

ISSN 1598-5601

# 한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society

제24권 1호

2015년 4월



사단법인 한국우주과학회  
The Korean Space Science Society

# 한국우주과학회

## 임원

회장: 민경욱 (과기원, 042-350-2525, kwmin@kaist.ac.kr)  
부회장: 김용기 (충북대, 043-261-3202, ykkim153@chungbuk.ac.kr)  
김호일 (천문연, 042-865-3254, hikim@kasi.re.kr)  
최기혁 (항우연, 042-860-2217, gchoi@kari.re.kr)  
총무이사: 문홍규 (천문연, 042-865-3251, fullmoon@kasi.re.kr)  
학술이사: 이 유 (충남대, 042-821-5468, euyiyu@cnu.ac.kr)  
재무이사: 조중현 (천문연, 042-865-3238, jhjo39@kasi.re.kr)

## 이사

강영운 (세종대, 02-3408-3234, kangyw@sejong.ac.kr)  
경재만 (천문연, 042-865-3253, jman@kasi.re.kr)  
김친휘 (충북대, 043-261-3139, kimch@chungbuk.ac.kr)  
박상영 (연세대, 02-2123-5687, spark@galaxy.yonsei.ac.kr)  
박장현 (천문연, 042-865-3222, jhpark@kasi.re.kr)  
박재우 (전통연, 042-860-5634, pjw@etri.re.kr)  
박필호 (천문연, 042-865-3232, phpark@kasi.re.kr)  
손영종 (연세대, 02-2123-5688, sohnyj@yonsei.ac.kr)  
심은섭 (항우연, 042-860-2470, esim@kari.re.kr)  
이대영 (충북대, 043-261-2316, dylee@chungbuk.ac.kr)  
이병선 (전통연, 042-860-4903, lbs@etri.re.kr)  
진 호 (경희대, 031-201-3865, benho@khu.ac.kr)  
한원용 (천문연, 042-865-3219, whan@kasi.re.kr)

## 감사

천문석 (연세대, 02-2123-2685, mschun@galaxy.yonsei.ac.kr)  
양종만 (이화여대, 02-3277-2330, jyang@ewha.ac.kr)

## 편집위원회

### 위원장

이유 (충남대, 042-821-5468, euyiyu@cnu.ac.kr)

### 부위원장

이은상 (경희대, 031-201-2047, eslee@khu.ac.kr)

### 편집간사

김숙경 (학회, 042-865-3351, cosmos@ksss.or.kr)

### 위원

김방엽 (항우연, 042-860-2144, kby@kari.re.kr)  
김상혁 (천문연, 042-865-2046, astro91@kasi.re.kr)  
나자경 (천문연, 042-865-2055, jknah@kasi.re.kr)  
박찬덕 (연세대, 02-2123-5692, park.chandeok@yonsei.ac.kr)  
이대회 (천문연, 042-865-3370, dhlee@kasi.re.kr)  
이병선 (전통연, 042-860-4903, lbs@etri.re.kr)  
이수창 (충남대, 042-821-5470, screy@cnu.ac.kr)

이재진 (천문연, 042-865-3248, jilee@kasi.re.kr)  
이주희 (항우연, 042-860-2378, jhl@kari.re.kr)  
이지윤 (과기원, 042-350-3725, jiyunlee@kaist.ac.kr)  
임홍서 (천문연, 042-865-3202, yimhs@kasi.re.kr)  
지건화 (극지연, 032-260-6132, ghjee@kopri.re.kr)  
최영준 (천문연, 042-865-3266, yjchoi@kasi.re.kr)  
최인호 (연세대, 033-760-2244, ichoi@yonsei.ac.kr)  
Chung Yue Hui (Chungnam National University, Daejeon Korea)  
Xinlin Li (University of Colorado, Boulder USA)  
Tapas Kumar Das (Harish-Chandra Research Institute, Calcutta India)  
Edward F. Guinan (Villanova University, Pennsylvania USA)  
Boonruksar Soonthornthum (Chiang Mai University, Chiang Mai Thailand)  
Paul A. Evenson (University of Delaware, Newark USA)  
David Ruffolo (Mahidol University, Bangkok Thailand)  
Jeongwoo Lee (New Jersey Institute of Technology, Newark USA)  
Eunhwa Kim (Princeton Plasma Physics Laboratory, Princeton USA)

## 포상위원회

### 위원장

한원용 (천문연, 042-865-3219, whan@kasi.re.kr)

### 위원

문홍규 (천문연, 042-865-3251, fullmoon@kasi.re.kr)  
윤태석 (경북대, 053-950-6365, yoonts@knu.ac.kr)  
이 유 (충남대, 042-821-5468, euyiyu@cnu.ac.kr)  
진 호 (경희대, 031-201-3865, benho@khu.ac.kr)

## 학술대회준비위원회

### 위원장

이대영 (충북대, 043-261-2316, dylee@chungbuk.ac.kr)

### 위원

김방엽 (항우연, 042-860-2144, kby@kari.re.kr)  
이재우 (천문연, 042-865-3264, jwlee@kasi.re.kr)  
이주희 (항우연, 042-860-2378, jhl@kari.re.kr)  
최영준 (천문연, 042-865-3266, yjchoi@kasi.re.kr)

## 사무국

사무과장: 고미희 (학회, 042-865-3391, ksss@ksss.or.kr)

## 사단법인 한국우주과학회

305-348 대전광역시 유성구 대덕대로 776 한국천문연구원 내  
Tel: (042) 865-3391, 3351  
Fax: (042) 865-3392  
Homepage: <http://ksss.or.kr>  
E-mail: [ksss@ksss.or.kr](mailto:ksss@ksss.or.kr)

ISSN 1598-5601

# 한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society

제24권 1호

2015년 4월



사단법인 한국우주과학회  
The Korean Space Science Society



# 차 례

등록 및 교통 안내 .....	8
2015년 봄 학술대회 일정표 (CONFERENCE PROGRAM) .....	9
구두발표 논문제목 및 시간표 (PAPER TITLES) .....	12
포스터발표 논문제목 및 시간표 (POSTER TITLES) .....	21
구두발표논문 초록 (ABSTRACTS) .....	25
포스터발표논문 초록 (ABSTRACTS-POSTER) .....	49
프로시딩 (PROCEEDINGS) .....	65
학회 및 관련기관 소식 .....	73
연구홍보 / 광고 .....	107

### <사단법인 한국우주과학회 입회 안내>

사단법인 한국우주과학회는 천문.우주과학 및 관련분야에 종사하는 여러분의 입회를 환영합니다. 우리 학회에 입회를 희망하시는 분은 입회원서 양식에 인적사항을 기재하시어 학회로 보내 주시거나 홈페이지에서 가입하시고 입회비와 년회비는 학회 은행계좌로 송금하시기 바랍니다.

보낼곳: 한국우주과학회  
 305-348 대전광역시 유성구 대덕대로 776  
 한국천문연구원 내  
 전화 042-865-3391  
 팩스 042-865-3392

은행계좌:  
 국민은행 012-01-0603-888  
 우리은행 126-435843-01-001  
 예 금 주 한국우주과학회

회비납부안내

회원구분	입회비	연회비
학생회원(학부생)	-	10,000원
정회원	10,000원	50,000원
회장,부회장,	-	100,000원
이사,감사	-	100,000원

※ 회원의 구분은 정관 제6조에 의거하며, 변경된 연회비는 학회운영에 대한 규정 제2조에 의거한 사항입니다.

※ 뒷면의 입회원서를 복사하여 사용해 주십시오.



# 한국우주과학회

## 2015년 봄 학술대회 일정표

일 시 : 2015. 4. 29.(수) 13:00 - 30.(목) 17:00

장 소 : 정선 하이원리조트 컨벤션 센터

발표논문 : 초청강연 3편, 구두발표 84편, 포스터발표 64편 총 151편

발표시간 : 초청강연(30분), 연구발표(15분~20분) 3세션 동시 진행

포스터 발표 : 2015. 4. 29.(수) 13:00 - 30.(목) 15:00

사단법인 한국우주과학회

# 등록 및 교통 안내

## 1. 등록

정회원의 등록비는 80,000원이며, 학생회원과 정회원 중 석.박사 과정(전일제) 학생은 40,000원입니다. 사전등록을 하신 회원은 등록자 명부에 서명 후 학회보, 명찰, 등록비 영수증(계산서)을 수령하시기 바랍니다.

## 2. 회원 가입

회원가입을 원하시는 분은 학회 홈페이지에서 회원가입신청 후 입회원서를 인쇄하여 추천인(2인) 서명을 받아 학회 사무국으로 송부하여 주시고 입회비와 연회비는 학회계좌로 송금하여 주시기 바랍니다.

입회비: 10,000원, 연회비: 50,000원

(학부학생회원은 입회비 면제, 연회비는 10,000원)입니다.

학회계좌: 국민은행 012-01-0603-888

우리은행 126-435843-01-001

예금주 한국우주과학회

## 3. 발표자료 준비

**구두발표:** 발표자료는 파워포인트 파일로 준비하시기 바랍니다.

**포스터발표:** 회원들이 시간적 여유를 가지고 포스터를 관람할 수 있도록 4월 29일(수) 13시까지 지정된 장소에 게시하여 주시고, 30일(목) 15시에 수거하여 주시기 바랍니다. 집중발표 시간에 발표자는 자신의 포스터 앞에서 회원들의 질문에 답할 수 있도록 준비해 주시기 바랍니다. 포스터를 부착하지 않거나 학회 종료 후 수거하지 않은 회원은 추후 학회발표가 제한될 수 있습니다(2006년 3차 이사회 결정).

## 4. 발표장

발표형식	구분	분과명
구두발표	1발표장 (봉래)	초청강연, 태양 및 우주환경I, II, Int'l Session SW-Magnetosphere Interaction, Int'l Session Inner Magnetosphere I, II
	2발표장 (청옥)	큐브위성 I, II, 빛의 해 Int'l Session Ionosphere I, II
	3발표장 (육백)	우주기술 I, II, 우주응용, 달과학 I, II, 우주천문
포스터 발표	6층 로비	우주기술, 우주응용, 우주천문, 태양 및 우주환경, 태양계 및 우주탐사, 기타

## 5. 교통

가. 주소

강원도 정선군 사북읍 하이원길 265 (T. 1588-7789)

나. 찾아오시는 길

▶자가용 이용

-서울 : 약 2시간 30분 소요

-대전 : 약 2시간 50분 소요

▶시외버스 이용

- 동서울 <-> 신고한 버스터미널(약2시간 40분 소요)

- 대전북합터미널 <-> 신고한 버스터미널(약3시간 40분소요)

▶열차 이용

-청량리 <-> 사북역(약3시간 10분 소요)

-대전역 ->제천(약2시간10분) ->사북역(약1시간 20분)

▶자세한 내용은 리조트 홈페이지 참조

<http://www.high1.com/Hhome/main.high1>

## 2015년 봄 학술대회 일정표

### 세션별 발표장

발표일	구분	시간	제1발표장 (봉래)	제2발표장 (청옥)	제3발표장 (육백)	포스터발표장 (로비)
4월 29일 (수)	세션 I	13:40~15:10	태양 및 우주환경 I	큐브위성 I	우주기술 I	
	세션 II	15:30~17:00	Int'l Session: SW-Magnetosphere Interaction	큐브위성 II	우주기술 II/우주응용	
	초청강연 I	17:10~17:40	IS-1			
4월 30일 (목)	세션 III	08:30~09:45	Int'l Session: Inner Magnetosphere I	Int'l Session: Ionosphere I	달 과학 I	집중발표 13:50~14:30
	초청강연 II	10:00~10:30	IS-2			
	세션 IV	10:35~12:05	Int'l Session: Inner Magnetosphere II	특별세션 : 빛의 해	달 과학 II	
	초청강연 III	13:20~13:50	IS-3			
	세션 V	14:30~16:15	태양 및 우주환경 II	Int'l Session: Ionosphere II	우주천문	

### 구두발표 첫째 날 4월 29일 (수요일)

시간	구분	장소
11:00~	등록	컨벤션센터 6층 로비
12:00~13:20	점심	5층 태백
13:20~13:35	개회식	제1발표장 (봉래)
13:35~13:40		이동

	제1발표장 (봉래)	제2발표장 (청옥)	제3발표장 (육백)
	<b>태양 및 우주환경 I</b> 좌장: 유광선 (SaTReC)	<b>큐브위성 I</b> 좌장: 한상혁(항우연)	<b>우주기술 I</b> 좌장: 오시환 (항우연)
13:40~13:55	I-1-1 이준찬	I-2-1 한상혁	I-3-1 김한익
13:55~14:10	I-1-2 이재욱	I-2-2 송영범	I-3-2 박영웅
14:10~14:25	I-1-3 최필훈	I-2-3 박기연	I-3-3 우 주
14:25~14:40	I-1-4 김가원	I-2-4 최성민	I-3-4 신유철
14:40~14:55	I-1-5 감호식	I-2-5 최성민	I-3-5 우 진
14:55~15:10	I-1-6 김정현		I-3-6 채규성
15:10~15:30	단체 사진 촬영		
	<b>Int'l Session: SW-Magnetosphere Interaction</b> 좌장: K. H. Kim (Kyunghee Univ.)	<b>큐브위성 II</b> 좌장: 공현철(항우연)	<b>우주기술 II / 우주응용</b> 좌장: 김주현 (항우연)
15:30~15:45	II-1-1 15:30~15:50 W.-C. Hsieh(Invt)	II-2-1 이성환	II-3-1 임현정
15:45~16:00	II-1-2 15:50~16:10 J.-H. Shue(Invt)	II-2-2 이정호	II-3-2 김영수
16:00~16:15	II-1-3 16:10~16:25 K. S. Park (박경선)	II-2-3 신재혁	II-3-3 박은서
16:15~16:30	II-1-4 16:25~16:40 H. P. Kim (김향표)	II-2-4 정현모	II-3-4 김연규
16:30~16:45	II-1-5 16:40~16:55 K.H.Dokgo(독고경환)	II-2-5 소흥주	II-3-5 이성숙
16:45~17:00	II-1-6 16:55~17:10 E. J. Choi (최은진)		II-3-6 김영록
17:00~17:10	이동		
17:10~17:40	초청강연 I      장소 : 제1발표장(봉래)      좌장: 김호일 (KASI) 이석래(미래부) / Science & Technology at the Period of Creative Economy		
18:00~20:30	만찬 (4층 포레스트)		

**둘째 날 4월 30일 (목요일)**

시간	제1발표장 (봉래)	제2발표장 (청옥)	제3발표장 (육백)
	Int'l Session: Inner Magnetosphere I 좌장: J. A. Hwang (KASI)	Int'l Session: Ionosphere I 좌장: W. K. Lee (KASI)	달 과학 I 좌장: 최영준(천문연)
08:30~08:45	III-1-1 S. B. Kang (강석빈)	III-2-1 08:30~08:45 Y. S. Kwak (곽영실)	III-3-1 손승희
08:45~09:00	III-1-2 J. J. Lee (이재진)	III-2-2 08:45~09:05 N. Nishitani (Invt)	III-3-2 김은혁
09:00~09:15	III-1-3 09:00~09:20 Y. Miyoshi (Invt)	III-2-3 09:05~09:20 J. H. Park (박재홍)	III-3-3 진 호
09:15~09:30	III-1-4 09:20~09:35 J. H. Kim (김진희)	III-2-4 09:20~09:40 I-Te Lee (Invt)	III-3-4 김관혁
09:30~09:45	III-1-5 09:35~09:50 J. S. Park(박종선)	III-2-5 09:40~09:55 E. Y. Ji (지은영)	III-3-5 백슬민
09:45~10:00	휴식, 이동		
10:00~10:30	초청강연 II 장소 : 제1발표장(봉래) 좌장: Y. H. Kim(김용하) (CNU) Ichiro Yoshikawa (University of Tokyo) / Overview of imaging the planetary exospheres in the EUV spectral range		
10:30~10:35	이 동		
	Int'l Session: Inner Magnetosphere II 좌장: J. J. Lee (KASI)	특별세션 : 빛의 해 좌장: 안영숙 (천문연)	달 과학 II 좌장 : 김은혁(항우연)
10:35~10:50	IV-1-1 10:35~10:50 J. H. Cho (조정희)	IV-2-1 문홍규	IV-3-1 홍익선
10:50~11:05	IV-1-2 10:50~11:10 M. Nosé (Invt)	IV-2-2 설아침	IV-3-2 김성수
11:05~11:20	IV-1-3 11:10~11:25 J. W. Choi(최지원)	IV-2-3 김용기	IV-3-3 이정규
11:20~11:35	IV-1-4 11:25~11:40 K. H. Kim (김관혁)	IV-2-4 박제훈	IV-3-4 이주희
11:35~11:50	IV-1-5 11:40~12:00 A. Fathy (Invt)	IV-2-5 권보경	IV-3-5 김주현
11:50~12:05		IV-2-6 김동흔	IV-3-6 정종일
12:05~13:20	점 심 식 사 (5층 태백)		
13:20~13:50	초청강연 III 장소 : 제1발표장 (봉래) 좌장: D. H. Lee (이동훈) (Kyunghee Univ.) Masafumi Hirahara (Nagoya University) / Mission Plans, Strategy, and Organization for Space-Terrestrial Physics on the Basis of Trinity Research System by In-Situ Measurement, Ground-based Observation, and Data Analysis/Modeling		
13:50~14:30	포스터 발표		
	태양 및 우주환경 II 좌장: 조경석 (천문연)	Int'l Session: Ionosphere II 좌장: Y. S. Kwak (KASI)	우주천문 좌장: 김용기(충북대)
14:30~14:45	V-1-1 조경석	V-2-1 14:30~14:50 T. Yokoyama (Invt)	V-3-1 한기영
14:45~15:00	V-1-2 조일현	V-2-2 14:50~15:05 W. K. Lee (이우경)	V-3-2 박지원
15:00~15:15	V-1-3 남육원	V-2-3 15:05~15:25 Charles Lin (Invt)	V-3-3 김현우
15:15~15:30	V-1-4 윤기창	V-2-4 15:25~15:40 K. S. Ryu (유광선)	V-3-4 김영희
15:30~15:45	V-1-5 최정림	V-2-5 15:40~16:00 N. Ssessanga (Invt)	V-3-5 서용명
15:45~16:00		V-2-6 16:00~16:15 Y. S. Lee (이영숙)	V-3-6 조경복
16:00~16:15			V-3-7 장형규

포스터 발표

게시기간 : 2015. 4. 29.(수) ~ 30.(목)

번호	분야	발표자	소속	번호	분야	발표자	소속
P-1	우주기술	윤영수	항우연	P-33	우주기술	허윤구	항우연
P-2	우주기술	김혜원	항우연	P-34	우주기술	전현진	항우연
P-3	우주기술	박선주	항우연	P-35	우주기술	양승은1	항우연
P-4	우주기술	임종민	항우연	P-36	우주기술	양승은2	항우연
P-5	우주기술	김화영	항우연	P-37	우주기술	이상록	항우연
P-6	우주기술	정선영	경희대	P-38	우주기술	박성식	항우연
P-7	우주기술	윤태균	경희대	P-39	우주기술	이나영1	항우연
P-8	우주기술	우성현	항우연	P-40	우주기술	이나영2	항우연
P-9	우주기술	김민규1	항공대	P-41	우주기술	이종원	항우연
P-10	우주기술	김민규2	항공대	P-42	우주기술	윤석택	항우연
P-11	우주기술	조창권	항우연	P-43	우주응용	정승화	경희대
P-12	우주기술	박봉규	항우연	P-44	우주응용	명환춘	항우연
P-13	우주기술	박응식	항우연	P-45	우주응용	윤용식	항우연
P-14	우주기술	김태윤	항우연	P-46	우주천문	손종대	과기원
P-15	우주기술	최정수	항우연	P-47	우주천문	송성현	충북대
P-16	우주기술	박종석	항우연	P-48	우주천문	윤아미	위스페이스
P-17	우주기술	김형완	항우연	P-49	태양 및 우주환경	이재진	천문연
P-18	우주기술	신현규	항우연	P-50	태양 및 우주환경	이종길	천문연
P-19	우주기술	김영윤	항우연	P-51	태양 및 우주환경	신대규	충북대
P-20	우주기술	임조령	항우연	P-52	태양 및 우주환경	최종민	충남대
P-21	우주기술	박근주	항우연	P-53	태양 및 우주환경	양태용	천문연
P-22	우주기술	장경덕	항우연	P-54	태양계 및 우주탐사	조은진	충남대
P-23	우주기술	강우용	항우연	P-55	태양계 및 우주탐사	진 호	경희대
P-24	우주기술	조승원	항우연	P-56	태양계 및 우주탐사	이효정	경희대
P-25	우주기술	김희경1	항우연	P-57	태양계 및 우주탐사	이훈희	항우연
P-26	우주기술	김희경2	항우연	P-58	태양계 및 우주탐사	김영윤	전파연
P-27	우주기술	장재웅	항우연	P-59	태양계 및 우주탐사	홍순학	전파연
P-28	우주기술	정옥철	항우연	P-60	기타	김성환	청주대
P-29	우주기술	신재민	항우연	P-61	기타	문경록	항우연
P-30	우주기술	이선호	항우연	P-62	기타	강선일	항우연
P-31	우주기술	권기호	항우연	P-63	기타	조인경	항우연
P-32	우주기술	전문진	항우연	P-64	기타	윤석환	항우연

# 구두발표 논문제목 및 시간표

## 제1 발표장 (봉래)

### ■ I-1 태양 및 우주환경 I 좌장: 유광선 (SaTReC)

13:40 [I-1-1]

**Development of Langmuir Probe, Retarding Potential Analyzer and Ion Drift Meter to measure the equatorial region of ionospheric plasma**

Jun-Chan Lee<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Jong-Dae Sohn<sup>1</sup>, Goo-Hwan Shin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Satellite Technology Research Center

13:55 [I-1-2]

**남극 세종과학기지 유성레이더를 이용한 중간권계면 지역에서의 MPFA 관측 및 중성 대기 온도변화와의 비교**

이재욱<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, S. Eswaraiah<sup>1</sup>, 김정환<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주과학과 우주과학실험실, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 부설 극지연구소

14:10 [I-1-3]

**태양활동 극대기에 한반도 지역에서 발생한 적도 플라즈마 버블 사례 연구**

최필훈, 윤문석, 이지운

한국과학기술원 항공우주공학과

14:25 [I-1-4]

**북극 Kiruna (67.9° N, 21.1° E) 기지의 OH 대기광 관측으로 구한 중간권 온도의 변화 추세와 태양 활동에 의한 영향 분석**

김가원<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 김정환<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주과학과 우주과학실험실, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 부설 극지연구소

14:40 [I-1-5]

**남극 세종과학기지 전천 카메라를 이용한 중간권 상부의 대기 증량과 관측**

감호식<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 지건화<sup>2</sup>, 함영배<sup>3</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주과학과 우주과학실험실, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 부설 극지연구소, <sup>3</sup>경희대학교 우주과학과

14:55 [I-1-6]

**SAMI2 모델을 기반으로한 한반도 상공의 전리권 예측 모델 개발**

김정현<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 김은솔<sup>1</sup>, 지건화<sup>2</sup>, 오승준<sup>3</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주과학과 우주과학실험실, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 부설 극지연구소, <sup>3</sup>Space Environment Laboratory(SELab)

## 제2 발표장 (청옥)

### ■ I-2 큐브위성 I

#### 좌장: 한상혁 (항우연)

13:40 [I-2-1]

**2012,2013 큐브위성 경연대회 결과 및 발전방향**

한상혁, 공현철, 최기혁, 황인희

한국항공우주연구원

13:55 [I-2-2]

**CANYVAL-X: 2U 위성(궤)의 비행 소프트웨어 설계**

송영범<sup>1</sup>, 권상훈<sup>2</sup>, 이동신<sup>2</sup>, 조원혁<sup>2</sup>, 서종원<sup>2</sup>, 여승원<sup>3</sup>, 박정현<sup>3</sup>, 한상혁<sup>4</sup>, 박상영<sup>1</sup>, 박재필<sup>1</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>연세대학교 컴퓨터과학과, <sup>3</sup>연세대학교 기계공학과, <sup>4</sup>한국항공우주연구원

14:10 [I-2-3]

**큐브 위성을 위한 상용 전자부품의 TID 테스트 결과**

박기연, 김홍래, 장영근

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

14:25 [I-2-4]

**초소형위성용 저전력 정밀 태양센서 개발 및 검증**

최성민, 김홍래, 장영근

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

14:40 [I-2-5]

**초소형위성용 MVSCMGs 개발 및 검증**

최성민, 김홍래, 장영근

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

**제3발표장 (육백)**

■ I-3 우주기술 I  
좌장: 오시환 (항우연)

**13:40 [I-3-1]**  
**Mechanical design process of ISSS payload**

Han-ik Kim<sup>1</sup>, Hee-Keon Cho<sup>2</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, KAIST, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Andong National University, Andong, Korea

**13:55 [I-3-2]**  
**정지궤도위성의 궤배치 형상에 관한 비교 분석**

박영웅, 윤형주

위성제어팀, 위성기술연구단, 위성연구본부, 한국항공우주연구원

**14:10 [I-3-3]**  
**NX TMG 해석프로그램을 이용한 고에너지 입자 검출기 및 위성 대전 감시기의 열해석**

우주<sup>1</sup>, 서용명<sup>1</sup>, 윤세영<sup>1</sup>, 윤태균<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 정현주<sup>2</sup>, 정용상<sup>2</sup>, 정연황<sup>2</sup>, 양승욱<sup>2</sup>, 박준용<sup>2</sup>, 최정수<sup>3</sup>, 진경욱<sup>3</sup>, 양근호<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>세트랙아이, <sup>3</sup>한국항공우주연구원 정복위성체계팀

**14:25 [I-3-4]**  
**Geant4를 이용한 우주기상 탐재체 고에너지 입자 검출기의 입자 검출 모의 실험**

신유철<sup>1</sup>, 우주<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, John Sample<sup>2</sup>, Michel McCarthy<sup>2</sup>, Davin Larson<sup>2</sup>, George Parks<sup>2</sup>, 진경욱<sup>3</sup>, 양근호<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>Space Science Laboratory, University of California at Berkeley, <sup>3</sup>한국항공우주연구원

**14:40 [I-3-5]**  
**가시채널 지표기준 선택 범위에 따른 천리안 기상영상기 영상위치보정 특성**

우진, 정성철, 김정식, 연혁진

기상청 국가기상위성센터

**14:55 [I-3-6]**  
**정지궤도 복합위성 우주기상 탐재체 개발**

채규성<sup>1</sup>, 정승화<sup>1</sup>, 우주<sup>1</sup>, 서용명<sup>1</sup>, 윤태균<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 박준용<sup>2</sup>, Michael McCarthy<sup>3</sup>, J. G. Sample<sup>4</sup>, D. Larson<sup>4</sup>, G. K. Parks<sup>4</sup>, 진경욱<sup>5</sup>, 최정수<sup>5</sup>, 장성수<sup>5</sup>, 양근호<sup>5</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>세트랙아이, <sup>3</sup>Earth and Space Science, UW, Seattle, <sup>4</sup>Space Science Laboratory, UC, Berkeley, <sup>5</sup>한국항공우주연구원 정복위성체계팀

15:10 ~ 15:30 단체사진 촬영

**제1발표장 (봉래)**

■ II-1 Int'l Session: SW-Magnetosphere Interaction  
좌장: K. H. Kim (KHU)

**15:30 [II-1-1]**  
**Observational evidence of contact discontinuities**

W.-C. Hsieh<sup>1</sup>, J.-H. Shue<sup>1</sup>, J.-K. Chao<sup>1</sup>, T.-C. Tsai<sup>2</sup>, Z. Nemecek<sup>3</sup>, J. Safrankova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan

<sup>2</sup>National Center for High-performance Computing, Hsinchu, Taiwan

<sup>3</sup>Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague, Czech Republic

**15:50 [II-1-2]**  
**Effects of radial interplanetary magnetic field on the magnetospheric system**

J.-H. Shue

Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan

**16:10 [II-1-3]**  
**MHD Simulations for Substorm Observations under Northward IMF Conditions**

Kyung Sun Park<sup>1,2</sup>, Dae-Young Lee<sup>2</sup>, Tatsuki Ogino<sup>3</sup>, Dong-Hun Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SSR, Kyung Hee University, Korea

<sup>2</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk University, Korea

<sup>3</sup>STEL, Nagoya University, Japan

**16:25 [II-1-4]**  
**Theoretical construction of solar wind electron temperature anisotropy versus beta relation for the whistler instability**

Hyangpyo Kim<sup>1,2</sup>, Jungjoon Seough<sup>3</sup>, Junga Hwang<sup>1,2</sup>, Peter H. Yoon<sup>4</sup>

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

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

<sup>3</sup>Faculty of Human Development, University of Toyama, Japan

<sup>4</sup>Institute for Physical Science and Technology, University of Maryland, College Park, USA

16:40 [II-1-5]

**Generation of coherent ion acoustic solitary waves in inhomogeneous plasma due to electron hole propagation**

Kyunghwan Dokgo<sup>1</sup>, Minho Woo<sup>2</sup>, Cheong-rim Choi<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Junga Hwang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea  
<sup>2</sup>National Fusion Research Institute, Korea  
<sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

16:55 [II-1-6]

**Study on the Electron Heat Flux Instabilities using Particle-in-cell Simulation**

Eunjin Choi, Kyoung-Wook Min, Kyunghwan Dokgo  
Korea Advanced Institute of Science and Technology

**제2발표장 (청옥)**

**■ II-2 큐브위성 II**

**좌장: 공현철 (항우연)**

15:30 [II-2-1]

**큐브위성 SIGMA의 구조해석 및 인증모델 진동시험**

이성환, 신재혁, 이정규, 이효정, 이정호, 정선영, 진호  
경희대학교 우주탐사학과

15:45 [II-2-2]

**큐브위성 SIGMA 비행 소프트웨어의 데이터 처리 및 통신패킷 구조 설계**

이정호<sup>1</sup>, 김한준<sup>2</sup>, 노한민<sup>2</sup>, 이성환<sup>1</sup>, 이정규<sup>1</sup>, 이효정<sup>1</sup>, 신재혁<sup>1</sup>, 정선영<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>경희대학교 전자전파공학과

16:00 [II-2-3]

**큐브위성 SIGMA 초소형 플럭스게이트 자력계**

신재혁<sup>1</sup>, 김효민<sup>2</sup>, 진호<sup>1</sup>, 이정규<sup>1</sup>, 이정호<sup>1</sup>, 이성환<sup>1</sup>, 이효정<sup>1</sup>, 정선영<sup>1</sup>, Marc R. Lessard<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>Center for Space Science and Engineering Research, Virginia Tech, <sup>3</sup>Space Science Center, University of New Hampshire

16:15 [II-2-4]

**큐브위성 STEP Cube Lab.의 비행모델 개발**

정현모<sup>1</sup>, 권성철<sup>1</sup>, 하현우<sup>1</sup>, 전수현<sup>1</sup>, 이명재<sup>1</sup>, 강수진<sup>1</sup>, 박태용<sup>1</sup>, 장수은<sup>1</sup>, 채봉건<sup>1</sup>, 전영현<sup>1</sup>, 한성현<sup>2</sup>, 전성용<sup>3</sup>, 오현웅<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>조선대학교 항공우주공학과 우주기술융합연구소, <sup>2</sup>조선대학교

항공우주공학과 연소/추진실험실, <sup>3</sup>조선대학교 컴퓨터공학과 무선통신 및 네트워크 연구실

16:30 [II-2-5]

**Making and Environmental Test of CNUSAIL-1**

Changgu Han, Hongju So, Soyeon Koo, Gyeonghun Kim, Yeona Yoo, Sua Song, Sungkeun Kim, Bockyoung Oh, Beomki Woo, Seungkeun Kim  
Chungnam National University

**제3발표장 (육백)**

**■ II-3 우주기술 II / 우주응용**

**좌장: 김주현 (항우연)**

15:30 [II-3-1]

**아리랑위성 시리즈 근접 우주물체 통계 및 궤도 요소 분석**

임현정, 정옥철, 김화영, 안상일  
한국항공우주연구원

15:45 [II-3-2]

**New Material for Telescope Mirrors - CFRP**

Young-Soo Kim, Jihun Kim, Je Heon Song  
Korea Astronomy & Space Science Institute

**16:00 [II-3-3] 한국천문연구원 레이저 위성추적시스템 자료처리 현황**

박은서, 김영록, 황주연, 임형철  
한국천문연구원

16:15 [II-3-4]

**국제우주정거장 우주실험용 세포배양장치의 시스템 제어 및 운용 설계와 전자모들의 배선 설계**

김연규, 이종원, 정재연, 이주희, 최익현  
한국항공우주연구원

16:30 [II-3-5]

**The distribution of Arctic sea ice thickness in the winter from SMOS satellite**

Seongsuk Lee, Yu Yi  
Chungnam National University

16:45 [II-3-6]

**Effects of Geomagnetic Storms on Precise Orbit Determination for LEO Satellites Using Satellite**

**Laser Ranging Observations**

Young-Rok Kim<sup>1</sup>, Woo Kyoung Lee<sup>1</sup>, Hyosub Kil<sup>2</sup>,  
Young-Sil Kwak<sup>1</sup>, Eunseo Park<sup>1</sup>, Hyung-Chul Lim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University

17:00 ~ 17:10 장소이동

**제1발표장 (봉래)**

■ 초청강연 I

좌장: 김호일 (KASI)

17:10 [IS-1]

**Science & Technology at the Period of Creative Economy**

Seoklae Lee

Ministry of Science, ICT and Future Planning

4월 30일(목)

**제1발표장 (봉래)**

■ III-1 Int'l Session: Inner Magnetosphere I

좌장: J. A. Hwang (KASI)

08:30 [III-1-1]

**Estimation of pitch angle diffusion rates and lifetimes of electrons due to EMIC waves in a realistic field model**

Suk-Bin Kang<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Mei-Ching Fok<sup>2</sup>,  
Kyoung-Joo Hwang<sup>2,3</sup>, Junga Hwang<sup>4</sup>, Cheong-Rim Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA

<sup>3</sup>University of Maryland Baltimore County, Maryland, USA

<sup>4</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea

08:45 [III-1-2]

**Particle Enhancements in Slot region**

Jaejin Lee<sup>1,2</sup>, Geun-Chan 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>Chungnam National University

09:00 [III-1-3]

**Japanese Geospace Exploration: ERG PROJECT**

Y. Miyoshi<sup>1</sup>, I. Shinohara<sup>2</sup>, T. Takashima<sup>2</sup>, K. Asamura<sup>2</sup>,  
H. Matsumoto<sup>2</sup>, N. Higashio<sup>2</sup>, T. Mitani<sup>2</sup>, S. Kasahara<sup>2</sup>, S.  
Yokota<sup>2</sup>, Y. Kazama<sup>3</sup>, M. Hirahara<sup>1</sup>, Y. Kasaba<sup>4</sup>,  
A. Matsuoka<sup>2</sup>, H. Kojima<sup>5</sup>, M. Fujimoto<sup>2</sup>, K. Shiokawa<sup>1</sup>,  
K. Seki<sup>1</sup>, Y. Nakamura<sup>2</sup>, K. Nitta<sup>2</sup>, S. Fukuda<sup>2</sup>, E. Ogawa<sup>2</sup>,  
T. Ono<sup>4</sup>, The ERG Project Team

<sup>1</sup>STEL, Nagoya University, Japan

<sup>2</sup>JAXA, Japan

<sup>3</sup>ASIAA, Taiwan

<sup>4</sup>Tohoku University, Japan

<sup>5</sup>RISH, Kyoto University, Japan

09:20 [III-1-4]

**A prediction model for the global distribution of whistler chorus wave amplitude developed separately for two latitudinal zones**

Jin-Hee Kim<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>1</sup>, Jung-Hee Cho<sup>1</sup>,  
Dae-Kyu Shin<sup>1</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>2</sup>, Wen Li<sup>3</sup>,  
Thomas K. Kim<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup>Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA

09:35 [III-1-5]

**EMIC Wave Activity at Geosynchronous Orbit during Quiet Geomagnetic Conditions**

Jong-Sun Park, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee

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

**제2발표장 (청옥)**

■ III-2 Int'l Session: Innoosphere I

좌장: W. A. Lee (KASI)

08:30 [III-2-1]

**Characteristics of the afternoon E-region plasma density irregularities in middle latitudes**

Young-Sil Kwak<sup>1,2</sup>, Tae-yong Yang<sup>1,2</sup>, Hyosub Kil<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup>The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA

08:45 [III-2-2]

**SuperDARN HOKkaido Pair of (HOP) radars: present status and scientific objectives**

Nozomu Nishitani, Tomoaki Hori, Super DARNHOP radars group

*Solar-TerrestrialEnvironmentLaboratory(STEL), NagoyaUniversity, Japan*

09:05 [III-2-3]

**Low- and mid-latitude ionosphere as observed by the Swarm constellation**

Jaeheung Park, Young-Sil Kwak

*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*

09:20 [III-2-4]

**Ionospheric space weather monitoring by FORMOSAT-3/COSMIC and following FORMOSAT-7/COSMIC-2**

I-Te Lee<sup>1</sup>, J. Y. Liu<sup>2,3</sup>, C. H. Lin<sup>4</sup>, T. Matsuo<sup>5,6</sup>, H. F.Tsai<sup>7</sup>

<sup>1</sup>*Meteorological R&D Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan*

<sup>2</sup>*National Space Organization, Hsinchu, Taiwan*

<sup>3</sup>*Institute of Space Science, National Central University, Jhongli City, Taiwan*

<sup>4</sup>*Department of Earth Science, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan*

<sup>5</sup>*Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado Boulder, Boulder, Colorado, USA*

<sup>6</sup>*Space Weather Prediction Center, National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, Colorado, USA*

09:40 [III-2-5]

**Evaluation of IRI-2012 by comparison with JASON-1 TEC and incoherent scatter radar observations during the 2008-2009 solar minimum period**

Eun-Young Ji, Geonhwa Jee, Young-Bae Ham

*Korea Polar Research Institute, Korea*

**제3발표장 (육백)**

**III-3 달과학 I**

**좌장: 최영준 (천문연)**

08:30 [III-3-1]

**Lunar dust environment using LDEX data onboard LADEE**

Seunghee Son, BongJae Kuk, Joo Hyeon Kim,

Haingja Seo

*Korea Aerospace Research Institute*

08:45 [III-3-2]

**Science Themes using an Optical Imaging System of Korea Pathfinder Lunar Orbiter**

Eunhyeuk Kim, Joo Hyeon Kim, Seunghee Son, Bangeop Kim

*Korea Aerospace Research Institute*

09:00 [III-3-3]

**달 표면 자기 이상 현상 규명을 위한 달탐사 국제협력 연구**

진호<sup>1</sup>, 최영준<sup>2</sup>, 김관혁<sup>1</sup>, Ian Garrick-Bethell<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교, <sup>2</sup>한국천문연구원, <sup>3</sup>University of California, Santa Cruz

09:15 [III-3-4]

**Magnetic Anomalies inside Mare Crisium: Lunar Prospector Observations**

Khan-Hyuk Kim, Seul-Min Baek, Ho Jin

*Kyung Hee University*

09:30 [III-3-5]

**A study of paleomagnetic pole position using isolated magnetic anomalies on the lunar near side**

Seul-Min Baek, Khan-Hyuk Kim, Ho Jin

*School of Space Research, Kyung Hee University*

10:00 ~ 10:30 휴식, 장소이동

**제1발표장 (봉래)**

**초청강연 II**

**좌장: Y. H. Kim (김용하) (CNU)**

10:00 [IS-2]

**Overview of imaging the planetary exospheres in the EUV spectral range**

Ichiro Yoshikawa

*University of Tokyo*

**제1발표장 (봉래)**

**III-1 Int'l Session: Inner Magnetosphere II**

**좌장: J. J. Lee (KASI)**

**10:35 [IV-1-1]**

**New model fit functions of the plasmopause location determined using THEMIS observations during the ascending phase of Solar Cycle 24**

Junghee Cho<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>1</sup>, Jin-Hee Kim<sup>1</sup>, Dae-Kyu Shin<sup>1</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>2</sup>, Drew Turner<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chungbuk National University

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

<sup>3</sup>The Aerospace Corporation

**10:50 [IV-1-2]**

**Formation of the oxygen torus in the inner magnetosphere: Van Allen Probes observations**

M. Nose, S. Oimatsu, K. Keika, C. A. Kletzing, W. S. Kurth, S. De Pascuale, C. W. Smith, R. J. MacDowall, S. Nakano, G. D. Reeves, H.E. Spence, B.A. Larsen

University of Tokyo

**11:05 [IV-1-3]**

**Spatio-temporal evolution of the poloidal Alfvén wave**

Jiwon Choi, Dong-Hun Lee, Khan-Hyuk Kim, Ensang Lee, Sung-Hwan Lee, Jaejin Jang

School of Space Research, Kyung Hee University

**11:20 [IV-1-4]**

**Ground-satellite coherence analysis of externally driven compressional waves observed in the dayside inner magnetosphere**

Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Ki-Jeong Kim<sup>1</sup>, Jong-Sun Park<sup>1</sup>, Dong-Hun Lee<sup>1</sup>, William Kurth<sup>2</sup>, Craig Kletzing<sup>2</sup>, John Wygant<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University

<sup>2</sup>University of Iowa

<sup>3</sup>University of Minnesota

**11:35 [IV-1-5]**

**Characteristics of sudden commencements observed by Van Allen Probes in the inner magnetosphere L<6)**

Adel Fathy<sup>1,2</sup>, Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Jong-Sun Park<sup>1</sup>, W. S. Kurth<sup>3</sup>, J. R. Wygant<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University, South Korea

<sup>2</sup>Fayoum University, Egypt

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

<sup>4</sup>School of Physics and Astronomy, University of Minnesota, USA

**제2발표장 (청옥)**

**IV-II 특별세션 : 빛의 해**

**좌장: 안영숙 (천문연)**

**10:35 [IV-2-1]**

**2015 세계 빛의 해: 우주의 빛**

문홍규<sup>1</sup>, 임인성<sup>1</sup>, 김용기<sup>2</sup>, 민경옥<sup>3</sup>, 이형목<sup>4</sup>, 최형빈<sup>5</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>충북대학교, <sup>3</sup>한국과학기술원, <sup>4</sup>서울대학교,

<sup>5</sup>한국천문우주과학관협회, 대전시민천문대

**10:50 [IV-2-2]**

**'세계 빛의 해'를 활용한 천문우주 과학문화 확산 프로그램 기획**

설아침, 임인성, 신혜정, 정은선, 조현수

한국천문연구원

**11:05 [IV-2-3]**

**Globe at Night in Korea - the Night Sky Brightness Monitoring Network**

Yonggi Kim<sup>1,3</sup>, Joh-Na Yoon<sup>1,3</sup>, Jehoon Park<sup>1,2</sup>, Ah-Chim Sul<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>Yeongyang Firefly Astronomical Observatory, Korea

<sup>3</sup>Chungbuk National University Observatory, Cheongju, Korea

<sup>4</sup>Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

**11:20 [IV-2-4]**

**Measurement of the Night Sky Brightness using SQM**

Je Hoon Park<sup>1,2</sup>, Yonggi Kim<sup>1,3</sup>, Joh-Na Yoon<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>Yeongyang Firefly Astronomical Observatory, Yeongyang, Korea

<sup>3</sup>Chungbuk National University Observatory, Cheongju, Korea

**11:35 [IV-2-5]**

**국제 빛의 해 홍보를 위한 대중홍보 프로그램 기획 및 활용**

권보경<sup>1,3</sup>, 김용기<sup>1,3</sup>, 윤요나<sup>1,3</sup>, 박제훈<sup>1,2</sup>, 설아침<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>Yeongyang Firefly Astronomical Observatory, Korea  
<sup>3</sup>Chungbuk National University Observatory, Cheongju, Korea  
<sup>4</sup>Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

**11:50 [IV-2-6]  
충북대학교 천문대의 SkyCCD 카메라 자료를 활용한  
Sky Quality Metet(SQM)의 정밀도 분석**

김동훈<sup>1</sup>, 김용기<sup>1,2</sup>, 윤요라<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>충북대학교 천문대

**제3발표장 (육백)**

**■ IV-III 달 과학 II  
좌장: 김은혁 (항우연)**

**10:35 [IV-3-1]  
3D Modeling of Lunar and Martian pits  
presumed with Subsurface Void**

Ik-Seon Hong, Jongil Jung, Yu Yi

Chungnam National University

**10:50 [IV-3-2]  
Color Ratios of Parallel-Component Polarization  
as a Maturity Indicator for the Lunar Regolith**

Sungsoo S. Kim<sup>1</sup>, Minsup Jeong<sup>1,2</sup>, Chae Kyung Sim

<sup>1</sup>Kyung Hee University

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

**11:05 [IV-3-3]  
The evidence of an association of magnetic  
anomaly and albedo anomaly in Leibnitz crater**

Jung-Kyu Lee<sup>1</sup>, Ho Jin<sup>1</sup>, Hyojeong Lee<sup>1</sup>, Seul-Min Baek<sup>1</sup>,  
Khan-Hyuck Kim<sup>1</sup>, Ian Garrick-Bethell<sup>1,2</sup>,  
Doug Hemingway<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University, Korea

<sup>2</sup>University of California, Santa Cruz, USA

**11:20 [IV-3-4]  
달 착륙 후보지 선정을 위한 과학임무 해외사례 분석**

이주희, 서행자, 김연규, 엄위섭, 김주현, 최익현

한국항공우주연구원

**11:35 [IV-3-5]  
Concept of Wireless Power Transmission for  
Lunar Exploration Rover**

Joo Hyeon Kim, Seunghee Son, Eunhyeuk Kim,

Bangyeop Kim  
Korea Aerospace Research Institute

**11:50 [IV-3-6]  
피트 크레이터(Pit Crater) 모형을 이용한 크레이터 내부  
공간 예측 실험**

정종일, 홍익선, 이유

충남대학교 우주지질학과

**제1발표장 (봉래)**

**■ 초청강연 III  
좌장: D. H. Lee (이동훈) (KHU)**

**13:20 [IS-3]  
Mission Plans, Strategy, and Organization for  
Space-Terrestrial Physics on the Basis of Trinity  
Research System by In-Situ Measurement,  
Ground-based Observation, and Data  
Analysis/Modeling**

Masafumi Hirahara

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, NagoyaUniversity,  
Nagoya, Japan

**13:50 ~ 14:30 포스터 발표**

**제1발표장 (봉래)**

**■ V-1 태양 및 우주환경 II  
좌장: 조경석 (천문연)**

**14:30 [V-1-1]  
Causes of the Sep. 12-13, 2014 geomagnetic  
storms**

Kyungsuk Cho<sup>1</sup>, Roksoon Kim<sup>1</sup>, Sung-Hong Park<sup>2</sup>,  
Sujin Kim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>National Observatory of Athens, Greece

**14:45 [V-1-2]  
Statistical Study of the Difference between  
Pores and Sunspots by using SDO/HMI**

Il-Hyun Cho<sup>1,2</sup>, Kyung-Suk Cho<sup>1,2</sup>, Su-Chan Bong<sup>1,2</sup>,  
Valery Nakariakov<sup>3</sup>, Yeon-Han Kim<sup>1,2,4</sup>

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

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

<sup>3</sup>University of Warwick

<sup>4</sup>Big Bear Solar Observatory

**15:00 [V-1-3]**

**Calibration of TEPC for CubeSat Experiment to Measure Space Radiation**

Uk-Won Nam<sup>1</sup>, Won-Kee Park<sup>1</sup>, Jaejin Lee<sup>1,4</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Bong-Kon Moon<sup>1</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Sunghwan Kim<sup>2</sup>, Ho Jin<sup>3</sup>, Seongwhan Lee<sup>3</sup>, Jung-ho Kim<sup>5</sup>, Hisashi Kitamura<sup>6</sup>, Yukio Uchihori<sup>6</sup>

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

<sup>2</sup>Cheongju University, Cheongju, Korea

<sup>3</sup>Kyunghee University, Yongin, Korea

<sup>4</sup>University of Science and Technology, Daejeon, Korea

<sup>5</sup>Korea Research Institute of Standard and Science, Korea

<sup>6</sup>National Institute Radiological Science, Chiba, Japan

**15:15 [V-1-4]**

**우주방사선 산출 및 관측체계 구축**

윤기창<sup>1</sup>, 최규철<sup>2</sup>, 홍순학<sup>1</sup>, 이환상<sup>1</sup>, 박성원<sup>1</sup>, 김일석<sup>2</sup>, 이정덕<sup>2</sup>, 이상우<sup>2</sup>, 박미영<sup>2</sup>, 오승준<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립전파연구원 우주전파센터, <sup>2</sup>(주)에스이랩

**15:30 [V-1-5]**

**Diffusion of electrons by interaction with obliquely propagating and growing Alfvén wave in Earth's radiation belts**

Cheongrim Choi<sup>1</sup>, Kyunghwan Dokgo<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Daeyoung Lee<sup>2</sup>, Junga Hwang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

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

**제2발표장 (청욕)**

■ III-2 Int'l Session: Innoosphere I

**좌장: W. S. Kwak (KASI)**

**14:30 [V-2-1]**

**Three-dimensional high-resolution plasma bubble modeling**

Tatsuhiko Yokoyama, Hiroyuki Shinagawa, Hidekatsu Jin  
National Institute of Information and Communications Technology, Japan

**14:50 [V-2-2]**

**The characteristics of the post-midnight equatorial vertical plasma drift during the solar minimum**

Woo Kyoung Lee<sup>1</sup>, Hyosub Kil<sup>2</sup>, Young-Sil Kwak<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

**15:05 [V-2-3]**

**Exploration of global ionospheric plasma structure with FORMOSAT-3/COSMIC mission**

Charles Lin

Department of Earth Sciences, National Cheng-Kung University, Taiwan

**15:25 [V-2-4]**

**On the Seasonal and Spatial Variation of Topside Ionosphere during Solar Minimum Period Studied with Satellite-Measured Electron Density**

Kwangsun Ryu<sup>1</sup>, Junchan Lee<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Jaeheung Park<sup>2</sup>, Koh-ichiro Oyama<sup>3</sup>, Yongha Kim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology

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

<sup>3</sup>Kyushu University, Japan

<sup>4</sup>Chungnam National University

**15:40 [V-2-5]**

**Vertical structuring of electron density due to Medium Scale Traveling Ionospheric Disturbances (MSTIDs)**

Nicholas Sessanga, Yong Ha Kim, Eunsol Kim

Chungnam National University

**16:00 [V-2-6]**

**Characteristics of PMSE associated with the geomagnetic disturbance during high-speed solar wind streams in the declining solar cycle 23**

Young-Sook Lee<sup>1</sup>, Sheila Kirkwood<sup>2</sup>, Young-Sil Kwak<sup>1,4</sup>, Gordon G. Shepherd<sup>3</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>1</sup>, Tae-Yong Yang<sup>1,4</sup>, Antti Kero<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>Swedish Institute of Space Physics, Kiruna, Sweden

<sup>3</sup>Centre for Research in Earth and Space Science, York University, Canada

<sup>4</sup>University of Science and Technology, Daejeon, Korea

<sup>5</sup>SGO, University of Oulu, Tähteläntie, Finland

제3발표장 (육백)

■ V-III 우주천문

좌장: 김용기 (충북대)

14:30 [V-3-1]

자기격변변광성 DO Draconis의 Quasi-periodic Oscillations

한기영<sup>1</sup>, 윤요라<sup>1,2</sup>, 김용기<sup>1,2</sup>, Ivan L. Andronov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>충북대학교 천문대, <sup>3</sup>Department of High and Applied Mathematics, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

14:45 [V-3-2]

Rotational Evolution of the Magnetic White Dwarfs in Intermediate Polars

V. V. Breus<sup>1</sup>, I. L. Andronov<sup>1</sup>, P. Dubovský<sup>2</sup>, Yonggi Kim<sup>3,4</sup>, L. L. Chinarova<sup>5</sup>, Jiwon Park<sup>3,4</sup>, Joh-Na Yoon<sup>3,4</sup>, Yong-Hee Kim<sup>4</sup>, K. Petrik<sup>6</sup>, S. Zola<sup>7,8</sup>, S. V. Kolesnikov<sup>5</sup>, K. A. Antonyuk<sup>9</sup>, A. R. Baransky<sup>10</sup>, P. Beringer<sup>11</sup>, T. Hegedüs<sup>11</sup>, J. W. Robertson<sup>12</sup>, I. Kudzej<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department "High and Applied Mathematics", Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine  
<sup>2</sup>Vihorlat Astronomical Observatory, Humenne, Slovakia  
<sup>3</sup>University Observatory, Chungbuk National University, Cheongju, Korea  
<sup>4</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea  
<sup>5</sup>Astronomical Observatory, Odessa National University, Odessa, Ukraine  
<sup>6</sup>Astronomical Observatory and Planetarium, Hlohovec, Slovakia  
<sup>7</sup>Astronomical Observatory of the Jagiellonian university, Krakow, Poland  
<sup>8</sup>Mt. Suhora Observatory, Pedagogical University, Krakow, Poland  
<sup>9</sup>Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny, Ukraine  
<sup>10</sup>Astronomical Observatory of Taras Shevshenko National University, Kiev, Ukraine  
<sup>11</sup>Baja Astronomical Observatory, Baja, Hungary  
<sup>12</sup>Arkansas Tech University, Russellville, USA

15:00 [V-3-3]

A photometric and spectroscopic study of the chemically peculiar close binary AR Aurigae

Hyoun-Woo Kim<sup>1</sup>, Chun-Hwey Kim<sup>1</sup>, Chung-Uk Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea  
<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea

15:15 [V-3-4]

Phenomenological Modeling of Eclipsing Binaries. Newly Discovered Variable 2MASS J18024395 +4003309 = VSX J180243.9+400331

Ivan L. Andronov<sup>1</sup>, Yonggi Kim<sup>2</sup>, Young-Hee Kim<sup>2</sup>, Joh-Na Yoon<sup>2</sup>, Lidia L. Chinarova<sup>3</sup>, Mariia G. Tkachenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department "High and Applied Mathematics", Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

<sup>2</sup>Astronomical Observatory, Chungbuk National University, Korea

<sup>3</sup>Astronomical Observatory, I.I.Mechnikov Odessa National University, Odessa, Ukraine

15:30 [V-3-5]

Development of Engineering Qualification Model for Medium Energy Particle Detector in the range of 20~400 keV for the Study of Space Storm

Yongmyung Seo<sup>1</sup>, Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Ju Woo<sup>1</sup>, Jongho Seon<sup>1</sup>, Jongdae Sohn<sup>2</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>2</sup>, GooHwan Shin<sup>3</sup>, Jangsoo Chae<sup>3</sup>

<sup>1</sup>School of Space Research, Kyung Hee University  
<sup>2</sup>Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology  
<sup>3</sup>Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

15:45 [V-3-6]

Development of electronics of High Energy Particle Detector for the study of space storm

Gyeong-Bok Jo<sup>1,2</sup>, Jongdae Sohn<sup>2</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>2</sup>, Yu Yi<sup>1</sup>, Suk-Bin Kang<sup>2</sup>, Go Woon Na<sup>3</sup>, Goo-Hwan Shin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Chungnam National University  
<sup>2</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology,  
<sup>3</sup>Ewha Womans University  
<sup>4</sup>Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

16:00 [V-3-7]

충북대학교천문대 천문체험학교 운영

장형규<sup>1,2</sup>, 김용기<sup>1,2</sup>, 윤요라<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>충북대학교 천문대

# 포스터발표 논문제목

4월 29일(수) 1:40 ~ 4월 30일(목) 16:15

## [P-1] 정지궤도 위성 전기 성능검증장치 개발

윤영수, 천이진, 최재동

한국항공우주연구원

## [P-2] 아리랑위성 5호의 촬영요청 대기시간 최적화를 위한 운영타입리인 분석

김혜원, 박선주, 문인호, 안상일, 채태병

한국항공우주연구원

## [P-3] 저궤도 지구관측위성 통합/자동화 임무계획시스템 개발 방안 연구

박선주, 정옥철, 이명신, 안상일

한국항공우주연구원 위성정보활용센터

## [P-4] 위성체 진동환경시험을 위한 헤드익스펜더의 특성 검토

임종민, 우성현, 은희광, 전종협, 문귀원

한국항공우주연구원

## [P-5] 초소형 인공위성 운영지원을 위한 지상관제서비스 분석

김화영, 정옥철, 임현정, 정대원, 안상일

한국항공우주연구원

## [P-6] 달 자기이상지역 탐사를 위한 큐브위성의 초기설계 연구

정선영<sup>1</sup>, 이성환<sup>1</sup>, 이효정<sup>1</sup>, 이정규<sup>1</sup>, 이정호<sup>1</sup>, 신재혁<sup>1</sup>, 오영석<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>, 김관혁<sup>1</sup>, 송영주<sup>1,2</sup>, Ian Garrick-Bethell<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>한국항공우주연구원, <sup>3</sup>University of California, Santa Cruz

## [P-7] 정지궤도 복합위성 우주기상 탑재체 구조해석

윤태균<sup>1</sup>, 우주<sup>1</sup>, 정승화<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, Michael McCarthy<sup>2</sup>, J. G. Sample<sup>2</sup>, D. Larson<sup>2</sup>, G. K. Parks<sup>2</sup>, 최정수<sup>3</sup>, 진경욱<sup>3</sup>, 양근호<sup>3</sup>, 홍원표<sup>4</sup>, 이도영<sup>4</sup>, 배은덕<sup>4</sup>, 박준용<sup>4</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>Space Science Laboratory, U.C. Berkeley, USA, <sup>3</sup>한국항공우주연구원 정복위성체계팀, <sup>4</sup>쎄트랙아이

## [P-8] 큐브위성 파이로충격시험

우성현, 임종민, 은희광, 전종협, 조창래, 문남진, 문귀원

한국항공우주연구원

## [P-9] 위성간 거리변화를 이용한 중력장 측정위성 성능 분석

김민규, 김정래

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

## [P-10] 저궤도 초소형 태양돛 위성의 자세제어기 설계

김민규, 김정래

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

## [P-11] 모델기반 시스템 엔지니어링(MBSE)을 활용한 정지궤도복합위성의 설계 적용 방안 연구

조창권

한국항공우주연구원

## [P-12] Geostationary Earth Orbit Injection Error Analysis of GEO-KOMPSAT-2

Bong-Kyu Park, Jae-Dong Choi

Korea Aerospace Research Institute

## [P-13] 인공위성 추진제 추정을 위한 PVT 방법의 통계적 오차분석

박응식<sup>1</sup>, 허환일<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>충남대학교 항공우주공학과

## [P-14] 천이궤도의 우주플라즈마 환경 연구

김태윤, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원

## [P-15] 정지궤도복합위성 우주기상탑재체 배치

최정수<sup>1</sup>, 박종석<sup>1</sup>, 김인걸<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>충남대학교 항공우주공학과

## [P-16] 정지궤도 복합위성의 집량특성 분석

박종석, 최정수, 김형완, 최재동, 이상률

한국항공우주연구원 정복위성체계팀

## [P-17] 위성 설계과정 분석을 위한 방법 연구

김형완, 최정수, 박종석

한국항공우주연구원

## [P-18] Continuous Integration on Flight Software Development

Hyun-Kyu Shin

Korea Aerospace Research Institute

**[P-19] 저궤도위성 전력공급 및 모니터링 지상지원장비의 표준화 및 모듈화 방안 고찰**

김영운, 박주호, 채동철, 문귀원  
한국항공우주연구원

**[P-20] 정지궤도위성의 기준궤도 생성 알고리즘 성능 비교 연구**

임조령, 박봉규, 박영웅  
<sup>1</sup>한국항공우주연구원 위성제어팀, <sup>2</sup>한국항공우주연구원 지궤도복합위성체계팀

**[P-21] Initial Sun Acquisition Procedure using Single Sun Sensor**

Keun Joo Park, Young Woong Park  
Korea Aerospace Research Institute

**[P-22] 항공기 전장품 및 군용 전장품 전자기적합성 시험 규격 비교 분석**

장경덕, 김태운, 장재웅, 조인경, 문귀원  
한국항공우주연구원

**[P-23] 풀름 외란을 고려한 궤도조정 효율 분석**

강우용, 채종원, 박영웅  
한국항공우주연구원

**[P-24] 위성 TC&R RF 검증용 전자기지원장비 링크 버짓 설계**

조승원<sup>1</sup>, 이상정<sup>2</sup>, 문귀원<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>충남대학교 전자공학과

**[P-25] Approach Concept of Multi-Objective Optimization on Node-Based Spacecraft Radiator Design**

Hui-Kyung Kim  
Korea Aerospace Research Institute

**[P-26] Development of Integrated Multi-Objective Optimization with Thermal Analysis for Spacecraft Radiator Design**

Hui-Kyung Kim  
Korea Aerospace Research Institute

**[P-27] 항공우주비행체 전장품 전자기 적합성시험 내성규격 (DO160E Section 20) 연구**

장재웅, 김태운, 장경덕, 조인경, 문귀원  
한국항공우주연구원

**[P-28] 위성발사 후 초기 궤도정보 불확실성에 대한 위성-지상 교신 특성 통계 분석**

정옥철, 임현정, 김화영, 안상일, 김은규, 김학정  
한국항공우주연구원

**[P-29] Study on the Conceptual Design of Calibration Data for Internal SAR Calibration**

Jae-Min Shin<sup>1,2</sup>, Sung-Woong Ra<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Korea Aerospace Research Institute  
<sup>2</sup>Chungnam National University

**[P-30] SAR 위성 임무설계를 위한 인터페로메트리 요구사항 분석**

이선호<sup>1</sup>, 김상원<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>세종대학교

**[P-31] Dual-Frequency GPS receiver visibility and On-board navigator study for LEO satellite**

Kiho Kwon, Youngjun Cho, Yunki Lee, Sangkon Lee  
Korea Aerospace Research Institute

**[P-32] 저궤도 위성의 효율적 초기 점검 수행 방법**

전문진, 이상록, 전현진, 김응현, 임성빈  
한국항공우주연구원

**[P-33] 다목적실용위성의 MIMIC 개발 현황**

허윤구, 류진영, 엄휘정, 박주호, 김영운, 조승원, 채동철, 문귀원  
한국항공우주연구원 우주시험실

**[P-34] 인공위성의 발사당일 텔레메트리 오류 대처 방식에 대한 연구**

전현진, 임성빈, 전문진, 이상록  
한국항공우주연구원

**[P-35] Satellite Command Processing in the Service Oriented Software Architecture**

Seung-Eun Yang, Hyun-Kyu Shin, Jong-Wook Choi, Dongseok Chae  
Korea Aerospace Research Institute

**[P-36] SpaceWire with RMAP for the High Speed Communication in Satellite**

Seung-Eun Yang, Jae-Seung Lee, Jong-Wook Choi, Dongseok Chae  
Korea Aerospace Research Institute

**[P-37] 위성 시뮬레이터를 활용한 발사체 Telemetry MUX 시스템 접속시험 설계 및 수행 결과에 관한 고찰**

이상록, 전현진, 전문진, 임성빈  
한국항공우주연구원

윤용식, 민경주, 최익현  
한국항공우주연구원

**[P-38] A Study on the Electrical Interface of Solar Array for Geostationary Earth Orbit Korea Multi-Purpose Satellite**

Sung-Sik Park, Na-Yeong Lee, Seong-Su Jang, Hye-Rin Han, Jae-Dong Choe  
Korea Aerospace Research Institute

■ 우주천문

**[P-46] Development of EQM (Engineering Qualification Model) for ISSS (Instruments for the Study of Space Storms) payload to understand space storms**

Jongdae Sohn<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Junchan Lee<sup>1</sup>, Yongmyung Seo<sup>2</sup>, Gyeong-Bok Jo<sup>4</sup>, Gwoon Na<sup>3</sup>, Han-Ik Kim<sup>1</sup>, Suk-Bin Kang<sup>1</sup>, Seyoung Yoon<sup>2</sup>, Ju Woo<sup>2</sup>, Cheong Rim Choi<sup>1</sup>, Jongho Seon<sup>2</sup>, Yu Yi<sup>4</sup>, Goo-Hwan Shin<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology  
<sup>2</sup>Kyung Hee University  
<sup>3</sup>Ewha Womans Univeristy  
<sup>4</sup>Chungnam National University  
<sup>5</sup>Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

**[P-39] 정지궤도위성의 추진시스템 전기접속 설계**

이나영<sup>1</sup>, 박성식<sup>1</sup>, 채종원<sup>1</sup>, 원주호<sup>1</sup>, 정태진<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>한국과학기술원 인공위성센터

**[P-40] 정지궤도위성의 배터리 관리를 위한 위성 인터페이스 및 시험지원장비 설계**

이나영<sup>1</sup>, 박성식<sup>1</sup>, 윤석택<sup>1</sup>, 정태진<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>한국과학기술원 인공위성센터

**[P-47] STT-8300M CCD의 성능분석과 특징**

송성현<sup>1,2</sup>, 김용기<sup>1</sup>, 윤요나<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>충북대학교 천문대

**[P-41] 국제우주정거장 우주실험용 세포배양기의 순환모듈 설계 및 유동 시뮬레이션**

이종원, 김연규, 정재연, 이주희, 최익현  
한국항공우주연구원

**[P-48] GK-2A 우주기상 모의자료 생성 소프트웨어 개발**

윤아미<sup>1</sup>, 황은미<sup>1</sup>, 박재우<sup>1</sup>, 이재진<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>(주)위스페이스, <sup>2</sup>한국천문연구원

**[P-42] 저궤도 위성의 전력 모듈 오류 발생 영향을 최소화하기 위한 보호 회로 설계 방안 연구**

윤석택, 양정환, 박희성, 박성우  
한국항공우주연구원

■ 태양 및 우주환경

■ 우주응용

**[P-43] 정지궤도 복합위성의 대전 현상 감시를 위한 위성 대전 감시기의 개발**

정승화<sup>1</sup>, 이준현<sup>1</sup>, 우주<sup>1</sup>, 신유철<sup>1</sup>, 서용명<sup>1</sup>, 윤태균<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 이은상<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 진경욱<sup>2</sup>, 장성수<sup>2</sup>, 양군호<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>한국항공우주연구원 정지궤도 복합위성 체계팀

**[P-49] Data processing algorithms for space weather instruments on GK-2A**

Jaejin Lee<sup>1,2</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>1</sup>, Cheol-Oh Jeong<sup>3</sup>, Hyesook Lee<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,  
<sup>2</sup>University of Science and Technology  
<sup>3</sup>Electronics and Telecommunications Research Institute  
<sup>4</sup>Korea Meteorological Administration

**[P-44] 유럽 기상탐재체(FCI)의 최신 개발 동향**

명환춘, 정구표, 양군호, 최재동  
한국항공우주연구원

**[P-50] Comparison of the RBSP real time data with VERB code**

Jongkil Lee<sup>1,2</sup>, Jaejin Lee<sup>1,2</sup>, Kyungchan Kim<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea  
<sup>2</sup>University of Science and Technology, Korea

**[P-45] 우주정거장의 설치 현황 및 국제 우주정거장(ISS)의 구성**

**[P-51] Prediction model of the geosynchronous electron fluxes based on a rural network scheme**

Dae-Kyu Shin<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>1</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>2</sup>,

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

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

**[P-52] Periodicity in the occurrence of equatorial plasma bubbles**

J.-M. Choi<sup>1,2</sup>, H. Kil<sup>3</sup>, Y.-S. Kwak<sup>2</sup>, W. K. Lee<sup>2</sup>,  
Y. H. Kim<sup>1</sup>, P. A. Roddy<sup>4</sup>, O. de La Beaujardiere<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Chung-nam National University, Daejeon, South Korea

<sup>2</sup>Advanced Astronomy and of Space Science Division, Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>Space Department, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory Laurel, Maryland, USA

<sup>4</sup>Space Vehicles Directorate, Air Force Research Laboratory, Hanscom AFB, Massachusetts, USA

**[P-53] Statistical characteristics of nighttime mid-latitude F-region field-aligned irregularities observed by Daejeon VHF coherent scattering radar in South Korea**

Tae-yong Yang<sup>1,2</sup>, Young-Sil Kwak<sup>1,2</sup>, Hyosub Kil<sup>3</sup>,  
Young-Sook Lee<sup>1</sup>, Wookyoung Lee<sup>1</sup>, and Jaejin Lee<sup>1,2</sup>

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

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

<sup>3</sup>The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

**태양계 및 우주탐사**

**[P-54] 충돌구 벽면 입자류에 대한 광물 분석 및 물/수산기와의 관계 추정**

조은진, 홍익선, 이유

충남대학교 우주지질학과

**[P-55] NANOSWARM: A CUBESAT DISCOVERY MISSION for Lunar Exploration**

Ho Jin<sup>1</sup>, Ian Garrick-Bethell<sup>1,2</sup>, Khan-Huk Kim<sup>1</sup>, Young Jun Choi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University

<sup>2</sup>University of California, Santa Cruz

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

**[P-56] 아폴로 유인 달탐사 지역의 자기장 조사**

이효정<sup>1</sup>, 이정규<sup>1</sup>, 백승민<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>, 김관혁<sup>1</sup>, D. Hemingway<sup>2</sup>,  
I. Garrick-Bethell<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>경희대학교, <sup>2</sup>University of California, Santa Cruz

**[P-57] Preparation of a Virtually 3D Immersive Environment for Validation of Korean Lunar Mission's Scenario**

Hoonhee Lee

Korea Aerospace Research Institute

**[P-58] 저궤도위성 전력공급 및 모니터링 지상지원장비의 표준화 및 모듈화 방안 고찰**

김영운, 박주호, 채동철, 문귀원

한국항공우주연구원

**[P-59] New ISES Website and Forecast Discussion Tools**

Sunhak Hong, Ki-Chang Yoon, Whan-Sang Lee,  
Sung-Won Park

Korean Space Weather Center, National Radio Research Agency, Korea

**기 타**

**[P-60] 조직등가비례계수기의 세슘-137 감마 선원을 이용한 선형에너지 교정**

김성환<sup>1</sup>, 남옥원<sup>2</sup>, 이재진<sup>2</sup>, 표정현<sup>2</sup>, 문봉곤<sup>2</sup>, 박원기<sup>2</sup>

<sup>1</sup>청주대학교, <sup>2</sup>한국천문연구원

**[P-61] 우주발사체 발사관제설비의 다중화 및 신뢰도**

문경록, 안재철, 정일형, 홍일희, 김대래

한국항공우주연구원

**[P-62] 한국형발사체 추진제 충전 해석 (I)**

강선일<sup>1</sup>, 오화영<sup>1</sup>, 정은상<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>현대중공업 중앙기술원

**[P-63] 무선 통신 서비스 간 동일 대역에서의 양립성 연구 분석**

조인경, 김태윤, 장재웅, 장경덕, 문귀원

한국항공우주연구원

**[P-64] PVRC 방법을 이용한 액체로켓엔진 터보펌프 플랜지 체결부의 건전성 예측**

윤석환, 전성민, 최창호

한국항공우주연구원

# 구두발표논문 초록

4월 29일(수)

제1발표장 (봉래)

## ■ I-1 태양 및 우주환경 I

좌장: 유광선 (SaTReC)

13:40 [I-1-1]

### Development of Langmuir Probe, Retarding Potential Analyzer and Ion Drift Meter to measure the equatorial region of ionospheric plasma

Jun-Chan Lee<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Jong-Dae Sohn<sup>1</sup>, Goo-Hwan Shin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Satellite Technology Research Center

Space Plasma Detector (SPD) is the plasma measurement device of Instrument for the Study of Space Storms (ISSS), which is payload of Next Generation Small Satellite series of Korea, NEXTSat-1. SPD is composed of Langmuir Probe (LP), Retarding Potential Analyzer (RPA), and Ion Drift Meter (IDM). LP measure the densities and temperatures of the ionospheric electrons and will be made to have specification of 103~106/cm<sup>3</sup>, 500~5000K for density and temperature, respectively. RPA and IDM will measure the range of 103~105/cm<sup>3</sup> ion density and 500~5000K of ion temperature, the composition of the ionospheric ions as well as their drift velocities with 2km/s cross track and ram direction. SPD will be operated in the equatorial region of ionosphere at an altitude of ~700 km to characterize irregularity phenomena such as plasma bubbles and blobs during the solar minimum phase. Furthermore, with high spatial resolution of detectors, SPD will discover properties in small scale region for the irregularities and will be compared with the scintillation of the GPS signals.

13:55 [I-1-2]

### 남극 세종과학기지 유성레이더를 이용한 중간권계면 지역에서의 MPFA 관측 및 중성 대기 온도변화와의 비교

이재욱<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, S. Eswaraiah<sup>1</sup>, 김정한<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주학과 우주과학실험실, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 부설 극지연구소

유성레이더는 지구대기에 진입하는 유성체가 마찰로 생긴 유성체 주변의 플라즈마에 반사되어 오는 전파를 측정하여 유성의 진입속도, 주변의 온도와 바람에 관한 정보를 제공한다. 이런 유성레이더가 보통 하루 동안 수만개의 유성을 고도 80 -100 km 사이에 관측하는데, 이중 가장 많이 관측되는 고도를 MPFA(Meteor Peak Flux Altitude)라 한다. 유성의 진입속도의 분포가 매일 일정하다고 가정하면 MPFA는 중간권 대기의 하루 평균 밀도에 따라 변화한다

고 볼 수 있다. 본 연구에서는 2009년부터 2013년까지 5년 동안 남극 세종과학기지(62°13'S, 58°47'W)에서 유성레이더를 이용하여 MPFA와 중간권 온도 및 바람 정보를 구하였다. 이 관측기간 중 2010년에 세종기지에서 minor Sudden Stratospheric Warming(minor SSW) 현상이 관측되었다 (DOY 212, 258, 300). 우리는 minor SSW가 관측된 2010년도 자료와 나머지 연도의 MPFA와 온도 및 남북방향 바람 자료를 비교하여 SSW 기간 중의 특이성을 발견하였다. 이런 SSW 기간의 특이성은 중간권과 성층권의 연관성을 입증하는 증거로서 의미가 있다.

14:10 [I-1-3]

### 태양활동 극대기에 한반도 지역에서 발생한 적도 플라즈마 버블 사례 연구

최필훈, 윤문석, 이지운

한국과학기술원 항공우주공학과

적도 플라즈마 버블(Equatorial Plasma Bubble, EPB) 현상은 춘/추분점 기간 동안 일몰 후 저자기 저위도 지역(저자기 적도로부터 북위/남위 25°이내) 전리층에서 자주 발생하는 이상 현상이다. 하지만 한반도의 경우 저자기 적도를 기준으로 북위 약 23°~30° 선에 위치하고 있어, 국내 플라즈마 버블의 관측/영향에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내 Global Navigation System(GPS) 측정치를 이용하여 지난 태양 활동 극대기(2002-2004)에 발생한 플라즈마 버블에 대한 사례 연구를 수행하였다. 이 기간 동안 한반도 남쪽에 위치한 GPS 상시관측소의 데이터 기반으로 분석한 결과, 여러 날에 대해서 플라즈마 버블이 관측되었다. 특히 지역 시 기준 21~24시 사이에 동쪽으로 이동하는 플라즈마 버블로 인해 최대 35 TEC 이상의 수직 총 전자 수가 감소하였고, 이 현상은 국내 서쪽에 위치한 상시관측소에서부터 동쪽에 위치한 상시관측소까지 순차적으로 관측되었다. 또한 플라즈마 버블 내 급속한 총 전자 수 변화는 극심한 전리층 공간 기울기 및 다수의 위성 신호 손실을 유발 시키는 것을 확인하였다. 이는 잠재적으로 GPS 기반 항행시스템의 성능(정확성, 무결성, 연속성, 가용성)저하를 크게 초래할 수 있다.

14:25 [I-1-4]

### 북극 Kiruna (67.9° N, 21.1° E) 기지의 OH 대기광 관측으로 구한 중간권 온도의 변화 추세와 태양 활동에 의한 영향 분석

김가원<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 김정한<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주학과 우주과학실험실, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 부설 극지연구소

대기광은 대기 중의 원자 혹은 분자들이 상호작용을 할 때 방출되는 빛을 일컫는 것으로, 스펙트럼 상에서 방출선으로 나타난다. 중간권에서 대기광을 방출하는 광원의 종류는 OH, O<sub>2</sub>, Na 등이 있다. 이중 OH 대기광 방출 회전선 세기의 상대적 비를 이용하여 SATI (Spectral Airglow Temperature Imager)나 FTS (Fourier Transform Spectroscopy) 등의 장비들이 중간권 온도를 측정한다. 많은 연구들에서 중간권 지역 대부분의 온도는 시간이 지날수록 감소하는 추세를 보이며 태양 활동과 양의 상관관계를

보인다는 것이 밝혀졌다. 스웨덴 Kiruna (67.9° N, 21.1° E) 지역에서 FTS를 사용하여 2003년부터 9년 동안 매년 9월부터 다음 해 4월까지 OH 대기광을 관측해 왔다. 본 연구에서는 2003년부터 9년 동안 매년 11월부터 2월까지, 총 531일의 Kiruna OH 대기광 관측 자료를 분석하였다. OH 대기광은 고도 87km 지역의 온도를 반영하므로, 이 자료를 분석하여 이 기간의 중간권 온도 변화 추세 그리고 태양 활동과의 상관 관계를 조사하였다.

**14:40 [I-1-5]**  
**남극 세종과학기지 전천 카메라를 이용한 중간권 상부의 대기 중량파 관측**

감호식<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 지건화<sup>2</sup>, 함영배<sup>3</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주학과 우주과학실험실, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 부설 극지연구소, <sup>3</sup>경희대학교 우주과학과

남극 세종과학기지(S 62o 13', W 58o 47')는 지리적 특성상 남극 대기의 소용돌이(Antarctic vortex) 경계지역으로 활발한 파동현상이 일어난다. 그 중 대류층의 강한 대류나 전선대와 같은 불규칙한 기상학적 현상, 산이나 산맥과 같은 지형적 요소 등에 의해 발생하는 대기 중량파는 에너지 및 운동량을 고층대기로 효율적으로 전달하는 중요한 역할을 담당한다. 세종기지에서는 2008년부터 현재까지 전천 카메라 (All-sky imager)를 이용하여 중간권 상부의 대기 중량파 관측이 진행되고 있다. 세종기지의 지리적 특성으로 흐린 날씨가 많아 2008년부터 2014년까지 전천 카메라 관측이 수행된 1062일 중 대기 중량파가 관측된 날은 72일에 불과하다. 이 중 OH 대기광(고도 87km) 관측된 이미지를 분석하여, 대기 중량파의 수평 파장, 위상속도, 겹보기 주기, 진행 방향을 구하였다. 또한 주변 기지(Comandante Ferraz station (S 62.09o, W 58.39'))에서의 대기 중량파 관측 자료와 비교하여 남극반도 상공에서의 대기 중량파의 물리적 특성 및 계절에 따른 파동의 성향에 대해 비교하였다.

**14:55 [I-1-6]**  
**SAMI2 모델을 기반으로한 한반도 상공의 전리권 예측 모델 개발**

김정현<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 김은솔<sup>1</sup>, 지건화<sup>2</sup>, 오승준<sup>3</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주학과 우주과학실험실, <sup>2</sup>한국해양과학기술원 부설 극지연구소, <sup>3</sup>Space Environment Laboratory(SELab)

본 연구에서는 저·중위도 전리권 이론 모델인 SAMI2를 기반으로 한반도 상공의 전리권 예측 모델 (Korea Ionosphere Prediction Model, KIPM)의 초기 버전을 개발하였다. 기존의 SAMI2 모델이 가진 여러 가지 단점들 (Solar X-ray flux로의 확장, photoelectron에 의한 2차 광이온화 효과, 실시간 Solar flux 자료의 입력)은 이미 사전 연구를 통해 보완하였다. KIPM은 남북방향 자기장을 모두 포함하는 SAMI2 모델을 우리나라 주위의 동경 120도 - 135도, 북위 30도 - 45도 영역으로 축약하여 공간 해상도를 높였다. 이 과정에서 필요한 upper boundary 입력 값은 IRI (International Reference Ionosphere) 경험 모델의 값을 사용하여 조정하였다. KIPM 모델의 계산 결과들

은 기존의 SAMI2 모델의 결과와 IRI 모델의 값들과 비교 평가하였다. 향후 KIPM 모델의 입력 parameter 들 (upper boundary, electric field)을 조정할 수 있도록 하여 실제 한반도 상공에서 관측된 GPS TEC 자료와 비교할 계획이다.

**제2발표장 (청욕)**

**■ I-2 큐브위성 I**  
**좌장: 한상혁 (항우연)**

**13:40 [I-2-1]**  
**2012,2013 큐브위성 경연대회 결과 및 발전방향**

한상혁, 공현철, 최기혁, 황인희

한국항공우주연구원

이 논문에서 2012, 2013 초소형위성 경연대회 결과와 2015 초소형위성 경연대회 계획에 대해 발표한다. 2015년 초 현재 총 6개 대학이 선발되어 초소형위성을 제작이 마무리 되고 있는데, 각 대학이 자발적으로 열의를 가지고 위성 제작에 임하여 왔다. 특히 지방대학은 학생들의 대학원 진학률이 높아지고, 기술 연구와 개발 의지가 높으며, 위성산업체에 취업이 되는 등 인력양성과 기술저변 확대 효과가 뚜렷이 나타나고 있다. 제작된 위성 중 5기는 2015년 하반기 SpaceX사의 Falcon 9 발사체에 탑재되어 발사될 예정이며 1기는 2016년 상반기에 발사될 예정으로 한국항공우주연구원은 발사과정이 순조롭게 이루어 질 수 있도록 노력하고 있다. 2015년은 세 번째 큐브위성 경연대회가 개최가 되는 해로, 4월 경연대회 공고와 함께 큐브위성 설계 교육을 실시할 예정이며, 7월과 8월에 1차 및 2차 경연을 통해 최종 3팀을 선발할 예정이다. 이번에도 많은 대학생들이 도전적이고 창의적인 큐브위성을 제안하여 큐브위성을 제작하는 기회를 가지기를 기대해 본다.

**13:55 [I-2-2]**  
**CANYVAL-X: 2U 위성(틀)의 비행 소프트웨어 설계**

송영범<sup>1</sup>, 권상훈<sup>2</sup>, 이동신<sup>2</sup>, 조원혁<sup>2</sup>, 서종원<sup>2</sup>, 여승원<sup>3</sup>, 박정현<sup>3</sup>, 한상혁<sup>4</sup>, 박상영<sup>1</sup>, 박재필<sup>1</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>연세대학교 컴퓨터과학과, <sup>3</sup>연세대학교 기계공학과, <sup>4</sup>한국항공우주연구원

본 논문은 CANYVAL-X 우주임무를 구성하는 두 대의 큐브위성 중 2U 큐브위성의 비행 소프트웨어 설계에 대하여 다룬다. CANYVAL-X는 두 대의 큐브 위성을 운용하여 가상 우주망원경의 핵심 기술인 비전 정렬 시스템을 시연/검증하는 임무이다. 대부분의 위성은 지상국과 지속적으로 통신을 할 수 없기 때문에, 위성 자체적으로 정상상태로 유지하며 상황에 따라 필요한 작업을 자율적으로 판단하는 비행 소프트웨어가 필요하다. CANYVAL-X 2U 큐브위성의 비행 소프트웨어는 임무의 흐름에 따라 4개의 단계와 그에 따른 23개의 작업을 수행하는 모드로 구성된다. 각각의 모드 내부와 모드 간 흐름을 설계한 뒤 이를 토대로 소프트웨어

를 제작하였고 위성의 탑재 컴퓨터인 나노마인드(Nanomind A712D)에 적용하여 비행 소프트웨어의 안정성을 검증하였다.

**14:10 [I-2-3]**

**큐브 위성을 위한 상용 전자부품의 TID 테스트 결과**

박기연, 김홍래, 장영근

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

큐브 위성은 교육용 목적이거나 기술 검증 목적으로 대학이나 연구소에서 활발히 개발되고 있다. 이러한 큐브위성은 개발 단계에서 우주용 부품이 아닌 상용제품(COTS: Commercial Off-The-Shelf)을 폭넓게 활용하여 일반 위성에 비해 매우 저렴하게 개발할 수 있다. 하지만 대부분의 상용 전자부품을 구성하는 트랜지스터들은 우주 방사선에 의해 전기적 특성 변화가 발생하며, 이러한 특성변화는 위성 운용에 있어 치명적인 문제를 야기할 수 있다. 따라서 위성의 성공적인 운용을 위해서는 상용제품에 대해 우주 방사선에 의한 TID(Total Ionizing Dose) 효과를 추가적으로 검증할 필요가 있다. 본 논문에서는 STK를 이용하여 한누리 5호가 미션기간 중 받는 방사선량을 분석하고, 한누리 5호에서 사용될 부품들에 대해 60Co 감마선원을 이용한 TID 테스트를 진행하였으며 그 결과를 소개한다.

**14:25 [I-2-4]**

**초소형위성용 저전력 정밀 태양센서 개발 및 검증**

최성민, 김홍래, 장영근

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

초소형위성에 탑재되는 태양센서의 경우 공간 및 전력소모, 비용 측면에서 많은 제약이 따른다. 본 논문에서는 현재 개발중인 3U 큐브위성 한누리 5호의 초소형 태양센서 개발과 성능검증 및 정밀도 분석을 수행하였다. 개발된 초소형 태양센서는 17 X 17 X 3 mm<sup>3</sup> 크기와 90°의 FOV(Field of View)를 갖는다. 또한, 0.5W 이하의 저전력을 소모하고, 1°이하의 정밀도를 가져 초소형위성의 자세제어용 센서로 적합한 성능을 보인다. 개발된 태양센서는 특성시험을 통해 정밀도를 분석하였으며, 전기적 잡음을 줄여 정밀도를 증가시키는 방안을 연구하였다.

**14:40 [I-2-5]**

**초소형위성용 MVSCMGs 개발 및 검증**

최성민, 김홍래, 장영근

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

초소형위성의 기술이 발전하면서 임무 또한 고기동을 요구하고 있다. 중대형 위성의 경우 자세제어 구동기로 효율이 높은 모멘텀 교환장치인 CMGs(Control Moment Gyros)가 주로 사용되고 있다. 하지만 기계적으로 복잡한 구조와 필수 제어장치들의 소형화에 한계가 있어 초소형위성에서 CMGs 기술은 현재 진행형이다. 초소형위성에 탑재가능한 CMGs의 기술검증을 위해 본 연구진에서는 3U(10×10×30cm<sup>3</sup>)크기의 큐브위성인 한누리 5호의 구

동기로 MVSCMGs(Miniature Variable Speed CMGs)를 개발하였다. 본 논문에서는 MVSCMGs의 하드웨어 개발 과정 및 결과와 성능검증에 대해 다룬다. 성능검증은 짐벌과 도응답특성시험, 출력토크 측정시험, 소비전력 측정시험을 통해 수행하였다.

**제3발표장 (육백)**

**■ I-3 우주기술 I**  
**좌장: 오시환 (항우연)**

**13:40 [I-3-1]**

**Mechanical design process of ISSS payload**

Han-ik Kim<sup>1</sup>, Hee-Keon Cho<sup>2</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, KAIST, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Andong National University, Andong, Korea

The instrument for the Study of Space Storms(ISSS) is a payload of mini-satellite called NEXTSat-1. ISSS is completely designed in perspective of mechanical properties and it is being modified sensitively for to harmonize with other subsystems High/Medium Energy Particle Detector(H/MEPD), Langmuir Probe(LP), Retarding Potential Analyzer(RPA), and Ion Drift Meter(IDM). For having structural stability in space environment, ISSS have to endure the harsh conditions such as vibration, temperature range -50~250 °C, a 11g acceleration, and a 2000g shock. Because of these reasons, the designing of ISSS had been considered stability of dynamics and heat transfer, assembling with subsystems, and the possibility of manufacturing. After considering all the factors, the design of ISSS is completed and this presentation shows each process of mechanical design with respect to practical and theoretical aspects.

**13:55 [I-3-2]**

**정지궤도위성의 휠배치 형상에 관한 비교 분석**

박영웅, 윤형주

위성제어팀, 위성기술연구단, 위성연구본부, 한국항공우주연구원

기존의 정지궤도위성의 목적은 주로 항상 지상과 통신 및 방송을 서비스하는 것이었지만, 최근에는 지구관측 목적도 증가하는 추세에 있다. 통신 및 방송의 경우에는 전력이 많이 요구되면서 태양전지판이 궤도의 남북방향으로 즉 위성에 대해 양쪽으로 장착이 가능하지만, 최근의 정지궤도 지구관측위성의 경우에는 탑재체의 성능 향상을 위해 탑재체 온도제어장치 주변의 온도구배에 제한이 요구되면서 태양전지판을 한쪽에만 장착하는 비대칭 형상으로 구성되고 있다. 본 연구에서는 정지궤도위성에 장착되는 휠의 배치 형상에 대해 기존에 태양전지판이 양쪽으로 대칭되어 있는 위성들과 태양전지판이 한쪽에만 비대칭으로 장착되는 위성들을 비교하여 그 특징을 분석하고, 향후 태양전지판이 비대칭으로 장착되는 정지궤도위성에서 휠의 개수를 줄여 배치할 수 있는 방법에 대해 분석하였다.

14:10 [I-3-3]

**NX TMG 해석프로그램을 이용한 고에너지 입자 검출기 및 위성 대전 감시기의 열해석**

우주<sup>1</sup>, 서용명<sup>1</sup>, 윤세영<sup>1</sup>, 윤태균<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 정현주<sup>2</sup>, 정용상<sup>2</sup>, 정연황<sup>2</sup>, 양승욱<sup>2</sup>, 박준용<sup>2</sup>, 최정수<sup>3</sup>, 진경욱<sup>3</sup>, 양근호<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>썬트랙아이, <sup>3</sup>한국항공우주연구원 정복위성체계팀

정지궤도 복합위성(GEO-KOMPSAT-2A)의 우주기상 탑재체인 고에너지 입자 검출기(PD, Particle Detector)는 정지궤도 상에 존재하는 고에너지 입자의 관측을 목적으로 경희대학교와 UC Berkeley가 개발 중에 있으며, 위성 대전 감시기(CM, Charging Monitor)는 경희대학교가 독자적으로 개발 중에 있다. 정지궤도에서 운영되는 위성은 계절에 따른 태양복사에너지의 차이와 매일 1회씩 발생하는 위성체의 그림자 효과로 인한 식(eclipse)으로 인해, 위성체 외부의 탑재체는 매우 큰 온도차에 노출된다. 이러한 극심한 온도 변화에 대응하기 위해 고에너지 입자 검출기 및 위성 대전 감시기는 외부 방열 표면 처리를 이용한 수동 열제어와 히터를 이용한 능동 열제어 방식을 사용하여 정상적인 동작이 가능하게 된다. 본 연구에서는 유한요소해석 기반의 NX 8.5 TMG 상용 해석프로그램을 사용하여 설계된 열제어 시스템을 검증하였다. 이를 위해 계절에 따른 정지궤도 우주환경 및 위성체의 외부형상과 우주 기상 탑재체 구조를 모사하여 해석을 수행하였으며, 최고 온도에서의 열적 안정화를 위해 방열 처리된 탑재체의 표면을 적용하였고, 낮은 온도에서는 설정된 온도값에서 자동으로 On/Off 되는 Thermostat을 적용하여 해석을 수행하였다.

14:25 [I-3-4]

**Geant4를 이용한 우주기상 탑재체 고에너지 입자 검출기의 입자 검출 모의 실험**

신유철<sup>1</sup>, 우주<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, John Sample<sup>2</sup>, Michel McCarthy<sup>2</sup>, Davin Larson<sup>2</sup>, George Parks<sup>2</sup>, 진경욱<sup>3</sup>, 양근호<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>Space Science Laboratory, University of California at Berkeley, <sup>3</sup>한국항공우주연구원

정지궤도 복합위성(GEO-KOMPSAT-2A)의 우주기상 탑재체 중 하나인 고에너지 입자 검출기(Particle Detector)는 정지궤도 상에 존재하는 고에너지 입자의 관측을 목적으로 경희대학교와 U.C.Berkeley가 개발 중에 있다. 현재 개발 중인 입자 검출기는 NASA의 대형 국제 우주 과학 임무인 WIND, RHESSI, STEREO, THEMIS 및 MAVEN에 탑재된 검출기의 제작 기술을 바탕으로 하며 이로 인해 과학적 의미와 신뢰성을 검증 받은 장치이다. 이와 같은 검증된 기술을 바탕으로 정지궤도 상의 고에너지 입자 검출을 위한 장치로 개발 중이다. 4층 구조의 검출기를 기반으로 100 keV에서 2 MeV의 이온 및 전자를 검출하도록 설계 되었으며 알루미늄 포일(Aluminum foil)과 영구자석(Permanent magnet) 필터를 이용하여 이온 및 전자를 분리 검출한다. 본 연구에서는 입자 검출기의 모의실험 결과로 검출기의 에너지 측정 범위와 검출 계수(Count rate)을 알아보고자 Geant4(GEometry ANd Tracking)을 이용하여 결과를 분석하였다. 에너지 측정 범위의 모의실험을 위해 검출기 시준기(Collimator)의 최외각 입구에서 입자의

방향과 위치를 무작위로 생성, 입사하여 결과를 분석하였다. 그리고 검출 계수의 모의실험을 위해 우주 방사선 모델인 AE-8과 AP-8를 이용하여 검출 계수를 분석하였다. 본 연구 결과를 바탕으로 고에너지 입자 검출기의 설계를 진행할 수 있을 것으로 기대한다.

14:40 [I-3-5]

**가시채널 지표기준 선택 범위에 따른 천리안 기상영상기 영상위치보정 특성**

우진, 정성철, 김정식, 연혁진

기상청 국가기상위성센터

영상위치보정(INR; Image Navigation and Registration)이란 위성 광학탑재체에서 관측한 영상 픽셀의 위치를 지구상의 정확한 위도와 경도 값으로 결정하고 그 성능이 시간에 따라 유지되게 보정 하는 것을 말한다. 지구정지궤도상에서 24시간 기상관측 임무를 수행하고 있는 천리안위성(COMS; Communication, Ocean, and Meteorological Satellite)의 기상영상기(MI; Meteorological Imager)로 관측된 영상은 2011년 4월 1일 정규운영이 시작된 이래로 기준 값을 만족하는 품질을 유지하고 있다. 한 개의 가시채널과 4개의 적외채널을 사용하는 천리안위성 기상영상기의 영상위치보정 알고리즘은 설정된 태양천정각 범위에 따라 주/야간 구분을 수행한다. 따라서 적외채널 지표기준은 주/야간 모두 사용되지만 가시채널 지표기준은 주간에만 사용된다. 이에 천리안위성 기상영상기 박명시간대에 동서방향 위치결정정확도가 증가하는 특성을 가지는 것은 가시채널 지표기준에 기인한 것이라는 이전 연구가 있다. 본 연구에서는 천리안위성 기상영상기 영상위치보정에서 가시채널 지표기준의 선택 범위에 따른 위치결정정확도를 분석하였으며, 박명시간대 위치결정정확도 오차 증가 특성을 제거하기 위한 최적의 태양천정각 범위를 도출하였다.

14:55 [I-3-6]

**정지궤도 복합위성 우주기상 탑재체 개발**

채규성<sup>1</sup>, 정승화<sup>1</sup>, 우주<sup>1</sup>, 서용명<sup>1</sup>, 윤태균<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 박준용<sup>2</sup>, Michael McCarthy<sup>3</sup>, J. G. Sample<sup>4</sup>, D. Larson<sup>4</sup>, G. K. Parks<sup>4</sup>, 진경욱<sup>5</sup>, 최정수<sup>5</sup>, 장성수<sup>5</sup>, 양근호<sup>5</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>썬트랙아이, <sup>3</sup>Earth and Space Science, UW, Seattle, <sup>4</sup>Space Science Laboratory, UC, Berkeley, <sup>5</sup>한국항공우주연구원 정복위성체계팀

한국항공우주연구원의 주도로 개발 중인 정지궤도 복합위성 2A(GEO-KOMPSAT-2A)에는 차세대 기상탑재체와 더불어 정지궤도 부근의 우주공간에 대한 물리적 현상을 관측하기 위한 우주기상 탑재체가 탑재될 예정이다. 이중 우주기상 탑재체의 센서부는 고에너지 입자 검출기, 자력계 및 위성 대전 감시기로 구성되어 고에너지 입자 분포, 지구 주변의 자기장 분포 및 위성의 대전 전류를 관측하여 우주기상 예보 및 경보에 활용될 계획이다. 이와 더불어 위성 본체와의 인터페이스를 위한 전장품인 IDPU(Instrument Data Processing Unit)는 PDB(Particle Detector Board), DCB(Data Control Board) 및 PSB(Power Supply Board)로 이루어져 위성체 내부에 장착될 예정이다. 현재는 우주기상 탑재체 개발을 위한 예비 설계 검토 회의를 끝마

친 상태로 센서부에 대한 기초 설계가 마무리 단계이며, 전장품 또한 초기 설계를 완료하여 테스트 모델을 제작중이다. 본 논문에서는 우주기상 탑재체 개발을 위한 현재까지의 개발 상황과 이를 바탕으로 한 향후 개발 계획에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

15:10 ~ 15:30 단체사진 촬영

## 제1발표장 (봉래)

### ■ II-1 Int'l Session: SW-Magnetosphere Interaction

좌장: K. H. Kim (KHU)

#### 15:30 [II-1-1]

##### Observational evidence of contact discontinuities

W.-C. Hsieh<sup>1</sup>, J.-H. Shue<sup>1</sup>, J.-K. Chao<sup>1</sup>, T.-C. Tsai<sup>2</sup>,  
Z. Nemecek<sup>3</sup>, J. Safrankova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan*

<sup>2</sup>*National Center for High-performance Computing, Hsinchu, Taiwan*

<sup>3</sup>*Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague, Czech Republic*

Contact discontinuities (CDs) are discontinuities that have the continuous magnetic fields linked between two sides but no plasma flow across their surfaces. Due to a lack of the CDs evidence in observations, their stable existence is still under debate. CDs are not expected to be observed because of rapid plasma diffusion along the magnetic fields across their surfaces. In this study, we propose a feasible procedure with single-satellite data for selecting CD based on MHD jump conditions. We find two CD events, one in the solar wind and another in magnetosphere. The electron temperature is smaller than the ion temperature, and the magnetic pressure is larger than the thermal pressure in both CD events. The widths of the transition in the CD events are estimated to be 4.3 and 11.7 ion gyroradii. These two events are believed to be CDs. Multiple spacecraft analyses are needed for further advancement in this topic.

#### 15:50 [II-1-2]

##### Effects of radial interplanetary magnetic field on the magnetospheric system

J.-H. Shue

*Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan*

The orientation of the interplanetary magnetic field (IMF) is usually aligned with a spiral form due to the solar rotation. Sometimes this orientation becomes radial, i.e., the solar wind flowing in the same direction as the orientation of the IMF. Under such a circumstance, the magnetospheric system, including the bow shock, the magnetosheath, the magnetopause, and the magnetosphere, responds to the radial IMF in ways that

are different from the other orientations. For example, the magnetopause moves outward and the bow shock moves inward, resulting a thin magnetosheath. Although the magnetospheric state for radial IMF is generally quiet, local active field-aligned currents can be observed in the high-latitude ionosphere. In this presentation, the current understands and future perspectives in effects of the radial IMF on the magnetospheric system will be reviewed.

#### 16:10 [II-1-3]

##### MHD Simulations for Substorm Observations under Northward IMF Conditions

Kyung Sun Park<sup>1,2</sup>, Dae-Young Lee<sup>2</sup>, Tatsuki Ogino<sup>3</sup>,  
Dong-Hun Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*SSR, Kyung Hee University, Korea*

<sup>2</sup>*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk University, Korea*

<sup>3</sup>*STEL, Nagoya University, Japan*

Substorms are known to sometimes occur even under northward Interplanetary Magnetic Field (IMF) conditions. In this paper, we perform three dimensional global magnetohydrodynamic (MHD) simulations to examine tail and ionospheric signatures for two cases of the substorm observations under prolonged northward IMF Bz conditions: (a) IMF Bz = 20 nT and IMF By = -20 nT; (b) IMF Bz = 2 nT and IMF By = -2 nT. We find that, in both cases, the tail reconnection occurs after the usual high-latitude reconnection, justifying the energy source for later triggered substorm observations under northward IMF Bz conditions. The presence of an equal amount of IMF By allows the high-latitude-reconnected magnetic field lines to transport to the tail lobe, eventually leading to the tail reconnection. The simulation results also reveal the following major differences between the two cases: First, the reconnection onset (both on dayside and in the tail) is earlier in the strongly northward IMF Bz case than in the weakly northward IMF Bz case. Secondly, the polar cap size, which is finite for both cases despite the northward IMF Bz conditions and thus supports the lobe energy build up needed for the substorm occurrences, is larger in the strongly northward IMF case. Accordingly the polar cap potential is far larger in the strongly northward IMF case (100s of kV) than in the weakly northward IMF Bz case (10s of kV). Thirdly, in the strongly northward IMF Bz case, the strong earthward tail plasma flow appears to be caused by the enhanced convection (so, enhanced duskward Ey) due to the tail reconnection. Moreover the Poynting flux has a large value in the tail in the strongly northward IMF Bz case. In contrast, in the weakly northward IMF Bz case, the earthward tail plasma flow increases gradually in association with a modestly increased duskward electric field. In addition the inner plasma pressure and cross tail current increase greatly in the strongly northward IMF Bz case but gradually in the weakly northward IMF Bz case after the tail reconnection onset.

#### 16:25 [II-1-4]

##### Theoretical construction of solar wind electron temperature anisotropy versus beta relation for the whistler instability

Hyangpyo Kim<sup>1,2</sup>, Jungjoon Seough<sup>3</sup>, Junga Hwang<sup>1,2</sup>,

Peter H. Yoon<sup>4</sup>

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

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

<sup>3</sup>Faculty of Human Development, University of Toyama, Japan

<sup>4</sup>Institute for Physical Science and Technology, University of Maryland, College Park, USA

The solar wind electron temperature anisotropy is regulated fundamentally by various physical processes such as an adiabatic expansion, the electron Coulomb collisions, and the micro-instabilities. In the collisionless limit, the measured electron temperature anisotropy is bounded by the marginal stability conditions of the whistler and firehose instabilities, which could be excited by excessive perpendicular and parallel temperature anisotropies, respectively. In the literature, these thresholds expressed as inverse correlations between the electron anisotropy and parallel beta have been constructed on the basis of linear stability analysis and particle-in-cell simulation. In the present paper, quasilinear kinetic theory of whistler mode instability is employed to self-consistently construct the anisotropy-beta relation observed in the solar wind electron. We initially allow a large ensemble of unstable state to evolve subject to the whistler mode instability. It is found that the self-consistent threshold condition for whistler instability naturally emerges as the time-asymptotic states of quasilinear processes. Furthermore, the one-dimensional particle-in-cell (PIC) simulations of the whistler instability are carried out to verify the reliability of the present quasilinear analysis. In comparison with the results from the PIC simulations, it is shown that such an approach, quasilinear kinetic theory, is a valid theoretical tool as a first-order description of the dynamical evolution of the whistler instability.

**16:40 [II-1-5]**

**Generation of coherent ion acoustic solitary waves in inhomogeneous plasma due to electron hole propagation**

Kyunghwan Dokgo<sup>1</sup>, Minho Woo<sup>2</sup>, Cheong-rim Choi<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Junga Hwang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

<sup>2</sup>National Fusion Research Institute, Korea

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

The evolution of electron hole (EH) propagation in the presence of plasma density inhomogeneity is investigated by both particle-in-cell (PIC) simulation and theory. We found there existed a low frequency electrostatic(LFES) odd-mode trapped in EH and this mode grew while EH propagating in inhomogeneous plasma region. Using Lewis' theoretical formalism, we calculated the dispersion relation of LFES mode. The imaginary part of LFES mode dispersion have inverse Landau damping term, therefore the growth of LFES mode in inhomogeneous plasma can be interpreted as inverse Landau damping of background inhomogeneous plasma. The real frequency of LFES mode is order of the electron bouncing frequency which is quiet small value and comparable to the ion acoustic frequency thus LFES could interact with ions directly. Ions were pushed by electrostatic potential of

LFES mode, a chain of coherent ion acoustic solitary waves was generated.

**16:55 [II-1-6]**

**Study on the Electron Heat Flux Instabilities using Particle-in-cell Simulation**

Eunjin Choi, Kyoung-Wook Min, Kyunghwan Dokgo

Korea Advanced Institute of Science and Technology

Electron heat flux is the relative drift of thermal and more dense core to superthermal and less dense halo electron components. It has been studied empirically and theoretically that the electron heat flux is constrained by electron heat flux instabilities through wave-particle scattering. This is also frequently observed in the satellites such as whistler, Alfeven, lower hybrid heat flux instabilities and etc. may related to the electron heat flux constraints especially in solar wind. Here we will present the results of the PIC simulation focus on the possible heat flux instabilities in the solar wind condition.

**제2발표장 (청욕)**

**■ II-2 큐브위성 II**

**좌장: 공현철 (항우연)**

**15:30 [II-2-1]**

**큐브위성 SIGMA의 구조해석 및 인증모델 진동시험**

이성환, 신재혁, 이정규, 이효정, 이정호, 정선영, 진호

경희대학교 우주탐사학과

본 논문에서는 우주방사선 및 근지구자기장 측정을 위한 SIGMA(Scientific Cubesat with Instrument for Global Magnetic field and rAdiation)의 구조해석과 진동시험을 수행하였다. SIGMA는 3U의 표준 큐브위성으로서 SpaceX의 Falcon-9을 통해 LEO(Low Earth Orbit)으로 진입하게 된다. 큐브위성은 일반적으로 발사체에 큐브위성 사출장치(CubeSat Dispenser)를 통해 부착되며 발사과정에서의 가속도에 의한 정현파진동과 발사체 구조물로부터 받는 랜덤 진동 그리고 발사체 분리와 페어링 분리 시 충격진동의 영향을 받는다. 큐브위성의 해석에는 상용 FEA(Finite Element Analysis) 소프트웨어인 NX NASTRAN을 사용하였다. SIGMA의 해석모델은 설계모델을 기반으로 하여 최적화 과정을 거친 후 유한요소법(Finite Element Method)을 통한 구조해석을 수행하였다. 발사체 필수 요구사항으로 제시된 충격해석은 준비행모델(PFM)을 기준으로 20 ~ 10000 Hz 범위에서 30 ~ 1000 g의 프로파일을 적용하였다. 인증모델(QM)의 진동시험은 발사체의 요구조건에 따라 각 축에 대한 공진 조사(resonance survey), 정현파 진동시험(sine vibration test), 랜덤 진동시험(random vibration test), 준 정적 진동시험(quasi-static vibration test)를 수행하였다. X, Y, Z 각 축에 대한 고유진동수는 160.81 Hz, 381.24 Hz, 355.85 Hz이며 랜덤진동시험의 실효입력값 11.61 g에 대한 실효응답은 각 축별로 20.07

g, 12.72 g, 18.49 g로 나타났다. SIGMA의 구조해석을 통해 큐브위성의 설계 요구조건의 충족 여부를 확인하였으며 QM 수준의 진동시험을 통하여 위성의 구조적 안정성을 검증하였다.

### 15:45 [II-2-2]

#### 큐브위성 SIGMA 비행 소프트웨어의 데이터 처리 및 통신패킷 구조 설계

이정호<sup>1</sup>, 김한준<sup>2</sup>, 노한민<sup>2</sup>, 이성환<sup>1</sup>, 이정규<sup>1</sup>, 이효정<sup>1</sup>, 신재혁<sup>1</sup>, 정선영<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>경희대학교 전자전파공학과

큐브위성 SIGMA의 운영 시나리오는 Init모드, ACS모드, Operation모드, Recovery모드로 구성되어 있다. 본 연구에서는 각각의 운영 모드 구현을 위한 비행 소프트웨어의 데이터 구조와 그 처리에 대한 알고리즘을 설계하였다. 각각의 모드는 모듈화하여 데이터 처리 및 기능 수정이 용이하도록 하였으며 모듈간의 데이터 전달을 위해 각 모드에 맞는 데이터 구조체를 정의하여 사용하였다. 그 중 Operation모드는 지상국으로부터 명령을 받아 처리하고 그 결과를 다시 지상국으로 전송하는 등 많은 기능을 수행한다. 이를 위해 Telecommand와 Telemetry 그리고 Housekeeping 관련 데이터들을 구조체로 정의하고 FIFO(First In First Out) 방식의 순환 Queue로 관리하여 순차적으로 실행하도록 설계 하였다. 그리고 지상국과 큐브위성간의 데이터를 주고받기 위한 통신 패킷은 Telecommand 패킷, Housekeeping 데이터 패킷, 탑재체인 MAG와 TEPC 데이터 패킷으로 구분하여 그 구조를 설계하였다. Telecommand 패킷 구조는 크게 헤더, 명령코드, 파라미터 데이터 부분으로 구성되어 있으며 Housekeeping 데이터 패킷은 각 서브시스템의 Housekeeping 데이터들을 한 프레임으로 구성할 수 있도록 하여 트랜시버에서 한 프레임만 전송하여도 큐브위성의 시스템 전반을 모니터링 할 수 있도록 하였다. 그리고 MAG와 TEPC의 탑재체 데이터는 용량이 크기 때문에 여러 개의 프레임으로 나누어 전송하도록 하였다. 이 때 데이터의 순서를 유지하기 위해 데이터를 일정 용량으로 그룹화하고 그 그룹화된 데이터를 프레임 크기 만큼 나누어 일련번호를 할당하도록 설계 하였다.

### 16:00 [II-2-3]

#### 큐브위성 SIGMA 초소형 플럭스게이트 자력계

신재혁<sup>1</sup>, 김효민<sup>2</sup>, 진호<sup>1</sup>, 이정규<sup>1</sup>, 이정호<sup>1</sup>, 이성환<sup>1</sup>, 이효정<sup>1</sup>, 정선영<sup>1</sup>, Marc R. Lessard<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>Center for Space Science and Engineering Research, Virginia Tech, <sup>3</sup>Space Science Center, University of New Hampshire

SIGMA(Scientific cubesat with Instrument for Global Magnetic field and rAdiation) 초소형 플럭스게이트 자력계(Miniaturized fluxgate magnetometer)는 근 지구공간에서 Field-Aligned Currents(FACs)와 Ultra Low Frequency(ULF)의 측정을 하기위한 자기장 측정 장치이다. 이는 경희대학교의 3U CubeSat인 SIGMA의 탑재체로써 Virginia Tech 및 University of New Hampshire와 공동으로 개발하였다. SIGMA자력계는 22x22x22 mm<sup>3</sup>의 크

기와 15 g의 무게 그리고 링 코어형태의 센서로 제작되었다. 주요사양으로는 최대  $\pm 52000$  nT의 동작범위와 20-bit ADC를 통하여 0.1 nT의 분해능을 갖는다. 잡음수준은 1 nT/sqrt(Hz) rms를 가지며 0.8, 1.6, 3.2, 6.4 Hz의 대역폭을 사용할 수 있도록 구성되어있다. 센서와 신호 처리회로를 포함한 소비전력은 360 mW이다. 현재 비행모델(Flight Model) 자력계의 기능테스트가 완료되었으며, 자력계는 CubeSat boom에 장착되어 OBC(On Board Computer)와 작동됨을 확인하였다. 이에 본 발표에서는 소형 플럭스게이트 자력계의 개발과 테스트 결과를 소개한다.

### 16:15 [II-2-4]

#### 큐브위성 STEP Cube Lab.의 비행모델 개발

정현모<sup>1</sup>, 권성철<sup>1</sup>, 하현우<sup>1</sup>, 전수현<sup>1</sup>, 이명재<sup>1</sup>, 강수진<sup>1</sup>, 박태용<sup>1</sup>, 장수은<sup>1</sup>, 채봉건<sup>1</sup>, 전영현<sup>1</sup>, 한성현<sup>2</sup>, 전성용<sup>3</sup>, 오현웅<sup>1</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 항공우주공학과 우주기술융합연구소, <sup>2</sup>조선대학교 항공우주공학과 연소/추진실험실, <sup>3</sup>조선대학교 컴퓨터공학과 무선통신 및 네트워크 연구실

본 논문에서 제안한 우주기반기술 검증용 큐브위성의 명칭은 STEP Cube Lab.(Cube Laboratory for Space Technology Experimental Project)으로 주요임무는 국내 산학연에서 기 수행된 우주핵심기술을 발굴 및 자체 개발 탑재체를 궤도 검증하는 것이다. 상기의 임무를 구현하기 위해 체계 및 부체계의 요구조건에 따라 비행모델(FM : Flight Model)를 개발하였으며, 구성품 수준부터 전체 시스템 수준에 이르는 기능 및 성능 시험을 통해 기계적-전기적 인터페이스 및 비행 소프트웨어 설계의 유효성을 검증하였다. 아울러 본 큐브위성은 자체 규격에 따른 FM 열 진공 시험 및 발사체 요구조건에 따른 발사환경 시험을 통해 설계 유효성을 검증하였다. 본 논문에서는 상기의 비행모델 수락시험을 위해 수행된 FM AIT(Assembly, Integration and Test)의 일련 과정을 소개하고자 한다.

### 16:30 [II-2-5]

#### Making and Environmental Test of CNUSAIL-1

Changgu Han, Hongju So, Soyeon Koo, Gyeonghun Kim, Yeona Yoo, Sua Song, Sungkeun Kim, Bockyoung Oh, Beomki Woo, Seungkeun Kim

Chungnam National University

The CNUSAIL-1 is a 3U-sized cube satellite with solar sail mechanism. The primary mission is to successfully deploy the solar sail in a low orbit, and the secondary mission is to collect the scientific data for the effect of solar sail deployment and operation on orbit maneuver and altitude change of the cube satellite. In this study, the making procedure of whole systems and the result of Vibration, Heat-Vacuum Test of CNUSAIL-1 have been performed.

제3발표장 (육백)

■ II-3 우주기술 II / 우주응용

좌장: 김주현 (항우연)

15:30 [II-3-1]

아리랑위성 시리즈 근접 우주물체 통계 및 궤도 요소 분석

임현정, 정옥철, 김화영, 안상일

한국항공우주연구원

우주개발이 시작된 이래로 지구궤도를 선회하는 우주물체는 증가하기 시작하였고, 주요 충돌 사건으로 인하여 우주파편이 약 500여개 생성되었다. 이 파편의 수는 시간이 갈수록 10배로 증가하여 운영위성을 위협하고 있다. 한국항공우주연구원에서는 운영위성과 우주물체의 충돌위험을 경감시키기 위해 근접 위험 우주물체와의 충돌가능성을 매일 2회 수행하고 있으며, 저궤도위성의 경우, 미합동우주작전본부로부터 근접시점 3일 이내 근접거리 1km 이내이고 반경거리 300m 이내인 근접우주물체에 대한 근접데이터메시지(Conjunction Data Message: CDM)를 제공받고 있다. 본 논문에서는 1년 간 아리랑위성 2호, 3호, 5호에 근접한 우주물체 통계를 산출하였다. 아리랑위성 시리즈에 1 km 이내 근접한 우주물체의 개수는 총 410회로 확인되었다. 이러한 우주물체를 종류별로 구별하여 아리랑위성 시리즈에 근접하는 우주물체들의 궤도 특성을 분석하였다. 또한, 서로 다른 고도에서 운영되는 아리랑위성들에 근접하는 우주물체의 유형을 확인하였다.

15:45 [II-3-2]

New Material for Telescope Mirrors - CFRP

Young-Soo Kim, Jihun Kim, Je Heon Song

Korea Astronomy & Space Science Institute

Telescope mirrors used to be made by glass or glass ceramic. Metals and liquid were regarded as candidates of replaceable materials for the mirrors. Carbon Fiber Re-enforced Polymer (CFRP) become a new candidate, as it is stiff and light-weight. In the telescope, the plastic material is already used for baffle, sunshield, supporting tubes, and connecting rods. Technology is developed to produce the mirror itself by CFRP. In this presentation, production of CFRP telescopes are presented, and pros and cons are discussed.

16:00 [II-3-3] 한국천문연구원 레이저 위성추적시스템 자료처리 현황

박은서, 김영록, 황주연, 임형철

한국천문연구원

한국천문연구원은 레이저 반사경이 장착된 인공위성을 추적할 수 있는 SLR(Satellite Laser Ranging) 시스템을 개발하고 있다. 총 2기의 시스템을 2016년 까지 구축할 예정이며, 그 중 1기인 이동형 SLR 시스템은 개발이 완료되어 국제 레이저 추적 서비스(International Laser Ranging Service, ILRS)의 정식 지상국(대덕, DAEDEOK 7359)으

로 정상 운영되고 있다. 아울러, 대덕 지상국을 포함한 ILRS 등록 지상국들의 레이저 추적 자료처리를 통한 인공위성의 궤도결정을 자체적으로 수행하고 있다. 이 발표에서는 한국천문연구원의 자료처리시스템과 대표적인 측지 위성인 LAGEOS 1,2 인공위성의 궤도결정 수행 및 관련 현황을 소개하고자 한다.

16:15 [II-3-4]

국제우주정거장 우주실험용 세포배양장치의 시스템 제어 및 운용 설계와 전자모듈의 배선 설계

김연규, 이종원, 정재연, 이주희, 최익현

한국항공우주연구원

본 연구에서는 국제우주정거장(ISS)에서 근세포 배양 실험을 위한 세포배양기(Bioreactor)의 시스템 제어 및 운용 설계와 이러한 설계를 기반으로 세포배양기의 실제 시스템을 구현함에 있어 전자 모듈(module)의 명령/데이터 통신 인터페이스(interface) 및 전력/전기적인 인터페이스에 대한 배선(wiring) 설계를 수행하였다. 세포배양기에서 세포배양을 위해 기능적으로 제공하는 실험환경 조건은 대표적으로 온도 및 습도 유지, 배양액 공급이며, 이 세 가지 환경조건을 제공하기 위한 시스템 제어가 수행된다. 샘플 세포는 세포배양기 내의 온도(36±1°C)와 습도(70%이상)가 제어되고, 단열재가 부착된 세포배양 모듈에서 배양된다. 이를 위해, 세포배양 모듈 내에 히터(heater)와 공기순환 팬(fan)을 두 쌍으로 구성(1쌍은 백업용)하여 온도 유지 조건을 만들며, 습도 유지는 수동방식으로 공기는 통과되고 물(액체)은 차폐가 되는 주머니에 물을 담아 습도 유지 조건을 만든다. 그리고 샘플 세포가 배양되는 작은 챔버(DCC: Disposable Culture Chamber)로 신선한 배양액(영양분 및 실험 약품)이 일정 주기(약 1회/2일)에 따라 공급되고, DCC에서 이전에 사용된 배양액은 폐배양액 주머니로 폐기된다. 이러한 과정은 배양액을 순환시키는 펌프(pump) 제어를 통해 이루어진다. 또한 대표적인 실험환경 조건인 온도, 습도, 배양액 공급과 더불어 원활한 우주실험 및 국제우주정거장 안전조건을 만족하기 위해서 배양액 내의 공기방울 제거, 전자모듈 내의 공기순환, 실험 데이터 측정 및 모니터링(monitoring)이 시스템적으로 제어된다. 위와 같은 세포배양기 제어 및 운용과 관련하여 시스템적으로 운영 프로세스(process) 확립과 제어 규칙, 사용자 PC의 Graphic User Interface(GUI) 등을 정의하고, 이를 실제 전기 및 통신적인 관점에서 전자모듈의 배선 설계를 수행하였다. 본 연구 결과는 실제 우주급 세포배양기 개발 시, 전자시스템의 회로 및 소프트웨어의 설계와 개발 등 시스템 구현 측면에서 상위 레벨(level)의 시스템 설계 자료로 활용할 것이다.

16:30 [II-3-5]

The distribution of Arctic sea ice thickness in the winter from SMOS satellite

Seongsuk Lee, Yu Yi

Chungnam National University

The amount of Arctic sea ice on the average reaches a high point around February or March, because sea ice expands with colder temperatures. The maximum point in

2015 is the lowest winter level since satellite observations began in 1979. We investigated changing the daily sea ice thickness in Arctic using ESA's SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) data during the winter. The sea ice thickness from SMOS data is derived from the near nadir brightness temperatures (L3B brightness temperature) using a single layer emissivity model. We identified appearance of arctic sea ice melting region of near polar cap in the winter season. We should explain that the cause of this unusual phenomenon is the heat from deep undersea in Arctic Ocean ridges and the hydrothermal vents might be contributing to the melting of Arctic sea ice.

16:45 [II-3-6]

**Effects of Geomagnetic Storms on Precise Orbit Determination for LEO Satellites Using Satellite Laser Ranging Observations**

Young-Rok Kim<sup>1</sup>, Woo Kyoung Lee<sup>1</sup>, Hyosub Kil<sup>2</sup>, Young-Sil Kwak<sup>1</sup>, Eunseo Park<sup>1</sup>, Hyung-Chul Lim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University

The disturbance of the thermospheric mass density induced by geomagnetic storms perturbs satellite orbits, and this perturbation affects the precision of precise orbit determination (POD) for low Earth orbit satellites. Because the thermosphere models for POD cannot accurately predict the storm-induced thermospheric disturbance, the precision of POD decreases during geomagnetic storms. In this study, we investigate the dependence of POD precision on geomagnetic storms through the case study of the storms on 12 September 2014 and 17 March 2015. As satellite laser ranging (SLR) is the most accurate technique to measure distance between ground stations and a satellite, we use SLR observations to identify the perturbation in satellite orbits. POD results are derived from SLR observations using the NASA/GSFC GEODYN II software. Dependence of the POD precision on the satellite altitude is examined by analyzing the post-fit residuals of POD for Ajisai (1,485 km), Starlette (815 km), and Swarm A and B (460 km) satellites. The effect of the model prediction on POD is assessed by comparing the POD results obtained using quiet-time geomagnetic indices with those obtained using corrected (disturbed) geomagnetic indices.

17:00 ~ 17:10 장소이동

제1발표장 (봉래)

■ 초청강연 I

좌장: 김호일 (KASI)

17:10 [IS-1]

**Science & Technology at the Period of Creative Economy**

Seoklae Lee

Ministry of Science, ICT and Future Planning

Ministry of Science, ICT and Future Planning is conducting a leading role in the creative economy under the current presidency. Here, the origin and reasoning of the period of the creative economy and the concept is explained. Roles of science and technology are derived, and research directions are discussed.

4월 30일(목)

제1발표장 (봉래)

■ III-1 Int'l Session: Inner Magnetosphere I

좌장: J. A. Hwang (KASI)

08:30 [III-1-1]

**Estimation of pitch angle diffusion rates and lifetimes of electrons due to EMIC waves in a realistic field model**

Suk-Bin Kang<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Mei-Ching Fok<sup>2</sup>, Kyoung-Joo Hwang<sup>2,3</sup>, Junga Hwang<sup>4</sup>, Cheong-Rim Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA

<sup>3</sup>University of Maryland Baltimore County, Maryland, USA

<sup>4</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea

EMIC waves are closely associated to loss of relativistic electrons in the radiation belts to the atmosphere and thereby a model of the radiation belt requires inclusion of pitch angle diffusion caused by EMIC waves. We estimated the pitch angle diffusion rates and the corresponding loss timescale caused by H and He band EMIC waves, using Tsyganenko 04 (T04) magnetic field model at their probable regions in terms of geomagnetic conditions. The results show enhanced pitch angle diffusion rates and reduced lifetimes compared to those based on the dipole model, by more than an order of magnitude for storm times, keeping all the other parameter fixed. The reduction of the magnetic field strength predicted by the T04 model is the main cause of the enhanced diffusion rates relative to those with the dipole. The bounce averaged diffusion rates were highly proportional to the inversion of equatorial magnetic field strength. We thus suggest that scaling the diffusion rates with magnetic field strength is good approximation to account for effect of realistic field model in the wave-diffusion modeling. The energies of high diffusion rates highly corresponded with minimum resonant energies. At L=4 (6, 8) for the case of an intense storm (settle, extreme quiet condition), for the He band, the lifetimes of electrons with those energies were estimated to be several seconds to minutes (several to tens of

minutes, several seconds to a few minutes), while those for H band, those are more than a few minutes (several to tens of minutes, tens of seconds to several minutes).

### 08:45 [III-1-2]

#### Particle Enhancements in Slot region

Jaejin Lee<sup>1,2</sup>, Geun-Chan 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>Chungnam National University

Since the first observation of radiation belts by James Van Allen, it has been well known that the radiation belts consist of two belts, inner and outer belts. However, the measurements by satellites, for example CRRESS and DMSP, show the radiation belts have more complicated structures. In July 2004, STSAT-1 observed electron flux enhancements in the slot region of  $L = 3-4$ . Combining STSAT-1 data with NOAA POES data shows the particle flux enhancements appear on the same  $L$  value in confined longitude and lasted several hours. While STSAT-1 could measure only electrons, the POES data reveals the particle enhancements occurred also in proton population. We can analyze these events in two processes, one is the pitch angle diffusion into loss cone and the other is the formation of new radiation belts. In order to decide which process causes the enhancements, we looked into Van Allen Probes data. This presentation explains how the particle enhancements observed by the low earth orbit satellites appear in the equatorial region on same  $L$  value.

### 09:00 [III-1-3]

#### Japanese Geospace Exploration: ERG PROJECT

Y. Miyoshi<sup>1</sup>, I. Shinohara<sup>2</sup>, T. Takashima<sup>2</sup>, K. Asamura<sup>2</sup>, H. Matsumoto<sup>2</sup>, N. Higashio<sup>2</sup>, T. Mitani<sup>2</sup>, S. Kasahara<sup>2</sup>, S. Yokota<sup>2</sup>, Y. Kazama<sup>3</sup>, M. Hirahara<sup>1</sup>, Y. Kasaba<sup>4</sup>, A. Matsuoka<sup>2</sup>, H. Kojima<sup>5</sup>, M. Fujimoto<sup>2</sup>, K. Shiokawa<sup>1</sup>, K. Seki<sup>1</sup>, Y. Nakamura<sup>2</sup>, K. Nitta<sup>2</sup>, S. Fukuda<sup>2</sup>, E. Ogawa<sup>2</sup>, T. Ono<sup>4</sup>, The ERG Project Team

<sup>1</sup>STEL, Nagoya University, Japan

<sup>2</sup>JAXA, Japan

<sup>3</sup>ASIAA, Taiwan

<sup>4</sup>Tohoku University, Japan

<sup>5</sup>RISH, Kyoto University, Japan

The ERG (Exploration of energization and Radiation in Geospace) is Japanese geospace exploration project. The project focuses on relativistic electron acceleration mechanism of the outer belt in the context of the cross-energy coupling via wave-particle interactions. The project consists of the satellite observation team, the ground-based network observation team, and integrated-data analysis/simulation team. The satellite will be launched in 2016. Comprehensive instruments for plasma/particles, and field/waves are installed in the ERG satellite to understand the cross-energy coupling system. A newly developed software wave-particle interaction analyzer that can resolve the energy coupling process

between waves and electrons is installed and will observe directly micro-physics of the wave-particle interactions. In the ERG project, ground-network teams join; magnetometer networks, radar networks, optical imager networks, etc. Cooperative observations between the in-situ satellite and ground-based observations are important. Some simulation codes including both macro-scale phenomena and micro-physics are developed in Japan, which are useful quantitatively to understand the observational results and to incorporate the observations. ERG Level-2 data are archived as the CDF format and the integrated data analysis system based on the SPEDAS will be used as a project data analysis tool through the ERG-Science Center, which contribute to establish the integrated data analysis environment using many kind of data sets. In this presentation, the overview of the projects will be presented and possible collaborations with other geospace satellite missions as well as the ground-based observations will be discussed.

### 09:20 [III-1-4]

#### A prediction model for the global distribution of whistler chorus wave amplitude developed separately for two latitudinal zones

Jin-Hee Kim<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>1</sup>, Jung-Hee Cho<sup>1</sup>, Dae-Kyu Shin<sup>1</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>2</sup>, Wen Li<sup>3</sup>, Thomas K. Kim<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup>Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA

Whistler-mode chorus waves are considered to play a central role in accelerating and scattering electrons in the outer radiation belt. While in-situ measurements are usually limited to the trajectories of a small number of satellites, rigorous theoretical modeling requires a global distribution of chorus wave characteristics. In the present work, by using a large database of chorus wave observations made on the THEMIS satellites for about five years, we develop prediction models for a global distribution of chorus amplitudes. The development is based on two main components: a) the temporal dependence of average chorus amplitudes determined by correlating with the preceding solar wind and geomagnetic conditions as represented by the IMF Bz and AE index; b) the determination of spatial distribution pattern of chorus amplitudes, specifically, the profiles in  $L$  in all 2 hr MLT zones, which are categorized by activity levels of either the IMF Bz or AE index. Two separate models are developed: one based only on the IMF Bz and the other based only on AE. Both models predict chorus amplitudes for two different latitudinal zones separately:  $|MLAT| < 10^\circ$ , and  $|MLAT| = 10^\circ - 25^\circ$ . The model performance is measured by the coefficient of determination  $R^2$  and the rank-order correlation coefficient (ROCC) between the observations and model prediction results. When tested for a new data interval of  $\sim 1.5$  years, the AE-based model works slightly better than the IMF Bz-based model: for the AE-based model, the mean  $R^2$  and ROCC values are  $\sim 0.46$  and  $\sim 0.78$  for  $|MLAT| < 10^\circ$ , respectively, and  $\sim 0.4$  and  $\sim 0.74$  for  $|MLAT| = 10^\circ - 25^\circ$ , respectively; for the IMF Bz-based model, the mean  $R^2$  and ROCC values are  $\sim 0.39$  and  $\sim 0.74$  for  $|MLAT| < 10^\circ$ , respectively, and  $\sim 0.33$  and  $\sim 0.70$  for  $|MLAT| = 10^\circ - 25^\circ$ , respectively. We provide

all of the model information in the text and supporting materials so that the developed chorus models can be used for the existing outer radiation belt electron models.

### 09:35 [III-1-5]

#### EMIC Wave Activity at Geosynchronous Orbit during Quiet Geomagnetic Conditions

Jong-Sun Park, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee

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

It is generally accepted that the electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves can be generated by anisotropic temperature distributions ( $T_{\perp} > T_{\parallel}$ ) of the energetic (a few tens keV) ion population. Such conditions are expected when the magnetospheric convection is enhanced or when the magnetosphere is compressed by strong solar wind dynamic pressure enhancement. Even in the absence of strong magnetospheric convection or strong solar wind dynamic pressure enhancements, however, EMIC waves have been observed at geosynchronous orbit. In this study, we analyzed the Helium (He) band EMIC waves observed at geosynchronous orbit during quiet geomagnetic conditions ( $K_p \leq 1$ ) in the period from January 2007 to December 2008. Unlike previous studies, our major findings in the occurrence distribution of the EMIC wave activities at geosynchronous orbit during  $K_p \leq 1$  are: (1) EMIC waves are observed dominantly in the dayside (0700-1600 MLT); (2) The highest concentration of EMIC waves is shifted to the prenoon sector with respect to the magnetic local noon. Under  $K_p \leq 1$ , solar wind dynamic pressures for the dayside EMIC wave activities are increased in comparison with their MLT medians. We suggest that the high EMIC wave occurrence, dominantly in the dayside, is associated with the geomagnetic compressions caused by the solar wind dynamic pressure. We compared the EMIC wave occurrences during  $K_p \leq 1$  with those during  $K_p > 1$  (i.e., geomagnetic conditions without quiet intervals) and suggest that EMIC waves dominantly observed in the morning sector during  $K_p \leq 1$  have different generation mechanism from those dominantly observed at the postnoon to dusk sector during  $K_p > 1$ . Consistent with earlier studies we found that the preferential location for EMIC activity at geosynchronous orbit is in the morning sector, where the magnetic field variations are strongly controlled by the solar wind dynamic pressure variations. We suggest that the adiabatic heating plays an important role in confining the source regions of EMIC waves at geosynchronous orbit during quiet geomagnetic conditions.

## 제2발표장 (청욕)

### III-2 Int'l Session: Innosphere I

좌장: W. A. Lee (KASI)

### 08:30 [III-2-1]

#### Characteristics of the afternoon E-region plasma density irregularities in middle latitudes

Young-Sil Kwak<sup>1,2</sup>, Tae-yong Yang<sup>1,2</sup>, Hyosub Kil<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup>*The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA*

We report firstly the afternoon (i.e., from noon to sunset time) observations of the mid-latitude E-region field-aligned irregularities (FAIs) made by the VHF coherent backscatter radar operated continuously since December 2009 at Daejeon (36.18°N, 127.14°E, 26.7°N dip latitude) in South Korea. We present the characteristics and statistical morphology of the mid-latitude afternoon E-region FAIs based on the continuous and long-term radar observations. It is observed that the occurrence of the afternoon E-region FAIs has strong seasonal variations with maximum during summer season and minimum during winter season. Echo signal-to-noise (SNR) is found to be as high as 30 dB, mostly occurring around 100-135 km altitudes. Most spectral widths of the afternoon echoes are close to zero indicating that the irregularities during the afternoon time are not related to turbulent plasma motions. And, to investigate the afternoon E-region FAIs - Sporadic E (Es) relationship, the FAIs have been also compared with Es parameters based on observations made from an ionosonde located at Icheon (37.14°N, 127.54°E, 27.7°N dip latitude), which is 100 km north of Daejeon. It is shown that the virtual height of Es ( $h'Es$ ) falls mostly in the height range of 105-110 km and these heights are 5-10 km greater than the FAI bottom side. No relation is found between FAIs SNR and top frequency ( $fEs$ ) (or blanketing frequency ( $fbEs$ )). SNR of FAIs, however, is found to be related well with ( $fEs - fbEs$ ).

### 08:45 [III-2-2]

#### SuperDARN Hokkaido Pair of (HOP) radars: present status and scientific objectives

Nozomu Nishitani, Tomoaki Hori, Super DARNHOP radars group

*Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL), Nagoya University, Japan*

Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) is a network of HF radars (total number as of 1 Jan 2015: 33) deployed in both hemispheres. The SuperDARN Hokkaido West radar, one of SuperDARN Hokkaido Pair of (HOP) radars, is the newest SuperDARN radar located in Rikubetsu, Hokkaido, Japan, which began its operation in October 2014, in addition to the SuperDARN Hokkaido East radar (working since November 2006). Longitudinal coverage of subauroral ionosphere over several hours of magnetic local time by the SuperDARN HOP radars, together with other midlatitude SuperDARN radars, will enable us to study the detailed characteristics of magnetosphere-ionosphere-thermosphere coupling phenomena in the subauroral and midlatitude areas, such as Sub-Auroral Polarization Streams (SAPSSs) and Traveling Ionospheric Disturbances (TIDs). In this paper present status and scientific objectives of the SuperDARN HOP radars will be presented. The paper also presents initial results from the radar wave remote receiver in Nagoya, which enable us to study ionospheric disturbances equatorward of the radar site in Hokkaido.

**09:05 [III-2-3]**

**Low- and mid-latitude ionosphere as observed by the Swarm constellation**

Jaeheung Park, Young-Sil Kwak

*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*

The Swarm constellation is the European Space Agency's mission for the Earth's magnetic field, which consists of the three satellites equipped identically. The constellation was launched in November 2013 into a polar (inclination angle~87.3o) circular orbit. During the first two months of the commissioning phase all the three satellites were at the same altitude (~500 km) in a pearls-on-a-string configuration. Afterwards, the satellites conducted orbit maneuver to be placed into separate orbits. Since April 2014 the two lower satellites (Swarm-Alpha and Swarm-Charlie) have been flying side-by-side with a longitude separation of about 1.5o. The upper satellite, Swarm-Bravo orbiting on a higher altitude (~50 km higher than that of the lower pair) has a slightly different orbit inclination angle (~87.75o), by which the local time of the orbital plane is separated gradually from those of the lower pair. The constellation frequently encounters plasma density irregularities in the low- and mid-latitude topside ionosphere. In this presentation we investigate selected events in the low-/mid-latitude ionosphere (plasma density depletion or enhancement), as observed by the Swarm constellation during its first-year mission.

**09:20 [III-2-4]**

**Ionospheric space weather monitoring by FORMOSAT-3/COSMIC and following FORMOSAT-7/COSMIC-2**

I-Te Lee<sup>1</sup>, J. Y. Liu<sup>2,3</sup>, C. H. Lin<sup>4</sup>, T. Matsuo<sup>5,6</sup>, H. F.Tsai<sup>7</sup>

<sup>1</sup>*Meteorological R&D Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan*

<sup>2</sup>*National Space Organization, Hsinchu, Taiwan*

<sup>3</sup>*Institute of Space Science, National Central University, Jhongli City, Taiwan*

<sup>4</sup>*Department of Earth Science, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan*

<sup>5</sup>*Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado Boulder, Boulder, Colorado, USA*

<sup>6</sup>*Space Weather Prediction Center, National Oceanic and Atmospheric Administration, Boulder, Colorado, USA*

For the past decade, the paucity of ionospheric observations has made it almost impossible to reconstruct the three-dimensional structures of global ionospheric electron density. The FORMOSAT-3/COSMIC (F3/C) mission consists of six microsatellites, which has proven to be a powerful tool in probing global high-resolution ionospheric vertical electron density profiles by radio occultation techniques. By accumulating F3/C observations, the three-dimensional structures of global ionospheric electron density can possibly be retrieved. Based on the success of F3/C mission for atmospheric and ionospheric researches, the National Space Organization in Taiwan has proposed a follow-on mission named Formosa Satellite-7/Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere and Climate-2 (FORMOSAT-7/COSMIC-2, hereafter shortened to F7/C2),

which deploys an operational constellation system of twelve satellites to receive US GPS, Russian GLONASS and European Galileo system signals to perform occultation observations. Slated for deployment starting in 2016, F7/C2 constellation will further provide more than four times the number of the F3/C occultation soundings for weather forecasting and space weather monitoring. More detail results and a major advance in ionospheric weather monitoring for the future mission will be presented in this paper.

**09:40 [III-2-5]**

**Evaluation of IRI-2012 by comparison with JASON-1 TEC and incoherent scatter radar observations during the 2008-2009 solar minimum period**

Eun-Young Ji, Geonhwa Jee, Young-Bae Ham

*Korea Polar Research Institute, Korea*

The 2008-2009 solar minimum period was unprecedentedly deep and extended and therefore it should be difficult to expect for the data-driven model like the International Reference Ionosphere (IRI) to reasonably well reproduce the ionospheric parameters during this period. In this study, we compare the IRI-2012 with global TEC data from JASON-1 satellite and electron density profiles observed from Millstone Hill Incoherent Scatter Radar (ISR) and EISCAT at middle and high latitudes, respectively. For the global mean ionosphere, daily mean TECs calculated from the model and data are compared with each other during the two-year period and it is found that IRI underestimates TEC by about 34%. Global TEC maps for two TECs are produced in the magnetic latitude and magnetic local time coordinate, which shows the overall underestimation of IRI except for the region around the equatorial anomaly only during the daytime, regardless of season. In the daytime equatorial region, IRI slightly overestimates TEC and this aspect of IRI for low solar activity was also reported in the previous study (e.g. see Jee et al., 2005). In order to further investigate the differences at middle and high latitudes, which are responsible for the overall underestimation in the global mean ionosphere, we compared the electron density profiles between IRI and ISRs at Millstone Hill and EISCAT for the middle and high latitudes. During the daytime, however, it is not very clear that IRI underestimates TEC. In particular, the density profiles show large discrepancy in the topside ionosphere, which requires further investigation since the ISR data may not be reliable in the topside ionosphere for low solar activity.

**제3발표장 (육백)**

**III-3 달과학 I**

**좌장: 최영준 (천문연)**

**08:30 [III-3-1]**

**Lunar dust environment using LDEX data onboard LADEE**

Seunghye Son, Bongjae Kuk, Joo Hyeon Kim,  
Haingja Seo

*Korea Aerospace Research Institute*

LADEE was launched on September 7, 2013 from the eastern shore of Maryland, USA. It has 100 days of nominal science operation with 27 days of extended period. Then, finally it crashed into a dark side of the Moon on April 17, 2014 after completing 7 month of the mission. LADEE was carrying four payloads such as NMS, UVS, LDEX and LCDR. Lunar Dust Experiment (LDEX) is an in situ dust detector designed to characterize the variability of the dust in the lunar exosphere by mapping the size and spatial distribution of dust grains. In this study, we will present analysis of the recent LDEX data combined with the LADEE navigation information. LADEE's flight trajectory and its local longitude and latitude and more can be extracted from SPICE kernel of LADEE in NASA NAIF database. LDEX data in PDS achieve provides calibrated mass with a time tag. Thus LDEX events have been correlated with LADEE's position and location using the common time. Preliminary lunar dust distribution with altitude and impact rate will be discussed.

#### 08:45 [III-3-2]

##### Science Themes using an Optical Imaging System of Korea Pathfinder Lunar Orbiter

Eunhyeuk Kim, Joo Hyeon Kim, Seunghye Son,  
Bangyeop Kim

*Korea Aerospace Research Institute*

Korea is planning to carry out a robotic lunar exploration program. It is comprised of launching both lunar orbiters and a lunar lander. Motivated by the president's vision on space exploration the Korean lunar exploration program, which is one of the major governmental agenda has been significantly accelerated. The Korean lunar exploration program is expected to be performed in two-stage development: (1) Launching the Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO hereafter) by 2018 using a foreign launch vehicle. (2) Sending a lunar orbiter and a lunar lander using Korean Space Launch Vehicle (KSLV-II) based on key technologies developed in the first stage of lunar exploration program. Objectives of KPLO mission have two aspects: demonstrating advanced Korean space technology and revealing unknown characteristics of the Moon. In order to complete the scientific goals of the mission KPLO is expected to be installed with a handful of science payloads. Among these payloads an optical imaging system, which is intended to image the lunar surface might have higher priority because taking pictures of lunar surface using the Korean space technology and sending images to the Earth would be one of the major achievement of KPLO mission. By taking care of scientific results of previous lunar missions conducted by U.S.A., Europe, Japan, India and China after 1990s using optical imaging cameras we searched the most plausible science themes of the Moon to be performed using the KPLO optical imaging system. We categorize the purpose of the optical imaging system into several features: (1) whether we need to obtain the images of entire surface of the Moon? (2) Is it rather feasible to take images of specific regions, which have not been studied based on high resolution images? (3) Does KPLO need to be equipped

with three dimensional stereo mode instrument to obtain topographic map of certain and/or whole regions of the Moon? (4) Is there any add-on instrument which will improve the knowledge of the Moon (e.g., multi-band system, polarization optics etc.)? Detailed science themes of each category will be presented.

#### 09:00 [III-3-3]

##### 달 표면 자기 이상 현상 규명을 위한 달탐사 국제협력 연구

진호<sup>1</sup>, 최영준<sup>2</sup>, 김관혁<sup>1</sup>, Ian Garrick-Bethell<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교, <sup>2</sup>한국천문연구원, <sup>3</sup>University of California, Santa Cruz

인류는 달의 기원과 진화에 관한 연구를 위해 다양한 달탐사 임무들을 통해 기본적인 자료들을 축적해 나아가고 있다. 그러나 보다 세부적으로 달을 연구를 위해 큰 위성을 이용하는 것에는 한계가 있어 초소형위성을 이용한 연구가 다양하게 제시되고 있다. 이에 본 연구는 미국의 여러 연구 기관들과 함께 초소형위성을 이용한 국제 공동연구를 수행 중이다. 본 연구팀의 주요 연구 대상은 우주환경과 달의 상관관계 및 달 표면 자기 이상 자기장 현상을 규명하기 위한 연구이다. 기존의 탐사 자료로서 알 수 없었던 현상을 큐브위성으로 탐사를 진행하여 이러한 의문현상을 규명하고자 한다. 본 연구진들이 참여하여 NASA discovery mission에 제안한 큐브위성은 두 개로 구성되어 임무를 수행할 수 있도록 구성 되어 있으며, 초소형 플렉스 게이트 자기장 측정기가 탑재되어 있다. 측정 자료는 달 궤도선으로 전송하여 저장하는 방법과 지구로 직접 보내는 방법(큐브위성에서 지구 DSN으로)으로 설계되었다. 이에 본 연구에서는 국제협력 연구를 통해 제시된 과학임무와 이를 탐사하기위한 큐브위성 개념설계에 관하여 소개한다.

#### 09:15 [III-3-4]

##### Magnetic Anomalies inside Mare Crisium: Lunar Prospector Observations

Khan-Hyuk Kim, Seul-Min Baek, Ho Jin

*Kyung Hee University*

Mapping of the low-altitude Lunar Prospector magnetometer (LP-MAG) data shows that Crisium has two magnetic anomalies, which are distributed near the inner northern and southern edges inside the Crisium basin. The LP-MAG data obtained from an orbit passing over near the source of the northern Crisium anomaly (CNA) show that CNA has a bipolar perturbation in the northward (BN) component and a monopolar perturbation in the radial (BR) component. Unlike CNA, however, the southern Crisium anomaly (CSA) has magnetic field perturbations showing BN-bipolar/BR-monopolar (CSA1) in the area from 56°E to 58°E and BN-monopolar/BR-bipolar (CSA2) in the area from 59°E to 63°E, implying that CSA consists of two anomaly sources. Using a dipole model for Crisium magnetic anomalies, we determine the dipole moment vector (M) and depth (d) of the dipole source from the lunar surface for each anomaly. The estimated dipole parameters are compared with those in previous studies.

**09:30 [III-3-5]**

**A study of paleomagnetic pole position using isolated magnetic anomalies on the lunar near side**

Seul-Min Baek, Khan-Hyuk Kim, Ho Jin  
*School of Space Research, Kyung Hee University*

Analysis of the Lunar Prospector magnetometer (LP-MAG) data has yielded information on the distribution and nature of lunar crustal magnetization. It has been reported that strong magnetic anomalies are clustered on the lunar far side corresponding to the antipodal regions of large impact basins: Crisium, Serenitatis, Imbrium, and Orientale. These basin-antipodal anomalies have been explained by transiently enhanced magnetic fields associated with the basin-forming impacts, and their structures are complex. Unlike these far side anomalies, LP-MAG data show that well-isolated strong magnetic anomalies have been widely distributed on the lunar near side. Such anomalies show magnetic field perturbations, which can be expected from a simple dipole source. Assuming that a well-isolated anomaly is associated with a simple (i.e., dipole) magnetic source body, we examine whether the source bodies of the observed widespread isolated anomalies on the near side were magnetized by a dipole core field. In this study, we identify eight isolated magnetic anomalies on the lunar near side and use a simple dipole model to determine the magnetization direction and depth of the source for each isolated anomaly. We find that the depth of anomaly's source systematically changes with the inferred latitude of the paleomagnetic pole. Assuming that the magnetization direction of a single source represents the core field direction and that the depth of the source of the magnetic anomaly corresponds to the age of the magnetization, we suggest that there was the migration of the paleomagnetic pole from south to north for the formation times of the eight anomalies.

**10:00 ~ 10:30 휴식, 장소이동**

**제1발표장 (봉래)**

**초청강연 II**  
**좌장: Y. H. Kim (김용하) (CNU)**

**10:00 [IS-2]**

**Overview of imaging the planetary exospheres in the EUV spectral range**

Ichiro Yoshikawa  
*University of Tokyo*

My leading team has participated in a number of planetary missions and challenged space plasma imaging in the invisible spectral range (EUV). Before technical breakthrough, this spectral range was dark from the instrument point of view. My first success is terrestrial

plasmaspheric imaging in EUV, after the qualifications of new optical device by sounding rocket experiments. I built an EUV imager boarded on Japan's Mars orbiter in the late 90 and succeeded in Earth's plasmaspheric imaging first in the world. Then, my leading team built EUV telescopes on Japan's Lunar orbiter (Kauya) and International space station (ISS), and has participated in Mercury mission (BepiColombo) with the help of ESA. My latest novel success is Hisaki spacecraft space program to observe solar planets from the Earth-orbit. Hisaki was launched in 2013 by Epsilon rocket of Japan and it is now producing cutting-edge science. In this presentation, I will present planetary science produced by EUV imaging technique and future mission in the EUV spectral range.

**제1발표장 (봉래)**

**III-1 Int'l Session: Inner Magnetosphere II**  
**좌장: J. J. Lee (KASI)**

**10:35 [IV-1-1]**

**New model fit functions of the plasmopause location determined using THEMIS observations during the ascending phase of Solar Cycle 24**

Junghee Cho<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>1</sup>, Jin-Hee Kim<sup>1</sup>, Dae-Kyu Shin<sup>1</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>2</sup>, Drew Turner<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chungbuk National University  
<sup>2</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute  
<sup>3</sup>The Aerospace Corporation

It is well known that the plasmopause is influenced by the solar wind and magnetospheric conditions. Empirical models of its location have been previously developed such as those by O'Brien and Moldwin (2003) and Larsen et al. (2006). In this study, we identified the locations of the plasmopause using the plasma density data obtained from the Time History of Events and Macroscale Interactions during Substorms (THEMIS) satellites. We used the data for the period (2008-2012) corresponding to the ascending phase of Solar Cycle 24. Our database includes data from over a year of unusually weak solar wind conditions, correspondingly covering the plasmopause locations in a wider L range than those in previous studies. It also contains many coronal-hole stream intervals during which the plasmasphere is eroded and recovers over a timescale of several days. The plasmopause was rigorously determined by requiring a density gradient by a factor of 15 within a radial distance of 0.5 L. We first determined the statistical correlation of the plasmopause locations with several solar wind parameters as well as geomagnetic indices. We found that the plasmopause locations are well correlated with the solar wind speed and the IMF Bz, therefore the y-component of the convective electric field, and some energy coupling functions such as the well-known Akasofu's epsilon parameter. The plasmopause locations are also highly correlated with the geomagnetic indices, Dst, AE, and Kp, as recognized previously. Finally we suggest new model fit functions for the plasmopause locations in terms of the solar wind parameters and geomagnetic indices. When applied to a new data interval outside the model training interval, our model fit functions

work better than existing ones. The new model fit functions developed here extend the range of conditions from those used in previous works.

### 10:50 [IV-1-2]

#### Formation of the oxygen torus in the inner magnetosphere: Van Allen Probes observations

M. Nose, S. Oimatsu, K. Keika, C. A. Kletzing, W. S. Kurth, S. De Pascuale, C. W. Smith, R. J. MacDowall, S. Nakano, G. D. Reeves, H.E. Spence, B.A. Larsen

*University of Tokyo*

We study the formation process of an oxygen torus during the 12-15 November 2012 magnetic storm, using the magnetic field and plasma wave data obtained by Van Allen Probes. We estimate the local plasma mass density ( $\rho_L$ ) and the local electron number density ( $n_{eL}$ ) from the resonant frequencies of standing Alfvén waves and the upper hybrid resonance band. The average ion mass ( $M$ ) can be calculated by  $M \sim \rho_L / n_{eL}$  under the assumption of quasi-neutrality of plasma. During the storm recovery phase, both Probe-A and Probe-B observe the oxygen torus at  $L=3.0-4.0$  and  $L=3.7-4.5$ , respectively, on the morning side. The oxygen torus has  $M=4.5-8$  amu and extends around the plasmopause that is identified at  $L \sim 3.2-3.9$ . We find that during the initial phase,  $M$  is 4-7 amu throughout the plasma trough and remains at  $\sim 1$  amu in the plasmasphere, implying that ionospheric  $O^+$  ions are supplied into the inner magnetosphere already in the initial phase of the magnetic storm. Numerical calculation under a decrease of the convection electric field reveals that some of thermal  $O^+$  ions distributed throughout the plasma trough are trapped within the expanded plasma sphere, whereas some of them drift around the plasma pause on the dawnside. This creates the oxygen torus spreading near the plasmopause, which is consistent with the Van Allen Probes observations. We conclude that the oxygen torus identified in this study favors the formation scenario of supplying  $O^+$  in the inner magnetosphere during the initial phase and subsequent drift during the recovery phase.

### 11:05 [IV-1-3]

#### Spatio-temporal evolution of the poloidal Alfvén wave

Jiwon Choi, Dong-Hun Lee, Khan-Hyuk Kim, Ensang Lee, Sung-Hwan Lee, Jaejin Jang

*School of Space Research, Kyung Hee University*

Standing poloidal Alfvén waves with high azimuthal wave number ( $m \gg 1$ ) can be generated via bounce-drift resonance with energetic particles in the Earth's magnetosphere. There are numerous theoretical studies on the generation mechanisms and the characteristics of these waves, as well as observations that show radially polarized waves in the Earth's magnetosphere. However, there is a lack of 3D model, which is able to show how these waves evolve. The goal of this study is to investigate spatial structure and temporal evolution of poloidal Alfvén waves in dipole geometry, once it is excited and forms a standing poloidal mode. Since we are mainly focused on the characteristics of poloidal

Alfvén waves, we start 3D MHD simulations simply assuming that these oscillations have been driven at the beginning of the runs. Our results show that the poloidal wave is highly localized in both local time and L-shell at the region where the initial perturbation is imposed. We will also present how the lifetime of the poloidal mode varies with different  $m$  and the spatial distribution evolves in time.

### 11:20 [IV-1-4]

#### Ground-satellite coherence analysis of externally driven compressional waves observed in the dayside inner magnetosphere

Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Ki-Jeong Kim<sup>1</sup>, Jong-Sun Park<sup>1</sup>, Dong-Hun Lee<sup>1</sup>, William Kurth<sup>2</sup>, Craig Kletzing<sup>2</sup>, John Wygant<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Kyung Hee University*

<sup>2</sup>*University of Iowa*

<sup>3</sup>*University of Minnesota*

Externally driven ULF waves frequently observed in the dayside magnetosphere are believed to propagate into the inner magnetosphere and to the ground at low latitude. However, there are few observations to support tailward propagation of compressional magnetic field oscillations. In this study we surveyed combined magnetic field data from the Van Allen Probes (VAPS) and the low-latitude Bohyun (BOH) ground station ( $L = 1.3$ ), and one interval on 4 January 2014 was selected because high coherence between the compressional component ( $b_z$ ) at VAPS and the horizontal component ( $H$ ) at BOH was observed in the frequency band of  $\sim 10-50$  mHz for seven hours. During the interval, VAPS and BOH were in the dayside with a small local time separation ( $\Delta MLT < 3$ ). A cross-phase analysis shows that the phase between  $b_z$  and  $H$  continuously varies for the frequency band showing high coherence. This indicates that the compressional waves in space are propagating earthward (i.e., tailward). Using spectral analysis we will discuss the characteristics of the compressional waves.

### 11:35 [IV-1-5]

#### Characteristics of sudden commencements observed by Van Allen Probes in the inner magnetosphere $L < 6$

Adel Fathy<sup>1,2</sup>, Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Jong-Sun Park<sup>1</sup>, W. S. Kurth<sup>3</sup>, J. R. Wygant<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Kyung Hee University, South Korea*

<sup>2</sup>*Fayoum University, Egypt*

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

<sup>4</sup>*School of Physics and Astronomy, University of Minnesota, USA*

It has been known that sudden commencement (SC) is produced by an interplanetary shock passing over the Earth's magnetosphere. Understanding its characteristics in the electric and the magnetic fields is one of the important research topics. Until now, there are many studies for SC using the data on the ground at high to low latitudes and in space at and beyond geosynchronous orbit. However, few SC studies have

been done using the data obtained in the inner magnetosphere ( $L < 6$ ). In this study we use the magnetic and electric field data acquired from the Van Allen Probes in the inner magnetosphere. During two year intervals from September 2012 to September 2014, 55 SC events were identified. The local time variations of SC-associated magnetic field perturbations in the inner magnetosphere are similar to those at geosynchronous orbit. Unlike previous studies at geosynchronous orbit, however, we observed only few numbers of negative perturbation (4BH) 15% (3 of 19 events) in the BH component (positive north) in the VDH coordinates near midnight (MLT = 21-03), while the majority of nighttime GOES 67% (12 of 18 events) showed negative perturbation. This indicates that main contribution of SC near midnight in the inner magnetosphere is the dayside magnetopause current rather than nightside SC-associated cross tail current. Regardless of the L-value, the dayside electric field revealed a dawnward(negative) direction with higher amplitude around the noon, while nightside electric field showed a slightly duskward(positive) amplitude for all events, which is consistent with previous studies.

## 제2발표장 (청욕)

### ■ IV-II 특별세션 : 빛의 해

좌장: 안영숙 (천문연)

#### 10:35 [IV-2-1]

##### 2015 세계 빛의 해: 우주의 빛

문홍규<sup>1</sup>, 임인성<sup>1</sup>, 김용기<sup>2</sup>, 민경목<sup>3</sup>, 이형목<sup>4</sup>, 최형빈<sup>5</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>충북대학교, <sup>3</sup>한국과학기술원, <sup>4</sup>서울대학교,

<sup>5</sup>한국천문우주과학관협회, 대전시민천문대

2013년 12월, 제68차 UN 총회는 2015년을 “세계 빛과 광기술의 해”(International Year of Light and Light-based Technologies, IYL2015)로 선포했다. UN은 빛에 관한 연구와 관련기술이 산업과 에너지, 농업, 교육, 보건 등 다양한 분야에 걸쳐 지속가능한 발전의 토대가 된다는 사실에 주목, 세계시민을 대상으로 이를 일깨우는 것이 중요하다는 데에 합의했다. 빛은 현대 의학에 혁명을 불러 일으켰으며, 인터넷의 문을 활짝 열어 정치와 경제, 사회와 문화 각 부문을 관통하는 연결고리로서 그 막강한 영향력을 확대하고 있다. 2015 세계 빛의 해에는 전 세계 85개국의 과학기술 단체와 연구기관은 물론, 교육기관과 비영리 단체, 기업, 100개 이상의 후원기관이 참여한다. 한편 국제천문연맹은 2015년, 우주의 빛 (Cosmic Light)을 주제로 아인슈타인 일반상대론(1915) 100주년 (Einstein Centenary), 별밤 보존 (Dark Sky Awareness), 영상으로 본 우주 (A Universe of Images), 빅뱅 (The Big Bang), 갈릴레오 망원경 (Galileoscope)과 같은 5개 사업을 펼친다. 국내에서는 한국천문연구원과 한국우주과학회, 한국천문학회, 그리고 한국천문우주과학관협회가 2015 세계 빛의 해 우주의 빛 캠페인에 동참하고 있다. 2015 세계 빛의 해 특별 세션에서는 이러한 국내외 활동과 올해 벌어지게 될 다채로운 이벤트에 대해 소개한다.

#### 10:50 [IV-2-2]

##### ‘세계 빛의 해’를 활용한 천문우주 과학문화 확산 프로그램 기획

설아침, 임인성, 신혜정, 정은선, 조현수

한국천문연구원

한국천문연구원은 2015년 세계 빛의 해 (IYL 2015)를 맞이하여 다양한 천문우주 프로그램을 진행하여 대국민 천문우주 과학문화 확산에 기여하고자 한다. 과학 프로그램으로는 한국우주과학회, 한국천문우주과학관협회와 함께 Globe at Night 프로젝트를 진행한다. 밤하늘의 밝기를 측정하는 이 프로젝트는 이후 환경부, 서울시, 한국과학창의재단, 에너지시민연대 등과 협력을 추진하여 지속, 장기적인 운영을 시도할 예정이다. 과학문화 프로그램으로는 천체사진공모전, 대한민국 별 축제, 에너지의 날(불을 끄고 별을 쬐다), 천문학 전국 강연 프로그램을 진행한다. 우주의 빛을 담은 천체사진공모전의 경우 기존 프로그램에 추가적으로 그림(천체스케치)과 동영상(타임랩스)부분까지 확대하여 운영한다. 대한민국 별 축제는 국립대구과학관, 한국아마추어천문학회와 공동으로 대구에서 대형 천문우주 과학문화 행사를 9월중 개최할 예정이다. 에너지 시민연대와 함께 진행되는 에너지의 날 행사는 서울시청 앞 광장에서 불을 끄는 소등 행사를 진행하여 강연과 밤하늘 밝기 측정을 시도한다. 천문학 전국 강연 프로그램은 전국의 과학관을 순회하며 천문우주학 강연을 준비중이다. 한국천문연구원은 이외에도 다양한 방법으로 세계 빛의 해를 활용한 천문우주 과학문화와 인프라 확산에 노력할 예정이다.

#### 11:05 [IV-2-3]

##### Globe at Night in Korea - the Night Sky Brightness Monitoring Network

Yonggi Kim<sup>1,3</sup>, Joh-Na Yoon<sup>1,3</sup>, Jehoon Park<sup>1,2</sup>, Ah-Chim Sul<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>Yeongyang Firefly Astronomical Observatory, Korea

<sup>3</sup>Chungbuk National University Observatory, Cheongju, Korea

<sup>4</sup>Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

The Globe at Night program is an international citizen-science campaign to raise public awareness of the impact of light pollution by inviting citizen-scientists to measure their night sky brightness and submit their observations from a computer or smart phone. The Night Sky Brightness(NSB) Monitoring Network is endorsed by the IAU Executive Committee Working Group for the International Year of Light 2015 as a major Cosmic Light program. Light pollution threatens not only our “right to starlight”, but can affect energy consumption, wildlife and health. More than 100,000 measurements have been contributed from people in 115 countries during the campaigns each winter/spring over the last 9 years, making Globe at Night the most successful light pollution awareness campaign to date! In order to take part in NSB monitoring network in Korea, we plan to install SKY Quality Meter(SQM) at some astronomical observatories and universities in national wide. The criterion for sites and plans to monitor NSB in Korea will be reported as well as future application of SQM monitoring for long

term monitoring of light pollution.

**11:20 [IV-2-4]**

**Measurement of the Night Sky Brightness using SQM**

Je Hoon Park<sup>1,2</sup>, Yonggi Kim<sup>1,3</sup>, Joh-Na Yoon<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>Yeongyang Firefly Astronomical Observatory, Yeongyang, Korea

<sup>3</sup>Chungbuk National University Observatory, Cheongju, Korea

We present preliminary results of the measurement of the Night Sky Brightness (NSB) of Korea using SQM. The network for monitoring of NSB is now being organized worldwide by IAU, as one of events for the International Year of Light 2015. Many nations as USA, Japan, and Hongkong started to monitor the NSB in order to use the light more effectively and to reduce the light pollution which has some negative effects on the environment and ecosystem. However there are no reports about monitoring the NSB till now in Korea. The Sky Quality Meter (SQM) by Unihedron is used as one of good instruments to measure the NSB. Yeongyang Firefly Astronomical Observatory and Chungbuk National University Observatory began to monitor the NSB since February 2015. The distribution of NSB in Jincheon at Chungcheongbuk-do and Yeongyang at Gyeongsangbuk-do and some discussions about the results will be presented.

**11:35 [IV-2-5]**

**국제 빛의 해 홍보를 위한 대중홍보 프로그램 기획 및 활용**

권보경<sup>1,3</sup>, 김용기<sup>1,3</sup>, 윤요나<sup>1,3</sup>, 박제훈<sup>1,2</sup>, 설아침<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>Yeongyang Firefly Astronomical Observatory, Korea

<sup>3</sup>Chungbuk National University Observatory, Cheongju, Korea

<sup>4</sup>Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

2015년 국제 빛의 해 (IYL 2015)의 일환으로 국제천문연맹은 Comic Light 2015캠페인을 기획하고 운영하고 있다. Globe at Night 라는 이름으로 시행되고 있는 이 프로그램은 대중과 함께 밤하늘 밝기 측정 캠페인을 전 세계적으로 주도하고 있으며, 측정된 밤하늘 밝기로 지역별, 년도 별, 월별 그리고 시간별 밤하늘 밝기를 모니터링하고 있다. 특히 Dark Sky Rangers라는 대중이 참여하는 모니터링 캠페인은 밤하늘에 볼 수 있는 별들의 개수를 이용하여 쉽게 시민들이 밤하늘의 밝기를 측정해보는 체험활동을 제공해주고 있다. 본 연구는 국내에서 IYL 2015사업을 홍보하기 위해 대중과 함께하는 빛 공해 방지 체험프로그램을 기획하여 학교와 천문관에 보급하여 시행을 해보고 어두운 밤하늘을 보존하기 위한 의식을 고취하는 활동을 전개해본 결과를 보고할 계획이다. 충북대학교 체험학교에서 수행한 체험활동결과들을 중심으로 향후 어떻게 활용할 것인가 하는 대안도 제시해볼 예정이다.

**11:50 [IV-2-6]**

**충북대학교 천문대의 SkyCCD 카메라 자료를 활용한 Sky Quality Metet(SQM)의 정밀도 분석**

김동훈<sup>1</sup>, 김용기<sup>1,2</sup>, 윤요라<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>충북대학교 천문대

현재 새롭게 대두되고 있는 환경 문제 중 하나는 빛 공해 (Light Pollution)이다. 빛 공해는 인류를 위한 조명이 지나치게 많아 야간에도 낮처럼 밝은 상태를 유지하는 현상을 가리키며, 이는 생태계 교란 및 천체 관측 연구에 방해가 된다. 이러한 문제점을 깨닫고 각국에서는 빛 공해 감소를 위한 노력의 일환으로 다양한 장비를 활용하여 우리 주변의 밤하늘 밝기 조사를 하고 있다. 대표적으로 Unihedron사에서 제공하는 Sky Quality Meter(SQM)를 사용한 측정 방법이 홍콩, 일본 대만, 우리나라 등에서 사용되고 있다. 국제 연합(UN)에서 지정한 '세계 빛의 해'(International Year of Light )를 맞이하여 국제 천문연맹도 Cosmic Light 2015캠페인의 일환으로 밤하늘 밝기 캠페인을 진행하면서 빛 공해의 문제점을 널리 알리고 이를 줄이기 위한 방법을 모색하고 있다. 충북대학교 천문대는 2009년부터 천문대의 기상 상황 정보를 포함하고 있는 Weather Station 서비스를 제공하고 있는 바, 본 연구는 이 서비스의 자료를 이용하여 충북대학교 천문대 관측소의 밤하늘 밝기를 측정하고 그 결과에 대하여 논의 하고자 한다. Weather Station 서비스 중 SkyCCD 카메라는 밤사이에 북서쪽 방향을 지속적으로 관측하여 각 이미지에 포함된 별의 개수를 통해 현재 날씨의 맑음 정도를 제공하는 시스템이다. 2009년부터 축적된 천문대 북서쪽 하늘의 SkyCCD를 이용한 밤하늘 밝기 측정 자료와 Unihedron사에서 제공하는 SQM의 측정 자료 비교 통해 SQM의 정밀도에 대하여 논의 하고자 한다.

**제3발표장 (육백)**

**■ IV-III 달 과학 II**

**좌장: 김은혁 (항우연)**

**10:35 [IV-3-1]**

**3D Modeling of Lunar and Martian pits presumed with Subsurface Void**

Ik-Seon Hong, Jongil Jung, Yu Yi

Chungnam National University

Part of lunar and martian pits are assumed that habitable shelter. Precondition for pit about habitable shelter is existence of interior void. Only method for identification of this precondition is observing pit by operating rover. Accordingly, we presumed part of pits are have interior void and modeled 3D structure. In this Study, we used optical image data that Lunar Reconnaissance Orbiter Camera(LROC) of lunar mission and High Resolution Imaging Science Experiment(HiRISE) of martian mission. This 3D model can analyze about many viewpoint contrary to satellite images. Moreover, this result is appropriate previous research data for planning lunar landing mission. Also, the model is used to effective

promotion for the public about lunar exploration mission if it is manufactured by 3D printer.

**10:50 [IV-3-2]**

**Color Ratios of Parallel-Component Polarization as a Maturity Indicator for the Lunar Regolith**

Sungsoo S. Kim<sup>1</sup>, Minsup Jeong<sup>1,2</sup>, Chae Kyung Sim

<sup>1</sup>Kyung Hee University

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

Polarization of the light reflected off the Moon provides information on the size and composition of the particles in the lunar regolith. The mean particle size of the regolith can be estimated from the combination of the albedo and degree of polarization, while the color ratio of the parallel-component polarization (CP) has been suggested to be related to the amount of nanophase metallic iron (npFe0) inside the regolith particles. Both the mean size and npFe0 abundance of the particles have been used as maturity indicators of the regolith since sustained impacts of high energy particles and micro- meteoroids cause comminution of particles and production of npFe0. Based on our multispectral polarimetric observations of the whole near side of the Moon in the U, B, V, R, and I bands, we compare the maps of the mean particle size, CP, and the optical maturity (OM). We find that the mean particle size map is sensitive to the most immature (~0.1 Gyr) soil, the OP map to the intermediate immaturity (a few 0.1 Gyr) soil, and the CP map to the least immature (~1 Gyr) soil.

**11:05 [IV-3-3]**

**The evidence of an association of magnetic anomaly and albedo anomaly in Leibnitz crater**

Jung-Kyu Lee<sup>1</sup>, Ho Jin<sup>1</sup>, Hyejeong Lee<sup>1</sup>, Seoul-Min Baek<sup>1</sup>, Khan-Hyuck Kim<sup>1</sup>, Ian Garrick-Bethell<sup>1,2</sup>, Doug Hemingway<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University, Korea

<sup>2</sup>University of California, Santa Cruz, USA

Since the Apollo era, spacecraft remote-sensing observations have discovered that localized crust are strongly magnetized. Some lunar crustal magnetic anomalies are correlated with bright markings and dark lanes, known as swirls, which exhibit no distinct topography on the surface. Leibnitz (38.3°S, 179.2°E) is a 245 km in crater on the north rim of the South Pole-Aiken (SPA) basin and features distinct crustal magnetic anomalies and high albedo markings with uncertain origins. Previous studies have not been reported feature as a swirl and a thorough study has not yet been performed. In this study, we have examined how the magnetic field is associated with unusual albedo marking at Leibnitz. We use low altitude of Lunar Prospector (LP) magnetometer (MAG) data, Electron Reflectometer (ER) data and Clementine UV/VIR data. Component-wise magnetic field contour maps derived from Lunar Prospector magnetometer data over LRO WAC imagery. Regions of high and low OMAT may correspond to different compositions or differences in exposure to space weathering. Compares transects from showing that 750 nm reflectance is anti-correlated with the 950 nm/750 nm

ratio and the 750 nm/ 415 nm ratio. Similar trends are found in swirls, e.g., at Reiner Gamma and Mare Ingenii. We have found evidences of an association of optical anomalies and magnetic anomalies at Leibnitz. Based on spectral analysis, these associations can be explained by swirl processes. To the best of our knowledge, this is the first report of a swirl at Leibnitz. We plan to determine the relationship between the depth of the sources and sinuous albedo anomalies.

**11:20 [IV-3-4]**

**달 착륙 후보지 선정을 위한 과학임무 해외사례 분석**

이주희, 서행자, 김연규, 엄위섭, 김주현, 최익현

한국항공우주연구원

달 및 행성의 착륙선 및 로버(rover)를 이용한 탐사 임무를 계획할 때, 중요하게 검토해야 할 사안이 착륙지 선정이다. 달 및 행성의 탐사 목적 및 임무가 무엇인지에 따라 선정될 착륙지의 위치가 달라진다. 따라서 착륙지 선정에 있어 반드시 사전 연구가 되어야 하는 부분이 착륙선 및 로버의 과학 임무 설정이다. 해외 사례를 통해 살펴보면, 이 두 과정을 결정하는 것에만 사전 연구를 포함하여 전체 프로젝트 기간의 상당 부분을 할당하고 있다. 본 연구에서는 기존 해외 탐사선의 착륙선 및 로버의 과학적인 임무 목적에 대해 조사하였고, 그에 부합하는 착륙지들의 특징을 살펴보았다. 이와 함께 향후 달 착륙선 및 로버 계획 시에 필요한 후보 착륙지들을 과학 임무의 관점에서 분석하였다. 이를 기반으로 향후 개발할 로버의 임무 계획 및 운용 시나리오(scenario) 분석을 추가적으로 수행할 계획이며, 또한 향후 성공적인 임무 개발을 위해서는 추가적인 분석 및 지속적인 과학 커뮤니티(community)와의 의견교환이 필요하다고 본다. 본 연구가 향후 우리나라 달 착륙선 및 로버의 임무 및 착륙지 선정에 있어, 기초 자료로서 활용 가능할 것으로 기대한다.

**11:35 [IV-3-5]**

**Concept of Wireless Power Transmission for Lunar Exploration Rover**

Joo Hyeon Kim, Seunghee Son, Eunhyeuk Kim, Bangyeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

Korea Aerospace Research Institute(KARI) has carried out a basic research on space solar power (SSP) using Wireless Power Transmission (WPT) with government managed institutes in order to invigorate their collaboration for WPT research. One of the main research topics has focused on WPT using microwave or laser from a solar power plant in space to avoid affection of atmospheric extinction and weather. In this presentation, we will introduce a concept of WPT for lunar exploration rover in order to survive during a night of the Moon lasting for two weeks or in Permanently Shadowed Regions(PSRs). In particular, PSR is one of most interesting regions for lunar scientists because of a possibility of water presence. We suggest that WPT is one of useful solar power providing system for lunar exploration rover.

**11:50 [IV-3-6]**

**피트 크레이터(Pit Crater) 모형을 이용한 크레이터 내부 공간 예측 실험**

정종일, 홍익선, 이유

충남대학교 우주지질학과

달과 화성에는 pit crater라 하여 내부에 어떠한 공간이 있을 것으로 예상되는 장소가 존재한다. 달과 화성에서 pit crater들의 생성은 화산활동에 의한 용암동굴이 생성된 후 천장 부분에 어떠한 충격이나 풍화에 의하여 생성되거나 유성체의 충돌에 의하여 생성된다고 예상하고 있다. 화성에서 동굴의 존재는 인류가 직접 달과 화성에서 임무를 수행할 수 있을 기회를 준다. 하지만 이 pit crater들의 내부에는 정확하게 아직까지 어떠한 공간이 존재하는지 알 수 없다. 그렇기에 우리는 내부 구조 예측을 위하여 pit crater 모델을 제작하여 천장이 무너지는 실험을 하였다. 이 실험은 pit crater들의 3D 모델의 제작하는데 있어서 도움이 될 것이다.

**제1 발표장 (봉래)**

■ **초청강연 III**  
**좌장: D. H. Lee (이동훈) (KHU)**

**13:20 [IS-3]**

**Mission Plans, Strategy, and Organization for Space-Terrestrial Physics on the Basis of Trinity Research System by In-Situ Measurement, Ground-based Observation, and Data Analysis/Modeling**

Masafumi Hirahara

*Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagoya, Japan*

In these three decades, the author participated in the Akebono (EXOS-D: Polar-orbiting ionospheric / magneto-spheric explorer), Geotail (Geomagnetic tail explorer), and BepiColombo-MMO (Mercury magnetospheric orbiter) missions as an experimental member in their plasma particle instrument teams. The main scientific targets of these missions are the space plasma dynamics occurring universally in the different types of the terrestrial and planetary magnetospheres. In these days, I mainly led the Reimei mission realizing the fine-scale auroral emission and particle observations by the high-time/spatial resolutions and also initiated the ERG mission based on the trinity research system consisting of in-situ observation using spacecraft, ground-based network observation, and data analysis/modeling approach. Through these space exploration missions, I actually noticed and have been proposing the importance of coherent cooperation in the different methodologies (in-situ/ground-based observations, data analyses, modeling/simulation) as well as the significance of appropriate international collaborations, especially in the instrumental development. It should also be noted that some novel ideas and the cutting-edge technologies matching them have been stimulating new

exploration missions. For example, the high-resolving simultaneous measurements of auroral emissions and particles were carried out in the Reimei mission by using both our original auroral camera and plasma instrument. Recently, we are also developing so-called software-type wave-particle interaction analyzer (S-WPIA) in ERG in order to elucidate the energy transport between the plasma waves and particles in the collisionless plasma regime. These research experiences and expertise in our community are now leading new research activities to propose a new exploration mission using polar formation-flight configuration of compact satellites for the space-terrestrial coupling processes. In this future mission, we will directly investigate the interactions and couplings in the plasma and neutral particles and the electromagnetic fields and waves in addition to the plasma wave-particle interaction analyses for the ionospheric transverse ion acceleration (TIA) and the simultaneous auroral emission-particle observations for the magnetosphere-ionosphere coupling processes like Alfvénic electron acceleration and their related auroras, and the field-aligned current distribution and variation. In this presentation, I introduce our past and on-going exploration missions and also discuss the substantial plans and strategies for their realization.

**13:50 ~ 14:30 포스터 발표**

**제1 발표장 (봉래)**

■ **V-1 태양 및 우주환경 II**  
**좌장: 조경석 (천문연)**

**14:30 [V-1-1]**

**Causes of the Sep. 12-13, 2014 geomagnetic storms**

Kyungsuk Cho<sup>1</sup>, Roksoon Kim<sup>1</sup>, Sung-Hong Park<sup>2</sup>, Sujin Kim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*National Observatory of Athens, Greece*

Solar cycle 24 is very modest compared to previous solar cycles. The solar maximum phase may have been reached in the middle of 2014 and the sunspot number has decreased since the beginning of 2015. During this period, it has been reported that only few events produced strong X-class flares, solar proton events, and geomagnetic storms. In this study we have investigated causes of the multiple geomagnetic storms occurred on September 12-13, 2014. The geomagnetic storm forecast model based on the CME observations was used for identification of the causes of the geomagnetic storms. Details of the solar source region were investigated to give an answer why the geomagnetic storms were not so strong even though they were related to fast coronal mass ejections with large earth-ward direction. As a result, we found that the first weak storm was driven by the CME related to M4.6 flare and the second minor

storm was driven by one of the fast CMEs related to strong X1.6 flare. Our result shows that the reason why the second storm was not strong is that it was caused by the CME with northward magnetic field. Therefore we suggest that one of the essential ingredients for geomagnetic storm forecasting is to find out the magnetic field direction of earth-ward CMEs, which can be accomplished by investigating magnetic fields of their solar source regions a few days before their arrival to the earth.

**14:45 [V-1-2]  
Statistical Study of the Difference between Pores and Sunspots by using SDO/HMI**

Il-Hyun Cho<sup>1,2</sup>, Kyung-Suk Cho<sup>1,2</sup>, Su-Chan Bong<sup>1,2</sup>, Valery Nakariakov<sup>3</sup>, Yeon-Han Kim<sup>1,2,4</sup>

- <sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute
- <sup>2</sup>Korea University of Science and Technology
- <sup>3</sup>University of Warwick
- <sup>4</sup>Big Bear Solar Observatory

According the sunspot classification suggested by Tlatov et al. (2014), we select three groups of pores, transition sunspots, and sunspots observed by the Helioseismic Magnetic Imager (HMI) on board the Solar Dynamic Observatory (SDO). By using these groups, we investigate quantitative differences among them such as area, normalized intensity, magnetic field strength, and line-of-sight (LOS) velocity. To determine boundaries of a penumbra (or penumbra-like dark region) and umbra, we apply two-step intensity thresholds. As results, we find that (1) total magnetic flux in the umbra increases proportionally to powers of area with order of ~1.1 for all groups; (2) pore's area are distributed from resolution limit to 11.22 millionth of solar hemisphere (MSH) with a single peak of 0.28 MSH, while the areas of transition sunspots and sunspots have two peaks (1.20, 10.67 MSH for transition sunspots and 13.32, 30.11 MSH for sunspots) within different ranges (0.14~28.18 MSH for transition sunspots and 0.45~112.20 MSH for sunspots). Peak values of the normalized intensity in pores, transition sunspots, and sunspots are 0.61, 0.39, and 0.26, respectively, and peak values of magnetic field strength, 1075 G, 1225 G, and 1525 G, respectively; (3) LOS velocities in pores, transition sunspots, and sunspots have a Gaussian distribution with peak values of 125 ms<sup>-1</sup> (red-shift), -25ms<sup>-1</sup>, and -75ms<sup>-1</sup>, respectively; (4) the LOS velocity and intensity of the umbra are decreasing as the increasing of the magnetic field strengths, and the dispersions of the LOS velocity is significantly reduced as increasing the magnetic field strength. We conclude that pores and sunspots have different characteristics in their area, intensity, magnetic field strength, and LOS velocity.

**15:00 [V-1-3]  
Calibration of TEPC for CubeSat Experiment to Measure Space Radiation**

Uk-Won Nam<sup>1</sup>, Won-Kee Park<sup>1</sup>, Jaejin Lee<sup>1,4</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Bong-Kon Moon<sup>1</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Sunghwan Kim<sup>2</sup>, Ho Jin<sup>3</sup>, Seongwhan Lee<sup>3</sup>, Jungho Kim<sup>5</sup>, Hisashi Kitamura<sup>6</sup>, Yukio Uchihori<sup>6</sup>

- <sup>1</sup>Korea Astronomy and Space science Institute, Daejeon, Korea

- <sup>2</sup>Cheongju University, Cheongju, Korea
- <sup>3</sup>Kyunghee University, Yongin, Korea
- <sup>4</sup>University of Science and Technology, Daejeon, Korea
- <sup>5</sup>Korea Research Institute of Standard and Science, Korea
- <sup>6</sup>National Institute Radiological Science, Chiba, Japan

A compact Tissue Equivalent Proportional Counter (TEPC) has been developed for the CubeSat mission, SIGMA (Scientific cubesat with Instruments for Global Magnetic field and rAdiation) to investigate space radiation. In order to test the performance of the TEPC, we have performed heavy ion beam experiments with the Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba (HIMAC), Japan. In space, human cells could be exposed by complex radiation sources, X-ray, Gamma ray, energetic electrons, protons, neutrons and heavy charged particles in a huge range of energies. These generate much larger range of Linear Energy Transfer (LET) than ground and cause unexpected effect on human cells. In order to measure the large range of LET, from 0.3 to 1,000 keV/μm, we developed a compact TEPC which measures ionized particles produced by collision between radiation sources and tissue equivalent materials in the detector. From measuring LET spectra, we can derive easily the equivalent dose from the complicated space radiation field. In this HIMAC experiment, we could successfully obtain the linearity response for the TEPC with Fe 500 MeV/u and C 290 MeV/u beams and demonstrate the performance of active radiation detector.

**15:15 [V-1-4]  
우주방사선 산출 및 관측체계 구축**

윤기창<sup>1</sup>, 최규철<sup>2</sup>, 홍순학<sup>1</sup>, 이환상<sup>1</sup>, 박성원<sup>1</sup>, 김일석<sup>2</sup>, 이정덕<sup>2</sup>, 이상우<sup>2</sup>, 박미영<sup>2</sup>, 오승준<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>국립전파연구원 우주전파센터, <sup>2</sup>(주)에스이랩

고에너지 양성자 등으로 구성된 태양입자는 태양 흑점 폭발과 함께 지구 극궤도로 유입되어 극 항로 운항 항공기의 방사선 피폭 등의 피해를 유발할 수 있다. 더구나 항공기의 북극항로 이용 증가 추세에 따라 그 위험성은 점점 더 증가하여, 국제민간항공기구(ICAO) 등에서는 항공사 승무원의 연간 우주방사선량을 관리하도록 권고하고 있다. 따라서 우주전파환경의 변화에 따른 항공안전을 담보하기 위해서는 우주전파환경 요소가 고려된 신뢰성 있는 예측 모델과 방사선 실측을 통한 모델 값 검증 등 상호 비교 연구가 필수적이다. 따라서 국립전파연구원은 우주방사선 안전관리를 위해 '14년부터 미 NASA와 협력하여 태양입자 유입 등 우주전파환경 요소가 반영된(NAIRAS 모델) 극항로 별 우주방사선량 산출 시스템을 구축하여, 실시간 우주방사선량 정보를 국내 항공사에 제공하고 있다. 또한 항공기 운항정보(고도, 위도 등)에 따른 우주방사선량을 실측(ARMAS-Lite)하고 관련 정보를 홈페이지를 통해 제공하고 있다. 국립전파연구원은 구축된 우주방사선 산출 및 관측시스템을 바탕으로 국제선 전 항로에 대한 우주방사선량 산출 등 항공기 이용 승객 및 승무원의 우주방사선 안전관리를 지원하고, ISES 등 국제기구 협력을 통해 실측값을 통한 우주방사선 예측모델간 정확도 검증 등의 연구를 지속 추진해 나 갈 예정이다.

15:30 [V-1-5]

**Diffusion of electrons by interaction with obliquely propagating and growing Alfvén wave in Earth's radiation belts**Cheongrim Choi<sup>1</sup>, Kyunghwan Dokgo<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Daeyoung Lee<sup>2</sup>, Junga Hwang<sup>3</sup><sup>1</sup>Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Korea<sup>2</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea<sup>3</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea

The stochastic effect of energetic electrons through the linearly polarized and growing Alfvén wave propagating obliquely to a uniform magnetic field is studied. As the perturbation amplitude increases, this wave allows two resonances between the electron and the Doppler-shifted EM wave, corresponding to the R and L modes. Poincaré's surface plot is used to demonstrate that the electron motion becomes stochastic as the wave amplitude increases, which causes the two resonances to overlap for long time. For relatively short and intermediate gyro-period time interval (several gyro-period time scales), however, we calculate the diffusion coefficients along z direction and perpendicular direction regardless of resonances overlap by a linear theory, respectively.

**제2발표장 (청옥)**

■ III-2 Int'l Session: Innosphere I

좌장: W. S. Kwak (KASI)

14:30 [V-2-1]

**Three-dimensional high-resolution plasma bubble modeling**

Tatsuhiko Yokoyama, Hiroyuki Shinagawa, Hidekatsu Jin

National Institute of Information and Communications Technology, Japan

Equatorial plasma bubble (EPB) is a well-known phenomenon in the equatorial ionospheric F region. As it causes severe scintillation in the amplitude and phase of radio signals, it is important to understand and forecast the occurrence of EPB from a space weather point of view. In order to study the generation mechanism of EPB, the High-Resolution Bubble (HIRB) model is developed in a magnetic dipole coordinate system for the equatorial and low-latitude ionosphere with a spatial resolution of as fine as 1 km. Adopting a higher-order numerical scheme than those used in the existing models, the HIRB model is capable of reproducing the bifurcation, pinching, and turbulent structures of EPB. From a seeding perturbation resembling large-scale wave structure (LSWS), EPB grows nonlinearly from the crest of LSWS upwelling, bifurcates at the top of EPB, then becomes turbulent at the topside of the F region. One of the bifurcated EPB is pinched off from the primary EPB

and stops growing after pinching. The narrow channel of EPB tends to have a wiggle due to the secondary instability along the wall of EPB. It is concluded that turbulent plume-like irregularities can be spontaneously generated only from large-scale perturbation at the bottomside F region.

14:50 [V-2-2]

**The characteristics of the post-midnight equatorial vertical plasma drift during the solar minimum**Woo Kyoung Lee<sup>1</sup>, Hyosub Kil<sup>2</sup>, Young-Sil Kwak<sup>1</sup><sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute<sup>2</sup>Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

During a solar minimum, equatorial plasma bubbles (EPBs) occur preferentially after midnight and near the June solstice. This behavior is different from that of EPBs during a solar maximum; EPBs occur preferentially before midnight and the EPB occurrence rate is the lowest near the June solstice. In addition, the longitudinal distribution of EPBs during a solar minimum is different from that during a solar maximum. The different behavior of bubbles during a solar minimum and a maximum is understood in terms of the difference of the upward plasma drift, but this idea requires a validation by a rigorous investigation of the characteristics of the vertical plasma drift near midnight and its connection to the EPB activity. In this study, we investigate the temporal and spatial variability of the upward plasma drift near midnight by analyzing the measurements of the ion velocity during 2008–2010 by the Coupled Ion Neutral Dynamics Investigation Ion Velocity Meter on board the Communication/Navigation Outage Forecasting System satellite. The observations of the incoherent backscatter radar at Jicamarca in Peru during the same period are also analyzed for that purpose. By conducting statistical analyses and case studies, we are going to clarify the characteristics of the midnight uplift of the ionosphere during a solar minimum and its role for the post-midnight EPB activity.

15:05 [V-2-3]

**Exploration of global ionospheric plasma structure with FORMOSAT-3/COSMIC mission**

Charles Lin

Department of Earth Sciences, National Cheng-Kung University, Taiwan

The FORMOSAT-3/COSMIC is a constellation mission consists of six micro-satellites performing GPS radio occultation soundings that launched in April 2006. The radio occultation soundings provide nearly 2500 worldwide vertical profiles of both lower neutral atmospheric temperature and ionospheric plasma densities. These occultation soundings of vertical ionospheric electron density profile make visualization of three-dimension global ionospheric plasma structure possible. With this advantage, new ionospheric plasma structures are observed and their physical mechanisms are better understood. In this presentation, a brief description of how FORMOSAT-3/COSMIC prompts discovery or better understanding of new ionospheric plasma structures will

be given. Ionospheric plasma structures resulting from coupling with tropospheric and stratospheric meteorological phenomena will be presented. Other new ionospheric plasma structures, such as mid-latitude summer nighttime anomaly and equatorial plasma caves, will also be presented along with the theoretical simulations.

**15:25 [V-2-4]**

**On the Seasonal and Spatial Variation of Topside Ionosphere during Solar Minimum Period Studied with Satellite-Measured Electron Density**

Kwangsun Ryu<sup>1</sup>, Junchan Lee<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Jaeheung Park<sup>2</sup>, Koh-ichiro Oyama<sup>3</sup>, Yongha Kim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology

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

<sup>3</sup>Kyushu University, Japan

<sup>4</sup>Chungnam National University

It is well accepted that the equatorial ionization anomaly originated from the fountain effect caused by the eastward electric field developed by the differential charge distribution, triggered by the neutral wind and its interaction with the ions in the E-region ionosphere. Observed at a fixed local time, the EIA strength shows longitudinal asymmetry in that the electron density in the Topside and F-region ionosphere is enhanced periodically in the longitudinal direction with 3-wave or 4-wave pattern according to the season of the year, which is attributed to the tidal wind in the thermosphere. With using the electron density measurements of the ISL (Instrument Sonde de Langmuir) equipped in DEMETER, the seasonal and spatial variation of the F-region ionosphere is investigated to reveal the underlying physical mechanism of the variation. Change of the latitude of the maximum Ne was observed in addition to anomalous increase of Ne in the nighttime that even surpasses the daytime Ne, which is known as Weddel Sea Anomaly (WSA) and Midlatitude Summer Nighttime Anomaly (MSNA) in a wider sense of view. In addition to DEMETER, the electron density measured by CHAMP PLP (planar Langmuir probe), which was operated in the overlapping period in lower altitude, is investigated for altitude variation of the features. We attempt to explain the observed diurnal, seasonal, and global variation of F region during the solar minimum period in terms of neutral wind ionospheric plasma interaction in the geomagnetic configuration.

**15:40 [V-2-5]**

**Vertical structuring of electron density due to Medium Scale Traveling Ionospheric Disturbances (MSTIDs)**

Nicholas Sessanga, Yong Ha Kim, Eunsol Kim

Chungnam National University

Characteristics of Traveling Ionospheric Disturbances (TIDs) have mostly been inferred from techniques that mostly offer information on the horizontal structuring of the electron density (due to data paucity and limited projection angles when using tomography). This paper, investigates the use of computerized ionospheric

tomography (CIT) to determine the vertical structuring of electron density (scale height variation) due to night-time Medium Scale TIDs (MSTIDs) that are a characteristic wave phenomenon in the ionospheric F-layer at mid-latitudes. To facilitate digital CIT, data from a dense Global Positioning System (GPS) receiver network (of more than 1000 receivers with average distance between two neighbouring points being 25-30 km) together with a Multiplicative Algebraic Reconstruction Technique (MART) are utilized.

**16:00 [V-2-6]**

**Characteristics of PMSE associated with the geomagnetic disturbance during high-speed solar wind streams in the declining solar cycle 23**

Young-Sook Lee<sup>1</sup>, Sheila Kirkwood<sup>2</sup>, Young-Sil Kwak<sup>1,4</sup>, Gordon G. Shepherd<sup>3</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>1</sup>, Tae-Yong Yang<sup>1,4</sup>, Antti Kero<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>Swedish Institute of Space Physics, Kiruna, Sweden

<sup>3</sup>Centre for Research in Earth and Space Science, York University, Canada

<sup>4</sup>University of Science and Technology, Daejeon, Korea

<sup>5</sup>SGO, University of Oulu, Tähteläntie, Finland

We report interannual variations of the correlation between the reflectivity of polar mesospheric summer echoes (PMSE) and solar wind parameters (speed and dynamic pressure), and AE index as a proxy of geomagnetic disturbances, and cosmic noise absorption () in the declining phase (2001-2008) of solar cycle 23. PMSE are observed by 52 MHz VHF radar measurements at Esrange (67.8°N, 20.4°E), Sweden. In approaching the solar minimum years, high-speed solar wind streams emanate from frequently emerging coronal holes, leading to 7-, 9- and 13.5-day periodicities in their arrival at Earth. Periodicities of 7 and/or 9 days are found in PMSE reflectivity in 2005-2006 and 2008. Periodicity-resolved correlations at 7 and 9 days of both D-region ionization observed by cosmic noise absorption () and PMSE with solar wind speed and AE index, vary from year to year but generally increase as solar minimum is approached. PMSE have a higher periodicity-resolved correlation with AE index than the solar wind speed. In addition, cross-correlation of PMSE reflectivity with AE index, is comparable with or mostly higher than with in solar minimum years (2005-2008). The result possibly signifies that PMSE reflectivity is sensitive to the transferred solar wind energy effect before significant ionization of the background atmosphere in the D-region occurs.

**제3발표장 (육백)**

**■ V-III 우주천문**

**좌장: 김용기 (충북대)**

**14:30 [V-3-1]**

**자기격변변광성 DO Draconis의 Quasi-periodic**

## Oscillations

한기영<sup>1</sup>, 윤요라<sup>1,2</sup>, 김용기<sup>1,2</sup>, Ivan L. Andronov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>충북대학교 천문대, <sup>3</sup>Department of High and Applied Mathematics, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

충북대학교 천문대는 한국천문연구원 LOAO의 1.0m 망원경과 충북대학교 천문대의 0.6m 망원경을 이용하여 자기격변변광성의 변광 모니터링을 꾸준히 해오고 있다. 본 연구는 2005년부터 2014년까지 수행된 자기격변변광성 DO Dra의 측광 관측 자료의 분석 결과 중 일부를 발표할 예정이다. 특히, QPOs(Quasi Periodic Oscillations)는 X-선 쌍성계에서 전형적으로 발견되는 변광 현상인데 몇몇 자기격변변광성에서도 뚜렷하게 나타나는 것으로 보고 되고 있다. DO Dra 관측자료에 나타나는 주기 변화 분석도중 주기성이 발견되어 이 QPO의 변화양상을 분석하여 보았다. DO Dra 의 QPO 현상은 항상 나타나지 않으며, 또한 Periodgram을 이용하여 12개의 QPO주기를 결정해 본 결과 나타나는 QPO 주기도 30분에서 80분 사이에서 변한다는 것을 발견하였다. 발견된 QPO의 semi-amplitude는 0.m031 - 0.m129 이고, QPO 주기 변화도 약 13.52일 정도의 주기로 반복되고 있는 것으로 R-필터영역의 관측자료를 이용하여 확인하였다.

### 14:45 [V-3-2]

#### Rotational Evolution of the Magnetic White Dwarfs in Intermediate Polars

V. V. Breus<sup>1</sup>, I. L. Andronov<sup>1</sup>, P. Dubovský<sup>2</sup>, Yonggi Kim<sup>3,4</sup>, L. L. Chinarova<sup>5</sup>, Jiwon Park<sup>3,4</sup>, Joh-Na Yoon<sup>3,4</sup>, Yong-Hee Kim<sup>4</sup>, K. Petrik<sup>6</sup>, S. Zola<sup>7,8</sup>, S. V. Kolesnikov<sup>5</sup>, K. A. Antonyuk<sup>9</sup>, A. R. Baransky<sup>10</sup>, P. Beringer<sup>11</sup>, T. Hegedüs<sup>11</sup>, J. W. Robertson<sup>12</sup>, I. Kudzej<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department "High and Applied Mathematics", Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

<sup>2</sup>Vihorlat Astronomical Observatory, Humenne, Slovakia

<sup>3</sup>University Observatory, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

<sup>4</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

<sup>5</sup>Astronomical Observatory, Odessa National University, Odessa, Ukraine

<sup>6</sup>Astronomical Observatory and Planetarium, Hlohovec, Slovakia

<sup>7</sup>Astronomical Observatory of the Jagiellonian university, Krakow, Poland

<sup>8</sup>Mt. Suhora Observatory, Pedagogical University, Krakow, Poland

<sup>9</sup>Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny, Ukraine

<sup>10</sup>Astronomical Observatory of Taras Shevshenko National University, Kiev, Ukraine

<sup>11</sup>Baja Astronomical Observatory, Baja, Hungary

<sup>12</sup>Arkansas Tech University, Russellville, USA

We provide the results of the long-term multicolour photometric monitoring of selected intermediate polars MU Cam, V405 Aur, FO Aqr, EX Hya, V1323 Her, V2306Cyg, obtained at different observatories. We analysed variability of the spin period of the white dwarf using our observations and previously published spin maxima timings. We found that some of these stars show spin-up,

some show spin-down, sometimes we see no spin period variability and sometimes we may see more complicated changes of the spin periods. For some binary systems we studied also orbital period variations.

### 15:00 [V-3-3]

#### A photometric and spectroscopic study of the chemically peculiar close binary AR Aurige

Hyoun-Woo Kim<sup>1</sup>, Chun-Hwey Kim<sup>1</sup>, Chung-Uk Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

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

The eclipsing binary AR Aur, which has shown chemical peculiarities in its spectrum, was spectroscopically observed by using the 1.8m telescope and BOES at Bohyunsan Optical Astronomy Observatory for 12 nights during 2005~2011. Our spectra clearly shows that the primary star of AR Aur is the chemically peculiar HgMn star, confirming the results suggested by previous investigators. To obtain radial velocities of two components of the system, we used both techniques of a cross-correlation function and a broadening function and compared two methods with the obtained radial velocities. Our radial velocity curves were simultaneously solved with the photoelectric light curves of Johansen (1970) and O'Connell (1979) to yield the refined photometric and spectroscopic parameters of the AR Aur system. In addition the light-time orbit suggested previously was improved with an eclipse timing study of the recently accumulated times of minima and the possible detection of some spectral lines from the hypothetical third-body was also discussed.

### 15:15 [V-3-4]

#### Phenomenological Modeling of Eclipsing Binaries. Newly Discovered Variable 2MASS J18024395 +4003309 = VSX J180243.9+400331

Ivan L. Andronov<sup>1</sup>, Yonggi Kim<sup>2</sup>, Young-Hee Kim<sup>2</sup>, Joh-Na Yoon<sup>2</sup>, Lidia L. Chinarova<sup>3</sup>, Mariia G. Tkachenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department "High and Applied Mathematics", Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

<sup>2</sup>Astronomical Observatory, Chungbuk National University, Korea

<sup>3</sup>Astronomical Observatory, I.I.Mechnikov Odessa National University, Odessa, Ukraine

We report on analysis of the two-color VR CCD observations of the newly discovered variable 2MASS J18024395 +4003309 = VSX J180243.9 +400331 obtained using the 1-m telescope of the Mt. Lemmon Observatory (LOAO) in the field of the intermediate polar V1323 Her. For the first time, the two-color observations covered all the phase interval. The object is classified as an Algol-type variable with tidally distorted components, and shows an asymmetry of the maxima (the O'Connell effect). For phenomenological modeling, we used the trigonometric polynomial approximation of statistically optimal degree, and a recent method "NAV" ("New Algol Variable") using local specific shapes for the eclipse. Methodological aspects are described. Estimates of the physical parameters based on analysis of phenomenological parameters, are presented.

**15:30 [V-3-5]**

**Development of Engineering Qualification Model for Medium Energy Particle Detector in the range of 20~400 keV for the Study of Space Storm**

Yongmyung Seo<sup>1</sup>, Seyoung Yoon<sup>1</sup>, Ju Woo<sup>1</sup>, Jongho Seon<sup>1</sup>, Jongdae Sohn<sup>2</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>2</sup>, Goohwan Shin<sup>3</sup>, Jangsoo Chae<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology

<sup>3</sup>Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

Measurement of energies and fluxes for the charged particles and neutral in the range of 20 keV to 400 keV is required for research of geomagnetic storms. The measurement often requires a careful calibration of the instrument to detect significantly varying fluxes of those particles relative to the occurrence of geomagnetic storms without saturation or loss of information on the mission orbit. The Medium Energy Particle Detector (MEPD) will have a energy range from 20~400 keV and energy resolution 8 keV with orthogonal field-of-views of two telescopes for the detection of charged particles in terms of different pitch angles. The MEPD is one of a subset instrument within the Instrument for the Study of Space Storm (ISSS) which contains both space radiation detectors and space plasma instruments. The ISSS is developed in order to measure space storms in low altitude polar orbits and will be aboard the Next Generation Small Satellite-1 (NEXTSat-1) scheduled for launch in 2017. This research summarizes development of Engineering Qualification Model (EQM) for the MEPD instrument.

**15:45 [V-3-6]**

**Development of electronics of High Energy Particle Detector for the study of space storm**

Gyeong-Bok Jo<sup>1,2</sup>, Jongdae Sohn<sup>2</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>2</sup>, Yu Yi<sup>1</sup>, Suk-Bin Kang<sup>2</sup>, Go Woon Na<sup>3</sup>, Goo-Hwan Shin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Chungnam National University

<sup>2</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology,

<sup>3</sup>Ewha Womans University

<sup>4</sup>Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

High Energy Particle Detector(HEPD) is one of the equipment of Instruments for the Study of Space Storm(ISSS). ISSS is developed to study of space storm

and is one of the payloads of Next Generation Small Satellite-1(NEXTSat-1) scheduled for launch in 2017. HEPD is designed to detect electron of 0.1~2.0 MeV and proton of 2~20MeV in sub-auroral when the event of geomagnetic storm is occurred. And HEPD will be installed in three directions of 0°, 45°, 90° against the along-track of satellite to enable the precision measurement of pitch angle. In this research, summarizes the development of electronics of HEPD.

**16:00 [V-3-7]**

**충북대학교천문대 천문체험학교 운영**

장형규<sup>1,2</sup>, 김용기<sup>1,2</sup>, 윤요라<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>충북대학교 천문대

주5일제의 정착으로 휴식과 여가에 대한 관심이 높아지고 자가 차량을 이용한 가족단위의 오토캠핑 문화가 확산되고 있다. 그러나, 캠핑 콘텐츠의 부족으로 힐링의 장으로써 캠핑장을 제대로 활용하는데 한계가 나타나고 있다. 이러한 문제의 대안으로 충북대학교 천문대에서는 2014년 8월 오토캠핑장을 조성, '천문체험학교'라는 이름으로 운영을 시작하였다. 본 발표에서는 충북대학교 천문대 천문체험학교에 대한 소개와 2014년 하반기 운영 결과를 통해 향후 운영 방안 및 전망에 대한 내용을 제시하고자 한다.

# 포스터발표논문 초록

4.29.(수)~4.30(목)

## ■ 우주기술

### [P-1] 정지궤도 위성 전기 성능검증장치 개발

윤영수, 천이진, 최재동

한국항공우주연구원

정지궤도 위성의 전기 성능검증장치(ETB)는 비행 모델(FM) 개발에 앞서 위성체 전장품(EM/EQM)의 전기적인 인터페이스 검증, 부분체 및 시스템 수준의 성능 검증, 오류 관리 등을 점검하는 역할을 한다. 위성체 전기 성능검증장치 기계적인 형상은 비행 모델 구조물의 배치를 기준으로 시험 편의성을 고려하여 제작하며, 비행 모델에서 위성체 판넬의 안쪽에 부착되는 전장품들과 플랫폼 밑부분에 부착되는 전장품들은 시험의 편의성을 위해 플랫폼 상단으로 위치하고, 탈부착이 예상되는 전장품들은 작업이 용이하도록 가장 상위 플랫폼이나 플랫폼 가장자리에 배치한다. 위성체 전기 성능검증장치는 위성체 전장품의 각종 전기 인터페이스인 전원 공급, 기저 신호 및 RF 신호가 시스템 수준에서 정의된 요구사항을 만족하는지를 점검하고, 전장품들의 시스템 수준에서의 기능 및 성능의 만족 여부를 점검하며, 위성체에 탑재될 탑재 소프트웨어를 점검한다. 그리고, 위성체의 전력계, 원격 통신계, 열제어계 로직을 점검하며, 특히, 자세제어계는 SDS(Satellite Dynamic Simulator)를 이용하여 각종 자세제어 로직을 점검하고, 탑재체와의 접속을 점검하며, 비행 모델의 위성체 조립 및 시험 시에 사용하는 위성체 기능시험장비(EGSE)의 성능을 확인한다. 또한, 비행 모델에서 실시할 수 없는 부분적인 환경시험인 전자파 노이즈의 전도성 특성 시험을 수행하며, 위성체와 지상국 간의 접속을 점검하고, 비행 모델의 시험에서 사용될 각종 시험 절차서 및 시험 소프트웨어를 개발한다.

### [P-2] 아리랑위성 5호의 촬영요청 대기시간 최적화를 위한 운영타임라인 분석

김혜원, 박선주, 문인호, 안상일, 채태병

한국항공우주연구원

한국항공우주연구원 지상국은 2013년 8월 22일에 러시아 드네프르 로켓에 실려 발사된 아리랑위성 5호(KOMPSAT-5)를 운영하고 있다. 아리랑위성 5호는 날씨에 상관없이 영상촬영이 가능한 레이더카메라(SAR)를 부착하고 있어 지구 관측에 매우 용이하다. 아리랑위성 5호의 영상촬영을 위해 1일 2회 대전 지상국(KGS)을 이용하여 일상 촬영명령을 위성으로 전송하고 있다. 사용자는 익일 오후 한반도 촬영을 기준으로 약 27시간 전에 지상국으로 촬영요청서를 전달해야 하고, 이를 일상 촬영계획이라 한다. 지상국은 일상 촬영계획에 대해 당일 오후 4시에 명령계획을 수립한 후 익일 새벽 KGS 교신에서 촬영명령을 위성으로 전송하여 익일 오후 목표 촬영지역에 대한 영상을 획득한다. 이와 같은 운영타임라인(Operation Timeline)은 해

당 촬영요청에 대해 약 27시간 전에 계획되어 지상국에 전달한다는 것을 의미한다. 만약 사용자가 긴급하게 촬영하기를 희망하는 촬영지역에 대해서는 긴급 촬영요청 절차에 따라 처리할 수 있다. 지상국은 긴급 촬영 요청서를 접수 받으면, 촬영 패스 직전의 가용 지상국을 이용하여 기존에 계획된 일상 촬영명령과 수신명령을 삭제한 후 긴급 촬영명령을 전송하게 된다. 따라서, 기존에 계획된 명령이 취소되지 않기 위해 일상 촬영요청의 대기시간을 단축하려는 요구사항이 제기되었다. 본 논문은 촬영요청 대기시간 감소를 위해 교신 스케줄을 분석한 결과를 정리하였으며, 분석결과를 토대로 일상 촬영요청 대기시간을 감소하여 아리랑위성 5호에 최적화된 운영타임라인을 제시해나갈 것이다.

### [P-3] 저궤도 지구관측위성 통합/자동화 임무계획시스템 개발 방안 연구

박선주, 정옥철, 이명신, 안상일

한국항공우주연구원 위성정보활용센터

한국항공우주연구원은 2015년 3월 26일 발사 예정인 다목적실용위성 3A호를 포함하여 총 4기의 저궤도위성을 운용할 예정이다. 현재 한국항공우주연구원에서 운용 중인 저궤도 지구관측 위성의 임무계획시스템은 운영자에 의한 수동작업을 필요하고, 각 위성별로 별도의 임무계획시스템을 운영하고 있어, 운용비용이 지속적으로 증가되고 있는 추세이다. 또한, 영상 상용화 요청 및 긴급임무 요청에 대한 요구가 증가되고 있으며, 사용자 응답시간 단축에 대한 요구가 제기되고 있다. 위성운영의 특성상 대부분의 작업들이 일정 판단범위 내에서 일상적/반복적으로 수행할 수 있다는 점에서 임무계획시스템의 자동화가 가능할 것으로 판단하고 있다. 또한, 우주개발 선진국의 경우, 임무계획시스템의 자동화는 이미 도입되어 운영중임을 고려하여 볼 때 위성운영에 있어 임무계획시스템의 자동화는 당면 과제라 할 수 있다. 임무계획시스템에 자동화가 도입될 경우 운영비용을 절감하고 운영안정성을 높일 수 있으며, 일부 변경요청에 대한 처리도 원활하게 수행할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 또한, 신규 위성 프로그램 개발 시 마다 임무계획시스템이 매번 새롭게 도입되고 있는 현실을 고려하여 임무계획시스템의 통합화 방안을 연구하고 있다. 위성별로 분리되어 있는 여러대의 임무계획시스템을 하나로 통합함으로써 운용비용 절감은 물론 저궤도 지구관측 위성 시리즈의 전체 임무 수행 내역을 통합 관리할 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문은 저궤도 지구관측 위성에 대한 자동화/통합화 임무계획시스템 개발 방안을 정리하였다. 본 연구를 통해 도출된 통합자동화 개념은 2019년 발사 예정인 다목적실용위성 6호 임무계획시스템 개발에 적용될 예정이며, 저궤도지구관측 위성의 임무계획시스템에 대한 통합솔루션 구축의 계기를 마련할 수 있을 것으로 판단된다.

### [P-4] 위성체 진동환경시험을 위한 헤드익스펜더의 특성 검토

임종민, 우성현, 은희광, 전종협, 문귀원

한국항공우주연구원

위성체 및 대형 구조물의 진동환경에 대한 구조적 특성을 검증하기 위해 전자기식 진동 가진기를 이용하게 된다. 일

반적으로 진동 가진기의 접합면이 시험 대상체의 직경에 비해 매우 작기 때문에 헤드익스펜더(Head Expander)라고 불리는 인터페이스 구조물을 추가적으로 장착하여 시험을 수행하게 된다. 헤드익스펜더는 경량화 되어 가볍게 설계될 수록 높은 레벨의 진동시험을 수행할 수 있는 장점이 있다. 그러나 진동 주파수 특성 및 시험 과정에서 발생하는 하중을 견딜 수 있도록 설계되어야 하기 때문에 반대로 강건하게 설계되어야 한다. 따라서 경량화와 구조적 특성 확보를 위해 최적화된 설계가 필요하다. 본 발표에서는 설계된 헤드익스펜더를 대상으로 주파수 특성분석, 정하중에 대한 구조적 응력분포, 강성 해석을 통해 헤드익스펜더의 특성을 논의하고자 한다.

**[P-5] 초소형 인공위성 운영지원을 위한 지상관제서비스 분석**

김화영, 정옥철, 임현정, 정대원, 안상일

한국항공우주연구원

초소형 인공위성은 크기와 질량이 매우 작은 위성으로 큐브 위성(CubeSat), 나노위성(NanoSat), 피코위성(PicoSat) 등이 있다. 그 중 큐브위성은 부피 1리터, 질량 1.33kg을 넘지 않는 초소형 인공위성으로 1999년, 미국에서 학생들의 교육목적으로 개발되었다. 한국항공우주연구원은 연구 및 개발업, 기술검사 서비스 등을 수행하는 곳으로서 지상 시설 공동 활용, 관제기술 서비스 지원 등을 통해 산·학·연의 공조를 이루고 있다. 본 논문에서는 초소형 인공위성 운영지원을 위한 지상관제서비스에 대해 분석하고자 한다. 특히 초소형 인공위성의 초기운영 지원 서비스, 궤도결정 및 예측 등의 비행역학 서비스 지원 부분에 대해 기술하고자 하며, 산·학·연 공조 또는 합동시설 공유를 통한 시설 공유, 공동장비 활용, 기술 교류, 기술이전, 학계 및 업계의 시너지 효과 등 위성 운영에 있어 효율적인 측면에 대해서도 기술하고자 한다. 반면 무분별한 큐브위성의 개발은 우주파편 증가 등의 문제를 유발하며, 인공위성과 같은 우주 자원과 우주물체간의 충돌 위험을 증가시킬 수 있으므로 이러한 문제를 줄일 수 있는 방안에 대해서도 제시하고자 한다.

**[P-6] 달 자기이상지역 탐사를 위한 큐브위성의 초기설계 연구**

정선영<sup>1</sup>, 이성환<sup>1</sup>, 이효정<sup>1</sup>, 이정규<sup>1</sup>, 이정호<sup>1</sup>, 신재혁<sup>1</sup>, 오영석<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>, 김관혁<sup>1</sup>, 송영주<sup>1,2</sup>, Ian Garrick-Bethell<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>한국항공우주연구원, <sup>3</sup>University of California, Santa Cruz

달 탐사 연구 주제 중, 달 표면 자기이상지역은 다양한 방법으로 연구가 진행되고 있는 탐사대상이나 여전히 그 존재는 이해하기 힘든 형태를 보이며 많은 궁금증을 가지고 있다. 이에 기존의 자료로서는 그 원인을 찾기가 어려워 달 탐사 임무를 수행할 때마다 다양한 탐사 방법이 제시되고 있다. 이에 본 연구에서는 향후 우리나라 달 탐사 및 국제 달 탐사에 있어 큐브위성을 이용한 자기이상지역 탐사연구를 제안하고, 큐브위성 탐사장비의 기본설계를 소개한다. 이번 연구에서 제안된 탐사장비의 기본적인 구성은 1.5 U의 형태를 가지고, 초소형 플렉스게이트 자기장 측정기를 탑재

하고 있다. 자기장 측정기의 무게는 약 45 g이고 1 nT의 분해능을 가지고 있으며 전자버스를 모두 포함한 큐브위성의 무게는 약 1.7 kg 이하로 설계되었다. 임무운용 방법은 달 궤도 모션에서 사출되어 탐사지역(Mare Crisium) 표면에 도달할 때 까지 자기장 값을 측정하는 것이다. 본 큐브위성을 이용한 달 탐사는 매우 효율적인 탐사방법이며, 탐사를 통해 얻은 자료 또한 이상 현상의 원인 규명을 위한 매우 중요한 자료로써 활용될 것이다.

**[P-7] 정지궤도 복합위성 우주기상 탑재체 구조해석**

윤태균<sup>1</sup>, 우주<sup>1</sup>, 정승화<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, Michael McCarthy<sup>2</sup>, J. G. Sample<sup>2</sup>, D. Larson<sup>2</sup>, G. K. Parks<sup>2</sup>, 최정수<sup>3</sup>, 진경호<sup>3</sup>, 양근호<sup>3</sup>, 홍원표<sup>4</sup>, 이돈영<sup>4</sup>, 배은덕<sup>4</sup>, 박준용<sup>4</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>Space Science Laboratory, U.C. Berkeley, USA, <sup>3</sup>한국항공우주연구원 정복위성체계팀, <sup>4</sup>세트렉아이

정지궤도 복합위성(GEO-KOMPSAT-2A)의 우주기상 탑재체 중 하나인 고에너지 입자 검출기(Particle Detector)는 정지궤도 상에 존재하는 고에너지 입자의 관측을 목적으로 경희대학교와 U.C. Berkeley가 개발 중에 있으며, 위성 대전 감시기(Charging Monitor)는 정지궤도에 존재하는 대전입자에 의해 누적된 전하의 방전으로 생성되는 전류의 감시 목적으로 경희대학교가 독자적으로 개발 중에 있다. 위성의 발사과정에서 발생하는 진동은 발사체 내부로 전달되어 위성 및 탑재체를 가진다. 진동에 의한 가진은 탑재체의 기능저하 및 파괴를 유발할 수 있고, 특히 위성과 탑재체의 고유진동수가 일치할 경우 공진현상이 발생할 수도 있다. 따라서 탑재체의 설계 과정에서는 발사환경이 탑재체에 미치는 영향에 대한 구조적 안전성을 검토해야한다. 본 연구에서는 상용 해석 프로그램인 NX 8.5를 이용하여 고에너지 입자 검출기와 위성 대전 감시기에 대한 모드 해석과 준정적 해석을 수행하였고 규정된 고유진동수 요구조건과 준정적 하중에 대한 안전여유를 만족하는지 확인하였다.

**[P-8] 큐브위성 파이로충격시험**

우성현, 임종민, 은희광, 전종협, 조창래, 문남진, 문귀원

한국항공우주연구원

위성체가 발사체에 실려 설정 궤도에 도달된 후 발사체로부터 이탈될 때 파이로 분리과정에서 발생하는 충격파는 위성체 주요 부위의 심각한 손상을 유발하여 위성의 성공적인 임무수행을 저해할 수 있다. 따라서 설계과정에서 위성체 적정한 내충격요구조건을 설정하고, 위성 개발이 완료된 후 그에 상응하는 충격량을 실질적으로 부과하여 충격환경에 대한 개발 위성의 건전성을 확인하는 작업은 위성개발 과정에서 매우 중요한 업무이다. 본 논문에서는 한국항공우주연구원이 보유한 파이로충격시험장치를 소개하고 이를 활용하여 최근 수행된 큐브위성의 충격환경시험에 대하여 기술하고자 한다.

**[P-9] 위성간 거리변화를 이용한 중력장 측정위성 성능 분석**

김민규, 김정래

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

편대비행하는 저궤도위성 사이의 거리를 정밀 거리측정기를 사용하여 위성간 거리변화를 측정하면 정밀한 중력장 추정 이 가능하다. 현재 NASA에서 운용중인 GRACE 위성은 이러한 개념을 구현한 위성인데, 관측기 정밀도를 향상시켜 중력장측정 정밀도를 향상시키는 차세대 중력장 측정 편대비행 위성사업이 현재 진행 중이다. 본 연구에서는 중력장 측정위성의 관측기오차에 의한 중력장 추정오차를 계산할 수 있는 시뮬레이터를 개발하였는데, 이를 이용하여 고도 및 각종 설계 변수에 따른 중력장측정 성능 변화를 분석하였다.

### [P-10] 저궤도 초소형 태양돛 위성의 자세제어기 설계

김민규, 김정래

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

태양돛 개념을 시험하기 위한 지구저궤도 초소형 태양돛위성의 임무설계를 수행하였으며, 자세제어기를 설계하였다. 위성 구조 및 탑재체 구성에 관한 설계를 수행하였으며, 임무에 적합한 제어기를 설계하였다. 태양돛의 질량중심을 변화시켜 압력중심 변화에 따른 제어를 수행하는 방법을 사용하였는데, 구동기에 대한 개념 설계를 수행한 후 시뮬레이션을 통해 성능을 분석하였다. 지자기토커를 사용한 자세제어기법도 병행하여 수행하였으며, 초기 태양돛 전개 및 정상상태에서의 자세제어 성능을 분석하였다.

### [P-11] 모델기반 시스템 엔지니어링(MBSE)을 활용한 정지궤도복합위성의 설계 적용 방안 연구

조창권

한국항공우주연구원

위성은 여러 분야 개발자들의 노력으로 설계되며 매우 복잡한 시스템이다. 이런 시스템을 개발하기 위해 문서기반의 시스템 엔지니어링 프로세스를 과거부터 적용해왔다. 그러나 기존의 방법론으로는 시스템의 설계와 규격에 관련된 정보를 관리하고 공유하고 분석하고 파악하는데 한계를 보였다. 따라서 이런 문제점을 보완하기 위해 모델을 활용하게 되었다. 표준화된 언어를 활용하여 시스템을 모델링함으로써 보다 직관적이고 복잡성을 낮추어 줌으로써 개발자들간에 이해도를 높여준다. 또한 설계 데이터의 호환성 및 재사용성에 대한 높은 신뢰성을 보장해 줄 수 있다. 본 논문에서는 시스템 모델링의 표준 언어인 SysML 활용하여 기상 및 우주기상, 해양 및 환경을 모니터링하는 임무를 수행하도록 개발되고 있는 정지궤도복합위성의 개념 설계에 적용할 수 있는 방안을 구현하고자 한다.

### [P-12] Geostationary Earth Orbit Injection Error Analysis of GEO-KOMPSAT-2

Bong-Kyu Park, Jae-Dong Choi

Korea Aerospace Research Institute

GEO-KOMPSAT-2A and GEO-KOMPSAT-2B which are under development by KARI to replace the COMS in 2018 and 2019 respectively. After launch, they will be injected into GTO(Geostationary Transfer Orbit) by Ariane V launcher. GTO is typical type of transfer orbit whose

apogee altitude is 35,786km, the same altitude as the geostationary orbit. After injection to GTO, the satellites are transferred to GEO(Geostationary Earth Orbit) by applying a series of LAE(Liquid Apogee Engine) burns. The burn magnitudes and intervals are selected in order to place the satellite at target operation longitude or at drift start longitude. For GEO-KOMPSAT-2, four LAE burns will be applied for GEO injection. In case of COMS, three LAE burns were applied, which is a quite typical scenario. However, in case of GEO-KOMPSAT2, the design configuration of using the same LAE model but heavier weight than the COMS, results longer burn durations to the completion of the orbit injection. In this paper, LAE burn plan has been established for GEO-KOMPSAT2 considering expected constraints, and error analysis have been performed in order to assess orbit injection accuracy, and to estimate ground visibility and additional propellant budget. Four types of error sources have been considered; transfer orbit injection error, attitude control error, orbit determination error, and LAE model uncertainties. As a means of analysis, simulation studies have been performed.

### [P-13] 인공위성 추진제 추정을 위한 PVT 방법의 통계적 오차분석

박응식<sup>1</sup>, 허환일<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>충남대학교 항공우주공학과

인공위성은 궤도전이 및 위치변화 제어를 위해 추진시스템을 장착하고 있으며 이를 위해 일정량의 액체추진제를 사용한다. 위성의 임무수명 말기에 추진제의 정확한 추정은 위성수명 조기종료에 따른 경제적인 손실을 줄여주고 효율적인 후속위성의 대체나 위성망 운용 등에서 매우 중요하다. 본 논문에서는 추가적인 장비나 보정, 시험없이 위성탱크의 압력과 온도만으로 잔여추진제량을 추정하는 PVT 방법을 간략하게 모델링하였고 통계적인 방법을 통하여 임무수명에 따른 오차분석을 수행하였다. 이를 통하여 PVT 방법의 제한적인 적용범위와 중요 파라미터에 대해 검토, 분석하였다.

### [P-14] 천이궤도의 우주플라즈마 환경 연구

김태운, 장재용, 장경덕, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원

위성이 운용되는 우주환경은 양이온과 음이온이 이온화된 자유전자로 존재하는 플라즈마 환경으로 플라즈마 환경은 고도와 경도에 따라 입자의 밀도와 에너지가 다르다. 정지궤도위성이 운용되는 고궤도의 플라즈마는 낮은 밀도와 높은 에너지 특성을 갖게 되며 저궤도 대비 위성체 표면의 충전과 방전에 의한 영향이 높아 관련 분석 및 연구는 활발히 이루어지고 있다. 또한 정지궤도 위성이 본궤도에 진입하기 위해 반 알렌 벨트를 지나가야 하는데 반 알렌 벨트의 플라즈마 환경은 저궤도 및 정지궤도의 환경과는 다르므로 이에 관한 위성 표면 충전에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 정지궤도 위성이 우주궤도에 도달하기 위한 천이궤도 상에서의 표면충전 현상에 관한 연구에 대해 기술하였다. 본 연구를 통해 천이궤도에서의 위성의 표면충전현상을 분석하기 위한 플라즈마 환경에 대해 규정하여 정지궤도위성에 대한 표면충전 영향성 연구에 기여할 것으로 기대된다.

**[P-15] 정지궤도복합위성 우주기상탐재체 배치**

최정수<sup>1</sup>, 박종석<sup>1</sup>, 김인걸<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>충남대학교 항공우주공학과

항공우주연구원은 천리안위성(통신해양기상위성)의 후속 정지궤도 관측위성으로 기상관측 및 우주기상입무의 2A위성과 해양관측 및 환경감시 임무의 2B위성인 2기의 정지궤도복합위성을 개발하고 있다. 2A위성의 우주기상입무를 위해 3가지 종류의 최소 5개 이상의 센서가 위성체 내외부에 장착될 예정이며 각각의 센서들은 시야각을 확보하고 위성체의 장치들과 간섭이 없도록 적절한 위치에 장착되어야 한다. 특히 우주입자를 검출하기위한 입자검출기는 총 6개 방향에서 들어오는 각각 20° x 20°의 시야각에 위성체 구조물과 간섭이 없도록 위치해야 한다. 또한 자력계는 위성체에서 발생하는 노이즈 성분이 최소화 되는 곳에 위치하여 지구 자기장을 정밀하게 측정할 수 있어야 하므로, 약 1m 길이의 boom에 장착되어 위성체에 부착될 예정이다.

**[P-16] 정지궤도 복합위성의 질량특성 분석**

박종석, 최정수, 김형완, 최재동, 이상률

한국항공우주연구원 정복위성체계팀

질량은 중요한 위성시스템 설계에서 중요한 설계변수중 하나이다. 따라서 위성을 개발하는 과정에서 탑재체나 본체의 각 부분체별로 할당된 질량을 요구하는 범위 내에서 제어하는 질량관리를 수행한다. 이 과정에서 유닛들의 개발과정의 변화 가능성을 고려한 Contingency를 반영한다. 이렇게 확보된 유닛들의 질량정보는 위성체 전체의 질량특성을 예측하는데 사용된다. 정지궤도 위성의 경우 추진제 질량이 전체 위성 질량의 상당부분을 차지하고, 또 초기의 운용궤도 진입을 위한 전이궤도 운용과정에서 액체원지점엔진의 사용으로 상당한 량의 연료소모가 이루어진다. 또한 발사과정에서 지상에서 궤도상 진입과정에서 중력장 변화로 인해 추진제 분포가 변화함에 따른 질량특성 변화도 겪게 된다. 이러한 변화 요인은 위성의 자세제어계 설계에 미치는 영향이 상당하여 정확한 예측이 필요하다. 본 기술 자료에서는 정지궤도복합위성에서 적용된 질량버짓 관리 업무 내용을 정리하고, 위성의 운용단계 과정에서의 형상 변화나, 추진제 소모와 분포 형상 변화를 반영한 질량특성 예측 결과를 기술한다.

**[P-17] 위성 설계과정 분석을 위한 방법 연구**

김형완, 최정수, 박종석

한국항공우주연구원

위성의 설계와 관련된 정보의 양은 방대하다. 이러한 정보는 위성의 설계를 위해 사용되고 생성되며 전달된다. 설계과정에서의 의사결정은 이전의 결정사항에 구속되고, 현재의 결정은 미래의 설계에 반영된다. 설계과정에서 발생하는 모든 결정사항과 그 결과를 추적하는 것은 매우 힘든 작업이고, 모든 활동을 문서화 하는것은 불가능 하다. 설계과정을 향상시키기 위해서는 개별 설계 업무를 위한 요구사항이 명확히 정의 되어야 하고, 설계에 관련된 정보의 흐름이 구

조화 되어야 한다. 이 논문에서 위성 설계과정을 효율적으로 관리하기 위해 각 설계업무간의 정보흐름을 분석하고 연관관계를 규명하는 방법으로 Directed graphs, Program evaluation and review technique, Structure analysis and design technique, Matrices를 소개하도록 하겠다.

**[P-18] Continuous Integration on Flight Software Development**

Hyun-Kyu Shin

Korea Aerospace Research Institute

Complexity of satellite flight software is rapidly increasing. Highly sophisticated mission requirements need more support of software. Due to its operational environment, update or fix of software on-orbit is not a simple work so a large number of tests and verification activities are performed during the development. Well-defined software development process and its management is commonly required for the development of flight software. Continuous integration is one of the works to enhance the reliability of software. Building of software and tests on it can be automated under the development process. Summit of new or updated code triggers the building system and after its completion, planned tests are activated against newly built software. This approach is already applied to general software development and its usefulness is highly acclaimed by many researches and actual practices. This paper introduces continuous integration on flight software development.

**[P-19] 저궤도위성 전력공급 및 모니터링 지상지원장비의 표준화 및 모듈화 방안 고찰**

김영운, 박주호, 채동철, 문귀원

한국항공우주연구원

한국항공우주연구원에서 개발하고 있는 저궤도 위성의 부분체 시험이 아닌 시스템시험을 위한 전기지상지원장비는 크게 지상에서 위성의 전력공급 및 관련 모니터링을 하는 장비와 통신관련 장비 등으로 구분할 수 있다. 위성의 전력공급 및 관련 모니터링을 위한 장비는 전력공급 등의 기능이 외에도 많은 기능을 탑재하고 있다. 이는 다양한 신호가 동일한 공간에 배치됨에 따라 고장의 경우, 해당 부분의 독립적인 분리가 어렵고 신속한 문제해결이 어려웠다. 더불어 위성의 전기적접속이 바뀌는 경우, 신속한 변경이 어려웠다. 이를 해결하기 위하여, 새로 개발하는 전기지상지원장비는 모듈화, 표준화 개념을 도입하여 언급된 문제를 해결하고자 한다. 이에 이번 고찰에서는 전력공급 및 관련 모니터링 장비의 표준화 및 모듈화의 강점과 이를 위한 초기 설계를 수행하였다.

**[P-20] 정지궤도위성의 기준궤도 생성 알고리즘 성능 비교 연구**

임조령, 박봉규, 박영웅

<sup>1</sup>한국항공우주연구원 위성제어팀, <sup>2</sup>한국항공우주연구원 지궤도복합위성체계팀

정지궤도위성은 탑재 궤도 결정 및 예측을 위해 위성에서 GPS 위성 정보를 사용하는 것이 불가능하므로 실시간 탑재

궤도 생성 로직을 필요로 한다. 지난 연구에서 2차 함수 보간법을 사용하여 실시간 탑재 궤도를 생성하는 기본 알고리즘을 소개하였다. 실시간 탑재 궤도 생성 알고리즘은 30분 간격으로 업로드 된 기준원궤도와 지상시스템에서 결정한 위성의 예측 궤도간의 차이 값에 2차 함수 보간법을 사용하여 매 초마다 실시간 궤도를 생성하는 방법이다. 탑재컴퓨터와 지상시스템에서 필요한 기준원궤도를 생성하기 위해 위성의 초기 기준 시각의 적경을 계산하고 적도면상의 원궤도를 매 초마다 계산한다. 이 방법은 지상국에서 위성의 초기 기준 적경 값을 변경할 때 위성에도 변경된 값을 업로드 해주어야 하는 운영 절차상의 번거로움이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 잦은 업로드 없이 기준원궤도를 생성하는 계산 알고리즘들을 소개하고 기준원궤도 생성 및 2차 보간법을 적용한 결과 얻어진 탑재 궤도 생성 오차 등을 비교 분석한 결과를 제시하였다.

### [P-21] Initial Sun Acquisition Procedure using Single Sun Sensor

Keun Joo Park, Young Woong Park

Korea Aerospace Research Institute

After the separation from the launch vehicle, the satellite needs to control its solar array normal orientation towards Sun within a specified time to charge the battery. Since units of the platform and payload of the satellite are designed to be operated in certain temperature range, power consuming thermal control is required in general. In this paper, the initial Sun acquisition procedure is described. Especially, the procedure for the case of using single coarse Sun sensor is developed and analyzed.

### [P-22] 항공기 전장품 및 군용 전장품 전자기적합성 시험 규격 비교 분석

장경덕, 김태윤, 장재용, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원

전자기적합성에 대한 시험규격은 항공기, 군용전장품, 민간 상용품 등 그 특성에 따라 다양한 규격이 존재한다. 하지만 항공기 전장품의 전자기적합성 시험을 위한 시험규격인 DO-160은 해외에서 널리 사용되는 규격임에도 불구하고 국내에서 적용된 사례가 드물다. 특히, 위성시스템의 시험규격이 군용전장품 시험에 기반을 두고 있으며, 이 시험규격 또한 버전이 업그레이됨에 따라 항공기 시험규격과 유사한 시험항목이 추가되고 있어 DO-160 시험규격의 이해에 대한 필요성이 증가하고 있다. 본 논문에서는 대표적인 전자기적합성 시험항목인 전도성/복사성 방출시험, 전도성/복사성 감응시험에 대해서 군용시험 규격과 항공기시험 규격의 유사점, 차이점을 비교 분석하고, 항공기 시험규격의 시험 수행 절차에 대해 기술하였다. 본 연구를 통해 항공기 전장품 시험규격에 대한 이해를 높이고, 향후 국내 항공기 관련 시험에 적용할 수 있을 것으로 기대한다.

### [P-23] 플름 외란을 고려한 궤도조정 효율 분석

강우용, 채종원, 박영웅

한국항공우주연구원

정지궤도복합위성은 +Y축에 태양전지판과 추력기가 배치되어 있는 형상을 가지고 있다. +Y축에 부착되어 있는 추력기 1,2,3번은 남북 위치 유지와 롤, 요 자세 제어 임무를 수행한다. 다른 축에 장착된 추력기에 비해서 추력기 1,2,3번은 태양전지판과 같은 면에 부착되어 있으므로 추력기 분사에 의한 Jet이 태양전지판과 충돌하는 플름 외란의 영향이 크게 나타난다. 그러므로 추력기 1,2,3번의 경우 플름 외란 해석을 통하여 외란의 영향을 최소화 시키면서 임무에 따른 효율을 최대화 할 수 있는 설계를 해야 한다. 본 논문에서는 정지궤도복합위성의 초기 형상을 이용하여 추력기 1,2,3번의 조정각(Tilt)을 변화시키면서 플름 외란을 고려한 궤도 조정 효율을 분석하였다.

### [P-24] 위성 TC&R RF 검증용 전기지상지원장비 링크 버짓 설계

조승원<sup>1</sup>, 이상정<sup>2</sup>, 문귀원<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>충남대학교 전자공학과

저궤도 위성과 정지궤도 위성의 RF 전기지상지원장비는 AI&T (Assembly Integration & Test) 기간 동안 원격측정 명령계에 대한 검증을 수행하도록 설계 및 제작된다. 커맨드, 텔레메트리, 레인징 신호는 RF 상향링크 및 하향링크를 통해 위성으로 송수신되며 지상지원장비는 이러한 기능을 구현하도록 제작된다. 또한 AI&T에서 위성 송수신기의 RF 신호 검증을 위하여 RF 전기지상지원장비는 측정하고자 하는 위성까지 적절한 링크 버짓을 설계하여야 한다. 링크버짓 설계에는 위성까지의 상향링크 총 전력 링크 버짓, 위성에서 전기지상지원장비 수신기까지의 하향링크 총 전력 링크 버짓 등이 있다. 각각의 링크 버짓 설계 시 시험에 요구되는 측정 장비에 도달하는 신호레벨의 동적 영역(Dynamic Range)가 반드시 고려되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 링크 버짓 설계를 통해 위성 송수신기의 성능 검증을 위한 장비 요구 조건 만족과 더불어 위성 및 지상지원장비의 RF 신호에 대한 Safety도 동시에 만족할 수 있음을 보여준다.

### [P-25] Approach Concept of Multi-Objective Optimization on Node-Based Spacecraft Radiator Design

Hui-Kyung Kim

Korea Aerospace Research Institute

On-orbit spacecraft generally maintain their temperatures within allowable limits by various thermal control methods. Typical thermal control uses radiators to reject internal heat and heaters to heat the spacecraft. Optimizing thermal design of spacecraft can serve improved on-orbit thermal control with respect to efficiency and costs. The present study proposes node-based radiator design optimization through integrated multi-objective analysis with thermal analysis; this optimization approach is referred to as integrated multi-objective optimization with thermal analysis for node-based spacecraft radiator design (IMOTA-NSRD). In particular, thermal analyses are conducted consecutively for hot and cold thermal environments; then, maximum on-orbit temperature and heater power consumption are obtained respectively. The objectives of this radiator design optimization were defined

with design factors concerned with a radiator size and heater power; the constraints were also considered due to thermal design requirements (i.e., the limits of allowable temperatures and heater power duty). The multi-objective optimization approach provides a Pareto optimal solution set, which contains multiple non-dominated optimal solutions. Thus, a final optimal solution for practical radiator design should be selected in this optimal solution set (i.e., trade-off search space) based on design priorities (i.e., design preferences).

**[P-26] Development of Integrated Multi-Objective Optimization with Thermal Analysis for Spacecraft Radiator Design**

Hui-Kyung Kim  
Korea Aerospace Research Institute

The aim of this study is to conduct the development and verification process of integrated multi-objective optimization with thermal analysis for node-based spacecraft radiator design (called IMOTA-NSRD). The framework of the integrated optimization analysis is to combine a optimization algorithm with a thermal analysis software; thus, this thermal analysis software is executed interactively by the optimization algorithm. The present study used the fast and elitist NSGA-II as the optimization algorithm, which is genetic algorithm-based multi-objective optimization evolutionary algorithm (MOEA); also, SINDA/FLUENT was used as the thermal analysis software. Additionally, the developed integrated optimization algorithm was successively verified by a suitably defined test problem.

**[P-27] 항공우주비행체 전장품 전자기 적합성시험 내성규격 (DO160E Section 20) 연구**

장재용, 김태윤, 장경덕, 조인경, 문귀원  
한국항공우주연구원

위성 및 항공기 등 항공우주비행체에 대한 전자기 적합성 검증 을 위한 다양한 시험규격이 존재하며 관련 연구가 진행되고 있 다. 그 중 RTCA 사가 개발한 DO-160 규격은 국제적으로 폭넓 게 사용되고 있는 규격임에도 불구하고 국내에 실제 적용된 사 례가 거의 없어서 시험구성 및 셋업, 방법, 소프트웨어의 개발과 데이터의 표현에 이르는 시험기술에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 DO-160 규격(E version) Section 20에서 정의하 고 있는 전도성 및 복사성 환경에서 라디오 주파수 내성시험에 대한 시험방법 연구 및 이를 구현하기 위한 소프트웨어 알고리 즘에 개발에 대해 기술하였다. 본 규격연구를 통해 항공우주비행 체에 대한 전자기환경 검증을 수행하여 개발되는 제품의 신뢰도 를 높이고 나아가 국내 본 시험규격의 대중화에 기여할 것으로 기대된다.

**[P-28] 위성발사 후 초기 궤도정보 불확실성에 대한 위성-지상 교신 특성 통계 분석**

정옥철, 임현정, 김화영, 안상일, 김은규, 김학정  
한국항공우주연구원

위성발사 이후 초기 궤도정보는 주로 발사체에서 제공되는 위성 분리벡터(Separation Vector)가 사용된다. 발사 전에 미리 제공된 예상 값은 발사 이후 관측 및 추정을 통한 실 제 값이 제공될 때까지 약 2-3시간 정도 위성 및 지상간의 교신에 직접 적용된다. 분리벡터 예상 값은 기준 값과 함께 오차특성이 제공되는데, 이는 최상의 시나리오에서는 기준 값에 매우 근접한 궤도에 위성이 투입되는 것을 의미하지만 오차 범위 내 최악의 시나리오에서는 실제 분리벡터가 기준 값에서 큰 오차를 가질 수 있음을 의미한다. 따라서 발사 이후 위성을 추적하여 교신을 성공적으로 수행해야 하는 지 상국에서는 발사 이전에 다양한 경우를 고려하여 위성과의 교신을 준비해야 한다. 본 논문에서는 다목적실용위성 3A호 의 발사체(드네프르)로부터 제시된 위성 분리벡터의 예상 값을 이용하여 모든 오차요소들을 고려한 Monte-Carlo 시뮬레이션을 수행하였다. 즉, 예상 값의 궤도요소 변화는 기 준 값으로부터 각각의 궤도요소별로 독립적인 분산을 갖는 무작위 변수로 가정하여, 표준편차에 따른 정규분포를 갖는 1,000개의 초기조건(분리벡터)를 생성하였다. 이렇게 생성 된 초기조건을 이용하여 하루 동안 궤도를 예측하여 위성 및 지상국간의 교신시간, 교신시작 지점, 시간에 따른 오차 분포 변화 등을 포함한 전반적인 교신 특성을 통계적으로 분석하였다. 또한, 지상 안테나의 특성(빔폭, 스캐닝 기능 등)을 고려한 초기 위성추적 전략 수립의 필요성도 살펴보 았다.

**[P-29] Study on the Conceptual Design of Calibration Data for Internal SAR Calibration**

Jae-Min Shin<sup>1,2</sup>, Sung-Woong Ra<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Korea Aerospace Research Institute  
<sup>2</sup>Chungnam National University

SAR products are generated through ground data processing, which is the function of SAR processor, with a series of radar echoes acquired by SAR system. The stability and accuracy required to SAR system must give impacts inevitably on SAR products. It is very important that the stability and accuracy have to be ensured. Main contents of SAR data and products are the normalized radar cross section and the phase of the individual pixels because both quantities can be determined by the stability and accuracy. One main task of Internal Calibration is to provide corrections for changes of overall transmit power and electronics gain. On the other hand, the case of External Calibration is to derive the calibration constant by measurements of targets with the exactly known backscattering coefficients. This is invariably necessary that it will not be possible to know all parameters with sufficient accuracy prior to the in-flight measurements. In spite of this considerations, in order to improve the stability and accuracy, variations and unexpected phenomena, on the hardware point of the view, can be eliminated or minimized through applications of Internal Calibration Measurement. Especially, the case of SAR system considering multi-polarization has to be considered these points because paths of RF signals related to many TR modules and switches are quite complicated for H and V polarizations. corrections on gains and loss terms can be accomplished through understandings of the characteristics for each path. Consequently, the measurement of Internal Calibration Data must be related to the design of signal paths and calibration parts. Therefore, the first step of the design for

measurements of Internal Calibration Data can be to settle the relationship of signal paths and calibration parts on a conceptual design.

### [P-30] SAR 위성 임무설계를 위한 인터페로메트리 요구사항 분석

이선호<sup>1</sup>, 김상완<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>세종대학교

SAR 인터페로메트리(Interferometry) 기법은 동일지역에서 서로 다른 시선각으로 획득된 두개의 SAR 영상으로부터 위상차를 계산하여 해당지역의 3차원 정보를 추출하는 SAR 영상 응용기술이다. SAR 탑재체를 장착한 위성 경우, 인터페로메트리 성능은 위성 궤도, SAR 탑재체의 반송주파수 및 대역폭, 위성 재방문주기, 위성 궤도간 기선거리, 위성 관측각, 영상의 해상도 등과 같은 위성 시스템의 특성 뿐만 아니라 관측지역의 지형적 및 지표적 특성에 의해서 결정된다. 본 연구는 SAR 위성의 영상활용에 요구되는 인터페로메트리 요구사항을 분석하고 시스템 요소(Element)로 요구사항을 할당하는 시스템레벨의 임무설계 내용을 제시한다. 이를 위해서 SAR 운용모드에 대해서 긴밀도(coherence), 위상 오차(phase error), 상대 고도오차 (relative height error) 분석을 통한 최적 기선거리(baseline)를 결정하고 위성 정밀 궤도 결정 및 유지 요구사항을 도출한다.

### [P-31] Dual-Frequency GPS receiver visibility and On-board navigator study for LEO satellite

Kiho Kwon, Youngjun Cho, Yunki Lee, Sangkon Lee

Korea Aerospace Research Institute

This paper provides a visibility performance study of Dual band GPS receiver for LEO satellite and a preliminary design result of Kalman filter based on-board navigator. The LEO satellites moves under high speed velocity and dynamic movement, it is important that GPS receiver ensure the GPS visibility which has more than 4 GPS satellite. For this analysis, it is necessary to design the orbit environment for LEO satellite which is installed GPS receiver and GPS antenna placemen. Under the revisit period, the GPS visibility is analyzed and it is caught the low visibility at some period. In this result, the GPS receiver for our LEO satellite application has the on-board navigation capability. In this reason, the on-board navigator based 2 body model and kalman filter is provided for next koreanized GPS receiver.

### [P-32] 저궤도 위성의 효율적 초기 점검 수행 방법

전문진, 이상록, 전현진, 김응현, 임성빈

한국항공우주연구원

저궤도 위성은 발사 후 초기 운영 단계를 거쳐 정상 임무 운영에 필요한 기능 및 성능을 점검한다. 초기 운영 단계는 본체 초기 점검, 탑재체 초기 점검, 시스템 궤도 시험, 검보정의 세부 단계로 구분되어 위성의 각 구성품의 동작을 단계적으로 검증한다. 제한된 교신 시간 내에 필요한 점검 절차를 수행하기 위해 효율적인 교신 패스 계획이 필수적이

다. 현재 연구의 대상인 저궤도 위성의 경우 첫 촬영 임무에 우선순위를 높게 두고 단기간의 효율적 초기 점검을 준비하고 있다. 초기 점검의 기간이 짧을수록 다음과 같은 장점을 갖는다. 첫째, 점검 기간이 짧을수록 첫 영상을 획득하는 시점을 앞당김으로써 위성 시스템의 전체적인 상태를 신속히 파악할 수 있다. 둘째, 초기 점검 기간은 많은 인적 자원이 투입되는 기간으로, 점검 기간을 단축할수록 초기 운영 인원의 초기 점검 투입 시간을 줄이고, 분석 업무에 좀 더 집중해 좀 더 높은 수준의 초기 분석이 가능하다. 셋째, 단축된 초기 점검 기간에 비례해 해외 지상국 활용 횟수가 감소하므로 해외 지상국 활용에 따른 비용을 절감할 수 있다. 연구 대상인 위성은 현재 운영 중인 기존 위성들의 초기 점검에 비해 절반 가까이 기간을 단축해 초기 점검을 수행하기 위해 다음과 같은 다양한 효율화 방안이 적용되었다. 첫째, 일부 점검 단계의 원격 명령 전송을 실시간 전송에서 절대 시간 명령 수행 방식으로 변경했다. 기존 초기 운영 경험에 비추어 안전한 운용이 확보된 것으로 판단되는 점검 절차는 교신 중이 아닌 구간에 절대 시간 명령 시퀀스를 이용해 자동으로 수행하고, 이후 교신 시간에 신속히 결과를 판단하는 방식이다. 둘째, 결과를 확인하기 위해 상당 시간의 대기가 필요한 절차의 또는 교신 지상국 종류에 따라 운영이 어려울 수 있는 절차 등은 전체 점검 절차에 영향을 주지 않는 범위 내에서 전/후 절차와 순서 변경을 통해 효율적으로 수행한다. 셋째, 명령 전송이 제한적일 수 있는 일부 교신 패스는 모니터링패스로 할당해 이전 또는 이후 패스의 본 절차의 시간 단축을 도모할 수 있다. 이외에도 다양한 효율화 기법이 적용되어, 초기 점검 기간 단축과 안정적 운영의 두 가지 목표를 달성하기 위해 준비 중이다.

### [P-33] 다목적실용위성의 MIMIC 개발 현황

허윤구, 류진영, 엄희정, 박주호, 김영운, 조승원, 채동철, 문귀원

한국항공우주연구원 우주시험실

다목적실용위성 개발 사업의 일환으로 위성 발사 전 지상에서의 위성체 시험과 위성 발사 후 위성 운영을 위해서 항상 MIMIC을 설계하고 구현하여 위성 임무별로 실제 사용 중이거나 사용할 계획에 있다. 여기서 MIMIC은 위성이나 시험 및 운영 장비로부터 수신한 원격 측정 데이터나 상태 정보들을 미리 정해진 규칙에 의해 선별한 후, 필요에 따라서 가공하고 요약하여, 신속하고 정확한 정보를 시각화된 그림이나 도표 등으로 화면상에 시연해주는 역할을 한다. 다목적실용위성의 초창기 MIMIC은 단순히 실시간으로만 정보들을 화면에 시연만 했다면 현재 설계 및 구현중인 다목적실용위성의 MIMIC은 보다 더 위성 시험 및 운영단계에서 유용하게 활용 가능하게 하기 위해서, 후처리 기능을 포함하여 여러 가지 사용자 편의 기능들을 가지고 MIMIC 화면을 자유롭게 편집 가능하게 하는 등의 많은 변화가 있었다. 이와 관련하여 현재까지 위성 임무별로 구현 완료되었거나 예정중인 MIMIC의 개발 현황에 대해서 간략하게 기술하고 한다.

### [P-34] 인공위성의 발사당일 텔레메트리 오류 대처 방식에 대한 연구

전현진, 임성빈, 전문진, 이상록

한국항공우주연구원

인공위성을 성공적으로 발사하기 위해서는 발사 직전까지 위성 상태를 알려주는 텔레메트리를 지속적으로 모니터링해야 한다. 만약, 발사 전에 텔레메트리에 오류가 발견된다면 이에 대한 적절한 대처를 수행해야 하고 오류가 복구되지 않으면 발사를 그대로 진행할지 말지를 결정해야 한다. 이러한 대처 방식이 사전에 미리 정의되지 않는다면 발사 당일 텔레메트리 오류에 대해 효과적으로 대처할 수 없을 것이다. 인공위성의 발사당일 텔레메트리 오류에 효과적으로 대처하기 위해서는 우선 주요 텔레메트리에 알람을 설정해야 한다. 일단 알람이 표시되면 바로 발사 취소해야 하는 텔레메트리를 인지 확인해야 하고, 만일 발사취소 텔레메트리가 아니면 미리 정의된 대처방안을 적절히 수행해야 한다. 미리 정의된 대처방안 중에 제일 먼저 수행해야 할 것은 텔레메트리 모니터링 채널을 리셋하는 것이다. 이는 모니터링 채널 오류로 인한 텔레메트리 알람 발생 가능성을 배제하기 위함이다. 리셋 후에도 계속 알람이 표시가 되면 다른 유사 텔레메트리의 값과 비교하고 준비된 복구 명령을 보내는 등의 절차를 수행해야 한다. 복구절차를 수행한 후에도 알람이 유지가 된다면 기술적으로 해당 오류가 얼마나 위성의 임무 및 수명에 영향을 주는지에 대한 판단이 필요하고, 더불어 위성발사의 특수성을 고려하여 사업적 판단 역시 고려되어야 한다. 이러한 판단기준을 바탕으로 위성발사의 Go/No-go 가 결정되어야 한다. 이렇게 인공위성 발사당일 텔레메트리 오류에 대한 대처방식에 대한 Flow가 명확히 정립이 되어야 성공적인 인공위성 발사를 보장할 수 있을 것이다.

**[P-35] Satellite Command Processing in the Service Oriented Software Architecture**

Seung-Eun Yang, Hyun-Kyu Shin, Jong-Wook Choi, Dongseok Chae

*Korea Aerospace Research Institute*

Command processing executes critical role for the satellite operation. Because every operation in the satellite is based on the command from ground. In conventional software architecture, a separate module is exist for the command processing. The command module engineer should have the knowledge of the command interfaces because every command is executed in that module. It also leads an interference between commands where there is no functional relevance. In service oriented software architecture, the command is executed in the appropriate service. Therefore, each command is executed more effectively and less coupling between each module. In this paper, the manner of satellite command processing in service oriented software architecture is described.

**[P-36] SpaceWire with RMAP for the High Speed Communication in Satellite**

Seung-Eun Yang, Jae-Seung Lee, Jong-Wook Choi, Dongseok Chae

*Korea Aerospace Research Institute*

In the satellite, high speed communication is required for data processing including command and telemetry. SpaceWire is widely used for on-board spacecraft communication because of its high performance and robustness. There is a number of communication protocols that can be applied to SpaceWire.

RMAP(Remote Memory Access Protocol) is one of the efficient and easy protocols. The protocol enables to read from and write to memory in a remote SpaceWire node through memory mapped area. Therefore, the transaction is simple and easily constructed. In this paper, RMAP is introduced with experimental result using GRSpW2 and SpW Brick. Through this paper, the way to construct of various command is revealed.

**[P-37] 위성 시뮬레이터를 활용한 발사체 Telemetry MUX 시스템 접속시험 설계 및 수행 결과에 관한 고찰**

이상록, 전현진, 전문진, 임성빈

*한국항공우주연구원*

저궤도 위성의 발사 이전과 이후 특정 시점까지 발사체에 탑재된 위성의 상태(State of Health)가 적합한 상태를 유지하고 있는지 모니터링하는 것은 성공적인 발사를 위해 필수적이다. 이러한 모니터링 기능 구현을 위해 위성은 주요 상태를 나타내는 Analog Telemetry 출력 기능을 갖추고 있으며, 발사체는 위성에서 출력한 신호를 받아 지상으로 전송하고 Display 해주는 발사체 Telemetry MUX 시스템을 갖추고 있다. 발사체 Telemetry MUX는 위성의 상태를 나타내는 Analog Telemetry 값(0~5V)을 위성으로부터 받고, 이를 Analog-to-Digital Converter(ADC)를 활용하여 양자화된 값으로 변환한 이후 지상으로 전송한다. 지상에서는 양자화된 값을 전달받아 Calibration Curve를 적용 함으로써 물리적인 의미를 가지는 값으로 변환한다. 이렇게 변환된 값은 Display Screen에 사전에 협의된 형태로 표현된다. 실제 위성발사와 발사체 간 접속 시험이전 발사체 Telemetry MUX 시스템의 기능이 정상적으로 구현되었음을 확인하는 것은 Launch Campaign 기간 단축을 위해 매우 중요하며, 이를 위해 위성 시뮬레이터를 활용한 접속 시험이 사전에 수행된다. 위성 시뮬레이터는 위성의 Analog Telemetry 출력(0V~5V) 기능을 모사하는 장치로서 휴대가 용이한 D/A Module과 D/A Module Controller로 구성된다. 위성 시뮬레이터를 활용한 시험은 발사체 Telemetry MUX 시스템의 정상적인 구현 및 동작을 확인을 위한 전기 Interface(Pin 배열) 확인, 다양한 위성 출력 전압 입력에 따른 반응 확인, 장시간 안정성 확인, Calibration Curve 적용 상태 확인, Display Format 및 Allowable Range 적용 상태 확인을 위한 내용을 포함하고 있어야 한다. 본 논문에서는 검증 필수 요소가 반영된 위성 시뮬레이터를 활용한 발사체 Telemetry MUX System 접속시험 설계에 대해 다룬다. 또한 이를 바탕으로 수행된 시험의 결과에 대해 고찰한다.

**[P-38] A Study on the Electrical Interface of Solar Array for Geostationary Earth Orbit Korea Multi-Purpose Satellite**

Sung-Sik Park, Na-Yeong Lee, Seong-Su Jang, Hye-Rin Han, Jae-Dong Choe

*Korea Aerospace Research Institute*

By developing a Geostationary Earth Orbit Korea Multi-Purpose Satellite to the 21st century, the satellite development practical use by domestic technology has become increasingly important. In this paper, the Electrical Interface of Solar Array is explained including major

issues arising in design and development of sSolar Array. By this paper, we would like to contribute even a little to the localization development of the satellite in the future.

### [P-39] 정지궤도위성의 추진시스템 전기접속 설계

이나영<sup>1</sup>, 박성식<sup>1</sup>, 채종원<sup>1</sup>, 원주호<sup>1</sup>, 정태진<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>한국과학기술원 인공위성센터

정지궤도위성의 궤도 진입과 궤도 유지 및 자세 제어를 위해 추진시스템이 설계된다. 궤도 진입 시 사용되는 액체열 지점엔진의 점화 코일 제어 인터페이스를 위해 전압 명령 펄스 레벨 선정과 제어 유닛 간의 접속 설계가 필요하다. 궤도유지 및 자세제어를 위한 자세제어추력기는 Latching 타입과 non-Latching 타입의 밸브 특성을 고려한 제어 인터페이스 설계가 필요하다. 추진계 연료 산화제 통로를 제어하는 파이프밸브 인터페이스는 보호커넥터를 설치하여 비행모델 위성의 발사 직전 보호 커넥터 제거 및 제어 유닛과 접속하도록 한다. 이를 위한 보호커넥터 설계 및 파이프밸브 제어 유닛의 전기 시험 방안을 도출해야 한다. 또한 추진시스템의 열제어를 위한 온도 모니터링 및 온도 제어 방식 설계가 필요하며, 정전기 전하 충전을 방지하기 위한 알루미늄 스트랩 접지의 전기 접속 규격 도출 및 규격 적합 시험 방안이 정립되어야 한다. 본 논문에서는 추진계 엔진 및 밸브 제어를 위해 검토된 전기인터페이스 설계 개념과 열 제어 설계 개념을 기술한다.

### [P-40] 정지궤도위성의 배터리 관리를 위한 위성 인터페이스 및 시험지원장비 설계

이나영<sup>1</sup>, 박성식<sup>1</sup>, 윤석택<sup>1</sup>, 정태진<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>한국과학기술원 인공위성센터

정지궤도위성의 배터리 충전과 방전 제어를 위해 배터리 온도, 전압, 전류 및 배터리 셀 간의 전압을 모니터링할 수 있어야 한다. 배터리 전류는 배터리 내부 저항에 걸리는 전압을 이용하여 모니터링 회로를 구성하며 디지털 신호를 아날로그 값으로 변환하는 변환 수식을 도출해야 한다. 배터리 전압은 위성 운용에 매우 중요한 모니터링 신호이다. 위성 컴퓨터와 배터리 관리 유닛에서 모두 이 신호를 직접 센싱해야 하며, 위성 시험 중에는 위성 시험 지원 장비에서 동시 모니터링이 필요할 수 있기 때문에 각 신호 간의 인터페이스 교란이 없도록 설계해야 한다. 배터리 내부에는 배터리 셀 차단 인터페이스가 설계되어 있다. 이는 배터리가 여러 개의 배터리 셀로 구성되기 때문에 필요한 것으로서 특정 셀이 비정상 전압을 가지는 경우 이 셀에 대한 충/방전 통로를 차단하는 기능을 한다. 이 차단 인터페이스 스위치를 제어할 수 있도록 스위치 구동 명령어와 차단 인터페이스 모니터링 접속 설계가 필요하다. 본 논문에서는 정지궤도 위성 배터리 관리를 위한 위성 내부 접속 설계 및 위성 시험 지원 장비 간의 설계 개념과 방안을 기술한다.

### [P-41] 국제우주정거장 우주실험용 세포배양기의 순환모듈 설계 및 유동 시뮬레이션

이종원, 김연규, 정재연, 이주희, 최익현

한국항공우주연구원

본 연구에서는 국제우주정거장(ISS)에서 근세포배양실험을 위한 세포배양기를 설계하고, 이를 기반으로 배양액 순환 모듈의 유동해석(Simulation)을 수행하였다. 설계된 세포배양기는 세포배양모듈, 배양액 공급모듈, 배양액 순환모듈로 구성된다. 이것은 세포배양을 위한 환경 조건을 조성하기 위해 세포배양모듈 내에 항온( $36\pm 1^\circ\text{C}$ ), 항습 (70%이상)을 유지하고, 세포배양모듈 내에는 세포가 배양되는 소형 챔버 8개씩 4모듈 총 32개 DCC(Disposable Culture Chamber)에 배양액을 공급한다. 배양액 순환모듈은 마이크로 펌프, 버블제거 필터, 분배기(1in-8out)로 구성되어 배양액 공급모듈로부터 배양액을 공급받아 분배기를 통해 8개로 나누어져 마이크로 펌프에 의해 DCC로 공급되는 방식이다. 이러한 배양액의 공급은 세포배양기에 있어 중요한 성능으로써, 각각의 DCC로 배양액공급량이 다를 경우 세포배양 조건이 달라져 세포 간 배양 결과 비교가 어렵기 때문에 일정한 속도(1ml/min)로 공급되어야 한다. 특히, 본 연구에서는 배양액 순환모듈의 분배기에서 일반적인 형태의 분배기와 수조형 형태의 분배기를 설계하여 유동시뮬레이션을 통해 출구면의 속도와 분배기 내의 압력분포, 유동궤적을 비교하였다. 이를 통해 일반적인 형태의 분배기에 비해 수조형 형태의 분배기가 본 장비에 적합함을 검증하였고, 이 연구결과를 향후 세포배양기 개발하는데 적용하고자 한다.

### [P-42] 저궤도 위성의 전력 모듈 오류 발생 영향을 최소화하기 위한 보호 회로 설계 방안 연구

윤석택, 양정환, 박희성, 박성우

한국항공우주연구원

저궤도 위성에서 오류 관리 설계는 빠른 오류 영향성 배제의 필요성, 직간접적인 오류 로그, 위성의 온도와 전력 유지 가능성, 복구를 위한 재시도의 가능성 및 시간이 존재에 따라 위성의 재설정, 유닛 배제 등의 오류 방지 설계를 진행하게 된다. 이중 위성의 전력 모듈의 오류는 위성의 수명에 직접적인 영향을 미치게 되므로, 대부분 빠른 오류 영향성 배제를 위한 위성 전체의 재설정을 동반하게 된다. 위성 전체의 재설정은 정상적인 위성 미션 운영으로의 복구를 위한 비용을 증가시키므로, 전력 모듈의 오류 발생 감지, 영향성 배제 및 복구 설계는 매우 중요하다. 본 논문에서는 이와 관련하여 전력 공급을 위한 변압기의 임피던스에 따른 오류 감지 방안 설계, 영향성 배제 및 복구 방안에 대한 분류 및 가이드라인을 제시 한다.

## ■ 우주응용

### [P-43] 정지궤도 복합위성의 대전 현상 감시를 위한 위성 대전 감시기의 개발

정승화<sup>1</sup>, 이준현<sup>1</sup>, 우주<sup>1</sup>, 신유철<sup>1</sup>, 서용명<sup>1</sup>, 윤태균<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 이은상<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 진경욱<sup>2</sup>, 장성수<sup>2</sup>, 양근호<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>한국항공우주연구원 정지궤도 복합위성 체계팀

정지궤도 복합위성(GEO-KOMPSAT-2A: GK2A)의 우주

기상 탐재체 중 하나인 위성 대전감시기(Charging Monitor: CM, )는 대전 입자에 의해 누적된 전하의 방전으로 생성되는 전류를 감시하는 역할을 한다. 현재 GK2A 탐재를 위해 개발 중인 CM은 Van Allen Probe 및 GNSS에서 사용된 대전 감시기와 유사한 구조를 가지고 있으며,  $-3 \text{ pA/cm}^2 \sim 3 \text{ pA/cm}^2$ 의 대전 전류 측정과  $0.01 \text{ pA/cm}^2$  이상의 측정 정확도를 목표로 하고 있다. 이를 위해 CM 내부의 aluminum cover 두께와 detecting plate 넓이에 대한 최적화 과정을 통해 구조 설계가 진행 중이다. 또한, 높은 정밀도를 갖는  $100 \text{ G}\Omega$  이상의 고저항과 연산증폭기를 이용하여 대전 입자에 의해 생성된 전류를 신호 처리가 용이한 전압 신호로 변환하기 위한 변환 회로를 개발 중이다. 본 논문에서는 현재 개발 중인 위성 대전 감시기의 개발 진행 상황과 테스트 모델에 대한 측정 결과를 소개한다.

**[P-44] 유럽 기상탐재체(FCI)의 최신 개발 동향**

명환춘, 정구표, 양근호, 최재동

한국항공우주연구원

미국의 ABI와 마찬가지로, 현재 유럽에서는 MSG에서 사용된 기존의 스핀 방식의 기상탐재체(SEVIRI)를 대체하는 3축 제어 위성용 기상탐재체(FCI)를 개발하고 있다. 단순히 관측 방식(스핀/정지)의 차이에서만 아니라, 기능과 성능적인 면에서도 이전의 탐재체 수준을 훨씬 넘어서 미국의 ABI 기상탐재체의 수준에 비견될 수 있도록 설계되고 있으며, 2019년 발사를 목표로 하고 있다. ABI 계열의 탐재체인 AHI가 2014년 10월에 이미 발사되어 현재 시험운영 중인 것과는 달리, FCI는 현재 부분품의 개발업체들을 선정하여 탐재체의 설계를 활발히 진행하고 있다. FCI 탐재체는 크게 TAS-F가 종합적인 체계와 전장장치 등의 개발을 담당하고, 독일의 KT(Kaser-Threde)가 광학 부분의 개발을 담당하는 이원체제로 구성되어 개발되고 있다. 또한, 세부적인 부분품의 경우에는 가시광선 영역의 검출기는 e2V가 개발하고 있으며, 적외선 검출기는 SOFRADIR이 개발에 참여하고 있다. 반사경과 냉각-광학부(cold-optics)는 THARES-SESO가 설계 및 제작중이고, 분광장치와 필터는 REOSC에 의하여 개발이 진행되고 있다. 본 논문에서는 이러한 부분품들로 구성될 예정인 FCI의 개발과 관련된 최신 정보들을 종합하여 현재 수준의 광학 설계 및 성능을 검토하고, 이와 함께, 탐재체 성능의 핵심을 담당하고 있는 가시광선/적외선 영역의 검출기 개발현황도 소개하고자 한다.

**[P-45] 우주정거장의 설치 현황 및 국제 우주정거장(ISS)의 구성**

윤용식, 민경주, 최익현

한국항공우주연구원

우주 정거장은 우주 공간에서 우주인이 거주하고 우주 관측 및 실험을 할 수 있도록 하는 지원 시설로 우주인이 우주에서 체류하고 우주 비행체와 도킹할 수 있도록 설계 및 제작된다. 사상 최초의 우주 정거장은 Salyut 1호로 1971년 소련으로 설계하고 발사에 성공하였다. 뒤이어 1973년 미국에서 Skylab, 1986년에 러시아에서 Mir호를 제작하여 우주에 설치 운영하였다. 1998년부터 세계 23개국에서 참여한 국제 우주정거장을 우주에 설치하기 시작하였고, 2011

년에는 중국에서 독자 우주 정거장인 Tiangong 발사에 성공한 바 있다. 현재 국제 우주 정거장은 우주 실험 수행, 심우주 및 소행성 관측 그리고 다양한 생산 공정 개발 등의 공장 역할도 수행하고 있다. 본 발표에서는 우주 정거장의 설치 현황을 정리하고, 국제우주정거장의 구성과 설치 현황 등에 대한 내용을 제시하고자 한다.

**■ 우주천문**

**[P-46] Development of EQM (Engineering Qualification Model) for ISSS (Instruments for the Study of Space Storms) payload to understand space storms**

Jongdae Sohn<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Junchan Lee<sup>1</sup>, Yongmyung Seo<sup>2</sup>, Gyeong-Bok Jo<sup>4</sup>, Gwoon Na<sup>3</sup>, Han-Ik Kim<sup>1</sup>, Suk-Bin Kang<sup>1</sup>, Seyoung Yoon<sup>2</sup>, Ju Woo<sup>2</sup>, Cheong Rim Choi<sup>1</sup>, Jongho Seon<sup>2</sup>, Yu Yi<sup>4</sup>, Goo-Hwan Shin<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Kyung Hee University

<sup>3</sup>Ewha Womans Univeristy

<sup>4</sup>Chungnam National University

<sup>5</sup>Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

The Instruments for the study of space storm (ISSS) onboard the next generation small satellite-1 (NEXTSat-1) is planned to be launched in May 2017 to understanding the capture and decline of solar energetic particles at the radiation belt and the ionospheric storm which occur when the solar activity is in declining phase rather than the solar maximum. The ISSS payload have two measurement groups; Space Radiation Detector (SRD) and Space Plasma Detector (SPD). The SRD consists of Medium Energy Particle Detector (MEPD) and High Energy Particle Detector (HEPD) to measure electrons and protons in parallel and perpendicular directions to the geomagnetic field in the sub-auroral region for the particle interactions with whistler mode waves and electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves. The SPD is composed of Langmuir Probe (LP), a Retarding Potential Analyzer (RPA), and an Ion Drift Meter (IDM) to observe plasma irregularities as well as correlations between the plasma irregularities and GPS scintillations in the low altitude ionosphere. The MEPD unit measures charged particles and neutral with energy of 20 keV - 400 keV. The HEPD unit measures electrons with energy of hundreds of 100 keV - 1 MeV and protons with energy above 10 MeV. The LP unit measure  $10^3/\text{cm}^3 - 5 \times 10^6/\text{cm}^3$  density and (500 K - 5000 K) temperature of ionospheric thermal electrons. The RPA unit measure  $10^3/\text{cm}^3 - 5 \times 10^6/\text{cm}^3$  density and (500 K - 5000 K) temperature of ionospheric thermal ions. The IDM unit measures cross track: 0 - 2 km/s, ram direction: 0 - 2 km/s drift velocities of ionospheric thermal ions. In this time, we summarize development status of Engineering Qualification Model (EQM) for ISSS payload to understand and measure space storms in low altitude polar orbit.

**[P-47] STT-8300M CCD의 성능분석과 특징**송성현<sup>1,2</sup>, 김용기<sup>1</sup>, 윤요나<sup>1,2</sup><sup>1</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>충북대학교 천문대

현대에 천문학에서 이루어지는 측광관측은 CCD카메라를 이용하여 이루어지고 있으며, 다른 전자장비와 마찬가지로 CCD카메라의 특징과 성능이 시간에 따라 달라지는데, 이는 긴 시간에 걸쳐 부품들의 특징 변화에 기인한 것으로 성능이 항상 일정하게 유지 되지는 않는다. 또한 CCD카메라의 기기성능이 제작회사에서 측정되어 나온 값들과는 차이가 있으며, CCD는 자체 특징에 기인한 잡음과 환경에 의한 잡음 때문에 관측영상에 영향을 미친다. 따라서 충북대학교 천문대에서 구입한 STT-8300M CCD카메라를 사전 시운전하여 CCD카메라의 특징과 성능분석을 진행하였다. 영점 영상으로 판단한 CCD카메라의 영점잡음은 중앙값 1075ADU로 일반적으로 안정적인값을 유지하였으며 암흑 영상으로 본 CCD카메라의 암 잡음값은 0°C에선 약 8ADU, -30°C에선 1ADU도 안되어 암 잡음의 영향은 무시할 수 있을 정도로 작음을 알 수 있었다. 또한 바닥크기영상을 이용한 선형성 측정에서는 20000ADU ~ 25000ADU까지의 값들에서 가장 좋은 선형성을 가졌으며 비선형성 0.07%가 나왔다.

**[P-48] GK-2A 우주기상 모의자료 생성 소프트웨어 개발**윤아미<sup>1</sup>, 황은미<sup>1</sup>, 박재우<sup>1</sup>, 이재진<sup>2</sup><sup>1</sup>(주)위스페이스, <sup>2</sup>한국천문연구원

2016년 발사 예정인 정지궤도복합위성 2A(GK-2A)의 우주기상탐재체(KSEM)는 정지궤도상의 우주기상 서비스를 위한 우리나라 최초의 시도 이다. 우주기상 자료처리 알고리즘 개발을 위해서는 우주기상탐재체의 자료가 필요하다. 위성이 발사되기 전 개발되어야 하는 자료처리 알고리즘의 특성상 타위성의 기존 자료를 이용하여 테스트 및 검증하는 것이 보통이다. 하지만 기존 자료가 KSEM의 관측 형식과 일치하지 않아, KSEM의 형식과 맞는 모의자료를 생성하는 소프트웨어를 개발하였다. 따라서 이 소프트웨어는 보다 정확한 알고리즘을 개발할 수 있도록 하는데 의의가 있다. 모의자료 생성을 위해서 GK-2A의 KSEM 정보와 타 위성자료를 활용하여 KSEM에 탑재된 입자검출기, 자력계, 대전감시기 총 세 개 센서의 자료를 분석하고 정의하였다. 본 소프트웨어는 우주기상의 영향뿐만 아니라 탐재체에서 발생할 수 있는 잡음을 포함하는 알고리즘이 포함되어있고, 잡음의 강도를 조절할 수 있게 설정하였다. 실제 KSEM 자료가 실시간 전송되는 것을 생각하여 일정한 시간간격으로 자료를 생성하고 스트리밍 형식으로 자동저장 하는 것을 기본으로 설정하였고, 정지 기능을 추가 하였다. 또한 세 개의 센서가 동시에 저장되는 것이 기본이나, 센서 선택기능을 추가하여 원하는 센서를 따로 선택 저장이 가능하게 하였다.

**태양 및 우주환경****[P-49] Data processing algorithms for space weather instruments on GK-2A**Jaejin Lee<sup>1,2</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>1</sup>, Cheol-Oh Jeong<sup>3</sup>, Hyesook Lee<sup>4</sup><sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,<sup>2</sup>University of Science and Technology<sup>3</sup>Electronics and Telecommunications Research Institute<sup>4</sup>Korea Meteorological Administration

KMA (Korean Meteorological Administration) will launch a meteorological satellite with space weather instruments, KSEM (Korea Space Environment Monitor) in 2017. The KSEM consists of three instruments that are Particle Detector (PD), Magnetometer (MG), and Spacecraft Charging Monitor (SC). These instruments will be operated 24 hours on the geosynchronous orbit to protect national space assets from severe space environments. In order to provide useful data to the space weather forecasters and scientists, the KSEM data will be processed in the GK-2A ground station. To convert level-2 data from level-1 KSEM data, five algorithms are under development by KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute). From these algorithms, global electron flux is generated from in-situ measurement data on GEO orbit to display three-dimensional magnetospheric conditions. In addition, one-day preceding electron flux and the degree of spacecraft internal charging are calculated on GEO satellite orbits. For the purpose of space weather forecast, Kp and Dst index are derived from KSEM and solar wind data. In this presentation, we describe the requirements and configuration of the algorithms.

**[P-50] Comparison of the RBSP real time data with VERB code**Jongkil Lee<sup>1,2</sup>, Jaejin Lee<sup>1,2</sup>, Kyungchan Kim<sup>1</sup><sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea<sup>2</sup>University of Science and Technology, Korea

The Space Weather Research Center in KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute) has monitored the radiation belt storms with Van Allen Probes real time data that show promptly the variation of high energy particle flux in magnetosphere. In addition, we have used the Versatile ElectronRadiation Belt(VERB) code to predict energetic particle flux. The VERB code was developed on the basis of Combined Release and Radiation Effects Satellite(CRRES) data and solve the Fokker-Planck equation as input parameters of the solar wind conditions, Kp index, and GOES electron data. While the VERB code generates particle distribution for the different L-values, it is required to compare the model output with measurements. In this presentation, we show the comparison of these two data, RBSP data and VERB output and calculate the Root Mean Square Error (RMSE) for the electron flux of 1,033 keV. This study would contribute to improve the radiation belt model. For this RMSE result, model calibration is more facilitates. Also last study of finding event can make data correlation of Kp index or Dst index for next study of space weather prediction.

**[P-51] Prediction model of the geosynchronous electron fluxes based on a neural network scheme**

Dae-Kyu Shin<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>1</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>2</sup>,

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

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

The orbit in the range 2 to 7 Re (earth radii), which include the geosynchronous orbit, is known to be filled with particles of various energies. High flux levels of energetic electrons can cause irreparable damage to the instruments and equipment on satellites. Significant problems in satellite systems due to flux enhancement has promoted development of electron flux prediction model. In this study, we adopted a neural network technique to prediction the electron flux in a geosynchronous orbit. Solar wind data and geomagnetic indices are used for input parameter of neural network. As a result, we present combinations of solar wind and geomagnetic indices that show highest prediction efficiency. Our prediction model can predict the typical substorm-associated energetic (~40-400 keV) and relativistic-energy (> 0.8 MeV, > 2 MeV) electron fluxes up to 24 hours ahead with a reasonably good prediction efficiency.

**[P-52] Periodicity in the occurrence of equatorial plasma bubbles**

J.-M. Choi<sup>1,2</sup>, H. Kil<sup>3</sup>, Y.-S. Kwak<sup>2</sup>, W. K. Lee<sup>2</sup>, Y. H. Kim<sup>1</sup>, P. A. Roddy<sup>4</sup>, O. de La Beaujardiere<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Chung-nam National University, Daejeon, South Korea

<sup>2</sup>Advanced Astronomy and of Space Science Division, Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>Space Department, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory Laurel, Maryland, USA

<sup>4</sup>Space Vehicles Directorate, Air Force Research Laboratory, Hanscom AFB, Massachusetts, USA

We investigate the seeding mechanism of equatorial plasma by examining their occurrence characteristics in satellite observations. For this purpose, we analyze the measurements of the plasma density in 2008-2012 by the Planar Langmuir Probe instrument onboard the Communication/Navigation Outage Forecasting System satellite. The satellite data were segmented in the region where series of bubbles occur, and periodograms for the data segments in the longitude range of about 30 degree were obtained. Our preliminary results obtained from the observations in 2008 show that the dominant period in the occurrence of bubbles is about 5 degree (500~600km) in longitude. Periodic bubbles predominantly occur in the Atlantic-African sectors. By extending the analysis to the observations in 2009-2012, we investigate the variation of the periodicity with longitude, season, and solar cycle. The periodicity in the occurrence of bubbles and its association with gravity waves are discussed.

**[P-53] Statistical characteristics of nighttime mid-latitude F-region field-aligned irregularities observed by Daejeon VHF coherent scattering radar in South Korea**

Tae-yong Yang<sup>1,2</sup>, Young-Sil Kwak<sup>1,2</sup>, Hyosub Kil<sup>3</sup>, Young-Sook Lee<sup>1</sup>, Wookyoung Lee<sup>1</sup>, and Jaejin Lee<sup>1,2</sup>

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

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

<sup>3</sup>The Johns Hopkins University Applied Physic Laboratory

We report statistical characteristics of mid-latitude nighttime F-region field-aligned irregularities (FAIs) based on more than three-year observations by Daejeon VHF coherent backscatter radar. This radar has built at Daejeon (36.18°N, 127.14°E, dip lat. 26.7°N) in 2009 with 40.8 MHz operating frequency for continuous monitoring of the behavior of electron density irregularities in the middle latitude. By using long-term observations from January 2010 to December 2013, we obtained the annual, diurnal and seasonal characteristics of a variety of a percentage occurrence, signal-to-noise ratio, and Doppler velocities from the nighttime F-region irregularities over Korea peninsular. From almost four-year observations, the F-region nighttime irregularities occurred most frequently during post-sunset period. These nighttime irregularities usually appeared with occupying different height levels according to local time. This height variation of F-region FAIs was correlated with hmf2 of ionosonde in Icheon, South Korea. The irregularities were least active near the winter solstice and most active near summer solstice. From the annual occurrence variations, F-region nighttime irregularities seem to have tendency with solar activity.

**태양계 및 우주탐사**

**[P-54] 충돌구 벽면 입자류에 대한 광물 분석 및 물/수산기와의 관계 추정**

조은진, 홍익선, 이유

충남대학교 우주지질학과

대기가 거의 없는 달 표면의 표토는 태양풍, 우주선, 극심한 온도 변화 등의 풍화작용으로 광물구조가 파괴되어 그 성질을 잃게 된다. 이와 같이 풍화작용을 받은 표토는 결정 구조를 갖추고 있지 않을 뿐만 아니라 두터운 층을 형성하고 있기 때문에 적외선 분광을 통한 성분 분석에 어려움이 있다. 그래서 달 표면의 성분을 효과적으로 분석하기 위해서는 최근에 출토되어 풍화가 상대적으로 덜 된 충돌구나 표토가 덮여있지 않은 노두 등을 분석해야 한다. 이 실험에서는 몇 개의 충돌구 벽면에서 흘러내리는 입자류(granular flow)에 초점을 맞춰 분광 관측 자료를 분석 한다. 입자류는 충돌구의 안쪽 벽면에서 종종 관측되며, 작은 입자들로 이루어져 있기 때문에 물이 흐른 흔적과 유사하게 나타난다. 이러한 입자류는 표토 상층부 바로 아래에 위치하고 있다가 어떠한 요인에 의해 흘러내린 것으로 풍화가 덜 되어 광물의 특징이 잘 나타나므로 효과적인 분석이 가능하다. Moon Mineral Mapper(M3)의 초분광(hyperspectral)관측 자료를 이용하면 달의 대표 광물인 감람석, 사방휘석, 단사휘석, FeO를 함유하고 있는 사장석에 대한 분석이 가능하다. 이 실험에서 (Feldspathic Highlands Terrane)FHT, (South Pole-Aitken Terrane)SPAT, (Procellarum KREEP Terrane)PKT에 위치하는 각각의 충돌구 벽면에

흘러내리는 입자류 관측 자료를 분석하여 광물의 차이와, 입자류의 색깔과 수산기 또는 물과의 연관성을 살펴본다.

### [P-55] NANOSWARM: A CUBESAT DISCOVERY MISSION for Lunar Exploration

Ho Jin<sup>1</sup>, Ian Garrick-Bethell<sup>1,2</sup>, Khan-Huk Kim<sup>1</sup>, Young Jun Choi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University

<sup>2</sup>University of California, Santa Cruz

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

The NanoSWARM mission concept uses a fleet of cubesats around the Moon to address a number of open problems in planetary science: 1) The mechanisms of space weathering, 2) The origins of planetary magnetism, 3) The origins, distributions, and migration processes of surface water on airless bodies, and 4) The physics of small scale magnetospheres. NanoSWARM cubesats will make the first near surface (<500 m altitude) measurements of solar wind flux and magnetic fields at swirls. NanoSWARM cubesats will also perform low-altitude neutron measurements to provide key constraints on the distribution of polar hydrogen concentrations, which are important volatile sinks in the lunar water cycle. To release its cubesats, NanoSWARM uses a high-heritage mother ship in a low altitude, polar, circular orbit. The technologies and methods used by NanoSWARM will enable many new cubesat missions in the next decade, and expand the cubesat paradigm into deep space. Cubesats contributed by KASI and Kyung Hee University has a compact measurement payload to study of lunar magnetic anomaly. NanoSWARM had been proposed as a NASA Discovery mission in Feb. 2015.

### [P-56] 아폴로 유인 달탐사 지역의 자기장 조사

이효정<sup>1</sup>, 이정규<sup>1</sup>, 백석민<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>, 김관혁<sup>1</sup>, D. Hemingway<sup>2</sup>, I. Garrick-Bethell<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>경희대학교, <sup>2</sup>University of California, Santa Cruz

아폴로 달 탐사로 달 표면의 암석시료를 얻었고 이를 통해서 달 표면에 자기장이 존재함을 다시 한 번 확인하였다. 아폴로 유인 탐사선은 비교적 지형이 편평한 지역에 착륙하였으며, 그 근처 일대에서 표토의 시료를 수집하여 귀환하였다. 달탐사 궤도선의 자기장 관측을 통해 달의 바다와 같이 편평한 지역은 매우 약한 자기장(<1 nT)이 분포하는 것으로 알려졌다. 그러나 동일한 형태의 지역에서 수집된 샘플에서는 예상보다 강하게 자화된 것이 확인되었다. Apollo 11호에서 수집한 암석에서는 12 uT의 자화도가 확인된 것이 그 한 예이다. 이에 본 연구에서는 유인탐사에서 얻은 시료에서 수집된 자화 정도와 그 지역의 자기장 분포를 조사하였으며, 그 상관관계 및 새로운 자기이상지역의 존재성에 대해 소개한다.

### [P-57] Preparation of a Virtually 3D Immersive Environment for Validation of Korean Lunar Mission's Scenario

Hoonhee Lee

Korea Aerospace Research Institute

KPLO(Korea Lunar Pathfinder Orbiter) is the first lunar program in Korea. It is expected to have several opportunities to acquire new lunar data from orbital observations. As one of prior preparations for the KPLO project, KARI has been developing a virtual environment called Lunar Virtual Environment Facility. It provide artificial environment of lunar surface and space environment based on real data from other spacecrafts. It is capable of performing and supporting functions required for verification of image processing on the ground system as well as validation of operational procedures. It consists of 4 major parts, System simulator, Virtual Ground System, Image Processing and Virtual Visualizer. This paper describes an introduction of the current facility and its conceptual design. Furthermore, functional interactions between subsystems in the facility are presented.

### [P-58] 저궤도위성 전력공급 및 모니터링 지상지원장비의 표준화 및 모듈화 방안 고찰

김영운, 박주호, 채동철, 문귀원

한국항공우주연구원

한국항공우주연구원에서 개발하고 있는 저궤도 위성의 부분체 시험이 아닌 시스템시험을 위한 전기지상지원장비는 크게 지상에서 위성의 전력공급 및 관련 모니터링을 하는 장비와 통신관련 장비 등으로 구분할 수 있다. 위성의 전력공급 및 관련 모니터링을 위한 장비는 전력공급 등의 기능이 외에도 많은 기능을 탑재하고 있다. 이는 다양한 신호가 동일한 공간에 배치됨에 따라 고장의 경우, 해당 부분의 독립적인 분리가 어렵고 신속한 문제해결이 어려웠다. 더불어 위성의 전기적접속이 바뀌는 경우, 신속한 변경이 어려웠다. 이를 해결하기 위하여, 새로 개발하는 전기지상지원장비는 모듈화, 표준화 개념을 도입하여 언급된 문제를 해결하고자 한다. 이에 이번 고찰에서는 전력공급 및 관련 모니터링 장비의 표준화 및 모듈화의 강점과 이를 위한 초기 설계를 수행하였다.

### [P-59] New ISES Website and Forecast Discussion Tools

Sunhak Hong, Ki-Chang Yoon, Whan-Sang Lee, Sung-Won Park

Korean Space Weather Center, National Radio Research Agency, Korea

To improve outreach to worldwide users of space weather information and to enhance communication among all International Space Environment Service (ISES) members, the ISES website has been renewed by the Korean Space Weather Center(KSWC). It has been open to the public since August 1, 2013 ([www.spaceweather.org](http://www.spaceweather.org)) with a new design and new content. The most notable change is that discussions pages have been added, which enable information sharing among ISES members. In this menu, the "Latest Forecasts" page provides a forecast portal of space weather by adopting new technology which directly brings each RWC's forecast to the ISES site. The "Space Weather Discussions" page provides a Social Network Service (SNS) based upon a bulletin board to discuss specific topics for space weather among ISES members. The "Enlil Discussions" page gives results from the Enlil model and analyses of the results by USA(SWPC),

Australia(IPS), UK(Met Office) and Korea(KSWC). It is expected that this new ISES website will be helpful to share information and to inform the public of space weather.

■ 기타

**[P-60] 조직등가비례계수기의 세슘-137 감마 선원을 이용한 선형에너지 교정**

김성환<sup>1</sup>, 남옥원<sup>2</sup>, 이재진<sup>2</sup>, 표정현<sup>2</sup>, 문봉곤<sup>2</sup>, 박원기<sup>2</sup>

<sup>1</sup>청주대학교, <sup>2</sup>한국천문연구원

조직등가비례계수기(tissue equivalent proportional counter; TEPC)는 인체 등가물질로 구성된 검출기 내부에 흡수되는 방사선의 에너지를 측정하여 인체에서의 등가선량을 모사할 수 있는 기체충진형 방사선 검출기로서 우주 공간이나 중성자 필드 등 입자방사선에 대한 마이크로도시메트리(microdosimetry)에 사용되고 있다. 본 연구에서는 프로판 가스를 충전한 구형 조직등가비례계수기를 개발하고, 개발된 검출기에 대하여 선형에너지 교정을 실시하였다. 상용 조직등가비례계수기는 많은 경우 알파 선원을 검출기 내부에 내장하여 선형에너지를 교정하며, 실제 선량 측정시에는 내장선원을 배제된 상태에서 사용하여야 한다. 내부 선원 교정법은 실제 사용시 선원을 제거하여야 하는 번거로움과 검출기를 사용하는 동안 내부 기체압력의 변화 등 검출기의 상태가 변하는 경우 새로 교정을 할 수 없는 문제가 있다. 특히 고선량율에서는 검출기의 크기가 줄어야 하므로 선원을 내장한 내부선원 교정을 실시할 수 없는 문제가 있다. 본 연구에서는 세슘 137의 662 keV 감마선을 이용한 선형에너지 교정을 평가하여 조직등가비례계수기 교정법으로서의 가능성을 확인하였다.

**[P-61] 우주발사체 발사관제설비의 다중화 및 신뢰도**

문경록, 안재철, 정일형, 홍일희, 김대래

한국항공우주연구원

발사관제설비는 우주발사체의 발사 운용에 사용되는 지상 제어시스템으로 그 구성품들은 임무에 따라 발사장의 주요 시설에 분산 배치된다. 발사 운용은 발사장으로부터 원거리에 위치한 발사관제소(Launch Control Center, LCC)에서 수행되므로 제어시스템은 예상되는 모든 위험 요소를 제거하고 정확한 원격 제어 기능을 발휘하기 위한 고 신뢰도 및 안정성 확보가 필수적이다. 러시아나 미국 등 우주발사체 개발 선진국들은 발사관제설비의 제어시스템을 다중화 하여 시스템의 신뢰도를 높여왔다. 나로우주센터에 구축 운용된 발사관제설비도 위 선진사례를 도입하여 다중화 시스템으로 구성하였다. 물론 시스템 다중화는 고 신뢰도가 요구되는 우리나라 산업전반에 이미 사용되어져 왔다. 그러나 삼중화 방식은 원자력 발전소와 같은 극히 일부분에 적용되었으며 이중화 방식이 적용된 경우가 대부분이다. 삼중화 이상의 다중화 시스템의 개발 및 운용을 위해서는 그 구조와 동작 개념의 이해가 필요하다. 본 발표에서는 기존 발사관제설비 다중화 시스템 및 신뢰도의 개념을 소개하고 한국형발사체 발사관제설비의 개발 방향을 제시하고자 한다.

**[P-62] 한국형발사체 추진제 충전 해석 (I)**

강선일<sup>1</sup>, 오화영<sup>1</sup>, 정은상<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>현대중공업 중앙기술원

한국형발사체는 산화제로 액체산소(Liquid Oxygen)와 연료로 등유(Kerosene)를 추진제로 사용하는 액체로켓 엔진 추진방식의 발사체이다. 발사대시스템(Launch Complex)은 발사체의 충전 요구조건에 맞게 발사체로 추진제를 충전하여야 한다. 한국형발사체는 안정적인 정밀한 추진제 충전을 위해 유량 및 온도가 다른 충전 조건으로 추진제를 충전할 것을 요구하고 있다. 이를 위해 발사대시스템에서는 유량 및 온도 조절이 가능한 충전 시스템을 설계하고 있다. 본 연구에서는 발사체 요구조건에 맞는 충전 시스템의 설계를 상용 1차원 열-유동해석 프로그램인 Flowmaster를 활용하여 검증하였다. 연구 결과 각기 다른 구경의 유량조절밸브의 조합과 잉여 추진제를 탱크로 보내주는 순환라인의 유량 조절을 통하여, 발사체에서 요구하고 있는 복잡한 충전 모드 요구조건에 맞는 추진제 충전이 가능함을 확인하였다. 아울러 각 충전 모드별로 필요한 유량 조절밸브의 개도와 순환라인 유량 값을 추정할 수 있었다. 향후 연구에서는 본 연구에서 도출한 유량 조절밸브의 개도와 순환라인 유량 값을 정밀하게 조정하고, 최종적으로 모사 발사체를 이용한 충전 시험을 통해 확정할 것이다.

**[P-63] 무선 통신 서비스 간 동일 대역에서의 양립성 연구 분석**

조인경, 김태운, 장재용, 장경덕, 문귀원

한국항공우주연구원

세계적으로 무선 통신 기술의 발달과 더불어 다양한 무선 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 신규 서비스 제공을 위한 주파수의 수요 또한 증가되고 있다. 따라서 한정된 주파수의 효율적 이용 및 신규 주파수 확보를 위해 무선서비스들 간의 할당이 크게 요구되고 있다. 본 논문에서는 이슈화 되고 있는 대역인 2.4 GHz 대역에서 WiBro 서비스와 WiFi 서비스가 공존할 때 서비스간의 간섭영향을 분석하였다. 가상 시나리오는 현실적으로 일어날 수 있는 강의실이나 회의실, 커피숍 등에서의 상황을 고려하여 구상하였으며, 간섭분석방법으로는 최소결합손실(MCL)을 이용하였다. MCL 방식이란 한 사업자에 속한 사용자 신호가 인접 사업자 신호에 미칠 수 있는 간섭이 가장 클 때 즉, 결합 손실(coupling loss)이 가장 적을 때를 고려하여 이러한 최악의 가정 하에서도 시스템이 안정적으로 동작할 수 있도록 이격하는 방식이다. 본 분석에 중요한 요소인 경로 손실을 계산하기 위해 적용된 모델은 자유공간(Free space) 손실 모델을 적용하였으며, 그 외 간섭원의 송신파워, 안테나 이득, 희생원의 수신감도 등을 이용하여 분석하였다. 향후 분석방법으로는 WLAN을 희생원으로서 고려하여 분석할 예정이며, 본 연구를 통해 얻어진 경로손실 및 보호거리의 여타 무선 시스템간의 간섭 분석에 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

**[P-64] PVRC 방법을 이용한 액체로켓엔진 터보펌프 플랜지 체결부의 건전성 예측**

윤석환, 전성민, 최창호

한국항공우주연구원

액체로켓엔진의 핵심 구성요소로서 연료와 산화제를 가압하여 연소실로 공급하는 터보펌프는 두 매질을 동시에 취급하므로 예기치 않은 누설 및 두 매질의 혼합은 폭발 및 사고로 이어질 수 있기 때문에 플랜지 체결부에서의 기밀은 완벽한 성능이 요구된다. 전통적인 플랜지 체결부의 기밀 및 구조적 안전성을 검증하는 방법으로서 ASME 등 여러 곳에서 사용되고 있는 가스켓 팩터를 이용하는 방법이 있으나 이는 간단하여 적용이 쉬운 반면 누설 예측 보다는 플랜지의 체결 및 운전 중 상태에서 실의 적절한 압축 하중을 보장하는 개념으로 보는 것이 타당하다. 효과적인 누설 예측을 위하여 그 후로 많은 노력이 있어왔고 이후 PVRC (Pressure Vessel Research Council)에서 새로운 복수의 가스켓 파라미터를 사용하는 PVRC 방법을 개발하여 근래 들어 효과적인 누설 예측 방안으로 대두되고 있다. 본 연구에서는 터보펌프 플랜지 체결부에 PVRC 방법을 사용하여 건전성을 판단하고 이를 유한요소 접촉해석결과와 비교하여 각각의 장단점을 분석하였다.



**Vol.24 No.1**

**The Proceedings of  
The Korean Space Science Society  
2015 Spring Meeting**

**Editor in Chief**

Yu Yi (Chungnam National University)

**Manuscript Editor**

Suk-Gyeong Kim (KSSS)

April 29–30, 2015



## 차 례

CANYVAL-X: 2U 위성(튐)의 비행 소프트웨어 설계 .....	68
--	----

## CANYVAL-X: 2U 위성(톰)의 비행 소프트웨어 설계

<sup>1</sup>송영범, <sup>2</sup>권상훈, <sup>2</sup>이동신, <sup>2</sup>조원혁, <sup>2</sup>서중원, <sup>3</sup>여승원, <sup>3</sup>박정현, <sup>4</sup>한상혁, 박상영†<sup>1</sup> 박재필 <sup>1</sup>  
<sup>1</sup>연세대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>연세대학교 컴퓨터과학과, <sup>3</sup>연세대학교 기계공학과, <sup>4</sup>한국항공우주연구원

### CANYVAL-X: Flight Software Design of 2U Satellite(Tom)

<sup>1</sup>Young-Bum Song, <sup>2</sup>Sang hoon Kwon, <sup>2</sup>Dongshin Lee, <sup>2</sup>Wonhyuk Cho, <sup>2</sup>Jungwon Seo

<sup>3</sup>Seung-won Yeo, <sup>3</sup>Junghyun Park, <sup>4</sup>Sanghyuck Han, <sup>1</sup>Sang-Young Park†

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

<sup>2</sup>Department of Computer Science, Yonsei University, Seoul, Korea

<sup>3</sup>Department of Mechanical Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea

<sup>4</sup>Korea Aerospace Research Institute, Daejeon, Korea

E-mail: spark624@yonsei.ac.kr

### 요약

본 논문은 CANYVAL-X 우주임무를 구성하는 두 대의 큐브위성 중 2U 큐브위성의 비행 소프트웨어 설계에 대하여 다룬다. CANYVAL-X는 두 대의 큐브 위성을 운용하여 가상 우주망원경의 핵심 기술인 비전 정렬 시스템을 시연/검증하는 임무이다. 대부분의 위성은 지상국과 지속적으로 통신을 할 수 없기 때문에, 위성 자체적으로 정상상태로 유지하며 상황에 따라 필요한 작업을 자율적으로 판단하는 비행 소프트웨어가 필요하다. CANYVAL-X 2U 큐브위성의 비행 소프트웨어는 임무의 흐름에 따라 4개의 단계와 그에 따른 23개의 작업을 수행하는 모드로 구성된다. 각각의 모드 내부와 모드 간 흐름을 설계한 뒤 이를 토대로 소프트웨어를 제작하였고 위성의 탑재 컴퓨터인 나노마인드(Nanomind A712D)에 적용하여 비행 소프트웨어의 안정성을 검증하였다.

### Abstract

This paper describes the design and development of flight software (FSW) for 2U cubesat in CANYVAL-X mission. CANYVAL-X operates two cubesats in formation to demonstrate vision alignment system (VAS), which is a core technology to realize virtual telescope in space. Since the miscommunication between satellite and ground station is frequent which in mission, FSW automatically maintains the satellite's normal states and decides appropriate action by its condition. The designed FSW of CANYVAL-X 2U cubesat consist of 4 phases and 23 modes, which are classified by mission stage and operation tasks, respectively. It is demonstrated that FSW is appropriate for the CANYVAL-X mission by confirming the mode status, which is verified on the flight model of onboard computer, Nanomind A712D.

Keywords: CANYVAL-X Cubesats, Flight Software, Operation Scenario Design, Vision Alignment System

### 1. 서론

CANYVAL-X (CubeSat Astronomy by NASA and Yonsei using Virtual Telescope ALignment-eXperimet) 임무는 두 대의 큐브위성을 이용하여 분리형 우주망원경 (Virtual Telescope)의 핵심기술인 비전 정렬 시스템(Vision Alignment System)을 우주 공간상에서 실험하는 것이다. 분리형 우주망원경은 두 대의 위성으로 구현되며 한 대는 렌즈를 탑재하고 다른 한 대는 검출기를 탑재하여 초점거리가 긴 하나의 망원경처럼 동작하는 것을 말한다. 이를 위해서는 두 대의 위성이 일정 시간동안 관성 정렬(inertial alignment)을 이루어야 한다. CANYVAL-X에서는 이러한 분리형 우주망원경에 필요한 기술인 비전 정렬 시스템을 검증하기 위하여 두 대의 큐브 위성을 운용한다. 한 대의 위성에는 상대 자세, 거리를 측정하기 위한 LED가 탑재되며 다른 한 대에는 상대 위성을 촬영하기 위한 카메라와 궤도, 자세 제어를 수행하기 위한 추력기와 휠이 탑재된다. 비전 정렬 시스템은 카메라를 이용하여 상대방 위성의 표면에 부착된 LED의 이미지를 촬영해 상대거리와 상대 자세를 동시에 계산한다. 이를 위해 카메라와 추력기, 휠이 탑재되는 2U (10cm x 10cm x 20cm) 크기의 위성을 톰(Tom)이라 하며 LED가 부착된 1U (10cm x 10cm x 10cm) 크기의 위성을 제리(Jerry)라 한다.

본 논문은 비전 정렬 시스템을 구현하는데 있어 카메라, 추력기, 휠이 탑재되는 톰 위성의 비행 소프트웨어를 설계한다. 2장에서는 비행 소프트웨어의 필요성과 역할에 대하여 설명한다. 3장에서는 비행 소프트웨어를 구성하는 4개의 단계 설계에 대하여 다룬다. 4장에서 4개의 단계를 수행해야 하는 작업에 따라 21개의 모드로 나누어 진행한 설계에 대하여 설명한다. 마지막으로 5장에서는 비행 소프트웨어 실험 내용과 그 결과에 대하여 설명한다.

### 2. 운용설계의 주요 기준

위성은 지상과 지속적으로 통신을 수행할 수 없어 자체적으로 운용 및 정상 상태 유지가 가능해야 한다. 따라서 위성의 비행 소프트웨어는 위성을 정상상태로 유지하여야 하고 일정을 관리하여 일정에 해당하는 작업을 수행할 수 있어야 한다. 또한 비행 소프트웨어는 지상으로부터의 명령을 수신하여 명령에 해당하는 작업을 우선적으로 수행해야 한다.

따라서 비행 소프트웨어는 위성을 정상상태로 유지하기 위하여 위성의 상태 정보를 수집하는 작업을 주기적으로 수행하고 위성의 상태에 이상이 발생하면 위성을 다시 정상 상태로 유지하기 위하여 수행해야 하는 작업을 자동적으로 수행한다. 동시에 해당하는 일정을 확인하여 일정에 해당하는 작업을 수행하고 지상으로부터의 명령이 있는지 확인하는 작업을 수행한다.

### 3. 톱 위성의 비행 소프트웨어의 단계 설계

#### 3.1 단계의 정의

톱 위성의 비행 소프트웨어를 설계하기 위하여 아래와 같이 4개의 단계로 나누어 설계를 진행하였다.

- 결합 단계(Coupled Phase)
- 접근 단계(Approaching Phase)
- 운용 단계(Operating Phase)
- 임무 단계(Mission Phase)



그림 1. 톱 위성의 비행 소프트웨어의 단계 흐름

결합 단계는 두 위성이 P-POD에서 사출된 후 분리되기 전까지의 단계로 P-POD에서 사출된 뒤 위성의 탑재 컴퓨터에 전력이 공급되어 비행 소프트웨어가 실행되고 결합 단계로 진입한다. 이 단계에서는 위성 내부 통신에 필요한 초기화를 수행한 뒤, 안테나 및 태양 전지

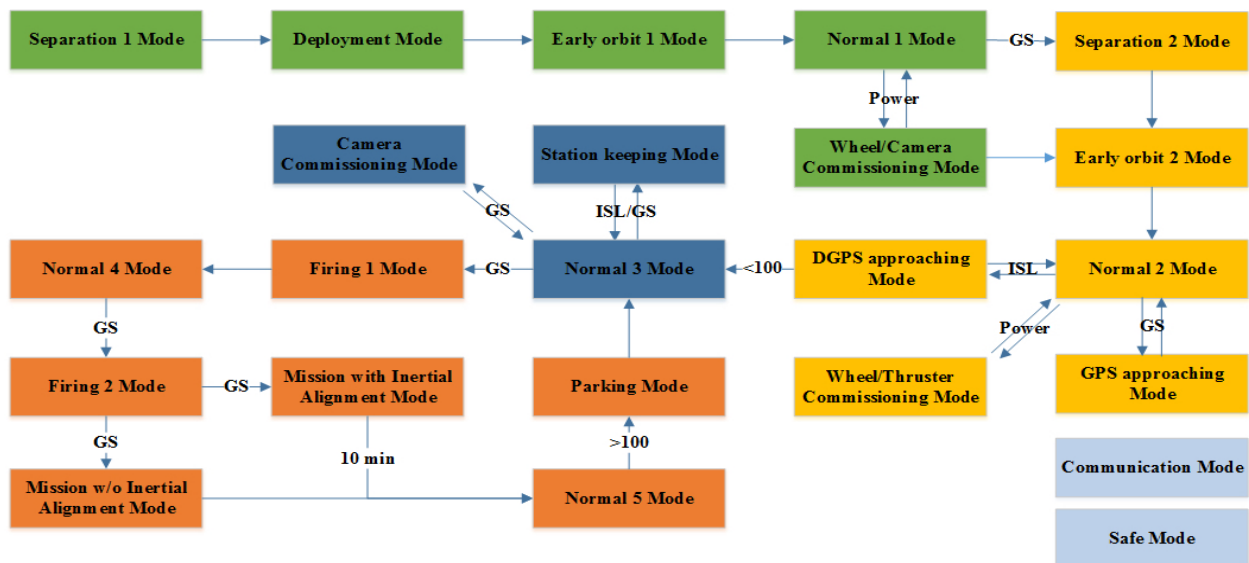


그림 2. 비행 소프트웨어의 모드 흐름

판을 전개한다. 전력이 따라 탑재체인 휠과 카메라를 시운전하고 지상으로부터 제리 위성을 분리하라는 명령에 따라 접근 단계로 진입한다.

접근 단계는 제리 위성을 분리하는 작업과 주차 궤도(제리에 대한 100m X 200m 상대 궤도)까지 천이하는 작업을 수행하는 단계이다. 이 단계에서는 제리 위성을 분리하고 추력기와 휠을 시운전 한 뒤 지상이나 제리 위성으로부터 GPS 정보를 받아 주차 궤도로의 천이를 수행한다. 주차 궤도로의 천이가 완료되었다고 판단하면 톱 위성은 운영 단계로 진입한다.

운영 단계는 주차 궤도에 진입하는 순간부터 임무 준비를 시작하기 전까지의 단계로 임무 일정을 관리하고 주차 궤도 유지를 수행한다. 주차 궤도 유지는 제리 위성의 GPS 정보를 수신하여 수행하고 임무 단계로의 진입은 지상으로부터 수신한 일정에 따라 수행된다.

임무 단계는 임무를 준비하는 작업부터 임무를 수행한 뒤 주차 궤도로 돌아오기까지의 단계이다. 임무 단계에서는 임무에 필요한 탑재

체를 준비하고 임무 궤도(제리 위성에 대한 10m X 11m 상대 궤도)로의 천이를 수행하며 관성 정렬을 수행하고 제리 위성의 LED 사진을 촬영한다. 관성 정렬 수행 여부는 지상으로부터의 명령에 따라 결정된다. 임무를 수행한 뒤 주차 궤도로 재진입하면 비행 소프트웨어는 다시 운영 단계로 진입한다.

**4. 톱 위성의 비행 소프트웨어의 모드 설계**

톱 위성이 수행해야 하는 작업에 따라 4개의 단계로 구성된 비행 소프트웨어를 21개의 모드로 나누고 2개의 상시 동작 모드를 설계하였다.

**4.1 전개 모드(Deployment Mode)**

전개 모드는 태양 전지판과 안테나 전개를 수행하는 모드이다. P-POD에서 사출되고 30분 뒤 전개를 수행해야 하므로 탑재 컴퓨터에 전원이 들어오고 30분 뒤에 안테나와 태양 전지판이 연결되어있는 FPP(Flight Preparation Panel)에 전원을 공급하라는 명령을 전력 관리 모듈에 전송하여 전개를 수행한다.

**4.2 초기 궤도 1 모드(Early Orbit 1 Mode)**

전개가 완료되면 초기 궤도 1 모드로 진입하여 각속도 감소제어와 모스 신호 송신을 시작한다. 위성의 간단한 상태 정보를 담은 모스 신호를 주기적으로 송신하는 작업을 시작하고 각속도가 안정 범위 이내가 될 때까지 각속도 감소제어를 수행한다. 각속도가 안정 범위 이내라면 각속도 감소제어를 종료하고 평상시 1 모드로 진입한다.

**4.3 평상시 1~5 모드(Normal Mode)**

평상시 모드는 단계에 따라 1~5까지 존재한다. 1~5의 내부 흐름은 모두 동일하나 관리하는 일정이 다르기 때문에 구분을 하였다. 각각의 평상시 모드에서는 표1에 해당하는 일정을 관리한다. 일정에는 지상으로부터 수신한 일정과 전력 상황에 의한 일정, 위성 간 통신에 의한 일정이 있다. 평상시 1~3 모드에서는 위성이 지구의 그림자에 들어와 있지 않다면 태양 지향을 수행한다. 평상시 4, 5 모드는 임무 단계에서 수행되는 모드이기 때문에 태양 지향을 위한 제어를 수행하지 않는다.

모드	일정	출처
평상시1	휠 시운전	지상국
	카메라 시운전	지상국
	분리	지상국
평상시2	휠 시운전	전력
	추력기 시운전	전력
	카메라 시운전	지상국
평상시3	궤도 유지	위성간 통신
	점화1	지상국
	카메라 시운전	지상국
평상시4	점화2	지상국
	임무	지상국
평상시5	주차	상대거리

표 11 평상시 모드에 따른 일정과 출처

**4.4 휠 시운전 모드(Wheel Commissioning Mode)**

휠 시운전 일정에 해당하게 되면 비행 소프트웨어는 휠 시운전 모드로 진입한다. 휠 시운전 모드에서는 전력 모듈에 전력을 공급하도록 명령을 한 뒤 3개의 휠을 x축, y축, z축 순으로 시운전을 수행하고 각속도를 측정후 관성 모멘트를 얻는다.

**4.5 카메라 시운전 모드(Camera Commissioning Mode)**

일정에 따라 카메라 시운전 모드로 돌입하면 지구 중심을 휠을 이용하여 지향한 뒤 지구의 사진을 촬영한다. 만일 휠 시운전 결과 휠이 정상적으로 작동하지 않는다면 자기장 토커를 이용하여 지구 중심 지향을 수행한다.

**4.6 추력기 시운전 모드(Thruster Commissioning Mode)**

일정에 따라 추력기 시운전 모드로 돌입하면 전력 모듈에 추력기로 전력을 공급하도록 명령을 한 뒤 추력기를 준비한다. 추력기 준비가 완료되면 1, 2, 3, 4번 추력기 순으로 시운전을 수행하고 그 결과로 각속도를 측정한다.

4.7 분리 2 모드(Separation 2 Mode)

두 위성이 분리를 수행할 수 있다고 판단하면 지상에서 위성을 분리하라는 명령을 수신하여 분리를 수행한다. 분리 2 모드에서는 전력 모듈로 분리 스위치에 전력을 공급하여 분리 스프링을 이용하여 제리 위성과의 분리를 수행한다. 제리 위성과 접촉하고 있던 면에 탑재된 FSS(Fine SunSensor)를 이용하여 분리 성공여부를 확인한다.

4.8 초기 궤도 2 모드(Early Orbit 2 Mode)

분리를 수행한 뒤 초기 궤도 2 모드로 진입하여 각속도 감소제어와 GPS 초기화를 수행한다. 우선 각속도를 확인하여 각속도가 1 deg/s 이상이면 각속도 감소 제어를 수행한 뒤 제리위성과 동일한 면에 탑재되어 있는 GPS 안테나를 사용하기 위하여 GPS 초기화를 수행한다.

4.9 DGPS/GPS 접근 모드(DGPS/GPS Approaching Mode), 궤도 유지 모드(Station Keeping Mode), 주차 모드(parking mode)

4개의 모드는 모두 제리 위성에 대한 100m X 200m 상대 궤도로 천이를 수행하는 모드이다. 각 모드 직전/직후의 모드와 제리의 GPS 정보의 출처에 따라 구분을 하여 설계하였다. 진입과 진출 모드와 GPS 정보의 출처는 아래의 표2와 같다. 4개의 모드는 천이에 사용하는 휠과 추력기를 준비시킨 뒤 천이에 필요한 알고리즘을 동작시켜 천이를 수행한다. 추력기의 안정성을 위하여 제어를 수행하는 시간은 10분으로 제한하였다.

모드	직전모드	직후모드	GPS정보의 출처
GPS 접근	정상시2	정상시2,3	지상국
DGPS 접근	정상시2	정상시2,3	위성 간 통신
궤도 유지	정상시3	정상시3	지상국, 위성 간 통신
주차	정상시5	정상시3	전파기

표 12 진입, 진출 모드 및 GPS 정보의 출처

4.10 점화 1~2 모드(Firing Mode)

점화 모드는 지상으로부터 수신한 일정에 따라 돌입하며 임무를 위해 제리 위성에 대하여 10 X 11m 상대 궤도로 천이를 수행하는 모드이다. 점화 모드에서는 휠과 추력기를 준비한 뒤 천이 알고리즘을 동작시켜 추력의 크기와 방향을 계산하여 휠과 추력기에 명령을 주어 제어를 수행한다.

점화 모드로 진입/진출하는 모드가 다르기 때문에 1과 2로 구분하여 설계를 진행하였다.

4.11 관성 정렬 임무 모드(Mission With Inertial Alignment Mode)

관성 정렬 임무 모드는 CANYVAL-X의 임무를 수행하는 모드로 일정에 따라 진입하면 휠, 추력기, 카메라에 전력을 공급하고 사용 준비를 한다. 휠을 이용하여 태양 지향을 한 뒤 카메라로 제리의 LED를 촬영하여 이를 토대로 상대 위치, 자세를 계산하여 10분간 관성 정렬을 유지한다. 관성 정렬을 시작한지 10분이 초과하거나 전력이 35% 미만이 되면 관성 정렬을 종료하고 휠, 추력기, 카메라 순으로 탑재체를 종료한 뒤 정상시 5 모드로 진입한다.

4.12 관성 정렬 임무 실험 모드(Mission Without Inertial Alignment Mode)

비 관성 정렬 임무 모드는 관성 정렬을 수행하며 임무를 수행하기 전에 비전 정렬 시스템이 정상적으로 동작하는지 확인하기 위하여 수행하는 모드이다. 지상으로부터의 일정에 따라 진입하며 카메라와 휠을 준비한 뒤 휠로 태양 지향을 수행하고 카메라로 제리를 촬영한다. 관성 정렬을 위한 궤도 제어를 수행하지 않기 때문에 추력기는 준비하지 않는다.

4.13 통신 모드(Communication Mode)

통신 모드는 지상국과 통신을 수행하는 모드로 상시 동작하는 모드이다. 지속적으로 지상으로부터 수신한 명령이 있는지 확인하며 지상으로부터 수신한 통신 일정을 확인하여 통신 일정 90분 전에 안테나의 지향성을 확보하기 위하여 자기장 토커를 활용하여 지구 중심 지향을 수행한다. 수신한 명령이 없고 통신 시작 시간으로부터 2분이 경과한다면 수신이 원활하게 이루어지지 않는다고 판단하고 지상으로 자신의 상태 정보와 임무 결과를 송신한다. 송신 종료 명령이 없고 통신 시작 시간으로부터 15분이 경과한다면 통신 가능 범위를 벗어났다고 판단하여 송신을 종료하고 지구 중심 지향을 중지한다.

4.14 안전 모드(Safe Mode)

안전 모드는 위성의 상태에 이상이 발생한 경우 위성이 정상적으로 운용될 수 있도록 이상을 바로잡는 모드이다. 통신 모드와 동일하게 상시 동작하는 모드이며 위성의 각속도 확인, 전력확인, 제리 위성에 대한 상대거리 확인을 수행한다. 다른 모드에 비해 높은 우선순위를 가지며 이를 이용하여 이상이 발생하면 진행 중인 모드를 중지하고 위성을 정상 상태로 유지하는 작업을 우선적으로 수행한다. 각

속도가 안정범위 이상이면 전력소모가 장치를 중지하고 전력이 90% 이상이 될 때까지 충전을 한 뒤 GPS를 재시작하고 이전 모드를 재시작한다. 가속도가 안정범위 이상이면 가속도 감소제어를 수행하고 가속도가 안정범위 미만이 되면 이전 모드를 재시작한다. 위성 간 상대 거리가 안정 범위 미만이면 주차 궤도로의 천이를 수행한 뒤 이전 모드를 재시작한다.

**5. 비행 소프트웨어 시험**

설계한 모드를 토대로 각 모드의 소프트웨어를 제작하였다. 실제 센서의 값을 수신할 수 없기 때문에 센서의 값을 읽어오는 함수를 임의의 값을 출력하도록 제작한 뒤 모드 사이의 흐름을 확인하였다. 가속도가 5 deg/s 이상이면 안전 모드가 실행되고 분리 일정, 임무 일정 등 일정에 해당하는 모드로 진입하여 작업을 수행하는 것을 확인하였다. 수행되지 않는 모드가 없고 동시에 두 개 이상의 모드가 실행되지 않으며 임무를 수행하고 위성을 정상상태로 유지하기 위해 필요한 작업을 수행하는 것을 토대로 설계가 정상적으로 수행된 것을 확인하였다.

**6. 결론**

본 논문에서는 관성 정렬 기술을 시연하는 임무를 수행하는 CANYVAL-X의 톱 위성의 비행 소프트웨어에 대한 설계를 진행하였다. 위성의 물리적인 상황과 제리 위성과의 거리에 따라 4개의 단계로 나누어 설계를 진행하였으며 각 단계에서 수행해야 하는 작업에 따라 4개의 단계를 21개의 모드와 2개의 상시 동작 모드로 나누어 설계를 진행하였다. 모드에서 주어진 작업을 수행하기 위하여 필요한 흐름에 따라 소프트웨어를 작성하였으며 위성의 탑재 컴퓨터에 소프트웨어를 탑재하여 비행 소프트웨어의 흐름이 정상적으로 동작하는 것을 확인하였다.

**감사의 글** : 본 연구는 한국연구재단을 통해 미래창조과학부의 우주핵심기술 개발사업으로부터 지원받아 수행되었습니다 (2013M1A3A3A02042448).

본 연구는 미래창조과학부의 재원으로 한국항공우주연구원이 수행하는 초소형위성 경연대회 및 개발사업(과제번호:2013M1A3A4A01032337)에 의해 지원되었음.

**참고문헌**

박재필, 박상영, 김성우, 김재혁, 이광원 등. 비전정렬 임무를 위한 큐브위성의 임무 설계, 춘계 우주과학회 구두발표, (2014)  
 윤세영, 김용호, 윤지원, 선종호, 진호, 이동훈, TRIO-CINEMA의 초기운용 시나리오, 한국항공우주학회 학술대회 2014년 4월, p1053-1058  
 박재필, 박상영, 김성우, 이광원, 오형직 등. 비전정렬 기술의 시연을 위한 큐브 위성의 시스템 설계, 추계 우주과학회 구두발표, (2014)  
 송영범, 박재필, 이승희, 권상훈, 이동신, 박상영. CANYVAL-X 임무를 위한 1U 위성의 운용 시나리오 설계, 추계 우주과학회 구두발표, (2014)  
 Jens Eickhoff, Onboard Computers, Onboard Software and Satellite Operations, 2011  
 Jacob D. Griesbach, Jason J. Westphal, Christopher W. T. Roscoe, Joseph A. Smugeresky, Dean R. Hawes, John P. Carrico, Jr. Proximity Operations Nano-Satellite Flight Demonstration (PONSFD) Rendezvous Proximity Operations Design and Trade Study Results, Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, Maui, HI, September 10-13, 2013

## 학회 및 관련기관 소식

한국우주과학회 .....	74
경북대학교 천문대기과학과 .....	75
경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과 .....	75
극지연구소 우주환경연구그룹 .....	80
서울대학교 물리.천문학부 천문학 전공 .....	81
세종대학교 천문우주학과 .....	89
연세대학교 천문우주학과 .....	92
충남대학교 천문우주과학과 .....	96
충북대학교 천문대 .....	98
충북대학교 천문우주학과 .....	99
한국천문연구원 .....	101

**한국우주과학회**

**1. 학회지 발간**

2014년 학술지 발간 실적은 31권1호 12편, 2호 9편, 3호 10편, 4호 9편으로 총 40편의 논문이 발행되었으며, 과총의 국제학술지 지원금을 받아 발행되었다. 학회에서는 지속적인 학술지국제화를 위한 노력을 하고 있으며 2015년도에도 SCIE등재를 목표로 하고 있다.

**2. 학술대회 개최**

2014년도 봄 학술대회는 2014년 4월 24일(목)~25(금)까지 롯데부여리조트에서 개최하였다. 등록인원은 248명이며 논문발표는 초청강연 2편, 구두발표 94편, 포스터발표 99편 총 195편을 발표하였다. 가을학술대회는 10월 29일(수)~31일(금)까지 제주 사인빌리조트에서 개최하였다. 등록인원은 283명이며 논문발표는 초청강연 3편, 구두 130편, 포스터발표 145편 총 278편을 발표하였다. 특히 이번 가을학술대회는 창립 30주년 기념 학술대회로 우주전파센터 국제컨퍼런스와 공동으로 진행하였다.

**3. 회의 개최**

**-이사회**

2014년도 이사회 1차 회의는 대전시(2013.02.06.), 2차 회의는 롯데부여리조트(2014.04.24.), 3차 회의는 대전시(2014.09.30.) 4차 회의는 제주 사인빌리조트(2014.10.29.)에서 개최 하였다. 1차 회의에서는 평의원 인준, 포상위원회 구성 승인, 학술대회준비위원회 구성 승인, 편집위원회 구성 승인, 학회발전기획위원회 설치 승인, 학회활동 역량강화 위원회 설치 승인, 편집위원회 운영 규정 승인, 사무국 규정 변경 승인 등이 결의되었다. 2차 회의에서는 신입회원 승인, 기관회의 인준, 학술대회 학생 등록비 지원 승인, 2014년 학회 30주년 기념 가을 학술대회 개최 장소 결정 등이 결의 되었다. 3차 회의에서는 한국우주과학회 정관 개정, 편집국 규정 제정, 사무국 규정 개정, 태양우주환경 분과회칙 제정 등이 결의 되었다. 4차 회의에서는 2014년 결산안 승인, 2015년 예산안 승인, 신입회원 인준, 학술대회 학생 등록비 지원 승인, 2015년 봄 학술대회 개최 결정, 한국우주과학회 정관 개정 승인, 임원선출 규정 개정 승인, 한국우주과학회 시행세칙 폐지 승인, 학회 운영에 대한 규정 제정 승인 등이 결의 되었다.

**-정기총회**

제32차 정기총회가 2014년 10월 30일(목) 17:40에 제주 사인빌리조트에서 개최되었다. 보고사항으로는 사업보고, 학술대회준비위원회보고, 학술보고, 포상위원회보고, 감사보고가 있었으며 안건으로는 2014년 결산 심의, 2015년도 예산 심의, 한국우주과학회 정관 개정 심의, 임원 선출 규정 개정 심의, 학회 운영에 대한 규정 제정 심의, 사단법인 한국우주과학회 시행세칙 폐지 승인이 결의되었다.

**4. 2014년 수상**

- 한국우주과학회 Best Data Visualization Award  
2014년 봄, 송영주 회원(항우연)  
2014년 가을, 김정희 회원(경북대)

**- 한국우주과학회 학술상**

2014년 학술상 대상 이유 회원(충남대)

- 한국과학기술단체총연합회 제24회 과학기술우수논문상  
박상영 회원(연세대)

**5. 위원회**

**-편집위원회**

Journal of Astronomy and Space Sciences(JASS) 편집위원회는 편집위원장으로 이유(충남대), 부편집위원장으로 이은상(경희대), 위원으로는 김방엽 (항우연), 김상혁(천문연), 나자경(천문연), 박찬덕(연세대), 이대희(천문연), 이병선(ETRI), 이수창(충남대), 이재진(천문연), 이주희(항우연), 이지윤(과기원), 임홍서(천문연), 지건화(극지연), 최영준(천문연), 최인호(연세대), Chung Yue Hui(CNU), Xinlin Li (University of Colorado, Boulder USA), Tapas Kumar Das (Harish-Chandra Research Institute, Calcutta India), Edward F. Guinan (Villanova University, Pennsylvania USA), Boonrucksar Soonthornthum (Chiang Mai University, Chiang Mai Thailand), Paul A. Evenson (University of Delaware, Newark USA), David Ruffolo (Mahidol University, Bangkok Thailand), Jeongwoo Lee (New Jersey Institute of Technology, Newark USA), Eunhwa Kim (Princeton Plasma Physics Laboratory, Princeton USA)으로 구성되었다.

**-포상위원회**

포상위원회는 위원장으로 한원용(천문연), 위원으로는 문홍규(천문연), 윤태석(경북대), 이유(충남대), 진호(경희대)회원으로 구성되었다.

**-학술대회준비위원회**

학술대회준비위원회는 위원장으로 이대영(충북대), 위원으로 김방엽(항우연), 이재우(천문연), 이주희(항우연), 최영준(천문연) 구성되었다.

**6. 회원 현황**

2014년 신입회원 인준 현황은 정회원 71명이 승인되었다. 제32차 정기총회에서 승인된 정관 제6조에 따라 회원의 종류를 정리 하였다. 2014년 12월 31일 현재 회원 수는 1259명(최근 3년간 회비납부 및 활동 실적이 있는 회원 647명, 3년 이상 비활동 및 해외체류회원 599명, 명예회원 13명)이며 기관회원 수는 4곳이다.

## 7. 학회 사무국

대표메일: [ksss@ksss.or.kr](mailto:ksss@ksss.or.kr)

홈페이지: <http://ksss.or.kr>

대전사무국 : 대전시 유성구 대덕대로 776 한국천문연구원 내

Tel: 042-865-3391, Fax: 042-865-3392/ 사무과장 고미희

### ■ 경북대학교 천문대기과학과

#### 1. 인적사항

본 학과의 천문학 전공 교수는 박명구, 윤태석, 장현영, 황재찬 등 네 명이다. 동교 사범대학 지구과학교육과의 심현진 교수도 대학원생 논문지도를 맡고 있다.

본 학과 학부과정은 2015년 3월부터 천문대기과학과, 지질학과, 해양학과가 합쳐서 지구시스템과학부로 개편되었다. 학부과정에서 본 학과는 지구시스템학부 소속 천문대기과학전공이 되었으며 대학원과정은 기존대로 천문대기과학과의 천문학전공이다. 2015년 3월에는 88명의 신입생이 수시 및 정시모집으로 지구시스템과학부에 입학하였으며 이 학생들은 2학년으로 올라가며 전공을 선택하게 된다. 대학원에는 2015년 3월 2명의 석사과정 학생과 3명의 박사과정 학생이 입학하여 현재 14명의 석사과정 학생과 5명의 박사과정 학생이 재학 중이다. 조동환 박사가 박사 후 연수과정으로 있다. 2015년 2월에 김기범이 'A Study of Stellar Interior Structure with Asteroseismology'의 제목으로, 김정희 선생님이 'Space Environment at 1AD from the Sun: A Possibility of Modulation by Inner Planets'의 제목으로, 박진태가 'The Variation of the Optical Color Gradients in Early Type Galaxies'의 제목으로, 방태양이 'Classification of Morphology of Interacting Galaxy Systems'의 제목으로, 그리고 현화수가 'SDSS DR7 LRG를 이용한 우주거대구조의 균일성 연구'의 제목으로 석사 학위를 받았다.

#### 2. 연구 및 학술활동

박명구 교수는 한두환 회원과는 블랙홀 등에 의한 부착흐름에 대해 계속 연구하고 있으며, 천문연구원의 이병철, 한인우, 김강민 박사와는 보현산 BOES를 활용하여 외계행성을 찾거나 별의 진동에 대해 연구하고 있으며, 류윤희 박사, 장현영교수와는 미시중력렌즈 연구, 이윤희, 안홍배 교수(부산대)와는 막대은하에 대한 연구, 권순자 선생님은 우리 은하 내 외톨이 블랙홀에 의한 부착 연구, 방태양, 박창범 교수와는 은하에 대한 연구, 변우원과는 초거대질량 블랙홀의 성장, 김동현과는 중력렌즈 연구를 수행하고 있다. 윤태석 교수는 대학원 지도학생들과 다양한 연구를 수행하고 있다. 오형일과는 FU Ori 형 별에 대한, 최정용과는 태양계 소행성에 대한, 최범규 및 정소유와는 외계행성에 대한 관측 연구를 진행 중이다. 이 연구들은 타 기관 연구원들과 함께 공동으로 추진하고 있다. 또한, 이상각(국립고흥청소년우주체험

센터), 성현일(천문연구원), 박수중(경희대), 이정은(경희대), 배경민(경희대), 박선경(경희대), 백기선(경희대), 박원기(천문연구원), 조동환(경북대), 강원석(국립고흥청소년우주체험센터), 박근홍(서울대) 등과 FU Ori 형 별에 대한 광학 및 근적외선 관측 연구를, 이형목(서울대), 박근홍(서울대), 이상각(국립고흥청소년우주체험센터) 교수와는 IGRINS 근적외선 분광기를 이용한 외계행성 대기 특성 탐구 연구를 수행하고 있다. 그리고, 국제공동연구과제인 한-일 외계행성 탐색 관측 연구(Korean-Japanese Planet Search Program)에 일본 측 팀(오미야 박사, 이주미우라 박사, 사토 박사 등), 천문연구원 측 팀(한인우, 김강민, 이병철 박사 등)과 함께 참여하고 있다. 장현영 교수는 태양 흑점의 위도별 공간 분포에 대한 연구를 수행하여 태양 자기장 생성에 관한 관측적 연구를 계속 수행하고 있다. 최철성 박사(천문연구원)와 Zhibin Zhang(중국, Guizhou 대학) 교수와는 확장된 방사를 갖는 감마선 폭발체에 대한 연구를 한중 공동 연구의 형태로 진행하고 있다. 김정희 선생님은 태양계 행성과 태양풍과의 상호작용을 연구하고 있으며, 김기범과는 태양 내부 구조를 이해하기 위해 태양 진동 현상과 관련된 계산을 진행하고 있다. 황재찬 교수는 우주구조의 비선형진화, 엑시온 암흑물질의 비선형진화, 그리고 다양한 형식의 암흑에너지가 우주거대구조형성에 미치는 영향을 연구하고 있다. 현대우주론의 한계와 우주생물학의 여러 가능성에 대해서도 관심을 가지고 있다.

2014년 3월 이후 학과 세미나에 연사로 오신 분은 한원용 박사(한국천문연구원), 이정원 박사(한국천문연구원), 지건화 박사(극지연구소), 엄정휘 박사(중국 북경대, Kavli 연구소), 김한식 박사(호주 멜버른대학교), 조정연 교수(충남대학교), 이충환 박사(동아시아연구소), 황호성 박사(고등과학원) 등이다.

본 학과는 시민과 학생들을 위해 학기마다 4차례 일반인을 위한 공개관측과 공개강연을 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 2015년이 30주년이 되는 경희대학교 우주과학과는 현재 응용과학대학에 소속되어 있고 학사과정과 함께 대학원에 석사, 박사, 석박사 통합과정을 두고 있다. 2009년 WCU(세계수준의 연구중심대학) 사업의 일환으로 대학원에 신설

된 우주탐사학과는 석사, 박사, 석박사 통합과정을 두고 있다. 경희대학교 우주과학과와 우주탐사학과에는 2014년 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 연구교수로서 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 천문현상에 매료될 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 46명의 신입생을 맞이했으며 약 184명이 재학 중에 있다. 대학원 우주탐사학과에는 석사과정에 12명, 박사과정에 35명, 석박사 통합과정에 36명의 학생(총 83명)이 재학 또는 수료 상태로 있다. 양과 대학원에서 2014년 8월 이후 학위를 받은 학생은 다음과 같다.

\* 석사 졸업 - 9명

- 강선미 (15년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 이정은) -  
논문제목: Outflow properties of DIGIT embedded sources
- 김가혜 (15년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 김성수) -  
논문제목: 빅 히스토리를 통한 도서, 다큐멘터리 및 대학 교양 강좌의 콘텐츠 분석
- 김정하 (15년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 이정은) -  
논문제목: Infrared and Radio Observations of a small group of protostellar objects in the molecular core, L1251-C
- 백기선 (14년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 Sami K. Solanki)  
논문제목: Color Variability of HBC 722 in the Post - Outburst Phases
- 오영석 (15년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 진호) -  
논문제목: Identification Studies of Geostationary Orbit Satellites by Using Optical Observation and Light Curve Simulation
- 이하림 (15년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재) -  
논문제목: Are 3-D Coronal Mass Ejection parameters from single-view observations consistent with multi-view ones?
- 제혜린 (15년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 이정은) -  
논문제목: "Dust, Ice and Gas In Time"(DIGIT) Herchel Observations of GSS30-IRS1 in Ophiuchus
- 진미화 (15년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 이정은) -  
논문제목: HCN/HNC abundance ratio toward different

evolutionary phases of massive star formation  
- 최나현 (15년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 Sami K. Solanki)  
논문제목: New Auto-Guiding System for CQUEAN

\* 박사 졸업 - 1명

- 박종선 (15년 2월, 우주과학과, 지도교수 이동훈) -  
논문제목: Statistical analysis of geosynchronous magnetic field perturbations near midnight during sudden commencements

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 8년 8월 31일까지 매년 9.3 억 원, 총 약 60억 원의 연구비 지원을 받고 있다. 2009학년도 2학기에 우주탐사학과가 대학원에 신설되어 현재 총 88명(박사과정 37명, 석박통합 38명, 석사과정 13명)의 재학/수료 대학원생이 있다. BK21 플러스 사업의 수행을 위해 현재 황정선, Partha Chowdhury, Bhuwan Joshi, Praveen Galav(4월부터예정), P.S. Brahmanandam(4월부터 예정) 박사가 연구교수로, Essam Ghamry, Sanjay Kumar, Navin Chandra Joshi, 이석호, 박종선 박사가 박사후연구원으로 재직하고 있다.

과거 '달궤도 우주탐사' WCU 사업을 통해 수행된 연구들을 이어 받아, 본 BK21 플러스 사업단에서 수행하는 연구는 천문우주 연구 뿐만 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 올해 미국 NASA Discovery mission program에 미국의 여러 기관과 함께 초소형위성을 활용한 달 탐사 연구계획서를 제출하여 심사를 받고 있다. 본 사업에서 추진하는 달 탐사 미션은 과학기술적 측면에서 획기적인 의미와 결과가 기대되며 이러한 활동이 한국 우주개발에서 국제 협력 연구의 모범적인 사례로 남게 될 것으로 기대 한다.

태양물리연구실

김갑성 회원이 이끌고 있는 태양물리 연구실은 크게 태양물리, 천체역학, 태양관측 시스템 그리고 우주기상예보 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 코로나넷의 형태에 따른 물리적 특징을 분석하고 있으며 이청우 회원은 Big Bear 관측소의 Ha 관측 데

이터를 이용하여 필라멘트 형성에 대한 연구를 수행하고 있다. 김현남 회원은 Hinode SOT로 관측된 흑점의 물리량을 Spectropolarimetry라는 도구를 이용하여 자기장 구조와 속도분포를 연구하고 있다.

태양관측시스템 연구를 위해 교내에 태양 H-alpha 관측 시스템과 태양 분광관측 시스템을 운영하고 있으며 이 관측 시스템은 네트워크를 통한 원격 관측이 가능하도록 구축되어 있다. 또한 Heliostat과 grating을 이용하여 분광 관측 시스템을 구축하여 관측을 수행하고 있다. 본 태양 관측 시스템은 학부생들의 태양 관측 실습에 활용되고 있다. 마지막으로 우주기상예보 연구에서는 국내외의 우주환경 사이트의 관련 데이터를 수집하고 모니터링하기 위한 근 실시간 모니터링 시스템을 구축하였다. 본 연구에서는 SDIP(Solar Data Image Processing) 소프트웨어를 자체적으로 개발하여 운영하고 있다. SDIP 소프트웨어는 Borland C++를 이용해서 개발 되었으며, 모니터링 시스템은 SDIP를 이용해서 각각의 FTP 사이트에서 근실시간으로 태양 데이터를 획득하고, 모니터링하기 위한 것이다.

김갑성 회원은 2010년 9월부터 2014년 11월까지 기상청 국가 기상위성센터가 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. 2014년 11월에는 김현남 회원이 코스타리카에서 개최된 IAUS(international Astronomical Uino Symposium)에서 연구결과를 발표하였다.

### 행성천문연구실

김상준 회원이 지도하고 있는 행성천문연구실은 Keck, Gemini Observatory 등의 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 파리천문대 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 제출하였다. 김재현, 김상준 회원은 한국천문연구원의 조세형 회원과 함께 AGB star로부터 Planetary Nebula로 가는 만기형 별의 진화 과정을 규명하기 위하여 이러한 만기형 별에서 방출되는 SiO와 H2O maser의 동시 관측 연구를 KVN 21m 전파망원경 및 KVN+VERA의 전파간섭계(VLBI)를 이용하여 수행하였고 결과를 A.J.에 2014년 발표하였다. 이동욱, 김상준 회원은 케이사 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, 은하중심부로의 가스 물질 유입, 구상성단계의 생성 및 진화 등의 분야에서 다양한 연구를 진행 중에 있다. 김성수 회원은 2013년 7월부터는 다파장 편광관측을 통한 달 표토층 입자의 크기와 성질을 연구하는 과제를 수행 중에 있다. 또한 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 중심부 대부의 비축대칭적 모양과 은하핵에서의 별탄생 사이의 관계를 통계학적으로 연구하고 있다. 천경원 회원은 북경대 Kavlie 연구소의 신지혜 회원, 고등과학원의 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, 김가혜 회원은 천문학 교양교육에 관한 논문을 작성하여 2014년 2월에 석사학위를 수여했다. 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. 2015년 3월, 백길호 회원이 석박통합과정으로 대학원에 입학했다.

### 적외선실험실

박수중 회원이 지도하는 적외선실험실은 광학/적외선천문기기의 제작과 천체관측 연구를 한다. 본 실험실은 2013년에 이어서 박사과정에 김재영, 김상혁, Huynh Anh Nguyen Le, 이혜인 회원이 있고, 석사과정에 박우진, 정병준 회원, 학부과정에 지태근 회원이 계속 연구를 하고 있다. 2014년 8월에는 본 실험실에서 연구한 백기선 회원이 석사학위를 받았고, 2015년 2월에는 최나현 회원이 석사 학위를 받았다. 2015년 3월에는 석사과정에 김현중 회원이 새로 입학하였다.

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 수행하였다. 이혜인 회원이 IGRINS의 기기제어 소프트웨어를 마무리하였고, 심채경 회원의 후임으로 Huynh Anh Nguyen Le 회원이 데이터 분석 소프트웨어를 마무리 하였다. IGRINS는 2014년 3

월, 5월, 7월에 미국 텍사스 주립대학교 맥도날드 천문대의 2.7m 망원경에 장착하여 테스트 관측을 수행하고 2014년 9월 이후 일반 사용자에게 공개하여 본격적인 관측을 시작하였다. 본 연구에서 심채경 회원이 “Comprehensive data reduction package for the Immersion GRating INfrared Spectrograph: IGRINS” 논문을, Huynh Anh Nguyen Le 회원은 “Exposure Time Calculator for Immersion Grating Infrared Spectrograph: IGRINS” 논문을 *Advansed in Space Research* 에 발표하였다. 이해인 회원은 IGRINS 의 Slit-View Camera 의 Auto-Guiding 성능을 향상시키는 연구로 논문을 작성 중이고 Huynh Anh Nguyen Le 회원은 IGRINS로 얻은 NGC 7023 의 데이터를 분석하여 논문을 작성 중이다. 본 실험실에서는 향후 IGRINS를 활용하여 우리은하와 외부은하의 별탄생 지역 관측을 수행할 계획이다.

그리고 서울대학교 초기우주천체연구단과 공동으로 CCD 카메라 (CQUEAN)를 제작하여 2010년 8월 텍사스 주립대학 맥도날드 천문대 2.1m 망원경에 장착하여 연 6회의 정기 관측에 참여하고 있다. 본 연구에서 얻은 자료를 사용하여 백기선 회원은 “Color Variability of HBC 722 in the Post-Outburst Phases” 논문을 *Astronomical Journal* 에 발표하였고, 최나현 회원은 “New Auto-Guiding System for CQUEAN” 논문을 *JKAS*에 발표하였다. 김상혁, 이해인, 박우진 회원은 2014년부터 CQUEAN의 업그레이드 연구를 시작하여 20개의 필터를 장착하여 천체의 SED를 측정할 수 있는 SQUEAN (SED camera for QUasars in EArly uNiverse)을 제작하였고, 2015년 2월 맥도날드 천문대 2.1m 망원경에 장착하여 성능테스트를 성공적으로 마쳤다. SQUEAN 은 기존의 CQUEAN을 대신하여 다양한 관측 연구를 계획하고 있다.

2014년 6월부터는 미래창조과학부의 우주핵심기술개발사업으로 “우주 적외선 관측을 위한 알루미늄 비축 반사망원경의 시험모델 개발” 연구를 시작하였다. 2014년에는 한국기초과학지원연구원과 공동으로 김상혁, 정병준 회원이 알루미늄 반사경의 DTM (Diamond Turning Machine) 제작과 표면 가공 연구를 진행하였다. 본 연구에서 개발한 시험모델은 향후 소형 광시야 적외선 우주망원경으로 제안하는 것이 목표이다.

### 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. 이 연구실에서 다루는 주제들은 태양물리연구실과 공간물리연구실의 연구 주제들과 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 5기)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 4기)은 자기유체역학 시뮬레이션을 통하여 태양 코로나 루프의 물질은 어디에 존재하는가하는 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 교수와 협력하여 태양 흑점 반암부에서의 하강류 지역에 대한 물리적 분석을 수행하여 논문을 작성 중이다. 김신정 회원(박사과정)은 Peter Yoon 교수와 협력하여, 태양풍 속도분포함수의 코어(core), 헤일로(halo), 슈퍼헤일로(superhalo) 세 성분을 설명할 수 있는 입자운동론적 이론을 정립하여 논문의 출판을 기다리고 있다. 이종기 회원(석박 8기)은 현재 다차원 입자 시뮬레이션 코드를 개발, 시험 중이다. 최광선 회원은 최근 자기유체역학적 평형에서 전류가 존재하는 면(current surface)과 자력선이 존재하는 면(flux surface)이 일치할 필요충분조건을 수학적으로 도출하였다. 본 연구실에서는, 연구자들의 간의 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. 2015학년도 현재 박사후 1인(박진혜 박사), 박사과정 9인(최성환, 박종엽, 이재욱, 나현욱, 이강진, 장수정, 이어진, 신슬기, 이하림) 및 석사과정 4인(이강우, 박은수, 주은경, 김진현)이 연구를 함께 하고 있다. 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 ‘CME와 Type II 전파폭발 자료를 이용한 코로나 밀도 분포에 관한 연구’, 나현욱 회원은 ‘CME 콘 모형의 관측적 검증 연구’, 이강진 회원은 ‘플레어/CME 예보 모형의 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 운동학적 특성 연구’, 이강우 회원은 ‘우주기상에 의한 위성이상 현상 연구’, 박은수 회원은 ‘정지궤도 위성의 자기권계면 침범 현상 연구’를 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 those solar plasmas producing various kinds of activity observed on the Sun, such as solar flares, jets, sunspot activity, solar winds and coronal mass ejections. We are studying these targets by combining numerical modeling based on computer simulations and observations obtained from ground-based and/or space telescopes. The group members are Dr. Tetsuya Magara (leader), Jun Mo An, Hwanhee Lee and Jihye Kang in an MS-PhD combined course. Recently Dr. Satoshi Inoue who is an expert of numerical modeling has joined our group. The goal of our research is to understand the recycling of a magnetic field in a deep interior of the Sun, transport of a magnetic field through the solar convective zone where magnetoconvection is operating, 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 for developing a state-of-art space weather model based on a three-dimensional global magnetohydrodynamics simulation code for the Sun-Earth system originally developed by Prof. Takashi Tanaka.

### 별탄생연구실

이정은 회원이 이끄는 별탄생 연구실은 현재 1명의 박사후 연구원, 1명의 박사과정 학생과 3명의 석박통합, 4명의 석사 과정 학생으로 구성되어 있으며, 별생성 영역들에 대한 물리적 화학적 상태에 대한 다양한 연구를 진행 중에 있다. 2015년 2월에는 네 명의 학생이 석사학위를 받았다.

이정은 회원은 별탄생영역에서 관측되는 물분자의 D/H 비의 기원을 연구하여 ApJ에 논문을 출판하였다. 이정은 회원과 제혜린, 윤형식 회원은 허셀 우주 관측소를 이용한 관측 데이터를 분석, 연구해 왔으며, 관련하여 두 편의 논문을 ApJS에 출판하였다. 이들 관측 결과를 설명하기 위하여 박사후 연구원 이석호 회원과 함께 통합 모델을 구축하여 두 편의 논문을 ApJS에 출판하였다. 이 모델은 다차원에서 연속복사전달과 선복사전달을 계산할 뿐만 아니라, 기체의 열평형과 화학반응을 일관적으로 통합한 모델이다.

진미화 회원은 질량이 큰 별탄생과 관련된 천체들을 KVN 단일경으로 관측하여, HCN과 HNC의 함량비가 이들 천체들의 진화 과정에 따라 변화하는 양상을 연구하여 논문을 제출하였고, 강선미 회원은 Herschel Key program 중의 하나인 Dust, Ice, and Gas In Time (DIGIT) 프로그램의 천체들을 SRAO 6-m, TRAO

14-m 망원경으로 CO J=2-1, 1-0 선들을 관측하여, molecular outflow의 세기와 원시성의 특성들, 그리고 원적외선에서의 선강도와 비교, 분석한 결과의 논문을 제출한 상태이다. 김정하 회원은 Spitzer Space Telescope의 관측에 의해 원시성의 작은 그룹으로 발견된 L1251C라는 천체를 SMA, KVN 단일경과 TRAO 망원경으로 다양한 분자선을 관측하여, 이 별탄생 영역에서의 물리적 환경을 연구하여 논문을 제출하였다.

이정은 회원과 박선경 회원은 국립고흥청소년우주체험센터의 이상각 회원, 강원석 회원, 그리고 천문연구원의 천무영 회원, 김강민 회원, 정의정 회원, 육인수 회원과 함께 IGRINS legacy program인 spectral library 프로그램을 수행 중이다. 또한 보현산의 관측팀, 성현일 회원 등과 함께 최근 폭발적으로 밝아진 원시성 HBC 722에 대해 보현산 천문대의 BOES, 그리고 McDonald HET 망원경으로 모니터링 관측을 수행하여 분석하고 있다. 이정은 회원, 박선경 회원, 이석호 회원은 원시행성계원반을 연구하는 또 다른 IGRINS legacy program을 수행하고 있다. 이정은 회원은 미국 텍사스 대학의 Neal Evans교수와 함께 ALMA (cycle 1)를 이용하여 infall의 직접적인 증거를 관측하여 분석하고 있으며, 이정은 회원과 이석호 회원은 ALMA를 이용하여 episodic accretion 모델을 화학적으로 증명하는 cycle 2 프로그램을 수행하고 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. 이후 경희대학교 천문대는 연구 및 교육 활동 외에 천문우주과학 대중화 사업을 적극적으로 진행해 오고 있다. 2015년 2월부터는 최광선 교수가 제 6대 천문대장직을 수행하고 있다. 행정직임으로는 이청우 회원이 행정 및 연구실장으로 근무하고 있다.

본 천문대는 2009년에 리모텔링 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 2월에는 천체관측지원을 위하여 주망원경

등을 보수하였다.

2014년 9월에는 일반인 및 경희가족을 대상으로 한 공개 관측회가 개최되었다. 2015년 1월에는 고등학생을 대상으로 한 전공 체험교실을 개최하였다. 이밖에도 다양한 체험학습 프로그램과 과학문화 대중화를 위한, 천문 및 우주과학을 주제로 하는 교육 프로그램을 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 지역 사회 및 일반 천문동호인들에게 중요한 교육 및 체험 현장으로서 새로운 위상을 정립하고 있다.

경희대학교 천문대에는 천문우주과학 관측기기 및 인공위성의 개발과 관련된 다수의 실험실들이 설치되어 있다. 실험 시설로는 전자장비 개발 및 시험 시설, 기계구조부 제작 및 시험 시설, 청정실 등이 있으며, 경희대학교 인공위성 지상국도 현재 천문대에 설치되어 운용되고 있다.

**컴퓨터설비**

우주과학과와 우주탐사학과는 2009년부터 천체물리연구실과 WCU 사업단의 공동투자로 200 여개의 core를 가진 PC 클러스터 시스템을 구축하여 병렬계산 환경을 획기적으로 개선하였다. 경희대학교 응용과학대학은 2010년 4월에 수리계산센터를 개소하고 현재 200 core의 PC cluster를 운용하고 있다. 이 시스템 역시 우주과학과 및 우주탐사학과에 연구에 사용되고 있다. 한편 우주과학과는 2012년 2월에 40대의 일체형 PC를 학과 실습실에 신규 도입하여 학부생들의 컴퓨터 실습 환경을 개선하였다.

**■ 극지연구소 우주환경 연구그룹**

극지연구소는 남북 극지에서 운영 중인 과학기지를 바탕으로 다양한 기초과학 분야의 연구활동을 하고 있는 국내 유일의 극지전문 정부출연 연구기관으로, 남북극 특수 환경에서 수행이 가능한 거의 모든 자연과학 연구분야에서 활발한 연구가 수행되고 있다. 1987년 한국해양연구원(현 한국해양과학기술원)의 한 연구실에서 시작된 극지연구소는 2004년 부설화 이후 질적/양적으로 비약적인 성장을 이루어 왔다. 1988년 남극 세종과학기지, 2002년 북극 다산과학기지, 2009년 쇄빙연구선 아라온, 2013년 인천 송도 독립청사 준공, 2014년 남극 장보고과학기지 준공 등 지속적인 극지 인프라 구축이 진행되어 왔고, 앞으로도 제2 쇄빙 연구선, 남극 내륙기지 추진 등 질적 양적으로 빠르게 성장하고 있는 연구기관이다. 다른 정부출연연구소와는 달리 거의 모든 분야의 자연과학 연구가 수행되고있는 가운데, 극지연구소 우주환경 연구그룹은 남북극 기지에서 지상 관측과 위성관측을 연계하여 고층대기 중간권 및 열권하부(Mesosphere and lower thermosphere: MLT region), 전리권(Ionosphere), 열권(Thermosphere) 등을 중심으로 다양한 우주환경연구가 수행되고 있다. 2015년에는 연구소내 고층대기 주요사업이 처음으로 시작되어 추가적인 극지 고층대기 관측 인프라 및 연구인력 확

보가 진행되고 있다. 현재 연구인력으로는 지진화 회원(전리권, 열권, 플라즈마권), 김정한, 이창섭 회원(MLT, 대기중력파)이 관측 및 모델 연구를 수행하고 있으며, 박사 후 연구원으로 지은영 회원, 김지은 회원, 송인성 회원이 연구그룹에 합류하였고, 그 외 학석·박사 과정 연구원 3명이 함께 참여하여 우주환경, 극지 전리권-열권 및 MLT 지역, 대기중력파 연구 등을 수행하고 있다. 또한 국내에서는 충남대학교, 경희대학교, 전남대학교, 한국천문연구원 등과 활발한 공동연구를 수행하고 있으며, 미국 NCAR/HAO, University of Colorado (Boulder), Utah State University, NASA/GSFC, 일본 극지연구소(NIPR) 등 국외 연구기관과도 관측기기 운영 및 자료 분석 등을 위해 공동연구를 수행하고 있다.



**연구시설: 남북극 과학기지**

남극세종과학기지는 1988년 준공과 함께 제1차 월동을 시작으로 현재 제28차 월동연구대(2015년 기준)가 기지를 운영하고 있으며, 남극에서의 다양한 연구활동을 수행하고 있다. 세종기지에서 우주환경 연구는 고층대기 전리권-열권과 중간권 및 열권 하부에 대한 관측을 중심으로 수행되고 있는데, 이를 위해 전천 카메라(All Sky Camera: ASC), 대기광 분광계(Spectral Airglow Temperature Imager: SATI), 유성레이더(Meteor Radar: MR), GPS/Scintillation 모니터가 운영되고 있다. 우선 SATI는 캐나다 York 대학과 공동으로 2002년에 설치되어 현재까지 운영되고 있는데, 고층대기 중간권 권계면 주변(약 87-93 km)의 OH와 O2에서 발생하는 대기광을 관측하여 야간 중성대기 온도를 모니터링하고 있다. 장기간의 관측자료를 바탕으로 MLT 지역의 온도 특성 연구뿐만 아니라 관측자료의 다양한 분석을 통해 고층대기에서의 조석파, 대기 중력파 등의 연구에 활용되고 있다. 2000년대 초중반에 경북 영천 보현산 천문대에서 운영 중이던 전천 카메라를 2008년 세종기지로 이전 설치하여 대기 중력파 연구를 위해 운영하였고, 최근에는 장비노후화로 인해 기존의 전천카메라를 철거하고 새로운 전천카메라를 설치하여 운영 중에 있다. 전천카메라는 대기 중력파의 2-D 이미지를 직접 관측하여 대기 중력파의 다양한 물리적 특성 연구에 활용되고 있다. 이러한 광학관측기와 함께 운영되고 있는 유성레이더는 2007년 2월 충남대학교 김용하 회원 연구그룹이 세종기지에 설치한 관측기기

로서 현재는 극지연구소 우주환경연구그룹과 함께 공동으로 운영 중에 있다. 야간에 맑은 날씨에서만 관측이 가능한 광학장비와는 달리 유성레이더는 하루 24시간, 기상조건에 관계없이 관측이 가능한 장비로서, 약 70~140 km 고도에서 발생하는 유성 에코(meteor trails)를 관측하여 이 고도에서의 중성대기 바람이나 온도를 상시 모니터링할 수 있다. 또한 2015년에는 GPS/Scintillation 모니터를 설치하여 전리권 총전자밀도(TEC) 관측이 시작되었다. 남극 세종과학기지에서는 이와 같은 관측장비를 이용하여 고층대기 중간권 및 열권 하부에서의 조석과, 대기 중력과 관련 연구가 활발히 수행되고 있는데, 잘 알려진 바와 같이 세종기지 주변지역은 대기중력파가 가장 활발히 발생하는 지역 중 하나로서 대기중력파에 의한 저층대기와 고층대기의 상관관계 연구를 위한 최적지로 알려져 있다.

2014년 2월 준공한 **장보고과학기지**는 세종기지와는 남극대륙 정 반대편에 위치해 있으며, 자남극에 인접해 있기 때문에 오로라대(Auroral region)나 극관(Polar cap)과 관련된 우주환경연구에 적합하다. 이 지역 주변 고층대기에서의 플라즈마나 중성입자들은 외부 우주에서 유입되는 에너지에 의해 열역학적으로 대단히 활발한 운동을 하고 있는 영역으로, 우주환경 상시 모니터링 시스템 구축을 통해 지자기 폭풍 발생 시 극지 우주환경에서 일어날 수 있는 다양한 물리적 현상 연구를 수행할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 이를 위해 장보고기지에서는 2014년 준공과 함께 페브리 페로 간섭계(Fabry-Perot Interferometer: FPI)가 이미 설치되어 중간권 및 열권에서의 중성대기 바람과 온도 관측을 시작했으며, 2015년에는 극지 전리권 전자밀도 분포 및 이온 바람(ion drift) 관측을 위한 전리권 레이더(Vertical Incidence Pulsed Ionosphere Radar: VIPIR)가 설치되어 현재 시험관측 중에 있다. 이들 관측연구는 미국 NCAR/HAO(FPI)나 콜로라도 대학(VIPIR)과 공동 연구를 통해 수행되고 있다. 또한 한국천문연구원, 충남대학교, 전남대학교, 미국 John's Hopkins University의 Applied Physics Laboratory (APL) 등과 공동으로 보다 다양한 극지 우주환경 관측을 위해 오로라 및 대기광 관측용 전천카메라, 전리권 총전자밀도(TEC) 관측을 위한 GPS TEC/Scintillation 모니터, 지자기 관측을 위한 자력계, 우주선/고에너지 입자 관측을 위한 중성자 모니터(Neutron Monitor) 등이 추가로 설치되어 극지연구소의 남극 장보고과학기지는 국제적인 극지 우주환경 종합 모니터링 센터로서의 역할을 수행하게 될 예정이다.

북극지역의 경우는 노르웨이 스텔바드 군도의 니알슨에 있는 **다산과학기지**와 스웨덴 **키루나**에서 적외선 간섭계(Michelson Interferometer)를 운영하고 있는데, 세종기지의 SATI와 유사한 성격의 광학 관측장비로서 중간권 권계면 주변 지역의 중성대기 온도 관측을 수행하고 있다. 최근에는 이 관측자료와 위성관측을 활용하여 극지연구소 대기 연구팀과 공동으로 성층권 돌연승온(Sudden Stratospheric Warming: SSW) 현상과 극지 고층대기와의 상관관계 연구가 수행되고 있다. 또한 2015년 하반기에는 다산기지에 페브리 페로 간섭계(FPI)와 GPS/Scintillation 모니터를 추가 설치하여 극지 전리권-열권 시스템 관측을 강화할 계획이다. 이 관측은 한국천문연구원과 공동으로 참여예정인 북극지

역 전리권 레이더 시스템(European Incoherent Scatter Scientific Association: EISCAT)의 관측과 함께 북극권에서의 전리권 및 전리권-열권 상호작용 연구에 활용될 예정이다. 극지연구소는 활발한 북극 연구활동을 통해 한국 정부가 2013년 북극이사회 정식 옵저버 자격을 획득하는데 결정적인 역할을 수행했고, 이를 계기로 북극에서의 연구활동을 더욱 강화하는 기회로 활용하기 위해 소내에 북극 환경/자원연구센터를 개설하고 북극에서의 연구활동 강화를 위해 매진하고 있다.

**남극 과학기지 월동연구원**

극지연구소 우주환경 연구그룹에서는 남극 세종과학기지와 장보고과학기지에 설치되어 있는 극지 우주환경 관측장비들의 안정적인 운영을 위하여 매년 2명의 월동연구원을 모집하고 있다. 월동연구원은 약 1년 동안 각각의 기지에 상주하며 설치되어 있는 관측기기의 운영 및 관리, 관측자료 기초 분석 등의 업무를 수행하게 된다. 매년 상반기에 극지연구소 홈페이지(<http://www.kopri.re.kr>)를 통해 모집 공고가 나가는데, 우주과학 관련 학사학위자부터 지원이 가능하다. 관심이 있는 회원들은 월동연구원의 업무, 자격, 연봉 등에 대한 상세한 정보 등에 관해 극지연구소 지진화 회원(ghjee@kopri.re.kr)에게 문의 할 수 있다.

**■ 서울대학교 물리·천문학부 천문학 전공**

**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 있다. 천문전공 주임은 김웅태 교수가 맡고 있으며, 임명신 교수는 BK21 운영위원과 창의연구 초기천체우주연구단 단장을 맡고 있다. 2014년 1학기에는 이명균 교수, 2학기에는 Sascha Trippe 교수가 연구년을 보냈다.

Sascha Trippe 교수는 한국과학기술단체총연합회에서 주관하는 '제24회 과학기술우수논문상' 수상자로 선정되었으며, 구분철 교수는 미래창조과학부와 한국연구재단이 수여하는 '이달의 과학기술자상' 9월 수상자로 선정되었다. 또한 이상각 명예교수는 국립고흥청소년 우주체험센터 원장으로 취임하였다.

박사 후 연구원으로는 김재우, 김희일, 박형민, 이성국, 서현중, 손동훈, Marios Karouzos, Ram Ajor Maurya, Kenta Matsuoka, 박소영, 김정리, 김성진 박사가 근무하였다.

2014년 1학기에는 통합 4명, 박사 1명, 2학기에는 통합 6명이 입학하였다.

2014년 1학과 2014년 2학기에 5명의 박사와 2명의 석사, 6명의 학사를 배출하였으며, 학위를 받은 학생과 논문 제목은 아래와 같다.

**《 2014년 8월 학위 취득 》**

**■ 박사**

임성순 (지도교수: 이명균)

A Photometric Study of Star Clusters in Nearby Starburst Galaxies

김태현 (지도교수: 이명균)

Evolution of Galaxies Probed by their Structure

이종환 (지도교수: 이명균)

Optical Properties of Supernova Remnants in Nearby Galaxies

전현성 (지도교수: 임명신)

Life of the Most Massive Black Holes

강현우 (지도교수: 박용선)

Development of the TRAO backend system for the multi-beam receiver and Observational study of water and methanol masers in massive star-forming regions

《 2015년 2월 학위 취득 》

■ 석사

한정환 (지도교수: 박용선)

Development of a Radio Interferometer operating at 12GHz or Education and Research

김재영 (지도교수: Sascha Trippe)

A study on plasma-physical properties of nearby radio-bright AGN with KVN and KaVA

■ 학사

이준상, 이미란, 강지수, 양하늘, 이겨레, 장혜은

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. 정일교 회원(박사과정, 이하 모두 박사과정)과 함께 AKARI FIS 전천 서베이 자료의 초신성 잔해를 동정하였으며, 그들의 적외선 특성과 주변 환경과의 연관성을 밝히기 위한 연구를 하고 있다. 조완기 회원과는 우리 은하의 HI 구조의 통계적 특성과 난류의 연관성을 연구하고 있으며, 박금숙 회원과는 우리 은하 평면과 충돌한 초고속성간운과 그로 인해 생성된 거대 셀 구조를 발견하여 그 물리적 특성을 조사 중이다. 이용현 회원과는 초신성 잔해 Cas A의 근적외선 자료를 분석하여 초신성 티끌에 의한 소광이 있음을 밝혔으며, 그로부터 티끌의 화학적 조성을 결정하였다. 미래기초과학핵심리더양성사업의 지원을 받고 있는 김현정 회원과는 적외선 암흑운 G53.2 영역의 젊은 별들의 통계적 특성, SN Ib/c의 선조성으로 추정되는 헬륨성의 광학 스펙트럼 모델링 등을 수행하였다. 김예솔 회원과는 UWIFE 서베이 자료로부터 [Fe II] 방출선원의 목록을 만드는 작업을 수행하였다. 9월에는 이용현, 김현정 회원과 함께 텍사스 대학의 맥도날드 천문대를 방문하여 IGRINS 관측 연구를 수행하였다

김웅태 회원은 공동 연구자들과 함께 성간물질의 역학적 진화에 대한 연구 및 원반은하의 광역적 별형성에 대한 연구를 계속

하고 있다. 김웅태 회원은 김용휘 회원(박사과정)과 함께 은하의 항성 나선팔이 은하면 기체의 질량 유입 및 기체 나선팔의 형태에 미치는 영향에 대한 연구를, 서우영 회원(박사과정)과 함께 나선팔의 존재가 막대나선은하의 핵 고리에서 일어나는 별 형성에 미치는 영향에 대한 연구를, 김정규 회원(박사과정)과 함께 자화된 전리수소영역 이온화 경계면의 역학적 불안정에 대한 선형해석 연구를 수행하였다. 이들은 전리전선의 불안정이 본질적으로 Darrieus-Landau 불안정임을 보이고 이에 대한 자기장의 영향을 분석하였다. 김웅태 회원은 또한 김용휘, 김정규 회원과 함께 기체 나선팔의 꼬임불안정에 대한 선형 해석을 통해, 꼬임 불안정이 나선팔 충격파면에서 와도가 발생함으로써 발생하는 물리적인 것임을 보였으며, 김창구 회원, Ostriker 교수(Princeton)과 함께 은하면 중성 기체의 분포에 대해 수치 실험한 결과를 우리은하의 중성수소 분포의 관측결과와 비교하였다. 현재 김웅태 회원 김용휘 회원과 자기장이 꼬임불안정 및 은하면 기체의 질량 유입에 미치는 영향에 대한 연구를, 서우영 회원과 함께 기체의 냉각/가열이 막대나선은하의 하부구조에 미치는 영향에 대한 연구를, 김정규 회원과 함께 전리수소영역의 역학적 팽창에 의한 모성간운 파괴에 관한 연구를 수행하고 있다.

박용선 회원은 한정환, 윤영주 회원과 KVN을 이용해서 멀리 있는 AGN을 배경으로 우리 은하내의 분자운에 의한 흡수선의 미세한 변화를 관측하였다. 밀도 변화뿐만 아니라 분자 함량과 여기 조건 역시 작은 규모로 일어날 수 있음을 제안하였다. 한정환, 하지성 회원과 고흥국립청소년우주체험센터 전과간접계의 하드웨어를 보완하고 자료처리 프로그램을 개발하고 있다. 김창희, 이방원, 김정훈 회원과 전과연구원의 태양전과망원경을 이용해 태양전과 플럭스의 절대량을 측정하는 알고리즘을 개발하고 미국, 일본의 측정자료와 비교하는 연구를 수행하였다. 서울전과천문대는 냉각기, 구동 모터 드라이버 등의 고장으로 2014년은 가동하지 못했다.

우종학 회원은 배현진 회원, Mariou Karouzos 회원, 손동훈 회원과 함께 SDSS 표본을 이용한 가스 outflow 통계 연구를 진행했으며 VLT VMOS, Magellan IMACS IFU, UH2.2m SNIFS를 이용한 집합필드 분광 서베이를 진행하고 있다. 신재진 회원 및 Mulchaey와 함께 찬드라 자료를 이용한 엑스선 cavity를 연구하고 있고 신재진 회원 및 미시간 대학 공동연구자들과 함께 Abell 133 성단의 엑스선 AGN연구를 진행하였다. 박송연 회원과는 narrow-line Seyfert 1은하들의 블랙홀 질량과의 상관관계를 연구하였다. 박송연, 박대성 회원 등과는 SDSS 에서 type 1 AGN을 찾는 연구를 진행했으며 조국섭, Kenta Matsuoka 회원과는 수바루 분광자료를 이용하여 수도빌지 은하들의 별운동 및 블랙홀 질량 상관관계를 연구하였다. 박대성 회원과는 HST 영상자료와 이용하여 binary AGN연구를 진행하였다. 박송연, 최창수, 박다우 회원과 SALT 분광기를 이용하여 퀘이사 모니터링 연구를 진행하였다.

윤성철 회원은 강지수 회원과 함께 질량이 태양의 300배 이상인 매우 무거운 Pop III가 super-collapsar를 만들어 낼 수 있는

지 여부를 항성진화모델을 이용하여 살폈고, 흔히 관측되기 어려운 특이 형태의 폭발이 예측됨을 보였다. 독일 본대학의 박사과정 학생이었던 A. Kozyreva와는 짝불안정 초신성이 우리 은하 주변에서 발생할 때 원소의 생성과 은하의 화학적 진화에 미치는 영향을 살펴 보았다. 아울러 최근에 발견되기 시작한, 분광학적으로는 Ic형이면서 밝기는 일반적인 초신성에 비해 100배 이상인 특이 초신성 역시 짝불안정 메커니즘으로 설명할 수 있음을 보였고, 아울러 주변에서 발견되는 매우 밝은 형태의 IIP형 초신성 역시 짝불안정 초신성과 연관이 있을 수 있음을 제시하였다. 이현철 회원과는 Pop III 별의 생성 과정에서 자전 효과가 초기 질량에 미치는 연구를 마무리 하였다. 윤성철 회원은 아울러 Ib/c형 초신성의 모체성의 진화 과정을 종합적으로 살피는 리뷰 논문을 제출하였다. 이외에 전원석, 계창우 회원 등과 함께 초신성 폭발 및 광도곡선 계산 연구를 현재 진행 중이다.

이명균 회원은 김태현 회원, Gadotti, Dimitri A., Sheth, Kartik, Athanassoula, E. 등과 함께 막대나선의 적외선 관측 자료를 분석하여 나선은하의 원반 불연속성에 대한 연구를 수행하였다. 황나래, 박홍수, 임성순, 김상철 회원, Hodge, Paul, Miller, Bryan, Weisz, Daniel 등과 함께 NGC 6822에 있는 큰 성단에 대한 분광학적 연구를 수행하였다. 이종환 회원과 함께 광학영상관측 자료를 분석하여 M31과 M33에 있는 초신성잔해의 탐사 및 특성 연구를 수행하였다. 이재준, 구본철회원 등과 함께 UKIRT Widefield Infrared Survey for Fe를 수행하였다. 장인성 회원과 함께 TRGB방법을 사용하여 핵붕괴형 초신성 3개를 포함하고 있는 나선은하 M74의 거리를 측정하는 연구를 수행하였다. 장인성 회원과 함께 처녀자리 은하단의 중심부에서 극미왜소은하를 발견하였다. 이는 국부은하군 바깥에서 최초로 발견된 극미왜소은하이다.

이정훈 회원은 2014년도에 총 다섯 편의 국제전문학술지 (SCI) 논문들을 발표하였다. 5편 중 한 편은 이정훈 회원이 제1저자이자 교신저자인 공동연구 논문이고 세 편은 이정훈 회원의 지도를 받았던 대학원생이 제1저자이고 이정훈 회원이 교신저자인 논문들이며 나머지 한 편은 이정훈 회원의 단독연구 논문이다. 또한 2014년 한 해 동안 네 번의 국제학술대회 초청강연을 하였다. 그 중 한 번은 국제천문연맹(IAU)이 주관하여 에스토니아에서 개최된 심포지엄에서의 45분짜리 기조연설 강연이었고 나머지 세 번은 각각 네덜란드, 미국, 그리고 독일에서 열린 우주론 워크샵에 초대받아 한 30분짜리 초청 강연이었다. 이정훈 회원은 충남대학교 이수창, 김석 회원과의 공동연구로 버그 은하단 주변 위은하들의 합병 방향이 속도쉬어장의 단축과 상호연관관계가 있다는 것을 관측 자료 분석을 통해 확인하였다. 박사과정 학생인 심준섭 회원과의 공동연구를 통해 초은하단의 단위 노드당 사이즈가 중력법칙이 상대론에서 변할 때 어떻게 변화하는지에 관한 연구를 하였고 이를 통해 중력 법칙을 검증하는 독창적 방법을 제시하였다. 또한 이정훈 교수는 단독으로 먼거리 우주에서 켄 우주 인자의 값과 근거리 우주에서 켄 우주 인자의 값의 불일치를 설명할 수 있는 해석적 방법을 구축하였다.

이형목 회원은 한국 중력과 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. 이형목 회원은 율일상(University of Leiden)과 공동으로 은하단의 X-선 데이터를 이용한 중력장 및 암흑 물질 분포의 복원에 대한 연구를, 박다우(박사과정), 김정리(박사후 연구원)과 공동으로 구상 성단 내 블랙홀의 질량합수가 성단의 역학적 진화와 장기적인 블랙홀의 유지 여부에 관한 상관 관계를, 김성진(천문연구원) 박사와 별 탄생 은하의 중적외선 광도 함수에 관한 연구를 수행하고 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 멤버로, 2015년 6월 21-26일 사이에 개최되는 제 11차 에도아르도 아말디 컨퍼런스의 조직위원장으로 활동하고 있다.

임명신 회원은 연구재단 창의적연구진흥사업 지원을 받고 있는 초기우주천체연구단을 이끌면서 퀘이사, 원시은하단, 타원은하, 감마선 폭발천체, 초신성 등 다양한 주제에 대한 관측 연구를 수행하였다. 연구단에서 수행 중인 Infrared Medium-deep Survey자료를 바탕으로 김재우, 이성국, 현민희 회원 등과 함께 원시은하단 후보들을, 전이슬, 김용정 회원과 함께 초기우주 퀘이사 후보들의 선별 작업을 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 스펙트럼관측을 통한 원시은하단 확인과 초기우주퀘이사의 블랙홀 질량 측정이 가능하였으며, 이에 대한 연구를 계속 진행 중이다. 또한 IMS자료를 바탕으로 Karouzos회원과 함께 radio-AGN의 주변환경 연구를 하였으며, radio-AGN의 기작원인이 환경적인 것이 아님을 밝혀냈고, 이 연구결과를 ApJ에 발표하였다. 또한 강유진 회원과 함께 GOODS field들에서 수십개의 원시은하단을 발견하였고, 이를 이용하여 LCDM우주모델의 검증을 한 연구결과를 JKAS에 발표하였다. 김도형 회원과 함께 은하진화를 규명하기 위한 고리역할을 하는 red quasar에 대한 연구를 진행하고 있으며, 최근엔 AKARI 분광관측자료를 사용하여 Brackett line을 이용한 블랙홀 질량측정법을 개발하였다. 그리고 같은 AKARI 분광관측자료로부터 hot dust component의 온도가 기존에 알려진 1500K보다 낮은 1100K 정도라는 흥미로운 사실도 발견하였으며, 이 결과는 ApJS에 게재되었다. 전이슬회원, 강유진회원과 함께 AKARI NEP지역 근적외선 영상관측탐사결과를 ApJS에 발표하였다. 또한 tidal disruption천체인 Swift J1644+57를 근적외선에서 장기간 관측하여 윤용민 회원과 함께 이 천체의 블랙홀 질량을 추정하여 tidal disruption 해석의 타당성을 검토하였으며, 탁윤찬 회원과 함께 중력렌즈 천체에 대한 모델링 연구를 진행하고 있다. 경희대학교 박수중 회원 등과 함께 고적색편이 퀘이사 관측을 위한 적외선 관측기기인 CQUEAN-II의 개선 작업을 완료하였으며 이를 SQUEAN으로 개칭하였다. SQUEAN은 50nm

과장폭을 갖춘 medium-band filter 9개를 장착한 기기이며 이를 사용하면 초기우주천체의 스펙트럼 모양분석이 용이해진다. 마지막으로 서울대학교 시설인 0.43m 반사망원경 Lee Sang Gak 망원경(LSGT)을 최창수, 김기현 회원과 함께 호주 Siding Spring Observatory에 설치하였다. LSGT는 서울대학교 학부/대학원생의 교육과 연구에 사용되며, 현재 최창수 회원과 함께 이를 이용하여 가까운 은하의 시계열 관측을 수행중이다. 이 시계열 관측을 북반구에서 수행하기 위하여 천문연구원 성현일 회원 등과 함께 KASI 시설을 사용하여 수행하고 있다.

채종철 회원은 연구원, 대학생들과 더불어 미국 빅베어 태양 천문대의 1.6미터 태양 망원경의 고속영상태양분광기를 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. 현재 태양 천문학 그룹의 주요 연구 관심사는 태양 채층에서 생기는 충격파의 특성과 기원을 밝히고, 이 충격파가 채층 플라즈마제트에서 어떤 역할을 하는지 밝히는 것이다. 이 연구는 연구재단 도약(전략) 과제 프로그램의 지원을 받아 이루어지고 있다. 또한 태양 천문학 그룹은 한국천문연구원 태양 우주 환경 그룹과 협력하여 소형 코로나그래프를 개발하는 연구를 수행하고 있다. 현재 태양천문학 그룹에는 채종철 회원과 1인의 연수연구원(박형민 박사), 4인의 박사과정(송동욱, 양희수, 조규현, 곽한나) 학생이 있다.

Masateru Ishiguro 회원의 태양계 천문학 연구팀은 혜성과 소행성을 연구하여 태양계의 진화를 밝혀내려 하고 있다. 2014년에는 12 개의 SCI 논문 (주저자 논문 3개 포함)을 발표했다. 주요 논문 주제는 다음과 같다.

(1) Masateru Ishiguro 회원과 박사과정의 Kim Yoonyoung 회원은 적외선 천문 위성 IRAS, AKARI, WISE 로 발견된 소행성의 목록을 이용, 궤도 정보와 반사 도를 종합하여 소행성으로 분류된 천체 중에서 활동을 멈춘 혜성을 색출하는 작업에 임했다. 그 결과, 약 100 천체의 활동을 멈춘 혜성 후보를 찾아 냈다. 이 후보들은 보통의 혜성에 비하여 큰 크기를 가지는 쪽으로 분포되어 있는데, 이는 큰 천체에서는 스스로의 중력에 의해 방출된 티끌들이 표면에 다시 내려앉아 내부의 얼음을 보호하고 있기 때문이라 생각된다. (Kim, Ishiguro, Usui, 2014, ApJ, 789, 151)

(2) 2014년 12월 Hayabusa 2 탐사선이 무사히 발사되었다. Masateru Ishiguro 회원은 한국 천문 연구원의 Choi Young-Jun 박사 및 Kim Myungjin 박사와 협력하여 지상 관측을 통해 탐사선의 목적 천체 1999 JU3의 광학 특성을 조사하였다. 적외선 데이터와 우리의 지상 관측을 비교하여  $0.047 \pm 0.003$  의 표면의 반사도 값을 얻어내었다. 이로부터 Hapke 매개 변수를 도출하고, 1999 JU3의 표면에는 1cm 의 고유 크기를 갖는 티끌들이 0.64 의 공극률을 이루며 분포되어 있다고 결론지었다. (Ishiguro et al, 2014, ApJ, 792, 74) 또한, 1999 JU3를 대신할 수 있는 Hayabusa 2 탐사의 대체 천체의 분광 관측도 실시했다. 그 결과 1999 JU3과 비슷한 궤도를 가지는 소행성의 대부분은 S형 으로 임을 판명하였다. 이로부터 지구 근접 궤도에

있는 소행성의 대부분이 nu6 공명에 의해 메인 벨트에서 공급되는 것으로 추측할 수 있다. (Kuroda, Ishiguro et al. 2014, PASJ 66, 51)

(3) Masateru Ishiguro 회원은 David Jewitt 교수 (UCLA) 등과 공동으로 2010년에 일어난 P / 2010 V1의 아웃버스트의 원인을 조사했다. 2007년에 있었던 덤 홈즈 혜성 폭발 이후 혜성의 아웃버스트 현상은 행성과학 연구자들의 주목을 받고있다. 우리는 관측 자료를 바탕으로 혜성에서 방출된 티끌의 운동을 설명하는 모형을 구축하고 P / 2010 V1에서 방출된 먼지의 총 질량과 에너지를 추정했다. 그 결과, 2010년에 있었던 아웃버스트는 비정질 얼음의 결정화에 의해 설명될 수 있음을 알아내었다. 이 관측 연구는 혜성의 지하 수 ~ 수십 미터 깊이에는 지금도 시원의 비정질 얼음이 존재하고 있음을 시사한다. (Ishiguro et al, 2014, ApJ, 787, 55)

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), aimed at spatial distribution and polarization of AGN emission. Their group is part of the AGN Working Group of the Korean-Japanese KaVA Science Group. In addition, they analyzed the activity of Sagittarius A\*, the black hole in the Galactic center, using European VLBI Network (EVN) data. They also completed a feasibility study of optical multi-channel intensity interferometry as a novel approach to microarcsecond-scale optical interferometry. In the year 2014, their studies resulted in six SCI(E) journal papers led by group members (JKAS, ApJ, ZNA).

### 3. 발표논문

Aasi, J.; Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adams, T.; and 898 coauthors including Hyung Mok Lee, 2014, "First Searches for Optical Counterparts to Gravitational-wave Candidate Events", 2014, ApJS, 211, 7

Aasi, J., Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adams, T.; and 868 coauthors including Hyung Mok Lee, 2014, 2014, "Application of a Hough search for continuous gravitational waves on data from the fifth LIGO science run", CQG, 31, 5014

Aasi, J.; Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adams, T.; and 869 coauthors including Hyung Mok Lee, 2014, "Constraints on Cosmic Strings from the LIGO-Virgo Gravitational-Wave Detectors", PRL, 112, 1101

- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; Addesso, P.; and 843 coauthors including Hyung Mok Lee, 2014, "Search for gravitational wave ringdowns from perturbed intermediate mass black holes in LIGO-Virgo data from 2005-2010", PRD, 89, 2006
- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; and 878 coauthors including Hyung Mok Lee, 014, "The NINJA-2 project: detecting and characterizing gravitational waveforms modelled using numerical binary black hole simulations", CQG, 31, 5004
- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; and 840 coauthors including Hyung Mok Lee, 2014, "Search for gravitational radiation from intermediate mass black hole binaries in data from the second LIGO-Virgo joint science run", PRD, 89, 2003
- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; Addesso, P.; and 884 coauthors including including Hyung Mok Lee, 2014, Methods and results of a search for gravitational waves associated with gamma-ray bursts using the GEO 600, LIGO, and Virgo detectors", PRD, 89, 2004
- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; Addesso, P.; and 892 coauthors including including Hyung Mok Lee, 2014, "Search for Gravitational Waves Associated with  $\gamma$ -ray Bursts Detected by the Interplanetary Network", PRL, 113, 1102
- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; and 839 coauthors including Hyung Mok Lee, 2014, "Implementation of an F-statistic all-sky search for continuous gravitational waves in Virgo VSR1 data", CQG, 31, 5014
- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; and 842 coauthors including Hyung Mok Lee, 2014, "First all-sky search for continuous gravitational waves from unknown sources in binary systems", PRD, 90, 2010
- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; and 839 coauthors including Hyung Mok Lee, 2014, "Improved Upper Limits on the Stochastic Gravitational-Wave Background from 2009-2010 LIGO and Virgo Data", PRL, 113, 1101
- Aasi, J.; Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adams, T.; and 867 coauthors including Hyung Mok Lee, 2015, "Searching for stochastic gravitational waves using data from the two colocated LIGO Hanford detectors", PRD, 91, 2003
- Aasi, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T.; Abernathy, M. R.; Acernese, F.; Ackley, K.; Adams, C.; Adams, T.; Adams, T.; and 889 coauthors including Hyung Mok Lee, 2015, "Narrow-band search of continuous gravitational-wave signals from Crab and Vela pulsars in Virgo VSR4 data", PRD, 91, 2004
- Ahn, K ; Chae, J ; Cho, KS ; Song, D ; Yang, H; Goode, PR ; Cao, WD ; Park, H ; Nah, J ; Jang, BH; Park, YD...More...Less, 2014, "Active Region Coronal Rain Event Observed by the Fast Imaging Solar Spectrograph on the NST", SOLAR PHYSICS, 289, 4117-4136
- Akiyama et al., 2014, "Long-term monitoring of Sgr A\* at 7mm with VERA and KaVA", PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION, 303,288
- Bae, HJ ; Woo, JH , 2014, "A CENSUS OF GAS OUTFLOWS IN TYPE 2 ACTIVE GALACTIC NUCLEI," ASTROPHYSICAL JOURNAL, 795,30
- Bae, Y. B.; Kim, C; Lee, H. M., 2014, "Compact Binaries Ejected from Globular Clusters as GW Sources", MNRAS, 440, 2714
- Baldassare, VF; Gallo, E; Miller, BP; Plotkin, RM Treu, T; Valluri, M; Woo, JH , 2014, "MUSE-FIELD. II. NUCLEATION OF EARLY-TYPE GALAXIES IN THE FIELD VERSUS CLUSTER ENVIRONMENT", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 791,133
- Chae, J ;, 2014, "SPECTRAL INVERSION OF THE H alpha LINE FOR A PLASMA FEATURE IN THE UPPER CHROMOSPHERE OF THE QUIET SUN", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 780,109
- Chae, J ; Yang, H ; Park, H ; Maurya, RA ; Cho, KS ; Yurchysyn, V , 2014, "SUPERPENUMBRA FIBRILS POWERED BY SUNSPOT OSCILLATIONS", ASTROPHYSICAL

JOURNAL, 789, 108

Garcia-Segura, G ; Villaver, E; Langer, N ; Yoon, SC ; Manchado, A, 2014, "SINGLE ROTATING STARS AND THE FORMATION OF BIPOLAR PLANETARY NEBULA", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 783

Hasegawa, S; Miyasaka, S; Mito, H; Sarugaku, Y; Ozawa, T; Kuroda, D; Nishihara, S; Harada, A; Yoshida, M; Yanagisawa, K; Shimizu, Y; Nagayama, S; Toda, H; Okita, K; Kawai, N; Mori, M; Sekiguchi, T; Ishiguro, M; Abe, T; Abe, M, 2014, "Lightcurve survey of V-type asteroids in the inner asteroid belt", PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN, 66, 54

Hasegawa, Sunao; Miyasaka, Seidai; Tokimasa, Noritaka; Sogame, Akito; Ibrahimov, Mansur A.; Yoshida, Fumi; Ozaki, Shinobu; Abe, Masanao; Ishiguro, Masateru; Kuroda, Daisuke, 2014, "The opposition effect of the asteroid 4 Vesta", PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN, 66, 89

Hong, J. S., & Lee, H. M., 2015, "Black Hole Binaries in Galactic Nuclei and Gravitational Wave Sources", MNRAS, 448, 754

Hsieh, HH; Denneau, L; Fitzimmons, A; Hainaut, OR; ishiguro, M; Jedicke, R; Kaluna, HM; Keane, JV; Kleyna, J; Lacerda, P; MacLennan, EM; Meech, KJ; Moskovitz, NA; Riesen, T; Schunova, E; Snodgrass, C; Trujillo, CA; Urban, L; Veres, P; Wainscoat, RJ; Yang, B, 2014, "SEARCH FOR THE RETURN OF ACTIVITY IN ACTIVE ASTEROID 176P/LINEAR", ASTRONOMICAL JOURNAL, 147

Hwang, Narae; Hong Soo Park; Myung Gyoon Lee, Sungsoon Lim, Paul W. Hodge, Sang Chul Kim, Bryan Mille, and Daniel Weisz 2014, "Spectroscopic Study of Extended Star Clusters in Dwarf Galaxy NGC 6822 ", ApJ, 783, 49

Ishiguro, M, 2014, "Scattered light correction of Hayabusa/AMICA data and quantitative spectral comparisons of Itokawa", PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN, 66, 55

Ishiguro, M ; Jewitt, D ; Hanayama, H ; Usui, F ; Sekiguchi, T ; Yanagisawa, K ; Kuroda, D; Yoshida, M ; Ohta, K; Kawai, N; Miyaji, T; Fukushima, H ; Watanabe, J ..More...Less, 2014, "OUTBURSTING COMET P/2010 V1 (IKEYA-MURAKAMI): A MINIATURE COMET HOLMES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 787, 55

Ishiguro, M; Kuroda, D ; Hasegawa, S; Kim, MJ; Choi, YJ; Moskovitz, N; Abe, S ; Pan, KS; Takahashi, J ; Takagi, Y; Arai, A; Tokimasa, N ; Hsieh, HH ;Thomas-Osip, JE ; Osip, DJ; Abe, M; Yoshikawa, M ; Urakawa, S ; Hanayama, H; Sekiguchi, T ; Wada, K ; Sumi, T; Tristram, PJ ; Furusawa, K; Abe, F; Fukui, A; Nagayama, T ; Warjurkar, DS; Rau, A; Greiner, J; Schady, P; Knust, F; Usui, F; Muller, TG ., 2014, "OPTICAL PROPERTIES OF (162173) 1999 JU3: IN PREPARATION FOR THE JAXA HAYABUSA 2 SAMPLE RETURN MISSION", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 792, 74

Jang, In Sung and Myung Gyoon Lee 2014, "Discovery of an Ultra-faint Dwarf Galaxy in the Intracluster Field of the Virgo Center: A Fossil of the First Galaxies?", ApJL, 795, L6

Jang, In Sung and Myung Gyoon Lee 2014, "The Tip of the Red Giant Branch Distance to the Perfect Spiral Galaxy M74 Hosting Three Core-Collapse Supernovae", ApJ, 792, 52

Jeon, Yiseul; Im, Myungshin; Kang, Eugene; Lee, Hyung Mok; Matsuhara, Hideo, 2014, "J- and H-band Imaging of AKARI North Ecliptic Pole Survey Field", The Astrophysical Journal Supplement Series, 214, 20

Jewitt, D; Ishiguro, M; Weaver, H; Agarwal, J; Mutchler, M; Larson, S, 2014, "HUBBLE SPACE TELESCOPE INVESTIGATION OF MAIN-BELT COMET 133P/ELST-PIZARRO", ASTRONOMICAL JOURNAL, 147, 117

Kang, JH ; Koo, BC ; Byun, DY, 2014, "G192.8-1.1: A CANDIDATE OF AN EVOLVED THERMAL COMPOSITE SUPERNOVA REMNANT REIGNITED BY NEARBY MASSIVE STARS", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 47, 259-277

Karouzos, Marios; Im, Myungshin; Kim, Jae-Woo; Lee, Seong-Kook; Chapman, Scott; Jeon, Yiseul; Choi, Changsu; Hong, Jueun; Hyun, Minhee; Jun, Hyunsung David; and 9 authors, 2014, "The Infrared Medium-Deep Survey. II. How to Trigger Radio AGNs? Hints from their Environments", The Astrophysical Journal, 797, 26

Karouzos, Marios; Im, Myungshin; Trichas, Markos; Goto, Tomo; Malkan, Matt; Ruiz, Angel; Jeon, Yiseul; Kim, Ji Hoon; Lee, Hyung Mok; Kim, Seong Jin; and 12 Authors, 2014, "A Tale of Two Feedbacks: Star Formation in the Host Galaxies of Radio AGN", The Astrophysical Journal, 784, 137

Karouzos, M.; Jarvis, M. J.; Bonfield, D., 2014, "Mergers as

- triggers for nuclear activity: a near-IR study of the close environment of AGN in the VISTA-VIDEO survey”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 439, 861
- Kim, Chang-Goo; Ostriker, Eve C.; Kim, Woong-Tae, 2014, “THREE-DIMENSIONAL HYDRODYNAMIC SIMULATIONS OF MULTIPHASE GALACTIC DISKS WITH STAR FORMATION FEEDBACK. II. SYNTHETIC H I 21 cm LINE OBSERVATIONS”, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 786, 64
- Kim, JY; Trippe, S, 2014, “VIMAP: AN INTERACTIVE PROGRAM PROVIDING RADIO SPECTRAL INDEX MAPS OF ACTIVE GALACTIC NUCLEI”, JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 47, 195-199
- Kim, Jae-Woo; Edge, Alastair C.; Wake, David A.; Gonzalez-Perez, Violeta; Baugh, Carlton M.; Lacey, Cedric G.; Yamada, Toru; Sato, Yasunori; Burgett, William S.; Chambers, Kenneth C.; and 4 coauthors, 2014, “Clustering of extremely red objects in Elais-N1 from the UKIDSS DXS with optical photometry from Pan-STARRS 1 and Subaru”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 438, 825
- Kim, Jeong-Gyu; Kim, Woong-Tae, 2014, “INSTABILITY OF MAGNETIZED IONIZATION FRONTS SURROUNDING H II REGIONS”, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 797, 135
- Kim, Yonghwi; Kim, Woong-Tae, 2014, “Gaseous spiral structure and mass drift in spiral galaxies”, MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 440, 208-224
- Kim, Y; Ishiguro, M; Usui, F, 2014, “PHYSICAL PROPERTIES OF ASTEROIDS IN COMET-LIKE ORBITS IN INFRARED ASTEROID SURVEY CATALOGS”, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 789, 151
- Kim, Woong-Tae; Kim, Yonghwi; Kim, Jeong-Gyu, 2014, “NATURE OF THE WIGGLE INSTABILITY OF GALACTIC SPIRAL SHOCKS”, ASTROPHYSICAL JOURNAL, 789
- Kim, Woong-Tae; Seo, Woo-Young; Kim, Yonghwi, 2014, “Formation of nuclear rings of barred galaxies and star formation therein PROCEEDINGS”, IAU SYMPOSIUM, 303, 43-53
- Kim, Taehyun; Gadotti, Dimitri A.; Sheth, Kartik; Athanassoula, E.; Bosma, Albert; Lee, Myung Gyoon; Madore, Barry F.; Elmergreen, Bruce; Knapen, Johan H.; Zaritsky, Dennis; and 17 coauthors “Unveiling the Structure of Barred Galaxies at 3.6 micron with the Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies (S4G): I. Disk Breaks”, 2014, ApJ, 782, 64
- Ko, Jongwan; Hwang, Ho Seong; Im, Myungshin; Le Borgne, Damien; Lee, Jong Chul; Elbaz, David, 2014, “Tracing Recent Star Formation of Red Early-type Galaxies out to  $z \sim 1$ ”, The Astrophysical Journal, 791, 134
- Kozyreva, A; Blinnikov, S ; Langer, N; Yoon, SC, 2014, “Observational properties of low-redshift pair instability supernovae”, ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 565, 70
- Kozyreva, A; Yoon, SC; Langer, N, 2014, “Explosion and nucleosynthesis of low-redshift pair-instability supernovae”, ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 566, 146
- Kun, E.; Gabányi, K. É.; Karouzos, M.; Britzen, S.; Gergely, L. Á., 2014, “A spinning supermassive black hole binary model consistent with VLBI observations of the S5 1928+738 jet”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 445, 1370
- Kuroda, D; Ishiguro, M; Takato, N; Hasegawa, S; Abe, M; Tsuda, Y; Sugita, S; Usui, F; Hattori, T; Iwata, I; Imanishi, M; Terada, H; Choi, YJ; Watanabe, S; Yoshikawa, M, 2014, Visible-wavelength spectroscopy of subkilometer-sized near-Earth asteroids with a low delta-v, PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN, 66, 51
- Le, Huynh Anh Nguyen; Pak, Soojong; Im, Myungshin; Kim, Minjin; Sim, Chae Kyung; Ho, Luis C., 2014, “Medium resolution near-infrared spectra of the host galaxies of nearby quasars”, Advances in Space Research, 54, 1129
- Lee, Jae-Joon; Koo, Bon-Chul; Lee, Yong-Hyun; Lee, Ho-Gyu; Shinn, Jong-Ho; Kim, Hyun-Jeong; Kim, Yeso; Pyo, Tae-Soo; Moon, Dae-Sik; Yoon, Sung-Chul; Chun, Moo-Young; Froebrich, Dirk; Davis, Chris J.; Varricatt, Watson P.; Kyeong, Jaemann; Hwang, Narae; Park, Byeong-Gon; Lee, Myung Gyoon; Lee, Hyung Mok; Ishiguro, Masateru, 2014, “UKIRT Widefield Infrared Survey for Fe+”, MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 443, 2650-2660
- Lee, Jong Hwan and Myung Gyoon Lee 2014, “A New Optical Survey of Supernova Remnants in M31”, ApJ, 786, 130
- Lee, Jong Hwan and Myung Gyoon Lee 2014, “Properties of

the Optically Selected Supernova Remnant Candidates in M33", *ApJ*, 794, 134

Lee, Joon Hyeop; Lee, Hye-Ran; Kim, Minjin; Seon, Kwang-II; Kim, Sang Chul; Yang, Soung-Chul; Ree, Chang Hee; Lee, Jong Chul; Jeong, Hyunjin; Ko, Jongwan; Choi, Changsu, 2014, "Measurable Relationship between Bright Galaxies and Their Faint Companions in WHL J085910.0+294957, a Galaxy Cluster at  $z = 0.30$ : Vestiges of Infallen Groups?", *The Astrophysical Journal*, 791, 82

Lee, Seong-Kook; Ferguson, Henry C.; Somerville, Rachel S.; Giavalisco, Mauro; Wiklind, Tommy; Dahlen, Tomas, 2014, "Steadily Increasing Star Formation Rates in Galaxies Observed at  $3 < z < 5$  in the CANDELS/GOODS-S Field", *The Astrophysical Journal*, 783, 13

Margutti, R.; Milisavljevic, D.; Soderberg, A. M.; Chornock, R.; Zauderer, B. A.; Murase, K.; Guidorzi, C.; Sanders, N. E.; Kuin, P.; Fransson, C.; and 47 coauthors, 2014, "A Panchromatic View of the Restless SN 2009ip Reveals the Explosive Ejection of a Massive Star Envelope", *The Astrophysical Journal*, 780, 21

Matthee, Jorjyt J. A.; Sobral, David; Swinbank, A. M.; Smail, Ian; Best, P. N.; Kim, Jae-Woo; Franx, Marijn; Milvang-Jensen, Bo; Fynbo, Johan, 2014, "A 10 deg<sup>2</sup> Lyman  $\alpha$  survey at  $z=8.8$  with spectroscopic follow-up: strong constraints on the luminosity function and implications for other surveys", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 440, 2375

Maurya, RA ; Ambastha, A; Chae, J, 2014, "activity-related variations of high-degree p-mode amplitude, width, and energy in solar active regions", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 561, 123

Mezcua, M.; Lobanov, A. P.; Mediavilla, E.; Karouzos, M., 2014, "Photometric Decomposition of Mergers in Disk Galaxies", *The Astrophysical Journal*, 784, 16

MinhYC; KimKT; YanCH; ParkYS; LeeSH,Lal; HasegawaT; ZangXZ; KuanYJ ,2014 , "Properties of the Molecular Clump and the Associated Ultracompact H II Region in the Gas Shell of the Expanding H II Region Sh 2-104", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 47, 179-185

Niinuma, Kotaro; Lee, Sang-Sung; Kino, Motoki; Sohn, Bong Won; Akiyama, Kazunori; Zhao, Guang-Yao;

Sawada-Satoh, Satoko; Trippe, Sascha; Hada, Kazuhiro; Jung, Taehyun; and 62 coauthors "VLBI observations of bright AGN jets with the KVN and VERA Array (KaVA): Evaluation of imaging capability", *PUBLICATION OF ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN*, 66, 103

Nozawa, T; Yoon, SC; Maeda, K; Kozasa, T ; Nomoto, K; Langer, N, 2014, "DUST PRODUCTION FACTORIES IN THE EARLY UNIVERSE: FORMATION OF CARBON GRAINS IN RED-SUPERGIANT WINDS OF VERY MASSIVE POPULATION III STARS", *ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS*, 787, 17

Oh, S; Mulchaey, JS ;Woo, JH; Finoguenov, A; Tanaka, M ;Cooper, MC; Ziparo, F ; Bauer, FE; Matsuoka, K ,2014, "THE ACTIVE GALACTIC NUCLEUS POPULATION IN X-RAY-SELECTED GALAXY GROUPS AT  $0.5 < Z < 1.1$ ",*ASTROPHYSICAL JOURNAL*,790,43

Oh, S; Park, H;Yi, Y;Chae, J, 2014, Signals of solar cosmic ray flux variations inferred from the noise in raw CCD solar images taken by SOHO/EIT, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, 119, 88-96

Oi, Nagisa; Matsuhara, Hideo; Murata, Kazumi; Goto, Tomotsugu; Wada, Takehiko; Takagi, Toshinobu; Ohyama, Youichi; Malkan, Matthew; Im, Myungshin; Shim, Hyunjin; and 2 coauthors, 2014, "Optical - near-infrared catalog for the AKARI north ecliptic pole Deep field", *Astronomy & Astrophysics*, 566, 60

Pancoast, A; Brewer, BJ; Treu, T; Park, D; Barth, AJ; Bentz, MC; Woo, JH ,2014 , "Modelling reverberation mapping data - II. Dynamical modelling of the Lick AGN Monitoring Project 2008 data set" , *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 445, 3073-3091

Park, JH; Trippe, S , 2014, "RADIO VARIABILITY AND RANDOM WALK NOISE PROPERTIES OF FOUR BLAZARS", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 785, 76

Pearson, Chris P.; Serjeant, S.; Oyabu, S.; Matsuhara, H.; Wada, T.; Goto, T.; Takagi, T.; Lee, H. M.; Im, M.; Ohyama, Y.; and 2 coauthors, 2014, "The first source counts at 18  $\mu$  m from the AKARI NEP Survey", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 444, 846

Plotkin, RM ; Gallo, E ; Miller, BP; Baldassare, VF; Treu, T; Woo, JH, 2014, "AN ENVIRONMENTAL STUDY OF THE ULTRALUMINOUS X-RAY SOURCE POPULATION IN EARLY-TYPE GALAXIES", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 780, 1

- Seo, Woo-Young; Kim, Woong-Tae, 2014, "EFFECTS OF SPIRAL ARMS ON STAR FORMATION IN NUCLEAR RINGS OF BARRED-SPIRAL GALAXIES", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 792, 47
- Shappee, B. J.; Prieto, J. L.; Grupe, D.; Kochanek, C. S.; Stanek, K. Z.; De Rosa, G.; Mathur, S.; Zu, Y.; Peterson, B. M.; Pogge, R. W.; and 37 coauthors, 2014, "The Man behind the Curtain: X-Rays Drive the UV through NIR Variability in the 2013 Active Galactic Nucleus Outburst in NGC 2617", *The Astrophysical Journal*, 788, 48
- Shinn, Jong-Ho; Kim, Kee-Tae; Lee, Jae-Joon; Lee, Yong-Hyun; Kim, Hyun-Jeong; Pyo, Tae-Soo; Koo, Bon-Chul; Kyeong, Jaemann; Hwang, Narae; Park, Byeong-Gon, 2014, "[Fe II] 1.64  $\mu$  m IMAGING OBSERVATIONS OF THE OUTFLOW FEATURES AROUND ULTRACOMPACT H II REGIONS IN THE FIRST GALACTIC QUADRANT" *ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES*, 214, 11
- Takahashi, J; Urakawa, S; Terai, T; Hanayama, H; Arai, A; Honda, S; Takagi, Y; Itoh, Y; Zenno, T; Ishiguro, M , 2014, "Near-infrared colors of asteroid 2012DA(14) at its closest approach to Earth: Observations with the Nishiharima Infrared Camera (NIC)", *PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN*, 66, 53
- Trippe, S , 2014, "POLARIZATION AND POLARIMETRY: A REVIEW", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 47, 15-39
- Trippe, S, 2014, "The 'Missing Mass Problem' in Astronomy and the Need for a Modified Law of Gravity *ZEITSCHRIFT FUR NATURFORSCHUNG SECTION A-A* , *JOURNAL OF PHYSICAL SCIENCES*, 69, 173-187
- Trippe, S , 2014, "DOES THE JET PRODUCTION EFFICIENCY OF RADIO GALAXIES CONTROL THEIR OPTICAL AGN TYPES?", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 47, 159-161
- Trippe, Sascha, 2014, The "Graviton Picture": a Bohr Model for Gravitation on Galactic Scales?, *CANADIAN JOURNAL OF PHYSICS*, 93, 213
- Trippe, Sascha; Kim, Jae-Young; Lee, Bangwon; Choi, Changsu; Oh, Junghwan; Lee, Taeseok; Yoon, Sung-Chul; Im, Myungshin; Park, Yong-Sun, 2014, "Optical Multi-Channel Intensity Interferometry? Or: How to Resolve O-Stars in the Magellanic Clouds", *Journal of Korean Astronomical Society*, 47, 235
- Urata, Yuji; Huang, Kuiyun; Takahashi, Satoko; Im, Myungshin; Yamaoka, Kazutaka; Tashiro, Makoto; Kim, Jae-Woo; Jang, Minsung; Pak, Soojong, 2014, "Synchrotron Self-inverse Compton Radiation from Reverse Shock on GRB 120326A", *The Astrophysical Journal*, 789, 146
- Usui, F ; Hasegawa, S ; Ishiguro, M ; Muller, TG ; Ootsubo, T, 2014, "A comparative study of infrared asteroid surveys: IRAS, AKARI, and WISE", *PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF JAPAN*, 66, 56
- Woo, JH; Cho, HJ; Husemann, B; Komossa, S; Park, D; Bennert, VN, 2014, "A sub-kpc-scale binary active galactic nucleus with double narrow-line regions", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 437, 32-37
- Woo, JH; Kim, JG; Park, D ; Bae, HJ; Kim, JH; Lee, SE ; Kim, SC ; Kwon, HJ , 2014, "MISCLASSIFIED TYPE 1 AGNS IN THE LOCAL UNIVERSE", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 47, 167-178
- Yang, H ; Chae, J ; Lim, EK; Lee, KS; Park, H ; Song, DU ; Cho, K , 2014, MAGNETIC-RECONNECTION GENERATED SHOCK WAVES AS A DRIVER OF SOLAR SURGES, *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 790, 4
- Yoon, DH ; Cho, SH ; Kim, J ; Yun, YJ ; Park, YS, 2014, "SiO AND H2O MASER SURVEY TOWARD POST-ASYMPTOTIC GIANT BRANCH AND ASYMPTOTIC GIANT BRANCH STARS", "A PHOTON-DOMINATED REGION MODEL FOR THE FIR MID-J CO LADDER WITH UNIVERSAL ROTATIONAL TEMPERATURE IN STAR FORMING REGIONS", *ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES*, 213, 33
- Yun, Y; Park, YS; Kim, CH; Lee, B; Kim, JH ; Yoo, S ; Lee, CH; Han, J ; Kim, YY , 2014, "DEVELOPMENT OF 2.8-GHz SOLAR FLUX RECEIVERS", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 47, 201-207

## ■ 세종대학교 천문우주학과

### 1. 인적 사항

세종대학교 천문우주학과에는 강영운, 이희원, 성환경, 이재우, 채규현, 김성은, M. van Putten 및 3월에 부임한 G. Rossi 등

총 8명의 전임교원이 재직하고 있으며, 연구교수로 A. Yuschenko 박사가 있다. 이희원 교수는 2014년 3월부터 세종대학교 천문대 대장을, 또 9월부터는 자연과학대학장을 함께 맡고 있다. 이희원 교수가 학장이 됨에 따라 성환경 교수가 9월부터 학과장을 맡고 있다. 2014년도에는 천문우주학과와 물리학과가 통합이 되었고, 2015년도부터 학부 신입생의 모집단위가 천문우주학과에서 물리천문학과로 변경이 되었다. 당분간 천문우주학과와 물리천문학과가 함께 존재하는 2원 체제가 유지될 것이다. 지난 2월에는 천문우주학과의 2호 박사인 임범두 박사가 박사학위를 받고, 기초기술이사회회 박사후 연구원으로 3월부터 한국천문연구원에서 재직하고 있다. 박사과정에는 허현오, 김기훈, P. Rittipruk, 공인택, 윤소영이 있으며, 석·박 통합과정에는 허정은, 석사과정에는 이상훈, 이대섭이 재학하고 있다.

## 2. 연구 및 학술활동

강영운 회원은 대·소마젤란은하에 있는 식쌍성의 물리량을 연구하고 있다. 마젤란은하 내 식쌍성의 장축운동과 화학 조성비를 연구하기 위해서는 측광관측 자료와 분광관측 자료가 모두 필요하다. North et al. (2010)은 VLT 8.2m 망원경의 FLAMES/GIRAFFE 분광기로 2003년 11월 16일부터 20일까지 총 8일간 분광관측을 수행하여, 대·소마젤란은하에서 각각 약 40여개와 약 100여개 식쌍성의 분광자료를 획득하였다. VLT archive에서 그들이 얻었던 분광자료를 내려 받아, 각 스펙트럼의 시선속도와 화학조성을 얻었다. 정밀한 시선속도를 얻기 위해 T. Mazeh와 S. Zucker가 개발한 TODKOR 방법을 사용하였다. TODKOR 방법은 두 별의 합성 스펙트럼(주성과 반성)을 Two-dimensional correlation 방법으로 관측자료와 비교하여 정밀하게 시선속도를 측정한다. 많은 수의 식쌍성 스펙트럼에 적용하기 위해 TODKOR 방법을 향상 시켰다. OGLE 095557의 스펙트럼을 이전 연구자인 North et al. (2010)이 제시한 시선속도와 개선한 TODKOR 방법으로 측정한 시선속도를 비교하고 식쌍성의 화학 조성비를 결정하였고, 이 결과를 논문으로 출판하였다.

이희원 회원은 공생별과 어린 행성상성운에서 질량손실 및 질량 이동 과정과 활동성은하핵에서 복사전달을 연구하고 있다. 공생별과 어린 행성상성운에 대한 보현산천문대의 고분산분광기인 BOES를 사용한 분광 및 편광관측은 한국천문연구원의 이병철, 이호규 박사, 석사과정인 허정은, 학부과정의 장석준 학생과 함께 수행하고 있다. 2014년 6월 초에는 이호규 박사, 허정은과 함께 Las Campanas에 위치한 Dupont 망원경을 사용하여 남반구의 공생별 분광관측을 수행하였으며, 학부과정의 장석준 학생과 활동성은하핵의 통일모형에서 기대되는 발머선 날개 영역의 형성과정을 연구하고 있다. 또한 수소 원자의 정확한 산란단면적 계산을 적용하여 초기 우주의 재이온화 과정과 관련된 복사 전달 연구를 수행하고 있다. 연세대학교 박기훈 박사와 정확한 원자물리학을 적용한 Gunn-Peterson trough의 선운곽을 계산하였다. 2014년 8월 1일부터 11일까지 루마니아 수체아바에서 개최된 국제 천문 및 천체물리 올림피아드(IOAA)에 한국 천문올림피아드 대표를 인솔하였다.

성환경 교수는 카시오페이아자리에 있는 젊은 산개성단 IC 1805의 중적외선 Spitzer/IRAC 자료의 측광을 수행하여 중적외선 초과가 있는 전주계열성을 선정하였고, 가시광 자료 및 X-선 자료와 함께 종합적으로 분석을 실시하고 있다. 한국천문연구원의 임범두 박사, 미국 애리조나대학교 Steward 천문대의 김진영 박사, 호주 국립대학교의 M. S. Bessell 교수와 함께 세종 산개성단 전천탐사 관측(Sejong Open Cluster Survey - SOS)을 꾸준히 진행하고 있다. 2014년에는 Perseus 나선팔에 있는 젊은 산개성단 NGC 1893과 NGC 1931, 그리고 외곽 나선팔에 있는 NGC 1624에 대한 거리, 나이, 초기질량함수 및 별 생성의 역사에 대한 연구를 완료하여 학술지에 게재 또는 게재승인을 받았다. 한편 박사과정의 허현오와 함께 질량이 큰 별이 폭발적으로 태어나는 젊은 산개성단 Westerlund 2의 거리, 나이 및 초기질량함수에 대한 연구를 완료하였고, 이 결과는 MNRAS에 게재승인을 받았다. 박사과정의 허현오는 SSO 1m와 CTIO 4m 망원경으로 관측한  $\eta$  Car 성운 영역의 영상을 측광하고, 타 파장대의 관측자료를 함께 사용하여  $\eta$  Car 성운에 있는 젊은 산개성단 Tr 14, Tr 15, Tr 16 및 Cr 232의 거리, 나이, 성간소광의 특성과 공간적 변화, 초기질량함수 등을 연구하고 있으며, 2015년 중반 박사학위 취득을 목표로 연구에 매진하고 있다. 한편 석사과정의 이상훈과는 Steward 천문대의 Kuiper 61" 망원경으로 관측한 젊은 산개성단 NGC 2169에 대한 측광학적 연구를 수행하고 있다.

이재우 회원은 지난 수 년 간 수행해온 다중항성종족을 가진 구상성단과 우리은하 중심영역의 초기 우주 천체 및 항성종족에 대한 칼슘필터를 이용한 탐사연구 이외에, 2013년에 새로 도입한 JWLL38 측광계에 대한 연구를 진행하고 있다. 또한 2015년 1월에 University of North Carolina at Chapel Hill의 Bruce W. Carney 교수와 우리은하 주위의 매우 어두운 왜소은하의 측광연구 및 구상성단 RR Lyrae 변광성의 거리지수에 대한 공동연구를 수행하였다.

채규현 교수는 타원은하의 구조, 암흑물질 분포, 수정중력 등에 대해서 연구하였다. 은하역학의 모형계산에는 Sloan Digital Sky Survey와 ATLAS3d 자료를 활용하였다.

Maurice van Putten 교수는 강력한 핵붕괴 초신성과 감마선 폭발체로부터 발생되어 긴 시간동안 관측이 되는 중력과 탐사와 같은 짧은 시간동안 변광하는 천체들과 관련된 상대론적 천체물리학을 주로 연구하고 있으며, 보다 구체적인 연구내용 및 주제는 노벨 물리학상 수상자인 G. 't Hooft가 서문을 쓴 그의 저서 "Relativistic Astrophysics of the Transient Universe" (저자: van Putten, M. H. P. M. & Levinson, A. 2012년, Cambridge Univ. Press)에 정리되어 있다. 최근에는 entropic gravity와 역학적 암흑에너지와의 관계가 우주론에 어떤 의미가 있는 지에 대해 관심을 갖고 있다.

G. Rossi 교수는 이론 및 관측적 우주론과 우주의 거대구조에 대해 주로 연구하고 있으며, 특히 Ly $\alpha$  forest와 우주론적 증성미자에 관심을 갖고 있다. 2014년에는 SDSS-III BOSS 탐사관측

자료를 설명하기 위해 개발한, 적색편이가 큰 Ly $\alpha$  forest의 관측으로부터 알게 된 은하간 매질의 밀도가 낮은 영역을 조사하기 위해 차가운 암흑물질, 바리온 및 무거운 중성미자를 고려한 최신 유체역학 수치실험을 수행하였다. 이 모형으로부터 물질과 플럭스의 비선형 3차 및 1차 파워 스펙트럼을 분석한 결과를 발표하였으며, 무거운 중성미자의 효과를 포함한 Ly $\alpha$  forest에서 투과한 플럭스를 통계적으로 분석하였다. 또 "Cosmology with the Ly $\alpha$  Forest: Challenges to the Standard Model"의 연구 주제로 연구재단의 SGER 연구비를 받았다. 11월에는 국내 대학으로는 처음으로 SDSS-IV에 가입을 주도하여, Astrophysical Research Consortium과 MOU를 체결하였다. 또한 KISTI의 슈퍼컴퓨터 사용시간 일부를 확보하였으며, Ly $\alpha$  forest의 수치 모의실험을 위해 공동 연구자로 프랑스의 GENCI가 운영하는 TGCC Curie 슈퍼컴퓨터 사용시간을 얻었다. 2014년 3월 이후 9건의 국내 및 국제 학술회의에 참석을 하였고, 10건의 발표를 하였다.

### 3. 연구 및 교육시설

세종대학교가 보유하고 있는 가장 중요한 관측시설은 76cm 반사망원경이다. 끈지암으로 이전•설치한 2012년 이후 망원경의 정상화를 위해 노력하고 있다. 2014년 5월에는 경기도 광주시 광일중학교와 끈지암천문대에서 별밤축제를 개최하였고, ㈜에스엘랩에 의뢰하여 망원경의 부경부를 수리하였다. 2015년부터 2~3년에 걸쳐 망원경의 구동 및 제어부를 대대적으로 수리할 계획을 수립하였다. 끈지암관측소는 40cm 반사망원경이 설치되어 있지만 지난 수년간 사용실적이 전무한 상태이다. 학부학생들의 관측실습은 교내 영실관 옥탑의 간이관측소에 설치되어 있는 11인치 반사망원경 및 다수의 소형 굴절망원경을 이용하고 있다. 또 SRT 소형 전파망원경으로 사용하여 전파관측실습을 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

Ahn, C. P., Alexandroff, R., Allende, P. et al. 2014, ApJS, 211, 17, "The Tenth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey"

Bach, K., Lee, H.-W. 2014, JKAS, 47, 187, "The Kramers-Heisenberg Formula and the Gunn-Peterson Trough"

Borde, A., Palanque-Delabrouille, N., Rossi, G. et al. (2014), JCAP, 7, 5, "New approach for precise computation of Lyman-Alpha forest power spectrum with hydrodynamical

simulations"

Chae K.-H., 2014, ApJ, 788L, 15, "A Universal Power-law Profile of Pseudo-phase-space Density-like Quantities in Elliptical Galaxies"

Chae K.-H., Bernardi M., Kravtsov A. V., 2014, MNRAS, 437, 3670, "Modelling mass distribution in elliptical galaxies: mass profiles and their correlation with velocity dispersion profiles"

Chung, E. J., & Kim, S. 2014, PASJ, 66, 11, "H I and H<sub>2</sub> properties and star formation efficiency of NGC 4654 in the cluster environment"

Font-Ribera, A., Kirkby, D., Busca, N. et al. 2014, JCAP, 5, 27, "Quasar-Lyman-Forest Cross-Correlation from BOSS DR11: Baryon Acoustic Oscillations"

Harmanec, P., Holmgren, D. E., Wolf, M.; Božić, H., Guinan, E. F., Kang, Y. W. et al. 2014, A&A 563, 120, "Revised physical elements of the astrophysically important O9.5+O9.5V eclipsing binary system Y Cygni"

Hernandez-Monteagudo, C., Ross, A., Cuesta, A., Genova Santos, G., Xia, J., Prada, F., Rossi, G., Neyrinck, M., Viel, M. et al. 2014, MNRAS, 438, 1724, "The Baryonic Acoustic Oscillation Survey: Constraints on the Integrated Sachs Wolfe effect"

Hong, K., Lee, C.-U., Kim, S.-L., & Kang, Y.-W. 2014, AJ, 147, 151, "Short Apsidal Period of Three Eccentric Eclipsing Binaries Discovered in the Large Magellanic Cloud"

Kim, S., Kwon, E., Jeong, K.-S., Kim, K., Cho, C., & Chung, E. J. 2014, Ap&SS, 349, 423, "Global spectral energy distributions of the Large Magellanic Cloud with interstellar dust"

Lee, H.-W., Heo, J.-E., Lee, B.-C. 2014, MNRAS, 442, 1956, "Raman-scattered Ne VII  $\lambda 973 \text{ \AA}$  at 4881 $\text{ \AA}$  in the symbiotic star V1016 Cygni"

Lee, J.-W., López-Morales, M., Hong, K., Kang, Y.-W., Pohl, B. L., Walker, A. 2014, ApJS, 210, 6, "Toward a Better Understanding of the Distance Scale from RR Lyrae Variable Stars"

Lim, B., Sung, H., Kim, J. S., Bessell, M. S., & Karimov, R. 2014, MNRAS, 438, 1451, "Sejong Open Cluster Survey

(SOS). II. IC 1848 Cluster in the H II Region W5 West”

Lim, B., Sung, H., Kim, J. S., Bessell, M. S., & Park, B.-G. 2014, MNRAS, 443, 454, “Sejong Open Cluster Survey (SOS). III. The Young Open Cluster NGC 1893 in the HII Region W8”

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”

Rossi, G., Palanque-Delabrouille, N., Borde, A. et al. 2014, A&A, 567, A79, “Suite of hydrodynamical simulations for the Lyman-Alpha forest with massive neutrinos”

Van Putten M. H. P. M. 2014, MNRAS, 447, L11, “Extreme luminosities in ejecta by intermittent outflows around rotating black holes”

Van Putten, M. H. P. M., Lee, G. M., Della Valle, M., Amati, L. & Levinson, A., 2014, MNRAS Lett., 444, L58, “On the origin of short GRBs with extended emission and long GRBs without associated SN”

Van Putten, M. H. P. M., Guidorzi, C., & Frontera, F., 2014, ApJ, 786, 146, “Broadband turbulent spectra in gamma-ray burst light curves”

Van Putten, M. H. P. M. 2014, Applied Mathematics (SCIRP), 5, 2547, “Asymptotic harmonic behavior in the prime number distribution”

■ 연세대학교 천문우주학과

1. 인적사항

본 학과는 2015년 3월 현재, 교수진 10 명(이영욱, 변용익, 김용철, 김석환, 박상영, 손영중, 이석영, 윤석진, 정애리, 박찬덕) 과 명예교수진 3명(나일성, 천문석, 최규홍)으로 구성되어 있다. 한편 2015년 9월 부로 지명국 박사(현 UC Davis)가 신입 교수로 부임할 예정이다. 학과 및 천문대 소속의 박사 후 전문 연구원 12 명, 대학원 석박사 통합과정 17 명, 박사과정 24 명, 석사과정 15 명, 그리고, 학부생 150 여 명으로 구성되어 있다. 2년 전부터 연세대학교 차원에서 진행되고 있는 정책으로, 학부 1학년 신입생들은 모두 인친 국제캠퍼스에서 1년간 기숙사 생활을 하면서 Residential College 교육을 받고 있다.

학과 교수진의 활동을 요약하면 다음과 같다. 손영중 회원은

2015년 3월 부로 2년 임기의 학과장직을 수행하며 학과를 이끌고 있다. 이영욱 회원은 한국연구재단 선도연구센터육성사업(SRC)의 지원으로 연세대 교핵연구소로 설립된 은하진화연구센터의 센터장을 역임하고 있다. 김용철 회원은 연세대학교 자연과학연구원 부원장으로 봉사하였으며, 2015학년도 연구년을 시작하였다. 김석환 회원은 1년간의 연구년을 수행한 후 복귀하여, 2015년 3월 부터 연세대학교 송도 캠퍼스의 신입생 교육에 봉사하고 있다. 박상영 회원은 2015년 3월 부터 연세대학교 천문대장을 역임하고 있으며 국제 우주비행 학술원(IAA) 회원으로 활동하고 있다. 이석영 회원은 BK21 Plus 지구-천문-대기 사업단장 및 대학원 주임교수로 봉사하고 있으며 천문학회지와 천문학논총의 편집위원으로 활동하고 있다. 윤석진 회원은 한국천문학회 IAUGA 2021 유치위원으로 활동하고 있다. 정애리 회원은 한국천문학회 학술위원회 위원 및 간사로 활동하고 있다. 박찬덕 회원은 2014년 2월부터 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, 2014년 8월에는 장서원 회원과 김명진 회원(지도교수 변용익), 그리고 노동구 회원(지도교수 이영욱)이, 2015년 2월에는 오규석 회원(지도교수 이석영)이 박사학위를 받았다. 또한 본 학과에는 학과 및 천문대 소속의 12 명의 박사후 연구원(박기훈, 정철, Camilla Pacifici, 한상일, 주석주, Mario Pasquato, 김학섭, 김수영, 천상현, 장서원, Rory Smith, 김정리)들이 활발한 연구 활동을 펼치고 있다.

2. 연구 및 학술 활동

이영욱 회원은 정철, 나중삼 회원과 함께 헬륨, CNO, Na이 증가된 2-3세대 항성종족이 외부은하의 관측자료 해석에 사용되는 연세진화종족합성모델(YEPS)에 미치는 영향을 연구하고 있고; 한상일, 임동욱, 홍승수 회원과는 특히 구상성단과 왜소은하의 du Pont 2.5m 가시광 측광 및 저해상도 분광관측 연구, 주석주 회원과는 우리은하 중앙 팽대부의 double red clumps의 기원과 X-shape 구조의 진위 규명 연구를, Mario Pasquato 회원과는 구상성단내 항성역학에 대한 연구, 장소희 회원과는 우리은하 구상성단계와 왜소은하의 오랜 난제인 오스터호프 이분법의 기원과 RR Lyrae 변광성을 이용한 거리측정 연구를, 조혜전 회원과는 coma 은하단 내 조기형은하의 구상성단계 및 자외선-가시광 Surface Brightness Fluctuation 관측연구, 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.

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 정

밀도의 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, 항성 표면 복사유체 수치모사연구들에 사용되는 복사 부분 비교연구, 그리고 등연령곡선 제작 등의 3가지 연구를 진행하고 있다. 항성에서 관측되는 활동성(activity)의 관측 자료와 상세한 내부구조의 이론적 모형을 함께 연구하여 항성구조와 항성 자기 활동성의 인과관계를 체계적으로 이해하고자 하는 것이 활동성 연구의 궁극적 목표이다. 복사와 유체의 상호 작용이 매우 중요한 항성표면의 수치모사에서, 사용되는 기존의 Eddington 방법, Opacity binning 방법 등의 유효성을 검증하는 것이 복사연구의 목표이다. 그리고 등연령곡선 연구는 최근 여러 연구에서 제안되고 있는 매우 높은 헬륨 함량 및 다양한 알파원소 함량비가 고려된 등연령곡선의 특성을 연구한다.

김석환 회원이 운용하는 우주광학연구실은 University of Arizona(USA)의 교수 및 연구진들, 그리고 국제적인 광 해석 기업인 Breault Research Organization 과 함께 위성 광학시스템 및 대구경 광학 시스템의 성능 해석, 가공 제작, 조립, 정렬, 성능 측정과 3차원 지구 광학모델과 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, 국내외의 국책 연구소 및 대기업 연구소 등으로 활발히 진출하여 나가고 있다.

박상영 회원이 지도하는 우주비행제어 연구실(Astrodynamics and Control Lab)은 편대비행 위성의 궤도 결정 및 제어, 자세 결정 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 위한 큐브위성을 개발하고 있다. 국방광역 감시센터의 연구일환으로서 레이저를 이용하여 위성 간 상대거리를 정밀하게 측정하는 연구를 수행중이며, 광학망원경을 이용한 우주 감시를 위한 궤도분석을 하고 있다. 또한 한국형 달 탐사를 위한 지상국 시스템에 필요한 소프트웨어를 개발하고 있으며, 달 탐사 큐브위성의 활용을 위한 임무설계를 하고 있다.

손영중 회원은 원종석 회원, 천상현 회원과 함께 근거리 은하 및 성단의 항성 종족에 대한 관측적 연구를 진행하고 있다. 우리는 은하의 구상성단과 근거리 은하들에 대한 가시광 영역 및 근적외선의 다 파장 영역 측광 관측 자료를 CFHT, IRSF, UKIRT 등의 다양한 망원경으로부터 얻었다. 이러한 자료를 활용하여, 중원소 함량이 적은 구상 성단 내 적색거성계열의 형태분석과 은하의

형성에 대한 연구를 하고 있으며, 가까운 왜소 은하 내 접근 거성의 항성진화 및 공간 분포의 특성에 대한 연구와 우리 은하 내 구상 성단 주변의 광역 항성 분포와 조석 꼬리에 대한 연구를 통해 은하의 형성과 진화 연구를 지속하고 있다. 또한, 지난 2010년부터 2012년까지는 하와이 마우나케아 산 정상에 위치해 있는 UKIRT 망원경을 이용하여 우리 은하와 가장 가까운 은하인 M31과 그의 위성 은하인 NGC 205 및 M32 영역의 항성들에 대한 측광 관측을 실시하여 M31 주변에서 계층적 은하 합병 모델에서 예측 되는 합병의 흔적인 조석 꼬리 및 띠를 찾는 연구를 진행 중이며, 새롭게 항성의 부구조물을 찾을 수 있었다. 또한 동일한 망원경을 이용하여 우리 은하 내의 구상성단 주변의 항성 분포로부터 성단과 관련 있는 조석 꼬리 및 띠를 찾고 있으며, 일부의 성단들 주변에서 항성의 부구조물을 찾을 수 있었다. 마지막으로 우리 은하로부터 거리가 10Mpc 이하인 근거리 은하의 항성들의 측광학적 특성을 알아보는 연구가 함께 진행되고 있다.

이석영 회원이 이끄는 은하진화연구실(GEM)에서는 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 검증에 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 회원과 함께 GALEX 우주망원경 관측자료 및 SDSS 관측자료를 이용한 은하의 Recent Star Formation History 연구와 이웃은하의 영향에 대한 연구를, 윤기운 회원, 김정환 회원, 안성호 회원과 함께 N-body 및 Hydro Simulation을 이용한 은하군 및 은하단 역학 연구 및 Disk Warp 현상에 대한 연구를, 김진아 회원, 지용배 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 질량 손실에 관한 연구를 수행하고 있다. 연구실의 윤기운 회원은 대만의 Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics (ASIAA)에 파견되어 연구를 수행 중이다.

정애리 회원은 윤혜인, 김묘진, 이범현, 백준현, 김진협, 정용진, 김성중, 노현욱 회원 및 Dr. Evangelia Tremou와 함께 다양한 적색편이에서 나타나는 환경에 따른 은하진화효과를 연구 중이

다. 윤희인 회원은 처녀자리 은하단 주변의 만기형 은하들의 WSRT, GMRT 및 JVLA 중성수소 관측을 통해 은하단에 연결된 필라멘트에서 은하들이 변형되는 과정을 연구 중이다. 이범현 회원은 SMA, IRAM 자료를 이용하여 은하 간 물질이 은하 내 존재하는 분자형 성간물질의 성질과 별 형성에 미치는 영향을 연구하고 있다. 김묘진 회원은 EVLA, CFHT 자료를 이용하여 근거리 에 있는 사자자리 은하그룹 내에서 발견된 왜소은하들의 성질로부터 그룹 내에 존재하는 거대 가스구조 및 은하그룹의 기원을 연구 중이다. Dr. Evangelia Tremou는 KVN으로 처녀자리 은하단에 위치한 밝은 전파원들을 고분해능으로 관측하여 은하단 환경과 활동성은하핵의 성질간의 상관관계를 연구하고 있다. 백준현 회원은 KVN 관측을 통해 다양한 은하단 중심에 위치한 은하들의 AGN 활동과 은하단의 역학상태의 상관관계에 대해 연구하고 있다. 김진협 회원은 ATCA 자료를 이용하여 blue compact 왜소은하들의 기원을 연구하고 있다. 정용진 회원은 KVN 자료 및 다파장 전파 자료를 통해 젊은 활동성 은하핵을 찾아내고, KVN을 이용한 고분해능 관측으로 그들의 성질을 연구 중이다. 김성중 회원은 KVN 자료 및 다파장 자료의 공간분포의 관계를 이용하여 IC10의 메이저선과 별형성 활동의 상관관계를 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. Dr. Evangelia Tremou는 연세대학교를 떠나 2015년 1월부터 Michigan State University에서 연구를 시작하였다.

박찬덕 회원은 박상영 회원과 함께 우주비행체제어연구실 (Astrodynamics and Control Laboratory)을 공동 운영하며 우주비행체의 궤도/자세와 관련한 동역학/항법/제어/유도 분야의 연구를 수행하고 있다. 현재 국방광역감시 특화연구센터에 소속되어 다수 위성의 재배치/대형유지, 우주자산의 근접조사/자율도킹, 위성간 정밀상대거리 측정 등의 연구를 수행하고 있으며, 국방 위성항법 특화연구센터에 소속되어 한국형위성항법시스템의 정밀궤도결정 연구를 수행하고 있다. 또한, 비선형 제어기법을 이용한 우주비행체의 강건/정밀한 편대비행 구현, 소형/비대칭 소행성 탐사를 위한 궤적설계 및 항법/유도/제어 기법 개발 등의 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 년 3주 및 3일 임차해서 사용하며, 연구에 적극 활용하고 있다.

한편, 우주비행체제어연구실은 차세대 분리형 우주망원경의 기술을 우주공간에서 직접 실험/검증하기 위한 2기의 큐브위성을 제작하고 있다. 또한, 우주비행체의 편대비행을 위한 항법/제어 기법을 지상에서 실험/검증하기 위한 실험장치와 한국형위성항법시스템의 궤도결정을 모사하는 시뮬레이터를 개발하고 있다. 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

Barro, G., Pacifici, C., Lee, J. et al. 2014, ApJ, 791, 52, "CANDELS+3D-HST: Compact SFGs at  $z \sim 2-3$ , the Progenitors of the First Quiescent Galaxies"

Beom, M., & Kim, Y. -C. 2014, Astronomical Society of the Pacific conference Series, The 10th Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics, held at Sejong University, Seoul, Korea, 2013.5.27-31, Vol 482, 143 — 146, "Analyzing the binary system using standard stellar models: HIP 104858"

Breault, R. P., Kim, S. -W., Yang, S. -K., and Ryu, D. 2014, Proc. SPIE 9189, Photonic Innovations and Solutions for Complex Environments and Systems (PISCES) II, 91890F, "Sun-, Earth- and Moon-integrated simulation ray tracing for observation from space using ASAP"

Chang, Y. -Y., Chen, C. R., Chen, P., Huang, J. -J., Huang, M. A., Liu, T. -C., Nam, J. W., Wang, M. -Z., Bogomolov, V., Brandt, S., Budtz-Jorgensen, C., Castro-Tirado, A. J., Choi, H. S., Connell, P. H., Eyles, C., Jeong, S., Kim, J. E., Kim, M. B., Kim, S. -W., Lee, J., Lim, H., Min, K. W., Panasyuk, M. I., Park, I. H., Petrov, V., Reglero, V., Ripa, J., Rodrigo, J. M., Svertilov, S., and Yashin, I. 2015, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 771, 55-65, "Inverted-conical light guide for crosstalk reduction in tightly-packed scintillator matrix and MAPMT assembly"

Choi, Y., Kim, M., Byun, Y., Yi, H., Chang, S., Choi, J., Sohn, J., Moon, H., & Park, J. 2014, Asteroids, Comets, Meteors 2014, 95, "Recent meteorite falls in South Korea"

Chang, S.-W., & Byun, Y.-I. 2013, Astronomical Data Analysis Software and Systems XXII, 475, 41, "Improvement of Time-Series Photometry Based on Multi-Aperture Indexing and Spatiotemporal De-trending"

Chun, S.-H., Kang, M., Jung, D., & Sohn, Y.-J. 2015, ApJ,

- 149, 29, "Tidal stripping stellar substructures around four metal-poor globular clusters in the Galactic bulge"
- Hong, J., Shin, J. -H., La, J., Koh, H. -S., Lee, C., and Kim, S. -W. 2014, *International Journal of Optomechatronics* 8, 147-158, "Design Optimization for High Manufacturability of Optical Fiber Endcap for Range Detection LADAR"
- Hyu, T., Johnson, C. I., Lee, Y.-W., & Rich, R. M. 2014, *PASP*, 126, 597, "Light-Element Chemistry and the Double Red Giant Branch in the Galactic Globular Cluster NGC 288"
- Ishioaka, R., Wang, S.-Y., Zhang, Z.-W., Lehner, M. J., Alcock, C., Axelrod, T., Bianco, F. B., Byun, Y.-I., Chen, W. P., Cook, K. H., Kim, D.-W., King, S.-K., Lee, T., Marshall, S. L., Protopapas, P., Rice, J. A., Schwamb, M. E., Wang, J.-H., Wen, C.-Y., & Ngeow, C.-C. 2014, *AJ*, 147, 70, "The Taiwanese-American Occultation Survey Project Stellar Variability. III. Detection of 58 New Variable Stars"
- Jang, S., Lee, Y.-W., Joo, S.-J. & Na, C. 2014, *MNRAS*, 443, 15, "Multiple populations in globular clusters and the origin of the Oosterhoff period groups"
- Ji, I., Peirani, S., Yi, S.K. 2014, *A&A*, 566, 97, "Lifetime of merger features of equal-mass disk mergers"
- Johansson, J., Woods, T.E., Gilganov, M., Sarzi, M., Chen, Y.-M., Oh, K. 2014, *MNRAS*, 442, 1079, "Diffuse gas in galaxies sheds new light on the origin of Type Ia supernovae"
- Jung, I., Lee, J., Yi, S.K. 2014, *ApJ*, 794, 74, "Effects of Large-scale Environment on the Assembly History of Central Galaxies"
- Kim, D.-W., Protopapas, P., Bailer-Jones, C. A. L., Byun, Y.-I., Chang, S.-W., Marquette, J.-B., & Shin, M.-S. 2014, *A&A*, 566, AA43, "The EPOCH Project. I. Periodic variable stars in the EROS-2 LMC database"
- Kim, J. H., Peirani, S., Kim, S., Ann, H. B., An, S.-H., Yoon, S.-J. 2014, *ApJ*, 789, 90, "Formation of Warped Disks by Galactic Flyby Encounters. I. Stellar Disks"
- Kim, M., Choi, Y., Moon, H., Byun, Y., Brosch, N., Kaplan, M., Kaynar, S., Uysal, O., Guzel, E., Behrend, R., Yoon, J., Mottola, S., Hellmich, S., Hinse, T., Eker, Z., & Park J. 2014, *Asteroids, Comets, Meteors 2014*, 266, "Rotational properties of the Maria asteroid family",
- Kim, M.-J., Choi, Y.-J., Moon, H.-K., Byun, Y.-I., Brosch, N., Kaplan, M., Kaynar, S., Uysal, O., Guzel, E., Behrend, R., Yoon, J.-N., Mottola, S., Hellmich, S., Hinse, T. C., Eker, Z., & Park, J.-H. 2014, *AJ*, 147, 56, "Rotational Properties of the Maria Asteroid Family"
- Kim, Y-R., Park, E., Choi E-J., Park, S-Y., Park, C., and Lim, H-C., 2014, *Advances in Space Research*, Vol. 54, No. 6, pp. 998-1007, "Precise Orbit Determination using the Batch Filter based on Particle Filtering with Genetic Resampling Approach"
- Lee, C., Chung, A., Yun, M.S., Cybulski, R., Narayanan, G., Erickson, N. 2014, *MNRAS*, 441, 1363, "Molecular gas content of H I monsters and implications to cold gas content evolution in galaxies"
- Lee, J., Yi, S.K., et al. 2014, *MNRAS*, 445, 4197, "Sussing merger trees: the impact of halo merger trees on galaxy properties in a semi-analytic model"
- Lee, K., Park C., Park, S-Y., and Scheeres, D. J., 2014, *Advances in Space Research*, Vol. 54, No. 6, pp. 1019-1028, "Optimal Tracking and Formation Keeping near a General Keplerian Orbit under Nonlinear Perturbations"
- Lehner, M., Wang, S., Zhang, Z., Ho, P., Yen, W., Reyes-Ruiz, M., Richer, M., Cook, K., Hsu, S., Chen, H., Chang, Y., Hiriart, D., Ricci, D., Szentgyorgyi, A., Norton, T., Geary, J., Furesz, G., Alcock, C., & Byun, Y. 2014, *Asteroids, Comets, Meteors 2014*, 308, "Status of the Transneptunian Automated Occultation Survey (TAOS II)"
- Moon, H., Choi, Y., Kim, M., Yim, H., Bae, Y., Ishiguro, M., Mainzer, A., Bauer, J., Byun, Y., Larson, S., & Alcock, C. 2014, *Asteroids, Comets, Meteors 2014*, 361, "The DEEP-SOUTH: Round-the-clock physical characterization of near-Earth objects in the Southern Hemisphere"
- Moraghan, A., Kim, J., Yoon, S.-J. 2015, Accepted to *MNRAS*, "Power spectra of outflow-driven turbulence"
- Niinuma, K., Lee, S.-S., Kino, M., Sohn, B.W., Akiyama, K., Zhao, G.-Y., Sawada-Satoh, S., Trippe, S., Hada, K., Jung, T., Hagiwara, Y., Dodson, R., Koyama, S., Honma, M., Nagai, H., Chung, A., et al. 2014, *PASJ*, 66, 103, "VLBI observations of bright AGN jets with the KVN and VERA Array (KaVA): Evaluation of imaging capability"

Oh, E., Ahn, K. -B., and Kim, S. -W. 2014, *Journal of Astronomy and Space Science* 31(3), 241-246, "Experimental Sensitivity Table Method for Precision Alignment of Amon-Ra Instrument"

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"

Pacifici, C., Yi, S.K., et al. 2015, *MNRAS*, 447, 786, "On the importance of using appropriate spectral models to derive physical properties of galaxies at  $0.7 < z < 2.8$ "

Park, C., Yang, J., and Scheeres, D. J., 2014, *Journal of Guidance, Control and Dynamics*, Vol. 37, No. 2, pp. 700-704, "Optimal Formation Reconfigurations subject to Hill Three-Body Dynamics"

Pasquato, M., de Luca, A., Raimondo, G., Carini, R., Moraghan, A., Chung, C., Brocato, E., & Lee, Y.-W. 2014, *ApJ*, 789, 28, "Stellar Encounter Driven Red-giant Star Mass Loss in Globular Clusters"

Roh, K-M., Park, E-S., Choi, B-K., and Park, S-Y., 2014, *Transaction of the Japan Society for Aeronautical and Space Science*, Vol. 57, No. 4, pp. 201-209, "A sigma-point batch filter for spacecraft orbit estimation using the geomagnetic field measurements"

Rutkowski, M., Jeong, H., Yi, S.K., et al. *ApJ*, 796, 101, "Early-type Galaxies at Intermediate Redshift Observed with Hubble Space Telescope WFC3: Perspectives on Recent Star Formation"

Schawinski, K., Yi, S.K., et al. 2014, *MNRAS*, 440, 889, "The green valley is a red herring: Galaxy Zoo reveals two evolutionary pathways towards quenching of star formation in early- and late-type galaxies"

Seong, S., Kim, S. -W., Kim, S., Ryu, D., and Kang, H. G. 2014, *Proc. SPIE 9249, Electro-Optical and Infrared Systems: Technology and Applications XI, 92491C*, "A new ray tracing model for aero-optical effect simulation of laminar flow field surrounding highly supersonic projectile with cone shape head"

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"

Wei, C., Park, S-Y., and Park, C., 2014, *Advances in Space Research*, Vol. 54, No. 6, pp. 969-989, "Optimal H-infinity Robust Output Feedback Control for Satellite Formation in Arbitrary Elliptical Reference Orbits"

Yang, S. K., Lee, J., Kim, S. -W., Lee, H. -Y., Jeon, J. -A., Park I. H., Yoon, J. -R., and Baek, Y. -S. 2014, *Optics Express*, 22(1), 716-726, "Precision measurement of the photon detection efficiency of silicon photomultipliers using two integrating spheres"

Yoon, H., Eun, Y., and Park, C., 2014, *Aerospace Science and Technology*, Vol. 34, pp. 75-83, "Adaptive Tracking Control of Spacecraft Relative Motion with Mass and Thruster Uncertainties"

Zhang, Z.-W., Lehner, M. J., Wang, J.-H., Wen, C.-Y., Wang, S.-Y., King, S.-K., Granados, A. P., Alcock, C., Axelrod, T., Bianco, F. B., Byun, Y.-I., Chen, W. P., Coehlo, N. K., Cook, K. H., de Pater, I., Kim, D.-W., Lee, T., Lissauer, J. J., Marshall, S. L., Protopapas, P., Rice, J. A., & Schwamb M. E. 2013, *AJ*, 146, 14, "The TAOS Project: Results from Seven Years of Survey Data"

## ■ 충남대학교 천문우주과학과

### 1. 인적사항

본 학과(학과장 이수창)는 현재 8명의 전임교수(외국인 전임 교원 1명 포함), 1명의 전문경력인사(이우백), 1명의 겸임교수(이태형), 시간강사 2명(임승환, 김영광) 및 조교 1인(신태희)을 중심으로 교육과 연구에 임하고 있다. 2014년 3월에 류동수 교수가 퇴임하여 울산과학기술대학으로 자리를 옮겼으며, 그해 9월에 이영선 교수가 새로 부임하였다. 이정우 회원은 2014년 5월부터 과학기술총연합에서 제공하는 해외우수과학자 유치 목적의 Brain Pool 프로그램에 선정되어 1년간 충남대학교 자연과학연구소 소속으로 연구와 강의를 수행하고 있다.

2014년도에는 학부과정에 39명이 입학하였다. 그리고 7명의 석사 및 3명의 박사가 배출되었으며, 박사과정에 4명, 그리고 석사과정에 1명이 입학하였다. 한편, 외국인 박사후 연구원 2명이 연구를 수행하고 있다. 2014년 현재 학부 약 160명, 대학원 석사 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 2014년부터 한국천문학회 천문학용어 심의위원장으로 봉사하고 있으며, 오늘날 인터넷 네트워크를 통해서 요청되는 대중적 요구에 부응하는 용어 해설에 관한 후속 연구 작업을 모색하고 있다. 충남대학교 e-learning 강좌로 인간과 우주, 우주의 역사, 천문학의 지혜 교양과목들을 개발된 과목들이 성황리에 강의되고 있고, 대중화를 도모할 수 있는 효과적인 천문학 강좌를 개발하고 있다. 고천문학 연구에도 진보를 보여서 지난 2013년 천문학논총에 발표한 침성대 연구에 이어 최근에는 구석기시대 천문학 연구에 관계하고 있다.

오갑수 회원은 현재 태양풍 물리량의 변화에 따른 지자기폭풍의 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 12kW 로 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 오수연 회원과 더불어 Neutron Monitor 관측소를 현재 표준연구원 내에 완성하여 관측을 시작하였고, 이와 전 세계 관측소들의 자료를 사용하여 관측되는 우주선 강도의 감소현상 (Forbush Decrease)을 태양과 지구간의 행성간 자기구름 물리적 변화로 설명하려는 연구를 하고 있다. 그리고 항우주연구원과 향후 달탐사를 위한 기초연구로서 LRO/CRaTER science team 에 참여하여 달 궤도에서의 우주선 환경변화를 연구하고 있다. 또한, 지구 기후변화 역사와 원인 탐구에 대한 연구에 빠져있다.

이 유 회원은 전남대 오수연 회원과 더불어 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 설립을 추진 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 호주국립대학연구원과 공동으로 SDSS 자료를 이용하여 Virgo 은하단에 있는 은하들의 새로운 목록인 Extended Virgo Cluster Catalog (EVCC)를 발표하고 이를 이용한 관련 연구를 수행하고 있다. 한편, Fornax 및 Ursa Major 은하단, 그리고 필드에 있는 은하들에 대한 갈렉스 자외선 탐사자료 및 SDSS 자료를 분석하여 왜소은하의 자외광 특성 및 별탄생 역사에 대하여 연구하고 있다. 또한, Abell cluster에 대한 은하의 광도합수를 통하여 은하단의 형성 및 진화에 대해 연구를 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 특

성과 분포를 조사하여 원반과 헤일로 기원과 화학적 진화에 대하여 연구도 수행하고 있다.

이정우 회원은 태양 플레어 발생 시 자기장의 재결합과 그에 따른 자기 에너지 방출 및 고에너지 입자 가속에 대해 연구하고 있다. 그리고 태양 자기장과 근 지구 자기장에 포획된 고에너지 전자의 운동학과 이와 관련된 우주 환경예보의 적용에 대해 연구를 수행하였다.

충남대 천문우주학과는 지난 7년간 2단계 BK21 사업에 이어 지질학과와 공동으로 2013년에 BK21 플러스의 지구과학 분야 사업단에 선정되어 운영되고 있다. 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. 천문우주학과는 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 돛에 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 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 운용하고 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://210.125.158.20/weather/>), 이와 더불어 관측된 변광성의 위상에 따른 광도곡선도 web 상에 보여줌으로서 관측자에게 편의를 주고 있다.

충북대학교 천문우주학과가 전국에 산재되어 있는 각종 천문 기관이나 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.

2014년부터 충북대학교 천문대는 대중천문 보급 및 자구적 예산확보 차원에서 천문을 테마로한 오토캠핑장을 추진하고 있다. 총 18기의 텐트 사이트로 1년에 1억원 이상의 수익을 목표로 각종 편의 시설 건물을 신축했다. 천문대의 넓은 천연 잔디 운동장과 망원경 및 천문학 전공 학생들의 천문강의와 체험학습을 테마로 천문오토캠핑을 진행하고 있다. 오토캠핑장이 활성화 되면 지역 아동센터 및 다문화 가정을 위한 무료 천문캠핑을 진행해 지역사회에 대중천문을 접할 수 있는 기회의 장을 마련할 예정이다.

지속적인 천문기기 개발을 수행하고 있는 충북대학교 천문대는 다양한 기술력으로 국내 망원경 및 관측기기 수리 용역을 수행하고 있다. 특히, 제주별빛누리 공원의 주망원경인 60cm 망원경의 주경 미러셀과 스파이더 부경 미러셀을 다시 제작하는 연구과제를 수행하여 완료한 바 있다. 이와 더불어 충북대학교 천문대에서 운영중인 AWS 및 구름모니터링 시스템은 다양한 기관에서 설치를 의뢰하고 있으며, 2014년에 3~4곳에 개발 용역을 수행할 예정이다.

충북대학교 천문대는 망원경 운용과정에서 발생하는 다양한 문제 해결능력을 인정받아 2014년에는 2~3곳의 망원경 구동 프로그램 개발이라는 연구 용역을 수행할 예정이며, 최대 6억원 이상의 연구 용역이 될 것으로 기대하고 있다.

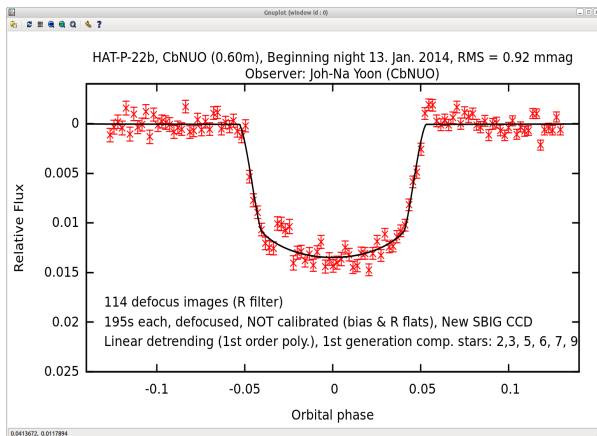
2013년 관측일수는 구동 드라이버 고장으로 2개월을 운용하지 못하여 83일이었으며, 22개의 천체에 대해서 관측이 진행되었다.

60cm 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 개발하는 중에 있다. 이와 더불어 이제까지 관측된 변광성들을 정리하여 논문화하는 작업을 수행하고 있다.

특히 최근들어 넓은 시야를 이용한 외계행성 탐사 관측은 매우 높은 관측 정밀도를 나타내고 있으며, 지속적인 관측으로 SCI급 논문이 기대되고 있다.

그림 1은 식의 깊이가 약 0.015등급의 HAT-P-22b의 Transit 광도곡선(R 필터)으로 60cm 광시야 망원경에 4K CCD

카메라를 이용하여 관측한 것이다. 관측정밀도는 약  $\pm 0.0009$ 등급에 이른다.



2014년 1월 13일에 관측된 HAT-P-22b의 광도 곡선.

■ **충북대학교 천문우주학과**

**1. 기본사항**

충북대학교 천문우주학과에는 이용삼, 김천휘, 김용기, 서경원, 이대영, 하야사키 회원 등 6명의 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. 국내 대학 중 유일한 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. 국내 고천문유물 복원사업인 천문연구원 혼상 복원사업의 자문을 수행하였다. 아울러 천문연구원으로부터 수주 받은 2014년도 연구과제 “조선 시대 왕실 천문대인 대간의대의 디지털 복원 및 혼의혼상각(渾儀 渾象閣)의 혼의(渾儀)연구”의 과제 책임자로서 연구를 수행하고 선 시대 왕실 천문대인 대간의대의 동영상(4분 정도)을 제작하였다. 그 외 국립중앙과학관 도록집의 천문부분의 집필자로 수행하였고, 『Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy』 (Edited by Clive Ruggles, Springer Reference, 2014), 온라인 판의 다수의 공저로 집필하였다. 국립중앙과학관 도록집 편찬 자문과 천안 흥대용박물관 전시자료와 관련된 일부 자문을 수행하였다.

서경원 교수는 만기형 항성 주변 먼지입자의 특성과 진화에 대한 연구를 수행하고 있다. 이를 위하여 만기형항성의 목록을 개선하고 체계화하며 관련된 적외선 및 전파관측 자료들을 수집하여 분석하고 있다. 또한 만기형 항성의 구조와 주변 먼지입자에 대한 이론적 모형의 개발과 적용을 위한 연구도 함께 진행 중이다. 서경원 교수의 지도하에 김미량 회원이 박사과정을 마무리하고 있으며, 홍진주, 이상인 회원이 석사과정에서 논문을 준비하고 있다.

김천휘 교수는 근접쌍성계에서 제3천체를 검출하는 연구 프로젝트와 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, 보현산, 충북대 천문대에서 여러 별에 대한 측광 및 분광 관측을 수행하고 있다. 김천휘 교수의 지도하에 박장호, 송미화, 정민지 회원이 박사과정을 이수하고 있으며, 김현우, 김혜영, 박마루, 이희재 회원이 석사과정을 진행하고 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 태양전과 교란 실시간 모니터링을 통한 우주전파환경연구, 충북대학교 망원경 자동관측시스템을 이용한 자기격변변광성 모니터링관측, 그리고 망원경 자동관측시스템을 이용한 과학대중화 사업에의 연계연구에도 관심을 기울이고 있다. 김용기교수는 한양대학교 오준영교수와 함께 과학의 본성을 이용한 대중천문 교육에 대한 연구를 하고 있고, 2014년에는 국립중앙과학관의 지원으로 “과학전시 전문인력사업”을 수행하여 30여명의 과학전시 전문인력을 배출하였다. 2015년에는 세계빛의해를 맞이하여 국제천문연맹이 주도하는 Cosmic Light 2015의 일환으로 밤하늘 밝기 모니터링 네트워크를 국내에 구성하는 작업을 한국우주과학회, 한국천문학회, 한국천문연구원과 천문과학관협회에 공동으로 추진하고 있다. 2014년도에는 김동훈 회원, 김영희회원, 김태우회원, 박지원회원 그리고 한기영회원을 석사학위를 지도하여 졸업시켰다. 현재 한동주회원, 윤요나회원, 장형규회원, 박대영회원, 김동훈회원, 한기영회원, 박지원회원, 김영희회원, 김태우회원이 박사과정에서, 배태석회원, 송성현회원이 천문우주학 석사 과정에, 조명신회원, 김민지회원, 김찬영회원, 김대현회원, 이은채회원, 그리고 권보경회원이 대중천문과학 석사과정에서 김용기 교수의 지도를 받고 있다. 2013년 8월부터는 한국우주과학회 30주년 기념사업 준비위원장으로 2014년 한국우주과학회 30주년 기념사업을 마무리하였으며, 2014년 1월부터 한국우주과학회 부회장으로 봉사하고 있으며, 2014년 1월부터 한국천문학회 교육홍보위원장을 맡고 있다.

이대영 교수는 현재 8 명의 석·박사 과정 대학원 생으로 구성된 우주물리/우주환경 연구 그룹을 이끌고있다. 주로 plasma

instabilities, radiation belt electron dynamics, wave-particle interactions, substorm, magnetic storm 등의 주제를 중점 연구하고 있다. 최근에는 한국연구재단의 NSL 과제를 통해, 우주 방사선 입자 환경을 재현 및 예측하는 자료동화모델 개발에 연구력을 집중하고 있다. 이를 위해 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 Johns Hopkins Univ Applied Physics Lab 그룹과, 국내에서는 천문연구원 태양-우주환경 그룹과 상시 공동연구 체계를 갖추고 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)

1. Y. S. Lee, S. H. Kim, and B.-H. Lee, 2015, A Study of the Yang-gyeong-gyu-il-ui(兩景揆日儀) in the Joseon Dynasty, JASS, 32(1), 73-80

2. 전준혁, 이민수, 김상혁, 이용삼, 2014, 조선왕조실록에 나타난 관의대의 기록들과 천문학적 연관성, 천문학논총, 29, 17-27

3. 민병희, 이기원, 안영숙, 안상현, 이용삼, 2014, 한국의 삼복 일자 분석, 천문학논총, 29, 1-16

Suh, Kyung-Won, 2014, Astrophysics of Dusty Stellar Winds from AGB Stars, Journal of the Korean Astronomical Society, vol.47, no.6, P.219-233.

Kwon, Young-Joo & Suh, Kyung-Won, 2014, A new catalog of silicate carbon stars, Journal of the Korean Astronomical Society, vol.47, no.4, P.123-135.

Jeong, Min-Ji & Kim, Chun-Hwey 2014, The First Multi-band Photometric Study of V345 Cassiopeiae, ASPC, 482, 157

Kim, Chun-Hwey, Song, Mi-Hwa, Yoon, Jo-Na, Han,

Wonyong, Jeong, Min-Ji, 2014, BD ANDROMEDAE: A NEW SHORT-PERIOD RS CVn ECLIPSING BINARY STAR WITH A DISTANT TERTIARY BODY IN A HIGHLY ECCENTRIC ORBIT, Astrophysical Journal, 788, 134

Andronov, I.L., Dubovsky, P., Yoon, J.-N., Kim, Y. 2014, Intermediate polar: V1323 Her = RXS J180340.0+401214: Return to High Luminosity State, ATel #5944

V. V. Breus, I. L. Andronov, P. Dubovský, Y. Kim, L. L. Chinarova, J. Park, J.-N. Yoon, K.

Petrík, S. Zola, S. V. Kolesnikov, K. A. Antonyuk, A. R. Baransky, P. Beringer, T. Hegedüs, J. W. Robertson and I. Kudzej, 2014, Rotational Evolution of the Magnetic White Dwarfs in Intermediate Polars, Proceedings of RAGtime 14-16, 18-22 September/15-18 July/11-19 October, '12/ '13/ '14, Opava, Prague, Czech Republic 1Z. Stuchlík, G. Török and T. Pecháček, editors, Silesian University in Opava, 2014, pp. 19-30

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, Accepted in 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, Accepted in Journal of Geophysical Research - Space Physics

K.C. Kim, D.-Y. Lee, and Y. Shprits, Dependence of Plasmaspheric Hiss on Solar Wind Parameters and Geomagnetic Activity and Modeling of Its Global Distribution, Accepted in Journal of Geophysical Research - Space Physics

K.C. Kim, and D.-Y. Lee, 2014, Magnetopause structure favorable for radiation belt electron loss, Journal of Geophysical Research - Space Physics

J. Hwangbo, J. Lee, S.H. Park, S.J. Kim, D.-Y. Lee, S.C. Bong, Y.H. Kim, J.K. Cho and Y.D. Park, 2014, MAGNETIC STRUCTURE AND NONTHERMAL ELECTRONS IN THE X6.9 FLARE ON 2011 AUGUST 9, Astrophysical Journal

D.-K. Shin, D.-Y. Lee, J.H. Kim, J.-H. Cho, 2014, Prediction model of the outer radiation belt developed by

Chungbuk National University, J. Astron. Space Sci.

D.-H. Lee, D.-Y. Lee, D.K. Shin, J.H. Kim, and J.H. Cho, 2014, A statistical test of the relationship between chorus wave activation and anisotropy of electron phase space density, J. Astron. Space Sci.

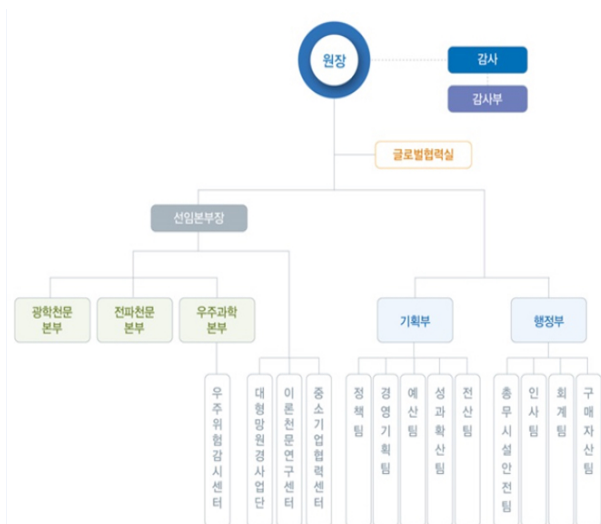
E.-H. Lee, D.-Y. Lee, M.Y. Park, S.E. Kim, and S.J. Park, 2014, Holocene climate variability on the centennial and millennial time scale, J. Astron. Space Sci.

■ 한국천문연구원

1. 기관 현황

한국천문연구원은 우리나라 천문연구의 정통성을 계승한 대한민국의 대표 천문연구기관으로서 1974년 국립천문대로 출범하여 현재에 이르기까지 우수한 연구 성과를 지속적으로 창출하고 있다. 국내 유일의 천문우주과학 정부출연연구기관으로서 광학, 전파, 이론, 관측 천문학 및 우주과학 연구를 통해 21세기 천문우주 핵심과제를 규명하고, 천문우주 관측시스템 구축 및 핵심기술 개발을 통해 우주시대를 선도하는 일류 선진연구기관으로 도약하고 있다.

가. 주요 보직자 현황



제6대 원장 한인우  
 감사 배규한  
 감사부장 김웅중  
 선임본부장 박영득

광학천문본부장 육인수  
 전파천문본부장 김중수

우주과학본부장 최철성  
 대형망원경사업단장 박병곤  
 기획부장 이재한  
 행정부장 운영재  
 글로벌협력실장 임인성  
 우주위험감시센터장 박장현  
 중소기업기술협력센터장 남옥원  
 이론천문연구센터장 양홍진

나. 주요 연구본부 소개

1) 광학천문본부

광학천문본부는 은하진화그룹, 변광천체그룹, 광기술개발그룹, 보현산천문대, 소백산천문대로 구분하여 운영하고 있다. 은하진화그룹은 광학/적외선을 비롯한 다양한 파장의 자료를 이용하여 우리은하와 외부은하의 형성과 진화를 연구하고 있으며, 최근에 Gemini 망원경과 외계행성탐색시스템(KMTNet)을 이용한 관측연구를 시작하였다. 광학천문본부가 운영 중인 관측시설은 보현산천문대, 소백산천문대, 레몬산천문대, 외계행성탐색시스템(KMTNet)이 있다. 특히 외계행성탐색시스템은 변광천체그룹이 칠레, 호주, 남아프리카공화국에 광시야 망원경을 설치하여 24시간 중단 없이 천체관측이 가능한 시스템으로, 올 초부터 과학연구 관측을 시작하였다. 광기술개발그룹은 관측시설 유지를 지원하고, 관련된 핵심기술을 개발하고 있다.



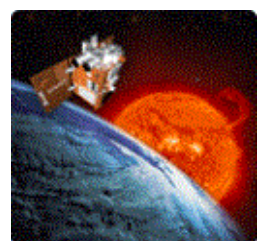
2) 전파천문본부

전파천문본부는 전파천문연구그룹, 대덕전파천문대, 전파기술개발그룹, ALMA(Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) 그룹 및 KVN(Korean VLBI Network, 한국우주전파관측망)의 5개 그룹으로 구성되어 있다. 주요 역할은 KVN 관측운영과 우수 연구결과 창출 및 국제공동연구 증진에 있으며, 이를 위해 전파천문연구그룹은 KVN 등의 대형관측장비를 활용하여 별탄생역과 활동은하영역에 대한 선진연구를 수행하고 있다. 그리고 KVN은 2015년 9월부터 전세계의 천문학자를 대상으로 VLBI 국제공동관측 운영을 실시할 예정이다. 또한 ALMA그룹을 통해 대형관측장비 운영과 활용 및 향후 업그레이드에 기여하고자 한다.



3) 우주과학본부

우주과학본부는 태양우주환경그룹, 우주측지그룹, 우주천문그룹, SLR 그룹으로 구분하여 운영하고 있으며 태양 및 우주환경, 우주측지, 행성과학, 우주천문 등의 과학 연구와



국가우주천문업무를 수행하고 있다. 주요사업으로는 ‘우주탐사를 위한 행성계 기반연구’, ‘우주환경예보센터 운영’, ‘우주측지 인프라 운영 및 활용기술개발’, ‘우주용 고성능 적외선 탐체제 개발’, 그리고 ‘우주측지용 레이저 추적시스템 개발’ 등이 진행되고 있다.

**4) 우주위험감시센터**

우주위험감시센터는 국가현안 해결형 사업인 우주물체 전자광학감시 체계기술 개발 사업을 수행하고 있으며, 이 사업 수행에 따라 몽골, 모로코 등 세계 5개 지역에 광학감시 관측소를 설치하여 우주물체감시 네트워크를 구축하고 있다. 또한, 한국천문연구원 우주환경감시기관으로 지정됨에 따라, 우주위험대응기술 관련 연구개발, 국가 우주위험대응체계 구축 및 운영, 우주위험대응 국제협력체계 구축 등의 역할을 수행하고 있다.

**5) 대형망원경사업단**

대형망원경사업단은 대형광학망원경의 국제공동건설 및 공동 활용, 대형망원경용 관측기기 개발 등의 업무를 수행하고 있다. 주요사업으로는 거대마젤란망원경(GMT) 국제공동 건설 지분 10% 확보를 골자로 하는 대형망원경개발사업과 8m급 중대형망원경 국제공동 활용, 광학 및 적외선 관측기기 개발, GMT용 관측기기 및 부경 국제공동개발 등을 들 수 있다.

특히 GMT 시대를 대비한 연구역량의 개발과 인력 양성을 위하여 천문학계를 위한 중대형망원경 관측시간 지원, 대학원생 및 박사후연수원을 대상으로 하는 계절학교 운영, 해외 GMT 참여기관과 공동연구 및 펠로우십 프로그램 운영, 천문학 분야 국제공동연구 참여 등 다양한 업무를 수행하고 있다. 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**

이론천문연구센터에서는 고천문학(전통천문학), 우주론 그리고 천체물리 연구자들이 참여하여 연구 활동을 하고 있다. 고천문학은 고대 천문기록과 의기복원 그리고 천문학사 관련 연구를 하고 있다. 우주론 및 천체물리 분야는 우주거대구조 이론과 관측 연구를 통해 우주초기조건, 암흑물질 및 암흑에너지에 관한 연구를 수행하고 있으며, DESI 등 주요 국제관측사업에 참여하고 있다. 이론천문연구센터에서는 특수과학영재지원 사업도 함께 수행하고 있다.

**7) 중소기업기술협력센터**

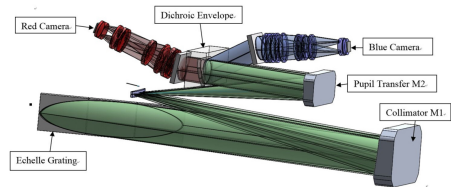
2013년 4월 새롭게 출범한 중소기업기술협력센터는 그 동안 연구원의 각 부서별로 분산 운영되어왔던 천문우주과학 관련 기술의 산업체 공유를 위한 협력 업무를 담당하고 있다. 연구원은 현재 주)그린광학과 함께 광학제품의 설계, 제작, 검사, 평가 업

무를 공동으로 진행하고 있으며 관련 장비를 공유 위하여 주)그린광학의 부설연구소를 연구원 내에서 공동으로 운영 중이다. 한편 2014년 5개의 패밀리기업을 선정하고, 한국천문연구원의 15명의 테크노다터들과 실질적인 기술교류를 통해 상생협력을 도모하는 한편, 기업의 수요에 부응하는 원천기술 확보 및 기술이전을 통해 open innovation을 구현하고 있다.

**2. 한국천문연구원 주요 연구 및 개발 성과**

**가. G-CLEF 개발 참여 국제 수탁**

거대마젤란망원경(GMT)의 첫 관측기기로 개발되고 있는 고정밀 가시광 분광기인 G-CLEF의 국제공동연구를 통한 개발에 2014년 3월, 천문연구원이 공식적으로 참여하게 되었다. 내년 8월까지 Guider Camera, Calibration system, Dichroic mirror & mount와 proto-Mangin Mirror 제작 등 G-CLEF의 주요 부품에 대한 기초 설계를 진행하기로 G-CLEF의 책임기관인 SAO와 국제 수탁 계약을 맺고, 현재 기초 설계를 진행하고 있다. 현재 세계 최고인 HARPS 분광기의 시선속도 측정 정밀도는 70cm/s 이므로 2020년 완성 예정인 G-CLEF는 10cm/s 이하를 목표로 하고 있다.



**나. 적외선 분광기 IGRIS 개발 완료**

미국 텍사스대학교와 2009년부터 공동으로 개발해 오던 담금격자 적외선 분광기가 완성되었다. IGRIS는 근적외선 대역의 H & K 밴드를 분광분해능 40,000으로 동시에 관측할 수 있는 세계 최고 수준의 성능을 지닌 첨단 관측기기다. IGRIS는 거대마젤란망원경 GMT를 위한 제1세대 관측기기 중의 하나인 GMTNIRS를 위한 선행 기기로서 별의 탄생과 종말, 행성계 형성과 원시원반, 은하 진화 연구 등 다양한 분야에 활용이 기대된다. 이 연구로 인해 적외선 분광기의 소형화로 제작비용이 감소되고 분광기 효율의 증가로 망원경 시간이 절약된다.



**다. 알마(ALMA) 국제사업에 한국 공식 참여**

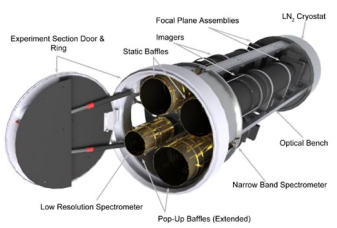
ALMA 프로젝트는 유럽, 북미, 동아시아가 수행하는 국제공동사업입니다. 2014년 8월 17일 한국천문연구원은 일본국립자연과학연구기구(NINS) 및 그의 산하기관인 일본국립천문대(NAOJ)와



ALMA 프로젝트에 협약을 체결함으로써, 한국은 공식적으로 ALMA 국제 사업에 참여하게 되었다. 이로써, 한국천문학자들은 주저자로 ALMA 관측제안서를 제출할 수 있는 권한을 얻게 되었으나 공식 참여 전인 2013년부터 동아시아 파트너의 배려로 한국은 ALMA 망원경 사용 기회를 얻게 되었다. 이 때, 한국 천문학자들은 다수의 관측 제안서를 제출하였고, 이 중 4개의 관측 제안서가 채택되어 관측이 완료되었거나 수행중이다.

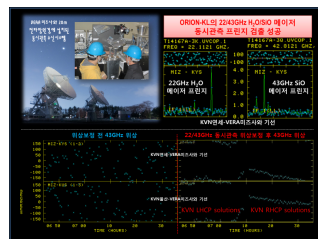
**라. CIBER 국제공동연구팀 연구결과 사이언스지 게재**

한국천문연구원이 전자부 및 지상전자장비 개발로 참여한 '적외선 우주배경복사 관측실험(사이버, CIBER, Cosmic Infrared Background Experiment) 국제공동연구팀이 초기 은하와 은하 사이의 공간이 기존 개념과 달리 근적외선 영역에서 매우 밝게 관측되었다고 밝혔다. 이번 연구결과는 7일자 사이언스지 온라인판에 게재되었으며 우주 초기 은하 진화에 대한 새로운 해석을 제시하였다.



**마. KVN-VERA 동시관측 성공**

일본 VERA 미즈사와 20m 전파망원경에 처음으로 KVN 동시관측을 처음했다. 수신시스템이 설치되어 22/43GHz 동시관측을 수행하였다(2014년 6월 16일). 그 결과 Orion-KL의 H2O(22GHz)와 SiO(43GHz) 메이저원의 프린



지가 동시에 검출되었을 뿐만 아니라, 22GHz를 이용한 43GHz 위상보정에도 탁월한 성능을 보였다. 이 결과는 KVN 동시관측 수신시스템의 우수한 성능을 입증함과 동시에, 이 시스템이 세계적으로 확장하는데 중요한 밑거름이 될 것이다.

**바. GEMINI천문대 관측시간 확보**

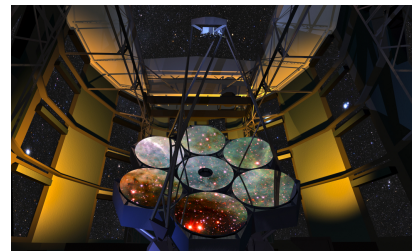
천문연구이 참여중인 거대마젤란망원경(GMT) 프로젝트의 결과로 2020년경부터 가동되는 25.4m 구경의 GMT 운영 및 과학연구 활용 준비가 필수적이다. 2012년 12월 발간 "중대형광학망원경 확보사업 사전조사 보고서"에 따르면 한국 천문학계는 GMT

시대를 대비하기 위해 8m급 망원경 지분확보가 가장 우선적인 과제로 판단하고 있다. 2013년부터 협상하여 2015년 약 20일을 한국천문학계가 활용하기로 양해각서(MOU)를 체결하였다.(2014. 10.) 2014년10월 실시한 관측제안서 모집에 총 43건의 제안서가 접수되어 약 6대 1의 매우 높은 경쟁률을 보임으로써, 한국천문학자들의 8m급 망원경을 활용한 연구열의가 매우 높다는 사실을 보여주었다.



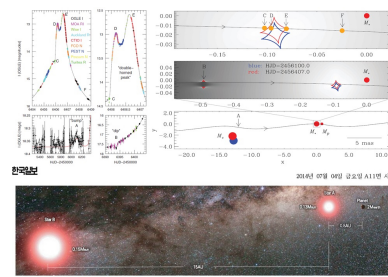
**사. GMT 세부 설계 완료**

미국, 호주의 주요 공동 개발 기관과 함께 거대 마젤란 망원경(GMT, Giant Magellan Telescope) 프로젝트 진행을 위한 세부 설계의 검토를 완료했다. 전 세계 대형 천체망원경 관련 전문가들로 구성된 국제 전문가 위원회는 1월 중순부터 GMT의 복잡한 광학 시스템 및 정밀 관측 장비들의 상세 설계 도면을 검토하였다. 이 결과 위원회에서는 프로젝트 진행을 진행하는데 필요한 기술적 준비를 완비했다고 평가하고 이를 바탕으로 프로젝트의 비용 및 관리 계획을 세밀하게 산출하였다. 이번 위원회의 평가 결과로 직경 25m의 세계 최대 망원경은 앞으로 국제 입찰 과정을 통해 제작사를 선정하는 과정에 돌입하게 된다. 2020년 경 망원경이 설치될 예정인 칠레의 라스 캄파나스(Las Campanas) 산 정상에는 현재 천문대 설치를 위한 평탄 작업이 완료된 상태이다.



**아. 외계행성 발견 사이언스지 게재**

중력렌즈 현상을 정밀 분석하여, 두 별 사이의 거리가 우리 태양계의 태양-토성 사이 거리인 10-15AU 떨어진 쌍성계에서 질량이 태양의 13% 밖에 되지 않은 작은 별 주위를 공전하고 있는 지구형 외계행성을 발견하고, 2014년 7월 4일자 Science 지에 게재되었다. 이 연구결과는 우리 태양계와 매우 다른 환경에서도 행성이 존재하고 살아남을 수 있음을 보여주는 중요한 관측적인 증거를 제시하였다.



두 태양이 따로 움직이는 새로운 쌍성계 행성 찾았다

---

한국우주과학회보	발행인	민경욱
제24권 1호 2015년 4월	편집인	문홍규 · 고미희 / 이 유 · 김숙경
전화 042-865-3391 (FAX: 042-865-3392)	발행	사단법인 한국우주과학회
학회 홈페이지 <a href="http://ksss.or.kr">http://ksss.or.kr</a>	인쇄	연이프린텍(02-322-2700)

---

학회 소재지 대전시 유성구 대덕대로 776 한국천문연구원 내  
전화: 042-865-3391 / 팩스: 042-865-3392  
학회대표메일: [ksss@ksss.or.kr](mailto:ksss@ksss.or.kr)