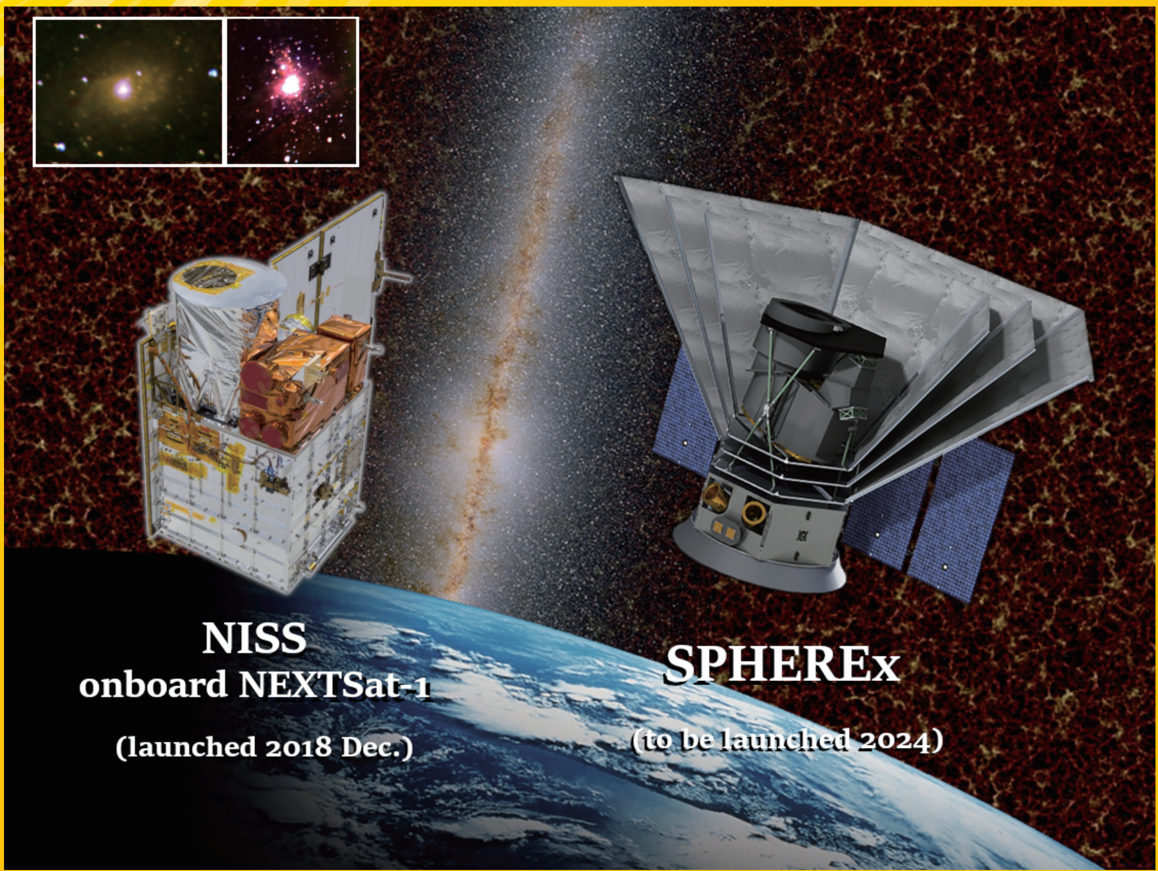
2021. 04
Vol 46_No 1

제46권1호 | ISSN 1226-2692

한국천문학회보

THE BULLETIN OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY

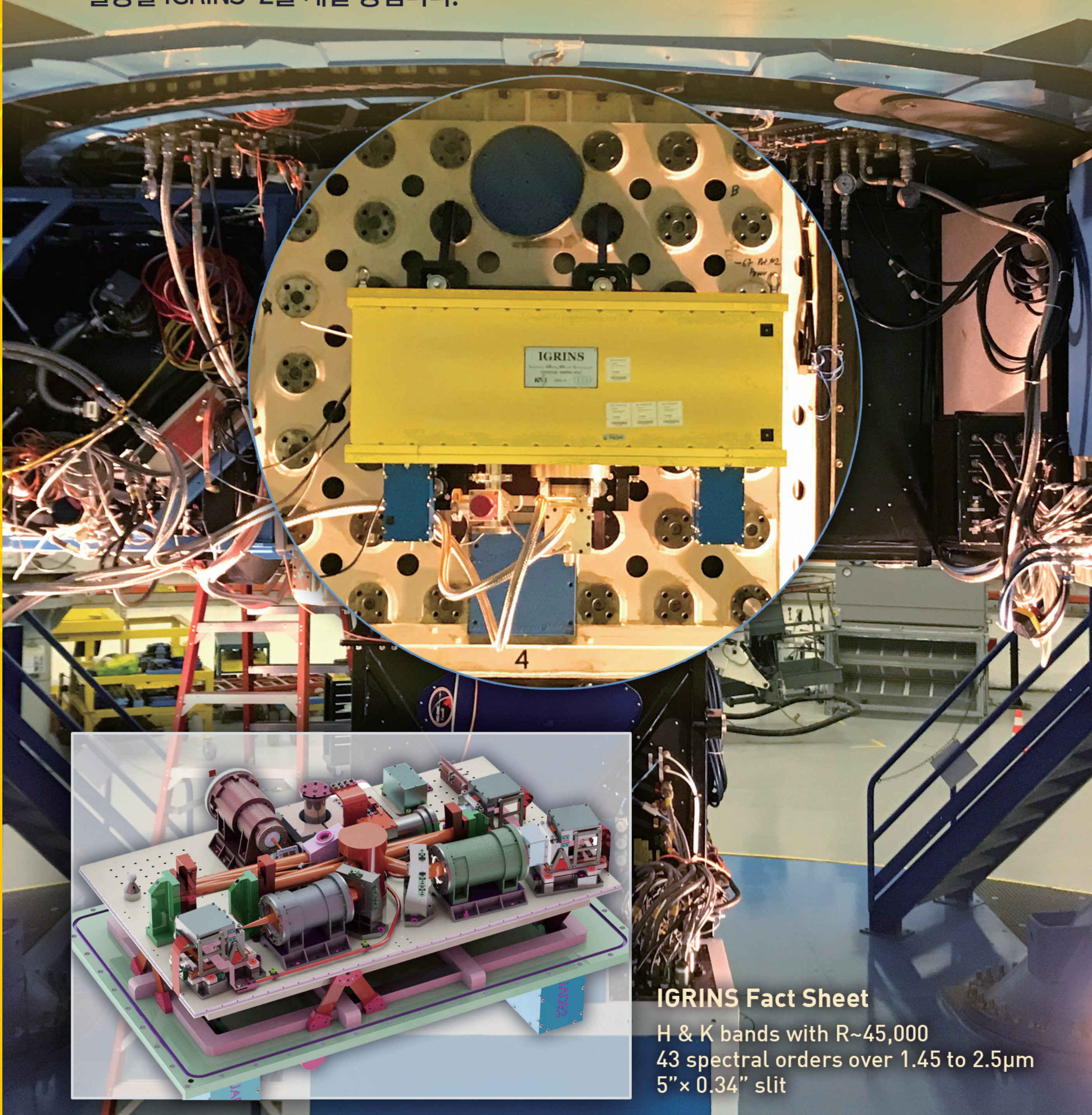


한국천문학회
THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY

IGRINS on GEMINI South

GEMINI OBSERVATORY
Exploring the Universe, Sharing its Wonders

한국천문연구원은 적외선고분산분광기 IGRINS를 2020년부터 2022년까지 GEMINI South 망원경에서 활용할 예정이며, 2023년부터 GEMINI 망원경 전용으로 활용할 IGRINS-2를 개발 중입니다.



IGRINS Fact Sheet

H & K bands with R~45,000
43 spectral orders over 1.45 to 2.5μm
5"× 0.34" slit

KASI 한국천문연구원
Korea Astronomy & Space Science Institute

The University of Texas at Austin
Department of Astronomy
College of Natural Sciences

사단법인 한 국 천 문 학 회

대전광역시 유성구 대덕대로 776 (화암동)
전화: 042-865-3395 / 팩스: 042-865-3396
전자메일: kas@kasi.re.kr
홈페이지: www.kas.org

2021. 04. 13.

본 천문학회보는 한국천문학의 발전을 위하여 한국천문학회에서 발간하는 것입니다.

목 차

<2021년도 봄 학술대회 학술발표 일정 및 발표논문 초록>

표지사진: NISS가 탑재된 차세대 소형위성 1호 및 운영으로 얻은 영상들(좌)과 SPHEREx에서 얻게될 가상 영상을 배경으로 운영모습을 겹쳐놓은 SPHEREx 가상도(우).

NISS(연구책임자: 정웅섭 회원)는 차세대 소형위성 1호에 탑재된 적외선 영상분광기로 지난 2018년 12월 발사되어, 영상과 분광을 동시에 얻는 적외선 영상분광 탐사 관측을 수행하여 관측 성능을 검증하였다. NISS의 확장형 미션으로 2019년 2월 NASA 중형미션에 최종 선정된 SPHEREx는 미국 캘리포니아 공과대학(주관기관, 연구책임자: Jamie Bock) 주도로 NASA JPL, Ball Aerospace 등 12개 기관이 참여하여 개발이 진행 중이다. 한국천문연구원(연구책임자: 정웅섭 회원)은 유일한 국외 협력 연구 기관으로 기기개발, 자료처리, 과학연구 전반에 걸쳐 참여하고 있다. SPHEREx는 작년 예비 설계 심사를 통과하여 올해부터 본격적인 제작에 착수하였으며, 2024년 발사되어 세계 최초로 전천 적외선 영상분광 탐사를 수행할 예정이다.

2021년 봄 제103차 한국천문학회 학술대회 안내

1. 학술대회 개요

(1) 일시 : 2021년 04월 15일 (목) ~ 04월 16일 (금)
(2) 장소 : 비대면 온라인 개최 / 한국천문연구원 운영본부 설치
- 구두발표 : ZOOM
- 포스터발표 : 구글웹하드
- 전시 홍보 : 구글웹하드

(3) 주최/주관 : 한국천문학회, 한국천문연구원
(4) 후원 : 대전마케팅공사, 한국과학기술단체총연합회

2. 등록

(1) 등록비

비대면참석 - 정회원(일반) : 200,000원 / 정회원(학생)이하 : 150,000원 / 비회원 : 250,000원/ 학부생 : 50,000원

(2) 연회비

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

정회원(일반) : 70,000원 / 정회원(학생) : 30,000원 / 준회원 : 30,000원

회장 : 500,000원 / 부회장 : 300,000원 / 이사 : 150,000원

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

※ 당해년도 연회비를 납부하지 않은 회원에게는 총회에서 투표권이 제한됩니다.

3. 회원 가입

회원가입을 원하시는 분은 홈페이지 안내에 따라 입회원서를 작성하여 입회비와 함께 제출하시면 됩니다. [입회비: 정회원(10,000원)]

4. 입회원서

Membership Application Form of the Korean Astronomical Society

Membership No. (※For Office Use)		Approved Date (※For Office Use)	
Name		Nationality	
Institution			
Date of Birth	(yyyy-mm-dd)	Gender	M( ) F( )

Phone (Office)		Fax (Office)		e-mail	

Highest Degree Earned	Bachelor	( )	Master	( )	PhD	( )
	(Institution Degree Obtained From)					(Date Received)
	(For Student)	Bachelor course( )		Master course( )		PhD Course( )

Areas of Primary Interest	☐	광학천문분과 / Division of UV/Optical/IR Astronomy
	☐	우주전파분과 / Space Warfare Division
	☐	태양우주환경분과 / Solar and Space Physics Division
	☐	행성계과학분과 / Planetary Science Division
	☐	여성분과 / Women's Division
	☐	한국젊은천문학자모임 / Young Astronomy Meeting
	☐	천문관측기기분과 / Astronomical Instrumentation Division
KAS Code of Ethics	☐	I have read and abide by the KAS code of Ethics

I would like to become a member of the Korea Astronomy Society(KAS) and I agree to abide by the rules and regulations of the KAS.

Date : ____________________(yyyy-mm-dd)

Signature : __________________

Recommender(signatures from TWO recommenders)[1)]

Affiliation _________________________ Name ________________ Signature_______________

Affiliation _________________________ Name ________________ Signature_______________

1) Qualifications of a Recommender :
- assistant professor, associate professor, full professor or
- senior researcher, principal researcher or
- full member of the KAS for 10 years

한국천문학회 모임 안내

◈ 천문관측기기분과 정기총회 개최

1) 일 시 : 2021년 04월 15일 12시30분

2) 장 소 : zoom

https://us02web.zoom.us/j/84993031592?pwd=OHJmOUc0UUdtejZObWZpSkhYM0R3UT09

◈ 태양우주환경분과 정기총회 개최

1) 일 시 : 2021년 04월 15일 12시30분

2) 장 소 : zoom

https://us02web.zoom.us/j/84002627579?pwd=SlRGQ3I2WkRzdmRMN2djbFVvTis0dz09

회의 ID: 840 0262 7579 / 암호: 922725

◈ 우주전파분과 정기총회 개최

1) 일 시 : 2021년 04월 15일 13시15분

2) 장 소 : zoom

https://us02web.zoom.us/j/86527334179?pwd=TXVnNTNwM0t0TkMrS0ZNSTZxK1R0dz09

◈ YAM분과 정기총회 개최

1) 일 시 : 2021년 04월 16일 13시10분

2) 장 소 : zoom

https://snu-ac-kr.zoom.us/j/3389230452?pwd=T0tXeldBRDNTUW5jNm1wc3VqOFBNQT09

회의 ID: 338 923 0452 / 암호: F8z9CS

◈ 소형망원경 네트워크 특별세션 zoom 원격 회의 접속정보

1) 일 시 : 2021년 04월 16일 13시30분 ~ 15시 00분

2) 장 소 : zoom

https://khu-ac.zoom.us/j/87349119082?pwd=N3Zsbm1vdS9VLzVPbG45Q0t0V2QrUT09

회의 ID: 873 4911 9082 / 암호: somangnet

2021 KAS Spring Meeting 04.15

09:30~10:20	온라인 학회 준비 및 참석차 온라인 대기					
10:20~10:40	개회 / 축사 / 에스이랩-샛별상 시상 / 단체 촬영을 위한 스크린샷					
10:40~11:20	제1발표장 Invited talk 1 - Juna Kollmeier [좌장 : Soojong Pak]					
11:20~11:30	휴식시간					
발표장	제1발표장		제2발표장		제3발표장	
시간표	은하모의실험 1 Galaxy Simulations 1 [좌장 : Sungwook E. Hong]		항성/항성계 Star/Stellar Systems [좌장 : Woong-Tae Kim]		천문우주관측기술 1 Astronomical Instrumentation 1 [좌장 : Chan Park]	
11:30~12:30	구GC-01	Sung-Ho An	구SA-01	Jae-Woo Lee	구AT-01	Sungho Lee
	구GC-02	Jaehyun Lee	구SA-02	Hye-Young Kim	구AT-02	Chang-Hee Kim
	구GC-03	Jun-Sung Moon	구SA-03	Anupam Bhardwaj	구AT-03	Jun Gyu Park
	구GC-04	Donghyeon J. Khim	구SA-04	Soung-Chul Yang	구AT-04	Sumin Lee
12:30~14:00	점심시간 / 분과회의					
	천문관측기기분과총회		태양우주환경분과총회		우주전파분과총회	
14:00~14:40	제1발표장 Invited talk 2 - Woong-Seob Jeong [좌장 : Narae Hwang]					
14:40~15:00	휴식시간					
시간표	은하모의실험 2 Galaxy Simulations 2 [좌장 : Jihye Shin]		고에너지/이론천문 High Energy/Theoretical Astrophysics [좌장 : Hongjun An]		천문우주관측기술 2 Astronomical Instrumentation 2 [좌장 : Sungho Lee]	
15:00~16:15	구GC-05	Kyungwon Chun	구HT-01	Paola D. Fernandez	구AT-05	Ji Yeon Seok
	구GC-06	So-Myoung Park	구HT-02	Ji-Hoon Ha	구AT-06	Jimin Han
	석GC-07	Do Woon Lee	구HT-03	Jeongbhin Seo	구AT-07	Sunwoo Lee
	구GC-08	Kwang-Il Seon	구HT-04	Sungmin Yoo	구AT-08	Changgon Kim
	구GC-09	Jaehong Park	석HT-05	Jinyoung Kim		
16:15~16:30	휴식시간					
16:30~17:10	제1발표장 Invited talk 3 - Young-Wook Lee [좌장 : Sung-Chul Yoon]					

2021 KAS Spring Meeting 04.16

09:30~10:10	제1발표장 Invited talk 4 - Hyung Mok Lee [좌장 : Byeong-Gon Park]					
10:10~10:30	휴식시간					
발표장	제1발표장		제2발표장		제3발표장	
시간표	외부은하/은하단 1 AGN/Galaxy Clusters 1 [좌장 : Sang-Sung Lee]		태양 1 Solar Astronomy 1 [좌장 : Rok-Soon Kim]		우주론/암흑물질과 암흑에너지 Cosmology/Dark Matter & Dark Energy [좌장 : James M. Jee]	
10:30~12:00	구GC-10	Jaejin Shin	구SS-01	Harim Lee	구CD-01	Kyungjin Ahn
	구GC-11	Dohyeong Kim	구SS-02	Jihyeon Son	구CD-02	Junsup Shim
	구GC-12	Suhyun Shin	구SS-03	Hyun-Jin Jeong	구CD-03	Ryan E. Keeley
	구GC-13	Yun-Young Choi	구SS-04	Kangwoo Yi	구CD-04	Satadru Bag
	구GC-14	Sang-Hyun Kim	구SS-05	Daye Lim	구CD-05	Seung-gyu Hwang
	구GC-15	Wonki Lee	구SS-06	Hyeonock Na	구CD-06	Hanwool Koo
12:00~13:30	점심시간 / 분과회의					
	YAM 분과총회					
시간표	외부은하/은하단 2 Nearby Galaxies/ Galaxy Clusters 2 [좌장 : Se-Heon Oh]		태양 2 / 태양계 1 Solar Astronomy 2/ Solar System 1 [좌장 : Yong-Jae Moon]		[특]소형망원경 네트워크 Small Telescope Network of Korea [좌장 : Soojong Pak]	
13:30~15:00	구GC-16	Hye-Jin Park	구SS-07	Il-Hyun Cho	구STN-01	Myungshin Im
	구GC-17	Yoo Jung Kim	구SS-08	Rok-Soon Kim	구STN-02	Yonggi Kim
	구GC-18	Jong Chul Lee	구SS-09	Myung-Jin Kim	구STN-03	Joh-Na Yoon
	구GC-19	Seong-Kook Lee	구SS-10	Minsup Jeong	구STN-04	Tae-Gun Ji
	구GC-20	Hyejeon Cho	구SS-11	Hangbin Jo	구STN-05	Ho Lee
	구GC-21	HyeongHan Kim	구SS-12	Yoonsoo P. Bach	구STN-06	Gregory S.-H. Paek
15:00~15:20	휴식시간					
시간표	고천문학/천문역법/교육홍보 Historical Astronomy/Education [좌장 : Hong-Jin Yang]		태양계 2 Solar System 2 [좌장 : Youngmin JeongAhn]		성간물질/별생성/우리은하 Interstellar Medium/ Star Formation/The Galaxy [좌장 : Jungyeon Cho]	
15:20~16:20	구HE-01	Seung-Urn Choe	구SS-13	Sunho Jin	구IM-01	Gain Lee
	구HE-02	Jaeil Cho	구SS-14	Jooyeon Geem	구IM-02	Gyueun Park
	구HE-03	Sanghyun Ha	구SS-15	Seonho Kim	구IM-03	Woong-Tae Kim
	구HE-04	JaeHyung Lee			구IM-04	Sanghyuk Moon
16:20~16:40	제1발표장	메타스페이스-우수포스터상 시상 및 폐회				

Schedule of Poster Session 04. 15~16

poster size : A0

분야	번호	이름
외부은하/은하단	PGC-01	Sincheol Kang
	PGC-02	Jisu Kang
	PGC-03	Eunhee Ko
	PGC-04	Seonwoo Kim
	PGC-05	Yongjung Kim
	PGC-06	Joonho Kim
	PGC-07	Changseok Kim
	PGC-08	Bomi Park
	PGC-09	Seong-A O
	PGC-10	Shu Wang
	PGC-11	Jeong Hwan Lee
	PGC-12	Gu Lim
	PGC-13	Suhyeon Choe
	PGC-14	Woorak Choi
	PGC-15	Jeong-Sun Hwang

분야	번호	이름
성간물질/별생성 우리은하	PIM-01	Chul-Hwan Kim
	PIM-02	Wooseok Park
	PIM-03	Young-Soo Jo
천문우주 관측기술	PAT-01	Yunjong Kim
	PAT-02	Jaejin Lee
	PAT-03	Chung-Uk Lee
	PAT-04	Joo Hyeon Kim
우주론/암흑물질 암흑에너지	PCD-01	Hyeonmo Koo
	PCD-02	Taehwa Yoo
태양/태양계	PSS-01	Jihye Kang
	PSS-02	Su-Chan Bong
	PSS-03	Eunsu Park
기타	PHA-01	Taehyun Jung
	PHA-02	Myung-Jin Kim
	PHA-03	Seo-Won Chang
	PHA-04	Ji Yeon Seok

제1발표장 첫째날 : 04월 15일 (목)

09:30~10:20	온라인 학회 준비 및 참석자 온라인 대기

10:20~10:40	개 회 사 : 류동수 학회장 축 사 : 한국천문연구원 원장 에스이랩-샛별상 시상 : 김유정회원 [단체촬영을 위한 스크린 샷]

초청강연 **좌장 : Soojong Pak(박수종)[KHU]**

10:40~11:20 초 IT-01
SDSS-V: Pioneering Panoptic Spectroscopy
Juna Kollmeier[Carnegie Institution for Science]

11:20~11:30	휴식시간

은하모의실험 1
Galaxy Simulations 1 **좌장 : Sungwook E. Hong(홍성욱)[KASI]**

11:30~12:30 구 GC-01
Statistical Analysis of Interacting Dark Matter Halos: On two physically distinct interaction types
Sung-Ho An(안성호)[Yonsei University], Juhan Kim(김주한)[KIAS], Jun-Sung Moon(문준성), Suk-Jin Yoon(윤석진)[Yonsei University]

11:30~12:30 구 GC-02
Dual effects of ram pressure on star formation in multiphase disk galaxies with strong stellar feedback
Jaehyun Lee(이재현)[KIAS], Taysun Kimm(김태선)[Yonsei University], Harley Katz[University of Oxford], Joakim Rosdaht[niversité de Lyon], Julien Devriendt, Andrianne Slyz[University of Oxford]

11:30~12:30 구 GC-03
The Origin of the Spin−Orbit Alignment of Galaxy Pairs
Jun-Sung Moon(문준성), Sung-Ho An(안성호), Suk-Jin Yoon(윤석진)[Yonsei University]

11:30~12:30 구 GC-04
Star-Gas Misalignment in Galaxies: II. Origins Found from the Horizon-AGN Simulation
Donghyeon J. Khim(김동현), Sukyoung K. Yi(이석영)[Yonsei University], the Horizon-AGN team, the SAMI team

12:30~14:00	점심시간/분과회의

초청강연 **좌장 : Narae Hwang(황나래)[KASI]**

14:00~14:40 초 IT-02
Infrared Space Missions in Korea for the Astronomical Research
Woong-Seob Jeong(정웅섭)[KASI]

14:40~15:00	휴식시간

제1발표장 첫째날 : 10월 15일 (목)

은하모의실험 2 Galaxy Simulations 2	좌장 : Jihye Shin(신지혜)[KASI]

15:00~16:15 구 GC-05

Cosmological N-body simulations for Intracluster Light using the Galaxy Repacement Technique

Kyungwon Chun(천경원), Jihye Shin(신지혜)[KASI], Rory Smith, Jongwan Ko(고종완)[KASI/UST], Jaewon Yoo(유재원)[UST]

15:00~16:15 구 GC-06

Particle Tagging Method to Study the Formation and Evolution of Globular Clusters in Galaxy Clusters

So-Myoung Park(박소명), Jihye Shin(신지혜), Rory Smith, Kyungwon Chun(천경원)[KASI]

15:00~16:15 석 GC-07

The impact of the ISM on Lyman alpha emission in idealized galaxy simulations

Do Woon Lee(이도운), Taysun Kimm(김태선), Hyunmi Song(송현미), Taehwa Yoo(유태화)[Yonsei University], Jeremy Blaizot, Leo Michel Dansac[Univ Lyon]

15:00~16:15 구 GC-08

Lyα Polarization: An Implication to the Lyα Blobs

Kwang-Il Seon(선광일)[KASI/UST]

15:00~16:15 구 GC-09

On-the-fly ionizing photon non-conservation correction for the Excursion-set reionization models

Jaehong Park(박재홍)[KIAS], Bradley Greig[University of Melbourne], Andrei Mesinger[Scuola Normale Superiore]

16:15~16:30 휴식시간

초청강연	좌장 : Sung-Chul Yoon(윤성철)[SNU]

16:30~17:10 초 IT-03

Evidence for a decelerating cosmic expansion from supernova cosmology

Young-Wook Lee(이영욱) [Yonsei University]

제2발표장 첫째날 : 04월 15일 (목)

09:30~10:20	온라인 학회 준비 및 참석자 온라인 대기

초청강연 (제1발표장) **좌장 : Soojong Pak(박수종)[KHU]**

10:40~11:20 초 IT-01
SDSS-V: Pioneering Panoptic Spectroscopy
Juna Kollmeier[Carnegie Institution for Science]

11:20~11:30 휴식시간

항성/항성계
Star/Stellar Systems **좌장 : Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU]**

11:30~12:30 구 SA-01
Messier 3: An Extra-Galactic System with Two Globular Clusters
Jae-Woo Lee(이재우)[Sejong University], Christopher Sneden[University of Texas]

11:30~12:30 구 SA-02
Absolute Dimension and Pulsational Characteristics of the Eclipsing Binary EW Boo with a δ Sct Pulsator
Hye-Young Kim(김혜영), Kyeongsoo Hong(홍경수), Chun-Hwey Kim(김천휘)[CBNU], Jae Woo Lee(이재우)[KASI], Min-Ji Jeong(정미지)[CBNU], Jang-Ho Park(박장호)[KASI], Mi-Hwa Song(송미화)[CBNU]

11:30~12:30 구 SA-03
Absolute calibration of near-infrared Period-Luminosity-Metallicity relations for RR Lyrae variables using Gaia EDR3
Anupam Bhardwaj[KASI], Marina Rejkub[European Southern Observatory], Soung-Chul Yang(양성철)[KASI]

11:30~12:30 구 SA-04
Variable Blue Stragglers in the Metal-Poor Globular Clusters in the Large Magellanic Cloud - Hodge 11 and NGC1466
Soung-Chul Yang(양성철), Anupam Bhardwaj[KASI]

12:30~14:00	점심시간/분과회의

초청강연 (제1발표장) **좌장 : Narae Hwang(황나래)[KASI]**

14:00~14:40 초 IT-02
Infrared Space Missions in Korea for the Astronomical Research
Woong-Seob Jeong(정웅섭) [KASI]

14:40~15:00 휴식시간

제2발표장 첫째날 : 10월 15일 (목)

고에너지/이론천문
High Energy/Theoretical Astrophysics **좌장 : Hongjun An(안홍준)[CBNU]**

15:00~16:15 구 HT-01
Morphology of radio relics in galaxy clusters
Paola Domínguez Fernández[UNIST]

15:00~16:15 구 HT-02
A PIC Simulation Study for Electron Preacceleration at Weak Quasi- Perpendicular Galaxy Cluster Shocks
Ji-Hoon Ha(하지훈), Sunjung Kim(김선정), Dongsu Ryu(류동수)[UNIST], Hyesung Kang(강혜성)[PNU]

15:00~16:15 구 HT-03
Structures and Energetics of Flows in Ultra-relativistic Jets
Jeongbhin Seo(서정빈), Hyesung Kang(강혜성)[PNU], Dongsu Ryu(류동수)[UNIST]

15:00~16:15 구 HT-04
Spectral variability of Blazar 3C 279 during 2009-2018
Sungmin Yoo(유성민), Hongjun An(안홍준)[CBNU]

15:00~16:15 석 HT-05
X-ray orbital light curve modelling of HESS J0632+057 using intrabinary shock model
Jinyoung Kim(김진영), Hongjun An(안홍준)[CBNU]

16:15~16:30 휴식시간

초청강연 (제1발표장) **좌장 : Sung-Chul Yoon(윤성철)[SNU]**

16:30~17:10 초 IT-03
Evidence for a decelerating cosmic expansion from supernova cosmology
Young-Wook Lee(이영욱) [Yonsei University]

제3발표장 첫째날 : 04월 15일 (목)

09:30~10:20	온라인 학회 준비 및 참석자 온라인 대기

초청강연 (제1발표장) **좌장 : Soojong Pak(박수종)[KHU]**

10:40~11:20 초 IT-01
SDSS-V: Pioneering Panoptic Spectroscopy
Juna Kollmeier[Carnegie Institution for Science]

11:20~11:30	휴식시간

천문우주관측기술 1
Astronomical Instrumentation 1 **좌장 : Chan Park(박찬)[KASI]**

11:30~12:30 구 AT-01
Development of Gravitational Wave Detection Technology at KASI
Sungho Lee (이성호), Chang-Hee Kim (김창희), June Gyu Park (박준규), Yunjong Kim (김윤종), Ueejeong Jeong (정의정), Soonkyu Je (제순규), Hyeon Cheol Seong (성현철), Jeong-Yeol Han (한정열)[KASI], Young-Sik Ra (라영식), Geunhee Gwak (곽근희), Youngdo Yoon (윤영도)[KAIST]

11:30~12:30 구 AT-02
Status of squeezed vacuum experiment and introduction to EPR
Chang-Hee Kim (김창희), Sungho Lee (이성호), June Gyu Park (박준규), Yunjong Kim (김윤종), Ueejeong Jeong (정의정), Soonkyu Je (제순규), Hyeon Cheol Seong (성현철), Jeong-Yeol Han (한정열)[KASI]

11:30~12:30 구 AT-03
Frequency dependent squeezing for gravitational wave detectors using filter cavity and international collaboration of a filter cavity project for KAGRA
June Gyu Park (박준규), Sungho Lee (이성호), Chang-Hee Kim (김창희), Yunjong Kim (김윤종), Ueejeong Jeong (정의정), Soonkyu Je (제순규), Hyeon Cheol Seong (성현철), Jeong-Yeol Han (한정열)[KASI]

11:30~12:30 구 AT-04
Development of Transformable Reflective Telescope Kit Using Aluminum Profile and Isogrid Struture
Sumin Lee(이수민)[KHU], Woojin Park(박우진)[KASI], Sunwoo Lee(이선우), JiminHan(한지민), Hojae Ann(안호재), Tae Geun Ji(지태근)[KHU], Dohoon Kim(김도훈), Ilhoon Kim(김일훈), Junghyun Kim(김중현)[SL LAB], Soojong Pak(박수종)[KHU]

12:30~14:00	점심시간/분과회의

초청강연 (제1발표장) **좌장 : Narae Hwang(황나래)[KASI]**

14:00~14:40 초 IT-02
Infrared Space Missions in Korea for the Astronomical Research
Woong-Seob Jeong(정웅섭) [KASI]

14:40~15:00	휴식시간

천문우주관측기술 2
Astronomical Instrumentation 2 좌장 : Sungho Lee(이성호)[KASI]

15:00~16:15 구 AT-05
Realities of Gemini Band3 Program
Ji Yeon Seok(석지연), Soung-Chul Yang(양성철), Yun-Kyeong Sheen(신윤경), Narae Hwang(황나래), Jea-Joon Lee(이재준)[KASI]

15:00~16:15 구 AT-06
Optomechanical Design and Structural Analysis of Linear Astigmatism Free – Three Mirror System Telescope for CubeSat and Unmanned Aerial Vehicle
Jimin Han(한지민), Sunwoo Lee(이선우)[KHU], Woojin Park(박우진), Bongkon Moon(문봉곤)[KASI], Geon Hee Kim(김건희)[KBSI], Dae-Hee Lee(이대희)[KASI], Dae Wook Kim(김대욱)[University of Arizona], Soojong Pak(박수종)[KHU]

15:00~16:15 구 AT-07
Optomechanical Design and Structure Analysis of Prototype Siderostat for Testing Local Volume Mapper Telescope Control System
Sunwoo Lee(이선우), Jimin Han(한지민), Hojae Ahn(안호재), Changgon Kim(김창곤), Mingyeong Yang(양민경), Tae-geun Ji(지태근), Sumin Lee(이수민), Taeeun Kim(김태은), Soojong Pak(박수종)[KHU], Nicholas P. Konidaris[Carnegie Institution], Niv Drory, Cynthia S. Froning[University of Texas], Anthony Hebert, Pavan Bilgi[Carnegie Institution], Guillermo A. Blanc[Carnegie Institution/Universidad de La Serena], Alicia E. Lanz, Charles L Hull, Juna A. Kollmeier, Solange Ramirez, Stefanie Wachter[Carnegie Institution], Kathryn Kreckel, Eric Pellegrini[University of Heidelberg], Andr'es Almeida[Universidad de La Serena], Scott Case, Ross Zhelem, Tobias Feger, Jon Lawrence[Australian Astronomical Optics], Michael Lesser[University of Arizona], Tom Herbst[Max Planck Institut], Jose Sanchez-Gallego[University of Washington], Matthew A Bershady, Sabyasachi Chattopadhyay, Andrew Hauser, Michael Smith, Marsha J Wolf[University of Wisconsin-Madison], Renbin Yan[University of Kentucky]

15:00~16:15 구 AT-08
Preliminary design of control software for SDSS-V Local Volume Mapper Instrument
Changgon Kim(김창곤), Tae-geun Ji(지태근), Hojae Ahn(안호재), Mingyeong Yang(양민경), Sumin Lee(이수민), Taeeun Kim(김태은), Soojong Pak(박수종)[KHU], Nicholas P. Konidaris[Carnegie Institution], Niv Drory, Cynthia S. Froning[University of Texas], Anthony Hebert, Pavan Bilgi[Carnegie Institution], Guillermo A. Blanc[Carnegie Institution/Universidad de La Serena], Alicia E. Lanz, Charles L Hull, Juna A. Kollmeier, Solange Ramirez, Stefanie Wachter[Carnegie Institution], Kathryn Kreckel, Eric Pellegrini[University of Heidelberg], Andr'es Almeida[Universidad de La Serena], Scott Case, Ross Zhelem, Tobias Feger[Max Planck Institut], Jon Lawrence[Australian Astronomical Optics], Michael Lesser[University of Arizona], Tom Herbst[Max Planck Institut], Jose Sanchez-Gallego[University of Washington], Matthew A Bershady, Sabyasachi Chattopadhyay, Andrew Hauser, Michael Smith, Marsha J Wolf[University of Wisconsin-Madison], Renbin Yan[University of Kentucky]

16:15~16:30 휴식시간

초청강연 (제1발표장) 좌장 : Sung-Chul Yoon(윤성철)[SNU]

16:30~17:10 초 IT-03
Evidence for a decelerating cosmic expansion from supernova cosmology
Young-Wook Lee(이영욱) [Yonsei University]

제1발표장　둘째날 : 04월 16일 (금)

초청강연	**좌장 : Byeong-Gon Park(박병곤)[KASI]**

09:30~10:10　초 IT-04
Prospects of the gravitational wave astronomy
Hyung Mok Lee(이형목)[SNU]

10:10~10:30	휴식시간

외부은하 3 **AGN / High-z Galaxies**	**좌장 : Hyunjin Shim(심현진)[KNU]**

10:30~12:00　구 GC-10
Possibility of a second AGN in NGC 1068
Jaejin Shin(신재진)[KNU/SNU], Jong-Hak Woo(우종학)[SNU], Minjin Kim(김민진)[KNU]

10:30~12:00　구 GC-11
Merging, Recoiling, or Slingshotting of Supermassive Black Holes in a Red AGN 1659+1834
Dohyeong Kim(김도형)[PNU], Myungshin Im(임명신)[SNU]

10:30~12:00　구 GC-12
The faintest quasar luminosity function at z ~ 5 from Deep Learning and Bayesian Inference
Suhyun Shin(신수현), Myungshin Im(임명신)[SNU]

10:30~12:00　구 GC-13
The Relative Role of Bars and Galaxy Environments in AGN Triggering of SDSS Spirals
Yun-Young Choi(최윤영)[KHU], Minbae Kim(김민배)[KASI]

10:30~12:00　구 GC-14
Magnetic Field Strengths of Flaring Region in the Jet of CTA 102
Sang-Hyun Kim(김상현), Sang-Sung Lee(이상성)[KASI/UST], iMOGABA collaborators

10:30~12:00　구 GC-15
Tales of AGN tails: How AGN tails become radio relics in merging galaxy clusters?
Wonki Lee(이원기), M. James Jee(지명국)[Yonsei university]

12:00~13:30	점심시간

외부은하/은하단 2 **Nearby Galaxies/Galaxy Clusters 2**	**좌장 : Se-Heon Oh(오세헌)[Sejong University]**

13:30~15:00　구 GC-16
Kennicutt-Schmidt law with H I velocity profile decomposition in NGC 6822
Hye-Jin Park(박혜진), Se-Heon Oh(오세헌)[Sejong University], Jing Wang, Yun Zheng[KIAA/Peking University], Hong-Xin Zhang[University of Science and Technology of China], W.J.G. de Blok[ASTRON/University of Cape Town/University of Groningen]

13:30~15:00　구 GC-17
Galaxy Group Assembly Histories and the Missing Satellites Problem: A Case for the NGC 4437 Group
Yoo Jung Kim(김유정), Myung Gyoon Lee(이명균)[SNU]

13:30~15:00　구 GC-18
Searching for MgII absorbers in and around galaxy clusters
Jong Chul Lee(이종철)[KASI], Ho Seong Hwang(황호성)[KASI/SNU], Hyunmi Song(송현미)[Yonsei University]

제1발표장 둘째날 : 04월 16일 (금)

외부은하/은하단 2
Nearby Galaxies/Galaxy Clusters 2
좌장 : Se-Heon Oh(오세헌)[Sejong University]

13:30~15:00 구 GC-19
Catching a growing giant: Discovery of a galaxy cluster in formation
Seong-Kook Lee(이성국), Myungshin Im(임명신), Bomi Park(박보미), Minhee Hyun(현민희), Insu Paek(백인수)[SNU] et al.

13:30~15:00 구 GC-20
A Weak-lensing Study of the Double Radio Relic Galaxy Cluster Abell 1240
Hyejeon Cho (조혜전)[Yonsei University], Myungkook James Jee (지명국)[Yonsei University/UC Davis], Kyle Finner[Yonsei University/CfA]

13:30~15:00 구 GC-21
Multi-wavelength view of SPT-CL J2106-5844: A massive galaxy cluster merger at z~1.13
Kim HyeongHan(김형한)[Yonsei University], Luca Di Mascolo[Max-Planck-Institu(MPA)/ University of Trieste/INAF/IFPU], Tony Mroczkowski[ESO], Yvette Perrott[School of Chemical and Physical Sciences], Lawrence Rudnick[University of Minnesota], M. James Jee(지명국)[Yonsei University/University of California], Eugene Churazov[Max-Planck-Institu /Space Research Institute], Jordan D. Collier[IDIA/Sydney University], Jose M. Diego[CSIC-UC], Andrew M. Hopkins[Macquarie University], Jinhyub Kim(김진협)[Yonsei University], Bärbel S. Koribalski[Sydney University/Australia Telescope National Facility], Joshua D. Marvil[NRAO], Remco van der Burg[ESO], Jennifer L. West[University of Toronto]

15:00~15:20 휴식시간

고천문학/천문역법/교육홍보
Historical Astronomy/Education
좌장 : Hong-Jin Yang(양홍진)[KASI]

15:20~16:20 구 HE-01
Solar motion described in the Richan lizhi(日躔曆指), the Rìchan lifa(日躔曆法) and the Richan biao(日躔表) of the Kangxi reign treatises on Calendrical Astronomy, Lixiang kaocheng (曆象考成)
Seung-Urn choe(최승언), Min-Jeong Kang(강민정)[ITKC], Seulki Kim(김슬기)[SNU], Sukjoo Kim(김석주)[Anyang University], Wonmo Suh(선원모), Jinhyon Lee(이진현)[Presbyterian University], Yong Bok Lee(이용복), Myon U Lee(이명유)[CNUE], Yang Hong-Jin(양홍진)[KASI]

15:20~16:20 구 HE-02
Performance Improvement and Application Plan of the Radio Telescope of Gwacheon National Science Museum
Jaeil Cho(조재일)[NCSC/GNSM], Jung-Hoon Kim(김정훈)[SETsystem], Myunghee Han(한명희)[GNSM]

15:20~16:20 구 HE-03
Vertual Reality Astronomy Education Using Planetarium Software
1,2Sanghyun Ha(하상현)[KNUE/METASPACE], Jungjoo Sohn(손정주)[KNUE], Soonchang Park(박순창)[METASPACE]

15:20~16:20 구 HE-04
The Future of the Science Donga Observatory: The C Platform of Astronomy and Space Science
JaeHyung Lee (이재형)[Donga Science/Science Donga Observatory], Wonsub Kim (김원섭)[Donga Science]

16:20~16:40 메타스페이스 - 우수포스터상 시상 및 폐회

제2발표장　둘째날 : 04월 16일 (금)

초청강연 (제1발표장)	좌장 : Byeong-Gon Park(박병곤)[KASI]

09:30~10:10　초 IT-04
Prospects of the gravitational wave astronomy
Hyung Mok Lee(이형목)[SNU]

10:10~10:30	휴식시간

태양 1 Solar Astronomy 1	좌장 : Rok-Soon Kim(김록순)[KASI]

10:30~12:00　구 SS-01
Generation of modern satellite data from Galileo sunspot drawings by deep learning
Harim Lee(아하림), Eunsu Park(박은수), Young-Jae Moon(문용재)[KHU]

10:30~12:00　구 SS-02
Generation of He I 1083 nm Images from SDO/AIA 19.3 and 30.4 nm Images by Deep Learning
Jihyeon Son(손지현), Junghun Cha(차정현), Yong-Jae Moon(문용재), Harim Lee(이하림), Eunsu Park(박은수)[KHU], Gyungin Shin(신경인)[University of Oxford], Hyun-Jin Jeong(정현진)[KHU]

10:30~12:00　구 SS-03
Toward accurate synchronic magnetic field maps using solar frontside and AI-generated farside data
Hyun-Jin Jeong(정현진), Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수)[KHU]

10:30~12:00　구 SS-04
Visual Explanation of a Deep Learning Solar Flare Forecast Model and Its Relationship to Physical Parameters
Kangwoo Yi(이강우), Yong-Jae Moon(문용재), Daye Lim(임다예), Eunsu Park(박은수), Harim Lee(이하림)[KHU]

10:30~12:00　구 SS-05
Selection of Three (E)UV Channels for Solar Satellite Missions by Deep Learning
Daye Lim(임다예). Yong-Jae Moon(문용재), Eunsu Park(박은수), Jin-Yi Lee(이진이)[KHU]

10:30~12:00　구 SS-06
Halo CME mass estimated by synthetic CMEs based on a full ice-cream cone model
Hyeonock Na(나현옥), Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]

12:00~13:30	점심시간

태양 2/태양계 1 Solar Astronomy 2/Solar System 1	좌장 : Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]

13:30~15:00　구 SS-07
Quasi-Periodic Oscillations of Off-Limb Flaring Arcade Loops observed in the SDO/HMI Continuum
Il-Hyun Cho(조일현), Valery Nakariakov, Yong-Jae Moon(문용재), Jin-Yi Lee(이진이)[KHU], Larisa Kashapova[SB Russian Academy of Science], Kyung-Suk Cho(조경석)[KASI/UST]

13:30~15:00　구 SS-08
Sun-Earth Connection in Korean Historic Observations
Rok-Soon Kim(김록순)[KASI/UST], Hong-Jin Yang(양홍진)[KASI], Kyung-Suk Cho(조경석)[KASI/UST]

제2발표장 둘째날 : 04월 16일 (금)

태양 2/태양계 1
Solar Astronomy 2/Solar System 1 좌장 : **Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]**

13:30~15:00 구 SS-09
Apophis Rendezvous Mission: I. Science Goals
Myung-Jin Kim(김명진), Hong-Kyu Moon(문홍규)[KASI], Young-Jun Choi(최영준)[KASi/UST], Minsup Jeong(정민섭), Jin Choi(최진), Youngmin JeongAhn(정안영민), Hongu Yang(양홍규), Seul-Min Baek(백설민), Hee-Jae Lee(이희재)[KASI], Masateru Ishiguro[SNU]

13:30~15:00 구 SS-10
Apophis Rendezvous Mission: II. Payloads and Operation Scenario
Minsup Jeong(정민섭)[KASI], Young-Jun Choi(최영준)[KASI/UST], Hong-Kyu Moon(문홍규), Myung-Jin Kim(김명진), Jin Choi(최진), Bongkon Moon(문봉곤), Youngmin JeongAhn(정안영민), Hee-Jae Lee(이희재), Seul-Min Baek(백설민), Hongu Yang(양홍규)[KASI], Masateru Ishiguro[SNU]

13:30~15:00 구 SS-11
Rotational instability as a source of asteroidal dust near Earth
Hangbin Jo(조항빈), Masateru Ishiguro[SNU]

13:30~15:00 구 SS-12
Near-Infrared Photopolarimetry of Large Main Belt Asteroid - (4) Vesta
Yoonsoo P. Bach(박윤수), Masateru Ishiguro[SNU], Jun Takahashi[Nishi-Harima Astronomical Observatory], Hiroyuki Naito[Nayoro Obeservatory], Jungmi Kwon(권정미)[The University of Tokyo], Daisuke Kuroda[Kyoto University]

15:00~15:20 휴식시간

태양계 2
Solar System 2 좌장 : **Youngmin JeongAhn(정안영민)[KASI]**

15:20~16:20 구 SS-13
Polarimetry of (162173) Ryugu at the Bohyunsan Optical Astronomy Observatory using the 1.8-m Telescope with TRIPOL
Sunho Jin(진선호), Masateru Ishiguro[SNU], Daisuke Kuroda[Kyoto University], Jooyeon Geem(김주연), Yoonsoo P. Bach(박윤수), Jinguk Seo(서진국)[SNU], Hiroshi Sasago[Sasago Co], Shuji Sato[Nagoya University]

15:20~16:20 구 SS-14
Study of Hydrated Asteroids via Polarimetry: Correlation between Polarimetric Properties and the Degree of Aqueous Alteration of Hydrated asteroids
Jooyeon Geem(김주연), Masateru Ishiguro[SNU], Hiroyuki Naito[Nayoro Observatory], Daisuke Kuroda[Kyoto University], Koki Takahashi, Tomohiko Sekiguchi[Hokkaido University], Seiko Takagi, Tatsuharu Ono, Kiyoshi Kuramoto[Hokkaido University], Tomoki Nakamura[Tohoku University]

15:20~16:20 구 SS-15
Isotopic Compositions of Ruthenium Predicted from Stellar Evolution Using the NuGrid Project
Seonho Kim(김선호), Kwang Hyun Sung(성광현), Kyujin Kwak(곽규진)[UNIST]

16:20~16:40 메타스페이스 - 우수포스터상 시상 및 폐회

제3발표장 둘째날 : 04월 16일 (금)

초청강연 (제1발표장)	**좌장 : Byeong-Gon Park(박병곤)[KASI]**

09:30~10:10 초 IT-04
Prospects of the gravitational wave astronomy
Hyung Mok Lee(이형목)[SNU]

10:10~10:30	휴식시간

우주론/암흑물질과 암흑에너지 **Cosmology/Dark Matter & Dark Energy**	**좌장 : James M. Jee(지명국)[Yonsei University]**

10:30~12:00 구 CD-01
Cosmic Dawn III: Simulating the Reionization of the Local Group
Kyungjin Ahn(안경진)[Chosun University]

10:30~12:00 구 CD-02
The clustering of critical points in the evolving cosmic web
Junsup Shim(심준섭)[KIAS], Sandrine Codis[IAP/IPhT], Christophe Pichon[KIAS/IAP/IPhT], Dmitri Pogosyan[KIAS/University of Alberta], Corentin Cadiou[University College]

10:30~12:00 구 CD-03
Testing LCDM with eBOSS / SDSS
Ryan E. Keeley[KASI], Arman Shafieloo[KASI/UST], Gong-bo Zhao[NAO], Hanwool Koo(구한울)[KASI/UST]

10:30~12:00 구 CD-04
Be it unresolved: Measuring time delays from unresolved light curves
Satadru Bag[]KASI], Alex G. Kim, Eric V. Linder[UC Berkeley], Arman Shafieloo[KASI/UST]

10:30~12:00 구 CD-05
Accurate application of Gaussian process regression for cosmology
Seung-gyu Hwang(황승규)[Yonsei University], Benjamin L'Huillier[Yonsei University/Sejong University]

10:30~12:00 구 CD-06
Comparing Bayesian model selection with a frequentist approach using iterative method of smoothing residuals
Hanwool Koo(구한울), Arman Shafieloo[KASI/UST], Ryan E. Keeley[KASI], Benjamin L'Huillier[Sejong University]

12:00~13:30	점심시간

소형망원경 네트워크 **Small Telescope Network of Korea**	**좌장 : Soojong Pak(박수종)[KHU]**

13:30~15:00 구 STN-01
Korean Small Telescope Network
Myungshin Im(임명신)[SNU], Yonggi Kim(김용기)[CBNU], Wonseok Kang(강원석)[NYSC], Chung-Uk Lee(이충욱)[KASI], Heewon Lee(이희원)[ejong University], Soojong Pak(박수종)[KHU], Hyunjin Shim(심현진)[KNU], Hyun-Il Sung(성현일)[KASI], Taewoo Kim(김태우)[NYSC], Seong-Kook J. Lee(이성국), Gu Lim(임구), Gregory S.-H. Paek(백승학), Jinguk Seo(서진국)[SNU], Joh-Na Yoon(윤요나)[CBNUO], Dohyeong Kim(김도형)[PNU], SomangNet team

제3발표장 둘째날 : 04월 16일 (금)

소형망원경 네트워크
Small Telescope Network of Korea
좌장 : Soojong Pak(박수종)[KHU]

13:30~15:00 구 STN-02
Observations of exoplanets with small telescopes
Yonggi Kim(김용기)[CBNU], Wonseok Kang(강원석)[NYSC], Taewoo Kim(김태우)[NYSC/CBNU], Tobias C. Hinse[CNU], Joh-Na Yoon(윤요나)[CBNU], Haeun Kim(김하은)[CBNU], SoonChang Park(박순창)[METASPACE],

13:30~15:00 구 STN-03
Development of automatic vacuum control system to improve CCD cooling performance
Joh-Na Yoon(윤요나)[CBNUO], SeongHyeon Song(송승현)[METASAPCE/CBNU], SoonChang Park(박순창)[METASAPCE], Yonggi Kim(김용기)[CBNU],

13:30~15:00 구 STN-04
Performance evaluation of the 76 cm telescope at Kyung Hee Astronomical Observatory (KHAO)
Tae-Geun Ji(지티근), Jimin Han(한지민), Hojae Ahn(안호재)[KHU], Sumin Lee(이수민), Dohoon Kim(김도훈), Kyung Tae Kim(김경태)[KHU], Myungshin Im(임명신)[SNU], Soojong Pak(박수종)[KHU]

13:30~15:00 구 STN-05
Time-series CCD photometry of the open cluster M44
Lee Ho(이호)[Gyeonggi Science High School]

13:30~15:00 구 STN-06
Optical follow-up observation of three long GRBs with SomangNet facilities
Gregory S.H. Paek(백승학), MyungShin Im(임명신), Joonho Kim(김준호), Gu Lim(임구), Mankeun Jeong(정만근)[SNU], Wonseok Kang(강원석), Taewoo Kim(김태우)[NYSC], Otabek Burkhonov, Davron Mirazaqulov, Shyhrat A. Ehgamberdiev[Ulugh Beg Astronomical Institute], Seo Jinguk(서진국)[SNU], Chung-Uk Lee(이충욱), Seung-Lee Kim(김승리), Hyung-Il Sung(성현일)[KASI]

15:00~15:20 휴식시간

성간물질/별생성/우리은하
Interstellar Medium/Star Formation/The Galaxy
좌장 : Jungyeon Cho(조정연)[CNU]

15:20~16:20 구 IM-01
Gravitational Instability of Protoplanetary Disks around Low-mass Stars
Gain Lee(이가인), Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU]

15:20~16:20 구 IM-02
Probing the Conditions for the Atomic-to-Molecular Transition in the Interstellar Medium
Gyueun Park(박규은)[KASi/UST], Min-Young Lee(이민영)[KASI]

15:20~16:20 구 IM-03
Local TIGRESS Simulations of Star Formation in Spiral Galaxies
Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU], Chang-Goo Kim(김창구), Eve C. Ostriker[Princeton University]

15:20~16:20 구 IM-04
Star formation in nuclear rings controlled by bar-driven gas inflow
Sanghyuk Moon(문상혁), Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU], Chang-Goo Kim(김창구), Eve C. Ostriker[Princeton University]

16:20~16:40 메타스페이스 - 우수포스터상 시상 및 폐회

포 스 터 발 표

외부은하/은하단(Galaxy Evolution/Cosmology)

PGC-01

Interferometric Monitoring of Gamma-ray Bright AGNs:Measuring the Magnetic Field Strength of 4C+29.45

Sincheol Kang(강신철), Sang-Sung-Lee(이상성)[KASI/UST], Jeffrey Hodgson[KASI/Sejong University], Juan-Carlos Algaba[University of Malaya], Jee Won Lee(이재준)[KASi], Jae-Young Kim(김재영)[Max-Plank-Institut], Jongho Park(박종호)[Academia Sinica], Motoki Kino[NAOJ/Kogakuin University], Daewon Kim(김대원), Sascha Trippe[SNU]

PGC-02

The Origin of the Type III Component in the Black Eye Galaxy M64

Jisu Kang(강지수), Yoo Jung Kim(김유정), Myung Gyoon Lee(이명균)[SNU], In Sung Jang(장인성)[University of Chicago]

PGC-03

Testing Web Feeding Model for Star Formation in Galaxy Clusters in the COSMOS Field

Eunhee Ko(고은희), Myungshin Im(임명신), Seong-Kook Lee(이성국), Minhee Hyun(현민희)[SNU]

PGC-04

NewHorizon: On the Quenching Mechanisms of the Dwarf Galaxies

Seonwoo Kim(김선우), Jinsu Rhee(이진수), San Han(한산)[Yonsei University], Hoseung Choi(최호성)[KASI], Sukyoung K. Yi(이석영)[Yonsei University], the NewHorizon collaboration

PGC-05

Pure Density Evolution of the Ultraviolet Quasar Luminosity Function at $2 < z < 6$

Yongjung Kim(김용정)[Peking University], Myungshin Im(임명신)[SNU]

PGC-06

GECKO Optical Follow-up Observation of Three Binary Black Hole Merger Events

Joonho Kim(김준호), Myungshin Im(임명신), Gregory S. H. Paek(백승학)[SNU], Chung-Uk Lee,(이충욱), Seung-Lee Kim,(김승리)[]KASI, Seo-Won Chang(장서원), Changsu Choi(최창수), Sungyong Hwang(황선경)[SNU], Wonseok Kang,(강원석)[NYSC], Sophia Kim(김소피아)[SNU], Taewoo Kim(김태우)[NYSC], Hyung Mok Lee(이형목), Gu Lim(임구), Jinguk Seo(서진국)[SNU], Hyun-Il Sung(성현일)[KASI]

PGC-07

Measuring sub-mm emission from local AGN host galaxies by JCMT SCUBA-2

Changseok Kim(김창석), Jong-Hak Woo(우종학)[SNU], Aeree Chung(정애리), Junhyun Baek(백준현)[Yonsei University], Yashashree Jadhav[SNU]

PGC-08

KS4 Galaxy Clusters Catalog in Southern Sky

Bomi Park(박보미), Myungshin Im(임명신), Joonho Kim(김준호), Minhee Hyun(현민희), Seong-Kook Lee(이성국)[SNU], Jae-Woo Kim(김재우)[KASI]

PGC-09

Globular Clusters in the NGC 4839 Group Merging with Coma: What Do They Tell about the Group History?

Seong-A O(오성아), Myung Gyoon Lee(이명균)[SNU]

PGC-10

The first five-year results of Seoul National University AGN Monitoring Project

Shu Wang, Jong-Hak Woo(우종학), Donghoon Son(손동훈)[SNU], Jaejin Shin(신재진)[KNU], Hojin Cho(최호진)[SNU], SAMP collaboration

PGC-11

A GMOS/IFU Study of Enhanced Star Formation Activity of Jellyfish Galaxies in Massive Galaxy Clusters

Jeong Hwan Lee(이정환), Myung Gyoon Lee(이명균), Jisu Kang(강지수), Brian S. Cho(조브라이언)[SNU], Jae Yeon Mun(문재연)[Australian National University]

포 스 터 발 표

외부은하/은하단(Galaxy Evolution/Cosmology)

PGC-12

Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies (IMSNG) : Constraints on the progenitor system of a normal Type Ia SN 2019ein from its light curve at the early phase

Gu Lim(임구), Myungshin Im(임명신),[SNU] Dohyeong Kim(김도형)[KASI], Gregory S. H Paek(백승학), Changsu Choi(최창수), Sophia Kim(김소피아), Sungyong Hwang(황성용)[SNU], IMSNG team

PGC-13

Understanding the connection between O32 and LyC escape based on numerical simulations

Suhyeon Choe(최수현), Taysun Kimm(김태선)[Yonsei University], Harley Katz[University of Oxford], Teahwa Yoo(유태화)[Yonsei University]

PGC-14

Giant Molecular Cloud Properties of WISDOM galaxies - NGC 5806 and NGC 6753

Woorak Choi(최우락)[Yonsei University], Lijie Liu[Technical University of Denmark]. Martin Bureau[University of Oxford], Timothy Davis[Cardiff University], Aeree Chung(정애리)[Yonsei University], and the WISDOM Team

PGC-15

Evolution of the spin of late-type galaxies caused by galaxy-galaxy interactions

Jeong-Sun Hwang(황정선)[Sejong University/GNUE], Changbom Park(박창범)[KIAS], Soo-hyeon Nam(남수현)[Korea University], Haeun Chung(정하은)[University of Arizona]

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

PIM-01

An automated analysis tool for the IR absorption spectra of interstellar ices

Chul-Hwan Kim(김철환), Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Jaeyeong Kim(김재영), Woong-Seob Jeong(정웅섭)[KASI]

PIM-02

Quantifying Variability of YSOs in the Mid-IR Over Six Years with NEOWISE

Wooseok Park(박우석), Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Carlos Contreras Peña[University of Hertfordshire/University of Exeter], Doug Johnstone[NRC/University of Victoria], Gregory Herczeg[Peking University], Sieun Lee(이시은)[KHU], Seonjae Lee(이성재)[SNU], Anupam Bhardwaj[KASI], Gerald Schieven[NRC]

PIM-03

Dust scattering simulation of far-ultraviolet light in the Milky Way

Young-Soo Jo(조영수)[KASI], Kwang-Il Seon(선광일)[KASI/UST], Kyoung-Wook Min(민경욱)[KAIST], Woong-Seob Jeong(정웅섭)[KASI], Adolf N. Witt[University of Toledo]

우주론(Cosmology)

PCD-01

Cosmology in University of Seoul

Hyeonmo Koo(구현모), Seyeon Hwang(황세연), Hannah Jhee(지한나), Young Ju(주영), Sumi Kim(김수미), Sangnam Park(박상남)[University of Seoul], Hyunmi Song(송현미)[Yonsei University], Cristiano Sabiu[University of Seoul], Rory Smith, Sungwook E. Hong(홍성욱)[KASI], Jaewon Lee(이재원)[ungwon University], Dongsu Bak(백동수), Inkyu Park(박인규)[University of Seoul]

PCD-02

The clumping factor of the IGM at the epoch of reionization in the SPHINX simulations

Taehwa Yoo(유태화), Taysun Kimm(김태선)[Yonsei University], the SPHINX collaboration

포 스 터 발 표

천문우주관측기술(Astrophysical Techniques)

PAT-01

Preliminary Optical and Opto-mechanical Design of Solar Telescope on Super Eye Bridge Program

Yunjong Kim(김윤종), Jihun Kim(김지헌)[KASI], Il Kweon Moon(문일권)[KRISS], Jaegun Yoo(유재건)[Antbridge Inc.], Youra Jun(전유라), Seonghwan Choi(최성환), Jeong-Yeol Han(한정열)[KASI], Kwanghui Jeong(정광희)[Antbridge Inc.]

PAT-02

Formation CubeSat Constellation, SNIPE mission

Jaejin Lee(이재진)[KASI], SNIPE Team

PAT-03

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), Hong Soo Park(박홍수), Seung-Cheol Bang(방신철), Hyunwoo Kang(강현우), Sungwook E. Hong(홍성욱), Jae-Woo Kim(김재우)[KASI]

PAT-04

KPDS user interface and science data transfer sequence for scientists and public users in Korea Lunar Exploration Program

Joo Hyeon Kim(rlawngus)[KARI]

태양/태양계(Solar/Solar System)

PSS-01

Triggering processes of two different eruptive events in active region 11283 using observation-based models

Jihye Kang(강지혜[KHU], Satoshi Inoue[University Heights], Yong-Jae Moon(문요재)[KHU]

PSS-02

BITSE Preliminary Results

Su-Chan Bong(봉수찬), Heesu Yang(양희수), Jae-Ok Lee(이재옥), Yeon-Han Kim(김연한)[KASI], Kyung-Suk Cho(조경석)[KASI/UST], Seonghwan Choi(최성환), Ji-Hye Baek(백지혜), Jongyeob Park(박종엽), Jihun Kim(김지헌), Young-Deuk Park(박영득), Rok-Soon Kim(김록순), Eun-Kyung Lim(임은경)[KASI], Seiji Yashiro, Pertti A. Makela, Nelson L. Reginald, Neeharika Thakur[NASA/Catholic University], Natchimuthuk Gopalswamy, Jeffrey S. Newmark, Qian Gong[KASI]

PSS-03

Can AI-generated EUV images be used for determining DEMs of solar corona?

Eunsu Park(박은수), Jin-Yi Lee(이진이), Yong-Jae Moon(문용재)[KHU], Kyoung-Sun Lee(이경선)[SNU], Harim Lee(이하림), Il-Hyun Cho(조일현), Daye Lim(임다예)[KHU]

기타

PHA-01

Current Status and Future Prospects of Korean VLBI Network (KVN)

Taehyun Jung(정태현), Bong Won Sohn(손봉원), Byunghwa So(소병화), Chungsik Oh(오충식), Do-Heung Je(제도흥), Do-Young Byun(변도영), Dong-Kyu Jung(정동규), Duk Gyoo Roh(노덕규), Euikyum Lee(이의겸), Hyo Ryoung Kim(김효령), Hyun-Goo Kim(김현구), Hyungkyu Byun(변형규), Hyunsoo Chung(정현수), In Sung Yim(임인성), Jae-Young Kim(김재영), Jaeheon Kim(김재헌), Jaehwan Yeom(염재환), Jaesik Shin(신재식), Jeong-Je Park(박정제), Jeong-Sook Kim(김정숙), Jungwook Hwang(황정욱), Kiyoaki Wajima, Min-Gyu Song(송민규), Moon-Hee Chung(정문희), Nobuyuki Sakai, Sang-Hyun Lee(이상현), Sang-Sung Lee(이상성), Sej-Jin Oh(오세진), Seog Oh Wi(위석오), Seungrae Kim(김승래), Soon-Wook Kim(김순욱), Sung-Mo Lee(이성모), Yong-Woo Kang(강용우), Young Chol Minh(민영철), Young-Sik Kim(김영식), Youngjoo Yun(윤영주)

기타

PHA-02

OWL-Net: A global network of robotic telescopes

Myung-Jin Kim(김명진), Hong-Suh Yim(임홍서), Dong-Goo Roh(노동구), Jin Choi(최진), Jang-Hyun Park(박장현), Jaemann Kyeong(경재만), Young-Sik Park(박영식), Jung Hyun Jo(조중현), Wonyong Han(한원용), Jiwoong Yu(유지웅), Hong-Kyu Moon(문홍규), Yoon-Ho Park(박윤호), Sungki Cho(조슬기)[KASI], Young-Jun Choi(최영준)[KASI/UST], Eun-Jung Choi(최은정)[KASI]

PHA-03

SkyMapper Optical Follow-up of Gravitational Wave Triggers: Overview of Alert Science Data Pipeline (AlertSDP)

Seo-Won Chang(장서원)[SNU]

PHA-04

All about the Gemini Proposal Routes: FT, DDT, and PW

Ji Yeon Seok(석지연), Soung-Chul Yang(양성철), Yun-Kyeong Sheen(신윤경), Narae Hwang(황나래), Jea-Joon Lee(이재준)[KASI]

2021년도 봄 한국천문학회 학술대회
발표논문 초록

구 두 발 표 초 록

초 청 강 연

[초 IT-01] SDSS-V: Pioneering Panoptic Spectroscopy

Juna A. Kollmeier
Carnegie Institution for Science

I will describe the current progress within the Fifth Generation of SDSS. SDSS-V is an unprecedented all-sky spectroscopic survey of over six million objects. It is designed to decode the history of the Milky Way galaxy, trace the emergence of the chemical elements, reveal the inner workings of stars, and investigate the origin of planets. It will provide the most comprehensive all-sky spectroscopy to multiply the science from the Gaia, TESS and eROSITA missions. SDSS will also create a contiguous spectroscopic map of the interstellar gas in the Milky Way and nearby galaxies that is 1,000 times larger than the state of the art, uncovering the self-regulation mechanisms of galactic ecosystems. It will pioneer systematic, spectroscopic monitoring across the whole sky, revealing changes on timescales from 20 minutes to 20 years. I will highlight key areas of current scientific and technical development as well as opportunities to participate in the survey underway.

[초 IT-02] Infrared Space Missions in Korea for the Astronomical Research

Woong-Seob Jeong[1,2]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea, [2]University of Science and Technology, Korea

The unknown excess emission in the near-infrared is thought to be related to the evolution of galaxies in the early epoch of Universe. Due to its extremely faint brightness, it can be observed only in space. Many infrared space missions have been tried to trace the origin of the Cosmic Infrared Background through the measurement of its absolute brightness and its spatial fluctuation. In addition, the infrared observations can address questions ranging from the origin of first galaxies in the Universe to the formation of stars. I will overview the Korean infrared space missions and introduce the status of the recent international collaboration mission, SPHEREx.

[초 IT-03] Evidence for a decelerating cosmic expansion from supernova cosmology

Young-Wook Lee
Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul, Korea

Supernova (SN) cosmology is based on the assumption that the width-luminosity relation (WLR) in the type Ia SN luminosity standardization would not vary with progenitor age. Unlike this expectation, recent age datings of stellar populations in host galaxies have shown significant correlations between progenitor age and Hubble residual (HR). It was not clear, however, how this correlation arises from the SN luminosity standardization process, and how this would impact the cosmological result. Here we show that this correlation originates from a strong progenitor age dependence of the WLR and color-luminosity relation (CLR), in the sense that SNe from younger progenitors are fainter each at given light-curve parameters x1 and c. This is reminiscent of Baade's discovery of two Cepheid period-luminosity relations, and, as such, causes a serious systematic bias with redshift in SN cosmology. We illustrate that the differences between the high-z and low-z SNe in the WLR and CLR, and in HR after the standardization, are fully comparable to those between the correspondingly young and old SNe at intermediate redshift, indicating that the observed dimming of SNe with redshift is most likely an artifact of over-correction in the luminosity standardization. When this systematic bias with redshift is properly taken into account, there is no evidence left for an accelerating universe, and the SN data now support a decelerating cosmic expansion. Since the SN cosmology has long been considered as the most direct evidence for an accelerating universe with dark energy, this finding poses a serious question to one of the cornerstones of the concordance model.

[초 IT-04] Prospects of the gravitational wave astronomy

Hyung Mok Lee
Seoul National University

Since the first direct detection of the gravitational waves in 2015, more than 50 events coming from the merging of compact binaries composed of black holes and neutron stars have been observed. The simultaneous detection of

gravitational waves and electromagnetics waves from the merging of neutron stars opened up multi-messenger astronomy. The forthcoming observations with better sensitivity by the network of ground based detectors will enrich the gravitational wave source populations and provide valuable information regarding stellar evolution, dynamics of dense stellar systems, and star formation history across the cosmic time. The precision of the Hubble constant from the distance measurement of gravitational sources will improve with more binary neutron star events are observed together with the aftweglows. I will also briefly cover the expected scientiic outcomes from the future detectors that are sensitive to much lower frequenies than current detectors.

외부은하 / 은하단

[구 GC-01] Statistical Analysis of Interacting Dark Matter Halos: On two physically distinct interaction types

Sung-Ho An[1], Juhan Kim[2], Jun-Sung Moon[1], Suk-Jin Yoon[1]
[1]*Department of Astronomy& Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University*
[2]*Center for Advanced Computation, Korea Institute for Advanced Study*

We present a statistical analysis of dark matter halos with interacting neighbors using a set of cosmological simulations. We classify the neighbors into two groups based on the total energy (E_{12}) of the target—neighbor system; *flybying* neighbors ($E_{12} \geq 0$) and *merging* ones ($E_{12} < 0$). First, we find a different trend between the flyby and merger fractions in terms of the halo mass and large-scale density. The flyby fraction highly depends on the halo mass and environment, while the merger fraction show little dependence. Second, we measure the spin—orbit alignment, which is the angular alignment between the spin of a target halo ($\vec{S}$) and the orbital angular momentum of its neighbor ($\vec{L}$). In the spin—orbit angle distribution, the flybying neighbors show a weaker prograde alignment with their target halos than the merging neighbors do. With respect to the nearest filament, the flybying neighbor has a behavior different from that of the merging neighbor. Finally, we discuss the physical origin of two interaction types.

[구 GC-02] Dual effects of ram pressure on star formation in multiphase disk galaxies with strong stellar feedback

Jaehyun Lee[1], Taysun Kimm[2], Harley Katz[3], Joakim Rosdahl[4], Julien Devriendt[3], and Andrianne Slyz[3]

[1]*Korea Institute for Advanced Study,* [2]*Yonsei University,* [3]*University of Oxford,* [4]*Université de Lyon*

We investigate the impact of ram pressure stripping due to the intracluster medium (ICM) on star-forming disk galaxies with a multiphase interstellar medium maintained by strong stellar feedback. We carry out radiation-hydrodynamic simulations of an isolated disk galaxy embedded in a 1011 M⊙ dark matter halo with various ICM winds mimicking the cluster outskirts (moderate) and the central environment (strong). We find that both star formation quenching and triggering occur in ram pressure-stripped galaxies, depending on the strength of the winds. HI and H2 in the outer galactic disk are significantly stripped in the presence of moderate winds, whereas turbulent pressure provides support against ram pressure in the central region, where star formation is active. Moderate ICM winds facilitate gas collapse, increasing the total star formation rates by ~40% when the wind is oriented face-on or by ~80% when it is edge-on. In contrast, strong winds rapidly blow away neutral and molecular hydrogen gas from the galaxy, suppressing star formation by a factor of 2 within ~200 Myr. Dense gas clumps with nH≳10 M⊙ pc-2 are easily identified in extraplanar regions, but no significant young stellar populations are found in such clumps. In our attempts to enhance radiative cooling by adopting a colder ICM of T=106K only a few additional stars are formed in the tail region, even if the amount of newly cooled gas increases by an order of magnitude.

[구 GC-03] The Origin of the Spin—Orbit Alignment of Galaxy Pairs

Jun-Sung Moon[1], Sung-Ho An[1], Suk-Jin Yoon[1]
[1]*Department of Astronomy, Yonsei University*

Galaxies are not just randomly distributed in space; instead, a variety of galaxy alignments have been found over a wide range of scales. Such alignments are the outcome of the combined effect of interacting neighbors and the surrounding large-scale structure. Here, we focus on the spin—orbit alignment (SOA) of galaxy pairs, the dynamical coherence between the spin of a target galaxy and the orbital angular momentum of its neighbor. Based on a recent cosmological hydrodynamic simulation, the IllustrisTNG project, we identify paired galaxies with mass ratios from 1/10 to 10 at z = 0 and statistically analyze their

spin−orbit angle distribution. We find a clear preference for prograde orientations (i.e., SOA), which is more prominent for closer pairs. The SOA is stronger for less massive targets in lower-density regions. The SOA witnessed at z = 0 has been developed progressively since z = 2. There is a clear positive correlation between the alignment strength and the interaction duration with its current neighbor. Our results suggest the scenario in which the SOA is developed mainly by interactions with a neighbor for an extended period of time, rather than by the primordial torque exerted by the large-scale structure.

[구 GC-04] Star-Gas Misalignment in Galaxies: II. Origins Found from the Horizon-AGN Simulation

Donghyeon J. Khim[1], Sukyoung K. Yi[1], the Horizon-AGN team, and the SAMI team
[1]Department of Astronomy and Yonsei University Observatory, Yonsei University, Seoul 03722, Republic of Korea

There have been many studies aiming to reveal the origins of the star-gas misalignment found in galaxies, but there still is a lack of understanding of the contribution from each formation channel candidate. We explore the properties, origins, and lifetimes of the star-gas misalignment using Horizon-AGN, a large-volume cosmological simulation. First, the misalignment fraction shows a strong anti-correlation with the kinematic morphology (V/sigma) and the cold gas fraction of the galaxy. This result is consistent with the result of integral field spectroscopy observations. Second, we have identified four main formation channels of misalignment and quantified their level of contribution: mergers (35%), interaction with nearby galaxies (23%), interaction with dense environments or their central galaxies (21%), and secular evolution including smooth accretion from neighboring filaments (21%). Third, the decay timescale of the misalignment is strongly linked with the kinematic morphology of the galaxy: early-type galaxies (2.28 Gyr) tend to have a longer misalignment lifetime than LTGs (0.49 Gyr). We also found that the morphology and cold gas fraction are both and independently anti-correlated with the misalignment lifetime.

[구 GC-05] Cosmological N-body simulations for Intracluster Light using the Galaxy Repacement Technique

Kyungwon Chun[1], Jihye Shin[1], Rory Smith[1,2], Jongwan Ko[1,2], Jaewon Yoo[2]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), [2]University of Science and Technology (UST)

Intracluster light (ICL) is composed of the stars diffused throughout the galaxy cluster but does not bound to any galaxy. The ICL is a ubiquitous feature of galaxy clusters and occupies a significant fraction of the total stellar mass in the cluster. Therefore, the ICL components are believed to help understand the formation and evolution of the clusters. However, in the numerical study, one needs to perform the high-resolution cosmological hydrodynamic simulations, which require an expensive calculation, to trace these low-surface brightness structures (LSB). Here, we introduce the Galaxy Replacement Technique (GRT) that focuses on implementing the gravitational evolution of the diffused ICL structures without the expensive baryonic physics. The GRT reproduces the ICL structures by a multi-resolution cosmological N-body re-simulation using a full merger tree of the cluster from a low-resolution DM-only cosmological simulation and an abundance matching model. Using the GRT, we show the preliminary results about the evolution of the ICL in the on-going simulations for the various clusters.

[구 GC-06] Particle Tagging Method to Study the Formation and Evolution of Globular Clusters in Galaxy Clusters

So-Myoung Park, Jihye Shin, Rory Smith, Kyungwon Chun
Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)

Globular clusters (GCs) form at the very early stage of galaxy formation, and thus can be used as an important clue indicating the environment of the galaxy formation era. Although various GC formation scenarios have been suggested, they have not been examined in the cosmological context. Here we introduce the ‘particle tagging method’ in order to investigate the formation scenarios of GCs in a galaxy cluster. This method is able to trace the evolution of GCs that form in the dark matter halos which undergo the hierarchical merging events in galaxy cluster environments with an effective computational time. For this we use dark matter merger trees from the cosmological N-body simulation. Finally, we would like to find out the best GC formation scenario which can explain the observational properties of GCs in galaxy clusters.

[석 GC-07] The impact of the ISM on Lyman alpha emission in idealized galaxy simulations

Do Woon Lee[1], Taysun Kimm[1], Hyunmi Song[1], Taehwa Yoo[1], Jeremy Blaizot[2], Leo Michel Dansac[2]
[1]Department of Astronomy, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea
[2]Univ Lyon, Univ Lyon1, Ens de Lyon, CNRS, Centre de Recherche Astrophysique de Lyon UMR5574, F-69230, Saint-Genis-Laval, France

수소 라이먼 알파선은 관측이 어려운 외부은하의 성간 물질이나 성운 주위의 물질의 운동학적, 기하학적 상태를 알려주는 지표이다. 특히 라이먼 알파 방출 스펙트럼의 두 최고점에서 측정한 선속도 차이(Vsep)는 물질의 수축, 팽창 여부에 영향을 받기 때문에 은하의 역학적 특성을 연구하는 데에 있어 새로운 도구로서 각광받고 있다. 이 연구에서는 복사유체역학 시뮬레이션 코드 RAMSES-RT를 이용하여, 다양한 물리량을 가진 은하가 만드는 라이먼 알파선 특성을 분석하였다. 은하 내 기체 함량 및 중원소 함량비를 다르게 하였으며, 각 시뮬레이션들은 몬테-카를로 공진선 복사전달 코드 RASCAS를 이용하여 라이먼 알파선의 복사 과정을 계산하였다. 그 결과, 거대분자운 시뮬레이션 대비(Kimm et al. 2019) Vsep이 크게 증가하였으며 (약 150->300km/s), 관측되는 은하들 수준의 Vsep이 재현되는 것을 확인하였다. 은하의 중원소 함량비가 증가한 경우, 은하 내 먼지량과 젊은 별들이 거대분자운에 머무는 시간이 늘어나기 때문에 기준 은하와 비교하여 선속도 차이가 작아졌으며(Vsep~270km/s), 은하의 기체 함량을 증가시켰을 때는 산란 횟수 증가로 인하여 선속도 차이가 증가함(약 345km/s)을 확인할 수 있었다. 합병하는 은하의 경우, 성간물질의 역학적 상태를 극적으로 만든다고 알려져 있음에도 불구하고, 고립된 은하와 비슷한 정도의 산란 특성을 보였다. 마지막으로 시뮬레이션 상에서 강하게 발달하지 않는 중성상태의 은하주변물질의 존재가 선속도차이 예측에 미치는 영향에 대해서 토론하고자 한다.

[구 GC-08] Lyα Polarization: An Implication to the Lyα Blobs

Kwang-Il Seon[1,2] (선광일)
[1]Korea Astronomy & Space Science Institute (한국천문연구원), [2]University of Science & Technology (과학기술연합대학원대학교)

The extended Lyα nebulae (also known as Lyα blobs or LABs) observed at z=2-6 can provide clues to galaxy formation in the early universe. The connection of LABs with the overdensities of compact Lyα emitters suggests that they are associated with matter density peaks in the universe and thus likely to evolve into the present-day groups and clusters of galaxies. However, the mechanism powering the extended Ly α emission in LABs is remained controversial. The detection of polarization signals that follow the theoretically predicted trend is interpreted as strong evidence supporting that the LABs are caused primarily by the resonance scattering of Ly α originating from star-forming galaxies and AGNs. However, Trebitsch et al. (2016) claimed that the radial profile of polarization could be better explained by the scenario in which Lyα photons are produced in the cooling gas surrounding galaxies and then self-scattered by the gas, rather than by the scattering scenario of photons originating from the central galaxies. In this presentation, using LaRT, a state-of-art Lyα radiative transfer code, it is demonstrated that the observed polarization pattern can be reproduced even with the scattering scenario.

[구 GC-09] On-the-fly ionizing photon non-conservation correction for the Excursion-set reionization models

Jaehong Park[1], Bradley Greig[2] and Andrei Mesinger[3]
[1]Korea Institute for Advanced Study (KIAS)
[2]University of Melbourne, Australia
[3]Scuola Normale Superiore, Italy

In order to generate the 3D structure of the 21-cm signal during the reionization, semi-numerical simulations based on Excursion set formalism are broadly used. However, semi-numerical simulations in the realization of the 3D structure are known to be the ionizing photon non-conserving by the structure of the Excursion set approach. Recently, explicit photon conserving algorithms for semi-numerical simulations introduced, but they are still too slow when forward modelling the 21-cm signal with high-dimensional parameter spaces. Here, we introduce a new method for *approximately correcting* photon non-conservation, which can be applied *on-the-fly*. This method is tailored towards the efficient simulation and Bayesian inference with high-dimensional parameter space. Then, we investigate how large an impact that photon non-conservation has on astrophysical parameter inference by performing an MCMC analysis. We find that the ionizing escape parameter is deviated from the fiducial value by 2 sigma when we infer astrophysical parameters without this correction.

[구 GC-10] Possibility of a second AGN in NGC 1068

Jaejin Shin[1,2], Jong-Hak Woo[2], Minjin Kim[1]
[1]Kyungpook National University, [2]Seoul National

University

We will present a scenario of the presence of a second AGN in a nearby Seyfert galaxy, NGC 1068. Using VLT/MUSE IFU data, we investigated the complex kinematics of ionized gas in the central region of NGC 1068. Interestingly, at a distance of 180 pc to the northeast from the nucleus of NGC 1068, we detected a kinematical signature of the launching point of AGN gas outflows, which suggests that there would be a second AGN. We will also discuss another supporting evidence of the second AGN based on previous spectropolarimetric results.

[구 GC-11] Merging, Recoiling, or Slingshotting of Supermassive Black Holes in a Red AGN 1659+1834

Dohyeong Kim[1] and Myungshin Im[2]
[1]Pusan National University (부산대학교), [2]Seoul National University (서울대학교)

We report the Gemini Multi-Object Spectrograph (GMOS) Integral Field Unit (IFU) observation of a red active galactic nucleus (AGN), 2MASSJ165939.7+183436 (1659+1834). 1659+1834 is a prospective merging supermassive black hole (SMBH) candidate due to its merging features and double-peaked broad emission lines. The double-peaked broad emission lines are kinematically separated by 3000 km/s, with the SMBH of each component weighing at 10^8.9 and 10^7.1 solar mass. Our GMOS IFU observation reveals that the two components of the double-peaked broad emission line are spatially separated by 0.085" (~250pc). In different assumptions for the line fitting, however, a null (<0.05") or a larger spatial separation (~0.15") are also possible. For this GMOS IFU observational results of 1659+1834, various models can be viable solutions, such as the disk emitter and multiple SMBH models. We believe that these results show the need for future research of finding more multiple SMBH systems in red AGNs.

[구 GC-12] The faintest quasar luminosity function at z ~ 5 from Deep Learning and Bayesian Inference

Suhyun Shin and Myungshin Im
Astronomy Program, FPRD, Department of Physics \& Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

To estimate the contribution of quasars on keeping the IGM ionized, building a quasar luminosity function (LF) is necessary. Quasar LFs derived from multiple quasar surveys, however, are incompatible, especially for the faint regime, emphasizing the need for deep images. In this study, we construct quasar LF reaching $M_{1450} \sim -21.5$ AB magnitude at z ~ 5, which is 1.5 mag deeper than previously reported LFs, using deep images from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program (HSC-SSP). We trained an artificial neural network (ANN) by inserting the colors as inputs to classify the quasars at z ~ 5 from the late-type stars and low-redshift galaxies. The accuracy of ANN is > 99 %. We also adopted the Bayesian information criterion to elaborate on the quasar-like objects. As a result, we recovered 5/5 confirmed quasars and remarkably minimized the contamination rate of high-redshift galaxies by up to six times compared to the selection using color selection alone. The constructed quasar parametric LF shows a flatter faint-end slope $\alpha = -1.27^{+0.16}_{-0.15}$ similar to the recent LFs. The number of faint quasars ($M_{1450} < -23.5$) is too few to be the main contributor to IGM ionizing photons.

[구 GC-13] The Relative Role of Bars and Galaxy Environments in AGN Triggering of SDSS Spirals

Yun-Young Choi, Minbae Kim
[1]School of Space Research, Kyung Hee University,
[2]Korea Astronomy and Space Science Institute

We quantify the relative role of galaxy environment and bar presence on AGN triggering in face-on spiral galaxies using a volume-limited sample with 0.02 < z < 0.055, Mr < 19.5, and σ > 70 km s-1 selected from Sloan Digital Sky Survey (SDSS) Data Release 7. To separate their possible entangled effects, we divide the sample into bar and non-bar samples, and each sample is further divided into three environment cases of isolated galaxies, interacting galaxies with a pair, and cluster galaxies. The isolated case is used as a control sample. For these six cases, we measure AGN fractions at a fixed central star formation rate and central velocity dispersion, σ. We demonstrate that the internal process of the bar-induced gas inflow is more efficient in AGN triggering than the external mechanism of the galaxy interactions in groups and cluster outskirts. The significant effects of bar instability and galaxy environments are found in galaxies with a relatively less massive bulge. We conclude that from the perspective of AGN-galaxy coevolution, a massive black hole is one of the key drivers of spiral galaxy evolution. If it is not met, a bar instability helps the evolution, and in the absence of bars, galaxy interactions/ mergers become important. In other words, in the presence of a massive central engine, the role of the two gas inflow mechanisms is reduced or almost disappears. We also find that bars in massive galaxies are very decisive in increasing AGN fractions when the host galaxies are inside clusters.

[구 GC-14] Magnetic Field Strengths of Flaring Region in the Jet of CTA 102

Sang-Hyun Kim[1,2], Sang-Sung Lee[1,2], and iMOGABA collaborators
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute,
[2]University of Science and Technology, Korea

We present the magnetic field strengths of CTA 102 using multi-frequency data at 2.6-343.5 GHz in order to study the physical origins of radio flares. The observations at 22 and 43 GHz were conducted using the single-dish radio telescopes of the Korean VLBI Network (KVN) from December 2012 until May 2018 (MJD 56200-58400). We used multi-frequency data obtained from the Effelsberg 100-m, OVRO 40-m, Metsähovi 14-m, IRAM 30-m, SMA, ALMA, and VLBA telescopes. During the period of the observations, two major flares (R1 and R2) are seen clearly at 15 and 37 GHz during MJD 57500-57800 and MJD 58000-58300, respectively. The source shows typical variability with time-scales ranging from 20-161 days at 15 GHz. The variability Doppler factor is in the range of 11.51-31.23. The quasi-simultaneous radio data are used to investigate the synchrotron spectrum of the source, finding that the synchrotron radiation is self-absorbed. The turnover frequency and the peak flux density of the synchrotron self-absorption (SSA) spectra are in ranges of 38.06-167.86 GHz and 1.49-10.38 Jy, respectively. From the SSA spectra, magnetic field strengths are estimated to be < 10 mG. The equipartition magnetic field strengths are larger than the SSA magnetic field strengths by a factor of > 100. This indicates that the radio flares may be related to a particle energy-dominated emission region.

[구 GC-15] Tales of AGN tails: How AGN tails become radio relics in merging galaxy clusters?

Wonki Lee, M. James Jee
Yonsei university

Radio relics, Mpc-size elongated diffuse radio emissions found at galaxy cluster outskirts, are known as the result of shock acceleration during the cluster merger. Theories have claimed that low Mach number shocks are too inefficient to create the observed properties of radio relics. Alternative scenarios such as fossil cosmic ray electrons (CRes) from AGNs are required to explain the observations. However, how exactly the fossil CRes from AGNs can supply the Mpc-size radio relic is still an open question. In this study, we present our recent uGMRT radio observation results of the merging galaxy cluster Abell 514. We found three remarkable AGN jet tails that may have undergone multiple reorientations and extend nearly 800 kpc. Using multi-frequency data, we have performed spectral analysis along the AGN tails and track how the tails lose or gain energy as they propagate in the intracluster medium. We will discuss whether these AGN jets can provide sufficient seed CRes to radio relics.

[구 GC-16] Kennicutt-Schmidt law with H I velocity profile decomposition in NGC 6822

Hye-Jin Park[1], Se-Heon Oh[2], Jing Wang[3,4], Yun Zheng[3,4], Hong-Xin Zhang[5,6], and W.J.G. de Blok[7,8,9]
[1]Department of Astronomy and Space Science, Sejong University, Seoul, Korea
[2]Department of Physics and Astronomy, Sejong University, Seoul, Korea
[3]Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics (KIAA), Peking University, Beijing, China
[4]Department of Astronomy, Peking University, Beijing, China
[5]Key Laboratory for Research in Galaxies and Cosmology, Department of Astronomy, University of Science and Technology of China, Hefei, China
[6]School of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology of China, Hefei, China
[7]Netherlands Institute for Radio Astronomy (ASTRON), Dwingeloo, The Netherlands
[8]Department of Astronomy, University of Cape Town, Rondebosch, South Africa
[9]Kapteyn Astronomical Institute, University of Groningen, Groningen, The Netherlandsin English (optionally title in Korean in parentheses)

We present H I gas kinematics and star formation activities of NGC 6822, a dwarf galaxy located in the Local Volume at a distance of ~ 490 kpc. We perform profile decomposition of the line-of-sight velocity profiles of the high-resolution (42.4" × 12" spatial; 1.6 km/s spectral) H I data cube taken with the Australia Telescope Compact Array (ATCA). For this, we use a new tool, the so-called BAYGAUD (BAYesian GAUssian Decompositor) which is based on Bayesian Markov Chain Monte Carlo (MCMC) techniques, allowing us to decompose a line-of-sight velocity profile into

an optimal number of Gaussian components in a quantitative manner. We classify the decomposed H I gas components of NGC 6822 into bulk-narrow, bulk-broad, and non_bulk with respect to their velocity and velocity dispersion. We correlate their gas surface densities with the surface star formation rates derived using both GALEX far-ultraviolet and WISE 22 micron data to examine the impact of gas turbulence caused by stellar feedback on the Kennicutt-Schmidt (K-S) law. The bulk-narrow component that resides within r25 is likely to follow the linear extension of the Kennicutt-Schmidt (K-S) law for molecular hydrogen (H2) at the low gas surface density regime where H I is not saturated.

[구 GC-17] Galaxy Group Assembly Histories and the Missing Satellites Problem: A Case for the NGC 4437 Group

Yoo Jung Kim, Myung Gyoon Lee
Seoul National University

The overprediction of the number of satellite galaxies in the LCDM paradigm compared to that of the Milky Way (MW) and M31 (the “missing satellites” problem) has been a long-standing issue. Recently, a large host-to-host scatter of satellite populations has been recognized both from an observational perspective with a larger sample and from a theoretical perspective including baryons, and it is crucial to collect diverse and complete samples with a large survey coverage to investigate underlying factors contributing to the diversity. In this study, we discuss the diversity in terms of galaxy assembly history, using satellite populations of both observed systems and simulated systems from IllustrisTNG. In addition to previously studied satellite systems, we identify satellite candidates from 25deg2 of Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program (HSC-SSP) Wide layer around NGC 4437, a spiral galaxy of about one-fourth of the MW mass, paired with a ~2 magnitude fainter dwarf spiral galaxy NGC 4592. Using the surface brightness fluctuations (SBF) method, we confirm five dwarf galaxies as members of the NGC 4437 group, resulting in a total of seven members. The group consists of two distinct subgroups, the NGC 4437 subgroup and the NGC 4592 subgroup, which resembles the relationship between the MW and M31. The number of satellites is larger than that of other observed and simulated galaxy groups in the same host stellar mass range. However, the discrepancy decreases if compared with galaxy groups with similar magnitude gaps (V12 ~ 2), defined as the V-band magnitude difference between the two brightest galaxies in the group. Using simulated galaxy groups in IllustrisTNG, we find that groups with smaller V12 have richer satellite systems, host more massive dark matter halos, and have assembled more recently. These results show that the host-to-host scatter of satellite populations can be attributed to the diversity in galaxy assembly history and be probed by V12 to some degree and that NGC 4437 group is likely a recently assembled galaxy group with a large halo mass compared to galaxy groups of similar luminosity.

[구 GC-18] Searching for MgII absorbers in and around galaxy clusters

Jong Chul Lee[1], Ho Seong Hwang[1,2], Hyunmi Song[3]
[1]KASI, [2]SNU, [3]Yonsei

To study environmental effects on the circumgalactic medium (CGM), we use the samples of redMaPPer galaxy clusters, background quasars and cluster galaxies from the SDSS. With 82,000 quasar spectra, we detect 197 MgII absorbers in and around the clusters. The detection rate per quasar is 2.70 times higher inside the clusters than outside the clusters, indicating that MgII absorbers are relatively abundant in clusters. However, when considering the galaxy number density, the absorber-to-galaxy ratio is rather low inside the clusters. If we assume that MgII absorbers are mainly contributed by the CGM of massive star-forming galaxies, a typical halo size of cluster galaxies is smaller than that of field galaxies by 30 per cent. This finding supports that galaxy haloes can be truncated by interaction with the host cluster.

[구 GC-19] Catching a growing giant: Discover y of a galaxy cluster in formation

Seong-Kook Lee[1], Myungshin Im[2], Bomi Park[3], Minhee Hyun[4], Insu Paek[5] et al.
[1]Seoul National University, [2]Seoul National University, [3]Seoul National University, [4]Seoul National University, [5]Seoul National University

In LCDM universe, large, massive structures, like galaxy clusters, grow through the successive accreti on/mergers of smaller structures. Therefore, at hig h redshift, unlike local, it is expected that there woul d be plenty of galaxy clusters which are still growin g. Here, we report the discovery of a high-redshift (z~1) galaxy cluster which is in its active formation s tage. This cluster is well connected to the large sca le overdense environment and contains high fractio n of star-forming galaxies, providing a good examp le supporting our previously suggested ‘Web-feedin g model'.

[구 GC-20] A Weak-lensing Study of the Double Radio Relic Galaxy Cluster Abell 1240

Hyejeon Cho (조혜전)[1], Myungkook James Jee (지명국)[1,2], Kyle Finner[1,3]
[1]Department of Astronomy & Institute of Earth·Atmosphere·Astronomy, Yonsei University, Korea, [2]Department of Physics, University of California, Davis, USA, [3]Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, USA

Abell 1240 is a merging galaxy cluster hosting prominent, symmetric double radio relics. To constrain its merging history, we provide the first weak-lensing analysis of the dark matter distribution of the Abell 1240 field with Subaru/Suprime-Cam observations after robustly addressing instrumental systematics. We also investigate the cluster galaxy distributions, combining our new MMT/Hectospec observations and the spectroscopic redshifts from the literature. Both weak-lensing mass reconstruction and galaxy distribution show that Abell 1240 consists of two subclusters stretched north to south between the double radio relics. We quantify the significance of the substructures and present their mass estimates. Finally, we discuss a merging stage of Abell 1240 with the current weak-lensing results and the radio relic priors.

[구 GC-21] Multi-wavelength view of SPT-CL J2106-5844: A massive galaxy cluster merger at z~1.13

Kim HyeongHan[1], Luca Di Mascolo[2,3,4,5], Tony Mroczkowski[6], Yvette Perrott[7], Lawrence Rudnick[8], M. James Jee[1,9], Eugene Churazov[2,10], Jordan D. Collier[11,12], Jose M. Diego[13], Andrew M. Hopkins[14], Jinhyub Kim[1], Bärbel S. Koribalski[12,15], Joshua D. Marvil[16], Remco van der Burg[6], Jennifer L. West[17]
[1]Department of Astronomy, Yonsei University [2]Max-Planck-Institu für Astrophysik (MPA) [3]Astronomy Unit, Department of Physics, University of Trieste [4]INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste [5]IFPU - Institute for Fundamental Physics of the Universe [6]European Southern Observatory (ESO) [7]School of Chemical and Physical Sciences [8]Minnesota Institute for Astrophysics, School of Physics and Astronomy, University of Minnesota [9]Department of Physics, University of California, Davis [10]Space Research Institute [11]The Inter-University Institute for Data Intensive Astronomy (IDIA), Department of Astronomy, University of Cape Town [12]School of Science, Western Sydney University [13]Institute de Física de Cantabria (CSIC-UC) [14]Australian Astronomical Optics, Macquarie University [15]Australia Telescope National Facility, CSIRO Astronomy and Space Science [16]National Radio Astronomy Observatory [17]Dunlap Institute for Astronomy and Astrophysics University of Toronto

SPT-CL J2106-5844 is the most massive galaxy cluster at z>1 discovered to date. It has been known to be an isolated system with a singular, well-defined halo. However, recent studies provide lines of evidence for its merging state. We strengthen the case with the multi-wavelength observations from ALMA, ACA, ASKAP, ATCA, and Chandra. With the sensitive, high resolution ALMA+ACA observations, we reconstruct the ICM pressure map from the thermal SZ effect. It reveals two main gas components that are associated with the mass clumps inferred from the weak-lensing analysis. Furthermore, the X-ray hardness map supports the bimodal gas distribution. With these multi-wavelength data, we probe the merger phase in SPT-CL J2106-5844.

항성 및 항성계

[구 SA-01] Messier 3: An Extra-Galactic System with Two Globular Clusters

Jae-Woo Lee[1], Christopher Sneden[2]
[1]Department of Physics and Astronomy, Sejong University, [2]Department of Astronomy, The University of Texas at Austin

We present Ca-CN-CH-NH photometry for the globular cluster (GC) M3. Our new photometric system combined with robust and self-consistent theoretical fine model grids allows us to measure key elements in stellar populations, [Fe/H], [C/Fe], and [N/Fe], even in the extremely crowded fields. Our results show that M3 consists of two GCs with different chemical abundances, structural and kinematical properties. Furthermore, each GC has its own carbon-nitrogen anticorrelation with whose fractions of the CN-weak populations are consistent with those in the Magellanic Clouds. We suggest that M3 is a merger remnant of two GCs, most likely in a dwarf galaxy environment and accreted to our Milky Way Galaxy later in time.

[구 SA-02] Absolute Dimension and Pulsational Characteristics of the Eclipsing Binary EW Boo with a δ Sct Pulsator

Hye-Young Kim[1], Kyeongsoo Hong[1], Chun-Hwey

Kim[1], Jae Woo Lee[2], Min-Ji Jeong[1], Jang-Ho Park[2], Mi-Hwa Song[1]
[1]Chungbuk National University, [2]Korea Astronomy and Space Science Institute

We present the TESS photometry and our high-resolution spectra of the semi-detached Algol EW Boo. For an orbital period study, we collected all available times of minima including ours for the last 30 years. It is found that the eclipse timing variation of the system can be represented by a periodic oscillation of 18.5±1.0 yr plus a secular period increase with a rate of $[dP/dt]_{\rm orb} = -6(\pm 3) \times 10^{-8}$ d yr^{-1}. From our observed spectra, the effective temperature of the primary star was determined to be $T_{\rm eff,1} = 8560 \pm 118$ K. From a simultaneous analysis of the TESS light and our double-lined radial velocity curves, the absolute masses, radii, and luminosities are $M_1 = 2.30 \pm 0.07\,{\rm M}_\odot$, $M_2 = 0.38 \pm 0.01\,{\rm M}_\odot$, $R_1 = 1.92 \pm 0.02\,{\rm R}_\odot$, $R_2 = 1.27 \pm 0.01\,{\rm R}_\odot$, $L_1 = 1.92 \pm 0.02\,{\rm L}_\odot$, and $L_2 = 0.752 \pm 0.007\,{\rm L}_\odot$, respectively. Multiple frequency analyses were carried out for the light residuals after subtracting the binary star model. We detected a total of 75 frequencies in the region of 16.50-104.8 day-1. Our results demonstrate that the more hotter primary star of EW Boo is a δ Sct pulsator by considering its position in the δ Scuti region of the Cepheid instability strip and pulsational characteristics.

[구 SA-03] *Absolute calibration of near-infrared Period-Luminosity-Metallicity relations for RR Lyrae variables using Gaia EDR3*

Anupam Bhardwaj[1], Marina Rejkuba[2], and Soung-Chul Yang[1]
[1]Center for Large Telescopes, Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea
[2]European Southern Observatory, Garching bei München, Germany

RR Lyrae stars are sensitive probe for the precision stellar astrophysics and also for the cosmic distance scale thanks to their well-defined near-infrared Period-Luminosity relations (PLRs). These horizontal branch variables can be used for primary calibration of the first-rung of population II distance ladder providing an evaluation of the ongoing tension between Cepheid-Supernovae based Hubble constant and the Planck results. Therefore, absolute calibration of RR Lyrae PLRs is now crucial to complement or test the tip of the red giant branch based distances, and in turn, population II star based Hubble constant measurements. While the pulsation models of RR Lyrae can reproduce most observables, they predict a significant metallicity effect on their JHKs-band PLRs that is inconsistent with so-far limited observational studies. We remedy this inconsistency of metallicity dependence in RR Lyrae PLRs by combining their near-infrared observations in the globular clusters of different mean-metallicities with the new parallaxes from the Gaia early data release 3 (EDR3). Our empirical results on Period-Luminosity-Metallicity (PLZ)relations are consistent with theoretical predictions but the precision of absolute calibrations is still affected by the parallax uncertainties and the systematic zero-point offset present in the Gaia EDR3.

[구 SA-04] Variable Blue Stragglers in the Metal-Poor Globular Clusters in the Large Magellanic Cloud - Hodge 11 and NGC1466

Soung-Chul Yang and Anupam Bhardwaj
Center for Large Telescopes, Korea Astronomy and Space Science Institute

Blue straggler stars (BSs) are “rejuvenated” main sequence stars first recognized by Allan Sandage from his observation of the prominent northern globular cluster M3 in the year of 1953. BSs are now known to be present in diverse stellar environments including open clusters, globular clusters, dwarf galaxies, and even the field populations of the Milky Way. This makes them a very useful tool in a wide range of astrophysical applications: Particularly BSs are considered to have a crucial role in the evolution of stellar clusters because they affect on the dynamics, the binary population, and the history of the stellar evolution of the cluster they belong to. Here we report a part of the preliminary results from our ongoing research on the BSs in the two metal-poor globular clusters (GCs) in the Large Magellanic Cloud (LMC), Hodge 11 and NGC1466. Using the high precision multi-band images obtained with the Advanced Camera for Survey (ACS) onboard the Hubble Space Telescope (HST), we extract time-series photometry to search for the signal of periodic variations in the luminosity of the BSs. Our preliminary results confirm that several BSs are intrinsic “short period (0.05 < P < 0.25 days)” variable stars with either pulsating or eclipsing types. We will discuss our investigation on the properties of those variable BS candidates in the context of the formation channels of these exotic main sequence stars, and their roles in the dynamical evolution of the host star clusters.

고에너지천문학/이론천문학

[구 HT-01] Morphology of radio relics in galaxy clusters

Paola Domínguez Fernández
UNIST

Galaxy clusters host Mpc-scale diffuse radio emission giving us evidence of large-scale magnetic fields in the Universe. It is relevant to understand magnetic field amplification processes occurring at the center and outskirts of galaxy clusters. Each of these processes are believed to give rise to observed radio haloes and radio relics, respectively. In this work, we focus on studying the continuum and polarised emission in radio relics. We use threedimensional
magnetohydrodynamical simulations of merger shock waves propagating through a magnetized, turbulent intracluster medium. Our model includes the diffusive shock acceleration (DSA) of cosmic ray electrons, their spatial advection and energy losses at run-time. We discuss the relation between the mock observation features and the underlying morphology of the magnetic field.

[구 HT-02] A PIC Simulation Study for Electron Preacceleration at Weak Quasi-Perpendicular Galaxy Cluster Shocks

Ji-Hoon Ha[1], Sunjung Kim[1], Dongsu Ryu[1] and Hyesung Kang[2]
[1]*Department of Physics, School of Natural Sciences UNIST, Ulsan 44919, Korea*
[2]*Department of Earth Sciences, Pusan National University, Busan 46241, Korea*

In the outskirts of galaxy clusters, weak shocks with $M_s < \sim 3$ appear as radio relics where the synchrotron radiation is emitted from cosmic-ray (CR) electrons. To understand the production of CR electrons through the so-called diffusive shock acceleration (DSA), the electron injection into the DSA process at shocks in the hot intracluster medium (ICM) has to be described. However, the injection remains as an unsolved, outstanding problem. To explore this problem, 2D Particle-in-Cell (PIC) simulations were performed. In this talk, we present the electron preacceleration mechanism mediated by multi-scale plasma waves in the shock transition zone. In particular, we find that the electron preacceleration is effective only in the supercritical shocks, which have the sonic Mach number $M_s > M_{crit} \approx 2.3$ in the high-beta (β~100) plasma of the ICM, because the Alfven ion cyclotron instability operates and hence multi-scale plasma waves are induced only in such supercritical shocks. Our findings will help to understand the nature of radio relics in galaxy clusters.

[구 HT-03] Structures and Energetics of Flows in Ultra-relativistic Jets

Jeongbhin Seo[1], Hyesung Kang[1], Dongsu Ryu[2]
[1]*Pusan National University,*
[2]*Ulsan Institute of Science and Technology*

We study ultra-relativistic jets on several tens kpc scales through three-dimensional relativistic hydrodynamic (RHD) simulations using a new RHD code based on the weighted essentially non-oscillatory (WENO) scheme. Utilizing the high-resolution and high-accuracy capabilities of the new code, we especially explore the structures and energetics of nonlinear flows, such as shocks, turbulence, velocity shear in different parts of jets. We find that the mildly relativistic shocks which form in the jet backflow are most effective for the shock dissipation of the jet energy, while the turbulent dissipation is largest either in the backflow or in the shocked ICM, depending on the jet parameter. The velocity shear is strongest across the jet flow to the cocoon boundary. Our results should have important implications for the studies of high-energy cosmic-ray production in radio galaxies.

[구 HT-04] Spectral variability of Blazar 3C 279 during 2009-2018

Sungmin Yoo and Hongjun An
Department of Astronomy and Space Sciences, Chungbuk National University, Republic of Korea

블레이자는 제트가 관측자 시선방향과 나란하게 놓여있는 활동은하핵(AGN)으로 모든 파장대역에서 변광을 보이는 것이 주요 특징이다. 우리는 블레이자의 변광특성을 이해하기 위해 강한 변광을 보이는 천체인 3C 279를 연구대상으로 선정했고, 9년간의 X선 및 광학 데이터를 이용하여 이 천체의 광도와 스펙트럼 기울기 사이의 상관관계분석을 수행하였다. 이를 통하여, 시간에 따라 상관계수가 변한다는 것과 X선 변광이 광학변광보다 65일 앞선다는 것을 발견하였다. 이 발표에서는 one-zone SED 모형을 이용해 위의 현상들을 해석한 결과를 제시한다.

[석 HT-05] X-ray orbital light curve modelling of HESS J0632+057 using intrabinary shock model

Jinyoung Kim and Hongjun An
Department of Astronomy and Space Sciences, Chungbuk National University, Republic of Korea

Gamma-ray binaries는 밀집성(중성자별과 블랙홀)과 질량이 큰 동반성 (>20 Msun)이 서로 공전하는 시스템이다. 이러한 시스템은 X선 영역에서 공전 주기에 따른 변광을 보이는 특징을 갖고 있는데, 이를 설명하기 위해 intrabinary shock(IBS) 모델을 이용한다. IBS는 두 천체의 항성풍이 상호작용하여 만들어내는 shock인데, 이 shock에서 가속된 입자들이 싱크로트론 기작을 통하여 X선 복사를 한다고 알려져 있다. 복사의 강도는 shock의 기하구조 변화 때문에 밀집성의 공전 위상에 따라서 주기적으로 변하는데, 이를 모형화하여 관측 데이터와 비교함으로써 궤도와 shock의 특성을 알아낼 수 있다. 이 발표에서는 IBS 모델을 설명하고, 이 모델을 매우 복잡한 X선 광도곡선을 보이는 gamma-ray binaries 중 하나인 HESS J0632+057에 적용한다. 그 결과로 이 천체계의 궤도를 추정하고, 동반성 disk와 shock의 상호작용 특성을 파악해보았다.

천문우주관측기술

[구 AT-01] Development of Gravitational Wave Detection Technology at KASI (한국천문연구원의 중력파 검출기술 개발)

Sungho Lee (이성호)[1], Chang-Hee Kim (김창희)[1], June Gyu Park (박준규)[1], Yunjong Kim (김윤종)[1], Ueejeong Jeong (정의정)[1], Soonkyu Je (제순규)[1], Hyeon Cheol Seong (성현철)[1], Jeong-Yeol Han (한정열)[1], Young-Sik Ra (라영식)[2], Geunhee Gwak (곽근희)[2], Youngdo Yoon (윤영도)[2]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원), [2]Korea Advanced Institute of Science and Technology (한국과학기술원)

For the first time in Korea, we are developing technology for gravitational wave (GW) detectors as a major R&D program. Our main research target is quantum noise reduction technology which can enhance the sensitivity of a GW detector beyond its limit by classical physics. Technology of generating squeezed vacuum state of light (SQZ) can suppress quantum noise (shot noise at higher frequencies and radiation pressure noise at lower frequencies) of laser interferometer type GW detectors. Squeezing technology has recently started being used for GW detectors and becoming necessary and key components. Our ultimate goal is to participate and make contribution to international collaborations for upgrade of existing GW detectors and construction of next generation GW detectors. This presentation will summarize our results in 2020 and plan for the upcoming years. Technical details will be presented in other family talks.

[구 AT-02] Status of squeezed vacuum experiment and introduction to EPR (한국천문연구원의 진공양자조임 광원 개발 및 EPR 실험 소개)

Chang-Hee Kim (김창희), Sungho Lee (이성호), June Gyu Park (박준규), Yunjong Kim (김윤종), Ueejeong Jeong (정의정), Soonkyu Je (제순규), Hyeon Cheol Seong (성현철), Jeong-Yeol Han (한정열)
Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원),

One of the main limitations to the ground- based gravitational-wave (GW) detector sensitivity is quantum noise, which is induced by vacuum fluctuations entering the detector output port. The replacement of this ordinary vacuum field with a squeezed vacuum field has proven to be effective approach to mitigate the quantum noise in the interferometer detector and it is currently used in advanced detectors. However, the current frequency-independent squeezed vacuum cannot reduce quantum radiation pressure noise at low frequencies. A possible solution to reduce quantum noise in the broadband spectrum is the injection of frequency-dependent squeezed (FDS) vacuum. We will report the current status of squeezing experiment at KASI and introduce to the EPR (Einstein-Podolsky-Rosen) entangled state of light, which can realize FDS light without the need for an additional, external cavity.

[구 AT-03] Frequency dependent squeezing for gravitational wave detectors using filter cavity and international collaboration of a filter cavity project for KAGRA (중력파 검출기의 양자 잡음 저감을 위한 필터 공동기 기반 주파수 의존 양자조임 기술과 KAGRA의 필터 공동기 제작을 위한 국제협력연구)

June Gyu Park (박준규), Sungho Lee (이성호), Chang-Hee Kim (김창희), Yunjong Kim (김윤종), Ueejeong Jeong (정의정), Soonkyu Je (제순규), Hyeon Cheol Seong (성현철), Jeong-Yeol Han (한정열)
Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원),

Radiation pressure noise of photon and photon shot noise are quantum noise limitation in interferometric gravita-tional wave detectors. Since relationship between the two noises is position and momentum of the Heisenberg uncertainty principle, quantum non-demolition (QND) technique is required to reduce the two noises at the same time. Frequency dependent squeezing using a filter cavity is one of realistic solutions for QND measurement and experimental results show that its cutting-edge performance is sufficient to apply to the current gravitational wave detectors. A 300m filter cavity is under construction at adv-LIGO. KAGRA (gravitational wave detector in Japan) has also started international collaboration to build a filter cavity. Recently we joined the filter cavity project for KAGRA. Current status of squeezing and filter cavity research at KASI and details of the KAGRA filter cavity project will be presented.

[구 AT-04] Development of Transformable Reflective Telescope Kit Using Aluminum Profile and Isogrid Struture

Sumin Lee[1], Woojin Park[2], Sunwoo Lee[3], Jimin Han[3], Hojae Ann[3], Tae Geun Ji[3], Dohoon Kim[1], Ilhoon Kim[4], Junghyun Kim[4], Soojong Pak[1]
[1]Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, [2]Korean Astronomy & Space Science Institute , [3]School of Space Research, Kyung Hee University, [4]SL LAB, Inc.

본 발표에서는 Transformable Reflective Telescope (TRT kit)의 새로운 버전을 소개한다. TRT kit는 기본형인 뉴턴식 반사망원경에서 부경 교체를 통해 카세그레인식, 그레고리식으로 간단하게 변형 할 수 있는 광학 실험장치이다. 본 장치는 주로 망원경 교육이나 광학계 개발에필요한 실험에 활용된다. 모듈화 설계를 통해서 여러 종류의 광학계를 쉽게 탈착하여 다양한 실험을 할 수 있다. 광기계부는 정밀하게 제작된 알루미늄 프로파일과 Isogrid구조를 채택하여 경량화 구조로 설계되었다. 이러한 경량부품들을 통해 이전 버전보다 50~70%의 중량 감소율을 달성하였다. 유한요소해석 결과 경량화된 뉴턴식 TRT kit는 이전 버전과 비교해서 자체 하중에 의한 최대 구조 변형이 0.11mm에서 0.023mm로 감소하였다. 부경 지지대 설계에는 자체 하중으로 인한 변형을 최소화하기 위해 트러스 (Truss) 구조가 도입되었다. 부경부의 자체 하중으로 인한 변형은 기존의 80μm에서 21μm로 감소하였다. 또한, 십자 레이저 정렬 장치가 추가되어 뉴턴식과 카세그레인식에서 공차 1.5' 이내로 광학계 정렬이 가능하다.

[구 AT-05] Realities of Gemini Band3 Program

Ji Yeon Seok, Soung-Chul Yang, Yun-Kyeong Sheen, Narae Hwang, Jea-Joon Lee
Korea Astronomy and Space Science Institute

We, on behalf of Korean Gemini Office (KGO), present the comprehensive knowledge on the Gemini Band 3 program and introduce KGO's activities to promote research of Korean community utilizing Band 3 programs. We first describe the role and realities of Band 3 programs in comparison with Band 1 and 2. Then, we will provide useful suggestions for preparing Band 3 programs and introduce a few selected cases that successfully use the Band 3 time. In addition to Band 3, we will briefly summarize other proposal opportunities including the Fast Turnaround and Poor Weather Proposals.

[구 AT-06] Optomechanical Design and Structural Analysis of Linear Astigmatism Free – Three Mirror System Telescope for CubeSat and Unmanned Aerial Vehicle

Jimin Han[1], Sunwoo Lee[1], Woojin Park[2], Bongkon Moon[2], Geon Hee Kim[3], Dae-Hee Lee[2], Dae Wook Kim[4] and Soojong Pak[1]
[1]School of Space Research and Institute of Natural Science, Kyung Hee University, Yongin 17104, Republic of Korea; [2]Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Republic of Korea; [3]Korea Basic Science Institute, 169-148, Daejeon 34133, Republic of Korea; [4]James C. Wyant College of Optical Sciences, University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA.

We are developing an optomechanical design of infrared telescope for the CubeSat and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) which adapts the Linear Astigmatism Free- Three Mirror System in the confocal off-axis condition. The small entrance pupil (diameter of 40 mm) and the fast telescope (f-number of 1.9) can survey large areas. The telescope structure consists of three mirror modules and a sensor module, which are assembled on the base frame. The mirror structure has duplex layers to minimize a surface deformation and physical size of a mirror mount. All the optomechanical parts and three freeform mirrors are made from the same material, i.e., aluminum 6061-T6. The Coefficient of Thermal Expansion matching single material structure makes the imaging performance to be independent of the thermal expansion. We investigated structural characteristics against external loads through Finite Element Analysis. We confirmed the mirror surface distortion by the gravity and screw tightening, and the overall contraction/expansion following the external temperature environment change (from -30˚C to +30˚C).

[구 AT-07] Optomechanical Design and Structure Analysis of Prototype Siderostat for Testing Local Volume Mapper Telescope Control System

Sunwoo Lee[1], Jimin Han[1], Hojae Ahn[1], Changgon Kim[1], Mingyeong Yang[1], Tae-geun Ji[1], Sumin Lee[1],

Taeeun Kim[1], Soojong Pak[1], Nicholas P. Konidaris[2], Niv Drory[3], Cynthia S. Froning[3], Anthony Hebert[2], Pavan Bilgi[2], Guillermo A. Blanc[2,5], Alicia E. Lanz[2], Charles L Hull[2], Juna A. Kollmeier[2], Solange Ramirez[2], Stefanie Wachte[2]r, Kathryn Kreckel[4], Eric Pellegrini[4], Andr'es Almeida[5], Scott Case[6], Ross Zhelem[6], Tobias Feger[6], Jon Lawrence[6], Michael Lesser[7], Tom Herbst[8], Jose Sanchez-Gallego[9], Matthew A Bershady[10], Sabyasachi Chattopadhyay[10], Andrew Hauser[10], Michael Smith[10], Marsha J Wolf[10], Renbin Yan[11]
[1]*Kyung Hee University*
[2]*Carnegie Institution for Science*
[3]*University of Texas at Austin*
[4]*University of Heidelberg*
[5]*Universidad de La Serena*
[6]*Australian Astronomical Optics*
[7]*University of Arizona*
[8]*Max Planck Institut Fur ¨ Astronome*
[9]*University of Washington*
[10]*University of Wisconsin-Madison*
[11]*University of Kentucky*

The Local Volume Mapper (LVM), for the Sloan Digital Sky Survey V, consists of four 16 cm telescopes with three fiber spectrographs in the Las Campanas Observatory in Chile. With the fixed telescopes on optical tables, the Alt-Alt mounted siderostats point and guide targets during spectrograph exposures. We are developing the integrated LVM instrument control software. Considering international travel restrictions caused by the COVID-19 pandemic in 2021, we decided to make a simplified version of siderostat to test the LVM telescope control system in Korea. The prototype siderostat consists of two aluminum flat mirrors, optomechanical housing structures made by aluminum profiles, and the Planewave L-350 mount. We designed the optical mirrors and the optomechanical structure of the siderostat. From structural analysis at various pointing cases, we estimated the tilt misalignments of mirrors within 4 arcsec, which would affect the telescope pointing errors.

[구 AT-08] Preliminary design of control software for SDSS-V Local Volume Mapper Instrument

[1]Changgon Kim[1], Tae-geun Ji[1], Hojae Ahn[1], Mingyeong Yang[1], Sumin Lee[1], Taeeun Kim[1], Soojong Pak[1], Nicholas P. Konidaris[2], Niv Drory[3], Cynthia S. Froning[3], Anthony Hebert[2], Pavan Bilgi[2], Guillermo A. Blanc[2,5], Alicia E. Lanz[2], Charles L Hull[2], Juna A. Kollmeier[2], Solange Ramirez[2], Stefanie Wachter[2], Kathryn Kreckel[4], Eric Pellegrini[4], Andr'es Almeida[5], Scott Case[6], Ross Zhelem[6], Tobias Feger[6], Jon Lawrence[6], Michael Lesser[7], Tom Herbst[8], Jose Sanchez-Gallego[9], Matthew A Bershady[10], Sabyasachi Chattopadhyay[10], Andrew Hauser[10], Michael Smith[10], Marsha J Wolf[10], Renbin Yan[11]
[1]*Kyung Hee University*
[2]*Carnegie Institution for Science*
[3]*University of Texas at Austin*
[4]*University of Heidelberg*
[5]*Universidad de La Serena*
[6]*Australian Astronomical Optics*
[7]*University of Arizona*
[8]*Max Planck Institut Fur ¨ Astronome*
[9]*University of Washington*
[10]*University of Wisconsin-Madison*
[11]*University of Kentucky*

The Local Volume Mapper(LVM) project in the fifth iteration of the Sloan Digital Sky Survey (SDSS-Ⅴ) will produce large integral-field spectroscopic survey data to understand the physical conditions of the interstellar medium in the Milky Way, the Magellanic Clouds, and other local-volume galaxies. We are developing the LVM Instrument control software. The architecture design of the software follows a hierarchical structure in which the high-level software packages interact with the low-level and mid-level software and hardware components. We adopt the spiral software development model in which the software evolves by iteration of sequential processes, i.e., software requirement analysis, design, code generation, and testing. This spiral model ensures that even after being commissioned, the software can be revised according to new operational requirements. We designed the software by using the Unified Modeling Language, which can visualize functional interactions in structure diagrams. We plan to use the SDSS software framework CLU for the interaction between components, based on the RabbitMQ that implemented the Advanced Message Queuing Protocol (AMQP).

고천문/ 교육홍보

[구 HE-01] Solar motion described in the Richan lizhi(日躔曆指), the Rìchan lifa(日躔曆法) and the Richan biao(日躔表) of the Kangxi reign treatises on Calendrical Astronomy, Lixiang kaocheng (曆象考成) (《역상고성》의 <일전역지>, <일전역법>, <일전표>에 기록된 태양의 운동)

Seung-Urn choe[1,2], Min-Jeong Kang[3], Seulki Kim[1], Sukjoo Kim[4], Wonmo Suh[5], Jinhyon Lee[6], Yong Bok

Lee[2], Myon U Lee[7], Yang, Hong-Jin[8]
[1]Seoul national University,
[2]*Sohnam Institute for History of Astronomy*
[3]*Institute for the Translation of Korean Classics*
[4]*Anyang University*
[5]*Presbyterian University and Theological Seminary*
[6]*Graduate School of Theology, Sogang University*
[7]*Chuncheon National University of Education, Sohnam Institute for History of Astronomy*
[8]*Korea Astronomy and Space Science Institute*

본 연구는《숭전역서》혹은《서양신법역서》이후, 하국종(何國宗, ? -1767)과 매각성(梅瑴成, 1681-1764) 등에 의해 기술된《역상고성》상하편에 실린 <일전역리>, <일전역법>, <일전표>를 바탕으로 태양의 운동을 자세히 살펴보았다.

《숭전역서》 <일전역리>에서는 티코브라헤의 혼합모형을 기반에 두었지만 태양의 운동은 톨레미(Ptolemy)의 이심모델(Eccentric model)과 차이가 없다. 그러나 <일전표>에 수록된 가감차의 값은 이퀀트모델(Equant model)을 기초로 한 것이었다.《신법산서》<일전표>에는 이 모델에 의한 계산법을 소개하고 있으나 계산의 오류를 범하였다.

태양 실측과의 어긋남, 태양의 운동을 기술하는 여러 상수들이 다시 얻어짐에 따라《역상고성》상하편의 <일전역리>에서는 코페르니쿠스 모델을 기초로 한 본륜-균륜 모델을 채택하고 있다. 이 모델을 기초로 한 가감차 계산 과정에 조금의 수학적 오류가 있지만 계산 결과에는 영향을 미치지 않았다. 그리고 <일전표>에 제시된 가감차값은 바로 이 모델을 기반으로 한 값들이다.

<일전역법>에 제시된 동지 이후 태양의 실제 경도를 구하는 방법이 매우 구체적이다. 이 방법은 이후《역상고성후편》의 <일전역법>도 그대로 따르고 있는데 다만《역상고성후편》의 <일전역리>는 케플러의 타원모델을 채택하고 있다. 태양의 황경을 구하는 현재의 방법과 비교해보면《역상고성》<일전역법>에서는 그 기준이 동지이고 현재의 방법은 춘분점이라는 것만 다를 뿐이고, 방법은 동일하다. 다만 필요한 상수 값들이 시간에 따라 아주 느리게 변하기에 이 값들의 보정이 필요할 뿐이다. 이 방법은 조선에서 집필된《세초류휘》,《시헌기요》,《추보속해》,《추보첩례》에도 사용한 모델과 상수들은 다르지만 동일한 방법을 요약하고 있다.

[구 HE-02] Performance Improvement and Application Plan of the Radio Telescope of Gwacheon National Science Museum(국립과천과학관 전파망원경 성능개선 및 활용방안)

Jaeil Cho(조재일)[1,2], Jung-Hoon Kim(김정훈)[3,] Myunghee Han(한명희)[2],
[1]*National Children's Science Center(국립어린이과학관),* [2]*Gwacheon National Science Museum(국립과천과학관),* [3]*SETsystem, Inc.(에스이티시스템)*

Gwacheon National Science Museum(GNSM) has a 7.2m radio telescope, which is only one possessed by a science museum in Korea. In 2020, performance of the telescope had been improved in the way of a new antenna control system, receiver system, control and analysis software. New AC motors, limiters and encoders was installed and the new receive system can observe L-band(1.4GHz) and S-band(2.8GHz), L-band and Ka-band(33GHz) equipped previously. Using theses upgraded system we have developed educational programs, which are 'The Sun seen in radio' and 'The Universe seen in radio'. In the former, the sun is observed with several methods and show analysed data to participants. In the latter, various radio sources, the moon, supernova remnants and HI gas, and even signal from artificial satellites are observed. In addition, SETI demo data can be shown and demonstrates how to find artificial signal extraterrestrial intelligence could send.

[구 HE-03] Vertual Reality Astronomy Education Using Planetarium Software (천체시뮬레이션 소프트웨어를 활용한 가상현실 천문학 교육)

[1,2]Sanghyun Ha, [1]Jungjoo Sohn, [2]Soonchang Park
[1]*Korea National Univertiry of Education,*
[2]*METASPACE*

최근 COVID-19의 확산에 따라 비대면 학습의 중요성이 화두로 오르고 있다. 과학관과 같은 다중이용시설을 이용하는 방법에서 각 학교, 또는 가정에서 지도할 수 있는 교육 방법의 변화 또한 논의해야 할 때이다. 특히 천문학 교육의 장으로 활용되고 있는 천체투영관(Planetarium)은 다중이용시설로, 상황에 따라 여러 가지 제약을 가지므로 시·공간 제약을 받지 않는 교육프로그램의 개발이 필요하고 볼 수 있다.

본 연구에서는 천체시뮬레이션 소프트웨어를 활용한 스크립트 제작 및 360˚ VR 영상 제작기술을 개발하고 온라인 플랫폼을 활용하여 천체투영관을 방문하지 않은 비대면 환경에서 도 참가자개인의 휴대기기등을 통한 몰입도 높은 천문학 교육을 구현할 수 있는 프로그램을 개발하여 새로운 환경에 대한 적용 기회를 제공하고자 한다. 나아가 개발한 프로그램을 천체투영관에 적용하여 천체투영관 활용 천문학 교육프로그램과 교육과정과 연계한 교육콘텐츠 개발에 활용되기를 기대한다.

[구 HE-04] The Future of the Science Donga Observatory: The C Platform of Astronomy and Space Science(과학동아천문대의 미래: 천문우주과학의 C 플랫폼)

JaeHyung Lee (이재형)[1,2], Wonsub Kim (김원섭)[1]
[1]*Donga Science (동아사이언스)*
[2]*Science Donga Observatory (과학동아천문대)*

사람들의 우주에 대한 관심이 커지면서 전국 각지에 천

문 관측 시설을 갖춘 기관의 수가 점점 늘어나고 있다. 하지만 대부분의 천문 교육은 밤하늘의 천체를 육안으로 관측하는 데에 초점을 맞추고 있어 최신 천문우주 분야의 내용을 공유하는 데에 한계가 있다. 과학동아천문대는 서울의 용산전자상가에 위치한 사설 천문대로서 2013 년에 개관한 이래로 도심 속에서 밤하늘을 만날 수 있는 공간으로서 역할을 하고 있다. 우리는 그동안 쌓은 커뮤니티와 자사의 네트워크를 기반으로 천문대가 현재와 같이 단순히 별을 보는 장소에 그치지 않고 천문우주문화를 확산하는 플랫폼이 되도록 변화 시키려고 한다. 이를 통하여 천문우주에 관심 있는 사람들은 더 쉽게 최신 소식을 접하고, 연구자들은 자신의 연구를 수시로 알릴 수 있는 소통의 장을 마련하려고 한다. 이번 발표를 통해 동아사이언스 미래세대 C 플랫폼 본부와 함께하는 과학동아천문대의 새로운 비전을 외부에 처음으로 소개하며 관계자들의 관심과 참여를 요청드린다.

태양/태양계

[구 SS-01] Generation of modern satellite data from Galileo sunspot drawings by deep learning

Harim Lee[1], Eunsu Park[1], Young-Jae Moon[1,2]
[1]Department of Astronomy and Space Science, College of Applied Science, Kyung Hee University
[2]School of Space Research, Kyung Hee University

We generate solar magnetograms and EUV images from Galileo sunspot drawings using a deep learning model based on conditional generative adversarial networks. We train the model using pairs of sunspot drawing from Mount Wilson Observatory (MWO) and their corresponding magnetogram (or UV/EUV images) from 2011 to 2015 except for every June and December by the SDO (Solar Dynamic Observatory) satellite. We evaluate the model by comparing pairs of actual magnetogram (or UV/EUV images) and the corresponding AI-generated one in June and December. Our results show that bipolar structures of the AI-generated magnetograms are consistent with those of the original ones and their unsigned magnetic fluxes (or intensities) are well consistent with those of the original ones. Applying this model to the Galileo sunspot drawings in 1612, we generate HMI-like magnetograms and AIA-like EUV images of the sunspots. We hope that the EUV intensities can be used for estimating solar EUV irradiance at long-term historical times.

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

[구 SS-02] Generation of He I 1083 nm Images from SDO/AIA 19.3 and 30.4 nm Images by Deep Learning

Jihyeon Son[1], Junghun Cha[2], Yong-Jae Moon[1,2], Harim Lee[2], Eunsu Park[2], Gyungin Shin[3], Hyun-Jin Jeong[1]
[1]School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin, 17104, Republic of Korea,
[2]Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, Yongin, 17104, Republic of Korea,
[3]Department of Engineering Science, University of Oxford

In this study, we generate He I 1083 nm images from Solar Dynamic Observatory (SDO)/Atmospheric Imaging Assembly (AIA) images using a novel deep learning method (pix2pixHD) based on conditional Generative Adversarial Networks (cGAN). He I 1083 nm images from National Solar Observatory (NSO)/Synoptic Optical Long-term Investigations of the Sun (SOLIS) are used as target data. We make three models: single input SDO/AIA 19.3 nm image for Model I, single input 30.4 nm image for Model II, and double input (19.3 and 30.4 nm) images for Model III. We use data from 2010 October to 2015 July except for June and December for training and the remaining one for test. Major results of our study are as follows. First, the models successfully generate He I 1083 nm images with high correlations. Second, the model with two input images shows better results than those with one input image in terms of metrics such as correlation coefficient (CC) and root mean squared error (RMSE). CC and RMSE between real and AI-generated ones for the model III with 4 by 4 binnings are 0.84 and 11.80, respectively. Third, AI-generated images show well observational features such as active regions, filaments, and coronal holes. This work is meaningful in that our model can produce He I 1083 nm images with higher cadence without data gaps, which would be useful for studying the time evolution of chromosphere and coronal holes.

[구 SS-03] Toward accurate synchronic magnetic field maps using solar frontside and AI-generated farside data

Hyun-Jin Jeong[1], Yong-Jae Moon[1,2] and Eunsu Park[2]
[1]School of Space Research, Kyung Hee University,
[2]Department of Astronomy and Space Science, College of Applied Science, Kyung Hee University

Conventional global magnetic field maps, such as daily updated synoptic maps, have been constructed by merging together a series of observations from the Earth's viewing direction taken over a 27-day solar rotation period to represent the full surface of the Sun. It has limitations to predict real-time farside magnetic fields, especially for rapid changes in magnetic fields by flux emergence or disappearance. Here, we construct accurate synchronic magnetic field maps using frontside and AI-generated farside data. To generate the farside data, we train and evaluate our deep learning model with frontside SDO observations. We use an improved version of Pix2PixHD with a new objective function and a new configuration of the model input data. We compute correlation coefficients between real magnetograms and AI-generated ones for test data sets. Then we demonstrate that our model better generate magnetic field distributions than before. We compare AI-generated farside data with those predicted by the magnetic flux transport model. Finally, we assimilate our AI-generated farside magnetograms into the flux transport model and show several successive global magnetic field data from our new methodology.

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-04] Visual Explanation of a Deep Learning Solar Flare Forecast Model and Its Relationship to Physical Parameters

Kangwoo Yi, Yong-Jae Moon, Daye Lim, Eunsu Park and Harim Lee
School of Space Research, Kyung Hee University

In this study, we present a visual explanation of a deep learning solar flare forecast model and its relationship to physical parameters of solar active regions (ARs). For this, we use full-disk magnetograms at 00:00 UT from the Solar and Heliospheric Observatory/Michelson Doppler Imager and the Solar Dynamics Observatory/ Helioseismic and Magnetic Imager, physical parameters from the Space-weather HMI Active Region Patch (SHARP), and Geostationary Operational Environmental Satellite X-ray flare data. Our deep learning flare forecast model based on the Convolutional Neural Network (CNN) predicts "Yes" or "No" for the daily occurrence of C-, M-, and X-class flares. We interpret the model using two CNN attribution methods (guided backpropagation and Gradient-weighted Class Activation Mapping [Grad-CAM]) that provide quantitative information on explaining the model. We find that our deep learning flare forecasting model is intimately related to AR physical properties that have also been distinguished in previous studies as holding significant predictive ability. Major results of this study are as follows. First, we successfully apply our deep learning models to the forecast of daily solar flare occurrence with TSS = 0.65, without any preprocessing to extract features from data. Second, using the attribution methods, we find that the polarity inversion line is an important feature for the deep learning flare forecasting model. Third, the ARs with high Grad-CAM values produce more flares than those with low Grad-CAM values. Fourth, nine SHARP parameters such as total unsigned vertical current, total unsigned current helicity, total unsigned flux, and total photospheric magnetic free energy density are well correlated with Grad-CAM values. 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-05] Selection of Three (E)UV Channels for Solar Satellite Missions by Deep Learning

Daye Lim[1]. Yong-Jae Moon[1,2], Eunsu Park[1] and Jin-Yi Lee[1]
[1]Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, [2]School of Space Research, Kyung Hee University

We address a question of what are three main channels that can best translate other channels in ultraviolet (UV) and extreme UV (EUV) observations. For this, we compare the image translations among the nine channels of the Atmospheric Imaging Assembly on the Solar Dynamics Observatory using a deep learning model based on conditional generative adversarial networks. In this study, we develop 170 deep learning models: 72 models for single-channel input, 56 models for double-channel input, and 42 models for triple-channel input. All models have a single-channel output. Then we evaluate the model results by pixel-to-pixel correlation coefficients (CCs) within the solar disk. Major results from this study are as follows. First, the model with 131 Å shows the best performance (average CC = 0.84) among single-channel models. Second, the model with 131 and 1600 Å shows the best translation (average CC = 0.95) among double-channel models. Third, among the triple-channel models with the highest average CC (0.97), the model with 131, 1600, and 304 Å is suggested in that the minimum CC (0.96) is the highest. Interestingly they are representative coronal, photospheric, and chromospheric lines, respectively. Our results may be used as a secondary perspective in addition to primary scientific purposes in selecting a few channels of an UV/EUV imaging instrument for future solar satellite missions.

[구 SS-06] Halo CME mass estimated by synthetic CMEs based on a full ice-cream cone model

Hyeonock Na and Yong-Jae Moon
Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University

In this study, we suggest a new method to estimate the mass of a halo coronal mass ejection (CME) using synthetic CMEs. For this, we generate synthetic CMEs based on two assumptions: (1) the CME structure is a full ice-cream cone, (2) the CME electron density follows a power-law distribution ($\rho_{cme}=\rho_0 r^{-n}$). The power-law exponent n is obtained by minimizing the root mean square error between the electron number density distributions of an observed CME and the corresponding synthetic CME at a position angle of the CME leading edge. By applying this methodology to 57 halo CMEs, we estimate two kinds of synthetic CME mass. One is a synthetic CME mass which considers only the observed CME region (M_{cme1}), the other is a synthetic CME mass which includes both the observed CME region and the occulted area larger than 4 solar radii (M_{cme2}). From these two cases, we derive conversion factors which are the ratio of a synthetic CME mass to an observed CME mass. The conversion factor for M_{cme1} ranges from 1.4 to 3.0 and its average is 2.0. For M_{cme2}, the factor ranges from 1.8 to 5.0 with the average of 3.0. These results imply that the observed halo CME mass can be underestimated by about 2 times when we consider the observed CME region, and about 3 times when we consider the region including the occulted area. Interestingly these conversion factors have a very strong negative correlation with angular widths of halo CMEs.We also compare the results with the CME mass estimated from STEREO observations.

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

[구 SS-07] Quasi-Periodic Oscillations of Off-Limb Flaring Arcade Loops observed in the SDO/HMI Continuum

Il-Hyun Cho[1], Valery Nakariakov[1,2], Yong-Jae Moon[1], Jin-Yi Lee[1], Larisa Kashapova[3], Kyung-Suk Cho[4,5]
[1]Kyung Hee University, [2]University of Warwick, [3]SB Russian Academy of Science, [4]Korea Astronomy and Space Science Institute, [5]University of Science and Technology

In this study, we report oscillations of the total intensity of white light loops in the off-limb solar flare observed in 2017-Sep-10 with the SDO/HMI. The total intensity oscillations are correlated with the area of the flaring loop in the plane of the sky. The oscillatory pattern is well fitted by two consecutive damped oscillations. The period and damping time of the first oscillation are 12.9 minutes and 9.9 minutes, respectively. Those of the second oscillation are 11.7 minutes and 15.4 minutes. The excitation of the oscillations coincides with two consecutive type III radio bursts observed in meter range. Assuming the oscillations are magnetoacoustic waves in the flaring loops with the loop lengths ranging from 30 to 90 Mm, the temperature of the white light emitting loops could be in the range from 0.3 MK to 2.6 MK.

[구 SS-08] Sun-Earth Connection in Korean Historic Observations

Rok-Soon Kim[1,2], Hong-Jin Yang[1], Kyung-Suk Cho[1,2]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute, [2]University of Science and Technology

10세기부터 18세기까지 한국 역사서에 기록된 38개 흑점과 이와 연관된 것으로 보이는 25개의 적색 오로라를 조사하여 고대 흑점의 지구 영향성을 분석하였다. 고대 관측 시기를 1300년을 기준으로 이전의 온난기와 이후의 냉한기로 나누어 보면, 흑점의 관측 빈도는 두 기간에서 비슷하지만, 오로라는 냉한기에 집중적으로 관측된다. 특이하게도, 크기가 큰 흑점의 경우는 냉한기보다 온난기에서 관측 빈도가 세 배 이상 높다. 또한, 흑점과 관련된 오로라의 강도를 분석해보면 크기가 큰 흑점은 작은 흑점보다 2~3배 이상 지구영향성이 높다는 것을 알 수 있다. 우리는 1185년에 관측된 흑점이 수개월에 걸쳐 여러 차례 관측되었다는 것을 확인하였으며, 그 활동성 면에서 2003년 할로윈 이벤트와 유사했을 것으로 유추하였다. 향후 현대의 흑점 관측 스케치와 국제 흑점수의 관계를 정량화할 수 있다면, 유일하게 한국 역사서에만 찾아볼 수 있는 흑점의 크기 단위는 흑점수와 같이 태양활동의 지표로 사용될 수 있을 것으로 보인다.

[구 SS-09] Apophis Rendezvous Mission: I. Science Goals

Myung-Jin Kim[1], Hong-Kyu Moon[1], Young-Jun Choi[1,2], Minsup Jeong[1], Jin Choi[1], Youngmin

JeongAhn[1], Hongu Yang[1], Seul-Min Baek[1], Hee-Jae Lee[1], Masateru Ishiguro[3]
[1]*Korea Astronomy and Space Science Institute*
[2]*University of Science and Technology*
[3]*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*

99942 Apophis is an Sq-type Aten group Near-Earth Asteroid (NEA) with an estimated size of 370 m. It will approach the Earth to come within the geostationary orbit during the upcoming encounter on April 13, 2029 to offer a unique chance to study its 1) global properties, 2) surface arrangements, and 3) their detectable changes expected to happen, in sub-meter scale. What measurable scientific goals for the asteroid in this "once a millennium" event could transform our knowledge of planetary science and defense?

The Apophis rendezvous mission aims to understand the characteristics of the small solar system body's nature. It also prepares for potential threats from natural objects by measuring in-situ surface, shape, rotation, and orbit changes expected to occur when the target asteroid passes close to the Earth in 2029. We will present an overview of the mission scheduled to be launched from late 2026 to early 2027 and introduce scientific objectives.

[구 SS-10] Apophis Rendezvous Mission: II. Payloads and Operation Scenario

Minsup Jeong[1], Young-Jun Choi[1,2], Hong-Kyu Moon[1], Myung-Jin Kim[1], Jin Choi[1], Bongkon Moon[1], Youngmin JeongAhn[1], Hee-Jae Lee[1], Seul-Min Baek[1], Hongu Yang[1], Masateru Ishiguro[3]
[1]*Korea Astronomy and Space Science Institute,* [2]*University of Science and Technology,* [3]*Seoul National University*

We plan to visit the Apophis, a Potentially Hazardous Asteroid (PHA). Apophis will have an extremely close encounter with the Earth on April, 2029. At the closest position, Apophis approaches 0.1 lunar distances from the Earth. The science goals are 1) mapping the surface of the asteroid before and after the encounter, 2) measuring surface roughness before and after the encounter, and 3) measuring interplanetary space environments such as magnetic field and dust particles. For the science goal, we are planning to employ five instruments for this mission, which are Polarimetric Asteroid Camera (PolACam), Asteroid Terrain Mapping Camera (MapCam), Laser Altimeter, Dust Particle Detector (DPDetector), Magnetometer (Mag). In this presentation, we plan to give a talk on the instruments.한기로 나누어 보면, 흑점의 관측 빈도는 두 기간에서 비슷하지만, 오로라는 냉한기에 집중적으로 관측된다. 특이하게도, 크기가 큰 흑점의 경우는 냉한기보다 온난기에서 관측 빈도가 세 배 이상 높다. 또한, 흑점과 관련된 오로라의 강도를 분석해보면 크기가 큰 흑점은 작은 흑점보다 2~3배 이상 지구영향성이 높다는 것을 알 수 있다.

[구 SS-11] Rotational instability as a source of asteroidal dust near Earth

Hangbin Jo, Masateru Ishiguro
Seoul National University (서울대학교)

As implied by the zodiacal light and spacecraft impact measurements, the space between large bodies in our Solar System is filled with interplanetary dust particles (IDPs). IDPs give us deeper insight into the composition and evolution of the Solar System, as well as being a crucial reference for extrasolar research. IDPs can be interpreted as bearers of carbon and organic materials, and thus, their interaction with Earth can be considered as important factors for the birth of terrestrial life.

One of the key routes of IDPs entering Earth is via meteoroid streams (Love and Brownlee 1993).

The Geminid meteoroid stream is a notable example. Together with its source asteroid (3200) Phaethon, the Phaethon-Geminid stream complex (PGC) (Whipple 1983; Gustafson 1989) can potentially provide information on the properties and evolution of IDPs in near-Earth space. DESTINY+* is a JAXA/ISAS spacecraft planned to launch in 2024 to explore the physical and chemical features of near-Earth IDPs and uncover the dust ejection mechanism of active near-Earth asteroids, especially Phaethon (Arai et al. 2018).

Previous studies on the dust ejection mechanism of Phaethon have various degrees of success in explaining the ejection of submillimeter particles and try to recreate the dust replenishment rate of the Geminid stream. However, none of them are satisfactory for explaining the observed Geminid stream, especially for larger particles of a millimeter and centimeter scales. Inspired by the discovery of rotational mass shedding in the Main Belt region (Jewitt et al., 2014), we investigate a dust ejection scenario by rotational instability on Phaethon. Using the N-body integrator MERCURY6 (Chambers 1999; modified by Jeong 2014), we performed a long-term integration of dust particles of various sizes ejected at ~1 m/s. Through this process, we discuss the implications Phaethon's rotation may have on its ejection, the formation and evolution of IDP by this mechanism, and contribute to the DESTINY+ mission.

* Demonstration and Experiment of Space Technology for Interplanetary voYage Phaethon

fLyby and dUst Science
1. Arai, T., Kobayashi, M., Ishibashi, K., & Yoshida, F. 2018, LPI, 49, 2570
2. Chambers, J. E. 1999, MNRAS, 304, 793
3. Gustafson, B. A. S. 1989, A&A, 225, 533
4. Jeong, J. 2014, Master's thesis, Seoul National Univ.
5. Jewitt, D., Agarwal, J., Li, J. 2014, ApJL, 784, L8
6. Love, S.G. & Brownlee, D. E. 1993, Science, 262, 550
7. Nakano, R. & Hirabayashi, M. 2020, ApJL, 892, 2
8. Whipple, F. 1983, International Astronomical Union Circular, 3881

[구 SS-12] Near-Infrared Photopolarimetry of Large Main Belt Asteroid - (4) Vesta

Yoonsoo P. Bach[1], Masateru Ishiguro[1], Jun Takahashi[2], Hiroyuki Naito[3], Jungmi Kwon[4], Daisuke Kuroda[5]
[1]Seoul National University, [2]Nishi-Harima Astronomical Observatory, Center for Astronomy, University of Hyogo, [3]Nayoro Obeservatory [4]The University of Tokyo [5]Okayama Observatory, Kyoto University

The polarization degree as a function of phase angle (the Sun-target-observer's angle), so-called the polarimetric phase curves (PPC), have provided priceless information on asteroids' albedos since B. Lyot (1929). Succeeding experimental works in 1970s have confirmed the Umow law: There is a universal and strong correlation between the albedo and the PPC slope (slope of the tangential line at the zero of the PPC at phase angle ~ 20 degrees). Experiments in 1990s (ref [1]), on the other hand, have demonstrated that the negative branch of PPC is dependent on the size parameter (X ~ π * particle-size / wavelength), especially when X <~ 5. The change in particle size changed the minimum polarization degree, location of the minimum, and the width of the negative branch (called the inversion angle).

From polarimetry[2] and spectroscopy[3], large asteroids are expected to be covered with fine (<~ 10 μm size) particles due to the gravity. The size parameters are X ~ 30 at the optical wavelength (λ ~ 0.5 μm) and X ~ 10 in near-infrared (J, H, Ks bands; λ ~ 1.2-2.2 μm), if the representative particle size of 5 μm is considered. Accordingly, the near-infrared polarimetry has a great potential to validate the idea in ref[1].

We conducted near-infrared photopolarimetry of the large asteroid (4) Vesta using the Nishiharima Infrared Camera (NIC) at Nishi-Harima Astronomical Observatory (NHAO). NIC allows simultaneous polarimetric measurements in J, H, and Ks bands, and thus the change of PPC is obtained for three different size parameters. As a result, we found a signature of the change in the negative branch in the PPC of asteroid (4) Vesta. We will introduce our observation and the results and give an interpretation of the regolith on Vesta.

[1] Geake J. E. & Geake M. (1990), MNRAS, 245, 46.
[2] Le Berte T. & Zellner B. (1980), Icar., 43, 172.
[3] Hiroi, T., Pieters, C. M., Takeda, H. (1994), Metic., 29, 394.

[구 SS-13] Polarimetry of (162173) Ryugu at the Bohyunsan Optical Astronomy Observatory using the 1.8-m Telescope with TRIPOL

Sunho Jin[1], Masateru Ishiguro[1], Daisuke Kuroda[2], Jooyeon Geem[1], Yoonsoo P. Bach[1], Jinguk Seo[1], Hiroshi Sasago[3], and Shuji Sato[4]
[1]Seoul National University, [2]Kyoto University, [3]Sasago Co. Ltd., [4]Nagoya University

The Hayabusa 2 mission target asteroid (162173) Ryugu is a near-Earth, carbonaceous (C-type) asteroid. Before the arrival, this asteroid is expected to be covered with mm- to cm- sized grains through the thermal infrared observations [1]. These grains are widely understood to be formed by past impacts with other celestial bodies and fractures induced by thermal fatigue [2]. However, the close-up images by the MASCOT lander showed lumpy boulders but no abundant fine grains [3]. Morota et al. suggested that there would be submillimeter particles on the top of these boulders but not resolved by Hayabusa 2's onboard instruments [4].

Hence, we conducted polarimetry of Ryugu to investigate microscopic grain sizes on its surface. Polarimetry is a powerful tool to estimate physical properties such as albedo and grain size. Especially, it is known that the maximum polarization degree (Pmax) and the geometric albedo (pV) show an empirical relationship depending on surface grain sizes [5]. We observed Ryugu from UT 2020 November 30 to December 10 at large phase angles (ranging from 78.5 to 89.7 degrees) to derive Pmax. We modified TRIPOL (Triple Range Imager and POLarimeter, [6]) to attach to the 1.8-m telescope at the Bohyunsan Optical Astronomy Observatory (BOAO). With this instrument, we observed the asteroid and determined linear polarization degrees at the Rc-band filter. We obtained sufficient data sets from 7 nights at this observatory to determine the Pmax value, and collaborated with other observatories in Japan (i.e., Hokkaido University, Higashi-Hiroshima, and Nishi-Harima) to acquire linear polarization degrees of the asteroid from total 24 nights observations with large phase angle coverage (From 28 to 104 degrees). The observational results have been published in Kuroda et al. (2021) [7]. We thus found the dominance of submillimeter particles on the surface of Ryugu from the comparison with other meteorite samples from the campaign observation.

In this presentation, we report our activity to modify the TRIPOL for the 1.8-m telescope and the polarimetric performance. We also examine the rotational variability of the polarization degree using the TRIPOL data.

[1] Müller et al. (2017), Astronomy & Astrophysics, Volume 599, id.A103.
[2] Delbo et al. (2014), Nature, Volume 508, Issue 7495, pp.233-236.
[2] Jaumann et al. (2019), Science, Volume 365, Issue 6455, pp.817-820.
[3] Morota et al. (2020), Science, Volume 368, Issue 6491, pp. 654-659.
[4] Geake and Dollfus (1986), Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 218, pp. 75-91.
[5] Sato et al. (2019), Research in Astronomy and Astrophysics, Volume 19, Issue 9, 136.
[6] Kuroda et al. (2021), Astrophysical Journal Letters (under review)

[구 SS-14] Study of Hydrated Asteroids via Polarimetry: Correlation between Polarimetric Properties and the Degree of Aqueous Alteration of Hydrated asteroids (편광을 통한 수화한 소행성 연구)

Jooyeon Geem[1](김주연), Masateru Ishiguro[1], Hiroyuki Naito[2], Daisuke Kuroda[3], Koki Takahashi[4], Tomohiko Sekiguchi[4], Seiko Takagi5, Tatsuharu Ono[5], Kiyoshi Kuramoto[5], Tomoki Nakamura[6]
[1]Seoul National University, South Korea (서울대학교), [2]Nayoro Observatory, Japan, [3]Kyoto University, Japan, [4]Hokkaido University of Education, Japan, [5]Hokkaido University, Japan [6]Tohoku University, Japan

Hydrated asteroids get widespread attention for the evolution of water in the Solar System, especially thanks to the recent successes of the Hayabusa2 and OSIRIS-REx space missions. The target asteroids of these missions are believed to be fragments that have experienced aqueous alteration in their parent bodies [3]. Although hydrated asteroids have been studied well via spectroscopy, focusing on the 0.7 um or the 2.7 um absorption bands [2, 3, 4], polarimetric properties of these asteroids have rarely been investigated.

In this study, we conducted a polarimetric observation of 18 C-complex main-belt asteroids with the 1.6-m Pirka telescope at the Nayoro Observatory of Hokkaido University, Japan. We used a polarimetric imaging mode of the Multi-Spectral Imager (MSI) with the standard Rc-band filter (the central wavelength at 0.64 um) [5]. As a result, we found that all of these hydrated asteroids indicate deep negative branches of their polarimetric profiles. Accordingly, the hydrated asteroids have the polarization minima (Pmin), whose values are significantly lower than any other taxonomic types of asteroids (including C-group asteroids). Because Pmin depends on albedo, particle size, and porosity of the surface materials [1], we suspect that hydrated asteroids are distinctive from other asteroids in terms of these physical properties. In this presentation, we introduce our polarimetric observation and findings. We discuss why hydrated asteroids indicate such low Pmin values, comparing Pmin with spectral features at 0.7 um and 2.7 um based on the observation results.

[1] Cellino et al., 2015, MNRAS, 451,4; [2] Fornasier et al., 2014, Icarus, 233, 163-178; [3] Rivkin et al. 2002, Asteroids III, 1, 235; [4]Takir et al., 2013, Meteoritics and Planetary Science, 48, 9; [5] Watanabe et al., 2012, SPIE, 8446

[구 SS-15] Isotopic Compositions of Ruthenium Predicted from Stellar Evolution Using the NuGrid Project

Seonho Kim(김선호), Kwang Hyun Sung(성광현), Kyujin Kwak(곽규진)
Physics Department, Ulsan National Institute of Science and Technology, Ulsan 44919, Republic of Korea

Presolar silicon carbide (SiC) grains form around in the envelopes of asymptotic giant branch (AGB) stars by satisfying C/O>1 which is an optimal condition for SiC grains to condense in the stellar outflows. Ruthenium (Ru) isotopes are locked into the SiC grains during the condensation of SiC grains. We investigate the isotopic compositions of Ru in the stellar winds by using the NuGrid data, which are obtained by nucleosynthesis calculations during the stellar evolution. We compare the isotopic compositions of Ru obtained from the NuGrid data with measurements and the predictions obtained from different codes. Our results present a piece of evidence that SiC grains in the presolar system came from low-mass and low-metallicity AGB stars, also confirming that they were not from massive stars. We also suggest a new scenario in which the total stellar yields are also considered because SiC grains can condense during the collapse of molecular clouds.

우주론/암흑물질

[구 CD-01] Cosmic Dawn III: Simulating the Reionization of the Local Group

Kyungjin Ahn
Chosun University

Cosmic Dawn III (CoDa III) is the last of the series of simulations of the reionization of the Local Group, the galaxy cluster including the Milky Way and the M31. The simulation is based on the constrained initial condition, N-body and hydrodynamic simulation of structure formation, modelling of galaxy formation, calculation of radiation transfer, and calibration against the observed high-redshift galaxy luminosity function. We present various physical properties we observed and important lessons that could stimulate future observations.

[구 CD-02] The clustering of critical points in the evolving cosmic web

Junsup Shim[1], Sandrine Codis[2,3], Christophe Pichon[1,2,3], Dmitri Pogosyan[1,4], Corentin Cadiou[5]
[1]KIAS, [2]Institut d'Astrophysique de Paris (IAP), [3]Institue of Theoretical Physics (IPhT), [4]University of Alberta, [5]University College London

Focusing on both small separations and baryonic acoustic oscillation scales, the cosmic evolution of the clustering properties of peak, void, wall, and filament-type critical points is measured using two-point correlation functions in ΛCDM dark matter simulations as a function of their relative rarity. A qualitative comparison to the corresponding theory for Gaussian random fields allows us to understand the following observed features: (i) the appearance of an exclusion zone at small separation, whose size depends both on rarity and signature (i.e. the number of negative eigenvalues) of the critical points involved; (ii) the amplification of the baryonic acoustic oscillation bump with rarity and its reversal for cross-correlations involving negatively biased critical points; (iii) the orientation-dependent small-separation divergence of the cross-correlations of peaks and filaments (respectively voids and walls) that reflects the relative loci of such points in the filament's (respectively wall's) eigenframe. The (cross-) correlations involving the most non-linear critical points (peaks, voids) display significant variation with redshift, while those involving less non-linear critical points seem mostly insensitive to redshift evolution, which should prove advantageous to model. The ratios of distances to the maxima of the peak-to-wall and peak-to-void over that of the peak-to-filament cross-correlation are ∼2-√∼2 and ∼3-√∼3, respectively, which could be interpreted as the cosmic crystal being on average close to a cubic lattice. The insensitivity to redshift evolution suggests that the absolute and relative clustering of critical points could become a topologically robust alternative to standard clustering techniques when analysing upcoming surveys such as Euclid or Large Synoptic Survey Telescope (LSST).

[구 CD-03] Testing LCDM with eBOSS / SDSS

Ryan E. Keeley[1], Arman Shafieloo[1,2], Gong-bo Zhao[3], Hanwool Koo[1,2]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute, [2]University of Science and Technology, [3]National Astronomy Observatories, Chinese Academy of Sciences and University of Chinese Academy of Sciences

In this talk I will review recent progress that the SDSS-IV / eBOSS collaboration has made in constraining cosmology from the clustering of galaxies, quasars and the Lyman-alpha forest. The SDSS-IV / eBOSS collaboration has measured the baryon acoustic oscillation (BAO) and redshift space distortion (RSD) features in the correlation function in redshift bins from z~0.15 to z~2.33. These features constitute measurements of angular diameter distances, Hubble distances, and growth rate measurements. A number of consistency tests have been performed between the BAO and RSD datasets and additional cosmological datasets such as the Planck cosmic microwave background constraints, the Pantheon Type Ia supernova compilation, and the weak lensing results from the Dark Energy Survey. Taken together, these joint constraints all point to a broad consistency with the standard model of cosmology LCDM + GR, though they remain in tension with local measurements of the Hubble parameter.

[구 CD-04] Be it unresolved: Measuring time delays from unresolved light curves

Satadru Bag[1], Alex G. Kim[2], Eric V. Linder[2], Arman Shafieloo[1,3]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute, [2]Lawrence Berkeley National Laboratory & Berkeley Center for Cosmological Physics, UC Berkeley, [3]University of Science and Technology

Gravitationally lensed Type Ia supernovae may be the next frontier in cosmic probes, able to deliver independent constraints on dark energy, spatial curvature, and the Hubble constant. Measurements of time delays between the multiple images become more incisive due to the standardized candle nature of the source, monitoring for months rather than years, and partial immunity to microlensing. While currently extremely rare, hundreds of such systems should be detected by upcoming time-domain surveys. Others will have the images spatially unresolved, with the observed lightcurve a superposition of time delayed image fluxes. We investigate whether unresolved images can be recognized as lensed sources given only lightcurve information and whether time delays can be extracted robustly.

We develop a method that we show can identify these systems for the case of lensed Type Ia supernovae with two images and time delays exceeding ten days. When tested on such an ensemble the method achieves a false positive rate of ≲5%, and measures the time delays with the completeness of ≳93% and with a bias of ≲0.5% for time delay ≳10 days. Since the method does not assume a template of any particular type of SN, the method has the potential to work on other types of lensed SNe systems and possibly on other transients.

[구 CD-05] Accurate application of Gaussian process regression for cosmology

Seung-gyu Hwang[1], Benjamin L'Huillier[1,2]
[1]Department of Astronomy, Yonsei University
[2]Department of Astronomy and Space Science, Sejong University

Gaussian process regression (GPR) is a powerful method used for model-independent analysis of cosmological observations. In GPR, it is important to decide an input mean function and hyperparameters that affect the reconstruction results. Depending on how the input mean function and hyperparameters are determined in the literature, I divide into four main applications for GPR and compare their results.

In particular, a zero mean function is commonly used as an input mean function, which may be inappropriate for reconstructing cosmological observations such as the distance modulus. Using mock data based on Pantheon compilation of type Ia supernovae, I will point out the problem of using a zero input and suggest a new way to deal with the input mean function.

[구 CD-06] Comparing Bayesian model selection with a frequentist approach using iterative method of smoothing residuals

Hanwool Koo[1,2], Arman Shafieloo[1,2], Ryan E. Keeley[1], Benjamin L'Huillier[3]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute, [2]University of Science and Technology, [3]Sejong University

We have developed a frequentist approach for model selection which determines consistency of a cosmological model and the data using the distribution of likelihoods from the iterative smoothing method. Using this approach, we have shown how confidently we can distinguish different models without comparison with one another. In this current work, we compare our approach with conventional Bayesian approach based on estimation of Bayesian evidence using nested sampling for the purpose of model selection. We use simulated future Roman (formerly WFIRST)-like type Ia supernovae data in our analysis. We discuss limits of the Bayesian approach for model selection and display how our proposed frequentist approach, if implemented appropriately, can perform better in falsification of individual models.

특별세션-소형망원경네트워크

[구 STN-01] orean Small Telescope Network (소형망원경 네트워크, 소망넷)

Myungshin Im[1], Yonggi Kim[2,3], Wonseok Kang[4], Chung-Uk Lee[5], Heewon Lee[6], Soojong Pak[7], Hyunjin Shim[7], Hyun-Il Sung[5], Taewoo Kim[4], Seong-Kook J. Lee[1], Gu Lim[1], Gregory S.-H. Paek[1], Jinguk Seo[1], Joh-Na Yoon[3], Dohyeong Kim[8] and SomangNet team
[1]Seoul National University (서울대학교), [2]Chungbuk National University, [3]Chungbuk National University Observatory, [4]National Youth Space Center, [5]Korea Astronomy Space Science Institute, [6]Sejong University, [7]Kyungpook National University, [8]Pusan National University

SomangNet is a project that started in 2020 with a network of ten 0.4 to 1.0 m telescopes owned by Korean institutes. By coordinating observations with multiple facilities around the world, we hope to maximize the usefulness of small telescopes which are still competitive for carrying out time-domain astronomy projects. In this talk, we will give an overview of the project, outlining SomangNet facilities, its organization, and current science projects. We hope to open SomangNet for common use in 2021B, and we will present our plan regarding the use of SomangNet.

[구 STN-02] Observations of exoplanets with small telescopes

Yonggi Kim1,3, Wonseok Kang[2], Taewoo Kim[2,3], Tobias C. Hinse[4], Joh-Na Yoon[1,3], Haeun Kim[1,3]
[1]*Chungbuk National University Observatory*
[2]*National Youth Space Center*
[3]*Department of Astronomy and Space Science Chungbuk National University*
[4]*Department of Astronomy and Space Science Chungnam National University*

SomangNet team aims to make use of small- to medium-sized telescopes for photometric follow-up observations of transiting extrasolar planets orbiting a bright host star. Newly discovered transiting planets need frequent monitoring in order to maintain knowledge of the transit ephemeris. DOAO 1.0 m telescope and CBNUO 0.6 m telescopes are used for our monitoring. We will present some preliminary results of our observations and analysis.

[구 STN-03] Development of automatic vacuum control system to improve CCD cooling performance

Joh-Na Yoon[1,3], SeongHyeon Song[2,3], SoonChang Park[2], Yonggi Kim[1,3],
[1]*Chungbuk National University Observatory*
[2]*METASAPCE*
[3]*Department of Astronomy and Space Science Chungbuk National University*

천체관측은 무한대 거리에서 오는 광자의 양을 측정하는 분야로 미량의 광자를 측정하기 위하여 측정기의 냉각은 아주 중요한 문제가 되었다. 과거에는 측정기 냉각에 드라이아이스가 사용되어 왔으며, 1980년대에는 액체질소를 이용한 냉각이 주를 이뤘다. 액체질소를 이용한 냉각방식은 액체질소를 생성하거나 구입하여야 하는 불편함이 있었으며, 주입시 낮은 온도로 인하여 항상 안전사고에 대비하여야 했다. 1990년대 이후 다양한 상업용 CCD의 개발로 인하여 상대적으로 저렴한 CCD를 판매하였으며, 상업용 CCD는 이전 -110℃의 냉각이 아닌 -30℃의 냉각성능을 보였다. 상업용 CCD는 CCD 칩 내부의 진공 구현이 미비하였으며, 초기 판매시 아르곤 가스 또는 실리카겔 등으로 CCD 칩 내부의 습도를 낮춰왔으나, 구입 후 1~2년이 지나면 점차 가스 누설로 인하여 CCD 칩 내부에 얼음이 생기는 문제가 발생하기 시작하였다. 이번 연구는 CCD 칩 내부 공간에 진공튜브를 삽입하여 실시간 진공상태를 측정하는 한편, 10Torr 이상 진공 도달시 자동으로 내부 공기를 흡입하여 CCD 칩 내부를 항시 10Torr 이하로 유지하도록 개발하였으며, 10Torr 이하의 진공 유지시 습도 99%의 환경에서 최대 냉각인 -35℃를 유지하여도 전혀 얼음이 생기지 않음을 확인하였다. 이번연구로 개발된 자동 진공조절시스템이 각 천문대에서 사용중인 상업용 CCD에 적용된다면, 날씨환경에 관계없이 항상 최대냉각 상태로 천체관측을 진행할 수 있으리라 기대된다.

[구 STN-04] Performance evaluation of the 76 cm telescope at Kyung Hee Astronomical Observatory (KHAO)

Tae-Geun Ji[1], Jimin Han[1], Hojae Ahn[1], Sumin Lee[2], Dohoon Kim[2], Kyung Tae Kim[2], Myungshin Im[3], Soojong Pak[1]
[1]*School of Space Research, Kyung Hee University,* [2]*Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University,* [3]*Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University*

The 76 cm telescope in Kyung Hee Astronomical Observatory is participating in the small telescope network of the SomangNet project, which started in 2020. Since the installation of the telescope in 1992, the system configuration has been changed several times. The optical system of this telescope has a Ritchey-Chrétien configuration with 76 cm in diameter and the focal ratio is f/7. The mount is a single fork equatorial type and its control system is operated by TheSkyX software. We use a science camera with a 4k × 4k CCD and standard Johnson-Cousins UBVRI filters, which cover a field of view of 23.7 × 23.7 arcmin. We are also developing the Kyung Hee Automatic Observing Software for the 76 cm telescope (KAOS76) for efficient operations. In this work, we present the standard star calibration results, the current status of the system, and the expected science capabilities.

[구 STN-05] Time-series CCD photometry of the open cluster M44

Lee Ho
Gyeonggi Science High School for the Gifted

We Present a B and V band time-series CCD photometry of the Delta scuti stars, BV Cnc, BN Cnc, BU Cnc, BS Cnc, in the open cluster M44. The observation was carried out for 36 nights between February, 2020 and February 2021 with a 0.6m telescope equipped 2K CCD camera at Gyeonggi Science High School for the Gifted(GSHS). To detect pulsational frequencies, we wuse Discret Fourier Transformation(DFT) method. We have detected resonable pulsational frequencis compare to previous study.

[구 STN-06] Optical follow-up observation of three long GRBs with SomangNet facilities

Gregory S.H. Paek[1,2], MyungShin Im[1,2], Joonho Kim[1,2], Gu Lim[1,2], Mankeun Jeong[1,2], Wonseok Kang[3], Taewoo Kim[3], Otabek Burkhonov[4], Davron Mirazaqulov[4], Shyhrat A. Ehgamberdiev[4], Seo

Jinguk[1,2], Chung-Uk Lee[5], Seung-Lee Kim[5] and Hyung-Il Sung[5]
[1]*Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea*
[2]*SNU Astronomical Research Center, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea,*
[3]*National Youth Space Center, Goheung, Jeollanam-do, 59567, Korea,*
[4]*Ulugh Beg Astronomical Institute, Uzbek Academy of Sciences, 33 Astronomical Street, Tashkent 700052, Uzbekistan,*
[5]*Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Korea*

We report the optical follow-up observations of three long γ-ray burst events, GRB 201020A, GRB 201103B and GRB 210104A by the network of telescopes in the SomangNet project. We show light curves, color evolution and SED evolution, and fit them to a single power law function to derive decay index and compare their properties with other long GRBs samples. Also, we show a good observational example that 0.4-1m class telescopes in SomangNet have potential to catch dim light from high red shift object (R>22 mag) by deep imaging. In conclusion, we found that three GRBs have optical afterglow properties of long GRB and our results are consistent with the reports of high energy analysis.

성간물질

[구 IM-01] Gravitational Instability of Protoplanetary Disks around Low-mass Stars

Gain Lee, Woong-Tae Kim
Department of Physics & Astronomy, Seoul National University

Gravitational instability (GI) can produce massive gas giants on wide orbits by fragmentation of protoplanetary disks (PPDs). While most previous works focus on PPDs around solar mass stars, gas giants have been observed in systems with a wide range of stellar masses including M dwarfs. We use the GIZMO code to perform global three-dimensional simulations of self-gravitating disks around low-mass stars. Our models consider heating by turbulent viscosity and stellar irradiation and the β cooling occurring over the dynamical time. We run various models with differing disk-to-star mass ratio q and disk temperature. We find that strongly gravitating disks either produce spirals or undergo fragmentation. The minimum q value for fragmentation is 0.2 - 0.7, with a smaller value corresponding to a more massive star and/or a smaller disk. The critical q value depends somewhat sensitively on the disk temperature, suggesting that the stellar irradiation is an important factor in determining GI. We discuss our results in comparison with previous work as well as recent ALMA observations.

[구 IM-02] Probing the Conditions for the Atomic-to-Molecular Transition in the Interstellar Medium

Gyueun Park[1,2], Min-Young Lee[1]
[1]*Korea Astronomy & Space Science Institute,*
[2]*Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology*

Stars form exclusively in cold and dense molecular clouds. To fully understand star formation processes, it is hence a key to investigate how molecular clouds form out of the surrounding diffuse atomic gas. With an aim of shedding light in the process of the atomic-to-molecular transition in the interstellar medium, we analyze Arecibo HI emission and absorption spectral pairs along with TRAO/PMO 12CO(1-0) emission spectra toward 58 lines of sight probing in and around molecular clouds in the solar neighborhood, i.e., Perseus, Taurus, and California. 12CO(1-0) is detected from 19 out of 58 lines of sight, and we report the physical properties of HI (e.g., central velocity, spin temperature, and column density) in the vicinity of CO. Our preliminary results show that the velocity difference between the cold HI (Cold Neutral Medium or CNM) and CO (median ~ 0.7 km/s) is on average more than a factor of two smaller than the velocity difference between the warm HI (Warm Neutral Medium or WNM) and CO (median ~ 1.7 km/s). In addition, we find that the CNM tends to become colder (median spin temperature ~ 43 K) and abundant (median CNM fraction ~ 0.55) as it gets closer to CO. These results hints at the evolution of the CNM in the vicinity of CO, implying a close association between the CNM and molecular gas. Finally, in order to examine the role of HI in the formation of molecular gas, we compare the observed CNM properties to the theoretical model by Bialy & Sternberg (2016), where the HI column density for the HI-to-H2 transition point is predicted as a function of density, metallicity, and UV radiation field. Our comparison shows that while the model reproduces the observations reasonably well on average, the observed CNM components with high column

densities are much denser than the model prediction. Several sources of this discrepancy, e.g., missing physical and chemical ingredients in the model such as the multi-phase ISM, non-equilibrium chemistry, and turbulence, will be discussed.

[구 IM-03] Local TIGRESS Simulations of Star Formation in Spiral Galaxies

Woong-Tae Kim[1], Chang-Goo Kim[2], Eve C. Ostriker[2]
[1]*Seoul National University, Korea*
[2]*Princeton University, USA*

Spiral arms greatly affect gas flows and star formation in disk galaxies. We use local 3D simulations of vertically-stratified, self-gravitating, gaseous disks under a stellar spiral potential to study the effects of spiral arms on galactic star formation as well as formation of gaseous spurs/feathers. We adopt the TIGRESS framework to handle radiative heating and cooling, star formation, and ensuing supernova (SN) feedback. We find that more than 90% of star formation takes place inside spiral arms. The global star formation rate (SFR) in models with spiral arms is enhanced by less than a factor of 2 compared to the no-arm counterpart. This supports the picture that spiral arms do not trigger star formation but rather redistribute star-forming regions. Correlated SN feedback produces interarm feathers in both magnetized and unmagnetized models. These feathers live short, have parallel magnetic fields along their length, and are bounded by SN feedback in the lateral direction, in contrast to instability-induced feathers formed in our previous isothermal simulations.

[구 IM-04] Star formation in nuclear rings controlled by bar-driven gas inflow

Sanghyuk Moon[1], Woong-Tae Kim[1], Chang-Goo Kim[2], and Eve C. Ostriker[2]
[1]*Department of Physics & Astronomy, Seoul National University,* [2]*Department of Astrophysical Sciences, Princeton University*

Nuclear rings are sites of intense star formation at the center of barred spiral galaxies. A straightforward but unanswered question is what controls star formation rate (SFR) in nuclear rings. To understand how the ring SFR is related to mass inflow rate, gas content, and background gravitational field, we run a series of semi-global hydrodynamic simulations of nuclear rings, adopting the TIGRESS framework to handle radiative heating and cooling as well as star formation and supernova feedback. We find: 1) when the mass inflow rate is constant, star formation proceeds in a remarkably steady fashion, without showing any burst-quench behavior suggested in the literature; 2) the steady state SFR has a simple linear relationship with the inflow rate rather than the ring gas mass; 3) the midplane pressure balances the weight of the overlying gas and the SFR surface density is linearly correlated with the midplane pressure, consistent with the self-regulated star formation theory. We suggest that the ring SFR is controlled by the mass inflow rate in the first place, while the gas mass adjusts to the resulting feedback in the course of achieving the vertical dynamical equilibrium.

포 스 터 발 표 초 록

외부은하/은하단

[포 GC-01] Interferometric Monitoring of Gamma-ray Bright AGNs:Measuring the Magnetic Field Strength of 4C+29.45

Sincheol Kang[1,2], Sang-Sung-Lee[1,2], Jeffrey Hodgson[1,3], Juan-Carlos Algaba[4], Jee Won Lee[1], Jae-Young Kim[5], Jongho Park[6], Motoki Kino[7,8], Daewon Kim[9], and Sascha Trippe[9]
[1]Korea Astronomy and Space Science institute, [2]University of Science and Technology, [3]Department of Physics and Astronomy, Sejong University, [4]Department of Physics, Faculty of Science, University of Malaya, [5]Max-Plank-Institut für Radioastronomie, [6]Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, [7]National Astronomical Observatory of Japan, [8]Kogakuin University of Technology & Engineering, Academic Support Center, [9]Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

We present the results of multi-epoch, multi-frequency monitoring of a blazar 4C +29.45, which was regularly monitored as part of the Interferometric Monitoring of GAmma-ray Bright AGNs program – a key science program of the Korean Very long baseline interferometry Network (KVN). Observations were conducted simultaneously at 22, 43, 86 and 129 GHz during the 4 years from December 2012 to December 2016. We also used additional data from the 15 GHz Owens Valley Radio Observatory (OVRO) monitoring program. From the 15 GHz light curve, we estimated the variability time scales of the source during several radio flux enhancements. We found that the source experiencesd 6 radio flux enhancements with variability time scales of 9-187 days during the observing period, yielding corresponding variability Doppler factors of 9-27. From the multi-frequency simultaneous KVN observations, we were able to obtain accurate radio spectra of the source and hence to more precisely measure the turnover frequencies ν_r of synchrotron self-absorbed (SSA) emission with a mean value of $\overline{\nu_r}$=28.9 GHz. Using jet geometry assumptions, we estimated the size of the emitting region at the turnover frequency. Taking into account these results, we found that the equipartition magnetic field strength is up to two orders of magnitudes higher than the SSA magnetic field strength (0.6-99 mG). This is consistent with the source being particle dominated.

[포 GC-02] The Origin of the Type III Component in the Black Eye Galaxy M64

Jisu Kang(강지수)[1], Yoo Jung Kim(김유정)[1], Myung Gyoon Lee(이명균)[1], In Sung Jang(장인성)[2]
[1]Seoul National University (서울대학교), [2]University of Chicago

The Black Eye Galaxy M64 is an intriguing spiral galaxy with a Type III disk break. To trace the origin of its Type III component, we present HST/ACS F606W/F814W photometry of resolved stars in the outer disk of M64 (2.5' < R < 6.5'). First, we discover a bright extended globular cluster (GC) M64-GC1 at R ~ 5.5', and find that it is an old metal-poor halo GC ([Fe/H] = -1.5 +/- 0.2). Second, we find that there are two distinct subpopulations of red giant branch stars (RGBs). One is an old metal-rich ([Fe/H] ~ -0.4) disk population, and the other is an old metal-poor halo population similar to the resolved stars in M64-GC1. The radial number density profile of the metal-rich RGB follows an exponential disk law, while that of the metal-poor RGB follows a de Vaucouleurs's low. From these results, we conclude that the origin of the Type III component in M64 is a halo, not a disk or a bulge. We will further discuss the results in regards to the formation and evolution of M64.

[포 GC-03] Testing Web Feeding Model for Star Formation in Galaxy Clusters in the COSMOS Field

Eunhee Ko, Myungshin Im, Seong-Kook Lee and Minhee Hyun
Astronomy program, Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University

It is yet to be understood what controls the star formation activity in high-redshift galaxy clusters. One recently proposed mechanism is that the star formation activity in galaxy clusters are fed by gas and galaxies in large-scale structures surrounding them, which we call as “web feeding model”. Using galaxies in the COSMOS2015 catalog, with mass completeness at $\log(M/M_\odot) \geq 9.54$ and reliable photometric redshift data ($\sigma_{\Delta z/(1+z)} \lesssim 0.01$), we study the star formation activities of galaxy clusters and their surrounding environment to test the web feeding model. We first identify the overdense regions with number density exceeding the 4σ -level from photometric redshift data as galaxy clusters, and we find that they are well matched

with clusters identified in the X-ray extended source catalog. Furthermore, we identify galaxy large scale structures, and will present the correlation or anti-correlation between quiescent galaxy fraction, an indicator of star-forming activity, and the prevalence of galaxy large scale structures.

[포 GC-04] NewHorizon: On the Quenching Mechanisms of the Dwarf Galaxies

Seonwoo Kim[1], Jinsu Rhee[1], San Han[1], Hoseung Choi[2], Sukyoung K. Yi[1] and the NewHorizon collaboration
[1]Yonsei University, [2]Korea Astronomy and Space Science Institute

Dwarf galaxies are the most abundant objects in the universe. Hence, understanding the dwarfs is important but relatively little is known due to the lack of computing power and limitations in the telescope resolution. We thus use the state-of-the-art NewHorizon simulation, which is a set of cosmological hydrodynamical simulations, to dissect the quenching mechanism working on dwarf galaxies by inspecting the star formation and mass history of individual galaxies. It is known that internal (AGN, SN, stellar feedback) and external (major and minor mergers, ram pressure stripping, strangulation) mechanisms affect the quenching of dwarfs. Because of the combination of these mechanisms, periodicity in the star formation history of the dwarf galaxies is expected. To check for their periodicity, Fourier transform was performed on the star formation history. By comparing the physical timescales and the periodicity, we determine the dominant effect working on the dwarfs. Then, we compare the dominant effects working on the galaxies according to their varying properties.

[포 GC-05] Pure Density Evolution of the Ultraviolet Quasar Luminosity Function at 2 < z < 6

Yongjung Kim[1,2] and Myungshin Im[2,3]
[1]Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University, [2]SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, [3]Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University

Quasar luminosity function (QLF) shows the active galactic nucleus (AGN) demography as a result of the combination of the growth and the evolution of black holes, galaxies, and dark matter halos along the cosmic time. The recent wide and deep surveys have improved the census of high-redshift quasars, making it possible to construct reliable ultraviolet (UV) QLFs at $2 < z < 6$ down to M1450 = -23 mag. By parameterizing these up-to-date observed UV QLFs that are the most extensive in both luminosity and survey area coverage at a given redshift, we show that the UV QLF has a universal shape, and their evolution can be approximated by a pure density evolution (PDE). In order to explain the observed QLF, we construct a model QLF employing the halo mass function, a number of empirical scaling relations, and the Eddington ratio distribution. We also include the outshining of AGN over its host galaxy, which made it possible to reproduce a moderately flat shape of the faint end of the observed QLF (slope of ~ -1.1). This model successfully explains the observed PDE behavior of UV QLF at $z > 2$, meaning that the QLF evolution at high redshift can be understood under the framework of halo mass function evolution. The importance of the outshining effect in our model also implies that there could be a hidden population of faint AGNs (M1450 > -24 mag), which are buried under their host galaxy light.

[포 GC-06] GECKO Optical Follow-up Observation of Three Binary Black Hole Merger Events

Joonho Kim[1,2], Myungshin Im[1,2], Gregory S. H. Paek[1,2], Chung-Uk Lee[3], Seung-Lee Kim[3], Seo-Won Chang[1,2], Changsu Choi[1,2], Sungyong Hwang[1,2], Wonseok Kang[4], Sophia Kim[1,2], Taewoo Kim[4], Hyung Mok Lee[1,2,3], Gu Lim,[1,2], Jinguk Seo[1,2] and Hyun-Il Sung[3]
[1]Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul 08826, Korea, [2]SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea, [3]Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Korea, [4]Deokheung Optical Astronomical Observatory, National Youth Space Center, Goheung 59567, Korea

We present optical follow-up observation results of three binary black hole merger (BBH) events, GW190408 181802, GW190412, and GW190503 185404, which were detected by the Advanced Ligo and Virgo gravitational wave (GW) detectors. Electromagnetic (EM) counterparts are generally not expected for BBH merger events, however, some theoretical models suggest that EM counterparts of BBH can possibly arise in special environments. To identify EM counterparts of the three BBH merger events, we observed high-credibility regions of the sky with telescopes of the Gravitational-wave EM Counterpart Korean

Observatory (GECKO), including the Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet). Our observation started as soon as 100 minutes after the GW event alert and covered roughly 29 - 63 deg2 for each event with a depth of 22.5 mag in R-band within hours of observation. No plausible EM counterparts were found for these events. Our result gives a great promise for the GECKO facilities to find EM counterparts within few hours from GW detection in future GW observation runs.

[포 GC-07] Measuring sub-mm emission from local AGN host galaxies by JCMT SCUBA-2

Changseok Kim[1], Jong-Hak Woo[1], Aeree Chung[2], Junhyun Baek[2], Yashashree Jadhav[1]
[1]Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, [2]Department of Astronomy, Yonsei University

Observing sub-mm continuum emission from cold dust can play an important role in measuring star formation rates of galaxies, especially in the case of AGN host ones, since AGNs contaminate FIR fluxes by dust heating. To measure star formation rates, we observed total 49 local AGN host galaxies(z<0.2) by SCUBA-2 camera at James Clerk Maxwell Telescope(JCMT) at 450μm and 850μm. We performed several tests with the observed images to determine whether each source is detected, and adopted 3σ as the flux upper limit in non-detection cases. Using these measurements and FIR archival data, we modeled spectral energy distributions of the galaxies to estimate star formation rates. The effect of AGN activity on host galaxy star formation will be discussed.

[포 GC-08] KS4 Galaxy Clusters Catalog in Southern Sky

Bomi Park[1], Myungshin Im[1], Joonho Kim[1], Minhee Hyun[1], Seong-Kook Lee[1], Jae-Woo Kim[2]
[1]SNU Astronomy Research Center, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul 08826, Korea
[2]Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Korea

Galaxy clusters are the largest structures in the universe located at the top of the cosmological hierarchical model, so the evolution of the universe can be understood by studying clusters of galaxies. Therefore, finding a larger number of galaxy clusters plays an important role in exploring how the universe evolves. A large number of catalogs for galaxy clusters in the northern sky have been published; however, there are few catalogs in the southern sky due to the lack of wide sky survey data. KMTNet Synoptic Survey of Southern Sky(KS4) project, which observes a wide area of the southern sky about 7000 deg^2 with KMTNet telescopes for two years, is in progress under the SNU Astronomy Research Center. We use the KS4 multi-wavelength optical data and measure photometric redshifts of galaxies for finding galaxy clusters at redshift z<1. Currently, the KS4 project has observed approximately 33% of the target region, and a pipeline that measures photometric redshifts of galaxies has been created. When the project is completed, we expect to find more than a hundred thousand galaxy clusters, and this will improve the study of galaxy clusters in the southern sky.

[포 GC-09] Globular Clusters in the NGC 4839 Group Merging with Coma: What Do They Tell about the Group History?

Seong-A O, Myung Gyoon Lee
Astronomy program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

The Coma cluster serves as an ideal laboratory to study the cluster assembly history. It is known as a typical example of relaxed galaxy clusters. However, recent X-ray, radio and optical observations revealed a number of substructures in Coma. The NGC 4839 group is an interesting substucture in the sense that it is overlappled with the X-ray bright component in the south-west region. Recent hydrodynamical simulations in the literature suggest that the NGC 4839 group came from the north-east direction of Coma, passed the apocenter about 1 Gyr ago, and started a second infall to the Coma core recently. Interestingly a number of E+A galaxies are located along the filament connecting the NGC 4839 group and the Coma core.

We are surveying a wide area covering the NGC 4839 group to search for globular clusters and use them to investigate any connection between the globular clusters and the merger scenario of the NGC 4839 group. We utilized Subaru Hyper Suprime-Cam archival images of two circular fields with diameter ~1.8 deg, covering the Coma core and the NGC 4839 group. We discuss the results with regard to the formation history of the NGC 4839 group.

[포 GC-10] The first five-year results of Seoul National University AGN Monitoring Project

Shu Wang[1], Jong-Hak Woo[1], Donghoon Son[1], Jaejin Shin[2], Hojin Cho[1] and SAMP collaboration

[1]*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul 08826, Korea;*
[2]*Department of Astronomy and Atmospheric Sciences,*
Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea;

The Seoul National University AGN Monitoring Project (SAMP) is a welldesigned long-term AGN reverberation mapping project. SAMP focuses on the luminous AGNs out to z~0.5 with relative long time lags between AGN continuum and broad emission lines and aims to probe the high-end of the AGN broad line region (BLR) size-luminosity (R-L) relation. The pilot observations started in October 2015 for 100 AGNs to confirm the variability and the H and [O III] emission line strengths. Based on the initial variability test, 48 quasars has been continued spectroscopic monitoring since Feb. 2016 with Lick 3m and MDM 2.4m telescopes with a cadence of ~20 days. Supporting photometric monitoring in B and V band was conducted at multiple facilities including the MDM 1.3m, LOAO, and DOAO telescopes with a cadence of ~10 days. By the time of Feb. 2021, we have obtained five years spectroscopic and photometric data. More than 30 AGNs shows significant variability in five-year baseline and 16 of them show well detected lags between B-band and H . Here, we report some examples of SAMP light curves and lag detections using the first five-year data as well as the location of our 16 targets in the AGN BLR R-L relation. These measurements are consistent with the existing R-L relation and located at the high-end. With the coming data, SAMP are hopefully to report more AGNs with well detected lags. Our results demonstrate the general feasibility and potential of long-term reverberation project with medium cadence for luminous AGNs.

[포 GC-11] A GMOS/IFU Study of Enhanced Star Formation Activity of Jellyfish Galaxies in Massive Galaxy Clusters

Jeong Hwan Lee[1], Myung Gyoon Lee[1], Jisu Kang[1], Brian S. Cho[1], and Jae Yeon Mun[2]
[1]*Seoul National University,* [2]*Australian National University*

Ram-pressure stripping (RPS) is known as a typical mechanism of quenching star formation (SF) of galaxies orbiting in clusters, but it can also boost the SF activity within a short period of time. Jellyfish galaxies, with eye-catching blue tails and knots, are such starburst galaxies undergoing strong RPS in galaxy clusters. Thus, they are very useful targets to understand their SF activity in relation to RPS. We study the SF activity of three jellyfish galaxies in massive clusters at z=0.3-0.4 (MACSJ1752-JFG2, MACSJ0916-JFG1, and A2744-F0083) with Gemini GMOS/IFU and compare our results to those of jellyfish galaxies in low-mass clusters. We obtain total star formation rates (SFRs) of up to 60 Mo/yr and SFRs in the tails of up to 15 Mo/yr, which are much higher than those of jellyfish galaxies in low-mass clusters with the median SFRs of 1.1 Mo/yr in total and 0.03 Mo/yr in tails. In addition, these SFRs are also significantly higher than the SF main sequence of galaxies at the redshifts of the three jellyfish galaxies. This implies that their SF activity is much more enhanced compared to jellyfish galaxies in low-mass clusters due to extreme RPS in massive clusters.

[포 GC-12] Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies (IMSNG) : Constraints on the progenitor system of a normal Type Ia SN 2019ein from its light curve at the early phase

Gu Lim[1,2] (임구), Myungshin Im[1,2] (임명신), Dohyeong Kim[3] (김도형), Gregory S. H Paek[1,2] (백승학), Changsu Choi[1,2] (최창수), Sophia Kim[1,2] (김소피아), Sungyong Hwang[1,2] (황성용), and IMSNG team
[1]*SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, Korea*
[2]*Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, Korea*
[3]*Department of Earth Sciences, Pusan National University, Busan 46241, Republic of Korea*

The progenitor of Type Ia supernovae (SNe Ia) is mainly believed to be a close binary system of acarbon-oxygen white dwarf (CO WD) and non-degenerate companion (single degenerate) or another WD (double degenerate). However, it is unclear which system is more prevalent. Here, we present a high cadence optical/Near-IR light curve of normal but slightly faint type Ia SN 2019ein from IMSNG project. We fit the early light curve (t <+8.3 days from the first detection) with various models to find the shock-heated cooling emission from SN ejecta-companion interaction. No significant shock-heated cooling emission is found, from which we constrain the progenitor star size as the following. The upper limit ($R_{upper,*}$) of the companion size in R-band is $\sim 0.2 R_{\odot}$ when forcing the first light time (t_{fl}) to have one value and $\sim 0.9\ R_{\odot}$ when using the mean value of tfl from the fitting in each band. Assuming the source of the I-band curve is almost powered from the radioactive decay, we obtained $R_{upper,*} \sim 1.2 R_{\odot}$. The early B−V color curve is in agreement with the model color curve of the 2M$_\odot$ main sequence companion. These results allow us to at least rule out large stars like red giants as a companion star of the binary progenitor system of this supernova. B−R and V−R color do not show any significant signs of a red bump, which shows a thin helium shell (MHe<0.1M$_\odot$) for the sub-Mch WD (double detonation model). In addition, we estimated the distance to NGC 5353 as 37.098±0.028Mpc.

[포 GC-13] Understanding the connection between O32 and LyC escape based on numerical simulations

Suhyeon Choe[1], Taysun Kimm[1], Harley Katz[2], Teahwa Yoo[1]
[1]Department of Astronomy, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea
[2]Astrophysics, University of Oxford, Denys Wilkinson Building, Keble Road, Oxford OX1 3RH, UK

Identifying the main source of reionization is one of the essential astrophysical problems that remain to be solved. But there are difficulties in directly measuring the Lyman continuum (LyC) escape fraction (fesc) from high-z galaxies, and other indirect methods have been suggested to identify potential LyC leakers. The O32 ratio ([OIII] λ5007 / [OII] λ3727) is one of those examples, which appear to positively correlate with fesc according to some observations and photoionization modelling of HII regions. However, recent studies fail to find such a correlation. Here we exploit a set of radiation-hydrodynamic simulations of giant molecular clouds to understand the physical connection between O32 and fesc. We post-process our simulations with the photo-ionization code Cloudy, and discuss the results obtained from the runs with different metallicities and input SEDs.

[포 GC-14] Giant Molecular Cloud Properties of WISDOM galaxies - NGC 5806 and NGC 6753

Woorak Choi[1], Lijie Liu[2]. Martin Bureau[3], Timothy Davis[4], Aeree Chung[1] and the WISDOM Team
[1]Yonsei University, [2]Technical University of Denmark, [3]University of Oxford, [4]Cardiff University

Constraining the structure and thus the fate of giant molecular clouds (GMCs), the primary sites of star formation in galaxies, is crucial to understand the evolution of galaxies themselves. Exploiting the unprecedented sensitivity and angular resolution of the Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array (ALMA), we have measured the spatially-resolved (~ 20 pc resolution) properties of the GMCs in two nearby late-type galaxies, NGC 5806 (SAB(s)b) and NGC 6753 ((R)SA(r)b), as part of the WISDOM project. Although these results are preliminary, we identified ~ 200 resolved GMCs in NGC 5806 within a radius of 500 pc, most within a nuclear ring structure, and ~ 400 resolved GMCs in NGC 6753 within a radius of 2 kpc, most within a flocculent spiral structure. The GMCs of NGC 5806 have similar sizes but slightly higher linewidths than clouds in the Milky Way disc. Because the GMCs also have higher surface densities, the calculated cloud Virial parameters are nevertheless about unity, suggesting that the GMCs of NGC 5806 are in gravitational equilibrium and thus long lived. This is contrary to other WISDOM results on earlier-type galaxies, where large cloud linewidths are likely due to shear associated with the local (circular) orbital motions (rather than the clouds' self-gravity), and the clouds are either marginally or not gravitationally bound. These results support the notion that spheroids alter the dynamical states of clouds (morphological quenching), that are otherwise (i.e. in galaxy discs) fairly homogenous and similar to those of the Milky Way.

[포 GC-15] Evolution of the spin of late-type galaxies caused by galaxy-galaxy interactions

Jeong-Sun Hwang[1,2], Changbom Park[3], Soo-hyeon Nam[4], and Haeun Chung[5]
[1]Department of Physics and Astronomy, Sejong University, [2]Department of Science Education, Gwangju National University of Education, [3]School of Physics, Korea Institute for Advanced Study, [4]Department of Physics, Korea University, [5]University of Arizona, Steward Observatory

We use N-body/hydrodynamic simulations to study the evolution of the spin of a Milky Way-like galaxy through interactions. We perform a controlled experiment of co-planner galaxy-galaxy encounters and study the evolution of disk spins of interacting galaxies. Specifically, we consider the cases where the late-type target galaxy encounters an equally massive companion galaxy, which has either a late or an early-type morphology, with the closest approach distance of about 50 kpc, in prograde or retrograde sense. By examining the time change of the circular velocity of the disk material of the target galaxy from each case, we find that the target galaxy tends to lose the spin through prograde collisions but hardly through retrograde collisions, regardless of the companion galaxy type. The decrease of the spin results mainly from the deflection of the orbit of the disk material by tidal disruption. It is found that the

spin angular momentum of the disk of the target galaxy decreases by 15 - 20% after a prograde collision. We conclude that the accumulated effects of galaxy-galaxy interactions will play an important role in determining the angular momentum of late-type galaxies at current stage.

성간물질/별생성/우리은하

[포 IM-01] An automated analysis tool for the IR absorption spectra of interstellar ices

Chul-Hwan Kim[1], Jeong-Eun Lee[1], Jaeyeong Kim[2], Woong-Seob Jeong[2.]
[1]School of Space Research, Kyung Hee University, Republic of Korea. [2]Korea Astronomy and Space Science Institute, Republic of Korea

The icy mantles of interstellar grains are developed by the freeze-out of interstellar molecules and atoms onto grain surfaces. The ice molecules become more complex by surface chemistry induced directly by high energy photons or by the thermal energy diffused over heated grain surface. Therefore, the ice composition is an important tracer of physical conditions where the ices form. Ices have been studied via their absorption features against continuum sources, such as young stellar objects or evolved background stars, in infrared wavelengths. The *Spitzer* IRS was the most sensitive spectrometer for the observations of infrared ice absorption features. We has been developing an automated analysis tool for the Spitzer IRS spectra, especially for the 15 μm CO_2 bending mode. The 15 μm CO_2 absorption feature is very useful for the study of accretion process in star formation since its spectral shape varies with thermal condition of the dust grains. Eventually, this tool will cover the whole range of the *Spitzer* IRS spectrum (5~20 μm).

[포 IM-02] Quantifying Variability of YSOs in the Mid-IR Over Six Years with NEOWISE

Wooseok Park[1], Jeong-Eun Lee[1], Carlos Contreras Peña[2,3], Doug Johnstone[4,5], Gregory Herczeg[6], Sieun Lee[1], Seonjae Lee[7], Anupam Bhardwaj[8], and Gerald Schieven[4]
[1]Kyung Hee University, Korea
[2]University of Hertfordshire, UK
[3]University of Exeter, UK
[4]NRC Herzberg Astronomy and Astrophysics, Canada
[5]University of Victoria, Canada
[6]Peking University, China
[7]Seoul National University, Korea
[8]Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)

Variability in Young Stellar Objects (YSOs) can be caused by time-dependent accretion rates, geometric changes in the circumstellar disks, the stochastic hydromagnetic interactions between stellar surfaces and inner disk edges, reconnections within the stellar magnetosphere, and hot/cold spots on stellar surfaces. We uncover ~1400 variables from a sample of ~5300 YSOs in nearby low-mass star-forming regions using mid-IR light curves obtained from the 5.5-years NEOWISE All Sky Survey. The mid-IR variability traces a wide range of dynamical, physical, and geometrical phenomenon. We classify six types of YSO variability based on their light curves: secular variability (Linear, Curved, Periodic) and stochastic variability (Burst, Drop, Irregular). YSOs in earlier evolutionary stages have higher fractions of variables at all types and higher amplitudes for the variability. Along with brightness variability, we also find a diverse range of secular color variations, which can be attributed to a competitive interplay between the variable accretion luminosity of the central source and the variable extinction by material associated with the accretion process. We compare the variability of known FUors/EXors and VeLLOs/LLSs, which represent two extreme ends (burst versus quiescent) of the episodic accretion process; FUors/EXors have a higher fraction of variables (65%) than VeLLOs/LLSs (41%). Short-term (few day) and long-term (decades) variability, as well as possible AGB contamination in the YSO catalogues, are also discussed.molecules become more complex by surface chemistry induced directly by high energy photons or by the thermal energy diffused over heated grain surface. Therefore, the ice composition is an

[포 IM-03] Dust scattering simulation of far-ultraviolet light in the Milky Way

Young-Soo Jo[1], Kwang-Il Seon[1,2], Kyoung-Wook Min[3], Woong-Seob Jeong[1] and Adolf N. Witt[4]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)
[2]University of Science and Technology (UST)
[3]Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)
[4]University of Toledo, USA

We performed three-dimensional Monte Carlo dust scattering radiative transfer simulations for FUV light to obtain dust scattered FUV images and compared them with the observed FUV image

obtained by FIMS/SPEAR and GALEX. From this, we find the scattering properties of interstellar dust in our Galaxy and suggest the intensity of extragalactic background light (EBL) at FUV wavelength. The best-fit values of the scattering properties of interstellar dust are albedo = $0.38^{-0.04}_{+0.04}$, g-factor = $0.55^{-0.15}_{+0.10}$, and EBL = 138^{-23}_{+21} CU for the allsky which are consistent well with the Milky Way dust model of Draine and direct measurements of Gardner et al., respectively. At the high Galactic latitude of $|b|>10^{\circ}$, the observation is well fitted with the model of lower albedo = $0.35^{-0.04}_{+0.06}$ and g-factor = $0.50^{-0.20}_{+0.15}$. On the contrary, the scattering properties of interstellar dust show higher albedo = $0.43^{-0.02}_{+0.02}$ and g-factor = $0.65^{-0.15}_{+0.05}$ near the Galactic plane of $|b|<10^{\circ}$. In the present simulation, recent three-dimensional distribution maps of interstellar dust in our Galaxy, stellar distances in the catalog of GAIA DR2, and FUV fluxes and/or spectral types in the TD-1 and Hipparcos star catalogs were used.

우주론

[포 CD-01] Cosmology in University of Seoul

Hyeonmo Koo[1], Seyeon Hwang[1], Hannah Jhee[1], Young Ju[1], Sumi Kim[1], Sangnam Park[1], Hyunmi Song[2], Cristiano Sabiu[1], Rory Smith[3], Sungwook E. Hong[3], Jaewon Lee[4], Dongsu Bak[1], and Inkyu Park[1]
[1]Department of Physics, University of Seoul, Seoul 02504, Republic of Korea
[2]Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul , Republic of Korea
[3]Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Republic of Korea
[4]Department of , Jungwon University, Chungbuk 28024, Republic of Korea

At the University of Seoul, we are investigating the following topics in cosmology: comparing traditional clustering algorithms to our new Mulguishin algorithms, analysis of 2-body Fuzzy Dark Matter 2-body collision, 2- and 3-point clustering statistics and its dependency on the cosmological model, and dynamics of dark-matter halos around the large-scale filamentary structures. In the following sections we present a brief introduction to our studies.

[포 CD-02] The clumping factor of the IGM at the epoch of reionization in the SPHINX simulations

Taehwa Yoo[1], Taysun Kimm[1], the SPHINX collaboration
[1]Department of Astronomy, Yonsei University

The clumping factor of the inter-galactic medium (IGM) is one of the most important quantities that determine the process of cosmic reionization. However, theoretical attempts to make predictions about the clumping factor have been hampered by finite resolutions of the simulations, because small-scale structures in the IGM were under-resolved. We use high-resolution (~10 pc), cosmological radiation-hydrodynamic simulations, SPHINX, to estimate the clumping factor in the IGM. We find that the global clumping factors (CHII>3) are higher than previously estimated (CHII=3), indicating that resolving the small structures is indeed crucial to accurately model the reionization history of the Universe. We also discuss the local clumping factors, which should be useful to make predictions about the local ionization histories with analytic methods.

천문우주관측기술

[포 AT-01] Preliminary Optical and Opto-mechanical Design of Solar Telescope on Super Eye Bridge Program

Yunjong Kim[1], Jihun Kim[1], Il Kweon Moon[2], Jaegun Yoo[3], Youra Jun[1], Seonghwan Choi[1], Jeong-Yeol Han[1], Kwanghui Jeong[3]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute,
[2]Korea Research Institute of Standards and Science
[3]Antbridge Inc.

극한환경에서 작동 가능한 고분해능, 고정밀 대형 광학계 관측 플랫폼 시제품 (Super Eye Bridge) 인 태양 망원경 개발을 위한 광학 및 광기계 설계를 수행하였다. 차페가 없으며 고속 팁-틸트 기능을 부여하여 이미지를 보정하고, 태양열로 인한 열적 성능저하를 방지하는 가능을 구현할 수 있도록 광학설계를 진행하였다. 광기계 설계는 극한 환경에 적용이 가능한 반사경의 경량화 및 지지 구조의 최적화를 진행하였으며 제작성을 고려한 SiC 신소재를 사용하고, 정렬을 위한 부반사경 조절부를 채용하였다. 본 연구에서는 SEB 태양망원경의 광학 및 광기계 설계 결과를 발표할 것이다.

[포 AT-02] Formation CubeSat Constellation, SNIPE mission

Jaejin Lee and SNIPE Team
Korea Astronomy and Space Science Institute

This presentation introduces Korea's SNIPE

(Small scale magNespheric and Ionospheric Plasma Experiment) mission, formation flying CubeSat constellation. Observing particles and waves on a single satellite suffers from inherent space-time ambiguity. To observe spatial and temporal variations of the micro-scale plasma structures on the topside ionosphere, four 6U CubeSats (~ 10 kg) will be launched into a polar orbit of the altitude of ~500 km in 2021. The distances of each satellite will be controlled from 10 km to more than 100 km by formation flying algorithm. The SNIPE mission is equipped with identical scientific instruments, solid-state telescope, magnetometer, and Langmuir probe. All the payloads have a high temporal resolution (sampling rates of about 10 Hz). Iridium modules provide an opportunity to upload changes in operational modes when geomagnetic storms occur. SNIPE's observations of the dimensions, occurrence rates, amplitudes, and spatiotemporal evolution of polar cap patches, field-aligned currents (FAC), radiation belt microbursts, and equatorial and mid-latitude plasma blobs and bubbles will determine their significance to the solar wind-magnetosphere-ionosphere interaction and quantify their impact on space weather.

[포 AT-03] Status and Plan of KMTNet Operation

Chung-Uk Lee, Seung-Lee Kim, Dong-Joo Lee, Sang-Mok Cha, Yongseok Lee, Dong-Jin Kim, Hong Soo Park, Seung-Cheol Bang, Hyunwoo Kang, Sungwook E. Hong, Jae-Woo Kim
Korea Astronomy and Space Science Institute

외계행성 탐색시스템 2020년 운영현황과 2021년 계획을 보고한다. 2020년은 코로나-19 팬데믹으로 인해 칠레와 남아공 관측소에서는 3월 중순부터 관측이 중단된 바 있으나, 연말부터 재가동을 시작하여 2021년 현재 3개 관측소가 모두 정상가동하고 있다. 2020년 관측장비 가동율은 99.3% 이었다. 천문박명시간 기준으로 5877.2 시간이 할당되었고, 이중 4069.7 시간 동안 관측이 이루어져 관측율은 75.2% 이었다. 이 발표에서는 2020년 날씨통계 및 주요 관측 장비의 성능 개선과 함께 2021년 관측 및 시스템 개선 계획을 소개한다.

[포 AT-04] KPDS user interface and science data transfer sequence for scientists and public users in Korea Lunar Exploration Program

Joo Hyeon Kim
Korea Aerospace Research Institute

현재 우리나라는 달탐사 개발 사업을 통하여 2022년 8월 발사를 목표로 달 궤도선인 KPLO와 과학임무 및 기술검증 임무를 수행하게 될 임무 탑재체, 임무 수행을 위한 각종 소프트웨어의 개발, 궤도/궤적의 설계 등 일련의 개발 과정을 순조롭게 수행하고 있다. 또한 달 궤도선인 KPLO와 이들 탑재체에 대한 운영과 관제를 수행하는 KPLO 심우주 지상국도 일정에 따라 개발 막바지에 접어들고 있다. 특히 KPLO 심우주 지상국에는 우리나라 대학과 정부출연연구소에 의해서 개발되는 과학탑재체 4기가 달 궤도에서 과학임무를 수행하여 얻게되는 달 탐사 과학자료, 즉, 과학임무자료를 달 탐사에 직접 참여하는 과학자들뿐만 아니라 일반인들도 교육 및 연구에 활용할 수 있도록 달 탐사 과학자료의 저장, 공개, 관리를 위한 Archive system인 KARI Planetary Data System(KPDS)도 함께 개발되고 있다. KPDS는 전문 연구자와 일반인들이 별도의 교육없이 인터넷을 통하여 쉽게 접속하여 KPLO의 과학탑재체가 획득한 달 탐사 과학자료를 검색하여 내려받아 사용할 수 있도록 서비스를 제공할 예정이다. 본 논문에서는 과학탑재체 개발기관 소속의 연구자가 달 탐사 과학자료에 대한 검보정 처리와 과학적 분석을 수행하기 위해서 텔레메트리 형태의 원본형태의 과학자료를 KPDS로부터 다운로드 받는 과정과 검보정 처리가 된 과학자료를 일반 사용자들이 내려 받아 사용할 수 있도록 과학자료가 공개되기까지 일련의 과정을 설명하고, 연구자 및 일반사용자가 직접 접하게 되는 KPDS의 주요한 사용자 환경에 대해서 설명한다.

태양/태양계

[포 SS-01] Triggering processes of two different eruptive events in active region 11283 using observation-based models

Jihye Kang[1], Satoshi Inoue[2], and Yong-Jae Moon[1]
[1]Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, [2]Department of Physics, New Jersey Institute of Technology, University Heights

An investigation of flare-producing magnetic structure is important for studying an initiation of eruptive events. In this study we select two different eruptive events, M5.3 and X1.2 flares in active region (AR) 11283. Both events occur in the same AR, but brightenings of flare ribbons, seen in EUV images, are different shapes. In order to understand triggering process of eruptive flares, we reconstruct coronal magnetic fields using two observation-based models: a nonlinear force-free field (NLFFF) extrapolation model and a magnetohydodynamic (MHD) one. The NLFFFs show that sheared arcades and overlying fan-spine configurations are found in both cases, but the distributions of magnetic twist are weaker before the M5.3 flare than before the X1.2 flare. The MHD model is to explore the temporal evolution of coronal magnetic structures by considering the NLFFF with an anomalous resistivity as an initial condition. We discuss possible processes of two

eruptive events using the MHD as well as the NLFFF model results.

[포 SS-02] BITSE Preliminary Results

Su-Chan Bong[1], Heesu Yang[1], Jae-Ok Lee[1], Yeon-Han Kim[1], Kyung-Suk Cho1,2, Seonghwan Choi[1], Ji-Hye Baek[1], Jongyeob Park[1], Jihun Kim[1], Young-Deuk Park[1], Rok-Soon Kim[1], Eun-Kyung Lim[1], Seiji Yashiro[3,4], Pertti A. Makela[3,4], Nelson L. Reginald[3,4], Neeharika Thakur[3,4], Natchimuthuk Gopalswamy[1], Jeffrey S. Newmark[1], Qian Gong[1]
[1]Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea, [2]University of Science and Technology, Korea, [3]NASA Goddard Space Flight Center, USA, [4]The Catholic University of America, USA

The Balloon-borne Investigation of Temperature and Speed of Electrons in the corona (BITSE) is a technology demonstration mission launched in 2019 to observe the solar corona from ~3 Rs to 15 Rs at four wavelengths (393.5, 405.0, 398.7, and 423.4 nm). Preliminary analysis shows that BITSE imaged the solar minimum corona with the equatorial streamers on the east and west limbs. The narrow streamers observed by BITSE are in good agreement with the geometric properties obtained by the Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) coronagraphs in the overlapping physical domain. In spite of the small signal-to-noise ratio we were able to obtain the temperature and flow speed of the western steamer. In the heliocentric distance range 4 - 7 Rs on the western streamer, we obtained a temperature of ~ 1.0 ± 0.3 MK and a flow speed of ~ 260 km s^{-1} with a large uncertainty interval.

[포 SS-03] Can AI-generated EUV images be used for determining DEMs of solar corona?

Eunsu Park(박은수)[1], Jin-Yi Lee(이진이)[1], Yong-Jae Moon(문용재)[2], Kyoung-Sun Lee(이경선)[3], Harim Lee(이하림)[1], Il-Hyun Cho(조일현)[1], and Daye Lim(임다예)[1]
[1]Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, [2]School of Space Research, Kyung Hee University [3]Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

In this study, we determinate the differential emission measure(DEM) of solar corona using three SDO/AIA EUV channel images and three AI-generated ones. To generate the AI-generated images, we apply a deep learning model based on multi-layer perceptrons by assuming that all pixels in solar EUV images are independent of one another. For the input data, we use three SDO/AIA EUV channels (171, 193, and 211). For the target data, we use other three SDO/AIA EUV channels (94, 131, and 335). We train the model using 358 pairs of SDO/AIA EUV images at every 00:00 UT in 2011. We use SDO/AIA pixels within 1.2 solar radii to consider not only the solar disk but also above the limb. We apply our model to several brightening patches and loops in SDO/AIA images for the determination of DEMs. Our main results from this study are as follows. First, our model successfully generates three solar EUV channel images using the other three channel images. Second, the noises in the AI-generated EUV channel images are greatly reduced compared to the original target ones. Third, the estimated DEMs using three SDO/AIA images and three AI-generated ones are similar to those using three SDO/AIA images and three stacked (50 frames) ones. These results imply that our deep learning model is able to analyze temperature response functions of SDO/AIA channel images, showing a sufficient possibility that AI-generated data can be used for multi-wavelength studies of various scientific fields.

SDO: Solar Dynamics Observatory
AIA: Atmospheric Imaging Assembly
EUV: Extreme Ultra Violet
DEM: Diffrential Emission Measure

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

기타

[포 HA-01] Current Status and Future Prospects of Korean VLBI Network (KVN)

Taehyun Jung, Bong Won Sohn, Byunghwa So, Chungsik Oh, Do-Heung Je, Do-Young Byun, Dong-Kyu Jung, Duk Gyoo Roh, Euikyum Lee, Hyo Ryoung Kim, Hyun-Goo Kim, Hyungkyu Byun, Hyunsoo Chung, In Sung Yim, Jae-Young Kim, Jaeheon Kim, Jaehwan Yeom, Jaesik Shin, Jeong-Je Park, Jeong-Sook Kim, Jungwook Hwang, Kiyoaki Wajima, Min-Gyu Song, Moon-Hee Chung, Nobuyuki Sakai, Sang-Hyun Lee, Sang-Sung Lee, Sej-Jin Oh, Seog Oh Wi, Seungrae Kim, Soon-Wook Kim, Sung-Mo Lee, Yong-Woo Kang, Young Chol Minh, Young-Sik Kim, Youngjoo Yun

Korea Astronomy and Space Science Institute

The Korean VLBI Network (KVN) consists of three 21m radio telescopes installed in Seoul, Ulsan, and Jeju Island with the world's first 4-channel receiver that can observe four different frequencies (e.g., 22, 43, 86, 129 GHz) simultaneously. This receiving system of KVN is particularly effective in millimeter-wavelength VLBI (mm-VLBI) observations by compensating fast atmospheric fluctuations effectively. This technology is now being enhanced with a compact triple-band receiver, becoming the world standard for a mm-VLBI system. In 2020, KVN supported 54 observing programs (KVN: 28, EAVN: 26) including the 2nd KVN Key Science Program (KSP) which supports 8Gbps data recording rate and the East Asian VLBI Network (EAVN) programs. KVN also participated in the European VLBI Network (EVN) and GMVA (Global Millimeter VLBI Array) sessions regularly. Here, we report current status and future propsects of KVN.

[포 HA-02] OWL-Net: A global network of robotic telescopes

Myung-Jin Kim[1], Hong-Suh Yim[1], Dong-Goo Roh[1], Jun Choi[1], Jang-Hyun Park[1], Jaemann Kyeong[1], Young-Sik Park[1], Jung Hyun Jo[1], Wonyong Han[1], Jiwoong Yu[1], Hong-Kyu Moon[1], Yoon-Ho Park[1], Sungki Cho[1], Yong-Jun Choi[1,2], Eun-Jung Choi[1]
[1]*Korea Astronomy and Space Science Institute*
[2]*University of Science and Technology*

OWL-Net (Optical Wide-field patroL Network) is the first space situational awareness facility of its kind in South Korea which consists of five identical 0.5 m wide-field telescopes with 4K by 4K CCDs. The five stations are located in Mongolia, Morocco, Israel, United States, and South Korea. They are being operated in fully autonomous mode with the minimum human intervention. The primary objective of OWL-Net is to track Korean domestic satellites. In addition, it can be possible to conduct time-series photometry of bright solar system objects. We will present the system overview of the OWL-Net telescopes and progress report.

[포 HA-03] SkyMapper Optical Follow-up of Gravitational Wave Triggers: Overview of Alert Science Data Pipeline (AlertSDP)

Seo-Won Chang
SNU Astronomy Research Center, Seoul National University

SkyMapper is the largest-aperture optical wide-field telescope in Australia and can be used for transient detection in the Southern sky. Reference images from its Southern Survey cover the sky at δ <+10 deg to a depth of I ~ 20 mag. It has been used for surveys of extragalactic transients such as supernovae, optical counterparts to gravitational-wave (GW) and fast radio bursts. We adopt an ensemble-based machine learning technique and further filtering scheme that provides high completeness ~98% and purity ~91% across a wide magnitude range. Here we present an important use-case of our robotic transient search, which is the follow-up of GW event triggers from LIGO/Virgo. We discuss the facility's performance in the case of the second binary neutron star merger GW190425. In time for the LIGO/Virgo O4 run, we will have deeper reference images for galaxies within out to ~200 Mpc distance, allowing rapid transient detection to i ~ 21 mag.

[포 HA-04] All about the Gemini Proposal Routes: FT, DDT, and PW

Ji Yeon Seok, Soung-Chul Yang, Yun-Kyeong Sheen, Narae Hwang, Jea-Joon Lee
Korea Astronomy and Space Science Institute

We, on behalf of the Korean Gemini Office (KGO), introduce three proposal routes besides a standard semester program available for the Korean Gemini users: Fast Turnaround (FT), Director's Discretionary Time (DDT), and Poor Weather (PW). By presenting useful statistics and some examples implemented through these routes, we aim to provide the KAS members insights how well these observing routes have been utilized by the Gemini partners. Finally, we provide several useful suggestions to the KAS community for preparing these programs.

사단법인 한국천문학회
학계보고서

경북대학교 천문대기과학과

1. 인적사항

본 학과의 천문학 전공 교수는 박명구, 윤태석, 황재찬, 장헌영, 김민진 회원이다. 동교 사범대학 지구과학교육과의 심현진 회원도 대학원생 논문지도를 맡고 있다.

현재 본 학과에는 연구교수로 김태현, 정일교, 박대성 회원이, 박사후연구원으로 한두환, 신재진 회원이 천문학 연구를 수행하고 있다.

본 학과 학부과정은 자연과학대학 지구시스템학부 천문대기과학전공이며 대학원과정은 천문대기과학과 천문학전공이다. 2021년 3월에는 90명의 신입생이 수시 및 정시모집으로 지구시스템과학부에 입학하였고, 25명의 학생들이 2학년으로 올라오면서 천문대기과학전공으로 진입하였으며, 2명이 3학년으로 편입으로 들어왔다. 천문대기과학전공 학생은 천문학과 대기과학 과목들을 자유롭게 선택하여 공부할 수 있다. 천문학전공 대학원에는 2020년 9월에 1명의 석사과정 학생, 2021년 3월에 1명의 석사과정 학생, 3명의 박사과정 학생이 입학하여 현재 6명의 석사과정 학생과 7명의 박사과정 학생이 재학중이다.

2021년 2월에는 한두환 회원(지도교수 박명구)이 'Study of Rotating Bondi Flow and Cosmological Application of Statistics of Gravitational Lensing'으로 박사학위를, 최연호 회원(지도교수 박명구)이 '보현산천문대 1.8m 망원경 분광측광기의 광기계 설계와 구조해석'으로, 금재혁 회원(지도교수 김민진)이 '밝은 활동성 은하핵의 물리량과 변광특성 간의 상관관계 연구'로, 황성현 회원(지도교수 김민진)이 '젊은 전파 퀘이사의 전파제트와 이온화된 분출 사이의 물리적 상관관계'로, 김상현 회원(지도교수 김민진)이 '막대나선은하 M83 외곽 지역의 측광학적 항성 특성 연구'로, 손수연 회원(지도교수 김민진)이 '고에너지 X-선에서 선택된 1형 활동성 은하핵의 블랙홀 질량과 팽대부 밝기 관계'로, 김이곤 회원(지도교수 황재찬)이 '우주에서 관측된 불균질성이 우주론에 끼칠 영향에 대하여'로, 김연식 회원(지도교수 심현진)이 'Properties of galaxy clusters around SPT SMGs'로 석사학위를 취득하였다.

2. 연구 및 학술활동

박명구 회원은 박사과정 방태양 회원 및 천문연구원의 외계행성 연구팀과 외계행성 탐색 연구를 수행하고 있으며, 최연호 회원 및 천문연구원의 김강민 회원, 박찬 회원 등과 외계행성투과스펙트럼에 최적화된 분광측광기 개발 연구를 수행하고 있다. 또한 박사과정 한두환 회원 및 석사과정 오명환 회원과는 블랙홀 부착현상을, 경북대 김태현 회원, 천문연구원 이윤희 회원, 부산대학교 안홍배 회원과는 막대은하에 대한 연구를 수행하고 있다.

윤태석 회원은 석사과정 오형일 회원, 경희대학교 이정은 회원 연구팀, 한국천문연구원 성현일 회원과 FU Ori 형 별에 대한 가시광선-근적외선 영역에서의 분광학적 및 측광학적 관측 연구를, 박사과정 김수현 회원, 석사과정 오형일 회원, 한국천문연구원 성현일 회원과 공생별 및 Ia 형 초신성에 대한 가시광선 영역에서의 분광학적 관측 연구를 수행하고 있다. 한편, IGRINS 분광기를 활용한 근적외선 분광 관측 연구도 함께 준비하고 있다.

황재찬 회원은 아인슈타인 정적 우주모형이 초기우주에서 역할을 할 가능성을 2차 건드림 효과를 통해 부정하였고, 상대론적 자기유체의 중력불안정, 그리고 완전 상대론적인 유체와 약한 상대론적 중력이 결합한 이론을 연구하고 있다.

장헌영 회원은 태양 흑점과 표면 자기장의 공간 분포를 분석하여 태양 자기장 생성에 관한 연구를 수행하고 있고, 우주환경과 장주기 기후 변화의 관계를 연구하고 있다. 박사과정 김기범 회원, 조윤아 회원과 Kepler, TESS 위성 자료를 이용하여 항성 진화와 구조를 성진학적 관점에서 연구하고 있으며, 중국의 Zhibin Zhang 박사와 GRB의 모체 연구를 진행하고 있다.

김민진 회원은 천문연구원의 정웅섭 회원, 양유진 회원 및 한국의 SPHEREx과학연구 그룹과 함께 적외선 자료를 이용한 활동성 은하핵 중심부의 구조의 특성에 관한 연구를 수행하고 있다. 경북대 손수연 회원과 Aaron Barth (UCIrvine), Luis Ho (KIAA) 등과 고에너지엑스선으로 찾은 활동성 은하의 허블 이미지를 이용해서 블랙홀과 모은하의 공진화에 관한 연구를 진행 중이다. 천문연구원의 변우원 회원, 신윤경 회원 및 천문연구원 연구팀(김상철, 선광일, 박병권, 이준협, 정현진 회원)과 함께 KMTNet망원경을 이용하여 가까운 은하의 깊은 이미징 자료를 얻어서 은하의 바깥 영역에서의 물리적 특성에 대한 연구를 수행 중이다. 또한 젊은 활동성 은하핵에서 제트와 outflow의 상관관계에 대한 연구를 진행하고 있다. 경북대의 신재진 회원 및 서울대의 우종학 회원과 함께 2개 이상의 블랙홀을 가지고 있는 활동성 은하핵 및 활동성 은하핵 중심에서 중금속함량의 진화에 대한 연구를 공동으로 수행하고 있다. Mar Mezcua (ISSC) 등과 중간질량블랙홀 후보의 분광학적 특성을 이해하고자 하는 연구를 수행 중이다. 김동찬, 윤일상 (NRAO), 메타스페이스의 김지훈 회원 등과 함께 블랙홀 병합에 의해서 탈출하는 블랙홀을 찾기 위한 연구에 참여하고 있다.

본 학과는 시민과 학생들을 위해 학기 중 매달 일반인을 위한 공개관측과 공개강연행사인 "밤하늘 이야기"를 열고 있으며 지역의 대표적인 과학 행사로 자리 잡았으나, 현재는 코로나 상황으로 인해 행사를 잠정적으로 중단한 상태이다.

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 2021년에 36주년이 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 2021년 3월 현재 총 14명의 교수(김관혁, 김성수, 문용재, 박수종, 선종호, 이동훈, 이은상, 이정은, 장민환, 전명원, 진호, 최광선, 최윤영, Tetsuya Magara)가 강의와 연구를 수행하고 있다. 2017년 정년 퇴임한 김상준 회원은 현재 고황명예교수로 재직 중이고, 2019년 정년 퇴임한 김갑성 교수는 명예교수로 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 김관혁 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 170명이 재학 중이다. 대학원 우주과학과/우주탐사학과에는 총 23명의 대학원생(석사 13명, 석박통합 7명, 박사 3명)이 재학하고 있다. 양과 대학원에서 2020년 8월 이후 다음과 같이 석사 2명, 박사 3명이 학위를 받았다.

* 석사 졸업 - 2명
- 이수진 (21년 2월, 우주과학과, 지도교수 문용재)
- Hannah Morgan (21년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 김성수)

* 박사 졸업 -3명
- 김기정 (21년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 김관혁/이동훈)
- 이어진 (21년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재)
- 나현옥 (21년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재)

2. 연구 및 학술 활동

천체물리연구실

김성수 회원이 이끄는 천체물리연구실에서는 달 탐사, 월면에서의 우주풍화(space weathering), 지구 대기 중 미세먼지 및 수증기 탐지 등의 연구를 수행하고 있다. 김성수 회원은 2019년 3월부터 월면 우주풍화 현상에 대한 최초의 통합모형을 도출하는 연구과제를 시작했다. 지구 대기 중 미세먼지 및 수증기를 탐지 연구는 천문연구원 및 미국 NASA Langley 연구소와 공동으로 진행되는 연구로, 현재 12U 크기의 초소형 편광 카메라 개발이 진행되고 있다. 김민배 회원은 천문연구원과 함께 월면 표토의 최상층을 3차원으로 근접 촬영하는 Light Field Camera의 설계와 영상 분석 연구를 수행 중에 있으며, 백길호 회원은 달 크레이터 벽면의 방향에 따른 우주풍화 양상을 통계적인 방법으로 연구하고 있다. 김진규 회원은 미국 Sierra Remote Observatory에 있는 원격 편광 망원경을 이용하여 월면 표토에 대한 polarimetric speckle image 분석을 수행하고 있으며, 달의 크레이터를 자동으로 찾아내는 알고리듬 개발 연구도 병행하고 있다.

태양우주기상연구실

문용재 회원이 이끄는 태양우주기상연구실(Solar and Space Weather Laboratory)은 딥러닝을 이용한 태양 및 우주기상 연구와 태양활동 및 코로나 연구를 수행하고 있다. 2020년 8월에는 수미야 회원과 이수진 회원이 석사를 취득하였고, 나현옥, 이어진 회원이 박사학위를 받았다. 2021년 3월 현재 연구교수 8인(신준호, 이진이, 성숙경, 박진혜, 조일현, 지은영, 강지혜, 유대중), 박사후 5인(이하림, 박은수, 임다예, 로렌스, 나현옥), 박사과정 6인(박종엽, 이강우, 김진현, 전성경, 정현진, 수미야) 및 석사과정 3인(신승헌, 손지현, 임진구)이 연구를 함께 하고 있다. 신준호 회원은 '태양 플라즈마의 수직 구조 변화 연구', 이진이 회원은 '태양 분출 플라즈마의 질량 및 에너지 연구', 성숙경 회원은 '딥러닝을 이용한 고시간 분해능 동영상 생성 연구', 박진혜 회원은 '딥러닝을 이용한 태양풍 예보 연구', 조일현 회원은 '코로나에서의

태양풍 연구', 지은영 회원은 '딥러닝을 이용한 IRI 모델 개선 연구', 강지혜 회원은 '관측기반 시뮬레이션 모델을 통한 플레어/CME 기작 연구', 유대중 회원은 '코로나 플라즈마의 kink 파동 연구', 이하림 회원은 '딥러닝을 이용한 과거 흑점 자료 복원 연구', 박은수 회원은 '딥러닝으로 생성된 영상을 이용한 태양 대기 DEM 결정 연구', 임다예 회원은 '딥러닝을 이용한 단기 플레어 예보 연구', 로렌스 회원은 '딥러닝을 이용한 코로나그래프 영상 생성 연구', 나현옥 회원은 'CME 콘 모형을 이용한 할로 CME 질량 결정 연구', 이어진 회원은 '태양 활동 영역의 시계열 인자와 플레어 관련성 연구', 박종엽 회원은 '우주기상 예보 평가 방법에 대한 연구', 이강우 회원은 '딥러닝 플레어 모델의 시각화 연구', 김진현 회원은 '태양 코로나그래프 광학 설계 및 검증 연구', 전성경 회원은 '딥러닝을 이용한 태양 자기장 영상 예보 연구', 정현진 회원은 '딥러닝 자료를 활용한 태양 3차원 자기장 외삽 연구', 수미야 회원은 '태양 고분해 영상의 Super-Resolution 연구', 이수진 회원은 '딥러닝을 이용한 TEC 예보 연구', 신승헌 회원은 '딥러닝을 이용한 Kp 예보 연구', 손지현 회원은 '딥러닝과 위성 자료를 이용한 He 10830 영상 생성 연구', 임진구 회원은 '딥러닝을 이용한 TEC 예보 연구'를 수행 중에 있다.

적외선실험실

박수종 회원이 지도하는 적외선실험실은 광학/적외선 천문기기의 제작과 천체관측 연구를 한다. 2020년 2월에 김현종 회원이 석사학위를 받았고, 2020년 8월에 이혜인, 박우진 회원이 박사학위를 받았고, 이선우 회원이 석사학위를 받았다. 김현종 회원은 경기과학영재고등학교 지구과학 교사로 근무 중이고, 이혜인 회원과 박우진 회원은 천문연구원에서 박사후연구원으로 근무하고 있다. 2021년 3월 현재 적외선 실험실에는 박사과정 지태근, 이선우 회원, 석사과정 한지민, 안호재, 김창곤, 양민경 회원이 있다. 그리고 우주과학과 학부 4학년 김태은, 3학년 이수민, 김도훈, 2학년 김경태 회원이 학부 연구생으로 연구에 참여하고 있다.

본 적외선실험실은 미국 텍사스 A&M 대학과 공동으로 GMT의 제 1세대 관측기기인 GMACS 프로젝트에 참여하여 기기제어 소프트웨어 개발을 담당하고 있다. GMACS는 2019년 9월에 개념설계검증(Conceptual Design Review)을 했고, 예비설계(Preliminary Design Review) 연구를 준비하고 있다.

2020년 8월 부터는 5세대 SDSS (Sloan Digital Sky Survey) 의 관측기기 LVM (Local Volume Mapper) 연구에 참여하여 제어소프트웨어 개발을 담당하고 있다. LVM 기기는 미국 카네기천문대의 주도로, 텍사스 주립대학, 와싱톤 주립대학, 아리조나 주립대학, 독일 막스플랑크 연구소, 호주 국립천문대, 칠레 라세레나 대학 등이 참여하고 있다. 본 소프트웨어 개발 연구의 PDR은 2021년 2월에 했고, 2021년 말부터 칠레 라스캄파노스 천문대에서 우리은하와 가까운 은하의 전천 관측을 수행할 계획이다.

2014년 7월부터 시작한 미래창조과학부의 우주핵심기술개발사업 "우주 적외선 관측을 위한 알루미늄 비축 반사망원경의 시험모델 개발" 연구는 2019년 6월에 성공적으로 마무리하고, 2020년 6월부터는 무인이동체 원천기술개발사업에 참여하여 무인이동체 임무장비 광학계 설계 및 분광영상 모델개발 연구를 시작했다. 본 연구에서는 스마트IT융합시스템연구단 장승혁 박사와 공동으로 개발한 비축반사망원경 설계, 제작, 조립기술을 적용하여 자유곡면 알루미늄 반사경 3장으로 유효구경 40mm 초점거리 60mm 인 선형비점수차가 제거된 비축반사망원경 (LAF-TMS, Linear Astigmatism Free - Three Mirror System)을 제작한다. 그리고 2020년 12월 부터는 연구재단의 한-프랑스 협력기반조성사업에 참여하여 파리천문대 David Valls-Gabaud 교수와 "우주의 최저 표면 밝기를 관측하는 MESSIER 탐사위성의 타당성 조사 연구"를 공동으로 수행하고 있다. 이 연구에서는 유효구경 400mm 초점거리 1,200mm 인 LAF-TMS선형비점수차가 제거된 우주망원경을 설계하고 제작 타당성을 검토한다. 그 외에 2020년 7월부터 12월까지 경희대학교 LINC+ 육성사업 산학공동기술개발과제로 우주 망원경 교육 및 광학 연구에 사용할 수 있는 조립식 반사망원경 키트 (Transformable Reflective Telescope Kit) 개발 연구를 ㈜에스엘랩과 공동으로 수행했다. 본 연구에서는 기존의 TRT Kit를 상용화 할 수 있도록 더욱 개량하고 현장에서 바로 사용할 수 있는 교사용 지도서를 개발했다.

우주과학탑재체연구실

선종호 회원이 지도하고 있는 우주과학탑재체연구실(Space Science Instruments Laboratory)은 근지구 우주과학을 연구하기 위해 인공위성 탑재체를 개발하고 있다. 2018년 8월 서훈규 회원이 박사학위, 2019년 2월 이훈 회원이 석사학위, 그리고 2020년 2월 신유철, 우주 회원이 박사학위 그리고 신승혁, 이현상 회원이 석사학위를 취득하였다.

2020년 9월 현재 연구교수 2인(채규성 박사, 나고운 박사)과 박사과정 1인(설우형), 석박통합과정 1인(이찬행)이 연구를 함께 하고 있다. 우주과학탑재체 연구실은 연구실 구성원들이 함께 탑재체를 개발하고 발사하여 우주환경에서 관측된 데이터를 해석하고 물리현상을 연구함이 목적이다. 연구원들은 검출기 Analog/Digital 회로 개발, 입자물리 시뮬레이션, 기계구조 설계 및 테스트, 소프트웨어 개발, 우주관측 데이터 해석 등을 직접 수행한다.

우주과학탑재체연구실은 2018년 12월 4일에 미국 캘리포니아주 반덴버그 발사장에서 Falcon-9 에 실려 고도 약 570 km 태양동기궤도에 도착한 차세대 소형위성인 NEXTSat-1의 우주폭풍탑재체(ISSS) 중 하나인

Medium Energy Particle Detector (MEPD)와 2018년 12월 5일 발사된 정지궤도복합위성 2A의 부 탑재체인 우주기상탑재체(KSEM)를 성공적으로 개발 및 발사 운용을 수행하였다. MEPD는 동일한 두 개의 센서로 구성되어 있고, 이를 통해 20 ~ 400 keV 사이의 하전입자를 관측할 수 있으며 KSEM은 우주방사선 측정 및 지구 자기장 계측, 위성 대전 감시를 수행한다.

최근 우주기상탑재체연구실은 2020년 7월에 시작된 미국 NASA와 한국천문연구원의 협력 사업인 한미 민간 달착륙선 탑재체 공동연구에 참여하여 달 표면에 입사하는 고에너지 하전입자 및 이차 입자를 관측하기 위한 Lunar Space Environment Monitor (LUSEM) 탑재체 개발을 진행하고 있다. 본 연구실의 채규성 회원은 '검출기 전장부 회로 설계', 나고운 회원은 '검출기 VHDL 개발, 탑재체 운용', 신유철 회원은 '몬테-카를로 방법을 이용한 초기 설계 요구사항 분석', 설우형 회원은 '검출기 아날로그 회로 설계', 이찬행 회원은 '검출기 검교정 및 시험'을 수행하고 있다. 이와 더불어 본 연구실은 현재 KSEM과 MEPD로부터 획득된 데이터를 중심으로 다중 위성 데이터를 활용하여 지자기권에 분포하는 하전입자의 특성에 관한 연구를 수행하고 있다.

우주공간물리연구실

이동훈 회원이 이끄는 우주공간물리 연구실은 우주 플라즈마에서 발생하는 여러 섭동 현상에 대한 이론 및 수치 모델 연구와 위성 관측 연구를 진행하고 있다. 이동훈 회원은 약 4년간 응용과학대학 학장 업무를 수행한 후 복귀하였으며 현재 우주전파센터의 우주환경 연구과제를 수행하고 있다. 주로 우주 환경에서 발생하는 여러 종류의 지자기 섭동 및 파동 등에 대한 모델 연구를 수행하고 있다. 또한 이동훈 회원은 지난 2년간 COSPAR 한국위원회 위원장으로서 2024년 COSPAR 총회의 국내 유치를 추진하고자 천문연 박종욱 현 위원장 및 관련 회원들과 함께 노력하고 있다.

이성환 회원은 자기권계면에서의 turbuence에 의한 자기권 섭동 과정에 대한 통계적인 연구를 수행하고 있으며 최지원 회원은 자기권에서 오랜 동안 미제로 남아 있던 poloidal mode의 연장 수명에 대한 이론적 근거를 제시하는 연구를 마무리하였다. 또한 Danish Naeem 회원은 전리권 및 실험실에서 발생하는 전자 파동에 대한 3-D 수치모델을 개발하였으며 박사과정에 새로 입학한 노상일 회원은 수치모델을 활용한 자기권 자기 음파의 실시간 수치실험을 수행하고 있다. 석사과정에서는 윤우철 회원이 AI 기법을 이용한 태양풍 섭동과 자기권 도착시간에 대한 모델을 개발하고 있다.

우주플라즈마물리연구실

이은상 회원이 이끄는 우주플라즈마물리 연구실은 위성 관측 데이터 분석과 시뮬레이션을 이용하여 우주플라즈마에서 발생하는 다양한 물리현상을 연구 중에 있다. 2020년 8월 강준석 회원이 석사학위를 취득하였고, 2020년 9월 현재 2명의 석박통합 학생과 1명의 석사과정 학생으로 구성되어 있다.

이준현 회원은 Van Allen Probes 위성 데이터를 분석하여 plasmapause 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. 고영경 회원은 hybrid 시뮬레이션을 이용하여 지구 bow shock을 통과하는 이온에서 발생하는 플라즈마 불안정성에 대해 연구하고 있다.

별탄생연구실

이정은 회원이 이끄는 별탄생 연구실은 현재 1명의 박사 후 연구원, 1명의 박사과정 학생과 4명의 석박통합 학생, 그리고 3명의 석사학생이 별의 탄생과 관련된 다양한 연구를 진행 중이다. 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 검출하여 2019년 Nature Astronomy에 출판하였다. 이 후속 연구로서 더 많은 유기분자를 발견하고, 원시행성계 원반에서 유기분자의 진화를 연구하기 위해 유기분자선의 spectral survey 관측을 ALMA Cycle 7에서 수행할 예정이다. 임범두 회원은 가이아 관측이 제공하는 고유운동과 Hectochelle 스펙트럼에서 얻은 시선속도를 분석하여 OB성협내 거대 항성계의 형성 과정에 대한 연구를 수행 중이며, 2019년에는 Cygnus OB2와 Carina OB1에 대해, 2020년에는 W3에 대한 연구결과를 출판하였다. 2020년 여름 박사학위를 끝낸 박선경회원은 고분산 분광기인 BOES와 IGRINS를 이용하여 FUOri 천체 중 하나인 2MASS J06593158-0405277를 모니터링한 결과를 분석하여 논문으로 출판하였다. 백기선 회원은 JCMT Large Program 중의 하나인 Transient Survey 프로젝트에서 처음으로 발견한 변광원시성, EC 53의 quiescent phase와 bust phase의 SED를 모델링하여 폭발시 광도 증가를 정량화하고 2020년 논문을 출판하였고, 현재는 ALMA 데이터를 이용하여 고질량 별탄생영역에서 메탄올 메이져 방출과 유기분자 방출과의 상관관계를 분석하고 있다. 윤형식 회원은 TRAO Key Science Program인 TIMES 프로젝트를 통해 얻어진, Orion A 분자운과 Ophiuchus 분자운의 6개의 분자선 지도를 분석하여, 방대한 자료를 정리한 관측논문을 2021년 2월 제출하였으며, 현재는 Principle Component Analysis을 이용하여, 이들 분자운에서 난류와 별탄생 사이의 상호 관계에 대한 논문을 마무리하고 있다. 이희원 회원은 JCMT Large Program에 참여하여, Orion 영역에 있는 Planck Galatic Cold Clumps를 SCUBA-2로 관측하여, 별탄생의 negative feedback에 대한 논문을 2018년 출판하였고, 같은 대상들에 대해 KVN으로 다양한 분자선을 관측하여, 별탄생 과정이 미치는 chemical feedback에 대한 논문을 제출하여 2021년 3월 게제승인받았다. 윤성용 회원은 레거시 프로젝트을 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 2021년 2월 논문을 제출하였다. 현재는 Gemini/GNIRS를 이용해 관측한 변광하는 원시성의 분광관측 자료를 분석하고 있다. 이용희 회원은 JCMT Transient Survey에서 발견된 변광원시성 EC 53에 대한 근적외선 측광관측자료를 분석하여, 원반에서 강착과정에 따른 물질의 분포와 이에따른 근적외선 색변화를 해석하고 2020년 논문을 출판하였다. 현재는 JCMT Transient Survey에서 4년동안 관측된 천체들의 light curve의 periodogram 분석을 통해 변광 원시성들을 찾고 이들의 성격을 통계적으로 연구하여 논문을 작성하고 있다. 석사과정 박우석회원은 NEOWISE 데이터를 분석하여, 변광원시성을 동정하고 특성을 분석하여 2021년 2월 논문을 제출하였다. 석사과정 김철환회원은 천문연구원의 SPHEREx 프로젝트의 연구학생으로 참여하여, 성간얼음의 적외선분광선 분석을 위한 프로그램을 개발하고 있다. 석사과정 이시은회원은 ALLWISE와 NEOWISE 데이터를 바탕으로 수 백일 주기로 pulsation하는 AGB 후보들을 동정하고, 이를 확인하기 위해 KVN 망원경으로 SiO와 H2O 메이져 관측을 수행하고 있다.

초기우주 연구실

전명원 회원이 이끄는 초기우주 연구실은 초기 우주에서 생성된 첫 세대 별과 은하의 탄생과 진화, 특성, 그리고 초기 별들과 연관하여 근거리 우주에서의 왜소은하의 특성에 대한 연구를 수행하고 있다. 현재 초기우주 연구실에는 2019년 석박사 통합과정에 입학한 신찬희 회원, 석사과정으로 2019년에 입학한 이태용 회원이 연구를 수행중이며, 학부 4학년인 김재은 회원이 학부 연구생으로 연구를 보조하고 있다. 전명원 회원은 2018년 3월부터 초기우주의 화석인 초미광 왜소은하에 대한 이해를 목표로 한국연구재단 과제를 시작하였으며 앞서 언급된 참여 연구원들과 함께 현재까지 연구를 수행 중이다. 초기 별과 은하에 대한 연구 결과에 대해서는 University of Texas at Austin의 Volker Bromm 교수와, 근거리 우주의 왜소은하의 연구에 대해서는 University of Arizona에 Gurtina Besla 교수와 긴밀한 협력을 하고 있다. 또한, 2020년 9월부터 KIST의 슈퍼컴퓨터를 이용하여 왜소은하 형성에 미치는 모은하의 중력적 영향에 대해서 거대 시뮬레이션을 수행할 예정이다. 본 연구실의 신찬희 회원은 별들의 초기질량함수 (Initial mass function)에 따른 초신성 에너지가 어떻게 왜소은하의 별생성 과정을 억제 시키는지에 대해 우주론적 수치계산을 수행 중에 있다. 이태용 회원은 한국천문연구원에 천경원 회원의 왜소 은하 시뮬레이션 결과를 분석하여 왜소은하들의 다양한 별 생성 역사에 대해 연구를 수행하고 있으며, 천경원 회원과 한국천문연구원에 신지혜 회원과 긴밀한 협력을 통해 연구를 수행하고 있다.

태양권플라즈마연구실

최광선 회원이 이끄는 태양권플라즈마연구실 (Heliospheric Plasma Physics Laboratory)은 태양으로부터 태양권계면(heliopause)까지 이르는 전 태양권 공간에 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. 쎄트렉아이에 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 Alfven wave의 생성 및 전파에 대한 이론적 연구를 수행하고 있다.

Solar Dynamics Laboratory Group

We aim to clarify the dynamical nature of the Sun by studying various kinds of active phenomena observed on it, such as solar cycles, solar flares, solar winds, and coronal mass ejections. We investigate these phenomena using theoretical modeling based on computer simulation and observational data analysis. The members are Dr. Tetsuya Magara (leader), Dr. Junmo An, Dr. Hwanhee Lee (moved to KASI in September 2020), Dr. Jihye Kang, Mr. Yeonwoo Jang, and Mr. Donghui Son. Our current researches are focused on: I) dynamic recycling process of magnetic fields in the solar interior II) dynamic transportation of magnetic fields through the solar convection zone to the solar atmosphere III) fast diffusion of magnetic fields in the solar atmosphere IV) global eruption of magnetic fields toward the interplanetary space. We are also collaborating with the space weather group at KASI to develop a state-of-the-art three-dimensional magnetohydrodynamic simulation model, which will be used to investigate the Sun-Earth system. We recently initiated a new medium-scale NRF project focused on the dynamic thermalization of the solar magnetized atmosphere (related to III topic mentioned above).

3. 연구시설

경희천문대

경희대학교 천문대는 1992년 10월 돔형 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. 2017년 3월부터 김관혁 교수가 제 7대 천문대장직을 수행하였고, 2020년 1월부터 이정은 교수가 제 8대 천문대장직을 수행하였다. 2021년 3월부터 현재 선종호 교수가 제 9대 천문대장직을 수행하고 있다. 경희대학교 천문대는 연구 및 교육 활동 외에 천문우주과학 대중화 사업을 적극적으로 진행해 오고 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.

본 천문대는 다양한 체험학습 프로그램과 과학문화 대중화를 위한, 천문 및 우주과학을 주제로 하는 교육프로그램을 상시 진행하고 있다. 이를 통해 천문·우주과학에 대한 일반의 관심을 향상시키고, 중고생들에게 전공진로 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

Astrophysics and Cosmology

The Astrophysics and Cosmology Group is headed by Prof. Changbom Park and Research Profs. Juhan Kim and Ena Choi. Postdocs in the group include Drs. Stephen Appleby, Motonari Tonegawa, Hyunsung Jun, Jaehyun Lee, Yonghwi Kim, Junsup Shim, Yongmin Yoon, Jaehong Park, Fuyu Dong, and Anki Singh.

Prof. Park is carrying out the Korea Dark Energy Survey (KDES) program, which aims to uncover the nature of the dark energy component of the universe. He is leading the Korean Scientist Group (KSG) participating in the recently finished Sloan Digital Sky Survey (SDSS) IV. The MaNGA and eBOSS survey data are being analyzed. He is also a member of the Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) consortium, which plans to carry out a deeper redshift survey starting from 2021. He is leading the Horizon Run 5 (HR5) collaboration. HR5 is a 1Gpc-volume high resolution (1pkpc) gravity/hydrodynamics simulation made by an international consortium of Korea, France, and U.K. He has also created a collaboration called Narrow Band Imaging Survey Collaboration (NBIS) with Purdue, Rutgers, and KASI to observe the Lyman-a objects at high redshifts ($2<z<5$). The survey will reveal the expansion history of the universe at high redshifts.

Individual members of the Astrophysics and Cosmology Group were active in their research in 2020. Research prof. Juhan Kim has been postprocessing the Horizon Run 5 (HR5) simulation data to extract galaxies composed of dark matter, stars, gas, and active galactic nuclei (AGN). He studies the activities of super massive black holes (SMBHs) in the HR5 and compares the results with observations of the SMBH demography. He is now collaborating with the Pulsar Timing Array (PTA) team for the study of the long-term gravitational wave detection using the HR5 AGN merger history.

QUC research prof. Ena Choi studied the chemical enrichment of massive galaxies and their gaseous halos by analyzing high-resolution hydrodynamic simulations. By tracking simulation particles, she has found that the AGN feedback via radiation driven winds is capable of ejecting large amounts of metals from the galaxy into the halo, resulting in better agreement with observed radial metallicity profiles. She also found that AGN are no more likely to be found in merging systems than inactive galaxies, in both the simulations and observations.

Dr. Motonari Tonegawa studied the small-scale redshift-space galaxy clustering using N-body simulations and observations, and found that the small-scale clustering can tightly constrain the matter density parameter as well as velocity bias of galaxies and the galaxy-halo connection. He worked as a co-chair of the 9th KIAS workshop on Cosmology and Large-scale Structure. With the group members and the alumni, new attempts and efforts have been made to transform the meeting into an online one to cope with the current pandemic. He finished his term at KIAS and moved to APCTP.

Dr Hyunsung Jun studies the role of quasars in heating and pushing its host galaxy, attempting to connect the radiation pressure from the active nucleus known to be effective around parsec-scales, and the observed outflows of gas and dust up to thousands of parsecs. He is investigating how massive quasars transport gas to nucleus. Observing an extremely massive quasar at z=1.47 with a narrow-band near-IR filter, he finds a strong overdensity of star-forming, emission-line galaxies 2Mpc away from the quasar - indicative of quasar activity in massive galaxies happening in the outskirt of protoclusters.

Dr. Yonghwi Kim has been working on classifying and visualizing three-dimensional galaxy data in the HR5 simulations and on investigating the evolution of super massive black holes and its correlation with the local environment. He has studied the role of radiation pressure in observed luminous quasars and compared them with mock data in the HR5. He also has studied the evolution of disk galaxies in the Hubble sequence using magnetohydrodynamic simulations.

Dr. Jaehyun Lee has been working on post-processing of HR5, and generating galaxy and halo catalogues from the post-processed data. This is an essential step for the researches using HR5. He made movies to promote HR5 and motivate researchers. He is studying the formation and growth of proto clusters in HR5. He also investigated the impact of ram pressure on galaxies in galaxy cluster-like environments using radiative transfer hydrodynamic simulations with very high spatial resolution.

Dr. Junsup Shim worked on identifying cosmic voids from the matter density field in a way to associate them with massive clusters of a particular mass scale by analyzing halo-antihalo pairs in a pair of initial condition inverted simulations. He also investigated the clustering properties of the critical points of density fields by measuring their two-point correlation functions and comparing them to the predictions for Gaussian random fields.

Dr. Yongmin Yoon studied star formation enhancement in barred disk galaxies in interacting clusters and dependence of the Fundamental Plane of early-type galaxies on age and internal structure. He also investigated whether or not the frequency of tidal features correlates with age and internal structure of early-type galaxies.

Dr. Jaehong Park joined the group in May 2020. He has been working on modelling Lyman alpha emitters (LAEs) in HR5 to investigate properties of LAEs and the relation between LAEs and environment. This work is a part of the NBIS collaboration activities. He has also been studying the Epoch of Reionization, mainly focusing on inferring astrophysical (cosmological) properties from the 21-cm signal. He developed a calibration recipe to correct the photon non-conservation problem caused in most semi-numerical simulations that adopt the excursion set approach when finding an ionizing map.

Dr. Fuyu Dong joined the group in July 2020. She has been studying the Alock-Paczynski test. She has measured the two-point correlation function based on the SDSS data, including SDSS DR7, BOSS and eBOSS data. She also has been learning to define the galaxy samples using stellar mass and magnitude

Dr. Ankit Singh joined the group in November 2020. He is currently working on the impact of the large-scale environment on AGN. He has also been working on how the large-scale filament environment affects the properties of the galaxies residing in it at high redshift.

부산대학교 지구과학교육과

1. 인적사항

본 학과에 재직하는 6명의 전임 교수 중 천문학 교육과 연구는 강혜성 교수와 김도형 교수가 담당하고 있다. 천문학 분야 대학원에는 석사과정에 정자희, 이수민, 정영주, 정석광, 이진영 등 5명, 박사과정에는 서정빈이 재학 중이다.

2. 연구 및 학술 활동

강혜성 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. 2020년 10월 비대면으로 개최된 4th Asia-Pacific Conference on Plasma Physics에서 “Particle acceleration at weak shocks in high beta ICM plasmas” 주제의 topical plenary talk을 발표하였다. 2021년 1월에 비대면으로 개최된 제43차 COSPAR General Assembly에서 “Cosmic Ray Proton Acceleration at Weak ICM shocks and Observational Signatures” 및 “A Simulation Study of Ultra-relativistic jets: The Morphology and Properties of Ragio Galaxies” 주제의 논문을 발표하였다.

김도형 교수는 북경대학교 “Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics (KIAA)”와 서울대학교 “초기우주 천체 연구단” 소속의 공동 연구자들과 함께 은하 병합을 통한 은하 진화를 연구하고 있다. 특히 은하 병합을 겪은 지 얼마 되지 않은 것으로 추정되는 붉은 활동성 은하핵을 주로 이용해 연구를 진행하고 있다. 최근 붉은 활동성 은하핵 내에 병합 중인 초거대질량 블랙홀 후보를 발견해 2020년 5월 미국 천문학회 학회지 (The Astrophysical Journal, ApJ)에 발표했다. 뿐만 아니라, 병합중인 초거대질량 블랙홀 후보에 대한 내용으로 미국 국립 가시광-적외선 천문학 연구소 (National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory, NOIRLab)에서 발간하는 “The Mirror”지에 기고를 요청받아 제출했고, 해당 내용은 다음 호에 게재될 예정이다.

박사과정의 서정빈은 상대론적 유체역학 시뮬레이션을 이용하여 AGN 전파 제트에서 형성되는 충격파와 난류의 성질을 연구하고 있으며, 2021년 1월에 비대면으로 개최된 제237차 AAS meeting에서 “A simulation study of shocks, shear, and turbulence in ultra-relativistic radio jets” 주제의 포스터 발표를 하였다. 석사과정의 정영주는 밀양천문대 표준화 연구를 그리고 이수민은 성간 소광량 측정법에 대한 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

· Ha, J.-H., Ryu, D., & Kang, H. 2020, Gamma-Ray and Neutrino Emissions due to Cosmic-Ray Protons Accelerated at Intracluster Shocks in Galaxy Clusters, ApJ, 892, 86
· Kim, S., Ha, J.-H., Ryu, D., & Kang, H. 2020, Electron Firehose Instabilities in High-β Intracluster Shocks, ApJ, 892, 85
· Lee, W., Jee, M., Kang, H. et al. 2020, Reconstruction of Radio Relics and X-Ray Tails in an Off-axis Cluster Merger: Hydrodynamical Simulations of A115, ApJ, 894, 60
· Wittor, D., Vazza, F., Ryu, D., & Kang, H. 2020,

Limiting the shock acceleration of cosmic ray protons in the ICM, MNRAS, 495, L112
· Kang, H., 2020, Semi-Analytic Models for Electron Acceleration in Weak ICM Shocks, JKAS, 53, 59
· Ha, J.-H., Ryu, D., & Kang, H. 2021, Modeling of Cosmic-Ray Production and Transport and Estimation of Gamma-Ray and Neutrino Emissions in Starburst Galaxies, ApJ, 907, 26
· Ha, J.-H., Kim, S., Ryu, D., & Kang, H. 2021, Effects of Multi-scale Plasma Waves on Electron Preacceleration at Weak Quasi-perpendicular Intracluster Shocks, ApJ, submitted
· Kim, S., Ha, J.-H., Ryu, D., & Kang, H. 2021, Microinstabilities in the Transition Region of Weak Quasi-Perpendicular Intracluster Shocks, ApJ, submitted
· Seo, J, Kang, H. & Ryu, D., 2021, A Simulation Study of Ultra-Relativistic Jets - I. A New Code for Relativistic Hydrodynamics, ApJ, submitted
· Seo, J, Kang, H. & Ryu, D., 2021, A Simulation Study of Ultra-relativistic Jets - II. Structure and Dynamics of FRII Jets, ApJ, submitted

· Kim, Y. et al., 2021, The Infrared Medium-deep Survey. VIII. Quasar Luminosity Function at z~5, ApJ, 904, 111
· Kim, D., Im, M., Kim, M., Ho, L. C., 2020, Gemini Multi-Object Spectrograph Integral Field Unit Spectroscopy of the Double-peaked Broad Emission Line of a Red Active Galactic Nucleus, ApJ, 894, 126
· Shin, S. et al., 2020, The Infrared Medium-deep Survey. VII. Faint Quasars at z ~ 5 in the ELAIS-N1 Field, ApJ, 893, 45
· Lee, S.-K. et al., 2019, More connected, more active: galaxy clusters and groups at z ~ 1 and the connection between their quiescent galaxy fractions and large-scale environments, MNRAS, 490, 135
· Kim, J. H. et al., 2019, The interplay between active galactic nuclei and star formation activities of type 1 active galactic nuclei probed by polycyclic aromatic hydrocarbon 3.3 μm emission feature with AKARI, PASJ, 71, 25
· Kim, Y. et al., 2019, The Infrared Medium-deep Survey. VI. Discovery of Faint Quasars at z~ 5 with a Medium-band-based Approach, ApJ, 870, 86

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 이정훈 교수가 맡고 있다. 임명신 교수는 2월에 창의연구 초기우주천체연구단 단장직을 마치고, 2020년 9월부터 서울대학교 천문우주연구센터 센터장을 맡게 되었으며, '2020학년도 서울대학교 학술연구교육상'을 수상하여 특별강연을 개최하였다. 윤성철 교수는 BK21 운영위원을 계속해서 맡고 있으며, 2020년 6월부터 2년간 자연과학대학 기획부학장 보직을 맡게 되었다.

이형목 교수는 한국천문연구원 원장으로 선임되어 계속해서 고용휴직 중이며, 2020년 2학기에는 채종철, 우종학 교수가 연구년을 보냈다.

이성국 박사와 장서원 박사가 연구교수로 임용되었으며, 박사 후 연구원으로는 천상현, Shu Wang, 이경선 박사가 신규임용 되었다.

조세형 박사는 2019년 3월에 객원교수로 부임한 이후 계속해서 전파 관측 연구에 참여하고 있으며, Maria Madjarska 박사는 Brian pool 프로그램을 마치고 본국으로 돌아갔다.

2020년도에는 석박통합과정 3명, 학부과정 11명이 입학하였고, 박사 1명, 석사 3명, 학사 3명을 배출하였다. 학위를 받은 학생은 아래와 같다.

《 2020년 2월 학위 취득 》

▌ 석사

조완진 (지도교수: 우종학) Variability characteristics of high-luminosity AGNs based on the Seoul National University AGN Monitoring Project

▌ 학사

유수호 (지도교수: 김웅태)

《 2020년 8월 학위 취득 》

▌ 박사

권유나 (지도교수: Masateru Ishiguro) Optical and Near-Infrared Spectro- Polarimetry of Primordial Small Bodies: A Window to the Evolutionary Histories of Our Solar System

▌ 석사

김동국 (지도교수: 박용선) 천상열차분야지도에 실린 별들의 동정 및 분석
문재연 (지도교수: 이명균) Star Formation Activity of Galaxies Undergoing Ram Pressure Stripping in the Virgo Cluster

▌ 학사
김기민(채종철), 이승주(이정훈)

2. 학술 및 연구 활동

구본철 회원은 공동 연구자 및 지도학생들과 함께 초신성 및 초신성 잔해, 질량이 큰 항성의 최종 진화, 우리 은하의 구조 등에 관한 연구를 수행하고 있다.

이명균 회원은 장인성 회원, Freedman(University of Chicago) 등의 공동연구자와 함께 TRGB/SN Ia를 이용하여 허블상수값을 측정하는 연구를 수행했다. 고유경 회원 등의 공동연구자와 함께 병합잔해가 보이는 M85은하에 대하여 MMT/Hectospec 분광탐사를 이용한 구상성단계 연구를 수행했다. 강지수, 김유정, 장인성 회원과 함께 나선은하 M64의 HST 영상자료를 이용해 항성종족의 특성을 조사하고 제3형 원반의 기원을 밝히는 연구를 수행했다. 김은총, 양유진 회원, Zabludoff(University of Arizona) 등의 공동연구자와 함께 LABd05의 MMT/SPOL 편광 관측을 통해 라이만알파성운의 기원을 조사하는 연구를 수행했다. 이정환, 강지수, 장인성 회원과 함께 HST Frontier Field 관측 자료를 분석하여 무거운 은하단 아벨 370에 있는 Ultradiffuse Galaxies (UDG)를 탐사하고 UDG의 기원을 밝히는 연구를 수행했다. 서강일, 손주비 회원과 함께 SDSS 분광 자료를 분석하여 고립된 은하를 찾고, 이 은하들의 중심속도분산과 위성은하역학을 이용하여 암흑물질헤일로를 추적하는 연구를 수행했다. 김유정, 강지수, 장인성 회원과 함께 처녀자리은하단과 우리 은하 사이에 있는 은하들의 운동을 이용하여 허블상수를 측정하는 연구를 수행했다. 문재연, 황호성, 정애리, 윤혜인, 이종철 회원 등의 공동연구자와 함께 처녀자리은하단에서 충차압에 의해 기체를 잃어버리는 은하들의 별생성활동을 연구했다.

박용선 회원은 서울전파천문대 6미터 전파망원경을 이용하여 두번째 230 GHz 대역 국제 공동 VLBI 관측에 참여하였다. 그러나 프린지를 검출하는데는 실패하였다. 감도를 높이고 주파수의 안정성을 확보하기 위해 수신기의 주요 부품을 교체하였고 수소시계를 포함하는 주파수원들의 위상잡음을 측정하였다. 또한 덩어리진 분자운에서의 복사전달 문제를 3차원 공간에서 풀지 않고 1차원 공간에서 간편하게 푸는 방법을 개발하여 미시난류나 거시난류가 있는 분자운에 적용할 수 있도록 하였다. 분자운에서 나오는 암모니아 초미세선들을 분석하여 분자운들의 물리조건을 밝히는 연구를 수행하고 있다.

채종철 회원이 이끄는 태양천문학 그룹에는 2020년 9월 말 기준으로 채종철 교수, Maria Madjarska 박사, 이경선 박사, 조규현 박사와 박사과정 곽한나 학생, 석사과정 김다나 학생, 강수상 학생이 있다. 채종철 회원은 2020년 9월부터 6개월간 연구 학기를 보냈다. 복사전달 모형을 적용하여 강한 흡수선에서 광구 및 채층의 물리 인수들을 결정하는 다층분광되치 모형(multilayer spectral inversion model)을 개발하였고, 이를 활용해서 태양 흑점 지역의 자기유체 알펜파 검출에 도전하고 있다. Brain pool 초빙과학자인 Madjarska 박사는 태양 코로나명점(coronal bright point)의 채층 현상을 연구하였고, 2020년 9월 말 연구 기간 종료로 본국(독일)으로 귀환했다. 기초과학원 선임연구원인 이경선 박사는 2020년 9월부터 근무하고 있으며, 딥러닝 기계 학습법을 활용한 플레어 스펙트럼 분류 기법 및 고속 분광되치 (fast spectra inversion) 기법을 개발하고 있다. 연수 연구원 조규현 박사는 연구재단의 지원을 받아, 3분 진동의 진원 위치를 활용한 흑점의 하부 구조 연구를 수행하고 있다. 2020년 12월에 박사과정 곽한나 학생과 석사과정 김다나 학생은 각각 학위 논문 발표를 하였고, 심사과정을 성공적으로 통과했다. 그룹에 속한 이겨레 학생은 2019년 11월부터 현역으로 군복무 중이며, 강주형 회원은 2019년 9월부터 한국천문연구원에서 병역대체 전문연구요원으로 근무 중이다.

임명신 회원은 퀘이사, 원시은하단, 타원은하, 중력파 천체, 감마선 폭발, 초신성 등 다양한 주제에 관한 연구를 수행하였다. 연구단에서 수행 중인 Infrared Medium-deep Survey 자료를 바탕으로 김용정, 신수현 회원과 함께 초기우주 퀘이사 후보들에 대한 선별 및 분광관측 확인 연구를 진행하여 어두운 초기우주 퀘이사를 다수 발견하였고, 적색이동 5에 위치한 퀘이사의 광도함수를 확립하였다. 또한 김도형, 김민진 회원과 붉은 은하 중심부의 Gemini GMOS-IFU 관측을 수행하여 250pc 정도로 매우 근접한 쌍 AGN이 있다는 가능성을 제시하였으며, 이 연구결과는 미국 국립천문대 NOIRLab Mirror지 2021년도 1월지에 Gemini 망원경의 주요 연구결과로 소개되었다. 그리고 탁윤찬 회원과 함께 미래 서베이에서 발견될 퀘이사 및 은하 중력렌즈 시스템의 수에 대한 예측치를 구하여 렌즈통계로부터 은하-블랙홀 공진화 가정을 이해할 수 있음을 보이고 연구결과를 Astrophysical Journal지에 발표하였다. 윤용민 회원과는 은하단과 은하단 사이의 상호작용, 은하 막대구조 형성, 그리고 별형성 사이의 연관성에 대하여 연구하여, 결과를 Astrophysical Journal에 출판하였다. 황성용 회원과 고에너지 뉴트리노 발생원인 TXS 0506+056이라는 블레이자 천체를 중대역 필터로 관측하였고, TXS 0506+056의 스펙트럼 변광 특성이 기존에 알려진 BL Lac이 아닌 Flat Spectrum Radio Quasar(FSRQ)에 가깝다는 사실을 알아냈다. 또한, 현민희 회원과 함께

JWST Time-Domian Field에 대한 JCMT submm 관측을 수행하여, 이 field에 있는 submm source 약 100개를 선제적으로 발견하였으며, 이성국, 현민희, 백인수, 김재우, 박보미 회원과 함께 IMS 은하단 분광관측 연구를 수행하고 있다. 김준호, 정만근, 박보미 회원과 함께 KMTNet Synoptic Survey of Southern Sky(KS4)라고 하는 새로운 광시야 탐사관측을 시작하기도 하여, 현재 이 탐사관측 자료에 대한 분석을 진행 중이다. 또한, 최창수 회원, 임구 회원, 김소피아 회원, 백승학 회원, 정만근 회원 등과 함께 이상각 망원경의 SNUCAM-II, 미국의 0.8-m 망원경, 레몬산 1-m 망원경, 우리나라 소백산 천문대 0.6-m 망원경, 덕흥천문대 1-m 망원경, 우즈베키스탄 1.5-m 망원경, 칠레 참눈 망원경, RASA36 망원경 등을 이용하여 가까운 은하의 monitoring 관측 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, 2020년도에도 monitoring 대상 60개 은하 중 여러 개의 은하에서 초신성 폭발이 발생하였다. 현재 이 사건 자료에 대한 분석 연구를 진행 중이다. 임명신 회원은 최창수, 임구, 김준호, 김소피아, 황성용, 백승학, 정만근 회원 등과 함께 중력파 천체 후속 관측을 위한 관측을 LIGO O3 run 동안 수행한 연구 결과를 논문화하는 작업을 하였다. 김용기, 윤요나, 박수종, 강원석, 김태우, 이희원, 심현진, 성현일, 이충욱 회원 등과 함께 소형망원경 네트워크 사업을 시작하여 우리나라 소형망원경을 활용한 관측연구를 수행 중이다. 임명신 회원은 2020년 동안 한국천문학회 광학천문분과 위원장, 한국천문올림피아드 위원, 한국천문학회 이사, K-GMT 과학기기자문위원회 위원, 서울대학교 천문학과 시설위원회 위원장으로 활동하였으며, 2020년 하반기에는 서울대학교 학술연구교육상을 수상하였다. 그리고 2020년 9월 11일부터 새로 발족한 서울대학교 천문우주연구센터(SNU Astronomy Research Center)를 센터장으로 이끌고 있다.

김웅태 회원은 은하 원반과 행성 원반의 역학적 진화에 관한 연구를 계속하고 있다. 김웅태 회원은 김창구 회원과 Ostriker 교수(Princeton)와 함께 은하 별형성률에 대한 나선팔의 영향과 나선팔 돌기에 대한 별형성 되먹임의 영향을 연구하였으며, 별형성 관련 여러 물리량 사이에 성립하는 관계식이 관측 분해능에 따라 어떻게 달라지는지 연구하고 있다. 문상혁 회원(석박사통합과정) 등과 함께 은하 중심부에 존재하는 핵고리(nuclear ring)에서 일어나는 별형성률과 질량유입률의 관계를 연구하였다. Hsieh 박사(Joint ALMA Observatory) 등과 함께 우리은하 핵주변원반(circumnuclear disk)을 구성하는 암흑 성운의 물리량을 측정하였으며, 한정호 회원 등과 함께 미세중력렌즈를 이용하여 행성의 물리량을 탐사하였다. 김웅태 회원은 현재 문상혁 회원과 함께 자기장이 핵고리에서 발생하는 별형성률에 미치는 영향에 대해, 윤한결 회원(석박사통합과정)과 함께 원시행성원반에서 복사확산이 부력공명불안정에 미치는 영향에 대해, 염동녁 회원(석박사통합과정)과 함께 복사압이 젊은 별을 향한 질량 유착에 미치는 영향에 대해, 이가인 회원(석사과정)과 함께 원시행성원반의 중력불안정에 대해, 장다정 회원(석박사통합과정)과 함께 헤일로의 회전이 은하 막대 형성에 미치는 영향에 대해 연구하고 있다.

이정훈 회원은 2020년 총 세 편의 교신저자 논문과 두 편의 제1저자 논문을 천체물리저널과 천체물리저널레터에 발표하였다. 이 논문들의 주요 결과는 중성미자의 질량이 은하 스핀 전이 질량에 미치는 영향력 규명, 은하 스핀 전이 질량을 결정하는 새로운 알고리듬 개발, 은하 스핀 전이 질량을 측정하여 암흑에너지 상태방정식을 제한하는 새로운 방법 고안, 고립질량함수 계수를 이용하여 중력 검증 방법 개발이다.

우종학 회원은 3명의 박사후 연구원들 및 석박사 학생들과 함께 (1) 다수의 광학 관측시설을 사용하여 측광 분광 관측하는 SNU AGN Monitoring Project 를 6년째 진행하고 있으며 2021년 중반에 끝나는 모니터링 데이타를 바탕으로 주요 결과들을 도출하고 발표해 왔다. (2) AGN의 가스분출 연구로 은하의 별생성과 AGN feedback을 연구하는 장기 연구를 마무리하고 블랙홀의 feeding과 중간질량 블랙홀 탐사 등을 포함한 5년 장기 연구를 시작하였다.

윤성철 회원은 초신성 모체성의 성질 및 진화, 초신성의 광도 곡선 및 스펙트럼 모델, 중원소 함량비가 낮은 별의 고분산 관측 연구 등을 진행하고 있다. 진하림 회원은 Type Ic 초신성의 광도곡선에 주변 circumstellar matter가 미치는 영향, 그리고 Type Ib 초신성과 Ic 초신성의 색지수 비교 연구에 관한 논문을 제출하고 석사학위를 마쳤다. 정무건 회원은 Ib/Ic형 초신성 모체성인 헬륨성 혹은 볼프레이에 별들의 non-LTE 대기 모형을 통해 초신성 모체성의 후보로 지목되는 타겟들과 비교하였고, 기존의 관측에서 발견되지 못한 Ib/Ic형 초신성 모체성에 관한 제한 조건을 논의하는 연구를 완결하였다. 정용제 회원은 항성진화 모델을 이용해 IIb형 초신성 모체성의 모델 그리드 구성을 완성하였고 IIb형 초신성 모체성의 다양성 및, 표면의 물리적, 화학적 성질에 따른 내부 구조의 변화를 조직적으로 분석하는 연구를 계속 진행 중이다. 박성현 회원은 IIb형 초신성의 초기 광도곡선의 모습에 수소 재결합이 미치는 영향을 살피는 연구를 수행하였다. 이헌철 회원은 무거운 별의 쌍성계 진화 연구를 진행 중이며 그 중에서도 특히 Case A system 진화가 예측하는 초신성 모체성의 다양성을 탐색하고 있다. 특히 쌍성계에서 발생하는 ‘진화 역전’ 현상이 만들어 낼 수 있는 특이 형태 초신성의 가능성을 살펴보고 있다. 장혜은 회원은 GEMINI로 관측한 마그네슘 함량비가 높은 별들의 분광 관측 결과를 이론적 모델의 예측과

비교하는 연구를 수생 중이다. 새롭게 합류한 천상현 회원은 고분산 관측을 통한 적색초거성의 표면 온도 추정 연구를 수행하여 왔다.

Masateru Ishgiuro 회원의 연구팀은 태양계의 기원과 진화를 조사하기 위해 현존하는 태양계 원시 천체를 연구해왔다. 특히 2020년도에는 보현산 천문대에서 소행성 Ryugu의 편광관측을 실시하였다. 이 관측 프로젝트를 위해 우리는 보현산 천문대의 많은 지원을 받아 TRIPOL를 개량하였으며, 이를 1.8m 망원경에 부착하여 관측을 진행하였다. 그 결과, 소행성 Ryugu의 반사광은 50% 이상의 선형 편광을 보이는 것이 밝혀졌다. 이로부터 이 소행성 표면은 큰 입자로 덮여 있을 것으로 추측하였다 (Kuroda, Geem, et al. 2021). 이 관측 결과는 탐사선에 의한 원격 탐사 관측과 하야부사 2 탐사선의 샘플 입자 크기와도 일관성을 보인다. 이 관측 프로젝트 실현을 위해 진선호 (Sunho Jin) 회원이 중심이 되어 장치 설계와 제작을 하고, 김주연 (Jooyeon Geem) 회원과 박윤수 (Yoonsoo P. Bach) 회원이 함께 데이터 해석 파이프라인을 구축하는 등, 대학원생의 자발적이고 적극적인 활동이 눈에 띄었다. 그 밖에도 니시하리마 천문대 2m 망원경을 이용해 소행성 Vesta와 Ceres의 근적외선 편광 관측과 Subaru 망원경을 이용한 4-5μm 파장대에서 원시적인 소행성의 분광 관측, Atlas 혜성의 가시-근적외 동시 편광 관측을 실시하였다. 또한, 조항빈 (Hangbin Jo) 회원이 중심이 되어 근태양 소행성의 붕괴 현상과 먼지 방출에 관한 이론적 연구를 진행 중이다. 그동안 혜성 먼지의 편광 연구를 수행했던 본 연구팀의 권유나 (Yuan Kwon) 회원이 박사학위를 취득했다.

Prof. Trippe's group at Seoul National University studies the properties of the relativistic ets of active galactic nuclei, especially blazars, to understand the physical mechanisms of the ejection, collimation, and propagation of the jet plasma. The group currently comprises five 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 2020 were:

- We performed VLBI test observations at 230 GHz with an array of three antennas: the SNU Radio Astronomy Observatory (SRAO), the Greenland Telescope (GLT), and the JCMT on Hawaii as the core of the high-frequency East Asian VLBI Network (EAVN-hi). The analysis found fringes for the GLT-JCMT baseline, corresponding to an angular resolution of 37 micro-arcsec, which demonstrates the power of high-frequency VLBI.
- We studied the "radio-gamma connection" in the jet of the blazar 3C 273 using radio data from ALMA and VLBA and gamma-ray data from the Fermi space telescope. We find that the radio emission lags the gamma radiation by about 110 days; furthermore, we see an indication for a propagating disturbance and a polarized knot between the stationary components at about the times of two gamma-ray outbursts. Our results support a parsec-scale origin for the observed higher gamma-ray activity, which suggests that this is associated with standing shocks in the jet
- Optical intensity interferometry, developed in the 1950s, is a simple and inexpensive method for achieving angular resolutions on microarcsecond scales. We constructed a prototype astronomical intensity interferometer in the laboratory using two avalanche photodiodes (APDs) observing an artificial star in continuous ("linear") detection mode with an electronic bandwidth of 100 MHz. We find a photon-photon correlation of about 1 ppm, as expected from the ratio of the coherence times of the light source and the detectors. In a configuration where both detectors are on the optical axis (zero baseline), we achieve a signal-to-noise ratio of ~2700 after 10 min of integration. When measuring the correlation as a function of baseline, we find a Gaussian correlation profile with a standard deviation corresponding to an angular half-width of the artificial star of 0.55 arcsec, in agreement with the estimate by the manufacturer. Our results demonstrate the possibility to construct large astronomical intensity interferometers using linear-mode APDs.

3. 발표논문

Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Lee, Hyung Mok and 1190 coauthors, 2020, "Model comparison from LIGO-Virgo data on GW170817's binary components and consequences for the merger remnant", Classical and Quantum Gravity, vol. 37, Issue 4,

Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Lee, Hyung Mok and 1318 coauthors, 2020, "Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo and KAGRA", Living Reviews in Relativity, vol. 23, Issue 1.

Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Lee Hyung Mok and 1135 coauthors, 2020, "A guide to LIGO-Virgo detector noise and extraction of transient gravitational -wave signals", Classical and Quantum Gravity, vol. 37, Issue 5.

Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Lee Hyung Mok and 1196 coauthors, 2020, "GW190425: Observation of a Compact Binary Coalescence with Total Mass similar to 3.4 M-circle dot", The Astrophysical Journal Letters, vol. 892, Issue 1.

Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abraham, S.; Lee Hyung Mok and 1253 coauthors, 2020, "GW190412: Observation of a binary-black-hole coalescence with asymmetric masses", Physical Review D, vol. 102, Issue 4.

Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abraham, S.; Lee, Hyung Mok and 1251 coauthors, 2020, "Properties and Astrophysical Implications of the 150 M Binary Black Hole Merger GW190521", The Astrophysical Journal Letters, vol. 900, Issue 1.

Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abraham, S.; Lee, Hyung Mok and 1253 coauthors, 2020, "GW190814: Gravitational Waves from the Coalescence of a 23 Solar Mass Black Hole with a 2.6 Solar Mass Compact Object", The Astrophysical Journal Letters, vol. 896, Issue 2.

Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abraham, S.; Lee, Hyung Mok and 1253 coauthors, 2020, "GW190521: A Binary Black Hole Merger with a Total Mass of 150 M-circle dot", Physical Review Letters, vol. 125, Issue 10.

Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abraham, S.; Lee, Hyung Mok and 1335 coauthors, 2020, "Gravitational-wave Constraints on the Equatorial Ellipticity of Millisecond Pulsars", The Astrophysical Journal Letters, vol. 902, Issue 1.

Akutsu, T.; Ando, M.; Arai, K.; Lee Hyung Mok and 247 coauthors, 2020, "Application of independent component analysis to the iKAGRA data", Progress of Theoretical and Experimental Physics, vol. 2020, Issue 5.

Akutsu, T.; Ando, M.; Araya, A.;Lee, Hyung Mok and 147 coauthors, 2020, "The status of KAGRA underground cryogenic gravitational wave telescope", Journal of Physics: Conference Series, vol. 1342, Issue 1.

Bae, Yeong-Bok; Lee, Hyung Mok; Kang, Gungwon, 2020, "Gravitational-wave Capture in Spinning Black Hole Encounters", The Astrophysical Journal, vol. 900, Issue 2.

Broderick, Avery E.; Gold, Roman; Karami, Mansour; Sascha Trippe and 191 coauthors, 2020, "THEMIS: A Parameter Estimation Framework for the Event Horizon Telescope", The Astrophysical Journal, vol. 897, Issue 2.

Chae, Jongchul; Madjarska, Maria S.; Kwak, Hannah; Cho, Kyuhyoun, 2020, "Inference of chromospheric plasma parameters on the Sun: Multilayer spectral inversion of strong absorption lines", Astronomy & Astrophysics, vol. 640.

Cho, Hojin; Woo, Jong-Hak; Hodges-Kluck, Edmund; Son, Donghoon; Shin, Jaejin; and 26 coauthors, 2020, "Variability and the Size-Luminosity Relation of the Intermediate-mass AGN in NGC 4395", The Astrophysical Journal, vol. 892.

Cho, Kyuhyoun; Chae, Jongchul, 2020, "Source Depth of Three-minute Umbral Oscillations", The Astrophysical Journal, vol. 892, Issue 2.

Cho, Kyuhyoun; Chae, Jongchul, 2020, "Source Depth of Three-minute Umbral Oscillations", The Astrophysical Journal Letters, vol. 892, Issue 2.

Dessart, Luc; Yoon, Sung-Chul; Aguilera-Dena, David R.; Langer, Norbert, 2020, "Supernovae Ib and Ic from the explosion of helium stars", Astronomy & Astrophysics, vol. 642.

Freedman, Wendy L.; Madore, Barry F.; Hoyt, Taylor; Jang, In Sung; Beaton, Rachael; Lee, Myung Gyoon; Monson, Andrew; Neeley, Jill; Rich, Jeffrey, 2020, "Calibration of the Tip of the Red Giant Branch", The Astrophysical Journal, vol. 891, Issue 1.

Gangil Seo; Jubee Sohn and Myung Gyoon Lee, 2020, "Tracing Dark Matter Halos with Satellite Kinematics and the Central Stellar Velocity

Dispersion of Galaxies", The Astrophysical Journal, vol. 903, Issue 2.

Gold, Roman; Broderick, Avery E.; Younsi, Ziri; Sascha Trippe and 205 coauthors, 2020, "Verification of Radiative Transfer Schemes for the EHT", The Astrophysical Journal, vol. 897, Issue 2.

Hamburg, R.; Fletcher, C.; Burns, E.; Lee Hyung Mok and 1261 coauthors, 2020, "A Joint Fermi-GBM and LIGO/Virgo Analysis of Compact Binary Mergers from the First and Second Gravitational-wave Observing Runs", The Astrophysical Journal, vol. 893, Issue 2.

Han, Cheongho; Kim, Doeon; Jung, Youn Kil; Kim Woong-Tae and 49 coauthors, 2020, "One Planet or Two Planets? The Ultra-sensitive Extreme-magnification Microlensing Event KMT-2019-BLG-1953", The Astronomical Journal, vol. 160, Issue 1.

Han, Cheongho; Udalsk, Andrzej; Gould, Andrew; Kim, Woong-Tae and 29 coauthors, 2020, "OGLE-2016-BLG-1227L: A Wide-separation Planet from a Very Short-timescale Microlensing Event", The Astronomical Journal, vol. 159, Issue 3.

Jacobson-Galán, Wynn V.; Margutti, Raffaella; Kilpatrick, Charles D.; Hiramatsu, Daichi; Perets, Hagai; Khatami, David; Foley, Ryan J.; Raymond, John; Yoon, Sung-Chul and 55 coauthors, 2020, "SN 2019ehk: A Double-peaked Ca-rich Transient with Luminous X-Ray Emission and Shock-ionized Spectral Features", The Astrophysical Journal, vol. 898, Issue 2.

Kang, Jisu; Kim, Yoo Jung; Lee, Myung Gyoon; Jang, In Sung, 2020, "A New Metal-poor Globular Cluster and Resolved Stars in the Outer Disk of the Black Eye Galaxy M64: Implication for the Origin of the Type III Disk Break", The Astrophysical Journal, vol. 897, Issue 1.

Kim, Dae-Won; Trippe, Sascha; Kravchenko, Evgeniya V., 2020, "Investigating the connection between gamma-ray activity and the relativistic jet in 3C 273 during 2015-2019", Astronomy & Astrophysics, vol. 636.

Kim, Dohyeong; Im, Myungshin; Kim, Minjin; Ho, Luis C., 2020, "Gemini Multi-Object Spectrograph Integral Field Unit Spectroscpy of the Double-peaked Broad Emission Line of a Red Active Galactic Nucleus", The Astrophysical Journal, vol. 894, Issue 2, pp. 126~133.

Kim, Eunchong; Yang, Yujin; Zabludoff, Ann; Smith, Paul; Jannuzi, Buell; Lee, Myung Gyoon; Hwang, Narae; Park, Byeong-Gon, 2020, "What Makes Ly alpha Nebulae Glow? Mapping the Polarization of LABd05", The Astrophysical Journal, vol. 894, Issue 1.

Kim, Jae-Young; Krichbaum, Thomas P.; Broderick, Avery E.; Sascha Trippe and 349 coauthors, 2020, "Event Horizon Telescope imaging of the archetypal blazar 3C 279 at an extreme 20 microarcsecond resolution", Astronomy & Astrophysics, vol. 640.

Kim, Minjin; López, Kristhell M.; Jonker, Peter G.; Ho, Luis C.; Im, Myungshin, 2020, "Stellar properties of the host galaxy of an ultraluminous X-ray source in NGC 5252", Monthly Notices Of The Royal Astronomical Society, vol. 493, Issue 1, pp. 76~80.

Kim, Woong-Tae; Kim, Chang-Goo; Ostriker, Eve C., 2020, "Local Simulations of Spiral Galaxies with the TIGRESS Framework. I. Star Formation and Arm Spurs/Feathers", The Astrophysical Journal, vol. 898, Issue 1.

Kim, Yongjung; Im, Myungshin; Jeon, Yiseul and 27 coauthors, 2020, "The Infrared Medium-deep Survey. VIII. Quasar Luminosity Function at z similar to 5", The Astrophysical Journal, vol. 904, Issue 2.

Ko, Youkyung; Lee, Myung Gyoon; Park, Hong Soo; Sohn, Jubee; Lim, Sungsoon; Hwang, Narae; Park, Byeong-Gon, 2020, "Mysterious Globular Cluster System of the Peculiar Massive Galaxy M85", The Astrophysical Journal, vol. 903, Issue 2.

Koo, Bon-Chul; Kim, Hyun-Jeong; Oh, Heeyoung; Raymond, John C.; Yoon, Sung-Chul; Lee, Yong-Hyun; Jaffe, Daniel T., 2020, "Detection of pristine circumstellar material from the Cassiopeia A supernova progenitor", Nature Astronomy, vol. 4, Issue 6, pp. 584~589.

Kwak, Hannah; Chae, Jongchul; Madjarska, Maria S.; Cho, Kyuhyoun; Song, Donguk, 2020, "Impulsive wave excitation by rapidly changing granules", Astronomy & Astrophysics, vol. 642.

Lee, Jeong Hwan; Kang, Jisu; Lee, Myung Gyoon; Jang, In Sung, 2020, "The Nature of Ultra-diffuse Galaxies in Distant Massive Galaxy Clusters: A370 in the Hubble Frontier Fields", The Astrophysical Journal, vol. 894, Issue 1.

Lee, Jounghun; Libeskind, Noam I.; Ryu, Suho, 2020, "The Effect of Massive Neutrinos on the Halo Spin Flip Phenomenon", The Astrophysical Journal Letters, vol. 898, Issue 1.

Lee, Jounghun; Libeskind, Noam I., 2020, "The Halo Spin Transition As a Probe of Dark Energy", The Astrophysical Journal, vol. 902, Issue 1.

Lim, Eun-Kyung; Yang, Heesu; Yurchyshyn, Vasyl; Chae, Jongchul; Song, Donguk; Madjarska, Maria S., 2020, "Detection of Opposite Magnetic Polarity in a Light Bridge: Its Emergence and Cancellation in Association with LB Fan-shaped Jets", The Astrophysical Journal, vol. 904, Issue 2.

Okazaki, Ryo; Sekiguchi, Tomohiko; Ishiguro, Masateru; Naito, Hiroyuki; Urakawa, Seitaro; Imai, Masataka; Ono, Tatsuharu; Warner, Brian D.; Watanabe, Makoto, 2020, "Polarimetric and photometric observations of NEAs; (422699) 2000 PD3 and (3200) Phaethon with the 1.6m Pirka telescope", Planetary and Space Science, vol. 180.

Psaltis, Dimitrios; Medeiros, Lia; Christian, Pierre; Trippe, Sascha and 183 coauthors, 2020, "Gravitational Test beyond the First Post-Newtonian Order with the Shadow of the M87 Black Hole", Physical Review Letters, vol. 125, Issue 14.

Roelofs, F.; Janssen, M.; Natarajan, I.; Sascha Trippe and 206 coauthors, 2020, "SYMBA: An end-to-end VLBI synthetic data generation pipeline Simulating Event Horizon Telescope observations of M 87", Astronomy & Astrophysics, vol. 636.

Ryu, Suho; Lee, Jounghun, 2020, "Evolution of the Deterministic Collapse Barrier of the Field Clusters as a Probe of Cosmology", The Astrophysical Journal, vol. 889, Issue 1.

Ryu, Suho; Lee, Jounghun, 2020, "Constraining the Neutrino Mass with the Drifting Coefficient of the Field Cluster Mass Function", The Astrophysical Journal, vol. 894, Issue 1.

Ryu, Suho; Lee, Jounghun; Baldi, Marco, 2020, "Breaking the Dark Degeneracy with the Drifting Coefficient of the Field Cluster Mass Function", The Astrophysical Journal, vol. 904, Issue 2.

Shim, Hyunjin; Kim, Yeonsik; Lee, Dongseob; Lee, Hyung Mok; Im, Myungshin and 25 coauthors, 2020, "NEPSC2, the North Ecliptic Pole SCUBA-2 survey: 850-mu m map and catalogue of 850-mu m-selected sources over 2 deg(2)", Monthly Notices Of The Royal Astronomical Society, vol. 498, Issue 4, pp. 5065 ~ 5079.

Shin, Suhyun; Im, Myungshin; Kim, Yongjung and 26 coauthors , 2020, "The Infrared Medium-deep Survey. VII. Faint Quasars at z similar to 5 in the ELAIS-N1 Field", The Astrophysical Journal, vol. 893, Issue 1.

Taak, Yoon Chan; Im, Myungshin, 2020, "High-z Universe Probed via Lensing by QSOs (HULQ). I. Number Estimates of QSO-QSO and QSO-Galaxy Lenses", The Astrophysical Journal, vol. 897, Issue 2.

Tatsumi, E.; Domingue, D.; Schröder, S.; Yokota, Y.; Kuroda, D.; Ishiguro, M.; Hasegawa, S.; and 23 coauthors, 2020, "Global photometric properties of (162173) Ryugu", Astronomy & Astrophysics, vol. 639, pp. 19.

Wielgus, Maciek; Akiyama, Kazunori; Blackburn, Lindy; Sascha Trippe and 216 coauthors , 2020, "Monitoring the Morphology of M87*in 2009-2017 with the Event Horizon Telescope", The Astrophysical Journal, vol. 901, Issue 1.

Williams, P. R.; Pancoast, A.; Treu, T.; ; Im, Myungshin and 154 coauthors, 2020, "Space Telescope and Optical Reverberation Mapping Project. XII. Broad-line Region Modeling of NGC 5548", The Astrophysical Journal, vol. 902, Issue 1.

Yang, Haneul; Cho, Se-Hyung; Yun, Youngjoo; Yoon, Dong-Hwan; Kim, Dong-Jin; Kim, Hyosun; Yoon, Sung-Chul; Dodson, Richard; Rioja, María J.;

Imai, Hiroshi, 2020, "Asymmetric distributions of H2O and SiO masers towards V627 Cas", Monthly Notices Of The Royal Astronomical Society, vol. 495, Issue 1, pp. 1284~ 1290.

Yoon, Yongmin; Im, Myungshin, 2020, "Star Formation Enhancement in Barred Disk Galaxies in Interacting Galaxy Clusters", The Astrophysical Journal, vol. 893, Issue 2.

세종대학교 천문우주학과

1. 인적사항

세종대학교 물리천문학과에는 천문학을 전공하는 전임 교수로 이희원, 이재우, 채규현, 김성은, M. van Putten, G. Rossi, 오세헌, Jeffrey Hodgson, Benjamin L'Huillier 회원이 재직하고 있으며, 특히 Benjamin L'Huillier교수는 2021학년도 1학기에 부임하였다. 박사 후연구원으로 김학섭 박사와 Maryam Aghaei 박사가 재직하고 있다. 2021년 2월에 김슬기, 최보은, 김미경 회원이 석사 학위를 취득하였다. 박사과정에는 이경민 회원이 석•박 통합과정에는 장석준, 이영민 회원이, 석사과정에는 박혜진, 김신나, 김신정, 김민수, 최현용, 권준, 신은주, 문정인, 홍성화 학생이 재학하고 있다.

2. 연구 및 학술활동

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 마무리하였다. 이희원 회원은 장석준 회원, 이영민 회원과 석사 과정에 2021학년도에 입학한 최현용 학생을 지도하고 있으며 최보은 회원과 김미경 회원은 2021년 2월에 석사 학위를 취득하였다. 이영민 회원은 한국천문연구원의 김효선 회원의 지도를 받으면서 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 Zabludoff 교수와 함께 연구하고 있으며 수소 원자의 정확한 산란단면적 계산을 적용하여 초기 우주의 재이온화 과정과 관련된 복사 전달 연구를 수행하고 있다. 장석준 회원은 grid-based Monte Carlo기법의 복사 전달을 기술하는 'Sejong Radiative Transfer through Raman and Rayleigh Scattering (STaRS)' 코드를 개발하여 http://github.com/csj607/STaRS에 공개하였다. 이희원 회원은 최보은 회원과 BOES 고분산 분광 관측으로부터 NGC 6886과 NGC 6881에 Raman-scattered He II 6545 feature를 발견하였으며 이 결과를 Astrophysical Journal Letters에 출판하였다.

이재우 회원은 지난 10년간 칠레의 세로토롤로 미국립천문대 망원경을 이용한 남반구 구상성단 확장 스트룀그렌 협대역 측광 전천 탐사 관측을 종료하였으며, 2017년 WIYN cosortium의 공식 파트너로 참가하여 북반구 구상성단에 대한 가시광 전천 탐사 관측을 새로이 시작하였다. 이재우회원은 기존에 수행하였던 CaII H&K를 포함하는 확장 스트룀그렌 측광계와 세계 최로로 고안한 JWL34, JWL39, JWL43 필터시스템을 포함하는 "JWL 측광계"를 확립하였다. JWL34, JWL39, JWL43 필터는 각각 NH λ3360Å, CN λ3883Å, 그리고 CH λ4300Å 분자대 흡수선의 세기를 측정하며, 이론적으로 계산한 합성측광인자와의 비교를 통하여 중금속 함량 이외에 탄소와 질소의 함량을 도출할 수 있다. 이재우회원이 개발한 측광인자들은 허블우주망원경으로부터 얻은 결과들보다 우수하며, 구상성단 거성계에 대한 완결한 다중종족 샘플을 확보할 수 있다.

이재우회원은 2019년 "적외선 JWL 측광계"를 새로이 개발하였으며, 2020년 보현산 천문대의 KASINICS를 사용한 관측을 수행하였다. JWL1.1과 JWL2.5는 각각 CN λ1.1μm와 CO λ2.5μm 분자대 흡수선 세기를 측정하며, 가시광선 JWL측광계와 함께 사용하여 탄소, 질소 이외에 산소함량을 측광학적으로 측정할 수 있다. 세종대에 합류한 김학섭회원 및 천문연구원의 성현일, 문봉곤, 차상목 회원들과 함께 2020년 6월부터 보현산 천문대의 KASINICS 적외선 망원경을 이용한 pilot 프로그램을 시작하였으며, 새로운 관측자료를 사용하여 구상성단 다중종족의 기원 및 진화를 이해하는데 가장 중요한 CNO함량을 측정할 것으로 기대한다.

이재우회원은 2020년 1월부터 미국 텍사스 오스틴 대학의 천문학과를 1년간 장기 방문하여 Christopher Sneden교수와 함께 구상성단 및 산개성단에 대한 가시광/적외선 고분산 분광학 연구와 함께 JWL 측광계 해석을 위한 대규모 항성 모형 계산을 수행하였다. 이를 통하여 우리은하의 대표적인 구상성단 M3은 왜소은하 환경에서 두 개의 구상성단이 병합된 후 우리은하에 유입된 특이 성단임을 발견하였으며 이 결과를 Astrophysical Journal에 발표하였다.

채규현 회원은 은하역학을 통해서 중력과 암흑물질 문제를 연구하고 있다. 2020년에는 특히 원반 은하들의 회전속도 곡선의 분석에 주력하였다. 이를 위해 SPARC 데

이터베이스를 사용하였으며 SPARC 팀과 공동으로 연구를 진행하였다. 우리는 은하 외곽에서 회전속도 곡선의 미세한 행동에 주목하였는데 153개의 은하를 분석한 결과 놀랍게도 회전속도 곡선의 행동은 수정중력(modified gravity) 이론이 예측하는 외부 중력장 효과(external field effect)와 일치하는 것으로 나타났다. 즉, 외부 중력장이 상대적으로 강한 환경에 놓여있는 은하의 회전속도 곡선은 은하 외곽에서 미세하게 감소하는 반면, 상대적으로 고립된 환경에 놓여있는 은하의 회전속도 곡선은 외곽에서 감소하지 않고 일정하게 유지되었다. 또한, 통계적으로 구한 외부 중력장의 세기가 각 SPRAC 은하의 주변 은하들의 중력장으로 직접 추정한 외부 중력장과 일치하는 것으로 나타났다. 이 결과는 “Testing the Strong Equivalence Principle: Detection of the External Field Effect in Rotationally Supported Galaxies”의 이름으로 2020년 11월 20일자 Astrophysical Journal에 의해서 출판되었다. 해당 논문의 결과는 국내외 언론의 큰 주목을 받았으며, 2021년 3월 현재 기준으로 지난 2, 3개월 동안 해당 저널에서 가장 많이 읽히는 논문(most read articles) 1위에 올라 있다. 채규현 회원은 현재 후속연구를 진행 중이다. 채규현 회원은 또한 UPenn 그룹과 공동으로 타원은하 역학적 분석도 진행하였으며, ATALS3D와 SDSS-IV MaNGA에서 선별된 회전하지 않는 구형에 가까운 타원은하에 공통적인 가속도 상수가 존재함을 보였다, 연구결과는 “On the Presence of a Universal Acceleration Scale in Elliptical Galaxies”의 이름으로 2020년 11월 10일자 Astrophysical Journal Letters에 의해서 출판되었다.

김성은 회원은 세종대학교 테라헤르츠 및 전파 천문연구실 소속 연구원들과 함께 다파장 관측 자료를 분석하여 테라헤르츠 및 서브밀리미터 파장대역에서 두드러지게 나타나는 천체들의 천체물리학적 특성을 규명하고자 하였다. 본 연구에서 각 대상 천체들이 속한 우주 내 적색편이 분포와 별 형성율 밀도를 파악하고 상대론적 우주에서 각각의 병합과정으로 인해 발생하는 은하원시운들의 질량 변화 추이를 이해하고자 하였다. 테라헤르츠 파장대역에서 주로 전자기파를 방출하는 은하들 및 천체들을 관측한 자료로부터 약 5447개의 은하들이 주로 분포한 적색편이 영역에서의 별 형성률 밀도를 구하였고, 병합나무코드를 활용하여 우주 내 암흑 헤일로의 밀도 변화와 별 형성률 밀도 변화와의 상관관계를 도출하고자 하였다. 한편, 측광학적 적색편이를 측정하기 위해 사용된 HYPERZ, ZEBRA 코드 등을 분석하여 측광학적 적색편이의 오차 범위에 관해 재조명하였다.

Rossi 회원은 SDSS-IV와 numerical 우주론에 집중하여 은하와 퀘이사의 클러스터링을 중심으로 연구를 진행했다. 2020년 3월부터 연구년에 있었지만, 코로나로 인해 한국에 머무르게 되었다. 2020년 6월에 그는 고해상도의 유체역학 시뮬레이션의 집합체 'Sejong Suite' (Rossi 2020)를 발표했는데á 이는 주로 Lyman-Alpha forest를 모델링 하기 위해 개발되었다. 이 시뮬레이션은 국가슈퍼컴퓨팅센터(KISTI)의 노드들을 9달 동안 이용해서 개발되었고, 과학 커뮤니티에서 사용 가능하도록 했다. 2020년 7월, SDSS-IV eBOSS 연구단과 함께 그는 이제껏 만들어진 것들 중 가장 큰 3차원 우주 지도에 대한 폭넓은 연구 분석 결과를 발표했고, 그것은 우리의 우주 탐사 역사상 가장 큰 공백을 채운다. - 이는 합동 논문에서 두드러지게 나타난다 (eBOSS Collaboration et al. 2020). 이것은 주목 받는 업적이었고, 상당한 양의 언론 보도들을 남겼다. 최종 eBOSS 결과들은 23개의 메인 논문들에 나타나있다 : G. Rossi 교수가 이끈 세종대학교 우주론 연구실은 최종 결과에 깊게 연관되어있고, mock challenge (Rossi et al. 2020)를 개발함으로써 은하 클러스터링 분석에 기여를 했다. 이 시기에 수행된 다른 연구들에는 Lyman-Alpha forest에 대한 첫 eBOSS 단층 지도, 우주 void에 관한 연구들, 우주론적 스케일에서의 일반 상대성 이론의 확인, 그리고 Roman 우주 망원경을 이용한 높은 적색 편이에서의 BAO 탐지 등이 있었다. 2020년 6월, 그의 박사 과정 학생이었던 최두현 학생이 SDSS-IV eBOSS의 더 높은 차원에서의 클러스터링과 mock challenge에 관한 논문으로 성공적으로 졸업을 했다. G. Rossi 교수는 SDSS-IV eBOSS 시뮬레이션 연구 그룹을 이끌어 왔고, 미국 국가 에너지 연구 과학 컴퓨팅 센터(NERSC)의 계산 장비들을 eBOSS collaboration을 위해 관리해왔다. 또한, 그는 DESI의 speakers board의 대표이고, 현재 DESI Meetings Committee의 회원이다. 2020년에 그는 eBOSS를 위한 NERSC 컴퓨팅 장비들 관리, eBOSS 시뮬레이션 연구 그룹을 이끈 것, 그리고 2018년 한국에서 열린 eBOSS collaboration 학회 주최에 특히 기여해 SDSS-IV Architect status를 수상했다.

Maurice van Putten's conducts research on gravitation, cosmology and exoplanets. He is a member of LIGO-Virgo and KAGRA (LVK), the planned mission LISA (EU) and THESEUS (ESA). His un-modeled search by butterfly filtering provides first-ever observational evidence of delayed gravitational collapse to a black hole by GW-calorimetry, published in MNRASL and ApJL. He introduced a new model of cosmological spacetime which quantitatively alleviates H0-tension with no free parameters, identified with dark energy emerging from the Hubble horizon (AAS234 Press Conference 2019). Exoplanet studies are focused on habitability of exoplanet-moon systems and its dependency on slow planetary spin and orbital stability in double star systems. Facilitating his research is the development of a novel heterogeneous compute platform with dynamical load balancing, currently rated at about 0.5 Pflops/s. Current members of his lab include G.-M. Lee (Ph.D. student), B.-E. Choi (researcher) and Dr. M.A. Abchouyeh (post-doc).

오세헌 회원은 고분해능 중성수소 선 스펙트럼 관측을 통해 외부은하들의 가스 동역학이 성간 물질의 구조와 은하 내 물질분포 및 별 생성에 미치는 영향과, 궁극적으로 은하 형성과 진화 과정에서 어떤 역할을 하는지 연구하고 있다. 이를 위해, 호주와 남아프리카공화국에서 현재 운용 중인, Square Kilometre Array(SKA) Pathfinders (ASKAP-호주, MeerKAT-남아프리 카 공화국)를 사용한 고분해능 외부은하 중성수소 관측 프로젝트들 (WALLABY, MHONGOOSE 등)에 참여해오고 있다. 이러한 고감도/고분해능 외부은하 중성수소 관측들은 sub-kpc 스케일에서, 성간물질들의 형태학적/운동학적 구조, 별 생성 조건 및 은하 내 물질 분포에 대한 새로운 정보와 관점을 제공할 수 있을것으로 기대된다. 오세헌 회원은 호주의 ASKAP 전파 간섭계를 사용한 남반구 외부은하 중성수소 전천탐사 프로젝트인 WALLABY (Local Universe에 위치하는 외부은하들에 대한 과학 연구) 분과의 공동의장을 맡아오고 있다.

이와 함께 WALLABY로부터 얻어지는 수만여개 외부은하들의 가스 동역학 분석을 위해 베이지안 통계분석 기법을 사용한 3차원 전파데이터 분석 알고리즘과 소프트웨어 (2DBAT, BAYGAUD)를 개발하였다. 이들 소프트웨어는 ASKAP 관측으로부터 얻어지는 외부은하들의 가스 동역학 및 성간물질 구조 분석에 사용될 예정이며 ASKAP 초기 관측 데이터를 사용하여 테스트 중이다. 최근 ASKAP 남반구 외부은하 중성수소 탐사 프로젝트인 WALLABY 파일럿 관측으로부터 얻어진 Hydra 은하단의 40여개 은하들에 대한 가스 동역학 분석을 수행하고 결과를 팀원들에게 공개하였다.

오세헌 회원은 현재 4명의 대학원생 연구원들과 함께 1) Local Universe에 위치하는 왜소은하 NGC 6822의 가스 동역학 및 별 생성 연구(박혜진), 2) 3개의 은하단들(Hydra cluster, Norma cluster, NGC 4636)에 대한 ASKAP WALLABY 초기 관측 데이터 분석을 통해 은하단의 환경이 은하들의 가스 동역학과 별 생성에 미치는 영향 연구(김신정), 및 3) 3차원 가스 속도 프로파일 분석 기법을 사용한 Large Magellanic Cloud의 회전 곡선 유도와 암흑 물질 분포 연구(김신나)와 4) HI profile stacking 기법을 이용한 은하내의 가스 난류 운동이 별 생성에 미치는 영향에 대한 연구(김민수)를 수행중이다.

Jeff Hodgson started at Sejong on September 1 in 2020. Previous to this, he had spent approximately 4 years at the Korea Astronomy and Spacei Science Institute in Daejeon. He spent approximately half that time as a post-doc and then the other half as a Korean Research Fellow. In the first semester, he was primarily busy with writing lecture materials for the undergraduate course "Introduction to Astronomy" for non-majors. Nevertheless, within 2020 he has written one first-author paper (Using variability and VLBI to measure cosmological distances, Hodgson+ 2020, MNRAS), which is an important paper that used flux variability and VLBI to derive an estimate of the Hubble Constant in a way that is completely independent of other methods. This is the main driver for the successful NRF grant that I was recently awarded: a 5 year grant worth about 95,000,000 KRW per year. Over the next year, I hope to have succesfull test observations using the Korean VLBI Network (KVN) and the Mopra Telescope in Australia. With some luck we can get the starts of an observational program going. He wishes to observe a number of high redshift sources, going as high as z=6.1. Additionally, he was a co-author on three additional papers in 2020 and already one more within 2021 so far.

3. 연구 및 교육시설

세종대학교가 교육과 연구 목적으로 보유하고 있는 관측시설은 곤지암에 설치된76cm 반사망원경과 40cm 반사망원경이 있으며, 캠퍼스에 여러 소형 망원경을 관측실습 및 공개 행사에 사용하고 있다.

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. 반푸텐 회원은 중력파 관측 프로젝트인 KAGRA의 멤버로서 중력파 관측 자료를 이용한 연구를 수행하고 있다. 로시 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 천문관측동아리 AJA와 컴퓨터 프로그래밍 동아리 ASC가 학생들의 자발적인 활동으로 활발하게 유지•운영이 되고 있으며, 졸업생의 취업에 많은 기여를 하고 있다.

4. 연구논문

Chang, S.-J., Lee, H.-W., 2020, JKAS, 53, 169, "STaRS: A 3D Grid-based Monte Carlo Code for Radiative Transfer through Raman and Rayleigh Scattering with Atomic Hydrogen"

Choi, B.-E., Lee, H.-W., 2020, ApJ, 903, L39, "Discovery of Raman-scattered He II 6545 in the Planetary Nebulae NGC 6886 and NGC 6881"

Choi, B.-E., Chang, S.-J, Lee, H.-G., Lee, H.-W., 2020, ApJ, 889, 2, "Line formation of Raman-scattered He II 4851 in an expanding spherical HI shell in young planetary nebulae"

Lee, J.-W. 2020, ApJL, 888, L6, "Five Stellar Populations in M22 (NGC 6656)"

Chae, K.-H, Bernardi, M., Domínguez Sánchez, H., Sheth, R. K., 2020, ApJL, 903, L31, "On the Presence of a Universal Acceleration Scale in Elliptical Galaxies"

Chae, K.-H, Lelli, F., Desmond, H., McGaugh, S. S., Li, P., Schombert, J. M. 2020, ApJ, 904, 51, "Testing the Strong Equivalence Principle: Detection of the External Field Effect in Rotationally Supported Galaxies"

Zhao, C., Chuang, C.-H., Bautista, J., ... Rossi, G., et al., 2021, MNRAS (doi:10.1093/mnras/stab510), "The Completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: One Thousand Multi-Tracer Mock Catalogues with Redshift Evolution and Systematics for Galaxies and Quasars of the Final Data Release"

de Mattia, A., Ruhlmann-Kleider, V., Raichoor, A., ... Rossi, G., et al., 2021, MNRAS, 501, 5616, "The Completed SDSS-IV eBOSS Survey ELG Sample: Measurement of the BAO and Growth Rate of Structure from the Anisotropic Power Spectrum between Redshift 0.6 and 1.1"

Zhang, Y., Pullen, A.R., Alam, S., et al. ... Rossi, G., et al., 2021, MNRAS, 501, 1013, "Testing General Relativity on Cosmological Scales at Redshift z~1.5 with Quasar and CMB Lensing"

Raichoor, A., de Mattia, A., Ross, A.J., ... Rossi, G., et al., 2021, MNRAS, 500, 3254, "The Completed SDSS-IV eBOSS Survey ELG Sample: Large-Scale Structure Catalogues and Measurement of the Isotropic BAO between Redshift 0.6 and 1.1"

Hou, J., Sanchez, A.J., Ross, A., ... Rossi, G., et al., 2021, MNRAS, 500, 1201, "The Completed SDSS-IV eBOSS Survey Quasar Sample: BAO and RSD Measurements from Anisotropic Clustering Analysis in Configuration Space between Redshift 0.8 and 2.2"

Bautista, J., Paviot, R., Vargas-Magana, M., ... Rossi, G., et al., 2021, MNRAS, 500, 736, "The Completed SDSS-IV Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Measurement of the BAO and Growth Rate of Structure of the Luminous Red Galaxy Sample from the Anisotropic Correlation Function between z=0.6 and 1"

Rossi, G., Choi, P.D., Moon, J., et al., 2020, MNRAS (doi:10.1093/mnras/staa3955), "The Completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: N-Body Mock Challenge for Galaxy Clustering Measurements"

Tamone, A., Raichoor, A., Zhao, C., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 499, 5527, "The Completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Growth Rate of Structure Measurement from Anisotropic Clustering Analysis in Configuration Space between Redshift 0.6 and 1.1 for the Emission Line Galaxy Sample"

Nadathur, S., Woodfinden, A., Percival, W.J., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 499, 4140, "The Completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Geometry and Growth from the Anisotropic Void-Galaxy Correlation Function in the Luminous Red Galaxy Sample between Redshifts 0.6 and 1"

du Mas des Bourboux, H., Rich, J., Font-Ribera, A., ... Rossi, G., et al., 2020, ApJ, Volume 901, Issue 2, id. 153, 39pp., "Baryon acoustic oscillations with Lyman-Alpha forests from the complete eBOSS survey"

Kong, H., Burleigh, K.J., Ross, A., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 499, 3943, "Removing Imaging Systematics from Galaxy Clustering Measurements with Obiwan: Application to the SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey Emission Line Galaxy Sample"

Smith, A., Burtin, E., Hou, J., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 499, Issue 1, pp. 269-291, "The Completed SDSS-IV eBOSS Survey Quasar Sample: N-body Mock Challenge for the Quasar Sample"

Neveux, R., Burtin, E., de Mattia, A., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 499, Issue 1, pp. 210-229, "The Completed SDSS-IV eBOSS Survey Quasar Sample: BAO and RSD Measurements from Anisotropic Power Spectrum between Redshift 0.8 and 2.2"

Satpathy, S., An, Z., Croft, R.A.C., ... Rossi, G., 2020, MNRAS, 498, Issue 4, pp. 4955-4970, "On the Possibility of BAO Measurements at Redshift z > 7.6 with WFIRST"

Ross, A.J., Bautista, J., Tojeiro, R., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 498, Issue 2, pp. 2354-2371, "Large-scale Structure Catalogs for Cosmological Analysis of the completed extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey"

Lyke, B.W., Higley, A.N., McLane, J.N., ... Rossi, G., et al., 2020, ApJS, 250, 8, 24 pp., "The Sloan Digital Sky Survey Quasar Catalog: Sixteenth Data Release"

Lin, S., Tinker, J., Klypin, A., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 498, Issue 4, pp. 5251-5262, "The Completed SDSS-IV Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: GLAM-QPM Mock Galaxy Catalogs for the Emission Line Galaxy Sample"

Wang, Y., Zhao, G., Zhao, C., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 498, Issue 3, pp. 3470-3483, "The Clustering of the SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey DR16 Luminous Red Galaxy and Emission Line Galaxy Samples: Cosmic Distance and Growth Measurements using Multiple Tracers in Configuration Space"

Gil-Marin, H., Bautista, J., Paviot, R., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 498, Issue 2, pp. 2492-2531, "The Completed SDSS-IV eBOSS Survey LRG Sample: Measurement of the BAO and Growth Rate of Structure from the Anisotropic Power Spectrum between Redshift 0.6 and 1.0"

Mohammad, F.G., Percival, W.J., Seo, H.J., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS, 498, Issue 1, pp. 128-143, "The Completed SDSS-IV eBOSS Survey: Pairwise-Inverse-Probability Correction for Fibre Collisions in Clustering Measurements"

Zhou, S., Mo, H.J., Li, C., Boquien, M., Rossi, G., 2020, MNRAS, 497, Issue 4, pp. 4753-4772, "SDSS-IV MaNGA: Bayesian Analysis of the Star Formation History of Low-Mass Galaxies in the Local Universe"

Mueller, E., Dawson, K., Bautista, J., de Mattia, A., Rossi, G., Hou, J., Zarrouk, P., Percival, W., 2020 American Astronomical Society Meeting 235, id. 413.07. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 52, No. 1, "Im,pact of SDSS Clustering Measurements on the Cosmological Model"

Rossi, G., Dawson, K., Percival, W., Bautista, J., de Mattia, A., Hou, J., Zarrouk, P., Mueller, E., 2020 American Astronomical Society Meeting 235, id. 413.04. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 52, No. 1, "N-Body Simulations and Model Testing"

de Mattia, A., Bautista, J., Dawson, Hou, J., Mueller, E., Percival, W., Rossi, G., Zarrouk, P., Zhao, 2020 American Astronomical Society Meeting 235, id. 413.03. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 52, No. 1, "Emission Line Galaxies as a Distinct Tracer"

Dawson, K., Percival, W., Bautista, J., Hou, J., de Mattia, A., Mueller, E., Myers, A., Rossi, G., Zarrouk, P., Zhao, G., 2020 American Astronomical Society Meeting 235, id. 413.01. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 52, No. 1, "Introduction: the Extended Baryon Spectroscopic Survey"

Rossi, G., 2020 American Astronomical Society Meeting 235, id. 153.01. Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 52, No. 1, "The Sejong Simulation Suite: Presentation and First Results"

Rossi, G., 2020, ApJS 249:19 (32pp), "The Sejong Suite: Cosmological Hydrodynamical Simulations with Massive Neutrinos, Dark Radiation, and Warm Dark Matter"

Ravoux, C., Armengaud, E., Walther, M., ... Rossi, G., et al., 2020, JCAP, 2020, 010, "A tomographic map of the large-scale matter distribution using the eBOSS - Stripe 82 Lyman-Alpha forest"

Ahumada, R., Allende Prieto, C., Almeida, A., ... Rossi, G., et al., 2020, ApJS, 249:3 (21pp), "The Sixteenth Data Release of the SDSS: Final release from the Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey, and First Release from APOGEE-2S"

Hawken, A.J., Aubert, M., Pisani, A., ... Rossi, G., et al., 2020, JCAP Issue 06, article id. 012, "Constraints on the Growth of Structure around Cosmic Voids in eBOSS DR14"

Icaza-Lizaola, M., Vargas-Magana, M., Fromenteau, S., ... Rossi, G., et al., 2020, MNRAS 492, 4189-4215, "The clustering of the SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey DR14 LRG sample: structure growth rate measurement from the anisotropic LRG correlation function in the redshift range 0.6 < z < 1.0"

Hong, C., & van Putten, M.H.P.M., 2021, Stability of P-type orbits around stellar binaries: An extension to counter-rotating orbits, NewA, 84, 101516 https://doi.org/10.1016/j.newast.2020.101516

Akutsu, T., et al., Overview of KAGRA: KAGRA Science, 2020, PTEP https://doi.org/10.1093/ptep/ptaa120

Abbott, B.P., et al., 2020, Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo and KAGRA, LRR, https://doi.org/10.1007/s41114-020-00026-9

van Putten, M.H.P.M., 2020, Alleviating tension in ΛCDM and the local distance ladder from first principles with no free parameters, MNRAS, 491, L6, https://doi.org/10.1093/mnrasl/slz158

Hunter, Deidre, Elmegreen, Bruce, ... Oh, Se-Heon, et al., 2021, AJ, 161, 71, "Relationships between the Stellar, Gaseous, and Star Formation Disks in LITTLE THINGS Dwarf Irregular Galaxies: Indirect Evidence for Substantial Fractions of Dark Molecular Gas"

Reynolds, Tristan, ... Oh, Se-Heon, et al., submitted to MNRAS, "WALLABY Pilot Survey: Ram Pressure Stripping of ESO 501−G075"

Murugeshan, Chandrashekar, ... Oh, Se-Heon, et al., submitted to MNRAS, "WALLABY Pre-Pilot Survey: The effects of angular momentum and environment on the HI gas and star formation properties of galaxies in the Eridanus supergroup"

연세대학교 천문우주학과

1. 인적사항

본 학과의 교수진은 2021년 3월 현재, 12명의 교수(이영욱, 변용익, 김용철, 김석환, 박상영, 손영종, 윤석진, 이석영, 정애리, 박찬덕, 지명국, 김태선)와 3명의 명예교수(나일성, 천문석, 최규홍)로 구성되어 있다. 학부와 대학원은 박사 후 전문 연구원 6명, 대학원 석박사 통합과정 15명, 박사과정 23명, 석사과정 26명, 그리고, 학부생 120여명으로 구성되어 있다. 학부 1학년 신입생들은 연세대학교의 정책에 따라 송도의 국제캠퍼스에서 1년간 기숙사 생활을 하면서 Residential College 교육을 받고 있다.

학과 교수진의 활동을 요약하면 다음과 같다. 이영욱 회원은 연세대학교 대학교부설연구원으로 설립된 은하진화연구센터의 센터장직을 수행하고 있다. 변용익 회원은 천문우주학과의 대학원주임으로서 갈수록 중요성이 커지는 대학원의 업무 선진화/효율화에 많은 노력을 기울이고 있다. 김용철 회원은 2020년 3월부터 2년 임기로 연세대학교 학술정보원장직을 수행하고 있다. 박상영 회원은 한국우주과학회 이사로 활동하고 있으며, 교내 초소형위성센터의 책임을 맡고 있다. 윤석진 회원은 한국천문학회 IAU GA 2021 유치위원회 위원, 운영위원회 위원을 거쳐 현재 조직위원회 위원으로 활동하고 있다. 이석영 회원은 천문학회 이사, 천문학회지와 천문학 논총의 편집위원으로 활동하고 있으며, 2020년 9월부터 1년 6개월 임기로 연세대학교 천문대장직을 수행하고 있다. 정애리 회원은 한국천문학회 총무이사 및 IAU GA 2022 조직위원으로 활동하고 있으며, 2021년 3월부터 2년 임기로 연세대학교 이과대학 기획부학장직을 수행하고 있다. 지명국 회원은 한국 대형광학망원경 과학기기워킹그룹 위원, 미국 Vera C. Rubin Observatory(구 LSST) DESC 회원 심의위원, Gemini North Adaptive Optics 과학위원으로 활동하고 있다. 김태선 회원은 한국천문학회 학술위원과 천문학논총의 편집위원으로 활동하고 있다.

본 학과는 역량있는 천문우주학 전공 박사들을 배출해내는 교육기관의 책임을 다하고 있으며, 2019년 8월에는 이범현 회원과 윤혜인 회원(지도교수 정애리)이, 2020년 2월에는 강이정 회원(지도교수 이영욱)이, 2020년 8월에는 홍진석 회원(지도교수 김석환)이, 2020년 2월에는 카일피너(Kyle Finner)회원(지도교수 지명국)이 박사학위를

받았다. 또한 본 학과에는 학과 및 천문대 소속의 박사후 연구원 (송현미, 윤미진)과 4명의 연구교수 (Dr. Sanjaya Paudel, 박기훈, 정철, 조혜전)가 활발한 연구활동을 펼치고 있다. 2021년 3월에는 임성순 회원이 세종과학펠로우로 학과에 합류하였다.

2. 연구 및 학술 활동

이영욱 회원은 초신성우주론에서 광도진화와 감속팽창의 강력한 증거를 발견하고 현재 노벨상 수상자들을 포함한 국제학계와 치열한 논쟁을 펼치고 있다. 정철, 지명국 회원과 함께 아담 리스 팀의 논문에서 심각한 오류를 발견하였고, 이로부터 우리 연구팀의 결과를 더욱 강력하게 (99.99%) 지지하는 광도진화의 증거를 모든 종류의 호스트은하에서 발견하였다. 이 결과는 2020년 11월 ApJ에 게재되었다. 최근에는 Ia형 초신성의 광도 표준화 과정이 세페이드 변광성의 주기-광도 관계와 유사하게 항성종족의 나이에 따라 심한 영점 이동을 보인다는 충격적인 사실을 발견하였다. 이 효과를 보정할 경우 초신성우주론은 가속팽창이 아닌 감속팽창을 지지하는 결과를 보여준다. 또한, 정철, 박승현, 손준혁, 안승현 회원과 함께 Ia 초신성의 광도 표준화 문제, 다양한 적색편이 구간에 있는 호스트은하의 측광학적 항성종족 나이 측정 등 여러 후속 연구를 수행하고 있다. 우리은하 벌지의 구조와 형성기원에 대해서도 2015년 연구팀이 새롭게 제시한 구상성단 및 clump 기원 이론에 대해 국제학계와 논쟁을 계속 진행하고 있다. 이를 위해 홍승수, 임동욱(독일 하이델베르그대학) 회원과 함께 우리은하 벌지 red clump 항성들의 마젤란 고해상도/제미니 저해상도 분광관측 및 분석을 수행 중이며 이를 통해 연구팀이 제시한 다중항성종족 모델의 타당성을 증명하는 관측적 증거를 계속 추가하고 있다. 최정윤 회원과는 헬륨 및 CNO 함량이 증가된 다중항성종족의 효과가 포함될 경우 구상성단의 절대나이 측정에 어떤 영향이 있는지를 우주론적 테스트 관점에서 조사하고 있다.

변용익 회원은 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, 우주물체 감시기술 개발 활동 등을 하고 있다.

김용철 회원은 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 자기 활동성의 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 행성계의 모항성에 대한 표준 모형을 구축하는 연구는 박기훈 회원의 주도로 진행되고 있다.

김석환 회원이 운영하는 우주광학연구실은 아리조나 대학교 (University of Arizona, USA)의 교수 및 연구진들과 국제적인 광 해석 기업인 Breault Research Organization과 함께 위성 광학시스템 및 대구경 광학 시스템의 성능 해석, 가공 제작, 조립, 정렬, 성능 측정과 3차원 지구 광학모델과 통합적 광선추적 기법을 사용한 외계행성관측 분야에서 다양한 공동연구들을 수행하고 있다. 그 밖에도 특별히 국방과학연구소, 한화탈레스, LIG 넥스원 등과 같은 대규모 방산 기업들을 포함하는 다양한 국내외 기업들과 긴밀한 공동연구를 수행하고 있다. 이와 같은 국제적 수준의 연구 활동을 통해 다수의 졸업생들이 해외 유수 대학에 유학에서 유학 중이거나 국내외 국책연구소 및 대기업 연구소로 활발히 진출하고 있다.

박상영 회원이 지도하는 우주비행제어 연구실 (Astrodynamics and Control Lab)은 편대비행 위성의 궤도 결정 및 제어, 자세결정 및 제어, 위성 자세제어 하드웨어 시뮬레이터, 편대비행 설계 및 최적화, 상대우주항법에 관한 연구를 꾸준히 수행하고 있으며, 편대위성들의 우주항법을 검증하기 위한 하드웨어 시스템도 개발하고 발전시키고 있다. 특히, 차세대 분리형 우주망원경의 기술검증을 위하여 2기의 큐브위성(CANYVAL-X)을 개발하여 2018년 1월에 발사하였다. 2기의 큐브위성으로 우주에서 인공일식을 구현하여 태양의 코로나를 관측하는 우주미션(CANYVAL-C)을 개발하였으며 2021년 3월에 발사할 예정이다. 또한 미세먼지를 모니터링하는 정보를 제공하는 MIMAN 우주미션에 필요한 초소형위성을 개발하고 있으며, 2022년 우리나라 발사체인 누리호에 실려 발사될 계획이다. 위성간 도킹과 랑데부 등의 근접운영 알고리즘도 개발하고 있으며, 우주감시에 필요한 정밀궤도 결정과 소행성 탐사에 대한 연구도 꾸준히 추진하고 있다. 이러한 연구성과를 바탕으로 2018년에 초소형위성 센터를 설립하였으며, 교내 여러 연구실과 함께 초소형위성에 필요한 본체/탑재체/영상분석에 대한 연구를 선도적으로 진행하고 있다. 더 나아가, 국방과학연구소의 지원을 받아 광통신을 시현하는 편대비행 위성을 개발하기 시작했다.

손영종 회원의 관측천문학연구실(YOAL)에서는 근거리

은하에 대한 정밀한 관측적 연구를 통한 은하 내에서의 별의 형성 및 은하 자체의 형성과 진화 특성에 대한 연구를 진행 중이다. 이 연구는, 은하내 밝은 항성들의 측광학적 분해가 가능한 근거리에 위치한 은하들을 주 대상으로 하며, 그 예로써 Local group내 은하들, Leo Triplet을 이루는 은하들, 그리고 M31 은하 시스템 내의 은하들이 포함된다. 은하들의 거리와 밝기에 따라, 관측적으로 분해되는 밝은 항성 종족은 Blue/Red core helium burning stars, AGB stars, 그리고 C-stars등이 포함된다. 분석 자료는 관측으로 확보된 UKIRT 근적외선 관측자료와, SUBARU 망원경 등의 다파장 관측 archive 자료 등이며, 비교 자료로서 X-ray 관측자료와 전파관측 자료 중 중성수소의 분포 자료와 CO분자선 자료 등을 부가적으로 활용한다. 또한 이 연구를 통해 도출되는 결과 분석에 대하여 머신러닝 및 딥러닝 기법에 기초한 AI 알고리즘의 적용 도입을 시도하고 있다. 이에 대한 응용으로서 외계행성 탐색시스템 (KMTNet)의 다중 필터 측광 자료를 활용하여 AI 알고리즘을 적용한 소행성의 측광학적 분류 방법을 검토하고 있다. 한편, 한국형 온라인 공개강좌(K-MOOC)에 '우주의 이해' 강좌를 개설하여 천문학의 대중화를 위해 힘쓰고 있다.

윤석진 회원은 (a) 한상일 회원, 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 회원, 김명훈 회원과 함께 GALEX 우주망원경 관측자료 및 SDSS 관측자료를 이용한 은하의 Recent Star Formation History 연구와 이웃 은하의 영향에 대한 연구를, (d) 윤기윤 회원, 안성호 회원, 문준성 회원, 서찬울 회원, 김지우 회원과 함께 N-body 및 Hydro Simulation을 이용한 은하군 및 은하단 역학 연구 및 Disk Warp 현상에 대한 연구를, (e) Sanjaya Paudel 박사, 문준성 회원과 함께 은하들 간의 중력적 상호작용이 은하의 Star Formation Rate과 Scaling Relations에 미치는 영향에 관한 연구를, (f) 나종삼 회원, 문준성 회원과 함께 우주론적 다체 및 유체 시뮬레이션을 이용하여 초기우주 은하형성 기본단위의 기원을 규명하는 연구, (g) 김정욱 회원과 함께 KVN과 VEVA Array를 이용한 AGN 연구, (h) 이효준 회원과 함께 고천문학 연구를 수행하고 있다.

이석영 회원이 이끄는 은하진화연구실(GEM)에서는 주로 은하형성 시뮬레이션을 수행하여 다양한 환경에서 은하의 형성과 진화에 관해 연구하고 있다. 은하형성 이론 연구로 GEM은 준해석적 은하형성 이론 코드 ySAM을 개발하였고, RAMSES 코드를 이용하여 여러 물리 현상이 포함된 우주론적 수치모사 실험(YZiCS, NewHorizon)을 수행하여 다양한 환경에서 은하형성을 연구하고 있다.

정애리 회원은 Interstellar Medium and Galaxy Evolution (IM&GE)의 구성원들과 함께 성간물질과 은하진화의 상관관계를 규명하기 위한 다양한 연구를 수행중이다. ALMA 및 JVLA 자료를 이용하여 성간 가스의 비율이 매우 높은 은하의 특성으로부터 은하의 성장 과정을 연구하고 있다. 한편 은하단 환경이 다양한 범위의 밀도와 온도를 가지는 성간 가스 및 별형성 활동에 미치는 영향을 규명하기 위하여 ram pressure를 겪은 은하의 특성과 시뮬레이션 및 이론적 계산을 비교하는 연구를 수행 중이다. 또한 JCMT, KaVA, ALMA, JVLA 관측자료를 이용하여 활동성 은하핵 및 은하 중심부의 집중적인 별형성 활동이 은하 진화에 미치는 영향을 연구하고 있다.

지명국 회원은 Yonsei Observable UNiverse Group (YOUNG)을 운영하고 있다. 현재 1. 암흑물질의 정체를 규명하기 위한 충돌은하단 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 재이온화 연구를 진행하고 있다. 무거운 별로부터 기인하는 피드백 과정을 이해하여 우주에서 관측되는 은하의 동역학적 특성을 이해하는 것이 본 연구팀의 궁극적인 목표이다. 정확한 수치실험을 수행하기 위해 sink particle을 활용한 새로운 별 생성 모델 개발에 착수하였으며, 복사장에 따라 달라지는 중원소 냉각률과 자기장을 고려한 이론 은하 진화 모델을 개발 중이다. 은하 내 강한 방출선의 탐구, 초기 은하에서 라이먼 연속선과 알파선의 탈출률, 환경에 따른 RAM 압력 효과, 구상성단의 형성에 관한 다양한 연구를 수행하고 있으며, 국제협력 복사유체 재이온화 실험(SPHINX), 나선은하 형성 실험(New Horizon), 거대분자운 별 생성 실험(PRALINE) 등을 통해 재이온화 시기 중 Lyman alpha emitter의 특성, HII clumping factor, Lyman alpha 방출선 특성, 초기 왜소은하 형성 등을 연구 중이다.

3. 교육 및 연구 시설

천문우주학 교육 시설로서 천문대 소속의 일산 관측소 61cm 반사 망원경, 교내 관측소 40cm 반사 망원경, 4대의 10인치 미드 망원경, 다수의 소형 망원경들을 확보하여 학생들의 관측 실습에 활용하고 있다. 신촌 캠퍼스 내에 설치되어 있는 KVN 전파망원경은 전문 연구자들의

관측과 함께 학부 및 대학원 학생들의 교육에도 기여하고 있다. 또한, 정밀 연구를 위해 해외 대형 망원경을 적극적으로 활용하고 있다.

우주비행제어연구실은 차세대 분리형 우주망원경의 기술을 우주공간에서 직접 실험/검증하기 위한 2기의 큐브위성을 개발하고 있다. 우주광학연구실은 대구경 우주광학 시스템 개발을 위한 다수의 설계 및 해석 S/W와 정렬 및 조립 성능 평가를 위한 각종 간섭계 및 광학 측정 장비를 운영하며 연구 및 프로젝트 형 교육기법에 활용하고 있다.

4. 국내외 연구논문

Kim, Young-Lo; Kang, Yijung; Lee, Young-Wook; 2019, JKAS, 52, 5, "ENVIRONMENTAL DEPENDENCE OF TYPE IA SUPERNOVA LUMINOSITIES FROM THE YONSEI SUPERNOVA CATALOG"

Chung, Chul; Pasquato, Mario; Lee, Sang-Yoon; di Carlo, Ugo N.; An, Deokkeun; Yoon, Suk-Jin; Lee, Young-Wook;, 2019, ApJL, 883, L31, "Radial Dependence of the Proto-globular Cluster Contribution to the Milky Way Formation"

Jang, Sohee; Kim, Jenny J.; Lee, Young-Wook; 2019, ApJ, 886, 116, "Multiple Populations in Globular Clusters: Unified Efforts from Stellar Evolution and Chemical Evolution Models"

Pasquato, Mario; Chung, Chul; 2019, MNRAS, 490, "Clustering clusters: unsupervised machine learning on globular cluster structural parameters"

Yijung Kang; Young-Wook Lee; Young-Lo Kim; Chul Chung; Chang Hee Ree; 2020, ApJ, 889, 8, "Early-type Host Galaxies of Type Ia Supernovae. II. Evidence for Luminosity Evolution in Supernova Cosmology"

Han, Sang-Il; Kim, Hak-Sub; Yoon, Suk-Jin; Lee, Young-Wook; Arimoto, Nobuo; Okamoto, Sakurako; Ree, Chang H.; 2020, ApJS, 247, 7, "Narrowband Ca Photometry for Dwarf Spheroidal Galaxies. I. Chemostructural Study on Draco, Sextans, and Canes Venatici I*"

Chung, Chul; Yoon, Suk-Jin; Cho, Hyejeon; Lee, Sang-Yoon; Lee, Young-Wook; 2020, ApJS, 250, 33, "Yonsei Evolutionary Population Synthesis (YEPS) Model. III. Surface Brightness Fluctuation of Normal and Helium-enhanced Simple Stellar Populations"

Lee, Young-Wook; Chung, Chul; Kang, Yijung; Jee, M. James; 2020, ApJ, 903, 22, "Further Evidence for Significant Luminosity Evolution in Supernova Cosmology"

Lee, Sang-Yoon; Chung, Chul; Yoon, Suk-Jin; 2020, ApJ, 905, 124, "Nonlinear Color-Metallicity Relations of Globular Clusters. IX. Different Radial Number Density Profiles between Blue and Red Clusters"

Dongwook Lim; Young-Wook Lee; Andreas Koch; Seungsoo Hong; Christian I. Johnson; Jaeyeon Kim; Chul Chung; Mario Mateo; John I. Bailey, III; 2021, ApJ, 907, 47, "Difference in Chemical Composition between the Bright and Faint Red Clump Stars in the Milky Way Bulge"

Dongwook Lim; Andreas J. Koch-Hansen; Chul Chung; Christian I. Johnson; Andrea Kunder; Iulia T. Simion; R. Michael Rich; William I. Clarkson; Catherine A. lachowski; Scott Michael; A. Katherina Vivas; Michael D. Young, 2021, A&A, 647, A34, "Blanco DECam Bulge Survey (BDBS) III: A new view of the double red clump in the Milky Way bulge through luminosity and color distribution"

P. K. Nayak; A. Subramaniam; S. Subramanian; S. Sahu; C. Mondal; Maria-Rosa L. Cioni; Cameron P. M. Bell; A. Bandyopadhyay; Chul Chung, 2021, MNRAS, tmp..441, "UVIT-HST-Gaia-VISTA study of KRON 3 in the Small Magellanic Cloud: A cluster with an extended red clump in UV"

Kewei Xia, Youngho Eun, Taeyang Lee, Sang-Young Park, "Integrated adaptive control for spacecraft attitude and orbit tracking using disturbance observer," International Journal of Aeronautical and Space Sciences, February 2021.

Eunji Lee, Sang-Young Park, Hyewon Hwang, Jin Choi, Sungki Cho, Jung Hyun Jo, "Initial orbit association and long-term orbit prediction for low Earth space objects using optical tracking data," Acta Astronautica Vol. 176, pp. 247-261, 2020 November.

Kewei Xia, Taeyang Lee, Sang-Young Park, "Adaptive Saturated Neural Network Tracking Control of Spacecraft Theory and Experimentation," International Journal of Aerospace Engineering, Volume 2019, Article ID 7687459, 11 pages https://doi.org/10.1155/2019/7687459,November2019.

Kewei Xia, Sang-Young Park, "Adaptive Control for Spacecraft Rendezvous Subject to Time-Varying Inertial Parameters and Actuator Faults," Journal of Aerospace Engineering, Vol. 32, Issue 5, September 2019, 04019063-1~11.

Min-Sup Song, Sang-Young Park, Youngkwang Kim, Jo Ryeong Yim "Development of Kinematic Ephemeris Generator for Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO)," Astron. Space Sci. 37(3), 199-208 (2020).

Seokju Kang, Youngbum Song, Sang-Young Park, "Nanosat Formation Flying Design for SNIPE Mission," Journal of Astronomy and Space Sciences, 37(1), March 2020, pp. 51-60.

Youngro Lee, Sang-Young Park, Jae-Pil Park, Youngbum Song, "Numerical Analysis of Relative Orbit Control Strategy for CANYVAL-X Mission," Journal of Astronomy and Space Sciences, 36(4), 2019, pp. 235-248.

Hyewon Hwang, Eunji Lee, Sang-Young Park, "Precise Orbit Determination Based on the Unscented Transform for Optical Observations," Journal of Astronomy and Space Sciences, 36(4), 2019, pp. 249-264.

Hyewon Hwang, Sang-Young Park†, Eunji Lee, "Angles-Only Initial Orbit Determination of Low Earth Orbit (LEO) Satellites Using Real Observational Data," Journal of Astronomy and Space Sciences, 36(3), 2019, pp. 187-197.

Bumjoon Shin, Eunji Lee, Sang-Young Park, "Determination of Geostationary Orbits (GEO) Satellite Orbits Using Optical Wide-Field Patrol Network (OWL-Net) Data," Journal of Astronomy and Space Sciences, 36(3), 2019, pp. 169-180.

Jackson, R. A.; Martin, G.; Kaviraj, S.; Ramsøy, M.; Devriendt, J. E. G.; Sedgwick, T.; Laigle, C.; Choi, H.; Beckmann, R. S.; Volonteri, M.; Dubois, Y.; Pichon, C.; Yi, S. K.; Slyz, A.; Kraljic, K.; Kimm, T.; Peirani, S.; Baldry, I., 2021, MNRAS, 502, 4262, "The origin of low-surface-brightness galaxies in the dwarf regime"

Jackson, R. A.; Kaviraj, S.; Martin, G.; Devriendt, J. E. G.; Slyz, A.; Silk, J.; Dubois, Y.; Yi, S. K.; Pichon, C.; Volonteri, M.; Choi, H.; Kimm, T.; Kraljic, K.; Peirani, S., 2021, MNRAS, 502, 1785, "Dark matter-deficient dwarf galaxies form via tidal stripping of dark matter in interactions with massive companions"

Martin, G.; Jackson, R. A.; Kaviraj, S.; Choi, H.; Devriendt, J. E. G.; Dubois, Y.; Kimm, T.; Kraljic, K.; Peirani, S.; Pichon, C.; Volonteri, M.; Yi, S. K., 2021, MNRAS, 500, 4937, "The role of mergers and interactions in driving the evolution of dwarf galaxies over cosmic time"

Kim, Seonwoo; Contini, Emanuele; Choi, Hoseung; Han, San; Lee, Jaehyun; Oh, Sree; Kang, Xi; Yi, Sukyoung K., 2020, ApJ, 905, 12, "YZiCS: On the Mass Segregation of Galaxies in Clusters"

Volonteri, Marta; Pfister, Hugo; Beckmann, Ricarda S.; Dubois, Yohan; Colpi, Monica; Conselice, Christopher J.; Dotti, Massimo; Martin, Garreth; Jackson, Ryan; Kraljic, Katarina; Pichon, Christophe; Trebitsch, Maxime; Yi, Sukyoung K.; Devriendt, Julien; Peirani, Sébastien, 2020, MNRAS, tmp-2025V, "Black hole mergers from dwarf to massive galaxies with the NewHorizon and Horizon-AGN simulations"

Khim, Donghyeon J.; Yi, Sukyoung K.; Dubois, Yohan; Bryant, Julia J.; Pichon, Christophe; Croom, Scott M.; Bland-Hawthorn, Joss; Brough, Sarah; Choi, Hoseung; Devriendt, Julien; Groves, Brent; Owers, Matt S.; Richards, Samuel N.; van de Sande, Jesse; Sweet, Sarah M, 2020, ApJ, 894, 106, "Star-Gas Misalignment in Galaxies. I. The Properties of Galaxies from the Horizon-AGN Simulation and Comparisons to SAMI"

Rhee, Jinsu; Smith, Rory; Choi, Hoseung; Contini, Emanuele; Jung, S. Lyla; Han, San; Yi, Sukyoung K, 2020, ApJS, 247, 45, "YZiCS: Unveiling the Quenching History of Cluster Galaxies Using Phase-space Analysis"

Contini, E.; Gu, Q.; Ge, X.; Rhee, J.; Yi, S. K.; Kang, X, 2020, ApJ, 889, 156, "The Roles of Mass and Environment in the Quenching of Galaxies. II."

Rawlings, Alexander; Foster, Caroline; van de Sande, Jesse; Taranu, Dan S.; Croom, Scott M.; Bland-Hawthorn, Joss; Brough, Sarah; Bryant, Julia J.; Colless, Matthew; Lagos, Claudia del P.; Konstantopoulos, Iraklis S.; Lawrence, Jon S.; López-Sánchez, Ángel R.; Lorente, Nuria P. F.; Medling, Anne M.; Oh, Sree; Owers, Matt S.; Richards, Samuel N.; Scott, Nicholas; Sweet, Sarah M.; Yi, S, K., 2020, MNRAS, 491, 324, "The SAMI Galaxy Survey: rules of behaviour for spin-ellipticity radial tracks in galaxies"

Oh, Sree; Kim, Keunho; Lee, Joon Hyeop; Kim, Minjin; Sheen, Yun-Kyeong; Rhee, Jinsu; Ree, Chang H.; Jeong, Hyunjin; Ho, Luis C.; Kyeong, Jaemann; Sung, Eon-Chang; Park, Byeong-Gon; Yi, Sukyoung K., 2019, MNRAS, 488, 4169, "Impact of galaxy mergers on the colours of cluster galaxies"

Park, Min-Jung; Yi, Sukyoung K.; Dubois, Yohan; Pichon, Christophe; Kimm, Taysun; Devriendt, Julien; Choi, Hoseung; Volonteri, Marta; Kaviraj, Sugata; Peirani, Sebastien, 2019, ApJ, 883, 25, "New Horizon: On the Origin of the Stellar Disk and Spheroid of Field Galaxies at z = 0.7"

Contini, E.; Gu, Q.; Kang, X.; Rhee, J.; Yi, S. K., 2019, ApJ, 882, 167, "The Roles of Mass and Environment in the Quenching of Galaxies"

Barat, Dilyar; D'Eugenio, Francesco; Colless, Matthew; Brough, Sarah; Catinella, Barbara; Cortese, Luca; Croom, Scott M.; Medling, Anne M.; Oh, Sree; van de Sande, Jesse; Sweet, Sarah M.; Yi, Sukyoung K.; Bland-Hawthorn, Joss; Bryant, Julia; Goodwin, Michael; Groves, Brent; Lawrence, Jon; Owers, Matt S.; Richards, Samuel N.; Scott, Nicholas, 2019, MNRAS, 487, 2924, "The SAMI Galaxy Survey: mass-kinematics scaling relations"

Pasquali, A.; Smith, R.; Gallazzi, A.; De Lucia, G.; Zibetti, S.; Hirschmann, M.; Yi, S. K., 2019, MNRAS, 484, 1702, "Physical properties of SDSS satellite galaxies in projected phase space"

Jeong, Hyunjin; Kim, Suk; Owers, Matt S.; Joo, Seok-Joo; Kim, Hak-Sub; Lee, Woong; Lee, Youngdae; van de Sande, Jesse; Lee, Jaehyun; Yi, Sukyoung K.; Croom, Scott M.; Bryant, Julia J.; Rey, Soo-Chang; Brough, Sarah; Oh, Sree; Scott, Nicholas; Tonini, Chiara; Medling, Anne M.; Sweet, Sarah M.; Bland-Hawthorn, Joss Konstantopoulos, Iraklis S.; Lawrence, J. S.; Richards, Samuel N., 2019, ApJ, 875, 60, "The SAMI Galaxy Survey: Kinematic Alignments of Early-type Galaxies in A119 and A168"

Schaefer, A. L.; Croom, S. M.; Scott, N.; Brough, S.; Allen, J. T.; Bekki, K.; Bland-Hawthorn, J.; Bloom, J. V.; Bryant, J. J.; Cortese, L.; Davies, L. J. M.; Federrath, C.; Fogarty, L. M. R.; Green, A. W.; Groves, B.; Hopkins, A. M.; Konstantopoulos, I. S.; López-Sánchez, A. R.; Lawrence, J. S.; McElroy, R. E. Medling, A. M.; Owers, M. S.; Pracy, M. B.; Richards, S. N.; Robotham, A. S. G.; van de Sande, J.; Tonini, C.; Yi, S. K., 2019, MNRAS, 483, 2851, "The SAMI Galaxy Survey: observing the environmental quenching of star formation in GAMA groups"

Owers, Matt S.; Hudson, Michael J.; Oman, Kyle A.; Bland-Hawthorn, Joss; Brough, S.; Bryant, Julia J.; Cortese, Luca; Couch, Warrick J.; Croom, Scott M.; van de Sande, Jesse; Federrath, Christoph; Groves, Brent; Hopkins, A. M.; Lawrence, J. S.; Lorente, Nuria P. F.; McDermid, Richard M.; Medling, Anne M.; Richards, Samuel N.; Scott, Nicholas; Taranu, Dan S. Welker, Charlotte; Yi, Sukyoung K., 2019, ApJ, 873, 52, "The SAMI Galaxy Survey: Quenching of Star Formation in Clusters I. Transition Galaxies"

Lee, Sang-Yoon; Chung, Chul; Yoon, Suk-Jin (2020) ApJ, 905, 124
Nonlinear Color-Metallicity Relations of Globular Clusters. IX. Different Radial Number Density Profiles between Blue and Red Clusters

Hong, Jongsuk; Askar, Abbas; Giersz, Mirek and 2 more (2020) MNRAS, 498, 4287
MOCCA-SURVEY Database I: Binary black hole mergers from globular clusters with intermediate mass black holes

Paudel, Sanjaya; Yoon, Suk-Jin (2020) ApJ, 898, 47
Starbursting Nuclei in Old Dwarf Galaxies

Paudel, Sanjaya; Sengupta, Chandreyee; Yoon, Suk-Jin and 1 more (2020) AJ, 159, 141
MCG+07-20-052: Interacting Dwarf Pair in a Group Environment

Han, Sang-Il; Kim, Hak-Sub; Yoon, Suk-Jin and 4 more (2020) ApJS, 247, 7
Narrowband Ca Photometry for Dwarf Spheroidal Galaxies. I. Chemostructural Study on Draco, Sextans, and Canes Venatici I

An, Sung-Ho; Kim, Juhan; Moon, Jun-Sung and 1 more (2019) ApJ, 887, 59
Living with Neighbors. II. Statistical Analysis of Flybys and Mergers of Dark Matter Halos in Cosmological Simulations

Chung, Chul; Pasquato, Mario; Lee, Sang-Yoon and 4 more (2019) ApJ, 883, 31
Radial Dependence of the Proto-globular Cluster Contribution to the Milky Way Formation

Moon, Jun-Sung; An, Sung-Ho; Yoon, Suk-Jin (2019) ApJ, 882, 14
Living with Neighbors. I. Observational Clues to Hydrodynamic Impact of Neighboring Galaxies on Star Formation

Blue Bird, J.; Davis, J.; Luber, N.; van Gorkom, J. H.; Wilcots, E.; Pisano, D. J.; Gim, H. B.; Momjian, E.; Fernandez, X.; Hess, K. M.; Lucero, D.; Dodson, R.; Vinsen, K.; Popping, A.; Chung, A.; Kreckel, K.; van der Hulst, J. M.; Yun, M., 2020, MNRAS, 492, 153, "CHILES VI: HI and Hα observations for z < 0.1 galaxies; probing HI spin alignment with filaments in the cosmic web"

Li, Zongnan; Li, Zhiyuan; Smith, Matthew W. L.; Wilson, Christine D.; Gao, Yu; Eales, Stephen A.; Ao, Yiping; Bureau, Martin; Chung, Aeree; Davis, Timothy A.; de Grijs, Richard; Eden, David J.; He, Jinhua; Hughes, Tom M.; Jiang, Xuejian; Kemper, Francisca; Lamperti, Isabella; Lee, Bumhyun; Lee, Chien-Hsiu; Michałowski, Michał J. Parsons, Harriet; Ragan, Sarah; Scicluna, Peter; Shi, Yong; Tang, Xindi; Tomičić, Neven; Viaene, Sebastien; Williams, Thomas G.; Zhu, Ming, 2020, MNRAS, 492, 195, "The HASHTAG project I. A survey of CO(3-2) emission from the star forming disc of M31"

Smith, Krista Lynne; Mushotzky, Richard F.; Koss, Michael; Trakhtenbrot, Benny; Ricci, Claudio; Wong, O. Ivy; Bauer, Franz E.; Ricci, Federica; Vogel, Stuart; Stern, Daniel; Powell, Meredith C.; Urry, C. Meg; Harrison, Fiona; Mejia-Restrepo, Julian; Oh, Kyuseok; Baek, Junhyun; Chung, Aeree, 2020, MNRAS, 492, 4216, "BAT AGN spectroscopic survey - XV: the high frequency radio cores of ultra-hard X-ray selected AGN"

Jiang, Xue-Jian; Greve, Thomas R.; Gao, Yu; Zhang, Zhi-Yu; Tan, Qinghua; de Grijs, Richard; Ho, Luis C.; Michałowski, Michał J.; Currie, Malcolm J.; Wilson, Christine D.; Brinks, Elias; Ao, Yiping; Zhao, Yinghe; He, Jinhua; Harada, Nanase; Yang, Chentao; Jiao, Qian; Chung, Aeree; Lee, Bumhyun; Smith, Matthew W. L. Liu, Daizhong; Matsushita, Satoki; Shi, Yong; Imanishi, Masatoshi; Rawlings, Mark G.; Zhu, Ming; Eden, David; Davis, Timothy A.; Li, Xiaohu, 2020, MNRAS, 494, 1276, "The MALATANG survey: dense gas and star formation from high-transition HCN and HCO+ maps of NGC 253"

Scott, T. C.; Sengupta, Chandreyee; Lagos, P.; Chung, Aeree; Wong, O. Ivy, 2021, 2021MNRAS.tmp..419S2021/02, "Resolved HI in two ultra-diffuse galaxies from contrasting non-cluster environments"

Mun, Jae Yeon; Hwang, Ho Seong; Lee, Myung Gyoon; Chung, Aeree; Yoon, Hyein; Lee, Jong Chul, 2021, 2021arXiv210107472M2021/01, "Star Formation Activity of Galaxies Undergoing Ram Pressure Stripping in the Virgo Cluster"

Brown, T.; Wilson, C.; Jiménez, M. J.; Bisaria, D.; Roberts, I.; Waldsley, J.; Spekkens, K.; Parker, L.; Thorp, M.; Chown, R.; Ellison, S.; Boselli, A.; Cashmore, C.; Roediger, E.; Zabel, N.; Davis, T.; Bahé, Y.; Lee, B.; Bolatto, A.; Mok, A. Diemer, B.; Welker, C.; Olsen, K. P.; Tonnesen, S.; Vogel, S.; Villanueva, V.; Yoon, H.; Smith, R.; Chung, A.; Stevens, A.; Catinella, B.; Lagos, C.; Cortese, L.; Elahi, P., 2020, 2020sea, confE.13 (Contributions to the XIV.0 Scientific Meeting (virtual) of the Spanish Astronomical Society, held 13-15 July 2020)

Yoon, M., & Jee, M. J. 2021, ApJ, 908, 13, "Baryonic Feedback Measurement From KV450 Cosmic Shear Analysis"

Yoon, M., Lee, W., Jee, M. J., Finner, K., Smith, R., & Kim, J.-W. 2020, ApJ, 903, 151, "Toward Solving the Puzzle: Dissecting the Complex Merger A521 with Multiwavelength Data"

Lee, Y.-W., Chung, C., Kang, Y., & Jee, M. J. 2020, ApJ, 903, 22, "Further Evidence for Significant Luminosity Evolution in Supernova Cosmology"

HyeongHan, K., Jee, M. J., Rudnick, L., Parkinson, D., Finner, K., Yoon, M., Lee, W., Brunetti, G., Brüggen, M., Collier, J. D., Hopkins, A. M., Michałowski, M. J., Norris, R. P., & Riseley, C. 2020, ApJ, 900, 127, "Discovery of a Radio Relic in the Massive Merging Cluster SPT-CL J2023-5535 from the ASKAP-EMU Pilot Survey"

Hlavacek-Larrondo, J., Rhea, C. L., Webb, T., McDonald, M., Muzzin, A., Wilson, G., Finner, K., Valin, F., Bonaventura, N., Cooper, M., Fabian, A. C., Gendron-Marsolais, M.-L., Jee, M. J., Lidman, C., Mezcua, M., Noble, A., Russell, H. R., Surace, J., Trudeau, A., & Yee, H. K. C. 2020, ApJL, 898, L50, "Evidence of Runaway Gas Cooling in the Absence of Supermassive Black Hole Feedback at the Epoch of Cluster Formation"

Lee, W., Jee, M. J., Kang, H., Ryu, D., Kimm, T., & Brüggen, M. 2020, ApJ, 894, 60, "Reconstruction of Radio Relics and X-Ray Tails in an Off-axis Cluster Merger: Hydrodynamical Simulations of A115"

Finner, K., James Jee, M., Webb, T., Wilson, G., Perlmutter, S., Muzzin, A., & Hlavacek-Larrondo, J. 2020, ApJ, 893, 10, "Constraining the Mass of the Emerging Galaxy Cluster SpARCS1049+56 at z = 1.71 with Infrared Weak Lensing"

Han, C., Lee, C.-U., Udalski, A., Gould, A., Bond, I. A., Bozza, V., Albrow, M. D., Chung, S.-J., Hwang, K.-H., Jung, Y. K., Ryu, Y.-H., Shin, I.-G., Shvartzvald, Y., Yee, J. C., Zang, W., Cha, S.-M., Kim, D.-J., Kim, H.-W., Kim, S.-L., Lee, D.-J., Lee, Y., Park, B.-G., Pogge, R. W., Jee, M. J., Kim, D., KMTNet Collaboration, Mróz, P., Szymański, M. K., Skowron, J., Poleski, R., Soszyński, I., Pietrukowicz, P., Kozłowski, S., Ulaczyk, K., Rybicki, K. A., Iwanek, P., Wrona, M., OGLE Collaboration, Abe, F., Barry, R., Bennett, D. P., Bhattacharya, A., Donachie, M., Fujii, H., Fukui, A., Itow, Y., Hirao, Y., Kamei, Y., Kondo, I., Koshimoto, N., Li, M. C. A., Matsubara, Y., Muraki, Y., Miyazaki, S., Nagakane, M., Ranc, C., Rattenbury, N. J., Satoh, Y., Shoji, H., Suematsu, H., Sullivan, D. J., Sumi, T., Suzuki, D., Tristram, P. J., Yamakawa, T., Yamawaki, T., Yonehara, A., & MOA Collaboration 2020, AJ, 159, 134, "Candidate Brown-dwarf Microlensing Events with Very Short Timescales and Small Angular Einstein Radii"

Han, C., Udalsk, A., Gould, A., Albrow, M. D., Chung, S.-J., Hwang, K.-H., Jung, Y. K., Lee, C.-U., Ryu, Y.-H., Shin, I.-G., Shvartzvald, Y., Yee, J. C., Zang, W., Cha, S.-M., Kim, D.-J., Kim, H.-W., Kim, S.-L., Lee, D.-J., Lee, Y., Park, B.-G., Pogge, R. W., Jee, M. J., Kim, D., Kim, C.-H., Kim, W.-T., Mróz, P., Szymański, M. K., Skowron, J., Poleski, R., Soszyński, I., Pietrukowicz, P., Kozłowski, S., & Ulaczyk, K. 2020, AJ, 159, 91, "OGLE-2016-BLG-1227L: A Wide-separation Planet from a Very Short-timescale Microlensing Event"

Han, C., Lee, C.-U., Udalski, A., Gould, A., Bond, I. A., AUTHORS, L., Albrow, M. D., Chung, S.-J., Hwang, K.-H., Jung, Y. K., Ryu, Y.-H., Shin, I.-G., Shvartzvald, Y., Yee, J. C., Zang, W., Cha, S.-M., Kim, D.-J., Kim, H.-W., Kim, S.-L., Lee, D.-J., Lee, Y., Park, B.-G., Pogge, R. W., Jee, M. J., Kim, D., KMTNET COLLABORATION, Mróz, P., Szymański, M. K., Skowron, J., Poleski, R., Soszyński, I., Pietrukowicz, P., Kozłowski, S., Ulaczyk, K., Rybicki, K. A., Iwanek, P., Wrona, M., THE OGLE COLLABORATION, Abe, F., Barry, R., Bennett, D. P., Bhattacharya, A., Donachie, M., Fujii, H., Fukui, A., Itow, Y., Hirao, Y., Kamei, Y., Kondo, I., Koshimoto, N., Li, M. C. A., Matsubara, Y., Muraki, Y., Miyazaki, S., Nagakane, M., Ranc, C., Rattenbury, N. J., Suematsu, H., Sullivan, D. J., Sumi, T., Suzuki, D., Tristram, P. J., Yamakawa, T., Yonehara, A., & THE MOA Collaboration 2020, AJ, 159, 48, "OGLE-2018-BLG-1700L: Microlensing Planet in Binary Stellar System"

Kim, J., Jee, M. J., Perlmutter, S., Hayden, B., Rubin, D., Huang, X., Aldering, G., & Ko, J. 2019, ApJ, 887, 76, "Precise Mass Determination of SPT-CL J2106-5844, the Most Massive Cluster at z > 1"

Andrade-Santos, F., van Weeren, R. J., Di

Gennaro, G., Wittman, D., Ryu, D., Vir Lal, D., Placco, V. M., Fogarty, K., Jee, M. J., Stroe, A., Sobral, D., Forman, W. R., Jones, C., Kraft, R. P., Murray, S. S., Brüggen, M., Kang, H., Santucci, R., Golovich, N., & Dawson, W. 2019, ApJ, 887, 31, "Chandra Observations of the Spectacular A3411-12 Merger Event"

Golovich, N., Dawson, W. A., Wittman, D. M., van Weeren, R. J., Andrade-Santos, F., Jee, M. J., Benson, B., de Gasperin, F., Venturi, T., Bonafede, A., Sobral, D., Ogrean, G. A., Lemaux, B. C., Bradač, M., Brüggen, M., & Peter, A. 2019, ApJ, 882, 69, "Merging Cluster Collaboration: A Panchromatic Atlas of Radio Relic Mergers"

Costa, Tiago; Rosdahl, Joakim; Kimm, Taysun, 2019, MNRAS, 489, 5181, "The hidden satellites of massive galaxies and quasars at high redshift"

Michel-Dansac, L.; Blaizot, J.; Garel, T.; Verhamme, A.; Kimm, T.; Trebitsch, M., 2020, A&A, 635, 154, "RASCAS: RAdiation SCattering in Astrophysical Simulations"

Katz, Harley; Ramsoy, Marius; Rosdahl, Joakim; Kimm, Taysun; Blaizot, Jérémy; Haehnelt, Martin G.; Michel-Dansac, Léo; Garel, Thibault; Laigle, Clotilde; Devriendt, Julien; Slyz, Adrianne, 2020, MNRAS, 494, 2200, "How to quench a dwarf galaxy: The impact of inhomogeneous reionization on dwarf galaxies and cosmic filaments"

Secunda, Amy; Cen, Renyue; Kimm, Taysun; Gotberg, Ylva; de Mink, Selma E., 2020, ApJ, 901, 72, "Delayed Photons from Binary Evolution Help Reionize the Universe"

Katz, Harley; Ďurovčíková, Dominika; Kimm, Taysun; Rosdahl, Joki; Blaizot, Jeremy; Haehnelt, Martin G.; Devriendt, Julien; Slyz, Adrianne; Ellis, Richard; Laporte, Nicolas, 2020, MNRAS, 498, 164, "New Methods for Identifying Lyman Continuum Leakers and Reionization-Epoch Analogues"

Chabanier, S.; Bournaud, F., Dubois, Y., Codis, S.; Chapon, D.; Elbaz, D.; Pichon, C.; Bressand, O.; Devriendt, J.; Gavazzi, R.; Kraljic, K.; Kimm, T.; Laigle, C.; Lekien, J. -B.; Martin, G.; Palanque-Delabrouille, N.; Peirani, S.; Piserchia, P. -F.; Slyz, A.; Trebitsch, M.; Yèche, C., 2020, A&A, 643L, 8, "Formation of compact galaxies in the Extreme-Horizon simulation"

Lee, Jaehyun, Kimm, Taysun, Katz, Harley, Rosdahl, Joakim, Devriendt, Julien, Slyz, Adrianne, 2020, ApJ, 905, 31, "Dual Effects of Ram Pressure on Star Formation in Multiphase Disk Galaxies with Strong Stellar Feedback"

Yoo, Taehwa, Kimm, Taysun, Rosdahl, Joakim, 2020, MNRAS, 499, 5175, "On the origin of low escape fractions of ionizing radiation from massive star-forming galaxies at high redshift"

Mauerhofer, V.; Verhamme, A.; Blaizot, J.; Garel, T.; Kimm, T.; Michel-Dansac, L.; Rosdahl, J., 2021, A&A, "UV absorption lines and their potential for tracing the Lyman continuum escape fraction"

Grisdale, K.; Thatte, N.; Devriendt, J.; Pereira-Santaella, M.; Slyz, A.; Kimm, T.; Dubois, Y.; Yi, S. K., 2021, MNRAS, 501, 5517, "Predicting the observability of population III stars with ELT-HARMONI via the helium 1640 A emission line"

울산과학기술원

1. 인적사항

본 학과에 현재 류동수, 곽규진 등 2명의 천문학 전공 교수가 재직 중이다. 본과의 선도연구센터(SRC)인 고에너지 천체물리 연구센터(Center for High Energy Astrophysics) 소속으로 김선정, 김영민, Lupin Chun-Che Lin 3명의 연구교수가 천문학 연구를 수행하고 있다. 학과 및 센터 소속으로 조현진, 신복균, 성광현, 김명국, Arka Chatterjee, Paola Dominguez Fernandez, Maryam Aghaei 7명의 박사후연구원, 그리고 하지훈, 이은유, 이남욱, 윤정관, 정기현, 성광언, 김선호, 김종흔, 최정윤, 손창희 10명의 대학원생 및 학부생이 천문학 연구를 수행 중이다. 2021년 6월부터는 Sandro Tacchella 박사가 조교수로 합류할 예정이다.

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 은하단과 우주 거대 구조에서의 난류, 자기장, 충격파, 그리고 우주선(cosmic ray), 중성미자의 특성 및 기원에 대한 연구를 수행 중이다. 자기유체역학, PIC(Patcle-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.

곽규진 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 병행하고 있다.

3. 국내외 연구논문 (2020년 1월 1일 이후 발표)

1. Search for Point Sources of Ultra-High Energy Photons with Telescope Array Surface Detector, The Telescope Array (TA) Collaboration (D. Ryu), 2020, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 492, 3984-3993.
2. Shock Acceleration Efficiency in Radio Relics Botteon, A., Brunetti, G., Ryu, D., & Roh, S., 2020, Astronomy and Astrophysics, 634, A64.
3. Electron Firehose Instabilities in High-beta ICM shocks Kim, S., Ha, J.-H., Ryu, D., & Kang, H., 2020, The Astrophysical Journal, 892, 85.
4. Gamma-ray and Neutrino Emissions due to Cosmic-Ray Protons Accelerated at Intracluster Shocks in Galaxy Clusters, Ha, J.-H., Ryu, D. & Kang, H., 2020, The Astrophysical Journal, 892, 86.
5. Transport of High-Energy Charged Particles through Spatially-Intermittent Turbulent Magnetic Fields, Chen, L. E., Bott, A. F. A., Tzeferacos, P., Rigby, A., Bell, A., Bingham, R., Graziani, C., Katz, J., Koenig, M., Li, C. K., Petrasso, R., Park, H.-S., Ross, J. S., Ryu, D., White, T. G., Reville, B., Matthews, J., Meinecke, J., Miniati, F., Zweibel, E. G., Sarkar, S., Schekochihin, A. A., Lamb, D. Q., Froula, D. H., & Gregori, G., 2020, The Astrophysical Journal, 892, 114.
6. Spin assignments for 23Mg levels and the astrophysical 22Na(p,g)23Mg reaction, M.S. Kwag, K.Y. Chae, S. Ahn, D.W. Bardayan, K.A. Chipps, J.A. Cizewski, M.E. Howard, R.L. Kozub, K. Kwak, B. Manning, M. Matos, P.D. O'Malley, S.D. Pain,W.A. Peters, S.T. Pittman, A. Ratkiewicz, M.S. Smith, S. Strauss, 2020, The European Physical Journal A 56, 108.
7. Investigation of X-ray timing and spectral properties for ESO 243-49 HLX-1 with long-term Swift Monitoring, Lupin Chun-Che Lin, Chin-Ping Hu, Kwan-Lok Li, Jumpei Takata, David Chien-Chang Yen, Kyujin Kwak, Young-Min Kim and Albert K. H. Kong, 2020, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 491, 5682-5692.
8. Repeated State Change of Variable Gamma-ray Pulsar, PSR J2021+4026, Jumpei Takata, Hui-Hui Wang, Lupin Chun-Che Lin, Chin-Ping Hu, C. Y. Hui, Albert K. H. Kong, P. H. T. Tam, Kwan-Lok Li and K. S. Cheng, 2020, The Astrophysical Journal, 890, 16.
9. An arm length stabilization system for KAGRA and future gravitational-wave detectors, KAGRA Collaboration (Y.-M. Kim, K. Kwak and Lupin C. C. Lin), 2020, Classical and Quantum Gravity, 37 035004.
10. Reconstruction of Radio Relics and X-ray Tails in an Off-axis Cluster Merger: Hydrodynamical Simulations of A115, Lee, W., Jee, M. J., Kang, H., Ryu, D., Kimm, T., & Bruggen, M., 2020, The Astrophysical Journal, 894, 60.
11. Limiting the Shock Acceleration of Cosmic-Ray Protons in the ICM, Wittor, D., Vazza, F., Ryu, D., & Kang, H., 2020, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 495, L112-L117.
12. SLAU2 applied to Two-Dimensional, Ideal Magnetohydrodynamics Simulations, Kitamura, K., Mamashita, T., & Ryu, D., 2020, Computers and Fluids, 209, 104635.
13. Search for a Large-Scale Anisotropy on Arrival Directions of Ultrahigh-Energy Cosmic Rays Observed with the Telescope Array Experiment, The Telescope Array (TA) Collaboration (D. Ryu), 2020, The Astrophysical Journal Letters, 898, L28.
14. Evidence for a Supergalactic Structure of Magnetic Deflection Multiplets of Ultra-High Energy Cosmic Rays, The Telescope Array (TA) Collaboration (D. Ryu), 2020, The Astrophysical Journal, 899, 86.
15. Search for Ultra-High-Energy Neutrinos with the Telescope Array Surface Detector, The Telescope Array (TA) Collaboration (D. Ryu), 2020, Journal of Experimental and Theoretical Physics, 131, 255-264.
16. Extended parity doublet model with a new

transport code, Myungkuk kim, Sangyong Jeon, Young-Min Kim, Youngman Kim, Chang-Hwan Lee, 2020, Physical Review C, 101, 064614.

17. Neutron star equation of state and tidal deformability with nuclear energy density functionals, Young-Min Kim, Kyujin Kwak, Chang Ho Hyun, Hana Gil, Chang-Hwan Lee, 2020, European Physical Journal A, 56, 157.

18. A deep X-ray spectral imaging of the bow-shock pulsar wind nebula associated with PSR B1929+10, Sangin Kim, C.Y. Hui*, Jongsu Lee, Kwangmin Oh, Lupin C.C. Lin and J. Takata, 2020, Astronomy & Astrophysics Letters, 637, L7.

19. Application of the independent component analysis to the iKAGRA data, KAGRA Collaboration (K.Kwak, Lupin Chun-Che Lin, Y.-M. Kim, K. Jung, M.H.P.M. van Putten), 2020, Progress of Theoretical and Experimental Physics, 2020, 053F01.

20. GW190814: Gravitational Waves from the Coalescence of a 23 Solar Mass Black Hole with a 2.6 Solar Mass Compact Object, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, The Astrophysical Journal Letters, 896, L44.

21. A Joint Fermi-GBM and LIGO/Virgo Analysis of Compact Binary Mergers from the First and Second Gravitational-wave Observing Runs, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, The Astrophysical Journal, 893, 100.

22. Optically targeted search for gravitational waves emitted by core-collapse supernovae during the first and second observing runs of advanced LIGO and advanced Virgo, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, Physical Review D, 101, 084002.

23. GW190425: Observation of a Compact Binary Coalescence with Total Mass ~ 3.4 $M_\odot$, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, The Astrophysical Journal Letters, 892, L3.

24. A guide to LIGO-Virgo detector noise and extraction of transient gravitational-wave signals, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, Classical and Quantum Gravity, 37, 055002.

25. Model comparison from LIGO-Virgo data on GW170817's binary components and consequences for the merger remnant, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, Classical and Quantum Gravity, 37, 045006.

26. GW190412: Observation of a Binary-Black-Hole Coalescence with Asymmetric Masses, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, Physical Review D, 102, 043015.

27. Measurement of the Proton-Air Cross Section with Telescope Array's Black Rock Mesa and Long Ridge Fluorescence Detectors, and Surface Array in Hybrid Mode, The Telescope Array (TA) Collaboration (D. Ryu), 2020, Physical Review D, 102, 062004.

28. Prospects for Observing and Localizing Gravitational-Wave Transients with Advanced LIGO, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, Living Reviews in Relativity, 23, 3.

29. Possible production of neutron-rich No isotopes, Myeong-Hwan Mun, Kyujin Kwak, G. G. Adamian, and N. V. Antonenko, 2020, Physical Review C, 101, 044602.

30. Deformed relativistic Hartree-Bogoliubov theory in continuum with a point-coupling functional: Examples of even-even Nd isotopes, Kaiyuan Zhang, Myung-Ki Cheoun, Yong-Beom Choi, Pooi Seong Chong, Jianmin Dong, Lisheng Geng,7 Eunja Ha, Xiaotao He, Chan Heo, Meng Chit Ho, Eun Jin In, Seonghyun Kim, Youngman Kim, Chang-Hwan Lee, Jenny Lee, Zhipan Li, Tianpeng Luo, Jie Meng, Myeong-Hwan Mun, Zhongming Niu, Cong Pan, Panagiota Papakonstantinou, Xinle Shang, Caiwan Shen, Guofang Shen, Wei Sun, Xiang-Xiang Sun, Chi Kin Tam, Thaivayongnou,Chen Wang, Sau Hei Wong, Xuewei Xia, Yijun Yan, Ryan Wai-Yen Yeung, To Chung Yiu, Shuangquan Zhang, Wei Zhang, Shan-Gui Zhou, 2020, Physical Review C, 102, 024314.

31. Observation of the Origin of Downward Terrestrial Gamma-Ray Flashes, The Telescope Array (TA) Collaboration (D. Ryu, B. K. Shin), 2020, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 125, e2019JD031940.

32. Gravitational-wave constraints on the equatorial ellipticity of millisecond pulsars, LIGO Sci Collaboration, Virgo Collaboration (C.-H. Lee, Y.-M. Kim), 2020, The Astrophysical Journal Letters, 902, L21.

33. Overview of KAGRA: KAGRA science, KAGRA Collaboration (K.Kwak, Lupin Chun-Che Lin, M. H. P. M. van Putten, Y.-M. Kim), 2020, Progress of Theoretical and Experimental Physics, ptaa120.

충남대학교 천문우주과학과

1. 인적사항

본 학과(학과장 이영선)는 현재 7명의 전임교수(외국인 전임 교원 1명 포함), 및 조교 1인을 중심으로 교육과 연구에 임하고 있다. 2021년도에는 학부과정에 31명, 석사과정에 2명이 입학하였으며, 박사 1명, 석사 2명이 배출되었다. 또한, 외국인 2명 포함, 박사 후 연구원 및 연구교수 8명이 관련 전공 분야 대학원생과 전임교수와 긴밀히 연구를 수행하고 있다. 2021년 현재 학부에 약 130여 명, 대학원 석박사 과정에 약 20명이 재학 중으로 지방국립대 중 최대 규모의 천문우주과학 관련 학과를 운영하여 교육과 연구에 전념하고 있다. 한편, 대학원 과정의 경우 천문우주과학과, 지질환경과학과, 대기과학과를 통합한 우주지질학과를 운영 중이며 천문우주, 지질환경, 대기과학의 융합 교육 및 연구를 꾀하고 있다.

2. 연구 및 학술활동

김용하 교수는 과학재단 특정기초 연구과제의 일환으로 2007년 2월 남극 세종기지에 설치한 유성 레이다를 지속 운영 중에 있다. 2012년 이 레이다의 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 교수는 전남대 오수연 교수와 함께 Neutron Monitor 관측소를 현재 표준연구원 내에 구축하여 관측을 하고 있고, 올해 2020년 남극대륙 내의 장보고 기지에 제2 관측소 설치를 완성하였다. 이와 더불어 전 세계 관측소들의 자료를 사용하여 관측되는 우주선 강도의 감소현상 (Forbush Decrease) 및 급증 현상 (Ground Level Enhancement) 을 연구하여 오고 있다. 이런 현상들을 태양과 지구간의 행성간 자기구름 물리적 변화로 설명하려는 연구를 지속하고 있다. 이와 관련하여 태양과 태양형 항성들의 자기 활동 변화 주기의 통계 연구를 진행하고 있다. 그리고 향후 달탐사를 위한 기초연구로서 LRO/CRaTER 관측 자료를 이용하여 달 궤도에서의 우주선 환경변화를 연구하고 있으며, 달에서 인류가 주거 가능한 전초 기지가 될 수 있는 달의 용암동굴을 찾기 위한 연구를 진행하고 있다. 또한, 최근에는 미국 NOAA 자료와 프랑스 Coriolis 프로젝트로 구축된 해양 관측 자료를 활용하여 지구 기후변화 원인에 대한 깊은 관심을 갖고 연구 중이다.

조정연 교수는 MHD 난류의 성질 및 천문학적인 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 교수는 광학, 자외선, 그리고 전파 등 다파장 관측자료를 이용하여 은하단, 은하그룹, 필라멘트, 필드(field) 등 다양한 환경에 있는 은하들의 특성 및 환경에 따른 은하의 진화를 연구하고 있다. 특히, 처녀자리 은하단 주위에 존재하는 필라멘트 구조에 있는 은하들의 다파장 자료를 이용하여 피라멘트내 위치에 따른 은하의 특성 차이와 이에 대한 기작 연구를 수행하였다. 또한, 적색편이 0.05 이내에 있는 밀집타원은하(compact elliptical galaxy)의 목록을 구축하고 환경에 따른 밀집타원은하의 종족 특성 차이가 나타남을 밝히고 서로 다른 두 가지 형성 기작이 있음을 연구하였다.

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 교수는 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. 일괄처리 프로그램을 통하여 결정된 별의 물리량과 화학원소 함량비와

가이아 위성이 제공하는 별의 연주시차, 고유운동 정보를 이용하여 우리은하의 원반 (disk)과 헤일로 (halo)에 있는 별들의 운동학적, 화학적 특성과 분포를 조사하여 원반과 헤일로의 형성과정과 화학적 진화에 대한 연구도 수행하고 있다.

민경국 교수는 지구 자기권 내 플라스마 파동과 이 파동이 환전류와 방사선 대를 구성하는 고에너지 전자와 이온들에 미치는 영향을 위성 관측 데이터 분석과 이론과 모델링을 통해 연구해오고 있다. 현재 쌍극자 자기장 내에서 particle-in-cell simulation을 통해 적도 소음 (equatorial noise)이라 불리는 파동의 생성과 전파 연구에 주력하고 있으며, 대학원 학생 지도를 통해 자기권뿐만 아니라 태양권 내에서 일어나는 전반적인 플라스마 물리현상 연구로 연구영역을 넓혀 나가고 있다.

3. 연구시설

연구 시설로는 다수의 워크스테이션 서버와 고성능 PC가 갖추어진 천문전산실, 광학실험장치, Photodensitometer, 인공위성 추적시스템이 갖추어져 있는 광학실험실이 있다. 그리고 천문대, 시뮬레이션실, 천문도서실 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. 또한 천체투영관과 지구과학현상 3차원 투영시스템을 구축하여 학부 관측수업 및 지구와 태양계 내의 여러 물리현상 교육을 위한 보조 장비로 활용하고 있다. 이들 장비는 충남대학교 별 축제에서 일반 대중을 위한 천문교육에도 이용되고 있다.

충북대학교 천문우주학과

1. 기본사항

충북대학교 천문우주학과에는 서경원, 김용기, 이대영, 하야사키키미타케, 안홍준, 김경찬 회원 등 56명의 전임교수가 178명의 학부생과 34명의 대학원생의 교육과 연구를 맡고 있다. 국내 대학 중 유일한 대학본부 부속기관인 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.

김용기 교수는 대학원 대중천문학과정을 담당하고 있다. 자기격변변광성의 관측 및 관측자료 처리에 대한 연구를 하고 있으며 우크라니아 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 다수의 천문학 서적의 번역에 참여하고 있으며, 한국창의재단의 지원으로 STEAM교육프로그램을 개발하고 있다. 현재 김동흔, 김태우, 한기영, 박은미 회원이 박사과정, 김상걸,김하정,이승윤,이현석,임종진,하태용, 허민, 김하정 회원이 석사과정을 이수하고 있으며, 김하은회원과 설아침 회원이 통합과정에서 김용기 교수의 지도를 받고 있다.

이대영 교수는 현재 6명의 full-time 석.박사 과정 대학원생들과 3인의 연구교수 및 연구원으로 구성된 우주물리/우주환경 연구 그룹을 이끌고 있다. 주로 space plasma instabilities, radiation belt electron dynamics, wave-particle interaction, interplanetary magnetic field, solar wind structure, 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 개발하였으며 이를 통해 관련 기반 기술의 국산화에 주력하고 있다. 또 다른 한국연구재단 지원 사업을 통해서는 우주환경 교란의 가장 주요한 현상인 radiation belt의 발생 근원에 대한 매우 새로운 이론을 시험하기 위한 중장기 연구를 최근 시작하였다.

하야사키 키미타케 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 대학원

생과 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, 초신성 잔해, 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 모형화를 통하여 플라스마 물질의 가속현상들 이해하는 것을 목표로 하여 연구하고 있다. 현재 여덟 명의 대학원생과 함께 연구를 진행하고 있다.

김경찬 교수는 2021년 3월에 충북대학교에 신규 임용되어, 현재까지 명확히 알려지지 않은 지구, 목성, 그리고 토성의 방사선대 진화과정을 이해하고 궁극적으로는 태양계 행성의 방사선대 생성원리로서 플라즈마 파동-입자 상호작용 이론을 정립하는 연구를 수행하고 있다. 이를 위해 현재 한국연구재단이 지원하는 지구 방사선대 생성원리에 대한 연구를 수행하고 있으며 또한 과기부 우주핵심기술개발사업을 통해 목성과 토성 주변 방사선대 동역학 연구를 진행 중이다. 향후 우주공간물리 연구실에서 생성하는 다양한 태양계 탐사 위성 자료 분석자료 및 예보모델 개발 결과는 목성 및 주변 위성을 탐사하기 위해 계획 중인 우주 탐사선들의 기본 개발 툴로써 제공될 예정이다.

3. 연구시설

각 교수의 연구실 및 실험실에는 최신 PC 및 관련 주변 기기, 그리고 워크스테이션 및 ~150-core server가 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(2019-2021)

Suh, Kyung-Won, 2020, Infrared Properties of Asymptotic Giant Branch Stars in Our Galaxy and the Magellanic Clouds, The Astrophysical Journal, 891, 43

Suh, Kyung-Won, 2019, Circumstellar dust, IR spectroscopy, and mineralogy, IAUS, 343, p.159-163.

김용기,구본철,김동우,김민선,김은혁,손주비,이재준,이재현,정연길,홍재섭 역, 2020, 판타스틱 유니버스: 찬드라가 바라본 우주의 신비, 서울:북스힐 (원저, W. Tucker, 2017, Chandra Cosmos)

송인옥,권석민,장헌영,김유재,심채경,김용기,손정주,심현진 역, 2020, 우주생물학, 서울:시그마프레스 (원자: D.Q. Rothery, L. Gilmour, and M. Septhton, 2018, An Introductin to astrobiology)

김용기, 김형범, 김수현, 2020, STEAM 교재: 해그림자와 놀기, (대전; 정우COM) ISBN 979-11-87288-30-5

김용기, 김형범, 정은배, 2020, 사실우리는 돌고 있어요 (대전; 정우COM) ISBN 979-11-87288-28-2

김용기, 김형범, 김상훈, 2020, STEAM 교재:3D프린터와 AR을활용하여 망원경과 친해지기, (대전; 정우COM) ISBN 979-11-87288-27-5

김형범, 김용기, 이은봉,2020, STEAM 교재:드론인명구조사를소개합니다,(대전; 정우COM) ISBN 979-11-87288-26-8

김형범, 김용기, 김인국,2020, STEAM 교재:인공지능어디까지 알고있니?,(대전; 정우COM) ISBN 979-11-87288-25-1

김형범, 김용기, 류현아, ,2020, STEAM 교재:빅데이터 만져보기 (대전; 정우COM) ISBN 979-11-87288-29-9

김용기, 김형범, 이지선, 2020, 우리동네지킴이, 가로등 - 교사용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-248-5

김용기, 김형범, 이지선, 2020, 우리동네지킴이, 가로등 - 학생용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-249-2

김용기, 김형범, 한도윤, 2020, 내직업은 지층 VR 크리에이터 - 교사용 (서울; 과학창의재단) ISSN

979-11-6369-240-9

김용기, 김형범, 한도윤, 2020, 내직업은 지층 VR 크리에이터 - 학생용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-241-6

한신, 김형범, 김용기, 김정화, 2020, 픽셀의 비밀을 풀어보자- 교사용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-250-8

한신, 김형범, 김용기, 김정화, 2020, 픽셀의 비밀을 풀어보자- 학생용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-251-5

김용기, 김형범, 조재완, 허윤정, 2020, 드론 (UAV)으로 군집 아트쇼를 해볼까 - 교사용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-242-3

김용기, 김형범, 조재완, 허윤정, 2020, 드론 (UAV)으로 군집 아트쇼를 해볼까 - 학생용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-243-0

김용기, 김형범, 유완석, 허윤정, 2020, 미세먼지를 예방할 수 있을까 - 교사용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-244-7

김용기, 김형범, 유완석, 허윤정, 2020, 미세먼지를 예방할 수 있을까 - 학생용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-245-4

김용기, 김형범, 김상훈, 2020, 별자리의 비밀을 알아볼까 - 교사용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-250-8

김용기, 김형범, 김상훈, 2020, 별자리의 비밀을 알아볼까 - 교사용 (서울; 과학창의재단) ISSN 979-11-6369-247-8

D.-H. Kim, Y. Kim, J.-N. Yoon, and H.-S. Im, 2019, Development of a prriod analysis algortithm for detecting variable stars in time-series observational data, JASS, 36(4), 283

Y. Kim and J.-N. Yoon, 2020, Professional-amateur programs at chungbuk national university, 2020, Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso, 50, 384

J. Jeon and Y. Kim, 2019, Analysis of papers published in the journal of astronomy and space sciences from 1984 to 2018, JASS, 36(3), 199

Y. Kim, I. L. Andronov, K. D. A ndry ch, J.-N. Yoon, K. Han and L.L. Chinarova, 2020, Poorly studied eclipsing binaries in the field of DO Draconis: V454 Dra and V455 Dra, JKAS, 53, 43

김영수, 변용익, 윤요라, 김용기, 2019, 에티오피아 천문, 우주과학분야의 현황 및 협력방안, 적정기술학회지, 5(2), 114

한신,김용기,김형범, 2019, 자연재해 주제를 활용한 창의융합 HTE-STEAM프로그램 개발 및 효과, 지구과학교육학회지, 12(3), 291

박은미,민병희,이기원,김용기, 2020, 고종 31년(1894) 연력장의 역일검증, 천문학논총, 35,001

설아침,김형범,한신,김용기, 2020, 한국천문연구원 '스타-카'프로그램 개발 및 효과분석:과학문화 소외지역을 중심으로, 한국지구과학교육학회지, 13(1), 100

한신,김형범,김용기,송하명, 2020, 비유를 활용한 STEAM프로그램 개발 및 효과: 중학교 '태양계'단원을 중심으로, 13(1), 15

한신,김용기,김형범, 2020, 텍스트마이닝을 활용한 대학생들의 외계행성 개념변화연구, 대한지구과학회지, 13(3), 305

D.-Y. Lee, 2021, Sensitive dependence of ultrarelativistic electron precipitation on EMIC wave frequency, Journal of Geophysical Research: Space Physics

H. M. Kim,..., D.-Y. Lee, et al. 2021, Observations of Particle Loss due to 2 Injection-Associated EMIC Waves, Journal of Geophysical Research: Space Physics

Noh, S., D.Y. Lee, et al., 2021, Upper limit of proton anisotropy and its relation to EMIC waves in the inner magnetosphere, Journal of Geophysical Research: Space Physics.

Cheong R. Choi, M.-H. Woo, P. H. Yoon, D.-Y. Lee, and K. S. Park, 2021, Anomalous Proton Velocity Diffusion by Quasi-Monochromatic Kinetic Alfv′en Waves, Astrophysical Journal.

Ji-Hyeon Yoo, Dae-Young Lee, Eo-Jin Kim et al., 2021, A Substorm Injection Event and the Radiation Belt Structure Observed by Space

Radiation Detectors onboard NEXTSat-1, J. Astron. Space Sci.

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, 2021, polar middle atmospheric responses to medium energy electron (MEE) precipitation using numerical model simulations, Atmosphere.

D.-Y. Lee, K.C. Kim, C.R. Choi, 2020, Nonlinear Scattering of 90° Pitch Angle Electrons
in the Outer Radiation Belt by Large-Amplitude EMIC Waves, Geophy. Res. Lett.

D.-Y. Lee and J. Kim, 2020, Simultaneous Influence of Whistler-Mode Chorus and EMIC Waves on Electron Loss in the Earth's Radiation Belt, Journal of the Korean Physical Society.

E. Kim, ... D.-Y. Lee, et al. 2020, Initial Operation and Preliminary Results of the Instrument for the Study of Stable/Storm-Time Space (ISSS) on Board the Next Generation Small Satellite-1 (NEXTSat-1), J. Astron. Space Sci.

K.S. Park, D.-Y. Lee, K.-H. Kim, 2020, Global MHD Simulation of a Prolonged Steady Weak Southward Interplanetary Magnetic Field Condition, J. Astron. Space Sci.

Cheong R. Choi, M.-H. Woo, Peter H. Yoon, D.-K. Shin, D.-Y. Lee, and K. S. Park, 2019, Proton Perpendicular Heating by Kinetic Alfv'en Wave, 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

D.-Y. Lee, 2019, Recent Progress in the Theoretical Understanding of Relativistic Electron Scattering and Precipitation by Electromagnetic Ion Cyclotron Waves in the Earth's Inner Magnetosphere, J. Astron. Space Sci.

K. Hayasaki, Neutrinos form tidal disruption events, 2021, Nature Astronomy, doi: 0.1038/s41550-021-01309-z

K. Hayasaki, M.R. Bate, and A. Loeb, Ionization and dissociation induced fragmentation of a tidally disrupted star into planets around a supermassive black hole, 2020, arXiv:2001.04172

Park Gwanwoo and K. Hayasaki, Tidal disruption flares from stars on marginally bound and unbound orbits, 2020, ApJ, 900, 1

K. Hayasaki and R. Yamazaki, Neutrino Emissions from Tidal Disruption Remnants, 2019, ApJ, 886, 114

Rho, J. ... An, H.. ...et al. "Near-infrared and optical observations of type IC SN 2020oi and broad-lined IC 2020bvc: Carbon Monoxide, Dust, and High-Velocity Supernova Ejecta", 2021, ApJ, 908, 232

Kim, M. and An, H. "X-ray properties of the pulsar PSR J0205+6449 in 3C 58", 2021, JKAS, 54, 1

An, H. and Romani, R. W. 2020, "X-ray constraints on the spectral energy distribution of the z=5.18 blazar SDSS J013127.34−032100.1", ApJ, 904, 27

Yoo, S. and An, H. "Spectral variability of the blazar 3C 279 in the optical to X-ray band during 2009-2018", 2020, ApJ, 902, 2

Mori, K., An, H., Feng, Q. et al. "Multi-wavelength observations of 2HWC J1928+177: Dark accelerator or new TeV gamma-ray binary?", 2020, ApJ, 897, 129

An, H., Romani, R. W., and Kerr, M. "Orbital Modulation of Gamma Rays from PSR J2339−0533", 2020, ApJ, 897, 52

Kim, M. and An, H. "Characterizing X-ray properties of the gamma-ray pulsar PSR J1418−6058 in the Rabbit pulsar wind nebula", 2020, ApJ, 892, 5

Kim, S. and An, H. "Spectral energy distribution modelling of broadband emission in the pulsar wind nebula 3C 58", 2020, Astronomische Nachrichten, 341, 170

Kim, S., Park, J. and An, H. "Investigating the PWN 3C 58 using emission models", 2019, JKAS, 52, 173

Kandel, D., Romani, R. W. and An, H. "The Synchrotron Emission Pattern of IntraBinary Shocks", 2019, ApJ, 879, 73

An, H. and Archibald, R. "X-ray timing studies of the low-field magnetar CXOU 164710.2−455216", 2019, ApJL, 877, L10

An, H. "NuSTAR hard X-ray studies of the pulsar wind nebula 3C 58", 2019, ApJ, 876, 150

Kim, M., An, H. "Measuring timing properties of PSR B0540-69", 2019, JKAS, 52, 41

Kim, K.-C., Shprits, Y., & Wang, D., 2020, Quantifying the effect of plasmaspheric hiss on the electron loss from the slot region. Journal of Geophysical Research: Space Physics

Lee, D.-Y., Kim, K.-C., & Choi, C.-R., 2020, Nonlinear scattering of 90° pitch angle electrons in the outer radiation belt by large-amplitude EMIC waves. Geophysical Research Letters

Lee, Y.-S., Kwak, Y.-S., Kim, K.-C., & Kim, Y. H., 2020, Dynamically unstable strong wind shears observed in the polar mesosphere summer echo layer associated with geomagnetic disturbances. Journal of Geophysical Research: Space Physics

Lee, Y.-S., Kim, K.-C., Kwak, Y.-S. et al., 2019, High-latitude mesospheric intense turbulence associated with high-speed solar wind streams. Astrophys Space Sci

Kim, K.-C., & Shprits, Y., 2019, Statistical analysis of hiss waves in plasmaspheric plumes using Van Allen Probe observations. Journal of Geophysical Research: Space Physics

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(2021.04.12. 현재)

제8대 원장 박영득
감사 박은정
감사부장 신용태
부원장 육인수

광학천문본부장 김상철
전파천문본부장 김기태
우주과학본부장 최영준
대형망원경사업단장 박병곤
정책부장 김영수
기획부장 안효창
행정부장 윤영재
우주위험감시센터장 조중현
천문우주기술센터장 한정열
이론천문센터장 조정연
고천문연구센터장 김상혁
천문전산융합센터장 이창희

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 관측장비의 성능 향상을 위한 시스템 개발을 하며 우수 연구결과를 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) 천문우주기술센터

2020년 2월, 천문우주과학 연구를 위한 경쟁력 있는 기술개발 전략을 수립하고, 국가 위상을 높일 수 있는 첨단 기술개발을 선도하며, 엔지니어링의 체계적 지원을 위하여 천문우주기술센터 (Technology Center for Astronomy and Space Science)를 발족했다. 천문우주기술센터는 설립 목적 및 역할로써 기술개발 중장기 계획 수립 및 추진 등 7개로 정하고, 기술로드맵 작성, 기기개발 지원, 연구장비 공동활용 극대화를 위한 스마트랩(Smart Lab.), 포괄적 산학연 협력, 천문우주기술관련 워크숍·연구모임 주관, 기술주도형 연구개발 과제 수행 등 실질적인 활동을 진행하고 있다.

8) 고천문연구센터

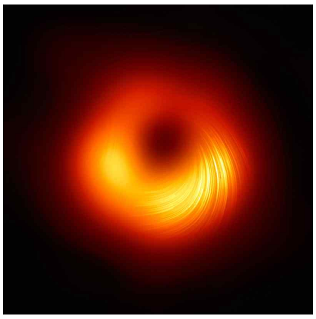
우리나라는 삼국시대 이래 조선시대에 이르기까지 2천년에 이르는 시간동안 체계적인 관측 시스템과 관측기록을 보유하고 있다. 우리의 고천문학(역사천문학)은 국가 최고 학문으로 중시되어 하늘을 체계적으로 관측한 우수한 천문학적 유산이며, 현대천문학 연구의 뿌리이기도 하다. 고천문연구센터는 옛 천문기기를 복원하고, 역사적 관측 기록을 분석하며, 현대적인 도구로 얻은 데이터를 통해 과거의 천문현상을 조사하는 등 다양한 측면에서 연구를 수행하고 있다.

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 수치모의실험을 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.

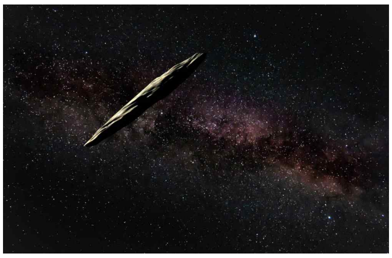
2. 한국천문연구원 주요 연구 및 개발 성과

가. 최초로 블랙홀 편광관측 통해 가장자리 강력한 자기장 포착



한국천문연구원 연구진이 포함된 EHT 국제연구팀은 전 세계 협력에 기반한 8개의 전파망원경을 연결한 사건 지평선망원경(이하 EHT, Event Horizon Telescope)으로 M87 은하 중심의 초대질량 블랙홀 편광 관측에 성공했다. 천문학자들이 블랙홀의 가장자리에서 강한 자기장의 증거인 편광을 관측할 수 있었던 것은 이번이 처음이다. 이 관측은 5천 5백만 광년 떨어진 M87 은하가 중심부 핵에서 고에너지 제트를 어떻게 내뿜을 수 있지를 설명하는 중요한 열쇠이다. 한국은 한국천문연구원 소속 연구자 등 10명이 동아시아관측소(EAO) 산하 제임스 클러크 맥스웰 망원경(JCMT)과 아타카마 밀리미터/서브밀리미터 전파간섭계(ALMA)의 협력 구성원으로서 EHT 프로젝트에 참여했으며, 한국이 운영하고 있는 한국우주전파관측망(KVN)과 동아시아우주전파 관측망(EAVN)의 관측결과도 본 연구에 활용됐다.

나. 최초의 외계 성간천체 오우무아무아는 수소 얼음이 아니다

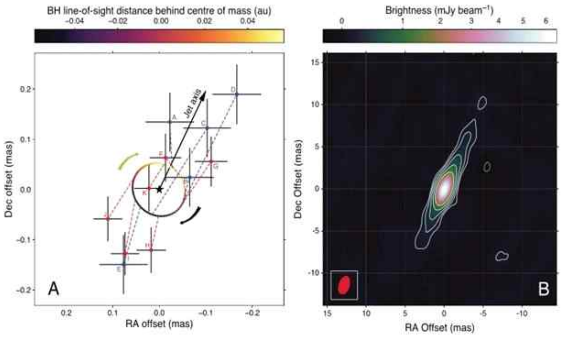


한국천문연구원과 하바드 -스미소니안 천체물리 연구센터 국제공동 연구팀은 태양계에서 관측된 최초의 외계 성간천체 1I/2017 U1(‘Oumuamua, 이하 오우무아무아)가 수소 얼음으로 이루어졌다는 최근 유력 연구결과와 달리 수소 얼음으로 만들어지지 않았다는 것을 밝혔다. 연구진은 거대분자운의 밀도가 가장 높은 영역에서 수소 얼음덩이가 만들어지는 시나리오를 시험하면서 수소 얼음덩이가 거대분자운과 성간물질에서 생존할 수 있는 수명을 계산했다. 그 결과 거대분자운에서는 수소 얼음덩이로 이루어진 성간천체가 만들어질 수가 없다는 것을 밝혀냈다. 또한 이러한 수소 얼음덩이가 형성됐다 하더라도 거대분자운에서 성간물질로 이동해 태양계에 진입하기까지 기체입자들과 충돌하거나 태양빛을 받아 기화되어 결국 파괴된다고 결론지었다.

다. 백조자리 X-1 블랙홀의 정체를 새롭게 밝히다

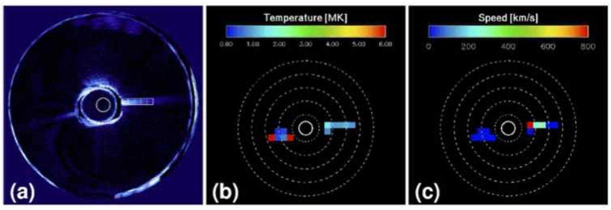
한국천문연구원이 참여한 국제공동연구팀은 10개의 전파망원경을 연결한 초장기선 전파간섭계(VLBA, Very

Long Baseline Array)로 백조자리 X-1 블랙홀의 정밀한 위치를 측정했다. 그 결과 국제공동연구팀은 초장기선 전파간섭계(VLBA)를 이용해 백조자리 X-1 블랙홀에서 나오는 전파신호를 관측하고, 지구로부터 먼 거리의 천체 위치를 정밀하게 측정하는 삼각측정법을 통해 본 연구결과를 이끌어냈다. 이에 지구로부터 백조자리 X-1 블랙홀까지의 거리는 기존에 알려졌던 약 6천 1백 광년보다 먼 약 7천 2백 광년 떨어져 있고, 블랙홀의 질량은 태양 질량의 21배로 기존에 알려진 질량보다 약 50% 무겁다는 것을 알아냈다.



라. 천문연-NASA 첫 공동개발 태양 코로나그래프 관측 결과 공개

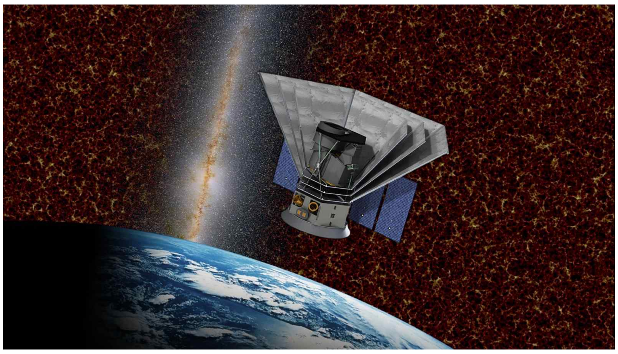
천문연-NASA 공동연구진은 2019년 9월 18일 태양 코로나그래프를 대형 과학용 풍선기구에 탑재해 고도 약 40km 성층권 상공에서 태양 외부 코로나 관측을 성공리에 수행했다. 천문연은 이 관측 자료를 NASA와 공동으로 분석해 외부 코로나 구조물이 약 일백만도의 온도와 초속 260km의 속도를 갖는다고 발표했다. 이는 태양 코로나 영역 전자의 온도와 속도를 세계 최초로 동시에 측정한 것으로 천문연-NASA가 공동 개발한 차세대 코로나그래프의 핵심 기술을 성공적으로 검증했음을 의미한다. 천문연은 이번에 검증한 코로나그래프의 핵심기술을 바탕으로 향후 NASA와 차세대 코로나그래프를 개발해 2023년께 국제우주정거장(ISS, International Space Station)에 설치할 예정이다.



마. 천문연-NASA, 세계 최초 전천(全天) 영상분광 탐사 우주망원경 SPHEREx 제작 단계 돌입

한국천문연구원은 1월 6일에 NASA 제트추진연구소 및 미국 캘리포니아 공과대학과 공동개발하는 우주망원경 SPHEREx 제작에 착수했다. SPHEREx는 2016년 천문연이 Caltech과의 국제공동연구 기획을 바탕으로, 국제연구팀 공동으로 NASA에 개발을 제안하면서 시작됐다. NASA는 2019년 2월 동 제안서를 선정하고, 2020년 10월 예비설계 결과를 평가하여 2021년 1월 6일(한국 현지기준) 최종 승인을 발표했으며, 이에 따라 SPHEREx가 본격적인 제작에 착수하게 됐다.

SPHEREx에는 천문연이 차세대 소형위성 1호의 과학탑재체 NISS에 최초로 적용한 선형분광필터를 사용한다. SPHEREx는 2024년 태양동기궤도*로 발사돼 약 2년 6개월 동안 4회 이상의 전천 분광 탐사 임무를 수행하며 전 우주에 존재하는 약 20억 개에 달하는 개별 천체들의 전천 분광 목록을 작성할 수 있을 것으로 기대된다.



사단법인 한국천문학회
회원명부
(2021. 04)

NO	성명	이메일	근무처
1	강궁원	gwkang@kisti.re.kr	한국과학기술정보연구원
2	강귀봉	hmds3526@icloud.com	충남대학교
3	강다은	daeun.astro@gmail.com	서울대학교
4	강동일	kang_dong_il@naver.com	김해고등학교
5	강두원	pama95@naver.com	충북대학교
6	강미주	mjkang@kasi.re.kr	한국천문연구원
7	강봉석	kbs2004@korea.kr	군포시 대야도서관 누리천문대
8	강선미	tjsal_03@hotmail.com	경희대학교
9	강선아	aine2242@gmail.com	(주)에스엘랩
10	강성주	sjkang@kasi.re.kr	한국천문연구소
11	강신철	kang87@kasi.re.kr	KASi/UST
12	강영운	kangyw@sejong.ac.kr	세종대학교
13	강용범	virgo222@gmail.com	충남대학교
14	강용우	tetius82@daum.net	한국천문연구원
15	강용희	yhkang@knu.ac.kr	경북대학교
16	강원기	kangwongi@naver.com	경북대학교
17	강원석	wskang@astro.snu.ac.kr	국립청소년우주센터
18	강월랑	nwyra@naver.com	서울대학교
19	강유진	egkang@astro.snu.ac.kr	한국천문연구원
20	강은아	milkrkd@daum.net	충북대학교 교육대학원
21	강은하	enkang0712@naver.com	세종대학교 천문학과
22	강이정	ykang@gemini.edu	Gemini Observatory/NSF's NOIRLab
23	강인	lrkangin@gmail.com	경희대학교
24	강주형	jhkang@kasi.re.kr	한국천문연구원
25	강지만	kangjm@kasi.re.kr	한국천문연구원
26	강지수	jskang@astro.snu.ac.kr	서울대학교
27	강지현	jkang@kasi.re.kr	한국천문연구원
28	강지혜	siriustar@khu.ac.kr	경희대학교
29	강천수	sooxsoo@yonsei.ac.kr	연세대학교
30	강혁모	kradarts@gmail.com	연세대학교
31	강현우	orionkhw@kasi.re.kr	한국천문연구원
32	강혜성	hskang@pusan.ac.kr	부산대학교
33	경재만	jman@kasi.re.kr	한국천문연구원
34	고경연	kyeongyeon.ko@gmail.com	한국천문연구원
35	고유경	ykko@kasi.re.kr	한국천문연구원
36	고은희	geh1234@snu.ac.kr	서울대학교
37	고종완	jwko@kasi.re.kr	한국천문연구원
38	고주헌	persever@kasi.re.kr	한국천문연구원
39	고해곤	rhgorhs@hotmail.com	세종대학교
40	고현주	whiteangel28@hanmail.net	서울대학교
41	공인택	intaekgong@gmail.com	세종대학교
42	공진욱	jinn.ouk.gong@gmail.com	이화여자대학교
43	곽규진	kkwak@unist.ac.kr	울산과학기술원
44	곽보근	rasenis@dongguk.edu	동국대학교
45	곽성원	one_0225@yahoo.com	서울대학교
46	곽영실	yskwak@kasi.re.kr	한국천문연구원
47	곽정하	jeonghagwak@gmail.com	메타스페이스
48	곽한나	hannahk@astro.snu.ac.kr	서울대학교
49	구본철	koo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
50	구재림	koojr@cnu.ac.kr	한국천문연구원
51	구한울	byzanempire@gmail.com	한국천문연구원
52	구현모	mike1919@naver.com	서울시립대학교
53	권나영	rnjsskdud19@naver.com	경희대학교
54	권륜영	rkwon@kasi.re.kr	천문연구원
55	권석기	ksk@kigam.re.kr	한국지질자원연구원
56	권석민	smkwon@kangwon.ac.kr	강원대학교
57	권순길	kwonsg@kywa.or.kr	국립청소년우주센터
58	권순범	ksb0901@korea.kr	청주기상지청
59	권순자	sjgwon@knu.ac.kr	경북대
60	권영주	dudwn1109@hotmail.com	세종대학교
61	권우진	wkwon@snu.ac.kr	서울대학교
62	권유나	ynkwon@astro.snu.ac.kr	서울대학교
63	권윤기	zoshs2@uos.ac.kr	서울시립대학교
64	권은주	keunjoo83@korea.kr	세종대학교
65	권정미	jungmi.kwon@ir.isas.jaxa.jp	일본국립연구개발법인 우주항공연구개발기구 우주과학연구소
66	권혁진	H.J.Kwon@khu.ac.kr	경희대학교
67	권혜원	hyewonstar@gmail.com	충남대학교
68	금재혁	jhgeum1127@gmail.com	경북대학교
69	김가혜	0119550@naver.com	경희대학교

NO	성명	이메일	근무처
70	김갑성	kskim@khu.ac.kr	경희대학교
71	김강민	kmkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
72	김건희	kgh@kbsi.re.kr	한국기초과학지원연구원
73	김경규	kimkyungkiu@sejong.ac.kr	세종대학교
74	김경민	kmkim82@gmail.com	한국천문연구원
75	김경임	kikim@khu.ac.kr	경희대학교
76	김경찬	kckim@daegu.ac.kr	대구대학교
77	김경희	quarkosmos@gmail.com	한국천문연구원
78	김관정	archer81@ust.ac.kr	UST
79	김관혁	khan@khu.ac.kr	경희대학교
80	김광동	kasikdkim@gmail.com	한국천문연구원
81	김광태	ktk@cnu.ac.kr	충남대학교
82	김규섭	kimkyuseob@hanmail.net	경북대학교
83	김근호	rocksteady1105@gmail.com	연세대학교
84	김기범	sacrificek2b@daum.net	경북대학교
85	김기태	ktkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
86	김기현	khkim405@gmail.com	타라(TARA)
87	김기훈	kngc6543@hanmail.net	세종대학교
88	김다나	danak@astro.snu.ac.kr	서울대학교
89	김다운	edwin@yonsei.ac.kr	연세대학교
90	김대원	coati@yonsei.ac.kr	연세대학교
91	김대원	thebittersweet7@gmail.com	서울대학교
92	김도언	dekim@astroph.chungbuk.ac.kr	충북대학교
93	김도일	dy0726@sju.ac.kr	세종대학교
94	김도형	dh.dr2kim@gmail.com	부산대학교
95	김도훈	dmb07251@khu.ac.kr	경희대학교
96	김동진	keaton03@nate.com	한국천문연구원
97	김동진	dj.kim@yonsei.ac.kr	연세대학교
98	김동현	galaxydiver@yonsei.ac.kr	연세대학교
99	김동현	tptlfehdgus@naver.com	경북대학교
100	김동훈	ki13130@gmail.com	서울대학교
101	김동흔	naraloveju@naver.com	충북대학교
102	김두호	duhokim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
103	김두환	thkim@ajou.ac.kr	
104	김록순	rskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
105	김명진	skarma@kasi.re.kr	한국천문연구원
106	김명학	coconut21@naver.com	경북대학교
107	김묘진	astromyojin@gmail.com	연세대학교
108	김미경	95923kim@naver.com	세종대학교
109	김미량	koon7680@gmail.com	천문연구원
110	김미림	tmlkim9035@gmail.com	한국교원대학교
111	김민규	astromgkim@gmail.com	서울대학교
112	김민배	mbkim@khu.ac.kr	경희대학교
113	김민선	mskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
114	김민영	lucio0217@khu.ac.kr	경희대학교
115	김민준	ieha111@chungbuk.ac.kr	충북대학교
116	김민중	mjkim@kasi.re.kr	세종대학교
117	김민진	tocherry.kim@gmail.com	경북대학교
118	김민철	mincheol.galaxy@gmail.com	연세대학교
119	김보경	bkkim315@gmail.com	이화여자대학교
120	김상준	sjkim1@khu.ac.kr	경희대학교
121	김상철	sckim@kasi.re.kr	한국천문연구원
122	김상혁	astro91@kasi.re.kr	한국천문연구원
123	김상혁	kimsanghyuk@kasi.re.kr	한국천문연구원
124	김상현	kopuoshj1204@gmail.com	경북대학교
125	김상현	sanghkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
126	김상희	kgoonsu@hanmail.net	국립광주과학관
127	김서진	sfelixkim@gmail.com	연세대학교
128	김석	star4citizen@gmail.com	한국천문연구원
129	김석환	skim@csa.yonsei.ac.kr	연세대학교
130	김선우	swkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
131	김선우	626ksw@gmail.com	연세대학교
132	김선의	seoneui.kim.astro@gmail.com	연세대학교
133	김선정	007gasun@hanmail.net	UNIST
134	김선호	shkim0707@unist.ac.kr	UNIST
135	김선호	sunrevival07@khu.ac.kr	경희대학교
136	김성수	sungsoo.kim@khu.ac.kr	경희대학교
137	김성은	sek@sejong.ac.kr	세종대학교
138	김성재	seongjkim@kasi.re.kr	UST
139	김성중	seongjoong2081@gmail.com	연세대학교

NO	성명	이메일	근무처
140	김성진	dabin0214@naver.com	어린이천문대
141	김성진	seongini@gmail.com	National Tsing Hua University
142	김성희	ziss@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
143	김소피아	sophiak@astro.snu.ac.kr	서울대학교
144	김수미	papercurtain027@gmail.com	서울시립대학교
145	김수아	sooastar@gmail.com	포항공과대학교
146	김수연	aranya050@gmail.com	서울대학교
147	김수영	sykim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
148	김수진	sjkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
149	김수현	alkes5@naver.com	경북대학교
150	김순욱	skim@kasi.re.kr	한국천문연구원
151	김슬기	ksglm1231@gmail.com	세종대학교
152	김승리	slkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
153	김승종	brelkly@gmail.com	충북대학교
154	김신나	kimsn9711@gmail.com	세종대학교
155	김신영	syberith@gmail.com	한국천문연구원
156	김신정	kimsj971120@gmail.com	세종대학교
157	김어진	jinastro@kari.re.kr	한국항공우주연구원
158	김연식	wave6563@gmail.com	한국천문연구원
159	김연한	yhkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
160	김연화	byolhyou@nate.com	세종대학교
161	김영광	aspace@cnu.ac.kr	충남대학교
162	김영래	yrk@kias.re.kr	고등과학원
163	김영로	loveyounglo@hanmail.net	CNRS/IN2P3
164	김영록	yrockkim@gmail.com	한국항공우주연구원
165	김영수	ykim@kasi.re.kr	한국천문연구원
166	김영식	yskim0321@kasi.re.kr	한국천문연구원
167	김영오	icarus0505@hanmail.net	강원대학교
168	김예솔	yskim@astro.snu.ac.kr	한국천문연구원
169	김완수	firstwinter90@gmail.com	경북대학교
170	김용기	ykkim153@chungbuk.ac.kr	충북대학교
171	김용범	ybkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
172	김용정	yjkim.ast@gmail.com	북경대학교
173	김용철	yckim@yonsei.ac.kr	연세대학교
174	김용하	yhkim@cnu.ac.kr	충남대학교

NO	성명	이메일	근무처
175	김용휘	yonghwi.kim@gmail.com	고등과학원
176	김우정	woo0122@hotmail.com	
177	김운해	uniwhkim@pusan.ac.kr	부산대학교
178	김웅태	wkimism@gmail.com	서울대학교
179	김원주	deneb@kasi.re.kr	한국천문연구원
180	김유정	yoojkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
181	김유제	yoojea@gmail.com	한국천문학회
182	김윤배	yoonbai@skku.edu	성균관대학교
183	김윤섭	barnard@hanmail.net	우주과학화
184	김윤영	ynyoung.kim@gmail.com	막스플랑크태양계연구소
185	김윤종	yjkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
186	김윤학	sherlock@kasi.re.kr	한국천문연구원
187	김은빈	ebkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
188	김은솔	eunsol518@naver.com	충남대학교
189	김은애	eakim@pusan.ac.kr	부산대학교
190	김은총	eunchong89@astro.snu.ac.kr	서울대학교
191	김은혁	eunhyeuk@gmail.com	한국항공우주연구원
192	김이곤	yigon@knu.ac.kr	경북대학교
193	김일석	pj1seok@naver.com	세종대학교
194	김일중	ijkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
195	김일중	ij152152@hanmail.net	서울대학교
196	김일훈	ilhoon.kim@sllab.co.kr	에스엘랩
197	김재관	kimjgwan@korea.kr	국가기상위성센터
198	김재민	jmkim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
199	김재연	jaeyeonkim93@gmail.com	연세대학교
200	김재영	jaeyeong@khu.ac.kr	경희대학교
201	김재영	jykim@kasi.re.kr	한국천문연구원
202	김재우	kjw0704@kasi.re.kr	천문연구원
203	김재헌	jhkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
204	김재혁	nasabolt@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
205	김재훈	camacsky@hanmail.net	전파연구소
206	김정규	jgkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
207	김정리	chunglee.kim@ewha.ac.kr	이화여자대학교
208	김정숙	evony08@empal.com	경희대학교
209	김정엽	wind-200@nate.com	제주별빛누리공원천문대

NO	성명	이메일	근무처
210	김정초	jeongcho.kim@gmail.com	인제대학교
211	김정하	jeijei0523@gmail.com	경희대학교
212	김정한	jhkim@kopri.re.kr	극지연구소
213	김정헌	kimjh@kasi.re.kr	한국천문연구원
214	김정환	kim3712@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
215	김정훈	jhkim.korea@gmail.com	(주)에스이티시스템
216	김정희	hanulkkum@hanmail.net	경북대학교
217	김종수	jskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
218	김종흔	cpfl1201@unist.ac.kr	UNIST
219	김주아	gmldnjs0971@uos.ac.kr	서울시립대
220	김주연	geem@astro.snu.ac.kr	서울대학교
221	김주한	kjhan0606@gmail.com	고등과학원
222	김주현	kl0630@kari.re.kr	한국항공우주연구원
223	김준한	junhankim.87@gmail.com	Caltech
224	김준호	joonhoyo305@gmail.com	서울대학교
225	김지연	jyeon321@khu.ac.kr	경희대학교
226	김지헌	jihun@kasi.re.kr	한국천문연구원
227	김지현	jihyunkim@unist.ac.kr	울산과학기술원
228	김지훈	jhkim@metaspace.co.kr	메타스페이스
229	김지훈	mornkr@snu.ac.kr	서울대학교
230	김지훈	jihoon@astro.snu.ac.kr	서울대학교
231	김지희	jhkim@canopus.cnu.ac.kr	충남대학교
232	김진규	jinkyukim@khu.ac.kr	경희대학교
233	김진아	dsc2562@hanmail.net	연세대학교
234	김진영	serena00@email.arizona.edu	Steward Observatory, Univeersity of Arizona
235	김진영	kjy950424@gmail.com	충북대학교
236	김진현	kjhmarch123@naver.com	경희대학교
237	김진협	jinhyub@yonsei.ac.kr	연세대학교
238	김진호	jinhokim0919@gmail.com	천문연구원
239	김진희	zinhi@nate.com	충북대학교
240	김찬호	chan814391@gmail.com	충북대학교
241	김창곤	akc13571@naver.com	경희대학교
242	김창구	cgkim@astro.princeton.edu	프린스턴 대학
243	김창민	ckdals0908@naver.com	충남대학교
244	김창석	kcs1996kcs@snu.ac.kr	서울대학교
245	김창희	kim.chhee@gmail.com	한국천문연구원
246	김천휘	kimch@chungbuk.ac.kr	충북대학교
247	김철환	ch_kim@khu.ac.kr	경희대학교
248	김철희	ckim2807@gmail.com	전북대학교
249	김칠영	chkim56@kongju.ac.kr	공주대학교
250	김태선	tkimm@yonsei.ac.kr	연세대학교
251	김태성	tskim@trao.re.kr	한국천문연구원
252	김태연	taeyeon81@hotmail.com	경희대학교
253	김태영	tykim@inspace.re.kr	(주)인스페이스
254	김태우	maimouse@nate.com	국립청소년우주센터
255	김태은	taeeun13@khu.ac.kr	경희대학교
256	김태현	tkim@kasi.re.kr	KASI
257	김태현	chunsukyung@nate.com	경희대학교
258	김학섭	agapiel96@gmail.com	세종대학교
259	김한성	hgim@astro.umass.edu	매사추세츠주립대학
260	김향표	khp0717@kasi.re.kr	한국천문연구원
261	김혁	vitkim@gmail.com	경기과학고등학교
262	김현구	hgkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
263	김현남	astrokhn@khu.ac.kr	경희대학교
264	김현수	hskim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
265	김현숙	kmilk007@hanmail.net	한국교원대
266	김현우	hwkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
267	김현우	woojooa@hanmail.net	연세대학교
268	김현정	hjkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
269	김현정	hjkjeju@empal.com	정발중학교
270	김현종	predige@korea.kr	망포고등학교
271	김형준	HJKIM@sju.ac.kr	세종대학교
272	김형한	astro.hh.kim@gmail.com	연세대학교
273	김혜영	khy0744@naver.com	충북대학교
274	김호일	hikim@kasi.re.kr	한국천문연구원
275	김홍근	hgkim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
276	김환철	teacher929@hanmail.net	서울공항초등학교
277	김효령	hrkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
278	김효선	hkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
279	김효원	kimyo1@kasi.re.kr	UST

NO	성명	이메일	근무처
280	김효정	hyojeong@chosun.ac.kr	조선대학교
281	김훈규	dwkim@cnu.ac.kr	충남대학교
282	김흥재	heungjae.kim@gmail.com	(주)테라시드 바이오사이언스
283	김희일	heeilkim@gmail.com	서울대학교
284	나성호	sunghona@ust.ac.kr	과학기술연합대학원
285	나일성	slisnha@chol.com	연세대원로
286	나자경	jknah@kasi.re.kr	한국천문연구원
287	나종삼	csam.na@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
288	나현옥	pureundal@naver.com	경희대학교 우주탐사학과
289	남경욱	namkua@mest.go.kr	국립과천과학관
290	남승현	kkpko1094@gmail.com	세종대학교
291	남신우	swnam@ewha.ac.kr	이화여자대학교
292	남욱원	uwnam@kasi.re.kr	한국천문연구원
293	남지선	jpnam99@gmail.com	경희대학교
294	남지우	namjiwoo@gmail.com	이화여자대학교
295	네하 샤르마	neha.astro18@gmail.com	경희대학교
296	노덕규	dgroh@kasi.re.kr	한국천문연구원
297	노동구	dgroh@yonsei.ac.kr	한국천문연구원
298	노수련	qldrkfk@naver.com	한국천문연구원
299	노순영	soonyoungroh@unist.ac.kr	울산과학기술원
300	노유경	ykyung@astro.snu.ac.kr	서울대학교
301	노정희	jrho@seti.org	SETI Institute
302	노진철	seoyeo@dreamwiz.com	경희대학교
303	노하나	nhn1216@naver.com	경희대학교
304	노현욱	hwro@yonsei.ac.kr	연세대학교
305	노현주	ju1212@astro.snu.ac.kr	서울대학교
306	노혜림	hr@kasi.re.kr	한국천문연구원
307	도희진	taekwon@nate.com	김해천문대
308	독고경환	korn1009@gmail.com	KAIST
309	류동수	dongsu.ryu0@gmail.com	UNIST
310	류동옥	antinneo@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
311	류윤현	yoonhyunryu@gmail.com	한국천문연구원
312	류진혁	ryujh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
313	마리오 파스콰토	mario.pasquato@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
314	문대식	moon@astro.utoronto.ca	토론토 대학교

NO	성명	이메일	근무처
315	문병식	astronomer@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
316	문병하	bhmoon@kasi.re.kr	한국천문연구원
317	문봉곤	bkmoon@kasi.re.kr	한국천문연구원
318	문상혁		서울대학교
319	문신행	shmoon4211@gmail.com	
320	문용재	moonyj@khu.ac.kr	경희대학교
321	문재연	jymarcie94@astro.snu.ac.kr	서울대학교
322	문정인	melesabet@naver.com	세종대학교
323	문준성	moonjs@yonsei.ac.kr	연세대학교
324	문현우	mhw2000@nate.com	경북대학교
325	문홍규	fullmoon@kasi.re.kr	한국천문연구원
326	민경욱	kwmin@kaist.ac.kr	한국과학기술원
327	민병희	bhmin@kasi.re.kr	한국천문연구원
328	민상웅	swmin@khu.ac.kr	경희대학교
329	민성식	ssmin_daum@hanmail.net	The University of Sydney
330	민순영	symin@astro.snu.ac.kr	물리천문학부
331	민영기	yminn@khu.ac.kr	
332	민영철	minh@kasi.re.kr	한국천문연구원
333	박관우	jumpkid456@gmail.com	충북대학교
334	박관호	nobel2015@snu.ac.kr	서울대학교
335	박귀종	pkj@kasi.re.kr	한국천문연구원
336	박규은	gpark@kasi.re.kr	UST
337	박근석	nearstone00@naver.com	경희대학교
338	박근우	calpkw@gmail.com	세종대학교
339	박근홍	khpark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
340	박금숙	pgs@kasi.re.kr	한국천문연구원
341	박기완	pkiwan@gmail.com	숭실대
342	박기훈	kbach@yonsei.ac.kr	연세대학교
343	박다우	dawoo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
344	박대성	daeseong.park@gmail.com	한국천문연구원
345	박대영	niceskies@hanmail.net	국립과천과학관
346	박동호	dongho.park@gmail.com	포항공과대학교
347	박미영	shinehanl@hanmail.net	충북대학교
348	박민아	minapak@kasi.re.kr	UST
349	박민정	mjpark0216@yonsei.ac.kr	연세대학교

NO	성명	이메일	근무처
350	박보미	sadalsuud14@gmail.com	서울대학교
351	박사라	sarahp@khu.ac.kr	경희대학교
352	박상남	u98parksn@gmail.com	서울시립대학교
353	박상우	swpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
354	박석재	sjpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
355	박선경	sunkyung@khu.ac.kr	경희대학교
356	박선미	smpark@kaist.ac.kr	한국과학기술원
357	박선엽	sunyoup@gmail.com	한국천문연구원
358	박성준	spark@kasi.re.kr	한국천문연구원
359	박성현	parksh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
360	박성홍	freemler@kasi.re.kr	한국천문연구원
361	박소명	smpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
362	박소연	third_kind@naver.com	서울대학교
363	박소영	syongii@astro.snu.ac.kr	서울대학교
364	박소영	parksso93@chungbuk.ac.kr	충북대학교
365	박송연	sypark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
366	박수종	soojong@khu.ac.kr	경희대학교
367	박수환	parksh1013@kasi.re.kr	한국천문연구원
368	박순창	scpark@metaspace.co.kr	메타스페이스
369	박승규	skpark4@kaeri.re.kr	한국원자력연구원
370	박승현	daelikii@gmail.com	연세대학교 대학원
371	박영득	ydpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
372	박영식	parkys@kasi.re.kr	한국천문연구원
373	박영준	yjpark128@khu.ac.kr	경희대학교
374	박용선	yosupar@gmail.com	서울대학교
375	박우석	hoeen5373@gmail.com	경희대학교
376	박우진	aquasheep71@gmail.com	경희대학교
377	박우찬	chani1207@naver.com	충북대학교
378	박원기	wkpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
379	박윤수	dbstn95@gmail.com	서울대학교
380	박윤호	yhpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
381	박은미	rathfjqnn@naver.com	한국천문연구원
382	박은수	espark@khu.ac.kr	경희대학교
383	박일흥	ilpark@skku.edu	성균관대학교
384	박장현	jhpark@kasi.re.kr	한국천문연구원

NO	성명	이메일	근무처
385	박장호		한국천문연구원
386	박재균	clap1229@naver.com	경희대학교
387	박재근	geunjaep@gmail.com	충북대학교
388	박재범	parkjb@khu.ac.kr	경희대학교
389	박재우	yharock9@space.kaist.ac.kr	항공우주연구원
390	박재홍	hongepark@gmail.com	고등과학원
391	박재흥	parkjhg@hanmail.net	한국천문연구원
392	박종선	astropjs@naver.com	공간물리연구실
393	박종엽	x9bong@hanmail.net	한국천문연구원
394	박종욱	jupark@kasi.re.kr	한국천문연구원
395	박종원	jw.park@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
396	박종한	jpark@pusan.ac.kr	부산대학교
397	박종호	jhpark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
398	박주용	floweroflove@hanmail.net	서당골천문대
399	박준규	jgpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
400	박준성	jspark2513@gmail.com	울산과학기술대학교
401	박지숙	jsp0418@Khu.ac.kr	경희대학교
402	박지우	jeewoo.park@nasa.gov	고다드우주센터
403	박진영	jypark@kasi.re.kr	한국천문연구원
404	박진우	jinwooandthesea@gmail.com	연세대학교
405	박진태	jtpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
406	박진혜	jinhye@khu.ac.kr	경희대학교
407	박찬	chanpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
408	박찬	iamparkchan@gmail.com	국가수리과학연구소
409	박찬	astrosky@hanmail.net	천문우주기획
410	박찬경	park.chan.gyung@gmail.com	전북대학교
411	박창범	cbp@kias.re.kr	고등과학원
412	박필호	phpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
413	박혁	hpark@sciport.or.kr	국립부산과학관
414	박혁	crusader713@hanmail.net	연세대학교
415	박현배	hyunbae.park@ipmu.jp	한국천문연구원
416	박혜진	hjinparklee@gmail.com	세종대학교
417	박홍수	hspark@kasi.re.kr	한국천문연구원
418	방승철	scbang@kasi.re.kr	한국천문연구원
419	방태양	qkdxodid1230@gmail.com	경북대학교

NO	성명	이메일	근무처
420	배경민	calkmb@yahoo.com	경희대학교
421	배봉석	bspae@hanmail.net	대학원
422	배영복	baeyb@nims.re.kr	국가수리과학연구소
423	배영호	yhbae@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
424	배재한	jaehbae@umich.edu	U of Michigan
425	배현정	hjbae@pusan.ac.kr	부산대학교
426	배현진	hjbae@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
427	백기선	giseon8871@gmail.com	경희대학교
428	백길호	kilho.baek@khu.ac.kr	경희대학교
429	백승학	gregorypaek94@gmail.com	서울대학교
430	백인수	insupaek@astro.snu.ac.kr	서울대학교
431	백준현	jhbaek1001@gmail.com	연세대학교
432	백지혜	jhbaek@kasi.re.kr	한국천문연구원
433	백창현	usnearth@korea.kr	국립중앙과학관
434	범민제	mj.astrotoy@gmail.com	연세대학교
435	변도영	bdy@kasi.re.kr	한국천문연구원
436	변서연	sybyeon@khu.ac.kr	경희대학교
437	변용익	ybyun@yonsei.ac.kr	연세대학교
438	변우원	wbyun87@gmail.com	UST/KASI
439	변재규	mirach99@yonsei.ac.kr	국립중앙과학관
440	봉수찬	scbong@kasi.re.kr	한국천문연구원
441	사토시 이노우에	inosato@khu.ac.kr	경희대학교
442	서강일	daylife0243@gmail.com	서울대학교
443	서경애	despeately9@naver.com	충남대학교
444	서경원	kwsuh@chungbuk.ac.kr	충북대학교
445	서미라	mrseo@pusan.ac.kr	부산대학교
446	서민주	astrosmj@astro.snu.ac.kr	서울대학교
447	서성우	swseo@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
448	서영민	seo3919@gmail.com	제트추진연구소
449	서우영	zephyrus02@naver.com	충북대학교
450	서윤경	ykseo@kasi.re.kr	한국천문연구원
451	서정빈	jeongbhinseo@gmail.com	부산대학교
452	서정준	seough@kasi.re.kr	한국천문연구원
453	서찬울	seochanoul@naver.com	연세대학교(신촌)
454	서행자	hseo@inspace.re.kr	(주)인스페이스
455	서현종	hjseo@kasi.re.kr	한국천문연구원
456	서현주	hyunjuobs@yonsei.ac.kr	연세대학교
457	서혜원	suh@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
458	석지연	jyseok@kasi.re.kr	한국천문연구원
459	선광일	kiseon@kasi.re.kr	한국천문연구원
460	선종호	jhseon@khu.ac.kr	경희대학교
461	설경환	overdog81@nate.com	경희대학교
462	설아침	kalpa@kasi.re.kr	한국천문연구원
463	성광현	sung@unist.ac.kr	울산과학기술원
464	성숙경	sksung@khu.ac.kr	경희대학교
465	성언창	ecsung@kasi.re.kr	한국천문연구원
466	성현일	hisung@kasi.re.kr	한국천문연구원
467	성현철	hcseong@kasi.re.kr	한국천문연구원
468	손도선	8099ds@daum.net	한국천문연구원
469	손동훈	dhson1970@gmail.com	서울대학교
470	손미림	smirim@gmail.com	경희대학교
471	손봉원	bwsohn@kasi.re.kr	한국천문연구원
472	손상모	tonysohn@kasi.re.kr	한국천문연구원
473	손수연	sonsuyeon@naver.com	경북대학교
474	손영종	sohnyj@yonsei.ac.kr	연세대학교
475	손재주	eddy@nims.re.kr	국가수리과학연구소
476	손정주	jjsohn27@gmail.com	한국교원대학교
477	손종대	jdsohn@kasi.re.kr	한국천문연구원
478	손주비	jbsohn@astro.snu.ac.kr	서울대학교
479	손준혁	sonjunhyuk@yonsei.ac.kr	연세대학교
480	손지현	sonjh96@khu.ac.kr	경희대학교
481	손창희	ckdgml0424@unist.ac.kr	울산과학기술원
482	송동욱	dusong@astro.snu.ac.kr	서울대학교
483	송미미	mmsong@astro.snu.ac.kr	서울대학교
484	송미화	jsm2438@naver.com	충북대학교
485	송민경	2585336@naver.com	서울대학교
486	송민규	mksong@kasi.re.kr	한국천문연구원
487	송보영	ufo89451@naver.com	경희대학교
488	송용선	ysong@kasi.re.kr	한국천문연구원
489	송용준	stelle9@gmail.com	경희대학교

NO	성명	이메일	근무처
490	송인옥	song.inok@kaist.ac.kr	한국과학영재학교
491	송인혁	ihsong@khu.ac.kr	경희대학교
492	송지선	jssong@kasi.re.kr	한국천문연구원
493	송현미	hmsong@yonsei.ac.kr	연세대학교
494	수마이야	srahman3@isrt.ac.bd	경희대학교
495	시아오동리	xiaodongli@kias.re.kr	고등과학원
496	신나은	neshin@astro.snu.ac.kr	서울대학교
497	신대규	tlseorb0111@naver.com	충북대학교
498	신민	happy-loveangel@hanmail.net	연세대학교
499	신민수	astromsshin@gmail.com	한국천문연구원
500	신수현	suhyun.shin.s2@gmail.com	서울대학교
501	신슬기	ssssss3887@naver.com	경희대학교
502	신영우	ywshin@astro.snu.ac.kr	서울대학교
503	신영호	fmarihwanau@nate.com	세종대학교
504	신용철	fedragon86@naver.com	국립청소년우주센터
505	신윤경	yksheen@kasi.re.kr	한국천문연구원
506	신은서	ssinss00@gmail.com	강원대학교
507	신은주	wolamri@naver.com	세종대학교
508	신은진	shinej816@snu.ac.kr	서울대학교
509	신인구	ingushin@gmail.com	한국천문연구원
510	신재식	jsshin@kasi.re.kr	한국천문연구원
511	신재진	jshin.astro@gmail.com	경북대학교
512	신재혁	karamel_bro@naver.com	경희대학교
513	신종호	jhshinn@kasi.re.kr	한국천문연구원
514	신준호	junhosn@khu.ac.kr	경희대학교
515	신지혜	jhshin.jhshin@gmail.com	한국천문연구원
516	신지혜	zhshin@kasi.re.kr	한국천문연구원
517	신찬희	sus26@khu.ac.kr	경희대학교
518	신태희	astrospace@cnu.ac.kr	충남대학교
519	신희천	sinsun2002@korea.com	디지털플러스시스템
520	심경진	kjsim2002@hanmail.net	
521	심민주	98alswn@naver.com	충북대학교
522	심준섭	jsshim@kias.re.kr	고등과학원
523	심채경	cksim@kasi.re.kr	한국천문연구원
524	심현진	shim.hyunjin@gmail.com	경북대학교

NO	성명	이메일	근무처
525	아누팜	abhardwaj@kasi.re.kr	한국천문연구원
526	아소 유스케	yaso@kasi.re.kr	KASI
527	안경진	kjahn@chosun.ac.kr	조선대학교
528	안광수	ksahn@astro.snu.ac.kr	서울대학교
529	안덕근	deokkeun@ewha.ac.kr	이화여자대학교
530	안병호		
531	안상현	sha@kasi.re.kr	한국천문연구원
532	안성호	astrosh@yonsei.ac.kr	연세대학교
533	안연태	altair96@dreamwiz.com	장락원천문대
534	안영숙	ysahnn@kasi.re.kr	한국천문연구원
535	안인선	ais@astro.snu.ac.kr	국립과천과학관
536	안종호	neo6633@naver.com	경희대학교
537	안준모	ajmyaa@khu.ac.kr	경희대학교
538	안지은	libra1987@naver.com	(주)에스이티시스템
539	안혜성	baekha0907@gmail.com	충남대학교
540	안호재	hojaeahn@khu.ac.kr	경희대학교
541	안홍배	hbann@pusan.ac.kr	부산대학교
542	안홍준	hjan@cbnu.ac.kr	충북대학교
543	양민경	mingyeong@khu.ac.kr	경희대학교
544	양성연	yangsy@kasi.re.kr	UST 한국천문연구원
545	양성철	sczoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
546	양순철	md941057@kbsi.re.kr	한국기초과학지원연구원
547	양승원	gog500@naver.com	서울대학교
548	양유진	yyang@kasi.re.kr	한국천문연구원
549	양윤아	yanga@astro.snu.ac.kr	서울대학교
550	양종만	jyang@ewha.ac.kr	이화여자대학교
551	양태용	yty16@kasi.re.kr	한국천문연구원
552	양형석	yanghs@kepri.re.kr	한전전력연구원
553	양홍규	hongu@kasi.re.kr	한국천문연구원
554	양홍진	hjyang@kasi.re.kr	한국천문연구원
555	양희수	hsyang@kasi.re.kr	한국천문연구원
556	엄정휘	z.lucas.uhm@gmail.com	한국천문연구원
557	여아란	arl@kasi.re.kr	한국천문연구원
558	염동녘	dnyeum@astro.snu.ac.kr	서울대학교
559	염범석	cometyeom@cnu.ac.kr	충남대학교

NO	성명	이메일	근무처
560	염재환	jhyeom@kasi.re.kr	한국천문연구원
561	오갑수	ksoh@cnu.ac.kr	충남대학교
562	오규동	ohkd@jnu.ac.kr	전남대학교
563	오규석	oh@kasi.re.kr	한국천문연구원
564	오대현	oh.d.hyun@gmail.com	한국천문연구원
565	오명환	projectwrist@gmail.com	경북대학교
566	오민지	minji.wow@gmail.com	상해교통대학교
567	오병렬	brauh@daum.net	
568	오상훈	shoh4993@gmail.com	국가수리과학연구소
569	오성아	osa02113@gmail.com	서울대학교 물리천문학부
570	오세명	smoh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
571	오세진	sjoh@kasi.re.kr	한국천문연구원
572	오세헌	seheon.oh@sejong.ac.kr	세종대학교
573	오수연	suyeonoh@jnu.ac.kr	전남대학교
574	오슬희	sreemario@gmail.com	연세대학교
575	오승경	skoh@astro.uni-bonn.de	AIfA
576	오승준	oh@selab.co.kr	에스이랩
577	오영석	oysclub@khu.ac.kr	경희대학교
578	오재석	ojs001@kasi.re.kr	한국천문연구원
579	오정근	johnoh@nims.re.kr	국가수리과학연구소
580	오정환	joh@kasi.re.kr	한국천문연구원
581	오충식	csoh@kasi.re.kr	한국천문연구원
582	오형일	ymy501@kasi.re.kr	한국천문연구원
583	오희영	hyoh@kasi.re.kr	한국천문연구원
584	와지마 키요아키	wajima@kasi.re.kr	한국천문연구원
585	왕 슈	wangshu100002@gmail.com	Seoul National University
586	우수완	francis70@hotmail.com	충북대학교
587	우종옥	woojok@hanmail.net	
588	우종학	woo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
589	우화성	marswoo@hanmail.net	김해천문대
590	위석오	sowi@kasi.re.kr	한국천문연구원
591	유계화	khyoo@ewha.ac.kr	
592	유광선	ksryu@space.kaist.ac.kr	KAIST
593	유다솔	dbekthfdl@gmail.com	연세대학교
594	유대중	djyu79@gmail.com	경희대학교
595	유성민	yoo.9191.sm@gmail.com	충북대학교
596	유성열	astro96@nownuri.net	세종대학교
597	유소영	zoazoacocoa@naver.com	세종대학교
598	유영삼	ysyu@kasi.re.kr	한국천문연구원
599	유재원	jwyoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
600	유제건	jaegunsd@khu.ac.kr	경희대학교
601	유진희	napa3@hanmail.net	연세대학교
602	유충현	chryu@e-cluster.net	한국산업단지공단
603	유태화	dbahck37@gmail.com	연세대학교
604	유현주	hyunju527@gmail.com	한국천문연구원
605	유형준	eridanus@gmail.com	서울대학교
606	유혜민	sinyuljudai@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
607	유혜인	yuhyein@gmail.com	이화여자대학교
608	유호균	hawking74@naver.com	세종대학교
609	유흥우	henryleo0@mail.ru	한국천문연구원
610	육두호	ytodauk@cnu.ac.kr	충남대학교
611	육인수	yukis@kasi.re.kr	한국천문연구원
612	윤기윤	kyyun@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
613	윤나영	angryrabbity@naver.com	경희대학교
614	윤동환	dhysgr@hanmail.net	한국천문연구원
615	윤두수	dsyoon@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학전공
616	윤미진	mjwitch@gmail.com	연세대학교
617	윤새품	spyoun@khu.ac.kr	경희대학교
618	윤석진	sjyoon0691@yonsei.ac.kr	연세대학교
619	윤성용	yoon6768@khu.ac.kr	경희대학교
620	윤성철	scyoon@snu.ac.kr	서울대학교
621	윤소영	syoun@sju.ac.kr	세종대학교
622	윤아미	pabian237@nate.com	한국천문연구원
623	윤영석	yun@wit.ocn.ne.jp	
624	윤영주	yjyun@kasi.re.kr	한국천문연구원
625	윤요라	antalece@chungbuk.ac.kr	충북대학교 천문대
626	윤요셉	ysyoon@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
627	윤용민	yymx2aa@gmail.com	고등과학원
628	윤재철	yjch@galaxy.yonsei.ac.kr	한국천문연구원
629	윤재혁	unicos10@gmail.com	한국천문연구원

NO	성명	이메일	근무처
630	윤정관	logicyoon@unist.ac.kr	UNIST
631	윤주헌	jhyoon@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
632	윤태석	yoonts@knu.ac.kr	경북대학교
633	윤한결	hangyeol@snu.ac.kr	서울대학교
634	윤형식	hs-yun@khu.ac.kr	경희대학교
635	윤혜련	eve2662@naver.com	한국교원대학교
636	윤혜인	hyein.yn@gmail.com	The University of Sydney
637	윤호섭	astroseop@gmail.com	한국천문연구원
638	윤홍식	yunhswow@daum.net	서울대학교
639	윤희선	gmltjs315@gmail.com	한국천문연구원
640	이가인	gilee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
641	이강우	kwyi@khu.ac.kr	경희대학교
642	이강진	canopus@khu.ac.kr	경희대학교
643	이강환	kanghwan@korea.kr	과학기술정보통신부
644	이건우	kunwoo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
645	이겨레	grlee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
646	이경동	kieslow@khu.ac.kr	경희대학교
647	이경민	gmlee0703@naver.com	세종대학교
648	이경선	lksun@khu.ac.kr	경희대학교
649	이경훈	jiguin2@chol.com	한국과학영재학교
650	이광호	ghlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
651	이기원	leekw@cu.ac.kr	대구가톨릭대학교
652	이나원	astrolabelee@gmail.com	서울대학교
653	이남욱	dlskadnr1209@unist.ac.kr	UNIST
654	이다희	superinu@naver.com	경북대학교
655	이대영	dylee@chungbuk.ac.kr	충북대학교
656	이대희	dhlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
657	이덕행	7grace7@kasi.re.kr	천문연구원
658	이도운	dwlee717@gmail.com	연세대학교
659	이도원	akahard2dj@gmail.com	연세대학교
660	이동섭	ceiote@naver.com	천문우주학과
661	이동섭	tiflsvmem@naver.com	경북대학교
662	이동욱	shunism@unitel.co.kr	에스이랩
663	이동욱	ldw@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
664	이동주	marin678@kasi.re.kr	한국천문연구원

NO	성명	이메일	근무처
665	이동현	dyonysos@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
666	이동훈	dhlee@khu.ac.kr	경희대학교
667	이명균	mglee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
668	이명현	easy2537@yonsei.ac.kr	한국천문연구원
669	이민경	mingyeong@kasi.re.kr	과학기술연합대학원대학교
670	이민영	mlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
671	이방원	bwlee@astro.snu.ac.kr	한국천문연구원
672	이범현	bhlee301@gmail.com	The Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics
673	이병철	bclee@kasi.re.kr	한국천문연구원
674	이보미	irenebmlee@gmail.com	칼텍
675	이상각	sanggak@snu.ac.kr	서울대학교
676	이상민	smlee@kisti.re.kr	한국과학기술정보연구원
677	이상민	sme1127@kasi.re.kr	한국천문연구원
678	이상성	sslee@kasi.re.kr	한국천문연구원
679	이상우	lee@spweather.com	(주)에스이랩
680	이상윤	sangyoonlee12@gmail.com	연세대학교
681	이상윤	sylee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
682	이상준	sjlee1980@yahoo.com	나사 고다드 우주 비행 센터
683	이상현	shlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
684	이상훈	yshoon1989@gmail.com	아스트로캠프
685	이서구	sglee@kasi.re.kr	한국천문연구원
686	이서나	lsnphj@gmail.com	연세대학교
687	이석영	yi@yonsei.ac.kr	연세대학교
688	이석천	skylee2@gmail.com	경상대학교
689	이석호	seokholee@khu.ac.kr	경희대학교
690	이선우	lsw@khu.ac.kr	경희대학교
691	이성국	s.joshualee@gmail.com	서울대학교
692	이성은	lodrs@naver.com	한국천문연구원
693	이성재	seong@chungbuk.ac.kr	충북대학교
694	이성호	leesh@kasi.re.kr	한국천문연구원
695	이성환	swhan@khu.ac.kr	경희대학교
696	이소라	sora2821@naver.com	세종대학교
697	이소원	leesw4414@gmail.com	연세대학교
698	이소정	sosam1231@nate.com	충북대학교
699	이수민	lxmark888@khu.ac.k	경희대학교

NO	성명	이메일	근무처
		r	
700	이수진	astrosujin@gmail.co m	서울대학교
701	이수창	screy@cnu.ac.kr	충남대학교
702	이승재	balgun1004@gmail.c om	서울대학교
703	이승희	shlee@sju.ac.kr	세종대학교
704	이시백	sibaekyi@khu.ac.kr	경희대학교
705	이시우	kas@kasi.re.kr	
706	이시은	dltldms0113@khu.ac. kr	경희대학교
707	이안선	iyansun@hanmail.net	경희대학교
708	이어진	oj2bis@naver.com	경희대학교
709	이영대	hippo206@gmail.com	충남대학교
710	이영민	ymlee9211@gmail.co m	세종대학교
711	이영배	yblee@sju.ac.kr	세종대학교
712	이영선	youngsun@cnu.ac.kr	충남대학교
713	이영성	lysorlys@gmail.com	충북대학교
714	이영욱	ywlee2@yonsei.ac.kr	연세대학교
715	이영웅	yulee@kasi.re.kr	한국천문연구원
716	이용복	yblee0509@naver.co m	서울교육대학교
717	이용삼	leeysam@hanmail.ne t	충북대학교
718	이용석	yslee@kasi.re.kr	한국천문연구원
719	이용현	yhlee83@kasi.re.kr	한국천문연구원
720	이용희	ieehee@khu.ac.kr	경희대학교
721	이우백	wblee18@gmail.com	
722	이웅	leeung0@gmail.com	충남대학교
723	이원기	wklee786@gmail.co m	연세대학교
724	이유	euyiyu@cnu.ac.kr	충남대학교
725	이윤희	yhinjesus@gmail.co m	천문연구원
726	이은상	eslee@khu.ac.kr	경희대학교
727	이은옥	eiooo@naver.com	충북대학교
728	이은유	dldmsdb99@unist.ac. kr	울산과학기술원
729	이은정	lej96@hanmail.net	한국교원대학교
730	이은희	ehl77@naver.com	한국기술사연구소
731	이인덕	idlee@astro.snu.ac.k r	(주)로큡
732	이재민	leejaemin@galaxy.yo nsei.ac.kr	연세대학교
733	이재옥	ljoking@naver.com	경희대학교
734	이재우	jaewoolee@sejong.ac	세종대학교

NO	성명	이메일	근무처
		.kr	
735	이재우	jwlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
736	이재준	lee.j.joon@gmail.com	한국천문연구원
737	이재진	jjlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
738	이재헌	jh810616@hanmail.n et	경북대학교
739	이재현	jaehyun@kias.re.kr	고등과학원
740	이재형	grayuniverse@donga. com	동아사이언스
741	이정규	jklee@khu.ac.kr	경희대학교
742	이정덕	leejd@astro.snu.ac.k r	ARCSEC
743	이정애	lotusflr79@gmail.co m	(사)한국난청인교육협회
744	이정원	jwl@kasi.re.kr	한국 천문 연구원
745	이정은	jeongeun.lee@khu.ac .kr	경희대학교
746	이정주	jeongjulee@sju.ac.kr	세종대학교
747	이정환	joungh93@gmail.co m	서울대학교
748	이정훈	jounghun@astro.snu. ac.kr	서울대학교
749	이종길	bbelejjang@kasi.re.k r	한국천문연구원
750	이종철	jclee@kasi.re.kr	한국천문연구원
751	이종환	leejh@astro.snu.ac.k r	서울대학교
752	이주원	joowon.lee@khu.ac.k r	경희대학교
753	이주헌	jheon735@gmail.com	연세대학교
754	이준구	jglee@astro.snu.ac.k r	서울대학교
755	이준협	jhl@kasi.re.kr	한국천문연구원
756	이중기	jg.lee@khu.ac.kr	경희대학교
757	이지수	ericjslee@uchicago.e du	서울대학교
758	이지원	jwlee78@kasi.re.kr	KASI /경희대학교
759	이지윤	jiyune@kasi.re.kr	한국천문연구원
760	이지혜	galaxies@galaxy.yons ei.ac.kr	연세대학교
761	이지혜	sojiro00@ewhain.net	이화여자대학교
762	이지희	astro16@naver.com	충북대학교
763	이직	jiklee999@gmail.com	이화여자대학교
764	이진수	jinsu.rhee@yonsei.ac .kr	연세대학교
765	이진아	wlsdk1202@nate.co m	세종대학교
766	이진이	jlee@khu.ac.kr	경희대학교
767	이진희	jinhee7493@gmail.co m	경희대학교
768	이창원	cwl@kasi.re.kr	한국천문연구원
769	이창훈	chlee@kasi.re.kr	한국천문연구원

NO	성명	이메일	근무처
770	이창희	chr@kasi.re.kr	한국천문연구원
771	이철희	chlee4737@gmail.com	서울대학교
772	이청우	solar_us@hanmail.net	경희대학교
773	이충욱	leecu@kasi.re.kr	한국천문연구원
774	이태석	tlee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
775	이하림	harim@khu.ac.kr	경희대학교
776	이한	yihahn@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
777	이헌철	akaia2793@gmail.com	서울대학교
778	이현욱	lhu09@naver.com	경북대학교
779	이현철	hclee@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
780	이현택	hyyterr@naver.com	울산과학기술대학교
781	이형목	hmlee@snu.ac.kr	서울대학교
782	이형원	hwlee@inje.ac.kr	인제대학교
783	이혜란	hrlee@kasi.re.kr	한국천문연구원/UST
784	이혜승	hsleewill@gmail.com	한국천문연구원
785	이혜인	hyein4577@gmail.com	한국천문연구원
786	이호	ask2ho@korea.kr	경기과학고등학교
787	이호규	hglee@kasi.re.kr	한국천문연구원
788	이호형	hodj@space.kaist.ac.kr	한국과학기술원
789	이환희	lhhee@khu.ac.kr	경희대학교
790	이효정	hjeong@khu.ac.kr	경희대학교
791	이희원	hwlee@sejong.ac.kr	세종대학교
792	이희원	meriel0115@gmail.com	경희대학교
793	이희재	hjlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
794	임구	lim9gu@gmail.com	서울대학교
795	임기정	kyim@kasi.re.kr	한국천문연구원
796	임다예	dalim@khu.ac.kr	경희대학교
797	임동욱	dwlim@yonsei.ac.kr	연세대학교
798	임명신	myungshin.im@gmail.com	서울대학교
799	임범두	bdlim1210@gmail.com	경희대학교
800	임성순	slim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
801	임소희	limsohee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
802	임수진	sjim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
803	임여명	ymlim@kaist.ac.kr	(주) 로큅
804	임예슬	yeseul07311@gmail.com	이화여자대학교

NO	성명	이메일	근무처
805	임은경	eklim@kasi.re.kr	한국천문연구원
806	임인성	yim@kasi.re.kr	한국천문연구원
807	임정훈	dlawjdgns275@gmail.com	Iowa state university
808	임주희	juheelim@khu.ac.kr	경희대학교
809	임지혜	wiselims@gmail.com	한국교원대학교
810	임진선	limjs@kasi.re.kr	충북대학교
811	임진희	jlim@pusan.ac.kr	부산대학교
812	임태호	thyeem@gmail.com	카이스트 우주과학 연구실
813	임홍서	yimhs@kasi.re.kr	한국천문연구원
814	임효빈	hyobin@kasi.re.kr	UST/KASI
815	임희진	heuijin.lim@gmail.com	이화여자대학교
816	장경애	kchang@chongju.ac.kr	
817	장다정	d.djeong.jang@gmail.com	서울대학교
818	장민성	rigel103@snu.ac.kr	서울대학교
819	장민환	mjang@khu.ac.kr	경희대학교
820	장비호	bhjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
821	장서원	seowon.chang@gmail.com	서울대학교
822	장석준	csj607@sju.ac.kr	세종대학교
823	장소희	sohee@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
824	장수정	sjjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
825	장인성	hanlbomi@gmail.com	서울대학교
826	장재경	starbrown822@gmail.com	연세대학교
827	장정균	jgjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
828	장한별	onebystar@gmail.com	울산과학기술대학교
829	장헌영	hyc@knu.ac.kr	경북대학교
830	장형규	astro97@naver.com	충북대학교
831	장혜은	hyeeunj@gmail.com	서울대학교
832	장호우	tekken4ever@yonsei.ac.kr	연세대학교
833	장훈휘	fire-chh@hanmail.net	신천고등학교
834	전명원	myjeon@khu.ac.kr	경희대학교
835	전성경	jsg0901@khu.ac.kr	경희대학교
836	전세영	syj3514@yonsei.ac.kr	연세대학교
837	전영범	ybjeon@kasi.re.kr	한국천문연구원
838	전원석	hiarmsci@gmail.com	서울대학교
839	전이슬	ysjeon@astro.snu.ac.kr	서울대학교

NO	성명	이메일	근무처
840	전준혁	bamhan@naver.com	충북대학교
841	전현성	hsjun@kias.re.kr	고등과학원
842	전홍달	hdjun@khu.ac.kr	경희대학교
843	정광희	tlotv@kasi.re.kr	한국천문연구원
844	정구영	gyjung@kasi.re.kr	한국천문연구원
845	정다운	alpha6563@gmail.com	연세대학교
846	정동권	sci.dgdoobob@gmail.com	전주용소중학교
847	정동규	dkxn97@hanmail.net	한국천문연구원
848	정두석	jungdooseok@gmail.com	대학원생
849	정만근	jmankeun@astro.snu.ac.kr	서울대학교
850	정무건	mkjung@astro.snu.ac.kr	서울대학교
851	정문희	mhchung@kasi.re.kr	한국천문연구원
852	정미지	mijing206265@gmail.com	충남대학교
853	정민섭	msjeong@kasi.re.kr	한국천문연구원
854	정민지	mjj0055@hanmail.net	충북대학교
855	정병준	embryo642@gmail.com	경희대학교
856	정서영	lyla.jung973@gmail.com	연세대학교
857	정선주	sjchung@kasi.re.kr	한국천문연구원
858	정소윤	star0868@hanmail.net	경북대학교
859	정수민	soominjeong@gmail.com	성균관대학교
860	정수진	phyllis27@hanmail.net	경북대학교
861	정안영민	ymjeongahn@gmail.com	한국천문연구원
862	정애라	millelove@hotmail.com	이화여자대학교
863	정애란	aeran@khu.ac.kr	경희대학교
864	정양찬	nodiac@empal.com	세종대학교
865	정연길	younkil21@gmail.com	한국천문연구원
866	정연길	nvbrain@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
867	정용제	stiria@snu.ac.kr	서울대학교
868	정용진	yjjeong.cerulean@gmail.com	연세대학교
869	정용호	yonghojeong57@gmail.com	세종대학교
870	정웅섭	jeongws@kasi.re.kr	한국천문연구원
871	정유경	elara2020@hanmail.net	경북대학교
872	정은정	rigelej@gmail.com	충남대학교
873	정의정	astrosapiens@gmail.com	한국천문연구원
874	정인태	itjung@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교

NO	성명	이메일	근무처
875	정일교	ilgyo.jeong@gmail.com	한국천문연구원
876	정장해	jeongjh@chungbuk.ac.kr	충북대학교
877	정재인	jaein036@gmail.com	이화여자대학교
878	정재훈	jhjung@kasi.re.kr	한국천문연구원
879	정재훈	sktopio1004@naver.com	충남대학교
880	정종훈	jcosmosy@gmail.com	연세대학교
881	정지원	jjiwon1114@gmail.com	한국천문연구원
882	정진승	diver@kasi.re.kr	한국천문연구원
883	정진영	jyjung83@gmail.com	서울대학교
884	정진훈	shero2003@naver.com	서울대학교
885	정철	chulchung@yonsei.ac.kr	연세대학교
886	정태현	thjung@kasi.re.kr	한국천문연구원
887	정하은	haeun727@gmail.com	University of Arizona
888	정해진	pkas@kasi.re.kr	한국천문학회
889	정현수	hschung@kasi.re.kr	한국천문연구원
890	정현우	lemon30013@gmail.com	한국천문연구원
891	정현주	jhyeonju@khu.ac.kr	경희대학교
892	정현진	hyunjin@kasi.re.kr	한국천문연구원
893	정현진	jeong_hj@khu.ac.kr	경희대학교
894	정혜원	hwjung@khu.ac.kr	경희대학교
895	제도흥	dhje@kasi.re.kr	한국천문연구원
896	제혜린	hyerinje@hanmail.net	경희대학교
897	조경석	kscho@kasi.re.kr	한국천문연구원
898	조국섭	jks@astro.snu.ac.kr	서울대학교
899	조규현	chokh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
900	조동환	kareits2419@naver.com	경북대학교
901	조명신	jaluman@naver.com	울산전파천문대
902	조브라이언	brian@astro.snu.ac.kr	서울대학교
903	조성기	skcho@kasi.re.kr	한국천문연구원
904	조세형	cho@kasi.re.kr	한국천문연구원
905	조승현	csh@kasi.re.kr	한국천문연구원
906	조영수	stspeak@kasi.re.kr	한국천문연구원
907	조영훈	yjoe@yonsei.ac.kr	연세대학교
908	조완기	wkcho@astro.snu.ac.kr	서울대학교
909	조완수	chws3516@sju.ac.kr	세종대학교

NO	성명	이메일	근무처
910	조완진	wanjin95@snu.ac.kr	서울대학교
911	조용석		서울대학교
912	조윤석	yundoll@astro.snu.ac.kr	서울대학교
913	조윤아	jyajyajya@hanmail.net	경북대학교
914	조인해	sabugisl@naver.com	기상청
915	조일제	ijcho@kasi.re.kr	UST/KASI
916	조일현	ihjo@khu.ac.kr	경희대학교
917	조재상	b820120@hanmail.net	연세대학교
918	조재일	jichodph@korea.kr	국립과천과학관
919	조정연	jcho@cnu.ac.kr	충남대학교
920	조정호	jojh@kasi.re.kr	한국천문연구원
921	조정희	alldrct@hanmail.net	충북대학교
922	조준식	chojs@chungbuk.ac.kr	충북대학교
923	조준우	hiniceto@naver.com	세종대학교
924	조중현	jhjo39@kasi.re.kr	한국천문연구원
925	조치영	salladin0825@gmail.com	세종대학교
926	조항빈	hangbin9@astro.snu.ac.kr	서울대학교
927	조현진	hcho1977@gmail.com	울산과학기술원
928	조혜린	riniyuni123@gist.ac.kr	광주과학기술원
929	조혜전	hyejeon@yonsei.ac.kr	연세대학교
930	조호진	hcho@astro.snu.ac.kr	서울대학교
931	조훈	whgns8364@naver.com	한국교원대학교
932	조희석	chohs1439@gmail.com	부산대학교
933	주상우	sjoo@ssu.ac.kr	숭실대학교
934	주석주	sjjoo250@gmail.com	충남대학교
935	주영	young.ju2009@gmail.com	서울시립대학교
936	주형진	gudwls4478@yonsei.ac.kr	연세대학교
937	지명국	mkjee@yonsei.ac.kr	연세대학교
938	지웅배	wim0705@naver.com	연세대학교
939	지인찬	inchani@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
940	지태근	jtg7285@gmail.com	경희대학교
941	지한나	hannah.jhee@uos.ac.kr	서울시립대학교
942	지형석	wlekfekf15@naver.com	충북대학교
943	진미화	nicejombie@naver.com	경희대학교
944	진선호	jsh854@naver.com	서울대학교

NO	성명	이메일	근무처
945	진하림	gepkano@gmail.com	서울대학교
946	진혜진	saddy305@naver.com	서울시민천문대
947	진호	benho@khu.ac.kr	경희대학교
948	차상목	chasm@kasi.re.kr	한국천문연구원
949	차상준	sang6199@yonsei.ac.kr	연세대학교
950	차승훈	seunghoon.cha@gmail.com	Texas A&M University-Commerce
951	차희찬	astroncha123@gmail.com	충북대학교
952	채규현	chae@sejong.ac.kr	세종대학교
953	채종철	jcchae@snu.ac.kr	서울대학교
954	천경원	kwchun@kasi.re.kr	천문연구원
955	천무영	mychun@kasi.re.kr	한국천문연구원
956	천문석	mschun@yonsei.ac.kr	연세대학교
957	천상현	shyunc.m@gmail.com	한국천문연구원
958	천세환	thousandsh2@gmail.com	충남대학교
959	천윤영	yychun79@gmail.com	사반쯔 대학교
960	최고은	eun19831@kasi.re.kr	한국천문연구원
961	최광선	gchoe@khu.ac.kr	경희대학교
962	최규철	ckc21@kasi.re.kr	한국천문연구원
963	최규홍	khchoi44@yonsei.ac.kr	
964	최기영	ckysky@gmail.com	성균관대학교
965	최나현	nahyun@khu.ac.kr	경희대학교
966	최두현	pdchoi@sju.ac.kr	세종대학교
967	최만수	cmsoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
968	최문항	astropulsar@gmail.com	
969	최민호	minho@kasi.re.kr	한국천문연구원
970	최범규	zksh20@nate.com	경북대학교
971	최변각	bchoi@snu.ac.kr	서울대학교
972	최보경	chlqhrud1@naver.com	세종대학교
973	최보은	boeun1414@gmail.com	세종대학교
974	최상호	tkdgh4321@naver.com	연세대학교
975	최성환	shchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
976	최수현	suhyeonchoe@gmail.com	연세대학교
977	최승언	suchoe@snu.ac.kr	서울대학교
978	최연수	bingcy224@hotmail.com	만수고등학교
979	최연주	choiyj83@gmail.com	한국과학기술원

NO	성명	이메일	근무처
980	최연호	apollo.choe@gmail.com	경북대학교
981	최영실	choiys@kasi.re.kr	한국천문연구원
982	최영준	yjchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
983	최우락	woorak.c@gmail.com	연세대학교
984	최우열	wychoi002@naver.com	경북대학교
985	최윤영	choi.yunyoung7@gmail.com	경희대학교
986	최윤호	y2kno9837@kywa.or.kr	국립고흥청소년우주체험센터
987	최윤희	yhchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
988	최은우	echoi@dnsm.or.kr	국립대구과학관
989	최은진	jinsfra@kaist.ac.kr	KAIST
990	최이나	enachoi@kias.re.kr	고등과학원
991	최정림	crchoi@kaist.ac.kr	한국과학기술원
992	최정용	1870224@naver.com	경북대학교
993	최정윤	jychoi@unist.ac.kr	울산과학기술원
994	최정윤	keepdmz@naver.com	연세대학교
995	최준영	quffl76@gmail.com	국립부산과학관
996	최지원	jw.choi@khu.ac.kr	경희대학교
997	최지훈	pury828@gmail.com	한국천문연구원
998	최진규	ej98038@nate.com	강원대학교
999	최창수	changsu@astro.snu.ac.kr	서울대학교
1000	최철성	cschoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
1001	최한별	stella84@kasi.re.kr	한국천문연구원
1002	최현섭	hyunseop.choi@me.com	연세대학교
1003	최호성	sky_stars@hanmail.net	에스이랩
1004	최호승	hopung@gmail.com	연세대학교
1005	칸야유키토시	ykanya@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
1006	탁윤찬	yctaak@astro.snu.ac.kr	서울대학교
1007	표정현	jeonghyun.pyo@gmail.com	한국천문연구원
1008	하동기	m45_dkha@hanmail.net	광명고등학교
1009	하상현	djrwo84@gmail.com	한국교원대학교
1010	하상현	djrwo84@hanmail.net	국립과천과학관
1011	하승우	hsw636@gmail.com	울산과학기술대학교
1012	하지성	uranoce27@gmail.com	세종대학교
1013	하지훈	hjhspace223@unist.ac.kr	울산과학기술원
1014	한경석	kshan@ssu.ac.kr	숭실대학교

NO	성명	이메일	근무처
1015	한기영	mavsno4@hanmail.net	소백산천문대
1016	한다니엘	daniel.han@yonsei.ac.kr	연세대학교
1017	한두리	idealgas122@gmail.com	충남대학교
1018	한두환	duegdo13@naver.com	경북대학교
1019	한명희	sirius0405@naver.com	KVN 연세전파천문대
1020	한산	sanhan@yonsei.ac.kr	연세대학교
1021	한석태	sthan@kasi.re.kr	한국천문연구원
1022	한원용	whan@kasi.re.kr	한국천문연구원
1023	한유진	yjhahn@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
1024	한인우	iwhan@kasi.re.kr	한국천문연구원
1025	한일승	ishan@kasi.re.kr	UST/KASI
1026	한장희	han4487@nate.com	한국교원대대학원
1027	한정열	jhan@kasi.re.kr	한국천문연구원
1028	한정호	cheongho@astroph.chungbuk.ac.kr	충북대학교
1029	한정환	jhan@astro.snu.ac.kr	서울대학교
1030	한종헌	hanjongheon@cnu.ac.kr	충남대학교
1031	한지민	jimin@khu.ac.kr	경희대학교
1032	한지원	jiwon9603@naver.com	이화여자대학교
1033	한혜림	rim827@hanmail.net	장안고등학교
1034	함선영	msrjwd12@naver.com	한국천문연구원
1035	함지범	jbham@asrto.snu.ac.kr	서울대학교
1036	허정은	jeung6145@gmail.com	세종대학교
1037	허현오	hhur@dnsm.or.kr	국립대구과학관
1038	허혜련	bugsworld@nate.com	세종대학교
1039	현민희	minhee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
1040	현예은	hyun1008@kasi.re.kr	한국천문연구원
1041	현화수	prpkr@naver.com	경북대학교
1042	형식	hyung@chungbuk.ac.kr	충북대학교
1043	홍경수	kyeongsoo76@gmail.com	충북대학교
1044	홍길동	foeof@adsfkj.com	한국천문학회
1045	홍다엽	steffi0226@naver.com	서울대학교
1046	홍대길	heart@dnsm.or.kr	국립대구과학관
1047	홍동호	health81@nate.com	충북대학교
1048	홍석범	sbhong@minjok.hs.kr	민족사관고등학교
1049	홍성용	shong@kias.re.kr	고등과학원

NO	성명	이메일	근무처
1050	홍성욱	swhong@kasi.re.kr	한국천문연구원
1051	홍승수	sshong@yonsei.ac.kr	연세대학교
1052	홍종석	hongjs@yonsei.ac.kr	연세대학교
1053	홍주은	jueunhong@astro.snu.ac.kr	동아사이언스
1054	홍지혜	jiehye.hong@gmail.com	이화여자대학교
1055	홍진희	emeth9@gmail.com	한국과학기술원
1056	홍채린	chealin93@gmail.com	세종대학교
1057	황규하	kyuha1@gmail.com	한국천문연구원
1058	황나래	nhwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
1059	황보정은	loisrain@hanmail.net	한국천문연구원
1060	황성용	syhwang@astro.snu.ac.kr	서울대학교
1061	황성원	sungwon79@gmail.com	경희대학교
1062	황성현	lastforreal@naver.com	경북대학교
1063	황세연	worldhsy1106@uos.ac.kr	University of Seoul
1064	황세현	shwang@astro.as.utexas.edu	텍사스 주립대학 (오스틴)
1065	황승규	sghwang@yonsei.ac.kr	연세대학교
1066	황어담	ziueo@kasi.re.kr	한국천문연구원
1067	황재찬	jchan@knu.ac.kr	경북대학교
1068	황정선	hwang2k@gmail.com	세종대학교
1069	황정아	jahwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
1070	황지혜	jhhwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
1071	황현모	hhm952@naver.com	경북대학교
1072	황호성	galaxy79@snu.ac.kr	서울대학교
1073	ADARSH RANJAN	ranjan@kasi.re.kr	KASI
1074	Alexander	yua@odessa.net	
1075	Allard Jan van Marle	ajvanmarle@gmail.com	UNIST
1076	Andre Fletcher	abfletch@kao.re.kr	
1077	Archana Soam	archana@kasi.re.kr	KASI
1078	Arman Shafieloo	shafieloo@kasi.re.kr	KASI
1079	Ashish Raj	ashish@kasi.re.kr	KASI
1080	Bernardo Cervantes Sodi	sodi@kias.re.kr	KIAS

NO	성명	이메일	근무처
1081	camilla pacifici	camilla.pacifici@galaxy.yonsei.ac.kr	yonsei university observatory
1082	Carsten Rott	rott@skku.edu	성균관대학교
1083	Chanisa	zero08@hotmail.com	
1084	Christoph Saulder	csaulder@kasi.re.kr	KASI
1085	Christophe Pichon	pichon@iap.fr	Institut d'astrophysique de Paris (IAP)
1086	Chun-Che Lupin Lin	lupin@unist.ac.kr	UNIST
1087	Chung Yue	huichungyue@gmail.com	CNU
1088	Cristian Saez	csaez@kasi.re.kr	KASI
1089	Cristiano Sabiu	csabiu@gmail.com	yonsei university
1090	david	davidm@sejong.ac.kr	Sejong university
1091	David Parkinson	davidparkinson@kasi.re.kr	KASI
1092	emanuele contini	emanuele.contini82@yahoo.it	yonsei university
1093	Evangelia Tremou	tremou@yonsei.ac.kr	Yonsei University
1094	Evgenij Zubko	evgenij.s.zubko@gmail.com	KHU
1095	Farung	tao_s_daughter@hotmail.com	Sejong university
1096	Feng Shi	fengshi@kasi.re.kr	KASI
1097	Gennady	gendoz@boao.re.kr	
1098	graziano	graziano@kias.re.kr	Sejong university
1099	Graziano Rossi		Sejong university
1100	Guangyao Zhao	gyzhao@kasi.re.kr	KASI
1101	Isha Pahwa	ipahwa@iucaa.in	IUCAA, Pune, India
1102	Jacobo Asorey Barreiro	jacoboasorey@kasi.re.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
1103	Jeffrey Hodgson	jhodgson@kasi.re.kr	KASI

NO	성명	이메일	근무처
1104	Jianping	jpli@astro.snu.ac.kr	Seoul National University
1105	Jurgen Mifsud	jurgenmifsud@kasi.re.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
1106	K.N.Nguyen Nhat	theresa.nhuphuc@gmail.com	
1107	Kenta Matsuoka	kenta@astro.snu.ac.kr	Seoul National University
1108	Kimitake Hayasaki	kimi@cbnu.ac.kr	Korea Astonomy and Space Science Institute
1109	Kyle Finner	kylefinner@gmail.com	Yonsei University Astronomy Department
1110	Lance Gardiner	ltg@omega.sunmoon.ac.kr	
1111	Le Nguyen Huynh Anh	huynhanh7@khu.ac.kr	Kyunghee university
1112	LHuillier Benjamin	blhuillier@yonsei.ac.kr	Yonsei University
1113	Li Xiaolei	lixiaolei@kasi.re.kr	KASI
1114	Marios Karouzos	mkarouzos@astro.snu.ac.kr	Seoul National University
1115	Masateru Ishiguro	ishiguro@astro.snu.ac.kr	Seoul National University
1116	Maurice	mvp@sejong.ac.kr	Sejong university
1117	Miyashita Yukinaga	miyasita@kasi.re.kr	KASI
1118	Mojtaba Raouf	raouf@kasi.re.kr	KASI
1119	Motonari Tonegawa	tonegawa@kias.re.kr	KIAS
1120	Mridweeka	mridweeka@kasi.re.kr	KASI
1121	Munetaka Ueno	ueno@chianti.c.u-tokyo.ac.jp	
1122	Nobuo Arimoto	arimoto@naoj.org	Seoul National University

NO	성명	이메일	근무처
1123	Oh Boon Kiat	ohboonkiat@gmail.com	Seoul National University
1124	Osama Shalabied	osama@star.snu.ac.kr	
1125	Owain Snaith	onsnaith@kias.re.kr	KIAS
1126	Pakakaew Rittipruk	nice_dongdang@hotmail.com	Sejong university
1127	Panompororn Poojon	poojon.p@gmail.com	Yonsei University
1128	Paola	paoladominguez@protonmail.com	UNIST
1129	Paul Hodge	hodge@astro.washington.edu	
1130	R.A. Maurya	ramajor@astro.snu.ac.kr	Seoul National University
1131	Raphael Gobat	rgobat@kias.re.kr	KIAS
1132	Rommy Lydia Solange Estrella Aliste Castillo	rommy.aliste@gmail.com	Seoul National University
1133	Rory Smith	rorysmith274@gmail.com	Yonsei University
1134	Ryan E Keeley	rkeeley@kasi.re.kr	KASI
1135	S. Trippe	trippe@astro.snu.ac.kr	Seoul National University
1136	samyaday choudhury	samyaday.choudhury@gmail.com	Yonsei University
1137	Sanjaya Paudel	sjy@kasi.re.kr	KASI

NO	성명	이메일	근무처
1138	Satadru Bag	satadru@kasi.re.kr	KASI
1139	Somaya saad	somaya@astro.snu.ac.kr	
1140	Srivatsan Sridhar	srivatsan@kasi.re.kr	KASI
1141	Stephen Andrew Appleby	stephen@kias.re.kr	KIAS
1142	Sudip Kumar Garain	sgarain@kasi.re.kr	KASI
1143	surangkhana	surangkhana@kasi.re.kr	
1144	Takuya	akataku@canopus.cnu.ac.kr	CNU
1145	Tetsuya Magara	magara@khu.ac.kr	KHU
1146	Thiem C Hoang	thiemhoang@kasi.re.kr	KASI
1147	Tobias Hinse	tchinse@gmail.com	KASI
1148	Xiao-Dong Li	xdli@kias.re.kr	KIAS
1149	YI ZHENG	yizheng@kias.re.kr	KASI

연구 성과 및 기업 홍보

이 발표논문집은 정부재원(과학기술진흥기금 및 복권기금)으로 한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음
This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies (KOFST) Grant funded by the Korean Government.

천 문 학 회 보

제 46 권 1 호

2021년 04월 12일 인 쇄
2021년 04월 13일 발 행

발 행 인 류 동 수
편 집 인 정 애 리, 조 보 영
발 간 한 국 천 문 학 회
인 쇄 이 미 지 룩