extremely high angular resolution (~20-25 uas) and enhanced sensitivity (down to 1-10 mJy) in concert with the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) at 1.3 mm wavelength. This has a great importance as the first observational probe of the black hole shadow which has been theoretically predicted as a ring-like emission affected by the general relativistic effect under a strong gravitational field of SMBH.

During the 2017 April 5-11, four nights of EHT observing campaign were carried out towards its primary targets, M87 and SgrA*. To robustly ensure the data processing, independent pipelines for various radio data calibration softwares (e.g., AIPS, HOPS, CASA) have been developed and cross-compared each other. The EHT has also been developing newer interferometric imaging techniques (e.g., eht-imaging-library, SMILI, dynamical imaging), as well as using an established method (CLEAN). With these, the EHT has designed various strategies which will be adopted for convincing imaging results.

In this talk, I review how the robustness of EHT data processing and imaging will be validated so that the results can be ensured against well known uncertainties or biases in the interferometric data calibration and imaging.

[구 EHT-03] Korean activities for mm-VLBI and EHT collaboration

Taehyun Jung^{1,2}, Bong Won Sohn^{1,2}, Guangyao Zhao¹, Ilje Cho^{1,2}, Jae-Young Kim³, and EHT Collaboration

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

²*University of Science and Technology,* ³*Max Planck Institute for Radio Astronomy*

Very Long Baseline Interferometry (VLBI) is a special technique which can provide high angular resolutions of milliarcsecond and sub-milliarcsecond scales in radio astronomical observations. Recently, the mm/sub-mm VLBI observations becomes more widely available and related activities are increasing accordingly. In this talk, I'll introduce ongoing global mm-VLBI activities and EHT collaboration and our (Korean) contributions to them.

[구 EHT-04] Multi-frequency VLBI view of the vicinity of the nearest supermassive black hole

Guang-Yao Zhao¹ on behalf the EHT Collaboration
¹Korea Astronomy and Space Science Institute

In this talk, I will briefly review the discovery and early-time interferometric observations of the Galactic Center radio source and then go through recent major updates including the improvement in the array capabilities, developments of the scattering and intrinsic structure modeling, and high-frequency astrometric observations of this source. Introduction of the 1.3 mm VLBI observations in 2017 and 2018 (e.g. array configuration and signal-to-noise ratios), as well as the related multi-wavelength campaign (including GMVA and EAVN observations), will be also presented.

특별세션 - 남북천문협력

[구 IKAC-01] Status of North Korean Science and Technology and Inter-Korean S&T Cooperation - Focusing on the activities of UKAST

(북한 과학기술과 남북과학기술협력 현황 - 통일과학기술연구회 활동을 중심으로)

Hyun-kyoo Choi¹, Insung Yim², Hong-Jin Yang²

¹Korea Institute of Science and Technology Information,

²Korea Astronomy and Space Science Institute

북한은 과학기술중시정책을 추진하면서 과학기술 우대 환경을 조성하고, 전민과학기술 인재화 및 과학교육 강조 그리고 새 세기 산업혁명을 내세우며 자력갱생과 경제 발전을 위한 과학기술의 도구적 입장을 가지고 있다. 특수 부문에서 강점을 가지고 있고, 기초과학 부문 및 정보기술 영역에서 성과를 보여주고 있고, 국제학술활동에도 참여하는 등 얼마간의 대외 개방성도 나타내고 있다. 핵문제

즉 비핵화의 과제가 남아 있으나 남북 정상회담과 북미정 사회담을 통해 남북교류협력의 여건이 나아지고 있고, 과학기술계 정부출연연구기관 소속의 연구자들이 북한연구 과 남북협력을 준비한다. 대북 재제의 여건하에서 활성화 될 수는 없으나 남북 과학자간 학술대회를 개최하고, 백두산연구기지 설립으로 백두산 지진 뿐만 아니라 천문 연구와 천연물, 광물 개발 등을 제안하였다. 앞으로는 남북과학기술협력센터 설립을 검토하고 보다 다양한 남북 과학 기술 협력을 위한 기반 조성을 위한 향후 계획을 논한다.

[구 IKAC-02] Cooperation in the field of Astronomy in South and North Korea (남북한 천문분야 협력 현황)

Insung Yim¹, Hong-Jin Yang¹, Youngsik Park¹, Young Chol Minh¹, Hyun-kyoo Choi²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute,

²Korea Institute of Science and Technology Information

한국천문연구원에서는 지난 2015년부터 남북한 천문분야 활성화 및 공동연구 기반 마련을 위한 연구를 수행하여 남북한 천문분야 협력 가능한 천문분야를 발굴하고 단계별 추진 방향을 제시하였다. 천문학은 과학기술분야 중 남북한 상호 신뢰 구축과 민족 동질성 회복에 기여할 수 있는 기초 학문으로, 과학기술계에서 남북협력 가능성이 높은 연구 분야로 평가받고 있다. 천문원은 남북 천문분야 학술 교류를 통한 남북한 천문분야 공동 발전, 남한 천문분야 기술이전을 통한 남북 균형 발전, 천문학 연구 범위 확대를 위한 남북한 협력 토대를 마련하기 위해 노력 중이다. 또한, 학술교류를 통한 공동연구 및 학술회의를 추진하고 있다. 그동안 수행했던 남북한 천문분야 협력 현황과 앞으로 방향 등에 대해 발표하고자 한다.

[구 IKAC-03] Preliminary plan for the establishment of Mt. Baekdu observatory (백두산 천문대 설립을 위한 기초 계획)

Hong-Jin Yang¹, Hong-Suh Yim¹, Do-Young Byun^{1,2}, Jong-Kyun Chung¹, Young-Jun Choi^{1,2}, Insung Yim¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), Korea

²University of Science and Technology (UST), Korea

2018년 7월 국회의원회관에서 백두산과학기지 구축 방안에 대한 포럼이 있었다. 포럼에서는 천문, 화산활동, 광물자원, 천연물에 대한 주제별 발표가 있었으며, 한국천문연구원은 백두산과학기지 내 천문대 구축에 대한 기초 계획을 소개하였다. 그리고 지난 11월 한국천문연구원에서는 백두산천문대 구축에 대한 포럼을 통해 광학, 전파, 태양·우주환경 그리고 전통천문 분야에 대한 연구 계획을 소개한 바 있다. 한국천문연구원은 지난 2015년부터 남북 천문분야 교류를 통한 남북한 천문분야 공동 발전을 위해 노력하고 있다. 본 발표에서는 최근 백두산과학기지와 천문대 설립을 위한 현황과 천문 분야별 연구 방향에 대해

소개하고자 한다. 아울러, 백두산천문대 설립을 위한 최근의 활동과 앞으로의 계획에 대해서도 발표하고자 한다.

[구 IKAC-04] Site Condition of Mt. Baekdu observatory (백두산 천문대 관측환경)

Youngsik Park, Hong-Jin Yang, Hong-Seo Yim, Do-Young Byun, Jong-Kyun Chung, Young-Jun Choi, Insung Yim
Korea Astronomy and Space Science Institute,

2018년 7월 국회의원회관에서 백두산과학기지 구축 방안에 대한 포럼이 있었고, 2018년 11월 한국천문연구원에서는 백두산천문대 구축에 대한 포럼을 통해 광학, 전파, 태양·우주환경 그리고 전통천문 분야에 대한 연구 계획을 소개한 바 있다. 천문대를 건설하기 위한 기본적인 조건인, 기상, 청정일수, 습도, 광해, 시상 등의 정보들을 획득한 후 최종 관측소를 결정해야 한다. 그러나 우리는 북한에 대한 정보를 직접 획득할 수도 없기 때문에, 일단 필요한 정보들을 인터넷 자료를 활용하여 후보지역을 물색하고, 백두산 천문대 건설이 추진된다면 실제 사이트를 방문하여 최종 관측소 후보지역을 선정을 해야 할 것이다. 수집한 자료들 위주로 백두산 주변의 관측소 후보지역들에 대해 이야기 하고자 한다.

특별세션 - KMTNet

[구 KMT-01] The Status and Plan of KMTNet Operation

Chung-Uk Lee, Seung-Lee Kim, Dong-Joo Lee, Sang-Mok Cha, Yongseok Lee, Dong-Jin Kim, Yunjong Kim, Hong Soo Park, Hyun-Woo Kim, Jin-Sun Lim
Korea Astronomy and Space Science Institute

A total of 10,317 hours of the KMTNet telescope time were allocated for the predefined science programs, and 7,765 hours have been used for science exposures in Chile, Australia and South Africa last year. The success rate of science observation has increased from 70.7% to 75.3%, and the system operation rate has also increased from 97.6% to 99.6%. There were many improvements in mechanical parts of the dome structure and telescope system, and newly installed filter driers of the CCD camera increased the stability of the system by preventing contamination of oil in the gas line in advance. In order to prepare for the time domain astronomy and multi messenger astronomy era, a pilot program was designed and is now being tested. It targets for fast follow-up observations of optical transient events, however it runs during twilight times only so it

does not interrupt any granted science program. A total of 32 SCI papers were published using the system in 2018 and it is a good indication of the high science performance of KMTNet. The selection process of the next observation programs starting from October 2020 and its timeline will be discussed in this meeting.

[구 KMT-02] The progress of KMTNet microlensing

Sun-Ju Chung^{1,2}, Andrew Gould^{3,4}, Youn Kil Jung¹, Kyu-Ha Hwang¹, Yoon-Hyun Ryu¹, In-Gu Shin¹, Jennifer C. Yee⁵, Wei Zhu⁶, Hyun-Woo Kim¹

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea,* ²*Korea University of Science and Technology, Korea,* ³*Department of Astronomy, Ohio State University, USA,* ⁴*Max-Planck-Institute for Astronomy, Germany,* ⁵*Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, USA,* ⁶*Canadian Institute for Theoretical Astrophysics, University of Toronto, Toronto, ON M5S 3H8, Canada*

We report the status of KMTNet (Korea Microlensing Telescope Network) microlensing. From KMTNet event-finder, we are annually detecting over 2500 microlensing events. In 2018, we have carried out a real-time alert for only the Northern bulge fields. It was very helpful to select Spitzer targets. Thanks to the real-time alert, KMT-only events for which OGLE and MOA could not detect have been largely increased. The KMTNet event-finder and alert-finder algorithms are being upgraded every year. From these, we found 18 exoplanets and various interesting events, such as an exomoon-candidate, a free-floating candidate, and brown dwarfs, which are very difficult to be detected by other techniques including radial velocity and transit. In 2019, the KMTNet alert will be available in real-time for all bulge fields. As before, we will continue to collaborate with Spitzer team to measure the microlens parallaxes, which are required for estimating physical parameters of the lens. Thus, the KMTNet alert will be helpful to select Spitzer targets again. Also we plan to do follow-up observations for high-magnification events to study the planet multiplicity function. The KMTNet alert will play an important role to do follow-up observations for high-magnification events. Also, we will search for free-floating planets with short timescale (< 3 days) to study the planet frequency in our Galaxy.

[구 KMT-03] Status Report of the KMTNet Supernova Program

Hong Soo Park¹, Dae-Sik Moon², Sang Chul Kim^{1,3}, and Youngdae Lee¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), ²Department of Astronomy, University of Toronto, Toronto, ON M5S 3H4, Canada, ³Korea University of Science & Technology (UST)

The key science goal of the KMTNet Supernova Program (KSP) is to detect and study the early explosions of supernovae using one fifth of the KMTNet time. The *BVI*-band observations of the nearby target fields mostly closer than 30 Mpc distance and the follow-up spectroscopy provide valuable information on the early phase of the supernovae. These data can also be used for the studies of optical transients such as novae, dwarf novae, variable stars, and active galactic nuclei. Stacked images of several hundred images obtained from the time domain observations can be used for the search of low surface brightness galaxies reaching 28 mag arcsec⁻². Results and status of the KSP including ≥ 20 infant supernovae and ≥ 100 faint dwarf galaxies will be presented in this talk.

[ㄱ KMT-04] Thirty-Minute ToO (TMT) with KMTNet

Jae-Woo Kim¹, Min-Su Shin¹, Seo-Won Chang², Chang Hee Ree¹, Seung-Lee Kim¹, Chung-Uk Lee¹

¹ Korea Astronomy and Space Science Institute

² Australian National University

Current large observational projects perform both static and dynamic sky surveys. The Thirty-Minute Target of Opportunity (TMT) is the project focusing on the dynamic sky survey using Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) that is the best observing system to investigate the dynamic sky. TMT aims to perform and experiment on following components : 1) to select transient or variable sources having hour to day scale cadences for future science cases, 2) to optimize the observation strategy for these objects, 3) to provide automated photometric pipelines for the time series data, and 4) to test the data release environment for all astronomers. In the near future, it is expected that a huge number of events will be alerted through large area surveys such as LSST. Therefore, the TMT project will provide opportunities to prepare the future large survey era as well as to understand the nature of interesting astronomical events.

[ㄱ KMT-05] Properties of High-Redshift Dust-Obscured Galaxies Revealed in the ADF-S

Seongjae Kim^{1,2}, Woong-Seob Jeong^{1,2}, Daeseong Park¹, Minjin Kim³, Hoseong Hwang¹, Sung-Joon Park¹, Kyeongyeon Ko^{1,2}, Hyun Jong Seo¹, the ADF-S Team^{1,2,3,4,5}

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea, ²University of Science and Technology, Korea, ³Kyungpook National University, Korea, ⁴ISAS/JAXA, Japan, ⁵RAL, UK

The ADF-S (AKARI Deep Field - South) toward South Ecliptic Pole is one of the deep survey fields designed for the study of Extragalactic Background Light (EBL). The deep extragalactic survey was initiated by AKARI far-infrared deep observations. Other space missions (e.g., Euclid, NISS, SPHEREx) will perform the deep observations in the ADF-S. Based upon the recent optical survey with KMTNet, we can identify the optical counterparts for dusty star-forming galaxies such as ULIRG, DOG, SMG. Among them, the Dust-Obscured Galaxies (hereafter DOGs with $f(24\mu\text{m})/f(R) > 1,000$) in the heavily obscured system are expected to play an important role in the formation of most massive galaxies. We have newly discovered ~ 100 DOGs in ~ 12 sq. deg. of the ADF-S from our optical survey with KMTNet. We also confirmed that some of DOGs host the most luminous AGN for their black hole masses through the near-infrared spectroscopic follow-ups. Here, we report the properties of high-*z* hyperluminous DOGs in the ADF-S.

[ㄱ KMT-06] Searching for Electromagnetic Counterpart of Gravitational Wave Source with KMTNet

Joonho Kim¹, Myungshin Im¹, Chung-Uk Lee², and Seung-Lee Kim²

¹Center for the Exploration of the Origin of the Universe (CEO), Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea, ²Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Korea.

After first identification of electromagnetic counterpart of gravitational wave source (GW170817), era of multi-messenger astronomy has begun. For specifying coordinate, magnitude, and host galaxy information, optical follow-up observation of GW source becomes important. With following engineering run and O3 run of LIGO and VIRGO starting in March 2019, we present searching strategy for optical counterpart of GW source using KMTNet. 24 hours monitoring system and large field of view (4 square-degree) of KMTNet are advantage to discover a transient like GW event. By performing tiling observation of high

probability area in GW localization map, we expect to observe early light-curve of GW optical counterpart. After identification, follow-up observation with various KMTNet bands and other telescopes like Gemini and UKIRT will also be performed. We will study collision mechanism, progenitor, and characteristics of host galaxy using observation data of GW source.

KMTNet / 행성과 학

[구 KP-01] Survey of Solar System Objects using KMTNet

Hongu Yang¹, Masateru Ishiguro², Hee-Jae Lee^{1,3}, Youngmin JeongAhn¹, Hong-Kyu Moon¹ and Young-Jun Choi¹

¹Korea Astronomy & Space Science Institute ,

²Seoul National University, ³Chungbuk National University

Solar system small bodies are unusual objects in astronomical survey data in that they are moving on the celestial sphere. In addition, even in a normal status, their magnitudes are changing over time, firstly because their relative positions with respect to the Sun and Earth are continually changing, secondly because they are rotating bodies with non-spherical shapes. Furthermore, some of them might exhibit unexpected activities, which could be caused by mass ejection or disintegration. Detections and observations of such activities are challenging due to their abrupt nature. Therefore, continuous monitoring observations of large number of Solar system small bodies are required to systematically obtain detailed/transient information about them. Since 2018/2019 winter, we have launched a new project using Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) for detecting such transient phenomena of Solar system objects. Our main goal is to monitor the magnitudes and detect sudden brightness changes. We also plan to discover interesting new objects, and monitor rotational brightness oscillations of asteroids. We intend to monitor the magnitudes of $\sim 20,000$ known Solar system small bodies per night, and acquire lightcurves of $\sim 1,000$ asteroids.

[구 KP-02] Ecliptic Survey for Unknown Asteroids with DEEP-South

Mingyeong Lee^{1,2}, Youngmin JeongAhn², Hongu Yang², Hong-Kyu Moon², Young-Jun Choi^{1,2}

¹University of Science and Technology, Korea,

²Korea Astronomy and Space Science Institute

Eight hundred thousand asteroids in the solar system have been identified so far under extensive sky surveys. Kilometer to sub-km sized asteroids, however, are still waiting for discovery, and their size and orbital distribution will provide a better understanding of the collisional and dynamical evolution of the solar system.

In order to study the number of asteroids which is detectable with 1.6 m telescope and their orbital distribution, we conducted a small observation campaign as a part of Deep Ecliptic Patrol of the Southern Sky (DEEP-South) project, which is an asteroid survey in the southern hemisphere with Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet). We observed the ecliptic plane near opposition ($2^\circ \times 2^\circ$ field of view centering on $\alpha=22^h40^m31^s$, $\delta=-08^\circ22'58''$) in August 2018, and identified 464 moving objects by visual inspection.

As a result, 266 of 464 moving objects turn out to be previously unknown asteroids, and their signal to noise ratio is below two on numerous occasions. Most of the newly detected objects are main belt asteroids (MBAs), while three Hildas, one Jupiter trojan, and two Hungarias are also identified. In this meeting, we report the differences in the orbital distributions between the previously known asteroids and newly discovered ones using statistical methods. We also talk about the observational bias of this survey and suggest future works.

[구 KP-03] A Recent Dust Ejection from an Inner Mainbelt Asteroid

Masateru Ishiguro¹, Youngmin JeongAhn², Hee-Jae Lee^{2, 3}, Jooyeon Geem¹, Yuna G. Kwon¹, Jinguk Seo¹, Myungshin Im¹, Myung Gyoon Lee¹, Jeonghyun Pyo², Young-Jun Choi², Hongu Yang², Tomohiko Sekiguchi⁴, Akiko M. Nakamura⁵, Sunao Hasegawa⁶, Katsuhito Ohtsuka⁷, and Hong-Kyu Moon²

¹Seoul National University, ²Korea Astronomy and Space Science Institute, ³Chungbuk National University, ⁴Hokkaido University of Education, ⁵Kobe University, ⁶ISAS/JAXA, ⁷Tokyo Meteor Network

Active asteroids are celestial bodies that distinctively have asteroid-like orbital elements but show comet-like activity. They exhibit the activities due to the sublimation of volatile ices, impacts with small objects or break-up by rapid rotations. As of 2019 February, 30 active asteroids are detected in the outer main belt (i.e., the semimajor axes $a > 2.5$ au) while only 3 of them in the inner main belt ($a < 2.5$ au), suggesting that sublimation of remaining icy volatiles can be one of the most

fundamental mechanisms for the activities.

A sudden activity of (6478) Gault was reported in early 2019. The asteroid was discovered in 1988 and has exhibited its inactive appearance until the end of last year. Soon after the report, we have conducted imaging observations using the Seoul National University Observatory 1.0-m telescope and the Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) to monitor the activity. The observed images showed a primary dust tail that consists of dust grains ejected early November in 2018. Later, another tail developed, indicating further dust ejection occurred around late December 2018. Our model simulation to reproduce the morphology of the dust cloud suggests that the slightly-curved primary dust tail results from a continuous dust ejection over weeks. The total mass of ejecta was estimated to XX kg (XX% of the asteroid mass). Such continuous dust ejection for the inner active asteroids was unexpected because ice might have already sublimated from subsurfaces of inner main belt. Based on our observational evidence, we will discuss how inner asteroids are activated and eject dust continuously.

[구 KP-04] Thermal Radiation Pressure Force on Atmosphereless Bodies

Yoonsoo P. Bach¹, Masateru Ishiguro¹

¹*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Gwanak-ro 1, Gwanak-gu, Seoul 08826, South Korea.*

Thermal fracture and cracking near the perihelion are found to be a possible mechanism to produce the dust trail of the near-Earth asteroid, (3200) Phaethon (Jewitt and Li, 2013, ApJ 771, L36). It is, however, not well understood how the debris particles were escalated from the regolith against the asteroid's gravity. Thus, the scenario that these debris particles are responsible for the detected activities (Li and Jewitt, 2013, ApJ, 145, 154), is not complete yet. Here, we hypothesize that the thermal radiation pressure around the perihelion passage would exert substantial force outwards from the regolith on dust grains, and they can be lifted up and contributes the dust tail formation with further help of solar radiation pressure. Our modeling indicates that particles with sizes of roughly ~1-10 micron can be ejected from Phaethon by the mechanism, while a detailed model of gravitational field is required for accurate estimation of the particle size range. Our idea is not necessarily limited to Phaethon case, but is applicable to any atmosphereless bodies.

[구 KP-05] Polarimetry of solar system small bodies using the Seoul National University

61cm telescope and TRIPOL

Sunho Jin¹, Masateru Ishiguro¹, Yuna Grace Kwon¹, Jooyeon Geem¹, Yoonsoo P. Bach¹, Jinguik Seo¹, Hiroshi Sasago², and Shuji Sato³

¹*Seoul National University*

²*Sasago Co.,Ltd*

³*Nagoya University...*

It is known that lights scattered by comets and asteroids are partially polarized. From polarimetric observations of those objects, we can investigate physical properties, such as albedos, sizes of cometary dust particles and regolith of asteroids. Since the polarization degrees of those objects highly depend on their phase angles (Sun-object-observer's angles), long-term monitoring observations are required. Moreover, comets show unforeseeable activations (i.e., outbursts) which need follow-up observations to understand the mechanism. In order to realize such monitoring and transient observations, we installed the Triple-Range Imager and POLarimeter (TRIPOL) on the 61cm telescope of Seoul National University (Hereafter, SNU) Gwanak campus. With this combination, we can obtain g', r', i' bands photopolarimetric images simultaneously with 8.0'×8.0' field of view and pixel resolution of 0.94" pixel⁻¹.

Here, we make a presentation regarding the photometric and polarimetric performances of TRIPOL on the SNU 61cm telescope. In addition, we introduce initial polarimetric results of asteroid and comets with the instruments. First, we determine the limiting magnitudes (defined as magnitudes for S/N=5) of 15.17±0.06 (g'-band), 15.68±0.01 (r'-band), 16.24±0.03 (i'-band), respectively, with total 240-seconds exposure (four 60-seconds exposure images, each was taken at different rotation angle for the half-wave plate). Second, we found that the instrumental polarization is negligibly small, (-0.32±0.04% in the g', -0.36±0.05% in the r' and -0.21±0.04% in the i'-bands), while the polarization efficiencies are large enough to maximize the performance (i.e., 97.52±0.03% in the g', 98.83±0.02% in the r' and 99.15±0.02% in the i'-bands). With the instruments, we made observations of three Jupiter-family comets, 21P/Giacobini-Zinner, 38P/Stephan-Oterma, and 46P/Wirtanen and plan to observe one near-Earth asteroid, (433) Eros, on a trial basis. Especially for comets, we discriminate signals from dust and gas to eliminate gas contamination, which are known to change observed degree of linear polarization, using multi-band images. We confirm that the phase angle dependency of these comets are consistent with previous observations, probably because

polarimetric property of Jupiter-family comets are broadly homogeneous unlike asteroids. We will also describe future observation plans using TRIPOL and SNU 61cm telescope.

introduce our polarimetric observations of ACOs and emphasize that polarimetry is powerful for discriminating the asteroidal and cometary origins.

[구 KP-06] Polarimetry of Three Asteroids in Comet-Like Orbits (ACOs)

Jooyeon Geem¹, Masateru Ishiguro¹, Yoonsoo P. Bach¹, Daisuke Kuroda², Hiroyuki Naito³, Hidekazu Hanayama⁴, Yoonyoung Kim⁵, Yuna G. Kwon¹, Sunho Jin¹, Tomohiko Sekiguchi⁶, Ryo Okazaki⁶, Jeremie J. Vaubaillon⁷, Masataka Imai⁸, Tatsuharu Ono⁶, Yuki Futamuts⁶, Seiko Takagi⁶, Mitsuteru Sato⁶, Kiyoshi Kuramoto⁶, and Makoto Watanabe⁹
¹Seoul National University, ²Okayama Astrophysical Observatory, ³Nayoro Observatory, ⁴Ishigakijima Astronomical Observatory, ⁵Max Planck Institute for Solar System Research, ⁶Hokkaido University, ⁷Observatoire de paris, ⁸National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁹Okayama University

Near-Earth objects consist of a mixture of bodies originated from outer solar system and main asteroidal belt, which are recognized as comets and near-Earth asteroids. In principal, they have orbits distinguishable by their orbital elements. It is, however, that some comets are recognized as asteroids because they could have lost the most of volatile materials in their subsurface layers. Due to their asteroidal appearances, it has been challenging to discriminate such dormant comets from a list of known asteroids. Here we propose to utilize polarimetric technique for finding such dormant comets.

We thus conducted a polarimetric observations of three candidates of dormant comet nuclei, (331471) 1984 QY1, (3552) Don Quixote and (944) Hidalgo, by using the 1.6-m Pirka Telescope at the Nayoro observatory (operated by Hokkaido University, Japan). We selected these asteroids in comet-like orbits (ACOs) based on the orbital elements (i.e., the Tisserand parameter with respect to Jupiter $T_J < 3$). We found that 1984 QY1 has a polarimetric albedo (geometric albedo determined via polarimetry) $p_V = 0.16 \pm 0.06$ while both Don Quixote and Hidalgo have Rc-band polarimetric albedos $p_R < 0.05$. In accordance with the polarimetric result together with a dynamical analysis, we surmised that 1984 QY1 could be an S-type asteroid evolved into the current orbit via 3:1 mean motion resonance with Jupiter. On the contrary, the previous spectroscopic studies indicated that Don Quixote and Hidalgo are classified into D-type taxonomic group, which are typical of comet nuclei. In this presentation, we will

포스터 발표 초록

교육홍보

[포 AE-01] Sunggok Ohseck starlight Village and public activities of Kyungnam amateur astronomers (성곡오색별빛마을과 경남지역 아마추어천문 활동)

Sang Hyun Lee^{1,2}(이상현), So Weol Lee³(이소월)
¹Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원)
²Department of Physics, University of Ulsan (울산대학교 물리학과)
³The Korean Amateur Astronomical Society (한국아마추어천문학회)

성곡오색별빛마을은 경상남도 창원군의 대산, 월곡, 안심, 연당, 연화 다섯 개의 마을 주민들이 만든 천문대시설이다. 창원군 농어촌공사의 권역단위 종합정비사업으로 2013년 시작하여 2017년까지 건립되었다. 현재 성곡오색별빛마을 영농조합법인에서 시설 전반을 운영하고 있는데, 한국아마추어천문학회 경남지부에서 천문 프로그램을 운영하고 있다. 본 발표에서는 성곡오색별빛마을에 대한 소개와 더불어 최근 한국아마추어천문학회 경남지부의 천문지도사 양성프로그램과 정기관측회 및 교육기부를 통한 천체관측 문화 확산 및 경남메시에 마라톤 등에 대한 소개를 하고자 한다.

[포 AE-02] Activity of Young Astronomers Meeting in 2018-19 Season

Sophia Kim(김소피아)¹, Seongjae Kim(김성재)^{2,3}, So-Myoung Park(박소명)⁴, Suhyun Shin(신수현)¹, Miji Jeong(정미지)⁵, Jisu Kang(강지수)¹, Seok-Jun Chang(장석준)⁶
¹Seoul National University (서울대학교), ²Korea University of Science and Technology (한국과학기술연합대학원대학교, UST), ³Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원), ⁴Kyung Hee University (경희대학교), ⁵Chungnam National University (충남대학교), ⁶Sejong University (세종대학교)

지난 2018년 5월, 젊은 천문학자 모임 (Young Astronomers Meeting, YAM)은 봄 정기총회를 가졌고, 2018-19 시즌 임원진으로 회장 세종대학교 장석준, 부회장 서울대학교 김소피아 회원이 선출되었다. 각 운영위원으로는 과학기술연합대학원대학교 김성재, 경희대학교 박소명, 서울대학교 신수현, 충남대학교 정미지 회원이 임명되었다. 이번 시즌에는 기존에 We Love Galaxies와 공동으로 개최해오던 YAM 워크숍을 통합함과 동시에 K-GMT

워크숍에 뒤이어 1박 2일 동안 진행하게 되었다. 특별히 이번 워크숍에서는 암의 의미와 역할에 대해서 심도 깊은 의견을 나누고자 하였으며, 모인 의견과 피드백을 바탕으로 2019년도에 진행할 활동들을 계획해보았다. 또한 본 모임의 온라인 소식지인 <하늘사랑> 제 8호를 3월에 발간하였다. 이번 포스터에서는 2018-19 시즌의 활동 내용을 보고하고 이후의 계획에 대해 논의하고자 한다.

성간물질/별생성/우리는하

[포 IM-01] NIR spectroscopy of three class I young stellar objects using IGRINS

Neha Sharma, Joeng-Eun Lee, Sunkyung Park, Soekho Lee & Sung-Yong Yoon
 School of Space Research, Kyung Hee University, Republic of Korea

We present near-infrared spectroscopic results for three nearby class I sources, IRAS 03445+3242, IRAS 04239+2436 and ESO H α 279a. We detected many molecular and atomic line emissions, e.g., H₂, [Fe II], Hydrogen Bracket series recombination, Ca I, Na I & CO overtone band, from these sources using the high-resolution Immersion GRating INfrared Spectrometer (IGRINS; R~45,000). Previous studies showed that all the three sources possess actively accreting Keplerian disks. We performed spectral analysis to understand the origin of Hydrogen Bracket series recombination lines. We also estimated the accretion properties and mass loss rates of circumstellar disks for all the three sources.

[포 IM-02] Physical Properties of Molecular Clouds in NGC 6822 Hubble V

Hye-In Lee¹, Soojong Pak¹, Heeyoung Oh², Huynh Anh N. Le³, Sungho Lee², Beomdu Lim¹, Ken'ichi Tatematsu⁴, Sangwook Park⁵, Gregory Mace⁶, Daniel T. Jaffe⁶
¹School of Space Research and Institute of Natural Sciences, Kyung Hee University, ²Korea Astronomy and Space Science Institute, ³Department of Astronomy, University of Science and Technology of China, Hefei, ⁴National Astronomical Observatory of Japan, ⁵Physics Department, University of Texas at Arlington, ⁶Department of Astronomy, the University of Texas at Austin

NGC 6822 is a dwarf irregular galaxy whose metal abundance is lower than of the Large Magellanic Cloud. Hubble V is the brightest HII complex where molecular clouds surround the

core cluster of OB stars. Because of its proximity ($d = 500$ kpc), we can resolve the star-forming regions on parsec scales ($1 \text{ arcsec} = 2.4 \text{ pc}$). Using the high-resolution ($R = 45,000$) near-infrared spectrograph, IGRINS, we observed molecular hydrogen emission lines from photo-dissociation regions (PDRs) and Br γ emission line from ionized regions. In this presentation, we compare our data PDR models in order to derive the density distribution of the molecular clouds on parsec scales and to estimate the total mass of the clouds.

[포 IM-03] Radiative Transfer Modeling of EC 53: An Episodically Accreting Class I Young Stellar Object

Giseon Baek¹, Benjamin A. MacFarlane², Jeong-Eun Lee¹, Dimitris Stamatellos², Gregory Herczeg³, Doug Johnstone⁴, Huei-Ru Vivien Chen⁵, Sung-Ju Kang⁶

¹*School of Space Research and Institute of Natural Sciences, Kyung Hee University, 1732*

Deogyong-daero, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do 446-701, Korea

²*Jeremiah Horrocks Institute for Mathematics, Physics and Astronomy, University of Central Lancashire, Preston, PR1 2HE, UK*

³*Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University, Yiheyuan*

⁴*NRC Herzberg Astronomy and Astrophysics, 5071 West Saanich Rd, Victoria, BC, V9E 2E7, Canada*

⁵*Department of Physics and Institute of Astronomy, National Tsing Hua University, Taiwan*

⁶*Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Republic of Korea*

We present 2-dimensional continuum radiative transfer modeling for EC53. EC 53 is a Class I YSO, which was brightened at $850 \mu\text{m}$ by a factor of 1.5. This luminosity variation was revealed by the JCMT Transient Survey. The increase in brightness is likely related to the enhanced accretion. We aim to investigate how much increase of protostellar luminosity causes the observed brightness increase at $850 \mu\text{m}$. Thus we modeled the SED of EC 53 both in the quiescence and (small scale) outburst phases, with and without the external heating from the interstellar radiation field (ISRF). We found that the internal protostellar luminosity should increase more to fit the observed flux enhancement if the ISRF is considered in the model.

[포 IM-04] Results of KVN and ALMA observations toward WX Psc

Youngjoo Yun¹, Se-Hyung Cho¹, Dong-Hwan Yoon^{1,2}, Haneul Yang^{1,2}

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

²*Seoul National University*

We present the results of KVN and ALMA observations toward WX Psc (IRC+10011) which is a long-period variable OH/IR star. The SiO masers of $v=1$ and $v=2$, $J=5-4$, and the SiO thermal emission of $v=0$, $J=5-4$ were observed together with H₂O $v_2=1$ (232.6 GHz) and continuum emission at ALMA Band 6 in October 2017 (Cycle 5). This observation aims to investigate the physical association between the inner and outer parts of the circumstellar envelope (CSE) swept by the stellar winds, which is very crucial to understand the asymmetric outward motions developed during the evolutionary phases from the asymptotic giant branch (AGB) stars to the planetary nebulae (PNe). The strong SiO maser features and thermal emissions are detected together with the continuum emission in ALMA observation, which imply the elongated morphology of the CSE of WX Psc. While the spatial resolution of about 20 mas in ALMA observation cannot clearly resolve the detailed characteristics of the inner part of the CSE, the Korean VLBI Network (KVN) observations show the spatial distributions of the $v=1$ $J=1-0$, $J=2-1$, $J=3-2$ SiO masers emitted from the inner regions of CSE, which are the complementary to the ALMA results. Therefore, we expect these results reveal how the bipolar features of the 22 GHz H₂O maser are connected to the innermost region of CSE through the dust condensation region, which is closely related to the enormous mass ejection of the evolved stars.

[포 IM-05] A disk around a massive young stellar object (MYSO) revealed by the high resolution NIR spectroscopy

In Kang, Jeong-Eun Lee, NehaSharma, Sun kyung Park, Sung-Yong Yoon
School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

Massive stars play an important role in terms of their feedback, but their formation process is poorly understood. Direct observational evidence for the formation of massive stars through accretion disks is rare. Hence the detection of disks in massive young stellar objects (MYSOs), if any, could be important to constrain the formation process of massive stars. The inner gaseous disk can be observed by the high-resolution near-infrared spectroscopy. We observed a MYSO, Min 2-62, using IGRINS and detected a double peak feature, which could be an evidence of a rotating disk, in the Bracket and Pfund series lines. We report the preliminary observational results of Min 2-62 with IGRINS.

[포 IM-06] 2 - 5 μm Spectroscopy of Red

Point Sources in the Galactic Center

DaJeong Jang¹, Deokkeun An¹, Kris Sellgren²,
Solange V. Ramirez³

¹*Ewha Womans University*, ²*Ohio State University*,

³*Carnegie Observatories*

We present preliminary results of our long-term (2009-2017) observing campaign using the NASA IRTF at Mauna Kea, to obtain 2 - 5 μm spectroscopy of ~ 200 red point sources in the line of sight to the Galactic center. Point sources in our sample were selected from the mid-infrared images of the Spitzer Space telescope, and include candidate massive young stellar objects, which have previously been identified from our Spitzer/IRS spectroscopy. We show high foreground extinction of these sources from deep 3.1 μm H₂O ice and aliphatic hydrocarbon absorption features, suggesting that they are likely located in the central 300 pc region of the Galactic center. While many sources reveal photospheric 2.3 μm gas CO absorption, few of them clearly indicate 3.54 μm CH₃OH ice absorption, possibly indicating a large dust column density intrinsic to a massive young stellar object.

[포 IM-07] High-Resolution Spectroscopy of Hydrogen Emission Lines around a Herbig star, MWC 1080 with IGRINS

Il-Joong Kim¹, Heeyoung Oh¹, Woong-Seob Jeong¹,
Jae-Joon Lee¹

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute*

Using IPHAS H α data, we found bright H α regions inside the elongated ¹³CO cavity around a Herbig star, MWC 1080. To investigate the ionized hydrogen regions and the molecular cavity, we perform near-IR high-resolution spectroscopic of hydrogen Brackett lines and molecular hydrogen lines by Immersion GRating INfrared Spectrograph (IGRINS) observations. We detected broad Brackett line series and sharp molecular lines with various velocity components. We present three ionized hydrogen regions (near MWC 1080A, MWC 1080E, and CO boundary) with different line widths, central radial velocities, and line ratios. We also show two spatially-separate Br γ $\lambda 2.1662 \mu\text{m}$ peaks near MWC 1080A. To reveal a 3D structure of the cavity around MWC 1080, we try to use the detected sharp molecular lines.

[포 IM-08] Early Chemical Evolution of the Milky Way Revealed by Ultra Metal-Poor ([Fe/H] < -4.0) Stars

Miji Jeong¹ and Young Sun Lee²

¹*Department of Astronomy, Space Science, and Geology, Chungnam National University, Daejeon 34134, South Korea*

²*Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, South Korea*

Chemical abundance ratios of ultra metal-poor (UMP; [Fe/H] < -4.0) stars can provide important constraints on the early chemical enrichment of the Milky Way (MW), associated with the nucleosynthesis processes that occurred during the evolution of their progenitors, which are presumably the first generation of stars. Despite their importance, only about thirty UMP stars have been discovered thus far. In an effort to identify such stars additionally, we selected UMP candidates from low-resolution ($R \sim 2000$) spectra from the Sloan Digital Sky Survey and Large Sky Area Multi-Object Fibre Spectroscopic Telescope (LAMOST), and obtained with Gemini/GRACES high-resolution ($R \sim 40,000$) spectra of 15 UMP candidates. In this study, we present the results of the chemical abundance analysis of the UMP candidates. Furthermore, we compare the abundance patterns of our UMP stars with those of various metal-poor stars from literature to understand the early chemical evolution of the MW.

[포 IM-09] Characteristic Mass Function of First Generation of Stars Investigated by Extremely Metal-Poor ([Fe/H] < -3.0) Stars

Sehwan Cheon, Young Sun Lee
Chungnam National University

Even though the initial mass function (IMF) of the first generation of stars played important roles in reionization of the universe, subsequent star formation, and chemical enrichment of the universe, it is still very uncertain. In this study, among the several indirect ways of estimating the IMF of the population III (Pop III) stars, we make use of extremely metal-poor (EMP; [Fe/H] < -3.0) stars in the Milky Way, in order to infer the characteristic mass range of Pop III stars. As the progenitors of many of the EMP stars are known to be Pop III stars, we attempt to construct the characteristic mass range of the progenitors (e.g., Pop III stars) of the EMP stars by comparing their observed abundance pattern of various chemical elements with chemical yields from supernova models.

[포 IM-10] Impact of Interstellar Na on the

Estimation of Na Abundance from Low-resolution Stellar Spectra.

Hyejin Park, Young Sun Lee
Chungnam National University

It is inferred that many stars in the Galactic halo or bulge were once members of globular clusters (GCs), which are now dissolved. To distinguish the GC-originated stars, which can provide valuable information on the origin of the bulge and halo, from the in situ field stars, the Na abundance plays an important role. However, the interstellar Na in certain directions can unnecessarily enhance the estimate of the Na abundance from stellar spectra due to blended Na D lines unless the spectral resolution is very high, which allows to resolve the lines from the interstellar Na. In this study, we present a means of correcting the Na abundance affected by the interstellar Na in the low-resolution of the Sloan Digital Sky Survey stellar spectra.

[포 IM-11] ALMA Observations of a Massive-star-forming Infrared Dark Cloud Core MSXDC G053.11+00.05 MM1

Hyun-Jeong Kim¹, Bon-Chul Koo¹, Kee-Tae Kim², Chang-Hee Kim²
¹Seoul National University, ²Korea Astronomy and Space Science Institute

We present the ALMA observations of the infrared dark cloud (IRDC) core MSXDC G053.11+00.05 MM1 at the distance of 1.7 kpc. While the core was first identified at 1.2 mm with a mass of 124 Msun, recent near- and mid-infrared observations have revealed a parsec-scale molecular hydrogen (H₂ 1-0 S(1) at 2.12 micron) outflow and two early class young stellar objects (YSOs) at the center of the core, one of which is likely massive ($M > 8$ Msun). From the ALMA Band 7 observations with a resolution of 0.5", we have found a dust filament of < 0.1 pc in which five dense cores are embedded in the 870 micron continuum. The brightest core is consistent with one of the two previously-detected YSOs, but the other four are newly discovered implying their very deeply embedded status. We have also detected several molecular line emission including H₁₃CO⁺ and C₁₇O as well as ¹³CO outflow with complicated morphology. At the brightest core, the methanol line (CH₃OH) shows velocity gradients, which may support the existence of a circumstellar disk around a high-mass protostar. Based on the derived properties of the dense cores, we discuss their association with the two YSOs and H₂ outflow detected in infrared and high-mass star-formation

process occurring in IRDC cores.

[포 IM-12] TRAO Survey of Nearby Filamentary Molecular Clouds, the Universal Nursery of Stars (TRAO FUNS). III. Dynamics of filaments in different star forming environments

Eun Jung Chung¹, Shinyoung Kim^{1,2}, Hyunju Yoo¹, and Chang Won Lee^{1,2}
¹Korea Astronomy and Space Science Institute, ²University of Science and Technology

Recent high resolution IR observations reveal that molecular clouds are filamentary and such a structure is ubiquitous over various star-forming environments, and it is clear that filaments play a crucial role in the formation of cores and stars. However, the formation process of dense cores in the filaments are still unknown. To investigate this issue in detail, we have carried out TRAO FUNS (TRAO survey of nearby Filamentary molecular clouds, the Universal Nursery of Stars) toward various star forming filamentary molecular clouds.

In this presentation, we will report the first look results of filaments and dense cores in MCLD 123.5+24.9 and IC 5146, which are known as a quiescent, non-star-forming region and an active, high-mass star forming region, respectively. By comparing the kinematic properties of filaments and dense cores in different star forming environments, we verified the formation scenario of filaments and dense core, i.e., gravoturbulent fragmentation via supersonic motions.

[포 IM-13] JCMT-CHIMPS2 Survey

Kee-Tae Kim¹, Toby Moore², Tetsuhiro Minamidani³, Oscar Morata⁴, Erik Rosolowski⁴, Yang Su⁵, David Eden², and the CHIMPS2 Team
¹KASI, ²Liverpool John Moores University, UK, ³NAOJ, Japan, ⁴ASIAA, Taiwan, ⁵University of Alberta, Canada, ⁶Purple Mountain Observatory, China

The CHIMPS2 survey is to extend the JCMT HARP ¹³CO/¹⁸O J=3-2 Inner Milky-Way Plane Survey (CHIMPS) and the ¹²CO J=3-2 survey (COHRS) into the inner Galactic Plane, the Central Molecular Zone (CMZ), and a section of the Outer Plane. When combined with the complementary ¹²CO/¹³CO/¹⁸O J=1-0 survey at the Nobeyama 45m (FUGIN) at matching 15" resolution and sensitivity, and other current CO surveys, the results will provide a complete set of transition data with which to calculate accurate column densities, gas temperatures and turbulent Mach numbers. These will be used to: analyze molecular cloud properties

across a range of Galactic environments; map the star-formation efficiency (SFE) and dense-gas mass fraction (DGMF) in molecular gas as a function of position in the Galaxy and its relation to the nature of the turbulence within molecular clouds; determine Galactic structure as traced by molecular gas and star formation; constrain cloud-formation models; study the relationship of filaments to star formation; test current models of the gas kinematics and stability in the Galactic center region and the flow of gas from the disc. It will also provide an invaluable legacy data set for JCMT that will not be superseded for several decades. In this poster, we will present the current status of the CHIMPS2.

[포 IM-14] Investigation of the apparent α -bimodality among the galactic bulge stars from the APOGEE database

Seunghyeon Park, Seungsoo Hong, Sohee Jang and Young-Wook Lee
Center for Galaxy Evolution Research & Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul 03722, Republic of Korea

Recent investigation of the APOGEE bulge stars by Zasowski et al. (2018) shows a fraction of stars enhanced in O, Ca, and Mg abundances. It is not clear, however, that this apparent α -bimodality is reflecting a real feature or an artifact from spectral fitting. We will report our progress in understanding the nature and reality of this phenomenon. We will also discuss the spread in Na abundance among the inner bulge stars with respect to that observed among disk sample.

[포 IM-15] Effects of radiation-modulated cooling on the momentum transfer from stellar feedback

Chongsam Na and Taysun Kimm
Department of Astronomy, Yonsei University

Strong radiation fields can change the ionization state of metals and hence cooling rates. In order to understand their effects on the momentum transfer from radiation and supernova feedback, we perform a suite of radiation-hydrodynamic simulations with radiation-modulated metal cooling. For this purpose, we pre-tabulate the metal cooling rates for a variety of spectral shapes and flux levels with the spectral synthesis code, Cloudy, and accurately determine the rates based on the local radiation field strength. We find that the inclusion of the radiation-modulated metal cooling decreases the total radial momentum

produced by photo-ionization heating by a factor of ~ 3 due to enhanced cooling at temperature $T \sim 10^3$ – 4 K. The amount of momentum transferred from the subsequent SN explosions, however, turns out to be little affected by radiation, as the main cooling agents at $T \sim 10^5$ – 6 K are only destroyed by soft X-ray radiation which is generally weak. We further discuss the total momentum budget in various conditions.

[포 IM-16] Dense Core Formation in Filamentary Clouds: Accretion toward Dense Cores from Filamentary Clouds and Gravitational Infall in the Cores

Shinyoung Kim,^{1,2} Chang Won Lee,^{1,2} Philip C. Myers,³ Paola Caselli,⁴ Mi-Ryang Kim,¹ and Eun Jung Chung¹

¹*Korea Astronomy and Space science Institute,*

²*University of Science and Technology,*

³*Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics,*

United States, ⁴Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik (Center for Astrochemical Studies), Germany

Understanding how the filamentary structure affects the formation of the prestellar cores and stars is a key issue to challenge. We use the Heterodyne Array Receiver Program (HARP) of the James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) to obtain molecular line mapping data for two prestellar cores in different environment, L1544 in filamentary cloud and L694-2 in a small cloud isolated. Observing lines are ^{13}CO and C^{18}O (3-2) line to find possible flow motions along the filament, ^{12}CO (3-2) to search for any radial accretion (or infalling motions) toward the cores of gas material from their surrounding regions, and HCO^+ (4-3) lines to find at which density and which region in the core gases start to be in gravitational collapse. In the 1st moment maps of ^{13}CO and C^{18}O , velocity gradient patterns implying the flow of material were found at the cores and its surrounding filamentary clouds. The infall asymmetry patterns of HCO^+ and ^{13}CO line profiles were detected to be good enough to analyze the infalling motions toward the cores. We will report further analysis results on core formation in the filamentary cloud at this meeting.

[포 IM-17] Discovery of a New Mechanism to Release Complex Molecules from Icy Grain Mantles around Young Stellar Objects

Thiem Hoang^{1,2}, Le Ngoc Tram³

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

²*University of Science and Technology, Korea,*

³NASA Ames Center, USA

Complex organic molecules (COMs) are increasingly observed in the environs of young stellar objects (YSOs), including hot cores/corinos around high-mass/low-mass protostars and protoplanetary disks. It is widely believed that COMs are first formed in the ice mantle of dust grains and subsequently released to the gas by thermal sublimation at high temperatures ($T > 100$ K) in strong stellar radiation fields. In this paper, we report a new mechanism that can desorb COMs from icy grain mantles at low temperatures ($T < 100$ K), which is termed rotational desorption. The rotational desorption process of COMs comprises two stages: (1) ice mantles on suprathermally rotating grains spun-up by radiative torques (RATs) are first disrupted into small fragments by centrifugal stress, and (2) COMs and water ice then evaporate rapidly from the tiny fragments (i.e., radius $a < 1$ nm) due to thermal spikes or enhanced thermal sublimation due to increased grain temperature for larger fragments ($a > 1$ nm). We discuss the implications of rotational desorption for releasing COMs and water ice in the inner region of protostellar envelopes (hot cores and corinos), photodissociation regions, and protoplanetary disks (PPDs). In shocked regions of stellar outflows, we find that nanoparticles can be spun-up to suprathermal rotation due to supersonic drift of neutral gas, such that centrifugal force can be sufficient to directly eject some molecules from the grain surface, provided that nanoparticles are made of strong material. Finally, we find that large aggregates ($a \sim 1$ –100 micron) exposed to strong stellar radiations can be disrupted into individual icy grains via RAdiative Torque Disruption (RATD) mechanism, which is followed by rotational desorption of ice mantles and evaporation of COMs. In the RATD picture, we expect some correlation between the enhancement of COMs and the depletion of large dust grains in not very dense regions of YSOs.

[포 IM-18] High-Resolution Observations of the Molecular Clouds Associated with the Huge H II Region CTB 102 (거대 수소 이온화 영역 CTB 102와 연관된 분자운의 고분해능 관측)

Sung-Ju Kang¹, Brandon Marshall², C.R. Kerton², Youngsik Kim³, Minhoo Choi¹, Miju Kang¹

¹Korea Astronomy and Space science Institute (한국천문연구원),

²Iowa State University (아이오와주립대학)

³Daejeon Civil Observartory (대전시립천문대)

We report the first high-resolution

(sub-arcminute) large-scale mapping ^{12}CO and ^{13}CO observations of the molecular clouds associated with the giant outer Galaxy H II region CTB 102 (KR 1). These observations were made using a newly commissioned receiver on the 13.7-m radio telescope at the Taeduk Radio astronomy Observatory (TRAO). Our observations show that the molecular clouds have a spatial extent of 60×35 pc and a total mass of $10^{4.8} - 10^{5.0}$ solar mass. Infrared data from WISE and 2MASS were used to identify and classify the YSO population associated with ongoing star formation activity within the molecular clouds. Moving away from the H II region, there is an age/class gradient consistent with sequential star formation. The infrared and molecular line data were combined to estimate the star formation efficiency (SFE) of the entire cloud as well as the SFE for various sub regions of the cloud.

천문우주관측기술

[포 AT-01] Transient Alert Message Processing System for the LSST era

Min-Su Shin

Korea Astronomy and Space Science Institute

We have developed and tested a prototype system to process transient alert messages from the currently working facilities such as Gaia and GCN notices. Our experiments with the prototype focus on developing a platform that can be used in the LSST era with about 10 million alerts per night and helping Korean community members with the automated processing environment to provide auxiliary information for every alert message. The system consists of a message broker implemented by Redis and multiple message subscribers specialized for specific scientific interests. The current implementation of the entire system allows new Korean members to adopt their own processing chains receiving the messages from our local broker. We welcome experimental ideas and opinions from the Korean community about the current message processing system. We plan to test the current system with the ZTF alerts in the near future.

[포 AT-02] Real-Time Reduction Software for Slitless Spectral Image

Tae-Geun Ji¹, Soojong Pak¹, Suhyun Shin², Seoyeon Byeon³, Myungshin Im²

¹School of Space Research, Kyung Hee University,

²*Center for the Exploration of the Origin of the Universe (CEOU), Astronomy Program, Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University,*
³*Dept. of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University*

For slitless spectroscopy, we have installed the Volume Phase Holographic (VPH) gratings in the filter wheel of the SQUEAN on the 2.1m telescope at McDonald Observatory in Texas, United States. This system can effectively take spectra and monitor the variabilities of many sources, such as quasi-stellar objects, supernovae, and active galactic nuclei. On the single image frame, there are many spectra of the point sources. Therefore, a target extraction needs to trace along the tilted dispersion and to minimize the confusions by other sources. We present a real-time reduction software that has the functions with spectra extraction and wavelength calibration.

[포 AT-03] Demonstration of Modeling Process using Giant Magellan Telescope Software Development Kit

Jimin Han¹, Martí Pi², Josema Filgueira², Marianne Cox², Jordi Molgó², Hector Swett², Pierre Kurkdjian², Hye-In Lee¹, Tae-Geun Ji¹, Soojong Pak¹

¹*Kyung Hee University,* ²*Giant Magellan Telescope Organization.*

The Giant Magellan Telescope Organization (GMTO) is developing the GMT Software Development Kit (SDK) for the Observatory Control System (OCS). The SDK models a subsystem of the GMT using a Domain Specific Language (DSL) which can generate a skeleton code and validates the availability of the model automatically. The OCS includes a Device Control System (DCS) and all the devices are connected with the DCS via EtherCAT. The DCS has a component (Hardware Adapter) to communicate with EtherCAT slaves. In this presentation, we demonstrate the modeling process and describe the importance and usage plan of the SDK.

[포 AT-04] Identification of OH emission lines from IGRINS sky spectra and improved sky subtraction method

Jae-Joon Lee(이재준)
 KASI

The hydroxyl radical (OH) sky emission lines arise from the Earth's mesosphere, and they serve as a major source of the sky background in the infrared. With IGRINS, the observed line strength

show non-negligible variation even within a few minutes of time scale, making its subtraction difficult. Toward the aim better sky subtraction in the IGRINS pipeline, we present 1) improved identification of sky lines in H and K band and 2) improved method of subtracting sky background. Using the recent line list of Brooke et al. (2015), we have detected ~500 OH doublets from upper vibrational level between 2 and 9 and maximum upper J level of 25. In particular, we found that a significant fraction of unidentified lines reported by Oliva et al. (2015) are indeed OH lines resulting from transitions between different F levels. With the extended line identification, we present an improved method of sky subtraction. The method, based on the method of Noll et al. (2014), empirically accounts non-LTE level population of OH molecules.

[포 AT-05] Kyung Hee University Automatic Observing Software for 10 cm Telescope (KAOS10)

Changgon Kim¹, Jimin Han¹, Tae-Geun Ji², Hye-In Lee², Soojong Pak², Myungshim Im³

¹*Dept. of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University,* ²*School of Space Research, Kyung Hee University,* ³*Center for the Exploration of the Origin of the Universe (CEOU), Astronomy program, Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University.*

The observation of transient objects such as supernovae or variable stars requires a survey of the wide sky and quickly extracting the results. In accordance with this purpose, we have been developing an automatic observing software, KAOS (Kyung Hee University Automatic Observing Software) as a series. KAOS30 was the first series of KAOS and it was applied to the 30-inch platform at the McDonald Observatory in the United States of America. KAOS76 controls the 76-cm telescope at Kyung Hee Astronomical Observatory. In this poster, we introduce KAOS10 for controlling a portable telescope with a small aperture size attaching a guiding camera as QHY-5L II. Kyung Hee University auto-guiding package which includes the auto-guiding function for small aperture size telescope was also developed. Additionally, the Telescope Control Package(TCP) can communicate with the main server to do astrometry for pointing and identifying targets efficiently. KAOS10 has a universal interface that will be useful for the research of both amateurs and professionals.

천문화학/천문생물학

[포 AA-01] Understanding Correlations among Observed Interstellar Molecules with Numerical Simulations (성간 물질에서 발견되는 분자들 사이의 상관 관계를 이해하기 위한 전산 모사 연구)

Jeongkwan Yoon(윤정관), Kyujin Kwak (곽규진)
Ulsan National Institute of Science and Technology (울산과학기술원)

성간 물질의 분광선 관측을 통해 측정된 분자들의 기동 밀도 사이에 상관 관계가 존재하는 것이 알려져 있다. 가령 같은 시선 방향을 따라 측정된 H₂, CO, CH 분자의 기동 밀도가 서로 선형 상관 관계를 갖고 있음이 최근 밝혀졌다. 이러한 분자들의 상관 관계는 분자 구름의 물리, 화학적 기원 및 성질과 관련이 있을 것으로 추측되지만 아직까지 상관 관계를 설명하기 위한 연구는 활발히 이루어지지 않고 있다. 본 연구에서는 성간 물질 혹은 구름 모형의 전산 모사를 통해 이러한 상관 관계를 재현함으로써 성간 분자 구름의 물리적 특성, 화학적 조성, 그리고 환경 변수들을 영향을 이해하려고 한다. 성간 분자 구름의 화학적 조성이 시간에 따라 변화하는 것을 계산하기 위해 Astrochem을 이용하였다.

외부은하/은하단

[포 GC-01] Escape of LyC and Ly α Photons from Simulated Turbulent Clouds

Taysun Kimm (김태선), Jeremy Blaizot², Thibault Garel², Leo Michel-Dansac², Harley Katz³, Joakim Rosdahl², Anne Verhamme⁴, Martin Haehnelt⁵
¹Yonsei University (연세대학교), ²Lyon, ³Oxford, ⁴Geneva, ⁵Cambridge

Understanding how ionizing radiation propagates from molecular clouds to the intergalactic space is the key to the study of reionization and the emergence of Ly α emission from galaxies. In this contribution, I will present our new efforts to better understand the escape of UV photons from turbulent clouds with different masses, star formation efficiencies, and spectral energy distributions using radiation-hydrodynamic simulations. I will also show predicted Ly α profiles from turbulent clouds and discuss a few interesting differences identified when compared with the properties of the local green pea galaxies.

[포 GC-02] A new KVN key science program: the iMOGABA to the AiMOGABA

Sang-Sung Lee and the iMOGABA team

¹Korea Astronomy and Space Science Institute
²University of Science and Technology

A Korean VLBI Network 1st generation key science program, the Interferometric Monitoring of Gamma-ray Bright AGNs (iMOGABA) program has revealed various natures of gamma-ray flares in active galactic nuclei (AGNs). Here in this presentation, we would like to introduce a new candidate of KVN 2nd generation key science program, so called, the AiMOGABA (Astrometric iMOGABA), aiming at studying a wondering radio core effect of relativistic jets from AGNs with high resolution VLBI astrometric monitoring of high-energy bursting AGNs with KVN as well as a Australian millimeter radio telescope MOPRA. The introduction will include the current scientific highlights of the iMOGABA, and the overview of the AiMOGABA.

[포 GC-03] The medium-band observation of the neutrino source, TXS 0506+056

Sungyong Hwang¹, Myungshin Im¹, Yoonchan Taak¹, Insu Paek¹, Changsu Choi¹, Suhyun Shin¹, Tae-Geun Ji²

¹Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, ²School of Space Research and Institute of Natural Sciences, Kyung Hee University

The TXS0506+056 is a blazar and counterpart of the neutrino event IceCube-170922A. It is the first time that the neutrino event and flaring event in electromagnetic wave (EM) coincided. We observed TXS0506+056 with medium-bands in optical using 0.25m and 2.1m telescope at McDonald observatory about a month after the neutrino event. We tracked the variability of SED of the target for three weeks, and our observation showed no abrupt variability in optical range during this period. We concluded that a month after the neutrino event, the TXS0506+056 became less active and shows no feature of the energetic event. We also concluded that the medium-bands are well suited for tracking SEDs of objects. Our result demonstrates the potential of the wide-field 0.25m telescope (5.5 deg²) for finding transient objects and track the variability of sources like AGNs.

[포 GC-04] Ly α spectrum regulated by the cold interstellar medium surrounding H II regions

Kwang-il Seon^{1,2} (선광일), Jun-Gu Kang³ (강준구)
¹Korea Astronomy & Space Science Institute

(한국천문연구원), ²University of Science & Technology, Korea (과학기술연합대학원대학교),
³Hanyang University (한양대학교)

Studying the amount and kinematics of circum- and intergalactic medium (CGM and IGM) is key to understanding the role of feedback and environment (cold streams and galactic winds) in the evolution of galaxies. In particular, Ly α emission line has been utilized to investigate the density structure and kinematics of the (most abundant) H I gas in the CGM and IGM around galaxies. Therefore, modeling Ly α radiative transfer through multiphase interstellar medium (ISM), CGM and IGM is crucial in understanding the galaxy evolution. As discussed in Kakiichi & Dijkstra (2018), most Ly α RT effects would occur on interstellar scales. This is because the main source of Ly α photons would be H II regions, which are in most cases, if not all, surrounded by “cold” photo-dissociation regions. However, most Ly α RT studies have been performed in the CGM and IGM environments with $T \sim 10,000\text{K}$. In this talk, we present how the Ly α RT effect in the cold ISM with $T \sim 100\text{ K}$ regulates the Ly α spectral properties.

[포 GC-05] Hubble Space Telescope Survey of Host Galaxies of Hard X-ray-Selected AGNs

Hyunmo Hwang¹, Minjin Kim¹, Aaron J. Barth², Luis C. Ho^{3,4}

¹Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungbook National University

²Department of Physics and Astronomy, University of California at Irvine

³Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics

⁴Department of Astronomy, Peking University

We present an ongoing imaging survey of the host galaxies of hard X-ray-selected active galactic nuclei (AGNs) observed with the Hubble Space Telescope (HST). The snapshot images are taken with the Advanced Camera for Surveys through an HST gap-filler program. The sample, selected from the 70-month Swift-BAT X-ray source catalog, represents an unbiased and uniform AGN population, which will enable us to test the AGN unification model and explore the physical connection between host galaxies and central supermassive black holes. We also plan to investigate the AGN triggering mechanism by examining merger signatures and searching for dual nuclei. We present the pipeline for imaging analysis and the current status of the survey.

[포 GC-06] Spectroscopic observation of the massive high- z ($z=1.48$) galaxy cluster SPT-CL J2040-4451 using Gemini Multi-Object Spectrographs

Jinhyub Kim^{1,2}, Myungkook J. Jee^{1,2}, Seojin F. Kim¹, and Jongwan Ko³.

¹Department of Astronomy, Yonsei University,

²Department of Physics, University of California, Davis,

³Korea Astronomy and Space Science Institute

Mass measurement of high-redshift galaxy clusters with high accuracy is important in constraining cosmological parameters. Extremely massive clusters at high redshift may impose a serious tension with the current Λ CDM paradigm. SPT-CL J2040-4451 at $z=1.48$ is considered one such case given its redshift and mass estimate inferred from the SZ data. The system has also been confirmed to be indeed massive from a recent weak-lensing (WL) analysis. Comparison of the WL mass with the spectroscopic result may provide invaluable information on the dynamical stage of the system. However, the existing spectroscopic coverage of the cluster is extremely poor; only 6 blue star-forming galaxies have been found within the virial radius, which results in highly inflated and biased velocity dispersion. In this work, we present a spectroscopic analysis of the member candidates using Gemini Multi-Object Spectrographs (GMOS) observation in Gemini South. The observation was designed to find early-type member galaxies within the virial radius and to obtain reliable velocity dispersion. We explain our selection scheme and preliminary results of the spectra. We also compare the dynamical mass estimate inferred from the velocity dispersion with the WL mass.

[포 GC-07] Star-gas misalignment in Horizon-AGN simulation

Donghyeon J. Khim¹, Sukyoung K. Yi¹

¹Department of Astronomy and Yonsei University Observatory, Yonsei University, Seoul 03722, Republic of Korea

Recent Integral Field Spectroscopy (IFS) studies revealed that not only late type galaxies (LTGs) but also early type galaxies (ETGs) have various kinds of kinematic rotation. (e.g. not clearly detectable rotation, disk-like rotation, kinematically distinct core (Cappellari 06)) Among the various studies about galactic kinematics, one of the most notable anomalies is the star-gas misalignment. The gas

forms stars and stars release gas through mass-loss. In this process, their angular momentum is conserved. Therefore, kinematic decoupling between stars and gas can occur due to external gas inflow or perturbation of components. There are some possible origins of misalignment: cold gas from filaments, hot gas from outer halo, interaction or merging events with galaxies and environmental effects.

Misalignment, the black box from mixture of internal and external gas, can be an important keyword for understanding further about galaxies' kinematics and external processes. Using both SAMI IFS data(Sydney-AAO Multi-object Integral field spectrograph Galaxy Survey, Croom+12) and Horizon-AGN simulation(Dubois+14), we examined misaligned galaxies properties and distribution. Because the simulation has lots of galaxies at various z , we were able to study history of formation, evolution and extinction of misalignment, which was hard to be done with observation only.

[포 GC-08] The Infrared Medium-deep Survey. VII. Optimal selection for faint quasars at $z \sim 5$ and preliminary results

Suhyun Shin^{1,2}, Myungshin Im^{1,2}, Yongjung Kim^{1,2}, Minhee Hyun^{1,2}, and IMS team

¹*Center fore the Exploration of the Origin of the Universe (CEOU)*

²*Astronomy Program, FPRD, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University*

The universe has been ionized in the post-reionization by several photon contributors. The dominant source to produce the hydrogen ionizing photons is not revealed so far. Faint quasars have been expected to generate UV photon budgets required to maintain ionization state of universe. Observational limits, however, hinder to discover them despite their higher number density than bright one. Consequently, the influence of faint quasars on post-reionization are not considered sufficiently. Therefore, a survey to find faint quasars at $z \sim 5$ is crucial to determine the main ionizing source in the post-reionization era. Deep images from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program (HSC SSP) allow us to search for quasar swith low luminosities in the ELAIS-N1 field. J band information are obtained by the Infrared Medium-deep Survey (IMS) and the UKIRT Infrared Deep Sky Survey (UKIDSS) - Deep ExtragalacticSurvey (DXS). Faint quasar candidates were selected from several multi-band color cut criteria based on simulated quasars on color-color diagram. To choose the reliable candidates with possible Lyman break, we have performed

medium-bands observations. Whether a candidate is a quasar or a dwarf star contamination was decided by results from chi-square minimization of quasar/dwarf model fitting. Spectroscopic follow-up observations confirm three quasars at $z \sim 5$. 100% spectral confirmation success rate implies that the medium-band observations effectively select faint quasars with strong Lyman alpha emission.

[포 GC-09] Searching for LSB Dwarf Satellite Galaxies Around Nearby Galaxies in IMSNG Data

Gu Lim^{1,2}, Myungshin Im^{1,2}, Jisu Kim³, Jeong Hwan Lee², Changsu Choi^{1,2}, S. Ehgamberdiev⁴, O. Burkhonov⁴, D.Mirzaqulov⁴, and IMSNG team¹

¹*Center of the Exploration of the Origin of the Universe, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University*

²*Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University*

³*School of Space Research and Institute of Natural Sciences, Kyung Hee University*

⁴*Ulugh Beg Astronomical Institute, Uzbek Academy of Sciences, Uzbekistan*

Low surface brightness (LSB) dwarf galaxies hold a key to resolve the small-scale problems of Lambda Cold Dark Matter (LCDM) paradigm such as missing satellites problem. Many recent studies found LSB dwarf galaxies around massive galaxies beyond Local Group up to 10Mpc. Motivated by this, we can increase the number of them by searching for LSB dwarf galaxies around galaxies up to 40Mpc. We use stacked deep ($\mu_R \sim 26.2$ mag arcsec⁻²) optical B , R -band images taken from Maidanak 1.5m telescope, one of facilities of Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies (IMSNG) which monitored nearby galaxies in a day cadence from 2014 to 2016. Extended LSB sources in ambient regions of 16 nearby galaxies are selected using central surface brightness and total R magnitude criteria. After that, 24 LSB dwarf candidates are selected with visual inspection. To identify if the candidates are satellites or not, we are trying to compare the number density of LSB dwarf candidates around massive galaxies with those in Canada-France-Hawaii-Telescope Legacy Survey (CFHTLS) wide fields which have no dominant massive galaxies for control sample.

[포 GC-11] Examining the star formation properties of Virgo galaxies undergoing ram pressure stripping

Jae Yeon Mun¹, Ho Seong Hwang², Aeree Chung³,

Hyein Yoon³, and Myung Gyoong Lee¹

¹Seoul National University, ²Korea Astronomy and Space Science Institute, ³Yonsei University

Understanding how ram pressure stripping (RPS) affects the star formation activity of cluster galaxies is one of the important issues in astrophysics. To examine whether we can identify any discernible trend in the star formation activity of galaxies undergoing ram pressure stripping, we study the star formation properties of galaxies in the Virgo cluster for which high-resolution HI images are available. We first classify galaxies in the Extended Virgo Cluster Catalog into different stages of RPS based on their HI morphology, HI deficiency, and location in phase space. We then examine various star formation activity indicators of these galaxies, which include starburstiness, $g-r$ color, and WISE [3.4]-[12] color. No noticeable enhancement in star formation was identified for galaxies undergoing early or active stripping. Our results suggest that star formation activity at best seems to be enhanced locally in such galaxies, making it challenging to detect with integrated photometry. With the combination of HI deficiencies and locations in phase space, we were instead able to capture the overall quenching of star formation activity with increasing degree of ram pressure stripping, which agree with previous studies.

[포 GC-12] Identification Of Jet Components Of CTA 102 On Milliarcsecond Scales Using The iMOGABA Program

Sang-Hyun Kim^{1,2}, Sang-Sung Lee^{1,2}, Jeffrey A. Hodgson¹, Jee Won Lee¹, Sincheol Kang^{1,2}, Sung-Min Yoo³

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedok-daero, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Korea

²University of Science and Technology, Korea, 217 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Korea

³Department of Astronomy and Space Sciences, Chungbuk National University, Republic of Korea

CTA 102, one of gamma-ray bright active galactic nuclei (AGN) has been observed with Korean very long baseline interferometry (VLBI) network (KVN) during the period of 2012 December-2018 May as part of interferometric Monitoring Of Gamma-ray Bright AGN (iMOGABA). Multi-frequency VLBI observations enable us to compare the milliarcsecond(mas)-scale iMOGABA images of relativistic jets with those from the Monitoring Of Jets in AGN with Very long baseline array (VLBA) Experiments (MOJAVE) and the VLBA-Boston University(BU)-BLAZAR programs which use VLBA with its angular resolutions of

0.2-1.3 mas. In spite of the relative larger beam sizes of KVN (1-10 mas), we are able to identify jet components of CTA 102 using the KVN multi-frequency VLBI observations with those resolved with VLBA. Considering an instrumental beam blending effect on the jet component identification, we were able to obtain a blending shift of the core position based on a convolution analysis using the VLBA data. When we apply the core position shift to the KVN images of CTA 102, we find that the identified jet components of CTA 102 from the KVN observations are well matched with those from the VLBA observations. Based on the results of the analysis, we may be able to study the jet kinematics and its correlation with gamma-ray flare activity.

[포 GC-13] Metallicity Gradients of CALIFA Shell Galaxies

Hye-Ran Lee (이혜란)^{1,2}, Joon Hyeop Lee (이준협)^{1,2}, Mina Pak (박민아)^{1,2}, Byeong-Gon Park (박병곤)^{1,2}

¹University of Science and Technology, Korea

²Korea Astronomy and Space Science Institute

Shells in early-type galaxies are low surface brightness tidal debris, which are wide concentric arcs of overdense stellar regions with large opening angles. The most widely accepted mechanism today for shell formation is the merger scenario, but the dominant merger type producing shells is not clearly understood yet: major/minor and wet/dry mergers. Since shells are regarded as smoking-gun evidence of merging events, detailed understanding of shell galaxies is very useful to constrain the formation process of early-type galaxies. In this study, we investigate the metallicity gradients of eight early-type shell galaxies using CALIFA IFU data to better understand the nature and origins of galaxy shells. We estimate simple stellar population properties out to three effective radius from the measurement of Lick/IDS absorption line indices. We compare the metallicity gradients of shell galaxies with those of normal early-type galaxies in the same mass range. In this presentation, we discuss how much the gradients of shell galaxies are different from those of normal early-type galaxies and what the existence of galaxy shells implies about galaxy formation.

[포 GC-14] The relationship of dense molecular gas and HI/H₂ gas in a MALATANG galaxy, NGC 6946

Panomporn Poojon¹, Aeree Chung¹, Bumhyun Lee¹, Se-Heon Oh², Qing-Hua Tan³, Yu Gao³, Chandreyee Sengupta³, the MALATANG team⁴

¹*Department of Astronomy, Yonsei University, Republic of Korea,* ²*Korea Astronomy and Space Science Institute, Republic of Korea,* ³*Purple Mountain Observatory & Key Laboratory for Radio Astronomy, Chinese Academy of Sciences, People's Republic of China,* ⁴*East Asian Observatory*

We present the results from our comparisons of HCN and HCO⁺ (J=4-3) with HI and H₂ gas in NGC 6946, a sample from a mapping study of the dense molecular gas in the strongest star-forming galaxies (MALATANG). The MALATANG is one of the JCMT legacy surveys on the nearest 23 IR-brightest galaxies beyond the Local Group, which aims to study the relations of dense molecular gas with more general cool gas such as atomic and molecular hydrogen gas, and star formation properties in active galaxies. In this work, we particularly focus on the comparisons between the JCMT HCN/HCO⁺ (J=4-3) data and the THINGS HI/the NRO CO (J=1-0) data. We probe the dense molecular gas mass as a function of HI and H₂ mass in different locations in the central ~1.5 kpc² region. We discuss how the excess/deficit of HI/H₂ or total cool gas (HI+H₂) mass controls the presence and/or the fraction of dense molecular gas.

[포 GC-15] ISM truncation due to ram pressure stripping: Comparisons of Theoretical Predictions and Observations

Seona Lee¹, Yun-Kyeong Sheen², Hyein Yoon¹, Aeree Chung¹, Yara Jaffé³

¹*Department of Astronomy, Yonsei University*

²*Korea Astronomy and Space Science Institute*

³*Instituto de Física y Astronomía, Universidad de Valparaíso*

It has been proposed by Gunn & Gott (1972) that galaxies may lose their interstellar gas by ram pressure due to the dense intra-cluster medium while falling to the cluster potential. The observational evidence for this process, which is known as ram pressure stripping, is increasing, and it is believed to be one of the key environmental effects that can dramatically change the star formation activity of galaxies and hence their evolution. Intriguingly however, some cases with clear signs of ram pressure stripping are found in the environment which betrays our expectations (e.g. large clustercentric distances), and our understandings to the detailed working principle behind ram pressure stripping seem to be still lacking. As one of the ways to gain more theoretical insights into the conditions for ram pressure stripping process, we have been

comparing the gas truncation radius which is predicted based on the simple Gunn & Gott's prescription with what is actually observed in a sample of carefully selected Virgo galaxies. In this work, we present the results of our comparisons between the theoretically predicted truncation radius and the observationally measured truncation radius for individual galaxies in the sample and discuss which additional conditions are needed in order to fully understand the observations.

[포 GC-16] Cool gas and star formation properties of ram pressure stripped galaxy NGC 4522: Insights from the TIGRESS simulation

Woorak Choi¹, Bumhyun Lee¹, Aeree Chung¹, Chang-Goo Kim²

¹*Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul, South Korea* ²*Department of Astrophysical Sciences, Princeton University, Princeton, USA*

NGC 4522 is one of the best-known examples among the Virgo galaxies undergoing active ram pressure stripping. There have been a number of detailed observational and theoretical studies on this galaxy to constrain its stripping and star formation history. However, the impact of ram pressure on the multi-phased ISM, in particular molecular gas which plays an important role in star formation, is still not fully understood. NGC 4522, as a system where the extra-planar molecular gas is identified, is an ideal case to probe in depth how ram pressure affects molecular gas properties. Aiming to get more theoretical insights on the detailed stripping process of multi-phased ISM and its consequences, we have conducted simulations using the TIGRESS which could reproduce the realistic ISM under comparable conditions as NGC 4522. In this work, we compare the fraction of gas mass to stellar mass, star formation rates and gas depletion time scales of NGC 4522 with those measured from the simulations, not only inside the disk but also in the extra-planar space.

[포 GC-17] High-z Universe probed via Lensing by QSOs (HULQ): How many QSO lenses are there?

Yoon Chan Taak^{1,2}, Myungshin Im^{1,2}

¹*Center for the Exploration of the Origin of the Universe,* ²*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*

Aims. The evolution of scaling relations between

SMBHs and their host galaxies becomes uncertain at high redshifts. The HULQ project proposes to use gravitational lensing to measure the masses of QSO host galaxies, an otherwise difficult goal. SMBH masses of QSOs are relatively easy to determine using either reverberation mapping or the single-epoch method. These measurements, if made for a substantial number of QSOs at various redshifts, will allow us to study the co-evolution of SMBHs and their host galaxies. To determine the feasibility of this study, we present how to estimate the number of sources lensed by QSO hosts, i.e. the number of deflector QSO host galaxies (hereafter QSO lenses).

Method and results. Using SMBH masses measured from SDSS DR14 spectra, and the $M_{\text{BH}} - \Sigma$ relation, the Einstein radii are calculated as a function of source redshift, assuming singular isothermal sphere mass distributions. Using QSOs and galaxies as sources, the probability of a QSO host galaxy being a QSO lens is calculated, depending on the limiting magnitude. The expected numbers of QSO lenses are estimated for ongoing and future wide-imaging surveys, and additional factors that may affect these numbers are discussed.

우주론/암흑물질에너지

[포 CD-01] Mapping the real-space distributions of galaxies in SDSS DR7

Feng Shi

Korea Astronomy and Space Science Institute

Using a method to correct redshift space distortion (RSD) for individual galaxies, we mapped the real space distributions of galaxies in the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) Data Release 7 (DR7). We use an ensemble of mock catalogs to demonstrate the reliability of this extension, showing that it allows for an accurate recovery of the real-space correlation functions and galaxy biases. We also demonstrate that, using an iterative method applied to intermediate scale clustering data, we can obtain an unbiased estimate of the growth rate of structure $f\sigma_8$, which is related to the clustering amplitude of matter, to an accuracy of $\sim 10\%$.

Applying this method to the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) Data Release 7 (DR7), we construct a real-space galaxy catalog spanning the redshift range $0.01 \leq z \leq 0.2$, which contains 584,473 galaxies in the North Galactic Cap (NGC). Using this data we, infer 0.376 ± 0.038 at a

median redshift $z=0.1$, which is consistent with the WMAP9 cosmology at 1σ level. By combining this measurement with the real-space clustering of galaxies and with galaxy-galaxy weak lensing measurements for the same sets of galaxies, we are able to break the degeneracy between $f\sigma_8$ and b . From the SDSS DR7 data alone, we obtain the following cosmological constraints at redshift $z=0.1$ for galaxies.

[포 CD-02] Alcock-Paczynski Test with the Evolution of Redshift-Space Galaxy Clustering Anisotropy: Understanding the Systematics

Hyunbae Park¹, Changbom Park², Motonari TONEGAWA², Yi Zheng², Cristiano G. Sabiu³,

Xiao-dong Li⁴, Sungwook E. Hong⁵, Juhan Kim²

¹*Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe*

²*Korean Institute for Advance Study*

³*Yonsei University*

⁴*Sun Yat-Sen University*

⁵*University of Seoul*

We develop an Alcock-Paczynski (AP) test method that uses the evolution of redshift-space two-point correlation function (2pCF) of galaxies. The method improves the AP test proposed by Li et al. (2015) in that it uses the full two-dimensional shape of the correlation function. Similarly to the original method, the new one uses the 2pCF in redshift space with its amplitude normalized. Cosmological constraints can be obtained by examining the redshift dependence of the normalized 2pCF. This is because the 2pCF should not change apart from the expected small non-linear evolution if galaxy clustering is not distorted by incorrect choice of cosmology used to convert redshift to comoving distance. Our new method decomposes the redshift difference of the 2-dimensional correlation function into the Legendre polynomials whose amplitudes are modelled by radial fitting functions. The shape of the normalized 2pCF suffers from small intrinsic time evolution due to non-linear gravitational evolution and change of type of galaxies between different redshifts. It can be accurately measured by using state of the art cosmological simulations. We use a set of our Multiverse simulations to find that the systematic effects on the shape of the normalized 2pCF are quite insensitive to change of cosmology over $\Omega_m=0.21 - 0.31$ and $w=-0.5 - -1.5$. Thanks to this finding, we can now apply our method for the AP test using the non-linear systematics measured from a single simulation of the fiducial cosmological model.

[포 CD-03] Graph Database Solution for Higher Order Spatial Statistics in the Era of Big Data

Cristiano G. Sabiu¹, Juhan Kim²

¹*Yonsei University, Department of Astronomy*

²*Korea Institute for Advanced Study, Center for Advanced Computation*

We present an algorithm for the fast computation of the general N-point spatial correlation functions of any discrete point set embedded within an Euclidean space of \mathbb{R}^n . Utilizing the concepts of kd-trees and graph databases, we describe how to count all possible N-tuples in binned configurations within a given length scale, e.g. all pairs of points or all triplets of points with side lengths $< r_{\text{max}}$. Through benchmarking we show the computational advantage of our new graph-based algorithm over more traditional methods. We show that all 3-point configurations up to and beyond the Baryon Acoustic Oscillation scale (~ 200 Mpc in physical units) can be performed on current Sloan Digital Sky Survey (SDSS) data in reasonable time. Finally we present the first measurements of the 4-point correlation function of ~ 0.5 million SDSS galaxies over the redshift range $0.43 < z < 0.7$.

We present the publicly available code GRAMSCI (GRAph Made Statistics for Cosmological Information; bitbucket.org/csabiu/gramsci), under a GNU General Public License.

[포 CD-04] The Joint analysis of galaxy clustering and weak lensing from the Deep Lens Survey to constrain cosmology and baryonic feedback

Mijin Yoon¹ (윤미진), M. James Jee^{1,2} (지명국), and J. Tony Tyson²

¹*Yonsei University (연세대학교)* ²*University of California, Davis*

Based on three types of 2-point statistics (galaxy clustering, galaxy-galaxy lensing, and cosmic shear power spectra) from the Deep Lens Survey (DLS), we constrain cosmology and baryonic feedback. The DLS is a deep survey, so-called a precursor to LSST, reaching down to ~ 27 th magnitude in BVRz' over 20 deg^2 . To measure the three power spectra, we choose two lens galaxy populations centered at $z \sim 0.27$ and 0.54 and two source galaxy populations centered at $z \sim 0.64$ and 1.1 , with more than 1 million galaxies.

We perform a number of consistency tests to confirm the reliability of the measurements. We calibrated photo-z estimation of the lens galaxies

and validated the result with galaxy cross-correlation measurement. The B-mode signals, indicative of potential systematics, are found to be consistent with zero. The two cosmological results independently obtained from the cosmic shear and the galaxy clustering + galaxy-galaxy lensing measurements agree well with each other. Also, we verify that cosmological results between bright and faint sources are consistent.

While there exist some weak lensing surveys showing a tension with Planck, the DLS constraint on S8 agrees nicely with the Planck result. Using the HMcode approach derived from the OWLS simulation, we constrain the strength of baryonic feedback. The DLS results hint at the possibility that the actual AGN feedback may be stronger than the one implemented in the current state-of-the-art simulations.

[포 CD-05] Detection of Intrinsic Spin Alignments in Isolated Spiral Pairs

Hanwool Koo^{1,2}, Jounghun Lee³

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

²*University of Science and Technology (Korea),*

³*Seoul National University*

Observational evidence for intrinsic galaxy alignments in isolated spiral pairs is presented. From the catalog of the galaxy groups identified by Tempel et al. in the flux-limited galaxy sample of the Sloan Digital Sky Survey Data Release 10, we select those groups consisting only of two spiral galaxies as isolated spiral pairs and investigate if and how strongly the spin axes of their two spiral members are aligned with each other. We detect a clear signal of intrinsic spin alignment in isolated spiral pairs, which leads to the rejection of the null hypothesis at the 99.9999% confidence level via the Rayleigh test. It is also found that those isolated pairs comprising two early-type spiral galaxies exhibit the strongest signal of intrinsic spin alignment and that the strength of the alignment signal depends on the angular separation distance as well as on the luminosity ratio of the member galaxies. Using the dark matter halos consisting of only two subhalos resolved in the EAGLE hydrodynamic simulations, we repeat the same analysis but fail to find any alignment tendency between the spin angular momentum vectors of the stellar components of the subhalos, which is in tension with the observational result. Several possible sources of this apparent inconsistency between the observational and the numerical results are discussed.

[포 CD-06] Cosmology in UOS: Case with

SDSS galaxy sample and cosmological simulations

Sungwook E. Hong¹, Inkyu Park¹, Hyunmo Gu¹, Jua Kim¹, Yungi Kwon¹, Hannah Ji¹

¹*University of Seoul*

We introduce a newly established cosmology research group at the University of Seoul. We also present our recent progress with SDSS Main Galaxy samples and various types of cosmological simulations as follows: (1) A hint for the periodicity of very large-scale structures is found in both SDSS observation and the Horizon Run 4 (HR4) simulation. (2) New galaxy clustering and void finding algorithms, which are thought to be sensitive to the topological shape of galaxy distribution, are developed and tested in both SDSS and HR4 data. (3) Properties such as radial distribution of galaxies or cosmological shock waves are studied in hydrodynamic simulations.

특별세션 KMTNet

[포 KMT-01] Spin and 3D shape model of Mars-crossing asteroid (2078) Nanking

Dong-Heun Kim^{1,2}, Jung-Yong Choi³, Myung-Jin Kim², Hee-Jae Lee^{1,2}, Hong-Kyu Moon², Yong-Jun Choi^{2,4}, Yonggi Kim¹

¹*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University*, ²*Korea Astronomy and Space Science Institute*, ³*Ilsan Astrocamp*, ⁴*University of Science and Technology*.

Photometric investigations of asteroids allow us to determine their rotation states and shape models (Apostolovska et al. 2014). Our main target, asteroid (2078) Nanking's perihelion distance (q) is 1.480 AU, which belongs to the Mars-crossing asteroid ($1.3 < q < 1.66$ AU). Mars-crossing asteroids are objects that cross the orbit of Mars and regarded as one of the primary sources of near-Earth asteroids due to the unstable nature of their orbits. We present the analysis of the spin parameters and 3D shape model of (2078) Nanking. We conducted Cousins_R-band time-series photometry of this asteroid from November 26, 2014 to January 17, 2015 at the Sobaeksan Optical Astronomy Observatory (SOAO) and for 25 nights from March to April 2016 using the Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) to reconstruct its physical model with our dense photometric datasets. Using the lightcurve

inversion method (Kaasalainen & Torppa 2001; Kaasalainen et al. 2001), we determine the pole orientation and shape model of this object based on our lightcurves along with the archival data obtained from the literatures. We derived rotational period of 6.461 h, the preliminary ecliptic longitude (λ_p) and latitude (β_p) of its pole as $\lambda_p \sim 8^\circ$ and $\beta_p \sim -52^\circ$ which indicates a retrograde rotation of the body. From the apparent W UMa-shaped lightcurve and its location in the rotation frequency-amplitude plot of Sheppard and Jewitt (2004), we suspect the contact binary nature of the body (Choi 2016).

[포 KMT-02] Searching for Dwarf Galaxies in deep images of NGC 1291 obtained with KMTNet

Woowon Byun^{1,2}, Minjin Kim^{1,3}, Yun-Kyeong Sheen¹, Hong Soo Park¹, Luis C. Ho^{4,5}, Joon Hyeop Lee^{1,2}, Hyunjin Jeong¹, Sang Chul Kim^{1,2}, Byeong-Gon Park^{1,2}, Kwang-Il Seon^{1,2}, Jongwan Ko^{1,2}

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute*, ²*University of Science and Technology, Korea*, ³*Kyungpook National University*, ⁴*Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, China*, ⁵*Department of Astronomy, School of Physics, Peking University, China*

We present newly discovered dwarf galaxy candidates in deep wide-field images of NGC 1291 obtained with KMTNet. We initially identify 20 dwarf galaxy candidates through visual inspection. 13 out of 20 appears to be high priority candidates, according to their central surface brightness ($\mu_{0,R} \sim 22.5$ to 26.5 mag arcsec⁻²) and effective radii (350 pc to 1 kpc). Structural and photometric properties of dwarf candidates appear to be consistent with those of ordinary dwarf galaxies in nearby groups and clusters. Using imaging simulations, we demonstrate that our imaging data is complete up to 26 mag arcsec⁻² with $> 70\%$ of the completeness rate. In order to find an optimal way to automate detecting dwarf galaxies in our dataset, we test detection methods by varying parameters in *SExtractor*. We find that the detection efficiency from the automated method is relatively low and the contamination due to the artifacts is non-negligible. Therefore, it can be only applicable for pre-selection. We plan to conduct the same analysis for deep images of other nearby galaxies obtained through KMTNet Nearby Galaxy Survey (KNGS).

태양 / 태양계

[포 SS-01] Sausage Waves in a Plasma Cylinder with a Surface Current

Daye Lim¹, Valery M. Nakariakov², Yong-Jae Moon¹
¹*School of Space Research, Kyung Hee University, Korea* ²*Centre for Fusion, Space and Astrophysics, Department of Physics, University of Warwick, UK*

Linear sausage oscillations of a cylinder embedded in a plasma with an azimuthal magnetic field, created by a current on the surface of the cylinder, are studied. Such a plasma configuration could be applied to modelling demonstrate that the lowest radial harmonic of the sausage mode is in the trapped regime for all values of the parallel wave number. In the long-wavelength limit, phase and group speeds of this mode are equal to the Alfven speed in the external medium. It makes the oscillation period to be determined by the ratio of the parallel wavelength, e.g., double the length of an oscillating loop, to the external Alfven speed, allowing for its seismological estimations. The application of the results obtained to the interpretation of long-period (longer than 20-30 s) oscillations of emission intensity detected in solar coronal structure, gives reasonable estimations of the external Alfven speed. Cutoff values of the parallel wavenumber for higher radial harmonics are determined analytically. Implications of this finding to the observational signatures of fast magnetoacoustic wave trains guided by the plasma non-uniformity are discussed.

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (2018-0-01422, Study on analysis and prediction technique of solar flares).

[포 SS-02] Application of Deep Learning to Solar Data: 3. Generation of Solar images from Galileo sunspot drawings

Harim Lee¹, Yong-Jae Moon¹, Eunsu Park¹, Hyunjin Jeong¹, Taeyoung Kim^{1,2}, Gyungin Shin¹
¹*School of Space Research, Kyung Hee University,*
²*Department of Research And Development, InSpace Co., Ltd.*

We develop an image-to-image translation model, which is a popular deep learning method based on conditional Generative Adversarial Networks (cGANs), to generate solar magnetograms and EUV images from sunspot drawings. For this,

we train the model using pairs of sunspot drawings from Mount Wilson Observatory (MWO) and their corresponding SDO/HMI magnetograms and SDO/AIA EUV images (512 by 512) from January 2012 to September 2014. We test the model by comparing pairs of actual SDO images (magnetogram and EUV images) and the corresponding AI-generated ones from October to December in 2014. Our results show that bipolar structures and coronal loop structures of AI-generated images are consistent with those of the original ones. We find that their unsigned magnetic fluxes well correlate with those of the original ones with a good correlation coefficient of 0.86. We also obtain pixel-to-pixel correlations EUV images and AI-generated ones. The average correlations of 92 test samples for several SDO lines are very good: 0.88 for AIA 211, 0.87 for AIA 1600 and 0.93 for AIA 1700. These facts imply that AI-generated EUV images quite similar to AIA ones. Applying this model to the Galileo sunspot drawings in 1612, we generate HMI-like magnetograms and AIA-like EUV images of the sunspots. This application will be used to generate solar images using historical sunspot drawings.

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (2018-0-01422, Study on analysis and prediction technique of solar flares).

[포 SS-03] Application of Deep Learning to Solar Data: 2. Generation of Solar UV & EUV images from magnetograms

Eunsu Park, Yong-Jae Moon, Harim Lee, and Daye Lim
School of Space Research, Kyung Hee University

In this study, we apply conditional Generative Adversarial Network, which is one of the deep learning method, to the image-to-image translation from solar magnetograms to solar UV and EUV images. For this, we train a model using pairs of SDO/AIA 9 wavelength UV and EUV images and their corresponding SDO/HMI line-of-sight magnetograms from 2011 to 2017 except August and September each year. We evaluate the model by comparing pairs of SDO/AIA images and corresponding generated ones in August and September. Our results from this study are as follows. First, we successfully generate SDO/AIA like solar UV and EUV images from SDO/HMI magnetograms. Second, our model has pixel-to-pixel correlation coefficients (CC) higher than 0.8 except 171. Third, our model slightly underestimates the pixel values in the view of

Relative Error (RE), but the values are quite small. Fourth, considering CC and RE together, 1600 and 1700 photospheric UV line images, which have quite similar structures to the corresponding magnetogram, have the best results compared to other lines. This methodology can be applicable to many scientific fields that use several different filter images.

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (2018-0-01422, Study on analysis and prediction technique of solar flares).

[포 SS-04] Global Mapping of Saturnian Haze

Jaekyun Park¹, Sang Joon Kim¹, Henrik Melin², Tom S. Stallard²

¹*School of Space Research, Kyung Hee University, Republic of Korea,* ²*Department of Physics and Astronomy, University of Leicester, United Kingdom*

Recent analyses of spectro-images of Saturn observed by Visual and Infrared Mapping Spectrometer (VIMS)/Cassini revealed altitudinal distributions of the spectral structure of haze in Saturn's south-polar regions (Kim et al., 2018) and at 55°N latitude (Kim et al., 2012). However, other regions of Saturn still have not been investigated. We derived series of high-spatial resolution VIMS images of Saturn's limb at various latitudes. Using our developed code, the altitudinal intensity profiles of 3.3- μ m emission and H3+ through different latitudes were plotted. Then we obtained the averaged vertical spectra of 3.3- μ m emission which is all blended with fluorescent methane and hydrocarbon haze. The vertically-resolved spectra were measured from the limb of Saturn in 50km intervals to see altitudinal variance. We will present a comparison of spectral structures of 3.3- μ m emission with different latitudes. Further investigation using radiative transfer to extract adjacent fluorescent CH₄, C₂H₆, and H₃+ is needed to derive spectral structure of pure haze. We look forward to a better understanding of aging process in a global view.

[포 SS-05] COroal Diagnostic EXperiment (CODEX)

Su-Chan Bong¹, Yeon-Han Kim¹, Seonghwan Choi¹, Kyung-Suk Cho¹, Jeffrey S. Newmark², Natchimuthuk Gopalswamy², Qian Gong², Nelson L. Reginald², Orville Chris St. Cyr², Nicholeen M. Viall², Seiji Yashiro², Linda D. Thompson², Leonard Strachan³

¹*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea,* ²*NASA Goddard Space Flight Center, USA,* ³*Naval Research Laboratory, USA*

Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), in collaboration with the NASA Goddard Space Flight Center (GSFC), will develop a next generation coronagraph for the International Space Station (ISS). COroal Diagnostic EXperiment (CODEX) uses multiple filters to obtain simultaneous measurements of electron density, temperature, and velocity within a single instrument. CODEX's regular, systematic, comprehensive dataset will test theories of solar wind acceleration and source, as well as serve to validate and enable improvement of space-weather/operational models in the crucial source region of the solar wind. CODEX subsystems include the coronagraph, pointing system, command and data handling (C&DH) electronics, and power distribution unit. CODEX is integrated onto a standard interface which provides power and communication. All full resolution images are telemetered to the ground, where data from multiple images and sequences are co-added, spatially binned, and ratioed as needed for analysis.

[포 SS-06] GENERATION OF FUTURE MAGNETOGRAMS FROM PREVIOUS SDO/HMI DATA USING DEEP LEARNING

Seonggyeong Jeon¹, Yong-Jae Moon^{1,2}, Eunsu Park¹, Kyungin Shin¹, TaeyoungKim^{1,3}

¹*School of Space Research, Kyung Hee University*

²*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University*

³*InSpace Co., Ltd.*

In this study, we generate future full disk magnetograms in 12, 24, 36 and 48 hours advance from SDO/HMI images using deep learning. To perform this generation, we apply the convolutional generative adversarial network (cGAN) algorithm to a series of SDO/HMI magnetograms. We use SDO/HMI data from 2011 to 2016 for training four models. The models make AI-generated images for 2017 HMI data and compare them with the actual HMI magnetograms for evaluation. The AI-generated images by each model are very similar to the actual images. The average correlation coefficient between the two images for about 600 data sets are about 0.85 for four models. We are examining hundreds of active regions for more detail comparison. In the future we will use pix2pix HD and video2video translation networks for image prediction.

This work was supported by Institute for

Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (2018-0-01422, Study on analysis and prediction technique of solar flares).

[포 SS-07] Taxonomic Classification of Asteroids Using KMTNet Data to Identify Asteroid Families

Sangho Choi, Howoo Chiang, and Young-Jong Sohn
¹*Department of Astronomy, Yonsei Universe, Seoul 03722, Korea*

Identifying asteroid families, which are groups of asteroids with similar orbital properties, is important for understanding the formation and evolution of the solar system, and probing the origins of Near-Earth Objects (NEOs). Although asteroid taxonomy can be used to identify and refine asteroid families, there are numerous asteroids which are not taxonomically classified yet. Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) can be useful to investigate types of that asteroids, because the telescope can observe a number of asteroids at once by its large field of view. Using KMTNet data, we confirmed that the taxonomic classification of the asteroids is possible by plotting color-color diagram. There is a clear division between C-type and S-type, but ambiguous division between C-type and X-type. In the future, we will observe and classify asteroids which are not classified yet and utilize the data to identify and refine asteroid families.

[포 SS-08] Stability of a magnetic structure producing an M6.5 flare in the active region 12371

Jihye Kang¹, Satoshi Inoue², Kanya Kusano²,
 Sung-Hong Park², Yong-Jae Moon¹
¹*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University*
²*Institute for Space-Earth Environmental, Nagoya University*

We study the stability of the magnetic structure in active region (AR) 12371 producing an M6.5 flare on June 22 2015. We first perform a nonlinear force-free fields (NLFFFs) extrapolation to derive three-dimensional (3D) magnetic fields based on time series of observed photospheric magnetic fields. The NLFFFs well describe an observed sigmoidal structure with the shape of a double arc magnetic configuration. Next, we examine three possible instabilities (kink, torus, and double arc) to investigate how the M6.5 flare is triggered in the double arc loops. Consequently, the double arc

loops are stable against kink and torus instabilities, but possibly unstable against the double arc instability before the flare occurrence. Finally, we discuss a probable scenario for the M6.5 flare.

항성/항성계/외계행성

[포 SA-01] Spectroscopic and Photometric Investigation of BS Cassiopeiae

Min-Ji Jeong¹, Chun-Hwey Kim^{1,2}, Kyeongsoo Hong³, Jang-Ho Park^{1,4}, Joh Na Yoon^{1,2}, Jae Woo Lee⁴, Wonyong Han⁴, Mi-Hwa Song¹
¹*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea*
²*Chungbuk National University Observatory, Jincheon, Korea*
³*Institute for Astrophysics, Chungbuk National University, Cheongju, Korea*
⁴*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea*

New high-resolution spectra and multi-band photometric data of BS Cas were obtained at the Bohyunsan Optical Astronomy Observatory in 2018 and at the Jincheon Station of the Chungbuk National University Observatory in 2011, respectively. We measured the radial velocities (RVs) for both components, and the effective temperature of the more massive star was determined to be 6262 ± 56 K. In addition, historical light curves showed strong time-dependant light variations at the total eclipse. These variations were modeled by a cool spot on the more massive component. Finally, the physical parameters of BS Cas by a simultaneous analysis of our RV curves with the photometric light curves were presented. Individual masses and radii of both components were deduced as $M_1 = 0.59 \pm 0.07 M_\odot$, $M_2 = 1.47 \pm 0.15 M_\odot$, $R_1 = 0.94 \pm 0.03 R_\odot$ and $R_2 = 1.47 \pm 0.05 R_\odot$.

[포 SA-02] Multi-color Light Curves of the Distant Dwarf Nova KSP-OT-201611a Discovered by the KMTNet Supernova Program

Youngdae Lee¹ (이영대), Dae-Sik Moon² (문대식), Sang Chul Kim^{1,3} (김상철), Hong Soo Park^{1,3} (박홍수), Sang-Mok Cha^{1,4} (차상목), Yongseok Lee^{1,4} (이용석)
¹*Korea Astronomy and Space Science Institute, 776, Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Republic of Korea*, ²*Department of Astronomy and Astrophysics, University of Toronto, St. George, Toronto, ON M5S 3H4, Canada*, ³*Korea University*

of Science and Technology (UST), 217 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea,

⁴School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea

We present multi-color, high-cadence photometric study of a distant SU UMa-type dwarf nova KSP-OT-201611a discovered by the Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) Supernova Program (KSP). From October 2016 to May 2017, two outbursts with an interval of approximately 90 days were detected in the BV I-bands. The shapes and amplitudes of the outbursts reveal the nature of KSP-OT-201611a to be a SU UMa-type dwarf nova of outside-in origin with a superhump and an inferred orbital period of 1.69 h. The two observed bursts show a distinctively different color evolutions during the bursts due most likely to the viscosity different in accretion disk between them. The observed quiescent magnitudes and properties of the source during the outbursts indicate that it is at a large distance (~ 7.3 kpc) and height (~ 1.7 kpc) from the Galactic disk, possibly belonging to the group of poorly-studied Population II dwarf novae. The continuous monitoring of this source may offer a rare opportunity to study a PopII dwarf nova.

[포 SA-03] Dynamic structure of the Sim open clusters (심 산개성단의 역동적 구조)

Sang Hyun Lee^{1,2}(이상현), Gyuheon Sim³(심규현)

¹Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원)

²Department of Physics, University of Ulsan (울산대학교 물리학과)

³Ulsan Science high school (울산과학고등학교)

722 open clusters in the Sim open cluster catalogue show the outermost structure of open clusters. The catalogue is based on the proper motion and parallax of the stars. These results reveal the hidden structures of weak membership signals in the field star contamination. It contains the tidal tails, flattened structure along the galactic plane, interacting double clusters and very poor and spread clusters. We will show these interesting structures.

[포 SA-04] KIC 6206751: the first R CMa-type eclipsing binary with γ Doradus pulsations

Jae Woo Lee¹ and Jang-Ho Park^{1,2}

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Korea, ²Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

We present the absolute properties of the double-lined eclipsing binary KIC 6206751 exhibiting multiperiodic pulsations. The *Kepler* light curve of this system was simultaneously solved with the previously published radial-velocity data. The results indicate that the binary star is a short-period semi-detached system with fundamental parameters of $M_1=1.66\pm0.04 M_\odot$, $M_2=0.215\pm0.006 M_\odot$, $R_1=1.53\pm0.02 R_\odot$, $R_2=1.33\pm0.02 R_\odot$, $L_1=5.0\pm0.6 L_\odot$, and $L_2=0.96\pm0.09 L_\odot$. We applied multiple frequency analyses to the eclipse-subtracted light residuals and detected the 42 frequencies below 2.5 days^{-1} . Among these, three independent frequencies of f_2 , f_3 , and f_4 can be identified as high-order ($38 \leq n \leq 40$) low-degree ($l=2$) gravity-mode oscillations, whereas the other frequencies may be orbital harmonics and combination terms. The ratios between the orbital frequency and the pulsation frequencies are $f_{\text{orb}}:f_{2-4} \approx 2:3$, which implies that the γ Dor pulsations of the detached primary star may be excited by the tidal interaction of the secondary companion. The short orbital period, and the low mass ratio and M_2 demonstrate that KIC 6206751 is an R CMa-type star, which is most likely evolving into an EL CVn star. Of seven well-studied R CMa-type stars, our program target is the only eclipsing binary with a γ Dor pulsating component.

[포 SA-05] 3D Radiation-Hydrodynamics for surface turbulence of Low-mass Stars

Kiehunn Bach¹, Yong-Cheol Kim¹

¹Yonsei University

We investigate 3D radiation-hydrodynamics (RHD) for surface convection of the solar-type low-mass stars ($M = 0.8, 0.9$, and $1.0 M_{\text{sun}}$). The outer convection zone (CZ) of low-mass stars is an extremely turbulent region composed of partly ionized compressible gases at high temperature. Particularly, the super-adiabatic layer (SAL), the top of the CZ is the transition region where the transport of energy changes drastically from convection to radiation. In order to accurately describe physical processes, a realistic treatment of radiation should be considered as well as convection. As a starting model, the initial stratification in the outer envelope calculated using the solar calibrations in the context of the standard stellar theory. When the numerical fluid becomes thermally relaxed, the thermodynamic structure of the steady-state turbulent flow was explicitly collected. In this presentation, we compared thermodynamic properties of turbulent convection of the solar-type low-mass stars.

[포 SA-06] Physical Dimensions of Planet-hosting Stars

Kiehunn Bach¹, Wonseok Kang²

¹Yonsei University, ²National Youth Space Center

Accurate estimation of the masses, the ages, and the chemical abundances of host stars is crucial to understand physical characteristics of exo-planetary systems. In this study, we investigate physical dimensions of 94 planet-hosting stars based on spectroscopic observation and stellar evolutionary computation. From the high resolution echelle spectroscopy of the *BOES* observation, we have analysed metallicities and alpha-element enhancements of host stars. By combining recent spectro-photometric observations, stellar parameters are calibrated within the frame work of the standard stellar theory. In general, the minimum chi-square estimation can be strongly biased in cases that stellar properties rapidly changes after the terminal age main-sequence. Instead, we adopt a Bayesian statistics considering a priori distribution of stellar parameters during the rapid evolutionary phases. we determine a reliable set of stellar parameters between theoretical model grids. To overcome this statistical bias, (1) we adopt a Bayesian statistics considering a priori distribution of stellar parameters during the rapid evolutionary phases and (2) we construct the fine model grid that covers mass range ($0.2 \sim 3.0 M_{\odot}$) with the mass step $\Delta M = 0.01 M_{\odot}$, metallicities $Z = 0.0001 \sim 0.04$, and the helium and the alpha-element enhancement. In this presentation, we introduce our calibration scheme for several hosting stars.

[포 SA-07] A New Grid-Based Monte Carlo Code for Raman Scattered He II: Preliminary Results

Seok-Jun Chang, Bo-Eun Choi, Hee-Won Lee
Department of Physics and Astronomy, Sejong University

We developed a new grid-based Monte Carlo code to trace far UV He II line photons that are incident on a thick H I region and subsequently transferred through Rayleigh and Raman scattering with atomic hydrogen. In particular, we consider a neutral region that is moving away from the He II emission source which is either monochromatic or is described by a Gaussian profile. The resultant Raman scattered He II line profiles from a monochromatic source are characterized by a double peaked core part with an extended Raman red tail that is attributed to multiple re-entry events. Complicated behaviors are observed in the

case of a Gaussian He II source including the formation of a secondary red peak near the Balmer center dependent on the H I column density. A preliminary application of our results to the CFHT data of the planetary nebula IC 5117 is presented.

[포 SA-08] Periodic change of the magnitude and the radial velocity of V350 Peg

Hojae Ahn¹, Wonseok Kang²

¹Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, ²National Youth Space Center

Pulsating variable is a star whose luminosity changes through periodic pulsation. There are radiative and dynamical mechanisms hidden in periodic brightness changes, and the physical quantities related with the mechanisms are also expected to vary periodically. The purpose of this study is to investigate the periodic variations of the physical quantities of the δ Scuti type variable, V350 Peg by simultaneous photometry and spectroscopy. In this poster, we present preliminary results on apparent magnitude and radial velocity at the surface.

[포 SA-09] Distances to Host Galaxies of Type IIP Supernovae in Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies using Photometric Color Method

Sophia Kim^{1,2}, Myungshin Im^{1,2}, Changsu Choi^{1,2}
and IMSNG Team^{1,2}

¹Astronomy Program, Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University (SNU),

²Center for the Exploration of the Origin of the Universe (CEOUE)

Supernovae (SNe) are well known as good cosmological distance probes owing to their brightness and well-characterized light curve property. Specifically, type Ia SNe have contributed greatly to our understanding of acceleration of cosmic expansion. However, type IIP supernovae occur most frequently ($\sim 40\%$ of all) at low and high redshift. As knowledge on the type IIP SNe increases, distance measurement methods using type IIP SNe have evolved. In this study, we apply Photometric Color Method (PCM), which needs only photometric data using properties of plateau on type IIP SNe light curves, to measure distances of several host galaxies of SNe IIP from the Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies (IMSNG). The daily monitoring of galaxies at < 50 Mpc allows us to construct a dense light curve of SNe that occurred in our target galaxies. We observed two SNe IIP, SN2014cx and SN2017eaw and measured

distances to their host galaxies, NGC 337 and NGC6946 respectively. Our results are comparable with other secondary distance measurement methods, 4-5 Mpc, however smaller than the result derived from the Tip of Red Giant Branch (TRGB) method, 6.7 ± 0.2 and 7.7 ± 0.3 Mpc.

[포 SA-10] Physical nature of the eclipsing δ Scuti star AO Serpentis

Jang-Ho Park^{1,2}, Jae Woo Lee¹, Kyeongsoo Hong³,
Jae-Rim Koo⁴, and Chun-Hwey Kim²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute,
Daejeon 34055, Korea, ²Department of Astronomy
and Space Science, Chungbuk National University,
Cheongju 28644, Korea, ³Institute for Astrophysics,
Chungbuk National University, Cheongju 28644,
Korea, ⁴Department of Astronomy and Space
Science, Chungnam National University, Daejeon
34134, Korea

We present BV photometric observations and high-resolution spectra of AO Ser, which were obtained at the Mt. Lemmon Optical Astronomy Observatory (LOAO) and the Bohyunsan Optical Astronomy Observatory (BOAO), respectively, in 2017. The radial velocities (RVs) for both components were measured, and the effective temperature of the primary star was found to be $T_{\text{eff},1} = 8,820 \pm 62$ K by a comparison of the observed spectra and the Kurucz models. A unique set of fundamental parameters of AO Ser were derived for the first time by a simultaneous analysis of the light and RV curves. The results indicate that our program target is a semi-detached eclipsing system with values of $M_1 = 2.06 \pm 0.11 M_{\odot}$ and $M_2 = 0.41 \pm 0.03 M_{\odot}$, $R_1 = 1.54 \pm 0.03 R_{\odot}$ and $R_2 = 1.30 \pm 0.02 R_{\odot}$, and $L_1 = 12.9 \pm 0.2 L_{\odot}$ and $L_2 = 0.9 \pm 0.3 L_{\odot}$. We applied multiple frequency analyses to the eclipse-subtracted light residuals. As a result, two frequencies of $f_1 = 21.85151 \text{ days}^{-1}$ and $f_2 = 23.48405 \text{ days}^{-1}$ were detected and their pulsation constants were calculated to $Q_1 = 0.0344 \text{ days}$ and $Q_2 = 0.0320 \text{ days}$. The pulsational characteristics and the position in the HR diagram demonstrate that the primary star is a δ Sct pulsator.

**사단법인 한국천문학회
회 고 록**

❧ 나 일 성 회 원 ❧

2019. 4.

자서전: 나와 IAU (1982-2009) 편

나일성, 연세대학교 명예교수, (사)과학문화진흥원 이사장

= 《첫째 묶음》 =

PROLOGUE

나는 1932년 11월 11일에 함경북도 무산군 연사면의 두만강 변에서 태어났다. 그러나 때로는 유치원 2년과 초등학교 6년의 소년기를 보냈던 항구 도시 성진시(현 김책시)를 고향이라고 말할 때가 많다.

나의 소년기는 일본 치하에 살던 시기였는데, 이때의 이야기는 나와 일본인 친구 사가에 다다시(寒河江 正)와 함께 쓴 일본판 『あの時、ぼくらは13歳だった -誰も知らない日韓友好史-』(東京書籍, 東京, 2011)와 한글판 『그때 우린 열세 살 소년이였다』(북치는 마을, 서울, 2013), 그리고 일본민간방송연맹 우수상과 일본방송인 특별상을 수상한 TVK-KBS 공동제작 90분 다큐멘터리 《희망의 날개(希望の翼)》, 2013》에 자세히 있으므로 여기서는 생략한다.

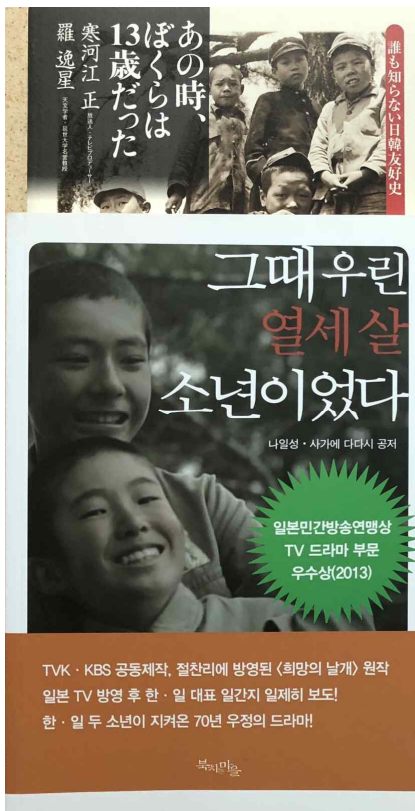


사진 1-1. 나일성과 사가에가 함께 쓴 책 두 권과
TVK다큐멘터리 《希望の翼》 DVD 광고

한국천문학회가 발간한 『창립40주년기념 회고록(천문학회보 제30권 특별호 2005)』는 551쪽에

총61편이나 되는 많은 “회고록”이 실려 있어서 한국천문학회와 유관 단체(대학교와 연구소)의 과거사를 여러 각도로 조명한 사료가 되었다. 이 출판물은 비단 천문학뿐만 아니라 한국의 과학 발전사 전반을 이해하는데 도움되는 사료로서 오래오래 남을 것이다. 따라서 이번에 발간되는 두 번째 『회고록 모음집(학회는 ‘자서전’이라고 호칭)』도 출판에 앞서 기대되는 바가 크다. 이번의 『회고록 모음집』에는 지난 『특별호 2005』의 내용을 보충하는 글이 실려지기를 바라면서, 또한 그때는 생각하지 못했던 다른 분야를 회고하는 글도 새롭게 발굴되기를 바르게 된다.

이러한 면에서 생각해 보면, 『특별호 2005』에는 아쉽게도 국제관계 특히 국제천문연맹(IAU)과의 관계에 관하여는 두 쪽 분량의 아주 짧은 글 단 한 편이 있었음을 발견하게 된다. 한국천문학회는 1979년에 정식 회원국으로 가입한 이래 천문연구에 공헌한 국가로서의 위상을 높여 왔음을 공인받고 있으므로, 과거사를 알고 있는 소수의 초기의 회원들의 기억에서 잊혀지기 전에 기록해 두어야 할 시기에 왔다고 생각한다. 이런 이유로 본인은 이 『회고록 모음집』에 IAU에 9회에 걸쳐 참석했던 기억을 더듬어 “총회” 별로 나의 참가 경험을 소개하려고 한다. 하지만 이 글은 어디까지나 개인이 경험한 총회의 한 단면에 불과하다. 총회에는 여러 회원국에서 적어도 2000명 이상이나 되는 많은 사람이 모여 여러 갈래의 주제를 다루기 때문에 한 사람이 참여할 수 있는 부분은 제한적일 수밖에 없다는 사실을 독자들이 이해해 주기를 바란다.

과거의 IAU 총회들(1900-1979)

IAU의 시작과 그간의 각 총회에 관한 자료는 Internet으로 검색해 볼 수 있다. 따라서 이 글에는 그런 자료와는 다른 관점에서 뒤돌아보기로 한다.

제10차 총회는 소련연방(USSR) 시절인 1958년에 Moscow에서 열렸다. 이때는 한국이 6·25 한국동란에서 복구가 되지 않고 극심한 전쟁 후유증에 시달리던 시기였다. 그런데 북한은 PDRK라는 이름으로 IAU회원국으로 가입한 것이다. 개최지가 Moscow였던 탓에 일찍 정보를 얻은 결과일 것이다. 이 시기에 한국에는 학술단체가 많지는 않았지만 있기는 했다. 하지만, 모두 정부의 승인을 받지 않은 임의단체였다. 학술단체는 모두 등록하라는 정부의 지시가 내려진 것은 5·16군사혁명이 일어난 직후인 1960년이거나, 그 다음 해인 1961년도였다고 생각한다. [주: 필자는 이 당시 한국물리학회 총무였던 안세희(安世熙) 연세대 교수의 지시를 받아 서울시청에 두세 차례 가서 한국물리학회의 등록서류를 접수시킨 일이 있었다.]

이 시기에 국립중앙기상대(현 기상청의 전신)에는 《한국기상학회》라는 간판이 걸려 있었으나, 당국에 정식으로 등록했는지의 여부는 알 수 없다. 당시는 기상업무를 수행하기에도 인력이 부족한 형편이어서 학술활동은 생각할 형편이 아니었다. 중앙관상대는 조선시대의 관상감을 계승한다는 명분으로 제2차 세계대전이 끝난 1945년 말에 조직되었으나, 일본의 조선총독부가 의도적으로 조선인 기술자를 양성하지 않았던 탓에 그들이 전쟁에 패망한 후 일본으로 철수한 자리를 메꿀 기상인력이 전무한 상태였다. 그래서 일제 때 하급 직원이었던 소수의 직원들이 기상관측과 예보업무를 힘겹게 담당하고 있었다. 그런 사정으로 《한국기상학회》는 간판뿐인 단체로 머물러 있을 수밖에 없었을 것이다.

한편, 《한국천문학회》의 경우는 기상학회 보다 사정이 더 나빴다. 중앙관상대는 옛 관상감이 하던 대로 매년 책력(冊曆)을 발행해야 했다. 1945년도 책력은 전쟁이 끝나기 전 해인 1944년 말에 조선총독부가 『약력(略曆)』이라는 이름으로 발행한 것을 사용했었지만,

1946년도를 위한 책력은 중앙관상대가 1945년 말에 발행해야만 했다. 다행히 이 일에는 천문학 박사인 이원철(李源喆, 1896-1963) 초대대장이 직접 계산했기 때문에 제때에 발간할 수가 있었다. 하지만 역서 발간과 천문관측을 위해서 <천문과(天文課)>를 신설하는데는 성공했지만 정부의 TO를 받지 못해서 직원 한 사람으로 운용해야 했다. 그러므로 역서 발간 외에 천문관측을 한다는 것은 엄두도 낼 수 없는 형편이었다.

천문과 관련있는 일로서 내가 기억하고 있는 것은 아주 초라한 단 두 가지 사건뿐이다. 첫째는 <천문과(天文課)>는 IAU Division F가 주관하고 Smithsonian Astrophysical Observatory가 발행하는 Minor Planets and Comets Circular를 받고 있지도 않았을 뿐 아니라, 그런 것이 있다는 사실조차 모르고 있었다. 그래서 어느 해였던가, 새로운 혜성이 나타났다는 소식이 세간에 알려졌는데, 기자들의 질문에 응답할 처지가 아니었다. 그런데 다행인지 불행인지 내가 받아본 일본의 『天文月報』를 보고, 그 혜성의 이름이 Mrkos혜성이라는 것을 알게 되어 이름만 겨우 알려 줄 수가 있었다.

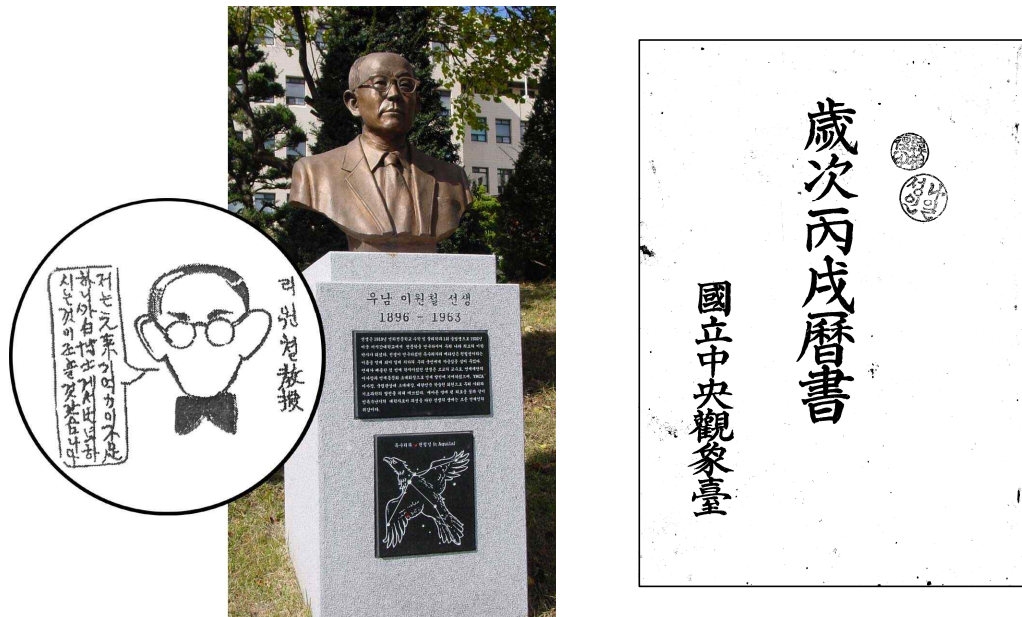


사진 1-2. 이원철 박사 흉상과 그가 편집한 광복 후 처음 발행한 병술(1946)년 역서.
역서의 제목 『歲次丙戌曆書』만이 표지에 적혀 있을 뿐 겉모습이 아주 초라하다.

그런데 Mrkos는 혜성을 2개를 발견했기 때문에 Mrkos I과 Mrkos II가 있다는 사실은 모르고 있었다. 이 혜성은 맨 눈에도 보인 밝은 혜성이었기 때문에 나는 쌍안경으로 혜성의 머리를 관측하고 성도 책에 그 위치를 찍어 보았다. 나에게는 추억의 첫 혜성이다. 1994년에 지금의 Slovak 공화국의 Tatra Mountain에 있는 Skalnaté Pleso 천문대를 내 딸(사라)와 함께 방문한 적이 있었다. 그곳에서 Mrkos가 그 혜성을 발견했을 때 사용한 아주 큰 쌍안경이 잘 보존되어 있는 것을 보고 몹시 부러운 생각이 들었다.

두 번째는 부분일식이 1957년 4월 30일 낮에 일어났다. 그러나 이 해에 발간된 국립중앙관상대의 『檀紀四二九〇曆書』에는 단지 <陰曆月日>로 <四月初一日 晦朔>이라고만 적혀 있을 뿐, 일식예보는 없었다. 신문기자들이 전날부터 귀찮게 문의해 왔다. 드물게 나타나

는 금환일식이었지만, 우리나라에서는 부분일식이었다. 나는 기상관측만 하는 말단 직원이었지만 이날만은 천문과 직원 행세를 했다. 굴절망원경 앞 렌즈를 색깔이 짙은 세루로이드(주: 그때는 플라스틱이 없었다) 책받침 두 장을 붙여서 햇빛을 약화시켰다. 그때는 학생들이 연필로 공책에 글씨를 쓸 때 종이가 찢어지지 않도록 하기 위해서 이런 책받침을 썼었다. Eyepiece 쪽에는 판대기에 흰 종이를 붙여서 태양의 상을 투영시켰다. 망원경의 가대는 수동이기 때문에 장시간 추적할 경우를 대비해서 진북방향에 망원경의 광축을 잘 맞춰야 하는데, 이런 일은 나도 잘 할 수 있었다. 이렇게 하여 식이 시작할 때부터 끝날 때까지 나는 망원경을 조종하고, 서용화(徐龍和, 생몰년 미상) 과장은 시간을 측정하여 기록했다. 그러나 그것이 전부였다.



사진 1-3. 1957년 4월의 부분일식. 15 cm 굴절망원경으로 관측하는 포즈를 취하고 있는 나일성과 기록하는 흥내를 내는 서용화 천문과 과장. 이 망원경은 6·25한국동란 때까지 부산측후소에 있던 것을 환도할 때 서울의 본대로 옮겨온 것이다.
(1957년4월30일자 동아일보 석간에서 옮김)

이렇게 천문관측 업무가 전무한 상태가 계속되던 때에 긴급한 상황이 벌어졌다. 그것은 1961년 봄이었다. Washington, D. C.의 주미한국대사관이 LA에서 천문학에 관계되는 국제 회의가 열리는데 북한은 이 국제조직의 회원 자격으로 대표단을 보낼 예정이니 속히 한국도 이에 대처해야 한다는 전문을 외무부에 보내온 것이다. 외무부는 학술단체에 관한 건이므로 문교부에 전문을 이송했으나, 문교부에는 천문과 관련이 있는 단체가 등록된 바가 없음으로 학술원으로 이송했다. 학술원은 이 통보를 받고 당황했다. IAU총회는 8월이므로 불과 4개월 정도의 여유 밖에 없었던 시점이었다. 다만 다행스럽게도 이원철 박사가 학술원 회원이었으므로 그를 통해서 문제를 해결하려고 했다. 결국 학술원의 황○○과장이 시내의 작은 호텔에 방을 하나 마련해서 몇 사람이 모이도록 했었다. [주: 이때의 이야기는 유경노(兪景老, 1917-1997) 선생께서 내가 어딘가에 썼던 내용을 간추려서 『천문학회보, 제30권, 회고록』에 소개한 바 있으나, 너무 간략하기 때문에 당시의 상황을 회원들이 이해하기 어려울 것 같아서

여기에 되도록 자세하게 쓰려고 한다.]

황○○과장이 마련한 방에 모인 사람은 이원철, 박철재(朴哲在, 1905-2001), 국채표(鞠琛表, 1907-1967), 안세희, 나일성의 5명이었다. 황○○과장은 모든 편의를 다 제공해 드릴테니 조속한 시일 안에 천문학회 조직해 주면, IAU에 가입하도록 하고 또 대표단도 보낼 수 있게 하겠다고 말 하면서 속히 처리해 줄 것을 간곡히 부탁하고 방에서 나갔다. 박철재 박사는 서울대학교 문리과대학 물리학과 교수였고 연령도 이원철 박사 다음이어서 이분이 주로 발언을 많이 하셨는데, 일단 설립준비위원장으로 이원철 박사를 추천했다. 그러나 여기까지는 좋았으나, 이원철 박사는 유경로, 현정준(玄正峻, 1925-2016) 두 교수께서 공교롭게도 미국에 가 계시므로 이분들을 대신해서라도 서울대에서 몇 분이 참석해야 한다면서 더 진행을 하지 않으셨다. 이에 박철재 박사와 국채표 박사는 자기들은 천문과는 별 상관이 없으면서도 선생님이 하시는 일이기 때문에 도와드리기 위해 참석했지만, “다음에 또 오라고 하시면 사양하겠습니다” 하고 단호했다. 그러나 이원철 박사가 이렇게 소수가 모든 것을 결정해 버리면 뒷 탈이 반드시 생길터이니 서울대에서 누구든 오시도록 해야 한다고 고집을 꺾지 않았다. 꽤 긴 시간이 지난 후 내린 결론은 당시 나일성이 서울대 문리과대학 천문기상학과와 사범대학 지구과학과에 시간강사로 출강하고 있었으므로, 권영대(權寧大, 1908-1985)교수, 김성삼(金聖三, 1923-1996)교수, 김철수(金哲洙, 생몰년 미상)박사에게 찾아가서 취지를 설명하고 다음 모임에 오시도록 말씀드리라는 것이었다(별항1 참조).

별항1: 朴哲在박사, 金哲洙박사 그리고

박철재 박사는 연희전문을 1930년에 졸업, 일본 교토대학에서 1940년에 『生고무의 경화(硬化)』로 박사학위를 취득한 후 조국의 광복 때까지 일본에서 연구생활을 하였다. 서울대학교가 설립될 때부터 물리학과에서 3년간 교수로 재직하다가 1948년에 문교부 기술교육국에서 부국장장 국장을 역임하셨다. 그리고 이어 원자력원이 발족되자 초대 원자력연구소 소장이 되었다. 그의 경력을 생각하면 IAU건으로 천문학회 창설을 의론한 자리에 있었을 때는 아마 원자력연구소 소장이었을 것이나, 서울대 물리학과에서의 강의는 계속하셨을 것이다.

한편, 김철수 박사는 1944년에 연희전문을 졸업하고, 서울대학교 물리학과에서 학사과정을 마친 다음 일본 동경대학에 유학하여 유체역학 연구논문으로 박사학위를 취득하고 귀국했다. 그때가 1960년이거나 그 전 해일 것이다. 당시 서울대 물리학과에는 자리가 없어서 임시로 서울대 문리과대학 천문기상학과에 적을 두고 있었다. 현정준 선생께서 미국에 가 계신 때여서, 유체역학이 수리적으로 천문학에 가깝다는 이유에서였다. 그 후 물리학과 교수로 재직하였으나, 내가 미국에서 학위를 받고 돌아온 1974년 이전에 세상을 떠나셨다.

이제 내게 부과된 임무 수행에 대한 이야기로 돌아가 보자. 내가 회의 며칠 후 가장 먼저 찾아간 곳은 물리학과의 권영대교수 연구실이었다. 찾아뵈 사유를 설명들이고 다음 모임을 위해 적당한 날짜를 정해달라고 말씀드렸다. 그분은 과묵하신 분이시라는 인상을 받았는데, 다음 모임에 관해서는 내가 알아듣지 못하는 이야기로 시간을 끌다가, 결국 참여하지 않겠다고 하신다. 다음에 찾아뵈 분은 김철수 박사였다. 이분은 그때 이미 대략 낱새를 알고 계신 것 같았는데, 그분은 “세계기상회의에 이원철박사께서 다녀오셨으니, 다녀온 이야기를 하시는 형식의

로 모임을 먼저 하는 것이 좋겠다”고 새로운 제안을 하셨다. IAU총회까지는 시일이 얼마 남지 않았는데, 언제 발기인 대회를 소집하고, 정관을 만들고, 등록하고 등등에는 별 관심이 없어 보였다. 마지막으로 천문기상학과에서 기상학을 담당하신 김성삼 교수를 만나 지금까지의 이야기를 전해 드렸다. 그랬더니 김성삼 교수는 다른 두 분이 참여한다면 기꺼이 동참하겠다는 조건부였다.

이렇게 일이 부정적으로 꼬이자 이원철 박사는 IAU가입을 포기하더라도 더는 일을 추진하지 않겠다고 하셔서 결국 모든 것이 무산되고 말았다.

과거의 IAU 총회들(1900-1979)

위와 같은 일이 있은 후 불과 4년 만에 마침내 한국천문학회도 발족되었으나, IAU가입과 같은 일까지 생각할 여유는 그때까지는 없었던 것 같다. 한국천문학회 창립과정과 초창기의 이야기는 『창립40주년기념 회고록』에 여러 회원들의 증언이 있으므로 여기서는 생략하겠다.

한국천문학회가 주체가 되어 IAU가입을 추진하게 된 것에는 국립천문대가 1978년에 소백산 천체관측소를 준공시킨 것이 촉매역할을 했다고 하겠다. 이제야 우리도 소형이기는 하지만 연구용 망원경을 보유하게 되었기 때문이다.

이때를 계기로 1979년에 Montreal(Canada)에서 열린 제17차 IAU총회에 가입신청을 하려는 움직임이 일기 시작했다. 그러나 그때 상황을 기록한 자료가 없어서 절망적이었는데, 다행히 이번에 『회고록』을 집필하려고 고심하던 중 옛 기록물을 철했던 나의 File에서 새로운 2통의 편지를 발견했다. 그 중 하나는 내가 1979년 3월 10일자로 만든 <APPLICATION FORM FOR IAU MEMBERSHIP>이다(사진 1-4를 참조). 이것은 IAU에서 보내준 Form에 내가 해당한 난에 기입한 것이다. 내 짐작에는 IAU에 국가 단위로 신청하면서, 개인 회원도 신청하는 과정에 나도 여러 사람들 중에 낀 것 같다. 그렇다면 그때 개인자격으로 나와 함께 신청한 회원이 있었을 것인데, 아마 다음 6인일 가능성이 많다. 확실한 근거는 없지만 후일을 위해 참고로 적어 둔다.

유경노, 현정준, 조경철, 나일성, 윤홍식, 민영기

두 번째 자료는 IAU President인 Adrian Blaauw가 “새 IAU 회원이 된 것을 축하한다”고 알려진 편지이다. 이 편지는 1979년 8월 23일에 Montreal에서 보낸 것이다(사진 1-5를 참조). 이 편지에는 수취인의 이름은 없고 “Dear Colleague”라고만 되어 있는데, Montreal 총회에서 결정한 것을 개인 신청자들에게 일제히 보낸 것이라고 생각된다. 각국에서 신청한 많은 사람들의 이름을 일일이 다 쓰기는 어려웠겠지만, 나에게 온 종이를 자세히 보니 자기의 Sign만은 직접 쓴 것 같다.

위의 두 통의 편지를 참고해 보면, 한국이 국가 회원으로 가입 신청을 한 것은 1979년 3월이었고, 가입이 수락된 것은 1979년 8월 23일로 총회의 마지막 날이었다고 할 수 있겠다. 대개 총회를 폐회하기 전날의 2차 총회에서 다음 개최국을 정하면서 신입회원 인준과 사망한 회원을 공지하기도 한다.

위와 같은 절차를 밟은 한국에서는 현정준, 조경철(趙慶哲, 1929-2010), 윤홍식(尹鴻植, 부인 동반) 교수가 참가한 것은 틀림없다고 생각하지만, 민영기 박사도 동행했었는지 기억나지

않는다. 이때의 참가보고서는 학회에 보고된 바가 없고, 현정준, 조경철 두 교수께서 이미 타계하셨으니, 윤홍식 교수가 기록을 남겨주기를 바랄 뿐이다.

APPLICATION FORM
for IAU MEMBERSHIP

Country: KOREA

Name: Nha

First name (s): Il-Seong

Address: 66 Sinchondong, Seodaemoonku, Seoul (120), Korea

Date of birth: November 11, 1932

Nationality: Korea

Graduated from: University of Pennsylvania (USA)

Year of Ph.D. or equivalent: 1971

Present position and/or status at: Professor of Astronomy

Main fields of research:
Photometry, Variable Stars, Close Binaries

Titles of and references to (not more than
two or three scientific papers or publications :
THE ECLIPSING BINARY SYSTEM RU UMI, Astron. J. 78, 107(1973)
CW CEP: AN IMPORTANT CLOSE BINARY MEMBER OF THE III CEP
ASSOCIATION, Astron. J. 80, 232 (1975).

Other:

Suggested for membership in Commission No.....
if considered eligible

Date 1978. 3. 10.

Proposed by:

Signature

사진 1-4. 1979년 3월 10일자 나일성의 IAU 개인회원 신청서.

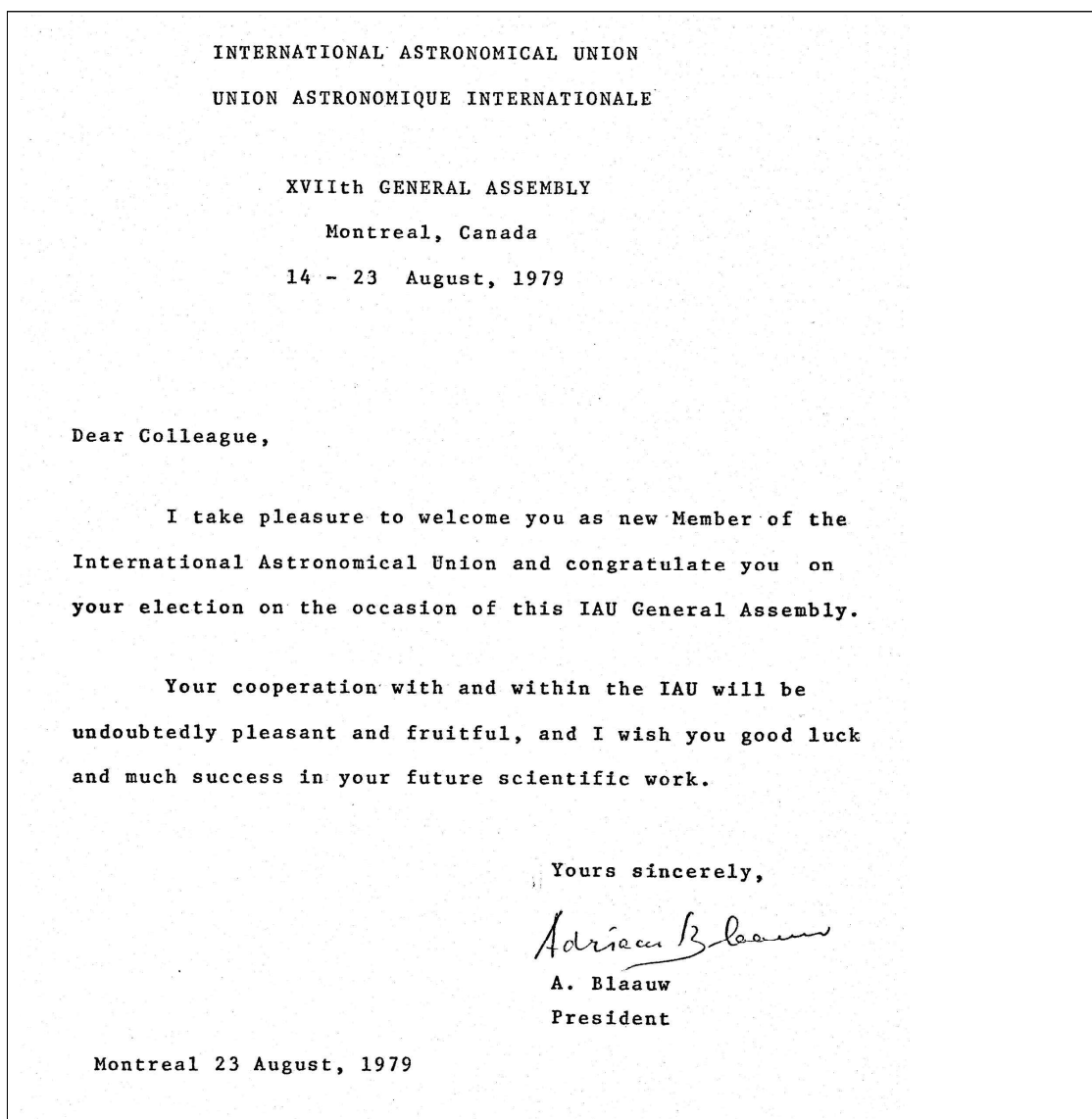


사진 1-5. IAU President A. Blaauw의 1979년 8월 23일자 편지

이 시점에서 앞으로 조사할 때 도움이 되리라고 생각하고, IAU 창설로부터 1979년 제17차 총회까지를 메모 형식으로 적어 표1을 만들어 보았다.

표1. 한국과 관련이 있는 과거의 IAU총회를 보기 위한 자료

총회와 연도 개최지(나라)	참 고
제1차, 1922 Roma(Italy)	International Research Council이 주체가 되어 1919년에 Brussel에서 창설을 결의했음. 본부는 Paris에 둠.
제2차부터 제9차까지는 생략함	

제10차, 1958 Moscow(USSR)	북한(PDRK)이 가입했음.
제11차, 1961 Los Angeles(USA)	한국이 가입하려다가 국내 사정으로 포기했음.
제12차, 1964	-
제13차, 1967 Prague(Czechoslovakia)	이때는 Czechoslovakia가 공산 국가였기 때문에 미국 사람도 허가를 받고 참가했는데, 내가 다니던 U of Penn의 교수 한 분이 가는 것을 보고 부러웠다. 그 교수는 Czechoslovakia출신이다.
제14차, 1970	-
제15차, 1973	-
제16차, 1976	-
제17차, 1979 Montreal(Canada)	한국이 가입하고, 대표로 한정준, 조경철, 윤홍식(부인 동반)이 참가했음.

다음 《둘째 묶음》부터는 한국이 IAU에 가입한 후 내가 본격적으로 참여한 아홉 번의 IAU총회 참가에 관하여 오래된 자료를 찾아가면서 기억나는 대로 소개하기로 하겠다. 그리고 《셋째 묶음》에는 내가 부득이하게 참가하지 못한 New Dehli 총회에 관하여 당시의 사정을 쓸 생각이다.

= 《둘째 묶음》 =

제18차 IAU 총회(Patras, GREECE), 1982-1985

한국에서 참여한 회원: 나일성(부인 동반), 민영기, 이상각 외 약간 명

발표자: 이번 총회에서 논문을 발표한 회원은 나일성이었고, 발표는 C42(Close Binary Stars)에서 있었다.

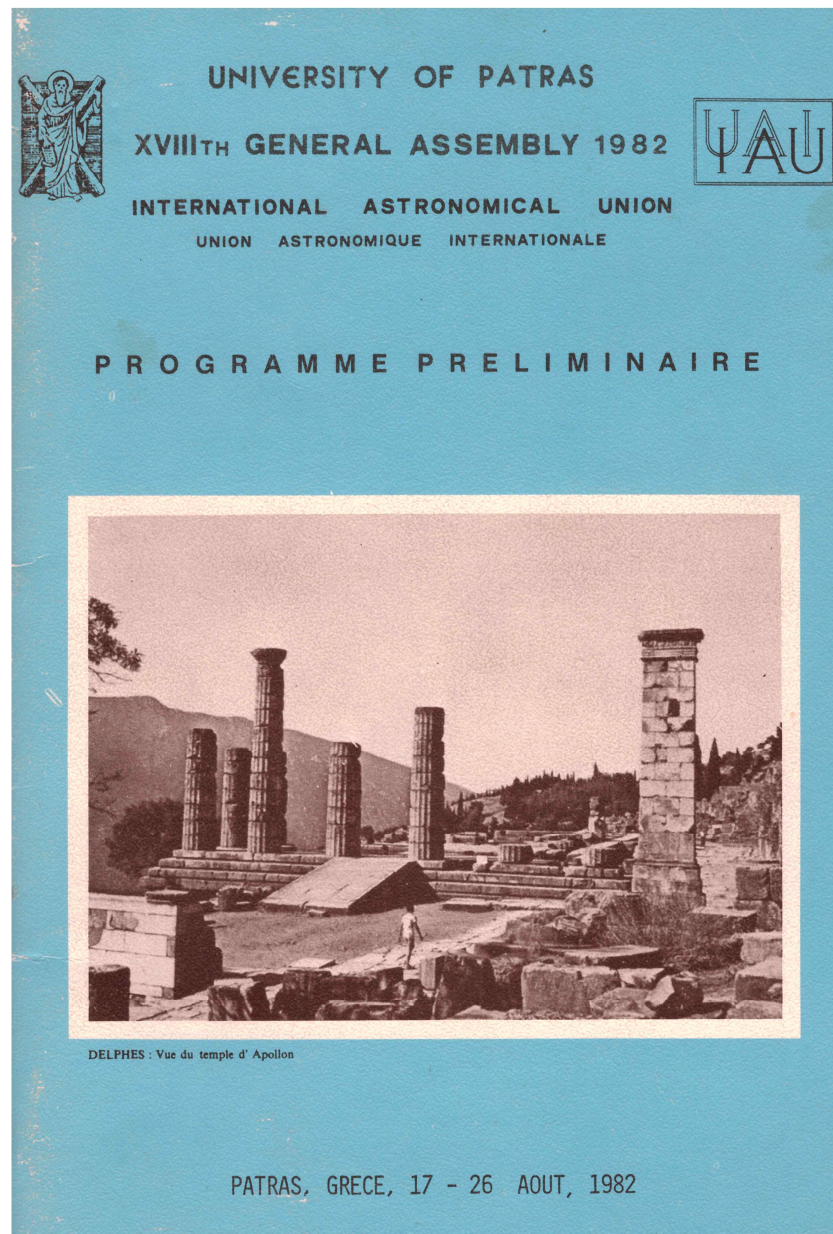


사진 2-1. 제18차 IAU Patras총회 Programme Book

처음 참가한 IAU총회

참으로 설레는 마음으로 지중해를 항해하는 이름 모른 연락선을 탔다. Italia 남부의 어떤 항구를 출발하여 이름도 생소한 Greece의 Patras섬으로 떠난 것은 1982년 8월 X일 저녁이었다. 하지만 승선할 때의 흥분은 없어지고, 갑판에 올라가 수평선을 본단던지 다른 승객들과 이야기를 주고받는 일이나 배의 시설을 구경한다는 식의 최소한의 낭만도 없었다. Sicily 섬의 Catania에서 IAU Colloquium에 참여했던 일행은 모두 나처럼 피곤을 이기지 못하고 깊은 잠에 빠졌다. 그리고 새벽이 되니 배는 Patras섬의 작은 항구에 닿았고, 우리는 육지를 밟았다. Italia남부에서 Greece로 배를 타고 갔다는 것 밖에는 아무 추억도 남아 있지 않다.

항구에서 통관 절차가 있었을 법한데, 이것도 기억나지 않는다. 38년이나 지난 세월 때문만은 아닐 것이다. 유럽이라는 생소함, 아직 촌티를 벗지 못한 몸이었고, 거기에다 배 타기 전에 잃어버린 돈지갑 때문에 마음의 안정을 잃었기 때문이었겠지(별항1 참조).

짐을 들고 건물을 나와 부지런히 대회장으로 사용하는 U. of Patras로 갔다. 저 멀리서 아내가 손을 흔든다. 나보다 먼저 Roma에서 비행기로 날라와서 LOC의 접수대에서 가족으로 등록하고 우리가 묵을 Alexander Beach Hotel에 Check-in한 다음 대학으로 다시 돌아와서 나를 기다리고 있었던 것이다. 아내와 나는 LOC가 제공하는 버스를 타고 호텔에 가자마자 제일 큰 트렁크를 급히 열어 보았다. 그리고 그 속에 넣어둔 양복저고리의 호주머니에서 돈이 들어있는 지갑을 찾아냈다. 나는 나도 모르게 혼자말로 “이제 살았다!”고 중얼댔다. 영문을 모르고 의아해 하는 아내에게 오래오래 추억할 웃음거리를 안겨준 셈이다.

호텔은 이름이 호텔이지, 길게 연달아 있는 단층짜리 여관이다. 이 작은 섬에 번듯한 호텔이 있을 리 없지. 그래도 아내와 나는 마음이 흡족하다. 공기가 깨끗하고, 몇 발자국만 나가면 남쪽으로 펼쳐진 지중해 바다가 있다. 방이 몇 개나 되는지는 몰라도 아침이 되니 꽤나 많은 학회 참가자들이 아침밥 먹으러 모인다. 반갑게도 내가 잘 아는 Kyoto대학의 Kogure Tomokazu(小暮智一, 1926-) 교수를 만났다. 이전에 여러 번 만난 일이 있었는데, 동경천문대의 Kitamura Masatoshi(北村正利, 1926-2012) 교수와 절친한 사이다.

Kogure교수에 관하여는 다시 언급할 기회가 있을 지 모르겠는데, 이 총회 이후 약 20년간 여러 차례 만나는 동안 그의 댁에도 저녁 초대를 받은 적이 있었다. 그래도 지금 한 가지 언급해야 할 일이 있는데, 그것은 이분이 Be stars에 관심이 많아 논문도 많고 저서도 있다는 사실이다. 어느 날 저녁을 함께 먹는 중에 식쌍성 Epsilon Aurigae가 지금 식을 시작했다고 한다. Eps Aur는 식쌍성 중에서 공전주기가 가장 긴 27.3년이며, B-type star와 M-type의 Supergiant로 쌍을 이루고 있다. F. B. Wood에 의하면 “이 별을 이해하면 천체물리를 이해하게 된다!”고 역설한 바 있는 유명한 별이다. 그래서 나는 한국에 돌아가면 곧 광전관측을 시작하고, 그는 Spectroscopic 관측을 하기로 약속을 했다.



사진 2-2. Kogure 교수와 나란히.

별항 1 : Patras로 가는 길에

Patras총회에 참가하기 전에 앞에서 잠깐 언급한 대로 나는 Italy Sicily섬에 있는 Catania에서 열린 IAU Colloquium에 참석했다. 이것은 그때까지 내가 참석한 두 번째 Colloquium으로서 광도곡선이 변화하는 근접쌍성의 원인 규명을 주목적으로 한 학회였다. Roma를 거쳐 Catania공항에 닿은 날은 일요일이라 공항의 환전소가 문을 닫고 있었다. 가지고 있던 Dollar로는 전차표도 살 수 없고,

영어도 통하지 않아 회의장으로 가는 길을 물을 곳도 찾지 못해 어찌할 바를 모르고 한참을 서 있었다. 미국생활을 오래 했으니 유럽 따위는 어디가나 문제없을 것이라고 생각한 나는 지금 완전한 촌놈이 되어 있었다.

그러나 여기서는 이 이야기를 할 때가 아니므로 생략하고, 이 Colloquium에서 만난 Alvaro Gimenez를 잠깐 소개해 보자. 그는 나의 가슴에 붙은 이름표를 보더니 반갑게 인사를 한다. 참석자 명단에서 내 이름을 보고 나를 기다리고 있었다면서 “Apsidal motion을 하는 근접쌍성의 식심시각을 관측한 나의 paper를 보고 자료를 더 얻어 보려고 한다”는 것이다. 세상에 나 같은 초년생을 보자는 사람이 이런 곳에 있다니 깜짝 놀랄 일이다. 그는 Spain출신으로 영국의 Zdenec Kopal(1914-1993)의 제자이다. 나와는 Colloquium 동안 같은 방에서 지냈는데, 내가 Spain으로 여행가면 Majorca섬에 가 보려고 한다고 말했다. 그런데 그로부터 30년이나 지난 제27차 Rio de Janeiro 총회에서 만났을 때 “언제 Majorca섬에 가겠느냐?”고 물을 정도로 나에게 호감을 갖고 있는 친구로서 지금은 이 분야의 대가가 되어 있다. Majorca섬은 Majorca Symphony Orchestra의 상임지휘자로 있으면서 우리 애국가를 작곡한 안익태선생이 살았던 곳이며, 그의 유택이 지금도 남아 있는 곳이다.

5일간의 Colloquium은 끝나고, 많은 참가자들이 Patras총회에 함께 가기 위해 버스를 타고 Italy본토의 남단에 있는 항구로 배를 타고 건넜다. Catania Colloquium LOC 사람들이 이런 배려까지 해 준 것이다. 항구에 닿자 유명한 동굴이 있다면서 저녁배가 떠날 때까지 관광을 시켜주었다. 그런데 관광안내인은 <소매치기를 조심하라!>고 여러 번이 아니라 수십 번도 더 했다. 너무 지나치다 싶어서 짜증을 내다가 문 듯 호주머니에 손을 넣어보니 돈지갑이 사라졌다. 여권이나 다른 서류는 잘 있지만, 돈지갑만이 없어졌으니 아찔했다. 그래서 파출소로 가서 신고를 했다. 순경은 영어를 모르고 나는 이탈리아 말을 모르니 참 기막힌 경험을 한 셈이다. 그때 작성한 조사서는 기념으로 아직도 어디엔가 보관하고 있다.

저녁에 떠나는 연락선을 탔지만 앞으로가 걱정되었다. 그런데 5일간 함께 Colloquium에 참석했던 대만 학자가 “300 dollar를 빌려 줄테니 걱정말라”는 것이다. 그는 Caltech에서 이론으로 학위를 받고 대만대학에서 교수로 있다는 Ni라는 학자이다. 1982년에 300 dollar는 작은 돈이 아니다. 그러나 적고 많고 가 아니라 학회에서 처음 만난 외국 사람에게 되받을 방법도 없는데 이런 호의를 베풀다니, 나는 정말 기쁘면서도 놀랐다. 그래서 “Patras에 도착하면 내 아내가 와 있을테니 그리되면 걱정할 필요가 없겠지만, 만약 아내를 만나지 못하면 그때 300 dollar를 꾸겠다”고 말했다.

배에서 내리자 저 멀리 아내의 모습이 보였다. 그리고 만나자마자 나는 짐을 풀어 양복 호주머니에서 돈지갑을 찾아냈다. 밤새도록 누워 있는 동안 개회식에 입을 양복 호주머니만 생각하고 있었던 것이다.

그런데 그 Ni교수와는 그 후 한 번도 다시 만난 적이 없다.

소박하나 인상에 남는 개회식

적도의 북회귀선(北回歸線)에 가까운 Patras섬의 여름은 대단하다. 태양은 바로 머리 위에서 수직으로 작열하고, 주변에는 바위 틈에서 보이는 올리브 나무 외는 그늘이 거의 없으며, 건물 안에는 냉방 시설도 없다. 물론 그 시절에는 지금과는 달라서 거의 모든 건물이 그랬다. 36년 전의 일이 아닌가? 그래도 빨리 저녁을 먹고는 바다 물속에 몸을 담구면 꿀맛이다. 호텔의 앞 바다까에는 모래 대신 작은 자갈 받이 펼쳐져 있다. 그런데 이 돌들이 불속에서 보여주는 색깔이 예쁘다. 그래서 나는 이 지중해의 돌조각 10여 개를 골라서 여행 기념으로 집에 가지고 왔다. 그때는 젊었기 때문인지 몰라도 짐이 무거워서 귀찬타는 생각도 없었다. 그런데 집에 와서 보니 물속에 있을 때의 빛깔은 없다. 물속에서만 제 빛을 낸다고 서양화가 홍현기(洪鉉旗) 화백이 돌 하나를 가져가면서 알려 주었다.



사진 2-3. 독일에서 온 참가자와 함께 지중해 바닷물을 이렇게 즐겼다(왼쪽).

홍 화백의 손에서 예술품으로 다시 태어난 지중해의 작은 돌 하나.

내가 회의장에 가 있는 동안 호텔에 남아 있는 아내는 주인집 부인과 사귀게되어 심심치 않다고 한다. 그리스 말을 모르는 아내와 한국말은 고사하고 영어도 모르는 집주인 사이에는 만국 공용어인 Body language가 있지 않는가? 그리고 아내는 LOC가 제공하는 Family tour에 참가하여 그리스 정교회당과 포도주 농장을 구경하고 와서는 함께 돌아다닌 여러 나라의 부인들과 나눈 이야기를 들려준다. 얼마나 보람있는 해외 여행이었던가?

개회식은 낮 더위가 한풀 꺾인 초저녁에 야외극장에서 열렸다. 그때 우리는 Roma의 야외극장을 한 번도 가보지 못했던 때라 서양 친구들과는 달리 아내와 나에게는 이 그리스식 노천극장은 신선한 충격이었다. 시설이 너무 오래된 탓이겠지만, 계단의 돌 중에는 깨진 것도 있었고, 무대의 뒤편의 울타리가 파손되어 있었지만, 우리에게도 흠이 될 수 없고 그냥 신가할 뿐이다. 식이 끝날 무렵에 중국에서 온 키 큰 신사가 등단했다. 그리고 짤막하게 그러나 분명한 영어로 인사말을 했다. 뒤에 안 사실이지만, 중국을 대표한 현대천문학자 Wang Shuguan(王綬琯, 1923-) 선생이었다. 복장은 질이 신통치 않은 검은색 헌겉으로 만든 국민복이다. 다음날부터 회의장에서 가끔 마주치기는 했어도 개인적으로 인사는 하지 않았다. 그때 그와 함께 온 여자가 있었는데 이름은 Ye Shuhua(葉叔華, 1927-)이다(별항2을 참조).

별항 2 : 중국인민공화국의 IAU 가입

IAU의 정식회원국으로 중국을 대표하는 나라는 처음부터 대만(중화민국)이었다. 1949년에 장개석 정부가 모택동군에 쫓겨서 대만으로 옮긴 후에도 북경의 중국인민공화국(China PR)은 천문연맹에 별로 관심을 갖지 않고 있다가, 북한보다 한참 늦은 1982년이 되어서야 제18차 총회에 중국을 대표하는 국가로 가입 신청을 했다. 이 때문에 IAU집행부는 난처하게 되었다. 1국에 두 회원을 둘 수 없는 규정 때문에 지금까지 IAU회원으로서 의무를 다 해 온 대만의 회원권을 취소하고 중국인민공화국을 받아 드릴 수는 없는 일이었다. 하지만, 당시의 국제정세로는 북경정권을 인정하지 않을 수 없는 입장이었다. 하지만 누구의 제안인지는 나로서는 알 수 없으나, 조건부로 중국인민공화국을 임시 회원으로 받아 드리기로 하고, 3년 후인 제19차총회에서 최종결정을 하기로 결의했다. 그래서 중국에서 두 사람(Wang Shouguan과 Ye Shuhua)이 참석한 것이다.

개회식이 끝난 후 인사말을 한 Wang Shouguan선생은 지금도 살아계시는데, 중국에서는 현대천문학자의 상징적인 인물로 원사(院士)라는 칭호를 가지고 있는 1923년생이다. 1987년 북경 IAU Asia-Pacific Regional Meeting 이후부터 몇 차례 만난 적이 있는데, 영국 신사라는 인상을 주며 말수가 적다. 그의 붓글씨는 독특해서 중국에서 열리는 특별 행사나 기념물에 그의 글씨가 자주 등장할 정도이다.

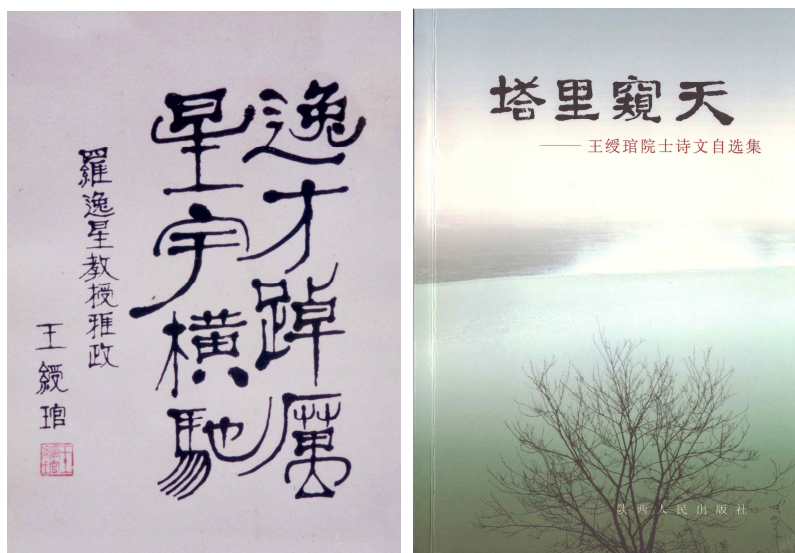


사진 2-4. Wang Shouguan(王綏琯)선생께서 나의 이름(逸星)의 逸자와 星자를 앞에 두고 지은 시와 그의 自選集 『塔里窺天』의 표지

Ye Shuhua(Madam Ye 또는 葉女史라고 부른다)는 그 당시 상하이천문대 대장이었고 원사(院士)라는 칭호도 가지고 있었다. 나이는 Wang선생과 비슷한데, 이 분도 영어를 잘 구사한다. 체구는 작은 편이나 Wang선생과는 달리 성격이 아주 활달하다. 대회 기간 내내 서양 유력 인사들에게 지나칠 정도로 접근하고 있구나 하는 인상을 받았다. 그때만 하더라도 중국은 어려운 시기였으므로 천문대를 유지 발전시키려니까 아쉬운 일이 많아서 그랬겠지만, 중국이란 대국을 대

표해서 온 사람으로서는 좀 애처로워 보였다. 확실한 정보는 아니지만, 그녀는 중국전인대회에 상하이를 대표하는 위원으로도 활약했다고 한다.

개회식이 끝나자 이 지역의 합창단 두 팀의 공연이 이어졌다. 이미 주위는 어두워지기 시작한 시각이라 조명이 무대를 비추기 시작했다. 그런데 개회식이 전부가 아닌데도 많은 사람들이 이 극장을 떠나고 있다. 다음 순서가 있다는 것을 잘 알리지 못해서였을까? 하지만 나와 아내는 Wood 교수 부부와 나란히 끝까지 앉아 있었다. 옛날 복장차림의 합창단원들의 우아하고 생소한 모습과 그 분위기에 알맞은 아름다운 선율에 취했다. 그리고 고대 그리스의 역사적 무대의 한복판에 와 있는 것 같은 착각에 잠긴 황홀한 경험을 했다.



사진 2-5. Indiana대학의 Frank Edmonson(1912-2008)교수 부부(왼 쪽), 나의 아내 이순희(중앙), Florida대학의 Frank Bradshaw Wood(1915-1997)교수 부부가 함께 포즈를 취했다. (나일성 찍음)

Close binary stars는 Commission 42에 속하는데, 이 총회에서는 두 번의 Session이 있었다. 이 중 한 Session에서 나는 F.B. Wood와 강영운(姜榮運)과 세 명의 이름으로 식쌍성 AR Lacertae의 관측결과를 발표했다(별항3 참조). 이 때 Commission 42의 President는 South Africa의 Brian Warner였다. 이 양반은 말을 어찌나 빨리 하는지 알아들을 수 없는 데다가, 인쇄된 프로그램도 준비하지 않은 채 쪽지 한 장을 들고 발표회를 진행하고 있었다. 그래서 이런 회의에 처음 참석한 나는 불편하기 그지없었고 또 실망도 컸다. 나는 IAU총회니까 여러 면에서 으리으리하리라고 기대했는데, 알고 보니 그저 그런 거구나 싶었다. Warner와는 그 후 30여 년간 여러 가지 일로 가깝게 지내는 사이가 되었지만, 지금도 나는 그의 영어를 제대로 알아듣지 못하는 때가 많다. 그는 Oxford 대학에서 박사학위를 받고 줄곧 남아프리카의 Cape Town대학에서 교수로 지내고 있다.

Athens 공항으로 가는 길은 Patras 섬과 아테네를 잇는 긴 다리를 LOC가 제공한 버스를 탔다. 그런데 버스를 기다리는 곳에서 유난히 잘 생긴 여자라고 생각했던 합창단원 한 사람을

만났다. 반가워서 인사를 하고, 개회식 때 부른 합창의 CD를 살 수 없겠느냐고 물었으나, 허탕이다. 그녀는 나의 영어를 알아듣지 못하고 그냥 미소만 짓는다.

버스에서는 또 다른 반가운 분을 만났다. 대회 기간에는 마주치지 못했는데, 이렇게 마지막 날에 버스를 기다리는 곳에서 만나다니. 그는 Canada Dominion Astrophysical Observatory의 Alan H. Batten(1933-)박사다. 내가 Penn대학에서 공부할 때 Seminar 강사로 오신 일이 있었는데 그때 내가 AR Lacertae의 Spectrum을 찍어 달라고 부탁한 일이 있었다. 그곳의 망원경은 대형이기 때문에 Spectrum 관측이 가능할 뿐만 아니라 그는 근접 쌍성계의 spectrum catalog도 발간하고 있었던 권위자였기 때문이다. 고맙게도 몇 달 후에 2-3 meter 되는 긴 trace paper에 trace한 종이와 건판 2장을 보내 주셨다. 그런데 부끄럽게도 그 귀한 자료를 분석할 능력이 없어서 지금까지 사장시키고 있다.



사진 2-6. Baltimore총회에서 만났을 때의 Alan Batten 박사. (이순희 찍음)

아테네에서는 1박을 했어도 다음날 비행기 시간 때문에 상점가를 잠깐 구경했을 뿐 명승지는 별로 가 본 기억이 없다. 남은 시간이 별로 없어서 서둘러 비행장에서 아내와 헤어졌다. 아내는 오던 길로 돌아가기 위해 Roma로 향했고, 나는 2시간이나 연발인 Swiss Zurich행 비행기를 타려고 짐통 속과도 같은 공항 건물 안에서 무척 고생했다.

별항 3 : AR Lacerte와 나

최초의 국산 관측자료로 광도곡선을 완성하고 광도변화를 연구한 나와 강영운의 논문이 *PASP*(Publication of the Astronomical Society of the Pacific)에 게재되었다. 하지만, 나는 이 issue가 한국으로 우송되기 전에 출국했으므로 보지 못했었는데, 공교롭게도 이 논문이 있는 issue가 총회 회의장 Lobby에 전시되었다. 이 논문은 그때까지 국내에서 관측한 자료를 가지고 만든 논문으로는 처음 국제학술지에 게재된 것이다. 그래서 개인적으로는 자랑스럽게 생각한다. 논문 제목은 “Photoelectric photometry of the RS Canun Veneticorum-type

close binary AR Lacertae”이며, data가 포함되어 있어서 모두 20 page나 되었다.

이 AR Lacertae라는 식쌍성은 1960년대에서 80년대까지 쌍성 연구가들에게 꽤 오래 주목을 받아온 관측대상이었다. 그 이유는 별에도 태양처럼 표면에 흑점이 있는데 그 크기가 대단히 크기 때문에 별의 광구의 상당한 부분을 차지 할 것이라는 것이다. 이런 흑점을 “dark spot”이라는 이름을 붙여서 많은 사람들이 그 실체를 탐색해 왔었지만, 이것을 검출하려면 single star로는 불가능하기 때문에 식을 일으키는 쌍성의 광도 변화를 통해서 찾으려고 하였다. 그래서 이런 종류의 식쌍성 중에서 AR Lacertae가 좋은 대상으로 각광을 받게 된 것이다.

이 별은 U of Penn에서 함께 공부했었던 이석우 선생이 1968년에 관측한 일이 있었다. 당시 Robert H. Koch교수가 독창적으로 제작한 *CN* filter로 U of Penn의 Flower and Cook 천문대에서 관측한 것이다. 그가 학교를 떠나면서 그 자료를 나에게 주었는데, Koch 교수가 *CN* 관측이니까 자기와 함께 *IBVS*에 제출하자고 제안해 왔다. 그러나 나는 그의 제안을 거절했는데, 이유는 그가 나의 지도교수이기 는 하지만, 나는 큰 논문을 쓸 때 이용하려고 했었기 때문이다.

한국에 돌아와서는 이 *CN* filter가 없으므로, 당시 연세대학교 캠퍼스에 설치한 40-cm 반사망원경을 이용하여 *UBV* 관측을 했다. 그 때의 서울의 밤하늘이 7등성 정도의 밝은 별을 광전관측 하는데 그리 나쁘지 않았기 때문에 남들이 아마추어용 망원경이라고 비하한 망원경으로 열심히 관측했다. 그런데 이 AR Lacertae의 공전주기가 1.98일로 2일에 가깝기 때문에 매일 밤 관측해도 광도 곡선 상에 나타나는 위상(phase)은 약간씩만 변화할 뿐이다. 그래서 한 해의 관측 season(별마다 다르지만, 이 경우에는 약 4개월)이 끝나도 Light curve 전체를 한 천문대에서는 완성할 수가 없다. 그런데 설상가상으로 이 쌍성은 “dark spot” 때문인지 광도도 변한다. 그래서 다음 해에 관측을 해 보면, 다른 식쌍성의 경우와는 달리, 전 해의 광도와는 연결이 되지 않는다. 결국 한 해에 Full curve를 완성해야 하는데, 그렇게 하려면 경도가 180도 정도 다른 지역에 있는 관측소와 공동관측을 해야 한다. 이런 이유로 국제 협력이 필요하다는 것을 부각시키는 내용을 이 IAU의 C42(Close Binary Stars)에서 발표한 것이다.

Nha와 Kang의 이 논문에는 *U* 관측은 제외시켰다. 아무리 좋은 날이라 하더라도 역시 서울의 밤하늘은 가장 짧은 파장인 *U* 영역은 허락하지 않았기 때문이다. 그래도 다행히 이 해에 그때까지 아무도 성공하지 못한 AR Lacertae의 제1극심과 제2극심을 동시에 관측할 수 있는 행운을 얻었다. 참고로 이 AR Lacertae의 “dark spot”에 관해서는 그 후 강영운의 Ph. D. 논문에서 밝혀지고 있다.



사진 2-7. 강영운과 나일성

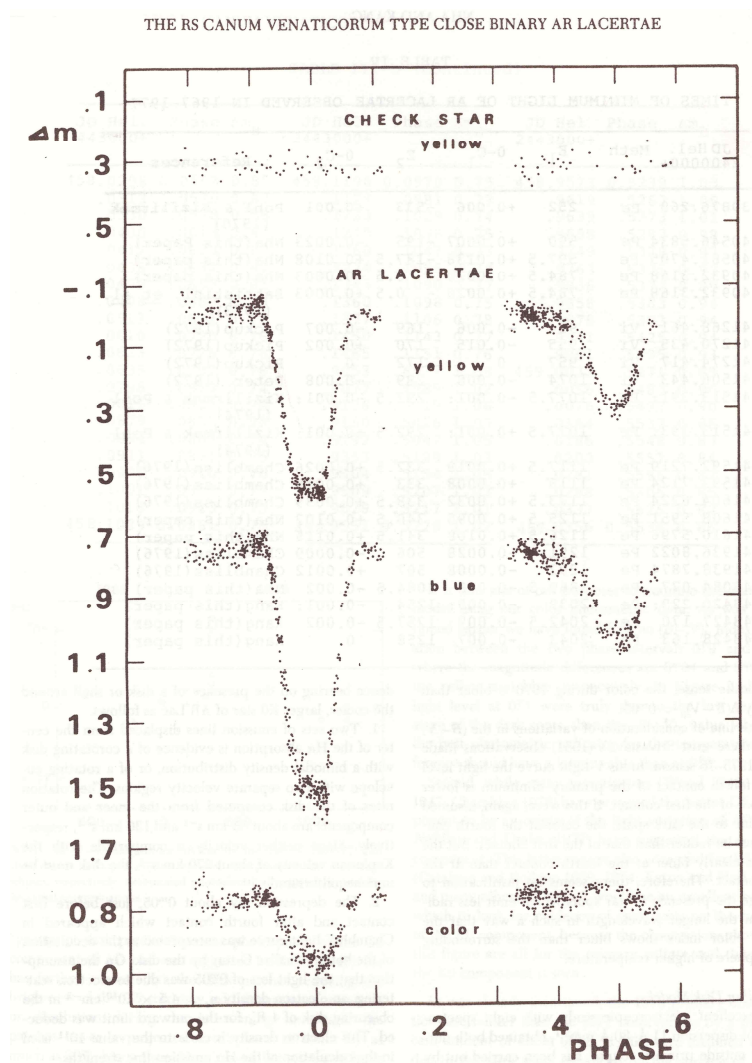


사진 2-8. 1976년 10월-1977년 2월이 이 AR Lacertae를 관측할 수 있는 계절이기 때문에 한국에서 최초로 광전관측한 AR Lacertae의 BV 광도곡선이다. 이 한 계절에 제1극심과 제2극심을 관측할 수 있었던 것은 큰 성과였지만, Phase가 0.12-0.32와 0.57-0.8 되는 부분을 관측 못한 것은 어쩔 수 없는 일이었다.

= 《셋째 묶음》 =

제19차 IAU 총회(New Dehli, INDIA), 1985-1988

한국에서 참여한 회원: ?

발표자: 이 총회에 참석한 회원이 있었는지조차 알지 못하고 있다.

내가 참가한 27년간(1982-2009) 중에서 단 한 번 참가하지 못한 총회는 제19차 New Dehli 총회이다. 그래서 이 총회에 대해서는 평소에 자료를 수집하지 않았기 때문에 지금 와서는 아쉬운 점이 많다. 나의 경우 지난 제18차 IAU 총회에 참석한 것을 계기로 앞으로 모든 총회에 꼭 참석하려고 마음을 다져왔는데, 그만 첫 번부터 이런 불상사가 생기고 말았으니 내 자신이 생각해 봐도 어처구니 없다. 하지만 그럴 수밖에 없었던 일이었기에 그 때 사정을 적어 두려고 한다.

이야기는 엉뚱하게도 미국의 Nixon대통령과 중국인민공화국의 모택동주석이 소위 말하는 <평풍외교>로 중국이 빗장을 풀게 된 때로 거슬러 올라간다. 이 일이 있은 후, 미국에서 활동하던 중국인 중에서 중국을 선호하던 지식인들이 여기저기서 중국행을 택하기 시작했다. 낙후된 조국을 재건하는데 도움이 되겠다는 애국심의 발로였을 것이다. 그러나 그들이 모두 미국을 떠날 수 있었던 것은 아니다. 그들의 중국행 이삿짐은 철저한 검열을 거쳐야했고 기밀과 관련되는 문건은 몰수당하기도 했다. 그리고 이런 일의 극히 일부만 아는 나에게도 생생하게 기억되는 사건 하나가 있다. 그것은 원자력의 권위자로 잘 알려진 핵물리 학자(이름은 잊었다)의 경우인데, 미국 정보기관은 그가 1등 기밀에 속하는 일에 종사해 왔기 때문에 중국행을 아예 막아버렸다. 그가 기어이 중국으로 가고 싶다면 그 기밀의 유효기간이 끝나는 때에나 가능하다는 것이다. 그래서 그의 영구 귀국은 늦어지고 말았던 것이다.

이때 천문학계에서도 중국행 바람이 조금 일어났었다. 그때 몇 명이나 중국으로 돌아갔는지 알 수는 없으나, 많지는 않았던 것 같다. 그러나 그 중에 유명 인사로 알려진 Shushu Huang(黃〇〇, 생몰년 미상)이 끼어 있는 것만은 확실하다. 그는 Chicago대학에서 Subramanyan Chandrasekhar(1910-1995)의 지도를 받아 Ph.D.를 받고, 몇 곳에서 경력을 쌓은 후 Northwestern대학에서 교수로 있었다. 그는 근접쌍성의 생성에 관한 연구를 비롯해서 비교적 폭 넓게 다방면의 연구를 했었다. 그를 만난 일이 있었는데, Chandrasekhar의 제자들 중에는 심장병을 앓고 있는 사람이 많다고 했다. 너무 혹독하게 공부를 시켜서 생긴 병인데, 그래서 자기도 심장병이 있어서 약을 먹고 있다고 했다. 그의 말이 얼마나 신빙성이 있는지는 확인하기 쉽지 않지만, 내가 아는 Chandrasekhar의 제자 중 한 명인 Yousef Sobuti(1932-)박사는 얼마 전까지도 Iran에서 잘 지내고 있다는 소문을 들은 적이 있다. Huang은 평생 독신으로 살았으므로 그의 중국행은 가족이 있는 다른 사람보다 비교적 쉬웠을 것이다. 하지만 그가 중국에 돌아간 후의 소식은 들은 바가 전연 없다. 그때만 하더라도 중국의 의료시설이 열악했었을 텐데 행여 그의 심장병이 악화되어 일찍 생을 마감한 것은 아닌지?

나의 친구인 Kam-Ching Leung(梁鑑澄)은 중국에 영구히 귀국하지는 않고 일시적으로 방문하는 쪽을 택했다. 그는 나보다 두 살 쯤 아래지만, Penn대학에서 학위는 3년 앞서 받았다. 그의 고향은 중국 본토가 아니라 Hong Kong이기 때문에 자기는 3등 시민(Third Class Citizen)이라고 서슴없이 말한다. 영국식민지 출생이란 뜻이다. 중국행 열풍이 한참이던 이 때 그는 University of Nebraska의 교수로 있었다. 그가 중국을 처음 방문한 것은 1980년이었

다. 이때 쯤 되어서야 그가 미국 천문학계의 인정을 받을 만큼 성장하였기 때문이다. 그는 자기의 때가 왔다고 생각하고 중국을 여러 차례 왔다 갔다 하였는데, 중국을 위해서 한 일은 ① 중국천문학자 몇 사람을 Nebraska로 초빙해서 교육시킨 일이다. 그때 그는 자기의 연구비로 경비를 충당했다지만 재정적으로 어려움이 많았을 것이다. 그래서 중국학자가 미국에 와 있는 동안 자기 집에 머물도록 했었다. ②중국에 가서는 북경천문대, 남경천문대, 자금성천문대, 운남천문대를 돌아다니면서 천문학 강의를 열심히 하였고 개인 지도도 많이 했다. 이런 일로 인해서 중국내에서의 그의 명성은 대단했다. 그 덕에 그는 또 다른 쪽의 활동을 하게 되었는데, 그것은 중국내에 있는 유명한 예술가들과의 교류였다. 당시는 중국이 철저한 공산국가였기 때문에 예술가들이 만든 작품은 개인 것이 아니라 당이나 국가의 소유물이었던 시절이었다.

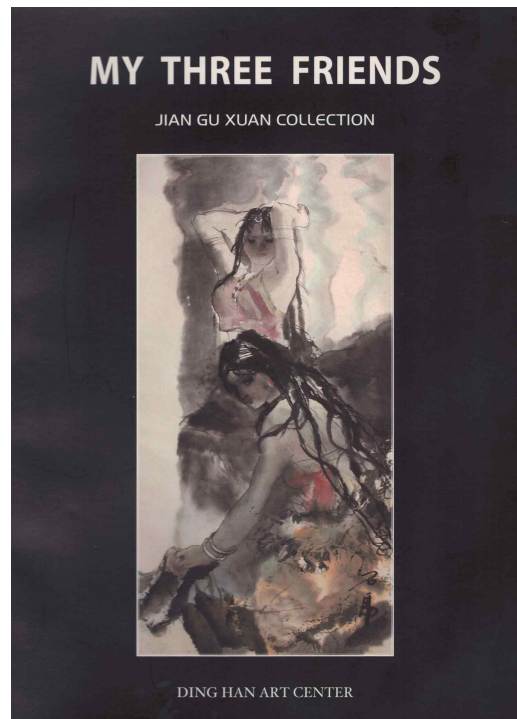


사진 3-1. 2016년 나일성천문관을 방문한 Kam-Ching Leung(梁鑑澄). 오른 쪽은 그가 소장한 예술품을 세 번째로 2009년에 전시했을 때의 도록이다. 이 전시품의 특징은 제목 《My Three Friends》가 암시하듯 3인의 작품만을 골라서 전시한 것이다. 여기의 《Jiang Gu Xuan Collection(鑑古軒藏)》은 그의 호가 鑑古軒임을 보여준다.

Leung이 교류한 예술가는 주로 서예가와 도예가였다. Leung이 내게 가장 많이 자랑한 서예가는 Zhu Ji-Zhan(朱紀瞻, 1891-1996)이었다. Zhu Ji-Zhan은 그 당시 이미 90세를 훨씬 넘긴 나이였으므로, 당에는 고령으로 작품을 만들지 못하고 있다고 하고는 Leung에게 많은 작품을 주었다. 젊은 천문학자가 중국을 위해 헌신하는 모습에 감동한 것이다. 한참 후에 들은 일이지만, Leung과 Zhu Ji-Zhan 옹과의 관계를 알아낸 Hong Kong의 화상(華商)이 째짜게 Leung에게 접근하여 Zhu Ji-Zhan의 작품을 구하려고 한 적도 있었다고 한다. Leung의 어머니가 그때까지 생존해 있었고, 형이 Hong Kong대학의 교수였으므로 Hong Kong에는 적어도 매년 두세 번은 들렀다. 그리고 대개는 한국에 들어서 나를 보고 갔다. Leung은 공산주의를 싫어 하지만, 어려서부터 대륙을 흠모했었기 때문에 대륙에 갈 기회가 생긴 이때 그가

망설일 이유가 있을 리 없었을 것이다. 중국에 진출한 Leung은 활동 무대를 넓혀 가면서 중국의 서화와 도자기 등 골동품을 수집했다. 그 양이 어마어마해서 Container에 실어서 Lincoln, Nebraska의 집으로 몇 차례 가지고 왔다고 한다.

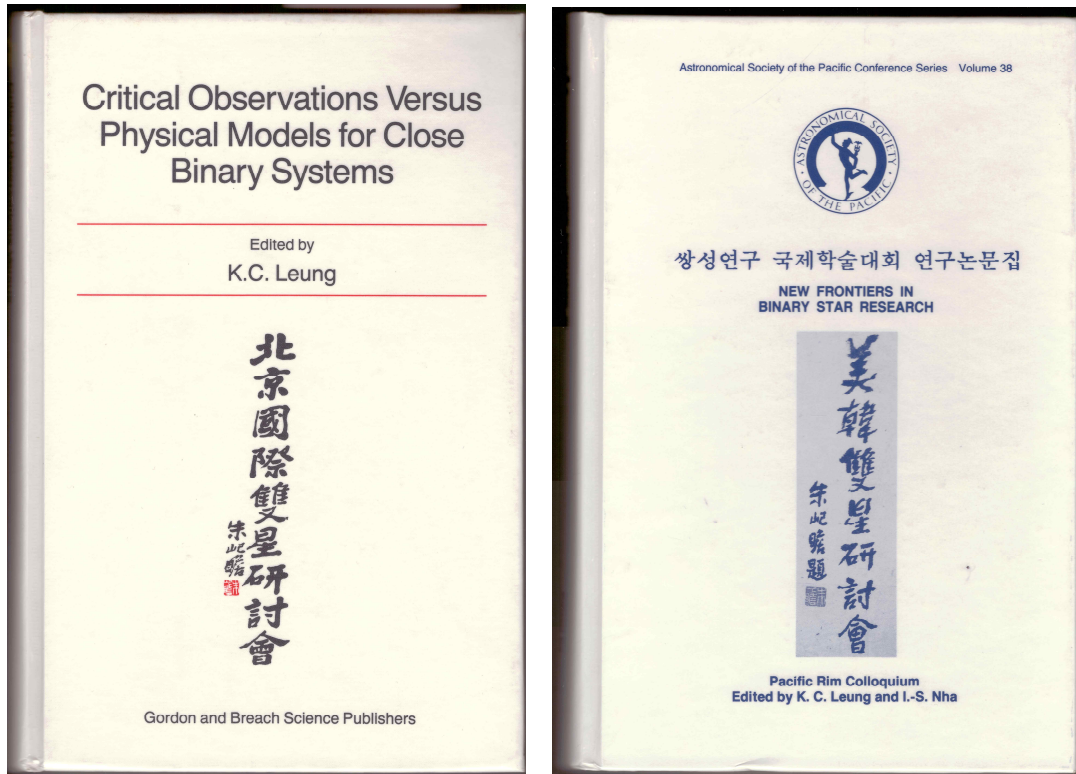


사진 3-2. Zhu Ji-Zhan은 Leung의 부탁을 받고, 1985년에 열린 북경에서의 제1회와 1990년에 열린 서울에서의 제2회 Pacific Rim Colloquium의 Proceedings 표지에 붓글씨를 써 주셨다. 그리고 6년 후인 1996년에 향년 105세로 긴긴 예술의 생을 마쳤다.

Leung은 Hong Kong에서 고등학교를 마치고 Canada의 Queen's 대학을 졸업하고, U of Western Ontario에서 석사과정을 지내는 동안 프랑스로 이민 온 여자(Yvonne)와 결혼했다. 그 후 U of Penn에 왔을 때 나보다 1년 늦게 입학한 Frank Giovani라는 친구가 Leung이 중국 자란을 너무한다고 못마땅해서 “Go back to where you came from!”이라고 소리친 일도 있기는 했으나, 학생시절에 이미 Leung은 Journal에 3편이나 논문을 출판했고 Symposium에 참가하기도 해서 동료 학생들의 선망의 대상이기도 했다. Frank Giovani는 Italia계 이민자의 후손이다.

드디어 Leung의 진가가 인정받게 되었다. 미국의 National Science Foundation과 중국의 Academia Sinica가 공동으로 후원하는 최초의 Colloquium을 Leung이 조직하게 된 것이다. 미국의 많은 천문학자들이 중국에 가 보고 싶어할 때였으므로, 그는 근접쌍성을 연구하는 학자 10여 명과 그들의 부인까지 참가시키는 국제회의를 북경에서 개최한 것이다. 그해가 바로 제19차 IAU 총회가 인도의 New Dehli에서 열리는 1985년이다. Leung이 나를 잊을 리 없지 않는가? 너만은 미국인이 아니지만 예외로 북경으로 초청하겠다고 알려 왔다. 미국 NSF에서 받은 돈과 중국에서의 자기의 명성을 믿고 나에게 바람을 불어 넣은 것이다. 그때 미국의 참

가자들은 북경 회의를 끝내고 다 함께 인도의 New Dehli로 가도록 계획되어 있었다. 그리고 그때 참가한 미국인 중 내가 아는 사람이 반이나 되니까 내가 그들과 동행하는 일에 반대할 사람은 없을 것이므로, 나는 Leung의 최후 통지만 기다리고 있었다.

Leung의 몸값은 그것만이 아니었다. 당시의 미국 대통령이 누구였는지 기억이 없으나 그 대통령이 주중 미국대사로 Nebraska대학 총장을 생각하고 있었고, 그의 뜻을 전달받은 총장은 Leung에게 대사관 Science Attache자리를 주겠다고 약속까지 할 정도였다. Leung이 이 사실을 내게 알리지 않을 리 없지. 자기가 Science Attache가 되면 나에게 북경 구경을 실컷 시켜주겠다고 호언했다. 하지만, 이 일은 불발로 끝나고 말았다. 하지만 나로서는 1980년대 초에 이미 중국에 갈 꿈이라도 꾸어 봤으니 그것만이라도 잃은 것은 없다.

북경에 가야할 날자는 가까워 오는데 그렇게 자주 편지하던 Leung에게서는 연락이 끊겼다. 그리고 최후 통첩으로 “최선을 다 했으나, 미안하다!”였다. 이래서 나는 북경에 가지도 못하고, 따라서 New Dehli 총회에도 출석하지 못했다(별항1을 참조). 하지만 그로부터 3년 후인 1988년에 Gordon and Breach Science Publishers에서 발행한 Proceedings에는 나와 나의 제자 전용우(全容祐)가 공동으로 발표할 예정이었던 “Long Period, Interactive Close Binary AQ Cas”의 abstract가 실려 있다. 이 abstract는 이미 제출됐던 것이기 때문에 Proceedings에 게재시킨 모양이다.

별항 1 : 나와는 인연이 없는 인도

1985년에 이렇게 무산되고만 인도 행은 그 후에도 두 번의 기회가 더 있었지만, 다 불발되고 말았다.

그 첫 번째는 Baltimore총회로부터 돌아온지 불과 2개월 만에 이번에는 나와 논문을 함께 쓴 일이 있는 M.B.K. Sarma로부터 연락이 왔다. 다음 해인 1989년 1/2월에 인도의 쌍성 연구의 개척자인 K. D. Abhyankar(1928-2007)의 퇴임을 기념하는 Workshop이 있다는 것이다. Abhyankar는 인도의 Hyderabad에 있는 Osmania 대학의 교수를 60세가 된 해인 1988년 6월에 정년퇴임하였다. 이 Workshop의 명칭은 <Workshop on Binary Stars and Stellar Atmospheres>였고, 준비위원회의 Chairman은 물론 M.B.K. Sarma이고, 위원회의 Secretary는 U of Penn에서 함께 공부했던 Gopal Kilambi였다. 이 Workshop은 내가 참가할만한 회의였고 Local 비용도 제공하겠다고 하므로 여러 각도로 인도 행을 검토해 보았지만, 연이어 장거리를 여행할 만한 여력이 없었고 또 Baltimore총회 중에 쌓인 일들이 많아서 아쉽지만 사양하고 말았다.

그때로부터 다시 28년이 지난 2016년에도 또 기회가 왔었지만 이것도 불발되고 말았다. 이 해 9월에 내가 창설한 《International Conference on Oriental Astronomy(약해서 ICOA)》의 제9회가 Pune, India에서 열릴 예정이었다. 이 대회를 9회째라 해서 약자로 《ICOA-9》라고 적는다. 이 해 6월 6일에 《ICOA-9》의 LOC Chairman인 Mayank Vahia 교수로부터 준비가 잘돼 가고 있다는 편지가 왔다. 그는 5년 전 Tokyo에서 인도를 대표하는 ICOA의 Executive Committee Member에 선임된 사람으로서 Tata Institute of Fundamental Research의 교수이다.

Dear members of the Scientific Organizing Committee,

We are glad to inform you that the preparations for the conference is going on and we are happy to say that we have received an overwhelming response from interested participants - both from within the country and from foreign nationals. Several people have also started sending their registration fee.

A total of 126 people have registered of which 78 are Indian nationals and 48 are foreign nationals. I am enclosing with this a report of the progress so far.

As always, I will be grateful for your comments and advice on the same.

With warm regards

Mayank Vahia, Secretary

9th International Conference on Oriental Astronomy

일이 이렇게 잘 되어가고 있으니 나는 인도행을 다시 꿈꾸게 되었다. 그때까지 6년 동안이나 만나지 못했던 나의 동갑내기 친구인 Razaullah Ansari(1932-)가 내가 오기를 기다리고 있다니 그를 만나기 위해서라도 가야 마땅했지만, 한 가지를 얻으려면 한 가지를 잃어야 하는 법인가, 결국 가지 못했다!

이렇게 좋은 기회를 또 포기할 수밖에 없었던 데는 한 가지 꼭 얻어야 할 일이 있었기 때문이다. 2016년은 세종대왕 때의 천문학자 김담(金淡, 1416-1464)의 탄생 600돌이 되는 해다. 이때를 당해 기념행사 몇 가지를 《과학문화진흥원, 영주분원》이 추진하고 있었다. 여러 행사 중에 김담이 이순지(李純之, 1406-1465)와 함께 만든 『칠정산외편』이 15세기를 대표하는 역법서임을 세계에 알리기 위해 나는 국제학술대회를 준비해야만 했다. 그런데 정부의 예산이 늦어도 이해 2-3월에 집행되도록 되어야 했음에도 불구하고, 한참 후인 6월에야 확정되었다. 확정된 것을 확인해야만 행사를 진행할 수 있는데, 이렇게 늦게 통보를 받으니 학회는 빨라야 11월 말에나 겨우 시작할 수 있게 된 것이다. 정부의 예산으로 하는 행사이기 때문에 반드시 해당하는 해인 2016년 안에 해야 할 뿐만 아니라 예산 집행도 해를 넘기면 곤란한 문제가 생긴다고 한다. 《ICOA-9》가 인도의 Pune에서 9월말에 시작하기 때문에 나는 김담 600돌을 기념하는 행사를 그 이전인 6월경에 마치고 인도로 가려고 했던 것이다. 하지만 김담을 위한 행사가 결국 11월 29일부터 12월 2일에 할 수 밖에 없게 되었으니, 선택의 여지가 없어지고 말았다. 결국 6월이 되어서야 이 김담을 위한 행사의 이름을 《The History of World Calendars and Calendar-making》이라고 이름 짓고 전 세계에 Announce 했다. 그러니 이 행사 준비를 하지 않고 《ICOA-9》에 참가하기 위해서 인도로 갈 수는 없었던 것이다.

“다음 기회에 가면되지!”라는 말이 지금의 나에게는 적용되지 않는다. 25년전 나와 함께 《ICOA-1》에 참여했던 선배들은 전원 그리고 내 또래 인사들 중에서

도 이미 반 이상 세상을 떠났다. 고인이 되신 분들의 이름만이라도 여기에 적어드려 본다.

(한국): 유경노, 전상운

(중국): Pan Nai, Bo Shuren, Yi Shitong, Cui Zhen-hua, Chen Meidong, Li Qibin, Wu Xijing, Xu Zhen-Tao

(일본): Hasegawa Ichiro, Hurukawa Kiichiro, Nishiyama Minewo, Okada Yoshiro

(미국): Kwan-Yu Chen

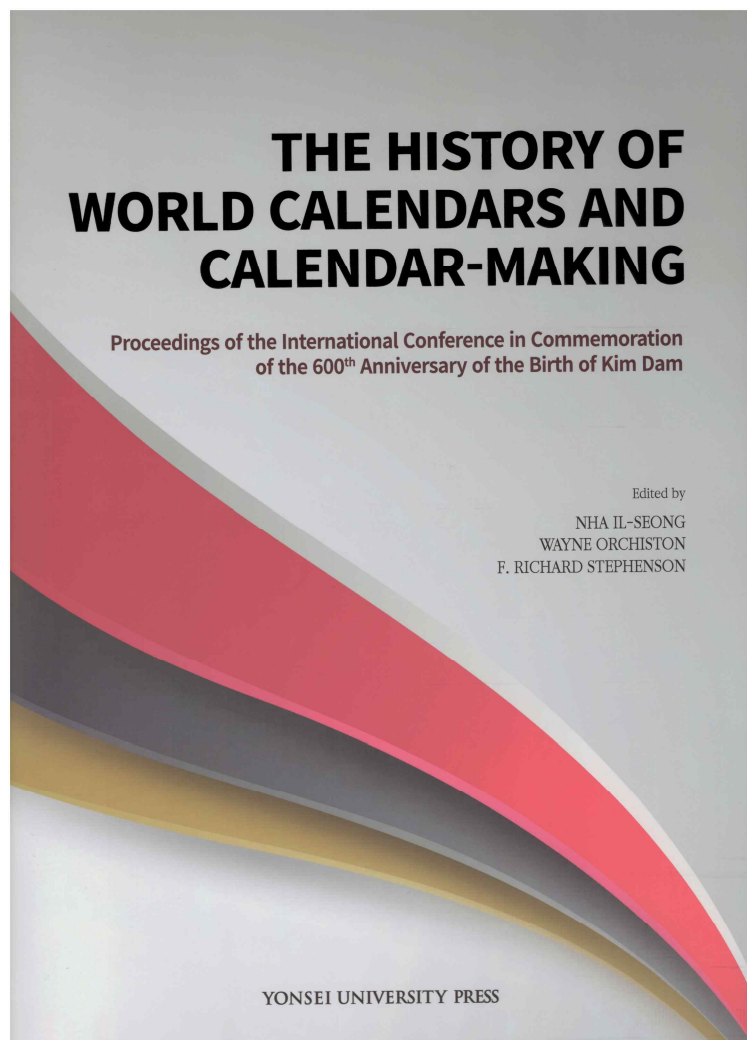


사진 3-3. 나는 세 번 째 인도행도 놓쳤지만, 이 책을 발행했다. 《The History of World Calendars and Calendar-making》, Proceedings of the International Conference in Commemoration of the 600th Anniversary of the Birth of Kim Dam. Yonsei University Press, 2017.

= 《넷째 묶음》 =

제20차 IAU 총회(Baltimore, USA), 1988-1991

한국에서 참여한 회원: 나일성, 민영기, 이상각, 이우백, 김호일 외 약간 명

발표자: 이번 총회에서 논문을 발표한 회원은 Program Book을 찾지 못해서 알 수 없다.

총회가 시작되다

이번 Baltimore총회는 나에게는 특별히 의미 있는 회의이다. 그 이유는 1982년의 Patras총회 때는 IAU에 대해서 아무것도 모른 채 참석하였고, 그 다음 New Dahli총회는 아쉽게도 참석을 하지 못하였지만 이제야 비로소 정식으로 한국대표로 참가하는 총회이기 때문이다. 그래서 설레는 마음으로 김포 국제공항을 출발한 것은 8월 14일(월)이었다.

Baltimore는 내가 오랫동안 살았던 Philadelphia에서 자동차로 불과 2시간 이내에 갈 수 있는 곳이라서 몇 차례 가 본 적은 있었지만, 이번 총회가 열리는 Convention Hall이 있는 이 바닷가에는 처음이다. 항구에는 여러 가지 오락시설이 있고, 옛날 돛을 달고 대서양을 횡단하던 배도 전시되어 있어서 볼거리가 아주 많았다. 그래서인지 논문 발표장에는 사람이 적고, 밖에 나가보면 관광객 틈에서 IAU Name Tag을 가슴에 달고 손에는 IAU Bag을 든 사람들이 여기저기 눈에 띈다.

이 총회에서 Argentine의 J. Sahade가 IAU President(1988-1991)로 당선되었고, Yoshihide Kozai(古在由秀, 당시 일본국립천문대 대장)가 IAU Vice-President가 되었다. 일본은 이미 IAU Vice-President로 동경천문대 대장이었던 Hirose Hideo(廣瀬秀雄, 생몰년 미상)가 있었다. Hirose 박사는 내가 대학 1학년 때 천문학을 공부하고 싶다고 편지를 보냈더니 회답 대신에 일본천문학회가 발행하는 『천문월보(天文月報)』를 약 10년 동안 매월 보내 주신 분이다.

Kozai는 3년 후 Buenos Aires 총회에서 President를 승계했을 때, 수락 연설에서 별로 감동을 주는 이야기는 하지 않았지만, 웃으면서 “앞으로 영어를 열심히 공부하겠습니다.”라고 솔직하게 언어의 장벽을 고백했다. 서양 사람들은 엉뚱한 이야기를 한다면서도 너그럽게 받아주는 것 같았다. 하지만 나는 그가 용기있는 사람으로 보였다. 우리가 얼마나 영어라는 언어 때문에 손해를 보고 있는가? 그리고 이 엄청난 언어의 굴레를 어찌하면 벗을 수 있을까?

총회가 있는 다음 날 돌연히 비보가 날아왔다. 연세대학의 이철주 선생님이 돌아가셨다는 것이다. 그분의 아들인 이우백(李愚伯) 박사가 천문연구원 연구원으로 이 총회에 참석하고 있는데 이 어찌된 일인가? 평소엔 늘 “나는 100세까지 산다!”고 말씀하시던 분이신데. 나는 공식적으로 IAU 한국위원회 위원장으로 총회에서는 대표자 회의와 임원 선출을 위한 회의 그리고 신입 회원국 인준이나 다음 개최국 선정 등에 참여해야 했으므로 이우백 박사가 서둘러 서울로 돌아가는 것을 바라볼 뿐이었다(별항1을 참조). 총회에는 Finance Committee에도 각국 대표가 출석해야 하는데 이 Baltimore총회에 한국대표로 누가 이 Committee에 출석했는지 기억나지 않는다.

별항 1 : 이철주(李鐵柱) 박사

이철주(李鐵柱, 1922-1988) 선생님은 나의 은사이시다. 흥선대원군 직계 자손으로, 그의 조부는 구한말에 노국 공사를 지내셨다. 일제 때 경기제일고보(현 경기

고등학교) 재학 중에 항일운동을 했기 때문에 퇴학당하고, 배재중학교에 편입해서 연희전문 수물과에 입학하셨다. 광복 후, 연희대학교를 졸업하시고는 이화여고에서 잠시 교편을 잡으시다가 6·25동란 중에 연희대학교에서 강의하시면서 여러 가지 중임을 맡으셨다. 원자물리를 전공하셨지만, 천문학에도 관심이 많으셔서 국립천문대 부지를 선정할 때부터 한국천문대 설립에 적극 참여하셨다. 그는 이 일에 관여하셨던 내용을 『한국천문학회 창립40주년기념 회고록』에 친히 자세히 쓰셨다.

이 선생님은 독립유공자로 인정받아 대전 국립묘지에 안장되셨고, 이곳에 금년 6월에 돌아가신 사모님도 함께 하고 계신다.

Baltimore총회에는 나의 옛 스승 세 분이 사모님과 함께 참석하셨다. 그 중 나의 지도교수 부부는 Robert and Joanne Koch이시고, Koch의 지도교수 부부는 Bradshaw and Elizabeth Wood이시다. 어느 날 우연히 이 네 분과 나 그리고 나의 제자인 김호일(金豪一) 박사가 함께 해변에서 마주쳤다. 박사 집안 4대(Wood→Koch→나일성→김호일)가 한 자리에서 만난 것이다. 김호일은 Algol쌍성계의 광도곡선을 분석하여 제3체가 있다는 사실을 발견한 것을 박사논문으로 쓰고, A에 기고했으니 그도 유명인사의 반열에 속할 만하다. 그때 함께 찍은 사진을 찾지 못해 아쉽다. 하지만 학위만 받으면 다른 곳으로 다 떠나버렸던 U of Penn의 옛 친구들이 스승을 만날 수 있는 기회를 가진 것은 즐거운 일이었다(사진 4-1을 참조).



사진 4-1. 오랜만에 한 자리에 모인 10명의 U of Penn 동문들. 앞줄 왼쪽의 William Blitzstein교수는 나에게 Sec z diagram을 만드는 법을 가르쳐 주신 분이다.

중국에서도 내가 아는 쌍성 연구가들이 참석했다. 이때만 하더라도 중국에서 외국 학회에 참석한다는 일이 쉽지 않을 때였다. Madam Ye는 물론 왔었고, 옷차림이나 행동거지가 6년

전보다 훨씬 세련되어 보였다(사진 4-3를 참조). 내가 반갑게 만난 중국 천문학자로는 두 사람이 더 있다. 그 중 한 사람은 북경천문대 대장이며 중국천문학회 회장인 Li Qibin(李啓斌, 생몰년은 미상)인데, 나 보다는 몇 살 연하이다. 그리고 또 한 사람은 Zhang Er-He(張爾和)이다. 이 두 사람은 1년 전인 1987년에 북경에서 제4차 IAU Asia-Pacific Regional Meeting에서 처음 만나고 이번이 두 번째 만남이다. 그런데 많은 중국인 친구들 중 유독 이들이 반가웠던 데는 그만한 이유가 있었다(별항2를 참조).

별항 2 : 싸워야 친해진다.

IAU Asia-Pacific Regional Meeting은 1978년에 New Zealand에서 시작되었다. 그리고 제2회가 Indonesia의 Bali섬에서 개최된 것은 1981년이었고, 3년 후인 1984년에는 제3회가 일본 Kyoto에서 열렸다. 한국은 정보가 없어서 처음 2회에는 참석하지 못했다. 그래서 이 Kyoto Meeting 때 처음 참여한 셈인데, 처음 참여한 한국에서 23명이나 되는 많은 참여자가 있다고 해서 일본측에서는 대단히 기뻐했었다. 그래서 3년 후인 1987년의 제4회는 어느 나라에서 할 것인가가 문제였는데, 일본 학자 중에서 특히 Asia-Pacific Regional Meeting에 주도적 역할을 해 온 Kitamura교수와 Kogure교수가 한국이 주최해 주기를 간곡히 원했다. 이 두 분은 《둘째 묶음》의 앞쪽에서 잠깐 소개하기는 했지만, 좀 더 추가해서 소개한다면, 한 분은 Tokyo, 또 한 분은 Kyoto를 대표하여 일본의 문부성이 지원하는 대외 원조 중 과학 분야를 오랫동안 함께 열심히 담당해 왔었다. 그래서 인도네시아를 비롯하여 말레이시아와 태국에 망원경도 기증해서 설치까지 해 주기도 했었다. 그런데 일본은 인도네시아에 특별히 더 배려를 하는 느낌을 내가 받았는데, 그것은 제2차 세계대전 때 일본군이 Java섬을 점령하고 있었던 기간에 일본 천문학자가 Lambang천문대 대장으로 있었던 역사가 있기 때문인 것 같다(이때 대장으로 임명받은 학자의 이름은 미상임). 그래서 Asia-Pacific Regional Meeting이 Indonesia의 Bali섬에서 개최됐을 때 일본이 재정과 회의 진행에 도움을 줬을 것이다. 그런 이유로 한국과 많은 인연을 가지고 있던 Kitamura교수가 격려 차원에서 서울에 찾아오기 까지 하면서 한국이 제4회 Asia-Pacific Regional Meeting을 주최해 주기를 원했던 것이다. 그는 이 건으로 서울까지 날아와서는 연세대학교와 서울대학교에 계셨던 교수들을 만나서 다음 주최국이 되어 달라고 부탁하고 돌아가서는 한국을 재정적으로 도울 수도 있다고 쓴 편지를 나에게 보내왔다(사진 4-3을 참조).

이로 인해서 한국내에서는 이 회의를 유치하는 문제를 의론했으나 찬성과 반대 의견을 통일하지 못해서 결국 주최권을 중국에 넘기고 말았다. 이것이 중국 Beijing에서 개최된 제4회 IAU Asia-Pacific Regional Meeting이다.

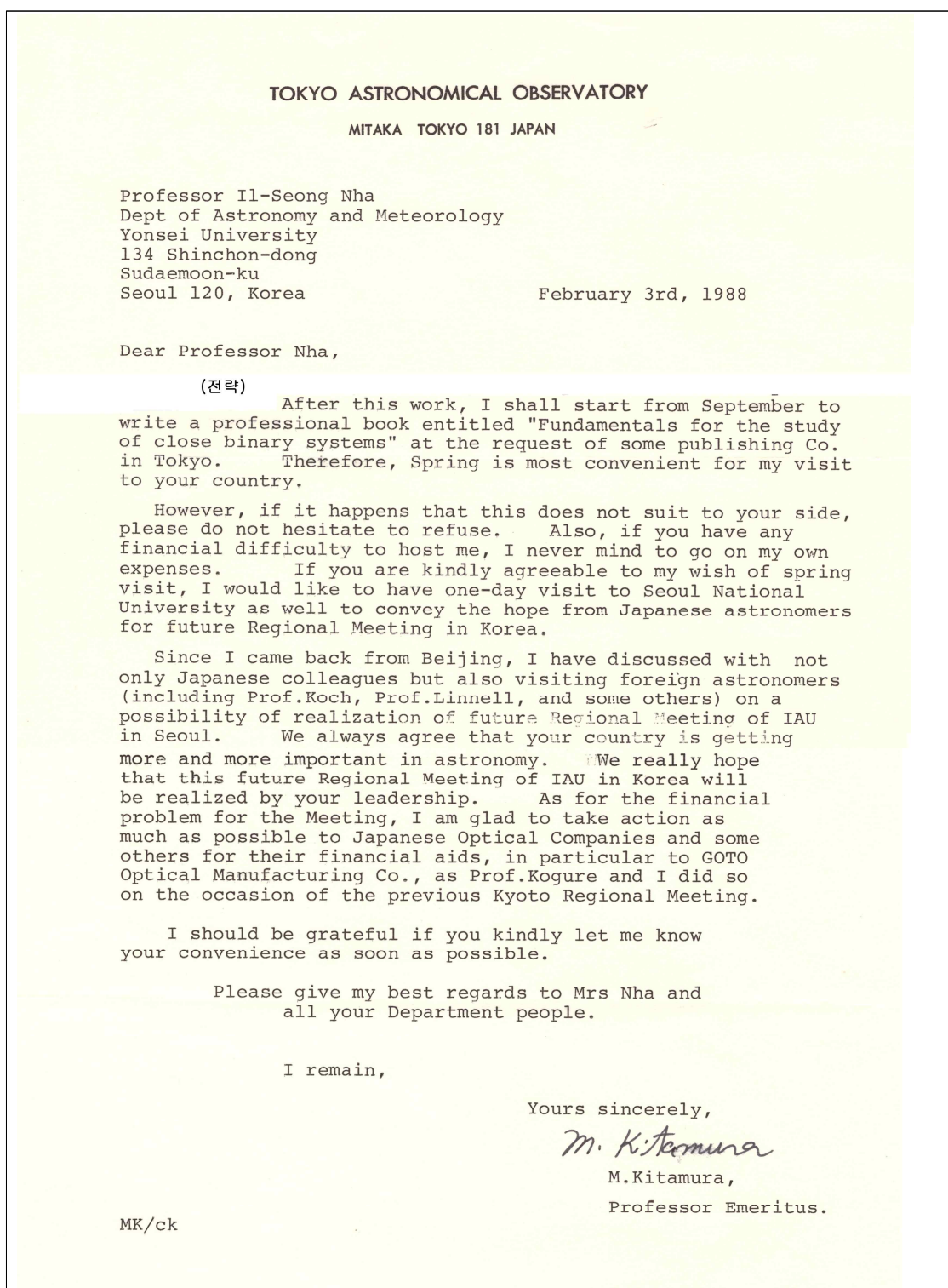


사진 4-2. 1988년 2월 3일자로 쓴 Kitamura교수의 간곡한 편지의 일부.

이 Beijing회의에 IAU의 감독관으로는 IAU Vice-Presidents 중에서 Kozai가 왔었고, 대회의 Chair는 북경천문대 대장인 Li Qibin이 맡고 있었다. 이때 한국은 중국과의 국교가 수립되기 전이어서 한국 대표단은 사전에 받아야 할 입국

Visa도 없이 김포-Narita-Beijing 노선이나 김포-Hong Kong-Beijing 노선의 두 길 중 하나를 택해야 했다. 김포-Hong Kong-Beijing 노선의 경우는 Hong Kong의 호텔에 Check-in하면, 누군가가 주는 종이쪽지를 받아 Beijing으로 가는 비행기를 타게되어 있었다. 국교가 없으니 Visa 대신에 이 쪽지가 visa역할을 하는 것이다. 우리 일행은 모두 8인이었는데, Hong Kong의 한 호텔에 도착한 다음날 여행사 사람이라 하면서 쪽지 4장을 가지고 왔다. 나와 나의 지도를 받고 있던 학생 3인(이용삼, 김호일, 전용우)의 것일 뿐, 동행한 4인의 교수(민영기, 이정복, 천문석, 정장해)의 것은 없다고 한다. 도무지 이해가 되지 않는 행동에 아무리 질문해 봐도 대답은 “모른다”였다. 할 수 없어서 4인을 남겨두고 나와 학생 3인이 Beijing으로 날라 갔다. 금요일이었다.

나는 Beijing에 도착하자마자 지정된 호텔에 Check-in하고는 대회의 Chairman인 Li Qibin을 찾았다. 호텔 현관에 좀 넓은 공간이 있었는데 접수대 같은 긴 탁자 하나가 있으나, 영어가 완전히 불통인 젊은 사람 몇이 있을 뿐 한심했다. 그래도 방 배치를 받아놓고 짐을 풀 다음 Li Qibin이 나타나기를 기다렸다. 저녁 쯤 되어서야 키가 유난히 작은 사람이 나타났는데, 주변의 사람들이 모두 모시는 시늉을 하기에 Li Qibin일 거라고 생각하고 다가갔다. 인사를 나눴으나 영어가 신통치 않다. Hong Kong에 4인이 기다리고 있다고 말했으나 알아듣는지 못 알아듣는지 도무지 반응이 분명하지 않다.

이 일로 밤새 속이 상해서 아이디어를 짜낸 것이 편지를 쓰는 것이었다. 말은 서툴러도 글자로써 이해가 되겠지 해서 “지금 Hong Kong의 호텔에서 하루 200 dollar씩 써가면서 visa를 기다리고 있으니 빨리 발급해 달라”고 썼다. 그리고 다음날 아침이 되자 Lobby에서 만나 건네주었다. 오후가 되니 나를 부른다. Lobby에는 감독으로 온 Kozai도 있었다. Li Qibin이 자기 힘으로는 할 수 없다는 것이다. 그리고 한 술 더 떠서 내일 일요일에 개회식을 하고 모든 행사를 진행한다고 한다. 나는 벌컥 화가 났다. “일요일에 전 세계 사람을 모셔 놓고 학회를 시작하다니, 이런 짓은 북한과 당신네들만이 하는 짓이요!”하고 뱉어 버렸다. 어느새 접수대에는 어제 보지 못 했던 키가 아주 큰 40대 초반의 사람이 앉아 있었다. 이 친구가 버럭 화를 내면서 유창한 영어로 “당신은 지금 등록도 하지 않고 있으니, 학회에 왔으면 등록부터 하시오.”라는 것이다. 이에 나의 대답도 거칠어졌다 “내가 등록하지 않는 것은 당신들 LOC가 참가신청을 접수해 놓고도 visa를 발급하지 않고 있으니, Hong Kong에 있는 4인에게 visa를 발급하면 그때 등록하겠소”. 이 사람은 미국에서 박사학위를 받고 얼마 전에 북경에 돌아온 사람임을 후에 알게 되었지만, 이름이 Zhang Er-He(張爾和)이다. 그의 말에 독이 뿜어졌다 “등록을 하지 않으면 당신의 신변을 우리는 책임질 수 없소!” 나도 악을 쓸 수밖에. “일요일 개회식을 연기하십시오. 나는 일요일에 교회에 갈 예정이오.”

사태가 이쯤 되니까 Li Qibin이 “교회가 어디 있는지 내가 알려 주지”하고 예상 밖의 말을 한다. 그래서 나는 “나를 안내해 줄 사람이 오니까 고맙지만 내가 알아서 갔다 오겠습니다”하고 좀 정중한 말투로 대답하고 방으로 돌아왔다.

다음날 아침 10시에 나는 미리 약속한대로 나를 교회로 안내할 현지인의 차를 타려고 현관에 내려갔더니 어제 그 Zhang Er-He가 나를 기다리고 있었다. 나

를 보자 “지금 등록하고 교회로 가시오. 등록사무를 취급하는 이 탁자는 12시에 철수합니다.”라고 하기에 “다녀와서 하겠소, 하지만 12시전에 돌아올 수 있겠는지 나도 모르겠소!”

교회에서 돌아와 차에서 내리는데, 개회식을 마치고 단체기념사진을 찍은 참가자들이 호텔로 줄지어 돌아오고 있었다. 엘리베이터에서 일본의 Takase Bunshiro(高瀬文志郎, 1925-2015) 선생과 마주쳤다. Takase 선생은 여기에 온 일본 학자 중에서 제일 고참이며 존경받는 분이다. Kiso관측소 소장으로서 있으면서 105 cm Schmidt 망원경을 사용하여 외부은하들의 사진을 많이 찍어서 화집을 발행한 일도 있다. 몸차림이 단아하고 점잖은 말투여서 나의 아내는 늘 “Takase 선생처럼 몸가짐을 단정히 하시오”라고 할 정도이다. 이 Takase 선생이 벌써 나의 소문을 듣고 있었다. Elevator 안에서 하시는 말씀이 “모든 것을 참고, 오늘 오후 첫 Session에서 논문 발표를 하시오. 내가 듣고 싶소.” 하신다. 그래서 그의 말씀에 순종하는 뜻에서 “네!”했지만, 등록하지 못했기 때문에 명찰도 달지 못한 채로 논문을 발표했다.

이야기를 아직은 끝낼 수가 없다. 이 일이 있던 지 얼마 후에 Kam-Ching Leung이 북경으로 갔었는데, Seoul을 거쳐서 왔다고 하니까, Li Qibin이 서울은 왜 일로? 하고 물었다고 한다. Leung이 내 친구 Nha Il-Seong을 만나보고 왔지 하니까, Li가 깜짝 놀랄 수밖에. 이 Leung에 관하여는 이미 《셋째 묶음》에서 자세히 소개한 바 있다.

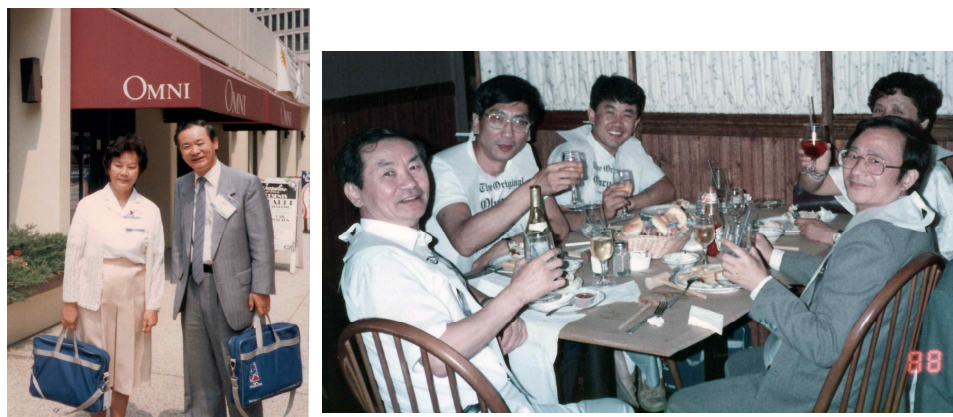


사진 4-3. 6년만에 만난 Madam Ye(葉女史)와 함께. 오른쪽 사진은 게 요리를 즐긴 일행. 왼쪽부터 시계방향으로 나일성, Zhang Er-He, 김호일, Cui Shi-Ju(崔石竹), Li Qibin이다.

(Leung)-(Nha)-(Li), 이 삼각관계는 이렇게 만들어졌다. Li와는 1987년에 나와 한바탕 싸웠지만, 이 Baltimore총회서 만났을 때는 1년 전의 곱거러웠던 일은 온데간데 없고 다정한 친구를 대하듯이 기뻐다. 그리고 이 날 저녁에는 내가 초청해서 Zhang Er-He까지 포함한 다섯이 해변에 있는 게 요리로 유명한 식당에서 저녁을 맛있게 먹었다(사진 3-3을 참조). Li는 놀랍게도 1년 사이에 제대로 된 영어를 구사한다. 그로부터 5년 후인 1992년에는 대회장으로서 《北京天文台建台 710周年 기념》과 《중국천문학회 창설70주년 기념행사》때 나를 귀빈으로

초청해 주기도 했다. 그리고 다시 5년 후인 1997년 IAU Kyoto 총회가 끝난 후 경북 예천에 건설할 〈나일성천문관〉 부지를 둘러보고는 자기도 은퇴하면 이런 박물관을 만들겠다고 하고 갔다. 그리고 그는 나와 의 약속을 지키지 않은 채 먼저 간 아내의 뒤를 따라 하늘나라로 갔다.

Beijing회의 때 내게 무뎌하게 대들었던 그 Zhang Er-He는 Baltimore총회가 끝난 후 다음과 같은 편지를 보내 왔다. 나와 Leung이 공동으로 주관하는 제2회 Pacific Rim Colloquium에 참석하기 위해 서울에 오고 싶다는 이야기다.

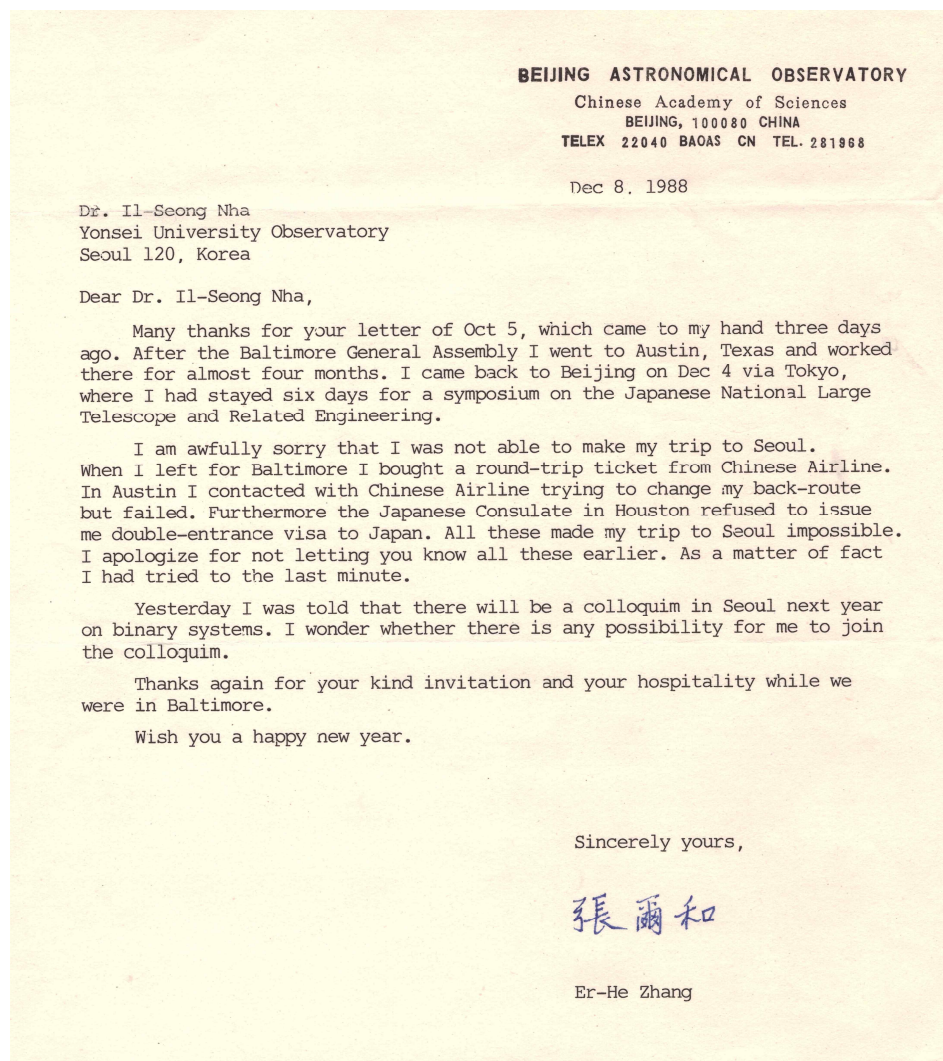


사진 4-4. 1988년 12월 8일자 Zhang Er-He의 편지

한국천문학회에 IAU의 관례를 잘 모른 채 지내다가, 이번 Baltimore총회를 당하여 비로소 이에 적응하는 대응책으로 "IAU 한국위원회(영문으로는 Korea IAU Committee)"를 조직하게 되었다. 이때의 기록이 천문학회에 보관되어 있는지 알 수 없지만, 이번 〈회고록〉을 쓰면서 그 동안 IAU 관계자들과 주고받은 편지 몇 건을 나의 《옛 편지 묶음철》에서 찾아냈다. 이 편지들은 그 동안 보관하기가 귀찮다고 생각할 때가 많아서 흘대를 받아 왔었는데, 이제는 정말

요긴한 문서가 된 것 같다.

IAU 한국위원회의 결성에 관계된 회의록은 천문학회 사무실에 보존되어 있으리라고 믿으나, 개인이 소장할 문건이 아니므로 나에게는 없다. 하지만 다행히 《The 4th IAU Pacific Regional Meeting》을 한국에서 하도록 강력하게 권고하기 위해서 서울을 방문할 예정이었던 Kitamura교수에게 쓴 편지에 내가 IAU 한국위원회를 결성했다는 소식을 적은 대목이 포함되어 있다(사진 4-5를 참조). 이 편지에 적은 내용을 가지고 추정해 보면, 그때 이미 개인자격의 회원이 된 10명이 모여서 IAU 한국위원회를 결성하고, 초대 위원장으로 내가 선임된 것이라고 하는데, 그 결정을 한 때는 1988년 2월 10일 쯤으로 추측된다.

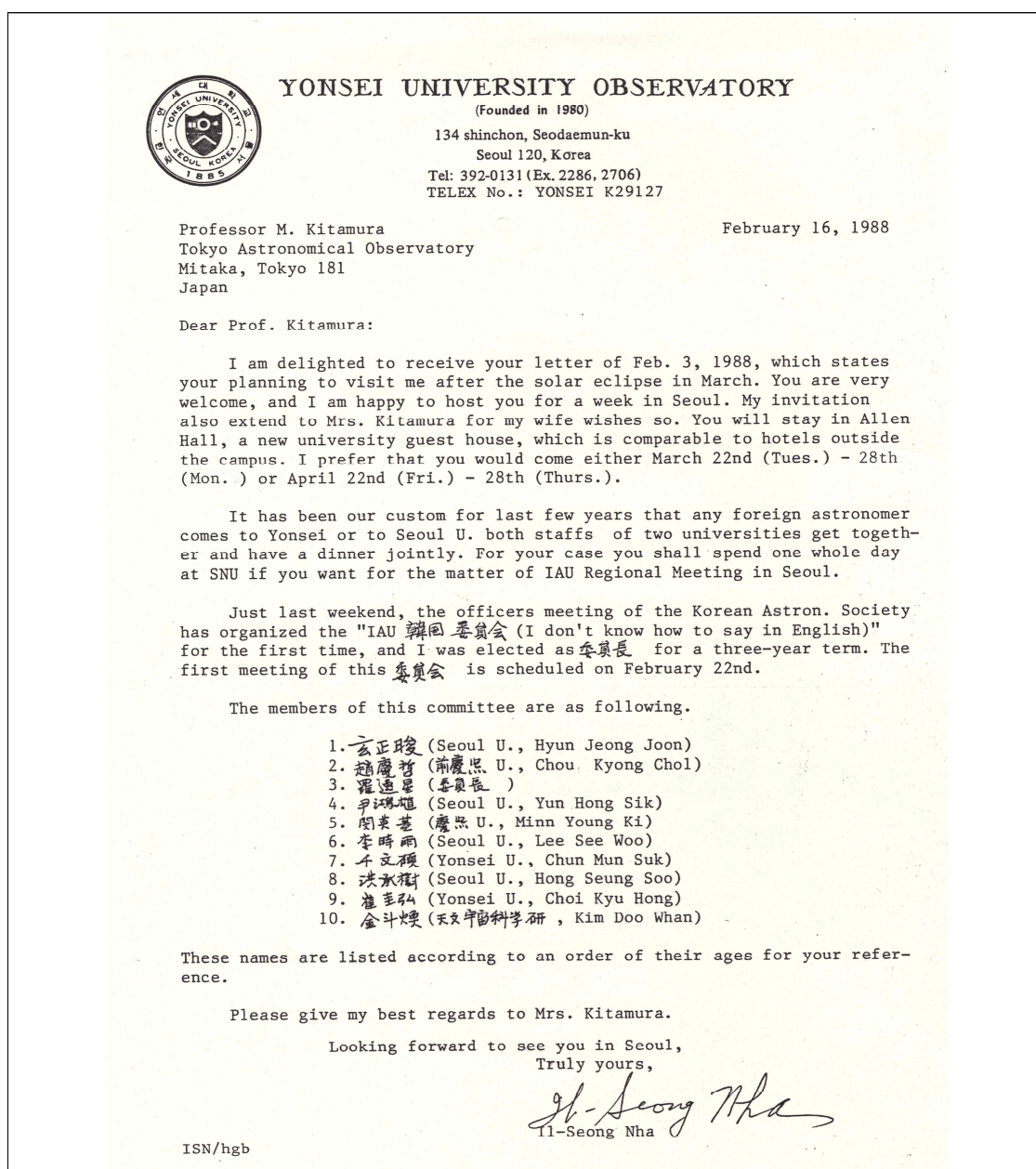


사진 4-5. 1988년 2월 3일자 Kitamura교수의 편지(사진3)를 받고, 답장을 쓰면서 《IAU 한국위원회》의 결성을 전한 나일성의 편지.

IAU 한국위원회가 결성되었으므로, 내가 Baltimore총회를 대비하여 처음으로 한 일은 두 가지였다. 그 첫째는 새로운 5명의 회원을 IAU 개인회원으로 추천하는 일이었다. 이 5명은 박사 학위를 받고 3년이 경과되는 동안 연구 업적이 있다고 위원회가 인정한 회원으로서, 그들의 이름과 학위를 취득한 대학은 다음과 같다.

장경애(독일 Hamburg University)

최승언(미국 University of Illinois)

김철희(미국 University of Utah)

박홍서(한국 연세대학교)

오규동(한국 연세대학교)

이들은 당연히 IAU 개인회원 자격을 얻게되어 있다. IAU 총회는 자국에서 인정받아 추천되면 자동으로 승인하기 때문이다. 결과적으로 이 5명의 신입 회원이 추가됨으로서 한국은 IAU 개인회원 15명을 보유한 나라가 되었다(사진 4-6을 참조).

[주: IAU에 납부하는 국가 단위의 회비는 개인 회원의 수에 따라 다르다. 그리고 투표권도 회원이 많은 나라는 더 많이 행사한다. 그 예로 한국은 투표권이 1이라면, 가장 많은 회원을 가지고 있는 미국은 10 이상이다.

한편, 참고로 북한을 비롯하여 몇 나라는 회비를 체납하기 때문에 이들을 위한 특별 조치를 결의한 총회도 있었으나, 지금은 기억나지 않는다.]

두 번째로 한 일은 IAU가 지급하는 여비 보조를 받도록 추천한 것이다. IAU는 총회에 참가하기를 원하는 젊은 회원(대학원생도 포함)을 위해 각국에서 오는 추천서를 받아서 나름대로의 심사를 거쳐서 여비를 보조하고 있다. 이번 총회는 거리가 먼 미국 동부의 Baltimore시에서 열리므로 참가보조를 원한 회원이 다음과 같은 3인이었다(사진 4-7을 참조).

안홍배 (경북대학교 조교수)

최승언 (서울대학교 조교수)

김호일 (연세대학교 박사과정)

그런데 위의 3인 중 누가 수혜자가 되었는지는 전부 파악할 수가 없지만, Commission 38의 President인 E. A. Muller에게 김호일 학생을 위해 긴 편지를 써서 보낸 것(사진 4-8을 참조)과 Administrative Assistant가 여비를 주겠다고 알려진 편지(사진 4-9를 참조)는 남아 있다.



YONSEI UNIVERSITY OBSERVATORY

(Founded in 1980)

134 shinchon, Seodaemun-ku

Seoul 120, Korea

Tel: 392-0131 (Ex. 2286, 2706)

TELEX No: YONSEI K29127

Dr. J.-P. Swings, General Secretary
IAU Secretariat
61, avenue de l'Observatoire
F-75014 Paris
France

February 24, 1988

Dear Dr. Swings:

Five young astronomers given below are unanimously elected by the Korea IAU Committee to propose as new members of the IAU at its 20th General Assembly in Baltimore, USA. They are all well trained and are actively engaging themselves in their research of astronomy.

Dr. Kyungae CHANG
Dr. Seung-Urn CHOE
Dr. Chul Hee KIM
Dr. Kyu Dong OH
Dr. Hong Suh PARK

Enclosed please find their application forms, and I wish these reach you in due time.

With the best wishes,

Sincerely yours,

A handwritten signature in cursive script, reading 'Il-Seong Nha'.

Il-Seong Nha, Chairman
Korea IAU Committee
c/o Yonsei University Observatory
120-749, Seoul
Korea

Enclosures:
ISN/hgb

사진 4-6. 5명의 신입 회원을 추천한 서한.

Dr. J.-P. Swings, General Secretary
IAU Secretariat
61, avenue de l'Observatoire
F-75014 Paris
France

February 24, 1988

Dear Dr. Swings:

Four years have elapsed since I first met you in Kyoto at the occasion of the 3rd IAU Asian-Pacific Regional Meeting in 1984. I presume that you are very busy for the forthcoming IAU General Assembly in Baltimore.

This time I am writing a letter of recommendation to you for Korean young astronomers who are eager to go to Baltimore. At present, Korea IAU Committee expects a large number of participants to this meeting. Among them three young astronomers in Korea given below requested to the national committee to recommend them to you for the IAU financial support. They are

Dr. Hong Bae AHN, borned in 1954, Assistant Professor at
Busan National University,

Dr. Seung-Urn CHOE, borned in 1954, Assistant Professor at
Seoul National University,

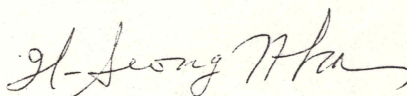
Mr. Ho-Il KIM, borned in 1960, Ph. D. candidate at
Yonsei University.

I trust these are well qualified in participating the 20th General Assembly in Baltimore, but need your financial support badly. I have, however, neither experience to take care of the matter properly nor official forms for which you may have had already informed to each national committee, and, thus, this request may lack of formality.

I wish you count that no financial supports were ever granted to any young astronomer in Korea in the past General Assemblies, as far as I remember.

With the best wishes to you and hoping to meet you again in Baltimore.

Sincerely yours,



Il-Seong Nha
Chairman of Korea IAU Committee
c/o Yonsei University Observatory
120-749, Seoul
Korea
Telex No. YONSEI K29127

Enclosure:
ISN/hgb

사진 4-7. IAU 여비 보조를 신청한 3명의 희망자를 위해 보낸 추천서.



YONSEI UNIVERSITY OBSERVATORY

(Founded in 1980)

134 shinchon, Seodaemun-ku

Seoul 120, Korea

Tel: 392-0131 (Ex. 2286, 2706)

TELEX No: YONSEI K29127

Professor Edith A. Müller
President of IAU Commission 38
Renweg 15, CH-4052 Basel
Switzerland

February 27, 1988

Dear Prof. Müller:

This is a letter of recommendation for Mr. Ho-Il Kim, a graduate student, who is applying for a IAU Commission 38 travel grant.

Mr. Kim is one of the best students of mine experienced for last several years. He has made a very valuable photometric observations of two eclipsing binaries, Algol and SX Cas. In order to make useful light curves of these stars, Mr. Kim has been engaged in the observation so intensively that the light curves of both stars are in the stage of completion within a short period of time. This is very important, especially for SX Cas, to minimize the interactions which appears on the light curves of combined data made in different seasons.

Two astronomers from the U.S. visited me in Seoul last December. They are Dr. R.H. Koch from Univ. of Penn. and Dr. K.-C. Leung from Univ. of Nebraska. I presume you would know them that both of them are outstanding in the field of photometric work on the close interacting binaries. With the discussions with them all three astronomers including myself made an unanimous conclusion that Mr. Kim needs computations by the Wilson-Devinny code under the supervision of Dr. Leung in Lincoln for about four months.

In fact another Ph. D. student of mine, Mr. Y. S. Lee, is working with Dr. Leung in Lincoln. Mr. Lee will be there only for two months and, thus, he did not apply for IAU Grant. Yet, I am confident to know that he is successfully making computations of the light curves of another extremely complicated, very long period system, UU Cnc, under the excellent supervision and with the kind hospitality of Dr. Leung.

As is the case of Mr. Lee, I am going to support Mr. Kim for his living expenses needed in Lincoln, but it would only be possible for him to go to Lincoln with the travel grant elsewhere. Your cordial assistance with the travel grant to this young and promising astronomer will be greatly appreciated.

Hoping to meet you in Baltimore in August.

Sincerely yours,

Il-Seong Nha
Il-Seong Nha

c.c. Prof. F. G. Smith,
Vice President of Comm. 38.
ISN/hgb

사진 4-8. IAU Commission 38의 President와 Vice-President에게 보낸 긴 편지.

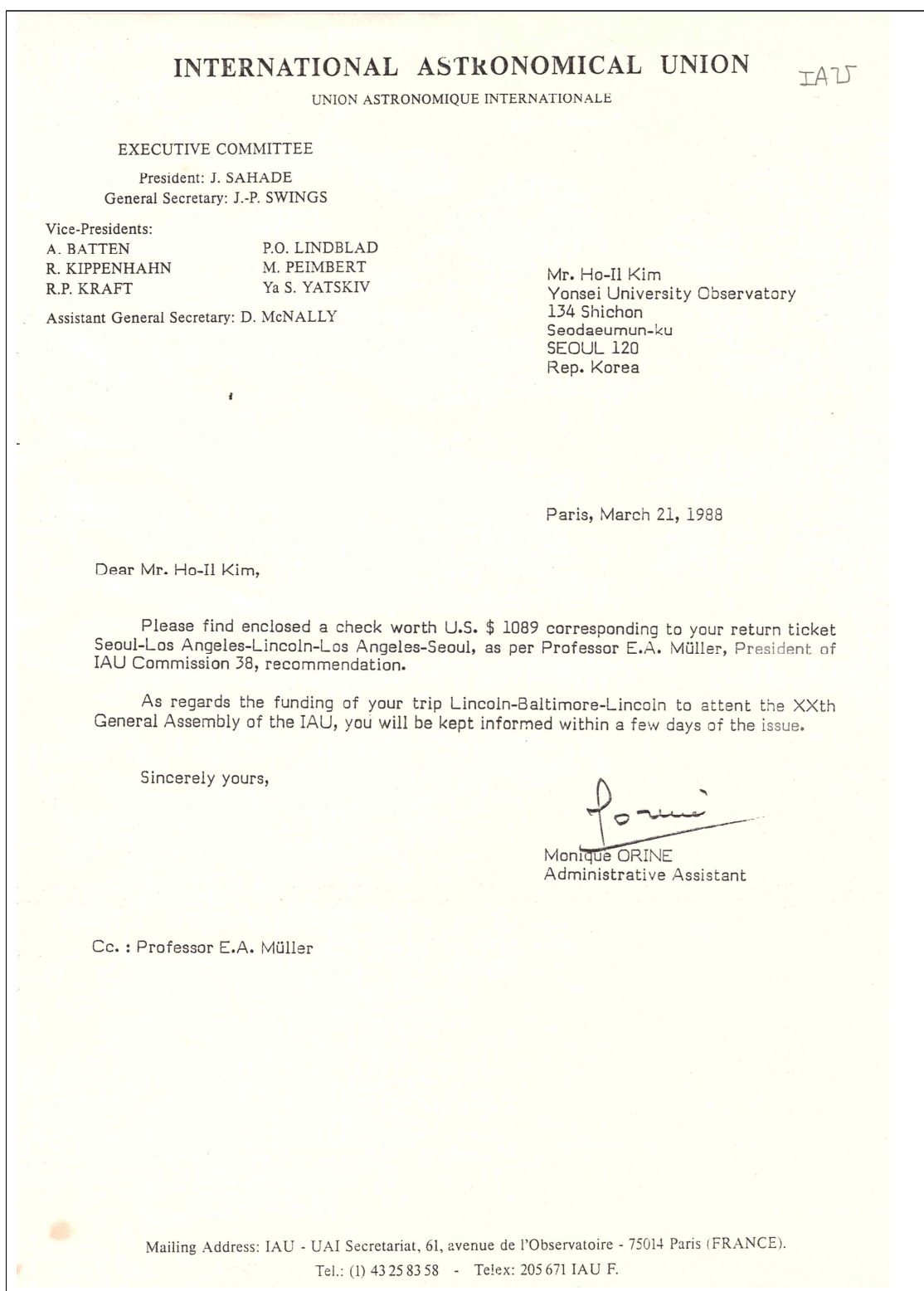


사진 4-9. IAU의 Paris사무실에 근무한 Administrative Assistant Monique Orine가 Muller의 지시를 받고 여비를 지급한다는 편지.

《다섯째 묶음》

제21차 IAU 총회(Buenos Aires, ARGENTINE), 1991-1994

한국의 참가자: 나일성(부인동반), 윤홍식, 김천휘 외 약간 명

발표자: 이번 총회에서 논문을 발표한 회원이 누구인지 자료가 없어서 알 수 없다.

서울에서 땅을 파서 지구의 중심을 뚫고 반대편에 나가 볼 수 있다면 그곳은 Argentine의 Buenos Aires가 될 것이라고 하는 말이 있다. 그 만큼 서울에서는 가장 먼 곳이라는 뜻인데, 바로 이곳에서 제21차 IAU 총회가 열렸다.

평생에 단 한 번 가진 안식년

1990년 9월부터 1991년 8월 말까지 나는 안식년을 가지게 되었다. 그때는 지금과는 사정이 달라서 평생 근무했어도 안식년을 단 한 번이라도 가진다면 행운이라 생각했었다. 그런데 이 안식년이 시작한 첫 학기 중인 11월에 서울과 대전에서 《New Frontiers in Binary Star Research》라는 주제의 제2차 International Conference를 Kam-Ching Leung과 함께 주관해야 했기 때문에 이 해 12월말에나 겨우 정리하고 미국으로 떠날 수 있었다. 국제회의를 한 다음에는 이렇게 뒤처리할 일이 많은 법이다. 제일 먼저 간 곳은 Gainesville, Florida였고, 이곳의 F. Bradshaw Wood 교수덕에서 3개월을 아내와 함께 폐를 끼쳤다. 유학 시절에는 하도 허름한 집에서만 살았기 때문에 이번에는 제대로 된 집을 전세내서 지내고 싶었다. 하지만 3개월만 빌려주는 곳은 찾을 수 없었고, Wood 교수와 사모님(Ellizabeth) 두 분만이 살기에는 집이 아주 컸기 때문이었다. 남쪽 따뜻한 지방이라 이 집에는 야외 수영장이 있었는데 Wood교수는 거의 매일 수영해야할 정도로 즐기면서 살고 있었다(별항1을 참조).

3개월 동안 나는 U of Florida의 Gainesville Campus에 있는 천문학과 연구실에서 제21차 IAU Buenos Aires 총회와 뒤 이어서 Cordoba에서 열리는 IAU Symposium No. 151에서 발표할 논문 2편을 준비하면서, 주중에는 Kwan-Yu Chen교수와 매일 만났다. 둘이서 함께 의론한 주제는 “어찌하면 동아시아 3개국 사람들이 영어가 서툴더라도 마음껏 주도하는 국제 학술회의를 가져볼 수 있을까?”였다. 이것은 내가 오래전부터 늘 가슴에 품고 있던 생각인 것이다. Kwan-Yu는 나의 생각에 전적으로 공감하고 함께할 영어권의 유력인사를 물색했다. 국제회의를 조직하려면 천문학사에 권위가 있는 학자가 필요했기 때문이다. 그래서 물색하던 중에 한국의 고대천문학에 관한 논문을 발표한 일이 있는 영국 Durham대학의 Richard F. Stephenson이 생각났다. 그가 논문에 한국의 용어를 정확히 한국 발음으로 표기한 것을 보고 내가 고맙다고 생각한 적이 있었다. 그 시절에는 외국 학자 중에는 중국 발음으로 표기하기 일쑤였었다.

수소문 끝에 그가 California의 Jet Propulsion Laboratory에 와 있다는 것을 알아내고 전화로 취지를 말해 주니, 그는 반가와 하면서 함께 구상해 보자고 선 듯 응했다. 이래서 Kwan-Yu와 나는 이때부터 새로운 도전을 받게 되었고 걱정을 사서하는 신세가 되었다(별항2를 참조). 이때 이곳에는 강영운 교수가 박사 공부를 하고 있을 때여서 함께 지낸 시간도 많았다.

별항 1 : Frank Bradshaw Wood 교수와 나

Frank Bradshaw Wood(1915-1997) 교수의 First name은 물론 Frank지만, 그는 이 이름 대신에 middle name을 그냥 짧게 Brad라고 불리기를 좋아했다. 그래서 Brad Wood면 족하므로, 나는 그의 집에 있을 때는 예의가 없는 것 같지만 Brad라고 불렀다. 사모님은 Elizabeth지만 Bidi라는 이상한 이름을 사용했다. 그것이 어색하지만 미국의 풍속이다. Bidi는 Princeton대학 교수의 딸인데 아버지의 유물을 잘 간직하고 있었다. 그 한 예로 Bidi는 집 현관에 들어서면 맞은 편 벽에 족자 하나를 걸어놓고 있었다. 갓을 쓰고 정장한 조선말기의 선비를 그린 그림이다. 이름이나 글씨가 없어서 누구인가를 알아내기 어렵겠지만, Bidi는 이 그림이 그렇게도 좋다고 한다. 하지만 내가 보기에는 이렇게 미국사람의 집에 걸려있기 보다는 한국으로 옮겨가는 것이 좋을 것 같아서 나에게 팔라고 했더니, “이것은 나의 아버지가 일본과 한국을 여행했을 때 가지고 온 것이어서 팔 수 없다”고 하셨다. 그렇다면 연세가 많으신데 언제까지 가지고 계실건가 걱정되었다. 그 때로부터 불과 10년 조금 더 계셨는데, 그때 그것이 나의 손으로 왔더라면 지금쯤은 햇빛을 봤을 텐데, 결국 관심도 없는 아들에게로 갔을테니 지금쯤은 어느 골동품가게에 팔려 갔겠지.

Brad는 그때 이미 건강이 대단히 나빠서 무슨 수술을 받았는지 오줌통을 몸에 달고 있었지만, 매일 하는 수영만은 거르지 않았다. 나도 물속에 들어가 보았는데 그때가 1-2월이라 나는 차가워서 견디지 못했고, 3-4월이 되어서야 조금 물놀이를 했을 뿐이다. Brad는 모교인 U of Florida를 졸업하고 Princeton의 대학원에서 Raymond Dugan(1878-1940)의 지도를 받다가 제2차 세계대전에 참전하여 해군 중령으로 진급하면서 항공기의 항법사로 복무했다. 그때 비행기는 선박과 마찬가지로 별이나 해를 관측하면서 위치를 알아냈었다.

전쟁이 끝나고 박사학위를 받은 다음, 그는 U of Penn의 교수가 되었는데, 이때부터 그는 지도교수였던 Dugan이 하던 Card Catalog를 인수받아 그 일을 계승하고 있었다. 이 Card Catalog는 전 세계 학술지에 발표된 식쌍성의 논문들을 정리하여 필요한 자료인 광도요소, 극심시각을 위시하여 여러 가지 결과를 작은 Card에 기록하는 일이다. 그래서 U of Penn의 대학원 학생 중에는 이 연구비로 Assistantship을 받은 학생도 있었다.

60년대와 70년대에 <식쌍성>하면 Wood라고 할 만큼 명성을 떨쳤는데, 같은 1959년에 이미 『Close Binary Systems』를 출판한 쌍성연구의 권위자인 Zdenek Kopal(1914-1993)과는 소문이 나도록 사이가 아주 나빴다. Kopal은 이후에도 여러 권의 책을 저술하였고, 말년에는 영국으로 건너가 Manchester대학에서 교수로 재직했다. Brad Wood와 Zdenek Kopal의 사이가 나쁘다는 이야기를 내가 처음 들은 것은 Kopal이 Kitamura(北村正利) 교수의 초청을 받고 일본에 온 길에 내가 한국으로 초청했을 때였다. Kitamura 교수는 내가 Brad Wood의 제자인줄 알고 있었으니까 나더러 Kopal을 만나서는 Wood의 이야기를 하지 말라고 신신 당부했었다.

내가 Brad와 저녁을 먹고 함께 있던 어느 날 그에게 Kopal과의 관계를 물었다. 순간 그의 눈빛이 달라지면서 “그 친구는 아주 사리를 분간할 줄 모르는 x

이야. 내가 어느 학회 발표회에서 쌍성의 공전주기가 변하는 이유의 하나로 쌍을 이루고 있는 두 별 중 한 별에서 물질이 다른 쪽 별로 빨려가기 때문인 것 같다”고 말했더니 자리에서 벌떡 일어나 단상까지 올라와서 하는 말이 “아니 그 별에서 젯트 기류가 생긴다는 말인가? 상상도 할 수 없는 말을 하고 있네!”라고 하는 거야. 앉은 자리에서 말해도 무례한 행동일텐데.... “지금 쌍성의 두 별 사이에서 mass exchange한다는 사실은 정설로 되어 있지 않아?”

내가 Penn으로 갔을 때 Research assistantship을 받고 일한 것은 Wood의 Project star인 CW Cephei를 관측하고 자료를 정리하는 일이었다. 그런데 생전 큰 망원경을 보지도 못했던 내가 밤에 배우러 천문대에 갔을 때였다. 그날 관측을 하고 있었던 교수는 네덜란드 출신의 Binnendijk 교수였다. 그는 제2차 세계대전 때 공부한 Jan Hendrik Oort(1900-1992)의 제자이다. 그가 어둠속에서도 새로 온 나에게 망원경의 Eyepiece에 눈을 대라고 한다. 그러더니 “별이 잘 보이는가?” 묻기에 “Yes!”라고 대답했다. 망원경에서 지-그하는 소리가 잠깐 났는데 그가 다시 묻는다. “별이 잘 보이는가?” 나의 대답은 전과 같았다. 이것이 그날의 대화의 전부였다. 며칠 후 학생들 사이에 소문이 돌았다. 한국에서 새로 온 햇내기가 별의 상을 흐트러 났는데도 잘 보인다고 했단다 Binnendijk 교수는 광전측광기의 작은 diaphragm을 통해 보이는 별의 상을 제대로 인식하는 학생인가 아닌가를 알고 싶었던 모양인데, 영어도 제대로 알아 듣지 못한 나는 그냥 별이 보이는가 여부를 묻는 줄만 알았다. 그때로부터 몇 년 후 내가 Extinction coefficient를 정하는 새 방법을 개발한 것을 본 후부터 그는 나의 관측을 극구 칭찬하였다.

1년 후에는 또 다른 일이 생겼다. Wood가 곧 Florida로 옮겨가게 되었으므로, 나더러 앞으로는 새로 온 Bob Koch의 지도를 받으라는 것이다. 그런데 이분이 내가 거의 1년간 정리한 CW Cephei의 관측자료를 보더니 나더러 Sunlight saving time과 Standard time을 분간하지 않고 정리했다는 것이다. 공교롭게도 내가 공들여 정리한 CW Cephei의 극심 시각이 예측한 시간 보다 1시간 가까이 차이가 났기 때문이다. Koch교수가 하시는 말씀이 “너에게는 이 별이 너무 어려우니 더 관측하지 말라.”였다. 그 일이 있던 며칠 후 Wood교수가 나에게 CW Cep 관측을 잘 하고 있느냐고 물으신다. 나는 “Koch교수가 나에게서 어려운 별이므로 중단하라고 해서 하지 않고 있습니다”라고 사실대로 답했더니, “내가 하라고 했다고 말하고 그대로 계속하라”고 하신다.

그때로부터 먼 훗날 나와 Koch교수는 천문학과와 계산실에서 나의 박사논문의 주제인 문제의 별 CW Cephei의 광도곡선을 함께 검토하고 있었다. 내가 그에게 “이 연구의 30%는 제가 했지만, 70%는 선생님이 하셨습니다.” 했더니, 그는 “아니 그 반대야. 내가 CW Cephei의 apsidal motion을 발견했고 또 관측하여 light curve를 완성 했잖아....”. 사실 몇 년전 1시간 정도 시간차가 생긴 것은 이 apsidal motion으로 인한 것이었다. 그리고 이 이유가 apsidal motion이라고 가정하고 내가 분석하게 된 것은 Kam-Ching Leung 덕이다. 그는 학생들이 어떻게 하면 너처럼 학술지에 실을 수 있는 논문을 쓸 수 있는가?라는 질문이 있었을 때 교수도 답하기 어려운 몇 가지를 들려 주었는데, 그 중 하나로 apsidal motion을 증명할 관측 자료가 아주 부족하다고 말한 적이 있었다. 그래

서 내가 한 번 나의 별의 이상 현상(1시간 차)을 apsidal motion으로 해결해 보려고 했던 것이 적중한 것이다. 이 별은 한 때 쌍성 연구가들 사이에서 문제가 된 관측대상이었다.

Brad Wood는 확실히 문제가 되는 관측 대상을 선택할 수 있는 지혜와 능력을 가지신 분이다. 강영운 교수도 그의 지도를 받아 U of Florida에서 학위를 받았다.

별항 2 : 나의 친구 Kwan-Yu Chen

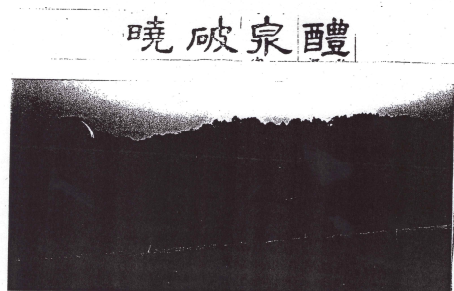
Kwan-Yu Chen(陳廣瑜, 1930-2007)과 나는 오랜 친구이지만, 내가 Penn대학에 갔을 때 그는 이미 학위를 받고 U of Florida교수로 재직 중이었으니 학문적으로는 나의 한참 선배다. 그는 중국 상하이에서 고등학교를 졸업하자마자 미국으로 유학하여 학부에서는 기계공학을 전공했다고 한다. 그의 부인 Ellen도 중국 태생인데, 남부 출신이라서 그런지 피부는 조금 검다. Ellen은 기상학을 전공한 Ph. D. 소유자로서 Gainesville에서는 이와 관련이 있는 기관에서 일하고 있었다. 하지만 내가 두 번째 만났을 때는 직장을 그만 두고 수채화를 그리는 화가로 변신해 있었다. 자기 오빠가 New York에서 화가로 활동하고 있는데 가족의 혈통이 화가인 것 같다고 하면서, 기상을 연구하던 때 보다 자유로워서 좋다고 한다. Gainesville에서는 1년에 두 번인가 넓은 공터에서 예술가들을 위해서 Art show를 열어 주고 있다. 그래서 Ellen은 이 show에 참가하곤 했는데, 작은 Booth를 차지해서 자기의 작품을 전시하고 팔기도 했다. Ellen의 말에 의하면 Show가 끝나도 가끔 주문이 온다고 했다.

Kwan-Yu에게도 예술성이 있는 것 같다. 매년 X-mass에는 자기가 만든 카드를 보내주는데, 돌에 도장을 새기는 일도 즐겨했다. 그의 재능은 다양해서 한시(漢詩)도 많이 썼다. 1999년에 내가 지은 <나일성천문관> 낙성식에는 “예천(醴泉)”이라는 주제로 쓴 한시를 족자로 표구해서 선물해 왔다. U of Florida의 Tampa campus의 천문학과가 Florida 주정부의 재정 악화로 폐쇄되어 Gainesville와 통합될 때 그곳의 책 중에서 내가 필요할 것이라고 생각되는 책을 골라서 10개도 넘는 US Mailing Sag에 넣어서 보내 주기도 했다. 극히 일부는 해체하여 천문관 책장에 정리했지만, 아직도 정리하지 못한 여러 개의 Sag이 그대로 쌓여있다.

Kwan-Yu는 해외여행 때는 언제나 Ellen과 함께 한다. 그 두 사람이 특별한 애정을 가지고 참가하는 회의는 내가 그의 도움을 받아 발기한 ICOA이다. 매 3년마다 IAU 총회 다음 해에 열리는데, 처음 시작한 1993년부터 한 번도 빠진 일이 없었고 항상 조용히 뒤에서 보호자처럼 나를 도와주었다.

4월 초가 되니 Gainesville는 벌써 한여름이 되었다. 그래서 시원한 북쪽으로 거처를 옮겼는데 그곳이 Kam-Ching이 있는 Lincoln, Nebraska다. 그곳에서도 석 달을 그의 집 신세를 졌는데, 집을 구하기 어렵기는 Gainesville와 마찬가지로 때문이다. 그의 아내 Yvonne이 무던하고 유모어가 많아서 즐겁게 잘 지냈다. 그때 Yvonne은 변호사로 State Government

에서 일하고 있었다. 나는 학교 연구실을 따로 얻었지만 같은 건물에 있는 이 학교 물리학과에서 박사공부를 하고 있던 정영민·이은미 박사 부부의 도움을 많이 받았다. 그 곳에서도 논문을 완성하기 위해서 머리를 짜고 있어서였다, 그리고 여러 시설을 활용해야 하지만 남의 학교라 생소해서 그들의 도움이 필요 했었다.



Oct. 19, 1999

Dear Il-Seong,
The above is a Xerox copy of a picture of your museum. I am planning to use the picture as my Xmas card as shown. What do you think? I hope it is alright with you.

Enclosed are 2 ^{old} copies of star atlases for your collection.

Best regards to you and your family.

Sincerely yours,
Kwan Yu

사진 5-1. Kwan-Yu와 Ellen Chen. Kwan-Yu는 이렇게 손 편지를 즐겨 쓴다.
오른쪽 사진의 왼쪽 위에는 예천(醴泉)의 새벽에 천문대 돔이 살짝 찍혔다.

6월말이 되니까 Lincoln의 더위도 Gainesville에 못하지 않다. 바다도 없는 내륙지방이라서 피할 곳도 마땅치 않다. 그래서 보타리를 다시 싸고, 공항에 가서 Rent해서 몰던 자동차를 반납하고, 비행기 타고 아예 더 더운 남쪽으로 갔다. 그곳은 나의 옛 중학교 동창 탁광표(卓光表)의 가족이 살고 있는 San Antonio, Texas이다. 그의 집은 으리으리한 현대식인데, 근처에 살고 있는 시집간 그의 딸의 집은 영화에서나 볼 수 있는 19세기풍의 그야말로 저택이었다. 그는 대학생 때 경기여고 배구 코치였는데, 그때 나의 아내는 그 학교 배구선수였으니, 탁광표와는 사제지간이다. 그러니 먼 곳까지 찾아 온 나와 아내를 오죽 잘 대접했을까.....?

San Antonio를 떠나 다음 행선지는 Mexico City다. 그런데 우습게도 San Antonio에서 직선으로 날아가면 닿는 가까운 Mexico City 사이에는 직항 항공기가 없다. 갈 수 있는 유일한 노선은 Miami, Florida까지 돌아가는 길이다. San Antonio를 방문할 때는 Mexico City로 가는 중간 지점이라서 편리할 것이라고 생각했는데, 이런 불편한 여행은 생각지도 못했었다. 두 나라 사이에는 여러 가지 해결해야할 문제가 많은 모양이다.

Mexico City에서 한 달을 지낼 생각으로 가기는 하지만 과연 어떤 곳일까 아내와 나에게는 궁금한 것이 많았다. 바로 전 해 연세대학교 백주년 기념관에서 제2차 Pacific Rim Colloquium on Binary Star Research 때 나의 초청을 받고 참가한 Arcadio Poveda(1930-)교수가 내가 Buenos Aires 총회에 가는 것을 알고 가는 길에 자기가 있는 대학(UNAM)에 와서 지내라는 것이다. 나에게 그는 오면 어떠어떠하게 해 주겠다는 구체적인

설명은 없다. 그리고 나도 묻지 않았다.

대학 이름이 UNAM이라 불리는데, 이는 긴 이름인 Universitario Nacional Autonomo de Mexico의 약자이다. 이 대학은 후에 안 일이지만, 이름만 길 뿐만 아니라, 세계에서 가장 큰 대학으로도 유명하다. 믿거나 말거나 학생과 직원의 수가 무려 20만 명이나 된다고 한다. Poveda교수는 대학의 인구가 이렇게 많다 보니, 여러 부총장 중에서 인사담당 부총장 직을 맡고 있다고 한다. 그리고 Campus도 넓을 수밖에 없는데, 정확한 면적은 모르지만 Mexico 올림픽 때 사용했던 경기장이 2개나 그 속에 있다고 한다. 천문학과(Instituto de Astronomia) 건물은 4층짜리 단독이며, 넓은 현관 Lobby의 중앙에는 올림픽 경기장을 조성할 때 발견한 거대한 운석 하나를 전시하고 있었는데 정확한 무게는 잊어 버렸다. 하지만 내가 본 운석 중에서는 가장 큰 것이다(사진 5-2를 참조).



사진 5-3. UNAM의 천문학과 건물 Lobby에 있는 철운석. 오른쪽 게시판의 세미나 안내문에는 내가 할 seminar도 적혀 있다.

공향에 마중 나온 Poveda교수의 그때 인상은 그저 평범한 보통 사람이었다. 그래서 이 사람이 정말 나를 오라고 해 놓고는 고생이나 시키지 않을까 걱정될 정도였다. 그가 나와 아내를 데리고 간 집은 주택가의 2층 단독이었다. 행여 대학의 영빈관이라도 무게 해 주겠지 하고 기대했는데 이 장소는 기대 밖이었다. 높은 담 안에 있는 집 안에 들어가니 아무도 없다. 점점 더 궁금해진다. 하지만 이 모든 의심은 곧 날려 보낼 수 있었다. 그의 설명이 시작된다. 이 집은 자기가 가지고 있는 두 채 중 하나인데 한 달 전에 의사가 병원으로 사용했던 것을 내 보내고, 약간의 수리를 거쳐 흰색 PAINT를 했다고 한다. 그래서 아직도 냄새가 좀 날 것이라고 한다. 가전제품은 전부 Samsung으로 설치했고, 필요한 생활용품은 벽장 안에 있다고 한다. 그러면서 놀라운 말을 한다. 내가 한 달 동안 쓸 자동차는 자기의 Second car인 VW Beate이며, 학교에 오면 한달치 월급을 주겠다는 것이다. 단 조건이 있는데, 자동차의 기름은 내가 넣어야 하고, 1주일에 하루는 운행 금지라는 것이다. 음식은 알아서 만들어 먹되, 이곳 사람들은 아침이면 빵가게에서 하루 먹을 빵을 사는데 빵가게는 한 블록만 가면 있다고 자제하게 알려준다. 이래서 이 집에서 한 달 동안 뜻하지 않은 신혼살림을 차렸다.



사진 5-3. Poveda 교수댁에서의 저녁 초대. 왼쪽에서 두 번째가 그의 부인 Christine Allen 교수이고, 오른쪽에서 두 번째가 Arcadio Poveda 교수이며 그 옆의 젊은이는 그의 아들이다. 부인이 남편 성인 Poveda 대신 Allen을 쓰는 이유는 처녀 때부터 이미 알려진 학자이기 때문이다.

내가 Buenos Aires 총회에 가는 길에 Mexico에 들르기를 원했던 것에는 하나의 희망이 있었다. 이 해 7월 11일에 개기일식이 있었기 때문이었다(별항3을 참조).

별항 3 : 1991년 Mexico 개기일식

평생에 잊지 못할 추억을 Tamixco에서 만들었다. 1991년 7월 11일에 발생한 개기일식을 관측한 것인데, 이때의 일식을 위해 기록한 것이 있어서 여기 옮겨 보자.

하와이제도에서 시작한 일식은 태평양을 동쪽으로 건너서 멕시코에 상륙하여 멕시코를 관통하기로 되어 있기 때문에 멕시코 시내에서도 90% 정도 먹히는 일식을 볼 수 있고, 남쪽으로 100km만 가면 개기일식을 볼 수 있다. Poveda교수는 학교 행정으로 바빠서 연구팀에는 참가하지 못하는 대신 정부가 시민들을 위해 마련한 Tamixco라는 곳에 설치한 캠프장에서 강연하기로 되어 있었다. Poveda교수의 가족과 나와 아내는 하루 전에 근처의 호텔에서 1박하고, 현장에 가 보니, 대통령이 온다고 경계가 삼엄했다.

식이 시작하기 전에 Poveda교수는 강연을 했는데, 그 첫 마디는 아주 인상적이었다. “이제 곧 여러분은 달이 해를 가리는 현상을 보게 됩니다. 이런 현상을 한 장소에서만 보려면 300년 이상 기다려도 가능성이 희박합니다. 그래서 사람들이 Mexico로 찾아오는 것입니다. 그런데 하늘에서는 이런 일식이 지금도 매 시간 일어나며 지구의 어느 곳에서나 밤이면 볼 수 있습니다. 왜냐하면 별은 먼 곳에 있는 태양이고, 이런 태양들은 쌍을 이루고 있는 다른 태양에 의해 가려지는 식을 일으키기 때문입니다. 그런 별들을 <식쌍성>이라고 합니다.” --- (나일성·이정복 공저, 『일식과 월식 이야기』, 한구겨레문화연구원, p. 25-6, 2002의 것을 추려서 옮김)

내가 스페인어를 이렇게 잘 알아들은 것은 아니다. 그와 나는 <식쌍성>을 연구

하면서 교수로서 일식의 원리를 강의하기를 평생 해 왔기 때문에 그가 보여 주는 슬라이드 화면만 보아도 짐작할 수 있기 때문이다.

돌이켜 생각해 보면, 1957년 4월에는 국립중앙관상대 옥상에서 부분일식을 맨 눈으로 보았는데(《첫째 묶음》의 사진1을 참조), 34년 만에 부분일식이 아니라 개기일식을 보게 되다니, 흥분되고 감격했다. 이날 일식 전문가들은 다른 곳으로 가 있는지 Tamixco에는 보이지 않았지만, 식물과 가축들의 반응을 관찰하는 소수의 연구진이 진을 치고 있었다.

아내와 나는 천막 안이 더워지기 시작할 때부터 밖으로 나와서 무엇이건 해야 했다. 그러나 가진 것이라곤 고작, ①손목시계 2개, ②Zoom달린 Camera 1대, ③Camera 삼각대, ④두꺼운 종이, ⑤Sun glass, ⑥노트 1권, ⑦볼펜 등이 전부였다. 반드시 갖춰야 하는 망원경과 Filter는 있을 리 만무다.

그러나 이빨이 없으면 잇몸이라는 각오로 삼각대에 설치한 Camera의 Zoom을 최대로 뽑아서 105 mm로 하였다. 가장 큰 태양의 상을 얻기 위함이다. 그리고 두꺼운 종이를 camera lens를 막고, 그 중심에 볼펜 끝으로 지름 1 mm 정도의 구멍을 냈다. 이 작은 구멍을 통해서 들어오는 태양빛이 노출과도가 되지 않을까 걱정됐다. 그래서 생각한 것이 사진을 찍을 때마다 Sun glass를 그 구멍 앞을 막고 노출을 주기로 했다.

식이 진행되다가 마지막 햇빛이 사라지는 순간 장엄한 교향곡이 천막쪽에서 울려 퍼졌다. 그리고 그 순간 하늘에는 해를 에워싸고 꽃이 피었다. ‘코로나’가 출현한 것이다. 황홀한 장관에 압도당한 모든 사람들이 일제히 환호성을 질렀다. 그리고 그 후 7분간 지속한 황홀한 ‘코로나’에 시선을 온통 뺏겨서 사진 찍는 것을 잊을 뻔했다.

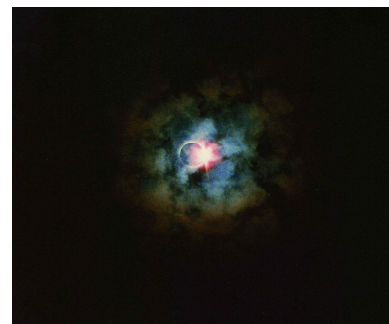


사진 5-4. 들판에서 해를 보는 아내와 그 때 내가 Camera로 찍은 개기일식 사진.
Tamixco의 하늘에는 얇은 구름이 여기저기 있었다.

천문학 교수로 대학에서 그렇게 오랫동안 강의해 왔지만, 개기일식을 한 번도 보지 못하고 도 태연스럽게 태양을 강의해 온 것이 늘 마음에 걸렸는데 이제는 떳떳해졌고 자신도 생겼다.

그래서 이제는 가벼운 마음으로 본래 목적지인 Buenos Aires로 가기 위해 Miami로 되돌아갈 준비를 했다.

Miami를 거쳐 드디어 Argentine의 수도 Buenos Aires공항에 도착했다. 지구의 북반구에서 더위에 찌들다가 이곳에 오니 공기도 맑고 기온도 봄날 같아 상쾌한 느낌이었다. 이제 이곳에서 2주일을 살 것이다. 헌데 가지고 간 짐 중 하나가 더 나와야 하는데 Baggage claim에서 오래 기다렸으나 허사였다. 마중 나온 아내의 친구의 아들과 그의 친구들이 내일 찾기로 하고 집으로 안내한다. 아내의 대학 친구(조영자)는 이곳에 이민 와서 봉제업으로 크게 성공하여 방이 여럿 있는 좋은 아파트에 살고 있어서 이 집에서 지내기로 하였다. 아내의 친구 내외는 사업차 외국을 여행 갔기 때문에 눈치 볼 사람도 없으니 내 집처럼 쓰라는 것이다. 다음날은 개회식이 열리는 날이고, 어제는 전야제에 이 나라 대통령이 참석한 모양이다. 아침에 조영자 사장 아들이 공항에 가서 짐을 찾으려고 하니 직원이 짐을 내주지 않기에 아들 중 하나가 “어제 TV에 대통령이 축하하러 나온 그 국제회의에 오신 귀빈의 짐이라”고 하니가 성큼 내 주더라고 한다. 그렇지 않았으면 돈을 건네 줘야한다는 것이다.

개회식이 있는 다음날 Main Hall에 있는 건물에 원인 불명의 화재가 발생했다. 대회 총책임자인 Jorge Sahade(1915-2012)의 모습이 길가에 서서 불 구경을 하고 있는 사람들 틈에서 보였다. 체구는 보통 사람보다 조금 크고 의젓한 몸매가 당당하게 보였다. 그런데 인상적인 것은 화재로 모든 행사가 뒤죽박죽돼 가는데도 그는 말 없이 그저 덩덤한 표정으로 서 있을 뿐이다. 당황하거나 애처로운 표정은 전혀 없었다. 다음 날부터는 큰 집회는 영화관을 빌려서 그럭저럭 치렀다.

그런데 그는 누구인가? 천문학자이면서도 한 때 Peron의 독재정권에 맞서 싸우다가 옥살이까지 했다는 사람이다. 독재정권이 무너지고 이제 나라를 재건하는 때를 맞았기에 지난 Baltimore 총회에서는 IAU President인 Sahade를 격려하고 도우려고 이 가난한 Argentine을 이번 총회의 개최지로 정한 것이다.

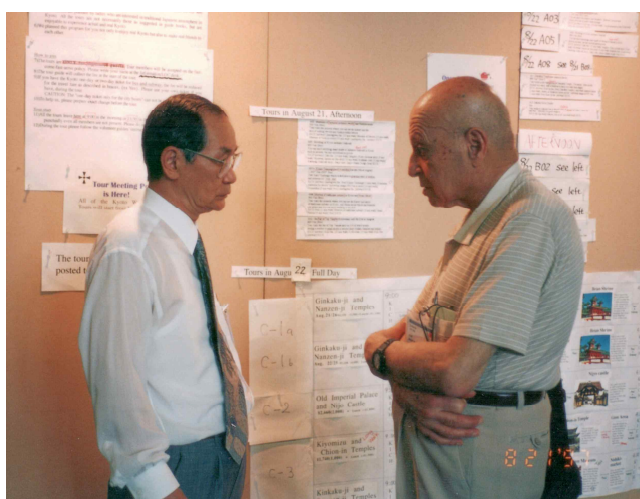


사진 5-5. Kyoto총회 때 만난 Jorge Sahade 박사.

나는 이 총회 중 C42의 Session의 주제가 “Improvement in the Light Curve Modeling”이므로, 이 주제에 걸맞는 논문 “Problems arising for modeling of W Serpentis-type binary RX Cassiopeiae”를 발표할 예정이었으나, 화재로 인해서 적당한 회

의장이 마련되지 않은 탓에 Session은 취소되고 말았다. 그러나 다행히 엄청 좋은 성과를 올렸다. 그것은 김천휘 교수와 Poland의 Jerzy Kreiner교수와의 회동이다(별항4를 참조).

별항 4 : An Atlas of $O-C$ Diagrams of Eclipsing Binary Stars의 태동

이것은 이 먼 Buenos Aires에 와서 걸은 큰 성과이다. 이곳에서 지내는 동안 4인(나일성, 김천휘, Kreiner, Herczeg)의 쌍성 연구자들이 한자리에 모였다. 후일 “An Atlas of $O-C$ diagrams of eclipsing binary stars”라는 책을 잉태시킨 모임인 셈이다. 이것을 제안한 것은 나였다. 여기에는 긴긴 사연이 있다.

내가 U of Penn의 학생 때의 일이다. 제2차 대전이 끝나고 여러 해가 지났을 때였는데, Italy의 한 천문학자가 “Atlas of light curves of eclipsing binary stars”를 출판한 책이 있었다. 이 책의 제목은 너무 오래전의 일이라 잊어 버려서 정확하지는 않다. 그리고 저자의 이름도 잊은 지 오래다. 하지만 내가 두 별의 light curve를 만들어 보니까, 후일 기회가 되면 그 Atlas 속편을 만들어 보면 좋겠다는 생각이 들었다. 그러나 실상을 알고 보니 그것은 불가능한 일이었다. 두 가지 이유가 있는데, 첫째는 light curve를 완성한다는 일이 쉬운 일이 아니어서 전 세계에서 생산되는 light curve를 전부 합쳐도 두꺼운 책은 되지 않을 것이다. 그리고 둘째는 어떤 별은 light curve를 만들어 보면, 만들 때마다 광도 변화로 인해서 다른 light curve가 된다는 것이다. 따라서 그리되면 어느 light curve를 택할 것인가가 문제된다.

공부를 끝내고 한국에 돌아와서 1980년부터 관측을 심도있게 해 보니까, 다른 생각이 떠올랐다. Light curve보다 times of minima의 data를 모아 보면 그 쌍성의 역학 관계와 공전주기의 변화를 연구하는데 더 중요한 기초 자료가 될 것이라는 생각을 하게 된 것이다. 그래서 이 일을 어떻게 실행할까를 심각하게 생각하고 이 과제를 실천할 준비를 시작했다. 그리고 이 계획의 타당성을 알아보기 위해서 가장 먼저 의론한 사람은 나의 은사이신 Brad Wood였다. 그는 서울을 방문하셨을 때 참 좋은 생각이라고 찬성하셨고, Florida로 돌아가신 후에도 편지로 나를 격려해 주셨다. 그리고 내가 제안한 한미 공동연구 프로젝트를 위해서 생각해 보자고 하셨다(사진 5-6을 참조). 나는 그의 편지를 받은 후 조금 뜸을 드리고 그에게 회신을 겸해서 내 영어가 부족하니까 US-Korea Cooperative Science Program을 위해서 proposal을 써 달라고 부탁하는 편지를 보냈다(사진 5-7을 참조).

일이 이렇게 되어가니 나는 힘이 나서 times of minima data를 얻기 위해서 그가 알려준 인물들과 서신 교환을 시작했다. 그 중 대표적인 인물로 1979년도에 IAU Commission 42(Close Binary Stars)의 President였던 Gunnar Larssen-Leander였다(사진 5-10을 참조).

UNIVERSITY OF FLORIDA
GAINESVILLE, FLORIDA 32611

DEPARTMENT OF PHYSICS
AND ASTRONOMY

29 January 1979

Dr. Il-Seong Nha
Department of Astronomy and Meteorology
College of Science
Yonsei University
Seoul, Korea

Dear Il-Seong:

(전략)

As I said in Korea, I think your times of minimum center and O-C diagrams are extremely interesting. If we can help, please let me know. Two suggestions occurs to me - maybe I told you, but I can't remember.

The first is to ask if you are aware of the existence of the BBSAG - Bedeckungsveränderlichen Beobachter der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft? They publish a great many observed minima annually - all from visual estimates, but still many of their stars are being observed elsewhere. For details (and to get on their mailing list if you are not on it) you could write K. Locher, Rebrainstr., CH-8624 Grüt-Wetzikon, Switzerland. The other is to ask if you get Information Bulletin on Variable Stars. It contains quite a few minima. The editor is B. Szeidl, Konkoly Observatory, 1525 Budapest, Box 67, Hungary.

Again please accept my apologies for the delay and if you want me to prepare a proposal, let me know. If you are interested maybe we could draw up another under 4.2 of the memorandum, "individual exchanges" to pay for you to come here to get material from the card catalogue for your times of minima collection.

Cordially,

Bradshaw Wood

Frank Bradshaw Wood
Professor of Astronomy

FBW:jk

Enclosure

P.S. Dr. C. Jaschek operates a data centre, Center de Donnees Stellaires, ^{OBSERVATOIRE} 11 Rue de l'Universite, ^{STRASBOURG} (67) Strasbourg, France which tries to keep in touch of the different data centers. It might be useful to write him telling him what you are doing.

67000

사진 5-6. 1979년 1월 29일에 쓴 Brad Wood 교수의 격려 편지.
앞부분은 생략했다.

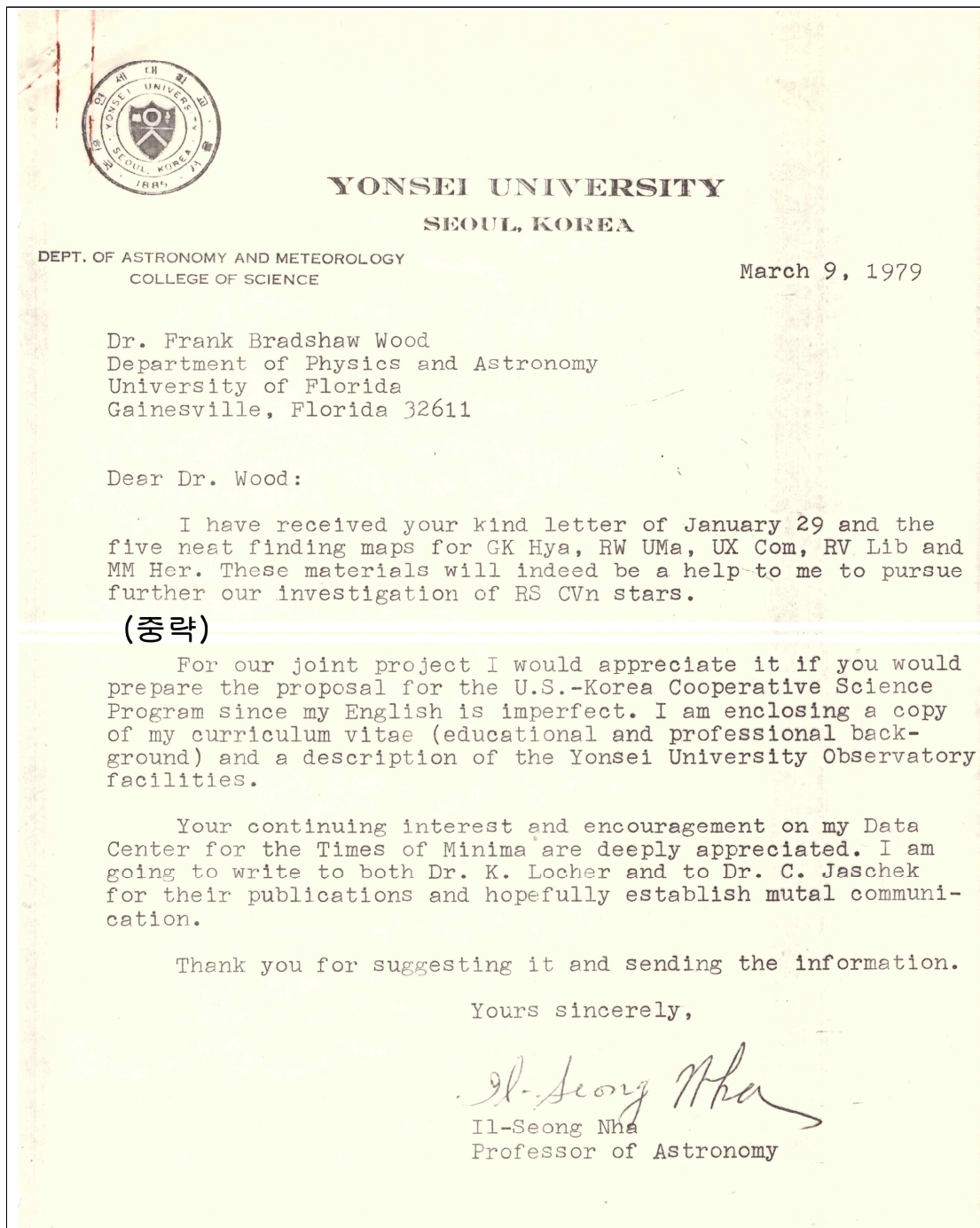


사진 5-7. 1979년 3월 9일에 쓴 나일성의 회신.

돌이켜 생각해 보면, 1979년과 그때의 1991년 사이에는 12년이라는 긴 시간 차가 있다. 그 동안 나는 무엇을 해 왔기에 이 *O-C* data를 모으는 일을 등한시 했던가? 변명할 일은 많다. 조금도 한가하게 시간을 낭비하지 않고 열심히 일을 해왔다. 하지만 여기에는 그 이야기를 할 때가 아니다.

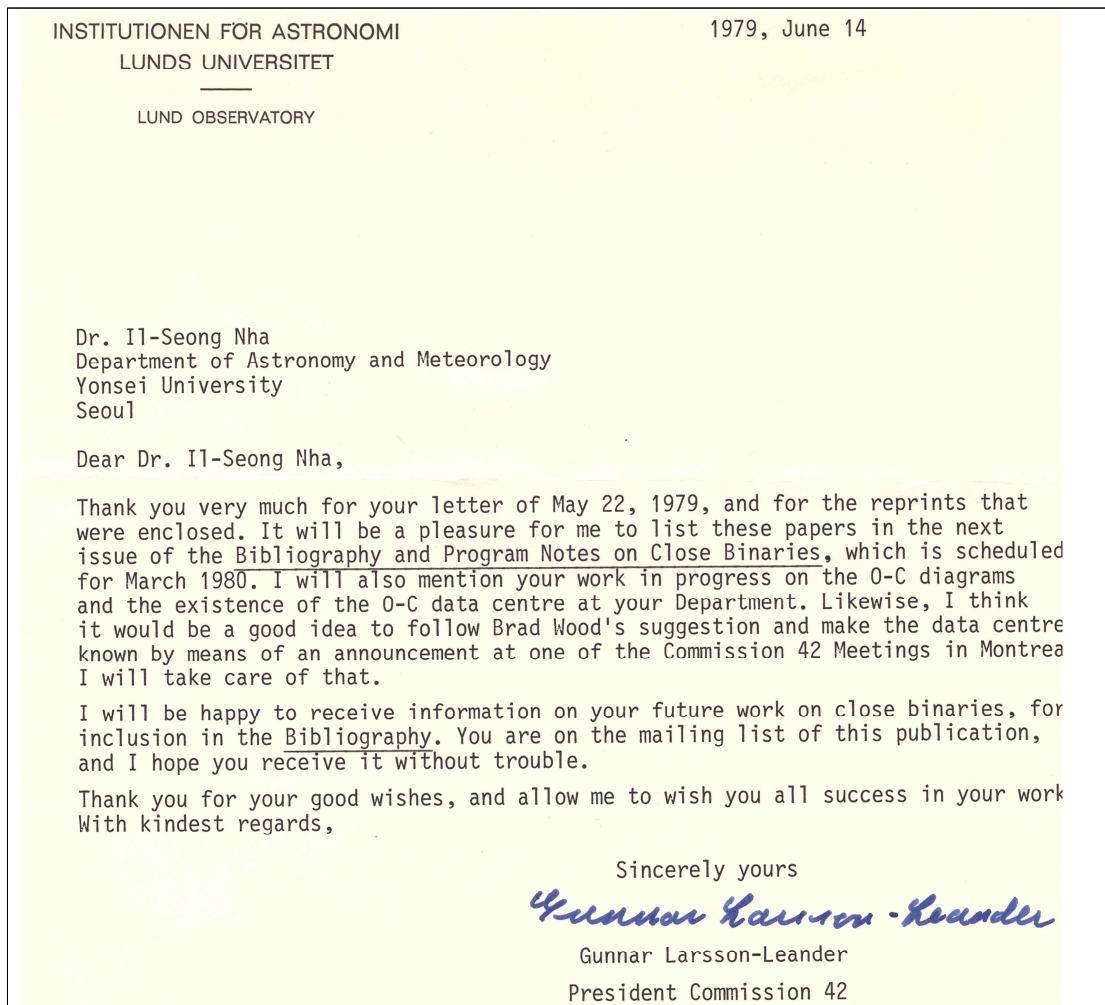


사진 5-8. 1979년 6월 14일에 쓴 Larssen-Leander교수의 편지

O-C data를 수집해야 하는 오랜 숙제를 안고 살아온 내가 이 Buenos Aires 에 와서 Poland에서 온 Kreiner와 U of Oklahoma에서 온 Tibor Herczeg (1926-2014)를 보니까 이때다 싶었다. 그래서 김천휘 교수와 의론해서 이 두 사람을 만난 것이다. 두 사람은 다 이 일에 적극 동참하겠다고 약속했다. 그래서 총회가 끝나 집에 돌아가면 구체적으로 서로 의론하자고 약속하고 헤어진 것이다.

서울로 돌아온 후, Kreiner와는 교신이 잘 되었으나, Herczeg와는 연락이 도 무지 되지 않는다. 얼마 후 알게 되었지만, Herczeg는 유태계 학자인데 독신자여서 특하면 여행을 잘 다닌다는 것이다. 그래서 초장부터 문제가 되는 Herczeg은 제외시키고, 나머지 3인이 공동작업을 하고 책을 저술하기로 의견을 모았다. 해를 거듭하면서 일이 잘 진전되었는데, 주로 Kreiner는 유럽의 Archive에서 자료를 색출해서 김천휘에게 보내면, 김천휘가 편집하는 방법을 택했다. 이즈음에 나일성은 여러 가지 일로 인해서 times of minima data를 가끔 제공하는 정도로 참여도가 낮았다. 김천휘가 만든 책의 format이 좋다고 모두 만족했다. 그리

고 김천휘는 몇 차례 Cracow를 방문하여 일의 내용을 더 구체화했다. 그리고도 참으로 긴 세월이 흘렀다. 그럭저럭 Buenos Aires에서 만난 지 9년만에 책이 될 만큼 내용이 완비되기 시작했다. 이제부터의 과제는 이 data를 어떻게 출판할 것인가였다. 여러 가능성을 검토한 끝에 Poland에서 출판하기로 결론지었다. 그리고 출판사와의 업무는 Kreiner가 책임졌다. 마침내 책의 출판은 <Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogiczne>라는 기관이 맡았으나, 책의 분량이 너무 많아서 1,2,3,4,5,6의 6권으로 나누기로 했다. 그리고 책의 서문은 그 도안 제대로 책임을 다하지 못한 죄와 이 계획을 제안했던 연고로 나일성이 쓰기로 했다. 그러나 써 놓고 보니 너무 빈약하게 쓴 것 같아서 지금도 부끄럽게 생각할 때가 많다. 그리고 저자의 이름 순위는 가장 고생을 많이 한 김천휘를 First author로 하려고 했으나, 책을 Poland에서 출판하기 때문에 Kreiner에게 양보하고 말았다. 영어 spelling으로도 Kim이 Kreiner 보다 앞서 있지만, 그럼에도 불구하고 김천휘 교수가 양보해 준 것을 고맙게 생각한다.

마침내 10년만인 2001년에 책이 출판되니 여러 이용자들의 반응이 좋았다. 그리고 다음해인 2002년에는 Poland정부의 교육체육부 장관이 우수도서로 선정하고 저자들에게 상장과 상금까지 수여했다. 이때의 시상식에는 김천휘와 Kreiner만이 참석했다. 현재 이 책은 hard copy로 인쇄되고 있으나, Web (<https://www.as.up.krakow.pl/o-c/>)에서 누구나 볼 수 있다. 발간이후, 이 책은 240번 이상 쌍성을 연구하는 학자들의 논문에 인용되었다.

오래오래 남을 가치 있는 책이라고 우리는 자부한다.

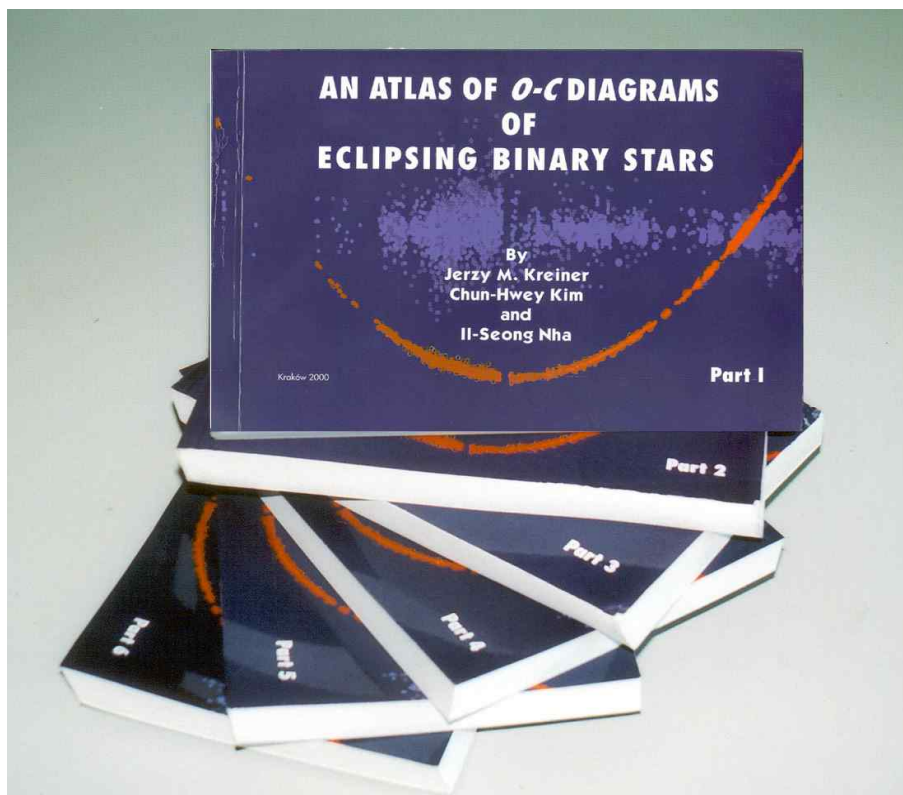




사진 5-9. 출판된 An Atlas of $O-C$ Diagrams of Eclipsing Binary Stars 1,2,3,4,5,6은 이렇게 해서 만들어졌다. 그리고 그 결과로 Poland정부의 교육체육부 장관의 저술상을 3인이 받게 되었는데, 수상식에는 김천휘와 Kreiner만 참석했다.



사진 5-10. 함께 참가했어도 서로 만나기는 쉽지 않은 세 사람.
왼쪽에서부터 윤홍식, 나일성, 김두환 회원

그럭저럭 총회가 끝나자, Binary Star 연구자들은 Buenos Aires에서 꽤 멀리 떨어진 Argentina 제2 또는 제3의 도시인 Cordoba시로 자리를 옮겼다. IAU Symposium No. 151에 참석하기 위해서였다. 이곳에는 Argentina이 자랑하는 Cordoba 천문대가 있는데, Sahade가 대장이다. 천문대는 고색이 찬란한 18세기 건물이었고 돔은 동유럽에서 흔히 볼

수 있는 나무로 만든 것이었다. 그러나 독재정권 하에서 오랫동안 살아남기 위한 몸부림이 피폐된 모습으로 역역했다. 천문대 직원을 위한 주택이 돔이 있는 건물 옆에 있어서 관측자들을 편하게 생활하도록 하고 있으나, 그 중 한 집에 들어가 보니 경제적 어려움이 곳곳에 배어 있었다. 바로 이 집이 내 친구 Roberto Sistero와 그의 아내가 살고 있는 곳이다(별항5를 참조).

별항 5 : Cordoba천문대와 Roberto Sistero

Cordoba천문대는 남쪽 하늘을 관측해 온 오랜 역사를 가지고 있어 나는 학생 때부터 익히 알고 있었던 곳이다. Penn대학에서 공부한지 3년 쯤 되었을 때, 한 낯선 청년이 왔다. 알고 보니 Cordoba천문대의 Sahade가 보낸 사람이었다. 당시 Penn대학이 Binary Star 연구의 중심 역할을 하고 있었으니까 Wood에게 교육시켜달라고 부탁한 것이다. 새로 온 청년의 이름은 Roberto Felix Sistero(1938-2016)였고, 영어는 서툴지만 나 보다 못하지 않아 나와는 잘 지냈다. 외국에서 온 사람끼리 정을 나눈 셈이다. 나의 아내는 가난하고 바쁜 학생의 살림을 하면서도 Roberto를 초청해서 Steak를 대접했다. 그때 형편으로는 Steak는 특별한 때가 아니면 엄두도 내지 못하는 음식이었지만, 쇠고기의 나라 Argentine에서 와서 쇠고기를 먹지 못했을 테니 한번 과용을 해 본 것이다. 그런데 Roberto의 얼굴에는 고맙다는 표정은 없고, 한다는 말이 우리나라에서는 이런 고기는 별로 치지 않는다는 것이다. 영어가 서툴러서 표현을 잘 하지 못한 탓이니까 나와 아내는 섭섭하게 생각하지는 않았다. 어느 날 학교에서 일인데, 미국 친구들이 여럿 있는 자리에서 Roberto는 기염을 토했다. ooo 독재정권이 화제였던 것 같은데, Roberto는 “해결 방법이 하나 있는데, 그것은 Argentine이 미국과 전쟁해서 2일 만에 패하는 것이다. 그리되면 다음은 미국이 구제해 줄 것이다.” 참 기발한 발상이었다.

Roberto는 이번에 내가 Cordoba로 온다는 소식을 듣고 그곳에서 2박할 나와 아내의 비용까지 마련하고 있었다. 나는 그가 그 동안 어떻게 변했을까 궁금했다. 떠나오기 여러 해 전에 누군가에게서 그가 천문관측은 하지 않고 엉뚱한 돈 벌이를 하고 있더라는 말을 들은 적이 있다. 그런데 진작 만나 보니 외모는 뚱보가 되었고, 말수는 적어졌다. 천문대의 월급이 너무 적어서 좀 다른 일을 했던 것이 나에게 그렇게 전해진 것이었다. 천문대에서는 Second-man이어서 후에 Proceedings가 출판됐을 때는 editor 중의 한 사람이었다. 그러나 내가 기회가 생기면 너를 한국으로 초청하겠다고 하니까 ‘돈이 있어야지’ 한다. 완전히 전의를 상실한 노인이 돼 보여서 나는 씁쓸한 기분이 돼 버렸다. 한때는 참으로 당당하게 영화를 누렸던 Cordoba가 이 꼴이 돼 버리다니....



사진 5-11. Roberto Sistero의 집에 초대받은 U of Penn의 옛 친구들과 그의 친척들이 저녁 만찬을 마치고 응접실에서 포즈를 취했다. Roberto는 왼쪽에서 두 번째이고, 오른쪽에서 차례로 나의 아내(이순희), Yoji Kondo, Kam-Ching Leung이다. (나일성이 찍음)

= 《여섯째 묶음》 =

제22차 IAU 총회(The Hague, THE NETHERLANDS), 1994-1997

한국에서 참여한 회원: 나일성(부인 동반), 천문석, 박홍서, 이형묵, 이명균, 이영욱(이상은 『List of Participants』에서). 단, 개회식 때 현장에서 등록한 회원이 있는 것 같으나 기억할 수가 없다. 3년 전인 Baltimore총회 때 보다는 출석 인원이 적었다. List of Participants』에는 없으나, 학생신분으로 이명현과 김영수 군이 참석했었다.

발표자: 이번 총회에서 논문을 발표한 회원은 유일하게 이형묵 뿐으로, 논문 제목은 “The evolution of the central star cluster and the importance of stellar collisions”였다. 여러 Symposium이나 Joint Discussion 그리고 Working Group Meeting의 SOC member로 참여한 회원은 한 사람도 없는 회원국이 되고 말았다.

이 해의 여행은 Poland의 Cracow로부터 시작된다(별항1을 참조). IAU총회가 시작하기 전의 한 달 동안 머문 곳이다. Cracow에 있는 Pedagogical University의 대외 부총장인 Jerzy Kreiner교수가 자기의 임기 중에 방문해 달라고 해서 내 딸(사라)과 함께 한 달을 그곳에서 지내다가, 딸은 나보다 몇 일 먼저 Amsterdam을 거쳐 서울로 돌아가고, 나는 8월 15일에 Amsterdam 국제공항으로 갔다. 서울에서 나 보다 하루 먼저 Amsterdam에 도착한 아내를 그곳에서 만나 함께 기차로 The Hague로 가서 Promenade Hotel에 Check-in하고 여장을 풀었다. 이 호텔은 이번 총회의 LOC가 추천한 곳으로 회의장인 “The Ridderzaal(Hall of Knights)”가 있는 “Binnenhof”에 가까우며, 비교적 고급 호텔이다. 하지만, 3박만 하고 시내에 있는 호텔로 옮겼다. 회의장에 가는데 걸리는 시간은 별로 차이가 없는데, 시내 여러 곳을

구경하려면 시내가 더 편리하기 때문이다.

총회 회의 중 내가 관여한 일정과 그 후의 알정을 간단히 적어 보면 다음과 같다.

14-16일: 등록과 예비 모임

15일(월) 오후: Compact stars in binaries

16일(화) 오전: Compact stars in binaries

17일(수) 오전: Compact stars in binaries

오후: 총회 개회식과 저녁에는 환영만찬

24일(수): 폐회식과 만찬

영국으로 가서 Milton Keynes에서 큰 딸의 가족을 만나고, New Castle

Upon-tyne에 가서는 Richard Stephenson교수를 만남.

27일(금): New Castle Upon-tyne → Amsterdam → Seoul로 돌아 옴

별항 1 : Krakow에서의 한 달

Krakow는 Cracow로도 표기되는데, 왜 두 표기를 쓰고 있는지 이유를 나는 물어보지 않았다. 나는 제22차 IAU 총회에 참가하기 위해 The Hague로 가는 길에 딸과 함께 우선 이곳에서 4주일(7월18일-8월15일)을 지내기로 했다. 3년 전 제21차 IAU Buenos Aires총회 때 김천휘 교수 등과 함께 약속한 식쌍성의 O-C를 위한 공동연구를 더 구체화한다는 명목으로 방문하였고, Cracow에서의 일정이 끝나면 그와 함께 그의 자동차로 The Hague로 가려고 했었다.

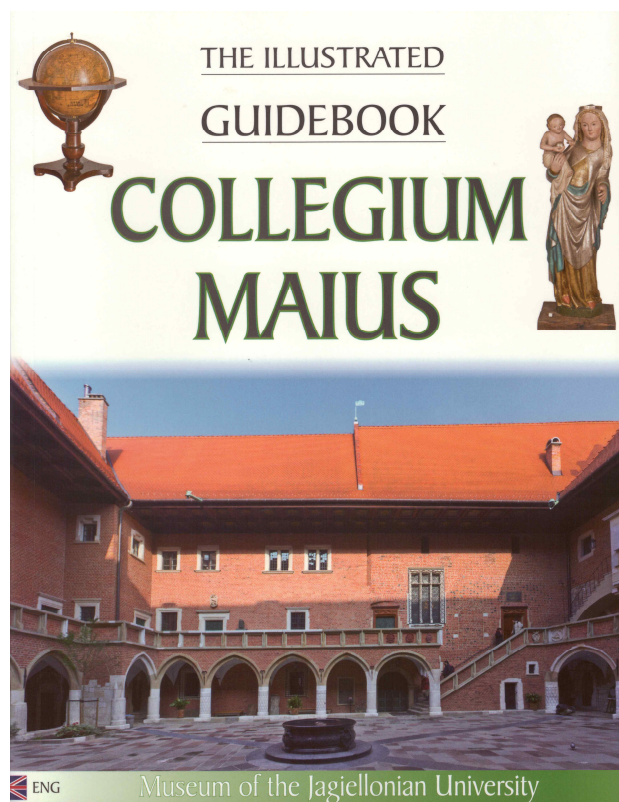


사진 6-1. Jagiellonian대학 박물관. 이곳에서 진귀한 해시계를 조사하는 동안

사진에는 나타나지 않았으나 건장한 체격의 경비원이 삼엄하게 감시하고 있었다.

이곳에서의 나날은 아주 의미있고 즐거운 일정으로 채워졌었다. 별로 하는 일은 없었는데도 한 달 월급을 받았으니 코페르니쿠스, 큐리 부인, 쇼팽의 나라 이곳저곳을 마음껏 누비며 다닐 수 있었다. 그의 부인 Kristina는 지질학자이다. 어려서 자랄 때 부모의 집이 Babel궁전의 바로 밑에 있는 상류층이 살던 곳이어서 궁전에 있는 큰 종소리를 가장 잘 들을 수 있는 위치를 알고 있었다. 그래서 어느 날 이 부부와 함께 Babel궁전을 구경한 후 이 종소리가 울리는 시간에 맞춰서 들어 보았다. 종은 경주에 있는 성덕대왕신종과 거의 비슷한 크기인데, 종소리는 나를 크게 실망시켰다. 그럭저럭 많은 추억거리가 쌓였으니, 어렵지만 그 중에서 두 가지만 추려 보자. 첫째는 Jagiellonian대학 박물관 방문이다. 이 대학은 유럽에서는 중세에 시작한 몇 대학 중 하나로서 박물관의 수장품은 방문자의 눈을 황홀하게 하였다. 나와 사라는 수장품의 수와 질에 압도당했다. 우리는 Kreiner교수의 주선으로 수장고에 있는 몇 가지 물건을 열람할 기회까지 얻었다. 이 중 하나는 지난 2015년에 국립중앙박물관이 《폴란드, 천년의 예술전》때 전시한 Torquetum이다. (주: 영국의 엘리자베스 여왕의 방문은 1996년으로 우리보다 2년 뒤였고, 일본의 아키히토 천왕 내외의 방문은 그 보다는 6년이나 지난 2002년이였다.)



사진 6-2. Kreiner 교수 부부와 그가 복제한 Torquetum.

둘째는 Jdrzejow시에 있는 해시계박물관 방문이다. 폴란드어에는 자음이 여러 개 연이어 붙어있는 단어가 많아서 외국인들은 발음하기 어렵다. Jdrzejow의 경우도 영어에만 익숙한 나는 Kreiner 교수의 발음이 “엔제이에프”에 가깝다고 생각하고 한글로 쓸 때는 이렇게 쓰기로 했다. 엔제이에프는 인구가 2만명 정도인 작은 도시로 Warsaw와 Krakow의 중간지점에 위치해 있다. 여름 휴가철이 되면 유럽 각지에서 많은 사람들이 모여드는데, 이곳에 1000 여개의 해시계를 수장한 박물관이 있기 때문이다. 이곳도 Kreiner교수의 안내를 받아 견학하고 융숭한 대접을 받았다. 이 박물관의 공식 명칭은 그저 The Museum이며, 프르zip코프스키(Przykowskich) 일가가 3대에 걸쳐 수집한 해시계를 전시하고 있다.

이곳의 큐레이터는 동양의 해시계도 있다면서 수장고에서 중국 신안 지평일귀(新安地平日晷) 2점을 어렵게 찾아내서 나에게 들고 왔다. 많은 유럽과 아라비아

해시계 속에 감춰져 있던 단 두 점의 중국 해시계를 보면서, 나와 내 딸은 한·중·일 3국의 해시계와 천문도만을 전시하는 박물관을 만들어 보겠다는 오래전의 생각을 더욱 굳히게 되었다.



사진 6-3. 폴란드의 일간지 Slowo ludu의 1994년 7월 27일자 기사에서 옮김. 탁자의 왼쪽에 新安地平日晷 하나가 보인다.

The Hague에 도착한 아내와 내가 처음에 3박한 Promenade Hotel은 주체측이 추천한 조용한 숲속에 자리잡고 있는 휴양지 같은 느낌을 갖게 하는 곳이라고 이미 말한 바 있다. 썬 곳을 찾은 아는 사람들이 모두 시내에 있으니까 우리는 좀 적적하게 느꼈었는데, 하루 밤을 자고 아침을 먹으러 식당에 가 보니 낮익은 사람들이 많다. 우선 나의 지도교수 부부인 Bob and Joanne Koch, 국제무대에서 활발하게 활약하는 Edward Guinan(나의 2년 선배), Raymond Pfeiffer(나의 2년 후배)와 그의 애인과 대학생 딸이 보인다. 이 정도면 작은 U of Penn 동창회도 될 만하다.

총회 개최 다음날 주최측이 참가자들을 버스에 태우고 City tour를 시켜주었다. 처음 온 손님들이 낯설지 않고 시내를 구경하도록 미리 안내하는 셈인데, 이것은 좋은 발상이다. 버스는 시가지만이 아니라 바닷가에도 데려다 주었다. 바다가 이렇게 가까이 있는 것을 보고 과연 땅이 좁은 나라라는 것을 실감했다. 덕분에 이 tour를 통해 사람들은 제각기 한 번 찾아가 볼만한 곳을 마음속에 담았을 것이다. 나도 그랬듯이(별항2를 참조).

별항 2 : 멋지게 저녁 먹을 곳은?

주체측이 제공한 City tour때 약간 언덕진 곳에 고색 찬란한 건물이 한 채가 보였다. Bus에 타고 있던 guide가 저녁식사를 할 만한 좋은 식당이라고 말했다. 그래서였는지는 몰라도 U of Penn 동창들은 이 식당을 이날 저녁 먹을 곳으로 의견을 모았다. 저녁이 되어 호텔 정문 앞에서 Koch교수 부부가 나오기를 기다리는데, 먼저 와서 기다리는 Ray Pfeiffer의 애인과 딸의 복장이 가관이다. 앞가슴이 보이는 Evening dress차림인 것이다. 10 m 정도 떨어진 곳에도 한무리의 사람들이 모여 있었는데, 내가 선배처럼 모시는 후루가와(古川麒一郎, 1929-2016) 교수를 비롯해서 몇 사람은 아는 일본인들이다. 후루가와 교수가 나를 보시더니 나에게 다가와서 하시는 말씀이 지금 어디서 저녁을 먹을까 의론중

이라고 하신다. 그래서 잘됐다 싶어서 “오늘 시내관광 때 소개받은 그 식당으로 우리는 가기로 정했습니다. 그러니 함께 가십시다” 했더니, 동행한 일본 학자들에게 가서 의론하고 돌아와서 하시는 말씀이 “다음에 따로 가겠다.”고 하신다. 우리 일행들의 옷차림을 보고 감히 동석할 엄두를 내지 못해서 주저하는 모습이며, 백인들과 어울린다는 것에 거부감이 작용한 탓이겠지. 다음날 아침 후루가와 교수가 나에게 “음식은 어떻든가? 값은 얼마였나?” 하시기에 사실대로 답했더니, “그만하면 우리도 먹을만 하네” 하신다. 경제대국의 학자들로서 국제적으로도 업적이 많은 이들인데 이날의 모습은 나에게서는 어쩐지 초라하게만 보였다. 이것이 국제회의에 참가할 때마다 늘 보는 일본, 중국, 한국 사람들의 모습이다. 모두 국제무대에서 문화적으로 섞이려고 하지 않는다.

아침에는 발표장에 가서 공부하는 흥내라도 냈지만, 오후가 되면 여기저기 다니는 중에 주로 박물관을 찾았다. The Hague는 대단히 매력있는 도시여서 극동에서 온 나에게서는 모든 것이 신기하게 느껴졌지만, 뚜렷하게 찾아갈 곳을 미리 조사해 오지 못한 탓에 거리에 나섰지만 갈 곳이 머리에 떠오르지 않는다. 그래서 기차로 20분 거리에 있는 Amsterdam으로 가 보기로 했다. Amsterdam에는 영국 UCL에서 공부하고 있는 김영수군이 길을 잘 안내해 줘서 큰 도움을 받았다. 그러나 찾아다닌다 해도 하루에 2-3곳이면 족하다. 그런데 어느 날 골동품가게에서 무엇인가를 샀다고 나에게 자랑하던 Kam-Ching Leung(《셋째 묶음》을 참조) 생각이 나서 나도 골동품 가게를 찾아가 보기로 했다. 주머니 사정이 넉넉지 못한 주제에 걸맞지 않는 행동이라 생각하면서도 행여나 옛 성도나 해시계를 보기라도 했으면 하는 생각을 했던 것이다(《별항3》을 참조). 그 친구가 나더러 제2차 Pacific Rim Colloquium을 서울에서 개최하라고 강력하게 권했기 때문에 4년 전에 내가 주관할 수 있었던 일은 이미 《셋째 묶음, 사진 2》에서 소개한 바 있다. 그래서 나는 그 친구가 하는 일을 따라하면 늘 좋았다고 생각하고 있었다.

별항 3 : 박물관과 골동품

내가 찾아가 한 가게에서 한국의 그림이 있는 족자 하나를 발견했다. 미술품에 관하여는 흥미도 없고 지식도 없는 나에게 원지 이 그림은 나를 반기고 있는 것만 같았다. 외따른 먼 외국에 홀로 남겨진 탓일까. 나는 무조건 흥정하고 구입하고 호텔로 돌아와서 아내에게 펴 보였다. 아내도 미술품에 전문적인 지식은 없지만, 한국의 옛 그림을 샀다고 하는 사실 하나만으로도 우리는 그 날 밤 원지 모르게 뿌듯한 느낌이었다. 한국에 와서 과학사학계의 원로이신 전상운(全相運, 1932-2017) 교수께 보였더니, 혜산(蕙山 劉淑, 궁중화가)이 그린 진귀한 《초헌행열도(軫軒行列圖)》라는 것이다. 네 사람이 들고(끌고) 있는 초헌에 지체 높은 사대부 한 사람이 앉아있고, 그 앞뒤에 많은 사람들이 에워싸고 있는 모습이 무슨 경사라도 만나러가는 모습이다. 현재 초헌의 실물은 국립고궁박물관과 국립민속박물관에 각각 하나씩 있지만, 어떻게 사용했었는지를 보여주는 그림은 단 하나 뿐이다. 하지만 그것도 내 기억으로는 오래전에 온양민속박물관에서 조금 허술하게 그린 그림이다.



사진 6-4. 국립민속박물관의 초헌

나를 비롯해서 한국에서 온 참가자들은 총회가 어떻게 진행되는지, 임원 선출은 어떻게 하는 것인지, 별 관심이 없다. 백인들이 만들었으니 저희 마음대로 하고 있을 것임으로, 우리야 결정되는 대로 따라가면 되는 것이라 생각하는 것이다. 특히 가장 중요한 재정 문제에 관해서도 어떻게 비용을 조달하고 또 어떻게 집행하는 것인지 알려고 하지도 않는다. 하지만, 알려고 끼어들어가 보고 싶다한들 우리에게 무슨 방법이 있겠는가. 그러니 대부분의 경우는, 다음 총회는 어느 나라에서 개최하기로 결정됐을까 하고 궁금해 할 정도가 고작이다. 개최지가 어디건 간에 지금까지는 언제나 한국에서 가기에 먼 곳이었기 때문에, 내가 또 갈 수 있을만한 곳일까 하는 경제적인 문제를 염두에 둘 정도이겠지만 그것도 따지고 보면 극히 소수에 불과할 것이다. 이 정도의 생각 밖에는 없던 나에게 기막힌 일이 생겼다(별항4를 참조).

별항 4 : 촌극 하나

Kam-Ching Leung이 난데없이 나더러 한 톱 내라고 한다. “Helmut Abt(1925-)가 말하던데, 오늘 자기가 다음 IAU Vice-President 4명중 아시아인의 몫으로 너를 추천했다”는 것이다. Abt가 누구인가, *Ap*의 Editor직을 20여년 동안이나 맡아온 인물이다. Leung의 말을 들은 순간 나는 기쁨보다 아찔한 느낌이었다. 영어가 부족해서 공석에 나서기를 두려워하는 내가 아닌가. 그런데 1990년에 내가 “Second Pacific Rim International Colloquium on Binary Star Research”를 서울에 유치하여 성공적으로 주관한 것을 Abt가 높이 평가한 것이라고 한다. 솔직히 말하면, Leung이 크게 도와주었기 때문에 잘 진행된 국제회의였다.

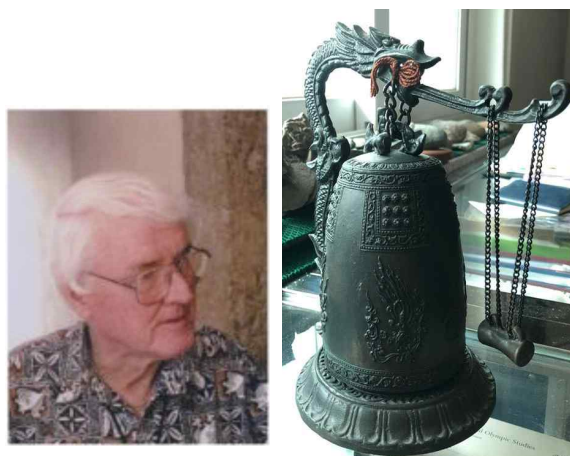


사진 6-5. Helmut Abt, 그는 첫 방문 때 경주에서 성덕대왕신종 모형을 사서 호텔 방에서 어린애처럼 두들겼다. 서양 종에서는 들을 수 없는 신기한 소리를 그는 감지하고 있었다. 두 번째 방문 때는 나더러 온돌방에 묵게 해 달라고도 했다.

이들 후에는 Leung이 화난 얼굴이다. 나 대신에 인도네시아의 Bambang Hidayat가 Vice-President가 되었다는 소식을 들었기 때문이다. 나는 안도했다. The Hague는 화란사람들의 Homeground이다. 그 시대에는 전 세계 천문학계에 화란 출신들이 주름잡던 때였고, 따라서 화란의 후원을 받고 있던 Hidayat가 유리할 수밖에. 화란 사람들이 인도네시아를 통치하고 있을 때 거대한 녹차 밭을 개간하고는 그 밭 안에 남쪽 하늘을 관측할 수 있는 천문대를 세웠다. 이것이 한 때 유명했던 Bosscha천문대이다. 제2차 세계대전이 끝난 후 얼마 지나서 대장을 맡은 인물이 Hidayat였으니, 화란 출신의 회원들의 후원을 받은 것은 당연한 귀결이다. Hidayat은 천문학 업적으로는 별로 알려져 있지 않지만, 영어가 능숙하고 아주 사교적이다. 제20차 Baltimore 총회 때는 여비가 부족하다고 하기에 내가 혼자 쓰고 있는 호텔 방에 공짜로 묵게 해 준 적이 있었다. 그때 보니 친구가 어찌나 많은지 호텔의 전화를 아침 저녁으로 너무 많이 쓰기에 호텔비는 내가 다 내겠지만, 전화비는 내가 지불하라고 했던 기억이 난다. 그런데 한 가지 의문이 있었다. 총회 기간에 일요일이 끼어 있기에 호텔에 가까운 곳에 있는 교회에 가서 예배드리고 왔는데, 그 교회 목사로부터 엽서가 호텔로 왔다. 예배 때 방문자 카드에 이름을 적어 뒀더니 보내온 안부 카드다. Hidayat이 그 엽서를 보더니 왜 혼자 갔느냐고 묻는다. 그래서 내가 “너는 이슬람교인 이니까 나 혼자 갔지” 했더니, “그래도 함께 가서 교회당을 보는 것도 좋았을 텐데” 한다. 과연 그것이 그의 본심이였을까?

Commission 41(History of Astronomy)에 가입하다

총회 중 어느 날 문득 Commission 41(History of Astronomy)에 등록해 볼 생각을 하게 되었다. 이 Commission만은 2개의 Commission에 등록한 회원에게도 예외로 더 등록할 수

있도록 개방되어 있었다. 어떤 분야의 전문가든 그 분야의 역사는 알아 두어야 한다는 취지이다.

총회 Program Book을 보고, Commission 41의 Business Session에 들어갔다. 이때 나는 일본의 Hurukawa 교수에게 함께 가입하자고 권해서 참가했던 것이다. 방안에 모인 사람은 30명 미만이었었는데, 내 인상으로는 Paris천문대의 Suzanne Debarbat가 가장 말이 많았다. 그런 그녀의 영어 발음은 도무지 알아들을 수 없는 프랑스식인데도, 나만 빼고 다른 사람들은 잘 알아듣는 것 같았다. 여기에 말을 많이 한 사람이 또 있었는데, 그가 인도의 Raza Ansari였고 그때까지 C41의 President였음을 한참 후에야 알았다.

Business Session은 다음 회기(1997-2000)에 일할 Vice-President와 SOC members를 뽑는 과정을 거친 다음, 신입 회원의 소개가 있었다. 신입회원은 입회원서를 써서 내는 것이 아니라, SOC member 중 한 명인 Secretary에게 이름과 국적만 적어주면 되는 것이니까, 허락 여부를 정하는 것이 아니다. 그때 몇 사람이 신입회원으로 등록했는지는 기억하지 못하나, 5-6명을 넘지 않았을 것이다. Secretary가 호명하면 자기 이름과 국적 정도만 말하면 된다. 그런데 동북아시아 사람으로는 Hurukawa 선생과 나 뿐인데, Hurukawa 다음에 내 이름을 부르기에 나의 이름은 NHA OO이고 한국인이요 했더니, 큰 소리로 “Declare yourself!”라고 외치는 사람이 있었다. 나는 깜짝 놀라서 기분이 좀 상했다. 그래도 참고 “서울에 있는 연세대학교 교수로 천문도와 동양의 해시계를 연구한다”고 말해 주었다. 그 후 나는 두고두고 그가 나에게 말한 그 말을 되짚어 본다. “자기 소개를 좀 해 주시오”라는 평범한 주문이었을 거라고 해석하면서도, 내 서툰 영어 실력으로는 함부로 텃세 부리는 것처럼 오해할 수밖에 없어서이다.

나에게 말을 던진 그 사람은 U of Washington의 교수로서 전파천문학을 전공하는 Woodruff Sullivan III(1944-)이다. 성격이 남성적으로 결결하다. 허나 그가 나에게 준 인상은 “서양 사람들의 무대에 윈 Oriental이나?”하는 것 같았다. 사실 백인들 사이에는 천문학이라 하면 서양천문학이고, 천문의 역사는 바로 서양천문학의 역사라고 인식하고 있는 사람이 제법 있었다. 이들의 심중에는 중국을 주 무대로 고대로부터 발전해온 동양천문학은 존재하지 않는다.

Sullivan이 전파천문을 연구하는 사람이라는 사실을 알게 되고 나서는 자꾸 괄씸하다는 생각을 하게 되었다. 그럴만한 이유가 내게는 있다. 1966년 전까지만 해도 전파망원경으로 발견한 외계 전파원이 이미 상당한 수에 이르렀다. 하지만 외계에서 오는 전파의 주범이 태양이라는 사실을 이미 알고 있었던 천문학자들은 태양이 아닌 다른 우주 공간에서 날아오는 이 전파의 근원지에 대해서는 알지 못하고 있었다. 그런데 이 불가사의한 전파원을 찾아낸 사람이 있었는데, 놀랍게도 그는 오직 옛 문헌만 가지고 연구한 Xi Zezong(席澤宗, 1927-2008)이었다. 그 당시 중국에는 연구용 전파망원경이 없었던 시대였다(별항1을 참조).

외계 전파원은 곧 客星이다

중국을 비롯하여 한국과 일본에는 천문현상을 관측했다는 역사 기록이 많이 남아 있다. 그 중 대표적인 예로는 갈릴레오가 망원경으로 태양 흑점을 발견하기 훨씬 전에 이미 맨 눈으로 “흑자(黑子)”를 태양 표면에서 관측했다고 하는 기록이다. 가장 최초의 기록은 BC 28년의 『한서 오행지(漢書 五行志)』에 있다. 이 기록에 의해서 아주 예전에는 태양 활동이 지금 보다 훨씬 큰 규모로 활발했을 것이라는 학설이 나오게 되었다. 말하자면 동양의 흑자(黑子) 기록이 있었

기 때문에 가능해 진 것이다.

그런데 또 하나의 기록은 얼마 전까지도 서양 천문학자들에게는 받아드릴 수 없는 것이었는데, 그것은 “객성(客星)”이다. 객성이란 이름이 등장한 것은 BC 134년의 『한서(漢書)』의 기록이고, 『삼국사기』에는 BC 4년에 있다. Xi Zezong은 일본의 기록까지 합해서 모두 90개의 객성 기록을 가지고 그 위치를 추정해 보았더니, 놀랍게도 전파원의 위치와 대부분 일치한다는 사실을 발견하고 제자인 Bo Shouren(薄樹人, 1934-1997)과 더불어 《中·朝·日 三國古代の新星記録及在射電天文學中の意義》라는 제목의 논문을 1965년에 『天文學報』에 발표했다. 이것이 서방세계에 알려지자 다음 해인 1966년에 『Science』와 『NASA TTF-388』에 거의 동시에 번역되어 출판되었다.

외계 전파원의 실상을 탐구하던 전파천문학자들은 너도나도 앞 다투어 전파망원경을 Xi와 Bo가 제시한 객성(논문에는 新星이라 했음)의 위치로 돌려서 전파를 수신하는데 열중했다. 그 결과 시간이 흐름에 따라 신성 기록은 하나씩 전파원으로 확인되었다. 이것은 엄청난 사건이었다. 이때가 내가 U of Penn에서 공부하던 때인데, 이런 내용을 강연하기 위해 초청받은 전파천문학자들은 ‘Chinese, Korean and Japanese records of supernovae’ 하다가 너무 기니까 ‘Japanese’를 빼고 ‘Chinese and Korean records’라고 유행처럼 말하게 되었다. 실로 20세기 하반기의 첨단 연구과제인 우주전파원, pulsars, neutron stars, gamma ray and x-ray sources 등의 연구에 큰 돌파구를 제공한 셈이다.

Xi와 Bo의 논문에 사진 6-6과 같은 초신성의 광도곡선이 소개되어 있었다. 일찍이 Baade가 초신성의 광도변화를 이론적으로 주장한 바가 있었는데, Xi와 Bo가 중국과 한국의 1604년 Kepler 초신성의 기록을 가지고 Baade의 광도변화를 입증한 것이다. Baade의 이론적인 곡선(파선)과 관측된 Xi와 Bo의 곡선(실선)은 놀라울 정도로 잘 일치하고 있다. [주: 이 광도곡선은 내가 『한국천문학회지』 1권 1호에 이미 소개한 바가 있다.]

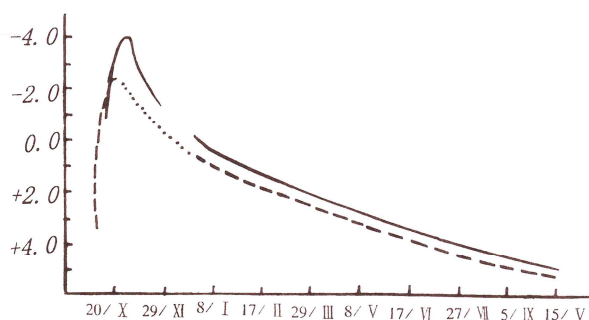


图 1 1604 年蛇夫座新星的光变曲线(目视星等)

사진 6-6. 중국과 한국의 관측 기록으로 만든 Kepler의 초신성의 광도곡선.

“Declare yourself!”라고 큰 소리로 나에게 외친 Sullivan은 나 보다 12살이나 연하이므로 1966년 당시의 일은 모를 수도 있겠다. 하지만 만약 그가 앞에 소개한 중국과 한국의 고대 기록이 이렇게 우수했다는 사실을 알았더라면, 그는 나에게 “We welcome you, indeed!”라고 말 했으리라.

별항 5 : 위대한 천문사학자 Xi Zezong(席澤宗)

Xi Zezong 선생은 어렸을 때 일본군이 그가 살던 지역을 점령하자 섬서성(陝西省)으로 도망가서, 14살 때 중학교에 입학했다. 그리고 이 학교를 졸업하자 과학을 공부하려고 더 남쪽에 있는 中山大學에 입학했다. 그러나 집이 너무 가난하여 학비를 마련하기 위해 홍콩과 광둥 지역 신문에 천문학에 관한 해설 기사를 썼다. 그런데 이런 것이 오히려 경력으로 인정받아 1952년에는 자신의 책인 『恒星』을 북경 상무인서관(商務印書館)에서 출판하기에 이르렀다.

1949년에 중국인민공화국이 건국되면서 그는 중국과학원에 들어가서 천문학을 연구했다. 그가 특별히 관심을 가지고 일한 분야는 중국 고서에 기록된 초신성이었다. 그는 마침내 90개의 신성을 찾아내서 1955년에 《古新星新表》를 『天文學報』에 발표했다. 이 논문은 당시의 천문학자와 물리학자들의 큰 관심을 받게 되었는데, 10년 후에 다시 Bo Shouren과 함께 《增訂古新星新表》를 완성하여 또 『天文學報』에 발표한 것이다.

Xi Zezong 선생은 내가 《동양천문학사 국제회의(International Conference on Oriental Astronomy(약해서 ICOA))》를 창설하고, 제1회 때 중국학자 23명을 서울로 초청한 일을 두고두고 고맙게 생각하고 있었다. 그 때가 1990년이었으니 23명 중에 여권을 가지고 있던 사람은 단 1명이고, 나머지 22명은 그때까지 외국 여행을 한 번도 가 본 일이 없었다. 따라서 나 때문에 처음 여권을 갖게 되었고, 북경에 있는 한국대사관에서 입국 visa를 발급받았으니 그들에게는 감개무량한 일이었다.

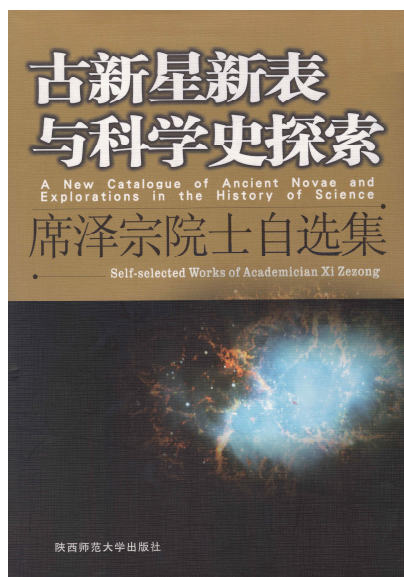


사진 6-7. 왼쪽은 2002년에 출판한 Xi Zezong 교수의 自選集 표지이고, 오른쪽은 그 속에 있는 화집에서 나와 함께 찍은 사진을 옮긴 것이다.

총회가 끝나고 서울로 돌아오기 전에 Milton Keynes에 사는 큰 딸(가영) 식구를 보러 영국으로 건너갔다. 나는 하루를 함께 보내고는 New Castle Upon-tyne으로 가서 Richard

Stephenson교수를 방문했다. 그 댁에서 하루 밤을 자면서 지난 해(1993년)에 공동으로 주관한 《International Conference, Oriental Astronomy from Guo Shoujing to King Sejong》의 Proceedings를 어떻게 출판할 것인가를 의논했다. 그는 세상에 잘 알려진 천문학사의 대가이며, IAU Commission 41(History of Astronomy)의 President를 역임한 사람이다. 나와는 이번에 Hague에서 만나기로 했으면서 약속을 어기고 오지 않았다. 그의 말이 걸작이라고 받아줘야 할까. “겨우 15분 발표를 위해서 내가 Dover해협을 건너가야 하는가?”

나는 하루 동안 그의 안내를 받아 New Castle Upon-tyne시내의 명소를 구경했다. 이 도시는 한때 조선업의 중심지로 대단히 번창한 곳이다. 새로 건조한 배를 진수시키면서 하루가 멀다고 샴페인을 터트렸던 곳이다. 지금은 그 영광을 한국의 울산에 넘기고, 조용한 곳이 되어 버렸지만, 다른 산업을 일으키고 있는 모양이다. 이들의 주택이 특이했다. 2층집이 연이어 붙어 있는데, 가구마다 1층과 2층을 쓰는 구조이다. Stephenson이 살고 있는 집도 이 중에 하나인데, 현관에 들어가서 응접실을 거친 다음 부엌 쪽으로 가서 문을 열어 보니 제법 넓은 정원이 있다. 그러니 정원이 있는 2층 집인 셈이다. 그의 말에 깊은 뜻이 묻어 있는 듯하다. “사람 위에 사람 없고, 사람 밑에 사람 없다!” 한데 이와는 아주 대조적으로 한국의 아파트에는 많은 사람들이 위층에 살고 있고, 많은 사람들이 아래층에도 살고 있어서 소위 “층 간 분쟁”의 고통을 안고 산다.

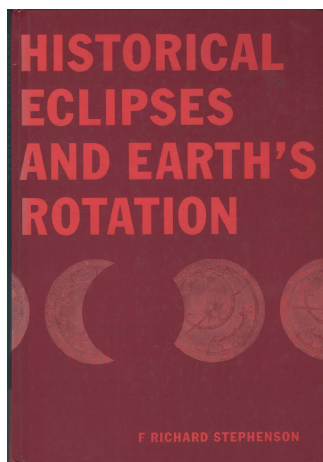


사진 6-8. F. R. Stephenson과 그의 대표 저서 『Historical Eclipses and Earth's Rotation』의 표지.

다음날 Milton Keynes로 돌아와서는 손자가 다니는 학교를 둘러보았다. 초1년생인 손자가 자기 학교 자랑을 의젓하게 하는 모습에 감개무량했다. 그리고는 딸의 안내를 받아 벵룩시장으로 갔다. 영국의 노년층이 연금만으로는 살기가 어려워지니까 젊었을 때 아껴 쓰던 물건을 내다 파는 곳이다. 바로 3년 전 Buenos Aires 총회 때 가 보았던 벵룩시장을 생각하고 신통한 것이 있을지도 모른다는 기대를 가졌다.

내가 보잘 것 없이 보이는 물건 하나를 만지작하는 모습을 보고 딸은 한심하다는 눈치다. 하지만 나는 한 건 했다고 확신했다. James Cook(1728-1779)이 태평양을 항해하던 중 지루하다고 느낄 때 거북등에 그림을 칼로 파서 남긴 것을 어느 책에서인가 본 적이 있었는데, 바로 그가 남태평양의 어느 섬 사람들을 새긴 딱딱한 거북 껍질을 여기서 찾은 것이다. James Cook은 영국함대를 이끌고 아메리카 남단을 거쳐 남태평양에서 1769년의 “금성의 일면통과 (Transit of Venus)”를 관측하여 지구와 태양간의 거리를 확실하게 도출하는데 도움되는 자

료를 만든 함대 사령관이다.

(주: James Cook을 기념하는 곳은 영국을 비롯해서 Australia에도 있는데, 나는 ICOA-6가 열린 2008년에 Australia의 Townsville에 있는 James Cook University에 가 본 적이 있다.)



사진 6-9. Captain James Cook의 초상화와 그가 거북 등에 새긴 풍속화.

= 《여덟째 묶음》 =

제24차 IAU 총회(Manchester, UK), 2000-2003

한국에서 참여한 회원: 나일성, 장경애 외 몇 회원이 더 있었음

발표자: 이번 총회에서 발표한 논문은 나일성의 "Inventory of old star maps of the Nha Il-Seong Museum of Astronomy"이다. 더 있었는지 *Abstract book*에서는 찾지 못했음.

지금까지 내가 장거리를 여행할 때는 항상 식구 중 아내나 딸이 교대로 동행했으나 이번 영국 여행에는 나 혼자였다. 나는 이 Manchester 총회에 참석하기 전에 들른 곳이 두 곳이 있었다. Cambridge에 있는 Joseph Needham연구소와 Whipple Science Museum이다. 먼저 들른 Joseph Needham연구소는 Joseph Needham(1900-1995)이 중국의 과학과 문명을 연구하기 위해 세운 연구소이다. Needham과 Lu Gwei-Djen이 1723년에 Ignatius Kögler(戴進賢, 1680-1746)가 입법하고 Fernando Bonaventura Moggi(利博明, 1684-1761)가 새긴 「황도총성도」에 관한 논문을 발표한 바가 있다. 그런데, 이 논문에 실린 「황도총성도」의 사진이 너무 작아서 글자와 별 판독이 어려웠다. 따라서 모사하는데 어려움이 있을 것이므로 원본을 보려고 간 것이다. 그런데 불행하게도 유일하게 연구실을 지키고 있던 직원은 이 「황도총성도」에 대해 아무것도 아는 것이 없어서 허탕치고 말았다(사진 8-1을 참조).

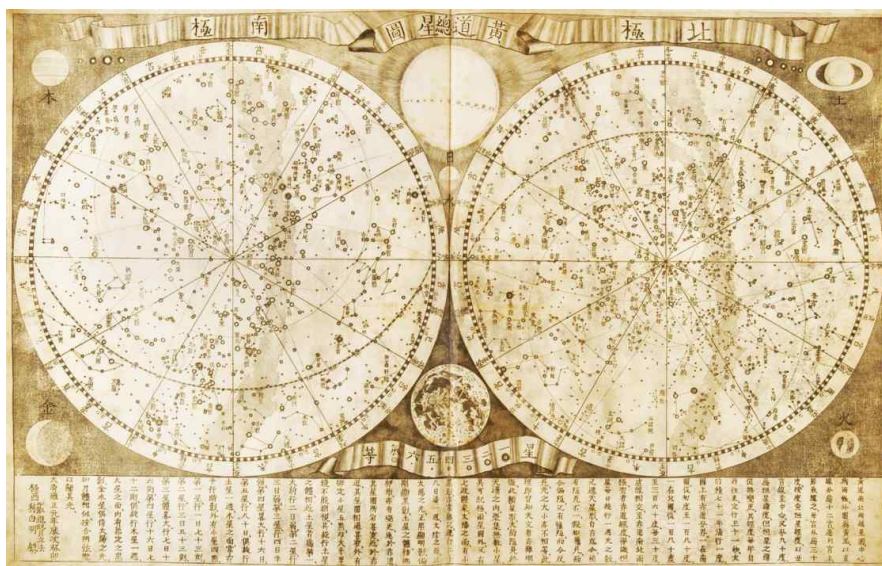


사진 8-1. Joseph Needham과 Lu Gwei-Djen이 그들의 논문에 제시한 「황도총성도」.

다음으로 찾아간 곳은 Whipple Science Museum이었다. 이곳에서 「천상열차분야도·황도 남북양총성도·칠정도(天象列次分野圖·黃道南北兩總星圖·七政圖)」 8폭 병풍을 보려고 한 것이다.

[주: 중국과 한국에는 8폭 병풍으로 장병한 성도가 3점이 있는데, 모두 같은 종류의 황도성도(黃道星圖)로서 「新法天文圖」이다. 그래서 Jahann Adam Schall von Bell, S. J.(湯若望, 1591~1666)과 Xu Guangqi(徐光啟, 1562~1633)가 만든 「황도남북양총성도(黃道南北兩總星圖)」는 이 이름으로 오래전부터 알려져 왔으므로 그대로 두지만, 이것과 구별이 되도록 하기 위해서 법주사에 있는 (黃道星圖)를 「七政圖·黃道南北兩總星圖」라 명명하고, Whipple Science Museum에 있는 (黃道星圖)를 「天象列次分野圖·黃道南北兩總星圖·七政圖」라고 구별하여 내가 붙인 이름이다. 이 성도는 Whipple외에도 세 곳에 더 있다(사진 8-2를 참조).]

Whipple Science Museum에서는 내가 방문하기 전에 예약해 둔 덕에 도착해 보니 큐레이터가 그 큰 8폭 병풍을 수장고에서 꺼내서 좁은 복도에 펼쳐 놓고 있었다. 이 병풍천문도와 꼭 같은 부분(副本)이 그 당시에는 두 점이 있었는데, 하나는 일본 오사카의 남만문화관(南蠻文化館)이 소장하고 있는 것으로 상한 부분이 많이 있었다. 그리고 다른 하나는 경복궁 안에 있는 국립민속박물관이 소장하고 있는 것인데, 내가 처음 이것을 봤을 때는 무슨 이유여서인지 병풍에서 떼어내면서 찢어진 채로 여덟 장이 낫 개로 있었다. 그래서 국립민속박물관이 「천상열차분야도·황도남북양총성도·칠정도」 8폭 병풍을 복원해 달라는 요구가 있어서 Manchester 총회에 가는 기회에 Whipple Science Museum 측에 글자를 판독할 수 있는 좋은 사진을 의뢰한 것이다.

그 후에 조사한 결과 일본 국회도서관이 하나 더 소장하고 있었다. 그러니까 법주사의 「七政圖·黃道南北兩總星圖」 병풍은 단 하나뿐인데 반해, 이 성도는 (사진 8-2)에 보인 것처럼 모두 네 벌이나 남아 있는 셈이다. 그런데 1740년대에 조선의 관상감이 제작한 것인데도 불구하고 좋은 것은 다 남의 나라에 가 있고, 제 나라에는 찢겨져 없어진 부분이 있는 채 조각난 상태로 남아 있다니, 한심하기 그지없다.

드디어 Manchester에 도착해 보니 아는 얼굴들이 많이 보인다. 나는 이 총회에서는 나의

전공인 C-42(Close binary stars) 보다 지난 Kyoto 총회 때 가입한 C-41(History of astronomy) 쪽에서 더 많은 시간을 보냈다. 숙소는 LOC가 추천하는 대학 기숙사가 어땠겠는가고 Richard Stephenson에게 물었더니 이 곳 학생 기숙사는 목을 만한테, 캠퍼스 안에 있는 것 보다 좀 비싸기는 해도 변두리에 있는 기숙사가 더 좋다고 한다. 그래서 그가 추천한 기숙사에서 매일 시내버스를 타고 출퇴근 하듯 회의장을 왕래했다. 이제는 시내의 일부를 제법 찾아다닐 수 있게 되었다. 그래서 생전 처음 먹어본 인도 음식이 마음에 들어서 몇 번 먹어본 기억이 나지만, 그곳에서 찍은 사진과 수집했던 자료를 다 어디다 보관했는지 도무지 찾을 수가 없어서 회고록에 쓸 내용이 빈약하게 되고 말았다. 어느 오후에 Richard Stephenson이 나를 데리고 Manchester 시내에 있는 오래된 천문대를 구경시켜 준 일이 있었는데, 인상 깊었다는 생각을 하면서도 그 외에는 구체적으로 적을만한 기억이 떠오르지 않는다.

별항 1 : C41의 OC Member가 됨

Kyoto총회 이후 3년이 지나는 동안 C-41(History of Astronomy)에는 새로운 기류가 흐르고 있었다. Steve Dick이 President였을 때, 그 총회에는 출석하지도 않은 Richard Stephenson이 Vice-President로 선출되더니 이제 이 Manchester총회부터 President가 된 것이다. 그리고 Wayne Orchiston이 OC member로서 Secretary가 되었으니 나의 처지가 한결 좋아졌다. 그뿐만이 아니라 Raza Ansari는 전전 President로서 여전히 기염을 토하고 있었고(사진 7-1을 참조), 그보다 더 앞서 President였던 Suzanne Debarbat까지 있으니 C-41에서 이제는 이방인 취급을 당할 일이 없게 되었다. Debarbat와 나는 3회에 걸친 ICOA 회의와 청주에서 열린 IAU Colloquium을 통해서 잘 아는 사이가 된 것이다(사진 7-2을 참조).



사진 8-2. 「천상열차분야도·황도남북양총성도·칠정도」 병풍.
위에서부터 차례로 Whipple Science Museum본, 남만문화관 본, 일본
국회도서관 본, 국립민속박물관 본, 그리고 가장 아래는 나일성이 복원한
것이다.

어느 날 C-41의 Business Session에서 뜻하지 않은 일이 벌어졌다. Secretary인 Wayne Orchiston이 Orgazing Committee Member로 나를 추천한 것이다. 많은 사람들이 아직은 나를 잘 알지 못하고 있는 상황이었는데, 그가 내 세운 명분은 이것이었다. “----, and his crowning achievement is the establishment of the <The Nha Il-Seong Museum of Astronomy> in Yecheon (Korea) in 1999 by means of his own resources.” 이 말은 2년 후 Raza Ansari가 펴낸 『History of Oriental Astronomy』에 나를 소개하는란에 인용된 문장이기도 하다(사진 7-1을 참조). 돌이켜 보면 Woodruff Sullivan III에게서 당한 수모(?)를 당한지 불과 6년 만에 C41의 핵심 멤버가 된 것은 동양 천문학의 역사를 이해하는 이들이 많아졌기 때문이라고 생각한다.

나는 이 Manchester 총회에서 3년(2000-2003) 임기의 OC Member에 선출되었을 뿐만 아니라, Historical Instruments Working Group(C41)의 Chair에도 피선되었다. 여기서 잠깐 Working Group이란 조직을 소개해 보자. IAU에는 전문분야를 맡은 Commission이 여러 개가 있다. 이 Commission을 <전문위원회>라고 번역할 수 있겠는데, 대개의 경우 다음 총회까지 3년 동안 어디서 Colloquium이나 Symposium을 개최할 경우에 주관자 역할을 하거나, 다음 총회를 위한 행사를 준비하는 일을 하고 있다. 그래서 President를 비롯해서 활발히 활동하는 OC의 경우는 행사를 다양하게 추진할 수 있다. 그런 위원회의 경우에는 그때그때 형편에 따라 장기적으로 특별히 취급할 문제가 생길 때가 생긴다. 그래서 이런 경우를 당하게 되면 이를 위한 소위원회를 조직하는데, 이 소위원회를 <(무슨) Working Group> 또는 <Working Group for (무슨)>이라고 하며 약해서 <WG>라고 부른다. C41에 속한 네 개의 Working Groups에 관해서는 다음 《아홉째 묶음》인 (Sydney총회) 회고록에서 다시 소개하기로 남겨두자.

Manchester총회에서 C41은 Richard Stephenson(President)과 Wayne Orchiston(Secretary)가 명 콤비가 되어 다양한 Program을 창출했기 때문에 Working Group 2개를 처음으로 설치하게 되었다. 이 두 WG의 하나는 <Astronomical Archives WG>이었고, 이 WG의 책임자를 Chair라고 호칭하는데 Ileana Chinnici를 선임했다. Chinnici는 유럽의 Astronomical data를 책임지고 전산화 하고 있는 Archivist로 잘 알려진 인물이다. 그의 소속은 최초의 소행성 Ceres를 발견한 Fabricius가 살았던 Sicily 섬의 Palermo에 있는 Osservatorio Astronomico이다. 이 Chinnici는 9년 후에 Vatican 박물관이 《Galileo특별전, Italian Heritage Four Hundred Years After Galileo》를 주관하기도 했던 인물이다(사진 11-8을 참조).

그리고 또 다른 WG는 앞에서 언급한 대로 내가 맡은 <Historical Instruments WG>인데, 이것은 내가 천문도와 해시계를 전문적으로 수집하는 박물관을 만들었기 때문이었다고 생각한다. 그런데 Historical Instruments라 하면 ①관측기기, ②천문도(성도), ③해시계를 포함한 각종 계시기(計時器)가 이에 속하겠는데, 나의 박물관에서 중점적으로 다루고 있는 것은 ②천문도와 ③해시계이다. 그래서 이것들의 목록을 만들어야 하는데, 목록을 만들려면 먼저 그 종류를 알아야 한다. 따라서 결국 분류해야할 종류를 정의해야 하기 때문에, Classification Scheme을 만들어야 하는 것이다. 하지만 지금까지도 여러 가지로 시도해 보고는 있으나 천문도(성도)는 어느 정도 만들 수 있지만, 해시계의 경우는 모양새나 재질이나 그 기능이 너무

다양하기 때문에 만족할만한 Classification이 쉽지 않다.

C-41에는 그 후에도 새로운 WG가 더 추가되었다.

이번의 Manchester총회에서는 내가 자신하고 있는 천문도(성도)를 위한 나의 Scheme에 따라 Inventory한 내용을 C-41의 Session에서 발표했다. 발표한 논문의 제목은 “Inventory of old star maps of the Nha Il-Seong Museum of Astronomy”이다.

이 Manchester총회 중 단 한 가지 잊지 못할 추억이 생겼다. 그것은 Manchester의 한 가정을 우연히 방문하게된 일이다(**별항2를 참조**).

별항 2 : 별을 사랑하는 귀여운 소녀

총회 기간에 일요일이 하루가 끼어있었다. 그래서 기숙사의 Front에 가서 개신교 중에서 장로교나 감리교 교회가 근처에 있는지 알아봐 달라고 부탁했더니 버스 한 번 타고 갈만한 가까이에 있는 감리교회를 찾아준다. 그래서 버스 타고 지도를 가지고 작지만 아담하게 생긴 교회당 건물을 어렵지 않게 찾았다.

예배에 참여한 교인은 3-40명 정도였고, 여름 휴가철이기에 담임 목사 대신에 초청받은 목사가 설교했다. 성가대는 원래 없는 것인지 아니면 휴가 때문에 잠시 쉬는지 특별 찬양은 없었다. 그래도 예배를 마치니 교인들이 다과를 먹으면서 대화를 하고 있는 모습이 미국 교회와 다름없어 보였다. 나도 차를 마시면서 몇 사람과 인사를 나눴는데, 한 중년 부인이 다가와서 자기소개를 한다.

요 몇 일 동안 TV news에 세계 각국에서 많은 천문학자들이 이 도시에 모이고 있다고 보도하고 있다고 한다. 그래서 어떻게 하면 그 중 한 사람이라도 만날 수 있을까 하고 생각하고 있었는데, 오늘 이렇게 교회에서 쉽게 만나게 되어 참 기쁘다고 하면서 자기 집으로 가서 점심식사를 대접하고 싶다고 한다. 보통 사람들은 이런 경우에 어떻게 처신할지 모르겠으나, 기독교인들에게는 흔한 일이라서 나는 주저하지 않고 따라 갔다. 그의 둘째 딸이 초등학생인데 천문학을 공부하고 싶다면서 별을 열심히 관찰한다기에 호기심도 생겼다.

집에 도착해 보니 초 3-4학년 쯤 되는 귀여운 꼬마가 자기의 작은 망원경과 읽고 있는 별에 관한 책들을 응접실에 펼쳐 놓고 나를 기다리고 있었다. 그리고 마치 이웃에 사는 아저씨에게 하듯 설 새 없이 재잘거린다. 나에게 자기 방을 보여 주겠다며 서슴없이 안내한다. 방의 천정에 한 조각의 유리창이 있었다. 아버지가 딸이 밤에 누워서도 별을 볼 수 있도록 만든 것이라면서 자랑한다. 그리고는 또 나를 데리고 마당으로 나간다. 높이 자란 나무를 피해서 여기 서서 보면 별이 잘 보인다고 위치까지 알려준다. 나는 절로 ‘과연 William과 John Herschel의 후손들이구나!’하고 감탄했다.

음식 준비가 다 될 무렵 아버지가 귀가했다. 그는 Manchester대학에서 건축을 전공하고 지금은 어느 회사에 근무하고 있는 Iraq 출신의 이슬람 교도이다. 그래서인지 순수 영국 출신인 그의 아내가 만든 음식은 전부 채소류만인데, 그 맛은 나에게 생전 먹어보지 못했던 진미였다. 채소로 만든 요리인데도 어떤 음식은 육류와도 같은 맛이다. 남편의 가족은 지금 바그다드에 살고 있어서 편지로만 소식을 알고 있을 뿐 만나본지 오래되었다고 한다. 감리교인인 부인과 이슬람 교도인 남편이 한 집안에서 부부로 평화롭게 살고 있는 비결이 무엇인가고 나는

묻지 않았으나, 그 부부가 말해 주었다. 음식은 회교식으로 육류는 피하지만, 신앙생활은 서로 존중하면서 산다는 이야기다. 서양사에서 본 십자군 이래의 갈등과 암묵은 이 집에서는 이해와 화목이 대신하고 있었다. 그리고 별을 사랑하는 둘째 딸을 위해서 온 정성을 다하는 모습을 보고 큰 감동을 받았다.

그 딸은 내가 한국에 온 후에도 두 번 정도 편지를 보내왔다. 그 어린 소녀가 겁도 없이 외국 학자에게 편지하는 모습이 하도 기특해서 한국의 어린이도 이를 좀 배우라는 뜻으로 나의 천문관 게시판에 오랫동안 붙여 놓았었다. 왜 내가 복사해서 두지 않았는지 후회된다. 어느 날 보니 그 편지가 떨어져 없어졌는지 누가 떼어 갔는지 사라지고 말았다. 그래서 나는 그 소녀의 이름도 잊어버렸고, 주소도 남기지 않은 것을 참으로 후회한다. 왜냐하면 내가 그녀에게 이렇게 말했던 것이다: '네가 커서 훌륭한 천문학자가 되면 책이나 글을 쓸 것이니 그때 나는 그것을 읽으면서 너를 기억하마!'

= 《아홉째 묶음》 =

제25차 IAU 총회(Sydney, AUSTRALIA), 2003-2006

논문 발표자: 이번 총회에서 논문을 발표한 회원은 지금까지 역대 총회 중에서는 가장 많다. 이 총회가 발행한 『Abstract book』(사진 9-1을 참조)에 수록된 한국인의 이름은 모두 34명이나 된다(표 1을 참조, 단 여기에 2명을 더 추가해야 하는데, 그 이유는 밑의 [주]를 참조하라.) 이들의 이름을 ABC순으로 적어보면 다음과 같다. ()안의 수자는 두 번 이상 발표한 논문의 편수이다.

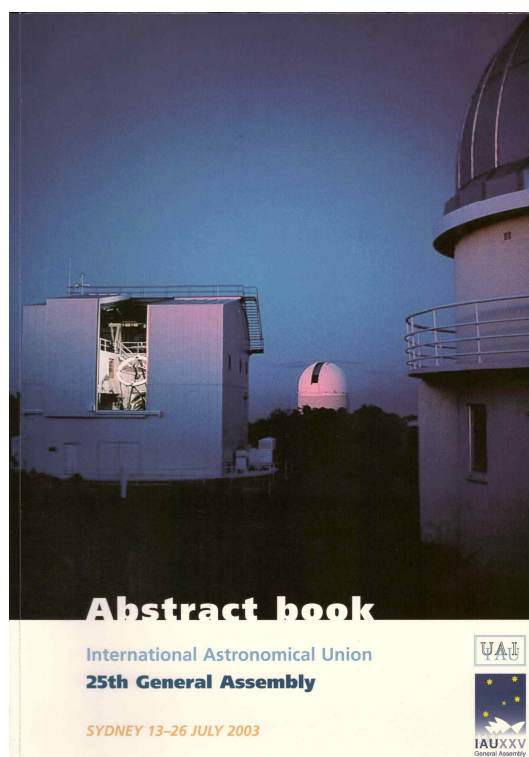


사진 9-1. Sydney 총회의 Abstract book

표 1. 『Abstract book』에 수록된 한국회원들의 이름

Ann Hong Bae, **Byun** Yong-Ik(2), **Chi** Seungyoup, **Cho** Dong-hwan, **Cho** Se-Hyung, **Choi** Minho(3), **Chun** Moo-Young, **Han** Wonyong, **Kang** Young Woon(2), **Kim** Bong Gyu, **Kim** Ho-il, **Kim** Kee-Tae, **Kim** Sang Chul, **Kim** Sungeun, **Kim** Sungsoo, **Kim** Tae-Sun, **Koo** Bon-chul(5), **Lee** Chang Won(2), **Lee** Chang-Hwan, **Lee** Dae-Hee, **Lee** Hee-Won, **Lee** Hyung Mok(2), **Lee** Jae-Joon(2), **Lee** Kang Hwan, **Lee** Woo-Baik, **Min** Kyoung-Wook(2), **Oh** Kyu-Dong, **Park** Jang-Hyun, **Park** Sangwook, **Park** Yong-sun, **Shin** Jong-Ho, **Sung** Eun-Chang(2), **Sung** Hyun-il, **Yim** Hong-Suh.

그런데 이 『Abstract book』이 출판된 이후 사정에 의해 참가를 포기하는 사람이 생기기 때문에, 최종적으로 확정된 발표자와 논문 제목은 『Programme book』(사진 8-2를 참조)에 기재된 것이 정확하다. 즉, 이 『Programme book』에 기재된 것은 실제로 총회에 출석하여 발표한 것 만이라고 볼 수 있는데, 이 책에서 찾아보니 놀랍게도 여기에 등재된 한국회원의 논문과 발표자는 4편에 5명이 전부이다. 그리고 SOC Member(또는 Chair)로 등재된 회원은 단 3인으로 다음 (표2)와 같다. 이것은 (표1)에 보인 수와는 너무 달라서 나는 실망을 금할 수가 없다. 그럼에도 불구하고 (표3)인 『Participant list』에 수록된 참가한 회원의 수를 보니 24명이나 된다. 그렇다면 논문 발표자와 SOC Member로 활약한 회원 8명을 빼 나머지 16명은 무슨 명목으로 이 먼 Sydney까지 왔을까하고 의문이 생기지 않을 수 없다.

표 2. 『Programme book』에 수록된 한국회원의 이름

【논문】

- ① Y. W. Kang: Joint Discussion 13의 Session III에서 “Improved light curves of LMC eclipsing binaries”를 발표
- ② J. Lee: Joint Discussion 17의 Session I에서 “Proving X-ray emitting plasmas with the Chandra HETG”를 발표
- ③ S. Kim: Joint Discussion 21에서 “CO(J=7-6) emission in the Large Magellanic Cloud”를 발표
- ④ E.-H. Lee and S. Ahn: Commission 41/Interunion Commission for the History of Astronomy에서 “Solar cycle derived from the historical records of sunspots and aurorae”를 발표

【SOC Member/SOC Chair】

- ① Y. C. Minh: Symposium 221의 SOC Member로 참여
- ② J. Chae: Joint Discussion 03의 SOC Member로 참여
- ③ Nha Il-Seong: Commission 41/Interunion Commission for the History of Astronomy의 SOC Member로 참여
- ④ Nha Il-Seong: Working Group on Historical Instruments의 SOC Chair로 참여

별항 1 : 『Programme book』

Programme Book은 매년 대략 140여 쪽 분량으로 출판되는 것이 통례처럼 되어 있다. 그 책에는 원하는 Session을 찾아다니기 쉽도록 잘 소개하고 있다. 이번 (Sydney 총회)의 Programme Book에서 예를 들어 보면 Symposium은 nos. 216, 217, 218, 219, 220, 221의 6개, Joint Discussion은 nos. 01-21까지 21개, Special Session은 4개, Commission 19, Commission 45, Commission 50이 별도의 발표회를 개최하고 있다. 이 외에도 History of Astronomy Commission은 8 page에 모두 9개의 Session을 소개하고 있는데, 이 모든 Session의 시간과 장소와 발표 순서가 한국천문학회 순서지와 다름없이 잘 소개되어 있다.

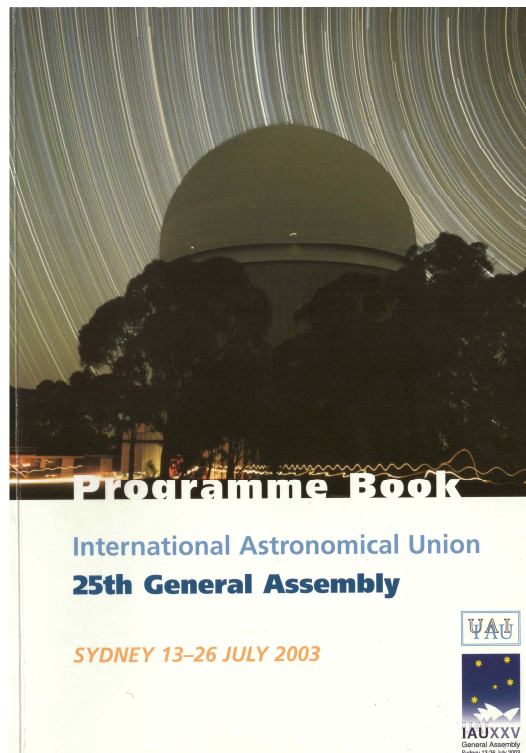


사진 9-2. Sydney 총회의 Programme book

표 3. 『Participant list』에 수록된 참가한 한국회원의 이름

Ahn Youngsook, **Ann** Hong Bae, **Chae** Jongchul, **Chi** Seungyoup, **Cho** Dong-hwan, **Fletcher**, **Kang** Young Woon, **Kim** Bong Gyu, **Kim** Ho-il, **Kim** Sang Chul, **Kim** Sungsoo, **Koo** Bon-chul, **Lee** Chang Won, **Lee** Chang-Hwan, **Lee** Dae-Hee, **Lee** Eun-Hee, **Lee** Hee-Won, **Lee** Jae-Joon, **Lee** Kang Hwan, **Lee** Sang-Gak, **Sohn** Jungjoo, **Sung** Eun-Chang.

이상과 같은 22명의 이름이 수록되어 있으나, 현장에서 등록했기 때문에 이름이 수록되지 않은 나일성(부인 동반)까지 합하면 총 24에 이른다.

[주]: 『Abstract book』은 부피가 대단히 큰 책이기 때문에 편집하는 일은 어려운 작업이다. 그래서 편집자는 각 Commission과 Joint Discussion 관계자들에게 접수된 Abstract를 발표 날짜 별로 충분히 이른 시기 안에 제출할 것을 통보한다. 그런데 불행하게도 이번 Sydney총회 때는 C41(History of Astronomy)의 secretary가 원고 마감 기일 내에 제출하지 못했기 때문에 C41의 논문 Abstract는 전부 이 책에 수록되지 못하는 사고가 발생했다. 그래서 뒤늦게 『C41/ICHA History of Astronomy, Program and Abstracts』(사진 9-3을 참조)라는 책자를 별도로 만들어서 배포하였다. 그래도 다행한 것은 개회식 직전에 IAU 집행부가 발행한 『Programme book』(사진 9-2)에는 C41의 발표 제목과 발표자의 이름이 빠짐없이 수록되어 있었다. 따라서 『C41/ICHA History of Astronomy, Program and Abstracts』과 『Programme book』 두 책자에는 Nha Il-Seong의 Commission 41/Interunion Commission for the History of Astronomy의 SOC Member라는 것과 Lee Eun-Hee와 Ahn Youngsook이 공동으로 발표한 논문 1편이 수록되어 있었고, 또한 Nha Il-Seong의 Working Group on Historical Instruments의 SOC Chair라는 것도 수록되어 있다.

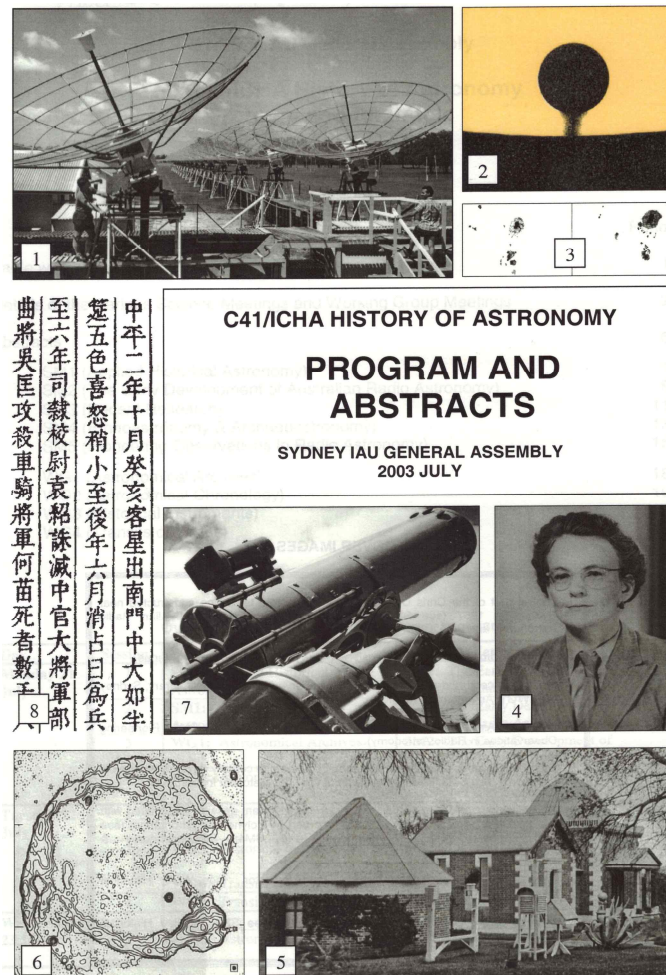


사진 9-3. Sydney 총회에서의 C41/ICHA의 *Programme and Abstract book*

아주 무거운 발걸음으로

이 해의 총회에 참석하기 위해서 나는 아내와 함께 2003년 7월15일(화)에 인천국제공항을 출발하여 Bangkok국제공항에서 TG 991을 타고 Sydney에는 18일에 도착하여, Crest Hotel (주소: 111 Darlinghurst Road, Sydney 2011)에 Check-in했다. 그리고 24일에 Sydney를 떠날 때까지 그곳에서만 묵었다. 그러나 실상을 고백한다면 나는 이 Sydney 총회에 참석하지 않으려고 여러 가지로 노력했었다.

Sydney 총회에 참석하지 않으려고 생각한 것은 두 가지 이유에서였다. 그 이유 중 첫째는 여기에는 소개하지 않겠지만 (L 아무개)와 (김 아무개 검사)와의 악연이 있어서 괴로움을 당하고 에너지 소모가 많았던 탓이다. 둘째는 IAU의 총회와 여러 국제 행사에 자주 참여하다보니 내가 오래전부터 집필해 오던 『한국천문학사 대계』 10권의 출판이 자꾸 지연되고 있는 것이 마음에 걸렸던 것이다. 나는 IAU 총회와 ICOA 회의에 참석하는 것은 나의 의무처럼 생각하고 있었지만, 여행경비와 시간 소비와 에너지 소모가 너무 클 뿐만 아니라 내 나이를 생각해 서라도 이번 (Sydney 총회)에는 참석하지 않으려고 마음먹고 있었다.

그런데 일이 내 마음대로 되지 않았다. C41의 President인 Richard Stephenson과 Secretary인 Wayne Orchiston에게서 나를 Vice-President로 추천하겠으니 출마를 하라는 e-mail이 왔다. 그래서 정중히 사양하는 e-mail을 다음과 같이 보냈다(사진 9-3을 참조).

To: Wayne Orchiston<wo@aaoepp.aao.GOV.AU>
 From: Nha Il-Seong <slisnha@chollian.net>
 Date: 30 May 2003
 Subject: Vice-Presidency
 cc. Richard Stephenson<f.r.stephenson@durham.ac.uk>

Dear Wayne,

Thank you for your e-mail and I am happy to know that Rajesh is planning to stand for the Vice-Presidency. I do now have a good reason not to stand for this position leaving myself to concentrate on my book writing before getting too old. In addition, my resignation of OC is also included, but if there is no candidate for the WG3, I may remain for the next triennial.

I wish you understand me, Wayne.

With best regards. Il-Seong

사진 9-4. 2003년 5월 30에 Wayne Orchiston에게 보낸 나의 e-mail.

그런데 이 정도면 분명하게 나의 뜻을 전했다고 생각했지만 그들에게는 받아지지 않았다. 뿐만 아니라 결국 나는 그들의 각본에 따라 Vice-President에 출마했고, IAU에는 사전등록도 하지 못한 채 아내와 함께 Sydney로 개회 직전에 간 것이다. 나는 70세를 넘은 Senior member이므로 Registration fee는 아주 적고 또 늦었다고 과태료를 물지 않아도 되게 되어 있다. 이런 이유로 『Participant list』가 출간된 이후에 도착하여 현장에서 등록했기 때문에

내 이름이 없는 것은 당연하다.

내가 출국 직전에 Wayne Orchiston에게 e-mail로 보낸 나의 항복 선언문은 다음과 같다.

Date: 15 July 2003

Dear Wayne,

With my wife I have finalized our trip to Sydney.

Arrive at Sydney International Airport at 0615 on 18th(Friday) via TG 991.

Leave from Sydney at 1630 on 24th(Thursday) via TG 992.

Stay in Crest Hotel

111 Darlinghurst Road, Sydney 2011

Tel: 011-812-9358-2755

Fax: 011-612-9358-2888

I am happy to join you in the evening of Friday, 18 July, in the GA Registration area at 5:45pm.

Please kindly inform this to Richard.

I am looking forward to meeting you soon.

Il-Seong

사진 9-5. 2003년 7월 15일에 Wayne Orchiston에게 보낸 나의 e-mail.

별항 2 : C41의 Working Groups

지난 번 Manchester 총회 회고록에 Division과 Commission에 속한 Working Group에 관하여 짧게 언급한 일이 있었지만, 이번 총회에서 새로 조직한 C41의 Working Group 4개의 이름과 임기 3년(2003-2006)의 SOC Chair와 Member를 참고로 소개해 두는 것이 좋겠다고 생각하여 (표 5)를 만들었다. 나는 1년 전 청주에서 IAU Commission 41의 이름으로 《International Conference on the Astronomical Instruments and Archives from the Asia-Pacific Region》을 주관했다는 것이 빌미가 되어 WG on Historical Instruments의 Chair 자리를 피할 수 없게 되고 말았다. 다행히 다른 세 WG가 뚜렷한 업적을 세운 것이 없기 때문에 나는 그 후 3년간의 업적으로 청주 Conference를 위한 Proceedings를 출판하는 일만으로도 공을 세울 수 있게 되었다. 사실 Proceedings를 제대로 출판한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 하지만 다행히 나는 이미 몇 차례 그런 일을 해 왔었고, Stephenson의 헌신적인 영어교정과 Orchiston의 탁월한 editorial work가 있어서 나에게는 그리 큰일은 아니었다 (사진 9-4를 참조).

C41의 Business Session에서는 이미 예상했던 대로 영향력이 있는 몇 사람 (Ansari, Debarbat, Stephenson, Orchiston 등)의 후원을 얻어 나는 R. Kochhar (India)와 경합하여 C41(Commission of History of Astronomy)의 다음 회기(2003-2006)의 Vice-President로 선출되었다. 하지만, 이 Vice-Presidency는 3년 후에는 임기 3년(2006-2009)의 President를 자동 승계하는 자리여서 정말로 마음이 무거웠다. 영어 구사에 자신이 없는데다가 그 때가

되면 내 나이는 77세가 되는데, 서양 친구들의 눈에는 동양 사람이라 젊게 보는 것이 탈이다.

참고로 C41은 Vice-President로 당선된 사람만 발표할 뿐, 차점자의 명예를 위해서 득표수는 공개하지 않는 전통을 지키고 있다.

표 5. Commission 41의 조직

President
Alexander Gurshtein 1818 N. 20 th Street US-Grand Junction CO 81501 USA
Vice-President
Il-Seong Nha Dept of Astronomy & Space Science 134 Sinchon-dong, Seodaemun-ku Seoul 120-449 Korea R
① WG on Astronomical Archives S. Debarbat (France, Chair), W. Dick (Germany), W. Orchiston (Australia)
② WG on Historical Instruments Nha Il-Seong (Korea, Chair), J. Briggs (USA), W. Orchiston (Australia)
③ WG on Transit of Venus W. Orchiston (Australia, Chair), S. Dick (USA), R. Kochhar (India)
④ WG on Astronomical Chronology A. Gurshtein (USA/Russia, Chair), A. Blauw (Netherlands), T. de Jong (Netherlands), B. Warner (South Africa)

회의 기간 중 어느 날 내 Mail box를 보니 Canada의 U of Calgary의 Eugene Milone교수가 쪽지를 남겼다. 내가 Binary Session에 나타나지 않으니까 그 동안 만나지 못하고 있었던 것이다. 각 총회 때마다 Main Conference Hall에는 Alphabet 순서로 등록한 참가자들의 Mail box가 설치되어 있어서 서로 연락하는데 이용한다. 그런데 처음 총회에 참석한 사람이 나 또 어떤 사람은 이 Mail box를 모르고 있어서 이용하지 않는 경우도 있다.

2,000명 이상이나 모이는 총회인데다가 여러 Session이 동시에 여기저기 흩어져서 진행되기 때문에 이 Mail box에 메모를 남기지 않고는 묵고 있는 호텔이나 만날 장소를 알릴 방법이 없다.

Eugene Milone의 쪽지에는 어느 날 몇 시에 어느 Lobby의 어느 쪽 구석에서 만나자는 것이었다. 그리고 자기 아내도 왔으니 나에게 점심을 대접하고 싶다고 한다. 이것은 의외의 제안이다. 여러 사람들이 서로 함께 점심이나 저녁을 먹는 경우는 회의 기간 중 자주 있는 일이지만, 식비는 당연히 N분의 1인데 왜 점심을 사겠다고 하는 걸까?

별항 3 : Eugene Milone(1939-)과 그의 아내

Eugene Milone과 처음 만난 것은 1990년 서울에서 열린 제2차 Pacific Rim Colloquium on New Frontiers in Binary Star Research 때였다. 그 대회 경비를 충분히 조성하였기 때문에 내가 그에게 참가비용을 제공한 일이 있었는데, 그때 그는 초청받은 인사 중에서 비중이 있는 학자라고 Kam-Ching Leung에게서 소개를 받았기 때문이었다. 두 번째 만남은 다음 해인 1991년 IAU Buenos Aires 총회 때여서 Buenos Aires에 이어 Cordoba에서도 만났으나 그가 Chair를 맡았기 때문에 바쁘게 지냈고, 마지막 만남은 1995년 태국 Chiang Mai에서 열린 제3차 Pacific Rim Colloquium on Binary Star Research때로 기억한다. Chiang Mai에서는 회의 중에 일요일이 끼어 있어서, 참가자들은 세 패로 나뉘어서 이 날을 보냈다. 첫째 패는 주체측이 제공하는 관광이어서 10여 명이 이에 참여했고, 둘째는 시내에 있는 장로교회로 가서 예배드린 5-6명이었고, 마지막 셋째는 단 두 사람인데 성공회 예배당으로 간 강영운과 Eugene Milone이었다.

무대는 Sydney 총회 Main Hall. 이날 점심 약속대로 나와 아내는 정해진 곳을 찾아가 기다리고 있는데, Eugene이 부인과 나란히 그러나 아주 느린 걸음으로 걸어오는 모습이 이상하게 보였다. 두 사람이 발을 맞춰서 걷는 모습이 마치 결혼식을 마치고 걸어서 나가는 신부와 신랑의 걸음걸이를 꼭 닮았다. Eugene은 우리를 보고도 태연스럽게 결혼 예행연습이나 하듯이 여전히 느린 걸음으로 걸어오고 있었다. 그리고 그 모습은 엄숙해 보였다.

어느 식당에서 음식을 먹었는지 도무지 기억나지 않으나, 대체 무슨 일로 점심을 사느냐고 묻지 않을 수 없었다. 그의 말이 내가 자기에게 평소에 잘 해 주었기에 아내와 함께 온 이 기회에 신세 갚으려고 하는 것이라고 한다. 그의 말의 뜻은 지금까지도 나에게는 풀리지 않는 수수께끼이다. 내가 7년 연상이라는 것 외에는 학문적으로나 인품으로나 더 나은 점이 없는데, 무엇을 잘 해 주었다는 것일까. 그는 나에게 1년간 U of Calgary에 교환교수로 오면 좋겠다고 하면서 묵직한 신청서를 보내준 일이 있었다. 그러나 그때는 연세대학에서 내가 해야 할 일이 너무 많아서 마음 편히 1년이나 자리를 비울 처지가 아니었다. 그의 호의도 사양했으니 누를 끼친 쪽은 오히려 나였다.

한 식탁에 앉은 네 사람이 나눈 대화 중 큰 몫을 차지한 것은 Eugene의 부인이 시력을 점점 잃어가고 있다는 대목이었다. 겉으로 보기에는 눈동자가 살아 움직이고 있어서 우리에게는 정상인과 다르다고 느껴지지 않았다. 그러나 부인의 말로는 이제 Canada로 돌아가면 완전히 실명할 것이므로, 자기가 담당하고 있는 교회 주일학교 교재를 어떻게 사용할 것인가가 걱정된다고 한다.

이제야 비로소 Eugene이 부인과 팔짱을 끼고 Wedding march를 하듯 우리에게 걸어온 이유를 알았다. 그 때로부터 벌써 15년이 지났다. 궁금하면서도 편지한 장도 보내지 못하고 있다.

= 《열번째 묶음》 =

제26차 IAU 총회(Prague, CZECH REPUBLIC), 2006-2009

한국인 참석자: *List of Participants*에 등재된 총 인원은 2,378인데, 이 중 한국사람은 27명이므로 1.1%를 약간 넘는 수이다.

Session의 Chair 또는 논문 발표자: Prague 총회는 Nos. 235-240까지 6개의 Symposia, 17개의 Joint Discussions, 7개의 Special Sessions을 마련했다. 그리고 이 여러 발표회에서 발표될 발표자와 논문 제목은 지난 Sydney 총회 때와 마찬가지로 *Abstract Book*에 기재되어 있다. 그러나 언제나 발표 예정자 중에는 도중에 취소하는 사람이 많아서 정확한 참여자를 알아보는 데는 *Program Book*이 더 신빙성이 높다. 그래서 이 *Program Book*에서 한국 회원들의 활약을 찾아보니 다음 표1에 보인 것과 같이 논문이 불과 5편, Session에 참여한 사람 4명이 전부이다.

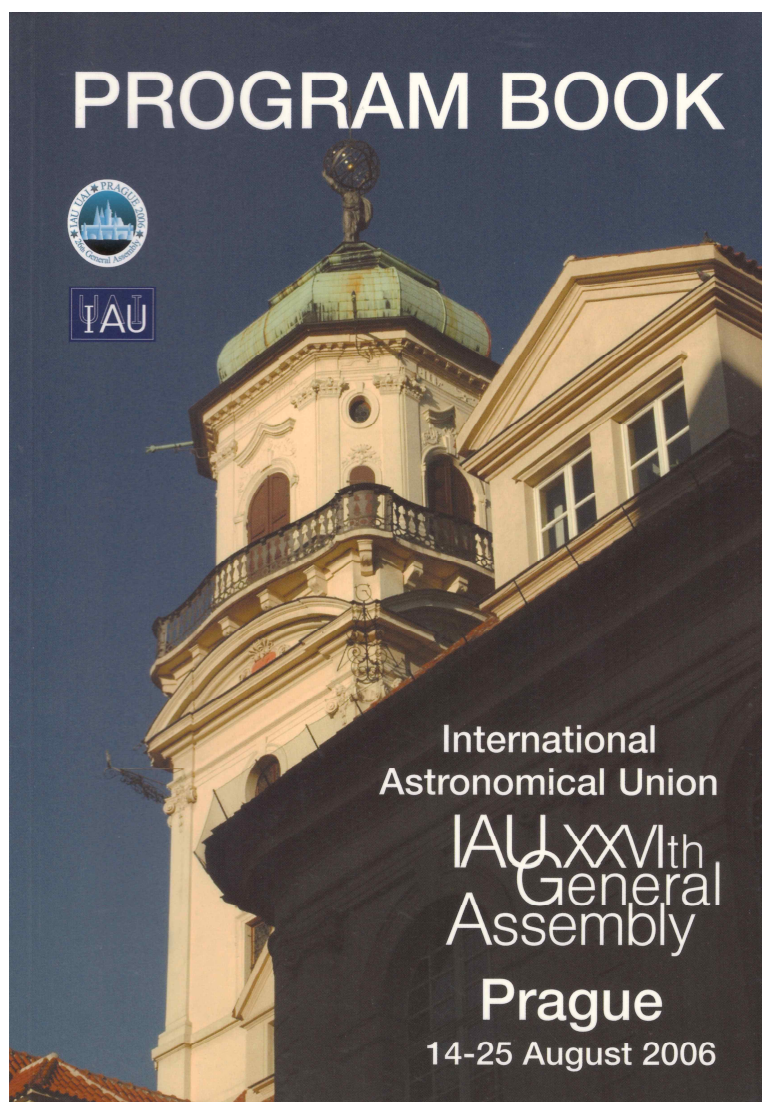


사진 10-1. Prague 총회의 *Program Book*

표 1. 『Programme book』에 수록된 회원의 이름

[논문]	
① H. Shim:	“An infrared study of Lyman break galaxies in the Spitzer first” 를 발표
② S. Kim:	“HI clouds and shells in the Large Magellanic Cloud (<i>Invited</i>)”를 발표
③ W.-T. Kim:	“Cloud formation from large-scale instabilities (<i>Invited</i>)”를 발표
④ M.-H. Rhee and others:	“Effects of calibrative learning ---”를 발표
⑤ Nha I.-S. and Nha Sarah:	“Time-keeping instruments from ----”를 발표
[SOC Member/SOC Chair]	
① Sungsoo Kim:	Joint Discussion 06의 Session VI의 Chair
② H. M. Lee:	Joint Discussion 14의 Session IV의 Chair
③ M. Im:	Joint Discussion 15의 SOC Member로 참여
④ Nha Il-Seong:	C41 WG on Historical Instruments의 Chair

역사적 도시를 탐험하며

이번 IAU총회는 예술의 도시 Prague에서 열리므로 아내와 초5년생인 손녀까지 데리고 갔다. 뿐만 아니라 주변에서 나와 동행하기를 원하는 세 가족까지 7명도 함께 했으니, 전부 10명인 작은 단체가 되었다. 그래서 이번 여행을 재미있게 꾸며 보려고 출발 전부터 계획 짜기에 많은 시간을 보냈다. C41에서의 나의 스케줄에 지장이 없는 한 여러 곳을 찾아가 보려고 일정표를 고치고 또 고쳤다. 그렇게 해서 만든 일정표 중에서 몇 가지만 골라서 간단히 적어보면 다음과 같다.

8월	일 정
14일(월)	인천을 출발하여 Prague도착 (당일 18:00) 비행시간: 11시간40분 Hotel Bishop's House에 check-in(3박). 이 호텔은 추기경의 저택으로 11세기에 건립된 후 지금까지 전쟁 때마다 여러 번 화재로 피해가 있었지만, 역사적 neogothic 건물로 유명하기 때문에 1999년 hotel로 개조하여 현재 공개되고 있는 곳이다.
15일(화)	오전: 총회등록을 마치고, 점심때까지 오랜만에 마나는 사람들을 만난다. 오후: Prague Castle 관광을 할 예정(입장료 28 EUR). 저녁 8시: ‘A night with the Mozart’를 관람(관람료 26 EUR), 장소는 Villa Bertramka로 Mozart 시대의 주택인데, Mozart는 부인과 함께 프라하에 있을 때는 이곳에 머물렀다고 한다.
16일(수)	오전: Stare Mesto구역에 있는 The Gothic Church of Our Lady of Tyn으로 가서 Tycho Brahe의 묘비를 본다.

	오후: Old Town Square와 Town Hall을 관광. 이 Hall에는 1490년에 만든 유명한 시계가 있다.(별항3을 참조)
17일(목)	오전: Sessions에 참가. 오후 2시경에 Cesky Krumlov로 버스를 타고 180 km정도 이동하여 Hotel Barbora에 check-in(2박). Cesky Krumlov는 1992년에 UNESCO가 마을 전체를 세계문화유산으로 지정한 곳으로 7-8월에 여러 음악회가 다양하게 열리고 있다. 그래서 저녁에는 South Bohemia Night Tours of Cesky Krumlov and the Chateau Courtyards for Summer Music Festivals에 참가할 예정.
18일(금)	낮에는 Krumlov Chateau마을과 미술관 Egon Schiele Centrum을 관광할 예정.(입장료는 180 Kc). 저녁에는 기대했던 Cesky Krumlov International Music Festivals을 관람할 예정.(관람료 17 EUR). (별항4를 참조)
21일(월)	저녁 8PM: Prague로 돌아와서 Opera Mozart의 Don Giovanni KV527를 관람. 장소는 The Estates Theatre (발코니석 관람료 63 EUR는 한국에서 예약했음.)
22일(화)	오전의 Business Meeting에서 내가 President를 자동 승계하게 되고, Vice-President와 EC member를 선출한다. (별항1을 참조)
23일(수)	오후 Session은 내가 조직한 “Historical Instruments WG Meetings”이다. (별항2를 참조)
24일(목)	Prague 출발(19:50 KE936/OK4190) → Incheon 도착 (다음 날 14:25)



사진 10-2. Prague시 전경. (총회가 발행하는 신문에서)

Prague는 나 뿐 아니라 많은 사람들에게 사랑받는 도시 중 하나일 것이다. 특히 천문학도인 나에게는 400년 이전의 Tycho Brahe와 Johannes Kepler로부터 지금까지 면면히 이어져 온 천문학의 무대이기에 이곳을 방문한다는 것은 마음 설레는 일이다. 지금 Prague는 1967년에 제XIII차 총회를 개최한 이후 39년 만에 다시 이 총회를 유치하였으니, 얼마나 자랑스러울까.

이번 Prague총회에서 결의된 중요 사항의 하나는 <Pluto의 퇴출>이라고 할 수 있을 것이다. 태양계의 아홉 번째 행성이라고 초등학생들도 잘 알고 있는 이 행성으로부터 태양계의 행성으로서의 자격을 박탈하는 작업을 공정하게 집행하기 위해서 IAU집행위원회는 《Planet Definition Committee》를 조직했다. 그리고, 천문학사 연구에 업적이 많은 Owen Gingerich를 위원장으로 하고 6명의 위원을 임명했다. <Pluto의 퇴출>은 단순히 천문학자들만의 문제가 아니라 여러 분야에 파급되는 중요한 사건이기 때문에 위원 중에는 과학 대중화를 위한 문학작가도 포함되었다.

별항 1 : C41의 Business Meeting과 《2009, The Year of Astronomy》

나는 지난 회기(2003-2006)에는 C41(History of Astronomy)의 Vice-President였지만, 이제 2006-2009 회기를 책임지는 President를 자동 승계하게 되었다. 따라서 새 Vice-President를 선출해야 하는데, 지난 제25차 Sydney 총회 때 나에게 패했던 Rajesh Kochhar(인도)이 다시 출마했다. 하지만 그는 이번에도 갑자기 등장한 Clive Ruggles(영국)에게 또 양보하지 않을 수 없게 되었다. 이때 나는 이 두 사람보다 나의 오랜 친구인 Wayne Orchiston(호주)이 되기를 은근히 바랐다. 그리되면 그를 Secretary로 임명해서 내 일을 쉽게 맡길 수 있겠다고 생각한 것이다. 하지만, 백인들 사이에 무슨 역학관계가 있는지 Wayne은 잠깐 물려서서 나를 돕겠다고 한다.

Vice-President로 낙선한 Rajesh Kochhar는 그 후 끈질기게 도전한 끝에 2009년 제27차 Rio de Janeiro 총회 때 Vice-President에 당선되었고, 2012년 Beijing 총회 때 President가 될 예정으로 있다.



사진 10-3. 세 명의 C41의 President. 좌로부터 Alex Gurstein(2003-2006), 나일성(2006-2009), Clive Ruggles(2009-2012)이다.

한편, 나는 President로 선임됨과 동시에 C41의 Business Session을 소집하고, “2009년을 세계천문의 해”로 선포한 UNESCO와 접촉하는 일이 생길 때는 Vice-President인 Clive Ruggles가 처리하도록 일임했다.

총회 중에 C41의 President로서 해야 할 일은 걱정했던 것 보다는 많지 않았으나, 회의만 하면 백인들은 원 말이 그렇게도 많은지, 내가 지쳐버릴 지경이다. 내가 듣기에는 같은 말을 되풀이 하는 것 같은데, 나와 일본인 Nakamura Tsuko(中村士)는 짜증스럽지만 어찌할 수는 없으니 빨리 끝나기만 바랄뿐이었다. Nakamura는 내가 추천하여 당선시킨 OC Member이며, ICOA의 의장으로 내 뒤를 이은 인물이다.

그래도 중요한 일 한 가지는 성사시켰다. 그것은 2009년에 Galileo를 기념하는 큰 학술대회를 Padova대학의 주관으로 Venice에서 개최하는 일이다. Galileo가 살았던 Padova가 아니라 Venice로 정한 것은 지리적으로 서로 가깝기도 하지만 많은 참가자들을 불러 드리기에 유리하다는 것 때문인 것 같다. 이 국제학술대회는 Padova대학의 Luisa Pigatto 교수와 Vice-President로 새로 선임된 Clive Ruggles가 조직하도록 했다.

별항 2 : Historical Instruments WG Session

이 Working Group은 Business Meeting을 한 번 하고, 학술발표를 위한 session을 두 번 가졌는데, 이는 내가 이 WG의 Chair를 겸하고 있었기 때문에 지난 회기에 준비한 것이다.

(1) Committee members는 Nha Il-Seong (Korea: Chair), Juergen Hamel (Germany), Kevin Johnson (UK), Tsuko Nakamura (Japan), Wayne Orchiston (Australia), Sara Schechner (USA)이다.

Business Meeting에서 결정한 사항은 다음과 같은 4건이다.

Appointment of the Committee Members for 2006-2009

Appointment of the Chair for 2006-2009

Triennial Report for 2003-2006

Program of WG for 2006-2009

(2) 이번 Prague 총회에서의 학술발표회의 주제는 "The World-wide Search for Historically-Significant Astronomical Instruments"이며, 세 Sessions로 나누었다.

Session 1의 Chair는 Luisa Pigatto, 발표자와 제목은 다음과 같다.	
James Evans	"A Miniature Ivory Sundial and Equinox Indicator from Greek Egypt"
Rajesh Kochhar	"Nineteenth Century Astronomical Instruments in India"
Suzanne DeBarbat	"The Instruments of the METRE"

Tsuko Nakamura	"A Portable Dutch Astronomical Quadrant Imported into Japan in 1792"
Session 2의 Chair는 Tsuko Nakamura, 발표자와 제목은 다음과 같다.	
John Pearson, Kim Malville and Wayne Orchiston	"Astronomical Instruments Associated with Lick Observatory Solar Eclipse Expeditions"
Nick Lomb	"The Most Important Instrument: The Sydney Observatory Transit Circle"
Luisa Pigatto and Valeria Zanini	"Eighteenth Century Quadrants at the 'Specula Astronomica' in Padova, Italy"
Bill Wells and Wayne Orchiston	"Nautical Astronomy in the Pacific: The Astronomical Instruments used during Cook's Third Voyage Stop-over at Nootka Sound"
Poster Session의 발표자와 제목은 다음과 같다.	
Valeria Zanini	"The Hofmann Direct-vision Spectroscope at the Padova Astronomical Observatory"
Nha Il-Seong and Sarah L. Nha	"Time-keeping Instruments from East-Asian Countries: A Classification Scheme and an Inventory of Significant Relics"
Jenny Andropoulos, Wayne Orchiston and Graeme White	"The Great Melbourne Telescope and Observational Astronomy"
Farhad Rahimi and Jamshid Ghanbari	"The History of Some of the Astronomical Instruments in the Astan-e Ghods Museum at Mashhad, Iran"

다음은 총회에 제출한 지난 3개년(2003-2006)의 업적 보고서이다.

Triennial Report of Historical Instruments Working Group

(August 2003 - June 2006)

The Organizing Committee of the Historical Instruments Working Group for 2003-2006 was composed of six members: Nha Il-Seong (Korea, Chair), Juergen Hamel (Germany), Kevin Johnson (UK), Tsuko Nakamura (Japan), Wayne Orchiston (Australia), Sara Schechner (USA).

Activities in the 2003-2004 are summarized

1. At the IAU General Assembly in Sydney, the following papers were presented and some of them have since been published in the issues of the *Journal of the Antique Telescope Society*.

Johnson, K.	"A glimpse at the astronomy heritage of the Science Museum, London"
-------------	---

Kaptueg, V. B., Chubey, M. S., Vereshchagin, S. A., and Sokolov, Y. A.	"On recovery and research work at the Russian Struve station onogland"
Lomb, N.	"Historically significant astronomical instruments at Sydney Observatory"
Orchiston, W.	"History of the 'Gatts Telescope': a nineteenth century 20-inch Grubb reflector"
Pigatto, L., Tomasella, L. and Zanini, V.	"Telescopes at the Astronomical Observatory of Padova, Italy. From the last refractor to the first reflector"
Shankland, P. D. and Orchiston, W.	"Lost and found: saga of the historic Clark refractor at the U.S. Naval Academy"
Watson, F.	"James Gregory and the invention of the Cassegrain telescope"

2. The following ten papers were published in *Astronomical Instruments and archives from the Asia-Pacific Region*. (Orchiston, W., Stephenson, R., Debarbat, S. and Nha, I.-S. (eds.). Yonsei University Press. 2004).

Nha, I.-S.	"King Sejong's sundial, Angbu Ilgui", Pp. 21 ~ 26.
Nha, Sarah L.	"A progress report on the C41/ICHA Historical Instruments Working Group web site", Pp. 29 ~ 34.
Debarbat, S.	"Korean instruments preserved in the Paris Observatory collections", Pp. 121 ~ 124.
Ohashi, Y.	"Medieval Indian astronomical instruments and archives", Pp. 25 ~ 128.
Bandyopadhyay, A.	"The famous sun-temple of Konarak and Maharaja Jai Singh's Observatory at Jaipur: outstanding historic astronomical instruments in India", Pp. 129 ~ 133.
Setyanto, H.	"Rubu al-MUJAYYAB: Concept and practice in Indonesia", Pp. 135 ~ 140.
Fountain, J. and Abt, H. A.	"Chinese jade serrated Bi discs as astronomical instruments", Pp. 141 ~ 144.
Allen, C.	"The Frisius-Arsenius astrolabe in the National History Museum, Mexico", Pp. 145 ~ 148.
Batten, A. H.	"The 72-inch Plaskett telescope I Victoria, B.C.", Pp. 151 ~ 156.
Orchiston, W.	"The rise and fall of the Chris cross: A pioneering Australian radio telescope", Pp. 157 ~ 162.

Nha Il-Seong, Chair of HI WG

May 2006

이제 그럭저럭 나의 임무는 끝나갔다. 어느 날 Luisa Pigatto가 좋은 곳을 구경시켜 줄 테니 함께 가겠느냐고 묻는다. 좋은 곳이라니 사양할 이유가 없지. Yes! 했더니, 내일 12시에 Prague 시내의 Old Town Square에 있는 시계탑 앞에서 만나자는 것이다. 이곳은 세계 각국에서 온 관광객들로 항상 붐비고 있는 곳이다. 이곳의 천문시계를 책임지고 있는 Zdislav Sima박사가 자기와 나에게 이 시계의 내부를 보여주겠다는 것이다. 정말로 흥분되는 일이 아닐 수 없다. 몇 일 전 나의 일행은 이 광장에서 시간에 맞춰서 울리는 시계 소리를 들으려고 한 참을 기다린 적이 있었다. 그리고 나의 손녀는 이 시계의 모형을 파는 가게를 어떻게 알아냈는지 사달라고 해서 하나 사서 주었는데 아주 정교하게 나무로 만들어 전지로 작동하게 한 것이다. 그래도 우리는 시계소리를 들으려고 광장에 웅집한 수많은 인파 속에 묻힌 채 기다렸었다.

별항 3 : Clementinum과 천문시계

Prague 시내 북판에 자리하고 있는 Old Town Hall의 건물 안에 들어가 천문시계의 구조를 가까이서 볼 수 있었던 것은 이 시계를 관리하는 책임자인 Zdislav Sima박사의 호의였다. Sima박사는 쌍성 연구가인 동시에 Prague의 천문 역사를 책으로 쓴 사람이다. 그는 자기가 쓴 『Astronomie a Klementium』 책을 이탈리아 말로 번역판을 계획하고 있었다. 마침 C41의 OC Member인 Luisa Pigatto가 와 있으므로 이 두 사람이 함께 의논이 있었던 모양이다. 그 자리에서 나와 Luisa에게 시계 탑 안에 들어가서 내부 구조를 보여주기로 했던 것이다. C41의 새 President가 될 나에게 호의를 베푼 것이다. 그 덕에 나는 이날 나의 일행 전부를 데리고 시계 탑 안으로 들어갈 수 있었다. 탑 안에 들어가서 위를 쳐다 보니 그 끝은 아주 높아 보였다. 좁은 계단을 따라 나선형으로 올라가는 중심에는 철물로 된 톱니바퀴가 서로 물려서 소리도 없이 돌아가고 있었다. 어떤 톱니바퀴는 지름이 족히 1.5 m나 되는 것 같았다.

천문학적 지식을 가지고 이 시계를 설계한 사람은 1409년부터 Charles University의 천문학 교수로 Sindel이라고도 불리던 Jan Ondrejuv(1375-1455/8)였다. 그리고 그의 설계에 따라 실제로 제작한 기술자는 Mikulas of Kaden이었고, 작동을 시작한 것은 1410년이였다. 그러니까 지금부터 600여 년 전인 조선 태조10년에 만든 것이 아직도 정상적으로 작동하고 있으면서 세계인의 볼거리가 되고 있는 셈이다. 그래서 내가 Sima박사에게 “얼마나 자주 부품을 교체하고 있는가”고 물었더니, 600년 동안 작은 부품은 교체했지만 중요한 뼈대는 옛날 그대로라고 한다. 나는 그 시대의 철물 제조법이 얼마나 발달했기에 이럴 수가 있을까하고 놀랐다.

이 시계 보다 20여 년 후에 만든 우리 세종의 자격루(自擊漏)와 옥루(玉漏)는 지금 다 사라지고 말았다는 사실과 견주어 보면 이 Prague의 천문시계는 엄청난 예술작품이 아닐 수 없다. 들은 바에 의하면, 기술자 Mikulas of Kaden은

장님이 되고 말았다고 한다. 이웃 나라에 가서 또 이런 시계를 만들지 못하도록 만들었다는 비극적인 이야기이다. 그리고 그가 죽은 해도 1455년인지 1458년인지조차 분명하지 않다고 한다. 참고로, 세종대왕이 승하한 해는 1450년이지만, 그가 몹시 아끼던 기술자 장영실(蔣英實)은 어디서 어떻게 죽었는지 아무도 모르고 있는 한국 역사상의 기술자의 경우와 닮은꼴인 것 같다.

C41의 Historical Instrument Working Group을 이끌어 갈 내가 이 시계를 관찰할 수 있었던 것은 큰 행운이었고 이번 여행의 Highlight의 하나였다.

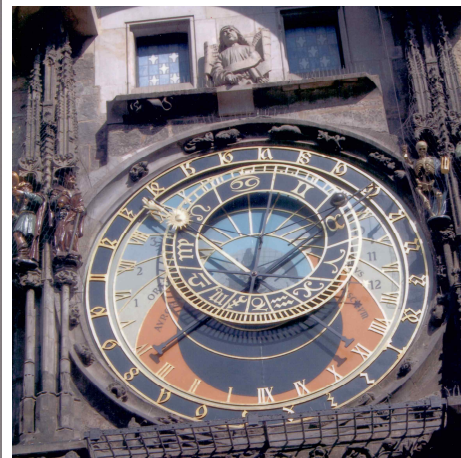
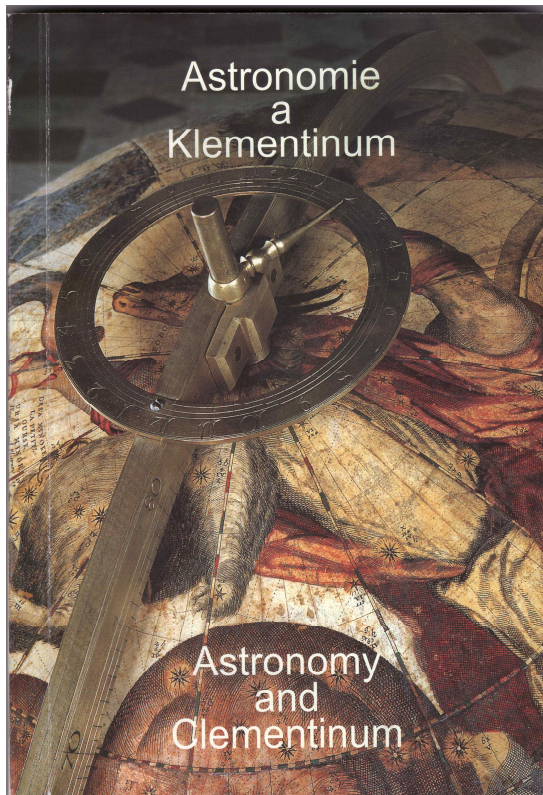


사진 10-4. Zdislav Sima박사에게서 선물로 받은 그의 책 『Astronomie a Klementinum』 표지(왼쪽)와 Old Town Hall 벽에 붙어 있는 천문시계의 외관.

이제 음악의 나라에 왔으니, 본격적으로 몇 곳을 찾아다니는 이야기를 시작해 보자. 사실 나는 음악을 듣는 것은 좋아 하면서도 교향곡이나 오페라 수준은 아니다. 악기를 다룰 줄도 모르고, 기껏 내가 할 수 있는 범위는 찬송가를 부를 때 멜로디 보다 베스를 즐기는 정도이다.

별항 4 : Cesky Krumlov International Music Festivals

Cesky Krumlov는 Prague에서 약 180 km 떨어진 Alpus 북쪽에 있는 작은 마을이다. 1992년에 UNESCO가 마을 전체를 세계문화유산으로 지정한 예술의 고장으로 널리 알려져 있다. 이곳에서는 매년 7-8월에 여러 음악회가 다양하게 열리는데, 그 대표적인 것이 Chateau Courtyards for Summer Music Festivals

이다. 우리가 2박한 곳은 Hotel Barbora인데, 시설은 18세기 경의 것인 듯 TV는 고사하고 전화기도 없다. 못 하나도 함부로 박을 수 없도록 규제가 철저하다.

음악회가 열리는 Chateau Courtyards는 주변보다 낮고 평평한 지역이기는 하지만, 7-8월 한 여름인데도 해가 지면 춥다. 저녁 음악회가 시작하는 시간에 맞춰 입장하니 입구에서 담요 한 장씩 나눠준다. 그런데 낮의 온기가 남아 있어서 가벼운 옷차림으로 간 것이 탈이었다. Intermission이 되니 포도주를 제공한다. 하지만 이 포도주보다 담요 한 장을 더 줬으면 고맙겠지만, 거절당했다. 이날 모인 관객은 우리만 빼고는 모두 백인인데 용케도 추이를 참아내는 모습이 존경스럽다. 이날 관람료는 17 EUR였다.

Prague로 돌아온 22일(화) 저녁 8시에는 오랫동안 기다려 온 Opera Mozart의 Don Giovanni KV527를 관람하였다. 극장은 The Estates Theatre였고, 1인당 관람료 63 EUR는 한국에서 예매했기 때문에 호텔에 Check-in했을 때 Front desk에서 입장권을 이미 받아 놓고 있었다. 이 입장권은 발코니에서 관람할 수 있는 것이어서 좀 비싸기는 해도 한국에서 보다는 훨씬 싸다. 우리 일행 10명은 자리를 잡고, 마치 동양에서 온 재산가들인 척 허세를 부리며 관람했다.



사진 10-5. Opera공연이 시작하기 전 The Estates Theatre 발코니에서.

막이 오르기 전에 아래층을 내려다보았다. 빈자리는 보이지 않았는데, 낮에 Town Square와 Charles 다리 위에서 서로 부딪칠 정도로 많이 보았던 한국을 비롯하여 일본이나 중국 관광객은 보이지 않는다. 이렇게 유명한 음악의 고장까지 와서 이 시간 어디서 시간을 보내고 있을까 궁금해졌다.

문뜻 옛날 생각이 났다. 1970년대 말경 대학 4학년생들을 인솔하고 실습여행이라는 이상한 이름으로 남해안을 일주한 일이 있었다. 학생 30여 명을 태운 버스가 서울을 출발하여 첫 도착한 곳은 전북 남원이었다. 학생들은 경비를 아낀다고 허름한 여관(?)에서 밥을 지어 먹고 있는 사이에 나는 학생들에게 좋은 추억거리를 만들어 주려고 파출소를 찾아갔다. 30여 명의 학생들이 남도의 창을 들을 수 있는 곳을 소개받으려고 한 것이다. 그런데 그런 창을 공연할 만한 곳은 없고 음식점을 이용해야 한다가에 순경 한 사람을 앞세우고 찾아 갔더니 창을

잘 하는 사람이 있다고 한다. 그래서 구두로 예약을 하고 순경과 함께 신이 나서 여관으로 돌아와 보니, 학생들은 저희가 좋아하는 곳으로 가버리고 아무도 없다. 나는 허탈한 심정을 억지로 억누르면서, 순경더러 술은 당신이 실컷 마시시오. 나는 오늘 창을 듣겠오 했더니, 순경은 기뻐서 어찌할 줄 모른다. 출장비를 받았으니 학생들에게 한턱 하려고 했는데. 그래도 우리의 70년대에는 이런 여유가 있었다. 근무 중인 순경인데도 서울서 온 방문객의 안전을 위해 이렇게 밀착 서비스를 해도 무방했던 시대였다.

1시간 조금 지났을까, 이 집 여주인이 슬며시 방에 들어서면서, “창을 알아주는 손님이 오신 것이 너무 기뻐서 한 곡을 읊으려고 합니다”하고 내 눈치를 본다. 나는 감사하다고 눈인사를 했다. 중년 여성이니 제대로 하는 창꾼을 만났다고 나는 생각했다. 한 곡을 마치고 나에게 하는 여주인의 말이 인상적이다. “저 옆방의 손님들은 서울의 어느 약사회 사람들인데, 여기까지 와서 저렇게 추한 유행가만 부르고 있어서 그 방에 있기가 어려웠습니다. 그런데 이 방에서 노래한 이 어린 아가씨는 작년 춘향제에서 특상을 받은 우리 집 보배랍니다. 정말 예쁘게 창을 잘 부르지요?” 이 말을 듣는 순간 나의 얼굴은 화끈 달아올랐다. 그런 줄도 모른 나는 “이런 어린놈이 무슨 창을 한다고?” 혼자 말을 하고는 들어서는 아가씨를 내 보냈었는데, 순경 아저씨가 안타까워하는 얼굴을 하기에 다시 들어오게 했던 것이다.

창을 모르면서 남원에서 2시간 동안 참고 들은 거나, 음악도 잘 모르면서 Prague에서는 발코니에서 아는 척 해 본 것이나 다 인간의 허상이다. 뭐 다 아니까 하는 것은 별로 없는 것이 인간의 삶이 아닌가?

별항 5 : 인간은 누구나 가는 것이라지만



사진 10-6. Isobe박사의 건강하던 때의 모습(앞 줄의 중앙). 그는 1994년 4월 11일에 나의 연희동 집을 방문했었다.

Isobe Syuzo(磯部瑋三, 1942-2007)는 원래 일본국립천문대 소속이었으나, 정년으로 퇴임 후는 The Spaceguard Association이라는 단체에 소속하고 있었다.

이번 Prague 총회에 참석하고서는 자기의 자서전(소책자였음)을 평소에 알고 지내던 사람들에게 선물하였다. 그러면서 “자기는 죽을병에 걸려서 얼마 더 살지 못 한다”고도 했다. 나도 그에게서 그 책을 받으면서 그가 한 말을 들었지만, 곧 죽을 사람으로는 보지 않았다. 그래서 농담이 좀 지나치다고 생각했었는데, 과연 그는 다음 해에 세상을 떠나고 말았다. 나보다 열 살이나 연하이지만, 그는 일찍부터 천문학계의 마당발이라 볼릴 만큼 전 세계를 누비면서 잘 다녔고, IAU의 여러 활동에 적극적으로 참여했었다. 자기가 죽을 것을 알면서도 먼 곳까지 와서 한 사람이라도 알고 지내던 사람에게 작별인사를 했으니 그는 과연 보기드문 기인이다. 나는 그의 부고를 받고서야 그때 그에게 위로의 말 한 마디도 하지 못한 것을 후회했다. 그리고 그에게서 받은 그 책을 둔 곳을 지금 찾지 못해서 안타까워하고 있다.

= 《열한번째 묶음》 =

제27차 IAU 총회(Rio de Janeiro, BRAZIL), 2009-2012

한국에서 참여한 회원: 나일성(딸 동반), 이상각, 이석영(부인동반), 안상현, 이기문 외 다수

Session의 Chair 또는 논문 발표자: Prague 총회는 Nos. 262-267까지 6개의 Symposia, 16개의 Joint Discussions, 10개의 Special Sessions가 개최되었다. 그리고 이 여러 발표회에서 발표될 발표자와 논문 제목은 이전의 총회 때와 마찬가지로 *Abstract Book*에 기재되어 있다. 그러나 한국에서 간 정확한 참여자를 알아보기 위해서 나는 더 신빙성이 높은 *Program Book*을 이용했다. 그 결과는 다음 표1에 보인 바와 같이 논문 발표자 4명에 5편의 논문 그리고 SOC Member가 2명뿐인 역대 최저로 나쁜 성적이다.

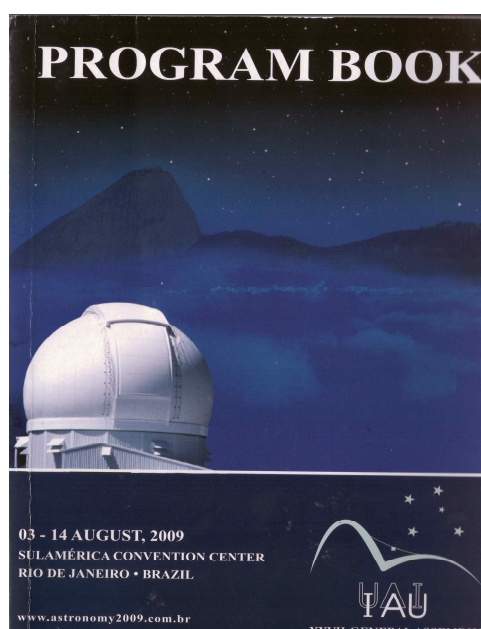


사진 11-1. Rio de Janeiro 총회의 *Program Book*.

표 1. 『*Programme book*』에 수록된 회원의 이름

[논문]

- ① Sukyoung Ken Yi: “The current status on the UV upturn”을 발표
- ② S. K. Yi: “GALEX constraining the AGN feedback on ----”을 발표
- ③ M. Im: “QSONG - supermassive black holes of quasars at World’s End”을 발표
- ④ Jungyeon Cho, et al.: “Growth of magnetic fields by turbulent motions”을 발표
- ⑤ B.-C. Koo: “I-GALFA - the inner-Galaxy AIFA low-latitude HI survey”를 발표

[SOC Member]

- ① Nha Il-Seong: SPS 4, Astronomy Education between Past and Future의 SOC Member로 참여
- ② Myung Gyoong Lee: SPS 8, The Galactic Plane - in depth and Across the Spectrum의 SOC Member로 참여

이번의 Rio de Janeiro 총회에 참석하기 위해서 나와 딸은 Paris를 경유하는 노선을 택했다. 미국을 경유하면 좀 나은 점이 있을지 몰라도, 그 당시 미국에는 독감이 유행했기 때문에 피한 것이다. 이 Rio de Janeiro 총회는 세 가지 면에서 대단히 의미있는 총회라고 생각한다.

그 첫째는 1919년에 IAU가 발족한 지 90주년이 되는 해이다. 그 동안 3년마다 총회를 26 차례나 개최했는데, 이는 제2차 세계대전 중에 하지 못한 것 외에는 충실히 계속해 왔다는 뜻이다. IAU President(2006-2009) 인 Catherine Cesarsky에 의하면 회원국은 63개국에 등록되어 있으며, 142개국이 여러 가지 분야에 참여하고 있다고 한다. 그리고 Salvador Nogueral 총무는 개인 회원의 수가 9,000명을 넘기 때문에 총회마다 참석하는 수는 2,000명을 훨씬 넘는다고 하며 지난 90년 동안에 Colloquium 200회, Symposium 261회, Regional Meeting 23회를 개최했다고 보고하고 있다(사진 11-1을 참조).

둘째는 Kepler의 Supernova 관측이 있는 후 400년이 되는 해로서 Novae와 Supernovae 연구에 지대한 진전이 있었는데, 특히 천문학 발전의 역사적 배경을 연구할 시기가 된 것이다. 이로서 “The 400th Anniversary of the Publication of Kepler’s Astronomia Nova”라는 특별 Session이 마련되었다. 이 Kepler의 Supernova 관측에 관해서는 이미 《여섯번째 묶음》에서 소개한 바 있다.

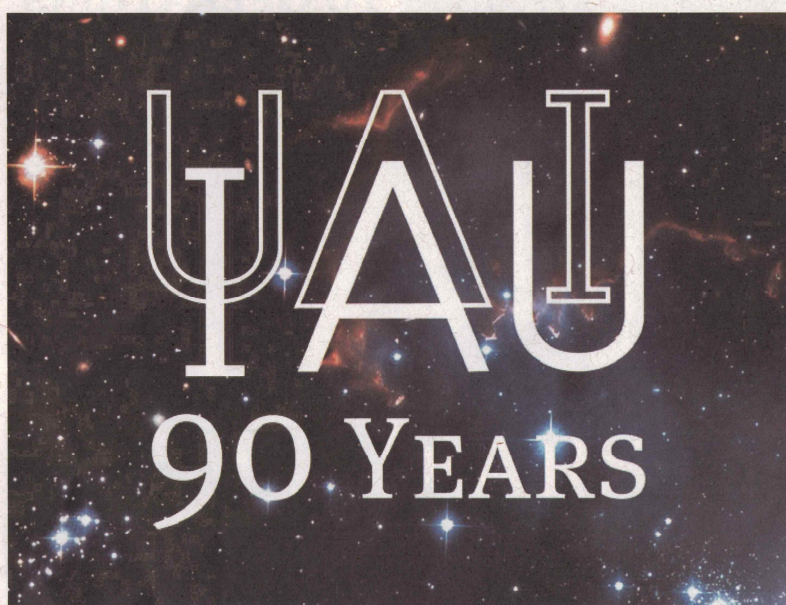
셋째는 많은 사람들이 잘 아는 바 2009년이 Galileo가 망원경을 발명한 해이기 때문에 “세계 천문의 해”로 UNESCO가 선포한 해이다. UNESCO는 “세계 천문의 해” 선포식을 Paris에서 개최했다. 이 선포식에는 Commission 41의 President인 내가 초청 받았으나, 민영기 교수가 대신 참석한 것으로 알고 있다. 그때 나는 이 선포식을 제외하고도 다음과 같은 네 곳의 행사에 참석해야만 했었다.

이 해에는 내가 “세계 천문의 해”와 관련이 있는 위치에 있었기 때문에 부득이 참석하지 않으면 안되는 네 곳은 ①Rio de Janeiro 총회를 위시하여, ②IAU-Astronomical Observatory of Padova in Venice Joint Symposium(별항2를 참조), ③Vatican 박물관의 Galileo특별전 개관식(별항3을 참조), ④일본 돗토리현(鳥取県)의 Astropark 강연회(별항4를 참조)이었다. 아주 먼 거리인 Rio de Janeiro와 Roma를 각각 다녀와야 했기 때문에 육체적

으로 무리가 올 수 있는 여행임을 알면서도 다 참석하지 않을 수밖에 없었는데, Brazil과 Italia 여행을 마치고 겨우 여독을 풀자 다시 일본에도 가야만 했던 것이다. 이렇게 바쁜 형편이었기에 모국인 한국에서 단 한 곳도 초청해 온 곳이 없었던 것이 오히려 다행한 일이라고 생각했다. 그러나 한편으로는, 우리나라에서는 이 “천문의 해”를 위해 의미있는 행사가 없었다는 것은 두고두고 수치스러운 일로 기억될 것이다.

[주: 한국에서는 천문연구원이 기념행사를 개최하기를 했으나, “갈릴레오”나 “천문의 해”를 주제로 한 뜻있는 Program은 한 건도 없었다.]

CELEBRATING THE 90TH ANNIVERSARY



IAU's creation was the result of a merger of several international projects. One of them was the Carte du Ciel ('Map of the Sky', in French), an ambitious effort to catalogue and map the positions of millions of stars up to the 12th magnitude. Others were the Solar Union and the Bureau International de l'Heure (International Time Bureau). All of those pointed out the need of an international organization that could handle astronomy's interests in a proper manner.

So, in 1919, the International Astronomical Union was founded. Its creation occurred during the Constitutive Assembly of the International Research Council (IRC), organized in Brussels from July 18 to 28, and its founding president was Édouard Benjamin Baillaud, a French astronomer who was an enthusiastic supporter of the Carte du Ciel and was the

director of the Paris Observatory from 1907 to 1926.

The first General Assembly was held in Rome, in 1922, and others were conducted in three-year periods, except during World War II. The organization grew steadily, and now has true worldwide representation, with 63 national members, and over 9,000 individual members. During the last 90 years, the IAU organized 26 General Assemblies, 200 Colloquia, 261 Symposia, 23 Regional Meetings, 30 International Schools for Young Astronomers, and many other activities, proving it is possible to promote the science of astronomy efficiently through international cooperation. ,

SALVADOR NOGUEIRA

사진 11-2. 총회 신문 “Estrela D'alva” 2009년 8월 3일자 1면.

총회 기간에 발행한 신문 “Estrela D'alva” 2009년 8월 3일자 3-4쪽에는 이번 총회에 상정된 안건들이 소상하게 인쇄되어 있고, 5-7쪽에는 IAU Statutes and Bye-Laws가 게재되어 있었으나, 나는 이 총회의 한국대표가 아니기 때문에 별 관심을 두지 않은 대신에, 여기서는 내가 책임지고 있는 C-41의 Business Session 이야기부터 시작하자. 이는 내가 President로서 다음 후임자인 Clive Ruggles에게 인계하기 전에 해야 하는 일이기 때문이다. 가장 큰 관심사는 Vice-President 선출인데, 이는 의외로 쉽게 해결되었다. Rajesh Kochhar은 6년 전 제25차 Sydney 총회와 3년 전 제26차 Prague총회 때 연이어 Vice-President에 출마하고도 낙선했으나 이번에는 단독으로 출마했기 때문이다. 그래서 이번 제27차 Rio de Janeiro 총회에서는 경쟁자 없이 당선되어 제28차 2012년 Beijing 총회 때 President가 되게 되어 있다. 이로써 Commission-41의 President로서 인도(Ansari) → 한국(나일성) → 인도(Kochhar)로 동양세가 기반을 잡아 가게 되었다.

Rio de Janeiro 총회 다음은 2012년의 제28차 Beijing 총회이다. 나는 이때부터 총회에는 참석하지 않고 있지만, 이 Beijing 총회에서 중국의 Sun Xiaochun(孫小淳)이 Vice-President가 되었다는 소식을 듣고 기뻐다. 나 다음으로 드디어 중국에서 다음 회기의 President가 선출될 것이므로 극동의 천문학 역사가 세계천문학사에서 확고한 자리를 차지하게 된 셈이라고 생각한 것이다. 그리고 한 가지 더 첨부한다면 이 글을 쓰고 있는 금년(2018년)에 열릴 예정인 제29차 Vien 총회에서 나의 오랜 친구이자 동양천문학사에 지대한 관심을 가지고 있는 Wayne Orchiston이 President로 선임되고, Organizing Committee Member 6명 중에는 이은희박사가 내정되어 있다. 이것은 정말 경사스런 일이다.

나와 내 딸은 2009년 7월 31일(금)에 Rio de Janeiro에 도착하여 그곳에서 사업하는 사촌 동생의 마중을 받아 안전하게 Copacabana 바다를 마주 보고 있는 4성 호텔인 Rio Othon Palace에서 여장을 풀었다. 그리고 월요일 개막식까지 3일동안 세계 3대 미항 중 하나라는 이 Copacabana 바다의 모래사장을 거닐면서 원 없이 물속에도 들어가 보았다. 그리고 저녁이 되면 이 긴 모래사장에는 볼거리가 많은 야시장이 장관을 이루었는데, 나는 주로 이곳 화가들이 그린 그림을 감상하였다. 물론 흑해서 사온 그림도 있는데 그 중 하나는 연희동 집 거실 벽에 지금도 걸려있다.

별항 1 : 어느 날의 Party

이 Party에 관해서는 서울을 출발하기 전부터 무슨 Party인지 도무지 감이 잡히지 않았지만, 주최자가 누구인지 확인하지도 않았다. 다만 참석하겠다고 회신했으므로, 이날 저녁에 Rio de Janeiro National Science Museum으로 갔다. 이름이 Special Party라고 했으므로, 사라는 한복을 개량한 드레스를 입고 나를 따라 갔다.

안내장에 지정된 방을 찾아가니 이곳은 긴 로비와 같다는 인상을 주는 빈 공간이었다. 주최 측의 인사말은커녕 현수막이나 그 어떤 장식도 없이 음식과 음료만 한 곳에 마련되어 있었는데 조명이 밝지 않았다. 나와 사라가 이 방에 들어섰을 때는 그럭저럭 20명 정도가 모여 한 손엔 포도주 잔을 또 한 손엔 음식을 들고 삼삼오오 이야기를 하고 있었다. 도무지 이런 분위기에는 익숙하지 않은지라 그저 음식이 있는 테이블로 가서 몇 가지를 접시에 담고 주변을 살폈더니 아는

친구가 눈에 띈다. 그럭저럭 약 40명 정도가 초대받은 것 같은데, 내가 아는 사람은 15명 정도나 될까. 의자도 없는 방에서 이 사람들은 무엇이 그리 즐거운지 이 사람과 이야기하다가 저 사람과 이야기하느라고 옮겨 다닌다. 하지만 영어가 시원치 않는 나와 일본 대표만은 한 자리에 못 박은 듯 고정되어 있을 뿐이다. 40명 중 극동에서는 그와 나와 내 딸 셋이 전부였다.

알고 보니, 이 Party는 IAU 주최측도 아니고, Brazil의 LOC도 아니다. 미국 측 대표가 Host인데, 이 사람이 10여 개 나라에서 사람을 골라서 초청한 것이었다. 이 사람이 바로 U of Penn에서 나보다 2년 앞서 학위를 받은 Ed Guinan인데, 미국천문학회에서는 꽤나 힘쓰는 몸체이다. Ed가 자기 부인을 데리고 와서 나에게 소개해 주기에 “너하고는 40년 지기인데, 네 마누라는 오늘 처음 보니 원 일이냐?”했더니, “Because you are dangerous!”라고 한 바탕 웃긴다. 이 친구는 아주 사교적이어서 친구가 많다. 그는 Binary stars에서 Binary clusters를 말하더니 지금은 Binary galaxies를 외치는데, 그냥 흘러들을 가설은 아닌 것 같다.

이 Party에서 주목을 가장 많이 받은 사람은 단연 Mexico의 Christine Allen 박사였다. 그는 이름이 암시하듯 Mexico원주민 출신이 아니다(사진 5-3을 참조). 영어가 유창하고 매너가 좋고 애교가 만점이다. 40명 중 적어도 30명하고 친하게 대화하는 것 같았다. 사라를 보더니 7년 전 청주 Colloquium에서 만났던 이야기를 하면서 드레스가 예쁘다고 칭찬이 대단하다. 하지만 사라의 bodyguard 역할을 한 사람이 옆을 지키고 있었다. 그는 1982년 내가 처음 참석한 Patras 총회 때 C-41의 President를 역임한 Brian Warner였다. 그는 내가 묵고 있는 Rio Othon Palace Hotel에 묵고 있기 때문에 우리는 아침마다 함께 식사를 해 왔었다. 그 친구가 사라에게 한 말이 재미있다. “내일 아침이 되면 네가 누구인가고 내게 묻는 사람이 많을 거야.”

Women in Astronomy 2009

8월 10일 12:30-14:00에는 점심시간을 이용하여 주최 측이 여성 천문학자들을 초청하여 그들의 경험담과 고충을 듣는 시간을 마련했다. 이곳에는 IAU President인 Catherine Cesarsky도 참석했는데, 모인 수는 대략 40여 명이다. 한국 측에서는 나사라가 참여했다.

귀국과 동시에 또 다른 국제 행사

총회를 마치고 8월 13일에 Rio de Janeiro에서 돌아오는 길에 Paris에서 4박을 하는 동안 Suzanne Debarbat 할머니(사진 7-2를 참조)의 안내를 받아 Paris천문대를 견학했다. Suzanne은 열쇠 한 묶음을 들고 건물 안의 이곳저곳을 샅샅이 보여 주었다. 그 많은 계단을 오르내리는데 나와 사라는 힘들어하는데도 Suzanne은 끄떡도 하지 않으니 도대체 그 힘이 어디서 나오는지? 천문대 건물 한 복판이 Paris 시내를 동서로 가르는 표준 자오선이라 한다. 이는 나뵈레온이 Paris 시를 새로 건설할 때 그렇게 정했다고 한다.

집에는 8월 18일에 도착했다. 그리고는 여독을 풀 여유도 없이 Venice의 San Servolo섬에

서 열리는 IAU-Astronomical Observatory of Padova Joint Symposium에서 발표할 논문을 마무리 짓느라고 진땀을 흘렸다. 언제나 경험하듯 막판이 되어야 준비가 끝나는 법이니까.

Venice의 San Servolo섬까지 가기 위해서 이번에는 딸 대신에 아내가 동행했다. Roma대학의 Costantino Sigismondi 교수의 충고를 받아들여서 복잡하고 사고가 많다는 Roma 공항 대신에 Helsinki의 Vantaa 공항을 거쳐 Milano까지 Finair로 갔다. 이 Finair는 서울 노선을 개설한지 얼마 되지 않은 때라 판촉하기 위해 Business Class 탑승권을 한 장 사면 한 장을 덤으로 주는 바람에 이 노선도 Paris를 경유하여 Rio de Janeiro로 갔을 때와 마찬가지로 Business Class로 가게 되었다. 기내의 식사가 특식이어서 좋았는데도 이 비행기의 한국 여승무원이 두 늙은이가 장기간 여행에 꼭 필요할 것이라면서 라면과 고추장 등을 안겨 줘서 그 마음씨가 정말 예쁘게 느껴졌다.

Milano에서 1박하고는 기차 타고 Venice로 갔다. 그곳에서는 배를 타고 회의장이 있는 San Servolo섬까지 가서 지정받은 호텔에 Check-in했다. 그리고 5일간의 발표회를 잘 마쳤다(별항2를 참조).



사진 11-3. 위는 San Servolo섬의 전경이고, 아래는 그곳에서 만난 대회장 Luisa Pigatto교수이다.

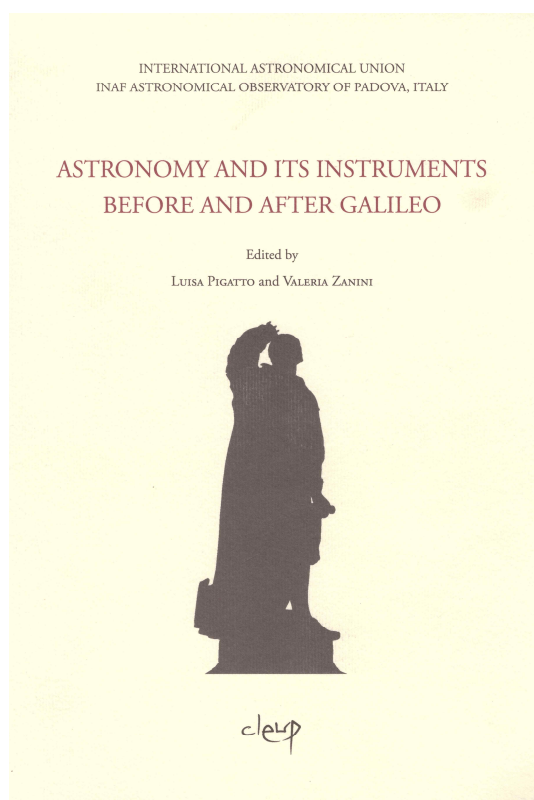
별항 2 : Joint Symposium held in Venice, San Servolo Island

이 Symposium은 IAU와 Astronomical Observatory of Padova가 공동주최한 회의였다. 그런데 Padova 천문대가 주최한 이유는 Galileo가 이 Padova대학에 1610년까지 있었고 그의 생애 중 가장 값있는 기간을 보낸 곳이기 때문이다.

이 Padova 천문대의 대장은 2002년에 한국에 온 적이 있는 Luisa Pigatto교수이며, 그가 이 Symposium을 나의 C-41의 후임자인 Clive Ruggles와 함께 주재한 것이다.

이 회의의 공식 명칭은 《Astronomy and Its Instruments Before and After Galileo》였는데, 이 중요한 회의에 이상하게도 일본과 중국에서는 한 명도 오지 않았다. 그 대신에 한국에서는 나의 아내를 제외하고도 4명(이용복, 안영숙, 이은희, 안상현 등)이 참석해서 각기 논문도 발표했다.

개회식에 이어 첫 Session은 내가 좌장을 맡았는데, 발표자 3인 중 두 사람이 영어가 아닌 이탈리아 말로 발표해서 나는 몹시 당황했다. 중국에서는 이런 일이 종종 있었지만, 유럽의 한 복판에서 이런 일이 있으리라고는 상상도 하지 못한 일이었다. 그 중 한 사람은 Galileo연구의 대가인 모양인데, 내가 시간이 다 되었다고 손으로 신호를 보냈더니, 불쾌하다는 표정을 지었다.



THE ORGANIZING COMMITTEES	
SCIENTIFIC	
Paolo Brenni (Italy)	Wayne Orchiston (Australia)
Suzanne Débarbat (France)	Bjørn Ragnval Pettersen (Norway)
Steven Dick (USA)	Luisa Pigatto (Co-chair, Italy)
Rajesh Kochhar (India)	Ian Robson (UK)
Tsuko Nakamura (Japan)	Clive Ruggles (Co-chair, UK)
Il-Seong Nha (Korea, Rep. of)	Magda Stavinschi (Romania)
Efthymios Nicolaidis (Greece)	Shi Yunli (China)
LOCAL	
Carla Bianchini	Luisa Pigatto
Mauro D'Onofrio	Walter Salvagno
Marco Gullieuszik	Simone Zaggia (Chair)
Mariangela Locatelli	Valeria Zanini
Alessia Moretti	

사진 11-4. Proceedings of the Joint Symposium 표지와 Organizing Committee명단.

논문 발표회 기간에 Venezia 사료관(Archivio di Stato di Venezia)을 견학할 수 있었던 것은 아주 의미있는 기회였다. 이곳에는 중세 때의 문헌이 산더미

처럼 쌓여 있었다. 도대체 이 많은 문헌을 어떻게 다 정리할까 하고 내가 걱정되었다. 그 중에는 Galileo의 친필 문서도 있었다(사진 11-5를 참조).

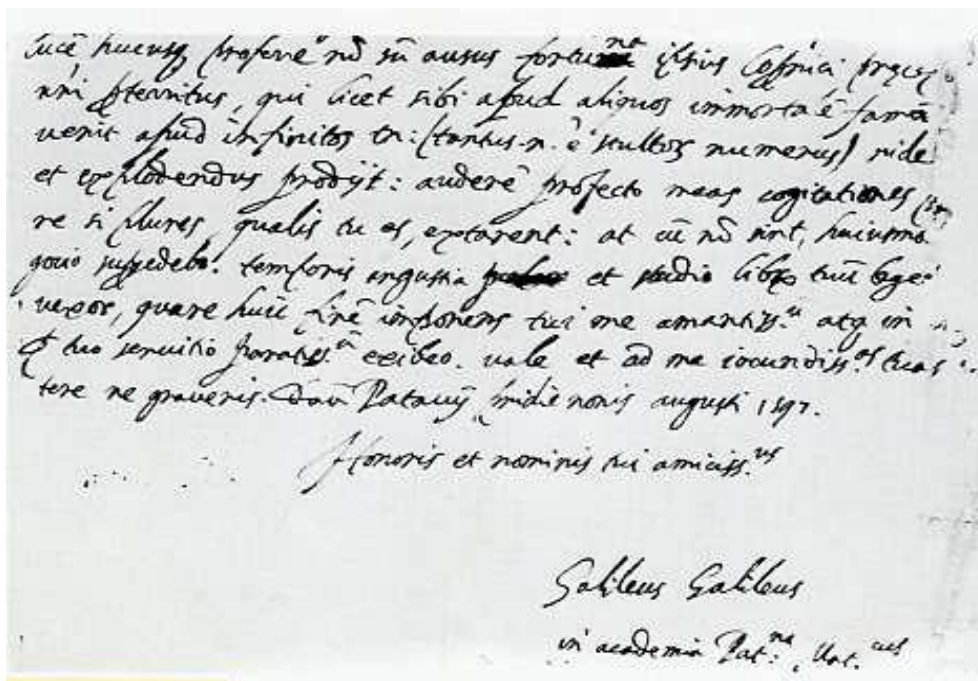


사진 11-5. Venezia 사료관의 수장고(위)와 Galileo가 Kepler에게 보낸 1597년 8월 4일자 편지의 끝부분. Galileus Galileus라는 사인이 보인다.

한편, 참석자들은 틈만 나면 섬에서 탈출하여 Venice 시내로 구경 다니면서 저녁을 사 먹었다. 호텔 식당 음식은 실증난지 오래다.



사진 11-6. 발표회가 없는 오후에 Venice로 가서 저녁을 먹기 위해 섬의 선창가에서 수상버스를 기다리고 있다. 여기서는 물의 도시답게 작은 연락선을 버스라고 부른다. 나와 동행할 일행은 Iran에서 온 학자들인데 사진의 오른쪽에서 두 번째가 나의 오랜 친구 Farhad Rahimi 교수이다.

갈릴레오를 품어 준 Padova

San Servolo섬에서의 행사가 끝나자 나와 아내는 호텔에서 Check-out하고는 수상버스를 타고 Venice 기차역으로 직행했다. Padova로 가는 기차는 오래 기다리지 않고 탈 수가 있었다. 이제는 이탈리아에서 기차여행을 하는데는 제법 익숙해졌다. 그래서 Padova역에 내리자마자 Pigatto교수가 예약한 Corso호텔로 가서 Check-in했다. 지나고 보니, 이 호텔은 내가 이탈리아 여행 중 묵었던 호텔 중에서 지내기가 제일 편한 곳이었다.

내가 Padova에 머물고 있는 동안에도 학회에 참석했던 몇몇 중진들은 San Servolo섬에 이틀을 더 갇혀 지내고 있었다. 회의 날자가 갑자기 변경되어 이틀 빨라진 것이 자기네 탓이 아니므로 예약을 변경할 수가 없으면서 호텔 지배인이 갑질을 하는 바람에 그대로 머물고 있는 것이다. 그래서 Pigatto교수는 섬에서 심심하게 지내고 있는 그들을 Padova로 불러 와서 나와 함께 Padova대학을 비롯하여 유적지를 구경시켜 주었다. 하지만 나는 한국에 있을 때 지배인과 편지로 싸워서 그를 납득시켰기 때문에 나와 아내가 다른 사람들 보다 이틀 전에 탈 없이 Check-out할 수 있어서 다행이었다.

그들과 헤어진 다음날 나는 아내와 단 둘이서 스크로베니 성당(Cappella degli Scroveni)을 찾아 가서 사진으로만 보던 Giotto의 Frescoe를 보았다. 이 그림은 아기 예수가 있는 곳으로 인도한 혜성이 그려져 있어서 유명하다. 내가 25년 전에 『헬리 혜성』이라는 책을 쓴 일이 있었는데, 그 책에 이 Giotto의 Frescoe를 소개한 일이 있다. 그런데 이 그림이 바로 내가 묵고 있는 호텔에서 전차로 다섯 정거장만 가면 되는 곳에 있는 것이다. 스크로베니 성당에는 각국에서 온 관광객이 어찌나 많은지, 매 30분마다 50명씩만 차례로 입장시키고 있었다. Giotto의 Frescoe는 그림으로 본 것과는 달리 색이 약해 보였다. 유화처럼 강하게 그린 것이

아니다.



사진 11-7. Padova 대학 천문대와 지오토의 후레스코. (그림엽서에서 옮김)

이탈리아로 온지 11일째 되던 날인 10월 5일, 아내와 함께 Padova를 떠나 Firenze로 가서 Florence역 가까이에 있는 Hotel Pennsione Ferretti에 check-in했다. 이제부터 Vatican박물관의 Galileo특별전(별항3을 참조) 개관식까지 11일간을 Galileo의 발자취를 탐색하는 일을 시작해야 한다. Padova에서 보낸 4일을 합하면, 실로 15일간의 힘에 부친 긴 여정이었다.

별항3: Vatican박물관의 Galileo특별전 (Italian Heritage Four Hundred Years After Galileo) 개관식

이 Galileo특별전은 10월 15일에 개관식을 하기 때문에 참석한 다음날 16일에 Roma를 떠나도록 여행 계획을 짰다. 그래서 개회식 때 축하 연설을 해 달라는 부탁을 받았으므로 여행 중에 준비하려고 영한사전을 잊지 않고 챙겼다. 하지만 준비위원장 Ileana Chinnici박사의 마지막 편지(사진 11-8을 참조)는 나와 아내가 서울을 출발한 바로 그날 아침에 보낸 e-mail이어서 서둘러 공항으로 가느라고 읽지 못한 채 인천공항으로 떠났던 것이다. 내가 축하 연설을 하지 않게 됐다는 사실을 진작 알았더라면 얼마나 좋았을까.

개회식 날 입구에서 경비원이 참석자 명단을 확인한 다음 입장시키는 삼엄한 절차가 있었다. 입장하고서야 그 동안 사전에 접촉하려다 못한 Chinnici박사를 겨우 만나게 됐는데, 내가 화가 나서 오지 않을까봐 걱정해서였는지 굉장히 반가와 한다. 그리고 Vatican교회와 박물관 관장을 비롯한 여러 사람들에 나를 소개했다. 그들은 Vatican의 고위직 신부답게 근엄하고 품위가 있었다.

개관식은 강당이 아니라 박물관 안의 열십자 모양의 통로에서 있었다. 십자로 중심에 작은 단이 마련되어 있었는데 장식이나 식순을 적은 순서지도 없었다. 전

혀 돈드는 일은 없었고, 축하 연설을 한 3인의 이야기를 듣는 것으로 식은 끝났다. 유럽 다른 나라에서 누가 왔는지는 전연 알 수 없고, 아시아 사람은 나와 아내 둘 뿐이다. 그러니 언어는 이탈리아 말 뿐, 한 마디도 알아듣지 못했다. 식이 끝난 후에 Sigismundi 교수로부터 연설한 사람이 누구누구였다고 들어서 안 것 뿐이다. 그런데 한 가지 크게 실망한 사실이 있는데, 세 사람이 모두 연설 중에 Chinnici박사의 이름을 언급하면서도 Galileo의 이름을 말한 사람은 단 한 사람, 그것도 단 한 번 뿐이었다는 것이다. Galileo는 <세계천문의 해>를 기념하는 이 특별전에서도 과거의 죄인의 신분에서 별로 달라진 것이 없었다.

“일성에게. ...초청장을 보냈습니다. 이것을 입구에서 보여 주어야 하니, 꼭 가지고 10월 15일에 오십시오. 불행한 것은 이 행사를 주관하고 있는 기관이 정치적 인물들만 개회식에서 연설하도록 한 것입니다. 나는 이 결정을 대단히 유감스럽게 생각합니다. 나는 이 행사의 정치적 의도가 과학의 의미를 압도하고 있다는 사실을 시인합니다. 그리고 내가 이것을 바꿀 수 없다는 사실에 대해 부끄럽게 생각합니다. 나는 당신이 이해해 주리라고 믿습니다. 그러나 연설할 기회를 얻지 못할지라도, 나의 개인적인 초청에 응해 주기를 바랍니다. 베니스에서 만나기를 기대하며.
일레아나로부터”



사진 11-8. 특별전 준비위원장 Ileana Chinnici박사의 편지(위)와 Carlo Maria Vigano, Secretary of the Vatican “Governantorato”와 Chinnici. 멀리 사복 차림은 박물관 관장이다. (이순희 찍음)

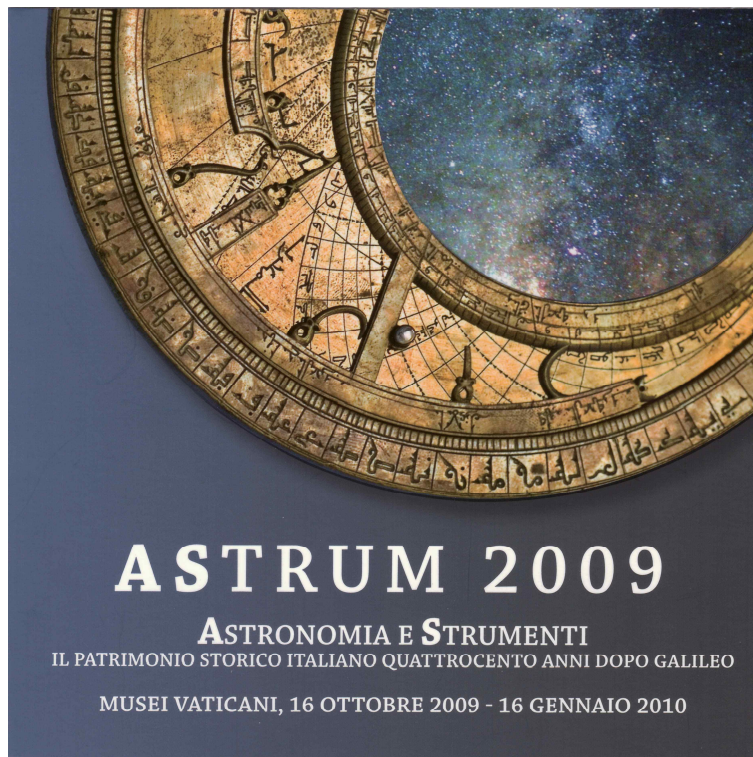


사진 11-9. 집에 돌아와서야 받아 본 초대장

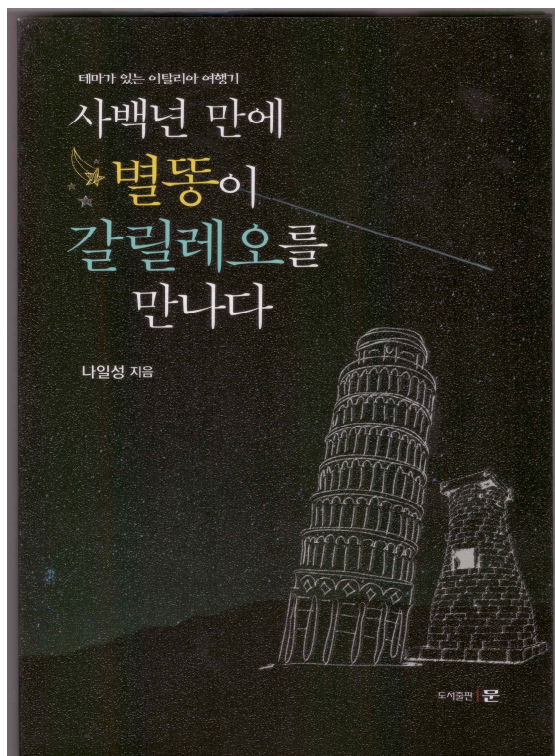
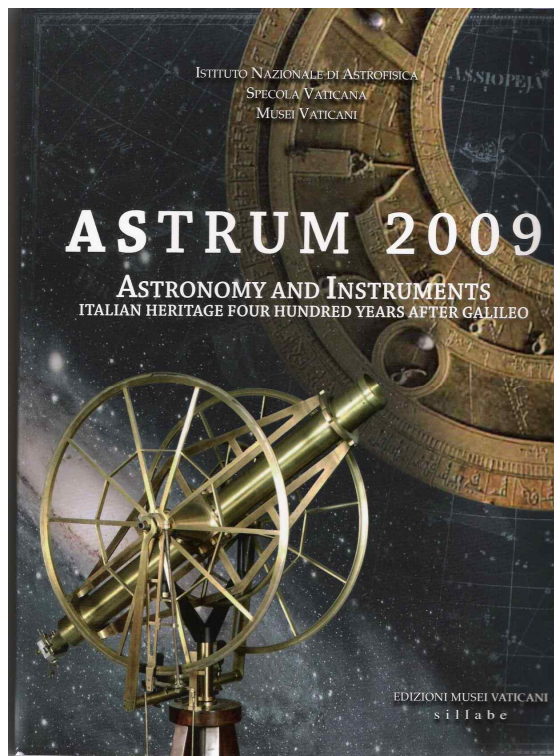


사진 11-9. Galileo특별전의 도록 표지(좌)와 나의 여행기 『사백년만에 별뚱이 갈릴레오를 만나다』의 표지.

돗토리현의 사지(佐治)Astropark로

Galileo 탐방 여행을 무사히 마치고 서울 집에 돌아온 것은 10월 17일였다. 그러니 마지막 여행지인 일본의 돗토리현의 사지(佐治)Astropark로 가는 11월 13일까지 26일간의 여유가 있다. 그래서 충분한 휴식을 취하면서 강연 준비를 했다. 이 여행에는 아내는 집에서 쉬고 딸 사라가 동행했다. 이렇게 교대근무가 잘 돼서 나는 참 좋다.


鳥取市さじアストロパーク講演会

宇宙 2009 世界天文年 鳥取・因幡 2009 祭典

中国・韓国・日本 2000年のつながり

～天文学の視点から～

東アジア地域には独自の天文文化が存在していました。現在は西洋の天文学がそれに取って代わりましたが、過去2000年以上に渡る日本、朝鮮半島、中国などの文化的つながりが存在しています。東アジア地域の歴史ではとかくここ150年の不幸な歴史が前面で出がちですが、それ以前に文化的な友好関係が非常に長く続いていたのです。今回の講演会では「天文」を通して、その2000年以上に渡る歴史について、韓国を代表する天文学者の1人であるナイルソンさんに日本語で講演していただきます。



ナイルソン 逸星さん (韓国 延世大学名誉教授)

1932年生まれ。韓国・延世大学名誉教授。近接連星の測光観測やケフェウス座CW星の近点運動の発見など、数々の研究成果がある。また、アジアの天文史の研究もおこなっている。イェチョンに私設の博物館と天文台を開設したり、韓国天文学会の会長を務めたりする等、広範な活動をおこなっている。小惑星8895番が先生の名前にちなみ「ナ」と命名されている。

日 時 / 2009年 **11月15日(日)** 午後2時～3時30分

場 所 / 鳥取市さじアストロパーク・佐治天文台 1階会議室
(鳥取市佐治町高山1071-1)

参加費 / **無料** (館内展示やプラネタリウムなどをご覧になる場合は別途料金が必要です)

主 催 / 鳥取市さじアストロパーク (電話0858-89-1011)

後 援 / 鳥取県、鳥取県教育委員会、鳥取天文協会

講演会終了後、ナイルソン先生との交流会(コーヒーとお菓子、参加費500円)も予定しています。

SAJI
Astro Park

사진 11-10. 강연 Poster

돗도리에 가서도 강연을 끝내고는 여러 곳을 구경했고, 돌아오는 길에는 Osaka로 가서 <왕인박사 기념공원>까지 둘러보았다. 왕인박사는 『삼국사기』나 『삼국유사』에 기록되지 않고 있지만, 『일본서기(日本書記)』에는 백제에서 건너가 일본을 개화시킨 인물로 기록되어 있다.

사지Astropark에서 이 강연회를 주관한 오리베 다까아끼(織部隆明)씨에게 물었다. “일본에는 훌륭한 천문학자들이 많아서 <세계천문의 해, 2009>에 강연을 부탁하기 쉬울텐데, 왜 비용이 많이 드는 나를 초청했느냐? 게다가 일본말도 시원치 않는데 ---”라고 하니까, 오리베씨는 “나선생님이 오시면 우리가 편해요. 그리고 선생님의 일본어도 알아들을 만 하구요.”

이렇게 나의 27년간의 IAU 참가는 무사히 끝났다.

= 《열두번째 묶음》 =

EPILOGUE

부탁의 말

한국의 우수하고 영어 구사에 어려움이 없는 후배들이 학문적으로 훌륭한 업적을 이룩하고 있음에도 불구하고 IAU에서는 왜 활발하게 활동하지 않고 있는가? 나는 이것이 늘 불만이다. 각 Commission에 골고루 참여해서 세상이 어떻게 변하고 있는지 그리고 다른 사람들은 무엇을 꿈꾸고 있는지 알려면, 그들과 섞여야 하는데 현실은 그렇지 않다는 것이 안타깝다.

일본은 오래전부터 IAU에서 그들의 활동 무대를 확고하게 설정해 놓고 있고, 중국은 1990년대 이래 비약적인 약진을 거듭하여 IAU의 어떤 분야에도 참여하지 않는 곳이 없을 정도이다. 태국, 인도네시아, 대만도 서서히 기지개를 펴기 시작하는 모습이 보인다. 이 세 나라는 한국보다 훨씬 적은 천문학자를 가지고 있으며, 시설도 열악하지만, 우리를 뒤쫓고 있다는 것만은 분명하다.

하지만, IAU를 비롯하여 국제적인 활동에 참여하면, e-mail이 빗발쳐 날라 오고, 일일이 회답을 해야 하므로 시간 소비가 이만 저만이 아니다. 그러니까 시간 관리를 잘 해야 한다. 뿐만 아니라 여행 경비도 걱정된다. 연구비도 빠듯한데 장거리 여행을 한다면, 경비 마련이 쉽지 않을 것이다. 그러나 잃는 것 보다 얻는 것이 많을 것이라는 점은 분명하다. 자신을 위해서나 우리 모두를 위해서.

IAU총회 참가에는 양면이 있다.

[결점]

- ① 논문 발표 시간이 너무 짧다. Invited paper의 경우는 몰라도, 보통 논문 발표 시간은 짧게는 10분 길어야 20분 정도이니, 노력한 양에 비해서는 너무 짧은 시간이다.
- ② 발표된 논문이 출간되는 경우가 아주 적다. 대부분의 경우 IAU총회에서 발표한 논문이 Proceedings로 이어지는 경우가 많지 않다.
- ③ 발표회장의 분위기가 산만하다. 2,000명 이상이 모여서 많은 Session으로 나뉘게 되지만, 어떤 Session은 진행이 잘 되지 않는 경우도 있다. 어떤 때는 돛떼기 시장같은 느낌을 주기도 한다.
- ④ 같은 전공자끼리 함께 어울릴 기회가 의외로 적다. 서로 바쁘게 이곳저곳을 누비고 다닌

다.

[장점]

- ① 개최국이 성의를 다해 준비한 모임이므로, 틈나는 대로 그 나라에 관한 견문을 얻게 된다.
- ② 학문의 흐름을 알 수 있다. 학술지에 발표한 논문의 저자와 면 대 면할 기회이다.
- ③ 인맥을 파악할 수 있다. 만나서 대화하고 식사도 하면 사람들을 알게 되고, 뜻이 맞는 사람들과 인맥을 쌓을 수도 있다.
- ④ 국제 감각을 익힐 수 있다. 국내에서는 보고 느끼는 일에 한계가 있다. 같은 음식이라도 담는 그릇이 다르면 맛이 다르듯, 세련된 언행을 몸에 지니려면 다른 문화권의 사람들을 관찰하면 도움이 된다.

앞으로의 참여 전략

1. 활동 분야를 넓혀라.
2. 한국 이름에는 Kim과 Lee가 많으므로, Full name을 써야 구별이 된다.
3. IAU 한국위원회는 참석을 원하는 석사박사 학위과정의 학생들이 여비를 지원 받을 수 있도록 적극적으로 추천해야한다. 이 일은 General secretariat나 Commission 38의 President가 결정한다. 나의 회고록의 《넷째 묶음》이 도움이 될 것이다. 단, 지망하는 학생은 자기의 참가 목적을 명료하게 잘 기술해야 한다. 유럽이나 미국 학생들처럼.
4. 지금 한국천문학회 재정적으로 여유가 있을 것임으로, IAU 한국위원회의 대표로 참석하는 회원에게 여비를 지급하는 것이 바람직하다. 귀국후에는 보고서를 학회지에 남기도록.
[주: 나는 9회나 참석했어도 단 한 번도 금전적 보조를 받아 본 일이 없었다.]

IAU총회 개최를 위한 준비사항

(1) IAU General Assembly Newspaper의 발행을 준비해야 한다.

발행 회수는 총회 기간에 적어도 12-3회가 될 것이다.

Newspaper의 이름은 주최 측이 정하기 때문에 매 번 다르다. 따라서 우리의 이름을 정해야 한다. 과거의 예를 든다면,

2006 Prague 총회 때는 “NVNCIO SIDEREO III”

2009 Rio de Janeiro총회 때는 “Estrela D’Alva”

Newspaper를 운영하기 위한 위원을 확보해야 한다.

Editor in Chief 1인

Editorial Board 약간 명

Homepage 2-3명

이 신문에는 개최국의 천문학 역사를 소개하는 기사도 함께 실려 있는 것이 통례로 되어 있다. 따라서 한국천문학의 최신 업적 소개를 비롯해서 역사적 유물과 인물 소개를 하는 기사를 미리 준비해두는 것이 좋다. 이런 기사를 쓰는 일은 쉬운 일이 아니기 때문에, IAU 한국위원회가 사전에 집필할 수 있는 회원을 찾아서 준비시키는 것이 좋다. 그리고 사전에 <IAU 신문 편집인>과 상의해서 기재할 지면을 확보해야 한다.

(2) EXCURSIONs과 EXHIBITIONs

부산 지역에 국제적으로 내보일만한 시설이 어디에 있는가를 면밀히 조사해 두어야 할 것이다. 현대 시설로는 보현산천문대가 부산에서 가깝기 때문에 안내하기는 쉬울 것이지만, 외국인들에게 얼마나 attractive할까는 생각해 봐야 할 것이다.

역사적 유물로는 자랑스러운 신라첨성대가 경주에 있고, 경주국립박물관도 좋은 곳이라고 생각한다.

그리고 부산에서 개최하므로, 이곳에 볼거리를 준비하는 것도 좋겠으나, 그것 때문에 시설물을 새로 만든다는 것은 무리한 일이다. 하지만 천문 유물의 전시회를 준비하는 일이라면 가능할 것이다. 세계인이 한 곳에서 천문유물을 볼 수 있는 기회는 지금까지 한 번도 없었으므로 〈동북아시아의 천문유물전〉 같은 것을 마련한다면 크게 호평 받을 수 있을 것이다.

[참고물]

표 1. Commission 41(History of Astronomy)의 President.

총회 연도	개최 장소 (나라)	C41의 President (국적)	임 기	특기 사항
I 1922		A. Blaauw (Netherlands)	1922-1925	1919년에 Brussels에서 창설을 결의했음. 본부는 Paris에 둠.
-	-	-	-	-
XXII 1994	The Hague (Netherlands)	R. Ansari (India)	1994-1997	나일성이 C41의 member가 됨.
XXIII 1997	Kyoto (Japan)	Steve Dick (USA)	1997-2000	나일성이 C41의 WG의 Chair가 됨.
XXIV 2000	Manchester (UK)	R. Stephenson (UK)	2000-2003	나일성이 C41의 SOC member로 선인됨.
XXV 2003	Sydney (Australia)	A. Gurshtein (Russia-USA)	2003-2006	나일성이 C41의 Vice-President가 됨.
XXVI 2006	Prague (Czech Republic)	Nha Il-Seong (Korea)	2006-2009	나일성이 C41의 President가 됨.
XXVII 2009	Rio de Janeiro (Brazil)	C. Ruggles (UK)	2009-2012	.
XXVIII 2012	Beijing (China)	R. Kochhar (India)	2012-2015	
XXIX 2015	Honolulu (USA)	Sun Xiaochun (China)	2015-2018	
XXX 2018	Vienna (Austria)	W. Orchiston (Australia)	2018-2021	이은희가 C41의 SOC member로 선인됨. [주] 이 총회부터 C41의 명칭이 Division C의 C3로 변경되었음.

표 2. 제XXX차 IAU(2018-2021)의 Division, C Presidents

Division 2018-2021	China	Japan	India
A	-	-	-
B	Elected Members Yongtian ZHU Wenwu Tian	-	B3: Prajval Shastri
C	-	Second Term Member Saeko S. Hayashi	-
D	-	First Term Member Aya Bamba Tadayasu Dotani	First Term Member Dipankar Bhattacharya
E	Elected Member Mingde Ding Past President Yihua Yan	Second Term Member Toshifumi Shimizu	Second Term Member Nandita Srivastava
F	-	F3: Masatoshi Ohishi	-
G	-	-	-
H	Second Term Member Francisca Kemper (China Taipei)	-	-
I	-	-	-
인원	5 명	5 명	3 명

주: 현재 파악된 바에 의하면, 이은희 회원이 C3의 SOC member로 피선되었다.

표 3. 새로운 체제와 (2018-2021)의 임원

이제는 JD 대신에 Division으로 통칭되는 모양이다. 다만 Division C에만 Commission을 줄여서 C3와 C4를 두고 있다.

Division B

Division C

C3: Wayne Orchiston (Australia)

C4: Gudrun B. E. Wolfschmidt (Germany)

Advisor (Past President):

John Hearnshaw (New Zealand)

Division D

Steering Committee Members:

President:

Elena Pian (Italy)

Vice-President:

Isabelle Grenier (France)

Elected Members, First Term:

Aya Bamba (Japan), Matthew G. Baring (United States), Dipankar Bhattacharya (India), Silvia Zane (United Kingdom)

Second Term Members:

Anna Watts (Netherlands), Tadayasu Dotani (Japan)

Ex-Officio Members (Commission Presidents):

D1: Marica Branchesi (Italy)

X1: Christine Jones (United States)

Advisor (Past President):

Chryssa Kouveliotou (United States)

Division E

Steering Committee Members:

President:

Sarah Gibson (United States)

Vice-President:

Cristina H. Mandrini (Argentina)

Elected Members, First Term:

Timothy S. Bastian (United States), Mingde Ding (China, Nanjing), Irina N. Kitiashvili (United States)

Second Term Members:

Toshifumi Shimizu (Japan), Eduard Kontar (UK), Nandita Srivastava (India)

Ex-Officio Members (Commission Presidents):

E1: Alexander Kosovichev (United States)

E2: Paul Cally (Australia)

E3: Nicole Vilmer (France)

Advisor (Past President):

Yihua Yan (China Nanjing)

Division F

Steering Committee Members:

President:

Gonzalo Tancredi (Uruguay)

Vice-President:

Maria Barucci (France)

Elected Members, First Term:

Hans J. Deeg (Spain), Sylvio Ferraz-Mello (Brazil), Kevin Heng (Switzerland), Dimitri Veras (United Kingdom), Jean Schneider (France)

Second Term Members:

Athena Coustenis (France)

Ex-Officio Members (Commission Presidents):

F1: Diego Janches (United States)

F2: Jack Lissauer (United States)

F3: Masatoshi Ohishi (Japan)

X2: Giovanni B. Valsecchi (Italy)

Advisor (Past President):

Nader Haghighipour (United States)

Division G

Steering Committee Members:

President:

David Soderblom (United States)

Vice-President:

Andrej Prša (United States)

Elected Members, First Term:

Merieme Chadid (France), Heidi H. Korhonen (Denmark)

Second Term Members:

Tabetha Boyajian (United States), Geraldine J. Peters (United States), Pierre Kervella (France)

Ex-Officio Members (Commission Presidents):

G1: Virginia Trimble (United States)

G2: Jorick S. Vink (United Kingdom)

G3: Marc Pinsonneault (United States)

G4: Jaymie Matthews (Canada)

G5: Carlos Allende Prieto (Spain)

Advisor (Past President):

Corinne Charbonnel (Switzerland)

Division H

Steering Committee Members:

President:

Leonardo Testi (Italy)

Vice-President:

Monica Rubio (Chile)

Elected Members, First Term:

Pauline Barmby (Canada), Edvige Corbelli (Italy), Laszlo Viktor Toth (Hungary)

Second Term Members:

Eva Schinnerer (Germany), Francisca Kemper (China Taipei), Cristina Chiappini (Germany)

Ex-Officio Members (Commission Presidents):

H1: Dante Minniti (Chile)

H2: Edwin A. Bergin (United States)

H3: Albert Zijlstra (United Kingdom)

H4: Amanda Karakas (Australia)

Advisor (Past President):

Bruce Elmegreen (United States)

Division J

Steering Committee Members:

President:

Denis Burgarella (France)

Vice-President:

Kim-Vy Tran (United States)

Elected Members, First Term:

Gustavo R. Bruzual (Mexico), Elisabete da Cunha (Australia), Johan Hendrik Knapen (Spain), Aida Wofford (Mexico)

Second Term Members:

Leslie Hunt (Italy), Jeremy Mould (Australia)

Ex-Officio Members (Commission Presidents):

J1: Cristina Carmen Popescu (United Kingdom)

J2: Valentina D'Odorico (Italy)

X1: Christine Jones (United States)

Advisor (Past President):

Claus Leitherer (United States)

사단법인 한국천문학회

학계보고서

경북대학교 천문대기과학과	199
경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과	200
고등과학원	205
부산대학교 지구과학교육과	206
서울대학교 물리·천문학부 천문학 전공	207
세종대학교 천문우주학과	217
연세대학교 천문우주학과	221
울산과학기술원	228
충남대학교 천문우주과학과	230
충북대학교 천문우주학과	231
한국천문연구원	235

경북대학교 천문대기과학과

1. 인적사항

본 학과의 천문학 전공 교수는 2018년 9월 부임한 김민진 회원을 포함하여 박명구, 윤태석, 장현영, 황재찬 회원이다. 동교 사범대학 지구과학교육과의 심현진 회원도 대학원생 논문지도를 맡고 있다.

본 학과 학부과정은 자연과학대학 지구시스템학부 천문대기과학전공이며 대학원과정은 천문대기과학과 천문학전공이다. 2019년 3월에는 87명의 신입생이 수시 및 정시모집으로 지구시스템과학부에 입학하였고, 24명의 학생들이 2학년으로 올라오면서 천문대기과학전공으로 진입하였으며, 1명이 3학년으로 일반편입으로 들어왔다. 천문대기과학전공 학생은 천문학과 대기과학 과목들을 자유롭게 선택하여 공부할 수 있다. 대학원에는 2018년 9월에 2명의 석사과정 학생, 2019년 3월에 7명의 석사과정 학생이 입학하여 현재 17명의 석사과정 학생과 4명의 박사과정 학생이 재학 중이다.

2018년 8월에는 김정희 회원(지도교수 장현영)이 'Influence of Solar Eclipse on Geomagnetic Field'로 박사학위를, 문현우 회원(지도교수 윤태석)이 'Ia형 초신성 SN 2014J에 대한 고분산 분광관측 연구'로, 주영 회원(지도교수 황재찬)이 'Regional anomalies of cosmic microwave background power spectrum'으로 석사학위를 취득하였다. 2019년 2월에는 강원기 회원(지도교수 박명구)이 '막대나선은하에서의 2차막대 찾기 및 특성 연구'로 석사학위를 취득하였다.

본 학과에서 수행 중인 BK21 PLUS 사업 '천체물리 및 우주론 분야 미래 창의 인재 양성팀(연구책임자 장현영)'을 통해서 2018학년도 1학기에는 석사과정 4명과 박사과정 3명, 2학기에는 석사과정 8명과 박사과정 3명이 연구 활동 지원을 받았다.

2. 연구 및 학술활동

김민진 회원은 천문연구원의 변우원 회원, 신윤경 회원, 박홍수 회원 및 천문연구팀(김상철, 선광일, 박병권, 이준협, 정현진 회원)들과 함께 KMTNet망원경을 이용하여 가까운 은하 서베이를 하는 연구를 진행 중에 있다. 석사과정 황현모 회원, Aaron Barth (UCIrvine), Luis Ho (KIAA) 등과는 고에너지엑스선으로 찾은 활동성 은하의 허블 이미지를 이용해서 활동성 은하가 어떻게 만들어지는지 연구하고 활동성 은하의 대통일성모델을 테스트하는 연구를 하고 있다. Mar Mezcuca (ISSC), Luis Ho (KIAA), 임명신 회원 (서울대) 등과 중간질량블랙홀 후보의 다파장 특성을 이해하고자 하는 연구를 수행 중이다. Luis Ho, Dongyao Zhao, Yulin Zhao, Jinyi Shangguo(KIAA) 등과는 허블우주망원경으로 획득한 가까운 활동성 은하의 이미지를 이용해서 거대질량블랙홀

과 모은하의 특성에 대한 연구를 진행 중이다. Peter Jonker, Francesca Onori (SRON)과는 조석교란현상을 보이는 은하 중심의 블랙홀에 대해서 다양한 망원경을 이용하여 연구를 수행중이다. 천문연구원의 정웅섭, 서현중, 박대성 회원과는 적외선 자료를 이용한 활동성 은하 및 적외선 은하 특성 연구에 참여하고 있다. 김동찬, 윤일상 (NRAO), 김지훈 회원(NAOJ) 등과 함께 블랙홀 병합에 의해서 탈출하는 블랙홀을 찾기 위한 연구에 참여하고 있다. 서울대의 임명신, 김용정 회원, 김도형 회원 (KIAA) 등이 주도하는 멀리 있는 활동성 은하와 붉은 활동성 은하에 대한 연구에 참여하고 있다. 석사과정 금재혁 회원과는 서울대 우종학 회원팀이 주도하고 있는 블랙홀 질량측정 연구에 참여하고 있다.

박명구 회원은 박사과정 방태양 회원, 석사과정 최연호 회원 및 천문연구원의 외계행성 연구팀과 외계행성 탐색 및 외계행성투과스펙트럼에 최적화된 분광측광기 개발 연구, 박사과정 한두환 회원과는 블랙홀의 부착현상, 박사과정 이윤희 회원 및 부산대학교 안홍배 회원과는 막대은하에 대한 연구를 수행하고 있다.

윤태석 회원은 석사과정 오형일 회원, 한국천문연구원 성현일 회원, 경희대학교 이정은 회원 연구팀과 FU Ori 형 별에 대한 분광학적 및 측광학적 관측 연구를, 박사과정 김수현 회원, 한국천문연구원 성현일 회원과 공생별 및 Ia 형 초신성에 대한 분광학적 관측 연구를 수행하고 있다. 한편, IGRINS를 활용한 근적외선 분광 관측 연구도 함께 모색하고 있다.

장현영 회원은 태양 흑점의 위도별 공간 분포를 분석하여 태양 자기장 생성에 관한 연구를 수행하고 있고, 우주환경과 장주기 기후 변화의 관계를 연구하고 있다.

황재찬 회원은 우주론과 천체물리에서 나타나는 상대론적 비선형 현상을 다룰 수 있는 형식론에 전자기장의 역할을 추가하고 있다.

본 학과는 시민과 학생들을 위해 학기마다 4차례 일반인을 위한 공개관측과 공개강연 행사인 "밤하늘 이야기"를 열고 있으며 지역의 대표적인 과학 행사로 자리 잡았다.

한편, 아마추어 천문가인 송인섭 님이 이동식 소형 굴절망원경 두 대와 천문학 도서 및 아틀라스 30여권을 본 학과에 기증하였다.

3. 연구시설

본 학과는 계산 및 관측자료 처리를 위해 Intel server/cluster 및 다수의 워크스테이션을 운용하고 있다. 경북대 천문대에는 천체 관측 실습을 위한 31cm 뉴턴식 반사망원경이 설치되어 있으며 그밖에 H alpha 및

Ca K 태양망원경을 비롯하여 다수의 소형 반사 및 굴절 망원경 그리고 Fujinon 25×150 대형쌍안망원경 등을 교육 및 연구에 활용하고 있다. 또한 이동식 천체투영시스템도 교육에 활용하고 있다.

경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과

1. 인적사항 및 주요동향

1985년에 창립되어 2019년에 34주년이 되는 경희대학교 우주과학과는 현재 응용과학대학에 소속되어 있고 학사과정과 함께 대학원에 석사, 박사, 석박사 통합과정을 두고 있다. 2009년 WCU(세계수준의 연구중심대학) 사업의 일환으로 대학원에 신설된 우주탐사학과는 석사, 박사, 석박사 통합과정을 두고 있다.

경희대학교 우주과학과와 우주탐사학과에는 2019년 4월 현재 총 14 명의 교수(김갑성, 이동훈, 장민환, 김성수, 박수종, 최광선, 문용재, 김관혁, 선종호, 진호, Tetsuya Magara, 이은상, 이정은, 최윤영)가 강의와 연구를 수행하고 있다. 2017년 정년 퇴임한 김상준 회원은 현재 고향명예교수로 재직 중이다. 아울러 독일 막스플랑크 연구소의 Sami K. Solanki, 미국 메릴랜드 대학의 Peter H. Yoon, 미국 UC Santa Cruz의 Ian Garrick-Bethell 교수 그리고 영국 Warwick 대학의 Valery M. Nakariakov 교수가 International Scholar로서 연구와 교육에 힘을 보태고 있다. 현재 우주과학과장은 이은상 회원이며, 우주탐사학과장은 Tetsuya Magara 회원이 맡고 있다.

우주과학과는 경희천문대와 함께 매년 다수의 공개 관측회를 개최하여 본교 학생들뿐만 아니라 일반인들에게도 천문현상을 접할 수 있는 기회를 제공하고 있다. 매년 하계방학 중, 우주과학과 학생회는 학과 및 천문대의 지원으로 중고생을 위한 우주과학캠프를 개최하여 청소년들에게 천문학 및 우주과학에 대한 체험의 기회를 부여하고 있다.

우주과학과 학부는 올해 40명의 신입생을 맞이했으며 약 174명이 재학 중에 있다. 대학원 우주탐사학과에는 총 39명의 대학원생(석사 15명, 석박통합 14명, 박사 10명)이 재학하고 있다. 양과 대학원에서 2018년 3월 이후 다음과 같이 석사 8명, 박사 8명이 학위를 받았다.

* 석사 졸업 - 8명

- 설우형(18년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 선종호)
- 이채안(18년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 선종호)
- 송인혁(19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 최광선)
- 신유라(19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 이은상)
- 이만규(19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 진호)
- 이승아(19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 진호)
- 이훈(19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 선종호)

- 장재진(19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 이동훈)

* 박사 졸업 - 8명

- 김은빈 (18년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 김성수)
- 김일훈 (18년 8월, 우주과학과, 지도교수 김갑성)
- 서훈규 (18년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 선종호)
- 이환희 (18년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 Tetsuya Magara)
- 이강진 (19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재)
- 이상윤 (19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 이은상)
- 이정규 (19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 진호)
- 이하림 (19년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재)

2. 연구 및 학술 활동

BK21플러스 사업

우주탐사학과가 주도하는 ‘달-지구 우주탐사’사업 (연구책임자: 문용재 회원)이 교육부에서 시행하는 BK(두뇌한국)21플러스 사업 글로벌 인재양성형에 선정되어 2013년 9월 이후부터 2020년 8월 31일까지 매년 9.1 억 원, 총 약 60억 원의 연구비 지원을 받고 있다. 2009학년도 2학기에 우주탐사학과가 대학원에 신설되어 현재 총 39명(박사과정 11명, 석박통합 20명, 석사과정 8명)의 대학원생(재학/수료)이 BK21 플러스 사업에 참여 하고 있다.

과거 ‘달궤도 우주탐사’ WCU 사업을 통해 수행된 연구들을 이어 받아, 본 BK21플러스 사업단에서 수행하는 연구는 천문우주 연구뿐만 아니라 달 및 근지구 공간에서 우리가 개발한 초소형 위성을 이용하여 우주탐사에 활용 하는 계획을 가지고 있다. 초소형인공위성으로 달 표면에 충돌하기까지 달 표면의 자기장 이상 지역 (특히 국소 자기장이 강한 지역)을 처음으로 근접 측정하여 그 구조 및 원인을 규명하려는 구체적인 과학목적을 가지고 있다. 또한 한국형 달탐사 시험용 궤도선 사업에 달 과학 탑재체 2개 과제를 수행하고 있다. 본 사업에서 추진하는 달 탐사 임무는 과학기술적 측면에서 획기적인 의미와 결과가 기대되며 이러한 활동이 학문적 발전뿐만 아니라 대한민국 우주개발에서 모범적인 연구 개발 사례로 남게 될 것으로 기대 한다.

태양물리연구실

김갑성 회원이 이끌고 있는 태양물리 연구실은 크게 태양물리, 천체역학, 태양관측 시스템 그리고 우주기상에 보 분야의 연구를 수행하고 있다. 태양물리 부분에서는 이진이, 김일훈, 이철우 회원이 태양활동 영역의 구조, 진화에 대한 이론적 연구 및 관측으로부터 얻어진 자료의 분석을 통한 연구를 진행하고 있다. 본 연구실의 김일훈 회원은 SDO(Solar Dynamic Observatory)의 AIA 데이터를 이용하여 EUV 코로나젯의 형태에 따른 물리적

특징을 분석하고 있으며 이청우 회원은 Big Bear 관측소의 H α 관측 데이터를 이용하여 필라멘트 형성에 대한 연구를 수행하고 있다. 김현남 회원은 Hinode SOT로 관측된 흑점의 물리량을 Spectropolarimetry라는 도구를 이용하여 자기장 구조와 속도분포를 연구하고 있다.

태양관측시스템 연구를 위해 교내에 태양 H-alpha 관측 시스템과 태양 분광관측 시스템을 운영하고 있으며 이 관측 시스템은 네트워크를 통한 원격 관측이 가능하도록 구축되어 있다. 또한 Heliostat과 grating을 이용하여 분광 관측 시스템을 구축하여 관측을 수행하고 있다. 본 태양 관측 시스템은 학부생들의 태양 관측 실습에 활용되고 있다. 마지막으로 우주기상예보 연구에서는 국내외의 우주환경 사이트의 관련 데이터를 수집하고 모니터링하기 위한 근 실시간 모니터링 시스템을 구축하였다. 본 연구에서는 SDIP(Solar Data Image Processing) 소프트웨어를 자체적으로 개발하여 운영하고 있다. SDIP 소프트웨어는 Borland C++를 이용해서 개발되었으며, 모니터링 시스템은 SDIP를 이용해서 각각의 FTP 사이트에서 근실시간으로 태양 데이터를 획득하고, 모니터링하기 위한 것이다.

행성천문연구실

김상준 회원이 지도하고 있는 행성천문연구실은 Keck, Gemini Observatory 등의 분광 관측 자료와 Cassini, JUNO 탐사선의 관측 자료를 분석하여 목성, 토성, 타이탄 등의 대기 및 해성 등의 각종 라디칼 및 분자선의 생성, 그리고 이들 천체의 대기조성과 광화학적 반응에 관한 모델연구를 수행하고 있다.

김상준, 심채경 회원은 Gemini관측소의 고분산 분광자료를 사용하여 목성 극지방 고층대기에서 나오는 3-마이크론 메탄 emission을 분석한 결과 수십 년 동안 목성 북극 지방에서 움직이지 않고 빛나는 10-마이크론 거대반점의 원인을 일시적이지만 초고에너지 오로라일 가능성을 제의한 논문을 Icarus에 2017년 발표하였다. 김상준 회원은 파리천문대 Courtin박사, Leicester대학 Stallard 교수와 공동연구로 Cassini 적외선 분광 데이터를 분석하여 토성극지방 적외선 오로라와 연무의 진화과정을 밝힌 논문을 2019년 초 Icarus에 게재하였다. 박재균 회원은 2018년 여름 2달, 2019년 초 2달간 Leicester대학에서 Stallard교수 지도하에 토성의 전구적인 연무의 수직적인 분포를 Cassini 적외선 스펙트럼을 분석하여 알아내었다.

김상준, 심채경 회원은 천문연구원 선평일 박사와 함께 거행성과 타이탄 상층대기 중에 나타나는 연무를 대기분자 성분과 조합하여 새롭게 표현한 복사방정식을 정립하였고, 이 결과를 복사방정식 전문지인 Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer에 2018년 게재 하였다.

한편 이동욱, 김상준 회원은 Monte-Carlo시뮬레이션을 이용한 달 대기모델을 계속 업그레이드 하고 있다.

이와 병행하여 NASA Goddard 센터의 Killen 박사와 공동연구로 애리조나에 있는 Robotic 달 coronagraph를 사용하여 많은 데이터를 중장기적으로 입수하고 있다. 이 coronagraph는 현재 달 주위를 돌면서 관측하고 있는 LADEE 탐사를 지원하기 위해 최근 설립된 기기로서 LADEE에서 관측 되는 국지적 관측 결과와 이 coronagraph에서 관측되는 달 전체의 대기 현상을 융합하여 일관된 과학적 결과를 도출해 내는 것을 그 주된 목적으로 하고 있다. 박재균 학생은 김상준 회원의 달 대기 연구 일환으로 2018년 초 2달간 Goddard Space Flight Center/NASA를 방문하여 Killen박사 지도하에 오래된 아폴로 데이터를 분석한 결과 강력한 태양 CME에 영향으로 달대기 중 여러 원소들이 갑자기 증가하는 현상을 발견하였고 이 결과를 요약한 논문을 Icarus에 제출중에 있다.

이동욱 회원은 2018년 여름 Goddard Space Flight Center/NASA를 방문하여 Killen박사 지도하에 위의 지상 관측 데이터를 분석하였고, Monte Carlo simulation 결과를 Icarus에 제출하였다

천체물리연구실

김성수 회원이 이끄는 천체물리연구실에서는 우주론을 고려한 왜소은하의 형성과 진화, 은하 중심부 성단과 분자구름의 역학, 달 표면 우주풍화(space weathering) 연구 등을 수행하고 있다. 김성수 회원은 2019년 3월부터 월면 우주풍화 현상에 대한 최초의 통합모형을 도출하는 연구과제를 시작했다. 천경원 회원은 천문연구원원 신지혜 박사와 함께 우주거대구조 수치실험으로부터 왜소은하와 그 주변의 위성은하들을 생성하는 수치실험 연구를 수행하고 있으며, 박소명 회원은 영국 Sheffield 대학의 Simon Goodwin 교수와 함께 은하 중심부 성단의 형성과 진화를 연구하고 있다. 김민배 회원은 최윤영 교수의 지도 아래 SDSS 자료를 이용하여 별탄생 은하와 활동성 은하핵의 특성에 대한 통계적 연구를 수행하고 있다. 연구교수인 심채경 박사는 우주 풍화가 달 표면 성숙도에 미치는 영향을, 김진규 회원은 달 크레이터를 자동으로 찾는 기법을 새롭게 개발하고 있다. 심채경 박사와 김진규 회원은 천문연구원과 함께 미국 시에라 산에 설치된 원격 망원경을 이용하여 달 표면에 대한 스펙클 편광 영상 관측 결과를 분석하는 연구도 수행 중에 있다.

적외선실험실

박수중 회원이 지도하는 적외선실험실은 광학/적외선 천문기기의 제작과 천체관측 연구를 한다. 현재 적외선 실험실 박사과정에는 이혜인, 박우진, 지태근 회원이 있고, 석사과정에는 2015년 3월에 입학한 김현중 회원, 2018년 3월에 입학한 이선우 회원이 있다. 그리고 우주과학과 학부 4학년 한지민, 안호재 회원, 학부 3학년 김창곤, 권나영 회원이 학부 연구생으로 실험과 연구를 보

조하고 있다.

본 적외선실험실은 미국 텍사스 주립대학교, 한국천문연구원과 공동으로 GMT의 제 1세대 관측기기로 고분산 적외선 분광기 GMTNIRS의 개발에 참여하고 있다. 이에 앞서 비슷한 구조의 고분산 적외선 분광기 IGRINS의 소프트웨어 개발 연구를 한국천문연구원의 산학연 위탁연구로 2010년부터 2014년 3월까지 수행 하였다. 그리고 미국 텍사스 A&M 대학과 공동으로 GMT의 제 1세대 관측기기인 GMACS 프로젝트에 참여하여 소프트웨어 개발을 담당하고 있다. GMACS의 개념설계(Conceptual Design Review) 연구는 2017년 3월 13일에 kickoff meeting을 하고 본격적인 연구를 시작하여 2019년 6월에 개념설계 연구보고서를 제출할 계획이다.

그리고 서울대학교 초기우주천체연구단과 20개의 필터를 장착하여 천체의 SED를 측정할 수 있는 SQUEAN (SED camera for QUasars in EARly uNiverse)을 제작을 완료하여 정기 관측을 수행 중이다. 2017년 2월에는 맥도날드 천문대 30인치 망원경에 구경 0.25m의 Takahashi CCA250 망원경을 장착하여 반자동 관측을 위한 소프트웨어 KAOS30 (KHU Automatic Observing Software for 30 inch Telescope)를 개발했다. KAOS는 소프트웨어 엔지니어링 기술을 적용하여 지속적인 업그레이드가 가능하고, 다양한 망원경 시스템에 적용할 수 있도록 설계하였다. 현재 경희대학교 천문대의 76cm 반사망원경을 위한 KAOS76 과 10cm 굴절망원경을 위한 KAOS10을 개발하고 있다.

2014년 7월부터는 미래창조과학부의 우주핵심기술개발사업으로 “우주 적외선 관측을 위한 알루미늄 비축 반사망원경의 시험모델 개발” 연구를 시작하였다. 2017년 5월까지 두 장의 자유곡면 반사경을 사용한 유효구경 50mm 초점거리 100mm 인 Schwartzschild-Chang Type 망원경을 만들어서 1단계 연구를 마무리하였다. 2019년 6월까지 진행되는 2단계 연구에서는 자유곡면 알루미늄 반사경 3장으로 유효구경 150mm 초점거리 500mm 인 선형비점수차가 제거된 비축반사망원경 (LAF-TMS, Linear Astigmatism Free - Three Mirror System)의 시험모델을 개발하고 있다.

2015년 부터는 스웨덴 과학기술위성 MATS (Mesosphere Airglow/Aerosol Tomography Spectroscopy) 개발 연구에 참여하고 있다. 본 연구팀에서 자유곡면 알루미늄 반사경 3장으로 선형비점수차가 제거된 비축반사망원경(LAF-TMS)을 설계하고, 스웨덴 연구진과 공동으로 비행모델의 조립 및 검정 테스트를 수행하고 있다. MATS 위성은 2019년에 발사하여 지구 대기의 중간권 관측 연구를 계획하고 있다.

태양권플라즈마연구실

최광선 회원이 이끄는 태양권플라즈마연구실(Heliospheric Plasma Physics Laboratory)은 태양으로부터 태양권계면(heliopause)까지 이르는 전 태양권 공

간에 존재하는 플라즈마의 전자기적, 역학적 성질을 탐구하기 위해 설립되었다. 작년부터는 태양권 밖의 천체에서 일어나는 플라즈마 물리 과정으로 연구 영역을 확대하였다. 이 연구실에서 다루는 주제들은 태양물리연구실과 공간물리연구실의 연구주제들과 밀접한 관련이 있기 때문에 이들 연구실과 연구 협력이 이루어지고 있다. 본 연구실에서는 플라즈마의 거시적 기술인 자기유체역학으로부터 미시적 기술인 입자운동론적 기술(kinetic theory)까지 다양한 방법을 사용하고 있다. 입자운동론적 연구에 있어서는 University of Maryland의 Peter H. Yoon 교수와 긴밀한 협력이 이루어지고 있으며 자기유체역학적 연구에 있어서는 Max Planck Institute for Solar System Research의 Joerg Buechner 교수 및 Sami Solanki 교수와 협력하고 있다.

본 연구실의 이시백 회원(석박 12기)은 자기유체역학적 시뮬레이션을 통하여 total magnetic helicity에 비해 twist number가 큰 구조가 나타나는 과정에 대해 연구하고 있다. 이중기 회원(석박 수료)은 다차원(2, 3차원) 플라즈마 입자 시뮬레이션 코드를 독자적으로 개발하였으며, 이를 collisionless magnetic reconnection에 적용하여 microscopic scale에서만 나타날 수 있는 dynamo 현상을 연구 중이다. 이중기 회원은 현재 한국천문연구원의 전문연구요원으로 근무 중이다. 석사 5기인 송인혁 회원은 천체의 shear flow와 연계된 thermal instability를 해석적 방법으로 연구 중이다. 세트렉아이에 재직 중인 박근석 회원(박사 수료)은 달과 같은 자기장이 없는 천체와 태양풍의 상호 작용을 3차원 자기유체역학적 시뮬레이션을 통해 연구 중이다. 전홍달 회원(박사 수료)은 태양과 자기권 등에서 발생하는 ballooning instability에 대한 연구를 수행 중이다. 최창대 회원(석사 1기)은 Peter H. Yoon 교수와 협력하여 nonlinear kinetic Alfvén wave의 생성 및 전파에 대한 이론적 연구를 수행하고 있다.

태양우주기상연구실

문용재 회원이 이끄는 태양우주기상연구실(Solar and Space Weather Laboratory)은 태양활동에 대한 관측적인 연구 및 이들이 지구 주변에 미치는 영향을 연구하고 있다. 2018년 2월에 장수정 회원이 박사학위를 취득하였으며, 전성경 회원이 석사학위를 취득하였다. 2018년 3월 현재 연구교수 4인(신준호 박사, 이진이 박사, 성숙경 박사, 이정우 박사), 박사후 4인(박진혜 박사, 조일현 박사, 강지혜 박사, 장수정 박사), 박사과정 12인(박종엽, 나현욱, 이강진, 이어진, 신슬기, 이하림, 김태현, 임다예, 이강우, 박은수, 김진현, 전성경) 및 석사과정 4인(김기문, 정현진, 신경인, Sumiaya)이 연구를 함께 하고 있다. 신준호 회원은 ‘우주기상 예보시스템 개발 연구’, 이진이 회원은 ‘태양 분출 플라즈마의 질량 및 에너지 연구’, 성숙경 회원은 ‘태양과 행성간 공간의 자기장 비교 연구’, 이정우 회원은 ‘태양 활동 영역 연구’, 박진혜 회원은 ‘태

양 고에너지 입자의 특성 및 예보에 관한 연구', 조일현 회원은 '태양풍 속도 결정 연구', 강지혜 회원은 '관측기반 시뮬레이션 모델을 통한 플레어/CME 기작 연구', 장수정 회원은 '고속 CME를 방출하는 활동영역 연구', 박종엽 회원은 '우주기상 예보 평가 방법에 대한 연구', 나현욱 회원은 'CME 콘 모형의 관측적 검증 연구', 이강진 회원은 '플레어/CME 예보 모델의 검증 연구', 이어진 회원은 '태양 활동 영역의 인자와 플레어 관련성 연구', 임다예 회원은 '활동 지역의 벡터 자기장 자료를 활용한 태양활동 예보 연구', 이하림 회원은 'CME 3차원 진동 특성 연구', 신슬기 회원, 이강우 회원, 박은수 회원은 '딥러닝을 활용한 태양 활동 예보 연구', 김진현 회원은 '태양 코로나그래프 광학설계 및 검증 연구' 수행 중에 있다. 그리고 문용재 회원은 현재 (1) 태양 분출 현상에 대한 관측 연구, (2) 다양한 방법을 활용한 우주기상 예보 모델 연구를 여러 공동 연구자들과 함께 수행하고 있으며, BK 1유형 과제책임자를 담당하고 있다.

우주과학탐재체연구실

선종호 회원이 지도하고 있는 우주과학탐재체연구실(Space Science Instruments Laboratory)은 근지구 및 우주기상을 관측하고 연구하기 위해 인공위성 탐재체를 개발하고 있다. 2018년 8월 서훈규 학생이 박사학위를 그리고 2019년 2월에 이훈 회원이 석사학위를 취득하였다. 2019년 3월 현재 연구교수 2인(채규성 박사, 나고운 박사)과 박사과정 1인(설우형), 석박통합과정 3인(신유철, 우주, 이찬행), 석사과정 2인(이현상, 신승혁) 이 연구를 함께 하고 있다. 우주과학탐재체 연구실은 연구실 구성원들이 함께 탐재체를 개발하고 발사하여 우주환경에서 관측된 데이터를 해석하고 물리현상을 연구함이 목적이다. 연구원들은 검출기 Analog/Digital 회로 개발, 입자 물리 시뮬레이션, 기계구조 설계 및 테스트, 소프트웨어 개발, 우주관측 데이터 해석 등을 직접 수행한다.

우주과학탐재체연구실은 최근 2기의 위성에 탑재된 우주과학장치를 성공적으로 발사 운영하고 있다. 2018년 12월 4일에 미국 캘리포니아주 반덴버그 발사장서 Falcon-9 에 실려 고도 약 570 km 태양동기궤도에 도착한 차세대 소형위성인 NEXTSat-1 의 우주폭풍탐재체(ISSS) 중 하나인 Medium Energy Particle Detector (MEPD)는 동일한 두 개의 센서로 구성되어 있고, 이를 통해 20~ 400 keV 사이의 하전입자를 관측할 수 있으며 현재 초기 운용 중에 있다. 2018년 12월 5일 발사된 정지궤도복합위성 2A 의 부 탑재체인 우주기상탐재체(KSEM)는 U. C Berkeley 의 Space Science Laboratory, European Space Agency, 쉐트렉아이와 함께 공동으로 개발하였다. 우주기상탐재체는 우주방사선 측정을 위한 3기의 입자검출기, 2기의 자기장계측기 및 1기의 위성대전감시기로 이루어져 있다. 각각의 탐재체는 정지궤도에서 10년 동안 우주방사선 측정 및 지구 자기장 계측, 위성 대전 감시를 할 예정이다. 정지궤도복

합위성 2A 는 2018년 12월 5일에 프랑스령 기아나 우주센터에서 아리안 5 에 의해 발사되어 천이궤도를 통해 고도 약 35600km 정지궤도에 도착하였다. 현재 과학임무를 위해 초기 운용 중에 있다.

본 연구실의 채규성 회원은 '전파 통신 및 검출기 전단부 아날로그 회로 설계', 나고운 회원은 '검출기 VHDL 개발, 탑재체 운용', 신유철 회원은 '몬테-카를로 방법을 이용한 입자 검출기 시뮬레이션' 연구, 우주 회원은 '검출기 구조, 열설계/해석, 환경시험', 설우형 회원은 '검출기 전단부 아날로그 회로 설계', 이찬행 회원은 '검출기 검교정 및 데이터 분석, 운용', 이현상 회원은 '몬테-카를로 방법을 이용한 검출기 시뮬레이션', 신승혁 회원은 '검출기 구조 설계/해석'을 연구하고 있다.

Solar Dynamics Laboratory Group

We aim to clarify the dynamical nature of the Sun by studying various kinds of active phenomena observed on the Sun, such as solar cycles, active regions producing solar flares, solar winds and coronal mass ejections. We investigate these phenomena by combining theoretical modeling based on computer simulations and ground-based and/or space observations. The members of our group are Dr. Tetsuya Magara (leader), Junmo An (Ph.D. student), and Dr. Hwanhee Lee (post-doc. researcher). Currently we put our focus on the processes of recycling magnetic fields in the interior of the Sun, transporting magnetic fields through the solar convection zone to the solar atmosphere, dissipating magnetic fields in the solar atmosphere, and erupting magnetic fields toward the interplanetary space. We also collaborate with the space weather group at NICT (National Institute of Information and Communications Technology) in Japan to develop a state-of-the-art three-dimensional magnetohydrodynamic simulation model, which is used to investigate the Sun-Earth system.

별탄생연구실

이정은 회원이 이끄는 별탄생 연구실은 현재 3명의 박사 후 연구원, 2명의 박사과정 학생과 5명의 석박통합 학생, 그리고 한 명의 석사학생이 별의 탄생과 관련된 다양한 연구를 진행 중이다. 본 연구실의 박사 후 연구원이었던 최윤희 회원은 한국천문연구원으로, 이석호 회원은 NAOJ로 옮겼으며, Neha Sharma 박사와 임범두 회원이 박사 후 연구원으로 새롭게 합류하였다. 이정은 회원은 Cycle 2부터 Cycle 6까지 ALMA를 이용하여 매년 관측을 수행해 왔으며, 최근에는 Cycle 5에서 얻은

관측자료를 바탕으로 폭발 중인 원시성인 V883 Ori의 원시행성계원반에서 복잡한 유기분자를 검출하였고, 이를 분석한 결과를 2019년 2월 Nature Astronomy에 출판하였다. 백기선 회원은 JCMT Large Program 중의 하나인 Transient Survey 프로젝트에서 처음으로 발견한 변광 원시성, EC 53의 quiescent phase와 bust phase의 SED를 모델링하여 폭발시 광도 증가를 정량화하고 논문을 작성하고 있다. 이와 더불어, 백기선 회원은 강력한 방출류를 보여주는 질량이 큰 원시성들에 대한 ALMA 관측자료를 분석하여, 복잡한 유기분자의 함량을 비교하고 있다. 1.5년 주기의 강착을 변화로 인해 변광하는 원시성, EC 53에 대해 Cycle 4 시즌 동안 ALMA ToO 프로그램을 가동하여 메탄올 방출선과 다양한 분자선을 관측하였다. 이석호 회원이 이 자료의 분석을 주도하여, 논문을 작성하고 있다. Cycle 5 시즌에 관측된 EC 53의 ACA 관측자료는 박우석 회원이 분석을 담당하고 있다. 박선경 회원은 IGRINS 레거시 프로그램으로 진행된 IGRINS spectral library를 2018년 10월 ApJS에 출판하였다. 현재 박선경 회원은 고분산 분광기인 BOES와 IGRINS를 이용하여 FUOri 천체 중 하나인 2MASS J06593158-0405277를 모니터링한 결과를 분석하여 논문을 작성하고 있다. Neha Sharma 박사는 IGRINS 레거시 프로젝트 일환으로 관측된 Class I 원시성 중 강한 방출선을 보이는 천체의 IGRINS 스펙트럼을 분석하여, 이들 원시성에서 일어나고 있는 동역학적 조건을 연구하고 있다. 윤성용 회원은 레거시 프로젝트를 통해 관측한 원시성의 IGRINS 스펙트럼을 분석하여, Class I 원시성 중 FUOri 천체와 유사한 스펙트럼 양상을 보이는 천체를 발견하였고, Gemini 망원경을 이용하여 감도가 높은 IGRINS 스펙트럼을 얻어서 이를 분석하여 논문을 작성하고 있다. 강인 회원은 질량이 큰 원시성 중 하나인 Min 2-62의 IGRINS 스펙트럼을 분석하여 He I 방출선과, Br series, Pf series 방출선에서 disk rotation/disk wind에 의한 double-peak feature를 발견하여 연구를 진행 중이다. 김재영 회원은 AKARI/IRC로 관측된 원시성과 배경별의 성간얼음분자에 의한 흡수선 밴드를 분석하여, 별탄생 과정에서의 역학적 기작과 화학적 변이를 연구하고 있다. 이 연구는 NASA 미션인 SphereX를 위한 중요한 사전 연구가 될 것이다. 이희원 회원은 JCMT Large Program에 참여하여, Orion 영역에 있는 Planck Galactic Cold Clumps를 SCUBA-2로 관측하여, 별탄생의 negative feedback에 대한 논문을 2018년 6월 ApJS에 출판하였고, 현재는 같은 대상들에 대해 KVN으로 다양한 분자선을 관측하여, 별탄생 과정이 미치는 chemical feedback에 대한 논문을 작성하고 있다. 이용희 회원은 JCMT Transient Survey에서 관측된 천체들의 light curve의 periodogram 분석을 통해 주기적인 변광을 하고 있는 천체들을 찾고 이들의 성격을 연구하고 있다. 윤형식 회원은 TRA0 Key Science Program인 TIMES 프로젝트를 수행하여, Orion A 분자운과 Ophiuchus 분자운의 6개의 분자선 맵핑을 거의 마

무리했으며, Principle Component Analysis와 Spectral Correlation Function을 계산하고, 이론적 시뮬레이션 결과와 비교하여, 이들 분자운에서 난류와 별탄생 사이의 상호 관계를 연구하여 논문을 작성하고 있다. 임범두 회원은 가시광 영역대의 고분산 분광자료를 분석하여 젊은 산개성단 Messier 11의 주계열 전향점에서 나타나는 색지수 분산의 원인을 규명하여, 그 결과를 2019년 1월 Nature Astronomy에 출판하였다. 또한 가이아 관측이 제공하는 고유운동과 Hectochelle 스펙트럼에서 얻은 시선속도를 분석하여 OB성협내 거대 항성계의 형성 과정에 대한 연구를 수행 중이며, 이 중 Cyg OB2와 Car OB1의 연구결과를 MNRAS에 투고하였다.

우주플라즈마물리연구실

이은상 회원이 이끄는 우주플라즈마물리 연구실은 위성 관측 데이터 분석과 시뮬레이션을 이용하여 우주플라즈마에서 발생하는 다양한 물리현상을 연구 중에 있다. 2019년 2월 이상윤 회원이 박사학위를 취득하였고, 신유라 회원이 석사학위를 취득하였다. 2019년 3월 현재 2명의 석박통합 학생과 1명의 석사과정 학생으로 구성되어 있다.

이준현 회원은 Van Allen Probes 위성 데이터를 분석하여 plasmopause 근처에서 수 십 eV에서 수 keV에 이르는 에너지를 갖는 이온의 특성을 연구하고 있다. 김희은 회원은 Cluster 위성 데이터를 분석하여 이온이 지구 bow shock을 통과할 때 발생하는 heating 과정에 대해 연구하고 있다. 강준석 회원은 test particle 시뮬레이션을 이용하여 지구 bow shock을 통과하는 이온의 궤적 특성에 대해 연구하고 있다.

3. 연구시설

경희천문대

경희대학교 천문대는 1992년 10월 동형 건물의 완공과 76cm 반사망원경의 설치를 기점으로 개관하여 1995년 9월 민영기 교수가 초대 천문대장으로 부임하였다. 1999년 1월에 김상준 교수가 제 2대 천문대장으로 부임한 후, 2001년 3월에 인공위성 추적 관측을 위한 관측소를 설치하였다. 2003년 2월에 장민환 교수가 제 3대 천문대장으로 부임하였고, 2010년 3월부터는 박수종 교수가 제 4대 천문대장직을 수행하였다. 2012년 3월에 진호 교수가 제 5대 천문대장직에 부임한 후, 2013년 10월에 공식 명칭을 '우주과학교육관'에서 '경희대학교 천문대'로 변경하였고, 새롭게 홈페이지를 개선하였다. 2015년 2월부터는 최광선 교수가 제 6대 천문대장직을 수행하였고 2017년 3월부터 김관혁 교수가 제 7대 천문대장직을 수행하고 있다. 경희대학교 천문대는 연구 및 교육 활동 외에 천문우주과학 대중화 사업을 적극적으로 진행해 오고 있다. 행정직원으로는 전홍달 회원이 행정 및 연구실

장으로 근무하고 있다.

본 천문대는 2009년에 리모델링 공사를 통하여 각종 연구시설을 정비하였고, 76cm 반사망원경의 TCS를 교체하여 보다 효율적이고 정확한 관측이 가능하도록 하였다. 또한 2010년에는 Meade사의 16인치 리치크레티앙식 망원경과 Paramount ME 마운트를 도입하여 위성 추적 및 천체 관측 실습용으로 사용 중에 있으며, 2011년과 2012년에는 FLI 4K CCD와 FLI 1K CCD를 각각 도입하여 관측에 활용하고 있다. 2013년에는 대구경 쌍안경을 도입하여 과학문화 대중화에 활용하고 있다. 2012년 4월에는 기존의 전시장 공간에 연구실을 신설하는 공사와 영상실 조성 공사가 완료되었다. 2015년 2월과 2016년 2월에는 천체관측지원을 위하여 주망원경 돔을 보수하였다.

2015년 10월에는 일반인 및 경희가족을 대상으로 한 공개 관측회가 개최되었다. 다양한 체험학습 프로그램과 과학문화 대중화를 위한, 천문 및 우주과학을 주제로 하는 교육프로그램을 상시 진행하고 있다. 초·중·고 학생 및 일반인을 대상으로 하는 교육 프로그램은 주 4회씩 진행되고 있다. 이를 통해 천문·우주과학에 대한 일반의 관심을 향상시키고, 중고생들에게 전공 진로 방향을 제시하는 등, 경희대학교 천문대는 지역사회 및 일반 천문동호인들에게 중요한 교육 및 체험 현장으로서 새로운 위상을 정립하고 있다.

경희대학교 천문대에는 천문우주과학 관측기기 및 인공위성의 개발과 관련된 다수의 실험실들이 설치되어 있다. 실험 시설로는 전자장비 개발 및 시험 시설, 기계구조부 제작 및 시험 시설, 청정실 등이 있으며, 경희대학교 인공위성 지상국도 현재 천문대에 설치되어 운용되고 있다.

고등과학원

The Astrophysics and Cosmology group is headed by Prof. Changbom Park and Research Profs. Juhan Kim and Ho Seong Hwang. Postdocs in astrophysics group are Drs. Stephen Appleby, Owain Snath, Motonari Tnegawa, Hyunsung Jun, Yi Zheng, Jaehyun Lee, Sungryong Hong, Christoph Saulder, and Junsup Shim.

Prof. Park is carrying out the Korea Dark Energy Survey (KDES) project, which aims to uncover the nature of the dark energy component of the universe. Prof. Park is leading the Korean Scientist Group (KSG) participating in the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) IV that started in July 2014. SDSS IV consists of three survey programs, APOGEE-2, MaNGA, and eBOSS. He is also a member of the Dark Energy Spectroscopic

Instrument (DESI) consortium, which plans to construct a new wide-field multi-object spectrograph to carry out dark energy-related survey sciences. He started a two-year term as the president of the Korean Astronomical Society in January, 2018.

Individual members of the astrophysics group have been active in their research in 2018. Research Prof. Juhan Kim has been working on the Horizon Run 5 (HR5) project, which aims at the study of galaxy formation and evolution in the cosmological context using the Ramses code. The HR5 project is an international consortium with member researchers from KIAS, KASI, KISTI, University of Hull, and the AIP. Now, Prof. Kim and Drs. Jihye Shin (KASI), Yonghwi Kim, and Jaehyun Lee are running the biggest cosmological gas simulation on the fifth Korean Supercomputer installed at KISTI.

Research Prof. Ho Seong Hwang has worked on the study of galaxy properties and its connection to large-scale structures in the universe by combining galaxy redshift surveys with multiwavelength observations of galaxies. He focused on the environmental dependence of galaxy properties in a wide range of environment including satellite systems and galaxy clusters, and tried to understand it in the framework of the cosmic web. He also worked as a regional coordinator in a JINGLE collaboration, a JCMT legacy survey designed to systematically study the cold interstellar medium of galaxies in the local Universe.

Christophe Pichon has been working on gravitational dynamics, with a special emphasis on the statistical characterisation of matter. He has analysed the instability and secular mechanisms driving the evolution of galaxies embedded in their cosmic environment. He has promoted novel tools and theories to trace and understand the cosmic web in simulations and observations. This has proven fruitful, both from the point of view of cosmology (using the web as a ruler), but also to understand galaxy formation (quantify statistically how the large-scale structures impact embedded galaxies).

Dr. Stephen Appleby is studying the topology and

morphology of the large scale distribution of matter in the Universe. By measuring topological statistics at different epochs, it is possible to place constraints on the evolution of dark energy and test non-standard cosmological models. He has also applied a new set of statistics to cosmology -- the Minkowski Tensors. They are sensitive to preferred directions in fields, and can be used to reconstruct the growth history of density perturbations, the morphology of ionised gas during the epoch of reionization, and the shape of peaks in the CMB temperature and polarisation fields.

Dr. Owain Snaith has been working on cosmological hydrodynamical simulations. His work has focussed on tuning the parameters of the subgrid physics implemented in the RAMSES adaptive-mesh refinement code to observations, in preparation for carrying out a large-scale cosmological simulation of the Universe called Horizon Run 5. He has also been working with collaborators at the Observatoire de Paris on the evolution of the Milky Way.

Dr. Motonari TONEGAWA has quantified the shape of the small-scale 2-D correlation functions of the galaxies, which was found to be sensitive to the change of the matter density parameter for fixed redshift and sample density. He compared the simulation data with the SDSS spectroscopic galaxy survey data and found that the current observational data can constrain the matter density parameter with uncertainty of 0.02, independently of other cosmological probes such as CMB.

Dr Hyunsung Jun has been investigating the impact of black hole growth on the host galaxy in active galactic nuclei (AGN). Through observations of ionized gas outflows, he has been measuring frequent and strong negative feedback from the AGN to the host galaxy's star formation. Also, he participated in collaborative studies that revealed multiple mergers associated with luminous, obscured AGN activity, and unusually high accretion rates for the same type of sources.

With collaborators, Dr. Yi Zheng obtained the currently most accurate large scale volume-weighted halo velocity bias measurements in the literature from simulations. They improved

the RSD model and apply it to dark matter and halo catalogs to prove the robustness of new model.

Dr. Sungryong Hong is applying large-scale graph analysis tools to the KIAS multiverse simulations.

Dr. Jaehyun Lee has investigated galaxy spin orientation changes in dense environments using numerical and empirical approaches. He has been working on constructing light cone space data in Horizon Run 5 simulation and generating galaxy catalogues using his own semi-analytic model based on Horizon Run 4 simulation. He is also studying the impact of ram pressure stripping on star-forming galaxies in cluster environments using radiative-hydrodynamic simulations.

Dr. Christoph Saulder completed an improved fundamental plane distance catalogue covering about 320 000 galaxies from SDSS alongside a group catalogue covering the entire SDSS spectroscopic footprint out to a redshift of 0.5. He studied dark matter deprived galaxies in hydro-simulations and derived the first constraints on how to detect candidates for such galaxies in surveys.

Dr. Junsup Shim joined the astrophysics group in September 2018. He has been working with Prof. C. Park on identifying cosmic voids as the antipode of galaxy clusters. He used a pair of Multiverse simulations whose initial density fields have an identical shape but are sign-inverted duals to each other.

부산대학교 지구과학교육과

1. 인적사항

본 학과에 재직하는 6명의 전임 교수 중 천문학 교육과 연구는 강혜성 교수가 담당하고 있다.

관측천문학을 담당하던 안홍배 교수는 2018년 2월 정년을 맞아 퇴임하였다. 천문학 분야 대학원에는 석사과정에 정자희, 이수민, 정영주 등 3명, 박사과정에는 조현진과 서정빈 등 2명이 재학 중이다.

2. 연구 및 학술 활동

강해성 교수는 UNIST에 설치된 “고에너지 천체물리 연구센터(CHEA)” 소속의 공동연구자들과 함께 은하단물질(ICM)에서 발견되는 매우 약한 충격파에서 우주선 양성자와 전자의 가속과 비열적 복사에 관한 연구를 수행하였다. 2018년 7월 충남대학에서 개최된 8th East-Asia School and Workshop on Laboratory, Space, and Astrophysical Plasmas 학회에서 “Particle Injection & Acceleration at Weak ICM shock”의 주제로 발표하였다. 8월 오스트리아 비엔나에서 개최된 제30차 IAU 총회의 Division D 회의에서 “Acceleration of Cosmic Ray Electrons at Shocks in Merging Galaxy Clusters”의 주제로 발표하였다. 10월 대만(카이슝)에서 개최된 “8th East-Asia Numerical Astrophysics Meeting” 학회와 11월 이탈리아(렌데)에서 개최된 “Particle Acceleration and Transport: from the Sun to Extragalactic Sources 학회에서는 “Particle Acceleration at Astrophysical Shocks”의 주제로 발표하였다.

박사과정의 조현진은 우리은하 성간 난류의 성질을 MHD 수치모의계산을 이용하여 연구하고 있으며, 서정빈은 강력한 전파 제트에서 형성되는 충격파의 성질을 연구하고 있다. 석사과정의 정자희, 이수민, 정영주는 은하의 다양한 특성에 관한 관측 데이터와 은하형성 시뮬레이션을 이용한 이론적 예측의 비교 연구를 수행하고 있다.

3. 연구 시설

본과의 천문대에는 16인치 반사 망원경과, 14인치 슈미트 카세인 망원경, 6인치 굴절 망원경이 각각 독립된 돔에 설치되어 있고, 부대시설로는 CCD 카메라가 있어 학생들의 실습에 사용되고 있다. 또한 4인치부터 8인치에 이르는 소형 망원경들이 있어 학부생들의 관측 실습에 사용되고 있다. 본과는 총 8기의 계산용 워크스테이션을 보유하고 있다.

4. 국내외 연구논문

- Kang, H., & Ryu, D., “Effects of Alfvénic Drift on Diffusive Shock Acceleration at Weak Cluster Shocks”, 2018, ApJ, 856, 33
- Ha, J., Ryu, D., & Kang, H., “Properties of Merger Shocks in Merging Galaxy Clusters”, 2018, ApJ, 857, 26
- Seo, J., Kang, H., Ryu, D., “The Contribution of Stellar Winds to Cosmic Ray Production”, 2018, JKAS, 51, 37
- Ha, J., Ryu, D., & Kang, H., “Proton Acceleration in Weak Quasi-parallel Intracluster Shocks: Injection and Early Acceleration”, 2018,

ApJ, 864, 105

- Kang, H., “Re-Acceleration of Fossil Electrons by Shocks Encountering Hot Bubbles in the Outskirts of Galaxy Clusters”, 2018, JKAS, 51, 185
- Di Gennaro et al., “Deep Very Large Array Observations of the Merging Cluster CIZA J2242.8+5301: Continuum and Spectral Imaging”, 2018, ApJ, 865, 24
- Kim, J. et al., “Filaments of Galaxies as a Clue to the Origin of Ultra-High-Energy Cosmic Rays”, 2019, Science Advances, 5, eaau8227
- van Weeren et al. “Diffuse Radio Emission from Galaxy Clusters”, 2019, Space Science Reviews, 215, 16
- Kang, H., Ryu, D., Ha, J., “Electron Preacceleration in Weak Quasi-perpendicular Shocks in High-beta Intracluster Medium”, 2019, ApJ, in press
- Ann, H. & Park, H., “Luminosity Profiles of Prominent Stellar Halos”, 2018, JKAS, 51, 73
- Lee, Y., Ann, H., & Park, M., “Bar Fraction in Early- and Late-type Spirals”, 2019, ApJ, 872, 97

서울대학교 물리·천문학부 천문학전공

1. 인적사항

서울대학교 물리·천문학부 천문학전공에서는 구본철, 이형목, 이명균, 박용선, 채종철, 임명신, 김웅태, 이정훈, 우종학, Masateru Ishiguro, 윤성철, Sascha Trippe 등 12명의 교수가 교육과 연구를 담당하고 있다. 천문전공 주임은 작년에 이어 박용선 교수가 맡고 있으며 임명신 교수는 창의연구 초기우주천체연구단 단장, 우종학 교수는 BK21 운영위원을 계속해서 맡고 있다.

이형목 교수는 2018년 1월에 한국천문연구원 7대 원장으로 선임되어 3년간 고용휴직 중이며, 브레인폴 우수과학자로 선정되어 객원교수로 부임하였던 Nobuo Arimoto 교수는 브레인폴 프로그램을 마치고 12월말에 본국으로 돌아갔다.

2018년 1학기/2학기에는 김웅태 교수, 2학기에는 Sascha Trippe 교수가 연구년을 보냈으며, 김웅태 교수는 1년간 미국, Princeton University 로 파견근무를 다녀왔다.

박사 후 연구원으로는 김현정, 김도형, 박사가 신규임용 되었으며, Huynh Anh Le, Suwendu Rakshit, Juan-Carlos Algaba, 이정애, 김도형, 김동훈 박사가 근무를 마쳤다.

2018년 1학기에는 석박통합과정 3명, 석사과정 1명, 2학기에는 석박통합과정 5명이 입학하였다. 학부생은

2017학년도부터 학부 모집단위를 분리하여 선발하게 되었으며, 2018학년도에는 13명의 학부 신입생이 입학하였다.

2018년 1학기에는 박사 6명, 석사 1명, 학사 2명을 배출하였으며, 2학기에는 박사 2명, 석사 2명, 학사 2명을 배출하였다. 학위를 받은 학생은 아래와 같다.

《 2018년 8월 학위 취득 》

■ 박사

김윤영 (지도교수: Masateru Ishiguro)

Evolution of Active Comets into Dormant Comets

김정규 (지도교수: 김웅태) Dynamical Evolution of Giant Molecular Clouds Driven by UV Radiation Feedback from Massive Stars

김현정 (지도교수: 구본철) Massive Stars: Formation and Impacts on Young Core-Collapse Supernova Remnants

류진혁 (지도교수: 이명균) A Survey of Star Clusters in the Central Plane Region of the Milky Way

서우영 (지도교수: 김웅태) Bar Formation, Gas Evolution, and Star Formation in Barred-Spiral Galaxies

심준섭 (지도교수: 이정훈) Cosmological Applications of Filamentary Structures in the Universe

■ 석사

서민주 (지도교수: 채종철) Analysis of the Ellerman Bomb Spectra Observed by FISS

■ 학사

김유정, 박성현

《 2019년 2월 학위 취득 》

■ 박사

오정환 (지도교수: Sascha Trippe) High-resolution study of Active Galactic Nuclei and the development of optical intensity interferometer

조규현 (지도교수: 채종철) A Study of Oscillations and Waves in Sunspots

■ 석사

강다운 (지도교수: 우종학) Unraveling the complex structure of AGN driven outflows using IFU observations and 3D biconical outflow models

김지훈 (지도교수: 윤성철) Evolutionary Models for Helium Giant Stars as Type Ibn Supernova Progenitors

■ 학사

권희정, 조항빈

2. 학술 및 연구 활동

천문학과 60주년을 맞아 9월 7일(금) 서울대학교 교수회관 컨벤션홀에서 “서울대학교 천문학과 60주년” 기념 행사를 개최했다. 천문학과는 1958년 문리과대학 천문기상학과로 시작하여 현재 물리·천문학부 천문학전공으로 있으며, 2018년 현재 전임교수는 12명, 학부생은 50여명, 대학원생은 60여명이다. 지금까지 601명의 학사, 204명의 석사, 97명의 박사를 배출했다.

또한 10월 5일(금)에는 서울대학교 천문대(46동)에서 “서울대학교 천문대” 개관식이 열렸다. 1978년 최초 개관한 “서울대학교 제1광학천문대”가 노후화되자 2016년 재건축 사업을 추진하여 올해 “서울대학교 천문대”가 재탄생하게 되었다. 새 천문대는 국내대학 천문대로는 최대인 1m 구경의 광학망원경이 설치되었으며, 해외 망원경을 이용하여 관측을 하는 원격관측실, 태양천문학 실험실, 그리고 천문관측의 역사를 살펴볼 수 있는 전시물이 마련되었다. 또한 천문관측 연구와 학부 및 대학원생의 교육은 물론, 공개행사 등 일반인들의 우주에 대한 관심을 고양시키기 위한 문화행사에도 활용할 예정이다.

구본철 회장은 공동 연구자 및 지도학생들과 함께 초신성 및 초신성 잔해, 질량이 큰 항성의 생성 및 최종 진화, 우리 은하의 구조 등에 관한 연구를 수행하고 있다. 4월에는 김웅태 회원과 함께 천체물리학 교과서 “천체물리학: 복사와 기체역학”을 저술하였다. 지도학생 동정으로는 8월에 김현정 회원이 “Massive Stars: Formation and the Impacts on Young Core-Collapse Supernova Remnants”라는 제목으로 박사학위를 수여하였다.

이명균 회원은 류진혁 회원과 함께 우리은하 중심부에 대한 근적외선탐사자료(WISE, UKIDS, 2MASS 등)를 이용하여 성단 탐사를 수행함으로써 많은 수의 새로운 성단을 발견했다. 또한 우리은하의 새로운 구상성단 2개(RLGC1, RLGC2)를 발견하고 이들이 헤일로에 속함을 밝혔다. 고유경, 박홍수, 임성순, 손주비, 황나래 회원과 함께 특이한 병합잔해은하인 M85의 구상성단에 대한 Gemini/GMOS분광 관측연구를 수행했다. 장인성 회원, Hatt Dylan, Wendy Freedman, Barry Madore, Rachel Beaton, Taylor Hoyt, Andrew Monson, Jeffrey Rich, Victoria Scowcroft, Mark Seibert 등과 함께 TRGB/SN Ia를 이용하여 허블상수값을 측정하는 The Carnegie-Chicago Hubble Program 연구를 수행했다. 김은빈, 김성수, 최윤영, 이광호, 황호성 회원, Richard de Grijs 등과 함께 나선은하의 핵에서 일어나는 별생성활동을 연구했다. 강지수, 임명신 회원과 함께 중력파(GW170817/GRB170817A)가 검출된 초기형 은하

NGC 4993에서 구상성단을 탐사하고 이를 이용하여 은하의 거리를 측정하는 연구를 수행했다.

박용선 회원은 유형준회원과 매우 얇은 프레넬 렌즈를 대물렌즈로 하여 우주공간에서 펼칠 수 있는 망원경의 광학계 연구를 진행하고 있다. 렌즈군을 이용해 심한 색수차를 제거할 수 있는 광학계를 설계하고 있다. 서울전파천문대를 정상화하기 위해 미국 버클리 대학에서 230GHz 대역 수신기를 도입하여, 신나는 회원과 실험실에서 각종 인터페이스를 제작하고 수신기 잡음온도를 측정하여 약 70K를 얻었다. 이후 수신기를 6미터 망원경 초점 부근에 설치하여 최근에 오리온 성운에서 나오는 CO 2-1 스펙트럼을 검출하는데 성공하였다.

채종철 회원은 2017년 3월부터 시작되어 2년간 진행된 온라인 천문학백과사전 사업을 주관하는 천문학백과사전 편찬위원회를 위원장으로서 섬기고 있다. 이 사업은 (주)네이버에 현금 2억원과 현물 최대 5천만 원을 지원받아 수행하고 있다. 많은 회원 분들의 수고에 힘입어 표제어 500여 개 집필을 마무리하고 있으며, 교정과 그림 작업을 거쳐 2019년 4월말까지는 모든 절차가 완료되어 최종 결과물을 온라인에 올릴 수 있을 것으로 기대하고 있다. 채종철 회원이 이끄는 태양천문학 그룹에서는 지난 1년 동안 1명의 석사와 1명의 박사가 배출되었다. 2018년 8월에는 서민주 회원이 "Analysis of the Ellerman Bomb Spectra Observed by FISS"라는 제목의 학위 논문을 써서 석사 학위를 취득했다. 서민주 회원은 변리사 자격증 시험을 준비하고 있다. 2019년 2월에는 조규현이 "A Study of Oscillations and Waves in Sunspots"라는 제목의 학위 논문을 써서 박사 학위를 취득했다. 조규현은 2019년 3월부터 같은 그룹에서 연수연구원(포스트닥 연구원)으로 연구 경력을 쌓고 있다. 2019년 3월 현재 태양천문학 그룹에는 1인의 연수연구원(조규현), 3인의 박사과정 회원(곽한나, 이겨레, 강주형)과 1인의 석사과정 회원(김다나)이 있다. 강주형 회원은 서울대학교천문대에 설치한 예정인 태양관측용 실로스트를 설계했으며, 시제품을 주문 제작하였다. 태양천문학 그룹이 지난 1년 간 수행해 온 연구 과제는 크게 두 가지이다. 첫째는 미국 빅베어 태양 천문대의 1.6미터 태양 망원경(GST)의 고속영상태양분광기(FISS)를 이용한 관측 수행, 자료 분석 및 연관 이론 연구이고, 둘째는 한국천문연구원이 추진하는 국제우주정거장용 코로나그래프 개발 사업의 위탁을 받은 연구이다. 지난 1년간 이루어진 연구로 우리는 태양흑점 암부의 3분 진동의 정체와 물리적 근원에 대해 더 많은 것을 밝힐 수 있었다. 1) 채종철 회원이 주도한 연구로부터 비등온대기에서는 절단주파수 이하의 주파수에서도 음파가 부분적으로 투과할 수 있음을 알아내었으며, 2) 실제 태양흑점의 대기의 온도최저 지역에서 절단주파수와 비슷한 주파수를 갖는 음파들이 부분 반사되고, 광구에서 간섭과 공명을 일으킴으로써 특정 주파수에서 파워가 집중된 3분진동 현상을 만들어

낼 수 있음을 알아내었다. 3) 또한 조규현 회원이 주도한 연구로부터 3분 진동이 내부적 들뜸 요인에 자주 발생할 수 있음을 발견했다. 주로 암부 명점과 연관되어 일어나며, 깊이가 2000 km인 한 점에서 발생한 빠른자기유체파가 퍼져나가다가 표면에 다다르면 느린자기유체파로 변환되어 자기력선을 따라나가게 되면 관측되는 3분 진동현상을 설명할 수 있음을 발견했다. 4) 강주형 회원이 주도한 연구로부터, 종종 관측되는 나선형 무늬 파동은 꼬인 자기력선과 상관없이, 방위각 방향과 방사선 방향의 변화를 고려한 느린자기유체파로 설명할 수 있음을 알아내었다.

임명신 회원은 한국연구재단 리더연구자사업(창의적 연구)인 초기우주천체연구단을 이끌면서 퀘이사, 원시은하단, 타원은하, 중력파천체, 감마선 폭발, 초신성 등 다양한 주제에 대한 연구를 수행하였다. 연구단에서 수행 중인 Infrared Medium-deep Survey 자료를 바탕으로 김재우, 이성국, 현민희, 백인수 회원 등과 함께 원시은하단 및 초은하단 후보들을, 김용정, 전이슬, 신수현 회원과 함께 초기우주 퀘이사 후보들에 대한 선별 및 분광 관측 확인 연구를 진행하여 어두운 초기우주 퀘이사를 다수 발견하는 데 성공하였다. 적색이동 6에 위치한 희미한 퀘이사의 accretion rate이 낮다는 점을 통해 고적색이동 퀘이사들은 무거운 seed mass로부터 성장하였거나 super-Eddington accretion이라는 매우 급격한 성장을 겪었다는 가능성을 제시하였다. 그리고 적색이동 5에 위치한 희미한 퀘이사 약 40개를 분광관측 및 중대역 필터관측을 통해 발견하는 데 성공하였다. 그외에도 김도형 회원과 은하진화를 규명하기 위한 고리역할을 하는 red quasar에 대한 연구를 진행하여 red quasar들의 template을 출판하였다. 또한 윤용민 회원과 가까운 우주에 있는 매우 무거운 블랙홀의 환경이 은하의 중심부가 활동성을 띠고 있는지 아닌지에 따라 차이가 난다는 점을 알아냈다. 보통 무거운 블랙홀은 무거운 은하의 중심에 있어서 은하단과 같은 고밀도 환경에 있어야 하지만, AGN 중심부의 무거운 블랙홀의 경우 그렇지 않다. 이는 무거운 블랙홀을 가진 퀘이사를 이용하여 은하단을 찾는 것이 쉽지 않음과 퀘이사 형성 시 환경이 생각보다 고밀도가 아님을 시사한다. 김준호 회원, Karouzos 회원과 함께, KMTNet을 이용한 AGN의 시계열 관측연구를 수행하여 수십분에서 수시간 단위의 짧은 시간동안 변광을 하는 AGN의 비율을 통계적으로 알아냈다. 또한 백승학 회원과 함께 GRB폭발 후속관측 연구를 수행하고 있다. 탁운찬 회원과 함께 중력렌즈 천체에 대한 모델링 연구를 진행하고 있으며, 황성용, 김준호 회원과 함께 medium-band reverberation mapping연구도 수행중이다. 경희대학교 박수종 회원 등과 함께 고적색편이 퀘이사 관측을 위한 적외선 관측기기인 SQUEAN을 사용하여 z=5에 있는 희미한 퀘이사들에 대한 저분산 분광관측연구를 수행 중이다. 또한 최창수 회원, 임구 회원, 김소피아 회원, 백승학 회원 등과 함께 이상각 망원

경의 SNUCAM-II, 미국의 0.8m망원경, 레몬산 1m망원경, 우리나라 소백산 천문대 0.6m망원경, 덕흥천문대 1m망원경, 우즈베키스탄 1.5m망원경 등을 이용하여 가까운 은하의 monitoring관측 연구를 수행하였다. Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies (IMSNG)라고 명명된 이 연구는 초신성 폭발 순간의 light curve를 확보하여 초신성 원형별의 특성을 규명하기 위한 연구이며, 2018년도 한해 동안 monitoring대상 60개 은하 중 2개 은하에서 초신성 폭발이 발생하였다. 현재 이에 대한 분석 연구를 진행 중이다. 임구 회원과 함께 IMSNG 자료를 이용하여 위성은하를 연구하고 있다. 또한 임명신 회원은 최창수, 임구, 김준호, 김소피아, 황성용, 백승학 회원 등과 함께 중력파 천체 후속관측을 위한 관측 triggering 및 자료분석을 신속하게 할 수 있는 시스템을 구축하였다. 2019년 4월부터 본격적으로 시작하는 LIGO O3 run에 이 시스템을 활용할 예정이다. 임명신 회원은 그 외에도 준공 후 약 40년이 지난 서울대학교 제1광학천문대의 재건축위원회 위원장으로 천문대의 재건축을 성공적으로 마무리 짓고 이 천문대에 1m 망원경을 새로 설치하는 작업을 감독하였다. 2018년 동안 IAU membership 위원회의 위원, 한국천문올림피아드 위원, 2021년 IAU general assembly 준비 위원, 한국천문학회 이사, K-GMT과학백서 준비위원, K-GMT과학자문위원회 위원, 서울대학교 천문학과 시설위원회 위원장, EAO-Subaru working group 위원, Gemini Time-domain survey working group 위원 등을 역임하였으며, 2019년부터는 한국천문학회 광학분과 위원장으로 활동하고 있다.

김웅태 회원은 구분철 회원과의 공동저술로 “천체물리학: 복사와 기체역학”이라는 교재를 출판하였으며 공동연구자들과 함께 은하 원반과 행성 원반의 역학적 진화에 대한 연구를 계속하고 있다. 지도 학생 중 서우영 회원이 “Bar Formation, Gas Evolution, and Star Formation in Barred-Spiral Galaxies”라는 제목의 연구로, 김정규 회원이 “Dynamical Evolution of Giant Molecular Clouds Driven by UV Radiation Feedback from Massive Stars”라는 제목의 연구로 박사학위를 받았다. 김웅태 회원은 김정규 회원과 Ostriker 교수(Princeton)와 함께 젊은 별이 방출하는 자외선의 복사 전달을 효율적으로 풀 수 있는 수치 코드를 개발하여 성간운의 별 탄생에 적용하여 별 형성 영역에서 방출되는 전리 광자와 비전리 광자의 탈출 비율을 성간운 표면밀도의 함수로 구하였다. 문상혁 회원(석박사통합과정)과 Ostriker 교수와 함께 열린 경계조건을 가진 3차원 원통형 격자에서 자체 중력을 2차 정밀도로 정확하고 효율적으로 계산할 수 있는 수치 기법을 개발하였다. 서우영 회원, 박성원 회원(천문연구원), 한정호 회원(충북대), Hsieh 박사(ASIAA), Hopkins 교수(Caltech) 등과 함께 3차원 수치 실험을 통하여 기체의 존재가 은하 막대 및 핵 고리의 형성에 미치는 영향에 대해 연구하였으며 이

연구 결과는 미국천문학회 학술지에 실린 논문 중 주목할 만한 논문을 소개하는 소식지인 AAS NOVA에 소개되었다. Hsieh 박사 등과 함께 편광 관측 자료를 이용하여 우리은하 중심부의 핵주변원반(circumnuclear disk) 주변의 자기장의 구조와 세기에 대해 연구하였으며, 한정호 회원 등과 함께 미세중력렌즈를 이용하여 행성의 물리량을 탐사하였다. 현재 김웅태 회원은 서우영 회원과 함께 은하 중앙 팽대부가 막대와 핵고리의 형성에 미치는 영향에 대한 연구를, 문상혁 회원(석박사통합과정)과 함께 막대 은하 중심부에서 일어나는 별 형성에 대한 연구를, 양승원 회원(석사과정)과 함께 질량 유입 되먹임이 행성의 이주 현상에 미치는 연구를, 윤한결 회원(석박사통합과정), 이가인 회원(석박사통합과정)과 함께 행성에 의해 형성된 원시행성원반의 간극(gap)의 물리적 특성에 대한 연구를 수행하고 있다.

이정훈 회원은 2018년 동안 총 4편의 주저자 논문을 미국천체물리저널(Astrophysical Journal)에 게재했다. 고립된 은하군의 회전반경을 측정하는 새로운 알고리즘을 개발하고 최신 관측 자료에 적용하여 고립된 은하군의 회전반경이 표준우주론에서 예측된 상한값보다 낮은지 높음을 측정하는 연구를 수행했다. 총 6개의 고립 은하군에서 2개가 바운드 침범, 즉 회전 반경의 값이 표준우주론의 상한치보다 크다는 것을 발견하였고 이 연구 결과를 단독 저자 논문으로 발표하였다. 그리고 우주 웹이 은하의 물리적 특성에 미치는 영향력을 조사하는 연구를 공동연구로 수행하였다. 구한울 회원과의 공동연구로 관측된 은하 쌍의 스핀축이 정렬되는 현상을 발견하고 이 정렬 정도를 표준우주론에 바탕을 둔 유체역학 자료에서 얻은 결과와 비교 분석한 논문을 교신저자로 발표하였다. 천문연의 김석 회원과 충남대 이수창 회원과의 공동연구를 통해 버그 은하단 주변에서 발견된 평면 모양의 거대 구조(WM sheet)에 놓인 은하의 스핀축이 평면에 놓이는 현상을 정량적으로 분석하고 조석 효과 이론과 비교하여 평면 거대 구조는 은하의 생성 초기 조석 효과를 잘 보존하고 있다는 것을 증명하였다. 또한, 단독 연구를 통해 조석 일관성이 은하의 광도와 형태에 미치는 영향력을 최초로 규명하였다. 이정훈 회원의 지도를 받아 왔던 심준섭 회원은 2018년 8월 박사학위를 받고 고등과학원 박사후 연구원으로 선발되었다.

우종학 회원은 4명의 석박사 학생과 3명의 박사후 연구원과 함께 (1) Lick망원경을 이용한 3년 장기 관측 프로그램을 2년 연장하여 진행 중이며 미시간 대학의 MDM 2.4미터와 1.3미터 망원경 및 레몬산망원경과 덕흥 천문대의 망원경을 사용하여 분광 및 측광으로 빛의 메아리 효과를 이용한 블랙홀 질량 및 우주론 연구를 진행 중이다. (2) Gemini, VLT, Magellan 등에서 관측한 IFU자료와 AKARI 및 JCMT 등의 자료를 이용하여 가스 분출과 별생성을 분석하며 AGN 피드백에 관한 연구를 진행 중이다. (3) 중간질량 블랙홀 탐구를 위해 Gemini

와 Keck을 이용한 모니터링 연구를 진행 중이다. 연구결과들은 천체물리 저널을 비롯한 국제저널들에 10편의 논문으로 발표되었다.

윤성철 회원은 전원석 회원 및 공동 연구자들과 함께 Ib형 및 Ic형 초신성의 광도곡선 및 색지수의 변화 과정을 복사유체역학 수치모의실험을 통해 연구하였다. 본 연구를 통해 이들 초신성 내부에서 니켈이 어떤 방식으로 분포하고 있는지를 추정할 수 있는 방법론을 제시하였다. 아울러 Ib형 초신성의 모체성과 Ic형 초신성의 모체성의 구조는 본질적으로 다름을 관측과의 비교를 통해 유추할 수 있었다. 장혜은 회원 및 공동 연구자들과 함께 폭발안정 초신성이 남겨 놓은 핵합성 패턴의 흔적을 찾기 위한 탐사를 지속하고 있다. 마그네슘의 함량비가 유별나게 높은 우리 은하의 Pop II 별의 고분산 스펙트럼의 관측 분석을 완료하였고, 이 별들의 중원소 함량비 패턴의 분석 결과 초기 우주에서 질량이 태양의 30배 이상인 별들의 폭발이 남겨놓은 흔적일 가능성이 높음을 보였다. 아울러 APOGEE 데이터로부터 폭발안정 초신성 핵합성 패턴을 띄는 Pop II 거성 별들의 후보를 선택하여 GEMINI의 GRACES를 이용하여 새로운 고분산 관측을 수행하였다. 이현철 회원과는 수치모의실험을 통해 Pop III 쌍성계의 진화를 살피고 있다. 특히 Pop III 짝별들이 초기 우주의 재이온화에 미치는 영향과 중력파원으로서의 블랙홀 쌍성계 형성 과정을 탐색 중이다. 김지훈 회원과는 무거운 별들의 Case A 쌍성계 진화 과정을 수치모의실험을 통해 살폈다. 이 연구를 통해 Ibn형 초신성의 모체성의 후보인 헬륨 거성의 진화 과정을 확인할 수 있었고, 이는 관측적으로 추정된 Ibn 초신성의 발생률을 잘 설명할 수 있음을 보였다. 정용제, 박성현 회원과는 IIb형 초신성의 광도 곡선 및 색지수 변화 과정을 복사유체역학 수치모의실험을 통해 연구 중에 있다. 본 연구는 초신성 1993J의 모체성이 적색초거성이라는 지난 20년간의 합의를 뒤집는 결과를 보여주고 있다. 진하림 회원과는 수치모의실험을 통해 특이 형태의 Ic형 초신성인 LSQ14efd의 초기 광도 곡선을 분석하고 있으며, 이 결과는 Ic형 초신성의 경우로서는 매우 예외적으로 모체성이 폭발 직전 급격한 질량 손실을 겪었음을 암시하고 있다. 칠레 및 일본의 국제 협력 연구를 통해 IIP형 초신성의 초기 광도를 분석하였고, 대부분의 모체성은 상당히 무거운 항성풍 물질들에 둘러싸여 있음을 보였다.

Masateru Ishgiuro 회원의 연구팀은 태양 가까이 접근하는 소행성 Phaethon을 직선편광관측했다. 그 결과 Phaethon의 최대 편광도가 50%를 넘는 것을 알 수 있었다. 이 값은 태양계의 소천체를 편광 관측한 이래 최댓값이다. Phaethon의 높은 편광도의 원인으로 태양 복사에 의한 표면의 소결이 있을 수 있다. 최근 태양에 가까운 천체의 붕괴와 표면의 물리적 상태 변화가 주목을 받고 있다. 이번 관측 결과가 태양에 가까운 소행성

의 열적인 진화에 중요한 정보를 줄 것이라 기대한다. 이 연구 결과는 Nature Communications에 발표되었다 (Ito, Ishiguro et al. NatCo 9, 2486, 2018). 또한, Ishiguro Masateru 회원과 권유나 회원을 중심으로 구성된 연구 그룹은 2P / Encke의 방출된 가스 성분과 먼지 성분의 직선편광도를 구했다. 특히, 가스 성분 속, 분자의 종류마다 각각의 편광도를 측정했다. 그 결과 2P / Encke의 먼지 산란광의 편광도가 다른 행성의 것보다 높은 것으로 나타났다 (Kwon, Ishiguro, et al. A & A 620, 161, 2018). 이러한 연구 이외에도 연구팀은 Hayabusa 탐사선 데이터를 이용한 충격 효과 연구 (Lee & Ishiguro, A & A 616, 178, 2018)와 KMTNet을 이용한 소행성 연구를 진행하였다.

Prof. Sascha Trippe's group at Seoul National University studies the properties of the jets of active galactic nuclei, especially blazars. The group currently comprises 6 graduate students. They perform radio astronomical observations using data from various radio telescopes and interferometers, including KVN, KaVA, VLBA, and ALMA. The group is part of the East Asia VLBI Network and Event Horizon Telescope collaborations, and part of the BK21+ program. Key results in 2018 were:

- Multi-frequency simultaneous VLBI radio observations of the flat spectrum radio quasar 1633+382 (4C 38.41) as part of the interferometric monitoring of gamma-ray-bright active galactic nuclei (iMOGABA) program combined with additional observations in the radio, optical, X-rays, and gamma-rays carried out during the period 2012 March -- 2015 August. The monitoring of this source reveals a significant long-lived increase in its activity for approximately two years in the radio bands, which correlates with a similar increase in all other bands from submillimeter to gamma-rays. A significant correlation is also found between radio fluxes and simultaneous spectral indices during this period. The study of the discrete correlation function indicates time lags smaller than the uncertainties of c. 40 days among both radio bands and high-energy bands, and a time lag of c. 70 days, with gamma-rays leading radio emission. We interpret this as showing that the high-energy and radio fluxes arise from different emitting regions, located at 1 ± 13 and 40 ± 13 pc from the central engine respectively.

- A study of the linear polarization of the radio cores of eight blazars simultaneously at 22, 43,

and 86 GHz with observations obtained by the Korean VLBI Network (KVN) in three epochs between late 2016 and early 2017 in the frame of the Plasma-physics of Active Galactic Nuclei project. They investigate the Faraday rotation measure (RM) of the cores; the RM is expected to increase with observing frequency if core positions depend on frequency owing to synchrotron self-absorption. They find a systematic increase of RMs at higher observing frequencies in our targets. The RM-frequency relations follow power laws with indices distributed around 2, indicating conically expanding outflows serving as Faraday rotating media. Comparing the KVN data with contemporaneous optical polarization data from the Steward Observatory for a few sources, they find indications that the increase of RM with frequency saturates at frequencies of a few hundred gigahertz. This suggests that blazar cores are physical structures rather than simple unity opacity surfaces. A single region, e.g., a recollimation shock, might dominate the jet emission downstream of the jet-launching region. They detect a sign change in the observed RMs of CTA 102 on a timescale of ?? month, which might be related to new superluminal components emerging from its core undergoing acceleration/deceleration and/or bending. There is indication for quasars having higher core RMs than BL Lac objects, which could be due to denser inflows/outflows in quasars.

- Recent Fermi-Large Area Telescope light curves indicate an active gamma-ray state spanning about five months from 2016 June to 2016 October in the BL Lac object 1749+096 (OT 081). During this period, they find two notable gamma-ray events: an exceptionally strong outburst followed by a significant enhancement (local peak). In this study, we analyze multi-waveband light curves (radio, optical, X-ray, and gamma-ray) plus very long baseline interferometry (VLBI) data to investigate the nature of the gamma-ray events. The gamma-ray outburst coincides with flux maxima at longer wavelengths. They find a spectral hardening of the gamma-ray photon index during the gamma-ray outburst. The photon index shows a transition from a softer-when-brighter to a harder-when-brighter trend at around $1.8 \times 10^{-7} \text{ ph cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. They see indication that both the gamma-ray outburst

and the subsequent enhancement precede the propagation of a polarized knot in a region near the VLBI core. The highest polarized intensity, 230 mJy, and an electric vector position angle rotation, by about 32 degrees, are detected about 12 days after the gamma-ray outburst. We conclude that both gamma-ray events are caused by the propagation of a disturbance in the mm-wave core.

- Optical intensity interferometry, developed in the 1950s, is a simple and inexpensive method for achieving angular resolutions on microarcsecond scales. Its low sensitivity has limited intensity interferometric observations to bright stars so far. Substantial improvements are possible by using avalanche photodiodes (APDs) as light detectors. As part of a joint study including SNU and KASI, they conducted laboratory measurements with a prototype astronomical intensity interferometer using APDs in continuous ("linear") detection mode -- arguably, the first of its kind. They used two interferometer configurations, one with zero baseline and one with variable baseline. Using a superluminous diode as light source, they unambiguously detected Hanbury Brown--Twiss photon--photon correlations at very high significance. From measuring the correlation as function of baseline, they measured the angular diameter of the light source, in analogy to the measurement of the angular diameter of a star. These results demonstrate the possibility to construct large astronomical intensity interferometers that can address a multitude of astrophysical science cases.

3. 발표논문

Algaba, Juan-Carlos; Lee, Sang-Sung; Kim, Dae-Won; Rani, Bindu; Hodgson, Jeffrey; Kino, Motoki; Trippe, Sascha; Park, Jong-Ho; Zhao, Guang-Yao; Byun, Do-Young; and 8 coauthors, 2018, "Exploring the Variability of the Flat Spectrum Radio Source 1633+382. I. Phenomenology of the Light Curves", *The Astrophysical Journal*, vol. 852, Issue 1

Algaba, Juan-Carlos; Lee, Sang-Sung; Rani, Bindu; Kim, Dae-Won; Kino, Motoki; Hodgson, Jeffrey; Zhao, Guang-Yao; Byun, Do-Young; Gurwell, Mark; Kang, Sin-Cheol; Trippe, Sascha; and 5

coauthors, 2018, "Exploring the Variability of the Flat-spectrum Radio Source 1633+382. II. Physical Properties", *The Astrophysical Journal*, vol. 859, Issue 2

Bae, Hyun-Jin; Woo, Jong-Hak, 2018, "The Independence of Neutral and Ionized Gas Outflows in Low- z Galaxies", *The Astrophysical Journal*, vol. 853, Issue 2

Bose, Subhash; Dong, Subo; Pastorello, A.; Filippenko, Alexei V.; Kochanek, C. S.; Mauerhan, Jon; Romero-Cañizales, C.; Brink, Thomas G.; Chen, Ping; Prieto, J. L.; and 48 coauthors, 2018, "Gaia17biu/SN 2017egm in NGC 3191: The Closest Hydrogen-poor Superluminous Supernova to Date Is in a "Normal," Massive, Metal-rich Spiral Galaxy", *The Astrophysical Journal*, vol. 853, Issue 1

Chae, Jongchul; Cho, Kyuhyun; Song, Donguk; Litvinenko, Yuri E., 2018, "Nonlinear Effects in Three-minute Oscillations of the Solar Chromosphere. II. Measurement of Nonlinearity Parameters at Different Atmospheric Levels", *The Astrophysical Journal*, vol. 854, Issue 2, pp.12

Chae, Jongchul; Litvinenko, Yuri E., 2018, "Linear Acoustic Waves in a Nonisothermal Atmosphere. I. Simple Nonisothermal Layer Solution and Acoustic Cutoff Frequency", *The Astrophysical Journal*, vol. 869, Issue 1, pp.12

Chun, Sang-Hyun; Yoon, Sung-Chul; Jung, Moo-Keon; Kim, Dong Uk; Kim, Jihoon, 2018, "Evolutionary Models of Red Supergiants: Evidence for A Metallicity-dependent Mixing Length and Implications for Type IIP Supernova Progenitors", *The Astrophysical Journal*, vol. 853, Issue 1

Dessart, Luc; Yoon, Sung-Chul; Livne, Eli; Waldman, Roni, 2018, "Supernovae from massive stars with extended tenuous envelopes", *Astronomy & Astrophysics*, vol. 612

Han, C.; Calchi Novati, S.; Udalski, A.; Lee, C.-U.; Gould, A.; Bozza, V.; Mróz, P.; Pietrukowicz, P.; Skowron, J.; Szymanski, M. K.; Kim, W.-T.; and 50 coauthors, 2018, "OGLE-2017-BLG-0537: A Microlensing Event with a Resolvable Lens in less than or similar to 5 years from High-resolution Follow-up Observations", *The Astrophysical Journal*,

vol. 863, Issue 1

Han, C.; Calchi Novati, S.; Udalski, A.; Lee, C.-U.; Gould, A.; Bozza, V.; Mróz, P.; Pietrukowicz, P.; Skowron, J.; Szymanski, M. K.; Kim, W.-T.; and 50 coauthors, 2018, "OGLE-2017-BLG-0329L: A Microlensing Binary Characterized with Dramatically Enhanced Precision Using Data from Space-based Observations", *The Astrophysical Journal*, vol. 859, Issue 2

Han, C.; Hirao, Y.; Udalski, A.; Lee, C.-U.; Bozza, V.; Gould, A.; and; Abe, F.; Barry, R.; Bond, I. A.; Kim, W.-T.; and 58 coauthors, 2018, "OGLE-2017-BLG-0482Lb: A Microlensing Super-Earth Orbiting a Low-mass Host Star", *The Astrophysical Journal*, vol. 155, Issue 5

Han, Cheongho; Jung, Youn Kil; Shvartzvald, Yossi; Albrow, Michael D.; Chung, Sun-Ju; Gould, Andrew; Hwang, Kyu-Ha; Kim, Doeon; Lee, Chung-Uk; Kim, Woong-Tae; and 21 coauthors, 2018, "KMT-2016-BLG-2052L: Microlensing Binary Composed of M Dwarfs Revealed from a Very Long Timescale Event", *The Astrophysical Journal*, vol. 865, Issue 1

Hasegawa, Sunao; Kuroda, Daisuke; Kitazato, Kohei; Kasuga, Toshihiro; Sekiguchi, Tomohiko; Takato, Naruhisa; Aoki, Kentaro; Arai, Akira; Choi, Young-Jun; Fuse, Tetsuharu; and 33 coauthors, 2018, "Physical properties of near-Earth asteroids with a low δ -nu: Survey of target candidates for the Hayabusa2 mission", *Publications of The Astronomical Society of Japan*, vol. 70, Issue 6

Hatt, Dylan; Freedman, Wendy L.; Madore, Barry F.; Beaton, Rachael L.; Hoyt, Taylor J.; Jang, In Sung; Lee, Myung Gyoong; Monson, Andrew J.; Rich, Jeffrey A.; Scowcroft, Victoria; Seibert, Mark, 2018, "The Carnegie-Chicago Hubble Program. IV. The Distance to NGC 4424, NGC 4526, and NGC 4356 via the Tip of the Red Giant Branch", *The Astrophysical Journal*, vol. 861, Issue 2

Hatt, Dylan; Freedman, Wendy L.; Madore, Barry F.; Jang, In Sung; Beaton, Rachael L.; Hoyt, Taylor J.; Lee, Myung Gyoong; Monson, Andrew J.; Rich, Jeffrey A.; Scowcroft, Victoria; Seibert, Mark, 2018, "The Carnegie-Chicago Hubble Program. V. The Distances to NGC 1448 and NGC 1316 via the Tip

of the Red Giant Branch", The Astrophysical Journal, vol. 866, Issue 2

Hodgson, Jeffrey A.; Rani, Bindu; Lee, Sang-Sung; Algaba, Juan Carlos; Kino, Motoki; Trippe, Sascha; Park, Jong-Ho; Zhao, Guang-Yao; Byun, Do-Young; Kang, Sincheol; and 8 coauthors, 2018, "KVN observations reveal multiple gamma-ray emission regions in 3C 84?", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 475, Issue 1

Hoyt, Taylor J.; Freedman, Wendy L.; Madore, Barry F.; Seibert, Mark; Beaton, Rachael L.; Hatt, Dylan; Jang, In Sung; Lee, Myung Gyoong; Monson, Andrew J.; Rich, Jeffrey A., 2018, "The Near-infrared Tip of the Red Giant Branch. II. An Absolute Calibration in the Large Magellanic Cloud", The Astrophysical Journal, vol. 858, Issue 1

Hsieh, Henry H.; Ishiguro, Masateru; Kim, Yoonyoung; Knight, Matthew M.; Lin, Zhong-Yi; Micheli, Marco; Moskovitz, Nicholas A.; Sheppard, Scott S.; Thirouin, Audrey; Trujillo, Chadwick A., 2018, "The 2016 Reactivations of the Main-belt Comets 238P/Read and 288P/(300163) 2006 VW139", The Astronomical Journal, vol. 156, Issue 5

Hsieh, Pei-Ying; Koch, Patrick M.; Kim, Woong-Tae; Ho, Paul T. P.; Tang, Ya-Wen; Wang, Hsiang-Hsu, 2018, "A Magnetic Field Connecting the Galactic Center Circumnuclear Disk with Streamers and Mini-spiral: Implications from 850 μ m Polarization Data", The Astrophysical Journal, vol. 862, Issue 2

Hsieh, Henry; Ishiguro, Masateru; Knight, Matthew M.; Micheli, Marco; Moskovitz, Nicholas; Sheppard, Scott S.; Trujillo, Chadwick A., 2018, "The Reactivation and Nucleus Characterization of Main-belt Comet 358P/PANSTARRS (P/2012 T1)", The Astronomical Journal, vol. 156, Issue 1

Ito, Takashi; Ishiguro, Masateru; Arai, Tomoko; Imai, Masataka; Sekiguchi, Tomohiko; Bach, Yoonsoo P.; Kwon, Yuna G.; Kobayashi, Masanori; Ishimaru, Ryo; Naito, Hiroyuki; and 2 coauthors, 2018, "Extremely strong polarization of an active asteroid (3200) Phaethon", NATURE COMMUNICATIONS, vol. 9

Jang, In Sung; Hatt, Dylan; Beaton, Rachael L.; Lee, Myung Gyoong; Freedman, Wendy L.; Madore, Barry F.; Hoyt, Taylor J.; Monson, Andrew J.; Rich, Jeffrey A.; Scowcroft, Victoria; Seibert, Mark, 2018, "The Carnegie-Chicago Hubble Program. III. The Distance to NGC 1365 via the Tip of the Red Giant Branch", The Astrophysical Journal, vol. 852, Issue 1

Kang, Daeun; Woo, Jong-Hak, 2018, "Unraveling the Complex Structure of AGN-driven Outflows. III. The Outflow Size-Luminosity Relation", The Astrophysical Journal, vol. 864, Issue 2

Kim, Dae-Won; Trippe, Sascha; Lee, Sang-Sung; Kim, Jae-Young; Algaba, Juan-Carlos; Hodgson, Jeffrey; Park, Jongho; Kino, Motoki; Zhao, Guang-Yao; Wajima, Kiyoaki; Lee, Jee Won; Kang, Sincheol, 2018, "Exploring the nature of the 2016 gamma-ray emission in the blazar 1749+096", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 480, Issue 2

Kim, Dohyeong; Im, Myungshin; Canalizo, Gabriela; Kim, Minjin; Kim, Ji Hoon; Woo, Jong-Hak; Taak, Yoon Chan; Kim, Jae-Woo; Lazarova, Mariana, 2018, "Medium-resolution Optical and Near-infrared Spectral Atlas of 16 2MASS-selected NIR-red Active Galactic Nuclei at z similar to 0.3", The Astrophysical Journal Supplement Series, vol. 238, Issue 2

Kim, Eunbin; Kim, Sungsoo S.; Choi, Yun-Young; Lee, Gwang-Ho; de Grijs, Richard; Lee, Myung Gyoong; Hwang, Ho Seong, 2018, "Nuclear starburst activity induced by elongated bulges in spiral galaxies", Monthly Notices Of The Royal Astronomical Society, vol. 479, Issue 1, pp. 562 ~ 569

Kim, Hyun-Jeong; Koo, Bon-Chul; Pyo, Tae-Soo; Davis, Christopher J., 2018, "A Parsec-scale Bipolar H-2 Outflow in the Massive Star-forming Infrared Dark Cloud Core MSXDC G053.11+00.05 MM1", The Astrophysical Journal, vol. 863, Issue 1

Kim, Jeong-Gyu; Kim, Woong-Tae; Ostriker, Eve C., 2018, "Modeling UV Radiation Feedback from Massive Stars. II. Dispersal of Star-forming Giant Molecular Clouds by Photoionization and Radiation Pressure", The Astrophysical Journal, vol. 859,

Issue 1

Kim, Joonho; Karouzos, Marios; Im, Myungshin; Choi, Changsu; Kim, Dohyeong; Jun, Hyunsung D.; Lee, Joon Hyeop; Mezcuca, Mar, 2018, "Intra-Night Optical Variability of Active Galactic Nuclei in the Cosmos Field with the KMTNet", *Journal Of The Korean Astronomical Society*, vol. 51, Issue 4, pp. 89-110

Kim, M.-J.; Lee, H.-J.; Lee, S.-M.; Kim, D.-H.; Yoshida, F.; Bartczak, P.; Dudzinski, G.; Park, J.; Choi, Y.-J.; Moon, H.-K.; and 17 coauthors, 2018, "Optical observations of NEA 3200 Phaethon (1983 TB) during the 2017 apparition", *Astronomy & Astrophysics*, vol. 619

Kim, Seong Jin; Jeong, Woong-Seob; Goto, Tomotsugu; Lee, Hyung Mok; Shim, Hyunjin; Pearson, Chris; Im, Myungshin; Matsuhara, Hideo; Seo, Hyunjong; Hashimoto, Tetsuya; and 4 coauthors, 2018, "Characteristics of mid-infrared PAH emission from star-forming galaxies selected at 250 μm in the North Ecliptic Pole field", *Publications Of the Astronomical Society Of Japan*, vol. 71, Issue 1

Kim, Yongjung; Im, Myungshin; Jeon, Yiseul; Kim, Minjin; Hyun, Minhee; Kim, Dohyeong; Kim, Jae-Woo; Taak, Yoon Chan; Yoon, Yongmin; Choi, Changsu; and 8 coauthors, 2018, "The Infrared Medium-deep Survey. IV. The Low Eddington Ratio of A Faint Quasar at z similar to 6: Not Every Supermassive Black Hole is Growing Fast in the Early Universe", *The Astrophysical Journal*, vol. 855, Issue 2

Kim, Dohyeong; Im, Myungshin, 2018, "What makes red quasars red? Observational evidence for dust extinction from line ratio analysis", *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, vol. 610

Ko, Youkyung; Lee, Myung Gyoong; Park, Hong Soo; Sohn, Jubee; Lim, Sungsoon; Hwang, Narae, 2018, "Gemini/GMOS Spectroscopy of Globular Clusters in the Merger Remnant Galaxy M85", *The Astrophysical Journal*, vol. 859, Issue 2

Koga, Sumire C.; Sugita, Seiji; Kamata, Shunichi; Ishiguro, Masateru; Hiroi, Takahiro; Tatsumi, Eri; Sasaki, Sho, 2018, "Spectral decomposition of

asteroid Itokawa based on principal component analysis", *ICARUS*, vol. 299, Issue , pp. 386-395

Koo, Bon-Chul; Kim, Hyun-Jeong; Lee, Yong-Hyun; Raymond, John C.; Lee, Jae-Joon; Yoon, Sung-Chul; Moon, Dae-Sik, 2018, "A Deep Near-infrared [Fe II]+/[Si I] Emission Line Image of the Supernova Remnant Cassiopeia A", *The Astrophysical Journal*, vol. 866, Issue 2

Koo, Hanwool; Lee, Jounghun, 2018, "Detection of Intrinsic Spin Alignments in Isolated Spiral Pairs", *The Astrophysical Journal*, vol. 858, Issue 1

Kuo, C. Y.; Constantin, A.; Braatz, J. A.; Chung, H. H.; Witherspoon, C. A.; Pesce, D.; Impellizzeri, C. M. V.; Gao, F.; Hao, Lei; Woo, J.-H.; Zaw, Ingyin, 2018, "Enhancing the H₂O Megamaser Detection Rate Using Optical and Mid-infrared Photometry", *The Astrophysical Journal*, vol. 860, Issue 2

Kuroda, Daisuke; Ishiguro, Masateru; Watanabe, Makoto; Hasegawa, Sunao; Sekiguchi, Tomohiko; Naito, Hiroyuki; Usui, Fumihiko; Imai, Masataka; Sato, Mitsuteru; Kuramoto, Kiyoshi, 2018, "Significantly high polarization degree of the very low-albedo asteroid (152679) 1998 KU₂", *Astronomy & Astrophysics*, vol. 611

Kwon, Y. G.; Ishiguro, M.; Shinnaka, Y.; Nakaoka, T.; Kuroda, D.; Hanayama, H.; Takahashi, J.; Baar, S.; Saito, T.; Kawabata, M.; and 9 coauthors, 2018, "High polarization degree of the continuum of comet 2P/Encke based on spectropolarimetric signals during its 2017 apparition", *Astronomy & Astrophysics*, vol. 620

Lee, Jounghun, 2018, "A New Perspective on the Large-scale Tidal Effect on the Galaxy Luminosity and Morphology", *The Astrophysical Journal*, vol. 867, Issue 1

Lee, Mingyeong; Ishiguro, Masateru, 2018, "Opposition effect on S-type asteroid (25143) Itokawa", *Astronomy & Astrophysics*, vol. 616

Lee, Myung Gyoong; Kang, Jisu; Im, Myungshin, 2018, "A Globular Cluster Luminosity Function Distance to NGC 4993 Hosting a Binary Neutron Star Merger GW170817/GRB 170817A", *The Astrophysical Journal*, vol. 859, Issue 1

- Lee, Jounghun, 2018, "Estimating the Turn-around Radii of Six Isolated Galaxy Groups in the Local Universe", *The Astrophysical Journal*, vol. 856, Issue 1
- Lee, Jounghun; Kim, Suk; Rey, Soo-Chang, 2018, "Linear Tidal Vestige Found in the WM Sheet", *The Astrophysical Journal*, vol. 860, Issue 2
- Liu, Chang; Cao, Wenda; Chae, Jongchul; Ahn, Kwangsu; Prasad Choudhary, Debi; Lee, Jeongwoo; Liu, Rui; Deng, Na; Wang, Jiasheng; Wang, Haimin, 2018, "Evolution of Photospheric Vector Magnetic Field Associated with Moving Flare Ribbons as Seen by GST", *The Astrophysical Journal*, vol. 869, Issue 1, pp. 13
- Lyman, J. D.; Lamb, G. P.; Levan, A. J.; Mandel, I.; Tanvir, N. R.; Kobayashi, S.; Gompertz, B.; Hjorth, J.; Fruchter, A. S.; Kangas, T.; Im, M.; and 25 coauthors, 2018, "The optical afterglow of the short gamma-ray burst associated with GW170817", *NATURE*, vol. 2, Issue 9, pp. 751-754
- Madore, Barry F.; Freedman, Wendy L.; Hatt, Dylan; Hoyt, Taylor J.; Monson, Andrew J.; Beaton, Rachael L.; Rich, Jeffrey A.; Jang, In Sung; Lee, Myung Gyoan; Scowcroft, Victoria; Seibert, Mark, 2018, "The Near-infrared Tip of the Red Giant Branch. I. A Calibration in the Isolated Dwarf Galaxy IC 1613", *The Astrophysical Journal*, vol. 858, Issue 1
- Moriya, Takashi J.; Förster, Francisco; Yoon, Sung-Chul; Gräfener, Götz; Blinnikov, Sergei I., 2018, "Type IIP supernova light curves affected by the acceleration of red supergiant winds", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, vol. 476, Issue 2, pp. 2840-2851
- Nayyeri, H.; Ghotbi, N.; Cooray, A.; Bock, J.; Clements, D. L.; Im, M.; Kim, M. G.; Korngut, P.; Lanz, A.; Lee, H. M.; and 12 coauthors, 2018, "Spitzer Observations of the North Ecliptic Pole", *The Astrophysical Journal SUPPLEMENT SERIES*, vol. 234, Issue 2
- Oh, Heeyoung; Pyo, Tae-Soo; Koo, Bon-Chul; Yuk, In-Soo; Kaplan, Kyle F.; Lee, Yong-Hyun; Sokal, Kimberly R.; Mace, Gregory N.; Park, Chan; Lee, Jae-Joon; and 4 coauthors, 2018, "High-resolution Near-IR Spectral Mapping with H-2 and [Fe II] Lines of Multiple Outflows around LkH alpha 234", *The Astrophysical Journal*, vol. 858, Issue 1
- Ohyama, Y.; Wada, T.; Matsuhara, H.; Takagi, T.; Malkan, M.; Goto, T.; Egami, E.; Lee, H.-M.; Im, M.; Kim, J. H.; and 17 coauthors, 2018, "AKARI mid-infrared slitless spectroscopic survey of star-forming galaxies at $z \sim 0.5$ ", *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, vol. 618
- Pancoast, A.; Barth, A. J.; Horne, K.; Treu, T.; Brewer, B. J.; Bennert, V. N.; Canalizo, G.; Gates, E. L.; Li, W.; Malkan, M. A.; Woo, J.-H.; and 16 coauthors, 2018, "Stability of the Broad-line Region Geometry and Dynamics in Arp 151 Over Seven Years", *The Astrophysical Journal*, vol. 856, Issue 2
- Park, Geumsook; Koo, Bon-Chul; Kim, Kee-Tae; Byun, Do-Young; Heiles, Carl E., 2018, "Galactic HCO⁺ absorption toward compact extragalactic radio sources", *ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE*, vol. 363, Issue 7
- Park, Jongho; Kam, Minchul; Trippe, Sascha; Kang, Sincheol; Byun, Do-Young; Kim, Dae-Won; Algaba, Juan-Carlos; Lee, Sang-Sung; Zhao, Guang-Yao; Kino, Motoki; and 6 coauthors, 2018, "Revealing the Nature of Blazar Radio Cores through Multifrequency Polarization Observations with the Korean VLBI Network", *The Astrophysical Journal*, vol. 860, Issue 2
- Pearson, Chris; Barrufet, Laia; Campos Varillas, Maria del Carmen; Serjeant, Stephen; Clements, David L.; Goto, Tomotsugu; Im, Myungshin; Jeong, Woong-Seob; Kim, Seong Jin; Matsuhara, Hideo; and 2 coauthors, 2018, "The Herschel-PACS North Ecliptic Pole Survey", *Publications of the Astronomical Society of Japan*, vol. 71, Issue 1
- Rakshit, Suvendu; Woo, Jong-Hak, 2018, "A Census of Ionized Gas Outflows in Type 1 AGNs: Gas Outflows in AGNs. V", *The Astrophysical Journal*, vol. 865, Issue 1
- Raymond, J. C.; Koo, B.-C.; Lee, Y.-H.; Milisavljevic, D.; Fesen, R. A.; Chilingarian, I., 2018, "The Temperature and Ionization of Unshocked

Ejecta in Cas A", The Astrophysical Journal, vol. 866, Issue 2

Ryu, Jinhyuk; Lee, Myung Gyoong, 2018, "A WISE Survey of New Star Clusters in the Central Plane Region of the Milky Way", The Astrophysical Journal, vol. 856, Issue 2

Ryu, Jinhyuk; Lee, Myung Gyoong, 2018, "Discovery of Two New Globular Clusters in the Milky Way", The Astrophysical Journal, vol. 863, Issue 2

Scott, T. C.; Lagos, P.; Ramya, S.; Sengupta, C.; Paudel, S.; Sahu, D. K.; Misra, K.; Woo, J.-H.; Sohn, B. W., 2018, "Arp 202: a TDG formed in a parent's extended dark matter halo?", Monthly Notices Of The Royal Astronomical Society, vol. 475, Issue 1, pp. 1148-1159

Seo, Minju; Quintero Noda, Carlos; Lee, Jeongwoo; Chae, Jongchul, 2018, "Development of the SNU Coelostat: Conceptual Design", Journal of the Korean Astronomical Society, vol. 51, Issue 6, pp. 207-214

Shin, Jaejin; Plotkin, Richard. M.; Woo, Jong-Hak; Gallo, Elena; Mulchaey, John S., 2018, "A Catalog of X-Ray Point Sources in the Abell 133 Region", The Astrophysical Journal Supplement Series, vol. 238, Issue 2

Troja, E.; Ryan, G.; Piro, L.; van Eerten, H.; Cenko, S. B.; Yoon, Y.; Lee, S.-K.; Im, M.; Sakamoto, T.; Gatkine, P.; Kutyrev, A.; Veilleux, S., 2018, "A luminous blue kilonova and an off-axis jet from a compact binary merger at $z=0.1341$ ", NATURE COMMUNICATIONS, vol. 9

Udalski, A.; Han, C.; Bozza, V.; Gould, A.; Bond, I. A.; and; Mróz, P.; Skowron, J.; Wyrzykowski, L.; Szymanski, M. K.; Kim, W.-T.; and 63 coauthors, 2018, "OGLE-2014-BLG-0289: Precise Characterization of a Quintuple-peak Gravitational Microlensing Event", The Astrophysical Journal, vol. 853, Issue 1

Williams, Peter R.; Pancoast, Anna; Treu, Tommaso; Brewer, Brendon J.; Barth, Aaron J.; Bennert, Vardha N.; Buehler, Tabitha; Canalizo, Gabriela; Cenko, S. Bradley; Clubb, Kelsey I.; and

15 coauthors, 2018, "The Lick AGN Monitoring Project 2011: Dynamical Modeling of the Broad-line Region", The Astrophysical Journal, vol. 866, Issue 2

Woo, Jong-Hak; Le, Huynh Anh N.; Karouzos, Marios; Park, Dawoo; Park, Daeseong; Malkan, Matthew A.; Treu, Tommaso; Bennert, Vardha N., 2018, "Calibration and Limitations of the MgII Line-based Black Hole Masses", The Astrophysical Journal, vol. 859, Issue 2

Yang, Heesu; Xu, Zhi; Lim, Eun-Kyung; Kim, Sujin; Cho, Kyung-Suk; Kim, Yeon-Han; Chae, Jongchul; Cho, Kyuhyun; Ji, Kaifan, 2018, "Observation of the Kelvin-Helmholtz Instability in a Solar Prominence", The Astrophysical Journal, vol. 857, Issue 2, pp. 9

Zhao, Guang-Yao; Algaba, Juan Carlos; Lee, Sang Sung; Jung, Taehyun; Dodson, Richard; Rioja, Maria; Byun, Do-Young; Hodgson, Jeffrey; Kang, Sincheol; Kim, Dae-Won; Trippe, Sascha; and 7 coauthors, 2018, "The Power of Simultaneous Multi-frequency Observations for mm-VLBI: Beyond Frequency Phase Transfer", The Astronomical Journal, vol. 155, Issue 1

세종대학교 천문우주학과

1. 인적사항

세종대학교 물리천문학과에는 천문학을 전공하는 전임 교수로 성환경, 이희원, 이재우, 채규현, 김성은, M. van Putten, G. Rossi, 오세현 회원이 재직하고 있다. 강영운 회원은 2018년 8월에 정년 퇴임하였으며, 2019년 3월에 오세현 회원이 신임 교수로 부임하였다. 2019년 2월에 허정은 회원이 박사학위를 받았으며 이소라 회원과 이영배 회원이 석사 학위를 받았다. 박사과정에는 P. Rittipruk, 공인택, 윤소영, 이경민 회원이 석·박 통합과정에는 최두현, 장석준, 이영민, 김태하, 최보은 회원이, 석사과정에는 남승현, 김슬기, 김미경 회원이 재학하고 있다.

2. 연구 및 학술활동

성환경 회원은 남승현, 김슬기 회원과 함께 2018년 2월 칠레 CTIO의 0.9m 망원경을 사용하여 7일간 남반구 젊은 산개성단의 탐사관측을 수행하였으며, 8월에는 오

스트리아 빈에서 개최된 국제천문연맹 총회에 참석하여 IAUGA2021 조직위원회 재정위원장으로써 총회의 진행 및 행사내용 등을 돌아보았다.

성환경 회원이 진행하고 있는 연구는 오리온성운의 서쪽에 있는 소규모 별생성영역인 MBM 110의 별생성 연구로, MBM 110과 같은 소규모 별생성영역이 은하전반에 걸친 별생성에 매우 큰 기여를 한다는 사실을 발견하였다. 한국연구재단의 국외포닥지원사업으로 벨기에 리에주 대학에서 연구를 수행중인 임범두 박사와 함께 MMT/Hectochelle 관측자료를 사용하여 젊은 산개성단 NGC 1893의 2차 별생성에 대한 연구를 수행하였으며, 또 중년 산개성단 M11의 자전속도 연구를 통해 산개성단을 구성하는 별의 자전속도가 매우 다양하며, 이로 인한 색지수의 차이로 주계열 전향점의 넓은 폭을 설명할 수 있다는 결과를 얻었다. 이 결과는 11월 6일자 Nature Astronomy 온라인 판에 게재되었다.

현재 지도학생으로는 석사과정의 남승현, 김슬기 회원이 있으며, 학사과정의 조준우 회원도 2019년도에 석사과정에 진학할 예정이다. 남승현 회원은 독수리성운 M16의 측광연구를 수행 중이며, 김슬기 회원은 오리온성운에 있는 원시행성계원반의 특성을 연구하고 있다. 조준우 회원은 젊은 산개성단 M8의 측광학적 연구를 계획하고 있다.

이희원 회원은 2018년 1학기까지 연구년을 보내고 2학기에 복귀하였으며 2019년 3월부터 세종대학교 물리천문학과와 천문학 주임 교수직을 맡고 있다. 이희원 회원은 공생별과 어린 행성상성운에서 질량 손실 및 질량 이동 과정과 초기 우주의 라이먼 알파 방출 천체와 활동성은하핵에서 복사 전달을 연구하고 있다. 이희원 회원은 2015년 6월부터 칠레 University of La Serena에 재직 중인 Rodolfo Angeloni 교수, Las Campanas Observatory에 재직 중인 Francesco Di Mille 박사, National University of Cordoba에 재직 중인 Tali Palma 교수와 함께 한국-칠레 협력 연구 사업을 추진하였으며 2018년 1월부터 2기 한-칠레 협력 연구를 이어가고 있다. 이희원 회원의 지도로 Atomic Raman Spectroscopy of Symbiotic Stars를 주제로 2019년 2월에 박사 학위를 취득하였다. 특히 허정은 회원은 학위과정 중 우수한 연구 실적을 인정 받아 세종대 대학원으로부터 공헌상을 수상하였다. 이희원 회원은 장석준 회원, 이영민 회원, 최보은 회원과 김미경 회원을 지도하고 있다. 이영민 회원은 한국천문연구원의 김효선 회원과 함께 FLASH 코드를 사용하여 공생별에서 강착 원반 형성 과정의 유체역학 연구를 수행하고 있다. 장석준 회원은 초기 우주의 라이먼 알파 방출 천체에서 라이먼 알파선의 복사전달을 한국천문연구원의 양유진 박사와 선광일 박사, Arizona 대학의 Zabudoff 교수와 함께 연구하고 있으며 수소 원자의 정확한 산란단면적 계산을 적용하여 초기 우주의 재이온화 과정과 관련된 복사 전달 연구를 수행하고 있다. 2019학년도 석박사통합 과정에 입

학한 최보은 회원은 Grid base MC code를 사용하여 라만 He II 산란선의 원자물리학적 성질과 후퇴하는 수소 지역에서 형성 과정을 연구하고 있으며 어린 행성상성운 IC5117의 라만 산란된 He II 분광선을 분석하고 있다. 2019학년도 석사 과정에 입학한 김미경 회원은 초기 우주의 재이온화 과정을 연구하고 있으며 천문학 분야의 과학 확산 활동을 활발히 수행하고 있다.

이재우 회원은 지난 10년간 칠레의 세로토롤로 미국립천문대 망원경을 이용한 남반구 구상성단 확장 스트림그렌 협대역 측광 전천 탐사 관측을 종료하였으며, 2017년 WIYN cosortium의 공식 파트너로 참가하여 북반구 구상성단에 대한 전천 탐사 관측을 새로이 시작하였다. 이재우회원의 측광자료는 CaII H&K를 측정하는 확장 스트림그렌 측광계 이외에 이재우회원이 최초로 고안한 CN38과 CH G band 흡수선 세기를 측정하기 위한 JWL39와 JWL43 측광계를 포함하며, 구상성단의 중금속 함량과 함께 CN, CH분자선을 이용한 매우 정밀한 질소와 탄소의 함량을 동시에 측정할 수 있으며, 이 결과들을 논문에 발표하였다. 이와 더불어 2018년 가을, 이재우회원은 NH band를 측정할 수 있는 JWL34 필터를 세계 최초로 개발하였다. 2019년 2월 미국 아리조나 키트 피크 천문대에서 시험관측을 시도하였으나 북미대륙의 장기 이상 기상 악화로 관측에 실패하였으며, 2019년 5월 추가관측을 계획하고 있다. 이재우회원의 새로운 측광시스템은 구상성단 다중종족 형성과정 및 은하형성과정을 이해하는데 매우 중요한 역할을 수행할 것이다.

김성은 회원은 테라헤르츠 및 전파 천문학 연구실을 운영하고 있으며, 1100 micro m observations of high-z protocluster environments에 대한 공동연구 논문을 2018년 10월 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society에 게재하였으며, 한국연구재단 융합 ICT 프로그램 지원을 받아 수행해 온 연구 결과 중일부를 '우주 공간 부피변화 체험을 위한 4차원 객체 생성 서버 및 방법'으로 지식 재산권(특허) 출원 및 등록하였다.

반푸텐 회원은 중력파, 우주론 및 외계 행성계 연구를 수행하고 있으며 KAGRA, THESEUS, LISA, CHEA의 멤버로 활동하고 있다. 반푸텐 회원은 GW170817의 post-merger의 extended emission 관측을 보고하였으며 SPARC 자료와 Λ CDM 은하 모형 사이의 불일치와 H_0 텐션과 Vafa의 swamp land 가설과의 연관성을 연구하였다. 쌍성계에서 역회전하는 P형 행성 궤도의 동력학적 안정성에 대한 Dvorak의 연구 결과를 확장하였다. GW170817EE는 GW170817 직후에 형성된 질량이 큰 중성자별의 병합과 core-collapse에 이어 형성된 블랙홀의 스핀 에너지로부터 에너지를 공급받은 것으로 해석된다. 이 연구 결과는 200 테라플롭의 성능을 갖춘 전용

수치 계산 장비를 사용하여 얻었다. 이러한 model-independent deep search 기법은 향후 LIGO-VIRGO, KAGRA, THESEUS 관측 자료에 숨어 있을 수 있는 core collapse 초신성의 extended emission을 찾는 데에 유용할 것으로 기대된다. 우주론 분야에서는 경로 적분에 의한 양자 중력에서 우주론적 지평선에서 비롯되는 동력학적 암흑에너지에 대한 Pantheon 자료의 예비적 증거를 다루고 있다. 은하 회전 곡선에 대한 연구를 이경민 회원과 수행하고 있으며 홍채린, 이소라 회원과 외계 행성 연구를 진행하고 있다.

로시 회원은 2018년에 중성미자 우주론, 은하 및 퀘이사 클러스터링, 고해상도 유체역학 시뮬레이션과 모형(mock) 카탈로그(슬론 디지털 전천탐사와 DESI, LSST와 같은 추후 대규모 우주론 탐사에 적용가능한) 제작 연구를 수행하였다. 특히, KISTI 슈퍼컴퓨터 사용권(KSC-2018-G3-0008, KSC-2018-T1-0017, KSC-2018-T1-0033, KSC-2018-T1-0061) 덕분에 로시 교수는 우주론 유체역학 시뮬레이션 세트 개발과 사후 처리를 완료하였다. 로시 회원은 SDSS-IV eBOSS 연구단과 함께 새로운 적색편이 범위의 eBOSS 퀘이사들로 처음으로 BAO 측정하여 이에 대해 협력연구단의 주요 연구를 (Ata et al. 2018) 요약한 영향력 높은 여러 논문을 출판하고 또한 많은 언론에 발표되었다. 또한 최근 DR14 eBOSS 자료 분석, 퀘이사 카탈로그 (Paris et al. 2018) 최종 출판, 그리고 세종대학교-SISSA 간 협약 체결에 관련해 두 편의 논문(De Zotti et al. 2018, Natoli et al. 2018)을 출판하는 데 기여하였다. 특히, 2018년에 SDSS-IV 연구단은 2년간(2014년 7월 - 2016년 7월)의 누적 자료를(DR14; Abolfathi et al. 2018) 성공적으로 공개하였다. 2018년에 Rossi 회원은 우주론 연구실 연구원들과 함께 SDSS-IV 협력 연구단 정기 국제 학회를 개최하였다. 세종대학교 주최로 전 세계 100여명의 참가자들이 참가하였고, 세종대학교 홍보에 크게 기여하였다. 또한, 연구실에서 두 학생이 뮌헨, 파리에서 개최된 SDSS-IV eBOSS 학회에 참가하였고, 그 중 한 학생 이영배 회원은 eBOSS 라이먼 알파선 연구로 석사학위를 수여받았다. G. Rossi 교수는 현재 SDSS-IV eBOSS 시뮬레이션 연구 그룹에서 대표로 활동하며 SDSS 연구단이 사용할 수 있도록 미국 국가 에너지 연구 과학 컴퓨팅 센터(NERSC)의 슈퍼컴퓨팅 장비(Cori, Edison)를 관리하고 있고, 2018년에는 추가적으로 슈퍼컴퓨팅 할당량을 성공적으로 획득하였다. 로시 회원은 DESI의 speakers board의 대표로도 활동하고 있다. 2018년 1월부터, 로시 회원은 연구 결과들을 여러 국내외 학회에서 발표하고, 콜로퀴움과 세미나(특히 베이징에 칭화대학교 물리천문센터)에 연사로 초청받았다. 또한 많은 외부 활동 가운데, 가장 주목할 만한 활동으로, 2018년 4월 주한 이탈리아 대사 관저에서 한국과 이탈리아의 과학 교류를 증진하기 위해 레오나르도 다 빈치 탄생일에 열리는 제 1회 '이탈리아 연구의 날'에 참여하였다.

오세현 회원은 고분해능 중성수소 선 스펙트럼 관측을 통해 외부은하들의 동역학 분석과 함께 이들이 1) 은하 내 물질분포 및 별 생성, 2) 성간물질의 구조와 운동학 및 궁극적으로 3) 은하 형성과 진화에 미치는 영향을 연구하고 있다. 이를 위해, 호주와 남아프리카공화국에서 현재 운용 중인, Square Kilometre Array(SKA) Pathfinders (ASKAP, MeerKAT)를 사용한 고분해능 외부은하 중성수소 관측 프로젝트들 (WALLABY, MHONGOOSE)에 참여해오고 있다. 이러한 고감도/고분해능 외부은하 중성수소 관측들은 sub-kpc 스케일에서, 성간물질들의 형태학적/운동학적 구조, 별 생성 조건 및 은하 내 물질분포에 대한 새로운 정보와 관점을 제공할 것이다. 오세현 회원은 이로부터 얻어질 수천 개 은하들의 동역학 및 성간물질 구조 분석을 위해 베이지안 통계 분석 기법을 사용한 3차원 전파데이터 분석 알고리즘과 소프트웨어를 개발하였다 (Oh et al. 2018, Oh et al. 2019). 이들은 호주 ASKAP을 사용한 남반구 외부은하 중성수소 전천 탐사 프로젝트인, WALLABY의 은하 동역학 및 성간물질 구조 분석 소프트웨어로 사용될 것이다.

3. 연구 및 교육시설

세종대학교가 보유하고 있는 가장 중요한 관측시설은 76cm 반사망원경이다. 소백산천문대에서 곤지암 노곡리 세종대 부지로 이전·설치한 2012년 이후 망원경의 구동부 등에 이상이 있어 사용하지 못하였다. 76cm 반사망원경은 학부생들의 관측실습 및 공개 행사 등에 사용할 목적으로 ㈜에스엘랩에 의뢰하여 2015년부터 망원경의 구동, 제어부와 부경을 수리하여 정상화를 달성하였다. 현재 망원경이 설치된 건물의 보강 작업 및 난간 설치를 계획하고 있다. 곤지암 추곡리 관측소에는 40cm 반사망원경이 설치되어 있지만 지난 수년간 사용을 하지 못하였는데, 작동상태를 면밀히 검토하였으며 수리계획을 수립하여 정상화를 이루고자 노력하고 있다. 이전에 구축하였던 40cm 반사망원경 및 부속시스템은 노후화로 인하여 정상적인 작동이 어려웠으며, ㈜아스트로캠프를 통하여 40cm 망원경, 가대 그리고 부속장비를 구매하였다. 현재 관측실의 리모델링을 계획하고 있으며, 완공 후 학부생들의 관측실습 및 공개 행사 등에 사용될 예정이다. 세종대학교 물리천문학과는 외국의 천문대 공동운영에도 참여하고 있다. 이재우회원은 WIYN Consortium의 공식 파트너로 참여하여 WIYN 0.9m 천문대의 공동 운영 및 관측 장비를 이용한 구상성단 다중종족에 대한 연구를 수행하고 있다. 그리고 Rossi 회원은 슬론 디지털 전천 탐사 (SDSS)의 파트너로 참여하여 대규모 관측자료를 이용한 우주론 연구를 수행하고 있다.

학부학생들의 관측실습은 교내 영실관 옥탑의 간이관측소에 설치되어 있는 11인치 반사망원경 및 다수의 소형 굴절망원경을 이용하고 있다. 또 SRT 소형 전파망원경으로 사용하여 전파관측 실습을 하고 있다. 학생들의

컴퓨터 교육을 위해 천문계산실에 총 18대의 PC를 구비하고 있으며, Linux/Windows 운영환경을 제공하고 있다. 학부생의 취미 및 장래 진로를 위해 학과 내에 천문 관측동아리 AJA와 컴퓨터 프로그래밍 동아리 ASC가 학생들의 자발적인 활동으로 활발하게 유지·운영이 되고 있으며, 졸업생의 취업에 많은 기여를 하고 있다.

4. 연구논문

Lim, B., Sung, H., Bessell, M. S., Lee, S., Lee, J.-J., Oh, H., Hwang, N., Park, B.-G., Hur, H., Hong, K., & Park, S. 2018, MNRAS, 477, 1993, "Kinematic evidence for feedback-driven star formation in NGC 1893"

Lim, B., Rauw, G., Nazé, Y., Sung, H., Hwang, N., & Park, B.-G. 2019, Nature Astronomy, 3, 76, "Extended main sequence turn-off originating from a broad range of stellar rotational velocities"

Lee, J.-W. 2018, ApJS, 238, 24, "Multiple Stellar Populations of Globular Clusters from Homogeneous Ca-CN Photometry. III. NGC 6752"

Lee, J.-W. 2019, ApJ, 872, 41, "Multiple Stellar Populations of Globular Clusters from Homogeneous Ca-CN Photometry. IV. Toward Precision Populational Tagging"

Zeballos, M. et al. 2018, MNRAS, 479, 4577, "AzTEC 1.1 mm observations of high-z protocluster environments: SMG overdensities and misalignment between AGN jets and SMG distribution"

Chang, S.-J., H.-W. Lee, 2018, ApJ, 866, 129, Broad Wings around H α and H β in the Two S-type Symbiotic Stars Z Andromedae and AG Draconis

Se-Heon Oh, Lister Staveley-Smith & Bi-Qing For, 2019, accepted for publication in MNRAS

Se-Heon Oh, Lister Staveley-Smith, Kristine Spekkens, Peter Kamphuis & Barbel Koribalski 2018, MNRAS, 473, 3256

Abbott, B.P., et al. (1100 authors), 2018, "Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo and KAGRA," Living Reviews Relativity, 21, 3

Stratta, G., et al. (58 authors), 2018, "THESEUS: A key space mission concept for multi-messenger astrophysics," AdSpR, 62, 662

Amati, L., et al. (58 authors), 2018, "The THESEUS space mission concept: science case, design and expected performances," AdSpR, 62, 191

Akutsu, T., et al., 2019, "KAGRA: 2.5 generation interferometric gravitational wave detector, Nat.

Astron. 3, 35"

van Putten, M.H.P.M., & Della Valle, M., 2019, "Observational evidence for Extended Emission to GW170817," MNRAS, 482, L46

van Putten, M.H.P.M., 2018, "Self-similar galaxy dynamics below the de Sitter scale of acceleration," MNRAS, 481, L26

van Putten, M.H.P.M., 2018, "Accelerated cosmological expansion without tension in the Hubble parameter: Fast evolution of the Hubble parameter $H(z)$," EPJC Conf., 168, 08005

O Colgain, E., van Putten, M.H.P.M., & Yavartanoo, H., 2018, "Observational consequences of H_0 -tension in de Sitter Swampland," arXiv:1807.07451, under review

Hong, C., & van Putten, M.H.P.M., "On the stability of corotating and counter rotating P-type orbits around stellar binaries: a numerical study," under review

Lee, S., & van Putten, M.H.P.M., "Global climate by Rossby number in the solar system planets," submitted

van Putten, M.H.P.M., Della Valle, M., & Levinson, 2019, "Extended multi-messenger emission from the compact remnant in GW170817", under review

van Putten, M.H.P.M., 2018, "GPU-accelerated broadband analysis of multi-messenger light curves of GRBs," MmSAI, v89, 274

van Putten, M.H.P.M., et al., "Deep searches for broadband extended emission in gravitational waves in nearby core-collapse supernovae," under review

van Putten, M.H.P.M., "Alleviating Λ CDM tension in Pantheon data in late time quantum cosmology," under review

Aguado D. et al. (Rossi, G., 230 authors), 2019, ApJS, 240, 23, "The Fifteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: First Release of MaNGA-derived Quantities, Data Visualization Tools, and Stellar Library"

Zhao, G.-B. et al. (Rossi, G.), 2019, MNRAS, 482, 3497, "The clustering of the SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey DR14 quasar sample: a tomographic measurement of cosmic structure growth and expansion rate based on optimal redshift weights"

Hou, J. et al. (Rossi, G.), 2018, MNRAS, 480, 252, "The clustering of the SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey DR14 quasar sample: anisotropic clustering analysis in configuration space"

Vargas-Magana, M. et al. (Rossi, G.), 2018, MNRAS, 477, 1153, "The clustering of galaxies in the completed SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: theoretical systematics and Baryon Acoustic Oscillations in the galaxy correlation function"

Paris, I. et al. (Rossi, G.), 2018, A&A, 613, 51, "The Sloan Digital Sky Survey Quasar Catalog: Fourteenth data release"

연세대학교 천문우주학과

1. 인적사항

본 학과는 2019년 3월 현재, 교수진 12 명(이영욱, 변용익, 김용철, 김석환, 박상영, 손영중, 이석영, 윤석진, 정애리, 박찬덕, 지명국, 김태선)과 명예교수진 3명(나일성, 천문석, 최규홍), 그리고 연세-KASI 학연협력 객원교수진 3명(조세형, 손봉원, 변도영)으로 구성되어 있다. 학과 및 천문대 소속의 박사 후 전문 연구원 16명, 대학원 석박사 통합과정 33 명, 박사과정 25 명, 석사과정 16 명, 그리고, 학부생 160 여 명으로 구성되어 있다. 5년 전부터 연세대학교 차원에서 진행되고 있는 정책으로, 학부 1학년 신입생들은 모두 인천 국제캠퍼스에서 1년간 기숙사 생활을 하면서 Residential College 교육을 받고 있다.

학과 교수진의 활동을 요약하면 다음과 같다. 변용익 교수는 2019년 3월부터 1년 임기의 학과장직을 수행하고 있다. 이영욱 교수는 한국연구재단 선도연구센터육성사업(SRC)의 지원으로 연세대 교핵연구소로 설립된 은하 진화연구센터의 센터장직을 수행하고 있다. 김석환 교수는 2019년 3월부터 1년간 연세대학교 천문대 대장직을 수행하며 기여하고 있다. 박상영 교수는 한국우주과학회 이사와 한국항공우주학회 평의원으로 활동하고 있다. 손영중 교수는 연세대학교 광과학공학과 주임교수와 한국우주과학회 포상위원으로 활동하고 있으며, 현재 연세대학교 교무처장으로 봉사하고 있다. 윤석진 교수는 한국천문학회 IAU GA 2021 유치위원회 위원, 운영위원회 위원을 거쳐 현재 조직위원회 위원으로 활동하고 있다. 이석영 교수는 천문학회 이사, 천문학회지와 천문학 논총의 편집위원으로 활동하고 있으며, 정애리 교수는 한국천문학회 학술위원회 위원으로 활동하고 있다. 박찬덕 교수는 2014년 1월부터 한국우주과학회에서 발행하는 학술지 Journal of Astronomy and Space Sciences (JASS)의 편집위원으로 활동하고 있다.

본 학과는 역량있는 천문우주학 전공의 박사들을 배출해내는 교육기관으로서의 책임을 다하고 있으며, 2016년

6월에는 조혜전 회원(지도교수 이영욱)이, 2017년 2월에는 오슬희 회원(지도교수 이석영)이, 2018년 3월에는 류동욱 회원(지도교수 김석환) 이 박사학위를 받았으며, 2018년 8월에는 김영로 회원과 장소희 외원(지도교수 이영욱)이 박사학위를 받았다. 또한 본 학과에는 학과 및 천문대 소속의 박사후 연구원(박기훈, 임동욱, 조혜전, Mario Pasquato, 김학섭, 김수영, 장서원, 윤미진, Chandreyee Sengupta, Samyaday Choudhury, 오슬희, 임동욱, 장소희, 김영로, Kewei Xia, Dr. Sanjaya Paudel)과 1명의 연구교수 (정철)가 활발한 연구 활동을 펼치고 있다. 그리고 Yonsei Frontier Lab 프로그램의 일환으로 옥스퍼드 대학교의 Martin Bureau 교수가 방문 중에 있다.

2. 연구 및 학술 활동

이영욱 교수는 우리은하 별지의 구조와 형성기원에 대한 새로운 이론을 제시하고 현재 국제학계와 치열한 논쟁을 펼치고 있다. 이를 위해 임동욱, 홍승수 회원과 함께 우리은하 별지 red clump 항성들의 마젤란 고해상도/제미니 저해상도 분광관측을 수행 중이며, 정철 회원과는 별지와 초기형은하의 진화종속합성모델을 구축하고 있다. 장소희 회원과는 우리은하 구상성단과 Local Group 왜소은하들의 수평계열 및 RR Lyare 변광성의 항성진화모델링을 수행하고, 김재연 회원과는 구상성단의 다중항성종족을 설명하는 새로운 화학적진화 모델을 성공적으로 구축하였다. 그리고 강이정, 김영로 회원과는 암흑에너지의 발견에 결정적 역할을 하는 Ia형 초신성의 광도에 은하 내 항성종족의 진화가 미치는 영향을 분석하기 위한 호스트 은하의 분광관측 및 광도곡선 분석 연구를 계속 수행하고 있다. 또한 박승현 회원과는 APOGEE 자료를 이용하여 우리은하 별지 항성들의 분광 자료를 분석하고 있다.

변용익 교수는 대만 및 미국의 협력연구자들과 함께, 카이퍼벨트 천체들의 분포를 알아내기 위한 성식 관측연구의 2단계 사업으로 초고속 대형카메라를 장착한 1.3미터 광시야망원경 3기를 멕시코 SPM 관측소에 건설 중이다. 높은 정밀도의 시계열 자료 분석을 통한 저 질량 항성들의 변광 특성을 연구하고 있으며, 소행성 및 혜성체의 광도변화와 소행성 종족 분포에 대한 연구, 그리고 우주물체 감시기술 개발 활동 등을 하고 있다.

김용철 교수는 생성 초기 항성의 내부구조와 활동성 연구, 항성표면 복사유체 수치모사연구, 그리고 등연령곡선 제작 등의 3가지 연구를 진행하고 있다. 항성에서 관측되는 활동성(activity)의 관측 자료와 상세한 내부구조의 이론적 모형을 함께 연구하여 항성구조와 항성 자기활동성의 인과관계를 체계적으로 이해하고자 하는 것이 활동성 연구의 궁극적 목표이다. 박기훈 회원과 함께 수행하고 있는 항성표면 복사유체 수치모사연구는 복사와

유체의 상호 작용을 고려한 항성표면 수치모사를 통해 항성대기와 분광 스펙트럼합성을 수행하고, 이로 부터 분광 자료 분석의 이론적 체계를 정립하는 것이 연구의 목표이다. 그리고 등연령곡선 연구는 다양한 개별 원소의 영향이 성단 색 등급도에 어떻게 나타나는지를 체계적으로 설명하는 연구를 수행하고 있으며, 외계 항성계의 모항성에 대한 표준 모형을 구축하는 연구는 박기훈 회원의 주도로 진행되고 있다.

김석환 회원이 운용하는 우주광학연구실은 University of Arizona(USA)의 교수 및 연구진들, 그리고 국제적인 광 해석 기업인 Breault Research Organization 과 함께 위성 광학시스템 및 대구경 광학 시스템의 성능 해석, 가공 제작, 조립, 정렬, 성능 측정과 3차원 지구 광학 모델과 통합적 광선추적 기법을 사용한 외계행성관측 분야에서 다양한 공동연구들을 수행 중에 있다. 그 밖에도 특별히 국방과학연구소, 한화탈레스 및 LIG 넥스원 등과 같은 대규모 방산 기업들을 포함하는 다양한 국내외 기업들과 긴밀한 공동연구를 수행 하고 있다. 이와 같은 국제적 수준의 연구 활동을 통해 다수의 졸업생들이 해외 유수 대학으로 유학, 국내외 국책연구소 및 대기업 연구소 등으로 활발히 진출하여 나가고 있다.

박상영 회원이 지도하는 우주비행제어 연구실(Astrodynamic and Control Lab)은 편대비행 위성의 궤도 결정 및 제어, 자세결정 및 제어, 위성 자세제어 하드웨어 시뮬레이터, 편대비행 설계 및 최적화, 상대우주 항법에 관한 연구를 꾸준히 수행하고 있으며, 편대위성들의 우주항법을 검증하기 위한 하드웨어 시스템도 개발하고 발전시키고 있다. 특히, 차세대 분리형 우주망원경의 기술검증을 위하여 두기의 큐브위성(CANYVAL-X)을 개발하여 2018년 1월에 발사하였다. 또한 차기 우주미션(CANYVAL-C)으로 태양의 코로나를 우주에서 관측하는 큐브위성을 개발하고 있다. 국방광역 감시센터의 연구일환으로서 레이저를 이용하여 위성 간 상대거리를 정밀하게 측정하는 연구를 수행중이며, 위성간 도킹과 랑데부 등의 근접운행 알고리즘도 개발하고 있다. 또한 광학망원경을 이용한 우주감시를 위한 궤도분석도 하고 있으며, 한국형 달 탐사의 지상국 시스템에 필요한 소프트웨어를 개발하였다. 이러한 연구성과를 바탕으로 2018년에 초소형위성센터를 설립하였으며, 교내 여러 연구실과 함께 초소형위성에 필요한 본체/탑재체/영상분석에 대한 연구를 선도적으로 진행하고 있다.

손영종 회원의 관측천문학연구실(YOAL)에서는 장호우 회원, 정두석 회원, 천상현 회원 (현재 서울대학교 Post-doc)과 함께 항성 종족의 측광학적 특성으로부터 은하 내에서의 별들의 생성 시기와 은하의 진화에 대한 연구를 진행하고 있다. 이 연구를 위한 주 자료는 UKIRT 망원경을 이용해 근적외선 관측으로 항성의 분해가 가능한 근거리 은하들과 안드로메다 은하 시스템, 그

리고 Leo Triplet 은하 시스템내의 항성 종족에 대한 근적외선 측광자료이다. 특히 이 은하들은 과거 병합을 겪었거나 현재 병합을 하고 있는 은하들로, 항성 및 항성 종족의 특성으로부터 은하 진화에 병합의 영향을 추가적으로 연구 중이다. 또한 Dr. Samyaday Choudhury 회원과 함께, 근거리 은하들의 중원소 함량 분포 특성에 관한 연구 및 우리 은하 내 성단들의 자외선 측광 특성에 관한 연구를 진행하고 있다. 한편, 한국형 온라인 공개강좌(K-MOOC)에 '우주의 이해' 강좌를 3회째 개설하여 천문학의 대중화를 위해 힘쓰고 있다.

이석영 회원이 이끄는 은하진화연구실(GEM)에서는 시뮬레이션 및 관측 자료를 활용하여 다양한 환경에서 은하의 형성과 진화에 관해 연구하고 있다. 은하형성 이론 연구로 GEM은 준해석적 은하형성 이론 코드 ySAM을 개발하였다. 복잡한 비선형적 현상의 이해를 위해서는 슈퍼컴퓨터를 사용한 모의실험을 수행하고 있다. GEM은 주로 이론적 연구에 주력하고 있지만, 은하단 규모에 대한 깊은 광학관측 또한 수행하여 이론모형을 검증하는 노력도 기울이고 있다. AGN 연구로는, Broad Line Region AGN과 환경효과, 그리고 통일이론의 검증을 중점적으로 연구하고 있다.

윤석진 회원은 (a) 김학섭 회원, 김수영 회원, 이상윤 회원과 함께 Subaru 8m 및 CTIO 4m 망원경을 이용한 은하 및 성단의 측광과 분광 관측 연구를, (b) 정철 회원, 이상윤 회원과 함께 항성진화 종족합성 이론을 이용한 Yonsei Evolutionary Population Synthesis (YEPS) 모델 개발 연구와 외부은하 성단계의 '색분포 양분이론'을 이용한 초기우주 은하형성 연대기 규명 연구를, (c) 문준성 회원, 지웅배 회원, 유다솔 회원과 함께 GALEX 우주망원경 관측자료 및 SDSS 관측자료를 이용한 은하의 Recent Star Formation History 연구와 이웃 은하의 영향에 대한 연구를, (d) 윤기운 회원, 안성호 회원, 문준성 회원, 서성우 회원, 서찬울 회원과 함께 N-body 및 Hydro Simulation을 이용한 은하군 및 은하단 역학 연구 및 Disk Warp 현상에 대한 연구를, (e) Sanjaya Paudel 박사, 문준성 회원, 김진아 회원과 함께 은하들 간의 중력적 상호작용이 은하의 Star Formation Rate 과 Scaling Relations에 미치는 영향에 관한 연구를, (f) 나중삼 회원, 문준성 회원, 서성우 회원과 함께 우주론적 다체 및 유체 시뮬레이션을 이용하여 초기우주 은하형성 기본단위의 기원을 규명하는 연구, (g) 김정욱 회원과 함께 KVN을 이용한 AGN 연구를 수행하고 있다.

정애리 회원은 윤혜인, 이범현, 백준현, 노현욱, 최우락, 이서나 및 Panomporn Poojon 회원과 함께 다양한 적색편이에서 나타나는 환경에 따른 은하진화효과를 연구하고 있다. 정애리 회원은 ALMA 자료를 이용하여 성간 가스의 비율이 매우 높은 은하의 분자 성간 가스 특성과 별형성 활동의 관계를 연구 중이다. 윤혜인 회원은

처녀자리 은하단 주변의 다양한 밀도 환경에서 선별한 은하들의 별형성과 중성수소 가스의 특성을 분석 중이다. 이를 통해 필라멘트나 그룹과 같은 은하단에 비해 밀도가 낮은 환경이 은하의 진화에 미치는 영향을 연구 중이다. 이범현 회원은 SMA, IRAM과 ALMA로 관측 자료를 이용하여 은하단 가스에 의한 ram pressure가 은하의 분자 가스와 별형성 활동에 미치는 영향을 연구하고 있다. 최우락 회원은 시뮬레이션을 이용하여 ram pressure가 다양한 범위의 밀도와 온도를 가지는 성간 가스 및 별형성 활동에 미치는 영향을 연구 중이다. 이서나 회원은 ram pressure stripping 이후 이론적으로 예측되는 성간 가스의 반경과 실제 관측 되는 반경을 비교함으로써 ram pressure의 원리를 검증하고 있다. 백준현 회원은 엑스선 밝기를 통해 선별된 가까운 AGN의 KaVA 관측 자료를 이용하여 블랙홀의 다양한 특성과 파색 스케일 제트의 관계를 연구 중이다. 노현욱 회원은 VLBA, KaVA 관측 자료를 이용하여 AGN 제트의 형성 원리 및 진화를 연구하고 있다. Panomporn Poojon 회원은 KVN 단일경 관측 자료를 이용하여 가까운 거리에서 선별된 활동적인 은하의 중심영역에서 나타나는 전파 에너지 분포의 특성을 연구하고 있다.

박찬덕 회원은 우주비행체의 궤도/자세와 관련한 동역학/항법/유도/제어 분야의 연구를 수행하고 있다. 소형/비대칭 소행성 탐사를 위한 궤적설계 및 항법/제어 기법 개발, 비선형/강건 제어기법을 이용한 우주비행체의 정밀 제어, 항법위성의 정밀궤도결정 등의 연구를 수행하고 있다.

지명국 회원은 Yonsei Observable UNiverse Group (YOUNG)을 운영하고 있다. 현재 1. 암흑물질의 정체를 규명하기 위한 총돌은하단 연구, 2. 초기은하단의 질량함수 결정을 위한 중력렌즈 연구, 3. 우주론 파라미터를 정밀하게 결정하기 위한 Cosmic Shear연구, 4. Large Synoptic Survey Telescope (LSST)의 자료처리 알고리즘 연구를 수행하고 있다.

김태선 회원은 복사유체 수치실험을 이용하여 거대분자운과 은하의 진화, 그리고 우주의 재이온화에 대한 연구를 진행하고 있다. 무거운 별로부터 기인하는 피드백 과정을 이해하여 과거 우주에서 관측되는 은하의 동역학적 특성을 이해하는 것이 본 연구팀의 궁극적인 목표이다. 정확한 수치실험을 수행하기 위해 복사장에 따라 달라지는 중원소 냉각률과 자기장을 고려한 이론 은하 진화 모델을 개발 중이며, 구상성단의 형성, 환경에 따른 RAM 압력 효과, 은하 내 강한 방출선의 탐구, 초기 은하에서 라이먼 연속선과 알파선의 탈출률에 관한 연구를 수행하고 있다.

3. 교육 및 연구 시설

천문우주학 교육 시설로서, 천문대 소속의 일산 관측소 61cm 반사 망원경, 교내 관측소 40cm 반사 망원경, 그리고 4대의 10인치 미드 망원경 및 다수의 소형 망원경들을 확보하고 있으며, 학생들의 관측 실습에 활용하고 있다. 신촌 캠퍼스 내에 설치되어 있는 KVN 전파망원경은 전문 연구자들의 관측 뿐 아니라, 학부 및 대학원 학생들의 교육에도 기여하고 있다. 정밀 연구를 위한 해외 대형 망원경을 적극 활용하고 있으며, 이영욱 회원이 이끄는 은하진화연구센터는 가시광 영역의 고해상도 분광관측을 위해 마젤란 6.5m 망원경을 년 3일 임차해서 사용하며 연구에 활용하고 있다.

한편, 우주비행제어연구실은 차세대 분리형 우주망원경의 기술을 우주공간에서 직접 실험/검증하기 위한 2기의 큐브위성을 개발하고 있고, 우주비행체의 편대비행을 위한 항법/제어 기법을 지상에서 실험/검증하기 위한 실험장치를 제작하고 있다. 한국형위성항법시스템의 궤도결정을 모사하는 시뮬레이터 또한 개발/활용 중이다. 그리고, 우주광학연구실은 대구경 우주 광학 시스템 개발을 위한 다수의 설계 및 해석 S/W, 정렬 및 조립 성능평가를 위한 각종 간섭계 및 광학 측정 장비를 운영하며, 연구 및 프로젝트 형 교육기법에 활용하고 있다.

4. 국내외 연구논문

Bae, Hyun-Jin; Woo, Jong-Hak; Karouzos, Marios; Gallo, Elena; Flohic, Helene; Shen, Yue; Yoon, Suk-Jin (2017) ApJ, in press, "The Limited Impact of Outflows: Integral-Field Spectroscopy of 20 Local AGNs"

Beom, M., Na, C., Ferguson, J. W., and Kim, Y.-C., 2016, ApJ, 826, 155, "The effects of individual metal contents on isochrones for C, N, O, Na, Mg, Al, Si, and Fe"

Candlish, G. N.; Smith, R.; Moni Bidin, C.; Gibson B. K.; 2016; "Weighing the Galactic disk using the Jeans equation: lessons from simulations"; MNRAS 456, 3456

Cho, Hyejeon; Blakeslee, John P.; Chies-Santos, Ana L.; Jee, M. James; Jensen, Joseph B.; Peng, Eric W.; Lee, Young-Wook, 2016, ApJ, 822, 95, "The Globular Cluster System of the Coma cD Galaxy NGC 4874 from Hubble Space Telescope ACS and WFC3/IR Imaging"

Chun, Sang-Hyun; Sohn, Young-Jong, 2016, IAUS,

317, 286, "The extended stellar substructures of four metal-poor globular clusters in the Galactic bulge"

Chun, Sang-Hyun; Sohn, Young-Jong; Asplund, Martin; Casagrande, Luca, 2017, MNRAS, 467, 102, "Red supergiant stars in NGC 4449, NGC 5055 (M63) and NGC 5457 (M101)"

Chung, Chul; Yoon, Suk-Jin; Lee, Sang-Yoon; Lee, Young-Wook (2016) ApJ, 818, 201, "Nonlinear Color--Metallicity Relations of Globular Clusters. VI. On Calcium II Triplet Based Metallicities of Globular Clusters in Early-type Galaxies"

Chung, Chul; Yoon, Suk-Jin; Lee, Young-Wook, 2017, AAS, 229.22102, "The Evolutionary Population Synthesis Model for Helium-Enhanced Stellar Populations"

Conn, B. C.; Fogarty, L. M. R.; Smith, R.; Candlish, G. N.; 2016; "MUSE-ings on AM1354-250: Collisions, shocks and Rings", ApJ 819, 165

Cybulski, R., Yun, M. S., Erickson, N., De la Luz, V., Narayanan, G., Montaña, A., Sánchez, D., Zavala, J. A., Zeballos, M., Chung, A., Fernández, X., van Gorkom, J., Haines, C. P., Jaffé, Y. L., Montero-Castaño, M., Poggianti, B. M., Verheijen, M. A. W., Yoon, H., Deshev, B. Z., Harrington, K., Hughes, D. H., Morrison, G. E., Schloerb, F. P., & Velazquez, M. 2016, MNRAS, 459, 3287, "Early Science with the Large Millimeter Telescope: COOL BUDHIES I - a pilot study of molecular and atomic gas at $z \simeq 0.2$ "

Dominguez, R.; Fellhauer, M.; Blana, M.; Farias, J.; Dabringhausen, J.; Candlish, G.; Smith, R.; Choque, N.; 2016; "Could Segue 1 be a destroyed star cluster? - a dynamical perspective", MNRAS 461, 3630

Fernández, X., Gim, H. B., van Gorkom, J. H., Yun, M. S., Momjian, E., Popping, A., Chomiuk, L., Hess, K. M., Hunt, L., Kreckel, K., Lucero, D., Maddox, N., Oosterloo, T., Pisano, D. J., Verheijen, M. A. W., Hales, C. A., Chung, A., Dodson, R., Golap, K., Gross, J., Henning, P., Hibbard, J., Jaffé, Y. L., Donovan Meyer, J., Meyer, M., Sanchez-Barrantes, M., Schiminovich, D., Wicenec, A., Wilcots, E., Bershad, M., Scoville, N., Strader,

J., Tremou, E., Salinas, R., & Chávez, R. 2016, ApJ, 824, 1L, "Highest Redshift Image of Neutral Hydrogen in Emission: A CHILES Detection of a Starbursting Galaxy at $z = 0.376$ "

Galbany, L., Kim, Y. -C., et. al., 2016, AJ, 151, 33, "UBVRiz Light Curves of 51 Type II Supernovae"

Hyunju Seo, Jeong-Yeol Han, Sug-Whan Kim, Sehyun Seong, Siyoung Yoon, Kyoungmuk Lee, Jinsuk Hong, Haengbok Lee, and Mingab Bok, OSA, 2016, 24.11: 12349-12366., "Novel orthogonal velocity polishing tool and its material removal characteristics from CVD SiC mirror surfaces"

Ryu, Dongok, Sug-Whan Kim, and Robert P. Breault. "New earth system model for optical performance evaluation of space instruments." Optics express 25.5 (2017): 4926-4944.

Gaikov, G., Jeong, S., Agaradahalli, V. G., Park, I. H., Budtz-Jørgensen, C., Castro-Tirado, A. J., ... & Kim, S. W. (2017). Slewing mirror telescope of the UFFO-pathfinder: first report on performance in space. Optics Express, 25(23), 29143-29154.

Park, I. H., Panasyuk, M. I., Reglero, V., Chen, P., Castro-Tirado, A. J., Jeong, S., ... & Chang, Y. Y. (2018). UFFO/Lomonosov: The payload for the observation of early photons from gamma ray bursts. Space Science Reviews, 214(1), 14.

J.J. Mentz, J.J.; Barbera, F. La; Peletier, R. F.; Falcón-Barroso, J.; Lisker, T.; van de Ven, G.; Loubser, S.I.; Hilker, M.; Sánchez-Janssen, R.; Napolitano, N.; Cantiello, M.; Capaccioli, M.; Norris, M.; Paolillo, M.; Smith, R.; Beasley, M.A.; Lyubenova, M.; Munoz, R.; Puzia T.; 2016; "Abundance ratios and IMF slope in the dwarf elliptical galaxy NGC~1396 with MUSE"; MNRAS 463, 2819

Jaffé, Y. L., Verheijen, M. A. W., Haines, C. P., Yoon, H., Cybulski, R., Montero-Castaño, M., Smith, R., Chung, A., Deshev, B. Z., Fernández, X., van Gorkom, J., Poggianti, B. M., Yun, M. S., Finoguenov, A., Smith, G. P., & Okabe, N. 2016, MNRAS, 461, 1202, "BUDHIES - III: the fate of H I and the quenching of galaxies in evolving environments"

Jee, M. J., Tyson, J. A., Hilbert, S., Schneider, M.

D., Schmidt, S., & Wittman, D., "Cosmic Shear Results from the Deep Lens Survey. II. Full Cosmological Parameter Constraints from Tomography.", 2016, *Apj*, 824, 77.

Kang, Yijung; Kim, Young-Lo; Lim, Dongwook; Chung, Chul; Lee, Young-Wook, 2016, *ApJS*, 223, 7, "Early-type Host Galaxies of Type Ia Supernovae. I. Evidence for Downsizing"

Kim, Hak-Sub; Cho, Jaeil; Sharples, Ray M.; Vazdekis, Alexandre; Beasley, Michael A.; Yoon, Suk-Jin (2016) *ApJS*, 227, 24, "A New Catalog of Homogenized Absorption Line Indices for Milky Way Globular Clusters from High-resolution Integrated Spectroscopy"

Kim, K., Oh, S., Jeong, H., Aragón-Salamanca, A., Smith, R., & Sukyoung, K. Y., "The Demographics of galactic bulges in the SDSS database", 2016, *ApJS*, 255, 6.

Kim, S., Rey, S.-C., Bureau, M., Yoon, H., Chung, A., Jerjen, H., Lisker, T., Jeong, H., Sung, E.-C., Lee, Y., Lee, W., & Chung, J. 2016, *ApJ*, 833, 207, "Large-scale Filamentary Structures around the Virgo Cluster Revisited"

Kimm, T., Cen, R., Rosdahl, J., & Sukyoung, K. Y., "Formation of Globular Clusters in Atomic-cooling Halos Via Rapid Gas Condensation and Fragmentation during the Epoch of Reionization.", 2016, *AJ*, 823, 52

Lee, B., Chung, A., Tonnesen, S., Kenney, J. D. P., Wong, O. I., Vollmer, B., Petitpas, G. R., Crawl, H. H., & van Gorkom, J. 2017, *MNRAS*, 466, 1382, "The effect of ram pressure on the molecular gas of galaxies: three case studies in the Virgo cluster"

Lee, Y., Rey, S. C., Hilker, M., Sheen, Y. K., & Yi, S. K., "Galaxy Luminosity Function of Dynamically Young Abell 119 Cluster: Probing the Cluster Assembly.", 2016, *arXiv:1603.01556*.

Lee, Young-Wook; Jang, Sohee, 2016, *ApJ*, 833, 236, "Common Origin of Two RR Lyrae Populations and the Double Red Clump in the Milky Way Bulge"

Lim, Dongwook; Lee, Young-Wook; Pasquato, Mario; Han, Sang-Il; Roh, Dong-Goo, 2016, *ApJ*, 832, 99, "Reversed Trend of Radial Distribution of Subpopulations in the Globular Clusters NGC 362 and NGC 6723"

Oh, S., Sukyoung, K. Y., Cortese, L., van de Sande, J., Mahajan, S., Jeong, H., ... & Bloom, J. V., "The SAMI Galaxy Survey: Galaxy Interactions and Kinematic Anomalies in Abell 119", 2016, *ApJ*, 832, 69.

Pacifici, C., Oh, S., Oh, K., Lee, J., & Sukyoung, K. Y., "Timing the evolution of quiescent and star-forming local galaxies.", 2016, *ApJ*, 824, 45.

Pasquato, Mario; Miocchi, Paolo; Won, Sohn Bong; Lee, Young-Wook, 2016, *ApJ*, 823, 135, "Globular Clusters Hosting Intermediate-Mass Black Holes: No Mass-Segregation Based Candidates"

Paudel, S.; Smith, R.; Duc, P.A.; Cote, P.; Cuillandre, J.C.; Ferrarese, L.; Gwyn, S.D.J.; 2016; NGVS XXX: "Shell feature early-type dwarf galaxies in the Virgo cluster"; *ApJ* 834, 66

Pu, Hung-Yi; Yun, Kiyun; Younsi, Ziri; Yoon, Suk-Jin (2016) *ApJ*, 820, 105, "Odyssey: A Public GPU-based Code for General Relativistic Radiative Transfer in Kerr Spacetime"

Pu, Hung-Yi; Yun, Kiyun; Younsi, Ziri; Yoon, Suk-Jin, (2016) *Astrophysics Source Code Library*, record ascl:1601.004, "Odyssey: Ray tracing and radiative transfer in Kerr spacetime"

Sheen, Y. K., Sukyoung, K. Y., Ree, C. H., Jaffé, Y., Demarco, R., & Treister, E., "Recent galaxy mergers and residual star formation of red sequence galaxies in galaxy clusters", 2016, *ApJ*, 827, 32.

Smith, R., Choi, H., Lee, J., Rhee, J., Sanchez-Janssen, R., & Yi, S. K., "The Preferential Tidal Stripping of Dark Matter versus Stars in Galaxies", 2016, *arXiv preprint arXiv:1610.04264*.

Smith, R.; Duc, P. A.; Bournaud, F.; Yi, S. K.; 2016; "A Formation Scenario for the Disk of Satellites: Accretion of Satellites During Mergers", *ApJ* 818, 11

Taylor, R.; Davies, J. I.; Jachym, P.; Keenan, O.; Minchin, R. F.; Palous, J.; Smith, R.; Wunch, R.; 2016; "Formation of Isolated HI Clouds by Fragmentation of Long Streams", MNRAS 461, 300

Taylor, R.; Davies, J.I.; Jáchym, P.; Keenan O.; Minchin R.F.; Palouš J.; Smith, R.; Wunsch, R.; "Kinematic clues to the origins of starless HI clouds: dark galaxies or tidal debris?"; accepted to MNRAS Jan. 2017; arXiv 1701.05361

Wang, Y., Pearce, F. R., Knebe, A., Schneider, A., Srisawat, C., Tweed, D. & Elahi, P. J., "Sussing merger trees: stability and convergence.", 2016, MNRAS, 459(2), 1554-1568.

Wong, O. I., Vega, O., Sánchez-Argüelles, D., Narayanan, G., Wall, W. F., Zwaan, M. A., Rosa González, D., Zeballos, M., Bekki, K., Mayya, Y. D., Montaña, A., & Chung, A. 2017 MNRAS, 466, 574, "Early Science with the Large Millimeter Telescope: discovery of the 12CO(1-0) emission line in the ring galaxy VIIZw466"

Yoon, H.; Chung, A.; Smith, R.; Jaffe, Y.; accepted to ApJ March. 2017; "A history of HI stripping in Virgo: a phase-space view of VIVA galaxies"

Lee, Sang-Yoon; Chung, Chul; Yoon, Suk-Jin (2019) ApJS, 204, 2, "Nonlinear Color-Metallicity Relations of Globular Clusters. VIII. Reproducing Color Distributions of Individual Globular Cluster Systems in the Virgo and Fornax Galaxy Clusters"

Kim, Hak-Sub; Han, Sang-Il; Joo, Seok-Joo; Jeong, Hyunjin; Yoon, Suk-Jin (2019) ApJ, 870, 8, "A Possible Relic Star Cluster in the Sextans Dwarf Galaxy"

Pasquato, Mario; Miocchi, Paolo; Yoon, Suk-Jin (2018) ApJ, 867, 163, "Blue Straggler Bimodality: A Brownian Motion Model"

Kim, Dong-Jin; Cho, Se-Hyung; Yun, Youngjoo; Choi, Yoon Kyung; Yoon, Dong-Hwan; Kim, Jaeheon; Dodson, Richard; Rioja, María J.; Yang, Haneul; Yoon, Suk-Jin (2018) ApJ, 866, 19, "Simultaneous VLBI Astrometry of H₂O and SiO Masers toward the Semiregular Variable R

Crateris"

Paudel, Sanjaya; Sengupta, Chandreyee; Yoon, Suk-Jin (2018), AJ, 156, 166, "KUG 0200-096: Dwarf Antennae Hosting a Tidal Dwarf Galaxy"

Paudel, Sanjaya; Smith, Rory; Yoon, Suk Jin; Calderón-Castillo, Paula; Duc, Pierre-Alain (2018) ApJS, 237, 36, "A Catalog of Merging Dwarf Galaxies in the Local Universe"

Mitchell, P. D., Blaizot, J., Devriendt, J., Kimm, T., Michel-Dansac, L., Rosdahl, J., Slyz, A., 2018, MNRAS, 474, 4279, "Gas flows in the circumgalactic medium around simulated high-redshift galaxies"

Kimm, T., Haehnelt, M. G., Blaizot, J., Katz, H., Michel-Dansac, L., Garel, T., Rosdahl, J., Teyssier, R., 2018, MNRAS, 475, 4617, "Impact of Lyman alpha pressure on metal-poor dwarf galaxies"

Vangioni, E., Dvorkin, I., Olive, K. A., Dubois, Y., Molaro, P., Petitjean, P., Silk, J., Kimm, T., 2018, MNRAS, 477, 56, "Cosmological evolution of the Nitrogen abundance"

Katz, H., Kimm, T., Haehnelt, M., Sijacki, D., Rosdahl, J., Blaizot, J., 2018, MNRAS, 478, 4986, "A Census of the LyC photons that form the UV background during reionization"

Rosdahl, J., Katz, H., Blaizot, J., Kimm, T., Michel-Dansac, L., Garel, T., Haehnelt, M., Ocvirk, P., Teyssier, R., MNRAS, 479, 994, The SPHINX cosmological simulations of the first billion years: the impact of binary stars on reionization

Katz, H., Kimm, T., Haehnelt, M. G., Sijacki, D., Rosdahl, J., Blaizot, J., MNRAS, 483, 1029, Tracing the sources of reionization in cosmological radiation hydrodynamics simulations

Juno Jung, Sang-Young Park, Youngho Eun, Sung-Woo Kim, Chandeok Park, "Hardware Simulations of Spacecraft Attitude Synchronization Using Lyapunov-Based Controllers," International Journal of Aeronautical and Space Science, vol. 19, June 2018, pp. 120-138.

Youngho Eun, Sang-Young Park, Geuk-Nam Kim, "Development of a hardware-in-the-loop testbed to

demonstrate multiple spacecraft operations in proximity," *Acta Astronautica*, Vol. 147, June 2018, pp. 48-58.

Youngkwang Kim, Sang-Young Park, "Analysis of Position and Velocity Variations for Hyperbolic Orbits and Application to the Flyby Anomaly," *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences*, Vol. 61, No. 5, Sept. 2018, pp. 181-190.

Youngkwang Kim, Sang-Young Park, "A Nonsingular Dual-Primal Algorithm for Fuel-Optimal Impulsive Rendezvous," *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 2018.12 Accepted.

Minhee Kim, Sang-Young Park, Steven P. Hughes, "Development of General-purpose Root-finding Module for General Mission Analysis Tool," *International Journal of Aeronautical and Space Science*, 2018.11 Accepted.

Dae-Eun Kang, Sang-Young Park, Jihae Son, "Characteristics of Relative Navigation Algorithms Using Laser Measurements and Laser-GPS Combined Measurements," *Journal of Astronomy and Space Sciences*, 35(4), 2018, pp. 287-293.

Jeonghoon Hyun, Youngho Eun, Sang-Young Park, "Experimental Study of Spacecraft Pose Estimation Algorithm Using Vision-based Sensor," *Journal of Astronomy and Space Sciences*, 35(4), 2018, pp. 263-277.

Pureum Kim, Sang-Young Park, Dae-Eun Kang, Youngro Lee, "Analysis of Inter-satellite Ranging Precision for Gravity Recovery in a Satellite Gravimetry Mission," *Journal of Astronomy and Space Sciences*, 35(4), 2018, pp. 243-252.

Jongwoo Lee, Sang-Young Park, Dae-Eun Kang, "Relative Navigation, with Intermittent Laser-based Measurement for Spacecraft Formation Flying," *Journal of Astronomy and Space Sciences*, 35(3), 2018, pp. 163-173.

Chang, S.; Byun, Y.I. et al.; 2018, "New Photometric Pipeline to Explore Temporal and Spatial Variability with KMTNet Deep-South Observation", *JKAS*, 51, 129

Shin, M.S.; Byun, Y.I. et al.; 2018, "Detecting Variability in Massive Astronomical Time-series Data. III. Variable Candidates in the SuperWASP DR1 Found by Multiple Clustering Algorithms and a Consensus Clustering Method", *AJ*, 156, 201

Young-Lo Kim; Mathew Smith; Mark Sullivan; Young-Wook Lee; 2018, *ApJ*, 854, 24, "Environmental Dependence of Type Ia Supernova Luminosities from a Sample without a Local-Global Difference in Host Star Formation"

Lee, Young-Wook; Hong, Seungsoo; Lim, Dongwook; Chung, Chul; Jang, Sohee; Kim, Jenny J.; Joo, Seok-Joo; 2018, *ApJ*, 862, L8, "Assembling the Milky Way Bulge from Globular Clusters: Evidence from the Double Red Clump"

Kim, Jenny J.; Lee, Young-Wook; 2018, *ApJ*, 869, 35, "Explaining the Multiple Populations in Globular Clusters by Multiple Episodes of Star Formation and Enrichment without Gas Expulsion from Massive Star Feedback"

Y. Kim, Y. Kim, and C. Park, "Adaptive Critics Design with Support Vector Machine for Spacecraft Finite-Horizon Optimal Control," *Journal of Aerospace Engineering*, 32(1): 04018111-1-13, 2019

H. Oh, E. Park, H-C. Lim, and C. Park, "Orbit Determination of Korean GEO Satellite Using SLR Sensor," *Sensors*, 18(9): 2847, 2018

K. Lee, C. Park, and Y. Eun, "Real-Time Collision Avoidance Maneuvers for Spacecraft Proximity Operations via Discrete-Time Hamilton-Jacobi Theory," *Aerospace Science and Technology*, 77:688-695, 2018

J. Jung, S-Y. Park, Y. Eun, S-W. Kim, and C. Park, "Hardware Simulations of Spacecraft Attitude Synchronization Using Lyapunov-Based Controllers," *International Journal of Aeronautical and Space Sciences*, 19(1): 120-138, 2018

H. Oh, E. Park, H-C. Lim, S-R. Lee, J-D. Choi, and C. Park, "Validation of Geostationary Earth Orbit Satellite Ephemeris Generated from Satellite Laser Ranging," *Journal of Astronomy and Space Sciences*, 35(4): 227-233, 2018

Tan, Qing-Hua; Gao, Yu; Zhang, Zhi-Yu; Greve, Thomas R.; Jiang, Xue-Jian; Wilson, Christine D.; Yang, Chen-Tao; Bemis, Ashley; Chung, Aeree; Matsushita, Satoki; and 36 coauthors, 2018, ApJ, 860, 165, "The MALATANG Survey: The L GAS-L IR Correlation on Sub-kiloparsec Scale in Six Nearby Star-forming Galaxies as Traced by HCN $J = 4 \rightarrow 3$ and HCO+ $J = 4 \rightarrow 3$ "

Jung, Seoyoung L.; Choi, Hoseung; Wong, O. Ivy; Kimm, Taysun; Chung, Aeree; Yi, Sukyoung K., 2018, ApJ, 865, 156, "On the Origin of Gas-poor Galaxies in Galaxy Clusters Using Cosmological Hydrodynamic Simulations"

Lee, Bumhyun; Chung, Aeree, 2018, ApJL, 866, 10, "The ALMA Detection of Extraplanar ^{13}CO in a Ram-pressure-stripped Galaxy and Its Implication"

Pan, Hsi-An; Lin, Lihwai; Hsieh, Bau-Ching; Xiao, Ting; Gao, Yang; Ellison, Sara L.; Scudder, Jillian M.; Barrera-Ballesteros, Jorge; Yuan, Fangting; Saintonge, Amélie; and 19 co-authors including Chung, Aeree, 2018, ApJ, 868, 132, "The Effect of Galaxy Interactions on Molecular Gas Properties"

Saintonge, Amélie; Wilson, Christine D.; Xiao, Ting; Lin, Lihwai; Hwang, Ho Seong; Tosaki, Tomoka; Bureau, Martin; Cigan, Phillip J.; Clark, Christopher J. R.; Clements, David L.; and 81 co-authors including Chung, Aeree, 2018, MNRAS, 481, 3497, "JINGLE, a JCMT legacy survey of dust and gas for galaxy evolution studies - I. Survey overview and first results"

Spada, F., Demarque, P., Kim, Y. -C., Boyajian, T. S., and Brewer, J. M.

'YaPSI: A new database of evolutionary tracks and isochrones'(2018), IAU Symposium, 13(S334), 362 -- 363

울산과학기술원

1. 인적사항

본 학과에 현재 류동수, 광규진 등 2명의 천문학 전공 교수가 재직 중이다. 본과의 선도연구센터(SRC)인 고에너지 천체물리 연구센터(Center for High Energy

Astrophysics) 소속으로 Allard Jan van Marle와 Lupin Chun Che Lin, 2명의 연구교수가 천문학 연구를 수행하고 있다. 학과 및 센터 소속으로 노순영, 김선정, 김영민, 3명의 박사후 연구원, 그리고 장한별, 하지훈, 김선호, 김종흔, 김태현, 성광언, 성광현, 윤정관, 정기현, 최정윤 10명의 대학원생이 천문학 연구를 수행 중이다.

2. 연구 및 학술 활동

고에너지 천체물리 연구센터의 연구 주제인 고에너지 천체물리학은 열적·비열적 고에너지 입자들이 방출하는 전파, X-선, γ -선 등 전자기파와 중성미자, 중력파 등의 관측에 기반을 두어, 이를 방출하는 천문학 현상의 물리 기작을 연구하는 분야이다. 센터에는 이론·시뮬레이션을 중심으로 하는 천체물리를 천문 관측 및 실험 천체물리와 결합하여, 은하단과 밀집천체에서 고에너지 천체물리 현상에 대한 연구를 수행하고 있다.

류동수 교수와 은하단 연구 그룹에서는 은하단 및 우주 거대 구조에서의 난류, 자기장, 충격파, 그리고 우주선(cosmic ray)의 특성 및 기원에 대한 연구를 수행 중이다. 자기유체역학, PIC(Particle-in-Cell), 등의 다양한 시뮬레이션 기법, 선형 및 준선형(quasi-linear) 분석 기법, 실험 천체물리 등을 활용하여 은하단 전파, X-선, 우주선, 중성미자 등으로 관측되는 고에너지 천체 현상을 연구하고 있다.

광규진 교수와 밀집천체 연구 그룹에서는 블랙홀, 중성자별과 같은 밀집천체 주변에서 발생하는 고에너지 천체 현상의 특성 및 기원에 대한 연구를 수행하고 있다. 중성자별의 구조 및 표면에서 발생하는 고에너지 천체 현상은 핵물리학과 밀접한 관련이 있어 이와 관련한 연구도 함께 병행하고 있다.

3. 국내외 연구논문 (2018년 1월 1일 이후 발표)

- Laboratory Evidence of Dynamo Amplification of Magnetic Fields in a Turbulent Plasma, Tzeferacos, P., Rigby, A., Bott, A., Bell, A. R., Bingham, R., Casner, A., Cattaneo, F., Churazov, E. M., Emig, J., Fiuza, F., Forest, C., Foster, J., Graziani, C., Katz, J., Koenig, M., Li, C.-K., Meinecke, J., Petrasso, R., Park, H.-S., Remington, B. A., Ross, S., Ryu, D., Ryutov, D., White, T. G., Reville, B., Miniati, F., Schekochihin, A. A., Lamb, D. Q., Froula, D. H., & Gregori, G. 2018, Nature Communications, 9, 591.

- Effects of Alfvénic Drift on Diffusive Shock Acceleration at Weak Cluster Shocks, Kang, H. & Ryu, D. 2018, The Astrophysical Journal, 856, 33 (8pp).

- Properties of Merger Shocks in Merging Galaxy Clusters, Ha, J.-H., Ryu, D. & Kang, H. 2018, *The Astrophysical Journal*, 857, 26 (11pp).
- The Contribution of Stellar Winds to Cosmic Ray Production, Seo, J., Kang, H. & Ryu, D. 2018, *Journal of Korean Astronomical Society*, 51, 37-48.
- Depth of Ultra High Energy Cosmic Ray Induced Air Shower Maxima Measured by the Telescope Array Black Rock and Long Ridge FADC Fluorescence Detectors and Surface Array in Hybrid Mode The Telescope Array (TA) Collaboration, 2018, *The Astrophysical Journal*, 858, 76 (27pp).
- Study of Muons from Ultra-High Energy Cosmic Ray Air Showers Measured with the Telescope Array Experiment, The Telescope Array (TA) Collaboration, 2018, *Physical Review D*, 98, 022002.
- Gamma-ray Showers Observed at Ground Level in Coincidence with Downward Lightning Leaders, The Telescope Array (TA) Collaboration, 2018, *Journal of Geophysical Research - Atmospheres*, 123, 6864-6879.
- Evidence of Intermediate-Scale Energy Spectrum Anisotropy of Cosmic Rays $E \geq 10^{19.2}$ eV with the Telescope Array Surface Detector, The Telescope Array (TA) Collaboration, 2018, *The Astrophysical Journal*, 862, 91 (6pp).
- Proton Acceleration in Weak Quasi-parallel Intracluster Shocks: Injection and Early Acceleration, Ha, J.-H., Ryu, D., Kang, H., & van Marle, A. J., 2018, *The Astrophysical Journal*, 864, 105 (12pp).
- Deep Very Large Array Observations of the Merging Cluster CIZA J2242.8+5301: Continuum and Spectral Imaging, Di Gennaro, G., van Weeren, R. J., Hoeft, M., Kang, H., Ryu, D., Rudnick, L., Forman, W., Rottgering, H. J. A., Bruggen, M., Hoang, D. N., Intema, H. T., Jones, C., Kraft, R. P., Shimwell, T. W., & Stroe, A. 2018, *The Astrophysical Journal*, 865, 24 (24pp).
- The Cosmic-Ray Energy Spectrum between 2 PeV and 2 EeV Observed with the TALE Detector in Monocular Mode, The Telescope Array (TA) Collaboration, 2018, *The Astrophysical Journal*, 865, 74 (18pp).
- Testing a Reported Correlation between Arrival Directions of Ultrahigh-Energy Cosmic Rays and a Flux Pattern from Nearby Starburst Galaxies using Telescope Array Data, The Telescope Array (TA) Collaboration, 2018, *The Astrophysical Journal*, 867, L27 (5pp).
- Filaments of Galaxies as a Clue to the Origin of Ultra-High-Energy Cosmic Rays, Kim, J., Ryu, D., Kang, H., Kim, S., & Rey, S.-C. 2019, *Science Advances*, 5, eaau8227.
- Mass Composition of Ultra-High-Energy Cosmic Rays with the Telescope Array Surface Detector Data, The Telescope Array (TA) Collaboration, 2019, *Physical Review D*, 99, 022002.
- WENO-Wombat: Scalable Fifth-Order Constrained-Transport Magnetohydrodynamics for Astrophysical Applications, Donnert, J. M. F., Jang, H., Mendenhall, P., Brunetti, G., Ryu, D., & Jones, T. W. 2019, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, in press (arXiv: 1812.04278).
- Shock Waves and Energy Dissipation in Magnetohydrodynamic Turbulence, Park, J. & Ryu, D. 2019, *The Astrophysical Journal*, in press (arXiv: 1811.03207).
- Supersonic Plasma Turbulence in the Laboratory, White, T. G., Oliver, M. T., Mabey, Kuhn-Kauffeldt, M., Dohl, L., Bell, A., Bingham, R., Bott, A., Clarke, R., Foster, J., Giacinti, G., Graham, P., Heathcote, R., Koenig, M., Kuramitsu, Y., Lamb, D. Q., Meinecke, J., Michel, T., Miniati, F., Notley, M., Reville, B., Ryu, D., Sarkar, S., Sakawa, Y., Selwood, M. P., Squire, J., Scott, R. H. H., Tzeferacos, P., Woolsey, N., Schekochihin, A. A., & Gregori, G. 2019, *Nature Communications*, in press.
- Constraints on the Diffuse Photon Flux with Energies above 1018 eV using the Surface Detector of the Telescope Array Experiment, The Telescope Array (TA) Collaboration, 2019, *Astroparticle Physics*, in press (arXiv: 1811.03920).
- First Search for Nontensorial Gravitational Waves from Known Pulsars, LIGO Scientific Collaboration, 2018, *Physical Review Letters*, 120, 031104.
- A Non-thermal Pulsed X-Ray Emission of A. R. Scorpii, J. Takata, C.-P. Hu, L. C. C. Lin, P. H. T. Tam, P. S. Pal, C. Y. Hui, A. K. H. & Kong, K. S. Cheng, 2018, *The Astrophysical Journal*, 853, 106.
- Effects of data quality vetoes on a search for compact binary coalescences in Advanced LIGO's first observing run, LIGO Sci Collaboration, LIGO Sci Collaboration, & Virgo Collaboration, 2018, *Classical and Quantum Gravity*, 35, 065010.
- All-sky search for long-duration gravitational wave transients in the first Advanced LIGO observing run, LIGO Sci Collaboration, LIGO Sci Collaboration, & Virgo Collaboration, 2018, *Classical and Quantum Gravity*, 35, 065009.

X-ray study of variable gamma-ray pulsar PSR J2021+4026, Hui-Hui Wang, Jumpei Takata, Chin-Ping Hu, Lupin Chun-Che Lin, & J. Zhao, 2018, The Astrophysical Journal, 865, 98.

Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo, & KAGRA, KAGRA Collaboration, LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, 2018, Living Reviews in Relativity, 21, 3.

Constraints on cosmic strings using data from the first Advanced LIGO observing run, LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, 2018, Physical Review D, 97, 102002.

Full band all-sky search for periodic gravitational waves in the O1 LIGO data, LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, 2018, Physical Review D, 97, 102003.

Search for Tensor, Vector, and Scalar Polarizations in the Stochastic Gravitational-Wave Background, LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, 2018, Physical Review Letters, 120, 201102.

Low frequency electromagnetic fluctuations in Kappa magnetized plasmas, Kim, S., Lazar, M., Schlickeiser, R., Lopez, R. A., & Yoon P. H., 2018, Plasma Physics and Controlled, 60, 075010.

Electromagnetic Thermal Noise in Upper-Hybrid Frequency Range, Peter H. Yoon, Junga Hwang, Rodrigo A. López, Sunjung Kim, & Jaejin Lee, 2018, Journal of Geophysical Research - Space Physics, 123, 7, 5356-5363.

Ultraviolet Line Intensities of Intermediate and High Ions Predicted from Non-equilibrium Ionization Simulations, Robin L. Shelton, & Kyujin Kwak, 2018, The Astrophysical Journal, 866, 34.

GW170817: Measurements of Neutron Star Radii and Equation of State, LIGO Scientific Collaboration & Virgo Collaboration, 2018, Physical Review Letters, 121, 161101.

Investigation of the High-energy Emission from the Magnetar-like Pulsar PSR J1119-6127 after the 2016 Outburst, Lupin Chun-Che Lin, Hui-Hui Wang, Kwan-Lok Li, Jumpei Takata, Chin-Ping Hu, C. Y. Hui, A. K. H. Kong, Pak-Hin T. Tam, C.-Y. Ng, & Paul K. H. Yeung, 2018, The Astrophysical Journal, 866, 6.

Suprathermal spontaneous emissions in kappa-distributed plasmas, M. Lazar, S. Kim, R. A. Lopez, P. H. Yoon, R. Schlickeiser, & S. Poedts, 2018, The Astrophysical Journal Letters, 868, L25.

Discovery of an X-ray nebula in the field of

millisecond pulsar PSRJ1911-1114, Jongsu Lee, C. Y. Hui, J. Takata, & L.C.C. Lupin, 2018, Astronomy & Astrophysics, 620, L14.

충남대학교 천문우주과학과

1. 인적사항

본 학과(학과장 이영선)는 김광태 교수가 2019년 2월에 정년퇴임을 하여 현재 7명의 전임교수(외국인 전임교원 1명 포함), 및 조교 1인을 중심으로 교육과 연구에 임하고 있다. 2019년도에는 학부과정에 32명과 대학원 박사과정에 4명, 석사과정에 2명이 입학하였다. 또한 박사 1명, 석사 4명이 배출되었다. 한편, 외국인 2명 포함 박사후 연구원 7명이 연구를 수행하고 있다. 2019년 현재 학부 약 160명, 대학원 석박사 과정 약 20명으로 지방국립대 중 최대 규모의 천문우주과학 관련 학과를 운영하고 교육과 연구에 전념하고 있다. 한편, 2014년에 BK21 플러스사업의 일환으로 대학원 과정의 경우 천문우주과학과와 지질환경과학과를 통합한 우주·지질학과를 설립하여, 천문우주와 지질학의 융합 교육 및 연구를 꾀하고 있다.

2. 연구 및 학술활동

오갑수 회원은 현재 태양풍 물리량의 변화에 따른 자기폭풍의 세기를 예측하는 방법을 연구하고 있으며 최근에는 자기장의 재결합에 관한 연구를 하고 있다.

김용하 회원은 과학재단 특정기초 연구과제의 일환으로 2007년 2월 남극 세종기지에 설치한 유성 레이더를 지속 운영 중에 있다. 2012년 이 레이더의 송출력을 12 kW로 증대하여 현재 일일 평균 약 30000 개 이상의 유성을 측정하고 있으며, 이를 이용해 유성 진입 고도 70 - 110 km 구간의 고층 대기 상태도 측정하고 있다. 또한 극지연구소에서 남북극 지역 모두 4곳 (세종, 장보고, 다산, 키루나)에 설치한 고층대기 관측기기로부터 고도 90 - 300 km 구간의 바람 속도에 대한 측정 자료를 확보하여 이 영역의 우주과학 연구를 활발히 수행하고 있다.

이 유 회원은 전남대 오수연 교수와 함께 Neutron Monitor 관측소를 현재 표준연구원 내에 완성하여 관측을 시작하였고, 오는 2015년 11월부터 두 해 겨울 (남반구 여름) 기간에 걸쳐 남극대륙 내의 장보고 기지에 추가 관측소 건립 중에 있다. 이와 더불어 전 세계 관측소들의 자료를 사용하여 관측되는 우주선 강도의 감소현상 (Forbush Decrease)을 태양과 지구간의 행성간 자기구를 물리적 변화로 설명하려는 연구를 하고 있다. 그리고

향후 달탐사를 위한 기초연구로서 LRO/CRaTER science team 에 참여하여 달 궤도에서의 우주선 환경 변화를 연구하고 있으며, 달에서 인류가 주거 가능한 전 초 기지가 될 수 있는 달의 용암동굴을 찾기 위한 연구를 진행하고 있다. 또한, 자연을 연구하는 과학자로서 지구 기후변화 역사와 원인에 대한 깊은 관심을 갖고 연구 중이다.

조정연 회원은 MHD 난류의 성질 및 천문학적 응용에 대해 연구하고 있으며, 성간 먼지의 정렬현상 및 이에 의해 야기되는 적외선 편광에 대해 연구하고 있다. 또한 외부은하의 내부소광과 CMB foregrounds의 효과적 제거 방법에 대해 연구하고 있다. 현재 관측을 통한 난류의 물리량을 구하는 방법을 연구하고 있으며 블랙홀이나 중성자성의 자기권에서 발생하는 난류에 관한 연구를 하고 있다.

이수창 회원은 SDSS 자료를 이용하여 구축한 Virgo 은하단에 있는 은하들의 새로운 목록인 Extended Virgo Cluster Catalog (EVCC)를 활용하여 은하단 및 은하단 내 은하들의 진화 연구를 환경효과와 관련하여 수행하고 있다. 또한, SDSS 자료를 이용하여 Virgo 은하단 주위에 존재하는 filament 및 sheet 구조를 새롭게 정의하고 이 구조에 분포하는 은하들의 특성 및 진화 연구를 수행하고 있다. 한편, 은하그룹, 필드 (field), 필라멘트 등 다양한 환경에 있는 은하들의 다파장 특성에 대한 비교연구를 수행하고 있다. Virgo 은하단내 과도기왜소은하에 대한 분광관측 자료 분석을 통해 초기형 왜소은하의 형성 기작에 대해 연구하고 있다.

Prof. Hui conveys extensive studies of a wide range of high energy phenomena of compact objects and their environment. These astrophysical systems enable us to probe the laws of physics in the most extreme physical conditions which cannot be attained in any terrestrial laboratories. For multi-wavelength investigations, the state-of-art space and ground-based telescopes around the world, including XMM-Newton, Chandra, Suzaku, Swift, Gemini, Hubble Space Telescope, Australian Telescope Compact Array, VLA, Fermi Gamma-ray Space telescope, are utilized. Prof. Hui is also one of the founders of Fermi Asian Network (FAN) which leads a series of long-term internationally collaborative projects. Very recently, Prof. Hui has joined the project, which is led by the International Space Science Institute, for conceiving new approaches to investigate the active processes in the central regions of galaxies.

이영선 회원은 Sloan Digital Sky Survey (SDSS),

SEGUE (Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration), BOSS (Baryon Oscillation Spectroscopy Survey), 그리고 현재 중국에서 진행 중인 LAMOST (Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope) 등에서 관측한 별의 스펙트럼을 처리하여 별들의 온도, 중력, 금속 함량비, 알파원소 함량비와 탄소 함량비를 결정하는 일괄처리 프로그램들을 개발하는 연구를 수행하고 있다. 일관처리 프로그램을 통하여 결정된 별의 물리량과 화학원소 함량비를 이용하여 우리은하의 원반 (disk)과 헤일로 (halo)에 있는 별들의 운동학적, 화학적 특성과 분포를 조사하여 원반과 헤일로의 기원과 화학적 진화에 대하여 연구도 수행하고 있다.

충남대 천문우주과학과는 지난 9년간 2단계 BK21 사업에 이어 지질환경과학과와 공동으로 2013년에 BK21 플러스의 지구과학 분야 사업단에 선정되어 운영되고 있다. 또한 2015년 중간평가를 거쳐 5차년도 협약이 확정되었다. 미래 우주지질 탐사 사업단 (참여교수 - 김용하, 이유, 이수창, 조정연, C. Y. Hui, 이영선)은 우주/지질 분야에서 다양한 과학적 현안들을 해결하고 미래 성장에 능동적으로 기여할 수 있는 핵심인재 양성 및 관련 분야에서 국제적인 수준의 기초연구를 수행하고 있다.

3. 연구시설

연구 시설로는 다수의 워크스테이션 서버와 고성능 PC가 갖추어진 천문전산실, 광학실험장치, Photodensitometer, 인공위성 추적시스템이 갖추어져 있는 광학실험실이 있다. 그리고 천문대 및 Planetarium 상영을 위한 천문전시실이 있으며, 시뮬레이션실, 천문도 서실 등이 학부 학생들의 교육을 위한 실험실습실로 이용되고 있다. 천문대에는 16인치 슈미트-카세그레인 반사망원경이 4m 돔에 설치되어 있고, 14, 12, 10인치 슈미트-카세그레인 망원경, 7인치 반사망원경, 6, 5인치 초저분산 굴절망원경, 6인치 쌍안경, 분광기, 그리고 다수의 냉각 CCD 카메라가 있다. 그리고 대전 시민천문대의 10인치 굴절망원경의 원격제어 시스템을 완성해 시민천문대가 운영을 마친 11시 이후에 이를 활용하여 관측수업을 진행 중이다.

충북대학교 천문우주학과

1. 기본사항

충북대학교 천문우주학과에는 서경원, 김천휘, 김용기, 이대영, 하야사키키미타케, 안홍준 회원 등 6명의 전임 교수가 201명의 학부생과 26명의 대학원생의 교육과 연구를 맡고 있다. 국내 대학 중 유일한 대학본부 부속

기관인 충북대학교 천문대는 2018년 10월부터 김용기 교수가 천문대장직을 수행하고 있으며 윤요라 회원이 업무를 담당하고 있다. 학과 행정업무는 2017년부터 이민희 회원이 조교로 근무하고 있다.

2. 연구 및 학습활동

서경원 교수는 진화된 항성 주변 먼지층의 특성과 진화에 대한 연구를 수행하고 있다. 이를 위하여 진화된 항성의 목록을 개선하고 체계화하며 관련된 적외선 및 전파 관측 자료들을 수집하여 분석하고 있다. 또한 진화된 항성의 구조와 진화에 따른 주변 먼지입자의 특성에 대한 이론적 모형의 개발과 적용을 위한 연구도 함께 진행 중이다.

김천휘 교수는 근접쌍성계의 측, 분광학적 성질 및 주기변화를 연구하고 있다. 그 일환으로 지난 수년간 폴란드의 크라코우 교육대학의 J. M. Kreiner 교수와 공동으로 수행하였던 우리 은하내 근성점 운동을 하는 근접쌍성계의 카탈로그 작성 연구를 1차 마무리하여 논문으로 게재하였고, 그 후속으로 근성점 운동변수들 간의 상관관계 연구와 케플러 위성이 발견한 이심궤도 식쌍성의 카탈로그 작성 작업을 수행, 그리고 근성점 운동 식쌍성의 측광관측을 수행하고 있다. 이와 더불어 접촉쌍성계의 측, 분광학적 성질을 파악하여 접촉쌍성계를 이해하는 연구들을 진행하고 있다. 김천휘 교수의 지도하에 박장호, 송미화, 정민지, 이희재, 김혜영 회원이 박사과정을 이수하고 있으며, 김재영 회원이 석사과정을 진행하고 있다.

김용기 교수는 대학원 대중천문학과정을 담당하고 있다. 자기격변변광성의 관측 및 관측자료 처리에 대한 연구를 하고 있으며 우크라이나 ONMU 대학의 Andronov 교수와 자기격변변광성에 대한 공동연구를 하고 있다. 또한 충북대학교 망원경 자동관측시스템을 이용한 자기격변변광성 모니터링관측, 그리고 망원경 자동관측시스템을 이용한 과학대중화사업에의 연계연구에도 관심을 갖고 부산과학관, 경기과학고의 망원경 및 관측시스템 개발에 참여한 바 있다. 김용기 교수는 미국 하버드대학 CfA의 김동우박사와 함께 허블우주망원경이 본 우주라는 책의 편역을 하였으며 다수의 천문학 서적의 번역에 참여하고 있으며, 한국창의재단의 지원으로 STEAM교육프로그램을 개발하고 있다. 현재 김동훈, 김태우, 한기영, 박은미 회원이 박사과정, 이상민, 이준구, 노지은, 유선아 회원이 석사과정을 이수하고 있으며, 설아침 회원이 통합과정에서 김용기 교수의 지도를 받고 있다.

이대영 교수는 현재 5명의 full-time 석.박사 과정 대학원생들과 2인의 연구교수로 구성된 우주물리/우주환경 연구 그룹을 이끌고 있다. 주로 space plasma instabilities, radiation belt electron dynamics,

wave-particle interaction, interplanetary magnetic field, 행성 자기권 MHD simulation 관련 기초 연구와 우주 자기장 측정기 개발에 집중하고 있다. 특히, 최근 한국연구재단 지원 사업을 통해 극단적 우주환경 조건에서 고성능으로 운영이 가능한 자기장 측정기 (fluxgate magnetometer)를 자체적으로 개발 중이며 이를 통해 관련 기반 기술의 국산화에 주력하고 있다. 또한, 우주환경 교란의 가장 큰 원인이 되는 interplanetary magnetic field 변화 예측에 대한 난제를 해결하기 위해 매우 도전적인 (중장기) 연구를 최근 시작하였다.

하야사키 키마타케 교수는 black hole 천문학 및 천체물리학에 대한 연구를 수행하고 있다. 현재 merging process of binary supermassive black holes in the context of disk-binary interaction에 관하여 연구하고 있다. 쌍성 블랙홀 병합 중 중력파 검출(GW 150914)의 최근 발견은 그 어느 때보다도 이 분야에 많은 동기를 부여하고 있다. 또한 the tidal disruption of stars by supermassive black holes에 대해 연구하고 있으며, 최근 tidal disruption events가 급격하게 관측되면서 관측과 이론적 관심이 증가하고 있는 주제이다. 현재 박관우 대학원생, 두 명의 학부생과 함께 연구 그룹을 이끌고 있으며, black hole 천문학 및 천체물리학에 새로운 통찰력을 제공하고자 교육하고 있다.

안홍준 교수는 현재 국제 협력 연구단인 Fermi 연구단에 참여하고 있으며, X선 및 감마선 관측을 통하여 고에너지 천체현상을 연구 하고 있다. 고에너지 방사는 우리 은하뿐만 아니라 외계은하에 존재하는 밀집성에서 나타나는데, 주로 중성자 별 및 그 성운, 거대 블랙홀 등이 연구대상이다. 이런 물체에서 발생하는 고에너지 현상을 통하여 그 물체들의 특성을 추정하는데, 중성자별 연구는 최종적으로 그 질량을 추정하여 현재의 물리학적 지식을 기반으로 유도한 상태방정식을 검증함으로써 초 고밀도하에 존재하는 물질의 상태를 추정하는 것을 목표로 한다. 중성자별 성운이나 거대 블랙홀 주변에서 입자들이 초고에너지로 가속되는 현상이 발생하여 X선 및 감마선이 방출되는 것으로 추정하는데, 관측 및 이론적 모형을 통하여 플라스마 물질의 가속현상을 이해하는 것을 목표로 하여 연구하고 있다. 현재 네 명의 대학원생과 함께 연구를 진행하고 있다.

3. 연구시설

각 교수의 연구실 및 실험실에는 최신 PC 및 관련 주변 기기, 그리고 워크스테이션이 구비되어 있으며, 또한 교내 35cm 반자동 천체망원경, 40cm 자동 천체망원경 및 3m 태양 망원경, 5m 위성 전파수신기, 그리고 최근 자체 제작한 2.8Ghz 전파 수신기 등 천문우주 교육에 필요한 다수의 장비를 갖추고 있다. 이와 더불어 대학 본부 부속기관인 충북대학교 천문대(충북 진천군 소재)가

2008년 4월 개관이후 시험 관측을 거쳐 현재 활발히 천문관측을 수행하고 있다. 충북대학교 천문대는 국내 대학 규모로는 최대인 1m 반사 망원경을 보유하고 있고 60cm 광시야 망원경을 이용하여 천문 교육과 연구에 활용될 뿐만 아니라 지역사회에 개방되어 천문지식 보급에도 크게 기여하고 있다.

4. 국내외 연구 논문(2017-2019)

Suh, Kyung-Won, 2018, Infrared Two-Color Diagrams of AGB stars and Planetary Nebulae using WISE data, Journal of the Korean Astronomical Society, vol.51, no.5, p.155-164.

Suh, Kyung-Won, & Hong, Jinju, 2017, A new catalog of AGB stars based on infrared two-color diagrams, Journal of the Korean Astronomical Society, vol.50, no.4, p.131-138.

Lee, Hee-Jae, Kim, Myung-Jin, Kim, Dong-Heun, Moon, Hong-Kyu, Choi, Young-Jun, Kim, Chun-Hwey, Lee, Byeong-Cheol, Yoshida, Fumi, Roh, Dong-Goo, Seo, Haingja, 2019, Investigation of surface homogeneity of (3200) Phaethon, Planetary and Space Science, 165, 296

Jang-Ho Park, Kyeongsoo Hong, Jae-Rim Koo, Jae Woo Lee, and Chun-Hwey Kim, 2018, Absolute Dimensions and Evolutionary Status of the Semi-detached Algol W Ursae Minoris, AJ, 155, 133

Han, C., ... Kim, C.-H. et al., 2018, MOA-2016-BLG-319Lb: Microlensing Planet Subject to Rare Minor-image Perturbation Degeneracy in Determining Planet Parameters, AJ, 156, 226

Han, C., ... Kim, C.-H. et al., 2018, KMT-2016-BLG-2052L: Microlensing Binary Composed of M Dwarfs Revealed from a Very Long Timescale Event, ApJ, 865, 14

C.-H. Kim, J. M. Kreiner, B. Zakrzewski, W. Ogloza, H.-W. Kim, and M.-J. Jeong, 2018, A comprehensive catalog of galactic eclipsing binary stars with eccentric orbits based on eclipse timing diagrams, ApJS (in press)

Hee-Jae Lee, Hong-Kyu Moon, Myung-Jin Kim, Chun-Hwey Kim, Josef Durech, Young-Jun Choi, Young-Seok Oh, Jintae Park, Dong-Goo Roh, Hong-Suh Yim, Sang-Mok Cha and Yongseok Lee,

2017, PHOTOMETRY STUDY OF NPA ROTATOR (5247) KRYLOV, JKAS, 50, 41

Chun-Hwey Kim, Hyoun-Woo Kim, Jang-Ho Park, Mi-Hwa Song, Min-Ji Jeong, Hye-Young Kim, 2017, IBVS, 6202, 1

I. L. Andronov, ... Chun-Hwey Kim, Yonggii Kim et al. 2017, Instabilities in Interacting Binary Stars, ASPC, 511, 43

Chun-Hwey Kim, Hyoun-Woo Kim, Jang-Ho Park, Mi-Hwa Song, Min-Ji Jeong, Hye-Young Kim, 2017, IBVS, 6202, 1

Y. Kim, H. Kim, K. Cho and S. Han, 2018, Development and Effect of HTE-STEAM program: Focused on Case Study for Free-Learning Semester, Journal of Korean Society of Earth Science Educaiotn, 11(3), 224

김동우, 김용기, 2018, 허블우주망원경이 본 우주, 서울:시그마프레스

김형범, 김용기, 조규동, 2018, STEAM 교재: 오늘비가 얼마나 왔을까 -초 1-2 학생용 ISBN No. 979-11-87288-14-5

김형범, 김용기, 조규동, 2018, STEAM 교재: 오늘비가 얼마나 왔을까 -초 1-2교사용 ISBN No. 979-11-87288-13-8

김형범, 김용기, 김은정, 2018, STEAM 교재: 미세먼지가 저리가 -초 3-4 학생용 ISBN No. 979-11-87288-16-9

김형범, 김용기, 김은정, 2018, STEAM 교재: 미세먼지가 저리가 -초3-4 교사용 ISBN No. 979-11-87288-15-2,

김용기, 김형범, 한제준, 2018, STEAM 교재: 자외선을 이겨내요 -초 5-6 학생용 ISBN No. 979-11-87288-18-3 ,

김용기, 김형범, 한제준, 2018, STEAM 교재: 자외선을 이겨내요 -초 5-6 교사용 ISBN No. 979-11-87288-17-6 ,

김형범, 김용기, 조규동, 박종일, 2018, STEAM 교재: 재해재난으로부터 안전한 삶을 위한 자동화장치 제작하기 -중학교 학생용 ISBN No. 979-11-87288-22-0

김형범, 김용기, 조규동, 박종일, 2018, STEAM 교재: 재해재난으로부터 안전한 삶을 위한 자동화장치 제작하기 -중학교 교사용 ISBN No. 979-11-87288-21-3

김용기, 김형범, 정지현, 2018, STEAM 교재: 우주의 날씨를 알려드립니다 -중학교 학생용 ISBN No. 979-11-87288-20-6

김용기, 김형범, 정지현, 2018, STEAM 교재: 우주의 날씨를 알려드립니다 -중학교 교사용 ISBN No.979-11-87288-19-0

Han Kiyoun, Kim Yonggi, Andronov Ivan L, Yoon Joh-Na, Chinarova Lidia L, 2017, Quasi-Periodic Oscillation of a Magnetic Cataclysmic Variable, DO Draconis, JASS, 34, 37

I. L. Andronov, ... Chun-Hwey Kim, Yonggii Kim et al. 2017, Instabilities in Interacting Binary Stars, ASPC, 511, 43

Proton Perpendicular Heating by Kinetic Alfvén Wave, 2019, Cheong R. Choi, M.-H. Woo, Peter H. Yoon, D.-K. Shin, D.-Y. Lee, and K. S. Park, Astrophysical Journal.

K.-E. Choi and D.-Y. Lee, 2019, Origin of solar rotational periodicity and harmonics identified in the interplanetary magnetic field Bz component near the Earth during solar cycles 23 and 24, Solar Physics

M.-H. Woo, K. Dokgo, P.H. Yoon, D.-Y. Lee, and C.R. Choi, 2018, Electrostatic odd symmetric eigenmode in inhomogeneous Bernstein-Greene-Kruskal equilibrium, Physics of Plasmas.

J.-H. Lee, G. Jee, Y.S. Kwak, S.B. Hong, H. Hwang, I.S. Song, Y.-S. Lee, E. Turunen, and D.-Y. Lee, 2018, Responses of nitrogen oxide to high-speed solar wind stream in the polar middle atmosphere, Journal of Geophysical Research - Space Physics.

Lee, D.-Y., Shin, D.-K., & Choi, C.-R., 2018, Effects of oblique wave normal angle and noncircular polarization of electromagnetic cyclotron waves on the pitch angle scattering of relativistic electrons, Journal of

Geophysical Research: Space Physics

Park, K.S., Lee, D.-Y., Kim, M.J., Choi, C.R., Kim, R. S., Cho, K., et al., 2018, Global three-dimensional simulation of the Earth's magnetospheric and ionospheric responses to small-scale magnetic flux ropes in the solar wind, Journal of Geophysical Research: Space Physics

Sohn, J., J. Lee, K. Min, J. Lee, S. Lee, D.-Y. Lee, G. Jo, Y. Yi, G. Na, K. Kang, and G. Shin, 2018, HEPD on NEXTSat-1: A High Energy Particle Detector for Measurements of Precipitating Radiation Belt Electrons, J. Korean Phy. Soc.

J. Hwang, D.-K. Shin, P.H Yoon, W.S. Kurth, B.A. Larsen, G.D. Reeves, and D.-Y. Lee, 2017, Roles of hot electrons in generating upper-hybrid waves in the earth's radiation belt, Physics of Plasmas.

D.-Y. Lee, S.-J. Noh, C.R. Choi, J.J. Lee, and J.A. Hwang, 2017, Effect of hot anisotropic He⁺ ions on the growth and damping of electromagnetic ion cyclotron waves in the inner magnetosphere, Journal of Geophysical Research - Space Physics.

K.-E. Choi, D.-Y. Lee, K.-C Choi, and J. Kim, 2017, Statistical properties and geoeffectiveness of southward interplanetary magnetic field with emphasis on weakly southward B-z events, Journal of Geophysical Research - Space Physics.

J. Cho, D.-Y. Lee, S.-J. Noh, H. Kim, D.R. Choi, J. Lee and J. Hwang, 2017, Spatial dependence of electromagnetic ion cyclotron waves triggered by solar wind dynamic pressure enhancements, Journal of Geophysical Research - Space Physics.

M.-H. Woo, K. Dokgo, P.H. Yoon, D.-Y. Lee, and C.R. Choi, 2017, Electron Bernstein-Greene-Kruskal hole for obliquely propagating solitary kinetic Alfvén waves, Physics of Plasmas.

M. Kim, K.S. Park, D.-Y. Lee, C. R. Choi, R.S. Kim, K.S. Cho, K.-C. Choi, and J. Kim, Characteristics and geoeffectiveness of small-scale magnetic flux ropes in the solar wind, 2017, J. Astron. Space Sci.,

E.H. Lee, D.-Y. Lee, M.Y Park, Climate events and cycles during the last glacial-interglacial

transition, 2017, J. Astron. Space Sci.,

Kimitake Hayasaki, Shiyan Zhong, Shuo Li, Peter Berczik, and Rainer Spurzem, 2018, Classification of Tidal Disruption Events Based on Stellar Orbital Properties, ApJ 855,129

Kimitake Hayasaki, Ryo Yamazaki, Abraham Loeb, 2017, Optical-infrared flares and radio afterglows by Jovian planets inspiraling into their host stars, MNRAS 466, 1421

An, H. "NuSTAR hard X-ray studies of the pulsar wind nebula 3C 58", 2019, ApJ, submitted

Kim, M., An, H. "Measuring timing properties of PSR B0540-69", 2019, JKAS, in press

An, H., Romani, R. W., Kerr, M. "Signatures of Intra-binary Shock Emission in the Black Widow Pulsar Binary PSR J2241-5236", 2018, ApJ, 868, L8

Park, W. and An, H. "Search for new magnetar candidates in Galactic plane", 2018, JASS, 35, 133

An, H., Cumming, A., Kaspi, V. K., "Flux Relaxation after two outbursts of the magnetar SGR 1627-41 and possible hard X-ray emission", 2018, ApJ, 859, 16

An, H. and Romani, R. W., "SED constraints on the highest-z blazar jet: QSO J0906+6930", 2018, ApJ, 856, 105

An, H., "A model for high-energy emission of the Intrabinary shock in pulsar binaries", 2018, EPJ Web of Proceedings, 168, 04013

An, H. et al., "High-energy variability of PSR J1311-3430", 2017, ApJ, 850, 100

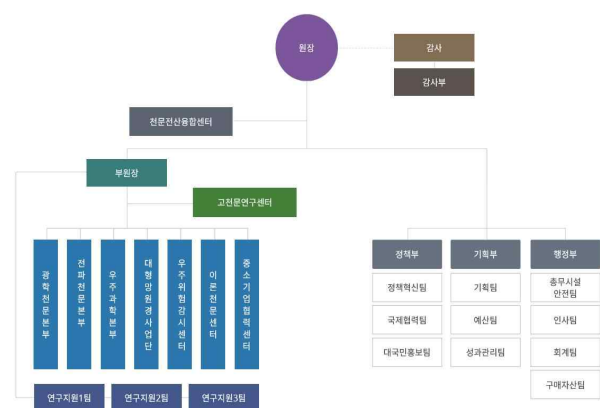
Edwards, P. G...., An, H., et al. "PKS 1954-388: RadioAstron Detection on 80,000 km Baselines and Multiwavelength Observations", 2017, PASA, 34, e021

An, H., et al. "Light curve and SED modeling of the gamma-ray binary 3FGL J1018.9-5856: constraints on the orbital geometry and relativistic flow", ApJ, 2017, 838, 145

한국천문연구원

1. 기관 현황

한국천문연구원은 우리나라 천문 연구의 정통성을 계승한 대한민국 대표 천문연구기관으로서 1974년 국립천문대로 출범하여 현재에 이르기까지 중·대형 관측 장비의 구축과 운영을 통해 국가 천문 연구를 수행하며 과학 발전의 토대를 마련하고 있다. 국내 유일의 천문우주과학 정부출연연구기관으로서 광학, 전파, 이론, 관측 천문학 및 우주과학 연구를 통해 21세기 천문우주 핵심과제를 규명하고, 천문우주 관측시스템 구축 및 핵심 기술 개발을 통해 우주시대를 선도하는 일류 선진연구기관으로 도약하고 있다.



가. 주요 보직자 현황

제7대 원장 이형목

감사 박은정

감사부장 지용구

부원장 조경석

광학천문본부장 선광일

전파천문본부장 김중수

우주과학본부장 최영준

대형망원경사업단장 박병곤

정책부장 김영수

기획부장 홍정유

행정부장 신용태

우주위험감시센터장 조중현

중소기업협력센터장 남옥원

이론천문센터장 송용선

고천문연구센터장 김상혁

천문전산융합센터장 복은경

나. 주요 연구본부 소개

1) 광학천문본부

광학천문본부는 은하진화그룹, 변광천체그룹, 보현산천문대, 소백산천문대의 4개 그룹으로 구성되어 별과 우주의 시작과 변화를 과학적으로 분석하고 있다. 은하진화그룹은 광학/적외선을 비롯한 다양한 파장의 자료를 이용하여 우리은하와 외부은하의 형성과 진화를 연구하고 있으며, 관련 수치실험과 빅데이터 연구를 병행하고 있다. 변광천체그룹은 고정밀 측광 및 고분산 분광 관측자료를 활용하여 변광성과 외계행성의 물리적 특성을 연구하고 있다.

이러한 연구를 위하여 광학천문본부는 보현산천문대, 소백산천문대, 레몬산천문대, 외계행성 탐색시스템(KMTNet) 등의 관측시설을 운영하고 있다. 외계행성 탐색시스템은 2015년 10월에 칠레, 호주, 남아프리카공화국의 남반구 3개 관측소를 완공하고, 광시야 망원경과 모자이크 CCD 카메라를 사용하여 외계행성, 변광성, 초신성, 소행성, 외부은하 등 본격적인 연구관측을 시작해 성과를 창출하고 있다.



2) 전파천문본부

전파천문본부는 전파천문연구그룹, 대덕전파천문대, 전파기술개발그룹, ALMA(Atacama Large Millimeter/submillimeter Array)그룹 및 KVN(Korean VLBI Network, 한국우주전파관측망)의 5개 그룹을 운영하고 있다. KVN 등의 대형 관측장비를 활용하여 별 탄생 영역과 활동성 은하 영역에 대한 선진연구를 수행하고, ALMA, KaVA(KVN and VERA Array) 등을 통해 국제 공동 관측 프로그램을 진행하고 있다. 또 핵심 관측 장비의 성능 향상을 위한 시스템 개발을 하며 우수 연구 결과를 창출하고 있다.



3) 우주과학본부

우주과학본부는 태양 및 근지구 우주환경 연구, 달 및 행성 과학, 그리고 레이저 기술을 이용한 고정밀 우주물체 추적연구를 통해 우주에 대한 인류의 지식 확대에 기여하고 있다. 또한 우주측지기술을 활용한 지구 변화 정밀 분석과 태양활동에 의한 지구영향 예측, 위성 및 로켓 탑재체 개발 등 우주에서의 관측천문 연구에 주력하고 있으며 대한민국 공식 역서를 발간하고 있다.

4) 우주위험감시센터

한국천문연구원은 2014년 개정된 우주개발진흥법 및 동법 시행령, 국가우주위험대비기본계획에 근거하여 우주위험대응 전문기관인 우주환경감시기관으로 지정되었고, 우주위험감시센터는 우주환경감시기관 역할 수행을 위한 전담부서로 우주위험에 대한 체계적 감시 및 대응을 위한 연구개발을 수행하고 있다.

국가과학기술연구회 국가현안해결형사업인 우주물체 전자광학감시 시스템(Optical Wide-field patrol; OWL-Net) 개발 사업을 통해 지난해 국내외 5개 곳에 직경 0.5m급 우주물체 추적 광학망원경을 설치 완료했으며, 우리나라 국적위성, 한반도 정지궤도 영역을 독자적으로 감시하고 있다. 이 네트워크는 광시야 광학망원경, 고속 마운트, 효과적인 스케줄링을 채용하여 빠르게 움직이는 인공위성이나 소행성의 추적감시가 가능하며, 세계 최초로 관측 계획부터 데이터 분석까지 전 과정을 천문연구원에서 무인원격으로 관리할 수 있다.



5) 대형망원경사업단

대형망원경사업단은 대형광학망원경의 국제공동건설 및 공동활용, 대형망원경용 관측기기 개발 등의 업무를 수행하고 있다.

주요사업으로는 거대마젤란망원경(GMT) 국제공동 건설 지분 10% 확보를 골자로 하는 대형망원경개발사업과 8m급 중대형망원경 국제공동 활용, 광학 및 적외선 관측기기 개발, GMT용 관측기기 및 부경 국제공동개발 등을 들 수 있다.

특히 GMT 시대를 대비한 연구역량의 개발과 인력 양성을 위하여 천문학계를 위한 중대형망원경 관측시간 지원, 대학원생 및 박사후연수원을 대상으로 하는 계절학교 운영, 해외 GMT 참여기관과 공동연구 및 펠로우십 프로그램 운영, 천문학 분야 국제공동연구 참여 등 다양한 업무를 수행하고 있다. GMT는 4개의 반사경만 먼저 장착해 2023년께 첫 관측을 시작할 예정이며, 2026년부터는 정상 가동을 목표로 하고 있다.



6) 이론천문센터

이론천문센터에는 우주론, 천체물리 분야의 연구자들이 참여하고 있다. 우주론 및 천체물리 분야는 우주거대구조 이론과 관측 연구를 통해 우주초기조건, 암흑물질 및 암흑에너지에 관한 연구를 수행하고 있으며, DESI 등 주요 국제관측사업에 참여하고 있다. 천체물리 연구자들은 시뮬레이션을 통한 천체물리 연구 및 시뮬레이션코드 개발 등을 수행하며, 한국과학기술정보연구원, 국가수리과학연구소와 공동으로 중력파 융합연구도 활발하게 진행 중이다.

7) 중소기업협력센터

2013년 4월 새롭게 출범한 중소기업기술협력센터는 그 동안 연구원의 각 부서별로 분산 운영되어왔던 천문우주과학 관련 기술의 산업체 공유를 위한 협력 업무를 담당하고 있다. 천문광학, 천문전파 및 천문우주 분야별 11개의 패밀리기업과 함께, 기업의 수요에 부응하는 원천기술 확보 및 기술이전을 추진하고 있다. 이러한 노력을 통해 기업수요형 R&D개발을 통해 원천기술 확보 및 기술이전을 추진하고, 실천적 기술이전 로드맵을 통해 적극적인 기술 사업화 및 육성사업 확대를 위해 노력하고 있다. 또한 KASI-테크노닥터와 지속적인 기업의 애로 기술 해결과 실질적인 기술교류를 통해 한국천문연구원 미래기술의 원천기술 확보 및 기업 동반성장을 위한 상생협력을 도모하고, 진정한 오픈 이노베이션(open innovation)을 구현을 위해 노력하고 있다.

8) 고천문연구센터

우리나라는 삼국시대 이래 조선시대에 이르기까지 2천년에 이르는 시간동안 체계적인 관측 시스템과 관측기록을 보유하고 있다. 우리의 고천문학(역사천문학)은 국가 최고 학문으로 중시되어 하늘을 체계적으로 관측한 우수한 천문학적 유산이며, 현대천문학 연구의 뿌리이기도 하다. 고천문연구센터는 옛 천문기기를 복원하고, 역사적 관측 기록을 분석하며, 현대적인 도구로 얻은 데이터를 통해 과거의 천문현상을 조사하는 등 다양한 측면에서 연구를 수행하고 있다.

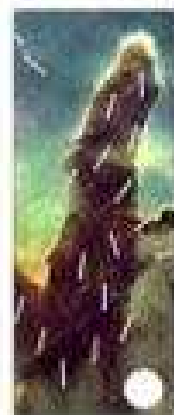
9) 천문전산융합센터

천문전산융합센터는 빅데이터 연구 국민 참여와 세계적 성과 창출을 목표로 2018년 4월 새로 구축됐다. 기하급수적으로 증가하는 천문우주 빅데이터의 저장·분석·공유와 시스템을 구축하는 역할을 한다. 기존의 광학·전파·적외선 파장별 관측 데이터를 비롯해 대규모 수치 모의실험을 통한 데이터, 우리나라의 특장점인 과거 조선시대 천문 관측기록부터 현재와 미래에 구축할 최신 인프라의 데이터들까지 망라할 계획이다. 또 국민들이 직접 연구에 참여하고 그 성과를 체감할 수 있는 플랫폼을 구축해나가고자 한다.

2. 한국천문연구원 주요 연구 및 개발 성과

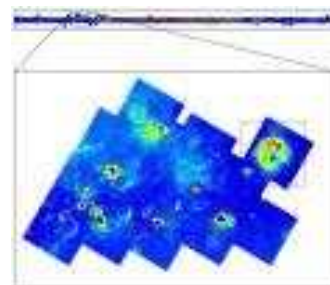
가. 독수리성운의 '창조의 기둥' 구조 비밀 증명

허블우주망원경이 촬영한 가장 신비로운 사진 중 하나는 독수리 성운으로 알려진 M16의 모습이다. 지구로부터 약 7000광년 떨어진 M16에는 별이 탄생하고 있는 속칭'창조의 기둥(Pillars of Creation)'이 속해있다. 한국천문연구원 연구진이 포함된 국제연구팀은 이 성운의 독특한 기둥 모양이 자기장에 의해 유지된다는 것을 밝혔다. 전파관측을 통해 '창조의 기둥' 내 자기장을 연구해 자기장의 방향이 기둥에 나란하며 그 세기가 기둥의 구조를 유지할 수 있을 정도로 강하다는 것을 처음으로 밝혔다. 이런 자기장이 없었다면 기둥을 둘러싸고 있는 플라스마의 압력에 의해 그 구조가 파괴되어 기둥 대신 올챙이 모양이나 구형으로 변했을 것이다.



나. 적외선우주망원경으로 숨겨진 별 영역 발견

한국천문연구원은 국내에서 개발한 적외선우주망원경 다목적적외선 영상 관측 시스템(Multi-purpose InfraRed Imaging System, 이하 MIRIS)을 통해 얻은 우리 은하면 수소방출선(파셴알파, Paschen α) 관측 자료를 분석해 숨겨진 별 생성 영역을 새롭게 찾았다. 한국천문연구원은 그 첫 번째 결과로서, 세페우스(Cepheus) 영역에서 발견된 파셴알파 방출 천체들의 목록을 발표했다.



다. 초소형 광대역 3채널 동시관측시스템 최초 개발

한국천문연구원은 우주전파를 광대역 3개 주파수 채널(18~26, 35~50, 85~116GHz)로 동시에 관측할 수 있는 초소형 우주전파 수신시스템을 세계 최초로 개발했다.

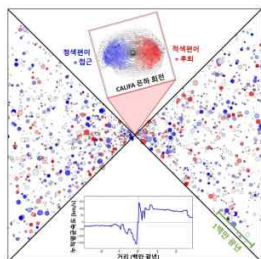
이번에 개발한 수신시스템의 크기는 가로 600mm, 세로 980mm로 지난 4채널 동시 관측 우주전파 수신시스템보다 무려 3배 이상 줄어들었다. 이에 각 나라가 보유하고 있는 전파망원경에 쉽게 설치할 수 있을 뿐만 아니라, 운용이 쉽고 제작 및 운용비용도 낮



아진다.

라. 이웃 은하와의 상호작용이 은하의 회전을 변화시킨다는 증거 포착

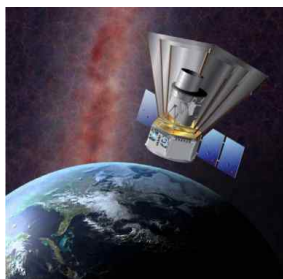
한국천문연구원은 3차원 분광 관측 자료인 칼리파(CALIFA, Calar Alto Legacy Integral Field Area Survey) 데이터 분석을 통해 은하의 회전 방향이 이웃 은하의 평균적인 운동 방향과 뚜렷한 상관성을 보인다는 사실을 밝혀냈다.



이러한 상관성은 최대 260만 광년 떨어진 이웃 은하들에서도 발견됐다. 은하가 1억 년에 6만 광년 정도를 이동한다고 추정할 때 은하는 약 40여 억 년 전에 다른 은하와 만났던 기억을 회전이라는 운동학적 성질로써 간직하고 있는 셈이다.

마. NASA 중형 미션 SPHEREx 선정, NASA와 중형우주망원경 공동 개발

한국천문연구원은 차세대 소형위성 1호 과학 탑재체인 광시야 적외선 영상 및 분광 관측을 동시 수행할 수 있는 근적외선 영상/분광기(NISS, Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation history) 개발 경험을 바탕으로 확보한 기술을 활용해 미국 캘리포니아 공과대학(Caltech, 주관기관)과 함께 NISS의 개념을 확장한 전천 적외선 영상/분광기 SPHEREx를 NASA 중형미션(프로젝트 전체 예산 규모 약 2천 800억 원)으로 제안했다. 그 결과 NASA는 2월 14일(한국시간) 새벽, 차기 중형 프로젝트로 SPHEREx를 최종 승인했다고 발표했다.

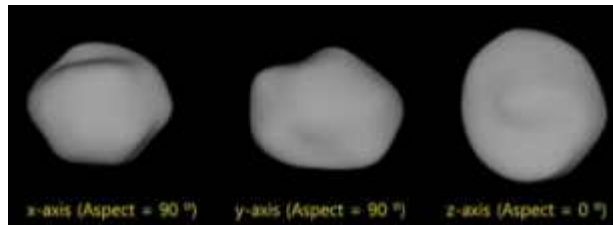


바. 탐사선 데스티니+의 타깃, 소행성 파에톤의 특성 및 3D 형상모형 공개

일본이 하야부사2호에 이어 계획 중인 탐사선은 데스티니 플러스(DESTINY+)로, 해당 탐사선의 타깃 소행성인 파에톤(Phaethon)에 대한 비밀을 한국천문연구원이 풀었다.

한국천문연구원은 파에톤이 40년 만에 지구에 가장 근접한 지난 2017년 12월 중순경, 산하 보현산천문대, 소백산천문대, 레몬산천문대, 우주물체 전자광학 감시네트워크(OWL-Net, Optical Wide-field patrol Network) 등 국내외 다양한 총 8개 연구시설을 동원해 파에톤을 관측했다. 이를 분석해 파에톤의 표면이 화학적으로 균

질하며 3.604시간에 한 번 시계 방향으로 자전한다는 것을 밝혀내고, 재구성한 3D 형상모형을 공개했다. 해당 모형에 따르면 파에톤은 적도 지역이 용기된 다이아몬드 에 가까운 모양(top-shape)을 띤다.



사단법인 한국천문학회
회원명부
(2019. 04)

No.	이름	E-mail	직장명
1	강궁원	gwkang@kisti.re.kr	한국과학기술정보연구원
2	강다운	daeun.astro@gmail.com	서울대학교
3	강동일	kang_dong_il@naver.com	김해고등학교
4	강두원	pama95@naver.com	충북대학교
5	강미주	mjkang@kasi.re.kr	한국천문연구원
6	강민희	kmhchloe@galaxy.yonsei.ac.kr	
7	강선미	tjsal_03@hotmail.com	경희대학교 우주탐사학과
8	강선아	aine2242@gmail.com	(주)에스엘랩
9	강성주	sjkang@kasi.re.kr	한국천문연구소
10	강신철	kang87@kasi.re.kr	천문연구원/과학기술연합대학원
11	강영운	kangyw@sejong.ac.kr	세종대학교
12	강용범	ybkang@cnu.ac.kr	충남대학교 자연과학연구소
13	강용우	tetius82@daum.net	한국천문연구원
14	강용희	yhkang@knu.ac.kr	경북대 사범대 과학교육학부
15	강원기	kangwongi@naver.com	경북대학교
16	강원석	wskang@kywa.or.kr	국립청소년우주센터
17	강유진	egkang@astro.snu.ac.kr	한국천문연구원
18	강은아	milkkrkd@daum.net	충북대학교 교육대학원
19	강은하	enkang0712@naver.com	세종대학교 천문학과
20	강이정	yijungkang.astro@gmail.com	연세대학교
21	강인	lrkangin@gmail.com	경희대학교
22	강주형	jhkang@astro.snu.ac.kr	서울대학교
23	강지수	jskang@astro.snu.ac.kr	서울대학교
24	강지현	jkang@kasi.re.kr	한국천문연구원
25	강지혜	siriusstar@khu.ac.kr	경희대학교
26	강혁모	kradarts@gmail.com	
27	강현우	orionkhw@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
28	강혜성	hskang@pusan.ac.kr	부산대학교
29	경재만	jman@kasi.re.kr	한국천문연구원
30	고경연	knightflow@kasi.re.kr	한국천문연구원
31	고유경	ykko@astro.snu.ac.kr	서울대학교
32	고종완	jwko@kasi.re.kr	한국천문연구원
33	고주헌	persever@kasi.re.kr	한국천문연구원
34	고해곤	rhgorhs@hotmail.com	세종대학교
35	고현주	whiteangel28@hanmail.net	서울대학교 창의연구단
36	공인택	intaekgong@gmail.com	세종대학교
37	공진욱	jinn.ouk.gong@gmail.com	한국천문연구원
38	곽규진	kkwak@unist.ac.kr	울산과학기술대학교
39	곽보근	rasenis@sejong.ac.kr	세종대학교
40	곽성원	swkwak@kasi.re.kr	한국천문연구원
41	곽영실	yskwak@kasi.re.kr	한국천문연구원
42	곽정하	jeonghagwak@gmail.com	메타스페이스
43	곽한나	hannahk@astro.snu.ac.kr	서울대학교
44	관리자	kas@kasi.re.kr	한국과학기술정보연구원
45	구본철	koo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
46	구재림	koojr@cnu.ac.kr	한국천문연구원
47	구한울	byzanempire@gmail.com	-
48	구현모	mike1919@naver.com	서울시립대학교 자연과학연구소
49	국승화	nebula43@empal.com	
50	권나영	mjsskdud19@naver.com	경희대학교
51	권대수	su324@hanmail.net	
52	권륜영	rkwon@kasi.re.kr	천문연구원
53	권석기	ksk@kigam.re.kr	한국지질자원연구원
54	권석민	smkwon@kangwon.ac.kr	강원대학교

No.	이름	E-mail	직장명
55	권순길	kwonsg@kywa.or.kr	국립청소년우주센터
56	권순범	ksb0901@korea.kr	청주시상지청
57	권순자	sjgwon@knu.ac.kr	경북대
58	권영주	dudwn1109@hotmail.com	세종대학교
59	권우진	wkwon@kasi.re.kr	한국천문연구원
60	권유나	ynkwon@astro.snu.ac.kr	서울대학교
61	권윤기	zoshs2@uos.ac.kr	서울시립대학교
62	권은주	eunjoo.dear@gmail.com	세종대학교
63	권정미	jungmi.kwon@ir.isas.jaxa.jp	일본국립연구개발법인 우주항공연구개발기구 우주과학연구소
64	권혁진	HJ.Kwon@khu.ac.kr	경희대학교
65	권혜원	hyewonstar@gmail.com	충남대학교
66	금재혁	tau_zero@naver.com	경북대학교
67	김가혜	0119550@naver.com	경희대학교
68	김갑성	kskim@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
69	김강민	kmkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
70	김건희	kgh@kbsi.re.kr	한국기초과학지원연구원
71	김경규	kimkyungkiu@sejong.ac.kr	세종대학교
72	김경민	kmkim82@gmail.com	한양대학교
73	김경섭	kskim207@korea.com	
74	김경임	kikim@khu.ac.kr	경희대학교
75	김경찬	kckim@daegu.ac.kr	대구대학교
76	김경희	quarkosmos@gmail.com	공주대학교
77	김관혁	khan@khu.ac.kr	경희대학교
78	김광동	kasikdkim@gmail.com	한국천문연구원
79	김광태	ktk@cnu.ac.kr	충남대학교
80	김규섭	kimkyuseob@hanmail.net	경북대학교 천문대기과학과

No.	이름	E-mail	직장명
81	김근호	rocksteady1105@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
82	김기범	sacrificek2b@daum.net	경북대학교
83	김기태	ktkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
84	김기훈	kngc6543@hanmail.net	세종대학교
85	김다운	edwin@yonsei.ac.kr	연세대학교
86	김대원	coati@yonsei.ac.kr	연세대학교
87	김대원	thebittersweet7@gmail.com	서울대학교
88	김도일	dy0726@sju.ac.kr	세종대학교
89	김도형	dohyeong@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
90	김동진	keaton03@nate.com	한국천문연구원
91	김동진	dj.kim@yonsei.ac.kr	연세대학교
92	김동현	tpthfhdgus@naver.com	경북대학교 천문대기과학과
93	김동현	galaxydiver@yonsei.ac.kr	연세대학교
94	김동훈	ki13130@gmail.com	서울대학교 물리·천문학부(천문학전공)
95	김동흔	naraloveju@naver.com	충북대학교
96	김두환	thkim@ajou.ac.kr	
97	김록순	rskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
98	김명진	skarma@kasi.re.kr	한국천문연구원
99	김명학	coconut21@naver.com	경북대학교
100	김묘진	astromyojin@gmail.com	연세대학교
101	김미경	95923kim@naver.com	세종대학교
102	김미량	koon7680@gmail.com	천문연구원
103	김민규	astromgkim@gmail.com	서울대학교 천문학과
104	김민배	mbkim@khu.ac.kr	경희대학교
105	김민선	mskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
106	김민영	lucio0217@khu.ac.kr	경희대학교
107	김민준	ieha111@chungbuk.ac.kr	충북대학교

No.	이름	E-mail	직장명
108	김민중	mjkim@kasi.re.kr	세종대학교
109	김민진	tocherry.kim@gmail.com	경북대학교
110	김민철	mincheol.galaxy@gmail.com	연세대학교
111	김병준	bjkim@astro.snu.ac.kr	
112	김보경	bkkim315@gmail.com	이화여자대학교
113	김상준	sjkim1@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
114	김상철	sckim@kasi.re.kr	한국천문연구원
115	김상혁	kimsanghyuk@kasi.re.kr	한국천문연구원
116	김상혁	astro91@kasi.re.kr	한국천문연구원
117	김상현	kopuoshj1204@naver.com	경북대학교
118	김상현	sanghkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
119	김상희	kgoonsu@hanmail.net	국립광주과학관
120	김서진	sfelixkim@gmail.com	연세대학교
121	김석	star4citizen@gmail.com	한국천문연구원
122	김석환	skim@csa.yonsei.ac.kr	
123	김선우	626ksw@gmail.com	연세대학교
124	김선의	seoneui.kim.astro@gmail.com	연세대학교
125	김선정	007gasun@hanmail.net	울산 과학기술원
126	김성수	sungsoo.kim@khu.ac.kr	경희대학교
127	김성원	sungwon@ewha.ac.kr	
128	김성은	sek@sejong.ac.kr	세종대학교
129	김성재	seongjikim@kasi.re.kr	과학기술연합대학원대학교
130	김성중	seongjoong2081@gmail.com	연세대학교
131	김성진	seongini@gmail.com	National Tsing Hua University
132	김성진	dabin0214@naver.com	어린이천문대
133	김소피아	sophiak@astro.snu.ac.kr	서울대학교
134	김수아	sooastar@gmail.com	아시아태평양이론물리센터
135	김수연	aranya050@gmail.com	

No.	이름	E-mail	직장명
136	김수영	sykim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
137	김수진	sjkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
138	김수현	alkes5@naver.com	천문대기과학과
139	김순옥	skim@kasi.re.kr	한국천문연구원
140	김슬기	ksglm1231@gmail.com	세종대학교
141	김승리	slkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
142	김승종	brelkly@gmail.com	충북대학교
143	김신영	syberith@gmail.com	한국천문연구원
144	김연한	yhkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
145	김연화	byolhyou@nate.com	
146	김영광	aspace@cnu.ac.kr	충남대학교
147	김영래	yrok@kias.re.kr	고등과학원
148	김영로	ylkim83@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
149	김영록	yrockkim@gmail.com	한국항공우주연구원
150	김영수	ykim@kasi.re.kr	한국천문연구원
151	김영식	massiveys@gmail.com	한국천문연구원/ 충남대
152	김영오	icarus0505@hanmail.net	강원대학교 과학교육부
153	김예슬	yskim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
154	김완수	firstwinter90@gmail.com	경북대학교
155	김용기	ykkim153@chungbuk.ac.kr	충북대학교
156	김용범	ybkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
157	김용정	yjkim.ast@gmail.com	서울대학교
158	김용철	yckim@yonsei.ac.kr	연세대학교
159	김용하	yhkim@cnu.ac.kr	충남대학교
160	김용휘	yonghwi.kim@gmail.com	고등과학원
161	김우정	woo0122@hotmail.com	
162	김웅태	wkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
163	김유정	yoojkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교

No.	이름	E-mail	직장명
164	김유제	yoojea@gmail.com	한국천문학회
165	김윤배	yoobai@skku.edu	성균관대학교
166	김윤영	ynyong.kim@gmail.com	서울대학교
167	김윤종	yjkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
168	김윤희	sherlock@kasi.re.kr	한국천문연구원
169	김은빈	ebkim@khu.ac.kr	한국천문연구원
170	김은솔	eunsol518@naver.com	충남대학교
171	김은총	eunchong89@astro.snu.ac.kr	서울대학교
172	김은혁	eunhyeuk@gmail.com	한국항공우주연구원
173	김이곤	yigon@knu.ac.kr	경북대학교
174	김일중	ijkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
175	김일훈	ilhoon.kim@sllab.co.kr	에스엘랩
176	김재관	kimjgwan@korea.kr	국가기상위성센터
177	김재민	jmkim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
178	김재연	jaeyeonkim93@gmail.com	연세대학교
179	김재영	jaeyeong@khu.ac.kr	경희대학교
180	김재영	astro.jy.kim@gmail.com	막스플랑크 천파천문연구소
181	김재우	kjw0704@kasi.re.kr	천문연구원
182	김재현	76rokmc@hanmail.net	중국과학원 상하이천문대
183	김재혁	nasabolt@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
184	김재훈	camacsky@hanmail.net	전파연구소
185	김정규	jgkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과 대학원
186	김정리	chunglee.kim@ewha.ac.kr	이화여자대학교
187	김정엽	wind-200@nate.com	제주별빛누리공원천문대
188	김정초	jeongcho.kim@gmail.com	인제대학교
189	김정하	jeije0523@gmail.com	경희대학교 일반대학원
190	김정한	jhkim@kopri.re.kr	극지연구소

No.	이름	E-mail	직장명
191	김정환	kim3712@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
192	김정희	hanulkkum@hanmail.net	경북대학교
193	김중수	jskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
194	김주아	gmldnjs0971@uos.ac.kr	서울시립대
195	김주연	geem@astro.snu.ac.kr	서울대학교
196	김주한	kjhan0606@gmail.com	고등과학원
197	김주현	kl0630@kari.re.kr	한국항공우주연구원
198	김준한	junhankim.87@gmail.com	아리조나대학
199	김준호	1990-11-22@hanmail.net	서울대학교
200	김지연	jyeon321@khu.ac.kr	경희대학교
201	김지현	jihun@kasi.re.kr	한국천문연구원
202	김지현	jihyunkim@unist.ac.kr	울산과학기술원
203	김지훈	jhkim@metaspace.co.kr	메타스페이스
204	김지훈	mornkr@snu.ac.kr	서울대학교
205	김지훈	jihoon@astro.snu.ac.kr	서울대학교
206	김진규	jinkyukim@khu.ac.kr	경희대학교
207	김진아	dsc2562@hanmail.net	연세대학교
208	김진영	jinyoungserena@gmail.com	University of Arizona/Steward Observatory
209	김진현	kjhmatch123@naver.com	경희대학교
210	김진협	jinhhyub@yonsei.ac.kr	연세대학교
211	김진호	jinhokim0919@gmail.com	천문연구원
212	김진희	zinhi@nate.com	충북대학교
213	김창곤	akc13571@naver.com	경희대학교
214	김창구	cgkim@astro.princeton.edu	프린스턴 대학
215	김창희	chkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
216	김천휘	kimch@chungbuk.ac.kr	충북대학교
217	김철희	ckim2807@gmail.com	전북대학교

No.	이름	E-mail	직장명
218	김태선	tkimm@yonsei.ac.kr	연세대학교
219	김태연	taeyeon81@hotmail.com	경희대학교
220	김태영	tykim@inspace.re.kr	(주)인스페이스
221	김태우	maimouse@nate.com	국립청소년우주센터
222	김태현	tkim@kasi.re.kr	KASI
223	김태현	chunsukyung@nate.com	경희대학교 우주탐사학과
224	김학섭	hskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
225	김한성	hgim@astro.umass.edu	매사추세츠주립대학
226	김혁	vitkim@gmail.com	경기과학고등학교
227	김현구	hgkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
228	김현남	astrokhn@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
229	김현수	hskim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
230	김현우	hwkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
231	김현우	woojooa@hanmail.net	연세대학교
232	김현정	hjkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
233	김현종	predige@korea.kr	망포고등학교
234	김형준	HJKIM@sju.ac.kr	세종대학교 천문우주학과
235	김형한	astro.hh.kim@gmail.com	연세대학교
236	김혜영	khy0744@naver.com	충북대학교
237	김호일	hikim@kasi.re.kr	한국천문연구원
238	김홍근	hgkim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
239	김효령	hrkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
240	김효선	hkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
241	김효원	kimyo1@kasi.re.kr	UST
242	김효정	hyojeong@chosun.ac.kr	조선대학교
243	김훈규	hkkim81@knu.ac.kr	경북대학교 고에너지물리연구소
244	김흥재	heungjae.kim@gmail.com	(주)테라시드 바이오사이언스

No.	이름	E-mail	직장명
245	나성호	sunghona@kasi.re.kr	아주공대
246	나일성	slisnha@chol.com	연세대원로
247	나자경	jknah@kasi.re.kr	한국천문연구원
248	나종삼	csam.na@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
249	나현옥	pureundal@naver.com	경희대학교 우주탐사학과
250	남승현	kkpko1094@gmail.com	세종대학교
251	남신우	swnam@ewha.ac.kr	이화여자 대학교
252	남옥원	uwnam@kasi.re.kr	한국천문연구원
253	남지선	jpnam99@gmail.com	경희대학교
254	남지우	namjiwoo@gmail.com	이화여자대학교 물리학과
255	네하 샤르마	neha.astro18@gmail.com	박사후연구원
256	노덕규	dgroh@kasi.re.kr	한국천문연구원
257	노동구	dgroh@yonsei.ac.kr	한국천문연구원
258	노순영	soonyoungroh@unist.ac.kr	울산과학기술원
259	노유경	ykyung@astro.snu.ac.kr	서울대학교
260	노정희	jrho@seti.org	SETI Institute
261	노하나	nhn1216@naver.com	경희대학교
262	노현옥	hwro@yonsei.ac.kr	연세대학교
263	노현주	ju1212@astro.snu.ac.kr	서울대학교
264	노혜림	hr@kasi.re.kr	한국천문연구원
265	담당선생님	kas@kasi.re.kr	인천과학고등학교
266	도희진	taekwon@nate.com	김해천문대
267	독고경환	korn1009@gmail.com	KAIST
268	류동수	ryu@sirius.unist.ac.kr	UNIST
269	류동욱	antinneog@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
270	류윤현	yoonyunryu@gmail.com	한국천문연구원
271	류진혁	ryujh@astro.snu.ac.kr	물리천문학부 천문학전공
272	마리오 파스콶토	mario.pasquato@galaxy.yonsei.ac.kr	

No.	이름	E-mail	직장명
273	문대식	moon@astro.utoronto.ca	토론토 대학교
274	문병하	byeongha.moon@gmail.com	전남대학교
275	문봉곤	bkmooon@kasi.re.kr	한국천문연구원
276	문상혁	moon@astro.snu.ac.kr	서울대학교
277	문신행	shmoon4211@gmail.com	f
278	문용재	moonyj@khu.ac.kr	경희대학교
279	문재연	jymarcie94@astro.snu.ac.kr	서울대학교
280	문준성	moonjs@yonsei.ac.kr	연세대학교
281	문현우	mhw2000@nate.com	경북대학교 천문대기학과
282	문홍규	fullmoon@kasi.re.kr	한국천문연구원
283	민경욱	kwmin@kaist.ac.kr	한국과학기술원 물리학과
284	민병희	bhmin@kasi.re.kr	한국천문연구원
285	민성식	ssmin_daum@hanmail.net	The University of Sydney
286	민영기	yminn@khu.ac.kr	원로회원
287	민영철	minh@kasi.re.kr	한국천문연구원
288	박관우	jumpkid456@gmail.com	충북대학교
289	박관호	nobel2015@snu.ac.kr	서울대학교
290	박근우	calpkw@gmail.com	세종대학교
291	박근홍	khpark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
292	박금숙	pgs@kasi.re.kr	한국천문연구원
293	박기완	pkiwan@gmail.com	해외근무중
294	박기훈	kbach@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
295	박다우	dawoo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
296	박대성	daeseongpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
297	박대영	niceskies@hanmail.net	국립과천과학관
298	박동호	dongho.park@gmail.com	아태이론물리센터
299	박명구	mgp@knu.ac.kr	경북대
300	박미영	shinehanl@hanmail.net	충북대학교

No.	이름	E-mail	직장명
301	박민아	minapak@kasi.re.kr	한국과학기술원 합대학원대학교
302	박민정	mjpark0216@yonsei.ac.kr	연세대학교
303	박병곤	bgpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
304	박석재	sjpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
305	박선경	sunkyung@khu.ac.kr	경희대학교
306	박선미	smpark@kaist.ac.kr	한국과학기술원
307	박선엽	sunyoup@gmail.com	한국천문연구원
308	박성준	spark@kasi.re.kr	한국천문연구원
309	박성현	parksh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
310	박소명	smpark12@khu.ac.kr	경희대학교
311	박소연	third_kind@naver.com	서울대학교
312	박소영	syongii@astro.snu.ac.kr	서울대학교
313	박소영	parkss093@chungbuk.ac.kr	충북대학교
314	박송연	sypark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
315	박수종	soojong@khu.ac.kr	경희대학교
316	박순창	scpark@metaspace.co.kr	메타스페이스
317	박승규	skpark4@kaeri.re.kr	한국원자력연구원
318	박승현	daelikii@gmail.com	연세대학교 대학원
319	박영득	ydpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
320	박영식	parkys@kasi.re.kr	한국천문연구원
321	박영준	pyj128@khu.ac.kr	경희대학교
322	박용선	yspark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
323	박우석	hoeen5373@gmail.com	경희대학교 우주과학과
324	박우진	aquasheep71@gmail.com	경희대학교
325	박우찬	chani1207@naver.com	충북대학교
326	박원기	wkpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
327	박원현	nova8028@gmail.com	
328	박윤수	ysbachpark@astro.snu.ac.kr	서울대학교

No.	이름	E-mail	직장명
329	박윤호	yhpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
330	박은미	rathfjqnn@naver.com	한국천문연구원
331	박은수	espark@khu.ac.kr	경희대학교
332	박일흥	ilpark@skku.edu	성균관대학교
333	박장현	jhpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
334	박장호	pooh107162@kasi.re.kr	한국천문연구원
335	박재균	clap1229@naver.com	경희대학교
336	박재근	geunjaep@gmail.com	충북대학교
337	박재우	yharock9@space.kait.ac.kr	항공우주연구원
338	박재홍	hongepark@gmail.com	Scuola Normale Superiore
339	박재홍	parkjhg@hanmail.net	천문연구원
340	박종선	astropjs@naver.com	공간물리연구실
341	박종엽	x9bong@hanmail.net	한국천문연구원
342	박종욱	jupark@kasi.re.kr	한국천문연구원
343	박종원	jw.park@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
344	박종호	jhpark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
345	박준성	jspark2513@gmail.com	울산과학기술대학교
346	박지숙	parkjs53@naver.com	경희대학교
347	박지우	jeewoo.park@nasa.gov	고다드우주센터
348	박진우	jinwooandthesea@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
349	박진태	jtpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
350	박진혜	jinhye@khu.ac.kr	우주과학과
351	박찬	chanpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
352	박찬	iamparkchan@gmail.com	한국과학기술정보연구원
353	박찬	astroscopy@hanmail.net	천문우주기획
354	박찬경	park.chan.gyung@gmail.com	전북대학교 과학교육학부
355	박창범	cbp@kias.re.kr	고등과학원
356	박필호	phpark@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
357	박혁	hpark@sciport.or.kr	국립부산과학관
358	박현배	hcosmosb@kasi.re.kr	한국천문연구원
359	박형민	hmpark@kywa.or.kr	국립청소년우주센터
360	박혜진	phj838552@gmail.com	충남대학교
361	박홍수	hspark@kasi.re.kr	한국천문연구원
362	방태양	qkdxodid1230@gmail.com	경북대학교 천문대기과학과
363	배봉석	bspae@hanmail.net	대학원
364	배영복	baeyb@nims.re.kr	국가수리과학연구소
365	배영호	yhbae@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 이과대학 천문학과
366	배재한	jaehbae@umich.edu	U of Michigan
367	배현진	hjbae@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
368	백기선	giseon8871@gmail.com	경희대학교
369	백길호	kilho.baek@khu.ac.kr	경희대학교
370	백승학	gregorypaek94@gmail.com	서울대학교
371	백인수	insupaek@astro.snu.ac.kr	서울대학교
372	백준현	jhbaek1001@gmail.com	연세대학교
373	백지혜	jhbaek@kasi.re.kr	한국천문연구원
374	백창현	usnearth@korea.kr	국립중앙과학관
375	범민제	mj.astrotoy@gmail.com	연세대학교
376	변도영	bdy@kasi.re.kr	한국천문연구원
377	변서연	sybyeon@khu.ac.kr	경희대학교
378	변용익	ybyun@yonsei.ac.kr	연세대학교
379	변우원	wbyun87@gmail.com	UST(과학기술연합대학원대학교) / KASI(한국천문연구원)
380	변재규	mirach99@yonsei.ac.kr	국립중앙과학관
381	봉수찬	scbong@kasi.re.kr	한국천문연구원
382	사토시이노우에	inosato@khu.ac.kr	경희대학교

No.	이름	E-mail	직장명
383	서강일	daylife0243@gmail.com	서울대학교
384	서경원	kwsuh@chungbuk.ac.kr	충북대학교
385	서미라	mrseo@pusan.ac.kr	부산대학교
386	서민주	astrosmj@astro.snu.ac.kr	서울대학교
387	서성우	swseo@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
388	서영민	seo3919@gmail.com	제트추진연구소
389	서우영	zephyrus02@naver.com	서울대학교 천문학과
390	서윤경	ykseo@kasi.re.kr	한국천문연구원
391	서정빈	jeongbhinseo@gmail.com	부산대학교
392	서행자	hseo@inspace.re.kr	(주)인스페이스
393	서현중	hjseo@kasi.re.kr	한국천문연구원
394	서현주	hyunjuobs@yonsei.ac.kr	연세대학교
395	서혜원	suh@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
396	석지연	jyseok@kasi.re.kr	한국천문연구원
397	선광일	kiseon@kasi.re.kr	한국천문연구원
398	선종호	jhseon@khu.ac.kr	경희대학교
399	설아침	kalpa@kasi.re.kr	한국천문연구원
400	성광현	hummingung@gmail.com	울산과학기술원
401	성숙경	sksung@khu.ac.kr	경희대학교
402	성언창	ecsung@kasi.re.kr	한국천문연구원
403	성현일	hisung@kasi.re.kr	한국천문연구원
404	성현철	hcseong@kasi.re.kr	
405	성환경	sungh@sejong.ac.kr	세종대학교
406	손동훈	dhson1970@gmail.com	서울대학교
407	손미림	smirim@gmail.com	경희대학교
408	손봉원	bwsohn@kasi.re.kr	한국천문연구원
409	손상복	sbson225@hanmail.net	천문연원로
410	손수연	sonsuyeon@naver.com	경북대학교

No.	이름	E-mail	직장명
411	손영중	sohryj@yonsei.ac.kr	연세대학교
412	손재주	eddy@nims.re.kr	국가수리과학연구소
413	손정주	jjsohn@knue.ac.kr	한국교원대학교
414	손주비	jbsohn@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학전공
415	송동욱	dusong@astro.snu.ac.kr	서울대학교
416	송두중	djsongdjsong@hanmail.net	한국천문연구원
417	송미화	jsm2438@naver.com	충북대학교
418	송민규	mksong@kasi.re.kr	한국천문연구원
419	송보영	ufo89451@naver.com	경희대학교
420	송용선	ysong@kasi.re.kr	한국천문연구원
421	송용준	stelle9@gmail.com	경희대학교 우주탐사학과
422	송인옥	song.inok@kaist.ac.kr	한국과학기술원
423	송인혁	ihsong@khu.ac.kr	경희대학교
424	송현미	hmsong@kasi.re.kr	한국천문연구원
425	수마이야	srahman3@isrt.ac.bd	경희대학교
426	시아오동리	xiaodongli@kias.re.kr	고등과학원
427	신나은	neshin@astro.snu.ac.kr	서울대학교
428	신대규	tlseorb0111@naver.com	충북대 천문우주학과
429	신민수	astromsshin@gmail.com	한국천문연구원
430	신수현	shshin@astro.snu.ac.kr	서울대학교
431	신슬기	ssssss3887@naver.com	경희대학교
432	신영호	fmarihwanau@nate.com	세종대학교
433	신용철	fedragon86@naver.com	국립청소년우주센터
434	신윤경	yksheen@kasi.re.kr	한국천문연구원
435	신은서	ssinss00@gmail.com	강원대학교
436	신재식	jsshin@kasi.re.kr	한국천문연구원
437	신재진	jjshin@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
438	신재혁	karamel_bro@naver.com	우주탐사학과

No.	이름	E-mail	직장명
439	신중호	jhshinn@kasi.re.kr	한국천문연구원
440	신준호	junhosn@khu.ac.kr	경희대학교
441	신지혜	jhshin.jhshin@gmail.com	천문연구원
442	신지혜	astrosophia@knu.ac.kr	경북대학교
443	신찬희	sus26@khu.ac.kr	경희대학교
444	신태희	astrospac@cnu.ac.kr	충남대학교 천문우주학과
445	심경진	kjsim2002@hanmail.net	
446	심준섭	jsshim@kias.re.kr	고등과학원
447	심채경	cksim@khu.ac.kr	경희대학교
448	심현진	shim.hyunjin@gmail.com	경북대학교 사범대학 지구과학교육과
449	안경진	kjahn@chosun.ac.kr	조선대학교
450	안덕근	deokkeun@ewha.ac.kr	이화여자대학교
451	안상현	sha@kasi.re.kr	한국천문연구원
452	안성호	sh.astronomy@gmail.com	연세대학교
453	안영숙	ysahnn@kasi.re.kr	한국천문연구원
454	안인선	ais@astro.snu.ac.kr	국립과천과학관
455	안준모	ajmyaa@khu.ac.kr	우주탐사학과
456	안지은	jeahn@khu.ac.kr	경희대학교
457	안혜성	baekha0907@gmail.com	충남대학교
458	안호재	sun11509@naver.com	경희대학교
459	안홍배	hbann@pusan.ac.kr	부산대학교
460	안홍준	hjan@cbnu.ac.kr	충북대학교
461	양성철	sczoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
462	양승원	gog500@naver.com	서울대학교
463	양유진	yyang@kasi.re.kr	천문연구원
464	양윤아	yanga@astro.snu.ac.kr	서울대학교
465	양종만	jyang@ewha.ac.kr	이화여자대학교

No.	이름	E-mail	직장명
466	양태용	yty16@kasi.re.kr	한국천문연구원
467	양형석	yanghs@kepri.re.kr	한전전력연구원 송대전연구소
468	양홍규	hongu@kasi.re.kr	한국천문연구원
469	양홍진	hjyang@kasi.re.kr	한국천문연구원
470	양희수	yang83@snu.ac.kr	서울대학교
471	엄정휘	z.lucas.uhm@gmail.com	한국천문연구원
472	여아란	arl@kasi.re.kr	한국천문연구원
473	염동녘	dnyeum@astro.snu.ac.kr	서울대학교
474	염범석	cometyeom@cnu.ac.kr	충남대학교 천문우주학과
475	염재환	jhyeom@kasi.re.kr	한국천문연구원
476	오규동	ohkd@jnu.ac.kr	전남대학교
477	오규석	kyuseok.o@gmail.com	교토 대학교
478	오대현	oh.d.hyun@gmail.com	한국천문연구원(임시)
479	오민지	minji.wow@gmail.com	상해교통대학교
480	오병렬	brauh@daum.net	
481	오상훈	shoh4993@gmail.com	국가수리과학연구소
482	오성아	sao@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
483	오세진	sjoh@kasi.re.kr	한국천문연구원
484	오세헌	seheonoh@kasi.re.kr	한국천문연구원
485	오수연	suyeonoh@jnu.ac.kr	전남대학교 지구과학교육과
486	오슬희	sreemario@gmail.com	연세대학교(학회 지발송금지)
487	오승경	skoh@astro.uni-bonn.de	AIfA
488	오승준	oh@selab.co.kr	
489	오영석	oysclub@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
490	오재석	ojs001@kasi.re.kr	한국천문연구원
491	오정근	johnoh@nims.re.kr	국가수리과학연구소
492	오정환	joh@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
493	오충식	csoh@kasi.re.kr	한국천문연구원
494	오형일	ymy501@kasi.re.kr	보현산 천문대
495	오희영	hyoh@kasi.re.kr	천문연
496	와지마 키요아키	wajima@kasi.re.kr	한국천문연구원
497	우병태	vegaA05@hotmail.co m	
498	우수완	francis70@hotmail.co m	충북대학교 천문우주학과 석사
499	우종욱	nwoojok@naver.com	fa
500	우종학	woo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
501	우화성	marswoo@hanmail.n et	김해천문대
502	위석오	sowi@kasi.re.kr	한국천문연구원
503	유계화	khyoo@ewha.ac.kr	이화여자대학교 퇴임
504	유다솔	dbekthfdl@gmail.co m	연세대학교
505	유대중	djyu79@gmail.com	우주탐사학과
506	유성민	yoo.9191.sm@gmail. com	충북대학교
507	유소영	zoazoacocoa@naver. com	세종대학교
508	유영삼	ysyu@kasi.re.kr	한국천문연구원
509	유재원	jwyoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
510	유진희	napa3@hanmail.net	연세대학교
511	유태화	dbahck37@gmail.co m	연세대학교
512	유현주	hyunju527@gmail.co m	한국천문연구원
513	유형준	pala@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
514	유혜민	sinyuljudai@galaxy.y onse.ac.kr	
515	유혜인	yuhyein@gmail.com	
516	유홍우	henryleo0@mail.ru	한국천문연구원
517	육두호	ytodauk@cnu.ac.kr	충남대학교 천문우주과학과
518	육인수	yukis@kasi.re.kr	한국천문연구원
519	윤기윤	kyyun@galaxy.yonsei .ac.kr	연세대학교

No.	이름	E-mail	직장명
520	윤나영	angryrabbity@naver. com	경희대 우주탐사학과
521	윤동환	dhysgr@hanmail.net	서울대학교
522	윤두수	dsyoon@astro.snu.ac. kr	서울대학교 천문학전공
523	윤미진	mjwitch@gmail.com	연세대학교
524	윤석진	sjyoon0691@yonsei. ac.kr	연세대학교
525	윤성용	yoon6768@khu.ac.kr	경희대학교
526	윤성철	yoon@astro.snu.ac.kr	서울대학교
527	윤영주	yjyun@kasi.re.kr	한국천문연구원
528	윤요나	antalece@chungbuk. ac.kr	충북대학교 천문대
529	윤요라	antalece@chungbuk. ac.kr	충북대학교 천문대
530	윤요셉	ysyoon@astro.snu.ac. kr	서울대학교 천문학과
531	윤용민	yymx2aa@gmail.com	서울대학교
532	윤재혁	unicos10@gmail.com	한국천문연구원
533	윤정관	logicyoon@unist.ac.k r	유니스트
534	윤태석	yoonts@knu.ac.kr	경북대학교 천문대기과학과
535	윤희결	hangyeol@mail.snu.a c.kr	서울대학교
536	윤희식	dbs6878@naver.com	경희대학교 우주탐사학과
537	윤희인	hyein.yn@gmail.com	연세대학교
538	윤희식	yunhswow@daum.ne t	서울대학교
539	윤희선	gmiltjs315@gmail.co m	충남대학교
540	이가인	wag.ur.coke@gmail.c om	서울대학교
541	이강우	kwyi@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
542	이강진	canopus@khu.ac.kr	경희대학교
543	이강환	kanghwan@korea.kr	서대문자연사 박물관
544	이건우	kunwoo@astro.snu.a c.kr	서울대학교
545	이겨레	grlee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
546	이경동	kieslow@khu.ac.kr	경희대학교
547	이경민	hahahaya@naver.co m	세종대학교

No.	이름	E-mail	직장명
548	이경선	lksun@khu.ac.kr	경희대학교
549	이경숙	whityluna@naver.com	
550	이경훈	jiguin2@chol.com	한국과학영재학교
551	이광호	ghlee@email.arizona.edu	스튜어드 천문대, 애리조나 대학교
552	이기원	leekw@cu.ac.kr	대구가톨릭대학교
553	이나원	astrolabelee@gmail.com	서울대학교
554	이다희	superinu@naver.com	경북대학교
555	이대영	dylee@chungbuk.ac.kr	충북대학교 천문우주학과
556	이대희	dhlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
557	이덕행	lee.dukhang@gmail.com	천문연/요크대학교
558	이도운	dwlee717@gmail.com	연세대학교
559	이동섭	tifsvm@naver.com	경북대학교
560	이동욱	dr.dwlee@gmail.com	무소속
561	이동주	marin678@kasi.re.kr	한국천문연구원
562	이동현	dyonysos@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
563	이동훈	dhlee@khu.ac.kr	경희대학교
564	이명균	mglee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
565	이명현	easy2537@yonsei.ac.kr	한국천문연구원
566	이민경	mingyeong@kasi.re.kr	과학기술연합대학원대학교
567	이방원	bwlee@astro.snu.ac.kr	한국천문연구원
568	이범현	bhlee301@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
569	이병철	bclee@kasi.re.kr	한국천문연구원
570	이상각	sanggak@snu.ac.kr	서울대학교
571	이상민	smlee@kisti.re.kr	한국과학기술정보연구원
572	이상민	sme1127@kasi.re.kr	한국천문연구원
573	이상성	sslee@kasi.re.kr	한국천문연구원
574	이상우	lee@spweather.com	(주)에스이랩

No.	이름	E-mail	직장명
575	이상윤	sangyoonlee12@gmail.com	연세대학교
576	이상윤	sylee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
577	이상준	sjlee1980@yahoo.com	나사 고다드 우주 비행 센터
578	이상현	shlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
579	이상훈	yshoon1989@gmail.com	아스트로캠프
580	이서구	sglee@kasi.re.kr	한국천문연구원
581	이서나	lsnphj@gmail.com	연세대학교
582	이석영	yi@yonsei.ac.kr	연세대학교
583	이석천	skylee2@gmail.com	경상대학교
584	이석호	seokholee@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
585	이선우	lswoo0202@gmail.com	경희대학교
586	이성국	s.joshualee@gmail.com	서울대학교
587	이성은	lodrs@naver.com	한국천문연구원
588	이성재	seong@chungbuk.ac.kr	충북대학교
589	이성호	leesh@kasi.re.kr	한국천문연구원
590	이성환	swhan@khu.ac.kr	경희대학교
591	이소라	sora2821@naver.com	세종대학교
592	이소원	leesw4414@gmail.com	연세대학교
593	이소정	sosam1231@nate.com	
594	이수진	astrosujin@gmail.com	서울대학교
595	이수창	screy@cnu.ac.kr	충남대학교
596	이승희	shlee@sju.ac.kr	세종대학교
597	이시백	sibaekyi@khu.ac.kr	경희대학교
598	이안선	iyansun@hanmail.net	경희대학교 우주탐사학과
599	이어진	oj2bis@naver.com	경희대학교
600	이영대	ylee@kasi.re.kr	한국천문연구원
601	이영민	ymlee9211@gmail.com	세종대학교
602	이영배	yblee@sju.ac.kr	세종대학교 대학원

No.	이름	E-mail	직장명
603	이영선	youngsun@cnu.ac.kr	충남대학교
604	이영성	lysorlys@gmail.com	충북대학교
605	이영옥	ywlee2@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
606	이영웅	yulee@kasi.re.kr	한국천문연구원 천체물리연구
607	이용복	yblee0509@naver.com	서울교육대학교
608	이용삼	leeysam@hanmail.net	충북대학교
609	이용석	yslee@kasi.re.kr	한국천문연구원
610	이용현	yhlee@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
611	이용호	yhlee@kriss.re.kr	한국표준과학연구원
612	이용희	ieehee@khu.ac.kr	경희대학교
613	이우백	wblee18@gmail.com	
614	이웅	leeung0@gmail.com	천문관측실험실
615	이원기	wklee786@gmail.com	연세대학교
616	이유	euyiyu@cnu.ac.kr	
617	이윤희	yhinjesus@gmail.com	경북대학교
618	이은상	eslee@khu.ac.kr	경희대학교
619	이은옥	ei000@naver.com	충북대학교 천문우주학과
620	이은희	ehl77@naver.com	한국기술사연구소
621	이인덕	idlee@astro.snu.ac.kr	(주)로쿰
622	이재민	leejaemin@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
623	이재옥	ljoking@naver.com	우주탐사학과
624	이재우	jaewoolee@sejong.ac.kr	세종대학교 물리천문학과
625	이재우	jwlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
626	이재준	lee.jjoon@gmail.com	한국 천문연구원
627	이재진	jjlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
628	이재현	jaehyun@kias.re.kr	고등과학원
629	이재형	ljh@astro.snu.ac.kr	서울대학교

No.	이름	E-mail	직장명
630	이정규	jkleee@khu.ac.kr	경희대학교
631	이정애	jalee@sllab.co.kr	에스엘랩
632	이정원	jwl@kasi.re.kr	한국 천문 연구원
633	이정은	jeongeun.lee@khu.ac.kr	경희대학교 국제캠퍼스
634	이정환	joungh93@gmail.com	서울대학교
635	이정훈	jounghun@astro.snu.ac.kr	서울대학교
636	이종길	bbelejjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
637	이종철	jcllee@kasi.re.kr	한국천문연구원
638	이종환	leejh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
639	이주원	joowon.lee@khu.ac.kr	경희대학교
640	이주헌	jheon735@gmail.com	연세대학교
641	이준구	jglee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
642	이준협	jhl@kasi.re.kr	한국천문연구원
643	이중기	astrostorm@khu.ac.kr	경희대학교
644	이지수	ericjslee@uchicago.edu	서울대학교 초기우주천체연구단
645	이지원	jwlee78@kasi.re.kr	KASI /경희대학교
646	이지혜	sojiro00@ewhain.net	이화여자대학교
647	이지혜	galaxies@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문대
648	이직	jiklee999@gmail.com	이화여자대학교
649	이진수	jjinsu.rhee@yonsei.ac.kr	연세대학교
650	이진이	jlee@khu.ac.kr	경희대학교
651	이진희	mustard-et@hanmail.net	경희대학교
652	이창원	cwl@kasi.re.kr	한국천문연구원
653	이창훈	chlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
654	이창희	chr@kasi.re.kr	한국천문연구원
655	이철희	chlee4737@gmail.com	서울대학교
656	이청우	solar_us@hanmail.net	경희대학교
657	이충욱	leecu@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
658	이태석	tleee@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
659	이하림	harim@khu.ac.kr	경희대학교
660	이한	yihahn@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
661	이현철	akaialee@astro.snu.ac.kr	
662	이현욱	lhu09@naver.com	경북대학교 천문대기과학과
663	이현철	hdelee_swin@hanmail.net	연세대학교 천문우주학과
664	이현택	hytterr@naver.com	울산과학기술대학교
665	이형목	hmlee@snu.ac.kr	서울대학교
666	이형원	hwlee@inje.ac.kr	인제대학교
667	이혜란	hrlee@kasi.re.kr	한국천문연구원/ UST
668	이혜승	hsleewill@gmail.com	한국천문연구원
669	이혜인	hyein4577@gmail.com	경희대학교
670	이호	crehope@gmail.com	자외선우주망원 경연구단
671	이호규	hglee@kasi.re.kr	한국천문연구원
672	이호형	hodj@space.kaist.ac.kr	
673	이환희	lhhee@khu.ac.kr	경희대학교
674	이효정	hjeong@khu.ac.kr	경희대학교
675	이희원	hwlee@sejong.ac.kr	
676	이희원	meriel0115@gmail.com	경희대학교
677	이희재	hjlee@kasi.re.kr	충북대학교
678	인천과학예술영재학교	kimoolee@ice.go.kr	인천과학예술영재학교
679	임구	lim9gu@gmail.com	서울대학교
680	임기정	kyim@kasi.re.kr	한국천문연구원
681	임다예	dalim@khu.ac.kr	경희대학교
682	임동욱	dwlim@yonsei.ac.kr	연세대학교
683	임명신	mim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
684	임범두	bdlim1210@gmail.com	경희대학교

No.	이름	E-mail	직장명
685	임성순	slim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
686	임소희	limsohee@astro.snu.ac.kr	
687	임수진	sjim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
688	임여명	ymlim@kaist.ac.kr	(주) 로쿰
689	임예슬	yeseul07311@gmail.com	이화여자대학교
690	임은경	eklim@kasi.re.kr	한국천문연구원
691	임인성	yim@kasi.re.kr	한국천문연구원
692	임정훈	dlawjdngns275@gmail.com	충남대학교
693	임주희	juheelim@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
694	임지혜	wiselims@gmail.com	한국교원대학교
695	임진선	limjs19@naver.com	충북대학교 천문우주학과
696	임진희	jlim@pusan.ac.kr	부산대학교 지구과학교육과
697	임태호	thyeem@gmail.com	카이스트 우주과학 연구실
698	임홍서	yimhs@kasi.re.kr	한국천문연구원
699	임희진	heuijin.lim@gmail.com	초기우주과학기 술연구소
700	장경애	kchang@chongju.ac.kr	
701	장다정	d.djeong.jang@gmail.com	이화여자대학교
702	장민성	rigel103@snu.ac.kr	초기우주천체연 구단
703	장민환	mjang@khu.ac.kr	경희대학교
704	장비호	bhjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
705	장서원	seowony@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문대
706	장석준	csj607@sju.ac.kr	세종대학교
707	장소희	sohee@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 대학원
708	장수정	sjjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
709	장인성	hanlbomi@gmail.com	서울대학교 천문학과
710	장정균	jgjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
711	장한별	onebystar@gmail.com	울산과학기술대학교

No.	이름	E-mail	직장명
712	장헌영	hyc@knu.ac.kr	경북대학교
713	장형규	astro97@naver.com	충북대학교
714	장혜은	hyeeunj@astro.snu.ac.kr	서울대학교
715	장호우	tekken4ever@yonsei.ac.kr	연세대학교
716	장훈휘	fire-chh@hanmail.net	신천고등학교
717	전명원	myjeon@khu.ac.kr	경희대학교
718	전성경	jsg0901@khu.ac.kr	경희대학교
719	전승열	zzandol2@hanmail.net	자택
720	전영범	ybjjeon@kasi.re.kr	한국천문연구원
721	전원석	hiarmsci@gmail.com	서울대학교
722	전이슬	ysjeon@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학전공
723	전준혁	bamhan@naver.com	충북대 천문우주학과
724	전현성	hsjun@kias.re.kr	고등과학원
725	전홍달	hdjun@khu.ac.kr	보현산천문대 태양플레어망원경동
726	정경숙	jeong@astro.snu.ac.kr	
727	정광희	tlotv@kasi.re.kr	한국천문연구원
728	정다운	alpha6563@gmail.com	연세대학교
729	정동권	wer1031@naver.com	전주용소중학교
730	정동규	dkxn97@hanmail.net	한국천문연구원
731	정두석	jungdooseok@gmail.com	대학원생
732	정문희	mhchung@kasi.re.kr	
733	정미지	mijing206265@gmail.com	충남대학교
734	정민섭	msjeong@ap4.khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
735	정민지	mjj0055@hanmail.net	충북대학교
736	정병준	embryo642@gmail.com	경희대학교
737	정서영	lyla.jung973@gmail.com	연세대학교
738	정선주	sjchung@kasi.re.kr	한국천문연구원
739	정소윤	star0868@hanmail.net	경북대학교

No.	이름	E-mail	직장명
740	정수민	soominjeong@gmail.com	성균관대학교 응용과학기술연구소
741	정수진	phyllis27@hanmail.net	경북대학교
742	정안영민	jeongahn@kasi.re.kr	한국천문연구원
743	정애리	achung@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
744	정연길	younkil21@gmail.com	충북대학교
745	정영주	jkas@kias.re.kr	한국천문학회
746	정용진	yjjeong.cerulean@gmail.com	연세대학교
747	정용호	misaitan1@nate.com	세종대학교
748	정웅섭	jeongws@kasi.re.kr	한국천문연구원
749	정은정	ejchung@kasi.re.kr	한국천문연구원
750	정의정	astrosapiens@gmail.com	한국천문연구원
751	정일교	igjeong@kasi.re.kr	한국천문연구원
752	정재인	jaein036@gmail.com	이화여자대학교
753	정재훈	jhjung@kasi.re.kr	한국천문연구원
754	정재훈	sktopio1004@naver.com	충남대학교
755	정종훈	jcosmosy@gmail.com	연세대학교
756	정지원	jjiwon1114@gmail.com	Chungnam Univ.
757	정진훈	shero2003@naver.com	서울대학교
758	정철	chulchung@yonsei.ac.kr	연세대학교 은하진화연구센터
759	정태현	thjung@kasi.re.kr	한국천문연구원
760	정하은	hchung@astro.snu.ac.kr	서울대학교
761	정해진	pkas@kasi.re.kr	
762	정현수	hschung@kasi.re.kr	한국천문연구원
763	정현주	jhyeonju@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
764	정현진	hyunjin@kasi.re.kr	한국천문연구원
765	정현진	jeong_hj@khu.ac.kr	경희대학교
766	제도홍	dhje@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
767	제혜린	hyerinje@hanmail.net	경희대학교
768	조경석	kscho@kasi.re.kr	한국천문연구원
769	조국섭	jks@astro.snu.ac.kr	서울대학교
770	조규현	chokh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
771	조동환	kareits2419@naver.com	경북대학교
772	조명신	jaluman@naver.com	울산 전파천문대
773	조미선	bundggi@naver.com	
774	조브라이언	brianscho@snu.ac.kr	서울대학교
775	조성기	skcho@kasi.re.kr	
776	조성일	cho5508@hanmail.net	
777	조세형	cho@kasi.re.kr	한국천문연구원, KASI
778	조영수	stspeak@kasi.re.kr	한국천문연구원
779	조완기	wkcho@astro.snu.ac.kr	서울대학교
780	조완수	chws3516@sju.ac.kr	세종대학교
781	조완진	wanjin95@snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부 천문학전공
782	조윤아	jjajyajya@hanmail.net	경북대학교
783	조인해	sabugisl@naver.com	
784	조일제	ijcho@kasi.re.kr	과학기술연합대학원/한국천문연구원
785	조일현	ihjo@khu.ac.kr	경희대학교
786	조재상	b820120@hanmail.net	연세대학교 천문우주학과
787	조재일	jichodph@korea.kr	국립과천과학과
788	조정연	jcho@cnu.ac.kr	충남대학교
789	조정호	jojh@kasi.re.kr	
790	조정희	alldrct@hanmail.net	충북대학교
791	조준우	hiniceto@naver.com	세종대학교
792	조중현	jhjo39@kasi.re.kr	한국천문연구원
793	조치영	salladin0825@gmail.com	세종대학교

No.	이름	E-mail	직장명
794	조항빈	hangbin9@astro.snu.ac.kr	서울대학교
795	조현진	hcho77@pusan.ac.kr	부산대학교 천체물리연구그룹
796	조혜전	hyejeon@yonsei.ac.kr	연세대학교
797	조호진	hcho@astro.snu.ac.kr	서울대학교
798	조훈	whgns834@naver.com	한국교원대학교
799	조희석	chohs1439@gmail.com	한국과학기술정보연구원
800	주상우	sjoo@ssu.ac.kr	송실대학교
801	주석주	sjjoo250@gmail.com	충남대학교
802	주영	young.ju2009@gmail.com	경북대학교
803	지명국	mkjee@yonsei.ac.kr	연세대학교
804	지웅배	wim0705@naver.com	연세대학교
805	지인찬	inchani@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
806	지태근	jtj7285@gmail.com	-
807	지한나	kjji490@uos.ac.kr	서울시립대학교
808	지형석	wlefkfk15@naver.com	충북대학교
809	진미화	nicejombie@naver.com	경희대학교 별탄생 연구실
810	진선호	jsh854@naver.com	서울대학교
811	진혜진	saddy305@naver.com	서울시민천문대
812	진호	benho@khu.ac.kr	경희대학교
813	차상목	chasm@kasi.re.kr	한국천문연구원, 경희대학교
814	차승훈	seunghoon.cha@gmail.com	Texas A&M University-Commerce
815	차재철	jaechul4824@naver.com	자유업
816	채규현	chae@sejong.ac.kr	세종대학교
817	채종철	jcchae@snu.ac.kr	서울대학교
818	천경원	kwchun@khu.ac.kr	
819	천무영	mychun@kasi.re.kr	한국천문연구원
820	천문석	mschun@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
821	천상현	shyunc.m@gmail.com	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
822	천세환	thousandsh2@gmail.com	충남대학교
823	천윤영	yychun79@gmail.com	사반쯔 대학교
824	최고은	eun19831@kasi.re.kr	한국천문연구원
825	최광선	gchoe@khu.ac.kr	경희대학교
826	최규홍	khchoi@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
827	최기영	kiyoungchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
828	최나현	nahyun@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
829	최두현	pdchoi@sju.ac.kr	세종대학교
830	최만수	cmsoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
831	최문영	mychoi83@uw.edu	워싱턴 주립대학
832	최문항	astropulsar@gmail.com	...
833	최민호	minho@kasi.re.kr	한국천문연구원
834	최범규	zksh20@nate.com	경북대학교 천문대기과학과
835	최변각	bchoi@snu.ac.kr	서울대학교
836	최보경	chlqhrud1@naver.com	세종대학교
837	최보은	boeun1414@gmail.com	세종대학교
838	최상호	tkdgh4321@naver.com	연세대학교
839	최성환	shchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
840	최수현	suhyeonchoe@gmail.com	연세대학교
841	최연호	apollo.choe@gmail.com	경북대학교
842	최영실	choiys@kasi.re.kr	한국천문연구원
843	최영준	yjchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
844	최우락	woorak.c@gmail.com	연세대학교
845	최우열	wychoi002@naver.com	경북대학교
846	최윤영	choi.yunyoung7@gmail.com	경희대학교 우주과학과
847	최윤호	y2kno9837@kywa.or.kr	국립고흥청소년 우주체험센터
848	최윤희	yhchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
849	최은우	echoi@dnsm.or.kr	국립대구과학관

No.	이름	E-mail	직장명
850	최은진	jinsfra@kaist.ac.kr	KAIST
851	최정림	crchoi@kaist.ac.kr	한국과학기술원
852	최정용	1870224@naver.com	경북대학교 천문대기과학과
853	최준영	quffl76@gmail.com	국립부산과학관
854	최지훈	pury828@gmail.com	한국천문연구원
855	최진규	ej98038@nate.com	강원대학교 과학교육학부
856	최창수	changsu@astro.snu.ac.kr	서울대학교
857	최철성	cschoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
858	최한별	stella84@kasi.re.kr	한국천문연구원
859	최현섭	hyunseop.choi@me.com	연세대학교
860	최호승	choi.h@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
861	탁윤찬	yctaak@astro.snu.ac.kr	서울대학교
862	표정현	jeonghyun.pyo@gmail.com	한국천문연구원
863	하동기	m45_dkha@hanmail.net	광명고등학교
864	하상현	djrwo84@gmail.com	한국교원대학교
865	하승우	hsw636@gmail.com	울산과학기술대학교
866	하지성	uranoc27@gmail.com	세종대학교 천문우주학과
867	하지훈	hjhspace223@unist.ac.kr	울산과학기술원
868	한경석	kshan@ssu.ac.kr	송실대학교
869	한다니엘	daniel.han@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
870	한두리	idealgas122@gmail.com	충남대학교
871	한두환	duegdo13@naver.com	경북대학교
872	한명희	sirius0405@naver.com	KVN 연세전파천문대
873	한산	sanhan@yonsei.ac.kr	연세대학교
874	한상일	sangilhan@gmail.com	.
875	한석태	sthan@kasi.re.kr	한국천문연구원
876	한원용	whan@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
877	한인우	iwhan@kasi.re.kr	한국천문연구원
878	한일승	ishan@kasi.re.kr	UST/KASI
879	한정열	jhan@kasi.re.kr	한국천문연구원
880	한정호	cheongho@astroph.c hungbuk.ac.kr	충북대학교
881	한정환	jhan@astro.snu.ac.kr	서울대학교
882	한종헌	hanjongheon@cnu.a c.kr	충남대학교
883	한지민	jimin@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
884	함선영	msrjwd12@naver.co m	한국천문연구원
885	함선정	redion81@gmail.com	
886	허승재	giher999@cbu.ac.kr	
887	허정은	jeung6145@gmail.co m	세종대학교
888	허현오	hhur@dnsm.or.kr	국립대구과학관
889	허혜련	bugsworld@nate.co m	세종대학교
890	현민희	minhee@astro.snu.ac .kr	서울대학교
891	현화수	prpkr@naver.com	경북대학교
892	형식	hyung@chungbuk.ac. kr	충북대학교
893	홍경수	kyeongsoo76@gmail. com	충북대학교
894	홍대길	heart@dnsm.or.kr	국립대구과학관
895	홍석범	sbhong@minjok.hs.kr	민족사관고등학교
896	홍성용	shong@kias.re.kr	고등과학원
897	홍성욱	swhong83@uos.ac.kr	서울시립대학교
898	홍승수	ssrhong@gmail.com	서울대학교
899	홍승수	sshong@yonsei.ac.kr	연세대학교
900	홍종석	jongsuk.hong@pku.e du.cn	서울대학교 천문학과
901	홍주은	jueunhong@astro.sn u.ac.kr	동아사이언스
902	홍지혜	jiehye.hong@gmail.c om	이화여자대학교
903	홍진희	emeth9@gmail.com	우주과학 실험실
904	홍채린	chealin93@gmail.co m	세종대학교

No.	이름	E-mail	직장명
905	황규하	kyuha1@gmail.com	한국천문연구원
906	황나래	nhwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
907	황보정은	loisrain@hanmail.net	한국천문연구원
908	황성용	syhwang@astro.snu.a c.kr	서울대학교
909	황성현	lastforreal@naver.co m	경북대학교
910	황재찬	jchan@knu.ac.kr	경북대
911	황정선	hwang2k@gmail.com	세종대학교
912	황정아	jahwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
913	황지혜	jhhwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
914	황현모	hhm952@naver.com	경북대학교
915	황호성	hhwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
916	Allard Jan van Marle	ajvanmarle@gmail.co m	UNIST
917	Archana Soam	archana@kasi.re.kr	KASI
918	Arman Shafielo o	shafieloo@kasi.re.kr	KASI
919	Bernard o Cervant es Sodi	sodi@kias.re.kr	고등과학원
920	camilla pacifici	camilla.pacifici@gala xy.yonsei.ac.kr	yonsei university observatory
921	Chanisa	zero08@hotmail.com	
922	Chun-C he Lupin Lin	lupin@unist.ac.kr	UNIST
923	Chung Yue	huichungyue@gmail. com	충남대학교
924	Cristian Saez	csaez@kasi.re.kr	KASI
925	Cristian o Sabiu	csabiu@gmail.com	KIAS
926	David Parkins on	davidparkinson@kasi. re.kr	KASI
927	emanue le contini	emanuele.contini82 @yahoo.it	yonsei university

No.	이름	E-mail	직장명
928	Feng Shi	fengshi@kasi.re.kr	KASI
929	graziano	graziano@kias.re.kr	세종대학교
930	Graziano Rossi	graziano@kias.re.kr	세종대학교
931	Guangyao Zhao	gyzhao@kasi.re.kr	한국천문연구원
932	H. A. N. Le	huynhanh7@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
933	Isha Pahwa	ipahwa@iucaa.in	IUCAA, Pune, India
934	Jacobo Asorey Barreiro	jacoboasorey@kasi.re.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
935	Jeffrey Hodgson	jhodgson@kasi.re.kr	KASI
936	K.N.Nguyen Nhat	theresa.nhuphuc@gmail.com	
937	Kimitake Hayasaki	kimi@cbnu.ac.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
938	Kyle Finner	kylefinner@gmail.com	Yonsei University Astronomy Department
939	Le Nguyen Huynh Anh	huynhanh7@khu.ac.kr	Kyunghee university
940	LHuillier Benjamin	lhuillier@kias.re.kr	KIAS
941	Li Xiaolei	lixiaolei@kasi.re.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
942	Masateru Ishiguro	ishiguro@astro.snu.ac.kr	서울대학교
943	Maurice	mvp@sejong.ac.kr	세종대학교
944	Miyashita Yukinaga	miyasita@kasi.re.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
945	Motona ri Tonegawa	tonegawa@kias.re.kr	KIAS
946	Muneta	ueno@chianti.c.u-tok	

No.	이름	E-mail	직장명
	ka Ueno	yo.ac.jp	
947	Nobuo Arimoto	arimoto@naoj.org	Seoul National University
948	Owain Snaith	onsnaith@kias.re.kr	KIAS
949	Pakakaw Rittipruk	nice_dongdang@hotmail.com	세종대학교
950	Panorn Poojon	poojon.p@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
951	Paul Hodge	hodge@astro.washington.edu	
952	Raphael Gobat	rgobat@kias.re.kr	고등과학원
953	Rommy Lydia Solange Estrella Aliste Castillo	rommy.aliste@gmail.com	Seoul National University
954	Rory Smith	rorysmith274@gmail.com	연세대학교
955	Ryan E Keeley	rkeeley@kasi.re.kr	KASI
956	S. Trippe	trippe@astro.snu.ac.kr	서울대학교
957	samyaday choudhury	samyaday.choudhury@gmail.com	Department of Astronomy, Yonsei University
958	Sanjaya Paudel	sjy@kasi.re.kr	KASI
959	Srivatsan Sridhar	srivatsan@kasi.re.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
960	Tetsuya Magara	magara@khu.ac.kr	경희대학교
961	Thiem C Hoang	thiemhoang@kasi.re.kr	KASI
962	Tobias Hinse	tchinse@gmail.com	한국천문연구원
963	Xiao-Dong Li	xdli@kias.re.kr	KIAS
964	YI ZHENG	yizheng@kias.re.kr	KASI

연구 성과 및 기업 홍보

한국연구재단선도연구센터 Science Research Center (SRC)



고에너지 천체물리 연구센터

Center for High Energy Astrophysics (CHEA)

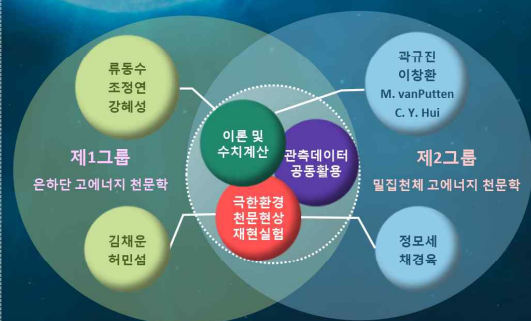
□ 센터소개

고에너지 천체물리학은 열적(thermal)·비열적(nonthermal) 고에너지 입자들이 방출하는 전파, X-선, γ -선 등 전자기파와 중성미자, 중력파 등의 관측에 기반을 두어, 이와 관련된 천문학 현상의 물리 기작을 연구하는 분야이다. 본 센터에는 이론·시뮬레이션을 중심으로 하는 천체물리를 천문 관측 및 실험 천체물리(laboratory astrophysics)와 결합하여, 은하단(clusters of galaxies)과 밀집천체(compact objects)에서 고에너지 천체물리 현상에 대한 연구를 수행한다. 이를 통해 고에너지 천체물리 연구의 국내 거점을 마련하고, 세계 선도 연구 그룹으로 발전할 기반을 구축하는 한편, 이 분야에서 세계적 수준의 미래 핵심 인력을 양성한다.

□ 센터목표



□ 핵심연구원



주관: 울산과학기술원(UNIST) 연구책임자: 류동수 참여기관: 부산대학교, 충남대학교, 성균관대학교, 세종대학교

<http://sirius.unist.ac.kr/SRC-CHEA/>

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50, 44919, Tel: 052-217-2230 Fax: 052-217-2239

과학기술정보통신부 한국연구재단 선정 선도연구센터(SRC)

은하진화연구센터

Center for Galaxy Evolution Research (CGER)

- 주관연구기관 연세대학교
- 참여기관 경북대학교, 경희대학교, 서울대학교, 이화여자대학교, 충남대학교

• 센터소개

그 동안 우리 연구진은 현대 천문학의 최대 화두인 은하의 형성 기원과 진화 연구 분야에서 괄목할만한 연구를 꾸준히 이어왔다. 은하진화 연구센터는 이와 같은 우리 연구진의 경험과 연구력을 한 곳에 결집하여, 가까운 은하의 항성종족으로부터 유추되는 기본지식을 발판으로 먼 은하를 이루는 항성종족을 이해하고, 여기에 활동은하핵 및 우주초기조건의 영향을 함께 고려함으로써 은하의 형성 기원 및 진화 과정의 총체적 규명에 도전하고 있다. 은하진화 연구센터는 자외선우주망원경 GALEX의 연장미션 수행, 허블우주망원경 및 최첨단 중대형 망원경을 사용하는 가시광 관측, 관측자료의 이론적 해석을 위한 첨단 은하진화모델 구축을 통해, 국제학계를 선도하는 다양한 연구를 수행하고 있다.

• 참여연구진

과제구분	연구과제명	성명	소속
제 1-1 세부과제	우리은하 헤일로와 항성종족의 형성	안덕근 이영선	이화여자대학교 충남대학교
제 1-2 세부과제	왜소타원은하의 항성종족과 진화	윤석진 이수창	연세대학교 충남대학교
제 2-1 세부과제	은하내 항성종족의 진화와 암흑에너지	이영욱 김석환 김태선	연세대학교 연세대학교 연세대학교
제 2-2 세부과제	활동은하핵(AGN)과 은하진화	우종학 정애리 박명구	서울대학교 연세대학교 경북대학교
제 2-3 세부과제	우주초기조건과 은하진화	이정훈 최윤영	서울대학교 경희대학교

우주물체의 추락·충돌

우주환경감시기관 이 대응해 나갑니다

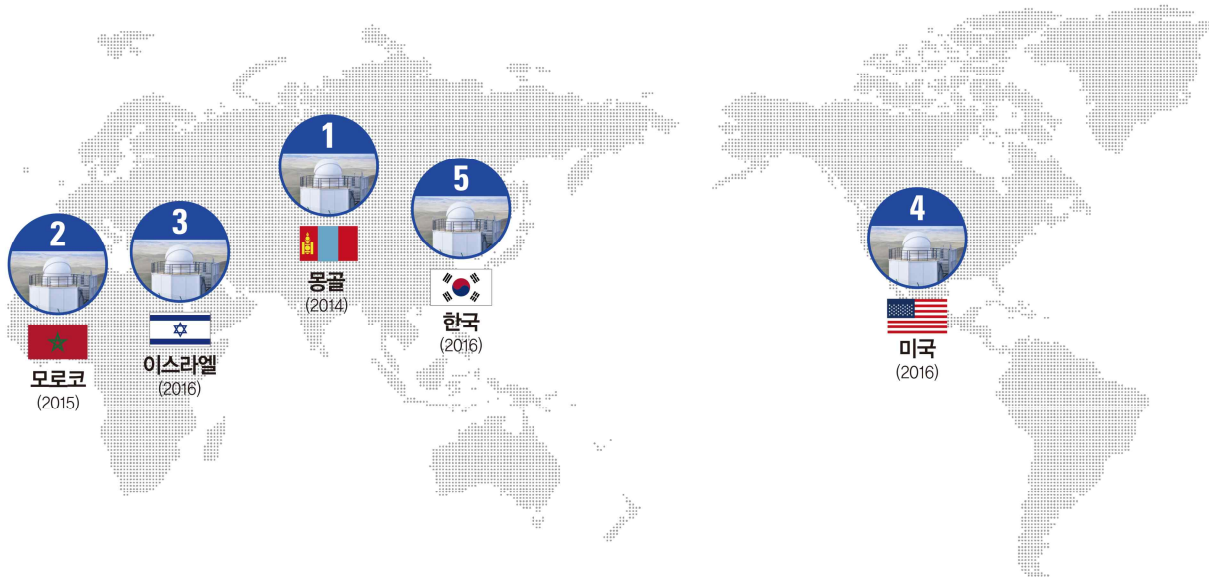


한국천문연구원은 우주위험으로부터
국민의 안전과 우주자산을 보호하는
임무를 수행하고 있습니다(우주개발진흥법 제15조).

- 우주위험에 대한 전문적 상시 감시 및 정보 통합관리 수행
- 신속한 우주위험 예·경보를 위한 국가대응체계 구축 및 운영 지원
- 우주위험 대비 역량강화를 위한 기술개발 및 시설 구축

National Agenda Project

Optical Wide-field Patrol

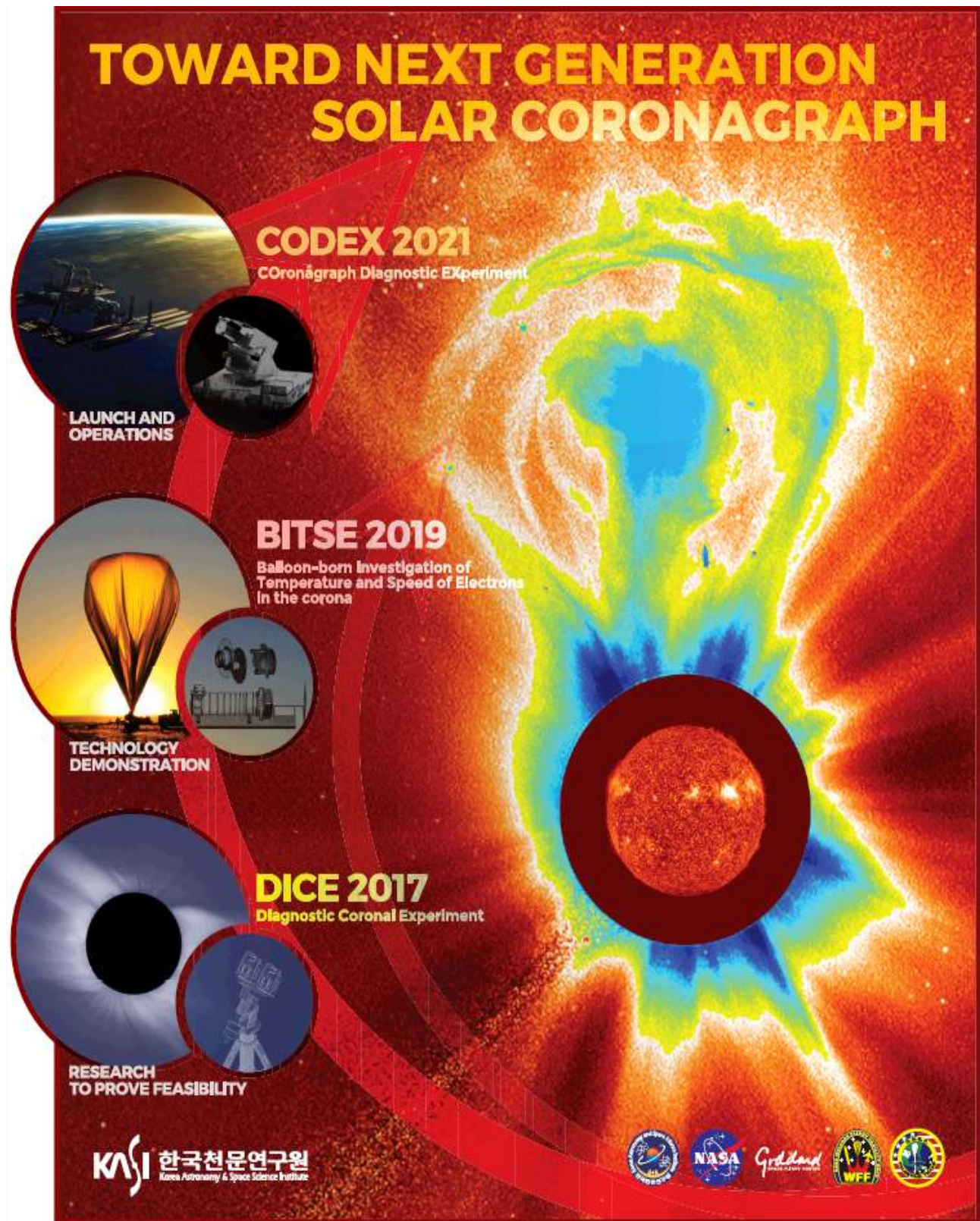


한국천문연구원은 우주물체의 추락·충돌과 같은 우주위험으로부터 국가 우주자산과 국민의 안전을 독자적으로 보호하기 위해 북반구에 감시시스템을 구축하고 있습니다.

우주물체 전자광학 감시시스템 네트워크(OWL-Net, 2010 ~ 2016)

- 구경 0.5m 및 평방 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 의 광시야 광학계 적용
- 고속이동 우주물체 추적에 적합한 초고속 마운트 채택
- 관측계획 수립 및 분석 자동화를 통한 관측소 무인 원격운영
- 인공 및 자연 우주물체 추적감시에 최적화된 스케줄링





www.ust.ac.kr

UST 팩트로 증명하다 — 실력으로 증명하다

논문 실적 국내 1위

3D 프린팅, 사물인터넷 분야
(최근 6년간 SCOPUS 등재 논문 수 기준)
* 출처 : 정보통신기획평가원(IITP, 2018.3)

2018 세계대학순위 국내 2위

글로벌 대학평가기관
CWUR 발표

* CWUR : Center for World
University Rankings

UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY



전라남도과학교육원

SONY 4K 2채널 프로젝션시스템
천체 시뮬레이션 소프트웨어 RSA Cosmos 'SkyExplorer 4'

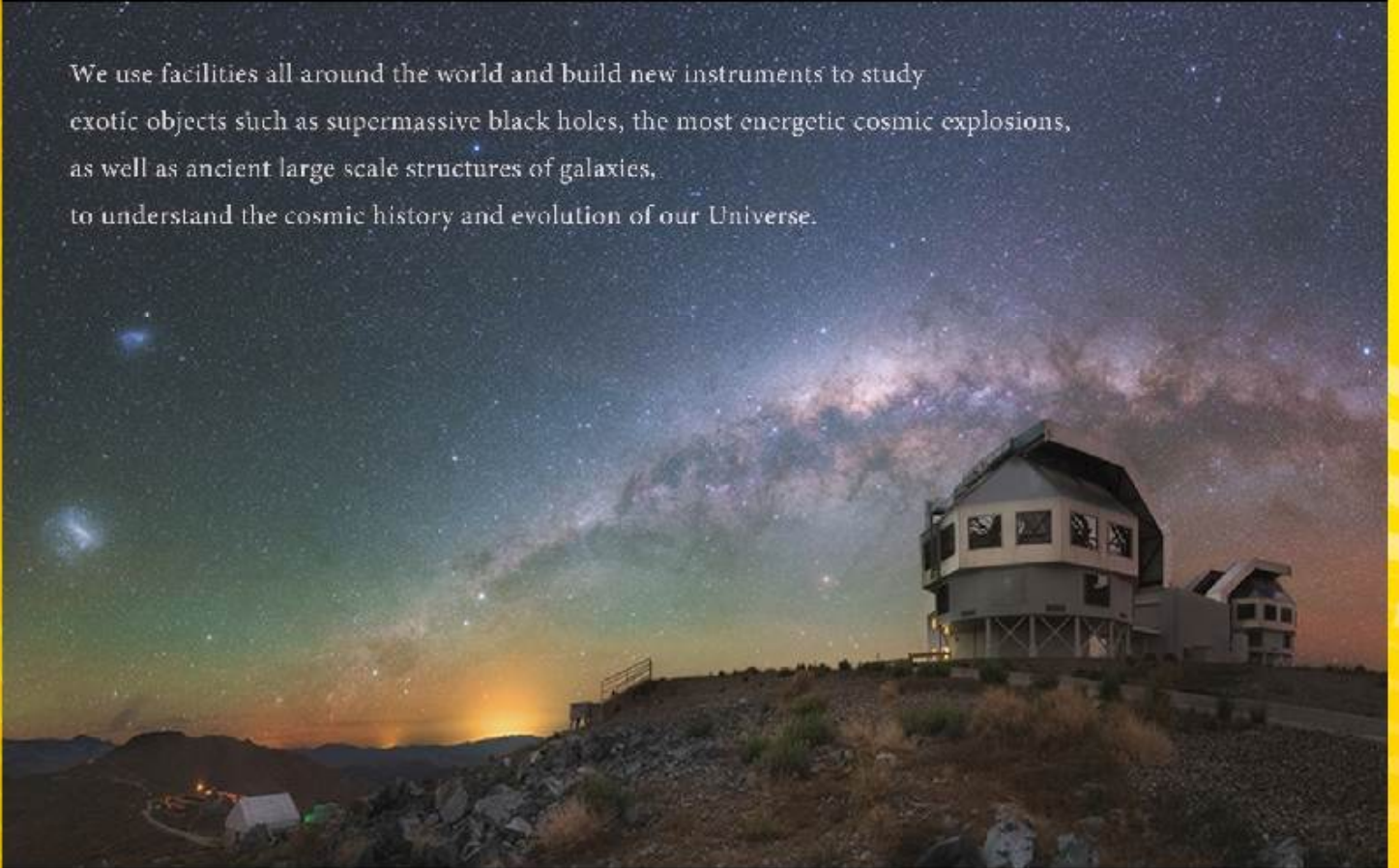
METASPACE
Visualize your Imagination

메타스페이스 과학,공간,인간을 생각하는 천문관련 기업
서울시 강남구 개포동 1194-7 태양빌딩 401 <http://metaspace.co.kr>



EXPLORE UNCHARTED TERRITORY OF THE UNIVERSE

We use facilities all around the world and build new instruments to study exotic objects such as supermassive black holes, the most energetic cosmic explosions, as well as ancient large scale structures of galaxies, to understand the cosmic history and evolution of our Universe.



To learn new wonders of the universe unveiled by us, visit



160+ SCI papers (incl. 5 Nature publications)
12 PhDs

Infrared Medium-deep Survey
Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies

Discovery of tens of high redshift quasars
Discovery of hundreds of high redshift clusters/superclusters
First GW EM counterpart study
Catching the moment of SN Ia explosion

Development of CQUEAN, SQUEAN instruments

Designed by Minhee Hyun (CEOU/SNU). Photographed by Yuri Beletskiy (Cerro Tololo Inter-American Observatory).
Magellan Wide-field and Deep Telescope, one of the facilities with CEOU access, observing quasars and galaxy clusters in the early universe.