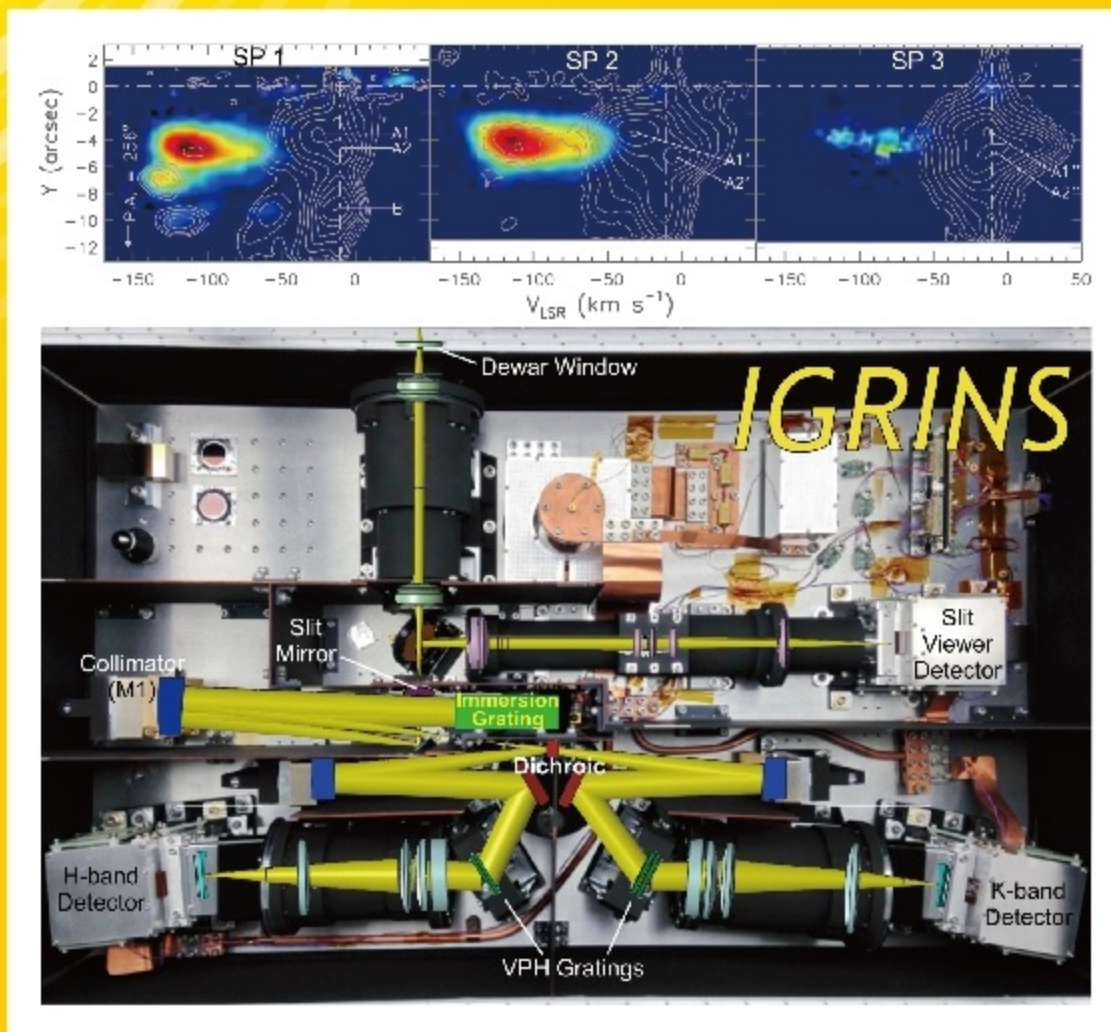


# 한국천문학회보

THE BULLETIN OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY



# 목 차

## <2016년도 봄 학술대회 학술발표 일정 및 발표논문 초록>

학술발표 대회 및 등록안내 .....	2
분과 및 위원회 모임안내 .....	3
학술발표 일정 요약 .....	5
학술발표 일정 .....	8
발표 논문 초록 .....	29

<한국천문학회 학계보고서> .....	83
----------------------	----

<한국천문학회 회원명부> .....	121
---------------------	-----

### 표지사진:

"(위) IGRINS로 관측한 LkH $\alpha$  234 별탄생영역 분출류의 수소분자(등고선)와 철 금지(색깔) 방출선 속도-공간도. 새롭게 발견한 철 금지방출선(1.644마이크로미터) 분출류가 보이며 그 근원은 전파원 VLA3로 예상됩니다. 이 연구결과는 2016년 2월 미국천체물리학회지에 게재하였습니다 (Oh, H. et al. 2016, ApJ, 817, 148). (아래) IGRINS 극저온장치 내부. IGRINS는 한국천문연구원, 텍사스대학교와 공동으로 개발한 적외선고분산분광기이며, 2014년부터 미국 맥도날드천문대의 HJS 2.7미터 망원경에 설치하여 성공적으로 운영하고 있습니다.

# 한국천문학회 2016년 봄 학술대회 등록 안내

## 1. 학술대회 개요

- (1) 일시 : 2016년 4월 14일 (목) 09:00 ~ 4월 15일 (금) 16:50
- (2) 장소 : 부산 BEXCO
  - 구두발표 : 제 2전시장 3층
  - 포스터발표 : 로비
- (3) 후원 : 한국과학기술단체총연합회

## 2. 등록

- (1) 등록비
  - 정회원(일반) : 170,000원 / 정회원(학생)이하 : 120,000원 / 비회원 : 170,000원
  - 저녁만찬비 : 60,000원
- (2) 연회비
  - 연회비를 미납하신 회원은 아래 구좌로 송금하시거나 학회 당일 등록 장소에서 납부해 주십시오.
  - 은행구좌로 송금할 때 반드시 성함을 기재하여 주시기 바랍니다.
  - 정회원(일반) : 50,000원 / 정회원(학생) : 20,000원 / 준회원 : 20,000원
  - 회장 : 500,000원 / 부회장 : 300,000원 / 이사 : 100,000원
  - ※ 송금구좌: 468-25-0008-338 (국민은행) 예금주 : 사)한국천문학회
  - ※ 최근 2년간 연회비를 납부하지 않은 회원에게는 총회에서 투표권이 제한됩니다.

## 3. 회원 가입

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

## 한국천문학회 모임안내

### ◆ [YAM] 총회 안내

- 일자 : 2016년 4월 14일
- 시간 : 12:00
- 장소 : 제2발표장
- 참석자 : YAM 회원

### ◆ [우수포스터상 수상자 결정회의] 안내

- 일자 : 2016년 4월 14일
- 시간 : 15:50
- 장소 : 추후공지
- 참석자 : 이형목 포상위원회위원장, 임명신 학술위원회위원장

### ◆ [여성분과] 창립 총회

- 일자 : 2016년 4월 15일
- 시간 : 11:50~
- 장소 : 제2발표장
- 참석자 : 여성분과에 관심 있는 회원

### ◆ JKAS 편집위원회 회의

- 일자 : 2016년 4월 15일
- 시간 : 11:50~
- 장소 : 제3발표장
- 참석자 : JKAS 편집위원

## 숙박 및 위치 안내

▪ 예약 방법 : 개별적으로 전화 예약 및 결제					
No.	구분	소속	BEXCO와의 거리	예약 전화번호	비고
1	특1급	노보텔엠버서더부산	4km / 택시 5,000원	051-662-6320	
2		농심호텔부산	10km / 택시 11,000원	051-550-2407	
3		롯데호텔부산	13km / 택시 13,000원	051-810-5201	
4		웨스틴조선부산	3.5km / 택시 5,000원	051-749-7410	
5		파라다이스부산	4km / 택시 5,000원	051-749-2042	
6		파크하얏트부산	3km / 택시 4,500원	051-990-1364	
7		해운대그랜드호텔	4km / 택시 5,000원	051-7400-590	
8	특 2급	호메르스	4km / 택시 5,000원	051-750-8002	
9		호텔마리안느	4km / 택시 5,000원	051-606-0606	
10	비 지 니 스	건오씨클라우드	4.5km / 택시 6,000원	051-933-4395	
11		해운대센텀호텔	도보 1분	051-720-9902	학회협약가 / 154,000원
12		이비스 버짓	3km / 택시 4,500원	051-720-9100	
13		베스트웨스턴해운대	4km / 택시 5,000원	051-664-1234	
14		씨엘드메르	4.5km / 택시 6,000원	051-750-1000	
15		시타딘	3.5km / 택시 5,000원	051-662-8000	학회협약가 / 88,000원 지하철 해운대역과 호텔로비 연결
16	콘 도	해운대글로리콘도	4km / 택시 5,000원	051-746-8181	
17		한화리조트해운대	4km / 택시 5,000원	051-749-5310	
18	유스호텔	아르피나	2km/ 택시 3,000원	051-731-9800	
19	1급호텔	호텔일루아	5.5km / 택시 6,500원	051-744-1331	
20		리베라해운대	4km / 택시 5,000원	051-740-2111	

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

### ■ 벅스코 오시는 길



2016 KAS SPRING MEETING 4.14

09:00~10:00	등록					
10:00~10:20	개회 및 셋별상 시상					
10:20~10:30	휴식시간					
시간표	은하 및 항성종족 (Galaxies & Stellar Population)		항성 1 (Stellar Astronomy 1)		고천문학 및 교육홍보 (Historical Astronomy & Public Outreach)	
10:30~10:45	구 GC-01	Hak-Sub Kim	구 ST-01	Jae Woo Lee	구 HA-01	Go Eun Choi
10:45~11:00	구 GC-02	Young-Wook Lee	구 ST-02	Hyoun-Woo Kim	구 HA-02	Seonyoung Ham
11:00~11:15	구 GC-03	Young-Lo Kim	구 ST-03	Jang Ho Park	구 HA-03	Byeong Hee Mihn
11:15~11:30	구 GC-04	발표취소	구 ST-04	Kyeongsoo Hong	구 HA-04	Hyun Jong Kim
11:30~11:45	구 GC-05	Jiwon Chung	구 ST-05	Hye-Eun Jang	구 HA-05	Jae Jyu, Byeon
11:45~12:00	구 GC-06	Myo jin Kim	구 ST-06	Mina Pak	구 HA-06	Chang Hyun Baek
12:00~13:20	점심시간					
13:20~14:00	초청강연 Hyung Mok Lee					
14:00~14:10	휴식시간					
시간표	항성 2 (Stellar Astronomy 2)		태양 및 우주환경 1 (Solar Physics & Space Env.)		KMTNet 1 (KMTNet 1)	
14:10~14:25	구 ST-07	Dongjin Kim	박 SS-01	Sun-Jung Kim	구 KMT-01	Chung-Uk Lee
14:25~14:40	구 ST-08	Yoon Kyung Choi			구 KMT-02	Sang Chul KIM
14:40~14:55	구 ST-09	Dongwook Lim	구 SS-02	Eunsu Park	구 KMT-03	Hong Soo Park
14:55~15:10	구 ST-10	P. Rittipruk	구 SS-03	Junggi Lee	구 KMT-04	Jae Hyung Lee
15:10~15:25	구 ST-11	Young Soo Jo	구 SS-04	Kangwoo Yi	구 KMT-05	Joonho Kim
15:25~16:10	사진촬영 및 포스터발표					
시간표	은하단 및 환경 (Galaxy Clusters & Env.)		성간물질 (Interstellar Medium)		KMTNet 2/태양계 1 (KMTNet 2/Solar System 1)	
16:10~16:25	구 GC-07	Yun-Kyeong Sheen	구 IM-01	Il Joong Kim	구 KMT-06	Hong-Kyu Moon
16:25~16:40	구 GC-08	Sree Oh	구 IM-02	Dukhang Lee	구 KMT-07	Hong-Suh Yim
16:40~16:55	구 GC-09	Jae Jin Shin	구 IM-03	Jeong-Gyu Kim	구 KMT-08	Myung-Jin Kim
16:55~17:10	구 GC-10	Rory Smith	구 IM-04	Kwang Hyun Sung	구 KMT-09	Hee-Jae Lee
17:10~17:25	박 GC-11	Suk Kim	구 IM-05	So-Myoung Park	구 KMT-10	Dong-Goo Roh
17:25~17:40			구 IM-06	Heesun Yoon	구 KMT-11	Seo-Won Chang
17:40~17:50	휴식시간					
17:50~18:50	중력파 특별강연 John J. Oh/Chunglee Kim					
19:00~	만찬					

2016 KAS SPRING MEETING 4. 15

09:30~10:10	초청강연 Manuel Collados					
10:10~10:20	휴식시간					
시간표	활동은하핵 및 피드백 (AGN & Feedback)		태양계 2 (Solar System 2)		태양 및 우주환경 2 (Solar Physics & Space Env.)	
10:20~10:35	구 GC-12	Jong-Hak Woo	구 SS-11	Jeonghyun Pyo	구 SS-05	Rok-Soon Kim
10:35~10:50	구 GC-13	MinBae Kim	구 SS-12	Yu Na Kwon	구 SS-06	Jihye Kang
10:50~11:05	구 GC-14	Cristian Saez	구 SS-13	Hongu Yang	구 SS-07	Kyung-Suk Cho
11:05~11:20	구 GC-15	Jongho Park	구 SS-14	Sang Joon Kim	구 SS-08	HwanHee Lee
11:20~11:35	구 GC-16	Sang-Sung Lee	구 SS-15	발표취소	구 SS-09	Hyeonock Na
11:35~11:50	구 GC-17	Marios Karouzos	구 SS-16	Yoonyoung Kim	구 SS-10	Junga Hwang
11:50~13:10	점심시간					
13:10~13:50	초청강연 Hyun-Il Sung					
13:50~14:00	휴식시간					
시간표	초기우주 및 우주론 (Early Universe & Cosmology)		남북천문협력 (S.-N. Korea Cooperation)		보현산 천문대 20주년 1 (20th Anniversary of BOAO 1)	
14:00~14:15	구 GC-18	Yongjung Kim	초 CSNA-01	Hyun-Kyoo Choi	구 BOAO-01	Kang Min Kim
14:15~14:30	구 GC-19	Soomin Jeong			구 BOAO-02	Byeong-Cheol Lee
14:30~14:45	구 GC-20	Yi ZHENG	구 CSNA-02	In Sung Yim	구 BOAO-03	Hee-Won Lee
14:45~15:00	구 GC-21	Christiano G. Sabiu	구 CSNA-03	Hong-Jin Yang	구 BOAO-04	Jeong-Eun Lee
15:00~15:15	구 GC-22	발표취소	구 CSNA-04	TaeHyun Jung	구 BOAO-05	Jae-Rim Koo
15:15~15:25	휴식시간					
시간표	은하 모델 (Galaxy Models)		천문우주 관측기술 (Astrophysical Techniques)		보현산 천문대 20주년 2 (20th Anniversary of BOAO 2)	
15:25~15:40	구 GC-23	Woo-Young Seo	구 AT-01	Hyungjoon Yu	구 BOAO-06	Seung-Lee Kim
15:40~15:55	구 GC-24	Sungwon Kwak	구 AT-02	Narae Hwang	구 BOAO-07	Young-Beom Jeon
15:55~16:10	구 GC-25	KyungWon Chun	구 AT-03	Woong-Seob Jeong	구 BOAO-08	Myungshin Im
16:10~16:25	구 GC-26	Hoseung Choi	구 AT-04	Kiyooki Wajima	구 BOAO-09	Dong-Hwan Cho
16:25~16:40	구 GC-27	Hyun-Jin Bae	구 AT-05	Sang Hyun Lee	구 BOAO-10	Myung-Jin Kim
16:40~	우수포스터상 시상 및 폐회					

Schedule of Poster Session 4.14~4.15

발표분야	포스터번호	이름	발표분야	포스터번호	이름
고천문학 천문역법	포HA-01	Kim Sanghyuk	성간물질	포IM-01	Woojin Kwon
	포HA-02	Uhn Mee Bahk		포IM-02	Soonyoung Roh
교육홍보	포AE-01	Wonseok Kang		포IM-03	Hee-Won Lee
	포AE-02	Sang Hyun Lee		포IM-04	IlJe Cho
	포AE-03	Minhee Hyun	포AT-01	Jongho An	
	포AE-04	Minhee Hyun	포AT-02	Hye-in Lee	
외부은하 우주론	포GC-01	Donghyeon Kim	천문우주 관측기술	포AT-03	Jung Da Woon
	포GC-02	Soomin Jeong		포AT-04	HyunSoo Chung
	포GC-03	Sincheol Kang		포AT-05	Tae-Geun Ji
	포GC-04	Keunho Kim	포AT-06	Min-Su Shin	
	포GC-05	Dae-Won Kim	KMT-Net	포KMT-01	Minjin Kim
	포GC-06	DoHyeong Kim		포KMT-02	Young-Seok Oh
	포GC-07	Seong Jin Kim	항성 항성계	포ST-01	Changwoo Kye
	포GC-08	Jaeyeon Kim		포ST-02	Min Gyu Kim
	포GC-09	JaeYeong Kim		포ST-03	Hyeong-Jun Kim
	포GC-10	Jinhyub Kim		포ST-04	Yoon-Hyun Ryu
	포GC-11	Taehyun Kim		포ST-05	Bum Suk Yeom
	포GC-12	Dawoo Park		포ST-06	Jae-Woo Lee
	포GC-13	Songyoun Park		포ST-07	Hunchul Lee
	포GC-14	hyeon jung Bae		포ST-08	Hyun Taek Lee
	포GC-15	JunHyun Baek		포ST-09	Gwanghui Jeong
	포GC-16	Sung-Ho An		포ST-10	Minji Joung
	포GC-17	Yongmin Yoon		포ST-11	So-Yoon Jung
	포GC-18	Hyein Yoon		포ST-12	Beomkyu Choi
	포GC-19	Bumhyun Lee		포ST-13	Seungsoo Hong
	포GC-20	Gu Lim	태양 및 우주환경	포SS-01	Jinhyun Kim
	포GC-21	Seok-Jun Chang		포SS-02	Jongyeob Park
	포GC-22	Yiseul Jeon		포SS-03	Jin Hye Park
	포GC-23	Yoon Chan Taak		포SS-04	Su-Chan Bong
	포GC-24	Kyle Finner		포SS-05	Eo-Jin Lee
	포GC-25	In-Taek Gong		포SS-06	Jae-Ok Lee
	포GC-26	Do Yle Kim		태양계	포SS-07
	포GC-27	Doohyun Choi	포SS-08		Soojeong Jang



제1발표장 첫째날 : 4월 14일 (목)

09:00~10:00

등록

10:00~10:20

개회사 : 이명균 학회장  
샛별상 시상 : 오정환 회원

10:20~10:30

휴식시간

은하 및 항성종족(Galaxies & Stellar Population) 좌장 : Soo-Chang Rey(이수창)[CNU]

10:30~10:45 구 GC-01 (p.32)

Ten Years of Debate on the Origin of Globular Cluster Color Bimodality

Hak-Sub Kim(김학섭), Suk-Jin Yoon(윤석진)[Yonsei University]

10:45~11:00 구 GC-02 (p.32)

Multiple stellar populations in the classical bulge

Young-Wook Lee(이영욱), Sohee Jang(장소희), Jaeyeon Kim(김재연)[Yonsei University],

Seok-Joo Joo(주석주)[KASI], Chul Chung(정철)[Yonsei University]

11:00~11:15 구 GC-03 (p.32)

The Effect of Local-Global Environmental Bias on the Type Ia Supernova Host Galaxy Studies

Young-Lo Kim(김영로)[Yonsei University], Mark Sullivan,

Mathew Smith[University of Southampton], Young-Wook Lee(이영욱)[Yonsei University]

11:15~11:30 구 GC-04 발표취소

Study on the Extraplanar Dust of Nearby Galaxies Through Radiative Transfer Modeling in Ultraviolet

Jong-Ho Shinn(산종호), Kwang-Il Seon(선광일)

11:30~11:45 구 GC-05 (p.33)

Internal kinematics of dwarf early-type galaxies with blue-center in the Virgo Cluster from Gemini GMOS long-slit spectroscopy

Jiwon Chung(정지원), Soo-Chang Rey(이수창)[CNU], Eon-Chang Sung(성언창)[KASI],

Young dae Lee(이영대)[CNU], Suk Kim(김석)[KASI], Woong Lee(이웅)[CNU]

11:45~12:00 구 GC-06 (p.33)

Optical properties of dwarf galaxies in Leo I galaxy group

Myo Jin Kim(김묘진), Aeree Chung(정애리)[Yonsei University], Jong Chul Lee(이종철)[KASI],

Sungsoon Lim(임성순)[Peking University], Minjin Kim(김민진), Jongwan Ko(고종완)[KASI/UST],

Soung-Chul Yang(양성철)[KASI/Carnegie Institution of Washington],

Joon Hyeop Lee(이준협)[KASI/UST], Narea Hwang(황나래)[KASI], Byeong-Gon Park(박병곤),

Hye-Ran Lee(이혜란)[KASI/UST]

12:00~13:20

점심시간

초청강연

좌장 : Hyesung Kang(강혜성)[PNU]

13:20~14:00 초 IT-01 (p.31)

중력파: 우주를 보는 새로운 창

Hyung Mok Lee(이형목)[SNU]

14:00~14:10

휴식시간

## 항성 2(Stellar Astronomy 2)

좌장 : Sung-Chul Yoon(윤성철)[SNU]

14:10~14:25 구 ST-07 (p.43)

Time monitoring observations of H<sub>2</sub>O and SiO masers toward semi-regular variable star R CraterisDong-Jin Kim(김동진)[KASI/Yonsei University], Se-Hyung Cho(조세형), Young-Joo Yun(윤영주),  
JaeHeon Kim(김재현), Yoon Kyung Choi(최윤경), Dong-Whan Yoon(윤동환)[KASI],  
Suk-Jin Yoon(윤석진)[Yonsei University]

14:25~14:40 구 ST-08 (p.43)

Calibrator Survey for evolved stars using the KVN

Yoon Kyung Choi(최윤경), Jan Wagner, Taehyun Jung(정태현), Youngjoo Yun(윤영주),  
Se-Hyung Cho(조세형)[KASI]

14:40~14:55 구 ST-09 (p.43)

Radial distribution of RGB stars in the Globular Clusters with multiple stellar populations

Dongwook Lim(임동욱), Young-Wook Lee(이영욱)[Yonsei University], Sang-Il Han(한상일),  
Dong-Goo Roh(노동구)[KASI]

14:55~15:10 구 ST-10 (p.43)

Spectroscopic study of Planetary hosting star HD 20794

Pakakaew Rittipruk, Alexander V. Yushchenko, Young-Woon Kang(강영운)[Sejong University]

15:10~15:25 구 ST-11 (p.44)

Bright stars observed by FIMS/SPEAR

Young-Soo Jo(조영수)[KASI/KAIST], Kwang-Il Seon(선광일)[KASI/UST],  
Kyoung-Wook Min(민경욱)[KAIST], Yeon-Ju Choi(최연주)[KAIST/KARI], Tae-Ho Lim(임태호),  
Yeo-Myeong Lim(임여명)[KAIST], Jerry Edelstein[University of California],  
Wonyong Han(한원용)[KASI]

15:25~16:10

사진촬영 및 포스터 발표

## 은하단 및 환경(Galaxy Clusters &amp; Environments)

좌장 : Sukyoung K. Yi(이석영)[Yonsei University]

16:10~16:25 구 GC-07 (p.33)

Recent galaxy mergers and star formation history of red sequence galaxies in rich Abell clusters at  $z \leq 0.1$ Yun-Kyeong Sheen(신윤경)[KASI], Sukyoung K. Yi(이석영)[Yonsei University],  
Chang H. Ree(이창희)[KASI], Yara Jeffé[ESO-Chile], Ricardo Demarco[University of  
Concepcion], Ezequiel Treister[Pontificia Universidad Catolica de Chile]

16:25~16:40 구 GC-08 (p.34)

Merger Induced Kinematic Anomalies in Abell 119

Sree Oh(오슬희)[Yonsei University], Hyunjin Jeong(정현진),  
Yun-Kyeong Sheen(신윤경)[KASI], Scott Croom[Univeristy of Sydney],  
Sukyoung Yi(이석영)[Yonsei University]

16:40~16:55 구 GC-09 (p.34)

Investigating X-ray cavities and the environmental effects

Jaejin Shin(신재진), Jong-Hak Woo(우종학)[SNU], John S. Mulchaey[Carnegie Observatories]

16:55~17:10 구 GC-10 (p.34)

Phase Space as a Tool for Understanding Galaxy Cluster Environmental Effects

Rory Smith, Jin Su Rhee(이진수), Hoseung Choi(최호승),  
Sukyoung Yi(이석영)[Yonsei University]

제1발표장 첫째날 : 4월 14일 (목)

은하단 및 환경(Galaxy Clusters & Environments) 좌장 : Sukyoung K. Yi(이석영)[Yonsei University]

17:10~17:40 박 GC-11 (p.35)

Study of galaxies in extensive area of the Virgo cluster

Suk Kim(김석)[KASI], Soo-Chang Rey(이수창)[CNU], Eon-Chang Sung(성언창)[KASI],  
Helmut Jerjen[3Australian National University], Thorsten Lisker[Universitat Heidelberg],  
Youngdae Lee(이영대), Jiwon Chung(정지원), Woong Lee(이웅)[CNU], Aeree Chung(정애리),  
yein Yoon(윤혜인)[Yonsei University]

17:40~17:50 휴식시간

중력파 특별강연 좌장 : Gungwon Kang(강궁원)[KISTI]

17:50~18:20 초 IT-02 (p.31)

Gravitational-Wave: challenges for the last 100 years

John J. Oh (오정근)[NIMS]

18:20~18:50 초 IT-03 (p.31)

Gravitational-Wave Astronomy

Chunglee Kim (김정리)[SNU]

19:00~ 만찬

**항성 1(Stellar Astronomy 1)****좌장 : Chun-Hwey Kim(김천휘)[CBNU]**

- 10:30~10:45 구 ST-01 (p.41)  
KIC 6220497: A New Algol-type Eclipsing Binary with  $\delta$  Sct Pulsations  
Jae Woo Lee(이재우)[KASI]
- 10:45~11:00 구 ST-02 (p.41)  
The first photometric analysis of the close binary system NSVS 1461538  
Hyoun-Woo Kim(김현우), Chun-Hwey Kim(김천휘)[CBNU]
- 11:00~11:15 구 ST-03 (p.41)  
The First Photometric Study of the Neglected Contact Binary GX Aurigae  
Jang-Ho Park(박장호)[KASI/CBNU], Jae Woo Lee(이재우)[KASI], Chun-Hwey Kim(김천휘)[CBNU]
- 11:15~11:30 구 ST-04 (p.42)  
Apsidal motions of 90 eccentric binary systems in the Small Magellanic Cloud  
Kyeongsoo Hong(홍경수)[KASI], Jae Woo Lee(이재우), Seung-Lee Kim(김승리)[KASI/UST],  
Jae-Rim Koo(구재림)[KASI], Chung-Uk Lee(이충욱)[KASI/UST]
- 11:30~11:45 구 ST-05 (p.42)  
Wolf-Rayet star evolution with clumpy envelope structure.  
Hye-Eun Jang(장혜은), Sung-Chul Yoon(윤성철)[SNU]
- 11:45~12:00 구 ST-06 (p.42)  
Infrared-Visible Photometric Analyses of Core-collapse Supernovae and Supernova Dust Formation  
Mina Pak(박민아)[KASI/UST], Dae-Sik Moon(문대식)[University of Toronto], Sang Chul KIM(김상철)[KASI/UST], Pegah Salbi[University of Toronto], Avishay Gal-Yam[Weizmann Institute of Science], Ho-Gyu Lee(이호규)[KASI], CCCP Members

12:00~13:20

점심시간

**초청강연(1발표장)****좌장 : Hyesung Kang(강혜성)[PNU]**

- 13:20~14:00 초 IT-01 (p.31)  
중력파: 우주를 보는 새로운 창  
Hyung Mok Lee(이형목)[SNU]

14:00~14:10

휴식시간

**태양 및 우주환경(Solar Physics & Space Environment) 좌장 : Junga Hwang(황정아)[KASI/UST]**

- 14:10~14:40 박 SS-01 (p.44)  
Steady-State Solution for Solar Wind Electrons by Spontaneous Emissions  
Sunjung Kim(김선정)[KHU], Peter H. Yoon[KHU/University of Maryland],  
G. S. Choe(최광선)[KHU]
- 14:40~14:55 구 SS-02 (p.44)  
Comparison of Empirical Magnetopause Location Models with Geosynchronous Satellite Data  
Eunsu Park(박은수), Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]
- 14:55~15:10 구 SS-03 (p.45)  
Collisionless Magnetic Reconnection and Dynamo Processes in a Spatially Rotating Magnetic Field  
Junggi Lee(이중기), G. S. Choe(최광선), Inhyeok Song(송인혁)[KHU]

**태양 및 우주환경(Solar Physics & Space Environment) 좌장 : Junga Hwang(황정아)[KASI/UST]**

15:10~15:25 구 SS-04 (p.45)

Dependence of spacecraft anomalies at different orbits on energetic electron and proton fluxes

Kangwoo Yi(이강우), Yong-Jae Moon(문용재), Ensang Lee(이은상), Jae-Ok Lee(이재옥)[KHU]

15:25~16:10 사진촬영 및 포스터 발표

**성간물질(Interstellar Medium) 좌장 : Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU]**

16:10~16:25 구 IM-01 (p.49)

MIRIS Paschen- $\alpha$  Galactic Plane Survey: Comparison with the H II region catalog in Cepheus region

Il-Joong Kim(김일중), Jeonghyun Pyo(표정현), Woong-Seob Jeong(정우섭),  
Won-Kee Park(박원기)[KASI], Min Gyu Kim(김민규)[KASI/SNU], Dukhang Lee(이덕행),  
Bongkon Moon(문봉곤), Sung-Joon Park(박성준), Youngsik Park(박영식), Dae-Hee Lee(이대희),  
Wonyong Han(한원용)[KASI]

16:25~16:40 구 IM-02 (p.49)

A comparison study of approximate and Monte Carlo radiative transfer methods for late type galaxy models

Dukhang Lee(이덕행)[KASI/UST], Maarten Baes[Ghent University],  
Kwang-il Seon(선광일)[KASI/UST]

16:40~16:55 구 IM-03 (p.50)

An Implementation of the Adaptive Ray Tracing Method in the Athena Code

Jeong-Gyu Kim(김정규), Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU], Eve C. Ostriker[Princeton University]

16:55~17:10 구 IM-04 (p.50)

Estimation of Fuel Rate on the Galactic Disk from High Velocity Cloud (HVC) Infall

Kwang Hyun Sung(성광현), Kyujin Kwak(곽규진)[UNIST]

17:10~17:25 구 IM-05 (p.50)

Formation of star cluster clumps in the strong tidal field with initial fractal distribution

So-Myoung Park(박소명)[KHU], Simon P. Goodwin[University of Sheffield],  
Sungsoo S. Kim(김성수)[KHU]

17:25~17:40 구 IM-06 (p.51)

Several factors affect density and magnetic field correlation

Heesun Yoon(윤희선), Jungyeon Cho(조정연)[CNU], Jongsoo Kim(김종수)[KASI]

17:40~17:50 휴식시간

**중력파 특별강연(제1발표장) 좌장 : Gungwon Kang(강궁원)[KISTI]**

17:50~18:20 초 IT-02 (p.31)

Gravitational-Wave: challenges for the last 100 years

John J. Oh (오정근)[NIMS]

18:20~18:50 초 IT-03 (p.31)

Gravitational-Wave Astronomy

Chunglee Kim (김정리)[SNU]

19:00~ 만찬

## 고천문학 및 교육홍보(Historical Astro. &amp; Public Outreach) 좌장 : Kang Hwan Lee(이강환)[GNSM]

- 10:30~10:45 구 HA-01 (p.51)  
Calculation method for the solar and lunar motions in the Chongxiu Daming calendar  
Goeun Choi,(최고은), Byeong-Hee Mihn(민병희)[UST/KASI],  
Ki-Won Lee(이기원)[Catholic University of Daegu]
- 10:45~11:00 구 HA-02 (p.51)  
A Study on the Internal Composition for the Operating Mechanism of Heumgyeonggaknu  
(欽敬閣漏) -On the Internal Composition of Clepsydra and Jujeon(籌箭)-  
Seon Young Ham(함선영)[CBNU/KASI], Sang Hyuk Kim(김상혁)[KASI/UST],  
Yong-gi Kim(김용기), Yong Sam Lee(이용삼)[CBNU]
- 11:00~11:15 구 HA-03 (p.51)  
A Preliminary Study on the Model of the Shadow Definer (影符) Using for the Large and  
Small Gnomon of Joseon  
Byeong-Hee Mihn(민병희)[UST/KASI], Ki-Won Lee(이기원)[Catholic University of Daegu],  
Sang Hyuk Kim(김상혁)[KASI/UST],
- 11:15~11:30 구 HA-04 (p.52)  
MURO - Mangpo high school Unmanned Robotic Observatory  
Hyunjong Kim(김현종)[KHU/Mangpo High School], Soojong Pak(박수종)[KHU],  
Youngjong Kim(김영종)[Mangpo High School]
- 11:30~11:45 구 HA-05 (p.52)  
Development of Educational Materials in KMTNet Project  
Jae-Gyu Byeon(변재규), Chang Hyun Baek(백창현)[NSM], Dong-Joo Lee(이동주)[KASI],  
Seung-Lee Kim(김승리)[KASI/UST], Seok-Kyun Oh(오석균)[NSM]
- 11:45~12:00 구 HA-06 (p.52)  
Planetariums in Korea  
Chang Hyun Baek(백창현)[NSM], Soonchang Park(박순창), Saetbyul Choi(최셋별)[MetaSpace]

12:00~13:20 점심시간

## 초청강연(1발표장)

좌장 : Hyesung Kang(강혜성)[PNU]

- 13:20~14:00 초 IT-01 (p.31)  
중력파: 우주를 보는 새로운 창  
Hyung Mok Lee(이형목)[SNU]

14:00~14:10 휴식시간

## KMTNet 1

좌장 : Seung-Lee Kim(김승리)[KASI/UST]

- 14:10~14:25 구 KMT-01 (p.52)  
Observational Performance of KMTNet - Bulge Season 2015  
Chung-Uk Lee(이충욱), Seung-Lee Kim(김승리)[KASI/UST], Dong-Jin Kim(김동진)[KASI],  
Sang-Mok Cha(차상목), Yongseok Lee(이용석)[KASI/KHU], Jin-Sun Lim(임진선),  
Dong-Joo Lee(이동주)[KASI], Byeong-Gon Park(박병곤)[KASI/UST]
- 14:25~14:40 구 KMT-02 (p.53)  
KMTNet Supernova Program : Year One Progress Report  
Sang Chul KIM(김상철)[KASI/UST], Dae-Sik Moon(문대식)[University of Toronto],  
Jae-Joon Lee(이재준)[KASI], Mina Pak(박민아), Hong Soo Park(박홍수)[KASI/UST],  
on behalf of the KMTNet Supernova Program Team

**KMTNet 1(KMTNet 1)****좌장 : Seung-Lee Kim(김승리)[KASI/UST]**

14:40~14:55 구 KMT-03 (p.53)

New Dwarf Galaxies in the Nearby NGC 2784 Galaxy Group Discovered in the KMTNet Supernova Program

Hong Soo Park(박홍수)[KASI/UST], Dae-Sik Moon(문대식)[University of Toronto], Jae-Joon Lee(이재준)[KASI], Mina Pak(박민아), Sang Chul Kim(김상철)[KASI/UST],  
on behalf of the KMTNet Supernova Program Team

14:55~15:10 구 KMT-04 (p.53)

KINGS: A Preliminary Result of the Fornax cluster

JaeHyung Lee(이재형), Myung Gyoon Lee(이명균)[SNU],  
Sungsoon lim(임성순)[Peking University],  
Jubee Sohn(손주비)[Smithsonian Center for Astrophysical Observatory],  
In Sung Jang(장인성), Jinhyuk Ryu(류진혁), Gwang-Ho Lee(이광호), Youkyung Ko(고유경),  
Jung Hwan Lee(이정환)[SNU]

15:10~15:25 구 KMT-05 (p.54)

Current Status of the KMTNet Active Nuclei Variability Survey (KANVaS)

Joonho Kim(김준호), Marios Karouzos, Myungshin Im(임명신)[SNU]

15:25~16:10

사진촬영 및 포스터 발표

**KMTNet 2/태양계 1(KMTNet 2/Solar System 1)****좌장 : Ho Jin(진호)[KHU]**

16:10~16:25 구 KMT-06 (p.54)

DEEP-South: Round-the-Clock Physical Characterization and Survey of Small Solar System Bodies in the Southern Sky

Hong-Kyu Moon(문홍규), Myung-Jin Kim(김명진), Dong-Goo Roh(노동구), Jintae Park(박진태),  
Hong-Suh Yim(임홍서), Young-Jun Choi(최영준), Young-Ho Bae(배영호)[KASI],  
Hee-Jae Lee(이희재)[KASI/CBNU], Young-Seok Oh(오영석)[KHU], the DEEP-South Team

16:25~16:40 구 KMT-07 (p.54)

DEEP-South: Automated Scheduler and Data Pipeline

Hong-Suh Yim(임홍서), Myung-Jin Kim(김명진), Dong-Goo Roh(노동구), Jintae Park(박진태),  
Hong-Kyu Moon(문홍규), Young-Jun Choi(최영준), Young-Ho Bae(배영호)[KASI],  
Hee-Jae Lee(이희재)[KASI/CBNU], Young-Seok Oh(오영석)[KHU], the DEEP-South Team

16:40~16:55 구 KMT-08 (p.55)

DEEP-South: Preliminary Lightcurve Analysis of Potentially Hazardous Asteroids (PHAs)

Myung-Jin Kim(김명진), Hong-Kyu Moon(문홍규), Young-Jun Choi(최영준),  
Hong-Suh Yim(임홍서), Jintae Park(박진태), Dong-Goo Roh(노동구)[KASI],  
Hee-Jae Lee(이희재)[KASI/CBNU], Young-Seok Oh(오영석)[KHU], the DEEP-South Team

16:55~17:10 구 KMT-09 (p.55)

DEEP-South: Photometric Study of NPA rotators 5247 Krolv and 14764 Kilauea

Hee-Jae Lee(이희재)[CBNU/KASI], Myung-Jin Kim(김명진), Hong-Kyu Moon(문홍규),  
Jintae Park(박진태)[KASI], Chun-Hwey Kim(김천희)[CBNU], Young-Jun Choi(최영준),  
Hong-Suh Yim(임홍서), Dong-Goo Roh(노동구)[KASI], Young-Seok Oh(오영석)[KHU],  
The DEEP-South Team

17:10~17:25 구 KMT-10 (p.56)

DEEP-South: Taxonomic Classification of Asteroids Based on Johnson-Cousins Photometric System

Dong-Goo Roh(노동구), Hong-Kyu Moon(문홍규), Myung-Jin Kim(김명진), Jintae Park(박진태),  
Young-Jun Choi(최영준), Hong-Suh Yim(임홍서)[KASI], Hee-Jae Lee(이희재)[CBNU/KASI],  
Young-Seok Oh(오영석)[KHU], the DEEP-South team

제3발표장 첫째날 : 4월 14일 (목)

KMTNet 2/태양계 1(KMTNet 2/Solar System 1) 좌장 : Ho Jin(진호)[KHU]

17:25~17:40 구 KMT-11 (p.56)

Multi-aperture Photometry Pipeline for DEEP-South Data

Seo-Won Chang(장서원), Yong-Ik Byun(변용익)[Yonsei University], Myung-Jin Kim(김명진),  
Hong-Kyu Moon(문홍규), Hong-Suh Yim(임홍서), Min-Su Shin(신민수)[KASI],  
Young-Woon Kang(강영운)[Sejong University]

17:40~17:50 휴식시간

중력파 특별강연 (제1발표장) 좌장 : Gungwon Kang(강궁원)[KISTI]

17:50~18:20 초 IT-02 (p.31)

Gravitational-Wave: challenges for the last 100 years

John J. Oh (오정근)[NIMS]

18:20~18:50 초 IT-03 (p.31)

Gravitational-Wave Astronomy

Chunglee Kim (김정리)[SNU]

19:00~ 만찬



초청강연

좌장 : Young-deuk Park(박영득)[KASI]

09:30~10:10 초 IT-04 (p.31)

The solar photospheric and chromospheric magnetic field as observed in the near-infrared  
Manuel Collados[Instituto de Astrofísica de Canarias/Universidad de La Laguna]

10:10~10:20

휴식시간

활동은하핵 및 피드백(AGN & Feedback)

좌장 : Minjin Kim(김민진)[KASI/UST]

10:20~10:35 구 GC-12 (p.35)

Systemic search for gas outflows in AGNs and star-forming galaxies

Jong-Hak Woo(우종학), Dong hoon Son(손동훈)[SNU],  
Hyun-Jin Bae(배현진)[SNU/Yonsei University]

10:35~10:50 구 GC-13 (p.35)

Bar effects on the central SF and AGN activities in the SDSS galaxy sample

Minbae Kim(김민배), Yun-Yung Choi(최윤영), Sungsoo S. Kim(김성수)[KHU]

10:50~11:05 구 GC-14 (p.36)

Constraining the shielded wind scenario in PG 2112+059

Cristian Saez[KASI], Niel Brandt[Pennsylvania State University],  
Franz Bauer[Pontificia Universidad Catolica], Fred Hamann[University of Florida],  
George Chartas[College of Charleston], Sarah Gallagher[University of Western]

11:05~11:20 구 GC-15 (p.36)

The long-term centimeter variability of active galactic nuclei: A new relation between  
variability timescale and black hole mass

Jongho Park(박종호), Sascha Trippe[SNU]

11:20~11:35 구 GC-16 (p.37)

Acceleration of Relativistic Jets on Sub-parsec Scales

Sang-Sung Lee(이상성)[KASI/UST], Andrei Lobanov, Thomas P. Krichbaum,  
J. Anton Zensus[Max-Planck Institute]

11:35~11:50 구 GC-17 (p.37)

The drivers and energetics of ionized gas outflows in powerful Type 2 AGN in the local  
Universe

Marios Karouzos, Jong-Hak Woo(우종학)[SNU], Hyun-Jin Bae(배현진)[SNU/Yonsei University]

11:50~13:10

점심시간

초청강연

좌장 : Kang-Min Kim(김강민)[KASI]

13:10~13:50 초 IT-05 (p.32)

20 years of Bohyunsan Optical Astronomy Observatory

Hyun-Il Sung(성현일)[KASI]

13:50~14:00

휴식시간

## 초기우주 및 우주론(Early Universe &amp; Cosmology) 좌장 : Yong-Seon Song(송용선)[KASI]

14:00~14:15 구 GC-18 (p.37)

Discovery of a Faint Quasar at  $z \sim 6$  and Implications for Cosmic Reionization

Yongjung Kim(김용정), Myungshin Im(임명신), Yiseul Jeon(전이슬)[SNU],  
 Minjin Kim(김민진)[KASI/UST], Changsu Choi(최창수), Jueun Hong(홍주은),  
 Minhee Hyun(현민희)[SNU], Hyunsung David Jun(전현성)[SNU/California Institute of  
 Technology], Marios Karouzos, Dohyeong Kim(김도형)[SNU], Duho Kim(김두호)[SNU/Arizona  
 State University], Jae-Woo Kim(김재우)[SNU], JiHoon Kim(김지훈)[NAO],  
 Seong-Kook Lee(이성국)[SNU], Soojong Pak(박수종)[KHU], Won-Kee Park(박원기)[KASI],  
 Yoon Chan Taak(탁윤찬), Yongmin Yoon(윤용민)[SNU]

14:15~14:30 구 GC-19 (p.38)

GRB 140304A at  $z=5.283$ : Implications on the high redshift universe and the observed flaring activities

Soomin Jeong(SKKU)

14:30~14:45 구 GC-20 (p.38)

Study on mapping of dark matter clustering from real space to redshift space

Yi Zheng, Yong-Seon Song(송용선)[KASI]

14:45~15:00 구 GC-21 (p.38)

Cosmic Distances Probed Using The BAO Ring

Cristiano G. Sabiu, Yong-Seon Song(송용선)[KASI]

15:00~15:15 구 GC-22 (발표취소)

The Search for Fossil Systems in the XMM Cluster Survey and the Dark Energy Survey

Jeeseon Song(송자선)[KASI]

15:15~15:25

휴식시간

## 은하 모델 (Galaxy Models)

좌장 : Juhan Kim(김주한)[KIAS]

15:25~15:40 구 GC-23 (p.39)

Three-dimensional simulations of star formation in central region of barred-spiral galaxies

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

15:40~15:55 구 GC-24 (p.39)

Non-axisymmetric Features of Dwarf Elliptical Galaxies

Sungwon Kwak(곽성원), Woong-Tae Kim(김웅태)[SNU], Soo-Chang Rey(이수창),  
 Suk Kim(김석)[CNU]

15:55~16:10 구 GC-25 (p.39)

Formation and evolution of sub-galactic structures around dwarf galaxy-sized halos

Kyungwon Chun(천경원)[KHU], Jihye Shin(신지혜)[KIAS], Sungsoo S. Kim(김성수)[KHU]

16:10~16:25 구 GC-26 (p.40)

Rotation of galaxies and the role of galaxy mergers

Hoseung Choi(최호승), Sukyoung Yi.(이석영)[Yonsei University]

16:25~16:40 구 GC-27 (p.40)

A 3-D BICONICAL OUTFLOW MODELING OF GAS KINEMATICS FOR TYPE 2 AGNs

Hyun-Jin Bae(배현진)[SNU/Yonsei University], Jong-Hak Woo(우종학)[SNU]

16:40~

우수포스터상 시상 및 폐회

초청강연(제 1 발표장)

좌장 : Young-deuk Park(박영득)[KASI]

09:30~10:10 초 IT-04 (p.31)

The solar photospheric and chromospheric magnetic field as observed in the near-infrared  
Manuel Collados[Instituto de Astrofísica de Canarias/Universidad de La Laguna]

10:10~10:20

휴식시간

태양계 2(Solar System 2)

좌장 : Sungsoo S. Kim(김성수)[KHU]

10:20~10:35 구 SS-11 (p.47)

Seasonal Variations of the Zodiacal Light toward the Ecliptic Poles at the Infrared Wavelengths

Jeong hyun Pyo(표정현), Il-Joong Kim(김일중)[KASI], Woong-Seob Jeong(정웅섭)[KASI/UST],  
Dae-Hee Lee (이대희), Bongkon Moon(문봉곤), Youngsik Park(박영식), Sung-Joon Park(박성준),  
Won-kee Park(박원기)[KASI], Duk-Hang Lee(이덕행)[KASI/UST], Uk-Won Nam(남옥원)[KASI],  
Wonyong Han(한원용), Kwang-Il Seon(선광일)[KASI/UST], Toshio Matsumoto[ISAS/JAXA],  
Min Gyu Kim(김민규), Hyung Mok Lee(이형목)[SNU]

10:35~10:50 구 SS-12 (p.48)

A Polarimetric Study of Long-Period Comet C/2013 US10 (Catalina) and Estimation of Its Gas Contamination in Optical and Near-Infrared Wavelengths

Yuna Grace Kwon(권유나), Masateru Ishiguro[SNU], Daisuke Kuroda[Okayama Astrophysical  
Observatory], Hidekazu Hanayama[NAOJ], Koji S. Kawabata, Hiroshi Akitaya, Ryosuke Itoh,  
Tatsuya Nakaoka[Hiroshima University]

10:50~11:05 구 SS-13 (p.48)

Dynamical evolution of dust particles: from comets to the inner solar system

Hongu Yang(양홍규), Masateru Ishiguro[SNU]

11:05~11:20 구 SS-14 (p.48)

Measuring Homopause Temperatures of Jupiter, Saturn, and Titan via Three-micron Emission Spectra of CH<sub>4</sub>

Sang-Joon Kim(김상준)[KHU]

11:20~11:35 구 SS-15 (발표취소)

~~A study on rotational property for the Mars-crossing asteroid 2078 Nanking~~

~~Jung-Yong Choi(최정용)[KNU], Myung-Jin Kim(김명진), Young-Jun Choi(최영준)[KASU],  
Tae-Seog Yoon(윤태석)[KNU]~~

11:35~11:50 구 SS-16 (p.49)

An interpretation of potential catastrophic collision at P/2010 A2

Yoonyoung Kim(김윤영), Masateru Ishiguro[SNU], Tatsuhiro Michikami[Kinki University],  
Akiko M. Nakamura[Kobe University]

11:50~13:10

점심시간

초청강연(제 1 발표장)

좌장 : Kang-Min Kim(김강민)[KASI]

13:10~13:50 초 IT-05 (p.32)

20 years of Bohyunsan Optical Astronomy Observatory

Hyun-Il Sung(성현일)[KASI]

13:50~14:00

휴식시간

## 남북천문협력(S-N Korea Cooperation in Astronomy) 좌장 : Young Chol Minh(민영철)[KASI]

14:00~14:30 초 CSNA-01 (p.56)

North Korea Science and Technology : Overview and Current Trends

Hyun-kyoo Choi(최현규)[KISTI]

14:30~14:45 구 CSNA-02 (p.56)

Cooperation Research Plan in the Astronomy Fields between South Korea and North Korea

Insung Yim(임인성), Hong-Jin Yang(양홍진), Young Chol Minh(민영철), Taehyun Jung(정태현),

Kyoung-Suk Lee(이경숙)[KASI], Hyun-kyoo Choi(최현규)[KISTI]

14:45~15:00 구 CSNA-03 (p.57)

Cooperation Research Plan in the Historical Astronomy between South Korea and North Korea

Hong-Jin Yang(양홍진), Insung Yim(임인성)[KASI]

15:00~15:15 구 CSNA-04 (p.57)

High Resolution VLBI Research by Extending KVN to North Korea

Taehyun Jung(정태현), Do-Young Byun(변도영)[KASI/UST], Insung Yim(임인성),

Young Chol Minh(민영철), Hyun-Goo Kim(김현규)[KASI]

15:15~15:25

휴식시간

## 천문우주 관측기술(Astrophysical Techniques)

좌장 : Sungho Lee(이성호)[KASI]

15:25~15:40 구 AT-01 (p.57)

Optics of the light-weight and foldable telescope based on the Fresnel lens

Hyungjoon Yu(유형준), Yong-Sun Park(박용선)[SNU], Haeun Chung(정하은)[SNU/KIAS]

15:40~15:55 구 AT-02 (p.58)

K-GMT Science Program in 2016 and Future Prospect

Narae Hwang(황나래), Minjin Kim(김민진), Jae-Joon Lee(이재준), Hwi Hyun Kim(김희현),

Ho-Gyu Lee(이호규), Soung-Chul Yang(양성철), Byeong-Gon Park(박병곤)[KASI]

15:55~16:10 구 AT-03 (p.58)

Status Report of the NISS and SPHEREx Missions

Woong-Seob Jeong(정웅섭)[KASI/UST], Sung-Joon Park(박성준), Bongkon Moon(문봉곤),

Dae-Hee Lee(이대희), Won-Kee Park(박원기)[KASI], Duk-Hang Lee(이덕행),

Kyeongyeon Ko(고유경)[KASI/UST], Jeonghyun Pyo(표정현), Il-Joong Kim(김일중),

Youngsik Park(박영식), Ukwon Nam(남옥원)[KASI], Minjin Kim(김민진)[KASI/UST],

Jongwan Ko(고종완)[KASI], Myungshin Im(임명신), Hyung Mok Lee(이형목)[SNU],

Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Goo-Hwan Shin(신구환), Jangsoo Chae(채종수)[KAIST],

Toshio Matsumoto[KASI/ISAS/JAXA], NISS Team / SPHEREx Korean Consortium

16:10~16:25 구 AT-04 (p.58)

The East-Asian VLBI Network: Recent Progress and Results of the First Imaging Test

Kiyooki Wajima, Duk-Gyoo Roh(노덕규), Se-Jin Oh(오세진), Taehyun Jung(정태현),

Jongsoo Kim(김종수)[KASI], Yoshiaki Hagiwara[Toyo University], Kazuhiro Hada,

Noriyuki Kawaguchi, Hideyuki Kobayashi, Yuanwei Wu[[NAO]], Kenta Fujisawa[Yamaguchi

University], Tao An, Willem A. Baan, Wu Jiang, Zhi-Qiang Shen, Bo Xia[hanghai

Astronomical Observatory], Ming Zhang[Xinjiang Astronomical Observatory], Longfei Hao,

Min Wang[unnan Astronomical Observatory],

16:25~16:40 구 AT-05 (p.59)

Proposal for Busan Metropolitan City Astronomical Observatory

Sang Hyun Lee(이상현)[KASI], Hyesung Kang(강혜성), Hong Bea Ann(안홍배)[PNU]

16:40~

우수포스터상 시상 및 폐회

초청강연(제 1 발표장)

좌장 : Young-deuk Park(박영득)[KASI]

09:30~10:10 초 IT-04 (p.31)

The solar photospheric and chromospheric magnetic field as observed in the near-infrared  
Manuel Collados[Instituto de Astrofísica de Canarias/Universidad de La Laguna]

10:10~10:20

휴식시간

태양 및 우주환경 2(Solar Physics & Space Environment) 좌장 : Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]

10:20~10:35 구 SS-05 (p.45)

Prediction of Long-term Solar Activity based on Fractal Dimension Method

Rok-Soon Kim(김록순)[KASI/UST]

10:35~10:50 구 SS-06 (p.46)

Spatial and Statistical Properties of Electric Current Density in the Nonlinear Force-Free Model of Active Region 12158

Jihye Kang (강지혜), Tetsuya Magara[KHU], Satoshi Inoue[Max-Planck Institute]

10:50~11:05 구 SS-07 (p.46)

Comparison of the Damped Oscillations in between the Solar and Stellar flares

Kyung-Suk Cho(조경석), Il-Hyun Cho(조일현)[KASI/UST], Su-Jin Kim(김수진)[KASI]

11:05~11:20 구 SS-08 (p.46)

Simulation of a solar eruption with a background solar wind

Hwanhee Lee(이환희), Tetsuya Magara, Jihye Kang(강지혜)[KHU],

Satoshi Inoue[Max-Planck Institute]

11:20~11:35 구 SS-09 (p.47)

Development of Full ice-cream cone model for HCME 3-D parameters

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

11:35~11:50 구 SS-10 (p.47)

Comparison between quasi-linear theory and particle-in-cell simulation of solar wind instabilities

Junga Hwang(황정아)[KASI/UST], Jungjoon Seough(서성준)[University of Toyama],

Peter H. Yoon[University of Maryland/khu]

11:50~13:10

점심시간

초청강연(제 1 발표장)

좌장 : Kang-Min Kim(김강민)[KASI]

13:10~13:50 초 IT-05 (p.32)

20 years of Bohyunsan Optical Astronomy Observatory

Hyun-Il Sung(성현일)[KASI]

13:50~14:00

휴식시간

보현산 천문대 20주년 1(20th Anniversary of BOAO 1) 좌장 : Young-Beom Jeon(전영범)[KASI]

14:00~14:15 구 BOAO-01 (p.59)

Beyond the BOES : IGRINS, GCLEF and GMTNIRS

Kang-Min Kim(김강민), Chan Park(박찬), Moo Young Chun(천무영), (Jihun Kim)김지현,  
Jae Sok Oh(오재석), Sung-Joon Park(박성준), Jeong Gyun Jang(장정균), Bi Ho Jang(장비호),  
Sungho Lee(이성호)[KASI], Heeyoung Oh(오희영)[KASI/UST], In Soo Yuk(육인수)[KASI]

14:15~14:30 구 BOAO-02 (p.59)

Search for exoplanet using by BOES

Byeong-Cheol Lee(이병철), Inwoo Han(한인우), Kang-Min Kim(김강민)[KASI],  
Myeong-Gu Park(박명구)[KNU], Gwanghui Jeong(정광희)[KASI], David Mkrichian[National  
Astronomical Research Institute of Thailand], Masashi Omiya[NAO],  
Artie Hatzes[Thüringer Landessternwarte Tautenburg Germany]

14:30~14:45 구 BOAO-03 (p.59)

High Resolution Spectroscopy of Raman Features in Symbiotic Stars and Young Planetary  
Nebulae Using the BOES

Hee-Won Lee(이희원)[Sejong University]

14:45~15:00 구 BOAO-04 (p.60)

BOES Survey of FU Orionis-type Objects

Jeong-Eun Lee(이정은), Sunkyung Park(박선경), Sung-Yong Yoon(윤성용)[KHU],  
Sang-Gak Lee(이상각), Wonseok Kang(강원석)[NYSC], Hyun-Il Sung(성현일),  
Won-Keek Park(박원기)[KASI], Tae Seog Yoon(윤태석), Dong-Hwan Cho(조동환)[KNU],  
Keun-Hong Park(박근홍)[SNU]

15:00~15:15 구 BOAO-05 (p.60)

Time-series Spectroscopy of the Pulsating Eclipsing Binaries using BOES

Jae-Rim Koo(구재림)[KASI], Jae Woo Lee(이재우)[KASI/UST], Kyeongsoo Hong(홍경수)[KASI],  
Seung-Lee Kim(김승리), Chung-Uk Lee(이충욱)[KASI/UST], Jang-Ho Park(박종호)[KASI/CBNU]

15:15~15:25 휴식시간

보현산 천문대 20주년 2(20th Anniversary of BOAO 2) 좌장 : Hyun-Il Sung(성현일)[KASI]

15:25~15:40 구 BOAO-06 (p.60)

Time-Series Photometry with the BOAO 1.8m Telescope

Seung-Lee Kim (김승리)[KASI]

15:40~15:55 구 BOAO-07 (p.60)

Photometric Research in BOAO: Variable Stars in Star Clusters

Young-Beom Jeon(전영범)[KASI]

15:55~16:10 구 BOAO-08 (p.61)

Study of Transients at BOAO

Myungshin Im(임명신)[SNU]

16:10~16:25 구 BOAO-09 (p.61)

Twenty Years of CCD Photometric Studies on Globular Clusters with the BOAO 1.8 m  
Telescope

Dong-Hwan Cho(조동환)[KNU], Sang-Gak Lee(이상각)[SNU/NYSC],  
Tae Seog Yoon(윤태석)[KNU], Hyun-Il Sung(성현일)[KNU/KASI]

16:25~16:40 구 BOAO-10 (p.61)

KEEP-North : Kirkwood Excitation and Exile Patrol of the Northern Sky

Myung-Jin Kim(김명진), Young-Jun Choi(최영준), Hong-Kyu Moon(문홍규)[KASI]

16:40~ 우수포스터상 시상 및 폐회

포스터 발표

고천문학/천문역법(Historical Astronomy/Almanac)

포 HA-01 (p.63)

A Study on the Il-seong-jeong-si-ui (日星定時儀) in King Sejong Era

Sang Hyuk Kim(김상혁), Byeong-Hee Mihn(민병희)[KASI/UST], Lee Yong Sam(이용삼)[CBNU]

포 HA-02 (p.63)

Analysis of Modern Astronomical Terminology in the Early 1900s

Uhn Mee Bahk(박은미)[KASI], Byeong-Hee Mihn(민병희)[KASI/UST]

교육홍보(Education & Outreach)

포 AE-01 (p.63)

Performance Test of NYSC 1m Telescope by Photometric Observation of M35

Wonseok Kang(강원석), Taewoo Kim(김태우), Sun-gill Kwon(권순길),  
Sang-Gak Lee(이상각)[NYSC]

포 AE-02 (p.63)

Astronomy experiments using digital instruments(디지털 장비를 이용한 천문 실험)

Sang Hyun Lee(이상현)[KASI], Kyung Hoon Lee(이경훈)[Busan Science High School],  
Enjung Lee(이은정)[Busan Science High School/Busanil Science High School],

Joo Hyun Park(박주현)[Ulsan Science High School], Kyu Bin Jang(장규빈), Dongho Lee(이동호),  
Hyungyu Jo(조현규), MinWook Lee(이민욱)[Busanil Science High School],

Ga Hyung Kim(김가형)[Ulsan Science High School], Minjun Ku(구민준)[Busan Science High  
School], Jinwoo Seol(설진우), Dong Ju Kim(김동주)[Busanil Science High School],

KangJin Kin(김강진), Gyutae Park(박규태), Do-Hoon Kim(김도훈)[Busan Science High School],  
Do Yun Kim(김도윤), Sumin Lee(이수민), SeongKeong Moon(문성경)[Busanil Science High

School], LaEl Shin(신라엘), Joonyoung Choi(최준영), Jaehyung Ahn(안재형),  
Wonseok Choi(최원석), ChiYoung Kim(김치영)[Busan Science High School],

Jeong Hyeon Park(박정현), Se Hyeun Jo(조세현),  
Kwan Hun Shin(신관훈)[Ulsan Science High School]

포 AE-03 (p.64)

2016 YAM & We Love Galaxies Joint Workshop for Graduate Students

Minhee Hyun(현민희), Gwang-Ho Lee(이광호)[SNU], Sung-Ho An(안성호),

Yijung Kang(강이정)[Yonsei University], Seok-Jun Chang(장석준), Doohyun Choi(최두현)[Sejong  
University], Haeun Chung(정하은), Jisu Kang(강지수)[SNU], Jinhyub Kim(김진협)[Yonsei

University], Minbae Kim(김민배)[KHU], Jeong Hwan Lee(이정환)[SNU], Joowon Lee(이주원)[KHU],  
Nawon Lee(이나원)[SNU], Jintae Park(박진태)[KASI], Jihey Shin(신지혜)[KNU],

Hyunju Yoo(유현주)[CNU]

포 AE-04 (p.64)

Activity Report of Young Astronomers Meeting in 2015-16 Season

Minhee Hyun(현민희)[SNU], Sung-Ho An(안성호)[Yonsei University], Jintae Park(박진태)[KASI],  
Haeun Chung(정하은)[SNU], Jeong-Eun Heo(허정은)[Sejong University],

Seungsoo Hong(홍승수)[Yonsei University], Hye-Ran Lee(이혜란)[KASI/UST],  
Jihey Shin(신지혜)[KNU], Hyunju Yoo(유현주)[CNU], Hyeong-Sik Yoon(윤형식)[KHU]

외부은하/우주론(Galaxy Evolution/Cosmology)

포 GC-01 (p.64)

Gravitational Lensing by an Ellipsoid with a Supermassive Black Hole

Donghyeon Kim(김동현), Myeong-Gu Park(박명구)[KNU]

포 GC-02 (p.64)

Observation of early photons of Gamma-ray bursts from UFFO/Lomonosov

Soomin Jeong(정수민), I. H. Park(박일홍)[SKKU], on behalf of the UFFO collaboration

외부은하/우주론(Galaxy Evolution/Cosmology)

- 포 GC-03 (p.65)  
Monitoring of Gamma-ray Bright AGN : The Multi-Frequency Polarization of the Flaring Blazar 3C 279  
Sincheol Kang(강신철), Sang-Sung Lee(이상성)[KASI/UST], Do-Young Byun(변도영)[KASI]
- 포 GC-04 (p.65)  
The Demographics of galactic bulges in the SDSS database  
Keunho Kim(김근호), Sree Oh(오슬희)[Yonsei University], Hyunjin Jeong(정현진)[KASI], Alfonso Aragón-Salamanca[University of Nottingham], Rory Smith, Sukyoung K. Yi(이석영)[Yonsei University]
- 포 GC-05 (p.66)  
Connection between the gamma-ray outbursts and the jet activity of BL Lacertae  
Dae-Won Kim(김대원), Sascha Trippe, Jong-Ho Park(박종호), Jung-Hwan Oh(오정환), Tae-Seok Lee(이태석)[SNU], Sang-Sung Lee(이상성), Juan-Carlos Algaba, Guangyao Zhao, Motoki Kino, Kiyooki Wajima, Sin-Cheol Kang(강신철)[KASI], Jae-Young Kim(김재영)[SNU]
- 포 GC-06 (p.66)  
What Makes Red Quasars Red?  
Dohyeong Kim(김도형), Myungshin Im(임명신)[SNU]
- 포 GC-07 (p.66)  
Herschel/SPIRE Galaxies in the NEP-Wide Field - Preliminary Results  
Seong Jin Kim(김성진), Woong-Seob Jeong(정웅섭)[KASI], Hyung Mok Lee(이형목)[SNU], the NEP team members
- 포 GC-08 (p.66)  
On the origin of super-Helium-rich population in the Milky Way bulge  
Jaeyeon Kim(김재연), Daniel Han(한다니엘), Young-Wook Lee(이영욱)[Yonsei University]
- 포 GC-09 (p.67)  
Near-infrared Polarimetric Study of N159/N160 Star Forming Regions in the Large Magellanic Cloud  
Jaeyeong Kim(김재영)[KHU/KASI], Woong-Seob Jeong(정웅섭)[KASI/UST], Soojong Pak(박수종)[KHU], Jeonghyun Pyo(표정현)[KASI], Motohide Tamura
- 포 GC-10 (p.67)  
Estimating dark matter mass for the most massive high-z galaxy cluster, SPT-CL J2106-5844 using weak-lensing analysis with HST observations  
Jinhyub Kim(김진협), Myung kook James Jee(지명국)[Yonsei University], Jongwan Ko(고종완)[KASI]
- 포 GC-11 (p.67)  
What Shapes Disk Galaxies?: Bar Driven Secular Evolution on Disk Galaxies  
Taehyun Kim(김태현)[KASI], Dimitri A. Gadotti[European Southern Observatory], Lia Athanassoula, Albert Bosma[Aix Marseille Universite], Kartik Sheth[NASA], Myung Gyoon Lee(이명균)[SNU]
- 포 GC-12 (p.68)  
Effect of stellar mass black holes in the globular clusters on the detection rate of binary black hole mergers.  
Dawoo Park(박다우), Chunglee Kim(김천휘), Hyung Mok Lee(이형목), Yeong-Bok Bae(배용복)[SNU]
- 포 GC-13 (p.68)  
REVERBERATION MAPPING OF PG 0934+013 WITH THE SOUTH AFRICAN LARGE TELESCOPE  
Songyoun Park(박송연), Jong-Hak Woo(우종학), Yiseul Jeon(전이슬), Dawoo Park (박다우)[SNU], Encarni Romero-Colmenero, Steven M. Crawford[SAAO], Aaron Barth, Luiyi Pei[University of California], Changsu Choi(최창수)[SNU], Ryan Hickox[Dartmouth College], Hyun-Il Sung(성현일)[KASI], Myungshin Im(임명신)[SNU]



외부은하/우주론(Galaxy Evolution/Cosmology)

- 포 GC-14 (p.68)  
Environment of Warped Galaxy  
Hyeon Jung Bae(배현정), Hong Bae Ann(안홍배)[PNU]
- 포 GC-15 (p.68)  
The milli-arcsecond scale radio properties of central AGNs in cool-core and non cool-core clusters  
Junhyun Baek(백준현), Aeree Chung(정애리)[Yonsei University], Evangelia Tremou[Michigan State University], Bongwon Sohn(손봉원), Taehyun Jung(정태현)[KASI/UST], Hyunwook Ro(노현욱)[Yonsei University/KASI]
- 포 GC-16 (p.69)  
Comparison between the Pair Fractions of Dark Matter Halos and Galaxies in Cosmological Simulations  
Sung-Ho An(안성호)[Yonsei University], Juhan Kim(김주환)[KIAS], Suk-Jin Yoon(윤석진)[Yonsei University]
- 포 GC-17 (p.69)  
The Environmental Dependence of the Mass-Size Relation for the Most Massive Galaxies  
Yongmin Yoon(윤용민), Myungshin Im(임명신)[SNU]
- 포 GC-18 (p.69)  
A Phase-space View of Environmentally Driven Processes in the Virgo Cluster  
Hyein Yoon (윤혜인), Aeree Chung(정애리), Rory Smith[Yonsei University], Yara L. Jaffé[European Southern Observatory]
- 포 GC-19 (p.70)  
A pilot study of dense molecular gas in a Virgo spiral using a KVN single-dish  
Bumhyun Lee(이범현), Junhyun Baek(백준현), Aeree Chung(정애리)[Yonsei University]
- 포 GC-20 (p.70)  
The Contribution of Mergers on Star Formation in Nearby UV-Bright Galaxies  
Gu Lim(임구), Myungshin Im(임명신), Changsu Choi(최창수), Yongmin Yoon(윤용민)[SNU]
- 포 GC-21 (p.70)  
Polarization of Rayleigh Scattered Ly $\alpha$  in Active Galactic Nuclei  
Seok-Jun Chang(장석준), Hee-Won Lee(이희원)[Sejong University], Yujin Yang(양유진)[KASI]
- 포 GC-22 (p.70)  
SNU AGN Monitoring Project (SAMP) using reverberation mapping of luminous AGNs  
Yiseul Jeon(전이슬), Jong-Hak Woo(우종학)[SNU], SAMPteam
- 포 GC-23 (p.71)  
Photometric Reverberation Mapping with SQUEAN: A Test Study using Medium Bands  
Yoon Chan Taak(탁윤찬), Myungshin Im(임명신), Changsu Choi(최창수)[SNU]
- 포 GC-24 (p.71)  
Weak-Lensing Study of Galaxy Cluster PLCKG287.0+32.9  
Kyle Finner, Myungkook James Jee(지명국)[Yonsei University]
- 포 GC-25 (p.71)  
Parametric modelling of the velocity dispersion profiles of 11 elliptical galaxies : dark matter versus MOND  
In-Taek Gong(공인택), Kyu-Hyun Chae(채규현)[Sejong University]
- 포 GC-26 (p.72)  
Cosmic Web traced by ELGs and LRGs from the Multidark Simulation  
Doyle Kim(김도일), Graziano Rossi[Sejong University]

## 포스터 발표

### 외부은하/우주론(Galaxy Evolution/Cosmology)

포 GC-27 (p.72)

Properties of High- and Low-Redshift Quasars from the extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey

Doohyun Choi(최두현), Graziano Rossi[Sejong University]

### 성간물질(Interstellar Medium)

포 IM-01 (p.72)

Kinematics of the Envelope and Two Bipolar Jets in L1157

Woojin Kwon (권우진)[KASI], Manuel Fernandez-Lopez[Instituto Argentino de Radioastronomia], Ian W. Stephens[Boston University], Leslie W. Looney[University of Illinois]

포 IM-02 (p.72)

The Propagation of Cosmic Ray in Protoplanetary Disks

Soonyoung Roh(노순영)[UNIST/Ibaraki University], Yuri I. Fujii[Niels Bohr International Academy], Shu-ichiro Inutsuka, Takeru Suzuki[Nagoya University], Munetake Momose[Ibaraki University]

포 IM-03 (p.73)

14 Planck Galactic Cold Clumps in the  $\lambda$  Orionis Complex: No dense cores detected with SCUBA-2

Hee-Weon Yi(이희원), Jeong-Eun Lee(이정은)[KHU], Tie Liu, Kee-Tae Kim(김기태)[KASI], Yuefang Wu[Peking University]

포 IM-04 (p.73)

SgrA\* 22/43GHz KaVA observation and its Amplitude Calibration

Ilje Cho(조일제), Taehyun Jung(정태현)[KASI/UST], GUANG-YAO ZHAO, MOTOKI KINO[KASI], BONGWON SOHN(손봉원)[KASI/UST], KaVA AGN sub-WG

### 천문우주 관측기술(Astrophysical Technique)

포 AT-01 (p.73)

Comparison Surface Error Measurements of Aspherical Mirror

Jongho An(안종호), Soojong Pak(박수종), Sanghyuk Kim(김상혁), Woojin Park(박우진)[KHU], Byeong joon Jeong(정병준)[KBSI]

포 AT-02 (p.74)

Upgrading Filter Position Mechanism of SQUEAN

Hye-In Lee(이혜인), Soojong Pak(박수종), Tae-Geun Ji(지태근), Woojin Park(박우진), Jongho An(안종호), Sanghyuk Kim(김상혁)[KHU], Myungshin Im(임명신)[SNU]

포 AT-03 (p.74)

KVN Performance Evaluation of Simultaneous 4CH Observations

Dawoon Jung(정다운)[Yonsei University/KASI], Young-Jong Sohn(손영종)[Yonsei University], Do-Young Byun(변도영), Taehyun Jung(정태현)[KASI/UST]

포 AT-04 (p.74)

Final Results of WRC-15(World Radiocommunication Conference)

HyunSoo Chung(정현수)[KASI], Jun-Cheol Moon(문준철)[RRA], Dai-Hyuk YU(유대혁)[KRIS], Do-Heung Je(제도흥), Jung-Hyun Jo(조중현), Duk-Gyoo Roh(노덕규), Se-Jin Oh(오세진), Bong-Won Sohn(손봉원), Sang Sung Lee(이상성), Hyo-Ryung Kim(김효령)[KASI]

포 AT-05 (p.74)

Development of the Auto-guiding program, KAP82 3.0

Tae-Geun Ji(지태근), Soojong Pak(박수종), Hye-In Lee(이혜인)[KHU], Changsu Choi(최창수), Myungshin Im(임명신)[SNU]

## 포스터 발표

### 천문우주관측기술

포 AT-06 (p.75)

Introduction to Korean involvement in the Large Synoptic Survey Telescope Project

Min-Su Shin(신민수)[KASI] on behalf of LSST Korea

### KMTNet

포 KMT-01 (p.75)

KMTNet nearby galaxy survey

Minjin Kim(김민진)[KASI/UST], Luis C. Ho[Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics],

Yun-Kyeong Sheen(신윤경)[KASI], Byeong-Gon Park(박병곤), Joon Hyeop Lee(이준협),

Sang Chul KIM(김상철)[KASI/UST], Hyunjin Jeong(정현진)[KASI],

Kwangil Seon(선광일)[KASI/UST]

포 KMT-02 (p.75)

DEEP-South : Moving Object Detection Experiments

Young-Seok Oh(오영석)[KHU], Yeong-Ho Bae(배영호), Myung-Jin Kim(김명진),

Dong-Goo Roh(노동구)[KASI], Ho Jin(진호)[KHU], Hong-Kyu Moon(문홍규),

Jintae Park(박진태)[KASI], Hee-Jae Lee(이희재)[KASI/CBNU], Hong-Suh Yim(임흥서),

Young-Jun Choi(최영준)[KASI], the DEEP-South Team

### 항성 및 항성계(Stellar Astronomy/Population)

포 ST-01 (p.76)

Excessive CNO yield of the non-rotating massive Pop III stars

Changwoo Kye(계창우), Sung-Chul Yoon(윤성철)[SNU]

포 ST-02 (p.76)

Low Resolution Near-Infrared Stellar Spectra Observed by CIBER

MinGyu Kim(김민규)[SNU/KASI], Hyung Mok Lee(이형목)[SNU], CIBER team

포 ST-03 (p.76)

On the Equivalent Width Measurements of High-Resolution Spectra

Hyeong-Jun Kim(김형준), Wan-Su Cho(조완수), Jae-Woo Lee(이재우)[Sejong University]

포 ST-04 (p.77)

PLANETARY CAUSTIC PERTURBATIONS OF A CLOSE-SEPARATION PLANET ON MICROLENSING

Yoon-Hyun Ryu(류윤현)[KASI], Han-Seek Kim(김한식)[The University of Melbourne],

Sun-Ju Chung(정선주), Dong-Jin Kim(김동진)[KASI]

포 ST-05 (p.77)

The Chemical Abundances of Hypervelocity Stars in the Milky Way Disk

Bum-Suk Yeom(염범석), Young Sun Lee(이영선), Young Kwang Kim(김영광),

Doo-Ri Han(한두리)[CNU]

포 ST-06 (p.77)

It is surface gravity.

Jae-Woo Lee(이재우)[Sejong University]

포 ST-07 (p.77)

Evolution of primary stars in Pop III binary systems

Hunchul Lee(이현철), Sung-Chul Yoon(윤성철)[SNU]

포 ST-08 (p.78)

Searching for Eccentricity Preserving Mass Transfer Mechanism during Binary Star Evolution

Hyun Taek Lee(이현택), Kyujin Kwak(곽규진)[UNIST]

**항성 및 항성계(Stellar Astronomy/Population)**

- 포 ST-09 (p.78)  
 Removing Telluric Absorption lines for IGRINS spectra  
 Gwanghui Jeong(정광희), Inwoo Han(한인우), Byeong-Cheol Lee(이병철)[UST/KASI]
- 포 ST-10 (p.78)  
 KIC06118779 and KIC08682849: Extremely low mass ratio contact binaries with quasi-cyclically varying O'Connell effects and strong anti-correlations in their ETV diagrams  
 Min-Ji Jeong(정민지)[CBNU], Chun-Hwey Kim(김천휘)[CBNU/Chungbuk National University Observatory]
- 포 ST-11 (p.78)  
 Meta-analysis for the studies on extrasolar planets using Kepler mission data  
 So-Yoon Jung(정소윤), Tae Seog Yoon(윤태석)[KNU], Hyunsook Lee(이현숙)[KISTEP]
- 포 ST-12 (p.79)  
 Orbital stability study and transit-timing variations of the extrasolar planetary system: K2-3  
 Beom-Kyu Choi(최범규)[KNU], Tobias C. Hinse[KASI], Tae Seog Yoon(윤태석)[KNU]
- 포 ST-13 (p.79)  
 Low-Resolution Spectroscopy of Red Giant Branch stars in the Globular Cluster NGC 2808  
 Seungsoo Hong(홍승수), Dongwook Lim(임동욱)[Yonsei University], Sang-Il Han(한상일)[KASI], Young-Wook Lee(이영욱)[Yonsei University]

**태양 및 우주환경(Solar Physics & Space Environment)**

- 포 SS-01 (p.79)  
 Relative contribution of geomagnetic and CO2 effects to global temperature anomaly  
 Jinyun Kim(김진현), Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]
- 포 SS-02 (p.80)  
 Evaluation of a Solar Flare Forecast Model with Value Score  
 Jongyeob Park(박종엽)[KASI/KHU], Yong-Jae Moon(문용재), Kangjin Lee(이강진)[KHU], Jaejin Lee(이재진)[KASI]
- 포 SS-03 (p.80)  
 Dependence of solar proton events on their associated activities: solar and interplanetary type II radio burst, flare, and CME  
 Jinhye Park(박진혜), Saepoom Youn, Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]
- 포 SS-04 (p.81)  
 2016 Total Solar Eclipse Expedition  
 Su-Chan Bong(봉수찬)[KASI/UST], Seonghwan Choi(최성환), Bi-Ho Jang(방비호), Jongyeob Park(박종엽), Young-Beom Jeon(전영범)[KASI], Kyuhyun Cho(조규현), Jongchul Chae(채종철)[SNU]
- 포 SS-05 (p.81)  
 Detrended fluctuation analysis of magnetic parameters of solar active regions  
 Eo-Jin Lee(이어진), Yong-Jae Moon(문용재)[KHU]
- 포 SS-06 (p.81)  
 Comparison between observation and theory for the stand-off distance ratios of CMEs and their associated ICMEs  
 Jae-Ok Lee(이재옥), Yong-Jae Moon(문용재), Jin-Yi Lee(이진이)[KHU], Soojeong Jang(장수정)[KHU/KASI], Harim Lee(이하림)[KHU]

태양계(Solar System)

포 SS-07 (p.81)

Thermal Modeling of Comet-Like Asteroids

Yoonsoo Bach Park(박윤수), Masateru Ishiguro[SNU], Fumihiko Usui[University of Tokyo]

포 SS-08 (p.82)

Relationship between solar flares and halo CMEs using stereoscopic observations

Soojeong Jang(장수정)[KHU/KASI], Yong-Jae Moon(문용재)[KHU], Sujin Kim(김수진),  
Rok-Soon Kim(김록순)[KHU]

# 2016년도 한국천문학회 봄 학술대회

## 발표논문 초록

초청 강연 초록 .....	31
----------------	----

### 구두 발표 논문 초록

고천문학/교육홍보 .....	51
남북천문협력 .....	56
보현산천문대 20주년 .....	59
성간물질 .....	49
외부은하/은하단 .....	32
천문우주 관측기술 .....	58
태양 및 우주환경 .....	44
태양계 .....	47
항성 .....	41
KMTNet .....	53

### 포스터 발표 논문 초록

고천문학/천문역법 .....	63
교육홍보 .....	63
성간물질 .....	72
외부은하/우주론 .....	64
천문우주 관측기술 .....	73
태양 및 우주환경 .....	79
태양계 .....	81
항성 및 항성계 .....	76
KMTNet .....	75



## 구두발표초록

## 초청강연

## [초 IT-01] 중력파: 우주를 보는 새로운 창

Hyung Mok Lee  
Seoul National University

중력파의 존재가 예측된 것은 100년전 일이지만 지난해 9월 14일에야 LIGO에 처음으로 직접 검출되었다. 중력파는 질량을 가진 물질이 가속될 때 만들어져 빛의 속도로 전파되는 현상이다. LIGO는 레이저 간섭 현상을 이용해 서로 수직인 방향의 두 팔의 길이가 상대적으로 진동하는 것을 측정하는 기기로서 지난 2002년 첫 관측을 시작한 이래 지속적인 감도 향상을 통해 아주 미세한 진폭을 가지는 중력파를 직접 검출하는데 성공하였다. 이번에 관측된 중력파는 두개의 블랙홀로 이루어진 쌍성이 궤도 운동을 하면서 중력파를 방출함에 따라 궤도 반지름이 점차 줄어들어 궁극적으로 충돌하기 직전 0.1초 정도 사이에 방출한 것으로서 이론적인 파형과의 비교를 통해 기존의 어떤 방법보다도 정확하게 블랙홀들의 질량과 거리를 측정할 수 있게 해 주었다. LIGO의 감도가 앞으로도 더욱 향상될 것이며 이에 따라 더 많은 중력파 천체가 발견될 것이다. 중력파 관측을 통해 우리는 기존의 망원경으로 볼 수 없었던 새로운 천체 현상을 자구 관측하게 될 것이며 이에 따라 블랙홀이나 중성자별과 같은 밀집 천체를 더 자세하게 탐구할 수 있을 뿐 아니라 우주의 구조나 진화에 대한 새로운 연구가 가능해질 것이다.

## [초 IT-02] Gravitational-Wave: challenges for the last 100 years (중력파: 지난 100년간의 도전)

John J. Oh (오정근)  
Korean Gravitational-Wave Group and National Institute for Mathematical Sciences, Daejeon, Korea  
(한국중력파연구협력단, 국가수리과학연구소, 대전, 대한민국)

아인슈타인이 1916년 예측한 중력파의 이론에서 부터 이를 실험적으로 증명하기 위한 도전의 100년간의 길고 지루했던 역사에 대해 소개한다. 특히 1960년 이후 웨버에 의해 시작된 상온 공명 바검출기에서 레이저 간섭계로 이어지는 중력파 검출 실험의 주요 변천과정과 함께 중력파 검출의 성공을 이끌었던 어드밴스드 라이고의 현황에 대해 보고한다.

## [초 IT-03] Gravitational-Wave Astronomy

## (중력파 천문학)

Chunglee Kim<sup>1</sup> on behalf of the Korean Gravitational-Wave Group  
<sup>1</sup>Seoul National University

Exploring a universe with gravitational waves (GWs) was only theoretical expectation for long time. In September 2015, the Laser Interferometer GW Observatory (LIGO) first detected GWs emitted from the collision of two stellar-mass black holes in cosmological distance (1.3 billion light years) on Earth. This confirms the existence of black-hole binary mergers, and further, opens a new field of GW astronomy. We begin our discussion with a list of important GW sources that can be detectable on Earth by large-scale laser interferometers such as LIGO. Focusing on compact objects such as neutron stars and black holes, we then discuss possible research in the context of GW astronomy. By coordinating with existing observatories, searching for electromagnetic waves or particles from astronomical objects, around the world, multi-messenger astronomy for the universe's most cataclysmic phenomena (e.g. gamma-ray bursts) will be available in the near future.

## [초 IT-04] The solar photospheric and chromospheric magnetic field as observed in the near-infrared

Manuel Collados<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto de Astrofísica de Canarias, E-38200 La Laguna, Tenerife, Spain, <sup>2</sup>Universidad de La Laguna, Dept. Astrofísica, E-38206 La Laguna, Tenerife, Spain

Observing the solar atmosphere with ground-based telescopes in the near-infrared has a number of advantages when compared to classical measurements in visible wavelengths. One of them comes from the magnetic sensitivity of spectral lines, which varies as  $\lambda g$ , where  $g$  is the effective Landé factor of the transition. This wavelength dependence makes the near-infrared range adequate to study subtle spatial or temporal variations of the magnetic field. Spectral lines, such as the photospheric Fe I 1.5648  $\mu\text{m}$  spectral line, with a Landé factor  $g=3$ , have often been used in the past for this type of studies. To study the chromosphere, the Ca II IR triplet and the He I 1.0830  $\mu\text{m}$  triplet are the most often observed lines. The latter has the additional advantage that the photospheric Si I 1.0827  $\mu\text{m}$  is close enough so that photosphere and chromosphere can be



simultaneously recorded with a single detector in a spectrograph. The instrument TIP (Tenerife Infrared Polarimeter) has been continuously operating since 1999 at the 70-cm German VTT of the Observatorio del Teide and has been recently moved to the 1.5-m German GREGOR. During all this time, results have been obtained concerning the nature of the weak photospheric magnetic field of the quiet sun, magneto-acoustic wave propagation, evolution with the cycle of sunspot magnetic fields, photospheric and chromospheric magnetic field in emerging regions, magnetic field in chromospheric structures such as filaments, prominences, flares, and spicules, etc. In this talk, I will review the main results obtained after all these observations and mention the main challenges for the future. With its novel polarization-free design and a complete suite of instruments aimed at simultaneous (imaging and spectroscopic) observations of the solar photosphere and chromosphere, the EST (European Solar Telescope) will represent a major world-wide infrastructure to understand the physical nature of all these phenomena.

**[초 IT-05] 20 years of Bohyunsan Optical Astronomy Observatory (보현산천문대 20년)**

Hyun-Il Sung  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

1996년, 보현산천문대는 1.8m 반사망원경과 1K CCD 카메라, 그리고 태양망원경을 갖추고 한국 천문학의 본격적인 광학관측시대를 열었다. 준공 직후인 1997년에는 측광관측기기를 2K CCD로 교체 하였으며, 1998년에는 망원경 제어시스템(TCS)을 국내 연구진이 자체 개발하였고 망원경의 전자부도 교체하였다. 1999년의 중분산분광기 제작 이후 2003년에는 고분산에셀분광기 BOES를 개발하여 세계적인 경쟁력을 갖춘 분광관측이 가능하게 되었다. BOES는 현재 보현산천문대의 주 관측기기로 활용 중이다. 2008년에는 적외선이미징카메라 KASINICS를 개발하여 관측 파장대를 적외선까지 넓혔으며, 2010년에는 가시광 측광관측기기를 4K CCD로 업그레이드 하였다. 2015년에는 망원경 구동시스템을 다시 한 번 개선하여 보다 안정적이고 정밀한 관측시스템을 갖추게 되었다. 또한, 2014년과 2015년에는 2년에 걸쳐 관측실과 숙소, 그리고 각종 연구시설의 전면 리모델링을 실시하여 관측자를 위한 환경도 개선하였다. 이러한 다양한 관측지원을 바탕으로 보현산천문대 연구장비를 활용한 논문은 매년 꾸준히 생산되고 있으며 관측과 연구결과들은 한국 광학천문학의 밑거름이 되고 있다. 2016년에는 1m 망원경 설치를 완료할 예정이며 장기관측 과제에 집중함으로써 연구의 새로운 지평을 열게 될 것이다. 연구장비의 안정적인 구동과 성능 향상을 위해 중장기발전계획 아래 노후화된 기기의 교체와 개발을 진행 중이다. 2016년 4월, 제2의 도약기를 준비 중인 보현산천문대의 준공 20주년을 맞이하여, 그

동안의 발자취를 돌아보고 앞으로 나아갈 길을 제시하고자 한다.

**외부은하 / 은하단**

**[구 GC-01] Ten Years of Debate on the Origin of Globular Cluster Color Bimodality**

Hak-Sub Kim and Suk-Jin Yoon  
*Department of Astronomy & Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University*

The globular cluster (GC) systems in most elliptical galaxies show bimodal color distributions. This phenomenon has been generally regarded as a bimodal metallicity distribution, indicating the presence of two sub-populations in a GC system. However, since a new explanation on the bimodality was introduced where the nonlinear metallicity-to-color conversion can cause bimodal color distributions, the origin of this phenomenon has been under hot debate. In this presentation, we briefly review the ten-year debate on the origin of GC color bimodality, and present our recent pieces of evidence on the nonlinear nature of GC color-metallicity relations.

**[구 GC-02] Multiple stellar populations in the classical bulge**

Young-Wook Lee<sup>1</sup>, Sohee Jang<sup>1</sup>, Jaeyeon Kim<sup>1</sup>, Seok-Joo Joo<sup>2</sup>, Chul Chung<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>*Center for Galaxy Evolution Research and Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul 03722, Korea*  
<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Korea*

The presence of multiple stellar populations is now well established in most globular clusters in the Milky Way. Here we show that two populations of RR Lyrae stars and the double red clump observed in the Milky Way bulge are another manifestations of the same multiple population phenomenon observed in halo globular clusters. We will discuss the implications of this result on the stellar populations and formation of early-type galaxies.

**[구 GC-03] The Effect of Local-Global Environmental Bias on the Type Ia Supernova Host Galaxy Studies**

Young-Lo Kim<sup>1</sup>, Mark Sullivan<sup>2</sup>, Mathew Smith<sup>2</sup>,  
and Young-Wook Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Center for Galaxy Evolution Research &  
Department of Astronomy,*

*Yonsei University, Seoul 03722, Korea,*

<sup>2</sup>*School of Physics and Astronomy, University of  
Southampton, Southampton SO17 1BJ, UK*

Recent studies suggest that the difference between global and local properties of galaxies (the local-global environmental (LoG) bias) might be important in the Type Ia supernova (SN Ia) host galaxy studies. Obtaining local spectroscopic properties of hosts at high redshift, however, is challenging. Here we will introduce a more efficient way to conduct this study by only using photometric data. We find that when we restrict a sample to the hosts whose stellar mass is less than  $10^{10} M_{\odot}$ , a sample without LoG bias is efficiently selected. From the sample without LoG bias, we confirm that SNe Ia in locally star-forming environment are  $0.103 \pm 0.010$  mag and  $0.085 \pm 0.012$  mag fainter than those in locally passive region, for MLCS2k2 and SALT2, respectively. Because of  $\sim 6$  times larger sample that covers much wider redshift range, our results are far more significant statistically,  $10.3\sigma$  for MLCS2k2 and  $7.1\sigma$  for SALT2, than previous results.

### [ㄱ GC-05] Internal kinematics of dwarf early-type galaxies with blue-center in the Virgo Cluster from Gemini GMOS long-slit spectroscopy

Jiwon Chung<sup>1</sup>, Soo-Chang Rey<sup>1</sup>, Eon-Chang Sung<sup>2</sup>,  
Youngdae Lee<sup>1</sup>, Suk Kim<sup>2</sup>, Woong Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Chungnam National University,*

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

Dwarf elliptical galaxies (dEs), the most abundant galaxy type in clusters, were recently shown to exhibit a wide variety in their properties. Particularly, the presence of blue cores in some dEs, what we call dE(bc), supports the scenario of late-type galaxy infall and subsequent transformation into red, quiescent dEs. While several transformation mechanisms for these dE(bc)s within cluster environment have been proposed, all these processes are able to explain only some of the observational properties of dEs. In this context, internal kinematic properties of dE(bc)s provide the most crucial evidence to discriminate different processes for the formation of these galaxies. We present Gemini Multi Object Spectrograph (GMOS) long-slit spectroscopy of two

dE(bc)s in the Virgo cluster. We obtained radial profiles of velocity and velocity dispersion out to  $\sim 1.3$  effective radius. We found that two dE(bc)s exhibit kinematically decoupled components as well as distinct peculiar features in velocity profiles, supporting the scenario of mergers. We also found that these galaxies are structurally compatible with low surface brightness component of blue compact dwarf galaxies. We suggest that a part of dE(bc)s in the Virgo Cluster were formed through galaxy merger in low density environment such as galaxy group or outskirts of the cluster, and then were quenched by subsequent effects within cluster environment.

### [ㄱ GC-06] Optical properties of dwarf galaxies in Leo I galaxy group

Myo Jin Kim<sup>1</sup>, Aeree Chung<sup>1</sup>, Jong Chul Lee<sup>2</sup>,  
Sungsoo Lim<sup>3</sup>, Minjin Kim<sup>2,6</sup>, Jongwan Ko<sup>2,6</sup>,  
Soung-Chul Yang<sup>2,5</sup>, Joon Hyeop Lee<sup>2,6</sup>, Narea  
Hwang<sup>2</sup>, Byeong-Gon Park<sup>2,6</sup>, Hye-Ran Lee<sup>2,6</sup>

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

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

<sup>3</sup>*Department of Astronomy, Peking University,  
China*

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

<sup>5</sup>*The Observatories of the Carnegie Institution of  
Washington,*

<sup>6</sup>*Korea University of Science and Technology*

Since the serendipitous discovery of a large-scale atomic hydrogen (H $\alpha$ ) ring discovered in the Leo I galaxy group, its origin has been under debate till today, whether it is the leftover after group formation or stripped gas structure during the galaxy-galaxy interaction. Intriguingly a number of H $\alpha$  clumps have been identified along the gas ring, some of which turn out to be associated with optically catalogued dwarf galaxies. The formation history based on detailed optical and H $\alpha$  gas properties of those dwarf galaxies will enable us to verify the origin of the Leo ring. In this work, we first probe the redshift and multi-color properties of those dwarf galaxies, using deep photometric and spectroscopic data from CFHT, Gemini and Magellan telescope.

### [ㄱ GC-07] Recent galaxy mergers and star formation history of red sequence galaxies in rich Abell clusters at $z \leq 0.1$

Yun-Kyeong Sheen<sup>1</sup>, Sukyoung K. Yi<sup>2</sup>, Chang H.  
Ree<sup>1</sup>, Yara Jeffé<sup>3</sup>, Ricardo Demarco<sup>4</sup>, and Ezequiel

Treister<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>*Yonsei University, <sup>3</sup>ESO-Chile, <sup>4</sup>University of Concepcion, Chile, <sup>5</sup>Pontificia Universidad Catolica de Chile, Chile*

We explored the GALEX UV properties of optical red sequence galaxies in 4 rich Abell clusters at  $z \sim 0.1$ . In particular, we tried to find a hint of merger-induced recent star formation (RSF) in red sequence galaxies. Based on the  $NUV - r'$  colors of the galaxies, about 36% of the post-merger galaxies were classified as RSF galaxies with a conservative criterion ( $NUV - r' \leq 5$ ), and that number was doubled ( $\sim 72\%$ ) when using a generous criterion ( $NUV - r' \leq 5.4$ ). Post-merger galaxies with strong UV emission showed more violent, asymmetric features on the deep optical images. Also it turned out that all massive RSF galaxies ( $Mr' < -22$  and  $NUV - r' \leq 5$ ) exhibited post-merger signatures. Our results suggested that only 30% of RSF red sequence galaxies show morphological hints of recent galaxy mergers. This implies that internal processes (e.g., stellar mass-loss or hot gas cooling) for the supply of cold gas to early-type galaxies may play a significant role in the residual star formation of early-type galaxies at a recent epoch.

### [7 GC-08] Merger Induced Kinematic Anomalies in Abell 119

Sree Oh<sup>1</sup>, Hyunjin Jeong<sup>2</sup>, Yun-Kyeong Sheen<sup>2</sup>, Scott Croom<sup>3</sup>, Sukyoung Yi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Yonsei University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>3</sup>Univeristy of Sydney*

Galaxy clusters are the sites where the most massive galaxies are found, and so the most dramatic merger histories are embedded. Our deep ( $\mu \sim 28$  mag/arcsec<sup>2</sup>) images of Abell 119 at  $z = 0.044$  using the Blanco 4-m telescope at CTIO revealed post-merger signatures in  $\sim 35\%$  of galaxies brighter than  $Mr < -19.5$ , suggesting that so many galaxies even in clusters have gone through galaxy mergers at recent epoch. We went further to understand the impact of mergers in cluster galaxies using stellar kinematics from the SAMI Integral Field Unit on the galaxies of Abell 119 in three aspects of kinematics : orientations, levels of rotation, and kinematic shapes. We found that 30% of the merger-featured galaxies show misalignment in the angle between the photometric major and the rotation axes, and most of them show complex kinematics. For comparison, only 5%

of non-merger-featured galaxies show the misalignment. Moreover, our analysis using the Tully-Fisher relation shows that galaxy interactions can both enhance or reduce galaxy spin depending on the merger geometry. We present our preliminary result and discussion on the role of galaxy mergers in cluster environment from the perspective of kinematics.

### [7 GC-09] Investigating X-ray cavities and the environmental effects

Jaejin Shin<sup>1</sup>, Jong-HakWoo<sup>1</sup>, and JohnS. Mulchaey<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Seoul National University, <sup>2</sup>Carnegie Observatories, Pasadena, CA, USA*

X-ray cavities are typically detected as surface brightness depression in X-ray diffuse emission from hot gas in high resolution X-ray images (i.e., Chandra and XMM-Newton). Showing the coincidence of location with radio jets, X-ray cavities imply that the radio jets interact with interstellar/intergalactic medium. It is important to understand them since they can be a clue of understanding AGN feedback to their host galaxies. To understand the physics of the AGN feedback, X-ray cavity has been actively studied while there are only a few statistical studies on X-ray cavity based on small or incomplete samples. Hence, a systematic study with a large sample is needed. With the condition of sufficient X-ray photons to detect surface brightness depression, we constructed a large sample of 133 galaxy clusters, galaxy groups, and individual galaxies to investigate X-ray cavities. We detected 201 cavities from 94 objects using two detection methods (i.e., beta-modeling and unsharp masking method), and confirmed the cavity size-distance relation over a large dynamical range. The size-distance relation does not vary for different environments (i.e., galaxy cluster, groups, and individual galaxies), suggesting that there is little environmental effect on the formation of X-ray cavity.

### [7 GC-10] Phase Space as a Tool for Understanding Galaxy Cluster Environmental Effects

Rory Smith, Jin Su Rhee, Hoseung Choi, Sukyoung Yi

*Yonsei University*

A galaxy-cluster phase space diagram is a simple plot of clustocentric velocity versus clustocentric radius for each member of the cluster. Using state-of-the-art, cosmological

hydrodynamical simulations, we investigate where simulated galaxies fall in phase space. We find the galaxies with different cluster infall times often separate cleanly in phase space. We also investigate how a galaxy's location in phase space is correlated with its tidal mass loss, and ram pressure stripping. By comparing our simulated cluster galaxies to observed cluster galaxies, we show how phase space diagrams are essential tools for understanding environmental effects acting on cluster galaxies.

### [박 GC-11] Study of galaxies in extensive area of the Virgo cluster

Suk Kim<sup>1</sup>, Soo-Chang Rey<sup>2</sup>, Eon-Chang Sung<sup>1</sup>, Helmut Jerjen<sup>3</sup>, Thorsten Lisker<sup>4</sup>, Youngdae Lee<sup>2</sup>, Jiwon Chung<sup>2</sup>, Woong Lee<sup>2</sup>, Aeree Chung<sup>5</sup>, and Hyein Yoon<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy Space Science Institute, Korea, <sup>2</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Korea, <sup>3</sup>Australian National University, Australia, <sup>4</sup>Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Germany, <sup>5</sup>Department of Astronomy, Yonsei University, Korea

Nearby galaxy clusters and their surrounding regions represent the current endpoint of evolution galaxy cluster evolution. We present a new catalog of 1589 galaxies, what we call Extended Virgo Cluster Catalog (EVCC), in wider area of the Virgo cluster based on the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) Data Release 7. The EVCC covers an area 5.2 times larger than the footprint of the classical Virgo Cluster Catalog, and reaches out to 3.5 times the virial radius of the Virgo cluster. The EVCC contains fundamental information such as membership, morphology, and photometric parameters of galaxies. The EVCC defines a comprehensive galaxy sample covering a wider range in galaxy density that is significantly different from the inner region of the Virgo cluster. It will be the foundation for forthcoming galaxy evolution studies in the extended Virgo cluster region, complementing ongoing and planned Virgo cluster surveys at various wavelengths. We also present the large scale structures in the field around the Virgo cluster. We identified seven galaxy filaments and one possible sheet in three dimensions of super-galactic coordinates based on the HyperLEDA database. By examining spatial distribution and Hubble diagram of galaxies, we found that six filaments are directly associated with the main body of the Virgo cluster. On the other hand, one filament and one sheet are

structures located at background of the main body of Virgo cluster. The EVCC and the filament structures will be the foundation for forthcoming studies of galaxy evolution in various environments as well as buildup of the galaxy cluster at  $z \sim 0$ , complementing ongoing and planned Virgo cluster surveys at various wavelengths.

### [구 GC-12] Systemic search for gas outflows in AGNs and star-forming galaxies

Jong-Hak Woo<sup>1</sup>, Donghoon Son<sup>1</sup>, Hyun-Jin Bae<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*  
<sup>2</sup>*Department of Astronomy, Yonsei University*

We present a census of AGN-driven gas outflows based on the kinematics of ionized gas and stars, using a large sample of  $\sim 11,000$  emission line galaxies at  $z < 0.3$ , selected from SDSS. First, a broad correlation between gas and stellar velocity dispersions indicates that the bulge gravitational potential plays a main role in determining the ionized gas kinematics. However, the velocity dispersion of the [OIII] emission line is larger than stellar velocity dispersion by a factor of 1.3-1.4, suggesting that the non-gravitational (non-virial) component, i.e., outflows, is almost comparable to the gravitational component. Second, gas-to-stellar velocity dispersion ratio increases with both AGN luminosity and Eddington ratio, suggesting that non-gravitational kinematics are clearly linked to AGN accretion. The distribution in the [OIII] velocity - velocity dispersion diagram dramatically expands toward large values with increasing AGN luminosity, implying that the launching velocity of gas outflows increases with AGN luminosity. Third, the fraction of AGNs with a signature of the non-gravitational kinematics, steeply increases with AGN luminosity and Eddington ratio, while the majority of luminous AGNs presents the non-gravitational kinematics in the [OIII] profile. These results suggest that ionized gas outflows are prevalent among type 2 AGNs. On the other hand, we find no strong trend of the [OIII] kinematics with radio luminosity, once we remove the effect of the bulge gravitational potential, indicating that ionized gas outflows are not directly related to radio activity for the majority of type 2 AGNs. We will discuss the implication of these results for AGN feedback in the local universe.

### [구 GC-13] Bar effects on the central SF and AGN activities in the SDSS galaxy sample

Minbae Kim<sup>1</sup>, Yun-Yung Choi<sup>2</sup>, Sungsoo S. Kim<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University,*  
<sup>2</sup>*Department of Astronomy and Space Science,*  
*Kyung Hee University*

We explore the role of bars in AGN-galaxy co-evolution using a volume-limited face-on late-type galaxy sample with  $M_r < -19.5$  and  $0.02 < z < 0.055$  selected from SDSS DR7. In this study, we investigate how  $SFR_{\text{fib}}$  as a proxy of gas contents at galactic center (over 1~1.5 kpc bulge scale) and central stellar velocity dispersion,  $\sigma$ , of host galaxies are connected to the bar presence and AGN activity. We find that galaxies are distributed in three distinct regions over the  $SFR_{\text{fib}} - \sigma$  space and the behaviors of their bar fraction ( $f_{\text{Bar}}$ ) are clearly different for each region. Galaxies at the AGN dominant region tend to be gas-deficient as  $f_{\text{Bar}}$  increases and bars are more frequently found in fully-quenched late-type galaxies at the quiescent region, suggesting that bars speed up of the consumption of gas by SF and lead a sudden decline in the central gas. Overall, the bar effects on the AGN activity are positive over the same space except for quiescent galaxies with  $\sigma > 170 \text{ km s}^{-1}$ . Most significant bar effect on the AGN activity occurs in the less massive galaxies having sufficient gas, whereas the effect on galaxies at the AGN dominant region with higher the AGN fraction is relatively small. We suggest that the bar affect both central SF and AGN activities, but differently for central gas amount and BH (or bulge) mass of galaxies. We also investigate the AGN-bar connection with only pure AGNs and then confirm that they give marginally the same results.

#### [7 GC-14] Constraining the shielded wind scenario in PG 2112+059

Cristian Saez<sup>1</sup>, Niel Brandt<sup>2</sup>, Franz Bauer<sup>3</sup>, Fred Hamann<sup>4</sup>, George Chartas<sup>5</sup>, Sarah Gallagher<sup>6</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*  
<sup>2</sup>*The Pennsylvania State University,* <sup>3</sup>*Pontificia Universidad Catolica de Chile,* <sup>4</sup>*University of Florida,* <sup>5</sup>*College of Charleston,* <sup>6</sup>*University of Western Ontario.*

The physical scenario describing the origin of quasar winds remains largely unsettled due to our failure to account for X-ray weak BAL quasars. We approach this problem by studying the relation between the inner part of the outflow which is likely to be shielding the X-ray emission and thereby helping to drive the UV winds

characterised by broad absorption lines (BALs). In particular, we aim to probe the wind-shield connection in the highly X-ray variable BAL quasar PG 2112+059, which has exhibited periods of X-ray weakness and X-ray normality in the past. A set of two 20 ks Chandra observations and two contemporaneous HST observations, separated by at least eight months, combined with a nearly simultaneous archival Chandra-HST observation from 2002, afford us a unique opportunity to study the connection between the shield (which is thought to be responsible for the X-ray absorption) and the ionisation state of the wind (observed as UV BAL features: e.g., C IV and O VI lines) over various timescales.

#### [7 GC-15] The long-term centimeter variability of active galactic nuclei: A new relation between variability timescale and black hole mass

Jongho Park and Sascha Trippe  
*Seoul National University*

We study the long-term radio variability of 43 radio bright AGNs by exploiting the data base of the University of Michigan Radio Astronomy Observatory (UMRAO) monitoring program. The UMRAO database provides high quality lightcurves spanning 25 - 32 years in time at three observing frequencies, 4.8, 8, and 14.5 GHz. We model the periodograms (temporal power spectra) of the observed lightcurves as simple power-law noise (red noise, spectral power  $P(f) \propto f^{-\beta}$  using Monte Carlo simulations, taking into account windowing effects (red-noise leak, aliasing). The power spectra of 39 (out of 43) sources are in good agreement with the models, yielding a range in power spectral index ( $\beta$ ) from  $\approx 1$  to  $\approx 3$ . We find a strong anti-correlation between  $\beta$  and the fractal dimension of the lightcurves, which provides an independent check of the quality of our modelling of power spectra. We fit a Gaussian function to each flare in a given lightcurve to obtain the flare duration. We discover a correlation between  $\beta$  and the median duration of the flares. We use the derivative of a lightcurve to obtain a characteristic variability timescale which does not depend on the assumed functional form of the flares, incomplete fitting, and so on. We find that, once the effects of relativistic Doppler boosting on the observed timescales are corrected, the variability timescales of our sources are proportional to the black hole mass to the power of  $\alpha = 1.70 \pm 0.49$ . We see an indication for AGNs in different regimes of

accretion rate, flat spectrum radio quasars and BL Lac objects, having different scaling relations with  $\alpha \approx 1$  and  $\approx 2$ , respectively. We find that modelling the periodograms of four of our sources requires the assumption of broken powerlaw spectra. From simulating lightcurves as superpositions of exponential flares we conclude that strong overlap of flares leads to featureless simple power-law periodograms of AGNs at radio wavelengths in most cases (The paper is about to be submitted to ApJ).

### [7 GC-16] Acceleration of Relativistic Jets on Sub-parsec Scales

Sang-Sung Lee<sup>1,2</sup>, Andrei Lobanov<sup>3</sup>, Thomas P. Krichbaum<sup>3</sup>, J. Anton Zensus<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup>*Max-Planck Institute for Radio Astronomy*

Jets of compact radio sources are highly relativistic and Doppler boosted, making studies of their intrinsic properties difficult. Observed brightness temperatures can be used to study the intrinsic physical properties of the relativistic jets. The intrinsic properties of relativistic jets depend on inner jet models. We aimed to observationally test the inner jet models. The very long baseline interferometry (VLBI) cores of compact radio sources are optically thick at a given frequency. The distance of the core from the central engine is inversely proportional to the frequency. Under the equipartition condition between the magnetic field energy and particle energy densities, the absolute distance of the VLBI core can be predicted. We compiled the brightness temperatures of VLBI cores at various radio frequencies of 2, 8, 15, and 86-GHz. The brightness temperatures in the rest frame were investigated in the sub-parsec regions of the compact radio sources. From the vicinity of the central engine, the brightness temperatures increased slowly and then rose with steeper slope, indicating that the Lorentz factor increases along the jet. This implies that the jets are accelerated in the (sub-)parsec regions from the central engine.

### [7 GC-17] The drivers and energetics of ionized gas outflows in powerful Type 2 AGN in the local Universe

Marios Karouzos<sup>1</sup>, Jong-Hak Woo<sup>1</sup>, Hyun-Jin Bae<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University,* <sup>2</sup>*Department of Astronomy, Yonsei University*

There exist scaling relations that link the mass of supermassive black holes with both the velocity dispersion and the mass of the central stellar cusp of their host galaxies. This implies that galaxies co-evolve with their central black holes, potentially through the feedback from actively accreting supermassive black holes (AGN). We use integral field spectroscopy data from the 8.2m Gemini-North telescope to investigate ionized gas outflows in luminous local ( $z < 0.1$ ) Type 2 AGN. Our sample of 6 galaxies was selected based on their [OIII] dust-corrected luminosity ( $> 10^{42}$  erg/s) and signatures of outflows in the [OIII] line profile of their SDSS spectra. These are arguably the best candidates to explore AGN feedback in action since they are  $< 1\%$  of a large local type 2 AGN SDSS sample selected based on their [OIII] kinematics. Expanding on previously reported results concerning the kinematic decomposition and size determination of these outflows, here we report their photoionization properties and energetics. We find strong evidence that connect the extreme kinematics of the ionized gas with AGN photoionization. The kinematic component related to the AGN-driven outflow is clearly separated from other kinematic components, such as gravitation- or stellar-driven motions, on the velocity and velocity dispersion diagram. Our spatially resolved kinematic analysis reveals that up to 90% of the mass and kinetic energy of the outflow is contained within the central kiloparsec of the galaxy. The total mass and kinetic energy of the outflow correlate well with the AGN bolometric luminosity, resulting in energy conversion efficiencies between 0.01% and 1%. Intriguingly, we detect ubiquitous signs of ongoing circumnuclear star formation. Their small size, the centrally contained mass and energy, and the universally detected circumnuclear star formation cast doubts on the potency of these AGN-driven outflows as agents of negative feedback.

### [7 GC-18] Discovery of a Faint Quasar at $z \sim 6$ and Implications for Cosmic Reionization

Yongjung Kim<sup>1,2</sup>, Myungshin Im<sup>1,2</sup>, Yiseul Jeon<sup>1,2</sup>, Minjin Kim<sup>3,4</sup>, Changsu Choi<sup>1,2</sup>, Jueun Hong<sup>1,2</sup>, Minhee Hyun<sup>1,2</sup>, Hyunsung David Jun<sup>1,5</sup>, Marios Karouzos<sup>2</sup>, Dohyeong Kim<sup>1,2</sup>, Duho Kim<sup>1,6</sup>, Jae-Woo Kim<sup>1,2</sup>, Ji Hoon Kim<sup>7</sup>, Seong-Kook Lee<sup>1,2</sup>, Soojong Pak<sup>8</sup>, Won-Keek Park<sup>3</sup>, Yoon Chan Taak<sup>1,2</sup>, and Yongmin Yoon<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Center for the Exploration of the Origin of the Universe (CEO),* <sup>2</sup>*Astronomy Program, FPRD,*

*Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, 3Korea Astronomy and Space Science Institute, 4University of Science and Technology, 5Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, 6Arizona State University, School of Earth and Space Exploration, 7Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan, 8School of Space Research and Institute of Natural Sciences, Kyung Hee University...*

Recent studies suggest that faint active galactic nuclei may be responsible for the reionization of the universe. Confirmation of this scenario requires spectroscopic identification of faint quasars ( $M_{1450} > -24$  mag) at  $z > 6$ , but only a very small number of such quasars have been spectroscopically identified so far. Here, we report the discovery of a faint quasar IMS J220417.92+011144.8 at  $z \sim 6$  in a  $12.5 \text{ deg}^2$  region of the SA22 field of the Infrared Medium-deep Survey (IMS). The spectrum of the quasar shows a sharp break at  $\sim 8443 \text{ \AA}$ , with emission lines redshifted to  $z = 5.944 \pm 0.002$  and rest-frame ultraviolet continuum magnitude  $M_{1450} = -23.59 \pm 0.10$  AB mag. The discovery of IMS J220417.92+011144.8 is consistent with the expected number of quasars at  $z \sim 6$  estimated from quasar luminosity functions based on previous observations of spectroscopically identified low-luminosity quasars. This suggests that the number of  $M_{1450} \sim -23$  mag quasars at  $z \sim 6$  may not be high enough to fully account for the reionization of the universe. In addition, our study demonstrates that faint quasars in the early universe can be identified effectively with a moderately wide and deep near-infrared survey such as the IMS.

### [7 GC-19] GRB 140304A at $z=5.283$ : Implications on the high redshift universe and the observed flaring activities

Soomin Jeong  
*Institute for Science and Technology in Space, SKKU, Korea and Instituto de Astrofísica de Astronomía-CSIC, Granada, Spain*

Gamma ray burst, the most brightest explosion phenomena in the current universe is well suited for study of high redshift universe. We report the afterglow multi-wavelength observation and GTC spectroscopy follow up of GRB 140304A which was exploded at  $z=5.283$ . The spectrum was shown damped Lyman alpha features and a series of absorption lines S, Si, SiII\*, Oi, CII, CII\*, SiIV are

clearly detected at common redshift. Clear optical flares are detected when X-ray flare happened and a possible gamma-ray excess also. At this conference, we report on implications for the GRB host and environments using its absorption features which place the results in context to other well studied high redshift GRBs and studies about the ejecta using its observed flaring activities.

### [7 GC-20] Study on mapping of dark matter clustering from real space to redshift space

Yi Zheng, Yong-Seon Song  
*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Republic of Korea*

The mapping of dark matter clustering from real to redshift spaces introduces the anisotropic property to the measured density power spectrum in redshift space, known as the Redshift Space Distortion (hereafter RSD) effect. The mapping formula is intrinsically non-linear, which is complicated by the higher order polynomials due to the indefinite cross correlations between the density and velocity fields, and the Finger-of-God (hereafter FoG) effect due to the randomness of the peculiar velocity field. Furthermore, the rigorous test of this mapping formula is contaminated by the unknown non-linearity of the density and velocity fields, including their auto- and cross-correlations, for calculating which our theoretical calculation breaks down beyond some scales. Whilst the full higher order polynomials remains unknown, the other systematics can be controlled consistently within the same order truncation in the expansion of the mapping formula, as shown in this paper. The systematic due to the unknown non-linear density and velocity fields is removed by separately measuring all terms in the expansion using simulations. The uncertainty caused by the velocity randomness is controlled by splitting the FoG term into two pieces, 1) the non-local FoG term being independent of the separation vector between two different points, and 2) the local FoG term appearing as an indefinite polynomials which is expanded in the same order as all other perturbative polynomials. Using 100 realizations of simulations, we find that the best fitted non-local FoG function is Gaussian, with only one scale-independent free parameter, and that our new mapping formulation accurately reproduces the observed power spectrum in redshift space at the smallest scales by far, up to  $k \sim 0.3 \text{ h/Mpc}$ , considering the resolution of future experiments.

### [구 GC-21] Cosmic Distances Probed Using The BAO Ring

Cristiano G. Sabiu, Yong-Seon Song  
*Korea Astronomy and Space Science Institute,  
 Daejeon, South Korea*

The cosmic distance can be precisely determined using a 'standard ruler' imprinted by primordial baryon acoustic oscillation (hereafter BAO) in the early Universe. The BAO at the targeted epoch is observed by analyzing galaxy clustering in redshift space (hereafter RSD) of which theoretical formulation is not yet fully understood, and thus makes this methodology unsatisfactory. The BAO analysis through full RSD modeling is contaminated by the systematic uncertainty due to a non-linear smearing effect such as non-linear corrections and uncertainty caused by random virial velocity of galaxies. However, BAO can be probed independently of RSD contamination using the BAO peak positions located in the 2D anisotropic correlation function. A new methodology is presented to measure peak positions, to test whether it is also contaminated by the same systematics in RSD, and to provide the radial and transverse cosmic distances determined by the 2D BAO peak positions. We find that in our model independent anisotropic clustering analysis we can obtain about 2% and 5% constraints on  $D_A$  and  $H^{-1}$  respectively with current BOSS data which is competitive with other analysis.

### [구 GC-23] Three-dimensional simulations of star formation in central region of barred-spiral galaxies

Woo-Young Seo, Woong-Tae Kim  
*Seoul National University*

The central regions of barred-spiral galaxies contain interesting gaseous structures such as dust lanes located at the leading side of the bar and nuclear rings that are sites of intense star formation. Our previous studies showed how gas structures form under the influence of a non-axisymmetric bar potential and temporal/spatial behavior of the star formation in nuclear rings. However, previous works were limited to 2-dimensional infinitesimally-thin, unmagnetized and isothermal disks. To study effects of cooling/heating, vertical motions of gas structures and magnetic field, we use Mesh-Free magneto-hydrodynamic simulation code GIZMO. We find that temporal variations of the star formation rates in the nuclear ring in the three-dimensional model are overall similar those in the previous two-dimensional results, although the former

shows more violent small-scale fluctuations near the early primary peak. We will present our recent results about evolution of gaseous structures and star formation rate compare with results of previous studies.

### [구 GC-24] Non-axisymmetric Features of Dwarf Elliptical Galaxies

Sungwon Kwak<sup>1</sup>, Woong-Tae Kim<sup>1</sup>, Soo-Chang Rey<sup>2</sup>, Suk Kim<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Seoul National University, <sup>2</sup>Chungnam National University*

About one tenth of dwarf elliptical galaxies found in the Virgo cluster have a disk component, and some of them even possess substructures such as bars, lens, and spiral arms. We use N-body simulations to study the formation of these non-axisymmetric features in disk dwarf elliptical galaxies. By mimicking VCC 856, a bulgeless dwarf galaxy with embedded faint spiral arms, we construct 11 sets of initial conditions with slight dynamical variations based on observational data. Our standard model starts slowly to form a bar at  $\sim 3$  Gyr and then undergoes buckling instability that temporarily weakens the bar although the bar strength continues to grow afterward. We find 9 of our models are unstable to bar formation and undergo buckling instability. This suggests that disk dwarf elliptical galaxies are intrinsically unstable to form bars, accounting for a population of barred dwarf galaxies in the outskirts of the Virgo cluster. To understand the origin of the faint grand-design spiral arms, we additionally construct 6 sets of models that undergo tidal interactions with their neighbors. We find that faint spiral arms consistent with observations develop when tidal forcing is relatively weak although strong encounter still results in bar formation. We discuss our results in light of the dynamical evolution of dwarf elliptical galaxies including mergers.

### [구 GC-25] Formation and evolution of sub-galactic structures around dwarf galaxy-sized halos

Kyungwon Chun<sup>1</sup>, Jihye Shin<sup>2</sup>, Sungsoo S. Kim<sup>1,3</sup>  
<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University*  
<sup>2</sup>*School of Physics, Korea Institute for Advanced Study*  
<sup>3</sup>*Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University*

We aim to investigate formation of satellite



sub-galactic structures around isolated dwarf galaxies using cosmological hydrodynamic zoom simulations. For this, we modify a cosmological hydrodynamic code, GADGET-3, in a way that includes gas cooling down to  $T \sim 10\text{K}$ , gas heating by universal reionization when  $z < 8.9$ , UV shielding for high density regions of  $n_{\text{shield}} > 0.014\text{cm}^{-3}$ , star formation in the dense regions ( $n_{\text{H}} > 100\text{cm}^{-3}$ ), and supernova feedback. To get good statistics, we perform three different simulations for different target galaxies of the same mass of  $\sim 10^{10} M_{\text{sun}}$ . Each simulation starts in a cubic box of a side length of  $1\text{Mpc}/h$  with 17 million particles from  $z = 49$ . The mass of dark matter (DM) and gas particle is  $M_{\text{DM}} = 4.1 \times 10^3 M_{\text{sun}}$  and  $M_{\text{gas}} = 7.9 \times 10^2 M_{\text{sun}}$ , respectively, thus each satellite sub-galactic structure can be resolved with more than hundreds or thousands particles. We analyze total 90 sub-galactic structures that have formed outside of the main halos but infall the main halos. We found that 1) mini halos that interact more with the other mini halos tend to accrete the more mass, 2) mini halos that interact more before the reionization tend to form more stars, 3) mini halos with the more interaction tend to approach closer to the galactic center and have the lower orbital circularity, 4) survivals even in the strong tidal fields evolve baryon dominated system, such as globular clusters.

### [7 GC-26] Rotation of galaxies and the role of galaxy mergers

Hoseung Choi, Sukyoung Yi.  
*Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea*

Recent integral-field spectrograph surveys have found that similar-looking early type galaxies have wide range of rotational properties (Emsellem et al. 2007). This finding initiated a new point of view to the galaxies: rotation of galaxy as the first parameter of galaxy classification (Emsellem et al. 2011, Cappellari et al. 2011, for example).

Some theoretical studies tried to address the origin of galaxy rotation. Idealized galaxy merger simulations have shown that galaxy-galaxy interactions have significant effects on the rotation of galaxies. Cosmological simulations by Naab et al. 2014 also added some more insights to the rotation of galaxies. However, previous studies either lack cosmological background or have not enough number of samples.

Running a set of cosmological hydrodynamic zoom-in simulations using the AMR code RAMSES(Teyssier 2002), we have constructed a

sample of thousands of galaxies in 20 clusters. Here we present a kinematic analysis of a large sample of galaxies in the cosmological context. The overall distribution of rotation parameter of simulated galaxies suggests a single peak corresponding to fast rotating galaxies. But when divided by mass, we find a strong mass dependency of galaxy rotation, and massive galaxies are distinctively slow rotating. The cumulated effective of mergers seems to neutralize galaxy rotation as suggested by previous studies (Khochfar et al. 2011, Naab et al. 2014, and Moody et al. 2014). This is consistent with the fact that massive galaxies tend to rotate more slowly after numerous mergers. However, if seen individually, merger can either increase or decrease galaxy rotation depending on mass ratio, orbital parameter, and relative rotation axis of the two galaxies. This explains the existence of some non-slow rotating massive early type galaxies.

### [7 GC-27] A 3-D BICONICAL OUTFLOW MODELING OF GAS KINEMATICS FOR TYPE 2 AGNs

Hyun-Jin Bae<sup>1,2</sup>, Jong-Hak Woo<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Astronomy, Yonsei University*  
<sup>2</sup>*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*

To understand the observed kinematics in the narrow-line region (NLR) of type 2 AGNs, we construct a model of 3-D biconical outflow combined with a thin dust plane. The model consists of two identical cones whose apex is located at the nucleus, and the cones are axisymmetric with respect to the bicone axis. After we define the properties of the bicone and the dust plane, we calculate a spatially integrated velocity and velocity dispersion along the line-of-sight using various physical parameters. As we test the effect of model parameters, we find three key parameters determining the integrated kinematics: intrinsic outflow velocity, bicone inclination, and the amount of dust extinction. The velocity dispersion increases as the intrinsic outflow velocity or the bicone inclination increases, while the velocity shift increases as the amount of dust extinction increases. We confirm that the integrated velocity dispersion can be a good indicator of the intrinsic outflow velocity unless dust extinction is not very strong ( $> \sim 80\%$ ), while the effect of dust extinction can be alleviated by combining the integrated velocity and the velocity dispersion. Based on the simulated velocity distributions using the 3-D models, the variety of

the observed [O III] line profiles of type 2 AGNs can be well reproduced. In addition, we perform Monte Carlo simulations based on the different sets of model parameters. By comparing the model results with the observed [O III] kinematics of  $\sim 39,000$  SDSS type 2 AGNs (Woo et al. 2016), we find that the observed [O III] velocity-velocity dispersion distribution is well reproduced by the biconical outflow model, enabling us to constrain the intrinsic physical parameters of outflows.

## 항성

### [구 ST-01] KIC 6220497: A New Algol-type Eclipsing Binary with $\delta$ Sct Pulsations

Jae Woo Lee  
Korea Astronomy and Space Science Institute,  
Daejeon 34055

We present the physical properties of KIC 6220497 exhibiting multiperiodic pulsations from the Kepler photometry. The light curve synthesis represents that the eclipsing system is a semi-detached Algol with a mass ratio of  $q=0.243$ , an orbital inclination of  $i=77.3$  deg, and a temperature difference of  $\Delta T=3,372$  K, in which the detached primary component fills its Roche lobe by  $\sim 87\%$  and is about 1.6 times larger than the lobe-filling secondary. To detect reliable pulsation frequencies, we analyzed separately the Kepler light curve at the interval of an orbital period. Multiple frequency analyses of the eclipse-subtracted light residuals reveal 32 frequencies in the range of  $0.75-20.22$  d $^{-1}$  with semi-amplitudes between 0.27 and 4.55 mmag. Among these, four frequencies ( $f_1, f_2, f_5, f_7$ ) may be attributed to pulsation modes, while the other frequencies can be harmonic and combination terms. The pulsation constants of 0.16-0.33 d and the period ratios of  $P_{\text{pul}}/P_{\text{orb}} = 0.042-0.089$  indicate that the primary component is a  $\delta$  Sct pulsating star in p modes and, thus, KIC 6220497 is an oscillating eclipsing Algol (oEA) star. The dominant pulsation period of about 0.1174 d is considerably longer than the values given by the empirical relations between the pulsational and orbital periods. The surface gravity of  $\log g_1 = 3.78$  is significantly smaller than those of the other oEA stars with similar orbital periods. The pulsation period and the surface gravity of the pulsating primary demonstrate that KIC 6220497 would be the more evolved EB, compared with normal oEA stars.

### [구 ST-02] The first photometric analysis of the close binary system NSVS 1461538

Hyoun-Woo Kim, Chun-Hwey Kim  
Department of Astronomy and Space Science,  
Chungbuk National University, Cheongju, 28644,  
Korea

The follow-up BVRI photometric observations of NSVS 1461538, which was discovered as an Algol/ $\beta$  Lyr eclipsing variable by Hoffman, Harrison & McNamara (2009), were performed for three years from 2011 to 2013 by using the 61-cm telescope and CCD cameras of Sobaeksan Optical Astronomy Observatory (SOAO). New light curves have deep depths both of the primary and secondary eclipses, rounded shapes outside eclipses and a strong O'Connell effect, indicating that NSVS 1461538 is a typical W UMa close binary system rather than an Algol/ $\beta$  Lyr type binary star. A period study with all the timings shows that the orbital period may vary in a sinusoidal way with a period of about 5.6 yr and a small semi-amplitude of about 0.008 d. The cyclical period variation was interpreted as a light-time effect due to a tertiary body with a minimum mass of  $0.66M_{\odot}$ . The first photometric solution with the Wilson-Devinney binary model shows that the system is a W-subtype contact binary with the mass ratio ( $q=m_c/m_h$ ) of 3.46, orbit inclination of 85.6 deg and fill-out factor of 30%. From the existing empirical relationship between parameters, the absolute dimension was estimated. The masses and radii of the component stars are  $0.28M_{\odot}$  and  $0.71R_{\odot}$  for the less massive but hotter primary star, respectively, and  $0.96M_{\odot}$  and  $1.21R_{\odot}$ , for the more massive secondary, respectively. Possible evolution of the system is discussed in the mass-radius and the mass-luminosity planes.

### [구 ST-03] The First Photometric Study of the Neglected Contact Binary GX Aurigae

Jang-Ho Park<sup>1,2</sup>, Jae Woo Lee<sup>1</sup>, and Chun-Hwey Kim<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,  
<sup>2</sup>Chungbuk National University

New CCD photometric observations of GX Aur have been made between 2004 and 2015. Our light curves are the first ever compiled and display the variable O'Connell effect. The light variations are satisfactorily modeled by including time-varying cool-spots on the component stars. Our light curve synthesis indicates that the eclipsing pair is an A-type contact binary with parameters of  $i = 81.1$  deg,  $\Delta T = 36$  K,  $q = 0.950$  and  $f = 46\%$ . Including

our 25 timing measurements, a total of 83 times of minimum light spanning about 66 yr were used for a period study. It was found that the orbital period of GX Aur has varied due to two periodic oscillations superposed on an upward-opening parabolic variation. The long-term period increase rate is deduced as  $+9.636 \times 10^{-10} \text{ d yr}^{-1}$ , which can be produced as a mass transfer from the secondary star to the primary at a rate of  $3.136 \times 10^{-6} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ , among the largest rates for contact systems. The periods and semi-amplitudes of the two periodic variations are about  $P_3 = 8.7 \text{ yr}$  and  $P_4 = 21.2 \text{ yr}$ , and  $K_3 = 0.011 \text{ d}$  and  $K_4 = 0.017 \text{ d}$ , respectively. The most reasonable explanation for both cycles is a pair of light-travel-time effects driven by the possible existence of an unseen third and fourth components with projected masses of  $M_3 = 0.91 M_{\odot}$  and  $M_4 = 1.09 M_{\odot}$  in eccentric orbits of  $e_3 = 0.13$  and  $e_4 = 0.73$ . Because no third light was detected in the light curve synthesis, each circumbinary object could be a compact star or a binary itself.

#### [7 ST-04] Apsidal motions of 90 eccentric binary systems in the Small Magellanic Cloud

Kyeongsoo Hong<sup>1</sup>, Jae Woo Lee<sup>1,2</sup>, Seung-Lee Kim<sup>1,2</sup>, Jae-Rim Koo<sup>1</sup>, and Chung-Uk Lee<sup>1,2</sup>

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

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

We examined thousands of light curves of stars brighter than 18.0 mag in I band and less than mean magnitude error of 0.1 mag in V band from the OGLE-III eclipsing binary catalogue, and found 90 new binary systems exhibiting apsidal motion. In this study, the samples of apsidal motion stars in the SMC were increased by 250 percent than previously known. In order to determine the period of the apsidal motion for the binaries, we analysed in detail both light curves and eclipse timings using the MACHO and OGLE photometric database obtained for about 20 yrs. For the eclipse timing diagrams of the systems, new times of minimum light were derived from the full light curve combined at intervals of one yr from the survey data. The binaries presented in this paper have apsidal motion periods in the range of 12-918 yrs. An additional short-term oscillation was detected in five systems (OGLE-SMC-ECL-1634, 1947, 3035, 4946, and 5382), which most likely arise from the existence of a third body orbiting each eclipsing binary. All of the selected systems can be used for the statistical study of the interior structure of the stars in the SMC through their apsidal motions due

to the homogeneous data and consistent analysis methods.

#### [7 ST-05] Wolf-Rayet star evolution with clumpy envelope structure.

Hye-Eun Jang, Sung-Chul Yoon  
*Seoul National University*

It is well known that theoretical models of Wolf-Rayet stars are not consistent with observational data in terms of temperature and stellar radius. Recent study in analytical and numerical simulations show the importance of density inhomogeneity in stellar envelope. Using 1-dimensional numerical simulations, we study how such clumpiness arisen over convective surface of Wolf-Rayet stars affect their evolutionary path. Starting from pure helium star models, we constructed 21 different initial conditions by varying stellar mass, metallicity, and the clumpiness of the sub-surface convection zone. We run the simulations until the oxygen-burning is reached and find that the influence of the clumpiness is sensitive to the initial metallicity. Our models with high metallicity including the effect of the density inhomogeneity can roughly explain the observed properties of Wolf-Rayet stars such as stellar radius and temperature. By contrast, despite a considerable amount of density inhomogeneity is given, low metallicity models could not fully explain observations. To understand the inconsistency in low metallicity models, detailed study with improved model is required, taking account of the error range of the observations.

#### [7 ST-06] Infrared-Visible Photometric Analyses of Core-collapse Supernovae and Supernova Dust Formation

Mina Pak<sup>1,2</sup>, Dae-Sik Moon<sup>3</sup>, Sang Chul KIM<sup>1,2</sup>, Pegah Salbi<sup>3</sup>, Avishay Gal-Yam<sup>4</sup>, Ho-Gyu Lee<sup>1</sup>, and CCCP Members

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

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

<sup>3</sup>*Department of Astronomy and Astrophysics, University of Toronto, Canada,*

<sup>4</sup>*Department of Particle Physics and Astrophysics, Faculty of Physics, The Weizmann Institute of Science, Israel*

We present multiband photometric analyses of

10 core-collapse supernovae in the near-infrared and visible wavebands. Our infrared data is from observations of the supernovae using the Wide Field Infrared Camera at the Palomar 5-m telescope as part of the Caltech Core-Collapse Supernova Program, while we obtain the visible data from publicly available data base. By fitting the broadband spectral energy distribution with a black body and, when necessary, modified black body component, we estimate physical parameters of the supernovae more accurately and also conduct a systematic investigation of when the supernovae show any indication of dust formation.

### [ㄱ ST-07] Time monitoring observations of H<sub>2</sub>O and SiO masers toward semi-regular variable star R Crateris

Dong-Jin Kim<sup>1,2</sup>, Se-Hyung Cho<sup>2</sup>, Young-Joo Yun<sup>2</sup>, JaeHeon Kim<sup>2</sup>, Yoon Kyung Choi<sup>2</sup>, Dong-Whan Yoon<sup>2</sup>, Suk-Jin Yoon<sup>1</sup>

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

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

With the Korean VLBI Network (KVN), both single dish and VLBI monitoring observations of H<sub>2</sub>O and SiO masers were performed toward the semi-regular variable star R Crateris. In the case of 11 VLBI monitoring observations from Jan. 5, 2014 to Jan. 7, 2016, successful superposed maps of H<sub>2</sub>O and SiO masers were obtained at 7 epochs by adopting the Source Frequency Phase Referencing (SFPR) method. These results enable us to investigate the development of outflow and asymmetric motions from SiO maser to H<sub>2</sub>O maser regions according to stellar pulsation which are closely related with a mass-loss process. Single dish monitoring observations of H<sub>2</sub>O and SiO masers were also carried out from 2009 June to 2016 Feb. Intensity variations between H<sub>2</sub>O and SiO masers were investigated according to stellar optical phases together with peak velocity variations with respect to the stellar velocity. We will compare the VLBI results among different maser transitions with those of single dish.

### [ㄱ ST-08] Calibrator Survey for evolved stars using the KVN

Yoon Kyung Choi, Jan Wagner, Taehyun Jung, Youngjoo Yun, and Se-Hyung Cho  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We present results of a calibrator search near twenty evolved stars using the Korean VLBI

Network (KVN). Our evolved star targets include candidate sources for a Key Science Project (KSP) of the KVN. The KSP plans to investigate the spatial structure and dynamical effects between SiO and H<sub>2</sub>O maser regions including mass-loss process and development of asymmetry in circumstellar envelopes of evolved stars. For these purposes, we need compact and strong extragalactic sources close to the evolved stars. We carried out 5 observations in order to detect radio continuum sources that can be used for source frequency phase-referencing (SFPR) -based analysis. We observed 153 sources, out of which we detected 29 at 22 GHz and 20 at 43 GHz at signal-to-noise ratios higher than 50 at all baselines. Therefore, we successfully found target and calibrator pairs for the KVN KSP.

### [ㄱ ST-09] Radial distribution of RGB stars in the Globular Clusters with multiple stellar populations

Dongwook Lim<sup>1</sup>, Young-Wook Lee<sup>1</sup>, Sang-Il Han<sup>2</sup>, Dong-Goo Roh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Center for Galaxy Evolution Research & Department of Astronomy, Yonsei University*

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

Most globular clusters are now known to have two or more stellar populations with different chemical properties. In order to understand the origin and evolution of multiple stellar populations in these globular clusters, it is necessary to study not only the chemical property, but also the dynamical property. In our previous works (Lim et al. 2015; Han et al. 2015), we have shown that Ca narrow-band photometry can be combined with low-resolution spectroscopy to effectively study the chemical properties of globular clusters. In this talk, we will show our observations are also useful to study the radial distribution of stars in globular clusters with multiple stellar populations, and report our preliminary results.

### [ㄱ ST-10] Spectroscopic study of Planetary hosting star HD 20794

Pakakaew Rittipruk, Alexander V. Yushchenko, and Young-Woon Kang

*Department of Astronomy and Space Science, Sejong University, Seoul, Republic of Korea*

We observed the high resolution spectra of a solar-neighborhood planetary hosting star HD 20794. The analysis of spectroscopic data was

performed using URAN and SYNTH programs. These spectra allow us to determine the effective temperatures, surface gravities, microturbulent velocities and, chemical abundances. Bond et al. (2008) found chemical abundance for 11 elements, but using the Spectrum synthesis method we have so far determine about 30 elements. We have derived iron metallicity  $[Fe/H] = -0.42 \pm 0.03$ ,  $[FeII/H] = -0.43 \pm 0.012$ , and surface gravity,  $\log g = 4.48$ , in good agreement with values from previous investigation. This research was supported by the Korea Astronomy and Space Science Institute under the R&D program (Project No. 2015-1-320-18) supervised by the Ministry of Science, ICT and Future Planning.

### [ㄱ ST-11] Bright stars observed by FIMS/SPEAR

Young-Soo Jo<sup>1,2</sup>, Kwang-Il Seon<sup>1,3</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>2</sup>, Yeon-Ju Choi<sup>2,4</sup>, Tae-Ho Lim<sup>2</sup>, Yeo-Myeong Lim<sup>2</sup>, Jerry Edelman<sup>5</sup> and Wonyong Han<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), <sup>2</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), <sup>3</sup>Astronomy and Space Science Major, Korea University of Science and Technology, <sup>4</sup>Korea Aerospace Research Institute (KARI), <sup>5</sup>Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley

In this paper, we present a catalogue of the spectra of bright stars observed during the sky survey using the Far-Ultraviolet Imaging Spectrograph (FIMS), which was designed primarily to observe diffuse emissions. By carefully eliminating the contamination from the diffuse background, we obtain the spectra of 70 bright stars observed for the first time with a spectral resolution of  $2-3\text{\AA}$  over the wavelength of  $1370-1710\text{\AA}$ . The far-ultraviolet spectra of an additional 139 stars are also extracted with a better spectral resolution and/or higher reliability than those of the previous observations. The stellar spectral type of the stars presented in the catalogue spans from O9 to A3. The method of spectral extraction of the bright stars is validated by comparing the spectra of 323 stars with those of the International Ultraviolet Explorer (IUE) observations.

## 태양 및 우주환경

### [박 SS-01] Steady-State Solution for Solar Wind Electrons by Spontaneous Emissions

Sunjung Kim<sup>1</sup>, Peter H. Yoon<sup>1,2</sup>, and G. S. Choe<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin, Gyeonggi 446-701, Korea, <sup>2</sup>University of Maryland, College Park, Maryland 20742, USA

The solar wind electrons are made of three or four distinct components, which are core Maxwellian background, isotropic halo, and super-halo (and sometimes, highly field-aligned strahl component which can be considered as a fourth element). We put forth a steady-state model for the solar wind electrons by considering both the steady-state particle and wave kinetic equations. Since the steady-state solar wind electron VDFs and the steady-state wave fluctuation spectrum are related to each other, we also investigate the complete fluctuation spectra in the whistler and Langmuir frequency ranges by considering halo- and superhalo-like model electron VDFs. It is found that the energetic electrons make important contributions to the total emission spectrum. Based on this, we complete the steady-state model by considering both the whistler and Langmuir fluctuations. In particular, the Langmuir fluctuation plays an important role in the formation and maintenance of nonthermal electrons.

### [ㄱ SS-02] Comparison of Empirical Magnetopause Location Models with Geosynchronous Satellite Data

Eunsu Park, Yong-Jae Moon  
*School of Space Research, Kyung Hee University*

In this study, we identify 307 the geosynchronous magnetopause crossing (GMC) using geosynchronous satellite observation data from 1996 to 2010 as well as make an observational test of magnetopause location models using the identified events. For this, we consider three models: Petrinec and Russell (1996), Shue et al. (1998), and Lin et al. (2010). To evaluate the models, we estimate a Probability of Detection (PoD) and a Critical Success Index (CSI) as a function of year. To examine the effect of solar cycle phase, we consider three different time periods: (1) ascending phase (1996-1999), (2) maximum phase (2000-2002), and (3) descending phase (2003-2008). Major results from this study are as follows. First, the PoD values of all models range from 0.6 to 1.0 for the most of years. Second, the PoD values of Lin et al. (2010) are noticeably higher than those of the other models. Third, the CSI values of all models range from 0.3

to 0.6 and those of Shue et al. (1998) are slightly higher than those of the other models. Fourth, the predicted magnetopause radius based on Lin et al.(2010) well match the observed one within one earth radius, while that on Shue et al. (1998) overestimate the observed one by about 2 earth radii. Fifth, the PoD and CSI values of all the models are better for the solar maximum phase than those for the other phases, implying that the models are more optimized for the phase.

### [구 SS-03] Collisionless Magnetic Reconnection and Dynamo Processes in a Spatially Rotating Magnetic Field

Junggi Lee , G. S. Choe, and Inhyeok Song  
*Kyung Hee University*

Spatially rotating magnetic fields have been observed in the solar wind and in the Earth's magnetopause as well as in reversed field pinch (RFP) devices. Such field configurations have a similarity with extended current layers having a spatially varying plasma pressure instead of the spatially varying guide field. It is thus expected that magnetic reconnection may take place in a rotating magnetic field no less than in an extended current layer. We have investigated the spontaneous evolution of a collisionless plasma system embedding a rotating magnetic field with a two-and-a-half-dimensional electromagnetic particle-in-cell (PIC) simulation. In magnetohydrodynamics, magnetic flux can be decreased by diffusion in O-lines. In kinetic physics, however, an asymmetry of the velocity distribution function can generate new magnetic flux near O- and X-lines, hence a dynamo effect. We have found that a magnetic-flux-reducing diffusion phase and a magnetic-flux-increasing dynamo phase are alternating with a certain period. The temperature of the system also varies with the same period, showing a similarity to sawtooth oscillations in tokamaks. We have shown that a modified theory of sawtooth oscillations can explain the periodic behavior observed in the simulation. A strong guide field distorts the current layer as was observed in laboratory experiments. This distortion is smoothed out as magnetic islands fade away by the O-line diffusion, but is soon strengthened by the growth of magnetic islands. These processes are all repeating with a fixed period. Our results suggest that a rotating magnetic field configuration continuously undergoes deformation and relaxation in a short time-scale although it might look rather steady in a long-term view.

### [구 SS-04] Dependence of spacecraft anomalies at different orbits on energetic electron and proton fluxes

Kangwoo Yi<sup>1</sup>, Yong-Jae Moon<sup>1,2</sup>, Ensang Lee<sup>2</sup> and Jae-Ok Lee<sup>1</sup>  
*<sup>1</sup>School of Space Research, Kyung Hee University, Korea, <sup>2</sup>Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, Korea*

In this study we investigate 195 spacecraft anomalies from 1998 to 2010 from Satellite News Digest (SND). We classify these data according to types of anomaly : Control, Power, Telemetry etc. We examine the association between these anomaly data and daily peak particle (electron and proton) flux data from GOES as well as their occurrence rates. To determine the association, we use two criteria that electron criterion is >10,000 pfu and proton criterion is >100 pfu. Main results from this study are as flows. First, the number of days satisfying the criteria for electron flux has a peak near a week before the anomaly day and decreases from the peak day to the anomaly day, while that for proton flux has a peak near the anomaly day. Second, we found a similar pattern for the mean daily peak particle (electron and proton) flux as a function of day before the anomaly day. Third, an examination of multiple spacecraft anomaly events, which are likely to occur by severe space weather effects, shows that anomalies mostly occur either when electron fluxes are in the declining stage, or when daily proton peak fluxes are strongly enhanced. This result is very consistent with the above statistical studies. Our results will be discussed in view of the origins of spacecraft anomaly.

### [구 SS-05] Prediction of Long-term Solar Activity based on Fractal Dimension Method

Rok-Soon Kim<sup>1,2</sup>  
*<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>2</sup>University of Science and Technology*

Solar activity shows a self-similarity as it has many periods of activity cycle in the time series of long-term observation, such as 13.5, 51, 150, 300 days, and 11, 88 years and so on. Since fractal dimension is a quantitative parameter for this kind of an irregular time series, we applied this method to long-term observations including sunspot number, total solar irradiance, and 3.75 GHz solar radio flux to predict the start and maximum times as well as expected maximum sunspot number for

the next solar cycle. As a result, we found that the radio flux data tend to have lower fractal dimensions than the sunspot number data, which means that the radio emission from the sun is more regular than the solar activity expressed by sunspot number. Based on the relation between radio flux of 3.75 GHz and sunspot number, we could calculate the expected maximum sunspot number of solar cycle 24 as 156, while the observed value is 146. For the maximum time, estimated mean values from 7 different observations are January 2013 and this is quite different to observed value of February 2014. We speculate this is from extraordinary extended properties of solar cycle 24. As the cycle length of solar cycle 24, 10.1 to 12.8 years are expected, and the mean value is 11.0. This implies that the next solar cycle will be started at December 2019.

#### [구 SS-06] Spatial and Statistical Properties of Electric Current Density in the Nonlinear Force-Free Model of Active Region 12158

Jihye Kang (강지혜)<sup>1</sup>, Tetsuya Magara<sup>1,2</sup>, Satoshi Inoue<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University (경희대학교 우주탐사학과),* <sup>2</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University (경희대학교 우주과학과),* <sup>3</sup>*Max-Planck Institute for Solar System Research in Germany*

The formation process of a current sheet is important for solar flare from a viewpoint of a space weather prediction. We therefore derive the temporal development of the spatial and statistical distribution of electric current density distributed in a flare-producing active region to describe the formation of a current sheet. We derive time sequence distribution of electric current density by applying a nonlinear force-free approximation reconstruction to Active Region 12158 that produces an X1.6-class flare. The time sequence maps of photospheric vector magnetic field used for reconstruction are captured by a Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) onboard Solar Dynamic Observatory (SDO) on 10th September, 2014. The spatial distribution of electric current density in NLFFF model well reproduce observed sigmoidal structure at the preflare phase, although a layer of high current density shrinks at the postflare phase. A double power-law profile of electric current density is found in statistical analysis. This may be expected to use an indicator of the occurrence of a solar flare.

#### [구 SS-07] Comparison of the Damped Oscillations in between the Solar and Stellar flares

Kyung-Suk Cho<sup>1,2</sup>, Il-Hyun Cho<sup>1,2</sup>, Su-Jin Kim<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*  
<sup>2</sup>*University of Science and Technology*

We explore the similarity and difference of the quasi-periodic pulsations (QPPs) observed during the solar and stellar X-ray flares. For this, we identified 59 solar QPPs in the X-ray observed by the Reuven Ramaty High-Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI) and 52 stellar QPPs from X-ray Multi Mirror Newton observatory (XMM-Newton). The Empirical Mode Decomposition (EMD) method and least-square-fit with the damped sine function are applied to obtain the periods and damping times of the QPPs. We found that (1) the periods and damping times of the stellar QPPs are 7.80 and 13.80 min, which are comparable with those of the solar QPPs 0.55 and 0.97 min. (2) The ratio of the damping times to the periods observed in the stellar QPPs are found to be statistically identical to the solar QPPs, (3) The damping times are well describe by the power law. The power indices of the solar and stellar QPPs are  $0.891 \pm 0.172$  and  $0.953 \pm 0.198$ , which are consistent with the previous results. Thus, we conclude that the underlying mechanism responsible for the stellar QPPs are the natural oscillations of the flaring or adjacent coronal loops as in the Sun.

#### [구 SS-08] Simulation of a solar eruption with a background solar wind

Hwanhee Lee(이환희)<sup>1</sup>, Tetsuya Magara<sup>1,2</sup>, Jihye Kang(강지혜)<sup>1</sup>, Satoshi Inoue<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University, Rep. of Korea (경희대학교 우주탐사학과),*  
<sup>2</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, Rep. of Korea (경희대학교 우주과학과),* <sup>3</sup>*Max-Planck Institute for Solar System Research, Germany*

We construct a solar eruption model with a background solar wind by performing three-dimensional zero-beta magnetohydrodynamic (MHD) simulation. The initial configuration of a magnetic field is given by nonlinear force-free field (NLFFF) reconstruction applied to a flux emergence simulation. The background solar wind is driven by upflows imposed at the top boundary. We analyzed the temporal development of the Lorentz force at the flux tube axis. Based on the results, we

demonstrate that a solar eruption is caused by the imbalance between magnetic pressure gradient force and magnetic tension force. We conclude that this imbalance is produced by a weak but continuously existing solar wind above an active region.

### [구 SS-09] Development of Full ice-cream cone model for HCME 3-D parameters

Hyeonock Na, Yong-Jae Moon, and Harim Lee  
*School of Space Research, Kyung Hee University, Korea*

The determination of three dimensional parameters (e.g., radial speed, angular width, source location) of Coronal Mass Ejections (CMEs) is very important for space weather forecast. To estimate these parameters, several cone models based on a flat cone or a shallow ice-cream cone with spherical front have been suggested. In this study, we investigate which cone model is proper for halo CME morphology using 26 CMEs which are identified as halo CMEs by one spacecraft (SOHO or STEREO-A or B) and as limb CMEs by the other ones. From geometrical parameters of these CMEs such as their front curvature, we find that near full ice-cream cone CMEs are dominant over shallow ice-cream cone CMEs. Thus we develop a new full ice-cream cone model by assuming that a full ice-cream cone consists of many flat cones with different heights and angular widths. This model is carried out by the following steps: (1) construct a cone for given height and angular width, (2) project the cone onto the sky plane, (3) select points comprising the outer boundary, (4) minimize the difference between the estimated projection speeds with the observed ones. We apply this model to 12 SOHO halo CMEs and compare the results with those from other stereoscopic methods (a geometrical triangulation method and a Graduated Cylindrical Shell model) based on multi-spacecraft data.

### [구 SS-10] Comparison between quasi-linear theory and particle-in-cell simulation of solar wind instabilities

Junga Hwang<sup>1,2</sup>, Jungjoon Seough<sup>3</sup>, Peter H. Yoon<sup>4,5</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*  
<sup>2</sup>*Korea University of Science and Technology*  
<sup>3</sup>*University of Toyama, Japan*  
<sup>4</sup>*University of Maryland*  
<sup>5</sup>*Kyung Hee University*

The protons and helium ions in the solar wind are observed to possess anisotropic temperature profiles. The anisotropy appears to be limited by various marginal instability conditions. One of the efficient methods to investigate the global dynamics and distribution of various temperature anisotropies in the large-scale solar wind models may be that based upon the macroscopic quasi-linear approach. The present paper investigates the proton and helium ion anisotropy instabilities on the basis of comparison between the quasi-linear theory versus particle-in-cell simulation. It is found that the overall dynamical development of the particle temperatures is quite accurately reproduced by the macroscopic quasi-linear scheme. The wave energy development in time, however, shows somewhat less restrictive comparisons, indicating that while the quasi-linear method is acceptable for the particle dynamics, the wave analysis probably requires higher-order physics, such as wave-wave coupling or nonlinear wave-particle interaction. We carried out comparative studies of proton firehose instability, aperiodic ordinary mode instability, and helium ion anisotropy instability. It was found that the agreement between QL theory and PIC simulation is rather good. It means that the quasilinear approximation enjoys only a limited range of validity, especially for the wave dynamics and for the relatively high-beta regime.

## 태양계

### [구 SS-11] Seasonal Variations of the Zodiacal Light toward the Ecliptic Poles at the Infrared Wavelengths

Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Il-Joong Kim<sup>1</sup>, Woong-Seob Jeong<sup>1,2</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Bongkon Moon<sup>1</sup>, Youngsik Park<sup>1</sup>, Sung-Joon Park<sup>1</sup>, Won-Kee Park<sup>1</sup>, Duk-Hang Lee<sup>1,2</sup>, Uk-Won Nam<sup>1</sup>, Wonyong Han<sup>1,2</sup>, Kwang-Il Seon<sup>1,2</sup>, Toshio Matsumoto<sup>3</sup>, Min Gyu Kim<sup>4</sup>, Hyung Mok Lee<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,*  
<sup>2</sup>*University of Science & Technology,* <sup>3</sup>*ISAS/JAXA, Japan,* <sup>4</sup>*Seoul National University*

The zodiacal light (ZL), combination of the sunlight scattered by and the infrared light emitted by the interplanetary dust (IPD) particles, changes with time due to the asymmetric distribution of the particles with respect to the Earth's orbit. Especially, the variation of the ZL brightness toward the ecliptic poles are useful to probe the



properties of the global distribution of the IPD because we can evade the effect of the small scale structures, such as the asteroidal dust bands. The ecliptic poles are frequently visited by the infrared (IR) space telescopes owing to their sun-synchronous orbits or for specific purposes. We collect and analyze the observations toward the ecliptic poles by COBE/DIRBE, AKARI, and MIRIS, covering the wavelengths from about 1 to 25  $\mu\text{m}$ . The observed seasonal variations of the ZL are modeled with a simple IPD cloud model to derive cloud parameters. The parameters are compared with those of the empirical cloud models by Kelsall et al. (1998) and Kondo et al. (2016), and the discrepancies are discussed.

### [구 SS-12] A Polarimetric Study of Long-Period Comet C/2013 US10 (Catalina) and Estimation of Its Gas Contamination in Optical and Near-Infrared Wavelengths

Yuna Grace Kwon<sup>1</sup>, Masateru Ishiguro<sup>1</sup>, Daisuke Kuroda<sup>2</sup>, Hidekazu Hanayama<sup>3</sup>, Koji S. Kawabata<sup>4</sup>, Hiroshi Akitaya<sup>4</sup>, Ryosuke Itoh<sup>4</sup>, Tatsuya Nakaoka<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Gwanak, Seoul 08826, Korea; ynkwon@astro.snu.ac.kr*, <sup>2</sup>*Okayama Astrophysical Observatory, National Astronomical Observatory of Japan, Asakuchi, Okayama 719-0232, Japan*, <sup>3</sup>*Ishigakijima Astronomical Observatory, National Astronomical Observatory of Japan, Ishigaki, Okinawa 907-0024, Japan*, <sup>4</sup>*Hiroshima Astrophysical Science Center, Hiroshima University, Kagamiyama 1-3-1, Higashi-Hiroshima 739-8526, Japan*

Polarimetric study of light scattering from cometary dust particles can provide us opportunity to decipher their characteristics, such as sizes, structures, compositions of dust grains, etc. Herein, we present the results of our polarimetric study of long-period comet, C/2013 US10 (Catalina), in optical and near-infrared wavelengths which appeared at large phase angle (52.7 degrees) around the mid-December, 2015. We performed polarimetric and spectroscopic observations with HONIR, attached to the 1.5-m telescope at Higashi-Hiroshima Observatory, on UT 2015 December 17–18 and also obtained optical imaging data sets by the Ishigakijima Astronomical Observatory (IAO) and Okayama Astrophysical Observatory (OAO) taken between 2014–2015. By measuring the intensities of gas emission lines with respect to dust continuum and considering transmittance of each filter, we estimated that the percentages of gas contamination are

approximately 10 percents in  $R_C$ -band and 3 percents in  $I_C$ -band. With these results, we derive the degree of linear polarization scattered solely from dust components in the coma. At this presentation, we will compare the phase-angle dependence of the degree of linear polarization with those of previous archive data in a wide coverage of wavelengths from  $R_C$ -band to  $K_S$ -band. Finally, we are supposed to discuss the spatial variations in polarization within the coma.

### [구 SS-13] Dynamical evolution of dust particles: from comets to the inner solar system

Hongu Yang and Masateru Ishiguro  
*Seoul National University*

태양계의 행성간 공간에는 수많은 티끌들이 흩어져 있다. 이들의 존재는 유성, 우주 탐사선의 검출기, 황도광 관측 등으로 확인되고 있으나, 이 티끌들의 수명이 길어야 수백만년에 불과하기에 태양계에는 지속적으로 티끌을 공급하는 기원천체가 있어야 한다. 최근의 광학적 (Yang & Ishiguro, 2015), 역학적 연구는 ~90% 이상의 행성간 티끌들이 혜성에서 방출되었을 것이라 추정하기에 이르렀다. 이러한 상황에서, 본 연구에서는 행성간 티끌구름의 구체적 양상을 설명하려는 목적으로 혜성에서 방출된 티끌들이 태양계에서 겪게 되는 역학 진화를 수치 계산을 통하여 추적하였다.

우리는 다양한 혜성 궤도 분포를 골고루 대표할 수 있도록 실제 혜성 중에서 대표 혜성들을 선정하고, 관측에 기반한 티끌 방출 모형을 이용하여 다양한 크기의 가상적 티끌을 이들 혜성에서 방출시켰다. 태양의 복사에 의한 끌림힘, 8개의 행성에 의한 중력 섭동을 고려하며 이 티끌들의 궤도 진화가 추적되었다. 티끌들의 최종 종착지가 살펴졌고, 정상 상태를 가정하고 행성간 티끌구름을 구성하여 실제 관측되는 티끌구름과 비교하였다.

이번 발표에서는 혜성에 의한 티끌공급량과 내행성계의 티끌 유출입량, 내행성계 티끌구름의 크기도수분포, 티끌구름의 궤도 요소 분포, 황도광의 밝기 분포 등이 수치 계산 결과와 비교되어 설명될 것이다.

### [구 SS-14] Measuring Homopause Temperatures of Jupiter, Saturn, and Titan via Three-micron Emission Spectra of CH<sub>4</sub>

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

Current high-resolution IR spectroscopy at ground-based observatories made it possible to observe 3- $\mu\text{m}$  CH<sub>4</sub> emission lines from the atmospheres of Jupiter, Saturn, and Titan through narrow atmospheric windows avoiding the

counterparts of telluric CH<sub>4</sub> absorptions if proper Doppler shifts between Earth and these planetary objects are provided. We are also expecting low-resolution (R~300) infrared spectra of Jupiter from the upcoming observations by JUNO's infrared 2-5 μm spectrograph during the encounter with Jupiter approximately starting from July 4, 2016. Although the spectral resolution is not enough to resolve the 3-μm P, Q, R branch lines of CH<sub>4</sub>, the gross envelopes of the P, Q, R branches should yield information on rotational temperatures. The rotational temperatures are useful because they can be regarded as local temperatures, as discussed by Kim et al. (2014). Since the 3-μm CH<sub>4</sub> emission is mostly formed at micro-bar pressure levels, the derived rotational temperatures represent the local temperatures near the homopause of Jupiter. We discuss possible sciences from the derived homopause temperatures in the auroral and non-auroral regions of Jupiter.

**[구 SS-16] An interpretation of potential catastrophic collision at P/2010 A2**

Yoonyoung Kim<sup>1</sup>, Masateru Ishiguro<sup>1</sup>, Tatsuhiro Michikami<sup>2</sup>, Akiko M. Nakamura<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Seoul National University, <sup>2</sup>Kinki University, <sup>3</sup>Kobe University

Solar System has evolved with numerous collisions among asteroids. Ancient catastrophic collisions of large parent bodies led the formation of asteroid families and relevant dustband structures up to the present day, and it would be interesting to address a question - "what happens if an asteroid collides with another asteroid?" Recent discoveries of "active asteroids" in the main-belt have attracted interest for their potential to witness a catastrophic collision in the current Solar System. So far, however, there is no direct evidence for catastrophic collision on active asteroids while several objects have been confirmed for other mechanisms (e.g., 596 Scheila for impact cratering, P/2013 R3 and P/2013 P5 for rotational breakup). The most potential candidate for catastrophic collision could be a sub-km active asteroid P/2010 A2, which is still controversial on its driving mechanism, but if confirmed, would have made P/2010 A2 the unique example of catastrophic collision on the current main asteroid belt. In this presentation, we revisit all of archival data of P/2010 A2 in a combination with our own observation using Subaru/Suprime-Cam on 2011 June, where we have a great benefit of a large

orbital coverage. We found a grain size dependence of dust ejection velocity from P/2010 A2 (a power-law size distribution with an index of  $k \sim -1/10$ ), which is favorable to a catastrophic disruption scenario in agreement with laboratory impact experiments. At this conference, we plan to provide our understanding of the morphology of P/2010 A2 through a perspective of catastrophic collision.

**성간물질**

**[구 IM-01] MIRIS Paschen-α Galactic Plane Survey: Comparison with the H II region catalog in Cepheus region**

Il-Joong Kim<sup>1</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Woong-Seob Jeong<sup>1</sup>, Won-Kee Park<sup>1</sup>, Min Gyu Kim<sup>1,2</sup>, Dukhang Lee<sup>1</sup>, Bongkon Moon<sup>1</sup>, Sung-Joon Park<sup>1</sup>, Youngsik Park<sup>1</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Wonyong Han<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute  
<sup>2</sup>Seoul National University

MIRIS Paschen-α (Paα) Galactic Plane Survey (MIPAPS) presents the first whole Galactic plane (with the width of  $-3^\circ < b < +3^\circ$ ) map for the Paα emission line. Many of Paα features were detected more brightly than the previous observed Hα features, and they coincide well with dense cloud regions. This means that newly detected Paα blobs can indicate massive star forming regions (H II regions) screened by foreground clouds around Galactic plane. Anderson et al. (2014) presented the most complete Galactic H II region catalog based on WISE 12 and 22 μm data. Of the cataloged sources, only ~20% have measured radio recombination line (RRL) or Hα emission, and the rest are still candidate H II regions. At first, we compare the MIPAPS results with Anderson's H II region catalog for the Cepheus region (Galactic longitude from  $+96^\circ$  to  $116^\circ$ ). From this, we will investigate how much MIPAPS can supplement the catalog, and show MIPAPS scientific potential. After that, we plan to extend this work to the whole plane, and finally catalog MIRIS Paα blob sources for the whole Galactic plane.

**[구 IM-02] A comparison study of approximate and Monte Carlo radiative transfer methods for late type galaxy models**

Dukhang Lee<sup>1,2</sup>, Maarten Baes<sup>3</sup>, Kwang-il Seon<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), Republic of Korea,

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

<sup>3</sup>*Department of Physics and Astronomy, Ghent University, Belgium*

Two major radiative transfer (RT) techniques have been developed to model late-type galaxies: approximate RT and Monte Carlo (MC) RT. In the approximate RT, first proposed by Kylafis & Bahcall, only two terms of unscattered (direct) and single-scattered intensities are computed and higher-order multiple scattering components are approximated, saving computing time and cost compared to MC RT. However, the approximate RT can yield errors in regions where multiple scattering effect is significant. In order to examine how significant the errors of the approximate RT are, we compare results of the approximate RT with those of SKIRT, a state-of-the-art MC RT code, which is basically free from the approximation errors by fully incorporating all the multiple scattered intensities. In this study, we present quantitative errors in the approximate RT for late type galaxy models with various optical depths and inclination angles. We report that the approximate RT is not reliable if the central face-on optical depth is intermediate or high ( $\tau_V > 3$ ).

### [구 IM-03] An Implementation of the Adaptive Ray Tracing Method in the Athena Code

Jeong-Gyu Kim<sup>1</sup>, Woong-Tae Kim<sup>1</sup>, & Eve C. Ostriker<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Seoul National University,* <sup>2</sup>*Princeton University*

The incorporation of radiation from massive stars is essential for modeling the dynamics and chemistry of star-forming clouds, yet it is a computationally demanding task for three-dimensional problems. We describe the implementation and tests of radiative transfer module due to point sources on a three-dimensional Cartesian grid in the Eulerian MHD code Athena. To solve the integral form of the radiation transfer equation, we adopt a widely-used long characteristics method with spatially adaptive ray tracing in which rays are split when sampling of cells becomes coarse. We use a completely asynchronous communication pattern between processors to accelerate transport of rays through a computational domain, a major source of performance bottleneck. The results of strong and weak scaling tests show that our code performs well with a large number of processors.

We apply our radiation hydrodynamics code to some test problems involving dynamical expansion of HII regions.

### [구 IM-04] Estimation of Fuel Rate on the Galactic Disk from High Velocity Cloud (HVC) Infall

Kwang Hyun Sung, Kyujin Kwak

*Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)*

Continuous accretion of metal-poor gas can explain the discrepancy between the number of observed G-dwarfs and the number predicted by the “simple model” of galactic evolution. The maximum accretion rate estimated based upon approaching high velocity clouds (HVCs) can be up to  $\sim 0.4 M_{\odot} \cdot \text{yr}^{-1}$  which is comparable with the accretion rate required by many chemical evolution models that is at least  $\sim 0.45 M_{\odot} \cdot \text{yr}^{-1}$ . However, it is not clear to what extent the exchange of gas between the disk and the cloud can occur when an HVC collides with the galactic disk. Therefore, we examined a series of HVC-Disk collision simulations using the FLASH 2.5 hydrodynamics simulation code. The outcomes of our simulations show that an HVC will more likely take away substances from the galactic disk rather than adding new material to the disk. We define this as an HVC having a “negative fuel rate”. Further results in our study also indicate that the process and amount of fuel rate change can have various forms depending on the density, radius and velocity of an approaching HVC. The simulations in our study covers HVCs with a neutral hydrogen volume density from  $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-3}$  to  $41.0 \text{ cm}^{-3}$ , radius of 200 pc to 1000 pc and velocity in the range between  $40 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$  and  $100 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### [구 IM-05] Formation of star cluster clumps in the strong tidal field with initial fractal distribution

So-Myoung Park<sup>1</sup>, Simon P. Goodwin<sup>2</sup>, Sungsoo S. Kim<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University,*

<sup>2</sup>*Department of Physics and Astronomy, University of Sheffield,*

<sup>3</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University*

산개 성단이 형성 되는 시기에 성단 내 별들이 가지는 공간 분포는 구대칭에서 상당히 멀 것으로 추정되며, 프랙

털(fractal) 구조에 가까울 것으로 생각된다. 본 연구에서는 프랙털 구조를 가지고 태어나는 성단이 조석력장에 놓여 있을 때 어떤 진화를 겪는지 N-body 시뮬레이션을 통해 살펴보았다. 조석력장이 없을 때와 달리, 강한 조석력장이 적용되었을 때에는 성단 내 별들이 더 작은 무리(clump)를 이루면서 진화하는 것이 관측되었다. 이러한 결과는 Arches 성단처럼 은하의 조석력장이 강한 우리은하 중심부에서 발견되는 성단들의 형성에 제약조건을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

#### [구 IM-06] Several factors affect density and magnetic field correlation

Heesun Yoon<sup>1</sup>, Jungyeon Cho<sup>1</sup> and Jongsoo Kim<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University (CNU), Republic of Korea,  
<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), Republic of Korea,

Turbulent motions produce density and magnetic field fluctuations. Correlation between density and magnetic field fluctuations are important for interpretation of observations, such as the rotation measure (RM) and dispersion measure (DM).

We study the several factors that can affect the correlation between two. In particular, we numerically investigate how the correlation time of driving affects the correlation between density and magnetic field. We perform compressible MHD turbulence simulations at different sonic Mach number and consider two different driving schemes - continuously changing driving and delta-correlated driving. The continuously changing driving results in strong anti-correlation between density and magnetic field when sonic and Alfvénic Mach numbers are similar unity. The delta-correlated driving produces virtually no correlation between two fields.

### 고천문학 및 교육홍보

#### [구 HA-01] Calculation method for the solar and lunar motions in the Chongxiu Daming calendar

Choi Goeun<sup>1,2</sup>, Mihn Byeong-Hee<sup>1,2</sup>, Lee Ki-Won<sup>3</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  
<sup>3</sup>Catholic University of Daegu, Gyeongsan 38430, Korea

이 연구에서는 중수대명력(重修大明曆)에서 태양과 달의 운동 계산 방법에 대해 분석하였다. 중수대명력은 금(金)대의 양급(楊級)이 만든 대명력을 당대의 조지미(趙知微)가 중수한 역법으로 1281년 수시력(授時曆)이 도입되기 전까지 원(元)에서 사용되었다. 반면 조선에서는 『칠정산내편』, 『칠정산외편』과 더불어 일·월식 계산에 사용된 것으로 알려져 있다. 이를 위해 세종 26년(1444)에는 이순지(李純之) 등에 의해 『중수대명력』과 『중수대명력 정묘년 교식가령(丁卯年 交食假令)』 등이 편찬되었으며, 『중수대명력』의 경우 『금사(金史)』의 내용과 동일한 것으로 알려져 있다. 이 논문에서는 이들 문헌을 활용하여 중수대명력에서의 태양과 달의 운동, 특히 이들의 부등속운동 계산 방법에 대해 분석하고, 이를 수시력에서의 방법과 비교하였다.

#### [구 HA-02] A Study on the Internal Composition for the Operating Mechanism of Heumgyeonggaknu(欽敬閣漏) -On the Internal Composition of Clepsydra and Jujeon(籌箭)-

Seon Young Ham<sup>1,2</sup>, Sang Hyuk Kim<sup>2,3</sup>, Yong-gi Kim<sup>1</sup>, Yong Sam Lee<sup>1</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

흙경각루(欽敬閣漏)는 1438년 장영실(蔣英實)이 제작한 수격식 천문시계이다. 흙경각루의 작동메커니즘은 물시계, 수차, 수차제어시스템, 기륜, 주전, 각종 기어 등이 유기적으로 작동하여 가산 위의 태양운행장치와 37명의 시보인형들을 움직이게 하는 것이다. 이 연구는 흙경각루의 작동메커니즘에 따른 가산 내부의 공간구성에 관한 것이다. 특히, 흙경각루의 동력발생 장치 부분인 물시계와 수차의 위치, 시보대 위의 신호발생장치인 주전(籌箭)에 대하여 연구하였다. 주전은 시보인형들이 종, 북, 징을 타격하여 12시와 경점시간을 알리게 하는 신호를 주는 것이다. 이를 위해 흙경각루의 기륜을 움직이기 위해 필요한 물시계와 수차의 크기를 결정하였다. 또한 주전의 작동메커니즘에 대해 분석하고, 구체적인 주전의 형태를 3D 모델링으로 구현하였다.

#### [구 HA-03] A Preliminary Study on the Model of the Shadow Definer (影符) Using for the Large and Small Gnomon of Joseon

Byeong-Hee Mihn<sup>1,2</sup>, Ki-Won Lee<sup>3</sup>, Sang Hyuk Kim<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교, <sup>3</sup>대구가톨릭대학교

이 논문에서는 『월사』 「천문지」 <경부>조의 기록을 바탕으로 조선시대 영부에 대해 연구하였다. 조선에서는 1435년과 1440년에 처음으로 대규모와 소규모가 제작되었으며, 이들은 모두 횡량을 가진 진화된 형태의 규표로써

영부를 사용하여 그림자길이를 측정하였다. 영부는 바늘 구멍 장치로 Needham et al.에 의해 처음으로 그 모델이 제시되었지만, 구조적 측면에서 『원사』의 원문 내용과 차이를 보이고 있다. 이 연구에서는 조선시대 영부를 『원사』의 경부와 동일했을 것으로 가정하였으며, 이를 토대로 새로운 모델을 제시하였다. 바늘구멍을 통과하는 빛의 경로에 대한 분석을 통해 새 모델의 재원 중 『원사』에 명시되지 않은 영부 밑받침의 높이를 추정하였다.

#### [구 HA-04] MURO - Mangpo high school Unmanned Robotic Observatory

Hyunjong Kim<sup>1,2</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>, Youngjong Kim<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University, 1732 Deogyong-daero, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do 17104, Korea; predige@khu.ac.kr*  
<sup>2</sup>*Science division, Mangpo High School, 468 Dongtanjiseong-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do 16686, Korea*

We introduce the characteristics and performance of the 0.25m telescope at Mangpo high school Unmanned Robotic Observatory (MURO) which was established in Yangpyeong-gun, Gyeonggi-do, KOREA in 2015 January. MURO system included Astrohaven 2.1m non-rotation fiberglass clamshell dome, Paramount MEII mount, Takahashi CCA 0.25m wide field telescope, FLI PL 16803 4K CCD with 7-positions filter wheel system, all sky camera and point grey wide field camera, IR 4 channel heat sensor camera for security, DAVIS realtime weather cast, and power controled by ARS system. All control softwares are from off-the-shelf products based on Windows 7 OS to be easily operated and maintained. We expect to perform variety of science programs ranging from supernovae follow-up observation to narrow band imaging survey as well as science class activities at Mangpo high school.

#### [구 HA-05] Development of Educational Materials in KMTNet Project

Jae-Gyu Byeon<sup>1</sup>, Chang Hyun Baek<sup>1</sup>, Dong-Joo Lee<sup>2</sup>, Seung-Lee Kim<sup>2,3</sup>, Seok-Kyun Oh<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>*National Science Museum, <sup>2</sup>Korea Astronomy & Space Science Institute, <sup>3</sup>Korea University of Science and Technology*

해외의 대형 과학 연구 프로젝트에서는 연구 활동에 대한 대국민 홍보와 교육적 활용을 위한 다양한 형태의 콘텐츠를 제작하여 배포하고 있다. 그러나 국내에서는 연구 활동과 성과의 대국민 홍보 부족과 교육적 활용이 저조하여 과학 연구에 대한 대국민 인지도가 상대적으로 낮다. 따라서 국내에서도 천문학 연구에 대한 홍보와 일반인들의 이

해 증진을 위하여 대형 천문학 연구에 대한 다양한 콘텐츠를 개발하고 보급하는 것이 절실히 필요하다. 본 발표에서는 2015년 구축이 완료된 KMTNet 연구 프로젝트의 교육 콘텐츠를 개발하기 위한 첫 번째 단계로 Apple iBooks Author를 활용한 e-book과 교육활동지 개발을 소개하고자 한다. 개발된 교육 콘텐츠를 배포하여 많은 국민들이 천문학 연구 및 성과에 대한 관심을 갖고 또한 천문학 연구 활동에 대한 올바른 인식 제고에 기여할 것으로 생각된다. 또한 다른 대형 천문학 프로젝트들의 다양한 교육매체 개발 및 활용에 대한 방향을 제시하고 천문학 대중화에 관심 있는 여러 사람들의 의견을 들어보고자 한다.

#### [구 HA-06] Planetariums in Korea

Chang Hyun Baek<sup>1</sup>, Soonchang Park<sup>2</sup>, Saetbyul Choi<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*National Science Museum, <sup>2</sup>MetaSpace*

비형식학습의 준비된 장소이며 대표적인 비형식 과학교육 기관인 천체투영관은 세계적으로 약 3000개 이상이 설치되었으며 국내에도 약 100여 곳이 운영되고 있다. 이제 국내에서도 천체투영관의 양적 증가가 아닌 질적 향상을 위한 노력과 함께 관련 연구가 시급하다. 또한 비형식학습을 통한 대국민의 천문학 인식 제고를 위하여 천체투영관의 교육적 활용에 대한 연구 또한 필요하다. 천체투영관의 교육적 활용을 위한 연구의 기초자료를 만들기 위하여 국내 80개 천체투영관 운영자들을 전화로 인터뷰하여 천체관의 현황을 조사하였다. 1) 국내 천체투영관의 연방문객은 약 200만 명, 2) 디지털방식의 투영장치를 갖춘 천체투영관이 조사된 천체투영관의 약 80%, 3) 돔스크린의 크기가 10m 미만인 곳은 조사된 천체투영관의 약 56%를 차지하는 것으로 조사되었다. 이번 발표에서는 조사결과와 함께 천체투영관의 교육적 활용에 대한 연구 방향을 제시해 보고 관심 있는 관계자들의 의견을 듣고자 한다.

### KMTNet

#### [구 KMT-01] Observational Performance of KMTNet - Bulge Season 2015

Chung-Uk Lee<sup>1,2</sup>, Seung-Lee Kim<sup>1,2</sup>, Dong-Jin Kim<sup>1</sup>, Sang-Mok Cha<sup>1,3</sup>, Yongseok Lee<sup>1,3</sup>, Jin-Sun Lim<sup>1</sup>, Dong-Joo Lee<sup>1</sup>, Byeong-Gon Park<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>2</sup>University of Science and Technology, <sup>3</sup>School of Space Research, Kyung Hee University*

한국천문연구원에서는 직경 1.6m 광시야 망원경과 3.4억 화소 CCD 카메라로 구성된 동일한 성능의 외계행성 탐색시스템 3대를 남반구 관측소에 설치 완료하였다. 2014년 9월 칠레에 1호기 설치를 시작으로 2014년 12월과 2015년 5월에 남아공 및 호주에 2호기와 3호기를 각각 설치하였다. 외계행성 탐색시스템이 설치된 3개 관측소는

경도상 위치가 적당히 3등분 되어있어 동일한 천체를 최대 24시간 연속하여 관측 가능하다. 우리는 이 시스템이 가진 장점을 최대한 살릴 수 있는 연구주제를 선정하여 2015년 10월부터 본격적으로 관측을 수행해오고 있다. 3월부터 10월에는 3개 관측소에서 우리은하 중심부를 24시간 연속 관측하여 미시중력렌즈 방법을 이용한 외계행성 탐색연구를 수행하고 은하 중심부를 관측할 수 없는 기간에는 초신성, 소행성 및 외부은하 등을 관측한다. 각 관측 프로그램의 시간배정 및 관측결과 요약 등의 정보를 홈페이지에 제공함으로써(<http://kmtnet.kasi.re.kr/kmtnet-monitor/>) 각 프로그램의 관측 상황을 효율적으로 모니터링 할 수 있도록 지원한다. 이 발표에서는 지난 2015년 우리은하 중심부를 관측하여 얻은 약 31.5TB의 관측 자료 분석 결과를 통해 구한 관측시스템의 성능을 리뷰하고 2016년 관측시스템 운영계획에 대하여 논의한다.

### [구 KMT-02] KMTNet Supernova Program : Year One Progress Report

Sang Chul KIM<sup>1,2</sup>, Dae-Sik Moon<sup>3</sup>, Jae-Joon Lee<sup>1</sup>, Mina Pak<sup>1,2</sup>, Hong Soo Park<sup>1,2</sup>, on behalf of the KMTNet Supernova Program Team

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

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

<sup>3</sup>University of Toronto, Canada

With the official start of the operations of the three 1.6 m KMTNet telescope systems from 2015 October, we have initiated a program named KMTNet Supernova Program (KSP) from 2015 to 2019 aiming at searching for supernovae (SNe), other optical transients and related sources. Taking advantage of the 24-hour coverage, high cadence and multi-color monitoring observations, this is optimal for discovering early SNe and peculiar ones. From the start of the previous test observing runs of ~half a year, we have performed observations on several nearby galaxy groups and nearby galaxies with short separations on the sky. We have developed data reduction/variable object search pipelines, meanwhile we have discovered some interesting transient objects. We also stacked all the images for given fields, searched for new objects/galaxies, and discovered several new dwarf galaxies, e.g., in the NGC 2784 galaxy group field (H. S. Park et al.'s talk). We will report the current project status and the results obtained.

### [구 KMT-03] New Dwarf Galaxies in the Nearby NGC 2784 Galaxy Group Discovered in the KMTNet Supernova Program

Hong Soo Park<sup>1,2</sup>, Dae-Sik Moon<sup>3</sup>, Jae-Joon Lee<sup>1</sup>,

Mina Pak<sup>1,2</sup>, Sang Chul Kim<sup>1,2</sup>,

on behalf of the KMTNet Supernova Program Team  
<sup>1</sup>KASI, <sup>2</sup>UST, <sup>3</sup>University of Toronto

We present surface photometry results of the dwarf galaxies in the nearby NGC 2784 galaxy group. We newly detected about 30 dwarf galaxy candidates at about 30 square degree area around the nearby NGC 2784 galaxy (D~10 Mpc and MV=-20.5) applying a visual inspection technique on the wide-field optical images taken by the KMTNet Supernova Program (KSP). Surface brightnesses of the objects estimated from the stacked-images with total exposure time of about 6 hours reach approximately  $\mu V \sim 28.5$  mag/arcsec<sup>2</sup> around  $3\sigma$  above sky background. The central surface brightness and the total absolute magnitude for the faintest candidate dwarf galaxy among about 40 galaxies including the previously known ones is  $\mu 0,V \sim 26.1$  mag/arcsec<sup>2</sup> and MV~-9.5 mag, respectively. The effective radii of the candidates are larger than ~200 pc. The radial number density of the dwarf galaxy candidates from the center of NGC 2784 is decreasing. The mean color ( $\langle(B-V)0 \rangle \sim 0.7$ ) and Sérsic structure parameters of the dwarfs, assuming them to be located in the NGC 2784 group, are well consistent with those of the dwarf galaxies in other groups (e.g. M83 group and the Local Group (LG)). The faint-end slope of the cumulative luminosity function (CLF) of the galaxies in NGC 2784 group is about  $\alpha = -1.2$ , which is steeper than that of the LG galaxies, but is much flatter than that of the CLF expected by a  $\Lambda$ CDM model.

### [구 KMT-04] KINGS: A Preliminary Result of the Fornax cluster

JaeHyung Lee<sup>1</sup>, Myung Gyoon Lee<sup>1</sup>, Sungsoo Lim<sup>2,3</sup>, Jubee Sohn<sup>4</sup>, In Sung Jang<sup>1</sup>, Jinhyuk Ryu<sup>1</sup>, wang-Ho Lee<sup>1</sup>, Youkyung Ko<sup>1</sup>, Jung Hwan Lee<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup>Kavli Institute of Astronomy and Astrophysics, Peking University,

<sup>4</sup>Smithsonian Center for Astrophysical Observatory

We present a preliminary result of the Fornax cluster survey as a part of the KMTNet Intensive Nearby Southern Galaxy Group Survey (KINGS). We discovered about 200 new dwarf galaxy candidates from the survey of the  $8^\circ \times 6^\circ$  area around the Fornax cluster. They have magnitudes ranging from V=17.5 to 22 mag (M<sub>v</sub> = -13.8 to -9.3), and they are almost complete to V = 20 mag. Surface

brightness profiles of most of these galaxies are fit well by a Sersic law with  $n \sim 1.0$ . Structural parameters of these galaxies follow well the scaling relations of dwarf galaxies in the fundamental plane. The color-magnitude diagram of these galaxies shows that they are mostly located at the faint end of the red sequence, indicating that they are the probable member of the Fornax cluster. We also derive a luminosity function of the Fornax cluster by combining the new galaxies with the known galaxies in the previous catalogs. We will discuss the future of the KINGS-Fornax.

### [7 KMT-05] Current Status of the KMTNet Active Nuclei Variability Survey (KANVaS)

Joonho Kim, Marios Karouzos, Myungshin Im  
*Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*

Multi-wavelength variability is a staple of active galactic nuclei (AGN). Optical variability probes the nature of the central engine of AGN at smaller linear scales than conventional imaging and spectroscopic techniques. Previous studies have shown that optical variability is more prevalent at longer timescales and at shorter wavelengths. Intra-night variability can be explained through the damped random walk model but small samples and inhomogeneous data have made constraining this model hard. To understand the properties and physical mechanism of intra-night optical variability, we are performing the KMTNet Active Nuclei Variability Survey (KANVaS). Using KMTNet, we aim to study the intra-night variability of  $\sim 1000$  AGN at a magnitude depth of  $\sim 19$  mag in R band over a total area of  $\sim 24$  deg<sup>2</sup> on the sky. Test data in the COSMOS, XMM-LSS, and S82-2 fields was obtained over 4, 6, and 8 nights respectively during 2015, in B, V, R, and I bands. Each night was composed of 5-13 epoch with  $\sim 30$  min cadence and 80-120 sec exposure times. As a pilot study, we analyzed data in the COSMOS field where we reach a magnitude depth of  $\sim 19.5$  in R band (at S/N $\sim 100$ ) with seeing varying between 1.5-2.0 arcsec. We used the Chandra-COSMOS catalog to identify 166 AGNs among 549 AGNs at  $B < 23$ . We performed differential photometry between the selected AGN and nearby stars, achieving photometric uncertainty  $\sim 0.01$  mag. We employ various standard time-series analysis tools to identify variable AGN, including the chi-square test. Preliminary results indicate that intra-night variability is found for  $\sim 17\%$ , 17%, 8% and 7% of all X-ray selected AGN in the B, V, R, and I band, respectively. The majority of the identified variable

AGN are classified as Type 1 AGN, with only a handful of Type 2 AGN showing evidence for variability. The work done so far confirms there are more variable AGN at shorter wavelengths and that intra-night variability most likely originates in the accretion disk of these objects. We will briefly discuss the quality of the data, challenges we encountered, solutions we employed for this work, and our updated future plans.

### [7 KMT-06] DEEP-South: Round-the-Clock Physical Characterization and Survey of Small Solar System Bodies in the Southern Sky

Hong-Kyu Moon<sup>1</sup>, Myung-Jin Kim<sup>1</sup>, Dong-Goo Roh<sup>1</sup>, Jintae Park<sup>1</sup>, Hong-Suh Yim<sup>1</sup>, Young-Jun Choi<sup>1</sup>, Young-Ho Bae<sup>1</sup>, Hee-Jae Lee<sup>2</sup>, Young-Seok Oh<sup>3</sup> and DEEP-South Team<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*Chungbuk National University,*

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

Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) is the first optical survey system of its kind in a way that three KMTNet observatories are longitudinally well-separated, and thus have the benefit of 24-hour continuous monitoring of the southern sky. The wide-field and round-the-clock operation capabilities of this network facility are ideal for survey and the physical characterization of small Solar System bodies. We obtain their orbits, absolute magnitudes (H), three dimensional shape models, spin periods and spin states, activity levels based on the time-series broadband photometry. Their approximate surface mineralogy is also identified using colors and band slopes. The automated observation scheduler, the data pipeline, the dedicated computing facility, related research activity and the team members are collectively called 'DEEP-South' (DEep Ecliptic Patrol of Southern sky). DEEP-South observation is being made during the off-season for exoplanet search, yet part of the telescope time is shared in the period between when the Galactic bulge rises early in the morning and sets early in the evening. We present here the observation mode, strategy, software, test runs, early results, and the future plan of DEEP-South.

### [7 KMT-07] DEEP-South: Automated Scheduler and Data Pipeline

Hong-Suh Yim<sup>1</sup>, Myung-Jin Kim<sup>1</sup>, Dong-Goo Roh<sup>1</sup>, Jintae Park<sup>1</sup>, Hong-Kyu Moon<sup>1</sup>, Young-Jun Choi<sup>1</sup>,

Young-Ho Bae<sup>1</sup>, Hee-Jae Lee<sup>2</sup>, Young-Seok Oh<sup>3</sup>,  
and the DEEP-South Team<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*Chungbuk National University,*

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

DEEP-South Scheduling and Data reduction System (DS SDS) consists of two separate software subsystems: Headquarters (HQ) at Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), and SDS Data Reduction (DR) at Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI). HQ runs the DS Scheduling System (DSS), DS database (DB), and Control and Monitoring (C&M) designed to monitor and manage overall SDS actions. DR hosts the Moving Object Detection Program (MODP), Asteroid Spin Analysis Package (ASAP) and Data Reduction Control & Monitor (DRCM). MODP and ASAP conduct data analysis while DRCM checks if they are working properly. The functions of SDS is three-fold: (1) DSS plans schedules for three KMTNet stations, (2) DR performs data analysis, and (3) C&M checks whether DSS and DR function properly. DSS prepares a list of targets, aids users in deciding observation priority, calculates exposure time, schedules nightly runs, and archives data using Database Management System (DBMS). MODP is designed to discover moving objects on CCD images, while ASAP performs photometry and reconstructs their lightcurves. Based on ASAP lightcurve analysis and/or MODP astrometry, DSS schedules follow-up runs to be conducted with a part of, or three KMTNet telescopes.

### [7 KMT-08] DEEP-South: Preliminary Lightcurve Analysis of Potentially Hazardous Asteroids (PHAs)

Myung-Jin Kim<sup>1</sup>, Hong-Kyu Moon<sup>1</sup>, Young-Jun Choi<sup>1</sup>, Hong-Suh Yim<sup>1</sup>, Jintae Park<sup>1</sup>, Dong-Goo Roh<sup>1</sup>, Hee-Jae Lee<sup>1,2</sup>, Young-Seok Oh<sup>3</sup>, the DEEP-South Team

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

<sup>2</sup>*Chungbuk National University, 3Kyung Hee University*

Near Earth Asteroid (NEA) population has attracted keen attention not only from the scientific community but from the general public ever since their terrestrial impact risk achieved wide recognition. Potentially Hazardous Asteroids (PHAs), the subset of NEAs, recently became the center of interest of planetary defense folks and mining industry due to their proximity to, and the potential effects on planet Earth. However, we have

long been ignorant about either the physical properties or dynamical source regions of individual objects. For instance, their rotational periods are only known for five percent of the total population (The NEA Database of DLR, updated on Feb 2016).

The primary scientific objective of DEEP-South (DEep Ecliptic Patrol of the Southern sky) is to physically characterize 70 percent of km-class PHAs until 2019. In order to achieve this goal, we implemented an observation mode so-called "OC (Opposition Census)" targeting objects around opposition. OC observations were conducted during the period between Feb 2015 and Mar 2016, at CTIO in early periods, and at three KMTNet stations (CTIO, SSO and SAAO) since late July 2015, excluding the "bulge season" when the telescope time is exclusively used for exoplanet search. We present the preliminary lightcurves of 66 PHAs and 59 NEAs that we obtained during the OC runs.

### [7 KMT-09] DEEP-South: Photometric Study of NPA rotators 5247 Krolv and 14764 Kilauea

Hee-Jae Lee<sup>1,2</sup>, Myung-Jin Kim<sup>2</sup>, Hong-Kyu Moon<sup>2</sup>, Jintae Park<sup>2</sup>, Chun-Hwey Kim<sup>1</sup>, Young-Jun Choi<sup>2</sup>, Hong-Suh Yim<sup>2</sup>, Dong-Goo Roh<sup>2</sup>, Young-Seok Oh<sup>3</sup>, and the DEEP-South Team

<sup>1</sup>*Chungbuk National University, 2Korea Astronomy and Space Science Institute,*

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

The spin states of asteroids is regarded as an important clue to understand not only the physical property of an individual object but also the dynamical evolution of the of the population as a whole. Single asteroids can be broadly classified into two separate groups according to their rotational states: Principal Axis (PA) and Non-Principal Axis (NPA) rotators. To date, lightcurve observations have been carried out mostly for PA asteroids. However, discovery of NPA objects has recently been increased due to new observing techniques, and this is the reason why rotational properties of NPA rotators became an issue.

As a DEEP-South pilot study for NPA, we selected two targets, 5247 Krolv (1982 UP6) and 14764 Kilauea (7072 P-L) considering their Principal Axis Rotation (PAR) code and visibility. Observations were made between Jan. and Feb. 2016 for 17 nights employing Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet) 1.6 m telescopes installed at SSO and SAAO using DEEP-South TO (Target of Opportunity) mode. To obtain



lightcurves, we conducted time-series photometry using Johnson-Cousins  $R$ -filter. Multi-band photometry was also made with  $BVR$ I filters at the same time, for taxonomy. Their preliminary lightcurves and approximate mineralogy will be presented.

### [구 KMT-10] DEEP-South: Taxonomic Classification of Asteroids Based on Johnson-Cousins Photometric System

Dong-Goo Roh<sup>1</sup>, Hong-Kyu Moon<sup>1</sup>, Myung-Jin Kim<sup>1</sup>, Jintae Park<sup>1</sup>, Young-Jun Choi<sup>1</sup>, Hong-Suh Yim<sup>1</sup>, Hee-Jae Lee<sup>1,2</sup>, Young-Suk Oh<sup>3</sup>, and the DEEP-South team

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

<sup>2</sup>*Chungbuk National University, 3Kyung Hee University*

Surface mineralogy of asteroids are inferred from photometric and spectroscopic observations with the wide range of wavelengths spanning from far-ultraviolet to mid-infrared. We classify mineralogy of those objects based on their spectral absorption features and spectral slopes. Based on overall spectral shapes, mineralogical classes are divided into three broad complexes: silicates (S), carbonaceous (C) and Vestoids (V), and the end-members that do not fit within the S, C and V broad-complexes. Each of them is subdivided into individual classes. Spectral classification of asteroidal objects has been simply represented by a combination of photometric colors. For a decade, photometric data of asteroids have been grouped and classified according to their SDSS colors converted from the spectral taxonomy. However, systematic studies for asteroid taxonomy based on Johnson-Cousins filters is few, and were conducted only with a small number of objects. In this paper, we present our preliminary results for taxonomic classification of Main Belt asteroids based on KMTNet Johnson-Cousins photometric color system.

### [구 KMT-11] Multi-aperture Photometry Pipeline for DEEP-South Data

Seo-Won Chang<sup>1</sup>, Yong-Ik Byun<sup>1</sup>, Myung-Jin Kim<sup>2</sup>, Hong-Kyu Moon<sup>2</sup>, Hong-Suh Yim<sup>2</sup>, Min-Su Shin<sup>2</sup>, and Young-Woon Kang<sup>3</sup>

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

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

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

We present a multi-aperture photometry pipeline for DEEP-South (Deep Ecliptic Patrol of the Southern Sky) time-series data, written in C. The pipeline is designed to do robust high-precision photometry and calibration of non-crowded fields with a varying point-spread function, allowing for the wholesale search and characterization of both temporal and spatial variabilities. Our time-series photometry method consists of three parts: (i) extracting all point sources with several pixel/blind parameters, (ii) determining the optimized aperture for each source where we consider whether the measured flux within the aperture is contaminated by unwanted artifacts, and (iii) correcting position-dependent variations in the PSF shape across the mosaic CCD. In order to provide faster access to the resultant catalogs, we also utilize an efficient indexing technique using compressed bitmap indices (FastBit). Lastly, we focus on the development and application of catalog-based searches that aid the identification of high-probable single events from the indexed database. This catalog-based approach is still useful to identify new point-sources or moving objects in non-crowded fields. The performance of the pipeline is being tested on various sets of time-series data available in several archives: DEEP-South asteroid survey and HAT-South/MMT exoplanet survey data sets.

## 남북천문협력

### [초 CSNA-01] North Korea Science and Technology : Overview and Current Trends(북한의 과학기술 개관과 최근 동향 연구)

Hyun-kyoo Choi

*Korea Institute of Science and Technology Information*

북한의 과학기술은 전반 수준이 낮은 것으로 평가 받고 있으나 국방 및 기초과학 영역에서는 높게 평가받는 부분도 있다. 북한 정권의 과학기술 중시 사상에 따라 과학기술자의 우대 정책은 현 김정은 시대에 더 강조되고 있다. 북한의 과학기술은 현장 중심으로 진행되는 게 큰 특징이다. 식량과 에너지 문제 해소를 위한 과학기술자의 현장 동원 등과 함께, 이른바 강성국가 건설의 경제발전 핵심 전략으로 '최신 과학기술에 기초한 현대화 실현'을 강조하고 있다. 북한의 과학원통보 등 학술지와 국제 학술논문 그리고 발명 특허, 북한의 언론매체 등을 통해 북한의 과학기술에 대한 전반적인 활동 상황과 최근의 흐름을 살펴본다.

### [구 CSNA-02] Cooperation Research Plan in

**the Astronomy Fields between South Korea and North Korea (남북한 천문분야 활성화 및 협력 방안 연구)**

Insung Yim<sup>1</sup>, Hong-Jin Yang<sup>1</sup>, Young Chol Minh<sup>1</sup>, Taehyun Jung<sup>1</sup>, Kyoung-Suk Lee<sup>1</sup>, Hyun-kyoo Choi<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>*Korea Institute of Science and Technology Information*

남북한 천문분야 과학기술협력을 위한 천문분야 활성화 및 협력 방안 연구를 수행하고 있다. 천문학은 과학기술분야 중 남북한 상호 신뢰구축과 민족 동질성 회복에 기여할 수 있는 순수 기초학문으로, 이 과제를 통해 단절된 남북한 천문분야 활성화 및 협력을 기대하고 있다. 또한 통일 후 남북한 천문학 공동 연구를 위한 토대를 마련하고자 한다. 이를 위해 북한의 천문학 연구 인력, 관측기기, 연구활동 등 인프라를 조사하고 북한 천문학자와의 교류를 위한 접근 방안, 남북한 교류 가능한 천문분야 발굴, 남북한 천문학자 교류를 위한 국제협력 루트를 개발하고자 한다. 분단 후 현재까지 남북 교류의 단절로 북한 천문학자와의 교류는 전무한 실정으로 많은 어려움이 예상되나 중국, 몽골, 스웨덴, 네덜란드 등 국제협력을 통한 네트워크를 마련하여 남북 천문분야 협력방안 및 활성화를 위한 기반을 구축하고자 한다.

**[구 CSNA-03] Cooperation Research Plan in the Historical Astronomy between South Korea and North Korea (남북한 전통천문학 협력 방안 연구)**

Hong-Jin Yang, Insung Yim  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

전통천문학은 우리 역사에 남아 있는 대표적 과학자산이며 현대 천문학적 자료로 활용이 가능한 문화유산이다. 우리나라에는 역사시대 이전부터 조선시대까지 고대 별자리 그림을 비롯해 천문관측기록과 천문대 등 다양한 천문자산이 전해지고 있다. 오랜 시간 여러 전란과 일제 강점 시기를 거치며 많은 자료가 소실되었지만 한반도의 남과 북에는 여전히 많이 천문유산이 남아 있다. 천문역사를 공유하고 있는 남북한 천문학자들이 전통천문학을 함께 연구해야 하는 이유이기도 하다. 현재 남북한의 전통천문학 분야 협력 방안에 대한 기획연구를 진행 중이다. 북한 천문학자들은 지난 2012년 IAU GA를 기점으로 다시 국제 학술 활동을 이어가고 있으며 2015년 IAU GA에서는 전통천문 분야를 비롯해 두 편의 연구 결과를 발표하였다. 남북한 공동 연구를 위해서는 북한의 전통천문학 연구와 국제 학술교류 현황에 대한 이해가 선행되어야 한다. 본 발표에서는 지금까지 조사한 북한의 전통천문 연구 현황과 대외 학술교류 현황에 대해 보고하고 향후 남북한 공동 연구를 위한 방법과 연구 주제에 대해서 발표하고자 한다.

**[구 CSNA-04] High Resolution VLBI Research**

**by Extending KVN to North Korea (한국우주전파관측망(KVN)의 남북확장을 통한 초고분해능 전파관측 연구)**

Taehyun Jung<sup>1,2</sup>, Do-Young Byun<sup>1,2</sup>, Insung Yim<sup>1</sup>, Young Chol Minh<sup>1</sup>, Hyun-Goo Kim<sup>1</sup>

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

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

한국천문연구원에서는 남북 천문분야 과학기술협력 활성화를 위하여 전파천문학을 포함하여 몇몇 천문학 분야에 대한 협력방안을 모색하고 있다. 전파천문학의 경우, 현재 운영중인 한국우주전파관측망(KVN)의 확장을 통한 남북협력 방안을 고려하고 있다. KVN 초기 계획에서는 북한의 평양과 나진-선봉 경제특구 인근에 2기의 전파망원경을 건설하는 것이 고려되었다. 현재 3기의 전파망원경 구성된 KVN에 북한 2기가 추가된다면, 3배 이상의 기선수 증가와 2배의 분해능 향상, 그리고 전체적인 VLBI 감도가 30% 이상 증가할 것으로 예상된다. 특히, KVN의 가장 큰 특징인 고파수 VLBI 관측은 현재 협력 가능한 전파망원경이 거의 전무하기 때문에, 이러한 확장을 통하여 독보적인 전파간섭계 시스템 구축과 함께, 이를 활용한 과학연구에 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 본 발표에서는 남북 전파천문학분야 협력의 현실과 미래를 전망해보고, 가능한 방안을 논의하고자 한다.

**천문우주 관측기술**

**[구 AT-01] Optics of the light-weight and foldable telescope based on the Fresnel lens**

Hyungjoon Yu<sup>1</sup>, Yong-Sun Park<sup>1</sup>, Haeun Chung<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>*KoreaInstituteforAdvancedStudy*

We analyze an optical system of a telescope based on Fresnel type objective lens as suggested by Hyde (1999). The Fresnel objective lens can be thin, light-weight and foldable, and therefore it is possible to develop a space telescope with an aperture larger than that of traditional telescopes. Moreover a lens, whatever it is either Fresnel type or conventional, allows much larger fabrication tolerances. We design a medium-sized telescope adopting Fresnel lens as an objective lens for use in space and possibly on the ground. The well-known chromatic aberration of the Fresnel primary lens is corrected by a field lens and another Fresnel lens using Schupmann method. An additional lens is used for forming images. We analyze the chromatic and off-axis aberrations of the proposed system analytically and suggest

methods for the minimization of off-axis aberrations and for the operation in wider spectral range. We also conduct ray tracing and optimize the whole optical system with commercial software. Finally we present the design parameters of a telescope with an aperture of 0.5 to 1 meters, enabling diffraction limited operation for a moderate field of view about 10 arc-minutes.

### [구 AT-02] K-GMT Science Program in 2016 and Future Prospect

Narae Hwang, Minjin Kim, Jae-Joon Lee, Hwi Hyun Kim, Ho-Gyu Lee, Soung-Chul Yang, Byeong-Gon Park  
*Korea Astronomy and Space Science Institute*

K-GMT Science Program, operated by Center for Large Telescopes (CfLAT) in Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), aims to promote the scientific researches by providing the access to the observational facilities such as 4-8m class telescopes and specialized instruments. In 2016, we plan to make various instruments with MMT and Gemini Observatory as well as IGRINS with 2.7m HJS Telescope in McDonald Observatory available to Korean Astronomical Community. We will present the current status and future prospect as well as some early results made from the K-GMT Science Program in past years.

### [구 AT-03] Status Report of the NISS and SPHEREx Missions

Woong-Seob Jeong<sup>1,2</sup>, Sung-Joon Park<sup>1</sup>, Bongkon Moon<sup>1</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Won-Kee Park<sup>1</sup>, Duk-Hang Lee<sup>1,2</sup>, Kyeongyeon Ko<sup>1,2</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Il-Joong Kim<sup>1</sup>, Youngsik Park<sup>1</sup>, Ukwon Nam<sup>1</sup>, Minjin Kim<sup>1,2</sup>, Jongwan Ko<sup>1</sup>, Myungshin Im<sup>3</sup>, Hyung Mok Lee<sup>3</sup>, Jeong-Eun Lee<sup>4</sup>, Goo-Hwan Shin<sup>5</sup>, Jangsoo Chae<sup>5</sup>, Toshio Matsumoto<sup>1,6</sup>, NISS Team<sup>1,2,3,4,5,6</sup>/SPHEREx Korean Consortium<sup>1,2,3,4,6,7</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, Korea*, <sup>4</sup>*Kyung Hee University, Korea*, <sup>5</sup>*Satellite Technology & Research Center, KAIST, Korea*, <sup>6</sup>*ISAS/JAXA, Japan*, <sup>7</sup>*Korea Institute for Advanced Study, Korea*

The NISS (Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation history) onboard NEXTSat-1 is the near-infrared instrument optimized to the first small satellite of NEXTSat series. The capability of both imaging and low spectral resolution spectroscopy with the Field of View of 2 x 2 deg. in the near-infrared range from 0.9 to 3.8 $\mu$ m is a

unique function of the NISS. The major scientific mission is to study the cosmic star formation history in local and distant universe. The Flight Model of the NISS is being developed and tested. After an integration into NEXTSat-1, it will be tested under the space environment. The NISS will be launched in 2017 and it will be operated during 2 years.

As an extension of the NISS, SPHEREx (Spectro-Photometer for the History of the Universe Epoch of Reionization, and Ices Explorer) is the NASA SMEX (SMall EXploration) mission proposed together with KASI (PI Institute: Caltech). It will perform an all-sky near-infrared spectral survey to probe the origin of our Universe; explore the origin and evolution of galaxies, and explore whether planets around other stars could harbor life. The SPHEREx is designed to have wider FoV of 3.5 x 7 deg. as well as wider spectral range from 0.7 to 4.8 $\mu$ m. After passing the first selection process, SPHEREx is under the Phase-A study. The final selection will be made in the end of 2016.

Here, we report the current status of the NISS and SPHEREx missions.

### [구 AT-04] The East-Asian VLBI Network: Recent Progress and Results of the First Imaging Test Observation

(동아시아VLBI관측망의 현황과 영상합성 시험관측 결과)

Kiyooki Wajima<sup>1</sup>, Duk-Gyoo Roh (노덕규)<sup>1</sup>, Se-Jin Oh (오세진)<sup>1</sup>, Taehyun Jung (정태현)<sup>1</sup>, Jongsoo Kim (김종수)<sup>1</sup>, Yoshiaki Hagiwara<sup>2</sup>, Kazuhiro Hada<sup>3</sup>, Noriyuki Kawaguchi<sup>3</sup>, Hideyuki Kobayashi<sup>3</sup>, Yuanwei Wu<sup>3</sup>, Kenta Fujisawa<sup>4</sup>, Tao An<sup>5</sup>, Willem A. Baan<sup>5</sup>, Wu Jiang<sup>5</sup>, Zhi-Qiang Shen<sup>5</sup>, Bo Xia<sup>5</sup>, Ming Zhang<sup>6</sup>, Longfei Hao<sup>7</sup>, Min Wang<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원)*, <sup>2</sup>*Toyo University*, <sup>3</sup>*National Astronomical Observatory of Japan*, <sup>4</sup>*Yamaguchi University*, <sup>5</sup>*Shanghai Astronomical Observatory*, <sup>6</sup>*Xinjiang Astronomical Observatory*, <sup>7</sup>*Yunnan Astronomical Observatory*

동아시아 VLBI 관측망(the East-Asian VLBI Network; EAVN)은 한·중·일 각국의 전파망원경을 통합해서 구성되는 동아시아 지역의 새로운 VLBI 관측망이다. EAVN의 주된 관측주파수는 6.7, 8, 22, 43 GHz이고 최고 공간분해능은 약 0.6 mas이다. 우리는 EAVN의 성능 검증을 목적으로 하는 국제연구팀을 구성하고 2013년부터 2015년까지 주로 8, 22 GHz로의 프린지검출 시험관측을 실행해왔다. 이들의 결과에 의거해서 작년말부터 앞으로의 EAVN 어레이 공개를 목표로 할 영상합성 시험관측을 시작하였다. 첫 번째 시험관측은 한·중·일 9개의 안테나를

이용해서 2015년12월13일에 8 GHz로 실시하였다. 관측 천체는 밝은 활동성 은하핵인 4C 39.25이고, 국제간 기선에서 성공적으로 프린지를 검출하였다. 우리는 올해부터 100 시간 이상을 이용해서 상기 네 주파수로의 영상합성 시험관측을 실시할 계획이고, 2017년 하반기부터 부분적인 공개관측을 시작할 예정이다. 이 발표에서는 주로 EAVN의 현황과 상기 영상합성 시험관측의 결과에 관해서 보고한다.

**[구 AT-05] Proposal for Busan Metropolitan City Astronomical Observatory (부산광역시 시민천문대 건립 제안서)**

Sang Hyun Lee(이상현)<sup>1</sup>, Hyesung Kang(강혜성)<sup>2</sup>, Hong Bea Ann(안홍배)<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Dept of Earth Science, Pusan National University(부산대학교)

2000년대에 들어오면서 우리나라에는 대전, 영월, 김해를 시작으로 많은 시민천문대가 생겨나면서 지방자치단체에서 건립한 시민천문대 외에도 다양한 형태로 시민들이 이용할 수 있는 천문대가 생겨났다. 현재 전국적으로 파악되는 공립, 사립 천문대의 수가 50개를 훨씬 넘으며, 이 가운데 약 절반은 지방자치단체에서 건립한 시민천문대이다. 그러나 이런 시대의 흐름에도 불구하고 인구 350만인 거대도시 부산에는 제대로 된 시민천문대가 아직 없는 실정이다. 수도권인 경우 서울시청을 기준으로 접근거리 150km이내의 시민천문대는 최소 15개가 넘으며, 사설 천문대 등을 합하면 이 수치의 2~3배에 달한다. 한국천문학회 부산시민의 전폭적인 지원에 힘입어 2021년 제 31차 국제천문연맹총회(IAUGA 2021)를 부산으로 유치하는데 성공하였다. 부산시는 과학문화도시로서 시민의 과학대중화 사업, 특히 천문학 관련 교육과 홍보에 심혈을 기울여 왔으며, IAUGA2021의 부산 개최를 맞이하여 세계적인 과학도시로 성장할 계기를 마련하게 되었다. 21세기 우주시대를 살아가는 선진 시민으로서 350만 부산 시민의 우주에 대한 호기심을 충족시켜주며 청소년에게 현대적인 우주관을 교육할 수 있는 시민천문대의 건립을 제안한다. 구경 1m 급 주망원경을 갖춘 천문돔, 다수의 보조망원경을 갖춘 관측실, 천체투영관, 강의동 등으로 구성될 부산 시민천문대는 부산뿐만 아니라 과학문화가 상대적으로 낙후된 동남권 지역의 천문학 교육을 위한 중추적인 과학문화 시설이 될 것으로 기대한다.

**보현산 천문대 20주년**

**[구 BOAO-01] Beyond the BOES ; IGRINS, GCLEF and GMTNIRS**

Kang-Min Kim<sup>1</sup>, Chan Park<sup>1</sup>, Moo Young Chun<sup>1</sup>, Jihun Kim<sup>1</sup>, Jae Sok Oh<sup>1</sup>, Sung-Joon Park<sup>1</sup>, Jeong

Gyun Jang<sup>1</sup>, Bi Ho Jang<sup>1</sup>, Sungho Lee<sup>1</sup>, Heeyoung Oh<sup>1,2</sup>, In Soo Yuk<sup>1</sup>

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

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

보현산천문대가 준공되면서, 1.8 m 망원경이 연구자들에게 공개된지 20년이 되었다. 당시 보현산 천문대의 연구자들은 1.8 m 망원경을 도약망원경이라 부르면서, 우리나라 천문학의 비약적인 발전의 토대가 되기를 희망하였다.

보현산천문대 10주년 기념 담양 워크샵에서 BOES의 성과를 발표한 이후 10년 동안, 천문연구원 광학천문기술 그룹에서는 BOES 편광분광기와 IGRINS를 개발 완료하였으며, GMTNIRS의 개념설계와 GCLEF의 기본설계가 진행되었다.

여기에서는 그동안 개발된 고분산 천체분광기 프로젝트의 성과를 정리하고, 앞으로의 계획을 논의한다.

**[구 BOAO-02] Search for exoplanet using by BOES**

Byeong-Cheol Lee<sup>1</sup>, Inwoo Han<sup>1</sup>, Kang-Min Kim, Myeong-Gu Park<sup>2</sup>, Gwanghui Jeong<sup>1</sup>, David Mkrтчichian<sup>3</sup>, Masashi Omiya<sup>4</sup>, and Artie Hatzes<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>Kyungpook National University, <sup>3</sup>National

Astronomical Research Institute of Thailand,

<sup>4</sup>National Astronomical Observatory of Japan,

<sup>5</sup>Thüringer Landessternwarte Tautenburg Germany

We report the results of search for exoplanets by a precise radial velocity (RV) survey by using the high-resolution spectroscopy of the fiber-fed Bohyunsan Observatory Echelle Spectrograph (BOES) at Bohyunsan Optical Astronomy Observatory (BOAO). Since 2003, we have conducted a precise RV survey for ~500 stars, including 55 K giants, ~200 G giants, 10 M giants, 40 K dwarfs, and ~200 northern circumpolar stars. We present the detection of around 20 new exoplanets and brown dwarfs.

**[구 BOAO-03] High Resolution Spectroscopy of Raman Features in Symbiotic Stars and Young Planetary Nebulae Using the BOES**

Hee-Won Lee

Department of Physics and Astronomy, Sejong University

One important aspect of the late stage stellar evolution is the mass loss processes, where a significant amount of stellar material will be returned to the interstellar space to be used for stars of the next generation. Raman scattered O VI

and He II by atomic hydrogen in symbiotic stars and young planetary nebulae are found to be excellent tools to investigate the mass loss processes and estimate the mass loss rate. These features appear near hydrogen Balmer emission lines due to the huge cross section in the vicinity of Lyman resonance transitions. With the capability of high spectral resolution and broad spectral coverage, BOES is an ideal instrument to perform Raman spectroscopy of these objects. In this talk, a cursory overview of our research activities on Raman spectroscopy of symbiotics and PNe using the BOES is presented.

### [구 BOAO-04] BOES Survey of FU Orionis-type Objects

Jeong-Eun Lee<sup>1</sup>, Sunkyung Park<sup>1</sup>, Sung-Yong Yoon<sup>1</sup>, Sang-Gak Lee<sup>2</sup>, Wonseok Kang<sup>2</sup>, Hyun-Il Sung<sup>3</sup>, Won-Kee Park<sup>3</sup>, Tae Seog Yoon<sup>4</sup>, Dong-Hwan Cho<sup>4</sup>, Keun-Hong Park<sup>5</sup>

<sup>1</sup>School of Space Research, Kyung Hee University, <sup>2</sup>National Youth Space Center, <sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, <sup>4</sup>School of Earth System Sciences, College of Natural Sciences, Kyungpook National University, <sup>5</sup>Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

태양과 같은 별의 형성기작은 질량이 큰 별의 형성기작에 비해 비교적 잘 연구되어 왔다고는 하지만, 이 또한 온전한 이해와는 거리가 먼 상황이며 여전히 논란의 대상이다. IRAS, Spitzer와 같은 적외선우주망원경으로 얻어진 원시성의 광도함수는 일반적으로 받아들여졌던 별탄생 이론으로 설명되지 못한다는 것이 밝혀졌고, 이에 새로운 별탄생 이론이 필요하게 되었다. 새롭게 받아들여지고 있는 별탄생 모델은 Episodic Accretion 모델로서, 원시행성계원반에서 원시성으로 질량 강착이 간헐적이면서 폭발적으로 일어난다는 것이다. 이러한 모델의 관측적 증거의 하나는 FU Orionis와 같은 천체로서, T-Tauri 단계에 있는 원시성이 본래의 밝기보다 약 100배, 즉 가시광에서 5등급 이상 폭발적으로 밝아진 천체이다. 질량강착의 과정은 행성형성의 초기조건을 결정하는 원시행성계원반의 물리적, 화학적 특성을 결정하므로, 그 이해가 중요하다. 따라서 본 연구팀은 Episodic Accretion이 원시행성계원반과 원시항성풍의 형성과 진화에 어떤 역할을 하는지 연구하기 위하여, 보현산 천문대의 고분산 분광기인 BOES를 이용하여, 최근에 폭발을 일으킨 원시성인 HBC 722와 2MASS J06593158-0405277을 모니터링 관측을 해왔으며, 이전에 알려진 6개의 FU Orionis 형 천체들도 관측하였다. 여기서는 그 결과를 발표하고자 한다.

### [구 BOAO-05] Time-series Spectroscopy of the Pulsating Eclipsing Binaries using BOES

Jae-Rim Koo<sup>1</sup>, Jae Woo Lee<sup>1,2</sup>, Kyeongsoo Hong<sup>1</sup>, Seung-Lee Kim<sup>1,2</sup>, Chung-Uk Lee<sup>1,2</sup>, and Jang-Ho Park<sup>1,3</sup>

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

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

<sup>3</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University

Oscillating Algol-type eclipsing binaries (oEA) are very interesting objects that have three observational features of eclipse, pulsation, and mass transfer. Direct measurement of their masses and radii from the double-lined radial velocity (RV) data and photometric light curves would be the most essential for understanding their evolutionary process and for performing the asteroseismological study. However, only handful oEA stars were studied in detail. To advance this subject, we have been obtaining high-resolution spectra for several oEA stars using Bohyunsan Optical Echelle Spectrograph (BOES). In this presentation, we present our results such as the accurate absolute parameters and evolutionary states for each object, based on the simultaneous analyses of the light and RV curves.

### [구 BOAO-06] Time-Series Photometry with the BOAO 1.8m Telescope

Seung-Lee Kim (김승리)

Korea Astronomy and Space Science Institute  
(한국천문연구원)

보현산천문대가 준공되던 1996년부터 2000년까지 약 5년간 1.8m 망원경과 CCD 카메라를 이용하여 10개 이상의 산개성단에 대한 시계열 측광관측을 수행하였다. 이로부터 변광 진폭이 비교적 큰 식쌍성뿐만 아니라, 여러 개의 주기가 중첩되어 광도변화가 불규칙하면서도 진폭이 작아서 이전에 관측하기 어려웠던 산개성단내 맥동변광성들을 많이 발견하는 성과를 거두었다. 또한 2001년부터 현재까지 맥동변광성의 국제공동관측에 참여하고 있다. Delta Scuti형 맥동변광성이나 맥동백색왜성의 경우는 다수의 맥동주기를 검출하여 별의 내부구조를 추정할 수 있는 성진연구가 활발한데, 이를 위해서는 경도가 다른 여러 천문대에서 공동으로 관측함으로써 24시간 연속 자료를 얻는 것이 매우 중요하다. 우리나라가 위치한 경도대에는 2m급의 천체망원경이 드물기 때문에, 보현산천문대에서 얻은 관측 자료가 맥동변광성의 국제공동연구에 크게 기여하였다. 이번 발표에서는 보현산천문대 1.8m 망원경으로 얻은 변광천체의 시계열 측광관측 연구에 대해 돌이켜 보고, 앞으로의 연구 계획을 제시하고자 한다.

### [구 BOAO-07] Photometric Research in BOAO: Variable Stars in Star Clusters

Young-Beom Jeon  
Korea Astronomy and Space Science Institute

보현산천문대의 기후 환경을 고려할 때 표준화 관측에 의한 측광연구는 정밀한 표준계 변환에 어려움이 많다. 하지만 변광성 연구와 관련한 측광 관측 연구는 많은 실적을 이루었다. 변광성 관측 연구는 상대적인 밝기 변화만 고려하면 되기 때문에 대기변화 또는 기상 변화 등에 비교적 덜 민감하여 분광관측과 더불어 보현산천문대에서 연구 결과를 얻을 수 있는 좋은 주제이다. 지난 20년간 보현산천문대의 망원경을 이용한 성단내 변광성 탐사에 대하여 측광관측 연구를 바탕으로 전체적인 내용을 정리하고, 앞으로의 연구 방향과 가능성에 대해 발표한다.

### [구 BOAO-08] Study of Transients at BOAO

Myungshin Im  
CEO/Astronomy Program, Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University

As a new way to explore the universe, astronomers are now performing time-domain astronomy by surveying the universe looking for new transient phenomena and taking movies of the universe with telescopes. Large-area, time-series survey of astronomical objects are uncovering many interesting, fast-changing objects that have now been poorly understood before, such as GRBs, tidal disruption phenomena, and new types of supernova. In order to characterize these new, exciting events, it is very critical to perform follow-up observations, and 1-2m telescopes can effectively contribute to such efforts. Since 2007, our group has been performing follow-up observations of gamma-ray bursts (GRBs) and interesting transients using BOAO and other KASI facilities. Here, we present results from several key transient studies that were done by using BOAO: (1) tidal disruption event Swift J1644+57; (2) SN 2011fe that occurred in M101; and (3) several GRB events. These study demonstrates the usefulness of BOAO as a powerful transient follow-up facility. Finally, we will discuss how BOAO research activities can possibly be bolstered in this newly emerging field of astronomy.

### [구 BOAO-09] Twenty Years of CCD Photometric Studies on Globular Clusters with the BOAO 1.8 m Telescope (보현산천문대 1.8 미터 망원경을 이용한 구상성단에 대한 CCD 측광 연구 20년)

Dong-Hwan Cho(조동환)<sup>1</sup>, Sang-Gak Lee(이상각)<sup>2,3</sup>,  
Tae Seog Yoon(윤태석)<sup>1</sup>, Hyun-Il Sung(성현일)<sup>1,4</sup>  
<sup>1</sup>Kyungpook National University, <sup>2</sup>Seoul National

University, <sup>3</sup>National Youth Space Center, <sup>4</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

우리는 1997년부터 현재까지 보현산천문대 1.8 미터 망원경과 이 망원경에 부착한 1K CCD, 2K CCD와 4K CCD를 이용하여 가까운 북반구 구상성단에 대하여 (U)BVI CCD 측광 관측을 수행해오고 있다. 2K CCD를 통한 관측 자료를 통해서 우리는 북반구 구상성단 M3, M13, M15, M53과 M92의 정밀한 색-등급도를 도출할 수 있었다. 이 색-등급도를 통해서 M3, M13, M15와 M92의 경우는 밝은 계열 별(특히 점근거성가지별)의 특성 및 종족비(R과 R2)와 적색거성가지별의 광도함수를 유도하였고, M53과 M92의 경우는 상대나이를 유도함으로써 구상성단의 제 2 계수 문제를 규명하고자 하였다. 우리는 추가로 북반구 구상성단 M5, M10과 M71의 정밀한 색-등급도를 도출하여 밝은 계열 별의 특성을 규명하고 적색거성가지별의 광도함수를 유도함으로써 종족 II 항성의 진화 문제를 연구하고자 한다. 현재 운영 중인 4K CCD를 통해서 구상성단 M2, M3, M5, M13, M15, M53, M71과 M92를 관측하고 있으며 2K CCD 경우보다 어두운 주계열성까지의 측광 자료 도출에 주목적이 있다(V ≈ 23 등급까지). 도출한 측광 자료를 2K CCD 측광 자료와 결합하여 북반구 구상성단 구성별의 고유운동 자료를 도출하고자 하며 이의 활용 방안에 대하여 논의하고자 한다. 더불어 그동안 보현산천문대에서의 관측 여건에 대해서도 논의하고자 한다.

### [구 BOAO-10] KEEP-North : Kirkwood Excitation and Exile Patrol of the Northern Sky (보현산 천문대 소행성 관측 연구)

Myung-Jin Kim, Young-Jun Choi, Hong-Kyu Moon  
Korea Astronomy and Space Science Institute

An asteroid family is a group of asteroidal objects in the proper orbital element space (a, e, and i), considered to have been produced by a disruption of a large parent body through a catastrophic collision. Family members usually have similar surface properties such as spectral taxonomy types, colors, and visible geometric albedo with a same dynamical age. Therefore an asteroid family could be called as a natural Solar System laboratory and is also regarded as a powerful tool to investigate space weathering and non-gravitational phenomena such as the Yarkovsky/YORP effects.

We carry out time series photometric observations for a number of asteroid families to obtain their physical properties, including sizes, shapes, rotational periods, spin axes, colors, and H-G parameters based on nearly round-the-clock observations, using several 0.5-2 meter class telescopes in the Northern hemisphere, including BOAO 1.8 m, LOAO 1.0 m, SOAO 0.6 m facilities in KASI, McDonald Observatory 2.1 m instrument,

NARIT 2.4 m and TUG 1.0 m telescopes. This study is expected to find, for the first time, some important clues on the collisional history in our Solar System and the mechanisms where the family members are being transported from the resonance regions in the Main-belt to the near Earth space.

# 포스터발표초록

## 고천문학/천문역법

### [포 HA-01] A Study on the Il-seong-jeong-si-ui (日星定時儀) in King Sejong Era

Sang Hyuk Kim<sup>1,2</sup>, Byeong-Hee Mihn<sup>1,2</sup>, Lee Yong Sam<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교, <sup>3</sup>충북대학교

일성정시(日星定時儀)는 표준시보장치인 보루각루의 시각을 교정하는 천문시계로 알려져 있다. 『세종실록』에 기록된 김돈(金墩, 1385~1440)의 일성정시(日星定時儀)의 서(序)와 명(銘)에는 기기의 상세한 구조와 치수, 그리고 사용법을 소개하고 있다. 우리는 실록의 기록을 분석하여 세 종류의 일성정시(日星定時儀)로 구분하였다. 또한 Needham et al. (1986)의 연구와 비교하여 일구백각환, 성구백각환, 주천도분환, 계형 등의 사용법을 분석하였다. 우리는 이러한 분석을 통해 해시계와 별시계로써의 일성정시(日星定時儀)의 시간 측정 정밀도를 제시하였다.

### [포 HA-02] Analysis of Modern Astronomical Terminology in the Early 1900s

UHN MEE BAHK<sup>1</sup>, BYEONG-HEE MIHN<sup>1,2</sup>

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

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

1900년대 초에 발행된 천문학 서적 2권을 중심으로 사용된 천문학 용어를 현재와 비교분석하는 연구를 진행하였다. 우리는 두 서적에 사용된 용어에서 천문학용어, 화학원소 용어, 인물 및 지명 용어로 나누어서 현재의 과학 용어사전과 비교하였다. 지금까지 사용되는 용어와 지금은 사용하지 않는 용어, 그리고 의미는 동일하지만 변화를 보인 용어로 나누어 분석하였다. 한 권의 천문학 서적에는 영어 색인이 포함되어 있어, 그 기준으로 현재와 비교하고, 나머지 천문학 서적은 본문에 나온 용어를 추려서 비교하였다. 용어를 통해서 두 권의 서적이 다른 경로로 수입·번역되었음을 알 수 있었고, 현재와 같이 용어의 통일이 없었다는 점에서 당시 천문학 교육의 한계점이 드러났다. 이 연구는 당시의 천문학 서적이거나 관련 서적을 연구할 때, 한자 표기 없이 영어 어휘를 음차하여 표기된 용어를 동정하는데 도움을 줄 것으로 보인다.

## 교육홍보

### [포 AE-01] Performance Test of NYSC 1m Telescope by Photometric Observation of M35

Wonseok Kang, Taewoo Kim, Sun-gill Kwon, Sang-Gak Lee  
National Youth Space Center

NYSC 1m telescope is completely assembled now, and equipped with FLI PL-16803 4k CCD and Shelyak eShel spectrograph (R~10,000) on optical system of f/8. From 12th Jan 2016, optical system alignment and test observations have been performed. We present the result of M35 photometric observation for the performance test of the 1m telescope. The photometric observation was carried out for the central part of M35 with the field of view,  $\sim 15'.8 \times 15'.8$ . Standard transformation to the UBV system was done by the photometric data of M35 in Sung and Bessell(1999).

### [포 AE-02] Astronomy experiments using digital instruments(디지털 장비를 이용한 천문 실험)

Sang Hyun Lee(이상현)<sup>1</sup>, Kyung Hoon Lee(이경훈)<sup>2</sup>, Enjung Lee(이은정)<sup>2,3</sup>, Joo Hyun Park(박주현)<sup>4</sup>, Kyu Bin Jang(장규빈)<sup>3</sup>, Dongho Lee(이동호)<sup>3</sup>, Hyungyu Jo(조현규)<sup>3</sup>, MinWook Lee(이민욱)<sup>3</sup>, Ga Hyung Kim(김가형)<sup>4</sup>, Minjun Ku(구민준)<sup>2</sup>, Jinwoo Seol(설진우)<sup>3</sup>, Dong Ju Kim(김동주)<sup>3</sup>, KangJin Kin(김강진)<sup>2</sup>, Gyutae Park(박규태)<sup>2</sup>, Do-Hoon Kim(김도훈)<sup>2</sup>, Do Yun Kim(김도윤)<sup>3</sup>, Sumin Lee(이수민)<sup>3</sup>, SeongKeong Moon(문성경)<sup>3</sup>, LaEl Shin(신라엘)<sup>2</sup>, Joonyoung Choi(최준영)<sup>2</sup>, Jaehyung Ahn(안재형)<sup>2</sup>, Wonseok Choi(최원석)<sup>2</sup>, ChiYoung Kim(김치영)<sup>2</sup>, Jeong Hyeon Park(박정현)<sup>4</sup>, Se Hyeon Jo(조세현)<sup>4</sup>, Kwan Hun Shin(신관훈)<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute(한국천문연구원), <sup>2</sup>Busan Science High School(부산과학고), <sup>3</sup>Busanil Science High School(부산일과학고), <sup>4</sup>Ulsan Science High School(울산과학고)

본 발표에서는 DSLR 카메라와 CCD를 이용하여 과학 고등학교의 R&E교육과정에서 수행한 몇 가지 실험과 그 결과를 소개한다. DSLR 카메라와 SQM을 이용한 밤하늘 특성 분석, CCD를 이용한 고유운동 측정, DSLR을 이용한 산개성단의 측광, CCD를 이용한 산개성단의 측광과 이를 통한 산개성단의 질량분리와 역학적 진화에 대한 연구이다. 실험은 부산일과학고, 울산과학고, 부산과학고에서 수행되었으며, 모든 실험의 결과는 학생들이 직접 관측한 결과를 바탕으로 이루어졌다. 본 실험의 방법과 과정은 일선 학교에서 응용하여 활용될 수 있으며, 실험의 결과는 향후 유사한 실험 교육을 수행할 때 기초 자료로 활용되어



질 수 있다.

**[포 AE-03] 2016 YAM & We Love Galaxies  
Joint Workshop for Graduate Students**

Minhee Hyun(현민희)<sup>1</sup>, Gwang-Ho Lee(이광호)<sup>1</sup>,  
Sung-Ho An(안성호)<sup>2</sup>, Yijung Kang(강이정)<sup>2</sup>,  
Seok-Jun Chang(장석준)<sup>3</sup>, Doohyun Choi(최두현)<sup>3</sup>,  
Haeun Chung(정하은)<sup>1</sup>, Jisu Kang(강지수)<sup>1</sup>, Jinhyub  
Kim(김진협)<sup>2</sup>, Minbae Kim(김민배)<sup>4</sup>, Jeong Hwan  
Lee(이정환)<sup>1</sup>, Joowon Lee(이주원)<sup>4</sup>, Nawon  
Lee(이나원)<sup>1</sup>, Jintae Park(박진태)<sup>5</sup>, Jihey Shin(신지혜)<sup>6</sup>,  
Hyunju Yoo(유현주)<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University(서울대학교), <sup>2</sup>Yonsei  
University(연세대학교), <sup>3</sup>Sejong  
University(세종대학교), <sup>4</sup>Kyung Hee  
University(경희대학교), <sup>5</sup>Korea Astronomy and Space  
Science Institute(한국천문연구원), <sup>6</sup>Kyungpook  
National University(경북대학교), <sup>7</sup>Chungnam  
National University(충남대학교)

YAM (Young Astronomers Meeting, 젊은 천문학자  
들의 모임)과 We Love Galaxies는 인적/학문적 네트워크가 중요시되는 시대의 흐름에 발맞춰 국내 천문학 전공  
대학원생들을 위한 워크샵인 “2016 YAM & We Love  
Galaxies 공동 워크샵”을 강촌에서 개최하였습니다. 2016  
년 2월 24일부터 26일까지 2박 3일간 개최된 이번 워크샵  
에는 총 35명의 대학원생/학부생/박사후연구원이 참가하  
였고, 전원 포스터 발표를 통해 참여 학생 모두가 자신의  
연구주제를 자유롭게 소개하고 교류할 수 있도록 하였습니다.  
뿐만 아니라 대학원 생활 및 연구 활동에 관련된 9  
개의 주제를 가지고 조별 토론을 진행하였습니다. 본 발표  
에서는 “2016 YAM & We Love Galaxies 공동 워크샵”  
의 성과와 학생들로부터 받은 피드백을 소개하고 대학원  
생 워크샵이 나아가야 할 방향에 대해 제시하고자 합니다.

**[포 AE-04] Activity Report of Young  
Astronomers Meeting in 2015-16 Season**

Minhee Hyun(현민희)<sup>1</sup>, Sung-Ho An(안성호)<sup>2</sup>, Jintae  
Park(박진태)<sup>3</sup>, Haeun Chung(정하은)<sup>1</sup>, Jeong-Eun  
Heo(허정은)<sup>4</sup>, Seungsoo Hong(홍승수)<sup>2</sup>, Hye-Ran  
Lee(이혜란)<sup>3,5</sup>, Jihey Shin(신지혜)<sup>6</sup>, Hyunju  
Yoo(유현주)<sup>7</sup>, Hyeong-Sik Yoon(윤형식)<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Seoul National University(서울대학교), <sup>2</sup>Yonsei  
University(연세대학교), <sup>3</sup>Korea Astronomy and Space  
Science Institute(한국천문연구원), <sup>4</sup>Sejong  
University(세종대학교), <sup>5</sup>Korea University of Science  
and Technology(한국과학기술연합대학원대학교),  
<sup>6</sup>Kyungpook National University(경북대학교),  
<sup>7</sup>Chungnam National University(충남대학교), <sup>8</sup>Kyung  
Hee University(경희대학교)

지난 2015년 4월, 젊은 천문학자 모임(Young  
Astronomers Meeting, YAM)은 봄 정기총회를 가졌고

2015-16 시즌을 위한 임원진으로 회장 현민희, 부회장 안  
성호, 총무 박진태가 선출되었다. 이 외에도 각 학교별 운  
영위원으로 경북대학교 신지혜, 경희대학교 윤형식, 서울  
대학교 정하은, 세종대학교 허정은, 연세대학교 홍승수,  
충남대학교 유현주, 과학기술연합대학원대학교 이혜란 회  
원이 활동 중이다. 현 임원진은 이번 임기 내 목표로 지금  
까지의 YAM 역사를 정리하고, 이를 공유할 수 있는 홈페  
이지를 구축하고자 하였다. YAM 역사 정리 부분에서는,  
1991년 서울대학교에서 개최된 한국천문학회에서의 YAM  
창단 이후의 모든 활동과 역대 임원진에 대한 서류 자료를  
정리하고 홈페이지에 게시하였다. YAM 홈페이지 구축 부  
분에서는 지난 2015년 8월, 한국천문학회에 YAM 홈페이  
지 구축을 위한 제안서를 제출, 2016년 초에 학회의 승인  
을 받아 한국천문학회 홈페이지 서버에 YAM 홈페이지를  
개설하였다. 이와 더불어 2016년 2월에 개최된 “2016  
YAM & We Love Galaxies 공동 워크샵”을 통해 국내 대  
학원생들을 위한 워크샵을 개최하고 추후 지속적으로 진  
행할 수 있도록 노력하였다. 이번 포스터 발표를 통해  
2015-16 시즌 동안의 활동 결과 보고와 2016-17 시즌 활  
동 계획을 논의할 것이다.

**외부은하/우주론**

**[포 GC-01] Gravitational Lensing by an  
Ellipsoid with a Supermassive Black Hole**

Donghyeon Kim<sup>1,2</sup>, and Myeong-Gu Park<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>Department of Astronomy and Atmospheric  
Sciences, Kyungpook National University  
<sup>2</sup>Research and Training Team for Future Creative  
Astrophysicists and Cosmologists (BK21 Plus  
Program)

Gravitational lensed quasar systems are usually  
modelled by a source quasar lensed by an  
isothermal sphere galaxy. But most galaxies are  
elliptical and have a supermassive black hole  
(SMBH) at its center. We study lensing by an  
ellipsoid with a central SMBH to investigate the  
additional lensing effects of a SMBH on the  
number, position, and magnification of lensed  
images. We apply the analysis to the observed lens  
system Q0957+561, and explore the possibility of  
testing the existence of SMBH at the center of the  
lensing galaxy.

**[포 GC-02] Observation of early photons of  
Gamma-ray bursts from UFFO/Lomonosov**

Soomin Jeong<sup>1</sup> and I. H. Park<sup>2</sup> on behalf of the  
UFFO collaboration  
<sup>1</sup>Institute for Science and Technology in Space,  
SKKU, Korea and IAA-CSIC, Granada, Spain,  
<sup>2</sup>Institute for Science and Technology in Space,

SKKU, Korea

Observations of the early photons from evolution of optical afterglows or internal shock provides the crucial clues on the nature of the bursts and environments. Hundreds of GRBs afterglow observations in multi-wavelength region have been made mainly thanks to the fast ( $\sim 60$  seconds after the trigger) localisation GRB by Swift and its fast alert to the ground telescope. It helps to improve our understandings tremendously, however many enigmas still remain, such as burst mechanism, transition prompt emission to the afterglow, early optical flash, rise phase of the early optical light curve and some missing afterglows. They could be addressed by fast slewing and multi colour and IR follow-up by future telescopes.

The primary aim of UFFO/Lomonosov is to follow up optical fast ever, within a couple of seconds after trigger by onboard X-ray telescope. Its optical FOV is  $30 \times 30$  degrees. As a key instrument, the Slewing Mirror to redirect the optical beam from GRBs rapidly to the Ritchey-Chretien telescope. The status and launch schedule of the UFFO/Lomonosov and its test performance will be reported and prospects for the next missions will be discussed.

### [포 GC-03] Monitoring of Gamma-ray Bright AGN : The Multi-Frequency Polarization of the Flaring Blazar 3C 279

Sincheol Kang<sup>1,2</sup>, Sang-Sung Lee<sup>1,2</sup>, and Do-Young Byun<sup>1</sup>

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

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

We present results of long-term multi-wavelength polarization observations of the powerful blazar 3C 279 after its  $\gamma$ -ray flare on 2013 December 20. We followed up this flare by means of single-dish polarization observations with two 21-m telescopes of the Korean VLBI Network, carried out weekly from 2013 December 25 to January 11, and at 22, 43, and 86 GHz, simultaneously. These observations were part of the Monitoring Of GAMMA-ray Bright AGNs (MOGABA) program. We Measured 3C 279 total flux densities at 22, 43, and 86 GHz, showing a mild variability of a factor of  $\leq 50\%$  over the period of our observations. The spectral index ranged from  $-0.13$  to  $-0.36$  at between 22 and 86 GHz. The degree of linear polarization was in the range of  $6 \sim 12\%$ , and slightly decreased with time at all frequencies. We found Faraday rotation measures

(RM) of  $-300$  to  $-1200 \text{ rad m}^{-2}$  between 22 and 43 GHz, and  $-800$  to  $-5100 \text{ rad m}^{-2}$  between 43 and 86 GHz. The RM values follow a power law  $|\text{RM}| \propto \nu^a$ , with a mean  $a$  of 2.2, implying that the polarized emission at these frequencies travels through a Faraday screen in or near the jet. We conclude that the regions emitting polarized radio emission may be different from the region responsible for the 2013 December  $\gamma$ -ray flare, and that these regions are maintained by the dominant magnetic field perpendicular to the direction of the radio jet at milliarcsecond scales.

### [포 GC-04] The Demographics of galactic bulges in the SDSS database

Keunho Kim<sup>1</sup>, Sree Oh<sup>1</sup>, Hyunjin Jeong<sup>2</sup>, Alfonso Aragón-Salamanca<sup>3</sup>, Rory Smith<sup>1</sup>, and Sukyoung K. Yi<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup>School of Physics and Astronomy, The University of Nottingham, United Kingdom

We present a new database of our two-dimensional bulge-disk decompositions for 14,482 galaxies drawn from SDSS DR12 in order to examine the properties of bulges residing in the local universe ( $0.005 < z < 0.05$ ). We performed decompositions in  $g$  and  $r$  bands by utilizing the GALFIT software. The bulge colors and bulge-to-total ratios are found to be sensitive to the details in the decomposition technique. The  $g-r$  colors of bulges derived are almost constantly red regardless of bulge size except for the bulges in the low bulge-to-total ratio galaxies (approximately  $B/T_r \leq 0.3$ ). Bulges exhibit similar scaling relations to those followed by elliptical galaxies, but the bulges in galaxies with lower bulge-to-total ratios clearly show a gradually larger departure in slope from the elliptical galaxy sequence. The scatters around the scaling relations are also larger for the bulges in galaxies with lower bulge-to-total ratios. Both the departure in slopes and larger scatters are likely originated from the presence of young stars. While bulges seem largely similar in optical properties to elliptical galaxies, they do show clear and systematic departures as a function of bulge-to-total ratio. The stellar properties and perhaps associated formation processes of bulges seem much more diverse than those of elliptical galaxies.

### [포 GC-05] Connection between the gamma-ray outbursts and the jet activity of BL Lacertae

Dae-Won Kim<sup>1</sup>, Sascha Trippe<sup>1</sup>, Jong-Ho Park<sup>1</sup>, Jung-Hwan Oh<sup>1</sup>, Tae-Seok Lee<sup>1</sup>, Sang-Sung Lee<sup>2</sup>, Juan-Carlos Algaba<sup>2</sup>, Guangyao Zhao<sup>2</sup>, Motoki Kino<sup>2</sup>, Kiyooki Wajima<sup>2</sup>, Sin-Cheol Kang<sup>2</sup>, and Jae-Young Kim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34055, Korea*

We present our observational results of BL Lacertae(2200+420) obtained at 22, 43, 86, and 129 GHz simultaneously during 27 months(2013.Jan ~ 2015.Mar) which includes their two gamma-ray outbursts(2013.Oct & 2015.Mar) to study a connection between the gamma-ray outbursts and the radio activity. We mainly use a Korean VLBI monitoring program, IMOGABA(Interferometric Monitoring Of Gamma-ray Bright AGNs) which is a monthly monitoring program with the KVN(Korean VLBI Network). Overall, our KVN image shows two components in the map, a stationary core at the center and one moving jet component to the south, but almost core only at 86, 129 GHz. The location of the moving jet component in the maps depend on the frequencies that 22, 43, 86, and 129 GHz. We have checked light curves, spectral index, kinematics, and radio structure to find differences before and after the gamma-ray outbursts, but there was no significant correlation. We also have derived a decay time scale of ~9 months for the major radio outburst by applying an exponential decay fitting.

### [포 GC-06] What Makes Red Quasars Red?

Dohyeong Kim and Myungshin Im  
*Seoul National University*

Red quasars have been suspected to be an intermediate population between merger-driven star-forming galaxies and normal quasars. In this scenario, red quasars are expected to have dusty red color coming from the dust extinction by dust and gas in their host galaxy. However, several studies have proposed different explanation of the red color of red quasars, which are i) a moderate viewing angle between type 1 and 2 quasars, ii) an unusual covering factor of dust torus, and iii) an anomalous synchrotron emission with a peak at

NIR wavelength. In this study, we investigate the factor leading to the red color of red quasars by using the line luminosity ratios of the hydrogen Balmer to Paschen series of 11 red quasars. We find the Pb/Hb luminosity ratios of the red quasars are significantly higher than those of normal quasars. Moreover, we compare the Pb/Hb luminosity ratios of the red quasars to the theoretically expected line luminosity ratios computed from the CLOUDY code. We find the line luminosity ratios of the red quasars cannot be explained by the theoretical line luminosity ratios with any physical conditions. We conclude that red color of red quasars comes from dust extinction by their host galaxy. This result is consistent with the picture that red quasars are an intermediate population between the merger-driven star-forming galaxies and normal quasars.

### [포 GC-07] Herschel/SPIRE Galaxies in the NEP-Wide Field - Preliminary Results

Seong Jin Kim<sup>1</sup>, Woong-Seob Jeong<sup>1</sup>, Hyung Mok Lee<sup>2</sup>, and the NEP team members

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

We report preliminary results from our analyses on the star-forming galaxies in the Herschel/SPIRE survey data over the AKARI/NEP-Wide Field. In this work, we utilize a combination of the SPIRE point source catalogue containing ~ 4,800 sources distributed over the wide (5.6 sq. deg) field and the spectroscopic redshift (zSPEC) data for 1790 selected targets obtained by MMT/Hectospec and WIYN/Hydra. Our analyses take advantages of multi-wavelengths photometric data (28 bands at most) covering from u\* to 500  $\mu$ m band as well as continuous MIR wavelengths sampling by AKARI and WISE (4 to 25  $\mu$ m). Various physical properties such as total infrared luminosity (LTIR), star formation rate (SFR), and luminosity functions (LFs) will be presented.

### [포 GC-08] On the origin of super-Helium-rich population in the Milky Way bulge

Jaeyeon Kim, Daniel Han, Young-Wook Lee  
*Center for Galaxy Evolution Research & Department of Astronomy, Yonsei University*

Our recent investigation (Lee et al. 2015) suggests that the presence of double red clump in the Milky Way bulge is another manifestation of

multiple populations observed in halo globular clusters. The origin of Helium enhancement in the 2nd generation population (G2), however, is not yet fully understood. Here we investigate the origin of this super-Helium-rich population in the framework of self-enrichment scenario. We find that chemical enrichments and pollutions by asymptotic giant branch stars and winds of massive rotating stars can naturally reproduce the observed Helium enhancement. The Helium to metal enrichment ratio appears to be  $\Delta Y/\Delta Z = 6$  for G2, while the standard ratio,  $\Delta Y/\Delta Z = 2$ , is appropriate for G1, which is probably enriched mostly by type II supernovae.

### [표 GC-09] Near-infrared Polarimetric Study of N159/N160 Star Forming Regions in the Large Magellanic Cloud

Jaeyeong Kim<sup>1,2</sup>, Woong-Seob Jeong<sup>2,3</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>2</sup>, and Motohide Tamura<sup>4,5,6</sup>

<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University, Korea,*

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

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

<sup>4</sup>*The University of Tokyo, Japan*

<sup>5</sup>*National Astronomical Observatory of Japan, Japan*

<sup>6</sup>*Astrobiology Center of NINS, Japan*

We observed two star forming regions, N159 and N160, in the Large Magellanic Cloud with SIRPOL, the polarimeter of the Infrared Survey Facility (IRSF) in South Africa. The photometric and polarimetric observations are done in three near-infrared bands, J, H, and Ks. We measured Stokes parameters of point sources and calculated their degrees of polarization and polarization angles. The polarization vector map shows complex features associated with dust and gas structures. Overall features of the magnetic field in N159 and N160 regions are different from each other and appear to be related to local environments, such as interior and boundary of shell structure, existence of star-forming HII regions, and boundaries between HII regions and dense dark clouds. We discuss the relation between the structure of magnetic field and the local properties of dust and gas in N159 and N160 regions by comparing our polarization vector map with images of H $\alpha$ , mid-infrared, and <sup>12</sup>CO emissions, respectively by WFI of MPG/ESO telescope, Spitzer IRAC, and NANTEN.

### [표 GC-10] Estimating dark matter mass for the most massive high-z galaxy cluster, SPT-CL J2106-5844 using weak-lensing analysis with HST observations

Jinhyub Kim<sup>1</sup>, Myungkook James Jee<sup>1</sup> and Jongwan Ko<sup>2</sup>

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

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

SPT-CL J2106-5844 is known to be one of the most massive galaxy clusters ( $M_{200} \sim 1.27 \times 10^{15} M_{\text{sun}}$ ) ever found at  $z > 1$ . Given its redshift ( $z \sim 1.132$ ), the mass of this cluster estimated by Sunyaev-Zel'dovich effect and X-ray observation is too large compared with the current  $\Lambda$ CDM cosmology prediction. Mass estimation from these methods can be biased because they require assumptions on hydrostatic equilibrium, which are not guaranteed to hold at such high redshift (about 40% of the current age of the Universe). Thus, we need to verify the mass of this interesting cluster using gravitational lensing, which does not require such assumptions. In this work, we present our preliminary result of dark matter mass and its spatial mass distribution of SPT-CL J2106-5844 using weak-lensing analysis based on HST optical/NIR deep imaging data. We compare mass estimates from different sources and discuss cosmological implications.

### [표 GC-11] What Shapes Disk Galaxies?: Bar Driven Secular Evolution on Disk Galaxies

Taehyun Kim<sup>1</sup>, Dimitri A. Gadotti<sup>2</sup>, Lia Athanassoula<sup>3</sup>, Albert Bosma<sup>3</sup>, Kartik Sheth<sup>4</sup>, Myung Gyoon Lee<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>*European Southern Observatory, <sup>3</sup>Aix Marseille Universite, CNRS, LAM (Laboratoire*

*d'Astrophysique de Marseille), <sup>4</sup>National*

*Aeronautics & Space Administration (NASA), <sup>5</sup>Seoul National University*

We present evidence of the bar driven secular evolution on disks from  $z \sim 0.8$  to  $z \sim 0.01$ . Using  $3.6 \mu m$  images of nearby galaxies from the *Spitzer* Survey of Stellar Structure in Galaxies (S4G) and images from the Cosmological Evolution Survey (COSMOS), we find that barred galaxies show a light deficit in the disk surrounding the bar within the bar radius. We quantify this light deficit and find that galaxies with a stronger bar (longer, higher Bar/T) show a more pronounced light deficit. We examine snapshots from N-body simulations and confirm that as a barred galaxy

evolves, the bar becomes longer and the light deficit becomes more pronounced. Theoretical studies have predicted that bars evolve by capturing nearby disk stars and employing them to make the bar more elongated and stronger. Therefore the light deficit in the disk is likely produced by bars, and thus bars play a major role in shaping their host galaxies, redistributing not only the gaseous but also the stellar mass within galaxies, with important consequences to their subsequent evolution.

**[포 GC-12] Effect of stellar mass black holes in the globular clusters on the detection rate of binary black hole mergers.**

Dawoo Park, Chunglee Kim, Hyung Mok Lee, and Yeong-Bok Bae  
*Seoul National University*

Binary black hole mergers are one of the important candidate of gravitational wave (GW) emission. Recently a successful GW observation was done by LIGO team, but it is still uncertain how many GW signals will be observable. In this research, we perform simplified N-body simulations containing three mass components, ordinary stars with two kind of stellar mass black holes. Various BH compositions are tested to investigate the effect of BH mass function on binary formation rate. As a result, we find the binary formation rate is not much affected by BH mass function and always around 30 %, but the detectable merging binaries are largely depend on higher mass BH population.

**[포 GC-13] REVERBERATION MAPPING OF PG 0934+013 WITH THE SOUTH AFRICAN LARGE TELESCOPE**

Songyoung Park(박송연)<sup>1</sup>, Jong-Hak Woo(우종학)<sup>1</sup>, Yiseul Jeon(전이슬)<sup>1</sup>, Dawoo Park(박다우)<sup>1</sup>, Encarni Romero-Colmenero<sup>2</sup>, Steven M. Crawford<sup>2</sup>, Aaron Barth<sup>3</sup>, Luiyi Pei<sup>3</sup>, Changsu Choi(최창수)<sup>1</sup>, Ryan Hickox<sup>4</sup>, Hyun-Il Sung(성현일)<sup>5</sup>, and Myungshin Im(임명신)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul, 151-742, Republic of Korea,* <sup>2</sup>*South African Astronomical Observatory, P.O. Box 9, Observatory 7935, Cape Town, South Africa.* <sup>3</sup>*Department of Physics and Astronomy, 4129 Frederick Reines Hall, University of California, Irvine, CA, 92697-4575, USA*

<sup>4</sup>*Department of Physics and Astronomy, Dartmouth College, 6127 Wilder Laboratory, Hanover, NH 03755, USA* <sup>5</sup>*Korea Astronomy and Space Science*

*Institute, Daejeon 305-348, Republic of Korea*

We present the variability and time lag measurements of PG 0934+013 based on the photometric and spectroscopic monitoring campaign over two years. We obtained 46 epochs of data from the spectroscopic campaign, which was carried out using the South African Large Telescope with 1 week cadence over two sets of 4 month-long observing period, while we obtained 80 epochs of B band data from the campaign. Due to the six month gap between two campaigns, we separately measured the time lag of the H $\beta$  emission line by comparing the emission line light curve with the B band continuum light curve using the cross-correlation function techniques. We determined the time lags and black hole mass.

**[포 GC-14] Environment of Warped Galaxy**

Hyeon Jung Bae and Hong Bae Ann  
*Pusan National University*

We analyze the dependence of environment of warped galaxies by using the local background density, Tidal Index and projected distance as measures of the environment. we use galaxies with redshift less than  $z=0.025$  from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) DR7. We selected 345 edge-on galaxies using color images provided by the SDSS DR7 and checked it using isophotal maps. This sample contains 136 warped galaxies, 209 non-warped galaxies. Among warped galaxies, there are 18 strongly warped galaxies which have warp angles larger than  $7.5\sigma$ . We calculated the fractional distributions of galaxies as a function of environmental parameters. All of these parameters show little difference between warped galaxies and non-warped galaxies if we include weakly warped galaxies. However, there is a clear difference in the fractional distributions between the strongly warped galaxies and non-warped galaxies. The fraction of warped galaxies increases with decreasing distance to the nearest neighbor galaxy but it increases with increasing background density and Tidal Index. However, the relationships between warp angles and the three environmental parameters are not strong. The effect of Tidal Index is well distinguished in small, bright galaxies whereas the effects of the background density and the distance to the nearest neighbor galaxy are more pronounced in large, bright galaxies.

**[포 GC-15] The milli-arcsecond scale radio properties of central AGNs in cool-core and**

**non cool-core clusters**

Junhyun Baek<sup>1</sup>, Aeree Chung<sup>1</sup>, Evangelia Tremou<sup>2</sup>,  
Bongwon Sohn<sup>3,4</sup>, Taehyun Jung<sup>3,4</sup>, Hyunwook Ro<sup>1,3</sup>

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

<sup>2</sup>*Department of Physics and Astronomy, Michigan State University,*

<sup>3</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, 4 University of Science and Technology*

We report preliminary results of KaVA observations of central galaxies in cool-core and non cool-core clusters. The main goal is to study how cooling environments of galaxy clusters affect the central AGN activities especially at its innermost region. For KaVA observations, 7 radio bright AGNs have been selected from the extended Highest Flux Galaxy Cluster Sample (eHIFLUGCS; the X-ray flux limited & all sky galaxy cluster catalog) with various cooling timescales. In our previous KVN study, we have found that most AGNs in the cool-core clusters show the hint of pc-scale jet-like features while the ones in the non cool-core clusters do not. Using the KaVA 22/43 GHz data of a much higher resolution than the KVN resolution, we have investigated detailed pc-scale jet properties such as physical size, morphology, and radiative age. Based on the KaVA data, we discuss the effect of cluster cooling environment on the evolution of AGNs in the cluster center.

**[포 GC-16] Comparison between the Pair Fractions of Dark Matter Halos and Galaxies in Cosmological Simulations**

Sung-Ho An<sup>1</sup>, Juhan Kim<sup>2</sup>, Suk-Jin Yoon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Astronomy & Center for Galaxy Evolution Research, Yonsei University*

<sup>2</sup>*Korea Institute for Advanced Study*

We investigate the pair fractions of dark matter halos and galaxies in cosmological simulations. The cosmological simulations are performed by a tree-particle-mesh code GOTPM (Grid-of-Oct-Tree-Particle-Mesh) and the dark matter halos are identified by a halo finding algorithm PSB (Physically Self-Bound). The 'galaxy' pair fractions are obtained from galaxy catalogues of L-Galaxies semi-analytical galaxy formation runs in the Millennium database. We present and compare the pair fractions of the dark matter halos and galaxies as functions of redshifts, halo masses and ambient environments.

**[포 GC-17] The Environmental Dependence of the Mass-Size Relation for the Most Massive Galaxies**

Yongmin Yoon, Myungshin Im

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

We study the environmental dependence of the mass-size relation for the most massive early type galaxies ( $M > 10^{10.7} M_{\odot}$ ) in the redshift range 0.10~0.15. The sizes of galaxies are measured by non-parametric method. We find that galaxies more massive than  $10^{11.1} M_{\odot}$  show the environmental dependence in the mass-size relation. The galaxies with  $M > 10^{11.1} M_{\odot}$  located in the densest, cluster like environment have larger sizes and extended surface brightness profiles than their counterparts located in a low dense environment. We also find that the environmental dependence of the mass-size relation is more significant for the brightest cluster galaxies (BCGs) than non-BCGs. We use the semi analytic galaxy formation simulation based on the Millennium 1 Simulation for interpretation. Our result can be explained with a hierarchical growth of the most massive galaxies through dissipation-less merger in dense environment.

**[포 GC-18] A Phase-space View of Environmentally Driven Processes in the Virgo Cluster**

Hyein Yoon (윤혜인)<sup>1</sup>, Aeree Chung<sup>1</sup>, Rory Smith<sup>1</sup>, Yara L. Jaffé<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>*European Southern Observatory, Chile*

We study the orbital histories of Virgo galaxies undergoing different HI gas stripping stages using phase-space diagrams. Based on the HI properties of galaxies, we find that location of galaxies is in good agreement with ram-pressure stripping predicted by numerical simulations with different infall time. For example, galaxies experiencing active gas stripping are mostly found in the first infall region showing high velocity with respect to the cluster center. Meanwhile, most galaxies that are likely to have lost gas a while ago are found in the cluster outskirts with low orbital velocities. We also discuss the cases where observational properties of galaxies and their locations in the phase-space do not well agree. In addition, we probe the phase-space of filaments and subgroups

around or within Virgo. Our results strongly suggest that substructures can play important roles in galaxy evolution while galaxies are falling to the cluster.

**[포 GC-19] A pilot study of dense molecular gas in a Virgo spiral using a KVN single-dish**

Bumhyun Lee, Junhyun Baek, Aeree Chung  
*Department of Astronomy, Yonsei University*

NGC 4402 is a spiral galaxy located in the Virgo cluster. It is undergoing active HI gas stripping due to the strong ICM pressure, showing evidence for recent quenching of star formation. Its CO disk is also highly disturbed as HI, yet unlike HI disk, no sign of significant molecular gas stripping is found. Aiming to better understand how atomic gas stripping and disturbed molecular gas result in star formation quenching, we probe properties of molecular gas in the densest forms. As a pilot study, we observed HCN (1-0) and HCO<sup>+</sup> (1-0) in the center of NGC 4402 using one of the Korean VLBI Network (KVN) antennas located at Yonsei site. In this work, we present the result from the KVN single-dish observations and discuss its implications.

**[포 GC-20] The Contribution of Mergers on Star Formation in Nearby UV-Bright Galaxies (별탄생 은하의 별 생성에 대한 병합 작용의 기여도 연구)**

Gu Lim(임구), Myungshin Im(임명신), Changsu Choi(최창수), Yongmin Yoon(윤용민)  
*Center for Exploration of the Origin of the Universe (CEO), Astronomy Program, Dept. of Physics & Astronomy, Seoul National University (서울대학교)*

Star formation in galaxies is one of the key factors in galaxy evolution. It is believed that star formation is triggered and enhanced by mergers among galaxies or secular evolution. However, how much these two mechanisms contribute on star formation is not well known yet. Recently, many other studies show observational evidences of faint merger features(tidal tails, stellar streams) around nearby galaxies with deep optical imaging. This study aims to investigate the fraction of star forming galaxies exhibiting faint features to total galaxies. We are analyzing samples of 76 star forming galaxies (NUV < -18) to find merger features from stacked B, R band frames taken at

Maidanak 1.5m, McDonald 2.1m telescope and g, r frames from Canada-France-Hawaii Telescope (CFHT) MegaCam archival data. With the fraction, we can expect to know the contribution of mergers on star formation to galaxies.

**[포 GC-21] Polarization of Rayleigh Scattered Ly $\alpha$  in Active Galactic Nuclei**

Seok-Jun Chang<sup>1</sup>, Hee-Won Lee<sup>1</sup>, and Yujin Yang<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Physics and Astronomy, Sejong University*

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

Active galactic nuclei (AGNs) typically show a non-thermal continuum locally represented by a power-law and many prominent emission lines in the UV and optical regions. AGNs are classified by two types, where Type I AGNs exhibit both broad and narrow lines and only narrow lines are observed in Type 2 AGNs. The unification models of AGNs invoke the existence of a molecular torus just outside of the broad line region. In the presence of a high column HI region associated with the molecular torus, we propose that significant fraction of broad line photons near Lyman series can be scattered by atomic hydrogen in the torus. In particular, Ly $\alpha$  being the strongest emission line, strong linear polarization may develop around Ly $\alpha$  through Rayleigh scattering. We adopt a Monte Carlo technique to investigate the polarized transfer of Ly $\alpha$  in a thick HI region with the shape of a torus. We consider the range of HI column density  $N_{\text{HI}} = 10^{20-23}$  with fixed geometric parameters of the torus such as the inner and outer radii and the height. We present the polarized spectra and angular distribution of Rayleigh scattered radiation around Ly $\alpha$ . We find that the Ly $\alpha$  core part is polarized in the direction perpendicular to the symmetry axis whereas in the far wing part it is polarized in the parallel direction. It is concluded that the unification of AGNs implies that Ly $\alpha$  can be uniquely polarized through Rayleigh scattering.

**[포 GC-22] SNU AGN Monitoring Project (SAMP) using reverberation mapping of luminous AGNs**

Yiseul Jeon<sup>1</sup>, Jong-Hak Woo<sup>1</sup>, and SAMP team<sup>1,2,3,4,5,6</sup>  
<sup>1</sup>*Seoul National University*, <sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute*, <sup>3</sup>*University of Michigan*, <sup>4</sup>*University of California, Irvine*, <sup>5</sup>*University of California, Los Angeles*, <sup>6</sup>*California Polytechnic State University*

The links between super-massive black hole masses and their host galaxy properties are observed, indicating that black hole growth and host galaxy evolution are closely related. Reverberation mapping, which uses the time delay from the central black hole to broad line regions, is one of the best methods to estimate masses of black holes of active galactic nuclei (AGNs). However, only masses of about 50 black holes have been determined in reverberation mapping studies so far, and most of them are limited to optical luminosities below  $10^{45}$  erg/s due to the challenges of long-term time domain observations in both photometry and spectroscopy. In this project, we expand reverberation mapping samples to higher luminosities of  $> 10^{44.5}$  erg/s at  $0.1 < z < 0.35$ , that have expected time lags of 40 - 250 light days. Photometric (using LOAO 1-m and MDM 1.3-m) and spectroscopic (using MDM 2.4-m and Lick 3-m) monitoring campaigns are being conducted for a 3 year duration and 20 day cadence. Precedent photometric observations in 2015B show some targets with variability and follow-up spectroscopic observations are on-going. In this presentation, we introduce our project, present reverberation mapping simulation results, and preliminary results on photometry. These reverberation mapping masses of relatively high luminous AGNs will provide a strong constraint on black hole mass calibration, e.g., the single-epoch mass estimation.

### [포 GC-23] Photometric Reverberation Mapping with SQUEAN: A Test Study using Medium Bands

Yoon Chan Taak<sup>1,2</sup>, Myungshin Im<sup>1,2</sup>, and Changsu Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for the Exploration of the Origin of the Universe

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

Photometric reverberation mapping is an effective alternative to time consuming spectroscopy. It usually employs narrow bands to track the luminosity variations of broad emission lines, such as Balmer lines, and broadbands for the continuum variability. Here, we investigate the feasibility of substituting these for medium bands, with 50nm widths, that are currently being used on the SED Camera for QUasars in EARly uNiverse (SQUEAN) installed on the 2.1m Otto Struve Telescope at McDonald Observatory. Three targets

with recent variability and/or short expected time lags were selected, and observed for 15 minutes each in the medium band containing H $\alpha$ , and the two adjacent bands for continuum subtraction afterwards. Analysis shows that for one of the objects, SDSS J0350+0037, the pure H $\alpha$  emission line flux has a S/N  $\sim 12$ , so that variabilities up to  $\sim 8\%$  are detectable. Thus, future observations using these medium bands on SQUEAN seem to be practical.

### [포 GC-24] Weak-Lensing Study of Galaxy Cluster PLCKG287.0+32.9

Kyle Finner, Myungkook James Jee  
Yonsei University, Department of Astronomy

Merging galaxy clusters, such as PLCKG287.0+32.9, provide a window into the formation process of the large scale structure of the universe. PLCKG287.0+32.9 is an enormous merging galaxy cluster with mass estimated to be  $\sim 10^{15}$  Msun. It hosts a pair of mega-parsec sized radio relics with projected offsets from the X-ray center of approximately 350kpc and 2.7Mpc, suggesting a NW-SE merging scenario with relics originating from two separate passes (Bonafede et al. 2014). A detected radio halo coincides with the center of x-ray emission. We present the motivation for our weak lensing study of the merging galaxy cluster PLCKG287.0+32.9 using recent Subaru optical imaging. We discuss the basics of weak-lensing and the criteria for source selection. In addition, we describe our method of PSF modeling and mass reconstruction.

### [포 GC-25] Parametric modelling of the velocity dispersion profiles of 11 elliptical galaxies : dark matter versus MOND

In-Taek Gong and Kyu-Hyun Chae  
Department of Physics and Astronomy, Sejong University

운동학적으로 측정된 질량과 측광으로 측정된 질량이 불일치하는 질량 불일치 문제는 현대천문학의 중요한 문제이다. 현재 이러한 질량 불일치에 대한 두 가지 해결책이 제시되었다. 하나는 현대 표준우주론인  $\Lambda$ CDM 패러다임의 핵심 요소인 암흑물질, 다른 하나는 Milgrom에 의해 제시된 수정된 뉴턴역학(Modified Newtonian dynamics: MOND)이다. 두 방법에 대한 많은 연구가 진행되었는데, 최근 연구 결과에 의하면 나선형 은하의 회전 속도 윤곽은 MOND와 잘 부합하나 타원은하에 대해서는 불명확하다. 여기서 우리는 ATLAS3D project 에서 얻어진 260개의 조기형 은하 중 거의 원형인 11개의 타원은하



들을 선별하여 표준패러다임(뉴턴역학과 암흑물질)과 MOND 하에서 속도분산 윤곽에 대한 모델링을 수행하였다. 속도분산 anisotropy에 대한 parametric 모형을 가정하고 다음의 결과를 얻었다. (1) anisotropy가 속도분산 윤곽에 큰 영향을 준다는 것을 확인하였고, (2) 전체적으로 표준패러다임과 MOND 중 어느 패러다임이 관측된 속도분산 윤곽에 더 잘 부합하는지 결론을 도출하기가 어려웠고, (3) 은하 개별적으로는 표준패러다임 하에서 요구되는 암흑물질의 양이 달랐고, 선호되는 MOND 모형에서도 미세한 차이가 나타나는 것으로 보였다. 이 결과는 anisotropy에 대한 더 나은 이해를 바탕으로 개선될 수 있을 것이다.

### [포 GC-26] Cosmic Web traced by ELGs and LRGs from the Multidark Simulation

Doyle Kim(김도일) and Graziano Rossi  
*Department of Astronomy and Space Science,  
Sejong University, Seoul, 143-747, Korea*

Current and planned large-volume surveys such as the Sloan Digital Sky Survey extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey (SDSS IV-eBOSS) or the Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) will use Luminous Red Galaxies (LRGs) and Emission Line Galaxies (ELGs) to map the cosmic web up to  $z \sim 1.7$ , and will allow one to accurately constrain cosmological models and obtain crucial information on the nature of dark energy and the expansion history of the Universe in novel epochs - particularly by measuring the Baryon Acoustic Oscillation (BAO) feature with improved accuracy. To this end, we present here a study of the spatial distribution and clustering of a sample of LRGs and ELGs obtained from a sub-volume of the MultiDark simulation complemented by different semi-analytic prescriptions, and investigate how these two different populations trace the cosmic web at different redshift intervals - along with their synergy. This is the first step towards the interpretation of upcoming ELG and LRG data.

### [포 GC-27] Properties of High- and Low-Redshift Quasars from the extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey

Doohyun Choi and Graziano Rossi  
*Sejong University*

The SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic (eBOSS) will provide new photometry and spectroscopy of an unprecedented number of quasars in a novel redshift range, along with some re-observations of SDSS DR12 objects. We present here an observational study of the geometry,

spatial distribution, luminosity function, and clustering of a sample of low- and high- $z$  quasars obtained from the first SDSS-IV data release (DR13). In particular, we characterize the amount of overlapping between different data releases, and then focus on the synergy among high- and low- $z$  quasars as tracers of the cosmic web, particularly considering their cross-correlations and cosmological implications.

## 성간물질

### [포 IM-01] Kinematics of the Envelope and Two Bipolar Jets in L1157

Woojin Kwon (권우진)<sup>1</sup>, Manuel Fernandez-Lopez<sup>2</sup>, Ian W. Stephens<sup>3</sup>, and Leslie W. Looney<sup>4</sup>  
*<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute (한국천문연구원), <sup>2</sup>Instituto Argentino de Radioastronomia, <sup>3</sup>Boston University, <sup>4</sup>University of Illinois at Urbana-Champaign*

A massive envelope and a strong bipolar outflow are the two most distinct structures of youngest protostellar systems. We present observational results from the Combined Array for Research in Millimeter-wave Astronomy (CARMA) toward the youngest (Class 0) protostellar system L1157. At an angular resolution of 5 arcseconds, we mapped its well-developed outflow in CO 2-1 over a span of approximately 5 arcminutes. Additionally, we imaged the central envelope with CO isotopes, CS, CN, and N<sub>2</sub>H<sup>+</sup> with an angular resolution of about 2 arcseconds. We show that the bipolar outflow may be represented with a two jet model and constrain its physical properties such as precession/rotation directions, velocities, inclinations, and position angles via cube data fitting. In addition, we discuss the kinematic features of the envelope detected in CO isotopes and N<sub>2</sub>H<sup>+</sup> and present the radius-dependent dust opacity spectral index.

### [포 IM-02] The Propagation of Cosmic Ray in Protoplanetary Disks

Soonyoung Roh<sup>1,4</sup>, Yuri I. Fujii<sup>2</sup>, Shu-ichiro Inutsuka<sup>3</sup>, Takeru Suzuki<sup>3</sup> and Munetake Momose<sup>4</sup>  
*<sup>1</sup>Department of Physics, School of Natural Sciences, UNIST, Korea  
<sup>2</sup>Niels Bohr International Academy, Denmark  
<sup>3</sup>Department of Physics, Graduate School of Science, Nagoya University, Japan  
<sup>4</sup>College of Science, Ibaraki University, Japan*

For the development of magneto rotational instability, which drives mass accretion in protoplanetary disks, sufficient ionization degree is needed. Cosmic rays are believed to be one of the dominant ionization sources for protoplanetary disk gas. In previous studies, ionization rates are computed by considering the effect of attenuation of the cosmic ray (CR) intensity as a function of column density in an unmagnetized cloud. However, in reality particles should sweep up larger column density to reach at the midplane of disk due to their gyromotion. In this study, we investigate the propagation of CR protons in a protoplanetary disk by solving transport and energy loss equations. We discuss the change in CR intensity due to magnetic field in a protoplanetary disk.

**[포 IM-03] 14 Planck Galactic Cold Clumps in the  $\lambda$  Orionis Complex: No dense cores detected with SCUBA-2**

Hee-Weon Yi<sup>1</sup>, Jeong-Eun Lee<sup>1</sup>, Tie Liu<sup>2</sup>, Kee-Tae Kim<sup>2</sup>, and Yuefang Wu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin-Si, Gyeonggi-Do, Republic of Korea*

<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute, 776 Daedeokdae-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-348, Republic of Korea*

<sup>3</sup>*Department of Astronomy, Peking University, 100871, Beijing China*

We present preliminary results of the submillimeter continuum observations of 14 Planck Galactic Cold Clumps (PGCCs), located in the  $\lambda$  Orionis Complex. This region is the nearest large HII region, which is an ideal site for a study of the stellar feedback to its surroundings. We observed 14 PGCCs with JCMT/SCUBA-2 and used J=1-0 transitions of CO isotopologues from the PMO mapping observation. Several sub-clumps toward three PGCCs were detected at 850  $\mu$ m. In order to examine whether these clumps can be candidates for pre-stellar cores, we compared each clump mass calculated from the 850  $\mu$ m continuum map to its Virial mass and Jeans mass calculated from the <sup>12</sup>CO and C<sup>18</sup>O (1-0) spectra, respectively. All clumps have masses smaller than their Virial and Jeans masses, indicating that none of them are gravitational bound and thus in the pre-stellar core stage. Also, the CO depletion factor, which has been derived from the dust continuum and the C<sup>18</sup>O(1-0) line and can be an indicator of core evolution, toward the clumps is in the range of 1

to 5, suggesting that they are not very evolved dense pre-stellar cores. In addition, within individual PGCCs, we found clear gradients of velocity ( $\sim 1 \text{ km s}^{-1} \text{ pc}^{-1}$ ) and temperature ( $\sim 10 \text{ K pc}^{-1}$ ) in the <sup>13</sup>CO (1-0) first moment map and the <sup>12</sup>CO (1-0) excitation temperature map, respectively. This can be attributed to the compression and external heating by the HII region, which may prevent clumps from forming gravitationally bound structures and eventually disperse clumps. These results could be a hint about the negative effect of stellar feedback on core formation.

**[포 IM-04] SgrA\* 22/43GHz KaVA observation and its Amplitude Calibration**

ILJE CHO<sup>1,2</sup>, TAEHYUN JUNG<sup>1,2</sup>, GUANG-YAO ZHAO<sup>1</sup>, MOTOKI KINO<sup>1</sup>, BONGWON SOHN<sup>1,2</sup> + KaVA AGN sub-WG

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

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

We present the results of KaVA SgrA\* observation together with Takahagi(32m), Yamaguchi(32m) and Nobeyama(45m) telescopes at 22 and 43GHz, respectively. In early 2014, G2 cloud was expected to encounter with SgrA\* and to make a significant flux variation, but it has not been measured yet. So it's worth to check our amplitude calibration method to confirm if we have a missing flux caused by uncertainty in measuring it. We have tested both a standard method using system noise temperature(Tsys) with antenna gain information, and a template method in order to calibrate antenna gain using nearby maser source. As a result, we found that the latter method is useful for antennas which have inaccurate gain information or poor Tsys measurements, and is especially effective for sources at low elevation like SgrA\*. In addition, the comparison shows that the amplitude calibration by standard method can be improved up to 10% with a correction factor using a template method. This result implies we can get more accurate flux from a standard method when any maser source not exists around target.

**천문우주 관측기술**

**[포 AT-01] Comparison Surface Error Measurements of Aspherical Mirror (비구면 반사경 표면의 형상오차 측정법 비교)**

Jongho An<sup>1</sup>, Soojong Pak<sup>2</sup>, Sanghyuk Kim<sup>2</sup>, Woojin Park<sup>2</sup>, Byeongjoon Jeong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, Korea

<sup>2</sup>School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

<sup>3</sup>Korea Basic Science Institute, Dajeon 305-333, Korea

본 연구에서는 비구면 반사경의 형상오차를 3가지 방법으로 측정, 비교하였다. 실험에 사용한 포물면 반사경의 구경은 108 mm, 유효초점거리는 444.5 mm 이다. 첫 번째로 접촉식 형상측정방식인 FTS(Form TalySurf)를 이용하여 표면 거칠기와 반사경의 최적 곡률 반경(BestFitt Radius) 값을 측정하였다. 두 번째로는 비접촉식 형상측정방식인 UA3P(Ultrahigh Accurate 3-D Profilometer)를 이용하여 반사경의 형상 정밀도를 측정하였다. UA3P를 이용할 경우 반사경의 전체 형상을 측정할 수 있다. 세 번째로 Shark-Hartmann 센서를 이용한 광학측정방법으로 반사경의 형상 정밀도를 측정하였다. 측정에 필요한 레이저 광학계는 레이저, 콜리메이터, 편광, 카메라 렌즈 및 비구면 광학계를 이용하여 설계하였다. 본 연구에서 도출한 각 측정 방법의 신뢰도를 바탕으로 간접계 사용에 제약이 있는 자유형상곡면의 반사경 표면의 형상오차 측정에 적용할 계획이다.

#### [포 AT-02] Upgrading Filter Position Mechanism of SQUEAN

Hye-In Lee<sup>1</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>, Tae-Geun Ji<sup>1</sup>, Woojin Park<sup>1</sup>, Jongho An<sup>2</sup>, Sanghyuk Kim<sup>1</sup>, Myungshin Im<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Space Research Kyung Hee University

<sup>2</sup>Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University

<sup>3</sup>CEO/Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

미국 텍사스 주 맥도날드 천문대에 위치한 2.1m 망원경에 부착된 SQUEAN (SED Camera for QUasars in EARly uNiverse)은 2010년부터 운용되고 있는 CQUEAN을 바탕으로 개발된 적외선 영역 광학기기이다. 20개의 필터 장착이 가능한 필터 휠 제어 시스템을 가지고 있는 SQUEAN 시스템은 SMOP (SQUEAN Main Observation software package), KFC82 (KHU Filter wheel Control software package for McDonald 82 inch Telescope), KAP82 (KHU Auto-guiding software Package for McDonald 82 inch Telescope) 등으로 구성되어 있다. 그러나 대형 필터 휠을 제어하는 모터의 토크부족과 감속기의 백래시(Backlash)의 영향으로 오프셋의 오차가 커서 초기위치의 재설정 없이 하룻밤 이상 관측을 지속하는데 어려움이 있었다. 토크가 크고 인코더가 장착된 모터 교체와 제어 프로그램 등을 변경하고, 백래시의 영향을 최소화할 수 있도록 소프트웨어로 보정하였다. 또한, SMOP로부터 네트워크 통신을 통해 초기화용 필터 마스크(Initial Filter Mask:IFM)를 제작하여 돔 플랫폼 이미지에서 정확한 필터의 위치를 측정하는 기능을 도입하였다.

이 발표에서는, 개선된 하드웨어 및 소프트웨어의 내용과 테스트한 결과에 대해 보여준다.

#### [포 AT-03] KVN Performance Evaluation of Simultaneous 4CH Observations

Dawoon Jung<sup>1,2</sup>, Young-Jong Sohn<sup>1</sup>, Do-Young Byun<sup>2,3</sup> and Taehyun Jung<sup>2,3</sup>

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

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

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

It is important to know how well observation errors are removed in the calibration process prior to ensuing scientific research. In mm-VLBI observations, a radio wave suffers from an atmospheric propagation delay due to the rapid change of atmospheric refraction. It makes phases of VLBI correlation output fluctuate rapidly, which essentially decreases the coherence of phases and reduces the integration time. Consequently, it is challenging to achieve a high signal-to-noise ratio and enhance the quality of scientific output.

Among the causes of the atmospheric propagation delay, water vapor in the troposphere is the most decisive factor to affect phase errors in the high frequency range (> 10GHz). It is expected to have the non-dispersive characteristic that enables to introduce new calibration strategy, Frequency Phase Transfer (FPT). This new method utilizes low frequency phases to compensate phase errors in high frequency bands. In addition, Korean VLBI Network (KVN) which benefits from the simultaneous 4-channels (22/43/86/129 GHz) observations is ideal to probe FPT performance. In order to evaluate FPT performance of KVN, we present the results of FPT phase analysis and discuss its performance.

#### [포 AT-04] Final Results of WRC-15(World Radiocommunication Conference)

HyunSoo Chung<sup>1</sup>, Jun-Cheol Moon<sup>2</sup>, Dai-Hyuk YU<sup>3</sup>, Do-Heung Je<sup>1</sup>, Jung-Hyun Jo<sup>1</sup>, Duk-Gyoo Roh<sup>1</sup>, Se-Jin Oh<sup>1</sup>, Bong-Won Sohn<sup>1</sup>, SangSung Lee<sup>1</sup>, Hyo-Ryung Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>KASI, <sup>2</sup>RRA, <sup>3</sup>KRISS

국제전기통신연합 (ITU)에서 주관하여 2015년 11월 2일-27일 스위스 제네바에서 개최된 WRC-15(세계전파통신회의, World Radiocommunication Conference)회의에서는 28개 의제에 대한 각국 의견을 논의한 후 최종적으로 국제전파규칙(Radio Regulations)을 개정하였다.

WRC회의는 전세계의 공통적인 주파수 사용을 위한 국제법이라고 할 수 있는 국제전기통신연합 (ITU)의 전파규

칙(Radio Regulation) 제개정을 위해, 3-4년 간격으로 개최되는 전파통신 관련 권위를 가진 회의라고 할 수 있다. 본 회의에서는 전세계의 국가별 전파이익과 상업적 우선권을 둘러싼 정치적, 경제적 이권 다툼이 치열하게 진행되었으며, 2012년부터 추진되었던 국제전기통신연합 산하의 연구반 (ITU-R Study Group)의 의제별 연구결과를 토대로 관련 국제전파규약들을 최종적으로 개정하였다.

국내 전파전문업의 입장에서는 상기 회의의 의제 가운데 현재 한국우주전파관측망의 원활한 운용과 사용주파수 대역의 보호를 위해, 전파규칙 내의 관련 주석(footnote, 5.562D) 개정을 위한 우리나라의 국가기고서를 발표하였다. 그 결과, 이전까지는 128GHz 대역의 위성운용대역에서 우리나라 전파전문업무가 우선 순위를 가지고 2015년까지 사용하도록 제한되어 있던 규정을 개정하고 사용기한에 대한 제약을 삭제하도록 개정하였다.

본 발표에서는 상기 결과 및 기타 주파수대역 (10GHz 대역)의 전파전문업무 보호를 위한 신규 주석, 그리고 철폐논란으로 찬반 논란이 거세었던 윤초 이슈의 논의 결과 등에 대해 소개하고자 한다.

**[포 AT-05] Development of the Auto-guiding program, KAP82 3.0**

Tae-Geun Ji<sup>1</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>, Hye-In Lee<sup>1</sup>, Changsu Choi<sup>2</sup>, Myungshin Im<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

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

KAP82 (KHU Auto-guiding software Package for McDonald 82 inch telescope)는 천체망원경의 정밀한 추적 가능하게 하는 가이드 프로그램으로, 미국 텍사스주에 위치한 McDonald 천문대의 82 inch 망원경에 장착된 광학 및 적외선 영역의 관측기기 SQUEAN (SED camera for Quasars in EARly uNiverse)과 함께 개발되었다. KAP82는 지난 한 해 동안 두 차례의 개정을 통해 프로그램 작동의 안정성을 확보하고, 동시에 가이드의 성능에도 많은 개선이 이루어졌다. 대상 별 중심을 찾는 알고리즘에 따라 KAP82 1.0에서는 가중 평균(weighted mean)을, KAP82 2.0에서는 산술평균을 활용해 자체 개발한 J-J 함수를 사용해 가이드를 구현한 것이 특징이다. 이번에 개발한 KAP82 3.0은 가이드 알고리즘으로 가우스 함수를 채택하고, 제조사가 다른 다수의 상용 CCD카메라 및 망원경과 연결이 가능한 ASCOM Platform에서 작동하므로, 다른 시스템에도 쉽게 적용할 수 있는 장점이 있다. 본 포스터에서는 KAP82 3.0을 소개하면서 기존 KAP82버전들과 KAP82 3.0의 차이로 알아본 서로 다른 알고리즘에 따른 가이드의 정확성을 비교 분석한 결과를 제시한다.

**[포 AT-06] Introduction to Korean involvement in the Large Synoptic Survey Telescope Project**

Min-Su Shin on behalf of LSST Korea  
Korea Astronomy and Space Science Institute

We introduce Korean involvement in the Large Synoptic Survey Telescope Project and activities organized by a group of Korean astronomers as LSST Korea. The Korea Astronomy and Space Science Institute plans to sign a memorandum of agreement with Large Synoptic Survey Telescope Corporation this year. Although the project will start its commissioning observation around 2020, Korean preparation for the LSST era should be initiated now because of an unprecedented amount of data produced in the LSST. We explain current status of our efforts for the LSST Korea.



**[포 KMT-01] KMTNet nearby galaxy survey**

Minjin Kim<sup>1,2</sup>, Luis C. Ho<sup>3</sup>, Yun-Kyeong Sheen<sup>1</sup>, Byeong-Gon Park<sup>1,2</sup>, Joon Hyeop Lee<sup>1,2</sup>, Sang Chul KIM<sup>1,2</sup>, Hyunjin Jeong<sup>1</sup>, Kwangil Seon<sup>1,2</sup>

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

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

<sup>3</sup>Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics

We present a new survey of nearby galaxies to obtain deep wide-field images of 200 nearby bright galaxies in the southern hemisphere using Korea Microlensing Telescope Network (KMTNet). We are taking very deep and wide-field images, spending 4.5 hours for the B and R filters for each object. Using this dataset, we will look for diffuse, low-surface brightness structures including outer disks, truncated disks, tidal features and stellar streams, and faint companions. The multicolor data will enable us to estimate the incidence and star formation history of those features. We present an outline of the data reduction pipeline, and preliminary results from the commissioning data.

**[포 KMT-02] DEEP-South : Moving Object Detection Experiments**

Young-Seok Oh<sup>1</sup>, Yeong-Ho Bae<sup>2</sup>, Myung-Jin Kim<sup>2</sup>, Dong-Goo Roh<sup>2</sup>, Ho Jin<sup>1</sup>, Hong-Kyu Moon<sup>2</sup>, Jintae Park<sup>2</sup>, Hee-Jae Lee<sup>2,3</sup>, Hong-Suh Yim<sup>2</sup>, Young-Jun Choi<sup>2</sup>, and the DEEP-South Team

<sup>1</sup>School of Space Research, Kyung Hee University,

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

<sup>3</sup>Chungbuk National University

DEEP-South (Deep Ecliptic patrol of the

Southern sky) is one of the secondary science projects of KMTNet (Korea Microlensing Telescope Network). The objective of this project is twofold, the physical characterization and the discovery of small Solar System bodies, focused on NEOs (Near Earth objects). In order to achieve the goals, we are implementing a software package to detect and report moving objects in the 18k×18k mosaic CCD images of KMTNet. In this paper, we present preliminary results of the moving object detection experiments using the prototype MODP (Moving Object Detection Program). We utilize multiple images that are being taken at three KMTNet sites, towards the same target fields (TFs) obtained at different epochs. This prototype package employs existing softwares such as SExtractor (Source-Extractor) and SCAMP (Software for Calibrating Astrometry and Photometry); SExtractor generates catalogs, while SCAMP conducts precision astrometric calibration, then MODP determines if a point source is moving. We evaluated the astrometric accuracy and efficiency of the current version of MODP. The plan for upgrading MODP will also be mentioned.

## 항성 및 항성계

### [포 ST-01] Excessive CNO yield of the non-rotating massive Pop III stars

Changwoo Kye, & Sung-Chul Yoon  
*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University*

During the last decade, high-resolution spectra of many very metal-poor (VMP) stars have been observed and their surface compositions have been measured. The abundance patterns of the VMP stars strongly constrain the nucleosynthesis of Pop III stars because they born from material enriched by supernovae or wind ejecta of Pop III stars. The observations show overabundances of light elements like C, N, O, Na, Mg and Al and very low  $C^{12}/C^{13}$  ratios. These results indicate that mixing between the H-burning and He-burning region occurred in Pop III stars. To explain these observational results, we performed 1D stellar evolution simulations for non-rotating Pop III stars with ZAMS masses ranging from  $20M_{\odot}$  to  $50M_{\odot}$  and various overshooting parameters. In our grid calculation, convective mixing between helium burning layers and the hydrogen burning shell generally occurred in models with masses less than  $40M_{\odot}$  without rotation and these models show an

excess of light element abundances. From this result, it is expected that we could explain the observed abundance patterns with convective mixing in non-rotating massive Pop III stars and we do not necessarily have to invoke rotational mixing.

### [포 ST-02] Low Resolution Near-Infrared Stellar Spectra Observed by CIBER

MinGyu Kim<sup>1,2</sup>, Hyung Mok Lee<sup>1</sup>, and CIBER team\*  
<sup>1</sup>*Dept. of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea*  
<sup>2</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), Daejeon 305-348, Korea*  
\**Various universities and institutions from Korea, Japan, and USA*

We present near-infrared (0.8 - 1.8 microns) spectra of 63 bright ( $J_{\text{mag}} < 10$ ) stars observed with Low Resolution Spectrometer (LRS) onboard the rocket-borne Cosmic Infrared Background Experiment (CIBER). Two Micron All Sky Survey (2MASS) photometry information is used to find cross-matched stars after reduction and extraction of the spectra. We identify the spectral types of observed stars by comparing with spectral templates from the Infrared Telescope Facility (IRTF) library. All the observed spectra are consistent with late F to M stellar spectral types, and we identify various infrared absorption lines. As our observations are performed above the Earth's atmosphere, our spectra are free from telluric contamination. Including HST/NICMOS and Cassini/VIMS, the spectral coverage has rarely been achieved in space, and the methods developed here can inform statistical studies with future low-resolution spectral measurements such as GAIA photometric and radial velocity spectrometer.

### [포 ST-03] On the Equivalent Width Measurements of High-Resolution Spectra

Hyeong-Jun Kim, Wan-Su Cho and Jae-Woo Lee  
*Dept. Physics and Astronomy, Sejong University*

In the course of the homogeneous spectroscopic study of globular clusters in our Galaxy, we revisit the strategy of measuring equivalent widths (EWs) for the large set of data in a consistent manner. In our presentation, we show comparisons of the EW measurements from various approaches and environments for over two thousand lines in Arcturus and discuss the implication in our future

study.

**[포 ST-04] PLANETARY CAUSTIC  
PERTURBATIONS OF A CLOSE-SEPARATION  
PLANET ON MICROLENSING**

Yoon-Hyun Ryu<sup>1</sup>, Han-Seek Kim<sup>2</sup>, Sun-Ju Chung<sup>1</sup>,  
and Dong-Jin Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Korea Astronomy and Space Science Institute,  
Daejeon 305-348, Korea*

<sup>2</sup>*School of Physics, The University of Melbourne,  
Parkville, VIC 3010, Australia*

We investigate the properties and detection conditions for the planetary caustic perturbation of close-separation planets. To find the properties of the planetary caustic perturbation, we construct deviation maps by subtracting the single-lensing magnification of the lens star from the planetary lensing magnification for various lensing parameters. We find that each deviation area of the positive and negative perturbations disappears at the same normalized source radius according to a given deviation threshold regardless of mass ratio but disappears at a different normalized source radius according to the separation. We also estimate the upper limit of the normalized source radius to detect the planetary caustic perturbation. We find simple relations between the upper limit of the normalized source radius and the lensing parameters. From the relations, we obtain an analytic condition for the detection limit of the planet, and which show that we can sufficiently discover a planet with the mass of sub-Earth for typical microlensing events. Therefore, we expect to add the number of low-mass planets in the next-generation microlensing experiments and conclude that our detection condition of the planet can be used as an important criteria for maximal planet detections considering the source type and the photometric accuracy.

**[포 ST-05] The Chemical Abundances of  
Hypervelocity Stars in the Milky Way Disk**

Bum-Suk Yeom, Young Sun Lee, Young Kwang  
Kim, Doo-Ri Han

*Department of Astronomy and Space Science,  
Chungnam National University, Daejeon 34134,  
Korea, cometyeom@cnu.ac.kr*

We present preliminary results of the analysis of chemical abundances for seven hypervelocity star (HVS) candidates. These objects are G and K

dwarfs in the Galactic disk selected from the Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration. Unlike other HVSs discovered thus far, their stellar orbits and kinematics suggest that they do not originate in the Galactic center or in an accretion event. These factors imply yet-unknown mechanisms that give rise to these kinematically-extreme disk stars. In order to study in detail their progenitors and possible formation mechanisms, we obtained spectra of these stars at a resolving power of  $R \sim 6000$ , with the Dual Imaging Spectrograph at the Apache Point Observatory. We derive the abundances of chemical elements, C, Mg, Ca, Ti, Cr, Fe, and Ba from the observed spectra, using MOOG. We compare them with the ones of typical Galactic disk stars and discuss discrepancies between them to search for clues to their origin.

**[포 ST-06] It is surface gravity.**

Jae-Woo Lee

*Department of Physics and Astronomy, Sejong  
University*

In our previous study, we showed that the peculiar globular cluster M22 contains two distinct stellar populations with different physical properties, having different chemical compositions, spatial distributions and kinematics. We proposed that M22 is most likely formed via a merger of two GCs with heterogeneous metallicities in a dwarf galaxy environment and accreted later to our Galaxy. In their recent study, Mucciarelli et al. claimed that M22 is a normal mono-metallic globular cluster without any perceptible metallicity spread among the two groups of stars, which challenges our results and those of others. We devise new strategies for the local thermodynamic equilibrium abundance analysis of red giant branch stars in globular clusters and show there exists a spread in the iron abundance distribution in M22.

**[포 ST-07] Evolution of primary stars in Pop  
III binary systems**

Hunchul Lee, & Sung-Chul Yoon

*Department of Physics and Astronomy, Seoul  
National University*

Binary interactions may have significant impact on Pop III stellar evolution. Pop III single star evolution indicates that for primary masses less than  $20M_{\odot}$ , no significant binary mass transfer

would occur before core helium exhaustion. We perform binary system evolution for various primary masses ( $20M_{\odot} < M_1 < 60M_{\odot}$ ) and initial periods under same mass ratio  $M_2/M_1 = 0.9$ , and follow the evolution and mass transfer of the primary star. If binary mass transfer occurs during post main sequence, the primary star does not evolve into naked helium star and still contain significant hydrogen in the envelope. During the post mass transfer phase, the primary star evolves redward, and does not become sufficiently hot to enhance the number of ionizing photons, compared to the case of single star evolution for a given initial mass. This result implies that primary stars of massive Pop III binary systems would have little contribution to the reionization in the early universe. Given the large hydrogen content ( $0.326 - 1.793M_{\odot}$ ), the primary stars that underwent stable mass transfers would explode as a Type IIb supernova, and it would be difficult for Pop III binary stars to produce Type Ib/c supernovae that look similar to those found in the local universe.

#### [포 ST-08] Searching for Eccentricity Preserving Mass Transfer Mechanism during Binary Star Evolution

Hyun Taek Lee, Kyujin Kwak  
*Ulsan National Institute of Science and Technology (울산과학기술원)*

상호작용 하는 쌍성계의 진화과정 중 질량이동에 의한 궤도 변화에는 아직 풀리지 않은 수수께끼가 남아있다. 예를 들면 바룸별 (Ba Star)의 경우, 관측된 궤도 이심률은 평균 0.2, 1000일 단위의 주기를 보여주고 있다. Population Synthesis 시뮬레이션으로 이를 재현할 경우 관측된 궤도 성질을 맞추지 못하거나, 바룸별의 형성 개수를 맞추지 못하는 문제점이 있다. 비슷한 문제가 청색낙오성 (Blue Straggler Star)의 시뮬레이션 결과에서도 나타나고 있는데, 이 문제의 핵심은 Roche Lobe Over Flow (RLOF)를 통한 질량 이동이 결과적으로 Common Envelope (CE)으로 이어지기 때문에 각운동량을 크게 잃게 되어 궤도가 원형화 되기 때문인 것으로 판명이 되었다. 따라서 이번 연구에서는 RLOF를 통한 질량이동 중 CE 과정을 효과적으로 피해갈 수 있는 질량이동 과정을 제안하고, 이를 시뮬레이션에 적용하여 관측자료를 설명할 것이다. 최종적으로는, 위의 질량이동 과정을 오픈 소스 항성진화 프로그램인 MESA에 포함시켜, 쌍성계 궤도와 그 별들의 표면 원소 분포 사이의 상관관계를 정량적으로 설명하려고 한다.

#### [포 ST-09] Removing Telluric Absorption lines for IGRINS spectra

Gwanghui Jeong<sup>1,2</sup>, Inwoo Han<sup>1,2</sup>, Byeong-Cheol

Lee<sup>1,2</sup>

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

There are many telluric absorption lines which are laid on the science spectrum in ground based spectroscopic observations. In especial, the IR region spectra are considerably contaminated by telluric lines. Therefore, many scientists have a difficulty in removing the telluric effect. We thus tried removing telluric lines with IGRINS data by two methods. One is using the standard stellar spectrum as telluric lines. The other adopt calculated synthetic telluric spectrum. Here we present the results of test for precise removing telluric lines on IGRINS spectra.

#### [포 ST-10] KIC06118779 and KIC08682849: Extremely low mass ratio contact binaries with quasi-cyclically varying O'Connell effects and strong anti-correlations in their ETV diagrams

Min-Ji Jeong<sup>1</sup>, Chun-Hwey Kim<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>Chungbuk National University, <sup>2</sup>Chungbuk National University Observatory

The Kepler mission of NASA has enabled to discover a lot of new W UMa-type binaries with continuous light curves measured with unprecedented accuracy. Interestingly, their eclipsing time variation (hereafter ETV) diagrams show anti-correlation between primary and secondary minima, presumably occurred by continuous spot variation (Tran et al. 2013; Balaji et al. 2014). Two active Kepler binaries (KIC06118779 & KIC08682849), reported as showing the anti-correlation in ETV diagram, were investigated to see that the anti-correlations are correlated with time-variable O'Connell effects appeared in their light curves. As a result, it was found that the O'Connell effects for two binary stars have varied in quasi-sinusoidal ways similar to the patterns of their anti-correlation variations. In addition, our light curve syntheses of two binary stars with the latest version of the Wilson-Devinney code (Wilson & devinney 1971) show that they are very deep-contact binary system with extremely low mass ratios.

#### [포 ST-11] Meta-analysis for the studies on extrasolar planets using Kepler mission data

So-Yoon Jung<sup>1</sup>, Tae Seog Yoon<sup>1</sup>, Hyunsook Lee<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Department of Astronomy and Atmospheric

*Sciences, Kyungpook National University, <sup>2</sup>Korea Institute of S&T Evaluation and Planning*

This study aims to overview research articles on extrasolar planets using Kepler mission data during the period of 2009-2015 in order to discover research trends in them. Kepler space observatory is a NASA space observatory for extrasolar planet expedition launched in March 2009, contributed to the discovery and tracking of extrasolar planets and its candidates. In order to achieve the goal of this study, we classified research subjects from studies on Kepler mission data year by year and found the most frequent research topics each year. We also conducted a comparative analysis on the research subjects based on time series and examined any changes with respect to the goal of Kepler mission. Statistical meta-analysis is employed as the analysis method for the key words presented in the research articles.

This study is a part of on-going research to find the correlation between the physical parameters of the host star and extrasolar planets. The results of this study could offer new directions in researches utilizing Kepler mission data as those meta-analyses in social sciences often suggest new opportunities. We have high expectations that more extrasolar planet studies will follow as we make further progresses in various analyses.

#### [포 ST-12] Orbital stability study and transit-timing variations of the extrasolar planetary system: K2-3

Beom-Kyu Choi<sup>1</sup>, Tobias C. Hinse<sup>2</sup>, Tae Seog Yoon<sup>1</sup>  
*<sup>1</sup>Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, <sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute*

We investigated the dynamical properties of the K2-3 multi-planet system. Recently three transiting planets are discovered using the extended Kepler2 (K2) mission (Crossfield et al. 2015). We extended their preliminary stability study by considering a substantial longer integration time. Since planet mass is not known from photometry we calculated exoplanets masses using empirical mass-radius relations (Weiss & Marcy 2014). Forward numerical integration was done using the MERCURY integration package (Chambers 1999). Our results demonstrate that this system is stable over a time scale of  $10^8$  years. Furthermore, we investigated the dynamical effects of a hypothetical planet in the

semi-major axis vs eccentricity space. For stable orbits of the hypothetical planet we calculated transit-timing variation (TTV) and radial velocity signals. We find that for a hypothetical perturber with mass 1-13 M<sub>Jup</sub>, semi-major axis 0.2 - 0.8 AU and eccentricity 0.00-0.47 the following timing signals for the planet K2-3 b is ~ 5 sec, K2-3 c is ~ 130 sec and for K2-3 d is ~ 190 sec. The radial velocity signal of the hypothetical planet is ~ 4 m/s. Using typical transit-timing errors from the K2 mission, we find that the above hypothetical planet would not be detectable. Its radial velocity signal, however, would be detectable using the APF 2.4m telescope or HARPS at the ESO/La Silla Observatory in Chile.

#### [포 ST-13] Low-Resolution Spectroscopy of Red Giant Branch stars in the Globular Cluster NGC 2808

Seungsoo Hong<sup>1</sup>, Dongwook Lim<sup>1</sup>, Sang-Il Han<sup>2</sup>, and Young-Wook Lee<sup>1</sup>

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

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

The presence of multiple stellar populations is now well established in most globular clusters (GCs) in the Milky Way. The origin of this, however, is yet to be understood. In this respect, the study of NGC 2808, a GC which hosts five sub-populations differing only in light-element abundances, would help to understand the origin of this multiple stellar populations. In order to investigate CN, CH, and Ca abundances among different populations in NGC 2808, we have performed low-resolution spectroscopy for the red giant branch (RGB) stars in this GC. Here we report preliminary results from this spectroscopic analysis.

### 태양 및 우주환경

#### [포 SS-01] Relative contribution of geomagnetic and CO<sub>2</sub> effects to global temperature anomaly

Jinhyun Kim<sup>1</sup> and Yong-Jae Moon<sup>1,2</sup>

*<sup>1</sup>Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, Korea, <sup>2</sup>School of Space Research, Kyung Hee University, Korea*

We have investigated the correlation analysis



between global temperature anomaly and two main factors: geomagnetic activity (aa index) of Earth external factor and CO<sub>2</sub> of Earth internal factor. For this, we used NOAA Global Surface Temperature anomaly (Ta) data from 1868 to 2015. The aa index indicates the geomagnetic activity measured at two anti-podal subauroral stations (Canberra Australia and Hartland England) and the CO<sub>2</sub> data come from historical ice core records and NOAA/ESRL data. From the comparison between (Ta) and aa index, we found several interesting things. First, the linear correlation coefficient between two parameters increases until 1985 and then decreases rapidly. Second, the scattered plot between two parameters shows a boundary of the correlation tendency (positive and negative correlation) near 1985. A partial correlation of (Ta) and two main factors (aa index, CO<sub>2</sub>) also shows that the geomagnetic effect (aa index) is dominant until about 1985 and the CO<sub>2</sub> effect becomes much more important after then. These results indicate that the CO<sub>2</sub> effect become very an important factor since at least 1985. For a further analysis, we simply assume that  $Ta = Ta(aa) + Ta(CO_2)$  and made a linear regression between (Ta) and aa index from 1868 to 2015. A linear model is then made from the linear regression between energy consumption (a proxy of CO<sub>2</sub> effect) and  $Ta - Ta(aa)$  since 1985. Our results will be discussed in view of the prediction of global warming.

### [포 SS-02] Evaluation of a Solar Flare Forecast Model with Value Score

Jongyeob Park<sup>1,2</sup>, Yong-Jae Moon<sup>2</sup>, Kangjin Lee<sup>2</sup>, Jaejin Lee<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Kyung Hee University

There are probabilistic forecast models for solar flare occurrence, which can be evaluated by various skill scores (e.g. accuracy, critical success index, heidek skill score, and true skill score). Since these skill scores assume that two types of forecast errors (i.e. false alarm and miss) are equal or constant, which does not take into account different situations of users, they may be unrealistic. In this study, we make an evaluation of a probabilistic flare forecast model [Lee et al., 2012] which use sunspot groups and its area changes as a proxy of flux emergence. We calculate daily solar flare probabilities from 2011 to 2014 using this model. The skill scores are computed through contingency tables as a function of forecast probability, which corresponds to the

maximum skill score depending on flare class and type of a skill score. We use a value score with cost/loss ratio, relative importance between the two types of forecast errors. The forecast probability (y) is linearly changed with the cost/loss ratio (x) in the form of  $y=ax+b$ :  $a=0.88$ ;  $b=0$  (C),  $a=1.2$ ;  $b=-0.05$ (M),  $a=1.29$ ;  $b=-0.02$ (X). We find that the forecast model has an effective range of cost/loss ratio for each class flare: 0.536–0.853(C), 0.147–0.334(M), and 0.023–0.072(X). We expect that this study would provide a guideline to determine the probability threshold and the cost/loss ratio for space weather forecast.

### [포 SS-03] Dependence of solar proton events on their associated activities: solar and interplanetary type II radio burst, flare, and CME

Jinhye Park<sup>1</sup>, Saepoom Youn<sup>1</sup>, and Yong-Jae Moon<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University,

<sup>2</sup>School of Space Research, Kyung Hee University

We investigate the dependence of solar proton events (SPEs) on solar and interplanetary type II bursts associated with solar flares and/or CME-driven shocks. For this we consider NOAA solar proton events from 1997 to 2012 and their associated flare, CME, and type II radio burst data with the following subgroups: metric, decameter-hectometric (DH), and meter-to-kilometric (m-to-km) type II bursts. The primary findings of this study are as follows. First, about half (52%) of the m-to-km type II bursts are associated with SPEs and its occurrence rate is higher than those of DH type II bursts (45%) and metric type II bursts (19%). Second, the SPE occurrence rate strongly depends on flare strength and source longitude, especially for X-class flare associated ones; it is the highest in the central region for metric (46%), DH (54%), and m-to-km (75%) subgroups. Third, the SPE occurrence rate is also dependent on CME linear speed and angular width. The highest rates are found in the m-to-km subgroup associated with CME speed 1500 kms<sup>-1</sup>: partial halo CME (67%) and halo CME (55%). Fourth, in the relationships between SPE peak fluxes and solar eruption parameters (CME linear speed, flare flux, and longitude), SPE peak flux is mostly dependent on SPE peak flux for all three type II bursts (metric, DH, m-to-km). It is noted that the dependence of SPE peak flux on flare peak flux decreases from metric to m-to-km type II

burst.

#### [포 SS-04] 2016 Total Solar Eclipse Expedition

Su-Chan Bong<sup>1,2</sup>, Seonghwan Choi<sup>1</sup>, Bi-Ho Jang<sup>1</sup>, Jongyeob Park<sup>1</sup>, Young-Beom Jeon<sup>1</sup>, Kyuhyoung Cho<sup>3</sup>, Jongchul Chae<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>University of Science and Technology, <sup>3</sup>Seoul National University

A total solar eclipse occurs on March 9 along the path through Indonesia and the Pacific. KASI organized an expedition team for total solar eclipse observation. The main purpose of this observation is to test the coronal temperature and outflow velocity diagnostics based on filter observation, which is proposed for the next generation coronagraph. In addition, various white light observations including automatic programmed observation, manual observation, linear polarization, and time-lapse movie will be tried. We report the preliminary result of the expedition.

#### [포 SS-05] Detrended fluctuation analysis of magnetic parameters of solar active regions

Eo-Jin Lee and Yong-Jae Moon  
*Kyung Hee University*

Many signals in the nature have power-law behaviors, namely they are "scale-free". The method of detrended fluctuation analysis (DFA), as one of the popular methods (e.g., Rescaled range analysis and Spectral analysis) for determining scale-free nature of time series, has a very important advantage that the DFA can be applied to both stationary and non-stationary signals. The analysis of time series using the DFA has been broadly used in physiology, finance, hydrology, meteorology, geology, and so on. We performed the DFA of 16 Spaceweather HMI Active Region Patch (SHARP) parameters for 38 HMI Active Region Patches (HARPs) obtained by Solar Dynamics Observatory (SDO) from May 2010 to June 2014. The main results from this study are as follows. (1) The most of the time series data are non-stationary. (2) The DFA scaling exponents of "mean vertical current density" for 38 HARPs have a negative correlation coefficient (-0.41) with flare index. (3) The DFA scaling exponents of parameters such as "Sum of the absolute value of net currents per polarity", "Absolute value of the net current helicity", and

"Mean photospheric excess magnetic energy density" for the most active HARPs having more than 10 major flares, have positive correlation coefficients (0.64, 0.59, and 0.53, respectively) with the ratio of "the number of CMEs associated with major flares" to "the number of major flares". Physical interpretations on our results will be discussed.

#### [포 SS-06] Comparison between observation and theory for the stand-off distance ratios of CMEs and their associated ICMEs

Jae-Ok Lee<sup>1</sup>, Yong-Jae Moon<sup>1,2</sup>, Jin-Yi Lee<sup>2</sup>, Soojeong Jang<sup>1,3</sup>, and Harim Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Space Research, Kyung Hee University,

<sup>2</sup>Department of Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, <sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute

We examine whether the observational stand-off distance ratios of CMEs and their associated ICMEs could be explained by theoretical model or not. For this, we select 16 CME-ICME pairs from September 2009 to October 2012 with the following conditions: (1) limb CMEs by SOHO and their associated ICMEs by twin STEREO spacecraft and vice versa when both spacecraft were roughly in quadrature; (2) the faint structure ahead of a limb CME is well identified; and (3) its associated ICME clearly has a sheath structure. We determine the observational stand-off distance ratios of the CMEs by using brightness profiles from LASCO-C2 (or SECCHI-COR2) observations and those of the ICMEs by solar wind data from STEREO-IMPACT/PLASTIC (or OMNI database) observations. We also determine the theoretical stand-off distance ratios of the CME-ICME pairs using semi-empirical relationship based on the bow shock theory. We find the following results. (1) Observational CME stand-off distance ratio decreases with increasing Mach number at the Mach numbers between 2 and 6. This tendency is consistent with the results from the semi-empirical relationship. (2) The observational stand-off distance ratios of several ICMEs can be explained by the relationship.

## 태양계

#### [포 SS-07] Thermal Modeling of Comet-Like Asteroids

Yoonsoo Bach Park<sup>1</sup>, Masateru Ishiguro<sup>1</sup>, Fumihiko

Usui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea*  
 ysbachpark@astro.snu.ac.kr

<sup>2</sup>*Department of Astronomy, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033*  
 usui@astron.s.u-tokyo.ac.jp

Recent analysis on asteroidal thermophysical property revealed that there is a tendency that their thermal inertia decrease with their sizes at least for main belt asteroids. However, little is known about the thermal properties of comet-like bodies. In this work we utilized a simple thermophysical model to calculate the thermal inertia of a bare nucleus of comet P/2006 HR30 (Siding Spring) and an asteroid in comet-like orbit 4015 Wilson–Harrington from AKARI observation data. It is also shown that the determination of their thermal inertia is very sensitive to their spin vector, while the diameter is rather easy to be constrained to a certain range by combining multi-wavelength observational data. Thus, we set diameter and hence the geometric albedo as fixed parameters, and inferred the spin vector and thermal inertia of the targets. Further detailed analyses on these cometary bodies will shed light on our understanding of the detailed surfacial characteristics of them.

### [포 SS-08] Relationship between solar flares and halo CMEs using stereoscopic observations

Soojeong Jang<sup>1,2</sup>, Yong-Jae Moon<sup>1</sup>, Sujin Kim<sup>2</sup> and Rok-Soon Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kyung Hee University, <sup>2</sup>Korean Astronomy and Space Science Institute*

To find the relationship between solar flares and halo CMEs using stereoscopic observations, we investigate 182 flare-associated halo CMEs among 306 front-side halo CMEs from 2009 to 2013. We have determined the 3D parameters (radial speed and angular width) of these CMEs by applying StereoCAT to multi-spacecraft data (SOHO and STEREO). For this work, we use flare parameters (peak flux and fluence) taken from GOES X-ray flare list and 2D CME parameters (projected speed, apparent angular width, and kinetic energy) taken from CDAW SOHO LASCO CME catalog. Major results from this study are as follows. First, the relationship between flare peak flux (or fluence) and CME speed is almost same for both 2D and 3D

cases. Second, there is a possible correlation between flare fluence and CME width, which is more evident in 3D case than 2D one. Third, the flare fluence is well correlated with CME kinetic energy (CC=0.63). Fourth, there is an upper limit of CME kinetic energy for a given flare fluence (or peak flux). For example, a possible CME kinetic energy ranges from 1030.6 to 1033 erg for a given X1.0 class flare. Our results will be discussed in view of the physical mechanism of solar eruptions.

# 사단법인 한국천문학회

## 학계보고서

경북대학교 천문대기과학과 .....	85
경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과 .....	85
고등과학원 .....	91
부산대학교 지구과학교육과 .....	92
서울대학교 물리·천문학부 천문학 전공 .....	93
세종대학교 천문우주학과 .....	102
연세대학교 천문우주학과 .....	105
충남대학교 천문우주과학과 .....	111
충북대학교 천문우주학과 .....	112
충북대학교 천문대 .....	115
한국천문연구원 .....	117



## 경북대학교 천문대기과학과

### 1. 인적사항

본 학과의 천문학 전공 교수는 박명구, 윤태석, 장헌영, 황재찬 회원 등 네 명이다. 동교 사범대학 지구과학 교육과의 심현진 회원도 대학원생 논문지도를 맡고 있다.

본 학과 학부과정은 2015년 3월부터 천문대기과학과, 지질학과, 해양학과의 합쳐서 지구시스템과학부로 개편되었다. 학부과정에서 본 학과는 지구시스템학부 소속 천문대기과학전공이 되었으며 대학원과정은 기존대로 천문대기과학과 천문학전공이다. 2016년 3월에는 88명의 신입생이 수시 및 정시모집으로 지구시스템과학부에 입학하였고, 24명의 학생들이 2학년으로 올라가며 천문대기과학전공을 선택하였으며, 2명이 2학년으로 학사편입하였다. 천문대기과학전공 학생은 천문학과 대기과학을 자유롭게 선택하여 공부할 수 있다. 대학원에는 2015년 9월에 1명 2016년 3월에 2명의 석사과정 학생이 입학하여 현재 12명의 석사과정 학생과 5명의 박사과정 학생이 재학 중이다. 조동환 회원이 박사 후 연수과정으로 있다. 2015년 8월 권순자 회원이 'The emission spectrum from isolated black holes'라는 제목으로, 2016년 2월 변우원 회원이 'Tracing the growth of the supermassive black holes with halo mergers'라는 제목으로, 그리고 최범규 회원이 '외계행성계 EPIC 201367065 (K2-3)에 대한 역학적 수치모형계산 연구'라는 제목으로 석사 학위를 받았다.

### 2. 연구 및 학술활동

윤태석 회원은 대학원 지도학생들과 다양한 연구를 수행하고 있다. 오형일 회원과는 FU Ori 형 별에 대한, 최정용 회원과는 태양계 소행성에 대한, 최범규 회원 및 정소윤 회원과는 외계행성에 대한 역학적 수치모형계산과 메타 분석 연구를 진행 중이다. 이 연구들은 타 기관 회원들과 함께 공동으로 추진하고 있다. 또한, 이상각(국립고흥청소년우주체험센터), 성현일(천문연구원), 박수종(경희대), 이정은(경희대), 박원기(천문연구원), 조동환(경북대), 강원석(국립고흥청소년우주체험센터), 박근홍(서울대), 배경민(경희대), 박선경(경희대), 백기선(경희대), 윤성용(경희대) 회원 등과 FU Ori 형 별에 대한 광학 및 근적외선 관측 연구를, 이형목(서울대), 이상각(국립고흥청소년우주체험센터), 박근홍(서울대) 회원과는 IGRINS 근적외선 분광기를 이용한 외계행성 대기 특성 탐구 연구를 수행하고 있다. 그리고, 국제공동 연구과제인 한-일 외계행성 탐색 관측 연구(Korean-Japanese Planet

Search Program)에 일본 측 팀(이주미우라 박사, 사토 교수, 오미야 박사 등), 천문연구원 측 팀(한인우, 김강민, 이병철 회원 등)과 함께 참여하고 있다. 장헌영 회원은 태양 흑점의 위도별 공간 분포에 대한 연구를 수행하여 태양 자기장 생성에 관한 관측적 연구를 계속 수행하고 있다. 최철성 회원(천문연구원)과 Zhibin Zhang(중국, Guizhou 대학) 교수와는 확장된 방사를 갖는 감마선 폭발체에 대한 연구를 한중 공동 연구의 형태로 진행하고 있다. 황재찬 회원은 우주구조의 상대론적 비선형진화 그리고 특수상대성이론이 중력과 결합된 상황에 적용할 수 있는 이론을 연구하고 있다.

2015년 3월 이후 학과 세미나에 연사로 오신 분은 Maurice Van Putten 교수(세종대), 박재홍 박사과정(멜버른대), 박진혜 박사(경희대), 성현일 박사(한국천문연구원), 이현숙 박사(한국과학기술기획평가원), 전영범 박사(한국천문연구원)이다.

본 학과는 시민과 학생들을 위해 학기마다 4차례 일반인을 위한 공개관측과 공개강연행사인 "밤하늘 이야기"를 열고 있다.

### 3. 연구시설

본 학과는 계산 및 관측자료 처리를 위해 Intel server/cluster 및 다수의 워크스테이션과 고성능 PC를 운용하고 있다. 천체 관측 실습을 위해 31-cm 뉴턴식 반사망원경(본교 기초과학연구소 보유), Coronado SolarMax 70, Coronado Personal Solar Telescope CaK 등 다수의 소형 반사 및 굴절 망원경 그리고 Fujinon 25x150, 2.5° 대형쌍안경 등을, 천체 교육용으로 이동식 천체투영시스템을 보유하고 있다.

## 경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과

### 1. 인적사항 및 주요동향

1985년에 창립되어 2016년이 31주년이 되는 경희대학교 우주과학과는 현재 응용과학대학에 소속되어 있고 학사과정과 함께 대학원에 석사, 박사, 석박사 통합과정을 두고 있다. 2009년 WCU(세계수준의 연구중심대학) 사업의 일환으로 대학원에 신설된 우주탐사학과는 석사, 박사, 석박사 통합과정을 두고 있다.

경희대학교 우주과학과와 우주탐사학과에는 2016년 3월 현재 총 14 명의 교수-김갑성, 이동훈, 김상준, 장민환, 김성수, 박수종, 최광선, 문용재, 김관혁, 선종호, 진호, Tetsuya Magara, 이은상, 이정은 교수-에 의해 강의와 연구가 수행되고 있다. 위 교수진에 더하여 최윤영

회원이 전임 조교수로서 재직하고 있다. 아울러 독일 막스플랑크 연구소의 Sami K. Solanki, 미국 메릴랜드 대학의 Peter H. Yoon, 미국 UC Santa Cruz의 Ian Garrick-Bethell 교수 그리고 영국 Warwick 대학의 Valery M. Nakariakov 교수가 International Scholar로서 연구와 교육에 힘을 보태고 있다. 현재 우주과학과장은 진호 회원이며, 우주탐사학과장은 김성수 회원이 맡고 있다.

우주과학과는 경희천문대와 함께 매년 다수의 공개 관측회를 개최하여 본교 학생들뿐만 아니라 일반인들에게도 천문현상을 접할 수 있는 기회를 제공하고 있다. 매년 하계방학 중, 우주과학과 학생회는 학과 및 천문대의 지원으로 중고생을 위한 우주과학캠프를 개최하여 청소년들에게 천문학 및 우주과학에 대한 체험의 기회를 부여하고 있다.

우주과학과 학부는 올해 42명의 신입생을 맞이했으며 약 185명이 재학 중에 있다. 대학원 우주탐사학과에는 석사과정에 11명, 박사과정에 36명, 석박사 통합과정에 41명의 학생(총 88명)이 재학 또는 수료 상태로 있다. 양과 대학원에서 2015년 8월 이후 학위를 받은 학생은 다음과 같다.

\* 석사 졸업 - 7명

- 박우진 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 박수중) - 논문제목: Photometric Transformation from RGB Bayer Filter System to Johnson-Cousins BVR Filter System

- 박은수 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재) - 논문제목: Observational test of empirical magnetopause location models using geosynchronous satellite data

- 백슬민 (15년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 김관혁) - 논문제목: 달의 소규모 자기이상 특성분석

- 이강우 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재) - 논문제목: Dependence of spacecraft anomalies at different orbit on energetic electron and proton fluxes

- 이정호 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 진호) - 논문제목: SIGMA 큐브위성의 비행 소프트웨어 설계에 관한 연구 (Design of Flight Software for SIGMA CubeSat)

- 정병준 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 박수중) - 논문제목: 적외선 우주망원경용 알루미늄 자유곡면

반사경의 형상오차 보상

- 정승화 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 선종호) - 논문제목: 위성대전 감시기의 개발 및 성능 테스트 결과

\* 박사 졸업 - 2명.

- 현기호 (15년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 이은상) - 논문제목: Loss of Geosynchronous Relativistic Electrons by EMIC Wave Scattering under Quiet Geomagnetic Conditions

- LE NGUYEN HUYNH ANH (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 박수중) - 논문제목: Medium and high resolution spectroscopy in near-infrared bands

2. 연구 및 학술 활동

BK21플러스 사업

우주탐사학과가 주도하는 '달-지구 우주탐사'사업 (연구책임자: 문용재 회원)이 교육부에서 시행하는 BK(두뇌한국)21플러스 사업 글로벌 인재양성형에 선정되어 2013년 9월 이후부터 2020년 8월 31일까지 매년 9.1 억 원, 총 약 60억 원의 연구비 지원을 받고 있다. 2009학년도 2학기에 우주탐사학과가 대학원에 신설되어 현재 총 62명(박사과정 22명, 석박통합 32명, 석사과정 8명)의 대학원생(재학/수료)이 BK21 플러스 사업에 참여 하고 있다. BK21 플러스 사업의 수행을 위해 현재 Partha Chowdhury, Sanjay Kumar, Navin Chandra Joshi 박사가 학술연구교수로, 심채경, 홍진희, 이석호, 나고운, Huynh Anh 박사가 박사후연구원으로 재직하고 있다.

과거 '달궤도 우주탐사' WCU 사업을 통해 수행된 연구들을 이어 받아, 본 BK21플러스 사업단에서 수행하는 연구는 천문우주 연구뿐만 아니라 달 및 근지구 공간에서 우리가 개발한 초소형 위성을 이용하여 우주탐사에 활용 하는 계획을 가지고 있다. 초소형인공위성으로 달 표면에 충돌하기까지 달 표면의 자기장 이상 지역 (특히 국소 자기장이 강한 지역)을 처음으로 근접 측정하여 그 구조 및 원인을 규명하려는 구체적인 과학목적을 가지고 있다. 또한 미국 NASA Discovery mission program에 미국의 여러 기관과 함께 초소형위성을 활용한 달 탐사 연구계획서를 제출한 바 있다. 또한 한국형 달탐사 시험용 궤도선 사업에 달 과학 탑재체를 제안하여 심사를 기다리고 있다. 본 사업에서 추진하는 달 탐사 임무는 과학기술적 측면에서 획기적인 의미와 결과가 기대되며 이러한 활동이 학문적 발전뿐만 아니라 대한민국 우주개발에서 모범적인 연구 개발 사례로 남게 될 것으로 기대

한다.

#### 태양물리연구실

김갑성 회원이 이끌고 있는 태양물리 연구실은 크게 태양물리, 천체역학, 태양관측 시스템 그리고 우주기상에 보 분야의 연구를 수행하고 있다. 태양물리 부분에서는 이진이, 김일훈, 이청우 회원이 태양활동 영역의 구조, 진화에 대한 이론적 연구 및 관측으로부터 얻어진 자료의 분석을 통한 연구를 진행하고 있다. 본 연구실의 김일훈 회원은 SDO(Solar Dynamic Observatory)의 AIA 데이터를 이용하여 EUV 코로나젯의 형태에 따른 물리적 특징을 분석하고 있으며 이청우 회원은 Big Bear 관측소의 H $\alpha$  관측 데이터를 이용하여 필라멘트 형성에 대한 연구를 수행하고 있다. 김현남 회원은 Hinode SOT로 관측된 흑점의 물리량을 Spectropolarimetry라는 도구를 이용하여 자기장 구조와 속도분포를 연구하고 있다.

태양관측시스템 연구를 위해 교내에 태양 H-alpha 관측 시스템과 태양 분광관측 시스템을 운영하고 있으며 이 관측 시스템은 네트워크를 통한 원격 관측이 가능하도록 구축되어 있다. 또한 Heliostat과 grating을 이용하여 분광 관측 시스템을 구축하여 관측을 수행하고 있다. 본 태양 관측 시스템은 학부생들의 태양 관측 실습에 활용되고 있다. 마지막으로 우주기상예보 연구에서는 국내외의 우주환경 사이트의 관련 데이터를 수집하고 모니터링 하기 위한 근 실시간 모니터링 시스템을 구축하였다. 본 연구에서는 SDIP(Solar Data Image Processing) 소프트웨어를 자체적으로 개발하여 운영하고 있다. SDIP 소프트웨어는 Borland C++를 이용해서 개발 되었으며, 모니터링 시스템은 SDIP를 이용해서 각각의 FTP 사이트에서 근실시간으로 태양 데이터를 획득하고, 모니터링하기 위한 것이다.

김갑성 회원은 2010년 9월부터 2014년 11월까지 기상청 국가기상위성센터가 지원하는 연구용역사업을 진행하였다. 이 연구용역사업의 사업명은 "우주기상 예보를 위한 우주기상 예측모델 개발"로서 연구책임자 1명, 공동연구자 6명, 연구원 6명, 연구조원 12명 등 총 25명이 참여하였다. 이 사업과 관련하여 경희대학교 자연과학종합연구원 내에는 우주기상센터가 설치되었으며, 태양활동 극대기를 대비하여 우주기상과 관련된 연구를 활발히 진행하고 있다. 2015년 8월에는 김현남 회원이 하와이에서 개최된 IAU(international Astronomical Union)에서 연구결과를 발표하였다.

#### 행성천문연구실

김상준 회원이 지도하고 있는 행성천문연구실은 Keck, Gemini Observatory등의 분광 관측 자료와

Cassini 탐사선의 관측 자료를 분석하여 목성, 토성, 타이탄 등의 대기 및 혜성 등의 각종 라디칼 및 분자선의 생성, 그리고 이들 천체의 대기조성과 광화학적 반응에 관한 모델연구를 수행하고 있다.

김상준, 심채경 회원은 ISO(적외선 우주관측소)자료를 사용하여 목성 고층대기에 있는 메탄성분 분석 결과를 Icarus에 2014년 발표하였다. 또한 김상준 회원은 파리 천문대 R. Courtin박사와 Cassini데이터를 사용하여 타이탄 연무의 진화과정을 연구하여 A&A에 2014년 발표하였다. 최근 김상준, 심채경 회원은 목성 극지방에서의 3마이크론 메탄 오로라에 대한 연구를 진행하여 그 결과를 Icarus에 게재하였다. 김재현, 김상준 회원은 한국천문연구원의 조세형 회원과 함께 AGB star로부터 Planetary Nebula로 가는 만기형 별의 진화 과정을 규명하기 위하여 이러한 만기형 별에서 방출되는 SiO와 H<sub>2</sub>O maser의 동시 관측 연구를 KVN 21m 전파망원경 및 KVN+VERA의 전파간섭계(VLBI)를 이용하여 수행하였고 결과를 A.J.에 2014년 발표하였다. 이동욱, 김상준 회원은 퀘이사 중력렌즈들의 radio survey에서의 통계적 관측치와 관련한 렌즈의 세부모델연구를 Monte-Carlo시뮬레이션을 이용하여 진행하여 그 결과를 MNRAS에 2014년 발표하였다.

#### 천체물리연구실

김성수 회원이 이끄는 천체물리연구실에서는 은하 중심부에서의 별 생성, 은하중심부의 가스 물질 유입, 우주론 시뮬레이션을 이용한 구상성단계 및 왜소위성은하계의 생성 및 진화 연구 등의 분야에서 다양한 연구를 진행 중에 있다. 김성수 회원은 2013년 7월부터는 다파장 편광관측을 통한 달 표토층 입자의 크기와 성질을 연구하는 과제를 수행 중에 있으며, 2014년 12월부터는 우주론 시뮬레이션을 이용한 은하형성 기본단위의 생성과정을 연구하는 과제도 수행 중에 있다. 이지원 회원은 천문연구원의 손봉원 회원의 지도 아래 KVN을 이용한 연구에 참여하고 있는데, 외부 은하 중심부의 전파 신호의 intra-daily 변화를 관측, 연구하고 있다. 정민섭 회원은 달 표토층 입자들의 크기 분포를 지상편광관측을 통해 분석하는 연구를 수행 중에 있는데, 현재 관측자료 분석을 마치고 논문 작성 중에 있다. 김은빈 회원은 SDSS 자료를 이용하여 은하 중심팽대부의 비축대칭적 모양과 은하핵에서의 별탄생 사이의 관계를 통계학적으로 연구하고 있다. 천경원 회원은 고등과학원의 신지혜, 김주한 회원과 함께 우주거대구조 진화 수치실험으로부터 은하형성 기본단위를 생성하는 수치실험 기법의 개발을 최근 성공적으로 마쳤다. 김민배 회원은 최윤영 회원의 지도 아래 SDSS 자료를 이용하여 별탄생 은하와 활동성은하핵의 특성에 대한 통계적 연구를 수행 중에



있다. 이주원 회원은 현재 관측되는 구상성단의 밀도 및 속도분산 분포를 설명하기 위해서 초기에 구상성단 내에 암흑물질이 필요한지를 수치적으로 연구하고 있으며, 박소명 회원은 영국 Sheffield 대학의 Simon Goodwin 교수와 함께 프랙탈 구조의 초기 분포를 이용하여 성단의 생성 및 초기 진화를 연구하고 있다. Hannah Morgan 회원은 우리 은하 중심부의 200pc 영역에서 5pc 영역으로 가스 물질이 떨어지는 현상을 수치적으로 연구하고 있으며, 박지숙 학생은 고등과학원 김주한 회원의 지도 아래 우주론에 대해 기초적인 공부를 수행 중에 있다. 정민섭 회원은 천문연구원에서 최영준 회원과 함께 달/행성 탐사 연구를 수행 중에 있다. 박사 후 연구원인 심채경 박사는 우주 풍화가 달 표면 성속도에 미치는 영향을 연구 중에 있으며, 백길호 회원은 달 궤도에서의 편광 탐사 임무에 대한 기초 연구를 수행 중에 있다.

적외선실험실

박수중 회원이 지도하는 적외선실험실은 광학/적외선 천문기기의 제작과 천체관측 연구를 한다. 2016년 2월에 Huynh Anh N. Le 회원이 “Medium and high resolution spectroscopy in near-infrared bands” 연구로 박사 학위를 받았고, 박우진 회원은 “Photometric transformation from RGB Bayer filter system to Johnson-Cousins BVR filter system” 연구로 석사학위를 받았고, 정병준 회원은 “적외선 우주망원경용 알루미늄 자유곡면 반사경의 형상오차 보상” 연구로 석사학위를 받았다. Huynh Anh N. Le 회원은 경희대학교 BK21 사업단의 박사후 연구원 과정을 시작했고, 박우진 회원은 경희대학교 대학원 박사과정에 진학하였고, 정병준 회원은 한국기초과학지원연구원에 취업하였다. 현재 적외선 실험실 박사과정에는 김재영, 김상혁, 이혜인, 박우진 회원이 있고, 석사과정에는 2015년 3월에 입학한 김현종 회원, 석박사통합과정에는 2016년 3월에 입학한 지태근 회원이 있다. 그리고 우주과학과 학부 4학년 안종호 회원이 학부 연구생으로 실험을 보조하고 있다.

본 실험실은 미국 텍사스 주립대학교, 한국천문연구원과 공동으로 GMT의 제 1세대 관측기기로 고분산 적외선 분광기 GMTNIRS의 개발에 참여하고 있다. 그리고 비슷한 구조의 고분산 적외선 분광기 IGRINS의 소프트웨어 개발 연구를 한국천문연구원의 산학연 위탁연구로 2010년부터 2014년 3월까지 수행 하였다. 그리고 2016년 3월부터는 미국 텍사스 A&M 대학과 공동으로 GMT의 제 1세대 관측기인 GMACS의 소프트웨어 개념설계 (Conceptual Design Review) 연구에 참여할 계획이다.

그리고 서울대학교 초기우주천체연구단과 20개의 필터를 장착하여 천체의 SED를 측정할 수 있는 SQUEAN

(SED camera for QUasars in EARly uNiverse)을 제작을 완료했다. 2015년 2월과 6월에 맥도날드 천문대 2.1m 망원경에 장착하여 성능테스트를 성공적으로 마쳤다. SQUEAN은 기존의 CQUEAN을 대신하여 다양한 관측 연구를 계획하고 있다.

2014년 6월부터는 미래창조과학부의 우주핵심기술개발사업으로 “우주 적외선 관측을 위한 알루미늄 비축 반사망원경의 시험모델 개발” 연구를 시작하였다. 2015년에는 자유곡면 반사경의 DTM (Diamond Turning Machine) 제작 연구를 진행하였고, 2016년에는 비축 반사망원경의 성능 테스트를 수행할 계획이다. 본 연구에서 개발한 시험모델은 향후 소형 광시야 적외선 우주망원경으로 제안하는 것이 목표다.

태양권플라즈마연구실

최광선 회원이 이끄는 태양권플라즈마연구실 (Heliospheric Plasma Physics Laboratory)은 태양으로부터 태양권계면(heliopause)까지 이르는 전 태양권 공간에 존재하는 플라즈마의 전자기적, 역학적 성질을 탐구하기 위해 설립되었다. 올해부터는 천체에서 일어나는 자기유체역학적 현상에까지 연구의 범위를 확장하고 있다. 이 연구실에서 다루는 주제들은 태양물리연구실과 공간물리연구실의 연구주제들과 밀접한 관련이 있기 때문에 이들 연구실과 연구 협력이 이루어지고 있다. 본 연구실에서는 플라즈마의 거시적 기술인 자기유체역학으로부터 미시적 기술인 입자운동론적 기술(kinetic theory)까지 다양한 방법을 사용하고 있다. 입자운동론적 연구에 있어서는 University of Maryland의 Peter H. Yoon 교수와 긴밀한 협력이 이루어지고 있으며 자기유체역학적 연구에 있어서는 Max Planck Institute for Solar System Research의 Joerg Buechner 교수 및 Sami Solanki 교수와 협력하고 있다.

본 연구실의 이시백 회원(석박 8기)은 새로운 태양코로나 자기장 구성 방법을 개발하여 이에 입각한 전산코드를 제작하였다. 현재 시험가동 중인 이 코드의 성능은 정확도에 있어 세계 최고 수준이며 효율성에 있어서는, 본 연구실에서 기존에 Satoshi Inoue 박사와 함께 개발한 코드의 1/5 정도의 계산시간만으로 결과를 산출하고 있다. 임다예 회원(석박 6기)은 자기유체역학 시뮬레이션을 통하여 태양 코로나 루프의 물질은 어디에 존재하는 가하는 문제를 다루고 있다. 이 연구는 기존의 학계의 통념을 뛰어 넘는 새로운 관점을 제시하는 것이다. 김현남 회원(박사과정)은 Max Planck Institute for Solar System Research의 Sami Solanki 교수 및 김갑성 회원(본교 교수)와 협력하여 태양 흑점 반암부에서의 하강류 지역에 대한 물리적 분석을 수행하여 논문을 작성했다. 김선정 회원(박사과정)은 Peter Yoon 교수와 협력하

여, 태양풍 속도분포함수의 코어(core), 헤일로(halo), 수퍼헤일로(superhalo) 세 성분을 설명할 수 있는 입자운동론적 이론을 정립하여 논문을 세 편 출판하였다. 이중기 회원(석박 수료)은 현재 다차원 입자 시뮬레이션 코드를 개발, 시험 중이다. 2.5차원 코드를 collisionless magnetic reconnection에 적용하여 microscopic scale에서만 나타날 수 있는 dynamo 현상을 연구 중이며, 이 연구는 3차원으로 확장될 것이다. 올해 대학원에 진학하여 현재 석사 1기인 송인혁 회원은 accretion disk에서 일어나는 magnetorotational instability에서 magnetic reconnection의 역할에 대한 연구를 시작하였다. 최광선 회원은 최근 자기유체역학적 평형에서 전류가 존재하는 면(current surface)과 자력선이 존재하는 면(flux surface)이 일치할 필요충분조건을 수학적으로 도출하였다. 본 연구실에서는, 연구자들의 그간의 노력이 열매를 맺을 단계에 이르렀으므로 향후 연구논문의 다산이 이루어질 것으로 보인다.

#### 태양우주기상연구실

문용재 회원이 이끄는 태양우주기상연구실(Solar and Space Weather Laboratory)은 태양활동에 대한 관측적인 연구 및 이들이 지구 주변에 미치는 영향을 연구하고 있다. 2016학년도 현재 연구교수 3인(신준호 박사, 이진이 박사, 성숙경 박사), 박사후 1인(박진혜 박사), 박사과정 12인(최성환, 박종엽, 이재욱, 나현욱, 이강진, 장수정, 이어진, 신슬기, 이하림, 김태현, 이강우, 박은수) 및 석사과정 2인(김진현, 전성경)이 연구를 함께 하고 있다. 신준호 회원은 '우주기상 예보시스템 개발 연구', 이진이 회원은 '태양 분출 플라즈마의 질량 및 에너지 연구', 성숙경 회원은 '태양과 행성간 공간의 자기장 비교 연구', 박진혜 회원은 '태양 고에너지 입자의 특성 및 예보에 관한 연구', 최성환 회원은 '기계학습을 이용한 우주기상예보 연구', 박종엽 회원은 '우주기상 예보 평가 방법에 대한 연구', 이재욱 회원은 'CME 충격파의 관측적 연구', 나현욱 회원은 'CME 콘 모형의 관측적 검증 연구', 이강진 회원은 '플레어/CME 예보 모델의 태양활동주기 의존성 연구', 장수정 회원은 'WSA/ENLIL Cone 모형을 이용한 CME 지구 전달 예보 연구', 이어진 회원은 "태양 활동 영역의 인자를 이용한 플레어 예보 연구", 신슬기 회원은 '태양 플레어 세기 예보 연구', 이하림 회원은 'CME 3차원 진동 특성 연구', 이강우 회원은 '우주기상에 의한 위성이상 현상 연구', 박은수 회원은 '정지궤도 위성의 자기권계면 침범 현상 연구'를, 김진현 회원은 '전지구적 온도 증가와 지자기활동 및 CO2와의 관련성 연구' 수행 중에 있다. 그리고 문용재 회원은 현재 (1) 태양 분출 현상에 대한 관측 연구, (2) 경험적 우주기상 예보 모델 연구를 여러 공동 연구자들과 함께 수행하고

있으며, BK 1유형 과제책임자를 담당하고 있다.

#### Solar Dynamics Laboratory Group

#### Solar Dynamics Laboratory

Our laboratory is focused on the dynamics of solar plasmas producing various kinds of activity observed on the Sun, such as solar cycle, solar flares, jets, sunspot activity, solar winds and coronal mass ejections. We are studying these research targets by combining numerical modeling based on computer simulations and analysis of data obtained from ground-based and space observations. The group members are Dr. Tetsuya Magara (leader), Jun Mo An, Hwanhee Lee and Jihye Kang in an MS-PhD combined course. The goal of our research is to clarify the recycling of a magnetic field in a deep interior of the Sun, transport of a magnetic field through the solar convection zone where magnetoconvection is operated, emergence of a magnetic field into the solar atmosphere, dissipation of a magnetic field in the solar atmosphere which causes the heating of the corona and the generation of a solar wind, and eruption of a magnetic field into the interplanetary space observed as a coronal mass ejection. We also collaborate with the space weather group at NICT (National Institute of Information and Communications Technology) in Japan in order to develop a state-of-art three-dimensional unstructured grid-based simulation model for the Sun-Earth system.

#### 별탄생연구실

이정은 회원이 이끄는 별탄생 연구실은 현재 2명의 박사 후 연구원, 1명의 박사과정 학생과 3명의 석박통합 학생, 3명의 석사 후 연구조원으로 구성되어 있으며, 별 생성 영역들에 대한 물리적 화학적 상태에 대한 다양한 연구를 진행 중에 있다.

이정은 회원은 박선경 회원 등과 함께 최근 폭발적으로 밝혀진 원시성 HBC 722에 대해 가시광/근적외선 고분산 분광관측을 수행하여 기존에 알려졌던 항성 라인들이 케플러 운동을 하는 뜨거워진 안쪽 원반에서 형성됨을 보였다. 원시성에 가까운 안쪽 원반물질이 원시성으로 폭발적인 강착을 일으키고 난 후, 약 2년간은 원시항성풍에 의해 원반 형성이 방해받다가, 항성풍이 사라지는 시점에 새롭게 원반이 형성됨을 포착하여 ApJ에 그

결과를 출판하였다. 이정은 회원과 박선경 회원은 국립고흥 청소년 우주체험센터의 이상각 회원, 강원석 회원, 그리고 천문연구원의 천무영 회원, 김강민 회원, 정의정 회원, 육인수 회원과 함께 IGRINS legacy program인 Spectral Library 프로그램을 수행 중이다. 이 레거시 프로그램은 IGRINS을 이용한 다양한 연구에 template spectra를 제공하는 역할을 할 것이다. 이와 더불어, 이정은 회원, 박선경 회원, 이석호 회원, 박성용 회원은 원시행성계원반을 연구하는 또 다른 IGRINS legacy program을 수행하고 있다. 이 레거시 프로그램의 관측에서 많은 흥미로운 결과들이 얻어졌으며, 특히 광도가 낮은 두 개의 Class I 원시성에서 케플러 운동을 하는 원반을 CO overtone transitions, Na I, Ca I 방출선에서 관측하고, 모델링한 결과를 ApJ에 투고중이다. 그리고 이러한 IGRINS 레거시 결과를 바탕으로 이정은 회원은 ALMA Cycle 3 시간을 확보하였고, 이석호 회원과 이정은 회원은 IGRINS 관측과 ALMA 관측 결과를 통합하는 원시행성계원반의 모델 코드를 구축하고 있다.

이정은 회원, 최윤희 회원, 윤형식 회원, 진미화 회원, 김정하 회원은 천문연의 최민호 회원, 강현우 회원, 텍사스 대학의 Neal Evans 교수, 메사추세츠 대학의 Stella Offner 교수, Mark Heyer 박사, NAOJ의 Ken Tatematsu 박사와 함께 TRAO 14-m 망원경에 장착된 다중빔 수신기, SEQUOIA를 이용하여 다양한 스케일에서의 turbulence의 특성을 연구하는 Key Science Program을 수행 중이다. 이 Key Science Program을 통해 별탄생 환경과 성간난류의 성격 사이의 관계도 연구하고자 한다.

진미화 회원은 질량이 큰 별탄생과 관련된 천체들을 KVN 단일경 관측하여, HCN과 HNC에서 infall signature인 blue profile을 분석하였다. 이 분석을 통해 이미 원시성 또는 OB형 별이 형성되어 주위를 데우는 단계인 HMPONa UCHII 영역에서는 HNC가 HCN으로 변환되는 성간화학적 효과 때문에 HNC가 좋은 infall tracer가 될 수 없음을 보였고, 그 결과를 ApJS에 투고 중이다. 이 연구결과는 성간화학적 효과가 별탄생과 관련된 동역학적 연구에 어떤 영향을 줄 수 있는지 관측적으로 보인 좋은 예라고 하겠다.

김정하 회원과 이희원 회원은 천문연구원의 Tie Liu 박사와 함께 Plank Cold Clumps(PCCs)에 대한 JCMT SCUBA-2 관측을 수행하고, 그 결과를 분석하여 논문을 작성하고 있다. PCCs는 향후 성단을 만들 수 있는 차갑고 밀도가 높으며, 질량이 매우 큰 분자운으로서 cluster formation의 초기 조건을 연구할 수 있는 최적의 후보들이다.

윤형식 회원은 Herschel Key program 중의 하나인 Dust, Ice, and Gas In Time (DIGIT) 프로그램의 일환으로 embedded YSOs에서 PACS로 관측된 OH 방출선

들을 분석하여, OH 방출과 관련된 물질의 물리적 상태와 그러한 상태를 이루게 하는 기작을 연구하여 논문을 작성하고 있다.

백기선 회원은 매우 초기단계에 있는 원시성인 L1527-IRS의 Herschel/PACS 연속스펙트럼을 설명하는 envelope 밀도구조를 continuum radiative transfer modeling을 통해 연구하여 논문을 작성하고 있다. 이 연구에 따르면, L1527-IRS의 경우, 지수가 -2인 power-law density 분포를 가지는 singular isothermal sphere에서 중력붕괴가 일어난 것이 아니라, 중심에서는 평평하지만 바깥쪽에서는 power-law 밀도구조를 가지는 Bonnor-Ebert sphere에서 중력붕괴가 일어났음을 보여주고 있다.

### 3. 연구시설

#### 경희천문대

경희대학교 천문대는 1992년 10월 동형 건물의 완공과 76cm 반사망원경의 설치를 기점으로 개관하여 1995년 9월 민영기 교수가 초대 천문대장으로 부임하였다. 1999년 1월에 김상준 교수가 제 2대 천문대장으로 부임한 후, 2001년 3월에 인공위성 추적 관측을 위한 관측소를 설치하였다. 2003년 2월에 장민환 교수가 제 3대 천문대장으로 부임하였고, 2010년 3월부터는 박수종 교수가 제 4대 천문대장직을 수행하였다. 2012년 3월에 진호 교수가 제 5대 천문대장직에 부임한 후, 2013년 10월에 공식 명칭을 '우주과학교육관'에서 '경희대학교 천문대'로 변경하였고, 새롭게 홈페이지를 개선하였다. 2015년 2월부터는 최광선 교수가 제 6대 천문대장직을 수행하고 있다. 경희대학교 천문대는 연구 및 교육 활동 외에 천문우주과학 대중화 사업을 적극적으로 진행해 오고 있다. 행정직원으로는 이청우 회원이 행정 및 연구실장으로 근무하고 있다.

본 천문대는 2009년에 리모델링 공사를 통하여 각종 연구시설을 정비하였고, 76cm 반사망원경의 TCS를 교체하여 보다 효율적이고 정확한 관측이 가능하도록 하였다. 또한 2010년에는 Meade사의 16인치 리치크레티앙식 망원경과 Paramount ME 마운트를 도입하여 위성 추적 및 천체 관측 실습용으로 사용 중에 있으며, 2011년과 2012년에는 FLI 4K CCD와 FLI 1K CCD를 각각 도입하여 관측에 활용하고 있다. 2013년에는 대구경 쌍안경을 도입하여 과학문화 대중화에 활용하고 있다. 2012년 4월에는 기존의 전시장 공간에 연구실을 신설하는 공사와 영상실 조성 공사가 완료되었다. 2015년 2월과 2016년 2월에는 천체관측지원을 위하여 주망원경 돔을 보수하였다.

2015년 10월에는 일반인 및 경희가족을 대상으로 한

공개 관측회가 개최되었다. 다양한 체험학습 프로그램과 과학문화 대중화를 위한, 천문 및 우주과학을 주제로 하는 교육프로그램을 상시 진행하고 있다. 초중고 학생들 및 일반인을 대상으로 하는 교육 프로그램은 주 4회씩 진행되고 있다. 이를 통해 천문·우주과학에 대한 일반의 관심을 향상시키고, 중고생들에게 전공 진로 방향을 제시하는 등, 경희대학교 천문대는 지역사회 및 일반 천문동호인들에게 중요한 교육 및 체험 현장으로서 새로운 위상을 정립하고 있다.

경희대학교 천문대에는 천문우주과학 관측기기 및 인공위성의 개발과 관련된 다수의 실험실들이 설치되어 있다. 실험 시설로는 전자장비 개발 및 시험 시설, 기계 구조부 제작 및 시험 시설, 청정실 등이 있으며, 경희대학교 인공위성 지상국도 현재 천문대에 설치되어 운용되고 있다.

## 고등과학원

The Astrophysics and Cosmology group is headed by Prof. Changbom Park and Research Profs. Juhan Kim and Ho Seong Hwang. There are ten research fellows: Dr. Benjamin L'Huillier, Dr. Seokcheon Lee, Dr. Sungwook Hong, Dr. Xiao-Dong Li, Dr. Hyunmi Song, Dr. Raphael Gobat, Dr. Fadia Salmi, Dr. Stephen Appleby, Dr. Jihye Shin, and Dr. Owain Snaith. Also Prof. Christophe Pichon at Institut d'Astrophysique de Paris joined the group as a KIAS scholar and visited KIAS in January 2016 for one month.

Prof. Park is carrying out the Korea Dark Energy Survey (KDES) project, which aims to uncover the nature of the dark energy component of the universe. Prof. Park is leading the Korean Scientist Group (KSG) participating in the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) IV that started in July 2014. SDSS IV consists of three survey programs, APOGEE-2, MaNGA, and eBOSS. He is also a member of the Mid-Scale Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI), which plans to construct a new wide-field multi-object spectrograph and operate it on the Mayall telescope at Kitt Peak in Arizona in the 2018-2022 time frame for dark energy-related sciences. Prof. Park worked as the director of the KIAS Center for Advanced Computation. He is working as the Editor-in-Chief of Journal of the Korean Astronomical Society. He is leading a group of

astronomers, the Survey Science Group, which holds meetings to study and plan the future major astronomical survey projects.

Individual members of the astrophysics group have been active in his/her research in 2015. Research Prof. Juhan Kim investigated, with prof. Park, the cosmological nonlinear density evolution by analyzing the density fluctuations and phase-phase correlations of density modes observed in cosmological simulations. Also they studied the effects of nonlinear clustering on one-point probability distribution functions of matter density and halo mass functions that previous linear approaches have failed to successfully reproduce. With Ji-sook Park, a research assistant, he also studied the galaxy formation model to populate simulated halos with galaxies. They applied an advanced method to the halo-galaxy correspondence model to recover observed galaxy luminosity functions from simulations.

Research Prof. Ho Seong Hwang made a cosmological test of the Lambda Cold Dark Matter (LCDM) model using the observed and simulated large-scale structures of the universe. Using the HectoMAP galaxy redshift survey and the Horizon Run 4 (HR4) simulation, he compared the physical properties of observed large-scale structures with those of simulated ones. He found that overall the size, richness and volume distributions of observed large-scale structures at intermediate redshifts are remarkably compatible with the predictions of the LCDM model.

Dr. Seokcheon Lee worked on the cross correlation of Rees-Sciama effect with weak lensing to investigate the properties of dark energy by using the improved standard perturbation theory. This method can be used for the new standard ruler.

Together with Profs. Changbom Park and Juhan Kim and using HR4 simulation data, Dr. L'Huillier is studying the interaction rate of dark matter haloes as well as the alignment of interacting haloes as a function of their environment. With

Prof. David Mota (ITA, Norway), Dr. Hans Winther (Oxford) and Prof. Park, he is studying halo interactions in modified gravity. In March of 2016, he will move to Korea Astronomy and Space Science Institute as a postdoc researcher.

Dr. Sungwook E. Hong, together with Prof. Park and Prof. Juhan Kim, developed a method to populate dark matter halos with mock galaxies within the HR4 simulation. He is also working on a conceptual design of a new multi-object spectroscopy system.

Dr. Xiao-Dong Li is continuing his work on the application of the Alcock-Paczynski (AP) test to the large-scale structure. He published a paper on the redshift dependence of the AP effect on the galaxy 2-point correlation. He is now applying this method to SDSS-III observational data.

Dr. Hyunmi Song has worked on the study of correlation between quasar properties and background galaxy density using the SDSS data. She attended the 10th Marseille cosmology conference and the 29th IAU GA. She also visited IAC.

Dr. Raphael Gobat completed his study on the environmental signatures of low mass halos at  $z \sim 2$  on the properties of the galaxies they host. He finds that star formation in satellites of large star-forming galaxies at  $z \sim 2$  is inhibited through interaction with the hot gas retained by the host dark matter halo. In collaboration with Dr. S. Hong, he is investigating the link between cosmological evolution of galaxies and the number of star systems they host containing potentially habitable planets.

Dr. Fadia Salmi worked on the evolution of galaxy size at intermediate redshifts. She used the DLS field data and studied the different biases that could affect the results like the PSF, the size of the fitting region, the input noise image, the fitting methodology.

Dr. Stephen Appleby joined the astrophysics group in September 2015. He has been working

with Professor Changbom Park on Minkowski functionals and their generalization. Along with Dr. Dhiraj Hazra (PCCP) and Dr. Spyros Sypas (APCTP) he works to solve the non-linear Schroedinger equation on cosmological distance scales, to calculate the power spectrum for a dark matter candidate with non-linear pressure support.

Dr. Jihye Shin joined the astrophysics group in December 2015. With research Prof. Juhan Kim, she works on simulations to trace properties of low-mass stellar systems. She will also provide realistic sub-halo mass function for a virgo cluster-like halo using cosmological n-body simulations.

Dr. Owain Snaith joined the astrophysics group in January 2016. He is conducting research into galaxy formation and evolution using cosmological simulations. He is interested in the interaction of galaxies with their local environment and the chemical evolution of different components in galaxies.

## 부산대학교 지구과학교육과

### 1. 인적사항

본 학과에 재직하는 5명의 전임 교수 중 천문학 교육과 연구는 안홍배, 강혜성 교수가 담당하고 있다. 대학원에는 석사과정에 배현정, 강서영, 박형욱, 서정빈, 성현미, 전희승, 정자희 등 7명, 박사과정에는 남기형, 서미라, 장운태, 조현진, 하동기 등 5명이 있으며 모두 과정을 수료한 상태다.

### 2. 연구 및 학술 활동

안홍배 교수는 SDSS 자료를 이용하여  $z < 0.01$ 인 국부 우주의 은하 5800여개의 형태 분류를 마치고 국부 우주에 있는 은하들의 생성과 진화에 연구를 수행하고 있다.

강혜성 교수는 은하단에서 발견되는 충격파에서 우주선의 가속과 비열적 복사에 관한 연구를 수행하였다. 2015년 1월에 네덜란드 Leiden에서 개최된 "Shock Acceleration: From the Solar System to Cosmology", 4월에 미국 Princeton 대학에서 개최된 "Accelerating Cosmic-Ray Comprehension", 6월에 미국 Minnesota 대학에서 개최된 "Nonthermal

Processes in Astrophysical Phenomena”, 8월에 미국 Honolulu에서 개최된 “제 29차 국제천문연맹 총회” 등에 참석하여 초청강연을 하거나 연구 결과를 발표하였다.

조현진(박사과정)은 우리은하 성간 난류의 성질을 연구하고 있으며, 서미라(박사과정)은 SDSS 데이터를 이용하여 왜소타원은하를 연구하고 있다. 박형욱(석사과정)은 SDSS 데이터를 이용하여 팽대부가 발달한 나선은하의 특성을 연구하고 있으며, 성현미는 극단적으로 얇은 원반의 구조를 연구하고 있다. 배현정(석사과정)은 SDSS 데이터를 이용하여 warped disk를 가진 나선은하의 특성을 연구하여 석사학위를 받았다.

### 3. 연구 시설

본과의 천문대에는 16인치 반사 망원경과, 14인치 슈미트 카세인 망원경, 6인치 굴절 망원경이 각각 독립된 돔에 설치되어 있고, 부대시설로는 CCD 카메라가 있어 학생들의 실습에 사용되고 있다. 또한 4인치부터 8인치에 이르는 소형 망원경들이 있어 학부생들의 관측 실습에 사용되고 있다. 본과는 총 8기의 계산용 워크스테이션을 보유하고 있다.

### 4. 국내외 연구논문

- Ann, H. B., Seo, M., & Ha, D. K., “Catalog of Visually Classified Galaxies in the Local ( $z < 0.01$ ) Universe”, 2015, ApJS, 217, 27
- Ann, H. B., Seo, M., & Ha, D. K., “Morphologies of  $z < 0.01$  SDSS-DR7 galaxies, 2015, VizieR Online Data Catalog
- Seo, M., & Ann, H. B., “Morphology and Structures of Nearby Dwarf Galaxies”, 2015, 29th General Assembly, IAU
- Ann, H. B. & Seo, M., “Morphology of Local Galaxies from SDSS”, 2015, PKAS, 30, 525
- Kang, H., “Nonthermal Radiation from Relativistic Electrons Accelerated at Spherically Expanding Shocks”, 2015, JKAS, 48, 9
- Kang, H., “Radio emission from weak spherical shocks in the outskirts of galaxy clusters”, 2015, JKAS 48, 155
- Kang, H., & Ryu, D., “Curved Radio Spectra of Weak Cluster Shocks”. 2015, ApJ, 809, 186
- Hong, S. E., Kang, H., & Ryu, D., “Radio and X-Ray Shocks in Clusters of Galaxies”, 2015, ApJ, 812, 49

- Kang, H., & Ryu, D., “Re-acceleration Model for Radio Relics with Spectral Curvature, 2016, ApJ, in press
- Kang, H., “Particle Acceleration in Supernova Remnants”, 2015, PKAS, 30, 545
- Kang, H., “Radio Spectra from Shock Accelerated Electrons in the Cluster Outskirts”, 2015, 29th General Assembly, IAU

## 서울대학교 물리·천문학부 천문학전공

### 1. 인적사항

서울대학교 물리·천문학부 천문학전공에서는 구분철, 이형목, 이명균, 박용선, 채종철, 임명신, 김웅태, 이정훈, 우종학, Masateru Ishiguro, 윤성철, Sascha Trippe 등 12명의 교수가 교육과 연구를 담당하고 있으며, 이정우 교수가 BK21플러스 연구교수로 근무하고 있다. 천문학전공 주임은 2015년에도 계속해서 김웅태 교수가 맡고 있으며, 임명신 교수는 창의연구 초기천체우주연구단 단장, 우종학 교수는 BK21 운영위원을 맡고 있다. 2015년 1학기에는 임명신 교수, 2학기에는 구분철, 박용선 교수가 연구년을 보냈다.

박사 후 연구원으로는 김재우, 김희일, 박형민, 이성국, 서현중, 손동훈, 전이슬, Marios Karouzos 박사가 근무하였다.

2015년 1학기에는 통합 7명, 석사1명, 2학기에는 통합 5명, 박사 1명이 입학하였다.

2015년 1학기에는 4명의 박사, 3명의 학사를 배출하였으며, 2학기에는 3명의 학사를 배출하였다. 학위를 받은 학생과 논문 제목은 아래와 같다.

#### 《 2015년 8월 학위 취득 》

##### ■ 박사

김용휘 (지도교수: 김웅태) Spiral-Induced Secular Evolution of the Gas in Disk Galaxies

손준비 (지도교수: 이명균) A Spectroscopic Study on the Sloan Digital Sky Survey Compact Groups

전이슬 (지도교수: 임명신) Selections of High Redshift Quasars with Multi-wavelength Data

정일교 (지도교수: 구분철) Radio and Infrared Studies of Supernova Remnants Interacting with Molecular Clouds

##### ■ 학사

윤미정, 코첼레바스베따, 이정환

#### 《 2016년 2월 학위 취득 》

##### ■ 학사

강주형, 안은지, 황성용

## 2. 학술 및 연구 활동

구본철 회원은 공동 연구자 및 지도학생들과 함께 초신성 및 초신성 잔해, 질량이 큰 항성의 생성 및 최종 진화, 우리 은하의 구조 등에 관한 연구를 수행하고 있다. 11월에는 워크숍 "IGRINS 2015: High Resolution Spectroscopy with IGRINS"를 텍사스 대학의 Jaffe 교수, 한국천문연구원의 이재준 회원과 함께 주관하였다. 11월 9-13일에 걸쳐 서울대학교에서 개최된 이번 워크숍에는 국내외 학자 및 대학원생 30여명이 참석하여 IGRINS를 활용한 관측 결과를 공유하고 공동 연구를 토의하였다. 지도학생 동정으로는 8월에 정일교 회원이 "Radio and Infrared Studies of Supernova Remnants Interacting with Molecular Clouds"라는 제목으로 박사학위를 수여하였으며, 조완기 회원은 11월에 결혼을 하였다. 미래기초과학핵심리더양성사업의 지원을 받고 있는 김현정 회원은 적외선 암흑운 G53.2 영역의 별생성에 관한 연구를 수행하고 있으며 5월에 Gemini 천문대를 방문하여 관측 연구를 수행하였다. 정부초청장학생 롬미디어가 본인의 연구팀에 합류하였다.

김웅태 회원은 공동 연구자들과 함께 은하 원반에 있는 성간물질의 역학적 진화 및 항성 원반의 비축대칭 구조물의 형성에 대한 연구를 계속하고 있다. 김웅태 회원은 김용휘 회원(박사과정)과 Elmegreen 박사(IBM)와 함께 자화된 나선팔 충격파의 꼬임불안정에 대한 선형해석을 통하여 자기장이 꼬임불안정을 상당히 안정화시킴을 보였으며, 중국 상해천문대의 공동연구자들과 함께 막대 나선은하의 중심부에 존재하는 핵고리의 크기가 막대의 패턴속도 및 팽대부의 밀도가 변함에 따라 어떻게 달라지는지 연구하였고, 오상훈(국가수리과학연구소), 이형목 회원과 함께 은하의 조석섭동에 기인하여 생성된 3차원 나선팔의 물리적 특성이 시간에 따라 어떻게 변하는지 연구하였다. 현재 김웅태 회원은 미래기초과학핵심리더 양성사업의 지원을 받고 있는 김정규 회원과 함께 별 형성 및 전리수소영역의 진화를 계산할 수 있는 복사유체 역학 코드를 개발하고 있으며, 서울대학교 학문후속세대 지원을 받고 있는 서우영 회원과 함께 핵고리에서 일어나는 별 형성 및 되먹임에 대한 3차원 연구를, 광성원 회원과 함께 '원반형 왜소 타원은하'가 갖고 있는 나선팔, 막대, 렌즈 등과 같은 비축대칭 구조물의 형성 기원에 대한 연구를, 최근에 복학한 임형목 회원과 함께 우리 은하 나선팔의 광역적 구조 및 이에 의한 기체의 반응에 대한 수치 연구를 수행하고 있다.

박용선 회원은 유형준 회원과 프레넬 렌즈를 대물렌즈로 쓰는 경량 망원경의 광학계를 연구하고 있다. 프레

넬 렌즈는 가볍고, 얇게 만들어서 말거나 접을 수 있기 때문에 반사형 우주 망원경의 유력한 대안이 될 수 있다. 광축으로 입사하는 빛과 비축으로 입사하는 빛에 대해 해석적인 방법으로 수차 분석을 수행하여 수차를 최소화하는 광학계를 설계하는 방법을 개발하였다. 박용선 회원은 또한 성간구름에서 나오는 암모니아 방출선이 속도장에 의해 초미세선의 세기가 변화하는 양상을 복사 전달 모형을 이용해서 연구하였다. 서울전파천문대는 냉각기 등의 고장으로 2015년은 가동하지 못했다.

우종학 회원은 4명의 석박사 학생과 3 명의 박사후 연구원과 함께 (1) 캘리포니아 대학과 MOU를 맺어 Lick 망원경을 이용한 3년 장기 관측 프로그램을 시작했으며 미시간 대학의 MDM 2.4미터와 1.3미터 망원경 및 레몬산망원경을 사용하여 분광 및 측광으로 빛의 메아리 효과를 이용한 블랙홀 질량 및 우주론 연구를 진행 중이다. (2) Gemini, VLT, Magellan 등에서 관측한 IFU자료를 이용하여 가스분출과 AGN 피드백에 관한 연구를 진행 중이다. (3) biconical outflow 모델 과 MC 시뮬레이션 및 SDSS자료를 이용한 통계적 연구를 진행 중이다. (4) 엑스선 찬드라 자료를 이용한 엑스선 공동에 관한 연구를 진행 중이다.

윤성철 회원은 현재 5명의 대학원 학생을 지도하고 있으며 별의 진화, 초신성, 그리고 별 내부의 핵합성 과정 등을 연구하고 있다. 2015년에는 주로 무거운 별의 쌍성계에서 만들어지는 초신성에 관한 연구에 관한 성과가 있었다. 김현정, 구본철 회원과 함께 Type Ib/c 형 초신성의 모체성 항성대기의 특성을 살피기 위해 non-LTE CMFGEN 코드를 사용하여 시뮬레이션을 하였고, 이들 초신성의 폭발 직전의 표면 성질과 그에 따른 모체성의 관측 가능성 등을 논의하였다. 프랑스의 L. Dessart박사와는 Type IIb/Ib/Ic형 초신성의 복사전달모델 시뮬레이션을 통하여 관측과 비교하는 연구를 수행하였다. 아울러 Publications of the Astronomical Society of Australia의 초청으로 Type Ib/c 초신성의 모체성을 주제로한 리뷰논문을 출판하였다. 또한, 독일의 N. Langer 회원과 함께 I Zwicky 18 은하에 해당하는 중원소 함량비를 고려한 무거운 별의 진화 및 그에 따른 암시를 연구하였고, 강지수 회원과 함께 연구한 매우 무거운 Population III 별에서 만들어지는 감마선 폭발 현상에 관한 논문이 출판되었다.

이명균 회원은 임성순 회원과 함께 국부은하군의 불규칙/별폭죽 은하인 IC10에 대한 성단탐사 연구를 수행하였다. 김태현 회원, Gadotti, Dimitri A., Sheth, Kartik, Athanassoula, E. 등과 함께 막대나선의 적외선 관측 자료를 분석하여 나선은하의 막대의 특성에 대한 연구를

수행하였다. 장인성 회원과 함께 TRGB방법을 사용하여 Ia형 초신성이 발견된 NGC 4089/NGC 5584의 거리를 측정하고, Ia형 초신성의 최대 광도에 대한 표준화를 개선하는 연구를 수행하였다. 이광호, 황호성 회원 등과 함께 Abell 2199 초은하단에 대한 WISE중적외선 자료를 분석하여 중적외선 푸른계곡(green valley)에 있는 은하들의 특성을 조사하는 연구를 수행했다. 손주비, 이종환, 구본철 회원 등과 M81/M82에 있는 초신성 잔해의 분광학적 특성을 조사하는 연구를 수행했다. 손주비, 황호성, 이광호 회원, M. Geller (cfa) 등과 함께 밀집은하군에 대한 분광 관측 연구를 수행하였다.

이정훈 회원은 2015년도에 총 5편의 논문을 *Astrophysical Journal*에 발표하였다. 그 중은 4편은 이정훈 회원이 제1저자이자 교신저자로 발표하였고 나머지 한편은 대학원학생인 심준섭 회원이 제1저자로 이정훈 회원은 교신저자로 발표하였다. 또한 스위스 제네바에서 열린 제28차 텍사스 상대론적 우주 심포지엄에 참석하여 구두발표를 하였다. 주요 연구 내용은 다음과 같다. 처녀자리 은하단의 동력학적 질량을 측정하는 새로운 방법론을 제시하고 이 방법론을 적용하였을 때 처녀자리 은하단의 동력학적 질량이 중력렌즈를 이용하여 잦 질량과 통계적으로 유의미한 차이가 나타남을 발견하고 이런 차이를 이용하여 중력법칙을 검증할 수 있음을 증명하였다. 국제공동연구를 통해 우주 공동의 모양사이의 상호관계의 존재를 최신 관측자료 분석을 통해 검증하고 우주 공동이 표준우주론에서 어떻게 진화되는지 설명하였고 공동 은하들이 필라멘트구조 안에 있을 때 그들의 광도와 필라멘트의 굵은 정도에 상호연관성이 있음을 관측자료 분석을 통해 입증하였다. 은하수에 가까운 은하군의 회전 반경을 측정하는 새로운 방법론을 제시하고 이 방법론을 NGC5353/4 은하군에 적용하여 바운드 위반이 있다는 관측적 증거를 제시하였다.

이형목 회원은 한국 중력파 연구진인 KGWG의 대표 역할을 수행하고 있으며 자료처리 분야의 다양한 연구를 수행하고 있다. KGWG는 LIGO Scientific Collaboration(LSC)의 공식 회원으로 서울대, 한양대, 부산대, 인제대, 국가수리과학연구소(NIMS), 한국과학기술정보연구원(KISTI) 등이 참여하고 있다. 특히 2010년부터 감도를 높이기 위한 업그레이드가 끝난 LIGO가 advanced LIGO(aLIGO로 약칭)이란 이름으로 2015년 9월 가동을 시작한 직후 최초의 중력파 직접 검출에 성공한 것이 2016년 2월 11일 전 세계에 동시에 발표되었다. 한국에서는 KGWG에 속한 14명이 중력파 발견 논문에 저자로 참여하였고 동반 논문 13개에도 참여하고 있다. 이형목 회원은 박다우(박사과정), 김정리(박사후 연구원)과 공동으로 구상 성단 내 블랙홀의 질량함수가 성단

의 역학적 진화와 장기적인 블랙홀의 유지 여부에 관한 상관관계를 연구하고 있다. 이형목 회원은 2015년 4월 6일 - 5월 8일 사이에 중국 베이징의 카블리 이론물리연구소에서 개최하는 'The Next Detectors for Gravitational Wave Astronomy'의 International Advisory Committee 멤버와 초청 연사로, 2015년 6월 21-26일 사이에 개최되는 제 11차 에도아르도 아말디 컨퍼런스의 조직위원장과 초청 연사로 활동하였다. 이형목 회원은 홍중석 회원(Indiana University)과 은하 중심부에서 블랙홀이 상호 작용에 의해 만들어지는 쌍성의 빈도와 특성에 대한 연구를 수행하였다. 이형목 회원은 김성진 회원(천문 연구원)을 비롯한 여러 명의 연구자들과 아카리의 NEP 영역에 대한 탐사 데이터를 이용해 별 탄생 역사에 대한 정보를 가지고 있다고 생각하는 중적외선 광도 함수에 대한 연구를 수행하였다. 이형목 회원은 서현중(천문연구원)회원 등 여러 명의 연구자들과 아카리의 NEP 영역 관측 데이터를 이용해 근적외선 배경 복사의 공간 요동 스펙트럼을 구함으로써 배경복사의 기원을 밝히고자 하였다. 이형목 회원은 김민규(서울대 박사과정) 회원, 천문 연구원, 일본의 ISAS/JAXA, 미국의 JPL 등 여러 연구기관에 속한 연구자들과 공동으로 CIBER 데이터를 분석하여 0.96-1.65  $\mu\text{m}$  사이의 은하의 퍼진 복사 스펙트럼을 측정함으로써 은하의 근적외선 복사가 주로 크기가 큰 성간 티끌이 별빛을 산란시켜 만들어내는 모형과 잘 일치함을 보였다.

임명신 회원은 한국연구재단 리더연구자사업(창의적 연구) 지원을 받고 있는 초기우주천체연구단을 이끌면서 퀘이사, 원시은하단, 타원은하, 감마선 폭발, 초신성 등 다양한 주제에 대한 연구를 수행하였다. 연구단에서 수행 중인 Infrared Medium-deep Survey자료를 바탕으로 김재우, 이성국, 현민희 회원 등과 함께 원시은하단 및 초은하단 후보들을, 전이슬, 김용정 회원과 함께 초기 우주 퀘이사 후보들에 대한 선별 및 분광관측 확인 연구를 진행하였다. 이들 후보천체들에 대한 후속관측을 칠레 Magellan 6.5m 망원경의 다천체 분광기 IMACS와 근적외선 분광기 FIRE, 그리고 맥도날드 천문대 2.1m 망원경의 CQUEAN을 이용하여 수행하였다. 그 결과  $z=0.91$ 에 있는 초은하단을 발견하였으며, 또한 분광관측을 통하여  $z=6$  초기우주에 있는 보통보기 퀘이사를 세계 3번째로 발견하였다. 이 퀘이사는 IMS J220417.92+011144.8(약자: IMS J2204+0111)라고 명명되었으며, 이 발견을 통해 초기우주의 재이온화에 퀘이사가 최대 약 10%정도 기여한다는 사실을 새로이 밝혀냈다. 또한 IMS 자료를 바탕으로 Karouzos회원과 함께 radio-AGN의 주변 환경 연구를 하였으며, radio-AGN의 기작원인이 환경적인 것이 아님을 밝혀냈고, 이 연구결과를 ApJ에 발표하였다. 임명신 회원은 홍주은 회원, 김민진 회원과 함



깨 밝은 퀘이사의 기작원인을 알아내기 위하여 우즈베키스탄 Maidanak 천문대 1.5m에 설치된 SNUCAM 등의 여러 시설을 이용하여 퀘이사 주변의 합병흔적을 보기 위한 깊은 영상관측을 수행하였고, 그 결과 밝은 퀘이사들은 은하합병을 통해 발전된다는 사실을 알아냈다. 그리고 전현성 회원, 이형목 회원 등과 함께 AKARI 우주 망원경을 이용하여 고적색이동 퀘이사의 H-alpha 선을 검출하는 데 세계최초로 성공하였고, 이를 통해 가까운 우주 퀘이사에서 유효한 scaling relation들이 초기우주에서도 유효하다는 중요한 사실을 알아냈다. 또한 강유진 회원과 함께 GOODS field들에서 수십 개의 원시은하단을 발견하였고, 이를 이용하여 LCDM 우주모델의 검증에 한 연구결과를 발표하였다. 이성국 회원, 김재우 회원, 현민희 회원, 윤용민 회원 등과 함께 IMS 및 기타 archive 자료를 이용하여 원시은하단 연구를 수행하였고, 이를 통해 초기우주에서는 환경에 따라 은하진화가 어떻게 변하는지 알아보았다. 그 결과  $z > 1$  초기우주에서는 환경의 영향보다 은하자체의 성질이 은하진화의 양상을 좌우한다는 흥미로운 사실을 밝혀냈다. 김도형 회원과 함께 은하진화를 규명하기 위한 고리역할을 하는 red quasar에 대한 연구를 진행하고 있다. AKARI 분광관측 자료를 사용하여 Brackett 선을 이용한 블랙홀 질량측정법을 개발하였음은 물론 type-1 퀘이사의 hot dust component의 온도가 기존에 알려진 1500K보다 낮은 1100K 정도라는 흥미로운 사실도 발견하였다. 또한 김도형 회원과 함께 붉은 AGN은 활동성이 매우 높은 AGN이며, 이는 붉은 AGN이 보통 AGN과 별형성 중인 은하의 징검다리를 하는 단계라는 사실을 알아냈다. 또한 tidal disruption 천체인 Swift J1644+57를 근적외선에서 장기간 관측하여 윤용민 회원과 함께 이 천체의 블랙홀 질량을 추정하여 tidal disruption 해석의 타당성을 검토하였으며, 현재 가까운 은하의 크기 변화와 주변환경 사이의 상관관계를 연구하고 있다. 임명신 회원은 김준호 회원, Karouzos 회원과 함께, KMTNet을 이용한 AGN의 시계열 관측연구를, 이상윤 회원과 함께 GRB 폭발 직후의 근적외선 스펙트럼의 변화를 이용하여 extremely long GRB의 afterglow와 prompt emission에 대한 연구를 수행하고 있다. 탁윤찬 회원과 함께 중력렌즈 천체에 대한 모델링 연구를 진행하고 있으며, SQUEAN을 이용한 medium-band reverberation mapping 연구도 시작하였다. 경희대학교 박수종 회원 등과 함께 고적색편이 퀘이사 관측을 위한 적외선 관측기기인 CQUEAN-II의 개선 작업을 완료하였으며 이를 SQUEAN으로 개칭하였다. SQUEAN은 50nm 파장폭을 갖는 medium-band filter 9개를 장착한 기기이며 이를 사용하면 초기우주천체의 스펙트럼 모양분석이 용이해졌다. 현재 이를 이용하여  $z=5$ 에 있는 퀘이사들에 대한 저분산 분광관측을 수행 중이다. 임명신 회원은 또한 호주 Siding Spring 천문대에

설치한 0.43m 반사망원경 Lee Sang Gak 망원경(LSGT)을 사용하여 NGC 2442 은하에서 터진 제1a형 초신성 SN 2015F의 폭발 순간을 포착하는 데 성공하였다. 특히 폭발순간에 나타나는 섬광신호를 검출하였고, 이로부터 SN 2015F의 progenitor star는 백색왜성과 보통 별로 이루어진 쌍성계일 가능성이 높다는 흥미로운 관측 증거를 제시할 수 있었다. 초신성 폭발순간의 동영상은 astronomy picture of the day (APOD) 등에 소개되었다. 최창수 회원, 임구 회원, 이상윤 회원, 박근우 회원 등과 함께 가까운 은하의 monitoring 관측 연구를 수행하였으며, 임구 회원은 이 자료를 이용하여 가까운 별형성 은하에 나타나는 은하합병 흔적을 연구 중에 있다. 그리고 임명신 회원은 준공 후 약 40년이 지난 서울대학교 제1 광학천문대의 재건축위원회 위원장으로 천문대의 재건축을 진행 중에 있다.

채종철 회원이 이끄는 태양천문학 그룹에는 1인의 연구교수(이정우 교수), 4인의 박사과정 학생(송동욱, 양희수, 조규현, 곽한나), 3인의 석사과정 학생(이겨래, 서민주, 강주형)이 있다. 2015년도에 연수연구원이던 박형민 박사는 현재 고흥청소년우주주체체험센터 우주활동부에서 일하고 있다. 태양 천문학 그룹은 미국 빅베어 태양 천문대의 1.6미터 태양 망원경(NST)의 고속영상태양분광기(FISS)를 이용한 관측 연구에 집중하고 있다. 이 관측 기기는 채종철 회원이 이끄는 서울대 태양 천문학 그룹과 한국 천문 연구원 태양 우주 환경 그룹이 공동 제작한 것이다. 2015년도에 논문으로 발표된 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 태양 흑점의 채층에서 일어나는 충격파 병합 현상을 발견하였다. 충격파 병합 현상은 흑점 본영의 3분 진동과 반영의 5분 진동, 피브릴 현상을 연결할 수 있는 물리적 고리를 제공하는 중요한 현상이다. 둘째, 중력으로 증화된 대기에서 충돌적 섭동에 의해 생성되는 음파는 주파수에 따라 그룹속도가 달라지는 분산파의 특성을 갖게 되므로, 시간이 어느 정도 흐르면 3분 진동현상으로 나타남을 이론적으로 보였다. 셋째, 작은 흑점 주변에 만들어진 미세한 전류 구조가 코로나 루프 밝아짐 현상과 긴밀한 연관이 있음을 보였다. 2016년도에는 NST, IRIS, ALMA 등의 다른 파장대의 첨단 망원경을 결합하여 태양 흑점 및 주변에서의 진동, 파동, 충격파 현상을 연구할 예정이다.

Masateru Ishiguro 회원의 태양계 천문학 연구팀은 혜성과 소행성을 연구하여 태양계의 진화 양상을 밝혀내려 하고 있다. 2015년에는 4개의 SCI 논문(주저자/책임저자 논문 2개 포함)을 발표했다. 주요 논문 주제는 다음과 같다.

(1) 양홍규 회원과 Masateru Ishiguro 회원은 황도광의 가시광 영역에서의 색과 반사율을 조사하여 각 유형

의 소행성 (C, S, X, B형) 및 혜성과 비교함으로써 행성 간 먼지의 기원에 관한 고찰을 실시하였다. 그 결과, 황도광으로 관측되는 행성 간 먼지의 90% 이상이 혜성으로부터 기원했다는 결론에 도달하였다. 또한, 황도광의 광학 특성이 성층권에서 채취되는 "chondritic porous IDPs"라는 먼지 입자와 비슷한 것을 발견하였는데, 이 입자 또한 혜성으로부터 기원하였다고 생각하고 있다. 이와 같이 광학 특성에 주목한 행성 간 티끌의 기원에 관한 연구는 본 연구가 세계 최초이다 (Yang & Ishiguro 2015).

(2) 209P/LINEAR 혜성은 2014년 5월 지구에 0.06 AU까지 접근하였는데, 이 궤도의 특성으로부터 미래의 유성우에 대한 모천체로 주목받고 있다. Masateru Ishiguro 회원을 중심으로 한 국제 연구 그룹은 209P/LINEAR에 대해 가시광 및 적외선 영역에서 측광, 분광, 편광 관측을 실시하여 이 천체에서 방출되는 먼지의 양과 혜성 핵 표면의 광학 특성을 조사하였다. 그 결과 먼지 방출량은 2-10 kg/s으로 추정되었는데, 이는 혜성 중에서도 매우 작은 값으로 상당히 고갈된 천체임을 알 수 있었다 (Ishiguro et al. 2015). 또한, 혜성 핵의 직선 편광 도는 태양 위상각 92-100도 부근에서 약 30%에 달하는 것을 알 수 있었고 Umov law를 이용하여 반사율 및 표면의 먼지 맨틀 입자의 크기에 대한 논의를 실시하였다 (Kuroda et al. 2015).

(3) 2P/Encke 혜성은 공전 주기가 3.3년으로 매우 짧으며, 알려진 혜성 중에서 가장 빈번하게 태양의 주위를 돌고 있는 천체이다. Masateru Ishiguro 회원이 참여하는 연구 그룹에서는 이 천체가 2003년에 근일점을 통과하였을 때 Spitzer 우주 망원경과 지상 광학 망원경으로 가시광 및 적외선 파장 영역에서 이미징 관측하여 혜성 핵의 자전과 태양 복사장에서의 먼지 입자의 운동을 분석하였고, 이로부터 먼지 입자 크기 및 방출 속도를 추정하였다. 그 결과 2P/Encke는 근일점 통과 후 10일 이내의 짧은 기간에 폭발적으로 총량  $10^9$ - $10^{10}$  kg의 먼지 입자를 방출하여 제트 구조 및 먼지 트레일을 형성하였다는 것을 밝혀내었다 (Sarugaku et al. 2015).

Sascha Trippe's group studied the physics of the central parsecs of active galactic nuclei (AGN). They conducted interferometric observations using the Korean VLBI Network (KVN) and the KVN and VERA Array (KaVA) within the frame of the Plasma-physics of Active Galactic Nuclei (PAGaN) project which is aimed at understanding the formation, colkimation, and propagation of AGN jets. Their group is part of the AGN Working Group of the Korean-Japanese KaVA Science Group, the East-Asian AGN working group, and the East-Asian

VLBI Network (EAVN) collaboration. Important scientific results have been (i) interferometric constraints on the presence of jets from Sagittarius A\*; (ii) a first kinematic analysis of two AGN with KaVA; and (iii) a first interferometric polarization study of seven AGN with KVN. In the year 2015, their work resulted in seven SCI(E) journal papers led by group members (in A&A, Can. J. Phys., and JKAS).

### 3. 발표논문

Algaba, JC; Zhao, GY; Lee, SS ; Byun, DY; Kang, SC; Kim, DW; Kim, JY; Kim, JS; Kim, SW; Kino, M; Miyazaki, A; Park, JH; Trippe, S; Wajima, K...More...Less, 2015, "INTERFEROMETRIC MONITORING OF GAMMA-RAY BRIGHT ACTIVE GALACTIC NUCLEI II: FREQUENCY PHASE TRANSFER", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 5, 237-255

Baek, G; Pak, S; Green, JD; Meschiari, S; Lee, JE; Jeon, Y; Choi, C; Im, M; Sung, HI; Park, WK, 2015, "COLOR VARIABILITY OF HBC 722 IN THE POST-OUTBURST PHASES", ASTRONOMICAL JOURNAL, 149, 2

Barth, Aaron J.; Bennert, Vardha N.; Canalizo, Gabriela; Filippenko, Alexei V.; Gates, Elinor L.; Greene, Jenny E.; Li, Weidong; Malkan, Matthew A.; Pancoast, Anna; Sand, David J.; and 20 coauthors including Woo, Jong Hak, 2015, "The Lick AGN Monitoring Project 2011: Spectroscopic Campaign and Emission-line Light Curves", ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, 217, 2

Bennert, VN; Treu, T; Auger, MW; Cosens, M; Park, D; Rosen, R; Harris, CE; Malkan, MA; Woo, JH, 2015, "A LOCAL BASELINE OF THE BLACK HOLE MASS SCALING RELATIONS FOR ACTIVE GALAXIES. III. THE M-BH-sigma RELATION", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 809, 1

Chae, J; Song, D; Seo, M; Cho, KS; Park, YD; Yurchyshyn, V, 2015, "DETECTION OF SHOCK MERGING IN THE CHROMOSPHERE OF A SOLAR PORE", ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 805, 2

Chae, J. and Goode, P., 2015, "Acoustic Waves Generated by Impulsive Disturbances in a Gravitationally Stratified Medium", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 808

Cho, K. -S.; Bong, S. -C.; Nakariakov, V. M.; Lim, E. -K.; Park, Y. -D.; Chae, J. C.; Yang, H. -S.; Park, H. -M.; Yurchyshyn, V., 2015, "INTENSITY AND DOPPLER VELOCITY OSCILLATIONS IN PORE ATMOSPHERES", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 802

Cho, Wankee, Kim, Jongsoo, Koo, Bon-Chul, 2015, "Dynamical Evolution of Supernova Remnants Breaking Through Molecular Clouds", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 2, 48, 139-154

Choi, N; Park, WK; Lee, HI; Ji, TG; Jeon, Y; Im, M; Pak, S, 2015, "A NEW AUTO-GUIDING SYSTEM FOR CQUEAN", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 48, 3, 177-185

De Pasquale, Massimiliano; Kuin, N. P. M.; Oates, S.; Schulze, S.; Cano, Z.; Guidorzi, C.; Beardmore, A.; Evans, P. A.; Uhm, Z. L.; Zhang, B.; and 30 coauthors including Im, M, 2015, "The optical rebrightening of GRB100814A: an interplay of forward and reverse shocks?", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 449, 1, 1024-1042

DeGraf, C; Di Matteo, T; Treu, T; Feng, Y; Woo, JH; Park, D, 2015, "Scaling relations between black holes and their host galaxies: comparing theoretical and observational measurements, and the impact of selection effects", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 454, 1, 913-932

Dessart, L; Hillier, DJ; Woosley, S; Livne, E; Waldman, R; Yoon, SC; Langer, N, 2015, "Radiative-transfer models for supernovae Iib:Ib:Ic from binary-star progenitors", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 453, 2, 2189-2213

Froebrich, D; Makin, SV; Davis, CJ; Gledhill, TM; Kim, Y; Koo, BC; Rowles, J; Eisloffel, J; Nicholas,

J; Lee, JJ; Williamson, J; Buckner, ASM...More...Less, 2015, "Extended H-2 emission line sources from UWISH2", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 454, 3, 2586-2605

Goto, Tomotsugu; Oi, Nagisa; Ohyama, Youichi; Malkan, Matthew; Matsuhara, Hideo; Wada, Takehiko; Karouzos, Marios; Im, Myungshin; Nakagawa, Takao; Buat, Veronique; Burgarella, Denis; Sedgwick, Chris; Toba, Yoshiki; Jeong, Woong-Seob; Marchetti, Lucia; Malek, Katarzyna; Koptelova, Ekaterina; Chao, Dani; Wu, Yi-Han; Pearson, Chris; Takagi, Toshinobu; Lee, Hyung Mok; Serjeant, Stephen; Takeuchi, Tsutomu T.; Kim, Seong Jin, 2015, "Evolution of mid-infrared galaxy luminosity functions from the entire AKARI NEP deep field with new CFHT photometry", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 452, 2, 1684-1693

Hong, J; Im, M; Kim, M; Ho, LC, 2015, "CORRELATION BETWEEN GALAXY MERGERS AND LUMINOUS ACTIVE GALACTIC NUCLEI", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 804, 1, -

Hong, Jongsuk; Lee, Hyung Mok, 2015, "Black hole binaries in galactic nuclei and gravitational wave sources", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 448, 754-770

Im, M; Choi, C; Kim, K, 2015, "LEE SANG GAK TELESCOPE (LSGT): A REMOTELY OPERATED ROBOTIC TELESCOPE FOR EDUCATION AND RESEARCH AT SEOUL NATIONAL UNIVERSITY", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 48, 4, 207-212

Im, Myungshin; Choi, Changsu; Yoon, Sung-Chul; Kim, Jae-Woo; Ehgamberdiev, Shuhrat A.; Monard, Libert A. G.; Sung, Hyun-II, 2015, "The Very Early Light Curve of SN 2015F in NGC 2442: A Possible Detection of Shock-heated Cooling Emission and Constraints on SN Ia Progenitor System", *ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES*, 221, 1, 22-30

Ishiguro, Masateru; Kuroda, Daisuke; Hanayama,

Hidekazu; Takahashi, Jun; Hasegawa, Sunao; Sarugaku, Yuki; Watanabe, Makoto; Imai, Masataka; Goda, Shuhei; Akitaya, Hiroshi; and 22 coauthors, 2015, "Dust from Comet 209P/LINEAR during its 2014 Return: Parent Body of a New Meteor Shower, the May Camelopardalids", ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 798, 2

Jang, IS; Lee, MG, 2015, "THE TIP OF THE RED GIANT BRANCH DISTANCES TO TYPE IA SUPERNOVA HOST GALAXIES. III. NGC 4038/39 AND NGC 5584", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 2

Jun, Hyunsung David; Im, Myungshin; Lee, Hyung Mok; Ohyama, Youichi; Woo, Jong-Hak; Fan, Xiaohui; Goto, Tomotsugu; Kim, Dohyeong; Kim, Ji Hoon; Kim, Minjin; Lee, Myung Gyoon; Nakagawa, Takao; Pearson, Chris; Serjeant, Stephen, 2015, "REST-FRAME OPTICAL SPECTRA AND BLACK HOLE MASSES OF  $3 < z < 6$  QUASARS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 806, 1

Kang, E; Im, M, 2015, "MASSIVE STRUCTURES OF GALAXIES AT HIGH REDSHIFTS IN THE GREAT OBSERVATORIES ORIGINS DEEP SURVEY FIELDS", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 1, 21-55

Kang, H., Kim, K.-T., Byun, D.-Y., Lee, S., Park, Y.-S., 2015, "Simultaneous Observation of Water and Class I Methanol Masers toward Class II Methanol Maser Sources", ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, 221

Karouzos, M; Woo, JH; Matsuoka, K; Kochanek, CS; Onken, CA; Kollmeier, JA; Park, D; Nagao, T; Kim, SC, 2015, "REST-FRAME UV SINGLE-EPOCH BLACK HOLE MASS ESTIMATES OF LOW-LUMINOSITY AGNs AT INTERMEDIATE REDSHIFTS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 815, 2

Kashikawa, N; Ishizaki, Y; Willott, CJ; Onoue, M; Im, M; Furusawa, H; Toshikawa, J ; Ishikawa, S; Niino, Y; Shimasaku, K; Ouchi, M; Hibon, P, 2015, "THE SUBARU HIGH-z QUASAR SURVEY: DISCOVERY OF FAINT  $z$  similar to 6 QUASARS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 798, 1

Kim, D; Im, M; Glikman, E; Woo, JH; Urrutia, T, 2015, "ACCRETION RATES OF RED QUASARS FROM THE HYDROGEN P beta LINE", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 812, 1

Kim, Dohyeong; Im, Myungshin; Kim, Ji Hoon; Jun, Hyunsung David; Woo, Jong-Hak; Lee, Hyung Mok; Lee, Myung Gyoon; Nakagawa, Takao; Matsuhara, Hideo; Wada, Takehiko; and 4 coauthors, 2015, "The AKARI 2.5-5.0  $\mu$ m Spectral Atlas of Type-1 Active Galactic Nuclei: Black Hole Mass Estimator, Line Ratio, and Hot Dust Temperature", ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, 216, 1

Kim, Dohyeong; Im, Myungshin; Glikman, Eilat; Woo, Jong-Hak; Urrutia, Tanya, 2015, "Accretion Rates of Red Quasars from the Hydrogen Pbeta Line", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 812, 1, 66-74

Kim, HJ; Yoon, SC; Koo, BC, 2015, "OBSERVATIONAL PROPERTIES OF TYPE Ib;c SUPERNOVA PROGENITORS IN BINARY SYSTEMS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 809, 2

Kim, Hyun-Jeong; Yoon, Sung-Chul; Koo, Bon-Chul, 2015, "Observational Properties of Type Ib;c Supernova Progenitors in Binary Systems", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 2, 809, 131-141

Kim, Hyun-Jeong; Koo, Bon-Chul; Davis, Christopher J., 2015, "STAR FORMATION ACTIVITY IN THE LONG, FILAMENTARY INFRARED DARK CLOUD G53.2", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 802

Kim, JW; Im, M; Lee, SK; Edge, AC; Wake, DA; Merson, AI; Jeon, Y, 2015, "LINKING GALAXIES TO DARK MATTER HALOS AT  $z$  similar to 1: DEPENDENCE OF GALAXY CLUSTERING ON STELLAR MASS AND SPECIFIC STAR FORMATION RATE", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 806, 2

Kim, JY; Trippe, S; Sohn, BW; Oh, J; Park, JH; Lee, SS; Lee, T; Kim, D, 2015, "PAGAN I: MULTI-FREQUENCY POLARIMETRY OF AGN JETS WITH KVN", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 5, 285-298

Kim, Seong Jin; Lee, Hyung Mok; Jeong, Woong-Seob; Goto, Tomotsugu; Matsuhara, Hideo; Im, Myungshin; Shim, Hyunjin; Kim, Min Gyu; Lee, Myung Gyoon, 2015, "Mid-infrared luminosity function of local star-forming galaxies in the North Ecliptic Pole-Wide survey field of AKARI", MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 454, 1573-1584

Kim, Taehyun; Sheth, Kartik; Gadotti, Dimitri A.; Lee, Myung Gyoon; Zaritsky, Dennis; Elmegreen, Bruce G.; Athanassoula, E.; Bosma, Albert; Holwerda, Benne; Ho, Luis C.; and 17 coauthors, 2015, "The Mass Profile and Shape of Bars in the Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies (S4G): Search for an Age Indicator for Bars", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 799, 1

Kim, Y; Kim, WT; Elmegreen, BG, 2015, "WIGGLE INSTABILITY OF GALACTIC SPIRAL SHOCKS: EFFECTS OF MAGNETIC FIELDS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 809, 1

Kim, Yongjung; Im, Myungshin; Jeon, Yiseul; Kim, Minjin; Choi, Changsu; Hong, Jueun; Hyun, Minhee; Jun, Hyunsung David; Karouzos, Marios; Kim, Dohyeong; 외 8명, 2015, "Discovery of a Faint Quasar at  $z \sim 6$  and Implications for Cosmic Reionization", ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 813, L35-L39

Kuroda, Daisuke; Ishiguro, Masateru; Watanabe, Makoto; Akitaya, Hiroshi; Takahashi, Jun; Hasegawa, Sunao; Ui, Takahiro; Kanda, Yuka; Takaki, Katsutoshi; Itoh, Ryosuke; and 17 coauthors, 2015, "Optical and Near-infrared Polarimetry for a Highly Dormant Comet 209P:LINEAR", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 814, 2

Le, HAN; Pak, S; Jaffe, DT; Kaplan, K; Lee, JJ; Im, M; Seifahrt, A, 2015, "Exposure time calculator for Immersion Grating Infrared Spectrograph: IGRINS", ADVANCES IN SPACE RESEARCH, 55, 11, 2509-2518

Lee, GH; Hwang, HS; Lee, MG; Ko, J; Sohn, J; Shim, H; Diaferio, A, 2015, "GALAXY EVOLUTION IN THE MID-INFRARED GREEN VALLEY: A CASE OF

THE A2199 SUPERCLUSTER", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 800, 2

Lee, J; Choi, YY, 2015, "DETECTION OF THE VELOCITY SHEAR EFFECT ON THE SPATIAL DISTRIBUTIONS OF THE GALACTIC SATELLITES IN ISOLATED SYSTEMS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 799, 2

Lee, J; Hoyle, F, 2015, "AN OBSERVATIONAL SIGNAL OF THE VOID SHAPE CORRELATION AND ITS LINK TO THE COSMIC WEB", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 803, 1

Lee, J; Kim, S; Rey, SC, 2015, "A BOUND VIOLATION ON THE GALAXY GROUP SCALE: THE TURN-AROUND RADIUS OF NGC 5353:4", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 815, 1

Lee, J; Kim, S; Rey, SC, 2015, "A NEW DYNAMICAL MASS MEASUREMENT FOR THE VIRGO CLUSTER USING THE RADIAL VELOCITY PROFILE OF THE FILAMENT GALAXIES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 2

Lee, MG; Sohn, J; Lee, JH; Lim, S; Jang, IS; Ko, Y; Koo, BC; Hwang, N; Kim, SC; Park, BG, 2015, "OPTICAL SPECTROSCOPY OF SUPERNOVA REMNANTS IN M81 AND M82", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 804, 1

Lee, SK; Im, M; Kim, JW; Lotz, J; McPartland, C; Peth, M; Koekemoer, A, 2015, "EVOLUTION OF STAR FORMATION PROPERTIES OF HIGH-REDSHIFT CLUSTER GALAXIES SINCE  $z=2$ ", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 810, 2

Lee, SS; Kang, S; Byun, DY; Chapman, N; Novak, G; Trippe, S; Algaba, JC; Kino, M, 2015, "FIRST DETECTION OF 350 MICRON POLARIZATION FROM A RADIO-LOUD AGN", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 808, 1

Lee, T; Trippe, S; Oh, J; Byun, DY; Sohn, BW; Lee, SS, 2015, "A SEARCH FOR AGN INTRA-DAY VARIABILITY WITH KVN", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 5, 313-323

Lee, YH; Koo, BC; Moon, DS; Lee, JJ, 2015, "NEAR-INFRARED EXTINCTION DUE TO COOL SUPERNOVA DUST IN CASSIOPEIA A", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 808, 1

Li, Z; Shen, JT; Kim, WT, 2015, "HYDRODYNAMICAL SIMULATIONS OF NUCLEAR RINGS IN BARRED GALAXIES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 806, 2

Lim, S; Lee, MG, 2015, "THE STAR CLUSTER SYSTEM IN THE LOCAL GROUP STARBURST GALAXY IC 10", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 804, 2

Matsuoka, K; Woo, JH, 2015, "FAR-INFRARED AND ACCRETION LUMINOSITIES OF THE PRESENT-DAY ACTIVE GALACTIC NUCLEI", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 1

Miller, BP; Gallo, E; Greene, JE; Kelly, BC; Treu, T; Woo, JH; Baldassare, V, 2015, "X-RAY CONSTRAINTS ON THE LOCAL SUPERMASSIVE BLACK HOLE OCCUPATION FRACTION", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 799, 1

Myungshin Im, Changsu Cho, Sung-Chul Yoon, Jae-Woo Kim, Shuhrat A. Ehgamberdiev, Libert A. G. Monard, Hyun-Il Sung, 2015, "The Very Early Light Curve of SN 2015F in NGC 2442: A Possible Detection of Shock-heated Cooling Emission and Constraints on SN Ia Progenitor System", ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, 211, 1

Oh, J; Trippe, S; Kang, S; Kim, JY; Park, JH; Lee, T; Kim, D; Kino, M; Lee, SS; Sohn, BW, 2015, "PAGAN II: THE EVOLUTION OF AGN JETS ON SUB-PARSEC SCALES", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 5, 299-311

Oh, SH; Kim, WT; Lee, HM, 2015, "PHYSICAL PROPERTIES OF TIDAL FEATURES OF INTERACTING DISK GALAXIES: THREE-DIMENSIONAL SELF-CONSISTENT MODELS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 1

Oh, SH; Kim, WT; Lee, HM, 2015, "PHYSICAL PROPERTIES OF TIDAL FEATURES OF

INTERACTING DISK GALAXIES: THREE-DIMENSIONAL SELF-CONSISTENT MODELS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 1

Park, D; Woo, JH; Bennert, VN; Treu, T; Auger, MW; Malkan, MA, 2015, "COSMIC EVOLUTION OF BLACK HOLES AND SPHEROIDS. V. THE RELATION BETWEEN BLACK HOLE MASS AND HOST GALAXY LUMINOSITY FOR A SAMPLE OF 79 ACTIVE GALAXIES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 799, 2

Park, JH; Trippe, S; Krichbaum, TP; Kim, JY; Kino, M; Bertarini, A; Bremer, M; de Vicente, P, 2015, "No asymmetric outflows from Sagittarius A(star) during the pericenter passage of the gas cloud G2", ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 576

Sarugaku, Yuki; Ishiguro, Masateru; Ueno, Munetaka; Usui, Fumihiko; Reach, William T., 2015, "INFRARED AND OPTICAL IMAGINGS OF THE COMET 2P/ENCKE DUST CLOUD IN THE 2003 RETURN", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 804

Seo, HJ; Lee, HM; Matsumoto, T; Jeong, WS; Lee, MG; Pyo, J, 2015, "AKARI OBSERVATION OF THE SUB-DEGREE SCALE FLUCTUATION OF THE NEAR-INFRARED BACKGROUND", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 2

Seok, JY; Koo, BC; Hirashita, H, 2015, "DUST COOLING IN SUPERNOVA REMNANTS IN THE LARGE MAGELLANIC CLOUD", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 1

Seong Jin Kim; Hyung Mok Lee; Woong-Seob Jeong; Tomotsugu Goto; Hideo Matsuhara; Myungshin Im; Hyunjin Shim; Mingyu Kim; Myung-Gyoon Lee, 2015, "mid-infrared luminosity function of local star-forming galaxies in the North Ecliptic Pole-Wide field survey of AKARI", MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 454, 1573-1585

Shim, J; Lee, J; Hoyle, F, 2015, "AN OBSERVATIONAL DETECTION OF THE BRIDGE EFFECT OF VOID FILAMENTS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 815, 2

Sohn, Jubee; Hwang, Ho Seong; Geller, Margaret

J.; Diaferio, Antonaldo; Rines, Kenneth J.; Lee, Myung Gyoon; Lee, Gwang-Ho, 2015, "Compact Groups of Galaxies with Complete Spectroscopic Redshifts in the Local Universe", Journal of the Korean Astronomical Society, 48, 6, 381-398

Song, D; Chae, J; Park, S; Cho, KS; Lim, EK; Ahn, K; Cao, W, 2015, "DETECTION OF A FINE-SCALE DISCONTINUITY OF PHOTOSPHERIC MAGNETIC FIELDS ASSOCIATED WITH SOLAR CORONAL LOOP BRIGHTENINGS", ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 810, 2

Yoon, Sung-Chul; Kang, Jisu; Kozyreva, Alexandra, 2015, "Can very massive population III stars produce a super-collapsar?", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 802, 1

Szecei, D; Langer, N; Yoon, SC; Sanyal, D; de Mink, S; Evans, CJ; Dermine, T, 2015, "Low-metallicity massive single stars with rotation Evolutionary models applicable to I Zwicky 18", ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 581,

Trippe, Sascha, 2015, "AGN BROAD LINE REGIONS SCALE WITH BOLOMETRIC LUMINOSITY", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 3, 203-206

Trippe, Sascha, 2015, "The ""graviton picture"": a Bohr model for gravitation on galactic scales?", CANADIAN JOURNAL OF PHYSICS, 93, 213-216

Woo, JH; Yoon, Y; Park, S; Park, D; Kim, SC, 2015, "THE BLACK HOLE MASS-STELLAR VELOCITY DISPERSION RELATION OF NARROW-LINE SEYFERT 1 GALAXIES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 801, 1

Yang, HG; Ishiguro, M, 2015, "ORIGIN OF INTERPLANETARY DUST THROUGH OPTICAL PROPERTIES OF ZODIACAL LIGHT", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 813, 2

Yoon, Sung-Chul, 2015, "Evolutionary Models for Type Ib/c Supernova Progenitors", PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF AUSTRALIA, 32

Yoon, Y; Im, M; Jeon, Y; Lee, SK; Choi, P; Gehrels, N; Pak, S; Sakamoto, T ; Urata, Y, 2015, "HOST GALAXY PROPERTIES AND BLACK HOLE MASS OF SWIFT J164449.3+573451 FROM MULTI-WAVELENGTH LONG-TERM MONITORING AND HST DATA", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 808, 1

## 세종대학교 천문우주학과

### 1. 인적사항

세종대학교 천문우주학과에는 강영운, 이희원, 성환경, 이재우, 채규현, 김성은, M. van Putten, G. Rossi 총 8 명의 전임교원이 재직하고 있으며, 연구교수로 A. Yuschenko박사가 재직하고 있다. 천문우주학과와 물리학과와의 통합으로 2015년도부터 학부 신입생의 모집단위가 천문우주학과에서 물리천문학과로 변경되어 되었다. 당분간 천문우주학과와 물리천문학과가 함께 존재하는 2원 체제가 유지될 것이다.

지난 8월에는 허현오 회원이 박사학위를 받고, 세종대학교에서 박사후 연구원으로 재직하고 있다. 박사과정에는 P. Rittipruk, 공인택, 윤소영이 있으며, 석·박 통합과정에는 허정은, 석사과정에는 이대섭, 김도일, 최두현이 재학하고 있다.

### 2. 연구 및 학술활동

강영운 회원은 대·소마젤란은하에 있는 식쌍성의 물리량을 연구하고 있다. 측광자료를 이용한 마젤란은하 내 식쌍성의 장축운동과 분광자료를 이용한 쌍성의 화학 조성비를 연구하고 있다.

이희원 회원은 공생별과 어린 행성상성운에서 질량 손실 과정과 질량 이동 과정과 활동성은하핵에서 복사 전달을 연구하고 있다. 이희원 회원은 2015년 6월부터 칠레 Gemini-South Observatory에 재직 중인 Rodolfo Angeloni 박사, Las Campanas Observatory에 재직 중인 Francesco Di Mille 박사, Universidad de Catolica에 재직 중인 Tali Palma 박사와 함께 한국-칠레 협력 연구 사업을 추진하고 있다. 공생별과 행성상성운의 고분산 분광 및 고속 측광 연구 분야에서 협력 연구를 수행 중에 있으며, 석박사 통합 과정의 허정은 회원, 석사과정의 장석준, 홍채린 회원과 학부생 이영민 학생이 연구 활동에 참여하고 있다. 장석준 회원과 활동성은하핵의 통일 모형에서 라이먼 알파선의 복사전달을 한국천문연구원 양유진 박사와 함께 연구하고 있으며 수소 원자의 정확한 산란단면적 계산을 적용하여 초기 우주의 재이온화 과정과 관련된 복사 전달 연구를 수행하고 있

다. 석박사 통합 과정의 허정은 회원은 2016년 2월부터 한-칠레 협력 연구 사업의 지원을 받아 Gemini-South 천문대에서 방문 연구 중에 있으며 2016년 12월까지 체류하면서 관측 자료 획득, 처리 및 분석 활동을 할 것이다.

성환경 회원은 카시오페이아자리에 있는 젊은 산개성단 IC 1805의 중적외선 Spitzer/ IRAC와 MIPS 자료의 측광을 수행하여 중적외선 초과가 있는 전주계열성을 선정하였고, 가시광 자료 및 Chandra X-선 자료와 함께 종합적으로 분석하여 그 중간결과를 천문학회 가을 학술대회에서 발표하였고, 전체 결과를 학술지에 게재할 준비를 하고 있다. 한국천문연구원 임범두 박사, 세종대학교 허현오 박사, 이상훈 회원, 호주국립대학교 M. S. Bessell 교수와 애리조나 대학 Steward 천문대의 김진영 연구원, 한국천문연구원 박병곤, 천무영 연구원, 과천과학관의 이강환 박사와 함께 세종 산개성단 전천탐사 관측연구 (Sejong Open cluster Survey - SOS)를 수행하고 있으며, 2015년 11월부터 한국연구재단의 지원으로 SOS 과제의 일환인 “남반구 젊은 산개성단의 전천 탐사 관측”은 진행하고 있다. 임범두 박사와 함께 젊은 산개성단 NGC 1624와 NGC 1931에 대한 연구를 수행하여 미국천문학회지에 게재하였으며, 쌍둥이자리의 전리수소 영역 Sh 2-255~257의 별 탄생 활동에 대한 연구결과는 한국천문학회지에 게재하였다. 또 국제천문연맹 총회와 함께 개최된 IAU Symposium 316에서 임범두 박사와 SOS 연구의 중간결과를 발표하였다. 박사과정의 허현오 회원과 함께 starburst type cluster인 Westerlund 2의 거리, 나이 및 초기질량함수 등에 대한 연구결과를 영국 왕립천문학회지에 게재하였다. 허현오 회원은 Westerlund 2에 대한 연구와  $\eta$  Carina 성운에 있는 젊은 산개성단에 대한 측광연구로 2015년 8월 박사학위를 취득하였다. 박사학위논문의 제목은 “A Deep Optical Photometric Study of the Massive Young Open Clusters in the Sagittarius-Carina Spiral Arm”이다. 박사학위 취득 후 세종대학교에서 학위논문 연구 결과를 학술지에 게재하기 위해 준비를 하면서 박사후 연구원으로 국외로 나갈 준비를 하고 있다. 석사과정의 이상훈 회원과 함께 Steward 천문대 Kuiper 61인치 망원경 Mont4k CCD 측광시스템의 특성조사와 이 CCD로 관측한 젊은 산개성단 NGC 2169에 대한 연구를 수행하고 있으며, 대전과학고등학교 교사 최동렬과 함께  $\delta$  세페이드 변광성이 3개나 있는 중년 산개성단 NGC 7790에 대한 측광연구도 수행하였다.

이재우회원은 지난 10년간 칠레의 세로토물로 미국립천문대 망원경을 이용한 확장 스트림그렌 협대역 측광 관측을 수행하였다. 이재우회원의 측광자료는 CaII H&K와 스트림그렌 측광계 이외에 이재우회원이 새로 고안한

CN38의 흡수선 세기를 측정하기 위한 JWL39측광계를 포함한다. 협대역 측광자료와 분광자료를 바탕으로 특이 구상성단 M22의 다중종족에 대한 지금까지 존재하는 가장 포괄적인 화학적, 형태학적, 운동학적 연구를 수행하였다. M22의 다중종족을 설명하기 위한 가장 적절한 방법은 M22는 외부은하의 환경에서 두 구상성단 또는 구상성단과 원시은하의 핵이 병합되고 후에 우리은하에 병합되어 형성되었다는 것이다. 이는 우리은하에 존재하는 특이구상성단의 형성을 설명하는 새로운 접근방식이 될 것이며, 이러한 성질을 갖는 구상성단들을 추가로 찾아내기 위한 작업을 수행하고 있다. M22에 대한 연구결과는 Astrophysical Journal Supplement에 발표하였다 (Lee 2015). 이재우회원은 구상성단의 적색거성에 대한 새로운 분광학적 분석법에 대한 연구를 수행하였다. Local thermodynamic equilibrium을 가정한 항성 분광학 연구에서 천체의 표면중력을 체계적으로 결정하는 방법을 고안하여 M22의 다중종족에 대한 중금속함량을 재결정하였다. 이 연구결과에 대한 논문은 Astrophysical Journal Supplement에 게재 요청하여 현재 논문심사중에 있다.

G. Rossi has been working on several topical aspects in theoretical, numerical, and observational cosmology and the large-scale structure of the Universe, with a special focus on the Lyman-Alpha forest and on cosmological neutrinos using the SDSS survey. In particular, Rossi et al. (2015) presented world-leading constraints on the amount of dark radiation in the Universe, and on the absolute neutrino mass scale and type of hierarchy. Their results rule out the possibility of a sterile neutrino thermalized with active neutrinos - confirming the validity of the standard cosmological model with the highest confidence level to date. Those tightest upper limits on the total neutrino mass received considerable media attention, as the 2015 Nobel prize in Physics was assigned for the confirmation that neutrinos are massive particles. G. Rossi is the lead scientist for Sejong University of the SDSS-IV collaboration, which he was able to join thanks to a new NRF-SGER grant. This membership has opened a new international channel, that has attracted and motivated several students to enroll into the master and Ph.D program in Astronomy at Sejong University. G. Rossi has recently formed a new cosmology group focused on the SDSS-IV, currently made of two graduate students and two senior



undergraduates - all actively involved in the SDSS-IV. The students were also able to attend for the first time an SDSS-IV international meeting in Madrid, along with some national meetings and schools in cosmology and computer science in 2015. In Fall 2015, G. Rossi has opened a new graduate course entitled 'Dark Energy and The Cosmic Web', which is timely given the rushing activity in dark energy science. Since last January 2015, he has presented results of his research in several national and international conferences and meetings (10), and gave a total of 14 invited colloquia and seminar talks.

### 3. 연구 및 교육시설

세종대학교가 보유하고 있는 가장 중요한 관측시설은 76cm 반사망원경이다. 곤지암으로 이전·설치한 2012년 이후 망원경의 정상화를 위해 노력하고 있는데, (주)에스엘랩에 의뢰하여 망원경의 부경부를 수리하였으며 2015년부터 2~3년에 걸쳐 망원경의 구동 및 제어부를 대대적으로 수리할 계획을 수립하였다. 곤지암관측소에는 40cm 반사망원경이 설치되어 있지만 지난 수년간 사용 실적이 전무한 상태이다.

학부학생들의 관측실습은 교내 영실관 옥탑의 간이관측소에 설치되어 있는 11인치 반사망원경 및 다수의 소형 굴절망원경을 이용하고 있다. 또 SRT 소형 전파망원경으로 사용하여 전파관측 실습을 하고 있다. 학생들의 컴퓨터 교육을 위해 천문계산실에 총 18대의 PC를 구비하고 있으며, Linux/Windows 운영환경을 제공하고 있다. 학부생의 취미 및 장래 진로를 위해 학과 내에 천문관측동아리 AJA와 컴퓨터 프로그래밍 동아리 ASC가 학생들의 자발적인 활동으로 활발하게 유지·운영이 되고 있으며, 졸업생의 취업에 많은 기여를 하고 있다.

### 4. 연구논문

최동렬, 김희수, 임범두, 성환경, 2015, 한국지구과학회지, 36권 7호 661-673쪽 (JKESS, 36, 661) "NGC 7790의 UBV CCD 측광 (UBV CCD Photometry of NGC 7790)"

Ahn, Sang-Hyeon, Lee, Hee-Won 2015, JKAS, 48, 195 "Polarization of Lyman alpha Emergent from a Thick Slab of Neutral Hydrogen"

Alam, S., Albareti, F., Allende Prieto, C. et al. (2015), ApJS, 219, 12, "The Eleventh and Twelfth Data Releases of the Sloan Digital Sky Survey: Final Data from SDSS-III"

An, Deokkeun, Terndrup, Donald M., Pinsonneault, Marc H., Lee, Jae-Woo, 2015, ApJ, 811, 46 "The Distances to Open Clusters from Main-sequence Fitting. V. Extension of Color Calibration and Test Using Cool and Metal-rich Stars in NGC 6791"

Aubourg, E., Bailey, S., Bautista, J. E. et al. (2015), Phys. Rev. D, 92, 123516,

"Cosmological implications of baryon acoustic oscillation (BAO) measurements"

Bach, Kiehunn; Lee, Hee-Won, 2015, MNRAS, 446, 264 "Accurate Lyalpha scattering cross-section and red damping wing in the reionization epoch"

Bautista, J. E., Bailey, S., Font-Ribera, A. et al. (2015), JCAP 5, 060, "Mock quasar-Lyman-Alpha forest datasets for the SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey"

Chae, Kyu-Hyun, Gong, In-Taek, 2015, MNRAS, 451, 1719 "Testing modified Newtonian dynamics through statistics of velocity dispersion profiles in the inner regions of elliptical galaxies"

Chang, Seok-Jun; Heo, Jeong-Eun; Di Mille, Francesco; Angeloni, Rodolfo; Palma, Tali; Lee, Hee-Won, 2015, ApJ, 814, 98 "Formation of Raman Scattering Wings around H alpha, H beta, and Pa alpha in Active Galactic Nuclei"

Delubac, T., Bautista, J. E., Busca, N. et al. (2015), A&A, 574, A59, "Baryon Acoustic Oscillations in the Lyman-Alpha forest of BOSS DR11 quasars"

Heo, Jeong-Eun, Lee, Hee-Won, 2014, JKAS, 48, 105, "Accretion Flow and Disparate Profiles of Raman Scattered O VI 1032, 1038 in the Symbiotic Star V1016 Cygni"

Guo, H., Zheng, Z., Jing, Y.P. et al. (2015), MNRAS 449, L95, "Modeling the redshift-space three-point correlation function in SDSS-III"

Hur, H., Park, B.-G., Sung, H., Bessell, M. S., Lim, B., Chun, M.-Y., & Sohn, S. T. 2015, MNRAS, "Reddening, distance, and stellar content of the young open cluster Westerlund 2"

Lee, Jae-Woo, 2015, ApJS, 219, 7 "Multiple Stellar Populations of Globular Clusters from Homogeneous Ca by Photometry. I. M22 (NGC 6656)" Lim, B., Sung, H., Bessell, M. S., Kim, J. S., Hur, H. & Park, B.-G. 2015, AJ, 149, 127 "The Sejong Open Cluster Survey (SOS). IV. The Young Open Clusters NGC 1624 and NGC 1931"

Levington, A., van Putten, M. H. P. M., Pick, G.

2015, ApJ, 812, 124 “Broadband Extended Emission in Gravitational Waves from Core-collapse Supernovae”

Lim, B., Sung, H., Hur, H., Lee, B.-C., Bessell, M. S., Kim, J. S., Lee, K.-H. Park, B.-G., Jeong, G. 2015, JKAS, 48, 343 “Sejong Open Cluster Survey (SOS) - V. The Active Star Forming Region Sh 2-255-257”

Lim, D., Han, S.-I., Lee, Y.-W., Roh, D.-G., Sohn, Y.-J., Chun, S.-H., Lee, J.-W., & Johnson, C. I. 2015, ApJS, 216, 19, “Low-resolution Spectroscopy for the Globular Clusters with Signs of Supernova Enrichment: M22, NGC 1851, and NGC 288”

Meixner, M., Panuzzo, P., Roman-Duval, J., Engelbracht, C., Babler, B., Seale, J., Honny, S., Montiel, E., Sauvage, M., Gordon, K., Misselt, K., Okumura, K., Chantial, P., Beck, T., Bernard, J.-P., Bolatto, A., Bot, C., Boyer, M. L., Carlson, L. R., Clayton, G. C., Chen, C.-H. R., Cormier, D., Fukui, Y., Galametz, M., Galliano, F., Hora, J. L., Hughes, A., Indebetouw, R., Israel, F. P., Kawamura, A., Kemper, F., Kim, S., Kwon, E., Lebouteiller, V., Li, A., Long, K. S., Madden, S. C., Matsuura, M., Muller, E., Oliveira, J. M., Onishi, T., Otsuka, M., Paradis, D., Poglitsch, A., Reach, W. T., Robitaille, T. P., Rubio, M., Sargent, B., Sewilo, M., Skibba, R., Smith, L. J., Srinivasan, S., Tielens, A. G. G. M., van Loon, J. Th., Whitney, B., 2015, AJ, 146, 62, “The HERSCHEL Inventory of The Agents of Galaxy Evolution in the Magellanic Clouds, a Herschel Open Time Key Program”

Myers, A.D., Palanque-Delabrouille, N., Prakash, A. et al. (2015), ApJS, 221, 27, “The extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: quasar target selection”

Palanque-Delabrouille, N., Yeche, C., Baur, J., Magneville, C., Rossi, G. et al. (2015), JCAP, 11, 011, “Neutrino masses and cosmology with Lyman-Alpha forest power spectrum”

Palanque-Delabrouille, N., Yeche, Lesgourgues, J., Rossi, G. et al. (2015), JCAP, 2, 045, “Constraint on neutrino masses from SDSS-III/BOSS Lyman-Alpha forest and other cosmological probes”

Rossi, G., Palanque-Delabrouille, N., Yeche, C. & Lesgourgues, J. (2015), Phys. Rev. D 92, 063505, “Constraints on dark radiation from cosmological probes”

Rossi, G. 2015, Publication of Korean Astronomical Society, 30, 321, “Cosmology with massive neutrinos: challenges to the standard LCDM paradigm”

van Putten, M. H. P. M. 2015, IJMPD, 24, 3 “A holographic bound on the total number of computations in the visible universe”

van Putten, M. H. P. M. 2015, MNRAS, 447, 11 “Extreme luminosities in ejecta produced by intermittent outflows around rotating black holes”

van Putten, M. H. P. M. 2015, MNRAS, 450, 48 “Accelerated expansion from cosmological holography”

van Putten, M. H. P. M. 2015, ApJ, 810, 7 “Near-extremal Black Holes as Initial Conditions of Long GRB Supernovae and Probes of Their Gravitational Wave Emission”

Yushchenko, A. V., Gopka, V. F., Kang, Young-Woon, Kim, Chulhee, Lee, Byeong-Cheol, Yushchenko, V. A., Dorokhova, T. N., Doikov, D. N., Pikhitsa, P. V., Hong, Kyeongsoo, Kim, Sungeun, Lee, Jae-Woo, Rittipruk, P., 2015, AJ, 149, 59 “The Chemical Composition of  $\rho$  Puppis and the Signs of Accretion in the Atmospheres of B-F-Type Stars”

## 연세대학교 천문우주학과

### 1. 인적사항

본 학과는 2016년 3월 현재, 교수진 11 명(이영욱, 변용익, 김용철, 김석환, 박상영, 손영종, 이석영, 윤석진, 정애리, 박찬덕, 지명국)과 명예교수진 3명(나일성, 천문석, 최규홍), 그리고 연세-KASI 학연협력 객원교수진 3명(조세형, 손봉원, 변도영)으로 구성되어 있다. 학과 및 천문대 소속의 박사 후 전문 연구원 7명, 대학원 석박사 통합과정 20 명, 박사과정 21 명, 석사과정 20 명, 그리고, 학부생 150 여 명으로 구성되어 있다. 3년 전부터 연세대학교 차원에서 진행되고 있는 정책으로, 학부 1학년 신입생들은 모두 인천 국제캠퍼스에서 1년간 기숙사 생활을 하면서 Residential College 교육을 받고 있다.

학과 교수진의 활동을 요약하면 다음과 같다. 손영종 회원은 2015년 3월 부로 2년 임기의 학과장직을 수행하며 학과를 이끌고 있다. 이영욱 회원은 한국연구재단 선도연구센터육성사업(SRC)의 지원으로 연세대 교책연구소로 설립된 은하진화연구센터의 센터장을 역임하고 있다. 박상영 회원은 2015년 3월 부터 연세대학교 천문대장을 역임하고 한국우주과학회의 이사로 활동하고 있다. 이석

영 회원은 BK21 Plus 지구-천문-대기 사업단장 및 대학원 주임교수로 봉사하고 있으며 천문학회지와 천문학 논총의 편집위원으로 활동하고 있다. 정애리 회원은 한국천문학회 학술위원회 위원으로 활동하고 있다. 박찬덕 회원은 2014년 1월부터 한국우주과학회에서 발행하는 학술지 Journal of Astronomy and Space Science (JASS)의 편집위원으로 활동하고 있다.

본 학과는 역량있는 천문우주학 전공의 박사들을 배출해내는 교육기관으로서의 책임을 다하고 있으며, 2015년 8월에는 이재현 회원(지도교수 이석영)이, 2016년 2월에는 김성우 회원(지도교수 박상영), 그리고 임동욱 회원(지도교수 이영욱)이 박사학위를 받았다. 또한 본 학과에는 학과 및 천문대 소속의 7명의 박사후 연구원(박기훈, 정철, Mario Pasquato, 김학섭, 김수영, 장서원, Rory Smith)들이 활발한 연구 활동을 펼치고 있다.

## 2. 연구 및 학술 활동

이영욱 회원은 주석주(천문연), 정철 회원과 함께 우리 은하 별지의 double red clump 현상과 X-shape 구조에 대한 새로운 다중항성종족 모델을 제시하여 국제학계에 큰 반향을 일으키고 있고, 한상일(천문연), 임동욱, 홍승수 회원과는 특이 구상성단과 우리 은하 별지의 du Pont 2.5m 협대역 측광 및 저해상도 분광관측 연구, 장소희 회원과는 우리 은하 구상성단계와 Local Group 왜소은하들의 오랜 난제인 오스터호프 이분법의 기원과 RR Lyrae 변광성을 이용한 거리측정 연구를, 조혜진 회원과는 coma 은하단 내 조기형은하의 구상성단계 연구, 그리고 강이정, 김영로 회원과는 암흑에너지의 발견에 결정적 역할을 하는 Ia형 초신성의 광도에 은하 내 항성종족의 진화가 미치는 영향을 분석하기 위해 du Pont 2.5m 및 MMT 6.5m를 이용한 호스트 은하의 분광관측 및 광도곡선 분석 연구를 수행하고 있다. 또한 최근 연구팀에 합류한 김재연, 한다니엘 회원과 함께 우리 은하 별지와 조기형은하의 화학적 진화 및 종족합성모델링 연구를 새롭게 착수하였다.

변용익 회원은 대만 및 미국의 협력연구자들과 함께, 카이퍼벨트 천체들의 분포를 알아내기 위한 성식 관측연구의 2단계 사업으로 초고속 대형카메라를 장착한 1.3미터 광시야망원경 3기를 멕시코 SPM 관측소에 건설 중이다. 장서원 회원과 함께 높은 정밀도의 시계열 자료 분석을 통한 저 질량 항성들의 변광 특성을 연구하고 있으며, 소행성 및 혜성체의 광도변화와 소행성 종족 분포에 대한 김명진 및 이한 회원과의 연구도 지속하고 있다. 또한 한국천문연구원 우주감시센터와 협력하여 우주위협대응체계 구축을 위해 노력하고 있다.

김용철 회원은 생성 초기 항성의 내부구조와 활동성 연구, 항성표면 복사유체 수치모사연구, 그리고 등연령곡선 제작 등의 3가지 연구를 진행하고 있다. 항성에서 관측되는 활동성(activity)의 관측 자료와 상세한 내부구조의 이론적 모형을 함께 연구하여 항성구조와 항성 자기활동성의 인과관계를 체계적으로 이해하고자 하는 것이 활동성 연구의 궁극적 목표이다. 복사와 유체의 상호작용을 고려한 항성표면 수치모사를 통해 항성대기와 분광스펙트럼합성을 수행하고, 이로 부터 분광 자료 분석의 이론적 체계를 정립하는 것이 연구의 목표이다. 그리고 등연령곡선 연구는 최근 여러 연구에서 제안되고 있는 다양한 개별원소의 함량에 대하여 등연령곡선 만들고 이로 부터 개별 원소의 영향이 성단 색 등급도에 어떻게 나타나는지를 체계적으로 설명하는 연구이다.

김석환 회원이 운영하는 우주광학연구실은 University of Arizona(USA)의 교수 및 연구진들, 그리고 국제적인 광해석 기업인 Breault Research Organization 과 함께 위성 광학시스템 및 대구경 광학 시스템의 성능 해석, 가공 제작, 조립, 정렬, 성능 측정과 3차원 지구 광학 모델과 통합적 광선추적 기법을 사용한 외계행성관측 분야에서 다양한 공동연구들을 수행 중에 있다. 그 밖에도 국내외 여러 대학 및 연구소와 함께 다양한 기간산업 분야에 필요한 핵심 광학 성능 모델링 기법과 생산 결합 정렬 기술들을 개발하고 있다. 이와 같은 국제적 수준의 연구 활동을 통해 다수의 졸업생들이 해외 우수 대학으로 유학, 국내외 국책연구소 및 대기업 연구소 등으로 활발히 진출하여 나가고 있다.

박상영 회원이 지도하는 우주비행제어 연구실(Astrodynamic and Control Lab)은 편대비행 위성의 궤도 결정 및 제어, 자세결정 및 제어, 위성 자세제어 하드웨어 시뮬레이터, 편대비행 설계 및 최적화, 상대우주항법에 관한 연구를 꾸준히 수행하고 있으며, 편대위성들의 우주항법을 검증하기 위한 하드웨어 시스템도 개발하고 발전시키고 있다. 특히, 차세대 분리형 우주망원경의 기술검증을 위하여 두기의 큐브위성을 개발하여 2016년 여름에 발사될 예정이다. 국방광역 감시센터의 연구일환으로서 레이저를 이용하여 위성 간 상대거리를 정밀하게 측정하는 연구를 수행중이며, 광학망원경을 이용한 우주감시를 위한 궤도분석을 하고 있다. 또한 한국형 달 탐사를 위한 지상국 시스템에 필요한 소프트웨어를 개발하고 있으며, 달 탐사 큐브위성의 활용을 위한 임무설계를 하고 있다.

손영종 회원의 관측천문학연구실(YOAL)에서는 정두석 회원, 천상현 회원 (현재 호주국립대학 Post-doc)과 함

계 항성 종족의 측광학적 특성으로부터 은하 내에서의 별들의 생성 시기와 은하의 진화에 대한 연구를 진행하고 있다. 이 연구를 위한 주 자료는 UKIRT 망원경을 이용해 근적외선 관측으로 항성의 분해가 가능한 거리인 15Mpc 이내에 있는 10개의 은하들과 안드로메다 은하 시스템, 그리고 Leo Triplet 은하 시스템내의 항성 종족에 대한 근적외선 측광자료이다. 특히 이 은하들은 과거 병합을 겪었거나 현재 병합을 하고 있는 은하들로, 항성 및 항성 종족의 특성으로부터 은하 진화에 병합의 영향을 추가적으로 연구 중이다. 또한 이 은하들 중에는 전파 관측 및 가시광선 영역의 측광 자료와 동시 분석이 가능한 대상도 있어, 다파장 영역에서 항성 종족의 에너지 복사 특성을 종합적으로 연구할 수 있다. 이를 바탕으로 은하 내 Red Supergiant, AGB stars와 같은 질량이 큰 항성 종족들의 측광학적 특성과 항성진화에 대한 분석을 하고 있다. 또한 대중을 위한 천문학 교양서적인 '우주 레시피'를 2015년 9월 발간했으며, 한국형 온라인 공개강좌(K-MOOC)에 '우주의 이해'라는 강좌를 개설해 천문학의 대중화를 위해 힘쓰고 있다.

이석영 회원이 이끄는 은하진화연구실(GEM)에서는 시뮬레이션 및 관측 자료를 활용하여 다양한 환경에서 은하의 형성과 진화에 관해 연구하고 있다. 은하형성 이론 연구로 GEM은 준해석적 은하형성 이론 코드를 개발하고 있다. 복잡한 비선형적 현상의 이해를 위해서는 슈퍼컴퓨터를 사용한 모의실험을 수행하고 있다. GEM은 주로 이론적 연구에 주력하고 있지만, 은하단 규모에 대한 깊은 광학관측 또한 수행하여 이론모형을 검증하는 노력도 기울이고 있다. AGN 연구로는, Broad Line Region AGN과 환경효과, 그리고 통일이론의 검증을 중점적으로 연구하고 있다.

윤석진 회원은 김학섭 회원, 김수영 회원, 이상윤 회원과 함께 Subaru 8m 및 CTIO 4m 망원경을 이용한 은하 및 성단의 측광과 분광 관측 연구를, 정철 회원, 이상윤 회원과 함께 항성진화 종족합성 이론을 이용한 Yonsei Evolutionary Population Synthesis (YEPS) 모델 개발 연구와 외부은하 성단계의 '색분포 양분이론'을 이용한 초기우주 은하형성 연대기 규명 연구를, 배현진 회원, 문준성 회원, 지용배 회원과 함께 GALEX 우주망원경 관측자료 및 SDSS 관측자료를 이용한 은하의 Recent Star Formation History 연구와 이웃은하의 영향에 대한 연구를, Mario Pasquato 박사, 윤기윤 회원, 안성호 회원, 서성우 회원과 함께 N-body 및 Hydro Simulation을 이용한 은하군 및 은하단 역학 연구 및 Disk Warp 현상에 대한 연구를, 김진아 회원, 서성우 회원과 함께 은하들 간의 중력적 상호작용이 은하의 Star Formation Rate과 Scaling Relations에 미치는 영향에

관한 연구를, 김동진 회원과 함께 전파관측 자료를 이용한 만기형 항성대기의 성질 및 질량손실에 관한 연구를 수행하고 있다. 연구실의 윤기윤 회원은 대만의 Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics (ASIAA)에 파견되어 연구를 수행하고 귀국하였다.

정애리 회원은 윤혜인, 김요진, 이범현, 백준현, 및 노현욱 회원과 함께 다양한 적색편이에서 나타나는 환경에 따른 은하진화효과를 연구 중이다. 윤혜인 회원은 처녀자리 은하단 주변의 만기형 은하들의 WSRT, GMRT 및 JVLA 중성수소 관측을 통해 은하단에 연결된 필라멘트에서 은하들이 변형되는 과정을 연구중이다. 이범현 회원은 SMA, IRAM 자료를 이용하여 은하 간 물질이 은하 내 존재하는 분자형 성간물질의 성질과 별 형성에 미치는 영향을 연구하고 있다. 김요진 회원은 EVLA, CFHT 자료를 이용하여 근거리에서 있는 사자자리 은하그룹 내에서 발견된 왜소은하들의 성질로부터 그룹 내에 존재하는 거대 가스구조 및 은하그룹의 기원을 연구 중이다. 백준현 회원은 KVN 관측을 통해 다양한 은하단 중심에 위치한 은하들의 AGN 활동과 은하단의 역학상태의 상관관계에 대해 연구하고 있다. 노현욱 회원은 전파 간섭망 자료를 이용하여 활동성 은하핵의 모니터링 관측으로부터 제트의 형성 원리 및 진화를 연구하고 있다. 그 밖에 Columbia 대학, UMass, IfA, INAF 그리고 NAOJ 소속 천문학자들과 함께 deep HI imaging을 통해 다양한 적색편이와 환경에 위치한 은하들의 중성수소 형태와 역학을 연구 중이다.

박찬덕 회원은 우주비행체의 궤도/자세와 관련한 동역학/항법/유도/제어 분야의 연구를 수행하고 있다. 현재 국방광역감시 특화연구센터에 소속되어 다수 위성의 재배치/대형유지, 우주자산의 근접조사/자율도킹 등의 연구를 수행하고 있으며, 국방위성항법 특화연구센터에 소속되어 한국형위성항법시스템의 정밀궤도결정 연구를 수행하고 있다. 또한, 비선형/강건 제어기법을 이용한 우주비행체의 정밀 제어, 소형/비대칭 소행성 탐사를 위한 궤적 설계 및 항법/유도/제어 기법 개발 등의 연구를 수행하고 있다.

지명국 회원은 Yonsei Observable UNiverse Group (YOUNG)을 운영하고 있다. 현재 1. 암흑물질의 정체를 규명하기 위한 충돌은하단 연구, 2. 초기은하단의 질량함수 결정을 위한 중력렌즈 연구, 3. 우주론 파라미터를 정밀하게 결정하기 위한 Cosmic Shear연구, 4. Large Synoptic Survey Telescope (LSST)의 자료처리 알고리즘 연구를 수행하고 있다.

3. 교육 및 연구 시설

천문우주학 교육 시설로서, 천문대 소속의 일산 관측소 61cm 반사 망원경, 교내 관측소 40cm 반사 망원경, 그리고 4대의 10인치 미드 망원경 및 다수의 소형 망원경들을 확보하고 있으며, 학생들의 CCD 측광 실습에 적극 활용하고 있다. 신촌 캠퍼스 내에 설치되어 있는 KVN 전파망원경은 전문 연구자들의 관측 뿐 아니라, 학부 및 대학원 학생들의 교육에도 크게 기여하고 있다. 정밀 연구를 위한 해외 대형 망원경을 적극 활용하고 있으며, 특별히 이영욱 회원이 이끄는 은하진화연구센터는 가시광 영역의 측광 및 분광관측을 위해 카네기 천문대의 du Pont 2.5m 망원경과 MMT 6.5m 망원경을 각각 3주 및 3일 임차해서 사용하며, 연구에 적극 활용하고 있다.

한편, 우주비행제어연구실은 차세대 분리형 우주망원경의 기술을 우주공간에서 직접 실험/검증하기 위한 2기의 큐브위성과 우주비행체의 편대비행을 위한 항법/제어 기법을 지상에서 실험/검증하기 위한 실험장치를 제작하고 있다. 한국형위성항법시스템의 궤도결정을 모사하는 시뮬레이터 또한 개발 중이다. 그리고, 우주광학연구실은 광학 시스템 개발을 위한 다수의 설계 및 해석 S/W, 정렬 및 조립 성능 평가를 위한 각종 간섭계 및 광학 측정 장비를 운영하며, 연구 및 프로젝트 형 교육기법에 활용하고 있다.

4. 국내외 연구논문

Miocchi, P., Pasquato, M., Lanzoni, B., Ferraro, F.-R., Dalessandro, E., Vesperini, E., Alessandrini, E. & Lee, Y.-W. 2015, ApJ, 799, 44, "Probing the Role of Dynamical Friction in Shaping the BSS Radial Distribution. I. Semi-analytical Models and Preliminary N-body Simulations"

Lim, D., Han, S.-I., Lee, Y.-W., Roh, D.-G., Sohn, Y.-J., Chun, S.-H., Lee, J.-W. & Johnson, C.-I., 2015, ApJS, 216, 19, "Low-resolution Spectroscopy for the Globular Clusters with Signs of Supernova Enrichment: M22, NGC 1851, and NGC 288"

Jang, S. and Lee, Y.-W., 2015, ApJS, 218, 31, "Star Formation History of the Milky Way Halo Traced by the Oosterhoff Dichotomy Among Globular Clusters"

Han, S.-I., Lim, D., Seo, H. & Lee, Y.-W., 2015,

ApJ, 813, 43, "Evidence for Enrichment by Supernovae in the Globular Cluster NGC 6273"

Lee, Y.-W., Joo, S.-J. & Chung, C., 2015, MNRAS, 453, 3906, "The Milky Way without X: an alternative interpretation of the double red clump in the Galactic bulge"

Lim, D., Han, S.-I., Roh, D.-G. & Lee, Y.-W., 2015, PKAS, 30, 255, "Low-Resolution Spectroscopic Studies of Globular Clusters with Multiple Populations"

Jang, S., Lee, Y.-W., Joo, S.-J. & Na, C., 2015, PKAS, 30, 267, "The Oosterhoff Period Groups and Multiple Populations in Globular Clusters"

Kim, Y.-L., Kang, Y. & Lee, Y.-W., 2015, PKAS, 30, 485, "Yonsei Nearby Supernova Evolution Investigation (yonsei) Supernova Catalogue"

Kang, Y., Kim, Y.-L., Lee, Y.-W., Lim, D., Chung, C. & Sung, E.-C., 2015, PKAS, 30, 487, "The Luminosity of Type IA Supernova and the Properties of Their Early-Type Host Galaxies"

Chung, C., Yoon, S.-J., Lee, S.-Y. & Lee, Y.-W., 2015, PKAS, 30, 489, "Is Calcium II Triplet a Good Metallicity Indicator of Globular Clusters in Early-Type Galaxies?"

Chung, C., Yoon, S.-J., Lee, S.-Y. & Lee, Y.-W., 2016, ApJ, 818, 201, "Nonlinear Color--Metallicity Relations of Globular Clusters. VI. On Calcium II Triplet Based Metallicities of Globular Clusters in Early-type Galaxies"

Chung, C., Lee, Y.-W. & Pasquato, M., 2016, MNRAS, 456, 1, "On the use of the number count of blue horizontal branch stars to infer the dominant building blocks of the Milky Way halo",

Kimura, M., Isogai, K., 60 authors including Byun, Y.-I., 2016, Nature, 529, 54, "Repetitive patterns in rapid optical variations in the nearby black-hole binary V404 Cygni"

Chang, S.-W., Byun, Y.-I., & Hartman, J. D., 2015,

ApJ, 814, 35, "Photometric Study on Stellar Magnetic Activity. I. Flare Variability of Red Dwarf Stars in the Open Cluster M37"

Chang, S.-W., Byun, Y.-I., & Hartman, J. D., 2015, AJ, 150, 27, "A New Catalog of Variable Stars in the Field of the Open Cluster M37"

Chang, S.-W., Byun, Y.-I., & Hartman, J. D., 2015, AJ, 149, 135, "A New Method For Robust High-Precision Time-Series Photometry From Well-Sampled Images: Application to Archival MMT/Megacam Observations of the Open Cluster M37"

Choi, J. N., Ryu, D., Kim, S. -W., Kim, D. W., Su, P., Huang, R., Kim, Y-S., and Yang, H-S., 2015, Advances in Space Research, Vol. 56, pp. 2483-2494, "IRT simulation of the SCOTS surface measurement test for the GMT Fast Steering Mirror Prototype"

Choi, J. N., Ryu, D., Kim, S. -W., Graves, L., Su, P., Huang, R., and Kim, D. W., 2015, Proc. SPIE 9575, Optical Manufacturing and Testing XI, 957513, "Integrated Ray Tracing (IRT) simulation of SCOTS measurement of GMT fast steering mirror surface"

Seo, H., Han, J-Y., Kim, S. -W., Seong, S., Yoon, S., Lee, K., and Lee, H., 2015, Proc. SPIE 9575, Optical Manufacturing and Testing XI, 95750N, "Material removal characteristics of orthogonal velocity polishing tool for efficient fabrication of CVD SiC mirror surfaces"

Kang, H., Oh, E., and Kim, S. -W., 2015, Proc. SPIE9582, Optical System Alignment, Tolerancing, and Verification IX, "Alignment performance comparison between MFR and MDCO for a TMA optical system"

Kim, Y., Park and S.-Y., 2015, Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol 38, Issue 9, pp1690-1698, "Perturbative Analysis on Orbital Kinematics of Flybys and Applications to Doppler Observation"

Song, Y.-J. and Park, S.-Y., 2015, Aerospace

Science and Technology, Vol. 43, Issue 1, pp. 165-175, "Estimation of necessary laser power to deflect near-Earth asteroid using conceptual variable-laser-power ablation"

Okasha, M., Park. C., and Park, S.-Y., 2015, Aerospace Science and Technology, Vol. 41, pp. 289-302, "Guidance and Control for Satellite in-Orbit-Self-Assembly Proximity Operations"

Kim, S.-W., Park, S.-Y., and Park, C., 2016, Advances in Space Research, Vol 57, Issue 1, pp. 137-152, "Spacecraft attitude control using neuro-fuzzy approximation of the optimal controllers"

Lee, K., Oh, H., Park, H.-E., Park, S.-Y. and Park, C., 2015, J. Astron. Space Sci. 32(4), 387-393, "Laser-based Relative Navigation Using GPS Measurements for Spacecraft Formation Flying"

Kim, K.-H., Park, C. and Park, S.-Y., 2015, J. Astron. Space Sci. 32(4), 379-386, "Fuel-Optimal Altitude Maintenance of Low-Earth-Orbit Spacecrafts by Combined Direct/Indirect Optimization"

Chun, S.-H., Jung, M. Y., Kang, M., Kim, J.-W., and Sohn, Y.-J., 2015, A&A, 578, A51, "Near-infrared photometric properties of asymptotic giant branch stars in the dwarf irregular galaxy IC 1613"

Chun, S.-H., Jung, M. Y., Kang, M., Kim, J.-W., Jung, D. and Sohn, Y.-J., 2015, ASP Conference Series, Vol. 497, 481, "Stellar Properties of Asymptotic Giant Branch Stars in the Dwarf Irregular Galaxy IC 1613"

Pacifici, C., da Cunha, E., Charlot, S., Rix, H.-W., Fumagalli, M., Wel, A. v. d., Franx, M., Maseda, M. V., van Dokkum, P. G., Brammer, G. B., Momcheva, I., Skelton, R. E., Whitaker, K., Leja, J., Lundgren, B., Kassin, S. A. & Yi, S. K., 2015, MNRAS, 447, 786P, "On the importance of using appropriate spectral models to derive physical properties of galaxies at  $0.7 < z < 2.8$ "

- Oh, K., Yi, S. K., Schawinski, K., Koss, M., Trakhtenbrot, B. & Soto, K., 2015, *ApJS*, 219, 10, "A New Catalog of Type 1 AGNs, its Implications on the AGN Unified Model"
- Park, J., Jeong, H. & Yi, S. K., 2015, *ApJ*, 809, 91P, "Outflows in Sodium Excess Objects"
- Knebe, A., Pearce, F. R., Thomas, P. A., Benson, A., Blaizot, J., Bower, R., Carretero, J., Castander, F. J., Cattaneo, A., Cora, S. A., Croton, D. J., Cui, W., Cunnama, D., De Lucia, G., Devriendt, J. E., Elahi, P. J., Font, A., Fontanot, F., Garcia-Bellido, J., Gargiulo, I. D., Gonzalez-Perez, V., Helly, J., Henriques, B., Hirschmann, M., Lee, J., Mamon, G. A., Monaco, P., Onions, J., Padilla, N. D., Power, C., Pujol, A., Skibba, R. A., Somerville, R. S., Srisawat, C., Vega-Martinez, C. A. & Yi, S. K., 2015, *MNRAS*, 451, 4029K, "nIFTy cosmology: comparison of galaxy formation models"
- Khim, H.-g., Park, J., Seo, S.-W., Lee, J., Smith, R. & Yi, S. K., 2015, *ApJS*, 220, 3K, "Demographics of Isolated Galaxies along the Hubble Sequence"
- Kim, J. & Yi, S. K., 2015, *PKAS*, 30, 451K, "Local Environmental Effects on AGN Activities"
- Lee, J. & Yi, S. K., 2015, *PKAS*, 30, 473L, "Sussing Merger Trees: the Impact of Halo Merger Trees on Galaxy Properties in a Semi-Analytic Model"
- Oh, S. & Yi, S. K., 2015, *PKAS*, 30, 5290, "Progress Report: Investigation of the Morphology of Cluster Galaxies"
- Pacifici, C., da Cunha, E., Charlot, S. & Yi, S. K., 2015, *PKAS*, 30, 535P, "On the Importance of Using Appropriate Spectral Models to Derive Physical Properties of Galaxies"
- Smith, R., Sanchez-Janssen, R., Beasley, M. A., Candlish, G. N., Gibson, B. K., Puzia, T. H., Janz, J., Knebe, A., Aguerri, J. A. L., Lisker, T., Hensler, G., Fellhauer, M., Ferrarese, L. & Yi, S. K., 2015, *MNRAS*, 454, 2502S, "The sensitivity of harassment to orbit: mass loss from early-type dwarfs in galaxy clusters"
- Smith, R., Duc, P. A., Bournaud, F. & Yi, S. K., 2016, *ApJ*, 818, 11S, "A Formation Scenario for the Disk of Satellites: Accretion of Satellites during Mergers"
- Moraghan, A., Kim, J., and Yoon, S.-J., 2015, *MNRAS*, 450, 360, "Power spectra of outflow-driven turbulence"
- Jeong, Y., Sohn, B. W., Chung, A., Park, S., and Park, P. 2016, *AN*, 337, 130, "Identifying High Frequency Peakers using the Korean VLBI Network"
- Baek, J., Chung, A., Sohn, B. W., Jung, T., and Ro, H. 2016, *AN*, 337, 82, "High-frequency radio properties of central AGNs in cluster environments"
- Tremou, E., Jung, T., Chung, A., and Sohn, B. W. 2015 *AdSpR*, 56, 2654, "Demonstration of KVN phase referencing capability"
- Kim, M. J., Chung, A., Lee, J. C., Lim, S., Kim, M., Ko, J., Lee, J. H., Yang, S.-C., and Lee, H.-R. 2015, *PKAS*, 30, 517, "A Study of Dwarf Galaxies Embedded in a Large-Scale H<sub>I</sub> Ring in the Leo I Group"
- Kim, J., Sung, E.-C., Chung, A., and Staveley-Smith, L. 2015, *PKAS*, 30, 513, "A Study of a Tidally Interacting BCD Pair: ESO 435-IG20 and ESO435-IG16"
- Yoon, H., Chung, A., Sengupta, C., Wong, O. I., Bureau, M., Rey, S.-C., and van Gorkom, J. H. 2015, *PKAS*, 30, 495, "Pre-Processing of Galaxies in the Filaments around the Virgo Cluster"
- Lee, B., and Chung, A. 2015, *PKAS*, 30, 491 "Molecular Gas Properties Under ICM Pressure in the Cluster Environment"
- Tremou, E., Jung, T., Chung, A., and Sohn, B. W. 2015, *PKAS*, 30, 477 "KVN Phase Referencing Observations of the Virgo Cluster"

Mo, W. Gonzalez, A., Jee, M. J., Massey, R., Rhodes, J., Brodwin, M., Eisenhardt, P., Marrone, D. P., Stanford, S. A., and Zeimann, G. R. 2016, ApJ, 818, 25, "IDCS J1426.5+3508: Weak Lensing Analysis of a Massive Galaxy Cluster at  $z = 1.75$ "

Jee, M. J., Dawson, W. A., Stroe, A., Wittman, D., van Weeren, R. J., Brüggén, M., Bradač, M. and Röttgering, H. 2016, ApJ, 817, 179, "MC2: Mapping the Dark Matter Distribution of the "Toothbrush" Cluster RX J0603.3+4214 with Hubble Space Telescope and Subaru Weak Lensing"

Dawson, W. A., Schneider, M. D., Tyson, J. A., and Jee, M. J., 2016, ApJ, 816, 11, "The Ellipticity Distribution of Ambiguously Blended Objects"

Ng, K. Y., Dawson, W. A., Wittman, D., Jee, M. J., Hughes, J. P., Menanteau, F., and Sifón, C., 2015, MNRAS, 453, 1531, "The return of the merging galaxy subclusters of El Gordo?"

## 충남대학교 천문우주과학과

### 1. 인적사항

본 학과(학과장 이유)는 현재 8명의 전임교수 (외국인 전임 교원 1명 포함), 및 조교 1인(김기남)을 중심으로 교육과 연구에 임하고 있다. 2014년 3월에 류동수 교수가 퇴임하여 울산과학기술대학으로 자리를 옮겼으며, 그 해 9월에 이영선 교수가 새로 부임하였다.

2016년도에는 학부과정에 33명이 입학하였다. 그리고 3명의 석사 및 3명의 박사가 배출되었으며, 박사과정에 1명, 그리고 석사과정에 6명이 입학하였다. 한편, 외국인 박사후 연구원 1명이 연구를 수행하고 있다. 2016년 현재 학부 약 160명, 대학원 석박사 과정 약 20명으로 지방국립대 중 최대 규모의 천문우주과학 관련 학과를 운영하고 교육과 연구에 전념하고 있다. 한편, 2014년에 BK21 플러스사업의 일환으로 대학원 과정의 경우 천문우주과학과와 지질학과를 통합한 우주지질학과를 설립하여, 천문우주와 지질학의 융합 교육 및 연구를 꾀하고 있다.

### 2. 연구 및 학술활동

김광태 회원은 오늘날 인터넷 네트워크를 통해서 요청

되는 대중적 요구에 부응하는 용어 해설에 관한 후속 연구 작업을 모색하고 있다. 충남대학교 e-learning 강좌로 인간과 우주, 우주의 역사, 천문학의 지혜 교양과목들이 성황리에 강의되고 있고, 대중화를 도모할 수 있는 효과적인 천문학 강좌를 개발하고 있다. 고천문학 연구에도 진보를 보여서 지난 2013년 천문학논총에 발표한 첨성대 연구에 이어 최근에는 구석기시대 천문학 연구에 관계하고 있다.

오갑수 회원은 현재 태양풍 물리량의 변화에 따른 자기폭풍의 세기를 예측하는 방법을 연구하고 있으며 최근에는 자기장의 재결합에 관한 연구를 하고 있다.

김용하 회원은 과학재단 특정기초 연구과제의 일환으로 2007년 2월 남극 세종기지에 설치한 유성 레이더를 지속 운영중에 있다. 2012년 이 레이더의 송출력을 12kW로 증대하여 현재 일일 평균 약 30000 개 이상의 유성을 측정하고 있으며, 이를 이용해 유성 진입 고도 70 - 110 km 구간의 고층 대기 상태도 측정하고 있다. 또한 김용하 회원은 2014년 1월-3월에 남극 장보고기지에 방문하여 고층대기광 분광관측기인 Fabry-Perot 간섭계를 극지연구소 고층대기 팀과 함께 설치하고 현재 운영 중에 있다. 설치한 기기는 고도 90 - 300 km 구간의 대기광을 이용하여 이 고도구간의 바람 속도를 측정하고 있다. 장보고기지는 남극 오로라 환 지역에 위치하여 오로라의 영향을 효율적으로 관측할 수 있어 향후 우주과학 분야에 좋은 자료를 제공할 것으로 기대하고 있다.

이 유 회원은 전남대 오수연 교수와 함께 Neutron Monitor 관측소를 현재 표준연구원 내에 완성하여 관측을 시작하였고, 오는 2015년 11월부터 두 해 겨울 (남반구 여름) 기간에 걸쳐 남극대륙 내의 장보고 기지에 추가 관측소 건립 중에 있다. 이와 더불어 전 세계 관측소들의 자료를 사용하여 관측되는 우주선 강도의 감소현상 (Forbush Decrease)을 태양과 지구간의 행성간 자기구름 물리적 변화로 설명하려는 연구를 하고 있다. 그리고 향후 달탐사를 위한 기초연구로서 LRO/Crater science team 에 참여하여 달 궤도에서의 우주선 환경변화를 연구하고 있으며, 달에서 인류가 주거 가능한 전초 기지가 될 수 있는 달의 용암동굴을 찾기 위한 연구를 진행하고 있다. 또한, 자연을 연구하는 과학자로서 지구 기후변화 역사와 원인에 대한 깊은 관심을 갖고 연구 중이다.

조정연 회원은 MHD 난류의 성질 및 천문학적 응용에 대해 연구하고 있으며, 성간 먼지의 정렬현상 및 이에 의해 야기되는 적외선 편광에 대해 연구하고 있다.



또한 외부은하의 내부소광과 CMB foregrounds의 효과적 제거 방법에 대해 연구하고 있다. 현재 관측을 통한 난류의 물리량을 구하는 방법을 연구하고 있으며 블랙홀이나 중성자성의 자기권에서 발생하는 난류에 관한 연구를 하고 있다.

이수창 회원은 독일 하이델베르크 대학 및 호주국립대학연구팀과 공동으로 SDSS 자료를 이용하여 구축한 Virgo 은하단에 있는 은하들의 새로운 목록인 Extended Virgo Cluster Catalog (EVCC)를 활용한 은하단 및 은하단내 은하들의 진화 연구를 수행하고 있다. 한편, 은하 그룹, 필드 (field), 필라멘트 등 다양한 환경에 있는 은하들의 특성연구를 수행하고 있다.

Prof. Hui conveys extensive studies of a wide range of high energy phenomena of compact objects and their environment. These astrophysical systems enable us to probe the laws of physics in the most extreme physical conditions which cannot be attained in any terrestrial laboratories. For multi-wavelength investigations, the state-of-art space and ground-based telescopes around the world, including XMM-Newton, Chandra, Suzaku, Swift, Gemini, Hubble Space Telescope, Australian Telescope Compact Array, VLA, Fermi Gamma-ray Space telescope, are utilized. Prof. Hui is also one of the founders of Fermi Asian Network (FAN) which leads a series of long-term internationally collaborative projects. Very recently, Prof. Hui has joined the project, which is led by the International Space Science Institute, for conceiving new approaches to investigate the active processes in the central regions of galaxies.

이영선 회원은 Sloan Digital Sky Survey (SDSS), SEGUE (Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration), BOSS (Baryon Oscillation Spectroscopy Survey), 그리고 현재 중국에서 진행 중인 LAMOST (Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope) 등에서 관측한 별의 스펙트럼을 처리하여 별들의 온도, 중력, 금속 함량비, 알파원소 함량비와 탄소 함량비를 결정하는 일괄처리 프로그램들을 개발하는 연구를 수행하고 있다. 일괄처리 프로그램을 통하여 결정된 별의 물리량과 화학원소 함량비를 이용하여 우리은하의 원반 (disk)과 헤일로 (halo)에 있는 별들의 운동학적, 화학적 특성과 분포를 조사하여 원반과 헤일로의 기원과 화학적 진화에 대하여 연구도 수행하고 있다.

충남대 천문우주과학과는 지난 8년간 2단계 BK21 사업에 이어 지질학과와 공동으로 2013년에 BK21 플러스의 지구과학 분야 사업단에 선정되어 운영되고 있다. 또한 2015년 중간평가를 거쳐 4차년도 협약이 확정되었다. 미래 우주지질 탐사 사업단 (단장 - 김용하, 참여교수 - 이유, 이수창, 조정연, C. Y. Hui, 이영선)은 우주/지질 분야에서 다양한 과학적 현안들을 해결하고 미래 성장에 능동적으로 기여할 수 있는 핵심인재 양성 및 관련 분야에서 국제적인 수준의 기초연구를 수행하고 있다. 천문우주과학과는 천문우주 연구 및 우주탐사의 세부 분야를 담당하고 있다. 특히, 국제적 수준의 차세대 우주탐사 연구인력을 양성하여, 정부의 대형 국책 연구사업에 필요한 전문 인력 공급을 목표로 하여 사업을 운영하고 있다. 천문우주 탐사, 우주환경 관측 및 시뮬레이션, 그리고 우주현상 시뮬레이션 분야에서 교육 시스템 및 연구 수준을 국제적 수준으로 끌어 올려 국책연구소에서 필요로 하는 양질의 석박사를 배출하는 것을 주요 목표로 하고 있다.

### 3. 연구시설

연구 시설로는 다수의 워크스테이션 서버와 고성능 PC가 갖추어진 천문전산실, 광학실험장치, Photodensitometer, 인공위성 추적시스템이 갖추어져 있는 광학실험실이 있다. 그리고 천문대 및 Planetarium 상영을 위한 천문전시실이 있으며, 시뮬레이션실, 천문도서실 등이 학부 학생들의 교육을 위한 실험실습실로 이용되고 있다. 천문대에는 16인치 슈미트-카세그레인 반사망원경이 4m 돔에 설치되어 있고, 14, 12, 10인치 슈미트-카세그레인 망원경, 7인치 반사망원경, 6, 5인치 초저분산 굴절망원경, 6인치 쌍안경, 분광기, 그리고 다수의 냉각 CCD 카메라가 있다. 그리고 대전 시민천문대의 10인치 굴절망원경의 원격제어 시스템을 완성해 시민천문대가 운영을 마친 11시 이후에 이를 활용하여 관측수업을 진행 중이다.

## 충북대학교 천문우주학과

### 1. 기본사항

충북대학교 천문우주학과에는 이용삼, 김천휘, 김용기, 서경원, 이대영, 하야사키 회원 등 명의 전임 교수가 211명의 학부생과 32명의 대학원생의 교육과 연구를 맡고 있다. 본 학과는 2015년 4월 1일부터 그동안 한국천문연구원의 KASI fellow로 근무해온 키미타케 하야사키 박사를 신입교원으로 영입하였다. 또한 최근 연구 교수 2인이 우주과학 그룹에 합류하였다. 국내 대학 중 유일

한 대학본부 부속기관인 충북대학교 천문대는 2014년 9월부터 김용기 교수가 천문대장직을 수행하고 있으며 윤요라 회원이 업무를 담당하고 있다. 학과 행정업무는 2015년부터 이정화 회원이 조교로 근무하고 있다.

## 2. 연구 및 학습활동

이용삼 교수는 대학원생 지도와 개인 연구 및 자문활동과 대중강연을 수행하고 있다. 천문연구원으로부터 3년간 수주 받은 연구과제 “조선 시대 왕실 천문대 천문의기 연구” 과제 책임자로서 연구를 마치고, 2015년도 천문연구원 학연사업(연구책임자: 박권수 교수, 충북대)인 “조선시대의 천문관서, 관상감 연구”에 공동연구원으로 참여하고 있다. 수원시의 연구용역 사업 “(가칭)별빛 우주체험관 건립 타당성 검토용역”을 연구책임을 맡아 2015년 12월 수행하였다. 2015년 4월 21일 과학의 날에 한국국학진흥원 주최로 “유교와 과학의 재조명”의 주제로 “괴담 배상열의 천문과 선기옥형(혼천의)”를 복원하여 발표하였고, 그 결과를 가지고 『괴담 배상열의 천문과 선기옥형』, (봉화군, 2015. 9.)을 출간하였다. 2015년 10월 23일 한국천문연구원에서 “해시계연구회” 창립총회를 개최하여 초대회장으로 피선되었다. 2016년 2월 『조선시대 천문의기』 천문대·천문관측기기·천문시계, 그 복원을 논하다(민속원, 2016. 2.)를 제자들과 함께 지난 20여 년간 발표했던 연구 자료를 엮어 출간하였다. 대학원 학위논문 지도를 통해 민병희 회원과 전준혁 회원 2명이 고천문 분야로 2016년 2월 25일 충북대학에서 박사학위를 수여를 받았다. 이용삼 교수의 정년을 기념하며 2016년 2월 20일 충북대학 기초과학연구소와 한국천문연구원 공동으로 충북대학에서 “고천문 및 천문관측 학술대회”를 개최하였다. 2015년 2월 29일 정년퇴임하고 현재는 충북대학교 명예교수로 활동하며 충북대학과 한국기술교육대학에 출강하며 후학들을 지도하고 있다.

서경원 교수는 만기형항성 주변 먼지입자의 특성과 진화에 대한 연구를 수행하고 있다. 이를 위하여 만기형항성의 목록을 개선하고 체계화하며 관련된 적외선 및 전파관측 자료들을 수집하여 분석하고 있다. 또한 만기형항성과 행성상성운의 구조와 진화에 따른 주변 먼지입자의 특성에 대한 이론적 모형의 개발과 적용을 위한 연구도 함께 진행 중이다. 서경원 교수의 지도하에 김미량 회원이 박사과정을 마무리하고 있으며, 홍진주, 이상인, 주재민, 박건우 회원이 석사과정에서 논문을 준비하고 있다.

김천휘 교수는 근접쌍성계의 측, 분광학적 성질 및 주기변화를 기반으로한 역학적 성질을 연구하고 있다. 그 일환으로 폴란드의 크라코우 교육대학의 J. M. Kreiner

교수와 공동으로 근접점 운동을 하는 근접쌍성계의 카타로그를 작성하고 있다. 이를 기반으로 항성내부구조 이론과 조석과 자전에 의한 동주기 자전 및 원형화 이론의 검증 연구를 수행하고 있다. 이를 위해 소백산, 레몬산, 충북대 천문대에서 여러 별에 대한 측광 관측을 수행하고 있다. 김천휘 교수의 지도하에 박장호, 송미화, 정민지, 임진선, 김현우, 우수완 회원이 박사과정을 이수하고 있으며, 김혜영, 이희재 회원이 석사과정을 진행하고 있다. 박마루 회원은 “OWL 네트워크의 최적 관측점 수 결정”이란 제목의 논문으로 석사 학위를 취득하고 현재 한국천문연구원에서 근무하고 있다. 이와 더불어 김천휘 회원은 충북대학교 기초과학연구원장으로 봉사하고 있다.

김용기 교수는 현재 천문대장직을 맡고 있으며, 대학원 대중천문학과정을 담당하고 있다. 자기격변변광성의 관측 및 관측자료 처리에 대한 연구를 하고 있으며 우크라이나 ONMU 대학의 Andronov교수와 자기격변변광성에 대한 공동연구를 하고 있다. 또한 충북대학교 망원경 자동관측시스템을 이용한 자기격변변광성 모니터링관측, 그리고 망원경 자동관측시스템을 이용한 과학대중화사업에의 연계연구에도 관심을 갖고 부산과학관, 경기과학고의 망원경 및 관측시스템 개발에 참여한 바 있다. 김용기교수는 한양대학교 오준영교수와 함께 과학의 본성을 이용한 대중천문 교육에 대한 연구를 하고 있으며, 천문도서 번역에도 기여하였다. 2015년에는 국립중앙과학관의 지원으로 “과학전시 전문인력사업”을 수행하여 30여명의 과학전시 전문인력을 배출하였다. 2015년에는 세계 빛의해를 맞이하여 국제천문연맹이 주도하는 Cosmic Light 2015의 일환으로 밤하늘밝기 모니터링 네트워크를 국내에 구성하는 작업을 한국우주과학회, 한국천문학회, 한국천문연구원과 천문과학관협회에 공동으로 추진하였다. 현재 한동주회원, 윤요나회원, 장형규회원, 박대영회원, 김동훈회원, 한기영회원, 박지원회원, 김영희회원, 김태우회원이 박사과정에서, 배태석회원, 송성현회원이 천문우주학 석사과정에, 조명신회원, 김민지회원, 김찬영회원, 김대현회원, 이은채회원, 신정민회원, 그리고 권보경회원이 대중천문과학 석사과정에서 김용기교수의 지도를 받고 있다. 2014년 1월부터 한국우주과학회 부회장으로 봉사하고 있으며, 2014년 1월부터 2015년 12월까지 한국천문학회 교육홍보위원장을 맡은 바 있다.

이대영 교수는 현재 8 명의 석.박사 과정 대학원생들과 2인의 연구교수로 구성된 우주물리/우주환경 연구그룹을 이끌고 있다. 주로 plasma instabilities, radiation belt electron dynamics, wave-particle interactions, substorm, magnetic storm 등의 주제를 중점 연구하고 있다. 최근까지 한국연구재단의 NSL 과

제를 통해, 우주 방사선 입자 환경을 재현 및 예측하는 자료동화모델 개발에 연구력을 집중하였다. 이와 관련하여 THEMIS 위성이 관측한 방사선 벨트 자료와 최근에 발사된 Living With a Star Program 위성인 Van Allen Probes 자료를 집중 분석해오고 있다. 충북대 우주물리/우주환경 그룹은 국외에서는 UCLA 및 대만 중앙대학 그룹과, 국내에서는 천문연구원 태양-우주환경 그룹과 상시 공동연구 체계를 갖추고 있다.

하야사키 키마타케 교수는 black hole 천문학 및 천체물리학에 대한 연구를 수행하고 있다.

현재 merging process of binary supermassive black holes in the context of disk-binary interaction에 관하여 연구하고 있다. 쌍성 블랙홀 병합 중 중력파 검출(GW 150914)의 최근 발견은 그 어느때보다도 이 분야에 많은 동기를 부여하고 있다.

또한 the tidal disruption of stars by supermassive black holes에 대해 연구하고 있으며, 최근 tidal disruption events가 급격하게 관측되면서 관측과 이론적 관심이 증가하고 있는 주제이다.

현재 학부생들로 구성된 연구 그룹을 막 시작하였으며, black hole 천문학 및 천체물리학에 새로운 통찰력을 제공하고자 교육하고 있다.

### 3. 연구시설

각 교수의 연구실 및 실험실에는 최신 PC 및 관련 주변 기기, 그리고 워크스테이션이 구비되어 있으며, 또한 교내 35cm 반자동천체망원경, 40cm 자동 천체 망원경 및 3 m 태양 망원경, 5 m 위성 전파수신기, 그리고 최근 자체 제작한 2.8Ghz 전파 수신기 등 천문우주 교육에 필요한 다수의 장비를 갖추고 있다. 이와 더불어 대학 본부 부속기관인 충북대학교 천문대(충북 진천군 소재)가 2008년 4월 개관이후 시험 관측을 거쳐 현재 활발히 천문관측을 수행하고 있다. 충북대학교 천문대는 국내 대학 규모로는 최대인 1 m 반사 망원경을 보유하고 있고 60cm 광시야 망원경을 이용하여 천문 교육과 연구에 활용될 뿐만 아니라 지역사회에 개방되어 천문지식 보급에도 크게 기여하고 있다.

### 4. 국내외 연구 논문(2014-2015)

Lee Y. S., Kim S. H., Mihn B. H.,  
 "A Study on the Yanggyeonggyu-ilui(兩景揆日儀) in Joseon Dynasty", Journal of Astronomy and Space Sciences, 32(1), 73-80, 2015.03

Ham Seon Young, Kim Sang Hyuk, Lee Yong

Sam

"A study on making a Honsang using the star catalogue from 『Seong Gyeong』"

Advances in Space Research 57, 647-658, 2016. 1.

Chun J. H., Lee Y. B., Lee Y. S.

"Study of the star catalogue (epoch AD 1396.0) recorded in ancient Korean astronomical almanac", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Oxford Univ Press, 454, 2015. 11.

Kim S. H., Lee Y. S. & Lee, M. S.,

A Preliminary Study on the Yang-cheon-cheok(量天尺) in the Late Joseon Dynasty, Journal of Astronomy and Space Sciences, 32(4), 385-401, 2015. 12.

Mihn B. H., Lee K. W., Ahn Y. S., Lee Y. S.

Scale Marking Method on the Circumference of Circle Elements for Astronomical Instruments in the Early Joseon Dynasty, Journal of Astronomy and Space Sciences, 32(1), 63-71, 2015.03

최고은, 민병희, 이용삼

19세기 역서(曆書)편찬 천문관원의 교육과 선발, 천문학논총, 30, 789-800, 2015.

최고은, 민병희, 이용삼

1900년 전후의 역서편찬기관과 직제변화, 천문학논총, 30, 801-810, 2015.

Suh, Kyung-Won, 2016, A model for the dust envelope of the silicate carbon star IRAS 09425-6040, The Astrophysical Journal, 819, 61

Suh, Kyung-Won, 2015, Infrared Two-Color Diagrams for AGB stars, post-AGB stars, and Planetary Nebulae, The Astrophysical Journal, 808, 165

Maru Park, Jung Hyun Jo, Sungki Cho, Jin Choi, Chun-Hwey Kim, Jang-Hyun Park et al. 2015, Minimum Number of Observation Points for LEO Satellite Orbit Estimation by OWL Network, JASS, 32, 357

Wonyong Han, Min-Ji Jeong, Joh-Na Yoon, Hyoun-Woo Kim, Yonggii Kim, Chun-Hwey Kim,

2015, Apsidal Motion Study of Close Binary System CW Cephei, JASS, 32, 341

Tobias C. Hinse, Wonyong Han, Joh-Na Yoon, Chung-Uk Lee, Yong-Gi Kim, Chun-Hwey Kim, 2015, Photometric defocus observations of transiting extrasolar planets, JASS, 32, 21

김용기 외, 2015, 우주의 본질 시그마프레스 (번역)

Ivan L. Andronov, Yonggi Kim, Young-Hee Kim, Joh-Na Yoon, Lidia L. Chinarova, Mariia G. Tkachenko1 2015, Phenomenological Modeling of Newly Discovered Eclipsing Binary

2MASS J18024395 + 4003309 = VSX J180243.9+400331, JASS, 32(2) 127

K. Petrik, V. V. Breus, I. L. Andronov, M. Csatarjyova, J. Drga, T.

Hegedus, S. Zola, L. L. Chinarova, Young Hee Kim, Jiwon Park,

Joh-Na Yoon, P. Dubovsky, S. V. Kolesnikov and, K. A. Antonyuk 2015, Spin Period Study of the Intermediate Polars MU Cam, V2306 Cyg and V1323 Her, ASP Conf. 496, 252

Wonyong Han, Min-Ji Jeong, Joh-Na Yoon, Hyoun-Woo Kim, Yonggii Kim, Chun-Hwey Kim, 2015, Apsidal Motion Study of Close Binary System CW Cephei, JASS, 32, 341

Tobias C. Hinse, Wonyong Han, Joh-Na Yoon, Chung-Uk Lee, Yong-Gi Kim, Chun-Hwey Kim, 2015, Photometric defocus observations of transiting extrasolar planets, JASS, 32, 21

J.H. Cho, D.-Y. Lee, J.H. Kim, D.K. Shin, K.C. Kim, and D. Turner, 2015, New model fit functions of the plasmopause location determined using THEMIS observations during the ascending phase of Solar Cycle 24, Journal of Geophysical Research - Space Physics

J. H. Kim, D.-Y. Lee, J. H. Cho, D.K. Shin, K.C. Kim, Wen Li, and T. Kim, 2015, A prediction model for the global distribution of whistler chorus wave amplitude developed separately for two latitudinal zones, 2015, Journal of Geophysical Research - Space Physics

K.C. Kim, D.-Y. Lee, and Y. Shprits, 2015, Dependence of Plasmaspheric Hiss on Solar Wind Parameters and Geomagnetic Activity and Modeling of Its Global Distribution, Journal of Geophysical Research - Space Physics

Hwang, J., E.-J. Choi, J.-S. Park, M.-C. Fok, D.-Y. Lee, K.-C. Kim, D.-K. Shin, M. E. Usanova, and G. D. Reeves, 2015, Comprehensive analysis of the flux dropout during 7-8 November 2008 storm using multisatellite observations and RBE model, J. Geophys. Res. Space Physics,

K.S. Park, D.-Y. Lee, T. Ogino, D.-H. Lee, 2015, MHD simulations using average solar wind conditions for substorms observed under northward IMF conditions, Journal of Geophysical Research - Space Physics

C.-R. Choi, M.-H. Woo, K. Dokgo, E.-J. Choi, K.-W. Min, J. Hwang, Y.-D. Park, and D.-Y. Lee, 2015, Pitch-angle diffusion of electrons through growing and propagating along a magnetic field electromagnetic wave in Earth's radiation belts, Physics of Plasmas

J. Hwangbo, S.-C. Bong, S.-H. Park, D.-Y. Lee, K.-S. Cho, J.J. Lee, and Y.D. Park, 2015, Burst locating capability of the Korean Solar Radio Burst Locator (KSRBL), J. Astron. Space Sci.

K. Hayasaki, B-W. Sohn, A T. Okazaki, T. Jung, G. Zhao, and T. Naito, "Warping and tearing of misaligned circumbinary disks around eccentric supermassive black hole binaries", Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, 2015, Issue 07, 005, (18pp)

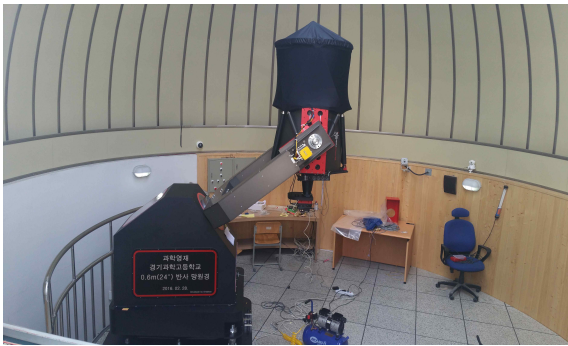
## 충북대학교 천문대

충북대학교 천문대는 진천관측소가 2008년 개관 이래 약 5년이 지난 현재까지 천문관측을 계속 수행하고 있으며, 천문대를 건설하면서 축적하였던 다양한 천문 기술을 국내 천문대에 보급하고 있다. 천문대 구성인원은 대장(김용기 교수)과 소장(윤요라 주무관), 그리고 5명의 관측요원으로 이루어져 있다. 보유 장비는 진천관측소에 소재한 국내 대학 최대 구경인 1m RC 망원경, 인공위성 추적 감시 망원경인 60cm 광시야 망원경(2010년 설치)

이 있으며, 또한, 대학 교내 35cm와 40cm 망원경을 운영하고 있다. 이 4대의 망원경의 관측 대상은 주로 변광성이며, 때때로 행성 transit 측광관측 및 한국천문연구원과의 협력으로 인공위성과 소행성 등을 병행 관측하고 있다.

최근 몇 년 동안 진천관측소에서 이루어진 일은 천문대의 날씨 상황, 관측 진행상황, 그리고 관측 현황 등을 실시간으로 알려주는 시스템을 개발하여 web에 공지하고 있다(<http://210.125.158.21/weather/>), 이와 더불어 관측된 변광성의 위상에 따른 광도곡선도 web 상에 보여줌으로서 관측자에게 편의를 주고 있다.

충북대학교 천문우주학과가 전국에 산재되어 있는 각종 천문기관이나 시설(과학관, 과학박물관, 시민천문대 등)에 걸 맞는 전문인력 양성을 목적으로 2008년 3월부터 대학원에 신설한 '대중천문과학' 전공을 실질적으로 활성화하고 기술적으로 뒷받침하기 위하여 천문대는 다양한 천문관측과 실습 프로그램을 개발하여 학생들에게 관측실습의 장을 제공하고 있다.



[과학영재 경기과학고등학교 0.6m 반사망원경. Antalece 6.0]

2014년부터 충북대학교 천문대는 대중천문 보급 및 자구적 예산 확보 차원에서 천문을 테마로한 오토캠핑장을 추진하고 있다. 총 18기의 텐트 사이트로 1년에 1억 원 이상의 수익을 목표로 각종 편의 시설 건물을 신축했다. 천문대의 넓은 천연 잔디 운동장과 망원경 및 천문학 전공 학생들의 천문강의와 체험학습을 테마로 천문오토캠핑장을 진행하고 있다. 오토캠핑장이 활성화 되면 지역 아동센터 및 다문화 가정을 위한 무료 천문캠핑을 진행해 지역사회에 대중천문을 접할 수 있는 기회의 장을 마련하고 있다.

지속적인 천문기기 개발을 수행하고 있는 충북대학교 천문대는 다양한 기술력으로 국내 망원경 및 관측기기 수리 용역을 수행하고 있다. 2014년에는 제주별빛누리공원의 주망원경인 60cm 망원경의 주경 미러셀과 스파이더 부경 미러셀을 다시 제작하는 연구과제를 수행 완료하였고, 2015년은 국립 부산과학관 350mm 굴절 망원경 구동 시스템 개발을 완료 하였으며, 이와 더불어 과

학영재 경기과학고등학교 0.6m 반사 망원경, 대전 동신과학고등학교 0.5m 반사망원경을 메타스페이스와 협력하여 Antalece 6.0과 5.0의 새로운 망원경을 개발하여 납품하였다. 또한 충북대학교 천문대에서 운영중인 AWS 및 구름모니터링 시스템은 다양한 기관에서 설치를 의뢰하고 있으며, 2014년에 국립 과천과학관과 과학영재 한국영재학교에 개발을 완료해 납품하였다.

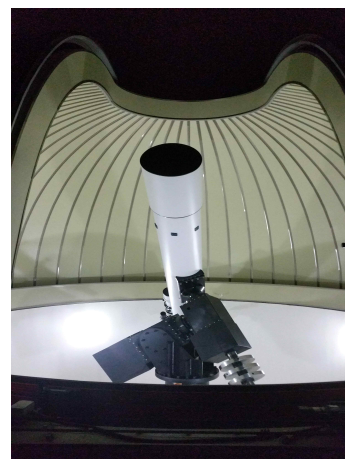
0.6m 광시야 망원경은 72'×72'넓은 시야를 가진 4K CCD를 사용함으로써 한 CCD 화면에 수많은 별들이 동정되고, 따라서 새로운 변광성들이 많이 발견되기 때문에 자료처리 방식을 새롭게 수정하는 S/W를 개발하였으며, 이와 더불어 이제까지 관측된 변광성들을 정리하여 논문화하는 작업을 수행되고 있다.

최근에 넓은 시야를 이용한 외계행성 탐사 관측은 매우 높은 관측 정밀도를 나타내고 있으며, 지속적인 관측으로 국내 학회지 및 SCI급 논문이 기대되고 있다.

2015년 10월에는 광시야 0.6m 망원경 전용 완전개폐형 돔을 설계 제작하여 기존 슬라이딩 돔 철거와 함께 더욱 쾌적한 천문 체험학교 환경을 조성하였으며, 새로 개발한 완전개폐형 돔은 관측 시야가 고도 15° 이상 확보되고 망원경의 구동에 간섭이 전혀 없어 광시야 0.6m 망원경의 구동 안전성을 확보하였고, 9시간 연속 시계열 관측을 할 수 있는 환경을 조성하였다.



[충북대학교 천문대 0.6미터 광시야 망원경 완전 개폐형 돔]

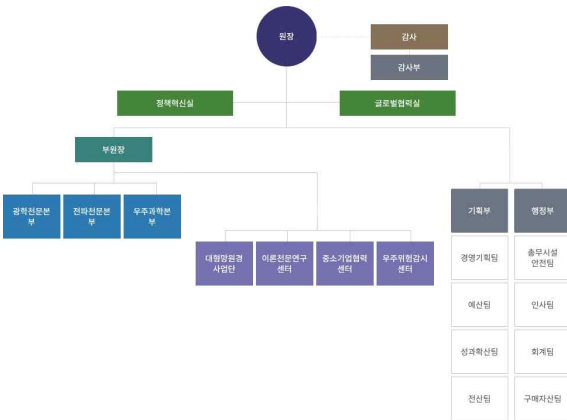


[국립부산과학관 350mm 굴절 망원경]

## 한국천문연구원

### 1. 기관 현황

한국천문연구원은 우리나라 천문연구의 정통성을 계승한 대한민국 대표 천문연구기관으로서 1974년 국립천문대로 출범하여 현재에 이르기까지 중·대형 관측 장비의 구축과 운영을 통해 국가 천문 연구를 수행하며 과학발전의 토대를 마련하고 있다. 국내 유일의 천문우주과학 정부출연연구기관으로서 광학, 전파, 이론, 관측 천문학 및 우주과학 연구를 통해 21세기 천문우주 핵심과제를 규명하고, 천문우주 관측시스템 구축 및 핵심 기술 개발을 통해 우주시대를 선도하는 일류 선진연구기관으로 도약하고 있다.



### 가. 주요 보직자 현황

제6대 원장 한인우  
 감사 배규한  
 감사부장 김웅중  
 부원장 한원용

광학천문본부장 경재만  
 전파천문본부장 김현구  
 우주과학본부장 조경석  
 대형망원경사업단장 박병곤  
 기획부장 이재한  
 행정부장 곽우근  
 글로벌협력실장 이서구  
 정책혁신실장 김경호  
 우주위험감시센터장 조중현  
 중소기업협력센터장 남옥원  
 이론천문연구센터장 류동수

### 나. 주요 연구본부 소개

#### 1) 광학천문본부

광학천문본부는 은하진화그룹, 변광천체그룹, 보현산천문대, 소백산천문대의 4개 그룹으로 구성되어 별과 우주의 시작과 변화를 과학적으로 분석하고 있다. 은하진화그룹은 광학/적외선을 비롯한 다양한 파장의 자료를 이용하여 우리은하와 외부은하의 형성과 진화를 연구하고 있으며, 변광천체그룹은 고정밀 측광 및 고분산 분광 관측자료를 활용하여 변광성과 외계행성의 물리적 특성을 연구하고 있다.



이러한 연구를 위하여 과학천문본부는 보현산천문대, 소백산천문대, 레몬산천문대, 외계행성 탐색시스템(KMTNet) 등의 관측시설을 운영하고 있다. 외계행성 탐색시스템은 2015년 10월에 칠레, 호주, 남아프리카공화국의 남반구 3개 관측소를 완공하고, 광시야 망원경과 모자이크 CCD 카메라를 사용하여 외계행성, 변광성, 초신성, 소행성, 외부은하 등 본격적인 연구관측을 시작하였다.

#### 2) 전파천문본부

전파천문본부는 전파천문연구그룹, 대덕전파천문대, 전파기술개발그룹, ALMA(Atacama Large Millimeter/submillimeter Array)그룹 및 KVN(Korean VLBI Network, 한국우주전파관측망)의 5개 그룹을 운영하고 있다. KVN 등의 대형 관측장비를 활용하여 별 탄생 영역과 활동성 은하 영역에 대한 선진연구를 수행하고, ALMA, KaVA (KVN and VERA Array) 등을 통해 국제 공동 관측 프로그램을 진행하며, 핵심 관측장비의 성능 향상을 위한 시스템 개발을 하며 우수 연구결과를 창출하고 있다.



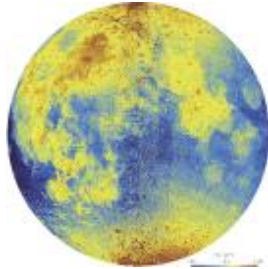
#### 3) 우주과학본부

우주과학본부는 태양 및 근지구 우주환경 연구, 달 및 행성 과학, 그리고 레이저 기술을 이용한 고정밀 우주물체 추적연구를 통해 우주에 대한 인류의 지식 확대 및 활동영역 확장, 그리고 자연재해, 우주폐기물 문제 등 범

지구적 문제해결에 기여하고 있다. 또한 우주측지기술을 활용한 지구 변화 정밀 분석과 태양활동에 의한 지구영향 예측, 우주에서의 관측천문연구에 주력하고 있으며 대한민국 공식 역서를 발간하고 있다.

4) 우주위험감시센터

우주위험감시센터는 인공위성, 소행성 등 우주물체의 지상추락과 충돌과 같은 우주위험을 감시하고 분석하는 연구와 우주환경 감시기관의 기술정책 및 국제협력 지원 등의 사무국 업무를 수행하고 있다.



먼저 국가과학기술연구회 국가안전해결형사업인 우주물체 전자광학감시 체계기술 개발 사업(2011~2016)을 통해 국내외 5개 곳에 직경 0.5m급 우주물체 추적 광학망원경을 설치하여 우리나라 국적 위성, 한반도 정치궤도 영역을 독자적으로 감시하고자 한다. 이 네트워크는 광시야 광학망원경, 고속 마운트, 효과적인 스케줄링을 채용하여 빠르게 움직이는 인공위성이나 소행성의 추적감시가 가능하며, 세계 최초로 관측 계획부터 데이터 분석까지 전 과정을 천문연구원에서 무인원격으로 관리할 수 있다.



5) 대형망원경사업단

대형망원경사업단은 대형광학망원경의 국제공동건설 및 공동활용, 대형망원경용 관측기기 개발 등의 업무를 수행하고 있다.



주요사업으로는 거대마젤란망원경(GMT) 국제공동 건설 지분 10% 확보를 골자로 하는 대형망원경개발사업과 8m급 중대형망원경 국제공동 활용, 광학 및 적외선 관측기기 개발, GMT용 관측기기 및 부경 국제공동개발 등을 들 수 있다.

특히 GMT 시대를 대비한 연구역량의 개발과 인력 양성을 위하여 천문학계를 위한 중대형망원경 관측시간 지원, 대학원생 및 박사후연수원을 대상으로 하는 계절학교 운영, 해외 GMT 참여기관과 공동연구 및 펠로우십 프로그램 운영, 천문학 분야 국제공동연구 참여 등 다양

한 업무를 수행하고 있다. GMT의 건설에 직접 참여하는 기술 분야로는 가시광 고분산분광기인 G-CLEF 개발, 적외선 고분산분광기인 GMTNIRS 개발, 그리고 GMT의 자연시상용 부경인 FSM 개발 등을 수행하고 있다.

6) 이론천문연구센터

이론천문연구센터에는 고천문학(역사천문학), 우주론, 천체물리 분야의 연구자들이 참여하고 있으며, 2016년부터 수치천체물리 연구자들도 참여할 예정이다. 고천문학은 고대 천문기록과 의기복원 그리고 천문학사 관련 연구를 수행하고 있다. 우주론 및 천체물리 분야는 우주거대구조 이론과 관측 연구를 통해 우주초기조건, 암흑물질 및 암흑에너지에 관한 연구를 수행하고 있으며, DESI 등 주요 국제관측사업에 참여하고 있다. 수치천체물리 연구자들은 시뮬레이션을 통한 천체물리 연구 및 시뮬레이션코드 개발 등을 수행할 예정이다.

7) 중소기업협력센터

2013년 4월 새롭게 출범한 중소기업기술협력센터는 그 동안 연구원의 각 부서별로 분산 운영되어왔던 천문우주과학 관련 기술의 산업체 공유를 위한 협력 업무를 담당하고 있다. 현재 중소기업지원 인력은 센터장을 포함한 연구인력 4인, 전문위원 1인, 지원인력 1인 등 중소기업협력 전담인력과 18명의 KASI-테크노닥터들로 구성되어 있다. 천문광학, 천문전파 및 천문우주 분야별 8개의 패밀리기업(2016년 현재)들과 함께, 기업의 수요에 부응하는 원천기술 확보 및 기술이전을 추진하고 있다. 이러한 노력을 통해 2015년 3개의 기업수요형 R&D개발을 통해 원천기술 확보 및 기술이전을 추진하고, 실질적 기술이전 로드맵을 통해 적극적인 기술 사업화 및 육성 사업 확대를 위해 노력하고 있다. 또한 KASI-테크노닥터와 지속적인 기업의 애로기술 해결과 실질적인 기술교류를 통해 한국천문연구원 미래기술의 원천기술 확보 및 기업 동반성장을 위한 상생협력을 도모하고, 진정한 open innovation을 구현을 위해 노력하고 있다.

2. 한국천문연구원 주요 연구 및 개발 성과

가. 외계행성 탐색시스템(KMTNet) 관측소 개소

천문원은 지구와 비슷한 환경을 갖춘 외계행성을 발견하기 위해 지난 2009년부터 중력렌즈 현상을 이용해 외계행성을 탐색할 수 있는 KMTNet시스템을 개발했다. KMTNet 망원경은 직경 1 m 60 cm의 광시야 망원경과 3.4억 화소 모자이크 CCD 카메라로 이루어진 외계행성 탐



색시스템(KMTNet)을 개발하였으며, 설치 및 시험관측을 마치고 본격적인 연구관측에 착수한다.

KMTNet은 3대의 동일한 관측시스템을 남반구의 칠레, 남아공, 호주에 각각 설치함으로써 세계에서 유일한 24시간 연속관측이 가능한 광시야 관측시스템이다.



나. 세계 최대 거대마젤란망원경(GMT) 기공식 개최

2015년 10월 11일(현지시각) 오후 6시 칠레 라스 캄파나스 천문대에서는 한국천문연구원과 미국 카네기재단 천문대, 호주 천문재단, 브라질 상파울로 연구재단 등 4개국 11개 기관이 참여한 거대마젤란망원경(GMT) 기공식이 열렸다.

GMT는 한국천문연구원을 비롯한 10개 기관이 글로벌 파트너로 참여하고 있으며, 2022년 초기 운영이 시작되면 세계 최대의 망원경이 될 것이다. 이 망원경은 허블 우주망원경보다 10배 더 선명한 영상을 제공함으로써 우주론, 천체물리, 태양계 바깥의 외계행성에 대한 연구 등에서 핵심 질문에 대한 해답을 제공할 것이다. 초기 운영은 2022년에 시작될 예정이며 망원경의 최종 완성은 2020년대가 끝나기 전에 이루어질 전망이다.



다. 별표면 통과방법을 통한 두 개의 태양 가진 외계행성 발견

별표면 통과 방법을 이용하여 두 개의 별로 이루어진 쌍성 주위를 공전하는 외계행성을 10개째 발견했다.

이번에 발견한 외계행성 케플러-453b는 크기가 지구의 6.2배인 가스형 행성일 것으로 추정된다. 이 행성의 모성(parent star)인 쌍성은 태양 질량의 94%와 20% 정도인 두 별로 27.3일의 주기로 서로 공전하고 있으며, 케플러-453b는 이 쌍성계를 204.5일 주기로 공전하고 있다. 한국천문연구원은 이번 10개째 행성을 발견함으로써 이 분야의 독보적인 연구능력을 자랑하게 되었다.



라. 세종시 인공위성 레이저 추적(SLR) 시스템 본격 가동

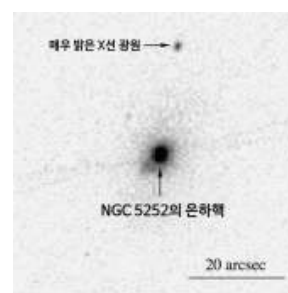
세종특별자치시(이하 세종시)에 한반도 상공의 인공위성을 레이저로 추적하여 mm 수준으로 인공위성까지의 거리를 측정할 수 있는 세종 인공위성 레이저추적(SLR) 관측소를 구축하고 본격적인 연구관측을 시작했다.

국내 SLR 시스템은 세종시에 구축된 40cm급 이동형 SLR 시스템과 2016년 말에 거창 감악산에 구축 예정인 1m급 고정형 SLR 시스템으로 구성된다. 한국천문연구원은 이러한 SLR 시스템을 반사경을 장착한 인공위성 뿐 아니라, 우주잔해물 추적에도 활용함으로써 인공위성의 궤도 결정, 지구물리, 우주측지 등 지구과학 연구 분야에 활용할 것으로 기대한다.



마. 외부은하 외곽부를 떠돌아다니는 블랙홀 발견

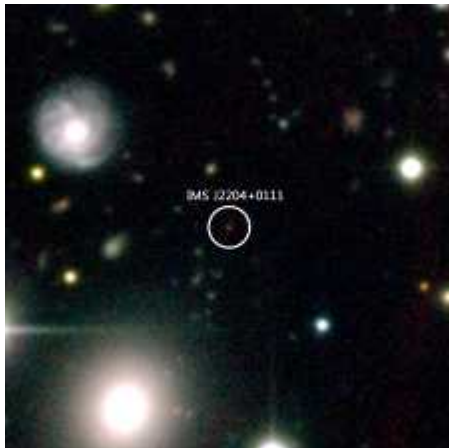
렌즈형은하 NGC 5252의 외곽부에서 새로운 블랙홀(CXO J133815.6+043255)을 발견하였다. 이는 대부분의 은하 중심부에 존재한다고 알려진 거대 질량 블랙홀의 형성 과정을 규명하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.





바. 128억 년 전의 거대질량 블랙홀 천체 '퀘이사' 발견

128 억 년 전의 거대질량 블랙홀 천체인 퀘이사를 발견했다. 이 발견은 빅뱅 이후 약 10억년 시기의 어두웠던 초기 우주를 밝힌 원인 천체가 무엇인지 규명하는데 중요한 역할을 할 것이다. 이번 연구에는 한국천문연구원 연구원이 파트너로 참여하고 있는 세계 최대급 천문대 제미니 8m 망원경이 핵심적인 역할을 하였다.



사단법인 한국천문학회  
회원명부  
(2016. 03)



No.	이름	E-mail	직장명
1	강궁원	gwkang@kisti.re.kr	한국과학기술정보연구원
2	강동일	kang_dong_il@naver.com	김해고등학교
3	강미주	mjkang@kasi.re.kr	한국천문연구원
4	강민희	kmhchloe@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
5	강봉석	kbs2004@korea.kr	군포시 대야도서관 누리전문대
6	강선미	tjsal_03@hotmail.com	경희대학교 우주탐사학과
7	강선아	aine2242@gmail.com	세종대학교
8	강성주	sjkang@kasi.re.kr	한국천문연구소
9	강신철	kang87@kasi.re.kr	천문연구원
10	강영운	kangyw@sejong.ac.kr	세종대학교
11	강용범	ybkang@cnu.ac.kr	충북대학교 천체물리센터
12	강용우	tetius82@daum.net	한국천문연구원
13	강용희	yhkang@knu.ac.kr	경북대 사범대 과학교육학부
14	강원석	wskang@kywa.or.kr	국립고흥청소년우 주체험센터
15	강월랑	nwyra@naver.com	서울대학교
16	강유진	egkang@astro.snu.ac.kr	한국천문연구원
17	강은아	milkrkd@daum.net	충북대학교 교육대학원
18	강은하	enkang0712@naver.com	세종대학교 천문학과
19	강이정	yjkang@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
20	강지수	jskang@astro.snu.ac.kr	서울대학교
21	강지현	jkang@kasi.re.kr	한국천문연구원
22	강지혜	siriustar@khu.ac.kr	경희대학교
23	강혁모	kradarts@gmail.com	
24	강현우	orionkhw@kasi.re.kr	한국천문연구원
25	강혜성	hskang@pusan.ac.kr	부산대학교
26	경재만	jman@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
27	계창우	kyecw1@gmail.com	서울대학교
28	고경연	knightflow@kasi.re.kr	한국천문연구원
29	고영심	mmer01@hanmail.net	
30	고원규	topa14@daum.net	14
31	고유경	ykko@astro.snu.ac.kr	서울대학교
32	고종완	jwko@kasi.re.kr	한국천문연구원
33	고주헌	persever@kasi.re.kr	한국천문연구원
34	고해곤	rhgorhs@hotmail.com	세종대학교
35	고현주	whiteangel28@hanmail.net	서울대학교 창의연구단
36	공인택	intaekgong@gmail.com	세종대학교
37	곽규진	kkwak@unist.ac.kr	울산과학기술대학교
38	곽동훈	souliar@naver.com	인하대학교
39	곽성원	one_0225@yahoo.com	서울대학교
40	곽영실	yskwak@kasi.re.kr	한국천문연구원
41	곽정하	spdlqj7021@naver.com	경희대학교 우주과학과
42	곽한나	hannahk@astro.snu.ac.kr	서울대학교
43	구경록	expolog@sen.go.kr	
44	구본철	koo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
45	구재림	koojr@kasi.re.kr	한국천문연구원
46	구한울	khw@astro.snu.ac.kr	서울대학교
47	국승화	nebula43@empal.com	
48	권강식	actorsagency@hanmail.net	(주)액터스 인포테인먼트
49	권대수	su324@hanmail.net	
50	권도영	oco1993@naver.com	
51	권륜영	luxmundi@astro.snu.ac.kr	서울대학교
52	권석기	ksk@kigam.re.kr	한국지질자원연구원
53	권석민	smkwon@kangwon.ac.kr	강원대학교

No.	이름	E-mail	직장명
54	권순길	kwonsg@kywa.or.kr	국립고흥청소년우주체험센터
55	권순자	sjgwon@knu.ac.kr	경북대
56	권영주	dudwn1109@hotmail.com	세종대학교
57	권용준	sightquater@naver.com	경희대학교 우주탐사학과
58	권우진	wkwon@kasi.re.kr	한국천문연구원
59	권유나	ynkwon@astro.snu.ac.kr	서울대학교
60	권은주	eunjoo.dear@gmail.com	세종대학교
61	권혁진	H.J.Kwon@khu.ac.kr	경희대학교
62	권혜원	hyewonstar@gmail.com	충남대학교
63	금강훈	astroartist@naver.com	천문우주과학과
64	금강훈	kahn0212@khu.ac.kr	우주탐사학과
65	김가혜	0119550@naver.com	경희대학교
66	김갑성	kskim@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
67	김강민	kmkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
68	김건희	kgh@kbsi.re.kr	한국기초과학지원연구원
69	김경묵	muk0606@naver.com	경북대학교
70	김경민	kmkim82@gmail.com	한양대학교
71	김경배	potter1229@naver.com	학교
72	김경섭	kskim207@korea.com	
73	김경임	kikim@khu.ac.kr	경희대학교
74	김경찬	kckim@kasi.re.kr	한국천문연구원
75	김경희	hiya3@hanmail.net	
76	김경희	quarkosmos@kasi.re.kr	한국천문연구원
77	김관정	archer81@kasi.re.kr	과학기술연합대학원대학교
78	김관혁	khan@khu.ac.kr	경희대학교
79	김광동	kasikdkim@gmail.com	한국천문연구원
80	김광태	ktk@cnu.ac.kr	충남대학교

No.	이름	E-mail	직장명
81	김광현	kghakhs@hanmail.net	원주여자고등학교
82	김규섭	kimkyuseob@hanmail.net	경북대학교 천문대기과학과
83	김근호	kgh110507@naver.com	연세대학교 천문우주학과
84	김기범	sacrificek2b@daum.net	경북대학교
85	김기정	gijeong@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
86	김기태	tkkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
87	김기표	1001happyday@hanmail.net	서울대학교
88	김기훈	kngc6543@hanmail.net	세종대학교
89	김다운	dwk94@naver.com	단국대학교
90	김대원	coati@yonsei.ac.kr	연세대학교
91	김대원	thebittersweet7@gmail.com	서울대학교
92	김덕현	kdh3841@hanmail.net	
93	김도일	dy0726@sju.ac.kr	세종대학교
94	김도형	dohyeong@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
95	김동진	keaton03@nate.com	한국천문연구원
96	김동진	dj.kim@yonsei.ac.kr	연세대학교
97	김동현	tptlfhdgus@naver.com	경북대학교 천문대기과학과
98	김동흔	naraloveju@naver.com	충북대학교
99	김두환	thkim@ajou.ac.kr	
100	김록순	rskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
101	김만태	ware4u@empal.com	서라벌대학
102	김명진	skarma.myungjin@gmail.com	한국천문연구원
103	김명학	coconut21@naver.com	경북대학교
104	김묘진	myojin@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
105	김미량	mrkim@kasi.re.kr	
106	김민규	astromgkim@gmail.com	서울대학교 천문학과
107	김민배	mbkim@khu.ac.kr	경희대학교

No.	이름	E-mail	직장명
108	김민선	mskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
109	김민영	lucio0217@khu.ac.kr	경희대학교
110	김민중	mjkim@kasi.re.kr	세종대학교
111	김민진	tocherry.kim@gmail.com	한국천문연구원
112	김민철	galaxyfe@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
113	김병준	bjkim@astro.snu.ac.kr	
114	김보경	bkkim315@gmail.com	이화여자대학교
115	김보금	kimbogeum@hanmail.net	이화여자대학교
116	김상준	sjkim1@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
117	김상철	sckim@kasi.re.kr	한국천문연구원
118	김상혁	ksh83@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
119	김상혁	astro91@kasi.re.kr	한국천문연구원
120	김석	star4citizen@gmail.com	충남대학교 천문우주과학과
121	김석환	skim@csa.yonsei.ac.kr	
122	김석훈	gainkimss@hanmail.net	모드니치과
123	김선의	seoneui.kim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
124	김선정	007gasun@hanmail.net	경희대학교 우주과학과
125	김성수	sungsoo.kim@khu.ac.kr	경희대학교
126	김성원	sungwon@ewha.ac.kr	
127	김성은	sek@sejong.ac.kr	세종대학교
128	김성중	ksj2081@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
129	김성진	seongini@gmail.com	한국천문연구원
130	김성진	dabin0214@naver.com	어린이천문대
131	김소피아	sopia0501@naver.com	경희대학교
132	김수아	sooastar@gmail.com	아시아태평양이론물리센터
133	김수연	aranya050@gmail.com	
134	김수영	sykim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교

No.	이름	E-mail	직장명
135	김수진	sjk95@lycos.co.kr	한국천문연구원
136	김수현	alkes5@naver.com	천문대기과학과
137	김순옥	skim@kasi.re.kr	한국천문연구원
138	김승리	slkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
139	김신영	syberith@gmail.com	한국천문연구원
140	김연식	wave6563@gmail.com	한국천문연구원
141	김연한	yhkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
142	김연화	byolhyou@nate.com	
143	김영광	aspace@cnu.ac.kr	충남대학교
144	김영래	yrk@kias.re.kr	고등과학원
145	김영로	kyl83@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
146	김영록	yrockkim@gmail.com	한국항공우주연구원
147	김영수	ykim@kasi.re.kr	한국천문연구원
148	김영식	yskim0321@kasi.re.kr	한국천문연구원/충남대
149	김영오	icarus0505@hanmail.net	강원대학교 과학교육학부
150	김영주	jinjieun.seop@gmail.com	(주)유남옵틱스
151	김영주	kimyj9366@gmail.com	충남대학교
152	김영환	kyh02895@daum.net	예비창업자
153	김영희	o881228@naver.com	충북대학교
154	김예솔	yskim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
155	김용기	ykkim153@chungbuk.ac.kr	충북대학교
156	김용범	ybkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
157	김용정	yjkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
158	김용철	yckim@yonsei.ac.kr	연세대학교
159	김용하	yhkim@cnu.ac.kr	충남대학교
160	김용휘	kimyh@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
161	김우정	woo0122@hotmail.com	

No.	이름	E-mail	직장명
162	김웅태	wkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
163	김유제	yoojea@gmail.com	한국천문학회
164	김윤배	yoobai@skku.edu	성균관대학교
165	김윤영	ynyoung.kim@gmail.com	서울대학교
166	김윤학	sherlock@kasi.re.kr	한국천문연구원
167	김은빈	ebkim@khu.ac.kr	경희대
168	김은솔	eunsol518@naver.com	충남대학교
169	김은총	eunchong89@astro.snu.ac.kr	서울대학교
170	김은혁	eunhyeuk@gmail.com	한국항공우주연구원
171	김일중	ijkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
172	김일훈	zenith73@gmail.com	경희대학교
173	김자영	planiverse@naver.com	세종대학교
174	김재관	kimjgwan@korea.kr	국가기상위성센터
175	김재민	jmkim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
176	김재연	jaeyeonkim93@gmail.com	연세대학교
177	김재영	jayeong@khu.ac.kr	경희대학교
178	김재영	astro.jy.kim@gmail.com	서울대학교
179	김재우	kjw0704@hotmail.com	
180	김재진	supernova55@hanmail.net	
181	김재현	76rokmc@hanmail.net	한국천문연구원
182	김재혁	nasabolt@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
183	김재현	jaehyunk1318@hanmail.net	케이티
184	김재훈	camacsky@hanmail.net	전파연구소
185	김정규	jkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과 대학원
186	김정리	chunglee.kim0@gmail.com	서울대학교
187	김정숙	evony08@empal.com	경희대
188	김정엽	wind-200@nate.com	제주별빛누리공원 천문대

No.	이름	E-mail	직장명
189	김정초	jeongcho.kim@gmail.com	인제대학교
190	김정하	jejei0523@gmail.com	경희대학교 일반대학원
191	김정한	jhkim@kopri.re.kr	극지연구소
192	김정현	neveradieu@hanmail.net	한국이크레딧
193	김정환	kim3712@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
194	김중수	jskim@kasi.re.kr	한국천문연구원
195	김종찬	kjceye@naver.com	밝은성모안과
196	김주연	ksky0422@naver.com	
197	김주한	kjhan0606@gmail.com	고등과학원
198	김주현	jhkim73@gmail.com	한국항공우주연구원
199	김준한	junhankim.87@gmail.com	
200	김준호	1990-11-22@hanmail.net	서울대학교
201	김지유	mka15@naver.com	분광연구실
202	김지은	star_bell@lycos.com	이화여자대학교
203	김지현	jihun@kasi.re.kr	한국천문연구원
204	김지현	jhk7799@daum.net	
205	김지현	jihyunkim@unist.ac.kr	울산과학기술대학교
206	김지훈	jhkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
207	김진규	jinkyukim@khu.ac.kr	경희대학교
208	김진아	dsc2562@hanmail.net	연세대학교
209	김진영	jinyoungserena@gmail.com	University of Arizona/Steward Observatory
210	김진현	kjhmatch123@naver.com	경희대학교
211	김진협	jhkim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
212	김진호	jinho@astro.snu.ac.kr	
213	김진호	lece619@gmail.com	
214	김진희	zinhi@nate.com	충북대학교

No.	이름	E-mail	직장명
215	김창구	cgkim@astro.princeton.edu	프린스턴 대학
216	김창희	capeskim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
217	김천휘	kimch@chungbuk.ac.kr	충북대학교
218	김철희	ckim2807@gmail.com	전북대학교
219	김태석	team7@live.co.kr	팀세븐
220	김태연	taeyeon81@hotmail.com	경희대학교
221	김태우	maimouse@nate.com	국립고흥청소년우주체험센터
222	김태현	tkim@kasi.re.kr	KASI
223	김태현	chunsukyung@nate.com	경희대학교 우주탐사학과
224	김택진	easytest@nate.com	
225	김학섭	agapie196@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
226	김한성	hgim@astro.umass.edu	매사추세츠주립대학
227	김향표	khp0717@kasi.re.kr	한국천문연구원
228	김혁	vitkim@gmail.com	경기과학고등학교
229	김현구	hgkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
230	김현남	astrokhn@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
231	김현수	hskim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
232	김현숙	kimo2580@nate.com	송암 스페이스 센터
233	김현우	hwkim365@chungbuk.ac.kr	충북대학교
234	김현정	hjkjeju@empal.com	
235	김현정	hjkim@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
236	김현정	imwings@naver.com	경희대학교 우주과학관
237	김현중	predige@nate.com	망포고등학교
238	김형준	HJKIM@sju.ac.kr	세종대학교 천문우주학과
239	김혜영	khy0744@naver.com	충북대학교
240	김호일	hikim@kasi.re.kr	한국천문연구원
241	김홍근	hgkim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교

No.	이름	E-mail	직장명
242	김환선	hwansun.kim@gmail.com	국가수리과학연구소
243	김효령	hrkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
244	김효선	hkim@kasi.re.kr	한국천문연구원
245	김효원	hwkim1011@gmail.com	
246	김효정	messier3@gmail.com	조선대학교
247	김훈규	hkyoo@cnu.ac.kr	충남대학교
248	김홍재	heungjae.kim@gmail.com	(주)엔지캠생명과학
249	김희수	heesoo54@kongju.ac.kr	공주대학교
250	나성호	sunghona@kasi.re.kr	아주공대
251	나일성	slisnha@chollian.com	연세대원로
252	나자경	jknah@kasi.re.kr	한국천문연구원
253	나종삼	csam.na@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
254	나하나	iamone@yonsei.ac.kr	연세대학교
255	나현옥	pureundal@naver.com	경희대학교 우주탐사학과
256	남경빈	quddud1589@naver.com	세종대학교
257	남궁영	astrophysix@naver.com	
258	남신우	swnam@ewha.ac.kr	이화여자 대학교
259	남연우	nywfox@gmail.com	
260	남옥원	uwnam@kasi.re.kr	한국천문연구원
261	남윤우	n23330dj@naver.com	경희대학교 우주과학과
262	남지선	jpnam99@gmail.com	경희대학교
263	남지우	namjiwoo@gmail.com	이화여자대학교 물리학과
264	노덕규	dgroh@kasi.re.kr	한국천문연구원
265	노동구	dgroh@yonsei.ac.kr	연세대학교 첨단관 323호
266	노순영	soonyoung.roh.astro@vc.ibaraki.ac.jp	울산과학기술원
267	노유경	ykyung@astro.snu.ac.kr	서울대학교



No.	이름	E-mail	직장명
268	노하나	nhn1216@naver.com	경희대학교
269	노현욱	hwro@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
270	노혜림	hr@kasi.re.kr	한국천문연구원
271	도희진	taekwon@nate.com	김해천문대
272	독고경환	korn1009@gmail.com	KAIST
273	류기택	gtryoo@dhu.ac.kr	대구한의대학교
274	류동수	ryu@sirius.unist.ac.kr	UNIST
275	류동욱	antinneo@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
276	류윤현	yoonyunryu@gmail.com	한국천문연구원
277	류진혁	ryujh@astro.snu.ac.kr	물리천문학부 천문학전공
278	마리오 파스콰토	mario.pasquato@galaxy.yonsei.ac.kr	
279	마승희	cutiflower@naver.com	충남대학교
280	목승원	moxeung@astro.snu.ac.kr	
281	문기석	kisuk3131@hanmail.net	우주과학기술연구소
282	문대식	moon@astro.utoronto.ca	토론토 대학교
283	문봉곤	bkmoon@kasi.re.kr	한국천문연구원
284	문신행	shmoon42@kornet.net	
285	문양희	yhamoon@chosun.ac.kr	조선대학교 중앙도서관
286	문용재	moonyj@khu.ac.kr	경희대학교
287	문준성	moonjs@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
288	문현우	mhw2000@knu.ac.kr	경북대학교 천문대기과학과
289	문홍규	fullmoon@kasi.re.kr	한국천문연구원
290	민경욱	kwmin@kaist.ac.kr	한국과학기술원 물리학과
291	민병희	bhmin@kasi.re.kr	한국천문연구원
292	민성식	ssmin_daum@hanmail.net	The University of Sydney
293	민영기	yminn@khu.ac.kr	

No.	이름	E-mail	직장명
294	민영철	minh@kasi.re.kr	한국천문연구원
295	박경선	ks_park@cnu.ac.kr	충남대학교 천문우주학과
296	박관호	nobel2015@snu.ac.kr	서울대학교
297	박근우	calpkw@gmail.com	세종대학교
298	박근찬	loo4ndevil@nate.com	충남대학교
299	박근홍	khpark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
300	박금숙	pgs@astro.snu.ac.kr	서울대학교
301	박기완	pkiwan@gmail.com	울산과학기술대학교
302	박기훈	kbach@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
303	박다우	dawoo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
304	박대성	pds2001@astro.snu.ac.kr	서울대학교
305	박대영	niceskies@hanmail.net	무주반디별천문과학관
306	박동호	dongho.park@gmail.com	아태이론물리센터
307	박명구	mgp@knu.ac.kr	경북대
308	박미영	shinehanl@hanmail.net	충북대학교
309	박민아	minapak@kasi.re.kr	한국과학기술연합대학원대학교
310	박민영	coocloli@naver.com	경희대학교
311	박병곤	bgpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
312	박병찬	allmest@unist.ac.kr	울산과학기술원
313	박석재	sjpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
314	박선경	sunkyung@khu.ac.kr	경희대학교
315	박선미	smpark@kaist.ac.kr	한국과학기술원
316	박선미	smpark@kaist.ac.kr	KAIST 부설 한국과학영재학교
317	박선엽	sunyoup@galaxy.yonsei.ac.kr	한국천문연구원
318	박성식	blueky21@naver.com	우리집
319	박성준	spark@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
320	박소명	smpark12@khu.ac.kr	경희대학교
321	박소연	third_kind@naver.com	서울대학교
322	박소영	syongii@astro.snu.ac.kr	서울대학교
323	박송연	sypark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
324	박수중	soojong@khu.ac.kr	경희대학교
325	박순창	scpark@metaspace.co.kr	메타스페이스
326	박영득	ypark@kasi.re.kr	한국천문연구원
327	박영식	parkys@kasi.re.kr	한국천문연구원
328	박용선	yspark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
329	박우연	niaam12@gmail.com	
330	박우진	aquasheep71@gmail.com	경희대학교
331	박원기	wkpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
332	박원현	nova8028@gmail.com	
333	박윤수	ysbachpark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
334	박윤희	yhpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
335	박은미	rathfjnn@naver.com	한국천문연구원
336	박은수	espark@khu.ac.kr	경희대학교
337	박일홍	ilpark@skku.edu	성균관대학교
338	박장현	jhpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
339	박장호	pooh107162@kasi.re.kr	한국천문연구원
340	박재우	yharock9@space.kist.ac.kr	항공우주연구원
341	박재홍	park101110@naver.com	University of Melboure
342	박재홍	parkjhg@hanmail.net	천문연구원
343	박종선	astropjs@naver.com	공간물리연구실
344	박종엽	x9bong@hanmail.net	한국천문연구원
345	박종욱	jupark@kasi.re.kr	한국천문연구원
346	박종원	jw.park@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교

No.	이름	E-mail	직장명
347	박종태	catright4@hotmail.com	세종대학교
348	박종혁	jonghyeok@korea.kr	
349	박종호	jhpark@astro.snu.ac.kr	서울대학교
350	박준성	jspark2513@gmail.com	울산과학기술대학교
351	박준성	jspark2513@gmail.com	울산과학기술대
352	박지숙	parkjs53@naver.com	경희대학교
353	박지원	jiwon716@gmail.com	
354	박지원	jiwon716@gmail.com	충북대학교
355	박진우	jinwooandthesea@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
356	박진원	xonaonxa@hanmail.net	
357	박진태	siriusa1v@gmail.com	한국천문연구원
358	박진혜	jinhye@khu.ac.kr	우주기상연구실
359	박찬	astrosky@hanmail.net	천문우주기획
360	박찬	chanpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
361	박찬경	park.chan.gyung@gmail.com	전북대학교 과학교육학부
362	박창범	cbp@kias.re.kr	고등과학원
363	박푸른	a.zure@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
364	박필호	phpark@kasi.re.kr	한국천문연구원
365	박혁	hpark@astroph.cbu.ac.kr	충북대학교
366	박현배	hcosmosb@kasi.re.kr	한국천문연구원
367	박형민	hmpark@kywa.or.kr	국립고흥청소년우주체험센터
368	박홍서	hspark@knue.ac.kr	예천천문우주센터
369	박홍수	hspark@kasi.re.kr	한국천문연구원
370	방태양	qkdxodid1230@knu.ac.kr	경북대학교 천문대기과학과
371	배봉석	bspae@hanmail.net	대학원
372	배선복	sbbaemedia@gmail.com	글로벌교육문화연구원
373	배영복	baeyb@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부

No.	이름	E-mail	직장명
374	배영호	yhbae@galaxy.yonse ei.ac.kr	연세대학교 이과대학 천문학과
375	배재한	jaehbae@umich.ed u	U of Michigan
376	배현정	hjbae@pusan.ac.kr	
377	배현진	hjbae@galaxy.yonse ei.ac.kr	연세대학교
378	백기선	giseon8871@gmail. com	경희대학교
379	백길호	kilho.baek@gmail.c om	경희대학교
380	백승우	kybmk@naver.com	무직
381	백준현	jhbaek@galaxy.yon sei.ac.kr	연세대학교
382	백지혜	jhbaek@kasi.re.kr	한국천문연구원
383	백창현	chbaek@msip.go.kr	국립중앙과학관
384	범민제	mjbeom@galaxy.yo nsei.ac.kr	연세대학교
385	변도영	bdy@kasi.re.kr	한국천문연구원
386	변용익	ybyun@yonsei.ac.kr	연세대학교
387	변우원	f0xmulderrr@gmail. com	경북대학교 전문대기과학과
388	변재규	mirach99@yonsei.a c.kr	국립중앙과학관
389	봉수찬	scbong@kasi.re.kr	한국천문연구원
390	부건우	sirius1565@naver.c om	
391	사토시 이노우 에	inosato@khu.ac.kr	경희대학교
392	서강일	ski0243@naver.com	경희대학교
393	서경원	kwsuh@chungbuk. ac.kr	충북대학교
394	서미라	mrseo@pusan.ac.kr	부산대학교
395	서성우	swseo@galaxy.yonse ei.ac.kr	연세대학교
396	서영민	seo3919@gmail.co m	애리조나 대학 투산
397	서우영	zephyrus02@naver. com	서울대학교 천문학과
398	서윤경	ykseo@kasi.re.kr	한국천문연구원
399	서정준	higher007@naver.c om	경희대학교 우주탐사학과

No.	이름	E-mail	직장명
400	서행자	hseo@kasi.re.kr	한국천문연구원
401	서현중	hjseo@astro.snu.ac. kr	서울대학교
402	서현주	hyunju@galaxy.yon sei.ac.kr	연세대학교
403	서혜원	suh@galaxy.yonsei. ac.kr	연세대학교
404	석지연	jyseok@astro.snu.a c.kr	서울대학교물리천 문학부천문학
405	선광일	kiseon@kasi.re.kr	한국천문연구원
406	선유진	aeiou258@naver.co m	헤민병원
407	선종호	jhseon@khu.ac.kr	경희대학교
408	설아침	flyingangel@daum. net	한국천문연구원
409	성광현	hummingsung@gm ail.com	울산과학기술원
410	성숙경	sksung@khu.ac.kr	경희대학교
411	성언창	ecsung@kasi.re.kr	한국천문연구원
412	성현일	hisung@kasi.re.kr	한국천문연구원
413	성현철	hcseong@kasi.re.kr	
414	성환경	sungh@sejong.ac.k r	세종대학교
415	손동훈	dhson1970@hotma il.com	서울대학교
416	손명재	sonmj88@astro.snu .ac.kr	서울대학교
417	손미림	smirim@gmail.com	경희대학교
418	손봉원	bwsohn@kasi.re.kr	한국천문연구원
419	손영중	sohnyj@csa.yonsei. ac.kr	
420	손재주	eddy@nims.re.kr	국가수리과학연구 소
421	손정주	jjsohn@knue.ac.kr	한국교원대학교
422	손주비	jbsohn@astro.snu.a c.kr	서울대학교 천문학전공
423	송가을	hgv100@hanamail. net	대학원 학생
424	송동욱	dusong@astro.snu. ac.kr	서울대학교
425	송두중	djsongdjsong@han mail.net	한국천문연구원
426	송미미	mmsong@astro.sn u.ac.kr	서울대 물리천문학부

No.	이름	E-mail	직장명
427	송미화	jsm2438@naver.com	충북대학교
428	송민규	mksong@kasi.re.kr	한국천문연구원
429	송보영	ufo89451@naver.com	경희대학교
430	송수아	ssa0231@naver.com	충북대학교
431	송용선	ysong@kasi.re.kr	한국천문연구원
432	송용준	stelle9@gmail.com	경희대학교 우주탐사학과
433	송인옥	song.inok@kaist.ac.kr	한국과학영재학교
434	송인혁	ihsong@khu.ac.kr	경희대학교
435	송제현	jhsong0717@kasi.re.kr	한국천문연구원
436	송지선	jssong@kasi.re.kr	한국천문연구원
437	송현미	yesuane@gmail.com	고등과학원
438	시아오동리	xiaodongli@kias.re.kr	고등과학원
439	신대규	tlseorb0111@naver.com	충북대 천문우주학과
440	신민수	astromsshin@gmail.com	한국천문연구원
441	신슬기	ssssss3887@naver.com	경희대학교
442	신승후	sinhoo8862@naver.com	한국천문연구원
443	신영우	ywshin@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
444	신영호	fmarihwanau@nate.com	세종대학교
445	신용철	fedragon86@naver.com	국립고흥청소년우주체험센터
446	신윤경	yksheen@kasi.re.kr	한국천문연구원
447	신은서	ssinss00@gmail.com	강원대학교
448	신인구	ingushin@astroph.hungbuk.ac.kr	충북대학교 물리학과
449	신재식	jsshin@kasi.re.kr	한국천문연구원
450	신재진	jjshin@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
451	신재혁	karamel_bro@naver.com	우주탐사학과
452	신정우	ra2can@naver.com	
453	신중호	jhshinn@kasi.re.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
454	신준호	junhosn@khu.ac.kr	경희대학교
455	신지혜	jhshin.jhshin@gmail.com	경희대학교 우주과학과
456	신지혜	astrosophia@knu.ac.kr	경북대학교
457	신진호	jhshin@yeonju.co.kr	더원
458	신태희	astrosp@cnu.ac.kr	충남대학교 천문우주과학과
459	심경진	kjsim2002@hanmail.net	
460	심재영	jyshim523@kaist.ac.kr	과학영재교육연구원
461	심준섭	jsshim@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부 천문학전공
462	심채경	cksim@khu.ac.kr	경희대학교
463	심충건	simcg@chsu.ac.kr	충북보건과학대학교
464	심현진	shim.hyunjin@gmail.com	경북대학교 사법대학 지구과학교육과
465	안경진	kjahn@chosun.ac.kr	조선대학교
466	안대우	daewoos@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
467	안덕근	deokkeun@ewha.ac.kr	이화여자대학교
468	안상현	sha@kasi.re.kr	한국천문연구원
469	안성호	astrosh@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
470	안영숙	ysahnn@kasi.re.kr	한국천문연구원
471	안인선	ais@astro.snu.ac.kr	서울대학교
472	안종호	neo6633@naver.com	경희대학교 우주과학과
473	안준모	ajmyaa@khu.ac.kr	우주탐사학과
474	안지은	jeahn@khu.ac.kr	경희대학교
475	안형국	milide@hotmail.com	없음
476	안홍배	hbann@pusan.ac.kr	부산대학교
477	양성철	sczoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
478	양승원	gog500@naver.com	울산과학기술대학교
479	양유진	yyang@kasi.re.kr	천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
480	양윤아	yanga@astro.snu.ac.kr	서울대학교
481	양종만	jyang@ewha.ac.kr	이화여자대학교
482	양종우	ilsahute@korea.kr	
483	양태용	yty16@kasi.re.kr	한국천문연구원
484	양하늘	hnyang@astro.snu.ac.kr	서울대학교
485	양형석	yanghs@kepri.re.kr	한전전력연구원 충대전연구소
486	양홍규	hongu@astro.snu.ac.kr	서울대학교
487	양홍진	hjyang@kasi.re.kr	한국천문연구원
488	양희수	yang83@snu.ac.kr	서울대학교
489	여아란	arl@kasi.re.kr	한국천문연구원
490	염범석	cometyeom@cnu.ac.kr	충남대학교 천문우주학과
491	염재환	jhyeom@kasi.re.kr	한국천문연구원
492	오규동	ohkd@jnu.ac.kr	전남대학교
493	오규석	ksoh@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
494	오대현	oh.d.hyun@gmail.com	한국천문연구원(임시)
495	오민지	minjihoh@kasi.re.kr	UST/한국천문연구원
496	오병렬	brauh@daum.net	
497	오병춘	oh-bba@hanmail.net	김포신봉초등학교
498	오상훈	oh.sanghoon@gmail.com	국가수리과학연구소
499	오세명	smoh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
500	오세진	sjoh@kasi.re.kr	한국천문연구원
501	오수연	osy1999@cnu.ac.kr	전남대학교 지구과학교육과
502	오슬희	sree@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
503	오승경	skoh@astro.uni-bonn.de	AIfA
504	오승준	oh@selab.co.kr	
505	오승현	kydhtmdgus@nat.e.com	강남하늘안과
506	오영석	oysclub@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과

No.	이름	E-mail	직장명
507	오재석	ojs001@kasi.re.kr	한국천문연구원
508	오정근	johnoh@nims.re.kr	국가수리과학연구소
509	오정환	joh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
510	오준영	jyoh3324@hanyang.ac.kr	한양대학교
511	오충식	csoh@kasi.re.kr	한국천문연구원
512	오형일	ymy501@kasi.re.kr	보현산 천문대
513	오희영	hyoh@kasi.re.kr	UST/한국천문연구원
514	와지마 키요아 키	wajima@kasi.re.kr	한국천문연구원
515	우병태	vegaA05@hotmail.com	
516	우수완	francis70@hotmail.com	충북대학교 천문우주학과 석사
517	우종욱	woojok@hanmail.net	
518	우종학	woo@astro.snu.ac.kr	서울대학교
519	우화성	marswoo@hanmail.net	김해천문대
520	위석오	sowi@kasi.re.kr	
521	유계화	khyoo@ewha.ac.kr	이화여자대학교 퇴임
522	유나래	younalae@nate.com	경희대학교
523	유다솔	dbekthfdl@gmail.com	세종대학교
524	유대중	djuu@khu.ac.kr	우주탐사학과
525	유소영	zoazoacocoa@naver.com	세종대학교
526	유영삼	ysyu@kasi.re.kr	한국천문연구원
527	유재원	jwyoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
528	유주상	astro7000@naver.com	서산류방택천문기 상과학관
529	유지연	dbwldjs@hanmail.net	중앙대학교 생물자원과학계열
530	유진희	napa3@hanmail.net	연세대학교
531	유현주	hyunju527@gmail.com	충남대학교
532	유형준	pala@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부

No.	이름	E-mail	직장명
533	유혜민	sinyuljudai@galaxy.yonsei.ac.kr	
534	유혜인	yuhyein@gmail.com	
535	육두호	ytodauk@cnu.ac.kr	충남대학교 천문우주과학과
536	육인수	yukis@kasi.re.kr	한국천문연구원
537	윤나영	angryrabbity@naver.com	경희대 우주탐사학과
538	윤동환	dhysgr@hanmail.net	서울대학교
539	윤두수	dsyoon@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학전공
540	윤석진	sjyoon0691@yonsei.ac.kr	연세대학교
541	윤성용	yoon6768@khu.ac.kr	경희대학교
542	윤성철	yoon@astro.snu.ac.kr	서울대학교
543	윤성희	prettydongtong@hanmail.net	부산백양고등학교
544	윤세영	mearin@naver.com	경희대학교 우주탐사학과
545	윤영주	yjyun@kasi.re.kr	한국천문연구원
546	윤요나	antalece@kasi.re.kr	충북대학교 천문대
547	윤요라	antalece@chungbuk.ac.kr	충북대학교 천문대
548	윤요섭	ysyoon@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
549	윤용민	yymx2aa@gmail.com	서울대학교
550	윤재혁	unicos10@gmail.com	한국천문연구원
551	윤제웅	yju7014@naver.com	경북대학교
552	윤태석	yoonts@knu.ac.kr	경북대학교 천문대기과학과
553	윤형식	db6878@naver.com	경희대학교 우주탐사학과
554	윤혜인	hiyoon@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
555	윤홍식	yunhswow@daum.net	서울대학교
556	윤희선	gm1tjs315@gmail.com	충남대학교
557	이가인	wag.ur.coke@gmail.com	경북대학교
558	이강우	kwyi@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
559	이강진	canopus@khu.ac.kr	경희대학교

No.	이름	E-mail	직장명
560	이강환	kanghwan@msip.go.kr	국립과천과학관
561	이강환	astroyv@cbe.go.kr	세광고등학교
562	이겨레	grlee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
563	이경동	kieslow@khu.ac.kr	경희대학교
564	이경민	hahahaya@naver.com	세종대학교
565	이경선	lksun@khu.ac.kr	경희대학교
566	이경숙	whityluna@naver.com	
567	이경숙	weter4@hanmail.net	서초종로학원
568	이경숙	cloth79@kasi.re.kr	한국천문연구원
569	이경훈	jiguin2@chol.com	한국과학영재학교
570	이광호	ghlee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
571	이교현	heonsin@naver.com	신시기획
572	이기원	leekw@cu.ac.kr	대구가톨릭대학교
573	이기주	astronomer83@naver.com	경북대학교 천문대기과학과
574	이길우	spacian@gmail.com	인천어린이과학관
575	이나원	astrolabelee@gmail.com	서울대학교
576	이대영	dylee@chungbuk.ac.kr	충북대학교 천문우주학과
577	이대희	dhlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
578	이덕행	7grace7@kasi.re.kr	한국천문연구원
579	이동욱	dr.dwlee@gmail.com	무소속
580	이동주	marin678@kasi.re.kr	한국천문연구원
581	이동현	dyonysos@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
582	이동훈	dhlee@khu.ac.kr	경희대학교
583	이명균	mglee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
584	이명현	easy2537@yonsei.ac.kr	한국천문연구원
585	이민경	mingyeong@astro.snu.ac.kr	서울대학교
586	이방원	bwlee@astro.snu.ac.kr	한국천문연구원

No.	이름	E-mail	직장명
587	이범현	lbh@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
588	이병철	bcllee@kasi.re.kr	한국천문연구원
589	이보미	bmlee@astro.snu.ac.kr	
590	이상각	sanggak@snu.ac.kr	국립고흥청소년우주센터
591	이상민	smlee@kisti.re.kr	한국과학기술정보연구원
592	이상성	sslee@kasi.re.kr	한국천문연구원
593	이상우	lee@spweather.com	(주)에스이랩
594	이상윤	sylee@galaxy.yonsei.ac.kr	은하진화연구센터
595	이상윤	sylee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
596	이상준	sjlee1980@yahoo.com	나사 고다드 우주 비행 센터
597	이상현	ngc2420@hanmail.net	한국천문연구원
598	이상훈	cryisang@sju.ac.kr	세종대학교
599	이서구	sglee@kasi.re.kr	한국천문연구원
600	이석영	yi@yonsei.ac.kr	연세대학교
601	이석영	ktx3131@naver.com	충남과학고등학교
602	이석천	skylee@kias.re.kr	한국고등과학원
603	이석호	seokholee@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
604	이성국	s.joshualee@gmail.com	서울대학교
605	이성숙	quasar25@gmail.com	충남대학교 우주과학실험실
606	이성은	lodrs@naver.com	한국천문연구원
607	이성재	seong@chungbuk.ac.kr	충북대학교
608	이성호	leesh@kasi.re.kr	한국천문연구원
609	이성환	swhan@khu.ac.kr	경희대학교
610	이소정	sosam1231@nate.com	
611	이수창	screy@cnu.ac.kr	충남대학교
612	이순천	suncheonlee960130@gmail.com	충북대학교
613	이승욱	rb30@unitel.co.kr	삼성중공업

No.	이름	E-mail	직장명
614	이승욱	lsu1993@nate.com	
615	이시백	sibaekyi@khu.ac.kr	경희대학교
616	이안선	iyansun@hanmail.net	경희대학교 우주탐사학과
617	이어진	oj2bis@naver.com	경희대학교
618	이영대	hippo206@cnu.ac.kr	충남대학교
619	이영민	ymlee9211@gmail.com	세종대학교
620	이영선	youngsun@cnu.ac.kr	충남대학교
621	이영성	lysorlys@gmail.com	충북대학교
622	이영욱	ywlee2@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
623	이영웅	yulee@kasi.re.kr	한국천문연구원 천체물리연구
624	이예진	zaza1005@naver.com	혜원여자고등학교
625	이용복	yblee@snue.ac.kr	서울교육대학교
626	이용삼	leeysam@hanmail.net	충북대학교
627	이용석	yslee@kasi.re.kr	한국천문연구원
628	이용현	yhlee@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
629	이우백	wblee18@gmail.com	
630	이용	leeung0@gmail.com	천문관측실험실
631	이원형	ewonhyeong@gmail.com	충남대학교 천문우주과학과
632	이유	euyiyu@cnu.ac.kr	
633	이윤희	yhinjesus@gmail.com	경북대학교
634	이은상	eslee@khu.ac.kr	경희대학교
635	이은옥	eiooo@naver.com	충북대학교 천문우주학과
636	이은희	ehl77@naver.com	한국기술사연구소
637	이인덕	idlee@astro.snu.ac.kr	(주)로쿰
638	이재민	leejaemin@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
639	이재성	jsl@kofst.or.kr	한국과학기술단체총연합회
640	이재욱	ljoking@naver.com	우주탐사학과

No.	이름	E-mail	직장명
641	이재우	jaewoolee@sejong.ac.kr	세종대학교 물리천문학과
642	이재우	jwlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
643	이재유	jaeyewlee@naver.com	방배경찰서
644	이재준	lee.j.joon@gmail.com	한국 천문연구원
645	이재진	jjlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
646	이재혁	lee_hyuk@naver.com	
647	이재현	jaehyun@kasi.re.kr	한국천문연구원
648	이재형	jhlee44@khu.ac.kr	경희대학교 공간물리연구실
649	이재형	ljh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
650	이정규	jklee@khu.ac.kr	경희대학교
651	이정애	jalee@kasi.re.kr	UST/KASI
652	이정원	jwl@kasi.re.kr	한국 천문 연구원
653	이정은	jeongeun.lee@khu.ac.kr	경희대학교 국제캠퍼스
654	이정환	joungh93@gmail.com	서울대학교
655	이정훈	jounghun@astro.snu.ac.kr	서울대학교
656	이종길	bbelejjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
657	이종준	jj085113@naver.com	대구일과학고등학교
658	이종철	jclee@kasi.re.kr	한국천문연구원
659	이중환	leejh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
660	이주원	joowon.lee@khu.ac.kr	경희대학교
661	이주훈	ljh03120@hanmail.net	세종대학교
662	이준찬	pompman@kaist.ac.kr	한국과학기술원
663	이준현	jhlee654321@gmail.com	WCU 사업단
664	이준협	jhl@kasi.re.kr	한국천문연구원
665	이중기	astrostorm@khu.ac.kr	경희대학교
666	이지수	ericjslee@uchicago.edu	서울대학교 초기우주천체연구단

No.	이름	E-mail	직장명
667	이지원	jwlee78@kasi.re.kr	KASI /경희대학교
668	이지현	jujia@paran.com	한국천문연구원
669	이지혜	sojiro00@ewhain.net	이화여자대학교
670	이지혜	galaxies@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문대
671	이지혜	bluecandie@nate.com	경북대학교
672	이지혜	leejihye0909@hanmail.net	이화여자대학교
673	이직	jiklee999@gmail.com	이화여자대학교
674	이진아	wlsdk1202@nate.com	세종대학교
675	이진이	jlee@khu.ac.kr	경희대학교
676	이진희	mustard-et@hanmail.net	경희대학교
677	이창원	cwl@kasi.re.kr	한국천문연구원
678	이창훈	chlee@kasi.re.kr	한국천문연구원
679	이창희	chr@kasi.re.kr	한국천문연구원
680	이철용	cuper007@hanmail.net	
681	이철중	coelholic@gmail.com	연세대학교
682	이철희	chlee4737@gmail.com	서울대학교
683	이청우	solar_us@hanmail.net	경희대학교
684	이충욱	leecu@kasi.re.kr	한국천문연구원
685	이태경	snuden98@hanmail.net	EZplant
686	이태석	tlee@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
687	이하림	zmzmdg@naver.com	경희대학교
688	이한	yihahn@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
689	이헌철	akaialee@astro.snu.ac.kr	
690	이현욱	lhu09@naver.com	경북대학교 천문대기과학과
691	이현지	jhl3024@gmail.com	경희대학교 우주과학과
692	이현철	hcleeswin@hanmail.net	연세대학교 천문우주학과
693	이현택	hytterr@naver.com	울산과학기술대학교



No.	이름	E-mail	직장명
694	이형목	hmlee@snu.ac.kr	서울대학교
695	이형선	hyoungsun-lee@hanmail.net	공무원
696	이형원	hwlee@inje.ac.kr	인제대학교
697	이혜란	hrlee@kasi.re.kr	한국천문연구원/USF
698	이혜승	karenwill@hanmail.net	충남대학교
699	이혜인	hyein4577@gmail.com	경희대학교
700	이호	crehope@gmail.com	자외선우주망원경연구단
701	이호규	hglee@kasi.re.kr	한국천문연구원
702	이호형	hodj@space.kaist.ac.kr	
703	이환희	lhhee@khu.ac.kr	경희대학교
704	이효정	hjeong@khu.ac.kr	경희대학교
705	이희원	hwlee@sejong.ac.kr	
706	이희원	meriel0115@gmail.com	경희대학교
707	이희재	hjlee@kasi.re.kr	충북대학교
708	임구	lim9gu@astro.snu.ac.kr	서울대학교
709	임기정	tinker330@gmail.com	
710	임다예	dalim@khu.ac.kr	경희대학교
711	임도훈	ehgns0417@naver.com	경기과학고등학교
712	임동욱	dwlim@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
713	임명신	mim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
714	임범두	bdlim1210@kasi.re.kr	한국천문연구원
715	임성순	slim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
716	임소희	limsohee@astro.snu.ac.kr	
717	임수일	sooil-lim@hanmail.net	서울대학교 물리천문학부
718	임수진	sjim@astro.snu.ac.kr	서울대학교
719	임여명	ymlim@kaist.ac.kr	(주) 로쿱
720	임예슬	yeseul07311@gmail.com	이화여자대학교

No.	이름	E-mail	직장명
721	임은경	eklim@kasi.re.kr	한국천문연구원
722	임인성	yim@kasi.re.kr	한국천문연구원
723	임종호	crosknight86@gmail.com	한국교원대학교
724	임주희	juheelim@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
725	임지혜	wiselims@gmail.com	한국교원대학교
726	임진선	limjs19@naver.com	충북대학교 천문우주학과
727	임진희	jlim@pusan.ac.kr	부산대학교 지구과학교육과
728	임태호	thyeem@gmail.com	카이스트 우주과학 연구실
729	임형목	hekmuki@gmail.com	서울대학교
730	임홍서	yimhs@kasi.re.kr	한국천문연구원
731	임희진	heuijin.lim@gmail.com	초기우주과학기술연구소
732	장경애	kchang@chongju.ac.kr	
733	장민성	rigel103@snu.ac.kr	초기우주천체연구단
734	장민환	mjang@khu.ac.kr	경희대학교
735	장비호	bhjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
736	장서원	seowony@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문대
737	장석준	csj607@gmail.com	세종대학교
738	장성남	cddseong99@naver.com	
739	장소희	sohee@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 대학원
740	장수정	sjjang@khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
741	장인성	hanlbomi@gmail.com	서울대학교 천문학과
742	장정균	jgjang@kasi.re.kr	한국천문연구원
743	장주수	jsjang@moassoftware.co.kr	(주)모아소프트
744	장초롱	pleiades1219@gmail.com	연세대학교
745	장한별	hanbyul@sirius.unist.ac.kr	울산과학기술대학교 물리학과
746	장헌영	hyc@knu.ac.kr	경북대학교
747	장형규	astro97@naver.com	충북대학교

No.	이름	E-mail	직장명
748	장혜은	hyeeunj@astro.snu.ac.kr	서울대학교
749	장훈휘	fire-chh@hanmail.net	신천고등학교
750	전성경	jsg4856@naver.com	경희대학교
751	전승열	zzandol2@hanmail.net	자택
752	전영범	ybjeon@kasi.re.kr	한국천문연구원
753	전원석	hiarmsci@gmail.com	서울대학교
754	전이슬	ysjeon@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학전공
755	전준혁	bamhan@naver.com	충북대 천문우주학과
756	전채우	farmshrimp@hotmail.com	우주탐사학과 대학원
757	전현성	hsjun@astro.snu.ac.kr	제트추진연구소
758	전호철	chc4@naver.com	충북대학교 천문우주학과
759	전홍달	hdjun@khu.ac.kr	보현산천문대 태양플레어망원경 동
760	정경숙	jeong@astro.snu.ac.kr	
761	정경숙	jeong.mira@gmail.com	한국천문연구원
762	정광희	tlotv@kasi.re.kr	한국천문연구원
763	정다운	alpha6563@gmail.com	연세대학교
764	정동권	wer1031@naver.com	전남대학교
765	정동규	dkxn97@hanmail.net	한국천문연구원
766	정동희	djeong@astro.as.utexas.edu	텍사스대학
767	정문희	mhchung@kasi.re.kr	
768	정미영	myjung@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
769	정민섭	msjeong@ap4.khu.ac.kr	경희대학교 우주과학과
770	정민지	mjj0055@hanmail.net	충북대학교
771	정병준	embryo642@gmail.com	경희대학교
772	정서영	bluegreen973@yonsei.ac.kr	연세대학교
773	정선라	sapiter1@hanmail.net	서울지향초등학교

No.	이름	E-mail	직장명
774	정선주	sjchung@kasi.re.kr	한국천문연구원
775	정소윤	star0868@hanmail.net	경북대학교
776	정수민	soominjeong@gmail.com	성균관대학교
777	정수진	phyllis27@hanmail.net	경북대학교
778	정안영민	ceres99@naver.com	애리조나대학교 달행성 연구소
779	정애리	achung@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
780	정연길	younkil21@gmail.com	충북대학교
781	정용진	yijeong@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
782	정용호	misailtan1@nate.com	세종대학교
783	정웅섭	jeongws@kasi.re.kr	한국천문연구원
784	정은정	ejchung@kasi.re.kr	한국천문연구원
785	정의정	astrosapiens@gmail.com	국립기상과학원
786	정일교	igjeong@kasi.re.kr	한국천문연구원
787	정재웅	heptacle@snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
788	정재인	jaein036@gmail.com	이화여자대학교
789	정재현	potatoking@korea.kr	특허청
790	정재훈	jhjung@kasi.re.kr	한국천문연구원
791	정종훈	jhjeong16@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
792	정지원	jjiwon1114@gmail.com	Chungnam Univ.
793	정지호	zzang200@daum.net	수성고등학교
794	정진훈	shero2003@naver.com	서울대학교
795	정철	chung@galaxy.yonsei.ac.kr	
796	정태현	thjung@kasi.re.kr	한국천문연구원
797	정택수	thiefo@naver.com	충북대학교
798	정하은	hchung@astro.snu.ac.kr	서울대학교
799	정한용	jhy8914@nate.com	충북대학교
800	정해진	pkas@kasi.re.kr	

No.	이름	E-mail	직장명
801	정현수	hschung@kasi.re.kr	한국천문연구원
802	정현주	jhyeonju@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
803	정현진	hyunjin@kasi.re.kr	한국천문연구원
804	정현진	zeratoe@naver.com	경희대학교
805	정화경	landom90@naver.com	한국천문연구원
806	정회윤	jhyoons77@naver.com	인천과학고등학교
807	제도홍	dhje@kasi.re.kr	한국천문연구원
808	제혜린	hyerinje@hanmail.net	경희대학교
809	조경모	ohgool@hotmail.com	서울대학교
810	조경석	kscho@kasi.re.kr	한국천문연구원
811	조국섭	jks@astro.snu.ac.kr	서울대학교
812	조규현	chokh@astro.snu.ac.kr	서울대학교
813	조동환	kareits2419@naver.com	경북대학교
814	조명신	jaluman@naver.com	울산 전파천문대
815	조미선	bundggi@naver.com	
816	조보영	by9039@nate.com	한국천문학회
817	조보영	by9039@naver.com	
818	조브라이언	brianscho@snu.ac.kr	서울대학교
819	조성기	skcho@kasi.re.kr	
820	조성일	cho5508@hanmail.net	
821	조세형	cho@kasi.re.kr	한국천문연구원, KASI
822	조영수	stspeak@kasi.re.kr	한국천문연구원
823	조완기	wkcho@astro.snu.ac.kr	서울대학교
824	조완수	chws3516@sju.ac.kr	세종대학교
825	조우람	stupident@hanmail.net	연세대학교
826	조윤석	yundoll@astro.snu.ac.kr	서울대학교
827	조윤아	jyayajya@hanmail.net	경북대학교

No.	이름	E-mail	직장명
828	조은정	yola_tango@naver.com	사단법인 한국천기화학회
829	조인해	sabugisl@naver.com	
830	조일성	ischo@yonsei.ac.kr	연세대학교 물리학과
831	조일제	ijcho@kasi.re.kr	과학기술연합대학원/한국천문연구원
832	조일현	ihcho@kasi.re.kr	한국천문연구원
833	조재상	b820120@hanmail.net	연세대학교 천문우주학과
834	조재일	jjcho@galaxy.yonsei.ac.kr	국립과천과학과
835	조정연	jcho@cnu.ac.kr	충남대학교
836	조정호	jojh@kasi.re.kr	
837	조정희	alldrct@hanmail.net	충북대학교
838	조중현	jhjo39@kasi.re.kr	한국천문연구원
839	조창현	cyclonics.kr@gmail.com	경북대학교 천문대기과학과
840	조치영	salladin0825@gmail.com	세종대학교
841	조현진	hcho77@pusan.ac.kr	부산대학교 천체물리연구그룹
842	조혜전	hjcho@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
843	조호진	stpjhj@gmail.com	
844	조희석	chohs1439@gmail.com	한국과학기술정보연구원
845	주상우	sjoo@ssu.ac.kr	송실대학교
846	주석주	sjjoo@kasi.re.kr	한국천문연구원
847	주영	young.ju2009@gmail.com	천문대기과학과
848	지명국	mkjee@yonsei.ac.kr	연세대학교
849	지용배	wim0705@naver.com	연세대학교
850	지은영	gsey@nate.com	
851	지인	jee1213@snu.ac.kr	고등과학원
852	지인찬	inchani@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
853	지태근	jtg7285@gmail.com	-

No.	이름	E-mail	직장명
854	진미화	nicejombie@naver.com	경희대학교 별탄생 연구실
855	진혜진	saddy305@naver.com	서울시민천문대
856	진호	benho@khu.ac.kr	경희대학교
857	차상목	chasm@kasi.re.kr	한국천문연구원, 경희대학교
858	차승훈	seunghoon.cha@gmail.com	Texas A&M University-Commerce
859	차재철	jaechul4824@naver.com	자유업
860	채규현	chae@sejong.ac.kr	세종대학교
861	채종철	jcchae@snu.kr	서울대학교
862	천경원	kwchun@khu.ac.kr	
863	천무영	mychun@kasi.re.kr	한국천문연구원
864	천문석	mschun@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
865	천상현	meproshune@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문 우주학과
866	천윤영	yychun79@gmail.com	사반쯔 대학교
867	최고은	eun19831@kasi.re.kr	한국천문연구원
868	최광선	gchoe@khu.ac.kr	경희대학교
869	최규홍	khchoi@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
870	최기영	kiyoungchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
871	최나현	nahyun@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
872	최두현	pdchoi@sju.ac.kr	세종대학교
873	최문영	mychoi83@uw.edu	워싱턴 주립대학
874	최문항	astropulsar@gmail.com	...
875	최민호	minho@kasi.re.kr	한국천문연구원
876	최범규	zksh20@nate.com	경북대학교 천문대기과학과
877	최범성	greado@naver.com	애니온소프트
878	최변각	bchoi@snu.ac.kr	서울대학교
879	최보경	chlqhrud1@naver.com	세종대학교

No.	이름	E-mail	직장명
880	최상규	csk0520@nate.com	에스케이씨앤씨(주)
881	최셋별	threestar@metaspaces.co.kr	(주)메타스페이스
882	최성환	shchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
883	최성훈	seheaven@naver.com	아직미정
884	최슬기	achermer4@gmail.com	경북대학교
885	최영준	yjchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
886	최용범	1991.yb.choi@gmail.com	천문대기과학과
887	최우락	rock2111@naver.com	연세대학교
888	최우열	wychoi002@naver.com	경북대학교
889	최원형	nproject4@naver.com	경북대학교 천문대기과학과
890	최유미	ccamzzichyuk@gmail.com	연세대학교 천문우주학과
891	최윤경	ykchoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
892	최윤영	choi.yunyoung7@gmail.com	경희대학교 우주과학과
893	최윤희	yunhee.choi@khu.ac.kr	경희대학교
894	최은진	jinsfra@kaist.ac.kr	KAIST
895	최정림	crchoi@kaist.ac.kr	한국과학기술원
896	최정용	1870224@naver.com	경북대학교 천문대기과학과
897	최준영	quffl76@gmail.com	충북대학교
898	최지훈	pury828@gmail.com	한국천문연구원
899	최진	dreamstree@hotmail.com	경북대학교 천문대기과학과
900	최진규	ej98038@nate.com	강원대학교 과학교육학부
901	최창수	changsu@astro.snu.ac.kr	서울대학교
902	최철성	cschoi@kasi.re.kr	한국천문연구원
903	최한별	stella84@kasi.re.kr	한국천문연구원
904	최현섭	hyunseop.choi@me.com	연세대학교
905	최현호	hyunh317@naver.com	
906	최형빈	hbchoi99@hanmail.net	대전시민천문대

No.	이름	E-mail	직장명
907	최호승	chs51@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
908	최화진	heemi0304@hanmail.net	충남대학교 천문우주학과
909	탁윤찬	yctaak@astro.snu.ac.kr	서울대학교
910	표정현	jhpyo@kasi.re.kr	한국천문연구원
911	하동기	m45_dkha@hanmail.net	광명고등학교
912	하상현	djrwo84@hanmail.net	국립과천과학관
913	하승민	vsm656@naver.com	고등학교
914	하승우	hsw636@gmail.com	울산과학기술대학교
915	하지성	uranoce27@gmail.com	세종대학교 천문우주학과
916	하진덕	hajd62@gmail.com	삼성생명
917	한경석	kshan@ssu.ac.kr	송실대학교
918	한다니엘	daniel.han@yonsei.ac.kr	연세대학교 천문우주학과
919	한두리	doori@cnu.ac.kr	충남대학교
920	한두환	duegdo13@naver.com	경북대학교 천문대기학과
921	한명희	sirius0405@naver.com	KVN 연세전파천문대
922	한미려	hanmr@hanmail.net	서울대학교 천문학과
923	한미화	mhhan@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
924	한상일	sihan@csa.yonsei.ac.kr	연세대학교
925	한석태	sthan@kasi.re.kr	한국천문연구원
926	한센	kas@jakobonline.dk	한국과학기술정보연구원
927	한예진	cash3507@nate.com	에스이랩
928	한원용	whan@kasi.re.kr	한국천문연구원
929	한인우	iwhan@kasi.re.kr	한국천문연구원
930	한일승	ilseung1666@gmail.com	경북대학교 천문대기학과
931	한정열	eqhan@hanmail.net	한국천문연구원
932	한정호	cheongho@astroph.chungbuk.ac.kr	충북대학교
933	한정환	jhan@astro.snu.ac.kr	서울대학교

No.	이름	E-mail	직장명
934	한제희	melotte@kornet.net	
935	함선영	msrjwd12@naver.com	충북대학교
936	함선정	redion81@gmail.com	
937	허남경	heonamkyeong@khu.ac.kr	경희대학교
938	허승재	giher999@cbu.ac.kr	
939	허정은	jeung6145@gmail.com	
940	허현오	gjugsdh@empas.com	세종대학교
941	허혜련	bugsworld@nate.com	세종대학교
942	현민희	minhee@astro.snu.ac.kr	서울대학교
943	현화수	prpkr@naver.com	경북대학교
944	형식	hyung@chungbuk.ac.kr	충북대학교
945	홍경수	kshong@kasi.re.kr	한국천문연구원
946	홍석범	sbhong@yonsei.ac.kr	연세대학교
947	홍석영	gfds1206@naver.com	오송고등학교
948	홍성욱	redeostm@gmail.com	고등과학원
949	홍승수	ssrhong@gmail.com	서울대학교
950	홍승수	sshong@galaxy.yonsei.ac.kr	연세대학교
951	홍익선	hoikse@hotmail.com	충남대학교
952	홍종석	chrnodia@astro.snu.ac.kr	서울대학교 천문학과
953	홍주은	jueunhong@astro.snu.ac.kr	동아사이언스
954	홍진희	emeth9@gmail.com	우주과학 실험실
955	홍채린	chealin93@gmail.com	세종대학교
956	황규하	kyuha1@gmail.com	
957	황나래	nhwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
958	황보정은	loisrain@hanmail.net	한국천문연구원
959	황세현	shwang@astro.as.utexas.edu	텍사스 주립대학 (오스틴)

No.	이름	E-mail	직장명
960	황용해	hyh717@naver.com	
961	황재찬	jchan@knu.ac.kr	경북대학교 천문대기과학과
962	황재찬	jchan@knu.ac.kr	경북대
963	황정선	hwang2k@gmail.com	경희대학교
964	황정아	jahwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
965	황주연	jjhwang@kasi.re.kr	한국천문연구원
966	황지혜	kate9080@naver.com	세종대학교
967	황호성	hhwang@kias.re.kr	고등과학원
968	Anand D Joshi	janandd@gmail.com	Korea Astronomy and Space Science Institute
969	Anindita Chakraborty	acbit10282@gmail.com	
970	Arman Shafieloo	shafieloo@kasi.re.kr	KASI
971	Ashish Raj	ashish@kasi.re.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
972	Bernardo Cervantes Sodi	sodi@kias.re.kr	고등과학원
973	Bhuwan	bhuwan12@gmail.com	
974	camilla pacifici	camilla.pacifici@galaxy.yonsei.ac.kr	yonsei university observatory
975	Chandrey Sengupta	sengupta.chandreyee@gmail.com	Korea Astronomy and Space Science Institute
976	Chanisa	zero08@hotmail.com	
977	Chung Yue	huichungyue@gmail.com	충남대학교
978	Cristian Saez	csaez@kasi.re.kr	KASI
979	Cristian Saez	csaez@kasi.re.kr@naitsirczeas@gmail.com	Cristian Saez
980	Cristiano Sabiu	csabiu@kasi.re.kr	KIAS
981	Dan Yang	yangdan@ynao.ac.cn	Yunnan Observatories, Chinese Academy of Sciences

No.	이름	E-mail	직장명
982	Dharam Vir Lal	dharam@ncra.tifr.res.in	National Centre for Radio Astronomy (NCRA-TIFR)
983	Difu Guo	difu@sdu.edu.cn	Shandong University(Weihai)
984	Evangelia Tremou	tremou@yonsei.ac.kr	Yonsei University
985	Ghaseem Kazemipour	ghasem.kazemipour@yahoo.com	
986	graziano	graziano@kias.re.kr	세종대학교
987	Graziano Rossi	graziano@kias.re.kr	세종대학교
988	Guangyao Zhao	gyzhao@kasi.re.kr	한국천문연구원
989	H. A. N. Le	huynhanh7@khu.ac.kr	경희대학교 우주탐사학과
990	H. Tugca Sener	htss@kasi.re.kr	
991	Hannah Morgan	hlmorgan@outlook.com	Kyung Hee University
992	Jianping	jpli@astro.snu.ac.kr	서울대학교 물리천문학부
993	JKAS편집	jkas@kias.re.kr	한국천문학회
994	Juan Carlos Algaba	algaba@kasi.re.kr	한국천문연구원(KASI)
995	K.N.Nguyen Nhat	theresa.nhuphuc@gmail.com	
996	Katsuhide	kmaru@kasi.re.kr	KASI
997	Kenta Matsuo	kenta@astro.snu.ac.kr	Seoul National University
998	Kimitake Hayasaki	kimi@kasi.re.kr	Korea Astronomy and Space Science Institute
999	Kiran Singh Baliyan	baliyan@prl.res.in	Physical Research Laboratory, Ahmedabad, India
1000	Kyle Finner	kylefinner@gmail.com	Yonsei University Astronomy Department
1001	Le Nguyen Huynh Anh	huynhanh7@khu.ac.kr	Kyunghee university

No.	이름	E-mail	직장명
1002	LHuillier Benjamin	lhuillier@kias.re.kr	KIAS
1003	LiuWeina	tinylwn1980@naver.com	KASI
1004	Ma. Angela Lourdes B. Lequiron	ghelalequiron@kasi.re.kr	University of Science and Technology, Korea
1005	Maheswar	maheswar@kasi.re.kr	
1006	Mario Pasquato	mario.pasquato@galaxy.yonsei.ac.kr	CGER, Yonsei University Observatory
1007	Marios Karouzos	mkarouzos@astro.snu.ac.kr	SNU
1008	Martin	hyunjini@kasi.re.kr	옥스포드 대학교
1009	Masateru Ishiguro	ishiguro@astro.snu.ac.kr	서울대학교
1010	Maurice	mvp@sejong.ac.kr	세종대학교
1011	Mitsuyoshi YAMAGISHI	yamagishi@u.phys.nagoya-u.ac.jp	Nagoya University
1012	Munetaka Ueno	ueno@chianti.c.u-tokyo.ac.jp	
1013	Pakakaw Rittipruk	nice_dongdang@hotmail.com	세종대학교
1014	Pankaj Kumar	ptomar2006@gmail.com	Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)
1015	park c.	jkas@kias.re.kr	
1016	Paul Hodge	hodge@astro.washington.edu	
1017	R.A. Maurya	ramajor@astro.snu.ac.kr	Seoul National University
1018	Raphael Gobat	rgobat@kias.re.kr	고등과학원
1019	Rommy Lydia Solange Estrella Aliste Castillo	rommy.aliste@gmail.com	Seoul National University
1020	Rory Smith	rorysmith274@gmail.com	연세대학교
1021	S. Trippe	trippe@astro.snu.ac.kr	

No.	이름	E-mail	직장명
1022	sanjay kumar	sanjaykumar@khu.ac.kr	kyung hee university, Yongin
1023	Sanjaya Paudel	sjy@kasi.re.kr	KASI
1024	Shinsuke Ideguchi	ideguti1905@gmail.com	UNIST
1025	sriram	astrosriram@yahoo.co.in	
1026	Tetsuya Magara	magara@khu.ac.kr	경희대학교
1027	Tobias Hinse	tchinse@gmail.com	한국천문연구원
1028	Ulkar	garamanka@yahoo.com	
1029	Xiao-Dong Li	xdli@kias.re.kr	KIAS
1030	yasser	yasserhendy@nriag.sci.eg	60030681
1031	YI ZHENG	yizheng@kasi.re.kr	KASI
1032	Zhou Shuang	zhoushuang@cigit.ac.cn	

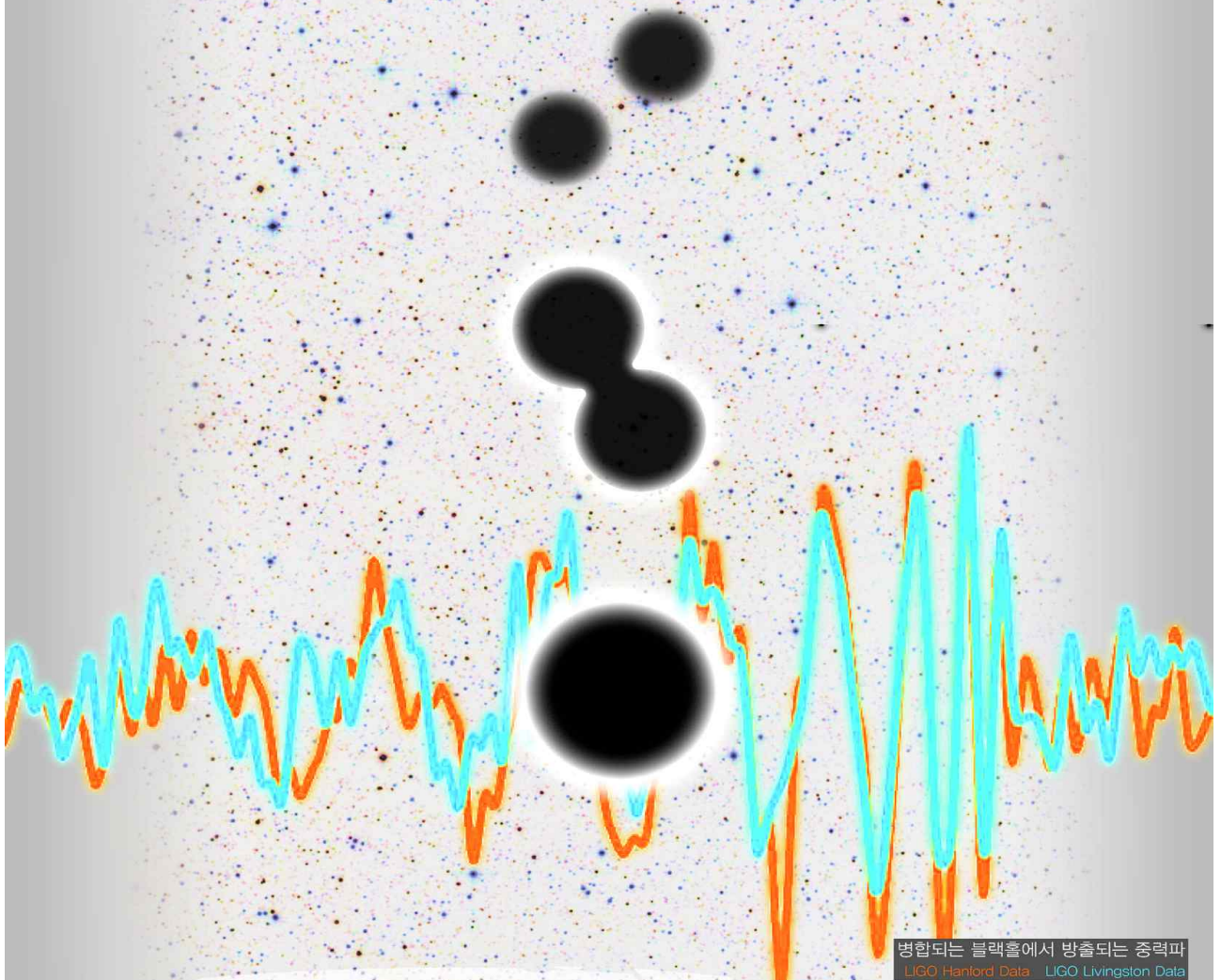
## 연구 성과 및 기업 홍보





# 중력파 : 우주를 보는 새로운 창

아인슈타인의 예측 100년만에 검증되다!



연 사 | 이 형 목

서울대 물리천문학부 교수, 한국 중력파 연구 협력단 단장

일 시 | 2016. 4. 15. (금) 19:00 - 21:00

장 소 | 부산시 해운대 BEXCO 제 2전시장 1층 회의장 (121 - 124호)

주 최 | 한국천문학회, BEXCO

후 원 | 부산광역시

[ Design by 황예지 ]

# 과학적 호기심을 자극하고 창의적 영감을 불어넣어 주는 국립고흥청소년우주체험센터

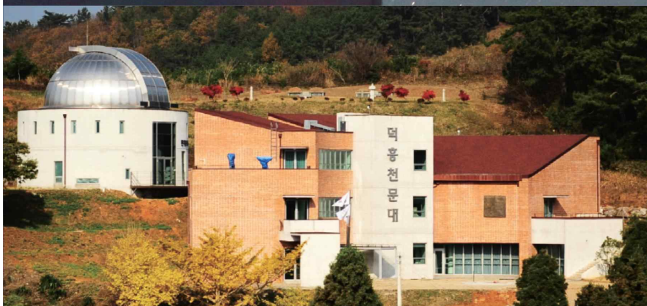
국립고흥청소년우주체험센터는 국가에서 설립한 최초의 우주과학 분야 특성화 체험활동기관입니다. '이야기가 있는 우주과학 실험체험활동'을 통해, 청소년이 138억 년의 우주를 이해함으로써 '창의성과 인성'을 고루 향상할 수 있도록 노력하고 있습니다.

NYSC 1m  
원격제어 망원경

Ritchey-Chretien  
F-ratio 8.0

4k CCD  
(15.8'x15.8')

Echelle Spectrograph  
(R~10,000)



덕홍천문대는 1m 원격제어 망원경을 활용해 청소년에게 살아있는 천문관측 체험을 제공하고 있습니다. 청소년을 위한 천문관측 실습은 물론, 자료처리 과정에 대한 교육도 수행하여 미래의 천문학도 양성에 기여하고 있습니다.



**You Tube**

QR코드를 스캔하시면 국립고흥청소년우주체험센터의 프로그램과 시설 소개 영상을 보실수 있습니다

우)59567 전라남도 고흥군 동일면 덕홍양쪽길 200  
Tel 061 830 1515 www.nysc.or.kr



여성가족부

**KYWA**

한국청소년활동진흥원

[www.nssao.or.kr](http://www.nssao.or.kr)

우주물체의 추락·충돌

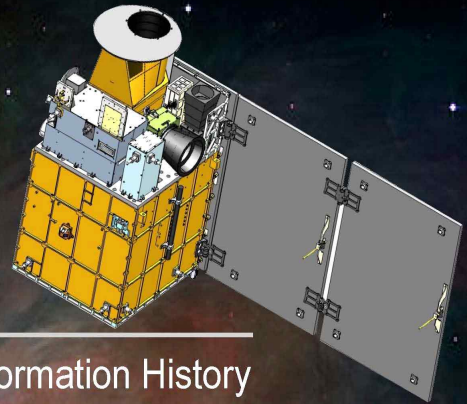
# 우주환경감시기관이 대응해 나갑니다



한국천문연구원은 우주위험으로부터  
국민의 안전과 우주자산을 보호하는  
임무를 수행하고 있습니다(우주개발진흥법 제15조).

- 우주위험에 대한 전문적 상시 감시 및 정보 통합관리 수행
- 신속한 우주위험 예·경보를 위한 국가대응체계 구축 및 운영 지원
- 우주위험 대비 역량강화를 위한 기술개발 및 시설 구축

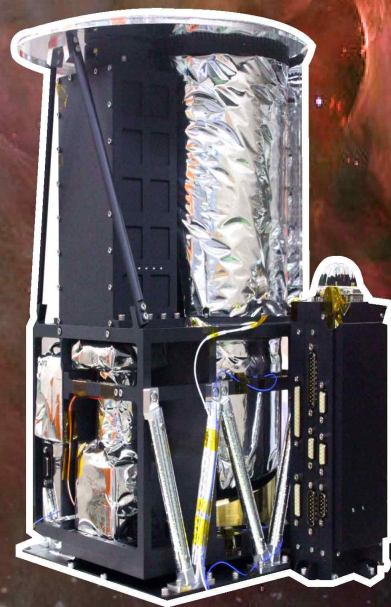
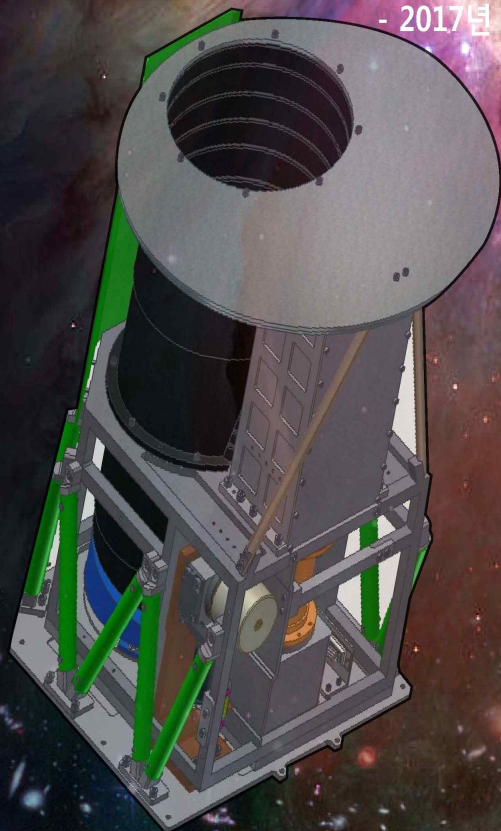
# NISS



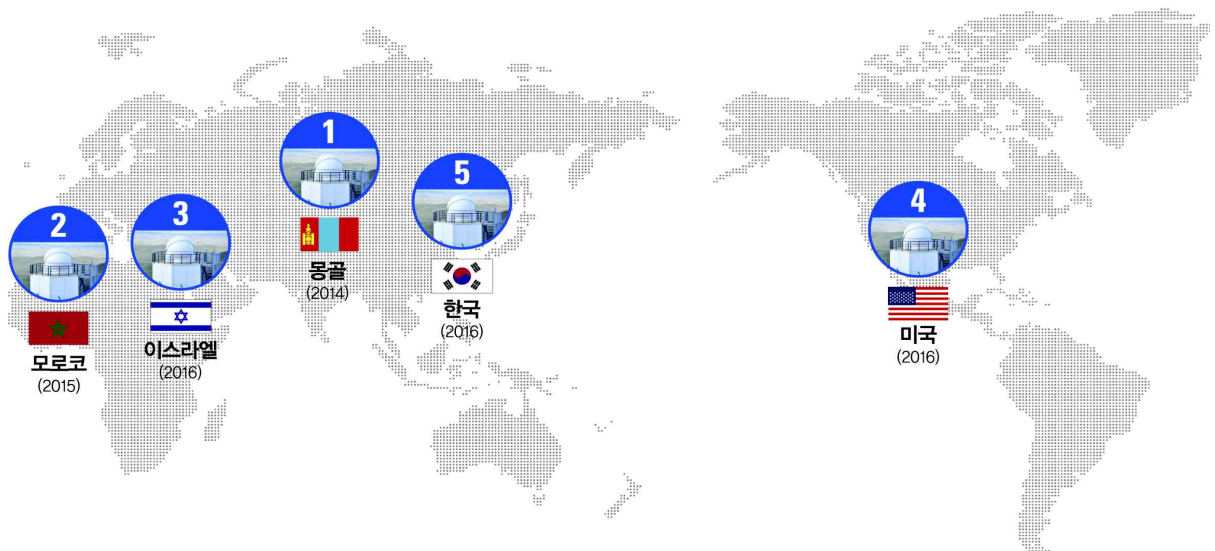
Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation History

## 차세대 소형위성 1호 탑재체 근적외선 영상분광기

- 저분산 (R~20) 광역 (2×2 deg.) 적외선 영상분광
- LVF (Linear Variable Filter)와 비축 광학계 도입
- 저분산 영상분광 탐사 관측 (파장범위: 0.9  $\mu\text{m}$  ~ 3.8  $\mu\text{m}$ )  
(가까운 은하, 별탄생 영역, 적외선 우주배경복사)
- 개발기간: 2012. 12 ~ 2017. 5
  - 시험인증모델 (아래 사진)을 거쳐 비행모델 제작 중
  - 발사 이전까지 세부 관측 계획 수립 및 추가 과학임무 모집 중
  - 2017년 3분기에 발사 예정이며, 이후 2년여 동안 관측 운영 예정



# National Agenda Project Optical Wide-field Patrol



한국천문연구원은 우주물체의 추락·충돌과 같은 우주위험으로부터 국가 우주자산과 국민의 안전을 독자적으로 보호하기 위해 북반구에 감시시스템을 구축하고 있습니다.

## 우주물체 전자광학 감시시스템 네트워크(OWL-Net, 2010~2016)

- 구경 0.5m 및 평방  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 의 광시야 광학계 적용
- 고속이동 우주물체 추적에 적합한 초고속 마운트 채택
- 관측계획 수립 및 분석 자동화를 통한 관측소 무인 원격운영
- 인공 및 자연 우주물체 추적감시에 최적화된 스케줄링



미래창조과학부 한국연구재단 선정 선도연구센터(SRC)

# 은하진화연구센터

## Center for Galaxy Evolution Research (CGER)

- **주관연구기관** 연세대학교
- **참여기관** 경북대학교, 경희대학교, 서울대학교, 세종대학교, 이화여자대학교, 충남대학교

### • 센터소개

그 동안 우리 연구진은 현대 천문학의 최대 화두인 은하의 형성 기원과 진화 연구 분야에서 괄목할만한 연구를 꾸준히 이어왔다. 은하진화 연구센터는 이와 같은 우리 연구진의 경험과 연구력을 한 곳에 결집하여, 가까운 은하의 항성종족으로부터 유추되는 기본지식을 발판으로 먼 은하를 이루는 항성종족을 이해하고, 여기에 활동은하핵 및 우주초기 조건의 영향을 함께 고려함으로써 은하의 형성 기원 및 진화 과정의 총체적 규명에 도전한다. 은하진화 연구센터는 NASA의 공식파트너로 참여하고 있는 자외선우주망원경 GALEX의 연장미션 수행, 허블우주망원경 및 최첨단 중대형 망원경을 사용하는 가시광 관측, 관측자료의 이론적 해석을 위한 첨단 은하진화모델 구축을 통해, 국제 학계를 선도하는 다양한 연구를 수행하고 있다.

### • 참여연구진

과제구분	연구과제명	성명	소속
제 1-1 세부과제	우리은하의 구상성단과 계층적 은하형성	이재우 안덕근 이영선	세종대학교 이화여자대학교 충남대학교
제 1-2 세부과제	근접은하의 구상성단계와 은하형성	윤석진 이수창	연세대학교 충남대학교
제 2-1 세부과제	은하내 항성종족의 진화와 암흑에너지	이영욱 김석환 지명국	연세대학교 연세대학교 연세대학교
제 2-2 세부과제	활동은하핵(AGN)과 은하진화	우종학 정애리 박명구	서울대학교 연세대학교 경북대학교
제 2-3 세부과제	우주초기조건과 은하진화	이정훈 최윤영	서울대학교 경희대학교

## EXPLORE UNCHARTED TERRITORY OF THE UNIVERSE



We use facilities all around the world and build new instruments to study exotic objects such as supermassive black holes, the most energetic cosmic explosions, as well as ancient large scale structures of galaxies, to understand the cosmic history and evolution of our Universe.

To learn new wonders of the universe unveiled by us, visit  
<http://ceou.snu.ac.kr>



Designed by Minhee Hyun (CEO/SNU), Photographed by Las Campanas Observatory  
Magellan Walter Baade Telescope, one of the facilities with CEOU access, observing quasars and galaxy clusters in the early universe





---

# 국립부산과학관

천체투영관: 17M Dome, InSpaceSystem Digital 4K

광학망원경: 350mm Apochromatic

슬라이딩루프 보조관측장비: 태양관측시스템 외

과학, 공간, 인간을 생각하는 천문관련 기업 / 서울시 강남구 개포동 1194-7 태양빌딩 401  
<http://metaspace.co.kr>

Visualize your Imagination

**METASPACE**