

ISSN 1598-5601

한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society

제25권 1호

2016년 4월



사단법인 한국우주과학회

The Korean Space Science Society

한 국 우 주 과 학 회

임 원

회 장: 한원용 (천문연, 042-865-3219, whan@kasi.re.kr)
부 회 장: 김용기 (충북대, 043-261-3202, ykkim153@chungbuk.ac.kr)
박재우 (ETRI, 042-860-5634, pjw@etri.re.kr)
최기혁 (항우연, 042-860-2217, gchoi@kari.re.kr)
총무이사: 최영준 (천문연, 042-865-3266, yjchoi@kasi.re.kr)
학술이사: 이 유 (충남대, 042-821-5468, euyiyu@cnu.ac.kr)
재무이사: 이병선 (ETRI, 042-860-4903, lbs@etri.re.kr)

이 사

경제만 (천문연, 042-865-3253, jman@kasi.re.kr)
곽영실 (천문연, 042-865-2039, yskwak@kasi.re.kr)
김영수 (천문연, 042-865-3247, ykim@kasi.re.kr)
김용하 (충남대, 042-821-5467, yhkim@cnu.ac.kr)
김호일 (천문연, 042-865-3254, hikim@kasi.re.kr)
문홍규 (천문연, 042-865-3251, fullmoon@kasi.re.kr)
박상영 (연세대, 02-2123-5687, spark@galaxy.yonsei.ac.kr)
박장현 (천문연, 042-865-3222, jhpark@kasi.re.kr)
심은섭 (항우연, 042-860-2470, esim@kari.re.kr)
유광선 (과기원, 042-350-8619, kwangsun@kaist.ac.kr)
윤태석 (경북대, 053-950-6365, yoonts@knu.ac.kr)
이대영 (충북대, 043-261-2316, dylee@chungbuk.ac.kr)
이동훈 (경희대, 031-201-2449, dhlee@khu.ac.kr)
이재우 (천문연, 042-865-3264, jwlee@kasi.re.kr)
조경석 (천문연, 042-865-3257, kscho@kasi.re.kr)
조중현 (천문연, 042-865-3238, jhjo39@kasi.re.kr)
지건화 (극지연, 032-760-5306, ghjee@kopri.re.kr)
진 호 (경희대, 031-201-3865, benho@khu.ac.kr)

감 사

강영운 (세종대, 02-3408-3234, kangyw@sejong.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)

편집실장

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

위 원

김방엽 (항우연, 042-860-2144, kby@kari.re.kr)
나자경 (천문연, 042-865-2055, jknah@kasi.re.kr)
박찬덕 (연세대, 02-2123-5692, park.chandeok@yonsei.ac.kr)
이기원 (가톨릭대, 053-850-2573, leekw@cu.ac.kr)
이대희 (천문연, 042-865-3370, dhlee@kasi.re.kr)
이병선 (ETRI, 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)

지건화 (극지연, 032-260-6132, ghjee@kopri.re.kr)
최영준 (천문연, 042-865-3266, yjchoi@kasi.re.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)
Ivan L. Andronov (Odessa National Maritime University, Ukraine)
Lee-Anne Mckinnell (South African National Space Agency, South Africa)
Lin-Ni Hau (National Central University, Taiwan (R.O.C.))
Vitaly P. Kim (Russian Academy of Sciences (IZMIRAN), Russia)
Jiuhou Lei (University of Science and Technology of China, China)
Charles Lin (National Cheng Kung University, Taiwan (R.O.C.))
Huixin Liu (Kyushu University, Japan)
Valery Nakariakov (University of Warwick, United Kingdom)
Yuichi Otsuka (Nagoya, University)
Ilya Usoskin (University of Oulu, Finland)
Chao Xiong (GFZ German Research Centre for Geosciences, Germany)
Sungpil Yoon (NOAA, NOS, MD USA)

포상위원회

위원장

김용기 (충북대, 043-261-3202, ykkim153@chungbuk.ac.kr)

위 원

최영준 (천문연, 042-865-3266, yjchoi@kasi.re.kr)
윤태석 (경북대, 053-950-6365, yoonts@knu.ac.kr)
이 유 (충남대, 042-821-5468, euyiyu@cnu.ac.kr)
손영종 (연세대, 02-2123-5688, sohnnyj@yonsei.ac.kr)

학술대회준비위원회위원장

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

위 원

김록순 (천문연, 042-865-2018, rskim@kasi.re.kr)
이주희 (항우연, 042-860-2378, jhl@kari.re.kr)
지건화 (극지연, 032-760-5306, ghjee@kopri.re.kr)
진 호 (경희대, 031-201-3865, benho@khu.ac.kr)

사무국

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

사단법인 한국우주과학회

34055 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

ISSN 1598-5601

한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society

제25권 1호

2016년 4월



사단법인 한국우주과학회
The Korean Space Science Society

차 례

등록 및 교통 안내	8
2016년 봄 학술대회 일정표 요약(CONFERENCE PROGRAM)	9
구두발표 논문제목 및 시간표(ORAL PAPER TITLES)	13
포스터발표 논문제목 및 시간표(POSTER PAPER TITLES)	22
구두발표논문 초록(ABSTRACTS-ORAL PAPER)	29
포스터발표논문 초록(ABSTRACTS-POSTER PAPER)	50
학회 및 관련기관 소식	70
연구홍보 / 광고	102

<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 연회비는 학회 은행계좌로 송금하시기 바랍니다.

■ 보낼곳: 한국우주과학회

34055 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.

[표지사진 설명]

과학기술위성3호의 주탑재체인 MIRIS(Multi-purpose InfraRed Imaging System)는 적외선 파장대의 우주관측카메라와 지구관측카메라로 구성되어 있다. MIRIS는 주임무인 은하면 Pa α 방출선 탐사관측과 극지역(황북극, 은하남-북극) I 및 H 밴드 광역(10°×10° 이상) 관측을 완료하였고 지구관측을 수행하고 있다. 표지에 삽입된 영상은 MIRIS로 관측한 용골자리성운(Carina Nebula) 지역의 Pa- α 방출선 영상(왼쪽 위)과 황북극 방향 I 및 H 밴드 광역 영상(왼쪽 가운데)이다. 오른쪽 아래에는 MIRIS 지구관측카메라를 활용하여 강화도/석모도부터~용유도, 강화만(남쪽부터 북쪽으로)을 밤에 관측한 적외선 영상(오른쪽)과 구글 위성지도(왼쪽)를 비교하였다. 더 많은 우주관측 영상은 홈페이지 <http://miris.kasi.re.kr>에서 확인할 수 있다.

입 회 원 서

성 명	한글	성 별	남 여	생 년 월 일	년 월 일	
	영문			주민등록번호	-	
자택주소			우편번호		전 화	
직장주소			우편번호		전 화	
e-mail					이동전화	
직 장 명			직 위			
학 력	학위명	입학년도	학위취득일	학교명	전 공	
경 력						
연구 업적						

위 본인은 귀 학회의 설립 목적과 취지에 찬동하여 이에 회원 가입을 신청합니다.

년 월 일

신청인: (인)

위 사람을 귀 학회의 회원으로 추천합니다(참고: 정관 7조 1항에 따라 추천인은 우리 학회 정회원이면 누구나 가능합니다).

추천인 : 직장 및 직위	성명	(인)
추천인 : 직장 및 직위	성명	(인)

사단법인 한국우주과학회 귀중

한국우주과학회

2016년 봄 학술대회 일정표

일 시 : 2016. 4. 28.(목) 13:40 - 29.(금) 17:00

장 소 : 강릉 라카이샌드파인 리조트

발표논문 : 초청강연 4편, 구두발표 80편, 포스터발표 92편 총 176편

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

포스터 발표 : 2016. 4. 28.(목) 14:00 - 29.(금) 14:00

사단법인 한국우주과학회

등록 및 교통 안내

1. 등록

정회원의 등록비는 120,000원이며, 학생회원과 정회원 중 석.박사과정(전일제) 학생은 60,000원입니다. 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 10,000원, 연회비 면제)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 28일(목) 14시까지 지정된 장소에 게시하여 주시고, 29일(금) 14시에 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 (한송)	초청강연, 자기권 I, II, 전리권 I, II
	2발표장 (호해)	달탐사 I, II, 태양 I, II 대중천문/우주천문
	3발표장 (해운)	우주기술/응용 I, II, 위성탐재체, 우주방사선 I, II
포스터 발표	천연	우주기술, 우주응용, 우주천문, 태양 및 우주환경, 태양계 및 우주탐사, 기타

5. 교통

가. 주소

강원도 강릉시 해안로 536(안현동 89-87) T. 1644-3001

나. 찾아오시는 길

▶자가용 이용

-서울 : 약 2시간 30분 소요

-대전 : 약 2시간 50분 소요

▶시외, 고속버스 이용

-서울(경부) <-> 강릉 버스터미널(2시간 40분 소요)

- 동서울 <-> 강릉 버스터미널(2시간 40분 소요)

- 대전복합터미널 <->강릉 버스터미널(3시간 30분 소요)

▶강릉 시내버스 이용

-강릉터미널 -> 라카이 샌드파인 : 202번 (30여분 소요)

▶자세한 내용은 리조트 홈페이지 참조

<http://www.lakaisandpine.co.kr/guide/contactUs.asp>

2016년 봄 학술대회 일정표

세션별 발표장

발표일	구분	시간	제1발표장 (한송)	제2발표장 (호해)	제3발표장 (해운)	포스터발표장 (천연)
4월 28일 (목)	초청강연 I	13:50~14:20	IS-1			집중발표 16:50~18:00
	세션 I	14:20~15:50	자기권 I	달탐사 I	우주기술/응용 I	
	초청강연 II	16:20~16:50	IS-2			
	초청강연 III	18:00~18:30	IS-3			
4월 29일 (금)	세션 II	09:00~10:30	전리권 I	태양 I	우주기술/응용 II	
	세션 III	10:40~12:10	자기권 II	달탐사 II	위성 탑재체	
	세션 IV	13:10~14:25	전리권 II	태양 II	우주방사선 I	
	초청강연 IV	14:30~15:00	IS-4			
	세션 V	15:00~17:00		대중천문/우주천문	우주방사선 II	

구두발표

첫째 날 4월 28일 (목요일)

시간	구분	
11:30~	등록	리셉션동 1층 로비
12:00~13:40	점심	
13:40~13:50	개회식	제1발표장 (한송)
13:50~14:20	초청강연 I	장소 : 제1발표장(한송) 좌장: 이병선 (ETRI) 엄만석(ETRI) / Current Activities of Payloads for Satellite Communications & Broadcasting Applications
	제1발표장 (한송)	제2발표장 (호해)
	자기권 I 좌장: 황정아(천문연)	달탐사 I 좌장: 이주희(항우연)
		우주기술/응용 I 좌장: 김주현(항우연)
14:20~14:35	I-1-1 김기정	I-2-1 김은혁
14:35~14:50	I-1-2 신대규	I-2-2 김현정
14:50~15:05	I-1-3 김수인	I-2-3 독고경환
15:05~15:20	I-1-4 이준현	I-2-4 백슬민
15:20~15:35	I-1-5 이대영	I-2-5 서행자
15:35~15:50	I-1-6 최정림	
15:50~16:20	단체 사진 촬영	
16:20~16:50	초청강연 II	장소 : 제1발표장(한송) 좌장: 이재우(천문연) 이영욱(연세대) / 우리은하 별지의 구조와 기원에 대한 새로운 해석
16:50~18:00	포스터 발표	
18:00~18:30	초청강연 III	장소 : 제1발표장(한송) 좌장: 김용기(충북대) Chun Shing Jason PUN(University of Hong Kong) / Night Sky Brightness Measurements for Light Pollution Assessment
18:30~20:30	만찬 (컨벤션센터 2층 라카이 볼룸)	

둘째 날 4월 29일 (금요일)

시간	제1발표장 (한송)	제2발표장 (호해)	제3발표장 (해운)
	전리권 I 좌장: 정종균 (천문연.)	태양 I 좌장: 봉수찬 (천문연)	우주기술/응용 II 좌장: 이재진 (천문연)
09:00~09:15	II-1-1 송인선	II-2-1 채종철	II-3-1 장윤정
09:15~09:30	II-1-2 Chalachew K. Mengist	II-2-2 곽한나	II-3-2 박한얼
09:30~09:45	II-1-3 정종균	II-2-3 송동욱	II-3-3 나성호
09:45~10:00	II-1-4 지건화	II-2-4 Nai-Hwa Chen	II-3-4 조창현
10:00~10:15	II-1-5 최종민	II-2-5 임은경	II-3-5 이종원
10:15~10:30			II-3-6 김준성
10:30~10:40	휴 식		
	자기권 II 좌장: 최정림 (충북대)	달탐사 II 좌장: 진 호 (경희대)	위성탐재체 좌장: 한상혁 (항우연)
10:40~10:55	III-1-1 이상윤	III-2-1 이주희	III-3-1 Mikhail Ryzanskiy
10:55~11:10	III-1-2 이은상	III-2-2 송영주	III-3-2 이재진 1
11:10~11:25	III-1-3 박경선	III-2-3 홍익선	III-3-3 이직
11:25~11:40	III-1-4 박종선	III-2-4 조은진	III-3-4 이승욱
11:40~11:55	III-1-5 조정희	III-2-5 이정규	III-3-5 이준찬
11:55~12:10	III-1-6 김희은		III-3-6 김연규
12:10~13:10	점심 식사 (컨벤션센터 2층 라카이 볼룸)		
	전리권 II 좌장: 지건화 (극지연)	태양 II 좌장: 채종철 (서울대)	우주방사선 I 좌장: 이대영 (충북대)
13:10~13:25	IV-1-1 박재홍	IV-2-1 이정우	IV-3-1 서성원
13:25~13:40	IV-1-2 이창섭	IV-2-2 이어진	IV-3-2 장원일
13:40~13:55	IV-1-3 감호식	IV-2-3 김록순	IV-3-3 황정아 1
13:55~14:10	IV-1-4 김정현	IV-2-4 이병석	IV-3-4 오수연
14:10~14:25	IV-1-5 홍준석	IV-2-5 봉수찬	IV-3-5 이재진 2
14:25~14:30	휴 식		
14:30~15:00	초청강연 IV 장소 : 제1발표장(한송) 좌장: 황정아 (천문연) John W. Norbury (NASA) / Space Radiation Research at NASA		
		대중천문 / 우주천문 좌장: 김용기 (충북대)	우주방사선 II 좌장: 김록순 (천문연)
15:00~15:15		V-2-1 Chu Wing SO (초청)	V-3-1 정종일
15:15~15:30		V-2-2 김용기	V-3-2 허철운
15:30~15:45		V-2-3 이용선	V-3-3 김문기
15:45~16:00		V-2-4 신정민	V-3-4 남옥원
16:00~16:15		V-2-5 송성현	V-3-5 황정아 2
16:15~16:30		V-2-6 Rittipruk Pakakaew	V-3-6 김재훈
16:30~16:45		V-2-7 표정현	V-3-7 변석현
16:45~17:00		V-2-8 박지원	

포스터 발표
게시기간 : 2016. 4. 28.(목) ~ 29.(금)

번호	분야	발표자	소속	번호	분야	발표자	소속
P-1	우주기술	권기호1	항우연	P-27	우주기술	이나영1	항우연
P-2	우주기술	권기호2	항우연	P-28	우주기술	이나영2	항우연
P-3	우주기술	김규선1	항우연	P-29	우주기술	이상록	항우연
P-4	우주기술	김규선2	항우연	P-30	우주기술	이상택1	항우연
P-5	우주기술	김영윤1	항우연	P-31	우주기술	이상택2	항우연
P-6	우주기술	김영윤2	항우연	P-32	우주기술	이종길	천문연
P-7	우주기술	김형완	항우연	P-33	우주기술	이주훈	항우연
P-8	우주기술	김희경	항우연	P-34	우주기술	임정흠1	항우연
P-9	우주기술	류진영	항우연	P-35	우주기술	임정흠2	항우연
P-10	우주기술	박봉규	항우연	P-36	우주기술	임현수1	항우연
P-11	우주기술	박응식	항우연	P-37	우주기술	임현수2	항우연
P-12	우주기술	박종석	항우연	P-38	우주기술	임현정	항우연
P-13	우주기술	박종오	항우연	P-39	우주기술	장경덕	항우연
P-14	우주기술	박주호1	항우연	P-40	우주기술	장성수	항우연
P-15	우주기술	박주호2	항우연	P-41	우주기술	장재웅	항우연
P-16	우주기술	방수완	항우연	P-42	우주기술	전문진	항우연
P-17	우주기술	신근웅	항우연	P-43	우주기술	전현진	항우연
P-18	우주기술	양승은	항우연	P-44	우주기술	정옥철	항우연
P-19	우주기술	양지모	항우연	P-45	우주기술	조승원1	항우연
P-20	우주기술	연정흠	항우연	P-46	우주기술	조승원2	항우연
P-21	우주기술	우창호1	과기원	P-47	우주기술	조인경	항우연
P-22	우주기술	유재남	항우연	P-48	우주기술	조창권	항우연
P-23	우주기술	윤석택1	항우연	P-49	우주기술	천이진	항우연
P-24	우주기술	윤석택2	항우연	P-50	우주기술	최정수	항우연
P-25	우주기술	윤영수	항우연	P-51	우주기술	허성식	항우연
P-26	우주기술	윤용식	항우연	P-52	우주기술	허윤구	항우연

번호	분야	발표자	소속	번호	분야	발표자	소속
P-53	우주응용	나성호	천문연	P-73	태양 및 우주환경	박우연	충남대
P-54	우주응용	명환춘	항우연	P-74	태양 및 우주환경	손종대	과기원
P-55	우주응용	안기범	해양과기원	P-75	태양 및 우주환경	신재혁	경희대
P-56	우주응용	조성익1	해양과기원	P-76	태양 및 우주환경	신준호	경희대
P-57	우주응용	조성익2	해양과기원	P-77	태양 및 우주환경	우창호2	과기원
P-58	우주응용	홍기한	성균관대	P-78	태양 및 우주환경	이겨레	서울대
P-59	우주천문	Tumarina Mariia	성균관대	P-79	태양 및 우주환경	이 직	성균관대
P-60	우주천문	김영수	천문연	P-80	태양 및 우주환경	이혜영	성균관대
P-61	우주천문	이성재	충북대	P-81	태양 및 우주환경	전진아	성균관대
P-62	태양 및 우주환경	강주형	서울대	P-82	태양 및 우주환경	정동권	전남대
P-63	태양 및 우주환경	김가원	충남대	P-83	태양 및 우주환경	정지연	항우연
P-64	태양 및 우주환경	김성환	청주대	P-84	태양계 및 우주탐사	김주현	항우연
P-65	태양 및 우주환경	김수진	천문연	P-85	태양계 및 우주탐사	강경인	과기원
P-66	태양 및 우주환경	김은솔	충남대	P-86	태양계 및 우주탐사	김영록	항우연
P-67	태양 및 우주환경	최용범	경북대	P-87	태양계 및 우주탐사	배종희	항우연
P-68	태양 및 우주환경	김진희	충북대	P-88	태양계 및 우주탐사	손승희	항우연
P-69	태양 및 우주환경	나고운	경희대	P-89	태양계 및 우주탐사	송영주	항우연
P-70	태양 및 우주환경	노성준	충북대	P-90	태양계 및 우주탐사	조경복	충남대
P-71	태양 및 우주환경	박근찬	충남대	P-91	기타	김태윤	항우연
P-72	태양 및 우주환경	박선미	과기원	P-92	기타	문경록	항우연

구두발표 논문제목 및 시간표

4월 28일(목)

제1발표장 (한송)

■ 초청강연 I

좌장: 이병선 (ETRI)

13:50 [IS-I]

Current Activities of Payloads for Satellite Communications & Broadcasting Applications

Manseok Uhm

Electronics and Telecommunications Research Institute

제1발표장 (한송)

■ I-1 자기권 I

좌장: 황정아 (천문연)

14:20 [I-1-1]

A statistical study of EMIC waves observed at THEMIS probes in the outer magnetosphere under quiet geomagnetic conditionsGi-Jeong Kim^{1,2}, Khan-Hyuk Kim², Dong-Hun Lee², Junga Hwang^{1,3}, Jong-Sun Park⁴, and Ensang Lee²¹Korea Astronomy and Space Science Institute²Kyung Hee University³University of Science and Technology (UST)⁴National Central University, Taiwan

14:35 [I-1-2]

Determining the statistical significance of relativistic electron precipitation related to EMIC wavesDae-Kyu Shin^{1,2}, Dae-Young Lee², Sung-Jun Noh², Junga Hwang¹, Jaejin Lee¹¹Korea Astronomy and Space Science Institute²Department of Astronomy and Space Science Chungbuk National University

14:50 [I-1-3]

Van Allen Probes and SuperDARN observations of magnetospheric and ionospheric responses to the passage of the interplanetary shock on Feb 16 2013.Su-In Kim¹, Khan-Hyuk Kim¹, Hyuk-jin Kwon²¹School of Space Research, Kyung Hee University²Korea Polar Research Institute

15:05 [I-1-4]

Enhancement of energetic electrons related to the solar wind dynamic pressure enhancement in the outer radiation belt during non-storm times

Junhyun Lee, Ensang Lee, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee

School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

15:20 [I-1-5]

L and MLT dependence of EMIC wave triggering by solar wind dynamic pressureDae-Young Lee¹, Jung-Hee Cho¹, and RBSP team²¹Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea²University of Iowa, USA

15:35 [I-1-6]

The perpendicular heating of ions due to growing and propagating along a magnetic field Alfvén wave in Earth's radiation beltsCheong Rim^{1,4}, Min Ho Woo², Kyunghwan Dokgo¹, Kyoung-Wook Min¹, Junga Hwang³, Young Duk Park³, Daeyoung Lee⁴, Peter H. Yoon^{5,6}¹Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea²National Fusion Research Institute, Korea³Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea⁴Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea,⁵Institute for Physical Science and Technology, University of Maryland, USA⁶School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

제2발표장 (호해)

■ I-2 달탐사 I

좌장: 이주희 (항우연)

14:20 [I-2-1]

Scientific Objectives and Payloads of Korea Pathfinder Lunar Orbiter

김은혁, 김주현, 김방엽, 최기혁

Korea Aerospace Research Institute

14:35 [I-2-2]

Development of the Data Simulation Module of Flight Dynamics Subsystem for Korea Pathfinder Lunar Orbiter Mission

Hyun-Jeong Kim, Sang-Young Park, Youngkwang Kim
Astrodynamics and Control Lab., Dept. of Astronomy, Yonsei University

14:50 [I-2-3]

PIC simulation of the interaction between solar wind and lunar magnetic anomaly

Kyunghwan Dokgo¹, Kyoung-Wook Min¹, Junga Hwang²
¹*Korea Advanced Institute of Science and Technology*
²*Korea Astronomy and Space Science Institute*

15:05 [I-2-4]

Analysis of a strong lunar magnetic anomaly over the Descartes mountains

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

15:20 [I-2-5]

달 적외선 분광 관측에서 열적 복사 제거

서행자, 정민섭, 최영준
한국천문연구원 행성과학그룹

제3발표장 (해운)

■ I-3 우주기술 / 응용 I
좌장: 김주현 (항우연)

14:20 [I-3-1]

500kg급 중형위성 개발 의의 및 전망

한조영, 한동인, 김성훈
한국항공우주연구원

14:35 [I-3-2]

500Kg급 표준 위성 플랫폼 탐색연구

고병주¹, 한조영², 서민석¹, 유재호¹
¹한국항공우주산업(주), ²한국항공우주연구원

14:50 [I-3-3]

다목적실용위성의 공정검증 사례연구

김유광¹, 이창호¹, 이상택¹, 백명진¹, 이장준², 황도준², 이낙영³
¹한국항공우주연구원 위성연구본부 위성사업개발팀, ²위성연구본부 위성기술연구단, ³충남대학교 정보통계학과

15:05 [I-3-4]

Comparisons of various atmospheric models for LEO satellite optical orbit estimation

Maru Park¹, Jung Hyun Jo^{1,2}, Jin Choi^{1,2}
¹*Korea Astronomy and Space science Institute*
²*Korea University of Science and Technology*

15:20 [I-3-5]

Safe Memory Allocation for Flight Software

Hyun-Kyu Shin
Korea Aerospace Research Institute

15:50 ~ 16:20 단체사진 촬영

제1발표장 (한송)

■ 초청강연 II
좌장: 이재우 (천문연)

16:20 [IS-II]

우리은하 별지의 구조와 기원에 대한 새로운 해석

이영욱
연세대학교 은하진화연구센터/천문우주학과

16:50 ~ 18:00 포스터 발표

제1발표장 (한송)

■ 초청강연 III
좌장: 김용기 (충북대)

18:00 [IS-III]

Night Sky Brightness Measurements for Light Pollution Assessment

Chun Shing Jason PUN¹, Chu Wing SO¹, Yonggi KIM², SzeLeung CHEUNG³
¹*The University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong*
²*Chungbuk National University, Cheongju, Korea*
³*IAU Office for Astronomy Outreach, National Astronomical Observatory of Japan, Tokyo, Japan*

4월 29일 (금)

제1발표장 (한송)

■ II-1 전리권 I

좌장: 정종균 (천문연)

09:00 [II-1-1]

Meteor radar observations of vertically-propagating low-frequency inertia-gravity waves in the Southern mesopause region

In-Sun Song¹, Changsup Lee¹, Jung-Han Kim¹, Geonhwa Jee¹, Yong Ha Kim², Hye-Yeong Chun³

¹Korea Polar Research Institute

²Chungnam National University

³Yonsei University

09:15 [II-1-2]

Regional Ionospheric TEC map over Korea using data assimilation

Chalachew Kindie Mengist^{1,2}, Yong Ha Kim¹, Nicholas Ssessanga¹

¹Chungnam National University

²Adama Science and Technology University, Adama, Ethiopia

09:30 [II-1-3]

Statistical Analysis of Ionospheric Storms on GPS TEC between 2000 and 2010 in Korea

Jong-Kyun Chung

Korea Astronomy and Space Science Institute

09:45 [II-1-4]

Jang Bogo Dynasonde: A New Way to Study Thermospheric Gravity Wave Activity over Antarctica

Nikolay Zabolotin², Catalin Negrea², Geonhwa Jee^{1*}, Changsup Lee¹, Jeong-Han Kim¹, Hyuk-Jin Kwon¹, Young-Bae Ham¹, Terence Bullett²

¹Korea Polar Research Institute

²University of Colorado, Boulder, USA

10:00 [II-1-5]

The onset time of equatorial plasma bubbles and its relationship with pre-reversal enhancement

Jong-Min Choi^{1,2}, Hyosub Kil³, Young-Sil Kwak²

¹Chung-nam National University, Korea

²Advanced Astronomy and of Space Science Division, Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

³Space Department, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA

제2발표장 (호해)

■ II-2 태양 I

좌장: 봉수찬 (천문연)

09:00 [II-2-1]

Detection of Shock Merging in the Chromosphere of Sunspots

Jongchul Chae

Seoul National University

09:15 [II-2-2]

Oscillatory Response of the Solar Chromosphere to a Strong Downflow Event in a Sunspot

Hannah Kwak¹, Jongchul Chae¹, Donguk Song¹, Yeon-Han Kim², Eun-Kyung Lim², Maria Madjarska³

¹Seoul National University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

³Armagh Observatory, N. Ireland

09:30 [II-2-3]

Arcsecond-scale Chromospheric Plasma Ejection in a Light Bridge of a Sunspot

Donguk Song¹, Jongchul Chae¹, Vasyl Yurchyshyn², Eun-Kyung Lim³, Kyung-Suk Cho³, Heesu Yang¹, Kyuhyoung Cho¹, Hannah Kwak¹

¹Seoul National University

²Big Bear Solar Observatory

³Korea Astronomy and Space Science Institute

09:45 [II-2-4]

Recurrent jets observed by IRIS and SDO/AIA

Nai-Hwa Chen¹, Davina E. Innes², Rok-Soon Kim¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Max-Planck-Institut für Sonnensystem forschung, Göttingen, Germany

10:00 [II-2-5]

Series of Flares and Associated Jet-like Eruptions observed by NST and SDO

Eun-Kyung Lim¹, Vasyl Yurchyshyn^{1,2}, Sung-Hong Park³, Sujin Kim¹, Kyung-Suk Cho¹, Pankaj Kumar¹, Jongchul Chae⁴, Heesu Yang⁴, Kyuhyoung Cho⁴, Donguk Song⁴, Yeon-Han Kim¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Big Bear Solar Observatory

³National Observatory of Athens

⁴Seoul National University

제3발표장 (해운)

■ II-3 우주기술 / 응용 II
좌장: 이재진 (천문연)

09:00 [II-3-1]

저궤도 위성 촬영계획 파일 전송을 위해 필요한 무결성
확인 및 유효화 검증

장윤정, 채태병

한국항공우주연구원

09:15 [II-3-2]

위성편대비행에서 상태 의존 Riccati 방정식 필터의
상대항법 성능 분석

박한얼¹, 김영록²

¹한국천문연구원 우주측지그룹, ²한국항공우주연구원 달탐사임무팀

09:30 [II-3-3]

Atmospheric Acceleration of the Earth's Spin
Rotation

Sung-Ho Na^{1,3}, Jungho Cho², Tuhwan Kim¹, Sung-Moon
Yoo²

¹Ajou University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

³University of Science and Technology

09:45 [II-3-4]

Analysis on sidereal day shift of the GPS
satellite orbits

Changhyun Cho, Byung-Kyu Choi, Jong-Kyun Chung,
Sung-Moon Yoo, Jung-Ho Cho, Hasu Yoon, Han-Earl
Park, Pil-Ho Park

Korea Astronomy and Space Science Institute

10:00 [II-3-5]

국제우주정거장 활용 연소실험 장비 개발 개념연구

이종원, 이주희, 김연규, 정재연, 최익현

한국항공우주연구원

10:15 [II-3-6]

블라스트 튜브가 적용된 노즐의 어드미턴스

김준성¹, 고병주¹, 문희장², 한조영³

¹한국항공우주산업(주), ²한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부,

³한국항공우주연구원

제1발표장 (한송)

■ III-1 자기권 II
좌장: 최정립 (천문연)

10:40 [III-1-1]

Plasma beta dependence of whistler instability
during the development phase: PIC simulations

Sang-Yun Lee, Ensang Lee, Khan-Hyuk Kim,
Dong-Hun Lee, Jongho Seon

School of Sapce Research, Kyung-Hee University, Korea

10:55 [III-1-2]

Source Regions of Auroras During Auroral
Expansion

Ensang Lee¹, George K. Parks², Matt Fillingim², Naiguo
Lin², Jinhy Hong¹, Youra Shin¹

¹School of Space Research, Kyung Hee University

²Space Sciences Lab., University of California, Berkeley

11:10 [III-1-3]

The Study of the Magnetospheric Phenomena
for the Dipole Tilt by using a Global MHD
Simulation

Kyung Sun Park¹, Dae-Young Lee¹, Tatsuki Ogino²

¹Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk
University, Korea

²ISEE, Nagoya University, Japan

11:25 [III-1-4]

The Type of Dayside Magnetopause Expansion
for Radial IMF: Statistical Study on GOES
Observations

Jong-Sun Park¹, Jih-Hong Shue¹, Khan-Hyuk Kim²,
Gilbert Pi¹, Zdenek Němeček³, and Jana Šafránková³

¹Institute of Space Science, National Central University, Jhongli,
Taiwan.

²School of Space Research, Kyung Hee University, Gyeonggi,
Korea.

³Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague,
Czech Republic.

11:40 [III-1-5]

The plasmopause location under the radial IMF
condition

Junghee Cho¹, Dae-Young Lee¹, Jih-Hong Shue²

¹Chungbuk National University,

²National Central University, Taiwan

11:55 [III-1-6]

Kinetic Properties of Ions at a Supercritical Quasi-perpendicular Bow ShockHee-Eun Kim¹, Ensang Lee¹, George K. Parks², Naiguo Lin², Khan-Hyuk Kim¹, Dong-Hun Lee¹¹*School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin, South Korea*²*Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley, CA, USA***제2발표장 (호해)****■ III-2 달탐사 II****좌장: 진 호 (경희대)**

10:40 [III-2-1]

달 탐사 로버 착륙지 선정을 위한 과학임무 개념연구

이주희, 김주현, 김연규, 이종원, 최익현

한국항공우주연구원

10:55 [III-2-2]

Preliminary Uncertainty Analysis on Attitude, Orbit and Burn Performances for the 1st Lunar Orbit Insertion Maneuver Design

Young-Joo Song, Donghun Lee, Jong-Hee Bae, Young-Rok Kim, Bang-Yeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

11:10 [III-2-3]

Lunar WINE(Water Infrared Nano-spectrometer Expedition) - the First Korean Infrared Spectrometer for lunar mission

홍익선, 조은진, 정종일, 이 유

충남대학교 우주. 지질학과

11:25 [III-2-4]

Importance of surface temperature in the study of lunar water and necessity of Mid-Wavelength InfraRed Spectrometer

Eun Jin Cho, Ik-Seon Hong, Yu Yi

Research and Education for Astronomy, Space, and Geology, Chungnam National University

11:40 [III-2-5]

한국 시험용 달 궤도선의 달 자기장 측정기 개념 설계이정규¹, 진호¹, 김관혁¹, 이성환¹, 이효정¹, 신재혁¹, 정선영¹, 손대락^{2,3}¹경희대학교 우주탐사학과, ²한남대학교 광전자물리학과, ³센서피아**제3발표장 (해운)****■ III-3 위성탐재체****좌장: 한상혁 (항우연)**

10:40 [III-3-1]

Ultra-Compact Design of Earth Observation Payload for Cubesat Micro-Satellite: Limitations and DecisionsMikhail Ryazanskiy¹, Il H. Park², Mariia Tumarina², Nikolay Vedenkin³¹*Satbyul Co., Ltd*²*Sungkyunkwan University Physics Department*³*Moscow State University Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics*

10:55 [III-3-2]

Ionosphere/Magnetosphere Mission with formation flying satellites

Jaejin Lee and mission planning team

Korea Astronomy and Space Science Institute

11:10 [III-3-3]

The Silicon Charge Detector for Cosmic Ray Detection at the International Space Station

Jik Lee, Gwangho Choi, Jin-A Jeon, Hye Young Lee, Il H. Park

Sungkyunkwan University

11:25 [III-3-4]

Calibration of Flight Model for High Energy Particle Detector (HEPD) in Instruments for Space Storm Study (ISSS) onboard the next generation small satellite-1 (NEXTSat-1)Seunguk Lee^{1,2}, Jongdae Sohn², Kyoung-Wook Min², Dae-Young Lee¹, Kyungin Kang⁵, Gyeong-Bok Jo³, Go Woon Na⁴, Goo-Hwan Shin⁵¹*Chungbuk National University*²*Korea Advanced Institute of Science and Technology*³*Chungnam National University*⁴*Kyung Hee University*⁵*Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology*

11:40 [III-3-5]

Development of Plasma Diagnosis Instrument during Space StormJun-Chan Lee¹, Kyoung-Wook Min¹, Jong-Dae Sohn¹, Hui-kuan Fang², Koh-Ichiro Oyama², Kwang-sun Ryu³, Kyoung-In Kang³, Goo-Hwan Shin³, Won-ho Cha³

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

²National Cheng Kung University, Taiwan

³Satellite Technology Research Center, Korea

11:55 [III-3-6]

국제우주정거장 우주실험용 세포배양 시스템 개발 연구

김연규, 이종원, 이주희, 정재연, 최익현

한국항공우주연구원

제1발표장 (한송)

■ IV-1 전리권 II

좌장: 지건화 (극지연)

13:10 [IV-1-1]

Rocket Exhaust Depletions in the topside ionosphere: observations by the Swarm constellation

Jaeheung Park¹, Hyosub Kil², Young-Sil Kwak¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²Space Department, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA

13:25 [IV-1-2]

Polar upper atmospheric study with ground-based Fabry-Perot interferometer at Dasan Arctic Station

Changsup Lee, Geonhwa Jee, Jeong-Han Kim, Jieun Kim

Korea Polar Research Institute, Korea

13:40 [IV-1-3]

Propagation characteristics of mesospheric short period gravity waves over Antarctic Peninsula

Hosik Kam¹, Yong Ha Kim¹, Geonhwa Jee², Young-bae Ham², Won Seok Lee¹

¹Chungnam National University

²Korea Polar Research Institute

13:55 [IV-1-4]

A quantitative analysis of solar flux effects on the ionosphere over Korean peninsula by using SAMI2-CNU model

Jeongheon Kim¹, Yong Ha Kim¹, Youngsil-Kwak², Seungjun Oh³, Geonhwa Jee⁴

¹Chungnam National University(CNU)

²Korea Astronomy and Space Science Institute(KASI)

³Space Environment Laboratory(SELab)

⁴Korea Polar Research Institute(KOPRI)

14:10 [IV-1-5]

Computerized Ionospheric Tomography over the South Korea

Junseok Hong¹, Yong Ha Kim¹, Jong-Kyun Chung², Nicholas Ssessanga¹, Eun-Byeol Jo¹

¹Chungnam National University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

제2발표장 (호해)

■ IV-2 태양 II

좌장: 채종철 (서울대)

13:10 [IV-2-1]

Rapid Rotation of a Sunspot Associated with a Major Flare

Jeongwoo Lee^{1,2}, Chang Liu², Jongchul Chae¹

¹Seoul National University

²New Jersey Institute of Technology

13:25 [IV-2-2]

Time Series Analysis of Active Region Photospheric Magnetic Properties in Relation to Productivity of Major Flares and CMEs

Eo-Jin Lee¹, Sung-Hong Park², Yong-Jae Moon¹

¹Kyung Hee University

²Trinity College Dublin

13:40 [IV-2-3]

Relation of Magnetic Helicity to CME Speed and Their Solar Cycle Variations

Rok-Soon Kim^{1,2}, Sung-Hong Park³, Soojeong Jang^{1,4}, Kyung-Suk Cho^{1,2}, and Byeongseok Lee^{1,2}

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science and Technology

³Trinity College Dublin

13:55 [IV-2-4]

Source Locations of CME-driven Type II Radio Bursts

Byeongseok Lee^{1,2}, Kyung-Suk Cho^{1,2}, Rok-Soon Kim^{1,2}, Soojeong Jang^{1,3}, Il-Hyun Cho^{1,2}

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science and Technology

³Kyung Hee University

14:10 [IV-2-5]

2016 Total Solar Eclipse Expedition

Su-Chan Bong^{1,2}, Seonghwan Choi¹, Bi-Ho Jang¹,
Jongyeob Park¹, Young-Beom Jeon¹, Kyuhyun Cho³,
Jongchul Chae³

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science and Technology

³Seoul National University

제3발표장 (해운)

■ IV-3 우주방사선 I

좌장: 이대영 (충북대)

13:10 [IV-3-1]

Health Risks of Cosmic Radiation Exposure among Aircrew: a Review of the Literature

Songwon Seo, Dalnim Lee, Sunhoo Park, Young Woo Jin

National Radiation Emergency Medical Center,
Korea Institute of Radiological and Medical Sciences

13:25 [IV-3-2]

Space Radiation and Cancer Risk

Won Il Jang, Mi-Sook Kim

Department of Radiation Oncology, Korea Institute of Radiological
& Medical Sciences

13:40 [IV-3-3]

Transfer of Real-time Dynamic Radiation Environment Assimilation Model; Research to Operation

Junga Hwang^{1,2}, Dae-Kyu Shin^{1,3}, Gi-Jeong Kim^{1,4}, Steeve Morley⁵, Mike Henderson⁵, Reiner Friedel⁵, Geoff Reeves⁵, Ki-Chang Yoon⁶

¹Solar and Space Weather group, Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

²Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology, Korea

³Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea

⁴School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

⁵Los Alamos National Laboratory, USA

⁶Korea Space Weather Center, Radio Research Agency, Korea

13:55 [IV-3-4]

Response of cosmic ray flux to depressed solar activity

Suyeon Oh

Chonnam National University

14:10 [IV-3-5]

Short-Term Variation of Cosmic Radiation Measured by Aircraft under Constant Flight Conditions

Jaejin Lee^{1,2}, Uk-WonNam¹, Jeonghyun Pyo¹, Sunghwan Kim³, Yong-Jun Kwon^{1,4}

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science and Technology

³Cheongju University

⁴Kyung Hee University

제1발표장 (한송)

■ 초청강연 IV

좌장: 황정아 (천문연)

14:30 [IS-IV]

Space Radiation Research at NASA

John W. Norbury

NASA Langley Research Center

제2발표장 (호해)

■ V-2 대중천문 / 우주천문

좌장: 김용기 (충북대)

15:00 [V-2-1]

Performance and Results from the Globe at Night – Sky Brightness Monitoring Network

Chu Wing SO¹, Chun Shing Jason PUN¹, Yonggi KIM², Sze Leung CHEUNG^{3,4}

¹The University of Hong Kong, Hong Kong

²Chungbuk National University, South Korea

³National Astronomical Observatory of Japan, Japan

⁴Office for Astronomy Outreach, IAU, Japan

15:15 [V-2-2]

세계 빛의 해 2015(IYL2015) 활동 보고

김용기^{1,2}, 윤요나^{1,2}, 임인성³, 문홍규³, 설아침³, 장형규⁴, 최형빈⁵

¹충북대학교 천문우주학과, ²충북대학교 천문대, ³한국천문연구원, ³강원랜드, ³대전시민천문대

15:30 [V-2-3]

빛공해 모니터링을 위한 국내 네트워킹 구성

이용선^{1,4}, 박제훈^{1,3}, 김용기^{1,2}, 윤요나^{1,2}, 최형빈⁴

¹충북대학교 천문우주학과, ²충북대학교 천문대, ³영양반딧불이천문대, ⁴대전시민천문대

15:45 [V-2-4]

천체투영관용 디지털 영상물 제작

신정민, 최형빈, 임상순

(사)한국천문우주과학관협회

16:00 [V-2-5]

과학영재 경기고등학교의 연구용 천체망원경시스템개발

송성현^{1,2,3}, 윤요라^{1,2}, 박순창³, 김 혁⁴, 김세연⁴, 김 주^{1,2}, 김용기^{1,2}

¹충북대학교 천문우주학과, ²충북대학교 천문대, ³메타스페이스,

⁴경기과학고등학교

16:15 [V-2-6]

Preliminary result from the spectroscopic Study of Planetary Host stars

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

Department of Astronomy and Space Science, Sejong University

16:30 [V-2-7]

Sciences with Compact Near-infrared Space Telescope, MIRIS

Jeonghyun Pyo¹, Il-Joong Kim¹, Woong-Seob Jeong^{1,2},
Dae-Hee Lee¹, Bongkon Moon¹, Youngsik Park¹,
Sung-Joon Park¹, Won-Kee Park¹, Duk-Hang Lee^{1,2},
Uk-Won Nam¹, Wonyong Han^{1,2}, Kwang-Il Seon^{1,2},
Toshio Matsumoto^{1,3}, Min Gyu Kim⁴, Hyung Mok Lee⁴

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science & Technology

³ISAS/JAXA, Japan

⁴Seoul National University

16:45 [V-2-8]

Study on the effective mangement of Yeongyang International Dark Sky Park

Jiwon Park^{1,2}, Hyeonggyu Jang^{1,3}, Yonggi Kim^{1,2}, Joh-Na Yoon^{1,2},
Jehoon Park^{1,4}, Eun-Chae Lee^{1,5}, Yong-Seon Lee^{1,6}

¹Department of astronomy and space science, Chungbuk National University

²University Observatory of Chungbuk National University,

³Kang-Won Land

⁴Yeongyang Firefly Astronomical Observatory

⁵Chilgabsan Observatory

⁶Daejeon citizen astronomical Observatory

제3발표장 (해운)

■ V-3 우주방사선 II

좌장: 김복순 (천문연)

15:00 [V-3-1]

New Neutron Monitor at Jang Bogo Station

Jongil Jung¹, Yu Yi¹, Suyeon Oh², Paul Evenson³,
Jeong-Han Kim⁴, Changsup Lee⁴, Geonhwa Jee⁴

¹Chungnam National University

²Chonnam National University

³University of Delaware

⁴Korea Polar Research Institute

15:15 [V-3-2]

KMA space weather policy and the polar route aviation weather services

Cheolun Heo

Korea Meteorological Administration / National Meteorological
Satellite Center / Satellite Planning Division

15:30 [V-3-3]

Heliocentric Potential(HCP) 예측을 통한 항공 방사선량 산출 정확도 분석 및 현업 적용 방안 연구

김문기¹, 황정아², 허철운³, 윤경원¹, 김태영¹, 최명진¹

¹(주)인스페이스, ²한국천문연구원, ³기상청 국가기상위성센터

15:45 [V-3-4]

FM TEPC for CubeSat Experiment to Measure Space Radiation

Uk-Won Nam¹, Won-Kee Park¹, Jaejin Lee^{1,4}, Jeonghyun Pyo¹,
Bong-Kon Moon¹, Dae-Hee Lee¹, Ho Jin²,
Hyojeong Lee², Jeongho Lee², Seongwhan Lee²,
Sunghwan Kim³

¹Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

²Kyunghee University, Korea

³Cheongju University, Korea

⁴University of Science and Technology, Korea

16:00 [V-3-5]

Initial Validation of KREAM (Korean Radiation Exposure Assessment Model for aviation route dose)

Junga Hwang^{1,2}, Kyunghwan Dokgo³, Eunjin Choi⁴,
Sung-JunNoh⁵, Kyung-BokCho^{1,6}

¹Solar and Space Weather group, Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

²Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology, Korea

³Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

⁴Goddard Space Flight Center/NASA

⁵Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea

⁶Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Korea

16:15 [V-3-6]

Development of Safety Aviation Flight Environment (SAFE) system

KiChang Yoon¹, Jaehun Kim¹, Young yun Kim¹, Dong-kyu Kim¹, Yeongoh Choi¹, Gwan-sik WI¹, Seok Hyeon Byeon², YunHee, Oh², Kent Tobiska³, Chris Mertens⁴

¹RRA Korean Space Weather Center, Korea

²Inspace.Co.Ltd.

³Utah university

⁴NASA

16:30 [V-3-7]

항공 우주방사선량 분석 오픈서비스 제공방안 연구

변석현¹, 김태영¹, 최명진¹, 오윤희¹, 윤기창²

¹(주)인스페이스 연구개발부, ²국립전파연구원 우주전파센터

포스터발표 논문제목

발표시간: 4월 28일(목) 16:50~18:00

■ 우주기술

[P-1] GPS RF-Front End Function Test Result

권기호¹, 이윤기¹, 조영준¹, 박진모²

¹한국항공우주연구원 위성전자팀, ²(주)두시텍

[P-2] Dual-Band GPS Receiver for Space Application

권기호, 이윤기, 조영준

한국항공우주연구원 위성전자팀

[P-3] Principles and General Requirements in Space Mechanism Design for Low Earth Orbit Satellite

Gyu-Sun Kim

Korea Aerospace Research Institute

[P-4] Trends & Requirements of Optical Satellite Development for Commercial Imagery Market

Gyu-Sun Kim

Korea Aerospace Research Institute

[P-5] Development of the equipment for the pulse signal acquisition of GEO satellite avionics test

Young-Yun Kim, Jin-Young Ryu, Dong-Chul Choi, Joo-Ho Park, Guee-Won Moon

Korea Aerospace Research Institute

[P-6] Design and development of the automated validation system for electrical ground support equipment

Young-Yun Kim, Jin-Young Ryu, Seung-Won Cho, Yun-Gu Huh, Su-Wan Bang, Guee-Won Moon,

Korea Aerospace Research Institute

[P-7] DSM을 이용한 프로세스 구조화 방법 연구

김형완, 최정수, 박종석

한국항공우주연구원

[P-8] Node-based Spacecraft Radiator Design Optimization Analysis Integrated with Thermal Analysis for Minimizing Heater Power

Hui-Kyung Kim

Korea Aerospace Research Institute
University of Science and Technology

[P-9] 정지궤도위성과 저궤도위성에서의 비행모듈 시험 및 검증장비의 시험치구 설계 및 시험

류진영, 김영운, 조승원, 허윤구, 문귀원

한국항공우주연구원

[P-10] GEO-KOMPSAT-2 Liquid Apogee Engine Burn Plan Optimization

Bong-Kyu Park, Jae-Dong Choi

Korea Aerospace Research Institute

[P-11] 위성보험 가입 절차 및 시장 특성

박응식

한국항공우주연구원 정지궤도복합위성사업단

[P-12] 정지궤도 복합위성의 탑재체 기계접속 설계

박종석¹, 최정수¹, 김형완¹, 최재동¹, 이상률²

¹한국항공우주연구원 정지궤도복합위성체계팀, ²한국항공우주연구원 정지궤도복합위성 사업단

[P-13] 중형위성 본체 전기사ystem 설계 개념

박종오¹, 전현진¹, 장종진², 김경수²

¹한국항공우주연구원 차세대중형위성체계팀, ²한국항공우주산업 위성시스템팀

[P-14] Design Concept of Power EGSE for next LEO Satellite

Joo-Ho Park, Dong-Chul Chae, Yun-Goo Huh, Young-Yun Kim, Guee-Won Moon

Korea Aerospace Research Institute

[P-15] Development strategy of Solar Array Simulator for Geostationary satellite

Joo-Ho Park, Dong-Chul Chae, Seung-Won Cho, Su-Wan Bang, Jin-Yeong Ryu, Guee-Won Moon

Korea Aerospace Research Institute

[P-16] 저궤도 위성의 전력계 성능 시험용 SAS(Solar Array Simulator) 설계

방수완, 허운구, 김영운, 조승원, 문귀원

한국항공우주연구원

[P-17] 인공위성개발의 국가연구개발사업 추진을 위한 법적·정책적 근거

신근웅, 최무열, 최종휘, 양지모, 백명진

한국항공우주연구원 위성연구본부 위성사업개발팀

[P-18] Battery Charge Mode Estimation in Satellite through Fuzzy Logic

Seung-Eun Yang

Korea Aerospace Research Institute

[P-19] 해양관측위성 동향 및 개발추세

양지모¹, 용상순², 백명진¹

¹한국항공우주연구원 위성연구본부 위성사업개발팀, ²한국항공우주연구원 위성탐색제연구단 탑재제전자팀

[P-20] Vibration Test of Compact High Stability Telescope Structure Prototype Model

Jeoung-Heum Yeon, Won-Beom Lee, Eung-Shik Lee, Su-Young Chang, Deog-Gye Lee, Seunghoon Lee

Korea Aerospace Research Institute

[P-21] Modal Analysis of Structure of Small Satellite Depending on Frame Design

Han-ik Kim, Kyung-Wook Min, Chang-ho Woo

Department of Physics, KAIST, Korea

[P-22] Estimation of Spacecraft Temperature using Adaptive Calibration Curve Equation of Different Thermistors in GEO-KOMPSAT II

Jae-Nam Yu, Sung-Su Jang, Na-Young Lee

Korea Aerospace Research Institute

[P-23] Impedance Analysis of the Regulated 28V Bus for LEO Power Control and Distribution Units

Seok-Teak Yun, Jeong-Hwan Yang, Sung-Woo Park, Hee-Sung Park, Jin-Baek Jang

Korea Aerospace Research Institute

[P-24] 부하변동 및 설계 제한 조건을 고려한 저궤도위성의 배터리 보호를 위한 오류 회피 설계 가이드 연구

윤석택, 박정연, 양정환

한국항공우주연구원

[P-25] Contingency Operation for Satellite

Young-Su Youn

Korea Aerospace Research Institute

[P-26] 우주 극한 환경에 사용하는 복합 소재의 핵심 기술 개발 연구

윤용식, 정지연, 민경주

한국항공우주연구원

[P-27] 정지궤도위성의 원격명령어 및 데이터 후처리를 위한 지상장비 로직 설계

이나영¹, 이서림¹, 정태진²

¹한국항공우주연구원, ²한국과학기술원 인공위성센터

[P-28] 정지궤도위성 매트릭스 타입 인터페이스의 시험 및 결과 검토

이나영¹, 권동영¹, 정태진²

¹한국항공우주연구원, ²한국과학기술원 인공위성센터

[P-29] 저궤도 위성용 냉각기 구동장치 전원공급 시스템 개발

이상록, 전문진, 임성빈

한국항공우주연구원 위성기술연구단 달탐사본체팀

[P-30] 소형 인공위성의 표준버스 동향 조사

이상택, 이우준, 이해선, 박근영, 김유광, 이창호, 백명진

한국항공우주연구원

[P-31] 인공위성 표준버스를 위한 설계변경사항 검토

이상택, 이우준, 이해선, 박근영, 김유광, 이창호, 백명진

한국항공우주연구원

[P-32] 우주기상 상시 감시를 위한 5종의 우주기상 산출 알고리즘 및 RMSE 검증

이종길^{1,2}, 이재진¹, 김경찬³, 백지혜¹, 최성환¹, 박우연⁴, 박근찬⁴, 구본준⁵, 이혜숙⁶

¹한국천문연구원태양우주환경그룹, ²과학기술연합대학원대학교, ³대구대학교 사범대학 과학교육학부, ⁴충남대학교 우주지질학과, ⁵전자통신연구원, ⁶기상청 국가기상위성 센터

[P-33] 방사차폐 기능을 가진 우주용 경량 구조/재료 제안

이주훈

한국항공우주연구원

[P-34] Propellant Budget Analysis for Medium-sized Low Earth Orbit Satellite

Jeong-Heum Im¹, Jong-Oh Park¹, Choon-Woo Lee¹,
In-Gul Kim² Sung-Woong Ra²

¹Korea Aerospace Research Institute

²Chungnam National University

[P-35] De-orbit Analysis for Medium-sized Earth Observation Satellite

Jeong-Heum Im¹, Jong-Oh Park¹, Choon-Woo Lee¹,
In-Gul Kim² Sung-Woong Ra²

¹Korea Aerospace Research Institute

²Chungnam National University

[P-36] Data Transmission Analysis for the Geo-KOMPSAT-2 Ground System Development

Hyun-Su Lim

Satellite Information Research Laboratory, Korea Aerospace
Research Institute

[P-37] The Geo-KOMPSAT-2A Product Dissemination Subsystem Performance Pretest

Hyun-Su Lim

Satellite Information Research Laboratory, Korea Aerospace
Research Institute

[P-38] 위치 불확실성에 따른 충돌확률 영향성 분석

임현정, 정옥철, 김화영, 안상일

한국항공우주연구원

[P-39] 근접전계시험설비 하드웨어 성능 검증 기법 연구

장경덕, 김태윤, 장재웅, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원

[P-40] Power Budget Analysis for GEO-KOMPSAT-2B

Sung-Soo Jang¹, Na-Young Lee¹, Jae-Nam Yu¹
Kyung-Soo Kim²

¹Korea Aerospace Research Institute

²Korea Aerospace Industries

[P-41] Radiated EMC analysis in SAR payload equipped multi-purpose satellite

Jaewoong Jang, Taeyoun Kim, Kyoungduk Jang, Inkyoung
Cho, Gueewon Moon

Korea Aerospace Research Institute

[P-42] 최소자승법을 이용한 저궤도 위성의 절대 보정 방법

전문진, 이상록, 임성빈

한국항공우주연구원 위성기술연구단 달탐사본체팀

[P-43] 인공위성 배터리의 최적용량 선정에 대한 연구

전현진, 박종오, 한동인

한국항공우주연구원

[P-44] 저궤도 위성 우주 비행역학 운영 서비스 항목 분석

정옥철, 임현정, 김화영, 안상일

한국항공우주연구원 저궤도위성관제팀

[P-45] 위성 RF 전기지상지원장비의 RF 스위칭 유닛 설계

조승원, 허윤구, 방수완, 문귀원

한국항공우주연구원

[P-46] 위성 전력공급 및 발사지원 전기지상지원장비의 하니스 인터페이스 설계

조승원, 채동철, 방수완, 류진영, 박주호, 문귀원

한국항공우주연구원

[P-47] 저궤도위성에 적용 가능한 위성항법시스템과 공존하는 무선시스템간의 영향 분석

조인경, 김태윤, 장재웅, 장경덕, 문귀원

한국항공우주연구원

[P-48] 위성 개발에 요구되는 규격서와 검증 문서와의 관계 정의 연구

조창권

한국항공우주연구원

[P-49] A Novel Architecture to Improve Execution Time Performance of Satellite Image Processing

Yee-Jin Cheon

Korea Aerospace Research Institute

[P-50] 정지궤도복합위성 추력장치 정렬측정 및 보정방법에 대한 연구

최정수¹, 박종석¹, 김인걸²

¹한국항공우주연구원 ²충남대학교 항공우주공학과

[P-51] Star Selection Algorithm for Image Navigation and Registration of GOCI-II on GEO-KOMPSAT-2B

Sungsik Huh, Ki-Ryeok Yong, Jae-Dong Choi,
Sang-Ryool Lee

Korea Aerospace Research Institute

[P-52] 통합시험·운영시스템 (ITOS: Integrated Test and Operation System) 개발 및 활용 방안

허윤구, 류진영, 박주호, 채동철, 문귀원

한국항공우주연구원

■ 우주응용

[P-53] Crustal Displacement in Korea due to Atmospheric Pressure Variation

Sung-Ho Na^{1,3}, Jung-ho Cho², Byung-Kyu Choi², Ha-Soo Yoon²

¹Ajou University ³University of Science and Technology

²Korea Astronomy and Space Science Institute

[P-54] 유럽/미국/일본 정지궤도 기상탐지체 개발관련 최신 기술동향

명환춘¹, 정구표², 양군호¹

¹한국항공우주연구원, ²AP우주항공

[P-55] 천리안 2호 해양관측위성 광학탐지체 Straylight 분석

안기범^{1,2}, 조성익^{1,2}, 오은송^{1,2}, 박영제¹, 김석환²

¹한국해양과학기술원 해양위성센터, ²연세대학교 천문우주학과 우주광학연구실

[P-56] 천리안 해양위성 운영: 해색관측용 다분광영상기 궤도상 성능 모니터링

조성익^{1,2}, 안기범^{1,2}, 오은송^{1,2}, 김석환², 박영제¹

¹한국해양과학기술원 해양위성센터, ²연세대학교 천문우주학과 우주광학연구실

[P-57] 천리안 2호 해양위성의 최적 해양관측임무 수행을 위한 임무계획시스템 개발

조성익^{1,2}, 안기범^{1,2}, 오은송^{1,2}, 김석환², 박영제¹

¹한국해양과학기술원 해양위성센터, ²연세대학교 천문우주학과 우주광학연구실

[P-58] Assembly of 230mm aperture telescope for earth observation from space.

Gi-Han Hong, Mariia Tumarina, Il H. Park

Dept. of Physics, SungKyunKwan University, Korea

■ 우주천문

[P-59] Tolerance Modelling of Ultra-Compact Telescope for Earth Observation Satellites

Mariia Tumarina¹, Il H. Park¹, Gihan Hong¹, Mikhail Ryazanskiy²

¹Sungkyunkwan University Physics Department

²Satbyul Co., Ltd

[P-60] CFRP Mirror Development

Young-Soo Kim¹, Jeong Gyun Jang¹, Jihun Kim¹, Je Heon Song¹, Jeong-Yeol Han¹, Jakyoungh Nah¹, Uk Won Nam¹, Sangwon Hyun², Geon-Hee Kim²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Korea Basic Science Institute

[P-61] Comparison of Numerical Simulations with Analytical Solutions for Shock-free and Shocked Accretion Disk around a Black Hole

Seong-Jae Lee¹, Indranil Chattopadhyay², Rajiv Kumar², Siek Hyung¹

¹School of Science Education, Chungbuk National University

²ARIES, Manora Peak, Nainital-263002, Uttarakhand, India

■ 태양 및 우주환경

[P-62] The Vertical Propagation of Three-Minute Chromospheric Oscillations in a Pore

Juhyeong Kang, Jongchul Chae, Donguk Song

Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Korea

[P-63] A correlation study between mesospheric temperatures and indices of Arctic Oscillation (AO) and El-Nino southern oscillation (ENSO)

Gawon Kim¹, Yong Ha Kim¹, Youngsun Lee¹, Jeong-Han Kim²

¹Chungnam National University

²Korea Polar Research Institute

[P-64] 400 MeV/u 탄소 이온을 이용한 CR-39 고체비적 검출기의 교정

김성환¹, 남옥원², 이재진², 박원기², 표정현², 문봉곤²

¹청주대학교 방사선학과, ²한국천문연구원

[P-65] Pre-eruption Phase of Active Region Filament observed by Nobeyama Radioheliograph, RHESSI, and SDO

Sujin Kim¹, Bhuwan Joshi², Kyungsuk Cho¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Udaipur Observatory, India

[P-66] Tomography Using the Jason-1 plasmaspheric TEC dataset

Eunsol Kim¹, Yong Ha Kim¹, Geonwha Jee², Seheon Jeong¹

¹Chungnam National University

²Korea Polar Research Institute

[P-67] Automated Sunspot Observation System at KNU

Yong-Beom Choi^{1,2}, Ki-Beom Kim^{1,2}, Heon-Young Chang^{1,2}

¹Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, Korea

²Research and Training Team for Future Creative Astrophysicists and Cosmologists (BK21 Plus Program), Kyungpook National University, Korea

[P-68] Characteristics of whistler-mode chorus waves under quiet geomagnetic and solar wind conditions as distinguished from those associated with substorms

Jin-Hee Kim¹, Dae-Young Lee¹, Wen Li²

¹Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea

²Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA

[P-69] Development of Langmuir Probes for the CubeSat LINK

Go Woon Na¹, Jongho Seon¹, Kyoung-Wook Min², Jun Chan Lee², Kwangsun Ryu², Jongmann Yang³

¹Kyung Hee University

²Korea Advanced Institute of Science and Technology

³Ewha Womans University

[P-70] Comparison of characteristics between EMIC waves under quiet time conditions and those associated with substorms observed in the inner magnetosphere

Sung-Jun Noh, Dae-Young Lee

Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University

[P-71] Design of electron flux prediction algorithm at geostationary orbit using neural network

Keunchan Park^{1,2}, Jaejin Lee², Kyungchan Kim³, Yu Yi¹

BonJun Ku⁴, Hyesook Lee⁵

¹Department of Astronomy, Space Science and Geology, Chungnam National University

²Korea Astronomy & Space science Institute

³Division of Science education, College of Education, Daegu University

⁴Electronics and Telecommunications Research Institute

⁵Korean Meteorological Administration

[P-72] Correlation Between X-Class Solar Flares and Predating X-rays and EUV Activities

Park, Gi-Young¹, Park, Sun-Mie²

¹Korea University

²Korea Science Academy of KAIST

[P-73] 정지궤도 자기장을 함께 이용한 지자기 지수 예측 알고리즘 설계

박우연^{1,2}, 이재진¹, 김경찬³, 구본준⁴, 이해숙⁵, 이 유²

¹한국천문연구원, ²충남대학교 우주지질학과, ³대구대학교 사범대학 과학교육학부, ⁴전자통신연구원, ⁵기상청국가위성센터

[P-74] Progress of Flight Model for Instruments for the Study of Space Storms (ISSS) to study space storms

Jongdae Sohn¹, Kyoung-Wook Min¹, Junchan Lee¹, Yongmyung Seo², Gyeong-Bok Jo³, Seunguk Lee⁴, Gwoon Na², Han-Ik Kim¹, Ju Woo², Cheong Rim Choi¹, Jongho Seon², Yu Yi³, Dae-Young Lee⁴, Kyung-In Kang⁵, Goo-Hwan Shin⁵

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology,

²Kyung Hee University

³Chungnam National University

⁴Chungbuk National University

⁵Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

[P-75] The preliminary test result of ground-based Search-Coil Magnetometer at the Korean Antarctic station (Jang Bogo)

Jehyuck Shin¹, Jongwoo Kwon², Seungah Lee², Jung-Kyu Lee¹, Seongwhan Lee¹, Ho Jin¹, Khan-Hyuck Kim¹, Hyomin Kim³, Marc R. Lessard⁴

¹School of Space Research, Kyung Hee University, Korea,

²Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, Korea,

³Center for Solar-Terrestrial Research, New Jersey Institute of Technology, USA

⁴Space Science Center, University of New Hampshire, USA

[P-76] Comparison of the vignetting patterns for the Wolter type grazing incidence reflecting telescopes

Junho Shin¹, Yong-Jae Moon¹, Takashi Sakurai²

¹School of Space Research, Kyung Hee University

²National Astronomical Observatory of Japan

[P-77] Continuous growth rate spectrum through the resonance between the oblique magnetosonic waves and the ions

Chang-Ho Woo¹, Kyoung-Wook Min¹, Kyunghwan Dokgo¹, Cheongrim Choi²

¹Department of Physics, KAIST, Korea

²Chungbuk National University

[P-78] Shock Merging in the Chromosphere of Sunspots

Kyeo-re Lee, Jongchul Chae

Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Korea

[P-79] 다채널 실리콘광증배관 소자용 신호처리장치의 개발, 제작 및 우주 응용 가능성

이직, 전진아, 이해영, 박일홍

성균관대학교 물리학과

[P-80] 우주용 64채널 실리콘 광증배소자 SIPM의 제작과 테스트

이해영^{1,2}, 전진아^{1,2}, 박일홍^{1,2}, 이직^{1,2}

¹성균관 대학교 물리학과 차세대 광센서연구실, ²성균관 대학교 물리학과 우주과학기술연구소

[P-81] 다채널 실리콘 광증배 소자로 만들어진 핀홀 카메라의 제작과 테스트

전진아^{1,2}, 이해영^{1,2}, 박일홍^{1,2}, 이직^{1,2}

¹성균관 대학교 물리학과 차세대 광센서연구실, ²성균관 대학교 물리학과 우주과학기술연구소

[P-82] The Solar Brightness Variation Analysis Using SDO HMI

Dong-Gwon Jeong, Suyeon Oh

Chonnam National University

[P-83] 우주방사선에 영향을 받는 재료의 물성 비교 분석 연구

정지연, 윤용식

한국항공우주연구원

■ 태양계 및 우주탐사

[P-84] Science data management plan for Korea Lunar Pathfinder Orbiter : Public access necessity of science data

Joo Hyeon Kim

Korea Aerospace Research Institute

[P-85] Mission Assurance of mid-IR and Gamma-ray Spectrometer for Korean Lunar Exploration

Kyung-In Kang¹, Young-Jun Choi², Kyeong-Ja Kim³, Seung-Kwan Kim⁴, Sung-Jae Park⁵, Geon-Hee Kim⁶

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology

²Korea Astronomy and Space Science Institute

³Korea Institute of Geoscience And Mineral Resources

⁴Korea Research Institute of Standards and Science

⁵Korea Institute of Machinery & Materials

⁶Korea Basic Science Institute

[P-86] Orbit Determination Requirement and Performance Analysis for Korea Pathfinder Lunar Orbiter Mission

Young-Rok Kim, Young-Joo Song, Jonghee Bae, Bang-Yeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

[P-87] Preliminary Error Analysis to Design the Midcourse Trajectory Correction Maneuver of Lunar Orbiter

Jonghee Bae, Young-Joo Song, Young-Rok Kim, and Bang-Yeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

[P-88] Level 1 Calibration of Moon Mineralogy Mapper (M3) data using KPLO Image Processing Prototype

Seunghee Son, Dawoon Jung

Korea Aerospace Research Institute

[P-89] Sensitivity of the 1st Lunar Orbit Insertion Maneuver: The Least Burn Performance Requirement to be captured around the Moon

Young-Joo Song, Donghun Lee, Jong-Hee Bae, Young-Rok Kim and Bang-Yeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

[P-90] The response of Mars upper atmosphere during ICME event : MAVEN observation

Gyeongbok Jo^{1,2}, Junga Hwang², Roksoon Kim², Soojeong Jang^{2,3}, Kyungsuk Cho², Yu Yi¹

¹*Chungnam National University*

²*Korea Astronomy and Space Science Institute*

³*Kyung Hee University*

■ 기 타

[P-91] 전자파 챔버용 셸드를 설계 및 검증 기법

김태운, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원 위성기술연구단 우주시험실

[P-92] Technological Equipment Power Supply System at Launch Complex

Kyung-Rok Moon, Jae-Chul An, Il-Hyung Jung, Il-Hee Hong, Sun-Il Kang

Korea Aerospace Research Institute

구두발표논문 초록

4월 28일(목)

제1발표장 (한송)

■ 초청강연 I

좌장: 이병선 (ETRI)

13:50 [IS-I]

Current Activities of Payloads for Satellite Communications & Broadcasting Applications

Manseok Uhm

Electronics and Telecommunications Research Institute

The communication payload can receive and amplify uplinked radio signals from earth satellite transmission stations, process the converted signals and transmit high power RF signal to earth satellite receiving stations. During the last 20 years, broadcasting and communication markets have not really changed with typical needs featuring fixed widebeam coverage and fixed frequency plans. However, recent satellite payload adopts technologies of flexibility which enable to realize cost effective payload due to high economic pressure. Flexible payloads can provide flexibilities in beam coverage, frequency spectrum and output RF power. In this paper, activities of recent flexible payloads are presented. Design results of reconfigurable beam antenna with array-fed reflector and measured results of 2x2 feed array are described, respectively. Development technologies related to flexibilities of frequency spectrum and RF power are shown such as agile local oscillator, multi-port amplifier and flexible amplifier. The requirements and configuration of communication and broadcasting payloads for satellite applications are proposed and will be discussed.

제1발표장 (한송)

■ I-1 자기권 I

좌장: 황정아 (천문연)

14:20 [I-1-1]

A statistical study of EMIC waves observed at THEMIS probes in the outer magnetosphere under quiet geomagnetic conditionsGi-Jeong Kim^{1,2}, Khan-Hyuk Kim², Dong-Hun Lee², Junga Hwang^{1,3}, Jong-Sun Park⁴, and Ensang Lee²¹Korea Astronomy and Space Science Institute²Kyung Hee University³University of Science and Technology (UST)⁴National Central University, Taiwan

Electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves have been considered to be excited in the equatorial region by a cyclotron resonant interaction with ~10-100 keV anisotropic ($T_{\perp} > T_{\parallel}$) ions. EMIC waves are generated in H band between the local proton gyrofrequency (Ω_{H+})

and local helium ion gyrofrequency (Ω_{He+}), He band between the local Ω_{He+} and local oxygen ion gyrofrequency (Ω_{O+}), and O band below the local Ω_{O+} . Previous statistical study using AMPTE/CCE with apogee at 8.8 RE reported that EMIC waves are mostly detected in the afternoon sector. It has been suggested that the large occurrence rate of EMIC waves in the afternoon sector is associated with the cold plasma population of the plasmaspheric bulge or plume located near afternoon or dusk. Recent statistical study of EMIC waves using THEMIS data (apogee of ~11 R_E) reported that there are two isolated occurrence peaks: one is in the afternoon and the other is in the morning. Since the plasmapause location shows symmetric local time distribution under quiet geomagnetic conditions, we examine whether the large occurrence rate in the morning side is associated with geomagnetic conditions using the four-year (2008-2011) THEMIS magnetic field data.

14:35 [I-1-2]

Determining the statistical significance of relativistic electron precipitation related to EMIC wavesDae-Kyu Shin^{1,2}, Dae-Young Lee², Sung-Jun Noh², Junga Hwang¹, Jaejin Lee¹¹Korea Astronomy and Space Science Institute²Department of Astronomy and Space Science Chungbuk National University

Several loss processes of outer radiation belt electrons have been proposed. Out of them, electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves have long been considered to play a role of an important loss mechanism of radiation belt electrons. The EMIC waves can cause relativistic electron precipitation (REP) of outer radiation belt into atmosphere through pitch angle scattering. But their statistical effectiveness is poorly understood and is not fully quantified. Here we survey the REP events observed with MEPED P6 telescope onboard low altitude NOAA POES/MetOp satellites while Van Allen Probes observe the EMIC waves over 4 years. We determine what fraction of the EMIC waves is associated with REP events. We find that a REP event is not necessarily always identified during an EMIC wave interval and attempt to statistically organize the possible relation between REP and EMIC waves.

14:50 [I-1-3]

Van Allen Probes and SuperDARN observations of magnetospheric and ionospheric responses to the passage of the interplanetary shock on Feb 16 2013.Su-In Kim¹, Khan-Hyuk Kim¹, Hyuk-jin Kwon²¹School of Space Research, Kyung Hee University²Korea Polar Research Institute

태양폭발에 의해 발생한 행성간 충격파가 지구 자기권을 통과 하면 대규모 섭동이 발생하여 우주공간에서 급격한 자기

장 변화가 관측된다. 충격파에 의한 지구 자기장 변화는 지 방식에 따라 다양한 모습으로 관측되고, 우주공간에서의 자기장 섭동은 배경 플라즈마 운동에 직접적인 영향을 주어 우주공간에서 다양한 모습의 전기장 변화가 관측된다. 자기권과 전리권은 자기력선으로 연결되어있어 행성간 충격파에 의한 우주공간 전기장 변화는 전리권의 운동학적 변화에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 이러한 자기권-전리권 연동현상은 SuperDARN radar 자료를 이용하여 확인할 수 있다. 본 연구에서는 2013년 2월 13일 행성간 충격파에 의해 발생한 내부 자기권 전기장 변화가 지구 전리권 섭동의 시·공간적 변화와 어떤 상관관계가 있는지 Van Allen Probes 전·자기장 자료와 SuperDARN Hokkaido 자료를 이용하여 조사한다.

15:05 [I-1-4]

Enhancement of energetic electrons related to the solar wind dynamic pressure enhancement in the outer radiation belt during non-storm times

Junhyun Lee, Ensang Lee, Khan-Hyuk Kim,
Dong-Hun Lee

School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

The variation of energetic particles in Earth's outer radiation belt is complicated and dynamically affected in response to the impact of the solar wind to Earth's magnetosphere. Using the measurements from the Van Allen Probes (VAP) satellites, we investigated the variations of energetic electrons in the outer radiation belt with an enhancement of the solar wind dynamic pressure. On 13 April 2013, after the impact of the interplanetary shock on Earth's magnetosphere, the enhanced dynamic pressure was maintained for about 24 hours and the magnetic field was dipolarized in the night side region. However, it did not produce a magnetic storm. The satellites observed the enhanced electron fluxes with $E < \sim 600$ keV in coincident with the depolarization of the magnetic field. Later, drift echoes with energy dispersion and ULF modulations were observed. Using the spatial and temporal characteristics for similar kinds of phenomena we will discuss the relationship between the enhancements of energetic electrons and the enhanced dynamic pressure during non-storm times.

15:20 [I-1-5]

L and MLT dependence of EMIC wave triggering by solar wind dynamic pressure

Dae-Young Lee¹, Jung-Hee Cho¹, and RBSP team²

¹Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea

²University of Iowa, USA

Electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves are one of the key plasma waves that play a significant role in interaction with ions and electrons in the Earth magnetosphere. The conventional theory for generating mechanism of the waves is due to energetic, and anisotropic protons, which can be supplied from the plasma sheet during the substorms and storms. Another way of such proton supply is compression due to

enhanced solar wind dynamic pressure. In this presentation, we report on selected EMIC wave events as observed on Van Allen Probes and GOES satellites, which were triggered by compression. We find a strong dependence of the wave properties on L and MLT of observations. In particular, the difference exists in wave bands, intensity, polarization, and duration, sensitively depending on specific locations. We draw implications from these observations.

15:35 [I-1-6]

The perpendicular heating of ions due to growing and propagating along a magnetic field Alfvén wave in Earth's radiation belts

Cheong Rim^{1,4}, Min Ho Woo², Kyunghwan Dokgo¹,
Kyoung-Wook Min¹, Junga Hwang³, Young Duk Park³,
Daeyoung Lee⁴, Peter H. Yoon^{5,6}

¹Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

²National Fusion Research Institute, Korea

³Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

⁴Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea,

⁵Institute for Physical Science and Technology, University of Maryland, USA

⁶School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

The perpendicular heating of ions by a linearly polarized Alfvén wave, which is propagating along a constant background magnetic field, is studied. The kinetic temperature of ions and the diffusion coefficient of ion through the autocorrelation function of the perpendicular direction are exactly calculated. The perpendicular heating of the ions by the numerical calculation also is carried out.

제2발표장 (호해)

■ I-2 달탐사 I

좌장: 이주희 (항우연)

14:20 [I-2-1]

Scientific Objectives and Payloads of Korea Pathfinder Lunar Orbiter

김은혁, 김주현, 김방엽, 최기혁

Korea Aerospace Research Institute

대한민국 우주탐사의 첫 시발점이라고 할 수 있는 달 탐사 사업이 2016년 1월 1일에 착수되었다. 달 탐사는 그간 지구 근처 저궤도위성 (고도 약 500~700km) 및 한반도 근처 기상/해양 관측을 주 임무로 하고 있는 정지궤도 위성 (고도 약 40,000km)을 통한 지구관측을 주 임무로 수행하였던 한국 우주개발에 있어서 새로운 이정표를 세울 것으로 기대된다. 대한민국 달 탐사의 첫 도전은 달에 도달하는 길을 찾아내는 것을 기본 목적으로 하는 바 탐사선의 명칭 역시 “시험용 달 궤도선”으로 명명하였다. 그러나 시험용 달 궤도선의 발사 예정시기에 해외의 달 탐사선 계획이 없

는 바 시험적인 목표 이외의 달 및 지구 더 나아가 태양계 전반에 관한 다양한 과학 연구를 수행하는 것 역시 매우 중요한 과제라고 할 수 있다. 본 연구에서는 그간 논의되고 확정된 시험용 달 궤도선에 탑재되는 과학 목적의 탑재체에 대한 개괄적인 내용을 제시하고 이를 기반으로 시험용 달 궤도선의 주요 과학 임무에 대하여 기술하고자 한다.

14:35 [I-2-2]

Development of the Data Simulation Module of Flight Dynamics Subsystem for Korea Pathfinder Lunar Orbiter Mission

Hyun-Jeong Kim, Sang-Young Park, Youngkwang Kim

Astrodynamics and Control Lab., Dept. of Astronomy, Yonsei University

Lunar flight Dynamics software for Operational Purpose (LUDOLP) is the Flight Dynamics Subsystem (FDS) for Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO) mission. This software consists of several modules. This study describes the Data Simulation (DS) module. The main goal of the DS module is to produce calibrated measurement data. These data will be used for precise orbit determination. This work also explains how to calibrate the measurement data and how to verify this calibrated data. The first step for calculating the computed value is to solve the light time equation by using Newton-Raphson method and then obtains the observable time from EP module. After reading the weather file of the ground station, computed data are obtained by data calibrations based on tropospheric delay, ionospheric delay, antenna axis offset delay and tropospheric refraction delay. This module uses Hopfield-Goad model for tropospheric delay and tropospheric refraction delay. The calibrated measurement data were verified by comparison with Orbit Determination ToolBox (ODTBX) which was developed by the NASA Goddard Space Flight Center (GSFC). This module can also be applied to the Global Positioning System (GPS) and Deep Space Network (DSN).

14:50 [I-2-3]

PIC simulation of the interaction between solar wind and lunar magnetic anomaly

Kyunghwan Dokgo¹, Kyoung-Wook Min¹, Junga Hwang²

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology

²Korea Astronomy and Space Science Institute

We simulated the interaction between solar wind and lunar magnetic anomaly. 2D simulation geometry was used and simulation parameters were based on Reiner Gamma anomaly and average solar wind parameters. Parallel and anti-parallel solar wind magnetic field conditions were used for comparison. At the top of simulation box, continuous solar wind particle injection was designed to reproduce steady solar wind condition and particle left through the bottom side of simulation box.

Mini magnetosphere was formed above the lunar surface as a result of the interaction between solar wind particle and dipole magnetic field. Also, we observed that large scale fluctuations occurred intermittently near charge separation region. These were accompanied by magnetic field, inductive electric field and density perturbations.

Therefore, it is supposed that MHD phenomena are closely related to the fluctuations.

15:05 [I-2-4]

Analysis of a strong lunar magnetic anomaly over the Descartes mountains

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

School of Space Research, Kyung Hee University

It has been known that the Moon has several strong and isolated lunar magnetic anomalies. Descartes is one of the most well-known lunar magnetic anomalies on the lunar near side. Mapping of the low-altitude Lunar Prospector magnetometer (LP-MAG) data shows that Descartes has magnetic field perturbations showing B_N -bipolar (positive-then-negative) / B_r -negative monopolar in the western part of the anomaly and B_N -bipolar (negative-then-positive) / B_r -positive monopolar in the eastern portion. These perturbations can be expected by two magnetic sources with different directions or one dipole source parallel to the lunar surface. Using a dipole model, we estimate the dipole moment vector ($\mathbf{M}$) and depth (d) of the Descartes anomaly source. We compare model magnetic fields with the LP-MAG observation and discuss the characteristics of magnetic anomaly over the Descartes.

15:20 [I-2-5]

달 적외선 분광 관측에서 열적 복사 제거

서행자, 정민섭, 최영준

한국천문연구원 행성과학그룹

최근 몇몇의 탐사선들의 중적외선 분광 자료에 의하면 달 표면에서 OH 분광선이 발견되었다. 이는 달 표면에 H₂O가 존재할 수 있는 가능성을 제시해주는 것으로서, 달 관측에 있어서 중적외선 분광 관측의 중요성을 부각시켰다. 달은 2.8마이크론부터 열적 복사가 관측 자료에 영향을 미치기 시작하는데, 특히 4마이크론 근처에서는 reflectance의 2배 값에 다다른다. 현재 개발중인 2.0~4.0 마이크론 영역의 중적외선 분광기에 의해 관측된 자료는 열적 복사를 제거해야 하는 처리 과정을 거쳐야 한다. 달의 열적 복사는 모델로 구현하여 적용하여야 하며, 모델의 정확도가 높을수록 명확한 자료처리가 이루어질 수 있으며, 이는 관측 자료의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 달의 열적 복사 모델을 구성하고, 기존의 다른 모델들과 비교하였다. 추후 구현될 달의 열적 복사 모델을 통해 계산된 열적 복사 자료는 달의 중적외선 분광 관측 자료 처리에 반드시 필요한 값이다.

제3발표장 (해운)

■ I-3 우주기술 / 응용 I
좌장: 김주현 (항우연)

14:20 [I-3-1]
500kg급 중형위성 개발 의의 및 전망

한조영, 한동인, 김성훈

한국항공우주연구원

기존 위성으로는 해결할 수 없는 공공·민간부문의 위성수요는 지속적으로 급증하고 있으며 이에 대응하기 위한 방안이 필요하다. 향후 예정되는 위성수요 중 500kg급의 위성수요가 시급할 뿐만 아니라 지속적인 위성 개발 수요 추진 및 위성 기술 자립화를 위한 표준형 위성 플랫폼 개발의 필요성이 대두되고 있다. 더불어 개발도상국으로 중형급 인공위성의 수출산업화가 촉진되는 시점이기도 하다. 이러한 위성 수요에 부응하여 국내에서는 500kg급 중형위성 표준플랫폼을 개발하여 개발 비용·기간을 획기적으로 단축하고자 하는 차세대중형위성 개발 사업을 진행하고 있다. 본 논문에서는 500kg급 중형위성의 개발 의의를 고찰하고, 현재 진행되고 있는 차세대중형위성 개발 사업에 대해 논의하고자 한다.

14:35 [I-3-2]
500Kg급 표준 위성 플랫폼 탐색연구

고병주¹, 한조영², 서민석¹, 유재호¹

¹한국항공우주산업(주), ²한국항공우주연구원

차세대 중형위성 개발사업은 정부의 '우주개발 중장기 계획'의 핵심 사업으로 2025년까지 2단계로 수행된다. 1단계는 500kg급 표준 위성 플랫폼과 정밀지상관측용 (흑백 0.5m급, 컬러 2.0m급) 2기를 개발하고, 2019년과 2020년에 발사될 예정이다. 2단계에서는 우주개발 로드맵에 맞추어 1단계에서 개발된 표준화 플랫폼에 광학(EO), 레이더(SAR), 적외선(IR), 마이크로파, 초분광기 등 다양한 탑재체 장착이 가능한 500kg급 표준형 위성 플랫폼을 확보하고 기존 국가 주도에서 민간기업 주도로 전환하는 사업이다. 그동안 항공우주연구원이 쌓아온 첨단위성 설계 기술을 민간으로 이전함으로써 국내 우주산업의 첨단화와 글로벌 경쟁력을 강화하는게 목표다. 1호기 개발부터 항공우주연구원과 기업 간 공동설계팀을 구성하고 시스템, 본체 및 탑재체 접속 기술을 이전받고 있으며, 2호기부터는 시스템 및 본체 개발, 조립, 시험, 발사 등 설계에서 완성에 이르기까지 민간 주도로 진행되며 항공우주연구원은 이에 대한 감리, 기술지원, 탑재체 개발 업무, 해외수출 지원 등을 수행하게 된다. 표준형 위성 플랫폼은 향후 위성개발의 가격 경쟁력과 개발기간을 단축시킬 수 있게 될 것으로 기대되며, 현재 진행되는 1단계 개발 중인 표준형 위성 플랫폼에 대해 소개하고자 한다.

14:50 [I-3-3]
다목적실용위성의 공정검증 사례연구

김유광¹, 이창호¹, 이상택¹, 백명진¹, 이장준², 황도순², 이낙영³

¹한국항공우주연구원 위성연구본부 위성사업개발팀, ²위성연구본부 위성기술연구단, ³충남대학교 정보통계학과

본 연구에서는 극한의 우주환경에 노출되는 다목적실용위성의 Foil Radiator 제작에 활용되는 Thermal black paint의 공정검증 사례에 대하여 소개하고자 한다. Foil Radiator는 기존의 인공위성에서 적용해 오던 MLI(Multi Layer Insulator) 또는 SSM(Secondary Surface Mirror)과 유사한 기능을 수행하지만 적용 개념이 다른 형식의 열설계 방식으로써, 통상적으로 구조물의 inner side에 Unit을 장착하지 않고, 위성 구조물 외부에 unit을 장착하고 그 외부를 MLI tent로 보호하는 형식에 이용되는 열설계 방식의 일종이다. 국내 산업체의 Thermal paint process는 Space Heritage가 있지만 금번에 적용되는 Foil Radiator는 기존의 금속재료와는 다른 soft한 재료의 표면에 도포하는 공정으로써 기존 process와 공정은 유사하지만 특성이 다른 시험이 필요하며, 특별한 고려사항들이 있다. 본 연구에서는 이러한 공정검증을 위한 문헌조사, 공정서 개발 및 시험계획 등에 대하여 소개하고자 한다.

15:05 [I-3-4]
Comparisons of various atmospheric models for LEO satellite optical orbit estimation

Maru Park¹, Jung Hyun Jo^{1,2}, Jin Choi^{1,2}

¹Korea Astronomy and Space science Institute

²Korea University of Science and Technology

The atmospheric drag and the Earth gravity are two dominant force affecting the movements of Low Earth Orbit (LEO) satellites. The atmospheric drag effect plays a major role in the de-orbiting of a LEO satellite. In this study, performed the orbit estimation of LEO satellite by various atmospheric model. Used optical observation data are Gravity Probe B, COSMOS 1455, COSMOS 1726, COSMOS 2428, ATV-5 and CryoSat-2 in LEO by Daejeon test-bed and Songino observatory of OWL-Net. We use the atmospheric model that are Jacchia 1970, Jacchia 1971, Jacchi-Roberts, CIRA 1972, MSISE 1990, NRLMSISE 2000, Jacchia-Bowman 2008. Orbit estimation depending on each atmospheric model and compared with most near epoch TLE.

15:20 [I-3-5]
Safe Memory Allocation for Flight Software

Hyun-Kyu Shin

Korea Aerospace Research Institute

Memory Issue has been one of the big things on software development. A considerable portion of software problem comes from memory related issues. The software architecture of KARI flight software is now evolving into a next generation with taking advantages and lessons-learned of former projects. The new architecture has several outstanding improvements. Memory allocation using Global Mapper is one of the new approaches. In general, memory allocation is performed by a compiler and finally allocated by a linker at the time of building binary executables. In the new architecture, memory location can be designated by developers. This enhances

the independence between each software logical part such as component or service. In a view point of safety, memory location assignment should be handled with care. Wrong memory allocation can cause a big problem or unintended behavior. This paper introduces how to implement safe memory allocation for the new flight software architecture.

15:50 ~ 16:20 단체사진 촬영

제1발표장 (한송)

■ 초청강연 II

좌장: 이재우 (천문연)

16:20 [IS-II]

우리은하 별지의 구조와 기원에 대한 새로운 해석

이영욱

연세대학교 은하진화연구센터/천문우주학과

우리는 최근 현대천문학의 가장 오래된 난제로 우리은하 헤일로와 형성된 깊은 관련이 있는 구상성단계의 오스터호프 이분법이 다중항성종족 패러다임 하에서 76년 만에 완벽히 규명되는 것을 발견하였다. 또한 이 연구의 기본 개념을 우리은하 별지에 적용한 결과, 기존 국제학계의 이론과 완전히 다른 별지의 형성기원에 대한 새로운 해석에 도달하였다. 우리은하의 별지에 대한 대규모 측광 서베이 분석으로부터 double red clump가 있다는 것이 2010년에 발견되었고, 이는 디스크와 바 불안정에 기인하는 은하중심부 X-shape 구조의 증거로 널리 받아들여지고 있다. 그러나 우리는 이와 같은 국제학계의 해석이 수평계열성의 항성진화이론을 간과한데서 비롯된 과장일 가능성을 제시하고자 한다. 우리의 모델에 의하면 관측된 double red clump는 Omega Cen을 포함하는 대다수의 구상성단에서 발견되는 것과 동일한 헬륨함량이 증가된 2세대 별들(G2)에 의한 효과이다. 우리은하 별지에 위치한 Terzan 5 구상성단처럼, 중원소함량이 높은 별지에서는 G2에 해당하는 수평계열성들이 광도가 약 0.5등급 더 밝은 red clump 위치에 놓이게 되어 자연스럽게 double red clump를 형성하게 된다. 앞으로 우리의 새로운 해석이 Gaia에 의한 삼각시차 거리결정으로 확인된다면, 이는 우리은하 별지를 이루는 대부분의 별들이 Terzan 5와 같은 원시 빌딩블럭들의 합병과 붕괴에 의해 형성되었다는 것을 암시하여, 우리은하는 물론, 조기형 은하의 형성기원 연구에 큰 전환점이 될 것으로 기대한다.

16:50 ~ 18:00 포스터 발표

제1발표장 (한송)

■ 초청강연 III

좌장: 김용기 (충북대)

18:00 [IS-III]

Night Sky Brightness Measurements for Light Pollution Assessment

Chun Shing Jason PUN¹, Chu Wing SO¹, Yonggi KIM², SzeLeung CHEUNG³

¹The University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong

²Chungbuk National University, Cheongju, Korea

³IAU Office for Astronomy Outreach, National Astronomical Observatory of Japan, Tokyo, Japan

Light pollution is a form of rapidly-growing and global-scale environmental degradation in which excessive outdoor lighting affects the natural environment, the ecosystem, and possibly even human health. The propagation of light pollution in the atmosphere leads to skyglow which is the result of scattering of artificial light by cloud, aerosol, and pollutants such as suspended particulates in the atmosphere. Measurements of the night sky brightness affected by skyglow originated from artificial lighting provide an effective way to measure the extent of light pollution. In this talk, the cause and impact of light pollution will be briefly introduced. The various measurement techniques and methods, ranging from traditional astronomical photometry to visual limiting magnitude surveys from citizen scientists, will also be presented. The field underwent a major change in recent years with the advancement of small, portable, and easy to use light meters which can deliver night sky brightness measurements continuously with fairly good accuracy ($\sim 0.1 \text{ mag arcsec}^{-2}$), one of which being the Sky Quality Meter (SQM). Case studies of using SQM to establish long term monitoring networks to study effects of various artificial, meteorological, and astronomical factors on the observed night sky will be discussed, such as the Global at Night - Sky Brightness Monitoring Network (GaN-MN). This project is supported by the Knowledge Exchange fund of The University of Hong Kong.

4월 29일 (금)

제1발표장 (한송)

■ II-1 전리권 I

좌장: 정종균 (천문연)

09:00 [II-1-1]

Meteor radar observations of vertically-propagating low-frequency inertia-gravity waves in the Southern mesopause region

In-Sun Song¹, Changsup Lee¹, Jung-Han Kim¹, Geonhwa Jee¹, Yong Ha Kim², Hye-Yeong Chun³

¹Korea Polar Research Institute

²Chungnam National University

³Yonsei University

Vertically-propagating low-frequency inertia-gravity waves (IGWs) are retrieved from meteor radar winds observed at King Sejong Station (KSS: 62.22oS, 58.78oW), Antarctica. Horizontal winds reconstructed in the regular time-height grids demonstrate clearly the persistent occurrence of low-frequency IGWs near the mesopause region throughout the whole year of 2014 and the downward progression of their phases (i.e., upward energy propagation). Stokes parameters and rotary spectra computed from the hodographs of polarized (coherent) upward-propagating IGW horizontal winds reveal that meridional propagation is dominant, and the intrinsic frequencies of the upward propagating IGWs are $1f-2f$, where f is the magnitude of Coriolis parameter at KSS. The meridional propagation is discussed in relation to possible forcing mechanisms.

09:15 [II-1-2]

Regional Ionospheric TEC map over Korea using data assimilation

Chalachew Kindie Mengist^{1,2}, Yong Ha Kim¹, Nicholas Ssessanga¹

¹Chungnam National University

²Adama Science and Technology University, Adama, Ethiopia

This paper discusses the preliminary development of regional total electron content (TEC) map over Korea (33°N-43°N and 123°E-132°E) based on Kalman filter data assimilation technique. The regional TEC map will span a spatial and temporal resolutions of 0.5°x0.5° and 10 min, respectively. As an initial guess for the map, we utilize the most recent International Reference Ionosphere model (IRI-2016). Assimilation of Kalman filter during a 10 min interval is applied to TEC data which are provided every 30 sec from ~80 Global Positioning System (GPS) receiver stations in Korea. In order to evaluate the performance of data assimilation, we will compare the regional TEC map with the global maps from Center for Orbit Determination of Europe (CODE) and from Massachusetts Institute of Technology Automated Processing of GPS data.

09:30 [II-1-3]

Statistical Analysis of Ionospheric Storms on GPS TEC between 2000 and 2010 in Korea

Jong-Kyun Chung

Korea Astronomy and Space Science Institute

The ionospheric storms which can make the great gradient and irregularities of electron densities are very interest phenomena for two reasons. First, it is to understand their mechanisms which are ionospheric responses by the increasing solar EUV/X-ray fluxes as well as by the equatorward or poleward plasma transportations through the global changes of the neutral winds and electric fields responded to geomagnetic storms. Second, they have been the practical interests in the satellite navigations and radio communications, especially in the mid-latitudes of the dense population regions in these days. In this work, the statistical analysis of the occurrences of the ionospheric storms in Korea are studied. The occurrences of the ionospheric storms are examined from Daejeon and Jeju GPS TEC dataset of the full solar cycle coverage. The physical mechanisms for positive and negative phases of ionospheric storms are discussed. The parameters to define the ionospheric storms are suggested.

09:45 [II-1-4]

Jang Bogo Dynasonde: A New Way to Study Thermospheric Gravity Wave Activity over Antarctica

Nikolay Zabolotin², Catalin Negrea², Geonhwa Jee^{1*}, Changsup Lee¹, Jeong-Han Kim¹, Hyuk-Jin Kwon¹, Young-Bae Ham¹, Terence Bullett²

¹Korea Polar Research Institute

²University of Colorado, Boulder, USA

Propagation conditions for thermospheric gravity waves in the polar regions include combination of several unique factors such as interactions with the auroral activity and the polar vortex. Traditional sources of the gravity waves (like tropospheric convection and wind disturbances caused by mountain relief) may be complemented with energy and momentum depositions associated with fluxes of energetic particles from above. We apply Dynasonde techniques to study peculiarities of the gravity wave characteristics over Ross Sea region, Antarctica, using data obtained with the newest VIPIR/Dynasonde system at the KOPRI's Jang Bogo station operating continuously with sounding session periodicity equal to 2 min. A component of Dynasonde data analysis software, the inversion procedure NeXTYZ has been used to attribute plasma density variations, tilts, and line-of-sight Doppler values to the altitudes in real space with 1 km resolution. The temporal and spatial resolution allows visualization of the phase fronts of the traveling ionospheric disturbances (TIDs) and measuring full set of parameters (both vertical and horizontal) of TID activity in the upper atmosphere (between the base of the E layer and the maximum of F layer, where the radar's signal can be reflected by the ionospheric plasma). Application of the Lomb-Scargle periodogram technique to the data series provides useful insight into the dynamics of spectral composition of the TIDs in a wide altitude range which we compare to results of a similar analysis obtained for mid-latitude

(Wallops Island, VA) and Arctic (EISCAT Tromsø Observatory) Dynasonde locations.

10:00 [II-1-5]

The onset time of equatorial plasma bubbles and its relationship with pre-reversal enhancement

Jong-Min Choi^{1,2}, Hyosub Kil³, Young-Sil Kwak²

¹Chung-nam National University, Korea

²Advanced Astronomy and of Space Science Division, Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

³Space Department, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA

Prereversal enhancement (PRE) in vertical plasma motion is known as a critical factor for the creation of equatorial plasma bubbles. The variation of the onset time of bubbles with season and longitude may be associated with the onset time of the PRE. However, this idea has not yet been validated. In this study, we investigate the seasonal-longitudinal variation of the onset time of bubbles using the measurements of the ion density in the equatorial region by the Communication/Navigation Outage Forecasting System (C/NOFS) satellite during 2009-2014. The onset time and morphology of the PRE are derived from an empirical vertical ExB drift model. By comparing the distributions of the onset times of bubbles and PRE, we determine the phase of the PRE at which bubbles start to develop.

제2발표장 (호해)

■ II-2 태양 I

좌장: 봉수찬 (천문연)

09:00 [II-2-1]

Detection of Shock Merging in the Chromosphere of Sunspots

Jongchul Chae

Seoul National University

It was theoretically demonstrated that a shock propagating in the solar atmosphere can overtake another and merge with it. We provide clear observational evidence that shock merging does occur quite often in the chromosphere of sunspots. Using H α imaging spectral data taken by the Fast Imaging Solar Spectrograph of the 1.6 m New Solar Telescope at the Big Bear Solar Observatory, we construct time-distance maps of line-of-sight velocities along two appropriately chosen cuts in a pore. The maps show a number of alternating redshift and blueshift ridges, and we identify each interface between a preceding redshift ridge and the following blueshift ridge as a shock ridge. The important finding of ours is that two successive shock ridges often merge with each other. This finding can be theoretically explained by the merging of magneto-acoustic shock waves propagating with lower speeds of about 10 km s⁻¹ and those propagating at higher speeds of about 16–22 km s⁻¹. The shock merging is an important nonlinear dynamical process of the solar chromosphere that can bridge the gap between

higher-frequency chromospheric oscillations and lower-frequency dynamic phenomena such as fibrils.

09:15 [II-2-2]

Oscillatory Response of the Solar Chromosphere to a Strong Downflow Event in a Sunspot

Hannah Kwak¹, Jongchul Chae¹, Donguk Song¹, Yeon-Han Kim², Eun-Kyung Lim², Maria Madjarska³

¹Seoul National University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

³Armagh Observatory, N. Ireland

We report three-minute oscillations in the solar chromosphere driven by a strong downflow event in a sunspot. We used the Fast Imaging Solar Spectrograph of the 1.6 m New Solar Telescope and the Interface Region Imaging Spectrograph. The strong downflow event is identified in the chromospheric lines and transition region lines above the sunspot umbra. After the event, oscillations occur at the same region. The amplitude of the Doppler velocity oscillations is 2 km s⁻¹, and gradually decreases with time. In addition, the period of the oscillations gradually increases from 2.7 minutes to 3.3 minutes. In the IRIS 1330 slit-jaw images, we identify a transient brightening near the footpoint of the downflow detected in the H α +0.5 Å image. The characteristics of the downflowing material are consistent with those of sunspot plumes. Based on our findings, we suggest that the gravitationally stratified atmosphere came to oscillate with three minute period in response to the impulsive downflow event as was theoretically investigated by Chae & Goode (2015).

09:30 [II-2-3]

Arcsecond-scale Chromospheric Plasma Ejection in a Light Bridge of a Sunspot

Donguk Song¹, Jongchul Chae¹, Vasyl Yurchyshyn², Eun-Kyung Lim³, Kyung-Suk Cho³, Heesu Yang¹, Kyuhyun Cho¹, Hannah Kwak¹

¹Seoul National University

²Big Bear Solar Observatory

³Korea Astronomy and Space Science Institute

We report a clear observational evidence that slow-mode magneto-acoustic shock waves generated in the low chromosphere appear as an arcsecond-scale plasma ejection ($\sim 1.7''$) in the chromosphere above the light bridge. Our analysis were carried out by using the high-resolution data taken with the Fast Imaging Solar Spectrograph (FISS), the TiO broadband filter, and the SDO/AIA. The propagating shock waves are clearly identified as sawtooth or N-shaped patterns in the temporal-spectral plots of the CaII and H α intensities at every position of the ejection. Interestingly, a fine-scale photospheric diverging motion ($\sim 1''$) with the diverging speed of about 2 km s⁻¹ is detected two minutes earlier than the plasma ejection, which is regarded as a manifestation of the magnetic flux emergence. The response of the corona to the plasma ejection appears as the small-scale transient enhanced brightenings in the SDO/AIA images at all of the coronal channels. Based on our findings, we suggest that chromospheric plasma ejections in a light bridge appears as the passage of

shock waves generated by magnetic reconnection between the new emerging flux tubes and the outermost umbral magnetic fields, and the shock waves may dissipate their energy as heat in the corona.

09:45 [II-2-4]

Recurrent jets observed by IRIS and SDO/AIA

Nai-Hwa Chen¹, Davina E. Innes², Rok-Soon Kim¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Max-Planck-Institut für Sonnensystem forschung, Göttingen, Germany

Simultaneous observations from the Interface Region Imaging Spectrograph (IRIS), consisting of spectra and slit-jaw images (SJI), and the Atmospheric Imaging Assembly (AIA) give vital information on jet dynamics in different layers of solar atmosphere. A series of jets, from the small bipole pairs beside the trailing spot of active region 11991, show the collimated outflows with bright roots in AIA 304 Å (chromosphere), SJI 2796 Å (upper chromosphere), 1400 Å (transition region) and AIA 171 Å (lower corona) images. We concentrate on the Si IV spectra, which are sensitive to transition region plasma, that shows strong blue-wing but no red-wing enhancements in the line profiles of the ejecta for all recurrent jets indicating the outward flows without twist. The energy flux contained in each recurrent jets is estimated using velocity differential emission measure (VDEM) technique which measures the emitting power of the plasma as a function of line-of-sight velocity. We found the recurrent jets release almost similar energy ($\sim 10^{28}$ erg cm⁻² s⁻¹) toward the corona.

10:00 [II-2-5]

Series of Flares and Associated Jet-like Eruptions observed by NST and SDO

Eun-Kyung Lim¹, Vasyl Yurchyshyn^{1,2}, Sung-Hong Park³, Sujin Kim¹, Kyung-Suk Cho¹, Pankaj Kumar¹, Jongchul Chae⁴, Heesu Yang⁴, Kyuhyoun Cho⁴, Donguk Song⁴, Yeon-Han Kim¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Big Bear Solar Observatory

³National Observatory of Athens

⁴Seoul National University

The evolution of a series of confined C-class flares and an eruptive M-class flare observed by the H α filtergraph of New Solar Telescope (NST) at Big Bear Solar Observatory (BBSO) was studied in supplemented with both the Atmospheric Image Assembly (AIA) 304 Å data and Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) magnetograms provided by Solar Dynamics Observatory (SDO). During the initial phase of confined C-class flares, H α observations showed that the curtain-like structure formed behind the drifting inverted Y-shape jet with a subsequent brightenings near the footpoint of the drifting jet. Then a blowout eruption accompanying helical structure occurred with the onset of the M-class flare. Analysis of HMI magnetograms revealed that the negative flux continued to emerge in the interested positive polarity region with the magnetic helicity large enough for roughly 2 CMEs before the flare onset. Based on these results,

we suggest that both accumulation of magnetic helicity through the flux emergence and repeated successive reconnections in the chromospheric layer played important roles in destabilizing the sheared magnetic field and thus driving the blowout eruption.

제3발표장 (해운)

■ II-3 우주기술 / 응용 II

좌장: 이재진 (천문연)

09:00 [II-3-1]

저궤도 위성 촬영계획 파일 전송을 위해 필요한 무결성 확인 및 유효화 검증

장윤정, 채태병

한국항공우주연구원

한국항공우주연구원에서는 현재까지 저궤도실용위성 시리즈인 다목적실용위성 1호(KOMPSAT-1)를 시작으로 2호, 3호, 5호, 3A호까지 총 4기의 다목적실용위성을 개발하여 운영 중에 있다. 저궤도 위성 촬영을 위한 촬영계획에서는 위성별로 주문 요청이 접수된 건에 한해 촬영계획을 진행한다. 3호, 5호, 3A호 촬영계획이 완료된 후, 촬영계획 결과 파일은 임무계획으로 전송된다. 전송 전, 촬영계획에서 발생하는 충돌 여부를 발견하고, 이를 해소하여 임무계획으로 전송하여야 한다. 이로써 임무계획에서는 충돌이 해소된 촬영계획 파일로 명령어를 생성하고, 생성된 명령어는 최종적으로 위성에 전송되어 명령을 수행하게 된다. 촬영계획 파일이 이미 전송되고 난 뒤에 발생하여 촬영계획 담당자가 인지하게 되는 충돌 요건들에 대해서는 해당 내용을 파악 후 조치하는 데에 있어 충분한 시간과 필요 시 각 인터페이스를 고려한 인력 투입까지도 요구되고 있는 실정이다. 따라서, 촬영계획 파일을 임무계획으로 최종 전송하기에 앞서, 파일에 포함되어 있는 값을 따로 검사해주는 과정이 필요하다. 이는 각각의 위성이 지니고 있는 특성이 다르기 때문에, 항목마다 확인해주어야 할 사항을 따로 숙고해서 실행해야 한다. 저궤도 위성 3호/3A호, 5호의 가장 큰 차이점은 탑재체(Payload)이다. 3호/3A호는 광학(AEISS/AEISS-A), 5호는 영상레이더(SAR) 탑재체를 장착한 위성이다. 탑재체의 기능이 담당하고 있는 세부적인 정보들, 자세 기동 여부에서의 빈도수 차이점 등 모든 것을 고려하여야 한다. 이 논문에서는, 임무계획으로 촬영계획 파일을 전송하기 전 위성별 촬영계획 파일에 포함된 각 항목의 특성을 사전 파악하여 무결성 확인 및 유효화를 검증하는 과정에 대해 기술하였으며, 기술한 과정을 토대로 추후 시스템 개발 방안 즉, 분석, 설계, 구현 내용 등을 자세히 제시해 나아갈 것이다.

09:15 [II-3-2]

위성편대비행에서 상태 의존 Riccati 방정식 필터의 상대항법 성능 분석

박한얼¹, 김영록²

¹한국천문연구원 우주측지그룹, ²한국항공우주연구원 달탐사임무팀

상태 의존 Riccati 방정식 필터(SDREF)를 사용한 편대비행

위성의 상대항법 시뮬레이션 결과를 설명하고 그 성능을 평가한다. 이 SDREF는 J2 섭동이 포함된 비선형 상대 운동 방정식에 기반을 둔 상대운동방정을 사용한다. 상대항법은 정밀한 위치결정을 위해 코드 측정치뿐만 아니라 반송파 측정치도 함께 사용하였다. 상대항법 시뮬레이션에서는 보다 실제와 같은 환경을 위해 Spirent 사의 GPS 시뮬레이터와 Septentrio 사의 우주용 GPS 수신기가 사용되었다. SDREF의 성능을 평가하기 위해 두 종류의 확장 Kalman 필터(EKF)를 사용한 동일한 조건의 시뮬레이션 결과와 비교, 분석하였다. 시뮬레이션 결과는 SDREF가 두 종류의 EKF와 비교했을 때 처리속도와 정밀도 면에서 각각 장점을 가지고 있음을 보여주었다.

09:30 [II-3-3]

Atmospheric Acceleration of the Earth's Spin Rotation

Sung-Ho Na^{1,3}, Jungho Cho², Tuhwan Kim¹, Sung-Moon Yoo²

¹Ajou University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

³University of Science and Technology

Tidal friction in the ocean and solid Earth result in secular deceleration of the Earth's spin rotation and also gradual increase of Earth-Moon distance. This phenomenon is well known and the corresponding rates have been fairly well estimated. Daily variation in the atmospheric pressure exists with certain amount of phase difference, and eventually affects Earth's spin rotation angular velocity. We attempt to accurately estimate the present amount of such atmospheric acceleration by using recent data.

09:45 [II-3-4]

Analysis on sidereal day shift of the GPS satellite orbits

Changhyun Cho, Byung-Kyu Choi, Jong-Kyun Chung, Sung-Moon Yoo, Jung-Ho Cho, Hasu Yoon, Han-Earl Park, Pil-Ho Park

Korea Astronomy and Space Science Institute

The orbital period of Global Positioning System (GPS) satellites have one-half a sidereal day. The orbits of the GPS satellites are affected by many factors such as gravitational forces, solar radiation pressure. To obtain a sidereal day shift of the GPS satellites, the orbits for two GPS satellites are investigated during last 10 years. The daily shift of sidereal day was computed using the broadcasting ephemeris. An averaged sidereal day shifts of the GPS satellites showed a difference approximately 9 seconds compared to real values. The FFT method is employed to analyze the orbit periodicity. From the GPS sidereal days, two dominant periodic motions (13.6 and 574 days) and four periodic motions (1339, 669, 13.6, and 9.07 days) were observed respectively. It is noted that the period of 13.6 days was observed in GPS satellite orbits simultaneously. This period might be associated with the period of solar wind stream induced from the Sun.

10:00 [II-3-5]

국제우주정거장 활용 연소실험 장비 개발 개념연구

이종원, 이주희, 김연규, 정재연, 최익현

한국항공우주연구원

본 연구는 국제우주정거장(ISS)의 미국 실험 모듈(module)인 데스티니(Destiny) 모듈 내부에 설치된 Combustion Integrated Rack(CIR)을 활용할 연소실험 챔버(chamber)의 개발과 과학실험 임무를 설정함으로써 우주공간의 마이크로중력(microgravity) 환경에서의 연소 현상에 대한 과학적 이해를 도모하고자 한다. 항우(연)에서는 올해부터 마이크로중력 환경에서의 연소 메커니즘(mechanism)의 연구를 위해 액적(droplet) 연소실험을 미국 NASA와 추진하고자 CIR에 결합되는 연소실험 챔버를 자체적으로 개발하고 지상인증 시험을 진행할 계획이다. 이에 따라 우선 연소실험 챔버의 개념설계 및 과학적 요구조건 등에 대하여 분석하였다. 향후 미국 NASA와의 공동 협력 연구를 추진중인 본 연구를 통하여 유인 우주실험장비 개발기술 확보와 더불어 마이크로중력 환경에서의 연소현상에 대한 과학적 메커니즘 이해를 함께 도모하고자 한다.

10:15 [II-3-6]

블라스트 튜브가 적용된 노즐의 어드미턴스

김준성¹, 고병주¹, 문희정², 한조영³

¹한국항공우주산업(주), ²한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부,

³한국항공우주연구원

본 논문은 대형 고체 로켓 기관에 적용되는 블라스트 튜브형 노즐의 연소 불안정에 대한 영향에 대한 평가 결과이다. 블라스트 튜브 노즐은 일반적인 수축 노즐의 형상의 중앙부에 토출관이 위치한 노즐로써 기존의 노즐과 다른 연소 불안정 억제 능력을 가질 것으로 예상된다. 노즐의 연소 불안정 억제 능력은 노즐 어드미턴스로 표현되는 파라미터에 의해 결정된다. 본 연구에서는 토출관의 유, 무 및 길이에 따른 노즐의 어드미턴스를 비교, 분석하였다. 해석에는 음향 속도 포텐셜 방정식(Acoustic Velocity Potential Equation, AVPE)을 적용하였다.

제1발표장 (한송)

III-1 자기권 II

좌장: 최정림 (천문연)

10:40 [III-1-1]

Plasma beta dependence of whistler instability during the development phase: PIC simulations

Sang-Yun Lee, Ensang Lee, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee, Jongho Seon

School of Sapce Research, Kyung-Hee University, Korea

In this study we conducted a simulation study on the

whistler instability generated from electron temperature anisotropy in a homogeneous magnetic field with various values of electron plasma beta. The wave frequency and wavenumber decrease as the electron plasma beta increases. We also studied the effects of various values of thermal velocity and background magnetic field intensity for a constant beta, because the beta is a function of those two parameters. The kinetic energy of electrons also increases as the thermal velocity of electrons increases, and the saturation time is delayed as the background magnetic field becomes stronger.

10:55 [III-1-2]

Source Regions of Auroras During Auroral Expansion

Ensang Lee¹, George K. Parks², Matt Fillingim², Naiguo Lin², Jinhy Hong¹, Youra Shin¹

¹*School of Space Research, Kyung Hee University*

²*Space Sciences Lab., University of California, Berkeley*

In this study, we investigated the variation of the source regions of auroras by mapping the auroral images obtained from IMAGE WIC into the magnetosphere. The mapping was achieved by tracing electrons along the magnetic field using the Tsyganenko model. An auroral expansion occurred on 14 Feb. 2001 is examined. During the event double auroral arcs were observed. Before the expansion the auroral arcs are mapped into the inner magnetosphere within $\sim 10 R_E$ from the center of Earth. The source regions corresponding to the expansion of the equatorward arc spread widely across the inner magnetosphere in the duskside. On the other hand, the expansion of the poleward arc results from the spread of the source regions into the mid-tail region along the x-direction with narrow width in the y-direction in the GSM coordinates.

11:10 [III-1-3]

The Study of the Magnetospheric Phenomena for the Dipole Tilt by using a Global MHD Simulation

Kyung Sun Park¹, Dae-Young Lee¹, Tatsuki Ogino²

¹*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk University, Korea*

²*ISEE, Nagoya University, Japan*

A 3-D MHD simulation of interaction between the solar wind and the earth's magnetosphere has been carried out for the dipole tilt in order to study magnetospheric dynamic and polar phenomena. In this case, for the southward interplanetary magnetic field (IMF) was imposed has two hours, we have studied what are happening the magnetosphere for the positive dipole tilt and where the dayside reconnection is occurring. Dayside reconnection occur about $R = 10.5 \sim 11.4 R_E$ near the magnetic equator and tail reconnection occur about $X = 14 \sim 18 R_E$ when the positive dipole tilt increase. Both the central plasma sheet and the magnetic neutral sheet are raise up in the midnight meridian. The hinging distance increase about $\sim 14\%$ during the increase dipole tilt angle.

11:25 [III-1-4]

The Type of Dayside Magnetopause Expansion for Radial IMF: Statistical Study on GOES Observations

Jong-Sun Park¹, Jih-Hong Shue¹, Khan-Hyuk Kim², Gilbert Pi¹, Zdenek Němeček³, and Jana Šafránková³

¹*Institute of Space Science, National Central University, Jhongli, Taiwan.*

²*School of Space Research, Kyung Hee University, Gyeonggi, Korea.*

³*Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, Prague, Czech Republic.*

In this study, the geosynchronous magnetic field data acquired from GOES observations over a 19-year period are used to remotely infer the shape of the dayside magnetopause for the radial IMF. The MLT distribution of the geosynchronous magnetic fields for the radial IMF is compared with that for the northward IMF under the corrected solar wind dynamic pressure distribution. We find that the geosynchronous magnetic fields for the radial IMF are smaller than those for the northward IMF over almost all MLTs on the dayside regardless of magnetic latitudes and seasons. Moreover, we show that penetration of north-south component of IMF into geosynchronous orbit is minor issue for the difference of the geosynchronous magnetic fields between the radial and northward IMF conditions. These results support our suggestion that the dayside magnetopause is globally expanded during the radial IMF conditions.

11:40 [III-1-5]

The plasmopause location under the radial IMF condition

Junghee Cho¹, Dae-Young Lee¹, Jih-Hong Shue²

¹*Chungbuk National University,*

²*National Central University, Taiwan*

The north-south component of the interplanetary magnetic field (IMF) has a significant influence on the location of the plasmopause. Its influence by the radial IMF, where the magnetic field is aligned with the solar wind flow direction, has not been studied yet. In this study, we identify both the innermost and outermost plasmopause boundaries using plasma density profiles obtained from spacecraft surface potential under the radial IMF condition. We attempt to investigate how the two boundaries respond to the radial IMF. We find that the average location of the innermost plasmopause is relatively unchanged; however, the outermost plasmopause moves outward when the IMF is radial. We further find that the average outward distances for the outermost plasmopause on the nightside and dawnside are larger than those on the dayside and duskside. These results are important to understand the dynamics of the plasmasphere, which affects radiation belt particles.

11:55 [III-1-6]

Kinetic Properties of Ions at a Supercritical Quasi-perpendicular Bow Shock

Hee-Eun Kim¹, Ensang Lee¹, George K. Parks², Naiguo

Lin², Khan-Hyuk Kim¹, Dong-Hun Lee¹

¹School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin, South Korea

²Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley, CA, USA

In this study we investigated kinetic properties of ions at a quasi-perpendicular bow shock observed by the Cluster Ion Spectrometry (CIS) experiment on 27 January 2003. During the shock crossing the bow shock was supercritical with the Alfvén Mach number of 7.2. To understand heating of ions in the bow shock we examine velocity space distributions in the transition and downstream regions of the bow shock. Investigation of the velocity space distributions in the particle frame of reference shows that solar wind ion beam at the shock boundary is separated into two components, and the two components are continuously observed in the downstream region of the shock. One of them is the directly transmitted solar wind ion beam, which is a little bit thermalized from the solar wind in the upstream region, and the other is the hot component, which comes from gyrating ions at the transition region. Fitting analysis shows that the densities of the two components are comparable, but the hot component mainly contributes to the temperature in the moment data. This observation suggests that the solar wind ion beam does not instantly thermalize at the supercritical quasi-perpendicular shock boundary and investigation of the origin of the hot component will lead to better understanding of the thermalization process of the bow shock.

제2발표장 (호해)

■ III-2 달탐사 II

좌장: 진 호 (경희대)

10:40 [III-2-1]

달 탐사 로버 착륙지 선정을 위한 과학임무 개념연구

이주희, 김주현, 김연규, 이종원, 최익현

한국항공우주연구원

우리나라에서는 2018년 달 탐사 시험용 궤도선 발사 이후에 2단계로 달 착륙선 및 로버 탐사 임무를 계획하고 있다. 이를 차질 없이 수행하기 위해서는 사전에 달 탐사 로버의 과학 임무와 임무를 수행하는 지역인 착륙 지점 선정에 대한 분석과 연구가 반드시 선행되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 우선 2013년 12월, 중국의 달 탐사에 투입되었던 달 탐사 로버인 위투(Yutu)의 과학임무에 대하여 조사하고, 위투의 과학 임무와 연계한 착륙 지점에 대해서도 조사 분석을 하였다. 우리나라 달 탐사 로버의 과학적 임무와 착륙 지점에 대해서는 향후 우리 과학계의 논의를 거쳐 달 과학연구에 적합한 지점을 선정해야겠지만 본 논문을 통하여 가장 최근에 수행된 중국의 경우와 미국 NASA의 아폴로(Apollo) 임무 및 무인 탐사선 임무 등을 세부적으로 분석함으로써 이를 활용하여 향후 개발할 우리나라 달 탐사 로버의 착륙지와 과학임무 결정에 참조할 수 있는 기본 자료를 제공하고 소개하고자 한다.

10:55 [III-2-2]

Preliminary Uncertainty Analysis on Attitude, Orbit and Burn Performances for the 1st Lunar Orbit Insertion Maneuver Design

Young-Joo Song, Donghun Lee, Jong-Hee Bae, Young-Rok Kim, Bang-Yeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

In this work, preliminary uncertainty analysis on attitude, orbit and burn performance at the moment of the 1st Lunar Orbit Insertion (LOI) maneuver execution is performed. The spacecraft is assumed as already approached to the periselene with the hyperbolic arrival trajectory around the moon, and diverse arrival conditions and mission constraints, such as different periselene altitude and orbital period of the capture orbit after execution of the 1st LOI maneuver are varied during the analysis. Current analysis assumed impulsive LOI maneuver, and two-body equations of motion is adapted to simplify problem for the purpose of preliminary analysis. Monte-Carlo simulation is performed to analyze uncertainties which may arise at the moment of maneuver execution: the spacecraft's 3D attitude (Roll-Pitch-Yaw) and orbit (both 3D position and velocity), and finally, the magnitude of 1st LOI maneuver. As to regard planned ground contact schedule, orbital period of the 1st captured orbit after maneuver execution is constrained during the analysis. As a result, requirements on 3D attitude accuracy, 3D orbit accuracy, and accuracy required for the maneuver magnitude to be captured around the moon within the boundary of the specified orbital period are determined. B-plane entry corridor conditions are also determined at the time of the Lunar Sphere of Influence (SOI) entrance to meet the target insertion goal. For example, it is found that uncertainties at the moment of 1st LOI maneuver should be less than: 10 deg (3-sigma) for the 3D attitude, 6 km (3-sigma) for 3D position and 6 m/s (3-sigma) for 3D velocity for the orbit accuracy, and less than 2 % (3-sigma) with respect to the nominally planned magnitude for the 1st LOI delta-V maneuver, to be captured around the moon with 12±1 hour orbital period with periselene altitude of 100 km while having arrival hyperbolic periselene velocity of about 2.4 km/s. For B-plane entry corridor characteristics, mean distance apart from the nominal B-plane aiming point should be less than about 65 km at the lunar SOI entrance, and this boundary conditions on entry corridor can be used as a targeting reference for the Mid-Course Correction (MCC) maneuver during the lunar transfer phase.

11:10 [III-2-3]

Lunar WINE(Water Infrared Nano-spectrometer Expedition) - the First Korean Infrared Spectrometer for lunar mission

홍익선, 조은진, 정종일, 이 유

충남대학교 우주, 지질학과

Lunar WINE (Water Infrared Nano-spectrometer Expedition)은 2019년 계획되어 있는 한국 달 탐사선 과학 탑재체 후보로 달 표면에 존재하는 물을 탐사하는 것이 주 임무 목표이며 부차적으로 자원 탐사의 발판이 될 지질 탐

사를 수행하는 것이다. Lunar WINE은 대한민국 최초의 달·행성 탐사용 적외선 분광기로 달 표면의 물이 나타내는 분광 특성인 3 μm 영역의 흡수선을 관측하기 위해 1~5 μm 의 Midwave Infrared 파장을 관측하며, KPLO의 고도 기준으로 50 m/pixel의 해상도를 가진다. 여기서는 Lunar WINE의 과학적 임무 목적 및 설계에 대한 소개를 한다. 향후 이 연구는 달 물 및 자원 탐사 연구에 유용할 것이다.

11:25 [III-2-4]

Importance of surface temperature in the study of lunar water and necessity of Mid-Wavelength InfraRed Spectrometer

Eun Jin Cho, Ik-Seon Hong, Yu Yi

Research and Education for Astronomy, Space, and Geology,
Chungnam National University

Solar wind, solar ultraviolet, (& micro-)meteorite, and galactic/cosmic ray make space weathering on the lunar surface. Solar wind cause surface elements to eject from lattice site and solar wind particle to be implanted into the site. The implantation of hydrogen often make OH/H₂O. Moon Mineralogy Mapper(M3) observed the global distribution of the water. H₂O on surface especially have tendency to concentrate in low temperature regions and fresh feldspathic craters. After analyzing the M3 data, we observed the water in fresh feldspathic craters which have granular flow and discovered that granular flow has little of water even shadow region. This anti-correlation between granular flow and water is reason that the water is vaporized because the temperature of granular flow which consist of coarse grains is hotter than surrounding, so the fact is verified that the temperature is important factor in study of lunar water. So, Mid-Wavelength InfraRed Spectrometer which has longer wavelength range than M3 is necessary to remove thermal emission effect, to know thermal information and to obtain the shape of water absorption band.

11:40 [III-2-5]

한국 시험용 달 궤도선의 달 자기장 측정기 개념 설계

이정규¹, 진호¹, 김관혁¹, 이성환¹, 이효정¹, 신재혁¹, 정선영¹, 손대락^{2,3}

¹경희대학교 우주탐사학과, ²한남대학교 광전자물리학과, ³센서피아

달의 자기장은 표면에 국소적으로 분포한다. 하지만 그 분포 및 기원은 여전히 많은 의문을 가지고 있으며, 지속적인 연구가 요구되는 기반 연구이다. 이에 달 궤도선의 탑재체로써 달 및 달 주위 우주공간 자기장을 측정할 수 있는 자기장 측정기(KMAG)에 대한 개념설계를 하였다. KMAG는 3개의 플럭스게이트 자기장 센서, 붐(boom) 그리고 전장박스로 구성되어 있다. 플럭스게이트 자기장 센서는 최대 $\pm 60,000$ nT의 측정범위, 0.1 nT이하의 분해능, 1초에 10번의 데이터를 수집하는 기본적인 요구조건을 가지고 있다. 자기장 센서의 크기는 붐과의 결합되는 부분까지 포함하여 100 x 70 x 50 mm이며, 붐의 중간부와 끝, 내부 전장박스에 각각 1개씩 위치한다. KMAG는 이와 같이 총 3개의 자기장 센서를 이용하여 위성체로부터 자기교란을 보정하고 우주공간에서 in-flight calibration을 할 수 있도록 설계하였다. 전장박스는 On-Board-Computer(OBC), sensing

board, power board로 구성되어 있으며, 위성시스템과 RS-422통신을 하고 28 V의 전압을 제공 받는다. 붐에 장착된 자기장 센서는 극심한 온도 변화로 인한 온도 안정화를 위해 히터를 사용하여 온도 보정을 한다. KMAG system의 소비전력은 2.8 W이고 무게는 3.5 kg이다. 본 논문에서는 KMAG의 구성 및 전체 시스템에 대하여 소개한다.

제3발표장 (해운)

■ III-3 위성탐재체

좌장: 한상혁 (항우연)

10:40 [III-3-1]

Ultra-Compact Design of Earth Observation Payload for Cubesat Micro-Satellite: Limitations and Decisions

Mikhail Ryazanskiy¹, Il H. Park², Mariia Tumarina², Nikolay Vedenkin³

¹Satbyul Co., Ltd

²Sungkyunkwan University Physics Department

³Moscow State University Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics

Satbyul Co, Ltd is participate in the development of several ultra-small Earth observation satellites in CubeSat format with different ground sample distances (22m, 4m, 2.5m) and payload form factors (from 3U, 2U, 12U). Ultra-compact designs and relatively low budgets bring a lot of challenges and require innovative decisions. Some physical limitations must be clearly known. Other limitations are technical and can be overcome by using special optical and optomechanical design with low tolerances at the wide temperature range, using of COTS components and unusual technologies, the specific design of the "satellite around the payload", unusual structure of electronics. This limitations and technical decisions will be presented.

10:55 [III-3-2]

Ionosphere/Magnetosphere Mission with formation flying satellites

Jaejin Lee and mission planning team

Korea Astronomy and Space Science Institute

The Ionosphere/Magnetosphere disturbances caused by energy deposition from solar wind appear in a variety of scale size. For example, it is known that charged particle precipitation has scale size of several tens km while aurora brightening appear all longitude on aurora oval and the effect to ionosphere has global scale phenomena. In order to study of Ionosphere/Magnetosphere storms having complex structures, multi-point observation has been required in space physics society. For this purpose, KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute) has a plan to launch a new mission that consists of one small satellite (mother sat) of 100 kg and four Cubesats (daughter sat) of 3 kg. These four Cubesats are deployed on orbit and separated from the mother sat slowly and reach 100 km

distance after 1 year. The mother sat has optical instruments and new particle detector package covering wide energy range while the daughter sats have simple particle detectors and magnetometers. With this mission, we can study multi-scale structures of Ionosphere/Magnetosphere in low earth orbit. Now this mission is under planning phase and we submit the proposal in 2017. Now, KASI is considering international collaboration for this mission.

11:10 [III-3-3]

The Silicon Charge Detector for Cosmic Ray Detection at the International Space Station

Jik Lee, Gwangho Choi, Jin-A Jeon, Hye Young Lee, Il H. Park

Sungkyunkwan University

The ISS-CREAM experiment will carry out the direct measurement of energetic cosmic rays at the international space station, and it is expected to be launched to and installed at the space station in April, 2017. The silicon charge detector (SCD) is one of two main instruments in the ISS-CREAM payload. The SCD has been developed and manufactured by the Korean silicon detector group. It consists of 4 layers with total 10752 channels and it is capable of precision measurement of elemental constitution of cosmic rays. The ISS-CREAM successfully completed all space environment tests and was delivered to the launch place, Kennedy Space Center, in September 2015. We will present the performance of the SCD during the environment tests as well as the preparation for the space operation of the SCD. Finally we will present the expected measurements of the ISS-CREAM experiment and discuss the implication of the measurement in the field of the cosmic-ray science.

11:25 [III-3-4]

Calibration of Flight Model for High Energy Particle Detector (HEPD) in Instruments for Space Storm Study (ISSS) onboard the next generation small satellite-1 (NEXTSat-1)

Seunguk Lee^{1,2}, Jongdae Sohn², Kyoung-Wook Min², Dae-Young Lee¹, Kyungin Kang⁵, Gyeong-Bok Jo³, Go Woon Na⁴, Goo-Hwan Shin⁵

¹Chungbuk National University

²Korea Advanced Institute of Science and Technology

³Chungnam National University

⁴Kyung Hee University

⁵Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

High Energy Particle Detector (HEPD) is one of the units in Instruments for Space Storm Study (ISSS) onboard next generation Small Satellite-1 (NEXTSat-1). it shall detect electrons with energy of ~1 MeV and electrons with flux as high as 10^6 (cm²·s·sr·keV)⁻¹ and protons with energy above 10 MeV and protons with flux as high as 10^5 (cm²·s·sr·keV)⁻¹ 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. It consists of three sets of a telescope having the Geometry Factor of

0.05, 45 um Aluminum and two Silicon Surface Barrier Detector (SSD) with thickness of 2 mm and 1 mm, one Preamp board with the A250F/NF parts, one Shaper board with the A275FC parts and the PH300 part, and control board with the FPGA. For the effective calibration, We use a Monte Carlo simulation using GEANT4 code to analyze Linear Energy Transfer (LET) for the SSD. We perform the calibration with BISMUTH isotope (Bi-207) with a radiation dose of 1uCi as a radiation source. In this time, we summarize the results of the calibration for HEPD instrument.

11:40 [III-3-5]

Development of Plasma Diagnosis Instrument during Space Storm

Jun-Chan Lee¹, Kyoung-Wook Min¹, Jong-Dae Sohn¹, Hui-kuan Fang², Koh-Ichiro Oyama², Kwang-sun Ryu³, Kyoung-In Kang³, Goo-Hwan Shin³, Won-ho Cha³

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

²National Cheng Kung University, Taiwan

³Satellite Technology Research Center, Korea

We develop plasma diagnosis instruments, Langmuir Probe(LP), Retarding Potential Analyzer(RPA), and Ion Drift Meter(IDM), which are part of Instrument for the Study of Space Storms (ISSS) that is science payload of Next Generation Small Satellite series (NEXTSat-1) of Korea. These instruments will measure densities and temperatures of ionospheric electrons and ions, they are expected to measure 103~106/cm³, 500~5000K and 2km/s for density, temperature, and drift velocity respectively. The instruments will operate in equatorial region of ionosphere about 580km altitude in order to figure out kind of irregularity phenomena such as plasma bubbles and blobs. This paper shows a current state of mechanical and electrical developments, and calibration results using plasma chamber in Satellite Technology Research Center(SatRec).

11:55 [III-3-6]

국제우주정거장 우주실험용 세포배양 시스템 개발 연구

김연규, 이종원, 이주희, 정재연, 최익현

한국항공우주연구원

본 연구에서는 국제우주정거장(ISS)에서 근세포 배양 실험을 위한 세포배양 시스템(Bioreactor)의 개발에 대한 것이다. 본 연구에서는 연구 초기에 국제우주정거장 우주실험(근세포배양 근위축방지 연구) 임무개발을 수행하였고, 이를 위하여 세포배양기 비행 모델을 개발하고 그에 대한 검증을 수행하였다. 이와 관련하여 세포배양기 시스템 설계 및 3차원 모델링을 수행하고, 설계한 세포배양기를 바탕으로 세포배양기 내의 배양액 유동해석과 세포배양기 우주선 발사 환경에 대한 진동 해석을 수행하였다. 설계 및 해석을 통해 세포배양기 비행 모델의 하드웨어(기계/구조, 전장품 등)를 제작하고, 소프트웨어 및 펌웨어 개발 등을 수행하였으며, 이를 이용하여 세포배양기에서 주요한 제어 요소인 유동, 세포배양조건(온도/습도 등) 등에 대한 성능시험을 수행하고, 이와 더불어 원활한 우주실험 및 국제우주정거장 안전조건을 만족하기 위해서 배양액 내의 버를 제거, 전자

모듈 내의 공기순환, 실험 데이터 측정 및 모니터링 등 세포배양기 제어 및 운영 등과 관련된 성능시험도 수행하였다. 그리고 마지막으로 발사 진동, 국제우주정거장 전자파환경, 국제우주정거장 음향 등 실제 우주실험에서 요구하는 우주환경시험을 수행하였다. 본 연구에서 개발된 세포배양기를 활용하여 실제 우주실험 추진에 활용하고, 이와 더불어 지상 환경에서 자동화된 범용 세포배양기를 위한 산업화 등에도 활용할 것이다.

제1발표장 (한송)

■ IV-1 전리권 II

좌장: 지건화 (극지연)

13:10 [IV-1-1]

Rocket Exhaust Depletions in the topside ionosphere: observations by the Swarm constellation

Jaeheung Park¹, Hyosub Kil², Young-Sil Kwak¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²Space Department, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA

Rocket exhaust depletions (REDs) represent the ionospheric plasma depletions caused by the chemical reaction of oxygen ions with water molecules in rocket exhaust. Since the first report in 1960's this phenomenon has been investigated mainly with the observations by ground-based facilities such as incoherent scatter radars, Global Navigation Satellite System receivers, and all-sky cameras. However, little was known about the RED characteristics in the in-situ plasma density measurements by electron/ion probes onboard Low-Earth-Orbit satellites. In this presentation we show representative examples of the RED observed by the Langmuir Probes onboard the European Space Agency's Swarm constellation. The in-situ measurements of the REDs are interpreted in the context of global total electron content maps. With knowledge of the morphology and physical properties of the RED signatures that we have identified, we discuss how the man-made phenomena (REDs) can be distinguished from natural phenomena.

13:25 [IV-1-2]

Polar upper atmospheric study with ground-based Fabry-Perot interferometer at Dasan Arctic Station

Changsup Lee, Geonhwa Jee, Jeong-Han Kim, Jieun Kim

Korea Polar Research Institute, Korea

Fabry-Perot interferometer (FPI) has been installed at Dasan Arctic Research Station on October 2015 to study neutral-ion coupling in the thermosphere at the polar cap region. The emissions generated by Earth's airglow and aurora can be remotely detected with high resolution FPIs. Three dimensional winds can be derived from neutral air and ions at representative heights by measurements of Doppler shifts of spectral emissions. We introduce a brief specifications of Dasan FPI and its

applications to polar upper atmospheric study such as Joule heating and wave activities.

13:40 [IV-1-3]

Propagation characteristics of mesospheric short period gravity waves over Antarctic Peninsula

Hosik Kam¹, Yong Ha Kim¹, Geonhwa Jee², Young-bae Ham², Won Seok Lee¹

¹Chungnam National University

²Korea Polar Research Institute

We investigate the propagation characteristics of mesospheric short period (<1h) gravity waves at nightglow altitudes over King Sejong Station (KSS) (62°S, 58°W). For this study, we use all-sky images of OH and OI airglows, which are emitted at the altitudes of 87 and 96 km, observed during a period of 2008-2015. By applying FFT to 2-dimensional time differenced images, we derive horizontal wavelengths, phase speeds, and propagating directions of quasi-monochromatic waves. The majority of the observed waves propagate predominantly westward, implying that eastward waves are filtered out by strong eastward stratospheric winds. In order to obtain the intrinsic properties of the observed waves, we utilized both winds from simultaneously measured by KSS Meteor Radar and temperatures from Aura Microwave Limb Sounder (MLS). More than half the waves propagate horizontally, as waves are in Doppler duct or evanescent in the vertical direction. This may be due to strong eastward background wind field in the mesosphere. For other waves, the vertical wavelengths are in the interquartile range of 5 - 35 km with a median value of 15 km. These values are lower than those observed at Halley station (76°S, 27°W), Antarctic Continent, where the majority of the observed waves are freely propagating. The difference in the wave propagating characteristics between KSS and Halley station suggests that energy and momentum of waves may affect mesospheric dynamics in larger area over Antarctic Peninsula than over Antarctic Continent.

13:55 [IV-1-4]

A quantitative analysis of solar flux effects on the ionosphere over Korean peninsula by using SAMI2-CNU model

Jeongheon Kim¹, Yong Ha Kim¹, Youngsil-Kwak², Seungjun Oh³, Geonhwa Jee⁴

¹Chungnam National University(CNU)

²Korea Astronomy and Space Science Institute(KASI)

³Space Environment Laboratory(SELab)

⁴Korea Polar Research Institute(KOPRI)

It has been known that the intense solar flux of EUV and X-ray causes the ionosphere to change abruptly to the level of interfering radio communication. Now that more accurate observations of solar EUV and X-ray fluxes are available, we study the effect of solar flux variation on the ionosphere by comparing a physic-based model results with ionosonde data over Korean peninsula. For the quantitative analysis we have revised the SAMI2 model (SAMI2-CNU) by including both photoionization of X-ray spectral range (below 50 Å) and photoelectron

impact ionization. As the input of the real-time solar EUV and X-ray flux (1~105.0 nm) to the model, we adopted FISM (Flare Irradiance Spectral Model) spectra for various solar conditions in the F10.7 range of 70~270. For every 20 increase in F10.7 from 70 we selected corresponding days in the last solar cycle when FISM spectra are available and calculated peak densities of E and F2 layers. For these selected days we obtained the 68 data sets from four Korean ionosonde stations (Anyang, Osan AB, Jeju, I-Cheon) that contain critical frequencies of E and F2 layers (foE, foF2) with appropriate confidence levels. We here present quantitative comparison of F2 & E peak densities between the SAMI2-CNU model results and ionosonde measurements.

14:10 [IV-1-5]

Computerized Ionospheric Tomography over the South Korea

Junseok Hong¹, Yong Ha Kim¹, Jong-Kyun Chung², Nicholas Ssessanga¹, Eun-Byeol Jo¹

¹Chungnam National University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

It is well known that ionospheric conditions affect significantly HF communication and the accuracy of single channel GPS receivers. Ionospheric conditions can be monitored by observations of total electron content (TEC) using a network of two channel GPS receivers. We have developed a tomography algorithm to reconstruct successfully vertical structure of ionospheric profiles from TEC data sets observed by more than 1000 GPS receivers in Japan. In South Korea, there are about 80 GPS monitoring stations providing TEC data every 10 minutes, which can be accessed through Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI) for scientific use. We applied the tomography algorithm to the TEC dataset from the South Korea GPS network. The algorithm utilizes Multiplicative Algebraic Reconstruction Technique (MART) with an initial condition of the latest International Reference Ionosphere-2016 model (IRI-2016). In order to reduce number of unknown variables, the vertical profiles of electron density are expressed with a linear combination of empirical ortho-normal functions (EOF) that were derived from the IRI empirical profiles. Although the number of receiver sites is less than those of Japan, the tomography algorithm calculates reasonable structure of the ionosphere over South Korea. We will present the tomography results and comparison with some of ionosonde measurement for validation.

제2발표장 (호해)

■ IV-2 태양 II

좌장: 채종철 (서울대)

13:10 [IV-2-1]

Rapid Rotation of a Sunspot Associated with a Major Flare

Jeongwoo Lee^{1,2}, Chang Liu², Jongchul Chae¹

¹Seoul National University

²New Jersey Institute of Technology

Rotational of sunspots is commonly taking place in the sun. A gradual rotational motion in the time scale of hours to days can be considered as a process of building energy up. A sudden motion in the time scale of tens of minutes coincident with flares has, however, been a mystery posing a significant problem in understanding the causal relationship between the coronal and the photospheric magnetic field evolution. We present a rare observation of sunspot rotation seemingly induced by a major solar flare occurred on 2015 June 22, that was detected on a series of TiO broadband and H-alpha red-wing images obtained at the 1.6 m New Solar Telescope at Big Bear Solar Observatory (BBSO). As equipped with high-order adaptive optics, the instruments delivered the unprecedented details of the magnetic field change during the impulsive phase. With a simple analysis based on the momentum conservation principle we present an unexpected relationship between the photospheric plasma bulk motions and the coronal energy release.

13:25 [IV-2-2]

Time Series Analysis of Active Region Photospheric Magnetic Properties in Relation to Productivity of Major Flares and CMEs

Eo-Jin Lee¹, Sung-Hong Park², Yong-Jae Moon¹

¹Kyung Hee University

²Trinity College Dublin

Fractional Brownian motion (fBm) is a self-similar stochastic process, which is widely used for modeling and interpreting time series observations of various natural phenomena. The fBm is characterized by one parameter, called the Hurst coefficient H , as follows: $H > 1/2$, persistent; $H = 1/2$, classical Brownian motion; $H < 1/2$, anti-persistent. Detrended fluctuation analysis (DFA) is a method for determining the Hurst coefficient as a form of the DFA scaling exponent. We have determined DFA scaling exponents from time series data of 17 Spaceweather HMI Active Region Patch (SHARP) parameters for 38 HMI Active Region Patches (HARPs) obtained by the Solar Dynamics Observatory (SDO) during the period between November 2010 and June 2014. The main results from this study are as follows. (1) Most of the time series of the SHARP parameters have characteristics of fBm. (2) The DFA scaling exponent of "mean vertical current density" is somehow negatively correlated ($CC = -0.45$) with flare index for all of the 38 HARPs. (3) For the most active HARPs which produced more than 10 major flares, the DFA scaling exponents of parameters such as "mean vertical current density", "mean current helicity", and "absolute value of the net current helicity" are even more negatively correlated with flare index ($CC = -0.75, -0.66, \text{ and } -0.63$, respectively). (4) For the most active HARPs, the DFA scaling exponent of "sum of the modulus of the net current per polarity" is positively correlated ($CC = 0.63$) with CME productivity (i.e., the ratio of the total number of CMEs associated with major flares to the total number of major flares for each HARP). These results suggest that the DFA scaling exponents derived from time series of active region magnetic properties can be used for estimating the productivity of major flares and CMEs in active regions.

13:40 [IV-2-3]

Relation of Magnetic Helicity to CME Speed and Their Solar Cycle Variations

Rok-Soon Kim^{1,2}, Sung-Hong Park³, Soojeong Jang^{1,4}, Kyung-Suk Cho^{1,2}, and Byeongseok Lee^{1,2}

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science and Technology

³Trinity College Dublin

Propagating speed of coronal mass ejection (CME) is the most important parameter to predict not only geomagnetic storm strength but also its occurrence time. In this study, we examined the relationship between speed of CME and helicity parameters of its associated active region on the solar surface, such as helicity injection rate and total unsigned magnetic flux, which reflect the magnetic energy in the system. For this, we used 22 CMEs occurred within E10° and W30° of solar disk during 2010 and 2011, which is corresponding to the rising phase of solar cycle 24. We then compared the relationship with the result based on 47 disk CMEs occurred during whole solar cycle 23. As the result, we confirmed that the speed and helicity parameters have relatively weak linear relationships. When we used three-dimensional (3D) real speeds instead of projected ones, the correlations became higher. In addition, we also found that the values of CME speed and helicity parameters are varied with the solar cycle variation. Since the 22 events of solar cycle 24 occurred in rising phase of solar cycle, both of CME speed and helicity parameters show very small values, even though, the relation between CME speed and helicity is still valid. Our results show the possibilities of CME speed forecast before its eruption, so that we can have more leading time for geomagnetic storms.

13:55 [IV-2-4]

Source Locations of CME-driven Type II Radio Bursts

Byeongseok Lee^{1,2}, Kyung-Suk Cho^{1,2}, Rok-Soon Kim^{1,2}, Soojeong Jang^{1,3}, Il-Hyun Cho^{1,2}

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science and Technology

³Kyung Hee University

Based on the observation of radio spectrograph, it has been known that there are two kinds of source regions of the type II solar radio bursts: One is CME leading edge and the other is CME-Streamer interaction region. In this study we have investigated the source locations of the Type II radio bursts by using radio imaging data obtained by NRH (Nancay RadioHeliograph) at France. For this, we considered all type II bursts occurred from 2010 to 2014 using NRH and E-CALLISTO at Ireland and Belgium. The radio images are compared with the CME images obtained by SDO/AIA. As a result, we have selected 27 CME-driven type II bursts and classified their source locations into 19 CME leading edge, 5 CME flank, and etc. To interpret our finding, we have a plan to construct 2D Alfvén speed map and inspect the source location of the type II bursts in detail. We will report current status of this study.

14:10 [IV-2-5]

2016 Total Solar Eclipse Expedition

Su-Chan Bong^{1,2}, Seonghwan Choi¹, Bi-Ho Jang¹, Jongyeob Park¹, Young-Beom Jeon¹, Kyuhyun Cho³, Jongchul Chae³

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science and Technology

³Seoul National University

A total solar eclipse occurred on March 9 along the path through Indonesia and the Pacific. KASI organized an expedition team for total solar eclipse observation. The main purpose of this observation is to test the coronal temperature and outflow velocity diagnostics based on filter observation, which is proposed for the next generation coronagraph. In addition, various white light observations were tried. Although we could not get satisfactory data for the quantitative diagnostics due to system problem and weather, we could get some useful experimental data and nice white light images. We plan next expedition for 2017 total solar eclipse in USA.

제3발표장 (해운)

■ IV-3 우주방사선 I

좌장: 이대영 (충북대)

13:10 [IV-3-1]

Health Risks of Cosmic Radiation Exposure among Aircrew: a Review of the Literature

Songwon Seo, Dalnim Lee, Sunhoo Park, Young Woo Jin

National Radiation Emergency Medical Center,

Korea Institute of Radiological and Medical Sciences

Aircrew such as pilots and flight attendants is the major occupation exposed to cosmic radiation. Although they are not included in the national registry for radiation workers in Korea, they should be considered radiation workers to be monitored for their radiation exposure and health risks since they are exposed to similar levels of radiation or even higher compared to typical radiation-related occupations such as nuclear workers and radiologists. An average effective dose of aircrew flying over the poles at high latitudes is estimated to be 2-5 mSv/year and 75 mSv for cumulative dose at the end of their career. There have been many interesting health studies for aircrew mostly based in Nordic, the US, and Canada. Several studies indicated higher risks of breast cancer, prostate cancer, brain cancer, skin cancer, non-Hodgkin's lymphoma, and acute myeloid leukemia than general population. However, given that no demonstrated dose-response relationship was found, there is still a lack of scientific evidence about a causal relationship between health effects and cosmic radiation exposure. Moreover, distinctive occupational characteristics of aircrew such as different lifestyles and disruption of circadian rhythm may be possibly associated with their health risks. In order to draw firmer conclusions about risk assessment of this occupation, continued studies with long term follow-up are required along with radiobiological studies.

13:25 [IV-3-2]**Space Radiation and Cancer Risk**

Won Il Jang, Mi-Sook Kim

Department of Radiation Oncology, Korea Institute of Radiological & Medical Sciences

Space radiation, that is configured mainly with ionizing radiation in the form of high-energy radiation and charged particles, have different characteristics from radiation that are exposed at the surface and a low-earth orbit. It is considered that the extent and type of the biological effects caused by space radiation are also different from conventional X-ray and gamma-ray. However, the most of humans except for astronauts has no experience with space radiation exposure, the effects on human body including cancer risk has been based on only limited studies. It is the essential part of the Space Age to come in the future to study cancer risk induced by space radiation and resolve uncertainty. In the near future, we expect to be able to participate in studies on the health effects of space radiation, using heavy-ion accelerators under development in Korea. I will summarize the characteristics of space radiation and discuss the current status of research on space radiation carcinogenesis.

13:40 [IV-3-3]**Transfer of Real-time Dynamic Radiation Environment Assimilation Model; Research to Operation**Junga Hwang^{1,2}, Dae-Kyu Shin^{1,3}, Gi-Jeong Kim^{1,4}, Steeve Morley⁵, Mike Henderson⁵, Reiner Friedel⁵, Geoff Reeves⁵, Ki-Chang Yoon⁶¹*Solar and Space Weather group, Korea Astronomy and Space science Institute, Korea*²*Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology, Korea*³*Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea*⁴*School of Space Research, Kyung Hee University, Korea*⁵*Los Alamos National Laboratory, USA*⁶*Korea Space Weather Center, Radio Research Agency, Korea*

Real-time Dynamic Radiation Environment Assimilation Model (rtDREAM) was developed by LANL for nowcast of energetic electrons' flux at the radiation belt to quantify potential risks from radiation damage at the satellites. Assimilated data are from multiple sources including LANL assets (GEO, GPS). For transfer from research to operation of the rtDREAM code, LANL/KSWC/NOAA makes a Memorandum Of Understanding (MOU) on the collaboration between three parts. By this MOU, KWSC/RRA provides all the support for transitioning the research version of DREAM to operations. KASI is primarily responsible for providing all the interfaces between the current scientific output formats of the code and useful space weather products that can be used and accessed through the web. In the second phase, KASI will be responsible in performing the work needed to transform the Van Allen Probes beacon data into "DREAM ready" inputs. KASI will also provide the "operational" code framework and additional data preparation, model output, display and web page codes

back to LANL and SWPC. KASI is already a NASA partnering ground station for the Van Allen Probes' space weather beacon data and can here show use and utility of these data for comparison between rtDREAM and observations by web. NOAA has offered to take on some of the data processing tasks specific to the GOES data.

13:55 [IV-3-4]**Response of cosmic ray flux to depressed solar activity**

Suyeon Oh

Chonnam National University

Cosmic ray particles which fill the heliosphere are modulated by solar activity. The abrupt solar explosions, such as flares and coronal mass ejections increase or reduce or the cosmic ray fluxes in a shorter time scale. These variations of cosmic ray fluxes are recorded at neutron monitors on the ground as ground level enhancements and Forbush decreases. Additionally, cosmic ray fluxes are periodically decreasing and increasing according to waxing and waning sunspot number in 11-year cycles. The solar cycle 23/24 minimum is prolonged, deep minimum in solar activity. This unusual solar activity led modulated cosmic rays to new Space Age highs. The ground-level neutron rates did reach a historic high during the recent solar minimum. In this study, the cosmic ray energy spectrum in 2009 are analyzed by the definition of "Reference" as the average of eight high-latitude neutron monitors. The trend of cosmic rays at the recent solar minimum can be explained by the comparison between solar minima.

14:10 [IV-3-5]**Short-Term Variation of Cosmic Radiation Measured by Aircraft under Constant Flight Conditions**Jaejin Lee^{1,2}, Uk-WonNam¹, Jeonghyun Pyo¹, Sunghwan Kim³, Yong-Jun Kwon^{1,4}¹*Korea Astronomy and Space Science Institute*²*University of Science and Technology*³*Cheongju University*⁴*Kyung Hee University*

The temporal variations in cosmic radiation on aircraft under constant flight conditions were measured by a Liulin detector. Rather than a commercial long-distance aircraft, we used a military reconnaissance aircraft performing a circular flight at a constant altitude over the Korean Peninsula. At 9144 m (30,000 ft), the mean and standard deviation of the radiation dose rate (among 35 measurements) was 2.3 and 0.17 μ Sv/h, respectively. The experiment yielded two observational results. First, the dose rate changed over a flight time of 5-7h; second, no strong correlation was revealed between the cosmic rays observed from the ground-based neutron monitor and the radiation doses at aircraft altitude. These observations can provide insight into the short-term variation of cosmic radiation at aviation altitudes. When discarding various negligible factors, it is postulated that the changes in the geomagnetic field and the air density still could affect the variation of cosmic radiation at aircraft altitude. However, various factors are less known about the dependence on

the cosmic radiation. Therefore, investigations of possible factors are also warranted at the monitoring points of space weather.

제1발표장 (한승)

■ 초청강연 IV

좌장: 황정아 (천문연)

14:30 [IS-IV]

Space Radiation Research at NASA

John W. Norbury

NASA Langley Research Center

The harmful effects of space radiation on astronauts is one of the most important limiting factors for human exploration of space beyond low Earth orbit, including a journey to Mars. This talk will present an overview of space radiation issues that arise throughout the solar system and will describe research efforts at NASA aimed at studying space radiation effects on astronauts, including the experimental program at the NASA Space Radiation Laboratory at Brookhaven National Laboratory. Recent work on galactic cosmic ray simulation at ground based accelerators will also be presented. The three major sources of space radiation, namely geomagnetically trapped particles, solar particle events and galactic cosmic rays will be discussed as well as recent discoveries of the harmful effects of space radiation on the human body. Some suggestions will also be given for developing a space radiation program in the Republic of Korea.

제2발표장 (호해)

■ V-2 대중천문 / 우주천문

좌장: 김용기 (충북대)

15:00 [V-2-1]

Performance and Results from the Globe at Night - Sky Brightness Monitoring Network

Chu Wing SO¹, Chun Shing Jason PUN¹, Yonggi KIM², Sze Leung CHEUNG^{3,4}

¹The University of Hong Kong, Hong Kong

²Chungbuk National University, South Korea

³National Astronomical Observatory of Japan, Japan

⁴Office for Astronomy Outreach, IAU, Japan

The Global at Night - Sky Brightness Monitoring Network (GaN-MN) is an international project for systematic and long-term monitoring of night sky conditions around the world. The GaN-MN consists of fixed monitoring stations each equipped with a Sky Quality Meter - Lensed Ethernet (SQM-LE), which is a specialized light sensor for night sky brightness (NSB) measurement. NSB data are continuously collected at high sampling frequency throughout the night, and these data will be instantly made available to the general public to provide a real-time snapshot of the global light pollution condition.

A single data collection methodology, including data sampling frequency, data selection criteria, device design and calibration, and schemes for data quality control, was adopted to ensure uniformity in the data collected. The GaN-MN currently has 15 stations operating in 8 country/region in 3 continents. They have returned more than ten million of individual measurements up to late-March 2016. The huge NSB database provides the basis for studies of the temporal and geographical variations of light pollution and its correlation with various natural and artificial factors. This presentation will cover the methodology, way to join, and early performance of the GaN-MN, including the characteristic NSB of each station in earlier (22:00-00:00) versus late night (01:00-03:00). The findings will also provide the scientific backbone in our efforts to contribute to dark sky conservation through education to the general public and policy makers. The GaN-MN is supported by the Knowledge Exchange fund of The University of Hong Kong.

15:15 [V-2-2]

세계 빛의 해 2015(IYL2015) 활동 보고

김용기^{1,2}, 윤요나^{1,2}, 임인성³, 문홍규³, 설아침³, 장형규⁴, 최형빈⁵

¹충북대학교 천문우주학과, ²충북대학교 천문대, ³한국천문연구원, ³강원랜드,

³대전시민천문대

2015년은 유엔이 전한 세계 빛의 해(the international Year of light(IYL 2015))였다. 국제천문연맹(IAU)도 천문학에서 빛의 중요성을 인지하고 에너지의 효율성을 높이기 위한 기술지원을 시작하였는데, 예를들어, 에너지소비를 제한하고 빛 공해를 줄이는 등의 사업을 들 수 있다. 특히 Office for Astronomy Outreach를 중심으로 GaN-MN(Globe at Night-Sky Brightness Monitoring Network)라는 대중이 참여하는 프로젝트를 대대적으로 진행하여 빛공해를 줄이는 작업을 진행하고 있다. 국내에서도 2015년 3월 세계 빛의해 선포식을 포함하여 다양한 사업들을 진행하였고, 특히 우주과학회도 빛공해모니터링을 지원하기위해 SQM(SkyQualityMeter)를 구입하여 (사)천문과 학관협회 산하 천문관들에 대여하여 모니터링을 시작하였다. 이에 국내외에서 세계 빛의 해의 일환으로 진행되었던 활동들을 정리하여 보고하면서, 향후 국내에서 빛공해관련 연구 및 대외활동의 가능성들을 점검해보려 한다.

15:30 [V-2-3]

빛공해 모니터링을 위한 국내 네트워크 구축

이용선^{1,4}, 박제훈^{1,3}, 김용기^{1,2}, 윤요나^{1,2}, 최형빈⁴

¹충북대학교 천문우주학과, ²충북대학교 천문대, ³영양반딧불이천문대,

⁴대전시민천문대

2015년 국제 빛의 해의 일환으로 국제천문연맹은 Office for Astronomy Outreach와 홍콩대학을 중심으로 2009년 세계 천문의 해에 시작하였던 빛공해 모니터링을 위한 전세계적인 네트워크 구축을 시작하였다. GaN-MN(Globe at Night-Sky Brightness Monitoring Network)라는 프로젝트로 Unihedron사의 상업용 밤하늘 밝기 측정기인 SQM(SkyQualityMeter)를 보급하고, <http://globeatnight-network.k.org/> 라는 홈페이지를 통하여 국제적인 네트워크를 구축

하여 현재 14개 사이트에서 모니터링을 하고 있다. 국내에서는 충북대학교와 영남대학교천문대가 2015년 1월부터 모니터링을 시작하였고, 우주과학회도 빛공해모니터링을 지원하기 위해 14대의 SQM를 구입하여 (사)한국천문우주과학관협회 산하 천문관들에 대여하여 모니터링을 시작하였다. 본 연구는 국내에서 SQM을 활용한 모니터링의 현황 및 앞으로의 모니터링 국내 네트워크 구축 및 연구방안 등에 대해 발표하고자 한다.

15:45 [V-2-4]

천체투영관용 디지털 영상물 제작

신정민, 최형빈, 임상순

(사)한국천문우주과학관협회

천체투영관은 천문우주과학의 중요성을 대중에게 전달하는데 있어서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 2004년 이후 디지털 천체투영관이 도입된 이후 우리나라에도 현재 64개의 디지털 천체투영관이 보급되었으나, 각 투영관에서 상영되고 있는 영상물들의 수는 지극히 제한적인 실정이다. 이런 실정에서 (사)한국천문우주과학관협회에서 소속기관들과 협력하여 천체투영관 영상의 자체 제작을 시도한 결과를 간단하게 보고하려 한다. 디지털 투영관의 다양한 가능성을 제시하는 시도로서 이번 제작 노하우는 향후 다른 프로그램 개발에 적극 활용되어 다양한 프로그램들을 제작할 수 있을 것으로 판단된다.

16:00 [V-2-5]

과학영재 경기고등학교의 연구용 천체망원경시스템개발

송성현^{1,2,3}, 윤요라^{1,2}, 박순창³, 김 혁⁴, 김세연⁴, 김 주^{1,2}, 김용기^{1,2}

¹충북대학교 천문우주학과, ²충북대학교 천문대, ³메타스페이스,

⁴경기과학고등학교

본 연구는 충북대학교 천문대가 메타스페이스와 협력하여 2016년 2월 설치 완료한 경기과학고등학교의 연구용 무인·원격 천체관측망원경 개발에 대한 보고이다. 과학영재 경기과학고등학교는 2010년 과학영재학교에 선정되었고, 2013년 5월 과학영재연구센터와 연구용 무인·원격 천체관측망원경을 위한 7미터 천문대를 설치한바 있다. 학생들의 연구관측을 위해 2015년 3월 0.6미터 연구용 무인·원격 천체관측망원경 개발을 시작하여 2016년 2월 개발을 완료한 후 시험관측을 수행중에 있다. 과학영재 경기과학고등학교의 연구용 천체망원경시스템은 구경 0.6m Riccardi Large Astrograph광학계와 Antalece 6.0 포크식 마운트, 돔 연동 제어(Auto dome), 자동 관측 System, Sky Monitoring System, 기상관측 System(A WS, automatic weather System)을 포함하고 있다. 이 시스템에 사용된 연구용 천체망원경의 추적·지향 정밀도뿐만 아니라 시스템의 전반적인 특성과 성능을 분석한 결과를 보고하고자 한다.

16:15 [V-2-6]

Preliminary result from the spectroscopic Study of Planetary Host stars

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

Department of Astronomy and Space Science, Sejong University

We present the preliminary results from the spectroscopic study of planetary hosing Star, HD 20794, HD47536, and HD 68930. The spectroscopic data of host stars were observed using the CHIRON echelle spectrometer on the SMART-1.5 meter telescope at CTIO, Chile. Using URAN and SYNTHE, we analyzed the spectra and determine effective temperatures (T_{eff}), surface gravities ($\log g$), micro-turbulent velocities (v_t), and chemical abundances $[X/H]$ of these three planetary hosting stars. We also analyzed the previously published surveys of several hundreds of FGK stars chemical abundances and discuss the possible signs of accretion of interstellar gas on the atmospheres of these stars and our three planetary hosing stars. This research was supported by the Korea Astronomy and Space Science Institute under the R&D program(Project No. 2015-1-320-18) supervised by the Ministry of Science, ICT and Future Planning.

16:30 [V-2-7]

Sciences with Compact Near-infrared Space Telescope, MIRIS

Jeonghyun Pyo¹, Il-Joong Kim¹, Woong-Seob Jeong^{1,2}, Dae-Hee Lee¹, Bongkon Moon¹, Youngsik Park¹, Sung-Joon Park¹, Won-Kee Park¹, Duk-Hang Lee^{1,2}, Uk-Won Nam¹, Wonyong Han^{1,2}, Kwang-Il Seon^{1,2}, Toshio Matsumoto^{1,3}, Min Gyu Kim⁴, Hyung Mok Lee⁴

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²University of Science & Technology

³ISAS/JAXA, Japan

⁴Seoul National University

The compact near-infrared space telescope, MIRIS (Multi-purpose InfraRed Imaging System), is the main payload of STSAT-3 (Science and Technology Satellite 3) launched in 2013. The main missions of MIRIS are 1) the Pa α line survey along the Galactic plane, 2) the large area ($\sim 10^\circ \times 10^\circ$) surveys of three pole regions (north ecliptic pole and north and south galactic poles), and 3) the monitoring observations toward the north ecliptic pole. They are designed for the studies of the warm, ionized interstellar medium of the Galaxy and the near-infrared background light. In this talk, we present the status of the data reduction and analysis and the preliminary scientific results.

16:45 [V-2-8]

Study on the effective mangement of Yeongyang International Dark Sky Park

Jiwon Park^{1,2}, Hyeonggyu Jang^{1,3}, Yonggi Kim^{1,2}, Joh-Na Yoon^{1,2}, Jehoon Park^{1,4}, Eun-Chae Lee^{1,5}, Yong-Seon Lee^{1,6}

¹Department of astronomy and space science, Chungbuk National University

²University Observatory of Chungbuk National University,

³Kang-Won Land

⁴Yeongyang Firefly Astronomical Observatory

⁵Chilgabsan Observatory

⁶Daejeon citizen astronomical Observatory

On Dez. 2015, the International Dark-Sky Association(IDA) nominated Yeongyang Firefly Astronomical Observatory as the international Dark Sky Park(IDSP), which is for the

first case in asian countries. It is very important in this situation to propose some suggestions for the effective management of Yeongyang IDSP in the future. Some results of the study about such suggestions will be reported here as well as some guideline for lightning landscape according to IDA rule and educational programs for reserving night skies and protecting the ecological landscape through the proper management of the artificial lighting. Some of these results will be applied to the 2016 programs in Yeongyang Firefly Astronomical Observatory

제3발표장 (해운)

■ V-3 우주방사선 II

좌장: 김복순 (천문연)

15:00 [V-3-1]

New Neutron Monitor at Jang Bogo Station

Jongil Jung¹, Yu Yi¹, Suyeon Oh², Paul Evenson³, Jeong-Han Kim⁴, Changsup Lee⁴, Geonhwa Jee⁴

¹Chungnam National University

²Chonnam National University

³University of Delaware

⁴Korea Polar Research Institute

Neutron monitors are instruments to measure the neutrons of the cosmic ray particles on ground-base. Secondary cosmic rays, neutrons are made by the collisions between primary cosmic rays(protons) and molecules of atmosphere. A neutron monitor is working in Daejeon. In additionally, recently another neutron monitor has been installed at Jang Bogo station in the Antarctica. Jang Bogo station is located at the Terra Nova bay on Northern Victoria(74.62S, 164.22E). Jang Bogo neutron monitor is one of three units at McMurdo one. The rest will be transferred in December 2017. The comparison of data between Jang Bogo and McMurdo proved that Jang Bogo works normally. The data from these two monitors at very close location can supply good information on the cosmic ray flux near Antarctica. In this study, we present the process of installation and the results from initial data.

15:15 [V-3-2]

KMA space weather policy and the polar route aviation weather services

Cheolun Heo

Korea Meteorological Administration / National Meteorological Satellite Center / Satellite Planning Division

This talk is not a presentation of the research paper, but contains space weather policy of Korea Meteorological Administration (KMA) and the polar route aviation weather services which is one of the fact for KMA's space weather forecasting and alert. With regard to space weather policy, we introduce legislation, improvement of system, direction of research and development, production sharing around the world, data collection from other countries' satellites, development and introduction of space weather model and securing technological prowess through international cooperation. For polar route aviation

weather services, we introduce current situation of new independent model, called Korean Radiation Exposure Assessment Model (KREAM), difference between CARI-6M and KREAM and web service of space weather monitoring dashboard. We would also like to briefly clarify the production and application of Korea Space wEather Monitor (KSEM).

15:30 [V-3-3]

Heliocentric Potential(HCP) 예측을 통한 항공 방사선량 산출 정확도 분석 및 현업 적용 방안 연구

김문기¹, 황정아², 허철운³, 윤경원¹, 김태영¹, 최명진¹

¹(주)인스페이스, ²한국천문연구원, ³기상청 국가기상위성센터

현재 널리 통용되고 있는 항공방사선량 계산 모델인 CARI-6/6M의 주요 입력값인 태양권 포텐셜 (HCP, Heliocentric Potential)을 예측할 수 있는 알고리즘을 구현하여, 사전에 예측 가능한 항공기 우주방사선량을 제공하는 서비스 방안에 대해서 소개한다. 태양 흑점수로부터 8개월 이후의 HCP 값의 예측이 가능하므로 현업 시스템에서는 예측된 우주방사선 값을 적용할 수 있다. 2015년에 구축된 국가기상위성센터의 항공 방사선량 예측 시스템과 추후에 기록된 실측 HCP 값에 기반한 우주방사선 값과의 정량적인 비교를 통한 예측 시스템의 정확도 분석 방안에 대해서 연구하였다. 2016년에는 예측 모델의 검증 및 고도화를 통해서 시스템의 정확도를 개선하는 작업이 수행된다. 본 연구에서는 우주방사선 예측 데이터를 바탕으로 항공기 조종사 및 승무원, 항공기 탑승객이 우주방사선 피폭량을 사전에 미리 예상할 수 있는 대국민 서비스 방안에 대해 제안한다.

15:45 [V-3-4]

FM TEPC for CubeSat Experiment to Measure Space Radiation

Uk-Won Nam¹, Won-Kee Park¹, Jaejin Lee^{1,4}, Jeonghyun Pyo¹, Bong-Kon Moon¹, Dae-Hee Lee¹, Ho Jin², Hyojeong Lee², Jeongho Lee², Seongwhan Lee², Sunghwan Kim³

¹Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

²Kyunghee University, Korea

³Cheongju University, Korea

⁴University of Science and Technology, Korea

The Flight Model(FM) of 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 for the large range of LET(linear Energy Transfer), from 0.3 to 1,000 keV/μm. 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 LET than in ground and cause unexpected effect on human cells. FM TEPC has successfully passed the final acceptance tests including vacuum-thermal and vibration test. Also the FM TEPC performance has been monitored for several months since its first energy and dose calibration, which turned out to be very stable. We present here an

overview of the FM TEPC science goals and investigation, including: an instrument description; observation strategies; instrument testing, characterization, and calibration.

16:00 [V-3-5]

Initial Validation of KREAM (Korean Radiation Exposure Assessment Model for aviation route dose)

Junga Hwang^{1,2}, Kyunghwan Dokgo³, Eunjin Choi⁴, Sung-JunNoh⁵, Kyung-BokCho^{1,6}

¹Solar and Space Weather group, Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

²Department of Astronomy and Space Science, University of Science and Technology, Korea

³Department of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

⁴Goddard Space Flight Center/NASA

⁵Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea

⁶Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Korea

Since Korean Air has firstly started to use the polar route from Seoul/ICN airport to New York/JFK airport on August 2006, there are explosive needs for the estimation and prediction against cosmic radiation exposure for safety of crew and passengers from potential radiation hazards in South Korea. To meet the social need, Korean government enacted the law on safety standards and management guidelines of cosmic radiation for the flight attendants and the pilots in 2013. To support those official management and control of the aviation radiation dose, we develop the estimation model of aviation route dose; Korean Radiation Exposure Assessment Model for aviation route dose, hereafter we call it as KREAM. KREAM use GEANT4 model for calculation of the energetic particles' transport in the atmosphere and NRLMSIS00 model for obtaining the background atmospheric neutral densities interacting with incident primary particles from the space. For real-time prediction of the radiation exposure in many air routes considering space weather effects, we constructed a database of solar energetic particles' energy spectrum using GOES proton spectrum spanning 15 years from 2000 to 2015. To get the galactic cosmic ray's energy spectrum, we use Badhwar & O'Neill 2011 model. We compare the results between KREAM and the other models such as CARI-6M and NAIRAS. We compare the results with the observations by Liulin-6K LET spectrometer onboard Korean commercial flights over the North Pole, Korean Air Force reconnaissance flights, and Czech airline observations over 11 years. We also compare KREAM results with Neutron monitor data.

16:15 [V-3-6]

Development of Safety Aviation Flight Environment (SAFE) system

KiChang Yoon¹, Jaehun Kim¹, Young yun Kim¹, Dong-kyu Kim¹, Yeongoh Choi¹, Gwan-sik WI¹, Seok Hyeon Byeon², YunHee, Oh², Kent Tobiska³, Chris Mertens⁴

¹RRA Korean Space Weather Center, Korea

²Inspace.Co.Ltd.

³Utah university

⁴NASA

It can be dangerous for flight crews and passengers to fly at high altitude and longitude due to space radiation. The radiation exposure of aviation altitudes is caused by galactic cosmic rays (GCRs) and Solar energetic particles (SEPs), which are typically related to solar flare and coronal mass ejection (CME), and it can cause severe biological problems to the flight air crews and passengers, and therefore, it is essential that radiation dose of air crews should be accurately estimated and managed to mitigate radiation hazards. The Ministry of Land, Infrastructure and Transport has recommended that the total amount of cumulative radiation dose for air crews is about 100 mSv for 5 years. The Korean Space Weather Center (KSWC), is one of the branches of the national Radio Research Agency (RRA) and the official source of space weather for Korea has developed the Safety Aviation Flight Environment (SAFE) system to support managing radiation dose for passengers and air crews. It can automatically calculate total radiation dose for air routes based on NAIRAS and CARI-6M model in real time. It is expected that SAFE can provide more effective and convenient way to manage radiation dose for all domestic airlines.

16:30 [V-3-7]

항공 우주방사선량 분석 오픈서비스 제공방안 연구

변석현¹, 김태영¹, 최명진¹, 오윤희¹, 윤기창²

¹(주)인스페이스 연구개발부, ²국립전파연구원 우주전파센터

본 논문에서는 항공기 고도에서의 우주방사선량에 대한 영향을 분석하기 위해 개발된 항공 우주방사선량 분석 서비스 (SAFE, Safety during Aviation Flight Environment from radiation)의 효용성 증진 및 대국민 서비스를 제공하기 위해 OpenAPI를 개발하기 위한 방안에 대해 기술한다. 상기 시스템은 사용자가 웹 브라우저로 접속하여 제공된 항공로 정보를 기반으로 분석되는 방사선량 정보를 조회하는 방식에서 벗어나 항공 우주방사선량 분석이 필요한 별도 외부 시스템들의 다양한 환경에 맞추어 정해진 규약의 OpenAPI를 통해 우주방사선량 분석 시스템을 활용할 수 있는 서비스로, 국내 항공사뿐만 아니라 비행경로를 확보할 수 없는 기관이나 연구자들도 활용이 가능하도록 항공 우주방사선량 데이터를 제공한다. 본 논문에서는 상기의 오픈서비스를 제공하기 위해 수행된 일련 개발 과정을 소개하고자 한다.

포스터발표논문 초록

4.28(목) 16:50~18:00

■ 우주기술

[P-1] GPS RF-Front End Function Test Result

권기호¹, 이윤기¹, 조영준¹, 박진모²

¹한국항공우주연구원 위성전자팀, ²(주)두시텍

본 논문에서 설계 및 제작이 완료된 위성용 GPS 수신기의 RF/ADC의 시험결과를 기술하였다. 시험은 RF Front-end 부분, ADC & PLL 부분에 대한 결과를 포함하고 있다. RF Front-end 측면에서는 GPS L1/E1 RF 신호를 수신 및 변환하여 ADC/PLL 부에 전달하는 기능 검증으로 프로그램 가능한 2단 헤테로도안 수신부 성능, 각 PLL 간의 대역폭 및 필터 성능 확인을 수행하였다. ADC & PLL 성능 검증은 ADC/DAC/PLL 주파수 합성기 성능 확인 및 SPI를 통한 각 세부 기능 검증 및 H/W 인터페이스 검증을 수행하였으며 최종적으로 RF Front-end 연동을 통하여 GPS 이산화 신호 추출 및 Baseband 동작 확인을 수행하였다.

[P-2] Dual-Band GPS Receiver for Space Application

권기호, 이윤기, 조영준

한국항공우주연구원 위성전자팀

본 논문에서 저궤도 위성에 적용 가능한 이중주파수 수신기에 대한 성능, 기능, 전기 및 기계적 특성을 기술하였다. 이중주파수 수신기는 일반적으로 GPS L1과 GPS L2 주파수 처리를 통하여 단주파수 수신기에 비하여 신뢰성 증가, 위치정밀도 및 Raw 데이터 정밀도가 크게 향상되게 된다. 이중주파수 수신기는 일반적으로 개발 및 생산을 시작한지 오래되지는 않았지만 저궤도 위성의 정밀도 향상 요구사항으로 인하여 단주파수에 비하여 활용도가 더욱더 많아질 것으로 예상된다. 본 논문에서는 미국 및 유럽업체의 최신 수신기의 처리 채널 정보, 위치 정밀도, 동작온도 범위, 데이터 인터페이스 및 입력 전원 등에 대하여 기술하였으므로 향후 정밀 위성 개발을 위한 GPS수신기 선택에 도움이 될 것으로 기대한다.

[P-3] Principles and General Requirements in Space Mechanism Design for Low Earth Orbit Satellite

Gyu-Sun Kim

Korea Aerospace Research Institute

This paper introduces the general principles and requirements for the design, manufacture, quality control, testing, and storage of several types of space mechanism for satellite application. One of the outstanding risks that endanger the mission success of satellite is mechanism

related components. Because space mechanism has several kind of failure mode that are difficult to predict or simulate in ground and once it is failed in orbit then recovery or repair is nearly impossible. This is the reason why several principles and/or check lists should be used in design, manufacture, testing and storage. Space mechanism usually includes the mechanical or eletro-mechanical devices that control the movement of a mechanical structure or some moving parts. So we have to apply several different techniques and principles in engineering so as to develop space mechanism to ensure the mission success of satellite. Information in this paper could be utilized as an introduction or preliminary reference to designer or developer in this area

[P-4] Trends & Requirements of Optical Satellite Development for Commercial Imagery Market

Gyu-Sun Kim

Korea Aerospace Research Institute

In this paper trends of optical earth observation satellite development for commercial imagery are analyzed in terms of how development trend are varied with comparison between satellite in early 2000 and most new model in 2014 since IKONOS satellite were comes out in 1999 which are first satellite for commercial satellite imagery market. Very high resolution satellite are now equipped with very large optics to have less than 30 cm ground resolution compared to 1 m resolution in early era because of main development requirements for very high resolution commercial satellite are influenced by governments need which are mainly from intelligence and surveillance. Also satellite agility is enhanced with CMG to comply with image collection capability improvement. Besides of ground resolution & agility, additional NIR/SWIR spectral bands in optic sensor, longer satellite design life with more power capacity & propellants and revisit frequency decrease by small satellite constellation are also actively pursued.

[P-5] Development of the equipment for the pulse signal acquisition of GEO satellite avionics test

Young-Yun Kim, Jin-Young Ryu, Dong-Chul Choi, Joo-Ho Park, Guee-Won Moon

Korea Aerospace Research Institute

KARI(Korea Aerospace Research Institute)have been developing AVTS(AVionics Test Set) EGSE(Electrical Ground Support Equipment) for the electrical integration and test for GK2-A/B. AVTS will be used for the verification of avionics functions. In this paper, we report one of functions of AVTS to acquire high power pulse and generate EGSE telemetry. GEO satellite equipped with a electrical box generating valve control signals to open or close latch valves, flow control valves, flow enable valves and etc. These signals are regularly verified before launch. we used a portable oscilloscope to verify the signals. this work was a time-consuming and lazy. To resolve this problem we have been designing

and developing automatic the equipment for the verification. This equipment simulates loads of valves to consume the power and has the acquisition circuit. we checked its initial working and operation.

[P-6] Design and development of the automated validation system for electrical ground support equipment

Young-Yun Kim, Jin-Young Ryu, Seung-Won Cho,
Yun-Gu Huh, Su-Wan Bang, Guee-Won Moon,

Korea Aerospace Research Institute

Each equipment used for the flight model satellite integration and verification should be verified and validated before use. Defects of equipment could damage satellite directly. It makes project delay and over cost. Electrical Ground Support Equipment(EGSE) is the main equipment for satellite integration and test and has several functions so that the validation of EGSE should be conducted comprehensively. Until now the validation of EGSE has been conducted manually using instruments by consuming time. We have been developing the validation automation system to minimize the cost and time consumption. The designed system has equipped the counter functions of EGSE. This system has been controlled by EGSE to be validated and is composed of PXI type system.

[P-7] DSM을 이용한 프로세스 구조화 방법 연구

김형완, 최정수, 박종석

한국항공우주연구원

PERT/CPM과 같은 네트워크에 기초한 모델에서 프로젝트 네트워크는 작업들 사이의 선행관계를 확인하여 구축된다. 그러나 이러한 방법은 많은 수의 작업들이 복잡한 방법으로 연관된 복잡한 엔지니어링 프로젝트를 위해 쉽게 수행 할 수 없다. 게다가 반복적인 작업을 표현 할 수 없다. Steward(1981)는 설계업무들의 정보흐름과 반복적인 루프를 확인하기 위해 DSM을 개발했다. DSM방법은 큰 규모의 시스템을 분해(decomposition) 한다. Sargent and Westberg(1964), Steward(1965), Ledet and Himmelblau (1970), Warfield (1973). Eppinger et al.(1994)는 업무들 사이에 결합된 정보를 모델링 하고 전체 개발 절차를 관리하기 위해 다른 전략들을 조사하여 Steward's 연구를 확장했다. Rogers(1999)는 설계 관리자를 위해 설계 지원 도구로서의 컴퓨터 패키지를 개발하였다. 그는 Warfield(1973)와 비슷한 방법으로 파티셔닝과 계층적 분해를 표현하기 위해 GA (Generic Algorithm)을 사용했다. 본 논문은 확장된 DSM 방법들이 프로젝트 계획 도구로서 다양한 제조 산업에 어떻게 적용되고 있는가를 조사 한다. 또한 프로젝트 관리 도구로서의 장점과 한계를 분석하고자 한다.

[P-8] Node-based Spacecraft Radiator Design Optimization Analysis Integrated with Thermal Analysis for Minimizing Heater Power

Hui-Kyung Kim

Korea Aerospace Research Institute

University of Science and Technology

Spacecraft radiator is a major heat transfer route to reject heat into space under a hot space thermal environment. If the radiator is optimally designed to be in the most effectively heat-rejecting region, then the thermal control can be more efficient and economical. This study suggests an optimization method of the node-based radiator design for minimizing heater power by optimization analysis integrated with thermal analysis. The optimization progress is repeated until achieving the tolerance range of the objective, while two-step thermal analyses are also conducted internally. The constraint of temperature limits is checked with the temperature results of a hot-case thermal analysis and then, the heater power of an optimization objective is calculated through a cold-case thermal analysis. This approach can optimize spacecraft radiator design in terms of both efficient thermal design and a system power management.

[P-9] 정지궤도위성과 저궤도위성에서의 비행모듈 시험 및 검증장비의 시험치구 설계 및 시험

류진영, 김영운, 조승원, 허윤규, 문귀원

한국항공우주연구원

비행모듈 시험장비는 저궤도위성과 정지궤도위성의 조립 및 시험에 사용하는 전기지상지원장비 중의 하나로 위성의 비행모듈의 상태확인 및 기능 검증과 위성의 전력에 관한 검증시험에 사용한다. 이 시험장비는 위성에 장착되는 전장품과 직접적으로 접촉하여 상태 확인 및 검증을 위한 자극신호의 생성, 전장품 기능 모사, 그리고 전장품의 상태를 직접적 혹은 시험치구를 통한 간접적인 방법으로 수집 획득하여 확인하는 것을 목적으로 현재 항공우주연구원에서 개발 중인 정지궤도위성과 추후 저궤도위성에 사용하기 위하여 개발되어 지고 있다. 또한 위성으로부터 전달되는 신호를 비행모듈 시험 및 검증장비에서 전달 받을 수 있는 범위의 신호로 변환하고 시험항목에 대한 부하저항 및 신호획득회로 구성하는 시험치구를 개발하였다. 본 발표에서는 비행모듈 시험장비 중 시험치구를 사용한 다섯 가지 시험형상 및 구성에서 대하여 기술한다.

[P-10] GEO-KOMPSAT-2 Liquid Apogee Engine Burn Plan Optimization

Bong-Kyu Park, Jae-Dong Choi

Korea Aerospace Research Institute

GEO-KOMPSAT-2A and GEO-KOMPSAT-2B which are under development by KARI in order to take over the COMS mission will be launched in 2018 and 2019 respectively. After launch, they are 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, and perigee altitude is above 250km. After injection to GTO, the GEO-KOMPSAT-2s are transferred to GEO(Geostationary Earth Orbit) by applying 4 or 5 times of large maneuvers using LAE(Liquid Apogee Engine). The burn magnitudes and intervals are selected such that the satellite are placed at target operation longitude or at drift start longitude. The preliminary burn plans have been developed by KARI and

presented in KSSS conference held in Spring of 2015. In this paper, the LAE nominal and backup burn plans have been updated considering new energy balance analysis results which shows better energy condition. According to new energy balance analysis, the minimum time interval between two LAE burns can be reduced from 35 hours to 20 hours. Secondly, burn plan optimization has been performed using the commercial software FOCUSLEOP developed by GMV in order to evaluate the necessity of optimization process. In addition to this, the ground visibility has been checked with updated burn plans. As a means of analysis, simulation studies have been performed.

[P-11] 위성보험 가입 절차 및 시장 특성

박응식

한국항공우주연구원 정지궤도복합위성사업단

위성의 개발 및 발사, 운영과정에서 발생 가능한 위험은 매우 높으며 특히 발사, 발사후 궤도진입 등과 같은 단기간에 집중되어 있다. 발사과정에서는 발사체 폭발위험, 목표궤도 미도달, 발사시 발사체 진동으로 인해 위성체에 가해지는 극한의 발사환경에 노출되어 있으며 임무궤도상에서는 진공 상태, 극한의 온도조건, 방사능, 태양풍 등 매우 가혹하고 특수한 우주환경으로 위성운영과정에서도 위험이 매우 높으며, 특히 문제발생시 고장에 대한 수리가 불가능해 위성 전체를 손실할 수 있는 위험을 가지고 있다. 최근에는 상업적 우주활동의 증대로 인해 우주파편의 급격한 증가로 인해 궤도상의 위험성도 더욱 커지고 있는 현실이다. 이러한 위성 개발, 발사 및 운영과정에서 발생 가능한 위험을 분산하기 위하여 많은 위성개발사 및 운용사에서 위성보험을 가입하고 있다. 본 논문에서는 이러한 위성보험의 종류와 위성보험시장의 특성을 살펴보고, 위성보험 가입절차와 사고발생시의 클레임 절차를 간략히 소개하고자 한다

[P-12] 정지궤도 복합위성의 탑재체 기계접속 설계

박종석¹, 최정수¹, 김형완¹, 최재동¹, 이상률²

¹한국항공우주연구원 정지궤도복합위성체계팀, ²한국항공우주연구원 정지궤도복합위성 사업단

정지궤도 복합위성 2호는 기상 및 우주기상 관측 임무를 수행하는 2A호와 해양 및 환경 관측 임무를 수행하는 2B호로 구성된다. 개발과정의 위험요소를 최소화 하고, 일정이나 비용 절감의 극대화를 위해 두 위성은 동일한 본체를 기반으로 최대한 유사성을 갖도록 설계를 계획하였다. 그러나 다양한 임무를 수행하기 위해 이중의 탑재체가 장착되는 관계로 위성체와 탑재체 사이의 기계접속 측면에서 두 위성은 여러 면에서 상이한 특성을 갖는다. 또한 선행위성인 통신해양위성 대비 고성능의 탑재체를 장착하게 됨에 따라 탑재체 접속부의 기하학적 측면이나 동적 안정성 측면에서 까다로운 조건들을 반영해야 할 필요성이 강조되었다. 본 논문에서는 각 위성에서 정지궤도 복합위성 2호의 탑재체 수용을 위해 설계 초기 주어진 요구조건을 비교하고, 이에 따라 진행된 기계 접속설계 관련 내용을 기술하고자 한다.

[P-13] 중형위성 본체 전기시스템 설계 개념

박종오¹, 전현진¹, 장종진², 김경수²

¹한국항공우주연구원 차세대중형위성체계팀, ²한국항공우주산업 위성시스템팀

본 논문에서 국가 재난재해 및 국토관측을 목적으로 개발되는 차세대중형위성은 다수의 탑재체 요구조건을 만족하는 표준 플랫폼 개발을 목표로 하고 있다. 표준플랫폼이란 기본구성의 설계 변경 없이 복제 가능한 플랫폼 또는 최소한의 변경만으로 활용 가능한 플랫폼을 의미한다. 본 논문에서는 표준플랫폼의 전기시스템에 적용이 가능한 표준 설계 개념을 소개하고자 한다.

[P-14] Design Concept of Power EGSE for next LEO Satellite

Joo-Ho Park, Dong-Chul Chae, Yun-Goo Huh, Young-Yun Kim, Guee-Won Moon

Korea Aerospace Research Institute

Korea's satellite development history has begun since 1990s. During several decades, a number of satellites have launched consecutively and successfully. Korea is no longer latecomer but becomes advanced country now, especially at Low Earth Orbit (LEO) satellite. Based on these sufficient experience and strong confidence, Korea applies new design to power supply EGSE for next LEO satellite. It is called Power and Load Test Set (PLTS) and Control and Monitoring Test Set (CMTS). The main purpose is not much different from previous power EGSE for LOW satellite. It literally provides electrical power for satellite and monitor the many signals during AIT. However, its components and interface are properly distributed and newly designed. It will quite helpful to maintain the equipments during and after AIT. PLTS and CMTS are composed of one single rack respectively. it means that the two racks can be located together or apart depending on the purpose. This point makes CMTS run independently and is capable of conducting Launch Pad operation. I will present the design concept of PLTS and CMTS briefly.

[P-15] Development strategy of Solar Array Simulator for Geostationary satellite

Joo-Ho Park, Dong-Chul Chae, Seung-Won Cho, Su-Wan Bang, Jin-Yeong Ryu, Guee-Won Moon

Korea Aerospace Research Institute

Earth orbit satellites is able to be categorized as Low Earth Orbit (LEO) satellite, Geostationary (GEO) satellite according to its altitude. It causes big difference between them and it doesn't mean just flying height. LEO satellite traverse the surface of the Earth. it has revisit time at one point of Earth and one complete evolution around the Earth takes about 90 minutes. LEO satellites moves around Earth more than 10 times per a day. Because of its lower orbit, it can see the surface more clearly. On the other hands, GEO satellite is always visible from one point on the Earth. It makes GEO satellite can support continuous coverage for communication. LEO and GEO satellite have different orbit movement respectively and it means that LEO and GEO satellite's solar array panel have different exposure environment. Because Solar Array Simulator (SAS)

describes the solar panel of satellite, it should be designed with different concept for LEO and GEO. Here, I will introduce SAS design concept for GEO satellite.

[P-16] 저궤도 위성의 전력계 성능 시험용 SAS(Solar Array Simulator) 설계

방수완, 허운구, 김영윤, 조승원, 문귀원

한국항공우주연구원

저궤도 위성의 태양 전지판 전력 패턴 모사기 - SAS(Solar Array Simulator)는 AI&T (Assembly Integration & Test) 기간 동안 실제 태양광 에너지를 우주환경에서 모사해 위성 내부 전력계에 대한 검증을 수행하도록 설계 및 제작된다. 위성명령 및 원격측정 신호는 ITOS(Integrated Test of System) 및 전기지상지원장비를 통해 위성으로 송수신되며, 위성 시험시 필요한 여러가지 기능들 또한 전기지상지원장비를 통해서 구현되도록 설계 및 제작된다. 특히 AI&T에서 위성 전원 및 SAS를 검증을 위하여 위성의 Power에 대한 적절한 공급을 필요로 한다. 이를 검증하는 것이 바로 전력계 성능 시험이고 이때 필수적인 시험 장비가 바로 SAS이다. SAS에서 나오는 전원에 포함되어지는 Noise를 줄이기 위해 위성 전력계 내부 Bus Filter를 사용하게 되는데 이러한 Capacitor를 통해 낮은 주파수부터 Noise를 제거하려면 높은 Capacitance를 가진 Capacitor를 사용해야하기 때문에 상대적으로 부피를 많이 차지하게 된다. 따라서 Noise 제거용 LDO를 SAS 내부에 추가해 구성하여 설계한다면 효율적인 면적으로 제작이 가능하게 된다. 또한 SAS 내부로 Integration 된 회로를 제작하여 위성 내부에 Filter 뿐만 아니라 SAS 자체로 Noise가 제외된 회로를 얻을 수 있다. 본 논문에서는 이러한 LDO Integration이 SAS 출력의 포함된 Noise를 차단할 수 있는 가능성을 보여준다.

[P-17] 인공위성개발의 국가연구개발사업 추진을 위한 법적·정책적 근거

신근웅, 최무열, 최종휘, 양지모, 백명진

한국항공우주연구원 위성연구본부 위성사업개발팀

본 논문에서는 인공위성개발을 국가연구개발사업으로 추진하기 위한 정책수립의 근거가 되는 관련 법과 정책들을 간단히 살펴본다. 대표적으로 국가연구개발사업 형태로의 추진과 관련된 과학기술기본법, 인공위성개발사업의 일환으로 추진하기 위한 우주개발진흥법이 있으며, 해당 법을 근거로 수립되는 과학기술기본계획, 우주개발진흥기본계획 등이 있다. 이외 국가연구개발사업 추진을 위한 예산확보 측면에서 예비타당성조사 추진을 위한 국가재정법이 있다.

[P-18] Battery Charge Mode Estimation in Satellite through Fuzzy Logic

Seung-Eun Yang

Korea Aerospace Research Institute

Electrical power is very critical component for the stable satellite operation. The main sources of the power are battery and solar panel. Therefore, battery charge

management is one of the most important task of EPS (Electrical Power Subsystem) component. To determine charge mode, various sensor data is required and complex calculation should be executed. Moreover, the efficiency and capacity of battery and solar cells is changed in the sever space condition with time. Those should be considered to find out the exact battery state. For the problem, we adopted fuzzy logic to determine the battery charge state. The expert knowledge is easily applied to determination logic because it is rule based. Also, it is robust to the variation from sensor errors and characteristic change because of its fuzziness nature. This research present small step toward intelligent satellite. The fuzzy logic can be applied to more of the satellite operation.

[P-19] 해양관측위성 동향 및 개발추세

양지모¹, 용상준², 백명진¹

¹한국항공우주연구원 위성연구본부 위성사업개발팀, ²한국항공우주연구원 위성탐색체연구단 탐색체전자팀

본 논문에서는 정지궤도 및 저궤도 위성의 해양관측위성 개발동향에 대해 살펴본다. 해양탐색체는 임무에 따라 표면온도 측정, 파고 및 해류를 측정하는 탐색체로 나뉜다. 해외에서 개발중인 해양탐색체는 SeaWiFS(Sea-Viewing Wide Field-Of-View Sensor, 미국 NASA), MOS(일본 NASDA 개발), IRS-P4(Indian Remote Sensing, 인도 ISRO), MERIS(Medium Resolution Imaging Spectrometer, 유럽연합 ESA), Sentinel-3(유럽연합, ESA)가 있으며 이들 탐색체별 임무와 기능을 정리하고자 한다.

[P-20] Vibration Test of Compact High Stability Telescope Structure Prototype Model

Jeoung-Heum Yeon, Won-Beom Lee, Eung-Shik Lee, Su-Young Chang, Deog-Gye Lee, Seunghoon Lee

Korea Aerospace Research Institute

Prototype model of compact high stability telescope structure (HSTS) is developed for the verification of design and mechanical performances. It is designed in accordance with the optical design of high resolution camera of compact size. It is sent to the vibration test for the verification of endurance under launch environment. The appendages of HSTS such as optical components, focal plane assembly and star tracker assembly are simulated by dummy masses with the same center of gravity. Vibration shaker adapter is developed to perform vibration test. Shape of the adapter is fit to the HSTS rear structure and stiffness is increased to avoid coupling with HSTS. Sine and random vibration tests are performed for each axis. Sine test is performed upto 100Hz to reproduce low frequency launch environment. Random test is performed upto 2000Hz to reproduce high frequency loads induced by acoustic environment. Three-dimensional measurements of HSTS are performed to validate mechanical stability before and after vibration.

[P-21] Modal Analysis of Structure of Small Satellite Depending on Frame Design

Han-ik Kim, Kyung-Wook Min, Chang-ho Woo

Department of Physics, KAIST, Korea

Satellites have to be designed low mass with high endurance. Diverse environmental conditions are tested to satellites before launching such as shock, vibration, thermal and vacuum test. Those are all important but the vibration test is mainly considered since the modes of each satellite are easily varied when the structure is corrected. Therefore, The modal analysis of satellite structure is a substantial factor to manufacture low mass ratio with robust structure. To enhance this point various structure designs of small satellite are attempted and each structure's pros and cons are compared for applying on the practical manufacturing of satellite and instrument.

[P-22] Estimation of Spacecraft Temperature using Adaptive Calibration Curve Equation of Different Thermistors in GEO-KOMPSAT II

Jae-Nam Yu, Sung-Su Jang, Na-Young Lee

Korea Aerospace Research Institute

In this work, we investigate the adaptive calibration curve of 11 different thermistors using in GEO-KOMPSAT II(GK2). Generally, single type of Negative Temperature Coefficient(NTC) Type thermistors is recommended for design of units in GK2 by reason of space environment and of simplicity of design. But, because of particular design needs, Positive Temperature Coefficient(PTC) type thermistors are also used because of that have broad range of positive temperature. So, there are many type of thermistors in GK2 for design needs, and accordingly their suitable calibration curve is required for each thermistors in GK2. In this work, we investigate suitable calibration curve equation fit for ITOS(Integrated Test and Operation System) of GK2 which requires cubic equations for each of thermistors. In this work, we present each calibration curves and comparative measurement data. In comparison with measured temperature values, our equations have a margin of error under 5% in a degree of Celsius.

[P-23] Impedance Analysis of the Regulated 28V Bus for LEO Power Control and Distribution Units

Seok-Teak Yun, Jeong-Hwan Yang, Sung-Woo Park, Hee-Sung Park, Jin-Baek Jang

Korea Aerospace Research Institute

Some power control and distribution units(PCDU) for LEO applications use dual power bus concept; unregulated 50V and regulated 28V primary power bus. And, the dynamic responses of these power bus is largely related with the output impedance of the DC/DC converters for regulated power bus generation on regulated bus and the bus impedance value including bus filters and battery on unregulated bus. For unregulated primary power bus, the worst case on bus impedance usually occurs when spacecrafts are operating in eclipse mode. For regulated primary power bus case, the maximum bus impedance arises when the output impedance of the converters for generating regulated 28V power bus is maximized. Because PCPU equipment specification usually does not describe any impedance requirement but only contain bus voltage regulation range value or transient response

characteristics. In this paper, the practical design guideline derivation of bus impedance from bus voltage regulation requirement is discussed. And, the impedance analysis of the regulated primary 28V power bus is performed to verify the bus impedance design.

[P-24] 부하변동 및 설계 제한 조건을 고려한 저궤도위성의 배터리 보호를 위한 오류 회피 설계 가이드 연구

윤석택, 박정연, 양정환

한국항공우주연구원

위성의 수명과 직접적으로 연결되어 있는 배터리는 위성의 전력 프로파일 및 전력 분배 회로 등의 구성에 따라서 전압 및 용량 설계가 이루어진다. 이러한 배터리는 신뢰성 향상을 위해 잉여성을 가져야 하며, 전력 생성 및 변환 오류 전력 저장 오류, 전력 분배 오류, 운영 오류에 대해서도 위성의 전력 공급을 보장하도록 설계가 요구된다. 이러한 오류 회피 설계를 위해서는 크게 과 충전 및 과 방전 방지로 나눌 수 있으며 예상되는 부하 변동 및 설계된 배터리의 특성을 고려하여 설계가 진행되어야 한다. 또한, 궤도상의 배터리의 프로파일 데이터를 이용하여 배터리의 노화를 감출하여 이를 배터리의 오류 회피 설계를 진행할 수도 있다. 본 논문에서는 위성에서 설계된 배터리의 특성 및 부하 조건, 센싱 분해능 및 voting등의 설계 제한 조건에 따라서 배터리에서 발생할 수 있는 오류를 분석하고 오류 발생 시 위성의 전력 안전을 보장할 수 있는 회피 설계의 가이드라인을 제시하였다.

[P-25] Contingency Operation for Satellite

Young-Su Youn

Korea Aerospace Research Institute

Satellite operation is mainly achieved by the ground station. For on-orbit operation, the satellite has opportunity to communicate with the ground station 24 hours. When the satellite is operated in contingency mode, previously uploaded ground commands are not invalid anymore. Therefore, if the ground station does not receive signals from the satellite, the ground station is trying to do blind contact for communication with the satellite because the satellite is supposed to be in safe hold mode. If the ground station recovers communication with the satellite operated in safe hold mode, the responsible engineer associated in ground station should call expert engineers needed for contingency operation. Expert engineers must analyze the satellite SOH (State Of Health) data to know the fault reason and establish related contingency operation sequence to isolate the fault. During the fault analysis and fault isolation, satellite status data sent to the ground station, i.e., event log and SET (Software Error Table) are utilized. Additionally, satellite status data stored in SRAM in PM board of GMU are also transmitted to the ground station for more precise analysis. After root cause of fault is isolated, the ground station performs a recovery sequence which makes the satellite being operated in normal mode. This sequence includes the following items. 1) Activation of hardware to be used in normal operation, 2) Switching to normal operation mode if no problem exists, 3) Activation of fault detection and safing functions.

[P-26] 우주 극한 환경에 사용하는 복합 소재의 핵심 기술 개발 연구

윤용식, 정지연, 민경주

한국항공우주연구원

우주비행체는 우주에서 극심한 온도 환경($-150^{\circ}\text{C} \sim +200^{\circ}\text{C}$), 고진공(10^{-6} bar), 우주방사선, 원자 산소 등의 우주 환경 요인으로 인해 성능과 수명에 많은 영향을 받을 수 있다. 특히, 우주에서 지구로 재돌입하는 우주비행체의 경우 지구 대권 진입 시 극심한 열 및 중력 환경에 노출된다. 최근 인공위성이나 로켓 등 우주 비행체에 많이 사용되는 탄소섬유 복합소재의 경우 이러한 극한 환경에서도 변형이나 손상없이 설계된 목적에 따라 기능을 수행하고 수명도 보장하고 있다. 현재 국내에서 활발하게 연구 개발 및 생산되고 있는 탄소섬유 복합소재는 자동차, 비행기 등 지상용 산업 분야에서 그 활용범위를 점차 확대하고 있는 추세이지만 인공위성이나 로켓 등의 우주 비행체 등에는 활용하지 못하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 국내에서 생산되는 탄소 섬유 복합소재를 우주 비행체에 적용하기 위해 ASTM의 표준 개발 규격을 검토하고 시험 항목 및 시험 방법에 대해 기술하였다. 본 연구를 통하여 국산 탄소 섬유 복합소재가 우주 비행체에 적용 가능한 지를 판단할 수 있는 기초 자료를 생산하고 가능한 우주 비행체에 탄소섬유 복합재의 국산화율을 높이고자 하였다.

[P-27] 정지궤도위성의 원격명령어 및 데이터 후처리를 위한 지상장비 로직 설계

이나영¹, 이서림¹, 정태진²

¹한국항공우주연구원, ²한국과학기술원 인공위성센터

정지궤도위성의 지상 시험 단계는 전기시험모델들로 위성형상을 구현한 전기시험셋트와 위성비행모델에서의 지상전기 및 운용시험으로 구성된다. 전기시험셋트에서는 위성을 구성하는 각 전장품들의 동작성, 전장품들 간의 전기접속 구현 결과, 데이터베이스 구축 결과 및 지상지원장비 설계 결과를 검증하게 된다. 전기 시험 준비 단계에서 먼저 위성 데이터베이스를 위성 원격명령어 및 원격 텔레메트리 처리용 지상지원장비에 이식하고, 이와 연동되는 위성탑재컴퓨터 프로그램이 이식된다. 이후 전장품 동작 시험을 통해 데이터베이스 및 데이터베이스 처리 로직이 검증된다. 지상지원장비에 구축해야 하는 데이터베이스 처리 로직들과 전장품 데이터 후처리 로직들은 데이터베이스 구축 단계에서는 길이가 긴 명령어 또는 메모리 데이터 로딩을 위해 설계되고, 전장품 동작 시험 후 생성되는 후처리 데이터 처리를 위해 개발된다. 본 논문에서는 각 전장품 별 개발되어야 하는 원격명령어 전송 케이스를 분류하고 이를 위해 필요한 설계 개념과 후처리 데이터 종류 및 해당 데이터 별 처리를 위해 검토되는 설계 요소들을 기술한다.

[P-28] 정지궤도위성 매트릭스 타입 인터페이스의 시험 및 결과 검토

이나영¹, 권동영¹, 정태진²

¹한국항공우주연구원, ²한국과학기술원 인공위성센터

여러 서브시스템과 다 수의 전장품으로 구성되는 중형 이상급의 정지궤도위성은 전장품 제어를 위해 필요한 수십개의 고전압 펄스 명령어 및 검증용 텔레메트리 인터페이스를 효율적으로 설계할 필요가 있다. 펄스 명령어 생성 회로 및 텔레메트리 회로를 크기가 한정된 전장품 보드 내에 필요한 수요 이상을 구축하기 위해서 이용되는 방식 중 하나는 매트릭스 타입 인터페이스이다. 이것은 펄스 (+)와 펄스 (-) 핀을 N개 행과 M개 열로 구성하여 보드를 설계하고, 여기에 할당되는 핀들을 하니스로 연결하여 매트릭스 인터페이스를 구성하여 N by M의 요소를 제어할 수 있게 설계하는 것이다. 텔레메트리 (+)와 텔레메트리 (-)에 대해서도 동일한 개념으로 구성하여 N by M의 전장품 relay 상태 변화를 탐지할 수 있다. 1:1 인터페이스 방식과 비교하면 회로 구현 관점에서 매우 효율성이 높지만, N by M의 하니스 설계, 구축, 수리, 시험 관점에서는 1:1의 하니스에 비해 투입되는 시간 및 risk point가 더 많이 존재한다. 즉, 실제 전기시험세트에 N by M의 하니스를 구축 시 하니스 특성과 전장품 입력단의 회로와의 입력 임피던스 특성 등에 의해 매트릭스 커맨트의 전기 특성이 예상값과 다른 양상을 보일 수 있다. 매트릭스 텔레메트리의 경우 기계적인 relay와 전기회로로 구현된 relay가 N by M 하니스를 통해 텔레메트리 회로 센싱 신호에 미치는 영향 특성이 다를 수 있다. 본 논문에서는 이러한 매트릭스 인터페이스 시험 시 고려 사항 및 영향성 분석 시 확인해야 할 요소들을 기술한다.

[P-29] 저궤도 위성용 냉각기 구동장치 전원공급 시스템 개발

이상록, 전문진, 임성빈

한국항공우주연구원 위성기술연구단 달탐사본체팀

저궤도 위성에 사용되는 냉각기 구동장치는 고 전력 단주기성 부하 특성을 가진다. 한정된 위성 전원을 효율적으로 활용하고, 냉각기 구동장치에 의한 전기적 잡음을 줄이기 위해서는 전류 버퍼를 포함하는 전원공급 시스템 설계가 필요하다. 전류 버퍼 선정에 위해서는 전원의 전류 공급능력 및 부하 특성(전압, 소모 전력, Duty, 동작 모드)과 함께 전류 버퍼의 부피, 무게, 운용상의 장단점 등이 고려되어야 한다. 전류 버퍼가 선정된 이후에는 전기 Interface(Harness 및 Connector) 설계를 진행하고 버퍼가 최적의 조건에서 안정적으로 동작할 수 있게 하는 운영개념(운영 온도, 발사 후 Operation, Safing Logic)을 확립하는 것이 필요하다. 최종적으로 설계 내역을 Electrical Test Bench(ETB)나 Flight Model(FM)과의 시험을 통해 검증하는 것이 필요하다. 시험은 실제 운영 조건과 동일한 환경(전기 Interface 및 발사 후 Operation) 하에서 부하의 정상 구동 및 전류 버퍼의 안정적인 상태 유지 확인을 주된 목적으로 한다. 또한 이와 함께 온도 모니터링 기능 및 혹시 모를 고장에 대비한 Under Voltage 및 Over Charge 방지 로직 확인 기능도 가진다. 본 논문에서는 저궤도 위성의 냉각기 구동장치 전원공급 시스템 개발 과정 및 결과에 대해 다룬다.

[P-30] 소형 인공위성의 표준버스 동향 조사

이상택, 이우준, 이해선, 박근영, 김유광, 이창호, 백명진

한국항공우주연구원

본 논문은 소형 인공위성의 표준 버스의 세계적인 동향에 관한 내용이다. 현재 인공위성의 개발 동향은 경량화, 일정 수준 이상의 고성능 유지 그리고 저개발비용으로 요약할 수 있다. 이러한 추세를 어떻게 위성 버스에 반영하고 있는지를 조사, 요약하여 향후 개발의 방향 설정에 도움이 되고자 한다.

[P-31] 인공위성 표준버스를 위한 설계변경사항 검토

이상택, 이우준, 이해선, 박근영, 김유광, 이창호, 백명진

한국항공우주연구원

본 논문은 인공위성 개발에 있어 표준 버스를 도입할 때 어떠한 설계 변경 사항과 개선 방향에 관한 내용이다. 표준 버스를 도입하면 일정 수준이상의 고성능을 유지하며 경량화가 가능하며 일정 수준의 비용 절감이 가능할 것으로 판단된다. 이러한 사항에 대한 검토를 수행하여 향후 인공위성 개발에 도움이 되고자 한다.

[P-32] 우주기상 상시 감시를 위한 5종의 우주기상 산출 알고리즘 및 RMSE 검증

이종길^{1,2}, 이재진¹, 김경찬³, 백지혜¹, 최성환¹, 박우연⁴, 박근찬⁴, 구분준⁵, 이혜숙⁶

¹한국천문연구원우주환경그룹, ²과학기술연합대학원대학교, ³대구대학교 사범대학 과학교육학부, ⁴충남대학교 우주지질학과, ⁵전자통신연구원, ⁶기상청 국가기상위성 센터

한국천문연구원에서는 차세대 기상관측위성 GK-2A에 탑재되는 Level1의 데이터를 기반으로 우주기상 상시 감시를 위한 5종의 우주기상 기본 산출물 알고리즘을 개발하고 있다. 자기권 입자 분포, 위성 운영 궤도별 입자분포, 위성대전지수, Dst 그리고 Kp 지수를 예측하기 위해 알고리즘을 개발 하였으며 현재는 GK-2A의 위성이 발사되기 전이기 때문에 데이터를 받을 수 있는 운용중인 다른 위성인 GOES-13, VAP 데이터 그리고 가상의 위성대전지수를 사용하였고 고정된 값으로는 ACE 태양풍지수, Dst 지수 그리고 Kp 지수를 사용하여 예측 값을 실시간으로 생성하고 있다. 5종 알고리즘의 성능을 평가하고 모델 재학습 여부를 판단할 기준을 산출하기 위해서 각 알고리즘마다 RMSE 값을 통해 오차량을 텍스트로 생성하고 있다. 5종의 알고리즘의 다이어그램과 산출되는 데이터에 따른 비교 방법에 대해서 알아보았고 성능 향상을 위한 고려 사항을 기술하였다.

[P-33] 방사차폐 기능을 가진 우주용 경량 구조/재료 제안

이주훈

한국항공우주연구원

고에너지 양성자 및 전자, 태양에너지입자 (Solar Energy Particle), 고에너지 우주입자 (Galactic Cosmic Ray) 방사

선으로부터 전자장비를 보호하기 위해, 방사차폐 기능은 위성에 필수적이다. 기존 위성의 구조체 및 전자장비 하우징이 관측기기나 전자장비의 보호 및 하중지지에 국한된 기능만을 지닌데 비해, 본 논문에서 제안 하고자 하는 복합 구조/재료는 구조체 및 전자장비 하우징 고유의 구조적 기능에 방사차폐 기능을 갖추어, 구조가 부가적인 기능을 제공함으로써, 궁극적으로 무게절감의 향상을 달성할 수 있다. 현재까지 구조체 및 전자장비 하우징에는 알루미늄 합금이 널리 사용되고 있으나, 위성 경량화 요구가 증가하면서, 알루미늄을 대체할 수 있는 탄소섬유 복합재료와 고밀도 금속 박막을 조합한 다물질 다층 방사차폐 구조가 위성 경량화를 위한 연구의 다기능 구조체에 적용된 바 있다. 한편, 경량 방사차폐 기능을 가진 재료로서 폴리에틸렌(Polyethylene)이 많은 연구자의 관심을 받고 있다. 본 논문에서는 방사차폐 기능을 가진 우주용 경량 구조/재료로서의 다물질 다층 방사차폐 구조 및 폴리에틸렌에 대한 연구결과를 분석하였다. 향후, 본 논문을 바탕으로 우주용 구조물에 적용하기 위한 연구가 계속 진행될 것이다.

[P-34] Propellant Budget Analysis for Medium-sized Low Earth Orbit Satellite

Jeong-Heum Im¹, Jong-Oh Park¹, Choon-Woo Lee¹, In-Gul Kim² Sung-Woong Ra²

¹Korea Aerospace Research Institute

²Chungnam National University

Korea Aerospace Research Institute (KARI) is developing a medium size LEO satellite. Its mission objective is to provide high resolution electro optical earth images. The satellite will be equipped with an electro optical camera payload which will provide sub meter optical earth images at an altitude of about 500km sun-synchronous orbit. This paper describes the propellant budget required for the satellite to compensate orbit injection error derived from the launch vehicle injection accuracy, to conduct its mission and to maintain its orbit for its whole lifetime. One of conservative approach to budget the propellant required for the satellite to maintain its mission orbit is to assume a conservative value of ballistic coefficient. However, to design the satellite more efficiently in terms of mass and cost, this kind of approach is not appropriate because this kind of approach will lead the budget have quite a margin. This paper describe an alternative way to calculate the propellant budget required to maintain the satellite on orbit. by using predicted solar flux data during its mission duration, it is possible to estimate more realistic propellant budget required for its mission life time.

[P-35] De-orbit Analysis for Medium-sized Earth Observation Satellite

Jeong-Heum Im¹, Jong-Oh Park¹, Choon-Woo Lee¹, In-Gul Kim² Sung-Woong Ra²

¹Korea Aerospace Research Institute

²Chungnam National University

Korea Aerospace Research Institute (KARI) is developing a medium size LEO satellite. It will be equipped with an electro optical camera payload which provides submeter level earth images at an altitude of about 500km

sun-synchronous orbit. To minimize or eliminate the space debris during operations, IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee) recommends debris mitigation guidelines. Ground rule applicable to the satellite operating in an low earth orbit is '25-year lifetime reduction rule'. This paper described the de-orbit analysis for the medium sized low earth orbit satellite. To predict solar flux, the space weather data was used. By using predicted solar flux data after completing of its mission, it is possible to estimate more realistic orbital decay characteristics of the satellite. Simulation results shows that the satellite meet the IADC recommended guideline.

[P-36] Data Transmission Analysis for the Geo-KOMPSAT-2 Ground System Development

Hyun-Su Lim

Satellite Information Research Laboratory, Korea Aerospace Research Institute

The Korea Aerospace Research Institute (KARI) has been developing the Geostationary KOMPSAT-2A (GK2A) satellite which is the next generation Korean geostationary observation satellite and carries the Advanced Meteorological Imager (AMI). As the AMI observation data is requested to be processed in the near-real time on ground, the fast and efficient data transmission method is to be determined for the data transmission between GK2A ground systems. The relevant data is the L1A (radiometric calibration output) and L1B(geometric calibration output). To determine the proper data transmission method, the transmission time and development efficiency(faster failure detection) should be considered. This paper explains the data transmission test results for determining GK2A L1A and L1B data transmission using the Himawari-8 image data. Tested transmission methods were socket-based and file-based data transmission.

[P-37] The Geo-KOMPSAT-2A Product Dissemination Subsystem Performance Pretest

Hyun-Su Lim

Satellite Information Research Laboratory, Korea Aerospace Research Institute

The COMS stationed at 128.2°E longitude has been providing direct broadcasting services through the satellite to countries in the East Asia area from 2011. The COMS direct broadcasting service follows international user dissemination data format, LRIT (Low Rate Information Transmission) and HRIT (High Rate Information Transmission). The GK2A satellite will take over the COMS' LRIT/HRIT services when the GK2A's in-orbit testing will be successfully closed. The GK2A ground system (Product Dissemination Subsystem) will perform down-sizing and spectral band selection of the image data for generating contents in GK2A LRIT/HRIT. In the LRIT/HRIT broadcasting services, the LRIT/HRIT generation(compression, encryption, and formatting) and timeliness transmission performances are key elements. This paper presents the entire GK2A LRIT/HRIT broadcasting process and major performance pretest plan/results using Himawari-8 data.

[P-38] 위치 불확실성에 따른 충돌확률 영향성 분석

임현정, 정옥철, 김화영, 안상일

한국항공우주연구원

운영위성과 근접 우주물체와의 충돌위험을 예측하는 선별 기준으로는 최소근접거리, 반경거리, 충돌확률 등이 있으며, 최근 국외 운영기관에서는 충돌위험을 평가함에 있어 충돌 확률에 의한 선별을 중요 판단 기준으로 보고 있다. 충돌확률을 산출하기 위해서는 두 우주물체의 근접거리 및 두 위치의 불확실성을 나타내는 공분산이 필요하며, 정확한 공분산의 적용은 신뢰도가 높은 충돌예측을 제공한다. 본 논문에서는 하나의 이벤트에서 최소근접시점 3일 이내 배포된 여러 개의 근접데이터메시지(Conjunction Data Message, CDM)를 이용하여 위치 및 공분산에 의한 충돌확률 결과를 비교하여 제시하였다. 또한, 공분산 변화에 따른 충돌확률 민감도를 확인하기 위해 최신 CDM을 참고로 하여 기존 값과 다른 값을 달리 적용하였고, 충돌확률에 미치는 영향 분석을 수행하였다.

[P-39] 근접전계시험설비 하드웨어 성능 검증 기법 연구

장정덕, 김태윤, 장재웅, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원

안테나의 성능을 검증할 있는 안테나 시험시설은 측정하는 파라미터의 종류, 측정 거리 등에 따라 다양한 시험장이 있다. 대표적으로 far-field range, compact range, near-field range 등이 있으며, 각 시험시설마다 특색 및 장점과 단점이 존재한다. 특히 근접전계시험설비(near-field range)는 안테나의 근거리에서 근접전계를 측정하여 수학적 변환과정을 통해 원거리장 패턴을 얻는 방법으로, 다른 시험장에 비해 비교적 작은 공간을 차지하는 장점이 있어 대형 안테나의 검증에 유리하다. 근접전계시험설비는 안테나 주변에 생기는 근접전계를 측정하여 원거리장 패턴으로 변환하므로, 안테나의 위치에 대한 측정 지점의 정확한 위치 정보가 중요하다. 따라서 측정의 정확성을 위해서는 근접전계스캐너의 매우 정교한 하드웨어 성능이 요구되며, 이에 대한 철저한 검증이 필요하다. 항우연에서는 위성 RF 탑재체 안테나의 성능검증을 위하여 위성시험동 전자파시험실에 근접전계시험설비를 구축중에 있다. 본 논문에서는 항우연에서 구축중인 근접전계시험설비의 하드웨어 성능검증 기법에 대해 연구하고 검증한 결과에 대해 기술하였다.

[P-40] Power Budget Analysis for GEO-KOMPSAT-2B

Sung-Soo Jang¹, Na-Young Lee¹, Jae-Nam Yu¹
Kyung-Soo Kim²

¹Korea Aerospace Research Institute

²Korea Aerospace Industries

This paper summarizes the results of electrical power budget in Transfer Orbit after launch and on Orbit at EOL for GEO-KOMPSAT-2B(GK2B). And the power consumption of the electrical components and units in GK2B is well summarized with contingency margin

according to design maturity. The purpose of power budget demonstrate the adequacy between the DC power needs of the embedded users and capacities of the power source of the satellite all along the transfer and throughout the spacecraft on station lifetime. During the transfer orbit, power budget will be characterized by many mission events which induce changes in either the bus power consumption or the power source availability and performances. The solar array and battery will generate electrical power and store energy to provide users' demand for the satellite operation. They will be conditioned by the Power Regulator in order to provide fully regulated power bus. The electrical performances of the solar array depend obviously on its design but also on its mechanical configuration, on the solar flux received by its cells and on the temperatures of these last ones. The solar array wing is stowed for the launch, then fully deployed during transfer orbit. The performances of the battery depend firstly on its design and then on its State Of Charge, its temperatures, and on the current that cross it. The study of these profiles allows checking that the power sources can face the user needs and thus that the power budget is well sized to pass the transfer phases and on station lifetime.

[P-41] Radiated EMC analysis in SAR payload equipped multi-purpose satellite

Jaewoong Jang, Taeyoun Kim, Kyoungduk Jang, Inkyoung Cho, Gueewon Moon

Korea Aerospace Research Institute

SAR payload equipped multi-purpose satellite includes data link system, TC&R system, GPS system, AIS system as well as SAR payload. Moreover almost electronic units is positioned out of panel. Panel is composed of not aluminum but CFRP, EMI shielding can not be expected. Therefore EMC compatibility by high power RF radiation and in receiver by emission noise of various kinds of units should be investigated. EMC compatibility analysis in satellite units and RF receiving system of SAR payload equipped multi-purpose satellite by radiated emc method is performed.

[P-42] 최소자승법을 이용한 저궤도 위성의 절대 보정 방법

전문진, 이상록, 임성빈

한국항공우주연구원 위성기술연구단 달탐사본체팀

위치정확도는 지표면 영상을 촬영하는 저궤도 위성 시스템의 주요 성능 중에 하나이다. 궤도상의 특정 지점에서 특정 자세로 촬영했을 때, 궤도와 자세 정보를 이용해 계산한 지표면 상의 지점과 실제로 촬영된 영상의 지점에 차이가 있을 수 있고, 이 차이를 평가하는 척도가 위치정확도이다. 저궤도 위성 발사 후 초기 운영 기간 중에 위치 정확도를 측정하고, 자세제어계 센서 절대 보정 과정을 수행한다. 이 과정을 통해 탑재체 광학계와 자세제어계 센서 사이의 미세한 정렬 오차를 파악해 위성에 탑재된 방향코사인행렬을 업데이트한다. 기존의 위치 정확도 향상 단계는 크게 두 단계로 나뉘어져 수행되어 왔다. 첫 번째 단계는 초기 운영 기간 중에 수행되는 센서 절대 보정 과정으로, 탑재체 광학계와 별추적기 사이의 회전 행렬인 방향코사인행렬을 보정하는

과정이다. 두 번째 단계는 검보정 2단계에서 수행되며, CCD 센서의 가로/세로 offset 및 기울기 차이와 같은 미세한 왜곡까지 반영해 지상처리 시스템을 최종 보완하는 과정이다. 이 논문에서는 위치정확도 향상을 위한 단일화된 절대보정 방법을 제안하였다. 위치 정확도 오차를 유발하는 요인인 CCD 장착 방향은 자세제어 센서를 기준으로 회전 행렬 3자유도 이상의 자유도를 갖고 변환되어 있다는 점에 착안해, 회전 행렬과 스케일 인자가 결합된 형태의 새로운 변환 행렬을 구하는 방법을 제안하였다. 고려할 수 있는 사항은 총 6가지이다. 먼저 CCD가 영상 초점을 중심점으로 3축 회전하는 형태의 변화이다. 이는 3자유도로 자세제어 센서와 광학계 간의 회전 행렬로 완전히 표현될 수 있다. 다른 3가지 변화는 CCD 자체가 CCD 중심점을 기준으로 3축으로 회전하는 형태의 변화이다. 이 경우 CCD의 Z축 회전은 앞의 회전 행렬의 변화에 종속되어 자유도를 없앨 수 있고, Y축 회전은 CCD가 하나의 line이므로 영향이 없게 된다. 마지막으로 X축 회전은 앞의 회전 행렬과 독립적인 변화를 유발하므로 자유도가 유지된다. 그러므로 총 4개 자유도가 있으며, 이 중 3개 자유도는 회전행렬로, 1개 자유도, 즉 CCD 자체의 X축 회전의 영향은 스케일 인자로 변환 행렬에 적용된다. 이 변환 행렬은 GCP의 위치 정보와 영상 정보를 이용해 최소자승법으로 구할 수 있다. 이 방법을 적용한 결과, 회전행렬만을 고려한 방법에 비해 약 4미터의 정확도 향상을 얻을 수 있음을 확인했다.

[P-43] 인공위성 배터리의 최적용량 선정에 대한 연구

전현진, 박종오, 한동인

한국항공우주연구원

인공위성의 배터리는 태양전지판 생성 전력량 보다 위성전력 소비량이 더 클 경우에 위성 시스템에 전력을 안정적으로 공급하기 위한 목적으로 장착된다. 하지만, 배터리의 용량을 최적화하지 않고 마진을 과도하게 갖도록 설계한다면 위성의 무게를 불필요하게 증가시키는 결과를 얻게 되며, 또한, 조립 난이도를 높이는 결과를 얻게 된다. 배터리 용량을 최적화하기 위해서는 두 가지 방식으로의 접근이 필요하다. 첫 번째 방식은 에너지 밸런스 요구조건을 만족하며 하루 중 최저 에너지 저장량이 적정수준 이상으로 형성되는지의 성능 분석을 통해 배터리 최저 용량을 선정하는 것이다. 이를 위해서는 배터리 용량 열화 정도를 알아야 하며 필요시 반복 작업이 필요할 수 있다. 두 번째로, 배터리로 들어가는 전류가 최대일 때의 전류 값과 배터리 셀이 허용하는 최대 충전전류 값을 기반으로 배터리 최소 용량을 산정하는 것이다. 배터리로 들어가는 전류가 최대일 때를 산정하기 위해서는 고장관리 기법이 적용되어야 할 수 있다. 이렇게 두 가지 접근법을 통해 결정된 배터리 최소 용량 중 더 큰 값을 선정하면 그 값이 배터리 최적 용량이라고 할 수 있다. 본 논문에 나타난 바와 같은 방식으로 배터리 용량을 산정한다면 배터리 용량을 최적화할 수 있어 위성 전체의 무게 및 조립 난이도를 낮추는 데에 큰 도움이 될 것이라고 판단된다.

[P-44] 저궤도 위성 우주 비행역학 운영 서비스 항목 분석

정옥철, 임현정, 김화영, 안상일

한국항공우주연구원 저궤도위성관제팀

위성 임무운영에 있어 우주 비행역학 기능은 위성의 궤도결정, 궤도예측, 궤도조정 및 잔여 연료량 계산, 궤도 데이터 제공 등의 기본적인 역할을 담당한다. 특히 저궤도 위성의 우주 비행역학을 위한 모듈은 국내에서도 약 20년간 연구개발 및 운영을 통해 충분히 검증된 상태이며, 전 세계적으로는 상용화 제품들이 많이 출시되어 있다. 또한, 일부 궤도 데이터의 교환방식은 CCSDS 표준화 문서가 발행되어 실제 운영에 적용되고 있다. 따라서 현 시점에서 저궤도 위성의 우주 비행역학의 발전방향은 정밀도 및 처리속도와 같은 성능개선, 신규 모듈 개발도 중요하지만, 이와 더불어 기 검증된 모듈 및 표준화 인터페이스를 통해 운영 서비스를 목록화하여 필요한 부분에 관련 서비스를 제공하는 역할이 부각되고 있다고 할 수 있다. 본 논문에서는 저궤도 위성의 우주 비행역학 운영 서비스 항목을 분석하였다. 여기에는 궤도결정 및 궤도예측, 궤도조정에 대한 궤도 분석 및 관련 운영 서비스를 포함한다. 또한, 다양한 형태의 파일 입출력과 관련해서는 표준 인터페이스를 고려한 CCSDS 궤도데이터 메시지 포맷 뿐만 아니라, 현재 운영되고 있는 인터페이스를 기반으로 확장성을 고려한 파일 형태를 제시하고자 한다. 향후에는 본 논문의 분석자료를 활용하여 저궤도 위성의 우주 비행역학 운영 서비스 플랫폼을 구축할 예정이다.

[P-45] 위성 RF 전지구상지원장비의 RF 스위칭 유닛 설계

조승원, 허윤구, 방수완, 문귀원

한국항공우주연구원

저궤도 위성 및 정지궤도 위성의 원격측정명령계(TC&R)는 AI&T (Assembly Integration & Test) 기간 동안 시험을 통해 기능 및 성능이 검증된다. 이를 위해 RF 전지구상지원장비는 RF 통합 시험, 통합 시스템 시험, 열 진공 시험, 각종 환경 시험 후 상태 점검 시험, 그리고 RF 자체 호환성 시험 등에서 사용된다. RF 전지구상지원장비는 제어기, 중간주파수 변조기 및 수신기, 레인징 유닛, RF 스위칭 유닛, 각종 RF 장비들, 외부 인터페이스 유닛 등으로 구성된다. 이 중 RF 스위칭 유닛은 RF 경로 설정을 수행하는 유닛으로써 LAN 인터페이스를 통해 제어되며 RF 상향링크 설정 및 경로 제공, RF 하향링크 설정 및 경로 제공, 루프백 설정 및 경로 제공, 각종 측정 포인트 설정 및 경로 제공, 감쇄 설정 등의 기능을 제공한다. 본 논문에서는 이러한 RF 스위칭 유닛의 상세 설계 내용을 제시한다.

[P-46] 위성 전력공급 및 발사지원 전지구상지원장비의 하니스 인터페이스 설계

조승원, 채동철, 방수완, 류진영, 박주호, 문귀원

한국항공우주연구원

저궤도 위성 및 정지궤도 위성은 AI&T (Assembly Integration & Test) 기간 동안 시험을 통해 기능 및 성능이 검증된다. 위성의 전기 기능 및 성능 시험을 하기 위해서는 위성에 전력이 공급되어야 하는데 전력공급 및 발사지원 전지구상지원장비가 이를 수행한다. 전력공급 전지구상지원장비는 위성에 몇 개의 번들로 이루어진 하니스를 통해 연결된다. 이러한 하니스에는 크게 버스 전력공급용 신호라인, 배터리 관련 전력 신호라인으로 구성된다. 특히 정지

궤도 위성의 경우에는 발사 시 보통 위성 중앙제어장치가 커진 채로 발사되므로 커맨드와 텔레메트리 신호 라인도 함께 포함되어야 한다. 이와 더불어 위성에 비행소프트웨어를 로딩할 수 있는 하니스와 함께 전력공급 전지구상지원장비를 자체 검증하기 위한 검증 하니스도 설계되어야 한다. 또한 AI&T 기간 동안 다양한 환경에서 원활한 시험을 수행할 수 있도록 하니스 길이와 구성도 충분히 고려되어야 한다. 본 논문에서는 위성 전력공급 및 발사지원 전지구상지원장비의 하니스 인터페이스 설계 내용을 간략히 기술한다.

[P-47] 저궤도위성에 적용 가능한 위성항법시스템과 공존하는 무선시스템간의 영향 분석

조인경, 김태운, 장재웅, 장경덕, 문귀원

한국항공우주연구원

위성항법시스템(Global Positioning System:GPS)은 고도화 사회에서 전자시스템 및 멀티미디어의 급속한 보급에 따라 더욱 중요시 되고 있는 산업이며 전기·전자·통신 등 다양한 기술의 융합을 통하여 구현할 수 있는 통합 기술 분야이다. 초창기에는 군용 산업을 위해 개발되었지만, 현재는 다양한 분야에 이용되면서 모든 산업의 기반시스템으로 이용되어지고 있다. 그 중 저궤도 위성, 정지궤도 위성, 항공기, 선박 등을 위한 위성항법시스템은 어느 지역에서나 기상과 관계없이 위치를 파악을 하기 위해 점점 더 중요한 역할을 자리고 있다. 그 중 높은 정확도와 안전성이 요구되는 저궤도 위성을 위한 주변환경의 영향 분석은 매우 중요하다. 이에 본 연구는 저궤도위성의 위성항법시스템과 관련된 국내무선설비규칙 및 국제전기통신연합의 위성항법시스템 보호기준 조사 및 분석을 통해 국내 위성항법시스템 보호를 위한 최소보호거리를 도출하였다. 따라서 본 연구를 통해 국내에서 위성항법시스템 보호를 위한 최소 요구되어지는 보호거리는 향후 안정적인 위성항법시스템의 운용을 위한 기준을 제시할 것으로 기대된다.

[P-48] 위성 개발에 요구되는 규격서와 검증 문서와의 관계 정의 연구

조창권

한국항공우주연구원

위성의 개발은 사용자가 준 요구사항을 시스템 요구사항으로 그리고 그것을 시스템 규격서로 정의하면서 시작된다. 그러나 시스템 규격서를 정의하기까지는 여러 번의 반복된 요구사항 관리 프로세스를 거치게 된다. 이렇게 정의된 시스템 규격서를 만족하기 위해선 각 요구사항에 따른 검증 요구사항들을 정의해야 한다. 즉, 어떠한 수준에서 어떠한 방법으로 요구사항을 검증 할 것인지를 정의해야 한다는 것이다. 위성 개발의 경우, 이미 개발 프로세스와 관련 규격서들은 어느 정도 체계화가 되어있고, 그에 따른 검증 문서들 또한 정의 되어 있다. 따라서 본 논문에서는 실제 위성 개발에 사용되고 있는 개발 규격서와 검증 관련 문서들이 어떠한 관계를 가지고 있으며 활용되는지를 보여주고자 한다.

[P-49] A Novel Architecture to Improve Execution Time Performance of Satellite Image Processing

Yee-Jin Cheon

Korea Aerospace Research Institute

Typically, satellite imagery consists of photographs of earth or other planets made by means of artificial satellites. Satellite images have many applications in meteorology, agriculture, geology, forestry, biodiversity conservation, regional planning, education, intelligence, warfare, and so on. In order to produce satellite images suitable for various application, the pre-processing steps which consist of radiometric correction and geometric correction are required. There are timeliness requirements that specify the deadline for every step of image processing. If a certain step violates its own deadline, it will directly degrade the performance, specifically system response time. Image acceleration techniques are useful for faster diagnosis and treatment of end users including image processing steps after pre-processing. The problem of performance improvement is tackled from multiple directions - architecture, algorithm, communication, resource and the code level. This paper presents a novel architecture to enhance the performance of satellite image processing, primarily utilizing direct memory-to-memory transfer between processing modules in the server, and between radiometric and geometric correction servers.

[P-50] 정지궤도복합위성 추력장치 정렬측정 및 보정방법에 대한 연구

최정수¹, 박종석¹, 김민철²

¹한국항공우주연구원, ²충남대학교 항공우주공학과

정지궤도복합위성은 최근 개발되는 선진국의 고성능 위성들과 동일한 3축 자세안정화 방식을 사용하여 능동적인 자세 제어가 가능하다. 특히 Zero momentum 방식으로 반작용 휠과 추력을 함께 이용한 정밀한 자세제어를 통해 지속적으로 지구를 관찰할 수 있는 고정밀 정지궤도 관측위성이다. 정지궤도복합위성은 발사체에서 분리된 이후 임무궤도에 진입하기 위해 사용하는 주 엔진노즐이 위성체의 하단부 중앙에 위치하고 있으며, 임무 기간 중 자세제어를 목적으로 사용되는 14개의 추력기가 적절한 위치와 방향으로 위성체 외부 방향에 장착되어있다. 10년 이상의 임무수명 요구조건을 만족하기 위해서는 질량특성 측정을 통해 계산된 방향으로 추력을 발생하도록 주 엔진노즐이 정밀하게 측정·보정되어야 하며 각 추력기 또한 마찬가지로 정확하게 요구사항을 만족시키도록 측정·보정 되어야 한다. 본 논문에서는 정지궤도복합위성의 조립 및 시험을 준비하기 위해 추력장치에 대한 측정 방법과 보정 방법에 대해 고찰하였다.

[P-51] Star Selection Algorithm for Image Navigation and Registration of GOCI-II on GEO-KOMPSAT-2B

Sungsik Huh, Ki-Ryeok Yong, Jae-Dong Choi, Sang-Ryool Lee

Korea Aerospace Research Institute

The Image Navigation and Registration (INR) for the Geostationary Ocean Color Imager II (GOCI-II) on GEO-KOMPSAT-2B estimates the state vectors using Kalman filter and star vectors as measurements for correction. The star selection algorithm is necessary to select star measurements because the available stars and their locations seen from the satellite vary as the satellite rotates. In addition, the star matching accuracy for residuals of the INR filter depends on the properties of stars, so the target stars should be selected carefully by the optimal star selection algorithm. In this research, we set up criteria for the star selection algorithm and derive the objective function to quantify the criteria under several constraints. The simulation results of the proposed algorithm are presented.

[P-52] 통합시험·운영시스템 (ITOS: Integrated Test and Operation System) 개발 및 활용 방안

허윤구, 류진영, 박주호, 채동철, 문귀원

한국항공우주연구원

한국항공우주연구원에서 설계 및 구현 완료하여 현재 저궤도 및 정지궤도 위성의 발사전 지상에서 위성체 총조립 및 시험(AIT - Assembly, Integration & Test)과 발사후 지상국에서 위성 운영에 직간접적으로 사용되고 있는 통합 시험·운영시스템 (ITOS: Integrated Test and Operation System)은 현재 진행중인 다양한 위성 사업의 임무를 수용하기 위해서 각 위성 임무별 특이 사항들을 설계에 반영하여 지속적으로 추가 구현 중에 있다. 이와 관련하여 현재 설계에 반영되어 추가 구현되고 있는 여러 가지 요구사항들에 대해서 간단하게 살펴보고자 한다. 또한 통합시험·운영시스템이 지속적으로 지상에서 위성 발사전 AIT 및 발사후 위성 운영 단계 양쪽에서 사용되도록 하기 위해서 통합 시험·운영시스템의 활용 방안에 대해서도 간략하게 기술하고자 한다.

■ 우주응용

[P-53] Crustal Displacement in Korea due to Atmospheric Pressure Variation

Sung-Ho Na^{1,3}, Jungho Cho², Byung-Kyu Choi², Ha-Soo Yoon²

¹Ajou University/ ³University of Science and Technology

²Korea Astronomy and Space Science Institute

Atmospheric pressure variation causes small amount of displacement in the Earth's crust. As the accuracy of space geodetic techniques improves, accurate assessment of such displacement is desired. Convolution of Load Green's function and atmospheric pressure distribution yields the displacement in the crust induced by atmospheric pressure change. Associated change in the Earth's gravity field can be calculated as well. We formerly tested our model with hypothetical typhoon passing Korea, and now try to use it in real situations.

[P-54] 유럽/미국/일본 정지궤도 기상탐재체 개발관련 최신 기술동향

명환춘¹, 정구표², 양군호¹

¹한국항공우주연구원, ²AP우주항공

정지궤도에 차세대 기상탐재체를 장착한 기상위성을 활용하기 위한 개발이 일본을 선두로 미국과 유럽, 그리고 한국에서 활발히 진행되고 있다. 일본의 기상위성(Himawari-8)은 이미 2014년 10월에 발사되어서 궤도상에서의 시험 운용 등을 완료하고, 현재 실제 기상예보에 활용되고 있으며, 올해에 두 번째 기상위성(Himawari-9)이 발사될 예정이다. 미국의 기상위성(GOES-R) 또한 올해 하반기에 발사될 예정으로서, 현재 지상 시험 등이 활발히 진행되고 있다. 미국과 일본, 한국의 기상위성은 모두 공통적으로 미국의 Harris사에서 개발한 ABI 시리즈의 차세대 기상탐재체를 장착하고 있는 공통점이 있는 반면에, 유럽의 차세대 기상위성(MTG)은 자체적으로 개발 중인 FCI를 장착할 예정이다. 본 발표에서는 이러한 다양한 개발 상황에 있는 각각의 기상탐재체들의 시험 결과 및 최신 설계 내용들을 소개함으로써, 차세대 기상탐재체의 최신 기술 동향을 조사하여 제공한다. 특히, 일본의 기상탐재체의 경우에는 지상시험과 궤도시험의 성능 결과를 포함하고 있으며, 미국의 기상탐재체에서는 최근에 수행된 지상 성능시험의 결과들이 소개될 것이다. 마지막으로 유럽의 기상탐재체와 관련해서는 광학검출기 부분의 세부 설계와 광학 시험장비 설계에 관한 내용들을 설명한다.

[P-55] 천리안 2호 해양관측위성 광학탐재체 Straylight 분석

안기범^{1,2}, 조성익^{1,2}, 오은송^{1,2}, 박영제¹, 김석환²

¹한국해양과학기술원 해양위성센터, ²연세대학교 천문우주학과 우주광학연구실

천리안 2호 해양관측위성(GOCI-II, Geostationary Ocean Color Imager-II)은 현재 한국해양과학기술원 해양위성센터에서 주관운행을 수행하고 있는 천리안 해양관측위성(GOCI) 임무를 계승하기 위하여, 2019년 발사를 목표로 2012년부터 개발이 진행되고 있다. 광학탐재체의 원활한 개발을 위해 하드웨어 제작 전 straylight 분석을 수행하였으며, 이를 통하여 광기계부 설계의 최적화 여부를 판단하고자 한다. Straylight은 정상적인 광경로 외에 광학부품 및 기계부의 반사 및 산란에 의해 검출기로 입사하는 빛으로 필터 및 윈도우에서의 반사에 의한 고스트(Ghost) 또한 포함된다. 고스트 분석은 정방향 광추적기법(Forwarding raytracing)을 사용하여 수행하였으며, straylight 분석은 검출기 위치에서 점광원을 생성하여 역방향 광추적기법(Backward raytracing)을 사용하여 분석을 진행하였다. 본 연구에서는 필터와 윈도우에 의한 고스트 분석 및 광학탐재체에 대한 straylight 분석 결과를 통하여 요구사항을 만족함을 확인하고자 한다.

[P-56] 천리안 해양위성 운영: 해상관측용 다분광영상기 궤도상 성능 모니터링

조성익^{1,2}, 안기범^{1,2}, 오은송^{1,2}, 김석환², 박영제¹

¹한국해양과학기술원 해양위성센터, ²연세대학교 천문우주학과 우주광학연구실

지난 2010년 6월 발사된 천리안은 정지궤도 위성으로는 세

계 최초로 총천연색 영상 촬영이 가능한 다분광 영상기인 GOCI(Geostationary Ocean Color Imager)를 탑재하고 있다. 해양관측임무 수행을 위해 개발된 GOCI는 현재 해양수산부 산하 한국해양과학기술원 해양위성센터에서 2011년 4월부터 현재까지 안정적인 위성 주관운행을 수행하고 있다. GOCI 운영의 주요 임무 가운데 하나인 궤도상 성능 모니터링을 위하여, 해양위성센터에서는 GOCI에 탑재된 태양광산광기와 암흑영상 촬영용 광경로 차단필터를 이용하여 매주 3일간 1회 수행하는 태양광 관측자료와 암흑영상 관측을 수행하고 있다. 본 연구에서는 GOCI 정규운영에 활용되고 있는 궤도상 복사보정기술 및 자료처리기법을 설명하고, 2011년부터 5년간의 궤도상 성능 모니터링의 결과를 확인하고자 한다. 발사 후 관측된 태양광 관측자료로 확인된 태양광산광기 특성모델 특성에 의한 복사이득 연변화 및 태양광산광기의 감쇄에 의한 복사이득 변화를 제외한 GOCI의 실질 복사이득 연평균 변화율은 약 0.3% 수준으로 확인되었다.

[P-57] 천리안 2호 해양위성의 최적 해양관측임무 수행을 위한 임무계획시스템 개발

조성익^{1,2}, 안기범^{1,2}, 오은송^{1,2}, 김석환², 박영제¹

¹한국해양과학기술원 해양위성센터, ²연세대학교 천문우주학과 우주광학연구실

2019년 발사를 목표로 현재 탑재체 조립이 진행 중인 천리안 2호 해양위성은 한국해양과학기술원 해양위성센터에서 운영하고 있는 천리안 해양관측위성 임무의 발전적 승계를 목표로 정지궤도복합위성(천리안위성 2호)의 해양탐재체 형태로 개발되고 있다. 한반도 및 중국, 일본 주변 지역에 대한 관측만 가능했던 천리안 해양관측위성과 달리, 천리안 2호 해양위성은 관측가능지역이 지구 전구(Full Disk)로 확장되어, 최소 1일 10회 지역관측 및 1회 전구관측을 수행할 예정이다. 천리안 위성 2B호에는 해양관측임무를 위한 해상 다분광 영상기 탑재체와 더불어 환경임무용 관측기기가 함께 탑재되어 있다. 2기의 탑재체의 효율적인 운영을 위해 매시 기준 각 탑재체에 30분씩 관측시간을 할당하는 시분할 운영개념을 도입할 예정이다. 본 연구에서는 사용자 요구사항에서 명시된 천리안 2호 해양위성의 해양관측임무를 달성하기 위해, 탑재체별 시분할 운영개념 등 위성체계에서 요구한 제한사항과 함께 탑재체 관측영상품질과 밀접한 관련이 있는 Sun glint 및 Solar zenith angle 등의 영상품질 확보 측면에서의 제한사항들을 모두 고려한 최적 해양관측임무 수행방안을 도출하였다. 연구 결과 태양궤도 특성을 포함한 다양한 제한사항을 반영하는 경우에도, 1일 1회 전구관측을 수행해야 한다는 사용자 요구사항을 충분히 만족함을 확인하였다.

[P-58] Assembly of 230mm aperture telescope for earth observation from space.

Gi-Han Hong, Mariia Tumarina, Il H. Park

Dept. of Physics, SungKyunKwan University, Korea

A high performance optics system with 230mm aperture has been developed for Earth observation at the altitude of 500km. As an unique feature the system is compact such that its volume is 90% of 16U size spacecraft. The

telescope has been fabricated with special optical and optomechanical methods, which consists of a Mangin type primary mirror, a front full-aperture corrector lens fixed with the secondary mirror in the support structure, and 5 corrector lenses. We have built a prototype model of the optics system mainly to improve the performance of the telescope and verify the method of assembly and alignment of all optical components in the mechanical structure. The stability of the optomechanical system and its performance depends highly on the mechanical characteristics of the assembly of the mirrors, lens and structure. We present the align method and the study of the characteristics of assembled telescope.

■ 우주천문

[P-59] Tolerance Modelling of Ultra-Compact Telescope for Earth Observation Satellites

Mariia Tumarina¹, Il H. Park¹, Gihan Hong¹, Mikhail Ryazanskiy²,

¹Sungkyunkwan University Physics Department

²Satbyul Co., Ltd

We have developed a telescope for Earth-observation micro-satellite of 16U CubeSat. It will take Earth surface image with resolution of 2.5m GSD, and swath width of 25 km from 600-km Sun-synchronous orbit. The sensor is 70Mpix CMOS with the pixel size of 3 μ m. Catadioptric optical scheme was developed with F# 3, resolution 0.86", flat field of view 3 degrees. total size is 230*230*330 mm and mass not more than 8 kg. It consists of 5 elements: full-aperture front lens corrector, Mangin type primary mirror, secondary mirror and two-lens field corrector. All elements are designed to be spherical to simplify production and adjustment. We maximize the aperture to the equivalent diameter 241 mm using non-circular shape. We model the tolerances for this telescope, found decentering <10 μ m, tilt <1', on-axis shift up to 5 μ m at flight. Compensation possibilities are modelled too, found that on-axis shift up to 100 μ m can be compensated by secondary mirror or sensor position. Modelled MTF at this limits is better than 0.22.

[P-60] CFRP Mirror Development

Young-Soo Kim¹, Jeong Gyun Jang¹, Jihun Kim¹, Je Heon Song¹, Jeong-Yeol Han¹, Jakyoungh Nah¹, Uk Won Nam¹, Sangwon Hyun², Geon-Hee Kim²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute

²Korea Basic Science Institute

New materials for telescope mirrors have been investigated, from metal to silicon carbide and carbon fiber reinforced polymer (CFRP). CFRP is suitable for mirror material as it is stiff, light-weight, and low thermal expansion. The characteristics provide extra benefits to satellites and space applications, as weight is one of the major factors to space engineering, especially for launch. Production processes have been studied to make CFRP mirror. In this paper, the studies and investigation of a sample are presented and discussed.

[P-61] Comparison of Numerical Simulations with

Analytical Solutions for Shock-free and Shocked Accretion Disk around a Black Hole

Seong-Jae Lee¹, Indranil Chattopadhyay², Rajiv Kumar², Siek Hyung¹

¹School of Science Education, Chungbuk National University

²ARIES, Manora Peak, Nainital-263002, Uttarakhand, India

We performed numerical simulations for shock-free and shocked accretion flow onto a black hole in a two dimensional cylindrical geometry with initial conditions adopted from analytical solutions. Our developed code includes the Lagrangian Total Variation Diminishing (LTVD) and remap routine, so simulations can handle the angular momentum distribution correctly and capture shocks accurately. The results showed that inviscid shock-free accretion disk solution produces a thick disk structure, while the viscous shock-free solution attains a Bondi-like structure. However, in either case, no jet activity nor any QPO-like activity developed. The steady state shocked solution in the inviscid, as well as, in the viscous regime, matched theoretical predictions well.

■ 태양 및 우주환경

[P-62] The Vertical Propagation of Three-Minute Chromospheric Oscillations in a Pore

Juhyeong Kang, Jongchul Chae, Donguk Song

Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Korea

Even though there are a number of observational studies to understand the origin of three-minute oscillations, it is still necessary to investigate the vertical propagation of such oscillations. We provide observational results relevant to the nature and origin of the periodic motion. We analyze the Call 8542A line profiles taken by the Fast Imaging Solar Spectrograph of the 1.6 m New Solar Telescope at Big Bear Solar Observatory. Applying the lambdameter method with different widths, we obtain chromospheric line-of-sight(LOS) velocity oscillations in a pore. Furthermore using the time variations of LOS velocity with frequency around 5 mHz and 6 mHz respectively, we measure the time lags between two different heights. From these, we find that 70 % of data are consistent with upward propagation, 25 %, downward propagation, and 5 %, bidirectional propagation. The group speed of upward propagation is about 4 km s⁻¹. Downward propagation occur at specific regions in the pore. In addition, there is a small portion of bidirectional propagating, and it suggests that some of waves originate from low height in the chromosphere. Our results support that the three minute oscillations are slowly propagating waves in the dispersive medium rather than standing wave, and can be reflected or originated from the chromosphere.

[P-63] A correlation study between mesospheric temperatures and indices of Arctic Oscillation (AO) and El-Nino southern oscillation (ENSO)

Gawon Kim¹, Yong Ha Kim¹, Youngsun Lee¹, Jeong-Han Kim²

¹Chungnam National University²Korea Polar Research Institute

The tropospheric climate changes such as Arctic Oscillation (AO) and El-Nino southern oscillation (ENSO) can have effects on upper atmosphere. We study the correlations of these indices with mesospheric temperatures. The mesospheric temperatures at a high latitude are obtained from the OH rotational lines in airglow spectra observed by Fourier Transform Spectroscopy (FTS) at Kiruna (61°N 21°E) during the 2003-2014 period. The mesospheric temperatures at mid-latitude are acquired from the emission lines of OH(8-3) P-branch in background atmospheric spectra of Sloan Digital Sky Survey (SDSS) which were operated at Apache Point Observatory (APO, 32°N 105°W) for a period of 2001-2014. We carried out correlation analysis between mesospheric temperatures and indices of AO and ENSO. We found positive correlation of mesospheric winter temperatures of FTS with AO indices, but little or no correlation of SDSS temperatures with AO and ENSO indices. We will discuss the meaning of the correlation results.

[P-64] 400 MeV/u 탄소 이온을 이용한 CR-39 고체비적 검출기의 교정

김성환¹, 남옥원², 이재진², 박원기², 표정현², 문봉곤²¹청주대학교 방사선학과, ²한국천문연구원

우주공간에서는 지상과 달리 양성자, 중하전입자 등의 고 LET 방사선이 존재하므로, 우주임무 수행시 우주승무원의 고LET에 의한 방사선 피폭선량 모니터링이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 CR-39 고체비적검출기(SSNTD)를 선량계로 사용하기 위하여 일본 중입자가속기연구소(HIMAC)의 400 MeV/u 탄소 이온을 이용한 교정실험을 수행하였다. 탄소 이온을 조사한 CR-39 검출기는 일본 우주항공연구개발기구(JAXA)의 고체비적검출기 전처리 프로토콜에 따라 화학적 에칭을 하였고, 에칭된 CR-39 검출기의 표면에 형성된 트랙은 디지털 카메라로 촬영한 후 Image J를 이용하여 분석하였다. 분석결과 400 MeV/u 탄소 이온의 $\bar{y}_F$ 와 $\bar{y}_0$ 는 각각 8.5 keV/um 및 10.1 keV/um이었으며, 이 결과는 한국천문연구원의 조직등가비례계수기(TEPC)로 측정 한 값 및 GEANT4 몬테칼로 시뮬레이션으로 계산한 값과 잘 일치하였다. 본 연구를 통하여 CR-39의 선량 및 LET 교정인자를 결정할 수 있었으며, 우주 공간이나 원자력발전소, 고 LET 방사선 치료 등에서 선량시 CR-39의 가능성을 확인하였다.

[P-65] Pre-eruption Phase of Active Region Filament observed by Nobeyama Radioheliograph, RHESSI, and SDO

Sujin Kim¹, Bhuwan Joshi², Kyungsuk Cho¹¹Korea Astronomy and Space Science Institute²Udaipur Observatory, India

We have investigated a pre-eruption phase of an active region filament which expelled out as a halo CME. The main eruption accompanied a M-class flare which occurred in 2011 August 4. For this study, we used the Nobeyama Radioheliograph(NoRH) 17 GHz and 34 GHz,

RHESSI Hard X-ray satellite, and AIA and HMI onboard the Solar Dynamics Observatory (SDO). During the pre-eruption phase, clear nonthermal emission was detected in microwaves of NoRH and HXR of RHESSI. At the moment that the nonthermal emission start, the nonthermal sources appeared at the one edge of the filament structure on a polarity inversion line, and the slowing rising filament structure in AIA 94 underwent a sudden acceleration on its ascendance. Based on the results, we discuss a triggering mechanism to lead this explosive eruption and flare.

[P-66] Tomography Using the Jason-1 plasmaspheric TEC dataset

Eunsol Kim¹, Yong Ha Kim¹, Geonwha Jee², Seheon Jeong¹¹Chungnam National University²Korea Polar Research Institute

Tomography technique has been applied to ionospheric researches with total electron content (TEC) measured by ground-based GPS receivers. In a similar manner, we developed a tomography algorithm to estimate 2-dimensional structure of the plasmasphere using plasmaspheric TEC (pTEC) measured by Jason-1 satellite at the orbit altitude of 1336 km. We adopted a multiplicative algebraic reconstruction technique (MART) to invert the measured TEC data into electron density distributions along the magnetic flux tube. Climatic electron density distributions are reconstructed on a longitudinal plane in the altitude range of 1336 - 20200 km using the entire pTEC dataset of Jason-1 in the period of 2003 - 2006. The reconstructed distribution indicates that the plasmasphere contracts with decreasing solar activity. We will present the tomography results and examine plasmaspheric variations with local time and seasons.

[P-67] Automated Sunspot Observation System at KNU

Yong-Beom Choi^{1,2}, Ki-Beom Kim^{1,2}, Heon-Young Chang^{1,2}¹Department of Astronomy and Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, Korea²Research and Training Team for Future Creative Astrophysicists and Cosmologists (BK21 Plus Program), Kyungpook National University, Korea

Observing sunspots is very simple process. However, assuring location and area of sunspots, grouping and classifying sunspots are not only complex but also inconsistent process. In order to solve these flaws, we make automated system to objectively analyse sunspots as well as record the information. In this paper, we present the verification results of effectiveness of the each process of observing, grouping and classifying sunspots and finding the location and area of sunspots.

[P-68] Characteristics of whistler-mode chorus waves under quiet geomagnetic and solar wind conditions as distinguished from those associated with substorms

Jin-Hee Kim¹, Dae-Young Lee¹, Wen Li²

¹Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea

²Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA

The characteristics of lower band whistler-mode chorus waves are investigated using data obtained from Time History of Events and Macroscale Interactions During Substorms (THEMIS) spacecraft from 1 Aug 2008 to 1 Aug 2011. Chorus emissions are generally believed to be an important electromagnetic waves in the Earth's inner magnetosphere excited by energetic (~keV) plasma sheet electrons. Such electrons are predominantly injected into the inner magnetosphere during substorm time. In this study, a number of whistler-mode chorus wave events were identified by using THEMIS wave-burst data. Considerable number of them are associated with quiet geomagnetic and solar wind conditions, though most of them are associated with substorms. We focused on examining the differences between the quiet time chorus waves and those associated with substorms. Remarkable differences were found by investigating the spatial distribution of the waves, the electron resonance energy and the corresponding electron distributions.

[P-69] Development of Langmuir Probes for the CubeSat LINK

Go Woon Na¹, Jongho Seon¹, Kyoung-Wook Min², Jun Chan Lee², Kwangsun Ryu², Jongmann Yang³

¹Kyung Hee University

²Korea Advanced Institute of Science and Technology

³Ewha Womans University

For the simultaneous observation in the lower ionosphere (200 - 380 km), the QB50 suggests the network of 50 CubeSats. One of CubeSats, called the CubeSat LINK, has Ion-Neutral Mass Spectrometer (INMS) and two Langmuir Probes (CubeSat LP) for the observation. Two Langmuir Probes are developed with different gains to cover the expected electron density from $10^4/\text{cm}^3$ to $10^6/\text{cm}^3$. The CubeSat LP is also developed to take limited data because of the requirement of downloadable data. The amount of required data is insufficient to analyze by the conventional method. Therefore, we applied another measurement principle which estimates the electron density with limited data selected in the electron saturation region. This method was verified by a plasma chamber test. The measurement principle, the system architecture, and test results of the CubeSat LP will be reported.

[P-70] Comparison of characteristics between EMIC waves under quiet time conditions and those associated with substorms observed in the inner magnetosphere

Sung-Jun Noh, Dae-Young Lee

Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University

In the earth magnetosphere, many waves interact with charged particles, which is responsible for to a number of magnetospheric activities. electromagnetic ion cyclotron

(EMIC) waves have been considered as an important wave to precipitate the energetic charged particles into the Earth's atmosphere. The EMIC waves are triggered by anisotropic distribution of energetic protons ($T_{\perp} > T_{\parallel}$). There are two probable geomagnetic phenomena to cause this particle distribution. One is dayside compression due to solar wind dynamic pressure enhancement and the other is energetic proton injection from the plasma sheet during storm and substorm. In this study, we have identified the EMIC waves in the inner magnetosphere ($L < 7$) with Van Allen Probes (VAPs) observations, and have found another class of the EMIC waves which occurred under quiet-time conditions. In this presentation we report the characteristics of these EMIC waves in the aspects of their spatial distribution, basic waves properties, temperature anisotropy of associated protons, minimum resonance energy, and the proton flux spectra. They will be compared with the characteristics of EMIC waves associated with substorms.

[P-71] Design of electron flux prediction algorithm at geostationary orbit using neural network

Keunchan Park^{1,2}, Jaejin Lee², Kyungchan Kim³, Yu Yi BonJun Ku⁴, Hyesook Lee⁵

¹Department of Astronomy, Space Science and Geology, Chungnam National University

²Korea Astronomy & Space science Institute

³Division of Science education, College of Education, Daegu University

⁴Electronics and Telecommunications Research Institute

⁵Korean Meteorological Administration

The electron flux at geostationary orbit is changed rapidly by solar wind condition and these particles affect on satellites. To protect the various risk, researches of the electron flux prediction have been progressed constantly. We designed the electron flux prediction algorithm as the one of 5 space weather algorithm utilizing data from Korea Space Environment Monitors (KSEM) on GEO-KOMPSAT-2A (GK-2A) satellite. We used solar wind parameters (speed, density, IMF Bz) obtained from ACE satellite, geomagnetic indices at Kyoto and gfz potsdam (Dst, Kp) and electron flux at GOES satellite as inputs and predicted electron flux from 1 hour ahead to 24 hour ahead. The algorithm using neural network is trained from 2011 to 2012 and the test period is from 2013 to 2014. As a result of the test, correlation coefficient of 1 hour ahead is about 0.8 but the coefficient is lower as the prediction time become longer and the problem called overfitting occurred. We change the number of hidden layer neuron, values of weight, bias, and confirm the prediction results to solve this problem. Also, we try to increase the accuracy of electron flux prediction through above process. Additionally, we design the prediction algorithm using multiple linear regression and have a plan to combine the results from two methods.

[P-72] Correlation Between X-Class Solar Flares and Predating X-rays and EUV Activities

Park, Gi-Young¹, Park, Sun-Mie²

¹Korea University

²Korea Science Academy of KAIST

Solar flares are one of the most violent events that take place on the Sun, throwing enormous amount of particle and radiation into the space. It will be a great leap to become able to predict these events, like weather forecasting. In this study, the statistical correlation between X-class solar flares and EUV flux have been investigated to predict solar flares. Observations of extreme ultraviolet (EUV) emission from X-class solar flares that occurred in 2011 are presented, obtained using the Multiple EUV Grating Spectrograph (MEGS) and EUV SpectroPhotometer (ESP) in EUV Variability Experiment (EVE) onboard the Solar Dynamics Observatory (SDO). 3 days data span before the event have been compared to the quiet EUV emission to evaluate the variations in X-ray and EUV emissions that predates X-class solar flares. The flares are divided into two groups, single and multiple events. The single events are X-class flares that have no other X-class flares within 15 days before and after the event. Multiple events are the otherwise cases of X-class solar flares. Analysis of 12 single events from 2010 to 2014 has revealed that 83.3% of the cases show increase in X-ray and EUV emission, including wavelengths of 0.1-7nm, 17.1nm, 25.7nm, and 30.4nm, up to 110%. The results are particularly decisive in the integrated wavelengths 0.1-7nm, indicating that there is an increase in the total amount of X-ray emission before a flare takes place. Single wavelengths show more chaotic results, making it difficult to conclude that the EUV levels have rose. The amounts of increase themselves however seem to be irrelevant with the actual intensity of the events.

[P-73] 정지궤도 자기장을 함께 이용한 지자기 지수 예측 알고리즘 설계

박우연^{1,2}, 이재진¹, 김경찬³, 구본준⁴, 이혜숙⁵, 이 유²

¹한국천문연구원, ²충남대학교 우주지질학과, ³대구대학교 사범대학 과학교육학부, ⁴전자통신연구원, ⁵기상청국가위성센터

지자기 지수인 Dst 지수와 Kp 지수를 예측하기 위한 알고리즘을 개발하고 있다. 종래의 예측 모델들은 태양풍과 행성간 자기장 물리량들을 사용한다. 그에 더해 우리는 더 좋은 예측 결과를 얻기 위해 정지궤도상의 자기장 세기 또한 입력값으로 사용한다. 현재는 미국의 GOES-15 위성의 자료를 쓰지만, 추후에 우주기상탐재체를 실은 천리안 II 위성이 활용되기 시작하면 그것의 자료를 사용하게 된다. 알고리즘에 쓰이는 기술은 인공신경망과 다항선형회귀이다. Dst 지수와 Kp 지수의 1시간 ~ 24시간 후 예측결과, Dst 지수는 인공신경망기술을 썼을 때 가, Kp 지수는 다항선형회귀기술을 썼을 때 더 좋은 성능을 보였다. 추후에 더 좋은 예측결과를 얻기 위해 인공신경망과 다항선형회귀를 결합한 기술을 쓸 것이다. 또한 정지궤도 자기장 자료를 효율적으로 사용하기 위해 지수화 하여 입력값으로 활용할 것이다.

[P-74] Progress of Flight Model for Instruments for the Study of Space Storms (ISSS) to study space storms

Jongdae Sohn¹, Kyoung-Wook Min¹, Junchan Lee¹, Yongmyung Seo², Gyeong-Bok Jo³, Seunguk Lee⁴, Gwoon Na², Han-Ik Kim¹, Ju Woo², Cheong Rim Choi¹, Jongho Seon², Yu Yi³, Dae-Young Lee⁴, Kyung-In Kang⁵, Goo-Hwan Shin⁵

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology,

²Kyung Hee University

³Chungnam National University

⁴Chungbuk National University

⁵Satellite Technology Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology

Scientific goals of the Instruments for the Study of Space Storms (ISSS) onboard next generation small satellite-1 (NEXTSat-1) is to understand precipitation of radiation belt particles, ionospheric irregularities and their effects on GPS signals. NEXTSat-1 will be launched into sun-synchronous Low Earth Orbit (LEO) at an altitude in the range of 500-600 km with ISSS, NIR Imaging Spectrometer for Star formation history (NISS) and space core technologies (SCT) payloads. The ISSS payload consists of a Medium Energy Particle Detector (MEPD), a High Energy Particle Detector (HEPD), a Langmuir Probe (LP), a Retarding Potential Analyzer (RPA), and an Ion Drift Meter (IDM). MEPD measures full electron spectrum from ~20 keV to ~400 keV with pitch angle information. HEPD measures full electron spectrum from ~100 keV to a few MeV with pitch angle information. MEPD and HEPD 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. LP measure the density in the range of $10^4/\text{cm}^3$ - $2 \times 10^6/\text{cm}^3$ and the temperature in the range of 600 K - 3000 K for ionospheric thermal electrons. RPA measure the density in the range of $10^4/\text{cm}^3$ - $2 \times 10^6/\text{cm}^3$ and the temperature in the range of 1000 K - 3000 K for ionospheric thermal ions. IDM measure about 1 km/s cross track for RAM direction and about 1 km/s drift velocities for ionospheric thermal ions. ISSS payload is currently under development. In this time, we summarize progress of Flight Model (FM) for ISSS payload.

[P-75] The preliminary test result of ground-based Search-Coil Magnetometer at the Korean Antarctic station (Jang Bogo)

Jehyuck Shin¹, Jongwoo Kwon², Seungah Lee², Jung-Kyu Lee¹, Seongwhan Lee¹, Ho Jin¹, Khan-Hyuck Kim¹, Hyomin Kim³, Marc R. Lessard⁴

¹School of Space Research, Kyung Hee University, Korea,

²Department of Astronomy and Space Science, Kyung Hee University, Korea,

³Center for Solar-Terrestrial Research, New Jersey Institute of Technology, USA

⁴Space Science Center, University of New Hampshire, USA

A Search-Coil Magnetometer (SCM) which is designed to observe time-varying magnetic fields for space whether monitoring has been developed as ground-based instrument. For the studies of magnetosphere-ionosphere coupling, a SCM has science requirement such as observation objects Pc 1, 2 (0.1~5.0 Hz), Pi 1 (0.025~1 Hz) in Ultra Low Frequency (ULF) range. The instrument is consist of two orthogonal magnetic sensors, amplifier circuit boards and data acquisition system. Prior to construct, Engineering Model (EM) included 1-axis magnetic sensor has been developed to verify performance of instrument. Sensor of EM has 865 (L) X 100 (D) mm size, about 8 kg mass and that is

composed of magnetic wire wound around a core of high permeability (μ). Until now, function and field test have been conducted then installation model is in the process of development. In this austral summer, a SCM is planned to set up at the Korean Antarctic station (Jang Bogo).

[P-76] Comparison of the vignetting patterns for the Wolter type grazing incidence reflecting telescopes

Junho Shin¹, Yong-Jae Moon¹, Takashi Sakurai²

¹School of Space Research, Kyung Hee University

²National Astronomical Observatory of Japan

The Yohkoh Soft X-ray Telescope (SXT) and the Hinode X-Ray Telescope (XRT) are the grazing incidence reflecting telescopes with a modified Wolter type configuration. These instruments have provided solar X-ray images for decades and contributed to the progress in our understanding of coronal physics. Since the Sun is a large object of about 30 arc min in diameter, the optical design of a solar telescope should consider the uniformity of imaging quality over a wide field-of-view. Vignetting is one of the most fundamental optical characteristics for representing the performance of an X-ray mirror, because it directly describes the ability to collect the photons at different energies. In optics, the vignetting effect is defined as the reduction in intensity near the edges of an optical instrument's field-of-view, which is mainly caused by the degradation of a mirror response and by internal mechanical obstruction. We have examined the vignetting effects in both the SXT and the XRT for years by analyzing the pre-launch experimental data. The results show that the offset of the optical center from the geometrical center of the telescope affects systematically the vignetting in the telescope and makes it deviate from the rotational symmetry. We also have found that the energy dependence of the vignetting effect is apparent and thus cannot be simply ignored. More results on the vignetting patterns for two solar X-ray telescopes will be introduced and discussed in detail.

[P-77] Continuous growth rate spectrum through the resonance between the oblique magnetosonic waves and the ions

Chang-Ho Woo¹, Kyoung-Wook Min¹, Kyunghwan Dokgo¹, Cheongrim Choi²

¹Department of Physics, KAIST, Korea

²Chungbuk National University

Magnetosonic wave, also called as equatorial noise, shows discrete growth rate feature near 90° wave normal angles at multiples of ion cyclotron frequency and becomes continuous away from 90°. We study this continuous growth rate feature of magnetosonic waves. Hamiltonian of the ion motions under the influence of magnetosonic waves is calculated. Using Lie perturbation method, the resonance at multiples of ion cyclotron frequency is confirmed.

[P-78] Shock Merging in the Chromosphere of Sunspots

Kyeo-re Lee, Jongchul Chae

Astronomy Program, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Korea

Umbral Flash and Running Penumbra Wave are well known as propagating acoustic waves detected in the chromosphere of sunspots. Period of the wave is about 3min in anywhere of the umbra, but it increased to roughly 5min at outside of the penumbra. One probable reason for the period changing is acoustic cutoff frequency that is proportional to cosine of the magnetic field inclination. One other clue is nonlinear phenomena such as shock merging which is recently observed at a pore. We additionally found shock merging features at six sunspots by using H α imaging spectral data obtained from Fast Image Solar Spectrograph. Shock merging in sunspots mainly occurred at boundary of umbra and penumbra, therefore it could play a important role for the period change. If our finding extended to more sunspots and different band, it will give a chance to understand chromospheric magnetic structure and nonlinear process.

[P-79] 다채널 실리콘광증배관 소자용 신호처리장치의 개발, 제작 및 우주 응용 가능성

이직, 전진아, 이혜영, 박일홍

성균관대학교 물리학과

다채널 실리콘광증배관(SiPM) 소자에 적용할 수 있는 신호 처리 장치 모듈을 개발하고 그들을 사용하여 1024채널 신호처리 장치를 제작하였다. 이 신호처리 장치는 아날로그 부, 디지털 부, 데이터획득 부로 구성된다. 아날로그 부는 64-채널 아날로그 ASIC칩을 기반으로 설계 제작되었으며, 아날로그 부의 주 역할은 입력 전하신호를 아날로그 전류 또는 전압신호로 변환하여 64:1로 multiplex된 신호로 출력하는 것이다. 디지털 부의 주 역할은 아날로그 ASIC칩에서 64:1로 multiplex되어 출력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 것이며, 데이터획득 부의 주 역할은 아날로그 ASIC 칩을 포함한 주요 장치의 동작 조건 설정과 디지털 부로부터의 신호를 총괄 통합하여 외부 장치로 출력하는 것이다. 본 발표에서는 다채널 SiPM 센서용 신호처리 장치의 설계, 제작, calibration 결과 및 SiPM으로부터의 광 신호에 대한 신호처리 장치의 출력 측정 결과를 제시한다. 끝으로 다채널 실리콘광증배관 및 신호처리의 장치의 우주 응용 예를 제시한다.

[P-80] 우주용 64채널 실리콘 광증배소자 SiPM의 제작과 테스트

이혜영^{1,2}, 전진아^{1,2}, 박일홍^{1,2}, 이직^{1,2}

¹성균관 대학교 물리학과 차세대 광센서연구실, ²성균관 대학교 물리학과 우주과학기술연구소

본 논문에서 논하고자하는 극저조도에서도 광 측정이 가능한 우주용 광센서인 실리콘 광증배소자(SiPM, Silicon Photomultiplier)는 가이거 모드에서 동작하는 다수의 매우 작은 마이크로 픽셀로 이루어진 반도체 광센서이다. 기존의 광센서로 많이 사용하고 있는 광증배관(Photomultiplier tubes)과 같이 높은 증폭률(Gain: ~106) 특성을 가져 단일 광자 측정이 가능하면서도 그 크기는 매우 작고 자기장의

영향을 받지 않으며 저 전압에서 동작 가능하다는 것 등 장점이 많다. 본 연구는 보다 낮은 전압에서 작동하는 SiPM 소자를 개발하기 위해 P형 실리콘 기판 위에 형성된 얇은 에피택시 층 안에 매우 강한 전기장이 형성되도록 P-N 접합을 조성하였고, 64채널을 갖는 센서를 제작하였다. 이 소자의 동작 시뮬레이션과 마스크 설계, 제작된 센서에 대한 전기적인 특성 및 잡음비율, 단일 광자 스펙트럼(Single photoelectron spectrum), 성능테스트 결과를 논의한다.

[P-81] 다채널 실리콘 광증배 소자로 만들어진 핀홀 카메라의 제작과 테스트

전진아^{1,2}, 이혜영^{1,2}, 박일홍^{1,2}, 이지^{1,2}

¹성균관 대학교 물리학과 차세대 광센서연구실, ²성균관 대학교 물리학과 우주과학기술연구소

본 논문에서 다루는 우주용 광센서인 실리콘 광증배소자(Silicon Photomultiplier)는 가이거 모드에서 동작하는 반도체 광 센서이다. 기존의 광 센서로 많이 사용하고 있는 광증배관(Photomultiplier tubes)과 같이 높은 증폭률 특성을 가져 단일 광자 측정이 가능하면서도 그 크기는 매우 작고 자기장의 영향을 받지 않으며 저 전압에서 동작 가능하다는 것 등 우주에서 적용하기에 많은 장점을 가진다. 현재까지 실리콘 광증배 소자는 몇 채널을 이용하여 과학적 실험 또는 의료용으로 사용되어 왔다. 본 연구에서는 이러한 실리콘 광증배 소자로 만들어진 1천 채널 이미지 센서를 제작하였다. 또한 우리는 이미지 센서의 제작뿐 아니라 이를 적용한 핀홀 카메라를 제작하였다. 구성 방법 및 이를 이용하여 극 저 조도에서 촬영된 이미지 성능테스트 결과를 논의한다.

[P-82] The Solar Brightness Variation Analysis Using SDO HMI

Dong-Gwon Jeong, Suyeon Oh

Chonnam National University

It is well known that the solar irradiation varies with the solar cycle. In this study, the relative fluxes of photosphere are extracted from SDO/HMI images and compared during the four years since 2012. The images are analyzed onto a straight line from the geographic north and south poles of the Sun. The relative fluxes of the photosphere reach to the maximum in 2012. They show the trend to decrease gradually after 2012. Northern hemisphere shows the significant decreasing trend. The results also show the asymmetry that the relative fluxes are higher in southern hemisphere. These results will be helpful to examine the relationship between the asymmetry and climate changes in the solar activity and to predict solar activity according to the relative flux through observations of regular solar photosphere. Changes of photospheric brightness are thought to be associated with faculae accompanied with sunspots. In subsequent studies, the analysis of solar images at solar minimum can make us understand that the activity of faculae around sunspots affects the solar irradiance.

[P-83] 우주방사선에 영향을 받는 재료의 물성 비교 분석 연구

정지연, 윤용식

한국항공우주연구원

우주방사선은 우주환경에 노출된 우주비행체의 재료성질에 영향을 준다. 이러한 영향으로 인해 재료의 성질이 제 역할을 다하지 못하는 경우 별도의 차폐방법을 우주비행체를 차폐하여 재료성질이 영향을 받는 것을 미연에 방지한다. 차폐의 필요 유무 및 방법을 결정하기 위해 우주비행체의 재료 물성이 우주방사선에 받는 영향을 연구하여 적절한 재료를 선택하고 설계한다. 본 논문에서는 우주비행체에 널리 사용되는 알루미늄 및 복합재의 우주방사선에 의해 영향을 받는 재료 물성에 대한 미국 NASA 및 유럽 ESA 등의 표준자료를 검토하고 비교분석 하였다. 그리고 이를 바탕으로 국내에서 고·저준위감마선조사, 선형전자선가속기, 이온주입장치를 이용한 시험을 수행하기 위한 기준을 검토하였다. 본 연구를 통하여 우주비행체에 선정된 알루미늄 및 복합재의 차폐방법 및 관련 시험 등을 선정할 수 있는 기초자료로 활용하고자 한다.

태양계 및 우주탐사

[P-84] Science data management plan for Korea Lunar Pathfinder Orbiter : Public access necessity of science data

Joo Hyeon Kim

Korea Aerospace Research Institute

Korea Aerospace Research Institute has kicked off the Korea Lunar Exploration Development Program in January, 2016 in support of Ministry of Science, ICT and Future Planning. As the 1st stage, Korea Lunar Pathfinder Orbiter, named as KPLO, will conduct acquisition of high resolution images for 2nd stage lunar exploration and science data for lunar environment researches as well as the core technology demonstration and validation for space explorations.

The KPLO mission has the meaningful purposes of expanding the space territory of Korea space development. For the purpose, the 1st stage program, i. e. KPLO mission, is concentrating on enhancement of space technology in order to successfully reach the Moon. However KPLO will carry out science missions as much as other space explorations by advanced countries in space development. We have to establish a science data management plan to encourage scientific activities using science mission data in order to lead the mission to succeed. The succeed of science missions is to produce scientific achievement as many as possible with the data. I present public access necessity of science data in order to enhance the science achievements of KPLO.

[P-85] Mission Assurance of mid-IR and Gamma-ray Spectrometer for Korean Lunar Exploration

Kyung-In Kang¹, Young-Jun Choi², Kyeong-Ja Kim³, Seung-Kwan Kim⁴, Sung-Jae Park⁵, Geon-Hee Kim⁶

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology

²Korea Astronomy and Space Science Institute

³Korea Institute of Geoscience And Mineral Resources

⁴Korea Research Institute of Standards and Science

⁵Korea Institute of Machinery & Materials

⁶Korea Basic Science Institute

This paper presents the mission assurance for engineering model of mid-IR spectrometer and gamma-ray spectrometer of the second Korean lunar exploration. Those spectrometers is developing to observe water and to identify geological resource on the moon surface. To develop the spectrometer, mission assurance is performing each development period such as technical review, parts, material and process control, safety control, quality management, performance verification and etc. Recently, System Requirement Review was held by all engineers who are participated the project to develop the spectrometer for lunar exploration. This paper show that the process of mission assurance and mission requirement.

[P-86] Orbit Determination Requirement and Performance Analysis for Korea Pathfinder Lunar Orbiter Mission

Young-Rok Kim, Young-Joo Song, Jonghee Bae,
Bang-Yeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

In 2016, Korea's first Lunar program was launched. The first stage of Lunar program is to develop the Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO) and to deliver KPLO to Lunar polar orbit. For successful Lunar mission, flight dynamic system must have reasonable orbit determination (OD) requirement and performance. The requirement and performance of OD have to be properly determined considering various mission environment. For example, Lunar Orbit Insertion (LOI) strategy affects required OD accuracy, because a phase of Lunar trajectory and cruising environment are changed according to LOI method. In this study, we summarized LOI strategies of past Lunar missions and investigated their OD requirement and actual performance for preliminary analysis of KPLO OD. This study gives useful guideline for OD requirement deduction and performance analysis of flight dynamic system of KPLO.

[P-87] Preliminary Error Analysis to Design the Midcourse Trajectory Correction Maneuver of Lunar Orbiter

Jonghee Bae, Young-Joo Song, Young-Rok Kim, and
Bang-Yeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

In this study, preliminary error analysis is performed to design the midcourse trajectory correction maneuver (TCM) of the lunar orbiter. Based on the direct lunar transfer, the lunar orbiter is derived to the low Earth orbit (LEO), and is injected into the trans-lunar trajectory by the launch vehicle. During the trans-lunar trajectory, the lunar orbiter will perform several midcourse TCMs by the propulsion system of the lunar orbiter. The objectives of these maneuvers are to remove the deviation by injection error of the launch vehicle and to achieve the high

accuracy for the lunar orbit insertion (LOI). To design the midcourse TCMs, it is required to analyze the error dispersion of the launch vehicle. The actual trajectory of the lunar orbiter generally differs from the designed transfer trajectory due to the various error sources during the transit from the Earth to the Moon. Among error sources, the injection error from the launch vehicle is a main error source to deviate from the desired trajectory of the lunar orbiter. Therefore, the error dispersion is analyzed according to the trans-lunar injection (TLI) delta-V magnitude and direction inaccuracies in this study. In addition, the position and velocity errors of the lunar orbiter are analyzed considering the midcourse TCM epoch. The midcourse TCM epoch is important factor to design the TCM, and this parameter depends on the orbit determination performance. In this study, the trend of the position and velocity errors is described with respect to the midcourse TCM epoch as 6, 12, and 24 hours after TLI in the same error condition. This error analysis provides useful results to design the midcourse TCM of the Korea lunar orbiter.

[P-88] Level 1 Calibration of Moon Mineralogy Mapper (M3) data using KPLO Image Processing Prototype

Seunghee Son, Dawoon Jung

Korea Aerospace Research Institute

The Moon Mineralogy Mapper (M3) is a scientific payload on India's first lunar probe, Chandrayaan-1. Chandrayaan-1 was launched in October 2008, and operated until August 2009. M3 is an imaging spectrometer and was developed with NASA's contribution. It operates with wavelengths from 430 nm to 3000 nm and its spatial resolution is 140 m at 100 km orbit (global mode). M3 data is well archived and distributed in the PDS imaging node. We present the results of processing the M3 data using the prototype development environment we are setting up to process Korea Pathfinder Lunar Orbiter (KPLO) image data.

[P-89] Sensitivity of the 1st Lunar Orbit Insertion Maneuver: The Least Burn Performance Requirement to be captured around the Moon

Young-Joo Song, Donghun Lee, Jong-Hee Bae,
Young-Rok Kim and Bang-Yeop Kim

Korea Aerospace Research Institute

Among the diverse maneuvers executed during the entire lunar mission phases, one of the critical maneuver is the 1st Lunar Orbit Insertion (LOI) maneuver which lead spacecraft to capture around the moon. To design Lunar Orbit Acquisition (LOA) phase, it is essential to derive the least performance requirement for the 1st LOI maneuver, not only for onboard thruster performance requirement generation but also for contingency trajectory design. Therefore, current work is focused to analyze the sensitivities of the 1st LOI maneuver which critically affect to shape of the 1st capture orbit. Current analysis assumed the LOI maneuver to be impulsively and two-body equations of motion is adapted to simplify problem for the purpose of preliminary analysis. Uncertainties on magnitude of the 1st LOI magnitude are given within ranges of 5 ~ 80 % from that of nominal

delta-V's magnitude. Also, diverse combination of hyperbolic peri-selene arrival conditions are regarded during the simulation, such as different hyperbolic arrival velocity, periselene altitude and the 1st capture orbit's orbital period. For each different arrival conditions, 1,000 Monte-Carlo runs are performed for the sensitivity analysis. Regardless of different hyperbolic arrival conditions, it is found that the 1st LOI maneuver should least be executed within the error ranges of 10 ~ 20 % of magnitude with respect to the nominally planned delta-Vs to establish reasonably acceptable captured orbit's orbital period.

[P-90] The response of Mars upper atmosphere during ICME event : MAVEN observation

Gyeongbok Jo^{1,2}, Junga Hwang², Roksoon Kim², Soojeong Jang^{2,3}, Kyungsuk Cho², Yu Yi¹

¹Chungnam National University

²Korea Astronomy and Space Science Institute

³Kyung Hee University

It is recently known that interactions between the lower/upper atmosphere and solar wind is likely contributed to the ion and neutral loss on Mars atmosphere to the space. The Mars Atmosphere and Volatile Evolution (MAVEN) spacecraft made comprehensive measurements of the Mars upper atmosphere, ionosphere, and interactions with the Sun and solar wind during an interplanetary coronal mass ejection impact in March 8, 2015. Responses include changes the altitude profile variation of ion and neutral density on Mars upper atmosphere. We investigate those by using Neutral Gas and Ion Mass Spectrometer (NGIMS) and SupraThermal And Thermal Ion Composition (STATIC) instruments onboard MAVEN spacecraft. In this paper, we present the changes in the altitude profile of ion and neutral densities in Mars upper atmosphere just before and after ICME event.

■ 기 타

[P-91] 전자파 챔버용 쉴드룸 설계 및 검증 기법

김태윤, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원 위성기술연구단 우주시험실

전자장비나 시스템의 전자파특성 검증은 외부 전자기파(RF) 환경으로부터 독립된 차폐용 쉴드룸에서 이루어진다. 쉴드룸은 금속판으로 구성된 직육면체 상자(패러데이 케이 지)로, 정확한 전자파특성 검증을 위해서는 매우 미약한 신호도 측정이 가능하도록 외부 전자파 영향이 배제되어야 하며 동시에 시험 시 방사되는 강한 전자기장이 외부로 방출 되지 않도록 쉴드룸의 차폐성능이 절대적으로 보장되어야 한다. 이를 위해서는 쉴드룸이 완전 밀봉되어야 하는데, 측정을 위해서는 출입문, 전원설비, 급배기관, 조명, 통신설비, 소방설비 등 쉴드룸 금속판에 여러 관통부가 존재할 수밖에 없다. 이러한 개구부는 쉴드룸의 차폐성능 저하의 주요 요인이 되며, 어느 한 부분이라도 누설이 되면 차폐효과가 제로가 될 수 있다. 쉴드룸은 사용 목적, 운용 주파수, 요구하는 차폐성능에 따라 금속판 재질, 차폐 소재, 시공 방법, 관

통부 설계 기법 등이 다르게 적용된다. 본 논문에서는 전자파 챔버용 쉴드룸의 설계 방법 및 차폐성능 보장을 위한 적용 기법과 쉴드룸의 차폐성능 검증방법에 대해 소개하고자 한다.

[P-92] Technological Equipment Power Supply System at Launch Complex

Kyung-Rok Moon, Jae-Chul An, Il-Hyung Jung, Il-Hee Hong, Sun-Il Kang

Korea Aerospace Research Institute

The launch operation for a space launch vehicle(SLV) is to be conducted by the ground support equipment(GSE) at launch complex(LC). Overall GSE's can also be called as the technological equipment(TE). There are basically three kinds of GSE's such as the mechanical, fuel, and electrical ground support equipment at LC. Among them, the electrical ground support equipment(EGSE) which should be used in controlling TE and SLV for the ground launch operation. Thus the first role of EGSE is to supply the reliable electrical power to TE or SLV's working at Launch Pad. The electrical power source is divided into two categories as Direct Current(DC) and Alternating Current(AC). DC power source is mostly used to run or drive the sensors, valves, and actuators mounted in TE while AC power source is for infrastructure or base equipment. For large number of DC power required instruments are installed in TE, it should be considered the amount of the DC electricity to design the power source. Here we describe, so called, the Technological Equipment Power Supply System(TEPSS) of EGSE which has been developed as a special current power sources at Launch Complex in Naro Space Center. We focus on the DC power source of TEPSS. The necessary DC power can be supplied to TE directly or through another control equipment of the EGSE. The design requirements, configurations, functions, roles, and the status of TEPSS during its operation are introduced.

학회 및 관련기관 소식

한국우주과학회	71
경북대학교 천문대기과학과	72
경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과	72
서울대학교 물리.천문학부 천문학 전공	77
세종대학교 천문우주학과	84
연세대학교 천문우주학과	87
충남대학교 천문우주과학과	92
충북대학교 천문대	93
충북대학교 천문우주학과	95
한국천문연구원	97

■ 한국우주과학회

1. 학회지 발간

2015년 학술지 발간 실적은 32권1호 11편, 2호 9편, 3호 11편, 4호 19편으로 총 50편의 논문이 발행되었으며, 과총의 국제학술지 지원금을 받아 발행되었다. 학회에서는 지속적인 학술지국제화를 위한 노력을 하고 있으며 2016년도에도 SCIE 등재를 목표로 하고 있다.

2. 학술대회 개최

2015년도 봄 학술대회는 2015년 4월 29일(수)~30(목)까지 정선 하이원리조트에서 개최하였다. 등록인원은 198명이며 논문발표는 초청강연 3편, 구두발표 84편, 포스터발표 64편 총 151편을 발표하였다. 가을학술대회는 10월 28일(수)~30일(금)까지 경주 드림센터에서 개최하였다. 등록인원은 310명이며 논문발표는 초청강연 6편, 구두 99편, 포스터발표 160편 총 265편을 발표하였다.

3. 회의 개최

-이사회

2015년도 이사회 1차 회의는 대전시(2015.01.16.), 2차 회의는 정선 하이원리조트(2015.04.29.), 3차 회의는 경주드림센터(2015.10.28.)에서 개최 하였다.

1차 회의에서는 기관회의 승인, 기관회원 연회비 책정, 포상위원회 운영규정 개정, 2015년 가을 학술대회 개최, 편집간사의 정직원 임용, 직원 연봉 책정, 2015년 사업계획(안) 승인 등이 결의되었다. 2차 회의에서는 신입회원 승인, 학술대회 학생 등록비 지원 승인, 편집위원회 위원 추가 승인, 우주탐사분과회 설립 등이 결의되었다. 3차 회의에서는 2015년 결산안 승인, 2016년 예산안 승인, 신입회원 인준, 학술대회 학생 등록비 지원 승인, 2016년 봄 학술대회 개최 결정, 2016년 사업계획(안) 승인 등이 결의되었다.

-정기총회

제33차 정기총회가 2015년 10월 28일(수) 17:30에 경주 드림센터에서 개최되었다. 보고사항으로는 사업보고, 학술대회준비위원회보고, 학술보고, 포상위원회보고, 감사보고가 있었으며 안건으로는 2015년 결산 심의, 2016년도 예산 심의가 결의되었다. 제17대 회장으로 한원용(천문연)회원이 선출되었고, 감사로는 강영운(세종대), 양종만(이화여대)회원이 선출되었다.

4. 2015년 수상

- 에스이랩상

2015년 봄, 이상운 회원(경희대)
2015년 가을, 신대규 회원(충북대)

- 한국우주과학회 학술상

2015년 학술상 강영운 회원(세종대)

- 두진 젊은 우주과학자상

이우경 회원(천문연)

- 한국과학기술단체총연합회 제25회 과학기술우수논문상

이대영 회원(충북대)

5. 제17대 임원

제17대 임원은 이사 25명, 감사 2명으로 구성되었으며, 임기는 2016년 1월 1일부터 2년간이다. 제17대 임원은 회장 한원용(천문연), 부회장 김용기(충북대), 박재우(전자연), 최기혁(항우연), 총무이사 최영준(천문연), 학술이사 이유(충남대), 재무이사 이병선(전자연)이며, 경재만(천문연), 권영실(천문연), 김영수(천문연), 김용하(충남대), 김호일(천문연), 문홍규(천문연), 박상영(연세대), 박장현(천문연), 심은섭(항우연), 유광선(과기원), 윤태석(경북대), 이대영(충북대), 이동훈(경희대), 이재우(천문연), 조경석(천문연), 조중현(천문연), 지건화(극지연), 진호(경희대) 회원이다. 감사로는 강영운(세종대), 양종만(이화여대) 회원이다.

위원회

-편집위원회

Journal of Astronomy and Space Sciences(JASS)

편집위원회는 편집위원장으로 이유(충남대), 부편집위원장으로 이은상(경희대), 위원으로는 Ivan L. Andronov, Tapas Kumar Das, Paul A. Evenson, Edward F. Guinan, Lin-Ni Hau, Vitaly P. Kim, Juhou Lei, Xinlin Li, Charles Lin, Huixin Liu, Lee-Anne Mckinnell, Valery Nakariakov, Yuichi Otsuka, David Ruffolo, Boonrucksar Soonthornthum, Ilya Usoskin, Chao Xiong, Sungpil Yoon, Eun-Hwa Kim, Jeongwoo Lee, 김방엽(항우연), 나자경(천문연), 박찬덕(연세대), 이기원(가톨릭대), 이대희(천문연), 이병선(전자연), 이수창(충남대), 이재진(천문연), 이주희(항우연), 지건화(극지연), 최영준(천문연), 허종우(충남대) 회원으로 구성되었다.

-포상위원회

포상위원회는 위원장으로 김용기(충북대), 위원으로는 최영준(천문연), 윤태석(경북대), 이유(충남대), 손영종(연세대)회원으로 구성되었다.

-학술대회준비위원회

학술대회준비위원회는 위원장으로 이대영(충북대), 위원으로 김록순(천문연), 이주희(항우연), 지건화(극지연), 진호(경희대) 회원으로 구성되었다.

6. 회원 현황

2015년 신입회원 인준 현황은 정회원 79명, 학생회원 9명이 승인되었다. 정관 제6조에 따라 연회비 3년 미납자 64명은 준회원으로 회원등급을 조정하였다. 2015년 12월 31일 현재 회원 수는 1350명(최근 3년간 회비납부 및 활동 실적이 있는 회원 681명, 3년 이상 비활동 및 해외체류회원 652명, 명예회원 13명)이며 기관회원 수는 4곳이다.

7. 학회 사무국

대표메일: 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 회원 등 네 명이다. 동고 사범대학 지구과학교육과의 심현진 회원도 대학원생 논문지도를 맡고 있다.

본 학과 학부과정은 2015년 3월부터 천문대기과학과, 지질학과, 해양학과가 합쳐서 지구시스템과학부로 개편되었다. 학부과정에서 본 학과는 지구시스템학부 소속 천문대기과학전공이 되었으며 대학원과정은 기존대로 천문대기과학과 천문학전공이다. 2016년 3월에는 88명의 신입생이 수시 및 정시모집으로 지구시스템과학부에 입학하였고, 24명의 학생들이 2학년으로 올라가며 천문대기과학전공을 선택하였으며, 2명이 2학년으로 학사편입하였다. 천문대기과학전공 학생은 천문학과 대기과학을 자유롭게 선택하여 공부할 수 있다. 대학원에는 2015년 9월에 1명 2016년 3월에 2명의 석사과정 학생이 입학하여 현재 12명의 석사과정 학생과 5명의 박사과정 학생이 재학 중이다. 조동환 회원이 박사 후 연수과정으로 있다. 2015년 8월 권순자 회원이 'The emission spectrum from isolated black holes'라는 제목으로, 2016년 2월 변우원 회원이 'Tracing the growth of the supermassive black holes with halo mergers'라는 제목으로, 그리고 최범규 회원이 '외계행성계 EPIC 201367065 (K2-3)에 대한 역학적 수치모형계산 연구'라는 제목으로 석사 학위를 받았다.

2. 연구 및 학술활동

윤태석 회원은 대학원 지도학생들과 다양한 연구를 수행하고 있다. 오형일 회원과는 FU Ori 형 별에 대한, 최정용 회원과는 태양계 소행성에 대한, 최범규 회원 및 정소운 회원과는 외계행성에 대한 역학적 수치모형계산과 메타 분석 연구를 진행 중이다.

이 연구들은 타 기관 회원들과 함께 공동으로 추진하고 있다. 또한, 이상각(국립고흥청소년우주체험센터), 성현일(천문연구원), 박수종(경희대), 이정은(경희대), 박원기(천문연구원), 조동환(경북대), 강원석(국립고흥청소년우주체험센터), 박근홍(서울대), 배정민(경희대), 박선경(경희대), 백기선(경희대), 윤성용(경희대) 회원 등과 FU Ori 형 별에 대한 광학 및 근적외선 관측 연구를, 이형목(서울대), 이상각(국립고흥청소년우주체험센터), 박근홍(서울대) 회원과는 IGRINS 근적외선 분광기를 이용한 외계행성 대기 특성 탐구 연구를 수행하고 있다. 그리고, 국제공동연구과제인 한-일 외계행성 탐색 관측 연구(Korean-Japanese Planet Search Program)에 일본 측 팀(이주미우라 박사, 사토교수, 오미야 박사 등), 천문연구원 측 팀(한인우, 김강민, 이병철 회원 등)과 함께 참여하고 있다. 장현영 회원은 태양 흑점의 위도별 공간 분포에 대한 연구를 수행하여 태양 자기장 생성에 관한 관측적 연구를 계속 수행하고 있다. 최철성 회원(천문연구원)과 Zhibin Zhang(중국, Guizhou 대학) 교수와는 확장된 방사를 갖는 감마선 폭발체에 대한 연구를 한중 공동 연구의 형태로 진행하고 있다. 황재찬 회원은 우주구조의 상대론적 비선형진화 그리고 특수상대성이론이 중력과 결합된 상황에 적용할 수 있는 이론을 연구하고 있다.

2015년 3월 이후 학과 세미나에 연사로 오신 분은 Maurice Van Putten 교수(세종대), 박재홍 박사과정(멜버른대), 박진혜 박사(경희대), 성현일 박사(한국천문연구원), 이현숙 박사(한국과학기술기획평가원), 전영범 박사(한국천문연구원)이다.

본 학과는 시민과 학생들을 위해 학기마다 4차례 일반인을 위한 공개관측과 공개강연행사인 "밤하늘 이야기"를 열고 있다.

3. 연구시설

본 학과는 계산 및 관측자료 처리를 위해 Intel server/cluster 및 다수의 워크스테이션과 고성능 PC를 운영하고 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 25×150, 2.5" 대형쌍안경 등을, 천체 교육용으로 이동식 천체투영시스템을 보유하고 있다.

■ 경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과

1. 인적사항

1985년에 창립되어 2016년이 31주년이 되는 경희대학교 우주과학과는 현재 응용과학대학에 소속되어 있고 학사과정과 함께 대학원에 석사, 박사, 석박사 통합과정을 두고 있다. 2009년 WCU(세계수준의 연구중심대학) 사업의 일환으로 대학원에 신설된 우주탐사학과는 석사, 박사, 석박사 통합과정을 두고 있다. 경희대학교 우주과학과와 우주탐사학과에는 2016년 3월 현재

총 14 명의 교수-김갑성, 이동훈, 김상준, 장민환, 김성수, 박수중, 최광선, 문용재, 김관혁, 선종호, 진호, Tetsuya Magara, 이은상, 이정은 교수-에 의해 강의와 연구가 수행되고 있다. 위 교수진에 더하여 최윤영 회원이 전임 조교수로서 재직하고 있다. 아울러 독일 막스플랑크 연구소의 Sami K. Solanki, 미국 메릴랜드 대학의 Peter H. Yoon, 미국 UC Santa Cruz의 Ian Garrick-Bethell 교수 그리고 영국 Warwick 대학의 Valery M. Nakariakov 교수가 International Scholar로서 연구와 교육에 힘을 보태고 있다. 현재 우주과학과장은 진호 회원이며, 우주탐사학과장은 김성수 회원이 맡고 있다.

우주과학과는 경희전문대와 함께 매년 다수의 공개 관측회를 개최하여 본교 학생들뿐만 아니라 일반인들에게도 천문현상을 접할 수 있는 기회를 제공하고 있다. 매년 하계방학 중, 우주과학과 학생회는 학과 및 천문대의 지원으로 중고생을 위한 우주과학캠프를 개최하여 청소년들에게 천문학 및 우주과학에 대한 체험의 기회를 부여하고 있다.

우주과학과 학부는 올해 42명의 신입생을 맞이했으며 약 185명이 재학 중에 있다. 대학원 우주탐사학과에는 석사과정에 11명, 박사과정에 36명, 석박사 통합과정에 41명의 학생(총 88명)이 재학 또는 수료 상태로 있다. 양과 대학원에서 2015년 8월 이후 학위를 받은 학생은 다음과 같다.

* 석사 졸업 - 7명

- 박우진 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 박수중) - 논문 제목: Photometric Transformation from RGB Bayer Filter System to Johnson-Cousins BVR Filter System
- 박은수 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재) - 논문 제목: Observational test of empirical magnetopause location models using geosynchronous satellite data
- 백승민 (15년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 김관혁) - 논문 제목: 달의 소규모 자기장 이상 특성분석
- 이강우 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 문용재) - 논문 제목: Dependence of spacecraft anomalies at different orbit on energetic electron and proton fluxes
- 이정호 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 진호) - 논문 제목: SIGMA 큐브위성의 비행 소프트웨어 설계에 관한 연구 (Design of Flight Software for SIGMA CubeSat)
- 정병준 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 박수중) - 논문 제목: 적외선 우주망원경용 알루미늄 자유곡면 반사경의 형상오차 보상
- 정승화 (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 선종호) - 논문 제목: 위성대전 감시기의 개발 및 성능 테스트 결과

* 박사 졸업 - 2명.

- 현기호 (15년 8월, 우주탐사학과, 지도교수 이은상) - 논문 제목: Loss of Geosynchronous Relativistic Electrons by EMIC Wave Scattering under Quiet Geomagnetic Conditions
- LE NGUYEN HUYNH ANH (16년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 박수중) - 논문제목: Medium and high resolution

spectroscopy in near-infrared bands

2. 연구 및 학술 활동

- BK21플러스 사업

우주탐사학과가 주도하는 ‘달-지구 우주탐사’사업 (연구책임자: 문용재 회원)이 교육부에서 시행하는 BK(두뇌한국)21플러스 사업 글로벌 인재양성형에 선정되어 2013년 9월 이후부터 2020년 8년 8월 31일까지 매년 9.1 억 원, 총 약 60억 원의 연구비 지원을 받고 있다. 2009학년도 2학기에 우주탐사학과가 대학원에 신설되어 현재 총 62명(박사과정 22명, 석박통합 32명, 석사과정 8명)의 대학원생(재학/수료)이 BK21 플러스 사업에 참여하고 있다. BK21 플러스 사업의 수행을 위해 현재 Partha Chowdhury, Sanjay Kumar, Navin Chandra Joshi 박사가 학술연구교수로, 심재경, 홍진희, 이석호, 나고운, Huynh Anh 박사가 박사후연구원으로 재직하고 있다.

과거 ‘달궤도 우주탐사’ WCU 사업을 통해 수행된 연구들을 이어 받아, 본 BK21플러스 사업단에서 수행하는 연구는 천문우주 연구뿐만 아니라 달 및 근지구 공간에서 우리가 개발한 초소형 위성을 이용하여 우주탐사에 활용 하는 계획을 가지고 있다. 초소형인공위성으로 달 표면에 충돌하기까지 달 표면의 자기장 이상 지역 (특히 국소 자기장이 강한 지역)을 처음으로 근접 측정하여 그 구조 및 원인을 규명하려는 구체적인 과학목적을 가지고 있다. 또한 미국 NASA Discovery mission program에 미국의 여러 기관과 함께 초소형위성을 활용한 달 탐사 연구계획서를 제출한 바 있다. 또한 한국형 달탐사 시험용 궤도선 사업에 달 과학 탑재체를 제안하여 심사를 기다리고 있다. 본 사업에서 추진하는 달 탐사 임무는 과학기술적 측면에서 획기적인 의미와 결과가 기대되며 이러한 활동이 학문적 발전뿐만 아니라 대한민국 우주개발에서 모범적인 연구 개발 사례로 남게 될 것으로 기대 한다.

-태양물리연구실

김갑성 회원이 이끌고 있는 태양물리 연구실은 크게 태양물리, 천체역학, 태양관측 시스템 그리고 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 코로나젯의 형태에 따른 물리적 특징을 분석하고 있으며 이청우 회원은 Big Bear 관측소의 H α 관측 데이터를 이용하여 필라멘트 형성에 대한 연구를 수행하고 있다. 김현남 회원은 Hinode SOT로 관측된 흑점의 물리량을 Spectropolarimetry라는 도구를 이용하여 자기장 구조와 속도분포를 연구하고 있다.

태양관측시스템 연구를 위해 교내에 태양 H-alpha 관측 시스템과 태양 분광관측 시스템을 운영하고 있으며 이 관측 시스템은 네트워크를 통한 원격 관측이 가능하도록 구축되어 있다. 또한 Heliostat과 grating을 이용하여 분광 관측 시스템을 구축하여 관측을 수행하고 있다. 본 태양 관측 시스템은 학부생들의 태양

관측 실습에 활용되고 있다. 마지막으로 우주기상예보 연구에서는 국내외의 우주환경 사이트의 관련 데이터를 수집하고 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 개발되었으며, 모니터링 시스템은 SDIP를 이용해서 각각의 FTP 사이트에서 근실시간으로 태양 데이터를 획득하고, 모니터링하기 위한 것이다.

김갑성 회원은 2010년 9월부터 2014년 11월까지 기상청 국가기상위성센터가 지원하는 연구용역사업을 진행하였다. 이 연구용역사업의 사업명은 "우주기상 예보를 위한 우주기상 예측모델 개발"로서 연구책임자 1명, 공동연구자 6명, 연구원 6명, 연구조원 12명 등 총 25명이 참여하였다. 이 사업과 관련하여 경희대학교 자연과학종합연구원 내에는 우주기상센터가 설치되었으며, 태양활동 극대기를 대비하여 우주기상과 관련된 연구를 활발히 진행하고 있다. 2015년 8월에는 김현남 회원이 하와이에서 개최된 IAU(International Astronomical Union)에서 연구결과를 발표하였다.

-행성천문연구실

김상준 회원이 지도하고 있는 행성천문연구실은 Keck, Gemini 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. Courtin 박사와 Cassini 데이터를 사용하여 타이탄 연무의 진화과정을 연구하여 A&A에 2014년 발표하였다. 최근 김상준, 심채경 회원은 목성 극지방에서의 3마이크론 메탄 오로라에 대한 연구를 진행하여 그 결과를 Icarus에 게재하였다. 김재현, 김상준 회원은 한국천문연구원원의 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-Carlo 시뮬레이션을 이용하여 진행하여 그 결과를 MNRAS에 2014년 발표하였다.

-천체물리연구실

김성수 회원이 이끄는 천체물리연구실에서는 은하 중심부에서의 별 생성, 은하중심부로의 가스 물질 유입, 우주론 시뮬레이션을 이용한 구상성단계 및 왜소위성은하계의 생성 및 진화 연구 등의 분야에서 다양한 연구를 진행 중에 있다. 김성수 회원은 2013년 7월부터는 다파장 편광관측을 통한 달 표토층 입자의 크기와 성질을 연구하는 과제를 수행 중에 있으며, 2014년 12월부터는 우주론 시뮬레이션을 이용한 은하형성 기본단위의 생성

과정을 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 중심핵대부의 비축대칭적 모양과 은하핵에서의 별탄생 사이의 관계를 통계학적으로 연구하고 있다. 천경원 회원은 고등과학원의 신지혜, 김주한 회원과 함께 우주거대구조 진화 수치실험으로부터 은하형성 기본단위를 생성하는 수치실험 기법의 개발을 최근 성공적으로 마쳤다. 김민배 회원은 최윤영 회원의 지도 아래 SDSS 자료를 이용하여 별탄생 은하와 활동성은하핵의 특성에 대한 통계적 연구를 수행 중에 있다. 이주원 회원은 현재 관측되는 구상성단의 밀도 및 속도분산 분포를 설명하기 위해서 초기에 구상성단 내에 암흑물질이 필요한지를 수치적으로 연구하고 있으며, 박소명 회원은 영국 Sheffield 대학의 Simon Goodwin 교수와 함께 프랙탈 구조의 초기 분포를 이용하여 성단의 생성 및 초기 진화를 연구하고 있다. Hannah Morgan 회원은 우리 은하 중심부의 200pc 영역에서 5pc 영역으로 가스 물질이 떨어지는 현상을 수치적으로 연구하고 있으며, 박지숙 학생은 고등과학원 김주한 회원의 지도 아래 우주론에 대해 기초적인 공부를 수행 중에 있다. 정민섭 회원은 천문연구원원에서 최영준 회원과 함께 달/행성 탐사 연구를 수행 중에 있다. 박사후 연구원인 심채경 박사는 우주 풍화가 달 표면 성숙도에 미치는 영향을 연구 중에 있으며, 백길호 회원은 달 궤도에서의 편광 탐사 임무에 대한 기초 연구를 수행 중에 있다.

-적외선실험실

박수중 회원이 지도하는 적외선실험실은 광학/적외선천문기기의 제작과 천체관측 연구를 한다. 2016년 2월에 Huynh Anh N. Le 회원이 "Medium and high resolution spectroscopy in near-infrared bands" 연구로 박사 학위를 받았고, 박우진 회원은 "Photometric transformation from RGB Bayer filter system to Johnson-Cousins BVR filter system" 연구로 석사학위를 받았고, 정병준 회원은 "적외선 우주망원경용 알루미늄 자유곡면 반사경의 형상오차 보상" 연구로 석사학위를 받았다. Huynh Anh N. Le 회원은 경희대학교 BK21 사업단의 박사후 연구원 과정을 시작했고, 박우진 회원은 경희대학교 대학원 박사과정에 진학하였고, 정병준 회원은 한국기초과학지원연구원에 취업하였다. 현재 적외선 실험실 박사과정에는 김재영, 김상혁, 이혜인, 박우진 회원이 있고, 석사과정에는 2015년 3월에 입학한 김현중 회원, 석박사통합과정에는 2016년 3월에 입학한 지태근 회원이 있다. 그리고 우주과학과 학부 4학년 안종호 회원이 학부 연구생으로 실험을 보조하고 있다.

본 실험실은 미국 텍사스 주립대학교, 한국천문연구원과 공동으로 GMT의 제 1세대 관측기기로 고분산 적외선 분광기 GMTNIRS의 개발에 참여하고 있다. 그리고 비슷한 구조의 고분산 적외선 분광기 IGRINS의 소프트웨어 개발 연구를 한국천문연구원의 산학연 위탁연구로 2010년부터 2014년 3월까지 수행 하

였다. 그리고 2016년 3월부터는 미국 텍사스 A&M 대학과 공동으로 GMT의 제 1세대 관측기인 GMACS의 소프트웨어 개념설계(Conceptual Design Review) 연구에 참여할 계획이다.

그리고 서울대학교 초기우주천체연구단과 20개의 필터를 장착하여 천체의 SED를 측정할 수 있는 SQUEAN (SED camera for QUasars in EArly uNiverse)을 제작을 완료했다. 2015년 2월과 6월에 맥도날드 천문대 2.1m 망원경에 장착하여 성능테스트를 성공적으로 마쳤다. SQUEAN은 기존의 CQUEAN을 대신하여 다양한 관측 연구를 계획하고 있다.

2014년 6월부터는 미래창조과학부의 우주핵심기술개발사업으로 “우주 적외선 관측을 위한 알루미늄 비축 반사망원경의 시험모델 개발” 연구를 시작하였다. 2015년에는 자유곡면 반사경의 DTM (Diamond Turning Machine) 제작 연구를 진행하였고, 2016년에는 비축 반사망원경의 성능 테스트를 수행할 계획이다. 본 연구에서 개발한 시험모델은 향후 소형 광시야 적외선 우주 망원경으로 제안하는 것이 목표다.

-태양권플라즈마연구실

최광선 회원이 이끄는 태양권플라즈마연구실(Heliospheric Plasma Physics Laboratory)은 태양으로부터 태양권계면(heliopause)까지 이르는 전 태양권 공간에 존재하는 플라즈마의 전자기적, 역학적 성질을 탐구하기 위해 설립되었다. 올해부터는 천체에서 일어나는 자기유체역학적 현상에까지 연구의 범위를 확장하고 있다. 이 연구실에서 다루는 주제들은 태양물리연구실과 공간물리연구실의 연구주제들과 밀접한 관련이 있기 때문에 이들 연구실과 연구 협력이 이루어지고 있다. 본 연구실에서는 플라즈마의 거시적 기술인 자기유체역학으로부터 미시적 기술인 입자운동론적 기술(kinetic theory)까지 다양한 방법을 사용하고 있다. 입자운동론적 연구에 있어서는 University of Maryland의 Peter H. Yoon 교수와 긴밀한 협력이 이루어지고 있으며 자기유체역학적 연구에 있어서는 Max Planck Institute for Solar System Research의 Joerg Buechner 교수 및 Sami Solanki 교수와 협력하고 있다.

본 연구실의 이시백 회원(석박 8기)은 새로운 태양코로나 자기장 구성 방법을 개발하여 이에 입각한 전산코드를 제작하였다. 현재 시험가동 중인 이 코드의 성능은 정확도에 있어 세계 최고 수준이며 효율성에 있어서는, 본 연구실에서 기존에 Satoshi Inoue 박사와 함께 개발한 코드의 1/5 정도의 계산시간만으로 결과를 산출하고 있다. 임다예 회원(석박 6기)은 자기유체역학 시뮬레이션을 통하여 태양 코로나 루프의 물질은 어디에 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 교수 및 김갑성 회원(본교 교수)와 협력하여 태양 흑점 반암부에서의 하강류 지역에 대한 물리적 분석을 수행하여 논문을 작성했다. 김선정 회원(박사과정)은 Peter Yoon 교수와 협력하여, 태양풍 속도분포함수의 코어(core), 헤일로(halo), 슈퍼헤일로(superhalo) 세 성분을 설명할 수 있는 입자운동론적 이론을 정립하여 논문을 세 편 출판하였다. 이중기 회원(석박 수료)은 현재 다차원 입자 시뮬레이션 코드를 개발, 시험 중이다. 2.5차원

코드를 collisionless magnetic reconnection에 적용하여 microscopic scale에서만 나타날 수 있는 dynamo 현상을 연구 중이며, 이 연구는 3차원으로 확장될 것이다. 올해 대학원에 진학하여 현재 석사 1기인 송인혁 회원은 accretion disk에서 일어나는 magnetorotational instability에서 magnetic reconnection의 역할에 대한 연구를 시작하였다. 최광선 회원은 최근 자기유체역학적 평형에서 전류가 존재하는 면(current surface)과 자력선이 존재하는 면(flux surface)이 일치할 필요충분조건을 수학적으로 도출하였다. 본 연구실에서는, 연구자들의 시간의 노력이 열매를 맺을 단계에 이르렀으므로 향후 연구논문의 다산이 이루어질 것으로 보인다.

-태양우주기상연구실

문용재 회원이 이끄는 태양우주기상연구실(Solar and Space Weather Laboratory)은 태양활동에 대한 관측적인 연구 및 이들이 지구 주변에 미치는 영향을 연구하고 있다. 2016학년도 현재 연구교수 3인(신준호 박사, 이진이 박사, 성숙경 박사), 박사후 1인(박진혜 박사), 박사과정 12인(최성환, 박종업, 이재욱, 나현욱, 이강진, 장수정, 이어진, 신슬기, 이하림, 김태현, 이강우, 박은수) 및 석사과정 2인(김진현, 전성경)이 연구를 함께 하고 있다. 신준호 회원은 ‘우주기상 예보시스템 개발 연구’, 이진이 회원은 ‘태양 분출 플라즈마의 질량 및 에너지 연구’, 성숙경 회원은 ‘태양과 행성간 공간의 자기장 비교 연구’, 박진혜 회원은 ‘태양 고에너지 입자의 특성 및 예보에 관한 연구’, 최성환 회원은 ‘기계학습을 이용한 우주기상예보 연구’, 박종업 회원은 ‘우주기상 예보 평가 방법에 대한 연구’, 이재욱 회원은 ‘CME 충격파의 관측적 연구’, 나현욱 회원은 ‘CME 콘 모형의 관측적 검증 연구’, 이강진 회원은 ‘플레어/CME 예보 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 진동 특성 연구’, 이강우 회원은 ‘우주기상에 의한 위성이상 현상 연구’, 박은수 회원은 ‘정지궤도 위성의 자기권계면 침범 현상 연구’를, 김진현 회원은 ‘전지구적 온도 증가와 지자기활동 및 CO2와의 관련성 연구’ 수행 중에 있다. 그리고 문용재 회원은 현재 (1) 태양 분출 현상에 대한 관측 연구, (2) 경험적 우주기상 예보 모델 연구를 여러 공동 연구자들과 함께 수행하고 있으며, BK 1유형 과제책임자를 담당하고 있다.

-Solar Dynamics Laboratory Group

Solar Dynamics Laboratory

Our laboratory is focused on the dynamics of solar plasmas producing various kinds of activity observed on the Sun, such as solar cycle, solar flares, jets, sunspot activity, solar winds and coronal mass ejections. We are studying these research targets by combining numerical modeling based on computer simulations and analysis of data obtained from ground-based and space observations. The group members are Dr. Tetsuya Magara (leader), Jun Mo An, Hwanhee Lee

and Jihye Kang in an MS-PhD combined course. The goal of our research is to clarify the recycling of a magnetic field in a deep interior of the Sun, transport of a magnetic field through the solar convection zone where magnetoconvection is operated, emergence of a magnetic field into the solar atmosphere, dissipation of a magnetic field in the solar atmosphere which causes the heating of the corona and the generation of a solar wind, and eruption of a magnetic field into the interplanetary space observed as a coronal mass ejection. We also collaborate with the space weather group at NICT (National Institute of Information and Communications Technology) in Japan in order to develop a state-of-art three-dimensional unstructured grid-based simulation model for the Sun-Earth system.

-별탄생연구실

이정은 회원이 이끄는 별탄생 연구실은 현재 2명의 박사 후 연구원, 1명의 박사과정 학생과 3명의 석박통합 학생, 3명의 석사 후 연구조원으로 구성되어 있으며, 별생성 영역들에 대한 물리적 화학적 상태에 대한 다양한 연구를 진행 중에 있다.

이정은 회원은 박선경 회원 등과 함께 최근 폭발적으로 밝아진 원시성 HBC 722에 대해 가시광/근적외선 고분산 분광관측을 수행하여 기존에 알려졌던 항성 라인들이 케플러 운동을 하는 뜨거운 안쪽 원반에서 형성됨을 보였다. 원시성에 가까운 안쪽 원반물질이 원시성으로 폭발적인 강착을 일으키고 난 후, 약 2년간은 원시항성풍에 의해 원반 형성이 방해받다가, 항성풍이 사라지는 시점에 새롭게 원반이 형성됨을 포착하여 ApJ에 그 결과를 출판하였다. 이정은 회원과 박선경 회원은 국립 고흥 청소년 우주체험센터의 이상각 회원, 강원석 회원, 그리고 천문연구원의 천무영 회원, 김강민 회원, 정의정 회원, 육인수 회원과 함께 IGRINS legacy program인 Spectral Library 프로그램을 수행 중이다. 이 레거시 프로그램은 IGRINS을 이용한 다양한 연구에 template spectra를 제공하는 역할을 할 것이다. 이와 더불어, 이정은 회원, 박선경 회원, 이석호 회원, 박성용 회원은 원시행성계원반을 연구하는 또 다른 IGRINS legacy program을 수행하고 있다. 이 레거시 프로그램의 관측에서 많은 흥미로운 결과들이 얻어졌으며, 특히 광도가 낮은 두 개의 Class I 원시성에서 케플러 운동을 하는 원반을 CO overtone transitions, Na I, Ca I 방출선에서 관측하고, 모델링한 결과를 ApJ에 투고중이다. 그리고 이러한 IGRINS 레거시 결과를 바탕으로 이정은 회원은 ALMA Cycle 3 시간을 확보하였고, 이석호 회원과 이정은 회원은 IGRINS 관측과 ALMA 관측 결과를 통합하는 원시행성계원반의 모델 코드를 구축하고 있다.

이정은 회원, 최윤희 회원, 윤형식 회원, 진미화 회원, 김정하 회원은 천문연구의 최민호 회원, 강현우 회원, 텍사스 대학의 Neal Evans 교수, 메사추세츠 대학의 Stella Offner 교수, Mark Heyer 박사, NAOJ의 Ken Tatematsu 박사와 함께 TRAO 14-m 망원경에 장착된 다중빔 수신기, SEQUOIA를 이용하여 다양한 스케일에서의 turbulence의 특성을 연구하는 Key Science Program을 수행 중이다. 이 Key Science Program을 통해 별탄생 환경과

성간난류의 성격 사이의 관계도 연구하고자 한다.

진미화 회원은 질량이 큰 별탄생과 관련된 천체들을 KVN 단일경 관측하여, HCN과 HNC에서 infall signature인 blue profile을 분석하였다. 이 분석을 통해 이미 원시성 또는 OB형 별이 형성되어 주위를 데우는 단계인 HMPO나 UCHII 영역에서는 HNC가 HCN으로 변환되는 성간화학적 효과 때문에 HNC가 좋은 infall tracer가 될 수 없음을 보였고, 그 결과를 ApJS에 투고 중이다. 이 연구결과는 성간화학적 효과가 별탄생과 관련된 동역학적 연구에 어떤 영향을 줄 수 있는지 관측적으로 보인 좋은 예라고 하겠다.

김정하 회원과 이희원 회원은 천문연구원의 Tie Liu 박사와 함께 Plank Cold Clumps(PCCs)에 대한 JCMT SCUBA-2 관측을 수행하고, 그 결과를 분석하여 논문을 작성하고 있다. PCCs는 향후 성단을 만들 수 있는 차갑고 밀도가 높으며, 질량이 매우 큰 분자운으로서 cluster formation의 초기 조건을 연구할 수 있는 최적의 후보들이다.

윤형식 회원은 Herschel Key program 중의 하나인 Dust, Ice, and Gas In Time (DIGIT) 프로그램의 일환으로 embedded YSOs에서 PACS로 관측된 OH 방출선들을 분석하여, OH 방출과 관련된 물질의 물리적 상태와 그러한 상태를 이루게 하는 기작을 연구하여 논문을 작성하고 있다.

백기선 회원은 매우 초기단계에 있는 원시성인 L1527-IRS의 Herschel/PACS 연속스펙트럼을 설명하는 envelope 밀도구조를 continuum radiative transfer modeling을 통해 연구하여 논문을 작성하고 있다. 이 연구에 따르면, L1527-IRS의 경우, 지수가 -2인 power-law density 분포를 가지는 singular isothermal sphere에서 중력붕괴가 일어난 것이 아니라, 중심에서는 평평하지만 바깥쪽에서는 power-law 밀도구조를 가지는 Bonnor-Ebert sphere에서 중력붕괴가 일어났음을 보여주고 있다.

3. 연구시설

경희대학교 천문대는 1992년 10월 돔형 건물의 완공과 76cm 반사망원경의 설치를 기점으로 개관하여 1995년 9월 민영기 교수가 초대 천문대장으로 부임하였다. 1999년 1월에 김상준 교수가 제 2대 천문대장으로 부임한 후, 2001년 3월에 인공위성 추적 관측을 위한 관측소를 설치하였다. 2003년 2월에 장민환 교수가 제 3대 천문대장으로 부임하였고, 2010년 3월부터는 박수종 교수가 제 4대 천문대장직을 수행하였다. 2012년 3월에 진호 교수가 제 5대 천문대장직에 부임한 후, 2013년 10월에 공식 명칭을 '우주과학교육관'에서 '경희대학교 천문대'로 변경하였고, 새롭게 홈페이지를 개설했다. 2015년 2월부터는 최광선 교수가 제 6대 천문대장직을 수행하고 있다. 경희대학교 천문대는 연구 및 교육 활동 외에 천문우주과학 대중화 사업을 적극적으로 진행해 오고 있다. 행정직원으로는 이청우 회원이 행정 및 연구실장으로 근무하고 있다.

본 천문대는 2009년에 리모델링 공사를 통하여 각종 연구시설을 정비하였고, 76cm 반사망원경의 TCS를 교체하여 보다 효율적이고 정확한 관측이 가능하도록 하였다. 또한 2010년에는 Meade

사의 16인치 리치크레티앙식 망원경과 Paramount ME 마운트를 도입하여 위성 추적 및 천체 관측 실습용으로 사용 중에 있으며, 2011년과 2012년에는 FLI 4K CCD와 FLI 1K CCD를 각각 도입하여 관측에 활용하고 있다. 2013년에는 대구경 쌍안경을 도입하여 과학문화 대중화에 활용하고 있다. 2012년 4월에는 기존의 전시장 공간에 연구실을 신설하는 공사와 영상실 조성 공사가 완료되었다. 2015년 2월과 2016년 2월에는 천체관측지원을 위하여 주망원경 돔을 보수하였다.

2015년 10월에는 일반인 및 경회가죽을 대상으로 한 공개 관측회가 개최되었다. 다양한 체험학습 프로그램과 과학문화 대중화를 위한, 천문 및 우주과학을 주제로 하는 교육프로그램을 상시 진행하고 있다. 초·중고 학생들 및 일반인을 대상으로 하는 교육 프로그램은 주 4회씩 진행되고 있다. 이를 통해 천문·우주과학에 대한 일반의 관심을 향상시키고, 중고생들에게 전공 진로 방향을 제시하는 등, 경희대학교 천문대는 지역사회 및 일반 천문동호인들에게 중요한 교육 및 체험 현장으로서 새로운 위상을 정립하고 있다.

경희대학교 천문대에는 천문우주과학 관측기기 및 인공위성의 개발과 관련된 다수의 실험실들이 설치되어 있다. 실험 시설로는 전자장비 개발 및 시험 시설, 기계구조부 제작 및 시험 시설, 청정실 등이 있으며, 경희대학교 인공위성 지상국도 현재 천문대에 설치되어 운용되고 있다.

■ 서울대학교 물리·천문학부 천문학 전공

1. 인적사항

서울대학교 물리·천문학부 천문학전공에서는 구분철, 이형목, 이명균, 박용선, 채종철, 임명신, 김용태, 이정훈, 우종학, Masateru Ishiguro, 윤성철, Sascha Trippe 등 12명의 교수가 교육과 연구를 담당하고 있으며, 이정우 교수가 BK21플러스 연구교수로 근무하고 있다. 천문전공 주임은 2015년에도 계속해서 김용태 교수가 맡고 있으며, 임명신 교수는 창의연구 초기천체우주연구단 단장, 우종학 교수는 BK21 운영위원을 맡고 있다. 2015년 1학기에는 임명신 교수, 2학기에는 구분철, 박용선 교수가 연구년을 보냈다.

박사 후 연구원으로는 김재우, 김희일, 박형민, 이성국, 서현중, 손동훈, 전이슬, Marios Karouzos 박사가 근무하였다.

2015년 1학기에는 통합 7명, 석사1명, 2학기에는 통합 5명, 박사 1명이 입학하였다.

2015년 1학기에는 4명의 박사, 3명의 학사를 배출하였으며, 2학기에는 3명의 학사를 배출하였다. 학위를 받은 학생과 논문 제목은 아래와 같다.

《 2015년 8월 학위 취득 》

■ 박사

-김용휘 (지도교수: 김용태) Spiral-Induced Secular Evolution of the Gas in Disk Galaxies

-손주비 (지도교수: 이명균) A Spectroscopic Study on the

Sloan Digital Sky Survey Compact Groups

-전이슬 (지도교수: 임명신) Selections of High Redshift Quasars with Multi-wavelength Data

-정일교 (지도교수: 구분철) Radio and Infrared Studies of Supernova Remnants Interacting with Molecular Clouds

■ 학사

윤미정, 코첼레바스베마, 이정환

《 2016년 2월 학위 취득 》

■ 학사

강주형, 안은지, 황성용

2. 학술 및 연구 활동

구분철 회원은 공동 연구자 및 지도학생들과 함께 초신성 및 초신성 잔해, 질량이 큰 항성의 생성 및 최종 진화, 우리 은하의 구조 등에 관한 연구를 수행하고 있다. 11월에는 워크샵 “IGRINS 2015: High Resolution Spectroscopy with IGRINS”를 텍사스 대학의 Jaffe 교수, 한국천문연구원의 이재준 회원과 함께 주관하였다. 11월 9-13일에 걸쳐 서울대학교에서 개최된 이번 워크샵에는 국내외 학자 및 대학원생 30여명이 참석하여 IGRINS를 활용한 관측 결과를 공유하고 공동 연구를 토의하였다. 지도학생 동정으로는 8월에 정일교 회원이 “Radio and Infrared Studies of Supernova Remnants Interacting with Molecular Clouds”라는 제목으로 박사학위를 수여하였으며, 조완기 회원은 11월에 결혼을 하였다. 미래기초과학핵심리더양성사업의 지원을 받고 있는 김현정 회원은 적외선 압축운 G53.2 영역의 별생성에 관한 연구를 수행하고 있으며 5월에 Gemini 천문대를 방문하여 관측 연구를 수행하였다. 정부초청장학생 롬미리디아가 본인의 연구팀에 합류하였다.

김용태 회원은 공동 연구자들과 함께 은하 원반에 있는 성간 물질의 역학적 진화 및 항성 원반의 비축대칭 구조물의 형성에 대한 연구를 계속하고 있다. 김용태 회원은 김용휘 회원(박사과정)과 Elmegreen 박사(IBM)와 함께 자화된 나선팔 충격파의 꼬임불안정에 대한 선형해석을 통하여 자기장이 꼬임불안정을 상당히 안정화시킴을 보였으며, 중국 상해천문대의 공동연구자들과 함께 막대나선은하의 중심부에 존재하는 핵고리의 크기가 막대의 패턴속도 및 팽대부의 밀도가 변함에 따라 어떻게 달라지는지 연구하였고, 오상훈(국가수리과학연구소), 이형목 회원과 함께 은하의 조석섭동에 기인하여 생성된 3차원 나선팔의 물리적 특성이 시간에 따라 어떻게 변하는지 연구하였다. 현재 김용태 회원은 미래기초과학핵심리더양성사업의 지원을 받고 있는 김정규 회원과 함께 별 형성 및 전리수소영역의 진화를 계산할 수 있는 복사유체역학 코드를 개발하고 있으며, 서울대학교 학문후속세대 지원을 받고 있는 서우영 회원과 함께 핵고리에서 일어나는 별 형성 및 되먹임에 대한 3차원 연구를, 광석원 회원과 함께 ‘원반형 왜소 타원은하’가 갖고 있는 나선팔, 막대, 렌즈 등과 같은 비축대칭 구조물의 형성 기원에 대한 연구를, 최근에 복학한 임형목 회원과 함께 우리은하 나선팔의 광역적 구조 및 이

에 의한 기체의 반응에 대한 수치 연구를 수행하고 있다.

박용선 회원은 유형준 회원과 프레넬 렌즈를 대물렌즈로 쓰는 경량 망원경의 광학계를 연구하고 있다. 프레넬 렌즈는 가볍고, 얇게 만들어서 맡거나 집을 수 있기 때문에 반사형 우주 망원경의 유력한 대안이 될 수 있다. 광축으로 입사하는 빛과 비축으로 입사하는 빛에 대해 해석적인 방법으로 수차 분석을 수행하여 수차를 최소화하는 광학계를 설계하는 방법을 개발하였다. 박용선 회원은 또한 성간구름에서 나오는 암모니아 방출선이 속도장에 의해 초미세선의 세기가 변화하는 양상을 복사전달 모형을 이용해서 연구하였다. 서울전파천문대는 냉각기 등의 고장으로 2015년은 가동하지 못했다.

우종화 회원은 4명의 석박사 학생과 3 명의 박사후 연구원과 함께 (1) 캘리포니아 대학과 MOU를 맺어 Lick망원경을 이용한 3년 장기 관측 프로그램을 시작했으며 미시간 대학의 MDM 2.4미터와 1.3미터 망원경 및 레몬산망원경을 사용하여 분광 및 측광으로 빛의 메아리 효과를 이용한 블랙홀 질량 및 우주론 연구를 진행 중이다. (2) Gemini, VLT, Magellan 등에서 관측한 IFU 자료를 이용하여 가스분출과 AGN 피드백에 관한 연구를 진행 중이다. (3) biconical outflow 모델과 MC 시뮬레이션 및 SDSS자료를 이용한 통계적 연구를 진행 중이다. (4) 엑스선 찬드라 자료를 이용한 엑스선 공동에 관한 연구를 진행 중이다.

윤성철 회원은 현재 5명의 대학원 학생을 지도하고 있으며 별의 진화, 초신성, 그리고 별 내부의 핵합성 과정 등을 연구하고 있다. 2015년에는 주로 무거운 별의 쌍성계에서 만들어지는 초신성에 관한 연구에 관한 성과가 있었다. 김현정, 구분철 회원과 함께 Type Ib/c 형 초신성의 모체성 항성대기의 특성을 살피기 위해 non-LTE CMFGEN 코드를 사용하여 시뮬레이션을 하였고, 이들 초신성의 폭발 직전의 표면 성질과 그에 따른 모체성의 관측 가능성 등을 논의하였다. 프랑스의 L. Dessart박사와는 Type IIb/Ib/Ic형 초신성의 복사전달모델 시뮬레이션을 통하여 관측과 비교하는 연구를 수행하였다. 아울러 Publications of the Astronomical Society of Australia의 초청으로 Type Ib/c 초신성의 모체성을 주제로한 리뷰논문을 출판하였다. 또한, 독일의 N. Langer 회원과 함께 I Zwicky 18 은하에 해당하는 중원소 함량비를 고려한 무거운 별의 진화 및 그에 따른 암시를 연구하였고, 강지수 회원과 함께 연구한 매우 무거운 Population III 별에서 만들어지는 감마선 폭발 현상에 관한 논문이 출판되었다.

이명균 회원은 임성순 회원과 함께 국부은하군의 불규칙/별폭주 은하인 IC10에 대한 성단탐사 연구를 수행하였다. 김태현 회원, Gadotti, Dimitri A., Sheth, Kartik, Athanassoula, E. 등과 함께 막대나선의 적외선 관측 자료를 분석하여 나선은하의 막대의 특성에 대한 연구를 수행하였다. 장인성 회원과 함께 TRGB방법을 사용하여 Ia형 초신성이 발견된 NGC 4089/NGC 5584의 거리를 측정하고, Ia형 초신성의 최대 광도에 대한 표준화를 개선하는 연구를 수행하였다. 이광호, 황호성 회원 등과 함께 Abell 2199 초은하단에 대한 WISE중적외선 자료를 분석하여

중적외선 푸른계곡(green valley)에 있는 은하들의 특성을 조사하는 연구를 수행했다. 손주비, 이종환, 구분철 회원 등과 M81/M82에 있는 초신성 잔해의 분광학적 특성을 조사하는 연구를 수행했다. 손주비, 황호성, 이광호 회원, M. Geller (cfa) 등과 함께 밀집은하군에 대한 분광 관측 연구를 수행하였다.

이정훈 회원은 2015년도에 총 5편의 논문을 Astrophysical Journal에 발표하였다. 그 중 4편은 이정훈 회원이 제1저자이자 교신저자로 발표하였고 나머지 한편은 대학원학생인 심준섭 회원이 제1저자로 이정훈 회원은 교신저자로 발표하였다. 또한 스위스 제네바에서 열린 제28차 텍사스 상대론적 우주 심포지엄에 참석하여 구두발표를 하였다. 주요 연구 내용은 다음과 같다. 처녀자리 은하단의 동력학적 질량을 측정하는 새로운 방법론을 제시하고 이 방법론을 적용하였을 때 처녀자리 은하단의 동력학적 질량이 중력렌즈를 이용하여 얻은 질량과 통계적으로 유의미한 차이가 나타남을 발견하고 이런 차이를 이용하여 중력법칙을 검증할 수 있음을 증명하였다. 국제공동연구를 통해 우주 공동의 모양사이의 상호관계의 존재를 최신 관측자료 분석을 통해 검증하고 우주 공동이 표준우주론에서 어떻게 진화되는지 설명하였고 공동 은하들이 필라멘트구조 안에 있을 때 그들의 광도와 필라멘트의 굵은 정도에 상호연관성이 있음을 관측 자료 분석을 통해 입증하였다. 은하수에 가까운 은하군의 회전 반경을 측정하는 새로운 방법론을 제시하고 이 방법론을 NGC5353/4 은하군에 적용하여 바운드 위반이 있다는 관측적 증거를 제시하였다.

이형목 회원은 한국 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. 특히 2010년부터 감도를 높이기 위한 업그레이드가 끝난 LIGO가 advanced LIGO(aLIGO로 약칭)이란 이름으로 2015년 9월 가동을 시작한 직후 최초의 중력과 직접 검출에 성공한 것이 2016년 2월 11일 전 세계에 동시에 발표되었다. 한국에서는 KGWG에 속한 14명이 중력과 발견 논문에 저자로 참여하였고 동반 논문 13개에도 참여하고 있다. 이형목 회원은 바다우(박사과정), 김정리(박사후 연구원)와 공동으로 구상 성단 내 블랙홀의 질량함수가 성단의 역학적 진화와 장기적인 블랙홀의 유지 여부에 관한 상관관계를 연구하고 있다. 이형목 회원은 2015년 4월 6일 - 5월 8일 사이에 중국 베이징의 카블리 이론물리연구소에서 개최하는 'The Next Detectors for Gravitational Wave Astronomy'의 International Advisory Committee 멤버와 초청 연사로, 2015년 6월 21-26일 사이에 개최되는 제 11차 에도아르도 아말디 컨퍼런스의 조직위원장과 초청 연사로 활동하였다. 이형목 회원은 홍중석 회원(Indiana University)과 은하 중심부에서 블랙홀이 상호작용에 의해 만들어지는 쌍성의 빈도와 특성에 대한 연구를 수행하였다. 이형목 회원은 김성진 회원(천문 연구원)을 비롯한 여러 명의 연구자들과 아카리의 NEP 영역에 대한 탐사 데이터를 이용해 별 탄생 역사에 대한 정보를 가지고 있다고 생각하는 중적외선 광도 함수에 대한 연구를 수행하였다. 이형목 회원은 서

현종(천문연구원)회원 등 여러 명의 연구자들과 아카리의 NEP 영역 관측 데이터를 이용해 근적외선 배경 복사의 공간 요동 스펙트럼을 구함으로써 배경복사의 기원을 밝히고자 하였다. 이형목 회원은 김민규(서울대 박사과정) 회원, 천문 연구원, 일본의 ISAS/JAXA, 미국의 JPL 등 여러 연구기관에 속한 연구자들과 공동으로 CIBER 데이터를 분석하여 0.96-1.65 μm 사이의 은하의 퍼진 복사 스펙트럼을 측정함으로써 은하의 근적외선 복사가 주로 크기가 큰 성간 티끌이 별빛을 산란시켜 만들어내는 모형과 잘 일치함을 보였다.

임명신 회원은 한국연구재단 리더연구자사업(창의적 연구) 지원을 받고 있는 초기우주천체연구단을 이끌면서 퀘이사, 원시은하단, 타원은하, 감마선 폭발, 초신성 등 다양한 주제에 대한 연구를 수행하였다. 연구단에서 수행 중인 Infrared Medium-deep Survey자료를 바탕으로 김재우, 이성국, 현민회 회원 등과 함께 원시은하단 및 초은하단 후보들을, 전이슬, 김용정 회원과 함께 초기우주 퀘이사 후보들에 대한 선별 및 분광관측 확인 연구를 진행하였다. 이들 후보천체들에 대한 후속관측을 칠레 Magellan 6.5m 망원경의 다천체 분광기 IMACS와 근적외선 분광기 FIRE, 그리고 맥도날드 천문대 2.1m 망원경의 CQUEAN을 이용하여 수행하였다. 그 결과 $z=0.91$ 에 있는 초은하단을 발견하였으며, 또한 분광관측을 통하여 $z=6$ 초기우주에 있는 보통분광기 퀘이사를 세계 3번째로 발견하였다. 이 퀘이사는 IMS J220417.92+011144.8(약자: IMS J2204+0111)라고 명명되었으며, 이 발견을 통해 초기우주의 재이온화에 퀘이사가 최대 약 10%정도 기여한다는 사실을 새로이 밝혀냈다. 또한 IMS자료를 바탕으로 Karouzos회원과 함께 radio-AGN의 주변 환경 연구를 하였으며, radio-AGN의 기작원인이 환경적인 것이 아님을 밝혀냈고, 이 연구결과를 ApJ에 발표하였다. 임명신 회원은 홍주는 회원, 김민진 회원과 함께 밝은 퀘이사의 기작원인을 알아내기 위하여 우즈베키스탄 Maidanak천문대 1.5m에 설치된 SNUCAM 등의 여러 시설을 이용하여 퀘이사 주변의 합병흔적을 보기 위한 깊은 영상관측을 수행하였고, 그 결과 밝은 퀘이사들은 은하합병을 통해 발견된다는 사실을 알아냈다. 그리고 전현성 회원, 이형목 회원 등과 함께 AKARI우주 망원경을 이용하여 고적색이동 퀘이사의 H-alpha선을 검출하는 데 세계최초로 성공하였고, 이를 통해 가까운 우주 퀘이사에서 유효한 scaling relation들이 초기우주에서도 유효하다는 중요한 사실을 알아냈다. 또한 강유진 회원과 함께 GOODS field들에서 수십 개의 원시은하단을 발견하였고, 이를 이용하여 LCDM우주모델의 검증에 한 연구결과를 발표하였다. 이성국 회원, 김재우 회원, 현민회 회원, 윤용민 회원 등과 함께 IMS 및 기타 archive자료를 이용하여 원시은하단 연구를 수행하였고, 이를 통해 초기우주에서는 환경에 따라 은하진화가 어떻게 변하는지 알아보았다. 그 결과 $z > 1$ 인 초기우주에서는 환경의 영향보다 은하자체의 성질이 은하진화의 양상을 좌우한다는 흥미로운 사실을 밝혀냈다. 김도형 회원과 함께 은하진화를 규명하기 위한 고리역할을 하는 red quasar에 대한 연구를 진행하고 있다. AKARI 분광관측 자료를 사용하여 Brackett 선을 이용한 블랙홀 질량측정법을 개발하였음은 물론 type-1 퀘이사의 hot dust component의 온도가 기존에 알려진 1500K보다 낮

은 1100K 정도라는 흥미로운 사실도 발견하였다. 또한 김도형 회원과 함께 붉은 AGN은 활동성이 매우 높은 AGN이며, 이는 붉은 AGN이 보통 AGN과 별형성 중인 은하의 징검다리를 하는 단계라는 사실을 알아냈다. 또한 tidal disruption천체인 Swift J1644+57를 근적외선에서 장기간 관측하여 윤용민 회원과 함께 이 천체의 블랙홀 질량을 추정하여 tidal disruption 해석의 타당성을 검토하였으며, 현재 가까운 은하의 크기 변화와 주변환경 사이의 상관관계를 연구하고 있다. 임명신 회원은 김준호 회원, Karouzos 회원과 함께, KMTNet을 이용한 AGN의 시계열 관측 연구를, 이상윤 회원과 함께 GRB폭발 직후의 근적외선 스펙트럼의 변화를 이용하여 extremely long GRB의 afterglow와 prompt emission에 대한 연구를 수행하고 있다. 탁운찬 회원과 함께 중력렌즈 천체에 대한 모델링 연구를 진행하고 있으며, SQUEAN을 이용한 medium-band reverberation mapping연구도 시작하였다. 경희대학교 박수종 회원 등과 함께 고적색편이 퀘이사 관측을 위한 적외선 관측기기인 CQUEAN-II의 개선 작업을 완료하였으며 이를 SQUEAN으로 개칭하였다. SQUEAN은 50nm파장폭을 갖춘 medium-band filter 9개를 장착한 기기이며 이를 사용하면 초기우주천체의 스펙트럼 모양분석이 용이해졌다. 현재 이를 이용하여 $z=5$ 에 있는 퀘이사들에 대한 저분산 분광관측을 수행 중이다. 임명신 회원은 또한 호주 Siding Spring 천문대에 설치한 0.43m 반사망원경 Lee Sang Gak 망원경(LSGT)을 사용하여 NGC 2442 은하에서 터진 제1a형 초신성 SN 2015F의 폭발 순간을 포착하는 데 성공하였다. 특히 폭발순간에 나타나는 섬광신호를 검출하였고, 이로부터 SN 2015F의 progenitor star는 백색왜성과 보통 별로 이루어진 쌍성계일 가능성이 높다는 흥미로운 관측증거를 제시할 수 있었다. 초신성 폭발순간의 동영상은 astronomy picture of the day(APOD)등에 소개되었다. 최창수 회원, 임구 회원, 이상윤 회원, 박근우 회원 등과 함께 가까운 은하의 monitoring관측 연구를 수행하였으며, 임구 회원은 이 자료를 이용하여 가까운 별형성은하에 나타나는 은하합병 흔적을 연구 중에 있다. 그리고 임명신 회원은 준공 후 약 40년이 지난 서울대학교 제1광학천문대의 재건축위원회 위원장으로 천문대의 재건축을 진행 중에 있다.

채종철 회원이 이끄는 태양천문학 그룹에는 1인의 연구교수(이정우 교수), 4인의 박사과정 학생(송동욱, 양희수, 조규현, 궤한나), 3인의 석사과정 학생(이겨레, 서민주, 강주형)이 있다. 2015년도에 연수연구원이던 박형민 박사는 현재 고흥청소년우주주체협센터 우주활동부에서 일하고 있다. 태양 천문학 그룹은 미국 빅베이 태양 천문대의 1.6미터 태양 망원경(NST)의 고속영상 태양분광기(FISS)를 이용한 관측 연구에 집중하고 있다. 이 관측 기기는 채종철 회원이 이끄는 서울대 태양 천문학 그룹과 한국 천문 연구원 태양 우주 환경 그룹이 공동 제작한 것이다. 2015년도에 논문으로 발표된 주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 태양 흑점의 채층에서 일어나는 충격과 병합 현상을 발견하였다. 충격과 병합 현상은 흑점 본영의 3분 진동과 반영의 5분 진동, 피프티 현상을 연결할 수 있는 물리적 고리를 제공하는 중요한 현상이다. 둘째, 중력으로 충화된 대기에서 충동적 섭동에 의해 생성되는 음파는 주파수에 따라 그룹속도가 달라지는 분산파의

특성을 갖게 되므로, 시간이 어느 정도 흐르면 3분 진동현상으로 나타남을 이론적으로 보였다. 셋째, 작은 흑점 주변에 만들어진 미세한 전류 구조가 코로나 루프 밝아짐 현상과 긴밀한 연관이 있음을 보였다. 2016년도에는 NST, IRIS, ALMA 등의 다른 파장대의 첨단 망원경을 결합하여 태양 흑점 및 주변에서의 진동, 파동, 충격파 현상을 연구할 예정이다.

Masateru Ishiguro 회원의 태양계 천문학 연구팀은 행성과 소행성을 연구하여 태양계의 진화 양상을 밝혀내려 하고 있다. 2015년에는 4개의 SCI 논문 (주저자/책임저자 논문 2개 포함)을 발표했다. 주요 논문 주제는 다음과 같다.

(1) 양홍규 회원과 Masateru Ishiguro 회원은 황도광의 가시광 영역에서의 색과 반사율을 조사하여 각 유형의 소행성 (C, S, X, B형) 및 행성과 비교함으로써 행성 간 먼지의 기원에 관한 고찰을 실시하였다. 그 결과, 황도광으로 관측되는 행성 간 먼지의 90% 이상이 행성으로부터 기원했다는 결론에 도달하였다. 또한, 황도광의 광학 특성이 성층권에서 채취되는 "chondritic porous IDPs"라는 먼지 입자와 비슷한 것을 발견하였는데, 이 입자 또한 행성으로부터 기원하였다고 생각되고 있다. 이와 같이 광학 특성에 주목한 행성 간 티끌의 기원에 관한 연구는 본 연구가 세계 최초이다 (Yang & Ishiguro 2015).

(2) 209P/LINEAR 혜성은 2014년 5월 지구에 0.06 AU까지 접근하였는데, 이 궤도의 특성으로부터 미래의 유성우에 대한 모천체로 주목받고 있다. Masateru Ishiguro 회원은 중심으로 한 국제연구 그룹은 209P/LINEAR에 대해 가시광 및 적외선 영역에서 측광, 분광, 편광 관측을 실시하여 이 천체에서 방출되는 먼지의 양과 혜성 핵 표면의 광학 특성을 조사하였다. 그 결과 먼지 방출량은 2-10 kg/s로 추정되었는데, 이는 혜성 중에서도 매우 작은 값으로 상당히 고갈된 천체임을 알 수 있었다 (Ishiguro et al. 2015). 또한, 혜성 핵의 직선 편광 도는 태양 위상각 92-100도 부근에서 약 30%에 달하는 것을 알 수 있었고 Umov law를 이용하여 반사율 및 표면의 먼지 맨틀 입자의 크기에 대한 논의를 실시하였다 (Kuroda et al. 2015).

(3) 2P/Encke 혜성은 공전 주기가 3.3년으로 매우 짧으며, 알려진 혜성 중에서 가장 빈번하게 태양의 주위를 돌고 있는 천체이다. Masateru Ishiguro 회원이 참여하는 연구 그룹에서는 이 천체가 2003년에 근일점을 통과하였을 때 Spitzer 우주 망원경과 지상 광학 망원경으로 가시광 및 적외선 파장 영역에서 이미징 관측하여 혜성 핵의 자전과 태양 복사장에서의 먼지 입자의 운동을 분석하였고, 이로부터 먼지 입자 크기 및 방출 속도를 추정하였다. 그 결과 2P/Encke는 근일점 통과 후 10일 이내의 짧은 기간에 폭발적으로 총량 10^9 - 10^{10} kg의 먼지 입자를 방출하여 체트 구조 및 먼지 트레일을 형성하였다는 것을 밝혀내었다 (Sarugaku et al. 2015).

Sascha Trippe's group studied the physics of the central parsecs of active galactic nuclei (AGN). They conducted interferometric observations using the Korean VLBI Network (KVN) and the KVN and VERA Array (KaVA) within the frame of the Plasma-physics of Active Galactic Nuclei (PAGaN)

project which is aimed at understanding the formation, collimation, and propagation of AGN jets. Their group is part of the AGN Working Group of the Korean-Japanese KaVA Science Group, the East-Asian AGN working group, and the East-Asian VLBI Network (EAVN) collaboration. Important scientific results have been (i) interferometric constraints on the presence of jets from Sagittarius A*; (ii) a first kinematic analysis of two AGN with KaVA; and (iii) a first interferometric polarization study of seven AGN with KVN. In the year 2015, their work resulted in seven SCI(E) journal papers led by group members (in A&A, Can. J. Phys., and JKAS).

3. 발표논문

Algaba, JC.; Zhao, GY; Lee, SS ; Byun, DY; Kang, SC; Kim, DW; Kim, JY; Kim, JS; Kim, SW; Kino, M; Miyazaki, A; Park, JH; Trippe, S; Wajima, K...More...Less, 2015, "INTERFEROMETRIC MONITORING OF GAMMA-RAY BRIGHT ACTIVE GALACTIC NUCLEI II: FREQUENCY PHASE TRANSFER", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 5, 237-255

Baek, G; Pak, S; Green, JD; Meschiar, S; Lee, JE; Jeon, Y; Choi, C; Im, M; Sung, HI; Park, WK, 2015, "COLOR VARIABILITY OF HBC 722 IN THE POST-OUTBURST PHASES", ASTRONOMICAL JOURNAL, 149, 2

Barth, Aaron J.; Bennert, Vardha N.; Canalizo, Gabriela; Filippenko, Alexei V.; Gates, Elinor L.; Greene, Jenny E.; Li, Weidong; Malkan, Matthew A.; Pancoast, Anna; Sand, David J.; and 20 coauthors including Woo, Jong Hak, 2015, "The Lick AGN Monitoring Project 2011: Spectroscopic Campaign and Emission-line Light Curves", ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, 217, 2

Bennert, VN; Treu, T; Auger, MW; Cosens, M; Park, D; Rosen, R; Harris, CE; Malkan, MA; Woo, JH, 2015, "A LOCAL BASELINE OF THE BLACK HOLE MASS SCALING RELATIONS FOR ACTIVE GALAXIES. III. THE M-BH-sigma RELATION", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 809, 1

Chae, J; Song, D; Seo, M; Cho, KS; Park, YD; Yurchyshyn, V, 2015, "DETECTION OF SHOCK MERGING IN THE CHROMOSPHERE OF A SOLAR PORE", ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 805, 2

Chae, J. and Goode, P., 2015, "Acoustic Waves Generated by Impulsive Disturbances in a Gravitationally Stratified Medium", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 808

Cho, K. -S.; Bong, S. -C.; Nakariakov, V. M.; Lim, E. -K.; Park, Y. -D.; Chae, J. C.; Yang, H. -S.; Park, H. -M.; Yurchyshyn, V., 2015, "INTENSITY AND DOPPLER VELOCITY OSCILLATIONS IN PORE ATMOSPHERES", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 802

Cho, Wankee, Kim, Jongsoo, Koo, Bon-Chul, 2015, "Dynamical Evolution of Supernova Remnants Breaking Through Molecular Clouds", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 2, 48, 139-154

Choi, Ni; Park, WK; Lee, HI; Ji, TG; Jeon, Y; Im, M; Pak, S, 2015, "A NEW AUTO-GUIDING SYSTEM FOR CQUEAN", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 48, 3, 177-185

De Pasquale, Massimiliano; Kuin, N. P. M.; Oates, S.; Schulze, S.; Cano, Z.; Guidorzi, C.; Beardmore, A.; Evans, P. A.; Uhm, Z. L.; Zhang, B.; and 30 coauthors including Im, M, 2015, "The optical rebrightening of GRB100814A: an interplay of forward and reverse shocks?", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 449, 1, 1024-1042

DeGraf, C; Di Matteo, T; Treu, T; Feng, Y; Woo, JH; Park, D, 2015, "Scaling relations between black holes and their host galaxies: comparing theoretical and observational measurements, and the impact of selection effects", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 454, 1, 913-932

Dessart, L; Hillier, DJ; Woosley, S; Livne, E; Waldman, R; Yoon, SC; Langer, N, 2015, "Radiative-transfer models for supernovae IIb:Ib:Ic from binary-star progenitors", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 453, 2, 2189-2213

Froebrich, D; Makin, SV; Davis, CJ; Gledhill, TM; Kim, Y; Koo, BC; Rowles, J; Eisloffel, J; Nicholas, J; Lee, JJ; Williamson, J; Buckner, ASM...More...Less, 2015, "Extended H-2 emission line sources from UWISH2", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 454, 3, 2586-2605

Goto, Tomotsugu; Oi, Nagisa; Ohyama, Youichi; Malkin, Matthew; Matsuhara, Hideo; Wada, Takehiko; Karouzos, Marios; Im, Myungshin; Nakagawa, Takao; Buat, Veronique; Burgarella, Denis; Sedgwick, Chris; Toba, Yoshiki; Jeong, Woong-Seob; Marchetti, Lucia; Malek, Katarzyna; Koptelova, Ekaterina; Chao, Dani; Wu, Yi-Han; Pearson, Chris; Takagi,

Toshinobu; Lee, Hyung Mok; Serjeant, Stephen; Takeuchi, Tsutomu T.; Kim, Seong Jin, 2015, "Evolution of mid-infrared galaxy luminosity functions from the entire AKARI NEP deep field with new CFHT photometry", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 452, 2, 1684-1693

Hong, J; Im, M; Kim, M; Ho, LC, 2015, "CORRELATION BETWEEN GALAXY MERGERS AND LUMINOUS ACTIVE GALACTIC NUCLEI", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 804, 1, -

Hong, Jongsuk; Lee, Hyung Mok, 2015, "Black hole binaries in galactic nuclei and gravitational wave sources", *MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY*, 448, 754-770

Im, M; Choi, C; Kim, K, 2015, "LEE SANG GAK TELESCOPE (LSGT): A REMOTELY OPERATED ROBOTIC TELESCOPE FOR EDUCATION AND RESEARCH AT SEOUL NATIONAL UNIVERSITY", *JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY*, 48, 4, 207-212

Im, Myungshin; Choi, Changsu; Yoon, Sung-Chul; Kim, Jae-Woo; Ehgamberdiev, Shuhrat A.; Monard, Libert A. G.; Sung, Hyun-Il, 2015, "The Very Early Light Curve of SN 2015F in NGC 2442: A Possible Detection of Shock-heated Cooling Emission and Constraints on SN Ia Progenitor System", *ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES*, 221, 1, 22-30

Ishiguro, Masateru; Kuroda, Daisuke; Hanayama, Hidekazu; Takahashi, Jun; Hasegawa, Sunao; Sarugaku, Yuki; Watanabe, Makoto; Imai, Masataka; Goda, Shuhei; Akitaya, Hiroshi; and 22 coauthors, 2015, "Dust from Comet 209P/LINEAR during its 2014 Return: Parent Body of a New Meteor Shower, the May Camelopardalids", *ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS*, 798, 2

Jang, IS; Lee, MG, 2015, "THE TIP OF THE RED GIANT BRANCH DISTANCES TO TYPE IA SUPERNOVA HOST GALAXIES. III. NGC 4038/39 AND NGC 5584", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 807, 2

Jun, Hyunsung David; Im, Myungshin; Lee, Hyung Mok; Ohyama, Youichi; Woo, Jong-Hak; Fan, Xiaohui; Goto, Tomotsugu; Kim, Dohyeong; Kim, Ji Hoon; Kim, Minjin; Lee, Myung Gyoong; Nakagawa, Takao; Pearson, Chris; Serjeant, Stephen, 2015, "REST-FRAME OPTICAL SPECTRA AND BLACK HOLE MASSES OF $3 < z < 6$ QUASARS", *ASTROPHYSICAL JOURNAL*, 806, 1

Kang, E; Im, M, 2015, "MASSIVE STRUCTURES OF GALAXIES AT HIGH REDSHIFTS IN THE GREAT OBSERVATORIES ORIGINS DEEP SURVEY FIELDS", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 1, 21-55

Kang, H.; Kim, K.-T., Byun, D.-Y., Lee, S., Park, Y.-S., 2015, "Simultaneous Observation of Water and Class I Methanol Masers toward Class II Methanol Maser Sources", ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, 221

Karouzos, M; Woo, JH; Matsuoka, K; Kochanek, CS; Onken, CA; Kollmeier, JA; Park, D; Nagao, T; Kim, SC, 2015, "REST-FRAME UV SINGLE-EPOCH BLACK HOLE MASS ESTIMATES OF LOW-LUMINOSITY AGNs AT INTERMEDIATE REDSHIFTS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 815, 2

Kashikawa, N; Ishizaki, Y; Willott, CJ; Onoue, M; Im, M; Furusawa, H; Toshikawa, J ; Ishikawa, S; Niino, Y; Shimasaku, K; Ouchi, M; Hibon, P, 2015, "THE SUBARU HIGH-z QUASAR SURVEY: DISCOVERY OF FAINT z similar to 6 QUASARS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 798, 1

Kim, D; Im, M; Glikman, E; Woo, JH; Urrutia, T, 2015, "ACCRETION RATES OF RED QUASARS FROM THE HYDROGEN P beta LINE", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 812, 1

Kim, Dohyeong; Im, Myungshin; Kim, Ji Hoon; Jun, Hyunsung David; Woo, Jong-Hak; Lee, Hyung Mok; Lee, Myung Gyoony; Nakagawa, Takao; Matsuhara, Hideo; Wada, Takehiko; and 4 coauthors, 2015, "The AKARI 2.5-5.0 μ m Spectral Atlas of Type-1 Active Galactic Nuclei: Black Hole Mass Estimator, Line Ratio, and Hot Dust Temperature", ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, 216, 1

Kim, Dohyeong; Im, Myungshin; Glikman, Eilat; Woo, Jong-Hak; Urrutia, Tanya, 2015, "Accretion Rates of Red Quasars from the Hydrogen Pbeta Line", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 812, 1, 66-74

Kim, HJ; Yoon, SC; Koo, BC, 2015, "OBSERVATIONAL PROPERTIES OF TYPE Ib/c SUPERNOVA PROGENITORS IN BINARY SYSTEMS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 809, 2

Kim, Hyun-Jeong; Yoon, Sung-Chul; Koo, Bon-Chul, 2015, "Observational Properties of Type Ib/c Supernova Progenitors in Binary Systems", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 2, 809, 131-141

Kim, Hyun-Jeong; Koo, Bon-Chul; Davis, Christopher J., 2015, "STAR FORMATION ACTIVITY IN THE LONG, FILAMENTARY INFRARED DARK CLOUD G53.2", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 802

Kim, JW; Im, M; Lee, SK; Edge, AC; Wake, DA; Merson, AI; Jeon, Y, 2015, "LINKING GALAXIES TO DARK MATTER HALOS AT z similar to 1: DEPENDENCE OF GALAXY CLUSTERING ON STELLAR MASS AND SPECIFIC STAR FORMATION RATE", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 806, 2

Kim, JY; Trippe, S; Sohn, BW; Oh, J; Park, JH; Lee, SS; Lee, T; Kim, D, 2015, "PAGAN I: MULTI-FREQUENCY POLARIMETRY OF AGN JETS WITH KVN", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 5, 285-298

Kim, Seong Jin; Lee, Hyung Mok; Jeong, Woong-Seob; Goto, Tomotsugu; Matsuhara, Hideo; Im, Myungshin; Shim, Hyunjin; Kim, Min Gyu; Lee, Myung Gyoony, 2015, "Mid-infrared luminosity function of local star-forming galaxies in the North Ecliptic Pole-Wide survey field of AKARI", MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 454, 1573-1584

Kim, Taehyun; Sheth, Kartik; Gadotti, Dimitri A.; Lee, Myung Gyoony; Zaritsky, Dennis; Elmegreen, Bruce G.; Athanassoula, E.; Bosma, Albert; Holwerda, Benne; Ho, Luis C.; and 17 coauthors, 2015, "The Mass Profile and Shape of Bars in the Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies (S4G): Search for an Age Indicator for Bars", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 799, 1

Kim, Y; Kim, WT; Elmegreen, BG, 2015, "WIGGLE INSTABILITY OF GALACTIC SPIRAL SHOCKS: EFFECTS OF MAGNETIC FIELDS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 809, 1

Kim, Yongjung; Im, Myungshin; Jeon, Yiseul; Kim, Minjin; Choi, Changsu; Hong, Jueun; Hyun, Minhee; Jun, Hyunsung David; Karouzos, Marios; Kim, Dohyeong; 외 8명, 2015, "Discovery of a Faint Quasar at z ~ 6 and Implications for Cosmic Reionization", ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 813, L35-L39

Kuroda, Daisuke; Ishiguro, Masateru; Watanabe, Makoto; Akitaya, Hiroshi; Takahashi, Jun; Hasegawa, Sunao; Ui, Takahiro; Kanda, Yuka; Takaki, Katsutoshi; Itoh, Ryosuke; and 17 coauthors, 2015, "Optical and Near-infrared Polarimetry for a Highly Dormant Comet 209P/LINEAR", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 814, 2

- Le, HAN; Pak, S; Jaffe, DT; Kaplan, K; Lee, JJ; Im, M; Seifahrt, A, 2015, "Exposure time calculator for Immersion Grating Infrared Spectrograph: IGRINS", ADVANCES IN SPACE RESEARCH, 55, 11, 2509-2518
- Lee, GH; Hwang, HS; Lee, MG; Ko, J; Sohn, J; Shim, H; Diaferio, A, 2015, "GALAXY EVOLUTION IN THE MID-INFRARED GREEN VALLEY: A CASE OF THE A2199 SUPERCLUSTER", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 800, 2
- Lee, J; Choi, YY, 2015, "DETECTION OF THE VELOCITY SHEAR EFFECT ON THE SPATIAL DISTRIBUTIONS OF THE GALACTIC SATELLITES IN ISOLATED SYSTEMS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 799, 2
- Lee, J; Hoyle, F, 2015, "AN OBSERVATIONAL SIGNAL OF THE VOID SHAPE CORRELATION AND ITS LINK TO THE COSMIC WEB", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 803, 1
- Lee, J; Kim, S; Rey, SC, 2015, "A BOUND VIOLATION ON THE GALAXY GROUP SCALE: THE TURN-AROUND RADIUS OF NGC 5353:4", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 815, 1
- Lee, J; Kim, S; Rey, SC, 2015, "A NEW DYNAMICAL MASS MEASUREMENT FOR THE VIRGO CLUSTER USING THE RADIAL VELOCITY PROFILE OF THE FILAMENT GALAXIES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 2
- Lee, MG; Sohn, J; Lee, JH; Lim, S; Jang, IS; Ko, Y; Koo, BC; Hwang, N; Kim, SC; Park, BG, 2015, "OPTICAL SPECTROSCOPY OF SUPERNOVA REMNANTS IN M81 AND M82", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 804, 1
- Lee, SK; Im, M; Kim, JW; Lotz, J; McPartland, C; Peth, M; Koekemoer, A, 2015, "EVOLUTION OF STAR FORMATION PROPERTIES OF HIGH-REDSHIFT CLUSTER GALAXIES SINCE $z=2$ ", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 810, 2
- Lee, SS; Kang, S; Byun, DY; Chapman, N; Novak, G; Trippe, S; Algaba, JC; Kino, M, 2015, "FIRST DETECTION OF 350 MICRON POLARIZATION FROM A RADIO-LOUD AGN", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 808, 1
- Lee, T; Trippe, S; Oh, J; Byun, DY; Sohn, BW; Lee, SS, 2015, "A SEARCH FOR AGN INTRA-DAY VARIABILITY WITH KVN", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 5, 313-323
- Lee, YH; Koo, BC; Moon, DS; Lee, JJ, 2015, "NEAR-INFRARED EXTINCTION DUE TO COOL SUPERNOVA DUST IN CASSIOPEIA A", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 808, 1
- Li, Z; Shen, JT; Kim, WT, 2015, "HYDRODYNAMICAL SIMULATIONS OF NUCLEAR RINGS IN BARRED GALAXIES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 806, 2
- Lim, S; Lee, MG, 2015, "THE STAR CLUSTER SYSTEM IN THE LOCAL GROUP STARBURST GALAXY IC 10", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 804, 2
- Matsuoka, K; Woo, JH, 2015, "FAR-INFRARED AND ACCRETION LUMINOSITIES OF THE PRESENT-DAY ACTIVE GALACTIC NUCLEI", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 1
- Miller, BP; Gallo, E; Greene, JE; Kelly, BC; Treu, T; Woo, JH; Baldassare, V, 2015, "X-RAY CONSTRAINTS ON THE LOCAL SUPERMASSIVE BLACK HOLE OCCUPATION FRACTION", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 799, 1
- Myungshin Im, Changsu Cho, Sung-Chul Yoon, Jae-Woo Kim, Shuhrat A. Ehgamberdiev, Libert A. G. Monard, Hyun-Il Sung, 2015, "The Very Early Light Curve of SN 2015F in NGC 2442: A Possible Detection of Shock-heated Cooling Emission and Constraints on SN Ia Progenitor System", ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, 211, 1
- Oh, J; Trippe, S; Kang, S; Kim, JY; Park, JH; Lee, T; Kim, D; Kino, M; Lee, SS; Sohn, BW, 2015, "PAGAN II: THE EVOLUTION OF AGN JETS ON SUB-PARSEC SCALES", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 5, 299-311
- Oh, SH; Kim, WT; Lee, HM, 2015, "PHYSICAL PROPERTIES OF TIDAL FEATURES OF INTERACTING DISK GALAXIES: THREE-DIMENSIONAL SELF-CONSISTENT MODELS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 1
- Oh, SH; Kim, WT; Lee, HM, 2015, "PHYSICAL PROPERTIES OF TIDAL FEATURES OF INTERACTING DISK GALAXIES: THREE-DIMENSIONAL SELF-CONSISTENT MODELS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 1
- Park, D; Woo, JH; Bennert, VN; Treu, T; Auger, MW; Malkan, MA, 2015, "COSMIC EVOLUTION OF BLACK HOLES AND SPHEROIDS. V. THE RELATION BETWEEN BLACK HOLE MASS AND HOST GALAXY LUMINOSITY FOR A SAMPLE OF 79 ACTIVE GALAXIES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 799, 2
- Park, JH; Trippe, S; Krichbaum, TP; Kim, JY; Kino, M;

Bertarini, A; Bremer, M; de Vicente, P, 2015, "No asymmetric outflows from Sagittarius A(star) during the pericenter passage of the gas cloud G2", ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 576

Sarugaku, Yuki; Ishiguro, Masateru; Ueno, Munetaka; Usui, Fumihiko; Reach, William T., 2015, "INFRARED AND OPTICAL IMAGINGS OF THE COMET 2P/ENCKE DUST CLOUD IN THE 2003 RETURN", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 804

Seo, HJ; Lee, HM; Matsumoto, T; Jeong, WS; Lee, MG; Pyo, J, 2015, "AKARI OBSERVATION OF THE SUB-DEGREE SCALE FLUCTUATION OF THE NEAR-INFRARED BACKGROUND", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 2

Seok, JY; Koo, BC; Hirashita, H, 2015, "DUST COOLING IN SUPERNOVA REMNANTS IN THE LARGE MAGELLANIC CLOUD", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 807, 1

Seong Jin Kim; Hyung Mok Lee; Woong-Seob Jeong; Tomotsugu Goto; Hideo Matsuhara; Myungshin Im; Hyunjin Shim; Mingyu Kim; Myung-Gyoon Lee, 2015, "mid-infrared luminosity function of local star-forming galaxies in the North Ecliptic Pole-Wide field survey of AKARI", MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 454, 1573-1585

Shim, J; Lee, J; Hoyle, F, 2015, "AN OBSERVATIONAL DETECTION OF THE BRIDGE EFFECT OF VOID FILAMENTS", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 815, 2

Sohn, Jubee; Hwang, Ho Seong; Geller, Margaret J.; Diaferio, Antonaldo; Rines, Kenneth J.; Lee, Myung Gyoony; Lee, Gwang-Ho, 2015, "Compact Groups of Galaxies with Complete Spectroscopic Redshifts in the Local Universe", Journal of the Korean Astronomical Society, 48, 6, 381-398

Song, D; Chae, J; Park, S; Cho, KS; Lim, EK; Ahn, K; Cao, W, 2015, "DETECTION OF A FINE-SCALE DISCONTINUITY OF PHOTOSPHERIC MAGNETIC FIELDS ASSOCIATED WITH SOLAR CORONAL LOOP BRIGHTENINGS", ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 810, 2

Yoon, Sung-Chul; Kang, Jisu; Kozyreva, Alexandra, 2015, "Can very massive population III stars produce a super-collapsar?", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 802, 1

Szecs, D; Langer, N; Yoon, SC; Sanyal, D; de Mink, S;

Evans, CJ; Dermine, T, 2015, "Low-metallicity massive single stars with rotation Evolutionary models applicable to I Zwicky 18", ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 581,

Trippe, Sascha, 2015, "AGN BROAD LINE REGIONS SCALE WITH BOLOMETRIC LUMINOSITY", JOURNAL OF THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY, 48, 3, 203-206

Trippe, Sascha, 2015, "The ""graviton picture"": a Bohr model for gravitation on galactic scales?", CANADIAN JOURNAL OF PHYSICS, 93, 213-216

Woo, JH; Yoon, Y; Park, S; Park, D; Kim, SC, 2015, "THE BLACK HOLE MASS-STELLAR VELOCITY DISPERSION RELATION OF NARROW-LINE SEYFERT 1 GALAXIES", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 801, 1

Yang, HG; Ishiguro, M, 2015, "ORIGIN OF INTERPLANETARY DUST THROUGH OPTICAL PROPERTIES OF ZODIACAL LIGHT", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 813, 2

Yoon, Sung-Chul, 2015, "Evolutionary Models for Type Ib/c Supernova Progenitors", PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF AUSTRALIA, 32

Yoon, Y; Im, M; Jeon, Y; Lee, SK; Choi, P; Gehrels, N; Pak, S; Sakamoto, T ; Urata, Y, 2015, "HOST GALAXY PROPERTIES AND BLACK HOLE MASS OF SWIFT J164449.3+573451 FROM MULTI-WAVELENGTH LONG-TERM MONITORING AND HST DATA", ASTROPHYSICAL JOURNAL, 808, 1

■ 세종대학교 천문우주학과

1. 인적 사항

세종대학교 천문우주학과에는 강영운, 이희원, 성환경, 이재우, 채규현, 김성은, M. van Putten, G. Rossi 총 8명의 전임교원이 재직하고 있으며, 연구교수로 A. Yuschenko박사가 재직하고 있다. 천문우주학과와 물리학과의 통합으로 2015년도부터 학부 신입생의 모집단위가 천문우주학과에서 물리천문학부로 변경되어 되었다. 당분간 천문우주학과와 물리천문학부가 함께 존재하는 2원 체제가 유지될 것이다.

지난 8월에는 허현오 회원이 박사학위를 받고, 세종대학교에서 박사후 연구원으로 재직하고 있다. 박사과정에는 P. Rittipruk, 공인택, 윤소영이 있으며, 석•박 통합과정에는 허정은, 석사과정에는 이대섭, 김도일, 최두현이 재학하고 있다.

2. 연구 및 학술활동

강영운 회원은 대●소마젤란은하에 있는 식쌍성의 물리량을 연구하고 있다. 측광자료를 이용한 마젤란은하 내 식쌍성의 장축운동과 분광자료를 이용한 쌍성의 화학 조성비를 연구하고 있다.

이희원 회원은 공생별과 어린 행성상성운에서 질량 손실 과정과 질량 이동 과정과 활동성은하핵에서 복사 전달을 연구하고 있다. 이희원 회원은 2015년 6월부터 칠레 Gemini-South Observatory에 재직 중인 Rodolfo Angeloni 박사, Las Campanas Observatory에 재직 중인 Francesco Di Mille 박사, Universidad de Catolica에 재직 중인 Tali Palma 박사와 함께 한국-칠레 협력 연구 사업을 추진하고 있다. 공생별과 행성상성운의 고분산 분광 및 고속 측광 연구 분야에서 협력 연구를 수행 중에 있으며, 석박사 통합 과정의 허정은 회원, 석사 과정의 장석준, 홍채린 회원과 학부생 이영민 학생이 연구 활동에 참여하고 있다. 장석준 회원과 활동성은하핵의 통일 모형에서 라이먼 알파선의 복사전달을 한국천문연구원원의 양유진 박사와 함께 연구하고 있으며 수소 원자의 정확한 산란단면적 계산을 적용하여 초기 우주의 재이온화 과정과 관련된 복사 전달 연구를 수행하고 있다. 석박사 통합 과정의 허정은 회원은 2016년 2월부터 한-칠레 협력 연구 사업의 지원을 받아 Gemini-South 천문대에서 방문 연구 중에 있으며 2016년 12월까지 체류하면서 관측 자료 획득, 처리 및 분석 활동을 할 것이다.

성환경 회원은 카시오페이아자리에 있는 젊은 산개성단 IC 1805의 중적외선 Spitzer/IRAC와 MIPS 자료의 측광을 수행하여 중적외선 초과가 있는 전주계열성을 선정하였고, 가시광 자료 및 Chandra X-선 자료와 함께 종합적으로 분석하여 그 중간결과를 천문학회 가을 학술대회에서 발표하였고, 전체 결과를 학술지에 게재할 준비를 하고 있다. 한국천문연구원원의 임범두 박사, 세종대학교 허현오 박사, 이상훈 회원, 호주국립대학교 M. S. Bessell 교수와 에리조나 대학 Steward 천문대의 김진영 연구원, 한국천문연구원원의 박병곤, 천무영 연구원, 과천과학관의 이강환 박사와 함께 세종 산개성단 전천탐사관측연구 (Sejong Open cluster Survey - SOS)를 수행하고 있으며, 2015년 11월부터 한국연구재단의 지원으로 SOS 과제의 일환인 “남반구 젊은 산개성단의 전천 탐사관측”은 진행하고 있다. 임범두 박사와 함께 젊은 산개성단 NGC 1624와 NGC 1931에 대한 연구를 수행하여 미국천문학회지에 게재하였으며, 쌍둥이자리의 전리수소 영역 Sh 2-255-257의 별 탄생 활동에 대한 연구결과는 한국천문학회지에 게재하였다. 또 국제천문연맹 총회와 함께 개최된 IAU Symposium 316에서 임범두 박사와 SOS 연구의 중간결과를 발표하였다. 박사과정의 허현오 회원과 함께 starburst type cluster인 Westerlund 2의 거리, 나이 및 초기질량함수 등에 대한 연구결과를 영국왕립천문학회지에 게재하였다. 허현오 회원은 Westerlund 2에 대한 연구와 η Carina 성운에 있는 젊은 산개성단에 대한 측광연구로 2015년 8월 박사학위를 취득하였다. 박사학위논문의 제목은 “A Deep Optical Photometric Study of the Massive Young Open Clusters in the Sagittarius-Carina Spiral Arm”이다. 박사학위 취득 후 세종대학교에서 학위논문

연구 결과를 학술지에 게재하기 위해 준비를 하면서 박사후 연구원으로 국외로 나갈 준비를 하고 있다. 석사과정의 이상훈 회원과 함께 Steward 천문대 Kuiper 61인치 망원경 Mont4k CCD 측광시스템의 특성조사와 이 CCD로 관측한 젊은 산개성단 NGC 2169에 대한 연구를 수행하고 있으며, 대전과학기술대학교 교사 최동렬과 함께 δ 세페이드 변광성이 3개나 있는 중년 산개성단 NGC 7790에 대한 측광연구도 수행하였다.

이재우회원은 지난 10년간 칠레의 세로토로로 미국립천문대 망원경을 이용한 확장 스트림그렌 협대역 측광 관측을 수행하였다. 이재우회원의 측광자료는 CaII H&K와 스트림그렌 측광계 이외에 이재우회원이 새로 고안한 CN38의 흡수선 세기를 측정하기 위한 JWL39측광계를 포함한다. 협대역 측광자료와 분광자료를 바탕으로 특히 구상성단 M22의 다중종족에 대한 지금까지 존재하는 가장 포괄적인 화학적, 형태학적, 운동학적 연구를 수행하였다. M22의 다중종족을 설명하기 위한 가장 적절한 방법은 M22는 외부은하의 환경에서 두 구상성단 또는 구상성단과 원시은하의 핵이 병합되고 후에 우리은하에 병합되어 형성되었다는 것이다. 이는 우리은하에 존재하는 특이구상성단의 형성을 설명하는 새로운 접근방식이 될 것이며, 이러한 성질을 갖는 구상성단들을 추가로 찾아내기 위한 작업을 수행하고 있다. M22에 대한 연구결과는 Astrophysical Journal Supplement에 발표하였다 (Lee 2015). 이재우회원은 구상성단의 적색거성에 대한 새로운 분광학적 분석법에 대한 연구를 수행하였다. Local thermodynamic equilibrium을 가정한 항성 분광학 연구에서 천체의 표면중력을 체계적으로 결정하는 방법을 고안하여 M22의 다중종족에 대한 중금속함량을 재결정하였다. 이 연구결과에 대한 논문은 Astrophysical Journal Supplement에 게재 요청하여 현재 논문심사중에 있다.

G. Rossi has been working on several topical aspects in theoretical, numerical, and observational cosmology and the large-scale structure of the Universe, with a special focus on the Lyman-Alpha forest and on cosmological neutrinos using the SDSS survey. In particular, Rossi et al. (2015) presented world-leading constraints on the amount of dark radiation in the Universe, and on the absolute neutrino mass scale and type of hierarchy. Their results rule out the possibility of a sterile neutrino thermalized with active neutrinos - confirming the validity of the standard cosmological model with the highest confidence level to date. Those tightest upper limits on the total neutrino mass received considerable media attention, as the 2015 Nobel prize in Physics was assigned for the confirmation that neutrinos are massive particles. G. Rossi is the lead scientist for Sejong University of the SDSS-IV collaboration, which he was able to join thanks to a new NRF-SGER grant. This membership has opened a new international channel, that has attracted and motivated several students to enroll into the master and Ph.D program in Astronomy at

Sejong University. G. Rossi has recently formed a new cosmology group focused on the SDSS-IV, currently made of two graduate students and two senior undergraduates - all actively involved in the SDSS-IV. The students were also able to attend for the first time an SDSS-IV international meeting in Madrid, along with some national meetings and schools in cosmology and computer science in 2015. In Fall 2015, G. Rossi has opened a new graduate course entitled 'Dark Energy and The Cosmic Web', which is timely given the rushing activity in dark energy science. Since last January 2015, he has presented results of his research in several national and international conferences and meetings (10), and gave a total of 14 invited colloquia and seminar talks.

3. 연구 및 교육시설

세종대학교가 보유하고 있는 가장 중요한 관측시설은 76cm 반사망원경이다. 곤지암으로 이전●설치한 2012년 이후 망원경의 정상화를 위해 노력하고 있는데, (주)에스엘랩에 의뢰하여 망원경의 부경부를 수리하였으며 2015년부터 2~3년에 걸쳐 망원경의 구동 및 제어부를 대대적으로 수리할 계획을 수립하였다. 곤지암 관측소에는 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 전파관측 실습을 하고 있다. 학생들의 컴퓨터 교육을 위해 천문계산실에 총 18대의 PC를 구비하고 있으며, Linux/Windows 운영환경을 제공하고 있다. 학부생의 취미 및 장래 진로를 위해 학과 내에 천문관측동아리 AJA와 컴퓨터 프로그래밍 동아리 ASC가 학생들의 자발적인 활동으로 활발하게 유지●운영이 되고 있으며, 졸업생의 취업에 많은 기여를 하고 있다.

4. 연구논문

최동렬, 김희수, 임범두, 성환경, 2015, 한국지구과학회지, 36권 7호 661-673쪽 (JKESS, 36, 661) "NGC 7790의 UBV CCD 측광 (UBV CCD Photometry of NGC 7790)"

Ahn, Sang-Hyeon, Lee, Hee-Won 2015, JKAS, 48, 195 "Polarization of Lyman alpha Emergent from a Thick Slab of Neutral Hydrogen"

Alam, S., Albareti, F., Allende Prieto, C. et al. (2015), ApJS, 219, 12, "The Eleventh and Twelfth Data Releases of the Sloan Digital Sky Survey: Final Data from SDSS-III"

An, Deokkeun, Terndrup, Donald M., Pinsonneault, Marc H., Lee, Jae-Woo, 2015, ApJ, 811, 46 "The Distances to Open

Clusters from Main-sequence Fitting. V. Extension of Color Calibration and Test Using Cool and Metal-rich Stars in NGC 6791"

Aubourg, E., Bailey, S., Bautista, J. E. et al. (2015), Phys. Rev. D, 92, 123516, "Cosmological implications of baryon acoustic oscillation (BAO) measurements"

Bach, Kiehun; Lee, Hee-Won, 2015, MNRAS, 446, 264 "Accurate Lyalpha scattering cross-section and red damping wing in the reionization epoch"

Bautista, J. E., Bailey, S., Font-Ribera, A. et al. (2015), JCAP 5, 060, "Mock quasar-Lyman-Alpha forest datasets for the SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey"

Chae, Kyu-Hyun, Gong, In-Taek, 2015, MNRAS, 451, 1719 "Testing modified Newtonian dynamics through statistics of velocity dispersion profiles in the inner regions of elliptical galaxies"

Chang, Seok-Jun; Heo, Jeong-Eun; Di Mille, Francesco; Angeloni, Rodolfo; Palma, Tali; Lee, Hee-Won, 2015, ApJ, 814, 98 "Formation of Raman Scattering Wings around H alpha, H beta, and Pa alpha in Active Galactic Nuclei"

Delubac, T., Bautista, J. E., Busca, N. et al. (2015), A&A, 574, A59, "Baryon Acoustic Oscillations in the Lyman-Alpha forest of BOSS DR11 quasars" Heo, Jeong-Eun, Lee, Hee-Won, 2014, JKAS, 48, 105, "Accretion Flow and Disparate Profiles of Raman Scattered O VI 1032, 1038 in the Symbiotic Star V1016 Cygni"

Guo, H., Zheng, Z., Jing, Y.P. et al. (2015), MNRAS 449, L95, "Modeling the redshift-space three-point correlation function in SDSS-III"

Hur, H., Park, B.-G., Sung, H., Bessell, M. S., Lim, B., Chun, M.-Y., & Sohn, S. T. 2015, MNRAS, "Reddening, distance, and stellar content of the young open cluster Westerlund 2"

Lee, Jae-Woo, 2015, ApJS, 219, 7 "Multiple Stellar Populations of Globular Clusters from Homogeneous Ca by Photometry. I. M22 (NGC 6656)" Lim, B., Sung, H., Bessell, M. S., Kim, J. S., Hur, H. & Park, B.-G. 2015, AJ, 149, 127 "The Sejong Open Cluster Survey (SOS). IV. The Young Open Clusters NGC 1624 and NGC 1931"

Levington, A., van Putten, M. H. P. M., Pick, G. 2015, ApJ,

812, 124 "Broadband Extended Emission in Gravitational Waves from Core-collapse Supernovae"

Lim, B., Sung, H., Hur, H., Lee, B.-C., Bessell, M. S., Kim, J. S., Lee, K.-H. Park, B.-G., Jeong, G. 2015, JKAS, 48, 343 "Sejong Open Cluster Survey (SOS) - V. The Active Star Forming Region Sh 2-255-257"

Lim, D., Han, S.-I., Lee, Y.-W., Roh, D.-G., Sohn, Y.-J., Chun, S.-H., Lee, J.-W., & Johnson, C. I. 2015, ApJS, 216, 19, "Low-resolution Spectroscopy for the Globular Clusters with Signs of Supernova Enrichment: M22, NGC 1851, and NGC 288"

Meixner, M., Panuzzo, P., Roman-Duval, J., Engelbracht, C., Babler, B., Seale, J., Hony, S., Montiel, E., Sauvage, M., Gordon, K., Misselt, K., Okumura, K., Charnial, P., Beck, T., Bernard, J.-P., Bolatto, A., Bot, C., Boyer, M. L., Carlson, L. R., Clayton, G. C., Chen, C.-H. R., Cormier, D., Fukui, Y., Galametz, M., Galliano, F., Hora, J. L., Hughes, A., Indebetouw, R., Israel, F. P., Kawamura, A., Kemper, F., Kim, S., Kwon, E., Lebouteiller, V., Li, A., Long, K. S., Madden, S. C., Matsuura, M., Muller, E., Oliveira, J. M., Onishi, T., Otsuka, M., Paradis, D., Poglitsch, A., Reach, W. T., Robitaille, T. P., Rubio, M., Sargent, B., Sewilo, M., Skibba, R., Smith, L. J., Srinivasan, S., Tielens, A. G. G. M., van Loon, J. Th., Whitney, B., 2015, AJ, 146, 62, "The HERSCHEL Inventory of The Agents of Galaxy Evolution in the Magellanic Clouds, a Herschel Open Time Key Program"

Myers, A.D., Palanque-Delabrouille, N., Prakash, A. et al. (2015), ApJS, 221, 27, "The extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: quasar target selection"

Palanque-Delabrouille, N., Yèche, C., Baur, J., Magneville, C., Rossi, G. et al. (2015), JCAP, 11, 011, "Neutrino masses and cosmology with Lyman-Alpha forest power spectrum"

Palanque-Delabrouille, N., Yèche, Lesgourgues, J., Rossi, G. et al. (2015), JCAP, 2, 045, "Constraint on neutrino masses from SDSS-III/BOSS Lyman-Alpha forest and other cosmological probes"

Rossi, G., Palanque-Delabrouille, N., Yèche, C. & Lesgourgues, J. (2015), Phys. Rev. D 92, 063505, "Constraints on dark radiation from cosmological probes"

Rossi, G. 2015, Publication of Korean Astronomical Society, 30, 321, "Cosmology with massive neutrinos: challenges to

the standard LCDM paradigm"

van Putten, M. H. P. M. 2015, IJMPD, 24, 3 "A holographic bound on the total number of computations in the visible universe"

van Putten, M. H. P. M. 2015, MNRAS, 447, 11 "Extreme luminosities in ejecta produced by intermittent outflows around rotating black holes"

van Putten, M. H. P. M. 2015, MNRAS, 450, 48 "Accelerated expansion from cosmological holography"

van Putten, M. H. P. M. 2015, ApJ, 810, 7 "Near-extremal Black Holes as Initial Conditions of Long GRB Supernovae and Probes of Their Gravitational Wave Emission"

Yushchenko, A. V., Gopka, V. F., Kang, Young-Woon, Kim, Chulhee, Lee, Byeong-Cheol, Yushchenko, V. A., Dorokhova, T. N., Doikov, D. N., Pikhitsa, P. V., Hong, Kyeongsoo, Kim, Sungeun, Lee, Jae-Woo, Rittipruk, P., 2015, AJ, 149, 59 "The Chemical Composition of ρ Puppis and the Signs of Accretion in the Atmospheres of B-F-Type Stars"

■ 연세대학교 천문우주학과

1. 인적사항

본 학과는 2016년 3월 현재, 교수진 11 명(이영욱, 변용익, 김용철, 김석환, 박상영, 손영중, 이석영, 윤석진, 정애리, 박찬덕, 지명국)과 명예교수진 3명(나일성, 천문석, 최규홍), 그리고 연세-KASI 학연협력 객원교수진 3명(조세형, 손봉원, 변도영)으로 구성되어 있다. 학과 및 천문대 소속의 박사 후 전문 연구원 7명, 대학원 석박사 통합과정 20 명, 박사과정 21 명, 석사과정 20 명, 그리고, 학부생 150 여 명으로 구성되어 있다. 3년 전부터 연세대학교 차원에서 진행되고 있는 정책으로, 학부 1학년 신입생들은 모두 인천 국제캠퍼스에서 1년간 기숙사 생활을 하면서 Residential College 교육을 받고 있다.

학과 교수진의 활동을 요약하면 다음과 같다. 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. 박상영 회원은 2015년 3월 부터 연세대학교 천문대장을 역임하고 한국우주과학회의 이사로 활동하고 있다. 이석영 회원은 BK21 Plus 지구-천문-대기 사업단장 및 대학원 주임교수로 봉사하고 있으며 천문학회지와 천문학 논총의 편집위원으로 활동하고 있다. 정애리 회원은 한국천문학회 학술위원회 위원으로 활동하고 있다. 박찬덕 회원은 2014년 1월

부터 한국우주과학회에서 발행하는 학술지 Journal of Astronomy and Space Science (JASS)의 편집위원으로 활동하고 있다.

본 학과는 역량있는 천문우주학 전공의 박사들을 배출해내는 교육기관으로서의 책임을 다하고 있으며, 2015년 8월에는 이재현 회원(지도교수 이석영)이, 2016년 2월에는 김성우 회원(지도교수 박상영), 그리고 임동욱 회원(지도교수 이영욱)이 박사학위를 받았다. 또한 본 학과에는 학과 및 천문대 소속의 7명의 박사후 연구원(박기훈, 정철, Mario Pasquato, 김학섭, 김수영, 장서원, Rory Smith)들이 활발한 연구 활동을 펼치고 있다.

2. 연구 및 학술 활동

이영욱 회원은 주석주(천문연), 정철 회원과 함께 우리은하 별지의 double red clump 현상과 X-shape 구조에 대한 새로운 다중항성종족 모델을 제시하여 국제학계에 큰 반향을 일으키고 있고, 한상일(천문연), 임동욱, 홍승수 회원과는 특이 구상성단과 우리은하 별지의 du Pont 2.5m 협대역 측광 및 저해상도 분광 관측 연구, 장소희 회원과는 우리은하 구상성단계와 Local Group 왜소은하들의 오랜 난제인 오스터호프 이분법의 기원과 RR Lyrae 변광성을 이용한 거리측정 연구를, 조혜전 회원과는 coma 은하단 내 초기형은하의 구상성단계 연구, 그리고 강이정, 김영로 회원과는 암흑에너지의 발견에 결정적 역할을 하는 Ia형 초신성의 광도에 은하 내 항성종족의 진화가 미치는 영향을 분석하기 위해 du Pont 2.5m 및 MMT 6.5m를 이용한 호스트 은하의 분광관측 및 광도곡선 분석 연구를 수행하고 있다. 또한 최근 연구팀에 합류한 김재연, 한다니엘 회원과 함께 우리은하 별지와 초기형은하의 화학적 진화 및 종족합성모델링 연구를 새롭게 착수하였다.

변용익 회원은 대만 및 미국의 협력연구자들과 함께, 카이퍼벨트 천체들의 분포를 알아내기 위한 성식 관측연구의 2단계 사업으로 초고속 대형카메라를 장착한 1.3미터 광시야망원경 3기를 멕시코 SPM 관측소에 건설 중이다. 장서원 회원과 함께 높은 정밀도의 시계열 자료 분석을 통한 저 질량 항성들의 변광 특성을 연구하고 있으며, 소행성 및 혜성체의 광도변화와 소행성 종족 분포에 대한 김명진 및 이한 회원과의 연구도 지속하고 있다. 또한 한국천문연구원 우주감시센터와 협력하여 우주위협대응체계 구축을 위해 노력하고 있다.

김용철 회원은 생성 초기 항성의 내부구조와 활동성 연구, 항성 표면 복사유체 수치모사연구, 그리고 등연령곡선 제작 등의 3가지 연구를 진행하고 있다. 항성에서 관측되는 활동성(activity)의 관측 자료와 상세한 내부구조의 이론적 모델을 함께 연구하여 항성구조와 항성 자기 활동성의 인과관계를 체계적으로 이해하고자 하는 것이 활동성 연구의 궁극적 목표이다. 복사와 유체의 상호 작용을 고려한 항성표면 수치모사를 통해 항성대기와 분광 스펙트럼합성을 수행하고, 이로 부터 분광 자료 분석의 이론적 체계를 정립하는 것이 연구의 목표이다. 그리고 등연령곡선 연구

는 최근 여러 연구에서 제안되고 있는 다양한 개별원소의 함량에 대하여 등연령곡선 만들고 이로 부터 개별 원소의 영향이 성단 색 등급도에 어떻게 나타나는지를 체계적으로 설명하는 연구이다.

김석환 회원이 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, 국내외 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 위하여 두기의 큐브위성을 개발하여 2016년 여름에 발사될 예정이다. 국방광역 감시센터의 연구일환으로서 레이저를 이용하여 위성 간 상대거리를 정밀하게 측정하는 연구를 수행중이며, 광학망원경을 이용한 우주감시를 위한 궤도분석을 하고 있다. 또한 한국형 달 탐사를 위한 지상국 시스템에 필요한 소프트웨어를 개발하고 있으며, 달 탐사 큐브위성의 활용을 위한 임무설계를 하고 있다.

손영종 회원의 관측천문학연구실(YOAL)에서는 정두석 회원, 천상현 회원 (현재 호주국립대학 Post-doc)과 함께 항성 종족의 측광학적 특성으로부터 은하 내에서의 별들의 생성 시기와 은하의 진화에 대한 연구를 진행하고 있다. 이 연구를 위한 주 자료는 UKIRT 망원경을 이용해 근적외선 관측으로 항성의 분해가 가능한 거리인 15Mpc 이내에 있는 10개의 은하들과 안드로메다 은하 시스템, 그리고 Leo Triplet 은하 시스템내의 항성 종족에 대한 근적외선 측광자료이다. 특히 이 은하들은 과거 병합을 겪었거나 현재 병합을 하고 있는 은하들로, 항성 및 항성 종족의 특성으로부터 은하 진화에 병합의 영향을 추가적으로 연구 중이다. 또한 이 은하들 중에선 전파 관측 및 가시광선 영역의 측광 자료와 동시 분석이 가능한 대상도 있어, 다파장 영역에서 항성 종족의 에너지 복사 특성을 종합적으로 연구할 수 있다. 이를 바탕으로 은하 내 Red Supergiant, AGB stars와 같은 질량이 큰 항성 종족들의 측광학적 특성과 항성진화에 대한 분석을 하고 있다. 또한 대중을 위한 천문학 교양서적인 '우주 레시피'를 2015년 9월 발간했으며, 한국형 온라인 공개강좌(K-MOOC)에 '우주의 이해'라는 강좌를 개설해 천문학의 대중화를 위해 힘쓰고 있다.

이석영 회원이 이끄는 은하진화연구실(GEM)에서는 시뮬레이션 및 관측 자료를 활용하여 다양한 환경에서 은하의 형성과 진화에 대해 연구하고 있다. 은하형성 이론 연구로 GEM은 준해석적 은하형성 이론 코드를 개발하고 있다. 복잡한 비선형적 현상의 이해를 위해서는 슈퍼컴퓨터를 사용한 모의실험을 수행하고 있다. GEM은 주로 이론적 연구에 주력하고 있지만, 은하단 규모에 대한 깊은 광학관측 또한 수행하여 이론모형을 검증하는 노력도 기울이고 있다. AGN 연구로는, Broad Line Region AGN과 환경효과, 그리고 통일이론의 검증을 중점적으로 연구하고 있다.

윤석진 회원은 김학섭 회원, 김수영 회원, 이상윤 회원과 함께 Subaru 8m 및 CTIO 4m 망원경을 이용한 은하 및 성단의 측광과 분광 관측 연구를, 정철 회원, 이상윤 회원과 함께 항성진화 종속합성 이론을 이용한 Yonsei Evolutionary Population Synthesis (YEPS) 모델 개발 연구와 외부은하 성단계의 '색분포 양분이론'을 이용한 초기우주 은하형성 연대기 규명 연구를, 배현진 회원, 문준성 회원, 지웅배 회원과 함께 GALEX 우주망원경 관측자료 및 SDSS 관측자료를 이용한 은하의 Recent Star Formation History 연구와 이웃은하의 영향에 대한 연구를, Mario Pasquato 박사, 윤기윤 회원, 안성호 회원, 서성우 회원과 함께 N-body 및 Hydro Simulation을 이용한 은하군 및 은하단 역학 연구 및 Disk Warp 현상에 대한 연구를, 김진아 회원, 서성우 회원과 함께 은하들 간의 중력적 상호작용이 은하의 Star Formation Rate와 Scaling Relations에 미치는 영향에 관한 연구를, 김동진 회원과 함께 전파관측 자료를 이용한 만기형 항성대기의 성질 및 질량손실에 관한 연구를 수행하고 있다. 연구실의 윤기윤 회원은 대만의 Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics (ASIAA)에 파견되어 연구를 수행하고 귀국하였다.

정애리 회원은 윤혜인, 김묘진, 이범현, 백준현, 및 노현욱 회원과 함께 다양한 적색편이에서 나타나는 환경에 따른 은하진화효과를 연구 중이다. 윤혜인 회원은 처녀자리 은하단 주변의 만기형 은하들의 WSRT, GMRT 및 JVA 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 근거리에서 있는 사자자리 은하그룹 내에서 발견된 왜소은하들의 성질로부터 그룹 내에 존재하는 거대 가스구조 및 은하그룹의 기원을 연구 중이다. 백준현 회원은 KVN 관측을 통해 다양한 은하단 중심에 위치한 은하들의 AGN 활동과 은하단의 역학상태의 상관관계에 대해 연구하고 있다. 노현욱 회원은 전파 간섭망 자료를 이용하여 활동성 은하핵의 모니터링 관측으로부터 제트의 형성 원리 및 진화를 연구하고 있다. 그 밖에 Columbia 대학, UMass, IfA, INAF 그리고 NAOJ 소속 천문학자들과 함께 deep HI imaging을 통해 다양한 적색편이와 환경에 위치한 은하들의 중성수소 형태와 역학을 연구 중이다.

박찬덕 회원은 우주비행체의 궤도/자세와 관련한 동역학/항법/유

도/제어 분야의 연구를 수행하고 있다. 현재 국방광역감시 특화 연구센터에 소속되어 다수 위성의 재배치/대형유지, 우주자산의 근접조사/자율도킹 등의 연구를 수행하고 있으며, 국방위성항법 특화연구센터에 소속되어 한국형위성항법시스템의 정밀궤도결정 연구를 수행하고 있다. 또한, 비선형/강건 제어기법을 이용한 우주비행체의 정밀 제어, 소형/비대칭 소행성 탐사를 위한 궤적설계 및 항법/유도/제어 기법 개발 등의 연구를 수행하고 있다.

지명국 회원은 Yonsei Observable UNiverse Group (YOUNG)을 운영하고 있다. 현재 1. 암흑물질의 정체를 규명하기 위한 충돌 은하단 연구, 2. 초기은하단의 질량함수 결정을 위한 중력렌즈 연구, 3. 우주론 파라미터를 정밀하게 결정하기 위한 Cosmic Shear연구, 4. Large Synoptic Survey Telescope (LSST)의 자료처리 알고리즘 연구를 수행하고 있다.

3. 교육 및 연구 시설

천문우주학 교육 시설로서, 천문대 소속의 일산 관측소 61cm 반사 망원경, 교내 관측소 40cm 반사 망원경, 그리고 4대의 10인치 미드 망원경 및 다수의 소형 망원경들을 확보하고 있으며, 학생들의 CCD 측광 실습에 적극 활용하고 있다. 신촌 캠퍼스 내에 설치되어 있는 KVN 전파망원경은 전문 연구자들의 관측뿐 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, 우주비행체연구실은 차세대 분리형 우주망원경의 기술을 우주공간에서 직접 실험/검증하기 위한 2기의 큐브위성과 우주비행체의 편대비행을 위한 항법/제어 기법을 지상에서 실험/검증하기 위한 실험장치를 제작하고 있다. 한국형위성항법시스템의 궤도결정을 모사하는 시뮬레이터 또한 개발 중이다. 그리고, 우주광학연구실은 광학 시스템 개발을 위한 다수의 설계 및 해석 S/W, 정렬 및 조립 성능 평가를 위한 각종 간섭계 및 광학 측정장비를 운영하며, 연구 및 프로젝트 형 교육기법에 활용하고 있다.

4. 국내외 연구논문

Miocchi, P., Pasquato, M., Lanzoni, B., Ferraro, F.-R., Dalessandro, E., Vesperini, E., Alessandrini, E. & Lee, Y.-W. 2015, ApJ, 799, 44, "Probing the Role of Dynamical Friction in Shaping the BSS Radial Distribution. I. Semi-analytical Models and Preliminary N-body Simulations"

Lim, D., Han, S.-I., Lee, Y.-W., Roh, D.-G., Sohn, Y.-J., Chun, S.-H., Lee, J.-W. & Johnson, C.-I., 2015, ApJS, 216, 19, "Low-resolution Spectroscopy for the Globular

Clusters with Signs of Supernova Enrichment: M22, NGC 1851, and NGC 288"

Jang, S. and Lee, Y.-W., 2015, ApJS, 218, 31, "Star Formation History of the Milky Way Halo Traced by the Oosterhoff Dichotomy Among Globular Clusters"

Han, S.-I., Lim, D., Seo, H. & Lee, Y.-W., 2015, ApJ, 813, 43, "Evidence for Enrichment by Supernovae in the Globular Cluster NGC 6273"

Lee, Y.-W., Joo, S.-J. & Chung, C., 2015, MNRAS, 453, 3906, "The Milky Way without X: an alternative interpretation of the double red clump in the Galactic bulge"

Lim, D., Han, S.-I., Roh, D.-G. & Lee, Y.-W., 2015, PKAS, 30, 255, "Low-Resolution Spectroscopic Studies of Globular Clusters with Multiple Populations"

Jang, S., Lee, Y.-W., Joo, S.-J. & Na, C., 2015, PKAS, 30, 267, "The Oosterhoff Period Groups and Multiple Populations in Globular Clusters"

Kim, Y.-L., Kang, Y. & Lee, Y.-W., 2015, PKAS, 30, 485, "Yonsei Nearby Supernova Evolution Investigation (yonsei) Supernova Catalogue"

Kang, Y., Kim, Y.-L., Lee, Y.-W., Lim, D., Chung, C. & Sung, E.-C., 2015, PKAS, 30, 487, "The Luminosity of Type IA Supernova and the Properties of Their Early-Type Host Galaxies"

Chung, C., Yoon, S.-J., Lee, S.-Y. & Lee, Y.-W., 2015, PKAS, 30, 489, "Is Calcium II Triplet a Good Metallicity Indicator of Globular Clusters in Early-Type Galaxies?"

Chung, C., Yoon, S.-J., Lee, S.-Y. & Lee, Y.-W., 2016, ApJ, 818, 201, "Nonlinear Color--Metallicity Relations of Globular Clusters. VI. On Calcium II Triplet Based Metallicities of Globular Clusters in Early-type Galaxies"

Chung, C., Lee, Y.-W. & Pasquato, M., 2016, MNRAS, 456, 1, "On the use of the number count of blue horizontal branch stars to infer the dominant building blocks of the Milky Way halo",

Kimura, M., Isogai, K., 60 authors including Byun, Y.-I., 2016, Nature, 529, 54, "Repetitive patterns in rapid optical variations in the nearby black-hole binary V404 Cygni"

Chang, S.-W., Byun, Y.-I., & Hartman, J. D., 2015, ApJ, 814, 35, "Photometric Study on Stellar Magnetic Activity. I. Flare Variability of Red Dwarf Stars in the Open Cluster M37"

Chang, S.-W., Byun, Y.-I., & Hartman, J. D., 2015, AJ, 150, 27, "A New Catalog of Variable Stars in the Field of the Open Cluster M37"

Chang, S.-W., Byun, Y.-I., & Hartman, J. D., 2015, AJ, 149, 135, "A New Method For Robust High-Precision Time-Series Photometry From Well-Sampled Images: Application to Archival MMT/Megacam Observations of the Open Cluster M37"

Choi, J. N., Ryu, D., Kim, S. -W., Kim, D. W., Su, P., Huang, R., Kim, Y.-S., and Yang, H.-S., 2015, Advances in Space Research, Vol. 56, pp. 2483-2494, "IRT simulation of the SCOTS surface measurement test for the GMT Fast Steering Mirror Prototype"

Choi, J. N., Ryu, D., Kim, S. -W., Graves, L., Su, P., Huang, R., and Kim, D. W., 2015, Proc. SPIE 9575, Optical Manufacturing and Testing XI, 957513, "Integrated Ray Tracing (IRT) simulation of SCOTS measurement of GMT fast steering mirror surface"

Seo, H., Han, J.-Y., Kim, S. -W., Seong, S., Yoon, S., Lee, K., and Lee, H., 2015, Proc. SPIE 9575, Optical Manufacturing and Testing XI, 95750N, "Material removal characteristics of orthogonal velocity polishing tool for efficient fabrication of CVD SiC mirror surfaces"

Kang, H., Oh, E., and Kim, S. -W., 2015, Proc. SPIE9582, Optical System Alignment, Tolerancing, and Verification IX, "Alignment performance comparison between MFR and MDCO for a TMA optical system"

Kim, Y., Park and S.-Y., 2015, Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol 38, Issue 9, pp1690-1698, "Perturbative Analysis on Orbital Kinematics of Flybys and Applications to Doppler Observation"

Song, Y.-J. and Park, S.-Y., 2015, Aerospace Science and Technology, Vol. 43, Issue 1, pp. 165-175, "Estimation of necessary laser power to deflect near-Earth asteroid using conceptual variable-laser-power ablation"

Okasha, M., Park. C., and Park, S.-Y., 2015, Aerospace Science and Technology, Vol. 41, pp. 289-302, "Guidance

and Control for Satellite in-Orbit-Self-Assembly Proximity Operations"

Kim, S.-W., Park, S.-Y., and Park, C., 2016, *Advances in Space Research*, Vol 57, Issue 1, pp. 137-152, "Spacecraft attitude control using neuro-fuzzy approximation of the optimal controllers"

Lee, K., Oh, H., Park, H.-E., Park, S.-Y. and Park, C., 2015, *J. Astron. Space Sci.* 32(4), 387-393, "Laser-based Relative Navigation Using GPS Measurements for Spacecraft Formation Flying"

Kim, K.-H., Park, C. and Park, S.-Y., 2015, *J. Astron. Space Sci.* 32(4), 379-386, "Fuel-Optimal Altitude Maintenance of Low-Earth-Orbit Spacecrafts by Combined Direct/Indirect Optimization"

Chun, S.-H., Jung, M. Y., Kang, M., Kim, J.-W., and Sohn, Y.-J., 2015, *A&A*, 578, A51, "Near-infrared photometric properties of asymptotic giant branch stars in the dwarf irregular galaxy IC 1613"

Chun, S.-H., Jung, M. Y., Kang, M., Kim, J.-W., Jung, D. and Sohn, Y.-J., 2015, *ASP Conference Series*, Vol. 497, 481, "Stellar Properties of Asymptotic Giant Branch Stars in the Dwarf Irregular Galaxy IC 1613"

Pacifici, C., da Cunha, E., Charlot, S., Rix, H.-W., Fumagalli, M., Wel, A. v. d., Franx, M., Maseda, M. V., van Dokkum, P. G., Brammer, G. B., Momcheva, I., Skelton, R. E., Whitaker, K., Leja, J., Lundgren, B., Kassin, S. A. & Yi, S. K., 2015, *MNRAS*, 447, 786P, "On the importance of using appropriate spectral models to derive physical properties of galaxies at $0.7 < z < 2.8$ "

Oh, K., Yi, S. K., Schawinski, K., Koss, M., Trakhtenbrot, B. & Soto, K., 2015, *ApJS*, 219, 10, "A New Catalog of Type 1 AGNs, its Implications on the AGN Unified Model"

Park, J., Jeong, H. & Yi, S. K., 2015, *ApJ*, 809, 91P, "Outflows in Sodium Excess Objects"

Knebe, A., Pearce, F. R., Thomas, P. A., Benson, A., Blaizot, J., Bower, R., Carretero, J., Castander, F. J., Cattaneo, A., Cora, S. A., Croton, D. J., Cui, W., Cunname, D., De Lucia, G., Devriendt, J. E., Elahi, P. J., Font, A., Fontanot, F., Garcia-Bellido, J., Gargiulo, I. D., Gonzalez-Perez, V., Helly, J., Henriques, B., Hirschmann, M., Lee, J., Mamon, G. A., Monaco, P., Onions, J., Padilla,

N. D., Power, C., Pujol, A., Skibba, R. A., Somerville, R. S., Srisawat, C., Vega-Martinez, C. A. & Yi, S. K., 2015, *MNRAS*, 451, 4029K, "nIFTy cosmology: comparison of galaxy formation models"

Khim, H.-g., Park, J., Seo, S.-W., Lee, J., Smith, R. & Yi, S. K., 2015, *ApJS*, 220, 3K, "Demographics of Isolated Galaxies along the Hubble Sequence"

Kim, J. & Yi, S. K., 2015, *PKAS*, 30, 451K, "Local Environmental Effects on AGN Activities"

Lee, J. & Yi, S. K., 2015, *PKAS*, 30, 473L, "Sussing Merger Trees: the Impact of Halo Merger Trees on Galaxy Properties in a Semi-Analytic Model"

Oh, S. & Yi, S. K., 2015, *PKAS*, 30, 5290, "Progress Report: Investigation of the Morphology of Cluster Galaxies"

Pacifici, C., da Cunha, E., Charlot, S. & Yi, S. K., 2015, *PKAS*, 30, 535P, "On the Importance of Using Appropriate Spectral Models to Derive Physical Properties of Galaxies"

Smith, R., Sanchez-Janssen, R., Beasley, M. A., Candlish, G. N., Gibson, B. K., Puzia, T. H., Janz, J., Knebe, A., Aguerri, J. A. L., Lisker, T., Hensler, G., Fellhauer, M., Ferrarese, L. & Yi, S. K., 2015, *MNRAS*, 454, 2502S, "The sensitivity of harassment to orbit: mass loss from early-type dwarfs in galaxy clusters"

Smith, R., Duc, P. A., Bournaud, F. & Yi, S. K., 2016, *ApJ*, 818, 11S, "A Formation Scenario for the Disk of Satellites: Accretion of Satellites during Mergers"

Moraghan, A., Kim, J., and Yoon, S.-J., 2015, *MNRAS*, 450, 360, "Power spectra of outflow-driven turbulence"

Jeong, Y., Sohn, B. W., Chung, A., Park, S., and Park, P. 2016, *AN*, 337, 130, "Identifying High Frequency Peakers using the Korean VLBI Network"

Baek, J., Chung, A., Sohn, B. W., Jung, T., and Ro, H. 2016, *AN*, 337, 82, "High-frequency radio properties of central AGNs in cluster environments"

Tremou, E., Jung, T., Chung, A., and Sohn, B. W. 2015 *AdSpR*, 56, 2654, "Demonstration of KVN phase referencing capability"

Kim, M. J., Chung, A., Lee, J. C., Lim, S., Kim, M., Ko, J.,

Lee, J. H., Yang, S.-C., and Lee, H.-R. 2015, PKAS, 30, 517, "A Study of Dwarf Galaxies Embedded in a Large-Scale H_I Ring in the Leo I Group"

Kim, J., Sung, E.-C., Chung, A., and Staveley-Smith, L. 2015, PKAS, 30, 513, "A Study of a Tidally Interacting BCD Pair: ESO 435-IG20 and ESO435-IG16"

Yoon, H., Chung, A., Sengupta, C., Wong, O. I., Bureau, M., Rey, S.-C., and van Gorkom, J. H. 2015, PKAS, 30, 495, "Pre-Processing of Galaxies in the Filaments around the Virgo Cluster"

Lee, B., and Chung, A. 2015, PKAS, 30, 491 "Molecular Gas Properties Under ICM Pressure in the Cluster Environment"

Tremou, E., Jung, T., Chung, A., and Sohn, B. W. 2015, PKAS, 30, 477 "KVN Phase Referencing Observations of the Virgo Cluster"

Mo, W. Gonzalez, A., Jee, M. J., Massey, R., Rhodes, J., Brodwin, M., Eisenhardt, P., Marrone, D. P., Stanford, S. A., and Zeimann, G. R. 2016, ApJ, 818, 25, "IDCS J1426.5+3508: Weak Lensing Analysis of a Massive Galaxy Cluster at $z = 1.75$ "

Jee, M. J., Dawson, W. A., Stroe, A., Wittman, D., van Weeren, R. J., Brüggen, M., Bradač, M. and Röttgering, H. 2016, ApJ, 817, 179, "MC2: Mapping the Dark Matter Distribution of the "Toothbrush" Cluster RX J0603.3+4214 with Hubble Space Telescope and Subaru Weak Lensing"

Dawson, W. A., Schneider, M. D., Tyson, J. A., and Jee, M. J. 2016, ApJ, 816, 11, "The Ellipticity Distribution of Ambiguously Blended Objects"

Ng, K. Y., Dawson, W. A., Wittman, D., Jee, M. J., Hughes, J. P., Menanteau, F., and Sifón, C., 2015, MNRAS, 453, 1531, "The return of the merging galaxy subclusters of El Gordo?"

■ 충남대학교 천문우주과학과

1. 인적사항

본 학과(학과장 이유)는 현재 8명의 전임교수 (외국인 전임 교원 1명 포함), 및 조교 1인(김기남)을 중심으로 교육과 연구에 임하

고 있다. 2014년 3월에 류동수 교수가 퇴임하여 울산과학기술대학으로 자리를 옮겼으며, 그해 9월에 이영선 교수가 새로 부임하였다.

2016년도에는 학부과정에 33명이 입학하였다. 그리고 3명의 석사 및 3명의 박사가 배출되었으며, 박사과정에 1명, 그리고 석사과정에 6명이 입학하였다. 한편, 외국인 박사후 연구원 1명이 연구를 수행하고 있다. 2016년 현재 학부 약 160명, 대학원 석박사 과정 약 20명으로 지방국립대 중 최대 규모의 천문우주과학 관련 학과를 운영하고 교육과 연구에 전념하고 있다. 한편, 2014년에 BK21 플러스사업의 일환으로 대학원 과정의 경우 천문우주과학과와 지질학과를 통합한 우주지질학과를 설립하여, 천문우주와 지질학의 융합 교육 및 연구를 펴하고 있다.

2. 연구 및 학술활동

김광태 회원은 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 교양과목들이 성황리에 강의되고 있고, 대중화를 도모할 수 있는 효과적인 천문학 강의를 개발하고 있다. 고 천문학 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 레이다를 지속 운영중에 있다. 2012년 이 레이다의 송출력을 12kW로 증대하여 현재 일일 평균 약 30000 개 이상의 유성을 측정하고 있으며, 이를 이용해 유성 진입 고도 70 - 110 km 구간의 고층 대기 상태도 측정하고 있다. 또한 김용하 회원은 2014년 1월-3월에 남극 장보고기지에 방문하여 고층대기광 분광관측기인 Fabry-Perot 간섭계를 극지연구소 고층대기 팀과 함께 설치하고 현재 운영 중에 있다. 설치한 기기는 고도 90 - 300 km 구간의 대기광을 이용하여 이 고도구간의 바람 속도를 측정하고 있다. 장보고기지는 남극 오로라 환 지역에 위치하여 오로라의 영향을 효율적으로 관측할 수 있어 향후 우주과학 분야에 좋은 자료를 제공할 것으로 기대하고 있다.

이 유 회원은 전남대 오수연 교수와 함께 Neutron Monitor 관측소를 현재 표준연구원 내에 완성하여 관측을 시작하였고, 오는 2015년 11월부터 두 해 겨울 (남반구 여름) 기간에 걸쳐 남극대륙 내의 장보고 기지에 추가 관측소 건립 중에 있다. 이와 더불어 전 세계 관측소들의 자료를 사용하여 관측되는 우주선 강도의 감소현상 (Forbush Decrease)을 태양과 지구간의 행성간 자기권을 물리적 변화로 설명하려는 연구를 하고 있다. 그리고 항

후 달탐사를 위한 기초연구로서 LRO/CRaTER science team에 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 천문학적인 응용에 대해 연구하고 있으며, 성간 먼지의 정렬현상 및 이에 의해 야기되는 적외선 편광에 대해 연구하고 있다. 또한 외부은하의 내부소광과 CMB foregrounds의 효과적 제거 방법에 대해 연구하고 있다. 현재 관측을 통한 난류의 물리량을 구하는 방법을 연구하고 있으며 블랙홀이나 중성자성의 자기권에서 발생하는 난류에 관한 연구를 하고 있다.

이수창 회원은 독일 하이델베르크 대학 및 호주국립대학연구팀과 공동으로 SDSS 자료를 이용하여 구축한 Virgo 은하단에 있는 은하들의 새로운 목록인 Extended Virgo Cluster Catalog (EVCC)를 활용한 은하단 및 은하단내 은하들의 진화 연구를 수행하고 있다. 한편, 은하그룹, 필드 (field), 필라멘트 등 다양한 환경에 있는 은하들의 특성연구를 수행하고 있다.

Prof. Hui conveys extensive studies of a wide range of high energy phenomena of compact objects and their environment. These astrophysical systems enable us to probe the laws of physics in the most extreme physical conditions which cannot be attained in any terrestrial laboratories. For multi-wavelength investigations, the state-of-art space and ground-based telescopes around the world, including XMM-Newton, Chandra, Suzaku, Swift, Gemini, Hubble Space Telescope, Australian Telescope Compact Array, VLA, Fermi Gamma-ray Space telescope, are utilized. Prof. Hui is also one of the founders of Fermi Asian Network (FAN) which leads a series of long-term internationally collaborative projects. Very recently, Prof. Hui has joined the project, which is led by the International Space Science Institute, for conceiving new approaches to investigate the active processes in the central regions of galaxies.

이영선 회원은 Sloan Digital Sky Survey (SDSS), SEGUE (Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration), BOSS (Baryon Oscillation Spectroscopy Survey), 그리고 현재 중국에서 진행 중인 LAMOST (Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope) 등에서 관측한 별의 스펙트럼을 처리하여 별들의 온도, 중력, 금속 함량비, 알파원소 함량비와 탄소 함량비를 결정하는 일괄처리 프로그램들을 개발하는 연구를 수행하고 있다. 일괄처리 프로그램을 통하여 결정된 별의 물리량과 화학원소 함량비를 이용하여 우리은하의 원반 (disk)과 헤일로 (halo)에 있는 별들의 운동학적, 화학적 특

성과 분포를 조사하여 원반과 헤일로의 기원과 화학적 진화에 대하여 연구도 수행하고 있다.

충남대 천문우주과학과는 지난 8년간 2단계 BK21 사업에 이어 지질학과와 공동으로 2013년에 BK21 플러스의 지구과학 분야 사업단에 선정되어 운영되고 있다. 또한 2015년 중간평가를 거쳐 4차년도 협약이 확정되었다. 미래 우주지질 탐사 사업단 (단장 - 김용하, 참여교수 - 이유, 이수창, 조정연, C. Y. Hui, 이영선)은 우주/지질 분야에서 다양한 과학적 현안들을 해결하고 미래 성장에 능동적으로 기여할 수 있는 핵심인재 양성 및 관련 분야에서 국제적인 수준의 기초연구를 수행하고 있다. 천문우주과학과는 천문우주 연구 및 우주탐사의 세부 분야를 담당하고 있다. 특히, 국제적 수준의 차세대 우주탐사 연구인력을 양성하여, 정부의 대형 국책 연구사업에 필요한 전문 인력 공급을 목표로 하여 사업을 운영하고 있다. 천문우주 탐사, 우주환경 관측 및 시뮬레이션, 그리고 우주현상 시뮬레이션 분야에서 교육 시스템 및 연구 수준을 국제적 수준으로 끌어 올려 국책연구소에서 필요로 하는 양질의 석박사를 배출하는 것을 주요 목표로 하고 있다.

3. 연구시설

연구 시설로는 다수의 워크스테이션 서버와 고성능 PC가 갖추어진 천문전산실, 광학실험장치, Photodensitometer, 인공위성 추적시스템이 갖추어져 있는 광학실험실이 있다. 그리고 천문대 및 Planetarium 상영을 위한 천문전시실이 있으며, 시뮬레이션실, 천문도서관 등이 학부 학생들의 교육을 위한 실험실습실로 이용되고 있다. 천문대에는 16인치 슈미트-카세그레인 반사망원경이 4m 돔에 설치되어 있고, 14, 12, 10인치 슈미트-카세그레인 망원경, 7인치 반사망원경, 6, 5인치 초저분산 굴절망원경, 6인치 쌍안경, 분광기, 그리고 다수의 냉각 CCD 카메라가 있다. 그리고 대전 시민천문대의 10인치 굴절망원경의 원격제어 시스템을 완성해 시민천문대가 운영을 마친 11시 이후에 이를 활용하여 관측수업을 진행 중이다.

■ 충북대학교 천문대

충북대학교 천문대는 진천관측소가 2008년 개관 이래 약 5년이 지난 현재까지 천문관측을 계속 수행하고 있으며, 천문대를 건설하면서 축적하였던 다양한 천문 기술을 국내 천문대에 보급하고 있다. 천문대 구성인원은 대장(김용기 교수)과 소장(윤요라 주무관), 그리고 5명의 관측요원으로 이루어져 있다. 보유 장비는 진천관측소에 소재한 국내 대학 최대 구경인 1m RC 망원경, 인공위성 추적 감시 망원경인 60cm 광시야 망원경(2010년 설치)이 있으며, 또한, 대학 교내 35cm와 40cm 망원경을 운영하고 있다. 이 4대의 망원경의 관측 대상은 주로 변광성이며, 때때로 행성 transit 측광관측 및 한국천문연구원과의 협력으로 인공위성과 소행성 등을 병행 관측하고 있다.

최근 몇 년 동안 진천관측소에서 이루어진 일은 천문대의 날

씨 상황, 관측 진행상황, 그리고 관측 현황 등을 실시간으로 알려주는 시스템을 개발하여 web에 공지하고 있다 (<http://210.125.158.21/weather/>), 이와 더불어 관측된 변광성의 위상에 따른 광도곡선도 web 상에 보여줌으로서 관측자에게 편의를 주고 있다.

충북대학교 천문우주학과가 전국에 산재되어 있는 각종 천문기관이나 시설(과학관, 과학박물관, 시민천문대 등)에 걸 맞는 전문인력 양성을 목적으로 2008년 3월부터 대학원에 신설한 '대중천문과학' 전공을 실질적으로 활성화하고 기술적으로 뒷받침하기 위하여 천문대는 다양한 천문관측과 실습 프로그램을 개발하여 학생들에게 관측실습의 장을 제공하고 있다.

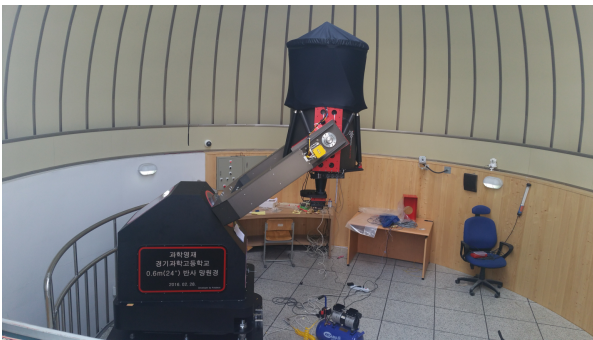


그림 1. 과학영재 경기과학고등학교 0.6m 반사망원경. Antalece 6.0.

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 마련하고 있다.

지속적인 천문기기 개발을 수행하고 있는 충북대학교 천문대는 다양한 기술력으로 국내 망원경 및 관측기기 수리 용역을 수행하고 있다. 2014년에는 제주별빛누리 공원의 주망원경인 60cm 망원경의 주경 미러셀과 스파이더 부경 미러셀을 다시 제작하는 연구과제를 수행 완료하였고, 2015년은 국립 부산과학관 350mm 굴절 망원경 구동 시스템 개발을 완료 하였으며, 이와 더불어 과학영재 경기과학고등학교 0.6m 반사 망원경, 대전 동신과학고등학교 0.5m 반사망원경을 메타스페이스와 협력하여 Antalece 6.0과 5.0의 새로운 망원경을 개발하여 납품하였다. 또한 충북대학교 천문대에서 운영중인 AWS 및 구름모니터링 시스템은 다양한 기관에서 설치를 의뢰하고 있으며, 2014년에 국립과천과학관과 과학영재 한국영재학교에 개발을 완료해 납품하였다.

0.6m 광시야 망원경은 72'×72'넓은 시야를 가진 4K CCD를 사용함으로써 한 CCD 화면에 수많은 별들이 동정되고, 따라서

새로운 변광성들이 많이 발견되기 때문에 자료처리 방식을 새롭게 수정하는 S/W를 개발하였으며, 이와 더불어 이제까지 관측된 변광성들을 정리하여 논문화하는 작업을 수행되고 있다.

최근에 넓은 시야를 이용한 외계행성 탐사 관측은 매우 높은 관측 정밀도를 나타내고 있으며, 지속적인 관측으로 국내 학회지 및 SCI급 논문이 기대되고 있다.

2015년 10월에는 광시야 0.6m 망원경 전용 완전개폐형 돔을 설계 제작하여 기존 슬라이딩 돔 철거와 함께 더욱 쾌적한 천문 체험학교 환경을 조성하였으며, 새로 개발한 완전개폐형 돔은 관측 시야가 고도 15° 이상 확보되고 망원경의 구동에 간섭이 전혀 없어 광시야 0.6m 망원경의 구동 안전성을 확보하였고, 9시간 연속 시계열 관측을 할 수 있는 환경을 조성하였다.



그림 2. 충북대학교 천문대 0.6미터 광시야 망원경 완전 개폐형 돔.

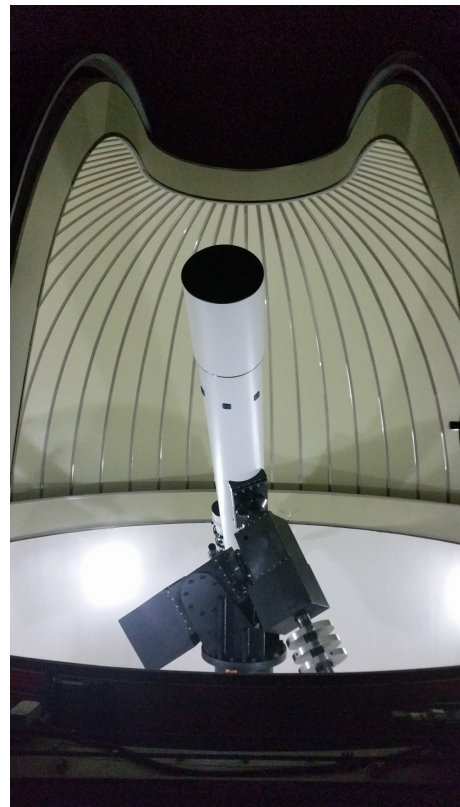


그림 3. 국립부산과학관 350mm 굴절 망원경.

■ 충북대학교 천문우주학과

1. 기본사항

충북대학교 천문우주학과에는 이용삼, 김천휘, 김용기, 서경원, 이대영, 하야사키 회원 등 명의 전임 교수가 211명의 학부생과 32명의 대학원생의 교육과 연구를 맡고 있다. 본 학과는 2015년 4월 1일부터 그동안 한국천문연구원의 KASI fellow로 근무해온 키미타게 하야사키 박사를 신입교원으로 영입하였다. 또한 최근 연구 교수 2인이 우주과학 그룹에 합류하였다. 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. 천문연구원으로 부터 3년간 수주 받은 연구과제 “조선 시대 왕실 천문대 천문의기 연구” 과제 책임자로서 연구를 마치고, 2015년도 천문연구원 학연사업(연구책임자: 박권수 교수, 충북대)인 “조선시대의 천문관서, 관상감 연구”에 공동연구원으로 참여하고 있다. 수원시의 연구용역 사업 “(가칭)별빛 우주체험관 건립 타당성 검토용역”을 연구책임을 맡아 2015년 12월 수행하였다. 2015년 4월 21일 과학의 날에 한국과학진흥원 주최로 “유교와 과학의 재조명”의 주제로 “괴담 배상열의 천문과 선기옥형(혼천의)”를 복원하여 발표하였고, 그 결과를 가지고 “괴담 배상열의 천문과 선기옥형”, (봉화군, 2015. 9.)을 출간하였다. 2015년 10월 23일 한국천문연구원에서 “해시계연구회” 창립총회를 개최하여 초대회장으로 피선되었다. 2016년 2월 『조선시대 천문의기』 천문대·천문관측기기·천문시계, 그 복원을 논하다(민속원, 2016. 2.)를 제자들과 함께 지난 20여 년간 발표했던 연구 자료를 엮어 출간하였다. 대학원 학위논문 지도를 통해 민병희 회원과 전준혁 회원 2명이 고천문 분야로 2016년 2월 25일 충북대학에서 박사학위를 수여를 받았다. 이용삼 교수의 정년을 기념하며 2016년 2월 20일 충북대학교 기초과학연구소와 한국천문연구원 공동으로 충북대학에서 “고천문 및 천문관측 학술대회”를 개최하였다. 2015년 2월 29일 정년 퇴임하고 현재는 충북대학교 명예교수로 활동하며 충북대학교 한국기술교육대학에 출강하며 후학들을 지도하고 있다.

서경원 교수는 만기형항성 주변 먼지입자의 특성과 진화에 대한 연구를 수행하고 있다. 이를 위하여 만기형항성의 목록을 개선하고 체계화하며 관련된 적외선 및 전파관측 자료들을 수집하여 분석하고 있다. 또한 만기형항성과 행성상성운의 구조와 진화에 따른 주변 먼지입자의 특성에 대한 이론적 모형의 개발과 적용을 위한 연구도 함께 진행 중이다. 서경원 교수의 지도하에 김미량 회원이 박사과정을 마무리하고 있으며, 홍진주, 이상인, 주재민, 박건우 회원이 석사과정에서 논문을 준비하고 있다.

김천휘 교수는 근접쌍성계의 측, 분광학적 성질 및 주기변화를 기반으로한 역학적 성질을 연구하고 있다. 그 일환으로 폴란드의 크라코우 교육대학의 J. M. Kreiner 교수와 공동으로 근접점 운동을 하는 근접쌍성계의 카타로그를 작성하고 있다. 이를 기반으로 항성내부구조 이론과 조석과 자전에 의한 동주기 자전 및 원형화 이론의 검증 연구를 수행하고 있다. 이를 위해 소백산, 데몬산, 충북대 천문대에서 여러 별에 대한 측광 관측을 수행하고 있다. 김천휘 교수의 지도하에 박창호, 송미화, 정민지, 임진선, 김현우, 우수환 회원이 박사과정을 이수하고 있으며, 김혜영, 이희재 회원이 석사과정을 진행하고 있다. 박마루 회원은 “OWL 네트워크의 최적 관측점 수 결정”이란 제목의 논문으로 석사 학위를 취득하고 현재 한국천문연구원에서 근무하고 있다. 이와 더불어 김천휘 회원은 충북대학교 기초과학연구원장으로 봉사하고 있다.

김용기 교수는 현재 천문대장직을 맡고 있으며, 대학원 대중천문학과정을 담당하고 있다. 자기격변변광성의 관측 및 관측자료 처리에 대한 연구를 하고 있으며 우크라이나 ONMU 대학의 Andronov교수와 자기격변변광성에 대한 공동연구를 하고 있다. 또한 충북대학교 망원경 자동관측시스템을 이용한 자기격변변광성 모니터링관측, 그리고 망원경 자동관측시스템을 이용한 과학대중화사업에의 연계연구에도 관심을 갖고 부산과학관, 경기과학고의 망원경 및 관측시스템 개발에 참여한 바 있다. 김용기교수는 한양대학교 오준영교수와 함께 과학의 본성을 이용한 대중천문 교육에 대한 연구를 하고 있으며, 천문도서 번역에도 기여하였다. 2015년에는 국립중앙과학관의 지원으로 “과학전시 전문인력사업”을 수행하여 30여명의 과학전시 전문인력을 배출하였다. 2015년에는 세계빛의해를 맞이하여 국제천문연맹이 주도하는 Cosmic Light 2015의 일환으로 밤하늘밝기 모니터링 네트워크를 국내에 구성하는 작업을 한국우주과학회, 한국천문학회, 한국천문연구원과 천문과학관협회에 공동으로 추진하였다. 현재 한동주회원, 윤요나회원, 장형규회원, 박대영회원, 김동훈회원, 한기영회원, 박지원회원, 김영희회원, 김태우회원이 박사과정에서, 배태석회원, 송성현회원이 천문우주학 석사과정에, 조명신회원, 김민지회원, 김찬영회원, 김대현회원, 이은채회원, 신정민회원, 그리고 권보경회원이 대중천문과학 석사과정에서 김용기교수의 지도를 받고 있다. 2014년 1월부터 한국우주과학회 부회장으로 봉사하고 있으며, 2014년 1월부터 2015년 12월까지 한국천문학회 교육홍보위원장을 맡은 바 있다.

이대영 교수는 현재 8 명의 석·박사 과정 대학원 생들과 2인의 연구교수로 구성된 우주물리/우주환경 연구 그룹을 이끌고 있다. 주로 plasma instabilities, radiation belt electron dynamics, wave-particle interactions, substorm, magnetic storm 등의 주제를 중점 연구하고 있다. 최근까지 한국연구재단의 NSL 과제를 통해, 우주 방사선 입자 환경을 재현 및 예측하는 자료동화모델 개발에 연구력을 집중하였다. 이와 관련하여 THEMIS 위성이 관측한 방사선 벨트 자료와 최근에 발사된 Living With a Star Program 위성인 Van Allen Probes 자료를 집중 분석해오고 있다. 충북대 우주물리/우주환경 그룹은 국외에

서는 UCLA 및 대만 중앙대학 그룹과, 국내에서는 천문연구원 태양-우주환경 그룹과 상시 공동연구 체계를 갖추고 있다.

하야사키 키마타케 교수는 black hole 천문학 및 천체물리학에 대한 연구를 수행하고 있다.

현재 merging process of binary supermassive black holes in the context of disk-binary interaction에 관하여 연구하고 있다. 쌍성 블랙홀 병합 중 중력과 검출(GW 150914)의 최근 발견은 그 어느때보다도 이 분야에 많은 동기를 부여하고 있다.

또한 the tidal disruption of stars by supermassive black holes에 대해 연구하고 있으며, 최근 tidal disruption events가 급격하게 관측되면서 관측과 이론적 관심이 증가하고 있는 주제이다. 현재 학부생들로 구성된 연구 그룹을 막 시작하였으며, black hole 천문학 및 천체물리학에 새로운 통찰력을 제공하고자 교육하고 있다.

3. 연구시설

각 교수의 연구실 및 실험실에는 최신 PC 및 관련 주변 기기, 그리고 워크스테이션이 구비되어 있으며, 또한 교내 35cm 반사 동천체망원경, 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 개관 이후 시험 관측을 거쳐 현재 활발히 천문관측을 수행하고 있다. 충북대학교 천문대는 국내 대학 규모로는 최대인 1 m 반사 망원경을 보유하고 있고 60cm 광시야 망원경을 이용하여 천문 교육과 연구에 활용될 뿐만 아니라 지역사회에 개방되어 천문지식 보급에도 크게 기여하고 있다.

4. 국내외 연구 논문(2014-2015)

Lee Y. S., Kim S. H., Mihn B. H.,
"A Study on the Yanggyeonggyu-ilui(兩景揆日儀) in Joseon Dynasty", Journal of Astronomy and Space Sciences, 32(1), 73-80, 2015.03

Ham Seon Young, Kim Sang Hyuk, Lee Yong Sam
"A study on making a Honsang using the star catalogue from 『Seong Gyeong』 "
Advances in Space Research 57, 647-658, 2016. 1.

Chun J. H., Lee Y. B., Lee Y. S.
"Study of the star catalogue (epoch AD 1396.0) recorded in ancient Korean astronomical almanac", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Oxford Univ Press, 454, 2015. 11.

Kim S. H., Lee Y. S. & Lee, M. S.,
A Preliminary Study on the Yang-cheon-cheok(量天尺) in the

Late Joseon Dynasty, Journal of Astronomy and Space Sciences, 32(4), 385-401, 2015. 12.

Mihn B. H., Lee K. W., Ahn Y. S., Lee Y. S.
Scale Marking Method on the Circumference of Circle Elements for Astronomical Instruments in the Early Joseon Dynasty, Journal of Astronomy and Space Sciences, 32(1), 63-71, 2015.03

최고은, 민병희, 이용삼
19세기 역서(曆書)편찬 천문관원의 교육과 선발, 천문학논총, 30, 789-800, 2015.

최고은, 민병희, 이용삼
1900년 전후의 역서편찬기관과 직제변화, 천문학논총, 30, 801-810, 2015.

Suh, Kyung-Won, 2016, A model for the dust envelope of the silicate carbon star IRAS 09425-6040, The Astrophysical Journal, 819, 61

Suh, Kyung-Won, 2015, Infrared Two-Color Diagrams for AGB stars, post-AGB stars, and Planetary Nebulae, The Astrophysical Journal, 808, 165

Maru Park, Jung Hyun Jo, Sungki Cho, Jin Choi, Chun-Hwey Kim, Jang-Hyun Park et al. 2015, Minimum Number of Observation Points for LEO Satellite Orbit Estimation by OWL Network, JASS, 32, 357

Wonyong Han, Min-Ji Jeong, Joh-Na Yoon, Hyoun-Woo Kim, Yonggii Kim, Chun-Hwey Kim, 2015, Apsidal Motion Study of Close Binary System CW Cephei, JASS, 32, 341

Tobias C. Hinse, Wonyong Han, Joh-Na Yoon, Chung-Uk Lee, Yong-Gi Kim, Chun-Hwey Kim, 2015, Photometric defocus observations of transiting extrasolar planets, JASS, 32, 21

김용기 외, 2015, 우주의 본질 시그마프레스 (번역)

Ivan L. Andronov, Yonggi Kim, Young-Hee Kim, Joh-Na Yoon, Lidia L. Chinarova, Mariia G. Tkachenko1 2015, Phenomenological Modeling of Newly Discovered Eclipsing Binary
2MASS J18024395 + 4003309 = VSX J180243.9+400331 , JASS, 32(2) 127

K. Petrik, V. V. Breus, I. L. Andronov, M. Csatoryova, J. Drga, T.

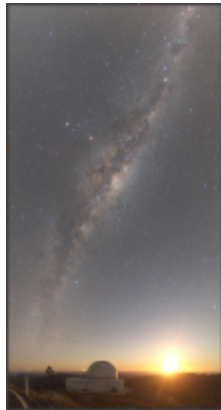
Hegedus, S. Zola, L. L. Chinarova, Young Hee Kim, Jiwon

기획부장 이재한
 행정부장 박우근
 글로벌협력실장 이서구
 정책혁신실장 김경호
 우주위험감시센터장 조중현
 중소기업협력센터장 남옥원
 이론천문연구센터장 류동수

나. 주요 연구본부 소개

1) 광학천문본부

광학천문본부는 은하진화그룹, 변광천체그룹, 보현산천문대, 소백산천문대의 4개 그룹으로 구성되어 별과 우주의 시작과 변화를 과학적으로 분석하고 있다. 은하진화그룹은 광학/적외선을 비롯한 다양한 파장의 자료를 이용하여 우리은하와 외부은하의 형성과 진화를 연구하고 있으며, 변광천체그룹은 고정밀 측광 및 고분산 분광 관측자료를 활용하여 변광성과 외계행성의 물리적 특성을 연구하고 있다.



이러한 연구를 위하여 광학천문본부는 보현산천문대, 소백산천문대, 레몬산천문대, 외계행성 탐색시스템(KMTNet) 등의 관측시설을 운영하고 있다. 외계행성 탐색시스템은 2015년 10월에 칠레, 호주, 남아프리카공화국의 남반구 3개 관측소를 완공하고, 광시야 망원경과 모자이크 CCD 카메라를 사용하여 외계행성, 변광성, 초신성, 소행성, 외부은하 등 본격적인 연구관측을 시작하였다.

2) 전파천문본부

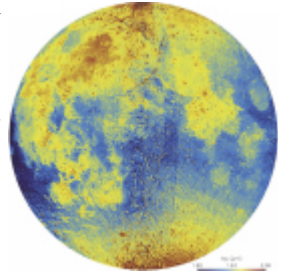
전파천문본부는 전파천문연구그룹, 대덕전파천문대, 전파기술개발그룹, ALMA(Atacama Large Millimeter/submillimeter Array)그룹 및 KVN(Korean VLBI Network, 한국우주전파관측망)의 5개 그룹을 운영하고 있다. KVN 등의 대형 관측장비를 활용하여 별 탄생 영역과 활동성 은하 영역에 대한 신진연구를 수행하고, ALMA, KaVA (KVN and VERA Array) 등을 통해 국제 공동 관측 프로그램을 진행하며, 핵심 관측장비의 성능 향상을 위한 시스템 개발을 하며 우수 연구결과를 창출하고 있다.



3) 우주과학본부

우주과학본부는 태양 및 근지구 우주환경 연구, 달 및 행성 과학, 그리고 레이저 기술을 이용한 고정밀 우주물체 추적연구를 통해 우주에 대한 인류의 지식 확대 및 활동영역 확장, 그리고 자연재해, 우주폐기물 문제 등 범지구적 문제해결에 기여하고 있다. 또한 우주측지 기술을 활용한 지구 변화 정밀 분석과 태양활동에 의한 지구영향 예측, 우주에서의 관측천문연구에 주력하고 있으며 대한민국 공식 역서를 발간하고 있다.

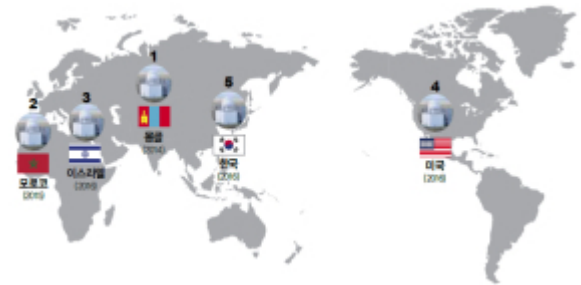
학, 그리고 레이저 기술을 이용한 고정밀 우주물체 추적연구를 통해 우주에 대한 인류의 지식 확대 및 활동영역 확장, 그리고 자연재해, 우주폐기물 문제 등 범지구적 문제해결에 기여하고 있다. 또한 우주측지 기술을 활용한 지구 변화 정밀 분석과 태양활동에 의한 지구영향 예측, 우주에서의 관측천문연구에 주력하고 있으며 대한민국 공식 역서를 발간하고 있다.



4) 우주위험감시센터

우주위험감시센터는 인공위성, 소행성 등 우주물체의 지상추락과 충돌과 같은 우주위험을 감시하고 분석하는 연구와 우주환경 감시기관의 기술정책 및 국제협력 지원 등의 사무국 업무를 수행하고 있다.

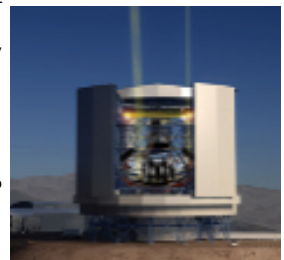
먼저 국가과학기술연구회 국가현안해결형사업인 우주물체 전자광학감시 체계기술 개발 사업(2011~2016)을 통해 국내외 5개 곳에 직경 0.5m급 우주물체 추적 광학망원경을 설치하여 우리나라 국적위성, 한반도 정치제도 영역을 독자적으로 감시하고자 한다. 이 네트워크는 광시야 광학망원경, 고속 마운트, 효과적인 스케줄링을 채용하여 빠르게 움직이는 인공위성이나 소행성의 추적감시가 가능하며, 세계 최초로 관측 계획부터 데이터 분석까지 전 과정을 천문연구원에서 무인원격으로 관리할 수 있다.



5) 대형망원경사업단

대형망원경사업단은 대형광학망원경의 국제공동건설 및 공동활용, 대형망원경용 관측기기 개발 등의 업무를 수행하고 있다.

주요사업으로는 거대마젤란망원경(GMT) 국제공동 건설 지분 10% 확보를 골자로 하는 대형망원경개발사업과 8m급 중대형망원경 국제공동 활용, 광학 및 적외선 관측기기 개발, GMT용 관측기기 및 부경 국제공동개발 등을 들 수 있다.



특히 GMT 시대를 대비한 연구역량의 개발과 인력 양성을 위하여 천문학계를 위한 중대형망원경 관측시간 지원, 대학원생 및 박사후연구원을 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 자 연시상용 부경인 FSM 개발 등을 수행하고 있다.

6) 이론천문연구센터

이론천문연구센터에는 고천문학(역사천문학), 우주론, 천체물리 분야의 연구자들이 참여하고 있으면, 2016년부터 수치천체물리 연구자들도 참여할 예정이다. 고천문학은 고대 천문기록과 의기 복원 그리고 천문학사 관련 연구를 수행하고 있다. 우주론 및 천 체물리 분야는 우주거대구조 이론과 관측 연구를 통해 우주초기 조건, 암흑물질 및 암흑에너지에 관한 연구를 수행하고 있으며, DESI 등 주요 국제관측사업에 참여하고 있다. 수치천체물리 연 구자들은 시뮬레이션을 통한 천체물리 연구 및 시뮬레이션코드 개발 등을 수행할 예정이다.

7) 중소기업협력센터

2013년 4월 새롭게 출범한 중소기업기술협력센터는 그 동안 연구원의 각 부서별로 분산 운영되어왔던 천문우주과학 관련 기 술의 산업체 공유를 위한 협력 업무를 담당하고 있다. 현재 중소 기업지원 인력은 센터장을 포함한 연구인력 4인, 전문위원 1인, 지원인력 1인 등 중소기업협력 전담인력과 18명의 KASI-테크노 닥터들로 구성되어 있다. 천문광학, 천문전파 및 천문우주 분야 별 8개의 패밀리기업(2016년 현재)들과 함께, 기업의 수요에 부 응하는 원천기술 확보 및 기술이전을 추진하고 있다. 이러한 노력 을 통해 2015년 3개의 기업수요형 R&D개발을 통해 원천기술확 보 및 기술이전을 추진하고, 실천적 기술이전 로드맵을 통해 적 극적인 기술 사업화 및 육성사업 확대를 위해 노력하고 있다. 또 한 KASI-테크노닥터와 지속적인 기업의 애로기술 해결과 실질적 인 기술교류를 통해 한국천문연구원 미래기술의 원천기술 확보 및 기업 동반성장을 위한 상생협력을 도모하고, 진정한 open innovation을 구현을 위해 노력하고 있다.

2. 한국천문연구원 주요 연구 및 개발 성과

가. 외계행성 탐색시스템(KMTNet) 관측소 개소

천문원은 지구와 비슷한 환경을 갖춘 외계행성을 발견하기 위 해 지난 2009년부터 중력렌즈 현상을 이용해 외계행성을 탐색할 수 있는 KMTNet시스템을 개발했다. KMTNet 망원경은 직경 1 m 60 cm의 광시야 망원경과 3.4억 화소 모자이크 CCD 카메라 로 이루어진 외계행성 탐색시스템(KMTNet)을 개발하였으며, 설 치 및 시험관측을 마치고 본격적인 연구관측에 착수한다.

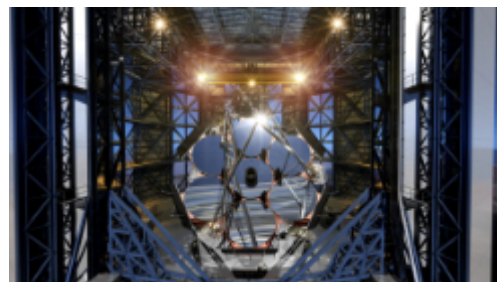
KMTNet은 3대의 동일한 관 측시스템을 남반구의 칠레, 남아공, 호주에 각각 설치함 으로써 세계에서 유일한 24시 간 연속관측이 가능한 광시야 관측시스템이다.



나. 세계 최대 거대마젤란망원경(GMT) 기공식 개최

2015년 10월 11일(현지시각) 오후 6시 칠레 라스 캄파나스 천문대에서는 한국천문연구원과 미국 카네기재단 천문대, 호주 천문재단, 브라질 상파울로 연구재단 등 4개국 11개 기관이 참 여한 거대마젤란망원경(GMT) 기공식이 열렸다.

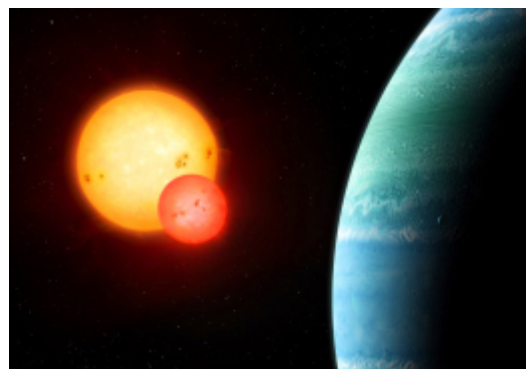
GMT는 한국천문연구원을 비롯한 10개 기관이 글로벌 파트너로 참여하고 있으며, 2022년 초기 운영이 시작되면 세계 최대의 망 원경이 될 것이다. 이 망원경은 허블우주망원경보다 10배 더 선 명한 영상을 제공함으로써 우주론, 천체물리, 태양계 바깥의 외 계행성에 대한 연구 등에서 핵심 질문에 대한 해답을 제공할 것 이다. 초기 운영은 2022년에 시작될 예정이며 망원경의 최종 완 성은 2020년대가 끝나기 전에 이루어질 전망이다.



다. 별표면 통과방법을 통한 두 개의 태양 가진 외계행성 발견

별표면 통과 방법을 이용하여 두 개의 별로 이루어진 쌍성 주 위를 공전하는 외계행성을 10개째 발견했다.

이번에 발견한 외계행성 케플러-453b는 크기가 지구의 6.2배인 가스형 행성일 것으로 추정된다. 이 행성의 모성(parent star)인 쌍성은 태양 질량의 94%와 20% 정도인 두 별로 27.3일의 주기로 서로 공전하고 있으며, 케플러-453b는 이 쌍성계를 204.5일 주기로 공전하고 있다. 한국천문연구원은 이번 10개째 행성을 발견함으로 이 분야의 독보적인 연구능력을 자랑하게 되었다.



라. 세종시 인공위성 레이저 추적(SLR) 시스템 본격 가동

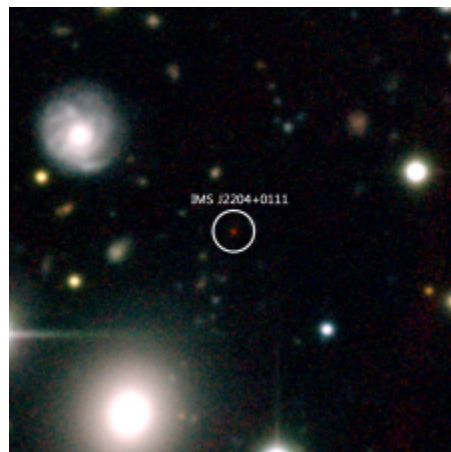
세종특별자치시(이하 세종시)에 한반도 상공의 인공위성을 레이저로 추적하여 mm 수준으로 인공위성까지의 거리를 측정할 수 있는 세종 인공위성 레이저추적(SLR) 관측소를 구축하고 본격적인 연구관측을 시작했다.

국내 SLR 시스템은 세종시에 구축된 40cm급 이동형 SLR 시스템과 2016년 말에 거창 감악산에 구축 예정인 1m급 고정형 SLR 시스템으로 구성된다. 한국천문연구원은 이러한 SLR 시스템을 반사경을 장착한 인공위성 뿐 아니라, 우주잔해물 추적에도 활용함으로 인공위성의 궤도 결정, 지구물리, 우주측지 등 지구 과학 연구 분야에 활용할 것으로 기대한다.



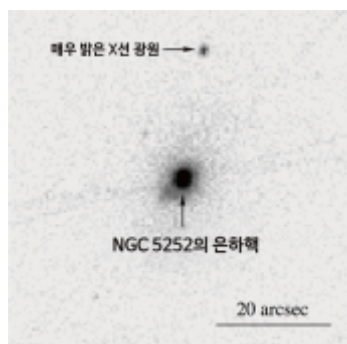
바. 128억 년 전의 거대질량 블랙홀 천체 '퀘이사' 발견

128 억 년 전의 거대질량 블랙홀 천체인 퀘이사를 발견했다. 이 발견은 빅뱅 이후 약 10억년 시기의 어두웠던 초기 우주를 밝힌 원인 천체가 무엇인지 규명하는데 중요한 역할을 할 것이다. 이번 연구에는 한국천문연구원이 파트너로 참여하고 있는 세계 최대급 천문대 제미니 8m 망원경이 핵심적인 역할을 하였다.



마. 외부은하 외곽부를 떠돌아다니는 블랙홀 발견

렌즈형은하 NGC 5252의 외곽부에서 새로운 블랙홀(CXO J133815.6+043255)을 발견하였다. 이는 대부분의 은하 중심부에 존재한다고 알려진 거대 질량 블랙홀의 형성 과정을 규명하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.



한국우주과학회보	발행인	한원용
제25권 1호 2016년 4월	편집인	최영준 · 고미희 / 이 유 · 김숙경
전화 042-865-3391 (FAX: 042-865-3392)	발행	사단법인 한국우주과학회
학회 홈페이지 http://ksss.or.kr	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