

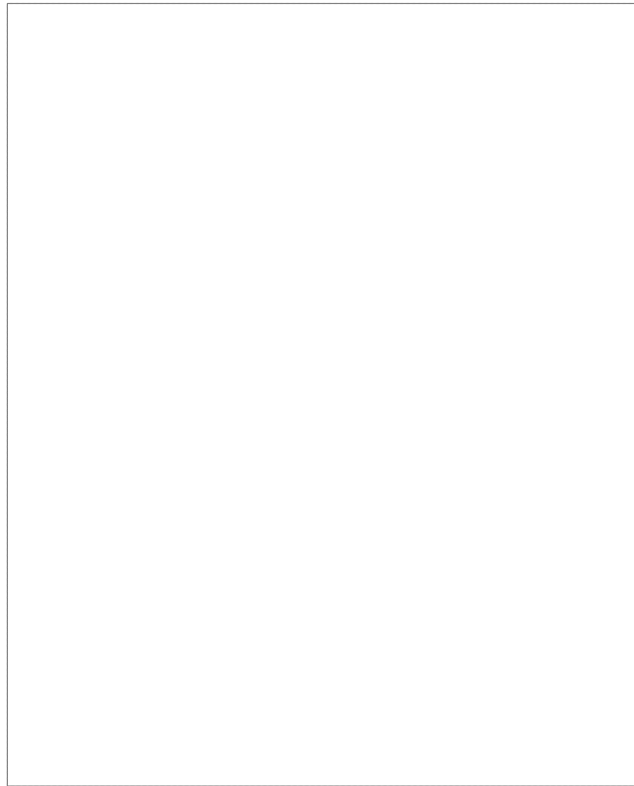
ISSN 1598-5601

# 한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society

제21권 1호

2012년 4월



사단법인 한국우주과학회

The Korean Space Science Society

# 한국우주과학회

## 임원

장: 김천희 (충북대, 043-261-3139, kimch@chungbuk.ac.kr)  
부회장: 민경욱 (과기원, 042-350-2525, kwmin@kaist.ac.kr)  
최기혁 (항우연, 042-860-2217, gchoi@kari.re.kr)  
총무이사: 조중현 (천문연, 042-865-3238, jhjo39@kasi.re.kr)  
학술이사: 이유 (충남대, 042-821-5468, euyiyu@cnu.ac.kr)  
재무이사: 손영중 (연세대, 02-2123-5688, sohnyj@yonsei.ac.kr)

## 이사

강영운 (세종대, 02-3408-3234, kangyw@sejong.ac.kr)  
김방엽 (항우연, 042-860-2144, kby@kari.re.kr)  
김영수 (천문연, 042-865-3247, ykim@kasi.re.kr)  
김호일 (천문연, 042-865-3254, hikim@kasi.re.kr)  
박상영 (연세대, 02-2123-5687, spark@galaxy.yonsei.ac.kr)  
박재우 (전자연, 042-860-5634, pjw@etri.re.kr)  
박필호 (천문연, 042-865-3232, phpark@kasi.re.kr)  
이대영 (충북대, 043-261-2316, dylee@chungbuk.ac.kr)  
이동훈 (경희대, 031-201-2449, dhlee@khu.ac.kr)  
이병선 (전자연, 042-860-4903, lbs@etri.re.kr)  
이재우 (천문연, 042-865-3264, jwlee@kasi.re.kr)  
장현영 (경북대, 053-950-6367, hyc@knu.ac.kr)  
진호 (경희대, 031-201-3865, benho@khu.ac.kr)  
한원용 (천문연, 042-865-3219, whan@kasi.re.kr)

## 감사

양종만 (이화여대, 02-3277-2330, jyang@ewha.ac.kr)  
심은섭 (항우연, 042-860-2470, esim@kari.re.kr)

## 편집위원회

### 위원장

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

### 위원

김관혁 (항우연, 031-201-3845, khan@khu.ac.kr)  
김방엽 (항우연, 042-860-2144, kby@kari.re.kr)  
나자경 (천문연, 042-865-2055, jknah@kasi.re.kr)  
박상영 (연세대, 02-2123-5687, spark@galaxy.yonsei.ac.kr)  
안효성 (광주과기원, 062-970-2398, hyosung@gist.ac.kr)  
오화석 (항공대, 02-300-0284, hsoh@hau.ac.kr)  
이병선 (ETRI, 042-860-4903, lbs@etri.re.kr)  
이수창 (충남대, 042-821-5470, screy@cnu.ac.kr)  
이재진 (천문연, 042-865-3248, jjlee@kasi.re.kr)  
임홍서 (천문연, 042-865-3202, yimhs@kasi.re.kr)  
장현영 (경북대, 053-950-6367, hyc@knu.ac.kr)

정남해 (연세대, 02-2123-3439, nhj@yonsei.ac.kr)  
조성기 (천문연, 042-865-3236, skcho@kasi.re.kr)  
주광혁 (항우연, 042-860-3191, ghju@kari.re.kr)  
지건화 (극지연, 032-260-6132, ghjee@kopri.re.kr)  
Boonruksar Soonthornthum (Chiang Mai University, Chiang Mai Thailand)  
Edward F. Guinan (Villanova University, Pennsylvania USA)  
Kam-Ching Leung (University of Nebraska-Lincoln, Nebraska USA)  
Peter J. Chi (UCLA Institute of Geophysics and Planetary Physics, Los Angeles USA)  
Richard W. Longman (Columbia University, New York USA)  
Tapas Kumas Das (Harish-Chandra Research Institute, Calcutta India)

## 포상위원회

### 위원장

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

### 위원

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

## 학술대회준비위원회

### 위원장

조중현 (천문연, 042-865-3238, jhjo39@kasi.re.kr)

### 위원

김방엽 (항우연, 042-860-2144, kby@kari.re.kr)  
김용기 (충북대, 043-261-3202, father0691@hanmail.net)  
이병선 (전자연, 042-860-4903, lbs@etri.re.kr)  
이재우 (천문연, 042-865-3264, jwlee@kasi.re.kr)  
장현영 (경북대, 053-950-6367, hyc@knu.ac.kr)  
최영준 (천문연, 042-865-3266, yjchoi@kasi.re.kr)

## 사무처

국장: 정남해 (연세대, 02-2123-3439, nhj@yonsei.ac.kr)  
과장: 신미자 (학회, 042-865-3391, ses@kasi.re.kr)

## 사단법인 한국우주과학회

120-749 서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 천문대 내  
Tel: (02) 2123-3439 (042) 865-3391  
Fax: (02) 2123-8675 (042) 865-3392  
Homepage: <http://ksss.or.kr>  
E-mail: [ksss@ksss.or.kr](mailto:ksss@ksss.or.kr)

ISSN 1598-5601

# 한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society

제21권 1호

2012년 4월



사단법인 한국우주과학회  
**The Korean Space Science Society**



## 차 례

등록 및 교통 안내 .....	8
2012년 봄 학술대회 일정표 요약 .....	9
구두발표 논문제목 및 시간표 .....	12
포스터발표 논문제목 및 시간표 .....	17
구두발표논문 초록 .....	20
포스터발표논문 초록 .....	40
Proceedings .....	61
학회 및 관련기관 소식 .....	81
연구홍보 / 광고 .....	109

### <사단법인 한국우주과학회 입회 안내>

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

보낼곳: 한국우주과학회  
 120-749 서울시 서대문구 신촌동 134  
 연세대학교 천문대 내  
 전화 02-2123-3439  
 팩스 02-2123-8675

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	20,000원
평의원	-	40,000원
이사,감사	-	100,000원
부회장	-	300,000원
회 장	-	500,000원
기관회원	-	50,000원

※ 회원의 구분은 정관 제6조에 의거하며, 변경된 연회비는 2000년 제18차 정기총회에서 개정된 사항입니다.

뒷면의 입회원서를 복사하여 사용해 주십시오.

### [ 설명 ]

#### 외계행성 탐색용 2x2도 광시야 망원경

추진중인 외계행성 탐색시스템 (Korea Microlensing Telescope Network; KMTNet) 개발사업은 3대의 1.6m 광시야 망원경을 이용하여 은하중심방향을 24시간 측광관측하고, 미시중력렌즈방법으로 외계행성을 발견하는 것을 주 연구 목표로 한다. 이 망원경은 2014년까지 칠레, 남아프리카 공화국, 호주에 설치될 예정이다.



# 한국우주과학회

## 2012년 봄 학술대회 일정표

일 시 : 2012. 4. 26.(목) 13:00 - 27.(금) 15:30

장 소 : 청풍리조트호텔(컨벤션홀)

발표논문 : 초청강연 1편, 구두발표 74편, 포스터발표 90편 총 165편

발표시간 : 초청강연(30분), 연구발표(15분) 3세션 동시 진행

포스터 발표 : 2012. 4. 26.(목) 13:00 - 27.(금) 15:30

사단법인 한국우주과학회

## 등록 및 교통 안내

### 1. 등록

등록비는 70,000원이며, 학생회원과 정회원 중 석.박사 과정(전일제) 학생은 40,000원입니다. 사전등록을 하신 회원은 등록자 명부에 서명 후 학회보, 명찰, 등록비 영수증(계산서)을 수령하시기 바랍니다.

### 2. 회원 가입

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

입회비: 10,000원, 년회비: 20,000원

(학부학생회원은 입회비 면제, 년회비는 10,000원)입니다.

학회계좌: 국민은행 012-01-0603-888

우리은행 126-435843-01-001

예금주 한국우주과학회

### 3. 발표자료 준비

: 발표자료는 파워포인트 파일로 준비하시기 바랍니다.

**포스터발표:** 회원들이 시간적 여유를 가지고 포스터를 관람할 수 있도록 4월 26일(목) 13시까지 지정된 장소에 게시하여 주시고, 27일(금) 15시 30분에 수거하여 주시기 바랍니다. 집중발표 시간에 발표자는 자신의 포스터 앞에서 회원들의 질문에 답할 수 있도록 준비해 주시기 바랍니다. 포스터가 부착되지 않았거나 학회 종료 후 수거하지 않는 회원은 추후 학회발표가 제한될 수 있습니다(2006년 3차이사회 결정).

### 4. 발표장

발표형식	구분	분과명
구두발표	1발표장 (컨벤션홀A)	초청강연, 고천문, 천문우주1, 천문우주2, 천문우주3, 관측기기1, 관측기기2, 우주측지
	2발표장 (컨벤션홀B)	위성체1, 위성체2, 탐재체1, 탐재체2, 궤도1, 궤도2
	3발표장 (컨벤션홀C)	고층대기, 우주환경1, 우주환경2, 우주환경3, 우주환경4, 우주환경5
포스터 발표	컨벤션홀 로비	천문우주, 우주환경, 관측기기, 궤도, 발사체, 우주측지, 탐재체, 위성체, 기타

### 5. 교통

#### 가. 주소

충북 제천시 청풍면 교리 산 19번지

청풍리조트 (Tel.043-640-7000)

#### 나. 찾아오시는 길

##### □ 교통

##### 가. 대중교통

○ 동서울버스터미널, 강남버스터미널->제천고속(시외)버스터미널 (2시간 소요)

○ 대전역->제천역 (기차 1일 8회 운행, 2시간 소요)

##### 나. 셔틀버스 / 제천 시내버스

○ 제천 터미널, 제천역 -> 청풍리조트 셔틀버스운행(1일 4회 운행, 약 40분소요)

○ 제천 시내 -> 청풍리조트 시내버스 (20분~1시간 간격 운행, 약 40분소요)

##### 다. 승용차

서울출발->신갈J.C->호법J.C->영동고속도로 만중->중양고속도로->남제천I.C->금성면(청풍호)방면 우회전 ->청풍리조트

대전출발->증평I.C->충주(19번국도)->중양고속도로->남제천I.C->금성면(청풍호)방면 우회전->청풍리조트

※ 자세한 내용은 리조트 홈페이지 참조

<http://www.cheongpungresort.co.kr> ->찾아오시는 길

## 2012년 봄 학술대회 일정표

### 세션별 발표장

발표일	구분	시간	제1발표장 (컨벤션홀 A)	제2발표장 (컨벤션홀 B)	제3발표장 (컨벤션홀 C)	포스터발표장 (컨벤션홀 로비)
4월 26일 (목)	초청	13:10-13:40	초청강연 1	-	-	집중발표 15:20-16:20
	세션 I	13:50-15:20	고천문/천문우주 1	위성체 1	고층대기 1	
	세션 II	16:20-17:20	천문우주 2	위성체 2	우주환경 1	
4월 27일 (금)	세션 III	09:00-10:00	천문우주 3	탐재체 1	우주환경 2	집중발표 10:00-10:45
	세션 IV	10:45-12:00	관측기기 1	탐재체 2	우주환경 3	
	세션 V	13:00-14:00	관측기기 2	궤도 1	우주환경 4	
	세션 VI	14:10-15:25	우주측지	궤도 2	우주환경 5	

### 구두발표

#### 첫째 날 4월 26일 (목요일)

시간	구분									
11:00~13:00	등록	컨벤션홀 로비								
12:00~13:00	점심									
시간	제1발표장 (컨벤션홀 A)									
13:00~13:10	개회식									
<b>초청강연 1    장소 : 제1발표장 (컨벤션홀 A)    좌장: 최기혁(항우연)</b>										
13:10~13:40	IS-1	2012년발사예정인우리나라실용위성개발현황: 이주진 박사(전, 한국항공우주연구원장)								
13:40~13:50	휴식 / 자리이동									
		<b>제1발표장 (컨벤션홀 A)</b>		<b>제2발표장 (컨벤션홀 B)</b>		<b>제3발표장 (컨벤션홀 C)</b>				
		<b>고천문 / 천문우주 1</b> 좌장: 안영숙(천문연)		<b>위성체 1</b> 좌장: 임조령(항우연)		<b>고층대기</b> 좌장: 이유(충남대)				
13:50~14:05	I-1-1	김상혁	천문연	I-2-1	구철회	항우연	I-3-1	최종민	충남대	
14:05~14:20	I-1-2	민병희	천문연	I-2-2	김상호	항우산업	I-3-2	김민찬	과기원	
14:20~14:35	I-1-3	장형규	충북대	I-2-3	이훈희	항우연	I-3-3	최윤정	과기원	
14:35~14:50	I-1-4	이재우	천문연	I-2-4	김성우	연세대	I-3-4	박사라	경희대	
14:50~15:05	I-1-5	박장호	천문연	I-2-5	용기력	항우연	I-3-5	윤종연	충남대	
15:05~15:20	I-1-6	이상현a	충북대				I-3-6	이한별	충남대	
15:20~16:20	포스터 집중발표 1 (컨벤션홀 로비) / 사진 촬영									
		<b>천문우주 2</b> 좌장: 최정림(과기원)			<b>위성체 2 / 발사체</b> 좌장: 천용식(항우연)			<b>우주환경</b> 좌장: 봉수찬(천문연)		
16:20~16:35	II-1-1	김민중	세종대	II-2-1	임조령	항우연	II-3-1	권혁진	경희대	
16:35~16:50	II-1-2	임여명(2-1)	과기원	II-2-2	b(2-1)	과기원	II-3-2	이대영	충북대	
16:50~17:05	II-1-3	강혜련	포항공대	II-2-3	차원호	과기원	II-3-3	이재진	천문연	
17:05~17:20	II-1-4	최은진	과기원	II-2-4	김철웅	항우연	II-3-4	이준현	경희대	
17:20~17:30	자리이동									
17:30~19:00	만찬									

구두발표									
둘째 날 4월 27일 (금요일)									
시간	제1발표장 (컨벤션홀A)			제2발표장 (컨벤션홀B)			제3발표장 (컨벤션홀C)		
	천문우주 3 좌장: 김호일(천문연)			탐재체 1 좌장: 이병선(전자통신연)			우주환경 2 좌장: 이재진(천문연)		
09:00~09:15	Ⅲ-1-1	손영중	연세대	Ⅲ-2-1	문봉곤	천문연	Ⅲ-3-1	이지희	충북대
09:15~09:30	Ⅲ-1-2	김묘진	연세대	Ⅲ-2-2	박성하	경희대	Ⅲ-3-2	전채우	경희대
09:30~09:45	Ⅲ-1-3	천상현(2-1)	연세대	Ⅲ-2-3	김기원	연세대	Ⅲ-3-3	조일현	천문연
09:45~10:00	Ⅲ-1-4	김재우	연세대	Ⅲ-2-4	최지녕	연세대	Ⅲ-3-4	최화진	충남대
10:00~10:45	포스터집중발표 2(컨벤션홀 로비)								
	관측기기 1 좌장: 박병곤(천문연)			탐재체 2 좌장: 김방엽(항우연)			우주환경 3 좌장: 이대영(충북대)		
10:45~11:00	IV-1-1	성세현	연세대	IV-2-1	권은주	항우연	IV-3-1	홍익선	충남대
11:00~11:15	IV-1-2	류동욱	연세대	IV-2-2	서석배	항우연	IV-3-2	김경찬	천문연
11:15~11:30	IV-1-3	유진희	연세대	IV-2-3	박영식	천문연	IV-3-3	김관혁	경희대
11:30~11:45	IV-1-4	양슬기	연세대	IV-2-4	한원용	천문연	IV-3-4	김보경	충남대
11:45~12:00							IV-3-5	라기철(2-1)	포항공대
12:00~13:00	점심(목련홀)								
	관측기기 2 좌장: 진호(경희대)			궤도 1 좌장: 노경민(천문연)			우주환경 4 좌장: 김관혁(경희대)		
13:00~13:15	V-1-1	박병곤	천문연	V-2-1	이병선	전자연	V-3-1	라기철(2-2)	포항공대
13:15~13:30	V-1-2	임주희	경희대	V-2-2	황인영	연세대	V-3-2	박경선	경희대
13:30~13:45	V-1-3	방승철	천문연	V-2-3	정신원	연세대	V-3-3	박종선	경희대
13:45~14:00				V-2-4	박한얼	연세대	V-3-4	손종대	충남대
14:00~14:10	휴식								
	우주측지 좌장: 이병선(전자통신연)			궤도 2 좌장: 조중현(천문연)			우주환경 5 좌장: 한원용(천문연)		
14:10~14:25	VI-1-1	나성호(2-1)	천문연	VI-2-1	이광원	연세대	VI-3-1	신준호	경희대
14:25~14:40	VI-1-2	서윤경(2-1)	천문연	VI-2-2	김영광	연세대	VI-3-2	유광선	과기원
14:40~14:55	VI-1-3	서윤경(2-2)	천문연				VI-3-3	이어진	충남대
14:55~15:10							VI-3-4	이은상	경희대
15:10~15:20	자리이동								
15:20~15:30	폐회식 (컨벤션홀 A)								

**포스터 발표**  
**게시기간 : 2012 4. 26.(목) ~ 27.(금)**

번호	분야	발표자	소속	번호	분야	발표자	소속
P-1	천문우주	김성은	세종대	P-46	탐재체	신상윤	항우연
P-2	천문우주	김용기	충북대	P-47	위성체	금강훈	경희대
P-3	천문우주	윤성지	경북고	P-48	위성체	김용복	항우연
P-4	천문우주	노희건	영재교	P-49	위성체	김인준	전자통신연
P-5	천문우주	윤태석	경북대	P-50	위성체	김형완	항우연
P-6	천문우주	이성재	충북대	P-51	위성체	김희경(2-1)	항우연
P-7	천문우주	정민지	충북대	P-52	위성체	김희경(2-2)	항우연
P-8	우주환경	문가희	대구과고	P-53	위성체	박선주	항우연
P-9	우주환경	박성욱	항우연	P-54	위성체	김근식	한양이엔지
P-10	우주환경	은희광(2-1)	항우연	P-55	위성체	박종석	항우연
P-11	우주환경	은희광(2-2)	항우연	P-56	위성체	백명진	항우연
P-12	우주환경	홍진희	과기원	P-57	위성체	백현철	항우연
P-13	관측기기	강용우	천문연	P-58	위성체	서희준	항우연
P-14	관측기기	안기범	해양연	P-59	위성체	양승은	항우연
P-15	관측기기	이대희	천문연	P-60	위성체	오시환	항우연
P-16	관측기기	한정열	천문연	P-61	위성체	원영진	항우연
P-17	궤도	최수진	항우연	P-62	위성체	원주호(2-1)	항우연
P-18	발사체	강선일	항우연	P-63	위성체	원주호(2-2)	항우연
P-19	발사체	김용욱(2-1)	항우연	P-64	위성체	윤석택	항우연
P-20	발사체	김용욱(2-2)	항우연	P-65	위성체	윤영수	항우연
P-21	발사체	서견수	항우연	P-66	위성체	이명신	항우연
P-22	발사체	이정호	항우연	P-67	위성체	이상현b(2-2)	과기원
P-23	발사체	이창배	항우연	P-68	위성체	이선호	항우연
P-24	발사체	이한주(2-1)	항우연	P-69	위성체	임종민(2-1)	항우연
P-25	발사체	이한주(2-2)	항우연	P-70	위성체	임종민(2-2)	항우연
P-26	발사체	임석희	항우연	P-71	위성체	임현수	항우연
P-27	발사체	정동호	항우연	P-72	위성체	전현진	항우연
P-28	발사체	정영석	항우연	P-73	위성체	정옥철	항우연
P-29	발사체	조규식	항우연	P-74	위성체	조성익	해양연
P-30	발사체	조원국	항우연	P-75	위성체	조승원	항우연
P-31	발사체	조철훈	항우연	P-76	위성체	조창권	항우연
P-32	발사체	최상현	항우연	P-77	위성체	진성호	항우연
P-33	우주측지	나성호(2-2)	천문연	P-78	위성체	백선기	한양이엔지
P-34	탐재체	김성희	항우연	P-79	위성체	최정수	항우연
P-35	탐재체	명환춘	항우연	P-80	위성체	황권태	항우연
P-36	탐재체	박종역(2-1)	항우연	P-81	위성체	강치호	항우연
P-37	탐재체	박종역(2-2)	항우연	P-82	위성체	구인회	항우연
P-38	탐재체	연정흠	항우연	P-83	기타	박응식	항우연
P-39	탐재체	오은송	해양연	P-84	기타	박홍원	항우연
P-40	탐재체	진청길	항우연	P-85	기타	송용준	경희대
P-41	탐재체	남옥원	천문연	P-86	기타	전갑호	항우연
P-42	탐재체	이준찬	과기원	P-87	기타	허윤구	항우연
P-43	탐재체	임여명(2-2)	과기원	P-88	기타	현대환	항우연
P-44	탐재체	장수영	항우연	P-89	기타	강지훈	항우연
P-45	탐재체	허행팔	항우연	P-90	기타	김연규	항우연

# 구두발표 논문제목 및 시간표

4월 26일(목) [첫째날]

제1발표장 (컨벤션홀 A)

## IS-01 ■ 초청강연 I ■

좌장: 최기혁(항우연) [p.20]

13:10-13:40 [IS-01] 2012 발사예정인 우리나라 실용위성 개발 현황: 이주진(항우연)

13:40-13:50 / 자리이동

## I-1 ■ 고천문/ 천문우주 1 ■

좌장: 안영숙(천문연) [p.20]

13:50-14:05 [I-1-1] 흡경각부의 동력제어에 대한 연구: 김상혁(천문연), 이용삼(충북대)

14:05-14:20 [I-1-2] 조선시대 대규표(大圭表) 구조와 횡량 설치법: 민병희(천문연, 충북대), 이기원(대구가톨릭대), 김상혁, 안영숙(천문연), 이용삼(충북대)

14:20-14:35 [I-1-3] 지방천문과학관의 천체관련 전시물 현황 연구: 장형규, 이용삼(충북대)

14:35-14:50 [I-1-4] The sub-Saturn Mass Transiting Planet HAT-P-12b: Jae Woo Lee, Jae-Hyuck Youn, Seung-Lee Kim, Chung-Uk Lee, Tobias C. Hinse (KASI)

14:50-15:05 [I-1-5] 접촉쌍성 BX Draconis의 공전주기 연구와 광도곡선 분석: 박장호, 이재우, 김승리, 이충욱(천문연)

15:05-15:20 [I-1-6] 산개성단의 역학적 진화와 헤일로: 이상현(부산대), 강용우(천문연), 안홍배(부산대)

15:20-16:20 포스터 집중발표 2 / 사진 촬영

## III-1 ■ 천문우주 2 ■

좌장: 최정림(과기원) [p.21]

16:20~16:35 [II-1-1] Observations of 3C84 with the Global mm VLBI Array: Min Joong Kim(Sejong Univ.), Sang-Sung Lee(KASI), Thomas P. Krichbaum, Andrei P. Lobanov, Walter Alef, J. Anton Zensus(MPIFR, Germany) & Sungeun Kim(Sejong Univ.)

16:35~16:50 [II-1-2] FUV spectroscopy of the comet C/2001 Q4 (NEAT) with FIMS: Yeo-Myeong Lim, Kyoung Wook Min(KAIST), P. D. Feldman(Johns Hopkins Univ.), Wonyong Han(KASI), J. Edelstein(UC, Berkeley)

16:50~17:05 [II-1-3] The jet plasma's kinetic effect on the relativistic collisionless shocks: Helen H. Kaang, Chang-Mo Ryu(POSTECH), Ken -I. Nishikawa(NSSTC, USA)

17:05~17:20 [II-1-4] A Study of Kinetic Effects on the Relativistic Shocks using 3D PIC simulation: Eun-Jin Choi, Kyoung-Wook Min, Cheong-rim Choi(KAIST), Ken-Ichi Nishikawa(NSSTC, USA)

17:20-17:30 휴식 / 자리이동

17:30-19:00 만찬

4월 26일(목) [첫째날]

제2발표장 (컨벤션홀 B)

## II-2 ■ 위성체 1 ■

좌장: 임조령(항우연) [p.22-23]

13:50-14:05 [I-2-1] 달 탐사선 시험 모델 추력기 및 센서 구동용 탑재소프트웨어 개발 및 시험: 구철희, 이훈희, 류동영, 주광혁(항우연)

14:05-14:20 [I-2-2] 인공위성 발사시 태양전지판 온도변화를 통한 전개상태에 대한 수치해석: 김상호, 서현석, 이재우, 한은수(항공우주산업), 김형동(두원중공업), 이장준, 현범석(항우연)

14:20-14:35 [I-2-3] 달탐사선과 지상시스템 간의 접속 프로토콜 시험을 위한 시험 및 검증 벤치 구현: 이훈희, 구철희, 주광혁, 류동영(항우연)

14:35-14:50 [I-2-4] Preliminary Test of ANFIS Controller for Spacecraft Attitude Control: Sung-Woo Kim, Sang-Young Park, Chan-Deok Park(Yonsei Univ.)

14:50-15:05 [I-2-5] 지속적 보정기동을 통한 자이로 파라미터 및 관성모멘트 통합 추정 연구: 용기력(항우연), 조수장, 방효충(과기원)

15:20-16:20 포스터 집중발표 1 / 사진 촬영

## III-2 ■ 위성체 2 ■

좌장: 천용식(항우연) [p.23-24]

16:20~16:35 [II-2-1] 저궤도 위성의 자세제어 성능 검증 연구: 임조령, 최홍택(항우연)

16:35~16:50 [II-2-2] 나로과학위성 비행모델 진동시험 결과 분석: 이상현, 차원호, 장태성, 서정기(과기원), 조희근(안동대)

16:50~17:05 [II-2-3] 나로과학위성 비행모델 태양전지판 전개시험 결과 분석: 차원호, 이상현, 장태성, 서정기(과기원), 조희근(안동대)

17:05~17:20 [II-2-4] Zenit로켓용 액체로켓엔진의 구조와 특징: 김철웅, 조원국, 박순영(항우연)

17:20-17:30 휴식 / 자리이동

17:30-19:00 만찬

**4월 26일(목) [첫째날]**  
**제3발표장 (컨벤션홀 C)**

**[I-3] ■ 고층대기 ■**

좌장: 이유(충남대) [p.24-25]

- 13:50~14:05 [I-3-1] 자기장에 의한 유성흔의 비등방적 확산: 최종민, 김용하, 이창섭(충남대), 김정환, 지건화(해양연), 광영실(천문연)
- 14:05~14:20 [I-3-2] 지상기반 위성항법보강시스템을 위한 알래스카 지역의 전리층 이상 현상 분석: 김민찬, 정성욱, 이지윤(과기원)
- 14:20~14:35 [I-3-3] 한반도 GPS 관측 데이터를 이용한 GBAS 전리층 위협 현상 분석: 최윤정, 정성욱, 김민찬, 이지윤(과기원)
- 14:35~14:50 [I-3-4] Statistical analysis of hemispheric asymmetry based on Spring and Autumn equinoxes: Sarah Park, Khan-Hyuk Kim(KHU), Hyosub Kim(Johns Hopkins Univ.), Dong-Hun Lee(KHU)
- 14:50~15:05 [I-3-5] 안양 이오노존데 자료에 나타난 특이 NmF2 증가 현상에 대한 연구: 윤종연, 김용하(충남대), 김어진(항우연)
- 15:05~15:20 [I-3-6] SAMI2 모델과 JASON-1 총 전자량 관측자료의 비교를 통한 이온권과 플라즈마권의 상호작용 연구: 이한별, 김용하(충남대), 지건화(극지연)

**15:20~16:20 집중발표 1 / 사진 촬영**

**[II-3] ■ 우주환경 1 ■**

좌장: 봉수찬(천문연) [p.23-27]

- 16:20~16:35 [II-3-1] Dipolarization associated with current disruption as a source of space Pi1B: Hyuck-Jin Kwon, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee, Ensang Lee (KHU), K. Shiokawa(Nagoya Univ.)
- 16:35~16:50 [II-3-2] Overview of the radiation belts during the solar ascending phase of the solar cycle 24: Selected results from equatorial observations by THEMIS: Dae-Young Lee, Dae-Kyu Shin, Jin-Hee Kim, Jung-Hee Cho, Yong-H. Lee, Mi-Young Park (CBNU), Junga Hwang, Kyung-Chan Kim(KASI), Vassilis Angelopoulos(UCLA)
- 16:50~17:05 [II-3-3] 몬테카를로 모사 실험을 통한 국제우주정거장에서의 우주방사선 평가: 이재진, 남옥원, 표정현(천문연), 김성환(청주대), 박귀중, 이대희(천문연), 문명국, 임중휘, 김현욱(원자력연)
- 17:05~17:20 [II-3-4] 저궤도 위성의 위성체 전위와 이온층 플라즈마 밀도 및 온도 사이의 상관관계: 이준현, 이은상, 김관혁, 선중호(경희대), 이재진(천문연), 이동훈, 진호(경희대)

- 17:20~17:30 휴식 / 자리아동
- 17:30~19:00 만찬

**4월 27일(금) [둘째날]**  
**제1발표장 (컨벤션홀 A)**

**[III-1] ■ 천문우주 3 ■**

좌장: 김호일(천문연) [p.27-28]

- 09:00~09:15 [III-1-1] Near Infrared Properties of Asymptotic Giant Branch stars in Nearby Dwarf Elliptical Galaxy NGC 205: Young-Jong Sohn, MiYoung Jung(Yonsei Univ.), Jongwan Ko(Yonsei Univ., KASI) Jae-Woo Kim(SNU), Sang-Hyun Chun (Yonsei Univ.), Ho-Il Kim(KASI)
- 09:15~09:30 [III-1-2] 근적외선 측광을 통한 우리은하 중심부의 구상성단 주변의 항성 공간 분포 연구: 김묘진, 천상현, 손영중(연세대)
- 09:30~09:45 [III-1-3] Detection of Tidal Stripping Structure around Globular Clusters in the Milky Way: Sang-Hyun Chun, Myojin Kim(Yonsei Univ.), Jae-Woo Kim(SNU), Young-Jong Sohn(Yonsei Univ.)
- 09:45~10:00 [III-1-4] Clustering of EROs from the UKIDSS DXS: Jae-Woo Kim(SNU, Durham University, UK) Alastair Edge(Durham University, UK), David Wake (Yale University, USA), Violeta Gonzalez-Perez(Durham University, UK)

**10:00~10:45 포스터집중발표 2**

**[IV-1] ■ 관측기기 1 ■**

좌장: 박병근(천문연) [p.28-29]

- 10:45~11:00 [IV-1-1] Laboratory test simulation for field angle dependent response measurement of Amon-Ra energy channel instrument: Sehyun Seong, Sug-Whan Kim, Dongok Ryu(Yonsei Univ.), Jinsuk Hong(Samsung Thales Co.)
- 11:00~11:15 [IV-1-2] Ray-Tracing Based Radiative Transfer Model of the Atmosphere for Remote Sensing Applications: Dongok Ryu, Sehyun Seong, Sug-Whan Kim(Yonsei Univ.)
- 11:15~11:30 [IV-1-3] Simulation of moonshine and earthshine with lunar soil BRDF models: Jinhee Yu, Sug-Whan Kim(Yonsei Univ.)
- 11:30~11:45 [IV-1-4] Measurement of Photon Detection Efficiency of Silicon Photomultiplier (SiPM): Seul Ki Yang(Yonsei Univ.), Hye-Young Lee, Jina Jeon(Ewha Womans Univ.), Sug-Whan Kim(Yonsei Univ.), Jik Lee(Ewha Womans Univ.), Il H. Park(Ewha Womans Univ.)

12:00~13:00 - 목련홀

[V-1] ■ 관측기기 2 ■

좌장: 진호(경희대) [p.29-30]

- 13:00~13:15 [V-1-1] K-GMT 2012: 김영수, 경재만, 천무영, 김상철, 윤양노(천문연)
- 13:15~13:30 [V-1-2] Sensitivity and Imaging Performance Analysis of a Wide Field Telescope: Juhee Lim(KHU, KRISS), Sangon Lee(KRISS, Hannam Univ.), Il Kweon Moon(KRISS), Jong Ung Lee(Cheongju Univ.), Young-Jun Choi, Jang-Hyun Park(KASI), Ho-Soon Yang(KRISS), Ho Jin(KHU)
- 13:30~13:45 [V-1-3] PGA를 이용한 Lagrange 기능 블록 설계: 방승철, 가능현, 임형철, 박은서, 유성열, 박장현, 박종욱(천문연)

14:00~14:10 휴식

[VI-1] ■ 우주측지 ■

좌장: 이병선(전자통신연) [p.30]

- 14:10~14:25 [VI-1-1] Tidal Evolution of Lunar Orbit and Earth Rotation: Sung-Ho Na(KASI), Wooil Moon (University of Manitoba, Canada)
- 14:25~14:40 [VI-1-2] ARGO-M 운영시스템의 통신 인터페이스 개발: 서윤경(천문연), 류동영(항우연), 윤칭(충남대), 허지웅(에스이랩), 성기평, 장비호, 유성열, 박은서, 임형철, 박장현, 박종욱(천문연)
- 14:40~14:55 [VI-1-3] ARGO-M 운영시스템의 기상 장비 구축: 서윤경(천문연), 윤칭(충남대), 류동영(항우연), 성기평(천문연), 박은서, 임형철, 박장현, 박종욱(천문연)

15:20~15:30 폐회식 - 컨벤션홀 A

4월 27일(금) [둘째날] 제2발표장 (컨벤션홀 B)

[III-2] ■ 탐재체 1 ■

좌장: 이병선(전자통신연) [p.30-31]

- 09:00~09:15 [III-2-1] 3m급 SPICA 적외선우주망원경의 FPC-G/S 근적외선카메라의 광기계부 개념 설계: 문봉곤(천문연), Yoshikazu Kanai, Akito Enokuchi(Genesia Corporation), 정용섭, 이대희, 한원용, 박귀중, 박영식, 남옥원, 표정현(천문연), 이덕행(천문연, 과기연합대), Toshio Matsumoto(ISAS/JAXA)
- 09:15~09:30 [III-2-2] STEIN 검출기의 플라즈마 입자 검출 예측을 위한 모의실험 환경 연구: 박성하, 김용호, 김태연, 선종호, 진호, 이동훈(경희대), Robert P. Lin, Thomas Immel(UC, Berkeley)

- 09:30~09:45 [III-2-3] Structural behavior of the SMT opto-mecjanical subsystem: Ki-Won Kim, Ji-Nyeong Choi, Seul Ki Yang(Yonsei Univ.), Soomin Jeong(Ewha Womans Univ.), Sug-Whan Kim(Yonsei Univ.), Ki-Beom Ahn(KORDI), Jiwoo Nam(Taiwan Univ.), Il H. Park(Ewha Womans Univ.)

- 09:45~10:00 [III-2-4] Optical Performance Variation of Slewing Mirror Space Telescope(SMT) in Space Thermal Environment: Ji-Nyeong Choi(Yonsei Univ.), Ki-Beom Ahn(Yonsei Univ., KORDI), Soomin Jeong(Ewha Womans Univ.), Sug-Whan Kim(Yonsei Univ.), Jiwoo Nam(Taiwan Univ.), Il H. Park(Ewha Womans Univ.)

10:00~10:45 포스터집중발표 2

[IV-2] ■ 탐재체 2 ■

좌장: 김방엽(항우연) [p.00]

- 10:45~11:00 [IV-2-1] 천리안위성의 기하보정 정확도 검증: 권은주, 우선희, 김방엽(항우연)
- 11:00~11:15 [IV-2-2] 히스토그램 명세화를 이용한 천리안위성 기상탐재체 가시채널 검출기의 특성 정규화 방법: 서석배, 진경옥, 안상일(항우연)
- 11:15~11:30 [IV-2-3] System Performance Test os the MIRIS: Youngsik Park, Woong-Seob Jeong, Bongkon Moon(KASI), Duk-Hang Lee(KASI, UST), Dae-Hee Lee(KASI), Sung-Joon Park(KASI, KAIST), Kwijong Park, Jeonghyun Pyo, Uk-Won Nam(KASI), Seung-Wu Rhee(KARI), Toshio Matsumoto(SUN, ISAS/JAXA), Wonyong Han(KASI)
- 11:30~11:45 [IV-2-4] Wide Field Infrared Space Telescope, MIRIS: Wonyong Han, Dae-Hee Lee, Youngsik Park, Woong-Seob Jeong, Bongkon Moon(KASI), Sung-Joon Park(KASI, KAIST), Kwijong Park, Jeonghyun Pyo(KASI), Duk-Hang Lee(KASI, UST), Uk-Won Nam, Jang-Hyun Park, Kwang-II Seon(KASI), Sun Choel Yang(KBSI), Jong-Oh Park, Seung-Wu Rhee(KARI), Hyung Mok Lee(SNU), Toshio Matsumoto(SNU, ISAS/JAXA)

12:00~13:00 점심 - 목련홀

[V-2] ■ 궤도 1 ■

좌장: 노경민(천문연) [p.33-34]

- 13:00~13:15 [V-2-1] 위성접근경보 및 우주상황인지 관련 국제 연구개발 동향: 이병선, 황유라(전자통신연), 이상철(항우연)
- 13:15~13:30 [V-2-2] 위성 간 충돌방지를 고려한 근접조사 시나리오: 황인영, 박상영, 박찬덕(연세대)
- 13:30~13:45 [V-2-3] 위성간 레이저 데이터를 이용한

결정에 대한 예비분석: 정신원, 박상영, 박한얼, 박찬덕(연세대)

13:45~14:00 [V-2-4] 위성편대비행 통합 시뮬레이터를 사용한 2차원 상대 궤도에서 재배치: 박한얼, 박상영, 김성우, 은영호, 박찬덕(연세대)

14:00~14:10

**[VI-2] ■ 궤도 2 ■**

좌장: 조중현(천문연) [p.34]

14:10~14:25 [VI-2-1] 최적 되먹임 제어를 위한 생성함수 기법의 성능 분석: 이광원, 박찬덕, 박상영(연세대)

14:25~14:40 [VI-2-2] Analysis of Total Fuel Expenditure for Satellite Optimal Reconfiguration under Perturbation: Youngkwang Kim, Sang-Young Park Corresponding author, Chan-Doek Park(Yonsei Univ.)

15:20~15:30 폐회식 - 컨벤션홀 A

4월 27일(금) [둘째날]

제3발표장 (컨벤션홀 C)

**[III-3] ■ 우주환경 2 ■**

좌장: 이재진(천문연) [p.34-35]

09:00~09:15 [III-3-1] Assessing the significance of high frequency fluctuations relative to low frequency fluctuations during near-tail dipolarization: Ji-Hee Lee, Dae-Young Lee, Mi-Young Park(CBNU), Shinichi Ohtani(Johns Hopkins Univ.)

09:15~09:30 [III-3-2] The statistical analysis of Pi2 pulsations observed at low-latitude Bohyun ground station: Chae-Woo Jun, Khan-Hyuk Kim, Hyuck-Jin Kwon, Dong-Hun Lee, Ensang Lee(KHU), Young-Deuk Park, Junga Hwang(KASI)

09:30~09:45 [III-3-3] The 1.3-year periodicities in interplanetary and geomagnetic variations: revisited: Il-Hyun Cho(KASI, UST), Junga Hwang, Yeon-Han Kim, Young-Deuk Park(KASI)

09:45~10:00 [III-3-4] Relationship between Activity Cycles and Brightness Variations of Solar-type Stars: Hwa-Jin Choi, Yu Yi, Su-Yeon Oh(CNU)

10:00~10:45 포스터 집중발표 2

**[IV-3] ■ 우주환경 3 ■**

좌장: 이대영(충북대) [p.35-36]

10:45~11:00 [IV-3-1] 달 동굴 탐사 DB 구축을 위한 지구 용암동굴 입구의 항공사진 자료 활용: 홍익선, 정종일,

김시은, 손종대, 오수연, 이유(충남대)

11:00~11:15 [IV-3-2] Can the relativistic radiation belt electrons be lost through the magnetopause?: Kyung-Chan Kim(KASI), Dae-Young Lee(CBNU), Junga Hwang(KASI), Vassilis Angelopoulos, Drew L. Turner(UCLA, USA)

11:15~11:30 [IV-3-3] Multipoint observations of sudden commencements in the dayside magnetosphere: Khan-Hyuk Kim, Jong-Sun Park, Dong-Hun Lee, Ensang Lee(KHU), Young-Deuk Park, Junga Hwang (KASI)

11:30~11:45 [IV-3-4] Variation of solar magnetic multipole magnitude over the last 3 solar cycles: Bogyong Kim, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU)

11:45~12:00 [IV-3-5] Particle heating by parametric decay of Alfvén-cyclotron waves: Kicheol Rha, Helen H Kaang, Chang-Mo Ryu(POSTECH) Peter H Yoon(University of Maryland, USA)

12:00~13:00 점심 - 목련홀

**[V-3] ■ 우주환경 4 ■**

좌장: 김관혁(경희대) [p.36-38]

13:00~13:15 [V-3-1] Simulation of low-frequency electromagnetic fluctuations associated with a THEMIS current disruption event: Kicheol Rha, Helen H Kaang, Chang-Mo Ryu(POSTECH), Peter H Yoon(University of Maryland, USA)

13:15~13:30 [V-3-2] MHD simulations for two extreme cases of observations during the northward IMF substorms: Kyung Sun Park(KHU), Dae-Young Lee(CBNU), Tatsuki Ogino(Nagoya Univ., Japan), Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee(KHU)

13:30~13:45 [V-3-3] Nightside geosynchronous magnetic field responses to interplanetary shocks: Jong-Sun Park, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee, Ensang Lee, Ho Jin(KHU)

13:45~14:00 [V-3-4] Forbush Decreases in Lunar Radiation Environment observed by the CRaTER on the LRO: Jong-Dae Sohn, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU), Eojin Kim, Joo-Hee Lee(KARI), Harlan E. Spence (University of New Hampshire, USA)

14:00~14:10 휴식

**[VI-3] ■ 우주환경 5 ■**

좌장: 한원용(천문연) [p.38-39]

14:10~14:25 [VI-3-1] The Gate Structure of a Front-Illuminated CCD and the Point Spread Function of Yohkoh Soft X-Ray Telescope (SXT): Junho Shin

(KHU), Takashi Sakurai(NAOJ)

14:25~14:40 [VI-3-2] Introduction of the DDR-2 SDRAM  
SEE Experiment Using HIMAC Heavy Ion Accelerator:  
Kwangsun Ryu, Mi-Young Park, Jang-Soo Chae  
(KAIST), Yukio Uchihori, Hisashi Kitamura(NIRS),  
Takeshi Takashima(JAXA)

14:40~14:55 [VI-3-3] Magnetic Polarity  
Inversion Line의 물리적 특성에 대한 통계적 연구:  
이어진(충남대), 박성홍(천문연), 오수연, 이유(충남대)

14:55~15:10 [VI-3-4] Cooling of the plasma sheet in the  
near-Earth magnetotail: Ensang Lee(KHU), George K.  
Parks, Naiguo Lin(UC Berkeley, USA), Khan-Hyuk Kim,  
Dong-Hun Lee(KHU)

15:20~15:30

- 컨벤션홀 A

# 포스터발표 논문제목

기간 : 4. 26.(목)13:00 ~ 27.(금)15:30

발표장 : 컨벤션홀 로비

■ 천문우주 ■ [p.40-41]

- [P-1] THz Observations of the High-Latitude Clouds:  
Sungeun Kim, So-Young Youn(Sejong Univ.),  
Jonathan P. Williams(University of Hawaii), Min Joong Kim(Sejong Univ.), Min S. Yun, Grant W. Wilson(University of Massachusetts), David Hughes, Itziar Aretxaga, Andrew Humphrey(INAOE), Jay Austermann(University of Colorado, Boulder, USA), Philip D. Maukopf(Cardiff University, Cardiff, U.K), Loris Magnani(University of Georgia, Athens, USA), Thushara Perera(University of Massachusetts), AzTEC Team(Sejong Univ., University of Massachusetts, INAOE, Cardiff University, Cardiff, U.K., California Institute of Technology, Smith College)
- [P-2] Drastic Brightness and Color Variations of the New Discovered Polar OTJ 071126+440405: Yonggi Kim(Odessa National Maritime Univ., CBNU, Vihorat Observatory), Joh-Na Yoon(CBNU), Ivan L. Andronov, Vitalii V.Breus(Odessa National Maritime Univ.), P. Dubovsky(Vihorat Observatory), Lidia L. Chinarova (Odessa National Univ.), Wonyong Han(KASI)
- [P-3] NGC 5897 측광 연구를 통한 나이측정: 윤성지(연세대 과학영재교육원, 경북고), 김덕현(연세대 과학영재교육원, 영재교), 배준현(연세대 과학영재교육원, 디지털미디어 고교), 한미화, 손영중(연세대 과학영재교육원, 연세대)
- [P-4] 한국형 달 탐사를 위한 임무 및 항행 경로의 설계: 노희건, 김소형, 박호진, 안광호(과학영재학교), 안재명, 이지윤, 조수장, 피재환(과기원)
- [P-5] Progressive Report for Supernova SN2011fe in M101: Tae Seog Yoon(Kyungpook National Univ.), Hyun-Il Sung, Byeong-Cheol Lee(KASI)
- [P-6] A 2-D Jet Stream Simulation with Low Viscosity and Possible Source of QPO: Seong-Jae Lee, Siek Hyung(CBNU), Indranil Chattopadhyay(ARIES, India)
- [P-7] W UMa형 접촉쌍성 BS Cas의 측광관측과 분석: 정민지(충북대), 윤요나(충북대 천문대), 송미화(천문연), 김천휘(충북대), 한원용, 임홍서, 문홍규, 최영준(천문연)

■ 우주환경 ■ [p.41-42]

- [P-8] The role of PCN index during the magnetic storms: Ga-Hee Moon(Daegu Science High School)
- [P-9] PID계인튜닝을 통한 Bake-out 챔버 온도제어의 최적화: 박성욱, 서희준, 이상훈, 조혁진, 진성호, 문귀원(항우연)
- [P-10] 소형위성의 질량 특성 측정 시험: 은희광, 임종민, 전종협, 문남진, 김병현, 문귀원(항우연)
- [P-11] 대형수직가진시스템 성능 유지 및 개선: 은희광,

- 임종민, 전종협, 문남진, 김병현, 문귀원(항우연)
- [P-12] Parametric investigation of the formation of electron flat-top distributions by ion beam driven instability: Jinhy Hong(KAIST), Ensang Lee(KHU), Kyoung-Wook Min(KAIST)

■ 관측기기 ■ [p.42-43]

- [P-13] 한국우주전파관측망(KVN)의 우주전파수신 Back-end 시스템(Data Acquisition system) 소개: 강용우, 위석오, 제도홍, 송민규, 이정원, 변도영, 정문희, 한석태(천문연)
- [P-14] 위성광학시스템 및 ASD(Analytical Spectral Devices) 복사 검보정을 위한 광학실험실 구축: 안기범(해양연), 오은송(해양연, 연세대), 조성익(해양연, 연세대), 박영제, 유주형(해양연)
- [P-15] NASA 로켓을 이용한 적외선 우주배경복사 관측실험 (CIBER II): 이대희, 문봉곤, 박영식, 박귀중, 표정현, 정웅섭, 남옥원, 표정현, 이덕행, 한원용, 박원기(천문연), 김민규(천문연, 서울대), 김건희(기초연), Jamie Bock, Michael Zemcov(Caltech/JPL), Shuji Matsuura(ISAS)
- [P-16] Current status of optical alignment for IGRINS: Jeong-Yeol Han, Kyung-Yeon Ko, Heeyoung Oh, Jakyung Nah, Chan Park(KASI), In-Soo Yuk(KASI, University of Texas at Austin), Moo-Young Chun(KASI), Daniel T. Jaffe(University of Texas at Austin)

■ 궤도 ■ [p.43]

- [P-17] 아리랑 2호의 정밀궤도와 JSpOC CSM 궤도를 이용한 충돌분석 결과 비교: 최수진, 정옥철, 정대원, 김은규, 김학정(항우연)

■ 발사체 ■ [p.42-46]

- [P-18] 로켓 연소 후류 유동해석을 위한 단일화확중 비반응 모델의 소개: 강선일, 남중원, 황도근(항우연)
- [P-19] 축소형 탱크를 이용한 추진제 공급시스템 설계 검증 시험 계획: 김용욱, 이정호, 정영석, 김상헌, 조상연, 오승협(항우연)
- [P-20] 우주발사체용 발사대 질소공급시스템: 김용욱, 이정호, 강선일, 조기주, 오승협(항우연)
- [P-21] 한국형발사체개발사업 1차년도 사업관리시스템 (EVMS) 구축: 서건수, 최영인, 홍일희(항우연), 유호섭(톨레미 시스템)
- [P-22] 발사체 추진기관 시험설비 구축을 위한 축소형 시험 해외사례 조사: 이정호, 김상헌, 조기주, 김용욱, 오승협(항우연)
- [P-23] Technical Requirements of SPMT(Self Propelled Modular Transporter) in KSLV-II Program: Chang-Bae Lee, Eui-Seung Chung(KARI)
- [P-24] 한국형발사체 추진기관 시스템 모델 조립 프로세스 개념: 이한주, 오승협(항우연)
- [P-25] 한국형발사체 1단 클러스터드 엔진 배치: 이한주,

- (항우연)
- [P-26] 발사체 설계시 주요파라미터(추진)가 위성투입 능력에 미치는 영향에 대한 검토: 임석희, 오승협(항우연)
- [P-27] 발사체용 수동 체결장치 요구조건 분석: 정동호, 오승협(항우연)
- [P-28] 발사체 극저온 탱크 내부 열 및 물질 전달 과정을 모사하기 위한 동특성 모델 개발: 정영석, 조규식, 오승협(항우연)
- [P-29] 발사체 엔진의 정상작동을 위해 추진체 탱크 내 사용되지 않는 잔류 연료량 계산 방법: 조규식, V. Bershadskiy, 정영석, 임석희, 오승협(항우연)
- [P-30] 액체로켓엔진의 비추력 해석 프로그램 검증: 조원국, 박순영, 김철용(항우연)
- [P-31] 한국형 발사체 시스템의 발사체/발사대 및 발사체/Umbilical 지상 인터페이스 연구 개발을 위한 조사 분석과 고려 사항 연구: 조철훈, 이창배, 원유진, 이영호, 정의승(항우연)
- [P-32] NASA LL (Lessons Learned) Process 및 나로호 LL 관리 사례 소개: 최상현, 윤원주, 정의승(항우연)

■ 우주측지 ■ [p.46-47]

- [P-33] Some Theoretical Consideration in Body Tide Calculation: Sung-Ho Na, Jeongho Baek, Sung-Moon Yoo, Byungkyu Choi, Younghee Kwak, Jungho Cho, Jong-Uk Park(KASI)

■ 탑재체 ■ [p.47-50]

- [P-34] De-polarization method of space optical spectrometer for environment monitoring sensor: Seonghui Kim, Jeoung-Heum Yeon, Dai-Ho Ko, Deoggyu Lee, Seunghoon Lee(KASI)
- [P-35] GOES/MTG 차세대 기상탑재체 규격 분석: 명환춘, 용상순(항우연)
- [P-36] 온도 변화에 따른 영상센서 노이즈 특성 분석: 박종억, 공종필, 허행팔, 김영선, 용상순(항우연)
- [P-37] 다목적 탑재카메라 센서제어로직 상세 설계분석: 박종억, 공종필, 허행팔, 김영선, 용상순(항우연)
- [P-38] 대구경 광학계 카메라 진동시험용 어댑터 설계: 연정흠, 이웅식, 장수영, 이덕규(항우연)
- [P-39] 정지궤도와 극궤도 해양 관측 위성의 광학적 신호대 잡음비 성능 비교: 오은송(해양연, 연세대), 안기범(해양연), 조성익(해양연, 연세대), 박영제, 유주형(해양연), 김석환(연세대)
- [P-40] 고해상도 위성영상의 복사품질유지를 위한 경험적 복사검보정 연구: 진철길, 이선구(항우연)
- [P-41] 국제우주정거장용 방사선 측정 장비 개발: 남옥원, 이재진, 박귀중, 표정현(천문연), 김성환(연세대), 이대희(천문연), 문명국, 임종휘, 김현욱(원자연)
- [P-42] 나로 과학위성 3호의 Langmuir Probe 개발: 이준찬, 함종욱, 홍슬기, 민경욱(파기원), 김희준(Terawave)
- [P-43] 달 탐사를 위한 Hyperspectral Camera / Stereo

- Imager 개선 모델 개발: 임여명, 민경욱, 임태호, 최연주(파기원), 이진근, 김희준(TERAWAVE), 최영완(SaTReC-i), 김성수(경희대)
- [P-44] 광학탑재체 냉각유닛 열진공시험: 장수영, 연정흠, 이웅식, 김홍주, 정대준, 육영춘, 고대호, 김성희, 이덕규, 이승훈(항우연)
- [P-45] 저궤도 지구관측 위성에 탑재된 전자광학 카메라의 발사 후 초기점검: 허행팔, 공종필, 김영선, 박종억, 신상윤, 용상순(항우연)
- [P-46] 저궤도 관측위성 영상데이터 분석 방법 연구: 신상윤, 허행팔, 용상순(항우연)

■ 위성체 ■ [p.50-57]

- [P-47] Cubesat용 Solar Panel 제작 및 성능 Test: 금강훈, 이웅식, 채규성, 진호, 선종호, 이동훈(경희대), Jose Fermin, Thomas Immel(University of California, Berkeley), Robert P. Lin(경희대, University of California, Berkeley)
- [P-48] 저궤도 위성용 자세제어계 센서들의 극성 시험: 김용복, 임조령, 최홍택(항우연)
- [P-49] 위성 임무의 조건적 명령 계획 방법: 김인준, 이병선, 김재훈(전자통신연), 정옥철(항우연)
- [P-50] The Study of COMS Scheduling Management: Hyung-wan Kim, Jung-su Choi, Jong-seok Park(KARI)
- [P-51] 위성 방열판 설계 검증용 열모델의 개발: 김희경(항우연), 최성임(파기원), 최석원(항우연)
- [P-52] 최적화 기법을 활용한 위성 방열판 최적 설계의 수치적 접근 방식의 개념: 김희경(항우연), 최성임(파기원), 임성빈(항우연)
- [P-53] 다목적실용위성 3호의 임무수행 최적화를 위한 명령실행시간 결정 방안 분석: 박선주, 문인호, 정옥철, 정대원(항우연)
- [P-54] 열진공챔버용 포트플레이트 설치 및 케이블 커넥터연결용 치구 설계: 김근식, 백선기(한양이엔지), 진성호, 박성욱, 조혁진, 이상훈, 서희준, 문귀원(항우연)
- [P-55] 정지궤도 복합위성 형상설계 비교연구: 박종석, 최정수, 김형완, 최재동(항우연)
- [P-56] 천리안위성 발사 후 2년 운용 현황: 백명진, 박응식, 김방엽(항우연)
- [P-57] 아리랑위성 5호 운영지원 툴 개발: 백현철, 권중구, 정대원(항우연), 이상정(충남대)
- [P-58] 극저온 유체 및 이원 냉매용 슈라우드 설계 및 검증: 서희준, 조혁진, 이상훈, 박성욱, 문귀원(항우연)
- [P-59] 확장 가능한 MIL-STD-1553B 통신 모니터 및 시뮬레이터: 양승은, 신현규, 최종욱, 천이진(항우연)
- [P-60] 인공위성용 관성 센서의 지상시험 특성 및 경향성 분석: 오시환, 윤석택, 김진희(항우연)
- [P-61] 차세대 SAR위성의 전력 분석 시뮬레이터 개발: 원영진, 윤영수, 우성현, 김진희(항우연)
- [P-62] 탑재체 이미지전송용 고속 SpaceWire 프로토콜 비교 분석: 원주호, 조영호, 이윤기, 권기호, 이상곤(항우연)
- [P-63] The Conducted EMI test in eclipse mode on the COMS: Joo-Ho Won, Eui-Chan Kim, Sang-Kon Lee

- ( )
- [P-64] 저궤도 위성의 신뢰성향상을 위한 긴급 오류 관리 및 복구 설계 방안 연구: 윤석택, 김진희(항우연)
- [P-65] 저궤도 위성 비행 모델 온도 조절 장치 시험: 윤영수, 원영진, 김진희(항우연)
- [P-66] 다목적실용위성시리즈 운영지원 툴 개발 및 통합: 이명신, 백현철, 김영욱, 현대환, 정대원, 김은규(항우연)
- [P-67] 나로과학위성 질량특성측정 결과 분석: 이상현, 차원호, 장태성, 서정기(과기원)
- [P-68] 지상기능시험 트랜딩을 통한 반작용휠 건전성 분석: 이선호, 김영운, 김진희(항우연)
- [P-69] 저궤도 지구관측 위성의 진동환경 시험: 임종민, 은희광, 전종협, 이동우, 김정태, 문귀원(항우연)
- [P-70] 저궤도 지구관측 위성의 음향환경 시험: 임종민, 은희광, 전종협, 이동우, 김정태, 문귀원(항우연)
- [P-71] 고해상도 위성 전송 시스템에 요구되는 통신 채널 분석: 임현수, 구인희(항우연)
- [P-72] 인공위성에 장착되는 Solar cell의 환경조건에 따른 출력특성 및 태양전지판 생성요구전력을 만족하기 위한 Solar Cells 구성에 관한 연구: 전현진, 임성빈, 이상록(항우연)
- [P-73] 고기동 위성의 임무를 고려한 자세 운영방안 분석: 정옥철, 문인호, 박선주, 정대원, 김은규(항우연)
- [P-74] 정지궤도 해양관측위성의 탑재체 특성변화 연구: 조성익(해양연, 연세대), 이순주, 오은송(해양연)
- [P-75] 저궤도 위성 GPS 수신기 열진공 환경 시험 결과 분석: 조승원, 장상현, 최종연(항우연)
- [P-76] 정지궤도 복합위성의 원격명령 및 텔레메트리 시스템 개발을 위한 사례 분석: 조창권, 최재동, 이상철(항우연)
- [P-77] 인공위성 분자오염 측정용 적외선 분광기 비교분석: 진성호, 박성욱, 조혁진, 이상훈, 서희준, 문귀원(항우연)
- [P-78] 위성체 운송컨테이너 GN2 Purging System 설계: 백선기, 김근식(한양이엔지), 진성호, 박성욱, 조혁진, 이상훈, 서희준, 문귀원(항우연)
- [P-79] 정지궤도복합위성 검토탄상 발사체 기계접속 환경 비교 및 해석: 최정수, 박종석, 김형완, 이호형(항우연)
- [P-80] 저궤도 고해상도 지구 관측위성 비행모델 정밀정렬 측정: 황권태, 조창래, 이동우, 문귀원(항우연), 이상원(아이스팩)
- [P-81] 고해상도 Pushbroom 광학계를 탑재한 지구 관측 위성의 촬영/전송 명령 인자 결정: 강치호, 허행팔(항우연)
- [P-82] 듀얼채널 송수신을 위한 저궤도 13미터 안테나 C&M의 기능개선: 구인희(항우연)
- (충북대), 허현오(세종대)
- [P-86] 아리랑위성 통합사용자지원 운영 개념 설계: 전갑호, 전정남, 김민아, 채태병(항우연)
- [P-87] 위성 시험 및 운영을 위한 공통 지상 시스템 개발 현황: 허윤구, 조승원, 김영운, 최종연(항우연)
- [P-88] 아리랑위성시리즈를 위한 국내외 추적소 사이트용 VSAT 구축 설계: 현대환, 이명신, 김영욱, 박세철, 백현철, 정대원(항우연)
- [P-89] 위성 접속 스케줄 기반 지상국 영상 처리 작업 스케줄링 알고리즘 설계: 강지훈(항우연)
- [P-90] Parabolic Flight을 이용한 마이크로중력환경에서의 소질량측정장비 실험결과분석: 김연규, 이주희, 박설현, 김광식, 심은섭(항우연)

■ 기타 ■

[p.57-59]

- [P-83] 천리안위성 위성망 국제등록 절차 및 현황: 박응식, 백명진(항우연)
- [P-84] 간섭에 따른 전치필터 선정 방법에 관한 연구: 박홍원, 우성현(항우연)
- [P-85] 제 5회 한-일 젊은 천문우주과학자들의 모임 개최 보고: 송용준(경희대), 전이슬(서울대), 김은빈(경희대), 고유경(서울대), 김지희(충남대), 배현진(연세대), 이소정

# 구두발표논문 초록

■ Session : 초청강연  
4월 26일(목) 13:10 - 13:40 제1발표장

## [IS-01] 2012년 발사에 예정인 우리나라 실용위성 개발 현황

이주진  
한국항공우주연구원

우주개발진흥 기본계획(2011.12)에 따라 2012년에는 총 4기의 위성이 발사될 예정이며 2011년까지 총13기의 위성을 발사하였다. 2012년에는 다목적실용위성으로는 아리랑3호, 아리랑5호가 있고 과학기술위성으로는 과학기술위성3호 및 나로3차 발사 시 탑재될 나로과학위성을 발사할 계획이다. 2012년에 발사되는 실용급 위성으로 광학해상도 0.7m급의 광학센서를 탑재한 아리랑3호 위성과 전천후로 지구관측이 가능한 영상레이더(SAR)를 탑재한 아리랑5호 위성이 있다. 아리랑5호 위성이 발사되어 운영되는 시점에는 현재 운영중인 해상도 1m급의 광학위성 아리랑2호와 더불어 총 3기의 실용위성이 지구를 관측할 수 있을 것으로 기대된다.

■ Session : 고천문 / 천문우주 1  
4월 26일(목) 13:50 - 15:20 제1발표장

## [I-1-1] 흥경각루의 동력제어에 대한 연구

김상혁<sup>1</sup>, 이용삼<sup>2,3</sup>  
<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>3</sup>충북대학교 천문대

장영실(蔣英實)이 제작한 천문시계인 흥경각루(欽敬閣漏, 또는 玉漏, 1438년 제작)는 조선의 전통적인 수격방식(水激方式, water-hammering method)의 동력이 사용된다. 전통적인 수격방식에서 물의 흐름은 수차(水車, 물레바퀴)의 회전동력을 발생시킨다. 이때 중요한 것은 일정한 속도를 갖도록 수차를 제어하는 것이다. 일정한 수차의 회전은 흥경각루 내부에 있는 각종 기어장치의 운행을 제어하게 되어 정확한 시간을 알려 준다. 중국 수운의상대(水運儀象臺, 1092년경 제작)에는 천형장치(天衡裝置)를 두어 수차가 일정한 회전력을 갖도록 하였다. 천형장치는 일종의 무게 추가 달린 저울장치라고 할 수 있다. 수차에는 일정량의 물이 담기는 그릇들이 있고, 이 그릇들은 일정한 위치에서 천형장치와 연결되어 있다. 시간이 흘러 물의 유입량이 천형의 추 무게만큼 이르면 수차가 움직인다. 수격방식의 수차는 수차의 운행과 정지를 계속적으로 반복하게 되는데, 이것이 바로 천형장치 시스템의 역할이다. 14C 서양의 기계시계에서 등장하고 있는 폴리오트(foliot)는 수운의상대의 천형장치와 유사한 역할을 했다. 폴리오트는 무게 추에 연결된 기어장치를 일정한 속도로 제어하여 시간의 정밀도를 유지시켜 주었다. 우리는 흥경각루의 천형장치 시스템에 대한 여러 가지 모델을 고찰해 보았다. 이러한 동력 제어방식은 수격식 운행 시스템에서 가장 중요한 핵심기술이라고 할 수 있다.

## [I-1-2] 조선시대 대규표(大圭表) 구조와 횡량

## 설치법

민병희<sup>1,2</sup>, 이기원<sup>3</sup>, 김상혁<sup>1</sup>, 안영숙<sup>1</sup>, 이용삼<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>충북대학교 천문우주학과, <sup>3</sup>대구가톨릭대학교 교양교육원

규표는 수직 막대기둥인 표(表)와 그 그림자를 측정하는 규(圭)로 이루어진 가장 오래된 천문관측기기 중의 하나이다. 조선시대 대규표는 세종 16~17년(1444~45)에 제작되었는데, 표로부터 두 개의 지지대에 받쳐진 횡량이 있는 40척 규표였다. 규면에는 그림자 길이를 측정하기 위한 눈금이외에도 못, 물흙, 표구멍 등이 있었다. 이 연구에서는 「세종실록」, 「제가역상집」, 「원사」 등의 문헌기록을 토대로 당시 대규표의 구조를 재조명하였다. 대규표는 규의 남단과 북단에 각각 못이 한 개씩 있는 것으로 알려져 있는데, 이번 연구에서는 선행 연구 결과와 달리 남단에 위치한 못이 표구멍의 북쪽에 위치했을 가능성을 발견하였다. 또한 표와 횡량이 수직으로 4척만큼 떨어진 위치에 설치하기 위해, 피타고라스의 정리에 따라 횡량이 표로부터 수평으로 3척만큼 떨어진 위치에 설치되었을 가능성을 발견하였다. 반면 횡량 지지대를 표와 약 36.9도(즉,  $\tan^{-1} 3/4$ )의 각도로 설치할 경우, 횡량의 무게로 인해 아래로 기울어질 수 있는 역학적 문제가 있는데, 이러한 정황이 「명종실록」에 기록되어 있다. 현재 중국 등봉에 남아 있는 관성대 규표는 이러한 역학적 문제점을 보완한 구조로 추정된다. 이 연구는 향후 대규표를 복원하고 관리하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

## [I-1-3] 지방천문과학관의 천체관련 전시물 현황 연구

장형규, 이용삼  
충북대학교 천문우주학과

과학기술문화 창달을 위해 정부의 과학관 육성법 및 제1차 ~ 제2차 과학관 육성 계획에 따라 2003년부터 2010년까지 37개의 지방 테마과학관이 건립 또는 건립 중이다. 그 중 18개의 천문과학관(천문대)이 운영 중이고 2개의 천문과학관이 건립 중에 있다. 정부는 4차 과학관육성 기본계획이 마무리되는 2022년까지 국립, 공립 및 사립 과학관 234개를 확보할 예정이며 이에 따라 천문과학관도 추가로 건립될 예정이다. 천문과학관은 일반인에게 과학기술문화 보급의 가장 앞선 기관으로서 교육프로그램과 함께 전시물의 내용이 객관적이고 정확해야 한다. 그러나, 제2차 과학관 육성계획이 종료되고 제3차 육성계획(2013~2017)이 시작되는 현 시점에서 기 건립된 천문과학관의 천체관련 전시물을 살펴보면 내용이 체계적이지 못하고 시각적 흥미를 유발하는데 그치고 있는 곳이 많다. 본 연구에서는 지역별 대표 천문과학관의 지난 3년간의 방문객 통계자료와 12개 천문과학관의 천체관련 전시물을 초·중·고교의 과학과 교과과정에 맞춰 비교 분석한 전시물에 대한 표준 내용을 제시하고자 한다.

## [I-1-4] The sub-Saturn Mass Transiting Planet HAT-P-12b

Jae Woo Lee, Jae-Hyuck Youn, Seung-Lee Kim, Chung-Uk Lee, and Tobias C. Hinse

*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea*

We present new photometric data of the transiting planet HAT-P-12b observed in 2011. Our three transit curves are modelled using the JKTEBOP code and adopting the quadratic limb-darkening law. Including our measurements, 18 transit times spanning about 4.2 yr were used to determine the improved ephemeris with a transit epoch of  $2,454,187.85560 \pm 0.00011$  BJD and an orbital period of  $3.21305961 \pm 0.00000035$  d. The physical properties of the star-planet system are computed using empirical calibrations from eclipsing binary stars and stellar evolutionary models, combined with both our transit parameters and previously-known spectroscopic results. We found that the absolute dimensions of the host star are  $MA=0.73 \pm 0.02 M_{\odot}$ ,  $RA=0.70 \pm 0.01 R_{\odot}$ ,  $\log gA=4.61 \pm 0.02$ ,  $\rho A=2.10 \pm 0.09 \rho_{\odot}$ , and  $LA=0.21 \pm 0.01 L_{\odot}$ . The planetary companion has  $Mb=0.21 \pm 0.01 M_{Jup}$ ,  $Rb=0.94 \pm 0.01 R_{Jup}$ ,  $\log gb=2.77 \pm 0.02$ ,  $pb=0.24 \pm 0.01 \rho_{Jup}$ , and  $Teq=960 \pm 14$  K. Our results agree well with standard models of irradiated gas giants with a core mass of  $11.3 M_{Ear}$ .

**[I-1-5] 접촉쌍성 BX Draconis의 공전주기 연구와 광도곡선 분석**

박장호, 이재우, 김승리, 이충욱  
한국천문연구원

2009 4월 5일부터 2010년 6월 10일까지 총 26일간 소백산천문대의 61cm 반사망원경과 2K CCD 카메라(2010년 FLI 2K CCD)를 이용하여 접촉쌍성 BX Dra의 BVR 측광관측을 수행하였다. 이 관측으로부터 주극심 7개, 부극심 5개를 포함한 총 12개의 새로운 극심시각을 산출하였고, 지금까지 발표된 모든 극심시각들을 수집하여 분석한 결과 BX Dra의 공전주기는 연간  $5.49 \times 10^{-7}$ 일의 영년 주기증가 외에도 약 0.005일의 반진폭과 약 30.8년 주기의 규칙적인 변화를 발견하였다. 우리는 공전주기 변화의 원인을 질량이 작은 반성에서 큰 주성으로의 질량 이동에 의한 영년 주기 변화와  $0.25 M_{\odot}$ 의 최소질량을 가진 제 3천체에 의한 광시간 효과로 해석하였다. 우리의 3색 광도곡선을 Agerer & Dahm (1995), Sánchez-Bajo et al. (2007), Kim et al. (2009) 그리고 Zola et al. (2010)의 광도곡선과 함께 Wilson-Devinney 쌍성모델로 동시에 분석하였다. 우리의 광도곡선은 위상 0.75가 0.25보다 밝은 inverse O'Connell 효과를 보이는데, 이 비대칭 광도변화의 원인을 흑점으로 가정하여 새로운 측광해를 산출하였다. 그 결과, 주성 표면의 Hot-Spot 모델로 BX Dra의 모든 관측자료를 만족스럽게 설명할 수 있었다. 이 연구에서는 Hot-Spot 모델과 공전주기 변화의 상관성에 대해 논의한다.

**[I-1-6] 산개성단의 역학적 진화와 헤일로**

이상현<sup>1</sup>, 강용우<sup>2</sup>, 안홍배<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>부산대학교, <sup>2</sup>한국천문연구원

우리는 CFH12K CCD를 이용하여 산개성단 NGC 1245 와 NGC 2506에 대해 각각  $84' \times 82'$ ,  $42' \times 82'$ 에 대한 VI 측광을 V ~ 23까지 수행하였다. 연세-에일 등연령선을 이용하여 성단의 기본물리량은 두 성단에 대해 각각  $E(B-V) = 0.22, 0.02$ ,

$(V-MV)_0 = 12.35, 12.4$ ,  $\log(\text{age}) = 9.0, 9.34$ ,  $[Fe/H] = 0.0, -0.2$ 를 얻었다. 색-등급도상에서의 별들의 위치와 공간상에서 별들의 위치를 동시에 고려하여 4차원적으로 개개 별들의 통계적 구성원 확률을 결정하였다. 이 결과를 이용하여 별들의 반경에 따른 밀도 분포와 광도함수의 특성으로부터 성단의 역학적 진화에 의한 질량분리현상을 두 성단에서 확인하였다. 그리고 성단에서 증발한 별들에 의해 형성된 헤일로의 존재를 찾아내었다. 또한, 우리는 두 성단의 표면개수 밀도 분포의 형태적인 고찰을 통해 두 성단이 모두 찌그러져 있으며, 그 장축방향이 은하면과 관련이 있음을 알았다.

■ Session : 천문우주 2  
4월 26일(목) 16:20 - 17:20 제1발표장

**[II-1-1] Observations of 3C84 with the Global mm VLBI Array**

Min Joong Kim<sup>1</sup>, Sang-Sung Lee<sup>2</sup>, Thomas P. Krichbaum<sup>3</sup>, Andrei P. Lobanov<sup>3</sup>, Walter Alef<sup>3</sup>, J. Anton Zensus<sup>3</sup> & Sungeun Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Astronomy & Space Science, Sejong University, Seoul, South Korea

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

<sup>3</sup>Max-Planck-Institute fur Radioastronomie (MPIfR), Auf dem Hugel 69, D-53121 Bonn, Germany

We present results from 86 GHz global Very Long Baseline Interferometry (VLBI) array of 3C 84 (NGC 1275), a Seyfert 2 galaxy which we observed at multiple epochs. The Global mm-VLBI Array (GMVA) offers imaging with an angular resolution of up to ~45 micron arcsec, which translate at the distance of 3C 84 into a spatial resolution of 17 mpc. On sub-mas scales, this galaxy shows a complex structure. The position angle and flux density of the inner jet of 3C 84 seem to have changed over 1.5 years based on our GMVA observations during four epochs in May and October 2007 and 2008. MK was supported in part by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology 2009-0066892.

**[II-1-2] FUV spectroscopy of the comet C/2001 Q4 (NEAT) with FIMS**

Yeo-Myeong Lim<sup>1</sup>, Kyoung Wook Min<sup>1</sup>, P. D. Feldman<sup>2</sup>, Wonyong Han<sup>3</sup>, J. Edelman<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>The Johns Hopkins University, Baltimore, United States of America

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

<sup>4</sup>University of California, Berkeley, United States of America

We present the results of far-ultraviolet (FUV) observations

of comet C/2001 Q4 (NEAT) obtained with Far-ultraviolet Imaging Spectrograph (FIMS) on board the Korean microsatellite STSAT-1, which operated at an altitude of 700 km in a sun-synchronous orbit. FIMS is a dual-channel imaging spectrograph (S channel 900–1150 Å, L channel 1350–1750 Å,  $\lambda/\Delta\lambda \sim 550$ ) with large image fields of view (S:  $4^\circ.0 \times 4'.6$ , L:  $7^\circ.5 \times 4'.3$ , angular resolution  $5''-10''$ ) optimized for the observation of diffuse emission of astrophysical radiation. Comet C/2001 Q4 (NEAT) was observed with a scanning survey mode when it was located around the perihelion between 8 and 15 May 2004. Several important emission lines were detected including S I (1425, 1474 Å), C I (1561, 1657 Å) and several emission lines of CO A<sup>1</sup> $\Pi$ -X<sup>1</sup> $\Sigma^+$  system in the L channel. Production rates of the notable molecules, such as C I, S I and CO, were estimated from the photon fluxes of these spectral lines and compared with previous observations. We compare the flux and the production rates in the radius of  $3 \times 10^5$  km with  $20 \times 10^5$  km from the central coma. We obtained L-channel image which have map size  $5^\circ \times 5^\circ$ . The image was constructed for the wavelength band of L-channel (1350 – 1710 Å). We also present the radial profiles of S I, C I, CO obtained from the spectral images of the central coma.

[II-1-3] The jet plasma's kinetic effect on the relativistic collisionless shocks

Helen H. Kaang<sup>1</sup>, Chang-Mo Ryu<sup>1</sup>, Ken -I. Nishikawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, POSTECH, Korea

<sup>2</sup>National Space Science and Technology Center, USA.

We investigate the jet plasma temperature effects on the relativistic collisionless shocks by using 3D relativistic particle-in-cell(PIC) simulation technique. Two cases of the jet plasmas with non-relativistic and relativistic Maxwellian distributions in the jet-rest frame are considered with the other simulation conditions kept the same. The jet plasmas generate collisionless shocks through the Weibel or a filamentation instability. The excited shock wave has larger wave structure and lower field energy when the jet plasma temperature is higher. And the particle acceleration is more effective when the low temperature jet is injected.

[II-1-4] A Study of Kinetic Effects on the Relativistic Shocks using 3D PIC simulation

Eun-Jin Choi<sup>1</sup>, Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>, Cheong-rim Choi<sup>1</sup>, Ken-Ichi Nishikawa<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>CSPAR, University of Alabama in Huntsville, NASA

Shocks are everywhere in cosmology and thought to be formed in active galactic nuclei (AGNs), black hole binaries,

supernova remnants (SNR) and etc. It is generally believed that the high energy particles are accelerated and strong magnetic field is generated by compression in the shock. When accelerated electrons cool by inverse Compton scattering and synchrotron emission the radiation in gamma-ray burst, which is huge amount of energy release, can be produced. However simple compressional amplification of the magnetic field at the shock cannot account for the expected order of the energy and the Weibel instability is one of the mechanism to preamplify the magnetic field. In this paper, we have performed 3D particle-in-cell (PIC) simulations to understand the characteristics of the relativistic shocks and accompanying in particle acceleration. Unmagnetized jet is injected into the unmagnetized ambient medium and forward and reverse shocks are formed when nonlinear stage of the Weibel instability. Both upstream and downstream become thermalized and particle are more accelerated in ion-electron shock than positron-electron pair shock.

■ Session : 위성체 1  
4월 26일(목) 13:50 - 15:05 제2발표장

[I-2-1] 달 탐사선 시험 모델 추력기 및 센서 구동용 탑재소프트웨어 개발 및 시험

구철희, 이훈희, 류동영, 주광혁

한국항공우주연구원

현재 달 탐사선 시험 모델 개발 3차년도 과제를 수행하고 있다. 달 탐사선 시험 모델은 leon3 프로세서 기반의 Gaisler Aeroflex 사의 AX2000 탑재 컴퓨터(SBC)를 가지고 있으며 RTEMS 운용체제를 사용하여 운영 소프트웨어를 개발 중에 있다. 현재 달 탐사선 시험 모델은 ACT (Attitude Control Thruster) 및 DCT (Descent Control Thruster)를 가지고 자세 제어를 수행하고 고도계 및 IMU (Inertial Measurement Unit)를 가지고 궤도 및 항법 결정을 수행한다. 탑재 컴퓨터는 UART (Universal Asynchronous Receiver & Transmitter) 및 GPIO (General Purpose Input Output) 채널을 통해서 ACT, DCT, 고도계 및 IMU와 접속하여 구동한다. 특히 탑재 컴퓨터와 ACT/DCT 사이에는 VDE (Valve Drive Electronics) 가 있어 탑재 컴퓨터 I/O 출력과 추력기 사이의 신호 레벨을 컨디셔닝한다. 고도계는 UART 형태의 데이터를 Part1, Part2로 나누어 전송하며 탑재 소프트웨어에서는 이 부분을 합쳐 실수 형태의 고도 데이터를 산출한다. IMU는 200 Hz의 고속 데이터를 생산하는데 이 고속 데이터는 탑재컴퓨터에서 바로 받아서 처리하기가 곤란하기 때문에 중간에 데이터를 입수 및 적분하는 FPGA 보드를 두어 버퍼링한 후 약 20 Hz 의 낮은 주기로 탑재컴퓨터로 전송하게 된다. 탑재 소프트웨어에서는 이 데이터를 받아 처리하여 달 탐사선 시험 모델의 현재 위치 등을 계산하게 된다. 탑재컴퓨터는 ACT 및 DCT 추력기와 디지털 I/O 접속 만들 수행하며 GPIO를 이용해 접속한다. 본 논문에서는 탑재 컴퓨터와 ACT, DCT, 고도계 및 IMU 구동 접속을 위해서 사용된 탑재 소프트웨어의 개발 및 사용 로직, 그리고 시험 결과를 수록하며, 이 탑재

향후 달 탐사선 시험 모델의 운용 및 비행 시험에 활용될 전망이다.

**[I-2-2] 인공위성 발사시 태양전지판 온도변화를 통한 전개상태에 대한 수치해석**

김상호<sup>1</sup>, 서현석<sup>1</sup>, 이재우<sup>1</sup>, 한은수<sup>1</sup>, 김형동<sup>2</sup>, 이장준<sup>3</sup>, 현범석<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주산업(주), <sup>2</sup>두원중공업(주),

<sup>3</sup>한국항공우주연구원

인공위성을 발사하여 발사체에서 분리한 후 전력을 생산하고 배터리를 충전하기 위하여 최우선적으로 태양전지판을 전개하게 된다. 태양전지판이 모두 완벽하게 전개되지 않을 경우 전력 생산량이 줄어들므로써 위성 임무 성능이 악화되며 위성 수명 또한 줄어들게 된다. 각 태양전지판 패널에 2개씩 장착되어 있는 온도센서로 태양전지판 온도를 측정하여 지상으로 전송하는 온도 텔레메트리(telemetry) 값을 바탕으로 각 태양전지판의 전개 상태를 확인할 수 있다. 본 연구는 저궤도 인공위성에 대하여 FDM 기법을 이용한 수치해석을 통하여 태양전지판 전개 상태에 따른 열해석 케이스를 정의하고 태양전지판 온도 추이를 통해 전개 상태를 확인할 수 있다는 개념을 검증하였다.

**[I-2-3] 달탐사선과 지상시스템 간의 접속 프로토콜 시험을 위한 시험 및 검증 벤치 구현**

이훈희, 구철희, 주광혁, 류동영  
한국항공우주연구원

지상에서 달탐사선과 교신할 수 있도록 정의된 상호 접속 프로토콜을 검증할 수 있는 검증 벤치를 개발하고 있다. 본 논문은 이 검증 벤치의 구성과 기능에 대한 이해를 돕는다. 특히 시험용으로 제작된 달탐사선과의 연결 시험 이전에 가속화/실시간 조건에서 페루프 시험을 수행할 수 있는 기능과 WIFI 통신을 이용하여 재현하는 무선통신 환경, 유연한 데이터베이스의 관리 기능, 데이터 감시 및 분석 환경을 중점적으로 설명한다. 아울러 제작된 검증벤치를 활용하여 달탐사선과 CCSDS 규격의 프로토콜을 통해 유기적으로 동작하는 기능성 상위 소프트웨어의 메커니즘을 살펴본다.

**[I-2-4] Preliminary Test of ANFIS Controller for Spacecraft Attitude Control**

Sung-Woo Kim, Sang-Young Park, and Chan-Deok Park

*Astrodynamics and Control Lab., Astronomy Department, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea*

Spacecraft attitude control problem is solved by Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). An ANFIS produces control signal for one of the three axes of spacecraft body frame, so totally three ANFISs are constructed for 3-axis attitude control. The fuzzy inference system of the ANFIS is initialized by subtractive clustering method. The ANFIS is trained by hybrid learning algorithm using the data obtained from attitude control simulations using State-Dependent Riccati Equation (SDRE) controller. The training data set for

each axis is composed of state errors for 3 axes (roll, pitch, and yaw) and a control signal for one of the 3 axes. The stability region of the ANFIS controller is estimated numerically based on Lyapunov stability theory using a numerical method to calculate Jacobian matrix. To measure the performance of ANFIS controller, Root Mean Square Error (RMSE) and Correlation Factor (CF) are used as performance indicators. The performance is tested on two ANFIS controllers which are trained in different conditions. From the simulation results, the two performance indicators are shown to be proper in testing the performance of the ANFIS controller.

**[I-2-5] 지속적 보정기동을 통한 자이로 파라미터 및 관성모멘트 통합 추정 연구**

용기력<sup>1</sup>, 조수장<sup>2</sup>, 방효총<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>한국과학기술원

본 논문에서는 지속적인 보정기동을 수행하면서, 인공위성의 자이로스코프 파라미터와 관성모멘트를 동시에 추정하는 통합 관측시스템을 제안하였다. 리야프노프 안정성 해석을 통해 위성 자세 수렴성을 확인하였고, 특히 리야프노프 일차 도함수를 이용해 모델링한 선형 시변 시스템으로 상태전이 행렬과 관측성 그래미안을 유도하고 보정기동을 통해 자이로 파라미터인 바이어스, 환산계수, 오정렬과 관성모멘트의 수렴성을 보였다. 수치모사 결과는 임의의 큰 초기 오차에서도 지속적인 보정기동을 통해 자이로 파라미터와 관성모멘트가 추정됨을 보여주었다. 본 논문에서 제안한 관측기는 칼만필터와 비교하여 간단한 수학적인 구조로 되어 있어서, 실질적으로 실시간 응용에 적합함을 보였다.

■ Session : 위성체 2  
4월 26일(목) 16:20 - 17:20 제2발표장

**[II-2-1] 저궤도 위성의 자세제어 성능 검증 연구**  
임조영, 최흥택

한국항공우주연구원 위성제어팀

위성의 자세제어 성능은 지향 정밀도, 지향인식도, 지향 안정성 등으로 정해진다. 위성 개발 단계에서 원하는 임무 요구 조건을 만족하는 지향 오차, 지향 인식, 지향 안정성 등이 정해지면, 요구조건을 만족하기 위한 적절한 자세제어제 센서와 구동기를 선택하고 해석과 분석 및 시험 등을 통해 성능 검증을 수행해야한다. 지향 인식도는 센서의 정밀도와 성능에 의해 결정되므로 요구조건에 맞는 하드웨어를 선택하는 것이 무엇보다 중요하다. 지향 안정 성능은 위성의 자세제어기 성능과 위성의 구조 특성에 의해 결정된다. 지향 정밀도에 영향을 미치는 요소는 크게 제어 명령 정밀도, 자세결정 및 추정 성능, 자세제어기 성능 등이 있고, 지향정밀도를 향상시키기 위해서는 오차를 야기하는 각각의 오차요소를 최소화함으로써 이루어질 수 있다. 이 연구에서는 자세제어기 성능 검증을 위한 절차로 먼저 성능 만족 여부를 해석적으로 확인하기 위해 탑재소프트웨어와 센서와 구동기의 소프트웨어 모델 기반의 시뮬레이터를 사용하여 지향정밀도, 지향인식, 지향 안정성 등의 성능분석과 검증을 수행하고 최종적으로 자세제어기 하드웨어와 지상검증 시험 장비를 사용하여 성능을

결과를 다루고 있다.

**[II-2-2] 나로과학위성 비행모델 진동시험 결과 분석**

이상현<sup>1</sup>, 차원호<sup>1</sup>, 장태성<sup>1</sup>, 서정기<sup>1</sup>, 조희근<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술원 인공위성연구센터, <sup>2</sup>안동대학교

나로호 3차 발사에 탑재될 나로과학위성은 비행모델 제작이 완료되어 발사환경시험인 진동시험이 수행되었다. 나로과학위성은 육각형의 프레임타입 구조체로 제작이 되었으며, 두 개의 전개형 태양전지판과 4개의 본체 부착형 태양전지판으로 구성되었으며, 위성체 내부에는 위성버스시스템과 탑재체들로 이루어져 있다. 본 진동시험은 인수레벨로 수행되었으며, 그 결과를 분석하였다. 시험결과 발사체 요구조건인 고유진동수 조건은 모두 만족하였으며, 이 후 수행된 기능시험에서도 이상현상은 발생하지 않았다.

**[II-2-3] 나로과학위성 비행모델 태양전지판 전개시험 결과 분석**

차원호<sup>1</sup>, 이상현<sup>1</sup>, 장태성<sup>1</sup>, 서정기<sup>1</sup>, 조희근<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술원 인공위성연구센터, <sup>2</sup>안동대학교 기계교육과

나로호 3차 발사에 탑재될 나로과학위성은 비행모델 제작이 완료되어 환경시험이 수행되었다. 나로과학위성은 두 개의 전개형 태양전지판과 4개의 본체 부착형 태양전지판으로 구성되어 발사 시에는 접혀있다가 발사후에 두 개의 태양전지판이 전개되어 운영된다. 새로 개발된 태양전지판 힌지와 전개메커니즘을 확인하고, 전개시 파이로에 의한 충격가속도를 확인하기 위하여 태양전지판 전개시험을 수행하였다. 시험결과 태양전지판 전개는 모두 성공적으로 이루어졌으며, 충격에 의한 태양전지판 손상과 구조적 손상도 없었다.

**[II-2-4] Zenit로켓용 액체로켓엔진의 구조와 특징**

김철웅, 조원국, 박순영

한국항공우주연구원

한국형발사체에 사용될 액체로켓엔진의 개발을 위하여 해외 엔진들에 대한 사례연구를 수행하였다. 사례연구는 우크라이나의 Zenit로켓을 대상으로 하여, 로켓시스템의 구성으로서 엔진들의 기능 및 작동특성에 중점을 두었다. Zenit로켓은 한국의 발사체 개발과 깊은 관련이 있는데, Zenit로켓의 1단 엔진인 RD-171엔진은 나로호 1단 엔진의 원형이고, 나로호 발사대도 Zenit로켓의 Sea launch 발사대를 기반으로 설계되었으며, Zenit로켓의 초기 설계 개념은 한국형발사체의 개발개념인 동일한 엔진을 1단과 2단에 사용하는 것이었다. Zenit 로켓의 1,2,3단에는 케로신을 연료로 사용하는 엔진인 RD-171, RD-120, RD-8 및 11D58M이 장착되며, 3단형의 경우 이륙중량이 470톤에 이른다. 비록 Zenit의 엔진들이 다단연소구조로 되어 있으나, Zenit로켓용 엔진개발에 사용된 기술적 결정들과 엔진운용조건 등은 한국형발사체 개발에도 유용할 수 있다.

**[I-3-1] 지구 자기장에 의한 유성흔의 비등방적 확산**

최종민<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 이창섭<sup>1</sup>, 김정현<sup>2</sup>, 지건화<sup>2</sup>, 곽영실<sup>3</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주학과

<sup>2</sup>한국해양연구원 부설 극지연구소

<sup>3</sup>한국천문연구원

지구 자기장이 유성흔(meteor trail)의 확산(diffusion) 과정에 미치는 영향을 연구하기 위해 남극세종기지의 유성 레이더로부터 얻어진 유성 소멸 시간에 대한 자료를 분석하였다. 고도 95 km 이상의 높은 지역에서는 대기 밀도가 매우 희박하기 때문에 지구 자기장이 이온화된 유성흔 확산에 영향을 줄 수 있다. 비등방적 확산의 이론적 연구결과에 따르면 유성흔 내의 전자 움직임이 지구 자기장의 평행한 방향과 수직인 방향에 따라 다르게 되고, 이러한 차이는 비등방적 확산을 유발시킨다. 이론적 연구는 1960년대부터 현재까지 꾸준히 이루어지고 있지만, 관측 기술의 한계로 인해 이런 이론 연구의 결과를 검증하기 어려웠다. 본 연구는 관측된 유성흔의 역소멸 시간(inverse decay time)을 자기장 영향을 고려한 대기 확산 계수의 관점에서 분석하였다. 분석 초기결과로 유성흔의 역소멸 시간의 전천 분포가 고도 약 95 km 이상에서 뚜렷한 비등방성이 있음을 확인하였다. 향후 정량적인 연구를 통해 유성흔의 진입방향과 지구 자기장의 각도에 따라 이론적으로 계산된 확산계수와 세종기지에서 관측된 확산계수를 비교하여 대기 온도 측정의 가능성을 검증하고자 한다.

**[I-3-2] 지상기반 위성항법보강시스템을 위한 알래스카 지역의 전리층 이상 현상 분석**

김민찬, 정성욱, 이지윤

한국과학기술원 항공우주공학과

GBAS(Ground-Based Augmentation System)는 GPS(Global Positioning System) 보강 시스템 중 하나로서 항공용 GPS 사용자에게 보정 정보와 무결성 정보를 제공하여, 항공기의 정밀 접근 및 착륙을 가능하게 한다. 전리층 폭풍이 일어났을 때, 사용자와 지상국 사이에는 극심한 전리층 기류가 발생할 수 있으며, 이러한 현상이 감지되지 못하였을 경우 GBAS 사용자의 안전이 위협받게 된다. 이에 따라 미국의 본토(Continental United States, CONUS)를 대상으로 하는 CAT-I LAAS(Local Area Augmentation System) 전리층 위협모델이 구축되었다. 하지만 미국 중위도 지역의 데이터를 기반으로 구축된 기존의 위협모델은 극광대 혹은 적도 지역에서의 전리층 환경을 고려하지 않았다. 따라서 전 지구적 GBAS 운용을 위한 지구 전역의 전리층 위협 모델 구축을 위해 중위도 지역인 CONUS 뿐만 아니라 전 위도 지역의 전리층 활동에 대한 분석이 필요하다. 이 연구에서는 미국의 극광대(auroral zone)를 포함하는 알래스카 지역의 CORS(Continuously Operating Reference Station) 지상국에서 관측된 GPS 데이터를 이용하여 전리층 이상 현상을 분석하였다. 2009년에서 2011년 사이에 WAAS(Wide Area Augmentation System)의 서비스 수준이 저하되었던 14개의 날을 선별하여 분석한 결과, 최대 전리층 기류는 128mm/km로 관측되었다. 본 연구에서 극광대의 전리층 조건이 중위도 지역보다 현격히 떨어진다는 증거는 발견되지 않았다. 하지만 알래스카 지역 등 고위도 지역에서의 GBAS 운용을 위해서는 전리층 환경에 대한 지속적인 감시와 분석이 필요하다.

■ Session : 고층대기  
4월 26일(목) 13:50 - 15:20 제3발표장

**[I-3-3] 한반도 GPS 관측 데이터를 이용한 GBAS 전리층 위험 현상 분석**

최윤정, 정성욱, 김민찬, 이지윤  
한국과학기술원 항공우주공학과

GBAS(Ground-Based Augmentation System) GPS(Global Positioning System) 보강 시스템 중 하나로, 항공용 GPS 사용자의 정밀 접근 및 자동 착륙을 돕는 시스템이다. 극심한 전리층 폭풍은 GBAS 사용자와 지상국 사이에 극심한 전리층 지연 기를 발생시켜 사용자의 안전에 큰 위협을 초래할 수 있다. 따라서 한반도 내 GBAS 운용 및 인증을 위해서는 한반도 전리층 환경 분석을 통한 전리층 위험 모델 구축이 반드시 선행되어야 한다. 이 연구에서는 한반도 CAT-I GBAS 전리층 위험 모델 구축을 위한 사전 연구로서, 전리층 위험 현상에 대한 검출과 분석을 수행하였다. 전리층 위험 현상 검출을 위해, 기존 미국의 CAT-I LAAS(Local Area Augmentation System) 위험모델 구축에 사용되었던 10개의 날들에 대하여 분석하였으며, 국토지리정보원과 천문연구원에서 운용 중인 GPS 상시 관측소의 관측 데이터를 사용하였다. 지상국 간 거리가 100km 이내인 지상국 조합들에 대하여 연구를 수행하였으며, 지상국 조합 분석 결과 최소기선(baseline)은 16.6km로 나타났다. 또한, 최대 전리층 기율기는 2000년 7월 15일의 YONK와 JUNG 지상국 간 PRN 29에서 80.0mm/km로 검출되었다. 한반도에 보다 특화된 지역적 전리층 위험 모델을 구축하기 위해서는, 기존 위험모델에서 분석되었던 10개의 날 이외에도 한반도에 전리층 폭풍이 발생한 날들과 위성항법중앙사무소에서 운용하는 지상국들에 대한 데이터 분석이 수행되어야 한다.

**[I-3-4] Statistical analysis of hemispheric asymmetry based on Spring and Autumn equinoxes**

Sarah Park<sup>1</sup>, Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Hyosub Kil<sup>2</sup>, and Dong-Hun Lee<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA

The hemispheric asymmetry in plasma density of the topside ionosphere is one of the most prominent features in the seasonal variation. Although this phenomenon has been understood as the effect of interhemispheric winds, there are few studies to examine how fast the hemispheric asymmetry changes with respect to the equinox. Using the data of the Defense Meteorological Satellite Program (DMSF) F13 spacecraft in 2000-2004, we investigate the hemispheric asymmetry changes near dawn and dusk sides just before and after Spring and Autumn equinoxes. It is confirmed that the asymmetry starts just before and after the equinox in the region from -30° to 30° magnetic latitudes (MLAT). In addition we observed that the density above 30° MLAT is lower in the southern hemisphere than in the northern hemisphere in all seasons except in winter.

**[I-3-5] 안양 이오노존데 자료에 나타난 특이 NmF2 증가 현상에 대한 연구**

윤종연<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 김어진<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주학과 우주과학실험실

<sup>2</sup>한국항공우주연구원

지난 2006년, 2007년 여름철에 안양 이오노존데(ionosonde) 관측 자료에서 평균적인 낮 동안의 NmF2 값과 현저하게 다른 NmF2 값의 급격한 증가 현상이 간헐적으로 보였다. 이 NmF2 특이 증가 원인을 찾기 위해 같은 기간 대전 TEC와 안양 NmF2를 비교해 보았으나 NmF2 증가와 TEC간의 관련성은 없었다. 그러나 안양과 같은 기종의 이오노존데, 분석프로그램을 사용한 아테네와 로마의 자료에는 비슷한 NmF2 특이 증가현상이 나타났다. 두 기지에서 얻은 15분 단위 이오노그램(ionogram)을 검토한 결과, 공통적으로 sporadic-E층이 관측되었다. 따라서 sporadic E 층의 영향으로 인해 분석프로그램의 foF2 scaling에 오차가 있었을 것으로 생각된다. 특히 안양, 아테네, 로마의 이오노그램 분석 프로그램(ARTIST4.5)과 다른 프로그램(ARTIST4, Autoscala)을 사용한 기지에서는 같은 기간 sporadic-E층이 있었음에도 foF2의 특이 증가가 관측되지 않았다. 따라서 2006, 2007년 안양 자료의 NmF2 특이 증가 현상은 하부 전리층의 상황을 고려하지 않은 분석 프로그램의 일괄적인 scaling 결과로 생긴 오류로 판단된다. 향후 장기간의 이오노존데 자료를 분석할 때 자료의 신뢰도를 확인하는 주의가 요구된다.

**[I-3-6] SAMI2 모델과 JASON-1 총 전자량 관측자료의 비교를 통한 이온권과 플라즈마권의 상호작용 연구**

이한별<sup>1</sup>, 김용하<sup>1</sup>, 지건화<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>극지연구소 기후연구부

JASON-1 위성의 2002 ~ 2009년 자료를 사용하여 다양한 계절과 지자기 및 태양활동에 따른 이온권과 플라즈마권의 총 전자량(TEC) 전지구 맵이 최근에 구축되었다. JASON-1 위성은 이 중간섭 고도계와 GPS 수신기가 탑재되어 지상에서 JASON 위성 고도까지의 수직적인 TEC와 JASON 위성에서 GPS 위성까지의 TEC를 측정하였다. 이차원 SAMI2 모델은 지자기장을 따라 플라즈마 밀도를 추적할 수 있으므로 본 연구에서는 이 모델을 사용하여 이온권과 플라즈마권의 상호 작용에 대해 조사하였다. JASON-1 위성 자료와 비교하기 위해 SAMI2 모델에 지자기 위도 -50° ~ 50° 구간에 98개의 플릭스 튜브와 각 튜브당 201개의 고도 구간을 적용하였다. 이 모델 결과를 사용하여 지상에서 JASON-1 위성까지의 중위도 이온권 TEC와 JASON-1 위성에서 GPS 위성까지의 적도 플라즈마권 TEC를 다양한 지방시, 계절, 태양활동 및 지자기 활동 별로 계산하였다. 이 연구의 초기 결과로서 JASON-1 관측 자료에서처럼 밤시간 중위도 이온권을 유지하는데 플라즈마권이 기여하는 정도가 태양활동지수가 높을 때(F10.7=150) 보다 낮을 때(F10.7=80) 더 큼을 확인하였다. 향후 SAMI2 모델로 구한 이온권 및 플라즈마권 TEC 맵을 JASON-1 맵과 비교하여 SAMI2모델의 정확도를 검증할 것이다.

■ Session : 우주환경 1  
4월 26일(목) 16:20 - 17:20 제3발표장

**[II-3-1] Dipolarization associated with current**

**disruption as a source of space Pi1B**

Hyuck-Jin Kwon<sup>1</sup>, Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Dong-Hun Lee<sup>1</sup>, Ensang Lee<sup>1</sup>, K. Shiokawa<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>*Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagoya, Japan*

It has been suggested that magnetic pulsations in the Pi1B band (periods from 1 to 40 sec) are associated with a substorm onset. However, the source of Pi1B pulsations remains controversial. We examined the characteristics of Pi1B observed on the ground and in space using ground magnetometer data from Athabasca (L = 4.7) and space magnetic field data from GOES-11 and THEMIS probes during January to March 2008. 80 Pi1B pulsations are selected on the ground, and they are compared with space data. More than 50% of ground Pi1B pulsations occurred with space Pi1Bs observed GOES-11 and/or THEMIS. Two mechanisms for Pi1B excitation have been considered: one is earthward flow bursts, and the other is magnetic dipolarization. We compared onset times of Pi1B, earthward flow burst, and dipolarization and found that most of Pi1B events occurred with dipolarization and earthward flow bursts. About 30% of the events occurred with the flow burst less than 100 km/s. Our observations support the dipolarization for an excitation source of space Pi1B.

**[11-3-2] Overview of the radiation belts during the solar ascending phase of the solar cycle 24: Selected results from equatorial observations by THEMIS**

Dae-Young Lee<sup>1</sup>, Dae-Kyu Shin<sup>1</sup>, Jin-Hee Kim<sup>1</sup>, Jung-Hee Cho<sup>1</sup>, Yong-H. Lee<sup>1</sup>, Mi-Young Park<sup>1</sup>, Junga Hwang<sup>2</sup>, Kyung-Chan Kim<sup>2</sup>, Vassilis Angelopoulos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Astronomy & Space Science Dept., Chungbuk National University, Korea*

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

<sup>3</sup>*UCLA, USA*

Before the THEMIS mission, which started in 2007, and except for geosynchronous observations, the equatorial observations of the earth's radiation belts have been made only by CRRES for 14 months in 1990-1991, which corresponds to the solar maximum period. Nearly all other previous observations of the belts have been made by satellites of inclined orbit. This limits our understanding of the belts, since some key physics centers on the near-equatorial plane. We have performed a comprehensive analysis of the belts using the THEMIS multi-satellites for the 2007-2010 period, corresponding to the solar ascending phase. In this talk, we will report on several key results that we have obtained so far, including that (i) energy and pitch

angle spectrum of particle fluxes both inside and near boundary of the belts, (ii) radial diffusion simulation tests based on the new observations, and (iii) newly found astonishing features of diminishing and reappearing belts in 2009.

**[11-3-3] 몬테카를로 모사 실험을 통한 국제우주정거장에서의 우주방사선 평가**

이재진<sup>1</sup>, 남옥원<sup>1</sup>, 표정현<sup>1</sup>, 김성현<sup>2</sup>, 박귀종<sup>1</sup>, 이대희<sup>1</sup>, 문명국<sup>3</sup>, 임종휘<sup>3</sup>, 김현욱<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>청주대학교, <sup>3</sup>한국원자력연구원

중심이나 태양에서 기원한 수백 MeV의 양성자가 지구 자기장에 포획되어 방사선 벨트(Radiation Belt)를 형성하게 된다. 이런 고에너지 입자들은 국제우주정거장(International Space Station)에서 활동하는 우주인들의 건강에 영향을 미칠 수 있기 때문에 안정적인 지속적인 우주활동을 위해서는 우주 방사선을 정밀하게 측정하는 것이 중요하다. 한국천문연구원에서는 NASA와 공동으로 국제우주정거장에 실어 우주방사선을 측정할 수 있는 방사선 계측기로 조직등가비례계수기(Tissue Equivalent Proportional Counter)를 개발하고 있다. 이러한 방사선 계측기 개발에 선행되어야 할 연구로 국제우주정거장 주변의 방사선의 특성을 파악하는 것이 요구된다. 본 연구에서는 국제우주정거장이 운용되는 고도에서의 방사선 특성을 파악하기 위해 NOAA POES 위성 자료를 이용하여 지구자기장에 포획된 양성자와 전자의 밀도를 조사하였다. 특히 SAA(South Atlantic Anomaly)지역에서의 입자분포와 태양활동의 상관관계에 대해 조사하였다. 또한 AP8/AE8 모델을 이용하여 국제우주정거장 주변의 입자 분포를 예측하고 우주비행사가 정거장에 체류하는 동안 피폭되는 방사선량을 예측하였다. 이를 위해 GEANT4를 이용하여 고에너지 입자가 국제우주정거장의 외벽과 충돌하였을 경우 발생할 수 있는 이차입자들을 조사하였다. 양성자가 알루미늄으로 만들어진 정거장 외벽에 충돌할 경우, 다량의 중성자가 생성되며 중성자는 우주인에 피폭되는 방사선에 큰 기여를 한다. 따라서 국제우주정거장에서 사용가능한 방사선 계측기를 개발하기 위해서는 이들 중성자의 특성을 고려한 측정기가 개발되어야 한다.

**[11-3-4] 저궤도 위성의 위성체 전위와 이온층 플라즈마 밀도 및 온도 사이의 상관관계**

이준현<sup>1</sup>, 이은상<sup>1</sup>, 김관혁<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 이재진<sup>2</sup>, 이동훈<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>

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

표면에서 대전현상이 일어나면 위성체의 전위가 감소하거나 증가한다. 이런 대전현상은 우주환경에 크게 영향을 받는다. 본 연구에서는 과학위성 1호(STSAT-1)의 LP(Langmuir Probe)로 측정된 부동전위(floating potential)와 전자 온도와 밀도 데이터를 이용하여 저궤도 위성의 위성체 전위와 이온층 플라즈마의 밀도 및 온도 사이의 상관관계를 알아보았다. 또한 위성에 탑재되어 있는 SST(Solid State Telescope)와 ESA(Electro-Static Analyzer)의 데이터를 이용하여 대전이 일어날 때 저에너지 및 고에너지 입자들의 영향에 대해서도 분석하였다. 일반적으로 위성체의 부동전위가 감소할 때 이온층 플라즈마의 밀도는 감소하고 온도는 증가하는

나타났다. 또한 위성체의 부동전위 감소는 저에너지 입자 플럭스 증가와도 상관관계를 보였다. 이러한 분석 결과를 통하여 우주환경 변화가 인공위성의 위성체 전위 변화에 어떤 영향을 주는지 연구하였다.

■ Session : 천문우주 3  
4월 27일(금) 09:00 - 10:00 제1발표장

**[III-1-1] Near Infrared Properties of Asymptotic Giant Branch stars in Nearby Dwarf Elliptical Galaxy NGC 205**

Young-Jong Sohn<sup>1,2</sup>, MiYoung Jung<sup>1</sup>, Jongwan Ko<sup>2,3</sup>, Jae-Woo Kim<sup>4</sup>, Sang-Hyun Chun<sup>1</sup>, and Ho-Il Kim<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Yonsei University Observatory, Korea

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

<sup>4</sup>CEOI, Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Korea

We investigated the distribution of resolved asymptotic giant branch (AGB) stars in nearby dwarf elliptical galaxy NGC 205. Using data obtained with the WIRCam near-infrared imager of the CFHT, AGB stars were selected in the JHK<sub>s</sub> color-magnitude diagrams, and among them C stars were separated from M-giant stars in the JHK<sub>s</sub> color-color diagram. We identified 1,550 C stars in NGC 205 with a mean absolute magnitude of  $\langle M_{K_s} \rangle = -7.49 \pm 0.54$ , and colors of  $\langle (J - K_s) \rangle = 1.81 \pm 0.41$  and  $\langle (H - K_s) \rangle = 0.76 \pm 0.24$ . The ratio of C stars to M-giant stars was estimated to be  $0.15 \pm 0.01$  in NGC 205, while the local C/M ratios for the southern region are somewhat lower than those for the northern region. The  $(J - K_s)$  color distributions of AGB stars contain the main peak of the M-giant stars and the red tail of the C stars. A comparison of the theoretical isochrone models with the observed color distribution indicates that most of the bright M-giant stars in NGC 205 were formed at  $\log(t_{yr}) \sim 9.0-9.7$ . The logarithmic slope of the  $M_{K_s}$  luminosity function for M-giant stars was estimated to be  $0.84 \pm 0.01$ , which is comparable with dwarf elliptical galaxies NGC 147 and NGC 185. The bolometric luminosity function for M-giant stars extends to  $M_{bol} = -6.0$  mag, and that for C stars spans  $-5.6 < M_{bol} < -3.0$ . The bolometric luminosity function of C stars is unlikely to be a Gaussian distribution and the mean bolometric magnitude of C stars is estimated to be  $M_{bol} = -4.24 \pm 0.55$ , which are consistent with our results for dwarf elliptical galaxies NGC 147 and NGC 185.

**[III-1-2] 근적외선 측광을 통한 우리은하 중심부의 구상성단 주변의 항성 공간 분포 연구**

김요진, 천상현, 손영중

연세대학교 천문우주학과

은하 중심부( $R_{gc} < 3$  kpc)에 위치한 중원소 함량이 낮은 ( $[Fe/H] < -1.0$ ) 3개의 구상성단(NGC6266, NGC6723, NGC6681)을 대상으로 구상성단의 항성 공간분포를 살펴보았다. 우리 은하 중심부는 가스와 먼지로 인해 소광 현상이 심하게 일어나므로 이를 감소시키기 위해 근적외선으로 관측을 수행하였다. 2010년 4월과 7월 두 번에 걸쳐서 하와이 마우나키아에 위치한 UKIRT의 적외선 카메라 WFCAM으로 J, H, Ks 3개의 근적외선 필터를 사용하여  $45' \times 45'$  의 광대역 측광 영상들을 얻었다. 색등급도의 통계적 비교 과정을 통해 성단 내 별을 찾는 CMD mask filtering algorithm을 사용하여 배경 별들의 영향을 최소화한 후, 성단 구성원들이라고 선택된 별들을 가지고 분석하였다. 적경-적위 별의 개수 분포, 표면 밀도 등고선 지도(surface density contour map) 등의 방법을 통해 성단 구성원으로 추정되는 별들의 조직 구조를 은하 중심과 은하 평면 방향 성단 고유운동 방향을 고려하여 파악했다. 구상성단 외곽에서 보이는 초과밀도 분포를 분석한 결과, 관측된 구상성단들은 병합된 왜소 은하의 잔재일 가능성이 있는 것으로 보인다.

**[III-1-3] Detection of Tidal Stripping Structure around Globular Clusters in the Milky Way**

Sang-Hyun Chun<sup>1</sup>, Myojin Kim<sup>1</sup>, Jae-Woo Kim<sup>2</sup>, Young-Jong Sohn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Astronomy, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

<sup>2</sup>Center for the Exploration of the Origin of the Universe (CEOI), Department of Physics and Astronomy, Seoul National University, Seoul, Korea

Detection of tidal stripping structure of stars around globular clusters, such as tidal tails or tidal streams, could be an essential evidence of the merging scenario in the formation of the Galaxy. Here, we report spatial stellar density configurations around several globular clusters in the Galaxy. We have analyzed wide-field gri optical imaging data for Halo globular clusters, and JHKs near-infrared photometric imaging data for bulge globular clusters. In order to minimize the field star contamination and sort cluster's member stars, we applied a statistical filtering algorithm on the color-magnitude and color-color spaces for the detected stars in a globular cluster. In two-dimensional stellar density maps for the cluster's member stars, most of the observed clusters show asymmetric configurations of the spatial stellar distribution around outer regions of the clusters. Also, there are over-density features in the radial surface density profiles of the clusters, departing from the King models. These could be interpreted as signatures of tidal stripping of stars through the clusters' spatial orbit and the dynamical interaction with the Galaxy. The observational results for the tidal stripping structure of stars around the sample clusters give us another clue of the merging scenario for the formation and evolution of the stellar system in the Galaxy.

**[III-1-4] Clustering of EROs from the UKIDSS**

**DXS**

Jae-Woo Kim<sup>1,2</sup>, Alastair Edge<sup>2</sup>, David Wake<sup>3</sup>,  
Violeta Gonzalez-Perez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*CEOU, Seoul National University, Korea*

<sup>2</sup>*Durham University, UK*

<sup>3</sup>*Yale University, USA*

Recent wide and deep surveys allow us to investigate the large scale structure of the Universe at high redshift. We present studies of the clustering of high redshift galaxies, using reprocessed UKIDSS DXS catalogue. We measure the angular correlation function of high redshift galaxies, Extremely Red Objects (EROs). Firstly we found that their angular correlation functions can be described by a broken power-law. We also investigate the dependence of clustering on colour and magnitude criteria. In addition we fit a halo model to estimate the properties of dark matter halos hosting samples in different redshift bins. Finally the observed clustering of EROs is compared with predictions from the cosmological simulation.

■ Session : 관측기기 1  
4월 27일(금) 10:45 - 11:45 제1발표장

**[IV-1-1] Laboratory test simulation for field angle dependent response measurement of Amon-Ra energy channel instrument**

Sehyun Seong<sup>1</sup>, Sug-Whan Kim<sup>1,2,4</sup>, Dongok Ryu<sup>1</sup>,  
and Jinsuk Hong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Space Science and Technology, Yonsei University*

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

<sup>3</sup>*Yongin R&D Center, Samsung Thales Co., Ltd.*

<sup>4</sup>*Korea Astronomy & Space Science Institute (KASI)*

In this report, we present laboratory test simulation for the Amon-Ra (Albedo Monitor and Radiometer) energy channel instrument. To predict the field angle dependent output response, the laboratory test simulation was performed. The test apparatus is divided into two parts: the one is an optical test bench and the other is a signal processing. A ray tracing computational is used to obtain the irradiance at the energy channel detector sensitive area from optical train. The signal processing with the count conversion algorithm was used to obtain the detector output response corresponding to the irradiance. The current instrument design produces 73.3%±10.9% and 81.2%±5.8% in computed non-flat response within the full(±2°,±2°) and the effective field-of-view(±1°,±2°), respectively. The technical details of simulation model, test procedure, and non-flat response computation results are presented together with future test plan.

**[IV-1-2] Ray-Tracing Based Radiative Transfer Model of the Atmosphere for Remote Sensing**

**Applications**

Dongok Ryu<sup>1,2</sup>, Sehyun Seong<sup>1,2</sup>, Sug-Whan Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Space Optics Laboratory, Dept. of Astronomy, Yonsei University, 50 Yonsei-Ro, Seodaemun-Gu, Seoul 120-749, Republic of Korea ;* <sup>2</sup>*Institute of Space Science and Technology, Yonsei University, 50 Yonsei-Ro, Seodaemun-Gu, Seoul 120-749, Republic of Korea*

The study of radiative transfer algorithms have become an important aspect of remote sensing forward models. There have been several investigations into discrete-ordinate and monte-calro methods. However, the findings suggest that this approach might be limited effective when atmospheric layer have full BSDF (Bi-directional Scattering Distribution Function) supporting, stream number, and interaction with other planetary surfaces. We report on the current improvement in the novel method of the energy transfer in atmosphere model which is using the ray-tracing algorithm. Atmospheric BSDF algorithm is using the combined Rayleigh and aerosol scattering phase function. The input trial cloud-free atmosphere model consists of 3 layers with vertical profiles of absorption and 2 scattering layers. Then we first examined the aerosol scattering validity of trial atmospheric model with the measurements of global, direct and diffuse radiation which are taken using pyranometers and pyrhemometers on a ground station. Finally we examined the outward radiance at the top of the atmosphere with the case of measurements from CERES(Clouds and Earth's Radiant Energy System) payload.

**[IV-1-3] Simulation of moonshine and earthshine with lunar soil BRDF models**

Jinhee Yu, Sug-Whan Kim

*Space Optics Laboratory, Yonsei University, Institute of Space Science and Technology, Yonsei University, Yonsei Observatory, Yonsei University*

We report new computational models for simulation of moonshine and earthshine observed from the earth surface. The core computational engine is Monte Carlo ray tracing utilizing lunar soil BRDF models. The moonshine and earthshine intensities were simulated from UT9:30 to UT12:30 Sep 5th, 1999. The results show that the ratio of moonshine to earthshine varies from 2.65\*10<sup>-9</sup> to 3.8\*10<sup>-9</sup>. These results produce only about 1% in difference from those of BBSO measurements. It proves that the lunar soil BRDF models are applicable, first, for moonshine and earthshine measurement simulation and, second, for the earth global albedo estimation.

**[IV-1-4] Measurement of Photon Detection Efficiency of Silicon Photomultiplier (SiPM)**

Seul Ki Yang<sup>1,2</sup>, Hye-Young Lee<sup>3</sup>, Jina Jeon<sup>3</sup>,  
Sug-Whan Kim<sup>1,2,5</sup>, Jik Lee<sup>3</sup>, Il H. Park<sup>3,4</sup>

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

<sup>2</sup>*Institute of Space Science and Terminology, Yonsei University, Korea*

<sup>3</sup>*Research Center of the M<sup>2</sup>EMS Space Telescope, Dept. of Physics, Ewha Womans University, Korea*

<sup>4</sup>*Institute for the Early Universe, Ewha Womans University, Korea*

<sup>5</sup>*Yonsei University Observatory, Yonsei University, Korea*

Silicon photomultiplier (SiPM) is an avalanche photodiode operating in Geiger mode. It is capable of detecting very low light level, down to single photon counting. We construct a test setup to measure its Photon Detection Efficiency (PDE). It uses a UV-VIS light source, a monochromator, an integrating sphere, and NIST calibrated photodiodes, all being connected via optical fibers. We simulated and measured number of arrival photons over the wavelength range of 400 nm-800 nm while changing temperature, bias and gain. The predicted number of arrival photons at SiPM is about 109 photons/sec at 600 nm and the technical details of the measurement setup and technique are presented.

■ Session : 관측기기 2  
4월 27일(금) 13:00 - 13:45 제1발표장

[V-1-1] K-GMT 2012

박병곤, 김영수, 경재만, 천무영, 김상철, 윤양노  
한국천문연구원

대형광학망원경 개발사업(K-GMT)은 거대마젤란 망원경(GMT; Giant Magellan Telescope)의 지분 10% 확보를 목표로 2009년부터 2018년까지 수행하고 있는 사업이다. 2011년 GMT 프로젝트에서는 1세대 후보관측장비 개념설계검토회의 수행, 첫번째 주경 최종 마무리, GMT 핵심연구주제 확정을 위한 활동을 수행하였다. 2012년에는 1세대 관측장비를 공식 선정 및 상세 설계 수행, GMT 자료처리센터 구축에 관한 개념설계, 연말로 예정된 GMT PDR 준비를 시작할 예정이다. 국내 사업에서는 GMT 핵심연구그룹 육성을 위하여 AAT 3.9m, CFHT 3.6m, Magellan 6.5m 망원경 활용 연구를 수행하였고 2012년에는 UKIRT 4m 등을 이용한 연구, 계절학교 개최등의 활동이 예정되어 있다. 부경개발분야에서는 시험모델에 대한 2011년 설계검토 및 제작준비완료검토에 이어 최종 시험을 실시할 예정이며 관측기기개발 분야에서는 GMT 1세대 관측장비 선정이 완료되면 본격적으로 기기개발에 참여할 예정이다.

[V-1-2] Sensitivity and Imaging Performance Analysis of a Wide Field Telescope

Juhee Lim<sup>1,2</sup>, Sangon Lee<sup>2,3</sup>, Il Kweon Moon<sup>2</sup>, Jong Ung Lee<sup>4</sup>, Young-Jun Choi<sup>5</sup>, Jang-Hyun Park<sup>5</sup>, Ho-Soon Yang<sup>2</sup>, Ho Jin<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*Korea Research Institute of Standards and Science, Korea*

<sup>3</sup>*Department of Applied Optics and Electromagnetics, Hannam University, Korea*

<sup>4</sup>*Department of Laser and Optical Information Engineering, Cheongju University, Korea*

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

We carried out the sensitivity and imaging performance analysis to estimate whether the optical and optomechanical performance of a wide field telescope system are stable during its operation period despite severe environments. For optical design, the wide field telescope system is composed of two hyperbolic mirrors, aberration correction lenses, filters and CCD camera having a 4096 × 4096 array with 9 pixel size. We conducted the analysis to verify whether the telescope structure is optimized with the image motion range of less than a pixel under gravity, overall temperature change and temperature gradient. In this analysis process, the multi-point constraint (MPC) equations and line of sight (LOS) sensitivity equations, connected with each optical element and with the physical image point integrated in the finite element analysis (FEA) model, are used as the method for estimating the image motions of the optical systems by using NX NASTRAN and Code V. Optical performance is then predicted by analyzing Zernike coefficients and by integrating the FEA results into optics design/analysis software.

[V-1-3] FPGA를 이용한 Lagrange 기능 블록 설계

방승철, 가능현, 임형철, 박은서, 유성열, 박장현, 박종욱  
한국천문연구원

한국천문연구원은 이동형 우주측지 레이저추적 시스템인 ARGO-M 개발 사업을 수행하고 있다. 레이저를 이용하여 위성까지 거리를 측정하는 SLR(Satellite Laser Ranging) 시스템은 펄스폭이 짧은 레이저를 위성에 발사하고 이 레이저의 출발 및 도착 시간을 측정하여 위성까지의 거리를 구한다. 위성을 향해 레이저를 발사할 때 고속의 포토다이오드를 이용하여 출발하는 레이저의 시각을 측정 할 수 있으나, 위성에서 반사되어 오는 빛은 그 세기가 약해 C-SPAD(Compensated Single Photon Avalanche Diode)라는 검출기를 이용한다. C-SPAD는 하나의 광자라도 검출할 수 있는 기능을 가지고 있으나, 위성에서 반사된 빛이 도착 시점에 맞추어 Gate를 열어주어야 한다. C-SPAD 용 Gate 제어 신호는 레이저의 출발 시각에 레이저의 이동 시간을 더하는 방법으로 계산하는데, 위성의 예측 궤도를 이용하여 Lagrange 내삽법으로 위성까지 레이저의 왕복 비행시간을 구하도록 구성된다. ARGO-M에 적용된 기존의 방법은 PC를 이용하여 Lagrange 계산을 수행한 후 그 결과를 ISA Card에 전달하는 방식을 사용 하였다. 그러나 현재 상용 PC에서 ISA 슬롯을 지원하고 있지 않아 이를 위한 PC의 선택이 어려운 상황이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 PC에서 계산하던 Lagrange 내삽법을 FPGA를 이용하여 구현하였다. PC에서 Lagrange 계산은 프로그램을 통해서 부동소수점 방식을 이용하여 처리 하였으나, FPGA에서 부동소수점 방식의 계산은 복잡하고 많은 FPGA 자원을 사용하므로 정수형 계산방식으로 이를 처리 하였다. Lagrange 계산을 FPGA내에서 수행 하므로 시스템의 구성을 간

할 수 있으며, 10kHz 이상의 레이저 반복율에서도 적용이 가능하다.

■ Session : 우주측지  
4월 27일(금) 14:10 - 14:55 제1발표장

[VI-1-1] Tidal Evolution of Lunar Orbit and Earth Rotation

Sung-Ho Na<sup>1</sup> and Wooil Moon<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>University of Manitoba, Canada

We calculate the past and future dynamical states of the Earth-Moon system by using modified Lambeck's formulae. We find that the ocean tidal effect must have been smaller in the past compared to its present amount. Even though the Moon is already in the spin-orbit synchronous rotational state, our calculation suggests that it will not be in geostationary rotational state in the next billion years. This is due to the associated Earth's obliquity increase and slow retardation of Earth's spin and lunar orbital angular velocities. We have also attempted to calculate the precessional period of the Earth in the future. To avoid uncertainties in the time scale, the future state is described by using the Earth-Moon distance ratio as independent parameter. Effects due to solar tidal dissipation have been included in all calculations.

[VI-1-2] ARGO-M 운영시스템의 통신 인터페이스 개발

서윤경<sup>1</sup>, 류동영<sup>2</sup>, 윤청<sup>3</sup>, 허지웅<sup>4</sup>, 성기평<sup>1</sup>, 장비호<sup>1</sup>, 유성열<sup>1</sup>, 박은서<sup>1</sup>, 임형철<sup>1</sup>, 박장현<sup>1</sup>, 박종욱<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>한국항공우주연구원, <sup>3</sup>충남대학교 컴퓨터공학과, <sup>4</sup>(주)에스이랩

한국천문연구원에서 개발 중인 이동형 SLR 시스템인 ARGO-M 운영시스템의 역할은 레이저 관측에 필요한 각종 서브시스템과 운영 장비들을 제어하고 환경을 종합 판단 후 관측에 반영하는 것이다. 이를 위해 여러 설계 단계를 진행하는 과정에서 타 서브시스템과 운용 장비와의 인터페이스 식별, 통신 방식, 운용 로직에 대해 논의, 설계 및 구현을 진행하였다. 기본적인 통신 개념은 이더넷 통신을 지향하였으나, 대상 하드웨어의 특성에 따라 전용 제어기를 사용하는 통신 방식에 국한된 경우도 있다. 통신을 필요로 하는 모든 서브시스템과 운용 장비와의 연결은 SLR 관측 시 실시간 운용되는 2대의 주요 운용 컴퓨터에 각기 시스템 부하 및 운용 개념 등을 고려하여 배치하였다. 그 결과 ARGO-M 시스템의 정상적인 운용이 가능하도록 통신 인터페이스 개발이 완료된 상태이다. 이후 시험 운용을 통해 전체적인 통신 성능 확인을 진행할 예정이며, 추후 정상 운용 경험을 통해 인터페이스 개선 방안이 제시될 것이다.

[VI-1-3] ARGO-M 운영시스템의 기상 장비 구축

서윤경<sup>1</sup>, 윤청<sup>2</sup>, 류동영<sup>3</sup>, 성기평<sup>1</sup>, 박은서<sup>1</sup>, 임형철<sup>1</sup>, 박장현<sup>1</sup>, 박종욱<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>충남대학교 컴퓨터공학과, <sup>3</sup>한국항공우주연구원

SLR 관측 시 기상 장비는 여러 가지 기상 센서들로부터 종합된 실시간 데이터를 통해 관측 가능 여부를 판단하고 우천 또는 기상 악화 시 SLR 시스템의 보호를 위해 구축하게 된다. 구축에 앞서 SLR 관측에 직접적으로 반영되어야 하는 필수 기상 파라미터와 운용자의 관측 지속 여부 판단에 도움을 주는 보조 기상 파라미터를 구분하여 장비를 선정하였다. 또한 정상 운용중인 국외 SLR 관측소를 방문하거나 자료 분석을 통해 구성 내용 및 운용 방식 등을 파악하였으며, 국내 관련 장비 제공 및 설치 업체와도 많은 논의를 진행하였다. 장비가 설치된 후 기상 센서로부터 취득되는 관련 파라미터가 SLR의 실시간 관측 시 반영되도록 하기 위해 운용 컴퓨터가 기상 데이터를 직접 수신하여 저장 및 사용자 화면에 표출할 수 있도록 별도의 통신 방식 설정과 관련 소프트웨어도 구현하였다. 결과적으로 현재 SLR 관측 시 기상 장비의 정상적인 활용이 가능하도록 장비 도입, 설치, 사용자 부문 구현 및 시험 운용이 완료된 상태이다. 1년 이상의 시험 운용 기간 동안 저장된 기상 데이터는 센서의 이상 유무 판단, 데이터 처리 성능 분석뿐만 아니라 추후 장기간의 특정 지역 기후 분석에도 활용될 것이다.

■ Session : 탑재체 1  
4월 27일(금) 09:00 - 10:00 제2발표장

[III-2-1] 3m급 SPICA 적외선우주망원경의 FPC-G/S 근적외선카메라의 광기계부 개념 설계

문봉곤<sup>1</sup>, Yoshikazu Kanai<sup>2</sup>, Akito Enokuchi<sup>2</sup>, 정웅섭<sup>1</sup>, 이대희<sup>1</sup>, 한원용<sup>1</sup>, 박귀중<sup>1</sup>, 박영식<sup>1</sup>, 남옥원<sup>1</sup>, 표정현<sup>1</sup>, 이덕행<sup>1,3</sup>, Toshio Matsumoto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원(KASI) 천문우주기술개발센터, <sup>2</sup>Genesis Corporation, <sup>3</sup>한국과학기술연합대학원, <sup>4</sup>ISAS/JAXA

SPICA는 일본 ISAS/JAXA가 주관하여 국제협력으로 수행하고 있는 천문용 3m급 차세대 적외선우주망원경 프로젝트이다. FPC-G/S는 SPICA의 탑재체 중 한 기기로서 근적외선 영역에서 정밀가이딩을 하는 카메라와 과학목적용 카메라로 구성되어 있으며, 한국천문연구원에서 국제협력으로 주도적으로 설계에 참여하고 있는 기기이다. SPICA 망원경의 초점면에 조립되는 광학계를 포함한 모든 탑재체는 4.5K 극저온에서 운영되어야 한다. 따라서 아직까지 한번도 적용되지 않았던 극저온에서 모든 광학계는 최적의 성능을 나타내야 하고, 그 광학계를 지지하는 광기계부는 광학계를 파손시키지 않고 최적의 광학성능을 유지시켜야 한다. 이러한 최적의 설계를 위하여 상세 설계에 앞서서 광학 설계를 바탕으로 광기계부의 개념 설계가 이뤄졌다. FPC-G/S의 검출기는 4.5K보다 높은 10K 부근에서 운영될 예정이다. 그래서 이 광기계부 설계에는 SPICA의 열적 요구조건도 함께 반영해야 한다. SPICA는 상온에서 발사되고 로켓 발사환경을 경험하기 때문에 기본적으로 발사환경을 고려한 진동 설계도 이뤄져야 한다. 이 논문에서는 그동안 진행되었던 SPICA FPC-G/S의 광기계부 개념 설계를 소개하고자 한다.

[III-2-2] STEIN 검출기의 플라즈마 입자 검출 예측을 위한 모의실험 환경 연구

박성하<sup>1</sup>, 김용호<sup>2</sup>, 김태연<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>, 이동훈<sup>1</sup>,  
Robert P. Lin<sup>3</sup>, Thomas Immel<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>경희대학교 전자전파공학과,  
<sup>3</sup>Space Science Laboratory, University of California at Berkeley

UC Berkeley가 공동으로 개발 중인 3대의 초소형 과학위성 TRIO-CINEMA (Triplet Ionosphere Observatory - Cubesat for Ion, Neutral, Electron and Magnetic fields)에 탑재될 초소형 탑재체 STEIN (SupraThermal Electron, Ion, Neutral)은 지구 자기권에 존재하는 플라즈마 입자의 다중관측을 목적으로 개발되었다. STEIN 검출기는 32개의 픽셀로 이루어져 있으며 2~300 keV의 전자, 4~300 keV의 이온과 중성입자 (Energetic Neutral Atom: ENA)를 분리 계측하기 위하여 플라즈마 입자가 정전장 편향기를 통과하여 검출기에 도달하도록 설계되어 있다. 검출기는 지구 자기권의 플라즈마 입자 뿐 아니라 STEIN 구조체에 부딪혀 발생한 2차 입자들도 검출할 수 있으므로 플라즈마 입자 검출 예측을 통한 결과 분석 근거가 마련되어야 한다. 본 연구에서는 GEANT4 (GEometry ANd Tracking) 프로그램을 이용하여 위성이 운용될 지구 자기권의 매우 낮은 기체 밀도와 압력, 온도 환경을 모사하고 STEIN 내부의 정전장 편향기를 생성하여 실제 STEIN 검출기의 계측 환경과 유사한 모의 실험 환경을 구축하였다. 모의실험에 사용된 STEIN 모델은 CAD (Computer-Aided Design) 프로그램을 사용하여 수치화한 후, GDML (Geometry Description Markup Language) 형식으로 변환한 모델이다. 이와 같은 STEIN 수치화 모델에 대한 모의실험을 실행함으로써 실제 STEIN 검출기를 통한 지구 자기권의 플라즈마 입자 검출 결과를 예측하고 분석 근거를 마련하고자 한다.

### [III-2-3] Structural behavior of the SMT opto-mecjanical subsystem

Ki-Won Kim<sup>1</sup>, Ji-Nyeong Choi<sup>1</sup>, Seul Ki Yang<sup>1</sup>, Soomin Jeong<sup>2</sup>, Sug-Whan Kim<sup>1,3</sup>, Ki-Beom Ahn<sup>4</sup>, Jiwoo Nam<sup>5</sup>, Il H. Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Astronomy, Yonsei University  
<sup>2</sup>Department of Physics and Center for MEMS Space Telescope, Ewha Womans University  
<sup>3</sup>Yonsei University Observatory, Yonsei University  
<sup>4</sup>Korea Ocean Research & Development Institute  
<sup>5</sup>National Taiwan University, Taiwan

We report the current understandings of the structural behavior and of the resulting optical performance variation for the Slewing Mirror Telescope (SMT) opto-mechanical subassembly of the UFFO-pathfinder instrument. Two SMTs - i.e. pre-flight (PFM) and flight (FM) models - have been built as of today and were subjected to vibration tests simulating its launch environment. The input vibration spectrum is sine vibration, random vibration, shock and we confirm that the structural integrity of PFM and FM SMTs remained intact from visual inspection. In particular, CMM measurements for PFM SMT before and after the vibration tests revealed that the primary-secondary mirror alignment is changed by 0.20mm in decenter x, -0.01mm in decenter y,

-0.19mm in defocus, -0.61° in tilt x and 0.26° in tilt y. However, such degree of misalignment would result in the optical performance variation of 30.2nm rms(xx waves) in WFE that is well within the performance requirement(0.15 waves). The technical details of measurements and the analysis are presented together with the results and implications.

### [III-2-4] Optical Performance Variation of Slewing Mirror Space Telescope(SMT) in Space Thermal Environment

Ji-Nyeong Choi<sup>1,2</sup>, Ki-Beom Ahn<sup>2,3</sup>, Soomin Jeong<sup>4</sup>, Sug-Whan Kim<sup>1,2,7</sup>, Jiwoo Nam<sup>5</sup>, Il H. Park<sup>4,6</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Astronomy, Yonsei University, Korea  
<sup>2</sup>Institute of Space Science and Terminology, Yonsei University, Korea  
<sup>3</sup>Korea Ocean Satellite Center, Korea Ocean Research & Development Institute  
<sup>4</sup>Research Center of the MEMS Space Telescope, Dept. of Physics, Ewha Womans University, Korea  
<sup>5</sup>National Taiwan University, Taiwan  
<sup>6</sup>Institute for the Early Universe, Ewha Womans University, Korea  
<sup>7</sup>Yonsei University Observatory, Yonsei University, Korea

Slewing Mirror Telescope(SMT) is a subsystem of UFFO(Ultra-Fast Flash Observatory) Pathfinder. SMT has a f/11.4 Ritchey-Chretien telescope of 100mm in aperture. Based on our current understanding for Pre-flight model SMT thermal responses from the thermal-vacuum chamber test, we simulated heat distribution and the structural deformations of FM SMT. We predicted the wavefront error that was subsequently measured by a phase shifting interferometer while the temperature was increased by 5°C. The predicted and resulting SMT FM wavefront error variation are 0.0382 and 0.0369 waves respectively and these tend to satisfy 0.15 waves in system WFE requirement over the operational temperature variation range of  $0 \pm 7^\circ\text{C}$ . The results prove that SMT is capable of producing the required performance in space orbit environment.

■ Session : 탑재체 2  
4월 27일(금) 10:45 - 11:45 제2발표장

### [IV-2-1] 천리안위성의 기하보정 정확도 검증

권은주, 우선희, 김방엽  
한국항공우주연구원

2010년 6월에 발사된 천리안 위성은 7개월간의 궤도상 시험을 거쳐 2011년 4월부터 2012년 3월 현재까지 성공적인 정상 운영을 수행하고 있다. 본 논문에서는 최근 관측된, 2012년 1월부터 2월까지의 기상 및 해양 탑재체의 영상데이터에 대해 수행된 천리안 위성 영상처리시스템의 기하보정 성능을 부분적으로 검증하였다. 본 연구에서는, 실시간 위성자료 전처리 시스템을 통해 제공된 기하보정 결과와 POLARIS 소프트웨어 프로그램으로부터

기하보정 결과에 대해 각각의 정확도를 비교하였다. 그 결과, 천리안 위성의 기하보정 성능은 기준값 및 사용자 요구사항 값을 만족하는 높은 정확도를 가지는 것으로 나타났다.

**[IV-2-2] 히스토그램 명세화를 이용한 천리안위성 기상탐재체 가시채널 검출기의 특성 정규화 방법**

서석배, 진경옥, 안상일  
한국항공우주연구원

천리안위성 기상탐재체 가시채널 영상은 8개의 검출기를 이용해서 8 라인 단위로 영상을 취득한다. 이 때 각 검출기의 특성이 다른 이유로 영상에 줄무늬가 나타나며, 이는 복사보정 과정에서 Normalization 처리로 각 검출기의 특성 차이를 보정한다. 본 논문에서는 영상처리에서 널리 사용되는 히스토그램 명세화(histogram specification) 방법을 이용하여, (복사보정 처리 전에) 검출기의 특성을 정규화함으로써 검출기 특성 차이로 인해 나타나는 줄무늬를 보정하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법의 처리 순서는 다음과 같다; (1) 먼저 8개의 검출기를 이용해서 영상을 취득하므로 각 검출기 별로 영상을 분리한 다음 (2) 각각 분리된 영상에 대해서 히스토그램 평활화(histogram equalization)를 수행한다. 다음으로 (3) 각 영상 및 히스토그램의 특성을 분석하여 기준 검출기를 선정한다(본 논문에서는 영상의 다이내믹레인지가 가장 큰 영상 선택하였으며, 중간적인 특성을 가지는 영상을 선택할 수도 있다). 여기서, 각 영상의 히스토그램 평활화 수행 결과에 대해서 역 히스토그램 평활화를 수행하면 원래의 각 영상으로 변환할 수 있다. 이후 (4) 각각의 검출기에 대해서 히스토그램 평활화를 수행하고, (5) 기준 검출기의 히스토그램 평활화 결과를 나머지 검출기가 취득한 영상에 대해서 역 히스토그램 평활화를 수행한다(히스토그램 명세화). 마지막으로 (6) 검출기 별로 분리한 영상을 하나로 취합하면 검출기의 특성이 정규화된 영상을 얻을 수 있다. 제안하는 알고리즘은 복사보정 전 단계에서 빠르고 간단하게 검출기의 특성을 정규화 할 수 있는 장점이 있다. 또한 계산 결과를 테이블 형태로 저장 해 두면 보다 빠르게 계산을 수행할 수 있으며, 위성의 탐재체에서 테이블을 이용한 실시간 줄무늬 보정도 가능하리라 기대한다.

**[IV-2-3] System Performance Test os the MIRIS**

Youngsik Park<sup>1</sup>, Woong-Seob Jeong<sup>1</sup>, Bongkon Moon<sup>1</sup>, Duk-Hang Lee<sup>1,3</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Sung-Joon Park<sup>1,2</sup>, Kwijong Park<sup>1</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Uk-Won Nam<sup>1</sup>, Seung-Wu Rhee<sup>4</sup>, Toshio Matsumoto<sup>5,6</sup>, Wonyong Han<sup>1</sup>

- <sup>1</sup>Korea Astronomy & Space Science Institute (KASI)
- <sup>2</sup>Korea Advanced Institute of Science & Technology(KAIST)
- <sup>3</sup>University of Science & Technology (UST)
- <sup>4</sup>Korea Aerospace Research Institute (KARI)
- <sup>5</sup>Seoul National University (SNU)
- <sup>6</sup>Institute of Space and Astronautical Science (ISAS/JAXA)

MIRIS (Multipurpose InfraRed Imaging System) is the main payload of Science and Technology Satellite 3 (STSAT-3),

developed by Korea Astronomy & Space science Institute (KASI) for last several years. The flight model (FM) of the MIRIS completed recently and various tests were made to verify its system performances, including readout noise, system gain, linearity, dark current. All these test was accomplished by using Thermal Vacuum Chamber in KASI and a similar condition in orbit. No significant dark noise was measured within the expected temperature variation range during observation in orbit and readout noise and system gain were measured by mean variance test. To obtain uniform flat image, we use a Integrating sphere and a flat teflon plate, flat fielding tests were made for each band, and the data will be compared to that obtained in orbit for calibration. The FM of MIRIS will be delivered in March, and it will be integrated into the satellite system for the AIT (Assembly Integration, Test) procedure and we will expect a launch of MIRIS late 2012.

**[IV-2-4] Wide Field Infrared Space Telescope, MIRIS**

Wonyong Han<sup>1</sup>, Dae-Hee Lee<sup>1</sup>, Youngsik Park<sup>1</sup>, Woong-Seob Jeong<sup>1</sup>, Bongkon Moon<sup>1</sup>, Sung-Joon Park<sup>1,2</sup>, Kwijong Park<sup>1</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Duk-Hang Lee<sup>1,3</sup>, Uk-Won Nam<sup>1</sup>, Jang-Hyun Park<sup>1</sup>, Kwang-Il Seon<sup>1</sup>, Sun Choel Yang<sup>4</sup>, Jong-Oh Park<sup>5</sup>, Seung-Wu Rhee<sup>5</sup>, Hyung Mok Lee<sup>6</sup>, and Toshio Matsumoto<sup>6,7</sup>

- <sup>1</sup>Korea Astronomy & Space Science Institute (KASI)
- <sup>2</sup>Korea Advanced Institute of Science & Technology(KAIST)
- <sup>3</sup>University of Science & Technology (UST)
- <sup>4</sup>Korea Basic Science Institute (KBSI)
- <sup>5</sup>Korea Aerospace Research Institute (KARI)
- <sup>6</sup>Seoul National University (SNU)
- <sup>7</sup>Institute of Space and Astronautical Science (ISAS/JAXA)

MIRIS (Multipurpose InfraRed Imaging System) is the main payload of Science and Technology Satellite 3 (STSAT-3), developed by Korea Astronomy & Space science Institute (KASI) for last several years. The flight model (FM) of the MIRIS completed recently and various tests were made to verify its system performances, including readout noise, system gain, linearity, dark current. Vibration test and thermal-vacuum test of the electronics box have also been made. Details of the system performance tests will be discussed separately by Park et al. (2012) in this conference. The MIRIS FM and electronics box were delivered in March 2012 for AIT (Assembly, Integration and Test) procedure with STSAT-3. We present the MIRIS project as a whole in this paper.

■ Session : 궤도 1  
4월 27일(금) 13:00 - 14:00 제2발표장

### [V-2-1] 위성접근경보 및 우주상황인지 관련 국제 연구개발 동향

이병선<sup>1</sup>, 황유라<sup>1</sup>, 이상철<sup>2</sup><sup>1</sup>한국전자통신연구원, <sup>2</sup>한국항공우주연구원

2012 현재 지구 궤도상에는 1,100기 이상의 인공위성이 관제 운영되고 있다. 위성의 관제운영은 위성이 임무를 수행할 수 있도록 지상에서 위성을 감시하고 제어하는 일이다. 그렇지만 2007년 1월 11일 중국의 Anti-Satellite missile test (ASAT)에 의해 만들어진 우주파편과 2009년 2월 10일 미국의 Iridium 33 위성과 러시아의 Cosmos-2251 위성 간의 충돌사건 및 이로 인한 우주파편으로 궤도상에서 위성을 관제운영하기 위해서는 위성 자체의 상태감시 및 제어뿐만 아니라 해당위성이 우주파편 또는 다른 위성과 충돌하는 것을 방지하기 위한 업무를 추가로 수행해야 한다. 그렇지만 대부분의 위성관제운영센터는 우주파편 및 다른 위성에 대한 추적데이터를 확보할 수 없기 때문에 위성의 접근에 대한 정보는 미국 국방성 산하의 JSpOC(Joint Space Operations Center)에 의지하고 있는 상태이다. 2011년에 JSpOC에서 세계 각국의 위성관제운영센터에 송부한 위성접근경보 메시지는 4,331건이며 이와 같은 경보를 받고 회피기동을 수행한 위성의 수가 2010년에는 126건, 2011년에 85건으로 집계되었다. 우리나라의 정지궤도 통신, 해양, 기상위성인 천리안 위성도 JSpOC으로 부터 위성접근경보 메시지를 받고 2011년 2월 7일에 러시아의 Raduga 1-7 위성을 피해 충돌회피기동을 수행하였다. 위성의 접근경보(Conjunction Warning) 및 우주상황인지(Space Situational Awareness)에 관련된 분야는 인공위성의 관제운영에 있어 중요한 이슈이며 이에 따라 미국의 JSpOC을 중심으로 2010년 7월과 10월에 Conjunction Summary Message(CSM) workshop이 열렸고 2011년 6월에는 유럽의 ESA를 중심으로 European Space Surveillance Conference가 개최되었다. 2012년 3월에는 아시아 지역에서는 처음으로 미국의 JSpOC에 의해 일본 동경에서 Japan Space Forum(JSF)의 협조로 9개국에서 56명의 전문가가 참석한 가운데 CSM/SSA sharing workshop이 개최되었다. 우리나라에서도 전통연과 항우연에서 세 사람이 참석하여 천리안 위성의 회피기동 및 항우연의 ACAS(Automated Conjunction Assessment System)에 대해서 발표하였다. 본 연구에서는 지금까지의 conference 및 workshop의 정보를 바탕으로 주요 우주선진국에서 수행하고 있는 위성접근경보 및 우주상황인지에 관련된 연구 개발 동향을 분석한다. 먼저 미국 JSpOC의 추적데이터 처리 시스템 및 이로부터 생성된 CSM에 대해서 알아본다. 그리고 미국의 NASA/GSFC에서 수행하고 있는 CARA (Conjunction Assessment Risk Analysis) 및 유럽 ESA의 ESOC을 중심으로 운용중인 CRASS라는 자체적인 충돌회피처리 소프트웨어에 대해서 분석한다. 프랑스의 CNES에서는 2007년부터 Orbit Computation Center에 Collision Avoidance Team을 구성하여 TIRA 및 GRAVES 레이더 망을 이용한 추적 자료를 별도로 처리하여 운용하고 있는데 여기에서 개발된 JAC 라는 소프트웨어에 대해서 알아본다. 또한 일본의 JAXA, 중국의 BITTT(Beijing Institute of Tracking and Telecommunications Technology)의 관련 활동에 대해서 소개하고 우리나라의 천문연 및 항우연에서 수행하고 있는 광학관측시스템 OWL(Optical Wide-field patrol) 및 위성접근분석 시스템 ACAS에 대해서도 알아본다.

### [V-2-2] 위성 간 충돌방지를 고려한 근접조사 시나리오

황인영, 박상영, 박찬덕

연세대학교 우주비행제어연구실

본 연구에서는 충돌을 방지하면서 최소의 에너지를 사용하여 목표 위성에 접근하는 조사 위성의 궤적을 산출하는 것이 목표로 한다. 조사 위성은 랑데부 기술을 이용하여 목표 위성에 접근한다. 랑데부 기술은 조사 위성의 초기 조건과 최종 조건이 주어지고 기동 시간이 주어질 때의 최적 제어 문제를 통해서 구한다. 이 때 조사 위성과 목표 위성을 중심으로 하는 접근 금지 구역을 정의하여 두 위성 사이의 거리가 접근 금지 구역보다 작지 않도록 하는 충돌 방지 제한 조건을 포함 시킨다. 본 연구에서는 이 과정을 간단한 시뮬레이션을 통하여 두 위성 사이의 거리가 일정 거리보다 작아지지 않도록 하는 접근 궤적과 제어를 구하였다. 두 위성의 충돌 방지를 고려한 근접 조사 시나리오를 통하여 여러 대의 위성이 동시에 기동할 때 충돌하지 않으면서 에너지를 최소로 사용할 수 있는 근접 조사를 위한 궤적과 각 위성의 제어를 구할 수 있음을 확인하였다.

### [V-2-3] 위성간 레이저 데이터를 이용한 상대위치 결정에 대한 예비분석

정신원, 박상영, 박한열, 박찬덕

연세대학교 천문우주학과

위성 간 상대위치를 정밀하게 결정하기 위해 레이저데이터를 이용한 상대위치 결정 방법을 연구했다. 실제 우주환경과 비슷한 동역학 조건을 모사하기 위해서 궤도 섭동을 포함한 비선형 상대 운동방정식을 사용하였다. 레이저 관측 데이터를 사용하기 편리한 국부수직 국부수평 좌표계에서 구면변수로 가속도와 관측 데이터를 기술하였다. 또한 레이저 정보를 바탕으로 위성 간 상대거리에 대한 관측데이터를 구현하는 방법을 간단히 소개하였다. 레이저 관측 데이터를 이용하여 실시간 상대 위치를 결정하기 위한 확장 칼만필터를 개발하였다. 이러한 추정 알고리즘을 적용하여, 실제 레이저데이터의 정밀도를 가정할 경우 마이크로미터 오차의 정밀도로 상대위치 결정이 가능함을 보였다.

### [V-2-4] 위성편대비행 통합 시뮬레이터를 사용한 2차원 상대 궤도에서 재배치

박한열, 박상영, 김성우, 은영호, 박찬덕

연세대학교 천문우주학과 우주비행제어 연구실

위성 편대비행 통합 시뮬레이터를 사용하여 2차원 상대 궤도에서 재배치 시뮬레이션을 수행하였다. 위성 편대비행 통합 시뮬레이터는 궤도와 자세가 통합된 하드웨어 기반의 시뮬레이션 시스템으로 GPS 신호를 사용하는 궤도 시뮬레이터와 3 자유도를 갖는 자세 시뮬레이터로 구성된다. 이 통합 시뮬레이터를 사용하면 실제 위성과 같이 궤도와 자세를 모두 고려한 재배치 시뮬레이션을 할 수 있다. 재배치는 상대 궤도상에서 위성 간 거리를 증가시키도록 시나리오를 구성하였으며, 2차원 상대 궤도를 적용하여 위성의 궤도 제어는 2축 방향, 자세 제어는 1축 방향만하여도 임무 수행이 가능하도록 설계하였다. 시뮬레이션은 크게 궤도 결정, 궤도 제어, 자세 결정, 자세 제어 이렇게 4단계로 구성된다. 궤도 결정 단계에서는 CDGPS 방법과 EKF를 사용하여 위

상대 위치와 속도를 결정한다. 궤도 제어 단계에서는 최적 재배치 기동을 위해 TPBVP 문제를 풀어 최적의 제어값을 산출한다. 자세 결정 단계에서는 자세방위기준장치(AHRS)를 사용하여 자세를 결정한다. 마지막으로 자세 제어 단계에서는 궤도 제어를 수행하기 위한 위성의 기준 자세를 계산하고, PD 제어를 사용하여 자세 시뮬레이터를 기준 자세로 제어한다. 이 시뮬레이션을 통해 위성은 실제 위성과 같이 궤도 제어와 자세 제어를 반복해가며 원하는 재배치 지점까지 기동하게 된다.

■ Session : 궤도 2  
4월 27일(금) 14:10 - 14:40 제2발표장

[VI-2-1] 최적 되먹임 제어를 위한 생성함수 기법의 성능 분석

이광원, 박찬덕, 박상영  
연세대학교 천문우주학과

생성함수를 이용한 최적 되먹임 제어 기법은 비선형 해를 얻는 과정에서 초기 보조 상태 벡터(Costate Vector)의 예측 및 정확한 초기 보조 상태 벡터를 구하기 위한 반복적인 계산 과정이 필요 없는 장점을 가지고 있다. 본 논문에서는 Projected Circular Orbit(PCO) 위에서 편대비행 하는 위성들의 최적 재배치 문제의 해를 생성함수를 이용하여 구한 뒤, 선형화 된 동역학 시스템에 기반한 LQR(Linear Quadratic Regulator) 해와 비교하였다. 그 결과 생성함수에 기반한 비선형 해는 LQR에 기반한 선형 해보다, 수렴성과 성능지수의 정확성에서 우월함을 보여주었다. 이러한 생성함수 해법의 우수성은 앞으로 진행할 섭동항과 이심률을 고려한 편대비행의 해석에 있어서도 발휘될 것으로 예상된다.

[VI-2-2] Analysis of Total Fuel Expenditure for Satellite Optimal Reconfiguration under Perturbation

Youngkwang Kim, Sang-Young Park, Corresponding author, and Chan-Doek Park  
*Astrodynamic & Control Lab., Dept. of Astronomy, Yonsei University, Seoul 120-749, Republic of Korea*

Minimum energy transfer (or fuel optimal transfer) is not only a classic issue in optimal control theory, but also an important issue in relative orbit control for extending mission life time and reducing mission cost. In present paper, we re-derived analytic solution to minimum energy transfer by using simple Fourier analysis and introduced linear transform to simplify the solution. We applied this result to linearized satellite relative dynamics under central body gravity and time-averaged perturbation to find an analytic expression to optimal fuel expenditure in Projected Circular Orbit (PCO) resizing transfer. By expanding the expression in terms of perturbation parameter, we obtained and verified first order expression for fuel variation under perturbation compared to fuel expenditure of Hill's dynamics. Based on the result presented in this paper, we showed that total fuel expenditure can be reduced or increased, depending on the

inclination of the chief satellite. Moreover, the method introduced in this paper, can easily extended to other perturbations.

■ Session : 우주환경 2  
4월 27일(금) 09:00 - 10:00 제3발표장

[III-3-1] Assessing the significance of high frequency fluctuations relative to low frequency fluctuations during near-tail dipolarization

Ji-Hee Lee<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>1</sup>, Mi-Young Park<sup>1</sup>, and Shinichi Ohtani<sup>2</sup>

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

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

Magnetic dipolarization at the near tail often accompanies fluctuations over a broad range of frequency. In this paper, we examine the power spectrum of magnetic fluctuations of near-tail dipolarization. For this purpose, we identify a total of 128 magnetic dipolarization events from the first (2008) to second (2009) tail seasons of the inner tail probes of the THEMIS mission. For the identified events, we estimate the spectral indices for the frequency range of ~0.001 Hz to 0.15 Hz, and find that they range from ~1.2 to ~2.7. Most interestingly, we find a statistical trend that the spectral indices of the power spectral density are smaller closer to the magnetic equator than away from the equator, and in the pre-midnight/near-midnight MLT region than in the post-midnight MLT region. This suggests that the contribution of higher frequency fluctuations as compared to lower frequency fluctuations remains more significant close to the equator and in the pre-midnight/near-midnight MLT region. Therefore any mechanism exciting high frequency fluctuations during dipolarization should activate more preferably in a weak magnetic field region. It is also found that the intensity of the power spectral densities is overall larger closer to the equator and in the pre-midnight/near-midnight MLT region. Additionally, we find that the power spectrum is less anisotropic between the perpendicular and parallel directions than the homogeneous MHD turbulence prediction.

[III-3-2] The statistical analysis of Pi2 pulsations observed at low-latitude Bohyun ground station

Chae-Woo Jun<sup>1</sup>, Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Hyuck-Jin Kwon<sup>1</sup>, Dong-Hun Lee<sup>1</sup>, Ensang Lee<sup>1</sup>, Young-Deuk Park<sup>2</sup>, Junga Hwang<sup>2</sup>

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

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

We statistically investigated the properties of Pi2 pulsations observed at low-latitude Bohyun (BOH, L = 1.35) station in

2008. For this 1-year interval, 1212 Pi2 events were identified when BOH was in the nightside from 1800 to 0600 local times (LT). We found the following Pi2 characteristics. (1) The Pi2 pulsations most frequently occur in 2200 LT. (2) The Pi2 power increases as the solar wind speed increases. (3) The Pi2 power also has a positive correlation with the variance of the interplanetary magnetic field fluctuations. (4) We determined the time interval ( $\Delta t$ ) between Pi2 onsets for every consecutive pair of Pi2s. From a statistical analysis of  $\Delta t$  values, we find that the most probable-time between Pi2 onsets is  $\Delta t \sim 30$  min. This is interpreted to be the period between Pi2 pulsations when they occur cyclically. We discuss what have influenced on the recurrence time of Pi2 pulsations.

### [III-3-3] The 1.3-year periodicities in interplanetary and geomagnetic variations: revisited

Il-Hyun Cho<sup>1,2</sup>, Junga Hwang<sup>1</sup>, Yeon-Han Kim<sup>1</sup>, Young-Deuk Park<sup>1</sup>

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

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

The intermittent 1.3-year ( $\sim 0.002106$  day<sup>-1</sup>) periodicity was reported in various solar, interplanetary and geomagnetic data-sets. We revisit those periodicities in previous studies and examine whether they are interconnected. For this purpose, we calculate lomb-normalized power as a function of time for the solar wind speed, Bz (GSE), geomagnetic aa and ap index, and recently reported solar tachocline rotation anomaly. The interplanetary and geomagnetic data-set show 1.3-year power at around 1990 simultaneously. The solar tachocline rotation anomaly show similar power after 1997, however, the epoch does not match with those of other data-sets. We estimate precise peak frequencies for the solar wind speed ( $0.00211 \pm 0.000155$  day<sup>-1</sup>), for Bz ( $0.002116 \pm 0.000325$  day<sup>-1</sup>), for aa index ( $0.002065 \pm 0.000145$  day<sup>-1</sup>), for ap index ( $0.002206 \pm 0.000294$  day<sup>-1</sup>). The null-hypothesis that those frequencies are differ from each other are statistically insignificant indicating that interplanetary and geomagnetic variations seem to be interconnected through 1.3-year variation. However, those variations seem to have no relevance to the solar tachocline rotation anomaly. Further studies are strongly desired on where these periodicities are originated.

### [III-3-4] Relationship between Activity Cycles and Brightness Variations of Solar-type Stars

Hwa-Jin Choi, Yu Yi, Su-Yeon Oh

*Astronomy & Space Science, Chungnam National University, Korea*

The visible spectra of the sun and cool stars show strong absorption lines of singly ionized calcium (Ca II Line) at

3968.5 Å (H Line) and 3933.7 Å (K Line). These lines come from the active magnetic region such as sunspot. From the relative intensities of these lines, we can indirectly estimate surface activity of distant stars. Using this method, we can find the stellar activity cycle as sunspot cycle. By using selected solar-type stars among 25 year records of Mount Wilson Observatory from 1966 to 1991 (Baliunas et al. 1995), we could study the relationship between stellar activity cycle length and brightness variation. We confirm that for the solar-type stars including the Sun, the level of stellar brightness decreases as the stellar activity cycle length increases. The brightness variation while the activity cycle length increase 8 to 15 years is twice of that between the times of the stellar activity maximum and minimum within the activity cycle. The relation might explain the fact that the solar brightness got weak recently as the solar activity cycle length of the cycle 23 got longer up to almost 13 years.

### ■ Session : 우주환경 3

4월 27일(금) 10:45 - 12:00 제3발표장

### [IV-3-1] 달 동굴 탐사 DB 구축을 위한 지구 용암동굴 입구의 항공사진 자료 활용

홍익선, 정종일, 김시은, 손종대, 오수연, 이유충  
충남대학교 천문우주과학과

달 탐사 초기기지로 인류가 거주하기 위한 적합한 장소로 동굴이 거론된다. 이 동굴들은 달 표면에서 운석이 충돌하면서 생성된 크레이터 내부의 용암이 걸 표면은 식어서 굳어버리고 지면 아래에는 계속 흘러나가 속이 비면서 형성된다. 이런 동굴은 용암 동굴이라고 하는데, 이러한 지형은 지구 여러 곳에도 분포하고 있다. 게다가 이런 용암 동굴의 지반이 무너져 입구가 드러나는 경우도 있다. 또한 달의 지형은 현재 위성사진에만 의존하기 때문에, 달에서 동굴을 찾으려면 그와 비슷한 조건으로 지구의 지형을 촬영한 위성사진이나 항공사진을 분석하여 용암 동굴이 있는 지역의 모습을 달과 비교하여 달에 동굴이 존재할 가능성이 있는 지형을 선별해야 한다. 그에 앞서서 비슷한 지구의 지형을 선별해 내는데, 전 세계적으로 분포한 여러 용암동굴의 위성사진과 항공사진들을 판독하여 지형의 구조를 보고 사진들을 분석하여 달의 동굴을 찾는 데 이용될 DB를 구축해야 한다.

### [IV-3-2] Can the relativistic radiation belt electrons be lost through the magnetopause?

Kyung-Chan Kim<sup>1</sup>, Dae-Young Lee<sup>2</sup>, Junga Hwang<sup>1</sup>, Vassilis Angelopoulos<sup>3</sup>, Drew L. Turner<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Astronomy & Space Science Dept., Chungbuk National University, Korea

<sup>3</sup>Earth and Space Science Dept., UCLA, USA

Magnetopause shadowing has been suggested as the mechanism for relativistic electron flux dropouts. This proposes that electrons are lost permanently through the

magnetopause when their drift shell is opened to the magnetopause. However, it has not been completely validated by observations, and the reported observations are rather controversial. In this talk, we will present the loss of relativistic electrons using THEMIS SST measurements during the time period when gradual flux dropouts are observed at GOES-11 in the magnetosphere and examine how the relativistic electrons can be lost from the magnetosphere through the magnetopause boundary by means of test particle simulations.

**[IV-3-3] Multipoint observations of sudden commencements in the dayside magnetosphere**  
 Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Jong-Sun Park<sup>1</sup>, Dong-Hun Lee<sup>1</sup>,  
 Ensang Lee<sup>1</sup>, Young-Deuk Park<sup>2</sup>, Junga Hwang<sup>2</sup>

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

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

The passage of the interplanetary (IP) shock was detected by Wind, ACE, Geotail, and THEMIS-B in the solar wind on November 24, 2008. From the propagation time of the IP shock and relative positions of the spacecraft, it is estimated that the discontinuity front is aligned with the Parker spiral and strikes the postnoon dayside magnetopause first. Using coordinated multi-point measurements (THEMIS, GOES, and ETS) at or in geosynchronous orbit, we observed a tailward propagating sudden commencement (SC) front, excited by the IP shock, with its front normal aligned with the IP shock normal. We found that the SC front normal speed is much smaller than the local Alfvén speed. The SC event appears a step-like increase in the H at low-latitude Bohyun station and negative-then-positive variation in the H component at high latitude Chokurdakh (CHD) in the prenoon sector. During the positive deflection at CHD, the SuperDARN Hokkaido radar detected the downward motion of the ionosphere, implying westward electric field enhancement, at subauroral latitudes near CHD meridian. In our study we will discuss magnetospheric and ionospheric responses to the passage of the solar wind discontinuity using multi-point observations in space and on the ground.

**[IV-3-4] Variation of solar magnetic multipole magnitude over the last 3 solar cycles**

Bogyong Kim, Suyeon Oh and Yu Yi  
*Chungnam National University, Korea*

The magnitude of solar, interplanetary and geomagnetic parameters show remarkably decreasing trend in the recent solar minimum. NASA predicted that the maximum sunspot numbers are 58 at the solar maximum of solar cycle 24 in May, 2013. The reduced sunspot number also represents the

weak solar activity compared with the preceding solar cycle 23 whose maximum sunspot numbers are 120. The solar magnetic polarity appears clearly at the solar minimum period. In addition to dipole, the various multipoles including quadrupole, hexapole, octopole, and so on are expressed in the form of the spherical harmonic coefficients since 1976 supplied by Wilcox Solar Observatory (WSO). We compare dipole with multipoles in magnitude in order to investigate contribution of each multipoles components over the solar cycles 22 to 24.

**[IV-3-5] Particle heating by parametric decay of Alfvén-cyclotron waves**

Kicheol Rha<sup>1</sup>, Helen H Kaang<sup>1</sup>, Chang-Mo Ryu<sup>1</sup> and Peter H Yoon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physics, Pohang University of Science and Technology, Korea*

<sup>2</sup>*IPST, University of Maryland, USA*

Nonlinear evolution of Alfvén-cyclotron and fast-magnetosonic waves accompanying ion and electron heating is investigated by means of one-dimensional particle-in-cell simulation. The simulation is initiated with a spectrum of transverse electromagnetic waves with both left- and right-hand circular polarizations (i.e., Alfvén-cyclotron and fast-magnetosonic waves). It is shown that parametric decay processes lead to an inverse cascade of Alfvén-cyclotron waves and the generation of ion-acoustic waves by decay instability. It is found that the nonlinear decay processes accompany small perpendicular heating and parallel cooling of the protons, and a pronounced parallel heating of the electrons.

■ Session : 우주환경 4  
 4월 27일(금) 13:00 - 14:00 제3발표장

**[V-3-1] Simulation of low-frequency electromagnetic fluctuations associated with a THEMIS current disruption event**

Kicheol Rha<sup>1</sup>, Helen H Kaang<sup>1</sup>, Chang-Mo Ryu<sup>1</sup> and Peter H Yoon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physics, Pohang University of Science and Technology, Korea*

<sup>2</sup>*IPST, University of Maryland, USA*

The present paper investigates, the drift Alfvén-cyclotron instability by means of a two-dimensional particle-in-cell simulation, which may be plausibly associated with a current disruption event on 29 January 2008 observed with THEMIS satellite. This current disruption event shows localized high-amplitude electromagnetic fluctuations with characteristics corresponding to the drift Alfvén-cyclotron instabilities. The simulation shows that the drift Alfvén-cyclotron instabilities are excited in two regimes, a

relatively low frequency mode propagating in a quasi-perpendicular direction while the second high-frequency branch propagating in a predominantly parallel propagation direction, which is consistent with observation as well as earlier theories. This finding indicates that magnetospheric plasmas containing high density and magnetic field gradients and high cross-field diamagnetic currents, such as the current disruption region or recently observed dipolarization fronts where localized broadband electromagnetic fluctuations are observed, may be subject to the drift Alfvén-cyclotron instabilities described in our study.

### [V-3-2] MHD simulations for two extreme cases of observations during the northward IMF substorms

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

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

<sup>2</sup>*Dept. Astronomy and Space Science, Chungbuk National University, Korea*

<sup>3</sup>*Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Japan*

The orientation of the IMF has significant effects on determining magnetospheric dynamics including substorm, storm, convection pattern and the FAC system. [Fairfield and Cahill, 1966; Reiff and Bursh, 1985; Cowley and Lockwood, 1992]. When the IMF turns southward, the energy of the solar wind is efficiently trapped by reconnection in the magnetosphere, and convection and currents within the magnetosphere increase. However, it has been known that substorms can also occur under northward IMF conditions. We have performed global MHD simulations for two extreme cases of northward IMF substorms in order to learn details of the corresponding dynamic evolutions. For the case of strong solar wind conditions, (IMF  $B_z = 20$  nT,  $B_y = -20$  nT, Solar wind velocity ( $V_{sw}$ ) = 800 km/s, density = 10/cc, and dipole tilt angle =  $-1.7$  deg), the dayside reconnection occurs at high-latitude after about 20 min then tail reconnection occur after 35 min. The bow shock and magnetopause becomes very close to the Earth at 10 Re and at 8 Re, respectively. A large amount of tailward plasma flows appear at 40min. The cross polar cap potential is 309 kV. Open-closed boundary extends to  $70^\circ$  at night side, and energy flux enhances near midnight. On the other hand, for the case of weak solar wind conditions, (IMF  $B_z = 2$  nT,  $B_y = -2$  nT,  $V_{sw} = 450$  km/s, density = 5/cc, and dipole tilt angle =  $-20^\circ$ ), the dayside reconnection occur at high-latitude in northern dawn (southern dusk) region after 40min and tail reconnection occur 70min. The location of the bow shock and magnetopause are near 13.7 Re and 11 Re, respectively. Energy flux in southern hemisphere is higher than that in northern hemisphere at noon. Polar cap potential pattern can be different between northern and

southern hemisphere due to the dipole tilt. The cross polar cap potential in northern hemisphere is 47.8 kV and that in the southern hemisphere is 38.9 kV. Open-closed boundary shifts toward dayside in southern hemisphere and toward night side in northern hemisphere.

### [V-3-3] Nightside geosynchronous magnetic field responses to interplanetary shocks

Jong-Sun Park, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee, Ensang Lee, and Ho Jin

*School of Space Research, KyungHee University, Korea*

When an interplanetary (IP) shock passes over the Earth's magnetosphere, the geosynchronous magnetic field strength near the noon is always enhanced, while the geosynchronous magnetic field strength near the midnight decreases or increases. In order to understand what determines the positive or negative magnetic field response at nightside geosynchronous orbit to sudden increases in the solar wind dynamic pressure, we have examined 120 sudden commencements using magnetic field data from the GOES spacecraft near the midnight (MLT = 2200~0200) and found the following magnetic field perturbation characteristics. (1) There is a strong seasonal dependence of geosynchronous magnetic field perturbations during the passage of IP shocks. That is, the SC-associated geosynchronous magnetic field near the midnight increases (a positive response) in summer and decreases (a negative response) in winter. (2) These field perturbations are dominated by the radial magnetic field component rather than the north-south magnetic field component at nightside geosynchronous orbit. (3) The magnetic elevation angles corresponding to positive and negative responses decreases and increases, respectively. These field perturbation properties can be explained by the location of the cross-tail current enhancement during SC interval with respect to geosynchronous spacecraft position.

### [V-3-4] Forbush Decreases in Lunar Radiation Environment observed by the CRaTER on the LRO

Jong-Dae Sohn<sup>1</sup>, Suyeon Oh<sup>1</sup>, Yu Yi<sup>1</sup>, Eojin Kim<sup>2</sup>, Joo-Hee Lee<sup>2</sup>, and Harlan .E. Spence<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Astronomy & Space Science, Chungnam National University, Korea*

<sup>2</sup>*Korea Aerospace Research Institute, Korea*

<sup>3</sup>*The Study of Earth, Oceans, and Space, University of New Hampshire, USA*

The Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) launched on June 16, 2009 has six experiments including of the Cosmic Ray Telescope for the Effects of Radiation (CRaTER) onboard. CRaTER characterizes the radiation environment to be experienced by humans during future lunar missions.

CRaTER measures the effects of ionizing energy loss in matter specifically in silicon solid-state detectors due to penetrating solar energetic protons (SEP) and galactic cosmic rays (GCR) after interactions with tissue-equivalent plastic (TEP), a synthetic analog of human tissue. Forbush decrease (FD) event is the sudden decrease of galactic cosmic rays (GCR) flux over the ground on the Earth. The FD event is considered to be caused by exclusion of GCR due to intense IMF structures of interplanetary shock (IP) sheath region and/or the interplanetary coronal mass ejection (CME) following the IP shocks as a shock driver. We use the cosmic ray data of CRaTER, the CME list of STEREO SECCHI inner, outer coronagraph and the IMF (Interplanetary CME) data of ACE/MAG instrument. To examine the characteristics of CMEs to drive the FD-like events in the lunar environment, we explain the characteristics of the FD-like events in lunar radiation environment. We also compare these events with the FD events on the Earth.

■ Session : 우주환경 5  
4월 27일(금) 14:10 – 15:10 제3발표장

**[VI-3-1] The Gate Structure of a Front-Illuminated CCD and the Point Spread Function of Yohkoh Soft X-Ray Telescope (SXT)**  
Junho Shin<sup>1</sup>, Takashi Sakurai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin, Korea*  
<sup>2</sup>*Solar and Plasma Astrophysics Division, National Astronomical Observatory of Japan, Tokyo, Japan*

Point Spread Function (PSF) is one of the most important optical characteristics for describing the performance of a telescope. We have learned from previous studies that a concept of subpixelization is inevitable in the evaluation of undersampled PSF (Shin and Sakurai 2009). In order to examine the effect of undersampling, it is necessary to consider carefully the details of Yohkoh SXT CCD. Unlike the back-illuminated CCD, the internal pixel structure of front-illuminated CCD is not uniform: For the top half of pixel area, the X-ray should pass a so-called gate structure where the charges are transferred to an output amplifier. This gate structure shows energy-dependent sensitivity (Tsuneta et al. 1991). For example, for Al-K (8.34 Å) X-ray emission, the transmission of the polysilicon gate is about 0.9. Also, for the peak coronal response of the SXT thin filters, around 17 Å (0.729 keV), the transmission of the gate is about 0.6, falling off sharply towards longer wavelengths. It should be noted that this spectrally dependent non-uniform response of each CCD pixel will certainly have a noticeable effect on the properties of the PSF at longer wavelengths. Therefore, especially for

analyzing the undersampled PSF of low energy source, a careful consideration of non-uniform internal pixel structure is required in determining the shape of the PSF core. The details on the effect of gate structure will be introduced in our presentation.

**[VI-3-2] Introduction of the DDR-2 SDRAM SEE Experiment Using HIMAC Heavy Ion Accelerator**  
Kwangsun Ryu<sup>1</sup>, Mi-Young Park<sup>1</sup>, Jang-Soo Chae<sup>1</sup>, Yukio Uchihori<sup>2</sup>, Hisashi Kitamura<sup>2</sup>, and Takeshi Takashima<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Satellite Technology Research Center, KAIST, Korea*  
<sup>2</sup>*National Institute of Radiological Sciences, Japan*  
<sup>3</sup>*Institute of Space and Astronautical Science, JAXA, Japan*

We developed an SDRAM Mass Memory Unit (MMU) for using in satellite systems for the future applications. The SDRAM MMU is composed with SAMSUNG DDR2 SDRAM (K4T1G164QE) package of 1 Gb to be stacked up to 4 Gb storage. We performed an experiment to test the SEU (Single Event Upset) and SEL (Single Event Latch-up) under the exposure to high energy heavy ion beam using HIMAC heavy ion accelerator in NIRS, Japan. The experiment on the DDR2 SDRAM will be the base or the reference for the engineers and scientists who consider mass memory modules for their data storage in various space missions. We introduces the SEU, MBU (Multi Bit Upset) and SEFI (Single Event Functional Interrupt) cross section values derived from the experiment under the exposures to C, Si, Ar, Fe, Kr, and Xe ion beams whose effective LET(Linear Energy Transfer) are varying from 2~80 MeV·cm<sup>2</sup>/mg. No symptoms of SEL were detected. Instead, different kinds of SEFI's were detected and the categories according to the phenomena with detailed statistical analysis.

**[VI-3-3] 태양활동영역에서 Magnetic Polarity Inversion Line의 물리적 특성에 대한 통계적 연구**  
이어진<sup>1</sup>, 박성훈<sup>2</sup>, 오수연<sup>1</sup>, 이유<sup>1</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 천문우주학과, <sup>2</sup>한국천문연구원

광구표면에서 시선방향 자기장 자료를 살펴보면 그 극성이 변하는 지점들이 선의 형태로 보이는데 이것을 Magnetic Polarity Inversion Line(MPIL) 혹은 Neutral Line이라 부른다. 기존의 연구에 의하면 태양활동영역에서 MPIL의 길이가 길수록 플레어 및 코로나질방출(CME)과 같은 큰 규모의 분출현상들이 일어나는 빈도가 높다는 사실이 보고된 바 있다. 이런 점에서 볼 때 MPIL이 우주환경 예보의 측면에서 중요한 도구가 될 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 여전히 MPIL의 물리적 특성 및 그 형성 메커니즘에 대한 이해가 부족한 상황이다. 우리는 본 연구에서 SOHO/MDI 시선방향 자기장 자료를 사용하여 태양활동 23주기에 나타난 여러 태양활동영역의 MPIL이 어떤 물리적 특성을 가지고 있는지 통계적인 조사를 수행하였다.

**[VI-3-4] Cooling of the plasma sheet in the near-Earth magnetotail**

Ensang Lee<sup>1</sup>, George K. Parks<sup>2</sup>, Naiguo Lin<sup>2</sup>,  
Khan-Hyuk Kim<sup>1</sup>, and Dong-Hun Lee<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*Space Sciences Laboratory, University of California at Berkeley, USA*

The plasma sheet in the near-Earth magnetotail consists of low-density, hot plasmas. Average temperature of ions in the plasma sheet is a few keV, and electrons have about 5 times smaller temperature than that. However, the temperature is highly variable showing heating and cooling of the plasmas. In this study we report the observations by Cluster spacecraft that show gradual cooling of the plasma sheet in the near-Earth magnetotail. The cooling is usually accompanied by densification of the plasma sheet. Stretching of the magnetotail (decrease of the Bz component) is also observed in some cases. It has been suggested that the cooling of the plasma sheet is associated with penetration of magnetosheath plasmas through the magnetopause, which is observed as mixing of hot and cold plasmas. However, the observations in this study show that the hot plasma itself is cooled down without mixing with the cold magnetosheath plasma. We will discuss about possible cooling mechanisms.

■ Session : 포스터  
 기간 : 4월 26일(목) - 27일(금)  
 발표장 : 컨벤션홀 로비

■ 천문우주 ■

**[P-1] THz Observations of the High-Latitude Clouds**

Sungeun Kim<sup>1</sup>, So-Young Youn<sup>1</sup>, Jonathan P. Williams<sup>2</sup>, Min Joong Kim<sup>1</sup>, Min S. Yun<sup>3</sup>, Grant W. Wilson<sup>3</sup>, David Hughes<sup>4</sup>, Itziar Aretxaga<sup>4</sup>, Andrew Humphrey<sup>4</sup>, Jay Austermann<sup>5</sup>, Philip D. Maukopt<sup>6</sup>, Loris Magnani<sup>7</sup>, Thushara Perera<sup>3</sup>, & AzTEC Team<sup>1,3,4,6,8,9</sup>

<sup>1</sup>*Astronomy & Space Science, Sejong University, Seoul, South Korea*

<sup>2</sup>*Institute for Astronomy, University of Hawaii, HI, USA*

<sup>3</sup>*Astronomy Department, University of Massachusetts, Amherst, MA, USA*

<sup>4</sup>*INAOE, Optica Electronica, Tonantzintla, Puebla, Mexico*

<sup>5</sup>*Department of Astrophysical and Planetary Sciences, University of Colorado, Boulder, USA*

<sup>6</sup>*School of Physics and Astronomy, Cardiff University, Cardiff, U.K.*

<sup>7</sup>*Department of Physics and Astronomy, The University of Georgia, Athens, USA*

<sup>8</sup>*Caltech, California Institute of Technology, Pasadena, California*

<sup>9</sup>*School of Physics and Astronomy, Smith College, Northampton, USA*

We study THz observations of the dust continuum emission from the high-latitude clouds in our Milky Way. Observations have been undertaken with the Astronomical Thermal Emission Camera mounted on the James Clerk Maxwell Telescope on Mauna Kea, Hawaii. Individual THz sources were detected with a signal-to-noise ratio over 4.4. The distribution of the detected THz sources or compact THz peaks is spatially anti-correlated with that of the 100 micronm emission. We detect the THz dust continuum emitting sources associated with classical T Tauri stars. But observations of spectral energy distributions indicate that these sources could be late Class I. From the present THz observations of the high-latitude clouds in our Milky Way, some of THz sources have radio counterparts. Their star formation rates are derived from a fit of the SEDs to the photometric evolution of galaxies in which the effects of a dusty interstellar medium with graphite and silicate have been included. This research was supported in part by Mid-career Researcher Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology 2011-0028001.

**[P-2] Drastic Brightness and Color Variations of**

**the New Discovered Polar OTJ 071126+440405**  
 Yonggi Kim<sup>1,2,3,4</sup>, Joh-Na Yoon<sup>2</sup>, Ivan L. Andronov<sup>1</sup>, Vitalii V. Breus<sup>1</sup>, P. Dubovsky<sup>4</sup>, Lidia L. Chinarova<sup>5</sup>, and Wonyong Han<sup>6</sup>

<sup>1</sup>*Department of High and Applied Mathematics, Odessa National Maritime University,*

*Mechnikov str., 34, Odessa, 65029, Ukraine*

<sup>2</sup>*University Observatory, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea*

<sup>3</sup>*Institute for Basic Science Research, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea*

<sup>4</sup>*Vihorot Observatory, Mierova 4, Humenue, Slovakia*

<sup>5</sup>*Astronomical Observatory, Odessa National University, Marazlievskaya Str., 1-V, Odessa, 65014, Ukraine*

<sup>6</sup>*Korea Astronomy Observatory and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea*

Self-consistent mathematical model of the exotic object OTJ 071126+440405= CSS 081231:071126+440405 is discussed. The system was discovered as a polar at the New year night 31.12.2008/01.01.2009 by D. Denisenko (VSNET Circ), and we have initiated an international campaign of photometric and polarimetric observations of this object (totally ~80 runs in Ukraine, Korea, Slovakia, Finland, USA) as a part of the "Inter-Longitude Astronomy" (ILA) project on monitoring of variable stars of different classes (Andronov et al., 2003). Here we present the geometrical and physical model of the system in the low luminosity state and in the intermediate luminosity state as well as in the high luminosity state. As the system is of ~20 mag at minimum, no spectral observations were made to determine parameters of the red dwarf. From the statistical relationship, the mass of the red dwarf is estimated to be ~0.165 solar masses, for the white dwarf (from eclipse duration) – from 0.5 to 1.76 solar masses. As the system resembles ER UMa in some characteristics, the lower value may be assumed. The inclination of the system and other physical parameters are estimated. The object is an excellent laboratory to study multiple physical processes in the magnetic systems

**[P-3] NGC 5897의 측광 연구를 통한 나이 측정**

윤성지<sup>1,2</sup>, 김덕현<sup>1,3</sup>, 배준현<sup>1,4</sup>, 한미화<sup>1,5</sup>, 손영중<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 과학영재교육원, <sup>2</sup>경북여자고등학교, <sup>3</sup>KAIST부설 한국과학영재학교, <sup>4</sup>한국디지털미디어고등학교, <sup>5</sup>연세대학교 천문우주학과

논문은 연세대학교 과학영재교육원 사사과정 연구 결과이다. 구상성단 NGC 5897의 나이를 측정하기 위해 칠레의 CTIO Blanco 4m 망원경에 부착된 Mosaic II CCD를 이용하여 표준 BV 투과광장대에 대하여 관측한 성단의 영상을 분석하여, 23,973개의 별들에 대한 측광 자료를 얻었으며, 측광 오차를 고려하여, B필터와 V필터에 대해 등급오차가 0.1보다 작은 총 21,957개의 별들에 대한 (B-V, V) 색등급도를 얻었다. 주계열

$V=19.8\pm 0.2$ 으로 나타났으며, Yonsei-Yale 등연령곡선을 이용하여 NGC 5897내 별들의 색등급도와 비교해본 결과, NGC 5897의 나이를  $12\pm 4$ Gyr 로 결정하였다.

#### [P-4] 한국형 달 탐사를 위한 임무 및 항행 경로의 설계

노희건<sup>1</sup>, 김소형<sup>1</sup>, 박호진<sup>1</sup>, 안광호<sup>1</sup>, 안재명<sup>2</sup>, 이지윤<sup>2</sup>, 조수장<sup>2</sup>, 피재환<sup>2</sup>

<sup>1</sup>카이스트부설 한국과학영재학교, <sup>2</sup>한국과학기술원 항공우주공학과

이 논문은 '보름'으로 명명된 한국형 달 탐사 프로그램의 개념 설계에 대한 연구를 다루었다. 본 논문에서는 세 종류의 한국형 달 탐사 미션인 보름1, 보름2, 보름3 미션을 제시하였다. 연구를 위해 해외 달 탐사 미션들을 조사하였고, 국내 달 탐사 전문가들을 인터뷰하였다. 이를 통해 달 탐사 미션의 목표, 우주선과 로켓의 구조와 설계, 탐사 궤도 등에 관한 정보를 얻었다. 이를 바탕으로 우주 탐사 미션 설계 프로그램 STK를 이용해 한국형 달 탐사 미션 보름1, 보름2, 보름3 미션을 설계하였다. 보름1 미션은 direct injection 방식의 달 궤도 진입 미션, 보름2 미션은 direct injection 방식의 달 샘플 채취, 귀환 미션, 보름3 미션은 지구-달 사이의 L1 point 도달 미션이다. 각각의 미션은 기술 개발 시기에 맞추어 각각 2020년, 2025년, 2030년 추석 경에 미션이 이루어지도록 설계되었다. 본 연구 결과가 향후 우리나라의 달 탐사 프로그램을 돌아보고 개선해 나가는 데 도움이 될 수 있기를 기대한다.

#### [P-5] Progressive Report for Supernova SN2011fe in M101

Tae Seog Yoon<sup>1</sup>, Hyun-II Sung<sup>2</sup>, Byeong-Cheol Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Astronomy & Atmospheric Sciences, Kyungpook National University, Korea*

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

We present progressive report for spectral features of type Ia supernova SN2011fe in M101 which was detected since last August. High-resolution spectra were obtained with BOES at the 1.8-m reflector in BOAO. Evolution of spectral lines of Ca II, Si II, S II, O I, Mg II, and Fe II components detected at different epochs will be given and discussed.

#### [P-6] A 2-D Jet Stream Simulation with Low Viscosity and Possible Source of QPO

Seong-Jae Lee<sup>1</sup>, Siek Hyung<sup>1</sup>, Indranil Chattopadhyay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Chungbuk National University*

<sup>2</sup>*ARIES, Manora Peak, Nainital-263129, Uttarakhand, India*

We simulated an accretion flow in a low viscosity which generates a jet stream. Through the simulation, we were able to produce the jet stream which can cause the observed quasi-periodic oscillation (QPO) occurring around a black hole. We devised a disk with a low viscosity which

experiences a shock. The simulation was done in a two dimensional cylindrical geometry: we used (1) Lagrangian Total Variation Diminishing (TVD) and (2) remap routine. The former is to attain the high accuracy numerical result, while the latter is to handle the angular momentum properly. We first started the simulation in the case of no viscosity. A stable shock, which accommodates the analytical solution of one dimensional geometry, was set up on an equatorial plane. Our code allowed us to conserve specific angular momentum accurately, so we showed that the stable shock could form in the numerical simulation. We then calculated the case of viscosity, which produced the dynamically unstable flow structure, generating a periodic oscillation. We found an oscillation period from our 2-D simulation, perhaps responsible for the low frequency of QPO. The period calculated in the 2-D simulation was different from that of the 1-D case. The difference appears to be caused by the angular momentum transfer occurring in the vertical direction. After comparing the above two case, we conclude that the QPO is not only related to the shock activity in the accretion disk but also the flow characteristic in the jet stream.

#### [P-7] W UMa형 접촉쌍성 BS Cas의 측광관측과 분석

정민지<sup>1</sup>, 윤요나<sup>2</sup>, 송미화<sup>3</sup>, 김천휘<sup>1</sup>, 한원용<sup>3</sup>, 임흥서<sup>3</sup>, 문홍규<sup>3</sup>, 최영준<sup>3</sup>

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

접촉쌍성 BS Cas의 측광관측을 2011년 9월부터 10월까지 14일간 충북대학교 천문대(진천소재)의 0.6m 반사망원경과 2K CCD 카메라 및 BV 필터를 이용하여 수행하였다. 이 관측을 통하여 전 위상에 걸친 BS Cas의 BV 광도곡선을 새롭게 획득하였다. 또한, Landolt 표준성 관측을 수행하여 충북대학교 천문대의 측광계를 표준등급계로 변환하는 변환 상수를 결정하였고, 이를 이용하여 BS Cas의 기계등급 BV 광도곡선을 표준화된 BV 광도곡선으로 변환하였다. 우리의 관측으로부터 결정한 총 8개의 극심시각과 여러 문헌으로부터 수집한 극심시각을 이용하여 BS Cas의 공전주기를 분석하였다. 이와 더불어 Wilson-Devinney 쌍성 모형을 이용하여 우리의 광도곡선을 분석하였다. 그 결과들을 이 연구에서 제시한다.

#### ■ 우주환경 ■

#### [P-8] The role of PCN index during the magnetic storms

Ga-Hee Moon

*Daegu Science High School, Korea*

The PCN index has been designed to monitor the northern polar cap magnetic activity generated by the geoeffective solar wind parameters. To estimate the dependence of the Dst index on the PCN index and the interplanetary electric

field( $E_y$ ), the variations of the PCN index and  $E_y$  during geomagnetic storms are examined using the data obtained during the period from 1996 to 2003. As a result, the correlation coefficient between the PCN index and the Dst index is found to be high whereas the correlation between  $E_y$  and Dst index is less than that, indicating the PCN index is a more reliable one in monitoring the Dst index during magnetic storms. From the linear relationship between PCN index and  $E_y$ , calculated interplanetary electric field( $E_y^*$ ) and the polar cap potential are estimated. To assess the role of the PCN index during the recovery phase of a storm, the correlation between the PCN index and Dst index during the recovery phase is examined separately. It would provide a clue on the role of the energy injection during the recovery phase in extending the duration time. Variations of PCN index, AL index seem to affect to the Dst index during the recovery phase. In addition, it is evident that PCN index is more closely related with the AL index than  $E_y$ . It seems that the variation of PCN index is also related to the duration of recovery phase. It is examined the correlation between PCN index and duration for the three storm categories during the recovery phase. Although the correlation coefficient becomes lower with the storm size, it is clear that the average correlation coefficient is high. There is a tendency that the duration of recovery phase is longer as PCN index increases.

**[P-9] PID게인튜닝을 통한 Bake-out 챔버 온도제어의 최적화**

박성욱, 서희준, 이상훈, 조혁진, 진성호, 문귀원  
한국항공우주연구원 우주환경시험팀

임수를 수행하는 우주환경인 고진공상태에서는 위성체의 부품에서 발생할 수 있는 outgassing으로 인해 위성체가 오염되어 위성체의 성능이 저하될 수 있다. 따라서 지상에서 위성체의 부품에 대한 고온(85°C 이상)과 고진공( $5.0 \times 10^{-3}$  Pa 이하)의 상태를 모사하여 오염물질을 제거할 수 있는 Bake-out 시험이 필수적이라고 할 수 있다. 현재 사용중인 Bake-out 챔버는 고온의 온도를 모사하는 방법으로 세라믹히터를 사용하며, PLC를 이용한 PID 제어를 사용하고 있다. PID 제어는 현재 산업현장 등에서 가장 널리 사용되고 있는 제어방법이며, 뛰어난 제어 특성을 얻을 수 있는 반면, 다소 복잡한 게인 튜닝이 필요하다. 본 논문에서는 PID 게인튜닝법을 Bake-out 챔버에 적용함으로써 향상된 온도제어 효과를 얻을 수 있음을 증명하고자 한다.

**[P-10] 소형위성의 질량 특성 측정 시험**

은희광, 임종민, 전종협, 문남진, 김병현, 문귀원  
한국항공우주연구원

위성체의 질량 특성에 대한 요구조건은 발사체에 의해 결정되며 위성을 목표궤도로 진입시키기 위해 제한된 범위 및 규정된 정확도를 요구하게 된다. 또한 질량 특성에서 얻어진 자료는 위성 제어 시뮬레이션을 수행하는 자세 제어계에 주요 입력으로 제공된다. 따라서 설계 과정에서 각 시스템의 질량 특성에 대한 자료

를 취합한 전체 위성의 예측치에 대하여 실제 위성 모델에 대한 질량 특성 시험을 통한 확인이 필수적으로 요구된다. 이 논문에서는 소형위성 비행모델에 대하여 수행한 질량 특성 시험 방법 및 결과를 제시하고자 한다. 특히 소형위성의 정밀한 자세 제어를 위하여 수행한 3축 관성곱 측정 과정 및 결과 검증 과정을 소개하고자 한다.

**[P-11] 대형수직가진시스템 성능 유지 및 개선**

은희광, 임종민, 전종협, 문남진, 김병현, 문귀원  
한국항공우주연구원

한국항공우주연구원 위성시험동에는 발사체 발사과정에서 발생하는 극심한 진동환경에 대하여 위성체 및 탑재물의 내강성을 검증하는 발사환경 시험시설에는 현재 조립이 완료된 위성 시스템의 환경시험을 담당하는 280kN급의 대형 전자기 가진기(V994)가 설치되어 운용되고 있다. 특히 대형 위성체 및 발사체 구조물의 대형화 및 중량화로 인하여 대두되고 있는 초대형, 고추력 전자기 가진 시스템의 요구를 충족하기 위하여 설치한 직경 3.0m, 중량 8 ton급 시험체의 진동시험이 가능한 대형 수직 가진장치는 전자기 가진기 3대와 직경 3m의 헤드 익스팬더 및 유압베어링 등의 복잡한 전자, 기계 요소들로 구성되어 있다. 이 논문에서는 현재 한국항공우주연구원에 구축되어 사용 중인 대형 멀티 전자기 가진 시스템의 성능 유지 및 개선 수행 업무 결과를 제시하고자 한다.

**[P-12] Parametric investigation of the formation of electron flat-top distributions by ion beam driven instability**

Jinhy Hong<sup>1</sup>, Ensang Lee<sup>2</sup>, and Kyoung-Wook Min<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Department of physics, KAIST, Korea  
<sup>2</sup>School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

Electron flat-top distributions are observed in many regions in space. In this study we investigate the formation of the electron flat-top distributions by ion beam driven instability using electrostatic particle simulations. Simulation results show that in the early phase of the development electrostatic solitary waves are quasi-periodically formed, but later they are fully dissipated resulting in heated, flat-top distributions. In addition, new electron beam components are occasionally formed. These are a consequence of the interaction between electrostatic solitary wave structures. We parametrically investigate the development of electron phase space distributions for various drift speeds of ion beams and temperature ratios between ions and electrons. These results can be applied to various regions such as bow shock, magnetotail, and solar wind.

■ 관측기기 ■

**[P-13] 한국우주전파관측망(KVN)의 우주전파수신 Back-end 시스템(Data Acquisition system) 소개**

강용우, 위석오, 제도흥, 송민규, 이정원, 변도영, 정문희, 한석태

한국천문연구원

(KVN)을 이루는 서울, 울산, 제주를 잇는 21m 구경의 각 망원경에 22/43/86/129GHz의 4개 주파수 대역을 동시에 관측할 수 있는 우주전파수신 시스템을 구축하였다. 현재, 최종 설치 완료된 제주의 탐라전파천문대의 수신기 시스템의 시험을 진행 중이고, 4주파수 동시 VLBI 관측을 준비 중이다. 이 중, 우주전파수신시스템으로부터 수신된 전파신호를 디지털로 변환시키며, 이를 안정되게 관측실로 전송시키고 적절한 디지털 신호 처리를 거쳐 기록기에 저장하는 부분이 우주전파수신 Back-end 시스템이다. 이번엔 구축 완료되어진 Back-end 시스템의 전체적인 구성과 향후의 계획에 대하여 소개하고자 한다.

**[P-14] 위성광학시스템 및 ASD(Analytical Spectral Devices) 복사 검보정을 위한 광학실험실 구축**

안기범<sup>1</sup>, 오은송<sup>1,2,3</sup>, 조성익<sup>1,2,3</sup>, 박영제<sup>1</sup>, 유주형<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>한국해양연구원 해양위성센터, <sup>2</sup>연세대학교 천문우주학과 우주광학연구소, <sup>3</sup>연세대학교 우주과학연구소

2011년 4월부터 공식적으로 정지궤도해양관측위성(GOCI)의 자료 배포가 성공적으로 이뤄지고 있으며, 한중일 및 동북아시아 유수의 연구기관 뿐만 아니라 전세계적으로 GOCI 위성자료의 사용이 기하급수적으로 늘어나고 있습니다. 한국해양연구원 해양위성센터에서는 위성자료 배포와 함께 위성데이터 검증 및 자료의 정확도 향상을 위해 국내외 저명한 학자들과 검보정 협의회를 구성하였으며, 위성자료와 현장관측자료의 복사 검보정 비교 분석을 위하여 ASD를 이용하여 매년 한반도 주변 및 동중국해 해역 등에서 현장관측을 진행하고 있습니다. ASD장비의 현장관측 전후 장비의 특성조사와 상대보정을 수행하기 위하여 검보정 광학실험실을 구축하였으며, 98%이상의 균일한 광속을 가진 20인치의 LabSphere사 적분구 USS-2000S, 상대교정을 위한 기준 스펙트로미터 MCPD9800과 ±0.1mm 편평도를 가지는 3600×1500×800mm<sup>3</sup>의 광학테이블을 보유하고 있습니다. 또한 ZEMAX와 ASAP 등의 광학 소프트웨어를 통한 수치모사 활용 시스템을 구축하고 있습니다. 기 구축된 실험실과 실험 장비들을 이용하여 ASD FieldSpec3(350~2500nm) 현장관측 장비의 광특성조사를 수행하였으며, 이를 통하여 보다 정확한 위성데이터 검증이 이뤄질 것으로 기대됩니다. 그리고 이와 같은 장비의 특성조사는 추후 협력기관에서 사용하고 있는 장비들에도 충분히 활용가능 할 것으로 보이며, 상대적 검보정 측면에서 다양한 학술적 업적을 창출할 것으로 예상됩니다.

**[P-15] NASA 로켓을 이용한 적외선 우주배경복사 관측실험 (CIBER II)**

이대희<sup>1</sup>, 문봉곤<sup>1</sup>, 박영식<sup>1</sup>, 박귀종<sup>1</sup>, 표정현<sup>1</sup>, 정웅섭<sup>1</sup>, 남욱원<sup>1</sup>, 표정현<sup>1</sup>, 이덕행<sup>1</sup>, 한원용<sup>1</sup>, 박원기<sup>1</sup>, 김민규<sup>1,2</sup>, 김건희<sup>3</sup>, Jamie Bock<sup>4</sup>, Michael Zemcov<sup>4</sup>, Shuji Matsuura<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>서울대학교, <sup>3</sup>한국기초과학지원연구원, <sup>4</sup>Caltech/JPL, <sup>5</sup>ISAS

적외선 우주배경복사 관측실험 (Cosmic Infrared Background Experiment, CIBER) II는 2009년 2월, 2010년 7월, 2012년 3

월, 총 3차례 화이트샌드 미사일기지에서 NASA 사운드 로켓에 탑재, 발사된 CIBER I의 후속 프로젝트이다. CIBER II는 30cm의 주경과 부경으로 구성된 광학계를 3 대의 Imager가 beam splitter를 이용하여 관측하게 구성되어 있다. CIBER II는 NASA에서 공식적으로 승인되었으며, 한국천문연구원과 한국기초과학지원연구원이 미국 NASA/JPL, Caltech 및 일본 ISAS와 국제 공동으로 개발하고 있다.

**[P-16] Current status of optical alignment for IGRINS**

Jeong-Yeol Han<sup>1</sup>, Kyung-Yeon Ko<sup>1</sup>, Heeyoung Oh<sup>1</sup>, Jakyung Nah<sup>1</sup>, Chan Park<sup>1</sup>, In-Soo Yuk<sup>1,2</sup>, Moo-Young Chun<sup>1</sup> and Daniel T. Jaffe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea  
<sup>2</sup>University of Texas at Austin, U.S.A.

IGRINS (Immersion GRating INfrared Spectrometer) includes Input Relay Optics, Slit-Viewing Optics, and H-, and K-camera as independent optical system. We will try to get an interferometric measurement data for those system and then assemble it on optical bench of IGRINS dewar box. In this presentation, we present current progress to assemble and align of IGRINS optical system.

**■ 궤도 ■**

**[P-17] 아리랑 2호의 정밀궤도와 JSpOC CSM 궤도를 이용한 충돌분석 결과 비교**

최수진, 정옥철, 정대원, 김은규, 김학정  
 한국항공우주연구원

아리랑 2호는 항우(연)에서 운영 중인 지구관측 저궤도 위성으로 고도 685km, 경사각 98도에서 궤도운동을 하고 있으며, Multi-Spectral Camera를 이용하여 지구를 관측하는 임무를 수행하고 있다. 최근에는 우주공간상에 존재하는 수많은 우주파편으로 인하여 아리랑 2호와 충돌 가능성이 존재함에 따라 항우(연)에서는 이런 우주파편과 운영위성과의 충돌분석을 수행하기 위하여 '충돌분석 자동화 시스템'을 개발, 매일 우주파편과의 충돌분석을 수행하고 있다. 아리랑 2호에는 GPS 수신기가 탑재되어 있어 GPS 항행해를 사용할 수 있으며, 위성의 궤도결정을 수행하기 위해 일괄처리 최소자승 추정기법을 이용한다. JSpOC에서는 자체적인 관측장비를 이용하여 우주공간상에 존재하는 우주물체를 추적하고, 추적 데이터를 바탕으로 위성의 궤도를 결정하며, 결정된 궤도를 이용하여 전 세계의 모든 운영위성과 우주물체와의 충돌 가능성을 분석할 뿐만 아니라, 충돌 가능성이 높을 경우 위성의 사용자/운영자에게 공지해주고 CSM(Conjunction Summary Message)을 이용하여 위성 및 우주파편의 궤도 및 공분산 정보를 알려주고 있다. 본 논문에서는 기준(reference) 궤도데이터로 사용하고 있는 아리랑 2호 정밀궤도 및 이를 이용한 충돌분석 결과의 유효성을 검증하기 위해 CSM 궤도 및 CSM 궤도를 이용한 충돌분석 결과를 비교함으로써 아리랑 2호 정밀궤도의 객관성을 검증하고 CSM 궤도의 활용 가능성을 기술한다.

■ 발사체 ■

**[P-18] 로켓 연소 후류 유동해석을 위한 단일화학종 비반응 모델의 소개**

강선일, 남중원, 황도근  
한국항공우주연구원

우주로 보내기 위해서 발사체는 매우 높은 추력의 추진기관을 필요로 한다. KSLV-1과 같은 발사체의 경우 케로신과 액체산소를 추진제로 하는 액체 로켓 엔진을 추진기관으로 사용하는데, 이러한 액체 로켓 엔진 연소 시 고온, 고속의 플룸(Plume)이 발생하여 발사체 자체 및 발사대 시설에 영향을 주게 된다. 플룸은 초음속 유동이 가지는 충격파를 포함하는 복잡한 유동 특성을 가지고 있으며, 높은 온도로 인해 구성 물질의 해리와 재결합을 통해 화학 조성의 변화를 가져온다. 또한 플룸의 물성은 온도, 압력 및 화학 조성의 함수이기 때문에 화학 조성의 변화를 고려하여야 정확한 물성을 예측할 수 있다. 일반적으로 유동의 화학조성 변화를 고려하는 방법으로 화학적 최종상태를 고려하는 화학 평형해석, 반응속도를 고려하는 비평형 해석 등이 있다. 근래에 발달된 컴퓨터와 다양한 계산 코드의 사용 등을 통해 화학 조성 변화를 고려한 플룸 해석 연구가 제시되고 있다. 하지만 화학조성변화를 고려하는 플룸 해석은 매우 높은 계산 능력과 계산 시간을 요구하고 있는 것도 사실이다. 실제적인 엔지니어링 문제에서는 현상을 되도록 정확히 모사하면서 가능한 적은 자원을 소모하는 방안을 찾아야 하므로 과도한 계산능력 및 계산시간의 소모는 비효율적이 될 수 있다. 특히 유동이 복잡하고 플룸 내부에 구조물이 존재하거나 또는 냉각수 투입과 같은 추가적인 물성 변화를 동반하는 유동의 경우 현재 기술로도 매우 긴 계산시간이 필요하다. 이에 대한 해결책의 하나로 본 발표에서는 동결 유동해석을 기반으로 비열비가 온도의 함수인 특징을 갖는 단일화학종 비반응 플룸 모델을 소개하고자 한다. 단일화학종 비반응 플룸 모델은 발사대 화염유도로 내부 유동해석 및 엔진 저부 유동해석 등을 위해 고안된 모델로서, 노즐 출구에서 재 연소 영역까지의 플룸은 화학 조성에 별다른 차이가 없다는 연구 결과에 착안하였다. 단일화학종 비반응 플룸 모델의 특징은 일반적인 동결 유동 해석의 단점인 노즐에서 팽창을 통한 에너지 회복을 고려하지 못하기 때문에 노즐 출구 온도가 낮게 예측되는 것을 비열비를 CEA 해석을 통해 유추한 온도의 함수로 정의함으로써 실제와 유사한 노즐 출구 온도를 예측할 수 있다는 것이다. 본 발표에서 소개하는 사례에서 노즐 출구에서 재연소 영역 전까지의 특정 유동 조건에서는 실제 현상을 잘 모사하고 있으며 화학반응을 고려하는 해석에 비해 상대적으로 적은 시간과 계산자원이 필요함을 확인할 수 있다.

**[P-19] 축소형 탱크를 이용한 추진제 공급시스템 설계 검증 시험 계획**

김용욱, 이정호, 정영석, 김상현, 조상연, 오승협  
한국항공우주연구원

우주발사체의 성공적 개발을 위해서는 각 개발 단계에서 여러 가지 검증시험을 수행하게 된다. 본 논문에서는 한국형발사체 개발을 위해 추진 중인 축소형 모델을 이용한 추진기관 공급시스템 검증시험에 대해 기술하였다. 추진제 공급시스템 설계를 검증하기 위해 디퓨저, 배플, 와류방지장치 등을 갖춘 축소형 1단 산

화제 탱크를 이용하여 극저온 유체 충전, 배출 및 가압 시험을 수행하게 된다. 이러한 시험을 통해 탱크에 장착된 구성품의 성능을 검증하고, 가압가스 소모량, 극저온 유체 기화량, 온도 승충화를 확인한다. 최종적으로 시스템 설계를 위해 구성된 동특성 모델의 유효성을 검증하고 추진제 공급시스템 설계에 대한 적정성을 판단하여 설계를 수정 보완한다. 검증 시험을 위해 가압가스/극저온유체 공급 장치, 제어/계측 장치, 축소형 산화제 탱크, 열교환기 등이 필요하며, 항공우주연구원 내부에 구축 예정인 추진 공급계 시험설비에서 시험을 수행할 예정이다.

**[P-20] 우주발사체용 발사대 질소공급시스템**

김용욱, 이정호, 강선일, 조기주, 오승협  
한국항공우주연구원

우주발사체의 발사 준비를 위해서는 발사체 구성품들의 퍼지, 기밀 점검 및 온도 탭재용 질소 탱크 충전 작업이 필요하며 이를 위한 고압의 질소 가스를 생성/보관/공급해야 한다, 또한 발사체의 설계 요구조건에 따라 연료 및 산화제의 발사체 충전시 온도 제어가 필요할 수 있는데, 극저온 상태인 액체 질소를 활용하여 추진제의 온도 제어를 수행하게 된다. 그리고 1단 엔진 점화시 발생할 수 있는 화재/폭발 가능성을 감소하기 위해 엔진 주위 공간을 질소 분위기로 형성시켜야 하는데, 이를 위한 다량의 질소가스를 엔진 점화 시에 공급하여야 한다. 본 논문에서는 KSLV-1 개발 경험을 기반으로 하는 발사대 질소 공급 시스템 개발 계획을 정리하였다. 시스템은 액체 질소를 저장하는 진공 단열 저장 탱크, 고압 질소 가스 생성 시스템, 추진제 온도 제어 시스템 및 발사체 엔진 공간 퍼지용 가스 공급 시스템으로 구성된다.

**[P-21] 한국형발사체개발사업 1차년도 사업관리시스템 (EVMS) 구축**

서건수<sup>1</sup>, 최영인<sup>1</sup>, 홍일희<sup>1</sup>,유호섭<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>틀레미시스템(주)

한국형발사체개발사업은 이전의 국내 발사체개발에 비하여 많은 비용과 시간이 소요되는 거대한 국가 프로젝트이다. 이러한 대형 프로젝트를 효율적으로 관리하기 위해서는 여러 가지 시스템엔지니어링 툴들의 적용 및 도입이 필요하며, 특히 일정에 따른 비용을 효과적으로 관리하는 사업관리시스템인 EVMS(Earned Value Management System)의 도입 및 구축이 시급하게 요구되는 상황이었다. 이러한 요구(Needs)를 반영하여 한국형발사체개발사업 1차년도에서는 일정에 따른 비용을 관리하는 EVMS를 도입하였다. 한국형발사체개발사업에 맞는 EVMS를 구축하기 위하여 WBS를 바탕으로 통제계정, 작업패키지, Activity를 만든 뒤, 계획예산, 목표성과, 실비용 및 성과(Earned Value) 등의 입력을 마치면, Briefing 기능을 통하여 일정에 따른 계획 대비 실제 집행비용을 바탕으로 현재의 진행 상황을 실시간으로 모니터링할 수 있도록 구성하였다. 또한 1차년도는 EVMS 구축을 위한 충분한 시간적 여유가 없었던 관계로, 한국형발사체사업단에 맞는 커스터마이징된 EVMS를 구축하는 대신, 틀레미시스템(주)에서 개발한 Krystal-D 시스템을 최적화 없이 그대로 적용하여 시스템을 구축하였으며, 한국형발사체개발사업 2차년도에서는 여러 가지 현실적인 제약조건들로 인해 1차년도에 수행하지 못한 최적화 작업을 통해 한층 업그레이드된 EVMS를 구축할 예

### [P-22] 발사체 추진기관 시험설비 구축을 위한 축소형 시험 해외사례 조사

이정호, 김상현, 조기주, 김용욱, 오승협

한국항공우주연구원

NASA는 새로운 탐사 프로그램 수행을 위해 Ares 발사체를 개발하고 있으며, 이 발사체의 상단에 적용되는 J-2X엔진의 고공시험을 위해 L자형 디퓨저를 갖춘 대형 A3 시험 스탠드를 구축 중에 있다. NASA는 상당한 기술을 보유하고 있음에도 불구하고 스탠드 설계 단계에서 진공챔버 설계업의 적정성, 디퓨저 벽면에서의 열전달, 디퓨저 곡면에서의 압력 손실 등에 관한 분야에서 실험적인 자료 확보가 필요함을 인식하게 된다. 이러한 설계 쟁점들과 관련된 자료를 확보하기 위해 축소형 엔진과 디퓨저를 이용한 시험 프로젝트를 수행하였다. 본 조사에서는 NASA가 수행한 축소형 디퓨저 시험 프로젝트의 목적, 시험계획, 시험장치 및 방법 등을 소개하고자 한다. 이러한 내용들은 한국형발사체 개발을 위해 현재 추진중인 다수의 추진기관 시험설비 구축에 참고할 수 있을 것이다.

### [P-23] Technical Requirements of SPMT(Self Propelled Modular Transporter) in KSLV-II Program

Chang-Bae Lee, Eui-Seung Chung

Korea Aerospace Research Institute

The Self Propelled Modular Transporter(SPMT) is a special platform vehicle with a large array of wheels on the bottom which was used for transporting massive objects such as bridge, large building section and launch vehicle. In KSLV-II launch vehicle program, It will be used for not only the transportation-means of LV(Launch Vehicle) from ATB (Assembly & Test Building) to LC(Launch Complex) but also LV launcher deice at LP(Launch Pad) area. Due to the multi-role of SPMT in Launch vehicle project, Technical requirements are very complicated. To acquire suitable SPMT for KSLV-II program, technical requirements are investigated.

### [P-24] 한국형발사체 추진기관 시스템 모델 조립 프로세스 개념

이한주, 오승협

한국항공우주연구원

일반적으로 발사체를 구성하는 추진기관 시스템의 최종 인증은 추진기관 시스템을 구성하는 모든 비행용 하드웨어로 구성된 모델에 대한 연소 시험을 통해 이루어진다. 대형 추진기관 시스템을 구성하고 조립하기 위해서는 구조물의 설치 자세, 이송 방안, 그리고 대형 구조물 간의 조립 방법 등에 대한 프로세스를 결정해야 하며, 결정된 프로세스를 구현하기 위해 어떠한 조립 치공구가 필요한 지가 결정된다. 또한 조립 프로세스에 대한 선행 연구를 통해 추진기관 시스템 모델 및 구성품에 대한 배치 방안도 보완될 수 있다. 본 자료에서는 한국형발사체의 추진기관 시스템

인증을 위한 모델인 추진기관 시스템 모델에 대한 조립 프로세스 개념에 대해 다룬다.

### [P-25] 한국형발사체 1단 클러스터드 엔진 배치

이한주, 오승협

한국항공우주연구원

발사체에서 요구되는 고추력을 생성하기 위해서는 고추력 엔진 1기 혹은 낮은 추력의 엔진 여러 기를 클러스터링하는 방법을 사용한다. 각각의 장단점이 있지만, 발사체를 구성하는 시점에서 가용한 엔진 혹은 개발 가능한 엔진을 사용하여 요구 추력을 생성하게 된다. 한국형발사체의 1단 추진기관 시스템에 요구되는 추력은 300톤급으로 단일 엔진 시스템으로 구성하기에는 현 수준에선 무리가 있다고 판단되어 75톤급 액체 엔진 4기를 클러스터링하여 구성한다. 본 자료에서는 한국형발사체의 1단 클러스터드 엔진 배치에 대한 개념에 대해 다룬다.

### [P-26] 발사체 설계시 주요파라미터(추진)가 위성투입 능력에 미치는 영향에 대한 검토

임석희, 오승협

한국항공우주연구원

실제 구현가능한 발사체는 여러 설계변수의 조합으로 구성되며, 주어진 위치에서 정해진 최종운동변수를 가질 때, 정해진 비행특성을 만족시키게 된다. 이때 대다수의 많은 변수들은 몇 가지 주요변수에 크게 의존하며, 이들 주요설계파라미터를 중심으로 발사체 성능을 최적화 시키는 것이 유리하다. 본 논문에서는 발사체설계프로그램을 사용하여, 발사체의 성능을 향상시킴에 있어 추진기관 파라미터(비추력)가 위성투입능력에 미치는 영향을 살펴본다. 이를 위해 동일한 비행조건 하에서 KSLV-I의 1단과 동일한 성능을 가지고, 상단은 상대적으로 비추력이 높은 엔진을 적용한 경우에 대해 그 결과를 비교하였다.

### [P-27] 발사체용 수동 체결장치 요구조건 분석

정동호, 오승협

한국항공우주연구원

발사체는 고체든 액체든 지상과 인터페이스가 필요하다. 고체의 경우 지상과의 인터페이스가 접화와 관련된 전기 케이블로 비교적 단순한 반면 액체의 경우 지상과 발사체의 인터페이스는 훨씬 더 복잡해진다. 예로 발사대에서는 추진체와 작동 유체를 충전 배출해야 하고, 조립동에서는 발사체의 점검에도 사용되기 때문이다. 본 논문에서 다루는 수동체결장치는 발사체와 지상의 인터페이스를 가능하게 하는 엄비리칼을 말하는데, 그 중에서도 조립동에서 사용하는 것을 의미한다. 수동체결장치는 기계적으로 발사체와 연결되는 커플링 부와 각종 가스를 발사체로 공급하는 서비스라인으로 구성된다. 조립동에서 발사체의 점검 및 시험 시 발사체와 서비스라인을 물리적으로 연결하기위한 커플링 메카니즘이 필요하고, 이 메카니즘은 발사체와 연결될 때 잘 연결 되도록 하기위한 작동 여유를 가지며, 발사체와 연결을 위해 이동도 가능해야 한다. 서비스라인을 커플링 메카니즘에 배치하고, 그 라인들을 관리하는 것도 매우 중요하다.

### [P-28] 발사체 극저온 탱크 내부 열 및 물질 전달

**과정을 모사하기 위한 동특성 모델 개발**

정영석, 조규식, 오승협  
한국항공우주연구원

추진기관 개발에 있어 추진제 탑재량 및 가압 가스 소모량, 불용 추진제량 산정은 시스템 전체 중량 결정에 가장 중요한 설계 과정 중 하나이다. 설계시 실제 현상을 정확히 예측할 수 있다면 탑재 위성 중량을 극대화할 수 있다. 또한 시험을 통해 수정, 보완과정을 줄이게 됨으로 추진기관 개발 비용을 줄일 수 있다. 정확한 탑재량 산정을 초기에 하기 위해서는 극저온 추진제 탱크 내부 열 및 물질 전달 과정에 대한 정확한 예측이 가능한 모델 수립이 필수적이다. 본 논문에서는 기 발표된 논문, 관련 서적, 시험 데이터를 이용하여 개발한 동특성 모델을 제시하였다. 동특성 모델은 지상 대기시 외부 열유입과 비행시 공력가열에 의한 극저온 유체의 온도 상승화 및 기화, 내부 가압가스와 추진제간 열전달에 의한 열전달 및 극저온 추진제의 기화, 열리지 공간의 온도, 압력 변화를 예측할 수 있다. 본 모델을 통해 예측된 한국형 발사체 1단의 주요 데이터를 논문에 제시하였다. 개발된 모델은 축소형 탱크 시험을 통해 검증할 계획이다.

**[P-29] 발사체 엔진의 정상작동을 위해 추진제 탱크 내 사용되지 않는 잔류 연료량 계산 방법**

조규식, V. Bershadskiy, 정영석, 임석희, 오승협  
한국항공우주연구원

발사체 추진제 탱크 내 흡입부의 형태와 유동현상을 고려하고, 열유입과, 발사체의 진동 등에 의한 유체표면의 파동현상 등을 고려하여 추진제가 소진되는 마지막 단계에서 엔진의 터보펌프로 캐비테이션을 유발할 수 있는 추진제가 유입되지 않는 최소 잔류연료량을 계산하는 방법을 제시하였다. 본 연구를 통하여 추진제 탱크 내부장치, 흡입부 및 공급배관의 형상을 최적화하여 유동을 안정화 시키고 탱크 내 유체 안정화 장치들을 설치함으로써 추진제의 섭동을 최소화 시키고, 또한 열유입을 최소화 할 수 있는 방안 들을 개념설계 단계에서부터 강구해야함을 강조하고자 하였다.

**[P-30] 액체로켓엔진의 비추력 해석 프로그램 검증**

조원국, 박순영, 김철웅  
한국항공우주연구원 한국형발사체개발사업단 엔진팀

액체로켓엔진의 비추력을 예측하였다. 이를 위하여 로켓엔진의 주요 서브시스템인 연소기, 터보펌프, 가스발생기의 성능모델을 개발하였다. 연소기는 연소시험에 기반한 효율모델을 사용하며 이론 성능은 평형상태의 화학반응 예측을 통해서 구하였다. 터보펌프의 성능은 측정결과가 없을 경우 공개된 성능모델을 사용하며 실험결과가 가용할 경우 성능모델값을 대체하였다. 가스발생기는 실험결과를 이용한 모델을 사용하였다. 본 해석 방법을 이용한 MC-1엔진에 대한 비추력 예측값은 문헌과 비교하여 1% 이내의 오차를 보였다. O'Brien과 Ewen의 연구와 비교하여 최적 조건에서의 비추력을 1% 이내 범위에서 예측함을 확인하였다. 본 해석 방법을 이용하여 30톤급 액체로켓엔진의 비추력을 예측한 결과 기존 로켓엔진의 추력-추진제유량의 함수관계와 일치하는 결과를 보임으로써 예측한 비추력 성능이 타당함을 확인하였다.

**[P-31] 한국형 발사체 시스템의 발사체/발사대 및 발사체/Umbilical 지상 인터페이스 연구 개발을 위한 조사 분석과 고려 사항 연구**

조철훈, 이창배, 원유진, 이영호, 정의승  
한국항공우주연구원

KSLV-II 한국형 발사체는 이전의 KSLV-I 발사체에 비해 더욱 큰 규모와 각 단의 액체 로켓 추진부 등 복잡한 구성을 가지고 있다. 따라서 발사체와 발사대(발사패드 및 관련 시설) 인터페이스와 발사체와 지상을 연결하는 엄버리컬 등의 지상 인터페이스의 구성이 복잡해지므로 이에 대한 기초적인 연구가 발사체 시스템의 연구 개발 초기부터 수행되어야 한다. 발사체-지상 인터페이스는 발사체 내부의 구성과 우주센터 발사장의 시설과 운용에 모두 영향을 미치므로 여러 측면에서 검토되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 기초 연구를 위하여 여러 발사체-지상 인터페이스 개발 및 구현 사례들에 대한 조사 분석을 수행하고 KSLV-II 발사체 시스템에서 지상 인터페이스 개발에 참조할 수 있는 특성과 고려 사항을 연구하였다. 제시된 고려 사항들은 발사체 시스템의 개발 과정에서 발사체-지상 인터페이스 시스템 및 구성품의 요구조건 검토에서 사용될 수 있다.

**[P-32] NASA LL (Lessons Learned) Process 및 나로호 LL 관리 사례 소개**

최상현, 윤원주, 정의승  
한국항공우주연구원

프로젝트 수행을 통해 습득한 경험을 공유하는 것은 시행착오와 잠재적 위험을 줄이는 데 도움이 될 수 있으므로 LL (Lessons Learned) 관리 활동이 필요하다. NASA에서는 전산 LLIS (Lessons Learned Information System)를 통하여 수시로 LL을 접수/검토/승인하고 검색 가능한 시스템을 갖추고 있다. NASA의 LL 양식을 참고하여 나로호 LL 양식을 작성 후 일부 팀에 배포하였으며, 그 후 LLC (Lessons Learned Committee)를 구성하여 접수된 LL을 검토 및 승인하였다. 본 논문에서는 NASA의 LL 프로세스와 나로호 LL 관리 사례를 소개하였다. 정리된 나로호 LL은 나로호 3차 발사 및 한국형발사체 개발 사업의 성공적인 수행을 위해 참고 될 수 있을 것이다.

■ 우주측지 ■

**[P-33] Some Theoretical Consideration in Body Tide Calculation**

Sung-Ho Na, Jeongho Baek, Sung-Moon Yoo, Byungkyu Choi, Younghee Kwak, Jungho Cho, and Jong-Uk Park

*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*

The largest terms in the solid Earth body tide calculation are second degree spherical harmonic components due to the moon or the sun, and they compose about 98 percent of total contribution. Each degree harmonics of the tidal perturbation should be evaluated through multiplication with distinct Love numbers or their combinations. Correct evaluation of these terms in gravity tide is considered with

re-calculated Love numbers. Frequency dependence of Love numbers for spherical harmonic tide upon the order number is discussed. Tidal displacement and tidally induced deviation of the vertical are also evaluated. Essential concepts underlying the body tide calculation are briefly summarized.

## ■ 탑재체 ■

### [P-34] De-polarization method of space optical spectrometer for environment monitoring sensor

Seonghui Kim, Jeoung-Heum Yeon, Dai-Ho Ko, Deogyu Lee and Seunghoon Lee

*Payload Optics Team, Space Payload Division, Korea Aerospace Research Institute*

Most of reflected or scattered lights from earth are partly or fully polarized in nature by solar irradiance. The instrument to measure radiometric and spectrometric feature gives wrong value by the polarization effect. To minimize this effect, the instrument should be designed to have low sensitivity of polarized light or added the compensation device. To measurement high-resolution spectrum like the environment monitoring sensor, the polarization effect of instrument itself cannot be remove completely due to the dispersion device like a grating so that the compensation device is necessarily. A depolarizer has this role to converts an arbitrary incident polarization state into a collection of states spatially, spectrally or temporally random polarization states. This paper introduce some de-polarization method using a pseudo-depolarizer which can be applicable for the environment monitoring sensor.

### [P-35] GOES/MTG 차세대 기상탑재체 규격 분석

명환춘, 용상순  
한국항공우주연구원

본문에서는 현재 천리안 위성에서 운용되고 있는 MI 기상탑재체의 기능과 성능을 기반으로 미국과 유럽에서 개발되고 있는 차세대 정지궤도 기상탑재체의 규격들을 소개한다. 미국에서는 현재 GOES-R 위성에 탑재하기 위하여 ABI(Advanced Baseline Imager)라는 차세대 기상탑재체를 개발하였으며, 유럽에서는 MSG 위성의 SEVIRI를 대신하여 MTG 위성에 FCI(Flexible Combined Imager)라는 차세대 기상탑재체를 탑재하기 위하여 개발중에 있다. 현재 운용되고 있는 MI 기상탑재체와는 달리 차세대 기상탑재체인 ABI와 FCI는 채널 수와 관측 소요 시간 등의 여러 가지 규격에서 월등히 개선된 특징을 보여주고 있으며, 이러한 특징은 향후 기상예보에서의 정확성을 향상시키는데 기여할 것으로 예상된다. 본 논문에서는 기존의 MI 기상탑재체와 ABI/FCI 기상탑재체의 성능과 기능을 비교함으로써, 차세대 기상탑재체에 대한 이해를 높이고자 한다.

### [P-36] 온도 변화에 따른 영상센서 노이즈 특성 분석

박종억, 공종필, 허행팔, 김영선, 용상순  
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성탑재체실  
탑재체전자팀

본 논문에서는 영상정보 획득을 목적으로 하는 카메라의 핵심 부품인 영상센서의 온도 영향에 따른 노이즈 특성을 동작 시간이 늘어남에 따라 증가하는 온도별로 분석하였다. 전자광학영상 시스템의 경우, 획득 영상은 획득 과정에서 영상센서 및 센서제어로직, 카메라 제어시스템 및 인접한 외부 환경 등 다양한 종류의 외부 노이즈에 노출된다. 정밀한 고해상도의 영상 획득을 위해서는 이러한 다양한 외부 노이즈 성분에 대한 충분한 검토 및 분석을 통해 영상 품질의 향상 및 노이즈 성분의 영향을 최소화할 필요가 있다. 영상센서는 다양한 조건에서 이미지 정보 획득 작업을 수행하며, 동작시 온도 환경 또한 영상 획득에 큰 영향을 미치는 노이즈에 하나일 수 있다. 외부 및 영상센서 자체의 온도 변화에 따라 획득 영상에 미치는 노이즈 영향분석을 통해 영상센서 자체의 특성을 파악하고, 이러한 노이즈에 의해 영상에 미치는 영향을 분석할 수 있으며, 카메라 전자부의 열 설계 과정에서 이를 반영하여 온도에 의한 노이즈 성분을 최소화 할 수 있다. 이 논문에서 언급한 온도 변화에 따른 영상센서의 노이즈에 관한 분석결과는 향후 전자광학 영상시스템의 획득 이미지 품질 향상을 위한 영상데이터 보정작업에도 효율적으로 사용할 수 있다.

### [P-37] 다목적 탑재카메라 센서제어로직 상세 설계분석

박종억, 공종필, 허행팔, 김영선, 용상순  
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성탑재체실  
탑재체전자팀

본 논문에서는 다양한 본체에 탑재 가능한 다목적 탑재용 카메라 센서제어로직의 상세 설계에 대해 기술하였다. 다양한 우주관측 및 행성 탐사, 지상관측 등의 목적으로 탐사선 및 항공기에 장착 가능하도록 선행개발 중인 탑재용 카메라의 핵심기능인 영상 획득 기능을 담당하는 영상센서의 동작과 관련된 센서제어로직의 설계는 전체 전자광학탑재카메라 개발에 중요 부분이다. 탑재용 카메라의 센서제어로직 설계는 운용의 용이성 및 저전력을 목적으로 CMOS센서가 사용되어 필요한 영상을 획득하며, 다양한 임무수행 및 요구조건 충족을 위해 다기능의 성능을 지향한다. 탑재카메라의 특성을 반영하여 운영 및 임무 수행능력의 신뢰성을 높이고, 효과적인 영상정보 획득을 위해 1차원 및 2차원의 영상 획득 기능을 구현하며, 우주 및 행성탐사 목적을 반영한 다목적 탑재를 위해 저전력, 경량화 설계를 반영하였고, 효율적인 획득 영상정보 전송을 위해 위성용 카메라의 영상정보 압축, 전송기술을 반영하여 설계하였다. 본 논문에서 제시된 센서제어로직 상세 설계 방안은 다기능 탑재카메라의 센서제어로직 설계 및 구현을 통해 검증될 예정이며, 향후 진행될 다른 소형 다기능 전자광학탑재체의 고정밀 영상 획득 시스템 개발에 효율적으로 사용될 수 있다.

### [P-38] 대구경 광학계 카메라 진동시험용 어댑터 설계

연정흙, 이응식, 장수영, 이덕규  
한국항공우주연구원 탑재체광학팀

광학 카메라는 발사 중에 발생하는 하중에 대하여 구조적 결합 및 파단이 발생하지 말아야 할 뿐 아니라, 광학부품들의 정렬상태 및 광학성능에 대해서도 변화가 없어야 한다. 이러한 이유로 우주용 광학 카메라는 조립, 정렬 후에 진동시험을 수행하게 된다. 진동시험에는 발사체로부터 가진되어 카메라로 전달되는 저주파 진동에 대한 사인 진동시험과, 음향하중으로부터 가진되어 전달되는 랜덤 진동시험을 수행하게 된다. 진동시험을 위해서는 진동시험 가진기와 광학 카메라를 연결하는 어댑터가 필요하게 된다. Korsch 형태의 대구경 광학계 카메라의 경우는 주반사경 뒤쪽으로 광학부품이 배치되어 있다. 광구조적으로 카메라와 위성체의 접속 플렉서는 무게중심이 위치한 주반사경 부분에 있게 되기 때문에 어댑터는 주반사경 뒷부분과 간섭이 없는 형태가 되어야 한다. 이러한 형태에서는 어댑터 자체의 강성이 커지는데 한계가 있기 때문에 카메라와의 연성해석을 통한 강성조건을 수립해야 한다. 본 연구에서는 위와같은 관점을 고려한 대구경 광학계 카메라 진동시험용 어댑터 설계에 대해 기술한다. 카메라의 접속조건과 여러 가지 설계안에 대한 교차분석 및 결과를 기술한다.

**[P-39] 정지궤도와 극궤도 해양 관측 위성의 광학적 신호대 잡음비 성능 비교**

오은송<sup>1,2,3</sup>, 안기범<sup>1</sup>, 조성익<sup>1,2,3</sup>, 박영제<sup>1</sup>, 유주형<sup>1</sup>, 김석환<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>한국해양연구원 해양위성센터, <sup>2</sup>연세대학교 천문우주학과 우주광학연구소, <sup>3</sup>연세대학교 우주과학연구소, <sup>4</sup>삼성탈레스 영상 센서그룹

NASA에서 개발되어 1999년부터 운영되어 온 Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 는 전지구 환경 및 기후변화를 연구하기 위해서 705km 상공에서 태양동기궤도 (Sun-synchronous orbit) 를 돌며 관측을 수행하고 있다. MODIS는 0.405 $\mu$ m ~ 14.385 $\mu$ m 까지 36개의 밴드와 1km, 500m, 250m 해상도를 가지고 있다. 이에 반하여, 2010년 6월에 성공적으로 발사된 세계 최초의 정지궤도해양위성 (GOCI)은 0.412 $\mu$ m ~ 0.865 $\mu$ m 까지 8개의 밴드로 구성되어 있으며 500m 해상도로 매일 8번 한반도 주변 동북아시아 해역을 관측하고 있다. 본 연구에서는 두 위성의 가장 큰 차이점인 궤도에 따른 광학적 성능을 비교하고자 2011년 4월 5일 한반도 영역의 영상을 기준으로 SNR성능을 비교하였다. MODIS 영상은 Terra 위성 영상으로 UTC-02시 16분의 500m 해상도 영상을 사용하였으며, 비교한 가시채널에서의 밴드 영역은 0.469 $\mu$ m과 0.555 $\mu$ m 영역이다. 극궤도 위성은 저궤도를 돌며 전지구를 관측한다는 넓은 관측영역이 장점인 반면에 정지궤도위성의 장점은 국부지역의 노출 시간을 극대화함으로써 높은 SNR 값을 도출할 수 있었고, 시간해상도의 측면에서 효율성이 높고, 동일 해상도에 비해 그 광학적 성능이 크게 뒤떨어지지 않음을 확인할 수 있었다.

**[P-40] 고해상도 위성영상의 복사품질유지를 위한 경험적 복사검보정 연구**

진정길, 이선구  
한국항공우주연구원

본 연구는 고해상도 KOMPSAT-2 영상의 복사품질유지를 위해 검증된 IKONOS 영상을 참조하여 경험적 복사보정을 수행하였

다. 일반적으로 보정할 영상과 참조할 영상은 촬영 시간차로 인해 Sun Zenith와 Atmosphere 변화를 고려해야 할 필요가 있다. 이를 위해 두 위성의 촬영 지역과 시기가 거의 일치하는 영상을 선정하여 대기로 인한 오차를 제거하였고 Pseudo Invariant Feature 기법을 활용하여 동일한 위치의 평탄한 지형피복에서 Digital Number를 수집하였다. 수집된 DN으로 Pearson 상관분석을 실시한 결과 모든 대역에서  $R^2 > 0.9$  으로 나타나 충분한 상관관계를 가지는 것으로 판단되며 Radiance로 변환한 IKONOS의 영상을 참조하여 선형회귀를 통해 KOMPSAT-2의 Radiance 영상을 제작할 수 있었다. 이러한 방법은 특성이 유사한 광학위성센서를 효율적으로 복사보정하고 현장 관측을 통한 복사보정과 병행하여 정확도 향상에 기여할 것이다.

**[P-41] 국제우주정거장용 방사선 측정 장비 개발**

남욱원<sup>1</sup>, 이재진<sup>1</sup>, 박귀종<sup>1</sup>, 표정현<sup>1</sup>, 김성환<sup>2</sup>, 이대희<sup>1</sup>, 문명국<sup>3</sup>, 임종휘<sup>3</sup>, 김현옥<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>청주대학교, <sup>3</sup>한국원자력연구원

우주 공간에서 활동하는 우주정거장에서 우주인이 사용할 수 있는 우주정거장용 방사선 측정장비 개발이 진행되고 있다. 우주공간에서는 주로 양성자의 영향을 받으며, 에너지가 높은 하전입자의 특성상 인체와 상호작용할 경우 인체의 DNA 사슬이 끊길 수 있는 생체적인 영향을 받는다. 따라서 우주인의 우주방사선 피폭량을 측정하고 모니터링하고 있는 측정장치로써 구형 피부등가 비례계수기(Spherical tissue equivalent proportional counter)가 많이 사용하고 있다. 이 연구에서는, 개발 중인 구형 피부등가계수기 프로토타입의 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 검교정에 사용할 수 있는 에너지에 따른 반응 곡선을 구하였으며, 구형 검출기 구조에서 안정된 신호증폭을 얻기 위해 전기장 해석을 구하였다. 이러한 결과를 통해 보다 안정되고 균일한 개스 증폭을 구할 수 있는 구형피부등가비례계수관의 구조설계에 대해 논의하였다.

**[P-42] 나로 과학위성 3호의 Langmuir Probe 개발**

이준천<sup>1</sup>, 함종욱<sup>1</sup>, 홍슬기<sup>1</sup>, 민경욱<sup>1</sup>, 김희준<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술원 물리학과 우주과학실험실

<sup>2</sup>Terawave

Langmuir Probe(LP)는 800Km부근의 이온층의 열전자 특성을 관측하기 위해 제작되는 탑재체로서 과학위성 2호의 탑재체인 Spacecraft Charging Measurement (SCM) 을 기반으로 하여 제작이 되었으며, interface 와 구조 등 여러 부분에서 SCM과 다른 특징을 가지는 payload 가 나로 과학위성 3호에 탑재가 될 예정이다. 측정하고자 하는 물리량은 전자 온도, 에너지 분포함수, 위성의 부동전위이며, 측정 범위는 전자 온도는 0.05~5eV, 전자 밀도는 103~106/cm<sup>3</sup>, 부동 전위는 최대 50V까지 측정할 수 있도록 설계되어 있다. LP 는 여러 가지 측정 모드들을 이용하여 측정을 하도록 설계 되어 있으며, I-V 곡선을 이용한 전자의 온도 및 밀도를 구하는 모드, 전자 에너지 분포함수를 구하는 모드가 있다. LP의 probe는 위성의 상단부에 2개가 장착이 되며, probe를 통해서 측정이 되는 전자온도, 밀도 등을 이용하여 이온층의 전자 에너지 분포에 대한 연구와 전자의 가속 메커니즘에 대한 연구에 유용한 정보를 줄 것으로 기대하며, 본 연구에서는 LP의 여러 test 결과를 서술한다.

**[P-43] 달 탐사를 위한 Hyperspectral Camera / Stereo Imager 개선 모델 개발**

임여명<sup>1</sup>, 민경욱<sup>1</sup>, 임태호<sup>1</sup>, 최연주<sup>1</sup>, 이진근<sup>2</sup>, 김희준<sup>2</sup>, 최영완<sup>3</sup>, 김성수<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술원 물리학과 우주과학연구소, <sup>2</sup>TERAWAVE,

<sup>3</sup>SaTReC-i, <sup>4</sup>경희대학교

해외의 여러 달 궤도선에서 달의 영상을 다양한 방법으로 관측한 것에서 알 수 있듯이 영상 관측은 달 탐사에서 중요한 부분이다. 특히 그 중에서 입체 영사기(Stereo Imager)는 달의 3차원적 영상을 관측하여 달 표면의 구조를 파악할 수 있고 분광 카메라(Hyperspectral Camera)는 달 표면을 이루고 있는 물질을 분광 정보를 통해서 알아낼 수 있다. 본 연구에서는 우리나라가 2020년경 독자적인 달 궤도선을 계획하고 있는 것에 발맞추어 이 두 관측 장비를 설계해 보았다. 본 연구에서 설계한 탑재체는 하나의 광학계를 이용해 가시광 영역에서 동시에 입체 영상과 분광 영상을 얻을 수 있는 장치이며, 달 표면에서의 궤도선의 속도와 저장 가능한 정보의 양을 고려하여 100 km의 고도에서 속도를 1.6 km/s로 가정할 때 interline CCD가 17.5 m의 공간 분해능을 갖기 위해 92 frame/s 이상의 frame rate로 관측을 수행할 수 있게 하였다. 특히 분광 카메라는 wedge filter를 사용하여 광학계의 부담을 줄였으며 검출기로는 interline CCD를 사용하여 channel 수를 조절할 수 있도록 하였다. 또한 달 표면을 구성하는 입자의 크기에 대한 정보를 얻을 수 있는 편광판도 설치 하였다. 시험 모델의 문제점을 분석하여 새롭게 개선된 탑재체를 설계하여 개발하였다. 렌즈를 수정해 vignetting과 왜곡 현상을 보정하였고 전체 무게를 1.5 kg으로 줄여서 시험 모델보다 30% 이상 줄일 수 있었다. 파장 분해능은 20nm로 시험모델보다 더 개선된 분해능을 얻을 수 있었다.

**[P-44] 광학탑재체 냉각유닛 열진공시험 Thermal Vacuum Test of Cooling Unit for Optical Payload**

장수영, 연정흠, 이응식, 김홍주, 정대준, 육영춘, 고대호, 김성희, 이덕규, 이승훈  
한국 항공우주연구원 탑재체광학팀

지구관측위성 광학탑재체의 초점면결상장치(FPA, Focal Plane Assembly)는 영상촬영시 많은 열을 발생하며, 최상성능획득을 위해서는 아주 좁은 범위 내에 온도가 유지되어야 한다. 초점면결상장치와 같이 전체주기 중 일부 시간동안만 고열이 발생하는 부분품에 대해서는 별도의 냉각장치를 장착하여, 해당부품에 대한 열제어를 효과적으로 수행할 수 있다. 이 냉각유닛은 방열판, 열완충질량, 그리고 방열판과 열완충질량을 연결하는 히트파이프로 구성이 된다. 또한 초점면결상장치는 별도의 히트파이프를 통해 열완충질량으로 고열을 효과적으로 전달한다. 위성발사환경과 우주궤도환경을 모두 고려하여, 냉각유닛의 구조설계와 열설계가 이루어졌는데, 이에 대한 지상검증을 수행하기 위한 환경시험을 수행한다. 이중 냉각유닛의 주요기능인 우주공간 외부로의 열배출성능을 검증하기 위해 궤도환경과 유사한 진공하 열환경을 구현하여 열진공성능시험을 수행한다. 초점면결상장치에서의 발열량을 모사하기 위한 시뮬레이션 히터를 장착하고, 냉각유닛과 주변 열진공시험치구에는 열전대를 장착하여 온도변화를 관찰한다. 궤도환경하 계절별 열평형조건에서와 초점면결상장치에서 영상

촬영시간동안 발열시 냉각장치의 온도분포를 분석하여, 냉각성능 만족여부를 검증한다.

**[P-45] 저궤도 지구관측 위성에 탑재된 전자광학 카메라의 발사 후 초기점검**

허행팔, 공종필, 김영선, 박종억, 신상윤, 용상순  
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성탑재체실  
탑재체전자팀

다목적실용위성 3호는 지구 저궤도에서 지상관측을 수행하여 고해상도 영상을 생성하는 전자광학 카메라를 탑재하고 있다. 인공위성이 발사 될 때, 고해상도 전자광학 탑재체의 모든 전원은 차단되며, 위성이 발사체로부터 분리되어 설계된 궤도에서 안정화된 자세를 유지하여 임무운영이 가능하게 될 때까지 탑재체는 기본적인 온도 제어만 수행하게 된다. 위성이 발사되어 궤도운동을 시작하는 절차는 사전에 준비되어 검증된 명령 시퀀스를 사용하며, 위성 본체에 대한 점검 및 최적화가 완료된 이후에, 탑재체에 대한 점검 및 초기운영이 시작된다. 탑재체의 초기운영은, 발사체의 진동으로부터 X 밴드 안테나를 보호하기 위한 잠금장치를 해제하는 작업으로부터 시작된다. 이것은 위성 본체의 기본적인 점검이 완료된 직후에 수행되며, 궤도 및 자세제어가 안정화되기 이전에 수행 된다. 또한, 위성본체로부터 위성의 상태에 대한 텔레메트리가 수신이 되면 여기에 포함된 탑재체의 전자광학부에 대한 온도를 확인하여, 영상품질에 직접적인 영향을 줄 수 있는 광구조부가 정상적인 온도 범위에 있는지를 점검한다. 그 이후, 탑재체의 각 유닛들에 차례로 전원을 공급하여 기본적인 명령을 전송하고 상태정보를 수신하여 지상시험에서의 결과와 비교 분석한다. X 밴드 안테나는 내장된 프로파일에 따라 안테나의 지향제어를 수행하도록 하여 동작 상태를 점검하고, 이후에 지상국에서 전송한 안테나 프로파일에 따라 정상적인 제어가 수행되는지 점검한다. 탑재체의 주모듈 및 부모듈 모두에 대한 동작상태가 완료되면, 전자광학 탑재체의 포커싱 메커니즘에 대한 기능시험이 수행되고, 이때에는 포커싱 메커니즘이 안정화 되는 시간 및 도달되는 제어 정확도 등을 점검한다. 탑재체의 영상데이터를 저장하는 메모리에 대한 초기화가 수행되면, 최초의 영상촬영 및 지상전송이 수행된다. 탑재체의 정상 임무운영에 필요한 모든 파라미터에 대한 점검이 완료되면, 탑재체의 초기운영이 종료되고 카메라의 검보정 단계가 진행 된다.

**[P-46] 저궤도 관측위성 영상데이터 분석 방법 연구**

신상윤, 허행팔, 용상순  
한국항공우주연구원

저궤도 관측 위성은 카메라 전자부를 통해 고해상도의 영상을 제공할 수 있으며, 지도 제작이나 환경, 농업, 해양 지역 모니터링 등의 목적으로 사용된다. 카메라 전자부 시스템을 통한 고해상도 영상을 제공하는 탑재체 시스템은 크게 전자광학부 (Electro-optical subsystem)과 자료전송부 (Payload Data transmission Sub-system) 부로 나뉘며, 카메라 전자부에서는 광학계를 통해 CCD로 입사되는 빛에너지를 전자신호로 변환하고, 이를 카메라 전자부 영상출력 형식으로 변환한 후 자료전송부로 전달하게 된다. 자료 전송부에서는 카메라 전자부로부터 입력받은 위성영상데이터를 압축 및 암호화 등의 단계를 통해 지

보내기 위한 위성영상데이터 형식에 맞게 생성하고 생성된 데이터는 안테나를 통해 지상에 전송된다. 본 논문에서는 위성으로부터 전송된 데이터를 수신한 뒤 데이터를 탑재체 시스템 레벨에서 검증하고 분석하는 방법을 제안한다. 최종형태의 영상데이터로부터 원래 형태의 영상데이터로 복원하여 영상의 형태상의 무결점성을 검증하는 방법을 분석하고, 각 영상데이터 생성 단계별 형태로 복원하여 영상데이터의 오류를 분석 및 검증하는 방법을 제시한다. 또한, 하드웨어의 비정상적인 동작에 의한 영상데이터의 오류를 검증하는 방법에 대해서도 분석해 본다.

■ 위성체 ■

[P-47] Cubesat용 Solar Panel 제작 및 성능 Test

김강훈<sup>1</sup>, 이용석<sup>1</sup>, 채규성<sup>1</sup>, 진호<sup>1</sup>, 선종호<sup>1</sup>, 이동훈<sup>1</sup>

Jose Fermin<sup>2</sup>, Thomas Immel<sup>2</sup>, Robert P. Lin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과, <sup>2</sup>Space Science

Laboratory, University of California, Berkeley

경희대학교와 UC Berkeley는 초소형 위성인 TRIO-CINEMA (TRiplet Ionosphere Observatory-Cubesat for Ion, Neutral, Electron and MAgnetic fields)의 비행 모델(Flight Model)을 공동으로 제작하고 있다. 이 초소형 위성에 쓰이는 부품들은 상용 제품 이외에도 많은 부분이 자체적으로 개발되고 있는데, 태양 전지판(Solar Panel)도 그와 같이 제작되어 활용되고 있다. 거의 모든 인공위성에 탑재되는 태양전지판은 태양광을 이용해 전력을 생산하여 위성체에 공급하는 중요핵심부품으로써, 위성이 임무를 수행하는데 있어 가장 기본적이고 필수적인 부품이다. TRIO-CINEMA의 태양전지판에는 미국 Boeing사 산하의 SpectroLab에서 제작한 TASC(Triangular Advanced Solar Cells)가 사용되었으며, 하나의 태양전지판을 TASC 24개가 구성하고 있다. TRIO-CINEMA 위성에는 이 태양전지판이 총 10개가 사용된다. 이러한 다조각 태양전지(Solar Cell)를 이용한 태양전지판 제작을 위해 각 TASC들의 전압과 전력을 측정해 쌍을 이루어 주었고, 그 쌍들을 가지고 태양전지판을 제작하였다. 태양전지판을 제작 한 후, TASC의 보호를 위하여 열경화성 수지인 봉합재(Encapsulant)를 사용하여 표면 처리 작업을 진행하였다. 그 후 태양전지판의 성능 시험을 위해 인공우주환경을 만들어 전류 및 전압을 측정하고 그 결과 값이 성능요구조건을 만족시키는 것을 확인하였다. 본 태양전지판은 초소형 위성 1Unit(10cm\*10cm\*10cm)의 표준크기에 맞도록 제작되어 있어 향후 초소형위성의 태양전지판으로 보다 쉽게 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

[P-48] 저궤도 위성용 자세제어계 센서들의 극성 시험

김용복, 임조령, 최홍택

한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성제어팀

인공위성에서 자세제어계는 위성의 정교한 자세제어 및 궤도유지를 수행하는 핵심적인 부분체로서 위성에 장착된 센서 및 구동기 그리고 우주환경에서 존재하는 제반 자연의 법칙을 이용하여 필요한 구동력 및 지향력을 발생시켜서 부여된 임무를 완벽하게 수행 하도록 한다. 이러한 역할을 성공적으로 수행하기 위해

서는 저궤도 위성용 자세제어계 비행모델 센서 및 구동기 하드웨어의 동작 특성이 정확히 분석되어야 한다. 그래서 위성용 비행모델 하드웨어는 여러 단계의 시험을 수행하게 되는데, 위성시스템과 연동하기 이전에 하드웨어 단계에서 이루어지는 극성시험과 위성시스템과의 연동을 통한 시스템검증 시험으로 수준별로 분류할 수 있다. 본 논문에서는 하드웨어 단계로서 자세제어계에서 사용되는 센서들의 물리적 극성을 확인하기 위한 하드웨어 극성실험 형상 및 절차에 대해서 설명한다.

[P-49] 위성 임무의 조건적 명령 계획 방법

김인준<sup>1</sup>, 이병선<sup>1</sup>, 김재훈<sup>1</sup>, 정옥철<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국전자통신연구원 위성시스템연구팀

<sup>2</sup>한국항공우주연구원 저궤도위성관제팀

궤도 위에서 정상적으로 운영되고 있는 위성들은 모두 고유한 임무를 수행하고 있다. 위성의 임무는 지상국에서 계획되고, 계획된 임무는 위성 명령으로 변환되어 위성으로 전송되며, 위성은 그 명령에 따라 정해진 임무를 수행한다. 위성의 임무 수행을 담당하는 위성 탑재체의 기능은 점점 다양하고 복잡해지고 있다. 여러 가지 임무 수행 모드를 가지고 있으며 다수의 탑재체를 동시에 운용하는 위성도 많다. 반면 임무 수행 조건이나 탑재체의 특성에 따라 임무수행이 제한될 수도 있다. 원격명령은 이러한 임무 수행 상황을 고려하여 준비돼야 한다. 원격명령 전송에 앞서, 계획된 임무의 특성 및 임무 수행 조건을 고려하여 원격명령 리스트를 자동으로 생성할 수 있어야 하는 것이다. 본 논문은 동일한 위성 임무라 하더라도 위성 운용 상황에 따른 다중 매핑 조건을 이용하여 다양한 원격명령 리스트를 생성하는 방법을 제시하고, 적은 양의 데이터베이스 정보를 이용하여 보다 많은 원격명령 리스트를 생성할 수 있음을 보인다.

[P-50] The Study of COMS Scheduling Management

Hyung-wan KIM, Jung-su CHOI, Jong-seok PARK

*Geostationary Satellite System Team, Korea Aerospace Research Institute*

The COMS Program Schedule consists of a series of bar chart covering each major WBS (Work Breakdown Structure) activity. A major WBS can be divided into WBS sub-element. The appropriate level of details is included according to the on going activities to help the schedule control. Schedule monitoring is performed on a permanent basis, trends are established to detect any deviation between the original baseline schedule and the current working schedule, so as to rectify the situation as required. The planning definition thus incorporates a set of milestones, which integrates those defined by the customer, plus all the additional ones needed to monitor the schedule of the different levels with the necessary accuracy. These milestones allow to verify the progress of tasks at a given level of the industrial chain, and also to ensure the correct deliveries for interdependencies between tasks performed at different levels. All activities such as Engineering, Procurement, Manufacturing and Tests are submitted to

Schedule Risk Analysis. All project participants are involved in the identification phases of difficult points, risks and mitigation actions. External sources of information are also used such as experience on previous projects, lessons learned databases, experts. Schedule office is particularly in charge of schedule simulations to check the efficiency and to forecast the effects of some mitigation actions.

**[P-51] 위성 방열판 설계 검증용 열모델의 개발**

김희경<sup>1</sup>, 최성임<sup>2</sup>, 최석원<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>한국과학기술원 항공우주공학전공

연구에서는 최적화 기법을 활용한 위성 방열판의 최적 설계 접근 방식을 검증하기 위해 사용할 위성 열모델의 개발 개념을 정리하고 세부적인 그 개발 내용을 언급하였다. 이 과정을 단순한 검증용 열모델 개발 과정이기 보다는 그것을 통하여 최적화 기법을 실제 위성 개발의 방열판 설계에 적용할 때의 시간과 노력을 줄이도록 시스템 수준의 상세 열모델에 필요한 선처리 내용을 명확히 할 수 있다는데 의미가 있었다. 방열판 설계 검증용 열모델은 위성 내부에 장착하는 전자박스의 조건에 따라 외부면에 방열판 면적 설계의 여러 가지 특징이 해석 과정에서 확인할 수 있도록 하는 모든 요소를 모두 포함하면서도 해석시간을 줄일 수 있도록 가볍게 하는 것이 필요하다. 이를 위해 방열판 설계 결과에 영향을 주지 않거나 의미가 없는 불필요한 열모델 요소는 최대한 제외하여 단순화하고, 실제적으로 방열판 설계의 가능성 있는 여러 가지 해석 결과를 확인할 수 있는 위성의 크기, 형상, 각 패넌의 열적 조건을 고려한 전자박스의 배열, 전자박스 개수, 크기, 무게 등의 필수 요소는 포함되도록 해야 한다.

본 연구에서 개발한 수치해석 검증용 위성은 가로/세로/높이가 대략 1m 길이를 가지는 정육면체 형상의 소형 위성 크기를 기준으로 하였다. 그리고 저궤도의 고정형 태양 전지판을 장착하고 있어 한 방향으로 태양을 지향하는 자세가 유지되는 궤도 자세를 가지도록 설정하였다. 열모델은 롱저론(longeron)과 레일(rail)로 이루어진 위성의 구조 프레임과 각 방향의 패넌을 기본 바탕 모델로 하여 수치해석 검증용을 위한 여러 가지 테스트 케이스의 정의에 따라 변형을 할 수 있도록 하였다.

**[P-52] 최적화 기법을 활용한 위성 방열판 최적 설계의 수치적 접근 방식의 개념**

김희경<sup>1</sup>, 최성임<sup>2</sup>, 임성빈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>한국과학기술원 항공우주공학전공

위성 열제어에서 극한의 외부 우주 열환경을 견뎌야 하는 위성의 내부열을 외부로 방출할 수 있는 열전달 경로를 확보하는 것은 필수적인 열설계이다. 이를 위해 위성의 표면에 방사율이 높은 이차면경이나 테일의 방열판을 장착하는 것은 안정적이고 적용이 용이하여 보편적으로 사용되는 방식이다. 우선적으로 방열판을 장착하여 고온 조건에서 위성의 온도를 낮추는 시도하고 이것으로 요구조건을 만족하지 못하는 경우 히트파이프나 열스트랩(thermal strap) 등과 같은 다른 방법을 찾아 적용하는 것이 보통의 위성 열설계 방식이다. 위성 방열판 설계는 적절한 위치에 온도 조건을 만족하도록 충분한 면적을 확보되도록 한다. 이러한 면적의 설계는 위성 열모델의 궤도 열해석 결과를 바탕으로 하게 되며 여러 번의 반복계산을 통하여 위치와 면적을 조절

하는 과정을 거쳐 최종 결과가 허용 온도 요구 조건을 만족하도록 하는 것이 대부분의 위성 개발에서 방열판을 설계하는 방식이다. 그래서 방열판 면적 설계를 위한 열해석은 명확한 기준이나 방법이 알려진 것이 없으며 해석엔지니어의 열해석 경험과 직관이나 판단에 의존하여 할 수 밖에 없고 방열판 면적을 조절에 소비한 시간과 노력에 따라 더 나은 결과를 얻을 수 있다.

위성의 열설계에서는 열적 안전성을 최우선으로 하는 것과 함께 경제성과 효율성 중요한 설계요소이다. 이러한 측면에서 최소한의 방열판 면적으로 허용 온도 조건을 만족하도록 하는 것이 방열판 최적 설계라고 할 수 있다. 열모델의 반복 계산을 통하여 방열판 면적을 조절하는 보편적인 방식 결과는 비록 허용 온도 이내의 조건을 만족하고 있다라도 방열판 면적의 최적 설계 여부를 판단할 방법은 없다. 본 연구에서는 위성 열해석과 최적화 기법을 연동하여 방열판 설계를 최적화하는 새로운 접근 방식의 개념을 제시하고 한다. 기존에 최적화 기법을 사용하여 최적 설계에 관한 연구는 계산시간에 대한 한계로 위성 전체 노드 수를 급격히 줄여 10개 수준의 단순 열모델을 개발하여 사용하고 방열판 면적을 설계 변수로 계산하였다. 이 방식의 결과는 방열판이 위치한 패넌의 방향과 면적의 크기에 대한 정보만 있기 때문에 방열판이 패넌면의 어디에 위치하는지, 해당 크기의 면적을 어떤 형상으로 장착해야 하는지 알 수가 없었다. 하지만 방열판의 위치와 형상 또한 위성의 온도에 영향을 주는 것으로 방열판 최적 설계에서 중요한 요소이다. 그래서 본 연구에서는 위성의 상세 열모델을 노드 수준을 그대로 유지한 상태로 최적화 기법을 사용하여 열모델의 분할된 노드를 바탕으로 방열판 면적의 크기와 함께 위치와 형상까지 최적화 할 수 있도록 하였다.

**[P-53] 다목적실용위성 3호의 임무수행 최적화를 위한 명령실행시각 결정 방안 분석**

박선주, 문인호, 정옥철, 정대원

한국항공우주연구원

다목적실용위성 3호 탑재체(AEISS)는 임무 수행에 필요한 다수 개의 명령조합을 Mission Script Table에 기 정의하여 온보드에 저장하고 있으며, 지상명령에 의해 해당 Mission Script Table을 호출하여 임무가 실행되도록 설계되었다. 이는 임무 수행을 위해 필요한 많은 양의 원격명령을 실시간으로 전송하지 않고, 임무 수행에 필요한 주요 파라미터만을 전송함으로써 위성운영의 안정성과 편리성을 제공하고 있다. 지상국은 탑재체 임무에 따라 주요 촬영 조건을 지상명령에 포함하여 위성으로 전송하면 된다. 이 외에도 지상국에서는 실제 임무가 시작되는 임무실행시각과 온보드에 저장되어 있는 Mission Script Table 호출 시점에 해당하는 명령실행시각을 포함하여 전송해야 한다. 위성 온보드 소프트웨어는 지상국에서 전송된 지상명령을 명령대기 버퍼(CSA, Command Storage Area)에 저장하고 있다가 명령실행시각이 경과되는 순간 Mission Script Table에 정의된 내용이 Mission 명령 대기 버퍼(MCSA, Mission Command Storage Area)로 이동시켜 각 명령의 실행시점까지 대기하게 된다. 이와 같은 운영개념은 제한된 Mission 명령 대기 버퍼(MSCA)를 효율적으로 사용하기 위해 고안된 방안이며, 지상국은 임무 수행을 위해 전송되는 지상명령의 임무실행시각과 명령실행시각에 유지해야 하는 적절한 시간을 고려하여 명령계획을 수립해야 한다. 본 논문에서는 임무 수행을 위해 전송되는 지상명령을 생성하는 과정에서 임무실행시각과 명령실행시각 간에 유지되어야 하는 시간을

"ATC Delta Time" 정의하였으며, "ATC Delta Time" 계산 방안을 분석하였다. 계산된 "ATC Delta Time"을 이용한 명령계획 시뮬레이션 결과 정상적으로 작동함을 확인하였고, 최적의 "ATC Delta Time"을 적용함으로써 Mission 명령대기 버퍼(MCSA)의 운영 마진이 크게 향상됨을 확인하였다.

**[P-54] 열진공챔버용 포트플레이트 설치 및 케이블 커넥터연결용 지구 설계**

김근식<sup>1</sup>, 백선기<sup>1</sup>, 진성호<sup>2</sup>, 박성욱<sup>2</sup>, 조혁진<sup>2</sup>, 이상훈<sup>2</sup>, 서희준<sup>2</sup>, 문귀원<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(주)한양이엔지, <sup>2</sup>한국항공우주연구원

우주환경은 고진공 환경과 태양 복사열에 의한 고온 환경 및 극저온이 반복되는 가혹한 환경으로, 위성체는 지상에서 방사되어 우주궤도에 진입한 순간부터 이러한 우주환경에 노출되어 위성체의 주요부품에 기능장애가 발생하고 결국 임무의 실패로 이어지기도 한다. 따라서 위성체는 지상에서 우주환경시험을 거쳐 기능 및 작동상태를 점검해야 한다. 챔버 내부에서 우주환경시험을 수행하기 위해서는 내부시편과 외부의 EGSE cable을 통해 신호 전달이 되어 진다. 열진공챔버에 포트플레이트의 설치 및 케이블 커넥터연결 작업은 포트플레이트의 하중 등을 고려하였을 때 전용 지구 없는 상태에서는 안전성 등을 고려 시 많은 어려움과 위험성이 따른다. 이에 열진공챔버 외부에서 포트플레이트를 안전하게 장착하고 케이블 커넥터연결을 용이하게 하는 전용 지구의 필요성이 있어 이를 설계하고자 하며, 본 논문에서는 포트플레이트 설치용 전용지구의 3차원 설계 및 구조해석 등을 포함한 설계과정에 대해 설명한다.

**[P-55] 정지궤도 복합위성 형상설계 비교연구**

박종석, 최정수, 김형완, 최재동

한국항공우주연구원 정지궤도위성체계팀

정지궤도 복합위성은 천리안위성의 임무 승계와 더불어 환경 분야에서 새롭게 추가된 임무 수행을 위해 개발이 진행되고 있는 위성으로, 정지궤도상에서 기상관측과 해양 및 환경관측을 수행하는 2기의 위성으로 구성된다. 일반적으로 위성체 형상 결정에 가장 큰 영향을 미치는 요인 중 하나는 임무 탑재체의 장착 요구조건이다. 특히, 정지궤도 복합위성과 같이 지구 관측을 위한 광학 탑재체를 장착하는 경우, 센서의 원활한 열제어를 위한 위성체 상의 배치는 탑재체 성능에 직접적으로 영향을 줄 수 있을 만큼 민감한 요인이 된다. 본 논문에서는 정지궤도 복합위성의 개발 초기단계에서 기상탑재체의 열적 요구조건으로 인한 위성체 형상설계 과정을 기술하고자 한다. 형상설계를 위한 일련의 비교연구를 통해 다양한 설계 변수들이 고려되었으며, 각각이 미치는 영향들에 대한 분석을 통해 최적화된 형상 설계안이 도출되었다.

**[P-56] 천리안위성 발사 후 2년 운용 현황**

백명진, 박응식, 김방엽

한국항공우주연구원

천리안위성은 2010년 6월 27일 프랑스 기아나 쿠루 발사장에서 발사되었다. 본 논문에서는 천리안위성 발사 후 2년이 경과되는 시점에서 기상 및 해양 탑재체 중심으로 한 운용 현황을 소개하

고자 한다. 위성 수신자료 분석 결과, 자세제어 시스템은 지속적으로 정확한 자세제어와 우수한 자세안정화 성능을 유지하여 기상 및 해양 탑재체가 안정적으로 기상 및 해양 영상을 획득을 가능케 함을 알 수 있었다. 또한, 기상 및 해양 탑재체의 영상 분석 결과, 기상 및 해양 탑재체의 광학 특성이 안정적으로 유지되어 광학 성능이 우수함이 입증되었다. 현재 천리안위성은 한국항공우주연구원에 의하여 안정적으로 운용이 되고 있으며, 기상청에서는 천리안위성의 기상자료를 직접 수신 처리하여 기상 예보 및 영상을 홈페이지를 이용하여 제공하고 있고, 해양탑재체 또한 해양연구원 해양위성센터에서 직접 수신 처리하여 해양관측자료 배포 서비스를 제공하고 있다.

**[P-57] 아리랑위성 5호 운영지원 툴 개발**

백현철<sup>1</sup>, 권중구<sup>1</sup>, 정대원<sup>1</sup>, 이상정<sup>2</sup>

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

아리랑위성은 저궤도 지구관측 위성으로 태양 동기의 궤도를 유지하면서 위성에 탑재된 광학 카메라 및 측정센서를 이용하여 한반도 지역에서 발생할 수 있는 대규모의 자연 재해를 감시하고, 자원의 이용 실태를 파악할 수 있으며, 지리 정보 시스템에 활용 가능한 고해상도 지구 관측 영상을 제공하고 있다. 특히 아리랑위성 5호는 구름이나 안개를 관통할 수 있고, 주야를 불문하고 관측이 가능한 X-Band 합성개구면레이더를 장착하여 해양, 빙설, 수문, 지학, 지리학, 농학, 산림, 도시, 기상, 방재, 고고학, 군사정보수집 등 다양한 분야에서 이용할 수 있다. 이러한 임무를 완수하기 위하여 위성의 초기운영 및 정상운명을 수행하는 동안 명령을 전송하거나, 상태데이터를 수신하여 분석할 수 있는 관제시스템의 개발은 필수적으로 진행되어야 한다. 그러나 아리랑위성 5호 관제시스템 개발 초기과정에서 고려되지 않은 상태데이터 포맷 변환, 시간 변환, 명령어 변환 부분과 위성의 상태데이터 분석, 이벤트 디스플레이 등 후 처리 부분의 성능 개선을 수행하기 위해 아리랑위성 5호 운영 지원 툴(KOST-5, KOMPSAT-5 Operation Support Tool)을 개발하였다. KOST-5는 실시간 관제시스템을 지원하는 역할을 수행하기 위해 서버와 클라이언트로 구성되어, TTC로부터 전송되는 위성의 실시간 상태데이터를 저장·분배·처리를 수행하고, 후처리를 통해 위성의 상태데이터를 분석할 수 있도록 구성하였다. 그리고 KOST-5의 성능 시험은 위성과 연동하여 시험한 데이터를 이용하여 반복적으로 기능 시험을 수행하였고, 이를 바탕으로 아리랑위성 5호 ETE 장비와 연동하여 시스템의 기능 검증을 완료하였다. 이후 4차례에 걸친 리허설을 수행하면서 발생한 User의 요구사항을 반영하여 보다 편리한 시스템이 될 수 있도록 기능 개선을 수행하였다. 이에 본 논문에서는 KOST-5 시스템의 개발 배경과 기능을 설명하고, 이를 기반으로 향후 발사하게 될 아리랑위성 5호의 초기 운영 준비를 위한 리허설 결과를 기술할 것이다.

**[P-58] 극저온 유체 및 이원 냉매용 슈라우드 설계 및 검증**

서희준, 조혁진, 이상훈, 박성욱, 문귀원

한국항공우주연구원 우주환경시험팀

위성체는 우주환경에서의 기능, 작동상태, 열설계 등을 지상에서 검증이 필요하여 열진공시험을 수행하게 된다. 고온 및 극저온의 열환경을 모사하는 방법으로는 기체 질소를 이용한 개/폐회로

시스템과 냉매를 이용한 방법들이 사용되고 있다. 기체 질소를 이용한 열제어 시스템은 모사할 수 있는 온도 범위가 넓은 장점이 있으나, 액체질소 공급장치와 같은 부대 장치가 필요하다. 반면에 이원 냉매와 냉동기를 이용한 열제어 시스템은 모사할 수 있는 온도 범위는 넓지 않으나 액체 질소 공급장치등의 부대장치가 필요하지 않아 시스템이 단순하며, 유지비용이 저렴한 장점이 있다. 본 논문에서는 극저온 질소를 이용한 폐회로 열제어 시스템과 이원 냉매를 이용한 냉동기 열제어 시스템을 동시에 적용할 수 있는 슈라우드 설계 및 검증 시험을 통해 극저온 유체 및 이원 냉매를 이용한 열제어 시스템의 설계시 고려되어야할 설계 변수를 도출하고자 한다.

**[P-59] 확장 가능한 MIL-STD-1553B 통신 모니터 및 시뮬레이터**

양승은, 신현규, 최종욱, 천이진  
한국항공우주연구원

MIL-STD-1553은 digital internal time division command / response multiplex data system으로써 무기 관련 분야에 주로 사용되어 왔다. 특히 1Mbps serial communication bus인 MIL-STD-1553B의 경우 항공 우주 분야에 적용되어 사용되고 있다. 위성의 경우 탑재 컴퓨터와 각종 외부 unit (gyro, star tracker, GPS 등) 혹은 payload와의 interface에서 사용되고 있으며 빠른 속도와 신뢰성을 바탕으로 그 적용 범위가 증가하고 있다. 본 논문에서는 Data Device Corporation (DDC)에서 제작한 BU-671101200L-JL0 1553B card를 기반으로 한 확장 가능한 1553B 통신 모니터 및 시뮬레이터에 대해 소개한다. 구현된 시스템을 이용하여 실제 hardware 통신 channel에 대한 모니터 뿐 아니라 Bus Controller (BC) simulator로써의 동작이 가능하여 위성 개발 시 다양한 분야에 적용할 가능하다. 특히 위성 시뮬레이터와 연동하여 MIL-STD-1553B를 사용하는 unit의 동작 모사에 본 시스템을 확장 적용할 수 있는 장점이 있다.

**[P-60] 인공위성용 관성 센서의 지상시험 특성 및 경향성 분석**

오시환, 윤석택, 김진희  
한국항공우주연구원

인공위성 시스템 레벨 시험의 각 단계에 따른 관성 센서의 지상 시험 결과 특성 및 경향성과 건전성 변화를 분석하였다. 지상에서 시험되는 위성용 관성 센서에는 지구 자전이라는 외부 자극이 인가되며 이 값은 항상 일정하므로 관성 센서의 성능 및 건전성을 분석하는데 매우 용이하게 이용될 수 있다. 이를 이용하여 지구 좌표계에 대한 다양한 장착 방향, 선택되는 유닛의 다양한 조합에 대한 특성의 변화를 분석하였다. 각 시험 단계 전후의 결과 비교를 통하여 건전성 이상 유무를 확인하였으며 시험 결과에 대한 정밀 분석을 통하여 시스템 레벨의 특성 및 경향성을 확인하였다. 센서 자체만의 고유 잡음 특성을 확인하기 위해서는 외부 진동이 차단된 방진 테이블과 열적 안정성이 확보된 조건 하에서 시험이 이루어져야 하나 본 분석은 위성 시스템 레벨의 시험 결과에 대한 분석이므로 고유 잡음 특성은 확인되지 못하였다.

**[P-61] 차세대 SAR위성의 전력 분석 시뮬레이터 개발**

원영진, 윤영수, 우성현, 김진희  
한국항공우주연구원

영상레이더(Synthetic Aperture Radar)는 날씨가 밤낮에 관계없이 전천후로 고해상도의 지구 관측을 가능하게 하는 강력하고 잘 정립된 마이크로웨이브 원격 탐사 기술이다. 현재 한국항공우주연구원에서는 한국 최초의 영상레이더를 탑재한 차세대 SAR 위성을 개발하고 있으며 현재 모든 시험을 완료하고 발사 준비 상태에 있다. SAR위성의 경우 레이더 SAR 탑재체를 장착하기 때문에 순간적인 고출력의 전력을 요구하며 또한 대기 상태에서의 전력량 또한 광학 탑재체에 비하여 높은 전력량을 요구한다. 따라서 가용한 전력량을 분석하고 이에 따라서 위성의 임무를 수행하여야 한다. 본 논문은 차세대 SAR 위성의 위성 운영을 위한 위성 전력 분석 시뮬레이터에 관한 것이다. SAR 위성의 운영 개념에 따라 standard mode, wide swath mode, high resolution mode 등의 다양한 모드로 위성 전력을 분석할 수 있으며 태양전지판 생성 전력, 위성 전력 소비량, 버스 전압, 버스 전류, 배터리 전압, 배터리 전류 등의 전력 정보를 산출할 수 있다. 최종적으로 본 시뮬레이터를 이용하여 전력 정보를 분석하여 1 day 에너지 밸런스 예측을 수행하여 위성의 전력 분석을 통한 위성 운영을 위한 참고자료로 활용할 수 있다.

**[P-62] 탑재체 이미지전송용 고속 SpaceWire 프로토콜 비교 분석**

원주호, 조영호, 이윤기, 권기호, 이상곤  
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성분체실 위성전자팀

위성에서 사용하는 시리얼 버스는 저속 데이터 전송을 전담하는 위성의 버스용 TC/TM은 MIL-STD 1553B 버스를 사용하고, 이미지와 같은 고속 데이터를 요구하는 것은 SpaceWire 표준을 따르는 시리얼버스가 주도하고 있다. 현재 개발되는 미국 기상위성 탑재체인 ABI (Advance Baseline Imager)와 유럽의 3세대 기상위성인 MTG의 FCI (Flexible Combined Imager) 모두 이미 지전송으로 SpaceWire를 사용하고 있다. SpaceWire 표준은 안정적인 데이터전송을 위한 기능을 지원하지 않으므로, SpaceWire Packet Layer 상위에서 특정 Protocol을 이용해서 안정적인 데이터 전송을 보장하는 방식을 사용하고 있다. 하지만, ABI에서 사용하는 GRDDP 프로토콜과 FCI에서 사용하는 CCSDS 프로토콜은 데이터 교환 방식등에서 다른 구조를 갖고 있다. 본 논문에서는 GRDDP와 CCSDS 프로토콜의 비교를 통해서 안정적인 데이터전송을 위한 구현방법은 분석하고자 한다.

**[P-63] The Conducted EMI test in eclipse mode on the COMS**

Joo-Ho Won, Eui-Chan Kim, Sang-Kon Lee  
Korea Aerospace Research Institute, Korea

This paper describes the results of the EMC Conducted test performed on COMS(Communication, Ocean, Meteorology Satellite) that move around the geostationay earth orbit. The safety margin in conducted mode of 6dB (between the voltage ripple on the power bus and the conducted susceptibility qualification level of units) as the good health of the satellite during Conducted test have been

demonstrated in the eclipse mode S/C configuration. The aim of this paper is to report the results of Conducted EMC tests performed on the COMS S/L during EMC test campaign. The aim of these Conducted tests, at system level was to verify that the different subsystems of the satellite are compatible with the EMI environment for the conducted mode, with sufficient safety margins[6dB], in all the spacecraft operating modes. This paper includes the test set-up, instrumentation and measurements results done during conducted emissions tests. The test has been performed on the COMS S/L during EMC test campaign (from 6th to 9th on April 2009 ) at KARI clean room facilities (Daejeon). The test was successfully performed on the Power Bus.

**[P-64] 저궤도 위성의 신뢰성향상을 위한 긴급 오류 관리 및 복구 설계 방안 연구**

윤석택, 김진희  
한국항공우주연구원

위성은 초기에는 여러 지상국에 의해 운용되지만, 정상적으로 mission phase에 진입한 이후에는 한 두 개의 지상국과의 교신으로 운용이 이루어진다. 이후 위성의 정상적인 동작이 불가능한 경우에는 위성의 보호를 위해 부분적 오류 관리 혹은 전반적인 재설정이 일어나게 된다. 이러한 긴급한 오류에 대해서 위성의 효율적인 설계를 위해서는 단계적인 분석이 요구되며, 위성의 재설정이 이루어져 복구가 이루어지는 과정에서도 분류가 필요하다. 이러한 분석을 기반으로 재시도, 재설정, 복구 과정의 설계가 이루어져야 한다. 또한 모든 모듈들은 잉여성을 가지고 설계되지만, 이들이 혼합되어 상위 모듈로 설계된 경우에는 위성 운용을 통해 잉여성을 활용하고, 신뢰성을 향상시킬 수 있는 설계가 필요할 수도 있다. 최종적으로 본 논문에서는 저궤도 위성의 초기 및 정상 운용 시에 발생하는 있는 오류를 분석하고 효율적이고, 체계적인 오류관리 설계 및 이를 통한 긴급 오류 관리 및 복구 설계방안을 제시 한다.

**[P-65] 저궤도 위성 비행 모델 온도 조절 장치 시험 운영수, 원영진, 김진희**

한국항공우주연구원

저궤도 위성 비행 모델에는 위성의 온도를 항상 최적으로 유지하기 위하여 온도 측정을 위한 온도 센서(AD590)와 특정 온도에 따라 히터들을 동작시키는 자동 온도 조절장치가 존재한다. 온도 센서, 자동온도 조절장치, 히터들은 위성체 비행 모델의 탑재체 플랫폼, 중앙 플랫폼, 추진 플랫폼, 여러 패널들과 대부분의 위성체 전장 박스들에 설치된다. 본 시험은 위성체에 부착된 온도 센서의 연결도 확인과 동작 유무 확인을 수행하며, 자동온도 조절장치와 히터의 연결 여부를 확인하기 위한 시험이다. 온도 센서 시험은 온도 센서 시험 보조 장치를 통해 전압을 공급하고, 현재 온도에 맞는 온도 센서 측정값이 정상인지를 확인한다. 자동온도 조절장치와 히터 연결 확인 시험은 자동온도 조절장치와 히터가 연결된 선의 양단에 걸리는 저항이 개방 상태가 유지되는지 저항계로 측정 한 후, 시험 보조 연결 선을 사용하여 자동온도 조절장치를 강제적으로 연결시키고, 자동온도 조절장치와 히터

가 연결된 선의 양단에 요구되는 저항값이 측정되는지를 확인한다.

**[P-66] 다목적실용위성시리즈 운영지원 툴 개발 및 통합**

이명신, 백현철, 김영욱, 현대환, 정대원, 김은규  
한국항공우주연구원

임무관제국(Mission Control Center)에서 운영하게 되는 위성은 개발 엔지니어들의 설계, 구현 및 시험과정을 거쳐서 발사가 이루어진 후, 발사 및 초기운영(LEOP, Launch and Early Operation Phase)이 성공적으로 완료된 후 정상운행을 수행하게 된다. 위성의 개발 및 시험기간 동안 위성시험동(AIT, Assembly Integration and Test)에서 생성되는 명령어 절차 또는 위성상태 모니터링 절차관련의 문서 및 데이터가 LEOP 및 정상운영 기간 중에 재사용되어야 할 필요성이 있다. 그러나, AIT와 임무관제국의 지상 관제시스템의 차이로 인해서 필요한 문서 및 데이터의 재사용에 어려움이 있다. 따라서, 향후엔 임무관제국(KMOC, KARI Mission Operation Center)에서는 위성의 개발 및 시험단계에서 생성되는 각종 명령어 및 위성상태모니터링 관련 데이터를 임무관제국의 관제시스템에서 활용할 수 있는 형식으로 변환할 수 있는 유틸리티 및 각종 지원 툴을 포함하는 다목적실용위성 운영지원 툴(KOST, KOMPSAT Operation Support Tool)을 개발하였다. KOST는 또한 기존의 관제시스템에서 전처리된 텔레메트리 데이터를 위성의 개발 및 운영엔지니어들이 효율적으로 모니터링 및 분석할 수 있도록 추가적인 텔레메트리 모니터링 및 분석을 위한 GUI를 포함하였다. 또한, 금번 KOST의 개발은 기존 5호용의 KOST-5와 새로 개발된 3호용의 KOST-3의 통합을 포함하였다. 이 논문에서는 KOST의 주요 기능과 통합설계 과정에서의 주요 특징 등을 기술한다.

**[P-67] 나로과학위성 질량특성측정 결과 분석**

이상현, 차원호, 장태성, 서정기  
한국과학기술원 인공위성연구센터

나로호 3차 발사에 탑재될 나로과학위성은 비행모델 제작이 완료되어 환경시험이 수행되었다. 나로과학위성은 육각형 프레임타입 구조체로 내부에는 버스시스템과 탑재체들로 구성 되었으며, 두 개의 전계형 태양전지판과 4개의 본체 부착형 태양전지판으로 구성되었다. 본 연구에서는 나로과학위성 비행모델의 환경시험 일환으로 수행된 질량특성측정 결과를 분석하였다.

**[P-68] 지상기능시험 트랜딩을 통한 반작용휠 건전성 분석**

이선호, 김영윤, 김진희  
한국항공우주연구원

궤도상에서 주어진 다양한 임무수행을 위해서 인공위성의 롤, 피치, 그리고 요축 자세지향 성능이 필수적으로 요구된다. 반작용휠은 인공위성의 사용되는 구동기로서 임무수행을 위한 위성체 자세동과 외란에 대한 자세안정화에 필요한 토크를 발생시킨다. 반작용휠은 구조적으로 플라이휠(Flywheel), BLDC모터, 고정자, 베어링, 모터 드라이버 등으로 구성된다. 일반적으로 반작용휠 내부 베어링 마찰력에 의한 마찰토크(Friction Torque)와 영구자석의 배향 및 구동전류 파형의 편성에 의한 리플토크

(Ripple Torque) 존재한다. 지상에서 위성체 조립시험후 전자파, 진동, 열진공 등과 같은 다양한 환경시험을 수행하는데 이때 각 환경시험 수행 전후로 모든 장치들의 기능시험을 수행한다. 특히 반작용휠 관련 기능시험으로는 정상속도 유지시험, 정지마찰력 시험, 토크손실 시험, 최대토크 시험 등이 있다. 본 논문은 다양한 환경시험을 통해 수행한 반작용휠 기능시험 결과를 트랜딩하여 위성 발사전 지상에서의 반작용휠 상태와 건전성을 분석한다.

**[P-69] 저궤도 지구관측 위성의 진동환경 시험**

임종민, 은희광, 전종협, 이동우, 김정대, 문귀원  
한국항공우주연구원 우주환경시험팀

위성체에는 고가의 정밀 측정 장치 및 통신제어 장비들이 탑재되어지며, 설정 궤도까지 발사체 상부의 페어링 내부에 안치되어 운송되어진다. 이때 위성체는 발사체로부터 전달되는 진동환경에 노출되며, 이로 인하여 구조적 손상 및 피로파괴 현상이 발생할 수 있다. 따라서 지상에서의 검증과정은 위성 구조적 안전성 점검 및 각 주요 장치에 작용하는 하중 파악에 필수적인 단계이다. 우주환경시험팀에서는 저궤도 지구관측 위성의 비행 모델을 대상으로 진동환경 시험을 수행하였다. 발사체 측의 요구환경 조건과 위성 구조체 및 중요 탑재체의 구조 한계치의 비교 검토를 사전 수행하였으며, 위성체 중요부에 약 100 채널의 가속도계를 장착하여 구조물의 응답 수준을 모니터링 하였다. 시험 과정의 각 단계에서는 설계치와 시험 결과와의 비교 및 외삽을 통한 환경시험 결과분석을 통하여 비행모델의 구조적 안정성을 검증 할 수 있었다. 이 논문에서는 저궤도 지구관측 위성의 진동시험을 위해 적용된 가진 시스템, 진동시험 과정 및 결과에 대하여 논의 하고자 한다.

**[P-70] 저궤도 지구관측 위성의 음향환경 시험**

임종민, 은희광, 전종협, 이동우, 김정대, 문귀원  
한국항공우주연구원 우주환경시험팀

위성체는 발사체에 탑재되어 임무수행을 위한 우주설정궤도로 이동하게 된다. 이 과정에서 발사체에서 분사되는 방대한 양의 추진제, 고속 추진에 따른 페어링 외기의 동압 변화등은 위성체가 안치되어 있는 페어링 내부에 수천 Hz의 주파수 대역에 걸쳐 130 ~ 150 dB에 이르는 음장을 형성한다. 이러한 페어링 내부의 고에너지 음장은 위성체 구조물 및 탑재물의 기계적인 진동을 유발하여, 물리적인 파손을 일으키거나 주요 기능에 중대한 결함을 유발 시킬 수 있다. 이에 따라 위성체는 개발단계에서부터 소음환경에 대한 검증시험을 수행하게 된다. 항공우주연구원에서는 고해상도 저궤도 지구관측 위성을 개발하고 있으며, 완성된 비행모델을 대상으로 음향환경 시험을 수행하였다. 위성체 중요부에 약 100채널의 가속도계를 설치하여 구조물의 응답 수준을 모니터링 하였다. 시험 과정의 각 단계에서는 설계치와 시험 결과와의 비교 및 외삽을 통한 환경시험 결과분석을 통하여 비행모델의 구조적 안정성을 검증 할 수 있었다. 이 논문에서는 지구관측 위성의 음향환경 시험 과정을 소개하고 시험결과에 대해 논의하고자 한다.

**[P-71] 고해상도 위성 전송 시스템에 요구되는 통신 채널 분석**

임현수, 구인회  
한국항공우주연구원 위성정보연구센터 위성운영실  
위성지상시스템개발팀

고해상도 영상 확보를 위해 기존에 비해 분광, 관측 시간, 공간 분해능 성능이 향상된 고성능 탑재체들이 등장하고 있다. 고해상도 영상 처리를 위해 지상에서는 대용량 영상 처리를 위한 고속 처리시스템, 자동화, 대용량 저장 시스템뿐만 아니라 고해상도 영상 자료의 송수신을 위한 위성-지상국간 통신 채널에 대한 요구사항도 높아지고 있다. 제한된 무선 주파수 자원을 통한 대용량 자료 전송을 위해, 자료의 전송량과 전송 시간을 줄이기 위한 압축, 그리고 운영 보안을 위한 암호화 처리가 궤도상에서도 이루어지고 있으며 이러한 암호, 압축 처리는 송수신 시스템에 요구되는 통신 채널 조건을 더욱 까다롭게 하고 있다. 본고에서는 사례 조사를 통해 기존 시스템 대비 고해상도 위성에 요구되는 Bit Error Rate(BER) 등의 통신 채널 조건 변화를 살펴보고, 기존 전송오류 검출과 정정에 많이 사용되고 있는 Reed-Solomon(223, 255)과 Digital Globe사가 최신 초고속 전송 시스템을 위해 채택한 Reed-Solomon(216, 248)의 코딩 효과 분석을 통해 고해상도 위성 전송 시스템에 적합한 Reed-Solomon 코딩을 살펴보고자 한다.

**[P-72] 인공위성에 장착되는 Solar cell의 환경조건에 따른 출력특성 및 태양전지판 생성요구전력을 만족하기 위한 Solar Cells 구성에 관한 연구**

전현진, 임성빈, 이상록  
한국항공우주연구원

인공위성은 일반적으로 태양 구간에 태양전지판에서 생성되는 전력을 이용해 위성 배터리를 충전하고 식 구간에서는 충전된 배터리 에너지를 이용해 식 구간에서의 위성 운용 및 임무를 수행하는 구조를 가지고 있다. 따라서 태양구간에서 충분한 전력이 생성되어야 위성이 맡은 임무를 성공적으로 수행할 수 있게 된다. 위성 개발 초기 단계에서 태양전지판의 생성전력을 결정해야 하는데, 이때 인공위성 내부 전장품들의 소모전력과 하루동안 임무를 고려했을 때 One day energy balance를 만족하는 충분한 전력생성량으로 결정해야 한다. 본 논문에서는 태양전지판에 장착되는 Solar cell의 환경 변화에 따른 출력특성 변화에 대해 논하고, 태양전지판의 필요 전력이 결정되었을 때 Worst case를 감안한 Solar cell의 적절한 string수 및 한 string에 연결되는 Solar cell수에 대해 고찰하였다. 태양전지판의 생성전력은 Solar cell의 온도, 계절(여름 또는 겨울), Aging 효과 등에 따라 크게 달라지므로 본 논문에서는 이들 변수들의 대한 Worst case를 고려하고 변수화 하여 개별 Solar cell의 생성전력을 수식적으로 계산하였고, 이를 바탕으로 해서 Solar cell의 적절한 구성에 대해 기술하였다.

**[P-73] 고기동 위성의 임무를 고려한 자세 운영방안 분석**

정옥철, 문인호, 박선주, 정대원, 김은규  
한국항공우주연구원

본 논문에서는 태양전지판이 위성 몸체에 고정된 고기동 위성의

운영방안을 위성 임무 시나리오를 토대로 분석하였다. 안정적인 위성운영을 위해서는 위성체 전력 조건을 만족하면서, 위성-지상국 간의 교신구간이 충분히 보장되어야 한다. 본 논문에서 고려한 위성은 궤도 상 Daylight 구간에서는 위성의 자세가 태양을 지향하고 Eclipse 구간에서는 지구를 지향하며, 영상 촬영 및 영상 데이터 지상 송신을 위해서는 지구를 지향하게 된다. 또한, 위성-지상국 간의 교신을 위해서는 위성체에 부착된 지구방향 또는 지구반대방향 안테나를 이용하게 되는데, 위성이 태양 지향 자세일 경우에도 교신은 가능하나 위성의 위치 및 계절에 따라 일부 제한이 있을 수 있다. 본 논문에서는 안정적인 통신링크 확보를 위해 위성-지상국 간의 교신 전 구간에 위성의 자세가 지구를 지향하는 것을 운영 Baseline으로 채택하고자 예상 가능한 위성의 운영 시나리오를 고려하여, 지상국 교신 구간에 영상촬영이 있는 경우와 없는 경우, 그리고 해당 구간에서 Daylight 또는 Eclipse 여부에 따라 최적(간단, 명료, 예외 없이 적용 가능한)의 자세 운영방안을 분석하였고 실제 임무계획 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 제시된 운영방안은 지상국 교신 구간에서 위성이 지구를 지향하게 되므로 태양지향 모드로 운영될 때보다 전력 측면에서는 불리하다는 점을 감안하여 위성체 전력에 미치는 영향을 확인하였고, 궤도당 최대 임무조건을 고려했을 때에도 위성체 전력에는 문제가 없음을 전력 시뮬레이터를 통해 검증하였다. 본 논문에서 제안한 고기동 위성의 자세운영 방식은 향후 위성운영에 적용 가능할 것으로 판단된다.

**[P-74] 정지궤도 해양관측위성의 탑재체 특성변화 연구**

조성익<sup>1,2</sup>, 이순주<sup>1</sup>, 오은송<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국해양연구원 해양위성센터, <sup>2</sup>연세대학교 우주광학연구소

위성을 이용한 원격탐사 연구를 수행하기 위해서는 궤도상에서 주기적으로 탑재체의 특성변화를 모니터링하고, 그 변화를 자료 처리에 적용하는 과정이 요구된다. 본 연구에서는 천리안 위성의 정규 운영이 시작된 2011년을 기점으로 1년간의 해양탐체제, GOCI의 특성변화를 복사 성능(radiometric performance) 및 암흑전류(Dark Current)를 중심으로 모니터링하였다. GOCI의 암흑전류 및 검출기 온도 모니터링 결과, 암흑전류의 경우 1년간 총 변화량이 0.14% 이내였으며, 검출기 온도의 경우에도 그 변화량이 기준 온도(10°C) 중심으로 3.3% 이내임이 확인되었다. 아울러 궤도상 태양광 복사보정을 통해 계산된 GOCI의 복사 이득(Radiometric Gain)을 측정된 결과, 발사 전 지상시험에 사용된 복사보정 알고리즘을 이용했을 경우, 태양입사각의 변화로 인한 뚜렷한 계절별 변화가 발생하였으며, 그 변화량은 약 2% 수준임이 확인되었다.

**[P-75] 저궤도 위성 GPS 수신기 열진공 환경 시험 결과 분석**

조승원, 장상현, 최종연

한국항공우주연구원

현재 한국항공우주연구원에서 개발하여 발사 예정인 저궤도 위성에는 각종 전자장품들이 탑재되며 이러한 전자장품들은 AIT(Assembly, Integration and Test)를 통해 시스템 레벨에서 여러 가지 전기시험과 환경시험을 수행하게 된다. 원격측정명령계 유닛 중의 하나인 GPS 수신기도 동일한 절차를 거쳐 발사

전 성능을 확인한다. 열진공 환경 시험은 위성의 여러 환경시험 중의 하나로서 위성이 궤도에 올라갔을 때 고진공, 극고온 및 극저온 환경에 놓이게 되는데 이를 모사하여 위성 시스템 및 위성 부품이 정상적으로 동작하는지를 검증하는 시험이다. 본 논문에서는 이러한 열진공 환경에서 GPS 수신기의 TTFF(Time to First Fix), 위치 및 속도 정보 생성 결과 등을 통해 성능 요구조건을 만족하는 지를 보여준다.

**[P-76] 정지궤도 복합위성의 원격명령 및 텔레메트리 시스템 개발을 위한 사례 분석**

조창권, 최재동, 이상철

한국항공우주연구원

천리안 위성의 후속으로 현재 정지궤도 복합위성이 개발중에 있다. 기존 천리안 위성의 개발 경험과 다목적 위성의 개발 경험으로 쌓인 많은 결과물을 활용함으로써 정지궤도 복합위성의 개발 비용과 일정을 줄일 수 있는 것은 명확하다. 이런 사실에 기반하여 정지궤도 복합위성의 원격명령 및 텔레메트리 시스템 개발과 관련하여 기존의 천리안 위성의 것과 다목적 위성에서 사용되는 원격명령 및 텔레메트리를 비교 분석하였다. 그리고 향후 개발 가능한 방향에 대한 안을 제시하였고, 관련 영향을 비교 분석하였다.

**[P-77] 인공위성 분자오염 측정용 적외선 분광기 비교분석**

진성호, 박성욱, 조혁진, 이상훈, 서희준, 문귀원

한국항공우주연구원 우주환경시험팀

한국항공우주연구원에서는 인공위성의 표면분자오염측정을 위해 Witness plate를 청정실내 인공위성 주위에 설치하여 간접적으로 인공위성표면의 분자오염량을 측정하는 방식을 사용하고 있다. 인공위성 주위에 설치되어 4주 동안 노출된 Witness plate를 클로로포름(Chloroform)으로 녹인 후 적외선 분광기를 이용하여 오염량을 측정한다. 본원에서 사용하는 적외선 분광기는 기존에 사용 중인 IR-200과 신규로 설치된 IS5가 있다. 이 두 장비는 아주 미세한 량으로 오염량을 측정, 분석하기 때문에 측정 전 설정 값이나 적외선 측정기 Window에 시료를 옮기는 과정에서도 작은 변수가 만들어져 오차가 발생할 수 있다. 두 장비를 이용하여 서로 다른 환경에 대한 동일 샘플 분석을 통해 측정 오차를 유발하는 요인에 대한 분석과 장비의 노후화에 따른 측정 결과의 영향을 파악하였다.

**[P-78] 위성체 운송컨테이너 GN2 Purging System 설계**

백선기<sup>1</sup>, 김근식<sup>1</sup>, 진성호<sup>2</sup>, 박성욱<sup>2</sup>, 조혁진<sup>2</sup>, 이상훈<sup>2</sup>,

서희준<sup>2</sup>, 문귀원<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(주)한양이엔지, <sup>2</sup>한국항공우주연구원

인공위성은 지상에서 설계 제작된 후 우주환경을 모사하는 지상 시험장비에서의 시험을 통해 성능을 검증받은 뒤, 최종 발사체에 탑재되어 궤도에 진입하게 된다. 조립과 검증시험이 완료된 위성체는 운송 및 열환경 설계가 반영된 특수한 위성용 컨테이너에 실려 발사장으로 운송되는데, 운송과정에서 컨테이너 내부 오염 방지 및 청정도 유지가 매우 중요하다. 따라서 컨테이너 내부로의 외기 출입을 막고, Clean Room과 같은 깨끗한 환경을 조성

위해 일정한 압력과 유량의 순도 높은 질소를 컨테이너 내부로 공급하여 청정도(10000 Class이하)를 유지시킴, 그 상태로 발사장까지 운송되어 진다. 본 연구에서는 한국항공우주연구원에서 개발된 위성체 운송컨테이너 내부의 청정도 유지를 위해 설치되는 GN2 Purging 장치의 설계, 시스템 구성/기능 및 제작 과정에 대해 기술 하였다.

**[P-79] 정지궤도복합위성 검토대상 발사체 기계접속 환경 비교 및 해석**

최정수, 박종석, 김형완, 이호형  
한국항공우주연구원

정지궤도 복합위성은 천리안위성의 후속으로 개발 중인 중형 인공위성으로서 발사하중은 약 3톤 내외로 예측된다. 초기 설계 자료와 예측 하중을 바탕으로 발사가 가능한 모든 상업용 발사체를 조사하여 8개의 후보 발사체군이 선정된 바 있다. 본 연구에서는 대상 발사체군의 발사성능, 페어링 적재 가능성, 강성 설계 요구조건, 정적 평형 요구조건, 준정적 발사환경, 정현파 진동환경, 최대 음향 하중환경, 충격 및 열적 환경조건들을 비교 하였다. 본 연구의 결과는 정지궤도 복합위성 설계, 시험, 검증 및 발사환경 분석 등에 적용될 예정이며 위성체의 설계변경이 발생하였을 때 발사체와의 적합성 확인에도 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

**[P-80] 저궤도 고해상도 지구 관측위성 비행모델 정밀정렬 측정**

황권태<sup>1</sup>, 조창래<sup>1</sup>, 이동우<sup>1</sup>, 문귀원<sup>1</sup>, 이상원<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>(주)아이스팩

인공위성은 우주궤도에서 임무수행 및 작동을 하는 특이성으로 인하여 위성이 발사되고 나면 수리가 불가능한 특성을 가지고 있다. 따라서 인공위성의 안정적 제어 및 탑재체들의 정상적 기능 발휘를 위해서는 정확한 조립 및 설치가 되어야 하며, 환경시험 전 후로 변형이 없어야 한다. 따라서 최종 설치 상태에 대한 정밀한 측정결과가 비행소프트웨어에 적용시키기 위해 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 저궤도 고해상도 지구 관측위성 비행모델에 대한 환경시험 전 후로 탑재되는 센서 및 위성 자세제어를 위한 부품에 대하여 테오드라이트를 이용하여 정밀정렬 측정을 수행하였다. 측정 및 계산되어진 정밀한 결과는 인공위성 비행소프트웨어에 적용되어 성공적인 임무수행을 할 수 있을 것으로 기대되어 진다.

**[P-81] 고해상도 Pushbroom 광학계를 탑재한 지구 관측 위성의 촬영/전송 명령 인자 결정**

강치호, 허행팔  
한국항공우주연구원

지구 관측 위성이 획득한 지구 관측 영상 자료를 희망하는 사용자는 지구 상의 관측 희망 지점에 대한 영상 제품 생성을 위한 촬영 주문을 지구 관측 위성 시스템의 입력으로 전달하며, 임무 운영을 통해 지구 관측 위성이 획득한 영상 자료는 지상으로 전송되어 지상시스템에서의 처리 과정을 거쳐 최종적으로 영상 제품으로 생성된 후 사용자에게로 제공된다. 한편, 지구 관측 위성을 이용하여 주어질 시간 내에 양질의 영상 제품을 획득하기 위

해서는 관측 희망 지역을 최상의 상태에서 촬영할 수 있도록 지구 관측 위성의 탑재체를 운영하여야 하며, 이를 위해서는 최적화된 지구 관측 위성의 탑재체 명령 인자들을 포함하는 촬영/전송 임무 계획이 수립되어야 한다. 본문에서는 고해상도 Pushbroom 광학계를 탑재한 지구 관측 위성의 임무 운영 시 지상에서 수립되는 촬영/전송 임무 계획에 포함되는 고해상도 광학 탑재체의 운영을 위한 명령 인자들을 결정하는 절차를 기술한다.

**[P-82] 듀얼채널 송수신을 위한 저궤도 13미터 안테나 C&M의 기능개선**

구인회  
한국항공우주연구원

향후 발사 예정인 다목적실용위성 시리즈의 관제를 위해서는 RHCP 채널과 LHCP 채널을 동시에 수신할 수 있어야 하며, 송신 및 Tracking 채널에 대해서도 각 채널의 수신신호에 따라 RHCP와 LHCP를 선택 할 수 있는 기능이 있어야 한다. 이를 위해 기존 저궤도 13미터 안테나 시스템에 RHCP 채널과 LHCP 채널이 동시 수신 가능하도록 하드웨어의 개발을 수행 완료하였다. 변경된 하드웨어를 운영하기 위해서는 C&M 소프트웨어 기능 개선 또한 필요함에 따라 C&M 소프트웨어의 업그레이드를 실시하였다. 본 논문에서는 듀얼채널 송수신을 위한 저궤도 13미터 안테나 C&M의 업그레이드 내용을 기술하고 이를 운영하기 위한 운영 개념을 소개하였다.

■ 기타 ■

**[P-83] 천리안위성 위성망 국제등록 절차 및 현황**

박응식, 백명진  
한국항공우주연구원

천리안위성과 같은 정지궤도위성은 궤도 및 주파수 자원을 이용하고자 할 경우에는 전파규칙의 관련 규정에 따라 국제전기통신연합(ITU)에 등록하여야 하며, 이러한 위성망 등록절차는 사전공표절차, 조정절차 및 통고절차 등 3단계로 크게 구분되어 진행된다. 본 논문에서는 이러한 일반적인 정지궤도위성의 궤도 및 주파수 등록절차를 소개하고, 2010년 6월 발사에 성공한 천리안위성의 국제 위성망 등록을 위하여 지난 2004년의 사전공표자료 국제전기통신연합(ITU) 제출부터, 주변국과의 위성망 조정, 위성망 조정자료 국제등록, 위성망 통고서 등록 및 공표현황까지의 전과정을 소개한다.

**[P-84] 간섭에 따른 전치필터 선정 방법에 관한 연구**

박홍원, 우성현  
한국항공우주연구원

본 논문에서는 고차변조방식 중에 하나인 8PSK 변조 방식을 등화 할 때 필수적으로 요구되는 전치필터에 관한 것이다. 변조 특성 상 등화 시에 full state trellis를 사용하는 경우 채널길이에 따라 state 수가 기하급수적으로 증가하므로 채널길이를 줄이면서 채널의 특성을 최소위상(Minimum-phase)으로 만들어 주는 필터가 필요하며, 이를 전치필터(Prefilter)라고 한다. 전치필터를 통과한 신호의 채널특성은 최소위상을 가지며 이로 인해 채널의

줄일 수 있으며, 또한 신호의 동일 및 인접채널간섭을 효율적으로 억제하는 기능을 하게 된다. 그러나 지금까지 문헌에 나타난 전치필터를 살펴보면 잡음-제한적 환경(noise-limited)과 간섭-제한적(interference-limited)환경에서 동시에 효과적인 성능을 보이는 필터의 구현이 현실적으로 쉽지 않은 상황이다. 이에 따라 전치필터를 구현 시 2종류의 필터를 구현 후 수신신호가 겪은 신호의 간섭 환경을 판단하여 이에 따라 가변적으로 전치필터를 적용하는 것이 효과적인 하나의 방법이다. 모의실험에서 잡음-제한적 환경에 적합한 LP(Linear Prediction) 전치필터와 간섭-제한적 환경에 적합한 RLS(Recursive Least Square) 전치필터가 이용되었다. 그리고 잡음-제한적 환경과 간섭-제한적 환경 하에서 3GPP에서 요구하는 요구사항 만족 여부를 살펴보고, 적절한 전치필터 선택 기능을 추가하여 수신신호가 겪은 간섭 종류를 판단한 후 적절한 전치필터가 사용되었을 때의 수신기의 성능을 모의실험을 통해 분석하였으며, 이를 통하여 적절한 전치필터의 선택 사용에 따라 안정적인 수신기의 성능을 확보할 수 있음을 검증한다.

**[P-85] 제 5회 한-일 젊은 천문우주과학자들의 모임 개최 보고**

송용준<sup>1</sup>, 전이슬<sup>2</sup>, 김은빈<sup>1</sup>, 고유경<sup>2</sup>, 김지희<sup>3</sup>, 배현진<sup>4</sup>, 이소정<sup>5</sup>, 허현오<sup>6</sup>

<sup>1</sup>경희대학교, <sup>2</sup>서울대학교, <sup>3</sup>충남대학교, <sup>4</sup>연세대학교,

<sup>5</sup>충북대학교, <sup>6</sup>세종대학교

한국 젊은 천문우주과학자들의 모임 (Korea Young Astronomers Meeting, KYAM)과 일본 젊은 천문우주과학자들의 모임 (Japan Young Astronomers Meeting, JYAM)은 지난 2006년부터 한-일 젊은 천문우주과학자들의 모임 (Korea-Japan Young Astronomers Meeting, KJYAM-JKYAM)을 개최하고 있다. 이 모임은 학문 후속 세대로서 활발히 연구를 진행하고 있는 한국과 일본의 젊은 천문우주과학자들 간의 관계를 유지, 강화하여, 천문학 및 우주과학 분야에서 많은 교류를 해오고 있는 양국의 관계를 더욱 발전시켜 나가는 것이 목적이다. 제 1회 KJYAM은 2006년 한국 경주에서 열렸으며, 그 후 2008년 일본 교토, 2009년 한국 과천, 2010년 일본 도쿄에서 진행되었다. 그리고 2012년 2월, 제 5회 KJYAM이 한국 연세대학교에서 2박 3일에 걸쳐 개최되었다. 이번 KJYAM에서는 일본 소속 1명의 SOC를 포함한 3명의 SOC와 1명의 초청 연사로부터 초청 강연이 있었고, 일본 소속 11명, 한국 소속 35명, 그리고 중국 소속 1명의 참석자들이 자신의 연구 성과를 발표하였다. 또한 경북공방문과 연세 KVN 전파망원경 견학을 통하여 한국의 오래된 고궁에서부터 가장 최선의 천문 시설까지 관람하는 기회를 가질 수 있었다. KYAM과 JYAM 두 모임은 이러한 KJYAM-JKYAM 모임을 지속함으로써, 양국 젊은 천문우주과학자들의 친목 관계를 증진시킬 뿐만 아니라, 상호간의 공동연구 진행에 긍정적인 영향을 끼칠 것으로 기대하고 있다. 다음 JKYAM은 2013년 일본에서 개최될 예정이다.

**[P-86] 아리랑위성 통합사용자지원 운영 개념 설계**

전갑호, 전정남, 김민아, 채태병  
한국항공우주연구원

아리랑위성 2호는 2006년 발사되어 현재까지 정상 운영되고 있으며, 2012년에는 아리랑위성 3호 및 5호의 발사가 예정되어 있다. 이를 고려할 때 공공 및 민간분야의 위성자료 활용 활성화 및 산업화 요구에 대응하기 위해서는 현재까지의 단일위성 운영에 기초한 사용자지원 환경을 통합하여 다중위성 통합사용자지원 운영 개념의 설계가 요구된다. 이 논문에서는 아리랑위성 2호 및 3호, 5호 운영을 위해 개발된 지상시스템의 역할과 기능을 정리하여 다중위성 통합운영의 가능성 및 방향을 정리하였다. 특히, 개별 기능의 사용자 서비스 관련성을 기준으로 시스템 통합이 필요한 영역과 개별 시스템으로 운영되던 인터페이스를 통합하는 영역 등으로 구분하고, 기능 및 인터페이스를 정의하여 통합사용자지원 운영 개념을 설계하였다. 그리고 이상의 운영 개념을 바탕으로 통합검색시스템 및 통합주문관리시스템 등 통합사용자지원시스템을 개발하였으며, 이를 통해 위성운영 업무의 효율성 증진과 함께 다중위성 운영의 시너지 효과를 기대할 수 있다.

**[P-87] 위성 시험 및 운영을 위한 공통 지상 시스템 개발 현황**

허윤구, 조승원, 김영운, 최종연

한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성시험실  
전자통합시험팀

지금까지 국내 위성 사업의 핵심 지상 시스템인 EGSE(Electrical Ground Support Equipment)와 MCS(Mission Control System)는 사용시기와 목적, 개발조직이 달라서 지금까지는 별도로 개발 및 발전되어 왔지만, 현재 단일화된 지상시스템을 개발하여 위성 발사전 위성시험에서도 이용하고, 위성 발사후 위성 운영 단계에도 사용될 수 있는 공통지상시스템(CGS: Common Ground System)을 새롭게 설계하였으며, 현재 구현중에 있다. 즉 이를 이용하여 위성체의 시험 및 운영 시나리오를 자동으로 수행하고, 위성 원격명령과 측정 데이터를 송수신하며, 실시간 디스플레이 화면 제공과 함께, 결과 분석을 위하여 시험 및 운영시 발생하는 모든 내용을 보관/관리하는 하나의 완전한 공통지상시스템을 개발하여 AIT(Assembly, Integration & Test)와 위성 운영 단계 양쪽에서 사용할 계획이다. 현재 일부 구현된 공통지상시스템을 이용하여 ETB(Electrical Test Bed) 시험을 수행중에 있고, 가까운 시일내에 최종 구현 완료후 승인시험을 통해서 개발된 공통지상시스템의 성능을 검증할 계획이다.

**[P-88] 아리랑위성시리즈를 위한 국내외 추적소 사이트용 VSAT 구축 설계**

현대환, 이명신, 김영욱, 박세철, 백현철, 정대원  
한국항공우주연구원 위성정보연구센터 위성운영실  
저궤도위성관제팀

1999년 12월21일 아리랑위성 1호 발사를 시작으로 2006년 7월 28일 아리랑 2호를 발사하여 3년간의 임무 완수와 1차 연장임무를 성공적으로 완료하고 2차 연장임무를 수행중인 임무관제국에서는 향후 발사 예정인 아리랑 3호, 5호, 3A호의 위성발사 이후 초기운영 지원을 준비하고 있다. 또한, 정상 운영이 시작되면 위성의 특별 임무 수행과 위성이 안전모드로 진입할 경우 기존 대비 약 3배의 관제 횟수가 증가하기 때문에 현재 운영 중인 임무관제국 시설만으로는 관제 횟수 증가에 따른 원활한 위성임무

많은 어려움이 있다. 이를 보완하기 위해 임무관제국에서는 국내외 추적소 사이트 개발을 고려중에 있다. 임무관제국과 추적소간에는 365일 24시간 안정적인 통신링크 확보 및 보안강화를 위하여 일반적으로 전용회선을 구축하여 사용하고 있으나, 사이트의 지리적인 여건에 따라 통신 인프라의 제약으로 전용회선 구축이 불가능한 지역이 있기 때문에 이를 해결하기 위한 방안으로 VSAT(Very Small Aperture Terminal)을 이용한 위성통신시스템 구축을 고려해 볼 수 있다. 본 논문에서는 임무관제국과 추적소 사이트 간에 VSAT을 이용한 위성통신시스템 구축과 관련하여 수행한 설계 내용을 기술하고 있다.

### [P-89] 위성 접속 스케줄 기반 지상국 영상 처리 작업 스케줄링 알고리즘 설계

강지훈

한국항공우주연구원

다중 위성 영상 데이터를 처리하는 지상국에서는 많은 영상 처리 작업이 처리 시스템에 할당된다. 위성영상 처리 시스템의 작업은 카탈로그 생성 작업과 영상 제품을 생성하는 작업으로 나눌 수 있는데, 위성 영상의 카탈로그는 활용 가치를 극대화하기 위해서 영상 데이터 수신 즉시 생성되어야 한다. 일반적인 FIFO(First In, First Served) 기반의 영상 처리 작업 스케줄링을 사용할 경우 많은 처리 작업이 처리 큐(Queue)에 쌓여 있으면 최신의 영상 데이터 카탈로그 생성 작업이 현재 작업해야할 큐의 작업을 모두 마친 뒤로 미뤄질 수 있다. 이에 지상국에서는 위성과의 접속 스케줄과 각 작업의 우선순위 그리고 각 작업을 처리하는데 필요한 시간 등을 활용하여 카탈로그 생성 작업 및 위성 영상 생성 작업을 효율적으로 스케줄링 해야 한다. 본 논문에서는 위성 접속 스케줄을 기반으로 영상 처리 작업을 효율적으로 스케줄링 하는 알고리즘에 대하여 설계 하였다.

### [P-90] Parabolic Flight을 이용한 마이크로중력환경에서의 소질량측정장비 실험결과분석

김연규, 이주희, 박선휘, 김광식, 심은섭

한국항공우주연구원

본 논문은 국제우주정거장과 같은 마이크로중력환경에서 수 kg 이내의 물체의 질량을 측정하기 위한 시스템(이하 "우주저울")을 마이크로중력환경을 조성하는 Parabolic Flight 내에서 실험한 결과를 기술하였다. 현재 국제우주정거장에서는 우주인 장기거주를 위한 생명과학실험 및 산업적 활용을 위한 재료과학연구를 중점적으로 수행하고 있으며, 이러한 실험들을 수행함에 있어서 우주저울과 같이 소질량의 물체의 질량측정은 기본적인 요구사항이 될 수 있다. 본 논문에서 개발된 우주저울은 운동량 보존법칙을 이용하여 기준질량과 측정하고자 하는 시료질량 사이의 운동량 변화를 30g~ 수백g 소질량 물체의 질량을 간단히 지상 1G(Gravity)환경에서  $\pm 0.3g$ 의 정확도로 측정할 수 있었다. 본 마이크로중력 실험은 일본 DAS(Diamond Air Service) parabolic flight 항공기를 이용하여 2번의 비행을 통해서 12~13회(20초/회)의 마이크로중력환경에서 약 50g ~ 200g 사이의 고체, 액체, 젤, 파우더 등의 시료에 대한 성능검증을 수행하였다. 본 실험을 통해 모터 운동의 반복성이 일정하지 않아도 측정값의 변화는 거의 없어 가속도 변화에 영향을 받지 않는 시스템임을 확

인하고, 시료에 따른 정확도의 변화와 우주저울 반복성 및 표준편차( $<0.3g$ ), 최소자승법을 이용하여 일차 선형성에 대한 상관관계 등을 분석하여 우주저울의 요구조건을 만족하는 우수한 결과를 얻었다.



# Proceedings of the Korean Space Science Society

**Vol.21 No.1**

**April 2012**

*Editor in Chief*

Yi, Yu (Chungnam National University, Daejeon)

*Editorial Staff*

Jeong, N. H. (Yonsei University, Seoul)

**26-27 April 2012**

Cheongpung Resort, Jecheon

빈 페이지

## 차 례

제목 1 .....	00
제목 2 .....	00
제목 3 .....	00
제목 4 .....	00

## 프로시딩 1

































## 학회 및 관련기관 소식

한국우주과학회 .....	82
경북대학교 천문대기과학과 .....	83
경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과 .....	83
서울대학교 물리.천문학부 천문학 전공 .....	88
연세대학교 천문우주학과 .....	93
충남대학교 천문우주과학과 .....	97
충북대학교 천문대 .....	98
충북대학교 천문우주학과 .....	99
한국천문연구원 .....	100
한국항공우주연구원 .....	103

■ 한국우주과학회

1. 발간

2011 학술지 발간 실적은 28권1호 11편, 2호 7편, 3호 9편, 4호 12편으로 총 39편의 논문이 발행었으며, 국제DB등재 노력으로 2011년 11월 Elsevier가 제공하는 초록인용 데이터 베이스인 SCOPUS에 등재 되었다. 학회는 한국과학학술지편집인협의회에 단체회원으로 가입하였다. 2012년도 학술지 발간은 과총의 학술지국제화지원사업 3차년도로 Manuscript Editing(원고편집), 영문원고교열, 국외학자 종설논문 유치비용, Full text XML전환 등의 비용이 지원받아 발행된다. 학회에서는. 지속적인 학술지국제화를 위한 노력을 하고 있으며 2012년도는 SCIE등재를 목표로 하고 있다.

2. 학술대회 개최

2011년도 봄 학술대회는 2011년 4월 28일(목)~29(금) 덕산 리솜스파캐슬에서 개최되었다. 등록인원은 211명이며 논문발표는 초청강연 2편, 구두발표 57편, 포스터발표 81편 총 140편을 발표하였다. 가을학술대회는 2011년 10월 27일(목)~28일(금)까지 제주 휘닉스아일랜드에서 개최하였다. 등록인원은 256명이며 논문발표는 초청강연 2편, 구두 97편, 포스터발표 119편 총 217편을 발표하였다.

3. 회의 개최

-이사회

2011년도 이사회 1차 회의는 덕산 리솜스파캐슬(2011. 04. 28), 2차 회의는 제주 휘닉스아일랜드(2011.10.27.), 3차 회의는 세종대학교 영실관(2011.12.07.)에서 개최 하였다. 1차 회의에서는 결산서 승인, 외국인 편집위원 추가 승인, 포상위원회 운영에 관한 세부 규정 제정, 신입회원승인, 기관회원(특별) 연회비 인상 등이 결의되었다. 2차 회의에서는 2011년(9월기준) 결산서 승인, 2012년 예산안 승인, 시행세칙 개정, 신입회원 인준 등이 결의 되었으며 연구재단 학문분류체계 정비 건에 대하여 논의 되었다. 3차 회의는 학문분류체계 정비 보고, 평의원 인준, 신입회원 인준, 2012년 봄 학술대회 개최 건, 포상위원회 운영에 관한 세부 규정 개정, 역대회장단회의 결의 내용 명문화, 용역사업 규정 제정 등이 결의 되었다.

-정기총회

제29차 정기총회가 2011년 10월 27일(목) 17:20에 제주 휘닉스아일랜드에서 개최되었다. 보고사항으로는 사업보고, 학술대회준비위원회보고, 학술보고, 포상위원회보고, 감사보고가 있었으며 안건으로는 2011년 결산 심의, 2012년도 예산 심의, 명예회원 승인, 시행세칙 개정이 심의 결의 되었다. 제15대 회장 선거에서 김천휘(충북대 천문우주학과 교수)회원이 차기 회장으로 선출되었다.

-평의원총회

2011년 평의원총회는 2011년 10월 27일(목) 18:20에 제주 휘닉스아일랜드에서 개최되었으며 명예회원 승인, 제15대 부회장, 이

사, 감사 선출이 있었다.

4. 2011년 수상

- 한국우주과학회 Best Data Visualization Award

2011년 봄, 최병규 회원(천문연)  
2011년 가을, 이대희 회원(천문연)

- 한국우주과학회 학술상

2011년 학술상 대상 김천휘 회원(충북대 교수)

- 한국과학기술단체총연합회 제21회 과학기술우수논문상

곽영실 회원(한국천문연구원)

5. 제15대 임원

제15대 임원의 임기가 2012년 1월 1일부터 시작되었다. 임원은 이사 20명, 감사 2명으로 구성되었다. 임기는 2012년 1월 1일부터 2년간이다. 제15대 임원은 회장 김천휘(충북대), 부회장 민경욱(과기원), 최기혁(항우연), 총무이사 조중현(천문연), 학술이사 이유(충남대), 재무이사 손영중(연세대)이며, 강영운(세종대), 김방엽(항우연), 김영수(천문연), 김호일(천문연), 박상영(연세대), 박재우(전자연), 박필호(천문연), 이대영(충북대), 이동훈(경희대), 이병선(전자연), 이재우(천문연), 장현영(경북대), 진호(경희대), 한원용(천문연) 회원이다. 감사로는 양종만(이화여대), 심은섭(항우연)회원이다.

6. 위원회

제15대 임기 동안에 활동할 위원회가 다음과 같이 구성되었다. 임기는 2012년 1월 1일부터 2년간이다.

-편집위원회

Journal of Astronomy and Space Sciences(JASS) 편집위원회는 편집위원장으로 이유(충남대), 위원으로는 김관혁(경희대), 김방엽(항우연), 나자경(천문연), 박상영(연세대), 안효성(과기원), 오화석(항공대), 이병선(전자연), 이수창(충남대), 이재진(천문연), 임흥서(천문연), 장현영(경북대), 정남해(연세대), 조성기(천문연), 주광혁(항우연), 지건화(극지연), Peter J. Chi(UCLA Institute of Geophysics and Planetary Physics, Los Angeles USA), Tapas Kumar Das(Harish-Chandra Research Institute, Calcutta India), Edward F. Guinan(Villanova University, Pennsylvania USA), Kam-Ching Leung(niversity of Nebraska-Lincoln, Nebraska USA), Richard W. Longman(Columbia University, New York USA), Boonrucksar Soonthornthum(Chiang Mai University, Chiang Mai Thailand)으로 구성되었다.

-포상위원회

포상위원회는 위원장으로 한원용(천문연), 위원으로는 문홍규(천문연), 윤태석(경북대), 이유(충남대), 진호(경희대)회원으로 구성되었다.

-학술대회준비위원회

학술준비위원회는 위원장으로 조중현(천문연), 위원으로 김방엽

( ) 김용기(충북대), 이병선(전자연), 이재우(천문연)회 장현영(경북대), 최영준(천문연)으로 구성되었다.

**7. 현황**

2011년 신입회원 인준 현황은 정회원 44명, 학생회원 2명, 기관회원 1곳이 승인되었으며, 평의원 6명, 명예회원 3명이 승인되었다. 2011년 12월 31일 현재 회원수는 1067명(최근 3년간 회비납부 및 활동 실적이 있는 회원 659명, 3년 이상 비활동 및 해외체류회원 391명, 학생회원 2명, 명예회원 11명, 가입대기 4명)이며 기관회원 수는 77곳이다.

**8. 학회 사무국**

대표메일: ksss@ksss.or.kr  
 홈페이지: http://ksss.or.kr  
 서울사무국 : 서울 서대문구 신촌동 134 연세대 천문대 내  
 Tel: 02-2123-3439, Fax: 02-313-5033/ 정남해 사무국장  
 대전사무국 : 대전 유성구 화암동 61-1 한국천문연구원 내  
 Tel: 042-865-3391, Fax: 042-865-3392/ 신미자 사무과장

■ **경북대학교 천문대기과학과**

**1. 인적사항**

본 학과의 천문학 전공 교수는 박명구, 윤태석, 장현영, 황재찬 회원 네 명이다. 동교 과학교육학부 지구과학교육 전공에는 안병호, 강용희 회원이 계셨으나 안병호 회원이 2012년 2월 정년퇴임하고 심현진 회원이 새로 부임하였다.

2012년 3월에 27명의 신입생이 수시 및 정시모집으로 입학하였고 4명이 편입하였다. 2011년 2월에는 김성혜 (오로라와 태양 활동 그리고 지자기 지수 간의 상관관계, 지도교수: 장현영), 최현아 (저궤도 광학 위성 영상 촬영을 위한 Radiance 예측 프로그램 개발, 지도교수: 장현영), 이지혜 회원 (MODIS 자료를 이용한 고해상도 전 지구 복사휘도 지도 구축, 지도교수: 장현영)이 석사학위를 취득하였다. 2011년 8월에는 고경연 (Local anomaly of the third peak in the CMB angular power spectrum measured from the WMAP 7-year data, 지도교수: 황재찬), 정의정 회원 (Numerical Simulations of Spherical Bondi Accretion Flow, 지도교수: 박명구)이 석사학위를 취득하였다. 2012년 2월에는 김현숙 회원 (obervational Investigation of Plasma Flows in the Earth's Magnetotail: Intrinsic properties and Earthward penetration effects of bursty bulk flows, 지도교수: 안병호)이 박사학위를 취득하였다. 2011년 2학기에 2명의 석사과정 학생이, 2012년 2월에는 5명의 석사 과정 학생이 입학하여 현재 2명의 박사과정 학생과 7명의 석사과정 학생이 재학 중이다. 박찬경 회원 (2012년 3월 이후 소속은 한국천문연구원임)과 조동환 회원, 류윤현 회원이 박사후 연수과정으로 있다. 황재찬 회원은 2011년 9월부터 1년간 고등과학원 등을 방문하여 연구 중이다.

**2. 연구 및 학술활동**

박명구 회원은 천문연구원의 이병철, 한인우, 김강민 회원과 보현산 BOES를 활용한 별에 대한 정밀 분광관측 연구, 류윤현,

장현영 회원과 미시중력렌즈 연구, 이윤희, 안홍배(부산대) 회원과 막대은하에 대한 연구, 권순자 회원과 우리 은하 내 외톨이 블랙홀에 의한 부착연구를 수행하고 있다. 윤태석 회원은 본 학과 김수현 회원, 문현우 회원과 함께 김강민 회원(한국천문연구원), 윤재혁 회원(한국천문연구원), 유계화 회원(이화여대 명예교수) 등과 공동으로 공생별과 상호작용쌍성에 대한 분광관측 및 측광관측 연구를 계속 수행하고 있다. 또한 적외선 영역에서의 관측 연구에도 참여하여, 한국천문연구원에서 추진하고 있는 과학기술위성 3호 MIRIS를 활용한 연구와 이상각 회원(서울대), 성현일 회원(한국천문연구원), 박 찬 회원(한국천문연구원), 문현우 회원 등과 지상 망원경을 이용한 적외선 연구를 수행하고 있다. 이는 현재 제작 중인 IGRINS 적외선 분광기를 활용한 연구와 연결될 것이다. 또, 2011년 8월 하순 M101 은하에서 발견된 초신성 SN2011fe에 대한 분광관측 및 측광관측 연구를 성현일 회원, 임명신 회원(서울대) 등과 공동 수행하고 있다. 그리고 국제공동연구과제로 추진하고 있는 분광관측을 통한 외계행성 탐색 관측 연구에 일본 팀(이주미우라 박사, 오미야 박사, 사토 박사 등), 천문연구원 팀(한인우 회원, 김강민 회원, 이병철 회원 등)과 함께 참여하고 있다. 장현영 회원은 광영실, 조일현 회원 등 천문연 태양 그룹 연구원들과 태양 활동성과 지구 장주기 기후의 관계에 관한 연구를 수행하고 있다. 또한 태양 흑점의 위도별 공간 분포에 대한 연구를 수행하여 태양 자기장 생성에 관한 관측적 연구를 수행하고 있으며 오성진 회원과 함께 태양 일별 흑점 관측을 수행하여 자료를 분석하고 있다. 고경연, 박재홍, 이재현, 박찬경, 황재찬 회원은 우주가속광장 데이터 분석, 암흑물질, 암흑에너지, 우주배경복사 온도 비등방도, 일반화된 중력에서 우주 구조 형성론, 우주구조의 비선형진화에 대한 연구를 수행하고 있다. 2011년 3월 이후 학과 세미나에 연사로 오신 분은 최정림 박사 (KAIST), 이재우 박사 (한국천문연구원), 여아란 박사 (한국천문연구원), Dr. Dr. Sebastien Comeron (한국천문연구원), Dr. Minglei Tong (한국천문연구원), Dr. Lixin Xu (한국천문연구원), Prof. Sascha Trippe (서울대학교 물리천문학부)이다.

본 학과는 지역민들을 위해 매 학기마다 4회씩 일반인을 위한 공개관측과 공개강연을 열고 있다.

**3. 연구시설**

본 학과의 주요 교육·연구장비로 계산 및 관측자료처리를 위해 Intel server/cluster 및 다수의 워크스테이션과 고성능 PC를 운영하고 있으며 천체관측을 위해 31-cm 뉴턴식 반사망원경(기초과학연구소 보유), Coronado SolarMax 70, Coronado PErsonal Solar Telescope CaK 등 다수의 소형 반사 및 굴절 망원경 그리고 Fujinon 25×150, 2.5° 대형쌍안경을 보유하고 있다.

■ **경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과**

**1. 인적사항 및 주요동향**

1985년에 창립된 경희대학교 우주과학과는 현재 응용과학대학(학장 김갑성 회원)에 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.

우주과학과와 우주탐사학과에는 2012년 3월 현재 총 18명의 교수-김갑성, 김상준, 이동훈, 장민환, 박수중, 김성수, 최광선, 문용재, 김관혁, 선종호, 진호, 이은상, 이정은, Tetsuya Magara, Sami K. Solanki, Robert P. Lin, Danny Summers, Peter H. Yoon-에 의해 강의와 연구가 수행되고 있다. 위 교수진에 더하여 최윤영 회원이 전임 연구교수로서 재직하고 있다. 아울러 일본 NICT의 Satoshi Inoue 교수와 Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics(중국 Peking University 소재)의 Richard de Grijs 교수, 미국 UC Santa Cruz의 Ian Garrick-Bethell 교수, 미국 NJIT의 이정우 교수가 International Scholar로서 연구와 교육에 힘을 보태고 있다. 현재 우주과학과장은 최광선 회원이며, 우주탐사학과장은 김관혁 회원이 맡고 있다.

우주과학과는 경희전문대와 함께 매년 다수의 공개관측회를 개최하여 본교 학생들뿐만 아니라 일반인들에게도 천문현상에 매료될 수 있는 기회를 제공하고 있다. 매년 하계방학 중 본교 학생회는 학과 및 천문대의 지원으로 중고생을 위한 우주과학캠프를 개최하여 청소년들에게 천문학 및 우주과학에 대한 체험의 기회를 부여하고 있다.

우주과학과 학부는 올해 40명의 신입생을 입학시켰으며, 동 대학원에는 현재 석사과정에 2명, 석박사 통합과정에 2명, 박사과정에 6명의 학생이 있다. 대학원 우주탐사학과는 석사과정에 12명, 박사과정에 25명, 석박사 통합과정에 23명의 학생을 두고 있다. 양과 대학원에서 2011년 8월 이후 학위를 받은 학생은 다음과 같다.

- \* 석사 졸업 (2012년 2월) - 8명
- 유제건 (우주탐사학과, 지도교수 진호) - 논문제목: Thermal Analysis, Design and Test for CubeSat: TRIO-CINEMA Mission
- 윤나영 (우주탐사학과, 지도교수 진호) - 논문제목: 초소형 인공위성 CINEMA의 통신 시스템 연구
- 김태연 (우주탐사학과, 지도교수 선종호) - 논문제목: 초소형 위성 CINEMA의 진동특성 연구
- 서용명 (우주탐사학과, 지도교수 선종호) - 논문제목: 초소형 위성의 누적 방사선 효과 해석
- 이재욱 (우주탐사학과, 지도교수 문용재) - 논문제목: Dependence of geomagnetic storms on their associated halo CME parameters
- 김태현 (우주탐사학과, 지도교수 문용재) - 논문제목: Comparison of radial velocities of halo CMEs based on the GCS flux rope model and an ice cream cone model
- 나현욱 (우주탐사학과, 지도교수 문용재) - 논문제목: Comparison of cone model parameters for halo coronal mass ejections
- 이강진 (우주탐사학과, 지도교수 문용재) - 논문제목: Solar flare occurrence rate and probability depending on sunspot classification, its area, and its area change

## 2. 및 학술 활동

### WCU사업

본과가 주도하는 '달궤도 우주탐사'사업 (연구책임자: 이동훈 회원)이 교육과학기술부에서 시행하는 세계수준의 연구중심대학

(WCU: World Class University)사업 제 1유형에 선정되어 2008년 12월 이후 5년간 매년 28.4억원, 총 142억원의 연구비 지원을 받고 있다. 2009학년도 2학기에 우주탐사학과가 대학원에 신설되어 현재 총 60명의 학생이 재학 중이다. WCU 사업의 수행을 위해 현재 Daniel Martini, 박경진, 이동욱, 신준호, 성숙경 박사가 연구교수로, Vinay Pandey, 서행자, 채규성 박사가 박사후 연구원으로 재직하고 있다.

본 사업단에서는 미국 UC Berkeley의 우주과학연구소(Space Science Lab)와 함께 TRIO-CINEMA(Triplet Ionospheric Observatory-Cubesat for Ions, Neutrals, Electrons, and Magnetic fields)라는 위성을 개발하고 있다. 경희대에서 WCU의 지원으로 2기의 CINEMA를 제작하고 있으며 UCB/SSL에서 1기의 CINEMA를 제작하고 있다. 총 3개의 다중 위성으로 구성된 TRIO-CINEMA는 최첨단 탑재체인 STEIN(Suprathermal electrons, ions, and neutrals detector)을 탑재하여 지구 저궤도의 여러 지역을 동시 관측하면서 현재 우주환경에서 가장 핵심 연구주제가 되고 있는 고에너지 입자 발생 및 역학적 과정에 대한 관측을 수행할 예정이다. 이는 우리나라에서 처음 시도되는 다중위성 실험으로서, 실험 결과와 탑재체 검증 결과는 향후 대형 과학위성 실험에 직접 이용될 계획이다. WCU 사업단은 현재 미국 UCB/SSL의 미국 NSF과제에 공동연구원(Co-I)으로 참여하여 함께 연구를 진행하고 있으며 2009년부터 다수의 5명의 대학원생들이 SSL을 방문하여 1개월 이상 기기 개발 작업에 참여하고 있다. TRIO-CINEMA 위성임무 중 WCU지원으로 제작되는 2개의 위성은 이미 제작이 완료되어 현재 환경시험 등을 거치고 있으며, 2012년 하반기에 발사될 예정이다. 발사 후 초기 운영을 통하여 총 3개의 위성이 극지방 저궤도를 순회하며, 1년여의 수명을 목표로 운영될 계획이다.

WCU 사업단은 또한 유럽 ESA(European Space Agency)에서 추진하고 있는 Solar Orbiter 사업의 EPD (Energetic Particle Detector) 탑재체 개발에서 하드웨어 전반에 대한 미국 ITAR License를 획득하고 정식 공동연구원(Co-I)으로 참여하여 국내에서는 처음으로 태양계 내부를 탐사하는 초대형 국제사업에 진출하고 있다.

### 우주공간물리연구실

이동훈 회원, 김관혁 회원, 이은상 회원이 이끄는 우주공간물리 연구실에서는 지구 자기권 우주환경을 밝혀내기 위한 연구를 진행하고 있다. 현재 박사과정 8명, 석사과정 3명, 석박사통합과정 4명으로 구성되어 있으며 지구자기권의 전자기적 섭동, 전리층 교란 현상, ENA, 충격파 등을 연구하고 있다. 표유선 회원은 ionosonde 및 전리층 교란 현상 연구를 수행하고 있으며 지은영 회원은 행성간 물리인자를 이용한 우주폭풍예보 연구를 수행하고 있다. 이경동 회원은 장기간 위성관측에 의한 지구자기권 꼬리 부분의 물리적 성질에 대한 통계 조사를, 김경임 회원은 충남대 류동수 회원, 천문연 김중수 회원과 함께 비선형 MHD 수치모형을 이용한 알렌파 발생연구를 진행하고 있다. 이재형 회원은 전리층에서의 전자기 섭동 현상을 연구하고 있다. 권혁진 회원은 THEMIS 위성의 전기장, 자기장, 플라즈마 자료와 지상 자기장 측정기 자료를 이용하여 서브스톰 발생시 자기권 꼬리 지역에서 발생하는 지구방향의 고속플라즈마 흐름과 내부 자기권에서의 ULF 파동의 상관관계를 연구하고 있으며 박종선 회원은 정지궤도 자기장 자료를 이용하여 지구 정지궤도 자기장의 오전-오후 비대칭성에 대한 연구를 수행하고 있다. 서정준 회원은

방법과 PIC 수치모사를 이용하여 온도 비균등성에 의한 EMIC 불안정성 발생에 대한 연구를 진행하고 있으며 박사과 회원은 지구자기권 폭풍과 전리층 폭풍현상의 상관관계에 대한 연구를 진행하고 있다. 최지원 회원은 자기권 섭동 시 발생하는 여러 종류의 ULF 파동 특성을 수치모사를 이용하여 연구 중에 있으며 이상운 회원은 자기권 내에 존재하는 고에너지 입자 운동학적 변화 연구를 수행하고 있다. 전채우 회원과 김기정 회원은 ENA 자료를 이용한 연구를 수행하고 있고 이준현 회원은 우주 플라즈마에 의한 위성체의 대전 현상에 대한 연구를 수행하고 있다.

김갑성 회원이 이끌고 있는 태양물리 연구실은 크게 태양물리, 천체역학, 태양관측 시스템장비 운영 그리고 우주환경예보 연구의 3개 부분에서 연구를 수행하고 있다. 태양물리 부분에서는 태양활동 영역의 구조, 진화에 대한 이론적 연구 및 관측으로부터 얻어진 자료의 분석을 통한 연구를 진행하고 있다. 본 연구실에서는 태양-우주환경 물리와 천체역학을 융합하여, 태양간섭에 의한 춘추분기에 발생하는 정지위성의 통신장애를 태양과 위성에 대한 정밀한 위치 계산을 통해 예측할 수 있는 연구가 진행 중에 있다. 태양관측 시스템은 중장기적인 계획으로 교내에 태양 H-alpha 관측 시스템과 태양 분광관측 시스템을 운영하고 있다. 태양 H-alpha 관측 시스템은 새로운 망원경을 도입하여 기존의 시스템을 업그레이드하였으며, 네트워크를 통한 자동 관측 시스템을 구축하였다. 또한 태양 분광관측 시스템은 Heliostat과 grating을 이용하여 시스템을 구축하여 관측을 수행하고 있다. 그 외의 연구로는 최근에 활발한 연구가 진행중인 aO(active optics)와 AO(adaptive optics)가 있다. 특히 대기에 의해 발생하는 수차의 약 87%를 제거할 수 있는 CT(correlation tracker) 즉, Tip-tilt 미러를 이용한 시스템 연구를 진행하고 있다. 마지막으로 우주환경예보 연구에서는 국내·외의 우주환경 사이트의 관련 데이터를 수집하고 모니터를 하기 위한 모니터링 시스템을 구축하였다. 본 연구에서는 SDIP(Solar Data Image Processing) 소프트웨어를 자체적으로 개발하여 운영하고 있다. SDIP 소프트웨어는 Borland C++를 이용해서 개발 되었으며, 모니터링 시스템은 SDIP를 이용해서 각각의 FTP 사이트에서 근실시간으로 태양 데이터를 획득하고, 모니터링하기 위한 것이다.

본 연구실의 김갑성 회원은 2010년 9월부터 기상청 국가기상위성센터가 지원하는 연구용역사업을 진행하고 있다. 이 연구용역사업의 사업명은 "우주기상 예보를 위한 우주기상 예측모델 개발"로서 연구책임자 1명, 공동연구자 4명, 연구원 5명, 연구조원 8명 등 총 18명이 참여하고 있다. 총 사업비는 6억원으로 5년 동안 추진될 예정이다. 이 사업과 관련하여 경희대학교 자연과학종합연구원 내에는 우주기상센터(센터장 문용제)를 신설하였다. 우주기상센터는 2013년 태양활동 극대기를 대비하여 태양을 포함한 우주기상과 관련된 연구를 활발히 진행하고 있다. 본 연구실 소속의 이청우 회원은 2010년 4월에 미국의 Big Bear 천문대를 방문하여 지상관측 태양 데이터를 수집하여, 연구에 활용하고 있다. 또한 김현남 회원은 2010년 9월부터 12월까지, 그리고 2011년 2월에 독일의 Max-Planck Institute for Solar System Research를 방문하여 본교 우주탐사학과 석학교수이자 Max-Planck 연구소의 Director인 Sami K. Solanki 교수의 지도 아래 태양 편광분광학에 대한 연구를 수행하였다. 2010년 11월에는 신준호 연구교수와 이진이 연구박사가 임용되어 "우주기상

예보를 위한 우주기상 예보 모델 개발"에 적극 참여하게 되었다.

**행성천문연구실**

김상준 회원이 지도하고 있는 행성천문연구실은 현재 박사과정 4명으로 구성되어 있다. 현재 보현산 천문대, Keck, Gemini Observatory 등의 분광 관측 자료와 Cassini 탐사선의 관측 자료를 분석하여 목성, 토성, 타이탄 등의 대기 및 해성 등의 각종 라디칼 및 분자선의 생성, 그리고 이들 천체의 대기조성과 광화학적 반응에 관한 모델연구를 수행하고 있다.

김상준 회원은 토성의 haze의 분광 관측 자료에서 나타나는 3마이크론 부근 분광 특성의 가(假)동정에 대한 논문을 PSS 지에 발표하였다. 심재경 회원은 Cassini 탐사선의 측광분광기 VIMS의 데이터를 활용하여 타이탄 대기 중 haze의 2-마이크론 영역에 관해 연구하고 있으며, 관련 내용을 국제학술대회 및 저널에 발표할 예정이다. 손미림 회원은 보현산 천문대 BOES를 이용하여 관측한 103P/Hartley와 Mchholz 혜성을 포함한 여러 혜성 분광자료를 이용하여 혜성의 분자 방출선의 특징을 연구하고 있다. 현재 CH 분자 방출선에 관한 내용을 국내외 학술대회에 발표하고자 준비 중에 있다.

학연과정의 김정숙 회원은 현재 김상준 회원 및 한국천문연구원 김순욱 회원의 지도를 받고 있다. 일본 국립천문대 VERA 그룹의 Honma 박사 및 Kagoshima 대학의 Kurayama 박사와의 공동연구를 통해 microquasar Cyg X-3의 격변 현상을 관측하고, 이를 다른 파장과 연계하여 관련된 accretion 및 jet에 대해 연구하고 있다. 또한 high mass star forming region인 W75N의 water maser의 시간에 따른 구조 변화에 대해서도 연구하고 있다. 김재현 회원은 한국천문연구원의 조세형 회원과 함께 AGB star로부터 Planetary Nebula로 가는 만기형 별의 진화 과정을 규명하기 위하여 KVN 21 m 전파망원경을 이용하여 이러한 evolved stars에서 방출되는 SiO와 H2O maser의 동시 관측 연구를 수행하고 있으며, 관련 내용 및 결과들을 IAU Symposium 등 국제 학회에 계속적으로 발표하고 있으며 ApJ 및 ApJ Suppl. 등에 주/공저자로 5편의 논문을 게재하였다.

또한 본 연구실에서는 동 대학의 이동욱 회원과 함께 보현산천문대의 BOES 분광기를 이용해 Lunar Sodium Tail을 관측하였으며, 그 시선속도 분포에 관한 연구를 수행하여 "달의 Sodium Exosphere와 Tail의 3차원 시뮬레이션 연구"를 JGR에 발표하였고, 미국 달학회에서 구두보고하였다. 달관측용 코로나 그래프를 자체제작하여, 달의 나트륨 관측데이터를 확보하려고 노력중이며, 미국 NASA측과의 국제공동 달-관측 연구협력을 모색하고 있다. 또한 『IGRINS를 이용한 거대행성 및 타이탄의 사전 관측 연구』라는 주제로 한국천문연구원의 위탁연구과제에 선정되어 천문연구원의 김강민, 민영철 회원들과 함께 IGRINS의 이용에 대한 사전 연구를 수행하였다.

**우주과학기술연구실**

장민환 회원이 이끌고 있는 우주과학기술연구실은 인공위성 감시시스템을 개발해오던 경희대학교 인공위성 추적관측소와 인공위성 탑재용 극자외선 태양망원경 등을 개발한 우주탐체제연구센터를 통해 협력하여 설립한 연구실로 우주과학 전반에 걸친 연구를 수행중이다. 본 연구실에는 진호 회원도 힘을 보태고 있다. 본 연구실은 자체 제작한 16인치 고궤도 인공위성 관측 시스템과 자체 개발한 12인치 저궤도 인공위성 관측시스템, 다수의 CCD와 분광기, 적외선카메라 및 Video CCD를 보유하고 있다.

본 연구실이 보유한 천문대 B1층의 clean room과 각종 제어장비 및 제작실 등의 시설은 향후 설치될 WCU 연구실과의 공동 이용을 통해 효과를 극대화 할 예정이다. 현재는 보다 효율적인 저궤도 인공우주물체의 추적 및 관측을 위해 다채널 영상 관측 및 분석 시스템을 개발하고 있으며 위성관측용 듀얼 돔을 이용한 관측과 인공위성의 추적 및 목록화 작업도 병행할 계획으로 있다. 한편 태양관측 위성들의 관측자료를 분석하기 위한 서버중설을 완료하고 이를 이용하여 태양 CME 발생과 연관된 태양 표면의 멀티플렉스 구조해석 연구, EIT wave와 EUV jet의 특성 등을 학연으로 진행하고 있다. 태양의 상시관측을 위하여 천문대의 주망원경을 태양관측용으로 개조하는 작업도 수행중이다.

김성수 회원이 이끄는 천체물리연구실에서는 은하 중심부에서의 별 생성, 구상성단계의 역학적 진화, 은하 원반의 뒤뜰 현상, 거대분자구름 등의 분야에서 다양한 연구를 진행 중에 있다. 김성수 회원은 우리은하 원반에서 은하 중심부 200pc 지역으로 가스 물질이 이동하는 현상을 수치실험을 통해 연구하고 있으며, 현재 관측되고 있는 200 pc 지역 분자구름의 총 질량과 같은 지역에서의 별 생성률을 성공적으로 설명할 수 있었다. 김성수 회원은 2009년 9월부터 3년간 고등과학원의 김주한, 연세대학교의 윤석진 회원과 함께, 우주거대구조 수치실험으로부터 구상성단계, 위성은하계, 은하군을 생성하는 연구를 주제로, 한국연구재단의 공동연구사업을 진행 중에 있다. 신지혜 회원은 우리은하와 처녀자리 타원은하들의 구상성단계 질량분포의 진화를 Fokker-Planck 모델의 Monte Carlo적 반복계산을 통해 연구하고 있으며, 고등과학원의 김주한 회원과 함께 우주거대구조 진화 수치실험으로부터 구상성단계를 생성하는 수치실험 기법을 연구하고 있다. 이지원 회원은 천문연구원 소속원 회원의 지도 아래 KVN 사업에 참여하고 있는데, 외부 은하 중심부의 전파 신호의 변화를 관측, 연구하고 있다. 정민섭 회원은 달 표토층 입자들의 크기 분포를 지상편광관측을 통해 분석하는 연구를 수행 중에 있는데, 현재 본격적으로 달 표면 관측 및 분석을 수행 중에 있다. 이안선 회원은 은하 중심부에서의 분자구름 이동 연구를 확장하여, 분자구름이 수백 파섹 지역에서 수 파섹 지역으로 유입되는 과정을 수치적으로 연구하고 있다. 김은빈, 안지은 학생은 각각 경희대학교 최윤영 회원의 지도 아래 헤일로에서 X-Ray이 관측되는 은하들에 대한 연구를, 고등과학원 김주한 박사의 지도 아래 우주론 시뮬레이션 결과를 바탕으로 은하들의 스핀 분포에 관한 연구를 수행 중에 있다. 수학을 전공한 조은재 연구원이 본 연구실에 2011년 9월부터 합류하여 병렬 계산과 천문 visualization 관련 연구를 수행 중에 있다.

**적외선실험실**

박수중 회원이 지도하는 적외선실험실은 광학/적외선천문기기의 제작과 천체관측 연구를 한다. 본 실험실은 미국 텍사스 주립대학교, 한국천문연구원과 공동으로 GMT의 제 1세대 관측기기로 고분산 적외선 분광기 GMTNIRS를 제안하였다. 그리고 비슷한 구조의 고분산 적외선 분광기 IGRINS의 소프트웨어 개발 연구를 수행 중이다. IGRINS 는 2013년부터 미국 텍사스 주립대학교 맥도날드 천문대의 2.7m 망원경에 장착하여 관측을 수행할 계획이다. 그리고 서울대학교 초기우주천체연구단과 공동으로 CCD 카메라 (CQUEAN)를 제작하여 2010년 8월 텍사스 주립대학 맥도날드 천문대 2.1m 망원경에 장착하여 성능시험테스트를 성공

하였고, 연 6회의 정기 관측에 참여하고 있다. 그리고 남아프리카 공화국 천문대에 위치한 일본의 1.3m 적외선 서베이 망원경 (IRSF)을 활용한 연구도 진행하고 있다. 2011년 3월부터 서울대학교에서 박사학위를 받은 강원석 회원이 새로 참여하여 IGRINS 소프트웨어 개발 및 적외선 분광 연구를 같이 수행하고 있다. 박사과정의 김재영 회원은 2011년 12월에 남아프리카 공화국 IRSF 망원경으로 LMC 서베이 관측연구를 하였고, 박사과정의 Le Nguyen Huynh Anh 회원은 SUBARU IRCS 로 관측한 케이사 호스트 은하의 관측데이터 분석을 하고 있다. 그리고 박사과정의 Nguyen Nat Kim Ngan 회원은 SUBARU IRCS 로 관측한 M82 의 성단관측 데이터 분석을 하고 있다. 2012년 3월에 박사과정으로 기초과학연구원에서 연구원으로 근무하던 김상혁 학생이 입학하였고, 2012년 1학기에 독일 막스플랑크 연구소에 교환학생으로 파견되어 새로운 CCD의 성능 테스트 연구를 수행할 계획이다. 정현주 회원은 2010년 12월부터 2011년 8월까지 미국 텍사스 주립대학 천문학과에 교환학생으로 파견되어 Daniel T. Jaffe 교수의 지도로 접합 grating의 제작 연구를 수행하여 2012년 2월 석사학위를 받았고 쉐트랙 아이에 취직하였다. 백기선 회원은 2011년 7-8월에 미국 텍사스 주립대학 천문학과에 학부 교환학생으로 파견되어 Joel Green 박사의 지도로 CQUEAN을 사용한 원시별 HBC722의 변광 관측 연구를 하여 학부 졸업논문을 쓰고 2012년 3월에 석사과정으로 입학하였다. 또한 2012년 3월에 최나현 회원이 입학하여 CQUEAN 의 성능 개선을 위한 연구를 수행할 계획이다.

**태양권플라즈마연구실**

최광선 회원이 이끄는 태양권플라즈마연구실(Heliospheric Plasma Physics Laboratory)은 태양으로부터 시작해 태양풍이 성간물질과 교섭하는 곳까지 이르는 전 공간을 채우고 있는 플라즈마의 전자기적, 역학적 성질을 탐구하기 위해 설립되었다. 이 연구실에서 다루는 주제들은 태양물리연구실과 공간물리연구실의 연구주제들과 밀접한 관련이 있기 때문에 이들 연구실과 긴밀한 연구 협력이 이루어지고 있다. 본 연구실에서 주로 다루어지는 현상은 공간적으로 있어서 광역적이고 시간척도가 파동 주기보다 훨씬 큰 것들이므로 플라즈마의 입자운동론적 접근방법보다는 자기유체역학적 기술을 채용하고 있다. 그렇지만 최근 Peter H. Yoon 교수와의 공동연구를 통해 입자운동론적 연구 및 입자모의실험 연구에 착수하였다. 현재 태양 플라즈마물리학 분야에서는 태양활동영역의 정력학적 모형 및 태양폭발현상의 동력학적 수치모형이 연구되고 있다. 본 연구실은 국내외 여러 기관과도 연구 협력을 하고 있다.

본 연구실의 전홍달 회원(박사과정)은 태양 대기에서의 Ballooning Instability에 관한 수치 모형 연구를 수행하고 있다. 박근석 회원(박사과정)은 갑작스럽게 증가한 환전류(ring current)를 함유한 지자기권이 어떻게 진화하는지에 관한 연구를 수행하고 있으며, 현재 기상청 국가기상위성센터에서 근무하고 있다. 이들 외에 석박통합과정의 김선정, 이중기 회원이 태양풍 온도의 비등방성에 관한 기체분자운동론적 연구를 수행하고 있으며, 권용준 회원은 태양 편광관측의 준비를 하고 있다.

**태양우주기상연구실**

문용재 회원이 이끄는 태양우주기상연구실(Solar and Space Weather Laboratory)은 태양활동에 대한 관측적인 연구 및 이들이 지구 주변에 미치는 영향을 연구하고 있다. 2012학년도 현재

1인(정혜원 박사), 박사과정 9인(최성환, 이경선, 박진혜, 남지선, 박종엽, 김태현, 이재욱, 나현옥, 이강진) 및 석사과정 3인(장수정, 신승기, 주은경)이 연구를 함께 하고 있다. 정혜원 박사는 'CME의 자기 나선도와 속도의 비교 연구'를, 최성환, 남지선 회원은 '기계학습(machine learning)을 이용한 우주기상예보 연구', 이경선 회원은 '소규모 태양 활동에 대한 영상분광학적 관측 연구', 박진혜 회원은 '태양 고에너지 입자의 특성 및 예보에 관한 연구', 박종엽 회원은 '흑점수 및 흑점 유형 자동 산출 방법에 대한 연구', 김태현 회원은 'Flux rope 모형을 이요한 CME의 3차원적 구조 연구', 나현옥 회원은 'CME 콘 모형 비교 연구', 이강진 회원은 '흑점 유형과 면적 변화에 따른 플레어 발생 확률 연구', 이재욱 회원은 '지자기 활동에 영향을 미치는 CME 인자 연구', 장수정 회원은 'WSA/ENLIL Cone 모형을 이용한 CME 지구 전달 예보 연구'를 수행 중에 있다. 그리고 문용재 회원은 현재 (1) 태양 분출 현상에 대한 관측 연구, (2) 태양활동-자기폭풍 관계성 연구, (3) 경험적 우주기상 예보 모델 연구 (4) 행성간 공간에서 CME의 운동학적 특성 연구를 여러 공동 연구자들과 함께 수행하고 있다. 문용재 회원은 2010년 9월부터 2011년 8월까지 1년 동안 미국 NASA GSFC의 Dr. Gopalswamy 연구 그룹에서 연구년을 수행하였다.

**Solar Dynamics Laboratory Group**

Our group is focused on the dynamics of solar plasma that produces various kinds of activity observed in the solar-terrestrial environment, such as solar flares, solar winds, coronal mass ejections, jet-producing sunspots and periodicity of sunspot appearance. We are studying these targets by combining numerical modeling based on computer simulation and observations obtained from ground-based and/or space telescopes. The group members are Dr. Tetsuya Magara (leader), Jun Mo An, Hwanhee Lee and Jihye Kang (in MS-PhD Program). Recently Dr. Satoshi Inoue who is an expert of numerical modeling has joined our group. The goal of our research is to understand the generation of magnetic fields in a deep interior of the Sun, transport of magnetic fields in the solar convection zone where the magnetoconvection is dominant, emergence of magnetic fields into the solar atmosphere, diffusion of magnetic field in the atmosphere related to solar flares and coronal heating, and eruption of magnetic fields into the interplanetary space observed as coronal mass ejections. We also collaborate with the space weather group at NICT (National Institute of Information and Communications Technology) in Japan for developing a state-of-art space weather model based on a three-dimensional magnetohydrodynamics simulation code written by Prof. Takashi Tanaka.

이정은 회원이 이끄는 별탄생 연구실에서는 별생성 영역들에 대한 물리적 화학적 상태에 대한 다양한 연구를 진행 중에 있다. 이정은 회원과 이진희 회원은 최근 허셀 우주 관측소를 이용한 관측 데이터를 분석연구하고 있으며, 이들 관측 결과를 설명하기 위하여 서울대학교 이석호 회원, 박용선 회원과 모델을 구축해

왔다. 이 모델은 다차원에서 연속복사전달과 선복사전달을 계산할 뿐만 아니라, 기체의 열평형과 화학반응을 일관적으로 통합한 모델이다. 또한 이정은 회원은 별탄생 영역들에서 관측되는 다양한 물분자의 D/H 비, 즉 중수소를 포함한 물의 함량비를 설명하기 위하여, 기체상태에서 일어나는 중수소화 반응율에 분자들의 ortho-to-para 비를 고려하고, 먼지표면에서 물분자의 생성을 고려한 화학모델을 구축하여 현재 관측되는 물분자의 D/H비가 먼지표면에서 물분자가 만들어질 당시, 즉 별이 생성되기 전, 분자운의 밀도와 온도에 의해 결정됨을 보였다.

이정은 회원은 텍사스 대학의 김효정 회원과 함께 광도가 낮은 원시성들을 Spitzer-IRS로 CO2 ice feature를 관측하고, CO2 ice feature의 pure component를 chemo-dynamical model로 분석하여 광도가 낮은 원시성들의 생성기작에 episodic accretion이 중요한 역할을 했음을 보였다.

이정은 회원은 천문연구원 최민호 회원, 강미주 회원, 그리고 김기태 회원 함께 오리온 영역의 원시성들에 대해 KVN으로 H2O, CH3OH 메이저 관측을 수행하였다. 이 관측 결과는 Spitzer 관측 데이터들로부터 얻어지는 원시성의 진화상태와의 상관관계 연구에 이용될 것이다.

이정은 회원과 박선경 회원은 서울대학교의 이상각 회원, 경희대학교 강원석 회원과 함께 IGRINS를 위한 사전연구를 수행하여, 보현산의 BOES를 이용하여 표준항성들의 고분산 분광자료를 수집해 왔다. 또한 보현산의 관측팀, 성현일 회원, 이병철 회원과 함께 최근 폭발적으로 밝아진 원시성 HBC 722에 대한 BOES 모니터링 관측을 수행해 오고 있다.

본 연구실의 박선경 회원은 G, K, M 형의 항성들에서 관측되는 Ca II K 방출선의 폭을 이용하여 별들의 중력을 알아내는 방법을 연구하고 있다. 이전 연구들에 따르면 Ca II K 방출선 폭과 절대등급 사이에 상관관계가 있어서, 거리지수로 이용될 수 있다. 본 연구에서는 항성대기 모델을 바탕으로 이 방출선 폭이 항성 표면중력의 중요한 지표가 될 수 있음을 찾았다.

**3. 연구시설**

**경희천문대**

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 천문대장에 임명이 되었고, 2001년 3월에 인공위성 추적 관측을 위한 관측소를 설치하였다. 2003년 2월에 장민환 교수가 제 3대 천문대장으로 부임하였고, 2010년 3월부터는 박수중 교수가 제 4대 천문대장의 임기를 수행 중이다. 그리고 김일훈 회원과 이청우 회원이 행정실장 및 연구실장으로 근무하고 있다. 본 천문대는 2009년에 대대적인 리모델링 공사를 통하여 각종 연구시설을 정비하였고, 76cm 반사망원경의 TCS를 교체하여 보다 효율적이고 정확한 관측이 가능하도록 하였다. 또한 2010년에는 Meade사의 16인치 리치크레티앙식 망원경과 Pramont ME 마운트를 도입하여 위성 추적 및 관측 실습용으로 사용 중에 있으며, 2011년에는 FLI 4K CCD를 도입하여 관측에 활용하고 있다. 또한 2012년 2월 현재 기존의 전시장 공간에 연구실을 신설하는 공사를 진행 하고 있으며, 최첨단 영상실 조성 공사가 함께 진행 중이다. 2011년 6월에는 공군장교를 대상으로 공군우주실무연수를 개최하였으며, 2011년 12월에는 국립천과학과와 공동으로 개기월식 공개 관측회를 개최하였다.

2012년 2월에는 고교생 과학 및 문화체험교실 우주관측프로그램을 진행하였다. 천문대 장비로는 76cm 반사망원경, 분광기, 4KCCD와 2K CCD가 광학탐사관측에 사용되고 있으며, 16인치, 14인치, 10인치 반사망원경으로 인공위성추적 관측을 진행 중이다. 또한 6인치 굴절 망원경과 H-alpha Filter로 태양관측을 수행하고 있다.

우주과학과와 우주탐사학과는 N-체 문제 계산을 위한 특수목적 컴퓨터인 GRAPE-6 의 병렬 클러스터(8대)를 보유하고 있으며, 2009년부터 천체물리연구실과 WCU 사업단의 공동투자로 140개의 core를 가진 PC 클러스터 시스템을 구축하여 병렬계산 환경을 획기적으로 개선하였다.

경희대학교 응용과학대학은 2010년 4월에 수리계산센터를 개소하고 현재 200 core의 PC cluster를 운용하고 있다. 이 시스템 역시 우주과학과 및 우주탐사학과에 연구에 사용되고 있다.

한편 우주과학과는 2012년 2월에 40대의 일체형 PC를 학과 실습실에 신규 도입하여 학부생들의 컴퓨터 실습 환경을 개선하였다.

■ 서울대학교 물리·천문학부 천문학 전공

1. 인적사항

서울대학교 물리천문학부 천문전공에서는 이상각, 구분철, 이형목, 이명균, 박용선, 채종철, 임명신, 김웅태, 이정훈, 우종학, Masateru Ishiguro, Sascha Trippe 등 12명의 교수가 교육과 연구를 담당하고 있다. Sascha Trippe 교수는 2011년 1학기에 부임하였다. 천문전공 주임 및 물리천문학부 부학부장은 박용선 교수가 맡고 있다. BK21 부단장은 우종학 교수가 맡고 있으며, 임명신 교수는 창의연구 초기천체우주연구단 단장 맡고 있다. 김웅태 교수는 2011년 1, 2학기에, 임명신 교수는 2학기에 연구년/학기를 보냈다.

박사 후 연구원으로는 김재우, 김지훈, 김창구, 박원기, 박홍수, 박형민, 손동훈, Marios Karouzos, Ram Ajor Maurya 박사가 있다.

2011년 1학기에는 석사 7명과 박사 5명이 입학하였고 2학기에는 석사 4명과 박사 2명이 입학하였다.

2011년 2학기과 2012년 1학기에 2명의 박사와 6명의 석사를 배출하였으며, 석사 학위와 박사 학위를 받은 학생과 논문 제목은 아래와 같다.

2011년 8월 학위 취득

박사(1명)

- 이종철: Starburst and AGN activity in local infrared luminous galaxies (지도교수: 이명균)

석사(3명)

- 장지만: 페르세우스 분자운 지역 먼지 덩어리들의 COJ=2-1 천이의 관측 (지도교수: 박용선)
- 이방원: 태양풍 관측기 시제품 개발 (지도교수: 박용선)
- 김치푸용: Calibrating high-z QSO masses using near-IR and optical spectra (지도교수: 우종학)

학사(2명)

정진훈, 황은경

2012년 2월 학위 취득

박사(1명)

- 김진호: Relativistic Approaches to Compact Stars and Their Applications (지도교수: 이형목)

석사(3명)

- 김정규: Gravitational Instability of Vertically-stratified, Pressure-confined, Rotating, Polytropic Disks (지도교수: 김웅태)
- 김두호: Merging Features and Optical-NIR Color Gradients of Early-type Galaxies(지도교수: 임명신)
- 양홍규: Measurement of Zodiacal Dust Bands with WIZARD (지도교수: Masateru Ishiguro)

학사(1명)

이태석

2. 학술 및 연구 활동

구분철 회원은 지도학생들과 함께 UWISH2 서베이, AKARI FIS 서베이, I-GALFA 서베이 자료등을 활용하여 초신성 잔해, 별 탄생 영역, 성간 물질 등에 관한 연구를 수행하였으며, 연구 결과는 한국천문학회 춘계 학술대회 및 국외 학술대회에서 발표하였다. 천문연이 텍사스 대학 및 경희대와 공동으로 개발 중인 고분산 근적외선 분광기 IGRINS의 효율적인 활용을 위하여 'IGRINS 여름학교'를 8월 17-19일에 경주에서 개최하였다. 여름 학교는 (1) NIR Spectroscopy: Tools 와 (2) NIR Spectroscopy: Science, 2 세션으로 구성되어 진행되었으며, 모두 11편의 강연이 있었다. 국내 대학원생 및 연구원 등 모두 50여명이 참석하였다. 그리고, 2011년 10월 5-7일 제주도에서 개최된 한국천문학회 추계학술대회에서 IGRINS 특별 세션을 개최하였다. 모두 6편의 구두발표와 7편의 포스터발표가 있었다.

김웅태 회원은 김창구 회원(UWO, 캐나다), Ostriker 교수(UMD, USA)와 함께 은하 원반에서의 별 형성률을 결정하는 요인에 대한 수치 연구를 계속하고 있다. 이들은 열적 불안정과 중력 불안정에 의한 별 형성 및 초신성 폭발에 의한 되먹임 효과를 구현한 2차원 수치 모형 계산을 수행함으로써 열적/역학적 평형 상태에 도달한 은하 기체 원반의 통계적인 특성을 연구하였다. 이들은 평형 상태에 도달한 원반에서는 1) 난류 운동의 수직방향 속도 분산이 7 km/s 정도로 관측치와 유사하고, 2) 난류 압력이 열적 압력의 약 4배이며, 3) 원반의 별 형성률은 기체의 표면밀도가 아니라 총 압력에 비례함을 발견하였다. 김웅태 회원은 김정규 회원(박사과정)과 함께 회전하는 수직방향으로 증화된 원반의 중력불안정에 대한 연구를 계속하고 있으며, 은하의 나선팔이 별 형성률에 미치는 영향에 대한 연구를 착수했다.

김웅태 회원은 공동 연구자들과 함께 막대은하의 역학에 대한 연구를 착수하였다. 김웅태 회원은 서우영 회원(박사과정), Stone 교수(Princeton, 미국), 윤두수 회원(UWI, 미국), Teuben 박사(UMD, 미국)와 함께 먼지띠, 중심 고리, 핵 나선팔과 같은 막대 하부구조의 형성 과정 및 중심으로의 질량 유입률에 대한 연구를 수행하였다. 이들은 핵 나선팔의 존재 유무 및 형태, 중

질량 유입률이 기체의 음속 및 중심에 존재하는 블랙홀의 질량에 크게 의존함을 발견하였다. 김용태 회원은 Stone 교수(Princeton, 미국)와 함께 은하 자기장을 고려한 수치 계산을 수행하여 자기장의 존재가 질량 유입률을 100배 이상 증가시키는 한편 막대 바깥쪽에 기체의 밀도는 낮지만 자기장이 강한 '자기팔(magnetic arms)'을 형성함을 발견하였다. 김용태 회원은 김용휘 회원(박사과정)과 함께 은하 나선팔의 존재 및 헤일로 기체의 유입이 먼지띠의 세기에 미치는 영향을 연구하고 있으며, 임형목 회원(석사과정)과 함께 우리 은하의 나선팔과 팔 사이에서 관측되는 기체의 기원을 찾는 연구를 수행하고 있다.

박용선 회원은 김창희, 이방원, 김정훈 회원과 함께 전파연구원 제주센터에 전파를 이용하여 태양풍의 물리량을 구할 수 있는 태양풍 관측기를 건설하였다. 300MHz 대역에서 동작하는 간섭계형 시스템이다. 추후 눈금조정, 관측 프로그램 개발, 시험관측 등을 진행할 예정이다. 유형준 회원과는 천문용 적응광학계 시제품을 개발하고 있는데 이 시제품의 일부로서 quad cell과 tip/tilt 거울을 이용해 선형적인 파면 요동을 100Hz이상의 빠르기로 보정하는 시스템을 개발하였다. 윤영주 회원과는 만기형 미라형별의 포피에서 일어나는 일산화황소의 메이저 현상을 연구하고 있는데, 메이저의 포화(saturation)를 고려하는 방법론을 개발하여 맥동위상별로 선운곽을 계산해내어 관측과 비교하였다. 우종학 회원은 7명의 석박사 학생과 1명의 박사후 연구원과 함께 (1) Keck과 HST를 이용한 블랙홀과 은하의 상관관계의 진화에 대한 연구; (2) Keck, Palomar 5m, Lick 망원경 등을 이용한 세이프드 은하들의 빛의 메아리 효과를 이용한 연구; (3) Subaru 망원경을 이용한 고적색편이 퀘이사들의 근적외선 분광 연구; (4) Keck 망원경을 이용한 퀘이사 호스트 은하들의 속도 분산 측정 연구; (5) Palomar 5m 망원경의 근적외선 관측을 이용한 은하들의 별 운동 및 가시광과의 비교연구; (6) Palomar 5m 와 Lick 3m를 이용한 young radio galaxies의 disk-jet 관계 연구; (7) VLT 분광자료를 이용한 퀘이사들의 narrow-line region 연구; (8) AKARI 분광자료를 이용한 세이프드 은하들의 별생성 연구; (9) HST UV 분광자료를 이용한 AGN의 금소함량 연구; (10) SDSS 분광자료를 이용한 narrow-line Seyfert 1 galaxies 연구 등을 하고 있다.

이명균 회원은 이종철, 황호성, 김민진, 김상철 회원 등과 함께 ULIRG의 기원 규명에 관한 연구를 수행하였다. 황나래, 임성순, 박홍수, 박장현 회원 등과 함께 국부은하군의 불규칙 은하 NGC 6822에 있는 성단 탐사를 수행하였다. 임성순, 황나래 회원 등과 함께 starburst 은하 M82의 성단과 항성종족을 연구하였다. 이종환 회원 등과 나선은하 M51의 HII region 탐사를 수행하였다. 안홍배, 김은혁, 김민선, 황나래, 천무영 회원 등과 함께 나선 은하 M106의 위성은하 탐사 연구를 수행하였다. 박홍수, 황호성, 박홍수, 김상철 회원 등과 나선은하 M31에 있는 구상성단계의 화학적 특성을 연구하였다.

이상각 회원은 중심으로 한 서울대 "항성의 측광 및 분광 연구 그룹"에서는 BOES 자료를 활용한 항성의 고분산, Long-slit 자료를 활용한 중분산, 및 미쉬간 대학의 대물 프리즘 스펙트럼을 활용한 저분산 분광에 대한 연구를 수행하고 있다. 또한 보현산 천문대의 카시닉스 적외선 카메라와 우즈베키스탄 마이다나 천문대 망원경을 활용하여 외계행성의 식현상에 대한 측광 연구를 수행하고 있다.

이 그룹의 강원석 회원은 BOES 고분산 분광관측을 통해 행성이 발견된 모항성과 행성이 발견되지 않은 모항성들에 대한 원소함

량 연구를 수행하여 2011년 2월에 박사학위를 받았다. 이 그룹의 박근홍 회원은 UVES 자료와 BOES 자료로 OB 성협과 젊은 산개 성단에 있는 B형 항성의 스펙트럼을 활용하여 성간 스펙트럼선으로 성간물질 연구를 수행하고 있으며 굴드 벨트에 속한 산개 성단과 굴드 벨트 밖에 있는 산개 성단에 속한 별들의 고분산 분광 자료를 활용하여 함량연구를 수행하고 있다. 이상각 회원은 2004년부터 미쉬간 대학의 대물 프리즘 스펙트럼에 대한 디지털화를 수행하여, 표준성을 포함하여 남반부 전역을 포함한 북반구 일부(-90도 ~ +17도)에 대한 디지털화 작업이 완성되었으며, 개개 항성의 스펙트럼으로 자료화 하는 작업이 수행되고 있다. IGRINS를 활용한 항성과 항성계에 대한 연구를 위하여 국내 학자들과 공동연구로 항성과 항성계에 대한 연구개발을 수행했으며, FU Ori 형의 HBC 722에 대한 BOES 및 광학, 적외선 측광연구를 수행하였다.

이정훈 회원은 박사과정학생인 송현미와의 공동연구를 통해 질량이 있는 중성미자가 우주 초기 은하형성과 진화에 미치는 영향력을 계산하였다. 편위 집합론(excursion set theory)과 섭동 이론에 바탕을 둔 해석학적 알고리즘을 이용하여 중성미자(massive neutrinos)의 질량변화에 따라 암흑 물질 헤일로(dark matter halo) 및 필라멘트(filament)구조의 합병률(merging rate)과 형성 시기(formation epoch)가 어떻게 변하는지 계산했다. 그 결과 중성미자의 질량이 높을수록 암흑 물질의 필라멘트로 합병률이 증가하며 그 필라멘트의 붕괴로 질량이 큰 은하가 생길 가능성이 높아진다는 사실을 밝혀내었다.

이정훈 회원은 또한 독일 막스플랑크 연구소의 Marco Baldi 박사와의 공동연구로, 암흑에너지가 우주 상수가 아니라 암흑물질과 커플링이 된 스칼라 필드라는 가정 하에 암흑물질과 암흑에너지의 커플링으로 파생된 제5의 힘(the fifth force)이 총알은하단(bullet cluster)의 속도에 미치는 영향력을 컴퓨터 시뮬레이션 자료를 이용하여 분석하고 기존 표준 우주론에서 설명할 수 없었던 관측 현상인 아주 빠른 총알 은하단의 속도를 암흑물질과 암흑에너지의 커플링으로 설명할 수 있다는 것을 처음으로 규명함으로써 암흑에너지가 우주 상수가 아니라 스칼라 필드일 가능성이 높아짐을 보였다.

이형목 회원은 김진호(박사과정)와 함께 일반 상대론적 유체역학 코드를 개발하였고 이를 이용해 빠른 회전을 하는 중성자별이 섭동을 받을 때 여기되는 진동의 해를 구하여 기대되는 중력파의 진동수와 진폭을 구하였다. 이형목 회원은 한국 중력과 연구자인 KGWG의 대표 역할을 수행하고 있으며 현재 수치 모의 실험을 통해 중력파가 검출되었을 때 중력파원인 쌍성계의 물리적 인자를 얼마나 구체적으로 구할 수 있는지 연구하고 있다. KGWG는 LIGO Scientific Collaboration (LSC)의 공식 회원으로서 서울대, 한양대, 부산대, 인제대와 국가수리과학 연구소(NIMS), 한국과학기술 정보연구원(KISTI) 등이 참여하고 있다. 이형목 회원이 지도하는 김민규(석사과정)은 적외선 우주배경 복사를 관측하는 사운딩 로켓인 CIBER 프로젝트에 참여하고 있으며 근적외선 영역에서의 배경 복사의 스펙트럼을 추출하는 연구를 수행하고 있다. 이형목 회원은 적외선 우주망원경인 AKARI로부터 황도 북극 영역(NEP)에 대한 광시야 탐사 관측 자료의 분석 연구를 수행하고 있다. 김성진(박사과정)과 함께 NEP-Wide 영역에 대한 광시야 영상 자료를 분석하여 2-24마이크론 사이에 9개의 필터 밴드에서의 카탈로그를 작성하여 공표하였고, T. Matsumoto 교수(현재 Brain Pool로 서울대에 근무중), 서현중(박사과정)과 함께 AKARI Monitor field 자료를 분석하여 근적외

우주배경 복사의 요동을 측정하였고 이를 최초의 별 (Pop. III)로부터 나온 빛으로 해석하였다. 이형목 회원은 윤일상(현 Univ. Massachusettes 박사과정), 홍종석(박사과정) 회원과 중력장에 놓인 성단의 진화를 열역학적 방법으로 안정성과 진화 과정을 연구하고 이를 N-체 적분을 이용한 수치 모의 실험 결과와 비교하여 검증하였다. 이형목 회원은 홍종석, 김은혁(연세대) 회원과 공동으로 회전하는 다질량 성단의 진화를 N-체 적분과 Fokker-Planck 방법으로 연구한 결과를 비교하였다.

임명신 회원은 창의적 연구진흥 사업의 지원을 받고 있는 초기 우주천체연구단(CEOU)을 이끌면서 초기우주의 퀘이사, 감마선 폭발 천체, 은하/은하단의 진화를 연구하고 있다. 거대질량 블랙홀에 별의 잔해가 빨려들어가면서 제트의 분출이 일어난 순간을 박원기, 김지훈, 전이슬, 전현성, 전영범, 성현일 회원 및 국제공동연구팀과 함께 세계최초로 포착하였다. 또한 고적색편이 감마선폭발(GRB)를 발견하였으며, 이 천체의 스펙트럼 모양으로부터 초기우주의 먼지의 기원은 초신성이었음을 장민성 회원과 함께 밝혀냈다. 또한 He별과 중성자별의 충돌로 발생했으리라 추정되는 새로운 종류의 감마선 폭발(일명 크리스마스 폭발)의 초기광도곡선을 연구단이 개발한 CQUEAN카메라로 포착하는 데 성공하였는데, 이는 박수종, 박원기, 최창수, 정현주, 임주희 회원 및 국제공동연구팀과 함께 수행하였다. 또한 서울대학교 학부생, 대학원생 다수와 함께 서울대학교 관악캠퍼스에 있는 소형망원경을 이용하여 M101은하에 나타난 초신성의 광도곡선 연구를 계속 수행하고 있다. 고종완 회원 등과는 AKARI NEP field에 있는 supercluster에 소속된 은하들을 중적외선 자료를 이용하여 연구하여 다양한 환경에서 은하진화가 어떻게 이루어지는지 연구하였다. 그 외에도 초기우주 퀘이사와 GRB, 원시은하단, 가까운 퀘이사 등 다양한 주제에 대한 연구를 미국 하와이의 UKIRT 및 IRTF망원경, 미국 McDonald천문대의 2.1m 망원경, 10m HET망원경, AKARI망원경 등을 이용하여 계속 수행하고 있다.

채종철 회원은 2011년 12월까지 3년간 글로벌네트워크 과제 <태양 채층의 미시적 관측연구>를 수행하였다. 이 과제의 핵심은 미국 빅베어 태양천문대에서 새로 건설한 1.6미터 태양망원경에 서울대가 천문연구원과 함께 개발한 고속영상태양분광기(Fast Imaging Solar Spectrograph, FISS)를 부착하여 홍염과 같은 태양 채층 구조물을 연구하는 것이다. FISS는 2010년 5월에 빅베어 태양 천문대 쿠데실에 설치되었으며, 과학연구 목적의 태양 관측 자료를 본격 생산하고 있다.

이시구로 회원의 태양계천문학 그룹은 주로 지상관측을 통해 연구 성과를 냈다. 2011년 3월에 Subaru망원경의 Suprime-Cam으로 폭발을 일으킨 메인벨트 소행성 Scheila의 티끌 구름을 관측하여, 폭발의 원인이 된 충돌이 있었던 시간을 1일의 정밀도로 특정하는 데 성공하였다. 충돌 실험에 의한 결과를 바탕으로 하여 티끌 입자의 궤도 진화를 설명하는 모형을 수립, 관측 이미지의 재현에 성공하였다. 이 성과는 Astrophysical Journal Letter에 2편의 논문으로 게재되었고, Subaru망원경의 웹 사이트를 통해서 전세계에 발신되었다. 석사과정의 양홍규 회원은 하와이의 Mauna Kea에서 취득한 황도광 데이터의 해석을 통해 지금껏 불가능했던 높은 공간분해능의 황도가시광 밝기 분포도를 작성하여 석사논문으로 제출하였다. 석사과정의 정진훈은 행성간 입자운의 궤도진화에 대한 연구를 진행하고 있다. 지난 9월에 새로 박사과정에 입학한 인도인 유학생 Dhanraj S. Warjurkar는 Holmes혜성의 이미지 해석을 착수하였다. 학부 졸업생 김준한은 이시가키섭 천문대에서 수행한 다과장 관측으로부터 반사 스펙

트럼을 계산하여 소행성 Scheila 의 내부물질을 추정하였다. S. Trippe회원은 IRAM 간섭계와 KVN 망원경을 이용해서 활동성 은하핵의 밀리미터파 관측 연구를 수행하고 있다. 6개 천체에 대해 16년간의 관측데이터를 모아 수년의 시간척도로 8배 이상 변화를 하고 있음을 알았다. 조용한 단계와 폭발 단계가 명확히 구분되는 것같고, 각각 서로 다른 복사 기작이 작용하는 것같다. 6개의 활동성은하핵의 선형 편광을 모니터링했는데, 편광의 양상이 최근의 "oblique shock-in-jet models"과 부합하는 것같다. 한 천체에 대해서는 역사상 가장 큰 rotation measure를 검출하였다.

3.

Abadie, J.; Lee, Hyung Mok et al, "A Gravitational Wave Observatory Operating Beyond The Quantum Shot-Noise Limit", Nature Physics, Pp.962 ~ 965, 2011

Andic A; Chae J; Goode Pr; Cao W; Ahn K; Yurchyshyn V; Abramenko V, "Response Of Granulation To Small-Scale Bright Features In The Quiet Sun", The Astrophysical Journal, Volume 731, Issue 1, article id. 29, 2011

Baldi, Marco; Lee, Jounghun; Macciò, Andrea V., "The Effect Of Coupled Dark Energy On The Alignment Between Dark Matter And Galaxy Distributions In Clusters", The Astrophysical Journal, Volume 732, Issue 2, article id. 112, 2011

Barth, Aaron J.; Nguyen, My L.; Malkan, Matthew A.; Filippenko, Alexei V.; Li, Weidong; Gorjian, Varoujan; Joneer, Michael D.; Bennert, Vardha Nicola; Botyanszki, Janos; Cenko, S. Bradley; Woo, Jong-Hak and 37 coauthors, "Broad-Line Reverberation In The Kepler-Field Seyfert Galaxy Zw 229-015", The Astrophysical Journal, Volume 732, Issue 2, article id. 121, 2011

Barth, Aaron J.; Pancoast, Anna; Thorman, Shawn J.; Bennert, Vardha N.; Sand, David J.; Li, Weidong; Canalizo, Gabriela; Filippenko, Alexei V.; Gates, Elinor L.; Greene, Jenny E.; Woo, Jong-Hak and 38 coauthors, "The Lick Agn Monitoring Project 2011: Reverberation Mapping Of Markarian 50", The Astrophysical Journal Letters, Volume 743, Issue 1, article id. L4, 2011

Bennert, Vardha Nicola; Auger, Matthew W.; Treu, Tommaso; Woo, Jong-Hak; Malkan, Matthew A., "A Local Baseline Of The Black Hole Mass Scaling Relations For Active Galaxies. I. Methodology And Results Of Pilot Study", The Astrophysical Journal, Volume 726, Issue 2, article id. 59, 2011

Bennert, Vardha N.; Auger, Matthew W.; Treu, Tommaso; Woo, Jong-Hak; Malkan, Matthew A., "The Relation between Black Hole Mass and Host Spheroid Stellar Mass Out to z ~ 2", The Astrophysical Journal, Volume 742, Issue 2, article id. 107, 2011

- Bracco, A; Cooray, A; Veneziani, M; Amblard, A; Serra, P; Wardlow, J; Thompson, Ma; White, G; Auld, R; Baes, M; Bertoldi, F; Buttiglione, S; Cava, A; Clements, DI ; Dariush, A; De Zotti, G; Dunne, L; Dye, S; Eales, S; Fritz, J; Gomez, H; Hopwood, R; Ibar, I; Iverson, Rj; Jarvis, M; Lagache, G; Lee, Mg; Leeuw, L; Maddox, S; Michalowski, M; Pearson, C; Pohlen, M; Rigby, E; Rodighiero, G; Smith, Dj; Temi, P; Vaccari, M; Van Der Werf, P, "Herschel-ATLAS: Statistical Properties Of Galactic Cirrus In The Gama-9 Hour Science Demonstration Phase Field", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 412, Issue 2, pp. 1151-1161, 2011
- Brewer, Brendon J.; Treu, Tommaso; Pancoast, Anna; Barth, Aaron J.; Bennert, Vardha N.; Bentz, Misty C.; Filippenko, Alexei V.; Greene, Jenny E.; Malkan, Matthew A.; Woo, Jong-Hak, "The Mass Of The Black Hole In Arp 151 From Bayesian Modeling Of Reverberation Mapping Data", The Astrophysical Journal Letters, Volume 733, Issue 2, article id. L33, 2011
- Burrows, D. N.; Kennea, J. A.; Ghisellini, G.; Mangano, V.; Zhang, B.; Page, K. L.; Eracleous, M.; Romano, P.; Sakamoto, T.; Falcone, A. D.; Im, M., and 47 coauthors, "Relativistic jet activity from the tidal disruption of a star by a massive black hole", Nature, Volume 476, Issue 7361, pp. 421-424, 2011
- Cano, Z., Bersier, D., Guidorzi, C., Margutti, R., Svensson, K. M., Kobayashi, S.; Melandri, A.; Wiersema, K.; Pozanenko, A.; Van Der Horst, A. J.; Pooley, G. G.; Fernandez-Soto, A.; Castro-Tirado, A. J.; Postigo, A. De Ugarte; Im, M.: 58명, "A Tale Of Two Grb-Sne At A Common Redshift Of  $Z=0.54$ ", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 413, Issue 1, pp. 669-685, 2011
- Choi, P. I.; Yan, Lin; Helou, G.; Storrie-Lombardi, L. J.; Fadda, D.; Im, M.; Shim, H., "Spectroscopically Selected Spitzer 24  $\mu$ m Active Galactic Nuclei", The Astrophysical Journal, Volume 732, Issue 1, article id. 21, 2011
- Dodds-Eden, K.; Gillissen, S.; Fritz, T. K.; Eisenhauer, F.; Trippe, S.; Genzel, R.; Ott, T.; Bartko, H.; Pfuhl, O.; Bower, G.; And 4 Coauthors, "The Two States Of Sgr A\* In The Near-Infrared: Bright Episodic Flares On Top Of Low-Level Continuous Variability", The Astrophysical Journal, Volume 728, Issue 1, article id. 37, 2011
- Froebrich, D.; Davis, C. J.; Ioannidis, G.; Gledhill, T. M.; Takami, M.; Chrysostomou, A.; Drew, J.; Eislöffel, J.; Gosling, A.; Gredel, R.; Hatchell, J.; Hodapp, K. W.; Kumar, M. S. N.; Lucas, P. W.; Matthews, H.; Rawlings, M. G.; Smith, M. D.; Stecklum, B.; Varricatt, W. P.; Lee, H. T.; Teixeira, P. S.; Aspin, C.; Khanzadyan, T.; Karr, J.; Kim, H.-J.; Koo, B.-C.; Lee, J. J.; Lee, Y.-H.; Magakian, T. Y.; Movsessian, T. A.; Nikogossian, E. H.; Pyo, T. S.; Stanke, T., "Uwish2-The Ukirt Widefield Infrared Survey For H(2)", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 413, Issue 1, pp. 480-492, 2011
- Goto, Tomotsugu; Arnouts, Stephane; Malkan, Matthew; Takagi, Toshinobu; Inami, Hanae; Pearson, Chris; Wada, Takehiko; Matsuhara, Hideo; Yamauchi, Chisato; Takeuchi, Tsutomu T.; Nakagawa, Takao; Oyabu, Shinki; Ishihara, Daisuke; Sanders, David B.; Le Floch, Emeric; Lee, Hyung Mok; Jeong, Woong-Seob; Serjeant, Stephen; Sedgwick, Chris, "Infrared Luminosity Functions Of Akari Sloan Digital Sky Survey Galaxies", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 414, Issue 3, pp. 1903-1913, 2011
- Hsieh, Henry H.; Ishiguro, Masateru; Lacerda, Pedro; Jewitt, David, "Physical Properties of Main-belt Comet 176P/LINEAR", The Astronomical Journal, Volume 142, Issue 1, article id. 29, 2011
- Hwang, Narae; Lee, Myung Gyoan; Lee, Jong Chul; Park, Won-Kee; Park, Hong Soo; Kim, Sang Chul; Park, Jang-Hyun, "Extended Star Clusters In The Remote Halo Of The Intriguing Dwarf Galaxy Ngc 6822", The Astrophysical Journal, Volume 738, Issue 1, article id. 58, 2011
- Huynh, Anh Nguyen Le; Kang, Wonseok; Pak, Soojong; Im, Myungshin; Lee, Jeong-Eun; Ho, Luis C.; Pyo, Tae-Soo; Pyo; Daniel, T. Jaffe, "Medium Resolutino Spectral Library of Late-Type Stellar Templates in Near-Infrared Band", Journal of the Korean Astronomical Society, vol. 44, no. 4, pp. 125-134, 2011
- Ishiguro, Masateru; Ham, Ji-Beom; Tholen, David J.; Elliott, Garrett T.; Micheli, Marco; Niwa, Takahiro; Sakamoto, Makoto; Matsuda, Kentaro; Urakawa, Seitaro; Yoshimoto, Katsumi; And 7 Coauthors, "Search For The Comet Activity Of 107p/(4015) Wilson-Harrington During 2009/2010 Apparition", The Astrophysical Journal, Volume 726, Issue 2, article id. 101, 2011
- Ishiguro, Masateru; Hanayama, Hidekazu; Hasegawa, Sunao; Sarugaku, Yuki; Watanabe, Jun-ichi; Fujiwara, Hideaki; Terada, Hiroshi; Hsieh, Henry H.; Vaubaillon, Jeremie J.; Kawai, Nobuyuki; And 9 Coauthors, "Observational Evidence For An Impact On The Main-Belt Asteroid (596) Scheila", The Astrophysical Journal Letters, Volume 740, Issue 1, article id. L11, 2011
- Ishiguro, Masateru; Hanayama, Hidekazu; Hasegawa, Sunao; Sarugaku, Yuki; Watanabe, Jun-ichi; Fujiwara, Hideaki; Terada, Hiroshi; Hsieh, Henry H.; Vaubaillon, Jeremie J.; Kawai, Nobuyuki; and 9 coauthors, "Interpretation Of (596) Scheila's Triple Dust Tails", The Astrophysical Journal Letters, Volume 741, Issue 1, article id. L24, 2011
- Jang, Minsung; Im, M.; Lee, I.; Urata, Y.; Huang, K.; Hirashita, H.; Fan, X.; Jiang, L., "Dust Properties in the Afterglow of GRB 071025 at  $z \sim 5$ ", The Astrophysical

- Journal Letters, Volume 741, Issue 1, article id. L20, 2011
- Kang, Wonseok; Lee, Sang-Gak; Kim, Kang-Min, "Abundances Of Refractory Elements For G-Type Stars With Extrasolar Planets", The Astrophysical Journal, Volume 736, Issue 2, article id. 87, 2011
- Kim, Chang-Goo; Kim, Woong-Tae; Ostriker, Eve C., "Regulation Of Star Formation Rates In Multiphase Galactic Disks: Numerical Tests Of The Thermal/Dynamical Equilibrium Model", The Astrophysical Journal, Volume 743, Issue 1, article id. 25, 2011
- Kim, E.; Kim, M.; Hwang, N.; Lee, M. G.; Chun, M.-Y.; Ann, H. B., "A Wide-Field Survey Of Satellite Galaxies Around The Spiral Galaxy M106", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 412, Issue 3, pp. 1881-1894, 2011
- Kim, Eunbin; Park, Won-Kee; Jeong, Hyeonju; Kim, Jinyoung; Kuehne, John; Kim, Dong Han; Kim, Han Geun; Odoms, Peter S.; Chang, Seunghyuk; Im, Myungshin; Pak, Soojong, "Auto-Guiding System for CQUEAN (Camera for Quasars in Early Universe)", Journal of the Korean Astronomical Society, vol. 44, no. 4, pp. 115-123, 2011
- Kim, Woong-Tae, "Nonlinear Dynamical Friction In A Gaseous Medium", The Astrophysical Journal, Volume 725, Issue 1, pp. 1069-1081, 2011
- Koo, Bon-Chul; McKee, Christopher F.; Suh, Kyung-Won; Moon, Dae-Sik; Onaka, Takashi; Burton, Michael G.; Hiramatsu, Masaaki; Bessell, Michael S.; Gaensler, B. M.; Kim, Hyun-Jeong; Lee, Jae-Joon; Jeong, Woong-Seob; Lee, Ho-Gyu; Im, Myungshin; Tatematsu, Ken'ichi; Kohno, Kotaro; Kawabe, Ryohei; Ezawa, Hajime; Wilson, Grant; Yun, Min S.; Hughes, David H., "Iras 15099-5856: Remarkable Mid-Infrared Source With Prominent Crystalline Silicate Emission Embedded In The Supernova Remnant Msh15-52", The Astrophysical Journal, Volume 732, Issue 1, article id. 6, 2011
- Lee, Ho-Gyu; Moon, Dae-Sik; Koo, Bon-Chul; Onaka, Takashi; Jeong, Woong-Seob; Shinn, Jong-Ho; Sakon, Itsuki, "Far-Infrared Luminous Supernova Remnant Kes 17", The Astrophysical Journal, Volume 740, Issue 1, article id. 31, 2011
- Lee, Jeong-Eun; Kang, Wonseok; Lee, Sang-Gak; Sung, Hyun-Il; Lee, Byeong-Cheol; Sung, Hwankyung; Green, Joel D.; Jeon, Young-Beom, "High Resolution Optical Spectra Of Hbc 722 After Outburst", Journal of the Korean Astronomical Society, vol. 44, no. 2, pp. 67-72, 2011
- Lee, Jong Chul; Hwang, Ho Seong; Lee, Myung Gyoony; Kim, Minjin; Kim, Sang Chul, "Optical Spectral Classification Of Southern Ultraluminous Infrared Galaxies", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 414, Issue 1, pp. 702-712, 2011
- Lee, Jong Hwan; Hwang, Narae; Lee, Myung Gyoony, "H II Region Luminosity Function Of The Interacting Galaxy M51", The Astrophysical Journal, Volume 735, Issue 2, article id. 75, 2011
- Lee, Jounghun, "On The Intrinsic Alignments Of The Late-Type Spiral Galaxies From The Sloan Digital Sky Survey Data Release 7", The Astrophysical Journal, Volume 732, Issue 2, article id. 99, 2011
- Matsumoto, T.; Seo, H. J.; Jeong, W.-S.; Lee, H. M.; Matsuura, S.; Matsuhara, H.; Oyabu, S.; Pyo, J.; Wada, T., "AKARI Observation Of The Fluctuation Of The Near-Infrared Background", The Astrophysical Journal, Volume 742, Issue 2, article id. 124, 2011
- Oh, Jae Sok; Kim, Hongsu; Mok Lee, Hyung, "Finite Size Effects On The Poynting-Robertson Effect: A Fully General Relativistic Treatment", New Astronomy, Volume 16, Issue 3, p. 183-186, 2011
- Rollig, M.; Kramer, C.; Rajbahak, C.; Minamidani, T.; Sun, K.; Simon, R.; Ossenkopf, V.; Cubick, M.; Hitschfeld, M.; Aravena, M.; Bensch, F.; Bertoldi, F.; Bronfman, L.; Fujishita, M.; Fukui, Y.; Graf, U. U.; Honingh, N.; Ito, S.; Jakob, H.; Jacobs, K.; Klein, U.; Koo, B.-C.; May, J.; Miller, M.; Miyamoto, Y.; Mizuno, N.; Onishi, T.; Park, Y.-S.; Pineda, J.; Rabanus, D.; Sasago, H.; Schieder, R.; Stutzki, J.; Yamamoto, H.; Yonekura, Y., "Photon Dominated Regions In Ngc 3603. [C I] And Mid-J Co Line Emission", Astronomy and Astrophysics, Volume 525, id.A8, 2011
- Ryu, Jinhyuk; Lee, Myung Gyoony, "A Photometric Study Of Five Open Clusters In The SDSS", Journal of the Korean Astronomical Society, vol. 44, no. 5, pp. 177-193, 2011
- Seo, Young Min; Hong, Seung Soo; Lee, Sek Ho; Park, Yong-Sun; Sohn, Jungjoo; Lee, Chang Won, "On The Internal Dynamics Of The Starless Core L694-2", The Astrophysical Journal, Volume 736, Issue 2, article id. 153, 2011
- Shim, Hyunjin; Im, Myungshin; Lee, Hyung Mok; Lee, Myung Gyoony; Kim, Seong Jin; Hwang, Ho Seong; Hwang, Narae; Ko, Jongwan; Lee, Jong Chul; Lim, Sungsoon; Matsuhara, Hideo; Seo, Hyunjong; Wada, Takehiko; Goto, Tomotsugu, "Merging Galaxy Cluster A2255 In Mid-Infrared", The Astrophysical Journal, Volume 727, Issue 1, article id. 14, 2011
- Shinn, Jong-Ho; Koo, Bon-Chul; Seon, Kwang-Il; Lee, Ho-Gyu, "AKARI Near-Infrared Spectral Observations Of Shocked H(2) Gas Of The Supernova Remnant Ic 443", The Astrophysical Journal, Volume 732, Issue 2, article id. 124, 2011
- Song, Hyunmi; Lee, Jounghun, "Merging Rates Of The First Objects And Formation Of The First Mini-Filaments In Models With Massive Neutrinos", The Astrophysical Journal, Volume 736, Issue 1, article id. 27, 2011
- Su, Yang; Chen, Yang; Yang, Ji; Koo, Bon-Chul; Zhou, Xin;

Lu, Deng-Rong; Jeong, Il-Gyo; Delaney, Tracey, "Molecular Environment And Thermal X-Ray Spectroscopy Of The Semicircular Young Composite Supernova Remnant 3c 396", The Astrophysical Journal, Volume 727, Issue 1, article id. 43, 2011

Thöne, C. C.; de Ugarte Postigo, A.; Fryer, C. L.; Page, K. L.; Gorosabel, J.; Aloy, M. A.; Perley, D. A.; Kouveliotou, C.; Janka, H. T.; Mimica, P.; Im, M. and 23 coauthors, "The unusual  $\gamma$ -ray burst GRB 101225A from a helium star/neutron star merger at redshift 0.33", Nature, Volume 480, Issue 7375, pp. 72-74, 2011

Trippe, S.; Krips, M.; Piétu, V.; Neri, R.; Winters, J. M.; Gueth, F.; Bremer, M.; Salome, P.; Moreno, R.; Boissier, J.; Fontani, F., "The Long-Term Millimeter Activity Of Active Galactic Nuclei", Astronomy & Astrophysics, Volume 533, id.A97, 2011

Urakawa, Seitaro; Okumura, Shin-Ichiro; Nishiyama, Kota; Sakamoto, Tsuyoshi; Takahashi, Noritsugu; Abe, Shinsuke; Ishiguro, Masateru; Kitazato, Kohei; Kuroda, Daisuke; Hasegawa, Sunao; and 7 coauthors, "Photometric Observations Of 107p/Wilson-Harrington", Icarus, Volume 215, Issue 1, p. 17-26, 2011

Usui, Fumihiko; Kuroda, Daisuke; Müller, Thomas G.; Hasagawa, Sunao; Ishiguro, Masateru; Ootsubo, Takafumi; Ishihara, Daisuke; Kataza, Hirokazu; Takita, Satoshi; Oyabu, Shinki; and 3 coauthors, "Takashi, Asteroid Catalog Using Akari: Akari/lrc Mid-Infrared Asteroid Survey", Publications of the Astronomical Society of Japan, Vol.63, No.5, pp.1117-1138, 2011

Xin, Li-Ping; Liang, En-Wei; Wei, Jian-Yan; Zhang, Bing; Lv, Hou-Jun; Zheng, Wei-Kang; Urata, Yuji; Im, Myungshin; Wang, Jing; Qiu, Yu-Lei; Deng, Jin-Song; Huang, Kui-Yun; Hu, Jing-Yao; Jeon, Yiseul; Li, Hua-Li; Han, Xu-Hui, "Probing the nature of high-z short GRB 090426 with its early optical and X-ray afterglows", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 410, Issue 1, pp. 27-32, 2011

Yoon, Ilsang; Lee, Hyung Mok; Hong, Jongsuk, "Equilibrium And Dynamical Evolution Of A Self-Gravitating System Embedded In A Potential Well", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 414, Issue 3, pp. 2728-2738, 2011

Yuan, Y; Shih, Fy; Jing, J; Wang, H; Chae, J, "Automatic Solar Filament Segmentation And Characterization", Solar Physics, Volume 272, Issue 1, pp.101-117, 2011

■ 연세대학교 천문우주학과

1.

학과에는 2012년 현재 김석환, 이영욱, 손영중, 변용익, 김용철, 박상영, 이석영, 윤석진, 정애리, 박찬덕 등 10명의 교수진이

연구와 교육에 국제적 수월성을 유지하고자 노력하고 있으며, 대학원에는 박사과정 27명과 석박사 통합과정 12명, 석사과정 25명이 재학 중이다.

이영욱 회원은 연세대, 서울대, 이화여대, 세종대, 경희대, 경북대, 충남대에 소속된 10인의 공동연구원과 함께 교과부 선도연구센터사업(SRC) 은하진화연구센터의 센터장으로 봉사하고 있고, 국제적으로는 국제천문연맹 (IAU) 제37분과 조직위원으로 활동 중이다.

손영중 회원은 2011년 3월부터 이과대학 부학장직을 역임하고 있고, 박상영 회원은 국제 우주비행 학술원(IAA) 회원과 한국우주과학회지 편집위원으로 활동하고 있으며, 국제 국방광역 감시센터에서 필요한 연구와 개발을 수행하고 있다.

이석영 회원은 천문학회지와 천문학 논총의 편집위원으로 봉사하고 있고, 윤석진 회원은 새로 선정된 교과부 선도연구센터사업(SRC)의 세부과제 연구책임자 및 총무간사로서 수고하고 있으며, 본 학과의 Global 5-5-10 사업 수행에 핵심적인 역할로 기여하고 있다.

정애리 회원은 2010년 가을학기 조교수로 부임하였고 천문천문학 분야의 활발한 연구와 교육 활동을 수행하고 있으며, 한국천문학회 학술위원으로 활동 중이다. 박찬덕 회원은 2011년 3월에 부임하여 위성의 궤도/자세와 관련한 동역학/항법/제어/유도에 관한 연구 및 교육을 시작하였다. 현재 연세대학교 천문우주학과의 학과장, 천문대장 및 연세대학교 내 우주과학연구소장 직을 김석환 회원이 맡아 운영하고 있다. 한편 학과에서는 BK사업의 일환으로 박기훈 회원, Anthony Moraghan 회원, 정철 회원을 박사 후 연구원으로 임용하여 활발한 연구 활동을 진행하고 있다. 2012년 2월에는 정철 회원과 신윤경 회원이 박사 학위를 받았으며, 본 학과는 역량있는 박사를 배출해내는 교육기관으로서의 책임을 다하고 있다.

2. 연구 및 학술 활동

이영욱 회원은 정철, 윤석진 회원과 함께 구상성단과 타원은하의 다파장 측광 및 분광 관측자료 해석에 사용될 연세진화종속합성 모델(YEPS) 구축을 완료하고, 관측자료와의 본격적인 비교분석 연구를 착수하였고; 한상일, 노동구, 임동욱, 서현주 회원과는 특이 구상성단과 왜소은하의 du Pont 2.5m 가시광 측광 및 분광 관측; 주석주 회원과는 특이 구상성단과 왜소은하의 종속합성 및 별 형성역사 연구; 조혜진 회원과는 조기형은하의 자외선-가시광 Surface Brightness Fluctuation 및 구상성단계 연구; 강이정, 김영로, 임동욱 회원과는 암흑에너지의 발견에 결정적 역할을 하는 Ia형 초신성의 광도에 은하 내 항성종족의 진화가 미치는 영향을 분석하기 위해 du Pont 2.5m 및 McDonald 2.7m를 이용한 호스트 은하의 분광관측 및 광도곡선 분석 연구를 수행하고 있고; 나중삼, 김용철 회원과는 CNO 함량이 증가되어 있는 항성진화 모형계산 및 이를 이용한 구상성단의 종족모델 연구를 새롭게 착수하였다.

김용철 회원은 생성 초기 항성의 내부구조와 활동성 연구, 항성 표면 복사유체 수치모사연구들에 사용되는 복사 부분 비교연구, 그리고 등연령곡선 제작 등의 3가지 연구를 진행하고 있다. 항성에서 관측되는 활동성(activity)의 관측 자료와 상세한 내부구조의 이론적 모형을 함께 연구하여 항성구조와 항성 자기 활동성의 인과관계를 체계적으로 이해하고자 하는 것이 활동성 연구의 궁극적 목표이다. 복사와 유체의 상호 작용이 매우 중요한 항

수치모사에서, 사용되는 기존의 Eddington 방법, Opacity binning 방법 등의 유효성을 검증하는 것이 복사연구의 목표이다. 그리고 등연령곡선 연구는 최근 여러 연구에서 제안되고 있는 매우 높은 헬륨 함량 및 다양한 알파원소 함량비가 고려된 등연령곡선의 특성을 연구한다.

변용익 회원은 대만 및 미국의 협력연구자들과 함께 카이퍼벨트 천체들의 분포를 알아내기 위한 성적관측연구를 지속적으로 수행하고 있으며, 그 일환으로 보다 높은 효율의 관측탐사를 위해 1.5미터급 광시야망원경의 개발 및 멕시코 SPM 관측소에의 설치에 참여하고 있다. 또한 김대원 회원과 함께 시계열자료분석의 새로운 디트렌딩 기법개발과 변광현상을 통한 QSO 후보도출의 획기적인 효율증대를, 장서원 회원과 함께 높은 정밀도의 시계열 자료분석을 통한 저질량 항성들의 변광특성을 연구하고 있다. 또한 소행성 및 혜성체의 광도변화와 소행성 종족분포에 대한 김명진, 배영호 및 이한 회원과의 연구도 지속하고 있다. 최근에는 협력연구자들과 함께 클라우드 컴퓨팅 환경에서의 대용량 시계열자료분석실험을 수행함으로써 급증하는 자료분석수요에 대응하는 준비작업을 진행 중이다.

김석환 회원이 운용하는 우주광학연구실은 RAL(UK), Oxford 대학교(UK) 및 University of Arizona (USA)의 교수 및 연구진들과 지구 반사율 정밀 측정용 위성광학시스템 및 대구경 광학 시스템의 설계, 해석, 가공 제작, 조립, 정렬, 성능평가와 3차원 지구 광학모델과 통합적 광선추적 기법을 사용한 외계행성관측 분야에서 다양한 공동연구를 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. 2012년 3월까지 주요 연구 업적으로는 SCI 저널에 게재한 적외선용 광학계 비열화 구조 설계 관련 논문 "Three-shell-based lens barrel for the effective athermalization of an IR optical system" 및 3차원 지구/달 광학모델, 감마선 폭발 초기관측용 광학시스템, 천리안 해양관측탐체제 궤도 상 성능검증, 다중배열 최적화 기법을 이용한 광학계 정렬방법, 지구반사율 측정용 광학 시스템과 관련된 학술결과를 SPIE, EPSC/DPS, IHEP 학회 포함, 26건의 국내외 학술대회 발표 및 논문을 발간하였다. 이와 같은 국제적 수준의 연구 활동을 통해 다수의 졸업생들이 해외 우수 대학으로 유학, 국내외 국책연구소 및 대기업 연구소 등으로 활발히 진출하여 나가고 있다.

박상영 회원이 지도하는 우주비행제어 연구실(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. 그 연구 결과를 활용하여, 국방광역 감시센터의 두 가지 연구과제의 책임을 맡게 되었다. 레이저를 이용하여 위성 간 상대거리를 정밀하게 측정하는 연구를 수행중이며, 위성을 이용한 자율도킹, 근접조사 및 위성보호 등의 연구를 진행하고 있다. 또한 한국천문연구원과 함께 SLR(Satellite Laser Ranging)를 이용한 정밀 궤도 결정에 관한 연구를 수행하고, 전자광학 시스템의 관측자료를 이용한 궤도결정에 대한 동역학 모델에 관한 연구도 수행할 것이다.

손영중 회원은 천상현 회원과 김묘진 회원과 함께 가시광 영역 및 근적외선의 다 파장 영역 측광 관측자료를 CFHT, IRSF, CTIO, UKIRT 등의 다양한 망원경으로부터 얻었다. 이를 이용하여, (1) 중원소 함량이 적은 구상 성단 내 적색거성계열의 형태

분석과 은하의 형성, (2) 가까운 왜소 은하 내 접근 거성의 항성 진화 및 공간 분포의 특성, 그리고 (3) 우리 은하 내 구상 성단 주변의 광역 항성 분포와 조석 꼬리에 대한 연구를 통해 은하의 형성과 진화 (4) 초신성에 의한 칼슘 함량의 차이를 보이는 다중종족 구상성단의 화학적 진화 특성 연구, (5) M31 과 그 위성 은하인 NGC 205 및 M32의 항성들의 분포 및 그 역학적 관계에 대해서 연구하고 있다. 특히 구상 성단 주변의 광역 항성 분포와 조석 꼬리에 대한 연구는 일본의 동경대학에 있는 Noriyuki Matsunaga 박사와 공동 연구를 하고 있으며, 다년간의 관측을 통해 현재 우리 은하 중심부에 위치한 대부분의 구상 성단에 대한 관측이 이루어졌으며, 이를 통해 우리 은하 중심부의 형성에 대한 기원에 대한 실마리를 찾고 있다. 이러한 관측 자료는 기존의 자료들과 비교하여, 구상 성단들간의 비교뿐만 아니라, 우리 은하의 생성과 진화에 대해서도 의미있는 결과를 도출할 수 있을 거라 기대하고 있다.

이석영 회원이 이끄는 은하진화연구실(GEM)에서는 다양한 환경에서 은하의 형성과 진화에 관해 연구하고 있다. 정인태와 최호승 회원은 암흑물질 다체모의실험을 통하여 암흑헤일로 병합과정에 대해 연구하고 있고, 이재현 회원은 이 암흑헤일로의 병합과정을 이용하여 준해석적 은하형성이론 모형을 구축하였으며, 은하의 화학적 진화를 고려한 모형을 만들고자 노력하고 있다. 신윤경 박사후 연구원과 오슬희 회원은 다양한 적색편이에 있는 은하단을  $\mu=28$  등급까지 깊이 관측하여 은하단 환경에서 은하의 병합 흔적과 항성 특성을 관련지어 연구하고 있으며, 지인찬 회원은 컴퓨터 모의실험을 통해서 은하간의 병합을 재현하고, 관측된 병합 흔적이 제시하는 은하병합 특성을 추론해 내어, 우주론적 은하병합역사를 검증하고자 노력하고 있다. 박송연 회원은 KVN 전파관측을 통해 광학과 전파에 나타난 타원은하의 AGN 현상의 상관관계를 연구하고 있다. 오규석 회원은 SDSS 은하 분광자료를 재처리하고 분광선의 세기를 측정하여 데이터베이스를 구축하였고, 이를 이용하여 광폭의 방출선을 보이는 은하의 물리적 특성을 연구하고 있다. 우리 연구팀은 영국 옥스퍼드대학교와 허트포드셔대학교, 프랑스 파리천체물리연구소와 리옹대학교, 미국 예일대학교, 독일 막스플랑크연구소와 긴밀히 공동연구를 수행중이다.

윤석진 회원은 (1) 조재일 박사, 박사과정 김학섭, 김수영 회원과 함께 Subaru 8m 및 CTIO 4m 망원경을 이용한 은하 및 성단의 측분광 관측 연구를, (2) 정철 박사, 이상운 회원과 함께 항성진화 족중합성 이론을 이용한 Yonsei Evolutionary Population Synthesis (YEPS) 모델 개발 연구와 외부은하 성단계의 '색분포 양분이론'을 이용한 초기우주 은하형성 연대기 규명 연구를, (3) 박사과정 배현진 회원과 함께 GALEX 우주망원경 관측자료 및 SDSS 관측자료를 이용한 은하의 Recent Star Formation History 연구를, (4) 윤기운, 김정환 연구원, 석사과정 안성호 회원과 함께 N-body 및 Hydro Simulation을 이용한 은하군 및 은하단 역학 연구를, (5) Anthony Moraghan 박사와 함께 Protostar에서의 Molecular Outflow-driven Supersonic Turbulence 연구를 진행하고 있다. 윤석진 회원은 연구년을 맞아 Harvard-Smithsonian CfA 에서 연구하고 있다. 연구실 박사과정의 김수영 회원은 Harvard-Smithsonian CfA 에서의 1년간 파견연구를 성공적으로 수행하고 귀국하였다.

정애리 회원은 다양한 적색편이에서 나타나는 환경에 따른 은하진화효과를 연구중이다. 정은정, 한유진, 이범현 연구원은 FCRAO와 SMA 자료를 토대로 처녀자리 은하단에 속한 만기형

분자형 성간물질과 별형성율이 주변 환경에 따라 가지는 특성을 연구 중이다. 윤혜인 연구원은 VLA 자료와 광학 자료를 토대로 각 은하들이 받은 환경적인 기작을 규명하고, 특히 이웃 은하들의 중력장에 의한 영향을 정량화 하고 있다. 배현진 연구원은 VLA 중성수소형 성간물질의 자료를 이용하여 은하단 환경이 은하원반에 미치는 역학적인 영향을 연구하고 있다. 또한 Kapteyn, Columbia, UMass, IfA, INAF 그리고 NAJQ 소속 천문학자들과 함께 z~0.2에 위치한 두 은하단에 대한 다양한 파장에서의 공동연구 중이며, 특히 밀리미터와 원적외선 파장에서의 연구를 이끌고 있다. 이외에도 WSRT에 새로 장착될 Apertif feed system을 이용한 medium deep galaxy survey와 LMT를 위해 제작된 Redshift Search Receiver를 이용한 넓은 적색편이범위에 위치한 은하들의 분자형 성간물질에 대한 연구에도 참여하고 있다.

박찬덕 회원은 2011년 3월에 연세대학교에 부임했다. 최근까지 미국 해군대학원 (Naval Postgraduate School)에서 달 탐사와 관련하여 달-지구 귀환 궤도를 설계하고, 그 와중에 발생하는 특이해의 특성을 연구했다. 또한, 적응광학 (Adaptive Optics)의 Shack-Hartmann 감지기 성능을 향상시켜 분해능을 극대화시키는 연구를 담당했다. 앞으로 위성의 편대 비행과 관련한 궤도/자세의 최적화 및 실험적 검증, 항법위성의 정밀궤도결정, 생성함수를 이용한 일반/부족구동 시스템의 최적화, 수치적 최적화 기법을 이용한 비선형 시스템의 최적화, 달 탐사 궤도 해석 및 설계 등에 관한 연구 등을 수행할 예정이다.

**3. 시설**

이영욱 회원과 은하진화연구센터는 가시광 영역의 측광 및 분광 관측을 위해 카네기 천문대의 du Pont 2.5m 망원경 및 텍사스 맥도날드 천문대의 2.7m 망원경을 년 2-4주 임차해서 사용하고 있다. 박상영 회원의 위성에 관련된 연구들을 위해 우주비행제어 연구실을 운영하고 있다. 위성자세 시스템을 더욱 발전시키고 있으며 편대위성의 우주항법을 위한 하드웨어 시스템이 개발되었다. 변용익 회원은 카이퍼벨트 성식연구를 위해 대만에 설치된 국제공동관측소 운영에 참여하고 있으며, 천문연구원과 함께 남아프리카공화국 및 호주에 무인관측소를 설치하여 활용하고 있다. 우주광학연구실은 광학 시스템 개발을 위한 다수의 설계 및 해석 S/W, 정렬 및 조립 성능 평가를 위한 각종 간섭계 및 광학 측정 장비를 운영하여 연구 및 프로젝트 형 교육기법에 활용하고 있다.

**4. 국내외 연구논문**

Abdelrahman, Mohammad and Park, Sang-Young, 2011, "Simultaneous Spacecraft Attitude and Orbit Estimation Using Magnetic Field Vector Measurements," *Aerospace Science and Technology*, Vol. 15, December, pp. 653-669, 2011.

Abdelrahman, Mohammad and Park, Sang-Young, 2011, "Integrated Attitude Determination and Control System via Magnetic Measurements and Actuation," *Acta Astronautica*, Vol. 69, Issue 3-4, August-September 2011, pp. 168-185. doi:10.1016/j.actaastro.2011.03.010

Abdelrahman, Mohammad, Chang, Insu and Park,

Sang-Young, 2011, "Magnetic Torque Attitude Control of a Satellite Using the State-Dependent Riccati Equation Technique," *International Journal of Non-Linear Mechanics*, Vol. 46, Issue 5, June 2011, pp. 758-771.

Abdelrahman, Mohammad and Park, Sang-Young, 2011, "Sigma - Point Kalman Filtering for Spacecraft Attitude and Rate Estimation Using Magnetometer Measurements," *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Vol. 47, No. 2, April 2011, pp. 1401-1415.

Abramson, A., Kenney, J. D. P., Crawl, H. H., Chung, A., van Gorkom, J. H., Vollmer, B., Schiminovich, D. 2011, "Caught in the Act: Strong, Active Ram Pressure Stripping in Virgo Cluster Spiral NGC 4330", *AJ*, 141, 164

Bureau, M., Jeong, H., Yi, S. K. et al. 2011, "The SAURON project - XVIII. The integrated UV-line-strength relations of early-type galaxies", *MNRAS*, 414, 3

Cho, J., Yoon, Suk-Jin, et al. 2012, "Globular Cluster Systems of Early-type Galaxies in Low-density Environments", *MNRAS*, in press

Chung, A., Yun, M. S., Narayanan, G., Heyer, M., Erickson, N.R. 2011, "Evidence for 1000 km s<sup>-1</sup> Molecular Outflows in the Local ULIRG Population", *ApJ.*, 732, 15

Chung, A., Bureau, M., van Gorkom, J. H., Koribalski, B., 2012, "The HI Environment of Counter-rotating Gas Hosts: Gas Accretion from Cold Gas Blob", *MNRAS*.tmp.2549C (in press)

Chung, C., Yoon, S.-J., Lee, Y.-W., 2011, "The Effect of Helium-enhanced Stellar Populations on the Ultraviolet-upturn Phenomenon of Early-type Galaxies", *ApJ Letters*, 740, 45

Crockett, R.M., Yi, S.K. et al. 2011, "Anatomy of a Post-starburst Minor Merger: A Multi-wavelength WFC3 Study of NGC 4150", *ApJ*, 727, 115

Kim, Jae-Hyuk, Park, Sang-Young, Kim, Young-Rok, Park, Eun-Seo, Jo, Jung Hyun, Lim, Hyung-Chul, Park, Jang-Hyun, Park, Jong-Uk, 2011, "Analysis of Scaling Parameters of the Batch Unscented Transformation for Precision Orbit Determination using Satellite Laser Ranging Data," *Journal of Astronomy and Space Sciences*, Vol. 28, No. 3, September 2011, pp. 183-192.

Kim, D.-W., P. Protopapas, C. Alcock, Y. Byun, and R. Khardon, 2011, "Automatic QSO Selection Algorithm Using Time Series Analysis and Machine Learning", *American Astronomical Society, AAS Meeting #217, #116.01; Bulletin of the American Astronomical Society*, Vol. 43, 2011, 43, #116.01

Kim, D.-W., P. Protopapas, C. Alcock, Y.-I. Byun, and R. Khardon, 2011, "Automatic QSO Selection Using Machine Learning:

- Application on Massive Astronomical Database", *Astronomical Data Analysis Software and Systems XX*. ASP Conference Proceedings, Vol. 442, proceedings of a Conference held at Seaport World Trade Center, Boston, Massachusetts, USA on 7–11 November 2010. Edited by Ian N. Evans, Alberto Accomazzi, Douglas J. Mink, and Arnold H. Rots. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, p.447, 442, 447
- Kim, D.-W., P. Protopapas, Y.-I. Byun, C. Alcock, R. Khardon, and M. Trichas, 2011, "Quasi-stellar Object Selection Algorithm Using Time Variability and Machine Learning: Selection of 1620 Quasi-stellar Object Candidates from MACHO Large Magellanic Cloud Database", *The Astrophysical Journal*, Volume 735, Issue 2, article id. 68, 735, 68
- Kim, D.-W., P. Protopapas, M. Trichas, M. Rowan-Robinson, R. Khardon, C. Alcock, and Y.-I. Byun, 2012, "A Refined QSO Selection Method Using Diagnostics Tests: 663 QSO Candidates in the Large Magellanic Cloud", *The Astrophysical Journal*, Volume 747, Issue 2, article id. 107, 747, 107
- Kim, S.-B., Bazin, J.-C., Lee, H.-K., Choi, K.-H. and Park, S.-Y., 2011, "Ground vehicle navigation inharsh urban conditions by integrating inertial navigation system, global positioning system, odometer and vision data, "IET Radar, Sonar and Navigation, Vol. 5, Iss. 8, pp.814–823, October 2011.
- Kimm, T., Yi, S. K., Khochfar, S. 2011, "The Impact of Gas Stripping and Stellar Mass Loss on Satellite Galaxy Evolution", *ApJ*, 729, 11
- Lee, Sangjin and Park, Sang-Young, 2011, "Approximate Analytical Solutions to Optimal Reconfiguration Problems in Perturbed Satellite Relative Motion," *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol. 34, No. 4, July–August 2011, pp. 1097–1111. doi: 10.2514/1.52283
- Neill, J., Sullivan, M., Lee, Y.-W. et al. 2011, "The extreme hosts of extreme supernovae", *ApJ*, 727, 15
- Oh, K., Sarzi, M., Schawinski, K., Yi, S. K., 2011, "Improved and quality-assessed emission and absorption line measurements in Sloan Digital Sky Survey galaxies", *ApJS*, 195, 13
- Oh, S., Oh, K., Yi, S. K., 2012, "Bar effects on Central Star Formation and Active Galactic Nuclear Activity", *ApJS*, 198, 4
- Park, Han-earl, Park, Sang-Young and Choi, Kyu-Hong, 2011, "Satellite Formation Reconfiguration and Station Keeping Using State-Dependent Riccati Equation Technique", *Aerospace Science and Technology*, Vol.15, Issue 6, September 2011, pp–440–452.
- Roh, Dong-Gu, Lee, Young-Wook, Joo, Seok-Joo, Han, Sang-Il, Sohn, Young-Jong, Lee, Jae-Woo, 2011, "The extreme hosts of extreme supernovae", *ApJ*, 727, 15
- Schawinski, K., Treister, E., Urry, C. M., Cardamone, C. N., Simmons, B., Yi, S. K. 2011, "HST WFC3/IR Observations of Active Galactic Nucleus Host Galaxies at  $z \sim 2$ : Supermassive Black Holes Grow in Disk Galaxies", *ApJ*, 727, 31
- Schiavon, P. R., Lee, Y.-W., and Yoon, Suk-Jin, et al. 2012, "UV Properties of Galactic Globular Clusters with GALEX I. The Color-Magnitude Diagrams", *AJ*, in press
- Shin, M.-S., H. Yi, D.-W. Kim, S.-W. Chang, and Y.-I. Byun, 2012, "Detecting Variability in Massive Astronomical Time-series Data. II. Variable Candidates in the Northern Sky Variability Survey", *The Astronomical Journal*, Volume 143, Issue 3, article id. 65 (2012)., 143, 65
- Snell, R. L., Narayanan, G., Yun, M. S., Heyer, M., Chung, A., Irvine, W. M., Erickson, N. R., Liu, G. 2011, "The Redshift Search Receiver 3 mm Wavelength Spectra of 10 Galaxies", *AJ*, 141, 38
- Song, Young-Joo, Park, Sang-Young, Kim, Hae-Dong, Lee, Joo-Hee, Sim, Eun-Sup, 2011, "Analysis of Delta-V Losses during Lunar Capture Sequence using Finite Thrust," *Journal of Astronomy and Space Sciences*, Vol. 28, No. 3, September 2011, pp. 203–216.
- Suh, H., Yoon, S, Jeong, H, Yi, S. K. 2011, "Early-type Host Galaxies of Type II and Ib Supernovae", *ApJ*, 730, 110
- Vollmer, B., Soida, M., Braine, J., Abramson, A., Beck, R., Chung, A., Crowl, H. H., Kenney, J. D. P., van Gorkom, J. H. 2012, "Ram pressure stripping of the multiphase ISM and star formation in the Virgo spiral galaxy NGC 4330", *A&A*, 537, 143
- Wang, U, V., Z., Sanders, D., Fazio, G., Chung, A., Petitpas, G., Iono, D., Gao, Y., Kewley, L., Huang, J.-S., Goals 2011, "High-Resolution Mapping of CO(3–2) in NGC 6240", *ASPC*, 446, 97
- Yan, H., Gong, Q., Park, C., Ross, I. M. and D'Souza, C. N., 2011, "High-Accuracy Trajectory Optimization for a Trans-Earth Lunar Mission", *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol. 34, No. 4, pp. 1219–1227
- Yang, Ho-Soon, Kihm, Hagyoung, Moon, Il Kweon, Jung, Gil-Jae, Choi, Se-Chol, Lee, Kyung-Joo, Hwang, Hong-Yeon, Kim, Sug-Whan, Lee, Yun-Woo 2011, "Three-shell-based lens barrel for the effective athermalization of an IR optical system", *Applied*

Optics, 50, 33, pp6206-6213

Yi, Hyun-Su, Yang, Ho-Soon, Lee, Yun-Woo and Kim, Sug-Whan, 2011, "Kernel TIF method for effective material removal control in rotating pitch tool-based optical figuring", 55(1-4), pp. 75-81

Yi, S.K., Lee, J., Sheen, Y., Jeong, H., Suh, H., Oh, K., 2011, "The Ultraviolet Upturn in Elliptical Galaxies and Environmental Effects", ApJS, 195, 22

Yoon, Suk-Jin, Sohn, Sangmo T., Lee, Sang-Yoon, Kim, Hak-Sub, Cho, Jaeil, Chung, Chul Blakeslee, John P. 2011, "Nonlinear Color-Metallicity Relations of Globular Clusters. II. A Test on the Nonlinearity Scenario for Color Bimodality Using the u-band Colors: The Case of M87 (NGC 4486)", ApJ, 743, 149

Yoon, Suk-Jin, Lee, Sang-Yoon, Blakeslee, John P., Peng, Eric W. Sohn, Sangmo T., Cho, Jaeil, Kim, Hak-Sub, Chung, Chul, Kim, Sooyoung, Lee, Young-Wook 2011, "Nonlinear Color-Metallicity Relations of Globular Clusters. III. On the Discrepancy in Metallicity between Globular Cluster Systems and Their Parent Elliptical Galaxies", ApJ, 743, 150

■ 충남대학교 천문우주학과

1.

학과(학과장 이유)는 현재 8명의 전임교수와 1명의 연구교수(오수연)와 1명의 전문경력인사(이우백)와 2명의 겸임교수(김경자, 이태형)와 시간강사 4분(문신행, 심경진, 송두중, 최정림) 및 조교 1인(신태희)이 팀을 이루어 교육과 연구에 임하고 있다. 2010년도부터 물리천문우주과학부에서 천문우주과학과로 변경되어 2012년도에는 40명이 입학하였다. 대학원의 박사과정에서는 14명(이하 휴학생 제외)과 석사과정에는 11명이 수학 중에 있다. 2012년에는 7명의 석사가 배출되었으며, 4명이 박사과정에 3명이 석사과정에 입학하였다.

2. 연구 및 학술활동

본 학과는 전임교수 및 학생들의 활발한 연구/교육/봉사 활동에 힘입어 2010년도에는 충남대학교 학문분야 평가에서 우수상을 수상하였다.

김광태 회원은 한국천문학회 천문학용어 심의위원장으로 봉사하면서 지난 2009년도에 표준화 작업으로 9000개에 이르는 용어를 일단 완료하고, 이어서 후속 연구 작업을 모색하고 있다. 현재 봉사하고 있는 직임으로는 한일 VLBI 상관기 공동개발 자문위원회 회원으로 활동하고 있으며, 2010년부터는 KVN system의 성공적인 운영을 위해서 과학자문위원으로 활동하고 있다. 한편 대학교 학부 교양과목으로 e-learning 강좌로 인간과 우주, 우주의 역사 교양과목들이 개발되어 성황리에 강의하고 있다. 천문학 대중화를 위해 더욱 유익한 강좌를 개발할 계획을 수립 중이다. 오갑수 회원은 현재 태양풍 물리량의 변화에 따른 지자기폭풍의 세기를 예측하는 방법을 연구하여 오고 있으며 최근에는 자기장의 재결합에 관한 연구를 하고 있다.

김용하 회원은 과학재단 특정기초 연구과제의 일환으로 2007년 2월 남극 세종기지에 설치한 유성 레이더를 지속적으로 운영 중이다. 이 유성 레이더는 33.2 MHz VHF 전파를 송출하여 유성흔 플라즈마에 반사되어 오는 신호를 측정하는 시스템이다. 이 레이더는 24시간 지속 운영이 가능하여 현재 일일 평균 약 20000 개 이상의 유성을 측정하고 있으며, 이를 이용해 유성 진입 고도 70 - 110 km 구간의 고층 대기 상태도 측정하고 있다. 세종기지 유성 레이더 자료는 국내 천문학계에 유성 연구자에게 공개되어 유성 천문학분야를 개척할 수 있는 기반을 제공하고 있다.

류동수 회원은 은하단, 은하간 공간 등 우주거대구조를 구성하는 매질에서 자기장, 우주선, 난류를 포함한 물리 현상을 연구하고 있다. "초고에너지 우주선 기원의 우주 거대구조 충격파 모형: 이론의 정립 및 검증을 위한 실험", "High beta 플라즈마에서의 난류 및 수송과정"의 과제를 한국연구재단의 지원 및 국가핵융합연구소의 지원을 받아 수행 중이다.

이 유 회원은 오수연 회원과 더불어 Neutron Monitor 관측소를 현재 표준연구원 내에 완성하여 관측을 시작하였고, 이와 전 세계 관측소들의 자료를 사용하여 관측되는 우주선 강도의 감소현상 (Forbush Decrease)을 태양과 지구간의 행성간 자기구름 물리적 변화로 설명하려는 연구를 하고 있다. 그리고 항공우주연구원과 향후 달탐사를 위한 기초연구로서 LRO/CRAFER science team 에 참여하여 달 궤도에서의 우주선 환경변화를 연구하고 있다. 또한, 지구 기후변화 역사와 원인 탐구에 대한 연구에 빠져 있다.

조정연 회원은 MHD 난류의 성질 및 천문학적 응용에 대해 연구하고 있으며, 성간 먼지의 정렬현상 및 이에 의해 야기되는 적외선 편광에 대해 연구하고 있다. 또한 외부은하의 내부소광과 CMB foregrounds의 효과적 제거 방법에 대해 연구하고 있다. 현재 원시성 원반의 적외선 편광 및 작은 스케일의 우주플라즈마에 관한 연구 과제를 수행중이다.

이수창 회원은 국부은하군에 있는 외부은하들의 구상성당들에 대한 자외선 특성과 나이분포를 비교하여 은하 형성기원을 파악하는 연구를 공동으로 수행하였다. 독일 하이델베르크 대학 및 호주국립대학연구팀과 공동으로 SDSS 자료를 이용하여 Virgo 은하단에 있는 은하들의 새로운 목록을 구축하고 이를 이용한 관련 연구를 수행하고 있다. 한편, Fornax 및 Ursa Major 은하단에 대한 갈락시 자외선 탐사자료 및 SDSS 자료를 분석하여 왜소은하의 자외광 특성 및 별탄생 역사에 대하여 연구하고 있다.

Prof. Hui has conveyed extensive studies of the interiors and the magnetospheres of neutron stars, explosions of massive stars and their remnants, high energy emission from various classes of astrophysical shocks as well as the dynamics of high density stellar systems such as globular clusters. 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 all the aforementioned fields, investigations have been carried in both theoretical and observational aspects. For the observational investigations, our studies have covered the whole electromagnetic spectrum, including utilizing the state-of-art high energy observatories in space such as XMM-Newton, Chandra and Fermi Gamma-ray Space

telescope.

현재 2006년 2단계 BK21의 핵심사업팀으로 선정된 차세대 우주탐사연구인력 양성사업팀 (단장 - 이수창, 참여교수 - 김용하, 조정연)은 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 배출하고 있다.

3.

연구 시설로는 다수의 워크스테이션 서버와 고성능 PC가 갖추어진 천문전산실, 광학실험장치, Photodensitometer, 인공위성 추적시스템이 갖추어져 있는 광학실험실이 있다. 그리고 천문대 및 Planetarium 상영을 위한 천문전시실이 있으며, 시뮬레이션실, 천문도서실 등이 학부 학생들의 교육을 위한 실험실습실로 이용되고 있다. 천문대에는 14인치 반사망원경이 4m 돔에 설치되어 있고, 6인치 막스토프 망원경, 9.25인치 반사망원경, 8인치 방사망원경, 4인치 굴절망원경, 6인치 쌍원경, 분광기, 그리고 다수의 CCD 카메라가 있다. 그리고 대전 시민천문대의 12인치 굴절망원경의 원격제어 시스템을 완성해 시민천문대가 운영을 마친 11시 이후에 이를 활용하여 관측수업을 진행 중이다.

■ 충북대학교 천문대

1. 충북대학교천문대 연혁

- 1998년 IBRD차관으로 국내대학 최대 구경인 1m 망원경 도입
- 2000년 본부 부속기관으로 천문대 설립
- 2002년 천문대 신축 사업비 확보(16억)
- 2006년 충북 진천군 문백면 은탄분교 매입
- 2006년 천문대 착공
- 2007년 천문대 완공
- 2008년 개관
- 2010년 광시야 60cm 망원경 설치(한국 천문연구원)

충북대학교 천문대(대장 이용삼 교수)는 국내 대학 최대 구경인 1m RC망원경을 보유하고 있으며, 망원경의 위치에 따라 자동으로 추적하는 9m 돔과 16개의 차등 구동 서터는 세계에서 유일하게 찾아보기 힘든 최첨단 관측 시스템을 보유하고 있다. 2008년 개관 이래 지금까지 밤이면 항상 천문관측을 수행하고 있으며 천문대를 건설하면서 축적하였던 다양한 천문 기술을 국내 천문대에 보급하고 있다.

2010년 한국천문연구원과 협동연구 사업을 진행하면서 국가 방위에도 중요한 인공위성 추적 감시 망원경인 60cm 광시야 망원경을 설치하였으며, 인공위성 추적 감시 및 소행성 추적관측 임무를 수행하고 있다.

최근에는 다양한 변광성의 관측을 진행하고 있다.(http://210.125.158.20/ weather/에서는 천문대의 날씨 상황 및 관측 진행상황과 관측된 현황을 보여주고 있다.)

한편, 대학내에 35cm와 40cm 완전 자동 망원경을 운영하고 있으며, 밤이 되면 총 4대의 망원경이 항상 밤하늘을 주시하며 다

양한 천문 현상들을 관측하여 세계적인 천문관측 데이터를 양산하고 있다.

40cm 자동 광학망원경, 태양 전파 수신기, GPS 수신기 및 각종 첨단 관측 장비 등을 교육과 연구에 활용한다. 또한, 충북대학교 천문대는 진천관측소(충북 진천 소재)에 국내 최대 규모인 1m RC형 망원경을 보유하고 있어, 국내 관측천문학 분야를 선도하고 있다.

2008년 3월부터 대학원 전공으로 '대중천문과학'이 신설되었고, 생활과 사회 속에 관련된 천문우주과학의 학문과 전국에 산재되어 있는 각종 천문기관이나 시설은 물론 과학간이나 과학박물관에 필요한 학문을 연구하고 운영할 전문 인력을 양성하는데 주력하고 있다.

2. 충북대학교 천문대 학회 발표 자료

충북대학교 천문대 망원경 구동 및 관측 시스템 구축  
윤요라, 차상목, 이충욱, 이용삼, 김용기, 정장해, 김천휘  
한국천문학회보 33(1) 47.2-47.2 ISSN 1226-2692(2008)

충북대학교 천문대 망원경 구동 및 관측 시스템 구축  
윤요라, 차상목, 이충욱, 이용삼, 김용기, 정장해, 김천휘  
한국우주과학회보 제17권1호 2008

근접측쌍성 BL And의 BVRI 측광과 주기연구: 근접점 운동 가능성에 대한 보고

김천휘, 박장호, 송미화  
한국천문학회보 34(1) 95.2-95.2 ISSN 1226-2692(2009)

Astronomical research and education program in KSA of KAIST  
In-Ok Song, Young-Beom Jeon, Jon-Na Yoon, 2010

The light curves of a Geostationary Satellite and its model  
Ho Jin, Yongjun Song, Yongseok Lee, Kap-Sung Kim, Chung\_Uk Lee, Young\_jun Choi, Hong\_Kyn Moon, Dong\_joo Lee, Joh-Na Yoon, 2011

자동관측 망원경을 위한 자동 초점 알고리즘 개발  
윤요라, 이충욱, 임홍서, 한원용  
천문학회보 36(1) 65.2-65.2 ISSN 1226-2692(2011)

효율적인 Flat 관측을 위한 AutoFlat 프로그램 개발  
김동훈, 윤요라, 이충욱, 임홍서, 이용삼  
천문학회보 36(1) 66.1-66.1 ISSN 1226-2692(2011)

BD Andromedae의 주기 변화와 광도곡선 분석  
송미화, 김천휘, 우수완, 윤요라, 배태석, 조영, 진혜진, 한원용, 최용준, 문홍규, 임홍서  
한국우주과학회보 제20권1호 2011

BD Andromedae의 주기 변화와 광도곡선 분석  
송미화, 김천휘, 우수완, 윤요라, 한원용, 배태석, 조영, 진혜진  
한국천문학회보 36(1) 30.1-30.1 ISSN 1226-2692(2011)

한국과학영재학교 SEMO 천문대 STL-11000M CCD의 기본적인

한다니엘, 송인옥  
한국천문학회보 36(1) 68.1-68.1 ISSN 1226-2692(2011)

인공위성의 측광학적 밝기변화와 그의 모델  
진호, 송용준, 이용석, 이성환, 최영준, 이충욱, 문홍규, 이동주, 윤요나  
천문우주 발행년도 2011

Period Study and Light Curve Synthesis of BD Andromedae  
김천휘, 송미화, 윤요나, 한원용, 최영준  
발행년도 : 2011. 10

**3. 천문대 논문발표**

충북대학교 천문대 CCD 측광계의 BVR 표준화  
BVR Standardization of the CCD Photometric System of Chungbuk National University Observatory  
정장해, 이용삼, 김천휘, 윤요나  
한국우주과학회지 26(2) 157-170 ISSN 1598-5601(2009)

SW lyncis-advances and questions  
저자명Chun-Hwey Kim, Ho-Il Kim, Tae Seog Yoon, Wonyong Han, Jae Woo Lee, Chung-Uk Lee, Jin-Hyung Kim, Robert H. Koch  
한국우주과학회지 Vol. 27 no. 4 (Dec. 2010) pp.263-278  
ISSN 1598-5601

Photometric observations of the contact binary system V523 cassiopeiae  
Jang Hae Jeong, Chun-Hwey Kim, Yong-Sam Lee  
한국우주과학회지 Vol. 27 no. 2. pp.81-88 ISSN 1598-5601(2011)

WZ Cephei: A Dynamically Active W UMa-Type Binary Star  
Jeong Jang-Hae, Kim Chun-Hwey  
한국우주과학회지 28(3) 163-172 ISSN 1598-5601(2011)

**충북대학교 천문우주학과**

**1. 인적사항**

본 학과에는 정장해, 이용삼, 김천휘, 김용기, 서경원, 이대영 교수 등 총 6인의 전임 교수가 145명의 학부생과 22명의 대학원생의 교육과 연구를 맡고 있다. 또한 천문교육 분야에서 한양대학교 오준영 교수가 연수연구원으로 근무하고 있다. 학과 행정은 2010학년부터 장형규 조교가 담당하고 있다.

**2. 연구 및 학습활동**

김용기 교수는 현재 학과장직을 맡고 있으며, 대학원 대중천문학 과정을 담당하고 있다. 자기격변변광성의 관측 및 관측자료 처리에 대한 연구를 하고 있으며 우크라이나 ONMU 대학의

Andronov교수와 자기격변변광성에 대한 공동연구를 하고 있다. 또한 태양전과 교란 실시간 모니터링을 통한 우주전파환경연구, 충북대학교 망원경 자동관측시스템을 이용한 자기격변변광성 모니터링관측, 그리고 망원경 자동관측시스템을 이용한 과학대중화 사업에의 연계연구에도 관심을 기울이고 있다. 2012년 3월부터는 충북대학교 자연과학대학 부설 과학기술진흥센터장으로 맡아 과학대중화를 위해 노력하고 있다. 논증을 통한 과학관 전시물 개선방안등 대중천문교육에 관한 연구도 계속하고 있다. 김용기교수는 한양대학교 오준영교수와 함께 “새로운 과학의 본성의 흐름도를 바탕으로 한 과학의 본성에 대한 고등학생들의 믿음탐색: 별의 분광형 실험을 중심으로”라는 제목으로 진혜진회원의 석사학위를 지도하였고, 현재 윤요나회원이 박사과정에서, 배태석회원, 김동훈회원, 한기영회원, 박지원회원이 천문우주학 석사과정에서, 이소정회원과 조영회원이 대중천문과학 석사과정에서 김용기교수의 지도를 받고 있다.

이용삼 교수는 현재 충북대학교천문대장직을 맡고 있으며, 대학원 대중천문학과정을 담당하고 현재 국내 천문유물의 복원과 자문업무 및 대중강연을 수행하고 있다. 아울러 충북대학교 산학협력단 소속 “천문의기복원 연구실”을 운영하고 있으며, 2012년1월 ㈜ 옥토끼이미징으로 부터 “제주항공우주박물관 전시계획연구” 용역을 수행하고 있고, 2012년 2월 태안군으로부터 “태안쥬라기 우주천문대 건립계획 연구” 용역을 수행하고 있다. 2011년 실학박물관 『혼천의와 혼상 복원사업』의 자문을 수행하였고, 한국천문연구원 『조선의 8척 규표 복원사업』의 자문을 수행하였다. 2011년 가을 아산청소년문화원의 천체망원경 시스템의 감수위원장의 지임을 수행하여 아산 군수로 부터 감사패를 수여받은바 있다.

대학원생 논문지도 상황은 2011년 하반기에 2명이 석사논문을 마쳤는데, 각 논문의 제목은 박제훈의 “조선의 수격식 기계시계의 유량조절과 탈진장치 시스템의 연구” 이현배의 “시민천문대 건립특성과 운영방안 연구-칠갑산천문대 중심-”이다. 현재는 3명의 박사과정 (이민수, 강봉숙, 민병희, 정선리)과 7명의 석사논문을 지도하고 있으며(하상현, 장형규, 함선영, 정해남, 송한석, 김종태, 박주영) 그 외 석사과정 중에 있는 3명의 한의원(韓醫院) 원장이 있으며 서울 교육대학의 이용복 교수와 공동으로 지도하고 있다.

김천휘 교수는 4명의 석, 박사 과정 대학원생으로 구성된 우주동역학 연구 그룹을 이끌고 있다. 현재 근접쌍성계에서 제3천체를 검출하는 연구 프로젝트와 근접점 운동을 하는 근접쌍성계의 연구를 수행하고 있다. 이를 위해 소백산, 보현산, 충북대 천문대에서 여러 별에 대한 측광 및 분광 관측을 수행하고 있다. 그 결과로 WZ Cep 근접쌍성계에서 제3, 4천체를 검출하였고, 그 궤도를 결정한 논문을 한국우주과학회지에 게재하였다. 현재 연구하고 있는 근접쌍성계는 BD And, FZ Ori, BS Cas, TY Men, BL And, V994 Her로 이 별들의 측광 및 분광관측 자료를 분석하고 있다. 또한, 지난 4개월(2011.09-12)동안 한국천문연구원에서 추진하고 있는 고정형 SLR 시스템(ARGO-F) 구축을 위한 관측소 부지선정 사업을 국내 관련 전문가와 수행하여 그 최종 보고서를 한국천문연구원에 제출하였다. 현재, 김천휘 교수는 한국우주과학회 회장(2012-2013)과 한국지구과학연합회 회장(2012) 직을 맡아 그 직무를 수행하고 있다. 김천휘 교수와 오준영(한양대) 교수의 지도로 김정엽 회원은 “과학관 천문우주영역 태양계 전시형태의 분석과 제안”이란 제목의, 김성진 회원은 “논증과 스토리텔링의 조화를 통한 국립과천 과학관 전시물의

”이란 제목의 석사 학위 논문을 제출하여 석사 학위를 각각 취득하였다. 김정엽 회원은 김성진 회원은 각각 제주 별빛 누리공원과 일산어린이 천문대에서 근무하고 있다. 현재, 김동빈 회원이 박사과정에서, 우수완, 최철희, 정민지 회원이 석사 과정에서 김천휘 교수의 지도를 받고 있다.

이대영 교수는 현재 8 명의 석·박사 과정 대학원 생으로 구성된 우주물리/우주환경 연구 그룹을 이끌고 있다. 주로 plasma instabilities, relativistic electron dynamics, substorm, interplanetary shock-magnetosphere interaction, magnetic storm 등의 주제를 중점 연구하고 있다. 최근에는 한국연구재단의 NSL 과제를 새롭게 시작하여, 우주 방사선 입자 환경을 재현하는 자료동화모델 개발에 착수 하였다. 이를 위해 THEMIS 위성이 관측한 방사선 벨트 자료를 집중 분석해오고 있다. 충북대 우주물리/우주환경 그룹은 국외에서는 UCLA와 Johns Hopkins Univ Applied Physics Lab 그룹과, 국내에서는 천문연구원 태양-우주환경 그룹과 상시 공동연구 체계를 갖추고 있다.

3.

각 교수의 연구실 및 실험실에는 최신 PC 및 관련 주변 기기, 그리고 워크스테이션이 구비되어 있으며, 또한 교내 35cm 반자동천체망원경, 40cm 자동 천체 망원경 및 3 m 태양 망원경, 5 m 위성 전파수신기, 그리고 최근 자체 제작한 2.8Ghz 전파 수신기 등 천문우주 교육에 필요한 다수의 장비를 갖추고 있다. 이와 더불어 충북대학교 직속 기관인 충북대학교 천문대(충북 진천 소재)의 건설이 완료되어, 2008년 4월에 개관하였고, 시험 관측을 거쳐 현재 활발히 천문관측을 수행하고 있다. 충북대학교 천문대는 국내 대학 규모로는 최대인 1 m 반사 망원경을 보유하고 있어, 본격적으로 천문 교육과 연구에 활용될 뿐만 아니라 지역사회에 개방되어 천문지식 보급에도 크게 기여할 것으로 기대하고 있다.

4. 국내의 연구 논문(2010-2011)

Lee, Y. S., Kim, S. H, 2011, A Study for the Restoration of the Sundials in King Sejong Era, JASS 28(2) 143-153  
 Kim, S. H, Lee, Y. S. Lee M. S. 2011, A Study on the Operation Mechanism of Ongnu, the Astronomical Clock in Sejong Era, JASS 28(1) 3-15  
 Kim, S. H, Lee, Y. S. 2011, An Analysis on the Operation Mechanism and Restoration of Song I-Yeong's Armillary Clock, ICOA-7  
 이용삼, 양홍진, 김상혁, 조선의 8척 규표 복원 연구, 2011, 과학사학회지 33(3) 509-531  
 김상혁, 민병희, 안영숙, 이용삼 “조선시대 관의대의 배치와 척도에 대한 추정”, 2011, 한국천문학회논문집, 26, 115-127.  
 Suh, Kyung-Won & Kwon, Young-Joo, 2011, Dust around T Tauri stars, Journal of Astronomy and Space Science, vol. 28, no. 4, pp. 253-260. Reprint (pdf file) , JASS web site.  
 Suh, Kyung-Won & Kwon, Young-Joo, 2011, Infrared two-colour diagrams for AGB stars using AKARI, MSX, IRAS and NIR data, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol.417, issue 4, pp 3047-3060

(November 2011), reprint (pdf file) , The MNRAS Web site.  
 Koo, Bon-Chul, McKee, C. F., Suh, Kyung-Won et al., 2011, IRAS 15099-5856: Remarkable Mid-Infrared Source with Prominent Crystalline Silicate Emission Embedded in the Supernova Remnant MSH15-52, Astrophysical Journal, vol.732, no.1, pp. 1-8. Reprint (pdf file). ApJ web site , ApJ online paper.  
 Suh, Kyung-Won, 2011, Dust around Herbig Ae/Be stars, Journal of the Korean Astronomical Society, vol.44, no.1, pp. 13-21. Reprint (pdf file). JKAS web site.  
 Jeong, J. H. & Kim, C.-H. 2011, WZ Cephei: A Dynamically Active W UMA-Type Binary Star, JASS, 28, 163, 172  
 Kim, C.-H. & Jeong, J. H. 2011, The BV Photometry of the RR Lyrae Star, BH Ursae Majoris: Light Curves and Period Study, JASS, 28, 109, 116  
 Ivan L. Andronov, Yonggi Kim, Joh-Na Yoon, Vitalii V.Breus, Tammy A. Smecker-Hane,  
 Lidia L. Chinarova, and Wonyong Han, TWO-COLOR CCD PHOTOMETRY OF THE INTERMEDIATE POLAR 1RXS J180340.0+401214, JKAS, 44,89,2011  
 Ami Yun, Yonggi Kim, and Chul-Sung Choi, Long-Term Variation of the Spin Period of a Magnetic Cataclysmic Variable, MU Camelopardalis, J. Astron. Space Sci. 28(1), 9-12. 2011  
 K.C. Kim, D.-Y. Lee, Y. Shprits, H.-J. Kim, E.S. Lee, Electron flux changes in the outer radiation belt by radial diffusion during the storm recovery phase in comparison with the fully adiabatic evolution, Journal of Geophysical Research - Space Physics, 2011.  
 Nose, M, S. Ohtani, P.C:son Brandt, T. Iyemori, K. Keika, and D.-Y. Lee, Magnetic field depression at the Earth's surface during ENA emission fade-out in the inner magnetosphere, Journal of Geophysical Research - Space Physics, 2011.  
 J. H. Lee, D.-Y. Lee, M.-Y. Park, K.-C. Kim, H.-S. Kim, Magnetic Turbulence Associated with Magnetic Dipolarizations in the Near-Tail of the Earth's Magnetosphere: Test of Anisotropy, J. Astron. Space Sci., 2011.  
 D.-Y. Lee, H.-S. Kim, S. Ohtani, M. Y. Park, Statistical characteristics of plasma flows associated with magnetic dipolarization in the near-Earth plasma sheet of  $r < 12 R_e$ , Journal of Geophysical Research - Space Physics, 2012.  
 C.-R. Choi, C.-M. Ryu, K.-C. Rha, K.W. Min, D.-Y. Lee, Ion-acoustic solitary waves in ion-beam plasma with Boltzmann electrons, Physics of Plasmas, 2012.  
 D.-Y. Lee, S. Ohatni, H.-S. Kim, K.C. Kim, Observational test of interchange instability associated with magnetic dipolarization in the near-Earth plasma sheet of  $r < 12 R_e$ , Submitted to Journal of Geophysical Research - Space Physics, 2012.  
 H.-S. Kim, D.-Y. Lee, S. Ohtani, M.-Y. Park, B. Ahn, On

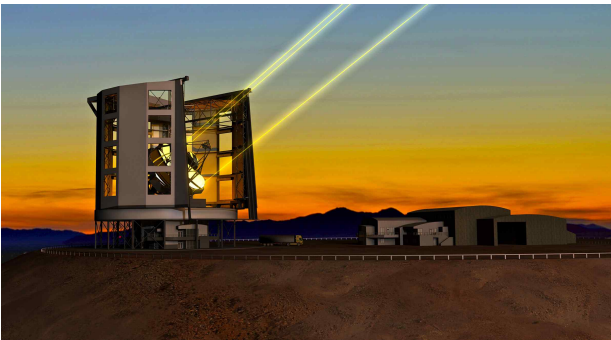
tail-bubble penetration into geosynchronous altitude, Submitted to Journal of Geophysical Research - Space Physics, 2012.

■ 한국천문연구원

1. 및 주요 연구

우리나라 천문연구의 정통성을 계승한 대한민국 대표 천문연구기관으로서 광학, 전파 천문학 및 우주과학 연구를 통해 21세기 천문우주 핵심과제를 규명하고, 천문우주 관측시스템 구축 및 핵심 기술 개발을 통해 우주시대를 선도하는 일류 선진연구기관이다.

가. 광학천문본부



- 주요 연구
  - 우리 은하계 형성과 진화
  - 변광천체 탐색
  - 외계행성 탐색
  - 해외대형망원경 공동건설 추진
- 주요 성과
  - 세계 최초로 두 개의 태양을 가진 외계 행성계 발견
  - 외계 행성 발견 논문 미국천문학회지 최다 인용에 선정
  - 세계 최대급 거대마젤란망원경 사업 참여

나. 전파천문본부



- 주요 연구
  - 성간운 및 별 탄생 영역 연구
  - 성간 분자운 및 별 탄생 분야 국제선도그룹육성
  - 활동성 은하핵 미세구조 연구
  - 한국우주전파관측망 구축

- 우주전파수신기 개발
- 초고속 우주전파 영상합성기 개발
- 주요 성과
  - Orion-KL 원시성에서 일산화규소 메이저 선의 격렬한 선 율 변화 검출
  - 만기형성에 대한 86/129GHz 대 일산화규소 메이저선의 동시 관측 탐사
  - 은하 역방향에 대한 일산화탄소 분자지도 작성

다. 우주과학본부



- 주요 연구
  - 우주감시연구
  - 우주측지연구
  - 태양우주환경연구
  - 천체물리연구
  - 국가천문연구
- 주요 성과
  - 우주환경예보센터 구축 및 운영
  - IGS 국제데이터센터 유치 및 운영
  - 한국의 표준연력표 편찬

라. 기술개발본부



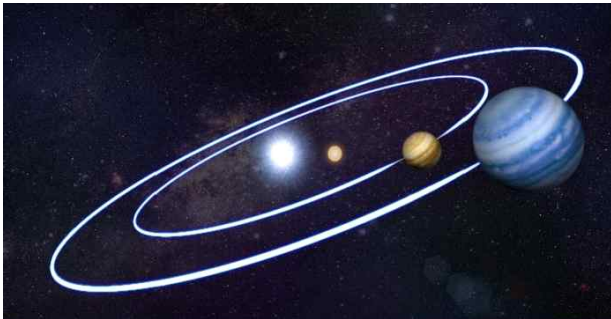
- 주요 연구
  - 천문우주관측 기기 개발
  - 적외선 관측기기 개발
  - 전파 관측기기 개발
  - 광기술 개발
- 주요 성과
  - 과학기술위성1호 주탑재체 원자외선영상분광기 개발 성공
  - 과학기술위성3호 주탑재체 다목적적외선영상시스템 개발
  - 세계 최초 4채널 우주전파 동시 관측 수신기 개발

- NASA            이용한 적외선 우주배경복사 관측 성공
- 고분산 적외선분광기 개발
- 60cm 급 망원경 광기술 국산화 성공

2. 2011    한국천문연구원 주요 성과



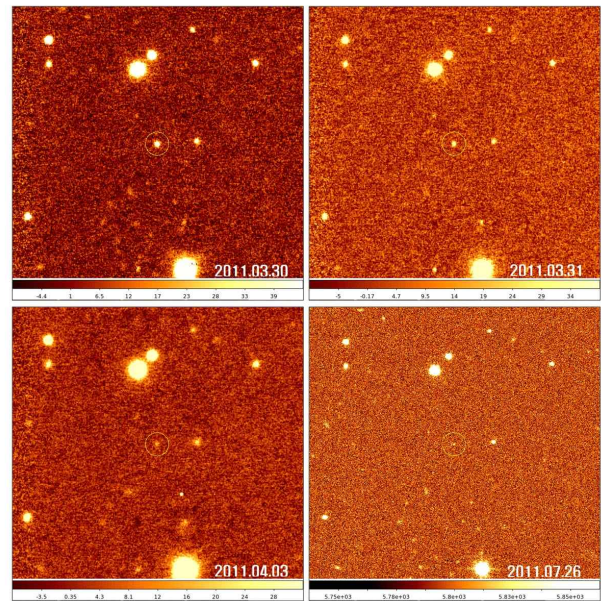
과학기술창의상 대통령상 수상  
: 우주전파관측용 4채널 동시관측 수신시스템 개발 및 4채널 동시관측 성공



두 개의 태양을 가진 외계행성발견 논문(이재우)  
: 미국천문학회지 최다인용에 선정



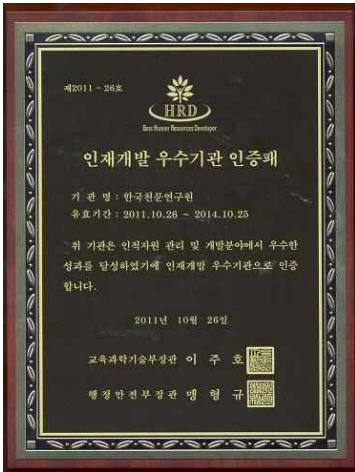
우주전파관측용 4채널 동시관측 수신기 관련 국제특허 획득



보현산천문대에서 관측한 '별을 잡아먹는 블랙홀' 논문 네이처 게재



수명을 다해 지구로 떨어진 린트겐 위성 추락 상황실 운영



, 행정안전부 선정 인재개발 우수기관 인증



국내GPS관측망 자료분석으로 일본대지진에 의한 한반도 움직임 포착



동아시아 VLBI센터(장영실홀) 착공

### 3. 임명

원장 박필호  
 감사 최웅렬  
 감사부장 이은호

선임본부장 한석태

광학천문본부장 김호일  
 광학천문연구센터장 경제만  
 광학망원경사업센터장 박병곤

전파천문본부장 김현구  
 전파천문연구센터장 김종수  
 전파천문사업센터장 김봉규

우주과학본부장 박종욱  
 우주과학연구센터장 곽영실  
 우주천문연구센터장 안영숙  
 우주감시사업센터장 박장현

기술개발본부장 남옥원  
 천문우주기술키발센터장 남옥원  
 전파기술개발센터장 위석오

대의협력실장 조성기

행정부장 김웅중  
 인사회계관리실장 곽우근  
 총무안전관리실장 운영재

정책기획부장 지청윤  
 정책기획관리실장 홍정유  
 예산사업관리실장 서규열  
 정보자산운영실장 신재식

## ■ 한국항공우주연구원

### 1. KARI 연구개발

#### -위성항법기반 교통인프라 기술개발 성과활용을 위한 자문단 구성

교통·항법기술연구센터 위성항법팀(팀장 허문범)은 교통·통신 전문분야를 대상으로 위성항법기반 교통인프라 기술개발 과제의 성과활용을 위한 자문단(항공대 김원규 교수 외 6인)을 2월 7일 구성하였다. 위성항법기반 교통인프라 기술개발 과제는 국토해양부 건설교통기술평가원 교통체계효율화사업의 일환으로 수행되고 있으며, 육상교통 환경에서 위성항법기반으로 차로구분이 가능한 수준의 정확도로 위치결정을 수행할 수 있도록 원천기술을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 자문단은 본 과제의 성과활용을 위하여 시범운용 데모방안을 도출하기 위해 구성되었으며, 향후 육상교통 적용대상을 선정하고, 적용대상의 타당성 검토 및 서비스 구현 방법을 결정하게 된다.

#### -무인기 시뮬레이터 실험실 완공

스마트무인기사업단 무인체계팀(팀장 구삼욱)에서는 무인항공기 비행시뮬레이터 실험실을 회전익기 시험동 1층에 설치하고 '가상비행실험실 (Virtual Flight Lab)'로 명명하여 1/27(금)부터 시험운용을 시작하였다. 이 시뮬레이터는 그동안 스마트무인기 개발에 사용해오던 이동식 간이형 비행시뮬레이션 환경을 확대 발전시킨 것인데, 제어시스템 설계해석과 무인기 조종사 훈련을 기

목적으로 하고 카메라 유도모드, 항공기간 충돌회피, 합상 이착륙을 시험할 수 있으며, 기능을 확장할 경우 스마트무인기뿐만 아니라 고흥항공센터에서 시험하게 될 여타 유/무인기의 시플레이션에도 모두 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

현재 설치된 시스템의 구성에는 스마트무인기의 실제 비행시험에 사용되었던 장비와 동일한 기능의 지상관제장비, 탑재컴퓨터가 사용되었고, 비행모사를 위해 비행시뮬레이션, 영상, 음향, 운용통제석이 각각 추가로 개발되었다. 무인기에 장착된 임무장비(카메라) 영상을 모사하고 카메라 유도모드 시험을 위해 3D 그래픽을 비디오 영상으로 전환, 생성토록 하였고, 공중충돌 감지 및 회피 시험을 위해 다수의 타 항공기에 대한 시뮬레이션과 영상을 각각 개발하였으며, 합상이착륙 시험을 위해 Sea State를 반영한 선박 모델이 추가되었다.

스마트무인기 비행시험에서는 비행 전에 수행된 가상비행시험을 통해 비행에 따른 위험 요소들을 사전에 걸러낼 수 있었고, 내외부 조종사와 비행시험 참여자들의 비행시험 및 비상상황에 대한 예행훈련을 하는 데에 큰 효과를 본 바 있다. 본 시험설비는 앞으로 스마트무인기의 실용화 연구에서 합상이착륙 기술 개발과 같은 비행제어 시스템의 성능향상과 기능 확장 시험뿐만 아니라 다양한 유/무인 항공기의 설계해석과 가상 비행시험, 내/외부 비행조종 및 임무장비 조종사 훈련 등에 활용될 수 있을 것이다.

발사체추진제어팀은 한국형발사체 KSLV-II의 액체추진기관용 추진공급계 밸브류 등 핵심부품 개발 및 시험설비(PUTF, Propulsion Unit Test Facility) 구축을 진행하고 있다.

그동안 수행된 선행개발 과정을 통해 습득한 기술 및 해외협력의 결과를 바탕으로 현재 본격적인 KSLV-II 한국형발사체 액체추진기관 구성품의 개발을 진행하고 있다. 현재 개발 중인 액체추진기관 구성품들은 산화제 충전배출밸브, 벤트릴리프밸브, 솔레노이드밸브, 체크밸브, 헬륨 열교환기, 엔진 배기덕트 조립체 등이다. 특히 산화제 충전배출밸브는 현재 설계 및 소재수급이 완료된 상태이고 2월에는 제작에 착수하여 3월말에 기술모델 개발이 완료될 예정이다.

솔레노이드밸브 개발은 1월에 밸브구동용 솔레노이드밸브 1차 시제품에 대한 열환경 작동시험을 수행하였고, 2월에는 밸브구동용 및 추진계통크 가압제어용 솔레노이드밸브 2차 시제품에 대한 진동시험을 수행할 예정이다. 체크밸브 개발은 1월에 세부시험 및 규격에 대한 협의를 통해 8종의 체크밸브 설계를 완료하였고, 2월에 가공을 완료하여 개발시험을 수행할 예정이다. 또한 추진공급계 시험설비(PUTF) 원내부지(기숙사 옆 주차장 산기슭)에 대한 지질조사가 완료되었으며, 추진공급계 시험설비의 2단계 상세설계가 진행 중이며 3월 중순까지 극저온 시험설비와 수력학 시험설비의 상세설계를 완료할 예정이다.

**- 차터 긴급촬영계획 운영 착수**

위성정보연구센터(센터장·김용승)는 2012년 1월 2일(월)부터 1월 9일(월)까지 International Charter\* 가입 후 처음으로 긴급촬영계획 담당자 역할을 수행하였다.

\*International Charter : 유럽우주청(ESA), 프랑스 우주국(CNES) 등 인공위성을 보유한 15개 우주개발관련 기관들이 자발적으로 참여하여 전 세계 대규모 재해가 발생하였을 때 자국의 인공위성으로 촬영한 위성영상을 무상으로 제공하여 재해로 인한 피해복구 등을 지원하는 국제협력 프로그램임.

긴급촬영계획 담당자(Emergency On-Call Officer, ECO)는 전 세계 어느 지역에서 대규모 재해가 발생했을 때 재해 상황을 종합

적으로 고려하여 위성영상 신규 촬영 등 회원기관에게 영상자료 제공을 요청하는 역할을 수행하며 긴급촬영계획 담당자 역할 수행은 International Charter 회원국의 의무이다. 긴급촬영계획 담당자는 회원기관이 순번제로 7일 동안 24시간 근무를 지원하고 있으며, 각 회원기관이 보통 2개월에 7일 정도 담당하게 된다.

위성정보연구센터는 이를 위해 세 명의 긴급촬영계획 담당자를 지정·운영하고있으며 해당 기간 동안 3교대로 운영되고 있다. 긴급촬영계획 담당자는 2010년 11월 회원기관의 위성 촬영계획 수립을 위한 교육을 유럽우주청에서 이수하였고, 2011년 8월에서 9월까지 총 2회에 걸쳐 운영 테스트를 성공적으로 완수한 후 2012년 1월부터 본격적인 긴급촬영계획 담당자로서의 역할을 수행하고 있다.

지난해 말부터 폭우로 인해 브라질 남동부 인근에서 발생한 홍수와 관련하여 차터에 2012년 1월 7일(한국시간: 1월 8일 AM 1) 요청이 접수되었고, 당시 대기 중인 위성정보연구센터의 긴급촬영계획 담당자는 홍수분석에 유용한 위성보유 9개 회원기관에 위성 촬영계획 및 저장자료 신청을 신속하게 요청하는 긴급촬영계획 담당자의 임무를 성공적으로 완수 하였다. 이와 관련하여 아리랑위성 2호도 총 4회에 걸쳐 피해지역을 촬영하였으나, 영상내 구름이 가득한 관계로 안타깝게도 유효영상을 지원하지는 못하였다.

이외에도 International Charter 운영을 위해서 위성정보연구센터는 월간 Telecon회의와 년 2회 개최되는 정기이사회에 지속적으로 참석하여 회원기관과의 국제협력을 굳건히 하고, 아리랑위성 2호 영상자료를 전 세계 주요 재해에 지원하여 인도주의적인 차원에서의 위성영상 활용을 적극적으로 지원함으로써 우주활용 분야에서 우리나라의 위상을 높이는 중요한 역할을 담당하고 있다.

**-다목적실용위성 3호(KOMPSAT-3) 비행모델(FM) 시험**

우주환경시험팀(팀장 문귀원)은 2011년 12월 9일부터 12월 25일까지 17일간 24시간 3교대로 진행된 다목적실용위성 3호(KOMPSAT-3) 비행모델(FM)에 대한 열진공/열평형시험을 성공적으로 완료하였다. 국산 우주환경모사장비인 대형열진공챔버(유효직경 8미터, 유효깊이 10미터)를 이용해 수행된 이번 열진공/열평형시험은, 위성이 우주궤도에 진입한 후, 고진공 및 극저온, 고온 환경에서 위성을 구성하는 모든 장치들이 정상적으로 작동하는지를 지상에서 검증하기 위한 시험이다. 또한, 본 시험을 통해 위성에 적용된 열제어 설계에 검증도 이루어진다. 특히 열집중 및 위성 표면 손상을 최소화하기 위해, 위성 방열판을 간접적으로 담하기 위한 적외선히팅시스템을 새로 개발, 적용하여 34대의 전원공급기를 이용해 열제어를 성공적으로 수행하였다. 온도를 측정하기 위한 800여개의 열전대, 열제어를 위한 71대의 전원공급기가 사용되었다. 위성이 실제 운용되는 우주궤도의 냉암흑 배경 온도 환경모사를 위해 챔버 내부의 열교환 쉬라우드 는 액화질소를 이용하여 섭씨 영하 180도 이하로 시험기간 내내 유지되었다.

열진공/열평형시험 성공 이후, 2012년 1월 9일부터 1월 20일까지 진동 및 음향 환경 시험을 성공적으로 완료하였다. 진동 및 음향 환경은 위성이 발사체에 실려서 목표 궤도에 도달하는 동안 발생하는 진동 환경을 모사하는 시험이다. 이를 통하여 위성이 발사 환경에 적합하게 제작되었는지 여부를 판단할 수 있다. 본 시험을 위하여 사용한 대표적인 장비는 수직가진시스템과 음향챔버시스템이다. 두 장비 모두 국내에서 제작하였으며, 이를 이용하여 여러 위성에 대한 환경 시험을 성공적으로 완수할 수

. 그리고 구조물의 응답을 정확히 측정하기 위하여 120제 널의 가속도계를 위성에 설치하였다. 진동 시험 중에 실시간으로 구조물의 가속도를 측정하고 이를 이용하여 안전하게 진동 환경 시험을 제어할 수 있었다. 음향 환경 시험에는 가속도계와 더불어서 8개의 마이크로폰이 설치되어 위성 주위에 정확한 음압을 측정하였고 이를 이용하여 적합한 음향 환경을 부여할 수 있었다. 한국항공우주연구원을 위시하여 조립 및 시험 준비 작업을 함께 한 한국항공우주산업, 대한항공, 한화, 두원중공업의 긴밀한 협력하에 열진공/열평형 시험 및 진동/음향 환경 시험을 성공적으로 완료함으로써, 우주환경시험팀은 대형 위성에 대한 뛰어난 우주환경시험수행 능력을 다시 한번 확인할 수 있었다.

**- 분야에 대한 국제공인시험기관 인정 획득**

우주환경시험팀(팀장 문귀원)은 지난 1월 25일 전자기적합성 분야에 대한 국제공인시험기관 인정을 획득하였다. 국제공인시험기관 인정제도는 공식적인 권한을 가진 인정기구가 특정한 시험을 할 수 있는 능력을 가진 시험기관을 평가하여 그 능력을 보증하는 것을 말하며, 지식경제부 소속의 기술표준원 한국인정기구로부터 그 자격을 인정받는다.

우주환경시험팀은 지난 2004년 항공 및 우주 분야에 대한 국제공인시험기관 자격을 인정받아 현재까지 자격을 유지하고 있으며, 금번 인정범위 확대를 통해 전자기적합성 분야에 대한 국제공인시험기관의 자격을 추가로 인정받았다. 따라서 우주환경시험팀은 공인시험기관으로서 필요한 시설 및 장비를 갖추고 있고, 품질경영시스템을 구축하여 잘 이행하고 있으며, 시험원들이 시험수행 능력을 갖추고 있음을 인정받은 셈이다.

한국인정기구로부터 승인받은 시험기관의 시험성적서는 국제적으로 인정을 받을 수 있다. 전자기적합성 시험은 전자제품의 전자파 환경에 대한 적합성 여부를 확인하는 시험으로, 최근 밀리터리 분야에 대한 전자제품 시험의 경우 공인시험성적서를 요청하는 경우가 증가하고 있다. 따라서 유사한 시험기관들 모두 공인시험기관 자격 획득을 위해 노력하고 있는 추세이며, 우주환경시험팀은 시장변화에 미리대비하여 적시에 자격인정을 획득함으로써 시장의 요구에 발맞추어 가고 있다.

현재 우주환경시험팀은 진동시험분야에 대한 인정 범위 확대를 준비하고 있으며 내년 상반기 인정획득을 목표로 하고 있다.

**-한국형발사체 추진기관 시험설비 구축계약**

한국형발사체개발사업단 발사체체계설 추진시험팀은 2012년 1월 11일 한국형발사체 추진기관 연소기 연소시험설비 및 터보펌프 실매질 시험설비 구축사업 계약을 (주)한화와 체결하고 1월 17일 사업착수회의를 통해 사업을 성공적으로 완료할 것을 다짐했다. 한국형발사체(KSLV-II) 개발사업은 2010년 3월 시작하여 2011년 12월에 국가우주위원회 통과로 국가계획으로 승인되었으며, 본 계약 체결은 산업체와 연구원이 협력하는 한국형발사체 개발의 본격적인 시작을 알렸다는 점에서 그 의미가 크다. 또한 본 계약의 사업비가 약 750억원으로 한국항공우주연구원 설립 이래 단일 계약 건으로는 최대 규모의 사업이다.

본 사업의 목표는 대형 액체로켓엔진 연소기 및 터보펌프의 성능을 검증하기 위한 설비를 구축하는 것으로 사업은 2012년 1월부터 2014년 12월까지 4차년도 단계별로 추진할 계획이다. 시험설비는 전남 고흥 외나로도 나로우주센터 내에 구축된다. 본 사업을 추진하기까지 시험설비 개념 및 기본설계, 부지 활용을 위한 검토, 상세설계 등을 수행하면서 구축사업의 기반을 잘 다

져왔다.

연소기 연소시험설비는 추력 75톤급 연소기/가스발생기의 연소 시험을 수행하기 위한 것으로 추력 최대 150톤급 액체로켓엔진 연소기의 연소시험이 가능하도록 구축할 예정이며 실추진체(액체산소, 케로신)를 사용하여 지상연소시험을 수행할 것이다. 또한 국내에서 최초로 수직형 시험스탠드를 도입해 실제 비행 연소 환경에 가깝게 모사할 수 있는 시스템을 갖추게 된다. 터보펌프 실매질 시험설비는 대형(75톤급) 및 소형(7톤급) 터보펌프 실매질 시험이 가능하도록 구축될 예정으로 실추진체를 사용하여 터보펌프의 성능시험, 내구성 검증시험 및 수삭시험을 수행하게 된다.

추진시험팀에서는 이 외에도 추력 75톤급 엔진 지상 연소시험설비, 엔진 고공 연소시험설비, 3단 엔진 연소시험설비, 추진기관 시스템 시험설비 등 총 6개의 추진기관 시험설비를 나로우주센터에 구축할 계획을 갖고 있으며 이 중 추진기관 시스템 시험설비 기본설계 용역사업의 계약을 지난 해 12월 20일 현대로템(주)와 체결하여 함께 진행하고 있다. 추진기관 시스템 시험설비는 국내 최초로 추력 300톤급 이상의 대형 액체로켓 추진기관을 수직으로 세워 수류 및 연소시험을 수행할 수 있는 설비이다.

**2. KARI 뉴스**

**-제7차 KARI-JAXA 정례회의 개최**

정책협력센터 국제협력팀에서는 지난 2월 10일(금) 제7차 KARI-JAXA 정례회의를 연구원에서 개최하였다. 이 회의는 2005년 양 기관의 포괄적 우주 협력 MOU 체결 후 국제협력 부서장 주관으로 매년 개최되고 있는 회의로, KARI-JAXA 간 항공우주분야 국제협력의 모색 및 강화의 기반이 되고 있다. 이번 회의에서는 ISS/JEM 활용, Sentinel Asia Program, 헬리콥터 로터 공동연구, 우주환경시험, 우주교육 분야 협력 등이 논의 되었으며, 우주환경시험 및 우주교육 분야 협력이 이번 회의를 기점으로 본격 추진된다는데 의의가 크다고 할 수 있다. 이번 회의를 통해 양 기관 간 적극적인 국제협력 활동 의지를 재확인 하였으며, 향후 연구분야 간 유기적인 협력을 추진하기로 의견을 모았다.

**-인간동력항공기경진대회 설명회 개최**

지난 1월19일, 우리 연구원에서는 올해 10월 개최 예정인 인간동력항공기 시범 경진대회의 설명회가 열렸다. 인간관계의 도전과 기술적 난관 극복모험심 고양 등을 통한 항공우주분야 인재의 육성과 국민적 관심의 제고, 항공기 경량화 및 장기체공기술 등 PAV(Personal Air Vehicle), Green Technology 기술 향상에의 기여, 행사개최지의 지역관광 및 레저 콘텐츠로의 육성을 통해 지역경제 활성화에 기여하고자 계획된 인간동력항공기 경진대회는, 현재 국내 사정을 고려하여 첫 번째 대회가 열리는 올해에는 시범 대회로 추진되었다. 이번 대회에는 전국 대학의 항공 전공 학과생들 중심으로 일반인, 고등학생, 중학생 등 합계 26개 팀이 출전을 신청, 높은 관심을 끌었다. 19일의 설명회는 총 93명(담당교수 5명 포함)이 참석하였고, 원내에서도 김승조 원장님을 비롯하여 항공 및 정책 분야에서 다수의 관계진이 참석, 성황리에 개최되었다. 설명회에서는 참가팀에게 인간동력항공기 대회의 정의, 안전 및 기술적 측면의 제언과 지원 내용, 대회의 성격 등이 설명되었고, 뒤 이은 Q&A시간에서 기체 제작을 위한 재료 선정, 제작 방법, 경기 운영 방식 등 다방면에 걸쳐 구체적인 질문이 있었다. 또한 국내 인간동력항공기 경진대회의 개최를 기대

있었다는 소감도 다수 보여, 참가팀들의 높은 관심을 확인할 수 있었다. 이번 시범대회는 참가팀의 경기 운영 및 기체 제작 등에 대한 경험을 축적한 뒤 정기적인 본 대회로 확대하여 개최할 것이 계획되고 있으며, 이를 통해 향후 우리나라의 대표적인 항공경진대회로 육성, 국민의 항공분야에 대한 관심과 친밀도를 높이는 데 기여할 예정이다.

- **맞이 대상별 교육기부프로그램 개최**

홍보실은 겨울방학을 맞아 청소년 및 교사 대상 교육기부 프로그램을 개최했다.

**\*교사대상 '교원항공우주직무연수' 개최**

홍보실은 지난 2012. 1. 16(월)~18(수), 2박3일간, 전국 초/중/고 교원 60명을 대상으로 '2012 교원항공우주직무연수'를 개최했다. 항공우주 산업체 현장 탐방을 통해 교원들의 항공우주 과학기술에 대한 이해와 관심을 제고하고, 교원직무능력 향상을 위해 개최된 이번 교원항공우주직무연수는 항우연 및 나로우주센터 탐방과 항공우주 관련 주요 산업체인 대한항공 테크센터(부산), KAI 등을 직접 방문하는 프로그램으로 진행됐다. 또한, 종이비행기 날리기 대회, 모형로켓 제작 발사 체험 등의 항공우주 체험시간도 가졌다.

**\*청소년 대상 겨울방학 항공우주과학캠프 개최**

홍보실은 지난 2012. 1. 31(화), 전국 초등학교 청소년 80명을 대상으로 '카리스쿨 겨울방학 항공우주과학캠프'를 개최했다. 이번 캠프 참가학생들은 연구원에 방문, 과학강연, 연구원 견학, 모형로켓 제작/발사체험프로그램 등 1일캠프에 참여하여 항공우주 연구현장 체험을 통해 과학을 배우고 꿈을 키우는 유익한 시간을 가졌다.

또한, 홍보실은 2012. 2. 23(목)~24(금), 1박2일간, 전국 초등학교 청소년 80명을 대상으로 '우주인과 떠나는 우주여행' 프로그램을 개최했다. 홍보실은 한국 최초 우주인 이소연 박사와 청소년들이 1박2일간 함께하는 프로그램 운영을 통해 청소년들에게 우주인과 항공우주 과학자로서의 꿈을 키워주고, 나로우주센터 등 연구현장을 방문하고, 과학원리를 직접 체험을 통해 배워보는 체험프로그램의 운영을 통해 청소년들이 쉽게 항공우주를 이해하고 배울 수 있는 기회를 마련했다.

---

제21권 1호 2012년 4월

전화 02-2123-3439 (FAX: 02-2123-8675)

학회 홈페이지 <http://ksss.or.kr>

발행인 / 김천취

편집인 / 조중현, 정남해, 신미자

발행 / 사단법인 한국우주과학회

인쇄 / 연이프린텍(02-322-2700)

---

학회사무국 (서울) 서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 천문대 내  
전화: 02-2123-3439 / 팩스: 02-2123-8675  
학회대표메일: [ksss@ksss.or.kr](mailto:ksss@ksss.or.kr)