

### [구 AI-02] Status of KASI's Contribution to SPHEREx

Woong-Seob Jeong<sup>1,2</sup>, Yujin Yang<sup>1,2</sup>, Sung-Joon Park<sup>1</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Youngsoo Jo<sup>1</sup>, Il-Joong Kim<sup>1</sup>, Seungcheol Bang<sup>1</sup>, Bomee Lee<sup>1</sup>, SPHEREx Korean Consortium

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

The KASI team are participating in the NASA MIDEX mission (PI Institute: Caltech), the all-sky infrared spectro-photometric surveyor SPHEREx (Spectro-Photometer for the History of the Universe, Epoch of Reionization, and Ices Explorer). The SPHEREx will provide us 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 explore whether planets around other stars could harbor life. After the project PDR (Preliminary Design Review) was successfully passed on the last September, the fabrication of flight hardware is in progress. As an international partner, KASI deeply involved in all fields of projects, i.e., the development of calibration facility, the construction of data reduction modules and the science studies for the SPHEREx. After finishing the fabrication and test of calibration facility for the SPHEREx in this year, it will be delivered to Caltech. Here, we report the status of the SPHEREx project and the progress in the Korean participation.

### [구 AI-03] Optical Clock Comparison using High-frequency VLBI Observations (고주파수 VLBI 관측을 이용한 광시계 비교)

Taehyun Jung<sup>1,2</sup>, Myoung-Sun Heo<sup>3</sup>, Buseung Cho<sup>4</sup>, Sang-Oh Yi<sup>5</sup>, Jungwon Kim<sup>6</sup>, Do-Heung Je<sup>1</sup>, Do-Young Byun<sup>1,2</sup>, Shuangjing Xu<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>University of Science and Technology, <sup>3</sup>Korea Research Institute of Standard and Science, <sup>4</sup>Korea Institute of Science and Technology Information, <sup>5</sup>National Geographic Information Institute, <sup>6</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology

2030년경에는 현재 '초(second)'를 정의하는 세슘 원자의 마이크로파 주파수를 이용한 원자시계 보다 훨씬 더 정밀한 광주파수시계(이하 광시계)를 이용한 초의 재정의가 앞두고 있다. 전 세계 각국에서 개발된 광주파수 시계의 동등성 확보를 위해서는  $10^{-17}$  이상의 정밀도로 시각/주파수를 대략 간에 비교할 수 있는 기술 개발이 필수적이다. 현재의 대략 간 시각 비교에 사용되는 위성을 이용한 시각/주파수 비교 방식은  $10^{-16}$  수준의 정밀도가 한계이나, 한국천문연구원과 국토지리정보원이 보유한 전파망원경을

이용하여,  $10^{-17}$  수준 또는 이보다 나은 광시계 비교가 가능할 것으로 기대되고 있다. 본 연구에서는 천문연과 세종의 전파망원경을 이용하여 세계 최초로 22 GHz 대역에서 광섬유로 전송된 원자시계 신호를 이용한 VLBI 관측에 성공하였다. 이를 통해 고정밀 원자시계 비교 능력을 검증함으로써, 향후 초의 재정의에 가장 큰 당면 과제인 대략간 고정밀 광시계 비교 연구의 실질적인 기반을 마련하였다. 이후 한-이태리 VLBI 관측을 통하여 표준과학연구원과 이탈리아 INRIM에서 개발한 두 광시계의 동등성 비교를 진행할 계획이다.

### [구 AI-04] Python Package Prototype for Adaptive Optics Modeling and Simulation

Seonghwan Choi<sup>1</sup>, Byungchae Bang<sup>2</sup>, Jihun Kim<sup>1</sup>, Gwanghee Jung<sup>2</sup>, Ji-Hye Baek<sup>1</sup>, Jongyeob Park<sup>1</sup>, Jungyul Han<sup>1</sup>, and Yunjong Kim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>AntBridge, Inc.

Adaptive Optics (AO) was first studied in the field of astronomy, and its applications have been extended to the field of laser, microscopy, bio, medical, and free space laser communication. AO modelling and simulation are required throughout the system development process. It is necessary not only for proper design but also for performance verification after the final system is built. In KASI, we are trying to develop the AO Python Package for AO modelling and simulation. It includes modelling classes of atmosphere, telescope, Shack-Hartmann wavefront sensor, deformable mirror, which are the components for an AO system. It also includes the ability to simulate the entire AO system over time. It is being developed in the Super Eye Bridge project to develop a segmented mirror, an adaptive optics, and an emission grating spectrograph, which are future telescope technologies. And it is planned to be used as a performance analysis system for several telescope projects in Korea.

### [구 AI-05] IMSNG: Automatic Data Reduction Pipeline gppy for heterogeneous telescopes

Gregory S.H. Paek<sup>1,2</sup>, Myungshin Im<sup>1,2</sup>, Seo-won Chang<sup>1,2</sup>, Changsu Choi<sup>1,2</sup>, Gu Lim<sup>1</sup>, Sophia Kim<sup>1,2</sup>, Mankeun Jung<sup>1,2</sup>, Sungyong Hwang<sup>1,2</sup>, JoonhoKim<sup>1,2</sup>, Hyun-il Sung<sup>3</sup>, and IMSNG team<sup>1,2</sup>

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

<sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34005, Korea

Although the era of very large telescopes has come, small telescopes still have advantages for fast follow-up and long-term monitoring observation. Intensive monitoring survey of nearby galaxies (IMSNG) aims to understand the nature of the supernovae (SNe) by catching the early light curve from them with the network of small telescopes from 0.4-m to 1.0-m all around the world. To achieve the scientific goals with heterogeneous facilities, three factors are important. First, automatic processes as soon as data is uploaded will increase efficiency and shorten the time. Second, searching for transients is necessary to deal with newly emerged transients for fast follow-up observation. Finally, the Integrated process for different telescopes gives a homogeneous output, which will eventually make connections with the database easy. Here, we introduce the integrated pipeline, 'gppy' based on Python, for more than 10 facilities having various configurations and its performance. Processes consist of image pre-process, photometry, image align, image combine, photometry, and transient search. In the connected database, homogeneous output is summarized and analyzed additionally to filter transient candidates with light curves. This talk will suggest the future work to improve the performance and usability on the other projects, gravitational wave electromagnetic wave counterpart in Korea Observatory (GECKO), and small telescope network of Korea (SOMANGNET).

## 교육홍보

### [석 EP-01] A study on the effectiveness of STEAM education program applying 3D-modeling at astronomy Units

Sang-Geol Kim(김상걸), Hyoungbum Kim(김형범), Yonggi Kim(김용기), Hongsoon Choi(최홍순)  
Chungbuk National University

천문학은 시간적·공간적 규모가 크기 때문에 학습자의 수준에 따라 공감과 이해의 정도에 차이가 크다. 2015 개정 과학과 교육과정에 따르면 초등학교 5학년부터 태양계에 대한 내용을 다루고 있다. 하지만 이를 설명하기 위한 교과서의 사진과 동영상 자료는 태양계를 명확하게 전달하기 어렵다. 이에 대한 대안으로 3D Modeling을 통한 체험 교육을 제안한다. 천문학 교과에서 3D Modeling의 적용은 학생들의 흥미, 태도의 향상 등 교육적 효과의 상승으로 이어진다. 이에 본 연구에서는 3D Modeling의 도구 중 3D 프린터와 레이저 절단기를 이용해 융합교육(STEAM) 프로그램을 개발하고 학생들에게 적용하여 창의적 문제해결능력에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 초등학교 교육과정에 제시된 태양계 관련 학습자료를 분석하

였고, 융합교육(STEAM)에서 제안하는 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 교육단계 중 '창의적 설계' 단계에 3D 프린터와 레이저 절단기를 통해 개발한 kit를 이용하여 융합교육(STEAM) 프로그램에 적용하였다. 개발된 프로그램을 형식 교육의 장에 적용하여 개발된 평가지표를 토대로 사전·사후 평가를 실시한다. 향후 3D Modeling을 초등학교 교육과정뿐만 아니라 중·고등학교 교육과정 또한 분석하여 적용한다면, 천문대중화를 위해 큰 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

### [석 EP-02] STEAM Training Program for Constellation Space Composition Using Laser Cutter and LED Light Source

Min Heo(허민), Geoyung Han Yoo(유경한), Yonggi Kim(김용기), Hyoungbum KIM(김형범)  
CBNU

지구과학 분야에서 가장 어렵게 느껴지는 내용인 천문 분야는 다른 과학 분야와 달리 탐구 대상이 천체들이 먼 거리에 있고, 쉽게 관측하기 어려우며, 실험실에서 동일실험과 반복 실험이 불가능하여, 추상적이고 직접 관측하기 어려운 개념에 관한 연구들이 많다. 따라서 이 연구에서는 레이저 커팅기를 사용해 지구과학교과 중 별자리를 구성하는 별들의 상대적 거리를 수학적으로 계산하는 과정과 고등학교 물리교과 중 LED 광원의 원리를 알고 LED 모듈을 제작하여 최종적으로 아름답고 과학적으로 가치가 있는 입체 별자리 교구를 제작하는 형태의 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 시범학교 적용을 하였다. 이에 지능정보화 사회에 발맞춰 천문학 지식을 창의 교육의 형태로 교육하는 새로운 교육법을 실현한 연구결과들을 발표하고자 한다. 또한 개발한 프로그램의 효과성을 검증하기 위해 STEAM 관련 태도 검사와 논리적 사고력 검사 및 만족도 검사를 실시하였다. 연구결과 개발된 프로그램이 STEAM 태도 검사와 논리적 사고력에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 천문수업에 대한 학생들의 인식은 긍정적이었다. 따라서 후속 연구에서는 다양한 학년 및 위계에 맞는 프로그램의 개발과 다양한 지역 등의 현장 적용을 통한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

### [구 EP-03] Development and Introduction of Virtual Reality Astronomy Education Program Development (가상현실 천문학 교육프로그램 개발 및 소개)

Sanghyun Ha<sup>1,2</sup>, Jungjoo Sohn<sup>1</sup>, Soonchang Park<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Korea National Univertiry of Education,  
<sup>2</sup>METASPACE

지난 연구에서는 국립과학관 천체투영관 등에서 사용하는 천체시뮬레이션 소프트웨어를 활용하여 스크립트 제작 및 360° VR 영상 제작기술을 개발하였고, 비대면 환경에서도 개인휴대기기 등을 통한 몰입도 높은 천문학 교육을 구현할 수 있도록 연구를 진행하였다.

계속되는 연구로 천체시뮬레이션을 활용한 교육프로그램의 장점을 잘 나타낼 수 있는 주제들 중 2015 교육과정 중학교 3학년에서 다루는 '우주 탐사 성과와 의의'를 주제