

## 구두발표초록

## 초청강연

**[초 IT-01] Conclusive evidence for the breakdown of standard gravity at low acceleration from wide binary stars**

Kyu-Hyun Chae(채규현)  
*Sejong University, Department of Physics and Astronomy, Seoul, Republic of Korea (세종대학교 물리천문학부)*

I present conclusive evidence from Gaia observations of wide binary stars that the Newton-Einstein standard gravity breaks down at acceleration lower than 1 nm (nano-meter) per second squared. Gaia DR3 (data release 3) accurate proper motions along with radial velocities were accurately modeled to result in the evidence. Some of the results were recently published in the *Astrophysical Journal*.

**[초 IT-02] Searching for Signs of with the Giant Magellan Telescope (GMT) and the GMT-Consortium Large Earth Finder (G-CLEF)**

Andrew Szentgyorgyi<sup>1</sup>, Sagi Ben-Ami<sup>2</sup>, Kang-Min Kim<sup>3</sup>, Chan Park<sup>3</sup>, Jacob Bean<sup>4</sup>, Patricia Brennan<sup>1</sup>, Moo-Yung Chun<sup>3</sup>, Laird Close<sup>5</sup>, Jeffrey D. Crane<sup>6</sup>, Daniel Durusky<sup>1</sup>, Jason Eastman<sup>1</sup>, Harland Epps<sup>7</sup>, Ian N. Evans<sup>1</sup>, Bi-Ho Jang<sup>3</sup>, Jeong-Gyun Jang<sup>3</sup>, Ueejeong Jeong<sup>3</sup>, Andres Jordan<sup>8</sup>, Colby Jurgenson<sup>1</sup>, Jihun Kim<sup>c</sup>, Sanghyuk Kim<sup>3</sup>, Yunjong Kim<sup>3</sup>, Sungcho Lee<sup>3</sup>, Henrique Lupinari<sup>9</sup>, Jared Males<sup>5</sup>, Kenneth McCracken<sup>1</sup>, Claudia Mendes de Oliveira<sup>9</sup>, Rafael Millan-Gabet<sup>9</sup>, Mark Mueller<sup>1</sup>, Jae Sok Oh<sup>3</sup>, Cem Onyüksel<sup>1</sup>, Byeong-Gon Park<sup>3</sup>, Sung-Joon Park<sup>3</sup>, William Podgorski<sup>1</sup>, Andreas Seifahrt<sup>4</sup>, Yahel Sofer-Rimalt<sup>2</sup>, Alan Uomoto<sup>8</sup>, and Young-Sam Yu<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>*Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 60 Garden St., Cambridge, MA 02140*

<sup>2</sup>*Weizmann Institute of Science, Herzl St 234, Rehovot, 7610001, Israel*

<sup>3</sup>*Korean Astronomy and Space Science Institute (KASI) 776, Daedeok-daero, Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea*

<sup>4</sup>*University of Chicago, 5640 S. Ellis Ave, Chicago, IL 60637*

<sup>5</sup>*Steward Observatory, University of Arizona, 933 Cherry Ave. Tucson, AZ, 85721*

<sup>6</sup>*The Observatories of the Carnegie Institution for Science, 813 Santa Barbara St., Pasadena, CA 91101*

<sup>7</sup>*UCO/Lick Observatory, University of California, Santa Cruz, CA 95064*

<sup>8</sup>*Facultad de Ingeniera y Ciencias, Universidad Adolfo Ibanez, Av. Diagonal las Torres 2640, Penalolen, Santiago, Chile*

<sup>9</sup>*Universidade de São Paulo, Rua do Matão 1226, 05508-900, São Paulo, Brazil*

<sup>10</sup>*Giant Magellan Telescope Organization, 465 Halstead St., Pasadena, CA, 91107*

Two of the highest priority programs in astrophysics are the discovery and characterization of Earth 2.0 – rocky, Earth-mass exoplanets orbiting Solar-type stars in their habitable zone and the search for biomarkers in the atmospheres of exoplanets in general. The first program is enabled by precision radial velocity (PRV) measurements of the line-of-sight reflex motion of host stars in response to the gravitational influence of low-mass exoplanets that orbit those stars. The search for biomarkers and the characterization of the molecular composition of exoplanets requires extremely high spectral resolution spectrographs on large aperture telescopes. The G-CLEF spectrograph has been designed to provide these capabilities. Before deployment at the GMT, G-CLEF will be delivered to the Magellan telescopes in 2027, to do several pathfinder observational programs that will allow observers to optimize G-CLEF for its delivery to the GMT in 2032. A key project for G@M+MagAO-X will be to resolve and search for O<sub>2</sub> in the atmosphere of a habitable zone planet orbiting the star nearest to the Sun – Proxima Centauri.

**[초 IT-03] Structural and Spectroscopic Evolution of Quiescent Galaxies in the Middle-Aged Universe**

Ivana Damjanov<sup>1</sup>, Jubee Sohn<sup>2</sup>, Margaret J. Geller<sup>3</sup>, Yousuke Utsumi<sup>4</sup>, Ian Dell'Antonio<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Saint Mary's University, Halifax, NS, Canada*

<sup>2</sup>*Seoul National University, Seoul, South Korea*

<sup>3</sup>*Center for Astrophysics, Harvard & Smithsonian, Cambridge, MA, USA*

<sup>4</sup>*Stanford University, Stanford, CA, USA*

<sup>5</sup>*Brown University, Providence, RI, USA*

As very recent James Webb Space Telescope (JWST) NIRCам images confirm, quiescent galaxies have been undergoing morphological transformations for more than 12 billion years of cosmic time. The synergy between high-resolution ground-based imaging and dense spectroscopic surveys enables us to follow the evolution in structural, stellar population, and dynamical properties of quiescent galaxies over the 0.2 < z < 1 redshift interval. These statistically large samples provide the key link between the population we observe in the local universe and the small number of distant quiescent systems unveiled by the JWST. We use Subaru/Hyper Suprime-Cam images and large-area MMT/HectoSpec redshift surveys to trace the evolution in average size of

f quiescent systems segregated by their stellar population age to separate the effects due to the influx of newly-quenched galaxies from the size growth in the quiescent phase via mergers. We combine size, concentration, and velocity dispersion measurements to follow the increase in the central dark matter fraction and test its relationship with the size evolution of galaxies after they quench. Our results demonstrate the power of the state-of-the-art spectro-photometric surveys to fully characterize quiescent galaxy evolution in the last 6 billion years of cosmic time. The next generation facilities (PSF, MOONS, 4MOST, MSE) will enable equivalent investigations of quiescent systems at distances when the universe was less than 30% of its current age, reaching out further towards the era probed by the JWST.

**[초 IT-04] Probes of Dark Matter with Large Halo Colliders**

M. James Jee (지명국)  
*Department of Astronomy, Yonsei University (연세대학교 천문우주학과)*

One of the most outstanding issues in modern physics is the unknown nature of dark matter, which comprises approximately 25% of the total energy budget of our universe. Despite relentless experimental efforts, no laboratory detection has been made on Earth. Currently, astrophysical and cosmological observations provide the only robust, empirical measurements of dark matter. In this presentation, I will introduce our YOUNG's (Yonsei Observable UNiverse Group) efforts to measure dark matter self-interaction using merging clusters. Merging clusters are nature's gift, serving as cosmic particle accelerators, enabling high-energy experiments impossible on Earth. Utilizing multi-wavelength observations of ten merging clusters and a suite of numerical simulations, we demonstrate that the upper limit of the self-interaction cross-section of dark matter can be constrained with unprecedented precision, even after marginalizing over nuisance parameters including projection angle, collision speed, impact parameters, gas profile, and mass uncertainties.

**[초 IT-05] Dynamics of star clusters in the era of LIGO and Gaia**

Jongsuk Hong  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

Star clusters are comprised of a number of stars gravitationally bound together, and they are a common presence in galaxies of various types. For a long period, star clusters were viewed as coeval, static, and somewhat unvarying systems. However, recent discoveries have unveiled their complicated nature, with diverse populations, including blue stragglers and multiple stellar

generations that challenges conventional stellar evolutionary models. Moreover, star clusters host a good environment for the birth of exotic phenomena such as gravitational wave mergers and stellar X-ray sources, thanks to their high stellar density, particularly in their central regions.

The great success of the Gaia mission has brought new insights by revealing many young star clusters and associations, enabling a deeper comprehension of the early dynamical processes within these young stellar systems. In my presentation, I will introduce the current challenges associated with the complex characteristics of star clusters through the application of numerical simulations. I believe that by understanding stellar dynamics, we can fully appreciate the benefits afforded by the remarkable achievements of recent observational facilities.

**[초 IT-06] Some Useful Information Obtainable from Spectral Lines of Complex Interstellar Molecules; A Small Suggestion on the International Collaboration Program**

Young Chol Minh  
*Korea Astronomy & Space Science Institute (Researcher Emeritus)*

Various interstellar molecules have been found in almost all astronomical objects. Recent greatly improved spatial resolution observations with high sensitivity, even in the sub-millimeter wavelength region where abundant complex molecular lines exist, provide us the unexpected interesting information on the nature of the source. Here we introduce some of our works using the complex molecular lines observed towards our Galactic Center and massive star-forming regions.

In addition, I suggest a small international collaboration/support program which might be useful and necessary for future. It is just to call your attention once more.

**외부은하/은하단**

**[구 GC-01] Witnessing a Transformation to Blue-cored Dwarf Early-type Galaxies in Filaments and the Cluster Outskirts**

Jiwon Chung (정지원)<sup>1</sup>, Joon Hyeop Lee (이준협)<sup>1</sup>, Hyunjin Chung (정현진)<sup>1</sup>, Suk Kim (김석)<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*  
<sup>2</sup>*Chungnam National University*

The presence of transitional dwarf galaxies in filaments

nts and cluster outskirts may be closely related to pre processing in the filament; however, the underlying mechanism is not yet comprehensively understood. We present the spatially resolved chemical and kinematical properties of three blue-cored dwarf early-type galaxies (dE(bc)s) in the Virgo cluster and Virgo-related filaments (Crater and Virgo III) using the Sydney-AAO Multi-object Integral-field spectrograph galaxy Survey. We map the spatial distribution of H $\alpha$ , oxygen abundance (O/H), nitrogen-to-oxygen abundance ratio (N/O), stellar population age, and gas-stellar internal kinematics. We find irregular shapes of enhanced star-forming regions from the centers to the outlying regions of blue cores in dE(bc)s. These regions are relatively metal poor compared with the surrounding regions, rendering the overall metallicity gradient of each galaxy positive. Furthermore, they exhibit higher N/O ratios at a given O/H relative to their surroundings, implying metal-poor gas infall by external processes. The equivalent width of the H $\alpha$  emission line in metal-poor regions indicates a young age of star formation, 6-8 Myr. The disturbed ionized gas velocity field, one of the most prominent features of galaxy mergers is also discovered in two dE(bc)s. We propose that a moderately dense filament environment is favorable for the formation of blue cores in dEs, in which dE(bc)s in filaments may have already been transformed before they fall into the Virgo cluster. This process may contribute to the composition of galaxy population at the outskirts of the cluster.

### [구 GC-02] How Reliable Is the Star Formation and Chemical Evolution History of a Galaxy from Full Spectrum Fitting?

Joon Hyeop Lee (이준협)<sup>1</sup>, Mina Pak (박민아)<sup>1,2,3</sup>, Hyunjin Jeong (정현진)<sup>1</sup>, Sree Oh (오슬희)<sup>3,4,5</sup>, Jiwon Chung (정지원)<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>2</sup>Macquarie University (Australia), <sup>3</sup>ASTRO 3D (Australia), <sup>4</sup>Yonsei University, <sup>5</sup>Australian National University

Full spectrum fitting serves as a potent tool for exploring the formation history of a galaxy. From a galaxy spectrum, it provides not only the mean stellar population but also the detailed history of star formation and chemical evolution across cosmic time. However, the uncertainty of such a history is poorly understood yet, which often casts doubt on its accuracy and reliability. To tackle this concern, we compare the age-divided mean stellar populations (ADPs; simple indices of the star formation and chemical evolution history) between a artificially constructed input spectra and their output spectra reconstructed from full spectrum fitting using the pPXF package. We present how the input – output difference in the ADPs depends on the amount of noise, emission lines and dust attenuation added to the input spectra. In addition, we present how the regularization parameter in the pPXF affects the ADPs.

### [구 GC-03] The Origin of Star Formation in Early-type Galaxies Inferred from Spatially Resolved Spectroscopy

Yun Hee Lee<sup>1,2</sup>, Ho Seong Hwang<sup>2,3</sup>, Narae Hwang<sup>2</sup>, Jong Chul Lee<sup>2</sup>, and Ki-Beom Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kyungpook National University (KNU),

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI),

<sup>3</sup>Seoul National University (SNU),

We investigate the origin of star formation activity in early-type galaxies with current star formation using spatially resolved spectroscopic data from the Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory in the Sloan Digital Sky Survey (SDSS). We first identify star-forming early-type galaxies from the SDSS sample, which are morphologically early-type but show current star formation activity in their optical spectra. We then construct comparison samples with different combinations of star formation activity and morphology, which include star-forming late-type galaxies, quiescent early-type galaxies, and quiescent late-type galaxies. Our analysis of the optical spectra reveals that the star-forming early-type galaxies have two distinctive episodes of star formation, which is similar to late-type galaxies but different from quiescent early-type galaxies with a single star formation episode. Star-forming early-type galaxies have properties in common with star-forming late-type galaxies, which include stellar population, gas and dust content, mass, and environment. However, the physical properties of star-forming early-type galaxies derived from spatially resolved spectroscopy differ from those of star-forming late-type galaxies in the sense that the gas in star-forming early-type galaxies is more concentrated than their stars, and is often kinematically misaligned with stars. The age gradient of star-forming early-type galaxies also differs from those of star-forming late-type galaxies. Our findings suggest that the current star formation in star-forming early-type galaxies has an external origin including galaxy mergers or accretion gas from the cosmic web.

### [구 GC-04] An Extensive Catalog of Early-type Dwarf Galaxies in the Local Universe: Morphology and Environment

Sanjaya Paudel, Suk-Jin Yoon

Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul 03722, Republic of Korea

We have prepared an extensive catalog of 5405 early-type dwarf (dE) galaxies located in the various environments, i.e., clusters, groups, and fields, of the local universe ( $z < 0.01$ ). With a thorough analysis of the dE population with respect to their immediate environment, we find that the association between dEs and their nearest bright neighbor galaxies suggests that dEs are

more likely created where their neighbors are non-star-forming ones. Using a standard definition commonly used in literature, we identify 100 ultra-diffuse galaxies (UDGs), which make up 2% of the dE population and they more likely to be found in a group environment than a cluster environment.

### [ㄱ] GC-05] Coevolution of Bars, Star Formation, and Active Galactic Nuclei in Disk Galaxies

Woong-Bae G. Zee<sup>1,2</sup>, Sanjaya Paudel<sup>1,2</sup>, Jun-Sung Moon<sup>3,4</sup>, and Suk-Jin Yoon<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul, 03722, Republic of Korea

<sup>2</sup>Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University, Seoul, 03722, Republic of Korea

<sup>3</sup>Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul, 08826, Republic of Korea

<sup>4</sup>Research Institute of Basic Sciences, Seoul National University, Seoul, 08826, Republic of Korea

Our study aims to explore the complex relationship between bars, star formation (SF), and active galactic nuclei (AGNs) in barred galaxies. To this end, we utilize data from the SDSS DR12 to select a sample of nearby disk galaxies ( $0.02 < z < 0.06$ ) that are suitable for studying bars ( $M_r < -20.12$  and inclination  $\leq 53^\circ$ ). We find that barred galaxies exhibit a higher specific SF rate compared to unbarred control galaxies. The bar length correlates with both the SF enhancement and the centrally star-forming galaxy fraction. These findings suggest a strong connection between bars and SF, indicating that bars play a crucial role in gas inflow and SF enhancement. Regarding AGN activity, we find that the AGN fraction in barred galaxies is similar to that in the unbarred control sample. However, galaxies hosting more massive black holes (BHs) tend to have rounder (higher axis ratio) bars. This implies that the bar itself is not the cause of AGN activity; rather, AGNs seem to influence the shape of bars. Our results align with theoretical predictions that as BHs grow, bars in AGN-hosting galaxies become rounder and eventually disrupted. This study provides insights into the joint evolution of bars, SF, and AGNs in disk galaxies.

### [ㄱ] GC-06] Revolutionizing Galaxy Image Restoration with the Restormer Deep Learning Algorithm

Hyosun Park<sup>1</sup>, Yongsik Jo<sup>2</sup>, Seok-Un Kang<sup>2</sup>, Taehwan Kim<sup>2</sup>, M. James Jee<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Yonsei University

<sup>2</sup>Artificial Intelligence Graduate School, UNIST

<sup>3</sup>Department of Physics and Astronomy, UC Davis

Advancements in deep learning techniques have revolutionized the field of image restoration, enabling the transformation of degraded imagery into high-quality representations. In this presentation, we introduce our experimentation with "Restormer", a novel deep-learning algorithm that we tailored for galaxy image restoration. Our training dataset comprises galaxy images acquired from the James Webb Space Telescope (JWST), serving as representations of ground truth. To simulate real-world scenarios, input data are generated by applying a smoothing process to JWST images with the Hubble Space Telescope (HST) point spread function (PSF) and subsequently adding noise. The trained model then systematically enhances the quality of input images, effectively converting them from low-resolution, high-noise states to high-resolution, low-noise reconstructions. We find that the morphological parameters in the ground truth dataset, such as ellipticity, position angle, Sersic index, effective radius, and intensity distribution are accurately restored by the algorithm. In addition, the algorithm successfully recovers aperture flux, isophotal flux, and pixel value, exhibiting a one-to-one correlation with ground truth properties. The potential applications of our method span diverse astronomical domains, including weak gravitational lensing, precision galaxy photometry, crowded field deblending, and the morphology of high-redshift galaxies.

olutionized the field of image restoration, enabling the transformation of degraded imagery into high-quality representations. In this presentation, we introduce our experimentation with "Restormer", a novel deep-learning algorithm that we tailored for galaxy image restoration. Our training dataset comprises galaxy images acquired from the James Webb Space Telescope (JWST), serving as representations of ground truth. To simulate real-world scenarios, input data are generated by applying a smoothing process to JWST images with the Hubble Space Telescope (HST) point spread function (PSF) and subsequently adding noise. The trained model then systematically enhances the quality of input images, effectively converting them from low-resolution, high-noise states to high-resolution, low-noise reconstructions. We find that the morphological parameters in the ground truth dataset, such as ellipticity, position angle, Sersic index, effective radius, and intensity distribution are accurately restored by the algorithm. In addition, the algorithm successfully recovers aperture flux, isophotal flux, and pixel value, exhibiting a one-to-one correlation with ground truth properties. The potential applications of our method span diverse astronomical domains, including weak gravitational lensing, precision galaxy photometry, crowded field deblending, and the morphology of high-redshift galaxies.

### [ㄱ] GC-07] Emergence of the galaxy morphology-star formation rate-clustercentric radius in galaxy clusters

Sungwook E. Hong<sup>1,2</sup>, Changbom Park<sup>3</sup>, Celine Gouin<sup>3</sup>, Jaehyun Lee<sup>3</sup>, Juhan Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,

<sup>2</sup>Astronomy Campus, University of Science and Technology,

<sup>3</sup>Korea Institute for Advanced Study

We investigate the morphological evolution of the galaxies in galaxy clusters from the cosmic morning to cosmic afternoon ( $6 > z > 0.6$ ) using the Horizon Run 5 (HR5) simulation.

We find that the Sersic index has a prominent stochastic increment only after  $z < 1.5$ , especially for massive galaxies ( $M_* > 10^{11} M_\odot$ ). Also, the overall population of Sersic index and asymmetric parameter of galaxies are high only at the cluster center ( $d < 0.1 R_{\text{vir}}$ ). On the other hand, the Sersic index of galaxies with a similar stellar mass around cluster outskirts ( $d > 0.3 R_{\text{vir}}$ ) is lower than those at the cluster center. Therefore, the major merger events with the clusters' brightest cluster galaxies (BCGs) and their neighbors near the cluster center, rather than the mere mass evolution of galaxies, lead toward the morphology evolution of galaxies from disk to spheroid.

We also find that the sSFR of disk galaxies starts to decrease significantly from  $z < 1$ . Therefore,

while the late-type galaxies (irregulars and active disks) have dominated the entire galaxy population from the cosmic morning, the reversal of passive and active disk population occurs around  $z \simeq 0.8$ , which leads to the domination of early-type galaxies (spheroids and passive disks) afterward, except the cluster centers.

### [ㄱ] GC-08] Spatial Distribution of Intracluster Light versus Dark Matter in Horizon Run 5

Jaewon Yoo<sup>1</sup>, Changbom Park<sup>1</sup>, Cristiano Sabiu<sup>2</sup>, Ankit Singh<sup>1</sup>, Jongwan Ko<sup>3,4</sup>, Jaehyun Lee<sup>1</sup>, Juhan Kim<sup>1</sup>, M. James Jee<sup>5</sup>, Hyowon Kim<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute for Advanced Study, <sup>2</sup>University of Seoul, <sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>4</sup>University of Science and Technology, <sup>5</sup>Yonsei University

One intriguing approach to studying galaxy clusters' dynamical evolution is to compare the spatial distributions of various components, such as dark matter, the member galaxies, the gas, and the intracluster light (ICL).

The recently introduced methodology to quantify the similarity of two-dimensional spatial distributions (Weighted Overlap Coefficient; WOC, Yoo et al. 2022) is implemented to the various components in 174 galaxy clusters ( $> 5 \times 10^{13} M_{\odot}$ ,  $z=0.625$ ) at different dynamical stages simulated within Horizon Run 5.

Furthermore, we compared the one-dimensional radial profiles of the various components of the galaxy clusters and investigated the differences between the relaxed and unrelaxed samples. We further applied the WOC method to the cluster samples at various redshifts to investigate how the similarity in spatial distribution between ICL combined with the brightest cluster galaxy (BCG) and dark matter evolves before and after their major merging events.

We find that the spatial distribution of the BCG+ICL and the gas coincide with the dark matter distribution, with higher fidelity for more relaxed galaxy clusters. Moreover, examining the one-dimensional radial profiles showed that the BCG+ICL is a sensitive component for the dynamical history of galaxy clusters. The spatial distribution similarity between dark matter and BCG + ICL shows the cluster's decreasing and recovering relaxation around major merging events.

Our results imply that the BCG+ICL is a stable tracer for dark matter, where the spatial distribution similarity against the dark matter may be used as a dynamical stage estimator of the cluster.

### [ㄱ] GC-09] Identification of Galaxy Protoclusters Based on the Spherical Top-hat Collapse Model

Jaehyun Lee<sup>1,5</sup>, Changbom Park<sup>1</sup>, Juhan Kim<sup>2</sup>, Christophe

Pichon<sup>3</sup>, Brad K. Gibson<sup>4</sup>, Jihye Shin<sup>5</sup>, Yonghwi Kim<sup>6</sup>, Owain N. Snaith<sup>7</sup>, Yohan Dubois<sup>3</sup>, C. Gareth Few<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Korea Institute for Advanced Study, <sup>2</sup>Center for Advanced Computation, Korea Institute for Advanced Study, <sup>3</sup>Institut d'Astrophysique de Paris, CNRS and Sorbonne Université, <sup>4</sup>E.A. Milne Centre for Astrophysics, University of Hull, <sup>5</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>6</sup>Korea Institute of Science and Technology Information, <sup>7</sup>University of Exeter, School of Physics and Astronomy,

We propose a new method for finding galaxy protoclusters that is motivated by structure formation theory, and is also directly applicable to observations. Protoclusters are defined as the galaxy groups whose virial mass  $M_{\text{vir}} < 10^{14} M_{\odot}$  at their epochs but would exceed that limit by  $z=0$ . They are distinguished from clusters, groups of galaxies whose virial mass currently exceeds  $10^{14} M_{\odot}$ . According to these definitions there can be a mixture of clusters and protoclusters at a given epoch.

The future mass that a protocluster would acquire at  $z=0$  is estimated using the spherical collapse model.

The centers of protoclusters are identified using the critical overdensity for collapse by  $z=0$  that is predicted by the spherical collapse model, and the physical size of protoclusters is defined by the overdensity corresponding to the turnaround radius.

We use the cosmological hydrodynamical simulation Horizon Run 5 (HR5) to calibrate this prescription and demonstrate its performance.

We find that the protocluster identification method suggested in this study is quite successful. Its application to the high redshift HR5 galaxies shows a tight correlation between the mass within the protocluster regions identified according to the spherical collapse model and the final mass to be found within the cluster at  $z=0$ , meaning that the regions can be regarded as the bona-fide protoclusters with high reliability.

### [ㄱ] GC-10] Mapping the Lyman-alpha Universe: Semi-empirical modeling of Lyman-alpha emitters in a large simulation

Jaehong Park, Changbom Park, Jaehyun Lee and Juhan Kim

Korea Institute for Advanced Study

For the high-redshift Universe, Lyman-alpha emitters (LAEs) are one of the major observables in order to investigate galaxy-formation physics and large-scale structures. Due to the strong Lyman-alpha emission line, it is relatively easy to observe. However, modeling LAEs within extensive simulations remains challenging due to resolution limitations for capturing complex emission mechanisms and computational costs. In this study, we introduce a semi-numerical modeling of LAEs using Horizon Run 5, a cosmological hydrodynamical simulation with a large volume ( $1049 \text{cMpc} \times 119 \text{cMpc} \times 127 \text{cMpc}$ ).

Mpc) resolving  $\sim 1$ kpc. This method employs a probability distribution function from observations for the rest-frame equivalent width of LAEs. We demonstrate that the predicted Lyman-alpha luminosity functions at  $z \sim 2.4, 3.1,$  and  $4.5$  are consistent with observations. We will also show predicted properties (stellar mass, star formation rate, and their host halo mass), and investigate clustering. Particularly, we will compare our results with the ongoing One-hundred-deg<sup>2</sup> DECam Imaging in Narrow-bands (ODIN) survey.

### [ㄱ] GC-11] Probing cold gas with Mg II and Ly $\alpha$ radiative transfer

Seok-Jun Chang, Max Gronke  
*Max Planck Institute for Astrophysics, Garching, Germany*

The maze of cold gas galaxies form and how ionizing photons escape through this maze is still an outstanding puzzle. As the direct observation of ionizing radiation is difficult at very high redshifts, we need an observational proxy to investigate the cold gas structure. JWST allows us to observe Mg II resonance doublet in the epoch of reionization as the proxy. The Mg II resonance doublet at 2796 Å and 2803 Å is an increasingly important tool for studying cold gas,  $T \sim 10^4$  K. Due to its resonant nature, Mg II doublet includes the physical properties of the cold medium via scattering processes - akin to but also very different from Lyman-alpha. In this presentation, I will show results from 3D Monte-Carlo radiative transfer simulation of Mg II and Ly $\alpha$  through homogeneous and multiphase media. Furthermore, I will discuss our results in the context of interpreting and modeling observations as well as their implications for other resonant doublets.

### [ㄱ] GC-12 Probing high-z galaxies observed by JWST using numerical simulations

Taebong Jeong, Myoungwon Jeon  
*Kyung Hee University*

Recent photometry results from JWST NIRCам (CEERS, GLASS, JADES NIRCам) detected candidates of high-z galaxies, which might be the first generations of galaxies. However, these first generations of galaxies tend to form much earlier and more massive than we expected by theoretical models and simulations and results from past observations. Using the early released data from JWST NIRSpec (JADES NIRSpec), recent observational works confirmed more accurate redshifts and found low interlopers in the high-z galaxy candidates of JWST photometry results, however, they still earlier and more massive than previous theoretical expectations. Closing the gap of theoretical predictions and present observational results, without violating  $\Lambda$ CDM cosmology,

we are going to probe the physical properties and evolutionary history of high-z galaxies using the adopted version of N-body/TreePM Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) simulation code P-GADGET3. Adopting different constants and the star formation mechanism of the simulation, We are implementing the high-z galaxies observed from JWST. Moreover, from our simulation results, we are going to build the synthetic spectral energy distribution (SED) of target galaxies from each different set by constructing pipelines on FSPS, Yggdrasil, HYPERION, and Cloudy. Our constructed synthetic SED might provide good theoretical samples for matching up with present released spectroscopic observation results and further results coming out from JWST NIRSpec.

### [ㄱ] GC-13] Coherent motion of galaxies as the proxy of secondary halo bias

Yigun Kim<sup>1</sup>, Rory Smith<sup>2</sup>, Antonio D. Montero-Dorta<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University,* <sup>2</sup>*Departamento de Física, Universidad Técnica Federico Santa María*

We present the detection of the secondary halo bias related to spin in two independently done redshift survey catalogs, SDSS and DESI, for the first time. Following on from our recent results in Kim+2022, the spin and spin direction of massive galaxy groups and clusters is measured based on the dynamics of surrounding galaxies out to  $\sim 1 R_{200}$ . We varied various parameters for how to measure the spin, but a consistent signal for faster spinning halos to be distributed more distantly is confirmed for halo masses varying from  $5e^{13}$  to  $5e^{14}$  solar mass in two independent redshift surveys. We presume that this result could open a new window on observational studies of secondary bias and dynamics of dark matter halos.

### [ㄱ] GC-14] Black hole mass and the size-luminosity relation: highlights from the 6-year Seoul National University Monitoring Project (SAMP)

Jong-Hak Woo and SAMP Collaboration  
*Seoul National University*

Black hole mass is a key parameter for understanding black hole growth and AGN physics. The method of determining black hole mass has been rapidly evolved over the last 20 years. We will present the highlights from our reverberation mapping (RM) study based on the 6 year SNU AGN monitoring project. Using a sample of 32 AGNs with relatively high luminosity ( $L_{5100} > 10^{44}$  erg/s), we carried out the monitoring project with hundreds of nights of regularly sampled spectroscopic/photometric observations, and successfully obtain r

reliable H beta lags and BH masses for a majority of them. We find that the BLR sizes of these objects are smaller than the expectation from the previous size-luminosity relation. By applying a uniform lag analysis to available H beta RM light curves from the literature, we remeasured the H beta lag of the most reliable  $\sim 100$  AGNs, redefining the size-luminosity relation with a slope of  $0.41 \pm 0.22$  and an intrinsic scatter of  $0.192$  dex. For  $\sim 20$  AGNs, we will present the velocity resolved lag measurements and discuss the implication of these results on the BLR properties. We will also present the H alpha size-luminosity relation and discuss new constraints on finding intermediate-mass black holes. Finally we will review the uncertainty of black hole masses based on the size-luminosity relation and single-epoch method.

### [GC-15] Observational Evidence for a Dense Ambient Medium Shaping the Jet in 3C 84

Jongho Park<sup>1,2,3</sup>, Motoki Kino<sup>4,5</sup>, Hiroshi Nagai<sup>5,6</sup>, Masanori Nakamura<sup>7,3</sup>, Keiichi Asada<sup>3</sup>, Minchul Kam<sup>8</sup>, Jeffrey A. Hodgson<sup>9</sup>

<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University, 1732 Deogyong-daero, Yongin-si, Gyeonggi-do 17104, Republic of Korea*

<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeok-daero, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Republic of Korea*

<sup>3</sup>*Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, P.O. Box 23-141, Taipei 10617, Taiwan*

<sup>4</sup>*Kogakuin University of Technology & Engineering, Academic Support Center, 2665-1 Nakano-machi, Hachioji, Tokyo 192-0015, Japan*

<sup>5</sup>*National Astronomical Observatory of Japan, Osawa 2-21-1, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan*

<sup>6</sup>*The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI, Osawa 2-21-1, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan*

<sup>7</sup>*National Institute of Technology, Hachinohe College, 16-1 Uwanotai, Tamonoki, Hachinohe, Aomori 039-1192, Japan*

<sup>8</sup>*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea*

<sup>9</sup>*Department of Physics and Astronomy, Sejong University, 209 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05006, Republic of Korea*

Highly collimated relativistic jets are a defining feature of certain active galactic nuclei (AGN), yet their formation mechanism remains elusive. Previous observations and theoretical models have proposed that the ambient medium surrounding the jets could exert pressure, playing a crucial role in shaping the jets. However, direct observational confirmation of such a medium has been lacking. In this study, we present very long baseline interferometric (VLBI) observations of 3C 84 (NGC 1275), located at the center of the Perseus Cluster. Through monitoring observations with the Very Long B

aseline Array (VLBA) at 43 GHz, a jet knot was detected to have been ejected from the sub-parsec scale core in the late 2010s. Intriguingly, this knot propagated in a direction significantly offset from the parsec-scale jet direction. To delve deeper into the matter, we employ follow-up VLBA 43 GHz observations, tracing the knot's trajectory until the end of 2022. We discovered that the knot abruptly changed its trajectory in the early 2020s, realigning itself with the parsec-scale jet direction. Additionally, we present results from an observation of 3C 84 with the Global VLBI Alliance (GVA) at 22 GHz, conducted near the monitoring period. By jointly analyzing the GVA 22 GHz image with a VLBA 43 GHz image observed about one week apart, we generated a spectral index map, revealing an inverted spectrum region near the edge of the jet where the knot experienced deflection. These findings suggest the presence of a dense, cold ambient medium characterized by an electron density exceeding  $\sim 10^5 \text{ cm}^{-3}$ , which guides the jet's propagation on parsec scales and significantly contributes to the overall shaping of the jet.

### [GC-16] Double SSA spectrum and magnetic field strength of the FSRQ 3C 454.3

Hyeon-Woo Jeong<sup>1,2</sup>, Sang-Sung Lee<sup>1,2</sup>, Whee Yeon Cheong<sup>1,2</sup>, Jae-Young Kim<sup>3,4</sup>, Jee Won Lee<sup>2</sup>, Sincheol Kang<sup>2</sup>, Sang-Hyun Kim<sup>1,2</sup>, B. Rani<sup>2,5,6</sup>, Jongho Park<sup>2</sup>, and Mark. A. Gurwell<sup>7</sup>

<sup>1</sup>*Astronomy and Space Science, University of Science and Technology, 217 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea,* <sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeok-daero, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Republic of Korea,* <sup>3</sup>*Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Republic of Korea,* <sup>4</sup>*Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, D-53121 Bonn, Germany,* <sup>5</sup>*NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, USA,* <sup>6</sup>*Department of Physics, American University, Washington, DC 20016, USA,* <sup>7</sup>*Center for Astrophysics | Harvard & Smithsonian, 60 Garden Street, Cambridge, MA 02138, USA*

We present the results of a radio multifrequency (3–340 GHz) study of the blazar 3C 454.3. After subtracting the quiescent spectrum corresponding to optically thin emission, we found two individual synchrotron self-absorption (SSA) features in the wide-band spectrum. The one SSA had a relatively low turnover frequency ( $\nu_m$ ) in the range of 3–37 GHz (lower  $\nu_m$  SSA spectrum, LSS), and the other one had a relatively high  $\nu_m$  of 55–124 GHz (higher  $\nu_m$  SSA spectrum, HSS). Using the SSA parameters, we estimated B-field strengths at the surface where optical depth  $\tau = 1$ . The estimated B-field strengths were  $> 7$  and  $> 0.2$  mG for the LSS and HSS, respectively. The LSS-emitting region was

magnetically dominated before the 2014 June  $\gamma$ -ray flare. The quasi-stationary component (C),  $\sim 0.6$  mas apart from the 43-GHz radio core, became brighter than the core with decreasing observing frequency, and we found that component C was related to the LSS. A decrease in jet width was found near component C. As a moving component, K14 approached component C, the flux density of the component was enhanced while the angular size decreased. The high intrinsic brightness temperature in the fluid frame was obtained as  $T_{\text{int}} \approx (7.0 \pm 1.0) \times 10^{11}$  K from the jet component after the 2015 August  $\gamma$ -ray flare, suggesting that component C is a high-energy emitting region. The observed local minimum of jet width and re-brightening behaviour suggest a possible recollimation shock in component C.

### [ㄱ] GC-17] Kinematics of the Parsec-Scale Jet in 3C 84: Discovery of Superluminal Components Ejected at the Termination Region of the Subluminal Moving Jet

Minchul Kam<sup>1</sup>, Jeffrey Hodgson<sup>2</sup>, Jongho Park<sup>3</sup>, Motoki Kino<sup>4,5</sup>, Hiroshi Nagai<sup>5,6</sup>, Sascha Trippe<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Seoul National University, <sup>2</sup>Sejong University, <sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>4</sup>Kogakuin University of Technology & Engineering, Academic Support Center, <sup>5</sup>National Astronomical Observatory of Japan, <sup>6</sup>Department of Astronomical Science, the Graduate University for Advanced Studies,

We present the kinematics of an active galactic nucleus (AGN) jet 3C 84 with the Very Long Baseline Array (VLBA) at 43 GHz. We find that the jet termination region, so-called C3, has moved at an apparent speed of  $0.264c$  from its formation in 2003 November to the present. For the first time, we identify the emergence of four new components at C3, each exhibiting apparent velocities higher than that of C3. Notably, the last two new components exhibit superluminal motion, with the fastest component showing an apparent velocity of  $2.09c$ . This is exceptionally larger than the range of  $0.04c$  to  $0.4c$  observed for the jet termination region of the compact symmetric objects that pass through the dense circumnuclear medium. We discuss possible mechanisms for the ejection of the superluminal jet components at C3.

### [ㄱ] GC-18] Estimating the distance of 4C +29.45 using its variability and Doppler factor

Sincheol Kang<sup>1</sup>, Sang-Sung Lee<sup>1,2</sup>, and Jeffrey Hodgson<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,  
<sup>2</sup>University of Science and Technology,  
<sup>3</sup>Department of Physics and Astronomy, Sejong University

We present the results of estimating the distance of a blazar 4C +29.45 with several methods. First, we determined variability time scales of multiple flares from the 43 GHz light curve of a compact radio core, obtained from Very Long Baseline Array (VLBA). Doppler factors of the source have been determined utilizing the BAT hard X-ray data available during the period of the VLBA light curve. Then, we estimated the angular diameter distances by using the intrinsic brightness temperature of the radio core and the Doppler factors. In this estimation, we adopted the intrinsic brightness temperature of  $4.06 \times 10^{11}$  K. Also, we calculated the Doppler factors by combining radio and X-ray data obtained by VLBA and *Fermi-XRT*, respectively. Finally, we obtained the both angular diameter distances and compared them with those obtained by assuming  $\Lambda_{\text{CDM}}$  model.

### [ㄱ] GC-19] $z \sim 5$ Quasar Search via Deep Learning and Bayesian Information Criterion from The Hyper Suprime-Cam SSP Survey PDR3 Data

Yunyi Choi, Myungshin Im, Suhyun Shin  
 SNU Astronomy Research Center (SNUARC), Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, Republic of Korea

Using data from the Hyper Supreme-Cam Subaru Strategic Survey Program data (HSC-SSP PDR3), we applied deep learning to select quasar candidates near  $z \sim 5$ . Faint quasars at high redshift are essential indicators of the amount of ultraviolet photons that ionize the intergalactic medium (IGM) of the early universe. In previous studies, a flag called 'pixelflags\_crcenter' was used to exclude objects with cosmic rays detected within 3 pixels of the center of that object when selecting quasar candidates. This significantly reduced the effective survey area (nearly by a factor of two) and the number of quasars discovered. Excluding this flag increases the total number of objects to search for quasars from 4.9 M to 10.2M, which is a 106% increase. Therefore, this study investigated the effect of the flag in order to select as many quasar candidates as possible. Using the deep layer data, we selected candidates based on preselection criteria and obtained final candidates using deep learning and Bayesian Inference Criterion methods. This approach allowed us to select quasar candidates compared to traditional color selection methods more accurately.

### [ㄱ] GC-20] The Properties of Galaxies within Lyman Alpha Blobs: Connections to the CGM

Byeongha Moon<sup>1,2</sup>, Yujin Yang<sup>1,2</sup>, Ann Zabludoff<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI),  
<sup>2</sup>Korea University of Science and Technology (UST),  
<sup>3</sup>Steward Observatory, University of Arizona



Many studies have focused on the energy source of Ly $\alpha$  blobs (LABs). However, direct evidence for an interaction between the embedded galaxies and their Ly $\alpha$  halos (i.e., CGM) is still lacking. Here, we investigate the properties of galaxies within LABs and their connections to the extended Ly $\alpha$  halos. We study the galactic properties with rest-frame optical emission lines, e.g., [OIII]. Star-forming galaxies within LABs show similar properties with other high- $z$  star-forming galaxies, suggesting the embedded galaxies are not special. However, we reveal a new anti-correlation between O32, the proxy of ionization parameter, and systemic velocity offset of Ly $\alpha$  emission, the proxy of column density of neutral hydrogen (N(HI)). The anti-correlation suggests that stronger photo-ionization leads to lower N(HI) with smaller Ly $\alpha$  velocity offset. By comparing the anti-correlation with Green Peas, LAEs and LABs, we discuss how far galaxies photo-ionize the surrounding medium and suggest that the photo-ionization can occur in CGM due to the escaping ionization photons from galaxies.

### [GC-21] Weak-Lensing Detection of Intracluster Filaments in the Coma cluster Aligned with the Large-Scale Cosmic Web

Kim HyeongHan<sup>1</sup>, M. James Jee<sup>2</sup>, Sangjun Cha<sup>1</sup>, Hyejeon Cho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Physics, University of California, Davis, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA

Our concordance cosmological model predicts that galaxy clusters grow at the intersection of filaments structuring the cosmic web stretching tens of Mega parsecs. Although this hypothesis has been supported by the baryonic components, no observational study has detected the dark matter component of the intracluster filaments (ICFs), the terminal part of the large-scale cosmic filaments at their conjunction with individual clusters. We report weak-lensing detection of ICFs in the Coma cluster field from the  $\sim 12$  sq. deg Hyper-Suprime Cam imaging data. The detection is based on two methods: matched-filter technique and shear-peak statistic. The matched-filter technique (shear-peak statistic) yields detection significances of  $>3$  sigma for the northern and western ICFs at  $110^\circ$  and  $340^\circ$ , respectively, when measured counterclockwise from the west. The northern ICF has a characteristic half width of  $h_c = 0.29$  Mpc with a mean density of 103 times the critical density. The western ICF is thinner ( $h_c = 0.1$  Mpc) with a similar mean density (115 times the critical density). Comparing with the recent cosmological simulation studies, we find that these properties can be accommodated within the current structure formation paradigm. Both ICFs are highly correlated with the overdensities in t

he WL mass reconstruction and are well-aligned with the known large-scale ( $>10$  Mpc) cosmic filaments comprising the Coma supercluster. We demonstrate that low-redshift clusters are promising targets for detecting low-contrast ICFs because the strength of the high number of source galaxies per physical area outweighs the weakness due to the low lensing efficiency.

### [GC-22] Precision MARS Mass Reconstruction of Abell 2744: Combining Large Strong and Weak Lensing Datasets from JWST

Sangjun Cha<sup>1</sup>, Kim HyeongHan<sup>1</sup>, Zachary P. Scofield<sup>1</sup>, Hyungjin Joo<sup>1</sup>, and M. James Jee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Physics and Astronomy, University of California, Davis, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA

We present a new high-resolution free-form mass model of Abell 2744, combining weak-lensing (WL) and strong-lensing (SL) datasets from JWST. The SL dataset consists of 286 multiple images, whereas the WL source density based on photo- $z$  selection reaches  $\sim 350$  per sq. arcmin, which is the largest dataset ever used for cluster mass reconstruction. We use the MAXimum-entropy ReconStruction (MARS) algorithm, which provides the smoothest possible mass map that accounts for both the SL and WL observables with high fidelity. Our extensive dataset allows us to generate the highest-resolution mass map of Abell 2744 within  $\sim 2$  Mpc  $\times$  2 Mpc JWST region. Although MARS is entirely blind to the cluster galaxy distribution, the resulting mass reconstruction remarkably well traces the brightest cluster galaxies, with the five strongest mass peaks coinciding with the five most luminous cluster galaxies. Moreover, we find that the mass elongations in the outskirts nicely align with the reported directions of the large-scale filamentary structures. The MARS mass model requires  $\sim 300,000$  free parameters, and they are optimized within a few hours thanks to the utilization of PyTorch.

### [GC-23] Weak-lensing Analysis of Galaxy Clusters with State-of-the-art Space Telescopes

Kyle Finner

California Institute of Technology / IPAC

Weak lensing is a powerful tool for constraining the properties of dark matter in galaxy clusters. One of the limiting factors for weak lensing is the number of galaxies available for analysis. As the Hubble Space Telescope has shown, high-resolution and sensitive space telescopes are unparalleled for detecting galaxies. New and future missions, such as JWST, Euclid, and Roman, will open a new regime for weak lensing. In this talk,

I will describe the advantages and disadvantages of each telescope for weak lensing. I will present the first weak-lensing analysis with the JWST, our analysis of the SMACSJ0723 galaxy cluster, and provide insight into utilizing the telescope to maximize science outcomes. Furthermore, I will present upcoming weak-lensing studies that I am involved with in the Euclid mission and preparation for the Roman mission.

**[구 GC-24] Introduction to Korean Rubin Science Collaboration**

Narae Hwang, Byeong-Gon Park  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

KASI's Rubin in-kind Program Management Team presents a brief status report on the Korean Rubin Data Right Holder applications that will be open in September 2023 (TBC). The management team will hold a brief Q&A session on the Rubin Data Right Holder qualifications, and any following steps to be taken to compose the "Korean Rubin Science Collaboration" group with Rubin Data Right Holders. Everybody interested is invited to join the session and work together to decide how the Collaboration group works.

**[구 GC-25] Participation in the Einstein Telescope Collaboration**

Sungho Lee<sup>1</sup>, Chunglee Kim<sup>2</sup>, Young-Sik Ra<sup>3</sup>, Soojong Pak<sup>4</sup>, Kyujin Kwak<sup>5</sup>, June Gyu Park<sup>6</sup>, Kyung-ha Lee<sup>7</sup>, Kyungmin Kim<sup>1</sup>, Young-Min Kim<sup>1</sup>, Jinho Kim<sup>1</sup>, Chang Hee Kim<sup>1</sup>, Byeong-Yoon Go<sup>3</sup>, Geunhee Gwak<sup>3</sup>, Hojae Ahn<sup>4</sup>, Sumin Lee<sup>4</sup>, Kihyun Jung<sup>5</sup>, Sumi Lee<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*, <sup>2</sup>*Ewha Womans University*, <sup>3</sup>*Korea Advanced Institute of Science and Technology*, <sup>4</sup>*Kyung Hee University*, <sup>5</sup>*Ulsan National Institute of Science and Technology*, <sup>6</sup>*Yonsei University*, <sup>7</sup>*Sungkyunkwan University*

아인슈타인 망원경(Einstein Telescope)은 2030년 대 중반 완성을 목표로 개발 중인 3세대 중력파 검출기이다. 아인슈타인 망원경은 환경 잡음을 최소화하기 위해 지하 수백미터에 건설하는 10km 규모의 레이저 간섭계로서 10Hz 미만 저주파 진동수의 중력파 검출 감도를 높이기 위해 극저온 냉각 기술을 적용한다. 아인슈타인 망원경이 관측을 시작하면 적색편이 약 90 정도의 거리까지 블랙홀 쌍성 병합 관측이 가능하고 연간 수십만개의 중력파 신호를 검출함으로써 중력파 연구의 새로운 장을 열게 될 것으로 기대된다. 아인슈타인 망원경 개발은 유럽 주도의 프로젝트이나 모든 대륙, 모든 나라의 참여를 환영하는 전세계적 국제협력으로 진행되고 있으며, 우리나라에서는 한국천문연구원을 필두로 6개 대학이 다양한 기술개발 및 과학연구 분야에 참여하고 있다.

**[구 GC-26] Introduction of the "NewCluster" simulation (NewCluster 은하단 시뮬레이션 소개)**

Sukyong K. Yi<sup>1</sup> (이석영), San Han<sup>1</sup> (한산), Jinsu Rhee<sup>1</sup> (이진수), Yohan Dubois<sup>2</sup>, Juhan Kim<sup>3</sup> (김주한) et al.  
<sup>1</sup>*Yonsei University (연세대학교)*, <sup>2</sup>*Institut D'Astrophysique de Paris (파리천체물리연구소)*, <sup>3</sup>*KIAS (고등과학원)*

The current state-of-the-art simulations of galaxy formation cover a large volume and reproduce a large number of galaxies with various morphology and properties quite realistically. However, they adopt spatial and mass resolutions that are inadequate to investigate the detailed evolution of galaxies. Recently, NewHorizon adopted high resolutions, and, thus, succeeded in reproducing the detailed structures of disc galaxies in the field environment. We hereby introduce a new simulation project, NewCluster. It runs for a dense region of 10<sup>15</sup> Msun which develops to a massive cluster and a surrounding region including a few groups. For this unprecedented and computationally demanding project, we use Ramses\_yOMP, an in-house developed hybrid OpenMP version of Ramses. NewCluster runs with up-to-date astrophysical prescriptions for stellar and black hole feedback effects, gas tracer particles, dust formation and destruction, and the chemical evolution in 9 elements, making it the highest resolution cluster simulation to date. It has been running since May 2022 using on average ~10<sup>4</sup> cores at a given time. It has just passed z=1.5, and we present an interim report on some scientific findings.

**[구 GC-27] Improving the performance of astrophysical simulation code RAMSES (천체물리학적 시뮬레이션 코드 RAMSES의 계산성능 개선)**

San Han(한산), Sukyong K. Yi(이석영)  
*Yonsei University (연세대학교)*

The existing challenges in the standard cosmological model are driving the demand for simulations with better resolutions and larger spatial and quantitative dimensions, which necessitates the utilization of significantly parallel computational resources. We implement Open Multi-Processing (OpenMP) to RAMSES, integrating it with the existing parallelization based on Message Passing Interface (MPI). As a result, we have achieved a speedup factor of x2.6 compared to the original version, using a total number of 1,536 cores. This mainly attributed to the reduced communication load and improved load balancing due to smaller number of MPI domains. Additionally, we have significantly reduced the total memory usage by ~77% for RAM and ~30% for disk storage. This is primarily due to the reduction in memory imbalance and data redundancy.

**[구 GC-28] On the origin of star formation quenching of galaxies in group environments**

Jinsu Rhee<sup>1</sup>, Jongwan Ko<sup>1</sup>, and Sukeyoung K. Yi<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>KASI, <sup>2</sup>Yonsei University

We study star formation (SF) quenching of satellite galaxies ( $> 10^7 M_{\text{sun}}$ ) within two low-mass groups ( $M_{\text{vir}} \sim 10^{13} M_{\text{sun}}$ ) using the NewHorizon simulation. We confirm that satellite galaxies are more quenched compared to their field counterparts, and the quenched fraction decreases with increasing stellar mass, with the lowest fraction seen for stellar mass with  $10^{9-10} M_{\text{sun}}$ . We divide our sample by their stellar mass and observe different SF quenching characteristics for these galaxies. In general, galaxies exhibit an orbit-related quenching pattern. Satellite galaxies are usually quenched during their first or second pericenter passage to the group center, and massive ones of  $M_{\star} > 10^{9.1} M_{\text{sun}}$  often have a rejuvenation phase after a temporary quenching period. We also investigate the galactic bulk properties, star formation efficiency (SFE) and gas mass which influence the changes in SF properties of galaxies. The SF quenching of massive galaxies is primarily regulated by SFE, while gas mass becomes more important for lower-mass galaxies.

In particular, low-mass galaxies ( $< 10^{8.2} M_{\text{sun}}$ ) experience significant gas removal processes within the groups, leading to SF quenching driven by gas deficiency. Our analysis highlights that the SF quenching in satellite galaxies within low-mass groups is more complex than a simple ram pressure stripping scenario, involving intricate competitions between SFE and gas mass. The typical self-similar description of environmental effects based on extreme environments of the fields and clusters may need a substantial revision for groups where different processes compete more explicitly.

### [GC-29] Measuring Reliable Velocity Dispersions of Quiescent Galaxies in IllustrisTNG

Jubee Sohn<sup>1</sup>, Margaret J. Geller<sup>2</sup>, Josh Borrow<sup>3</sup>, Mark Vogelsberger<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Republic of Korea,

<sup>2</sup>Smithsonian Astrophysical Observatory, U.S.A.

<sup>3</sup>Department of Physics, Kavli Institute for Astrophysics and Space Research, Massachusetts Institute of Technology, U.S.A.

We investigate the central stellar velocity dispersion of subhalos based on IllustrisTNG simulations. The stellar velocity dispersion is a fundamental measure that connects galaxies with their dark matter subhalos. We examine simulated stellar velocity dispersions derived with various definitions to understand possible systematic errors. We explore the impact of variation in the identification of member stellar particles, the viewing axes, the velocity dispersion measurement technique and resolution of simulations. The systematic uncertainties in various velocity dispersion measurements are smaller than t

he random scatter. We compare the simulated stellar mass-velocity dispersion relation with an observational relation. The observed stellar velocity dispersions are significantly larger than the simulated velocity dispersions at fixed stellar mass, suggesting an intriguing future test for simulated recipes. We discuss the possible probe of dark matter velocity dispersion and dark matter subhalo mass based on stellar velocity dispersions.

### [GC-30] First Results from the TNG-Cluster Simulation: Radio Relics in the Massive Galaxy Cluster Mergers

Wonki Lee<sup>1,2</sup>, M. James Jee<sup>1,3</sup>, John ZuHone<sup>2</sup>, Daisuke Nagai<sup>4,5</sup>, Annalisa Pillepich<sup>6</sup>, Dylan Nelson<sup>7</sup>, Kyle Finner<sup>8</sup>  
<sup>1</sup>Yonsei University, <sup>2</sup>Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, <sup>3</sup>University of California, Davis, <sup>4</sup>Department of Physics, Yale University, <sup>5</sup>Department of Astronomy, Yale University, <sup>6</sup>Max-Planck-Institut für Astronomie, <sup>7</sup>Institut für theoretische Astrophysik, <sup>8</sup>Infrared Processing and Analysis Center, California Institute of Technology

We introduce the first result from the TNG-Cluster simulation, the magnetohydrodynamical cosmological zoom-in simulations of 352 massive galaxy clusters sampled from a Gpc-size box. The simulations are performed using the moving-mesh code AREPO, the galaxy formation model of the IllustrisTNG series, and a high mass resolution matching that of IllustrisTNG300-1. In this talk, we focus on the statistics of merging galaxy clusters and radio relics, the diffuse radio emission in the cluster outskirts energized by the merger shocks. The TNG-Cluster project allows us to explore the time evolution of the massive cluster mergers, including the bullet-like collision with a collision velocity of  $> 4,000 \text{ km/s}$  and a  $10^{15} \sim M_{\odot}$  cluster merger at  $z=0.7$ . Moreover, the simulation presents the diverse morphology of radio relics, including textbook double radio relics, a single relic, and "inverted" radio relics convex to the cluster center. Most radio relics larger than 2 Mpc are found in  $10^{15} \sim M_{\odot}$  cluster mergers, which highlights the importance of simulating extremely massive clusters to reproduce the observed radio relics.

### [GC-31] Mach number distributions of simulated merger shocks

Eunyu Lee<sup>1</sup>, Dongsu Ryu<sup>1</sup>, and Hyesung Kang<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Department of Physics, College of Natural Sciences, UNIST  
<sup>2</sup>Department of Earth Sciences, Pusan National University

According to the hierarchical structure formation of the large-scale structure of the universe, small clumps

continuously merge to form galaxy clusters. Such mergers between clusters cause energetic shock waves in the intracluster medium (ICM), which are called merger shocks. Merger shocks play an important role, such as the acceleration of cosmic ray electrons in the ICM. This phenomenon has been observed as radio sources, radio relics. To investigate the properties of merger shocks, we performed a set of cosmological hydrodynamic simulations, and generated merging galaxy cluster samples. Since each merger shock consists of not a single Mach number (Ms) but a range of multiple Mach numbers, we first investigate the probability distribution function (PDF) of Mach numbers. PDFs of our simulated merger shocks show a similar trend; it has a right-skewed distribution with a peak at  $M_s \sim 2-4$ . Also, most merger shocks have  $M_s$  in the range of  $M_s \sim 2-5$ , but include a tail of high Mach numbers,  $M_s \sim 5-8$ . We examine how the Mach number distribution of merger shocks depends on the merger parameters, such as mass ratio and impact parameter. We here present the Mach number distributions of simulated merger shocks and their dependence on merger parameters.

**[특] K-DRIFT to Space**

**[구 KDRIFT-01] K-DRIFT to Space: Preparing to Go into the Low-surface-brightness Universe**

Jongwan Ko<sup>1,2</sup>, and K-DRIFT team  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*  
<sup>2</sup>*University of Science and Technology*

We are developing K-DRIFT (KASI-Deep Rolling Imaging Fast Telescopes) adopting a state-of-art off-axis freeform three-mirror design to optimally explore the low-surface-brightness (LSB; less than ~0.1% of the ground-based night sky brightness) universe. As a test model, we have developed the K-DRIFT Pathfinder in 2021, installed at the Bohyunsan Optical Astronomy Observatory, and conducted a year-long on-sky test observations for the optical system performance evaluation. Based on the results, we confirmed Pathfinder's efficient LSB feature detection capability and developed an analysis algorithm to improve the freeform optical system. We are currently developing the next generation of K-DRIFT (K-DRIFT G1), which aims to survey the entire LSB sky in the Southern Hemisphere. Lastly, we would like to discuss why K-DRIFT should go to space.

**[구 KDRIFT-02] K-DRIFT to Space: Performance Analysis and Error Control Strategy for the Optical System**

Gayoung Lee<sup>1,2</sup> and K-DRIFT team  
<sup>1</sup>*Kyungpook National University*

<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We are developing K-DRIFT to optimally explore the low-surface-brightness universe. K-DRIFT's unobscured off-axis freeform three-mirror system can reduce stray light and efficiently eliminate high-order aberrations at the image plane. Therefore, it can secure a wide field of view with homogeneous point spread functions. After a year of on-sky test observation with the K-DRIFT pathfinder at Bohyunsan Optical Astronomy Observatory, we demonstrated and confirmed the three performance degradation factors with end-to-end optical simulation study. Based on this, we recently corrected these error sources and re-evaluated the performance. As a result, optical performance was significantly improved, and our analysis fidelity has been confirmed. In this presentation, we introduce K-DRIFT pathfinder's optical performance analysis algorithm and error-correcting strategy.

**[구 KDRIFT-03] K-DRIFT to Space: Current status of the Development Phase of K-DRIFT G1**

Yunjong Kim and K-DRIFT team  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

한국천문연구원에서는 2021년 입사동의 직경이 300 mm인 공초점 비축 자유형상 삼 반사 광학망원경인 K-DRIFT 패스파인더를 개발하여 보현산에서 관측을 진행 중이다. 이러한 개발 경험을 바탕으로 시야각을 대폭 확장하고 초점비를 낮춘 K-DRIFT G1을 개발 중이다. K-DRIFT G1이 패스파인더와 비교해 향상된 광학 성능은 다음과 같다. 1) 입사동의 직경은 300 mm를 유지하면서 주경의 유효구경은 350 mm에서 500 mm로 증가, 2) 초점비가 4에서 3.5로 낮아짐, 3) 시야각이  $1.07^\circ \times 1.07^\circ$ 에서  $4.43^\circ \times 4.43^\circ$ 로 확장, 4) 초점면의 크기가  $22.5 \text{ mm} \times 22.5 \text{ mm}$ 에서  $81.2 \text{ mm} \times 81.2 \text{ mm}$ 로 증가. 본 발표에서는 K-DRIFT G1의 조립 및 정렬 계획을 논의하기 위한 민감도 및 공차 분석을 다룰 예정이다. 그리고 거울에 가해지는 외력을 최소화하기 위해 설계된 광기구 구조물과 현재 진행중인 거울의 가공현황을 소개한다. 이를 토대로 K-DRIFT G1의 개발계획을 논의하고자 한다.

**[구 KDRIFT-04] K-DRIFT to Space: Observation Strategy on the Ground and Science Drivers**

Woowon Byun and K-DRIFT team  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

Low-surface-brightness (LSB) features in a nearby universe can give us crucial insights into the mass assembly history of galaxies and galaxy clusters. In addition, the LSB regime is a good laboratory for studying star formation properties in low-density regions, which are sensitive to stellar feedback. Beyond this significance, LSB imaging is quite challenging due to its vulnerability to various systematic uncertainties. The K-DRIFT is an

LSB-optimized telescope adopting an off-axis linear-astigmatism-free three-mirror system, which can provide deep and clean imaging data. Over the next few years, we will conduct LSB surveys covering the Southern Hemisphere sky with ground-based telescopes named K-DRIFT G1. Here, we present our observation strategy and expected imaging performance. We also introduce several science drivers that can be studied with deep imaging data.

## 항성, 항성계/외계행성

### [구 SA-01] Exploring Multiple Populations in Globular Clusters using an Innovative Near-Infrared Photometry with BOAO/KASINICS

Hak-Sub Kim<sup>1</sup>, Hyun-Il Sung<sup>2</sup>, Taehyoung Kim<sup>1</sup>, Jae-Woo Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Sejong University,

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

Recent studies have demonstrated that galactic globular clusters (GCs) contain multiple stellar populations with varying abundances of light elements such as carbon, nitrogen, and oxygen. We have successfully developed the JW134, JW139, and JW143 filters, which enable precise photometric measurements of the NH, CN, and CH molecular absorption bands in the near-ultraviolet/optical region. In this study, we extend the JW filter system to the near-infrared region, introducing the JW1.1 and JW2.3 filters to measure the intensity of the CN and CO molecular absorption bands, respectively. We collect near-infrared photometric data for five Galactic GCs using the new filters mounted on BOAO/KASINICS, estimate the relative abundances of the CN and CO bands of stars in GCs, and analyze their spatial distribution. Consistent with previous studies, we confirm the anti-correlation between oxygen and nitrogen and find that N-enriched populations are more centrally concentrated in most clusters within our sample. However, some spatial distributions of each population are not symmetric and show a complex structure. We discuss the implications of our findings for the origin and formation of multiple populations in GCs.

### [구 SA-02] Gemini integrated-spectroscopic survey of young massive clusters in external galaxies: Project overview

Beomdu Lim, Hyun-Jeong Kim, Jae-Rim Koo  
Kongju National University

We initiate a spectroscopic survey of young massive clusters (YMCs) in external galaxies. The aim of this sur-

vey is to test the universality of the stellar initial mass function (IMF). While the individual members of remote YMCs are not spatially resolved, their integrated spectra open a new window to infer their underlying IMFs. The integrated spectral features of YMCs are, in fact, subject to several factors, such as cluster age, extinction, metallicity, as well as the IMF. We examine the effects of these factors on spectral features using the synthetic spectra generated from STARBURST code (Leitherer et al.). The age of YMCs can be estimated from the several absorption lines. The Na D lines are useful to constrain extinction toward YMCs. The evolution of massive stars is sensitive to metallicity. In particular, the detection of spectral features originating from the winds of Wolf-Rayet stars is crucial to select stellar evolutionary models with different metallicities. Once cluster age, extinction, and metallicity are independently determined, the underlying IMFs can be inferred from the slope of spectral energy distribution and Balmer discontinuity. Here, we present preliminary results obtained from YMCs in the interacting galaxies NGC 4038/9. The YMCs tend to have the IMFs different from the Salpeter/Kroupa one. Our results suggest a variation of stellar IMFs in these galaxies.

### [구 SA-03] Sejong Open cluster Survey (SOS) VIII. The dynamical state of the sparse open cluster NGC 2302

Yuna Lee, Beomdu Lim  
Kongju National University

본 연구에서는 산개성단 NGC 2302의 측광학 및 운동학적 연구를 수행하였다. 성단의 기본적인 물리량을 도출하기 위해 Kuiper 61" 망원경과 Mont4k CCD 카메라로 영상관측을 수행하여 *UBVI* 측광 자료를 얻었다. Gaia DR3의 연주시차와 고유운동 자료를 이용하여 총 159개의 성단 구성원을 선정하였다. (*U-B*, *B-V*) 색-색도에서 초기형 구성원으로부터 구한 평균 색초과는  $\langle E(B-V) \rangle = 0.24$  이다. 측광 자료와 2MASS *JHK<sub>s</sub>* 자료의 색초과비를 이용하여 계산한 총 소광 대 선택적 소광 비는  $R_V = 2.8$  로, 태양 근처에서 일반적으로 나타나는 값( $R_V = 3.1$ )보다 낮다. 색-등급도에서 주계열 맞추기로 구한 성단까지의 거리는 1.16 kpc이며, 이 결과는 Gaia 연주시차로 구한 거리와 잘 일치한다. 별의 자전 효과와 낮은 중원소 함량을 고려한 Padova 항성진화모형으로 성단의 나이를 63 – 100 Myr로 추정하였다. 측광학적인 방법을 통해 구한 성단의 총질량은 352  $M_{\odot}$  이며, 이를 바탕으로 계산한 비리얼 속도분산( $\alpha_{vir}$ )은 약 0.2 km/s이다. Gaia 고유운동으로 구한 성단의 1차원 속도분산은 0.6 km/s로,  $\alpha_{vir}$ 에 비해 크며, 이는 성단이 super-virial 상태임을 의미한다. 마지막으로, 성단의 동역학적 이완시간은 약 50 Myr로 성단의 나이와 비슷한 값을 가진다. 따라서 NGC 2302는 동역학적으로 이완되었다.

### [구 SA-04] Searching and confirming new globular clusters in the Milky Way bulge

Dongwook Lim<sup>1</sup>, Andreas Koch-Hansen<sup>2</sup>, Sang-Hyun Chun<sup>3</sup>, Seungsoo Hong<sup>1</sup>, Young-Wook Lee<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>*CGER, Yonsei University,*

<sup>2</sup>*ZAH/ARI, Heidelberg University,*

<sup>3</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)*

Globular clusters (GCs) play an important role in understanding Milky Way formation since they have a fossil record of their birthplace. Their chemical and kinematic properties have been studied extensively through various observations. Nevertheless, new GC candidates are continuously found, particularly in the high-extinction regions of the bulge, based on recent near-IR photometric surveys combined with Gaia proper motion data. While the presence of numerous of GCs in the bulge is significant in studying the Milky Way formation, further confirmation of these GC candidate is essential. In order to confirm whether they are GCs or not, spectroscopic follow-up of member stars is the most direct approach. Given the high extinction effects in the Galactic bulge region, near-IR spectroscopy holds a distinct advantage over optical spectroscopy. In this regard, we performed high-resolution near-IR spectroscopy of stars in several GC candidates within the Galactic bulge using the IGRINS instrument at the Gemini-South telescope. This presentation will provide a brief introduction to the process of searching new GC candidates in the bulge, and will present the results of our spectroscopic follow-up for several GC candidates.

### [㉮ SA-05] Preliminary result of transmission spectroscopy from Hot Jupiters using GMOS

Yeon-Ho Choi<sup>1,2</sup>, Byeong-Cheol Lee<sup>1,2</sup>, Kwang-il Seon<sup>1,2</sup>, Jae-Joon Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Korea University of Science and Technology, Daejeon 34113, Korea,*

<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Korea*

About 10% of the known exoplanets are gas giants that orbit very close to their parent stars. The atmospheres of these hot Jupiters are heated by the intense X-ray and extreme ultraviolet radiation from their host stars, ultimately escaping the planets. The existence of the escaping atmosphere can be probed by observing the H-alpha transmission spectrum, which shows an excess absorption stronger than the decrease in flux caused by the planet. However, only about ten planets had been observed to have H-alpha excess absorption. Thus, discovering more exoplanets showing H-alpha excess absorption is essential in studying the evolution and properties of the atmospheres of hot Jupiters. Here, we present the preliminary observational results of WASP-18b and WASP-121b, which were observed using Gemini GMOS in the 2022B semester.

### [㉮ SA-06] Preliminary analysis results of the hot-Jupiter WASP-131b from transmission spectra using Gemini/IGRINS

Jinhee Lee<sup>1,2</sup>, Jae-Joon Lee<sup>1</sup>, and Changwoo Kye<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

<sup>2</sup>*Steward Observatory, <sup>3</sup>Seoul National University*

In the past 30 years, exoplanetary science has predominantly focused on detection. However, there has been a shift, and now the analysis of exoplanetary atmospheric properties has taken the forefront. These properties can be explored through time-series transmission spectroscopy.

In this study, we obtained transmission spectra of the hot-Jupiter WASP-131b using Gemini/IGRINS. IGRINS stands out as an excellent instrument for probing exoplanetary atmospheres due to its high spectral resolution and wavelength coverage. Through the application of principal component analysis and SysREM techniques, we effectively eliminated contaminants from the host star and telluric effects.

Within this presentation, we present a preliminary analysis of WASP-131b. Based on its proximity to the sub-Jovian desert, the C/O ratio, and the planet's misaligned orbital characteristics, we will discuss the unique formation and evolution history of the planet.

### [㉮ SA-07] Resonant structures in exozodiacal clouds created by habitable zone exoplanets

Seung-yoo Lee, Masateru Ishiguro, Hangbin Jo

*Seoul National University*

Resonant structures in exozodiacal clouds can be a useful indicator of the presence of planets. Several studies have examined the dynamical structures of dust clouds caused by planets, including the work of Stark & Kuchner (2008) that focused on the contrast of resonant structures of Sun-like stars. To consider various planetary systems that might be habitable, we examine resonant structures, including different stellar types.

Using the N-body integrator MERCURY6 (Chambers 1999; modified by Jeong 2014), we constructed 72 models with different planetary systems and performed integrations on dust particles with a fixed size. By analyzing the results, we examine the relationship between the contrast of the resonant structure and 1) stellar type, 2) planetary mass, and 3) semimajor axis of a planet ( $a_p$ ) inside the habitable zone (HZ) of systems.

Assuming that mid-infrared observations can detect warm/hot dust clouds in the inner region of planetary systems where the HZ lies (Kral et al., 2017), we also present thermal flux profiles in the mid-infrared. Comparing the profiles to a system without planets, we discuss the possibility of finding exoplanets in HZ with avail

able observation facilities.

1. Chambers, J. E. 1999, MNRAS, 304, 793
2. Kral, Q. et al. 2017, Astronomical Review, 13, 69
3. Stark, C.C. & Kuchner, M.J. 2008, ApJL, 686, 637

### [구 SA-08] Optical analysis of SN 2023ixf in M101: from 10 years before and 100 days after the explosion

Sophia Kim<sup>1,2</sup>, Myungshin Im<sup>1,2</sup>, Gregory S. H. Paek<sup>1,2</sup>, Gu Lim<sup>3</sup>, Seo-Won Chang<sup>1,2</sup>, IMSNG & SomangNet Team

<sup>1</sup>Astronomy Program, Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University,

<sup>2</sup>Seoul National University Astronomy Research Center (SNUARC),

<sup>3</sup>Department of Earth Sciences, Pusan National University, Korea

SN 2023ixf in M101 is one of the nearest core-collapse supernova events during the last few decades. We have monitored M101 since 2013. We performed optical observation to +100 days from SN 2023ixf explosion and low dispersion spectroscopy during the photospheric phase from 8 observatories in the Intensive Monitoring Survey of Nearby Galaxies and SomangNet program. With our deep pre-explosion data, we analyze to find any significant outburst signal or precursor emission, which would have originated from the mass ejection of the red supergiant (RSG), and it could be normally observed in type II progenitors. The multi-color light curves of the supernova are obtained, which tells that SN 2023ixf is more like Type II-L with a fast decline rate during the phosphoric phase,  $\sim 1.25$  Vmag/50days. In this talk, we also present more detailed figures of the light curve and spectra and the physical properties of the progenitor star.

### [구 SA-09] Massive star models with the updated $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ reaction rate

Gwangeon Seong<sup>1</sup>, Yubin Kim<sup>2</sup>, Kyujin Kwak<sup>1</sup> and Chunglee Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of physics, Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST),

<sup>2</sup>Dept. of Physics, Ewha Womans University

The reaction rate of the carbon fusion reaction is one of the basic inputs in the stellar model to understand the final stages of the massive star evolution. However, this reaction rate is yet uncertain because it depends on the extrapolation methods. The cross-section measurement for this reaction is challenging because the energy range relevant to the stellar evolution is much below the Coulomb barrier, i.e., the Gamow window is only 1.5-2.5 MeV. In this study, we update the carbon fusion reaction rate by obtaining new extrapolation

results based on the measurement data available in the literature to date. By adopting our new reaction rate, we calculate massive star models with the 1D stellar evolution code, MESA (Modules for Experiments in Stellar astrophysics). We find that our updated nuclear reaction rate is about a half of the previous one (Caughlan and Fowler 1988), resulting in almost negligible changes in the HR-diagram of the massive star models in consideration. However, the updated rate has a significant impact on the temperature change in the core and thus on the neutrino cooling during the carbon burning stage. We find that our updated reaction rate reduces the lifetime of the carbon burning stage by a factor of  $\sim 0.7$ .

### [구 SA-10] Variable star CW Leonis on Gemini telescope

Hyosun Kim(김효선)

Korea Astronomy and Space Science Institute  
(한국천문연구원)

CW Leonis is a carbon star at the tip of the Asymptotic Giant Branch (AGB) that has recently undergone abrupt changes. These changes suggest that the star may be evolving off the AGB and entering the pre-planetary nebula (PPN) phase. Specifically, a red compact peak has appeared at the predicted stellar position, which may be an unveiling event of the star. Radial beams emerging from the stellar position resemble the feature of the PPN Egg Nebula. The light curve of CW Leonis has increased remarkably over two decades, which may be related to the phase transition. In this presentation, we report on further monitoring of CW Leonis using the Gemini telescope equipped with the Gemini-North's Near-infrared Integral Field Spectrometer (NIFS) and the Gemini South Adaptive Optics Imager (GSAOI) with a 7-year interval. Our multi-band spectro-imaging and imaging data trace the bright central core region and the extended circumstellar pattern. By analyzing the temporal changes of the central red peak, radial beams, and extended shells, we aim to gain a more concrete understanding on the conditions that govern the transition between late stellar evolutionary phases.

### [구 SA-11] Investigating Asymmetry Development from SiO to H<sub>2</sub>O Maser Regions in VX Sagittarii

Dong-Hwan Yoon, Se-Hyung Cho, Youngjoo Yun, Jaeheon Kim, and Haneul Yang.

Korea Astronomy and Space Science Institute

We conducted simultaneous VLBI monitoring observations of H<sub>2</sub>O and SiO masers towards VX Sgr from Feb 2014 to Jan 2019. Total 30 epochs of observations revealed that the H<sub>2</sub>O masers exhibit an asymmetric structure.

ucture, while the SiO masers had a ring-like structure. However, from Sep 2017 to Mar 2018, the SiO maser transformed from a ring-like structure to a NE-SW extension, with the SiO maser components at 43.1 and 86.2 GHz having velocities of 39.48 and 10.65 km/s in the NE-SW direction, suggesting a possible localized strong shock wave. The H<sub>2</sub>O maser represents a double-sided shell structure oriented in a NE-SW direction at near-stellar velocities, which aligns with the extended direction of the SiO maser. The three-dimensional analysis is revealed that the double-sided structure of H<sub>2</sub>O masers indicates a bi-conical structure in the NE-SW direction. We speculate that the non-regular optical brightness and maser intensity variations are related to the morphological evolution of SiO masers. During stable states attained by regular pulsations, the SiO maser region is presumed to experience isotropic acceleration, restoring to ring-like structures. However, the H<sub>2</sub>O maser region, where acceleration almost terminates, keeps asymmetric morphology due to the prior influence of external forces. Our findings suggest that substantial energy transfer can alter the dynamics of the SiO maser and the surrounding atmosphere, leading to an asymmetric distribution of the H<sub>2</sub>O maser region.

### [구 SA-12] BOES Observations of Raman He II Features in the Young Planetary Nebulae NGC 6741, NGC6881, NGC 6884 and NGC 6886

Hee-Won Lee<sup>1</sup> Bo-Eun Choi<sup>2</sup>, Jiyu Kim<sup>1</sup>, Seok-Jun Chang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Sejong University

<sup>2</sup>Department of Astronomy, University of Washington

<sup>3</sup>Max-Planck-Institute für Astrophysik

Raman scattering with atomic hydrogen can be effectively used to probe a thick neutral component in mass losing stellar systems including symbiotic stars and young planetary nebulae. We report our discovery of Raman He II features at 6845 Å in the young planetary nebulae NGC 6741 and NGC 6884 from our high resolution spectroscopic observations using BOES in addition to the previous discovery in NGC6881 and NGC 6886 reported in 2020. All these young planetary nebulae have a thick neutral component that is expanding away with a typical speed of 20 km/s from the hot central star as a result of recent severe mass loss. Including the 4 objects, currently there are 8 planetary nebulae known to exhibit Raman He II features. We briefly discuss the strategy to find more young planetary nebulae having Raman He II features.

### [구 SA-13] The Observability of the Vertical Shear Instability on Thermally Stratified Disks

Han-Gyeol Yun<sup>1</sup>, Woong-Tae Kim<sup>1</sup>, Jaehan Bae<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics & Astronomy, Seoul National University

<sup>2</sup>Department of Astronomy, University of Florida

Despite the turbulent motions of gas in a protoplanetary disk being a major factor for the disk evolution and the planet formation, its driving mechanism remains uncertain. One possible mechanism is a vertical shear instability (VSI), which is a pure hydrodynamic instability that requires the vertical variation of the rotational angular velocity. A recent study by Barraza-Alfaro et al. (2021) discussed the observability of the turbulent motions of gas induced by the VSI in vertically isothermal disks. However, realistic disks are not isothermal and have higher temperature at the surfaces than the mid-plane due to the stellar irradiation and the optical depth effect. We run 3D hydrodynamic simulations of realistic disks with thermal stratification. We present how the thermal stratification can strengthen the VSI and affect their observability with ALMA.

## [특] SKA

### [구 SKA-01] Recent status of SKA in Korea

Bong Won Sohn and SKA Korea

*Korea Astronomy and Space Science Institute*

The Square Kilometre Array (SKA) is a next-generation radio astronomy-driven big data facility that will revolutionize our understanding of the Universe and the laws of fundamental physics. Enabled by cutting-edge technology, it promises to have a major impact on society, in science and beyond. The proposal is to construct two world-class complementary arrays of telescopes operating in the radio regime of the electromagnetic spectrum: One array of 197 dishes, each 15m in diameter, with a 150km maximum separation between the most distant dishes, located in South Africa.

One array of 131,072 smaller antennas grouped in 512 stations, with up to 74km maximum separation between the most distant stations, located in Western Australia.

This is a €2 billion (2021 €), 10-year project for the construction and early operations of the first phase of the SKA telescopes.

After the KAS 2023 Spring Meeting, SKA Korea, in which 10 domestic institutions collaborated with KASI, has made progress in funding, cooperation agreements and member discussions, industry participation, SKA regional centers, participation in SKA data challenges, and last but not least science and education programs. In this presentation, we will report on the activities and future prospects related to the SKA participation.



### [ㄱ] SKA-02] The prospective of technical development for the SKAO Korea

Hyunwoo Kang<sup>1</sup>, Yong-Woo Kang<sup>1</sup>, Moon-Hee Chung<sup>1</sup>, Jihoon Choi<sup>1</sup>, Jaehwan Yeom<sup>1</sup>, Min-Gyu Song<sup>1</sup>, Youngjoo Yun<sup>1</sup>, Soon-Wook Kim<sup>1</sup>, Jeong-Sook Kim<sup>2</sup>, Won Bong Sohn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)*

<sup>2</sup>*National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences (NAOC)*

Radio technology in Korea has been achieved a world-class level through more than 30 years of radio infrastructure development and its operation (Taeduk Radio Astronomy Observatory & Korea VLBI Network-KVN). KVN is an important facility of international VLBI (Very Long Baseline Interferometry), and at the same time, it is required to continuously develop to meet the research needs of astronomers world-wide. The international trend is also actively progressing development projects of next-generation radio system for all parts from receivers to data analysis. SKAO (Square Kilometre Array Observatory) Korea intends to play a key role in SKAO by strengthening its current technological capabilities and developing for VLBI based on the foundation of Korea's infrastructure and become an important participant in the realization of SKA-VLBI.

### [ㄱ] SKA-03] Korea SKAO Regional Centre: Science Platform

Hyeseung Lee<sup>1</sup>, Hyunwoo Kang<sup>2</sup>, Jungha Kim<sup>2</sup>, Shinyoung Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)*

<sup>2</sup>*Korea Astronomy & Space Science Institute (KASI)*

The SKA Observatory (SKAO) is an intergovernmental project that aims to construct the most largest radio telescope in the world. The telescope is expected to generate around 710 PB of data each year, which will be distributed around the world in repositories in SKA member states. To make the most of the scientific discoveries embedded within the enormous digital data resources, the SKAO is working with the international science community to set up distributed data processing and networking capabilities. These capabilities will draw on international cooperation through SKA Regional Centres (SRCs). The SRCs will provide access to data products, platforms for advanced scientific analysis, and user support.

The Korea SKAO Regional Centre (KRSRC) is the Korean participation of this international computing and data delivery network. To meet the requirements of SKAO, the KRSRC tests and develops a SRC prototype and framework. This work determines the future direction of the KRSRC. The KRSRC will be a web-based system

with a wide range of programmatic and graphical interfaces. The interfaces enable scientists to work with SRC cloud services, SRC processing platforms, and data products. It will establish an efficient research environment with consistency, reproducibility, usability, reliability, and scalability.

### [ㄱ] SKA-04] Progress report on SKA Science Data Challenge 3a on foreground removal

Team KorSDC (Minji Oh<sup>1</sup>, JunHyun Baek<sup>2</sup>, Sungwook E. Hong<sup>3</sup>, Hyunwoo Kang<sup>3</sup>, Jaebeom Kim<sup>4</sup>, Minsu Kim<sup>4</sup>, Shinna Kim<sup>4</sup>, Dahee Lee<sup>1</sup>, Eunyu Lee<sup>5</sup>, Hyeseung Lee<sup>5</sup>, Namuk Lee<sup>5</sup>, Se-Heon Oh<sup>4</sup>, Jaehong Park<sup>6</sup>, David Parkinson<sup>3</sup>, Bong Won Sohn<sup>3</sup>, Kyungjin Ahn<sup>1,†</sup>)

\* Alphabetical order except presenter and leader (†)

<sup>1</sup>*Chosun University*

<sup>2</sup>*Yonsei University*

<sup>3</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

<sup>4</sup>*Sejong University*

<sup>5</sup>*Ulsan National Institute of Science and Technology*

<sup>6</sup>*Korea Institute for Advanced Study*

Third science data challenge on foreground removal was held early this year in SKA community. Assuming SKA-Low telescope, a blind mock data with various instrumental noises and foreground components on top of the underlying hydrogen 21cm signal from the Epoch of Reionization (EoR) was provided to all the participants. We, KorSDC, as a team joined this challenge and developed a pipeline for dealing with beam correction, PSF correction, thermal noise correction as well as foreground contamination from galactic and extragalactic sources to extract the cylindrically averaged power spectrum of the EoR signal. In this presentation, we would like to introduce the pipeline which can be a prototype of the one for real data from SKA-Low telescope in future.

### [ㄱ] SKA-05] Isotropy and Anisotropy of the 21-cm Background seen by SKA-LOW

Kyungjin Ahn

*Chosun University*

The main science target of the Low-frequency Square Kilometre Array (SKA-LOW) is to map the 3D distribution of hydrogen atoms in the early universe at  $28 < z < 6$  by measuring the 21-cm background anisotropy. As well as the anisotropy, the isotropic sky-averaged (global) 21-cm background bears rich cosmological and astrophysical information from this epoch. We present what we can expect from the SKA-LOW phase-1 telescope that will be constructed within a decade. We show that not only the anisotropy but also the isotropy of the 21-cm background can be probed by large-scale anisotropy through the integrated Sachs-Wolfe effect.

## [구 SKA-06] SKA and SKA-VLBI: The Next Frontier in AGN Research

Jae-Young Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kyungpook National University, Korea

<sup>2</sup>Max Planck Institute for Radio Astronomy, Germany

Understanding the mechanisms of mass accretion and ejection in Active Galactic Nuclei (AGNs) is fundamental for shedding light on the co-evolution of AGNs and their host galaxies, as well as the physical conditions in the vicinity of the central supermassive black holes (SMBHs). Furthermore, AGNs serve as an excellent background light source for probing the cosmic structure into the high redshift universe. The Square Kilometre Array (SKA) will provide unprecedented sensitivity, facilitating the detection and imaging of numerous new AGN targets at various stages of evolution and in diverse environments. Additionally, the combination of radio telescopes worldwide will form an SKA-VLBI network, which will be essential to address some of the key scientific objectives of the SKA. This talk will offer a brief review of the major science questions associated with AGNs and discuss how the SKA and SKA-VLBI network will revolutionize our understanding of AGNs and astrophysics in the forthcoming decades.

### 성간물질/별생성/우리은하

## [구 IM-01] Image Translation Methods for Astronomical Data: Applying to Infrared Observations in the Galactic Center

Jiwon Han<sup>1</sup>, Taehoon Shin<sup>1</sup>, Deokkeun An<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ewha Womans University

Young stellar objects (YSOs) are celestial bodies in the early stages of star evolution and provide valuable insights into star formation processes. We explore the potential of image translation techniques, namely pix2pix and CycleGAN, for generating UKIDSS K-band images from shorter wavelength images to improve YSO identification accuracy in the crowded and noisy environment of the Galactic Center. The study involves target selection, data pre-processing, and the application of the pix2pix and CycleGAN models. The results show the potential of image translation from J to K band, and H to K band with the strengths and limitations of the two generative models. The proposed approaches may help better understand the early stages of star formation through accurate identification of YSOs.

## [구 IM-02] Variability of Young Stellar Objects in W51

Mi-Ryang Kim<sup>1</sup>, Jeong-Eun Lee<sup>1</sup>, Carlos Contreras Peña<sup>1</sup>, Doug Johnstone<sup>2</sup>, and Gregory Herczeg<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, <sup>2</sup>Department of Physics and Astronomy, University of Victoria, Canada, <sup>3</sup>Department of Astronomy, Peking University, China

Time-domain statistical studies of mid-infrared and submm variability in the nearby star-forming regions demonstrate that more than half of the protostars are variables with various light curves. We present a statistical study of the mid-IR Near-Earth Object Wide-field Infrared Survey Explorer All Sky Survey (NEOWISE) variability of young stellar objects in the distant massive star-forming cloud W51. A total of 98, 164, and 4892 variable sources at 3.4 (W1) and 4.6 (W2) microns were detected from the catalog of 212 protostars, 776 disk sources, and 49072 evolved sources. We found that the fraction and amplitude of the variability increases towards the younger stage, as observed in the nearby low-mass star formation regions. The variables in the earlier evolutionary stage are dominated by secular (linear, curved, and periodic) in the W1 band, while they become secular as they evolve in the W2 band. We also found that the variations in brightness and color (W1-W2), which could be explained by the significant changes in the internal structure or the time-variable extinction, manifest differently in the two bands.

## [구 IM-03] eDisk: A Keplerian Disk and Streamers in the Class I Protostellar System IRAS 04169+2702

Ilseung Han<sup>1,2</sup>, Woojin Kwon<sup>3,4</sup>, Yusuke Aso<sup>2</sup>, Nagayoshi Ohashi<sup>5</sup>, John J. Tobin<sup>6</sup>, Jes K. Jørgensen<sup>7</sup>, and the eDisk team

<sup>1</sup>University of Science and Technology, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>Seoul National University, <sup>4</sup>SNU Astronomy Research Center, <sup>5</sup>Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics, <sup>6</sup>National Radio Astronomy Observatory, <sup>7</sup>University of Copenhagen

We present the first-look results of high-resolution (0.05"; 8 au) dust continuum and molecular line observations toward the Class I protostellar system IRAS 04169+2702 in the Taurus 213 region, as part of the ALMA Cycle 7 Large Program "Early Planet Formation in Embedded Disks (eDisk)". The 1.3-mm thermal dust continuum emission of the circumstellar disk reveals two local peaks in the central region surrounding a free-free emission dominant hole. Velocity gradients along the disk major axis are seen in emission from <sup>12</sup>CO (2-1), <sup>13</sup>CO (2-1), and C<sup>18</sup>O (2-1) lines. The position-velocity diagrams of these lines reveal a Keplerian rotating disk around 1 M<sub>⊙</sub> protostar as well as envelope material falling in with angular momentum conserved. In addition

to the compact disk, a spiral structure is revealed in the dust continuum,  $^{13}\text{CO}$  (2-1),  $\text{C}^{18}\text{O}$  (2-1),  $\text{SO}$  (6<sub>5</sub>-5<sub>4</sub>), and  $\text{H}_2\text{CO}$  (3<sub>0,3</sub>-2<sub>0,2</sub>). Notably, in the region closer to the protostar, the spatial distribution of  $\text{C}^{18}\text{O}$  emission coincides with that of  $\text{SO}$  emission, implying the presence of a shock related to accretion through the spirals.

#### [구 IM-04] The CO outflow components ejected by a recent accretion event in B335

Chul-Hwan, Kim<sup>1</sup>, Jeong-Eun Lee<sup>1</sup>, Carlos Contreras Pena<sup>1</sup>, Doug Johnstone<sup>2,3</sup>, Gregory J. Herczeg<sup>4</sup>, John J. Tobin<sup>5</sup>, Neal J. Evans II<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

<sup>2</sup>NRC Herzberg Astronomy and Astrophysics

<sup>3</sup>Department of Physics and Astronomy, University of Victoria

<sup>4</sup>Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University

<sup>5</sup>National Radio Astronomy Observatory

<sup>6</sup>Department of Astronomy, The University of Texas at Austin

Protostellar outflows often exhibit a knotted appearance, which serves as evidence for episodic accretion in stellar mass growth. To comprehend the direct connection between the mass accretion and ejection processes, we analyze the recent accretion events and their associated outflow activity within the B335. The infrared brightness of B335 has increased by 2.6 magnitudes since 2010, implying increased luminosity, a probable outcome of increased mass accretion onto the protostar.

ALMA observations of the  $^{12}\text{CO}$  emission within the outflow have unveiled emission with high-velocity. These emissions are estimated to have been ejected approximately 4.7 to 2.0 years prior to the ALMA observation. This period coincides with a noticeable increase in the mid-IR brightness of the protostar. This consistency in these events strongly implies a direct relation between the high-velocity outflow components and the recent accretion occurrence.

Through calculations, we derived the kinetic energy, momentum, and force associated with the ejection components linked to this recent accretion event. Our results indicate that a fraction of about 0.08% to 1.0% of the accumulated mass has been ejected as a result of this high-velocity outflow.

#### [구 IM-05] Spectral survey of a Hot core with an Eruptive Accretion in S255IR NIRS3 (SHEA): The discovery of class I and class II millimeter methanol maser transitions

Baek Giseon<sup>1,2</sup>, Lee Jeong-Eun<sup>1,3</sup>, Evans Neal J. II<sup>4</sup>, Hirota Tomoya<sup>5,6</sup>, Aikawa Yuri<sup>7</sup>, Kang Ji-hyun<sup>8</sup>, Kim Jungha<sup>8</sup>, Jørgensen, Jes K.<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

<sup>2</sup>Research Institute of Basic Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

<sup>3</sup>SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

<sup>4</sup>Department of Astronomy, The University of Texas at Austin, 2515 Speedway, Stop C1400, Austin, Texas 78712-1205, USA

<sup>5</sup>Mizusawa VLBI Observatory, National Astronomical Observatory of Japan, Osawa 2-21-1, Mitaka-shi, Tokyo 181-8588, Japan

<sup>6</sup>Department of Astronomical Sciences, SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), Osawa 2-21-1, Mitaka-shi, Tokyo 181-8588, Japan

<sup>7</sup>Department of Astronomy, Graduate School of Science, University of Tokyo, Tokyo 113-0033, Japan

<sup>8</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeok-daero, Yuseong, Daejeon 34055, Republic of Korea

<sup>9</sup>Niels Bohr Institute, University of Copenhagen, Copenhagen K, Denmark

We report the detection of the millimeter  $\text{CH}_3\text{OH}$  masers including a new detection of class I (11(0,11)-10(1,10)A) and class II (6(1,5)-5(2,4)E) maser transitions toward the high-mass protostar S255IR NIRS3 in post-burst phase. The  $\text{CH}_3\text{OH}$  emissions were detected as a mixture of maser and thermal characteristics. We examine the detected transitions using an excitation diagram and LTE model spectra and compare the observed properties with those of thermal lines. Class II  $\text{CH}_3\text{OH}$  maser transitions showed distinctive intensity and velocity distributions from those of thermal transitions. Bright distinct emission components in addition to the fragmented and arc-shaped emissions are only detected in class I  $\text{CH}_3\text{OH}$  maser transitions toward southern and western directions from the protostellar position, implying the presence of the slow outflow shocks.

#### [구 IM-06] ALMA Spectral Survey of An eruptive Young star, V883 Ori (ASSAY): II. Freshly Sublimated Complex Organic Molecules (COMs)

Jae-Hong Jeong<sup>1</sup>, Jeong-Eun Lee<sup>1,2</sup>, Seonjae Lee<sup>1</sup>, Giseon Baek<sup>1,3</sup>, Ji-Hyun Kang<sup>4</sup>, Seokho Lee<sup>4</sup>, Chul-Hwan Kim<sup>1</sup>, Hyeong-Sik Yun<sup>4</sup>, Yuri Aikawa<sup>5</sup>, Gregory J. Herczeg<sup>6,7</sup>, Doug Johnstone<sup>8,9</sup>, and Lucas Cieza<sup>10</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea,

<sup>2</sup>SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea,

<sup>3</sup>Research Institute of Basic Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea,

<sup>4</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeok-daero, Yuseong, Daejeon 34055, Korea,

<sup>5</sup>*Department of Astronomy, University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan,* <sup>6</sup>*Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University, Yiheyuan 5, Haidian Qu, 100871 Beijing, China,* <sup>7</sup>*Department of Astronomy, Peking University, Yiheyuan 5, Haidian Qu, 100871 Beijing, China,* <sup>8</sup>*NRC Herzberg Astronomy and Astrophysics, 5071 West Saanich Road, Victoria, BC, V9E 2E7, Canada,* <sup>9</sup>*Department of Physics and Astronomy, University of Victoria, 3800 Finnerty Road, Elliot Building, Victoria, BC, V8P 5C2, Canada,* <sup>10</sup>*Facultad de Ingeniería y Ciencias, Núcleo de Astronomía, Universidad Diego Portales, Av. Ejercito 441. Santiago, Chile*

It is not yet clear whether the chemistry of a protoplanetary disk is set by in-situ chemistry or an inheritance from earlier protostellar stages. In this study, we investigated Complex Organic Molecules (COMs) in the disk of V883 Ori, an eruptive young star, based on a wide spectral survey carried out with ALMA in band 6. Using a Local Thermodynamic Equilibrium (LTE) spectrum modeling tool combined with molecular databases, we could identify about 4,600 lines above 3 sigma noise level, discovering 23 COMs. We also estimated column densities of the COMs through two methods: the iterative LTE line fitting process and the rotation diagram. According to our analyses, using the optically thin lines is critical to deriving the reliable column densities of COMs. Therefore, covering a large frequency range is important for the studies of COMs. The most distinct phenomenon in V883 Ori is missing nitrogen-bearing COMs beyond CH<sub>3</sub>CN. We also compared our results with the COMs abundances relative to methanol of various objects in different evolutionary stages (from Class 0 hot corino IRAS 16293-2322 to solar system comet 67P/Churyumov-Gerasimenko) to examine the evolutionary effect on the COM compositions. In general, the relative abundances of COMs in V883 Ori are higher compared to the Class 0 hot corinos/cores, while comparable to the cometary values. This may indicate the planet-forming material chemically evolves in the disk environment rather than keeps the pristine composition inherited from the cold prestellar cores.

### [ㄱ IM-07] Near- to mid-infrared spectroscopic study of ice analysis using the AKARI/IRC and Spitzer/IRS spectra

Jaeyeon Kim<sup>1</sup>, Jeong-Eun Lee<sup>2</sup>, Chul-Hwan Kim<sup>2</sup>, Woong-Seob Jeong<sup>1</sup>, and Yao-Lun Yang<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea,* <sup>2</sup>*Seoul National University, Korea,* and <sup>3</sup>*RIKEN Cluster for Pioneering Research, Japan*

The investigation of ices within interstellar environments has become crucial for enhancing our comprehension of the star formation process. The study of interstellar ice species has yielded valuable insights into the chemical and physical processes that occur in different

environments of the interstellar medium.

Infrared spectroscopy is a powerful tool for analyzing the chemical composition of ice species, as it provides detailed information on the absorption features of various molecules. In this study, we present the combined 2.5-30  $\mu\text{m}$  spectra of four protostars acquired with the infrared camera and the infrared spectrograph on board the AKARI and Spitzer space telescopes, respectively. To minimize silicate absorption in the mid-infrared ranges, we employed a silicate-subtracted spectrum during the continuum determination process. Our comprehensive ice analysis involved fitting experimental ice absorbance data in identifying intrinsic absorption profiles for the infrared absorption features containing H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, and CH<sub>3</sub>OH. We also considered organic ice species such as HCOOH, CH<sub>3</sub>CHO, CH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH, and NH<sub>4</sub><sup>+</sup> in the mid-infrared ranges. To discuss the ice evolution in a given molecular cloud before and after star formation, we compared ice abundances between the protostar, Ced 110 IRS4 from this study and two dense cloud regions from the JWST observations in the Chameleon I cloud. We propose that the ice analysis method developed in this study can be applied to the ice spectra obtained by the JWST and the upcoming near-infrared spectroscopic survey, the SPHEREx mission.

### [ㄱ IM-08] The First Detection of Hourglass-shaped Magnetic Field in the L1544 Prestellar Core

Shinyoung Kim<sup>1</sup>, Chang Won Lee<sup>1,2</sup>, Woojin Kwon<sup>3</sup>, and JCMT BISTRO survey members

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,* <sup>2</sup>*University of Science and Technology,* <sup>3</sup>*Seoul National University*

We present the results of submillimeter polarization observations of the prestellar core L1544, obtained using JCMT/SCUBA-2/POL-2 as part of the JCMT BISTRO survey project, to investigate the magnetic field and initial conditions of low-mass star formation in prestellar cores. Despite the challenging goal of directly observing polarization emissions from the center of starless cores at submillimeter wavelengths due to their low polarization fractions, we successfully detected polarization emissions and obtained Stokes Q and U maps with a signal-to-noise ratio of about 4. We found that the direction of the magnetic field represented by the polarization vectors is aligned with the radial vector towards the core density peak, suggesting that the magnetic field is dragged by the core contraction motion. The overall distribution of polarization vectors matches well with the expected hourglass-shaped magnetic field model based on the observed physical properties of L1544, marking the first detection of such an hourglass-shaped magnetic field at submillimeter wavelengths in a prestellar core center. The elongated core's major axis

is oriented perpendicular to the magnetic field axis, and the pinched magnetic field morphology aligns with the core-forming flow along the filament axis, implying the significant role of the magnetic field in the core formation process. The analysis of magnetic field strength indicates that the central region of the L1544 core is magnetically supercritical, with gravitational contraction dominance over magnetic support. Additionally, we will discuss the absence of extended emissions observed in the POL-2 data in daisy mapping mode, which could account for the fortunate detection of faint polarization emissions in the core center region.

### [ㄱ] IM-09] Dust Polarization and the Role of Magnetic Fields in Cosmic Ecosystems

Thiem Hoang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>2</sup>Korea University of Science and Technology

Dust and magnetic fields are fundamental constituents of the Universe and play a crucial role in different physical processes shaping and regulating cosmic ecosystems. While dust provides us the widest electromagnetic window into the Universe, from UV/optical to far-IR/submm, magnetic fields are invisible and cannot be directly measured. Polarization of light induced by absorption/emission of aligned dust grains (i.e., dust polarization) is the powerful tool to indirectly measure magnetic fields. In this talk, I will first present our recent progress in the physics of dust polarization, computational modeling, and measurements of magnetic fields using dust polarization in different astrophysical environments from the ISM, star- and planet-forming regions, and Galactic center. I will then discuss the future perspective of connecting theory and observations via synthetic modeling of dust polarization to quantify the key role of magnetic fields and constrain dust physics in cosmic ecosystems.

### [ㄱ] IM-10] Magnetic Field at the Galactic Center from Multi-wavelength Polarization

M S Akshaya<sup>1</sup> and Thiem Hoang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Republic of Korea

<sup>2</sup>Korea University of Science and Technology, 217 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea

We use the thermal dust polarization data at 53, 216, and 850  $\mu\text{m}$  from SOFIA/HAWC+ and JCMT/SCUPO-L to trace the three-dimensional magnetic field for a region of about 30 pc around the Galactic Center, which includes prominent features of the region like the circumnuclear disk and the minispirals. The polarization data was used in conjunction with the  $^{12}\text{CO}$  ( $J=3\rightarrow 2$ )

molecular line survey from CHIMPS2 to trace the three-dimensional distribution of the material in the region. The observed polarization at different wavelengths appears to be dominated by emission from different layers of dust along the line of sight. We estimate the magnetic field of the region using the classical Davis-Chandrasekhar-Fermi method. The velocity dispersion was determined using SCOUSEPY, a semi-automated spectral fitting tool. The resolved components were further grouped into distinct layers using ACORNS, a hierarchical agglomerative clustering technique. The estimated magnetic field of the region of the circumnuclear disk ranges from 0 – 30 mG and was found to be least close to the Galactic Center and increasing outwards. The longer wavelength polarization appears to trace components further red-shifted relative to the circumnuclear disk. I will be presenting the results from this analysis and its implications for the dynamics of the material in the Galactic Center.

### [ㄱ] IM-11] Synthetic Observations of Dust Polarization from Magnetically Enhanced Radiative Torques Alignment in Low-mass Protostellar Cores with POLARIS

Nguyen Chau Giang<sup>1,2</sup>, Thiem Hoang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Republic of Korea

<sup>2</sup>Korea University of Science and Technology, 217 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 34113, Republic of Korea

Thermal dust polarization is a powerful tool to probe magnetic fields (B), grain magnetic properties, and grain sizes. Hoang et al. (2022) and Giang et al. (2023) found the complex grain alignment physics inside protostellar environments and emphasize the importance of iron inclusions on grain alignment efficiency and dust polarization properties emitting from magnetically aligned dust grains. However, a systematic study of the dependence of synthetic dust polarization on grain properties in protostellar environments is not yet available. Thus, our aim is to post-process a non-ideal MHD simulation of a collapsing protostellar core with our updated POLARIS code with detailed grain alignment physics to study in detail the effects of iron inclusions and grain growth on thermal dust polarization. We found that superparamagnetic (SPM) grains can produce high polarization degree  $p \sim 10\text{-}40\%$  in the envelope beyond  $\sim 500$  au from the protostar because of their efficient alignment by magnetically enhanced Radiative Torque (MRAT) mechanism. The magnetic field tangling due to turbulence in the envelope causes the decrease of  $p$  with emission intensity  $I$  as  $p \sim I^{-\alpha}$  with the slope  $\alpha \sim -0.3$ . But within 500 au, SPM grains tend to have inefficient internal alignment and be aligned with B by Radiative Torque (RAT) mechanism only, producing

ng lower  $p \sim 1\%$  and a steeper slope of  $\alpha \sim -0.6$ . For paramagnetic (PM) grains, their weak internal and external alignment produces  $p \ll 1\%$ , and the depolarization happens with a steep slope of  $\alpha \sim -1$  owing to the alignment loss of grains around the protostar. Grain growth can help to increase  $p$  in the envelope for SPM grains. But for SPM grains within  $\sim 500$  au and for PM grains in the entire core, increasing  $a_{\text{max}}$  enhances the depolarization effect due to the increasing amount of large grains with inefficient internal alignment. Finally, we found that the polarization angle dispersion function  $S$  increases with increasing iron inclusions and  $a_{\text{max}}$ . Our findings reveal the dependence of magnetic field strength measured using the Davis-Chandrasekhar-Fermi technique on grain alignment and grain properties.

### [7 IM-12] Numerical modeling of thermal dust polarization from aligned grains in the envelope of evolved stars with updated POLARIS

Gia Bao Truong Le<sup>1,2</sup>, Thiem Hoang<sup>1,2</sup>, Nguyen Chau Glang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI),

<sup>2</sup>University of Science and Technology (UST)

Magnetic fields are thought to influence the formation and evolution of evolved star envelopes. Thermal dust polarization from magnetically aligned grains is potentially a powerful tool for probing magnetic fields and dust properties in these circumstellar environments. In this paper, we present numerical modeling of thermal dust polarization from the envelope of IK Tau using the magnetically enhanced radiative torque (MRAT) alignment theory implemented in our updated POLARIS code. Due to the strong stellar radiation field, the minimum size required for RAT alignment of silicate grains is  $\sim 0.05 - 0.5$   $\mu\text{m}$ . Additionally, ordinary paramagnetic grains can achieve perfect alignment by MRAT in the inner regions of  $r < 500$  au due to stronger magnetic fields of  $B \sim 10$  mG - 1G, producing thermal dust polarization degree of 10%. The polarization degree can be enhanced to 20% - 40% for grains with embedded iron inclusions. We also find that the magnetic field geometry affects the alignment size and the resulting polarization degree due to the projection effect in the plane-of-sky. We also study the spectrum of polarized thermal dust emission and find the increased polarization degree toward the wavelength larger than 50  $\mu\text{m}$  due to the alignment of small grains by MRAT. Furthermore, we investigate the impact of rotational disruption by RATs (RAT-D) and find the RAT-D effect cause a decrease in the dust polarization fraction. Finally, we compare our numerical results with available polarization data observed by SOFIA/HAWC+ for constraining dust properties, suggesting grains are unlikely to have embedded iron clusters and might have slightly elongated shapes. Our modeling results suggest further observati

onal studies at far-infrared/sub-millimeter wavelengths to understand the properties of magnetic fields and dust in AGB envelopes.

### [7 IM-13] Magnetic Field as an Enhancement Facilitator of Nuclear Reaction Rate in the Universe

Kiwan Park

Soongsil University, Dept. of Phys. OMEG

We discuss the role of the magnetic field in nucleosynthesis, which creates the fundamental elements in the Universe. The magnetic field modifies the potential barrier through permittivity, which determines the nuclear reaction rate. Using the kinetic model and Maxwell's theory, we derived the permittivity of a nucleus system surrounded by bound electrons. We found that the magnetic field perturbs the Boltzmann equation of the electrons, which is constrained by the Liouville principle and Hamiltonian dynamics. Our results show that a weak magnetic field modifies the system in phase space, leading to an enhancement in permittivity. This increase in permittivity, in turn, decreases the potential barrier between nuclei leading to the possible enhancement of the reaction rate. We also introduce a magnetized Debye potential, and the magnetic field has the effect of introducing an additional potential effect to the system. Similar to the kinetic approach, the modified Debye potential demonstrates that the barrier changes proportionally to the magnetic field. This result provides insight into the accelerated reaction rate in the early Universe and in most celestial systems with weak magnetic fields.

### [7 IM-14] TRAO Survey of Nearby Filamentary Molecular clouds, the Universal Nursery of Stars (TRAO-FUNS).III. Filaments and dense cores in the NGC 2068 and NGC 2071 regions of Orion B

Hyunju Yoo<sup>1,2</sup>, Chang Won Lee<sup>2,3</sup>, Eun Jung Chung<sup>1</sup>, Shinyoung Kim<sup>2</sup>, Mario Tafalla<sup>4</sup>, Paola Caselli<sup>5</sup>, Philip C. Myers<sup>6</sup>, Kyoung Hee Kim<sup>7</sup>, Tie Liu<sup>8</sup>, Woojin Kwon<sup>9,10</sup>, Archana Soam<sup>11,12</sup>, and Jongsoo Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science,

Chungnam National University, Republic of Korea,

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Republic of Korea,

<sup>3</sup>University of Science and Technology, Korea (UST),

Republic of Korea,

<sup>4</sup>Observatorio Astronomico Nacional (IGN), Spain,

<sup>5</sup>Max-Planck-Institut fur Extraterrestrische Physik,

Germany,

<sup>6</sup>Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, USA,

<sup>7</sup>The Korea Astronomy Society, Republic of Korea,

<sup>8</sup>Key Laboratory for Research in Galaxies and Cosmology, Shanghai Astronomical Observatory, People's Republic of China,

<sup>9</sup>Department of Earth Science Education, Seoul National University, Republic of Korea,

<sup>10</sup>SNU Astronomy Research Center, Universities Space Research Association, Republic of Korea,

<sup>11</sup>Indian Institute of Astrophysics, India,

<sup>12</sup>SOFIA Science Center, Universities Space Research Association, USA

We present the results of molecular line observations performed toward the NGC 2068 and NGC 2071 regions of the Orion B cloud as the TRAO-FUNS project to study the roles of the filamentary structure in the formation of dense cores and stars in the clouds. Gaussian decomposition for the C18O spectra with multiple velocity components and application of a Friends-of-Friends algorithm for the decomposed components allowed us to identify a few tens of velocity coherent filaments. We also identified 48 dense cores from the observations of N<sub>2</sub>H<sup>+</sup> using a core finding tool, FellWalker. We made the virial analysis for these filaments and dense cores, finding that the filaments with N<sub>2</sub>H<sup>+</sup> dense core are thermally supercritical, and the filaments with larger ratio between the line mass and the thermal critical line mass tend to have more dense cores. We investigated the contribution of the nonthermal motions in dense cores and filaments, showing the dense cores are mostly in transonic/subsonic motions while their natal filaments are mostly in supersonic motions. This may indicate that gas turbulent motions in the filaments have been dissipated at the core scale to form the dense cores there. The filaments with (dynamically evolved) dense cores in infalling motions or with NH<sub>2</sub>D bright (or chemically evolved) dense cores are all found to be gravitationally critical. Therefore, the criticality of the filament is thought to provide a key condition for its fragmentation, the formation of dense cores, and their kinematical and chemical evolution.

### [구] IM-15] Subsonic material outside dense cores : are cores truly isolated from the surrounding molecular cloud?

Spandan Choudhury<sup>1</sup>, Jongsoo Kim<sup>1</sup>, Jaime E. Pineda<sup>2</sup>, Paola Caselli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea;

<sup>2</sup>Max Planck Institute for extraterrestrial Physics, Garching bei Muenchen, Germany

Stars form in dense cores within molecular clouds. As the physical and chemical properties of the stars are directly dictated by the properties of their parent core, it is essential to understand the structure and evolution of cores. The cores are characterised by higher density

and lower temperatures than its natal cloud (Myers, 1983). The turbulence inside cores is subsonic (Barranco & Goodman, 1998), in contrast to supersonic linewidths in the surrounding cloud

(Larson, 1981). Observations show that the transition to coherence at the core-cloud boundary is sharp (Pineda et al., 2010). Therefore, cores are currently understood to be isolated units of star formation, well-separated from its surrounding molecular cloud. However, since typical high-density tracers do not map significantly outside the cores, direct observation of the transition region is difficult, and therefore this transition has not been studied with high sensitivity in the vicinity of the cores.

Our recent study (Choudhury et al., 2021) showed a substantial amount of subsonic material outside the typically derived core boundaries, indicating that either the transition to coherence is actually gradual, or there is subsonic material present in some fibre-like substructures connecting cores to molecular cloud. Both these scenarios indicate that the cores are not completely isolated from their natal cloud. This implies that further accretion by the core is possible during its evolution, suggesting a need to update of the current models of structure and dynamical evolution of dense core. The extent and spatial distribution of the subsonic material outside the core boundary will help us understand how the core is connected to the surrounding gas, which will also help shed light on the dissipation of turbulence, which is an important step in core formation.

We present high-sensitivity NH<sub>3</sub> observations of a prestellar core H-MM1 in the L1688 molecular cloud in Ophiuchus. We fit two spatially resolved components towards the neighbourhood of the core, thereby separating the core and cloud components in the line of sight (similar to Choudhury et al, 2020). With this we are able to map the subsonic emission outside the dense core boundary. We find that the distribution of the subsonic material around the core is not uniform, rather, highly directional, suggesting that the core might be connected to the filamentary substructures present in L1688 (Ladjelate et al., 2020), and accrete material from its surrounding, similar to streamers (Pineda et al., 2020).

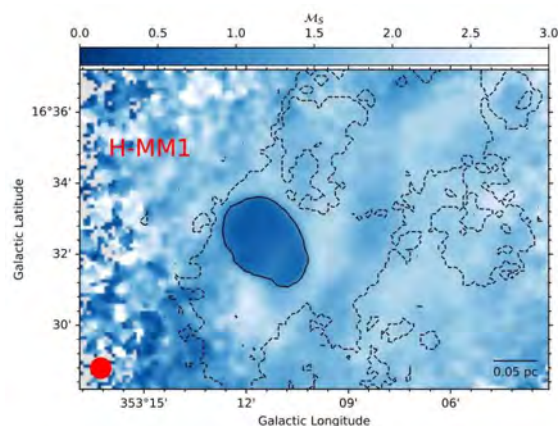


Fig. 1 : Map of the sonic Mach number in the neighborhood of the prestellar core H-MM1 in Ophiuchus, derived from one-component fits to the NH<sub>3</sub> data. The black-solid contour shows the subsonic region as seen with a traditional one-component fit, which agrees well with the prestellar core boundary. The black-dash contours show the extent of the additional subsonic material which could only be detected with a two-component fit. It is clear that there is significant subsonic material present well beyond the prestellar core boundary.

The beam and the scale bar are shown in the bottom left and bottom right corners, respectively.

### [㉠ IM-16] The correlation between dust and CN emission in high-mass star-forming clouds

Jihye Hwang<sup>1</sup>, Chang Won Lee<sup>1,2</sup>, Jongsoo Kim<sup>1,2</sup>, Eun Jung Chung<sup>3</sup>, and Kee-Tae Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,

<sup>2</sup>University of Science and Technology, Korea,

<sup>3</sup>Chungnam National University

Measuring three dimensional (3D) magnetic field strength is challenging as its line-of-sight and plane-of-sky components can be hardly obtained for the same regions with right tracers. Here we choose CN (N = 1 - 0) emission line, that is used to get the line-of-sight component of magnetic field from its Zeeman effect, to test whether it can trace similar regions to those by the dust continuum emission that is used to get the plane-of-sky component of the magnetic field. We performed CN (N = 1 - 0) observations toward six high-mass star-forming regions using the Taeduk Radio Astronomy Observatory (TRAO) 14-m telescope to compare the distribution properties of its emitting regions with those by Herschel 500  $\mu$ m continuum emitting regions, finding both peak intensity positions are fairly well coincident within the TRAO observing beam size (46'') while CN emission is more spread out than dust emitting area. We also find a fairly good correlation between CN and dust column densities. Our results indicate the dust and CN emission can trace the similar regions, and thus the 3D magnetic field strengths can be reasonably estimated if CN Zeeman effect and dust polarization observations can be combined.

### [㉠ IM-17] Investigating HI superclouds, molecular clouds, and star formation in the outer Carina spiral arm

Geumsook Park<sup>1,2</sup> (박금숙), Bon-Chul Koo<sup>3,4</sup> (구본철), Kee-Tae Kim<sup>1</sup> (김기태), Bruce Elmegreen<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Republic of Korea, <sup>2</sup>Research Institute of Basic Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of

Korea, <sup>3</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul 08861, Republic of Korea, <sup>4</sup>Research Institute of Basic Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea, <sup>5</sup>IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, New York 10598, USA

Our study comprehensively investigates the properties of HI superclouds, molecular clouds, and star formation in the outer Carina spiral arm of the Galaxy. Using HI4PI and CfA CO survey data, we identify and analyze 26 HI superclouds and 48 molecular clouds. Our results suggest that these superclouds, with masses exceeding  $10^6 M_{\odot}$ , are gravitationally bound or nearly so. Interestingly, we find regular spacing of these HI superclouds along the spiral arm, potentially attributed to gravitational instabilities. We also report correlations between molecular mass fractions, Galactocentric distances, and total gas surface densities. Significantly, we find that in the context of HI superclouds, the star formation rate surface density positively correlates with molecular gas surface density, emphasizing the crucial role of molecular gas in star formation. This is consistent with previous studies on the Kennicutt-Schmidt relation and local giant molecular clouds, and enhances our understanding of star formation processes in the Galaxy.

### [㉠ IM-18] Probing the Physical and Geometrical Properties of the Cold Neutral Medium in the LMC: Mapping HI Absorption across 30 Doradus

Gyueun Park<sup>1,2</sup>, Min-Young Lee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy & Space Science Institute (KASI),

<sup>2</sup>Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology (UST)

Atomic hydrogen (HI) is one of the key ingredients in the formation and evolution of molecular clouds. Of the two main flavors of HI, cold and warm neutral medium (CNM and WNM), the CNM is expected to be more critical for the formation and evolution of molecular clouds thanks to its higher temperature and colder temperature. Yet its exact roles are largely unknown primarily due to the difficulty in measuring the CNM directly. To overcome this observational challenge and probe the CNM in and around molecular clouds, we measure HI absorption ( $\exp(-\tau)$ ;  $\tau$  = CNM optical depth) across 30 Doradus in the Large Magellanic Cloud (LMC), the largest HII region and the most extreme starburst in the Local Universe. Our work is part of the GASKAP-HI survey, which observes HI in the Milky Way and the Magellanic System with unprecedentedly high spectral and spatial resolutions using the Australian Square Kilometer Array Pathfinder (GASKAP). In this talk, we introduce the GASKAP-HI survey and present preliminary results on the properties of the CNM in 30 Dor



adus. Our preliminary results show that the minimum of 0.52 km s<sup>-1</sup> and a median of 10.46 km s<sup>-1</sup> in the integrated tau is 1-2 orders of magnitude and 2-6 times higher than that of the Milky Way, e.g., 21-SPONGE and GNOMES surveys, suggesting the possibility of more significant CNM abundance across 30 Doradus.

**[구 IM-19] Accretion Disk at the Close Periastron Passage of a Symbiotic Binary System**

Po-Sheng Huang and Hyosun Kim  
KASI

Motivated by observational evidence of bullet-like ejections from asymptotic giant branch (AGB) stars, we investigate whether the necessary physical conditions can be achieved within the accretion disk during the periastron passage of a symbiotic binary. We present the hydrodynamic simulations using FLASH code with adaptive mesh refinement, ensuring the sufficient resolution in the launching region of the AGB wind and the accretion disk around the companion star. We explore the parameter space spanning orbit eccentricity and wind speed to study the formation and evolution of the accretion disk. Depending on the ratio between the instantaneous orbital velocity and the wind velocity at the periastron, the behavior of the disk size and accretion rate exhibit distinct patterns not limited to the moment at periastron but introducing periodic changes throughout the entire evolution of the stellar orbit. We discuss the implications of the disk formation condition for the mechanisms driving morphological transition from AGB stars to planetary nebulae.

**고천문학/천문역법**

**[초 HE-01] Introduction of three Anguilgus (Scaphe Sundials), designated as a Korean Treasure in 2022(2022년 보물지정 양부일구의 소개)**

Yong-Hyun Yun(윤용현)<sup>1</sup>, Byeong-Hee Mihn(민병희)<sup>2,3</sup>, Sang Hyuk Kim(김상혁)<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>National Science Museum, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>Korea University of Science and Technology.

2022년에 3점의 양부일구가 새롭게 대한민국의 보물로 지정되었다. 이 3점의 양부일구는 황동 재질, 규격, 형태, 제작기법 등이 세쌍둥이처럼 같다. 그 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 양부일구의 제작 시기를 알 수 있는 것으로 시각선과 북극고도를 들 수 있는데, 양부일구의 시각선은 조선 후기에 중국의 시헌력(時憲曆)의 도입으로 1654년부터 사용하기 시작한 12시(時) 96각법

(刻法)을 따르고 있는 점에서 3점의 양부일구가 1654년 이후의 시각법을 따르고 있는 것을 알 수 있으며, 더 구체적인 제작 시기로는 양부일구 관측 위도가 적혀 있는 명문에 새긴 '北極高三十七度三十九分一十五秒' 위도 값은 조선에서 1713년(숙종 39년) 이후 처음 사용됐음이 국조역상고(國朝曆象考)를 통해 확인되고 있어 양부일구가 1713년 이후에 제작된 것임을 알 수 있다. 둘째, 제작 기법에서 시반의 시각선과 절기선, 지평면의 절기 글자와 24방향 글자에 표현된 은상감 기법과 영침, 받침대(다리와 다리받침)에 적용된 리벳과 땀기법, 그리고 받침대에 시문된 용무늬, 구름장식, 거북머리 장식 등에서 뛰어난 조형미를 보여 숙련된 기술자가 제작한 최상급의 양부일구로 판단된다. 셋째, 현재 우리나라에 남아 있는 금속제 양부일구는 10점으로 적은 편이며, 기존에 보물로 지정된 양부일구가 받침대에 수평 홈이 있는 점과 달리 이번에 조사된 양부일구는 수평 홈이 없이 장식적인 면이 강조된 새로운 양식의 희소한 유물이라는 점이다. 넷째, 태양의 그림자로 시간뿐만 아니라 날짜(절기)를 함께 파악할 수 있도록 한 독창성과 함께 조선시대 천문과학기술의 발전상 및 통치자의 애민 정신을 엿볼 수 있다. 마지막으로 위의 여러 특징을 고려할 때 천문학자와 뛰어난 제작 기술을 갖추고 있는 한 명의 장인이 협업하여 양부일구를 만들었을 것으로 판단된다. 본 연구는 이 3점의 양부일구에 대해 소개한다.

**[구 HE-02] A study on automatic water clock time-signal system in Joseon dynasty and Yuan dynasty (조선과 원대(元代)의 자동 물시계 시보시스템 고찰)**

Sang Hyuk Kim(김상혁)<sup>1</sup>, Yong-Hyun Yun(윤용현)<sup>2</sup>, Byeong-Hee Mihn(민병희)<sup>1,3</sup>, Byong Guen Leem(임병근)<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>2</sup>National Science Museum, <sup>3</sup>Korea University of Science and Technology, <sup>4</sup>Jeon Heung Total Art Company

조선에 영향을 준 것으로 알려진 원대(元代) 자동 물시계에 대하여 연구하였다. 원대 대표적 물시계로 궁루(宮漏)와 등루(燈漏, 1270년경 제작)가 있는데, 궁루에 대해서는 자료가 거의 남아 있지 않다. 『제가역상집(諸家曆象集)』에는 원대 궁루보다 먼저 제작되었던 등루의 기록을 확인할 수 있다. 본 연구에서는 등루의 문헌을 분석하였고, 중국에서 제작한 재현 모델과 기술자료 등을 분석해 등루의 3D 모델링 작업을 완성했다. 이를 통해 세부 기능과 역할을 유추하였고, 조선의 시보 작동 메커니즘과 비교하여 서술했다. 등루는 북송(北宋) 수운의상대(水運儀象臺, 1092년 제작)의 영향을 받아 제작된 것으로, 조선의 흥경각루(欽敬閣漏, 1438년 제작)도 수운의상대와 등루의 시각 연출 부분이 매우 닮았으며 이를 개량 발전시킨 것임을 확인했다. 등루와 흥경각루는 일종의 공연이 가능한 시계 장치로 볼 수 있다. 4신의 배치와 운행, 12시 100각에 따른 시각 정보의 연출, 내부 공간과 외부 공간을 연결하는 메커니즘 구성 등으로 다양한 볼거리를 제공해 준다.

**[구 HE-03] Characteristics of Nam Byong-Cheol's Armillary Sphere in 19th-century:**

### A Study on its Construction and Usage

Hong Soon Choi<sup>1,2</sup>, Sang Hyuk Kim<sup>2</sup>, Byeong-Hee Mihn<sup>1,2,3</sup>, Kyoung-uk Nam<sup>4</sup>, Dae Young Park<sup>4</sup>, Geoyoung-han yoo<sup>1</sup>, Yong-gi Kim<sup>1,5†</sup>

<sup>1</sup>Chungbuk National University

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>3</sup>Korea University of Science and Technology

<sup>4</sup>Gwacheon National Science Museum

<sup>5</sup>Chungbuk Pro Maker Center

†corresponding author (ykkim153@chungbuk.ac.kr)

An armillary sphere, an instrument rooted in the Han Dynasty of China (202 BC – 9 AD, 25–220 AD) and embodying the Huncheon theory, holds historical and scientific significance. During the Joseon period in Korea, a variety of armillary spheres were crafted from the reign of King Sejong to the final monarch of the dynasty. Particularly noteworthy is Nam Byeong-cheol (1817-1863), who documented his armillary sphere in the 『The Collection of Writings on the Scientific Instruments(Uigi-jipseol, 儀器輯說)』 in 1859. This paper examines Nam's armillary sphere, focusing on its construction and operational guidelines. The restoration model of the armillary sphere involves a series of components: the outer horizontal ring (外環), a Yukhab-framed sphere (六合儀), a Samsin-framed sphere (三辰儀), the pole-loading ring (載極環), and an inner declination ring (四遊環). In terms of its utilization, the 『Uigi-jipseol』 outlines 19 scenarios; the initial two instances address prerequisites for measurements (direction and latitude), while the subsequent 17 relate to practical applications of the armillary sphere. These 17 instances are categorized into position and time measurements such as the sun, moon, planets, and prominent stars. This study delves into the objectives and distinctive attributes of Nam Byeong-cheol's armillary sphere, providing an understanding of astronomical trigonometry during the 19th century in Joseon. The research contributes to the comprehension of Korea's 19th-century armillary sphere and supports the potential restoration of Nam's armillary sphere.

### [구 HE-04] Measurement of Tropical Year through the Shadow Length Measurement of the Eight-Foot Gnomon

Geoyoung-Han Yoo<sup>1</sup>, Byeong-Hee Mihn<sup>1,2,5</sup>, Ki-Won Lee<sup>3</sup>, Sang Hyuk Kim<sup>2</sup>, Yong-gi Kim<sup>1,4†</sup>

<sup>1</sup>Chungbuk National University

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>3</sup>Daegu Catholic University

<sup>4</sup>Chungbuk Pro Maker Center

<sup>5</sup>Korea University of Science and Technology

†corresponding author (ykkim153@chungbuk.ac.kr)

Gyupyo, a type of gnomon, was a traditional astron-

omical instrument used to measure the length of a year in East Asia. This study analyzes the shadow length observed over a period of approximately four years, from December 2015 to December 2019, using a restored gnomon of eight feet in height installed at the Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI). The shadow length can be obtained through a Shadow Definer (影符) with the pinhole. The eight-foot gnomon is of a similar scale to the 'So-Gyupyo (小圭表)', which was originally created under the reign of King Sejong in the year 1440 during the Joseon era. About 4-year measurements of the shadow length corresponded to the calculations based on the sun's altitude of the KASI within a range of  $0.2 \pm 7.0$  mm. We can find that the tropical year is extracted to about 365.2453 days by the eight-foot gnomon's shadow length from the winter solstice to the next winter solstice. This value is bigger than the 365.2425 days that was suggested by Guo Shoujing (郭守敬, 1231~1316) from the Yuan Dynasty. This study introduces the observational data and their outcomes based on the shadow length observed using the restored eight-foot gnomon at KASI.

### [구 HE-05] The lunar movement model presented in the Yuè lí lí of the Lì xiàng kǎo chéng

《역상고성(曆象考成)》 <월리역리(月離曆理)>에 제시된 달 운동 모델

Seung-Urn choe<sup>1,2</sup>, Min-Jeong Kang<sup>3</sup>, Myon U Lee<sup>4</sup>, Yang Hong-Jin<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Seoul national University,

<sup>2</sup>Sohnam Institute for History of Astronomy

<sup>3</sup>Institute for the Translation of Korean Classics

<sup>4</sup>Chuncheon National University of Education

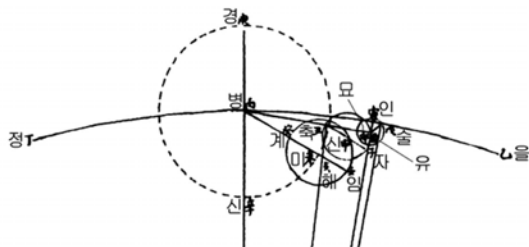
<sup>5</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

《역상고성》 <월리역리>에서 달의 운동을 기술하기 위해 사용한 모델은 제6장 태음사륜총론(太陰四輪總論) 즉 달의 4가지 소륜에 대한 총론에 기술되어 있다. 4 가지 소륜으로 《송정역서》 <월리역지>에서 사용한 본륜과 균륜과 함께 차륜과 부균륜을 의미한다. 삭(朔)과 망(望)의 지질차를 보정하기 위해 본륜과 균륜이 사용되었다면 차륜은 상현과 하현 때의 지질차를 보정하고, 차균륜은 그 외 다른 달의 위상인 경우를 보정하기 위해서 사용되었다.

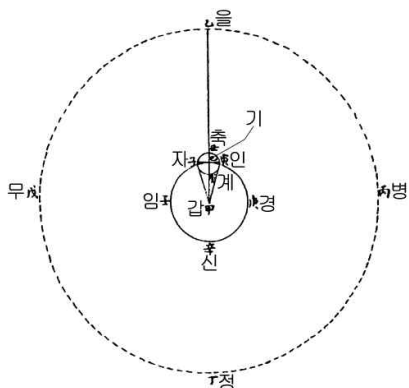
프톨레마이어스는 《알마게스트》에서 본륜과 차륜을 이용하여 달의 위치를 추보하였다. 이 경우에는 본원의 중심이 차륜 상을 움직이는 모델이다. 차륜에서는 태양과 달의 위치관계 즉 태양과 달 사이의 이각의 2배수를 사용하여 달의 위치를 정한다. 그러나 코페르니쿠스는 차륜을 본륜을 따라 움직이게 한 모델을 하였다. 이러한 차륜은 현대천문학의 출차(evection)를 고려한 것이다. 그 후 티코브라헤는 균륜을 더하여 삭과 망 때의 오차를 보정하고, 본륜, 균륜, 차륜을 사용하여 달의 위치를 추보하였다. 《역상고성》 <월리역리>에는 부차륜이 포함된 모델이 제시되고 있다.

제시된 운동 모델은 [그림 1]과 같다. '을병정' 원이 본원, '신미경' 점선 원이 본륜, '계임무' 원이 균륜, '신자' 원이 차륜, 가장 작은 원이 부차륜이다. 달은 '술'의 위치에 있다. 본륜의 중심은 '병'에 있는데 '을병정' 본원을 반시계 방향으로 평균 운동한다. 균륜의 중심인 '미'는 원지점 '경'에서부터 시계방향으로 '자행'하고, 차륜의 중심인 '신'은 본륜의 중심인 '병'에서 가장 가까운 '계'로부터 자행의 두배수 만큼을 반시계 방향으로 움직인다. 차균륜의 중심인 '유'는 가장가까운 점 '축'으로부터 태양과 달의 이각의 두배만큼 반시계방향으로 움직인다. 차균륜의 관측자와 가장 가까운 점 '묘'로부터 시계방향으로 태양과 달의 이각의 두배만큼 운행하여 '술'에 이른다. 지구 중심을 '갑'이라 할 때,  $\angle$ 병갑축이 '초균수'이고,  $\angle$ 축갑유가 '이균수',  $\angle$ 유갑술이 '삼균수'가 된다. 따라서 '총균수'는 세 개의 균수를 모두 보정한 것이 된다. 달의 황도 상의 경도는 평행에 총균수를 보정하여 얻는다.

달이 황도와 이루는 각인 황위는 달과 태양의 궤도 교점인 강교점과 달 사이의 경도차를 이용하여 구할 수 있다. 이 때에도 '교균'이라는 지질차를 고려하는데, 처음으로 티코브라헤가 고려하였다. 현대천문학적으로는 '황위출차(evection in latitude)'로 판명되었다.



[그림 1] 《역상고성》 <월리역리>에 제시된 달의 4륜모델



[그림 2] 《역상고성》 <월리역리>에 제시된 달의 교균

## 교육홍보

**[초 AE-01] Recent Activities of the Promotion Committee to Register SeongByeonCheukHuDanJa as a UNESCO Memory of the World (성변측후단자星變測候單子の UNESCO 세계기록유산 등재를 위한 활동 소개)**

Hyung Mok Lee<sup>1,2</sup>, Hong-Jin Yang<sup>2,3,4</sup>, Youngsil Choi<sup>2,3</sup>, Haeim Jeong<sup>3</sup>, Hyojun Lee<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University

<sup>2</sup>UNESCO Registration Promotion Committee for the Daily Log

<sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>4</sup>University of Science & Technology

星變測候單子(the Daily Observation Log)는 조선시대 관상감에서 천변을 기록한 관측일지이다. 현재 국내에는 3개의 혜성을 관측한 38장의 관측일지가 남아 전해지고 있는데 '성변측후단자 세계기록유산 등재 추진위원회'는 이들을 유네스코세계기록유산에 등재하기 위한 노력의 일환으로 성변측후단자의 과학적 역사적 가치를 연구하고 소개하는 활동을 이어가고 있다. 본 발표에서는 2023년 3월 23일 연세대학교 도서관에서 개최된 비전선포식을 겸한 제 1차 학술대회 성과와, 그 이후 새롭게 확인된 조사 결과 그리고 최근 제작한 동영상을 공유하고 앞으로의 활동 계획을 소개하고자 한다.

### [초 AE-02] Engaging with the Public through Astronomy: The Most Challenging Question (천문학으로 대중과 만나기: 가장 어려운 질문)

Chae Kyung SIM(심채경)

Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원)

천문학에 대한 대중의 관심은 상당히 호의적이다. 동시에 편파적이기도 하다. 관련 지식을 기반으로 하기보다는 미지의 세계에 대한 막연한 동경, 그리고 우주 공간과 천체를 현실 세계와는 유리된 신비로운 무엇으로 간주하는 시각이 존재한다. 또한, 천문학에 대해서는 애초에 쉽게 이해할 수 없을 것이라는, 천문학을 업으로 삼은 이들에 대해서는 천재 혹은 세속적 탐욕으로부터 자유로운 사람일 것이라는 선입견도 있다. 이러한 점은 천문학 분야 종사자가 일반 대중과의 만남에 나설 때 맞닥뜨리는 어려움으로 작용한다. 본 발표에서는 천문학을 매개로 하는 대중과의 소통에 있어서의 몇 가지 특징과 어려운 질문들을 소개하고, 그 난이도를 완화하는 과정을 함께 살펴본다.

### [구 AE-03] Introduction to astronomical spectroscopic observation and topics in education (교육현장에서 수월한 천체 분광 관측 방법 및 주제 소개)

In-Ok Song

Korea Science Academy of KAIST, Busan

교육현장에서 망원경을 활용한 천체관측 실습은 영상, 측광관측과 분광관측으로 나뉠 수 있다. 분광관측은 측광관측처럼 전처리 후에 영상에서 스펙트럼을 추출하여 파장교정을 하는 처리를 추가적으로 진행한다. 분광관측 교육은 측광관측 교육처럼 보편화가 덜 되어 있는 것처럼 보이는데, 이는 추가적인 전처리 때문인 것으로 보인다.

학교에서 활용할 수 있는 1D array 분광장치를 이용하여 천체 스펙트럼을 얻는 방식을 2015년에 개발하였다. 이후 학교에서는 항성과 행성의 스펙트럼을 얻는 학생 탐구활동과 수업을 진행하였고 이를 소개하고자 한다. 특별히 천체 분광 관측 주제인 1) 천체 분광 관측으로 본 태양의 주연감광에 따른 온도변화, 2) 달의 바다와 고지의 천체 분광 결과 비교가 있다.

분광 관측 실습으로 학생들은 항성의 온도를 측정하고 구성성분을 판별할 수 있고, 빛과 스펙트럼 주제를 실험적으로 학습할 수 있다.

#### [구 AE-04] R&E projects using a remote observation for the Radio Telescope of Gwacheon National Science Museum(국립과천과학관 전파망원경 원격관측을 통한 R&E 사업)

Jaeil Cho(조재일)<sup>1</sup>, Hyunwook Jeon(전현욱)<sup>2,3</sup>, Dong Wook Lee(이동욱)<sup>4</sup>, Marco Jun Kim(김마르코준)<sup>4</sup>, Seung Chan Hwang(황승찬)<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Gwacheon National Science Museum(국립과천과학관),  
<sup>2</sup>Yonsei University(연세대학교), <sup>3</sup>Seoul National University(서울대학교), <sup>4</sup>Ewoon High School(이우고등학교)

Since the performance improvement of the radio telescope of Gwacheon National Science Museum(GNSM) in 2020, two education program were developed and remote observation proposals from students have been received and selected after evaluation. The chosen students remotely access the control PC and observe desired objects. And then they reduced and analyzed data. Finally some meaningful results have been produced. It is a great opportunity for students to deal with real radio data, which can be done only at GNSM in Korea, moreover a rare case worldwide. In this presentation we will introduce and discuss some results of the remote observation by students and talk about how to improve such a R&E project.

#### [구 AE-05] Planetariums in South Korea

Chang Hyun Baek<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>Busan National Science Museum(국립부산과학관),  
<sup>2</sup>National Science Museum(국립중앙과학관)

2023년은 천체투영관(Planetarium) 탄생 100주년이 되는 해이다. 현재 전세계에는 4,000개 이상의 천체투영관이 있고 대한민국에도 약 100개의 천체투영관이 있는 것으로 Worldwide Planetarium Database는 홈페이지에 게시하고 있다. 천체투영관의 천문학 교육과 비형식 학습을 위한 준비된 장소이며 천문학 전공자들을 위한 중요한 일자리지만 국내에서는 천체투영관에 대한 현황 조사나 분석 연구는 이루어지지 않고 있다. 이번 연구에서는 한국과학관협회의 '2021년 과학관 운영 실태 조사' 데이터와 결과보고서 자료 중 149개 등록과학관에 포함된 52개 천체투영관의 시설 규모, 지역 분포, 운영 주체, 연간 관람객 수, 운영 인력 등을 분석하였다. 이번 발표에

서는 천체투영관의 현황, 분석 결과와 함께 AIDU 인공지능의 기계학습을 이용하여 천체투영관 관람객 수와 규모 등을 예측하는 AI 모델도 소개하고자 한다.

## 고에너지/이론천문학

#### [구 HT-01] Temperature dependence in the observed mass-radius relationship of White Dwarfs

Jin Lim<sup>1\*</sup>, Jiyu Kim, Maurice H.P.M., van Putten  
*Physics and Astronomy, Sejong University, 98 Gunja-Dong Gwangjin-gu, Seoul 143-747, Korea*

We study the double white dwarf binaries in a recent sample of Parson et al. (2017). A broad white dwarf temperature distribution is apparent in intrinsic scatter in their mass-radius relationship. This scatter is beyond the mass-radius relationship at zero temperature of canonical He core and H core models with a proton-to-neutron ratio 1:1. We consider a model-agnostic analysis for a temperature-adjusted radius. Good fits obtain to data for a modified power-law relation with temperature  $T'=T/T_0$  with  $T_0 \approx 11$  keV. This result is consistent with the expected temperature scale of keV-atmospheres, whose photosphere extends the apparent size of a white dwarf.

#### [구 HT-02] A time dependent SED model for young Pulsar Wind Nebulae

Chanho Kim, Hongjun An  
*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Republic of Korea*

Pulsar Wind Nebulae (PWNe) emit radiation from radio waves to gamma rays. PWN are known as one of the main source of high-energy electrons within our Galaxy. Hence, understanding PWNe is particularly important in relation to TeV halos discovered around some aged pulsars and positron excess observed on Earth.

A PWN receives energy from the central pulsar in the form of magnetized electron-positron plasma. The plasma undergoes a process of energy loss due to the expansion and non-thermal radiation, which is affected the dynamical evolution of the PWN. In this study, we develop a phenomenological model that accounts for the evolution, which is computed using properties of the environment (ISM density, background photon) and central pulsar. We investigate how the evolution affects the emission properties and plasma flow within the PWN by applying our model to observed data. This model will help further our understanding of TeV halos and high-energy electrons/positrons within our Galaxy.

### [구 HT-03] General relativistic corrections to the multicolor spectrum of an irradiated accretion disk around a spinning black hole

Youngmin Kim,  
*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea*

We study the effect of irradiation on a disk spectrum of an accretion disk around a spinning black hole (BH). Soft-X-ray emission from the inner edge of the accretion disk around the BH irradiates the outer part of the disk. The irradiation heating enhances the disk flux at a lower frequency so that the resultant disk spectrum deviates from the multi-color blackbody spectrum of the standard disk. We calculate the observed multi-color disk spectrum by taking into account the general relativistic effect in Kerr spacetime. We find the irradiated disk spectrum shows a clear double peak due to the irradiation heating. In the case of the extreme Kerr BH, the spectrum is more luminous than that of the non-spinning BH over almost the entire frequency range. We show how BH mass, spin, and disk temperature profile contribute to the double peak nature. We also discuss the observational implications of our model.

### [구 HT-04] Disk spectrum of an irradiated circumbinary disk surrounding binary black holes

YuneWoo Lee(이윤우)  
*Department of Astronomy Space Science, Chungbuk National University, Republic of Korea*

Recent gravitational wave observations have discovered several tens of binary black holes (BHs). However, no direct evidence exists for electromagnetic (EM) counterparts of BH mergers. If a dense gas surrounds binary BHs, a circumbinary disk (CBD) is formed, emitting EM radiation from it. In the context of a single BH system, the ultraviolet (UV)/X-ray photons emitted at the disk's inner part are absorbed and re-radiated on the outer part of the disk, modifying the disk spectrum. This is a well-known property of an irradiated disk around a single BH. In this work, we study the effect of irradiation from two accretion disks around respective BHs on the CBD. These two point-like UV/X-ray sources, orbiting around each other, irradiate the surface of the CBD. This is likely to cause different modifications of the disk spectrum from the single BH case. We analytically derive the heating rate due to the irradiation for the CBD and calculate the disk spectrum of the irradiated CBD. In the irradiation-driven heating rate, the effect of the binary is found to be effective on the second or higher order of a ratio of the semi-major axis to disk radius from the common center of mass. We discuss whether this effect is observationally detectable in the disk spectrum of the irradiated CBD.

### [구 HT-05] Shocks Power Tidal Disruption Events

Taeho Ryu<sup>1</sup>, Julian Krolik<sup>2</sup>, Tsvi Piran<sup>3</sup>, Scott Noble<sup>4</sup>, Mark Avara<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Max-Planck Institute for Astrophysics

<sup>2</sup>Johns Hopkins University

<sup>3</sup>Hebrew University

<sup>4</sup>NASA Goddard Space Flight Center

<sup>5</sup>University of Cambridge

Accretion of debris seems to be the natural mechanism to power the radiation emitted during a tidal disruption event (TDE), in which a supermassive black hole tears apart a star. However, this requires the prompt formation of a compact accretion disk. Here, using a fully relativistic global simulation for the long-term evolution of debris in a TDE with realistic initial conditions, we show that at most a tiny fraction of the bound mass enters such a disk on the timescale of observed flares. To "circularize" most of the bound mass entails an increase in the binding energy of that mass by a factor  $\sim 30$ ; we find at most an order unity change. Our simulation suggests it would take a time scale comparable to a few tens of the characteristic mass fallback time to dissipate enough energy for "circularization". Instead, the bound debris forms an extended eccentric accretion flow with eccentricity  $\sim 0.4-0.5$  by  $\sim 2$  fallback times. Although the energy dissipated in shocks in this large-scale flow is much smaller than the "circularization" energy, it matches the observed radiated energy very well. Nonetheless, the impact of shocks is not strong enough to unbind initially bound debris into an outflow.

### [구 HT-06] Radio Galaxies as the Origin of Ultra-High-Energy Cosmic Rays

Jeongbhin Seo<sup>1</sup>, Dongsu Ryu<sup>1</sup>, and Hyesung Kang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, College of Natural Sciences, UNIST, Ulsan 44919, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Earth Sciences, Pusan National University, Busan 46241, Republic of Korea

Relativistic jets in radio galaxies (RGs) are considered a promising candidate for the acceleration sites of ultra-high-energy cosmic rays (UHECRs). To access this hypothesis, we first quantify the UHECRs produced at relativistic jets using relativistic hydrodynamic simulations for the evolution of RG jets and Monte Carlo simulations for the transport of cosmic ray particles. The strong shear produced at the jet-backflow boundary provides the main mechanism of UHECR acceleration, and the energy spectrum of the UHECRs escaping from RGs could be described by a double-power law with an exponential cutoff. We then predict the energy spectrum and composition of UHECRs arriving at the Earth from

om RGs, using simulations with the CRPropa3 code for the propagation of UHECRs through the intergalactic space. Finally, we model the Auger and TA observatories with UHECRs from nearby RGs as well as cosmologically distributed RGs, by estimating their relative importance. In this presentation, we present the results and argue that the energy spectrum and composition in the TA and Auger observations could be reasonably modeled with UHECRs produced at RGs.

**천문우주관측기술**

**[구 AT-01] Progress Report of KASI's SPHEREx Project**

Woong-Seob Jeong<sup>1,2</sup>, Yujin Yang<sup>1,2</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Youngsoo Jo<sup>1</sup>, Bomee Lee<sup>1</sup>, Sung-Joon Park<sup>1</sup>, Il-Joong Kim<sup>1</sup>, Seungcheol Bang<sup>1</sup>, Jaeyeong Kim<sup>1</sup>, Yongjung Kim<sup>1</sup>, SPHEREx Korean Consortium<sup>1,2,3,4</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea, <sup>2</sup>University of Science and Technology, Korea, <sup>3</sup>Seoul National University, <sup>4</sup>Kyungpook National University

The SPHEREx (Spectro-Photometer for the History of the Universe, Epoch of Reionization, and Ices Explorer) is the NASA MIDEX astrophysics mission. It will provide the first all-sky infrared spectro-photometric data set to probe the origin of our Universe, to explore the origin and evolution of galaxies, and to investigate whether planets around other stars could harbor life. After finishing fabrications of flight hardware, the performance of SPHEREx instrument were successfully measured using the KASI-provided calibration facility including a cryogenic chamber and other optical components. The SPHEREx flight model will be tested by early next year. During this period, the data reduction modules will be also evaluated. Here, we report the status of KASI's SPHEREx project.

**[구 AT-02] Wavefront-based Alignment Simulation Using Second Mirror of the K-DRIFT**

Seonwoo Kim<sup>1,2</sup>, Yunjong Kim<sup>1</sup>, and Jongwan Ko<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>2</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Korea

한국천문연구원에서는 매우 낮은 표면밝기(low surface brightness: LSB)의 천체 관측에 최적화된 비축자유곡면 삼 반사 광학망원경 K-DRIFT(KASI-Deep Rolling Imaging Fast Telescope)를 개발하였다. K-DRIFT 패스파인더 망원경은 두 번째 반사경을 보상으로 사용하였고, 파면오차 정보를 이용하여 반사경들을 정렬하였다. 이 과정에 적용한 정렬 알고리즘의 검증을 위하여 실제 상황과 유사한 조건을 고려한 다양한 범위의 위치

오차를 입력하여 시뮬레이션을 수행하였다. 또한 반사경의 가공 오차가 추가되었을 때 정렬 알고리즘이 어떻게 작동하는지를 시뮬레이션하였다. 본 발표에서는 다양한 조건의 시뮬레이션 결과를 통해 정렬 알고리즘의 유효성을 검증하고 개선 방향에 대해서 논의하고자 한다.

**[구 AT-03] Detector Mount Design for GMTNIRS**

Sangjun Kim<sup>1,2</sup>, Chan Park<sup>1</sup>, Sanghyuk Kim<sup>1</sup>, Woojin Park<sup>1</sup>, Heeyoung Oh<sup>1</sup>, Ueejeong Jeong<sup>1</sup>, Sungho Lee<sup>1</sup>, Jae Sok Oh<sup>1</sup>, Jae-Joon Lee<sup>1</sup>, Byeong-Gon Park<sup>1</sup>, Myeong-Gu Park<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>2</sup>Kyungpook National University

The Giant Magellan Telescope Near Infra-Red Spectrograph (GMTNIRS), one of the first-generation observation instruments of the Giant Magellan Telescope (GMT), is an astronomical spectrograph for high-resolution spectroscopic observation in the near-infrared wavelength range of 1.15 to 5.3 $\mu$ m. GMTNIRS uses a total of seven HAWAII-2RG focal plane array (H2RG FPA) detectors, each H2RG detector corresponds to the J, H, K, L, M bands and the Slit-Viewing Camera (SVC). In this study, we present a design of the detector mount for individual H2RG detector using SolidWorks®, a 3D CAD software. The detector mount comprises a housing for a detector and SIDECAR™ ASIC board, a base frame, and G10 supports. During observation, all seven detector housings are cooled to 37K, while all seven base frames are cooled to 70K. At this point, the G10 supports provide thermal insulation between the detector housing and the base frame. The detector mount functions as an optical system alignment compensator, allowing precise adjustment of the detector surface position by finely tuning the yaw and pitch angles to compensate for manufacturing errors in optical components. A series of finite element analysis were performed to numerically verify whether the detector mount satisfies the design requirements such as tolerances derived from optical design as well as factor of safety, for temperature change, external force, external vibration, and change in the direction of gravity. To this end, thermal elasticity analysis, static analysis, natural frequency analysis, and thermal analysis were performed, and it was confirmed that the design requirements were satisfied as a result.

**[구 AT-04] The KVN-Mopra VLBI Array: System Performance and Early Results at 22/43/86 GHz**

Whee Yeon Cheong<sup>1,2</sup>, Sang-Sung Lee<sup>2,1</sup>, Do-Young Byun<sup>2,1</sup>, Hyeon-Woo Jeong<sup>1,2</sup>, Sang-Hyun Kim<sup>1,2</sup>,  
<sup>1</sup>University of Science and Technology, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

Radio very long baseline interferometry (VLBI) provides one of the sharpest views of extragalactic sources,

allowing detailed studies of the relativistic jets launched from active galactic nuclei (AGNs) and the central engines that power them. Global VLBI observations allow detailed imaging at sub-milliarcsecond (sub-mas) resolution typically at the expense of reduced observation cadence. Investigation of flaring AGNs benefits from high cadence, long-time monitoring of targets of interest, and having a flexible array that can facilitate such observations allows us to probe the high angular resolution and high cadence variability characteristics of AGN radio cores (i.e., compact and bright emission regions in radio VLBI images). To this extent, KASI has recently started to use a radio telescope, Mopra, located in Australia, establishing a joint VLBI array between the Korean VLBI Network (KVN) and the Mopra telescope.

In this presentation, we describe the system performance of the KVN-Mopra array, and introduce some early results obtained from commissioning observations and early science observations. The Mopra telescope is operated fully remotely through Virtual Network Computing (VNC). The raw VLBI Data Interchange Format (VDIF) files are transferred by wire from the antenna to the Daejeon correlation center, where it is correlated with the DiFX software correlator. We have successfully observed at all three common frequency bands (22/43/86 GHz), including the application of linear-to-circular polarization conversion at 43 and 86 GHz. The VLBI beam minor axis is found to be 0.2/0.1/0.05 mas at 22/43/86 GHz respectively, while the major axis is comparable to the KVN-only beam (6/3/1.5 mas). Although coherence times were found to be  $\sim 10$  seconds at 86 GHz, the (up to) 16 Gbps observations provided by the OCTAD backend and Mark6 recorder allowed the detection of fringes on the KVN-Mopra baselines for a number of sources at 86 GHz with flux densities down to  $\sim 0.2$  Jy. Despite the sparse and limited uv-coverage of the array, we find that reconstructing the sub-mas source structure in the vicinity of the radio cores is feasible through direct model fitting to the measured visibilities and closure quantities of the data (e.g., constraining the flux density, size, and position of 2-D Gaussian model-fitted jet components).

### [구 AT-05] KVN Calibrator Survey (KVNCS) for Astronomy and Astrometry

Jeong Ae Lee<sup>1</sup>, Taehyun Jung<sup>1,2</sup>, Bong Won Sohn<sup>1,2</sup>, and Do-Young Byun<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space science Institute

<sup>2</sup>University of Science and Technology

고주파수(>20GHz)에서 장기선 간섭계(Very Long Baseline Interferometer, 이하 VLBI)를 이용하는 연구는 광학적 깊이가 깊은 곳에 위치한 천체의 특정 성분의 물리적 특성을 분석하는 천문학 연구와 좀 더 정밀한 위치정보를 확인하기 위한 측성학이 대표적이다. 수 밀리 각초에 해당하는 초정밀 해상도를 이용하여 블랙홀을 검출하고 수 마이크로 각초의 오차로 퀘이사의 정밀한 위치를

정할 수 있다. VLBI 시스템을 이용하여 결과를 도출하기 위해서는 정확한 시각동기화와 다양한 외부 영향을 보정하는 상관처리 과정을 거쳐야하며 다양한 조정 작업을 진행해야한다. 이 때, 불규칙한 성질을 보이는 대기의 습윤 성분이 상관처리 결과인 위상 비지빌리티에 영향을 끼치며 이를 보정하는 것이 정확한 간섭무늬를 찾는 데 매우 중요하다.

대표적인 위상 보정 방법인 phase-referencing 기법은 대상천체의 위상을 보정하기 위해 위상 정보를 알 수 있는 조정 천체(Calibrator)의 위상을 활용하는 방법이다. 한국우주전파관측망(Korean VLBI Network, 이하 KVN)에서는 다주파수 동시관측 시스템을 이용한 고주파수 연구를 위하여 2009년부터 22GHz 이상에서 활용 가능한 조정 천체를 확보하기 위한 조사연구를 진행해왔다. 기존 조정 천체 조사 연구들은 낮은 주파수에서 검출되어 높은 주파수의 검출 여부를 알 수 없었기에 가장 먼저 플럭스 검출 연구를 진행하였고 22GHz에서 1533개 천체의 플럭스를 확보했다. 이들 중 22GHz의 VLBI 검출여부가 알려지지 않은 천체들에 대해 간섭무늬 검출 관측연구를 진행하였고 22GHz에서 347개의 새로운 천체의 간섭무늬를 확보하였다. 대부분의 조정 천체들은 활동성은하핵들로 구조가 콤팩트하고 평탄한 스펙트럼을 보인다. 후보 조정천체들의 구조 정보를 확인하기 위하여 KaVA(KVN and VERA Array)를 이용하여 영상 관측 연구를 진행하였다. 본 발표에서는 새로운 조정 천체 후보 및 이들이 결정되어온 과정을 소개하고 현재 진행상황을 보고하고자 한다.

### [구 AT-06] Development of the wide IF 230 GHz SIS mixer for KVN-Pyeongchang VLBI station

Naeun Shin (N.Shin)<sup>1,2</sup>, Jung-Won Lee<sup>2</sup> and Ming-Jye Wang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space science Institute

<sup>3</sup>Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics

The 230 GHz Superconductor-Insulator-Superconductor (SIS) mixer is designed for the new Korean VLBI Network(KVN) station in Pyeongchang, Korea. The design is focused on a good performance in wide IF bandwidth within RF band from 211 to 275 GHz. The receiver used series junctions, and two circuits were introduced based on different tuning methods. Type A used transmission lines between the probe and the junction array to match the junction embedding impedance to the optimum source impedance. Type B used junctions as a tuning element in transmission lines to replace the highly capacitive strip lines resulting in low total capacitance of the circuit. The capacitance of the whole circuits, which is required to be reduced to have wide IF bandwidth, is 190 fF and 210 fF for respectively. Over the whole RF band, two designs show SSB mixer noise less than two times the quantum limit and the receiver temperatures vary less than 10K within IF frequency from 4 to 16 GHz in simulation.

## [박 AT-07] Simulation and Control for Astronomical Instrumentation based on Software Development Strategy

Tae-Geun Ji  
*School of Space Research, Kyung Hee University*

The software engineering of astronomical instruments is an essential area for the operation of observing facilities in modern astronomy. Numerous astronomical instruments follow appropriate software development processes. In this dissertation, we introduce software development strategies for astronomical instrumentation, including designs, architectures, algorithms, and performance evaluation. On the simulation part, we describe the development of Error Compensation Software (ECS) and Maunakea Spectroscopic Explorer's Exposure Time Calculator (MSE ETC). The ECS has been used to remove the low-frequency errors in an aluminum freeform mirror for an infrared off-axis telescope. The three-dimensional mirror surface modeling and surface error compensation algorithm are applied. The MSE ETC provides signal-to-noise (S/N) ratio calculations based on MSE instrument specifications. Both focus on system performance analysis and improvement through simulation based on numerical algorithms. In the control part, we present the development process of Kyunghee University's Automatic Observing Software (KAOS) and the Camera Articulation Prototype (CAP) for the Giant Magellan Telescope Multi-object Astronomical and Cosmological Spectrograph (GMACS). KAOS has been developed for wide-field imaging telescopes, while CAP is for demonstrating camera articulation movements of GMACS. These introductions cover the multi-layered software architecture, from high-level applications to hardware at the bottom level.

## [권 AT-08] The magnetic field environment of Near Moon Space: KMAG instrument observation

Ho Jin<sup>1</sup>, Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Ian Garrick Bethell<sup>2</sup>, Woon Jo<sup>1</sup>, Hyeonhu Park<sup>1</sup>, Junhyun Lee<sup>1</sup>, Seul-Min Baek<sup>3</sup>, KapSung Kim<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>*Dept. of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, Republic Korea*  
<sup>2</sup>*Dept. of Earth and Planetary Sciences, U.C. Santa Cruz, U.S.A*  
<sup>3</sup>*Korea Astronomy and Space science Institute, Republic of Korea*

The Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO) is the first lunar exploration probe of South Korea. Since just after launch (5 August, 2022), the KPLO magnetometer (KMAG) observed various phenomena during the BLT orbit and while in a lunar polar orbit at 100 km altitude.

These magnetometers are mounted on a 1.2-meter boom to reduce magnetic interference from the spacecraft. Over its one-year lifetime, KMAG has successfully operated while performing observations of lunar crustal magnetic fields, lunar induction, and various solar wind events.

The calibration and data processing processes were performed during the BLT cruise phase and have also verified the reliability of the KMAG lunar magnetic field observations by comparing them with the Surface Vector Mapping (SVM) model, which was derived from the Lunar Prospector (LP) and Kaguya missions. In addition, several times we captured the lunar induced field phenomenon of the lunar interior driven by rapid changes in the interplanetary magnetic field (IMF).

During the extended mission, we expect that KMAG will contribute to providing insights into the lunar interior structure and lunar space environment.

## [권 AT-09] Development of the Next Generation Solar Telescope Global Network

Heesu Yang, Seong-hwan Choi  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

For decades, ground-based solar observatories have provided full-disk H $\alpha$  images continuously, but no spectral information has been observed due to the constraint of instrumental complexity and data size. In response, we plan to build drift-scanning imaging-spectroscopic telescopes to acquire full-disk H $\alpha$  (+ other lines) spectro-imaging data with a short-time cadence. We believe that a time cadence of about two minutes can be achieved for full-disk H $\alpha$  spectro-imaging data, with an imaging resolution of about 2 arcseconds. The telescope will be installed in the northern hemisphere with 120-degree angular separation to establish 24-hour full-time observation and also will be tested in the Antarctica inland station of South Korea, which will be built by 2030.

## [권 AT-10] Detecting Gravitational Wave Background by Electromagnetic Cavity

Chan Park<sup>1</sup>, Sang Hui Im<sup>1</sup>, and Danho Ahn<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Particle Theory and Cosmology Group, Center for Theoretical Physics of the Universe, Institute for Basic Science (IBS-CTPU-PTC),*  
<sup>2</sup>*Center for Axion and Precision Physics Research, Institute for Basic Science (IBS-CAPP)*

Gravitational wave (GW) detection using electromagnetic (EM) cavities has garnered significant attention in recent years. With ongoing experiments on axion detection using highly sensitive electromagnetic cavity, there is potential to apply these existing facilities to GW detection, opening up a new channel of GW observation.



n. In this talk, we comprehensively examine the principles of GW detection using EM cavities within the framework of general relativity. Furthermore, we propose a detection method for the GW background.

### [구 AT-11] Study on the feature importance of galaxies, stars and quasars classification with machine learning.

Changhee Son<sup>1</sup>(손창희), Seonho Kim<sup>1</sup>(김선호), Jitae Yoo<sup>2</sup>(유지태), Dongwook Min<sup>2</sup>(민동욱), Kyujin Kwak<sup>1</sup>(곽규진), Sungil Kim<sup>2</sup>(김성일), Taehwan Kim(김태환)<sup>2</sup>, Ji Hoon Kim<sup>3</sup>(김지훈)

<sup>1</sup>Department of Physics, Ulsan National Institute of Science and Technology, Ulsan 44919, Republic of Korea,

<sup>2</sup>Artificial Intelligence Graduate School, Ulsan National Institute of Science and Technology, Ulsan 44919, Republic of Korea,

<sup>3</sup>Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

최근 인공지능을 천문학에 적용하는 시도가 늘어나고 있다. 대표적인 예가 바로 인공지능을 활용해 측광 관측만으로 은하, 별, 퀘이사를 분류하려는 연구로 Clarke et al. (2020, A&A 639, A84)은 슬론 관측 데이터와 랜덤 포레스트 알고리즘을 사용해 이러한 분류를 시도하였다. 이번 연구에서는 Clarke et al.의 이전 연구 결과를 기반으로 이러한 분류가 어떤 물리적 특성을 기반으로 하는지, 즉 분류에 영향을 미치는 중요한 기준이 무엇인지를 파악하고자 하였다. 이를 위해 Tree-Based Models로 서로 유사하지만 학습 방법이 다른 랜덤 포레스트와 XGBoost 알고리즘을 사용하였다. 두 머신러닝 알고리즘 모두 동일한 슬론 데이터를 사용해 학습했을 때 96% 이상의 정확도를 가지고 분류를 수행하는 유사한 성능을 보였다. 그러나 분류에 사용된 물리적 특성 데이터의 중요도가 두 알고리즘에서 다르게 나타나는 것을 발견하였다. 특히 XGBoost에서는 학습 조건에 따라 분류를 결정하는 물리적 특성의 중요도가 크게 바뀌었다. 본 연구에서는 두 머신러닝 알고리즘에서 출력값으로 제공되는 특성 중요도(feature importance)가 어떤 물리적 의미를 가지는지를 이해하고, 계산된 특성 중요도를 천체 분류에서 얼마나 신뢰할 수 있는지를 논의한다.

## [특] 7DT

### [구 7DT-01] The Commissioning of 7-Dimensional Telescope and its First Light

Ji Hoon Kim<sup>1</sup>, Myungshin Im<sup>1,2</sup>, Hyung Mok Lee<sup>1</sup> and Center for the Gravitational-Wave Universe

<sup>1</sup>Astronomy Research Center, Seoul National University,

<sup>2</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

7-Dimensional Telescope (7DT), the main observational facility of Center for the Gravitational-Wave Universe, is a multi-telescope system designed to provide low spectral resolution ( $R=30\sim70$ ) spectra for objects within a large field of view ( $\sim 1.2$  square degree). The multi-object spectral imaging capability along with flexible operation, real-time data reduction and analysis enables 7DT to follow up gravitational-wave events and to identify electromagnetic counterparts with unmatched efficiency. 10 out of 20 planned telescopes were deployed at the observation site and started gathering data. We present the commissioning procedures of 7DT and its first light images obtained during the procedures.

### [구 7DT-02] Possibility of Solar System Research with 7DT

Bumhoo Lim(임범후), Masateru Ishiguro, Jooyeon Geem(김주연)  
Seoul National University(서울대학교)

7DT has the great potential to produce important research outputs in the solar system field. Many studies of primordial solar system objects have been conducted in recent years using spacecraft. The goal of these spacecraft studies is to obtain detailed information on a limited number ( $\sim 10$ ) of these small solar-system bodies. However, to investigate ongoing processes (e.g., collisions and disintegrations), we should transient phenomena of asteroidal/cometary outbursts. In addition, telescope-based observations remain powerful to survey objects widely distributed throughout the solar system.

In this presentation, we consider the potentiality of 7DT for solar system research. In particular, 7DT will be a powerful tool in studying hydrated asteroids, which have a broad absorption of around  $0.7 \mu\text{m}$ . This research may link with the origin of water on terrestrial planets. In addition, multi-band optical photometry of cometary outbursts using 7DT may unveil the cause of a mysterious phenomenon. This presentation will present observations of solar system objects where 7DT is advantageous, compared with various ongoing projects.

### [구 7DT-03] Active Galactic Nuclei Science with 7DT: Synergies with SPHEREx

Minjin Kim  
Kyungpook National University

We present how 7DT will impact understanding the physical structure of active galactic nuclei (AGNs). In particular, we will discuss that spectral variability provided by 7DT can be a unique and powerful tool for various AGN science cases. The synergies with SPHEREx space mission are also presented in this talk. The AGN variability is often non-parametrically characterized with

the structure function (SF). We show the mid-infrared SF of nearby AGNs and how this result can be applicable to 7DT and SPHEREx.

### [구 7DT-04] Spatially-resolved Galaxy Study with 7DT

Hyunjin Shim  
Kyungpook National University

With the wide field of view and the use of multiple medium-band filters, 7DT can be considered equivalent to a low-resolution integral field unit (IFU) spectrograph. To assess the capability of 7DT in the spatially resolved galaxy study, we perform pixel-by-pixel spectral energy distribution fitting using mock 7DT images constructed using simulated galaxies. The results show the synergy of combining 7DT images with the upcoming other data sets, e.g., SPHEREx survey data.

### [구 7DT-05] 7DT/7DS: Photometric Calibration with Spectrophotometric Standard Stars and Gaia DR3 Spectra

Gregory S.H. Paek<sup>1,2</sup>, Myungshin Im<sup>1,2</sup>, and Ji-hoon Kim<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea  
<sup>2</sup>SNU Astronomical Research Center, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

The 7-Dimensional Telescope (7DT) is one of the largest multiple telescope systems in the world, consisting of 20, 0.5m wide-field telescopes in Chile, equipped with 40 medium-bandwidth (~25nm) filters. It aims to identify not only the optical counterpart of GW sources but also to survey the sky of the Southern Hemisphere. The first step toward scientific goals with the optical facilities is photometric calibration. While medium-bands will enhance our understanding of the universe with better spectral resolution than conventional broadband filters, the calibration requires careful consideration due to the absence of a homogeneous survey with those unique filter systems. The Gaia data release 3 provides for the all-sky low-resolution spectra of standard sources distributed wide and homogeneous to calibrate each filter of 7DT by synthetic photometry. In this talk, we present the preliminary results for photometric calibration with the commissioning observations of 7DT for the standard fields. Each field contains both pre-selected spectra-photometric standard stars (SPSS) from CALSEPC and Gaia sources. Finally, we compare the uncertainties depending on the SPSS and Gaia sources used for the photometric calibration, and discuss the future plan.

### [구 7DT-06] Constraint on the progenitor

### system and explosion mechanism of Type Ia supernova SN 2021aefx

Hyeonho Choi<sup>1,2</sup>(최현호), Myungshin Im<sup>1,2</sup>(임명신)  
<sup>1</sup>SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea  
<sup>2</sup>Astronomy Program, Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

In this talk, we introduce a new software called TCSpy (Telescope Control System with Python) for 7-dimensional telescope(7DT). With the multiple telescopes (20 units of 0.5m telescopes in the case of 7DT), the main goal of TCSpy is acquisition of following functionality: 1. fast search observation for Target of opportunity (ToO) observation, 2. synchronized operation of multiple telescopes for deep and spectroscopic observation modes, 3. robotic observation. For these functions, we utilize network-based protocol using ASCOM alpaca and develop ObsScheduler for target selection from target database in a best observing condition. Here, we suggest the overview of telescope control system with TCSpy, observational modes, and current status of the operating software of 7DT.

## 우주론/암흑물질, 암흑에너지

### [구 CD-01] Observational Evidence for the Quintessence as the Nature of Dark Energy

Changbom Park<sup>1</sup>, Fuyu Dong<sup>1</sup>, Sungwook E. Hong<sup>2</sup>, Juhan Kim<sup>1</sup>, Ho Seong Hwang<sup>3</sup>, Hyunbae Park<sup>4</sup>, Stephen Appleby<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>KIAS, <sup>2</sup>KAS, <sup>3</sup>SNU, <sup>4</sup>LBNL, <sup>5</sup>APCTP

The dark energy equation of state parameter  $w$  is measured with sufficient accuracy to discover that  $w$  must differ from  $-1$  in the flat  $\Lambda$ CDM universe, namely dark energy is not the cosmological constant. A series of large-volume galaxy redshift surveys samples up to redshift  $z \sim 0.8$  produced by the Sloan Digital Sky Survey are used in the analysis, and the expansion history of the universe was measured using an extended version of the Alcock-Paczyński test (Park, H. et al. 2019). The test exploits the fundamental fact that gravity is an isotropic force and the statistical pattern of galaxy clustering can be used as a standard shape that is conserved with time.

The new analysis of the SDSS data indicates that the expansion of the universe is indeed accelerating but the acceleration is a little slower than expected in the flat  $\Lambda$ CDM universe. The dark energy equation of state parameter is measured to be  $w = -0.903 \pm 0.023$ , a  $4.2\sigma$  deviation from  $-1$ . This finding of a new "w tension"

inevitably leads us to discard the cosmological constant as the source for the accelerated expansion and consider alternative quintessence models.

### [ㄱ] CD-02] The $w$ tension in cosmology

Young-Wook Lee, Junhyuk Son, Chul Chung, Seunghyun Park, Hyejeon Cho  
*Department of Astronomy & Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University, Seoul 03722, Republic of Korea*

We have investigated the impact of the progenitor age bias on supernova (SN) cosmology in the flat- $\Lambda$ CDM model. After the age-bias correction, SN data alone prefers  $w$  (the equation of state of dark energy) value significantly larger than  $-1$  (cosmological constant). This agrees with the result from the BAO-only measurement, while it is discordant with the CMB-only result which prefers  $w$  less than  $-1$ . It is interesting to note that the Alcock-Paczynski (AP) test also prefers  $w > -1$ . Taken at face values, it appears that now we have a strong  $\sim 6$  sigma tension in  $w$  between the low- $z$  probes (SNe, BAO, AP) and the high- $z$  probe (CMB). This discordance in cosmology is reminiscent of the Hubble tension between SNe and CMB, and, as such, poses a serious question to the current paradigm of the concordance model.

### [ㄱ] CD-03] Probing the origin of the host 'mass-step' in type Ia supernovae Hubble residuals

Chul Chung, Suk-Jin Yoon, Seunghyun Park, Seunghyeon An, Junhyuk Son, Hyejeon Cho, Young-Wook Lee  
*Department of Astronomy & Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University*

The Hubble residuals of type Ia supernovae (SNe Ia) show a distinct change in brightness relative to the masses of their host galaxies. This change in brightness, referred to as the 'mass-step,' is applied as an additional correction term for standardization of SN Ia luminosity. Our investigation focuses on identifying the origin of the mass-step and presumes that the presence of two distinct groups in the distribution of host galaxy ages is responsible for this phenomenon. By utilizing the empirical nonlinear relationship between galaxy mass and age among local galaxies, an extension of the well-established color-magnitude diagram, we convert the mass distribution of SN Ia hosts into an age distribution. Our findings reveal a clear bimodal distribution of ages: a younger group with lower mass and an older group with higher mass. When plotting the Hubble residuals against host galaxy mass, these two groups contribute to the observed mass-step at around  $10^{10}$  solar masses. Our analysis indicates that the mass-step is

linked to the bimodal age distribution and its connection to the non-linear relationship between galaxy mass and age.

### [ㄱ] CD-04] Towards an accurate Causality Distance of the Hubble Constant

Daehyun Kim(김대현), Jeffrey A. Hodgson  
*Sejong University, 209, Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, Republic of Korea*

Causality Distances are a novel way to measure cosmological distances. It uses the speed of light to standardize a standard ruler in radio AGN flares. We aim to calibrate the systematics of this method on a microquasar with a known parallax distance. Doing this calibration allows us to make a more accurate estimation of the Hubble constant. We demonstrated this using Cygnus X-3, a well-known micro quasar. We assume that the radio flares observed in micro quasars are comparable to cosmological AGN. In this study, we use VLBI observations of Cygnus X-3, obtained in 1995 and 2016. In the 2016 data the Doppler factor appears to be close to 1. We find that the source appears to have spherical geometry. Additionally, we checked the causality argument is reliable and found that the assumption holds within errors. We then computed the systematic correction and applied it to the low redshift AGN 3C84 and obtained a Hubble constant of  $76 \pm 6$  km/s/Mpc.

### [ㄱ] CD-05] Local Universe from Cosmicflows -4

Alexandra Dupuy  
*Korea Institute for Advanced Study*

Cosmography is a branch of cosmology that maps and characterizes the large scale structures of the local Universe. These structures are the direct result of the rivalry between gravitation and the expansion of the Universe, which can be visualized as a tug-of-war between those two opposite forces. The peculiar velocity of a galaxy represent the motion of a galaxy due solely to gravitational interaction. As per this definition, peculiar velocities can be considered unbiased dynamical tracers of the total matter in the universe (dark matter and luminous or baryonic matter), and therefore, as a probe to test the standard cosmological model  $\Lambda$ CDM. In this talk, I will present how to use observed peculiar velocities of galaxies, from the latest Cosmicflows-4 catalog of galaxy distances, to characterize the large scale structures of the local Universe.

First, I will deliver the dynamical cosmography of the Local Universe within  $z = 0.1$  (1 giga light-years), obtained by exploiting the peculiar velocity field computed using the Cosmicflows-4 data and by the means of a Hamiltonian-Monte-Carlo method, to delineate superclusters as watersheds, publishing for the first time their size, shape, main streams of matter and the location

of their central attractor. Laniakea, our home supercluster's size is confirmed to be  $2 \times 10^6$  (Mpc  $h^{-1}$ )<sup>3</sup>. Five more known superclusters are now dynamically defined in the same way: Apus, Hercules, Lepus, Perseus-Pisces and Shapley. Also, the central repellers of the Bootes and Sculptor voids are found and the Dipole and Cold Spot repellers now appear as a single gigantic entity. Interestingly the observed superclusters are an order of magnitude larger than the theoretical ones predicted by cosmological LCDM simulations.

Upcoming large cosmological surveys, such as WALLABY (90,000 galaxies up to  $z = 0.1$ ), as well as DESI and 4HS (each bringing 500,000 galaxies up to  $z = 0.15$ ) will further enrich the cosmography of our Universe. Also, the Hamiltonian-Monte-Carlo method takes several weeks to converge to a solution of the local velocity field from roughly 50,000 distance measurements, and hence will no longer be applicable to the new data arriving in a few years. Thus, a problem arises: how to reconstruct the local velocity and (over)density fields from such a large number of galaxies? Deep Learning may be a solution.

I will then introduce an algorithm based on a U-Net type Convolutional Neural Network predicting the distribution of dark matter in the local Universe. I will show the predicted dark matter map of the Local Universe up to a distance of  $\sim 80$  Mpc  $h^{-1}$ , including within the Zone of Avoidance, a region where the Milky Way's strong radiative activities prevent the direct observations of extragalactic objects except for a few specific bands, hence with very few to no measurements of galaxy distances and peculiar velocities. However peculiar velocities encode the gravitational pull due to the total mass distribution, including within the Zone of Avoidance, allowing mapping within this hidden area.

### [구 CD-06] Probing the self-interacting nature of dark matter using merging clusters

Dongak Park<sup>1</sup>, M. James Jee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Yonsei University,

<sup>2</sup>Department of Physics, University of California, Davis

Despite the numerous outstanding achievements in modern cosmology, the nature of dark matter remains elusive. The conventional theory of the universe assumes that dark matter is both collisionless and cold. However, certain studies propose the possibility of self-interactions among dark matter particles due to discrepancies between theory and observations on the small-scale universe. Merging galaxy clusters have become valuable testing grounds for investigating dark matter self-interaction, owing to the significant energy involved in the process of cluster collision. By utilizing optical and radio wavelengths observation, as well as estimations of mass distribution through weak lensing studies, we have developed a novel method for reconstructing the merger history of binary merging clusters. Based on o

ur merger scenario reconstructions of 10 merging clusters, we propose a constraint on the cross-section of self-interacting dark matter as  $\lesssim 0.4 \text{ cm}^2/\text{g}$  at the 68% confidence level.

## [특] Machine Learning

### [구 ML-01] An Overview of Machine Learning in Astronomy (천문학에서의 기계 학습 개요)

Cristiano G. Sabiu

Department of Physics, University of Seoul, Seoul 02504, KOREA

As astronomical datasets continue to grow in both complexity and volume, traditional data analysis techniques are often inadequate for comprehensive interpretation. This talk aims to provide an overview of how machine learning methods are revolutionizing the field of astronomy and astrophysics and enabling unprecedented insights into the cosmos. We will discuss applications ranging from the automated classification of celestial objects, such as galaxies and supernovae, to the detection of anomalous events within a dataset. Special attention will be given to the role of machine learning in tackling some of astronomy's most elusive questions, including the nature and distribution of dark matter and dark energy. Through real-world case studies, this talk will demonstrate the effectiveness of machine learning algorithms in addressing challenges inherent in astronomical data analysis and offer insights into future directions for this interdisciplinary research.

### [구 ML-02] ML applications to GW astrophysics

Kyungmin Kim

Korea Astronomy and Space Science Institute

For the recent decade, the application of machine learning for gravitational-wave (GW) science/astrophysics has been in the limelight and intensively studied by many researchers/groups. In this talk, I introduce such applications briefly and present my own studies in the field. I show utilizing machine learning is promising to advance GW astrophysics in the multi-messenger era: not only for enhancing search performance/efficiency but also for identifying astrophysical phenomena.

### [구 ML-03] Numerical differences in cosmological simulations and correcting them using machine learning.

Minyong Jung, Ji-hoon Kim

Center for Theoretical Physics, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul 08826,

Korea

We explore baryonic physics and quantify their resolution effects in a large cosmological simulation, IllustrisTNG, which can help researchers better understand the impact of the resolution on the results. To do this, we develop and validate a subhalo matching method that utilizes only the position and mass of the subhalo. We compare the subhalos in high-resolution simulations with their low-resolution counterparts, which are 8 times poorer in mass resolution. With the physics model in IllustrisTNG, subhalos in higher resolution simulations have stellar masses that are  $\sim 0.5$  dex higher than those in the low-resolution counterparts. The differences are less significant for gas masses, and show good convergence for black hole masses. The mass profiles of subhalos reveal that the dark matter mass of low-resolution subhalos is  $\sim 0.7$  times lower at the resolution limit, within 2 kpc. The differences in stellar mass and gas are also concentrated in the central region, while satellite galaxies at the cluster scale exhibit lower gas mass in the outer region in the low-resolution simulations. Finally, we use machine learning (ML) to correct for numerical differences in cosmological simulations and show remarkable improvement in the subhalo properties in the low-resolution simulation. We implement the ML model for subhalos in TNG300-1 to improve their properties, making them comparable to those in the higher resolution simulation, TNG100-1. We also find that the machine does not only use features at  $z=0$  but also prioritizes the features at cosmic noon when predicting the stellar mass of high-resolution subhalos. Our work and pipeline could be easily applied to any other cosmological simulations, testing the resolution effects of their numerical code and physics models.

#### [구 ML-04] Opening the Blackbox: Interpretable Machine Learning in Astronomy

Se Yeon Hwang, Cristiano G. Sabiu  
*Department of Physics, University of Seoul, Seoul 02504, KOREA*

Understanding how machine learning procedures arrive at their final answer is an important consideration for astronomers using these techniques in their research. In this context, we applied two 3D deep learning algorithms: Convolutional Neural Network (CNN) and Vision Transformer (ViT), to predict cosmological parameters. We generated a 2Gpc/h lightcone simulation using fast simulation code and used only dark matter halo information for both algorithms to determine  $\Omega_m$ ,  $\sigma_8$ , and  $w_0$ . Since CNN has been predominantly used in previous studies, we decided to explore the potential of the ViT algorithm and assess whether it can produce competitive results. However, ViT's main advantages are derived from big data, which requires more data than what we used or had access to as pre-trained

models. Despite this limitation, we confirmed that ViT has the potential to perform this task effectively. Furthermore, we employed the Grad-CAM method to gain deeper insights into machine learning procedures, specifically by identifying the source of parameter predictions within the input data. Through our studies, we discovered that each parameter was predicted using different information from the large-scale structure.

Building upon this insight, we introduce our new project SCOPE (Structure-based Cosmological Parameter Estimation) as a future research direction, which will investigate how each component of the large-scale structure influences the prediction of cosmological parameters.

#### [구 ML-05] *STag* 2.0: Supernova Tagging and Classification

William Davison<sup>1,2</sup>, David Parkinson<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*  
<sup>2</sup>*University of Science and Technology*

*STag* is a machine-learning based supernova classifier that also produces tag probabilities of spectral lines. It makes use of multi-label classification and a simple feed-forward neural network. We present an updated version of *STag* that features a new training set that is more representative of real data, as well as updated tags that are better suited for dealing with actual supernova spectra. We find that the changes made substantially improve the ability to correctly classify realistic data compared to the previous version, and discuss the possibility for expanding the capabilities of *STag* to classify by age as well as supernova type.

#### [구 ML-06] Searching for Local Features in Primordial Power Spectrum using Genetic Algorithms

Kushal Lodha<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute(한국천문연구원),* <sup>2</sup>*University of Science and Technology*

We present a novel methodology for exploring local features directly in the primordial power spectrum using a genetic algorithm (GA) pipeline coupled with a Boltzmann solver and Cosmic Microwave Background data (CMB). After testing the robustness of our pipeline using mock data, we apply it to the latest CMB data, including Planck 2018 and CamSpec PR4. In this talk, I will describe our model-independent approach that provides an analytical reconstruction of the power spectra that best fits the data, with the unsupervised machine learning algorithm exploring a functional space built off simple "grammar" functions. We find significant improvements upon the simple power-law behaviour, by

$\Delta \chi^2 / \text{dof} \sim 21$ , consistently with more traditional model-based approaches. The proposed pipeline provides an adaptable tool for exploring features in the primordial power spectrum in a model-independent way, providing valuable hints to theorists for constructing viable inflationary models consistent with the current and upcoming CMB surveys.

## 태양계

### [구 SS-01] Predicting abundance of Ru isotopes in SW, SN and PN: application of Nugrid project

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

The isotopic composition of Ruthenium (Ru) measured within pre-solar silicon carbide (SiC) provides an important piece of evidence for the environment of the pre-solar system. In general, SiC is known to condense in the carbon-rich stellar winds (SW) forming from the atmospheres of low or intermediate mass AGB stars, and Ru isotopes are preserved in the condensed SiC. However, according to recent studies, pre-solar grains including SiC can also form in other dense and cool environments such as planetary nebulae (PN) and supernovae (SN). In this study, we investigate other possibilities traced with Ru isotopes contained within pre-solar SiC by using the results of the NuGrid project, which provide the Ru isotopes produced in the stellar wind during the stellar evolution including AGB stages as well as in the planetary nebulae and supernovae. Comparison of the observation with the predictions from the NuGrid project reveals that the observed isotopic composition of Ru can be also explained with the Ru isotopes produced in planetary nebulae. Based upon our discovery, we suggest a new scenario for pre-solar SiC which forms in the planetary nebulae near our pre-solar system.

### [구 SS-02] New evidence supporting past dust ejections from an active asteroid (4015) Wilson-Harrington

Sunho Jin<sup>1</sup>, Jooyeon Geem<sup>1</sup>, Hiroyuki Naito<sup>2</sup>, Jun Takahashi<sup>3</sup>, Hiroshi Akitaya<sup>4</sup>, Daisuke Kuroda<sup>5</sup>, Seitaro Urakawa<sup>5</sup>, Seiko Takagi<sup>6</sup>, Tatsuharu Oono<sup>6</sup>, Tomohiko Sekiguchi<sup>7</sup>, Davide Perna<sup>8</sup>, Simone Ieva<sup>8</sup>, Yoonsoo P. Bach<sup>1</sup>, Hangbin Jo<sup>1</sup>, and Masateru Ishiguro<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, <sup>2</sup>Nayoro Observatory <sup>3</sup>Nishi-Harima Astronomical Observatory, Center for Astronomy, University of Hyogo, <sup>4</sup>Planetary Exploration Research

Center, Chiba Institute of Technology, <sup>5</sup>Bisei Spaceguard Center, Japan Spaceguard Association, <sup>6</sup>Graduate School of Science, Hokkaido University, <sup>7</sup>Hokkaido University of Education, <sup>8</sup>INAF - Osservatorio Astronomico di Roma

A near-Earth object, 107P/(4015) Wilson-Harrington (hereafter WH), has been considered to be a comet since it exhibited a tail in photographic plate images taken in 1949 [1]. Fernandez et al. (1997) suggested ion fluorescence as a possible explanation for the observed tail, implying that WH has a cometary origin [2]. However, it should be noted that WH has an orbit and color consistent with an asteroid rather than a comet [3][4]. For these reasons, the origin and activity mechanism are long-standing questions in solar system research. In recent years, some asteroids (so-called, active asteroids) have exhibited comet-like tails. Motivated by active asteroids research, we conducted a comprehensive investigation of this mysterious object, including polarimetry, photographic plate photometry, and dust ejection, to determine its origin – whether it is asteroidal or cometary – and to constrain the mechanism evoking its activity.

We derived the characteristic linear polarization degree at the phase angle of 50 degrees to be  $13.6 \pm 0.2\%$  from polarimetric observations during the 2022-2023 apparition at Nayoro Observatory of Hokkaido University, Nishi-Harima Astronomical Observatory, and Higo-shi-Hiroshima Observatory. Based on these results, along with several past studies, we quantitatively determined that this object has a higher probability (> 99 percents) of being a C-complex asteroid rather than a comet, using machine learning techniques.

Furthermore, we reanalyzed photographic plate images and found that the color of the tail was not significantly different from that of the nucleus when it was discovered in 1949. We also noticed new observational evidence that the brightness of WH itself was around 40% greater than expected from the phase curve of the nucleus during its activity. These photometric results suggest that WH ejected dust to form a dusty tail and coma rather than exhibiting ionic tails.

Based on the aforementioned photometric results, we conducted dust ejection simulations and discovered that the tail consisted of 100  $\mu\text{m}$ -sized dust particles ejected at a speed close to the escape velocity of WH [5]. All of our findings mentioned above corroborate the existence of a dust tail during its activity in 1949. At the conference, we will discuss which ejection mechanism found from among active asteroids is most likely to have triggered the activity.

[1] Cunningham, L. E., 1950, IAU Circ., No. 1250, #3, Edited by Vinter Hansen, J. M.

[2] Fernandez, Y. et al., 1997, Icarus, 128, 144.

[3] Urakawa, S., et al., Icarus, 215, 17, 2011.

[4] Bottke, W. F., et al., Icarus, 156, 399, 2002.

[5] Ishiguro, M., et al., 2007, Icarus, 189, 169.

### [구 SS-03] Exploring the origins of cometary depressions based on collisional processes in the Edgeworth-Kuiper Belt

Bumhoo Lim(임범후), Masateru Ishiguro  
Seoul National University

The investigations into six comets (1P, 9P, 19P, 67P, 81P, and 103P) explored by a series of space missions have unveiled a remarkable diversity in their morphology and surface features. Cometary depressions discovered on their surfaces are common, yet their exact origins remain a subject of ongoing debate due to their distinctive morphological traits and widely varying surface densities. The conventional explanations tied to near-Sun orbital histories and subsequent mass-loss processes have proven insufficient in elucidating their formation, prompting the consideration of the depressions originating in earlier phases. This study explores the possibility that these depressions were produced by collisional events within their source region, the Edgeworth-Kuiper Belt. Employing a statistical analysis of collisional probabilities along with an established orbital model for the Kuiper Belt, we discern a broad spectrum of collisional probabilities among Kuiper Belt Objects (KBOs), depending on their orbital elements. Our analysis reveals that the size distribution of reproduced craters adequately accounts for the existing variations in crater densities, spanning nearly one order of magnitude between the leanest and the densest. Finally, we discuss the plausible origins of the six comets among distinct subpopulations within Kuiper Belt (classical, scattering, resonant) based on the diverse collisional environments each subpopulation has.

### [구 SS-04] Near Infrared Polarimetry of Airless Bodies Hints the Existence of Fine Dusts: The Case of Dawn Mission Targets, (4) Vesta and (1) Ceres

Yoonsoo P. Bach<sup>1,2</sup>, Masateru Ishiguro<sup>1,2</sup>, Jun Takahashi<sup>3</sup>, Jooyeon Geem<sup>1,2</sup>, Daisuke Kuroda<sup>4</sup>, Hiroyuki Naito<sup>5</sup>, Jungmi Kwon<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Republic of Korea

<sup>2</sup>SNU Astronomy Research Center, Republic of Korea

<sup>3</sup>Center for Astronomy, University of Hyogo, Japan

<sup>4</sup>Japan Spaceguard Association, Japan

<sup>5</sup>Nayoro Observatory, Japan

<sup>6</sup>Department of Astronomy, Graduate School of Science, The University of Tokyo, Japan

Polarized light from surface scattering on airless bodies is recognized for its capacity to contain critical information, including albedo, surface grain size, composition, and taxonomic types. So far, previous polarimetric studies on airless bodies have concentrated on optical

wavelengths ( $\lambda \sim 0.5 \mu\text{m}$ ), and we expand this exploration into the near-infrared (NIR) range. Our primary objective is to ascertain whether the polarization degree is dependent on the size parameter of the particles ( $X \propto D/\lambda$  for particle size  $D$ ). We investigated the Dawn mission targets, (1) Ceres and (4) Vesta, chosen for their brightness and extensive scrutiny by the Dawn mission, coupled with the probability of harboring diminutive grains ( $D \lesssim 10 \mu\text{m}$ ) on their surfaces. Leveraging the Nishiharima Infrared Camera (NIC) at the Nishiharima Astronomical Observatory (NHAO), we successfully obtained their polarimetric information in J-, H-, and Ks-bands. Our analysis conclusively verifies a notable alteration in Vesta's polarization degree, specifically within the Ks-band ( $\lambda = 2.15 \mu\text{m}$ ). This aligns seamlessly with anticipated results from experiments, if the surface is primarily dominated by  $D = 10\text{--}20 \mu\text{m}$  particles. Consequently, we construe this alteration as observational substantiation of the existence of  $D = 10\text{--}20 \mu\text{m}$  particles on Vesta's surface. In contrast, Ceres displays no discernible shift in its polarization state from optical to NIR, and we interpret it as the prevalence of particles (or filament structures) of  $D \ll 1 \mu\text{m}$ . We emphasize that no other polarimetric analysis of airless bodies at  $\lambda > 2 \mu\text{m}$  has been reported as of August 2023. Furthermore, it is the first attempt to successfully quantify particle sizes on airless bodies through multi-wavelength polarimetry.

### [구 SS-05] Spectral type and geometric albedo of (98943) 2001 CC21, the Hayabusa2# mission target

Jooyeon Geem<sup>1</sup>(김주연), Masateru Ishiguro<sup>1</sup>, Mikael Granvik<sup>2,3</sup>, Hiroyuki Naito<sup>4</sup>, Hiroshi Akitaya<sup>5,6</sup>, Tomohiko Sekiguchi<sup>7</sup>, Sunao Hasegawa<sup>8</sup>, Daisuke Kuroda<sup>9</sup>, Tatsuharu Oono<sup>10</sup>, Yoonsoo P. Bach<sup>1</sup>, Sunho Jin<sup>1</sup>, Rio Imazawa<sup>11</sup>, Kaji S. Kawabata<sup>6,11</sup>, Seiko Takagi<sup>10</sup>, Makoto Yoshikawa<sup>8</sup>, Analog A. Djupvik<sup>12,13</sup>, Thiim Julie Gadeberg<sup>12</sup>, Tapio Pursimo<sup>12,13</sup>, Durfeldt Oliver Pedros<sup>12,14</sup>, Sinkbaek Jeppe Thomsen<sup>12,13,15</sup>, Zuri Gray<sup>12,16,17</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University (서울대학교), <sup>2</sup>University of Helsinki, <sup>3</sup>Luleå University of Technology, <sup>4</sup>Nayoro Observatory, <sup>5</sup>Chiba Institute of Technology, <sup>6</sup>Hiroshima University, <sup>7</sup>Hokkaido University of Education, <sup>8</sup>Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), <sup>9</sup>Japan Spaceguard Association, <sup>10</sup>Hokkaido University, <sup>11</sup>Hiroshima University, <sup>12</sup>Nordic Optical Telescope, <sup>13</sup>Aarhus University, <sup>14</sup>Technical University of Denmark, <sup>15</sup>Università di Bologna, <sup>16</sup>College Hill, <sup>17</sup>University College London

(98943) 2001 CC21 (hereafter CC21) is the target of the Hayabusa2 extended mission operated by the Japan Aerospace Exploration Agency. However, a discrepancy in CC21's taxonomic classification exists in earlier research. While Binzel et al. (2004) [1] classified CC21 as

L-type, Lazzarin et al. (2005) and DeMeo et al. (2009) suggested the target could be an S-type asteroid [2, 3]. Consequently, a more comprehensive inquiry into the target's taxonomic type remains imperative. In addition, CC21's albedo had not been confirmed until this study. The albedo is the critical value for setting appropriate exposure times during the fast flyby observation.

In early 2023, we observed CC21 with two different methods: optical linear polarimetry and near-infrared spectroscopy. Our observations unveil noteworthy characteristics of the asteroid: a polarimetric inversion angle of  $\sim 20^\circ$ , a polarimetric slope  $h = 0.09 \pm 0.01$ , and distinct absorption bands at wavelengths around 0.9 and 1.9  $\mu\text{m}$ . We estimated CC21's geometric albedo of  $0.23 \pm 0.04$  from slope  $h$ . These identified properties are the features associated with typical S-type asteroids but significantly different from those attributed to L-types. Based on the results, we conclude that Hayabusa2 spacecraft will be investigating an S-type asteroid, more specifically, an ordinary chondrite-like object falling within the L or LL category, with comparable albedo and size (estimated at 0.44–0.53 km, assuming an absolute magnitude of 18.8), akin to the characteristics of (25143) Itokawa. In this presentation, we will share our results and interpretations. The content of this presentation was published as Geem et al. 2023 [4].

- [1] Binzel R. P., Perozzi E., Rivkin A. S., et al. 2004, *M&PS*, 39, 351
- [2] DeMeo F. E., Binzel R. P., Slivan S. M., Bus S. J., 2009, *Icarus*, 202, 160
- [3] Lazzarin M., Marchi S., Magrin S., Licandro J., 2005, *MNRAS*, 359, 1575
- [4] Geem, J., Ishiguro, M., Granvik, M., et al. 2023, *MNRAS*, 525, L17

**[구 SS-06] NSOS- $\alpha$ : THE FIRST KOREAN ASTEROID SURVEY TELESCOPE (지구위협소행성 광학감시시스템)**

Myung-Jin Kim, Hong-Suh Yim, Jaemann Kyeong, Youngmin JeongAhn, Hee-Jae Lee, Hong-Kyu Moon, Dong-Goo Roh, Jung Hyun Jo, Jang-Hyun Park, Sungki Cho  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

2023년 8월 현재까지 32,400개가 넘는 근지구소행성을 발견했고 그중 지구와의 충돌시 국가 규모의 재난을 야기할 크기 140미터 이상, 지구와의 최소 궤도 교차 거리가 0.05 au(지구-달 사이 거리의 약 19.5배) 이내의 지구위협소행성은 2,350 여개 찾았다. 1998년부터 시작된 NASA의 우주방위목표(Spaceguard goal)에 따라 지구와의 충돌시 전 지구적인 재난이 발생할 수 있는 1킬로미터 이상의 근지구소행성은 95% 이상 발견했다. 하지만 여전히 140미터급 소행성의 발견 비율은 절반도 되지 않는 실정이다. 또한 NASA 근지구소행성 탐사 망원경은 대부분 북반구에 있다.

한국천문연구원에서는 지름 1.5미터급 지구위협소행성 광학감시시스템 프로젝트를 시작했다. NSOS- $\alpha$  망원경은 우리나라 최초로 지구위협소행성 발견을 목적으로 하는 5평방도 시야의 탐사 망원경으로 2026년 완공, 2027년 운영 시작을 목표로 하고 있다. 특히 남반구 최초의 1.5미터급 근지구소행성 탐사 전용 망원경으로 칠레 CTIO 천문대에 설치될 예정이다. 본 발표에서는 지구위협소행성 광학감시시스템의 개요 및 목표, 탐사 전략 등을 소개할 예정이다.

**[특] Artemis/CLPS**

**[구 AC-01] DALO: Science instruments for lunar surface in collaboration with NASA's Artemis/CLPS initiative**

Young-Jun CHOI<sup>1,2</sup>, Chae Kyung SIM<sup>1</sup>, Dukhang LEE<sup>1</sup>, Seul-Min BAEK<sup>1</sup>, Jehyuck SHIN<sup>1</sup>, Jongho SEON<sup>3</sup>, Sungsoo S. KIM<sup>3</sup>, Minsup JEONG<sup>1</sup>, Ho JIN<sup>3</sup>, Sung-Joon YE<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*,  
<sup>2</sup>*University of Science and Technology*,  
<sup>3</sup>*Kyung Hee University*, <sup>4</sup>*Seoul National University*

The Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI) is actively engaged in lunar science and exploration research as part of the Discovery Across Lunar Observations (DALO) initiative. The primary objective of this initiative is to gain a comprehensive understanding of the lunar environment, encompassing both its scientific aspects and its implications for prospective human-related experiments. To enhance our comprehension of the lunar surface through in situ scientific measurements, KASI is currently in the process of developing specialized payloads for deployment on the lunar surface. This endeavor is made possible through collaboration with NASA's Commercial Lunar Payload Services (CLPS) initiative, an integral component of the broader Artemis program, facilitated by the KASI-NASA Exploration Working Group. It is noteworthy that the Ministry of Science and ICT (MSIT) is providing sponsorship for various phases of this initiative, encompassing payload development, mission operation, and subsequent data analysis.

The selection of four distinct payloads, LUSEM, GrainCams, LVRAD, and LSMAG, has been guided by evaluating their scientific merit and technical readiness. (1) LUSEM has two pairs of solid-state telescopes (SST) designed to detect high-energy particles within the range of tens of keV to tens of MeV. It is slated to be integrated into the payload configuration of the Nova-C Lander, a component of Intuitive Machines (IM), with planned operations on the lunar surface at the Reiner Gamma swirl in 2024. (2) meticulous payload comprises two cameras to investigate the microstructure of the upper regolith which exhibits a high degree of porosity,



as well as the behavior of dust particles in close proximity to the lunar surface. (3) LVRAD is a suite of radiation detectors that will quantify the radiation environment prevailing on the lunar surface. Its principal objective is to assess the potential implications of this radiation on biological organisms, thereby laying the groundwork for future human-related activities on the Moon. (4) LSMAG is to perform in-situ measurements of the magnetic field on the lunar surface using two fluxgate magnetometers and an accelerometer.

The outcomes of this research initiative hold considerable significance, as they promise to contribute invaluable knowledge, technological advancements, and experiential insights that will be helpful to future space exploration missions.

### [ㄱ] AC-02] Lunar Space Environment Monitor (LUSEM), the first achievement in Korea for the CLPS Project

Go Woon Na<sup>1</sup>, Jongho Seon<sup>1</sup>, Kyu-Sung Chae<sup>1</sup>, Woo-Hyeong Seol<sup>1</sup>, Chan-Haeng Lee<sup>1,2</sup>, Young-Jun Choi<sup>2,3</sup>, Dukhang Lee<sup>2</sup>, Chae Kyung Sim<sup>2</sup>, Seul-Min Baek<sup>2</sup>, Jehyuck Shin<sup>2</sup>, Jun Yong Park<sup>4</sup>, Young Jin Jun<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Kyung Hee University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>University of Science and Technology, <sup>4</sup>Satrec Initiative Co., Ltd.

The Korean Lunar Space Environment Monitor (LUSEM), which contributes to the Commercial Lunar Payload Services (CLPS) of the Artemis mission, is the first achievement of an international collaboration between NASA and KASI in lunar surface mission. LUSEM has a special identity to measure the energy distribution of high-energy charged particles, distinguishing it from previous experiments conducted on the lunar surface during the Apollo mission. It is also expected to provide constraints on the possible physical mechanisms involved in the formation of lunar swirls and space weathering as the landing site is the Reiner Gamma, which is one of the most interesting locations for lunar swirls. Furthermore, despite being a landing mission, LUSEM is planned to continue observing even while traveling to the Moon and to provide information about the interaction between the Earth's magnetotail and the Moon.

LUSEM consists of the bi-directional two solid-state telescopes and each one's field-of view is 20° × 20°. It looks almost towards the zenith direction slightly away from the Sun and views the ground in the opposite direction. It simultaneously measures electrons and positive ions in energy ranges of 50 keV – 2 MeV and 50 keV – 20 MeV, respectively. We had successfully developed and tested LUSEM for last 4 years in Korea and we recently sent the flight model to NASA to be integrated on the lander IM-3 for the scheduled launch in 2024. We will present an overview of the capabilities, t

est results and the further schedule of LUSEM. And a few advanced goals might be discussed that could be pursued through collaborative efforts with other payloads on the same lander.

### [ㄱ] AC-03] The performance of Lunar Surface MAGnetometer (LSMAG) instrument

Ho Jin<sup>1</sup>, Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, HyeonhuPark<sup>1</sup>, Juhyeong Kim<sup>1</sup>, Seungmin Lee<sup>1</sup>, Hyeonjeong Lee<sup>2</sup>, Seongwhan Lee<sup>2</sup>, Derac Son<sup>3</sup>, Seul-MinBaek<sup>4</sup>, JehyuckShin<sup>4</sup>, ChaeKyungSim<sup>4</sup>, Dukhang Lee<sup>4</sup>, Young-JunChoi<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Dept. of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, Republic Korea  
<sup>2</sup>NARA space Technology, Republic Korea  
<sup>3</sup>Sensorpia Inc. Republic Korea  
<sup>4</sup>Korea Astronomy and Space science Institute, Republic of Korea

"The Lunar Surface MAGnetometer (LSMAG) is being developed as one of the payload instruments for the Discovery Across Lunar Observations (DALO) project. DALO is a research and development initiative focused on the Moon, led by the Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI).

LSMAG's primary scientific purpose is to investigate the lunar south pole's magnetic environment. This investigation will enhance our understanding of lunar space weather in the termination region through time-varying magnetic field observations on the lunar surface.

LSMAG has two main parts: the Fluxgate Magnetometer Control Electronics (FCE) unit and the Magnetometer (MAG) unit. The FCE unit controls the overall system, processes acquired data, and communicates with the lander. The MAG unit is equipped with four types of sensors: two FluxGate Magnetometers (FGMs), one Anisotropic Magneto-Resistive (AMR) sensor, and an accelerometer. These sensors are all installed on a 1-meter-long boom to minimize magnetic disturbance from the lander. Additionally, the use of multiple FGMs allows for noise disturbance elimination through a multi-sensing method. The fluxgate magnetometer has a measurement range of ±2,000 nT with a 0.2 nT resolution. This design is an evolution from the KMAG (Kplo MAGnetometer) instrument heritage.

We believe LSMAG will provide valuable data for studying the lunar surface environment and space weathering."

### [ㄱ] AC-04] Lunar Vehicle Radiation Dosimeter (LVRAD) Science Mission for Radiation Environment on the Lunar Surface

Sukwon Youn<sup>1</sup>, Uk-won Nam<sup>2</sup>, Won-Kee Park<sup>2</sup>, Jongdae Sohn<sup>2</sup>, Chae Kyung Sim<sup>2</sup>, Dukhang Lee<sup>2</sup>, Seul-Min Baek<sup>2</sup>, Jehyuck Shin<sup>2</sup>, Young-Jun Choi<sup>2</sup>, Sunghwan Kim<sup>3</sup>, Hongjoo Kim<sup>4</sup>, Insoo Jun<sup>5</sup> and Sung-Joon Ye<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>Cheongju University, <sup>4</sup>Kyungpook National University, <sup>5</sup>Jet Propulsion Laboratory

Lunar Vehicle Radiation Dosimeter (LVRAD) is a scientific payload proposed to the Commercial Lunar Payload Services (CLPS) program to measure the radiation environment on the lunar surface and evaluate its biological effects. LVRAD consists of four radiation detectors: Tissue Equivalent Dosimeter (TED), Advanced Particle Dosimeter and Spectrometer (APDS), Fast Neutron Spectrometer (NS-F), and Epithermal Neutron Spectrometer (NS-E). These four detectors will carry out a science mission to measure diverse radiation environments on the lunar surface, such as charged particles, neutrons, and gamma rays. TED and NS-F measure the biological effects of charged particles and fast neutrons to the human body, respectively. APDS obtains information about the radiation environment by measuring the charged particle LET spectrum and the proton energy spectrum. NS-E measures thermal/epithermal neutron fluxes and gamma ray spectrum emitted from the lunar subsurface. The ratio of thermal and epithermal neutron fluxes could be an indicator of the lunar subsurface water. The information on the composition of the lunar soil could be obtained through the gamma peaks.

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) Grant funded by the Korea government (MSIT) (NRF-2020M1A3B7040417, NRF-2020M1A3B7108845).

**[구 AC-05] Progress of Developing GrainCams as a Candidate instrument for CLPS**

Minsup Jeong<sup>1</sup>, Young-Jun Choi<sup>1,2</sup>, Sungsoo S. Kim<sup>3</sup>, Dukhang Lee<sup>1</sup>, Bongkon Moon<sup>1</sup>, Woojin Kim<sup>2</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Seonghwan Choi<sup>1</sup>, Jihun Kim<sup>1</sup>, Minbae Kim<sup>1</sup>, Mingyeong Lee<sup>1,3</sup>, Chae Kyung Sim<sup>1</sup>, Seul-Min Baek<sup>1</sup>, Jehyuck Shin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>2</sup>University of Science and Technology

<sup>3</sup>Kyung Hee University

We are developing an imaging camera instrument package, called GrainCams, for operating on a lunar rover. It consists of two cameras, which are SurfCam and LevCam. SurfCam is a light field microscope imaging camera. It is designed to obtain three-dimensional images of the upper layer of the lunar regolith, called a 'fairy castle structure.' The fairy castle structure is a very weak and small structure, with a scale of around 2 mm. Thus, it is hard to simulate under the Earth's gravity. Therefore, it needs to be imaged with in situ measurement on the lunar surface. LevCam is a bright optical camera for detecting lofted lunar dust on the lunar surface. The lofted lunar dust was first observed by Apollo astronauts. However, many of its physical properties are not well-known, such as lofting height and size

of the dust. The scientific goals of the LevCam are detecting the dust and measuring its size and velocity. We will present the GrainCams development progress and details of requirements and design.

**[구 AC-06] Laboratory Experiment Result for Light Scattering of 3D Printed Lunar Simulants at Small Phase Angles**

Mingyeong Lee<sup>1,2</sup>, Minsup Jeong<sup>1</sup>, Young-Jun Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>2</sup>University of Science and Technology

The microstructure of lunar regolith plays an important role in the light scattering on the top of the lunar surface. Specifically, it is believed that grains comprising lunar regolith are piled up like a tower with high porosity, which is referred to as the "fairy castle structure." This unique structure has been studied so far in various manners, such as observations and laboratory experiments. However, replicating and maintaining the highly porous structure with soil grains in the lab has proven challenging due to Earth's gravity, so it limits our understanding of the physical properties of the lunar fairy castle structure.

We have adopted 3D printing as a solution to the previously mentioned problem. We printed 24 artificial lunar fairy castle structures with a resolution of 10 μm and measured their reflectance at the small phase angles (i.e., the angle between the light source, target, and detector).

We introduce our laboratory work as a science application of SurfCam, which is a light-field microscopic imaging camera of GrainCams. Additionally, we present the results of the work and implications for the study of light scattering on the lunar fairy castle structure.

**[특] Heliosphere: Basics and Frontiers**

**[Tu HE-01] Understanding Solar Eruptions**

Gwangson Choe(최광선)

School of Space Research, Kyung Hee university, Yongin, Korea (경희대학교)

This tutorial is aimed at students who are new to solar physics or those who have worked in solar physics but still have an unclear understanding of the concepts related to solar eruptions. When referring to "solar eruption" here, I mean a phenomenon in which a discernible magnetic structure containing plasma is expelled.

First, I want to emphasize that magnetohydrodynamics (MHD) does not have an absolute scale when gravi

ty is ignored. Phenomena observed on the actual Sun should also manifest in a model Sun roughly the size of a soccer ball. Therefore, the criterion for solar eruptions to occur should be sought within dimensionless quantities.

Next, I will explain two critical MHD instabilities responsible for the majority of solar eruptions: the torus instability and the helical kink instability.

A torus-shaped line-tied flux rope carrying an axial (toroidal) current experiences an expanding force called the hoop force, because the solar surface is nearly a perfect conductor. If this hoop force is not counteracted by a downward Lorentz force from another line-tied field, the flux rope will ascend. This is known as the torus instability.

To explain the helical kink instability, I will introduce the concept of "tension," as in a rope or a spring, which is different from the conventional "magnetic tension." The "tension" in the former sense becomes negative when the spring's twist exceeds a certain threshold. In a flux rope, this leads to the helical kink instability.

I will also discuss why the criteria for these two instabilities are insufficient to explain certain eruptions and failed eruptions.

### [조 HE-02] Observation and Research Activities of Neutron Monitors in Korea

Suyeon Oh  
Chonnam National University

Cosmic ray intensity recorded on the ground neutron monitor is an important factor in responding to solar activity. Its profile shows the decreasing or increasing shape by solar eruptions such as coronal mass ejections or solar flares. The former is well known as "Forbush decrease", while the latter is known as "Ground level enhancement". The changes of cosmic ray intensity have various effects on the Earth's environment, technology, and human life. Monitoring cosmic rays is one way to get a better understanding of the very complex relationship between the Earth and the rest of the universe. The first Korean neutron monitor has been installed at Daejeon in October, 2011. It is under the relocation working to Gamak SLR station in Korea Astronomy and Space Science Institute. Another neutron monitor has been installed at Jang Bogo in Antarctica in December, 2015. It inherited data from McMurdo neutron monitor which was one member of "Spaceship Earth" operated by Bartol research institute in University of Delaware. The observational data by both neutron monitors have registered at NMDB (<http://www01.nmdb.eu/data/>, Neutron Monitor Database) on April, 2018. This presentation includes the brief installation of neutron monitors in Korea and the scientific achievements in neutron monitor research.

### [구 HE-03] Fe/O variations on longitudinal distribution in large solar energetic particle

### events

Jinhye Park<sup>1</sup>, R. Bucik<sup>2</sup>, Hyun-Jin Jeong<sup>3</sup>, Yong-Jae Moon<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, Republic of Korea <sup>2</sup>Southwest Research Institute, USA

<sup>3</sup>School of Space Research, Kyung Hee University, Republic of Korea

The Fe/O enhancements exhibit significant variations during gradual solar energetic particle (SEP) events. Several potential causes have been suggested, including transport effects in interplanetary space and flare contributions. In this study, we analyze 27 gradual SEP events that occurred between 2010 and 2014. We investigate the relationship between the integrated Fe/O ratios of these events, associated flare locations, and their source positions relative to the heliospheric current sheet (HCS). For this study, we use potential field source surface (PFSS) extrapolations at  $2.5R_{\odot}$  on a near real-time basis utilizing artificial intelligence (AI)-generated flare magnetograms developed by Jeong et al. (2022). We use low-energy ( $\sim 0.5$  MeV/n) Fe and O measurements obtained from Suprathermal Ion Telescope (SIT) on Solar Terrestrial Relations Observatories (STEREO) and Ultra Low Energy Isotope Spectrometer (ULEIS) on Advanced Composition Explorer (ACE). In these 27 events, we found a moderate anti-correlation between the Fe/O ratios and the absolute longitudinal separation angles from the source regions to the spacecraft magnetic footpoints. Furthermore, we examine the variations in the Fe/O ratio based on the separation angle in the same and opposite polarity regions of the SEP source regions. Notably, we found that the mean and median values of Fe/O are approximately three times larger in the same polarity group compared to those in the opposite polarity group, where the separation angles are between 25 and 50°.

### [구 HE-04] Repeated Propagation of Intensity Disturbances along Polar Coronal Rays associated with Polar Coronal Plumes

Il-Hyun Cho<sup>1</sup>, Yong-Jae Moon<sup>1</sup>, Jin-Yi Lee<sup>1</sup>, Junmo An<sup>1</sup>, Dae Jung Yu<sup>1</sup>, Kyung-Suk Cho<sup>2,3</sup>, Harim Lee<sup>1</sup>, and Jae-Ok Lee<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>University of Science and Technology, <sup>4</sup>Chungnam National University, <sup>5</sup>Satrec Initiative

We study the propagation of intensity disturbances along polar coronal rays associated with coronal plumes below. For this, we draw azimuth-time images of the extreme ultraviolet (EUV) emission and white light (WL) in July 2020. From the azimuth-time image, we define two EUV tracks in which the EUV intensities were

enhanced over  $\sim 10$  days. Two EUV tracks are well fitted by the projected synodic differential rotation on the azimuth-time image when rooted on the location of E113N79 and W11N82. They are also well fitted by the synodic rotation when observed from the STEREO A spacecraft, indicating that the EUV tracks are not likely the superposition of coronal plumes at different locations. A coherent white WL tracks at different altitudes are determined by scaling the azimuth angles of the EUV tracks, accounting for the effect of inclination of coronal rays. The time-distance images show repeated and propagating intensity features. The propagation speeds are  $143 \pm 16$  km/s in the altitude range  $2.3 \sim 6$  solar radii when rooted on 79N latitude, while  $283 \pm 30$  km/s when rooted on 82N latitude. The EUV and WL intensities are found to be coherent around the period of 2~3 days. It is also found that the median intensity of the plume footpoint region is correlated with the number of spike intensity events, implying that magnetic reconnection-like dynamic events are responsible for the enhanced EUV emission. Hence, we conclude that the variation of the WL intensities along the polar coronal rays are closely related with the evolution of EUV intensities below.

#### **[Tu HE-05] Toward Understanding the Habitability of an Exoplanet Orbiting a Magnetically-Active Host Star: Lesson from the Sun-Earth Connection in the Heliosphere**

Jongchul Chae  
*Seoul National University*

Until now, the Earth is the only planet that is unambiguously known to be habitable. The Earth's habitability is attributed to the Sun. Therefore the Sun-Earth connection has been a natural reference in the investigation of the habitability of an exoplanet orbiting a star other than the Sun. In this regard, we note that the Sun is a magnetic star and many stars are magnetically more active than the Sun. Hence it has become crucial to understand how the magnetic activity of a host star affects the habitability of a planet orbiting around it, by extending our knowledge acquired from the study of the Sun-Earth connection. Here, I will talk about the basic knowledge on the Sun-Earth connection with focus on the habitability of the Earth, and about the diversity of stellar magnetic activity, and about

our attempts to detect magnetic eruptions on the stars other than the Sun.

#### **[Tu HE-06] Understanding the Heliosphere via Energetic Neutral Atoms and Pickup Ions**

Dae-Young Lee  
*Chungbuk National University*

Energetic neutral atoms (ENAs) are ubiquitous in space environment.

ENAs are produced by charge-exchange interactions between energetic ions and cold ambient neutral atoms. Energetic ions exist and increase under various situations in planetary magnetospheres (substorm injected ions in the Earth's magnetosphere, for example) and solar wind (most importantly, pickup ions (PUIs)). The cold ambient neutral atoms originate from planetary atmospheres and local interstellar particles penetrating the heliosphere. Unlike charged particles which are the major component of most space environments, these ENAs travel freely without being affected by electromagnetic fields in space, and thus they can be detected remotely. Remote sensing of ENAs gives a promise to improve our understanding of global magnetospheric and heliospheric processes such as magnetospheric substorms/storms, interactions between planetary atmospheres/magnetospheres and the solar wind, and solar wind-interstellar medium interactions in the heliosphere. In this talk I will introduce basic concepts of ENA/PUI-related heliospheric physics, highlight selected major discoveries from previous ENA/PUI observations, and suggest future directions for heliospheric sciences with ENAs/PUIs.

#### **[Tu HE-07] Impacts of solar wind energy on the Earth's upper atmosphere and ionosphere**

Young-Sil Kwak  
*Korea Astronomy & Space Science Institute*

The main sources of external energy in the Earth's upper atmosphere/ionosphere are solar radiation in the range of extreme ultraviolet (EUV) and far ultraviolet (FUV), and solar wind energy, a flow of charged particles from the Sun. In particular, in the period of high solar activity, the strong electric field and high energy auroral particles flow from the magnetosphere to the Earth's high-latitude upper atmosphere due to the interaction of the solar wind and the Earth's magnetic field. As a result, not only does the aurora occur in the high-latitude ionosphere, but also fast plasma convection and strong currents are generated. The high-latitude upper atmosphere is greatly influenced by the momentum and energy forcing associated with the coupling of magnetosphere-ionosphere. Especially during magnetic storms, the ensuing high-latitude ionization, Joule heating, and ion-drag forcing of the upper atmosphere, along with penetration of the electric fields to low latitudes, affect the global dynamics and structure of the upper atmosphere. In my talk, the impacts of the Sun and the near-Earth space environment on the upper atmosphere/ionosphere are introduced. Also, the physical processes maintaining the upper atmospheric/ionospheric dynamics and structure are addressed.

#### **[박 HE-08] Two-dimensional Patterns of Umbral Oscillations in Sunspots**

---

Juhyung Kang  
*Seoul National University*

Umbral oscillations are the most prominent magnetohydrodynamic features in sunspot umbrae. The umbral oscillations have been considered as the slow magnetoacoustic waves propagating upwards along the magnetic field. Interestingly, recent observational studies have reported that the umbral oscillations apparently propagate across the magnetic field, forming ring-like patterns or spiral-shaped patterns. In this thesis, we devised theoretical models to understand the nature and properties of the two-dimensional patterns of umbral oscillations. First, we suggested the internal excitation model to explain the spiral-shaped wave patterns. According to this model, the spiral-shaped wave patterns can be generated in the untwisted magnetic flux tube by superposing the non-zero azimuthal mode. Second, we analyzed the observational properties of 241 spiral-shaped wave patterns. We find that the observational properties of the SWPs are irrespective of the hemisphere, latitude, and size of sunspots. Finally, we successfully reproduce the temporal evolution of the umbral oscillation patterns using the subphotospheric fast trapped wave model. According to the new model, two-dimensional patterns of slow waves in sunspots are related to the inherited patterns of the fast wave in the subphotosphere. Our approaches provide new insights into the nature and origin of umbral oscillations. Furthermore, our results will give a better understanding of the energy transfer of waves.

# 포스터 발표 초록

## 고에너지 / 이론천문학

### [PHT-01] A Simulation Study of FR-I jets: Dynamics and Morphology

Ayan Bhattacharjee, Jeongbin Seo  
*Ulsan National Institute of Science and Technology*

Observational studies of radio galaxy jets across different scales (from parsec to mega-parsec) reveal that both FR-I and FR-II jets (and their progenitors) have similar velocities within the galactic core and the difference in morphology arises within few kilo-parsec from the galactic centre. This dynamically evolving morphology is thought to be a result of multiple factors: 1. the effective inertia of the jet (or the relativistic density contrast), 2. change in the density and/or pressure distribution across galactic core, and 3. the opening angle of the jet. We have previously shown that the flow structures and morphology of the FR jets can be described with the variations of jet power, angle of observation, background profile and mass-loading, using 3D RH D simulations.

Here, we carry out a focused study on the evolution of a few low-powered FR-I jets, as they propagate across the galactic core. We draw a connection between the dynamical evolution of the relativistic density contrast (and other parameters often used to analyse the stability of the jet head), flow structures and the morphology of the system.

### [PHT-02] Hybrid simulations of the heating of heavy ion species by ion beams

Sunjung Kim and Dongsu Ryu  
*Department of Physics, School of Natural Sciences  
UNIST, Ulsan 44919, Korea*

We present results on the heating and acceleration of heavy ions by ion beams using a new developed hybrid code, EMC-eHybrid, that conserves total energy and momentum. In the 2D hybrid simulations the right and left handed resonant modes (RHR/LHR) are excited by the ion beam instability and the Alfvén ion cyclotron (AIC) wave is also grown by the ion temperature anisotropy. The background heavy ions interact with the self-generated electromagnetic waves and their temperature depends on mass and charge. We find that the background heavy ions heat up more as their mass increases when they have equal charge and their kinetic temperatures increase with mass when they have equal charge to mass ratio. We then discuss wave-part

icle interactions and the observed solar wind scaling  $T \propto M$  for heavy ions.

### [PHT-03] Conditions for the radiative Penrose process in an advection-dominated accretion flow around a black hole

Myeonghwan Oh, Myeong-Gu Park  
*Department of Astronomy and Atmospheric Sciences,  
Kyungpook National University*

Many mechanisms of energy extraction from a rotating black hole (BH) have been presented after the development of BH thermodynamics and the discovery of the irreducible mass of rotating BH. Penrose process (PP), one of such mechanisms, extracts energy from particle decay in the vicinity of a BH. One of two the particles produced from decay has minus energy for observer at infinity and the other particle has more energy that compensates to the minus energy. When magnetic effects are considered, one can conceive many versions of PP. Recently, the effect of energy gain from a radiating test charged particle on the uniform magnetic field nearby a BH was presented (Kološ et al. 2021). Since the particle is affected by the radiation reaction force, the particle has more energy as in PP with magnetic effect (radiative PP). Radiative PP operates under a four-momentum condition  $u_t > 0$  and  $u_\phi < 0$ . Therefore, we estimate the minimum Lorentz factor  $\gamma$  of an electron and the fraction of the relativistic Maxwell distribution of electrons that satisfies the condition in the context of an accretion flow around a BH. For the typical advection-dominated accretion flow, about 3-10% of relativistic Maxwellian electrons satisfy the condition at the equatorial plane. Also, we estimate the solid angle of the electrons that satisfies the condition.

### [PHT-04] Radiative Properties of Millisecond Pulsar Binary System

Minseo Park, Geon Kim and Hongjun An  
*Department of Astronomy and Space Sciences,  
Chungbuk National University, Republic of Korea*

펄사 쌍성이란 펄사와 질량이 태양보다 작은 동반성으로 이루어져 있는 쌍성계를 말하는데, 이 천체계는 일반적인 LMXB(저질량 X선 쌍성)가 오랜 기간 진화하여 형성된다고 생각된다. 이 천체계에서는 펄사의 에너지가 동반성으로 전달되어 동반성을 가열하는 것으로 알려져 있다. 특히 동반성의 자전과 공전이 동기화되어 있어 동반성의 한쪽 면(펄사를 향하는 면)만 가열하므로 공전에 따른 동반성의 변광이 관측된다. 하지만 동반성을 가열하는 에너지원이 정확히 알려지지 않았는데, 가능한 에너지원은 펄사의 회전에너지, 펄사 자기권의 감마선 복사, 또는 이 쌍성계 내부에서 형성되는 내부 충격파(intra binary shock; IBS) 등이 있다. 본 연구에서는 우리 은하 내에 있는 펄사의 회전 및 복사 특성, 동반성의 광학복

사, 그리고 IBS의 특성을 반영하는 X선 자료를 수집하고 분석하고, 이 특성들 사이의 상관관계를 통하여 동반성의 heating(광학 복사에 반영됨)의 주 에너지를 탐색해보았다.

**교육홍보**

**[PAE-01] Planning a long-term roadmap for astronomy education programs and workforce development at the Royal University of Phnom Penh, Cambodia**

Kang Hwan Lee<sup>1</sup>, Wonseok Kang<sup>2</sup>, Sun-Gill Kwon<sup>3</sup>, Kyoung Hee Kim<sup>4</sup>, Mikyung Kim<sup>5</sup>, Sang Chul Kim<sup>6</sup>, Taewoo Kim<sup>2</sup>, Young-Jae Moon<sup>7</sup>, Byeong Gon Park<sup>6</sup>, Soojong Pak<sup>7</sup>, Soonchang Park<sup>8</sup>, Jiwon Park<sup>9,10</sup>, Changbom Park<sup>11</sup>, Eon Chang Sung<sup>6</sup>, Naeun Shin<sup>1,6</sup>, Yong Cheol Shin<sup>12</sup>, Jihye Shin<sup>6,13</sup>, Aran Lyo<sup>6</sup>, Hoseop Yoon<sup>13</sup>, Sang Gak Lee<sup>1</sup>, Sang Hyun Lee<sup>6</sup>, Jeong Ae Lee<sup>6</sup>, Min-Ji Jeong<sup>9</sup>, Yoonho Choi<sup>12</sup>, Gwangson Choe<sup>7</sup>, and Jihye Hwang<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, <sup>2</sup>Spacebeam, Inc, <sup>3</sup>National Youth Future Environment Center, <sup>4</sup>The Korean Astronomical Society, <sup>5</sup>Korean Medical Association, <sup>6</sup>Korea Astronomy and Space science Institute, <sup>7</sup>School of Space research, Kyung Hee University, <sup>8</sup>Metaspace, <sup>9</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, <sup>10</sup>Chungbuk Pro Maker Center, <sup>11</sup>Korea Institute for Advanced Study, <sup>12</sup>National Youth Space Center, <sup>13</sup>Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology, <sup>14</sup>Palmtree Ministry

한국천문학회는 2016년부터 2019년까지 캄보디아에서 매년 1-2주 동안 초중등학생과 교사들을 대상으로 천문학 교육 프로그램을 진행해왔다. 이 프로그램은 코로나19로 중단되었지만 이후 교육 및 홍보위원회 해외교육 지원단을 중심으로 지속 가능한 지원을 위해 노력하던 중 한국연구재단의 글로벌교육지원사업에 지원하여 선정되었다. 현재 '캄보디아 왕립프놈펜대학 물리학부 천문학 교육 프로그램 개발과 인재 양성을 위한 수요 조사'라는 과제를 진행하고 있다. (연구책임자 여아란 해외교육 지원단장) 이 과제를 통해 왕립프놈펜대학에 천문학과를 신설하는 방법을 모색해볼 예정이다. 이후 ODA 사업의 일환으로 캄보디아 최초의 천문대 건설까지 추진해볼 계획을 가지고 있다. 이번 발표에서는 과제 진행 현황을 공유하고 이후 계획에 대한 의견을 들어보고자 한다.

**[PAE-02] Development of Educational Newtonian Telescope using 3D printer**

Heejung YU, Dohoon Kim, Soojong Pak  
Kyung Hee University

재료를 쌓아 올리면서 제품을 만드는 적층 가공(Additive manufacturing) 방식 중 하나인 3D 프린팅은 기술의 발전과 함께 다양한 분야에서 활발히 사용되고 있다. 비전문가도 쉽게 접근할 수 있는 3D 모델링은 창의력 및 문제 해결 능력 향상에 도움을 주어 교구로써 활용될 가치가 높다. 경희대학교 적외선 연구실에서는 학생들의 망원경 원리 이해를 돕기 위한 변환식 반사망원경 키트 (TRT Kit, Transformable Reflecting Telescope Kit)를 개발하였다. 그러나 이는 알루미늄 재료를 정밀 가공하여 제작되어 무겁고 가격이 비싸다는 단점이 있다. 때문에 학생들이 사용하기에 비교적 가볍고 안전한 PLA 소재로 조립식 뉴턴 반사 망원경을 설계하고 제작하였다. 오픈 소스 수학 계산 소프트웨어 GeoGebra를 사용하여 직경 77 mm 초점거리 350 mm인 광학 시스템을 설계하였으며, 3D 모델링 프로그램 Inventor를 사용하여 33.5 mm x 11 mm x 11 mm 크기의 광기계부 시스템을 설계하였다. 이 시스템은 TRT kit와 같이 경통이 없는 개방형 구조로 학생들이 망원경 내부 구조를 볼 수 있어 빛의 경로를 이해하는데 도움이 되며, 주경과 부경의 각도를 조절할 수 있어 광학계 정렬이 가능하다. 또한, 3D 프린팅을 적용한 망원경으로서 학생들이 기존 모델을 바탕으로 직접 설계하고 수정할 수 있어 창의적 형태로 제작할 수 있다.

**[PAE-03] Times-Series Observation Studies using Small Telescopes in Daegu National Science Museum Observatory**

Joonho Kim<sup>1</sup>, Hyeonwoo Moon<sup>1</sup>, Yeejeong Lee<sup>1</sup>, So-Yoon Jung<sup>1</sup>, Yeji Seo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Daegu National Science Museum, 20, Techno-daero 6-gil, Yuga-myeon, Dalseong-gun, Daegu 43023, Republic of Korea

<sup>2</sup>Posan High School, 556-13, Biseul-ro, Hyeonpung-eup, Dalseong-gun, Daegu 43005, Republic of Korea.

We report current status of time-series observation studies using 1m and 51mm telescopes in Daegu National Science Museum (DNSM) Observatory. With the telescopes, we performed time-series observation studies about variable sources like supernova, variable star, exoplanet, asteroid, and the Moon. It will present the possibility and utility of popular science telescopes in astronomy research and education.

**[PAE-04] Social activities and academic exchanges of Korea Young Astronomers Meeting (KYAM) in 2023**

최연호 (Yeon-Ho Choi)<sup>1,2</sup>, 손수연 (Suyeon Son)<sup>3</sup>, 김민수 (Minsu Kim)<sup>4</sup>, 김세린 (Serin Kim)<sup>5</sup>, 김창석 (Changseok Kim)<sup>6</sup>, 서은숙 (Eunsuk Seo)<sup>7</sup>, 우혁 (Hyeok Woo)<sup>1,2</sup>, 주영 (Young Ju)<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,

<sup>2</sup>Astronomy and Space Science, University of Science and Technology,

<sup>3</sup>Kyungpook National University,

<sup>4</sup>Sejong University,

<sup>5</sup>Kyung Hee University,

<sup>6</sup>Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University,

<sup>7</sup>Chungnam National University,

<sup>8</sup>University of Seoul

한국 젊은 천문학자 모임 (Korea Young Astronomers Meeting, 이하 KYAM)은 국내 젊은 천문학자들의 학술 교류 및 친목을 도모하는 단체로, 한국 천문 학회 산하 분과위원회로 활동하고 있습니다. 코로나19의 유행 이전 까지 활발하게 진행되었던 대면 활동들과 유행 중에 진행되었던 비대면 활동들을 동시에 진행하며 KYAM 구성원들은 지속적인 교류를 하고 있습니다. 거기에 더해, KYAM 운영진은 기존에 진행되던 대면 행사를 재개하고 있고, EAYAM 2024의 SOC로 참여하여 비대면 활성화 이전 KYAM의 모습을 되찾고자 노력하고 있습니다.

23년 1월에는 지난 4년간 중단되었던 KYAM 워크숍을 진행했습니다. 워크숍에서는 회원 간의 친목 도모와 더불어 초대 연사분들의 강연이 있었습니다. 또한, 23년 봄 학술대회에서 YAM 분과 모임을 통해 오프라인에서의 교류를 이어 나갔습니다. 이번 연도에는 2년 전부터 진행되어 오던 비대면 학술교류 모임인 YAM마당을 5회 진행하였고, 비대면에서의 교류 증진을 위한 노력으로 기존 카카오톡과 더불어 Slack 채널을 개설하여 운영 중입니다. 본 포스터에서는 그간 KYAM 운영진들의 대면 및 비대면에서의 교류 활동들을 소개하고자 합니다.

**[PAE-05] Exhibition planning for Gwacheon National Science Museum Planetarium: Space improvement and exhibit production considering expansion of visitor experience (국립과천과학관 천체투영관 전시기획: 관람객 경험 확장을 위한 공간 개선과 전시품 제작)**

Insun Ahn(안인선), Yuna Choi(최유나)  
Gwacheon National Science Museum(국립과천과학관)

2008년 국내 최대 규모로 개관한 국립과천과학관의 천체투영관은 천체투영시스템과 장비, 돔-영상콘텐츠를 지속적으로 개선 및 관리하며 다양한 프로그램을 운영하여 연간 20만 관람객이 이용하고 있다. 그러나 프로그램이 진행되는 2층 상영관 이외의 관람객이 통로나 대기·관람하는 공간은 현재 전시물과 인테리어가 노후되어 폐쇄적으로 운영되고 있다. 천체투영관의 유휴 공간의 환경 개선과 투영관 프로그램과 연결되는 전시품 제작·설치를 통해 관람객 편의 공간을 확보하고, 전시기능을 보완하기 위한 전시 및 공간 개선을 기획하였다.

과학관에 최근 도입된 3개년 전시프로세스를 통해 전시 제안을 하고, 콘텐츠와 연출방향을 기획한 다음, 전시 디자인 전문가와 팀을 이뤄 전시개념설계를 진행하였다.

전시 콘텐츠는 별자리, 빛공해, 항성진화, 천체투영기를 소재로 하였다. 관람객이 천체투영관에서 얻는 경험에 대한 지식과 이해를 확장해 나갈 수 있도록 정규 프로그램과 연계되는 정보를 제공하고 일상에 맞닿아 있는 호기심을 유발할 수 있도록 구성하였다. 현재 비효율적으로 분할되어 있는 공간들을 통합·정리하여 관람객 편

의성을 확보하면서 동시에 각각의 공간에서 얻어지는 경험들이 분절되지 않고 “별에게로 가는 길”이라는 주제로 이어지도록 전시개념을 설계하였다.

천문학 대중화의 최전선인 천체투영관의 전시 및 공간 개선을 통해 영상 체험을 넘어 과학을 입체적으로 만나 보는 관람 경험에 기여할 것이다.

**성간물질/별생성/우리는하**

**[PIM-01] CO 1-0 Survey for Searching for the outflows in Very Low Luminosity Objects using TRAO-14m Telescope**

Dong-Hyeok Koh(Dong-Hyeok M. Koh)<sup>1,2</sup>, Chang Won Lee(Chang Won M. Lee)<sup>1,2</sup>, Mi-Ryang Kim(Mi-Ryang Ms. Kim)<sup>3</sup>, Nguyen Thi Phuong(Nguyen Thi Ms. Phuong)<sup>1</sup>, Shinyoung Kim(Shinyoung M. Kim)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Astronomy and Space Science Institute, 776, Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Republic of Korea

<sup>2</sup>University of Science and Technology, 217, Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34113, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, Seoul 02447, Republic of Korea

We present the results of our new CO survey of Very Low Luminosity Objects (VeLLOs). The observing targets for the VeLLOs were newly selected from the Herschel Science Archive catalog of the faint point-sources having an internal luminosity less than 0.2 L<sub>⊙</sub>. This resulted in the most complete catalog of 445 VeLLOs from nearby star-forming regions. We used a TRAO-14m telescope (angular resolution of ~47" at 115 GHz) to search for an outflow activity in the observable 158 targets in the northern sky in CO and 13CO J=1-0 lines in OTF mode. So far, we observed a total of 183 VeLLOs over ~5x5 arcmin<sup>2</sup> area for each source in a RMS of 0.3 K and a velocity resolution of 0.12 km/s. In this presentation, we will report the observing results of the outflow search in the VeLLOs and discuss implications regarding the mechanisms of low-mass or brown dwarf formation.

**[PIM-02] On the properties of six protostars near the H II region in the λ Orionis cloud**

Yi Hee-Weon<sup>1</sup>, Kee-Tae Kim<sup>1,2</sup>, and Tie Liu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,

<sup>2</sup>University of Science and Technology, Korea (UST)

<sup>3</sup>Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences

The λ Orionis cloud contains one of the most prominent OB associations in the Orion molecular cloud complex (OMC) and exhibits signposts of suppressed sta



formation owing to the O-type massive star  $\lambda$  Ori. By studying six protostars in the early stage of star formation, we aim to investigate how the effects of stellar feedback on their surrounding materials and star-forming activities in the  $\lambda$  Orionis cloud. We present Submillimeter Array (SMA) observations of the 1.3 mm continuum and molecular line emission that probe the dense region of the circumstellar envelope near the protostar and the associated molecular outflows. The six protostars show clear bipolar outflows in the  $^{12}\text{CO}$  ( $J = 2-1$ ) map including one newly detected outflow in G200.34-10.97S. We estimated a median value of the outflow mass of  $3.1 \times 10^{-5} M_{\odot}$  and the outflow force of  $2.9 \times 10^{-6} M_{\odot} \text{ km s}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ , respectively. Compact dust continuum emission is detected toward all the six protostars. Among them, only one core G196.92-10.37 shows a signature of binarity with separation of 4000 AU. The numbers of singles and binaries in our sample are five and one, respectively and the derived multiplicity frequency (MF) is 0.17. This value is lower than those found in the binary surveys toward Class 0/I objects, possibly due to the radiative feedback from the nearby massive star  $\lambda$  Ori. By complementing this study, we used James Clerk Maxwell Telescope (JCMT)  $^{12}\text{CO}$  ( $J = 3-2$ ) data around 53 cores in the OMC and 22 found outflowing features within 22 protostars. The median values of outflow mass and outflow force in the  $\lambda$  Orionis are  $3.1 \times 10^{-4} M_{\odot}$  and  $2.9 \times 10^{-5} M_{\odot} \text{ km s}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ , respectively, which are lower by factors of three to four than those of the Orion A and B clouds. Furthermore, the protostars in the  $\lambda$  Orionis have less circumstellar materials and smaller accretion rates than those in filamentary clouds of Orion A and B. All of these results indicate a sign of the negative stellar feedback from the  $\lambda$  Ori in terms of limiting fragmentation of clumps to cores and accretion of protostars.

### [PIM-03] ALMA Study of the Disk-Outflow Systems of High-mass YSOs at Sub-arcsecond Resolutions

Gyuhoo Lee<sup>1,2</sup>, Kee-Tae Kim<sup>1,2</sup>, Tie Liu<sup>3</sup> et al.  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,  
<sup>2</sup>University of Science and Technology, Korea (UST),  
<sup>3</sup>Shanghai Astronomical Observatory

The disk-outflow systems are known to be inevitable in high-mass star formation as they play a crucial role in overcoming strong radiation pressure and therefore assist the mass accretion of the central protostars. To study the disk-outflow systems of high-mass young stellar objects (YSOs), we observed 6 high-mass proto-clusters using ALMA in band 6 in 3 different configurations: ACA, C-2, C-5. We combined the 3 configuration data sets of each source. These combined data have  $\sim 0.2''$  angular resolutions and  $\sim 25''$  maximum recoverable scales. They allow us to resolve the disks to a few hundred AUs and investigate outflows on a scale of  $\sim 0.$

1 pc. We analyzed CH<sub>3</sub>CN line data as a disk tracer and SiO and CO line data as outflow tracers. In one of our sources, IRAS 08303-4303, we find 5 cores in close proximity, with at least three of them showing bipolar CO outflows. The orientations of the outflows are not aligned, suggesting local factors influencing disk and outflow kinematics, rather than large-scale kinematic patterns. We also detect velocity gradients in CH<sub>3</sub>CN in 2 cores, indicating the presence of circumstellar disks. In this poster, we present the analysis results for the 6 high-mass proto-clusters.

### [PIM-04] E(B-V) Color Excesses of the Galactic H II Regions derived from the Extended Pa $\alpha$ and H $\alpha$ Emissions

Il-Joong Kim, Woong-Seob Jeong  
 Korea Astronomy and Space Science Institute

On the Galactic plane of  $l = 90^{\circ}$ - $330^{\circ}$ , we found the Pa $\alpha$  1.87  $\mu\text{m}$  and H $\alpha$  0.6563  $\mu\text{m}$  line detections for 899 and 822 sources, respectively, in the WISE Galactic H II region catalog. Out of them, we carry out flux photometry for 210 sources in  $l = 90^{\circ}$ - $215^{\circ}$  by using the MIPAPS Pa $\alpha$  and IPHAS H $\alpha$  survey data. We measure the total Pa $\alpha$  and H $\alpha$  fluxes of the whole extended features observed in the individual H II regions. By combining the obtained Pa $\alpha$  and H $\alpha$  fluxes, we estimate the E(B-V) color excesses directly-derived from extended emissions of ionized hydrogen gas in the H II regions. We compare them with the values derived from point stars associated with the H II regions in previous studies.

### [PIM-05] Relationship between Luminosity and Water Snowline Radius Using Radiative Transfer Model

Young-Jun Kim<sup>1</sup>(김영준), Jeong-Eun Lee<sup>1</sup>(이정은), Seokho Lee<sup>2</sup>(이석호), Giseon Baek<sup>1</sup>(백기선)  
<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea  
<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeok-daero, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Republic of Korea

We present the relation between luminosity and water snowline radius in low-mass young stellar objects (YSOs). To consider the evolution effect of YSOs, we construct two-dimensional dust density structures in Class 0 (envelope-only model), Class I (disk+envelope+cavity model), and Class II (disk-only model). Then, we trace the water snowline radius ( $T_{\text{dust}} = 100 \text{ K}$ ) in  $10^{-1}$ - $1,000 L_{\odot}$  luminosity range using software package RADMC-3D. A power-law relation well describes the dependence of water snowline on central luminosity,  $R_{\text{snow}} = a \times L_{\odot}^p$ . The factor,  $a$ , and power-law ind

ex,  $p$  in the relation decreases with the evolutionary stage. As the disk grows in a later evolutionary stage, the water snowline forms at a reduced distance from the central source. This phenomenon arises from the interaction of photons, which struggle to traverse the dense disk and become confined to a smaller radius compared to the earlier stage when the envelope structure dominated.

### [PIM-06] Chemical modelling of HCN/HNC ratio in different environments

Seonjae Lee<sup>1</sup>(이선재), Jeong-Eun Lee<sup>1,2</sup>(이정은), Seokho Lee<sup>3</sup>(이석호)

<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

<sup>2</sup>SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

<sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeok-daero, Yuseong, Daejeon 34055, Korea

Hydrogen cyanide (HCN) and Hydrogen isocyanide (HNC) are isomers that have similar chemical properties. However HNC can be reduced into other molecules with reactions with atomic hydrogen (H) and atomic oxygen (O), resulting in the variation of the HCN/HNC abundance ratio. The reaction rates differ by gas temperature, resulting in different abundance ratios in different environments. The barrier energies of these reactions are in dispute.

In this work, we calculated the HCN/HNC abundance ratio in different physical/chemical environments, using the chemical code PURE-C. The abundance ratios seen in many observations are reproduced in models with low barrier energies, contrary to quantum calculations reported before. We examine the effects of timescale, temperature, UV radiation, and gas density on the abundance ratio. One-point simulations of protoplanetary disk midplane in an accretion burst were performed. Finally, we analyze the HCN/HNC ring of a protoplanetary disk, V883 Ori using our model.

### [PIM-07] A New Technique of Obtaining the Strength of the Magnetic Field from Dust Polarization

Jungyeon Cho

Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Daejeon, Korea

Interstellar dust grains are aligned mainly with respect to local magnetic field directions and, as a result, thermal emission from the grains is polarized in the direction perpendicular to the magnetic field. Therefore, we can study magnetic field by observing polarized emission from magnetically-aligned dust grains. In this talk,

I will briefly talk about the Davis-Chandrasekhar-Fermi (DCF) method, which is the most popular method for obtaining magnetic field strengths in molecular clouds, and its limitations. Second, I will talk about a new possibility to measure the strength of magnetic field from dust polarization, which is based on the ratio of E-mode to B-mode spectra (a.k.a. E/B power asymmetry) on small spatial scales. We find that the ratio depends on the strength of the mean magnetic field: the stronger the mean magnetic field, the smaller the ratio.

## 우주론/암흑물질, 암흑에너지

### [PCD-01] Understanding the Formation and Evolution of Dark Galaxies in a Simulated Universe

Gain Lee (이가인), Ho Seong Hwang (황호성)  
Department of Physics & Astronomy, Seoul National University

Dark galaxies, composed mostly of dark matter with little or no stars, are expected to exist according to the current structure formation model of Lambda Cold Dark Matter. Although several candidates for dark galaxies have been proposed from observations, their existence is still under debate. To understand the nature of dark galaxies, we use the IllustrisTNG simulation (TNG50-1). We first identify dark galaxies that have a stellar mass less than 0.0001 of their total mass, while normal galaxies have a stellar mass larger than this criterion. In addition, we select the galaxies that have dark matter masses around 109 solar masses. Here, we investigate the various characteristics of dark galaxies, including (1) their gas properties, (2) intrinsic properties, such as mass, size, and density, (3) environments and mergers, and (4) spin parameters. We then compare them to those of normal galaxies. We conclude that dark galaxies originate from the initial conditions, such as their birthplaces and gas reservoirs. Our results also suggest that cosmic reionization effects and merging events play a crucial role in the formation and evolution of dark galaxies. Our study can provide important information for galaxy formation models and their potential detection in the real universe.

### [PCD-02] Constraining sum of neutrino mass using expanded set of topological quantities of the large-scale structure.

PRIYA GOYAL  
Korea Institute for Advanced Study, Seoul

In standard  $\Lambda$ CDM model of cosmology, massive neutrinos can affect the background expansion history of

universe as well the growth of large-scale structure (LSS). This alters the shape of the matter power spectrum and the correlation function on the small scales (below the neutrino free streaming scale). In this work we explore in a quantitative way the potential of using LSS's morphological properties to constrain sum of neutrino masses ( $M_\nu$ ) using extended set of statistics combining Minkowski functionals, Betti numbers and Minkowski tensors.

**[PCD-03] On the root cause of the host property - Hubble residual correlations in supernova cosmology**

Seunghyun Park, Young-Wook Lee, Chul Chung, Junhyuk Son, Hyejeon Cho  
*Department of Astronomy & Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University, Seoul 03722, Republic of Korea*

It is well-established that the standardized luminosity of type Ia supernovae (SNe Ia) depends on their host properties. However, the specific host property acting as the fundamental trigger remains a subject of ongoing debate. Recently, Lee et al. (2022) confirmed that the zero-points of the width-luminosity relation (WLR) and color-luminosity relation (CLR) for SNe Ia notably depend on their progenitor age. In this study, we present a comparative analysis of the host property dependencies of WLR and CLR based on Rose et al. (2019), encompassing diverse host properties, including age. Our analysis reveals that only local age (the closest approximation of progenitor age) significantly influences SN Ia luminosity during the standardization process. Conversely, other host properties, such as host mass - a primary standardization factor in SN Ia cosmology - exhibit minimal or marginal impact on their luminosity after standardization. Furthermore, we demonstrate that the previously observed correlation, often referred to as a step function, between the star formation rate and the Hubble residual of SN Ia, is a natural consequence arising from the interplay between the star formation history and the distribution of SN Ia progenitor ages within the host galaxy.

**[PCD-04] Beyond the Standard Model: Probing Modified Gravity and Geff with Cosmological Data**

Si-Hyeong Noh, Benjamin L'Huilier  
*Department of Physics and Astronomy, Sejong University, 209 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05006, South Korea*

Since the discovery of cosmic acceleration, cosmology has been described using the cosmological constant, Lambda-CDM (LCDM) model, which has become the

standard framework in cosmology. However, despite its widespread use, the LCDM model still faces numerous challenges in explaining certain aspects of the natural universe. Notable among these challenges are the nature of dark energy (DE) & dark matter (DM), as well as the Hubble Tension.

An alternative to dark energy is that gravity may not be correctly described by general relativity (GR) but by a modified theory, generally referred to as modified gravity (MG). Departure from GR can be modeled by the effective Newton's constant  $G_{\text{eff}}$ , which is equal to  $G$  in GR but may evolve in redshift in MG.

In this work, we use state-of-art cosmological datasets such as type Ia supernovae (SNIa), baryon acoustic oscillations (BAO), and redshift-space distortion (RSD), to constrain the phenomenology of MG and  $G_{\text{eff}}(z)$ .

**[PCD-05] Constraining Features in the Primordial Power Spectrum with N-Body Simulations**

Hyeon Kim, Benjamin L'Huilier  
*Department of Physics and Astronomy, Sejong University, Seoul 05006, South Korea*

The current cosmological model assumes the existence of dark energy as the cosmological constant  $\Lambda$ , cold dark matter (CDM), and inflation. In the simplest inflation models, the primordial fluctuations are Gaussian with a nearly scale-invariant power law (PL) primordial power spectrum (PPS). However, these assumptions have theoretical and observational issues, including uncertainties about the nature of dark energy, dark matter, and inflation, as well as discrepancies in measurements such as the Hubble and S8 tensions.

To explore alternatives, we consider a different type of primordial power spectrum (PPS) with oscillatory features, the OneSpectrum (OS) model, which fits the Cosmic Microwave Background (CMB) data. In order to assess the ability of the large-scale structure to distinguish the OS from the PL paradigms, we use N-body simulations to model the non-linear evolution.

Our results show little difference at redshift zero but distinctions at higher redshifts. This suggests that studying large-scale structures (LSS) can help us constrain the early universe model.

**[PCD-06] Observational constraints on cosmic reionization history with Planck 2018 data**

Dahee Lee<sup>1</sup>, Minji Oh<sup>1</sup>, Atrideb Chatterjee<sup>2</sup>, Sourav Mitra<sup>3</sup>, Kyungjin Ahn<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Chosun University, <sup>2</sup>Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics, <sup>3</sup>Surendranath College

Cosmic reionization leaves the signature of its

evolution on the cosmic microwave background (CMB) anisotropy. We estimate cosmological and astrophysical parameters simultaneously using CosmoReionMC on CMB data from Planck 2018 to constrain the reionization history. We show that key astrophysical parameters controlling the high-redshift photon production, namely the escape fraction  $f_{esc}$ , the Lyman-Werner threshold  $J_{LW,th}$ , and the mean mass of Pop III stars  $M_{III}$  are weakly constrained by the Planck data. We find upper limits on  $f_{esc}$  and  $J_{LW,th}$ , while  $M_{III}$  are hardly constrained showing its weakest link to the history of reionization. We will jointly constrain the cosmic reionization history with additional datasets such as quasar absorption line, 21-cm signal and compare with other models in future work.

### [PCD-07] Cluster-counterpart voids: Void identification from Galaxy Density Field

Junsup Shim<sup>1,2</sup>, Changbom Park<sup>1</sup>, Juhan Kim<sup>3</sup>, Sungwook E. Hong<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute for Advanced Study, <sup>2</sup>Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics, <sup>3</sup>Center for Advanced Computation, Korea Institute for Advanced Study, <sup>4</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>5</sup>University of Science & Technology

We identify cosmic voids from galaxy density fields under the theory of void-cluster correspondence. We extend the previous novel void-identification method developed for the matter density field to the galaxy density field for practical applications. From cosmological N-body simulations, we construct galaxy number- and mass-weighted density fields to identify cosmic voids that are counterparts of galaxy clusters of a specific mass. The parameters for the cluster-counterpart void identification such as Gaussian smoothing scale, density threshold, and core volume fraction are found for galaxy density fields. We achieve about 60–67% of completeness and reliability for identifying the voids of corresponding cluster mass above  $3 \times 10^{14} M_{\odot}/h$  from a galaxy sample with the mean number density,  $n = 4.4 \times 10^{-3} (h/\text{Mpc})^3$ . When the mean density is increased to  $n = 1.0 \times 10^{-2} (h/\text{Mpc})^3$ , the detection rate is enhanced by  $\sim 2\text{--}7\%$  depending on the mass scale of voids. We find that the detectability is insensitive to the density weighting scheme applied to generate the density field. Our result demonstrates that we can apply this method to the galaxy redshift survey data to identify cosmic voids corresponding statistically to the galaxy clusters in a given mass range.

### [PCD-08] A Progress Report on the Quantitative Comparison of Dark Matter Distribution Predicted by Machine Learning with Galaxy Distribution

Soojin Kim<sup>1</sup>, Ho Seong Hwang<sup>1</sup>, Sungwook E. Hong<sup>2,3</sup>, Donghui Jeong<sup>4,5</sup>, Alexandra Dupuy<sup>5</sup>, Juhan Kim<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea (KASI)

<sup>3</sup>Astronomy Campus, University of Science and Technology (UST)

<sup>4</sup>Department of Astronomy and Astrophysics, Pennsylvania State University

<sup>5</sup>School of Physics, Korea Institute for Advanced Study (KIAS)

<sup>6</sup>Center for Advanced Computation, Korea Institute for Advanced Study (KIAS)

To study structure formation in the universe, we must rely on visible matter, such as galaxies, to trace the total matter distribution, mainly composed of dark matter. Thus, comparing the distributions of dark matter and galaxies is essential to understand their connection better. Here, we present a progress report comparing spatial distribution between dark matter and galaxies in the local universe. Our goal is to find the regions where dark matter and galaxies exhibit inconsistent distribution, mainly where abundant dark matter exists with a lack of galaxies. We use the dark matter map from deep learning in Hong et al. (2021, ApJ, 913, 76) and the galaxy number density map constructed with the Cosmicflows-3 galaxy catalog. We subtract the two maps to pinpoint the regions of our interest. We then use the 2MASS galaxy catalog to verify its contrasting distribution of galaxies and dark matter. We could find some candidates and carefully examine whether they could represent dark matter clumps with few galaxies. We plan to extend this study to the galaxy catalog of Cosmicflows-4 with the updated dark map from machine learning.

### [PCD-09] Developing a Method to Detect Radio Relics in Merging Galaxy Clusters

Hyobin Im<sup>1,2</sup>, David Parkinson<sup>1,2</sup>, Lawrence Rudnik<sup>3</sup>, Mijin Yoon<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>2</sup>Korea University of Science and Technology, <sup>3</sup>University of Minnesota, <sup>4</sup>Leiden University

Merging galaxy clusters are dynamic cosmic phenomena that provide a unique opportunity to study the physical processes at play in the universe. Radio relics are extended diffuse emission located outskirts of these clusters, generated by the shock of the collision. We present our approach to identify radio relics from radio continuum data. Our method combines diffuse mapping techniques, calculating complexity using ASKAP EMU data to detect and characterize radio relics, enhancing our understanding of the largest cosmic collisions in the

universe. In this poster, we introduce our preliminary results from this method.

**[PCD-10] Final parsec problem of black hole mergings and ultralight dark matter**

Hyeonmo Koo<sup>1,2</sup>, Jae-Weon Lee<sup>3</sup>, Dongsu Bak<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>Department of Physics, University of Seoul, <sup>2</sup>Natural Science Research Institute, University of Seoul,  
<sup>3</sup>Department of Electrical and Electronic Engineering, Jungwon University

When two galaxies merge, they often produce a super massive Binary Black Hole (BBH) at their center. Numerical simulations show that BBHs typically stall out at a distance of a few parsecs apart, and take billions of years to coalesce. This is known as the final parsec problem. We suggest that Ultralight Dark Matter (ULDM) halos around BBHs can generate dark matter waves due to gravitational cooling. These waves can effectively carry away orbital energy from the black holes, rapidly driving them together and solving the final parsec problem. To test this hypothesis, we performed numerical simulations of BBHs inside ULDM halos. Our results imply that ULDM waves can indeed lead to the rapid orbital decay of BBHs.

**천문우주관측기술**

**[PAT-01] Optical Alignment of Mode Matching Telescope in Einstein-Podolsky-Rosen(EPR) - Small Scale Interferometer Ponderomotive Squeezing(SIPS) Experiment for Gravitational Wave Detection**

Sumin Lee<sup>1</sup>,Hojae Ahn<sup>1</sup>,Jimin Han<sup>1</sup>,Soojong Pak<sup>1</sup>, Chang-Hee Kim<sup>2</sup>, Sibilla Di Pace<sup>3</sup>, Martina De Laurentis<sup>4</sup>, Seunghyuk Chang<sup>5</sup>, Valeria Sequino<sup>4</sup>, Francesco De Marco<sup>3</sup>, June Gyu Park<sup>6</sup>, Yunjong Kim<sup>2</sup>, Sungho Lee<sup>2</sup>, Fiodor Sorrentino<sup>7</sup>  
<sup>1</sup>Kyung Hee University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>University of Roma "La Sapienza" and INFN-Roma1, <sup>4</sup>Università "Federico II" and INFN-Napoli, <sup>5</sup>Center for Integrated Smart Sensors, <sup>6</sup>Yonsei University, <sup>7</sup>INFN-Genova

The EPR (Einstein-Podolsky-Rosen) - SIPS (Suspended Interferometer Ponderomotive Squeezing) Experiment aims to demonstrate Frequency-Dependent Squeezing (FDS) for reducing broadband quantum noise in gravitational wave detectors. We made a mode-matching telescope(MMT) for the EPR experiment. We designed off-axis reflective design and its optomechanics design and fabricated the MMT. The telescope was installed at the EPR laboratory at the VIRGO gravitational wave

observatory in Italy in July 2023. In this talk, we present the optical alignment concept of the MMT and its result of installation. During the prototype experiment, we employed Coordinate Measurement Machines (CMM) to measure the absolute 3D coordinates of the optomechanics accurately and to confirm that the MMT fabricated and aligned as designed. Compensation for any misalignment can be made by re-fabrication of the mirror adaptors. We position the optomechanics on a base plate featuring a reference plane to make a semi-kinematic mounting. That secures precise system alignment and reproducibility of assembly. In the final version of the device, a knob-tuning mount used to compensate for the misalignment of the MMT.

**[PAT-02] A Review of Coronagraph and Starshade Technology for Direct Imaging of Exoplanets**

Yunjong Kim<sup>1\*</sup>, Sungwook E. Hong<sup>1,2</sup>, Ryun-Young Kwon<sup>1</sup>, Hyunwoo Kang<sup>1</sup>, and Minsun Kim<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>2</sup>University of Science and Technology

1995년 미셸 마요르 (Michelle Mayor)와 디디에 쿠엘로 (Didier Queloz)는 태양계 밖에서 태양과 비슷한 밝기의 별 주위를 공전하는 외계행성인 페가수스자리 51b(51 Pegasi b)를 발견하였다. 이후 현재까지 5,000개 이상의 외계행성이 발견되었다. 지금까지 외계행성은 대부분 모항성과 외계행성의 상호작용에 의한 변화량을 관측하는 별표면 횡단 방법, 시선속도 방법, 미시중력렌즈 방법 등의 외계행성의 존재 여부를 판별하는 간접 관측기법이 적용되었다.

최근에는 별표면 횡단 방법을 이용하여 다수의 외계행성이 발견되었기 때문에 보다 근원적인 질문인 우주에 다른 생명의 존재 가능성은 없는지에 대한 의문이 제시되고 있다. 이를 위해서는 지구형 외계행성을 발견하여야 하며 지구형 외계행성을 직접 관측한 후 분광 정보를 획득하여야 한다. 이들 행성은 모항성에 비해 약 100억분의 1 정도의 밝기를 가지기 때문에 망원경의 구조적 문제로 발생하는 모항성의 회절현상에 의해 관측이 되지 않는다. 따라서 이 문제를 극복하면서 지구형 외계행성을 감지할 수 있는 고대비 (High Contrast) 관측기기가 필요하다. 이를 위해 NASA에서는 코로나그래프 (Coronagraph)나 스타셰이드 (Starshade)와 같은 모항성의 빛을 가려주는 관측기기를 개발하고 있다. 이러한 관측기기는 NASA의 외계행성 관측을 위한 우주망원경 로드맵에 포함되어 있다. 본 발표에서는 NASA가 주도하는 외계행성 직접 관측을 위한 기기인 코로나그래프와 스타셰이드에 대한 개념을 소개한다. 그리고 이를 바탕으로 천문연구원에서 앞으로 계획하고 있는 외계행성 탐사를 위한 관측기기 개발 계획에 대해 논의한다.

**[PAT-03] Microroughness surface scattering modeling of Low Surface Brightness (LSB) observation for MESSIER Surveyor Mission**

Changgon Kim<sup>1</sup>, Seunghyuk Chang<sup>2</sup>, Dohoon Kim<sup>1</sup>, Sunwoo Lee<sup>3</sup>, Jimin Han<sup>1</sup>, Woojin Park<sup>4</sup>, Daewook Kim<sup>5</sup>, Dae-Hee Lee<sup>6,7</sup>, John R. Peterson<sup>8</sup>, David Valls-Gabaud<sup>9</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*School of Space Research and Institute of Natural Science, Kyung Hee University*, <sup>2</sup>*Center for Integrated Smart Sensors*, <sup>3</sup>*Division of Scientific Instrumentation and Management, Korea Basic Science Institute*, <sup>4</sup>*Center for Large Telescopes, Korea Astronomy and Space Science Institute*, <sup>5</sup>*James C. Wyant College of Optical Sciences, University of Arizona, USA*, <sup>6</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*, <sup>7</sup>*Department of Aerospace Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)*, <sup>8</sup>*Department of Physics and Astronomy, Purdue University*, <sup>9</sup>*Observatoire de Paris, CNRS, PSL, Paris, France*

The MESSIER surveyor mission is a compact space mission to unveil the extremely Low Surface Brightness (LSB) galaxies across a wavelength spectrum range between 200 nm and 1,000 nm. The Linear Astigmatism Free-Three Mirror System (LAF-TMS) optical design of the MESSIER satellite suppresses the diffraction and scattering from the secondary mirror and supporting structures such as secondary spiders. To ensure the mission's feasibility, it is crucial to characterize the Point Spread Function (PSF) wings of the optical system design including the scattering from the mirror surfaces. To begin, we validate the scattered PSF wing by implementing random noise on the ideal mirror surface with defined microroughness RMS (Root Mean Square) error in PhoSim, which provides Monte-Carlo photon ray trace simulation. To quantify the scattering effects, we apply the pre-measured mirror surface data with microroughness of  $\sigma=0.5$  nm RMS and  $\sigma=1.0$  nm RMS in PhoSim. The scattering result will be verified by comparing other optical simulation models, such as the Bi-Directional Scatter Distribution Function (BSDF) in OpticStudio (i.e., Zemax). Furthermore, we simulate two cases in PhoSim and compare the results: (1) the case with the obscuration of the secondary mirror and supporting structure and (2) the case using LAF-TMS. Finally, we will simulate the observed image of LSB galaxies with and without microroughness surface scattering effects, which helps to set and control the manufacturing requirements of the telescope mirrors.

#### [PAT-04] Design and Analysis of a Low-Vibration Cryogenic Dewar Module for Optical Testing of Infrared Detectors

Shankar Bhattarai, Youngsoo Jo, Hoyeon Yang, Seungcheol Bang, Woong-Seob Jeong  
*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, South Korea*

This study focuses on the development of a custom thermal vacuum chamber to precisely test the optical

performance of an infrared detector in cryogenic conditions. The proposed cryogenic Dewar module is mainly comprised of a cryocooler, turbomolecular pump, integrating sphere, Winston cone, infrared detector, thermal shrouds, and mount systems. A pulse tube cryocooler from Cryomech Inc., renowned for its meticulous engineering and cutting-edge cooling technology, is integrated into the Dewar using mechanical bellows to optimize performance in the cooling system by mitigating mechanical vibration. The infrared detector will be cooled within a temperature range of 20 K to 50 K, and the chamber's pressure will be maintained at a high vacuum of about  $10^{-6}$  Pa using a turbomolecular pump. Linear static analysis and thermo-structural behavior analysis were performed to evaluate component performance under cryogenic temperatures, considering factors such as thermal deformation and mechanical stability. The proposed Dewar ensures precise optical measurements and spectral calibration environment in the detector's performance evaluation.

#### [PAT-05] The 0.7-m Telescope System at Miryang Arirang Astronomical Observatory

Gu Lim<sup>1</sup>, Dohyeong Kim<sup>1</sup>, Keunhong Park<sup>2</sup>, Seonghoon Lim<sup>1,2,3</sup>, Jaemin Park<sup>1</sup>, Junyeong Park<sup>1</sup>, Donghyun Kim<sup>1</sup>, Changsu Choi<sup>4</sup>, Hayeong Jeong<sup>5</sup>, and Myungshin Im<sup>6,7</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Earth Sciences, Pusan National University, Korea*  
<sup>2</sup>*Miryang Arirang Astronomical Observatory, Korea*  
<sup>3</sup>*Gyeongsangnamdo Science Education Center, Korea*  
<sup>4</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*  
<sup>5</sup>*Department of Physics, Pusan National University, Korea*  
<sup>6</sup>*SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, Korea*  
<sup>7</sup>*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Korea*

We introduce a 0.7-m telescope system at Miryang Arirang Astronomical Observatory (MAAO) in Miryang, Korea. A series of test observations were conducted to evaluate the characteristics and performance of the telescope system. We obtained atmospheric extinction coefficients and photometric zero points by observing standard stars. We found the atmospheric extinctions are moderate but they can sometimes increase depending on the weather condition. The measured  $5\sigma$  limiting magnitudes reach down to  $BVR_I = 19.4-19.6$  AB mag for a point source with a total integrated time of 10 minutes under clear weather conditions. Moreover, the found  $U$ -band  $5\sigma$  depth is 16.2 AB mag even with large exposure time due to the low sensitivity. We expect that the MAAO 0.7-m telescope system will be widely used for the time-series observation of transients such as supernovae, and transiting exoplanets.

#### [PAT-06] Preliminary wavefront measurement of collimators using Shack-Hartmann sensor

Hojae Ahn<sup>1</sup>, Sumin Lee<sup>1</sup>, Heejung Yu<sup>1</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>,  
Yunjong Kim<sup>2</sup>, Sungho Lee<sup>2</sup>, Chang-Hee Kim<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Kyung Hee University*, <sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space  
Science Institute*

Shack-Hartmann sensor is an optical instrument that consists of a microlens array (MLA) and imaging sensor. The wavefront (WF) is constructed by measuring the displacement of point images focused by MLA. Reliable light injecting system is essential to measure the performance of an optical system. In this poster, we present two preliminary experiment setups and results for measuring WF of collimators as a light injecting system with Shack-Hartmann sensor. Monochromatic laser and white light were used as light sources, and the beams were cleaned by propagating through a pinhole. The spherical wave from the laser had NA=0.02 with 29 nm rms wavefront error, reaching the detection limit of the Shack-Hartmann sensor. The plane wave from the white light source had 150mm pupil diameter and showed 76 nm rms, which was mainly from astigmatism and spherical aberration. The Zernike coefficients were derived by masked WF data to exclude a point from a defective lenslet of MLA.

**[PAT-07] Annual Monitoring of Night Sky Brightness around Daegu National Science Museum**

Hyeonwoo Moon, Joonho Kim  
*Daegu National Science Museum*

Light pollution is known to waste energy resources and potentially harm plants and animals. Moreover, it is having a serious impact on astronomical observations. So, we are conducting light pollution study by continuously observing the brightness of the night sky around the Daegu National Science Museum (DNSM).

In this presentation, annual data from July 1, 2022 to June 30, 2023 was used. Sky brightness was measured using the Sky Quality Meter. Several analyses were performed, as below.

- 1) Influence of artificial lighting around the DNSM was confirmed through changes in sky brightness overnight.
- 2) Range of variables that affect the brightness of the night sky, such as moon phase, lunar zenith-distance, cloud cover were investigated.
- 3) Relationship between fine dust (PM10, PM2.5) and night sky brightness will be presented.



**[PSS-01] Observational Strategy for the NSOS- $\alpha$ , Korea's Near-Earth Asteroid Survey Telescope**

Youngmin JeongAhn, Myung-Jin Kim, Hee-Jae Lee, Hong-Kyu Moon, Dong-Goo Roh, Hong-Suh Yim, Jaemann Kyeong, Jung Hyun Jo, Jang-Hyun Park, Sungki Cho  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*

As a dedicated initiative to detect and track Near-Earth Asteroids, especially those classified as Potentially Hazardous Asteroids (PHAs), the Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI) has set forth plans to install the Near Space Optical Survey-alpha (NSOS- $\alpha$ ) telescope at the Cerro Tololo International Observatory (CTIO) in Chile. This telescope features a 1.5 m aperture and a wide field of view of 2.24° x 2.24°. The preliminary design of the telescope was realized in 2022 in collaboration with the National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory (NOIRLab). A contract for the telescope's construction has been secured, with completion anticipated by the end of 2026. To ensure the success of NSOS- $\alpha$ , we have been in close collaboration with the University of Arizona's Catalina Sky Survey (CSS) team, which is globally recognized as a leading institution in the discovery of NEOs, from our project's early stages. In this presentation, we provide a brief overview of the observational techniques used by CSS and discuss how NSOS- $\alpha$  will employ similar or adapted methods to detect Near-Earth Asteroids.

**[PSS-02] Dynamical study of Geminid formation assuming a rotational instability scenario**

Hangbin Jo, Masateru Ishiguro  
*Seoul National University (서울대학교)*

Although the Solar System is rich in interplanetary dust particles (IDPs), several questions persist concerning their source and evolution (Lasue et al. 2020). Nonetheless, IDPs are interesting subjects as they are regarded as transporters of carbon and organic materials within our Solar System, and retain information on the evolution of small bodies.

Some IDPs interact with Earth in the form of meteor showers (Love and Brownlee 1993). A prominent example is the Geminid shower, which likely has been created by asteroid (3200) Phaethon. Both collectively constitute the Phaethon-Geminid stream complex (Whipple 1983; Gustafson 1989). Despite its fame, the creation mechanism of the Geminids and its implications for the history of Phaethon and potentially other near-Earth objects is still unknown. Furthermore, Phaethon was selected as the target for the DESTINY+ mission by JAXA/ISAS and will be observed up close by the late 2020s (Arai et al. 2018).

While many have conjectured on the dust ejection mechanism of Phaethon and also tried to recreate the Geminid stream via dynamical simulation, how Phaethon was able to create the Geminids has remained elusive. In this work, we examined rotational instability as

the potential activity trigger on Phaethon. We carried out numerical simulations of mm- and cm-sized dust particles ejected from Phaethon using the N-body code MERCURY6 (Chambers 1999). We will present our latest findings, offering new insights and discussions pertaining to the Geminid stream and its implications.

\* 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. Lasue, J., Levasseur-Regourd, A.-C., & Renard, J.-B. 2020, Planet. Space Sci., 190, 104973
5. Love, S.G. & Brownlee, D. E. 1993, Science, 262, 550
6. Whipple, F. 1983, International Astronomical Union Circular, 3881

### [PSS-03] Lightcurve Survey of Asteroid with KMTNet

Hee-Jae Lee<sup>1</sup>, Myung-Jin Kim<sup>1</sup>, Hong-Kyu Moon<sup>1</sup>, and Young-Jun Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>2</sup>Univ of Science and Technology

The time-series photometric data of asteroids play a pivotal role in revealing essential parameters such as spin states, shapes, and potential companions, offering valuable insights into the dynamic processes impacting asteroids, such as collisions, thermal effects, and rotational disruptions. Over time, numerous instances of time-series photometric observations on asteroids have taken place using both ground-based and space-based facilities. However, confirmation of rotation periods has been achieved for only approximately 3% of the recognized asteroids. Consequently, there is a need for a subsequent systematic photometric survey of asteroids.

In this talk, we will present the result of lightcurve survey with Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) over three years. KMTNet consists of three 1.6-meter wide-field telescopes strategically distributed across three locations in the Southern Hemisphere, enabling continuous 24-hour monitoring. This characteristic of KMTNet is well-suited for observing the light curves of asteroids and analyzing their physical properties. Our survey, initiated in 2019, captures the ecliptic plane, observing 40,000 asteroids. Rotation periods of about 3,000 asteroids are confirmed annually, revealing intriguing results. Specially, 55% of observed asteroids exhibit rotations over 10 hours, contrasting with the 35%

previously known. This expansive survey is expected to diminish observational bias and augments our knowledge of asteroids' rotational characteristics.

### [PSS-04] Optical telescope with spectro-polarimetric camera on the moon II

Ilhoon Kim<sup>1</sup>, Sukbum Hong<sup>2</sup>, Joo Hyun Kim<sup>3</sup>, Haingja Seo<sup>3</sup>, Jeong hyun Kim<sup>1,4</sup>, Youngjun Park<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>SLLAB, INC.

<sup>2</sup>Korean Minjok Leadership Academy

<sup>3</sup>Korea Aerospace Research Institute

<sup>4</sup>Department of Astronomy & Space Science, Kyunghee University

향후 국내에서 개발될 달 착륙선의 과학탑재체로 활용될 수 있는 달 표면에서 관측을 수행하는 편분광카메라가 탑재된 광학망원경(MOon-based Spectropolarimeter Telescope : 이하 MOST) 을 제안하고자 한다.

MOST은 새로운 도전으로, 고해상도 편분광기가 탑재된 광학 망원경을 개발하여 달 표면에서 운영하고 우주 탐사에 활용하는 연구이다. 이 연구는 우주 탐사 기기 개발과 운영, 태양계 생성 기원의 탐구, 지구 근접 물체 탐지, 그리고 기상 수치 예보 모델의 향상을 위한 융복합 연구를 포함하고 있다.

MOST는 대기가 없는 달 표면에서 관측을 수행하기 때문에 지구에서 관측이 힘든 황도광 관측을 보다 수월하게 진행 할 수 있다. 황도광 관측을 통해 태양계의 가장 넓은 영역에 대한 황도광 지도를 작성하고, 편광 분석을 사용하여 입자의 구성과 크기, 그리고 분광 분석을 통해 입자의 성분을 추정한다.

MOST는 지구와 달 사이의 지구 근접 물체를 관측하여 지구 위협 물체의 정확한 궤도 요소를 측정 할 수 있다.

MOST는 전지구를 지속적으로 관측하여 최초의 하나의 관측기기로 관측된 전 지구의 편분광 자료(지구 표면 특성, 대기 조성, 기상 현상 등)를 구축 할 수 있다. 편분광 자료를 활용하여 정지궤도 기상 위성의 검출기(AMI, ABI)와 저궤도위성(MODIS)의 성능을 평가(대기 관측, 이미징 품질, 분해능 등)하고 검증 자료를 구축 할 수 있고, 구축된 검증 자료를 사용하여 기상 위성 자료의 일관성을 향상시킬 수 있는 실험적 모델 작성에 활용 될 수 있다.

본 발표에서는 MOST가 활용 될 수 있는 연구 분야와 필요한 하드웨어의 사양을 제시하고자 한다.

### [PSS-05] Polarimetric Experiments of Soil Samples from the Moon

Serin Kim<sup>1</sup>, Shuai Li<sup>2</sup>, Minsup Jeong<sup>3</sup>, Kilho Baek<sup>1</sup>, Sungsoo S. Kim<sup>1</sup>, Eunjin Cho<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University, <sup>2</sup>University of Hawaii at Manoa,

<sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,

<sup>4</sup>Chungnam National University

Polarization properties of the moon include informat



ion of lunar soil such as grain size and composition. Relationship between degree of polarization and phase angle offers the polarization properties. However, there is a lack of related research and laboratory experiments using lunar samples. This is why we performed polarimetric measurements of Apollo soil samples, which were measured at various phase angles (15, 20, 25, and 100 degrees) in three bands (B, V, and R). In these measurements, a total of five Apollo samples were used: two Apollo 14 samples (14163 and 14260) and three Apollo 16 samples (61141, 61221, and 65701). They were divided into different size groups (<25, 25–45, 45–90, and 90–150  $\mu\text{m}$ ) including the bulk group (<150  $\mu\text{m}$ ). We investigate the effect of grain size on the degree of polarization, and their wavelength dependence. Also, the branch of negative polarization is examined to study the influence of the grain size and single-particle scattering on the minimum polarization and inversion phase angle.

## 태양우주환경

### [PSS-06] The actual angular width of halo coronal mass ejections

Ryun Young Kwon  
*Korea Astronomy and Space science Institute*

We present for the first time the actual angular width of coronal mass ejections (CMEs). Halo CMEs are ones whose angular widths are 360 degrees due to the halo-like shape surrounding the occulting disk in coronagraphs. It has been well known that the angular widths are closely related to various phenomena, such as geomagnetic storms and solar energetic particle events. However, due to the projection effect, the actual angular width remains missing information. The three-dimensional geometric model, the ellipsoid model, determines the angular width of halo CMEs. We show comparisons of the angular widths with the CME speeds, the width of solar energetic particle events, and the peak intensity of the prompt components of solar energetic particle events. These comparisons indicate that the determined halo CME angular widths are physically meaningful and explain the spatial spread of solar energetic particles.

### [PSS-07] COronal Diagnostic EXperiment (CODEX) Optical Performance Test

Su-Chan Bong<sup>1</sup>, Donguk Song<sup>1</sup>, Ji-Hye Baek<sup>1</sup>, Jongyeob Park<sup>1</sup>, Yeon-Han Kim<sup>1</sup>, Seonghwan Choi<sup>1</sup>, Marta Casti<sup>2</sup>, Jeffrey Newmark<sup>2</sup>, Qian Gong<sup>2</sup>, Federico Landini<sup>3</sup>, Valeria Caracci<sup>3</sup>, Luca Zangrilli<sup>3</sup>, Davide Loreggia<sup>3</sup>, Silvano Fineschi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*,  
<sup>2</sup>*NASA Goddard Space Flight Center, USA*, <sup>3</sup>*INAF Astrophysical Observatory of Turin, Italy*

The COronal Diagnostic EXperiment (CODEX) is a collaborative international project of KASI and NASA with the goal of developing an imaging multi-filter coronagraph scheduled to be installed on the International Space Station (ISS) in 2024. CODEX aims to measure the electron density, temperature, and velocity of the solar K-corona, simultaneously around the Sun between 3 and 8 solar radii for the first time. To achieve this goal, CODEX employs an externally occulted 2-stage coronagraphy, multiple 10 nm wide filters around 400 nm, and a polarization camera. Its stray light should be less than F-corona brightness, and the point spread function should cover at least one super-pixel, which is composed of 4 pixels of different linear polarization angles. Recently, we successfully conducted the optical performance tests for CODEX, such as stray light analysis, ghost measurement, point spread function characterization, flat field measurement, and polarization calibration, at the National Institute for Astrophysics (INAF)/Optical Payload System (OPSys) facility. From these tests, we obtained the pre-flight calibration data and verified the performance of the instrument. In this paper, we present the experimental setup employed and share our preliminary results obtained from these tests.

### [PSS-08] The Determination of Height of Transition Region on the Chromospheric Umbral Oscillation

Soosang Kang, Jongchul Chae  
*Seoul National University*

Oscillation in the solar atmosphere has provided the atmospheric nature. Photospheric resonator model considered frequency-dependent reflection around the temperature-minimum and constructed an analytic approach of the umbral oscillation in a non-isothermal atmosphere. We add the transition region to build a realistic temperature-structure of the solar umbral atmosphere and confirm the role of transition region as a reflective interface. An theoretical calculation of slow MHD wave in the non-isothermal atmosphere with rigid magnetic field is established. As a result we find peak-splitting or multi-peaks around the 6mHz and dependence of atmospheric structure. In short we can determine the nature of atmosphere such as the height of transition region by analysis of umbral oscillation.

### [PSS-09] Three-Dimensional Detection of Alfvénic Waves in Fibrils of a Plage Region

Hannah Kwak  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We report the three-dimensional detection of Alfvénic waves in fibrils of a plage region. Previous studies have demonstrated that chromospheric fibrils exhibit transverse motions, suggesting their association with transverse magnetohydrodynamic waves, which are also known as Alfvénic waves. These waves can be detected either in the horizontal direction or in the line-of-sight (LOS) direction with respect to the fibrils in the plane of sky. However, due to the limitations in observational data, the detection of Alfvénic waves has not been performed in both directions to date. In our recent observation of a plage region, carried out using the Fast Imaging Solar Spectrograph installed on the 1.6-meter Goode Solar Telescope at the Big Bear Solar Observatory, we acquired high-resolution imaging spectroscopy data under good seeing conditions. We successfully detected Alfvénic waves not only in the horizontal direction but also in the LOS direction. Here, we present their wave properties in both of these directions.

### [PSS-10] A Contingency Table used for Predicting Solar Radiation Storms

Hae-In Lee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy & Space Science Institute,

<sup>2</sup>Chungbuk National University

We present a contingency table constructed to be used for the prediction of Solar Radiation Storms, based on the hypothesis that CME shocks accelerate solar energetic protons. A solar Radiation Storm is defined by the > 10 MeV solar proton event (SPE) observed by Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) when its flux is equal to or greater than 10 proton flux units. We have used SPEs during an ascending phase of Solar Cycle 24 from April 2010 to January 2013 and investigated their relationship with the occurrence of coronal shock waves, the speeds of coronal mass ejections (CMEs), and the flare longitudes. Our study uses the SPE/flare catalogs compiled with GOES and the coronal shock wave catalog in Nitta et al. (2013). These catalogs report 138 coronal shock waves and 22 SPEs during the given period. Based on the hypothesis that CME shocks are a necessary condition for SPEs, we first relate the coronal shock waves to SPE events. All of SPEs are associated with coronal shock waves, but 84% of coronal shock wave events are seen without SPE (false alarm cases). Once coronal shock wave events with CME speeds greater than 850 km/s are selected, the false alarm rate drops to 10% with a 100% hit rate. Among these, the western events with respect to the longitude E15 result in 2% of false alarms with an 86% hit rate.

### [PSS-11] Solar Flare Auto Detection Using Deep Learning Model

Seung-Ye Lee<sup>1</sup>, Ji-Hye Baek<sup>2</sup>, Eunsu Park<sup>2</sup>, and Seonghwan Choi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

Deep learning technology have been applied to solar physics and space weather research. In this study, we develop deep learning based object detection algorithms to detect solar flares. First, we generate deep learning dataset for flare detection using Solar Dynamics Observatory (SDO) data and Space Weather Prediction Center (SWPC) flare list from 2010 to 2019. Second, we trained Single Shot MultiBox Detector (SSD) and the Faster Region-based Convolutional Neural Network (Faster R-CNN), which are representative object detection models. Our results show that the deep learning-based object detection models successfully detect solar flares. We expect to be able to detect solar flares as soon as they occur and to utilize this capability for space weather prediction.

### [PSS-12] How big flares are detectable from the H flux spectrum of the Sun and stars?

Younghun Oh(오영훈), Jongchul Chae(채종철)  
Seoul National University (서울대학교)

Stellar flares and CMEs are expected to take an important role in generating hazardous space weather which may be a threat to the lives, if any, of exoplanets. Therefore, active attempts to detect flares and CMEs in various stars have been made recently, based on photometric and spectroscopic observations. We have also begun observing stars using the Bohyeonsan Echelle spectrograph (BOES). However, the detection of flares on stars other than the Sun is challenging due to reliance on spatially unresolved flux spectra. The natural question we have is how big flares are detectable from the flux spectrum. To answer to this question, we have conducted this simulation study on how the Sun, our reference star, will appear in the flux spectrum during the big flares. For this purpose, we used the data taken by The Chinese H-alpha solar Explorer (CHASE), a satellite launched in 2021, providing a time series of full-disk imaging H-alpha spectra that reflect the information about the solar lower atmosphere. This study aims to construct the flux spectra near the H-alpha line wavelength by integrating the CHASE data over the solar disk. As a result, we find that when big flares occur, the locally averaged intensity spectrum of the H-alpha line becomes enhanced, while the shape of the line profile remains unchanged. An important finding is that even the X1-class flares have little impact on the disk-averaged flux spectrum. For a flare to be detectable from the flux spectrum, its strength should be at least 10 times that of the X1 class flares observed on the Sun, and about 10 times the strength of the strongest X

10 class flares, which occur only a few times in each solar cycle.

### **[PSS-13] Open New Horizon with L4 Mission: Scientific Goal and Requirements for Solar Chromospheric Imaging Spectrograph for L4**

Eun-Kyung Lim, Donguk Song, Sung-Hong Park, Jeong-Yeol Han, Kyung-Suk Cho, Seonghwan Choi, Rok-Soon Kim, Jungjoon Seough, and Junga Hwang  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

L4 is one of the Sun-Earth Lagrangian points, which is located 60 deg ahead of Earth's orbit and is known as a meta-stable location along with L5, at 60 deg behind Earth's orbit. Considering the effects of Earth-facing halo CMEs or SEP events on space weather hazards, taking advantage of these two vantage points for space-weather monitoring and advanced forecasting is one of the important goals we should succeed in shortly. Compared to L5, L4 has some advantages in monitoring and forecasting SEP events and their sources, such as flares or CMEs. Source active region of severe SEPs that is magnetically connected to the Earth often locates near the west limb, which cannot be seen from L5. From L4, on the other hand, any pre-eruptive characteristics of source active regions and their atmospheric composition can be investigated in detail with a minimum projection effect. Korean researchers in heliophysics and solar physics recently submitted a white paper on NASA Heliophysics 2024 decadal survey, suggesting our vision and willingness to carry out this vast and vital mission. We propose the Solar Chromospheric Imaging Spectrograph as one payload for L4 and share our scientific goal and requirements.

### **[PSS-14] Intensity-Velocity Correlation of NaI and Ha in Umbral Oscillations**

Kyeore Lee, Jongchul Chae  
*Seoul National University*

The correlation of intensity and velocity variations in the chromospheric umbral regions are influenced by factors such as wave properties, observed frequency range, and radiative heat transfer. The standing waves typically seen in the umbral regions exhibit a behavior where intensity variations precede velocity variations by a phase difference of  $\pi/2$  near the acoustic cutoff frequency. While the Pearson correlation coefficient is expected to be zero at this phase difference, certain umbrae show non-zero values. Positive coefficients mean the dominance of upward propagating waves, while negative coefficients may indicate the prevalence of downward propagating waves. Recent research suggests radiative heat transfer is a more convincing explanation for negative coefficients. So, we investigate the correlation

between intensity and velocity variations, using spectral data of the Ha and NaI lines observed with the Fast Imaging Solar Spectrograph. Only two umbrae with NaI show positive Pearson correlation coefficients, but the rest and all the Ha data have negative coefficients. We estimate the radiative relaxation time by fitting observed data to an analytic solution of intensity-velocity phase difference with an inferred cutoff frequency. This method effectively explains the negative Pearson correlation coefficients. The radiative relaxation time is found to be shorter for Ha compared to NaI, indicating stronger radiative heat transfer in the upper chromosphere compared to the lower. Additionally, some sunspots observed with NaI display larger relaxation time at their center compared to their boundaries, suggesting that sunspot structure in the lower chromosphere may affect wave behavior. In this work, we reaffirm the idea of radiative heat transfer can prolong the intensity-velocity phase delay and explore intensity-velocity correlations concerning height and position within the umbrae to enhance our 3-dimensional understanding of umbral oscillations.

### **[PSS-15] Three-dimensional coronal electron density distributions driven from a deep learning model**

Soojeong Jang<sup>1</sup>, Ryun-Young Kwon<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Kyung Hee University*, <sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We present the three-dimensional (3D) coronal electron density distributions for three Carrington Rotations, CR2211-2213, by applying actual coronagraphic observations to the deep learning model we developed. In the previous study, we developed a deep learning model inferring the 3D coronal electron density from white-light coronagraphic images. The model uses input in the form of the synoptic map obtained at a certain height, which is constructed from rotational coronagraphic images for a Carrington rotation, and converts it into the density synoptic map. Since the temporal resolution of total brightness images is, in general, higher than that of polarized brightness images we used for inputs in the previous model, a new model for total brightness images has been developed in this study. We use input synoptic maps constructed from STEREO SECCHI COR2 total brightness images for the period between CR2211 and 2213 when only a few CMEs occurred. We compare the density map with the EUV images taken from SDO AIA 193Å. Our results show that coronal streamers and coronal holes in the density maps are spatially correlated with those in the SDO AIA images.

### **[PSS-16] AI-generated Solar Farside Magnetograms by STEREO EUV Observations**

## and Their Applications in the Inner Heliosphere

Hyun-Jin Jeong<sup>1</sup>, Yong-Jae Moon<sup>1</sup>, Jinhye Park<sup>1</sup>, Harim Lee<sup>1</sup>, Eunsu Park<sup>2</sup>, and Roksoon Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kyung Hee University*

<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We have greatly improved Artificial Intelligence -generated Solar Farside Magnetograms (AISFMs) from STE REO EUV observations than before. We have modified our previous deep learning model and configuration of input data sets to generate more realistic magnetograms. We can monitor the temporal evolution of active regions (ARs) using our AISFMs together with the frontside SDO/HMI magnetograms. Here we present several applications of the AISFMs. We construct synchronic global magnetic field maps with the SDO/HMI and AISFMs, and extrapolate coronal magnetic fields from the maps. We show that our results are much more consistent with EUV observations than those of the conventional method in view of ARs and open magnetic field regions. We examine the global magnetic field configurations for several solar energetic particle (SEP) events accelerated near or behind the limb of the Sun. We show that our results are able to give a better understanding of the SEP source regions and their magnetic field connections. Finally, we present several prospects of our applications for the study of solar corona, heliosphere, and space weather.

### [PSS-17] The stability analysis of magnetic structure producing eruptive flares using observation -based models

Jihye Kang<sup>1</sup>, Satoshi Inoue<sup>2</sup>, Yong-Jae Moon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of astronomy and space science, Kyung Hee university* <sup>2</sup>*Center for Solar-Terrestrial Research, New Jersey Institute of Technology*

We study onset processes of flares and related eruptions in terms of stability of a three-dimensional (3D) magnetic field in solar active region 11283, producing both eruptive M5.3 and X2.1 flares. First, we reconstruct the 3D coronal magnetic fields based on the observed vector magnetic fields using the nonlinear force-free field (NLFFF) model to investigate the stability analysis of the magnetic structure using three representative magnetohydrodynamic (MHD) instabilities: the kink, torus, and double arc instabilities. As the results, the NLFFFs are found to be quite stable against the kink and torus instabilities. We expect that the double arc instability could explain the onset process of the sheared arcade loops producing the X2.1 flare. We also try to use the observation-based MHD model to understand the onset mechanism of the eruptive events.

### [PSS-18] Dark H $\alpha$ knots and Transparent Region

## of Light Bridge Jets

Heesu Yang

*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We report on dark H $\alpha$  knots and the transparent region that are visible at the top of the jets. The dark knots exhibit a distinctive structure with a flat alignment perpendicular to the jet thread with a thickness of 0.25 arcsecond, and a transparent region is located beneath them in H $\alpha$  images. Through the coordinated observations of the Goode Solar Telescope (GST) at Big Bear Solar Observatory (BBSO) and Interface Region Imaging Spectrograph (IRIS), we found that the dark knots and the transparent region in H $\alpha$  line is associated with Si iv emission of the light wall, oscillating EUV brightenings at the tip of the light bridge jets. The Si iv brightenings are blueshifted and has large non-thermal speed. By analysing H $\alpha$  spectrum observed using the Fast Imaging Solar Spectrograph (FISS) installed at the prime focus of the GST, we found 1) the line of sight velocity of dark knots and transparent regions are similar to or slightly redshifted compared to the trailing jet, and 2) the source function of the transparent region is higher than the dark knots and the body of the jet. In this presentation, we discuss the implication of the observed fact.

### [PSS-19] Solar Coronal EUV Image generation beyond SDO/AIA's FOV by Deep Learning

Bendict Lawrence<sup>1</sup>, Yong-Jae Moon<sup>1,2</sup>, Hyunjin Jeong<sup>1</sup>, Eunsu Park<sup>3</sup>, Harim Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Republic of Korea.*

<sup>2</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Republic of Korea.*

<sup>3</sup>*Space Science Division, Korean Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, 34055, Republic of Korea.*

The Atmospheric Imaging Assembly (AIA) on board the Solar Dynamics Observatory (SDO) provides valuable coronal EUV observations. In this study, we employ cGANs (Conditional Generative Adversarial Networks) to generate solar coronal EUV images (17.1 and 19.3 nm) similar to those captured by SDO/AIA by using Muna Loa Solar Observatory's (MLSO) K-Coronagraph white-light images. We expand this image generation beyond SDO/AIA's field-of-view by utilizing the FOV of MLSO K-Coronagraph's white-light images. The outcomes of this study are summarized as follows. First, the AI-generated EUV images are consistent with the target ones from 1.11 Rs to 1.25 Rs. Second, the coronal EUV images generated beyond the SDO/AIA's FOV seems to be consistent with SUI's (Solar Ultra Violet Imager) EUV images. Summing up, utilizing the findings of this study, the SDO/AIA like EUV images can be generated with the available MLSO K-Cor images. The EUV

counterparts of the solar coronal features such as jets/CMEs and helmet streamers can be generated beyond SDO/AIA's FOV which will be helpful for space weather forecasting.

### [PSS-20] The Evolution of the Magnetic Field in AR 11974 Producing Diverse Solar Eruptions

Minseon Lee (이민선)<sup>1</sup>, Sibaek Yi (이시백)<sup>2</sup> and Gwangson Choe (최광선)<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee university, Yongin, Korea*

<sup>2</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee university, Yongin, Korea*

We utilized a force-free field (FFF) solver based on the poloidal-toroidal formulation to construct a sequence of FFF models for active region AR 11974. This particular region exhibited notable solar activity, including two M-class flares and a halo coronal mass ejection (CME) sandwiched between them, followed by a non-CME eruption after the second flare.

Our numerical FFFs have revealed a significant correlation between the observed flare ribbons and regions characterized by high squashing factors (referred to as the "Q factor"). This observation strongly suggests that the magnetic reconnection events responsible for the flares occurred within quasi-separatrix layers.

Additionally, our numerical solutions have identified the presence of two null-points within the active region. However, these null-points were not directly involved in the flare reconnection processes. Instead, a new flux tube generated as a consequence of the first flare expanded and led to secondary magnetic reconnections at one of these null-points, subsequently triggering the CME. A similar pattern emerged following the second flare, resulting in a non-CME eruption.

Remarkably, the active region featured a sunspot with a light bridge. Our magnetic field reconstructions, performed with high resolution in the vicinity of the sunspot, unveiled a remarkable difference in magnetic field orientation. Specifically, the magnetic field within the light bridge was predominantly horizontal, in contrast to the predominantly vertical orientation in its immediate surroundings.

### [PSS-21] Solar Radio Bursts observed by KSRBL (Korean Solar Radio Burst Locator)

Sujin Kim, Hongdal Jun, Su-Chan Bong, and Sung-Hong Park

*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We have investigated characteristics of solar radio burst spectra obtained by KSRBL. The KSRBL is dedicated to observe the sun in the frequency range between 4.3 GHz to 18 GHz which is able to capture the gyro-

synchrotron emission during solar flares. For the study, we have examined microwave spectra of 28 radio bursts obtained by the KSRBL from 2021 November to 2023 May, and in addition, we referred to the data from the NoRP (Nobeyama Radio Polarimeters) which provide solar fluxes at seven fixed frequencies of 1, 2, 3.75, 9.4, 17, 35, and 80 GHz. The continuous spectrum of the KSRBL has an advantage to find the turnover frequency of gyrosynchrotron emission which occurred most frequently at the frequency less than 17 GHz. In the poster, we present the preliminary result of the study.

### [PSS-22] SDEMs between SDO/AIA and EUV from solar Ca II Images by deep learning

Harim Lee<sup>1</sup>, Eunsu Park<sup>2</sup>, Hyun-Jin Jeong<sup>1</sup>, Gyungin Shin<sup>3</sup>, and Yong-Jae Moon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy and Space Science, College of Applied Science, Kyung Hee University*

<sup>2</sup>*Space Science Division, Korea Astronomy and Space Science Institute*

<sup>3</sup>*Department of Engineering Science, University of Oxford*

We generate solar UV and EUV data from Ca II K data using a deep learning model. For this, we consider a deep learning method (pix2pixHD) based on conditional Generative Adversarial Networks (cGAN). We use Ca II K 393.3 nm images from the Precision Solar Photometric Telescope at the Rome Observatory and Solar Dynamics Observatory (SDO)/Atmospheric Imaging Assembly (AIA) nine-passband (9.4, 13.1, 17.1, 19.3, 21.1, 30.4, 33.5, 160.0, and 170.0 nm) UV/EUV data. We use data from 2011 January to 2015 June except for June and December for training and the remaining one for test. Our model successfully generates SDO/AIA-like solar UV/EUV images from Ca II K images. The mean correlation coefficient (CC) of intensities between AI-generated and real ones with 4 x 4 binning ranges from 0.79 to 0.95 except 17.1 nm one (0.68). We estimate differential emission measures (DEMs) of several structures (coronal loops in an active region, quiet region, and coronal hole) using two data sets: six-channel SDO/AIA images and the AI-generated EUV images from Ca II ones. The estimated DEMs from both methods are similar to each other, demonstrating that the AI-generated data from Ca II ones are feasible for scientific study.

### [PSS-23] Pixel-to-pixel translation of solar EUV images for DEMs by deep learning

Eunsu Park<sup>1</sup>, Harim Lee<sup>2</sup>, Yong-Jae Moon<sup>2</sup>, Seonghwan Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

<sup>2</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University*

We suggest a pixel-to-pixel image translation method among similar types of filtergrams such as solar extreme-ultraviolet (EUV) images. For this, we consider a deep-learning model based on a fully connected network in which all pixels of solar EUV images are independent of one another. We use six-EUV-channel data from the Atmospheric Imaging Assembly (AIA) on board the Solar Dynamics Observatory (SDO), of which three channels (17.1, 19.3, and 21.1 nm) are used as the input data and the remaining three channels (9.4, 13.1, and 33.5 nm) as the target data. We apply our model to representative solar structures (coronal loops inside of the solar disk and above the limb, coronal bright point, and coronal hole) in SDO/AIA data and then determine differential emission measures (DEMs). Our results from this study are as follows. First, our model generates three EUV channels (9.4, 13.1, and 33.5 nm) with average correlation coefficient values of 0.78, 0.89, and 0.85, respectively. Second, our model generates the solar EUV data with no boundary effects and clearer identification of small structures when compared to a convolutional neural network-based deep-learning model. Third, the estimated DEMs from AI-generated data by our model are consistent with those using only SDO/AIA channel data. Fourth, for a region in the coronal hole, the estimated DEMs from AI-generated data by our model are more consistent with those from the 50 frames stacked SDO/AIA data than those from the single-frame SDO/AIA data.

## 외부은하/은하단

### [PGC-01] Dancing jet: Precession and oscillation of the M87 jet

Hyunwook Ro (노현욱) on behalf of EAVN AGN Science Working Group  
Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

The nearby radio galaxy M87 is an ideal target for understanding relativistic jets ejected from supermassive black holes and their accretion systems. Accumulating 170 high-resolution Very Long Baseline Interferometry (VLBI) data observed over 22 years, we found that the ejection angle of the M87 jet swings up and down periodically over 11 years. We infer that it is caused by Lense-Thirring precession induced by a spinning black hole misaligned with the accretion disk. In addition, from high-cadence VLBI observations, we found that the M87 jet is oscillating transversally with a period of about 1 year, which is explained by waves propagating within the jet at superluminal apparent speeds. This suggests that there may be other sources of oscillations near the black hole or jet besides precession. We are continuously monitoring the M87 jet with a global VLBI

involving antennas from East Asia, Europe, and Australia to understand the origins of complex oscillations and their propagation along the jet.

### [PGC-02] Measuring the Mass of the Bullet Cluster: A Weak Gravitational Lensing Analysis with HST and DECam data

Boseong Cho<sup>1</sup> and James Jee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Physics and Astronomy, University of California, Davis, One Shields Avenue, Davis, CA95616, USA

The Bullet Cluster (1E 0657-56), located at a redshift of  $z = 0.296$ , serves as a valuable astrophysical laboratory for probing both the properties of dark matter and the dynamics of cluster mergers. This cluster underwent a collision approximately 100 Myr ago, revealing a clear separation between the dark matter halo and the X-ray emitting gas. This separation provides compelling evidence for the existence of dark matter. Additionally, an exemplary bow shock in the sub-cluster provides valuable insights into the merging history. Despite its significance, mass estimates for the Bullet Cluster show some degree of variance across existing literature. To provide a more accurate mass estimate, this study conducts a weak lensing analysis. In the context of the Bullet Cluster, this is the first study to use Hubble Space Telescope (HST) data for a weak lensing-only mass estimate. However, due to the restricted Field of View (FoV) of the HST, which only captures a 1.5 Mpc x 0.5 Mpc region, it is insufficient to cover the entire dark matter halo of the cluster. To overcome this limitation, we complemented our dataset with observations from the Dark Energy Camera (DECam), which covers a much larger spatial extent of 25 Mpc x 25 Mpc. Using this expanded dataset, we aim to enhance the accuracy of the cluster's mass estimate without requiring extrapolation from the HST's outer region during the mass fitting process. This accurate mass estimate will contribute to ongoing research in dark matter properties and cluster merging dynamics.

### [PGC-03] A Study on Mass Production of Intracluster Stars in Pre-processing Phase Using Horizon Run 5

Hyungjin Joo<sup>1</sup>, Myungkook J. Jee<sup>1,2</sup>, Jaehyun Lee<sup>3</sup>, Juhan Kim<sup>4</sup>, Jongwan Ko<sup>5,6</sup>, Jihye Shin<sup>5</sup>, Changbom Park<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seoul 03722, Korea,

<sup>2</sup>Department of Physics, University of California, Davis, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA,

<sup>3</sup>Korea Institute of Advanced Study, 85 Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02455, Korea,

<sup>4</sup>Center of Advanced Computation, Korea Institute for Advanced Study, 85 Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02455, Korea,

<sup>5</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Korea, <sup>6</sup>University of Science and Technology, Daejeon 34113, Korea.

Recent findings derived from the Hubble Space Telescope (HST) deep imaging data have shown that intracluster light (ICL) is abundant even at  $z > 1$ , thereby contradicting conventional predictions. In this presentation, we introduce our study on the origin of ICL with the Horizon Run 5 (HR5) data, a cutting-edge cosmological simulation, boasting a 1 kpc resolution. The high resolution enables us to identify unbound star particles reliably, and the extensive simulation volume provides a large number of massive halos for statistically meaningful inference. We find that the average ICL fraction stays nearly constant from  $z \sim 5$  to 0.625. This result agrees with our recent HST-based observation but is different from previous numerical studies. We conclude that intracluster stars are probably mass-produced during the early pre-processing phase of group-scale halo formation. We support this hypothesis by tracking the boundness history of individual star particles backward in time.

#### [PGC-04] Modeling tidal disruption accretion of massive black hole in galaxy simulation.

Seungjae Lee<sup>1</sup>, Ji-hoon Kim<sup>1,2</sup>, and Boon Kiat Oh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Center for Theoretical Physics, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul

<sup>2</sup>Seoul National University Astronomy Research Center

<sup>3</sup>Department of Physics, University of Connecticut

The increasing observations of massive black holes (MBHs) at high redshift ( $z > 6$ ) are leading us to devise a more efficient MBH growth mechanism than the current Eddington limited gas accretion picture. When a star passes within a certain critical radius, the tidal force of the MBH destroys the star, and its remnant is consumed by the MBH. This tidal disruption accretion (TDA) may occur frequently in a dense star cluster, such as a nuclear star cluster. We explore the role of TDA to MBH growth by modeling tidal disruption accretion model in a galaxy simulation code, ENZO. Our TDA model expects that the MBH seed ( $1e3 < M_{\text{BH}} < 1e6$ ) grows expeditiously when they accrete stars. More interestingly, because of the increased MBH growth, the cumulative gas accretion increases as well. Also, a visible cavity in gas is created around the black hole. This is because of the black hole devours the gas faster than the gas replenish rate. Our study demonstrates the necessity of TDA model in galaxy simulations.

#### [PGC-05] The physical origins of a large

#### polarization angle rotation of Blazar OJ 287

Wanchaloem Khwammai, Minchul Kam, and Sascha Trippe.

Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

Blazars form a subclass of active galactic nuclei (AGN); they are distinguished by their one-sided and highly collimated jets, along with rapid variability across the entire electromagnetic spectrum. We present the results of multi-frequency polarimetric monitoring of the blazar OJ 287 with the Korean VLBI Network (KVN) at 22-129 GHz and the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) at 90-350 GHz. We find that the polarization angle of OJ 287 rotates by more than 300 degrees over the period 2016-2017. This unprecedented large rotation is accompanied by repeating radio flares that increase in magnitude with each occurrence. Such repeating radio flares are thought to originate from either Doppler boosting of the moving jet component or from shocks occurring when moving jet components pass through stationary recollimation shocks. In either case, this implies a potential connection between the rotation of the polarization angle and the motion of the jet components. We discuss several types of jet motion that could lead to such a large polarization angle rotation and the mechanisms that might account for the jet component motions.

#### [PGC-06] The formation of the compact objects in NewHorizon simulation

Jaekyoung Jang (J. K. Jang)<sup>1</sup>, Jinsu Rhee<sup>1</sup>, Soo-chang Rey<sup>2</sup>, Suk Kim<sup>2</sup>, and Sukyoung K. Yi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Astronomy and Yonsei University Observatory, Yonsei University, Seoul 03722

<sup>2</sup> Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Daejeon 34134

We investigated the formation process of the compact objects, including Ultra Compact Dwarfs (UCDs) and compact Ellipticals (cEs), in NewHorizon simulation. We find 55 compact objects with a stellar mass of  $10^7 \leq M_* < 10^9 (M_{\text{sun}})$  and a half-mass radius of  $50 \leq R_{50} < 400 (pc)$  at redshift 0.17. We found that the massive objects are more preferred to be formed by the tidal stripping process, whereas the smaller objects are born as they are. We found a weak trend between the color and the distance from the host halo.

#### [PGC-07] RVSNUpy: A new Python package to measure the redshifts.

Taewan Kim<sup>1</sup>(김태완), Jubee Sohn(손주비)<sup>1</sup>, Ho Seong Hwang (황호성)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea.*

<sup>2</sup>*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea.*

We introduce RVSNUpy, a new Python package designed to measure spectroscopic redshifts. RVSNUpy determines the redshifts based on cross-correlation between observed spectra and various templates with known radial velocities. We test RVSNUpy using ~6,000 HectoMAP objects possessing both SDSS and MMT/Hectospec spectra. RVSNUpy redshifts are consistent with the redshift measurements from SDSS. However, RVSNUpy redshifts derived from MMT/Hectospec are approximately 40 km/s lower than redshifts measured by RVSAN, an IRAF package for MMT/Hectospec data reduction. Although this difference is small, it can introduce inhomogeneity in studying galaxy structures based on large redshift surveys. We demonstrate that this 40 km/s offset results from minor discrepancies in the templates. In essence, RVSNUpy can offer consistent redshift measurements from spectra gathered with diverse spectrographs, given the availability of a uniform set of template spectra. We thus highlight that RVSNUpy can be a powerful tool for deriving homogeneous spectroscopic redshift measurements in forthcoming spectroscopic surveys, such as 4MOST, DESI, and Subaru/PFS.

### **[PGC-08] Mitigating the Discrepancy: Bridging the Gap Between Observations and Simulations in the Mass-Metallicity Relation (MZR) within the Ultra-Faint Dwarf (UFD) Regime.**

Minsung Ko, Myoungwon Jeon  
*School of Space Research, Kyung Hee University*

The mass-metallicity relation (MZR) within ultra-faint dwarf (UFD) galaxies has been a subject of disagreement between observational findings and simulation results. In this study, our aim is to address this discrepancy by investigating the impact of diverse sub-grid physics through the utilization of the cosmological simulation code GADGET3. In order to avoid the localized effects from the use of the simple stellar population (SSP) scheme, we have adopted a new approach involving individual star formation (SF). This methodology is particularly important as it facilitates distributed star formation followed by the associated stellar feedback, an aspect unattainable using the SSP scheme.

We conducted preliminary simulations using SSP and individual SF schemes, respectively, confirming its impact; however, a notable increase in metallicity is not observed. Building upon this methodology, our study would investigate how various sub-grid physics elements, such as the initial mass function (IMF), supernova

(SN) energy injection, and others, influence the metallicity trends within UFD galaxies.

### **[PGC-09] Constraining magnetic field strength of a radio core in millisecond scale jet of 3C 84 with Korean VLBI Network**

Soyeon, Yeo<sup>1</sup>, Sang-Sung Lee<sup>2</sup> and Whee Yeon Cheong<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Astronomy, Yonsei University, Republic of Korea,*  
<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We present early results of the simultaneous multi-frequency (22, 43, 86, and 129 GHz) observations of a compact radio source 3C 84 in millisecond (mas) - scale, conducted with the Korean VLBI Network (three 21-m radio telescopes) during a period of 2016 August to 2020 March (MJD 57623 ~ 58914). Using the Astronomical Imaging Processing Systems (AIPS) and DIFMAP software packages, the observational data were reduced and imaged. Two jet components (C1 and C3) of 3C 84 found and identified at multi-frequency CLEAN images using two-dimensional circular Gaussian model fitting on the CLEAN images. A turnover tendency is found in the spectra of the jet components for some epochs, indicating that synchrotron self-absorption (SSA) is significant in the jet components. The spectral properties (e.g., the turnover frequency) of the SSA spectrum enables us to estimate the magnetic field strength of the SSA region in 3C 84. Here, we discuss the estimated magnetic field strength of the 3C 84 core. Furthermore, treat systematic effects of the KVN uv-coverage limitation.

### **[PGC-10] Interferometric monitoring of a blazar PKS 0735+178: a connection between neutrino events and radio flares?**

Sang-Hyun Kim<sup>1,2</sup>, Sang-Sung Lee<sup>1,2</sup>, Whee Yeon Cheong<sup>1,2</sup>, and Hyeon-Woo Jeong<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*  
<sup>2</sup>*University of Science and Technology, Korea*

A blazar PKS 0735+178 is a potential high-energy neutrino emitter candidate with a radio jet. Neutrino observatories (e.g., IceCube, Baikal-GVD, etc.) detected neutrino events with GeV-TeV energies from the direction of the source in 2021 December. However, the nature of the neutrinos still needs to be clearly understood. Interestingly, it has been reported that multi-wavelength flares are observed in PKS 0735+178 across the whole electromagnetic spectrum at the time of neutrino events. Very long baseline interferometry (VLBI) observations enable tracking temporal changes in radio emission from the innermost regions of the blazar jet, which offers a critical opportunity for connecting the changes to the broad-band emission properties of the source.



ce and further localizing the emission region associated with neutrinos. We observed the source with the Korean VLBI Network (KVN) at 22, 43, 86, and 129 GHz simultaneously, for around one year from 2021 December to 2023 February. We applied imaging and model-fitting techniques to the KVN data and thus parameterized the milliarcsecond-scale source structure and its variation. We found a continuous rise of the flux density (e.g., 0.8-1.3 Jy at 22 GHz) at all KVN frequencies, confirming the consistent results from single-dish monitoring of the source. Utilizing simultaneous 22-129 GHz flux density measurements, we present the preliminary results of the spectral properties of the source such as spectral indices, synchrotron self-absorption features, etc.

### [PGC-11] Identifying Galaxy Clusters in IllustrisTNG-300 Using the Mulguisin Algorithm

Lael Shin, Jubee Sohn  
*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*

We build a new galaxy cluster catalog in IllustrisTNG-300 using a MulGuiSin (MGS) algorithm (Ju et al. 2023). We apply the MGS algorithm to the TNG300 galaxy subhalos with stellar masses larger than  $10^9$  solar masses. The MGS cluster catalog differs from the TNG Friends-of-Friends (FoF) cluster catalog in two aspects: 1) the MGS algorithm bundles neighboring galaxies within linking lengths after sorting subhalos based on stellar mass, and 2) the algorithm was applied to subhalos rather than particles (i.e., dark matter, gas, stellar particles in simulation). Our approach is similar to galaxy cluster identification methods used in galaxy spectroscopic surveys. The MGS cluster catalog includes 301 galaxy clusters with  $M_{200}$  larger than  $10^{14}$  solar mass. There are  $\sim 10\%$  more systems in the MGS catalog than in the FoF cluster catalog because some neighboring massive substructures in the FoF systems are identified as independent clusters by the MGS algorithm. We also investigate the properties of member galaxies in the MGS cluster halos without contamination of galaxies in surrounding massive substructures. The MGS cluster catalog we build from IllustrisTNG can be a benchmark for direct comparison with observed galaxy cluster catalogs constructed from extensive spectroscopic surveys.

### [PGC-12] Lyman Alpha Radiative Transfer in Rotating CGM

Hee-Gyeong Kim(김희경)<sup>1,2</sup>, Seok-Jun Chang(장석준)<sup>3</sup>, Max Gronke<sup>3</sup>, Kwang-Il Seon(선광일)<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute(한국천문연구원),*  
<sup>2</sup>*University of Science and Technology,*  
<sup>3</sup>*Max Planck Institute for Astrophysics*

The circumgalactic medium (CGM) plays an essential role in the evolution of galaxies because it alters the composition of the material inside the galaxy. Studying the kinematics of CGM through the absorption lines has a limitation, as it provides the physical properties only along a pencil beam at the location of a background quasar. Nowadays, advancements in instrument development enable us to obtain spatially extended emission lines in the CGM. In particular, Lyman alpha ( $\text{Ly}\alpha$ ) is one of the prominent emission lines in the CGM. Due to its resonant nature, the physical properties of the neutral medium are imprinted on  $\text{Ly}\alpha$  photons via scattering processes, causing spatial and frequency diffusion. Thus,  $\text{Ly}\alpha$  radiative transfer is a crucial tool for decoding the information conveyed through observations of  $\text{Ly}\alpha$ . Nonetheless, in  $\text{Ly}\alpha$  radiative transfer simulations, the predicted escaping spectra exhibit degeneracy, as the random motion and rotation of the medium lead to similar double-peaked profiles. In this work, we develop a 3D Monte-Carlo radiative transfer simulation for  $\text{Ly}\alpha$ , considering a flat rotating curve and random motions of the CGM. We present our simulation results to demonstrate how rotation, random motion, and viewing angle affect the line profiles and attempt to distinguish the effects of rotation from those of random motion.

### [PGC-13] Improving astrometry accuracy of wide-field images for transient search

Jaewon Lee, Myungshin Im, Gregory Paek, Mankeun Jeong, and GECKO team  
*SNU Astronomy Research Center, Dept. of Physics & Astronomy, SNU*

To study interesting transients such as gravitational wave electromagnetic counterparts, we are operating the RASA36 telescope in Chile. RASA36 is a 0.36m telescope with  $2.67 \times 2.67$  deg<sup>2</sup> field of view (FoV), ideal for covering a wide area of the sky. However, its wide FoV introduces astrometric inaccuracies, especially towards the image corner. In order to improve astrometry accuracy, we divided the RASA36 image into  $3 \times 3$  sections and performed astrometry again. With the segmented images, we show that astrometry is significantly improved. We further discuss how the astrometry improvements make image subtraction and transient searching more efficient.

### [PGC-14] Effects of the emission lines on the derived stellar mass from SED fitting with JWST NIRCAM photometry

Jiyoung Choe<sup>1</sup>, Taysun Kimm<sup>1</sup>, Daniel Han<sup>1</sup>, Harley Katz<sup>2</sup>, Intae Jung<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Astronomy, Yonsei University,*  
<sup>2</sup>*Sub-department of Astrophysics, University of Oxford,*

<sup>3</sup>*Astrophysics Science Division, NASA Goddard Space Flight Center*

Recent JWST observations of high- $z$  galaxies provide a unique opportunity to understand the early evolution of galaxies. Spectral energy distribution (SED) fitting has proven particularly useful for inferring their physical properties. However, the accuracy with which SED fitting can constrain the physical properties of these earliest galaxies has not been thoroughly investigated. In this work, we test the accuracy of the derived stellar masses and star formation rates of galaxies at high redshift using the SPHINX20 simulation based on JWST NIRCAM photometry. We also check to what extent the results of the SED fitting are sensitive to the presence of emission lines and to the direction of the line of sight.

### [PGC-15] A study of radio spectrum of Mrk 421

Jee Won Lee<sup>1</sup>, Sang-Sung Lee<sup>1,2</sup>, Jeffrey Hodgson<sup>3</sup>, Algaba Juan-Carlos<sup>4</sup>, Whee Yeon Cheong<sup>1,2</sup>, Hyeon-Woo Jeong<sup>1,2</sup>, Sincheol Kang<sup>1,2</sup>, Sang-Hyun Kim<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*, <sup>2</sup>*Astronomy and Space Science, University of Science and Technology*, <sup>3</sup>*Department of Physics and Astronomy, Sejong University*, <sup>4</sup>*Department of Physics, Faculty of Science, University of Malaya*

We present the results of simultaneous multi-frequency imaging radio observations of the Korean VLBI Network (KVN) on BL Lac object, Markarian 421 (Mrk 421). The data we use spans from January 2013 to June 2018.

The light curves show several flux enhancements with global decreases.

The minimum flux density is subtracted from the total cleaned flux density to separate the quiescent flux density and variable flux density.

The original spectra are flat between 22 and 43 GHz, and relatively steep between 43 and 86 GHz. The quiescent corrected spectra are sometimes consistent with the original spectra and sometimes quite different.

The corrected spectral indices are much more variable than the original spectral indices.

From the spectral index vs. flux density analysis, a significant anti-correlation between the corrected spectral indices vs. flux densities.

The quiescent correction can affect the spectral index. Therefore, synchrotron self-absorption B-field strength can be significantly affected due to BSSA  $\propto \nu m_5$ .

### [PGC-16] The SPHINX20 Public Data Release: Forward Modeling High- $z$ JWST Observations with Cosmological RHD Simulations

Taysun Kimm<sup>1</sup>, Harley Katz<sup>2</sup>, Joakim Rosdahl<sup>3</sup>, and SPHINX collaboration

<sup>1</sup>*Yonsei University*, <sup>2</sup>*University of Oxford*, <sup>3</sup>*Centre de Recherche Astrophysique de Lyon*

The recent launch of JWST has ushered in a new era of high- $z$  astronomy, providing detailed views of the gas and stellar populations of galaxies in the epoch of reionization. Interpreting these observations and translating them into constraints on early galaxy formation physics is a complex challenge, requiring sophisticated star formation and interstellar medium (ISM) models for high- $z$  galaxies. To this end, we present the public data release of SPHINX20, a full-box cosmological radiation hydrodynamics simulation (RHD) that simultaneously models the large-scale process of cosmic reionization and the detailed physics of a multiphase ISM, providing a statistical sample of galaxies similar to those currently observed by JWST. All galaxy emission has been processed with dust radiative transfer and/or resonant line radiative transfer, and data are provided for ten viewing angles for each galaxy. In addition, we provide a comprehensive set of intrinsic galaxy properties, including halo masses, stellar masses, star formation histories, and ISM properties (e.g. metallicity, ISM gas densities, LyC escape fractions).

### [PGC-17] AGN Time Variability as a Cosmic Yardstick: A Case Study on a Blazar '1730-130' Using VLBI Observations

Sieun-Go<sup>1</sup>, Sang-Sung Lee<sup>2,3</sup> and Sincheol Kang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University*, <sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*, <sup>3</sup>*University of Science and Technology*

One of the fundamental methods for measuring distances in the cosmos is the use of "standard candles". They have an absolute brightness, so we can determine the distance to them by comparing their apparent brightness and absolute brightness. However, our study introduces a new concept, the "Cosmic Yardstick," which leverages the time variability of AGN (Active Galactic Nuclei) to estimate cosmological distances. This research focuses on the cosmological distance estimation of a blazar (i.e., a sub-class of AGN) '1730-130 (NARO 530),' observed using the VLBA (Very Long Baseline Array) at 43 GHz during flare period MJD 55003 – 55621. Our approach assumes that the brightness variability observed in AGN is constrained by the speed of light, offering insight into the linear size of the compact emission region. We determine the light crossing time scale  $\tau$  ( $S_\nu(t) \propto \exp(t/\tau)$ ) with time-variable flux density  $S_\nu(t)$  of compact emission regions (e.g., a radio core) obtained by the multi-epoch 43 GHz VLBA (Very Long Baseline Array) monitoring observations as well as

2-D Gaussian-model fitting of the compact emission regions in the AGN. The distance can be estimated by the relationship between the linear size ( $R \leq c \times \tau$ ) of the compact emission region constrained by this time scale determined and model-fitted angular size (Hodgson et al. 2020). Additionally, the target source 1730-130 exhibits Doppler boosting effects due to a non-unitary Doppler factor (Lioudakis et al. 2017). In this investigation, we correct for the Doppler effect to derive an accurate distance measurement. Furthermore, we employ intrinsic brightness temperature to estimate distance, eliminating the influence of the Doppler factor, as presented in Hodgson et al. (2023). Finally, we infer how the distance obtained in this way relates to the cosmological distance obtained by the  $\Lambda$ CDM ( $\Lambda$  Cold Dark Matter) model. We propose ways to improve cosmological distance measurement by utilizing AGN's time variability in various ways. Furthermore, since AGN is basically a distant object from us, it is a subject of study that will greatly help improve the accuracy of cosmological distance estimation methods. Through this, we want to contribute to the development of cosmological research.

### [PGC-18] To trace merger history of MW-like galaxies using the diffuse features with machine-learning

Yeonkyung Lee<sup>1</sup>, Hyunmi Song<sup>2</sup>, Jihye Shin<sup>3</sup>, Sungryong Hong<sup>3</sup>, Jaehyun Lee<sup>3</sup>, Kyungwon Chun<sup>3</sup>.  
<sup>1</sup>Department of Astronomy, Space Science and Geology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea, <sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Korea.

The interaction between galaxies leaves faint and diffuse structures in the outskirts of galaxies. These diffuse features typically exhibit low surface brightness levels, approximately around 30 mag/arcsec<sup>2</sup>, and their appearance varies based on factors such as the mass ratio of merging galaxies and the time since the merger event. This suggests the possibility of deducing a galaxy's merger history from its diffuse features, which is expected to be one of the main sciences of future deep imaging surveys such as LSST and K-DRIFT. Our goal is to develop a machine-learning model capable of determining a galaxy's merger history based on its low surface brightness features. To achieve this, we generated K-DRIFT mock images of galaxies using the Illustris TNG50-1 simulation, the highest resolution within the series. We focused on 132 MW-like galaxies ( $8 \times 10^{11} M_{\odot} \leq M_{\text{halo}} \leq 2 \times 10^{12} M_{\odot}$ ) at redshift 0.2. These galaxies were categorized into three groups: "merger in past" (35 galaxies), "on-going merger" (8), and "no merger" (89) based on their merger histories as identified in their merger trees. Leveraging these datasets, we utilized machine-learning models using Convolutional Neural Networks (CNNs). Despite the relatively limited sample size, we were able to build a model with an accuracy of 69.7%, which can be improved by masking galaxy centers and background noises.

ne-learning models using Convolutional Neural Networks (CNNs). Despite the relatively limited sample size, we were able to build a model with an accuracy of 69.7%, which can be improved by masking galaxy centers and background noises.

### [PGC-19] Morphological Fractions of High-Redshift Galaxies in JWST Fields and HR5 Simulations

Jeong Hwan Lee<sup>1</sup>, Changbom Park<sup>2</sup>, Ho Seong Hwang<sup>3</sup>, Minsung Kwon<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Kyungpook National University, <sup>2</sup>Korea Institute for Advanced Study, <sup>3</sup>Seoul National University

Galaxy morphology is a crucial property that gives insights into galaxy evolution from high-redshift to the nearby universe. Previous studies of high-redshift galaxy morphology have predominantly relied on simulations due to limited observational sensitivity. However, the advent of the James Webb Space Telescope (JWST) gives us the opportunity to search for new high-redshift galaxy candidates and investigate their properties with unprecedented sensitivity and resolution in near-infrared wavelength. In this study, we investigate the morphology of galaxies at  $z=0.6-8.0$ , using deep JWST images of the following fields: SMACS J0723-7327, NEP-TDF, NGDEEP, CEERS, COSMOS, and UDS. We categorize galaxy morphology into three classes: "disks," "spheroids," and "irregular," based on their Sersic index and asymmetry measured from JWST images. The morphological distribution reveals that disk galaxies dominate at all redshift and stellar mass ranges, except the high-mass regime at  $\log M^* > 11$  where spheroids become dominant. This trend agrees with results from the Horizon Run 5 (HR5) cosmological simulations, implying that our observational analysis with JWST images well reproduce the simulation results.

### [PGC-20] A Cosmological Distance Measurement of a Blazar 0528+134 Using its Variability at Radio and X-ray

Min-Ji Kim<sup>1</sup>, Sang-Sung Lee<sup>2,3</sup>, Sincheol Kang<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>University of Science and Technology

We present the results of cosmological distance measurements using the high spatial-resolution radio monitoring observations of a gamma-ray bright blazar 0528+134 with the VLBA (Very Long Baseline Array) at 43 GHz. The observations have been conducted by the Boston University Blazar Group during a time period of MJD 55534 – 56227. We obtained the flux densities (0.5 – 2.7 Jy) and angular sizes (0.02 – 0.10 milli-arcsec

cond) of variable compact emission regions in the relativistic jet from 0528+134 based on 2-D Gaussian model-fitting with synthesized images at milli-arcsecond angular resolutions. Analyzing the light-curves of the variable emitting regions, their variability timescales  $\tau$  ( $S_v(t) \propto \exp(t/\tau)$ ) have been determined to be 430 – 470 days. These times-scales have constrained the linear sizes of the compact variable emitting regions and have allowed us to calculate the angular distance using an assumption of the intrinsic brightness temperature  $T_{B,int}$  and using the inverse-compton doppler factor  $\delta_{IC}$ . In order to find the optimal conditions of determining a cosmological distance to the target source, we have tested the method using three cases of the source angular size : the size at peak flux density, minimum size as well as the mean size during the variable period. In this poster, we discuss which case of the angular distance is most reliable compared with the angular distance of  $\Lambda$ CDM ( $\Lambda$  Cold Dark Matter) model.

### [PGC-21] GW190814 Follow-up observations

Hongjae Moon, Myungshin Im, Gregory Paek, Mankeun Jeong  
*SNU Astronomy Research Center, Dept. of Physics & Astronomy, SNU*

During the LIGO/Virgo O3 run, on 14 August 2019, GW190814 was found about 240 Mpc away. It has a small localization area ( $\sim 23$  deg<sup>2</sup>) and a low false alarm rate ( $2.03e-23$ ). It has been considered to be 'neutron star-black hole (NSBH)' merger with high probability. If gravitational waves originated from the NSBH system, we can expect electromagnetic (EM) counterparts from this system. The finding of EM counterparts can solve various problems such as Hubble tension. However, there are no EM counterparts found so far in other studies and observations. To check if there are any EM counterparts that haven't been found, we analyze observed images that cover GW localization areas using KMTNet and UKIRT. We expect the detection limit to be about 23 magnitudes for KMTNet and a deeper limit for UKIRT (covered same area multiple times). If possible, we will try to constrain parameters like ejecta mass within the detection limits of our data.

### [PGC-22] Constructing a Hydrogen Line Library for Galaxies in the Literature: I. Estimates on dust extinction and Ly $\alpha$ escape fraction for 14 and 79 galaxies

Junho Song(송준호)<sup>1</sup>, Hyunmi Song(송현미)<sup>1</sup>, Hyunjin Shim(심현진)<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Chungnam National University (충남대학교),  
<sup>2</sup>Kyungpook National University(경북대학교)

Hydrogen recombination lines, one of the strongest emission lines from star-forming galaxies, are used to probe the early Universe by being indicators of star formation rates and ionizing photon production rates. Ratios between different recombination lines provides clues to estimate dust attenuation, in addition to the diagnostics of HII region physical diagnostics. To prepare for future near-infrared spectral surveys and optical narrow-band imaging surveys aiming for hydrogen lines in different redshifts, we construct hydrogen recombination line libraries by compiling data from published literature. Our compilation includes 146 galaxies at  $0.03 < z < 1.04$ , of which at least one hydrogen recombination line is observed. The specific hydrogen emission lines under investigation encompass three Balmer lines (H $\alpha$ , H $\beta$  and H $\gamma$ ) and Ly $\alpha$  line. Of the compiled galaxies, 93 have measurements for at least two Balmer lines (14 have measurements for all three Balmer lines). For these galaxies, we estimated dust extinction by assuming the case B recombination and Calzetti extinction curve, to find that the extinction is relatively low ( $E(B-V) < 0.42$ ). After applying the dust extinction, Ly $\alpha$  escape fraction is calculated for 79 galaxies with both Ly $\alpha$  measurements and dust extinction estimates. Most of them show low escape fractions ( $< 10\%$ ), with only six galaxies displaying high escape fractions exceeding 30%. We discuss the feasibility of studying hydrogen emission line selected galaxies using future spectral surveys such as SPHEREx.

### [PGC-23] Gas kinematics of HI-rich AGN host galaxies probed using 3D-Barolo

Jeein Kim<sup>1</sup>, Aeree Chung<sup>1</sup>, Junhyun Baek<sup>1</sup>, Ivy Wong<sup>2</sup>, Kyuseok Oh<sup>3</sup>, Michael Koss<sup>4</sup>, Minjin Kim<sup>5</sup>, Jong-Hak Woo<sup>6</sup>, Jaejin Shin<sup>3</sup>, and BASS team  
<sup>1</sup>Yonsei University, <sup>2</sup>Commonwealth Scientific and Industrial Research (CSIRO), <sup>3</sup>KASI, <sup>4</sup>Eureka Scientific, Inc., <sup>5</sup>Kyungpook National University, <sup>6</sup>Seoul National University

The AGNs, one of the most luminous objects in the universe ( $\sim 1e12$  Lsun), need to be fed in order to maintain their high luminosity. Where the gas comes from and how they are driven to the center, are the key questions to be answered to understand the AGN fueling process. To tackle these questions, we have been analyzing the resolved HI data of the hosts of hard X-ray-selected AGNs from the BAT AGN Spectroscopic Survey (BASS). In this poster, we present the HI kinematics of HI-rich targets ( $M(HI) > 1e10$  Msun) among our sample. Using the 3D-Based Analysis of Rotating Object via Line Observations (3D-Barolo), we probe the gas accretion history of our targets. We show warped, non-regularly rotating HI gas in the outskirts of some targets for which we suspect recent interactions with their neighbors are responsible.

### [PGC-24] Field Lenticular Galaxy Formation in the NewHorizon Simulation

Seongbong Han, Sukyoung K. Yi  
*Department of Astronomy and Yonsei University  
 Observatory, Yonsei University, Seoul 03722, Republic of  
 Korea; genesis11@yonsei.ac.kr*

The formation of field S0 galaxies (S0s) is relatively less studied than that of cluster S0s. Using the NEWHORIZON simulation, we investigate how S0s can be formed in field environments where environmental effects (e.g., ram pressure stripping) are not expected. We find in the simulation that disk gas angular momentum loss by mergers and gas accretion offsetting gas angular momentum causes gas deficiency in disk regions, leading to the absence of spiral arms. Although gas is abundant near centers, galaxies can have S0-like features due to the lack of gas in disks. Subsequent cessation of gas accretion maintains S0 features; otherwise, galaxies transform into spirals in short time scales. We also measure Toomre's  $Q$  of disks and confirm that the gas surface density of disks strongly correlates with  $Q$ , indicating the content of gas of disks truly matters in terms of star and spiral arm formation. Two S0s we mainly focus on have distinct kinematic properties due to different formation histories. One is kinematically similar to disk spirals, but the other is close to early-type galaxies ( $V/\sigma \sim 0$ ), which matches well with the diversity of S0s in observations. Thanks to the high resolution of the simulation, our results provide detailed processes of how galaxies form into S0s, suggesting disk gas loss due to gas angular momentum decrease and the lack of gas accretion are primary causes of field S0 formation.

### [PGC-25] Measuring The Stellar Mass Function of Massive Galaxy Clusters using Dense Spectroscopic Surveys

Jongin Park, Jubee Sohn  
*Astronomy Program, Department of Physics and  
 Astronomy, Seoul National University*

We present the stellar mass functions (SMFs) of galaxies in 8 massive clusters based on the MACH (Massive Cluster survey with Hectospec) survey. MACH is an extremely dense spectroscopic survey of the most massive clusters within the redshift range of  $0.05 < z < 0.08$ . The MACH survey includes 163 to 529 spectroscopically identified members within  $R_{200}$  for the target clusters. We estimate the stellar mass of member galaxies with CIGALE based on the SDSS DR18 photometry. We also computed conditional probability distribution functions to correct our SMFs accounting for missing observations, although survey incompleteness is minimal. We then derive the best-fit Schechter functions, enabling a q

uantitative comparison with SMFs from other clusters and those measured from numerical simulations. The SMFs we derived from MACH offer an interesting testbed for numerical simulations of galaxy evolution in massive galaxy clusters.

### [PGC-26] Ly $\alpha$ Radiative Transfer Modeling Using MUSE Data at $z = 3-6$

Sangeun Yu<sup>1</sup>, Hyunmi Song<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Astronomy, Space Science and Geology,  
 Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic  
 of Korea,* <sup>2</sup>*Department of Astronomy and Space Science,  
 Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic  
 of Korea*

We are leveraging Ly $\alpha$  radiative transfer calculations by Song et al. (2020) to understand the characteristics of the extended Ly $\alpha$  halos around star-forming galaxies. Song et al. (2020) performed Ly $\alpha$  radiative transfer calculations for spherically symmetric halo models, exploring various sources and outflowing medium distributions, which resulted in 2,286,900 models. While their work successfully reproduced the observed Ly $\alpha$  spectrum and surface brightness profiles (SBPs) of eight star-forming galaxies, the limited sample size hindered definitive conclusions regarding the characteristics of the extended Ly $\alpha$  halos. Here, we substantially expanded the sample by including 184 star-forming galaxies observed by MUSE in the Hubble Ultra Deep Field, which encompasses the eight galaxies in the previous study. We then determined the values necessary for the model fitting, such as the aperture size and narrow band width for spectrum and SBP construction, respectively, tailored for individual galaxies. We also investigated the necessity of likelihood marginalization in determining the best-fit parameters. To efficiently execute model fitting for this expanded dataset of 184 galaxies, we are actively developing computational enhancements. Ultimately, with the best-fit models for 184 objects, we will explore the correlations between the Ly $\alpha$  halo size and the model parameters to identify which parameter has the most significant impact on Ly $\alpha$  halo size.

### [PGC-27] Dust-obscured Type-1 Quasars at $z < 2.5$

Yongjung Kim<sup>1,2</sup>, Dohyeong Kim<sup>3</sup>, Myungshin Im<sup>4</sup>, Minjin Kim<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*  
<sup>2</sup>*Kyungpook National University,* <sup>3</sup>*Pusan National  
 University,* <sup>4</sup>*Seoul National University.*

Through various surveys, millions of quasars have been explored to unravel the evolution of supermassive black holes and galaxies. The rest-frame UV-to-optical emissions of Type-1 quasars offer insights into their bl

ack hole activities. Recent findings, however, raise questions about the prevalence of dust-obscured Type-1 quasars and their potential influence on luminosity-related properties of quasars. In this project, we investigate the fraction of dust-obscured Type-1 quasars at  $z < 2.5$  by conducting SED fitting using optical-to-MIR photometric data of SDSS DR14 quasars. The inclusion of ALLWISE MIR data, less affected by dust extinction, allows us to estimate  $E(B-V)$  values for these quasars better. Surprisingly, about a quarter of them exhibit significant obscuration with  $E(B-V) > 0.1$  mag. We further examine the implications of this high fraction for quasar demographics and black hole mass estimations.

### [PGC-28] Study on the LyC signal from $z \sim 4.5$ Lyman-alpha emitters found in the COSMOS field

Eunsuk Seo<sup>1</sup>, Hyunmi Song<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Space Science and Geology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

We conducted an investigation into Lyman-continuum (LyC) emissions from Lyman-alpha emitters (LAEs) at  $z \sim 4.5$ , which were identified in the One-hundred-deg<sup>2</sup> DECam Imaging in Narrowband survey (ODIN). 3939 LAE candidates at  $z \sim 4.5$  were found using a narrow-band filter N673 (with central wavelength of 673 nm) and g and r broad-band filters. To ensure the reliability of our sample, we excluded LAEs that are either contaminated by neighboring sources or likely low- $z$  objects, leaving 1364 LAEs. We then performed forced photometry by measuring u-band fluxes at the locations of 1364 LAEs. These u-band fluxes probe LyC fluxes for objects at  $z \sim 4.5$ . Our analysis yielded a sample of 112 LyC candidates at  $z \sim 4.5$ , each having a signal-to-noise ratio (S/N) exceeding 1 and showing no signs of contamination as verified through visual inspection. Their stacks result in LyC flux of  $\sim 5 \times 10^{-10}$  Jy with a 2-sigma detection significance. To confirm the authenticity of these candidates, we plan to conduct follow-up observations involving high-resolution spectroscopy and photometry.

### [PGC-29] The results of KS4 Massive Cluster Survey at $z \sim 0.2-0.4$

Bomi Park<sup>1</sup>, Myungshin Im<sup>1</sup>, Joonho Kim<sup>3,1</sup>, Minhee Hyun<sup>2</sup>, Seong-Kook Lee<sup>1</sup>, Jae-Woo Kim<sup>2</sup>, Eunhee Ko<sup>1</sup> and KS4 team

<sup>1</sup>SNU Astronomy Research Center, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon

34055, Korea

<sup>3</sup>Daegu National Science Museum, 20, Techno-daero 6-gil, Yuga-myeon, Dalseong-gun, Daegu 43023, Republic of 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<sup>2</sup> with KMTNet telescopes for two years, is in progress under the SNU Astronomy Research Center. We use the KS4 multi-wavelength optical data and find massive galaxy clusters at redshift  $z < 1$  using the cluster red-sequence method, and this is the interim results at lower redshift. This will improve the study of galaxy clusters in the southern sky.

### [PGC-30] ODIN: Lyman Alpha Blobs at $z \sim 3.1$ in E-COSMOS

Byeongha Moon<sup>1,2</sup>, Yujin Yang<sup>1,2</sup> and ODIN Collaboration

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI),

<sup>2</sup>Korea University of Science and Technology (UST)

Only  $\sim 200$  Ly $\alpha$  blobs (LABs) have been discovered with narrowband surveys since it was first discovered in 2000. The rarity and association with over-dense regions imply they are proto-group candidates, but their nature and statistical properties are still puzzling due to their small numbers and strong field-to-field variance. One-hundred-deg-square DECam Imaging in Narrowbands (ODIN) survey provides a chance to overcome this constraint thanks to the largest survey volume to date. Here, we present 112 new LABs at  $z \sim 3.1$  in E-COSMOS using two selection methods. Gemini spectroscopic follow-ups confirmed their redshifts and spatial extents. The number density of ODIN-LABs nearby proto-cluster shows similar number density with well-known proto-cluster LABs, and 5 times larger than all ODIN-LABs. The results support that LABs are associated with proto-clusters and they are proto-groups infalling to the proto-cluster cores. ODIN will discover much more LABs and proto-clusters in different fields and redshifts, allowing us to investigate the nature of LABs in terms of environment with even larger samples.

### [PGC-31] Star-formation evolution of galaxies in dense environment at the end of cosmic noon

Seong-Kook Lee<sup>1</sup>, Myungshin Im<sup>1</sup>, Bomi Park<sup>1</sup>, Minhee

Hyun<sup>2</sup>, and Insu Paek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Seoul National University,*

<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*

The cosmic noon defines an era when various properties, including star formation property, of galaxies experienced a vibrant evolution. More interesting is the developing trend of environmental dependence of galaxy properties. At this epoch, various properties, such as morphology, color, and star formation status, of galaxies started to show the dependence on the environments where they reside (i.e., cluster versus field), while also showing large amount of cluster-by-cluster variation. Here, we present the results of analysis on the star formation properties of galaxies in dense environment in the redshift range of  $0.6 < z < 1$ . We also provide our main results about the several parameters or mechanisms which are responsible for this evolution of star formation properties as well as their prominent cluster-by-cluster variation.

### [PGC-32] Unveiling the Merging Scenario: Dark Matter Substructure in Abell 514

Eunmo Ahn<sup>1</sup>, Myungkook James Jee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Yonsei University, Department of Astronomy, Seoul, Republic of Korea*

<sup>2</sup>*Department of Physics, University of California, Davis, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA*

The galaxy cluster Abell 514 at  $z=0.071$  is a remarkable cluster that exhibits dissociative X-ray features and multiple large-scale bent radio jets. In order to dissect this intriguing system, it is critical to reconstruct its merging scenario and accurately measure its dark matter distribution. Utilizing deep Magellan Megacam imaging data, we have successfully uncovered the intricate dark matter substructures of A514, characterized by two distinct mass peaks (NW and SE) separated by approximately 0.7 Mpc. We determined their masses by simultaneously fitting two Navarro-Frenk-White profiles and proposed a plausible merging scenario. In addition to A514, we discovered a new intermediate redshift ( $z \sim 0.6$ ) cluster candidate within the A514 field, identified solely based on shears, and subsequently confirmed the existence through a comparison with galaxy and X-ray concentrations.

### [PGC-33] Double-peaked emission lines in dust-obscured quasars

Junyeong Park<sup>1</sup>, Dohyeong Kim<sup>1,2</sup>, Donghyun Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Earth Sciences, Pusan National University, Busan, Republic of Korea*

<sup>2</sup>*Department of Earth Science Education, Pusan National University, Busan, Republic of Korea*

Double-peaked emission lines emitted by quasars are believed to originate from disk emitters, AGN outflows, or binary supermassive black holes (SMBHs). In this work, we show that the double-peaked emission lines are also presented in dust-obscured quasars, and study the origination of the double-peaked emission lines. Dust-obscured quasars are expected as an intermediate population between merger-driven star-forming galaxies and unobscured quasars. Therefore, compared to unobscured quasars, dust-obscured quasars are expected to have more double-peaked emission lines originating from AGN outflows or binary SMBHs than from disk emitters. We choose 4,528  $E(B-V) > 0.1$  samples from SDSS dr16 quasars as dust-obscured quasars, and find that  $\sim 10\%$  of the dust-obscured quasars have the double-peaked emission lines. This result is inconsistent with that from unobscured quasars ( $\sim 20\%$ ; Erleaus & Halpern 2003). In future work, we will study the origin of this discrepancy, aiming to prove the merger-driven galaxy evolution scenario.

### [PGC-34] The Simulated SPHEREx Spectra of Nearby Type 1 AGNs

Hayeong Jeong<sup>1</sup>, Dohyeong Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*PNU Department of Physics, Pusan National University, Busan, Republic of Korea*

<sup>2</sup>*PNU Department of Earth Sciences, Pusan National University, Busan, Republic of Korea*

SPHEREx is a space telescope that will be launched in February 2025. It will obtain 0.75–5.0  $\mu\text{m}$  spectra for the objects over all-sky. The infrared (IR) spectral region of type 1 active galactic nuclei (AGNs) includes interesting line features, such as the hydrogen Paschen, Brackett lines and polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) emission features at 3.3  $\mu\text{m}$ . These line features are important for studying black holes (BH) and their host galaxies. The Paschen and Brackett lines can be used as BH mass estimators for dust-obscured AGNs since they are less affected by dust extinction than the ultraviolet and optical lines, and the 3.3 PAH line allows us to investigate the star-formation activity. In this work, we produce model spectra of nearby ( $z \leq 0.5$ ) and bright ( $K \leq 14$  mag) type 1 AGNs to see how accurately properties of the lines can be measured via SPHEREx. We construct the model spectra for 35 reverberation mapping AGNs and 52 PG quasars. We will apply the yielded model spectra to simulation software, SPHEREx Quicker catalog tool, and check the reliability of the measured line properties.

### [PGC-35] Testing LAEs and LBGs as tracers of the large-scale structures in the high- $z$ universe

Sang Hyoek Im<sup>1</sup>, Ho Seong Hwang<sup>1,2</sup>, HR5-ODIN

Collaborators

<sup>1</sup>*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*

<sup>2</sup>*SNU Astronomy Research Center, Seoul National University*

Lyman alpha emitters (LAEs) and Lyman-break galaxies (LBGs) are popular tracers of large-scale structures in the high- $z$  universe. In this work, we use the Horizon Run 5 cosmological simulation to test whether they can be good tracers of large-scale structures. From the data at  $z \sim 2.4, 3.1, \text{ and } 4.5$ , we find that more massive galaxies are more concentrated toward filaments regardless of whether the filaments are defined by dark matter or the galaxies themselves. LAEs and LBGs follow this mass trend well, suggesting they have no systematic bias in their distributions around filaments, relative to the overall galaxy population. We also find an empirical fitting formula for the density profile perpendicular to the filamentary structures, which works well within 2 cMpc from the filament. We also examine the spatial offsets between filamentary structures defined by different samples. Again, filamentary structures of more massive galaxies show smaller offsets from dark matter filaments, while LAEs and LBGs follow the mass trend well. These results imply that LAEs and LBGs could be good tracers of large-scale structures at high redshifts.

### **[PGC-36] The Discovery of Blue-cored Dwarf Early-type Galaxies in Isolated Environments: Breathing Dwarfs in Episodic Star Formation ?**

Soo-Chang Rey<sup>1</sup>, Suk Kim<sup>1</sup>, Jiwon Chung<sup>2</sup>, and Youngdae Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University (CNU),* <sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)*

The presence of blue-cored dwarf early-type galaxies (dE(bc)s) in high-density environments supports the scenario of the transformation of infalling late-type galaxies into quiescent dwarf early-type galaxies by environmental effects. While low-density environments lacking environmental processes could not be relevant to the formation of dE(bc)s, we discovered a large sample of rare dE(bc)s in isolated environments at  $z < 0.01$  using the NASA–Sloan Atlas catalog. Thirty-two isolated dE(bc)s were identified by visual inspection of the Sloan Digital Sky Survey images and  $g-r$  color profiles. We found that (1) isolated dE(bc)s exhibit similar structural parameters to dE(bc)s in the Virgo cluster; (2) based on the color–magnitude relation, color gradients, and optical emission lines of dE(bc)s, isolated dE(bc)s show more vigorous, centrally concentrated star formation (SF) compared to their counterparts in the Virgo cluster; (3) at a given stellar mass, isolated dE(bc)s tend to have a larger fraction of gas mass than their Virgo counterparts. We discuss a scenario of episodic SF sustain

ed by gas accretion, suggested by Sánchez Almeida et al., in which the star-bursting blue compact dwarf galaxy (BCD)–quiescent BCD (QBCD) cycle can be repeated during the Hubble time. We suggest that, in this case, isolated dE(bc)s might be QBCDs at pre- or post-BCD stages. Our results imply that dE(bc)s comprise a mixture of objects with two types of origins, nature or nurture, depending on their environment.

### **[PGC-37] Galaxy-Galaxy Blending in SPHEREx Survey data**

Dachan Kim<sup>1</sup>, Hyunmi Song<sup>1</sup>, Yigon Kim<sup>2</sup>, Minjin Kim<sup>2</sup>, and Hyunjin Shim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34134, Republic of Korea*

<sup>2</sup>*Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu 41566, Republic of Korea*

<sup>3</sup>*Department of Earth and Science Education, Kyungpook National University, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu 41566, Republic of Korea*

The Spectro-Photometer for the History of the Universe, Epoch of Reionization and Ices Explorer (SPHEREx) will provide all-sky spectral survey data covering optical to mid-infrared wavelengths with a spatial resolution of 6.2", which can be widely used to study the formation and evolution of the galaxy. We investigate the galaxy-galaxy blending in SPHEREx datasets using the mock galaxy catalogs generated from the cosmological simulation and observed data from the cosmic evolution survey (COSMOS). Only  $\sim 0.7\%$  of the galaxies will be blended with other galaxies in all-sky survey data with a limiting magnitude of 19 AB. However, the fraction of blended galaxies dramatically increases to  $\sim 7.1 - 9.5\%$  in the deep survey area around the ecliptic poles, where the depth reaches  $\sim 22$  AB mag. We examine the impact of the blending in the number count and luminosity function derived from the SPHEREx data. We find that the number count can be overestimated up to 10 – 20% in the deep regions due to the flux boosting, suggesting the impact of the galaxy-galaxy blending on the number count is moderate. However, the galaxy-galaxy blending can underestimate the luminosity function over a wide range of the redshift mainly due to failing at measuring redshifts for blended galaxies. As we only employ the magnitude limit at Ks-band for the source detection, the blending fractions should be regarded as lower limits.

### **[PGC-38] JWST NIRCам Point Spread Function Modeling**

Zachary P. Scofield<sup>1</sup> and James Jee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy, Yonsei University, 50*



*Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Physics and Astronomy, University of California, Davis, One Shields Avenue, Davis, CA95616, USA*

The James Webb Space Telescope (JWST) provides high-resolution data in the infrared wavelengths, allowing for galaxy-rich images and, consequently, robust weak-lensing analyses. However, as with any telescope, there are inherent optical imperfections and systematic errors which result in a non-trivial point spread function (PSF). Modeling and properly correcting for the PSF is essential when performing weak-lensing analyses, given that accurate galaxy shape measurements are vital to producing reliable results. We aim to determine an effective modeling process for PSF modeling with the JWST's NIRCам detector. This detector has a relatively small field of view, which in many cases yields a small number of stars across the mosaic image. Therefore, producing an empirical PSF model based on the observed stars is not always feasible. To address this problem, we utilize a combination of the WebbPSF Python package (Perrin et al. 2014) and principal component analysis (PCA). The WebbPSF package uses optical path difference (OPD) maps to generate simulated PSFs at arbitrary detector positions, while PCA models the position-dependent variance relative to the mean PSF. By grid-sampling each NIRCам chip with WebbPSF and then employing PCA, we can produce a PSF stamp at any location and drastically reduce the execution time compared to using WebbPSF alone. Using this method, we create a PSF model for the cluster Abell 2744 and compare the result to a purely empirical model derived using a PCA of stars from the mosaic image. The two methods effectively model the PSF, with residual ellipticity and size being sufficiently centered at zero for both. However, the choice of which method to implement for a given dataset is largely dependent on the density of stars in the mosaic image.

### **[PGC-39] Diverse rotation curves of galaxies in a simulated universe**

Daeun Jeong, Ho Seong Hwang  
*Department of Physics & Astronomy, Seoul National University*

Recent integral field spectroscopic observations of galaxies have shown that the radial dependence of galaxy rotation is very diverse. To better understand the physical origin of this diversity, we analyze the cosmological hydrodynamic simulation data of IllustrisTNG100. We use the galaxies with  $9.4 < \log(M_{\text{star}}/M_{\text{sun}}) < 11.5$  to make a sample comparable to that of observations. To determine the shape of rotation curves, we construct the line-of-sight velocity map and conduct 2D fitting to determine the maximum rotational velocity and the slope of the rotation curve in the outer region.

The outer slopes of the simulated galaxies show diverse patterns, which are consistent with observational results. We examine the relation between the outer slope and the galaxy properties, and successfully reproduce the observed dependence of the outer slope on stellar mass and morphology. The outer slope decreases as galaxies are more massive in terms of stellar mass, and increases as galaxies are more disk-like. We also examine the dependence of the outer slope on other physical properties including the radial density profile of dark matter, galactic environments, and gas fraction. We find that the dark matter fraction of galaxies plays the most important role in shaping the outer slope of rotation curves.

### **[PGC-40] Identification of compact groups of galaxies in IllustrisTNG-300**

Seungwu Yoo, Jubee Sohn  
*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University (서울대학교 물리천문학부 천문학 전공)*

Based on IllustrisTNG-300 (hereafter TNG300), we create catalogs of compact groups, which are the densest galaxy systems consisting of 3 – 10 galaxies located within a few tens of kpc. By applying a friends-of-friends algorithm to TNG300 subhalos with a stellar mass larger than  $10^8 M_{\odot}$ , we identify compact groups in three-dimensional space with more than three galaxies using a linking length of 50 kpc (hereafter 3D compact groups). We also identify compact groups based on linking lengths of a projected distance of 50 kpc and a line-of-sight velocity difference of 1000 km/s (hereafter, 2D compact groups). These 2D compact groups are analogous to the observed compact groups (e.g., Sohn et al. 2016). We show that most 3D compact groups are included in the 2D compact group catalog. However, more than a half of 2D compact groups are false positives that are not genuinely concentrated in three-dimensional space or contain line-of-sight interlopers. Furthermore, we demonstrate that the relation between group radial velocity dispersion and the sum of stellar mass of group members is a useful tool for distinguishing false-positives from the 2D group catalog, or even within observed compact group catalogs.

### **[PGC-41] UPCluster-SZ: The Updated Catalog of Galaxy Clusters from the List of Planck Sunyaev-Zeldovich Sources**

Hyeonuk Bahk<sup>1</sup>, Ho Seong Hwang<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea,*  
<sup>2</sup>*SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826,*

*Republic of Korea*

A complete, homogeneous sample of galaxy clusters is essential for statistical studies in cosmology and galaxy evolution. The second Planck catalog of Sunyaev-Zeldovich (SZ) sources (PSZ2) offers a foundation for such a sample but lacks complete validation and redshift data. In this regard, we construct UPCluster-SZ, an updated PSZ2 catalog, incorporating follow-up study results and spectroscopic redshifts from the literature. Of the initial 1653 PSZ cluster candidates, 1203 are validated as genuine clusters, leaving 450 sources as candidate clusters. Our update process involves revising validation statuses and redshifts using the results of follow-up observations, and identifying new clusters using compiled galaxy redshift data. Clusters are validated if they had over nine member galaxies within a velocity range of  $4500 \text{ km s}^{-1}$  and 15 arcmin from the SZ centroids. As a result, we add 120 new validated clusters and update redshift data for 362 clusters, increasing the validated count from 1203 to 1315. UPCluster-SZ, serving as a stepping-stone to a complete cluster catalog, will be valuable for cosmology and galaxy formation studies when combined with other all-sky surveys like WISE and SPHEREx.

**[PGC-42] estimations of angular diameter distance to two distant blazars 4C +38.41 ( $z = 1.814$ ) and OJ 248 ( $z = 0.939$ ) using their brightness variability**

Young-Bin Shin<sup>1</sup>, Sincheol Kang<sup>2</sup>, Sang-Sung Lee<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University,*

<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

<sup>3</sup>*University of Science and Technology*

We estimated angular diameter distances to two distant active galactic nuclei (AGNs) 4C +38.41 ( $z = 1.814$ ) and OJ 248 ( $z = 0.939$ ) using radio flares in their light curves. Two methods were used to estimate the distances; (1) a method of estimating the cosmological distance by calculating the time-scale of variability during a complete variable period (e.g. including a minimum and a peak), and (2) another method of estimating the cosmological distance through the inverse-Compton Doppler factor to be constrained using X-ray data. When estimating the distances, the angular sizes, (i.e., the full width at half maximum (FWHM)) of a compact variable emission region, used are as follows: FWHM at the starting point of the flare, FWHM at the peak, minimum value, and average value.

The angular diameter distances calculated in these ways were compared to the angular diameter distance defined in the  $\Lambda$ CDM ( $\Lambda$  Cold Dark Matter) model. Through this, we checked if each method can estimate the distance more accurately, assuming the latter is true.

The data used in the study were 43 GHz Very Long Baseline Array (VLBA) data from Boston University, 15 GHz data from the Monitoring Of Jets in Active galactic nuclei with VLBA Experiments (MOJAVE) program, and X-Ray data from Open Universe for Blazars. The period during which the flare was observed is MJD 55534 to 55820 for 4C +38.41 and MJD 55361 to 55820 for OJ 248.

**[PGC-43] Spatial Distribution and Kinematics of the Perseus Cluster: A Comparison between Galaxies and Intracluster Medium**

Wooseok Kang<sup>1</sup>, Ho Seong Hwang<sup>1</sup>, Hyunmi Song<sup>2</sup>, Changbom Park<sup>3</sup>, Narae Hwang<sup>4</sup>, Byeong-Gon Park<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*

<sup>2</sup>*Department of Space Science and Geology, Chungnam National University*

<sup>3</sup>*School of Physics, Korea Institute for Advanced Study*

<sup>4</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*

Comparison of the spatial distribution and kinematics between galaxies and X-ray emitting intracluster medium (ICM) can provide important hints about the cluster evolution history. In this regard, we study the Perseus cluster (Abell 426) using extensive galaxy redshift survey results from MMT/Hectospec, along with existing X-ray observation results from the literature. We compile a redshift catalog of 1511 galaxies within 60' from the cluster center (1214 from MMT/Hectospec and 297 from the literature). The spectroscopic completeness of our redshift sample is high and spatially uniform, making it suitable for our purpose. To examine the characteristics of the cluster, distinguishing the cluster member galaxies from foreground/background galaxies is essential. To this end, we develop CausticSNUpy, a Python implementation of the caustic technique for cluster membership determination. We identify 398 cluster members within 60' using this code. We analyze several physical properties of the Perseus cluster from these member galaxies. First, the velocity dispersion profile of galaxies is an order of magnitude larger than that of the gas in the brightest cluster galaxy, NGC 1275, measured in the optical spectra. Second, the cluster does not show a promising hint of global rotation within 60' from the cluster center. Third, the cluster does not exhibit signs of substructures, based on a statistical test. We then compare the kinematics and spatial distribution between cluster galaxies and ICM. The line-of-sight velocities in the innermost region show a  $\sim 1200 \text{ km s}^{-1}$  ( $7.8\sigma$ ) difference between the two components. Except for this discrepancy, the overall kinematics and distribution of galaxies agree well with those of the ICM. Our results as a whole imply that the cluster has not experienced a recent merger.

**[PGC-44] Data mining large-volume photometric**

## galaxy catalog

Duho Kim (김두호)

*Department of Astronomy and Space Science,  
Chungnam National University (충남대 천문우주학과)*

Novel approach to analyse massive catalog data inu  
ndating from cutting-edge facilities such as Rubin obs  
ervatory is discussed. I present my preliminary result fr  
om a pilot study of a set of algorithms sub-grouping  
photometric catalog of galaxies based on preexisting  
multi-dimensional data.

### [PGC-45] Galaxy Merger as an AGN Trigger in the Simulation and Mock Observation

Hannah Jhee, Ena Choi

*Department of Physics, University of Seoul, Seoul 02504,  
Republic of Korea*

We employ hydrodynamical simulations of galaxy ev  
olution to predict how the AGN-merger connection wil  
l be observed by JWST. Using 10 cosmological zoom-i  
n simulations of massive galaxies with stellar masses  $> 10^{11} M_{\odot}$  at  $z=0$ , we explore the triggerin  
g mechanisms of AGN. Our primary focus was on the  
controversial topic of AGN triggered by galaxy merger  
s, aiming to discern whether mergers have observable  
effects on AGN activity. To identify intrinsic mergers, w  
e employed consistent-tree and conducted merger hist  
ory analysis on the simulated galaxies. Then we correla  
te merger events with central black hole luminosity to  
examine the AGN-merger connection. Additionally, we  
utilize the radiative transfer code Powderday to proces  
s galaxies at different snapshots through three JWST fi  
lters: NIRCam F200W, F277W, and F444W. By incorpor  
ating appropriate point spread functions and surface b  
rightness limit, we generate realistic mock JWST image  
s of the galaxies, enabling the identification of synthe  
tic mergers through non-parametric morphological para  
meters. Comparing the outcomes with those of intrinsi  
c mergers, we discover that while intrinsic mergers dis  
play a correlation with AGN activity, we do not observ  
e a similar correlation between synthetic mergers and  
AGN activity. This suggests that the association betwe  
en AGN and mergers may not be apparent in observat  
ions.

### [PGC-46] Galaxy-Galaxy Lensing Measurement in High-Redshift Galaxy Clusters with HST Data

Hyeyeong Kim<sup>1</sup>, M. James Jee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy, Yonsei University*

<sup>2</sup>*Department of Physics and Astronomy, UC Davis*

Galaxy-galaxy lensing (GGL) is a powerful technique  
for probing the mass profile of distant galaxies without

relying on any equilibrium assumptions. However, pri  
or investigations have been constrained to targets at r  
edshifts significantly below unity. In this study we pres  
ent GGL measurements in high-redshift clusters at  
 $z > 1$  with deep Hubble Space Telescope (HST) imagin  
g data. We successfully detected tangential shears aro  
und photometrically selected cluster members, stacked  
the results, and characterized them with a Navarro-Fre  
nk-White (NFW) model. We compare our measuremen  
ts with the low-redshift counterparts and discuss the  
mass evolution of cluster galaxies.

### [PGC-47] Impact of AGN/star-formation feedback on the ionised gas kinematics

Sree Oh

*Yonsei University*

We examine the influence of AGN/star formation ac  
tivities on ionized gas velocity dispersions using data f  
rom the 3D spectroscopy of the SAMI galaxy survey. E  
mploying double-component fitting to emission lines,  
we analyze the kinematics of both the broad and narr  
ow components. Galaxies exhibiting a more pronounc  
ed broad emission-line component tend to display high  
er velocity dispersion than what can be predicted sole  
ly based on their mass. Additionally, we observe elevat  
ed gas velocity dispersions in AGN or actively star-for  
ming galaxies. Moreover, a strong correlation emerges  
between the kinematics of the broad component and  
AGN activities, while active star formation affects the k  
inematics of the narrow component. This study shows  
that gas kinematics are responsive to power sources, a  
nd AGN activity significantly contributes to the enhanc  
ement of gas velocity dispersions.

### [PGC-48] Star Formation Histories of Early-type Dwarf Galaxies

Hong Bae, Ann & Mira Seo

*Pusan National University*

We present the star formation histories (SFHs) of ea  
rly-type dwarf galaxies (200 dSphs, 234 dEs and, 148 d  
S0s) in the local universe with a redshift ( $z$ ) less than  
0.01. The SFHs of these early-type dwarfs exhibit distin  
ctive features, characterized by pre-enrichment and ear  
ly quenching of star formation. These characteristics le  
ad to the prevalence of metal-poor old stellar populati  
ons and a notable absence of moderately old stars wit  
h ages spanning a few Gyr. Remarkably, there exists a  
discernible contrast in the SFHs among the various su  
bclasses of early-type dwarf galaxies. The dSphs show  
earlier quenching of star formation than the dEs and d  
S0s. The dS0s show characteristics intermediate betwe  
en the dSphs and dEs but more similar to dEs. The SFH  
s of early-type dwarfs depend on environment but the  
influence is weaker than morphology and mass depen

dence. The effect of reionization is reflected in the metallicity of the earliest generations of dwarfs while the effect of supernova seems to be decisive in the early quenching of the less massive dwarfs. The feedback from supernova explosions is thought to be strong enough to remove the remaining gas from less massive dSphs, leading to a pronounced absence of a second peak in dSphs. In contrast, the ejected gas in dEs and dS0s is not entirely expelled, often returning to trigger bursts of star formation with a lookback time of a few Gyr.

### [PGC-49] Rotation curve analysis of dwarf galaxies from JVLA-AVID

Jaebeom Kim<sup>1</sup>, Se-Heon Oh<sup>2\*</sup>, Minsu Kim<sup>1</sup>, Shinna Kim<sup>1</sup> and AVID team

<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science, Sejong University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Physics and Astronomy, Sejong University, Seoul, Korea

\*corresponding author: seheon.oh@sejong.ac.kr

We present high-resolution rotation curves of 5 dwarf galaxies in the Virgo Cluster, utilizing JVLA HI data cubes obtained from "Atomic gas in Virgo Interacting Dwarfs" (AVID). We perform both 2D and 3D tilted-ring analysis on the natural weighted AVID HI data cubes using the kinematic analysis tools such as 2DBAT and 3Dbarolo, respectively. A particular aspect in our kinematic analysis involves the decomposition of the HI velocity profiles in the HI data cubes using Bayesian analysis. This approach allows us to separate non-Gaussian line-of-sight HI velocity profiles into an optimal number of Gaussian components. Through an iterative process, we identify the Gaussian components that best represent the circular rotation pattern of each galaxy. We classify the identified components into two categories: bulk motions, representing the circular rotation of the galaxies, and non-circular motions, deviating from the underlying kinematics. We discuss the HI kinematic properties of these bulk and non-circular motions of the AVID dwarf galaxies.

### [PGC-50] The Effect of Supernova Winds on the Satellite Galaxy Distribution in Elliptical Galaxies

Sumi Kim<sup>1</sup>, Ena Choi<sup>1</sup>, Amanda C. N. Quirk<sup>2</sup>, Rachel S. Somerville<sup>3</sup>, Jeremiah P. Ostriker<sup>2,4</sup>, Michaela Hirschmann<sup>5,6</sup>, and Thorsten Naab<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, University of Seoul, Seoul 02504, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Astronomy, Columbia University, NY 10027, USA, <sup>3</sup>Center for Computational Astrophysics, Flatiron Institute, NY 10010, USA, <sup>4</sup>Department of Astrophysical Sciences, Princeton University, NJ 08544, USA, <sup>5</sup>Institute for Physics, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 1290 Versoix,

Switzerland, <sup>6</sup>INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste, I-34143 Trieste, Italy, <sup>7</sup>Max-Planck-Institut für Astrophysik, 85741 Garching, Germany

We employ hydrodynamical simulations to investigate the impact of supernova (SN) feedback on satellite galaxies in the vicinity of an elliptical galaxy. Our simulations are conducted as zoom-in cosmological simulations using the GADGET-3 code, generating elliptical galaxies with masses ranging from 10<sup>11</sup> to 2 × 10<sup>11</sup> solar masses. Two sets of simulations, sharing the same initial conditions, are performed: 1) The fiducial model which incorporates mechanical SN feedback, simulating a three-phase SN wind, and mechanical AGN feedback, and 2) the weak SN feedback model where SN feedback wind velocity is intentionally weakened to align its properties more closely with thermal SN feedback. While both models show minimal alterations in the physical properties of the primary elliptical galaxy, significant differences emerge among the satellite galaxies. We employ the ROCKSTAR halo finder to evaluate the physical characteristics of the surrounding satellite galaxies and compare them across the two models and with observational data. The weak SN feedback model yields an average of four times as many satellites compared to the fiducial SN feedback model, particularly among small stellar mass galaxies with masses less than 10<sup>8</sup> solar masses. When compared to observations, the weak SN feedback model produces nearly twice as many satellites for those with masses exceeding 10<sup>9</sup> solar masses and almost five times as many satellite galaxies for those with masses surpassing 10<sup>7.5</sup> solar masses. This underscores the importance of accurately implementing SN feedback in simulations to align the distribution of satellite galaxies with observational findings.

## 항성, 항성계/외계행성

### [PSA-01] First Detection and Modeling of Spatially Resolved Ly $\alpha$ in TW Hya

Seok-Jun Chang<sup>1</sup>, Nicole Arulanandham<sup>2</sup>, Max Gronke<sup>1</sup>, Gregory J. Herczeg<sup>3</sup>, Edwin A. Bergin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Max-Planck-Institute for Astrophysics, Garching, Germany, <sup>2</sup>Space Telescope Science Institute, Baltimore, USA, <sup>3</sup>Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics, Peking University, Peking, China, <sup>4</sup>Department of Astronomy, University of Michigan, Michigan, USA

Ly $\alpha$  is the strongest emission of UV radiation in T-Tauri stars. Due to its resonant nature, Ly $\alpha$  emission can carry the physical properties of the H I medium via the scattering process, which causes spatial and frequency variations. In this presentation, we show the first spatially resolved Ly $\alpha$  emission across the protoplanetary

y disk of the iconic face-on T-Tauri star TW Hya using HST STIS with various spatial offsets ( $0, \pm 0.2'', \pm 0.4''$ ). To comprehensively interpret these Ly $\alpha$  spectra, we develop the 3D Monte-Carlo radiative transfer simulation that includes both winds and disks. Successful modeling requires contributions from scattering in both the wind and the disk. Our results constrained wind properties: H I column density ( $\sim 1020 \text{ cm}^{-2}$ ), outflow velocity ( $\sim 200 \text{ km/s}$ ), and intrinsic Ly $\alpha$  width ( $\sim 300 \text{ km/s}$ ). Notably, scattering in the disk is crucial to explain the spatial distribution of Ly $\alpha$  even when a small wind induces offset spectra inconsistent with observations. This highlights the necessity of a large wind covering the H I region within the disk. Furthermore, we explore the effects of Ly $\alpha$  radiative transfer in T-Tauri stars through the Ly $\alpha$  radiation within the disk and Ly $\alpha$  spectra in a non-face-on direction.

### [PSA-02] Analysis of the progenitor and CO emission of a type IIP supernova 2021qqu using optical and infrared data

Seong Hyun Park<sup>1</sup>, Jeonghee Rho<sup>2,1</sup>, Sung-Chul Yoon<sup>1</sup>, Claudia Gutierrez<sup>3</sup>, Aravind P. Ravi<sup>4</sup>, Regis Carter<sup>5</sup>, Tom R. Geballe<sup>5</sup>, Peter Hoefflich<sup>6</sup>, K. Azalee Boestroem<sup>7</sup>, Joseph Farah<sup>8,9</sup>, D. Andrew Howell<sup>8,9</sup>, Curtis McCully<sup>8</sup>, Megan Newsome<sup>8,9</sup>, Estefania Padilla Gonzalez<sup>8,9</sup>, Craig Pellegrino<sup>8,9</sup>, Giacomo Terreran<sup>8,9</sup>, Yijung Kang<sup>5,10</sup>, and LCO team, ePESSTO team

<sup>1</sup>Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

<sup>2</sup>SETI Institute

<sup>3</sup>Institute of Space Sciences (ICE-CSIC)

<sup>4</sup>Department of Physics, University of Texas at Arlington

<sup>5</sup>Gemini Observatory, NSF's National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory

<sup>6</sup>Florida State University, Tallahassee

<sup>7</sup>Steward Observatory, University of Arizona

<sup>8</sup>Las Cumbres Observatory

<sup>9</sup>Department of Physics, University of California, Santa Barbara

<sup>10</sup>SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford University

The large amount of dust observed in the early universe implies the contribution of core-collapse supernovae (CCSNe) to dust formation may be significant. Using the data obtained with Gemini, LCO, SOAR, and other ground-based telescopes, we present optical and infrared observation results of SN 2021qqu, a type IIP supernova (SN IIP) detected on June 20, 2021, with a low-luminosity galaxy WISEA J033752.00-145835.9 as its host. We employ the correlation between the luminosity, the photospheric velocity, and the color of SNe IIP to infer the distance to the host galaxy. The photometry and spectral data cover the dates from the explosion to 400 d, and 21 d to 290 d, respectively. We present 8 sets of near-infrared spectra which include CO e

mission and their temporal changes from day 150 to 29. The spectra above 2.25 microns detected CO emission on Days 157 and 172 with similar strengths to SN 2017eaw, but the spectra at 184 and 229 detected weaker emission and the emission may be dominated by a rising continuum than CO emission. A normal type IIP STELLA light-curve model fits the observed optical light curves of SN2021qqu, but SN 2021qqu shows strong excess at the early light curve, which may be due to circumstellar material around the progenitor star. Mid-infrared emission was detected using WISE on days 56 and 215 and SED of day 215 shows flatter, indicating dust formation. We will discuss the progenitor properties of SN 2021qqu, CO properties including CO mass using CO modeling, and CO and dust formation in supernovae and the early universe.

### [PSA-03] A study on the evolutionary process of late-type stars through maser observations II

Se-Hyung Cho<sup>1,2</sup>, Jaeheon Kim<sup>2,1</sup>, Seong-Min Son<sup>3,1</sup>, Hyun Baek<sup>3,1</sup>, Dong-Hwan Yoon<sup>2</sup>, and Kyung-Won Suh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>The Research Institute of Basic Sciences, Seoul National University

<sup>2</sup>Radio Astronomy Division, Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>3</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University

NRF project "A study on the evolutionary process of late-type stars through maser observations" (called SM ASTES: Simultaneous Multi-mAser Survey Toward Evolved Stars) started from Sept. 2022 with a three year plan. SM ASTES aims to study statistically characteristics of SiO and H<sub>2</sub>O maser properties in  $\sim 150$  oxygen-rich AGB,  $\sim 150$  S-type AGB and  $\sim 150$  post-AGB stars according to evolutionary stage using the upgraded wide frequency band receiving system of the KVN. In addition to the existing main observation lines of 22 GHz H<sub>2</sub>O and 43/42/86/129 GHz ( $\nu = 1, 2, J = 1-0; \nu = 1, J = 2-1, J = 3-2$ ) SiO masers, SiO  $\nu = 3, J = 1-0; \nu = 2, J = 2-1, 3-2; ^{28}\text{SiO } \nu = 0, J = 1-0, 2-1, 3-2; ^{29}\text{SiO } \nu = 0, J = 1-0, 2-1$  lines are further observed simultaneously together with CS, HCN, SiS, SO, and SO<sub>2</sub> thermal lines.

In the first half of 2023, observations for  $\sim 150$  oxygen-rich stars (SM ASTES I) were completed. The H<sub>2</sub>O masers were detected from 99 sources (27 from SRs, 49 from Miras, 23 from OH/IRs) and SiO masers from 122 ( $\nu=1, J=1-0$ ) and 128 ( $\nu=1, J=2-1$ ) sources. In addition, C-bearing molecule HCN were detected from 17 sources although M-type stars are oxygen-rich. We investigate how characteristics of maser properties are related with evolutionary processes from the early to late AGB stars (SR→Mira→OH/IR stars).

For observational studies on 150 S-type stars (SM ASTES II), the KVN 2023B proposal ( $\sim 350$  hrs in total) was accepted. The observational proposal for  $\sim 150$  post-

AGB stars (SMASTES III) is prepared for the KVN 2024 A season.

Through these observations we investigate a kinematic acceleration of mass loss and asymmetric outflows from the central star to atmosphere → dust layer → outer circumstellar envelope during the evolution of early AGB, thermal pulse late AGB, and post-AGB stars. The intensity ratio variations between H<sub>2</sub>O and SiO transition lines will be also investigated during above evolutionary phases. In addition, chemical trends associated with characteristics of maser properties, SiO abundance and dust formation etc. will be explored according to the oxygen-rich AGB, S-type AGB, and post-AGB phases. In particular, we focus on S-type AGB stars with C/O ≈ 1 as a transitional phase from oxygen-rich to carbon-rich stars and post-AGB stars including protoplanetary nebulae as a transitional phase from AGB stars to planetary nebulae for which not many observational studies have been performed yet.

#### [PSA-04] Statistical Investigation of the Asteroseismic Attribute of Stars with and without Exoplanets

Yun-A Jo<sup>1</sup>, Heon-Young Chang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea, <sup>2</sup>Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

To understand the characteristics of exoplanets, it is crucial to comprehend the properties of the stars hosting these planets. The characteristics of host stars play a determining role in the fundamental features of exoplanets and consequently influence their evolutionary processes. According to previous studies, stars hosting exoplanets tend to exhibit relatively higher [Fe/H] abundances and lithium depletion compared to stars without exoplanets. In this research, we investigated not only the fundamental properties of host stars of exoplanets but also examined whether there are differences in global asteroseismic properties. To achieve this, we utilized observational data of oscillating stars obtained from the *Kepler* mission. Additionally, we employed data from the NASA Exoplanet Archive to investigate the properties of planets around oscillating stars. We conducted a statistical study on a large sample of oscillating stars, categorizing them based on their evolutionary states for a systematic analysis. Our findings revealed trends similar to previous research in the planet-metallicity relation for hosts and non-hosts. Furthermore, we performed a comparative study of the asteroseismic properties of these two stellar groups, contributing to the discussion of the global characteristics of stars in our study.

#### [PSA-05] Analyzing the Spectroscopy data of

#### Helium stars using the CMFGEN code.

Heesu Kim  
Seoul National University

The spectra of Helium stars observed by CHFT(Canada-France-Hawaii Telescope) ESPaDOnS with the resolving power of  $R = 68,000$  are analyzed in this study. Using non-LTE Radiative Transfer code CMFGEN, spectral fitting of HdBs(Hydrogen deficient Binary star) will suggest the value of mass loss rate by wind of pre-supernova stage. The aim of this study is figuring out if the Helium stars can be progenitors of SN Ib/Ic. The initial mass of Helium stars can find whether Helium stars could be ended as SN Ib/Ic. Furthermore, Using the CMFGEN spectrum with V filters, the bolometric magnitude can be measured by comparing with sun bolometric magnitude. It can be a meaningful study for stellar evolution in terms of finding out a new SN Ib/Ic progenitor with the results by spectroscopy and photometry.

#### [PSA-06] Flare Identification in Irregularly Sampled Multivariate Time-series data with Transformer

Seo-Won Chang (장서원)<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>SNU Astronomy Research Center, Seoul National University, <sup>2</sup>Astronomy program, Dept. of Physics & Astronomy

Stellar flares are a good proxy for understanding magnetic activity and its dependence on fundamental stellar parameters such as age and rotation. To enable photometric studies of stellar flares, we introduce a transformer deep learning architecture that can identify even low-energy flares in irregularly sampled multivariate time-series data. In this study, we use PLAsTiCC, a simulation of 3 years of Rubin Observatory data that includes over 3.5 million transients and their expected light curves across six broadband filters (ugrizY). We improve a pre-trained model by using a domain-specific fine-tuning approach. We are currently validating this model on the SkyMapper Southern Sky Survey Data Release 3 (SMSS DR3) data.

[특] SKA

#### [PSKA-01] The roadmap and the current status of developing the Korea SKAO Regional Centre

Jungha Kim<sup>1</sup>, Hyunwoo Kang<sup>1</sup>, Shinyoung Kim<sup>1</sup>, and Hyeseung Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy & Space Science Institute (KASI),

<sup>2</sup>*Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)*

The Square Kilometre Array Observatory (SKAO) aims to build the two largest arrays on two continents. One is the SKA Mid in South Africa, consisting of 197 dishes. The other is the SKA Low in Australia, composed of 131,072 antennas. It can be easily inferred from the significant number of antennas that the data size resulting from SKAO observation will reach the level of hundreds of petabytes per year. A global network of SKAO Regional Centres (SRCs) is proposed as a key solution to deliver and analyze this extensive data effectively. Each SRC provides access to the data, a science platform to analyze the data, and user support to do the aforementioned tasks.

Korea SRC (KRSRC) team is organized to test and build a prototype of our own SRC in Korea. We introduce the basic concept of SRC and present the roadmap and the current development status of KRSRC.

## [특] K-DRIFT

### [PKDRIFT-01] K-DRIFT Preparation: Experiment on Observation Strategy for the LSB Study

Woowon Byun<sup>1</sup>, Kwang-Il Seon<sup>1,2</sup>, Jongwan Ko<sup>1,2</sup>, Jae-Woo Kim<sup>1</sup>, and Minjin Kim<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Republic of Korea*, <sup>2</sup>*University of Science and Technology, Daejeon 34113, Republic of Korea*, <sup>3</sup>*Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41556, Republic of Korea*

Despite the scientific importance, the low-surface-brightness (LSB) universe has yet to be fully explored due to various systematic uncertainties affecting the achievable SB limit. One of these uncertainties arises from the complexly structured sky background. When applying a flat-field correction, one good approach is to use a dark-sky flat generated by combining the sky background from science images. However, the resulting dark-sky flat may differ from the actual variation in the detector's pixel-to-pixel sensitivity because the sky background varies during observations. To address this concern, we conduct experiments with semi-realistic sky simulation data, including zodiacal light, Galactic cirrus, and celestial objects. The goal is to determine how to minimize the impact of the changing sky background. Employing a predefined flat pattern, we conduct mock observations with two dithering methods: 'offset' vs. 'rolling.' Our findings indicate that the 'rolling' dithering method can effectively replicate the actual flat pattern, enabling accurate correction of science images. Finally,

we discuss the factors that could be the limitations of the rolling dithering method.

## [특] Heliosphere

### [PHE-01] Proton temperature anisotropy in Alfvénic slow solar wind with Alfvén wave turbulence and kinetic instabilities

Hwanhee Lee (이환희)<sup>1</sup>, Jungjoon Seough (서정준)<sup>1</sup>, Bo Li<sup>2</sup>, Yeon-Han Kim (김연한)<sup>1</sup>, Kyung-Suk Cho (조경석)<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원)*, <sup>2</sup>*Institute of Space Sciences, Shandong University*

We conduct a comprehensive investigation using a one-dimensional solar-wind model that incorporates a curved magnetic field and low-frequency Alfvén-wave turbulence. Our model extends the understanding of plasma heating and acceleration mechanisms from the fast solar wind near polar coronal holes to the Alfvénic slow solar wind. We also consider the effect of kinetic instabilities on proton temperature anisotropy to demonstrate the applicability of the dissipation mechanism and its association with the characteristics of Alfvénic slow solar wind. As a result, we suggest that Alfvén wave turbulence can be applied to both Alfvénic slow and fast solar winds, with the proton-cyclotron instability and the firehose instabilities playing a crucial role in regulating temperature anisotropy in the vicinity of the Sun and the Earth, respectively. This study contributes to our understanding of solar wind dynamics.

### [PHE-02] The 2022 June 13 Solar Energetic Particle Event Accelerated by the CME-driven Shock in Interplanetary Space

Ji-Hyeon Yoo<sup>1,2</sup>, Ryun-Young Kwon<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*  
<sup>2</sup>*Chungbuk National University*

We investigate the Solar Energetic Particle (SEP) event observed on 2022 June 13 by the Solar Terrestrial Relations Observatory-Ahead (STEREO-A) and the Solar and Heliospheric Observatory (SOHO). The proton intensity increases are seen in energies ranging from a few MeV up to several tens of MeV at 13:00 UT and 19:00 UT from STEREO-A and SOHO, respectively. We have found an M3.4 flare starting at 03:00 UT as the solar event responsible for the proton increases. STEREO-A and SOHO coronagraphic images show that this event evolved into a partial halo Coronal Mass Ejection (CME). Interestingly, there is no evidence for the electron and proton accelerations within 10 hours after the flare, whereas the shock is observed to be a wide halo-like

the event, and the magnetic footpoints of the two observers are relatively close to the flare site. In this paper, we argue that the CME shock formed only in the higher solar corona, as is evident from the absence of the EUV wave (coronal shock seen at the coronal base). In this respect, the particle acceleration could be delayed due to the late shock formation and the propagation only in interplanetary space. The three-dimensional geometry of the shock driven by a forward-fitting method also supports the fact that the shock established the observer's magnetic field lines in interplanetary space rather than in the low solar corona. We conclude that these SEPs were not accelerated by a coronal shock close to the solar surface but by the CME-driven shock in interplanetary space.

## [특] Machine learning

### [PML-01] Advancing Galaxy Studies through Autoencoder-Based Image Retrieval: Research and Applications

Suk Kim<sup>1</sup> (김석), Eunsuk Seo<sup>2</sup> (서은숙), Youngdae Lee<sup>1</sup> (이영대), Sang-Il Han<sup>3</sup> (한상일), Hak-Sub Kim<sup>4</sup> (김학섭), Soo-Chang Rey<sup>5</sup> (이수창), Hyunmi Song<sup>5</sup> (송현미)  
<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science & Research Institute of Natural Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea,  
<sup>2</sup>Department of Astronomy, Space Science and Geology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea,  
<sup>3</sup>Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 03760, Republic of Korea, <sup>4</sup> Department of Physics and Astronomy, Sejong University, Seoul 05006, Republic of Korea, <sup>5</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

We have developed an advanced image similarity retrieval engine that is specifically designed for comparing galaxies. Our engine uses a Convolutional Autoencoder (CAE), which is trained on a comprehensive dataset of 90,370 preprocessed images from the Sloan Digital Sky Survey. The CAE effectively condenses the key visual attributes of input galaxy images into a latent feature space, which is used to compute image similarity metrics. We call this engine TSGICAS (Tool for Searching a similar Galaxy Image based on a Convolutional Autoencoder using Similarity). TSGICAS is a powerful tool for galaxy research, allowing for more precise comparative studies and facilitating the identification of unique galaxy structures. With its ability to isolate galaxies with visual resemblance, it significantly contributes to advancing our understanding of galaxy formation and evolution.

## [특] Artemis/CLPS

### [PAC-01] Electronics System Design of the GrainCams for the CLPS

Nayeon Kim<sup>1</sup>, Woojin Kim<sup>2,3</sup>, Bongkon Moon<sup>2,3</sup>, Jehyuck Shir<sup>2</sup>, Dukhang Lee<sup>2</sup>, Minsup Jeong<sup>2</sup>, Jihun Kim<sup>2</sup>, Seonghwan Choi<sup>2</sup>, Minbae Kim<sup>2</sup>, Chae Kyung Sim<sup>2</sup>, Seul-Min Baek<sup>2</sup>, Mingyeong Lee<sup>2,3</sup>, Young-Jun Choi<sup>2,3</sup>, Sungsoo S Kim<sup>1</sup>, and Dae-Hee Lee<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University

<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

<sup>3</sup>University of Science and Technology

<sup>4</sup>Department of Aerospace Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology

KASI is developing the GrainCams as a payload for a lunar rover, which is proposed to be part of NASA's Commercial Lunar Payload Services (CLPS). The GrainCams consists of two cameras: LevCam and SurfCam. LevCam will detect levitated dust particles on the lunar surface, and SurfCam will take 3D images of the 'fairy castle' microstructure of the lunar regolith. In this presentation, we introduce the GrainCams electronics system that controls the camera sensors, stores the image data, and transfers the data to the rover system. RS422 protocol is used to communicate with the format of CCSDS packets, and the transmission speed is up to 1.25 Mbps. We have performed a communication test and an image verification test to confirm the functional requirements of the electronics system.

### [PAC-02] Development Model of Dust Mitigation Module for GrainCams in Lunar Exploration Mission

Jehyuck Shin<sup>1</sup>, Dukhang Lee<sup>1</sup>, Minsup Jeong<sup>1</sup>, Bongkon Moon<sup>1,2</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Woojin Kim<sup>1,2</sup>, Jihun Kim<sup>1</sup>, Seonghwan Choi<sup>1</sup>, Minbae Kim<sup>1</sup>, Chae Kyung Sim<sup>1</sup>, Seul-Min Baek<sup>1</sup>, Mingyeong Lee<sup>1,2</sup>, Sungsoo S Kim<sup>3</sup>, and Young-Jun Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,

<sup>2</sup>University of Science and Technology,

<sup>3</sup>Kyung Hee University

GrainCams, a candidate payload for NASA's Commercial Lunar Payload Services (CLPS), is a suite of two cameras for lunar surface missions. The payload will be mounted on a rover and operated on the lunar surface. GrainCams is comprised of two cameras: the surface camera (SurfCam) and the levitating or lofted dust camera (LevCam). To investigate various regions near a landing site, SurfCam is designed to capture light field images of the upper few millimeters of the regolith. However, achieving this functionality necessitates the im-



plementation of a dust mitigation module to control dust particles from coming into contact with its lenses. In this paper, we present the design of the development model of dust mitigation module with verification and environment test results.

### **[PAC-03] The light-field camera simulation and results for SurfCam of the GrainCams payload**

Minbae Kim<sup>1</sup>, Mingyeong Lee<sup>1,2</sup>, Jihun Kim<sup>1</sup>, Minsup Jeong<sup>1</sup>, Bongkon Moon<sup>1,2</sup>, Woojin Kim<sup>1,2</sup>, Seonghwan Choi<sup>1</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Dukhang Lee<sup>1</sup>, Chae Kyung Sim<sup>1</sup>, Seul-Min Baek<sup>1</sup>, Jehyuck Shin<sup>1</sup>, Sungsoo S Kim<sup>3</sup>, and Young-Jun Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

<sup>2</sup>*University of Science and Technology,*

<sup>3</sup>*Kyung Hee University*

To understand microscopic lunar surface structure, SurfCam is designed as a light-field camera (LFC) system for one of the instruments in GrainCams, a payload candidate for NASA's Commercial Lunar Payload Services (CLPS). Generally, LFC system is one of the methods to make 3D images of a scene by capturing spatial and directional light information. To make SurfCam as an LFC system, we add a microlens array (MLA) between main optical system and the sensor utilizing a typical camera system design. We simulated realistic light-field images with the SurfCam design using Blender 3D software. In this study, we present the 3D images and discuss the simulation results based on the current design.

### **[PAC-04] Preliminary Mechanical and Thermal Design of GrainCams: A Suite of Two Optical Cameras for the Study of Dust Grains on the Lunar Regolith**

Dukhang Lee<sup>1</sup>, Woojin Kim<sup>1,2</sup>, Bongkon Moon<sup>1,2</sup>, Jihun Kim<sup>1</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Seonghwan Choi<sup>1</sup>, Minsup Jeong<sup>1</sup>, Jehyuck Shin<sup>1</sup>, Chae Kyung Sim<sup>1</sup>, Minbae Kim<sup>1</sup>, Mingyeong Lee<sup>1,2</sup>, Seul-Min Baek<sup>1</sup>, Sungsoo S Kim<sup>3</sup>, and Young-Jun Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*

<sup>2</sup>*University of Science and Technology,* <sup>3</sup>*Kyung Hee University*

GrainCams, a potential payload for NASA's Commercial Lunar Payload Services (CLPS) program, consists of two optical cameras: SurfCam for investigating the microstructure of the upper lunar regolith and LevCam for detecting levitated or lofted dust particles near the Moon's surface. This paper discusses the preliminary mechanical and thermal design of GrainCams, presenting the analysis results that will serve as the foundation for the payload's critical design phase.



# 사단법인 한국천문학회 정관 및 규정

정관 .....	135
학회 운영 규정 .....	143
임원선출 규정 .....	145
위원회 및 분과 규정 .....	147
윤리 규정 .....	149
기부금 규정 .....	160
학회 운영 세칙 .....	161
선거관리 세칙 .....	163
위원회 및 분과 세칙 .....	165
소남천문학사 연구소 규정 .....	193



## 사단법인 한국천문학회 정관

1999년 12월 03일 제정  
 2014년 10월 16일 개정  
 2014년 12월 18일 개정  
 2020년 11월 25일 개정  
 2021년 12월 09일 개정

### 제1장 총칙

**제1조 (목적)** 본 법인은 사회일반의 이익에 공여하기 위해 공익법인의 설립운영에 관한 법률에 따라 천문학의 발전과 그 응용·보급에 기여하고 나아가 과학의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

**제2조 (명칭)** 본 법인은 사단법인 한국천문학회(이하 “학회”)라 하고, 영어명칭은 The Korean Astronomical Society(줄여서 KAS)로 한다.

**제3조 (사무소의 소재지)** 학회의 사무소는 대전광역시 유성구 대덕대로 776 한국천문연구원 내에 두며, 필요에 따라 지역 분소를 둔다<개정 '14.10.16.>.

**제4조 (사업)** 학회는 제1조의 목적을 달성하기 위해 다음 각 호의 목적사업을 행한다.

1. 학술적 회합의 개최
2. 학술간행물의 발간 및 배포
3. 학술자료의 조사, 수집 및 교환
4. 학술의 국제교류
5. 과학기술진흥에 관한 지원 및 건의
6. 기타 본 학회의 목적 달성에 필요한 사항

**제5조 (법인 공여이익의 수혜자)** ① 학회가 목적사업을 수행함에 있어서 그 수혜자에게 제공하는 이익은 무상으로 한다. 다만, 부득이한 경우에는 미리 감독관청의 승인을 받아 그 대가 일부를 수혜자에 부담시킬 수 있다.

② 본 법인의 목적사업 수행으로 인하여 제공되는 이익은 수혜자의 출생지·출신학교·근무처·직업 또는 기타 사회적 신분 등에 따른 차별을 두지 않는다.

### 제2장 회원

**제6조 (구분 및 자격)** 학회 회원의 구분과 자격은 다음 각 호와 같다.

1. 정회원: 정회원은 천문학에 관심이 있는 개인으로서 대학에서 천문학 또는 그에 관련된 학사 이상의 학위를 취득한 자 (개정 '21. 12. 09.)
2. 준회원: 준회원은 대학의 학부생 또는 이사회에서 동등한 자격을 가진 자라고 인정된 자
3. 명예회원: 명예회원은 천문학 발전에 공적이 현저하거나 학회의 목적달성에 큰 공적이 있는 자로서 정회원의 권리를 부여한다.
4. 특별회원: 특별회원은 학회에 찬조 및 기부행위를 한 개인 또는 단체, 또는 동등한 기여를 하였다고 이사회가 인정한 개인 또는 단체
5. 기관회원: 기관회원은 학회의 목적에 찬동하고 사업에 기여하는 학술 및 연구단체 또는 기관
6. 교육회원: 교육회원은 천문학과 관련된 교육 및 대중화 업무에 종사하는 자 (개정 '21. 12. 09.)

**제7조 (입회)** 학회의 회원은 다음 각 호에 따라 입회된다.

1. 학회의 정회원이 되고자 하는 자는 기존 정회원 중 다음 각목에 해당하는 자 2인의 추천과 학회가 정한 입회원서를 제출한 자로 이사회의 심의를 거쳐 입회가 승인되며 입회비와 회비를 납부함으로써 회원이 된다.
  - 가. 대학의 조교수 이상 또는 이와 동등한 자격을 가진 자
  - 나. 연구소의 선임 연구원 이상 또는 이와 동등한 자격을 가진 자
  - 다. 10년간 학회의 정회원으로 있었던 자
  - 라. 기타 이사회가 인정한 자
2. 학회의 준회원이 되고자 하는 자는 기존 정회원 중 전호의 가목에서 라목에 해당하는 자 1인의 추천과 학회가 정한 입회원서를 제출한 자로 이사회의 심의를 거쳐 입회가 승인되며 입회금과 회비를 납부함으로써 회원이 된다.
3. 명예회원은 회장의 제청에 의해 이사회에서 추대한다.
4. 특별회원 및 기관회원 및 교육회원은 이사 2인의 추천에 의하여 이사회의 승인을 받아야 한다.(개정 '21. 12. 09.)

**제8조 (의무와 권리)** 학회 회원은 다음 각 호의 의무와 권리를 갖는다.

1. 정관 및 의결 사항의 준수와 회비 납부의 의무를 갖는다.
2. 회원은 연구발표 및 학술활동에 참여할 수 있다.
3. 정회원은 학회의 운영에 참여할 수 있고 선거권과 피선거권을 갖는다.
4. 준회원은 학회의 운영에 참여할 수 있다.

**제9조 (회원의 탈퇴 및 권한정지)** ① 학회 회원은 임의로 탈퇴할 수 있다.

② 학회의 회원으로서 의무를 다하지 아니한 경우나 학회의 목적에 배치되는 행위 또는 명예나 위신에 손상을 가져오는 행위를 하였을 때에는 이사회의 의결로서 권한을 정지하거나 제명할 수 있다.

### 제3장 임원

**제10조 (임원)** 학회에 다음 각 호의 임원을 둔다.

1. 회장 1인
2. 부회장 3인 이내
3. 이사 25인 이내(회장, 부회장 포함)<개정 '14.10.16.>
4. 감사 2인

**제11조 (임원의 임기)** ① 임원의 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다. 다만, 회장은 연임할 수 없다.

② 임원의 임기 중 결원이 생긴 때에는 2개월 이내에 이사회에서 보선하고, 보선에 의해 취임한 임원의 임기는 전임자의 잔여임기로 한다.

③ 임원은 임기가 끝난 후일지라도 후임자가 선출 확정될 때까지는 그 직무를 담당한다.

**제12조 (임원의 선임방법)** ① 회장과 감사 2인, 그리고 이사의 과반수이상은 임원선출 규정에 따라 정회원이 직접 선거로 선출하여 감독관청의 승인을 받아야 한다. 부회장과 이사의 일부는 회장이 지명한다.<개정 '14.10.16., '14.12.18, '20. 11.25>

② 임기가 종료되지 않은 임원의 해임은 총회의 의결을 거쳐 감독관청의 승인을 받아야 한다.

**제13조 (회장, 부회장 및 이사의 직무)** ① 회장은 학회를 대표하고 학회 업무를 총괄하며, 총회, 이사회의 의장

이 된다.

② 부회장은 회장을 보좌한다.

③ 이사는 이사회에 출석하여 학회의 업무에 관한 사항을 의결하며, 이사회 또는 회장으로 부터 위임받은 사항을 처리한다.

**제14조 (회장 직무대행자)** ① 회장이 사고가 생겼을 때는 부회장 중에서 연장자 순으로 회장의 직무를 대행한다.

② 회장이 궐위되었을 때는 부회장 중에서 연장자 순으로 회장의 직무를 대행한다.

**제15조 (감사의 직무)** 감사는 다음 각 호의 직무를 행한다.

1. 학회의 재산 상황을 감사하는 일
2. 이사회의 운영과 그 업무에 관한 사항을 감사하는 일
3. 제1호 및 2호의 감사결과 부정 또는 불법한 점이 있음을 발견할 때는 이를 이사회, 총회에 그 시정을 요구하고 이를 시정치 않을 때는 감독관청에 보고하는 일
4. 제3호의 보고를 하기 위해 필요한 때는 총회 또는 이사회의 소집을 요구하는 일
5. 학회의 재산상황, 또는 총회, 이사회의 운영과 업무에 관한 사항에 대해 회장 또는 총회, 이사회에서 의견을 진술하는 일
6. 총회 및 이사회의 회의록에 기명 날인하는 일

## 제4장 총회

**제16조 (총회의 구성 및 기능)** 총회는 정회원으로 구성하고 다음 각 호의 사항을 의결한다.

1. 회장과 감사, 그리고 이사 선출에 관한 사항<개정 '14.10.16., '14.12.18.>
2. 정관 변경에 관한 사항
3. 법인의 해산에 관한 사항
4. 예산 및 결산의 승인
5. 사업계획의 승인
6. 기타 중요한 사항

**제17조 (총회 소집)** ① 총회는 정기총회와 임시총회로 나누며, 총회는 회장이 소집하고 그 의장이 된다. 정기총회는 년 1회 소집한다. 임시총회는 필요에 따라 소집할 수 있다.

② 회장은 회의안건을 명기하여 회의 7일 전까지 각 회원에게 통지하여야 한다.

③ 총회는 제2항의 통지사항에 한해 의결할 수 있다.

**제18조 (총회의결 정족수)** ① 총회는 국내에 있는 재적 정회원 10분의 1 이상의 출석으로 개최한다. 다자간 쌍방향 원격통신을 이용한 비대면 참석자 및 위임장도 출석한 것으로 간주한다. <개정 '20. 11.25.>

② 총회의 의사결정은 출석하여 표결권을 가진 정회원 과반수의 찬성으로 의결한다. 위임장은 표결권을 가질 수 없다. 다만, 가부동수인 경우에는 의장이 결정한다. <개정'20. 11.25.>

**제19조 (총회소집의 특례)** ① 회장은 다음 각 호의 하나에 해당하는 소집요구가 있을 때는 그 소집요구 일로부터 20일 이내에 총회를 소집해야 한다.

1. 재적이사 과반수가 회의의 목적을 제시하고 소집을 요구한 때
2. 제15조 제4호 규정에 따라 감사가 소집을 요구한 때
3. 국내에 있는 재적 정회원 10분의 1 이상이 회의 목적을 제시하여 소집을 요구한 때.

② 총회 소집권자가 궐위되거나 또는 이를 기피함으로써 총회소집이 불가능할 때는 재적 이사 과반수 또는 국내에 있는 정회원 10분의 1 이상의 찬성으로 감독관청의 승인을 받아 총회를 소집할 수 있다.

③ 제2항에 의한 총회는 출석이사 중 연장자의 사회로 그 의장을 지명한다.

**제20조** (총회의결 제척 사유) 의장 또는 정회원은 본인이 관련된 총회 의결 안건이 다음 각 호의 하나에 해당하는 때는 그 안건의 의결에 참여하지 못한다.<개정 '14.10.16.>

1. 임원 취임 및 해임에 있어 자신에 관한 사항
2. 금전 또는 재산의 수수를 수반하는 사항

## 제5장 이사회

**제21조** (이사회 기능) 이사회는 다음 각 호의 사항을 심의 의결한다.

1. 업무집행에 관한 사항
2. 사업계획의 수립과 운영에 관한 사항
3. 예산 결산서 작성에 관한 사항
4. 총회에서 위임받은 사항
5. 정관에 의하여 그 권한에 속하는 사항
6. 회원의 자격에 관한 사항
7. 차기회장 및 감사 후보 추천에 관한 사항<삽입 '14.10.16.>
8. 기타 중요한 사항

**제22조** (의결 정족수) ① 이사회는 재적 이사 과반수의 출석으로 개최한다. 다자간 쌍방향 원격통신을 이용한 비대면 참석자도 출석한 것으로 간주한다. <개정 '20. 11.25.>

② 이사회의 의사결정은 출석이사 과반수의 찬성으로 의결한다. 다만 가부동수인 경우에는 회장이 결정한다.

③ 이사회의 회의 진행은 대한민국 국민인 이사가 출석 이사의 과반수가 되어야 한다.

④ 삭제.<'14.10.16.>

**제23조** (이사회 소집) ① 이사회는 회장이 소집하고 그 의장이 된다.

② 이사회를 소집하고자 할 때는 적어도 회의 7일 전에 목적을 명시하여 각 이사에 통지해야 한다.

③ 이사회는 제2항의 통지사항에 한해 의결할 수 있다. 다만, 재적이사 전원이 출석하고 출석이사 전원의 찬성이 있을 때는 통지하지 않은 사항이라도 이를 토의하고 의결할 수 있다.

**제24조** (이사회 소집의 특례) ① 회장은 다음 각 호의 하나에 해당하는 소집요구가 있을 때는 그 소집요구일로부터 20일 이내에 이사회를 소집해야 한다.

1. 재적이사 과반수가 회의의 목적을 제시하여 소집을 요구한 때.
2. 제15조 제4호의 규정에 의하여 감사가 소집을 요구한 때.

② 이사회의 소집권자가 궐위되거나 또는 이를 기피함으로써 7일 이상 이사회의 소집이 불가능할 때는 재적 이사 과반수의 찬성으로 감독관청의 승인을 받아 소집할 수 있다.

③ 제2항에 의한 이사회는 출석이사 중 연장자의 사회로 그 의장을 지명한다.

**제25조** (서면결의 금지) 이사회는 서면결의를 할 수 없다.

## 제6장 재산 및 회계

**제26조** (재정) 학회의 재정은 다음 각 호의 수입금으로 충당한다. 이 중 기부금의 연간 모금액과 활용실적은 홈페이지에 공개한다. <개정 '20. 11.25.>

1. 회원의 회비
2. 자산의 과실



3. 사업 수익금
4. 기부금
5. 기타 수익금

**제27조 (회계연도)** 학회의 회계연도는 정부 회계연도에 따른다.

**제28조 (세입, 세출, 예산)** 학회의 세입, 세출, 예산은 이사회의 의결과 총회의 승인을 얻어 사업계획서와 함께 매 회계연도 개시 1개월 전까지 감독관청에 제출한다.

**제29조 (예산외의 채무부담 등)** 학회의 채무부담이나 채권의 포기는 총회의 의결을 거쳐 감독관청의 승인을 받아야 한다.

## 제7장 보칙

**제30조 (해산)** 학회를 해산하고자 할 때는 총회에서 국내에 있는 재적 정회원 3분의 2이상의 찬성으로 의결하여 감독관청의 허가를 받아야 한다.

**제31조 (해산법인의 재산 귀속)** 학회가 해산될 때의 잔여재산은 감독관청의 허가를 받아 국가 또는 지방자치 단체에 기증한다.

**제32조 (정관 개정)** 학회의 정관을 개정하고자 할 때에는 재적이사 3분의 2 이상의 찬성과 총회의 의결을 거쳐 감독관청의 허가를 받아야 한다.

**제33조 (시행 규정)** 이 정관의 시행에 필요한 세부적인 규정은 이사회에서 정하여 총회의 승인을 얻어야 한다. 단, 일부 규정은 이사회의 승인만으로 시행할 수 있다.<개정 '14.10.16.>

**제34조 (공고사항 및 방법)** 법령의 규정에 의한 사항과 다음 각 호의 사항은 이를 일간신문에 공고함을 원칙으로 한다.

1. 법인의 명칭 변경
2. 학회의 해산

**제35조 (설립당초의 임원 및 임기)** 학회의 설립 당초의 임원 및 임기는 다음과 같다.

직 위	성 명	현 직	임 기
회장	이 우 백	한국천문연구원 원장	1998.4-2000.4
부회장	김 철 희	전북대학교 교수	1998.4-2000.4
이사	강 영 운	세종대학교 교수	1998.4-2000.4
이사	강 용 희	경북대학교 교수	1998.4-2000.4
이사	김 두 환	아주대학교 연구원	1998.4-2000.4
이사	이 명 균	서울대학교 교수	1998.4-2000.4
이사	이 형 목	서울대학교 교수	1998.4-2000.4
이사	최 규 흥	연세대학교 교수	1998.4-2000.4
이사	한 원 용	한국천문연구원 연구원	1998.4-2000.4
이사	김 용 하	충남대학교 교수	1999.4-2001.4
이사	안 흥 배	부산대학교 교수	1999.4-2001.4
이사	이 상 각	서울대학교 교수	1999.4-2001.4
이사	이 영 옥	연세대학교 교수	1999.4-2001.4
이사	이 용 삼	충북대학교 교수	1999.4-2001.4
이사	장 경 애	청주대학교 교수	1999.4-2001.4
감사	김 정 흠	선문대학교 교수	1998.4-2000.4
감사	민 영 기	경희대학교 교수	1998.4-2000.4

1999년 12월 3일

### 부칙

**제1조** (시행일) 이 정관은 감독관청의 허가를 받은 날로부터 시행한다.

1. 2000년 02월 08일 과학기술부장관 허가
2. 2014년 12월 31일 미래창조과학부장관 허가
3. 2020년 11월 25일 과학기술정보통신부장관 허가
4. 2021년 12월 09일 과학기술정보통신부장관 허가

## 한국천문학회 학회운영 규정

2014년 10월 16일 제정  
2018년 04월 12일 개정  
2018년 06월 05일 개정  
2018년 09월 11일 개정  
2019년 01월 23일 개정  
2020년 10월 15일 개정  
2022년 10월 13일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 정관 제33조에 따라 학회 운영에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

### 제1장 회장단

**제2조 (회장단)** 학회의 능률적인 업무집행을 위하여 회장단을 둔다.

**제3조 (구성)** 회장단은 회장, 부회장, 총무이사, 재무이사로 구성한다.

### 제2장 회비

**제4조 (회비) ①** 학회 회원의 연회비와 입회비는 다음 각 호와 같다.

1. 회장 : 50만원
2. 부회장 : 30만원
3. 이사 : 15만원
4. 정회원(일반) : 7만원
5. 정회원(학생) : 3만원
6. 교육회원 : 5만원
7. 준회원 : 3만원
8. 입회비 : 1만원
9. 분과회비 : 분과에서 정함

② 만 60세 이상 정회원의 경우 요청에 의해서 이사회에서 연회비 면제 의결

**제5조 (회비의 책정)** 회장은 학회의 재정사정을 감안하여 필요한 경우 회비 변경에 관한 안을 이사회 동의를 얻어 총회에 제출하고 승인을 받을 수 있다.

**제6조 (회비납부의 해태) ①** 이사회의 의결을 통해 회장은 회비를 2년 이상 납부하지 않은 회원에 대하여 정관 제9조에 의거하여 회원의 권리를 정지시킬 수 있다. 단 해당 회원이 회비를 납부하는 경우는 그 즉시 회원자격을 회복한다.

② 회원의 권리 중 선거권은 당해년도 포함 최근 2년간, 정회원 회비 납부를 포함한, 정회원의 의무를 다한 회원에게 주어진다. 단 선거권 부여 시 소급해서 납부한 회비는 고려되지 않는다.

③ 1년 이상 유학 및 파견 등의 이유로 국외 장기 거주 경우, 연회비 면제 사유서를 제출하고 이사회 의결을 통해 승인한다.

### 제3장 부설기관

**제7조 (부설기관 설치) ①** 학회의 목적에 부합한 부설기관을 설치할 수 있다.

② 부설기관은 정회원 10인 이상의 발의로, 이사회의 동의를 얻어 회장이 신설하거나 해산할 수 있다.

③ 학회에 있는 부설기관은 다음 각 호와 같다.

1. 소남천문학사연구소

**제8조** (부설기관 규정) 정관 제33조에 따라 부설기관 운영에 필요한 사항을 별도의 규정으로 제정할 수 있다.

**제9조** (부설기관 운영) 부설기관 운영은 부설기관의 운영 규정에 따른다.

**제10조** (부설기관 재정 및 회계) ① 부설기관의 자산과 재정은 독립적으로 운영한다.

② 부설기관의 회계는 학회의 부설기관 특별회계로 구분하여 관리한다.

**제11조** (부설기관 해산) ① 부설기관을 해산하고자 할 때는 이사회 재적이사 과반수의 찬성으로 의결한다.

② 부설기관이 해산될 때 자산 처리에 대한 사항은 이사회에서 결정한다.

#### 제4장 용역사업

**제12조** (용역사업 수행) 학회는 학회발전을 위해 용역사업을 수행할 수 있다.

#### 제5장 기타

**제13조** (시행 세칙) 이 규정의 시행을 위해 필요한 세부사항은 이사회의 승인을 받아 별도의 세칙으로 정할 수 있다.

**제14조** (규정 개폐) 이 규정을 개정하거나 폐지할 때는 이사회 재적이사 과반수의 찬성과 총회의 승인을 받아야 한다.

#### 부칙

**제1조** (시행일) 이 규정은 총회의 승인을 받은 2014년 10월 16일부터 시행한다.

**제2조** (경과조치) 이 규정이 제정되기 이전에 시행된 모든 사항은 이 규정에 따른 것으로 본다.

## 한국천문학회 임원선출 규정

2014년 10월 16일 제정  
 2017년 01월 11일 개정  
 2018년 06월 05일 개정  
 2018년 09월 11일 개정  
 2019년 04월 10일 개정  
 2020년 10월 15일 개정  
 2021년 10월 14일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 정관 제12조에 따라 임원선출에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

### 제1장 임원선출

**제2조 (회장선출)** ① 회장은 온라인투표시스템을 통해 선거권을 가진 정회원의 직접선거로 선출한다.  
 ② 차기 회장은 현 회장 임기 2차년도에 온라인투표시스템을 통해 선출한다.

**제3조 (부회장선출)** 부회장은 회장이 지명한다.

**제4조 (이사선출)** ① 이사는 매년 6명을 온라인투표시스템을 통해 선거권을 가진 정회원의 직접선거로 선출한다.  
 ② 신입 회장은 임기 첫해에 이사 3명을 지명한다.

**제5조 (감사선출)** 감사는 이사회가 추천하고 총회의 승인을 받아 선출한다.

**제6조 (당연직 이사)** 부회장, 총무, 재무, 천문학회지 및 천문학논총 편집위원장, 학술위원장, 올림피아드 위원장은 회장이 지명하며, 당연직 이사가 된다.

**제7조 (선거 관리)** 임원선출에 필요한 선거관리와 선거관리위원회 운영은 별도의 선거관리 세칙에 따른다.

### 제2장 임원후보

**제8조 (회장후보)** ① 차기 회장후보는 정회원 각자로부터 추천 또는 이사회에서 추천을 받아야 한다.  
 ② 회장선거에 출마하고자 하는 회원은 선거관리위원회에 예비후보로 등록할 수 있으며, 또 학회의 발전과 운영방향에 관한 공약을 제출할 수 있다.  
 ③ 정회원 15인 이상 추천을 받은 자 가운데 상위 추천자 2명을 차기 회장후보로 한다.  
 ④ 제③항을 충족하는 차기 회장후보가 1명이거나 없을 때, 이사회는 재적이사 과반수의 찬성으로 2명 이내의 후보를 추천할 수 있다.

**제9조 (이사후보)** ① 이사는 정회원 1인당 2명의 추천을 받아 상위추천자 8명을 차기 이사후보자로 한다.  
 ② 동수 추천으로 인해 이사후보가 8명을 초과하는 경우, 선거관리위원회에서 재적위원 과반수의 찬성으로 하위 동수 추천자들 중에서 최종후보를 선정한다.

**제10조 (감사후보)** 이사회는 재적이사 과반수의 찬성으로 2명 이내의 차기 감사후보를 추천한다.

### 제3장 후보자격

**제11조 (회장후보 자격)** 회장 후보는 전년도 말까지 10년 이상 정회원의 자격을 보유한 회원 가운데 2년 이상 이사(사단법인화 이전 평의원 포함)로 봉사한 회원이어야 한다.

**제12조 (이사후보 자격)** ①이사 후보는 전년도 말까지 2년 이상 정회원의 자격을 보유한 회원이어야 한다.

② 임기가 남은 이사(지명직과 당연직 포함)의 경우 이사후보가 될 수 없다.

**제13조** (감사후보 자격) 감사 후보는 회장을 역임한 회원 또는 인격과 덕망을 갖춘 인사이어야 한다.

#### 제4장 기타

**제14조** (시행 세칙) 이 규정의 시행을 위해 필요한 세부사항은 이사회 승인을 받아 별도의 세칙으로 정할 수 있다.

**제15조** (규정 개폐) 이 규정을 개정하거나 폐지할 때는 이사회 재적이사 과반수의 찬성과 총회의 승인을 받아야 한다.

#### 부칙

**제1조** (시행일) 이 규정은 총회에서 승인을 받은 2014년 10월 16일부터 시행한다.

**제2조** (경과조치) 이 규정이 제정되기 이전에 시행된 모든 사항은 이 규정에 따른 것으로 본다.

## 한국천문학회 위원회 및 분과 규정

2014년 08월 21일 제정  
2016년 03월 31일 개정  
2019년 04월 10일 개정  
2019년 11월 26일 개정  
2022년 10월 12일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 정관 제33조에 따라 위원회 및 분과에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

### 제1장 위원회

**제2조 (위원회)** ① 학회의 사업을 능률적으로 수행하기 위하여 상설위원회를 두며, 필요에 따라 비상설 위원회를 둔다.

② 회장은 이사회의 동의를 얻어 관련 상설 및 비상설위원회를 신설하거나 해산할 수 있다.

③ 학회의 위원회는 다음 각 호와 같다.

#### 1. 상설위원회

가. 한국천문학회지(JKAS) 편집위원회

나. 천문학논총(PKAS) 편집위원회

다. 교육 및 홍보위원회

라. 포상위원회

마. 한국천문올림피아드 위원회

바. 한국 IAU운영위원회

사. 학술위원회

아. 발전위원회

자. 윤리위원회

차. 다양성위원회

#### 2. 비상설위원회

가. 용어심의위원회

나. 우주관측위원회

다. 규정개정위원회

라. 선거관리위원회

④ 정관 제33조에 따라 위원회 운영에 필요한 사항을 별도의 세칙으로 제정할 수 있다.

⑤ 각 위원회의 위원장과 위원은 해당 위원회의 세칙에 따라 구성하며 이사회의 동의를 얻어 회장이 임명한다.

⑥ 위원회 운영에 필요한 재정은 학회에서 지원할 수 있다.

**제3조 (상설위원회)** 위원장과 위원의 임기는 2년으로 하고 연임할 수 있다.

**제4조 (비상설위원회)** ① 위원회 활동기간은 회장으로부터 주어진 임무가 종료될 때까지로 한다.

② 위원장과 위원의 임기는 위원회 운영이 종료될 때까지로 한다.

③ 위원회 관련 임무가 추가 발생한 경우 회장은 위원회를 다시 구성하고, 위원장과 위원을 새로 임명할 수 있다.

④ 이 규정에 명시되지 않은 비상설위원회의 구성과 운영은 이 규정에 따른다.

**제5조 (특별위원회)** ① 학회의 한시적인 사업을 능률적으로 수행하기 위해 특별위원회를 둘 수 있으며, 특별위원회 운영에 필요한 사항을 별도의 세칙으로 제정할 수 있다.

② 특별위원회 구성 및 운영은 별도의 세칙에 따른다.

### 제2장 분과

**제6조 (분과)** ① 학회에 전문분야별 학술활동을 장려하기 위하여 분과를 둔다.

- ② 분과는 정회원 10인 이상의 발의로, 이사회의 동의를 얻어 회장이 신설하거나 해산할 수 있다.
- ③ 학회의 분과는 다음 각 호와 같다.
  - 1. 태양우주환경분과
  - 2. 우주전파분과
  - 3. 광학천문분과
  - 4. 행성계과학분과
  - 5. 젊은 천문학자 모임
  - 6. 여성분과
  - 7. 한림회
  - 8. 천문관측기기분과

**제7조 (분과 운영)** ① 분과 운영은 분과 세칙에 따른다.

- ② 분과는 1인의 분과 위원장과 약간의 분과 운영위원을 둘 수 있으며, 그 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다.
- ③ 분과 위원장과 분과 운영위원의 선출은 분과 세칙에 따른다.

**제8조 (분과 위원장의 임무)** 분과 위원장은 다음 각 호의 사항을 이사회에 서면으로 보고하여야 한다.

- 1. 소속회원의 동향
- 2. 분과회의 사업계획 및 결산

**제9조 (분과 가입 및 재정)** ① 학회 회원은 1개 이상의 분과에 가입할 수 있다.

- ② 분과활동의 활성화를 위해서 학회재정에서 연간 50만원을 지원한다.

### 제3장 기타

**제10조 (시행 세칙)** 이 규정의 시행을 위해 필요한 세부사항은 별도의 위원회 세칙 또는 분과 세칙으로 정할 수 있다. 단, 세칙은 이사회의 승인을 받아야 한다.

**제11조 (규정 개폐)** 이 규정을 개정하거나 폐지할 때는 이사회 재적이사 과반수의 찬성으로 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 규정은 이사회의 승인을 받은 날로부터 시행한다.

- 1. 2014년 08월 21일 이사회 승인
- 2. 2016년 03월 31일 이사회 승인
- 3. 2019년 11월 26일 이사회 승인
- 4. 2022년 10월 12일 이사회 승인

**제2조 (경과조치)** 이 규정이 제정되기 이전에 시행된 모든 사항은 이 규정에 따른 것으로 본다.



## 한국천문학회 윤리 규정

2014년 08월 21일 제정  
2020년 09월 18일 개정  
2022년 10월 12일 개정

### 제1장 총칙

**제1조 (목적)** ① 이 규정은 한국천문학회(이하 “학회”) 정관 제33조, 그리고 위원회 및 분과규정 제2조와 제5조에 따라 윤리위원회(이하 “위원회”) 운영과 연구윤리 및 도덕윤리에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.  
② 이 규정은 학회 회원의 연구 및 도덕 윤리를 확립하고 연구 및 도덕 윤리위반행위(이하 윤리위반행위)를 사전에 예방하며, 윤리위반행위 발생 시 공정하고 체계적인 진실성 검증과 처리에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

**제2조 (의무)** ① 학회 회원은 아래의 윤리적 의무를 지켜야 한다.

1. 학회의 목표와 밀접한 관련성이 있는 천문학 활동을 함에 있어, 진실된 연구활동을 하고 서로를 인격적으로 존중하고 신뢰하며, 자유로운 연구 풍토를 마련하도록 노력할 의무
  2. 제3조에서 정의하는 연구윤리위반행위를 지양할 의무
  3. 제4조에서 정의하는 도덕윤리위반행위를 지양할 의무
  4. 사회에서 일반적으로 통용되는 윤리 규범을 준수할 의무
- ② 특히 지도교수, 연구책임자 등 책임자 위치의 회원은 책임 대상 회원들의 교육, 연구, 전문성 고취를 위해 아래의 윤리적 의무를 지켜야 한다.
1. 인권침해, 차별, 성희롱/성폭력, 괴롭힘/따돌림이 없는 안전한 연구 환경을 제공할 의무
  2. 합리적이고 공정한 보상 및 연구 결과 기여에 대한 인정의 의무
  3. 학문적 자유를 보장하기 위한 상호 존중 및 보호의 의무
  4. 책임 대상 회원들의 학문적 경력 발전을 적시에 장려할 의무

**제3조 (연구윤리위반행위정의)** 연구윤리위반행위라 함은 다음 각 호가 정의한 바와 같이 연구의 제안, 연구의 수행, 연구결과의 보고 및 발표 등에서 행하여진 위조·변조·표절·부당한 논문저자 표시·자료의 중복사용 등을 말한다. 다만, 경미한 과실에 의한 것이거나 연구자료 또는 연구결과에 대한 해석 또는 판단에 대한 차이의 경우는 제외한다.

1. “위조”는 존재하지 않는 자료 또는 연구결과 등을 허위로 만들어 내는 행위
2. “변조”는 연구 재료·장비·과정 등을 인위적으로 조작하거나 자료를 임의로 변형·삭제함으로써 연구 내용 또는 결과를 왜곡하는 행위
3. “표절”이라 함은 타인의 아이디어, 연구내용·결과 등을 정당한 승인 또는 인용 없이 도용하는 행위
4. “부당한 논문저자 표시”는 연구내용 또는 결과에 대하여 과학적·기술적 공헌 또는 기여를 한 사람에게 정당한 이유 없이 논문저자 자격을 부여하지 않거나, 과학적·기술적 공헌 또는 기여를 하지 않은 자에게 감사의 표시 또는 예우 등을 이유로 논문저자 자격을 부여하는 행위
5. “자료의 중복사용”은 본인이 이미 출판한 자료를 정당한 승인 또는 인용 없이 다시 출판하거나 게재하는 행위
6. 타인에게 위 제1호에서 제4호에 해당하는 행위를 제안·강요하거나 협박하는 행위
7. 기타 학계 또는 과학기술계에서 통상적으로 용인되는 범위를 현저하게 벗어난 행위

**제4조** (도덕윤리위반행위정의) 도덕윤리위반행위라 함은 다음 각 호가 정의한 인권침해, 차별, 성희롱/성폭력, 괴롭힘/따돌림 등 회원에 대한 비윤리적인 행위를 말한다.

1. “인권 침해”라 함은 다음 각 목에 해당하는 행위.

가. 인간의 존엄과 가치(인격권), 행복추구권, 평등권, 신체의 자유, 거주, 이전의 자유, 직업선택의 자유, 주거의 자유, 사생활의 자유, 통신의 자유, 양심의 자유, 종교의 자유, 집회 결사, 언론출판의 자유, 학문, 예술의 자유 등을 침해하는 행위

나. 헌법 제10조 - 제22조에서 보장된 권리를 침해하는 행위

다. 기타 위의 각 목에 준하는 행위

2. “차별”이라 함은 다음 각 목에 해당하는 행위.

가. 성별, 종교, 장애, 나이, 사회적 신분, 출신 지역, 출신 민족, 용모 등 신체조건, 혼인 여부, 임신 또는 출산, 가족 형태 또는 가족 현황, 인종, 피부색, 사상 또는 정치적 의견, 전과, 성적 지향, 학력, 병력 등의 이유로 상대방을 부당하게 대우하는 행위

나. 가 목에 열거된 이유로 타인을 언어적, 비언어적으로 괴롭히거나, 강요하는 행위

다. 기타 위의 각 목에 준하는 행위

3. “성희롱/성폭력”이라 함은 다음 각 목에 해당하는 행위를 말한다.

가. 지위를 이용하거나 업무 등과 관련하여 성적(性的) 언동(言動) 등으로 타인에게 성적 굴욕감이나 혐오감을 느끼게 하는 행위

나. 회원이 성적 언동이나 그 밖의 요구 등에 따르지 아니하였다는 이유로 졸업, 고용, 승진, 처우 등에 불이익을 주는 행위

다. 양성평등기본법 제3조제2항의 규정에 의한 행위

라. 성폭력범죄의 처벌 등에 관한 특례법 제2조제1항에 규정된 죄에 해당하는 행위

마. 기타 위의 각 목에 준하는 행위

4. “괴롭힘/따돌림”이라 함은 다음 각 목에 해당하는 행위를 말한다.

가. 교육, 연구 및 업무 환경에서의 지위 또는 관계 등의 우위를 이용하여 교육, 연구 및 업무 상 적정 범위를 넘어 타인에게 신체적·정신적 고통을 주거나 교육, 연구 및 업무 환경을 악화시키는 행위

나. 근로기준법 제76조의2에 해당하는 행위

다. 개인이나 집단이 개인을 비하, 위협, 모욕, 방해, 따돌리는 등의 불합리한 행위

라. 온라인 및 오프라인의 언어적, 신체적 괴롭힘/따돌림을 포함

마. 기타 위의 각 목에 준하는 행위

**제5조** (적용범위) 이 규정은 학회 회원의 활동과 직·간접적으로 관련 있는 자에 대하여 적용한다.

**제6조** (다른 규정과의 관계) 연구 및 도덕 윤리 확립과 윤리위반행위 조사와 관련하여 다른 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규정에 의한다.

## 제2장 위원회 운영

**제7조** (소속) 위원회는 학회 내에 상설위원회로 둔다.

**제8조** (구성) ① 위원회는 위원장 1인을 포함한 5인의 당연직 위원과 4인의 추천직 위원으로 구성한다.

② 당연직 위원은 회장이 지명하는 부회장 1인, 천문학회지 편집위원장, 천문학논총 편집위원장, 학술위원장, 여성분과위원장으로 하며, 추천직 위원은 회장이 임명한다.

- ③ 위원장은 부회장으로 한다.
- ④ 위원회는 특정한 안건의 심사를 위하여 특별위원회를 둘 수 있다.

**제9조 (위원장)** ① 위원장은 위원회를 대표하고, 회의를 주재한다.

- ② 위원장이 부득이한 사유로 직무를 수행할 수 없는 때에는 위원장이 지명한 위원이 그 직무를 대행한다.

**제10조 (위원의 임기)** ① 위원의 임기는 2년으로 하고 연임할 수 있다.

**제11조 (총무)** ① 위원회의 원활한 업무수행을 위하여 위원장은 추천직 위원 중 1인을 총무로 둘 수 있다.

- ② 위원회의 각종 업무를 지원하기 위하여 전문위원을 둘 수 있다.

**제12조 (업무)** 위원회는 다음 각 호의 사항을 심의·의결한다.

1. 연구 및 도덕 윤리 관련 제도의 수립 및 운영에 관한 사항
2. 윤리위반행위 제보 접수 및 처리에 관한 사항
3. 예비조사와 본조사의 착수 및 조사결과의 승인에 관한 사항
4. 제보자 보호 및 피조사자 명예회복 조치에 관한 사항
5. 윤리위반행위 조사결과의 처리 및 후속조치에 관한 사항
6. 기타 위원이 제안한 토의 사항

**제13조 (회의)** ① 위원장은 위원회의 회의를 소집하고 그 의장이 된다.

- ② 회의는 필요에 따라 대면회의 또는 화상회의를 할 수 있다.
- ③ 회의는 재적위원 과반수이상의 출석과 출석위원 3분의 2 이상의 찬성으로 의결한다.
- ④ 위원장이 심의안건이 경미하다고 인정할 때에는 서면심의로 대체할 수 있다.
- ⑤ 위원회에서 필요하다고 인정될 때에는 위원이 아닌 자를 출석케 하여 의견을 청취할 수 있다.

**제14조 (경비)** 위원회의 운영에 필요한 경비를 학회예산의 범위 내에서 지급할 수 있다.

### 제3장 윤리위반행위 조사

**제15조 (윤리위반행위 제보 및 접수)** ① 제보자는 학회에 구술·서면·전화·전자우편 등 가능한 모든 방법으로 윤리위반행위를 제보할 수 있으며 실명을 통해 제보함을 원칙으로 한다. 다만, 익명으로 제보하고자 할 경우 서면 또는 전자우편으로 구체적인 부정행위 및 위반행위의 내용과 증거를 제출해야 한다.

- ② 제보 내용이 허위인 줄 알았거나 알 수 있었음에도 불구하고 이를 신고한 제보자는 제21조의 보호 대상에 포함되지 않는다.

**제16조 (제보자, 피해자, 피조사자, 예비조사, 본조사, 판정 정의)**

- ① “제보자”라 함은 윤리위반행위를 인지한 사실 또는 관련 증거를 학회에 알린 자를 말한다.
- ② “피해자”라 함은 윤리위반행위로 인해 피해를 입은 자를 말한다.
- ③ “피조사자”라 함은 제보 또는 연구기관의 인지에 의하여 윤리위반행위의 조사 대상이 된 자 또는 조사 수행 과정에서 윤리위반행위에 가담한 것으로 추정되어 조사의 대상이 된 자를 말하며, 조사과정에서의 참고인이나 증인은 이에 포함되지 아니한다.
- ④ “예비조사”라 함은 윤리위반행위의 혐의에 대하여 공식적으로 조사할 필요가 있는지 여부를 결정하기 위한 절차를 말한다.

- ⑤ “본조사”라 함은 윤리위반행위의 혐의에 대한 사실 여부를 검증하기 위한 절차를 말한다.
- ⑥ “판정”이라 함은 조사결과를 확정하고 이를 제보자, 피해자 및 피조사자에게 문서로써 통보하는 절차를 말한다.

**제17조 (예비조사의 기간 및 방법)** ① 제보가 접수되면 위원장은 위원회를 열어 연구윤리위반행위인지 도덕윤리위반행위인지를 판정한 후 예비조사위원회를 구성하고 예비조사위원장을 정하여 예비조사를 진행한다. 연구윤리위반 예비조사위원회는 윤리위원회 위원 중 천문학회지 편집위원장, 천문학논총 편집위원장, 학술위원장을 포함한 5인 이내, 도덕윤리위반 예비조사위원회는 윤리위원회 위원 중 여성분과위원장을 포함 5인 이내로 구성한다. 필요한 경우 1인의 외부위원을 추가로 위촉할 수 있다.

- ② 예비조사는 신고접수일로부터 15일 이내에 착수하고, 조사시작일로부터 연구윤리위반행위는 30일 이내, 도덕윤리위반행위는 60일 이내에 완료하여 위원장의 승인을 받도록 한다.
- ③ 예비조사에서는 다음 각 호의 사항에 대한 검토를 실시한다.
  - 1. 제보내용이 제3조 또는 제4조의 윤리위반행위에 해당하는지 여부
  - 2. 제보내용이 구체성과 명확성을 갖추어 본조사를 실시할 필요성과 실익이 있는지 여부

**제18조 (예비조사 결과의 보고)** ① 예비조사 결과는 위원회의 의결을 거친 후 10일 이내에 회장과 제보자에게 문서로 통보한다. 다만 제보자가 익명인 경우에는 정보의 제한으로 통보하지 않을 수 있다.

- ② 윤리위반 예비조사 결과보고서에는 다음 각 호의 내용이 포함되어야 한다.
  - 1. 제보의 구체적인 내용 및 제보자 신원정보. 단, 제보자의 신원정보는 삭제 가능
  - 2. 조사의 대상이 된 윤리위반행위 혐의
  - 3. 본조사 실시 여부 및 판단의 근거
  - 4. 기타 관련 증거 자료

**제19조 (중재절차)** ① 피해자가 합의, 중재 해결을 선택한 경우, 피조사가 위반행위를 모두 인정하면 피해자가 바라는 요구사항에 대해 조정한다. 당사자 간 합의에 이르러 중재가 성사되면 본조사를 거치지 않고 바로 종결할 수 있다.

② 피해자가 합의, 중재 해결을 선택한 경우에도 중재가 성사되지 않은 경우에는 중재절차를 종료하고 본조사를 실시할 수 있다.

**제20조 (본조사 착수 및 기간)** ① 본조사는 예비조사결과에 대한 회장의 승인 후 30일 이내에 착수되어야 한다.

- ② 본조사는 판정을 포함하여 조사 시작일로부터 연구윤리위반행위는 90일 이내, 도덕윤리위반행위는 120일 이내에 완료하도록 한다.
- ③ 본조사위원회는 윤리위원 전원으로 구성하며, 필요한 경우 2인 이내의 외부전문가를 추가로 위촉할 수 있다. 본조사위원회 위원장은 제22조의 제척사항이 해당하지 않는 경우 윤리위원회 위원장이 맡는다.
- ④ 본조사위원회가 제2항의 기간 내에 조사를 완료할 수 없다고 판단될 경우 회장에게 그 사유를 설명하고 조사기간의 연장을 요청할 수 있다.
- ⑤ 본조사 착수 이전에 제보자 및 피해자에게 위원회 명단을 알려야 하며, 제보자 및 피해자가 위원 기피에 관한 정당한 이의를 제기할 경우 이를 수용해야 한다.

**제21조 (출석 및 자료제출 요구)** ① 본조사위원회는 제보자·피해자·피조사자·증인 및 참고인에 대하여 진술을 위한 출석을 요구할 수 있다.

② 본조사위원회는 피조사자에게 자료의 제출을 요구할 수 있으며, 소속 기관장에게 필요한 협조를 구할 수

있다.

- ③ 제1항 및 제2항의 출석요구와 자료제출요구를 받은 피조사자는 반드시 이에 응해야 한다.
- ④ 조사 장소는 본조사위원회에서 정한다.

**제22조 (제보자, 피해자, 피조사자의 권리 보호 및 비밀엄수)** ① 어떠한 경우에도 제보자나 피해자의 신원을 직·간접적으로 노출시켜서는 안되며, 제보자나 피해자의 성명은 반드시 필요한 경우가 아니면 제보자와 피해자 보호 차원에서 조사결과 보고서에 포함하지 않는다.

- ② 제보자가 윤리위반행위 제보를 이유로 징계 등 신분상 불이익, 근무조건상의 차별, 부당한 압력 또는 위해 등을 받은 경우 피해를 원상회복하거나 제보자가 필요로 하는 조치 등을 취해야 한다.
- ③ 윤리위반행위 여부에 대한 검증이 완료될 때까지 피조사자의 명예나 권리가 침해되지 않도록 주의해야 하며, 무혐의로 판명된 피조사자의 명예회복을 위해 노력해야 한다.
- ④ 제보·조사·심의·의결 및 건의조치 등 조사와 관련된 일체의 사항은 비밀로 하며, 조사에 직·간접적으로 참여한 자는 조사 및 직무수행 과정에서 취득한 모든 정보에 대해 누설해서는 안된다. 다만, 정당한 사유에 따른 공개의 필요성이 있는 경우에는 본조사위원회의 의결을 거쳐 공개할 수 있다.

**제23조 (제척·기피 및 회피)** ① 위원이 해당 사건과 직접적인 이해관계가 있는 경우에는 그 직무집행에서 제척된다.

- ② 위원회는 직권 또는 당사자의 신청에 의하여 제척의 결정을 한다.
- ③ 위원에게 직무수행의 공정을 기대하기 어려운 사정이 있는 경우에는 제보자, 피해자 및 피조사자는 기피신청을 할 수 있다.
- ④ 위원은 제1항 또는 제3항의 사유가 있는 때는 위원장의 허가를 얻어 회피할 수 있다.
- ⑤ 위원장이 해당 사건의 당사자인 경우 제척되며, 회장이 지명한 위원이 그 직무를 대행한다.

**제24조 (반론제기 및 변론의 권리 보장)** 본조사위원회는 제보자, 피해자, 피조사자에게 의견진술, 반론제기 및 변론의 권리와 기회를 동등하게 보장해야 한다.

**제25조 (본조사 결과보고서의 제출)** ① 본조사위원회는 의견진술, 반론제기 및 변론내용 등을 토대로 본조사 결과보고서(이하 “최종보고서”)를 작성하여 회장에게 제출한다.

- ② 최종보고서에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
  1. 제보 내용
  2. 조사의 대상이 된 윤리위반행위 혐의
  3. 해당 윤리위반행위에서의 피조사자의 역할과 혐의의 사실 여부
  4. 관련 증거 및 증인
  5. 조사결과에 대한 제보자와 피해자, 피조사자의 반론제기 또는 변론 내용과 그에 대한 판단결과
  6. 위원 명단
- ③ 회장이 해당 사건의 당사자인 경우, 부회장에게 제출한다.

**제26조 (판정)** ① 본조사위원회는 회장의 승인을 받은 후 최종보고서의 조사내용 및 결과를 확정하고 본조사 결과 통보서를 작성하여 제보자, 피해자 및 피조사자에게 통보한다.

- ② 회장이 해당 사건의 당사자인 경우, 부회장의 승인을 받는다.

#### 제4장 조사 이후의 조치

**제27조 (결과에 대한 조치)** ① 윤리위원회는 회장에게 다음 각 호에 해당하는 행위를 한 자에 대해 징계를 요구하고 재발방지 조치와 대책수립을 권고할 수 있다.

1. 연구윤리위반행위

2. 도덕윤리위반행위

3. 본인 또는 타인의 연구윤리위반행위 또는 도덕윤리위반행위 혐의에 대한 조사를 고의로 방해하거나 제보자 또는 피해자에게 위해를 가하는 행위

② 징계조치에 관한 사항은 별도로 정할 수 있다.

③ 회장이 해당 안건의 당사자인 경우, 부회장에게 권고한다.

**제28조 (이의신청)** ① 제보자 또는 피조사자는 예비조사 결과 또는 판정 결과에 이의가 있는 경우 그 결과를 통보받은 날로부터 15일 이내에 회장에게 이의신청 혹은 재조사를 요청할 수 있다.

② 회장은 적절한 조치를 취해야한다.

③ 회장이 해당 안건의 당사자인 경우, 부회장에게 이의신청 혹은 재조사를 요청할 수 있다.

**제29조 (기록의 보관 및 공개)** ① 예비조사 및 본조사와 관련된 기록은 학회에서 보관하며, 조사 종료 이후 10년간 보관해야 한다.

② 최종보고서는 판정이 끝난 이후에 공개할 수 있으나, 제보자·피해자·위원·증인·참고인·자문에 참여한 자의 명단 등 신원과 관련된 정보에 대해서는 당사자에게 불이익을 줄 가능성이 있을 경우 공개대상에서 제외할 수 있다.

## 제6장 기타

**제30조 (시행 세칙)** 위원회는 이 규정의 시행을 위해 필요한 세부사항을 이사회의 승인을 받아 별도의 세칙으로 정할 수 있다.

**제31조 (규정 개폐)** 이 규정을 개정하거나 폐지할 때는 이사회 재적이사 과반수의 찬성으로 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

## 부칙

**제1조 (시행일)** 이 규정은 이사회의 승인을 받은 2014년 8월 21일부터 시행한다.

**제2조 (경과조치)** 이 규정이 제정되기 이전에 시행된 모든 사항은 이 규정에 따른 것으로 본다.

## 부칙

**제1조 (시행일)** 이 규정은 이사회의 승인을 받은 2020년 9월 18일부터 시행한다.

**제2조 (경과조치)** 이 규정이 제정되기 이전에 시행된 모든 사항은 이 규정에 따른 것으로 본다.

부칙

제1조 (시행일) 이 규정은 이사회의 승인을 받은 2022년 10월 12일부터 시행한다.

제2조 (경과조치) 이 규정이 제정되기 이전에 시행된 모든 사항은 이 규정에 따른 것으로 본다.

## Regulations on Research Ethics

Legislated on August 21, 2014

### Article 1 Purpose

- ① These regulations are intended to provide a fair procedural framework for administering the Research Ethics Committee (hereinafter “the Committee”) and ethical guidelines for researchers in carrying out their activities in accordance with Article 33 of the Korean Astronomical Society (hereinafter “the Society”), and Articles 2 and 5 of the Research Ethics Committee and its sub-regulations.
- ② These regulations aim to establish ethical research practices for researchers. They also aim to prevent research misconduct, and to verify integrity upon occurrence of research misconduct in an impartial and systematic manner.

### Article 2 Definition of Terms

- ① Research misconduct (hereinafter referred to as “misconduct”) refers to any instance of fabrication, falsification, plagiarism, failure to give proper credit to co-authors, or redundant publication that may emerge during the research process including proposal, performance, reporting, and presentation of research defined by each item below. However, if such an instance arises from a minor mistake, or from differences in interpreting or judging data or research results, such an instance is not considered as misconduct.
1. “Fabrication” refers to the act of presenting non-existent data or research results.
  2. “Falsification” refers to the act of artificially fabricating research materials, equipment, and processes, or distorting research content or results by arbitrarily altering and deleting data.
  3. “Plagiarism” refers to the act of using others’ ideas, research content, or results without obtaining proper approval from the authors or without appropriate remarks or citation.
  4. “Failing to give proper credit to co-authors” refers to the act of failing to list those who contributed scientifically/academically to the research process or results as co-authors without justifiable reason, or conversely to the act of listing those who have not made any scientific/academic contribution as co-authors out of appreciation or respect.
  5. “Redundant publication” refers to the act of publishing a paper that is identical or highly similar in text to one that has already been published without due approval or citation.
  6. The act of suggesting to, coercing, or threatening another person to commit the acts described from 1 to 4 above.
  7. All other acts that go drastically beyond the typically permissible scope within the academic or scientific and technological community.
- ② “Informer” refers to a person who informs the respective research institute or the research support institute of the facts or related evidence of suspected misconduct.
- ③ “Examinee” refers to a person who becomes a subject of an investigation for misconduct upon information by an informer or discovery by the research institute, or a person who becomes a subject of an investigation for being presumed to be involved in misconduct during an investigation process, exclusive of testifiers and witnesses.
- ④ “Preliminary investigation” refers to procedures required to determine whether or not an official investigation of suspected misconduct is necessary.
- ⑤ “Main investigation” refers to a process to determine if suspected misconduct indeed took place.
- ⑥ “Judgment” refers to procedures to finalize investigation results and to inform the informer and examinee of the final investigation results in writing.

### Article 3 Scope of Application

These regulations are applied to persons who are either directly or indirectly associated with research activities performed by (a) member(s) of the Society.

### Article 4 Relation to Other Regulations

Unless there are special regulations in place with regard to establishment of research ethics and to verification of research integrity, all relevant matters shall be handled based on these regulations.

## Chapter 1 Operation of Research Ethics Committee

### Article 5 Affiliation

The Committee shall be established as a non-permanent committee within the Society.

### Article 6 Composition

- ① The Committee will consist of four ex officio members including one chairperson and three members on recommendation.
- ② The four ex officio members are the Vice President of the Society, JKAS editor-in-chief, PKAS editor-in-chief, and the chairperson of the meeting organizing committee, respectively recommended by the President of the Society, as specified in Clause ① of Article 19. The three committee members on recommendation are appointed



by the President of the Society.

- ③ The Vice President of the Society shall chair the Committee.
- ④ The Committee may establish a special sub-committee to investigate a specific case.

#### Article 7 Chairperson

- ① The chairperson shall represent the Committee and preside over meetings.
- ② When the chairperson cannot perform his or her duties due to unavoidable reasons, a member pre-designated by the chairperson shall assume and perform the chairperson's duties on the chairperson's behalf.

#### Article 8 Term of Membership

The term of members shall be limited to the period during which time the Committee is in operation.

#### Article 9 Assistant Administrator, etc.

- ① The Committee may have one assistant administrator to facilitate the Committee's tasks.
- ② The Committee may have special members dedicated to supporting various Committee tasks.

#### Article 10 Tasks

The Committee shall deliberate on and determine each of the following matters:

1. Matters related to establishment and operation of systems for research ethics;
2. Matters related to receiving and handling information on misconduct;
3. Matters related to launch of preliminary and main investigations, and approval of investigation results;
4. Matters related to protection of informer and measures to restore honor of examinees;
5. Matters related to handling of research ethics verification results and follow-up measures; and
6. Other matters presented by the chairperson for consideration.

#### Article 11 Meeting

- ① The chairperson shall convene and preside over the meeting.
- ② Items on the agenda shall be deemed resolved when two-thirds of members in attendance vote in agreement.
- ③ The chairperson may substitute the resolution of items on the agenda that are recognized as minor with a written resolution.
- ④ Non-members of the Committee can be present at the meeting to voice their opinions to the Committee members, when such participation is deemed necessary by the Committee.

#### Article 12 Expenses

Expenses necessary for the Committee's operation can be funded within the budget of the Society.

### Chapter 2 Verification of Research Integrity

#### Article 13 Information and Receipt of Misconduct

- ① An informer may, in principle, inform the Society of alleged misconduct via all possible means including but not limited to oral and written statements, telephone calls, and email. However, should the informer wish to make an anonymous report, he or she shall submit the title of the research project or the title of the thesis, as well as the details and evidence of the alleged misconduct via letter or email.
- ② Any informer who falsely reports misconduct knowingly or who reports misconduct despite being able to determine it as false shall not be a subject for protection.

#### Article 14 Period and Method of Preliminary Investigation

- ① The preliminary investigation shall begin within 15 days from the receipt of allegation and shall be completed within 30 days from the launch for approval by the President of the Society.
- ② The preliminary investigation shall examine each of the following items:
  1. Whether or not the alleged case falls under misconduct as described in Article 2 ①;
  2. If the allegation details have validity and clarity, and thus will warrant a main investigation and bring about actual benefits;
  3. Whether or not five years have elapsed from the date of the initial report of the alleged misconduct.

#### Article 15 Report of Preliminary Investigation Results

- ① Results of the preliminary investigation shall be notified in written form to the President of the Society and the informer within 10 days from the Committee's resolution. However, in cases where the informer chooses to remain anonymous, the above provision shall not apply.
- ② A report of preliminary investigation results shall contain each of the following items:
  1. Specific details of the report and personal information of the informer;
  2. Details of alleged misconduct and related research project subject to investigation;

3. Whether or not a main investigation shall take place and grounds for determination; and
4. Other relevant evidence.

#### **Article 16 Launch and Duration of Main Investigation**

- ① The main investigation shall begin within 30 days after the Society President approves the preliminary investigation results.
- ② The main investigation, including judgment, shall be completed within 90 days from the date it was launched.
- ③ If the Committee decides that it cannot complete the investigation within the period stipulated in ②, it shall explain the reason to the Society President and request extension of the investigation period.
- ④ Prior to the launch of the main investigation, a list of the Committee members should be notified to the informer, and if the informer makes a justifiable objection for avoidance of any Committee member, it shall be accepted.

#### **Article 17 Request for Attendance and Material Submission**

- ① The Committee may request the informer, examinee, witness(es), and testifier(s) to attend the investigation.
- ② The Committee may request the examinee to submit materials and may take measures to preserve evidence such as restriction of access by the persons involved in misconduct to the laboratory, and seizure and retention, etc. of relevant research materials after obtaining approval of the head of the respective research institute.
- ③ The examinee, upon receipt of requests for attendance and material submission stated in ① and ②, must comply with the requests.

#### **Article 18 Protection of Rights and Confidentiality of Informer and Examiner**

- ① In any case, the identity of the informer shall not be either directly or indirectly exposed, and the name of the informer shall not be included in the investigation report for the purpose of protecting the informer unless such inclusion is absolutely necessary.
- ② In the event that the informer faces any disadvantage such as a disciplinary action, discrimination in terms of work conditions, unjust pressure or harm as a result of his or her report of alleged misconduct, the Committee shall recover the damage or take measures needed by the informer.
- ③ The Committee shall take caution not to violate, discredit, or damage the honor or rights of the examinee, and make efforts to restore the honor of an examinee for whom suspicions have been cleared.
- ④ All matters related to the investigation including but not limited to information (report), examination, deliberation, and resolution shall be kept confidential. Those who are either directly or indirectly involved in the investigation shall not disclose any information obtained during the course of the investigation and while performing their respective duties related to the investigation. However, if it is necessary to disclose any information for a justifiable reason, it can be disclosed following the Committee's resolution.

#### **Article 19 Exclusion/Avoidance and Evasion**

- ① If a Committee member has direct interest in an item on the agenda, the member shall be excluded from dealing with the item concerned.
- ② The Committee can determine such exclusion either on its authority or upon a request from the member concerned.
- ③ If there are just reasons to believe that a Committee member is unable to maintain fairness in performing his or her duty, the informer and examinee can make a request for avoidance.
- ④ A Committee member can evade his or her duty upon approval from the Committee chairperson for reasons stated in ① and ③.

#### **Article 20 Guarantee of Objection and Defense Right**

The Committee shall guarantee the informer and the examinee equal rights and opportunities to state opinions, to make an objection, and to defend himself or herself.

#### **Article 21 Submission of Report on Main Investigation Results**

- ① The Committee shall prepare a report on the main investigation results (hereinafter referred to as "the Final Report") based on opinions stated, objections raised, defenses, etc., and submit it to the Society's President.
- ② The Final Report shall contain the following information:
  1. Details of initial information of alleged misconduct;
  2. Alleged misconduct and related research project subject to investigation;
  3. Roles of the examinee in the research project and whether or not the suspected action is true;
  4. Relevant evidence and witnesses;
  5. Details of objection or defense of the informer and the examinee in response to the investigation results and disposition thereof; and
  6. List of Committee members

#### **Article 22 Judgment**

The Committee shall finalize the investigation details and results based on the objection(s) raised and defense after obtaining an approval from the Society President, and notify the informer and examinee of its judgment.

### Chapter 3 Action after Verification

#### Article 23 Action on Results

- ① The Committee may recommend to the Society President to take disciplinary action against persons who have committed any of the following acts.
  1. Misconduct;
  2. Deliberate interference with an investigation of one's misconduct or that of another person, or act to harm the informer.
- ② Matters pertaining to disciplinary action may be determined separately.

#### Article 24 Preservation and Disclosure of Records

- ① Records of the preliminary and main investigations shall be kept by the Society for five years from the end of the investigation.
- ② The Final Report may be disclosed after the judgment is finalized, but the information related to identities, such as a list of all participants including the informer, Committee members, witnesses, testifiers, and those who provided consultation, may be excluded from such disclosure if the information is considered a threat to pose injury to those involved.

### Chapter 4 Others

#### Article 25 Rules for Enforcement

The Committee may establish separate rules for the purpose of enforcing these regulations after obtaining an approval from the board of directors of the Society.

#### Article 26 Revisions and Abolition

The regulations may be modified or amended by a majority vote of the Board of Directors. Any modification or abolition shall be reported to the general assembly.

### Addendum

#### Article 1 Enforcement Date

These regulations shall enter into force on August 21, 2014.

#### Article 2 Interim Measures

All actions implemented before these regulations have been established shall be deemed compliant with these regulations.

## 한국천문학회 기부금 규정

2018년 09월 11일 제정

제1조 (목적) 이 규정은 사단법인 한국천문학회(이하 본 학회라 함) 정관 제26조에 의거 각종 기부금을 효율적으로 운영 및 관리하는 것을 목적으로 한다.

제2조 (기부금의 종류) 1 기부금은 본 학회에서 특정한 목적을 위해 설정한 일반기부금 과 기탁자가 특정한 목적을 지정하여 기부한 특별기부금으로 한다.

제3조 (기부금의 설정) 기부금의 설정은 이사회의 승인을 받아야 한다.

제4조 (기부금의 관리) 본 학회의 각종 기부금은 일반회계와 분리하여 재무이사 책임 하에 관리하고 그 결과를 매년 정기총회에 보고하여야 한다.

제5조 (과실의 사용) 본 학회가 관리하는 기부금에서 발생하는 과실을 목적사업에 사용 하고 그 잔액은 원칙적으로 기부금에 재투자하여야 한다. 다만 필요시에는 이사회의 승인을 얻어 과실금의 일부를 일반회계로 전용하여 사용할 수 있다.

### 부칙

제1조 (시행일) 이 규정은 총회의 승인을 받은 2018년 10월 11일부터 시행한다.

제2조 (경과조치) 이 규정이 제정되기 이전에 시행된 모든 사항은 이 규정에 따른 것으로 본다.

## 한국천문학회 학회운영 세칙

2014년 08월 21일 제정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 "학회") 학회운영 규정 제13조에 따라 학회 운영에 필요한 세부사항을 정함을 목적으로 한다.

### 제1장 회장단 업무

**제2조 (회장)** 회장은 회장단의 제반 업무를 지휘하고 총괄한다.

**제3조 (총무이사)** 총무이사는 다음 각 호의 사항을 분장한다.

1. 사단법인체 업무 및 직인 관리에 관한 사항
2. 총회, 이사회 등의 각종 회의에 관한 사항
3. 문서의 접수, 발송 통제 및 보존, 기타 문서(일지 포함) 관리에 관한 사항
4. 도서 및 학회 자산의 관리에 관한 사항
5. 각종 행사(편집위원회를 제외한 각종 회의의 기획 및 진행 포함) 회의록 작성에 관한 사항
6. 사무원의 임용, 복무 및 후생에 관한 사항
7. 물품 구매, 조달 및 관리에 관한 사항
8. 학회 일반사무 및 타 지명이사에 속하지 아니하는 사항

**제4조 (재무이사)** 재무이사는 다음 각 호의 사항을 분장한다.

1. 수입, 지출, 예산의 기획, 집행, 결산 및 회계에 관한 사항
2. 현금 및 유가증권의 출납 및 보관에 관한 사항
3. 수입징수에 관한 사항
4. 회계감사결과의 처리에 관한 사항
5. 학회기금의 관리(은행이자 포함)와 예비비 관리에 관한 사항
6. 세무에 관한 사항

### 제2장 용역사업

**제5조 (용역사업 수행)** 학회의 용역사업 수행방법은 다음 각 호와 같다.

1. 용역사업의 계약은 회장 명의로 하고 용역사업의 연구책임자는 사업의 성격에 따라 의뢰자와 협의하여 회장이 선임 하되 필요한 경우 공개적인 절차에 따라 선정위원회를 구성하여 선정한다.
2. 연구책임자는 연구진의 구성과 변경에 관하여 책임을 지며 용역사업 수행의 제반사항을 이사회에 보고해야 한다.

**제6조 (용역사업비)** 사업비의 구성 및 운용은 다음 각 호에 의한다.

1. 사업비의 구성은 통상적인 정부기준 및 항목을 적용하며 간접비를 계상한다.
2. 사업비의 운용은 연구책임자가 관리하고 학회가 감독하되 연구책임자와 협의하여 변경할 수 있다.
3. 간접비는 전체 사업비의 20% 이상으로 하되 사업의 성격에 따라 의뢰자와 연구책임자, 학회가 협의하여 간접비 비율을 조정할 수 있다.

### 제3장 기타

**제7조 (내부 규정)** 이 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제8조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

부칙

**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조** (경과조치) 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.

## 한국천문학회 선거관리 세칙

2014년 08월 21일 제정  
2017년 01월 11일 개정  
2017년 12월 13일 개정  
2020년 10월 15일 개정  
2021년 09월 17일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 임원선출 규정 제14조에 따라 선거관리에 필요한 세부사항을 정함을 목적으로 한다.

**제2조 (선거관리위원회)** ① 공정하고 투명한 선거관리를 위해 선거관리위원회(이하 “위원회”)를 둔다.

- ② 위원회는 선거 90일 이전에 이사회에서 구성한다.
- ③ 위원은 총무이사를 포함한 이사 5인 이내로 한다.
- ④ 위원장은 위원 중에서 연장자로 한다
- ⑤ 위원회 총무는 총무이사로 한다.
- ⑥ 위원회 임무는 당선자를 총회에 보고함으로써 종료된 것으로 한다.
- ⑦ 관련자료 일체는 보관을 위해 학회에 제출해야 한다.

**제3조 (선거 관리)** ① 선거에 관한 공고, 회장및 이사 후보의 추천의뢰 및 등록, 선출을 위한 투·개표 및 당선자 공고, 기타 선거에 관련된 모든 사항은 위원회에서 주관한다.

- ② 위원회는 총회 60일 전에 선거권이 있는 정회원에게 선거를 공고하고, 접수된 예비 회장후보의 선거공약을 배포한다.
- ③ 선거권이 있는 정회원은 총회 30일 전까지예비후보 또는 자격을 갖춘 정회원 중에서 회장후보 1인을 서면 또는 전자우편으로 추천할 수 있다.
- ④ 선거권이 있는 정회원은 총회 30일 전까지 자격을 갖춘 정회원 중에서 이사후보 2인을 서면 또는 전자우편으로 추천할 수 있다.
- ⑤ 위원회는 학회 임원선출규정 제8조와 제9조에 따라 차기회장 후보와 이사 후보를 선정하고, 이를 선거일 10일 전까지 회원에게 공지한다.
- ⑥ 선거일 10일 이전에 선거인명부를 작성하고, 선거인명부 열람을 거쳐, 5일 이전까지 선거인명부를 확정하여 온라인투표 시스템사로 송부한다.
- ⑦ 총회 일에 선거를 실시한다.
- ⑧ 선거 결과는 총회에서 공표한다.

**제4조 (선거권)** 선거명부 작성일 기준, 당해년도 포함 최근 2년간, 정회원 회비 납부를 포함한, 정회원의 의무를 다한 회원은 선거권을 갖는다. 단 소급해서 납부한 회비는 선거권 부여시 고려하지 않는다.

**제5조 (선거 방법)** ① 회장 및 선출 이사는 정관 제12조 제1항에 의거, 온라인투표시스템을 통해 무기명 비밀투표로 선출한다.

- ② 감사는 이사회가 추천한 후보를 총회에서 승인한다.

**제6조 (당선자 확정 및 공고)** ① 회장은 상위득표자로 한다.

- ② 투표에서 동수를 득표한 경우에는 연장자를 회장으로 한다.
- ③ 이사는 상위 득표자 순으로 선출예정 인원전원을 선출한다.
- ④ 동수 득표로 인해 선출 예정 인원을 초과하는 경우 회장단에서 확정한다.
- ⑤ 위원회는 당선자 선출 즉시 회원에게 보고 함으로써 당선자 확정공고를 대신한다.

**제7조 (내부 규정)** 이 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제8조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

부칙

**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조** (경과조치) 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.



## 한국천문학회지 편집위원회 운영 세칙

2014년 08월 21일 제정  
2022년 12월 09일 개정

**제1조 (목적)** 이 운영세칙(이하 “세칙”)은 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라, 한국천문학회지(Journal of the Korean Astronomical Society, 이하 JKAS) 편집위원회(이하 “위원회”)의 조직, 운영 및 활동에 관한 사항을 정하는 데 목적이 있다.

### 제1장 위원회

**제2조 (활동)** 위원회는 다음 각 호의 활동을 한다.

1. 천문학과 천체물리학 분야의 전문학술지인 JKAS 편집에 관한 사항
2. JKAS 특별호 편집에 관한 사항
3. JKAS에 대한 내부규정의 제·개정 및 폐지에 관한 사항
4. 논문 심사요건 및 심사위원 위촉에 관한 사항
5. 편집비용 및 논문 게재료에 관한 사항
6. 기타 위원회 운영에 필요한 사항

**제3조 (위원장)** ① 위원장은 위원회 회의를 소집하고 회의의 의장이 된다.

- ② 위원장은 위원회에서 결정된 사항을 회장에게 보고하고, 필요할 경우, 관련 회원에게 통보 한다.
- ③ 위원장 유고시에는 회장이 지명하는 위원이 그 직무를 대행한다.

**제4조 (구성)** ① 위원회는 위원장 1인을 포함하여 10 - 20인의 위원으로 구성한다.

- ② 위원장은 국내외 과학자를 위원으로 위촉할 수 있다.
- ③ 위원장은 필요에 따라 ‘객원 편집위원(Guest Editor)’을 한시적으로 위촉할 수 있다.

**제5조 (부위원장)** ① 위원회에 부위원장 1인을 두며 부위원장은 위원 중에서 위원장이 위촉한다.

- ② 부위원장의 임기는 2년으로 하며 연임할 수 있다.
- ③ 부위원장은 위원회에서 위임 받은 사항의 실무를 담당하며 위원장을 보좌한다.

**제6조 (회의소집)** 회의는 위원 3인 이상의 요구가 있거나 위원장이 필요하다고 인정할 때 이를 소집한다.

**제7조 (의결)** 위원회는 재적위원 과반수의 찬성으로 의결한다.

### 제2장 학술지 발간

**제8조 (연속발행)** JKAS는 게재 승인과 최종 편집을 거친 논문을 즉시 온라인에서 발행한다.

**제9조 (특별호)** JKAS에서 특별호를 발간할 수 있다. 특별호의 편집은 위원장이 위촉하는 위원이거나 객원 편집위원이 맡을 수 있다.

### 제3장 논문투고와 심사

**제10조 (투고)** 투고 논문의 양식과 투고 방법은 별도의 ‘JKAS 논문투고 내부규정’을 따른다.

**제11조 (심사)** 심사와 관련한 사항은 별도의 ‘JKAS 논문심사 내부규정’에 따른다.

#### 제4장 기타

**제12조 (비용)** ① 편집 및 심사와 관련해 발생하는 비용을 당사자에게 지급할 수 있다.

② 비용 지급은 학회 사무과장이 한다.

③ 별도로 정하지 않은 비용의 발생은 위원회에서 결정한다.

**제13조 (내부 규정)** 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제14조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지하고자 할 때는 이사회회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

**제15조 (기타)** 이 세칙에 명시되지 않은 편집위원회 관련 사항은 위원회에서 다루며, 최종 결정권과 책임은 위원장에게 있다.

#### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조 (경과조치)** 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.

#### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회회의 승인을 받은 2022년 12월 09일부터 시행한다.

## 천문학논총 편집위원회 운영 세칙

2012년 10월 17일 제정

2014년 08월 21일 개정

**제1조 (목적)** 이 운영세칙(이하 “세칙”)은 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라, 천문학논총(Publications of the Korean Astronomical Society, 줄여서 PKAS) 편집위원회(이하 “위원회”)의 조직, 운영 및 활동에 관한 사항을 정하는데 목적이 있다.<개정 '14.08.21.>

### 제1장 위원회<삽입 '14.08.21.>

**제2조 (활동)** 위원회는 다음 각 호의 활동을 한다.

1. 천문학과 천체물리학 분야의 전문학술지인 천문학논총(이하 “논총”) 편집에 관한 사항
2. 논총 특별호 편집에 관한 사항
3. 논총에 대한 내부규정의 제·개정 및 폐지에 관한 사항
4. 논문 심사요건 및 심사위원 위촉에 관한 사항
5. 편집비용 및 논문 게재료에 관한 사항
6. 기타 위원회 운영에 필요한 사항

**제3조 (위원장)** ① 위원장은 위원회 회의를 소집하고 회의의 의장이 된다.

② 위원장은 위원회에서 결정된 사항을 회장에게 보고하고, 필요할 경우, 관련 회원에게 통보 한다.

③ 위원장 유고시에는 회장이 지명하는 위원이 그 직무를 대행한다.

**제4조 (구성)** ① 위원회는 위원장 1인을 포함하여 7인 - 12인의 위원으로 구성한다.

② 위원장은 국내·외 과학자를 위원으로 위촉할 수 있다.

**제5조 (총무)** ① 위원회에 총무 1인을 두며 총무는 위원 중에서 위원장이 위촉한다.<개정 '14.08.21.>

② 총무의 임기는 2년으로 하며 연임할 수 있다.

③ 총무는 위원회의 제반 서무 및 회무를 담당하며 위원장을 보좌한다.

**제6조 (회의소집)** 회의는 위원 3인 이상의 요구가 있거나 위원장이 필요하다고 인정할 때 이를 소집한다.

**제7조 (의결)** 위원회는 재적위원 과반수의 찬성으로 의결한다. 다만, 가부 동수일 경우에는 위원장이 결정한다.

### 제2장 학술지 발간<삽입 '14.08.21.>

**제8조 (학술지)** 논총은 투고된 논문 수에 따라 매년 2회 이상(3월 31일, 6월 30일, 9월 30일, 12월 31일) 발행한다.

**제9조 (특별호)** 논총에서 특별호를 발간할 수 있다. 특별호의 편집은 위원장이 위촉하는 위원이거나 ‘객원 편집위원(Guest Editor)’이 맡을 수 있다.

### 제3장 논문투고와 심사<삽입 '14.08.21.>

**제10조 (투고)** 투고 논문의 양식과 투고 방법은 별도의 ‘천문학논총 논문투고 내부규정’과 ‘천문학논총 논문투고 지침’에 따른다.

**제11조** (심사) 심사와 관련한 사항은 별도의 '천문학논총 논문심사 내부규정'에 따른다.

**제4장 기타<삽입 '14.08.21.>**

**제12조** (비용) ① 편집 및 심사와 관련해 발생하는 비용을 당사자에게 지급할 수 있다.

② 비용 지급은 학회 사무과장이 한다.

③ 별도로 정하지 않은 비용의 발생은 위원회에서 결정한다.

**제13조** (내부 규정) 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.<신설 '14.08.21.>

**제14조** (세칙 개폐) 이 세칙을 개정하거나 폐지하고자 할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.<신설 '14.08.21.>

**제15조** (기타) 이 세칙에 명시되지 않은 사항을 포함한 모든 편집위원회 관련 권한은 위원회에서 다루며, 최종 결정권과 책임은 위원장에게 있다.<개정 '14.08.21.>

**부칙**

**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2012년 04월 05일부터 시행한다.

**부칙**

**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

## 교육 및 홍보위원회 운영 세칙

2014년 08월 21일 제정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 교육 및 홍보위원회(이하 “위원회”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

**제2조 (위원장과 총무의 역할)** ① 위원장은 위원들을 회장에게 추천하고 다음 각 호의 사항을 분장한다.

1. 위원회 소집 및 주재 등 제반 업무 총괄
2. 위원회 총무 선임
3. 학회 정기총회에서 위원회의 활동사항 보고

② 총무는 위원회 회의가 원활하게 진행될 수 있도록 도와주며 회의록을 기록한다.

**제3조 (업무범위)** 위원회는 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 학회의 교육 및 홍보활동에 관련된 사항 관장
2. 초·중·고학생의 천문교육, 대학생의 교육을 비롯한 천문과학관과 연계한 행사의 기획과 운영
3. 기타 회장이 위임한 교육 및 홍보 관련 업무

**제4조 (내부 규정)** 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제5조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조 (경과조치)** 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.

## 포상위원회 운영 세칙

2012년 10월 17일 제정

2014년 08월 21일 개정

2022년 12월 09일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 포상위원회(이하 “위원회”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.<개정 '14.08.21.>

**제2조 (위원장과 총무의 역할)** ① 위원장은 위원들을 회장에게 추천하고 다음 각 호의 사항을 분장한다.<개정 '14.08.21.>

1. 위원회 회의 소집 및 주재 등 제반 업무 총괄
2. 위원회 총무 선임
3. 학회 정기총회에서 위원회의 활동사항 보고

② 총무는 위원회 회의가 원활하게 진행될 수 있도록 수상후보자의 사전 선정과 업적조사 및 회의록을 기록한다.<개정 '14.08.21.>

**제3조 (포상의 종류와 제정 취지)** 학회에서 수여하는 포상의 종류와 제정 취지는 다음 각 호와 같다.<신설 '14.08.21.>

1. 학술상(Distinguished Scholar Award): 학회 회원들 중 지난 10 년간 학문적 업적이 뛰어난 학자에게 수여
2. 소남학술상(SohNam Award): 40세 이상의 중견 천문학자 중에서 학문적 업적과 대외활동을 통하여 한국 천문학의 위상을 높이는 데 남다른 기여한 회원에게 수여
3. 공로상(Distinguished Service Award): 학회의 발전에 크게 기여한 회원 및 비회원의 공적을 기리기 위하여 수여
4. 젊은 천문학자상(Young Scholar Award): 학문적 업적이 뛰어난 40세 미만의 학회 회원에게 수여
5. 한국천문학회지 우수논문상(JKAS Award): 한국천문학회지에 수준 높은 학술논문을 게재한 회원에게 수여
6. 에스이랩-셋별상(SELab Rising-star Award): 한국천문학회지 및 학회 발전에 기여한 학생 회원들에게 수여
7. 메타스페이스-우수포스터상(METASPACE Best Poster Award): 학회 정기 학술대회 기간에 게시된 학술 포스터 중에서 우수한 연구결과를 창출한 회원에게 수여
8. 윤홍식 태양권천문학 박사연구 학술상(Hong Sik Yun Award in Heliospheric Astrophysics for the Best Doctoral Research, 약칭 H. S. Yun Award): 태양권, 항성권, 행성권 분야에서 박사과정 중 또는 박사학위 취득 후 1년 이내에 국제학술지에 탁월한 논문을 게재한 회원에게 수여

**제4조 (업무범위)** 위원회는 다음 각 호의 활동을 한다.

1. 학회에서 수여하는 각종 포상의 수상대상자 선정
2. 외부 기관에서 요청하는 각종 포상의 후보 선정 및 추천
3. 제3조에서 정한 포상에 대한 포상 기준의 제정 및 관리<개정 '14.08.21.>

**제5조 (내부 규정)** 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.<신설 '14.08.21.>

**제6조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.<신설 '14.08.21.>

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2012년 01월 16일부터 시행한다.

### 부칙

제1조 (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

부칙

제1조 (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2022년 12월 09일부터 시행한다.

## 한국천문올림피아드 위원회 운영 세칙

2014년 08월 21일 제정

### 제1장 총칙

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 한국천문올림피아드 위원회(이하 “위원회”) 운영과 천문올림피아드 사업에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

**제2조 (용어의 정의)** 이 세칙에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.

1. “천문올림피아드”라 함은 중·고교 수준의 천문분야의 학술경시대회로서 한국천문올림피아드(Korea Astronomy Olympiad: KAO)와 천문올림피아드 국제대회로 구분한다.
2. “교육”이라 함은 천문학 영재의 능력 향상 또는 국제대회 참가를 대비하는 것으로 방학을 이용하여 합숙 교육하는 “계절학교”, 통신을 이용한 “통신교육”, 각 학생의 소속 학교 지도교사에 의한 “소속 학교 교육” 등을 포함한다.

### 제2장 위원회

**제3조 (구성)** ① 위원회는 위원장을 포함한 30인 이내의 위원으로 구성한다.

② 위원장은 위원회의 의결을 거쳐 학회의 위원회 및 분과 규정에 따라 선임한다.

③ 위원은 학계, 교육계, 정부 및 관련단체 등의 관련분야 전문가 중에서 위원장이 위촉하고, 다음 각 호의 직에 있는 자는 당연직 위원이 된다.

1. 한국천문학회 회장
2. 한국천문연구원장
3. 감독관청 관련 부서의 과장급 공무원
4. 한국과학창의재단 관련 부서의 실장급 직원

**제4조 (기능)** 위원회는 다음 각 호의 사항을 심의·의결한다.

1. 사업계획 및 결산보고에 관한 사항
2. 한국천문올림피아드 대회 운영에 관한 사항
3. 천문올림피아드 국제대회 참가에 관한 사항
4. 학생 교육 및 선발에 관한 사항
5. 천문올림피아드에 대한 조사, 연구에 관한 사항

**제5조 (위원의 임기)** ① 위원의 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다.

② 임기 중 결원된 위원의 후임자 임기는 전임자 임기의 잔여기간으로 한다.

**제6조 (위원장의 직무와 그 대행)** ① 위원장은 회무를 총괄하며, 위원회를 대표한다.

② 위원장은 위원회 구성내용 및 활동내역을 매년 학회 및 한국과학창의재단에 보고한다.

③ 위원장의 유고시에는 위원 중 최연장자가 직무를 대행하며 1개월 이내에 위원장을 새로 선임한다.

**제7조 (소집)** 위원장이 필요하다고 인정하거나 재적위원 1/4이상의 요구에 따라 위원장이 위원회를 소집한다.

**제8조 (회의)** ① 위원회의 회의는 위원장을 포함한 재적위원 과반수의 출석으로 개의하고 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다.

② 위원장은 의결권을 가지며, 가부동수인 경우에는 결정권을 가진다.

③ 시급한 경우에는 서면으로 의결할 수 있다.



## 제3장 기타

**제9조 (운영위원회)** ① 위원장은 위원회를 효율적으로 운영하기 위하여 위원회 산하에 운영위원회를 둘 수 있다.  
② 운영위원회의 구성에 관한 사항은 별도로 정한다.

**제10조 (사무국)** ① 위원회는 사무국을 두며, 사무국 직원은 위원장이 임명한다.  
② 사무국은 위원장의 명을 받아 위원회의 사무를 처리한다.

**제11조 (조사·연구의뢰 및 의견청취)** 위원회는 필요하다고 인정할 경우에는 위원, 전문가 또는 관계 기관 등에 정책조사 연구를 의뢰하거나 이들을 초청하여 의견을 청취할 수 있다.

**제12조 (수당 등)** 학회는 위원회 및 운영위원회의 회의에 출석한 위원 또는 제11조에 따라 출석한 관계자에 대하여 예산 범위 안에서 수당과 여비를 지급할 수 있으며, 천문올림피아드 사업의 추진을 위하여 필요한 예산을 지원할 수 있다.

**제13조 (기타)** 이 세칙에 명시된 사항 외에 필요한 사항은 위원회의 의결을 거쳐 위원장이 정한다.

**제14조 (내부 규정)** 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제15조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 위원회의 의결을 거쳐 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

## 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조 (경과조치)** 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.

## 한국 IAU운영위원회 운영 세칙

2014년 08월 21일 제정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 한국 IAU운영위원회(이하 “위원회”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

**제2조 (위원장과 총무의 역할)** ① 위원장은 국제천문연맹(International Astronomical Union, IAU)에서 한국을 대표한다.

② 위원장은 위원들을 회장에게 추천하고 다음 각 호의 사항을 분장한다.

1. 한국을 대표하여 IAU 총회에 참석
2. 위원회 회의 소집 및 주재 등 제반 업무 총괄
3. 위원회 총무 선임
4. 학회 정기총회에서 위원회의 활동사항 보고

③ 총무는 위원회 회의가 원활하게 진행될 수 있도록 도와주며 회의록을 기록한다.

**제3조 (업무범위)** 위원회는 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 매 3년마다 개최되는 IAU 총회에 대한민국 국적의 신규 회원 가입신청서 제출
2. IAU가 주관하여 한국에서 개최되는 각종 학술대회의 기획, 운영 및 지원에 관한 업무
3. 매년 한국의 분담금을 IAU에 납부
4. 기타 회장이 위임한 IAU관련 업무

**제4조 (내부 규정)** 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제5조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조 (경과조치)** 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.

## 학술위원회 운영 세칙

2012년 10월 17일 제정

2014년 08월 21일 개정

**제1조** (목적) 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 학술위원회(이하 “위원회”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.<개정 '14.08.21.>

**제2조** (위원장과 총무의 역할) ① 위원장은 위원들을 회장에게 추천하고 다음 각 호의 사항을 분장한다.<개정 '14.08.21.>

1. 위원회 회의 소집 및 주재 등 제반 업무 총괄
2. 위원회 총무 선임
3. 학회 정기총회에서 위원회의 활동사항 보고

② 총무는 위원회 회의가 원활하게 진행될 수 있도록 도와주며 회의록을 기록한다.<개정 '14.08.21.>

**제3조** (업무범위) 위원회는 다음 각 호의 업무를 수행한다.

1. 봄가을 정기 학술대회의 초청연사 추천 및 선정, 초록 심사, 프로그램 결정 등 학술대회의 과학 활동에 관련된 사항
2. 비정기 학술대회의 기획과 운영
3. 기타 회장이 위임한 학술관련 업무

**제4조** (내부 규정) 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.<신설 '14.08.21.>

**제5조** (세칙 개폐) 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.<신설 '14.08.21.>

### 부칙

**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2012년 01월 16일부터 시행한다.

### 부칙

**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

## 우주관측위원회 운영 세칙

2014년 08월 21일 제정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과규정 제11조에 따라 우주관측위원회(이하 “위원회”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

**제2조 (구성)** ① 위원회는 정회원으로 구성하고 위원장 1인을 포함하여 10인 이내로 구성한다.  
② 위원회 업무를 능률적으로 수행하기 위해 총무 1인을 둘 수 있다.

**제3조 (임무)** ① 위원회는 인공위성 등을 이용한 고층대기 및 우주공간에서 연구를 목적으로 수행하는 활동의 원활한 추진을 목적으로 한다.  
② 위원장은 이사회 또는 총회에 활동보고서를 제출하고 보고 해야 한다.

**제4조 (운영)** 위원회의 활동기간은 위원회에 부과된 임무를 수행하고, 그 결과를 이사회 또는 총회에 보고하고 활동보고서를 제출할 때까지로 한다.

**제5조 (내부 규정)** 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제6조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조 (경과조치)** 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.

## 규정개정위원회 운영 세칙

2014년 08월 21일 제정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 규정개정위원회(이하 “위원회”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

**제2조 (구성)** ① 위원회는 정회원으로 구성하고 위원장 1인을 포함하여 10인 이내로 구성한다.  
② 위원회 업무를 능률적으로 수행하기 위해 총무 1인을 둘 수 있다.

**제3조 (임무)** 위원회는 학회원의 의견수렴을 거쳐 학회의 정관, 제반 규정 및 세칙에 관한 개정안(이하 “개정안”)을 마련하고 이사회에 제출해야 한다.

**제4조 (운영)** ① 위원회는 개정안의 이사회 승인 또는 총회 승인 여부가 결정되고 그 후속 조치를 완료할 때까지 활동한다.  
② 추후 정관, 규정, 세칙의 개정이 필요한 경우 회장은 위원회를 다시 구성 할 수 있다. 단, 타 위원회 세칙과 분과 세칙을 개정하고자 할 경우는 규정개정위원회를 거치지 않을 수 있다.

**제5조 (내부 규정)** 위원회 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제6조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조 (경과조치)** 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.

## 한국천문학회 발전위원회 세칙

2019년 4월 10일 제정

2019년 9월 19일 개정

제1조 (목적) 한국천문학회(이하 "학회") 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 한국천문학회 발전사업을 추진하기 위하여 발전위원회(이하: "위원회"로 칭함) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조 위원회는 학회 발전을 위한 재정 확충 등 본 학회의 발전을 위한 활동을 한다.

제3조 발전위원회는 학회 회장단 및 이사회와 긴밀하게 협조하여 사업을 추진한다.

제4조 위원회의 구성은 다음과 같다. 위원장은 부회장이 부회장 임기 동안 맡는다. 위원회는 천문학회 이사진 3명을 포함한 12인 내외로 구성한다.

제5조 위원의 임기는 2년으로 하며 임기 개시연도 1월 1일에 시작하여 임기 종료연도 12월 31일까지로 한다. 단, 발족하는 해(2019)의 임기는 발족시점부터 2020년 12월 31일까지로 정한다. 위원은 본인의 원에 의하여 사임할 수 있으며 보궐 위원의 임기는 기 존 위원의 잔여 임기까지로 한다.

제6조 위원회의 활동에 관한 모든 수입과 지출은 일반회계로 한다.

제7조 본 규정에 명시되지 아니한 사항은 본 학회 이사회의 의결에 따른다.

제8조 (세칙 개폐) 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해 야 한다.

## 다양성 위원회 운영 세칙

제정 2022년 9월 16일

**제1조(목적)** 본 세칙은 한국천문학회(이하 "학회"라 칭함) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 학회의 모든 활동에 있어 다양성을 이해하고 존중하기 위해 설치한 다양성위원회(이하: "위원회"로 칭함) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

**제2조(정의)** 다양성위원회의 활동은 다음과 같이 EDI로 정의한다. 각 호에서 "모든 사람"이란 피부색, 민족, 국적, 인종, 성별, 장애, 나이, 성적 지향성, 종교 관념, 정치 성향, 결혼 여부, 가정 환경, 학력 등을 이유로 한 차별을 하지 않고 정규직, 계약직, 임시직, 자원봉사 등 모든 피고용자와 회원, 방문자를 일괄 지칭하는 용어로서 정의한다.

1. (공정한 서비스, Equity) 학회는 모든 사람들에게 공정하고 차별 없는 기회와 서비스를 제공한다. 학회는 현재의 회원들 뿐만 아니라 미래 회원들의 경력 개발을 위해서 적극적으로 활동한다.
2. (다양성 존중, Diversity) 학회는 서로 다른 배경과 기술, 능력, 연령을 지닌 모든 사람의 다양성을 존중하며 차별이 발생하거나 발생할 우려가 있을 때 이를 배제하기 위해 노력한다. 학회는 개인의 역량이 천문학 발전에 최대한 이바지할 수 있도록 괴롭힘이나 불공정한 차별이 없는 환경을 만들기 위해 노력한다.
3. (포용하는 환경, Inclusion) 학회는 모든 사람에게 조화롭고 포용하는 환경을 제공하며, 위협, 폭력, 학대, 욕설, 희롱 등 모든 형태의 위협적인 행동을 하지 않아야 한다.

**제3조(활동)** 위원회는 다음 각 호의 활동을 한다.

1. EDI 가이드라인을 작성한다.
2. 학회의 모든 활동이 EDI 가이드라인을 준수하도록 권고한다.
3. 학회의 모든 활동을 관찰하고 EDI 가이드라인에 기반한 피드백을 제공한다.
4. 매년 위원회 활동 목표를 수립하고 분기별로 위원회에서 운영세칙에 따라 이행 상황을 점검한다.
5. 학회를 구성하는 모든 회원들에게 EDI 관련 자료를 제공하여 위원회의 필요성과 활동에 대한 이해를 증진하고 관련 사회 혹은 기관과의 접점 역할을 이행한다.
6. 학회 내 EDI 관련 문제 발생 시 이에 대응하고 EDI 가이드라인에 따라 조치를 취한다.

### 제4조(구성)

1. 위원회는 위원장 1인과 공동위원장 1인을 포함하여 8~15인 이내의 위원으로 구성한다.
2. 위원장 1인은 학회 부회장이 당연직으로 맡고 공동위원장은 위원회에서 선출한다.
3. 위원은 위원회 활동에 관심있는 회원 및 비회원 중에서 학회 회장이 위촉하고 학회 이사 2인과 위원회 활동에 관심있는 비회원 중 최소 2인을 선임할 수 있다.
4. 위원장은 필요한 경우 위원 중 1인을 총무로 선임할 수 있다.
5. 위원회 활동과 관련한 외부 전문가들로 구성된 자문단을 둘 수 있다.

### 제5조(위원장)

1. 위원장과 공동위원장은 위원회 활동을 총괄하며 회의를 소집하고 회의의 의장이 된다.
2. 위원장이 유고시에는 공동위원장이 그 직무를 대신하고 위원장 2인이 모두 유고시 위원 내 선거를 통하여 직무 대행자를 선출하며 필요시 위원장이 직무 대행자를 지명할 수 있다.

3. 학회 총회에서 위원회의 활동을 보고한다.

**제6조(임기)**

1. 위원의 임기는 2년으로 하며 임기 개시연도 1월 1일부터 임기 종료연도 12월 31일까지로 한다. 단, 위원장의 임기는 학회 회장의 임기와 동일하고 공동위원장의 임기는 다른 위원들과 동일하다.
2. 위원으로 활동을 할 수 없는 불가피한 사유가 발생했을 때 위원 본인의 선택에 의해 사임할 수 있다.
3. 위원의 결원이 발생한 경우 회장은 보궐 위원을 위촉할 수 있으며 보궐 위원의 임기는 기존 위원의 잔여 임기로 한다.

**제7조(회의)**

1. 정기회의는 매년 봄 학술대회 이전, 봄 학술대회 이후, 가을 학술대회 이후에 개최하며, 회의 개최 6일 전까지 안건을 위원들에게 통보하여야 한다.
2. 임시 회의는 위원 3인 이상의 요구가 있거나 위원장이 필요하다고 인정할 때에 개최한다.
3. 위원장은 회의록을 작성하여 위원들의 확인을 받은 후 보관한다.
4. 학회의 회원이 아닌 위원에게는 회의 참석에 따른 소정의 자문료와 일비를 지급할 수 있다.

**제8조(회계)** 위원회의 활동에 따른 모든 수입과 지출은 일반회계로 한다.

**제9조(기타 사항)** 본 세칙에 명시되지 아니한 사항은 학회 이사회의 의결에 따른다.

**제10조(세칙 개폐)** 본 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 학회 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

부 칙

**제1조(시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2022년 9월 16일부터 시행한다.

**제2조(경과조치)** 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.



## 우주전파분과 운영 세칙

1999년 04월 09일 제정  
2007년 04월 13일 개정  
2014년 08월 21일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 우주전파분과(이하 “분과”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.<개정 '14.08.21.>

**제2조 (활동사항)** 이 분과는 전파천문 분야에서 다음 각 호의 활동을 한다.

1. 학술 모임개최 및 교류
2. 전파천문 관련기관 간 협력 및 공동연구 추진
3. 국내 전파천문 분야의 장래계획 논의
4. 전파천문 주파수대역 보호
5. 전파천문 연구 및 관련기술 진흥에 대한 지원과 건의
6. 기타 분과의 운영상 필요하다고 인정되는 사항

**제3조 (구성)** ① 분과 회원은 전파천문에 관심이 있는 학회 회원으로 한다.<개정 '07.04.13.>

② 위원장은 분과총회에서 직접 선출하며 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다. 운영위원 및 총무는 위원장이 위촉하고 운영 등의 자문을 위하여 1~2인의 고문을 둘 수 있다.<개정 '07.04.13., '14.08.21.>

③ 분과의 운영을 위해 운영위원회를 두고 위원장 1인, 총무 1인, 운영위원 15인 이내로 구성한다.<개정 '07.04.13., '14.08.21.>

**제4조 (위원장)** ① 위원장은 분과의 업무를 총괄하며, 분과총회 및 운영위원회를 소집하고 회의의 의장이 된다.

② 위원장은 다음 각 호의 사항을 총회에 보고해야 한다.

1. 선임된 임원의 명단
2. 분과위원회의 운영사항

**제5조 (운영위원회)** 운영위원회는 제2조의 분과 활동사항에 대한 안건을 심의 및 의결하고 주요 결정사항은 위원장이 분과총회에 보고한다.

**제6조 (총회소집)** 정기총회는 학회 봄 학술대회와 가을 학술대회에 개최하거나 위원장이 필요하다고 인정될 때 소집한다.

**제7조 (재정)** 위원회의 운영에 필요한 재정의 일부를 학회에서 보조를 받을 수 있으며, 회원들로부터 학회가 정한 연회비를 받을 수 있다.<개정 '14.08.21.>

**제8조 (내부 규정)** 분과 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.<신설 '14.08.21.>

**제9조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.<신설 '14.08.21.>

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 1999년 04월 09일부터 시행한다.

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 2007년 04월 13일부터 시행한다.

## 부칙

제1조 (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

## 태양우주환경분과 운영 세칙

1999년 04월 09일 제정  
2014년 08월 21일 개정  
2019년 11월 26일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 태양우주환경분과(이하 “분과”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.<개정 '14.08.21>

**제2조 (활동사항)** 이 분과는 태양우주환경 분야에서 다음 각 호의 활동을 한다.

1. 학술 모임개최 및 교류
2. 우주환경 관련기관 간 협력 및 공동연구 추진
3. 국내 태양우주환경 분야 장래계획 논의
4. 태양우주환경 연구 및 관련기술 진흥에 대한 지원과 건의
5. 기타 분과의 운영상 필요하다고 인정되는 사항

**제3조 (구성)** ① 분과 회원은 태양우주환경에 관심이 있는 학회 회원으로 한다.<개정 '14.08.21.>

② 분과의 운영을 위해 위원장 1인, 운영위원 10인 이내, 총무 1인으로 구성되는 운영위원회를 둔다. 단, 분과 운영 등에 대한 자문을 위하여 1~2인의 고문을 둘 수 있다.<개정 '14.08.21.>

③ 위원장은 분과총회에서 직접 선출하며, 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다. 운영위원 및 총무는 위원장이 선출한다.<개정 '14.08.21.>

**제4조 (위원장)** ① 위원장은 분과 업무를 총괄하며, 분과총회 및 운영위원회를 소집하고 회의의 의장이 된다.

② 위원장은 다음 각 호의 사항을 총회에 보고해야 한다.

1. 선임된 임원의 명단
2. 분과의 운영사항

**제5조 (운영위원회)** 운영위원회는 제2조의 분과 활동사항에 대한 안건을 심의의결하고 주요 결정사항은 위원장이 분과총회에 보고한다.

**제6조 (총회소집)** 정기총회는 학회 봄 학술대회와 가을 학술대회에 개최하거나 위원장이 필요하다고 인정될 때 소집한다.

**제7조 (재정)** 분과의 운영에 필요한 재정의 일부를 학회에서 보조를 받을 수 있으며, 회원들로부터 학회가 정한 연회비를 받을 수 있다.<개정 '14.08.21.>

**제8조 (내부 규정)** 분과 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.<신설 '14.08.21.>

**제9조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.<신설 '14.08.21.>

## 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 1999년 04월 09일부터 시행한다.

## 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다..

## 광학천문분과 운영 세칙

2003년 10월 01일 제정  
2014년 08월 21일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 광학천문분과(이하 “분과”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.<개정 '14.08.21.>

**제2조 (활동사항)** 이 분과는 광학천문(가시광선 및 근적외선) 분야에서 다음 각 호의 활동을 한다.

1. 학술 모임개최 및 교류
2. 광학천문 관련기관 간 협력 및 공동연구 추진
3. 국내 광학천문 발전계획 논의
4. 밤하늘의 보호 및 광공해 대책
5. 광학천문 연구 및 관련기술 진흥에 대한 지원과 건의
6. 기타 분과의 운영상 필요하다고 인정되는 사항

**제3조 (구성)** ① 분과 회원은 광학천문에 관심이 있는 학회 회원으로 한다.<개정 '14.08.21.>

② 분과의 운영을 위해 위원장 1인, 10인 내외의 운영위원, 총무 1인으로 구성되는 운영위원회를 둔다. 단, 분과의 운영 등에 대한 자문을 위하여 1~2인의 고문을 둘 수 있다.<개정 '14.08.21.>

③ 위원장은 분과총회에서 직접 선출하며, 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다. 운영위원 및 총무는 위원장이 위촉한다.<개정 '14.08.21.>

④ 분과 활동의 필요에 따라 상설위원회나 한시적인 위원회를 둘 수 있으며, 이들의 설립과 구성은 운영위원회에서 정한다.

**제4조 (위원장)** ① 위원장은 분과의 업무를 총괄하며, 분과총회 및 운영위원회를 소집하고 회의의 의장이 된다.

② 위원장은 다음 각 호의 사항을 분과총회에 보고하여야 한다.

1. 선임된 임원의 명단
2. 분과의 운영사항

**제5조 (운영위원회)** 운영위원회는 제2조의 분과 활동사항에 대한 안건을 심의의결하고 주요 결정사항은 위원장이 분과총회에 보고한다.

**제6조 (총회소집)** 정기총회는 학회 봄 학술대회 기간 중에 개최하거나 분과위원장 또는 분과의 운영위원회에서 필요하다고 판단되는 경우 소집한다.

**제7조 (재정)** 분과의 운영에 필요한 재정의 일부를 학회에서 보조를 받을 수 있으며, 회원들로부터 학회가 정한 연회비를 받을 수 있다.<개정 '14.08.21.>

**제8조 (내부 규정)** 분과 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.<신설 '14.08.21.>

**제9조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.<신설 '14.08.21.>

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2003년 10월 01일부터 시행한다.

### 부칙

**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

## 행성계과학분과 운영 세칙

2006년 10월 13일 제정  
2014년 08월 21일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 행성계과학분과(이하 “분과”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.<개정 '14.08.21.>

**제2조 (활동사항)** 이 분과는 행성계과학 분야의 연구 진작을 위하여 다음 각 호의 같은 활동을 한다.

1. 행성계과학 관련 학술회의 개최 및 출판물 간행
2. 행성계과학 관련 학술 자료의 조사, 수집 및 교환
3. 행성계과학 관련 연구자의 협력 및 공동 연구 추진
4. 행성계과학 연구 및 관련 기술의 진흥에 관한 논의
5. 기타 분과의 목적 달성에 필요하다고 인정되는 사항

**제3조 (구성)** ① 분과의 구성원(이하 “회원”)은 행성계과학에 관심이 있는 학회 회원 중 이 분과에 가입한 자로 한다.

② 분과의 운영을 위하여 회원 중 1인의 위원장, 5인 내외의 평의원, 3인의 총무로 구성되는 운영위원회를 둔다. 단, 분과의 운영 등에 관한 자문을 구하기 위해 1인 또는 2인의 고문을 둘 수 있다.<개정 '14.08.21.>

③ 총무단은 회무총무, 학술총무, 편집총무로 구성한다.<개정 '14.08.21.>

④ 위원장과 평의원은 분과총회에서 선출하며, 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다. 총무단은 위원장이 위촉한다.<개정 '14.08.21.>

⑤ 분과 활동의 필요에 따라 상설 위원회나 한시적 위원회를 둘 수 있으며, 이들의 설치와 구성은 운영위원회에서 정한다.<개정 '14.08.21.>

**제4조 (위원장)** ① 위원장은 분과 업무를 총괄하며, 분과총회 및 운영위원회를 소집하고 그 회의의 의장이 된다.

② 위원장은 다음 각 호의 사항을 분과총회에 보고해야 한다.

1. 운영위원 및 고문의 명단
2. 분과의 운영에 관한 사항

**제5조 (운영위원회)** 분과운영위원회는 제2조의 분과 활동 사항에 관한 안건을 심의·의결하고, 위원장은 주요 결정 사항을 분과총회에 보고한다.

**제6조 (총회소집)** 정기총회는 학회 봄 학술대회 기간 중에 개최하며, 임시총회는 위원장 또는 운영위원회에서 필요하다고 판단되는 경우에 위원장이 소집한다.

**제7조 (재정)** 학회로부터 분과 운영에 필요한 재정의 일부를 보조 받을 수 있으며, 회원들로부터 학회가 정한 연회비를 받을 수 있다.<개정 '14.08.21.>

**제8조 (내부 규정)** 분과 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.<신설 '14.08.21.>

**제9조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.<신설 '14.08.21.>

### 부칙

**제1조 (시행일)** 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2006년 10월 13일부터 시행한다.

### 부칙

**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

## 젊은 천문학자 모임 운영 세칙

2014년 08월 21일 제정

2018년 04월 12일 개정

**제1조 (목적)** 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 젊은 천문학자 모임(이하 “모임”)의 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

**제2조 (영문명칭)** 모임의 영문 명칭은 ‘Young Astronomers Meeting’으로 하며, 줄여서 ‘YAM’으로 한다.

**제3조 (활동사항)** ① 이 모임은 천문학을 전공하는 대학원생 또는 박사 후 연구원 등 젊은 학자들의 학술 교류 및 친목을 도모한다.

② 외국의 유사 모임과의 교류 시 한국을 대표한다.

**제4조 (구성)** ① 이 모임의 회원은 정회원, 준회원, 명예회원으로 이루어지며, 자격은 다음 각 호와 같다.

1. 정회원은 대한민국 국적자이거나 국내 기관 소속인 천문·우주과학 및 관련 전공의 대학원생과 박사 후 연구원 등 젊은 학자들로, 입회원서를 제출하고 연회비를 납부한 자.

2. 준회원은 정회원의 자격을 갖추었으나 연회비를 납부하지 않은 자 혹은 천문·우주과학을 전공하는 학부과정 대학생이 총회 등의 모임에 참가한 자.

② 이 모임의 운영을 위해 회장 1인, 부회장 1인, 총무 1인, 학술기획부장 1인 및 운영위원으로 구성된 운영위원회를 둔다. 또 모임의 학술활동을 위해 자문위원을 둘 수 있다.

③ 회장 및 부회장은 정기모임에서 정회원의 직접선거를 통해 선출하며, 임기는 1년으로 하며, 차 년도 선거에서는 후보 추천에서 제외한다. 총무, 학술기획부장 및 운영위원은 회장이 위촉한다. 학술기획부장의 경우 차 년도 선거에서는 후보 추천에서 제외한다. 운영위원은 이 모임의 정회원이 있는 학교 및 기관의 정회원을 대표하는 자를 지칭한다.

④ 이 모임의 활동에 필요한 상설위원회나 한시적인 위원회를 둘 수 있으며, 이들의 설립과 폐지 및 구성은 운영위원회에서 정한다.

**제5조 (회장)** ① 회장은 이 모임의 업무를 총괄하며, 모임의 총회 및 운영위원회를 소집하고 회의의 의장이 된다.

② 회장은 다음 각 호의 사항을 모임의 총회에 보고하여야 한다.

1. 선임된 임원의 명단
2. 모임의 운영사항

**제6조 (운영위원회)** 운영위원회는 제3조의 모임 활동사항에 대한 안건을 심의·의결하고 주요 결정사항은 회장이 모임총회에 보고한다.

**제7조 (총회소집)** ① 회장 선출, 연례행사 및 기타 안건을 논의하기 위한 정기 총회는 학회의 봄 학술대회나 가을 학술대회 기간 중에 최소 연 1회 소집한다.

② 회장 또는 운영위원회에서 필요하다고 판단이 되는 경우 임시총회를 소집할 수 있다.

**제8조 (재정)** 모임의 운영에 필요한 재정의 일부를 학회에서 보조를 받을 수 있으며, 회원들로부터 학회가 정한 연회비를 받을 수 있다.

**제9조 (내부 규정)** 모임의 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

**제10조 (세칙 개폐)** 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

부칙



**제1조** (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2014년 08월 21일부터 시행한다.

**제2조** (경과조치) 이 세칙 시행 이전에 처리된 사항에 대해서는 이 세칙에 따른 것으로 본다.

## 여성분과 운영 세칙

2016년 3월 31일 제정

제1조 (목적) 한국천문학회(이하 “학회”) 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 여성분과(이하 “분과”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조 (활동사항) 이 분과는 천문학 관련 분야 여성의 역할 증대를 위하여 다음 각 호의 활동을 한다.

1. 천문학 관련 분야 여성의 적극적 학회 참여와 역할 증대를 위한 활동
2. 천문학 관련 분야 여성의 취업 증대 및 지속적 능력 개발을 위한 활동
3. 천문학 관련 분야 여성의 인력 관리 및 저변 확대를 위한 활동
4. 천문학 관련 분야 여성의 업적 홍보를 위한 활동
5. 천문학 관련 분야 여성의 상호 교류 및 정보 교환을 위한 활동
6. 기타 본 분과의 운영상 필요하다고 인정되는 사항

제3조 (구성) ① 분과의 회원은 천문학 관련 분야 여성의 역할 증대에 관심을 갖는 학회 회원 중 이 분과에 가입한 자로 한다.

② 분과의 운영을 위해 위원장 1인, 5인 내외의 운영위원, 총무 1인으로 구성되는 운영위원회를 둔다. 단, 분과의 운영 등에 대한 자문을 위하여 1~2인의 고문을 둘 수 있다.

③ 위원장은 분과총회에서 직접 선출하며 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다. 운영위원 및 총무는 위원장이 위촉한다.

④ 분과 활동의 필요에 따라 상설위원회나 한시적인 위원회를 둘 수 있으며, 이들의 설립과 구성은 운영위원회에서 정한다.

제4조 (위원장) ① 위원장은 분과의 업무를 총괄하며, 분과총회 및 운영위원회를 소집하고 회의의 의장이 된다.

② 위원장은 다음 각 호의 사항을 총회에 보고해야 한다.

1. 선임된 임원의 명단
2. 분과의 운영사항

제5조 (운영위원회) 운영위원회는 제2조의 분과 활동사항에 대한 안건을 심의·의결하고 주요 결정사항은 위원장이 분과총회에 보고한다.

제6조 (총회소집) 정기총회는 학회 봄 학술대회 기간 중에 개최하거나 분과위원장 또는 분과운영위원회에서 필요하다고 판단되는 경우 소집한다.

제7조 (재정) 분과의 운영에 필요한 재정의 일부를 학회에서 보조를 받을 수 있으며, 회원들로부터 학회가 정한 연회비를 받을 수 있다.

제8조 (내부 규정) 분과 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

제9조 (세칙 개폐) 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

부 칙

제1조 (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2016년 03 월 31일부터 시행한다.

## 한림회 운영 세칙

2018년 4월 12일 제정

제1조 (목적) 한국천문학회(이하 “학회”)의 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 한국천문학회 산하 한림회(이하 “한림회”) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조 (영문명칭) 모임의 영문 명칭은 ‘Astronomy Amity Association’으로 하고, 줄여서 ‘AAA’로 한다.

제3조 (활동 또는 사업) 한림회는 회원의 친목과 상호교류를 촉진하고, 한국천문학의 발전과 위상을 제고하며 국가 발전에 기여하기 위하여 다음과 같은 활동을 한다.

1. 회원 상호간의 친목과 복지증진에 관한 사업
2. 한국천문연구원과 과학관 및 사립천문대의 발전에 관한 건의와 자문
3. 천문지식의 보급을 위한 대중화 사업
4. 천문학 보급을 위한 발간 사업
5. 기타 한림회의 목적 달성에 필요한 사업

제4조 (구성) ① 한림회의 회원은 천문학 분야에서 오랜 경륜과 지식 및 전문성을 갖추고 천문학 박사학위를 받은 자, 한국천문학회 학회장을 역임한 자, 천문학계에 공이 크고 천문학분야에서 종사한 후 정년퇴임한 자, 기타 이에 준하는 자격을 가진 자로서 회원 2인 이상의 추천으로 한림회의 총회에서 인준을 받은 자로 한다.

② 한림회의 운영을 위해 회장 1인, 부회장 1인, 총무 1인을 둔다.

③ 회장은 한림회의 총회에서 직접 선출하며 임기는 2년으로 하되 1회 연임할 수 있다. 부회장 1인 및 총무 1인은 회장이 위촉한다.

제5조 (회장) ① 회장은 다음사항을 총회에 보고하여야 한다.

1. 선임된 임원의 명단
2. 한림회의 운영사항

제6조 (총회소집) 정기총회와 임시총회를 학회 학술대회 때와 회장이 필요하다고 인정할 때 소집한다.

제8조 (재정) 한림회의 운영에 필요한 재정의 일부를 학회에서 보조 받을 수 있으며, 한림회의 회원들로부터 한림회의 총회에서 정한 연회비를 받을 수 있다.

### 부 칙

제1조 (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2018년 4월 12일부터 시행한다.

## 천문관측기기분과 운영 세칙

2019년 4월 10일 제정

제1조 (목적) 한국천문학회(이하 "학회") 위원회 및 분과 규정 제11조에 따라 천문관측기기분과(이하분과) 운영에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조 (활동사항) 이 분과는 천문관측기기 관련 연구 활동 증대를 위하여 다음 각 호의 활동을 한다.

- ①매년 1회의 Astronomical Instrumentation Workshop 정기 모임을 통해서 한국 내의 천문우주기기를 개발하고 참여하는 구성원들의 소통과 화합 지속 활동 (한국우주과학회와 협력하여 개최)
- ②천문관측기기를 설계, 제작, 시험, 운영하기 위해서 광학, 광기계, 기계, 전자, 제어 소프트웨어, 시스템, 시스템 운영 관리, 데이터 처리 등 다양한 업무활동을 수행하는 연구자들의 연구 교류 활동
- ③천문학 관련 천문관측기기 전공 연구자들의 적극적 학회 참여와 역할 증대를 위한 활동
- ④천문관측기기 분야의 지속적인 인력 양성을 위한 학생 참여의 장 마련 및 지원 활동
- ⑤천문관측기기 분야의 지속적인 발전을 위한 가교 역할천문관측기기 관련 대형 프로젝트 제안을 위한 발판 마련기타 본 분과의 운영상 필요하다고 인정되는 사항

제3조 (구성) ①분과의 회원은 천문관측기기 관련 연구 활동 증대에 관심을 갖는 학회 회원 중 이 분과에 가입한 자로 한다.

- ②분과의 운영을 위해 위원장 1인, 5인 내외의 운영위원, 총무 1인으로 구성되는 운영위원회를 둔다. 단, 분과의 운영 등에 대한 자문을 위하여 1~2인의 고문을 둘 수 있다.
- ③위원장은 분과총회에서 직접 선출하며 임기는 2년으로 하되 연임할 수 있다. 운영위원 및 총무는 위원장이 위촉한다.
- ④분과 활동의 필요에 따라 상설위원회나 한시적인 위원회를 둘 수 있으며, 이들의 설립과 구성은 운영위원회에서 정한다.

제4조 (위원장) ①위원장은 분과의 업무를 총괄하며, 분과총회 및 운영위원회를 소집하고 회의의 의장이 된다.

②위원장은 다음 각 호의 사항을 총회에 보고해야 한다.

1. 선임된 임원의 명단
2. 분과의 운영사항

제5조 (운영위원회) 운영위원회는 제2조의 분과 활동사항에 대한 안건을 심의·의결하고 주요 결정사항은 위원장이 분과총회에 보고한다.

제6조 (총회소집) 정기총회는 학회 봄 학술대회 기간 중에 개최하거나 분과위원장 또는 분과운영위원회에서 필요하다고 판단되는 경우 소집한다.

제7조 (재정) 분과의 운영에 필요한 재정의 일부를 학회에서 보조를 받을 수 있으며, 회원들로부터 학회가 정한 연회비를 받을 수 있다.

제8조 (내부 규정) 분과 세칙 시행을 위해 필요한 세부사항을 내부규정이나 지침 또는 기준으로 정할 수 있다.

제9조 (세칙 개폐) 이 세칙을 개정하거나 폐지할 때는 이사회의 승인을 받아야 하며, 총회에 보고해야 한다.

### 부 칙

제1조 (시행일) 이 세칙은 이사회의 승인을 받은 2019년 4월 10일부터 시행한다.

## 사단법인 한국천문학회 부설 소남 천문학사 연구소 운영규정

### 제 1 장 총 칙

**제1조 (목적)** 이 규정은 사단법인 한국천문학회(이하 "천문학회"라 한다)의 정관 제33조와 규정 제20조에 의하여 설치된 '소남 천문학사 연구소'의 운영에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

**제2조 (명칭과 임무)** 소남 천문학사 연구소(이하 "연구소"라 한다)의 한문 명칭은 '召南 天文學史 研究所', 영문명칭은 SohNam Institute for History of Astronomy (SIHA)로 한다. 연구소는 천문학사와 고천문학 연구와 보급, 그리고 후진양성을 그 임무로 한다.

**제3조 (사업)** 본 연구소는 제2조의 임무를 달성하기 위하여 다음과 같은 일을 한다.

- ① 천문학사와 고천문학에 대한 자료 조사와 연구
- ② 천문학사와 고천문학 관련 강연과 출판물 제작
- ③ 기타 연구소의 목적에 부합하는 사업

**제4조 (주소)** 본 연구소는 서울시 관악구 봉천4동 875-7 하버드오피스텔 409호에 둔다.

### 제 2 장 회 원

**제5조 (회원의 종류와 입회)** 연구소의 회원은 천문학사 및 고천문학 연구 및 사업에 참여하거나 관심을 가진 사람으로서 임원 1인의 추천과 운영위원회의 심의를 거쳐 입회한다. 회원의 종류는 다음과 같다.

- ① 연구원 : 연구소 회원의 자격을 취득하고, 연구소의 관련 연구를 수행하는 자로 한다.
- ② 일반회원 : 연구소의 사업을 지원하는 사람 및 단체로 한다.
- ③ 특별회원 : 연구소의 설립과 운영에 공로가 큰 사람으로 하며 운영위원회에서 결정한다.

**제6조 (회원의 권리)** 회원은 연구소 시설을 이용하고, 학술연구.세미나.학술대회 등 연구소의 활동에 참여할 수 있으며, 각종 간행물을 받을 수 있다.

**제7조 (회원의 의무)** 회원은 다음의 의무를 지닌다.

- ① 본 연구소의 운영규정 및 제 규약의 준수
- ② 회비와 기여금 등 제 부담금의 납부
- ③ 기타 운영 규정에 규정된 사항

**제8조 (회원의 탈퇴)** 회원은 자유의사에 따라 연구소 회원을 탈퇴할 수 있다. 회원이 탈퇴의사를 구두 또는 서면으로 표시한 날을 탈퇴일로 한다.

**제9조 (회원의 제명)** 회원이 연구소의 사업에 심각한 장애를 초래하거나 명예를 훼손하는 경우 운영위원회의 의결을 거쳐 제명할 수 있다.

### 제 3 장 임 원

**제10조 (임원의 종류와 정수)**

- ① 연구소에 다음의 임원을 둔다.
  1. 연구소장 1인
  2. 운영위원 6인 이상 12인 이하. 운영위원 중에 총무위원 등 실무담당위원을 둘 수 있다.
- ② 연구소는 운영위원회의 의결에 따라 약간 명의 고문과 자문위원을 둘 수 있다.

**제11조 (임원의 선임)**

- ① 연구소장은 운영위원회에서 선출하며, 천문학회장이 임명한다.
- ② 운영위원은 운영위원회에서 선출한다. 실무담당위원은 연구소장이 운영위원 중에서 임명한다.

**제12조 (임원의 임기)**

- ① 임원의 임기는 3년으로 하며 연임할 수 있다.

**제13조 (임원의 해임)** 임원이 연구소의 운영규정 및 내규에 명시된 사항을 위반했을 때에는 운영위원회의 의결을 거쳐 해임할 수 있다. 단, 연구소장은 운영위원회의 의결을 거쳐 천문학회장이 해임한다.

**제14조 (연구소장의 직무)**

- ① 연구소장은 연구소를 대표하고 연구소의 모든 업무를 총괄한다.
- ② 연구소장은 운영위원회의 의장이 된다.
- ③ 연구소장이 유고시에는 총무위원이 그 직무를 대행한다.

**제 4 장 운영위원회**

**제15조 (구성)** 운영위원회(이하 운영위)는 연구소장과 운영위원으로 구성한다. 필요한 경우 운영위원이 아닌 회원이 배석할 수 있다.

**제16조 (구분 및 소집)**

- ① 운영위의 회의는 정기회의와 특별회의로 구분하며 연구소장이 이를 소집한다.
- ② 정기회의는 일 년에 두 번으로 하며, 6월과 12월에 개최한다.
- ③ 특별회의는 소장 또는 운영위원 3인 이상이 요구할 때 개최한다.

**제17조 (의결정족수)** 운영위는 재적위원 과반수의 출석으로 개의하고 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다. 다만, 가부 동수일 경우에는 의장이 결정한다.

**제18조 (의결사항)** 운영위는 다음의 사항을 심의·의결한다.

- ① 회원과 임원에 관한 사항
- ② 주요 사업의 계획과 운영에 관한 사항
- ③ 예산과 결산에 관한 사항
- ④ 운영규정변경에 관한 사항
- ⑤ 재산관리에 관한 사항
- ⑥ 기타 운영위의 의장이 본 연구소의 운영상 중요하다고 판단하여 부의한 사항

**제 5 장 재정 및 회계**

**제19조 (재정)** 연구소의 재정은 회비, 기여금, 기부금, 기타 수입금으로 자체적으로 충당한다.

**제20조 (회계연도)** 연구소의 회계연도는 1월 1일로부터 12월 31일까지로 한다.

**제21조 (사업계획 및 예산편성)** 연구소의 사업계획 및 예산편성은 운영위원회에서 결정하고, 천문학회 이사회에 보고한다.

**제22조 (서류의 보관)** 운영위원회에서 결정한 서류 및 기타 일체의 회계장부는 연구소 사무실에 보관한다.

**제 6 장 보 칙**

**제23조 (규정변경)** 규정을 개정하고자 할 때에는 운영위원회의 위원 3분의 2 이상의 동의를 받아야 한다.

**제24조 (해산)** 연구소를 해산하고자 하거나, 독립하고자 할 때에는 운영위원회의 위원 전원의 동의를 받아야 한다.

**제25조** (잔여재산의 귀속) 연구소가 해산 또는 독립할 때에는 연구소 운영위원회가 마련한 잔여재산의 처리방안을 천문학회 이사회의 승인을 거쳐 시행한다.

### 부 칙

**제1조** 이 규정에 정하지 않은 사항은 운영위원회의 의결로 규정을 정하여 시행하거나, 천문학회의 정관과 규정을 따르거나, 사단법인에 관한 규정에 따른다.

**제2조** 운영위원회 초대 위원들은 천문학회 부설기관으로 편입되기 전의 기존 연구소 이사회의 이사들로 한다. 2007년 4월 12일 현재 소남연구소의 임원 명단은 다음과 같다.

분 류	이 름	소속 및 직위
소 장	윤홍식	서울대 천문학과 명예교수
이 사	문중양	서울대 국사학과 교수
	박창범	고등과학원 물리학부 교수 (총무이사)
	유성초	충북대 물리학과 교수
	이면우	춘천 교대 교수
	이용복	서울 교대 과학교육과 교수
	이용삼	충북대 천문우주학과 교수
	이종각	
	전용훈	소남연구소 전문연구원
	홍승수	서울대 천문학과 교수

**제3조** 본 규정은 한국천문학회 부설기관으로 편입된 날로부터 시행한다.





사단법인 한국천문학회

제61차 정기 총회



## 한국천문학회 제61차 정기총회

일시 : 2023년 10월 19일(목) 16:00 ~ 17:30

장소 : 라마다프라자호텔 제주

1. 개회 선언 ..... 학회장 박명구
2. 회무 보고 ..... 총무이사 양홍진
3. 재무 보고 ..... 재무이사 이수창
4. 감사 보고 ..... 감사 강용희, 조세형
5. 각 위원회 및 분과 보고 ..... 각 위원장
6. 심의안건 1. 신임임원선출 ..... 선거관리위원회 위원장 이강환
7. 심의안건 2. 2024년 예산안 승인 ..... 학회장 박명구
8. 심의안건 3. 임원선출규정 승인 ..... 학회장 박명구
9. 보고안건 1. 위원회 및 분과 세칙 개정 보고 ..... 학회장 박명구
10. 기타 토의 사항 ..... 학회장 박명구
11. 폐회 선언 ..... 학회장 박명구

## 회 무 보 고

### 1. 이사회 개최 및 주요의결, 논의사항

- (1) 2023년도 제1차 이사회
  - 가) 일시 : 2023년 4월 12일 18:30
  - 나) 장소 : 전주 라한호텔 인근 식당
  - 다) 주요 의결, 논의사항
    - 신입회원인준 : 정회원, 준회원 - 40명
    - 천문학회 60주년 기념사업 준비논의
    - 2023 천문학대중화사업논의
    - 선거관리위원회구성 :
      - 위원장 - 이강환
      - 위 원 - 윤성철, 지명국, 강현우, 양홍진
- (2) 2023년도 제2차 이사회
  - 가) 일시 : 2023년 9월 19일 15:00
  - 나) 장소 : zoom
  - 다) 주요 의결, 논의사항
    - 신입회원인준 : 정회원, 준회원 - 46명
    - 2024년 예산안
    - 2023년 감사보선 및 2024년 신임임원 (회장, 감사, 이사) 후보 결정
    - 가을학술대회 수상자 및 공로패 수여논의
    - 학회장 선출방식 논의
    - 아이돌봄서비스 예산 지원 논의

### 2. 학술대회 개최

- (1) 2023 한국천문학회 봄 학술대회 개최
  - 가) 일시: 2023년 4월13일(수) ~ 4월15일(금)
  - 나) 장소: 라한호텔 전주
  - 다) 참석: 288명
  - 라) 발표논문: 149편
- (2) 2023 한국천문학회 가을학술대회 및 제61차 정기총회 개최(예정)
  - 가) 일시: 2023년 10월18일(수) ~ 10월20일(금)
  - 나) 장소: 라마다호텔 제주
  - 다) 참석: 400명(추정)
  - 라) 발표논문: 269편

### 3. 학술지 및 정기간행물 발간

- (1) JKAS, Vol 56, No. 1, 2호 연속간행물 발간
- (2) PKAS, Vol 38, No. 1, 2호 발간
- (3) 천문학회보, 제48권 1, 2호 발간

## 결산보고서

(2023. 1. 1 ~ 2023. 09.15)

수입		지출	
<b>회비</b>	<b>34,163,047</b>	<b>공과금</b>	<b>4,230,000</b>
연회비	34,163,047	국내	4,230,000
		IAU회비	-
		<b>학회지발간인쇄비</b>	<b>-</b>
<b>지원금</b>	<b>11,686,913</b>	JKAS	-
고유목적사업지원금	-	PKAS	-
학회기부금	1,928,361		-
학술지 인세	558,552	<b>학술대회</b>	<b>37,685,330</b>
지자체지원금	9,200,000	총계	37,012,080
<b>학회지구독료</b>	<b>-</b>	추계	673,250
국내	-	<b>인건비</b>	<b>45,522,930</b>
		사무원	37,235,450
<b>논문게재료</b>	<b>13,757,908</b>	퇴직적립금	2,309,880
JKAS	12,357,908	JKAS편집간사	4,377,600
PKAS	1,400,000	PKAS 편집간사	1,600,000
<b>학술대회</b>	<b>112,059,843</b>	<b>수용비 및 관리비</b>	<b>5,111,618</b>
총계(등록및만찬비)	58,459,547	유지 및 관리비	4,955,518
추계(등록및만찬비)	53,600,296	우편비	156,100
<b>용역사업</b>	<b>37,339,940</b>	<b>출장비 및 회의비</b>	<b>3,444,450</b>
GST 워크숍	11,334,360		
과학대중화사업	3,500,000	<b>용역사업 및 지원금</b>	<b>32,519,707</b>
YAM 워크숍	8,950	GST 워크숍	(차년도이월 2,042,400원)
IASS2023 워크숍	13,237,010	과학대중화사업	
SSPSEEA 워크숍	6,399,000	YAM 워크숍	(21년도 이월금 7,067,552원)
TTP*KASI&KAS 연수	2,860,620	IASS2023 워크숍	
		SSPSEEA 워크숍	(차년도이월 2,696,090원)
<b>홍보 및 광고료</b>	<b>13,200,000</b>	TTP*KASI&KAS 연수	21,817,500
기업광고	4,500,000	국제협력비	362,998 (22년도 이월금 10,094,600원)
연구홍보	8,700,000		
<b>기타</b>	<b>3,681,882</b>	<b>포상</b>	<b>1,700,000</b>
회계이자 및 이자환급	781,882	기업후원	1,700,000 (상패제작20만원별도)
기업 상금후원	1,900,000	학회포상	
특별회계 이자-상금	1,000,000		
<b>전기이월</b>	<b>94,197,242</b>	<b>9월 15일 학회잔액</b>	<b>189,872,740</b>
<b>합 계</b>	<b>320,086,775</b>	<b>합 계</b>	<b>320,086,775</b>

## 특별회계

(\*정기예금만기일)

(2023. 1. 1 ~ 2023. 09.15)

수 입	지 출
<b>유경노 기부금 - 소남학술상</b> <span style="float: right;"><b>28,495,965</b></span>	<b>유경노 기부금 - 소남학술상</b> <span style="float: right;"><b>28,495,965</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">27,162,296</span>	잔액 <span style="float: right;">26,495,965</span>
정기예금이자 <span style="float: right;">1,333,669 (이자4.91%)</span>	일반회계전용(상금) <span style="float: right;">2,000,000 *23.12.02</span>
<b>정기예금</b> <span style="float: right;"><b>87,308,752</b></span>	<b>정기예금</b> <span style="float: right;"><b>87,308,752</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">84,429,699</span>	잔액 <span style="float: right;">87,308,752</span>
정기예금이자 <span style="float: right;">2,879,053 (이자3.41%)</span>	*24.03.30
<b>민영기 기부금 - 학술상</b> <span style="float: right;"><b>80,000,000</b></span>	<b>민영기 기부금 - 학술상</b> <span style="float: right;"><b>80,000,000</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">80,000,000</span>	잔액 <span style="float: right;">80,000,000</span>
정기예금이자 <span style="float: right;">3,928,000 (이자4.91%)</span>	일반회계전용(상금) <span style="float: right;">3,928,000 *23.12.02</span>
<b>윤홍식기부금 - 소남연구소운영</b> <span style="float: right;"><b>50,000,000</b></span>	<b>윤홍식 기부금 - 소남연구소운영</b> <span style="float: right;"><b>50,000,000</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">50,000,000</span>	잔액 <span style="float: right;">50,000,000</span>
정기예금이자 <span style="float: right;">1,705,000 (이자3.41%)</span>	학회기금2로이체 <span style="float: right;">1,705,000 *24.03.30</span>
<b>메타스페이스 후원금 - 젊은천문학자상</b> <span style="float: right;"><b>34,728,539</b></span>	<b>메타스페이스 후원금 - 젊은천문학자상</b> <span style="float: right;"><b>34,728,539</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">33,583,347</span>	잔액 <span style="float: right;">33,728,539</span>
정기예금이자 <span style="float: right;">1,145,192 (이자3.41%)</span>	일반회계전용(상금) <span style="float: right;">1,000,000 *24.03.30</span>
<b>기금1-학회운영</b> <span style="float: right;"><b>55,357,982</b></span>	<b>기금1-학회운영</b> <span style="float: right;"><b>55,357,982</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">52,767,117</span>	잔액 <span style="float: right;">55,357,982</span>
정기예금이자 <span style="float: right;">2,590,865 (이자4.91%)</span>	*23.12.02
<b>기금2 - 소남연구소</b> <span style="float: right;"><b>4,861,625</b></span>	<b>기금2 - 소남연구소</b> <span style="float: right;"><b>4,861,625</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">4,043,058</span>	잔액 <span style="float: right;">4,861,625</span>
윤홍식 기부금이자 <span style="float: right;">816,390</span>	
이자 <span style="float: right;">2,177</span>	(자유예금통장)
<b>기금3 - 해외천문교육지원</b> <span style="float: right;"><b>2,843,350</b></span>	<b>기금3 - 해외천문교육지원</b> <span style="float: right;"><b>2,843,350</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">2,841,227</span>	잔액 <span style="float: right;">2,838,950</span>
이자 <span style="float: right;">2,123</span>	지출 <span style="float: right;">4,400</span>
신규 후원 <span style="float: right;">-</span>	(자유예금통장)
<b>IAUGA 후원금</b> <span style="float: right;"><b>26,623,057</b></span>	<b>IAUGA 후원금</b> <span style="float: right;"><b>26,623,0570</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">2,6612,442</span>	잔액 <span style="float: right;">15,921,279</span>
이자 <span style="float: right;">10,615</span>	지출 <span style="float: right;">10,701,778</span>
신규 후원 <span style="float: right;">-</span>	(자유예금통장)
<b>학회발전기금</b> <span style="float: right;"><b>18,057,594</b></span>	<b>학회발전기금</b> <span style="float: right;"><b>18,057,594</b></span>
전기이월 <span style="float: right;">18,051,182</span>	잔액 <span style="float: right;">14,557,594</span>
이자 <span style="float: right;">6,412</span>	YAM 워크숍 지원금 <span style="float: right;">3,000,000</span>
신규 후원 <span style="float: right;">-</span>	천문학대중화프로그램지원 <span style="float: right;">7,000,000 (자유예금통장)</span>
<b>합 계</b> <span style="float: right;"><b>388,276,864</b></span>	<b>합 계</b> <span style="float: right;"><b>388,276,864</b></span>

195



# 결산보고서

(2023. 1. 1 ~ 2023. 9. 15)

月  
DA

수 입		지 출	
<b>회비</b>	<b>34,163,047</b>	<b>공과금</b>	<b>4,230,000</b>
연회비	34,163,047	국내	4,230,000
		IAU회비	-
<b>지원금</b>	<b>11,686,913</b>	<b>학회지발간인쇄비</b>	<b>-</b>
고유목적사업지원금	-	JKAS	-
학회기부금	1,928,361	PKAS	-
학술지 인세	558,552	<b>학술대회</b>	<b>37,685,330</b>
지자체지원금	9,200,000	총계	37,012,080
<b>학회지구독료</b>	<b>-</b>	추계	673,250
국내	-	<b>인건비</b>	<b>45,522,930</b>
<b>논문게재료</b>	<b>13,757,908</b>	사무원	37,235,450
JKAS	12,357,908	퇴직적립금	2,309,880
PKAS	1,400,000	JKAS편집간사	4,377,600
<b>학술대회</b>	<b>112,059,843</b>	PKAS 편집간사	1,600,000
총계(등록비)	58,459,547	<b>수용비 및 관리비</b>	<b>5,111,618</b>
추계(등록및만찬비)	53,600,296	유지 및 관리비	4,955,518
<b>용역사업</b>	<b>37,339,940</b>	우편비	156,100
GST 워크숍	11,334,360	<b>출장비 및 회의비</b>	<b>3,444,450</b>
과학대중화사업	3,500,000	출장비	1,150,200
YAM워크숍	8,950	회의비	2,294,250
IASS2023워크숍	13,237,010	<b>용역사업 및 지원금</b>	<b>32,519,707</b>
SSPSEEAW워크숍	6,399,000	YAM워크숍	2,417,000
TTP*KASI&KAS연수	2,860,620	과학대중화사업	3,500,000
<b>홍보 및 광고료</b>	<b>13,200,000</b>	국제협력비	362,998
기업광고	4,500,000	GST 워크숍	8,398,600
연구홍보	8,700,000	IASS2023워크숍	13,208,095
<b>기타</b>	<b>3,681,882</b>	SSPSEEAW워크숍	2,913,980
회계이자 및 이자환급	781,882	TTP*KASI&KAS연수	1,719,034
특별회계 이자-상금	1,000,000	<b>포상</b>	<b>1,700,000</b>
기업 상금후원	1,900,000	기업후원	1,700,000
<b>전기이월</b>	<b>94,197,242</b>	학회포상	-
<b>합계</b>	<b>320,086,775</b>	<b>9월 15일 학회잔액</b>	<b>189,872,740</b>
<b>합계</b>	<b>320,086,775</b>	<b>합계</b>	<b>320,086,775</b>



특별회계

月  
DA

수 입		지 출	
		(*정기예금만기일)	
유경노 기부금	28,495,965	유경노 기부금	28,495,965
- 소남학술상		- 소남학술상	
전기이월	27,162,296	잔액	26,495,965
정기예금이자	1,333,669 (이자4.91%)	일반회계전용(상금)	2,000,000 *(2023. 12. 02)
정기예금	87,308,752	정기예금	87,308,752
전기이월	84,429,699	잔액	87,308,752
정기예금이자	2,879,053 (이자3.41%)		*(2024. 03. 30)
민영기 기부금-학술상	80,000,000	민영기 기부금-학술상	80,000,000
전기이월	80,000,000	잔액	80,000,000
정기예금이자	3,928,000 (이자4.91%)	일반회계전용(상금)	3,928,000 *(2023. 12. 02)
윤홍식 기부금-소남연구소운영	50,000,000	윤홍식 기부금-소남연구소운영	50,000,000
전기이월	50,000,000	잔액	50,000,000
정기예금이자	1,705,000 (이자3.41%)	학회기금2로이체	1,705,000 *(2024. 03. 30)
메타스페이스 후원금	34,728,539	메타스페이스 후원금	34,728,539
- 젊은천문학자상		- 젊은천문학자상	
전기이월	33,583,347	잔액	33,728,539
정기예금이자	1,145,192 (이자3.41%)	일반회계전용(상금)	1,000,000 *(2024. 03. 30)
기금1-학회운영	55,357,982	기금1-학회운영	55,357,982
전기이월	52,767,117	잔액	55,357,982
정기예금이자	2,590,865 (이자4.91%)		*(2023. 12. 02)
기금2-소남연구소	4,861,625	기금2-소남연구소	4,861,625
전기이월	4,043,058	잔액	4,861,625
윤홍식 기부금이자	816,390		(자유예금통장)
이자	2,177		
기금3-해외천문교육지원	2,843,350	기금3-해외천문교육지원	2,843,350
전기이월	2,841,227	잔액	2,838,950
이자	2,123	지출	4,400
신규 후원	-		(자유예금통장)
IAUGA 후원금	26,623,057	IAUGA 후원금	26,623,057
전기이월	26,612,442	잔액	15,921,279
이자	10,615	지출	10,701,778
신규 후원	-		(자유예금통장)
학회발전기금	18,057,594	학회발전기금	18,057,594
전기이월	18,051,182	잔액	14,557,594
이자	6,412	지출	3,500,000
신규 후원	-		(자유예금통장)
<b>합계</b>	<b>388,276,864</b>	<b>합계</b>	<b>388,276,864</b>



197

月  
DAY



## 감 사 보 고 서

1. 한국천문학회 2023년 1월 1일부터 9월 15일까지의 회계감사 결과를 보고합니다.
2. 2023년 전주 라한호텔에서 한국천문학회 봄학술대회가 성공적인 대면학술대회로 개최되었습니다.
3. 한국천문학회의 지원으로 시작된 천문학대중화사업 두 건이 선정되었습니다.  
[전국 천체투영관 관리자 및 운영자 워크숍] 행사가 국립과천과학관에서 9월 4일~5일 진행되었고, [우주 문화 관련자료 수집 및 보존 사업]이 현재 진행되고 있습니다.
4. 2023년 상반기에 학회의 지원으로 GST 워크숍 등 다양한 학술활동이 진행되었습니다. 2023년 남은 기간과 2024년에도 보다 다양한 학술활동과 대외봉사활동이 활발하게 진행될 것을 기대합니다.
5. 한국천문학회 회계업무에서 수입과 지출이 제반 규정에 따라 적법하게 집행되었음을 확인합니다.

2023년 09월 26일

감 사 강 용 희  
조 세 형





月  
DA

# 결산보고서

(2022. 1. 1 ~ 2022. 12. 31)

수입		지출	
<b>회비</b>	<b>30,549,573</b>	<b>공과금</b>	<b>4,230,000</b>
연회비	30,399,859	국내	4,230,000
가입비	149,714	IAU회비	-
<b>지원금</b>	<b>10,202,225</b>	<b>학회지발간인쇄비</b>	<b>3,678,580</b>
고유목적사업지원금	6,680,000	JKAS	2,220,920
학회기부금	3,000,000	PKAS	1,457,660
학술지 인세	522,225	<b>학술대회</b>	<b>72,832,084</b>
<b>학회지구독료</b>	<b>166,257</b>	준계	34,494,380
국내	50,000	추계	38,337,704
국외	116,257	<b>인건비</b>	<b>67,648,620</b>
<b>논문게재료</b>	<b>16,355,260</b>	사무원	54,907,700
JKAS	13,495,260	퇴직적립금	3,315,640
PKAS	2,860,000	JKAS편집간사	6,566,400
<b>학술대회</b>	<b>99,269,788</b>	PKAS 편집간사	2,858,880
준계(등록비)	48,640,483	<b>수용비 및 관리비</b>	<b>15,719,211</b>
추계(등록및만찬비)	50,629,305	유지 및 관리비	14,988,671
<b>용역사업</b>	<b>89,864,560</b>	우편비	730,540
Naver백과사전2차사업	74,119,000	<b>출장비 및 회의비</b>	<b>5,962,000</b>
과학대중화사업	3,500,000	<b>용역사업 및 지원금</b>	<b>106,095,390</b>
OAOCW	12,245,560	Naver백과사전2차사업	58,850,590
<b>홍보 및 광고료</b>	<b>14,900,000</b>	남북한천문협력용역	21,817,500
기업광고	-	과학백서 원고료	729,600
연구홍보	14,900,000	IAUGA2022-KAS홍보	10,153,200
<b>기타</b>	<b>6,533,578</b>	OAOCW	11,160,000
회계이자 및 이자환급	677,768	과학대중화사업	3,384,500
기업 상금후원	1,800,000	<b>포상</b>	<b>8,800,000</b>
특별회계 이자-상금	4,055,810	기업후원	1,800,000
<b>전기이월</b>	<b>111,321,886</b>	학회포상	7,000,000
<b>합계</b>	<b>379,163,127</b>	<b>12월 31일 학회잔액</b>	<b>94,197,242</b>
		<b>합계</b>	<b>379,163,127</b>





특별회계

月  
DA

수 입		지 출	
		(*정기예금만기일)	
<b>유경노 기부금</b>	<b>28,495,965</b>	<b>유경노 기부금</b>	<b>28,495,965</b>
- 소남학술상		- 소남학술상	
전기이월	27,162,296	잔액	26,495,965
정기예금이자	1,333,669 (이자4.91%)	일반회계전용(상금)	2,000,000 *(2023. 12. 02)
<b>정기예금</b>	<b>87,308,752</b>	<b>정기예금</b>	<b>87,308,752</b>
전기이월	84,429,699	잔액	87,308,752
정기예금이자	2,879,053 (이자3.41%)		*(2024. 03. 30)
<b>민영기 기부금-학술상</b>	<b>80,000,000</b>	<b>민영기 기부금-학술상</b>	<b>80,000,000</b>
전기이월	80,000,000	잔액	80,000,000
정기예금이자	3,928,000 (이자4.91%)	일반회계전용(상금)	3,928,000 *(2023. 12. 02)
<b>윤홍식 기부금-소남연구소운영</b>	<b>50,000,000</b>	<b>윤홍식 기부금-소남연구소운영</b>	<b>50,000,000</b>
전기이월	50,000,000	잔액	50,000,000
정기예금이자	1,705,000 (이자3.41%)	학회기금2로이체	1,705,000 *(2024. 03. 30)
<b>메타스페이스 후원금</b>	<b>34,728,539</b>	<b>메타스페이스 후원금</b>	<b>34,728,539</b>
- 젊은천문학자상		- 젊은천문학자상	
전기이월	33,583,347	잔액	33,728,539
정기예금이자	1,145,192 (이자3.41%)	일반회계전용(상금)	1,000,000 *(2024. 03. 30)
<b>기금1-학회운영</b>	<b>55,357,982</b>	<b>기금1-학회운영</b>	<b>55,357,982</b>
전기이월	52,767,117	잔액	55,357,982
정기예금이자	2,590,865 (이자4.91%)		*(2023. 12. 02)
<b>기금2-소남연구소</b>	<b>4,861,625</b>	<b>기금2-소남연구소</b>	<b>4,861,625</b>
전기이월	4,043,058	잔액	4,861,625
윤홍식 기부금이자	816,390		(자유예금통장)
이자	2,177		
<b>기금3-해외천문교육지원</b>	<b>2,843,350</b>	<b>기금3-해외천문교육지원</b>	<b>2,843,350</b>
전기이월	2,841,227	잔액	2,838,950
이자	2,123	지출	4,400
신규 후원	-		(자유예금통장)
<b>IAUGA 후원금</b>	<b>26,623,057</b>	<b>IAUGA 후원금</b>	<b>26,623,057</b>
전기이월	26,612,442	잔액	15,921,279
이자	10,615	지출	10,701,778
신규 후원	-		(자유예금통장)
<b>학회발전기금</b>	<b>18,057,594</b>	<b>학회발전기금</b>	<b>18,057,594</b>
전기이월	18,051,182	잔액	14,557,594
이자	6,412	지출	3,500,000
신규 후원	-		(자유예금통장)
<b>합계</b>	<b>388,276,864</b>	<b>합계</b>	<b>388,276,864</b>



月  
DA

## 감 사 보 고 서

1. 한국천문학회 2022년 1월 1일부터 12월 31일까지의 회계감사 결과를 보고합니다.
2. 코로나19에 의한 세계적인 유행병이 확산되고 있는 상황에도 불구하고 한국천문학회는 2022년 봄 학술대회를 부산 BEXCO, 가을 학술대회를 경주 라한셀렉트에서 개최하였습니다. 8월에는 한국천문연구원과 공동으로 IAUGA2022를 부산 BEXCO에서 대면 및 비대면으로 성황리에 개최하여 한국 천문학의 위상을 높였습니다.
3. 이와 같은 학술대회 및 학회 활동의 회계업무는 제반 규정에 따라 수입과 지출이 적법하게 집행되었습니다.
4. 2022 천문학 대중화 및 시민천문학 지원사업으로 선정된 “별이 총총” 및 청각장애인을 위한 “손으로 보고 눈으로 느끼는 [별과 우주]”를 성공적으로 진행하였습니다.
5. 정부에서 추진하고 있는 우주 사업에 발맞추어 한국천문학회도 다양한 참여 분야에 대한 계획과 활동을 하시기 바랍니다.

2023년 1월 19일

감 사                    강 용 희  
                                 이 상 각



2024 년도 예산(안)			
수 입		지 출	
회비	308,000,000	공과금	24,500,000
지원금	6,000,000	국내	6,500,000
한국과학기술단체총연합회 (학술대회지원금)	3,500,000	IAU 회비	18,000,000
회원기부금	2,500,000	학회지발간	9,000,000
특별사업운영	10,000,000	JKAS 인쇄비	500,000
		JKAS 영문교정료+xml 제작비	5,500,000
		PKAS 인쇄비	500,000
		BKAS 인쇄비	2,500,000
논문게재료	12,000,000	학술대회	67,000,000
		봄학술대회	32,000,000
학회지구독료	100,000	가을학술대회	35,000,000
		인건비	67,500,000
학술대회	98,000,000	수용비 및 관리비	10,900,000
봄학술대회	48,000,000	유지 및 관리비	6,600,000
가을학술대회	50,000,000	우편비	300,000
홍보 및 광고료	20,000,000	출장 및 회의비	4,000,000
		기타	20,000,000
포상상금	8,800,000	포상상금	10,000,000
회계이자 및 이자환급	1,000,000	특별사업운영(대중화사업,YAM)	10,000,000
상금후원	1,800,000	홈페이지 유지보수	2,000,000
특별회계 전용	6,000,000	학회	1,000,000
		학술지	1,000,000
전기이월금	81,000,000	차기이월금	65,000,000
합 계	265,900,000	합 계	265,900,000
올림피아드	200,000,000	올림피아드	200,000,000



<b>2024 년도 특 별 회 계</b>			
(*:정기예금만기일)			
<b>수 입</b>		<b>지 출</b>	
<b>유경노 기부금 - 소남학술상</b>	<b>28,495,965</b>	<b>유경노 기부금 - 소남학술상</b>	<b>28,495,965</b>
전기이월	27,162,296	잔액	26,495,965
정기예금이자	1,333,669 (이자4.91%)	일반회계전용(상금)	2,000,000 *23.12.02
<b>정기예금</b>	<b>87,308,752</b>	<b>정기예금</b>	<b>87,308,752</b>
전기이월	84,429,699	잔액	87,308,752
정기예금이자	2,879,053 (이자3.41%)		*24.03.30
<b>민영기 기부금 - 학술상</b>	<b>80,000,000</b>	<b>민영기 기부금 - 학술상</b>	<b>80,000,000</b>
전기이월	80,000,000	잔액	80,000,000
정기예금이자	3,928,000 (이자4.91%)	일반회계전용(상금)	3,928,000 *23.12.02
<b>윤홍식기부금 - 소남연구소운영</b>	<b>50,000,000</b>	<b>윤홍식 기부금 - 소남연구소운영</b>	<b>50,000,000</b>
전기이월	50,000,000	잔액	50,000,000
정기예금이자	1,705,000 (이자3.41%)	학회기금2로이체	1,705,000 *24.03.30
<b>메타스페이스 후원금 - 젊은천문학자상</b>	<b>34,728,539</b>	<b>메타스페이스 후원금 - 젊은천문학자상</b>	<b>34,728,539</b>
전기이월	33,583,347	잔액	33,728,539
정기예금이자	1,145,192 (이자3.41%)	일반회계전용(상금)	1,000,000 *24.03.30
<b>기금1-학회운영</b>	<b>55,357,982</b>	<b>기금1-학회운영</b>	<b>55,357,982</b>
전기이월	52,767,117	잔액	55,357,982
정기예금이자	2,590,865 (이자4.91%)		*23.12.02
<b>기금2 - 소남연구소</b>	<b>4,861,625</b>	<b>기금2 - 소남연구소</b>	<b>4,861,625</b>
전기이월	4,043,058	잔액	4,861,625
윤홍식 기부금이자	816,390		(일반예금)
이자	2,177		
<b>기금3 - 해외천문교육지원</b>	<b>2,843,350</b>	<b>기금3 - 해외천문교육지원</b>	<b>2,843,350</b>
전기이월	2,841,227	잔액	2,838,950
이자	2,123	지출	4,400 (일반예금)
신규 후원	-		
<b>IAUGA 후원금</b>	<b>26,623,057</b>	<b>IAUGA 후원금</b>	<b>26,623,057</b>
전기이월	2,6612,442	잔액	15,921,279
이자	10,615	지출	10,701,778 (일반예금)
신규 후원	-		
<b>학회발전기금</b>	<b>18,057,594</b>	<b>학회발전기금</b>	<b>18,057,594</b>
전기이월	18,051,182	잔액	14,557,594
이자	6,412	YAM 워크숍 지원금	3,000,000 (일반예금)
신규 후원	-	천문학대중화프로그램지원	7,000,000
<b>합계</b>	<b>388,276,864</b>	<b>합계</b>	<b>388,276,864</b>

위원회보고서

**한국천문학회지(JKAS) 편집위원회**<http://jkas.kas.org>**1. 위원회 구성**

- 편집위원 (14명, 2022년 하반기와 동일)
  - Kyungsuk Cho (KASI)
  - Kimitake Hayasaki (Chungbuk National University)
  - Masateru Ishiguro (Seoul National University)
  - Myungshin Im (Seoul National University)
  - Donghui Jeong (Penn State University, USA)
  - Chunglee Kim (Ewha Womans University)
  - Hyosun Kim (KASI)
  - Sungsoo S. Kim (Kyung Hee University,
- Editor-in-Chief)
- Ho-Gyu Lee (KASI, Deputy Editor-in-Chief)
  - Jeong-Eun Lee (Kyung Hee University)
  - Jeremy Lim (University of Hong Kong)
  - Yong-Jae Moon (Kyung Hee University)
  - Maurice H. P. M. van Putten (Sejong University)
  - Hyunjin Shim (Kyungpook National University)
  - 편집간사
  - 백길호 (경희대학교)

**2. 2022년 투고/심사/출판 현황**

- 투고 39편, 게재 승인 17편, 심사 중 3편
- 출판 18편
- Impact factor
- 2022: 1.0
- 2021: 2.00
- 2020: 1.39
- 2019: 0.73
- 2018: 1.54
- 2017: 1.54
- 2016: 0.72

**3. 2023년 투고/심사/출판 현황 (9월 중순 기준)**

- 투고 24편, 게재 승인 9편, 심사 중 6편
- 출판 17편

**4. 2023년 변화**

- 더 빠른 출판을 위해 연속간행으로의 전환
- Electronic-only journal
- 현대적인 조판 형태로의 변경
- 현대적인 title page 스타일 (논문 제목에 대소문자 혼용)

현대적이고 더 가독성 있는 서체  
컬러 도입, 로고 삽입  
reference에서 논문 제목 제거  
- 1~6월 출판은 1호, 7~12월 출판은 2호로 분류

**5. 향후 개선 목표**

- 온라인투고시스템 변경 고려

위원회보고서

**천문학논총(PKAS) 편집위원회**

천문학논총(PKAS)은 한국천문학회가 발행하는 천문학과 천체물리학 분야의 전문 학술지로서 고천문, 천문기기를 포함하여 천문학 및 천체물리학 분야의 다양한 주제들에 대해 한글 또는 영어로 작성된 논문을 게재하고 있다. 현 PKAS 편집위원회는 2010년 1월 (사)한국천문학회 산하 '편집위원회'가 JKAS와 PKAS의 편집위원회로 이원화 되면서 설치된 상설위원회이다. 현재 편집위원으로는 Thiem Hoang, 김승리, 김태선, 박수중, 심현진, 안경진, 이기원, 조정연, 채종철, 오세현(총무), 이상성(위원장) 회원들이 봉사해 오고 있다. 원고편집인 (manuscript editor)으로는 정해진 회원이 위촉되어 PKAS 논문 편집의 제반 업무들을 수행하고 있다.

PKAS 편집위원회는 PKAS가 양적, 질적으로 손색이 없는 전문학술지로서 거듭날 수 있도록 여러 가지 노력을 하고 있다. 이에 대한 결과로 PKAS가 지난 2016년에 "연구재단 등재후보지"로 승격되고, 2018년에는 "연구재단 등재지"로 선정되어 전문학술지로서의 큰 발걸음을 내딛게 되었다. 회원들의 지속적인 관심과 편집위원회의 헌신적인 노력으로 인해 2021년에는 재인증 평가를 통해 등재지로서의 자격을 향후 6년간 유지할 수 있게 되었다.

이러한 변화와 학회 회원들의 관심으로 올해 9월까지 총 6편의 논문이 투고되었고, 38권 1호(4월호)와 38권 2호(8월호)에 총 7편이 게재되었으며, 현재 3편의 논문은 심사 중에 있다. 특히, 최근 학계에서 새로운 연구분야로서 움트고 있는 외계 생명체 탐색 연구 분야의 연구진들에 의한 리뷰 논문들이 최근 호에 출판됨으로써, 새로운 분야의 연구활동이 확장하는데 기여하고 있다.

금년은 PKAS가 연구재단의 등재학술지로서의 지위를 얻은 지 5년이 되는 해이며 연구재단의 학회지 재평가를 받아 얻은 재인증을 통해 2026년까지 등재학술지로서의 지위를 유지하게 된다. 지난 5년 동안의 회원 여러분들의 PKAS에 대한 지속적인 관심과 양질의 논문 투고가 계속 이어지고 심사위원 및 편집위원회의 헌신적인 노력

을 기반으로 앞으로 3년 후 우수등재학술지로 평가 받는 것을 기대하고 있지만, 회원 여러분의 지속적인 관심과 노력이 있지 않으면 그나마 힘들게 얻은 등재학술지로서의 자격마저 박탈될까 염려된다. 부디 PKAS가 한국의 천문학사에 길이 남을 천문학회지로 성장할 수 있도록 회원 여러분의 많은 관심을 부탁드립니다.

위원회보고서

**교육홍보위원회**

**I. 교육 및 홍보위원회 소개**

한국천문학회 교육 및 홍보위원회는 교육과정소위원회, IAU-OAE Node Korea, 국내교육지원단, 해외교육지원단으로 이루어져 있다. 교육과정소위원회는 '국가교육과정의 천문학 리뷰 논문' 작성을 진행하고 있고, IAU-OAE Node Korea는 OAE node Annual Report를 OAE 에 제출하고 있다. 국내교육지원단은 '동네과학자' 사업을 진행하고 있고, 해외교육지원단은 한국연구재단의 글로벌교육지원사업에 선정되어 관련 과제를 수행하고 있다.

이외에도 천문학 대중화 지원사업, 천문학 저역서 소개 등의 일을 하고 있다.

**II. 교육 및 홍보위원회 위원**

이름	소속	역할
강성주	국립과천과학관	학회 SNS 관리, 대중행사
권우진	서울대학교	OAE (NAEC)
손정주	한국교원대학교	OAE Node Korea Manager, 교육과정소위원회
송인옥	과학영재고	OAE-NAEC Manager
심채경	한국천문연구원	천문학 저역서 소개, 홍보 및 대중행사
심현진	경북대학교	OAE Node Korea Deputy Manager
여아란	한국천문연구원	해외교육지원단장. OAE (NAEC)
이강환	IPK/서울대학교	위원장, 천문학 대중화 지원사업, 대중행사
이정애	한국천문연구원	OAE-NAEC Deputy Manager, 해외교육지원단 총무
최준영	국립부산과학관	대중행사
황정아	한국천문연구원	국내교육지원단장

**III. 활동 사항**

교육과정소위원회, IAU-OAE (Office of Astronomy for Education) Node Korea

□ 국가교육과정 관련 활동

○ 2023년 봄학회에서 위원회 회의가 진행되었고 이 때 결의된 '국가교육과정의 천문학 리뷰 논문' 작성 연구 활동이 개시되었고 대영역을 구분하여 분석이 진행 중에 있다.

- 총괄 : 심현진
- 참여연구자 : 김도형, 권우진, 안성호, 오수연, 손정주, 송인옥, 이정애, 임범두

□ IAU-OAE Node Korea 활동

○ 교육과정소위원회에서는 2022년 1월 IAU-OAE와 최종 MOU 협약 이후 IAU-OAE Node Korea 로 활동하고 있다.

- OAE node Korea Manager : 손정주, 심현진
- OAE Quarterly Meeting 이 년 4회 온라인으로 개최되며, 온라인으로 진행되는 정기 및 비정기 회의에 참석하고 있으며 OAE node Annual Report를 OAE 에 제출하고 있다.

○ 2023 K-12 Astronomy Education International Conference

- Program Committee 지원
- 세션 좌장 지원
- National Central University, TAIWAN
- 2023년 8월 14-17일
- 손정주, 심현진

□ NAEC 활동

○ NAEC (National Astronomy Education Coordinator Team)

- 송인옥(Chair), 권우진, 여아란, 이정애, 손정주,

○ NASE (Network for Astronomy School Education) Low-tech Hands-on 천문 교사 연수 개최

- 주최: NASE IAU Working group
- 주관: 한국과학영재학교 및 OAE-NAEC KOREA
- 일시: 제5차 2023.07.24.-07.26
- 장소: 한국과학영재학교 (제4차 이후 한국과학영재학교 예산으로 운영)
- 참석자: 초중등 과학 및 지구과학교사 16명
- 목적: 국내 지구과학 교사의 천문 교육 전문성 신장

: 국제적으로 개발된 천문학 교육 프로그램 국내 소개

: 교육을 받은 국내 교사가 거점이 되어 교육 프로그램 운영 능력 배양

: 국제 천문학 교육 프로그램에 국내 개발 교육 자료 제공 가능

: 한국천문학회의 국내 지구과학 교사 전문성



신장의 견인 역할



다. 이 프로그램 진행으로 캄보디아 내에서의 지속적이고 자생적인 천문학 발전을 위해서는 대학교에서의 천문학자 배출이 필수임을 깨닫고, 캄보디아에서 유일하게 물리학부 4학년 과정에 천체물리학을 가르치고 있는 왕립프놈펜대학을 대상으로 천문학 교육 프로그램 개발과 인재 양성을 목적으로 한국연구재단의 글로벌교육지원사업에 지원하여 선정되었다. 현재 진행되고 있는 상황은 다음과 같다.

- 개요
  - 과제명 : 캄보디아 왕립프놈펜대학 물리학부 천문학 교육 프로그램 개발과 인재 양성을 위한 수요 조사
  - 주관연구기관 : 한국천문연구원 (한국천문학회), 연구책임자 여아란
  - 연구기간 : 2023. 5. 1. ~ 2024. 1. 31. (9개월), 연구개발비 5천만원
- 진행상황
  - 사전 협의를 위한 방문
    - 일정 : 2023. 6. 15. ~ 6. 19.
    - 방문자 : 여아란, 박창범, 박순창
    - 면담 대상 : 왕립프놈펜대학 부총장, 물리학과 학과장 및 교수 2인, 교육부 담당 공무원, 물리학부 4학년 40명
    - 협의 내용 : 천문학부 설립 환영, 중단되지 않고 추진되길 희망
    - 한국에서 설립한 도시설계학과 시설과 KOICA에서 설립한 한국관 방문

**2023 NASE 워크숍**  
**초중고 학생 교육을 위한 Low-Tech Hands-On 천문학 및 우주생물학 교사연수**

- 연수 기간: NASE 부설 한국과학문화관
- 연수 장소 및 기간: 3) 연수 장소: NASE 부설 한국과학문화관, 연수 기간: 연수 기간: 2023년 7월 24일 (목) 7월 25일(금)
- 연수 목적: 1) 국제적으로 개발된 저구경(안경) 교육용 망원경으로 학생들의 천문학에 대한 흥미를 유발하는 새로운 방법, 상설의 본수 같은 NASE의 프로그램을 교차하게 소개, 2) 우주교사연수: 기존 천문학 교사연수보다 다양한 주제를 다룬다
- 연수 대상: 1) 초·중·고 교사 및 연구자(교사) 30명
- 최소참석률: 100%

일차	구분	시간	내용	비고
1차 (7월 24일)	등록	09:30 ~ 10:00		
	워크숍 1	10:30 ~ 12:00	천문학의 역사	정순창
	워크숍 2	13:00 ~ 14:30	별, 태양, 달, 행성	김종민
2차 (7월 25일)	워크숍 3	10:00 ~ 11:30	행성계 탐사	김영우
	워크숍 4	12:00 ~ 13:00	우주생물학	김서영, 김민우
	워크숍 5	14:00 ~ 15:30	우주생물학	김영우
3차 (7월 26일)	워크숍 6	10:00 ~ 11:30	행성계 탐사	김영우
	워크숍 7	12:00 ~ 13:00	우주생물학	김서영, 김민우
	워크숍 8	14:00 ~ 15:30	우주생물학	김영우
4차 (7월 27일)	워크숍 9	10:00 ~ 11:30	행성계 탐사	김영우
	워크숍 10	12:00 ~ 13:00	우주생물학	김서영, 김민우
5차 (7월 28일)	워크숍 11	10:00 ~ 11:30	행성계 탐사	김영우
	워크숍 12	12:00 ~ 13:00	우주생물학	김서영, 김민우

\* 당일 및 순서는 협의 사항에 따라 다소 변동될 수 있음  
 \* 참석 및 실적 제공 예정



왕립 프놈펜 대학 관계자 회의



교육부 담당 공무원 면담

2. 국내교육지원단

국내교육지원단은 학회 회원 중 강연자 풀을 마련하여 강연을 요청하는 기관과 연결시켜주는 동네과학자 사업을 진행하고 있다. 코로나로 인해 사실상 중단된 이후 사업이 제대로 되지 않고 있다. 강연자 풀을 새롭게 마련하고 홍보 방법을 정리하여 새롭게 추진할 예정이다.

3. 해외교육지원단

해외교육지원단은 캄보디아 현지 요청으로 2016년부터 2019년까지(코로나 전까지) 매년 1-2주 동안 초·중·고 학생과 교사들을 대상으로 천문학 프로그램을 진행해 왔



물리학부 학생들 면담



도시설계학과 시설 방문

- 수요조사 및 현장 교육
  - 일정 : 2023. 10. 9. ~ 10. 13 (8명 참석)
  - 내용 : 왕립프놈펜대학 학생들 대상으로 천문학 교육프로그램 운영
  - 향후 추진 계획 협의

4. 천문학 대중화 및 시민천문학 지원사업

한국천문학회에서는 천문학회 발전위원회의 권유로 2022년부터 천문학 관련 문화사업에 연 700만원을 지원하고 있다. 올해 진행되고 있는 상황은 다음과 같다.

- 사업 내용
  - 전국 천체투영관 관리자 및 운영자 워크숍 개최 (400만원)
  - 천문우주와 관련된 기록 자료 수집 및 활용 (300만원)
- 진행 상황
  - 전국 천체투영관 관리운영자 워크숍 개최
    - 일시 : 2023. 9. 4.(월) 13:00 ~ 9. 5(화) 13:00 (1박 2일)
    - 장소 : 국립과천과학관 천체투영관
    - 참석 : 전국 27개 기관 60여명
    - 프로그램 구성 : 특별강연, 주제 발표, 시연 및 시사회 등
    - 특별강연 : 천체투영관의 역사 (세계 : 이강환, 국내 : 윤성철)
    - 주제 발표 : 천체투영관 역할의 변화, 관련 기술

의 국제동향, 전국 천체투영관 시스템 및 운영 개선 사례 등

※ 국립과천과학관에서 자체 예산(600만원)을 추가하여 진행

- 향후 계획 : 매년 개최 할 수 있는 방안 논의

시간	9월 4일 (월)	시간	9월 5일 (화)
13:00~14:00	등록	10:00~10:50	프로그램 시연
14:00~14:30	개회식	10:50~11:00	휴식
14:30~15:10	특별강연 I	11:00~12:00	주제발표 II
15:10~15:30	기념사진 촬영	12:00~12:50	협력방안 토론
15:30~16:30	주제발표 I	12:50~13:00	폐회
16:30~17:10	신규 동영상시사회		
17:10~17:50	특별강연 II		
17:50~19:00	만찬		
19:00~20:00	특별강연 III		
20:00~20:10	클로징 공연		

구분	주제
특별강연	천체투영관의 역사 서울대 천체투영관의 역사와 미래 세계의 천체투영관이 살아남는 법
주제발표 I 국제동향	국제천체투영관협회 소개 미디어 서버의 개발과 활용 하이브리드 시스템 고도화
주제발표 II 운영사례 및 현황	과천과학관 천체투영관 운영사례 국립대구과학관 천체투영관 개선/운영사례 울산과학관 발빛천체투영관 운영현황 성남시 중앙아리나도서관 개선 및 운영현황

<p><b>개회식</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 개회 선언</li> <li>◇ 환영사  한형주  국립과천과학관 관장</li> <li>◇ 축사  이강환   한국천문학회 이사/교육 및 홍보위원장</li> <li>◇ 축하 공연  클레프아트</li> </ul>
<p><b>특별강연</b></p> <p><b>천체투영관의 역사</b>  이강환   한국천문학회 교육 및 홍보위원장, 서울대 물리천문학부 겸임교수 인류가 천체의 움직임을 계산하고 나타내려 했던 역사 속에서 100년 전 독일에서 최초로 제작된 기계식 광학 천체투영기의 등장과 그 후 천체투영관이 보급되고 발전되어 온 과정을 돌아본다.</p> <p><b>서울대학교 천체투영관의 역사와 미래</b>  윤성철   서울대 물리천문학부 교수 우리나라 최초의 천체투영기(1967년, 광화문 천하국 옥상)가 도입되고 얼마 지나지 않아 1970년대 초 천체투영기를 대학 캠퍼스에 설치하여 교육 및 과학대중화에 활용하고, 최근 디지털 천체투영관을 건립하여 다양한 운영방안을 모색 중인 서울대학교 천체투영관의 이야기를 돌아본다.</p> <p><b>세계의 천체투영관이 살아남는 법</b>  권오철   천체사진작가 다음 세대 천체투영관이 주목하는 LED 등 기술, 세계 여러 나라의 천체투영관의 운영 방식과 다채로운 천체투영관 콘텐츠를 선보이는 국제영화제 참가기, 자본과 영상 콘텐츠가 부족할 때 활용할 수 있는 무료 영상 소스 등 천체투영관 운영을 위한 팁을 알아본다.</p>
<p><b>주제발표</b></p> <p><b>주제 I : 천체투영 시스템 관련 기술 및 국제 동향</b> 국제천체투영관협회 소식과 동영상 매립 미디어 서버시스템, 과학식(디지털) 하이브리드 천체투영 시스템 등 최신 관련 기술 동향을 소개한다.</p> <p><b>주제 II : 전국 천체투영관 시스템 운영 사례 및 현황</b> 최근 디지털 하이브리드 시스템 개선 사례, 천체투영 라이브스 또는 동영상 개발하여 운영하는 사례 등 다양한 천체투영관 현장의 이야기를 공유한다.</p>





자료 예시

- 천문우주와 관련된 기록 자료 수집 및 활용
  - 구한말 이전부터 1980년대까지 우리나라 대중문화에 등장했던 천문우주 관련 이미지 자료 약 200건을 고화질(기본 600dpi) 스캔하여 제공 (한국천문학회 회원 활용 가능)
  - 이 자료들을 이용하여 '대중문화 속 천문우주 이미지의 역사(가제)' 동영상 제작하여 제공

5. 천문학저역서

2017년 이후 출간된 한국천문학회 회원들의 신간 저서와 역서를 소개한다. 회원들의 저서와 역서를 정리하여 한국천문학회 홈페이지에 소개하고 있다.  
 (https://www.kas.org/board02/list.php)  
 새로 출판된 저역서가 있으면 홈페이지에 있는 양식에 따라 심채경 회원에게 메일로 보내면 된다.

위원회보고서

포상위원회

1. 포상위원회 구성

- 위원장: 이형목(서울대학교)
- 위원: 조경석(한국천문연구원)
- 여아란(한국천문연구원)
- 한정호(충북대학교)

2. 본 학회가 수여하는 각종 상 수상자 선정

2023년 봄 학술대회

- 제30회에스이랩-셋별상 수상자: 김민수회원(서울대학교)
- 제34회 메타스페이스-우주포스터상 수상자:
  - 대 상: 김은택 회원(연세대학교)
  - 우수상: 남궁시연 회원(충남대학교)

2023년 가을 학술대회

- 2023년 9월: 가을학술대회에서 시상하는 상의 수상대상자 선정
- 제8회 소남학술상 : 민영철 회원(한국천문연구원)



자료 예시

- 제14회 학술상 : 지명국 회원(연세대학교)
- 제23회 젊은 천문학자상 :  
홍종석 회원(한국천문연구원)
- 제12회 한국천문학회지(JKAS) 우수논문상:  
류윤현회원(2020, JKAS,53,9,한국천문연구원)
- 제31에스이랩-셋별상  
수상자: 김창민 회원(충남대학교)  
수상자: 서지우 회원(충북대학교)
- 공로상 수상자: 김영수, 한석태, 한인우(가나다순)
- 2022년 10월: 제35회 메타스페이스-우수포스터상  
수상대상자 선정- 가을 학술대회에서 선정예정

**3. 외부단체 포상 후보자 추천 및 수상**

- 2023년 4월 제33회 과학기술우수논문상 수상  
정선주 회원 (한국천문연구원)  
수상논문 : OGLE-2019-BLG-0362Lb: A  
SUPER-JOVIAN-MASS PLANET  
AROUND A LOW-MASS STAR  
학술지명 : 한국천문학회지(JKAS)

위원회보고서

**한국IAU운영위원회**

**1. IAU 소개**

International Astronomical Union(IAU)는 1919년에 창립되었으며, 현재 82개국이 국가회원으로 참여하고 있고, 92개국 12,000여 명의 천문학자들이 회원으로 등록되어 있다(2023년 현재). 우리나라는 1973년에 가입했으며 현재 203명의 천문학자가 IAU 회원으로 등록되어 있고, 분담금 4구좌를 내는 Category III에 속해 있다. 2022년 12월 마감된 회원 신청 기간 동안 Individual 회원에 8명이, Junior 회원에 2명이 신청하였다. 신청자에 대한 회원 자격 심의는 2023년 상반기에 이루어졌으며 신청자 전원 회원 가입이 확정되었다.

**2. 한국 IAU 운영위원회 구성**

부산대 강혜성 회원에 이어 2021년부터 충남대 조정연 회원이 운영위원장을 맡고 있다. IAUGA 조직 위원회가 활동하는 동안(~2022년 말까지)은 독립된 IAU 운영위원회를 두지 않았으며, 2023년 새로이 구성된 한국 IAU 운영위원회는 다음과 같다.

- 운영위원장: 조정연(충남대)
- 운영위원: 김민진(경북대), 이정은(서울대), 윤석진(연세대)

위원회보고서

**학술위원회**

**1. 학술위원회의 업무**

- 학술위원회는 다음 업무를 수행한다.
- 봄, 가을 정기 학술대회의 초청 연사 추천 및 선정, 초록 심사, 프로그램 결정 등 학술대회의 과학 활동에 관련된 사항 관장
  - 비정기 학술대회의 기획과 운영
  - 기타 회장이 위임한 학술 관련 업무
  - 포상위원회 요청에 따라 우수포스터상 추천

**2. 현 학술위원회 구성**

- 2022년 1월부터 활동을 시작한 제6기 학술위원회의 구성은 다음과 같다.
- 위원장: 김상철(한국천문연구원)
  - 총무: 황호성(서울대학교)
  - 위원: 김민진(경북대학교), 김상혁(한국천문연구원), 김정리(이화여자대학교), 김주한(고등과학원), 김태선(연세대학교), 심채경(한국천문연구원), 여아란(한국천문연구원), 오수연(전남대학교), 이정은(서울대학교), 이재준(한국천문연구원), 정웅섭(한국천문연구원)

**3. 2023년 활동상황**

- (1) 제107차 봄 학술대회
  - 시간/장소: 4월 12일(수)-14일(금), 라한호텔 전주
  - 세션운영: 일반세션 12개와 특별세션 3개, 총 15개의 세션을 3개의 동시(parallel) 세션으로 운영
  - 프로그램: 초청강연 6개, 구두 발표 82개, 포스터 발표 61개
- (2) 제108차 가을 학술대회
  - 시간/장소: 10월 18일(수)-20일(금), 라마다프라자 호텔 제주
  - 세션운영: 일반세션 17개와 특별세션 7개, 총 24개의 세션을 4개의 동시(parallel) 세션으로 운영
  - 프로그램: 학술상, 소남학술상, 젊은천문학자상 수상강연을 포함한 초청강연 6개, 구두 발표 136개, 포스터 발표 121개

위원회보고서

**윤리위원회**

2022년 부터 시작된 현 제2기 윤리위원회는 당연직5인, 추천직 4인으로 이루어져있다.

- ▶ 당연직 5명

- 위원장: 부회장: 김용기 (충북대)
- 학술위원장: 김상철 (천문연)
- JKAS 편집장: 김성수 (경희대)
- PKAS 편집장: 이상성 (천문연)
- 여성분과위원장: 박영실 (천문연)
- ▶ 추천직 4명
- 총무: 최윤영 (경희대)
- 이석영 (연세대), 김민선 (천문연), 손정주 (교원대)

본 위원회는 윤리위반행위 발생 시에 그 행위가 학회의 권한에서 다룰수 있는 범위라고 판단이 될 경우, 공정하고 체계적인 진실성 검증과 이에 대한 적절한 조치에 관한 사항들을 심의하고 의결한다. 지난 1년간 위원회로 제보된 연구 및 도덕 윤리위반행위는 단 한 건도 없었다. 윤리위원회는 학회 회원들이 서로를 신뢰하고 존중하여 자유로운 연구풍토를 마련하련할 수 있도록 연구 및 도덕 윤리를 확립하기 위한 사전 예방을 위해 지속적으로 힘쓸 것이다.

위원회보고서

**한국천문올림피아드위원회**

**1. 천문올림피아드위원회 소개**

한국천문올림피아드위원회는 천문분야 영재 발굴과 천문학의 대중화를 목표로 2000년에 설립되었다. 2001년 전국의 고등학생 535명이 참가한 제1회 한국천문올림피아드(이하 KAO)를 서울대학교에서 개최했고 2002년 제7회 국제천문올림피아드(이하 IAO)에 3명의 대표학생이 처음 참가했다. 2003년부터 정부 지원을 받게 되어 현재까지 IAO에서 총 7번의 종합 1위를 달성했다. 이후 2007년 창립된 국제천문 및 천체물리올림피아드(이하 IOAA)에는 1회 대회부터 참가하였다. 매년 KAO를 통한 학생 선발 및 교육을 진행하고 있으며, 한국대표학생을 선발하여 IAO와 IOAA에 참가하고 있다[아시아-태평양 천문올림피아드(APAO)는 2018년까지 참가]. 아울러 2009년 제5회 APAO를 전남 담양에서, 2012년 제17회 IAO를 광주광역시에서, 2016년 제12회 APAO를 전남 고흥에서 개최했다. 2021년에는 KAO 개최 20주년을 맞아 기념집「꿈나무들, 우주를 가다」를 발간하였으며, 최근 동향 변화 및 현 국제 정세에 따라 2022년부터 정부 지원 공식대회를 IOAA로 변경하였다. 2022년 국제과학올림피아드 지원사업에 참여하는 9개 위원회 중 사업평가 결과 1위로 선정되었다. 2023년 제16회 IOAA에서는 대표 전원이 수상하여 50개 참가국(정규 49개국, 참관 1개국) 중 국가 종합성적 10위의 결과를 얻었다.

2022년부터는 중학교 1, 2학년을 예비교육생으로, 중학교 3학년, 고등학교 1, 2학년을 정규교육생으로 분리 모집하여 다양한 수준별 교육을 진행하고 있다.

**2. 위원회 구성 (2022-2023)**

위원장	박수중 (경희대학교)
특별운영위원	우종욱 (교원대학교)
특별운영위원	민영기 (경희대학교)
특별운영위원	윤홍식 (서울대학교)
특별운영위원	안홍배 (부산대학교)
특별운영위원	이형목 (서울대학교)
특별운영위원	구본철 (서울대학교)
특별운영위원	손영중 (연세대학교)
부위원장	이성국 (서울대학교)
운영위원(선발)	강용희 (경북대학교)
운영위원(선발)	김웅태 (서울대학교)
운영위원(선발)	윤성철 (서울대학교)
운영위원(선발)	이상각 (서울대학교)
운영위원(선발)	이용복 (서울교대학교)
운영위원(선발)	임인성 (한국천문연구원)
운영위원(선발)	최윤영 (경희대학교)
운영위원	강성주 (국립과천과학관)
운영위원	강원석 (국립청소년우주센터)
운영위원	권석민 (강원대학교)
운영위원	김태선 (연세대학교)
운영위원	손정주 (교원대학교)
운영위원	심현진 (경북대학교)
운영위원	오수연 (전남대학교)
운영위원	이명균 (서울대학교)
운영위원	이희원 (세종대학교)
운영위원	임명신 (서울대학교)
운영위원	조정연 (충남대학교)
당연직(한국천문학회회장)	박명구 (경북대학교)
당연직(한국천문연구원장)	박영득 (한국천문연구원)
당연직(과학기술정보통신부)	강호원 (미래인재양성과장)
당연직(한국과학창의재단)	홍옥수 (과기인재양성팀장)
천문올림피아드 사무국	정해진 (한국천문학회)

3. 2022년 천문올림피아드위원회 활동 사항

	국내대회(KAO) 선발 및 교육	국제대회 선발/교육 및 참가	분과위원회 / 사무국
1월-3월	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1/9-15) 제22기 겨울학교 (대면, NYSC)</li> <li>▪ (1/16-18) 2023년 겨울캠프 (대면, NYSC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (2/18) 2023년 국제대회 대표 선발 고사 (22기 2차 선발고사) (대면, 서울대)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (1/27) 제55차 운영위원회의 (온라인)</li> <li>▪ (2/9) 천문학회 회계 감사회의 (온라인)</li> <li>▪ (2/10) [창의재단] 2022 사업 최종 결과보고서 제출</li> <li>▪ (2/28) [창의재단] 2022 사업 연차 평가 -천문올림피아드 A등급, 1위</li> <li>▪ (3/7) [창의재단] 2023 사업계획서 제출</li> <li>▪ (3/17) [창의재단] 2023 사업협약</li> <li>▪ (3/23) 2차 선발, 대표 선발 사정회의 (온라인)</li> </ul>
4월-6월	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (4/3-5/3) 제23회 KAO 교육생 모집</li> <li>▪ (6월-8월) KAO 교육생 교육 (홈페이지+온라인)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (6월-7월) 2차 선발자 대표통신 과제교육 1차: 6.20 - 7.6 2차: 7.7 - 7.16 (이메일)</li> <li>▪ (6/14) 국제과학올림피아드 한국대표단 발대식 (한국과학기술회관)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (4/6) 2차 선발자 학부모 간담회 (온라인)</li> <li>▪ (4/28) KAO 연구회(국제대회 대표) 모임 (대면, 애슬리컨즈 서울대 입구점)</li> </ul>
7월-9월	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (7/18, 19, 20) 예비교육생 천문여름캠프 (대면, 국립과천과학관)</li> <li>▪ (7-8월) 정규 여름통신과제교육 (2회) 1차: 7.27 - 7.30 2차: 8.7 - 8.20 (이메일)</li> <li>▪ (9/16) 23기 KAO 정규교육생 제1차 선발시험 (대면, 서울대)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (7/23-7/29) 여름학교(서울대,소백산천문대)</li> <li>▪ (8/1-8/6) 대표최종교육 (서울대, 과천과학관)</li> <li>▪ (8/10-20) 제16회 IOAA (폴란드) - 국가종합 10위</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (8/25) 제56차 한국천문올림피아드 전체위원회의 (대면, 호암교수회관)</li> <li>▪ (9/7-12) KAO 1차 선발시험 문제출제/검토 위원회 (이메일)</li> <li>▪ (9/15) [창의재단] 중간보고서 제출</li> </ul>

10월-12월 (예정)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (10월) 정규통신과제해설교육(온라인)</li> <li>■ (10월) KAO 특별전형 교육생 멘토링 및 과학도서 지원</li> <li>■ (10월) KAO 1차 선발시험 해설교육 (온라인)</li> <li>■ (11월) KAO 여학생 멘토링 강연</li> <li>■ (10월-12월) 1차 선발자 가을통신 과제교육 (3회)(이메일)</li> <li>■ (10월) 예비교육생 가을통신과제교육 (1회) (이메일)</li> <li>■ (10/28, 11/11일) 주말관측실습교육 (1박 2일, 송암스페이스센터)</li> <li>■ (12월) 1차 선발자 가을통신과제 해설 교육</li> <li>■ (12월) 예비교육생 가을통신과제 해설 교육</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (10월) KAO 1차 선발 사정회의</li> <li>■ (10월-12월) 겨울학교/캠프 프로그램 준비 및 운영계획</li> </ul>
--------------	---	--	--

위원회보고서

**용어심의위원회**

한국천문학회 용어심의위원회에서는 2023년 한국과학창의재단으로부터 2022 개정 교육과정에 따른 편수자료 개발과 관련한 검토 요청을 받아 이에 대한 심의를 다음과 같이 수행하였다.

- 거대 지구형 행성(Super-Earth) 편수자료에 추가
- 천체의 영문 표기법: 첫 글자를 대문자로 표기(예: 해왕성 Neptune)

위원회보고서

**우주관측위원회**

우주관측위원회는 천문연구를 위한 효율적인 우주관측을 위해 유기적인 연구개발과 인력양성 방안을 도출하고자 하기 위해 구성되었으며, 현재는 천문학회 지원으로 개발이 진행 중인 전천 적외선 영상분광 탐사 관측

미션인 SPHEREx를 위주로 보고되고 있습니다. 향후, 우주망원경 등을 위한 기술적인 연구개발과 인력 측면에서의 논의도 이루어질 계획이라, 앞으로도 학회원들의 지속적인 참여와 관심을 부탁드립니다.

**1. 전천 적외선 영상분광 탐사 미션 SPHEREx**

2023년 2월 코로나 이후 처음으로 공식적인 SPHEREx 과학연구팀 대면 회의가 Caltech에서 개최되었으며, 9월에는 올해 들어 두 번째 대면 회의와 하반기 SIR (System Integration Review)도 예정되어 있습니다. 대면 회의에서는 SPHEREx 프로젝트 진행 상황 점검, 한국 SPHEREx 팀의 역할 논의, 각 주요 과학 연구 주제들의 이슈들, 국제연구팀과의 긴밀한 협력 등이 논의되었습니다.

SPHEREx의 자료 활용을 극대화하기 위한 후속 관측 및 관련 기기 개발도 진행되고 있어, 이를 토대로 후속 관측 기기 및 국내 주도 우주망원경을 위한 기술 개발도 이루어질 계획입니다.

## 2. 도전적 과학 연구를 위한 국내 주도 우주망원경 개발을 위한 기획 연구

SPHEREx 국제 협력을 토대로 천문연은 국내 연구자들의 도전적인 과학 연구를 위해 국내 주도 우주망원경 개발의 기획 연구 과제를 2024년부터 3년간 본격적으로 진행할 계획입니다.

기획 연구를 통해 국내 주도 및 국제협력을 고려한 우주망원경에 대한 주요 과학 연구 주제를 도출하고, 우주망원경에 필요한 단계적 우주기술 개발 체계를 마련할 예정입니다.

위원회보고서

### 다양성위원회

다양성 위원회(이하 '위원회')는 학회의 모든 활동에 있어 다양성을 이해하고 존중하기 위해 설립된 위원회로서 2022 가을 한국천문학회 (이하 '학회') 정기총회 때 정식 출범하였다. 위원회의 활동은 공정한 서비스 (Equity), 다양성 존중(Diversity), 포용하는 환경 (Inclusion)으로 규정하고, 피부색, 민족, 국적, 인종, 성별, 장애, 나이, 성적 지향성, 종교관념, 정치 성향, 결혼 여부, 가정 환경, 학력 등의 이유로 차별을 하지 않고 정규직, 계약직, 임시직, 자원봉사 등 모든 피고용자와 회원, 방문자를 대함에 다양성을 존중하는 학회가 될 수 있도록 지원하는 것에 설립 목적이 있다.

2022년 4월 위원회 준비를 위해 TF팀(박병곤 회원, 이정애 회원, 최정윤 회원)을 구성하였고 국내,외 관련 기관들을 벤치마킹하여 학회에 적합한 위원회의 세칙과 선언문을 구성하였다. 위원회 운영 세칙에 근거하여 학회 부회장인 박병곤 회원이 당연직 초대 위원장으로 임명되었다. 2023년 4월, 첫번째 운영위원 회의를 가졌으며 여성분과장을 공동위원장으로 추대하였다. 초대 운영 위원에는 박병곤 위원장(당연직, 부회장), 손정주 공동위원장(여성분과장), 김용기 위원(윤리위원회 위원장), 박영실 위원, 이정애 위원(총무), 유재원 위원, Cristiano Sabiu 위원, 김세린 위원으로 8명을 선임하였다. 위원회의 위원은 최대 15명까지 선임할 수 있으며 위원회 활동에 관심있는 회원들의 참여를 기대한다.

위원회의 첫 활동으로 2023년 가을 학술대회에서 발표 언어를 한국어와 영어 중 선택할 수 있도록 제안하였다. 또한 학회 내 다양성에 대한 인식을 확인하고 선제적으로 필요한 사항을 파악하기 위하여 2023년 가을 학술대회 때 '다양성 환경조사(설문조사)'를 실시할 예정이다. 설문조사 결과와 분석한 내용은 추후 회원들에게 공유할 예정이다.

분과보고서

### 광학천문분과

운영위원: 임명신(위원장, 서울대), 황나래(총무, 천문연), 강원석(스페이스빔), 고종완(천문연), 김용기(충북대), 박수중(경희대), 성현일(천문연), 신민수(천문연), 심현진(경북대), 우종학(서울대), 육인수(천문연), 윤석진(연세대), 이수창(충남대), 이재준(천문연), 이충욱(천문연), 이희원(세종대), 정웅섭(천문연), 지명국(연세대), 황호성(서울대)  
고문: 이명균(고문, 서울대)

2019년 1월 1일부터 새로이 구성된 광학천문분과는 한국 광학천문학의 발전을 도모하기 위하여 6개 주요 추진과제를 설정하여, 이를 추진할 워킹그룹을 구성하여 운영하고 있습니다(2019년 및 2022년 광학천문분과 활동보고서 참고). 2022-2023년 기간에 있었던 큰 활동 성과로는 소형망원경 네트워크의 활동과 Gemini 등 대형망원경사업 지원, SPHEREx 활동 지원, Vera Rubin 천문대와 LSST 한국 참여에 대한 활동 등이 있습니다. 앞으로도 계속 학회원들의 참여와 관심을 부탁 드리는 바입니다.

#### ▶ 6대 추진과제 및 워킹그룹

##### 1. 소형망원경 조직화/활성화

- 멤버: 김용기(리더), 강원석, 성현일, 심현진, 이충욱, 임명신, 이희원
  - 활동목표: 소형망원경의 활용도 제고 및 국내 관측 연구 인프라 확장
  - 2022-2023 활동
- 한국천문연구원의 지원을 받는 “소형망원경 네트워크의 구축과 활용 연구(Korean Small Telescope Network)”, 일명 “소망넷”이라는 3년 과제가 종료되었다. 2022년-2023년도에는 특별한 재원없이 기존 초신성 탐사와 외계행성 연구에 대한 시범 관측사업, 중력파 사건에 대한 follow-up 관측을 수행하였다. 홈페이지 (<http://somang.snu.ac.kr>)를 통해 소망넷 활동을 살펴볼 수 있다.

##### 2. 기존 관측시설 활용 극대화

- 멤버: 황나래(리더), 성현일, 우종학, 이수창, 이재준, 이충욱, 임명신
  - 활동목표: Gemini 망원경, KMTNet 망원경, 보현산천문대 1.8m 망원경 등 국내기관 관측시설 활용을 더욱 활성화
  - 2022-2023 활동
- IGRINS의 Gemini South 운영: 천문연과 텍사스 대학이 공동으로 개발 운영 중인 IGRINS를 계속 운영 중이



다. IGRINS는 2024년 상반기까지 Gemini South에서 활용하고 이후에는 미국 McDonald 천문대로 이동하여 활용할 예정이다.

제5회 K-GMT Science Program Users Meeting을 2022년 10월 가을 천문학회 특별 세션으로 개최하였다.

### 3. 광학천문시설 확장

- 멤버: 황호성(리더), 고종완, 신민수, 윤석진, 임명신, 황나래, 이재준, 지명국
- 활동목표: 광학천문시설의 확장을 통한 국내 관측 인프라의 향상 지원

#### - 2022-2023 활동

Gemini 천문대 국제공동운영

한국천문연구원 Gemini 운영참여: 2022년부터 한국천문연구원의 Gemini 천문대 운영참여 지분이 6.9%로 확대되었다. 2022년-2027년 기간 한국 커뮤니티가 사용할 수 있는 Gemini 관측시간은 약 350시간/1년이다.

Gemini 천문대 국제공동운영과 관련하여 2022년 10월 현재 이사회(Board)에는 황나래 회원(천문연), 과학기술자문위원회(STAC)에는 이재준 회원(천문연구원), 과학운영위원회(OpsWG)에는 석지연 회원(천문연구원)이 참여하고 있다. Gemini 사용자위원회(UCG)에 2019년부터 이영선 회원(충남대학교)이 한국 Gemini 사용자를 대표해 참여하고 있다.

IGRINS-2 개발: IGRINS의 개량형인 Gemini 천문대용 적외선고분산분광기 IGRINS-2를 한국천문연구원이 Gemini 천문대와 협력하여 제작하였으며 2023년8월 완성된 IGRINS-2가 하와이 힐로로 배송되어 10월 Gemini North 천문대에서 첫 시험관측을 수행할 예정이다.

GMT 국제공동개발

GMT 개발 상황 : GMT 국제공동건설 사업은 2018년부터는 미국 AURA 산하의 NOIRLab 및 TMT 프로젝트와 함께 US-ELT 프로그램의 일환으로 추진하고 있다. 2021년 11월 발표된 Astro2020 보고서에서 US-ELT 프로그램은 최우선 순위로 선정되었다. GMT는 현재 망원경의 기계부에 해당하는 마운트의 설계 및 제작, 관측기기 개발, NSF가 주관하는 예비설계검토회의 준비 등에 집중하고 있다. 한편 2021년 10월 이스라엘의 Weizmann 연구소가 GMT 프로젝트에 합류하였고 2022년 6월에는 GMT 참여기관 중 미국의 5개 대학과 브라질이 약 2억 달러를 추가로 투자하기로 하였다.

GMT 개발 사업과 관련하여 GMT 이사회에 박병곤 회원(천문연구원), 재무위원회에는 2022년 10월부터 홍소영 천문연구원 국제협력팀장이 신임 재무위원으로 활동하고있다.

양유진 회원(천문연구원)이 참여하고 있는 GMT 과학자문위원회에서는 US-ELT 프로그램에 대한 지지를 넓히기 위한 활동의 일환으로, GMT가 천문학을 넘어 다른 여러 과학 분야에 미칠 파급 효과를 조사/수집하여 미국 과학연구재단(NSF)에 보고하였다.

황호성 회원(서울대)이 참여하고 있는 GMT GMACS 과학자문위원회에서는 GMACS 분해능을 포함한 설계에 대한 논의를 계속해서 진행하고 있다.

GMT과 TMT, 그리고 US-ELT Program이 공동으로 “ELT Science Conference in JWST Era”라는 주제로 아메리카, 아시아, 유럽 지역에서 학회를 개최하는 계획을 추진중이다. 첫 번째 학회는 2023년 12월 미국 LA의 UCLA에서 개최될 예정이며, 두 번째 학회는 일본 센다이 소재 도호쿠 대학에서 2024년 6월3일-7일에 한국천문연구원과 도호쿠 대학, TMT-J 오피스 공동 주관으로 개최될 예정이다. ELT Science Conference in Asia 미팅에는 황나래 회원(한국천문연구원)과 도호쿠 대학의 Masaomi Tanaka 교수가 공동 SOC Chair 역할을 맡고 있다.

7차원적 망원경 및 7-Dimensional Sky Survey(7DS) 구경 0.5m 구경 망원경 20대로 이루어진 다중망원경 시스템인 7차원적 망원경(7DT)의 망원경 중 10대가 설치되었다. 이를 활용한 Commissioning 관측이 연말까지 진행될 예정이다.

Rubin/LSST 자료접근 권한 획득 및 운영 참여

한국천문연구원을 중심으로 LSST의 science case와 데이터 접근 권한자(Data Right Holder, DRH)를 정하기 위한 여러 논의가 활발히 이루어졌다. 한국은 최대 14명까지 DRH PI를 확보한 상태이며, 2023년 하반기 Korean Rubin Science Collaboration을 구성하고 이를 바탕으로 Korean Rubin DRH 리스트를 결정할 예정이다.

한국천문연구원은 LSST in-kind contribution의 일환으로 칠레 현지에 연구자를 파견하였으며 2023년 하반기에 SLAC/KIPAC과 공동으로 KASI-KIPAC Fellow를 채용하여 2024년 하반기부터 Rubin/LSST 커미셔닝 및 운영에 참여할 예정이다.

다천체분광기 개발

한국천문연구원과 고등과학원, 서울대학교로 구성된 국내 분광탐사사업 컨소시엄을 중심으로 여러 천체의 스펙트럼을 한꺼번에 얻을 수 있는 다천체분광 시스템을 구축하고, 가까운 은하들의 전천 분광 탐사를 하는 것을 준비하고 있다. 또한 국내 컨소시엄을 대표하여 한국천문연구원이 호주 Macquarie 대학과 공동연구 협약을 체결하여, 다천체 분광 시스템에 사용될 분광기 제작을 진행 중이다.

### 4. 우주망원경 연구 활성화

- 멤버: 정웅섭(리더), 고종완, 심현진, 황호성
- 활동목표: 우주망원경을 이용한 연구 진흥
- 2022-2023 활동

2023년 1월12일-1월13일 천안에서 SPHEREx AGN Workshop을 개최하는 등 국내 연구자들이 SPHEREx를 활용한 연구를 활발히 수행하기 위한 기틀을 잡기 위한 노력을 펼치고 있다.

5. 기기개발

- 멤버: 박수종(리더), 고종완, 육인수, 이재준, 임명신, 정웅섭, 황나래
- 활동목표: 관측기기의 국내 개발 역량 발전
- 2022-2023 활동

2023년 여름 천문우주관측기기 워크숍 SOC에 워킹그룹 멤버들이 참여하여 워크숍의 성공적 개최에 일조하였다.

6. Data science

- 멤버: 신민수(리더), 윤석진, 이재준, 이충욱, 임명신, 지명국
- 활동목표: 빅 데이터 천문학 연구의 진흥
- 2022-2023 활동

LSST Science case를 정교화하고, DRH 리스트의 결과 LSST collaboration 조직을 위한 활동을 펼치고 있다.

분과보고서

우주전파분과

1. 조직 및 회원

우주전파분과에는 현재 60여명의 회원들이 참여하고 있으며, 16명으로 구성된 분과위원회가 있다. 분과위원회는 1) 분과위원장과 2) 총무간사 및 3) 운영위원으로 구성된다. 위원장과 총무간사는 조정연(충남대) 회원과 이민영(천문연) 회원이 맡고 있으며, 운영위원으로는 권우진(서울대), 김성은(세종대), 박용선(서울대), 손정주(교원대), 이정은(경희대), 정애리(연세대), 강현우, 김기태, 김종수, 변도영, 봉수찬, 이창원, 정태현 (이상 천문연)회원이 활동하고 있다.

2. 분과 관련 기관

분과의 유관기관으로는 한국천문연구원의 한국우주전파관측망(KVN), 대덕전파천문대(TRAO), 태양전파 연구팀과 서울대 전파천문대(SRAO), 연세대 천문대, 국토지리정보원, 전파연구소 등이 있다. 각 기관은 현황 및 발전계획을 정기적으로 분과 운영위원회에 보고하고 있으며 그 내용은 연 2회 발행되는 뉴스레터를 통해 회원들과 공유하고 있다.

3. 활동 사항

<2023년 전파여름학교 및 전파망원경 사용자회의 개최>

2023년 전파 여름학교와 전파망원경 사용자 회의를 한국천문학회 우주전파분과, 한국천문연구원 전파천문본부, 서울대 전파천문대가 공동으로 2023년 8월 21일(월)부터 23일(수)까지의 총 3일 일정으로 개최하였다. 서울대학교 시흥캠퍼스에서 진행하였으며, 한국천문연구원, 국내 대학 및 기초과학연구원, 국립 과학관 소속의 박사급 연구원, 대학원생 및 학부생들을 포함하여 총 100명이 넘는 인원이 참석하였다. 전파여름학교의 강의와 전파사용자회의를 통해 이루어진 연구발표 내용에 대한 질의와 열띤 토론이 이어졌다.

8월 21일부터 22일 오전까지는 전파천문학 서론, 성간물질, 별과 행성 탄생, 외부은하 등 전파천문학의 이해에 필요한 다양한 주제의 강의로 구성된 전파 여름학교가 진행되었으며, 21일 저녁에는 학생들의 네트워킹을 독려하기 위한 만찬도 제공되었다. 여름학교 이후 실시한 설문조사에 의하면 강의는 학부 3~4학년 수준으로 적당하였으며, 1.5일 일정이 다소 짧다는 의견이 있었다. 내년 여름학교를 계획할 때 이 설문조사 결과를 반영할 예정이다. 전파망원경 사용자회의의 경우 8월 22일 오후부터 23일까지 진행되었으며, 국내 기관이 운영하거나 참여/논의 중인 전파천문대들(TRAO, KVN/EAVN, JCMT, ALMA, SRAO, SKA 등)에 대한 총 9개의 현황 발표와 8개의 과학 연구 발표가 있었다. 23일 오후부터는 전파관측 자료의 활용 방안 및 대학에서의 전파천문학 교육 현황 등 전파천문학 커뮤니티의 활성화를 위해 필요한 여러 가지 사항들에 대한 긴밀한 논의가 있었다.



그림 1 전파 여름학교 단체 사진



그림 2 전파망원경 사용자회의의 단체 사진

분과보고서

젊은천문학자모임

1. 조직 및 회원

젊은 천문학자 모임(KYAM)은 천문/우주과학을 전공하는 학부생 및 대학원생과 박사후연구원 등 젊은 학자들의 학술 교류, 친목 및 국제 교류를 도모하는 모임입니다. 현재 166여명 (2023. 08 기준)의 회원들이 활동하고 있습니다.

2. 임원진

2023 KYAM 운영진은 올해 2월 온라인 투표를 통해 선출된 회장 최연호 (UST/KASI)와 부회장 손수연 (경북대) 및 운영위원 김민수 (세종대), 김세린 (경희대), 김창석 (서울대), 서은숙 (충남대), 우혁 (UST/KASI), 주영(서울시립대) 회원들로 구성되어 있습니다. 현임원진의 임기는 2024년 2월 29일까지입니다.

3. 활동내역 및 향후계획

지난 3년간 지속되어온 코로나19의 영향은 시간의 흐름에 따라 완화되었지만, 각 회원들이 서울, 대전, 대구, 부산 등 전국 각지에 분포되었기에 “암마당” 등 주기적인 콜로퀴움 행사는 비대면 ZOOM 미팅을 통해 진행하였습니다. 그 외에 봄 천문학술대회 등 회원들이 한 자리에 모일 기회를 활용하여 안건회의, 친목모임을 가졌습니다.

2023년도에 진행된 암마당의 연사와 주제는 아래와 같습니다.

- 1) 2023년 5월 / 손우현 / 우주배경복사로 보는 초기 우주
- 2) 2023년 6월 / 이정환 / 3차원 분광기를 활용한 다양한 외부은하 연구 소개
- 3) 2023년 7월 / 김상인 / 자기회귀 모델을 이용한 새로운 중력파검출 방법론
- 4) 2023년 8월 / 김창석 / Lack of global/instantaneous AGN feedback based on the GMOS-IFU survey of low-z AGNs
- 5) 2022년 9월 / 허정은 / Behind the Scenes of Gemini

남은 임기 기간동안 매달 1~2회의 추가적인 암마당을 진행할 계획에 있습니다. 또한 몇몇 KYAM 회원들은 EAYAM 총회에 참여하여 국제적인 학술적 교류를 가질 계획입니다. 또한, 2023년 가을 학술대회에서는 KYAM 포스터 발표를 기획 중에 있습니다. 2023년 남은 임기동안의 KYAM 운영진의 계획은 아래와 같습니다.

- 1) 2023년 가을 학술대회 KYAM 모임 추진
- 2) 2023년 10월/11월/12월 암마당 추진
- 3) 2024년 1월 하늘사랑 발간
- 4) 2024년 1월 EAYAM 참석 및 발표

부설기관 보고서

소남천문학사 연구소

1. 운영위원(연구소 이사) 현황

이름	소속	비고
윤홍식	서울대학교	초대 소장
이용복	서울교육대학교	현 소장
박창범	고등과학원	총무이사
이용삼	충북대학교	
이면우	춘천교육대학교	
안영숙	한국천문연구원	
문중양	서울대학교	
박명구	경북대학교	
전용훈	한국학중앙연구원	
유성초	충북대학교	
이종각	한국체육과학연구원	

2. 활동 내역

(1) 소남연구소 정기 세미나.

온라인 및 대면 회의 7회 (2022. 10 - 2023. 9). 제가역상집 연구.

세미나 참가를 원하시는 분들께서는 연구소 간사 (천문연구원 양홍진 박사)에게 연락.

(2) 2023년 3월 임인성 박사님께서 소남연구소 발전기금 백만원을 학회를 통해 기탁해 주심.

(3) 연구소 홈페이지 <http://ikha.or.kr>

◆ 제61차 정기총회 심의안건

◆ 심의안건 1. 신임 임원 선출 : 2024년 ~ 2025년 임기

- + 신임회장 후보 : 박병곤 회원 (한국천문연구원)
- + 신임감사 후보 : 강용희 회원 (경북대학교), 조세형 회원 (한국천문연구원)
- + 신임이사 후보 : 가나다순

김연한 회원	한국천문연구원
박 찬 회원	한국천문연구원
봉수찬 회원	한국천문연구원
손정주 회원	한국교원대학교
심현진 회원	경북대학교
이상현 회원	한국천문연구원
최영준 회원	한국천문연구원
황호성 회원	서울대학교

◆ 심의안건 2. 2024년 예산(안) 승인(p.209)

◆ 심의안건 3. 임원선출 규정 개정 승인

3-1 임원선출규정

	개정전	개정후
<b>제2조</b>	제1장 임원선출 제2조 (회장선출) ① 회장은 온라인투표시스템을 통해 선거권을 가진 정회원의 직접선거로 선출한다. ② 차기 회장은 현 회장 임기 2차년도에 온라인투표 시스템을 통해 선출한다.	제1장 임원선출 제2조 (회장) ② 차기 회장은 현 회장 임기 1차년도에 선출한다.
<b>제3조</b>	제3조 (부회장선출) 부회장은 회장이 지명한다.	제3조 (부회장) 부회장은 회장이 지명한다. 다만, 선출된 차기 회장은 현 회장 임기 2차년도에 부회장이 된다.
<b>제4조</b>	제4조(이사선출) ① 이사는 매년 6명을 온라인투표시스템을 통해 선거권을 가진 정회원의 직접선거로 선출한다. ② 신임 회장은 임기 첫 해에 이사 3명을 지명한다.	제4조 (이사) ① 이사는 매년 6명을 온라인투표시스템을 통해 선거권을 가진 정회원의 직접선거로 선출한다. ② 신임 회장은 임기 첫 해에 이사 3명을 지명한다.
<b>제5조</b>	제5조(감사선출) 감사는 이사회가 추천하고 총회의 승인을 받아 선출한다.	제5조 (감사) 감사는 이사회가 추천하고 총회의 승인을 받아 선출한다.

◆ 보고안건 1. 위원회 및 분과 세칙 개정 보고

1-1 JKAS 편집위원회 운영세칙 개정

현 행	개 정 (안)	비고
제4조 (구성) ① 위원회는 위원장 1인을 포함하여 10 - 20인의 위원으로 구성한다. ② 위원장은 국내·외 과학자를 위원으로 위촉할 수 있다.	제4조 (구성) ① 좌동 ② 좌동 ③ 위원장은 필요에 따라 '객원 편집위원(Guest Editor)'을 한시적으로 위촉할 수 있다.	③항 추가 객원 편집위원 추가
제8조 (학술지) JKAS는 투고된 논문 수에 따라 매년 6회(2월 28일, 4월 30일, 6월 30일, 8월 31일, 10월 31일, 12월 31일) 이상 발행한다.	제8조 (연속발행) JKAS는 게재 승인과 최종 편집을 거친 논문을 즉시 온라인에서 발행한다.	학술지 연속발행으로 내용 변경
제9조 (특별호) JKAS에서 특별호를 발간할 수 있다. 특별호의 편집은 위원장이 위촉하는 위원이나 '객원 편집위원(Guest Editor)'이 맡을 수 있다.	제9조 (특별호) JKAS에서 특별호를 발간할 수 있다. 특별호의 편집은 위원장이 위촉하는 위원이나 객원 편집위원이 맡을 수 있다.	영문삭제

1-2 포상위원회 운영세칙 및 포상기준 개정

현 행	개 정 (안)	비고
제3조 (포상의 종류와 제정 취지) 학회에서 수여하는 포상의 종류와 제정 취지는 다음 각 호와 같다.<신설 '14.08.21.>	8. 윤홍식 태양권천문학 박사연구 학술상(Hong Sik Yun Award in Heliospheric Astrophysics for the Best Doctoral Research, 약칭 H. S. Yun Award): 태양권, 항성권, 행성권 분야에서 박사과정 중 또는 박사학위 취득 후 1년 이내에 국제학술지에 탁월한 논문을 게재한 회원에게 수여	8항 추가

포상기준

VIII. 한국천문학회 윤홍식 태양권천문학 박사연구 학술상

1. 배경과 목적

태양권, 항성권, 행성권 분야의 국내 박사과정생들이 수월한 연구업적을 창출하도록 장려하고, 이들이 향후 학자로서의 길을 가는 데에 힘을 보태고자 본 상을 제정한다. 아울러 우리나라에서 당 분야를 개척하고 선도해 온 윤홍식 회원의 뜻과 노력을 학계의 유산으로 이어가고 그 영예를 소장 학자들에게 전달하고자 한다.

2. 후원

(주) 에스이티시스템 (대표: 김정훈 회원)

3. 상금/상품

80만원(2인 이상일 경우 균등 배분) 및 상패

4. 후보 자격

국내 대학원 박사과정(석박사과정 포함) 중 또는 국내 대학원에서 박사학위 취득 후 1년 이내에 국제학술지에 제1저자 논문을 게재한 회원만이 수상후보 자격을 갖는다. 수상자는 후보자 각인당 한 편의 제1저자 논문에 대한 심사를 통하여 선정된다. 심사대상 논문은 시상 전전년도 1월 1일부터 당해연도 2월 말일까지(2년 2개월간) 출판된 것으로서 그 수월성에 대해 본 학회 정회원의 추천을 받은 것이어야 한다. 한 회원은 동일 논문으로 2회 이상 본상의 수상후보자가 될 수 없으며, 본상을 생애 2회 이상 수상할 수 없다.

5. 선정 기준

- (가) 4항의 모든 기준 충족 여부
- (나) 추천된 논문의 학문적 수준
- (다) 당 연구가 학계 줄 수 있는 임팩트 및 연구의 발전 가능성

6. 선정 절차

태양권, 항성권, 행성권 천문학을 담당하는 분과(현 태양우주환경 분과)에서 심사위원회를 구성하여 여기서 1차 수상대상자 1-2인을 선정한다. 후보자를 추천한 회원은 심사위원이 될 수 없다. 후보자는 학계 저명 연구자의 추천서를 심사위원회에 제출할 수 있으나 이것이 반드시 심사에 고려될 필요는 없다. 분과 심사위원회는 시상연도 2월 말일까지 심사결과를 한국천문학회 포상위원회에 보고한다. 포상위원회에서는 2차 심사를 거쳐 수상대상자를 확정하거나, 경우에 따라 전체 또는 부분적으로 분과로 반려한다. 최종 수상대상자가 확정되지 않을 경우 당해연도 시상은 없으며 기금은 차년도로 이월된다. 시상은 당해연도 한국천문학회 봄 학술대회에서 이루어진다. 부득이한 사유로 봄 학술대회에서의 시상이 불가능할 경우 가을학술대회에서 시상할 수도 있다. 단 한 해에 시상은 1회에 한한다.

7. 기타

2022년 12월 9일 제정

**IX. 한국천문학회 각종 상의 국영문명칭**

1. 한국천문학회 상

- (가) 학술상 : Distinguished Scholar Award
- (나) 공로상 : Distinguished Service Award
- (다) 젊은 천문학자상 : Young Scholar Award
- (라) 소남학술상 : SohNam Award
- (마) 에스이랩-셋별상 : SELab Rising-star Award
- (바) 메타스페이스-우수포스터상 : METASPACE Best Poster Award
- (사) 한국천문학회지(JKAS) 우수논문상 : JKAS Award
- (아) 윤홍식 태양권천문학 박사연구 학술상 : Hong Sik Yun Award in Heliospheric Astrophysics for the Best Doctoral Research(약칭 H. S. Yun Award)

2. 기타

- (가) 2014년 4월 10일 제정
- (나) 2015년 10월 1일 개정
- (다) 2022년 12월 9일 개정

## 연구 성과 및 기업 홍보







# 최초의 한-미 협력 달표면 탐사 프로젝트

NASA/CLPS 착륙선에 탑재할

## 달 우주환경 모니터(LUSEM)



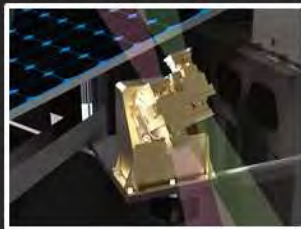
2024년 달 '라이너 감마 스웰' 착륙 예정



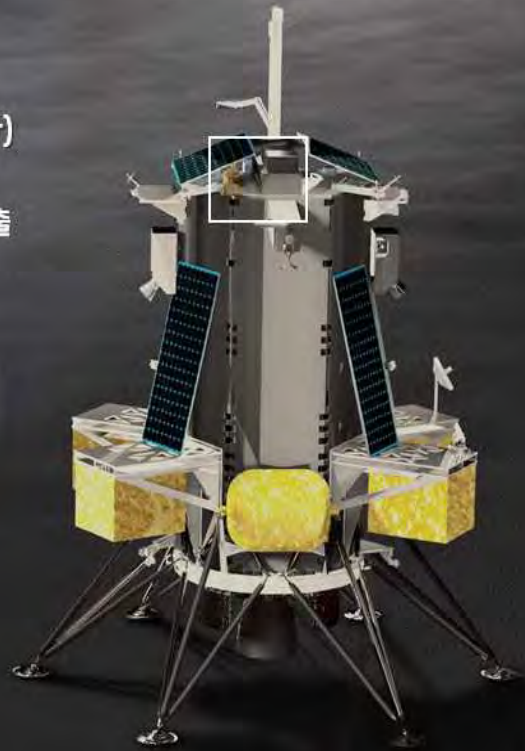
### LUSEM (LU<sup>n</sup>ar Space Environment Monitor)

- 동일한 solid-state telescope 두 개를 동시에 활용해 달에 입사하거나 표면에서 반사되는 고에너지 입자를 검출
- 측정범위: 전자 | 50 keV ~ 3.8 MeV  
이온 | 50 keV ~ 22.5 MeV
- Intuitive Machines 사의 Nova-C 착륙선에 조립하기 위해 비행모델을 미국으로 이송 완료 ('23. 9.)

센서부



전장부

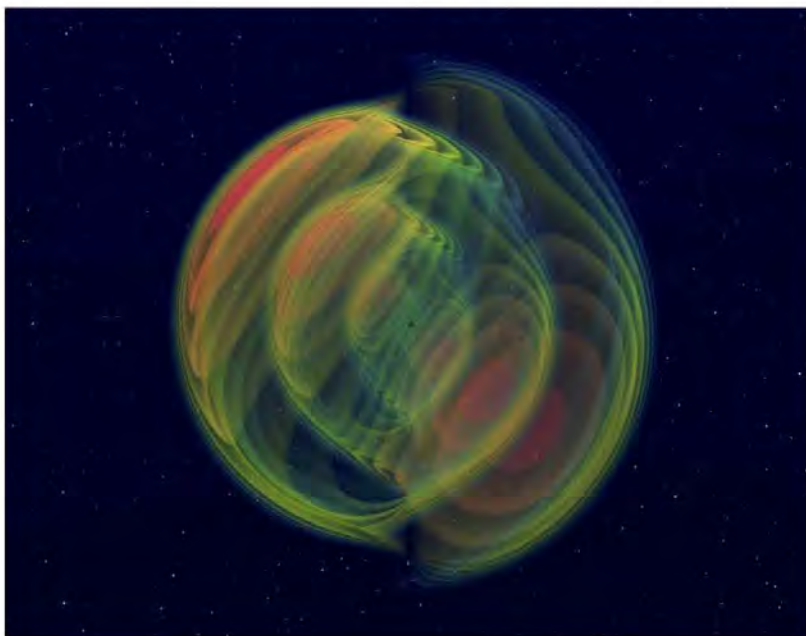


DALO

Discovery Across Lunar Observations | <http://pda.kasi.re.kr>







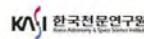
# Center for the Gravitational-Wave Universe

국가과학재단도전용임연구개발사업  
National Science Challenge Initiatives  
중력파우주연구단



We are trying to understand the Universe better through multi-messenger astronomy with GW events and AI techniques.

- One of 13 National Science Challenge Initiatives
- More than 30 researchers across 3 universities and 1 research institute (PI: Hyung Mok Lee, Co-PI: Myungshin Im)
- Our observation facility, 7DT, is undergoing its commissioning.





# 대한민국 성변측후단자 유네스코 세계기록유산 등재 추진

조선시대 관상감이 담긴 '성변측후단자'는 특별한 천문현상이 나타나면 왕실의 천문학자들이 오랜 시간에 걸쳐 전 과정을 수록한 국가의 공공기록물이다. 성변측후단자의 상세한 기록과 그림은 조선시대 밤하늘을 관측한 생생한 현장 기록으로 오늘날에도 연구 가치가 높은 학술자원이자 역사적으로 중요한 사료다. 사료로서 진본성과 과학사적 가치가 뛰어난 성변측후단자를 세계에 알리고자 국가 천문대 역할을 하고 있는 한국천문연구원, 국내 존재하는 성변측후단자를 보관하고 있는 연세대학교, 관련 학회인 한국천문학회 및 한국우주과학회가 힘을 합쳐 활동을 진행 중이다.



『성변측후단자 | 1759(영조35)년 4월 핼리혜성 관측 기록』



『성변측후단자 세계기록유산 등재를 위한 비전 선포식 및 학술대회 (2023.03.23.)』

성변측후단자 유네스코 세계기록유산 등재추진위원회 / 한국천문연구원





# 2023 대한민국 미래 산업의 중심, Aerospace

The center of the future industry  
Aerospace

## 시제품 제작지원

- 풀 컬러 고정밀 3D 프린팅 서비스
- 5축 MCT 장비 활용 금속가공
- 우주산업 부품 / 교육 교재 / 천문 복원 물 제작 등

## 보유 장비

- 5축, 3축 머시닝센터(금속가공기)
- J55 스트라타시스 3D프린터 외 3D프린터 20대
- UV 프린터, 레이저 가공기 등 종합 120대 보유

## 창업컨설팅

- 창업 교육 및 창업 지원 프로그램
- 시제품 제작 및 창업 멘토링

충북Pro메이커센터가  
천문학 발전과 우주산업을  
지원합니다.

충북Pro메이커센터는 충북 유일의 메이커  
스페이스 전문 랩으로, 시제품 제작 및  
창업 관련 공간, 교육 등을 제공하는 종합창  
업 지원 기관입니다

Phone. 043-249-1158~1163

Address. 충청북도 청주시 서원구 충대로 1, S1-7 2층



충북Pro메이커센터  
Chungbuk Pro Maker Center





[www.sllab.co.kr](http://www.sllab.co.kr)



2022 IAUGA Busan

## Our Business

- ASTERA Serise Large Telescope
- Astronomical Research
- Space Defense Business
- Free Space Optical Communication
- E&S Planetarium System
- Education & Outreach



ASTERA1200



ASTERA1000



## 서귀포 천문과학문화관

Planewave CDK600

Visualize your Imagination

**METASPACE**

충청북도 청주시 오송읍 공북1길 26

T. 043.237.3764 F.043.237.3763 [metaspace.co.kr](http://metaspace.co.kr)