

ISSN 1598-5601

한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society

제22권 1호

2013년 4월



사단법인 한국우주과학회
The Korean Space Science Society

한 국 우 주 과 학 회

임 원

회 장: 김천희 (충북대, 043-261-3139, kimch@chungbuk.ac.kr)
부 회 장: 민경욱 (파기원, 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: 손영종 (연세대, 02-2123-5688, sohnyj@yonsei.ac.kr)

이 사

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)
진 호 (경희대, 031-201-3865, benho@khu.ac.kr)
한원용 (천문연, 042-865-3219, whan@kasi.re.kr)

감 사

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)

위 원

김관혁 (경희대, 031-201-3845, khan@khu.ac.kr)
김방엽 (항우연, 042-860-2144, kby@kari.re.kr)
나자경 (천문연, 042-865-2055, jkna@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, jilee@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)
Boonrucksar 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 Kumar Das (Harish-Chandra Research Institute, Calcutta India)

포상위원회

위원장

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

위 원

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)

위 원

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)
간사: 고미희 (학회, 042-865-3391, ko@ksss.or.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

ISSN 1598-5601

한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society

제22권 1호

2013년 4월



사단법인 한국우주과학회
The Korean Space Science Society

차 례

등록 및 교통 안내	8
2013년 봄 학술대회 일정표 요약	9
구두발표 논문제목 및 시간표	14
포스터발표 논문제목 및 시간표	20
구두발표논문 초록	24
포스터발표논문 초록	51
학회 및 관련기관 소식	79
연구홍보 / 광고	110

<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 연세로 50
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	30,000원
평의원	-	60,000원
이사,감사	-	100,000원
부회장	-	300,000원
회 장	-	500,000원
기관회원	-	50,000원

※ 회원의 구분은 정관 제6조에 의거하며, 변경된 연회비는 2013년 제1차 이사회에서 개정된 사항입니다.

※ 뒷면의 입회원서를 복사하여 사용해 주십시오.

[표지사진 설명]

한국연구재단 선정, 창의적연구사업단인 충북대학교 외계행성 연구단에서 수행하고 있는 행성관측실험의 연구추진 전략도이다.

이 실험에는 3대의 1.6m급 광시야 망원경을 남반구의 주요지역에 분산 설치하여 24시간 감시체제를 구축하여 수행한다. 행성 발견을 위해서 지구형 행성과 같이 질량이 작은 행성에 탁월한 성능을 가진 중력렌즈 방법을 이용한다.

현재 모든 설계를 완료하고 1호 망원경이 2012년 후반부 Chile에 위치한 Cerro Tololo 천문대에 설치될 예정이다. 연차적으로 2,3호 망원경이 남아프리카공화국, 호주에 설치 될 계획이다.

입 회 원 서

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

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

년 월 일
신청인: (인)

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

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

사단법인 한국우주과학회 귀중

한국우주과학회

2013년 봄 학술대회 일정표

일 시 : 2013. 4. 24.(수) 13:00 - 26.(금) 13:30

장 소 : 제주 휘닉스아일랜드

발표논문 : 초청강연 4편, 구두발표 107편, 포스터발표 124편 총 235편

발표시간 : 초청강연(30분), 연구발표(15분) 3세션 동시 진행

포스터 발표 : 2013. 4. 24.(수) 13:00 - 26.(금) 12:00

사단법인 한국우주과학회

등록 및 교통 안내

1. 등록

정회원의 등록비는 100,000원이며, 학생회원과 정회원 중 석.박사과정(전일제) 학생은 50,000원입니다. 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: 30,000원

(학부학생회원은 입회비 면제, 년회비는 10,000원)입니다.

학회계좌: 국민은행 012-01-0603-888

우리은행 126-435843-01-001

예금주 한국우주과학회

3. 발표자료 준비

구두발표: 발표자료는 파워포인트 파일로 준비하시기 바랍니다.

포스터발표: 회원들이 시간적 여유를 가지고 포스터를 관람할 수 있도록 4월 24일(수) 13시까지 지정된 장소에 게시하여 주시고, 26일(금) 12시에 수거하여 주시기 바랍니다. 집중발표 시간에 발표자는 자신의 포스터 앞에서 회원들의 질문에 답할 수 있도록 준비해 주시기 바랍니다. 포스터를 부착하지 않거나 학회 종료 후 수거하지 않은 회원은 추후 학회발표가 제한될 수 있습니다(2006년 3차 이사회 결정).

4. 발표장

발표형식	구분	분과명
구두발표	1발표장 (볼륨A+B)	초청강연, 천문우주1, 천문우주2, 우주측지, The moon-특별세션1, The moon-특별세션2, 고천문, 관측기기1, 관측기기2
	2발표장 (볼륨C)	지상국, 탐재체, 발사체, 큐브위성-특별세션, 궤도, 위성체1, 위성체2
	3발표장 (스톤)	우주환경1, 우주환경2, 우주환경3, 우주환경4, 우주환경5, 고층대기
포스터 발표	ISLAND BALLROOM 로비	천문우주, 우주측지, 관측기기, 지상국, 탐재체, 발사체, 궤도, 위성체, 우주환경

5. 교통

가. 주소

제주특별자치도 서귀포시 성산읍 고성리 182

휘닉스아일랜드(Tel. 064-731-7000)

나. 찾아오시는 길

▶ 공항무료셔틀버스 이용(선착순 탑승)

구분	공항 → 리조트		공항대기시간	리조트 → 공항	
	공항출발	리조트도착		리조트출발	공항도착
1회차	10:00	11:00	—	—	—
2회차	12:00	13:00	30분	10:30	11:30
3회차	14:00	15:00	30분	12:30	13:30
4회차	16:00	17:00	30분	14:30	15:30
5회차	19:00	20:00	30분	17:30	18:45

— 탑승장소

* 제주공항 → 휘닉스아일랜드행

제주공항 7번 버스전용주차장(Gate 나가서 제일 좌측승강장)

* 휘닉스아일랜드 → 제주공항행

휘닉스아일랜드 벨라테라스 오렌지동 앞

* 운행문의: 굿버스 제주점 064-799-7722

▶ 승용차 이용

— 소요시간 50분 소요

— 동부산업도로 이용

제주국제공항 → 신제주 → 연삼로 또는 연북로 방면 → 변영로(동부관광도로) 진입구간 → 대천동사거리 → 서성로(1119번도로) → 성산읍(섬지코지) → 휘닉스아일랜드

— 중산간도로 이용

제주국제공항 → 신제주 → 해군제주방어사령부 → 난지농업연구소 → 제주대학교교차로 → 제주컨트리클럽 → 교래리 입구 → 비자림로(1112) → 교래사거리 → 산굼부리 → 대천동사거리 → 서성로(1119번도로) → 성산읍(섬지코지) → 휘닉스아일랜드

— 일주도로 이용

제주국제공항 → 연삼로 또는 연북로 방면 → 변영로(동부관광도로) 진입구간 → 화북방향삼양검문소(국도1132번 진입) → 조천읍(1132번) → 구좌읍(1132번) → 성산읍(섬지코지) → 휘닉스아일랜드

▶ 택시이용

— 소요시간 50분 소요

* 휘닉스아일랜드 → 공항: 3만원~3만5천원(미터기)

* 공항 → 휘닉스아일랜드: 2만원~2만5천원(미터기)

* 성산택시(064-784-3030), 동성택시(064-784-8585)

2013년 봄 학술대회 일정표

세션별 발표장

발표일	구분	시간	제1발표장 (볼룸 A+B)	제2발표장 (볼룸 C)	제3발표장 (스톤)	포스터발표장 (컨벤션홀 로비)
4월 24일 (수)	초청강연 I	13:10~14:10	IS-1, IS-2			집중발표 17:30~18:30
	세션 I	14:10~17:55	천문우주1	지상국	우주환경1	
	세션II		천문우주2	탐재체	우주환경2	
4월 25일 (목)	세션III	09:00~12:30	우주측지	발사체	우주환경3	집중발표 11:00~12:00
	세션IV		특별세션1(The moon)	특별세션(큐브위성)	우주환경4	
	세션V	13:30~14:30	특별세션2(The moon)	궤도	우주환경5	
4월 26일 (금)	초청강연II	09:00~13:00	IS-3, IS-4			
	세션VI		고천문	위성체1	고층대기	
	세션VII		관측기기1	위성체2		
	세션VIII		관측기기2			

구두발표

첫째 날 4월 24일 (수요일)

시간	구분	
11:00~	등록	ISLAND BALLROOM 로비
12:00~13:00	점심	
13:00~13:10	개회식	제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B)
	초청강연 1 장소 : 제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B) 좌장: 최기혁(항우연)	
13:10~13:40	IS-1	달탐사를 활용한 우주과학의 진흥과 우주기술 발전: 이창진 (건국대 교수)
13:40~14:10	IS-2	나로호 개발과정과 발사결과: 박정주 단장 (한국항공우주연구원)

	제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B)			제2발표장 (ISLAND BALLROOM C)			제3발표장 (STONES HALL)		
	천문우주1 좌장: 강영운(세종대)			지상국 좌장: 박재우(전자연)			우주환경1 좌장: 최정림(과기원)		
14:10~14:25	I-1-1	정민지	충북대	I-2-1	박세철	항우연	I-3-1	권혁진	경희대
14:25~14:40	I-1-2	최은진	과기원	I-2-2	장인식	항우연	I-3-2	김경찬	천문연
14:40~14:55	I-1-3	최연주	과기원	I-2-3	김인준	항우연	I-3-3	김관혁	경희대
14:55~15:10	I-1-4	임태호	과기원	I-2-4	최영준	천문연	I-3-4	김정훈	에스이랩
	천문우주2 좌장: 이용삼(충북대)			탐재체 좌장: 문인상(항우연)			우주환경2 좌장: 조경석(천문연)		
15:25~15:40	II-1-1	임여명	과기원	II-2-1	김기원	연세대	II-3-1	나현옥	경희대
15:40~15:55	II-1-2	정웅섭	천문연	II-2-2	장수영	항우연	II-3-2	최정림	과기원
15:55~16:10	II-1-3	조영수	과기원	II-2-3	전종호	경희대	II-3-3	박종엽	경희대
16:10~16:25	II-1-4	조중현	천문연	II-2-4	최지영	경희대	II-3-4	박진혜	경희대
16:25~16:40	우주측지 좌장: 최영준(천문연)			II-2-5	허행팔	항우연	II-3-5	신슬기	경희대
16:40~16:55	III-1-1	나성호	천문연	II-2-6	서석배	항우연	우주환경3 좌장: 이동훈(경희대)		
16:55~17:10	III-1-2	최병규	천문연	발사체 좌장: 임조령(항우연)			III-3-1	이재형	전파연
17:10~17:25	III-1-3	최철희	천문연	III-2-1	유재한	항우연	III-3-2	이상우	에스이랩
17:25~17:40	III-1-4	황주연	천문연	III-2-2	정동호	항우연	III-3-3	박성원	전파연
17:40~17:55				III-2-3	문인상	항우연	III-3-4	이준현	경희대
17:30~18:30	이사회								
18:30~20:30	만찬								

구두발표

둘째 날 4월 25일 (목요일)

시간	제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B)			제2발표장 (ISLAND BALLROOM C)			제3발표장 (STONES HALL)		
	특별세션-The moon 1 좌장: 심은섭(항우연)			특별세션-큐브위성 좌장: 최기혁(항우연)			우주환경 4 좌장: 김용하(충남대)		
09:00~09:15	IV-1-1	주광혁	항우연	IV-2-1	한상혁	항우연	IV-3-1	유광선	과기원
09:15~09:30	IV-1-2	최영준	천문연	IV-2-2	진호	경희대	IV-3-2	이대영	충북대
09:30~09:45	IV-1-3	김주현	항우연	IV-2-3	김재혁	연세대	IV-3-3	정종균	천문연
09:45~10:00	IV-1-4	김윤영	서울대	IV-2-4	김홍래	항공대	IV-3-4	조경석	천문연
10:00~10:15	IV-1-5	박우연	충남대	IV-2-5	이홍섭	항공대	IV-3-5	홍순학	전파원
10:15~10:30	IV-1-6	홍익선	충남대	IV-2-6	임이량	과기원	IV-3-6	표정현	천문연
10:30~10:45	IV-1-7	정종일	충남대	IV-2-7	한상혁	항우연			
	특별세션-The moon 2 좌장: 민경욱(과기대)			궤도 좌장: 박찬덕(연세대)			우주환경 5 좌장: 이대영(충북대)		
11:00~11:15	V-1-1	최기혁	항우연	V-2-1	김경하	연세대	V-3-1	김성환	청주대
11:15~11:30	V-1-2	선종호	경희대	V-2-2	김영광	연세대	V-3-2	황정아	천문연
11:30~11:45	V-1-3	박성준	천문연	V-2-3	김영록	천문연	V-3-3	황정아	천문연
11:45~12:00	V-1-4	진호	경희대	V-2-4	최진	천문연	V-3-4	최지원	경희대
12:00~12:15	V-1-5	정민섭	경희대	V-2-5	조기인	천문연	V-3-5	윤기창	전파연
12:15~12:30	V-1-6	손종대	충남대	V-2-6	임조령	항우연	V-3-6	박인춘	공군기상대
12:30~13:30	점심(목련홀)								
	초청강연 2 장소 : 제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B) 좌장: 이유(충남대)								
13:30~14:00	IS-3	남극 장보고 과학기지와 우주환경 관측 연구: 지건화 (극지연구소)							
14:00~14:30	IS-4	Activities of the Korean Space Weather Center: 이재형 (우주전파센터)							
14:30~19:00	제주 국립전파연구원 우주전파센터 방문								

구두발표

셋째 날 4월 26일 (금요일)

시간	제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B)			제2발표장 (ISLAND BALLROOM C)			제3발표장 (STONES HALL)		
	고천문 좌장: 김용기(충북대)			위성체 1 좌장: 천용식(항우연)			고층대기 좌장: 정종균(천문연)		
09:00~09:15	VI-1-1	전준혁	충북대	VI-2-1	김선원	항우연	VI-3-1	김정한	극지연
09:15~09:30	VI-1-2	최고은	천문연	VI-2-2	김창호	항우연	VI-3-2	김정현	충남대
09:30~09:45	VI-1-3	민병희	천문연	VI-2-3	박덕중	항우연	VI-3-3	박사라	경희대
09:45~10:00	VI-1-4	김상혁	천문연	VI-2-4	임재혁	항우연	VI-3-4	윤종연	충남대
10:00~10:15	VI-1-5	이지혜	이화여대	VI-2-5	전제현	경희대	VI-3-5	이창섭	충남대
10:15~10:30	관측기기 1 좌장: 남옥원(천문연)			위성체 2 좌장: 박봉규(항우연)			VI-3-6	홍순학	전파연
10:30~10:45							VI-3-7	문준철	전파연
10:30~10:45	VII-1-4	박병곤	천문연	VII-2-1	조상훈	항공대			
10:45~11:00	VII-1-4	김영수	천문연	VII-2-2	진청길	항우연			
11:00~11:15	VII-1-4	육인수	천문연	VII-2-3	문상만	항우연			
11:15~11:30	VII-1-4	고경연	천문연	VII-2-4	주환중	항우연			
11:30~11:45	VII-1-5	강용우	천문연	VII-2-5	송정현	항우연			
	관측기기 2 좌장: 김영수(천문연)								
12:00~12:15	VIII-1-1	류동욱	연세대						
12:15~12:30	VIII-1-2	양슬기	연세대						
12:30~12:45	VIII-1-3	이혜영	성균관대						
12:45~13:00	VIII-1-4	전진아	이화여대						
13:00~13:10	자리이동								
13:10~13:20	폐회식 (ISLAND BALLROOM A+B)								

포스터 발표

게시기간 : 2013 4. 24.(수) ~ 26.(금)

번호	분야	발표자	소속	번호	분야	발표자	소속
P-1	천문우주	김명진	연세대	P-41	발사체	박민주	항우연
P-2	천문우주	손영중	연세대	P-42	발사체	박순영	항우연
P-3	우주측지	방승철	천문연	P-43	발사체	서건수	항우연
P-4	우주측지	최만수1	천문연	P-44	발사체	유일상	항우연
P-5	우주측지	최만수2	천문연	P-45	발사체	윤석환	항우연
P-6	우주측지	김용기	충북대	P-46	발사체	윤원주	항우연
P-7	우주측지	서석배	항우연	P-47	발사체	이정호	항우연
P-8	관측기기	고주헌	천문연	P-48	발사체	임석희	항우연
P-9	관측기기	금강훈	경희대	P-49	발사체	정일형	항우연
P-10	관측기기	김용기	충북대	P-50	발사체	조기주	항우연
P-11	관측기기	박선엽	천문연	P-51	발사체	조원국	항우연
P-12	관측기기	박영식	천문연	P-52	발사체	지기만	항우연
P-13	관측기기	오영석	경희대	P-53	발사체	최영인	항우연
P-14	관측기기	오은송	해양연	P-54	궤도	김영록	천문연
P-15	관측기기	유성열	천문연	P-55	궤도	김재혁	연세대
P-16	지상국	강치호	항우연	P-56	궤도	송영주	항우연
P-17	지상국	구인회	항우연	P-57	궤도	정옥철	항우연
P-18	지상국	허윤구	항우연	P-58	위성체	강상욱	항우연
P-19	지상국	현대환	항우연	P-59	위성체	강우용	항우연
P-20	탐재체	김영욱	항우연	P-60	위성체	권기호1	항우연
P-21	탐재체	김일중	천문연	P-61	위성체	권기호2	항우연
P-22	탐재체	명환춘	항우연	P-62	위성체	김민규1	항공대
P-23	탐재체	문봉근	천문연	P-63	위성체	김민규2	항공대
P-24	탐재체	박종문	항우연	P-64	위성체	김영윤1	항우연
P-25	탐재체	박종억1	항우연	P-65	위성체	김영윤2	항우연
P-26	탐재체	박종억2	항우연	P-66	위성체	김용복	항우연
P-27	탐재체	손종대	충남대	P-67	위성체	김태윤1	항우연
P-28	탐재체	신상윤	항우연	P-68	위성체	김태윤2	항우연
P-29	탐재체	안기범	해양연	P-69	위성체	김형완	항우연
P-30	탐재체	연정흠	항우연	P-70	위성체	김호락	과기원
P-31	탐재체	육영춘	항우연	P-71	위성체	김희경	항우연
P-32	탐재체	이준찬	과기원	P-72	위성체	문남진	항우연
P-33	탐재체	조경복	충남대	P-73	위성체	문인호	항우연
P-34	탐재체	조성익	해양연	P-74	위성체	박근주	항우연
P-35	발사체	강선일	항우연	P-75	위성체	박병하	AP우주항공
P-36	발사체	김명환	항우연	P-76	위성체	박봉규	항우연
P-37	발사체	김용욱	항우연	P-77	위성체	박선주	항우연
P-38	발사체	남기원	항우연	P-78	위성체	박응식	항우연
P-39	발사체	문경록	항우연	P-79	위성체	박종석1	항우연
P-40	발사체	문지현	항우연	P-80	위성체	박종석2	항우연

번호	분야	발표자	소속	번호	분야	발표자	소속
P-81	위성체	박종오	항우연	P-103	위성체	장재웅2	항우연
P-82	위성체	박홍원	항우연	P-104	위성체	전문진1	항우연
P-83	위성체	박희성	항우연	P-105	위성체	전문진2	항우연
P-84	위성체	백명진	항우연	P-106	위성체	전종협1	항우연
P-85	위성체	양승은1	항우연	P-107	위성체	전종협2	항우연
P-86	위성체	양승은2	항우연	P-108	위성체	전현진	항우연
P-87	위성체	양정환1	항우연	P-109	위성체	조승원1	항우연
P-88	위성체	양정환2	항우연	P-110	위성체	조승원2	항우연
P-89	위성체	양현모	항우연	P-111	위성체	조인경	항우연
P-90	위성체	우성현	항우연	P-112	위성체	조창권	항우연
P-91	위성체	우주	경희대	P-113	위성체	채동석	항우연
P-92	위성체	원주호1	항우연	P-114	위성체	최정수	항우연
P-93	위성체	원주호2	항우연	P-115	우주환경	Utkar Karimova	충남대
P-94	위성체	윤석택	항우연	P-116	우주환경	남옥원	천문연
P-95	위성체	윤영수	항우연	P-117	우주환경	독고경환	과기원
P-96	위성체	이상록	항우연	P-118	우주환경	문가희	대구과고
P-97	위성체	이승헌	항우연	P-119	우주환경	백선기1	항우연
P-98	위성체	이정규	경희대	P-120	우주환경	백선기2	항우연
P-99	위성체	이효정	경희대	P-121	우주환경	이정덕	에스이랩
P-100	위성체	임재혁	항우연	P-122	우주환경	장경덕1	항우연
P-101	위성체	장성수	항우연	P-123	우주환경	장경덕2	항우연
P-102	위성체	장재웅1	항우연	P-124	우주환경	최규철	에스이랩

구두발표 논문제목 및 시간표

4월 24일(수) [첫째날]

제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B)

[IS-01] ■ 초청강연 I ■

좌장: 최기혁(항우연) [p.24]

13:10~13:40 [IS-01] 달탐사를 활용한 우주과학의 진흥과 우주기술 발전: 이창진(건국대)

13:40~14:10 [IS-02] 나로호 개발 과정과 발사 결과: 박정주(항우연)

[I-1] ■ 천문우주 1 ■

좌장: 강영운(세종대) [p.24]

14:10~14:25 [I-1-1] EY Cas의 공전주기 및 광도곡선 분석: 정민지, 김천휘(충북대)

14:25~14:40 [I-1-2] A Study of Relativistic Unmagnetized Collisionless Shock Structure using 3D PIC simulation: Eun-Jin Choi, Kyoung-Wook Min, Cheng-Rim Choi (KAIST), Ken-Ichi Nishikawa(NSSTC, USI)

14:40~14:55 [I-1-3] Far Ultraviolet Observations of the Spica Nebula and the Interaction Zone: Yeon-Ju Choi, Kyung-Wook(KAIST), Jae-Woo Park(전자통신연), Tae-Ho Lim(KAIST), Kwang-Il Seon(KASI), Young-Soo Jo(KAIST)

14:55~15:10 [I-1-4] A FUV study in the Ophiuchus cloud complex and the Sco OB2 region: Tae-ho Lim, Kyoung-wook Min(KAIST), Kwang-Il Seon(KASI)

15:10~15:25 휴식

[II-1] ■ 천문우주 2 ■

좌장: 이용삼(충북대) [p.25]

15:25~15:40 [II-1-1] FUV observation of the comet C/2001 Q4 (NEAT) with FIMS: Yeo-Myeong Lim, Kyoung Wook Min((KAIST), Paul D. Feldman(Johns Hopkins Univ), Wonyong Han(KASI), Jerry Edelstein (UC Berkeley)

15:40~15:55 [II-1-2] Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation history: Woong-Seob Jeong, Dae Hee Lee, Bongkon Moon, Jeonghyun Pyo, Sung-Joon Park, Kwijong Park, Youngsik Park, Il-Joong Kim, Won-Kee Park(KASI), Mingyu Kim(KASI, Seoul Univ), Duk-Hang Lee, Wonyong Han, Ukwon Nam(KASI), Myungshin Im(Seoul Univ), Hyung Mok Lee(Seoul Univ), Jeong-Eun Lee(KHU), Goo-Hwan Shin, Jangsoo Chae(KAIST)

15:55~16:10 [II-1-3] A catalog of bright stars observed by FIMS: Young-soo Jo, Kyoung-wook Min, Yeon-ju Choi, Tae-ho Lim, Yeo-myeong Lim(KAIST), Jerry Edelstein(UC Berkeley), Wonyong Han(KASI)

16:10~16:25 [II-1-4] 세계시 유지와 윤초의 삭제 관련 국제동향: 조중현(천문연, 파기연합대), 정현수(천문연)

16:25~16:40 휴식

[III-1] ■ 우주측지 ■

좌장: 최영준(천문연) [p.27]

16:40~16:55 [III-1-1] Correct Strain Calculation Algorithm and Its Application to the Korean GPS Displacement due to the 2011 Tohoku Earthquake: Sung-Ho Na, Jung-Ho Cho, Byung-Kyu Choi, Sung-Moon Yoo, Kyung-Min Roh, Younghee Kwak, Pil-Ho Park(KASI), Kwan-Dong Park(Inha Univ)

16:55~17:10 [III-1-2] 동일본 대지진 발생 직후 한반도 상공의 전리층 TEC 교란 검출: 최병규, 정종균(천문연), 문준철, 이환상(전파연)

17:10~17:25 [III-1-3] ARGO-M의 레이저추적 성능 및 레이저에 의한 인공위성 광학센서의 안정성 분석: 최철희(충북대, 천문연), 임형철(천문연), 김천휘(충북대)

17:25~17:40 [III-1-4] Solar Exposure model for spin analysis of LARES: Joo-Yeon Hwang(KASI, Yonsei Univ), Daniel Kucharski, Eun-Seo Park¹, Hyung-Chul Lim(KASI), Sang-Young Park, Chan-Deok Park(Yonsei Univ)

18:30~20:30 만찬

4월 24일(tn) [첫째날]

제2발표장 (ISLAND BALLROOM C)

[I-2] ■ 지상국 ■

좌장: 박재우(전자연) [p.27]

14:10~14:25 [I-2-1] 해외 관제안테나 기지 구축을 위한 통신 환경에 따른 네트워크 링크 테스트: 박세철, 현대환, 이명신, 장인식, 정대원, 김은규(항우연)

14:25~14:40 [I-2-2] 다목적실용위성 운영관리시스템 설계방안 연구: 장인식, 김동규, 이명환, 이명신, 현대환, 박세철, 정대원(항우연)

14:40~14:55 [I-2-3] 정지궤도 위성 실시간 운용 시스템 개발의 교훈: 김인준, 이병선(전자통신연)

14:55~15:10 [I-2-4] OWL 시스템 개발: 최영준, 박장현,

조중현, 문홍규, 임홍서, 박영식, 배영호, 박선엽,
박종욱(천문연)

15:10-15:25 휴식

III-2] ■ 탑재체 ■

좌장: 문인상(항우연)

[p.28]

- 15:25~15:40 [II-2-1] Stray light path analysis of Korsch type SiC optical system: Ki-Won Kim(Yonsei Univ, KASI), Dongok Ryu, Sehyun Seong(Yonsei Univ), Jeong-Yeol Han(KASI), Sug-Whan Kim(Yonsei Univ), Sung-Joon Park, Jakyeong Nah(KASI), Sang Yeong Park, Young Soo Kim, Kyeong Mook Lee, Jinsuk Hong(Samsung Thales Co. Ltd)
- 15:40~15:55 [II-2-2] 전자광학탐체 열진공성능시험: 장수영, 연정흠, 이웅식, 정대준, 육영춘, 고대호, 김성희, 박종문, 이덕규, 이승훈(항우연)
- 15:55~16:10 [II-2-3] GEANT4를 이용한 STEIN 검출기 검교정 결과의 분석: 전종호, 박성하, 서용명, 전제현, 김용호, 선종호, 진호, 이동훈(경희대), Robert P. Lin (경희대, UC Berkeley), Thomas Immel(UC Berkeley)
- 16:10~16:25 [II-2-4] Progress in Vibration test and verification for launch survivability of Multi-Anode-Photo-Multiplier-Tube with X-Ray Coded Mask Gamma Ray Burst Alert Trigger mechanical subsystem: Ji Nyeong Choi(Yonsei Univ), Soomin Jeong, Aera Jung(Ewha Womans Univ), Min Bin Kim (Sungkyunkwan Univ), Ji Eun Kim(Ewha Womans Univ), Sug-Whan Kim, Jik Lee(Sungkyunkwan Univ), Heuijin Lim(EWU), Go Woon Na(Ewha Womans Univ), Il Hung Park(Sungkyunkwan Univ), Jakub Ripa (Sungkyunkwan Univ), For the UFFO collaboration
- 16:25~16:40 [II-2-5] 영상센서의 클럭 지터 측정치를 이용한 이미지의 노이즈 제거방법: 허행팔, 용상순(항우연)
- 16:40~16:55 [II-2-6] 천리안위성 가시채널 검출기의 성능감쇄 보상 정확도 향상을 위한 개선된 히스토그램 명세화 알고리즘 제안: 서석배(항우연)

16:55-17:10 휴식

III-2] ■ 발사체 ■

좌장: 임조령(항우연)

[p.30]

- 17:10~17:25 [III-2-1] 산소환경 입자 충격 시험 결과 및 설비 문헌조사: 유재한, 하성업, 문일윤, 이수용(항우연)
- 17:25~17:40 [III-2-2] 우주발사체 배관 용접부의 백비드 주변 유동해석: 정동호, 오승협(항우연)

17:40-17:55 [III-2-3] 군용미사일을 활용한 과학로켓 개발 해외 사례 조사: 문인상, 하성업(항우연)

18:30-20:30 만찬

4월 24일(수) [첫째날]

제3발표장 (STONES HALL)

III-3] ■ 우주환경 1 ■

좌장: 최정림(과기원)

[p.30]

- 14:10-14:25 [I-3-1] A Possibility of Forecasting the Geomagnetic Storm Strengthes using the WSA-Enlil Model Results: Hyuck-Jin Kwon(KSWC, SETsystem, KHU), Sunhak Hong, Jae-Hun Kim(KSWC), Jung-Hoon Kim(SETsystem), Khan-Hyuk Kim(KHU)
- 14:25-14:40 [I-3-2] Empirically modeled global distribution of magnetospheric chorus amplitude using an artificial neural network: Kyung-Chan Kim(KASI), Yuri Shprits (MIT, USA and Skoltech, Russia, UCLA, USA), Jaejin Lee, Junga Hwang(KASI)
- 14:40-14:55 [I-3-3] Pi2 Pulsations Observed at Low-Latitude Bohyun Ground Station During Quiet Geomagnetic Conditions ($K_p \leq 1$): Khan-Hyuk Kim, Chae-Woo Jun, Hyeuk-Jin Kwon, Dong-Hun Lee, Ensang Lee, Ho Jin(KHU), Young-Deuk Park, Junga Hwang(KASI)
- 14:55-15:10 [I-3-4] 지자기 교란에 따른 유도전류 관측결과: 김정훈, 노진철(SETsystem), 박성원, 김종운, 김영운 (전파연)

15:10-15:25 휴식

III-3] ■ 우주환경 2 ■

좌장: 조경석(천문연)

[p.31]

- 15:25~15:40 [II-3-1] Comparison of three types of cone models for halo coronal mass ejections: Hyeonock Na, Yong-Jae Moon, Soojeong Jang(KHU)
- 15:40~15:55 [II-3-2] Analytic solution of the small amplitude kinetic Alfvén solitary wave with viscosity: Cheong-Rim Choi(KAIST, School for the gifted Daegu Science High School), Min-Ho Woo(NFRI), Seok-Bin Kang, Kyung-Wook Min(KAIST), Jeong-A Hwang, Young-Deuk Park(KASI)
- 15:55~16:10 [II-3-3] 계층적 군집화 기법을 이용한 흑점군 자동분석 프로그램 개발: 박종업(경희대, 천문연), 문용재

- (경희대), 최성환(천문연, 경희대), 박영득(천문연)
 16:10~16:25 [II-3-4] A dependence of solar proton events
 on flare and CME parameters: Jinhye Park, Yong-Jae
 Moon(KHU)
 16:25~16:40 [II-3-5] Development of a daily solar flare peak
 flux forecast model with the weighted solar flare peak
 flux: Seulki Shin, Jin-Yi Lee, Yong-Jae Moon (KHU)

16:40~16:55 휴식

[III-3] ■ 우주환경 3 ■

좌장: 이동훈(경희대) [p.33]

- 16:55~17:10 [III-3-1] 국내 자력계 자료를 이용한 Sudden
 Impulse 경보: 이재형(전파연, SETsystem, 경희대),
 홍순학(전파연), 권혁진(전파연, SETsystem, 경희대),
 박성원(전파연), 김정훈(SETsystem), 이동훈(경희대)
 17:10~17:25 [III-3-2] 실시간 태양활동 자동감시 시스템 개발:
 이상우(에스이랩), 홍순학(전파연), 이정덕, 최규철
 (에스이랩), 김재훈, 윤기창(전파연), 오승준(에스이랩)
 17:25~17:40 [III-3-3] 유도전류 집중 모니터링을 위한 자자기,
 K지수와 유도전류 상관관계 분석: 박성원(전파연)
 17:40~17:55 [III-3-4] SPIS를 이용한 우주환경에서의
 인공위성 대전현상 연구: 이준현, 이은상, 김관혁,
 선종호(경희대), 이재진(천문연), 이동훈, 진호(경희대)

18:30~20:30 만찬

4월 25일(목) [둘째날]

제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B)

[IV-1] ■ 특별세션-The moon 1 ■

좌장: 심은섭(항우연) [p.34]

- 09:00~09:15 [IV-1-1] 한국의 달탐사 임무개념 및 추진경과:
 주광혁(항우연)
 09:15~09:30 [IV-1-2] 달탐사 및 행성탐사의 과학적 의미:
 최영준, 문홍규, 조중현, 박영식, 박장현(천문연)
 09:30~09:45 [IV-1-3] LROC의 Giordano Bruno 크레이터
 영상에 의한 달의 먼지 연구: 김주현, 김은혁, 서행자,
 김어진, 이주희, 주광혁(항우연)
 09:45~10:00 [IV-1-4] Dust Environment in the Lunar
 Exosphere and near the Sun: Yoonyoung Kim,
 Masateru Ishiguro(Seoul Univ)
 10:00~10:15 [IV-1-5] Confirming the lunar lava tube rilles
 from SELENE images: Wooyeon Park, Jongdae Sohn,
 Suyeon Oh, Yu Yi(CNU)
 10:15~10:30 [IV-1-6] Identification of lunar caves by using

terrestrial lava caves image database: Ik-Seon Hong,
 Jongdae Sohn, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU), Eojin Kim,
 Joo Hee Lee(KARI)

- 10:30~10:45 [IV-1-7] Skylights on Mars: Prospects of the
 Martian caves: Jongil Jung, Jongdae Sohn, Suyeon
 Oh, Yu Yi(CNU), Eojin Kim, Joo Hee Lee(KARI)

10:45~11:00 휴식

[V-1] ■ 특별세션-The moon 2 ■

좌장: 민경욱(파기원) [p.36]

- 11:00~11:15 [V-1-1] 2020 한국형 달탐사의 과학임무와
 후보 탑재체: 최기혁(항우연)
 11:15~11:30 [V-1-2] 한국형 달탐사의 우주환경 탑재체
 기초연구: 선종호, 진호(천문연), 이유(충남대), 민경욱
 (파기원), 김은혁, 주광혁(항우연)
 11:30~11:45 [V-1-3] 달탐사용 적외선 분광 영상시스템
 개념설계: 박성준(천문연), 민경욱(파기원), 최영준,
 문홍규, 이대희(천문연), 임여명(파기원)
 11:45~12:00 [V-1-4] 달 표면 특이지역 자기장 현상 연구:
 진호(경희대), Garrick-Bethell, Ian(경희대, U.C. Santa
 Cruz), 김관혁, 이동훈, 이은상, 선종호(경희대)
 12:00~12:15 [V-1-5] Analysis on the mean particle size
 of a swirl: Reiner Gamma: Minsup Jung, Sungsoo Kim
 (KHU), Kyoung Wook Min(KAIST)
 12:15~12:30 [V-1-6] Ground Level Enhancement-like
 events Observed by the LRO/CRA TER since 2009:
 Jongdae Sohn, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU), Harlan E.
 Spence(New Hampshire Univ)

12:30~13:30 점심

13:30~14:30 초청강연 II

14:30~19:00 제주 국립천문연구원 우주전파센터 방문

4월 25일(목) [둘째날]

제2발표장 (ISLAND BALLROOM C)

[IV-2] ■ 특별세션-큐브위성 ■

좌장: 최기혁(항우연) [p.37]

- 09:00~09:15 [IV-2-1] 우주인력 양성 및 저변확대를 위한
 2012 큐브위성 경연대회 성과: 한상혁, 김해동, 최기혁,
 심은섭(항우연)
 09:15~09:30 [IV-2-2] CubeSat mission for Space Science:

TRIO CINEMA: Ho Jin, Jongho Seon, Dog-Hun Lee, Khan-Hyuk Kim, Ensang Lee(KHU), Thomas Immel(UC Berkeley), R. B. Lin(KHU, UC Berkeley), Craig Tindall (Space Science Lab. UC Berkeley)

- 09:30-09:45 [IV-2-3] 가상우주망원경 검증을 위한 CANYVAL 임무의 상세설계: 김재혁, 박상영, 박재필, 이광원, 오형직, 김경하, 권홍동, 정승연, 최경윤, 김민희, 심명보, 최정민, 양서연, 박찬덕(연세대)
- 09:45-10:00 [IV-2-4] 3U 큐브위성 한누리 5호의 임무분석 및 시스템 상세설계: 김홍래, 최성동, 이나래, 이홍섭, 전병일, 엄승용, 이보윤, 강서리, 김주영, 천재만, 장영근 (항공대)
- 10:00-10:15 [IV-2-5] 운용모드를 고려한 큐브위성 한누리 5호의 자세제어 시스템 모델링 및 시뮬레이션: 이홍섭, 최성동, 김홍래, 장영근(항공대)
- 10:15-10:30 [IV-2-6] 저고도 대기 관측을 위한 2U 큐브위성 LINK의 임무 및 상세설계: 임이랑, 조수장, 피재환, 나운주, 정유연, 변수영, 이준찬, 방효충, 민경욱(과기원)
- 10:30-10:45 [IV-2-7] 다중 운영체제를 지원하는 초소형위성 탑재용 비행 SW 개발 프레임워크 개념설계: 한상혁, 문성태, 구철희, 최기혁(항우연)

10:45-11:00 휴식

[V-2] ■ 궤도 ■

좌장: 박찬덕(연세대) [p.39]

- 11:00-11:15 [V-2-1] 초저고도 위성을 활용한 효율적인 지구 관측을 위한 최적의 궤도 유지 및 위성군 설계: 김경하, 박한열, 이광원, 박찬덕, 박상영(연세대)
- 11:15-11:30 [V-2-2] Development of a Global Search Algorithm for Optimal Impulsive-Thrust Coplanar Reconfiguration in a Near-Circular-Orbit: Youngkwang Kim, Sang-Young Park, Chandeok Park(Yonsei Univ)
- 11:30-11:45 [V-2-3] A Batch Filter Based on Particle Filtering using a Genetic Resampling Approach: Young-Rok Kim, Eunseo Park(KASI), Sang-Young Park, Chandeok Park(Yonsei Univ), Hyung-Chul Lim (KASI)
- 11:45-12:00 [V-2-4] Gooding 방법을 이용한 초기궤도 결정의 궤도 특성 및 관측 전략 분석: 최진, 조중현 (천문연, 과기연합대)
- 12:00-12:15 [V-2-5] 소형망원경을 이용한 인공위성 TLE 오차 검증: 조기인(천문연), 최진(천문연, 과기연합대), 조중현(천문연, 과기연합대), 최영준, 박장현(천문연)
- 12:15-12:30 [V-2-6] 정지궤도위성 탑재 궤도 전파기 오차 영향성 해석: 임조령, 박영웅, 최홍택(항우연)

12:30-13:30 점심

13:30-14:30 초청강연 II

14:30-19:00 제주 국립전파연구원 우주전파센터 방문

4월 25일(목) [둘째날]

제3발표장 (STONES HALL)

[IV-3] ■ 우주환경 4 ■

좌장: 김용하(충남대) [p.40]

- 09:00-09:15 [IV-3-1] Fluctuation of Ionosphere Before and After Large Earth-Quake Observed by DEMETER and Its Interpretation: Kwangsun Ryu, Jang-Soo Chae, Songoo Kim(KAIST), Ensang Lee(KHU), Michel Parrot (LPC2E/CNRS)
- 09:15-09:30 [IV-3-2] 충북대학교에서 개발 중인 방사선 벨트 예보 모델: 이대영, 신대규, 김진희, 조정희, 박미영, 김경호(충북대), 김경찬, 황정아(천문연)
- 09:30-09:45 [IV-3-3] 전리층 신틸레이션에 의한 GPS 신호감쇠/두절 사례 분석 및 우리나라 GPS 전리층 신틸레이션 상시관측망 구축현황: 정종균, 최병규 (천문연), 문준철(우주전파센터), 유성문, 노경민(천문연), 이환상(우주전파센터), 조정호, 이지나(천문연)
- 09:45-10:00 [IV-3-4] Comparison of Helicity Signs in Interplanetary CMEs and Their Solar Source Regions: Kyung-Suk Cho, Sunghong Park, Katuhide Marubashi (KASI), Natchimuthuk Gopalswamy(NASA GSFC), Sachiko Akiyama, Seiji Yashiro(NASA GSFC, Catholic Univ), Roksoon Kim, Eunkyoung Lim(KASI)
- 10:00-10:15 [IV-3-5] Solar Flare Probability depending on Sunspot Characteristics and Their Changes for a given McIntosh Classification: Sunhak Hong(KSWC, KHU) Yong-Jae Moon, Dong-Hun Lee(KHU)
- 10:15-10:30 [IV-3-6] Geant4를 활용한 조직등가비례계수기 모의 실험 및 검보정: 표정현, 이재진, 남옥원(천문연), 김성환(청주대), 김현욱, 임창희(원자력연), 문봉곤, 박귀중, 이대회, 박영식(천문연), 문명국(원자력연)

10:30-11:00 휴식

[V-3] ■ 우주환경 5 ■

좌장: 이대영(충북대) [p.42]

- 11:00-11:15 [V-3-1] 단일 보너구와 열형광선량계를 이용한 중성자스펙트럼 해석: 김성환(청주대), 남옥원, 이재진 (천문연)
- 11:15-11:30 [V-3-2] Competition between magnetopause shadowing and atmospheric precipitation at the outer

radiation belt during weak magnetic storms: J. Hwang (KASI), D.-Y. Lee(CBNU), E.-J. Choi(KASI, KAIST), K.-C. Kim(KASI), D.-K. Shin, J.-H. Kim, J.-H. Cho, M.-Y. Park(CBNU), D. L. Turner(UCLA, USA)

11:30~11:45 [V-3-3] Comparison of K-index calculation between several geomagnetic stations during IQDs and IDD: Junga Hwang, Hang-Pyo Kim, Young-Deuk Park(KASI)

11:45~12:00 Local time dependence of ULF pulsations in the asymmetric plasmasphere: Jiwon Choi, Dong-Hun Lee, Khan-Hyuk Kim, Ensang Lee(KHU)

12:00~12:15 [V-3-5] 우리나라의 태양흑점 폭발에 따른 우주전파재난 관리정책: 윤기창, 최문용(우주전파센터), 박배용(방송통신위원회), 김영규(우주전파센터)

12:15~12:30 [V-3-6] 고고도 조종사 우주방사선 피폭량 분석: 박인준, 이재원, 이종호, 김준식(공군기상단), 이재진(천문연)

12:30~13:30 점심

[IS-03] ■ 초청강연 II ■

좌장: 이유(충남대) [p.43]

13:30~14:00 [IS-03] 남극 장보고과학기지와 우주환경 관측 연구: 지건화, 김정환(극지연)

14:30~14:30 [IS-04] Activities of the Korean Space Weather Center: Jaehyung Lee, Sunhak Hong, Ki-Chang Yoon, Jin-Wook Han, Young-Kyu Kim(KSWC)

14:30~17:00 제주 국립전파연구원 우주전파센터 방문

4월 26일(금) [셋째날]

제1발표장 (ISLAND BALLROOM A+B)

[VI-1] ■ 고천문 ■

좌장: 김용기(충북대) [p.43]

09:00~09:15 [VI-1-1] 『칠정산외편』에 수록된 별 목록의 동정: 전준혁(충북대), 이용복(서울교대), 이용삼(충북대)

09:15~09:30 [VI-1-2] 1900년 전후 조선의 역서편찬 관원의 교육과 선발-조선의 마지막 천문관원 이돈수를 중심으로: 최고은(천문연), 이용삼(충북대)

09:30~09:45 [VI-1-3] 16세기 대규표(大圭表) 관측기록에 대한 분석: 민병희(천문연, 충북대), 이기원(가톨릭대), 김상혁, 안영숙(천문연), 이용삼(충북대)

09:45~10:00 [VI-1-4] 전통 회화 속에 나오는 천문의기 그림 분석: 김상혁, 함선영(천문연), 이용삼(충북대)

10:00~10:15 [VI-1-5] 양부일구(仰釜日晷) 활용 수업에서 이루어지는 교사-학생 간 상호 작용: 학생들의 배경에 따른 차이점을 중심으로: 이지혜, 신동희(이화여대)

10:15~10:30 휴식

[VII-1] ■ 관측기기 1 ■

좌장: 남옥원(천문연) [p.44]

10:30~10:45 [VII-1-1] Current Status of the GMT Project: Byeong-Gon Park, Yoon-Kyung Seo, Yang-Noh Yoon, Narae Hwang, Young-Soo Kim, In-Soo Yuk, Jae-Joon Lee(KASI)

10:45~11:00 [VII-1-2] GMT 부경 FSM 시험모델의 개발 현황: 김영수, 고주현, 정화경, 정호준(천문연), 양호순(표준연), 김호상, 이경돈(고등기술연), 안효성(광주과기원), Myung Cho(NOAO), 박원현(Arizona Univ), 박병근, 서윤경, 윤양노(천문연)

11:00~11:15 [VII-1-3] 적외선 고분산 분광기 IGRINS 개발 현황: 육인수, 천무영, 김강민, 박찬, 한정열, 나자경, 장정균, 장비호, 문봉곤, 신종호, 오희영, 오재석, 고정연, 정의정, 박병근(천문연), 구본철(서울대), 박수종(경희대), Daniel T. Jaffe(Texas at Austin Univ)

11:15~11:30 [VII-1-4] 온도와 압력 변화에 의한 IGRINS 광학계의 WFE 예측 시뮬레이션 모델과 검증: 고정연, 한정열, 나자경, 오희영, 육인수, 박찬, 오재석, 천무영, 김강민(천문연), Daniel T. Jaffe(Texas at Austin Univ)

11:30~11:45 [VII-1-5] KVN 초고속 샘플러 Proto-Type의 VDIF 출력장치 설계: 강용우, 위석오, 송민규, 제도홍, 남옥원, 한석태, 이성모(천문연)

11:45~12:00 휴식

[VIII-1] ■ 관측기기 2 ■

좌장: 김영수(천문연) [p.45]

12:00~12:15 [VIII-1-1] Construction of Digital Elevation Map (DEM) integrated earth system optical model: Dongok Ryu, Sehyun Seong(Yonsei Univ.), Eunsong Oh(KOSC), Sug-Whan Kim(Yonsei Univ.)

12:15~12:30 [VIII-1-2] Precision Measurement of Photon Detection Efficiency for Silicon Photomultiplier: Spectral wavelength, Bias voltage: Seul Ki Yang (Yonsei Univ.), Hye-Young Lee(SungKyunKwan Univ.), Jin-A Jeon(Ewha Womans Univ), Sug-Whan Kim (Yonsei Univ.), Jik Lee, Il H. Park(SungKyunKwan Univ.)

12:30~12:45 [VIII-1-3] 차세대 우주용 광센서(Silicon

Photomultiplier)의 개발: 이해영, 전진아, 이직(이화여대), 박일홍(성균관대), 양슬기(연세대)

12:45-13:00 [VIII-1-4] 초소형 우주망원경을 위한 다채널 SiPM 소자 어레이의 개발: 전진아, 이해영, 이직(이화여대), 박일홍(성균관대), 양슬기(연세대)

13:10-13:20 폐회식 - ISLAND BALLROOM A+B

4월 27일(금) [셋째날]

제2발표장 (ISLAND BALLROOM C)

[VI-2] ■ 위성체 1 ■

좌장: 천용식(항우연) [p.46]

- 09:00~09:15 [VI-2-1] 차세대 중형위성 개발 방안 연구:
김선원, 김경원, 김창호, 임재혁, 한동인, 김성훈(항우연)
- 09:15~09:30 [VI-2-2] 정지궤도복합위성 구조체 개념 설계 및
분석: 김창호, 김경원, 김선원, 임재혁, 김성훈(항우연)
- 09:30~09:45 [VI-2-3] DVB-S2 표준을 적용한 정지궤도
위성통신 개념설계: 박덕중, 안상일(항우연)
- 09:45~10:00 [VI-2-4] 연성하중해석을 위한 유한요소모델
보정 및 검증: 임재혁, 김경원, 김성훈, 황도순(항우연)
- 10:00~10:15 [VI-2-5] 초소형 위성 TRIO-CINEMA의
열진공시험 환경 구축 및 결과: 진제현, 이성환, 선종호,
진호, 이동훈(경희대), Robert P. Lin(경희대, UC
Berkeley)

10:15-10:30 휴식

[VII-2] ■ 위성체 2 ■

좌장: 박봉규(항우연) [p.47]

- 10:30-10:45 [VII-2-1] 다수의 액체 탱크를 탑재한
우주선에서의 슬로시 운동: 조상훈, 이은주, 전제형,
강자영(항공대)
- 10:45-11:00 [VII-2-2] 가시 및 근적외 영역을 사용하는
다목적실용위성 3호의 절대복사보정 초기 결과: 진청길,
이선구(항우연)
- 11:00~11:15 [VII-2-3] 도파관 시뮬레이터를 활용한 대형우주
물체용 X-대역 프린트형 리플렉터어레이 안테나 쿨론
설계: 문상만(항우연)
- 11:15~11:30 [VII-2-4] Rover Mission Operations and
Communication Link Analysis for Lunar Exploration:
Hwan-Jong Chu, Myeong-Shin Lee, Dae-Won Chung,
Eun-Kyu Kim(KARI)
- 11:30~11:45 [VII-2-5] SAR 영상품질 분석을 위한 전파
반사기 설계용 시뮬레이터 개발: 송정현, 오태봉(항우연)

13:10-13:20 폐회식 - ISLAND BALLROOM A+B

4월 27일(금) [셋째날]

제3발표장 (STONES HALL)

[VI-3] ■ 고층대기 ■

좌장: 정종균(천문연) [p.48]

- 09:00-09:15 [VI-3-1] Study on the variability of the
stratospheric and mesospheric temperatures at
northern high latitude: Jeong-Han Kim(KPRI),
Young-In Won(NASA/GSFC), Baek-Min Kim, Geonhwa
Jee, Hyesun Choi, Seong-Joong Kim (KPRI)
- 09:15-09:30 [VI-3-2] 태양 flare 발생시 위성측정 X-ray
spectra와 광전자 효과를 적용한 SAMI2 이온권 모델:
김정현, 김용하(충남대), 지건화(극지연), 오승준(SEL)
- 09:30-09:45 [VI-3-3] The morphology of the middle-
latitude ionization trough seen by DMSP F15 at
2130 LT: Sarah Park(KSWC, SETsystem, Inc, KHU)
Hyosub Kil(Johns Hopkins Univ), Khan-Hyuk Kim
(KHU)
- 09:45-10:00 [VI-3-4] 한반도에서 발사된 로켓이 이온권에
미치는 영향 분석: 윤종연(전파연, SETsystem, 충남대),
홍순학(전파연), 김정훈(SETsystem), 김용하(충남대)
- 10:00-10:15 [VI-3-5] Wave perturbation in the mesosphere
observed by a meteor radar and spectral airglow
temperature imager (SATI) at King Sejong Station,
Antarctica: Changsup Lee(CNU, KPRI), Yong Ha
Kim(CNU), Jeong-Han Kim, Geonhwa Jee(KPRI)
- 10:15-10:30 [VI-3-6] The Ionospheric Variations Over The
Korean Peninsula Through the Solar Cycle 21 to 23
and Their Comparisons With IRI Model: Sunhak Hong
(KSWC, KHU), Yong-Jae Moon, Dong-Hun Lee(KHU)
- 10:30-10:45 [VI-3-7] 우리나라 지역별 전리층 변화 특성
분석: 문준철, 이환상, 최문용(전파연)

13:10-13:20 폐회식 - ISLAND BALLROOM A+B

포스터발표 논문제목

기간 : 4. 24.(수)13:00 ~ 26.(금)12:00

발표장 : ISLAND BALLROOM LOBBY

■ 천문우주 ■

[p.51-51]

- [P-1] Searching the pole solution of NEA 162173 (1999 JU3): Myung-Jin Kim(Yonsei Univ, KASI), Josef Durech(Astronomical Institute, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University in Prague, Czech Republic), Young-Jun Choi(KASI), Masateru Ishiguro(Seoul Univ), Thomas Mueller(Max Planck Institut für extraterrestrische Physik, Germany), Daisuke Kuroda(National Astronomical Observatory of Japan), Sunao Hasegawa(Japan Aerospace Exploration Agency), Marco Delbo(Nice observatory), Benoit Carry(IMCCE), Yong-Ik Byun(Yonsei Univ), Hayabusa 2 ground-based observation team
- [P-2] Stellar Spatial Configuration around Several Globular Clusters from UKIRT observation: Young-Jong Sohn, Sang-Hyun Chun, Minhee Kang(Yonsei Univ)

■ 우주측지 ■

[p.51-52]

- [P-3] 10kHz 인공위성 레이저추적을 위한 ARGO-RGG의 시각동기 회로 개발: 방승철, 가능현, 최은정, 유성열, 박은서, 김태근, 최만수, 임형철, 박종욱(천문연)
- [P-4] 다목적실용위성 5호의 우주용 이중주파수 GPS 수신기 Engineering Model 성능 분석: 최만수, 조성기, 박종욱(천문연), 이상정(충남대)
- [P-5] 이동형 SLR(Satellite Laser Ranging) 시스템 구축현황 및 활용방안 연구: 최만수, 박은서, 최은정, 방승철, 유성열, 김태근, 성기평, 가능현, 최철희, 황주연, 임형철(천문연), 이상정(충남대)
- [P-6] 이상화와 추상화를 기반으로 한 Eratosthenes의 지구의 크기 측정: 김용기, 조영(충북대), 오준영(한양대)
- [P-7] 태양, 달, 위성의 위치에 기반한 달의 방사조도 계산을 위한 좌표변환 방법: 서석배(항우연)

■ 관측기기 ■

[p.52-54]

- [P-8] 피라미드 센서를 이용한 tilt 측정 방법: 고주현, 김영수, 정화경, 정호준(천문연), 김호상(고등기술원), 박병곤(천문연)
- [P-9] 우주물체 전자광학 감시체계(OWL)의 Time tagger 제작 및 시험: 금강훈, 이성환, 윤세영, 진호(경희대), 박선엽, 박영식, 임홍서, 최영준, 박장현(천문연)
- [P-10] 천체위치동정을 위한 CCS 프로그램 개발: 김용기, 한기영, 윤요나(충북대, 충북대천문대)

- [P-11] OWL 영상 관측 자료 처리 소프트웨어 개발: 박선엽(천문연), 금강훈, 이성환, 진호(경희대), 박영식, 임홍서, 조중현, 문홍규, 배영호(천문연), 최진(천문연, 과기연합대) 최영준, 박장현(천문연), 이정호(레인보우), 진호(경희대), 이정호(레인보우)
- [P-12] OWL Proto-type System 성능 시험 결과: 박영식, 박선엽, 임홍서, 배영호, 조중현, 문홍규(천문연), 최진(천문연,과기연합대), 최영준, 박장현(천문연), 진호(경희대), 이정호(레인보우)
- [P-13] 인공위성 형상에 따른 광도변화 시뮬레이션 연구: 오영석, 이성환, 진호(경희대), 서행자(항우연)
- [P-14] Ray Tracing Based Simulation of Stray Light Correction for Geostationary Ocean Color Imager: Eunsong Oh(KOSC, Yonsei Univ), Jinsuk Hong (Samsung Thales Cop. Ltd), Ki-Beom Ahn, Seongick Cho(KOSC, Yonsei Univ), Joo-Hyung Ryu(KOSC), Sug-Whan Kim(Yonsei Univ)
- [P-15] 지상보정시스템을 이용한 ARGO-M SLR 시스템 정밀도 분석: 유성열, 최은정, 방승철(천문연), 허지웅(에스이랩), 임형철(천문연)

■ 지상국 ■

[p.54-55]

- [P-16] 저궤도 지구 관측 위성 지상시스템의 표준 영상 제품 생성 절차: 강치호, 서두천, 이동한(항우연)
- [P-17] 데이터 지상다이버시티 구현 및 검증: 구인회, 안상일(항우연)
- [P-18] 공통 지상 시스템을 위한 Universal DB 생성 tool 개발: 허운구, 조승원, 김영운, 채동철, 최종연(항우연)
- [P-19] 남극관제안테나기지 위성망 통신 운영 결과 분석: 현대환, 박세철, 이명신, 장인식, 정대원, 김은규(항우연)

■ 탑재체 ■

[p.55-59]

- [P-20] 저궤도 위성 주파수 간섭 분석 시스템의 검증 방법 연구: 김영욱, 김동규, 이진오, 문인호, 장인식, 주환중, 임현정, 정대원(항우연)
- [P-21] MIRIS SOC 데이터 포매팅 소프트웨어 개발: 김일중, 표정현, 정웅섭, 박원기, 이대희, 박영식, 문봉곤, 박성준(천문연), 김민규(천문연, 서울대), 이덕행, 박귀중, 한원용(천문연)
- [P-22] ABI 기상탑재체 기술조사: 명환춘, 양군호(항우연)
- [P-23] SPICA FPC 탑재용 LiF 렌즈 진동시험 연구: 문봉곤(천문연), Yoshikazu Kanai(Genesia Co.), 이대희, 정웅섭, 박귀중, 박영식, 박성준, 나자경, 한정열, 표정현, 김일중, 박원기, 한원용, 남옥원(천문연), Toshio Matsumoto(ISAS/JAXA)
- [P-24] Highly efficient polarization beam splitting device for next generation photonic integrated circuits: Jong-Moon Park(KARI), Sun-Goo Lee(APRI), Seonghui Kim, Dai-Ho Ko, Young-Chun Youk, Dae-Jun Jung,

Su-Yeong Chang, Jeong-Heum Yeon, Eung-Shik Lee, Deog-Gyu Lee, Seung-Hoon Lee(KARI)

- [P-25] 탑재카메라의 효율적 운영을 위한 최적화 제어로직 설계: 박종익, 공종필, 김영선, 용상순(항우연)
- [P-26] 다기능 카메라용 평면 센서의 기능별 시험 환경 분석: 박종익, 공종필, 김영선, 용상순(항우연)
- [P-27] 차세대소형위성 1호(NEXTSat-1)의 Instrument for the Study of Space Storms (ISSS) 개발: 손종대(충남대, 과기원), 이준찬(과기원), 서용명(경희대), 오수연, 이유(충남대), 민경욱(과기원), 이대영(충북대), 선종호(경희대), 신구환, 이상현(과기원)
- [P-28] 저궤도 관측용 다중 카메라 영상 처리 및 보정장치 개발: 신상윤, 용상순(항우연)
- [P-29] 태양고도각의 변화를 고려한 해양관측위성 2호 전구관측 최적 운영 시나리오 연구: 안기범(해양과기원, 연세대), 오은송(해양과기원), 조성익(해양과기원, 연세대), 박영제, 유주형(해양과기원)
- [P-30] 대구경 시준기 불용광 차단 배플 설계: 연정흠, 김성희, 박종문, 이덕규, 이승훈(항우연)
- [P-31] 저반사 평면거울을 이용한 미세신호 광학계 파면오차 측정: 육영춘, 김성희, 정대준, 박종문, 고대호, 장수영, 연정흠, 이승식, 이덕규(항우연)
- [P-32] Space Plasma Detector(SPD) of ISSS: 이준찬, 민경욱, 함종욱(과기원)
- [P-33] 차세대소형위성 1호(NEXTSat-1)의 Instrument for the Study of Space Storms에 탑재될 High Energy Particle Detector의 개념설계: 조경복(충남대), 손종대(충남대, 과기원) 오수연, 이유(충남대), 민경욱(과기원), 이대영(충북대), 선종호(경희대), 신구환, 이상현(과기원)
- [P-34] 정지궤도 해양관측 광학탑재체의 궤도상 복사성능 모니터링: 조성익(해양과기원, 연세대), 오은송(해양과기원), 안기범(해양과기원, 연세대), 박영제, 유주형(해양과기원)

■ 발사체 ■ [p.59-63]

- [P-35] 액체로켓 발사대 운용 중 고압가스 품질관리를 위한 가스내 수분함량 분석법 소개: 강선일, 남종원(항우연)
- [P-36] KSLV-I 3차 비행시험을 통한 상단 배터리 성능 분석: 김명환, 임유철, 황수설, 마근수(항우연)
- [P-37] 대형 발사체의 이송조건 검토: 김용욱, 조기주, 이정호, 김상현, 오승협(항우연)
- [P-38] 한국형 발사체 페어링 스킨의 복합재 적층에 따른 구조해석: 남기원, 공철원, 장영순(항우연)
- [P-39] 나로호(KSLV-I) 발사관제시스템 엔지니어링 워크스테이션 구축 및 운용: 문경록, 안재철, 장종태, 정일형, 라승호(항우연)
- [P-40] 발사체 시나리오에서 PLL 루프필터의 대역폭에 따른 GPS 수신기의 성능 분석: 문지현, 권병문, 신용설, 최형돈(항우연)

- [P-41] 75톤급 액체로켓엔진용 터보펌프 제작현황: 박민주, 전성민, 김진한(항우연), 문상득(삼성테크원)
- [P-42] 가스발생기 사이클 액체로켓 엔진에서의 시동과정에서 발생하는 물리적 현상의 이해: 박순영, 이은석(항우연)
- [P-43] 한국형발사체(KSLV-II) 개발사업의 효율적 관리를 위한 기술성능척도(TPMs) 적용방안 연구: 서건수, 홍일희(항우연)
- [P-44] 세계 우주발사체 기술개발 동향 분석: 유일상, 조동현, 홍일희(항우연)
- [P-45] 액체로켓엔진 터보펌프에서 IPS 부위 케이싱 형상에 따른 열전달 해석: 윤석환, 전성민, 김진한(항우연)
- [P-46] 한국형발사체 탑재장비 시뮬레이터 개발을 위한 테스트베드 설계: 윤원주, 서진호, 정의승(항우연)
- [P-47] 초음속 디퓨저를 이용한 추진기관 연소시험에서 추력측정 방법: 이정호, 김용욱, 김상현, 오승협(항우연)
- [P-48] 소형위성발사체(나로호)의 종합인증시험 및 비행시험 수행 overview: 임석희, 정영석, 조규식, 오승협, 장영순, 정의승(항우연)
- [P-49] 나로호 3차 발사를 위한 지상장비 파라미터 측정시스템 운용 및 측정 결과: 정일형, 이종웅, 안재철, 문경록, 라승호(항우연)
- [P-50] 우주발사체용 발사대 저온 설비 구축 요구조건: 조기주, 김용욱, 이정호, 오승협(항우연)
- [P-51] KSLV-II 1단 엔진 성능변화 예측: 조원국, 박순영, 김철웅(항우연)
- [P-52] 나로호의 전자파적합성 관리와 검증: 지기만, 이수진, 정의승(항우연)
- [P-53] 한국형발사체개발사업 2차년도 사업관리시스템(EVMS) 구축: 최영인, 홍일희(항우연)

■ 궤도 ■ [p.63-64]

- [P-54] 레이저 인공위성 추적 시스템 자료처리 기술 개발 현황 및 활용연구: 김영록, 박은서(천문연), 오형직(연세대), 최만수, 임형철(천문연)
- [P-55] 궤도상 위성의 광학관측가능성 해석을 위한 궤도전파기 및 시각화 소프트웨어 개발: 김재혁(연세대), 조중현, 최진(천문연, 과기원합대), 박찬덕(연세대), 문홍규, 임홍서, 최영준, 박장현(천문연)
- [P-56] Analysis on Range and Angle Tracking Data Characteristics for the Fictitious Lunar Orbiter: Young-Joo Song, Durk-Jong Park, Sang-il Ahn(KARI)
- [P-57] 효율적 지구 관측을 위한 저궤도 위성 배치 연구: 정옥철, 임현정, 정대원, 김은규, 김학정(항우연)

■ 위성체 ■ [p.64-76]

- [P-58] 달 탐사용 지상국 개발: 강상욱, 문상만, 김인규, 최기혁(항우연)
- [P-59] 고기동 저궤도 위성 반작용형 기반 센서 구동기 종단 시험: 강우용, 윤형주, 임조령, 서현호(항우연), 이봉운

- (AP우주항공), 최홍택(항우연)
- [P-60] 심우주 통신을 위한 원격측정명령 개념 설계: 권기호, 이윤기, 임원규, 이상곤(항우연)
- [P-61] 위성용 GPS L1/Galileo E1 수신기의 신호처리부 HW 설계: 권기호, 이윤기, 이상곤(항우연), 기창돈(서울대), 박진모(두시텍)
- [P-62] 태양돛 탐사선 임무 분석: 김민규, 김정래(항공대)
- [P-63] 편대비행 위성에 가해지는 비중력가속도 차이 분석: 김민규, 김정래(항공대)
- [P-64] 위성 조립 후 휠 상태 검증을 위한 지상시험 방법 분석: 김영운, 조주영, 조승원, 채동철, 최종연(항우연)
- [P-65] 위성 조립 후 지상시험에서의 별 추적기 광학계 상태 점검을 위한 치구 설계 및 제작: 김영운, 조주영, 허윤구, 채동철, 최종연(항우연)
- [P-66] 인공위성용 태양전지판 구동기 특성 및 구동방식: 김용복, 박영웅, 최홍택(항우연)
- [P-67] 표유자계에 의한 위성시스템 영향성 분석: 김태운, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원(항우연)
- [P-68] 고궤도 플라즈마환경에서의 정전기방전현상에 따른 위성시스템 설계 연구: 김태운, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원(항우연)
- [P-69] 기계지상지원장비 제작을 위한 기본 요구사항 정의: 김형완, 박종석, 최정수(항우연)
- [P-70] 우주탐사를 위한 KW급 홀 방식 전기추력기의 개발 및 특성 연구: 김호락(파기원), 서미희(파기원, 국방과학원), 선종호(경희대), 이해준(부산대), 최원호(파기원)
- [P-71] 위성열설계 최적화에 대한 시험용 열모델의 적용에 관한 연구: 김희경(항우연, 파기원), 최성임(파기원)
- [P-72] 저궤도 지구 관측 소형 위성 비행 모델의 질량 특성 시험: 문남진, 은희광, 임종민, 전중협, 문귀원(항우연)
- [P-73] 다목적실용위성 3호 임무계획시스템의 AEISS Duty Cycle Check 기능 검증: 문인호, 박선주, 정대원(항우연)
- [P-74] 고기동 저궤도 위성 추력기 기반 자세제어 논리 센서-작동기 중단시험: 박근주, 강우용, 임조령(항우연), 이봉운(AP우주항공), 최홍택(항우연)
- [P-75] 저궤도위성 전기 성능검증장치의 전력계 시험 계획: 박병하(AP우주항공), 조승원, 최종연(항우연)
- [P-76] 정지궤도복합위성 궤도결정 정밀도 해석: 박봉규, 최재동(항우연)
- [P-77] 저궤도위성 운영관리시스템의 PMM과 CSMM 모듈 데이터 출력 방안 연구: 박선주, 전현호, 백현철, 백남웅, 장인식, 김동규(항우연)
- [P-78] 인공위성 잔여추진제 질량 추정기법과 오차분석방법: 박응식(항우연), 허환일(충남대)
- [P-79] 정지궤도위성의 히트파이프 네트워크 구성을 위한 배치 요구조건 분석: 박종석, 최정수, 김형완, 최재동, 전형열(항우연)
- [P-80] The design of DC/DC power converter for Pulse command in the satellite: Jong-Seok Park, Eui-Chan Kim(KARI)
- [P-81] 과학기술위성3호 초기운영 계획: 박종오, 손준원, 이승현, 이성세, 이승우(항우연), 신구환, 박홍영(파기원)
- [P-82] 채널 결정과 타이밍 오프셋의 연계 추정 방법: 박홍원, 우성현, 김진희(항우연)
- [P-83] 정지궤도 인공위성을 위한 태양전지 배열기의 전기적 설계: 박희성, 구자춘, 장진백, 이상곤(항우연)
- [P-84] 정지궤도복합위성 X대역의 주파수 간섭 분석: 백명진(항우연)
- [P-85] 정지궤도위성 탑재소프트웨어 개발 및 검증을 위한 STB 통합 시험환경 구축 방안: 양승은, 신현규, 최종욱, 천이진(항우연)
- [P-86] ERC32 Processor의 Radiation Hardening 방안 소개: 양승은, 채동석, 천이진(항우연)
- [P-87] 인공위성용 태양전력 조절기의 불연속전류모드 시 안정도 해석: 양정환, 박희성, 장진백, 유상범, 이상곤(항우연)
- [P-88] 인공위성용 태양전력조절기의 보호회로: 양정환, 박희성, 장진백, 유상범, 이상곤(항우연)
- [P-89] 저궤도위성 TT&C 서브시스템용 S-Band 주파수 상/하양 변환기 국산화개발: 양형모, 이문형(항우연), 주동만(티오피시스), 조찬기(ADRF)
- [P-90] Correlation Study between Launch Vehicle Separation Test Data of Satellite and Empirical Model based Estimation: Sung-Hyun Woo(KARI), Dae-Oen Lee (KAIST)
- [P-91] TRIO-CINEMA의 비행모델 진동시험 및 안정성 검증: 우주, 금강훈, 전제현, 이성환, 이용석, 채규성, 선종호, 진호, 이동훈(경희대), Thomas Immel(UC Berkeley), Robert P. Lin(경희대, UC Berkeley)
- [P-92] 탑재체 데이터의 안정적인 전송을 위한 SpaceWire Packet Protocol 분석: 원주호, 조영호, 이상곤(항우연)
- [P-93] Transceiver device를 이용한 RS-485 시리얼 버스의 구현: 원주호, 조영준, 이윤기, 조영호, 이상곤(항우연)
- [P-94] 저궤도위성의 다중 출력 압전변압기 모델링, 안정화 설계 및 검증: 윤석택, 오시환, 김진희(항우연)
- [P-95] 저궤도 위성 내부 전기 접속 시험: 윤영수, 원영진, 김진희(항우연)
- [P-96] 저궤도 위성의 테스트 벤치를 이용한 전기기능 시험 중 발생 가능한 유닛의 손상방지 로직: 이상록, 전현진, 전문진, 임성빈(항우연)
- [P-97] 과학기술위성3호 영상활용을 위한 영상처리 및 배포 시스템: 이승현, 강지훈, 전갑호, 박종오, 이승우(항우연)
- [P-98] 초소형 인공위성용 고전압 발생장치 개발: 이정규, 채규성, 진호, 이동훈(경희대), John Sample(UC Berkeley), Robert. P. Lin(경희대, UC Berkeley)
- [P-99] CINEMA 통신 시스템 개발: 이효정, 김용호, 윤세영, 채규성, 선종호, 진호, 이동훈(경희대), Robert P. Lin (경희대, UC Berkeley)
- [P-100] 차세대 중형위성 본체 구조체 개발모델 형상설계: 임재혁, 김경원, 김선원(항우연)

- 김종현(한국항공우주산업), 한동인, 김성훈(항우연)
- [P-101] 고출력 펄스부하의 운용에 따른 배터리의 최적 설계를 위하여 슈퍼 커패시터를 활용한 하이브리드 전력시스템 연구: 장성수, 임성빈, 이상곤, 최재동, 이상률(항우연)
- [P-102] 위성시스템 전도성 노이즈 분포에 따른 시스템 마진 분석: 장재웅, 김태운, 장경덕, 조인경, 문귀원(항우연)
- [P-103] 고전력 방사 위성체 RF적합성시험을 위한 고전력 흡수체 구조설계: 장재웅, 김태운, 장경덕, 민병희, 문귀원(항우연)
- [P-104] 저궤도 위성의 비상 복구 방안 연구: 전문진, 이상록, 전현진, 임성빈(항우연)
- [P-105] 저궤도 위성의 본체 초기 점검 성공 여부 판단 방안: 전문진, 이상록, 전현진, 임성빈(항우연)
- [P-106] 저궤도지구관측 소형위성 비행모델 음향 환경 시험: 전종협, 임종민, 은희광, 문남진, 문귀원(항우연)
- [P-107] 저궤도지구관측 소형위성 비행모델 진동 환경 시험: 전종협, 임종민, 은희광, 문남진, 문귀원(항우연)
- [P-108] Passive 셀 밸런싱 회로가 인공위성 정전원 안정화를 위해 장착된 배터리 동작에 주는 영향성 분석: 전현진, 이상록, 전문진, 임성빈(항우연)
- [P-109] 저궤도 위성의 레인징 위상차 분석: 조승원(항우연), 이상정(충남대)
- [P-110] 저궤도 위성 RF 송수신 시스템의 발사장 검증: 조승원, 김영윤, 최종연(항우연)
- [P-111] 인접채널에서 무선시스템 간의 양립성 분석 연구: 조인경, 문귀원, 김태운, 장재웅, 장경덕(항우연)
- [P-112] 정지궤도 위성의 원격명령 데이터 흐름 분석 사례 연구: 조창권(항우연)
- [P-113] 저궤도위성 메모리 오류 관리: 채동석, 신현규, 양승은, 천이진(항우연)
- [P-114] 정지궤도복합위성 정밀정렬 준비를 위한 절차 및 기준 정의: 최정수, 김형완, 박종석(항우연), 김인걸(충남대)
- 김근식(한양이엔지), 임성진, 박성욱, 조혁진, 서희준(항우연)
- [P-121] 태양 흑점군 자동 인식 및 분류 알고리즘 개발: 이정덕(에스이랩), 홍순학(전파연), 이상우, 오승준, 최규철(에스이랩), 김재훈, 윤기창, 이재형(전파연)
- [P-122] 고정밀 RF 시험시설을 위한 방진시스템 설계: 장경덕, 김태운, 장재웅, 조인경, 문귀원(항우연)
- [P-123] 대형전자파챔버 설계 Quiet Zone 성능 평가: 장경덕, 김태운, 장재웅, 조인경, 문귀원(항우연)
- [P-124] 코로나홀 및 필라멘트 자동인식 알고리즘 개발: 최규철(에스이랩), 홍순학(전파연), 이상우, 이정덕(에스이랩), 김재훈, 윤기창(전파연), 오승준(에스이랩), 이재형(전파연)

■ 우주환경 ■

[p.76-78]

- [P-115] History of Russian Lunar Missions: Ulkar Karimova, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU)
- [P-116] 우주방사선 측정장비: Tissue Equivalent Proportional Counter: 남옥원, 이재진, 문봉곤, 이대희, 박영식, 표정현(항우연), 임창휘, 문명국, 김현옥(원자력연), 김성환(청주대)
- [P-117] 2D PIC simulation of EMIC instability: Kyunghwan Dokgo, Choeng-Rim Choi, Kyoung-wook Min(KAIST)
- [P-118] SuperMAG-based SMR LT indices in the development of the storm-time ring current: Ga-Hee Moon(DSHC)
- [P-119] 열진공 챔버용 열전대 제작 및 신뢰성 검증시험: 백선기, 김근식(한양이엔지), 임성진, 박성욱, 조혁진, 서희준(항우연)
- [P-120] 고고도 환경 모사를 위한 밸브 제어 방안: 백선기,

구두발표논문 초록

■ Session : 초청강연 I

4월 24일(수) 13:10 - 14:10 제1발표장

[IS-1] 달탐사를 활용한 우주과학의 진흥과 우주기술 발전

이창진

건국대학교

2000년대 후반 아시아 강국들의 달탐사 경쟁구도가 강화되고 있는 실정이다. 특히 우리나라 외 이웃한 일본과 중국은 달 궤도선 발사 및 운영을 이미 완료하고 2010~2015년 사이에 달착륙선을 보내고, 2020년 이후에는 유인 달탐사를 목표로 하고 있다. 또한 대부분의 우주선진국은 달탐사 관련사업의 확실성을 담보하기 위해 국제협력을 적극적으로 제안하고 있는 실정이다. 한편, 미국의 달탐사선 LRO가 달표면에 얼음이 존재한다는 것을 발견한 후로는 달에 존재할 지도 모르는 생명체 탐구에 대한 분위기가 고조되고 있어 달착륙선 및 달 과학연구에 대한 국제협력의 분위기가 매우 고양되고 있는 형편이다. 지난 1월에 나로호 발사를 성공적으로 마무리한 우리나라는 한국형 발사체 개발을 조기에 달성하려는 움직임을 보이고 있다. 동시에 한국형 발사체를 활용한 우주개발 계획을 보다 구체화 하려는 노력을 기울이고 있다. 특히 2020년까지 달 궤도선과 달 착륙선을 발사하여 달 표면과 달의 생성과 관련된 우주과학 연구를 실현한다는 계획을 구체화 하고 있다. 그러나 달탐사를 원활하게 수행하려면 몇가지 전제 조건이 만족돼야만 하는데, 우선 어떤 종류의 달 과학 임무를 수행할 것인가 결정되어야 한다. 이미 우주 선진국들은 달 궤도선과 달 착륙선을 통하여 다양한 종류의 달 과학임무를 수행하였다. 따라서 우리나라의 달 과학 임무는 우리의 독창적인 우주과학 임무에 대한 시나리오를 만들어야 한다. 한편 달탐사는 우리의 우주개발 기술과 탐사 기술, 그리고 다른 분야로 파급될 수 있도록 나름의 융합기술 발전 전략이 필요하다. 예를 들면 IT 기술과 접목될 수 있는 새로운 우주기술을 실험할 수 있는 테스트 베드의 담당할 수 있어야 한다. 달 표면을 탐사하는데 필요한 로버의 개발, 로버의 동력원으로 사용되는 원자력 전지, 그리고 달과 지구 사이에서 통하는 우주 인터넷 기술등은 일차적으로 우리가 달탐사를 통하여 시험할 수 있는 융합 기술이다. 그외에도 달탐사용 위성 개발과 추진기술의 확보, 특히 심우주탐사를 가능하게 하는 항행소프트웨어 개발, 그리고 경량화와 고성능화를 적용한 위성 본체 개발은 우리가 달탐사를 추진하면 얻을 수 있는 매우 커다란 이득 중의 하나이다. 이 논문에서는 달탐사 연구의 범국가적 진흥을 위한 체계적인 추진조직과 기술적인 임무, 달 과학임무 제안점, 달탐사 기술개발에 대한 기술로드맵에 대한 내용을 소개하고자 한다.

[IS-2] 나로호 개발 과정과 발사 결과

박정주

한국항공우주연구원

2013년 1월 30일 전라남도 고흥군 외나로도의 나로우주센터에서 나로호의 3차 발사가 성공적으로 이루어 졌다. 1차와 2차 발사에서 실패를 경험하고, 3차 발사도 두 차례의 연기 끝에 어렵게 얻어진 성공이라 많은 경험과 교훈을 얻은 발사였다. 우리나라는 90년대 초반부터 민간 차원의 과학로켓 개발을 착수하여 KSR-I, KSR-II 고체추진 과학로켓, KSR-III 액체추진 과학로켓 개발에 이어서 2002년부터 국내 최초의 우주발사체인 나로호를 개발하였다. 국내에 대형 액체추진기관 기술이 미확보된 상황이라 나로호의 개발은 발사체 기술 선진국인 러시아와의 기술 협력을 통하여 이루어 졌고, 나로호의 1단은 러시아가 개발하였다. 또한 나로호 개발과 함께 나로우주센터를 건설, 구축하여 국내에 우주개발 핵심 인프라를 확보하게 되었다. 본 발표에서는 나로호의 개발 과정과 발사 준비 과정에 대하여 소개하고, 1차 발사와 2차 발사 시의 실패 내용과 원인 분석 결과를 소개할 예정이다. 마지막 발사 기회인 3차 발사 준비 과정과 두 차례 연기의 이유 및 해결과정 그리고 성공적인 세 번째 발사의 비행시험 결과 분석 내용을 소개한다. 또한 나로호 개발 과정에서 1단 추진기관 기술 확보를 위한 선행연구 노력을 소개하고 이어지는 한국형 발사체 개발과의 연계성을 소개한다.

■ Session : 천문우주 1

4월 24일(수) 14:10 - 15:10 제1발표장

[I-1-1] EY Cas의 공전주기 및 광도곡선 분석

정민지, 김천휘

충북대학교 천문우주학과

1936년 Hoffmeister(1936)에 의해 발견되었으나, 측광학적 성질이 거의 알려져 있지 않은 W UMA형 식쌍성 EY Cas의 BVRI측광관측을 2009~2012년에 걸쳐 총 14일간 레몬산 천문대의 1m 반사망원경과 4K CCD 카메라를 이용하여 수행하였다. 그 결과 EY Cas의 전체 광도곡선 및 총 11개의 극심(주극심:6, 부극심:5)을 새롭게 획득하였다. 이와 더불어 SuperWASP의 측광자료로부터 추가로 9개의 극심(주극심:5, 부극심:4)을 결정하였고, 기존에 발표된 모든 극심시각들을 수집하여 EY Cas의 공전주기를 분석하였다. 또한, Wilson-Devinney 쌍성모형을 이용하여 우리의 광도곡선의 해를 산출하였다. 이 연구에서 그 분석 결과를 제시하고자 한다.

[I-1-2] A Study of Relativistic Unmagnetized Collisionless Shock Structure using 3D PIC simulation

Eun-Jin Choi¹, Kyoung-Wook Min¹, Cheng-Rim Choi,¹ Ken-Ichi Nishikawa²

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

²National Space Science and Technology Center, Huntsville, AL, USA

Shocks are ubiquitous in astrophysical plasmas: bow shocks

are formed by the interaction of solar wind with planetary magnetic fields, and supernova explosions and jets produce shocks in interstellar and intergalactic spaces. The global morphologies of these shocks are usually described by a set of magnetohydrodynamic (MHD) equations which tacitly assumes local thermal equilibrium, and the resulting Rankine-Hugoniot shock jump conditions are applied to obtain the relationship between the upstream and downstream physical quantities. While thermal equilibrium can be achieved easily in collisional fluids, it is generally believed that collisions are infrequent in astrophysical settings. In fact, shock widths are much smaller than collisional mean free paths and a variety of kinetic phenomena are seen at the shock fronts according to in situ observations of planetary shocks. Hence, both the MHD and kinetic equations have been adopted in theoretical and numerical studies to describe different aspects of the physical phenomena associated with astrophysical shocks. Here, we present the results of 3D relativistic particle-in-cell (PIC) simulations for ion-electron plasmas, with focus on the shock structures: when a jet propagates into an unmagnetized ambient plasma, a shock forms in the nonlinear stage of the Weibel instability. As the shock shows the structures that resemble those predicted in MHD systems, we compare the results with those predicted in the MHD shocks. We also discuss the thermalization processes of the upstream flows based on the time evolutions of the phase space and thermal velocity distribution, as well as the wave spectra analyses.

[I-1-3] Far Ultraviolet Observations of the Spica Nebula and the Interaction Zone

Yeon-Ju Choi¹, Kyung-Wook Min¹, Kwang-II Seon², Jae-Woo Park³, Tae-Ho Lim¹, Young-Soo Jo¹

¹*Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea*

²*Korea Astronomy & Space Science Institute, Korea*

³*Korean Intellectual Property Office*

We report the analysis results of far ultraviolet (FUV) observations, together with those of other wavelengths, made for a broad region around α Vir (Spica) including the interaction zone of Loop I and the Local Bubble. The whole region was optically thin and thus a general correlation was found between the FUV continuum intensity and the dust extinction. The diffuse FUV continuum radiation in the northern region above Spica was found to be mostly the result of scattering of the starlight originating from Spica by dust close to the star, while the FUV radiation in the southern region, especially near the interaction zone, was mainly due to the background stars other than Spica. We

performed Monte-Carlo radiative transfer simulations in order to obtain the optical parameters related to the dust scattering as well as the geometrical structure of the region. The albedo and asymmetry factor were found to be 0.38 ± 0.06 and 0.46 ± 0.06 , respectively, in good agreement with the Milky Way dust grain models. The distance to and the thickness of the interaction zone were estimated to be 70^{+4}_{-8} pc and 40^{+8}_{-10} pc, respectively. It was also found that neutral hydrogen column density correlates very well with dust extinction throughout the whole region; the ratio of neutral hydrogen column density to color excess was estimated to be $\sim 7 \times 10^{21}$ atoms cm^{-2} , which is slightly higher than the previous estimations made for a diffuse interstellar medium. The C IV $\lambda\lambda 1548, 1551$ emission was found throughout the whole region, while Si II* $\lambda 1532$ emission was found to be bright only within the HII region. This indicates that the C IV line arises mostly at the shell boundaries of the two bubbles, whereas Si II* line is from the photoionized Spica nebula. We also found that a larger portion of the C IV emission likely comes from the Loop I side, rather than from the Local Bubble side. Molecular hydrogen fluorescence lines were also observed in the interaction zone.

[I-1-4] A FUV study in the Ophiuchus cloud complex and the Sco OB2 region

Tae-ho Lim¹, Kyoung-wook Min¹, Kwang-II Seon²

¹*Korea Advanced Institute of Science and Technology*

²*Korea Astronomy and Space Science Institute*

We have presented a far-ultraviolet (FUV) continuum map and a molecular hydrogen fluorescent map of the Ophiuchus cloud complex, one of a well-known birthplace of stars using FUV Imaging Spectrograph (FIMS). The FUV intensity varies significantly across the whole region. FUV flux is bright on Sco OB2 association where H α emission is also bright, while FUV flux seems to be heavily absorbed by the dense cloud of rho-Ophiuchus cloud, located in front of Sco OB2 at distance of ~ 165 pc from the sun, where the dust extinction level is high. On the other hand, it seems that molecular hydrogen fluorescence throughout whole region correlates well with dust extinction, which may be attributable to the scattered fluorescence photons themselves. As a line of research to understand spatial characteristics of molecular hydrogen fluorescence in this region, we also carried out PDR simulations using CLOUD for some individual regions that are suspected of Photodissociation Regions (PDRs).

■ Session : 천문우주 2

4월 24일(수) 15:25 - 16:25 제1발표장

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

Yeo-Myeong Lim¹, Kyoung Wook Min¹, Paul D. Feldman², Wonyong Han³, Jerry Edelstein⁴

¹*Korea Advanced Institute of Science and Technology*

²*The Johns Hopkins University*

³*Korea Astronomy and Space Science Institute*

⁴*University of California, Berkeley*

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: $4^\circ.0 \times 4^\circ.6$, L: $7^\circ.5 \times 4^\circ.3$, 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 A¹ Π –X¹ Σ^+ system in the L channel. We also 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 compared the flux and the mean column density in the radius of 3×10^5 km with 20×10^5 km from the central coma. We estimated the radial outgasing velocities and the production rates about S I, C I, CO comparing the radial profiles obtained from the spectral images of the central coma with the Haser model.

[II -1-2] Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation history

Woong-Seob Jeong¹, Dae Hee Lee¹, Bongkon Moon¹, Jeonghyun Pyo¹, Sung-Joon Park¹, Kwijong Park¹, Youngsik Park¹, Il-Joong Kim¹, Won-Kee Park¹, Mingyu Kim^{1,2}, Duk-Hang Lee¹, Wonyong Han¹, Ukwon Nam¹, Myungshin Im², Hyung Mok Lee², Jeong-Eun Lee³, Goo-Hwan Shin⁴, Jangsoo Chae⁴

¹*Korea Astronomy & Space Science Institute, Korea*

²*Seoul National University, Korea*

³*KyungHee University, Korea*

⁴*Satellite Technology & Research Center, KASIST, Korea*

New space program for "Next-Generation Small Satellite (NEXTSat)" newly launched last year after the success of the series of Science & Technology Satellite (STSAT). The Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation history (NISS) proposed by KASI was selected as one of scientific

payloads onboard NEXTSat-1. The NISS can perform the efficient near-infrared imaging spectroscopic observation in space by evading the atmospheric emission as well as other thermal noise. The observation of cosmic near-infrared background enables us to reveal the early Universe in an indirect way through the measurement of absolute brightness and spatial fluctuation. The detection of near-infrared spectral lines in nearby galaxies, cluster of galaxies and star forming regions give us less biased information on the star formation. In addition, the NISS will be expected to demonstrate our technologies related to the development of the Korea's leading near-infrared instrument for the future large infrared telescope, SPICA.

[II -1-3] A catalog of bright stars observed by FIMS

Young-soo Jo¹, Kyoung-wook Min¹, Yeon-ju Choi¹, Tae-ho Lim¹, Yeo-myeong Lim¹, Jerry Edelstein², Wonyong Han³

¹*Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea*

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

³*Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea*

Far-ultraviolet Imaging Spectrograph (FIMS), also known as Spectroscopy of Plasma Evolution from Astrophysical Radiation (SPEAR), is a dual-channel FUV imaging spectrograph (S-band 900 – 1150 Å, L-band 1350 – 1750 Å) on board the Korean microsatellite STSAT-1, which was launched into a 700 km sun-synchronous orbit on 2003 September 27. While the instrument is optimized for the observation of diffuse emissions with its large image fields of view (S-band: $4^\circ.0 \times 4^\circ.6$, L-band: $7^\circ.5 \times 4^\circ.3$) and moderate spectral ($\lambda/\Delta\lambda \sim 550$) and angular ($\sim 5''$) resolutions, it was able to observe a number of bright stars without much contamination from the diffuse background or other faint stars. Here, we present a catalog of the L-band spectra for 543 stars observed with FIMS during its mission lifetime of a year and a half, covering $\sim 70\%$ of the sky. Of these, 207 stars were first observed in this FUV band while the spectra of the remaining stars are available in the archives of the International Ultraviolet Explorer (IUE), which covers a wide spectral band including the present L-band. We compare the new spectra with those of IUE when they are available, and discuss typical examples according the spectral types.

[II -1-4] 세계시 유지와 윤초의 삭제 관련 국제동향

조중현^{1,2}, 정현수¹

¹한국천문연구원, ²과학기술연합대학원대학교

지난 10 여 년간 국제 전파연맹(ITU)을 중심으로 논의되었던 세계시의 변경과 윤초의 삭제와 관련하여 국제기구와 주요 관련 국가의 의견을 조사 및 분석하였다. 2015년 개최 예정인 세계전파 회의(WRC2015)에서 세계시 변경과 윤초의 삭제에 대한 협의가 예정되어 있어 ITU 회원국으로써 대한민국의 세계시 유지와 윤초의 삭제에 대한 입장이 정리될 필요가 있다. 현재 대한민국 천문우주과학관련 및 표준관련 기관에서 아직까지 공식적인 입장이 정리되어 있지 않은 바, 학계에서 정리된 의견이 도출되는 것이 중요하다.

■ Session : 우주측지

4월 24일(수) 16:40 - 17:40 제1발표장

[III-1-1] Correct Strain Calculation Algorithm and Its Application to the Korean GPS Displacement due to the 2011 Tohoku Earthquake

Sung-Ho Na¹, Jung-Ho Cho¹, Byung-Kyu Choi¹, Sung-Moon Yoo¹, Kyung-Min Roh¹, Younghee Kwak¹, Pil-Ho Park¹, Kwan-Dong Park²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²Inha University, Korea

We present the correct algorithm to attain most probable and unbiased estimate of principal strain for geodetic data on the triangular network. We applied this algorithm to the co-seismic GPS displacement in Korea due to the 2011 Tohoku-Oki earthquake.

[III-1-2] 동일본 대지진 발생 직후 한반도 상공의 전리층 TEC 교란 검출

최병규¹, 정종균¹, 문준철², 이환상²

¹한국천문연구원 핵심기술개발본부

²국립전파연구원 우주전파센터

전리층의 교란은 다양한 원인, 즉 태양 플레어 폭발, 지자기 폭풍, 우주기상 변화와 지진발생 등에 발생할 수 있다. 진도 9.0의 강력한 지진이 2011년 3월 11일 일본 도호쿠 지역에서 발생했고, 대지진 직후 전리층 총전자량(Total Electron Contents, TEC) 교란이 국내 GNSS 기준국망에 의해서 관측되었다. 전형적인 N-type wave의 강한 TEC 증가가 지진 발생 후 16분 만에 첫 번째로 관측이 되었다. 전리층 TEC의 자세한 교란상태를 조사하기 위해 1초 간격의 GNSS 관측자료를 처리하였고, 또한 Band-pass filter를 분석모델에 적용하였다. 그 결과 4분 주기를 갖는 작은 규모의 TIDs가 UT로 6시 15분부터 7시 10분까지 관측되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 변화는 Acoustic resonance oscillation의 특징으로 분석된다. 그리고 15분 주기를 갖는 중규모의 TIDs가 약 1시간 정도 지속이 되었는데, 여기에서 우리는 중규모의 TIDs가 분명하게 감쇄되는 특징을 관측할 수 있었다.

[III-1-3] ARGO-M의 레이저추적 성능 및 레이저에 의한 인공위성 광학센서의 안정성 분석

최철희^{1,2}, 임형철², 김천휘¹

¹충북대학교 천문우주학과, ²한국천문연구원

Satellite Laser Ranging(SLR)은 인공위성까지 거리를 mm 수준으로 측정하는 인공위성 추적 기술로 정밀궤도결정, 우주측지, 지구과학, 달 및 행성물리 연구에 활용되고 있다. 한국천문연구원은 2012년에 국내 최초 SLR 시스템인 Accurate Ranging system for Geodetic Observation-Mobile(ARGO-M)을 개발하였다. ARGO-M은 공간, 스펙트럼 및 시간 필터를 사용하여 고도 25,000km 상공의 인공위성에 대해서 주야간 레이저추적이 가능하다. 이 연구에서는 ARGO-M의 광학계, 레이저 및 광전자 시스템 분석을 통해서 레이저추적 성능을 제시하였으며, 실제 인공위성 레이저추적 결과와 비교하여 그 성능을 검증하였다. 또한 ARGO-M에 사용되는 극초단파 펄스 레이저가 인공위성의 광학센서에 미치는 영향을 분석하여 나로 과학위성을 비롯한 광학탐체체를 장착한 인공위성의 레이저 추적 안정성을 제시하였다.

[III-1-4] Solar Exposure Model for Spin Analysis of LARES

Joo-Yeon Hwang^{1,2}, Daniel Kucharski¹, Eun-Seo Park¹, Hyung-Chul Lim¹, Sang-Young Park², Chan-Deok Park²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²Astrodynamics and Control Laboratory, Department of Astronomy, Yonsei University, Korea

LAser RElativity Satellite (LARES) is a new satellite launched on Feb 13, 2012 and designed for testing relativistic effects on the Low Earth Orbit. The orbital motion of the satellite is measured by the Satellite Laser Ranging (SLR) systems. The SLR data can also be used for analysis of the rotational dynamics of this fully passive satellite. During the investigation we have analyzed decay of the rotational motion of LARES. The slowing down rate of LARES is not constant but undergoes periodical changes as indicated by frequency analysis of the spin rate residuals. The observed, periodical variation of the spin rate can be caused by the non-gravitational factor like solar irradiation acting on the satellite. This variation is related to changes of the temperature of the satellite when it crosses shadow of the Earth. In order to properly identify the sun-related perturbation of the satellite's spin, the solar exposure model of the satellite has been investigated. This presentation summarizes results of the investigation and provides information on the future study.

■ Session : 지상국

4월 24일(수) 14:10 - 15:10 제2발표장

[I-2-1] 해외 관제안테나 기지 구축을 위한 통신 환경에 따른 네트워크 링크 테스트

박세철, 현대환, 이명신, 장인식, 정대원, 김은규
한국항공우주연구원

한국항공우주연구원은 현재 다목적실용위성 2호 및 3호의 정상운행을 수행하고 있으며, 다목적실용위성 5호의 초기운행을 준비 중에 있다. 위성 수의 증가는 위성운행을 위한 명령어 수의 증가를 의미하며 이를 위해 해외에 새로운 관제 안테나 기지 구축을 추진하고 있다. 이 논문에서는 해외 관제 안테나 기지 구축 시 해외 현지 통신환경에 따른 링크 안정성 테스트와 그 결과에 대해 기술하였다.

[I-2-2] 다목적실용위성 운영관리시스템 설계방안 연구

장인식, 김동규, 이명환, 이명신, 현대환, 박세철, 정대원
한국항공우주연구원

한국항공우주연구원에서 관제 및 운영하는 다목적실용위성체계의 효율적인 임무수행과 운영 과정에서 생성된 산출물의 효과적인 관리를 위하여 운영관리시스템(Operation Management System, OMS)의 개발이 진행 중이다. 현재 위성관제 및 운영에 소요되는 입력물과 생성된 산출물의 관리가 통합된 전산체계가 아닌, 임무관제시스템(Mission Control Element, MCE) 내의 서브시스템 별로 관리되고 있다. 운영관리시스템 개발을 통해 각 서브시스템 별로 운영되던 위성운영업무를 통합적으로 관리하고 관제운영 과정에서 산출되는 생성물의 관리를 전산화 및 자동화하고 할 수 있다. 또한 위성운영 관련 문서 및 기타 자료의 Database화를 통해 사용자가 원하는 정보의 검색, 출력, 통계현황 파악 등을 용이하게 수행하고자 한다. 운영관리시스템은 향후 발사될 다목적실용위성체계를 추가할 수 있는 확장성을 제공하며, 운영관리시스템 자체의 보안 시스템을 구현하여 운영정보 및 기타 데이터에 관한 보안성을 확보할 예정이다.

[I-2-3] 정지궤도 위성 실시간 운용 시스템 개발의 교훈

김인준, 이병선
한국전자통신연구원

정지궤도에서 운용되는 천리안 위성은 우리나라 최초로 자체 개발된 정지궤도 위성 실시간 운용 시스템에 의해 정상적으로 운용되고 있다. 천리안 위성 실시간 운용 시스템이 개발되기 전까지는 아리랑 위성을 위한 저궤도 위성 운용 시스템이 국산화되었다. 그러나 천리안 위성은 아리랑 위성과는 달리 위성과의 교신시간, 데이터 처리량, 원격명령 전송방식, 데이터베이스 구성, 시간정보 처리 등 여러 가지 면에서 다른 특성을 갖는다. 따라서 천리안 위성 운용 시스템은 정지궤도 운용 특성을 고려해 구현해야 했으며, 특히 Eurostar 3000 버스를 지원하는 기능 등이 구현되어야 했다. 이 논문은 정지궤도 위성의 실시간 운용 시스템 개발 과정에서 발생한 문제점들을 살펴보고, 그로부터 겪은 시행착오와 기술 개발의 교훈을 기술한다.

[I-2-4] OWL 시스템 개발

최영준, 박장현, 조중현, 문홍규, 임홍서, 박영식, 배영호, 박선엽, 박종욱
한국천문연구원

한국천문연구원은 우주물체 전자광학 감시체계 기술개발 사업의 일환으로 0.5m 광시야 감시관측소를 개발하여 해외 총 5개국에 동일한 시스템을 설치하여 글로벌 네트워크(Optical Wide-Field patrol: OWL)를 구축, 자국위성에 대한 궤도력을 독자적으로 상시 유지하고자 한다. 천문연 내에 설치된 테스트베드에 마운트와 각종 컨트롤 시스템을 설치하여 성능 검증을 수행하였으며, 2012년 12월 상세설계 검토회의를 통해 해외 설치용 서브시스템의 설계를 확정하였다. 이에 OWL 시스템과 개발 진행상황을 소개하고자 한다.

■ Session : 탐재체

4월 24일(수) 15:25 - 16:55 제2발표장

[II -2-1] Stray light path analysis of Korsch type SiC optical system

Ki-Won Kim^{1,2}, Dongok Ryu¹, Sehyun Seong¹, Jeong-Yeol Han², Sug-Whan Kim¹, Sung-Joon Park², Jakyeong Nah², Sang Yeong Park³, Young Soo Kim³, Kyeong Mook Lee³, Jinsuk Hong³

¹Department of Astronomy, Yonsei University, Korea

²Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

³Samsung Thales Co. Ltd, Korea

We analyzed the potential stray light paths of a Korsch type SiC optical system for space application. The requirement for the ratio of stray light energy to nominal energy is under 10^{-4} . We found illuminated object and critical object with Forward/backward ray tracing over FOV($0^\circ \pm 0.7^\circ$ (H), $0.47^\circ \pm 0.03^\circ$ (V)). Stray light paths from these objects were found and stray light level were estimated. The results were used to reoptimize the size of baffle, vane and stray light sensitive structures.

[II -2-2] 전자광학탐재체 열진공성능시험

장수영¹, 연정흠¹, 이응식¹, 정대준¹, 육영춘¹, 고대호¹, 김성희¹, 박종문¹, 이덕규¹, 이승훈²

¹한국 항공우주연구원 탐재체광학팀

²한국 항공우주연구원 탐재체실

지구관측위성 전자광학탐재체의 우주궤도환경하 광전자특성을 측정하기 위해 지상에서 열진공성능시험을 수행한다. 탐재체가 실제 사용되는 우주궤도환경을 가능한한 유사하게 모사하기 위해 챔버 내의 압력을 고진공으로 만들어주며, 계절별 극한 온도 환경하 성능검증을 위해 국부적 온도제어가 가능한 로컬쉬라우드를 사용한다. 탐재체와 챔버내 지상시험지원장비의 온도분포를

모니터링하기 위해 다수의 열전대를 주요부위에 부착하고, 시험 중 혹은 시험종료 후 온도정보를 분석할 수 있도록 한다. 위성고도와 속도를 고려하여 타겟을 제어하며, 원거리광원을 모사하기 위해 시준기가 사용된다. 영상촬영 중 광전자부에서 발생하는 열을 외부로 방출하기 위해 별도의 냉각장치를 이용한다. 위성의 자세에 따라 광전자부에 영상이 맺히는 위치가 달라지게 되는데, 이를 지상시험에서 모사하기 위해 정밀구동 짐발장치가 사용된다. 로컬쉬라우드의 온도변화에 의한 짐발구동장치의 열변형을 최소화 하기 위해, 짐발구동장치는 특수단열재를 이용하여 보호된다. 영상촬영 중 외부의 진동에 의한 영향을 최소화 하기위해 별도의 방진대를 이용하며, 큰 진동을 유발시키는 진공펌프를 방진대와 격리하여 영향을 최소화 하였다.

[II-2-3] GEANT4를 이용한 STEIN 검출기 검교정 결과의 분석

전종호¹, 박성하¹, 서용명¹, 전제현¹, 김용호², 선종호¹, 진호¹, 이동훈¹, Robert P. Lin^{1,3}, Thomas Immel³

¹경희대학교 우주탐사학과, ²경희대학교 전자전파공학과

³Space Science Laboratory, University of California, Berkeley

경희대학교에서 제작한 초소형위성 TRiplet Ionosphere Observatory -Cubesat for Ion, Neutral, Electron and MAgnetic fields (TRIO-CINEMA)에 탑재된 입자검출기 SupraThermal Electron, Ion, Neutral(STEIN)은 정전 편향기를 이용하여 4~200keV의 대전입자와 중성입자들을 분리하여 검출되도록 설계되었다. 이 연구에서는 전자 입자에 대한 STEIN 검출기의 출력 특성을 알아보기 위해 Solar-Terrestrial Environment Laboratory Nagoya University의 전자선원을 이용하여 10~30keV 전자 입자에 대한 검교정을 수행하였다. 검교정 결과를 분석하기 위해 GEometry And Tracking(GEANT4)를 이용해 30keV 전자 입자의 직선입사에 대한 모의실험을 진행하여 검교정 결과와 모의실험결과를 비교 및 분석 했다. 향후 검교정과 모의실험의 상관성의 도출, STEIN 검출기의 기하계수 결정, STEIN 검출기의 출력 특성 등의 연구로 발전될 것으로 예상된다.

[II-2-4] Progress in Vibration test and verification for launch survivability of Multi-Anode-Photo-Multiplier-Tube with X-Ray Coded Mask Gamma Ray Burst Alert Trigger mechanical subsystem

Ji Nyeong Choi¹, Soomin Jeong², Aera Jung², Min Bin Kim³, Ji Eun Kim², Sug-Whan. Kim¹, Jik Lee³, Heuijin Lim⁴, Go Woon Na², Il Hung Park³, Jakub Ripa³, For the UFFO collaboration

¹Yonsei University, Seoul, Korea

²Ewha Womans University Seoul, Korea

³Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

⁴Dongnam Inst. of Radiological & Medical Sciences, Pusan, Korea

UFFO Burst Alert & Trigger Telescope(UBAT) is one of major

sub-instruments of UFFO-Pathfinder. The UBAT aims at 10 arcmin resolution localization of Gamma Ray Burst with X-ray coded mask technique. Its detector module consists of an assembly of 36 64-ch MAPMTs with pixellated YSO crystal array. The mechanical structure has been improved to reduce stress on MAPMT capable of withstanding against 20g rms random vibration. Finite element analysis was used to confirm the reduction down to 15g rms in load acceleration under 10g rms in random vibration. We performed a vibration test using dummy aluminium blocks simulating MAPMT to verify high and satisfactory stiffness of the new updated structure. The test results are to be reported, proving that the MAPMT arrays would survive in the space launch environment

[II-2-5] 영상센서의 클럭 지터 측정치를 이용한 이미지의 노이즈 제거방법

허행팔, 용상순

한국항공우주연구원

저궤도 지구관측용 전자광학 카메라의 초점면 전자부는 높은 해상도와 넓은 관측 폭을 제공하기 위해 고속으로 동작해야 하며, 영상센서에 맞는 고속의 클럭 드라이브가 설계되어야 하고, 센서로부터 나오는 각각의 픽셀을 고속으로 샘플링하여 픽셀 스트림을 생성해야 한다. 픽셀의 출력속도가 빨라짐에 따라, 다양한 잡음이 다양한 형태로 나타나게 되며, 시간 도메인에서 발생된 전자회로의 노이즈가, 영상데이터의 공간 도메인에 주기적인 패턴으로 나타나기도 한다. 따라서, 영상센서에서 출력되는 데이터가 디지털로 샘플링되기 이전에 초점면 전자부의 노이즈가 영상품질에 떨어뜨리는 요인으로 작용하게 되며, 여기에는 잡음의 발생을 최소화하기 위한 다양한 방법들이 사용된다. 영상센서에서 각 픽셀의 출력을 담당하는 출력증폭기의 전원 잡음에 의해, 또는 픽셀 스트림을 제어하는 클럭신호의 지터에 의해 영상데이터가 왜곡되기도 한다. 또한, 아날로그 영상신호가 디지털로 샘플링 되는 과정에는 영상데이터를 두 번 샘플링하여 그 차이를 디지털로 변환하게 되는데, 이 과정에서 샘플링 부품이 제공받는 전원의 노이즈가 영상품질에 감소시키기도 하고, 샘플링 하는 타이밍의 변화로 인하여 정확한 픽셀정보를 뽑아내지 못하게 되기도 한다. 따라서, 디지털로 변환된 픽셀 스트림은 CCD 영상센서에 제공되는 클럭 드라이브의 잡음에 의해 직접적으로 영향을 받게 된다. 이에 따라, 클럭 드라이브의 기준전압(reference voltage) 흔들림을 이용하여, 디지털 변환 시 그만큼 보상해 주는 방법이 사용되기도 하며, 아날로그 영상데이터의 샘플링 타이밍은 정확한 픽셀 정보를 왜곡하는 중요한 원인이 됨에 따라, CCD 출력 클럭의 타이밍 변화를 측정하여 그 양만큼 영상데이터를 보정해 주는 방법은 이론적인 측면에서 효과적인 방안이 될 수 있다. 따라서, 이 논문 발표에서는 클럭 시간의 변화량을 전압으로 변환하여 각 펄스의 지터를 측정하고, 이를 디지털 도메인에서 실시간으로 영상픽셀에 보상함으로써 영상품질을 향상시킬 수 있는 이론적인 방법을 제시한다.

[II-2-6] 천리안위성 가시채널 검출기의 성능감쇄 보상 정확도 향상을 위한 개선된 히스토그램 명세화 알고리즘 제안

서석배

한국항공우주연구원

이 논문에서는, 기존 논문에서 제안한 천리안위성 가시채널 검출기의 성능감쇄 보상 알고리즘의 정확도를 향상시키기 위해서 개선된 히스토그램 명세화 알고리즘을 제안한다. 기존의 계산방법은 영상처리에서 널리 사용되는 히스토그램 명세화(histogram specification)를 이용하여(복사보정 처리 전에) 검출기의 특성을 정규화함으로써 검출기 특성 차이로 인해 나타나는 줄무늬를 보정하는 기술에 관한 것이다. 기존 계산방법에서 가시채널 검출기의 성능감쇄 보상 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 (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 기존 계산방법에서 히스토그램 명세화 계산 시 결과 영상의 히스토그램이 이산적으로 분포하는 특성을 일부분 선형화하는 것으로, 히스토그램 명세화 전후 영상의 누적 히스토그램의 일치점 정합 및 선형보간을 이용하여 히스토그램 명세화 계산 상 오차를 보정하였다.

■ Session : 발사체

4월 24일(수) 17:10 - 17:55 제2발표장

[III-2-1] 산소환경 입자 충격 시험 결과 및 설비 문헌조사

유재한, 하성업, 문일윤, 이수용

한국항공우주연구원

산화제과잉 예연소기를 사용하는 다단연소사이클 엔진에서 예연소기 후류에 위치한 배관, 터보펌프 터빈 및 연소기 헤드는 고온/고압 산화제과잉 환경에 놓이게 된다. 이러한 환경에서는 국부적으로 온도를 상승시키는 입자 충격에 의하여 재질이 발화될 수 있다. 여기서는 산소환경 입자충격시험에 관한 문헌조사를 NASA 사례 위주로 수행하여 코팅에 따른 영향도 조사를 위한 저비용 시험 설비의 타당성을 검토하였다. SS 304 재질의 발화를 위해 상온, 상압 가스산소 조건에서 약 50m/s의 유속이 필요하며, 이를 위해 시험설비의 유량계수가 최소 약 0.647 필요하

여 저비용 설비 구축 가능성이 있는 것을 확인하였다.

[III-2-2] 우주발사체 배관 용접부의 백비드 주변 유동해석

정동호, 오승협

한국항공우주연구원

우주발사체에 이용되는 배관에 사용되는 파이프는 여러 형태로 구부러지거나 다른 배관과 합쳐지거나 분기되기도 하고, 배관 내에 오리피스를 설치하기도 한다. 이런 배관은 중간 중간 배관이 연결되게 되는데, 이 배관의 연결 방식은 다양하다. 그 중에서도 제일 보편적으로 사용되는 방식이 용접을 이용한 배관연결이다. 용접을 이용한 배관의 연결은 누설 없이 영구적인 연결이 가능하기 때문에 가장 많이 사용되고 있다. 하지만 용접을 이용한 배관의 연결이 쉽지만은 않다. 배관의 용접 시 용접부의 응력집중이 발생하거나 용융금속 내부에 기포가 존재한다면 심각한 용접 결함이 될 수 있기 때문이다. 그 외에 용접 시 발생하는 백비드의 영향이 있는데, 이 논문에서는 이 백비드의 크기가 배관 내부 유동에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 상용 유동해석 프로그램인 FLUENT를 통해 용접부 백비드의 크기에 따른 유동 영향을 알아보았다.

[III-2-3] 군용미사일을 활용한 과학로켓 개발 해외 사례 조사

문인상, 하성업

한국항공우주연구원

상업용 발사체와는 달리 과학로켓은 비교적 소형의 페이로드를 준궤도 혹은 저궤도에 올려놓는 작은 발사체이다. 초기에는 주로 고공대기 관측이 주목적이었지만 지금은 우주방사선연구, 오로라 등의 플라즈마 연구 그리고 스크램젯 엔진을 개발하기 위한 플랫폼으로도 사용되고 있다. 과학로켓을 빠른 기간 내에 저비용으로 개발하기 위해서, 군에서 이용하던 기존 미사일을 활용하는 경우가 있다. 이러한 예로서 미국, 호주, 유럽에서 1950년대부터 군에서 개발된 다양한 종류의 미사일을 민수용 과학로켓으로 전환하여 사용하고 있다. 이 연구에서는 해외에서 군용발사체를 과학로켓으로 활용하는 사례를 조사하였으며 더불어 국내에서 활용 가능한 미사일과 기 개발된 과학로켓을 정리하였다.

■ Session : 우주환경 1

4월 24일(수) 14:10 - 15:10 제3발표장

[I-3-1] A Possibility of Forecasting the Geomagnetic Storm Strengthes using the WSA-Enlil Model Results

Hyuck-Jin Kwon^{1,2,3}, Sunhak Hong¹, Jae-Hun Kim¹, Jung-Hoon Kim², Khan-Hyuk Kim³

¹Koreaa Space Weather Center, Jeju, Korea

²SETsystem, Inc., Korea

³School of Space Research, KhyungHee University, Korea

Interplanetary shocks (IP shocks) associated with coronal mass ejections (CMEs) have very profound effects on the magnetosphere and generate geomagnetic storms. According to previous studies, southward magnetic field plays an important role to generate geomagnetic storms. In this study, we focused on the solar wind velocity and density and investigated if they can be used when predicting geomagnetic storm strengths. That is because the WSA-Enlil model only provides the solar wind velocity and density information. The Korean Space Weather Center has operated the WSA-Enlil model and share the results with NOAA Space Weather Prediction Center and UK Met office in a daily manner. We examine the geoeffectiveness of more than 300 IP foreshocks during a 15 year period from 1998 to 2012. We subsequently estimate the probability that an IP shock generates geomagnetic storm activity that exceeds certain threshold of NOAA "G" storm scale, based on the maximum and variation values of the solar wind speed and density. We found a possibility that we would be able to predict the NOAA "G" scale with a certain error bar using ENLIL output of solar wind speed and density.

[I-3-2] Empirically modeled global distribution of magnetospheric chorus amplitude using an artificial neural network

Kyung-Chan Kim¹, Yuri Shprits^{2,3}, Jaejin Lee¹, Junga Hwang¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²MIT, USA and Skoltech, Russia, ³UCLA, USA

The accurate knowledge of the global distribution of magnetospheric chorus waves is essentially required for the radiation belt modeling because it directly links to understanding radiation belt losses, sources, and acceleration processes. In this study, we present newly developed models of the global distribution of chorus amplitudes based on in-situ measurements of IMF and solar wind parameters as well as geomagnetic indices using an artificial neural network technique and compare them. We find that solar wind speed, dynamic pressure, and IMF Bz are most influential parameters that affect the evolution of magnetospheric chorus. In addition, the solar wind measurement-based chorus model generally results in a good agreement between measured and modeled chorus amplitude, indicating about two times higher correlation than any other models including geomagnetic indices, AE, Kp, and Dst. The model simulates that chorus amplitudes increase near pre-noon sector during the geomagnetically disturbed condition, especially, with increasing southward IMF Bz the location of peak chorus amplitude rotates from

the pre-noon sector to the dawn sector. However, a weakness of our chorus modeling is that it is trained during the early phase of solar cycle 24 where very rare strong storms were occurred. Our model might not be valid in reproducing the chorus activity under extremely disturbed conditions, which should be updated in the future once chorus measurements in such conditions are available.

[I-3-3] Pi2 Pulsations Observed at Low-Latitude Bohyun Ground Station During Quiet Geomagnetic Conditions ($K_p \leq 1$)

Khan-Hyuk Kim¹, Chae-Woo Jun¹, Hyeuk-Jin Kwon¹, Dong-Hun Lee¹, Ensang Lee¹, Ho Jin¹, Young-Deuk Park², Junga Hwang²

¹School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

²Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

Several case studies reported Pi2 pulsations during the interval of extremely quiet geomagnetic condition ($K_p = 0$). Until now, however, no statistical study has been reported for Pi2 activities during quiet geomagnetic conditions. In our study we statistically examine the properties of Pi2 pulsations observed at low-latitude Bohyun (BOH, $L = 1.35$) station in South Korea. 772 Pi2 events were identified for the intervals of $K_p \leq 1$ in 2008 when BOH was on the nightside from 1800 to 0600 local times. Comparing Pi2 parameters and solar wind conditions, it was found that Pi2 frequencies decrease with decreasing solar wind speed. We also found that Pi2 pulsations quasi-periodically occur with about 30-min recurrence time. We will discuss why the Pi2 frequency depends on solar wind speed and what determines the 30-min recurrence time of Pi2 pulsations under quiet geomagnetic conditions ($K_p \leq 1$).

[I-3-4] 지자기 교란에 따른 유도전류 관측결과

김정훈¹, 노진철¹, 박성원², 김종운², 김영윤²

¹SETsystem Inc., ²국립전파연구원 우주전파센터

우주전파센터의 유도전류 측정 시스템 구축 결과를 소개하고 지자기 교란과 유도전류간의 상호 연관관계를 확인하기 위해 유도전류 관측결과를 분석하였다. 국내 전력송전설비 중 765kV 초고압 송전선 구간인 신가평 ~ 신대백의 신가평 변전소에 비접촉식 유도전류 측정시스템을 설치하였다. 클램프 형태의 전류측정센서를 통해 측정된 데이터는 우주전파센터에서 원격으로 전송받아 홈페이지에 표출할 수 있게 하였다. 지자기 교란이 발생된 시점의 지자기와 유도전류를 관측하여 지자기 교란과 유도전류간의 상호 연관관계를 확인할 수 있었다. 관측된 지자기 H-component가 급변하고 동시에 관측된 유도전류 2A가 발생되었다. 이를 통해 저위도에 위치한 한반도에도 지자기 교란으로 인한 유도전류가 발생될 수 있으며 우주전파센터의 체계적인 대응체계를 통해 국가 주요 통신 및 전력망을 보호해야 할 것이다.

■ Session : 우주환경 2

4월 24일(수) 15:25- 16:40 제3발표장

[II-3-1] Comparison of three types of cone models for halo coronal mass ejections

Hyeonock Na, Yong-Jae Moon, Soojeong Jang
School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

Halo coronal mass ejections (HCMEs) are a major cause of geomagnetic storms hence their three dimensional structures are important for space weather. In this study, we compare three cone models: an elliptical cone model, an ice-cream cone model, and an asymmetric cone model. These models allow us to determine the three dimensional parameters of HCMEs such as radial speed, angular width, and the angle [γ] between sky plane and cone axis. We compare these parameters obtained from three models using 62 well-observed HCMEs observed by SOHO/LASCO from 2001 to 2002. Then we obtain the root mean square error (RMS error) between maximum measured projection speeds and their calculated projection speeds from the cone models. As a result, we find that the radial speeds obtained from the models are well correlated with one another ($R > 0.8$). The correlation coefficients between angular widths range from 0.1 to 0.48 and those between γ values are from -0.08 to 0.47, which are much smaller than expected. The reason may be due to different assumptions and methods. The RMS errors between the maximum measured projection speeds and the maximum estimated projection speeds of the elliptical cone model, the ice-cream cone model, and the asymmetric cone model are 376 km s^{-1} , 169 km s^{-1} , and 152 km s^{-1} , respectively. We obtain the correlation coefficients between the location from the models and the flare location ($R > 0.45$). Finally, we discuss strengths and weaknesses of these models in terms of space weather application.

[II-3-2] Analytic solution of the small amplitude kinetic Alfvén solitary wave with viscosity

Cheong-Rim Choi^{1,2}, Min-Ho Woo³, Seok-Bin Kang¹, Kyung-Wook Min¹, Jeong-A Hwang⁴, and Young-Deuk Park⁴¹Department of Physics, KAIST, Korea²School for the gifted Daegu Science High School, Korea.³National Fusion Research Institute, Korea⁴Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea.

The nonlinear kinetic Alfvén wave is studied, in which the effect of the electron viscosity has been considered. We analytically solved and found that the hump-type kinetic Alfvén solitary wave (KASW) becomes the shock-type (kink-type) KASW due to the viscosity of electrons. This

result is very important clue for the local acceleration in the magnetospheric space plasma environment.

[II-3-3] 계층적 군집화 기법을 이용한 흑점군 자동분석 프로그램 개발

박종엽^{1,2}, 문용재¹, 최성환^{2,3}, 박영득²¹경희대학교 우주탐사학과, ²한국천문연구원,³경희대학교 우주과학과

태양의 활동영역에서 관측할 수 있는 흑점은 주로 흑점군으로 관측되며, 태양폭발현상의 발생을 예보하기 위한 중요한 관측 대상 중 하나이다. 현재 태양 폭발을 예보하는 모델들은 McIntosh 흑점군 분류법을 사용하며 통계적 모델과 기계학습 모델로 나누어진다. 컴퓨터는 흑점군의 형태학적 특성을 연속적인 값으로 계산하지만 흑점군의 형태적 다양성으로 인해 McIntosh 분류법과 일치하지 않는 경우가 있다. 이러한 이유로 컴퓨터가 계산한 흑점군의 형태학적인 특성을 예보에 직접 적용하는 것이 필요하다. 우리는 흑점군을 검출하기 위해 최소신장트리(MST; Minimum spanning tree)를 이용한 계층적 군집화 기법을 수행하였다. 그 래프 이론에서 최소신장트리는 정점(Vertex)과 간선(Edge)으로 이루어지며 간선의 가중치의 합이 최소인 트리이다. 우리는 모든 흑점을 정점, 그들의 연결을 간선으로 적용하여 최소신장트리를 작성하였다. 또한 최소신장트리를 활용한 계층적 군집화기법은 초기값에 따른 군집화 결과의 차이가 없기 때문에 흑점군 검출에 있어서 가장 적합한 알고리즘이다. 이를 통해 흑점군의 기본적인 형태학적인 특성(개수, 면적, 면적비 등)을 계산하고 최소신장트리를 통해 가장 면적이 큰 흑점을 중심으로 트리의 깊이(Depth)와 차수(Degree)를 계산하였다. 이 방법을 2003년 SOHO/MDI의 태양 가시광 영상에 적용하여 구한 흑점군의 내부 흑점수와 면적은 NOAA에서 산출한 값들과 각각 90%, 99%의 좋은 상관관계를 가졌다. 우리는 이 연구를 통해 흑점군의 형태학적인 특성과 더불어 예보에 직접적으로 활용할 수 있는 방법을 논의하고자 한다.

[II-3-4] A dependence of solar proton events on flare and CME parameters

Jinhye Park, Yong-Jae Moon

School of Space Research, KyungHee University, Korea

Solar Proton Events (SPEs) are high-energy particles coming from the Sun. SPEs are the one of crucial phenomena in space weather in that they could damage commercial airlines, HF communication, human activity in extra-vehicular, etc. In this study, we examine the SPE occurrence probabilities and fluxes depending on three cases: flare (strength, longitude, impulsive time), CME (speed, angular width, longitude), and combined parameters (flare strength, longitude, CME speed, angular width). For this study, we used the NOAA SPE list, GOES X-ray flare catalogue from 1976 to 2011, and SOHO LASCO CME online catalogue from 1997 to 2011. The results show that the all three cases are

strongly associated with the SPE occurrence probabilities. The highest value is 57% in the combined case of that flare flux $\geq M5$ in the western region and full halo CME ≥ 1000 kms⁻¹. On the other hand, the probability is $\sim 0\%$ in the combined case of that partial halo CMEs in the eastern region. The SPE fluxes depend on the following two parameters: CME speed ($r=0.57$) and flare strength ($r=0.43$). The correlation coefficient is 0.62 between the observed SPE fluxes and the predicted fluxes calculated by the 5 parameters. It becomes stronger when the eastern ($r=0.84$) and western ($r=0.64$) events are separately considered.

[II-3-5] Development of a daily solar flare peak flux forecast model with the weighted solar flare peak flux

Seulki Shin, Jin-Yi Lee, Yong-Jae Moon
School of Space Research, KyungHee University, Korea

We have developed a daily solar flare peak flux forecast model using a multi-linear regression method. For this, we considered input parameters from 1997 to 2010 obtained by NOAA active region information and GOES solar X-ray flare data: McIntosh sunspot classification (Z, p, c), sunspot area, X-ray flare peak flux and weighted total flux ($F_c \times 1 + F_m \times 10 + F_x \times 100$) of previous day, and Mount Wilson magnetic classification. Our model is different from previous studies in that we use the weighted total flux instead of X-ray flare peak flux of the previous day. We computed the hitting rate which is defined as the fraction that the absolute difference between the observed and predicted flare flux in a logarithm scale is ≤ 0.5 . Our model results in the increase of correlation(r) between the predicted and the observed peak fluxes as well as hitting rate(h) of C+M+X class flares as follows: old model ($r=0.47$, $h=74\%$) and our model ($r=0.64$, $h=81\%$). Especially, the hitting rate of X-class flares is greatly enhanced from 0% to 33%. The most relevant parameters with the observed flare peak flux are as follows: weighted total X-ray flux of previous day ($r=0.61$), sunspot area ($r=0.38$), magnetic classification ($r=0.37$). For evaluating our developed model, we applied our model to 2011 data and found that the hitting rate of C+M+X class flares is 71%. It is noted that strong flares such as X-class flare are difficult to be predicted as expected.

■ Session : 우주환경 3
4월 24일(수) 16:55 – 17:55 제3발표장

[III-3-1] 국내 자력계 자료를 이용한 Sudden Impulse 경보

이재형^{1,2,3}, 홍순학¹, 권혁진^{1,2,3}, 박성원¹, 김정훈²,

이동훈³

¹국립전파연구원 우주전파센터, ²SETsystem, inc.

³경희대학교 우주탐사학과

우주전파환경의 급격한 변화는 자기권내에 여러 현상들을 발생시켜 지상의 방송·통신 등 여러 분야에 영향을 끼치게 된다. 이러한 변화들에 대한 경보서비스를 각 국에서는 제공하고 있으며, 특히 미국 해양대기관리처(NOAA)의 우주환경 예보센터(SWPC)에서는 Sudden Impulse(SI) 현상에 대해 경보 서비스를 제공하고 있다. SI는 태양풍의 동압력이 순간적으로 변화함에 따라 생기는 위성과 지상 자력계의 변화이다. SI에 의해 유도된 극초저주파(Ultra Low Frequency) 현상이 알려져 있으며, 중저위도 지방에서는 SI 현상에 의한 남북방향의 자력계 변화의 낮-밤의 비대칭적인 반응이 알려져 있다. 미국에서는 볼더 지상자력계 자료를 기초로 하여 경보가 발령되고 있다. 하지만 볼더의 지방시(LT)는 UT-7이며 한국은 UT+9이므로 약 16시간의 시간 차이로 인하여 SI에 대한 비대칭적인 반응이 보이며, 이에 따라 국립전파연구원 우주전파센터에서 1996년부터 운용중인 이천, 강릉, 제주 자력계를 이용하여 Sudden Impulse(SI) 현상에 대한 낮-밤 비대칭성을 확인하고, 국내 자력계를 이용한 SI 경보 체계를 구축하고자 한다.

[III-3-2] 실시간 태양활동 자동감시 시스템 개발

이상우¹, 홍순학², 이정덕¹, 최규철¹, 김재훈², 윤기창², 오승준¹

¹(주)에스이랩, ²국립전파연구원

국립전파연구원에서는 2012년도 '태양활동 및 정지궤도 위성환경 분석/예측 모델 설계 및 개발' 사업을 통하여 태양의 흑점군, 코로나홀, 필라멘트 등의 주요 활동현상들을 실시간으로 감시 및 판별하는 자동화된 시스템(Automated Solar Synoptic Analysis, ASSA)을 개발하여 운영중이다. 태양 흑점군의 경우는 SDO 위성의 연속선 및 자기장 이미지 자료의 처리 및 분석에 의한 그룹결정(Grouping) 알고리즘에 의하여 흑점군을 판별하고, 판별된 흑점군에 대한 형태학적 처리 및 분석을 거쳐 McIntosh 및 Wilson 자기장 클래스 분류결과를 얻는다. 코로나홀의 경우는 SDO 위성의 자외선 및 자기장 이미지 자료에 대한, 그리고 필라멘트의 경우는 지상 H-alpha 이미지 자료에 대한 각기 특화된 처리 및 분석 알고리즘의 적용에 의하여 판별된다. 원시자료의 수신, 자료 처리, 결과의 생성 및 저장 등의 모든 일련의 과정은 1시간 주기로 자동으로 수행되며, 처리 결과는 이미지 및 텍스트 자료의 형태로 국립전파연구원의 우주전파센터 홈페이지를 통하여 서비스 중에 있다. 그리고 동일한 작업을 사용자가 직접 수행하여 처리 결과를 얻을 수 있게 해주는 일반 사용자용 배포 프로그램도 조만간 공개될 예정이다. 이 시스템에서 적용되는 흑점군 분류 알고리즘의 경우는 실시간 자료뿐 아니라 과거 SOHO MDI 자료에 대해서도 적용될 예정이며, 그 결과는 플레이어 예보 등의 연구를 위한 기초 자료로 활용될 계획에 있다.

[III-3-3] 유도전류 집중 모니터링을 위한 지자기,

K지수와 유도전류 상관관계 분석

박성원

국립전파연구원 우주전파센터

지자기폭풍에 의한 유도전류 집중 모니터링 시점을 선정하기 위해 지자기 수평성분의 시간적 변화와 K 지수의 변화, 이에 따른 유도전류 변화를 분석하였다. 지자기 폭풍으로 인한 고압 송전선이 연결된 변압기의 보호를 위해 24시간 관측중인 유도전류를 집중적으로 모니터링 해야 하는 시점의 선정이 필요한 실정이다. 이에 유도전류가 2A 이상 변화된 시점의 지자기 시간적 변화 상관관계를 분석하고 유도전류 집중 모니터링을 위한 지자기 데이터와 K 지수를 분석하였다. 그 결과 지자기의 시간적 변화 중 1분 평균치 보다 1분간 변동치를 통해 유도전류 1분 평균치 변화를 판단할 수 있었다. 또한, 지자기 관측소의 K 지수와 지자기의 1분 변동치의 세기나 지속시간이 유도전류 발생과 밀접한 연관이 있는 것으로 분석되었다. 따라서 국내 우주전과 경보에 활용되는 K 지수와 지자기 1분 변동치의 한계레벨 설정을 통해 유도전류 집중 모니터링 시점을 선정하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

[III-3-4] SPIS를 이용한 우주환경에서의 인공위성 대전현상 연구

이준현¹, 이은상¹, 김관혁¹, 선종호¹, 이재진², 이동훈¹, 진호¹¹경희대학교 우주탐사학과, ²한국천문연구원

인공위성이 우주환경에 놓이면 위성체에 대전이 발생하여 위성체의 전위가 감소하거나 증가한다. 이러한 대전현상은 위성 주변의 플라즈마 상태에 큰 영향을 받는다. 이 연구에서는 ESA, ONERA와 Artemis에서 개발하고 SPINE에서 제공하고 있는 위성체 대전 시뮬레이션 코드인 Spacecraft-Plasma Interaction System(SPIS)를 사용하여 우주 플라즈마의 상태가 그 속에 놓인 물체의 표면 대전에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 물체 표면에서 방출되는 이차 전자와 광전자의 영향도 함께 고려하였다. 시뮬레이션 결과 플라즈마 온도가 증가함에 따라 부동전위가 감소하였는데, 이것은 STSAT-1 위성에서 관측된 플라즈마 온도 변화에 따른 부동전위 변화와 일치한다. 이러한 결과를 토대로 위성체 주변의 우주환경 변화가 위성체 전위 변화에 어떤 영향을 주는지 연구하였다.

■ Session : 특별세션 - The Moon 1
4월 25일(목) 09:00 - 10:45 제1발표장

[IV-1-1] 한국의 달탐사 임무개념 및 추진경과

주광혁

한국항공우주연구원

2000년대 들어서 우주선진국들의 우주개발의 평화적 이용노력이 그 어느 때보다 활발히 이루어지고 있는 가운데 세계는 과거 미소 양국간의 냉전체제 가운데서 이루어지던 달탐사 경쟁구도를

벗어나 아시아권 까지 가세한 소위 'Moon Rush'를 경험하고 있는 실정이다. 대다수 우주선진국들은 달탐사를 계기로 과학기술 개발능력을 과시하여 국가 자긍심 및 이미지 제고뿐 아니라 나아가 전 세계에 경제적 영향력을 확대하는 전략을 취하고 있다. 또한 '달 조약'에 의거, 특정 국가의 소유가 될 수는 없지만 달을 포함한 우주공간까지 영토를 확장하려는 국가들의 노력과 더불어 달과 관련한 과학적 난제들을 해결하여 지구 및 태양계의 근원을 이해하고 나아가 세계 과학 커뮤니티에 기여하고자 하는 노력도 가속화되고 있다. 이러한 세계적 추세에 부응하여 우리나라도 2020년까지 달에 무인 궤도선과 착륙선을 보내려는 계획이 국정과제에 편입이 되어 본격적인 사업착수를 위한 준비작업 중에 있다. 이 논문에서는 우리나라에서 새 국정과제로 추진하고 있는 달탐사 계획의 추진경과를 살펴보고 국내외 달탐사 현황과 현재 항우연을 중심으로 진행중인 달탐사선 개념설계의 내용과 다양한 요구사항에 따른 임무 시나리오를 제시하였다.

[IV-1-2] 달탐사 및 행성탐사의 과학적 의미

최영준, 문홍규, 조중현, 박영식, 박장현

한국천문연구원

이 연구에서는 현재 활발히 논의가 진행중인 한국형 달탐사 계획이 어떤 과학적 의미를 연계성을 가져야 하며, 나아가 미래 우리나라 행성탐사를 통한 행성과학의 발전방향에 대하여 논의하고자 한다. 달탐사는 우리나라의 우주기술의 진보를 세계에 나타낼 수 있는 기회임과 동시에 달탐사를 통하여 인류의 우주에 대한 과학적 지식 확장에 기여해야 한다. 최근의 행성과학의 발전은 탐사선은 이용한 in-situ 관측에 의한 자료획득에 매우 의존적이며, 반대로 우주탐사기술 또한 행성과학의 발전에 의존적이기 때문에, 행성과학과 우주탐사기술은 많은 dialogue를 필요로 한다.

[IV-1-3] LROC의 Giordano Bruno 크레이터 영상에 의한 달의 먼지 연구

김주현, 김은혁, 서행자, 김어진, 이주희, 주광혁

한국항공우주연구원

미국의 달탐사선 Lunar Reconnaissance Orbiter에 탑재된 고해상도 광학카메라인 LROC가 2011년 7월 13일에 촬영한 Giordano Bruno 크레이터 영상에서 대기가 없음에도 불구하고, 음영의 경계가 흐려져 있음을 육안으로 확인할 수 있었다. 이러한 음영 경계의 흐려짐 현상은 임의로 선택한 다른 크레이터에서도 확인되었으나, 밝은 지형의 경계면이나 음영의 작은 경우에는 인지할 수 없었다. 이러한 근거로 음영 경계의 흐려짐을 영상자체의 문제거나, 대기에 의한 산란이 아닐 경우 달 표면 근처에 존재하는 부유먼지에 의한 영향일 것으로 추측되어졌다. 이에 이 연구에서는 LROC와 같은 고해상도 광학카메라에 의한 촬영 영상을 통하여 대기가 없는 천체에서 부유먼지 존재 여부를 밝히는 방법과 확장 가능한 연구에 대해서 소개한다.

[IV-1-4] Dust Environment in the Lunar Exosphere and near the Sun

Yoonyoung Kim, Masateru Ishiguro

Department of Physics & Astronomy, Seoul National University, Korea

Lunar explorations provide unique opportunities to investigate the distribution of lunar exospheric dust. An evidence for high altitude (up to 50–100 km) dust attributes to Apollo astronaut observations. Their sketches showed a glow spreading along the lunar horizon persisting before lunar sunrise or after lunar sunset. The most compelling evidence for the dust population came from the Lunar Ejecta and Meteorites (LEAM) experiment deployed on Apollo 17. It detected a steady flux of highly charged dust particles with a speed of ~ 100 m/s. The dust flux peaked around the sunrise/sunset terminator. Ejection of such dust particles can be caused by electric charge of the lunar regolith intercalated with plasma and solar UV. In addition to the lunar exospheric dust, the explorations provide valuable opportunities to study the dust distribution near the Sun. It is a controversial whether solar dust ring exists or not. Infrared observations in 1966–1967 revealed an enhancement of the coronal brightness at ~ 4 solar-radius. It is probably caused by the supplantation of dust grains near the Sun. However, the ring have not always been observed subsequently. In this presentation, we review the research background of in-situ/remote-sensing observations of dust in the lunar exosphere and near the Sun with lunar exploitations. On the basis of the previous studies as well as the planned exploration, called the Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer (LADEE), we will discuss about possible contribution by Korean society.

[IV-1-5] Confirming the lunar lava tube rilles from SELENE images

Wooyeon Park, Jongdae Sohn, Suyeon Oh, Yu Yi

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

On the moon, there are lots of rilles that might be collapsed lava tubes. Some of lava tubes have partly collapsed. We may assume that not collapsed parts are caves. The caves are good inhabitation to evade high-energy particles, strong electromagnetic waves of EUV, X-ray and γ -ray and some meteors. Arya et al. [2010] found a candidate which is close to Galilaei crater by Chandrayaan-1 satellite. We identify the lava flow direction inside the rille in the past using the image taken by Kaguya (SELENE) mission and the analysis tools, LISM Data Viewer and 3D Viewer for SELENE Data graphic programs by Japan Aerospace eXploration Agency (JAXA), in order to make sure it is a collapsed lava

tube. We compare the relative elevation profile among the lava tube candidate by Arya et al. (2010) and some others. The typical lava must flow from the higher to the lower elevation. However, Arya's candidate shows the lowest elevation in the middle of the rille, not at the end of the rille. Thus, it is reasonable to conclude that Arya's candidate is one of craters made by a slanted strike of a meteor not by lava flow. Additionally, another candidate located to Aristarchus crater shows such typical elevation profile of lava tube. We conclude that it might be a strong candidate of lava tube. This new method using the relative elevation profiles may help us to confirm other lava tubes.

[IV-1-6] Identification of lunar caves by using terrestrial lava caves image database

Ik-Seon Hong¹, Jongdae Sohn¹, Suyeon Oh¹,

Yu Yi¹, Eojin Kim², Joo Hee Lee²

¹*Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Korea*

²*Korea Aerospace Research Institute, Korea*

Lunar cave is considered to be a potential shelter for lunar exploration. Lava tube is a topographic feature that is formed when a lava flow cools and solidifies from the outside while the interior of the lava flows out. The collapse of the weak ceiling forms the entrance of the lava cave which is exposed to the surface, called a skylight. A few large pit craters with the diameter of up to 100 m were found on the Moon by the data analysis of Kaguya or LRO mission, but it is difficult to use these pit craters as the shelter because of their large size. Therefore, the purpose of this study was to find small pit craters that are suitable for the shelter using the image data of LRO/NAC. A number of topographic features were found which are thought to be the lunar caves, and their morphological features were compared to similar pit craters on the Earth to identify them as the caves. Even though, it is not sufficient to confirm lunar lava caves by the Earth's topography, we have to increase the accuracy of identification for lunar skylight using other future lunar mission like a Korean Lunar Mission planned for launch in 2017 with much higher resolution up to 10cm/pixel.

[IV-1-7] Skylights on Mars: Prospects of the Martian caves

Jongil Jung¹, Jongdae Sohn¹, Suyeon Oh¹, Yu Yi¹, Eojin Kim², and Joo Hee Lee²

Department of Astronomy and Space Science, Chungnam National University, Korea¹

Korea Aerospace Research Institute, Korea²

The discovery of caves on other celestial body paves the way for mankind to take another step toward inhabiting another planet. Caves can protect humans and equipments from hazards such as high-energy particles from far space or the impact of meteorites, and reduce the cost and time of outpost construction. This study investigates typical volcanoes such as Pavonis Mons and Ascraeus Mons in the Tharsis region. As a result, nine candidates is selected using the visual images of the Context Camera on the Mars Reconnaissance Orbiter. Their diameters are ranged from 50 to 120 m. Cushing et al. (2007) confirmed the existence of caves based on the temperature change during day and night at the proposed sites using the Thermal Emission Imaging System (THEMIS). A similar method is applied to the nine proposed sites, but unfortunately only one out of nine proposed sites shows a distinct temperature change, which indicates a possibility of cave. However, considering the resolution of THEMIS (100m/pixel), the method of Cushing et al. (2007) is not appropriate for the proposed sites with a diameter of less than 100 m. Although this is a useful method for finding caves on Mars, we have to find another method in order to improve our cave identification capability.

■ Session : 특별세션 - The Moon 2
4월 25일(목) 11:00 - 12:30 제1발표장

[V-1-1] 2020 한국형 달탐사의 과학임무와 후보 탐재체

최기혁

한국항공우주연구원

2020 한국형 달탐사는 한국형 발사체를 사용하여 한국 우주기술의 종합적인 능력 향상에 목적이 있으며 이에 따른 달과학과 우주과학의 수행 그리고 과학기술임무 수행을 위한 탐재체 개발 능력 향상에 그 목적이 있다. 2020 한국형 달탐사의 과학기술임무는 달과학 및 우주과학과 그리고 미래 우주자원 확보를 위한 달자원탐사, 그리고 한국의 우수한 IT와 로버 기술의 개발과 시험으로 이루어진다. 그리고 과학기술임무 수행의 Platform은 궤도선, 착륙선과 로버로 구성된다. 주요 탐재체는 달궤도에서 달표면을 정밀하게 관측하는 고해상도 카메라, 자원을 탐사하기 위한 X선, 감마선, UV/가시광/IR 영역의 Hyperspectral Imager, 우주환경을 관측하기 위한 플라즈마와 우주방사선 검출기, 전자기장 검출기가 있다. 착륙선은 달표면과 지구를 촬영하기 위한 카메라, 지진계와 레이저 반사경이 있으며, 로버에는 로버 팔 끝단에 부착되는 X선 분광계가 있다. 기술임무로서 로버와 지연극복 우주인터넷(Delat Tolerant Network) 장비가 고려되고 있다. 2020 한국형 달탐사의 과학기술임무의 주제는 기획연구에서 구상 중에 있으며 우주영역에서의 미래 자원탐사도 한 후보이다. 탐재체 그룹 구성 방안에는 달 및 우주과학 중심, 달자원 탐사 중심 그리고 미래기술 개발 중심의 탐재체 구성 방안이 제시되었다.

[V-1-2] 한국형 달탐사의 우주환경 탐재체 기초연구

선종호¹, 진호¹, 이유², 민경욱³, 김은혁⁴, 주광혁⁴

¹경희대학교 우주탐사학과, ²충남대학교 천문우주학과,

³한국과학기술원 물리학과, ⁴한국항공우주연구원

한국형 달탐사의 과학적 임무를 수립하기 위한 기초조사를 수행하였다. 이를 위하여 기존 달탐사의 과학적 의미를 검토하여 요약하였고 최근 수행된 각국의 달탐사 임무의 우주과학 탐재체를 상세 분석하였다. 이 연구에서는 조사된 자료를 바탕으로 한국형 달탐사의 과학임무로 고려될 수 있는 개략적인 연구주제를 토론하였고, 특히 달 표면 혹은 근접공간에서 발생하는 우주환경의 주요주제를 나열하고 이를 연구하기 위한 탐재체의 사양 및 성능을 중점적으로 비교 및 분석하였다.

[V-1-3] 달탐사용 적외선 분광 영상시스템 개념설계

박성준¹, 민경욱², 최영준¹, 문홍규¹, 이대희¹, 임여명²

¹한국천문연구원, ²한국과학기술원

최근 정부에서 한국형 달탐사 계획을 활발히 추진하고 있다. 이에 따라 우리는 2017년 궤도선과 2020년에는 달궤도선과 달착륙선의 과학임무에 대한 사전연구와 그에 부합되는 탐재체의 사양 및 개념설계를 진행하고 있다. 여러 중요한 과학임무 중에서 달궤도선의 운용 기간 동안에 적외선 분광 영상시스템을 개발하여 분광 영상(파장대: 2-6 μ m)을 획득하여 달 표면 전 지역의 암석, 지형, 물 탐사 등의 연구에 활용하는 것이 있다. 현재 Chandrayan-1의 M3 관측을 통하여 3 μ m 파장대까지 관측한 바 있으며, -OH기가 발견되어서 달에 물이 존재하는 여부가 중요한 관심사가 되고 있고, 3 μ m 파장대 이상의 적외선 영역에서 공간분해능 100m 이상, 분광분해능 10nm 이상으로 관측한다면, 기존의 데이터와 중요한 비교연구가 될 수 있다. 이 초록에서는 이러한 과학임무를 수행을 위한 적외선 분광 영상시스템의 사양과 현재 진행 중인 개념설계에 대하여 소개한다.

[V-1-4] 달 표면 특이지역 자기장 현상 연구

진호¹, Garrick-Bethell, Ian^{1,2}, 김관혁¹, 이동훈¹,

이은상¹, 선종호¹

¹경희대학교 우주탐사학과, ²U.C. Santa Cruz

달의 경우 지구처럼 전반적인 자기장이 존재하지 않고 달 표면에 지역적으로 특이하게 분포 하고 있다. 이에 대한 연구는 과거 여러 탐사선들의 관측과 그의 이론 적인 연구가 진행된 바 있으나 직접적인 탐사이외에는 관측자료를 얻을 수가 없어 과거 달 탐사선으로 수행된 자료를 활용하여 그 현상을 해석하고 있다. 이러한 자기분포의 특성은 달의 진화와 직접적으로 연관된 단서 중 하나이며 태양계 기원을 연구하는데 있어 보다 많은 정보를 제공할 수 있다. 따라서 달탐사에 있어 많은 탐사선들이 자기장 측정기를 탑재하고 있는 이유이기도 하다. 그런데 달의 경우, 자기장이 국부적으로 존재하는 지역중에서도 매우 특이하게 보이

는 것 중의 하나가 Swirl 이라고 부르는 지역의 자기장 분포이다. 이 부분은 광학적 관측으로는 상대적으로 밝게 나타나며 또한 상대적으로 강한 자기장 분포를 가지고 있다. 이러한 현상에 대하여 달의 기원에 관한 문제를 넘어 어떻게 이러한 현상이 존재하는지는 아직 많은 의문점을 가지고 있다. 이에 이 연구에서는 이러한 의문들과 관련 연구들을 살펴보고 향후 달탐사에서 Luna CubeSat Mission 등과 같은 수단을 통해 관측할 수 있는 방법을 제시한다. 이러한 탐사는 국부적으로 특이한 현상을 보이는 이 지역을 보다 자세히 관측하고 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대한다.

[V-1-5] Analysis on the mean particle size of a swirl: Reiner Gamma

Minsup Jung¹, Sungsoo Kim¹, Kyoung Wook Min²

¹*School of Space Research, Kyung Hee University*

²*Dept. of Physics, Korea Advanced Institute of Science and Technology*

Lunar swirls are highly interesting features on the lunar surface. The lunar swirls are characterized by appearing sinuous high-albedo features and having optically immature regolith. They appear in both mare and highland areas. To understand regolith properties of the lunar swirls, we analyzed the mean particle sizes of the regolith measured from our polarimetric observations along with the albedo data from Velikodsky's work. Our analysis focuses on the Reiner Gamma, one of the most well known lunar swirls. The mean particle sizes tend to increase with an increasing albedo on most of the lunar surface, but the mean particle sizes in the swirls do not show such tendency. This implies that the regolith in the swirl areas has different properties from the rest of the lunar surface, and thus supports the dust transport model for the formation of swirls.

[V-1-6] Ground Level Enhancement-like events Observed by the LRO/CRaTER since 2009

Jongdae Sohn¹, Suyeon Oh¹, Yu Yi¹, Harlan E. Spence²

¹*Astronomy & Space Science, Chungnam National University, Korea*

²*The Study of Earth, Oceans, and Space, University of New Hampshire, USA*

The CRaTER instrument on board of LRO characterizes the global lunar radiation environment and its biological impacts by measuring cosmic ray (CR) radiation. A compact and highly precise micro-dosimeter is mounted on the CRaTER. It measures dose rates below one micro-rad/sec in lunar radiation environment. Ground level enhancement (GLE) is sudden and short increase of CR intensity measured on the Earth's ground neutron monitors. Using the CRaTER data,

we identified the CR events which have the similar profile of GLE on Earth's. The GLE event is generally considered to be caused by the accelerated particles associated with the solar flare and the coronal mass ejections. We use the data of CR intensity and dose rates observed by the CRaTER instrument. We select the associated solar events from the solar flare list and solar proton event list from NOAA Space Environment Services Center (SESC). We also use CR data observed by ACE, solar proton flux data observed by GOES. We find 7 GLE-like CR events since June 2009. In order to examine the origins and the characteristics of the GLE-like CR events in lunar radiation environment, we compare time variation profile of CRaTER with those of ACE/CRIS, ACE/SIS, GOES/SEM. To prove the GLE-like events of the CRaTER data as the real signals, we also check the time variation profile of micro-dosimeter measurement for a coincidence. We confirm the similarity in profiles of CRaTER and micro-dosimeter. The intensity variation rate of GLE-like CR events in the micro-dosimeter is approximately ten times larger than that of GLE-like CR events. We verify that most of GLE-like events are associated with the energetic solar cosmic rays.

■ Session : 특별세션-큐브위성
4월 25일(목) 09:00 - 10:45 제2발표장

[IV-2-1] 우주인력 양성 및 저변확대를 위한 2012 큐브위성 경연대회 성과

한상혁, 김해동, 최기혁, 심은섭

한국항공우주연구원

국내에서 최초로 시도되는 큐브위성 경연대회인 『2012 큐브위성 경연대회』가 교육과학기술부 주최, 한국항공우주연구원 주관으로 우주기술 저변확대 및 전문인력 양성을 위해 2012년 8월 17일 대회 공고와 함께 시작되었다. 2012년 10월 31일 17개 대학 23개팀이 참가신청서를 접수하여 2012년 12월 7일 1차 경연에서 6팀이 선정되었고, 2013년 2월 15일 2차 경연에서 최종 3팀이 선정되었다. 선정된 3팀은 앞으로 1년여간의 큐브위성 제작과, 우주 환경 시험을 거친후에, 자체 제작한 큐브위성을 2015년에 발사할 예정이다. 이 논문에서는 우주인력 양성 및 저변확대를 위한 2012 큐브위성 경연대회 성과를 살펴보고, 2013 큐브위성 경연대회에 대해 소개한다.

[IV-2-2] CubeSat mission for Space Science: TRIO CINEMA

Ho Jin¹, Jongho Seon¹, Dog-Hun Lee¹, Khan-Hyuk Kim¹, Ensnag Lee¹, Thomas Immel², R. B. Lin^{1,2}, Craig Tindall³

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

²*Space Science Lab. U.C. Berkeley, USA*

³Imperial College of London, UK

Triplet Ionospheric Observatory (TRIO) Cubesat for Ion, Neutral, Electron, MAgnetic fields (CINEMA) is a space science mission with three identical CubeSats. CINEMA-1 had launched a last september and CINEMA-2 and 3 are ready to launch at middle of this year. The main scientific objectives are a multi-observation of ionospheric Energetic Neutral Atom (ENA) imaging, ionospheric signature of suprathermal electrons and ions and complementary measurements of magnetic fields for particle data. For this, Main payloads consist of particle detector instrument and a 3-axis magnetometer of magnetoresistive sensors. The CINEMA is a 3-unit CubeSat, which translates to a 10x10x34 cm in volume and 3.2 kilograms in mass. An attitude control system (ACS) uses torque coils, a sun sensor and the magnetometers. In this paper, we introduce the system structure and their characteristics. TRIO cinema's development of miniature instrument and spacecraft system will play an important role for future nanosatellite space missions.

[IV-2-3] 가상우주망원경 검증을 위한 CANYVAL 임무의 상세설계

김재혁¹, 박상영¹, 박재필¹, 이광원¹, 오형직¹, 김경하¹, 권흥동², 정승연¹, 최경윤², 김민희¹, 심명보², 최정민¹, 양서연³, 박찬덕¹

¹연세대학교 천문우주학과, ²연세대학교 기계공학과,

³연세대학교 물리학과

이 연구는 두 대의 위성으로 구현되는 가상우주망원경의 기술적 가능성을 검증하기 위한 연구로, 연세대는 나사 가다드 우주비행 센터(NASA Goddard Space Flight Center)와 함께 렌즈와 검출기의 역할을 수행하는 광학위성과 검출위성을 개발하여 실제 우주에서 편대비행을 통한 가상우주망원경의 운용가능성 검증을 수행한다. 이 검증을 위해 CubeSat Astronomy by NASA and Yonsei using Virtual Telescope Alignment(CANYVAL) 임무는 정렬모드 시스템, GPS 상대항법 시스템, 위성 편대비행 제어시스템, 광학 시스템, 정밀추력 시스템, 위성 간 통신 시스템 등 5가지의 기술목표를 설정하였다. 편대비행을 수행하는 두 위성의 궤도 및 자세제어의 정밀도가 가상우주망원경의 허용오차 이내로 유지되는지를 확인하기 위해 정렬모드 센서(astrometric alignment sensor)와 레이저 등(beacon)을 이용하여 두 위성이 태양관측 정렬선 상에서 광축이 정렬된 상태를 임의의 시간동안 유지할 수 있도록 한다. 광축정렬의 정밀도와 오차를 확인하기 위해서 광학위성의 렌즈를 통과해 들어오는 태양빛이 만드는 가상의 원을 검출위성에 부착된 charge-coupled device(CCD)를 통해 측정하여 원의 중심을 찾고, 해석한 태양방향을 기준으로 두 위성의 정렬유지 가능성을 평가한다. 상세설계의 과정에서 탑재체 관측 정밀도 요구사항, 서브시스템 별 상세요구사항, 궤도

그림자 제한조건 요구사항, 자세분석 요구사항 등을 확인하였고, 임무를 수행하기 적합한 수준의 장비에 대한 구입 및 조립계획을 수립하였다. 설계검증을 위해 서브시스템 별 실측모형을 제작하고, 위성의 최종조립설계와 인터페이스설계, 진동해석 등을 수행하였다. 결과적으로, CANYVAL 임무는 새로운 개념의 차세대 우주망원경인 가상우주망원경의 기술검증을 위해 반드시 필요하며, 국제협력을 통해 공동연구가 진행되는 만큼 이 임무를 성공적으로 수행한다면, 태양 플레어의 X선 관측 및 X선 천문학 등과 같이 앞으로 진행될 차기 과학임무를 수행할 수 있는 기반을 창출하게 될 것이다.

[IV-2-4] 3U 큐브위성 한누리 5호의 임무분석 및 시스템 상세설계

김홍래¹, 최성동¹, 이나래¹, 이흥섭¹, 전병일¹, 염승용², 이보윤³, 강서리³, 김주영³, 천재민⁴, 장영근²

¹한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

²한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

³한국항공대학교 전자 및 항공전자공학과

⁴한국항공대학교 정보통신공학과

한국항공대학교는 2012 큐브위성 경연대회에 참가하게 되면서 항공대의 4번째 위성인 한누리 5호를 개발하게 되었다. 한누리 5호는 10x10x30cm 크기의 큐브위성이며, 고도 650km의 태양동기궤도를 공전할 계획이다. 주임무는 지구의 적외선 영상을 촬영하고 저궤도 지구 방사능을 측정하는 것이며, 부임무는 초소형 Variable Speed Control Moment Gyros(VSCMGs), 디지털 기반 송신기, Fuzzy Logic Controller(FLC) 기반 최대전력추적기(MPPT)를 우주에서 검증하는 것이다. 현재 상세설계까지 진행되어 공학모델(Engineering Model)을 개발 준비 중이며, 2014년 6월까지 비행모델을 개발완료하여 2015년에 발사할 계획이다. 이 발표에서는 현재까지 진행된 한누리 5호 임무와 규격을 소개하고, STK/MATLAB을 이용한 임무분석 결과와 시스템 상세설계 결과를 살펴본다.

[IV-2-5] 운용모드를 고려한 큐브위성 한누리 5호의 자세제어 시스템 모델링 및 시뮬레이션

이흥섭¹, 최성동¹, 김홍래¹, 장영근²

¹한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

²한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

큐브위성 한누리 5호의 자세제어 시스템은 위성의 성공적인 임무수행을 위해 운용모드에 따라 디텀블링(Detumbling) 기능, 태양추적 기능, 지구지향 기능을 제공해야 한다. 한누리 5호의 운용모드는 크게 초기모드, 정상모드, 통신모드, 임무모드, 안전모드로 구분되며 각 모드에 따라 사용가능한 자세결정 센서와 구동기가 다르다. 따라서 자세제어 시스템은 운용모드를 기준으로 사용가능한 센서와 구동기 조합을 고려하여 임무수행을 위한 기능을 제공하여야 한다. 한누리 5호에 탑재되는 센서로는 지자기 센서, 태양센서, 별센서, 관성측정센서(IMU)가 탑재되며, 구동기로는 가변속 제어모멘트자이로(VSCMGs, Variable Speed Control Moment Gyroscopes), 자기토크가 탑재된다. 이 연구에

서는 큐브위성 한누리 5호 시스템의 수학적 모델링을 수행하여 이를 바탕으로 MATLAB/Simulink를 이용해 자세제어 시뮬레이션을 수행하였다. 이 발표에서는 한누리 5호의 자세제어시스템 상세설계 결과와 자세제어 시뮬레이션 결과를 살펴본다.

[IV-2-6] 저고도 대기 관측을 위한 2U 큐브위성 LINK의 임무 및 상세설계

임이랑¹, 조수장¹, 피재환¹, 나윤주¹, 정유연¹, 변수영¹, 이준찬², 방효충¹, 민경욱²,

¹한국과학기술원 항공우주공학과 우주비행체자세지향연구실

²한국과학기술원 물리학과 우주과학연구실

이 논문에서는 저고도 대기 관측을 위해 설계한 2unit 큐브위성인 LINK의 임무 및 상세설계에 대해 다루고 있다. LINK의 임무는 열권 및 이온층 대기 관측으로서, 초기 고도 350km의 궤도에 서 다수의 위성들과 함께 공동으로 관측을 수행하게 된다. 대기 관측을 위한 탑재체는 이온중성자 질량 분광기에 랑뮈어 탐침을 함께 탑재하여, 동시간대의 데이터를 함께 측정하고자 한다. 이를 통해 얻는 데이터는 이온층과 관련한 다양한 현상들의 발생 매커니즘 등의 연구에 좋은 정보를 제공할 수 있을 것이다. 우리 팀은 2012년 큐브위성 경연대회를 통해 임무 요구사항에 맞는 서브시스템 별 상세설계 및 분석을 수행하였으며, 이를 통해 임무의 실현 및 위성의 운용 가능성을 검증하였다. 우리 팀에서 제작하는 위성은 국제협력 프로젝트인 QB50에 참여하는 다른 위성들과 함께 2015년 상반기에 발사·운용될 예정이다.

[IV-2-7] 다중 운영체제를 지원하는 초소형위성 탑재용 비행 SW 개발 프레임워크 개념설계

한상혁, 문성태, 구철희, 최기혁
한국항공우주연구원

초소형위성의 개발이 저비용으로 가능해짐에 따라 교육목적과 우주개발 저변확대를 위한 목적으로 큐브위성 등 초소형위성에 대한 관심이 국가, 학교, 연구기관등에서 커져가고 있다. 2000년 초부터 과학적 임무와 신기술 시험을 위해 100여개 이상의 큐브위성이 성공적으로 발사 및 운영된 바 있다. 큐브위성 등 초소형위성이 더욱 보급되고, 발전되기 위해 각 부분품 기술에 대한 연구가 필요하다. 특히, 초소형위성은 위성의 크기와 무게를 줄이는 것이 중요하므로, H/W의 기능을 대신하면서, 고품질을 갖는 비행 SW의 역할이 중요하다. 이 논문에서는 큐브위성의 대표 운영체제인 Salvo와 FreeRTOS 상에서 동작할 수 있는 다중 운영체제를 지원하는 초소형위성 탑재용 비행 SW 개발 프레임워크의 필요성에 대해 논하고, 목표 시스템의 개념설계에 대해 기술한다.

■ Session : 궤도
4월 25일(목) 11:00 – 12:30 제2발표장

[V-2-1] 초저고도 위성을 활용한 효율적인 지구 관측을 위한 최적의 궤도 유지 및 위성군 설계

김경하, 박한열, 이광원, 박찬덕, 박상영
연세대학교 천문우주학과 우주비행제어연구실

이 연구에서는 초저고도에서 운용되는 위성의 임무고도 유지를 위하여 필요한 연료량을 산출하고 분석한다. 이를 위해 태양활동별 대기밀도를 산출하고, 대기 저항에 따른 고도감소 경향을 분석하였다. 초저고도에서 임무고도 유지를 위하여 추력 사용을 통한 상승하강 기동 반복 알고리즘을 위성에 적용하였으며, 기동 주기 및 위성의 설계제원과 위성에 장착할 추력기의 제원에 따라 위성이 임무기간 동안 필요로 하는 연료량을 분석해보았다. 또한, 한반도를 효율적으로 관측하기 위한 최적의 위성군 궤도 설계 방법을 연구하고, 관측 목표 지역에 대해 최소한의 위성을 이용하여 관측 공백시간을 최소화하는 궤도요소를 산출하여 위성군 궤도를 설계하였다. 설계된 위성군 궤도에 고도유지를 위한 최적화 방법을 적용하여, 효율적인 목표지점 관측을 위한 방안을 제시하였다. 이 연구에서 제시한 알고리즘을 이용하면 다양한 경우에 대하여 초저고도 위성이 임무기간 동안 고도유지를 위해 필요로 하는 연료량을 구할 수 있으므로 향후 우리나라가 실제로 위성군을 운영하고자 할 때 사전 임무 설계를 위하여 사용할 수 있을 것이다.

[V-2-2] Development of a Global Search Algorithm for Optimal Impulsive-Thrust Coplanar Reconfiguration in a Near-Circular-Orbit

Youngkwang Kim, Sang-Young Park, Chandeok Park
Department of Astronomy, Yonsei University, Korea

We present a global search algorithm for coplanar satellite formation reconfiguration by an optimal impulsive-thrust strategy to minimize the total characteristic velocity in a near-circular-orbit. Finding optimal solution requires to solve both boundary condition and primer vector equations. Optimal primer vector histories are classified based on the number of midcourse impulses. For each case, a new closed-form analytical expression of optimal primer vector history is obtained as a function of times of impulses. Once the type of optimal primer vector history is determined, a pattern search algorithm calculates times of impulses to achieve desired final state. Multiple local minimum solutions are found by considering the different types of primer vector histories.

[V-2-3] A Batch Filter Based on Particle Filtering using a Genetic Resampling Approach

Young-Rok Kim¹, Eunseo Park¹, Sang-Young Park², Chandeok Park², Hyung-Chul Lim¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²Astronomy, Yonsei University, Korea

In nonlinear estimation problems, various estimation techniques have been developed and applied. For off-line applications such as precise orbit determination (POD) for satellites, the batch filters are generally used because of more accurate estimation results. Particle filtering (PF) was applied to batch estimation problem with modified structures and showed better performance than the batch least-square filter and the batch filter based on unscented transformation. In this study, genetic resampling approach is utilized for batch filter based on PF. Arithmetic crossover, residual mutation, and selection of genetic algorithm are used for resampling step of the batch filter based on PF (PF Batch). Numerical simulation using one-dimensional nonlinear model are performed to show the performance of PF Batch using a genetic resampling approach.

[V-2-4] Gooding 방법을 이용한 초기궤도 결정의 궤도 특성 및 관측 전략 분석

최진, 조종현
한국천문연구원, 과학기술연합대학원대학교

이 연구는 지상 광학 관측 산출물 모사 결과를 이용하여 초기궤도 결정 방법의 하나인 Gooding 방법의 성능을 검증하였다. Gooding 방법은 1993년 R. H. Gooding에 의해 개발된 초기궤도 결정 방법으로 현재 많은 상용 궤도 결정 소프트웨어에서 초기궤도 결정을 위해 사용되고 있다. 또한 최근의 초기궤도 결정 방법 연구에서 다양한 궤도에 대하여 비교적 우수한 결과를 보여주는 것으로 나타났다. 지상 기반 광학 관측 시설을 이용한 위성 관측 조건에서, 다양한 궤도를 분류하고 이에 따른 Gooding

방법을 이용한 초기궤도 결정 성능을 분석해 보았다. 이를 통해 후속 관측이 가능한 궤도 정보를 얻기 위한 관측 전략 및 탐사 관측 전략을 분석하고자 한다.

[V-2-5] 소형망원경을 이용한 인공위성 TLE 오차 검증

조기인¹, 최진^{1,2}, 조종현^{1,2}, 최영준¹, 박장현¹

¹한국천문연구원, ²과학기술연합대학원대학교

이 연구는 미전력사령부에서 공개한 TLE와 상용 소형망원경을 사용하여 인공위성 관측을 함으로써 소형망원경의 지향 오차와 이를 통한 TLE의 오차를 검증하는 것을 목적으로 한다. 관측 장비로는 국내에서 일반적으로 구매 가능한 상용 장비를 사용하여 실험을 진행하였으며, 마운트와 컨트롤러는 (주)레인보우아스트로에서 개발한 Morning Calm-200GE를 사용하였고, 카메라로는 Canon 600D 모델과 동사의 135mm렌즈를 사용하였다. 관측 대상으로는 밤 시간대에 밝기가 4등급 이상이고, 최고 고도각은 40° 이상, 그리고 통과시간이 5분 이상인 인공위성을 선택하였다. 영상 획득 방법으로는 on-track 모드 상의 동영상 촬영 기법을 이용하였다. 이를 통하여 얻은 영상 데이터들을 분석하여 시각과 위치 정보를 얻고, 위성의 off-set을 통하여 TLE 정밀도를 검증하였다.

[V-2-6] 정지궤도위성 탑재 궤도 전파기 오차 영향성 해석

임조령, 박영웅, 최홍택

한국항공우주연구원 위성제어팀

이 논문은 정지궤도위성에 탑재할 궤도 전파기에서 발생할 수 있는 오차의 영향성 해석을 수행하였다. 정지궤도위성의 탑재 궤도 전파기에 대한 이전 연구에서는 기존의 오실레이터를 사용한 궤도 결정이 요구조건을 만족하지 못하므로 위성의 궤도 정밀도 요구사항을 분석하고 이를 만족하기 위해 기존 궤도 생성과 이차 보간법을 이용한 새로운 궤도 전파기 알고리즘을 설계하고 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 기존의 연구는 알고리즘 설계가 주목적이므로 시뮬레이션에 사용한 궤도 정보가 참 값이라는 가정하에 해석을 수행하였다. 이 연구는 실제 위성에 적용하기 위해서 탑재 궤도 전파기의 설계 요소들이 포함할 수 있는 오차로 시간 동기 오차, 기준 궤도 오차, 궤도 결정 오차, 업데이트 요소 오차 등에 대해 알아보고 이 오차로 인한 영향성을 해석하였다.

■ Session : 우주환경 4

4월 25일(목) 09:00 - 10:30 제3발표장

[IV-3-1] Fluctuation of Ionosphere Before and After Large Earth-Quake Observed by DEMETER and Its Interpretation

Kwangsun Ryu¹, Jang-Soo Chae¹, Songoo Kim¹, Ensang Lee², and Michel Parrot³

¹Satellite Technology Research Center, Korea Advanced

Institute of Science and Technology, Korea

²Astronomy & Space Science, Kyung Hee University, Korea

³LPC2E/CNRS, France

The precursory ionospheric disturbances in the plasma measurements during the observation period of Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions (DEMETER) are surveyed. Twelve large earthquakes that occurred between 2004 and 2008 were selected as a study sample based on the magnitude and the epicenter depth from the USGS earthquake database. The observational evidences of the earth-quake precursory phenomena are introduced and the recent interpretation of physical process of the ionospheric disturbances caused by the coupling of the stressed rock, Earth surface charges, atmosphere, and ionosphere system are reviewed briefly. To investigate the altitudinal variation of the disturbances, ionospheric data measured by the Planar Langmuir Probe (PLP) onboard CHAMP that were operational at the same period are also investigated for comparison. Finally, the possibility of applying ionospheric measurements of NARO Science Satellite and NEXTSat to studying precursory ionospheric anomaly will be discussed.

[IV-3-2] 충북대학교에서 개발 중인 방사선 벨트 예보 모델

이대영¹, 신대규¹, 김진희¹, 조정희¹, 박미영¹, 김경호¹, 김경찬², 황정아²

¹충북대학교 천문우주학과, ²한국천문연구원

지구 근접 자기권 공간에 존재하는 방사선 벨트는 고에너지 대전입자로 구성되어 있으며, 근처 공간에서 운영되는 인공위성에 항상 위협적인 존재로 알려져 있다. 이러한 고에너지 입자는 자기장을 따라 지구 상층 대기로 낙하하기도 하는데, 결과적으로 오존층 파괴의 악영향을 끼치기도 하여 최근 많은 연구가 진행되고 있다. 방사선 벨트의 상태는 여러 요인에 의해 극단적 변화를 일으키게 되는데, 이를 재현하거나 예보 할 수 있는 수치 모델이 국제적으로 여러 그룹에서 수행되어 왔다. 국내에서는 처음으로 충북대학교에서 자체 모델 개발을 최근 약 1.5 년에 걸쳐 수행하고 있으며, 이 발표에서 그 중간 결과를 요약하여 보고 할 것이다. 충북대학교 모델은 최종적으로 실용적 활용을 목표로 개발하는 것으로서, 이 목표를 달성하기 위한 향후 개발 계획을 소개 할 것이다.

[IV-3-3] 전리층 신틸레이션에 의한 GPS 신호감쇠/두절 사례 분석 및 우리나라 GPS 전리층 신틸레이션 상시관측망 구축현황

정종균¹, 최병규¹, 문준철², 유성문¹, 노경민¹, 이환상², 조정호¹, 이지나¹

¹한국천문연구원 핵심기술개발본부,

²국립전파연구원 우주전파센터

전리층 플라즈마의 불균질성에 의해 위성에서 지상으로 진행하는 위성전파의 위상과 신호세기가 변화하는 전리층 전파 신틸레이션이 발생한다. 일상생활에서 널리 사용되고 있고 앞으로 그 활용도가 더욱 높아지고 있는 Global Positioning System(GPS)에서 정밀한 위치와 시각결정에 있어 안정적인 L1(1.57542 GHz), L2(1.22760 GHz) 수신기가 가장 기본적인 사항이다. 이 발표에서는 GPS 신호감쇠에 영향을 미치는 여러 요인 중에서 우주환경 요인인 태양 전파와 전리층 신틸레이션이 GPS L1 신호에 미치는 영향을 소개하고자 한다. 또한 우리나라에서 과거 발생한 GPS 전리층 신틸레이션 사례에 대해 토의할 것이다. 마지막으로 2013년 구축완료 예정인 우리나라 GPS 전리층 신틸레이션 상시관측망 구축 현황에 대해 보고하고자 한다.

[IV-3-4] Comparison of Helicity Signs in Interplanetary CMEs and Their Solar Source Regions

Kyung-Suk Cho¹, Sunghong Park¹, Katuhide Marubashi¹, Natchimuthuk Gopalswamy², Sachiko Akiyama^{2,3}, Seiji Yashiro^{2,3}, Roksoon Kim¹, and Eunkyoung Lim¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, 20771, USA.

³Department of Physics, The Catholic University of America, Washington, DC, 20064, USA.

If all coronal mass ejections (CMEs) have flux ropes, then the CMEs should keep their helicity signs from the Sun to the Earth according to the helicity conservation principle. This study presents an attempt to answer the question from the Coordinated Data Analysis Workshop (CDAW), "Do all CMEs have flux ropes?", by using a qualitative helicity sign comparison between interplanetary CMEs (ICMEs) and their CME source regions. For this, we select 34 CME-ICME pairs whose source active regions (ARs) have continuous SOHO/MDI magnetogram data covering more than 24 hr without data gap during the passage of the ARs near the solar disk center. The helicity signs in the ARs are determined by estimation of cumulative magnetic helicity injected through the photosphere in the entire source ARs. The helicity signs in the ICMEs are estimated by applying the cylinder model developed by Marubashi (Adv. Space. Res., 26, 55, 2000) to 16 second resolution magnetic field data from the MAG instrument onboard the ACE spacecraft. It is found that 30 out of 34 events (88%) are helicity sign-consistent events, while four events (12%) are sign-inconsistent. Through a detailed investigation of the source ARs of the four sign-inconsistent events, we find that those events can be explained by the local helicity sign

opposite to that of the entire AR helicity (28 July 2000 ICME), incorrectly reported solar source region in the CDaw list (20 May 2005 ICME), or the helicity sign of the pre-existing coronal magnetic field (13 October 2000 and 20 November 2003 ICMEs). We conclude that the helicity signs of the ICMEs are quite consistent with those of the injected helicities in the AR regions from where the CMEs erupted.

[IV-3-5] Solar Flare Probability depending on Sunspot Characteristics and Their Changes for a given McIntosh Classification

Sunhak Hong^{1,2}, Yong-Jae Moon², Dong-Hun Lee²

¹Korean Space Weather Center, National Radio Research Agency, Korea

²School of Space Science, Kyung-Hee University, Korea

Solar flare prediction has been at the core of space weather research and a number of different approaches have been developed. Many of space weather operation centers, like International Space Environment Services's Regional Warning Centers, rely on the traditional flare prediction method, which is empirical and subjective owing to its nature of human decision. In this study, we have investigated solar flare probability depending on several sunspot characteristics (sunspot area, Mt. Wilson magnetic classification and previous flare activity) and their changes for a given McIntosh classification. For this, we used NOAA sunspot and flare catalog from August 1996 to February 2011. A new index of WSP, Weighted Probability Sum, is introduced to quantify the effective contribution of flare activity. We found several interesting results as follows. First, WFP index increases not only when the sunspot area increases but also when it decreases with almost the same proportion. Second, the index also increases for both cases of sunspot magnetic complexity increasing and decreasing. This result might be the evidence that the change (flux emergence or flux cancellation) of magnetic flux may trigger a flare since sunspot area can be a good proxy of magnetic flux. Third, active regions that have significant flare activity history are much more active than those without. We have developed a flare prediction tool by using these results. We will show how this new flare prediction tool is operated at the Korean Space Weather Center.

[IV-3-6] Geant4를 활용한 조직등가비례계수기 모의 실험 및 검보정

표정현¹, 이재진¹, 남욱원¹, 김성환², 김현욱³, 임창휘³, 문봉곤¹, 박귀중¹, 이대희¹, 박영식¹, 문명국³

¹한국천문연구원, ²청주대학교, ³한국원자력연구원

한국천문연구원은 국제우주정거장(International Space Station,

ISS)의 방사선 환경 측정을 목표로 조직등가비례계수기(Tissue Equivalent Proportional Counter, TEPC)를 개발하고 있다. TEPC의 설계를 검증하고 검보정하기 위하여 Geant4를 이용하여 모의실험을 수행하였다. Geant4는 객체지향 프로그래밍 언어인 C++을 기반으로 하는 몬테카를로 다입자 모사 기법 소프트웨어로, 유럽 입자 물리 연구소(CERN)에서 개발하고 있으며 소스 코드가 공개되어 있다. 알려진 우주 방사선 환경을 기반으로 ISS 내의 입자 환경을 모사하고, 다시 이를 기반으로 TEPC의 측정 결과를 모의 실험하였다. 그 결과, 양성자에 의한 반응이 TEPC에서 측정된 등가선량의 대부분을 차지하는 것으로 나타났으며, 이 등가선량은 기존의 측정 결과와 합치하였다. 따라서 현재의 설계는 합리적이라고 판단된다. 한편, 완성된 TEPC의 검보정을 위하여 ^{252}Cf 에서 방출되는 중성자를 활용할 계획인데, 이에 대비한 모의실험을 수행하였다. 그 결과를 실제 측정 결과와 비교할 것이다.

■ Session : 우주환경 5
4월 25일(목) 11:00 – 12:30 제3발표장

[V-3-1] 단일 보너구와 열형광선량계를 이용한 중성자스펙트럼 해석

김성환¹, 남욱원², 이재진²

¹첨주대학교 방사선학과, ²한국천문우주연구원

우주 공간에서 저 Linear Energy Transfer(LET) γ 선 피폭이 주로 나타나는 지상과 달리 태양 또는 우주 공간에서 기인한 우주선과 이에 의한 2차 방사선에 의한 피폭이 주로 발생한다. 이 방사선은 주로 하전입자나 중성자선과 같은 고 LET 방사선들이며, 저 LET 방사선에 비하여 인체의 생물학적으로 더 큰 영향을 미친다. 우주인이 국제우주정거장이나 로켓 또는 우주왕복선 등에서 안전하게 임무를 수행하기 위하여 방사선의 생물학적 효과를 고려한 등가선량의 정량적인 평가가 매우 중요하다. 특히 중성자는 에너지에 따라서 인체에 미치는 생물학적 효과가 차이가 있으며, International Committee on Radiological Protection (ICRP)에서는 중성자의 에너지에 따라 방사선선질계수를 따로 정하여 등가선량을 평가할 것을 권고하고 있다. 중성자에 의한 등가선량 평가시 중성자 에너지 스펙트럼을 측정하는 것은 중요하며, 현재 보너구가 중성자 스펙트럼 측정에 흔히 사용되고 있다. 이 연구에서는 폴리메틸렌 단일 보너구를 설계하고, 몬테칼로 시뮬레이션(MCNPX ver.2.5.0)으로 중성자의 에너지에 따른 단일 보너구의 반응함수 결정하였다. 한국표준연구원의 Cf-252 선원에 대하여 열형광선량계로 중성자에너지 스펙트럼을 결정하였으며, 이를 통하여 반응함수를 검증하였으며, 중성자와 γ 선을 구분하기 위하여 TLD600 및 TLD700을 사용하였다. 이 연구 결과는 우주선에 기인한 중성자뿐만 아니라 원자력발전소, 고에너지 방사선 치료시 발생하는 중성자 선량 분포 등에 활용 가능할 수 있을 것으로 기대한다.

[V-3-2] Competition between magnetopause shadowing and atmospheric precipitation at the

outer radiation belt during weak magnetic storms

J. Hwang¹, D.-Y. Lee², E.-J. Choi^{1,3}, K.-C. Kim¹, D.-K. Shin², J.-H. Kim², J.-H. Cho², M.-Y. Park², and D. L. Turner⁴

¹KASI, ²Chungbuk National University, ³KAIST, ⁴UCLA, USA

In this paper we report three “dropout” or electron loss events of energetic electrons observed by multiple spacecraft while traveling across the outer radiation belt. The three events were first identified based on observations of a significant dropout in the > 2 MeV electron flux at geosynchronous orbit. Our analysis is mainly based on the electron fluxes measured at energies of 52 keV, 203 keV, and 719 keV, and on the phase space densities estimated for the first adiabatic invariant m values of 100 MeV/G, 200 MeV/G, and 300 MeV/G observed by THEMIS SST. The main shared feature among the three events is that while, for the lowest energy, sources from the convection and/or particle injections of plasma sheet electrons dominate over losses, the higher energies exhibit a dramatic dropout effect that penetrates deeply into $L \sim 4.5 - 5$. In terms of the phase space density, a similar dropout effect is clearly seen for the m values of 200 MeV/G and 300 MeV/G while the convection effect and/or injections dominates for $m=100$ MeV/G. From low altitude observations of electrons by NOAA POES satellites, we found no evidence that significant atmospheric precipitation due to strong diffusion at least for two events. But for third case, we find weak diffusion caused by wave-particle interaction plays a role into the atmospheric precipitation. We performed the CIMI simulation and compared the results between observation and simulation

[V-3-3] Comparison of K-index calculation between several geomagnetic stations during IQDs and IDD

Junga Hwang, Hang-Pyo Kim, Young-Deuk Park
Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

BOH magnetometer was installed at Mt. Bohyun in 2007 and have provided continuous dataset for 3-axis geomagnetic field over the South Korea. We have calculated real-time K index based on BOH magnetic field data using FMI method (Pirjola et al. 1990, Sucksdorff et al. 1991). Local K-index is calculated eight times a day, per every three hours. To calculate K-index, it is critical to get the Quiet Day Curve (QDC). For QDC calculation, we take the previous one month's average of H-component. In this paper, we compared four geomagnetic stations' magnetic field data over South Korea and Japan and K-indices of each stations:

Bohyun, Gangneung, Jeju, and Kakioka for two years data, 2011–2012. To investigate the difference depending on the latitude, longitude and local time in more detail, we compare K-index on International Quiet Days (IQD) and International Disturbed Days (IDD). As a result, we report the correlation between Bohyun and Gangneung is best and the correlation is much better after sunset than after sunrise.

[V-3-4] Local time dependence of ULF pulsations in the asymmetric plasmasphere

Jiwon Choi, Dong-Hun Lee, Khan-Hyuk Kim, Ensang Lee

School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

Geomagnetic pulsations are often affected by the global structure of the Earth's magnetosphere. We have performed 3-D MHD wave simulations to examine the effects of asymmetric density distribution on the magnetospheric ULF pulsations in the dipole model. We assumed the non-axisymmetric plasmapause, which has a bulge at the dusk region and is close to the Earth at the dawnside. Our results show that fundamental frequencies of compressional modes increase near the dawn and decrease at the dusk. It is suggested that the radial density structure plays a significant role in determining the peak frequencies for Pi2 pulsations.

[V-3-5] 우리나라의 태양흑점 폭발에 따른 우주전파재난 관리정책

윤기창¹, 최문용¹, 박배용², 김영규¹

¹국립전파연구원 우주전파센터, ²방송통신위원회

태양흑점 폭발로 인하여 방출되는 X선, 태양입자, 코로나 물질 등은 지구 전리층과 자기장을 교란하여 위성, 항공, 항법, 전력, 통신 등 전파기반의 다양한 서비스에 영향을 미친다. 11년 주기로 변화하는 이러한 태양 활동 2013년부터 더욱 활발해질 것으로 예상되고 있어, 정부에서는 우주전파재난 관리 기본계획 수립 등 다양한 정책을 수립하여 시행하고 있다. 따라서 이 논문에서는 태양활동으로 인하여 일어나는 재난(우주전파재난)을 기존의 자연재난 및 사회적 재난의 특성과 비교, 분석함으로써 우주전파재난의 특성을 정의하였고, 우주전파재난 피해예방을 위한 “우주전파재난 관리 기본계획”, “우주전파재난 대응가이드라인”, “우주전파재난 위기관리 표준매뉴얼” 등 정부의 다양한 대응방안을 소개하고자 한다.

[V-3-6] 고고도 조종사 우주방사선 피폭량 분석

박민준¹, 이재원¹, 이종호¹, 김준식¹, 이재진²

¹공군 기상단, ²한국천문연구원

본 연구에서는 한반도 상공의 고고도(10km이상)에서 비행하는 공군 조종사의 우주방사선 피폭량을 분석하기 위하여 Luilin-6K Spectrometer를 항공기에 직접 탑재하여 2012년 10월에서 12월 까지 총 17회 실측하였다. 또한 같은 방법으로 고도 5km미만에서 비행하는 조종사의 피폭량에 대해서도 총 3회 실측하였다. 이러한 관측결과는 미 연방항공국에서 개발한 우주방사선 피폭량 계산 프로그램인 CARI-6M에서 산출된 피폭량과 비교하였다. 이를 통해 한반도 상공에서 고도에 따른 우주방사선 피폭량 변화특성을 분석하고, 고고도 조종사에 대한 우주방사선 피폭량 관리기준으로 적용시 CARI-6M의 신뢰성을 평가하여 피폭량을 효율적으로 관리할 수 있게 하였다.

■ Session : 초청강연 2

4월 25일(목) 13:30 – 14:30 제1발표장

[IS-3] 남극 장보고과학기지과 우주환경 관측 연구

지건화, 김정한

극지연구소 극지기후연구부

2014년 2월부터 운영이 시작될 예정인 남극 장보고과학기지는 남극 세종과학기지에 이어 국내 두 번째 상시 남극 기지로서 국내외 다양한 분야의 연구자들에게 극지에서의 연구 활동 기회를 제공해 줄 수 있다. 특히 우주환경 분야에서는 Polar cap 영역에서의 극지 우주환경을 상시 관측할 수 있는 기회를 가질 수 있으며, 자기권, 전리권, 열권, 중간권, 우주선 등의 관측활동을 위해 장보고기지를 활용할 수 있다. 이를 위해 장보고과학기지에 대한 대략적인 소개를 함으로써 남극에서의 연구 활동에 관심 있는 회원들의 이해를 돕고, 국가적인 과학 인프라인 장보고기지의 활용성을 높이하고자 한다. 또한 현재 추진 중인 장보고기지의 우주환경 관측을 간단히 소개하고, 향후 추진 가능한 천문-우주 관측 활동을 소개하고자 한다.

[IS-4] Activities of the Korean Space Weather Center

Jaehyung Lee, Sunhak Hong, Ki-Chang Yoon, Jin-Wook Han, Young-Kyu Kim

Korean Space Weather Center, National Radio Research Agency, Korea

The Korean Space Weather Center (KSWC) of the National Radio Research Agency is the official source for space weather alert and forecast services for Korea. KSWC was established as a national institute in 2011 and has since been acting as the 14th regional warning center of the International Space Environment Service (ISES). KSWC has been working hard to reinforce its space weather capabilities such as 1) providing accurate and timely space weather information, 2) expanding observation networks, 3) developing and deploying advanced space weather prediction models, and 4) preparing national response

system against critical space weather events in the period of solar cycle 24. These KSWC's major activities and future plans will be introduced in detail in the presentation.

■ Session : 고천문

4월 26일(금) 09:00 - 10:15 제1발표장

[VI-1-1] 『칠정산외편』에 수록된 별 목록의 동정 전준혁¹, 이용복², 이용삼¹

¹충북대학교 천문우주학과, ²서울교육대학교 지구과학교육과

세종 24년(1442)에 완성된 『칠정산외편』에는 277개의 별들의 위치와 등급이 기재된 「황도남북각상내외성경위도입성」이라는 별 목록이 수록되어 있다. 우리는 Yale Bright Star Catalogue (YBSC) 5차본을 활용하여 277개의 별들을 동정하였다. 277개의 별들 가운데 265개의 별들이 동정되었으며 이는 95.7%의 동정율을 나타낸다. 또한 동정된 별들을 분석한 결과 위치 오차의 중앙값은 37.60분, 평균값은 43.26분을 나타내며, 표준편차는 ± 28.19 분으로 나타났다. 전체적으로 대부분의 별들이 갖는 위치 오차가 약 ± 0.5 도 임을 확인할 수 있었다. 『칠정산외편』의 「황도남북각상내외성경위도입성」은 조선시대에 가장 오래된 서양식 별 목록이라 할 수 있다. 따라서 Ptolemy가 작성한 『Almagest』의 별 목록과도 상호관계가 있을 것으로 추정되며 이것은 천문학사적으로 매우 중요한 의미를 갖는다.

[VI-1-2] 1900년 전후 조선의 역서편찬 관원의 교육과 선발-조선의 마지막 천문관원 이돈수를 중심으로-

최고은¹, 이용삼²

¹한국천문연구원, ²충북대학교 천문우주학과

1900년 전후의 기간은 조선의 전통적인 관상감에서 현대적인 형태로 변화되는 중요한 시기로 조선말 갑오개혁과 일제강점기 등 역사적 사건들로 인하여 국가천문대였던 관상감은 많은 변화가 있었다. 이 시기 조선의 마지막 천문관원이었던 이돈수(李敦修, 1838~1920)는 19세기 중반 관상감부터 20세기 초 학무국 편집과 기사(技師)까지 평생을 역서편찬을 담당하는 관원이었으며, 관상감의 후신인 관상소(觀象所)에서는 최고직위인 관상소장을 맡기도 하였다. 이돈수의 직책은 삼력수술관과 일과감인관으로 역서편찬관원으로서 가장 핵심적인 관원이었으며, 두 직제를 맡기 위해서는 관상감의 일정한 시험이나 필수적인 과정들을 거쳐야 했다. 특히 역서편찬관원을 교육을 담당했던 천문학 분야는 예비관원들을 생도부터 각자의 전공에 따라 체계적으로 교육을 시켰음을 알 수 있었다. 이 연구에서는 역서편찬관원이자 관상소장을 지냈던 이돈수를 중심으로 1900년 전후 역서편찬 담당 관리가 되기 위한 과정과 조선의 마지막 천문관원으로서의 활동에 대해 자세히 살펴본다.

[VI-1-3] 16세기 대규표(大圭表) 관측기록에 대한 분석

민병희^{1,2}, 이기원³, 김상혁¹, 안영숙¹, 이용삼²

¹한국천문연구원, ²충북대학교 천문우주학과,

³대구가톨릭대학교 기초교양교육원

조선시대 '명종실록'에는 1547-1563년 사이에 대규표와 소규표의 관측값이 5회 기록되어 있다. 그 중 1547년, 1549년, 1563년은 동짓날 태양에 의한 그림자길이의 관측기록이며, 1548년과 1550년은 대보름날 달에 의한 것이다. 특히 1563년 대규표의 관측값은 이전의 태양에 의한 그림자길이보다 약 1m(8%) 짧게 기록되어 있다. 한편 1546년 '명종실록'의 기록에는 대규표의 표기둥이 터지고 기울어서 수리 및 보수를 한 기사가 있다. 이 연구에서는 1563년 대규표의 관측기록을 설명하기 위해, 표기둥이 터진 위치에 따른 기울어진 각도를 분석하였다. 반면 표기둥-황량지대-황량이 서로 이루는 각도는 변하지 않았다고 가정하였다. 또한 그림자길이를 측정할 때, 단순히 규면의 눈금을 읽은 경우와 표기둥이 기울어서 생기는 눈금의 기준점 변화를 고려한 경우로 나누어 분석하였다. 결과 황량지대가 황량을 지지할 수 있는 조건 하에서 눈금 기준점의 변화를 고려하여 측정한 경우, 1563년 대규표 관측기록을 설명할 수 있는 사실을 발견하였다.

[VI-1-4] 전통 회화 속에 나오는 천문의기 그림 분석

김상혁¹, 함선영¹, 이용삼²

¹한국천문연구원, ²충북대학교 천문우주학과

조선후기의 전통 회화에는 천문의기의 모습이 묘사되어 있다. 대표적인 그림으로는 1820년 후반에 제작된 것으로 알려진 동궐도(국보 제249호)가 있다. 동궐도에는 천문시설물인 소규모 관측대와 일성정시의 지평일구, 해시계, 그리고 기상관측 기기들이 그려져 있다. 현존하는 동궐도는 고려대학교박물관과 동아대학교박물관에 각각 소장되어 있다. 이 두 가지 동궐도를 자세히 살펴보면 세부 표현을 하는 과정에서 조금씩 차이가 있음을 알 수 있다. 천문의기의 표현에서도 미세한 차이를 담고 있다. 이 연구에서는 전통 회화 속에 담겨진 천문의기 그림과 남겨진 유물이나 복원한 의기들을 상호 비교해 보고, 복원 연구에 활용될 수 있도록 분석하였다.

[VI-1-5] 앙부일구[仰釜日晷] 활용 수업에서 이루어지는 교사-학생 간 상호 작용: 학생들의 배경에 따른 차이점을 중심으로

이지혜, 신동희

이화여자대학교

이 연구에서 우리는 조선후기 장영실에 의해 만들어진 전통 해시계 '앙부일구'를 활용한 천문학 수업 프로그램을 개발·적용하였다. 앙부일구는 다른 해시계들과는 차별화되는 둥근 모양으로 특징지어지는데, 천구의 구조를 잘 반영하고 있고 시간과 절기를 함께 나타내므로 과학적으로 높게 평가된다. 앙부일구의 과학적 우수성과 역사적 중요성은 이를 천문학 교육의 소재로 활용하기에 충분하다. 이 연구에서 개발된 앙부일구를 이용한 수업 프로

그림은 초등학교 5~6 학교급의 <지구와 달의 운동>, 중등 10학년 과정의 <태양계의 역학-지구의 운동>와 직접적으로 연관된다. 이 프로그램은 4명이 조를 이루어 활동하는 그룹 활동으로 초등과정과 중등과정으로 구분되어 적용되었다. 우리는 이 프로그램을 서울시에 있는 초등학교 6학년 50명, 자율형 사립고 1학년 학생 15명, 통일 청소년 대안학교의 탈북학생 57명에게 적용하고 그 결과를 비교, 분석하였다. 모든 수업은 녹취, 전사되어 분석되었고 학생들을 대상으로 면담도 실시되었다. 수업 관찰 자료와 면담 내용을 분석한 결과, 학생들의 배경에 따라 서로 다른 개념적·행동적 특징을 보였다. 또한, 양부일구 활용 수업을 실시할 때 학생들의 문화적 경험에 따라 차별적으로 받아들여지고 있음도 밝혀졌다.

■ Session : 관측기기 1
4월 26일(금) 10:30 - 11:45 제1발표장

[VII-1-1] Current Status of the GMT Project

Byeong-Gon Park, Yoon-Kyung Seo, Yang-Noh Yoon, Narae Hwang, Young-Soo Kim, In-Soo Yuk, Jae-Joon Lee

Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

GMT project is in its final stage of Design Development Phase in 2013, moving toward the Construction Phase planned to begin on Jan. 1st, 2014. In this contribution, we present the current status and progress of the GMT project including selection of the first generation instruments, development of primary mirror segments, site preparation, and science case revision along with plans for 2013 when the preparation of construction phase will be made.

[VII-1-2] GMT 부경 FSM 시험모델의 개발 현황

김영수¹, 고주현¹, 정화경¹, 정호준¹, 양호준², 김호상³, 이경돈³, 안효성⁴, Myung Cho⁵, 박원현⁶, 박병곤¹, 서윤경¹, 윤양노¹

¹한국천문연구원, ²한국표준과학연구원, ³고등기술연구원, ⁴광주과학기술원, ⁵NOAO, ⁶The University of Arizona

한국천문연구원은 협력기관들과 함께 Giant Magellan Telescope (GMT)의 부경 중의 하나인 Fast Steering Mirror(FSM)의 시험모델을 개발 중이다. 구경 1.06m의 비축 비구면 반사경의 경량화를 마치고 표면 가공을 마무리 하는 중이며, tip-tilt 제어를 위한 test-bed를 제작 및 총 조립하여 특성을 시험하는 중이다. 이 발표에서는 FSM 시험모델의 개발 현황에 대해 논한다.

[VII-1-3] 적외선 고분산 분광기 IGRINS 개발 현황

육인수¹, 천무영¹, 김강민¹, 박찬¹, 한정열¹, 나자경¹, 장정균¹, 장비호¹, 문봉곤¹, 신종호¹, 오희영¹, 오재석¹, 고경연¹, 정의정¹, 박병곤¹, 구본철², 박수준³, Daniel T. Jaffe⁴

¹한국천문연구원, ²서울대학교, ³경희대학교

⁴University of Texas at Austin, USA

한국천문연구원과 미국 텍사스대학교는 공동으로 2009년부터 적외선 고분산 분광기 Immersion Grating Infrared Spectrograph (IGRINS)를 개발하고 있다. IGRINS는 분광분해능 R=40,000의 스펙트럼을 H-밴드와 K-밴드 전 파장에서 한 번에 획득하는 적외선 고분산 분광기이다. 2012년부터 부품 가공을 시작하였고 현재 광학계 정렬 및 냉각 시험을 수행하고 있다. 올해 미국의 맥도날드천문대에서 두 번의 시험관측을 수행 할 예정이다. 시험관측과 최적화를 2013년 여름까지 수행한 다음 본격적인 관측 연구에 투입될 계획이다. 이 발표에서는 IGRINS의 광학, 기계, 전자부 개발 현황을 보고하고, Korea IGRINS User Group (KIUG)를 중심으로 제안된 과학연구 주제를 소개한다.

[VII-1-4] 온도와 압력 변화에 의한 IGRINS 광학계의 WFE 예측 시뮬레이션 모델과 검증

고경연¹, 한정열¹, 나자경¹, 오희영¹, 육인수¹, 박찬¹, 오재석¹, 천무영¹, 김강민¹, Daniel T. Jaffe²

¹한국천문연구원, ²University of Texas at Austin

온도와 압력 등 상태 변화에 따라 IGRINS 광학계의 WFE를 예측할 수 있는 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 모델은 IGRINS의 Input Relay Optics(IO)와 Slit Viewing Camera(SVC) 모듈들을 사용하여 검증하였다. 온도, 압력의 상태는 각각 상온-비진공, 상온-진공, 저온-진공으로 구분하였으며, 각각의 조건을 ZEMAX 소프트웨어에 적용하여 WFE 결과를 예측하였다. IGRINS는 Texas 대학교 공동개발 중인 고분산 적외선 분광기로서, 1.5~2.5um 파장대역을 R=40,000의 해상도로 한 번에 측정할 수 있으며, 130K의 저온에서 작동하는 기기이다. 상온-저온의 상태변화는 IGRINS 냉각 듀어를 간소화시킨 test dewar 내에서 제어되었으며, 냉각 시에는 IGRINS 작동온도와 동일한 130K까지 떨어뜨렸다. 이 발표에서는 시뮬레이션 모델의 개발과정과 모델의 검증결과를 소개할 것이다.

[VII-1-5] KVN 초고속 샘플러 Proto-Type의 VDI 출력장치 설계

강용우, 위석오, 송민규, 제도흥, 남육원, 한석태, 이성모
한국천문연구원

한국우주전파관측망(KVN)의 연세, 울산, 탐라의 세 전파천문대에는 4 주파수 동시관측시스템의 각 수신기에는 전파 신호를 디지털 신호로 바꾸는 샘플러가 있다. 이 장치는 전파 신호를 처리하는 중요한 구성요소로서, 우리는 KVN 샘플러의 국산화를 위하여, 지난 3년간의 연구로 GHz 샘플러 Proto-Type을 설계하고 제작하였다. 한편, 현재 KVN의 경우, VLBI 관측 과정에서 쏟아지는 막대한 양의 데이터를 각 전파천문대에서 HDD팩에 저장하여 택배로 대전 센터로 운반하고 이 자료를 다시 재생하여 처리한다. 이러한 작업에는 많은 시간과 노력이 들고 실시간 모니터링이

불가능하다. 이를 구축되어진 첨단망인 KREONET으로 각 전파 천문대를 연결하고, 바로 대전 센터로 전송하는 e-VLBI를 구현할 수 있다면, 연구의 가치와 효율을 극대화 할 수 있다. 이를 실현하기 위해서는 최우선으로 샘플러에서 나오는 샘플링된 자료를 TCP/IP에 실어 첨단망으로 전송 할 수 있게 하여야 한다. 이 연구에서는 이를 위하여 VLBI 자료전송 규격인 VDIF 포맷으로 샘플러에서 직접 첨단망으로 자료를 보낼 수 있는 모듈을 설계하고 제작하고자 한다. 이는 자체 기술로 e-VLBI를 구현할 수 있게 할 뿐 아니라, 고속 거대 전파 관측을 위한 국제 공동 연구 및 차세대 우주 탐사 지원을 위한 토대가 될 것이다. 이에 그 내용을 소개하고자 한다.

■ Session : 관측기기 2

4월 26일(금) 12:00 - 13:00 제1발표장

[VIII-1-1] Construction of Digital Elevation Map (DEM) integrated earth system optical model

Dongok Ryu¹, Sehyun Seong¹, Eunsong Oh², Sug-Whan Kim¹

¹Department of Astronomy, Yonsei University, Korea
²Korea Ocean Satellite Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Korea

We have developed non-Lambertian scattering earthlike planetary system model which includes spherical atmosphere, ocean and coastline-vegetation mapping land sub-system models with independent Bi-directional Scattering Distribution Function (BSDF). Especially land scattering model was developed with directional parametric kernel method (K0, K1, K2). In this study, we suggest the new scattering land model using Digital Elevation Map (DEM) data substituting geometric parameter (K1) of the directional parametric kernel method. DEM data are used from 30-arcsec (1-km) gridded, quality-controlled Global Land One-km Base Elevation (GLOBE) project. Spectral nadir reflectance and volumetric scattering component of land surface get from the observation based directional parametric kernel data (K0, K2) from POLDER-3 mission. Introducing initial results of this study, we examined the DEM integrated earth system optical model observed by a hypothetical instrument design. The simulation case is defined for imaging of Korean Peninsula at geostationary orbit.

[VIII-1-2] Precision Measurement of Photon Detection Efficiency for Silicon Photomultiplier: Spectral wavelength, Bias voltage

Seul Ki Yang^{1,2}, Hye-Young Lee⁴, Jin-A Jeon³, Sug-Whan Kim^{1,2}, Jik Lee⁴, Il H. Park⁴

¹Dept. of Astronomy, Yonsei University, Korea

²Institute of Space Science and Terminology, Yonsei University, Korea

³Dept. of Physics, Ewha Womans University, Korea
⁴Dep. of Physics, SungKyunKwan University, Korea

We report precision measurement of the Photon Detection Efficiency (PDE) for silicon photomultiplier (SiPM) over 400–800 nm in spectral range and of 70 ± 10 V in bias voltage range using photon counting mode. The experimental apparatus consists of a multi-wavelength LED, a monochromator, two 2-inch integrating spheres and a NIST calibrated reference photodiode connected via optical fibers. The two integrating spheres are to control incident light intensity on the SiPM so that it can be comparable to the reference photodiode. We present measurement technical details as well as the results.

[VIII-1-3] 차세대 우주용 광센서(Silicon Photomultiplier)의 개발

이혜영¹, 전진아¹, 이직¹, 박일흥², 양슬기³

¹이화여자대학교 물리학과, ²성균관대학교 물리학과,
³연세대학교 천문우주학과

이 논문에서는 극저조도에서도 광 측정이 가능한 우주용 광센서를 만들기 위해 저항이 낮은 P기판 위에 수 μm 의 epitaxy 층을 만들고, 이곳에 약한 전기장을 가함으로써 drift region을 형성하여 SiPM 소자를 개발하는 것을 내용으로 한다. 또한 P+와 N+ 층 사이에는 매우 강한 전기장으로 얇은 depletion region을 만들어 이곳에서 $V_{\text{bias}} > V_{\text{BT}}$ 일때 가이저 모드 방전을 생성할 수 있다. 이때 각 Micro cell 사이의 전기적인 분리는 strip 형태의 Polysilicon 저항과 각 cell의 둘레에 쳐져 있는 n-Guard ring으로 구현한다. 모든 micro cell은 Al strip으로 연결되어 이를 통하여 출력 신호를 내보낼 수 있다. 이러한 일련의 우주용 광소자 설계와 그 제작 결과를 이야기 하고자 한다.

[VIII-1-4] 초소형 우주망원경을 위한 다채널 SiPM 소자 어레이의 개발

전진아¹, 이혜영¹, 이직², 박일흥³, 양슬기⁴

¹이화여자대학교 물리학과, ²이화여자대학교 기초과학연구소,
³성균관대학교 물리학과, ⁴연세대학교 천문우주학과

우리 연구그룹에서는 새로운 개념의 극소형 우주망원경은 초소형 전기기계시스템(Micro-Electro-Mechanical Systems, MEMS) 기술의 우주망원경(MTEL)을 개발 제작한 바 있다. 이 새로운 개념의 MEMS 기술을 이용한 마이크로미터 어레이를 사용함으로써 광시야각 감시, 목표 확인과 확대 및 고속 추적 기능을 가지고 있어, Transient Luminous Events(TLEs)라고 불리는 고층 대기 극한방전 현상과 같이 무작위로 발생되고 그 지속시간이 매우 짧은 섬광현상을 관측하기에 유리하다. 궁극적인 초소형 우주망원경을 위해 단일광자계수가 가능한 초민감도, 수나노초의 초고속 반응속도 및 시간분해능, 높은 이득을 가지는 초소형 광센

서의 개발이 중요해 졌다. 이에 우리 그룹에서는 SiPM 소자 어레이를 개발하였으며, 이미지 센서에 적용할 수 있도록 8×8 단위픽셀이 한 개의 단위소자(64 화소)로 설계되었다. 이 발표에서는 제작된 극소형 우주망원경의 기본 구성과 지상 실험실에서 성능시험 결과를 보고하고 초소형 광센서의 적용에 대해 소개 하고자 한다.

■ Session : 위성체 1
4월 26일(금) 09:00 – 10:15 제2발표장

[VI-2-1] 차세대 중형위성 개발 방안 연구

김선원, 김경원, 김창호, 임재혁, 한동인, 김성훈
한국항공우주연구원

한국항공우주연구원에서는 다양한 국가 공공수요 대응을 위하여 중형급 시리즈 위성을 개발하는 차세대 중형위성 개발 사업을 준비 중에 있다. 차세대 중형위성 개발 사업은 개발 효율성 극대화를 위하여 다양한 탑재체를 최소한의 설계변경으로 장착할 수 있는 표준형 위성본체를 개발하고 다수의 탑재체를 개발하는 것을 목적으로 한다. 또한, 최대한 국내기술을 이용하여 다수의 위성을 개발함으로써 위성산업을 활성화하는 것을 목표로 한다. 대표적으로는 전자광학카메라 및 영상레이더를 이용한 지구관측위성, 마이크로파 영상기 및 초분광기를 이용한 기상 및 환경위성, 우주망원경 등을 탑재한 우주과학 및 검증위성 등이 있다. 이 논문에서는 다수의 중형급 위성을 개발하는 차세대 중형위성 개발 과제에 대한 소개와 표준형 위성본체 및 다양한 탑재체의 개발 방안에 대한 검토결과를 기술한다.

[VI-2-2] 정지궤도복합위성 구조체 개념 설계 및 분석

김창호, 김경원, 김선원, 임재혁, 김성훈
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성본체실 위성구조팀

위성체가 발사체에 실려 발사될 때에 매우 높은 가속도에 의한 정적, 동적 하중 및 공기의 저항에 의한 하중, 연소 가스 분출시 발생하는 음향에 의한 하중, 발사체로부터 분리될 때 발생하는 충격 하중 등 여러 가지의 극심한 하중을 겪게 된다. 이러한 발사 환경에 대한 안정성을 검토하기 위해 발사체 업체에서 제공하는 매뉴얼 상의 설계 조건을 이용하여 설계하고 해석하여 검증한다. 2010년 발사된 천리안 위성의 후속 위성으로 현재 개발 중인 정지궤도복합위성은 고해상도 차세대 기상탑재체를 탑재한 정지궤도 위성인데, 이 논문에서는 발사환경을 고려한 개념 설계 및 해석과 그 분석을 목적으로 한다.

[VI-2-3] DVB-S2 표준을 적용한 정지궤도 위성통신 개념설계

박덕중, 안상일
한국항공우주연구원

위성과 지상국간의 통신에 있어서 전달해야 하는 데이터의 용량

과 요구되는 전송 시간으로부터 전송속도가 계산이 되는데, 이러한 전송속도는 가용한 대역폭에 따라 제약을 받게 된다. 이 논문에서는 대역폭 효율이 우수한 통신 방식인 DVB-S2방식을 정지궤도 위성통신에 적용하는 개념 설계 내용이 작성되어 있다. 대역폭 효율이 우수함으로 고속 데이터를 비교적 적은 대역폭 내에서 전달이 가능한 장점이 있다. 먼저 DVB-S2방식에서의 frame packet 구조를 통해 하나의 packet으로 전달되는 실제 전달하고자 하는 데이터의 비를 산출하였다. 이후 DVB-S2에서 적용하는 다양한 변조 및 code rate에 따라 한정된 대역폭 내에서 가용한 datarate을 정리하였고 끝으로 링크 분석을 통해 위성 과 지상국간의 통신링크에 대한 개념 설계 결과를 기술하여 차세대 정지궤도 위성의 지상국과의 통신에 활용할 수 있도록 하였다.

[VI-2-4] 연성하중해석을 위한 유한요소모델 보정 및 검증

임재혁, 김경원, 김성훈, 황도순
한국항공우주연구원

인공위성은 발사하기에 앞서, 실제 발사 시에 가해지는 가혹한 동적 하중의 크기를 판단하기 위해서 발사체 회사와 함께 연성하중해석을 실시한다. 연성하중해석을 실시하기 위해서 인공위성 유한요소모델은 축약이 되어 발사체 회사로 전달되며, 이에 앞서 발사환경시험 결과에 맞춰 보정이 된다. 이러한 보정을 통해서 실제 개발된 위성과 중량, 중량 분포, 고유주파수, 모드 형상이 유사하도록 만들어 지는데, 통상 작성된 유한요소모델의 자유도가 많을 뿐만 아니라, 발사환경시험결과가 입력하중에 따라 비선형성을 띄기 때문에 보정에 많은 어려움이 있다. 이 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 체계적인 인공위성 유한요소모델의 보정방법 및 그 검증 결과에 관해 다루도록 한다.

[VI-2-5] 초소형 위성 TRIO-CINEMA의 열진공시험 환경 구축 및 결과

전제현¹, 이성현¹, 선종호¹, 진호¹, 이동훈¹, Robert P. Lin^{1,2}
¹경희대학교 우주탐사학과, ²Space Science Laboratory, University of California, Berkeley

TRIPLET Ionospheric Observatory-Cubesat for Ion, Neutron, Electron & Magnetic fields(TRIO-CINEMA)는 근지구공간의 자기장 계측 및 플라즈마 입자의 검출을 목적으로 경희대학교와 UC Berkeley가 공동 개발한 무게 3.14kg, 3-U(10x10x30cm)크기의 초소형위성이다. 위성이 궤도에 진입하면 초고진공, 극한의 온도환경에 처해지게 되는데 이런 극한의 우주환경에서 위성의 운용과 생존성을 검증하기 위하여 지상에서는 열 진공 챔버를 이용하여 환경시험을 수행한다. 이 연구는 경희대학교 우주탐사학과와 열 진공 챔버를 이용하여 초소형위성의 시험환경에 적합한 온도조절 장치와 모니터링 시스템을 구축하고, 범용 열 해석 프로그램인 NX 6.0 TMG program을 사용한 TRIO-CINEMA 위성의 열 해석 모델을 바탕으로 경희대학교에서 제작한 비행모델 2기에 대한 열 진공시험을 수행하여 우주환경에서 위성의 운용

에 문제가 없음을 확인하였다.

■ Session : 위성체 2
4월 26일(금) 10:30 - 11:45 제2발표장

[VII-2-1] 다수의 액체 탱크를 탑재한 우주선에서의 슬로시 운동

조상훈, 이은주, 전제형, 강자영
한국항공대학교

이 연구에서는 하나의 모멘텀 휠과 두개의 액체 탱크를 가진 우주선의 자세운동에 대한 물리적·수학적 모델을 개발하였다. 탱크에 있는 액체의 3차원 운동을 모사하기 위해 구진자를 사용하였으며, Newton-Euler 방법에 기초하여 우주선 시스템의 운동방정식을 유도하였다. 그러나, 운동방정식이 도출되었다 하더라도 다수의 구진자와 본체의 운동방정식을 동시에 풀기가 쉽지 않다. 이는 직각좌표계에서의 슬로시 운동방정식의 수가 구좌표계 미지수 즉 일반화 좌표의 수보다 항상 많기 때문이다. 따라서 이 연구에서는 우주선 및 슬로시 운동방정식에 대한 수치 해를 용이하게 구하기 위해서 Moore-Penrose 의사역행렬을 이용하였다. 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하는 동안, 사용된 모든 변수 및 시간 범위에 대해서 Moore-Penrose 의사역행렬 조건이 충족됨을 확인하였다. 다수의 탱크 내의 액체 운동을 모사하기 위해 도입된 구진자 모델들을 사용하는 우주선 시스템의 비선형 운동방정식을 푸는데 Moore-Penrose 의사역행렬 방법은 매우 유용한 것으로 판단된다.

[VII-2-2] 가시 및 근적외 영역을 사용하는 다목적 실용위성 3호의 절대복사보정 초기 결과

진청길, 이선구
한국항공우주연구원

이 논문은 2012년 5월에 발사된 다목적실용위성 3호의 절대복사보정 수행과 초기 결과에 대한 내용이다. 절대복사보정은 영상의 DN을 지구물리량으로 변환시킬 수 있다는 점에서 매우 중요하며 지상타겟과 대기인자를 입력한 복사전달코드를 통해 TOA Radiance를 추정하여 위성에서 관측된 DN과의 선형회귀식으로 Radiance 변환 계수가 산정된다. 이를 위해 Field Campaign을 통한 지표반사도 및 일사량을 계측하였으며 절대복사보정 수행 과정에서 특히 에어로졸 보정에 따른 TOA Radiance 추정 값의 변화가 크게 나타나 가시영역을 활용하는 위성은 에어로졸 인자의 영향이 크다는 것을 알 수 있었다. 급회 산정된 변환계수는 초기 결과로 향후 타 위성들과의 cross-calibration을 통한 검증과 추가 자료 수집 및 모니터링을 통해 지속적인 업데이트를 수행할 것이다.

[VII-2-3] 도파관 시뮬레이터를 활용한 대형우주물체용 X-대역 프린트형 리플렉터어레이 안테나 쿠폰 설계

문상만

한국항공우주연구원

이 논문에서 해석프로그램인 Microwave Studio를 이용하여 대형우주물체에 적용가능한 X 대역 프린트형 리플렉터어레이 안테나 설계에 필요한 도파관 시뮬레이터를 활용하여 배열 소자의 Sample Coupon에 대한 설계를 수행하였다. 도파관 시뮬레이터는 Electric Wall과 Magnetic Wall의 특성을 활용하여 리플렉터어레이 안테나의 주기적 배열 Sample Coupon에 대한 특성을 확인 하였다. 구조적으로 평면파의 입사는 표준형 구형 도파관(WR-90)과 반사파 배열 소자의 Sample Coupon 사이에 연장형 도파관을 추가함으로써 모사하였다. 그 결과, Sample Coupon의 Phase 변화각이 최대 240°로써 X대역 프린트형 리플렉터어레이 안테나의 샘플로서 활용 가능성을 확인 할 수 있었다.

[VII-2-4] Rover Mission Operations and Communication Link Analysis for Lunar Exploration

Hwan-Jong Chu, Myeong-Shin Lee, Dae-Won Chung, Eun-Kyu Kim
Korea Aerospace Research Institute

Since the recent successful launch of Korea's first ever space launch vehicle (KSLV-I), unmanned lunar exploration mission has without doubt been the next government level space project that was announced and listed as one of the major policies of the new government. Space roving vehicle has been the essential locomotive tool in both the unmanned and manned missions to new planets and precise control by experienced and skilled operators at ground station based on stable communication link is the key to the success of the mission. Hence we research on and discuss the cases of the successful operations of planetary rovers and possible adoption and adaptation to the future lunar mission.

[VII-2-5] SAR 영상품질 분석을 위한 전파 반사기 설계용 시뮬레이터 개발

송정현, 오태봉
한국항공우주연구원

이 논문에서는 SAR 영상 품질 분석 및 일련의 검보정 과정에 활용되는 전파 반사기 설계를 위하여 개발된 시뮬레이터를 소개한다. 시뮬레이터는 운용 환경에 따른 배경 레벨과 SAR 센서 특성에 따른 인자를 고려하여 활용 목적에 따른 전파 반사기의 설계를 수행한다. 신호 대 잡음비(SCR)에 따른 영상 내 표적의 PSLR과 clutter level에 따른 전파 반사기의 크기를 계산하여 최종적으로 설계치의 Radar Cross Section(RCS) 값을 도출하는 과정으로 동작한다. 이는 SAR 영상의 품질 분석, 복사 및 기하 검보정 등의 구분에 따라 효율적으로 적용할 수 있어 국내 환경에 적합한 전파 반사기를 설계할 수 있다.

■ Session : 고층대기
4월 26일(금) 09:00 – 10:45 제3발표장

[VI-3-1] Study on the variability of the stratospheric and mesospheric temperatures at northern high latitude

Jeong-Han Kim¹, Young-In Won², Baek-Min Kim¹, Geonhwa Jee¹, Hyesun Choi¹, Seong-Joong Kim¹

¹*Division of Polar Climate Research, Korea Polar Research Institute, Korea*

²*Wyle IS, NASA/GSFC, USA*

We have operated an IR spectrometer in Esrange, Sweden (67.90°N, 21.10°E) since 2001 to measure the OH nightglow emissions in near infrared and analyzed the temperature data during the period of 2001 through 2012 to study the variability of the upper mesospheric temperature over the northern high latitude region, in particular, in connection with the sudden stratospheric warming (SSW) event in the polar region. In this study, we investigated the correlation between daily polar cap geopotential height (GPH) anomaly at 100 hPa and mesospheric daily temperature variance over Kiruna, Sweden. The polar cap GPH index is closely connected with the variability of temperature anomaly in the stratosphere and therefore has been regarded as a good indicator of SSW. Our results indicate that there is a strong anti-correlation between daily polar cap GPH anomaly and mesospheric temperature variances during winter. In order to further investigate this relationship in terms of the effects by atmospheric waves such as planetary and gravity waves, we also analyzed the data from Aura/MLS instrument and compared the results with WACCM model simulation. Discussions for possible physical mechanisms will also be presented.

[VI-3-2] 태양 flare 발생시 위성측정 X-ray spectra와 광전자 효과를 적용한 SAMI2 이온권 모델

김정현¹, 김용하¹, 지건화², 오승준³

¹충남대학교 천문우주과학과 우주과학실험실

²한국해양과학기술원 부설 극지연구소

³Space Environment Laboratory

최근 태양 극대기를 맞아 활발한 태양활동으로 인해 발생하는 우주기상의 변화를 정량적으로 예측할 필요성이 대두되고 있다. 이 연구에서는 저-중위도 이온권 모델인 SAMI2 모델을 이용하여 태양 flare 발생에 따른 이온권의 변화를 시뮬레이션 해보고자 하였다. 2012년 충남대학교 우주과학실험실에서는 기존의 SAMI 모델을 수정하여 태양 플레어 발생시 EUV flux에 X-ray flux를 추가하여 이온권의 변화를 확인하였다. 하지만 기존의 SAMI 모델에서는 EUV 및 X-ray 광자가 열권을 이온화시키면서 발생하는 광전자(photoelectron)에 의한 이온화 효과가 포함되지 않았

다. 특히 X-ray 흡수로 생성된 고에너지 광전자는 주변 중성 원소를 다량으로 이온화시키기 때문에 이런 광전자 효과를 포함해야 한다. 그러나 광전자에 의한 이온 생성률을 정확히 계산하기 위해서는 복잡한 전자 전달 방정식을 이온권 모델과 동시에 풀어야 하기 때문에 계산 시간과 효율성에 문제가 있다. 따라서 우리는 타 연구에서 도출된 광전자에 의한 이온화율을 파장에 따라 파라미터화하여 SAMI 코드에 포함시킴으로서 SAMI 모델의 단점을 극복하면서 계산의 효율성을 제고하였다. 이렇게 개정된 SAMI 코드를 실제 플레어 발생시 위성에서 측정된 X-ray 플럭스를 적용하여 이온권의 전자밀도 변화를 계산하였다. 계산된 전자 밀도는 실제로 측정된 이온권의 전자밀도와 비교하여 개정된 SAMI 모델의 신뢰성을 평가하였다.

[VI-3-3] The morphology of the middle-latitude ionization trough seen by DMSP F15 at 2130 LT

Sarah Park^{1,2,3}, Hyosub Kil⁴, and Khan-Hyuk Kim³

¹*Korean Space Weather Center, Korea*

²*SETsystem, Inc., Korea*

³*School of Space Research, Kyung Hee University, Korea*

⁴*The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA*

The middle-latitude ionization trough is the phenomenon of the plasma density depletion in the subauroral region. Here we investigate the variability of the morphology and location of the trough with the geomagnetic activity using the DMSP F15 data acquired during 2000–2004. The altitude and sampling local time of DMSP F15 was ~840 km and ~21130 LT, respectively. Our results show a strong dependence of the trough location on the geomagnetic activity: the trough was detected near 65° magnetic latitude during quiet periods, but the trough location moved as low as 40° magnetic latitude during magnetically disturbed periods. However, the intensity (depletion depth) of the trough did not show a clear dependence on the severity of the geomagnetic activity. The density gradients at the poleward and equatorward edges of the trough show some difference on their occurrence latitude and seasons. In General, the magnitude of the density gradient at the poleward edge is greater than that at the equatorward edge in the southern hemisphere. In the northern hemisphere, the relative magnitude of the density gradient at the equatorward and poleward edge is variable with season.

[VI-3-4] 한반도에서 발사된 로켓이 이온권에 미치는 영향 분석

윤종연^{1,2,3}, 홍순학¹, 김정훈², 김용하³

¹국립전파연구원 우주전파센터, ²SETsystem, inc.,

³충남대학교 천문우주과학과 우주과학실험실

최근 한반도에서 발사된 로켓이 우리나라 상공의 이온권에 미치

는 영향을 알아보기로 지난 2012년 4월과 12월에 발사된 북한 미사일과, 2013년 1월 30일에 성공한 나로호 3차 발사 당시의 이천과 제주에서 관측된 이오노존테 자료를 분석하였다. 이번 분석의 경우 북한 철산군 미사일 기지[39N 124E], 우리나라 고흥 외나로도[34N 127E], 이오노존테가 설치된 이천[37N,127E]과 제주[33N,126E]의 위치가 거의 같은 경도상에 위치해 있고, 비슷한 시기에 발사에 성공한 점, 특히 외나로도나 이천과 제주 사이에 있어 적도 방향으로 날아가는 로켓의 궤적에 따른 위도별 이온권의 변화를 살펴보기에 매우 적합하다. 일반적으로 로켓 발사가 이온권에 미치는 영향은 발사 직후에 나타나는 전자밀도(NmF2)의 변화와 발사 이후 뒤늦게 반응이 나타나는 Sporadic-E(foEs)의 변화 두 가지로 나눌 수 있으며 이번 분석에서 두 가지 반응을 확인하고, 특히 북한 미사일과 나로호 발사에 쓰인 산화제의 종류에 따라 이온권에 미치는 영향이 어떻게 다른지 연구하고자 한다.

[VI-3-5] Wave perturbation in the mesosphere observed by a meteor radar and spectral airglow temperature imager (SATI) at King Sejong Station, Antarctica

Changsup Lee^{1,2}, Yong Ha Kim¹, Jeong-Han Kim², Geonhwa Jee²

¹*Astronomy & Space Science, Chungnam National University, Korea*

²*Korea Polar Research Institute, Korea*

To investigate wave activities such as tides and gravity waves in the mesosphere, we analyze data obtained from a meteor radar and SATI at King Sejong Station, Antarctica. Spectral analysis technique was utilized to find dominant wave components, which probably play significant roles in both mesospheric temperature and wind structure. Only data measured in autumn season in 2007 and 2009 when simultaneous observations were performed was used in this study. We find that tidal waves are dominant in both temperature data from SATI and wind data from the meteor radar. Further examination of both data will be carried out to quantify how significant small-scale gravity waves affect mesospheric atmosphere.

[VI-3-6] The Ionospheric Variations Over The Korean Peninsula Through the Solar Cycle 21 to 23 and Their Comparisons With IRI Model

Sunhak Hong^{1,2}, Yong-Jae Moon², Dong-Hun Lee²

¹*Korean Space Weather Center, National Radio Research Agency, Korea*

²*School of Space Science, Kyung-Hee University, Korea*

In this study, we investigated the ionospheric variations over the Korean Peninsula through solar cycle 21 to 23 and compared them with IRI-2012. For this, we used the

ionosonde data of Anyang, Korea (37.390N, 126.950E) from 1973 to 2008, fully cover all the solar minima and maxima of the period. Monthly median values of foF2 and hmF2 parameters were used with hourly time intervals for the period. The results clearly show the general characteristics of diurnal, seasonal and solar cycle variations. In addition, we identified the mid-latitude seasonal anomaly that foF2 is clearly much greater during the day in winter than in summer. For the same period, the IRI-2012 model was computed with URSI coefficient and AP index as input data together with the foF2 STORM model (Storm-Time Empirical Ionospheric Correction Model). We applied the two-sample t-test to the hourly data, which is median-averaged over each month, between ionosonde observations and IRI results to check if their differences are significant or not. IRI predictions well follow the diurnal, seasonal, and solar cycle patterns of foF2 and hmF2 at Anyang station. The IRI model shows a tendency of overestimating slightly the value of foF2 in the daytime and underestimating it at night. On the other hand, the IRI model overestimates hmF2 up to 80 km for the data measured with DPS-4 (Nov. 2005 – Apr. 2008) and underestimates it for the DGS-256 (Apr. 1998 – May. 2005) data. The difference between the IRI results and the observed value of hmF2 is a little bigger in summer than those in the other seasons.

[VI-3-7] 우리나라 지역별 전리층 변화 특성 분석

문준철, 이환상, 최문용

국립전파연구원 우주전파센터

국립전파연구원 우주전파센터는 제주와 이천지역에 전리층 관측기(DPS-4D)를 설치 운영하여 우리나라 전리층을 관측하고 있다. 최근 제주와 이천지역의 전리층 관측자료를 이용하여 우리나라의 지역별 전리층 특성을 분석하였다. 계절 및 시간대별 foF2와 hmF2를 지역별로 비교 분석하였으며 지자기 폭풍 유무에 따른 전리층 변화 특성을 비교 분석하였다.

포스터발표논문 초록

■ Session : 포스터

기간 : 4월 24일(수) - 26일(금)

발표장 : ISLAND BALLROOM LOBBY

■ 천문우주 ■

[P-1] Searching the pole solution of NEA 162173 (1999 JU3)

Myung-Jin Kim^{1,2}, Josef Durech³, Young-Jun Choi², Masateru Ishiguro⁴, Thomas Mueller⁵, Daisuke Kuroda⁶, Sunao Hasegawa⁷, Marco Delbo⁸, Benoit Carry⁹, Yong-Ik Byun¹, Hayabusa 2 ground-based observation team

¹Department of Astronomy, Yonsei University, Korea

²Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

³Astronomical Institute, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University in Prague, Czech Republic

⁴Seoul National University, Korea

⁵Max Planck Institut für extraterrestrische Physik, Germany

⁶National Astronomical Observatory of Japan, Japan

⁷Japan Aerospace Exploration Agency, Japan

⁸Nice observatory, France

⁹IMCCE, Paris Observatory, France

Near-Earth asteroid (NEA) 162173 (1999 JU3) (hereafter 1999 JU3) is the primary target of JAXA's Hayabusa 2 mission and also a backup target of NASA's OSIRIS-REx mission, not only because of its accessibility but also because it would be the first C-type asteroid for exploration missions. Knowing the information about spin status, such as rotational period, the ecliptic longitude and latitude of the pole is essential for the design of mission sequence such as the remote sensing observation. In order to get the physical properties of 1999 JU3, a total of 70 days ground-based observations at various geometries were carried out during 2007 - 2012 apparitions. Observations in the thermal infrared were also conducted with the Subaru, Akari, and Spitzer telescopes. We have analyzed the optical lightcurve of 1999 JU3, and derived a sidereal rotational period of 7.631 ± 0.001 h. Using the lightcurve inversion method in conjunction with the thermal physical modeling, we determined a nearly spherical shape with a diameter of 823 ± 38 m, a geometric albedo of 0.058 ± 0.003 , and a thermal inertia of 231 ± 76 J m⁻² s^{-0.5} K⁻¹. Although the pole orientation of 1999 JU3 is not strongly constrained, the best solution we derived is within 30 degree of (103, -20) in the ecliptic reference frame.

[P-2] Stellar Spatial Configuration around Several Globular Clusters from UKIRT observation

Young-Jong Sohn, Sang-Hyun Chun, Minhee Kang

Department of Astronomy, Yonsei University, Korea

Detection of tidal stripping structure of stars around globular clusters, such as tidal tails, could be an essential evidence of the merging scenario in the formation of the Galaxy. Here, we introduce the preliminary results of stellar density distribution around several globular clusters obtained from UKIRT telescope. From April 2010 to December 2012, we obtained 45'x45' wide-field JHKs near-infrared photometric imaging data for about 20 globular clusters in the Milky Way. Applying a statistical filtering algorithm and weights on the CMDs of globular clusters, we minimize the field star contamination and identified the cluster's member candidates. In two-dimensional stellar density maps, we could found tidal stripping structures for some globular clusters. The orientation of tidal substructure seems to associate with the effects of dynamical interactions with the Galaxy and cluster's orbit. The observational results could give us further observational evidence of merging scenario of the formation of the Galaxy.

■ 우주측지 ■

[P-3] 10kHz 인공위성 레이저추적을 위한 ARGO-RGG의 시각동기 회로 개발

방승철, 가능현, 최은정, 유성열, 박은서, 김태근, 최만수, 임형철, 박종욱

한국천문연구원

한국천문연구원에서 개발한 Accurate Ranging system for Geodetic Observation-Modile(ARGO-M)은 ps의 펄스폭을 가진 극초단파 펄스 레이저를 이용하여 위성의 위치를 mm 정밀도로 측정하는 레이저추적 시스템이다. 레이저추적 시스템은 레이저의 발사 신호 및 위성에서 반사된 미약한 레이저의 수신을 위해 Compensated-Single Photon Avalanche Diode(C-SPAD)의 Gate 제어용 신호 발생 장치로 Range Gate Generator(RGG)를 사용한다. 빠르게 움직이는 위성의 정밀위치 결정은 GPS Timing 수신기에서 입력 받은 UTC 시간 정보 및 Timing 신호를 바탕으로 Consolidated Prediction Format(CPF) 기반의 인공위성 궤도력을 이용하여 지정된 시간에 위성의 위치를 구하는 방법이 사용된다. ARGO-RGG는 GPS Timing 수신기에서 입력되는 1PPS, 10MHz, IRIG-B를 신호를 이용하여 레이저의 발사 신호 및 C-SPAD용 Gate 제어신호를 생성한다. 시스템이 정밀도를 유지하면서 안정된 동작을 위해 시간 검출부, 시간 동기부, 신호 분배부, 시각 측정부, 신호 발생부 등으로 구성되어 있다. ARGO-RGG는 실시간 신호 처리를 한 반도체내에 처리함으로 시스템의 구성이 간단하면서 안정된 동작이 가능하고 10kHz 이상의 고속

동작으로 정밀한 위성 위치 측정을 수행할 수 있게 되었다.

[P-4] 다목적실용위성 5호의 우주용 이중주파수 GPS 수신기 Engineering Model 성능 분석

최만수¹, 조성기¹, 박종욱¹, 이상정²

¹한국천문연구원, ²충남대학교 전자공학과

다목적실용위성 5호(KOMPSAT-5)는 SAR(Synthetic Aperture Radar)를 이용한 고정밀 지구관측 영상획득을 주임무로 하는 저궤도 지구 관측위성으로 2013년 발사 예정이다. 또한 SAR 영상을 활용한 지리정보, 해양/지상 관리, 재난 관측, 환경 관측 등을 위한 국가 영상 수요에 필요한 위성 레이더 영상정보의 신속한 제공을 위한 임무를 가지고 있다. 이와 같은 정밀 관측 요구사항에 따라 다목적실용위성 5호의 위치 결정 정확도는 매우 높아야 하며, 이를 위해 우리나라 최초 사용 예정인 우주용 이중주파수 GPS 수신기를 탑재할 예정이다. 한국천문연구원은 우주용 이중주파수 GPS 수신기인 Integrated GPS Occultation Receiver (IGOR)의 탑재와 성능 검증을 수행하고 있으며 이를 위해 IGOR Engineering Model을 활용한 성능시험을 수행하였다. 그 결과를 기반으로 다목적실용위성 5호의 정밀궤도 결정 및 IGOR 지상운영에 활용될 예정이다.

[P-5] 이동형 SLR(Satellite Laser Ranging) 시스템 구축현황 및 활용방안 연구

최만수¹, 박은서¹, 최은정¹, 방승철¹, 유성열¹, 김태근¹, 성기평¹, 가능현¹, 최철희¹, 황주연¹, 임형철¹, 이상정²

¹한국천문연구원 우주감시센터, ²충남대학교 전자공학과

인공위성 레이저추적(SLR: Satellite Laser Ranging) 시스템은 인공위성까지 레이저를 발사하고 되돌아오는 시간간격을 측정하여 위성까지의 거리를 측정하는 시스템이다. SLR의 정밀도는 현존하는 인공위성 궤도결정 시스템으로는 가장 정밀하며 지구과학 및 인공위성 운용 분야에서 탁월한 성과를 제공하기 때문에 국내외적으로 그 수요가 꾸준히 증가되고 있다. 한국천문연구원에서는 2008년부터 우주측지용 인공위성 레이저추적 시스템 개발을 수행 중이며, 현재 국내 최초 독자기술 개발을 통한 이동형 SLR 시스템 구축이 완료되어 정상운영 중에 있다. 또한 2015년까지 고정형 SLR 시스템 1기를 추가로 개발할 계획이다. 이동형 SLR의 정상운영을 통해 자국위성인 나로과학위성 및 2013년도 발사예정인 다목적실용위성 5호의 레이저추적 관측이 수행될 예정이다. 이를 통해 국내 우주자산에 독자적인 감시체계 구축의 기반을 마련할 것으로 기대한다.

[P-6] 이상화와 추상화를 기반으로 한 Eratosthenes의 지구의 크기 측정

김용기¹, 조영¹, 오준영²

¹충북대학교 천문우주학과, ²한양대학교 교양교육원

이 연구의 목적은 이상화와 추상화(Oh & Kim 2012)를 기반으로 한 Eratosthenes의 지구의 측정방법을 학생들에게 적용하여 그

효과를 보는 것이다. 중부지방에 자리 잡고 있는 종합대학으로 지구과학을 교양과목으로 선택한 전 학년의 대학생 48명을 대상으로 하였다. 강의 전과 후로 반 구조화된 설문지를 사용 결과 이상화와 추상화를 기반으로 하는 학습 기법이 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 단순한 과학사 연구보다는 이상화와 추상화를 기반으로 한 과학사 연구를 학생들에게 적용하는 것을 더욱 확장할 필요가 있다.

[P-7] 태양, 달, 위성의 위치에 기반한 달의 방사조도 계산을 위한 좌표변환 방법

서석배

한국항공우주연구원 위성정보연구센터

달의 방사조도는 가시채널 검출기의 성능을 감시하고 보상하기 위해서 사용된다. 이 논문에서는 천리안위성(Communication Ocean Meteorological Satellite, COMS) Flight Dynamics Subsystem(FDS)에서 생성한 태양, 달, 위성의 위치 정보 (ephemeris file)를 이용하여 달의 방사조도를 계산하는 방법의 근간이 되는 좌표변환의 방법과 계산결과에 대해서 설명한다. 태양, 달, 위성의 위치 정보를 이용한 달의 방사조도 계산에는 ECEF 좌표계(Earth Centered Earth Fixed coordination system), EME2000 좌표계(Mean of J2000 coordination system), MCMF 좌표계(Moon Centered / Moon Fixed coordination system), 그리고 천리안위성의 고유 좌표계인 COMS 좌표계(COMS coordination system)가 사용된다. 이 논문에서는 먼저 COMS 좌표계의 개략적인 설명을 한 다음, COMS 좌표계를 ECEF 좌표계로 변환 방법을 설명한다. 다음으로 태양/달/위성의 ECEF 위치를 이용해서 각각의 EME2000 위치로 변환하는 방법을, 마지막으로 이상 계산한 ECEF 및 EME2000 위치를 이용해서 최종적인 태양 및 위성의 MCMF 위치를 계산하는 방법 및 계산결과를 기술하였다. ECEF 좌표계를 EME2000 좌표계로 변환할 때는 세차행렬(transposed precession matrix) 및 항성시행렬(sidereal time matrix)이 필요하며, EME2000 좌표계에서 MCMF 좌표계로 변환 시에는 Julian Century를 이용하여 결정된 변환행렬이 이용되었다. 이 논문에서는 2012년 3월 7일 02시 58분 43초에 천리안위성 기상탑재체가 관측한 달 영상을 이용하여, 태양 및 위성의 MCMF 위치계산 결과 및 좌표변환을 포함한 중간 과정에 대해서 상세히 설명하였다.

■ 관측기기 ■

[P-8] 피라미드 센서를 이용한 tilt 측정 방법

고주현¹, 김영수¹, 정화경¹, 정호준¹, 김호상², 박병곤¹

¹한국천문연구원, ²고등기술연구원

Giant Magellan Telescope는 구경이 25m인 거대망원경으로 한국에서는 부경 중에 하나인 Fast Steering Mirror의 Prototype (FSMP)를 개발 중에 있다. FSMP 반사경은 3개의 axial support를 수축 팽창시켜서 tip-tilt가 제어된다. tip-tilt가 작동하는 것을 확인하기 위하여 피라미드 센서를 개발하여 보았다. 피라미드 센서는 피라미드 모양의 4각뿔 프리즘에 빛을 입사시켜서 나온,

네 방향으로 균등히 나누어진 광량을 측정하는 기기이다. 이때 피라미드 프리즘에 빛이 tilt되어서 들어가면 네 개의 광량이 서로 달라진다. 그러므로 네 광량의 차이로부터 반사경의 tilt된 값을 알 수 있다. 이 연구에서는 피라미드 센서의 원리와 구조를 살펴보고 측정한 각 부품의 정밀도에 대하여 논한다.

[P-9] 우주물체 전자광학 감시체계(OWL)의 Time tagger 제작 및 시험

금강훈¹, 이성환¹, 윤세영¹, 진호¹, 박선엽², 박영식², 임홍서², 최영준², 박장현²

¹경희대학교 우주탐사학과, ²한국천문연구원

경희대학교에서는 한국천문연구원 우주물체 전자광학 감시체계(OWL: Optical Wide-field Patrol)의 검출기 시스템을 개발하고 있다. 검출기 시스템은 Filter wheel, De-rotator, Chopper, Time tagger로 구성된 Wheel station과 CCD의 결합으로 완성된다. 우주물체의 궤적은 Chopper의 회전으로 잘려 CCD에서 검출되는데, 잘린 선분들의 시작점과 끝점의 정확한 시각을 알기 위해 Time tagger를 개발하였다. Time tagger는 제어부인 Microchip사의 PIC1633 마이크로컨트롤러와 수신부인 Kodenshi사의 Reflective sensor로 구성된다. 제어부와 수신부는 Wheel station의 Chassis에 장착되는데 제어부는 간섭이 없는 빈 공간에, 수신부는 Chopper Blade의 바로 위쪽에 위치시켰다. 수신부의 Reflective sensor는 Chopper Blade에 반응하여 계폐 신호를 마이크로컨트롤러에 전달하고 마이크로컨트롤러는 시리얼통신으로 PC에 시각정보를 전송한다. 만능기관에서 Time tagger 초기 모델을 제작하였으며 Wheel station에 부착하여 시험한 결과 1ms 이하의 정밀도로 정상 작동함을 확인하였다.

[P-10] 천체위치동정을 위한 CCS 프로그램 개발

김용기, 한기영, 윤요나

충북대학교 천문우주학과, 천문대

측광 관측을 할 때 추적 정밀도가 높은 시스템을 갖춘 망원경이라도 같은 별이 자료마다 위치가 다르게 나타날 수 있다. 이대로 구경 측광을 하게 되면 별들의 위치가 다르기 때문에 원하는 결과를 도출하기 어렵다. 구경 측광을 할 때에는 별의 위치를 동정해 주는 작업이 선행되어야 한다. IRAF의 Xregister Task를 이용하여 별의 위치를 동정하는 작업은 별이 많이 이동했을 경우 처리 속도가 매우 오래 걸릴 수 있다. 이를 보완하고자 새로운 알고리즘과 프로그램을 개발하고 Computation for Coordinate Shift(CCS)라고 명명하였다. 충북대학교천문대 진천관측소의 60cm 망원경으로 관측한 자료를 이용하여 CCS의 검증을 하였다. 처리 속도는 자료에 따라 다르기 때문에 정량적인 속도 측정을 하기가 어렵지만 CCS의 특성상 Xregister Task와는 다르게 이동값의 크기에 처리속도가 영향을 받지 않는 것이 장점이라고 할 수 있다. 정밀도를 확인하기 위해 CCS의 결과와 IRAF의 Xregister Task의 결과를 이용하여 59개의 파일에서 8346개의 별에 대한 구경 측광 작업 결과를 얻었다. 결과를 비교하여 X, Y좌표의 표준편차는 0.2화소 부근에 분포하는 것을 확인하였다. 각각의 구경 측광 결과에서 4개의 별을 선택하여 서로

등급차를 구하고 그 차이를 비교하여 0.002등급 내에 모두 분포하는 것을 확인하였다. 결과 수치로 볼 때 CCS의 정밀도는 신뢰할 수 있는 수준으로 판단된다

[P-11] OWL 영상 관측 자료 처리 소프트웨어 개발

박선엽¹, 금강훈², 이성환², 진호², 박영식¹, 임홍서¹, 조중현¹, 문홍규¹, 배영호¹, 최진^{1,3}, 최영준¹, 박장현¹, 이정호⁴

¹한국천문연구원, ²경희대학교 우주탐사학과,

³과학기술연합대학원대학교, ⁴(주)레인보우

우주물체 전자광학 감시체계(OWL: Optical Wide-field Patrol)의 검출기 시스템(Detector subsystem)에는 인공위성과 같은 이 동물체의 위치 및 시각정보를 효율적으로 얻기 위해 CCD 카메라 앞에 4개의 블레이드로 이루어진 초퍼(chopper) 시스템을 장착하였다. 초퍼시스템은 자전속도와 동일하게 망원경을 움직이며 노출을 줄 때 빠른 속도로 움직여 선분(streak)으로 검출되는 이 동물체의 궤적을 여러 개로 잘라줌으로써 동일한 노출시간동안 보다 많은 위치정보를 획득할 수 있다. 동시에 초퍼의 회전에 의한 시각정보는 포토 다이오드(photo diode)를 사용하는 시각기록장치(time tagger)를 사용하여 얻을 수 있다. 이러한 시스템에서 얻어지는 영상 자료를 이용하여 궤도 분석을 하기 위해서는 잘라진 궤적의 중심점 및 시작점과 끝점의 픽셀 좌표를 구한 다음, 이것을 천구 좌표로 변환하기 위하여 영상에 찍힌 모든 천체들에 대한 WCS solution을 구하고, time tagger에 기록된 시각정보와 잘라진 궤적의 좌표 정보를 결합하는 과정이 필요하다. 이 연구에서는 이러한 과정들을 각 단계별로 나누어 개발 과정을 설명하고, 테스트 관측을 통하여 얻어진 영상들에 대하여 이 과정을 거쳐 처리한 결과를 소개한다.

[P-12] OWL Proto-type System 성능 시험 결과

박영식¹, 박선엽¹, 임홍서¹, 배영호¹, 조중현¹, 문홍규¹, 최진^{1,2}, 최영준¹, 박장현¹, 진호³, 이정호⁴

¹한국천문연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³경희대학교 우주탐사학과, ⁴(주)레인보우

한국 천문연구원은 우주물체 전자광학 감시체계 기술개발 사업을 통해 자국위성의 추적 감시를 위해 0.5m 광시야 감시관측소 국제 네트워크(OWL: Optical Wide-Field patrol)를 구축할 예정이다. 2012년 11월 상세설계 검토회의(CDR)를 수행하여 해외 설치할 서브시스템들의 설계를 확정 하였다. 현재 테스트 베드에서는 자동 관측을 위해, Operation Command File(OCF)를 이용하여 무인, 자동으로 관측 테스트 중이다. Proto-type 시스템의 성능을 시험하기 위해 10인치 RC 대체 경통으로 테스트 관측을 수행하였고, 3월 말 부터는 해외 1호기에 설치될 0.5m 경통을 부착하여 시험관측 중에 있다. 시험 관측으로 획득한 영상들과 시스템의 성능 및 개발 진행사항을 논의 하고자 한다.

[P-13] 인공위성 형상에 따른 광도변화 시뮬레이션 연구

오영석¹, 이성환¹, 진호¹, 서행자²

¹경희대학교 우주탐사학과, ²한국항공우주연구원

지상에서 관측되는 우주물체의 밝기와 밝기변화는 크기와 형상, 표면물질 및 형태, 위성의 자세, 위성까지의 거리, 반사율, 기하학적인 모양, 대기 소광 등의 물리적 요인들과 관련되어 있다. 그러나 인공위성 관측 데이터가 많지 않기 때문에 알려지지 않은 위성의 경우, 관측 데이터만을 토대로 형상을 추정하기란 쉽지 않다. 또한 이러한 관계의 정량적인 분석을 수행한 연구가 국내에서는 찾아보기 힘들다. 이에 이 연구에서는 인공위성의 광도 변화와 형상과의 관계를 연구하기 위해 다양한 인공위성의 형상 조합을 통한 밝기의 시뮬레이션을 수행하고, 광도변화를 예측하였다. 형상정보는 모델링 프로그램인 3DS MAX를 이용하여 구조체를 만들었고, 궤도 시뮬레이션 프로그램인 STK를 이용하여 태양반사각을 추정하여 반사영향을 렌더링 하였다. 렌더링한 이미지는 Gray-scale 변환을 통해 밝기정보만을 추출하여 광도 곡선을 얻었으며, 구조체와의 상관관계를 추정하였다.

[P-14] Ray Tracing Based Simulation of Stray Light Correction for Geostationary Ocean Color Imager

Eunsong Oh^{1,2}, Jinsuk Hong³, Ki-Beom Ahn^{1,2}, Seongick Cho^{1,2}, Joo-Hyung Ryu¹, Sug-Whan Kim²

¹Korea Ocean Satellite Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology

²Space Optics Laboratory, Dept. of Astronomy, Yonsei University

³Image Sensor group, Samsung Thales Cop. Ltd

Image mosaic technique is widely used in a field of remote sensing research. However, in case of Geostationary Ocean Color Imager's (GOCI's) mosaic image which is consist of 16 slot images, the radiance level discrepancy was noticed in the cloudy circumstance next to each other slot when acquiring the imagery data in the low Sun elevation angle. We provided, in this study, the in-depth stray light analysis results in order to find out this discrepancy phenomenon, and performed the image restoration with simulated stray light bias. Stray light analysis as the first step was completed with ray tracing technique based on ASAP program, and we suggested that unwanted radiations from the Earth bright target or the atmosphere such as cloud are major candidates of stray light in the problematic images. For embodying GOCI operational concept, we constructed the Integrated Ray Tracing model consisting of the Sun model as a light source, a target Earth model, and the GOCI optical system model. In the second step, we investigated the stray light pattern at each slot image including unwanted random source from out of field, and then constructed the simulated mosaic bias image reached at the detector plane. In the simulated bias, the ray path followed the procedures that light travels from the Sun and

it is then reflected from the Earth section of roughly 2500 × 2500 km in size around the Korea peninsula with 16 slots. Lastly, we corrected the acquired image with subtracting weighted stray light pattern bias in the third step. The real acquired image was selected UTC-03 image at 16th, October, 2012. In addition, verification was performed to compare the difference among slot boundaries.

[P-15] 지상보정시스템을 이용한 ARGO-M SLR 시스템 정밀도 분석

유성열¹, 최은정¹, 방승철¹, 허지웅², 임형철¹

¹한국천문연구원, ²(주)에스이랩

한국천문연구원은 국내 최초의 Satellite Laser Ranging(SLR) 시스템을 개발하기 위해 Accurate Ranging system for Geodetic Observation(ARGO) 사업을 추진하고 있다. 현재 ARGO 사업은 이동형 SLR 시스템인 4cm ARGO-M을 개발 했으며, ARGO-M 시스템 최적화를 수행 하고 있다. ARGO-M 시스템의 정밀도 목표는 단일점(single-shot) 측정 10mm, 정규점(normal point) 측정 5mm이다. 지상보정시스템(Ground Calibration System)은 SLR 시스템의 성능을 위성관측 없이 평가할 수 있는 시스템으로 지상보정 목표물과 측정에서 얻어진 데이터를 분석 처리하는 지상보정프로그램으로 구성된다. 지상보정시스템은 정확한 보정을 위해 주위환경에 영향을 받지 않도록 지상보정 목표물을 돔 내부에 설치한다. 이 목표물을 측정하여 얻어진 시간에서 시스템 정밀도를 측정하고, 또한 측정 시간에서 SLR 기준점부터 목표물까지 시간거리를 빼서 시스템의 시간 지연(delay)을 측정한다. 지상보정시스템은 ARGO-M 시스템의 지상보정시스템 목표 정밀도인 단일점 3mm를 구현하였다. 지상보정시스템은 주위 환경에 따라 변화할 수 있는 관측 시스템의 시간지연과 에러를 측정하여 위성 관측 데이터를 정밀하게 분석할 수 있는 데이터를 제공한다.

■ 지상국 ■

[P-16] 저궤도 지구 관측 위성 지상시스템의 표준 영상 제품 생성 절차

강치호, 서두천, 이동한

한국항공우주연구원

지구 관측 위성이 획득한 지구 관측 영상 자료를 희망하는 사용자는 지구 상의 관측 희망 지점에 대한 촬영 주문을 지구 관측 위성 시스템의 촬영계획시스템에 대한 입력으로 전달하며, 임무 운영을 통해 지구 관측 위성이 획득한 원시 영상 및 위성의 원격 측정 자료들은 지상으로 전송되어 지상시스템에서의 처리 과정을 거쳐 최종적으로 시스템에서 정의된 표준 영상 제품으로 생성된 후 사용자에게로 제공된다. 일반적으로 저궤도 지구관측 위성 지상시스템의 표준 영상 제품은 관측된 지구 표면에 대한 방사적 특성 및 위치 정보 등을 포함하고 있으며, 이러한 정보들은 지상시스템을 통해 수신/복원된 원시 영상 및 지구 관측 위

성이 제공하는 보조 정보에 대한 지상에서의 처리 및 보정 등의 전처리 과정을 통해 최종 결정된다. 본문에서는 저궤도 지구 관측 위성이 관측/전송한 지구 관측 원시 영상을 이용하여 표준 영상 제품으로 생성 시 지상시스템에서 적용되는 처리 절차를 기술한다.

[P-17] 데이터 지상다이버시티 구현 및 검증

구인회, 안상일
한국항공우주연구원

정확한 위성 데이터의 활용을 위해 지상에서 위성데이터를 수신할 때 손실없고 유효한 위성 데이터를 수신하는 것이 무엇보다도 중요하다. 이 논문에서는 위성 데이터의 수신효율을 높이기 위한 방법으로써 위성 데이터 수신에 다이버시티 개념을 적용하였으며, 이는 다수의 지상국에서 실시간으로 네트워크를 통해 지상국 간 위성데이터를 비교 교환함으로써 데이터의 손실을 최소화하기 위해 제안한 방법이다. 이 논문에서는 발표논문으로 기 발표된 지상다이버시티 설계 내용을 바탕으로 실제 지상다이버시티 소프트웨어를 구현한 것을 소개하고, 이를 검증하기 위한 방법과 시험 결과를 기술한다. 구현된 시스템을 검증하기 위하여 3개의 지상국을 시뮬레이션하여 시험하였으며, 9.9Mbps 전송속도 환경에서 3개의 시스템이 동시에 수신을 하도록 하고, 실제 상황과 유사하게 각 시스템에 랜덤하게 에러를 발생시켜 시험하였다. 시험 결과 9.9Mbps의 전송속도에서 연속 5개의 프레임이 빠지는 환경까지 검증을 성공하였다.

[P-18] 공통 지상 시스템을 위한 Universal DB 생성 tool 개발

허윤구, 조승원, 김영운, 채동철, 최종연
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성시험실 전자통합시험팀

현재 다목적 실용위성 3A호에서 개발된 위성체의 시험 및 운용 시나리오를 자동으로 수행하고, 위성 원격명령 및 측정 데이터를 송수신하며, 시험 및 운용시 발생하는 모든 내용을 보관/관리하는 공통 지상시스템(Common Ground System, CGS)을 확장하여 정지궤도복합위성(이하, 정복위성)의 위성체 총조립 및 시험(AIT)과 발사후 위성 운영 단계 양쪽에서 사용 가능하도록 할 계획이다. 이와 관련하여 정복위성을 위한 CGS에서는 위성 DB를 특정 CGS 사용자가 직접 설계하고 설계된 대로 CGS에서 CMD가 생성되고 TLM이 parsing되도록 한다. 즉 공통지상시스템을 위한 Universal DB 생성 tool을 개발하여 위성 DB 구조에 대해서 독립적인 CGS를 구현하고자 한다. 정복위성 뿐만이 아니라 미래의 어떤 형태의 위성 DB에 대해서도 이를 Universal DB로 구성 하고, 이것을 기반으로 CMD가 생성되고 TLM이 parsing되도록 한다. 또한 Universal DB는 최대한 유연성을 가지며 확장성 및 호환성을 고려하여 설계할 계획이다. 즉 가능한 높은 유연성을 가진 Universal DB는 미래에 설계 변경 및 확장이 용이해야 하며 Universal DB가 변경 및 확장되었을 경우에도 반드시 이전 Universal DB와도 호환성을 가지도록 설계 및 구현되어야 한다.

[P-19] 남극관제안테나기지 위성망 통신 운영 결과 분석

현대환, 박세철, 이명신, 장인식, 정대원, 김은규
한국항공우주연구원

위성발사 이후 초기운영 지원과 위성의 안전모드 진입, 위성의 특별 업무 수행 등 관제 횟수를 향상시키기 위해 무인시스템으로 2005년도부터 남극관제안테나기지를 운영 중에 있다. 남극관제안테나기지는 지리적으로 접근이 용이하지 못하여 위성통신을 활용하여 구축된 위성통신시스템으로 아리랑위성과의 교신을 수행하고 있다. 이 논문에서는 남극관제안테나기지 위성망 통신 운영결과를 분석하여 현재 진행 중인 해외관제안테나기지 구축에 활용하여 기여하고자 한다.

■ 탑재체 ■

[P-20] 저궤도 위성 주파수 간섭 분석 시스템의 검증 방법 연구

김영욱, 김동규, 이진오, 문인호, 장인식, 주환중, 임현정, 정대원
한국항공우주연구원

이 논문에서 저궤도위성의 주파수 간섭 분석을 수행 할 수 있는 간섭 분석 시스템에 대한 검증 방법에 대해 기술하였다. 저궤도 위성을 위한 간섭 분석 시스템은 시변하는 위성의 위치, 서비스 지역과 시간을 반영하여 ITU 권고 기준에 따라 통계적인 간섭 분석을 수행한다. 이러한 분석 결과에 대한 검증은 고전적인 간섭 분석 방법인 최대 간섭 지점에 대한 결과를 검증하는 방법과 시뮬레이션 툴을 이용한 통계적인 간섭 분석을 통한 검증을 수행하였다. 이를 통하여 주파수 간섭 분석 시스템에 대한 검증을 효율적으로 수행 할 수 있게 되었다.

[P-21] MIRIS SOC 데이터 포매팅 소프트웨어 개발

김일중¹, 표정현¹, 정웅섭¹, 박원기¹, 이대희¹, 박영식¹, 문봉곤¹, 박성준¹, 김민규^{1,2}, 이덕행¹, 박귀중¹, 한원용¹
¹한국천문연구원, ²서울대학교

2013년에 발사 예정인 과학기술위성 3호의 주 탑재체인 다목적 적외선 영상 시스템(MIRIS)의 우주관측카메라(SOC)로부터 얻어지는 관측 데이터를 포매팅하는 소프트웨어를 파이썬 언어를 사용하여 개발하였다. 개발된 소프트웨어는 위성으로부터 전송받은 이진형태의 데이터를 입력받아 SOC 데이터를 추출하고 각 지향관측(pointing observation)별로 데이터를 분류하여 각각 하나의 FITS 파일 형태로 저장하는 역할을 수행한다. 생성되는 FITS 파일은 1개의 프라이머리 Header Data Unit(HDU)와 여러 개의 이미지 HDU로 구성되는데, 프라이머리 HDU는 해당 지향관측에 대한 공통 정보를 담고 있는 프라이머리 헤더로 구성되며, 각각의 이미지 HDU는 해당 지향관측에서 얻어진 256×256 프레임 이미지와 이에 대한 부가 정보를 담고 있는 프레임 헤더로 구성된다. 또한, 개발된 소프트웨어는 불완전하거나 불필요한 데이터

를 제거하고 체크섬 검사를 수행하여 그 결과를 헤더에 기록하는 기능도 가지고 있으며, 하우스키핑 데이터의 값들을 의미 있는 값으로 변환하여 헤더에 입력하고, 위성으로부터 제공되는 Attitude & Orbit Control System(AOCS) 데이터로부터 이미지상의 RA-DEC 좌표 값이나 태양/지구/달 회피 각도와 같은 주요 자세정보를 계산하여 헤더에 입력하는 기능도 포함하고 있다. 이 소프트웨어는 단독적인 실행도 가능하지만, SOC 데이터 처리 파이프라인 구축을 위한 소프트웨어 개발에 활용되어 전체 파이프라인 안에서 일부분 과정의 역할을 담당하게 될 예정이다.

[P-22] ABI 기상탐재체 기술조사

명환춘, 양군호
한국항공우주연구원

이 논문에서는 현재 운용되고 있는 천리안 위성의 MI 기상탐재체를 대신하여 차기 정지궤도 복합위성 기상탐재체로 선정된 ABI 기상탐재체에 대한 기술적 특성들을 지금까지 공개된 논문과 발표자료들을 종합하여 소개한다. 참고되는 기술자료들은 크게 규격 및 특징, 성능 및 기능, 부분품 특성과 같이 크게 세 영역으로 나눌 수 있다. 먼저, ABI에 대한 일반적인 특성을 설명하는 규격 및 특징에서는 ABI 규격 수립의 변천과정 및 기술적 특징들에 대한 전반적인 내용들이 다루어지며, ABI의 성능 및 기능에서는 ABI 시험모델의 시험결과들과 함께 ABI의 분광적 특성, 채널별 양자화 비트수, 압축비율의 경계값 등에 대한 내용이 제시된다. 부분품 특성과 관련해서는 ABI가 탑재되는 GOES-R 위성에서 사용예정인 GRDDP 프로토콜 관점에서의 spacewire 구현 방식과 적외선 검출기의 특성, 능동형 냉각기의 적용 등이 설명된다.

[P-23] SPICA FPC 탑재용 LiF 렌즈 진동시험 연구

문봉곤¹, Yoshikazu Kanai², 이대희¹, 정웅섭¹, 박귀중¹, 박영식¹, 박성준¹, 나자경¹, 한정열¹, 표정현¹, 김일중¹, 박원기¹, 한원웅¹, 남욱원¹, Toshio Matsumoto³
¹한국천문연구원, ²Genesis Co., ³ISAS/JAXA

SPICA는 일본 ISAS에서 주관하여 개발을 진행하고 있는 L2에서 운영될 3m급 적외선우주망원경이다. 현재 한국천문연구원은 정밀가이딩 카메라 및 근적외선 카메라 FPC 개발 참여를 목적으로 사전 협력 연구를 진행하고 있다. FPC는 렌즈광학계로 이뤄진 카메라이며 이 렌즈를 구성하는 재질 중에서 적외선 성능향상을 위해 LiF 소재 사용을 고려하고 있다. 하지만 LiF 렌즈는 과거 위성에 탑재된 이력이 없는 소재이기 때문에 렌즈에 대한 검증이 필요하다. 특히 렌즈소재는 일반적으로 발사 진동 환경에서 가장 취약하기 때문에 진동 시험에 대한 안정성 확인은 반드시 필요하다. 이 연구는 FPC 광학계와 유사한 크기의 LiF 시편으로 진동시험을 수행하기 위해서 설계된 형상을 소개하고, 진동 시험의 과정을 소개한다. 진동 시험 전후에 기본적인 육안 검사와 광학적 성능 검사를 통해서 SPICA 탑재가능 여부를 판단하게 되며 렌즈의 지지 방식도 함께 검증할 수 있을 것으로 기대된다.

[P-24] Highly efficient polarization beam splitting device for next generation photonic integrated circuits

Jong-Moon Park¹, Sun-Goo Lee², Seonghui Kim¹, Dai-Ho Ko¹, Young-Chun Youk¹, Dae-Jun Jung¹, Su-Yeong Chang¹, Jeong-Heum Yeon¹, Eung-Shik Lee¹, Deog-Gyu Lee¹, Seung-Hoon Lee¹

¹Korea Aerospace Research Institute, Korea

²Advanced Photonics Research Institute, GIST, Korea

Photonic crystals are now widely recognized as the most promising building blocks for the realization of compact and highly functional photonic integrated circuits. Since photonic crystals are highly sensitive to the polarization of light, a variety of polarization beam splitters based on photonic crystals have been proposed. In this study, we present the numerical design and analysis of a novel high-efficiency polarization beam splitter based on a self-collimating photonic crystal with the common antireflection coatings for both TE and TM polarizations applied at the input and output ends. It is shown that the primary transmissions (the extinction ratios) exceeding 94% (24.88 dB) for TE and 92% (17.87 dB) for TM polarization output channels are achieved through the proposed photonic crystal polarization beam splitter.

[P-25] 탑재카메라의 효율적 운영을 위한 최적화 제어로직 설계

박종익, 공종필, 김영선, 용상순
한국항공우주연구원

이 논문에서는 고해상도의 영상정보 획득을 목적으로 위성에 탑재된 탑재카메라의 효율적인 운영을 위한 카메라제어부 설계에 반영될 제어로직에 대해 기술하였다. 탑재카메라는 버스에 장착되어 정해진 미션 및 실시간 명령에 의해 원하는 시간에 정확한 위치에서 최고의 영상정보 획득을 기본 목표로 설계되며 이러한 임무의 성공을 위하여 버스와 인터페이스 및 카메라 제어를 담당하는 제어로직의 설계에 높은 신뢰성 및 동작의 효율성이 요구된다. 고해상도 영상정보의 영상품질 향상을 위해서는 온보드에서의 영상 보정 작업이 요구되며 이를 위한 다수 보정데이터의 관리 및 운영을 위한 메모리 제어로직의 설계 또한 주요 요구조건으로 반영된다. 탑재카메라의 경우, 대용량의 영상정보 전송과 온보드에서 사용되는 각종 데이터의 송, 수신은 매우 중요하지만, 탑재 운영의 특성을 고려하면 데이터 전송의 한계가 존재한다. 이를 보완하기 위해 영상 및 일반 데이터의 압축 전송 기술이 사용될 수 있으며, 압축 알고리즘의 구현 및 해당 데이터의 전송, 관리에 세심한 주의가 요구된다. 이 논문에서는 원활한 미션 수행을 위한 최적의 탑재카메라 제어로직 설계에 대하여 제안하였고, 실제 시스템에 구현하기 위한 방법 등을 분석, 기술하였다.

[P-26] 다기능 카메라용 평면 센서의 기능별 시험 환경 분석

박종익, 공종필, 김영선, 용상순
한국항공우주연구원

다양한 용도에 사용될 수 있는 다기능 카메라의 설계 및 제작에 기본적으로 사용되는 평면 센서는 센서의 제작 특성에 따라 여러가지 기능을 제공한다. 센서에서 제공하는 기능에 따라 최적의 용도에 맞게 설계, 제작된 다목적 카메라는 요구된 기능의 구현과 이를 정확하게 시험하기 위한 시험 환경 및 방법에 대한 충분한 분석이 요구된다. 일반적으로 사용되는 평면 센서에는 설계 제작 및 운용이 비교적 간단한 CMOS센서가 주로 사용된다. 고유한 센서의 제작 특성에 따라 평면 센서는 1D, 2D 모드의 영상 획득 기능, 센서의 특정 선택 수광부의 영상정보 획득 기능, 셔터 방식에 따라 롤링 및 글로벌셔터의 동작 선택 기능 등이 제공될 수 있다. 제작된 다기능 카메라의 경우, 각각의 기능시험에 적당한 시험 셋업이 요구되며, 카메라의 성능 분석을 위한 시험 셋업 및 환경시험 셋업 등이 추가로 요구되고, 실제 사용에 앞서 야외 시험 등을 통해 카메라의 최종 확인시험이 진행된다. 이 논문에서는 다기능의 평면 센서를 사용하여 설계, 제작된 카메라의 기능 및 성능 확인을 위한 다양한 시험 셋업 및 시험 방법 등에 대하여 기술하였고, 효과적인 시험 진행을 위한 요구 조건 분석 및 수행 방안에 대해 서술하였다.

[P-27] 차세대소형위성 1호(NEXTSat-1)의 Instrument for the Study of Space Storms (ISSS) 개발

손종대^{1,2}, 이준찬², 서용명³, 오수연¹, 이유¹, 민경욱², 이대영⁴, 선종호³, 신구환⁵, 이상현⁵
¹충남대학교 천문우주학과, ²한국과학기술원, 물리학과,
³경희대학교 우주탐사학과, ⁴충북대학교 천문우주학과,
⁵한국과학기술원 인공위성센터

2016년 발사 예정인 차세대 소형위성 1호의 Instrument for the Study of Space Storms(ISSS)는 우주폭풍연구에 필요한 물리량 획득을 위한 과학탐체제로 우주방사선측정기(Space Radiation Detector)와 우주플라즈마측정기(Space Plasma Detector)가 있다. 우주 방사선 측정기는 수 십에서 수 백 keV 대역의 전자와 이온을 측정하는 Medium Energy Particle Detector(MEPD)와 수 백 keV에서 1MeV 대역의 전자 측정 및 10MeV 이상의 양성자를 측정하는 High Energy Particle Detector(HEPD)로 구성된다. 우주 플라즈마 측정기는 이온층의 열적 전자 밀도와 온도를 측정하는 Langmuir Probe(LP), 이온층의 열적 이온 밀도와 온도를 측정하는 Retarding Potential Analyzer(RPA)와 이온층 이온의 표류운동을 측정하는 Ion Drift Meter(IDM)으로 구성되어 있다. 개발하는 탐체체는 저궤도에서 방사선 폭풍과 이온층 폭풍을 관측하여 그 발생기작을 이해하려는 목적으로 제작하며, 이 연구에서는 ISSS의 전반적인 개발 내용을 소개한다.

[P-28] 저궤도 관측용 다중 카메라 영상 처리 및 보정장치 개발

신상윤, 용상순
한국항공우주연구원

저궤도 관측용 다중 카메라를 통해 고해상도 위성을 제공할 수 있으며, 지도 제작이나 환경, 농업, 해양 지역 모니터링 등의 목적으로 사용될 수 있다. 특히 항공촬영 및 지구 관측을 통해 수치표고모델(DEM) 추출을 함으로써 촬영지역의 고도정보를 포함하는 입체영상을 얻는데 유용하다. 또한, 달 관측을 위한 관측위성에 장착할 경우 달 표면의 지형을 정밀하게 얻어내어 달 표면 고도 지형 지도제작 및 향후 달 탐사선을 통한 달 탐사 시 탐사 지역 선정에 필요한 정보를 제공할 수 있다. 다중 카메라를 포함한 탑재체 시스템은 크게 광학부와 카메라 전자부로 구성된다. 광학부에서는 입체촬영 및 줌인이 가능한 광학계를 제공하며, 카메라 전자부에서는 광학계를 통해 검출기로 입사되는 빛에너지를 전자신호로 변환하고, 이를 카메라 전자부 영상출력 형식으로 변환하게 된다. 특히, 다중카메라를 각각 제어하기 위한 정밀제어로직, 다양한 촬영 지원 모드, 다중카메라 영상자료 및 영상처리를 위한 추가적인 영상정보를 제공한다. 이 논문에서는 저궤도 관측용 다중 카메라를 이용해 획득한 항공영상을 사용자의 목적에 맞게 처리 및 보정하여 스테레오 영상을 복원 방법을 제안한다. 특히 이 논문에서는 3차원 지형복원을 위해 먼저 비행경로에 따른 영상을 분류하고 촬영조건에 따른 영상획득 환경에 의한 파라미터 요소 및 카메라 특성 파라미터들을 사용하여 3차원영상 모델링을 수행하게 된다. 다중카메라 영상을 기반으로 제한적인 파라미터 정보를 이용하여 스테레오영상을 복원하기 위한 모델링 기법 및 활용방법을 기술하였고, 이를 검증하는 방법에 대하여 서술하였다. 또한, 최종결과물을 검증하는 방법을 제시한다.

[P-29] 태양고도각의 변화를 고려한 해양관측위성 2호 전구관측 최적 운영 시나리오 연구

안기범^{1,2,3}, 오은송¹, 조성익^{1,2,3}, 박영제¹, 유주형¹
¹한국해양과학기술원 해양위성센터
²연세대학교 천문우주학과 우주광학연구소
³연세대학교 우주과학연구소

탐체제 및 위성 개발에 있어 효율적이고 체계적인 관측임무 수행을 위해서는 사용자가 원하는 관측임무 및 위성과 관측 대상의 상황에 맞는 운영개념(Concept of Operations, ConOps) 연구가 반드시 필요하다. 현재 한국해양과학기술원 해양위성센터에서 주관운영을 수행하고 있는 천리안 해양관측위성(Geostationary Ocean Color Imager, GOCI)의 임무를 계승하기 위하여, 2018년 발사를 목적으로 해양관측위성 2호(GOCI-II, 정지궤도복합위성 해양탐체제)의 개발이 진행되고 있다. 한반도를 중심으로 한 지역관측 기능만 보유한 천리안 해양관측위성과 달리, 해양관측위성 2호는 사용자가 원하는 다양한 관측영역에 대한 지역관측(Local Area, LA) 뿐만 아니라, 전구관측(Full Disk, FD)까지 가능하도록 개발될 예정이다. 해양관측위성 2호의 신규 임무인 전구관측을 통해 유의미한 정량적 결과를 얻기 위해서는 높은 태양고도각을 유지하기 위하여 태양의 움직임에 따라 동(East)에서 서(West)로의 슬롯 이동을 통한 관측이 요구된다. 전

구관측은 검출기의 종류에 따라 약 200 ~ 800 여개의 슬롯을 촬영해야 될 것으로 예상되는데, 이와 같이 태양의 움직임에 따라 슬롯을 촬영하게 되면 태양반사(Sun-glint)에 의한 영향이 다수의 슬롯에서 발생될 것으로 예상된다. 따라서 이 연구에서는 운영설계 단계에서 태양반사의 발생요인인 태양고도각의 변화를 고려한 최적의 해양관측위성 2호 전구관측 운영 시나리오를 도출하고자 한다.

[P-30] 대구경 시준기 불용광 차단 배플 설계

연정흙¹, 김성희¹, 박종문¹, 이덕규¹, 이승훈²

¹한국항공우주연구원 탑재체광학팀

²한국항공우주연구원 위성탑재체실

대구경 우주용 광학 카메라의 조립, 정렬 및 성능시험을 위해서는 대구경 시준기가 필요하다. 시준기는 지상시험지원장비 이기는 하나, 우주용 카메라의 열진공시험을 위해서 열진공 적합성이 보장되어야 한다. 시준기의 초점면 광원의 다중반사에 의한 불용광은 카메라 성능시험의 오차요인으로 작용한다. 이 연구에서는 대구경 시준기 불용광 차단을 위한 배플설계에 대하여 기술하였다. 주반사경과 부반사경으로 구성된 대구경 시준기에 대하여 불용광해석을 통하여 주요 불용광 경로를 분석하고 이를 차단하기 위한 배플 설계를 수행하였다. 주된 불용광 차단을 위해서는 주반사경 중앙홀 부위에 배플을 장착해야 한다. 이로인해 배플에 요구되는 규격을 도출하였고, 이에 따라 복합소재의 배플 설계를 수행하였다. 또한 배플의 기계적 장착에 의한 시준기의 성능영향 분석도 수행되었다.

[P-31] 저반사 평면거울을 이용한 미세신호 광학계 파면오차 측정

육영춘, 김성희, 정대준, 박종문, 고대호, 장수영,
연정흙, 이응식, 이덕규

한국항공우주연구원 탑재체광학팀

광학탑재체의 측정 및 정렬에는 반사율이 높은 평면거울을 이용하여 여러 반사경들을 순차적으로 정확하게 측정, 정렬한다. 이때 사용되는 평면거울은 일반적으로 알루미늄 코팅 처리가 되어 있어 사용되는 파장영역에서 96% 이상의 반사율을 보장한다. 코팅 되기 전의 평면거울은 광학성능이 좋지만 반사율이 4% 정도여서 광학계의 성능을 측정하거나 정렬하는데 사용상의 제약이 따른다. 이 논문에서는 4% 저반사율을 지닌 평면거울을 사용하여 광학계 성능측정하는 방법에 대해 소개하고, 저반사 평면거울을 사용함으로써 나타나는 문제점들과 이를 극복하는 방법에 대해 다루고자 한다.

[P-32] Space Plasma Detector(SPD) of ISSS

이준찬, 민경욱, 함종욱

한국과학기술원 물리학과 우주과학실험실

2016년 발사 예정인 차세대 소형 위성에 탑재되는 과학 탑재체인 Instrument for the Study of Space Storms(ISSS)의 우주플라즈마 검출기(Space Plasma Detector, SPD)는 Langmuir

Probe(LP), Retarding Potential Analyzer(RPA), Ion Drift Meter(IDM)로 구성 되어 제작될 예정이다. LP는 이온층의 열전자 특성인 전자 밀도와 전자 온도를 측정하는 탑재체로 나로 과학위성에 탑재된 LP를 기반을 기반으로 향상된 resolution을 가지도록 설계되며, 전자 온도는 0.05~5eV, 전자 밀도는 103~106/cm³, 부동 전위는 최대 50V까지 측정할 수 있도록 제작할 예정이다. RPA와 IDM은 위성의 진행방향과 나란하게 탑재되어, 이온의 열적 밀도와 온도, 이온의 drift velocity를 측정하는 탑재체로서, RPA는 103~106/cm³의 밀도, 500K~1000K의 온도범위의 목표 사양을 가지도록 하며, IDM은 cross track은 0~2km/s, ram 방향으로 0~2km/s의 목표 사양을 가지도록 제작할 예정이다. 위의 세 plasma detector는 태양활동과 지구이온층의 변화에 관한 연구에 좋은 자료를 제공할 것이며, 특히 RPA와 IDM은 국내 위성에는 최초로 탑재되는 것으로 개발 기술 확보에도 커다란 의미를 가지고 있다.

[P-33] 차세대소형위성 1호(NEXTSat-1)의 Instrument for the Study of Space Storms에 탑재될 High Energy Particle Detector의 개념설계

조경복¹, 손종대^{1,2}, 오수연¹, 이유¹, 민경욱², 이대영³, 선종호⁴, 신구환⁵, 이상현⁵

¹충남대학교 천문우주학과, ²한국과학기술원 물리학과,

³충북대학교 천문우주학과, ⁴경희대학교 우주탐사학과,

⁵한국과학기술원 인공위성센터

2016년에 발사할 예정인 차세대 소형위성(Next Generation Small Satellite; NEXTSat) 1호의 탑재체로 우주폭풍 과학 장비(Instrument for the Study of Space Storms; ISSS)는 저궤도에 방사전 폭풍과 이온층 폭풍을 관측하여 그 발생기작을 이해하려는 목적으로 개발 중이다. ISSS에 탑재될 장비 중에서 우주방사전 측정기(Space Radiation Detector)는 수 십에서 수 백 keV 대역의 전자와 이온을 측정하는 Medium Energy Particle Detector(MEPD)와 수 백 keV에서 1MeV 대역의 전자 측정 및 10MeV 이상의 양성자를 측정하는 High Energy Particle Detector(HEPD)로 구성된다. HEPD의 전자 및 양성자 측정 채널을 결정하기 위해 GEometry And Tracking 4(GEANT4) Tool을 사용하여 최적의 관측사양을 논의 중에 있다. 이 연구는 전산모사를 통해 전자 및 양성자의 채널을 결정하고 HEPD의 개념설계를 소개한다. 설계된 HEPD는 고에너지 전자(relativistic electron) 및 양성자(energetic proton)를 측정함으로써 태양기원의 고에너지 입자의 지구 방사선대(radiation belt)에서의 포획(capture) 및 소멸(decline)에 대한 이해를 증진시킬 수 있게 할 것이다.

[P-34] 정지궤도 해양관측 광학탑재체의 궤도상 복사성능 모니터링

조성익^{1,2}, 오은송¹, 안기범^{1,2,3}, 박영제¹, 유주형¹

¹한국해양과학기술원 해양위성센터

²연세대학교 천문우주학과 우주광학연구실

³연세대학교 우주과학연구소

지난 2010년 6월 발사 이후 약 3년이 지난 현재까지 충실히 궤도상 임무를 수행하고 있는 세계 최초의 '정지궤도' 해양관측위성인 천리안위성 해양탐색체(Geostationary Ocean Color Imager, GOCI)는 현재 해양탐색체 개발 주관부처인 해양수산부 산하 한국해양과학기술원 해양위성센터에서 주관운영을 수행하고 있다. 이 연구에서는 GOCI의 정규운영이 시작된 지난 2011년부터 2년 동안 태양광확산기를 이용한 궤도상 복사보정을 통한 GOCI의 복사 성능 변화를 모니터링하였다. 그 결과, 2012년의 복사이득 변화 추세가 2011년의 그것과 유사한 형태의 연주기성을 가짐을 확인함으로써, GOCI 복사이득의 연주기성이 태양광 확산기의 태양 방위입사각별 투과율 변화에 따른 복사 이득 변화의 연주기성의 사실 여부를 재확인할 수 있었다. 아울러, 태양광확산기의 특성을 보정함으로써, 실제 GOCI 광학탐색체의 궤도상 복사성능 변화가 연평균 1% 수준임을 확인할 수 있었다. 이 연구에서 개발된 정규 복사보정 알고리즘의 개선방안은 2018년 발사 예정으로 현재 개발이 진행되고 있는 해양관측위성 2호, 정지궤도복합위성 해양탐색체의 궤도상 복사보정 시스템 설계에 반영할 계획이다.

■ 발사체 ■

[P-35] 액체로켓 발사대 운용 중 고압가스 품질관리를 위한 가스내 수분함량 분석법 소개

강선일, 남중원
한국항공우주연구원

액체로켓은 탱크가압, 밸브 조작, 배관내 공기 제거를 위한 퍼지, 인터탱크 및 엔진 주위 불활성 가스 환경 조성 등 다양한 목적으로 가스를 사용하게 된다. KSLV-1 나로호의 발사를 목적으로 구축된 나로우주센터 발사대시스템에서는 추진제 이외에도 고압질소, 고압헬륨, 고압 공기 등이 발사체 운영 및 발사대시스템 자체 운영 목적으로 사용된다. 발사대시스템의 안전하고 높은 신뢰성을 가진 발사대 운용을 위해서 적절한 가스 품질관리가 매우 중요한 공정의 하나이다. 적절한 가스 품질관리를 위해서는 공급되는 가스의 상태를 정확히 측정하는 것이 선행되어야 하는데, 나로우주센터의 발사대시스템에서는 가스의 자체 성분 및 이물질 함량을 확인하기 위한 순도분석(Purity Analysis), 수분함량 분석(Water Contents Analysis), 이물질의 크기 및 무게 분석(Particle Size and Mass Analysis), 오일 함량 분석(Oil Contents Analysis)의 네가지 분석을 주로 수행한다. 이 중 가장 기본이 되는 분석으로 공급되는 가스의 수분 함량을 분석하는 것은 가장 먼저 분석을 수행하는 항목으로, 분석의 기본이 되는 항목이다. 통상적으로 대부분의 가스는 자연적으로 일정량 이상의 수분을 함유하게 된다. 이러한 자연적 혹은 외부 환경으로 인해 함유되는 수분은 그 자체로 가스의 순도를 떨어뜨리는 불순물이 됨은 물론, 사용 조건(주로 온도, 압력)의 변화에 따라 쉽게 고체-액체-기체로 상태가 변화하며 부식 등 여러 문제를 일으킬 수 있다. 특히 발사체의 경우 초저온 및 초고압 환경에서 운용되기 때문에 가스 내 수분이 응결하며 고체화 되거나 액체 산소와 반응할 경우 엔진이 폭발하는 원인이 될 수 있어 그 함

량을 엄격히 규제하고 있다. 이러한 이유로 가스 내 수분 함량을 정확히 분석하는 방법에 대해 많은 연구가 있었으며, 다양한 분석법 및 기자재가 사용되고 있다. 그 중 이 논문에서는 비교적 간단하며 정확하게 수분 함량을 분석하는 방법으로 널리 알려진 패러데이의 원리를 이용하여 오산화인(P2O5)이 물 입자와 반응하며 발생하는 전류의 크기를 계측함으로써 수분 함량을 측정하는 방법을 소개하고 있다. 오산화인을 이용한 수분함량 계측법은 널리 알려진 패러데이의 원리(Faraday's Law)에 기반하는 계측법으로, 오산화인이 도포된 측정용 셀에 전류를 가하고, 이것이 수분에 노출될 경우 발생하는 전하량을 측정하여 수분 함량을 측정하는 방식이다.

$$I = K_f FC + (e + B)$$

(I = Current, K_f = Faraday's Constant, F = Mass Flow, C = Moisture Content of Gas, e = Electrolytic Background Current, B = Recombination Current) 해당 방식은 나로우주센터 발사대시스템에 적용되어 약 7년간 사용되었으며 총 3회의 발사운행을 통해 적절성이 검증된 바 있다.

[P-36] KSLV-I 3차 비행시험을 통한 상단 배터리 성능 분석

김명환, 임유철, 황수철, 마근수
한국항공우주연구원

KSLV-I 상단 배터리는 중량에너지밀도가 높은 리튬이온 배터리 셀을 사용하여 제작하였으며, 각각의 공급 부하특성에 따라 전장 배터리, 기동배터리, TVC배터리, FTS배터리로 구분된다. 각 배터리 모듈은 요구된 에너지 용량에 따라 리튬이온 셀을 직·병렬로 구성하여 필요한 전력을 공급하도록 설계되었다. 3차 비행시험에 사용된 배터리들은 2009년, 2010년에 있었던 두 차례의 비행시험이 실패함에 따라 제작 후 장기간 보관 상태에 있었다. 장기 미사용에 따른 성능저하 및 발사 적합성을 검증하기 위해 충·방전을 통한 용량 확인과 비행시퀀스 시험을 통한 미션 수행 성능을 검증받은 후 발사체에 탑재되었다. 이 논문에서는 제작된 배터리들의 설계 및 특성에 대해 먼저 소개한 후, 발사 전 배터리 성능검증 결과를 보이며, 2013년 1월 말에 실시된 KSLV-I 3차 비행시험 데이터 분석을 통해 제작된 상단 탑재 배터리가 미션 요구 전력 용량을 충족시킴을 보인다.

[P-37] 대형 발사체의 이송조건 검토

김용욱, 조기주, 이정호, 김상현, 오승협
한국항공우주연구원

발사체의 각 단(stage) 또는 조립체는 주변 환경에 민감하고 중요한 부품들로 구성되어 있으며 대형 구조물이라 이송 시 주의를 기울여야 하며 요구조건 또한 까다롭다. 이 논문에서는 나로호 1단의 이송 요구조건과 실제 이송결과를 제시하였으며, 향후 개발 예정인 발사체 개발에 이를 활용하고자 한다. 러시아에서 제작된 나로호 1단은 항공운송, 육상운송 및 해상운송의 3단계를 거쳐 최종적으로 나로우주센터 내 조립동에 도착하게 된다. 항공운송을 위해 특수 제작된 운송장치(ATU)에 안착하여 특수하

물기 편으로 김해 공항에 도착한 1단은 육로를 통해 부산항으로 이송하였다. 육상이송은 이송장치를 건인트럭에 연결하여 저속(10km/h 이하)으로 수행하게 되며, 이송장치의 경우 도로 사정에 따라 높이를 조절할 수 있게 되어 있다. 바지선에 선적하여 고정된 1단은 예인선을 이용하여 연근해로 평균 12km/h의 속도로 해상이송을 하여 우주센터 선착장에 도착하게 된다.

[P-38] 한국형 발사체 페어링 스킨의 복합재 적층에 따른 구조해석

남기원, 공철원, 장영순
한국항공우주연구원

한국형 발사체 페어링은 길이 약 8m, 최대폭 3.05m의 Hammer Head 형태의 구조이다. 그리고 페어링 스킨은 carbon/epoxy 면재와 알루미늄 허니콤 코어의 샌드위치 구조로 이루어져 있다. 따라서 적층의 변화에 따라 최대 응력 및 취약부분이 변하게 된다. 이 논문에서는 한국형 발사체 페어링 복합재 외피 적층에 따른 구조해석 결과를 적층별, 하중별로 비교·분석하였다. 그리고 구조해석 결과와 음향하중 저감 성능을 고려하여 최적의 적층각을 결정 한 후 컷아웃에 존재 여부에 따른 응력변화도 비교·분석 하였다.

[P-39] 나로호(KSLV-I) 발사관제시스템 엔지니어링 워크스테이션 구축 및 운용

문경록, 안재철, 장종태, 정일형, 라승호
한국항공우주연구원

다수의 제어대상에 대한 장기 운용이 필요한 제어시스템의 경우 엔지니어링 워크스테이션(EWS)을 구축하여 시스템을 관리할 수 있도록 설계한다. 따라서 제어시스템 관리자는 EWS를 통하여 시스템 전반에 대한 진단, 점검 및 긴급 조치 등을 수행함으로써 비상상황에 대처할 수 있다. 나로호(KSLV-I) 발사관제시스템은 지상 발사 운용을 총괄하는 제어시스템으로 발사장의 중앙공용동(CB) 및 발사동(LB), 발사관제소(LCC)에 설치되며 발사체 및 발사대에 대한 장시간의 사전 점검, 각종 시험 및 발사운용 등을 수행한다. 특히 LCC는 발사대에서 직선거리로 약 3 Km 떨어진 발사통제동(MCC)에 위치하며 다수의 운용자 워크스테이션이 설치된다. LCC에 위치하는 발사관제시스템의 운용자 워크스테이션(AWS)은 발사장에 위치한 발사체 및 발사대시스템에 대한 상태 측정 및 원격 제어 등의 임무를 수행하도록 설계되었다. 나로호(KSLV-I) 발사관제시스템의 경우도 EWS를 설계 및 구축, 운용하여 시스템 자체 점검, 진단 및 상태 모니터링 등을 담당하도록 개발하였으며 세 차례에 걸친 발사운용을 통하여 성능을 검증하였다. 이 논문에서는 발사관제시스템 즉, 1단 발사준비 제어시스템 및 지상장비 제어시스템에 구축된 EWS의 구성과 기능, 역할 그리고 나로호 발사운용 기간 중 수행한 상태 점검 결과 등을 소개하였다.

[P-40] 발사체 시나리오에서 PLL 루프필터의 대역폭에 따른 GPS 수신기의 성능 분석

문지현, 권병문, 신용철, 최형돈

한국항공우주연구원 발사체기술연구소 발사체제어팀

발사체용 GPS 수신기는 일반적으로 지상에서 사용되는 GPS 수신기와 다른 사용 환경에 노출된다. 발사체의 발사 및 비행 시 발생하는 충격, 진동, 열환경, 진공 및 전자기파와 같은 가혹한 비행환경과 초고속, 고가속, 고저크와 같은 비행 동특성 환경은 발사체용 탑재물의 설계 및 제작 시 고려해야 할 중요한 사항이다. 특히 GPS 수신기의 신호 추적루프는 설계 형태에 따라 비행 동특성 환경에서의 동작이 결정되며, 불안정한 설계 시 신호 추적을 놓치거나 항법오차가 증가하는 성능저하가 발생할 수 있다. 따라서 발사체용 GPS 수신기를 위한 적절한 신호 추적루프를 선정하기 위하여 다양한 형태의 추적루프에 대한 시험 및 검증이 수행되어야 한다. 이 논문에서는 Phase-Locked Loop(PLL) 루프필터의 다양한 대역폭에 따른 GPS 수신기의 성능 비교를 수행한다. Frequency-Locked Loop(FLL)과 비교하여 동특성 환경에 취약한 것으로 알려져 있는 PLL 루프필터는 대역폭이 작게 설정된 경우 신호추적을 놓치는 현상이 발생하였다.

[P-41] 75톤급 액체로켓엔진용 터보펌프 제작현황

박민주¹, 전성민¹, 김진한¹, 문상득²

¹한국항공우주연구원, ²(주)삼성테크윈

이 논문에서는 한국형발사체(KSLV-II) 1단 및 2단에 사용되는 75톤급 액체로켓엔진용 터보펌프의 제작현황에 대하여 기술하였다. 75톤급 터보펌프 제작은 터보엔진에 대한 개발경험과 양산능력을 보유하고 있는 (주)삼성테크윈에서 수행되었다. 제작 항목으로는 75톤급 터보펌프(산화제펌프, 연료펌프, 터빈), 터보펌프용 연료펌프 일체형 주조 입구케이싱이 있고 터빈로터 후가공공정에 대한 개발도 이루어지고 있다. 75톤급 터보펌프 제작시의 여러 차례 시행착오 및 경험을 살려 한국형발사체(KSLV-II) 3단에 사용될 7톤급 터보펌프의 개발에도 활용하고자 한다.

[P-42] 가스발생기 사이클 액체로켓 엔진에서의 시동과정에서 발생하는 물리적 현상의 이해

박순영, 이은석

한국항공우주연구원

이 논문에서는 해외사례를 통해 가스발생기 사이클 액체로켓 엔진의 시동과정에서 발생하는 다양한 물리적인 현상과 이들을 고려한 시동 시퀀스 선정 방법에 대하여 검토하였다. 한국형발사체 개발사업(KSLV-II)에 적용될 액체로켓 엔진의 경우 신뢰성과 개발 난이도를 고려하여 가스발생기 사이클 형태로 결정되었으며, Saturn 발사체의 H-1이나 Titan-IV 발사체 LR91-AJ-11 엔진 등이 이에 해당한다. 엔진 개발을 위한 기초 단계로서 시동 과정에서 발생하는 연소기의 점화과정과 가스발생기나 터보펌프 등의 시동 특성들과 이 과정에서 이들 구성품들의 상호 연계로 인한 물리적인 현상들에 대해서 우리 엔진과 유사한 해외 엔진의 공개된 시험자료들과 1차원 수치해석 결과를 통해 비교 검토하였다. 특히, 액체산소를 산화제로 사용하는 경우 기화로 인한 초기 점화 지연 현상이나, 재생냉각에 추진제가 채워지는 과정에서

급격한 유량 증가로 인한 펌프 양정의 변화 등에 대한 사례를 확인할 수 있었다. 결국, 이로부터 안정적인 시동을 위한 사이클로그래프 구성의 중요성과 기준에 개발된 수치해석 모델의 가능성과 그 한계를 살펴보고 있다. 향후 한국형발사체용 엔진 개발 과정에서 이러한 시동 과정에서의 다양한 물리적인 현상에 대한 이해를 바탕으로 개발 시험 로직을 결정할 수 있으며, 불필요한 시험이나 위험 요소를 사전에 제거할 수 있을 것으로 판단된다.

[P-43] 한국형발사체(KSLV-II) 개발사업의 효율적 관리를 위한 기술성능척도(TPMs) 적용방안 연구

서건수, 홍일희
한국항공우주연구원

한국형발사체(KSLV-II) 개발사업은 대형복합시스템 사업이며, 장기간에 걸쳐 막대한 비용이 투입되어 개발이 진행되는 사업이다. 따라서 KSLV-II 개발사업은 사업적, 기술적 측면의 불확실성과 위험 등이 존재하며, 이를 적절히 통제하지 못하면 비용상승, 일정 지연 및 기술성능 요구조건 등의 불만족을 초래한다. 이러한 관점에서 볼 때, KSLV-II 개발사업은 개발사업의 초기단계에서부터 일정, 비용, 기술성능 및 위험관리 등을 위한 통합적 사업관리시스템 구축 및 운용이 개발사업 성공의 주요관건이라고 할 수 있다. 사업관리시스템은 일정, 비용, 기술성능, 위험 등을 통합관리 할 수 있도록 각 관리요소가 상호 연계된 형태로 구축되어야 한다. 특히, 발사체 개발사업과 같은 대형복합시스템사업의 사업관리시스템은 일정 및 비용관리를 위한 성과관리시스템(EVMS)과 사업적, 기술적 위험 및 현안(Issues) 등을 관리하기 위한 위험관리시스템(RMS), 임무 요구조건을 만족시키기 위해 필요한 기술적 솔루션 및 관련 위험 등을 관리하기 위한 기술성능관리시스템(TPMS) 등으로 구성된 통합적인 사업관리시스템을 구축할 필요가 있다. KSLV-II 개발사업의 통합사업관리시스템 중 하나인 TPMS는 현재 구축 중에 있으며, 이러한 시스템의 체계적이고, 효율적인 구축을 위해서는 무엇보다 발사체 개발에 필요한 기술성능 측정 및 척도에 대한 기본적인 이해가 무엇보다 필요하다. 이 연구에서는 현재 구축 예정인 TPMS 적용에 필요한 기술성능척도(TPM)의 선정 및 측정방법 그리고 선정 및 측정된 TPM의 적용 및 운용 방안을 제시하고자 한다.

[P-44] 세계 우주발사체 기술개발 동향 분석

유일상, 조동현, 홍일희
한국항공우주연구원

최근 세계 각국은 국가 안보, 국민 삶의 질 향상 등 국가 발전을 위한 중점 분야로 우주개발을 추진하는 신(新) 우주개발 경쟁시대에 돌입하였다. 각국 정부는 국가의 미래 성장동력으로서 우주활동에 대한 투자를 지속적으로 하고 있고, 또한 많은 민간 산업체는 유용한 우주 제품과 서비스 분야에 대한 상업적인 활동을 증가시키고 있다. 우주발사체는 우주 접근을 위한 유일한 수단으로서 우주활동의 필수불가결한 토대이며, 우주선진국은 이미 성숙된 우주발사체 기술을 토대로 우주개발을 확대하고 있다. 이 연구는 최근 5년간(2008년~2012년)간의 세계 우주운송 동향과

2012년 우주발사체의 발사 현황 및 주요 발사체를 분석하였다. 또한 주요 우주개발국의 개발 동향과 함께 새로운 발사체 개발 계획을 분석하였다. 이러한 분석 결과는 향후 국내 우주발사체 분야의 연구개발 방향을 수립하는 데 도움이 될 것이다.

[P-45] 액체로켓엔진 터보펌프에서 IPS 부위 케이싱 형상에 따른 열전달 해석

윤석환, 전성민, 김진한
한국항공우주연구원

케로신을 연료로 사용하는 액체로켓엔진 터보펌프 구성요소 중 Inter Propellant Seal(IPS) 부위는 극저온 산화제펌프와 상온 연료펌프가 연결되는 곳으로서 두 추진체의 혼합을 방지해야 할 뿐만 아니라 열전달 또한 최대한 차단해야 한다. 해당 부위의 열전달이 활발히 일어나면 엔진 시동 전 산화제펌프 주요 부분의 온도를 극저온으로 만들어주는 예냉(chilldown) 단계에서 산화제펌프와 인접한 연료펌프의 전방 베어링에 결빙이 발생하여 시동 시 베어링의 손상 및 회전체의 사고를 유발할 수 있다. 이 연구에서는 이러한 열전달을 최대한 차단하기 위하여 다양한 케이싱의 형상과 전도 및 대류 열전달 조건을 검토하여 유한요소 열전달 해석을 수행하였다. 케이싱 및 단열재의 형상 인자를 추출하여 친이 열전달 해석을 수행하였으며, 내부 및 외부 대류 조건의 변화에 따른 연료펌프 전방 베어링의 시간별 온도 변화 이력을 조사하였다. 이러한 결과를 참조하여 연료펌프 전방 베어링의 목표 수명 온도에 따른 적절한 케이싱 형상 조건 및 외부 대류 조건을 조합하여 사용할 수 있도록 하는 기반을 마련하였으며, 사용 케로신의 빙점에 맞추어 예냉 단계에서 신뢰성 있는 결빙 방지에 도움이 될 수 있도록 하였다.

[P-46] 한국형발사체 탑재장비 시뮬레이터 개발을 위한 테스트베드 설계

윤원주, 서진호, 정의승
한국항공우주연구원

우주발사체 탑재장비 시뮬레이터는 우주발사체에 탑재되는 전자박스의 기능을 모사하는 지상 지원 장비로써 발사체 없이 발사관제시스템의 개발 및 검증과 발사 운용 연습을 가능하게 한다. 2013년 1월 30일에 발사 성공한 나로호의 경우에도 National Instruments사의 PXI 시스템을 이용하여 탑재장비 시뮬레이터를 개발하여 활용되었다. 이 논문에서는 한국형발사체 탑재장비 시뮬레이터의 개발을 위해 설계한 테스트베드에 대해 기술한다. 시뮬레이터 테스트베드는 범용성을 가지도록 CPCI backplane 기반 H/W 시스템을 활용하고 높은 시스템 안정성 제공 및 실시간 모사 기능 처리를 위해 실시간 운영체제 S/W를 탑재하도록 설계하였다. 설계에 따라 구축되는 시뮬레이터 테스트베드는 향후 실제 한국형발사체 탑재장비 시뮬레이터의 설계 및 개발 단계에서 개발 타당성 검증 및 개발 방향 설정에 활용 가능할 것이다.

[P-47] 초음속 디퓨저를 이용한 추진기관 연소시험에서 추력측정 방법

이정호, 김용욱, 김상현, 오승협
한국항공우주연구원

이 논문에서는 디퓨저를 이용하여 상단 추진기관의 고공환경모사 시험을 수행하는 경우에 있어 추력을 측정하는 방법을 제시하고 그 시험 결과를 검토하였다. 상단 추진기관에 적용되는 킥모터의 성능검증을 위한 지상연소시험 설비를 구축하였으며, 2회의 고공 모사시험을 수행하여 디퓨저 및 추력측정시스템을 검증하였다. 시험에 적용한 추력측정 방식은 1축 수평형 방식으로, 추진기관 노즐 후단에 디퓨저가 연결되는 방식의 특성상 추진기관의 전후단의 압력차로 인해 시험 시 추력의 작용방향이 수차례 변할 수 있으며, 이를 대비하여 인장과 압축 양방향 측정이 가능한 로드셀을 적용하였다. 모멘트 등의 영향을 줄이고 정확한 계측을 위해 유니버설 플렉서를 로드셀 전후단에 장착하였다. 디퓨저 자체에서 발생되는 추력이 상당히 크다는 것을 실험 결과로부터 알 수 있었다. 또한 시험을 통해 추진기관과 디퓨저의 연결 방법 및 진공 챔버 압력에 따라 음의 추력값이 측정됨을 확인 할 수 있었다.

[P-48] 소형위성발사체(나로호)의 종합인증시험 및 비행시험 수행 overview

임석희, 정영석, 조규식, 오승협, 장영순, 정의승
한국항공우주연구원

이 자료는 소형위성발사체(KSLV-I, 나로호)의 개발과정 중 2008년부터 2013년까지 수행된 종합인증시험과 비행시험과정을 발사 기술관리차원에서 정리한 것이다. 발사체 KSLV-I의 목업과 발사대시스템은 부품별 시스템별 개발 시험을 마친 후 총 7회의 종합인증시험을 수행하여 발사대의 성능을 인증하였고, 이후 최종 조립된 발사체 1-3단을 발사대에 세 3회에 걸친 비행시험을 수행하였다. 각 시험마다 독립적인 검증위원회가 구성되어 활동하였으며, 각 시험에서 발사체와 발사대시스템에 지체된 사항들이 수정, 개선된 후에야 다음 시험을 수행하도록 하였다. 많은 횟수의 시험이 초기 부품 및 시스템레벨에서 수행되어 상대적으로 적은 횟수의 종합시험이 가능했고, 이로 인해 시험비용 절감과 안전한 비행시험 수행이 가능하였다. KSLV-I의 시험운용 경험은 향후 한국형 발사체 개발 사업에 활용될 것이다.

[P-49] 나로호 3차 발사를 위한 지상장비 파라미터 측정시스템 운용 및 측정 결과

정일형, 이종웅, 안재철, 문경록, 라승호
한국항공우주연구원

지상장비 파라미터측정시스템(TE PMS)은 나로호 1, 2차 비행시험을 통하여, 발사체 점화 및 이륙시 발생하는 화염, 소음, 진동 등의 영향을 케이블마스트, 발사패드 및 화염유도로등의 지상장비에 설치된 다양한 센서를 통하여 측정하였다. 이러한 과거 측정 결과 및 운영 경험을 바탕으로 나로호 3차 발사시 좀 더 신뢰성 있는 운용을 위해 이 시스템을 지속적으로 개선하였다. 특히 대부분의 센서가 접근이 난해한 장소에 집합적으로 설치되어 있는 관계로 측정 대기 상태의 센서 건전성 유무를 판단할 방법

을 별도 고안하였으며, 표준 시간 동기화 모듈도 NTP 신호까지 처리할 수 있도록 하였다. 이 논문에서는 3차 발사를 위해 개선된 사항을 포함한 전체적인 발사 준비 내역 및 측정 결과 등에 대해서 기술하였다.

[P-50] 우주발사체용 발사대 저온 설비 구축 요구조건

조기주, 김용욱, 이정호, 오승협
한국항공우주연구원

우주발사체의 극저온 추진제 및 발사 운용을 작동 유체를 공급하기 위한 극저온 유체 공급설비는 발사대에 구축되어야 하는 필수적인 설비이다. 이러한 설비들에는 극저온 유체의 저장을 위한 저장탱크, 공급 배관, 승압을 위한 펌프류 및 각종 밸브류, 센서류등이 장착된다. 이 논문에서는 나로호 발사대용 질소 공급시스템의 개발 경험을 기반으로 하여, 우주발사체용 발사대 극저온 설비 구축시의 기본적인 요구 조건을 정리하였다. 저장탱크의 단열, 가압 및 벤트, 배관 배출 및 퍼지, 고압가스 생성 공급을 위한 승압 및 생성 가스의 온도 제어 등이 설비 부시스템에 요구되는 주요 기능이다.

[P-51] KSLV-II 1단 엔진 성능변화 예측

조원국, 박순영, 김철웅
한국항공우주연구원, 한국형발사체개발사업단, 엔진팀

KSLV-II 엔진은 능동제어를 적용하지 않으며 주위환경 즉 외기압력, 가속도, 온도 등의 변화에 따라 엔진 성능이 변동하게 된다. 이는 최대한 단순한 형태의 엔진 구성을 지향하는 것으로 신뢰도를 최우선으로 하는 방안이 될 수 있다. 이러한 방식의 엔진을 적용할 경우 발사체의 궤적, 속도증분 등을 구하기 위하여 비행 중 엔진의 성능 변화를 예측해야 한다. 엔진의 성능은 외기압력, 온도, 가속도, 탱크 수위, 유로 저항 및 탱크 가압량 등으로 결정된다. 이 연구에서는 엔진 성능의 변화 요인으로 비행 중 추진제의 공급 조건을 고려하였다. 1단 엔진의 종료 직전 성능 변화가 가장 크며 이는 산화제의 전량 소모에 의하여 공급압력이 급격히 감소하기 때문이다. 엔진 종료 직전 엔진의 혼합비와 연소압은 공칭성능 대비 각각 -2.4%, -2.5%의 차이를 보일 것으로 예상되었다. 이 해석 기법은 30톤급 로켓엔진의 가스발생기-터보펌프 연계시험 결과와의 비교를 통하여 정확성이 확인된 바 있으며 향후 실제 적용대상인 75톤급 엔진 시험 결과 시험을 거쳐 프로그램 보정을 수행하고 정확도를 개선할 예정이다.

[P-52] 나로호의 전자파적합성 관리와 검증

지기만, 이수진, 정의승
한국항공우주연구원

우주발사체의 전자파적합성 관리는 시스템설계단계에서 비행시험단계까지 지속적으로 관리 검증되어야 한다. 시스템 설계단계에서는 각 하부시스템과 발사운용환경에 대한 정보를 이용하여 하부시스템과 시스템 수준에서의 규격을 설정하여야 하며 전자파적합성 검증을 위한 시험 방법을 규정하여야 한다. 각 하부시

시스템별로 성능특성과 운용특성이 상이하기 때문에 각각의 성격에 적합한 규격과 시험절차가 마련되어야 하며 상호 영향성을 예측하기 위한 EMI/EMC 분석이 수행되어야 한다. 시스템 상세 설계단계에서는 각 시스템이 규격을 만족하는지 시험을 통해 검증한다. 전자파적합성 시험은 피시험체 자체의 전기적특성 뿐만 아니라 낙뢰나 코로나방전과 같은 외부 환경에 기인한 영향성도 고려되어야 한다. 이 논문에서는 소형우주발사체 나로호에 적용된 전체적인 전자파적합성 관리 내용과 결과가 제시된다. 적용된 관리기법은 향후의 우주발사체 개발에 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

[P-53] 한국형발사체개발사업 2차년도 사업관리시스템(EVMS) 구축

최영인, 홍일희
한국항공우주연구원

거대하고 복잡한 프로젝트인 한국형발사체의 성공적인 개발을 위해서는 체계적인 개발 및 관리가 필수적이다. 특히 체계적인 관리를 위해서 한국형발사체사업단에서는 사업 초기부터 시스템 엔지니어링기법을 도입하여 Earned Value Management System (EVMS)를 구축하여 운용하고 있다. 현재 한국형발사체사업단에서 운용 중인 EVMS는 여러 개의 모듈이 있으며, 이 중 일정에 따른 비용 관리를 위해 Krystal-D를 사용하고 있다. 한국형발사체사업 1차년도에는 WBS를 기반으로 구축하여 사용하였는데, 현재의 조직구조 및 개발방법과 맞지않는 부분으로 인한 불만이 많이 표출되었다. 이를 해결하기위하여 한국형발사체개발 2차년도에서는 나로호개발의 경험을 최대한 살리면서 새로운 체계 관리에 대한 거부감을 최소화하기위하여 팀 기반의 WBS를 Krystal-D의 기본 뼈대로 사용하여 효과적으로 일정-비용관리를 수행하였다.

■ 궤도 ■

[P-54] 레이저 인공위성 추적 시스템 자료처리 기술 개발 현황 및 활용연구

김영록¹, 박은서¹, 오형직², 최만수¹, 임형철¹
¹한국천문연구원, ²연세대학교 우주비행제어연구실

한국천문연구원은 2008년 이후로 인공위성 레이저 추적시스템을 개발해왔다. 40cm 급 망원경을 탑재한 이동형 시스템을 2012년에 구축하여 국제레이저관측기구에 등록하였다. 현재 이동형 시스템의 최적화 및 앞으로 개발될 1m 급 망원경 채용의 고정형 시스템을 준비 중에 있다. 레이저 추적시스템을 통해 얻은 관측 자료는 지상국에서 발사된 레이저가 목표 반사경 탑재 인공위성에 다다른 후 지상국으로 왕복하여 돌아올 때까지의 시간을 기반으로 생성된다. 생성된 관측 자료를 이용하여 목표 인공위성의 정밀궤도결정, 지상국의 정밀위치결정, 지구 기준좌표계 정의 및 지구 회전계수를 산출하게 된다. 이 발표에서는 레이저 위성추적 자료처리 S/W인 GEODYN을 이용하여 국제레이저관측기구에 등록된 지상국에서 취득된 관측 자료를 직접 처리하여 얻은 산출

물의 결과를 정리하였다. 대표적인 측지위성인 LAGEOS 인공위성을 대상으로 정밀궤도결정, 지상국의 정밀위치결정 및 정밀도 분석을 수행함으로써, 구축된 인공위성 레이저 추적시스템의 자체적 자료처리를 기대할 수 있다.

[P-55] 궤도상 위성의 광학관측가능성 해석을 위한 궤도전파기 및 시각화 소프트웨어 개발

김재혁¹, 조중현², 최진^{2,3}, 박찬덕¹, 문홍규², 임홍서², 최영준², 박장현²

¹연세대학교 천문우주학과, ²한국천문연구원, ³과학기술연합대학원대학교

이 연구는 우주물체에 대한 광학감시 및 추적을 수행하기 위한 연구로, 궤도전파기를 개발하여 궤도상 위성의 광학관측 궤도력을 생성하고, 2차원 상에 시각화된 결과를 투영할 수 있도록 한다. 각각의 궤도전파기 정밀도 및 광학관측가능성 분석성능을 확인하기 위해 Analytical Graphics Incorporated(AGI)사의 Satellite Tool Kit(STK) 시뮬레이션 프로그램을 사용하여 개발된 궤도전파기와 비교하였다. 궤도력 생성 과정에서 광학관측의 제한조건으로 지구 그림자와 태양 위치를 고려하였다. 이 연구결과를 통하여 궤도상 위성의 궤도를 추정하기 위한 위성의 궤도전파기를 개발하고, 자국위성의 관측 궤도력 생성과 시각화를 수행한다.

[P-56] Analysis on Range and Angle Tracking Data Characteristics for the Fictitious Lunar Orbiter

Young-Joo Song, Durk-Jong Park, Sang-il Ahn
Korea Aerospace Research Institute, Daejeon, Korea

To prepare for the future Korea's lunar missions, ground tracking characteristics for the fictitious lunar orbiter is analyzed. Ranging and tracking parameters (range, azimuth, elevation and their rates) are derived and analyzed from typical ground stations including Deep Space Network(DSN) and KOMPSAT Ground Station(KGS). The fictitious low lunar orbiter is assumed to have 100 km altitude and 90 deg inclination in reference to the M-MME2000 coordinate system at the epoch of 2020:01:01 00:00:00 (UTC). The ranging and tracking angle profiles are derived from orbit prediction time spans about 30 days in the Earth's time. Yonsei Precise Lunar Orbit Propagator(YSPLP), already performance verified algorithm, is modified and used to predict orbiter's states in both at the Moon and at the Earth centered coordinate system. The non-spherical gravitation of the Moon (50 by 50 via LP165P model) and the perturbing forces due to the point masses of the Moon, Earth and the Sun are included during the simulations. As a results, three DSN site (Goldstone, Madrid, and Canberra) continuously covered the orbiter without any contact losses during the predicted time interval, in spite of elevation cut-off angle is assumed to be 10 deg. Also, it is found that ranging profile

form both the DSN and KGS have the short and long periodic sinusoidal tendencies with minimum range variation from 358,200 km to the maximum of 412,700 km. This is due to the facts of orbiter's orbiting around the Moon, the Earth's rotation, and the Moon's revolution around the Earth which happens simultaneously. For KGS stations, Daejeon, Chuuk and Dongara stations cover the almost same time span as with the Canberra station, due to the similarity of the site's longitude locations. For the King Sejong station, the coverage time span is different from those derived from Daejeon, Chuuk and Dongara sites. Also, it is found that the King Sejong station can not cover the lunar orbiter during the almost one third of entire predicted time span as due to the site's geographical latitude which causes the limitations to the elevation angle. Therefore, careful consideration should be made to select the appropriate site locations to provide continuous contact with the future Korea's lunar orbiter. For the following research, link analysis from the Earth station to the Lunar orbiter will be included for the ranging and tracking analysis studies.

[P-57] 효율적 지구 관측을 위한 저궤도 위성 배치 연구

정옥철, 임현정, 정대원, 김은규, 김학정
한국항공우주연구원 위성정보연구센터

우주공간 상의 위성을 이용한 지구관측은 지구전역에 대한 영상을 공간상의 제약 없이 확보할 수 있다는 점에서 항공기나 기타 시설 및 장비를 이용한 관측보다 유리하다. 특히 지구 전지역에 대한 위성영상 확보를 위해서는 극궤도(Polar Orbit)가 선호되며, 관측 정밀도 측면에서는 저궤도(Low Earth Orbit), 촬영 시 동일한 태양 조도 조건을 위해서는 태양동기궤도(Sun-synchronous orbit)가 임무궤도로 채택된다. 이 논문에서는 효율적 지구 관측을 위하여 저궤도 위성 2기를 배치하는 방안을 제시하였다. 효율적 지구 관측이란 다양한 관점에서 정의할 수 있는데, 이 논문에서는 동일한 목표 지점을 근시점내에 다시 촬영할 수 있는지와 근시점내에 되도록 넓은 지역에 대한 영상을 확보 가능한지를 각각의 효율성 항목으로 고려하였다. 저궤도 위성 2기는 고도 및 경사각은 유사하지만 승교점지방시는 각각 오전과 오후를 갖는 태양동기궤도로 가정하였다. 동일한 지점을 일정한 시간차를 두고 촬영하기 위해서는 2개의 궤도가 지상궤적을 동일하게 유지하면 된다. 반면에, 가까운 시점 내에 넓은 지역의 영상을 확보하기 위해서는 위성의 자세기동 특성이나 탑재체의 특성 등을 고려하여 궤도를 선정해야 한다. 이와는 별도로, 우주공간 상의 교란력(Perturbation)에 의한 궤도변화 추이에 따라 주기적인 궤도유지(Orbit Maintenance)도 필요하다. 이 논문에서는 위에서 제시한 두 가지 효율성 관점에서 2기의 저궤도 위성 배치 결과와 궤도조정 주기의 분석 결과를 수치 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

■ 위성체 ■

[P-58] 달 탐사용 지상국 개발

강상욱, 문상만, 김인규, 최기혁
한국항공우주연구원

2020년 한국형 달 탐사를 위해 필요한 지상국 시스템 개발과 관련하여 연구를 수행하였다. 미국, 일본, 중국 등 이미 달 탐사를 수행한 국가들의 지상국 시스템들의 특성과 해외 지상국 현황을 조사하였고 이를 활용할 방안을 고려하였다. 달 탐사선과의 효율적인 통신을 위해 효과적인 주파수 대역에 관해 연구하였다. 또한 달 탐사선과 지상국간의 통신을 위해 무지향성 안테나와 지향성 안테나의 경우를 고려하여 통신링크 계산을 수행하였으며, Deep Space Network를 활용하여 달 탐사선이 지구-달 천이 궤적 및 달 궤도에서의 임무수행 중 인 경우 통신 안정성에 관해서도 시뮬레이션을 수행하였다. 이 연구를 통해 초기 달 탐사용 지상국 개발에 필요한 기초자료를 확보하였고 이를 통해 향후 실제 달 탐사시 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

[P-59] 고기동 저궤도 위성 반작용휠 기반 센서 구동기 종단 시험

강우용¹, 윤형주¹, 임조령¹, 서현호¹, 이봉운², 최홍택¹
¹한국항공우주연구원, ²AP우주항공(주)

고기동 저궤도 위성의 자세제어 임무 검증을 위해서 비행 모델을 대상으로 센서 구동기 종단 시험이 수행된다. 센서 구동기 종단 시험은 태양센서, 자이로, 별추적기와 같은 자세제어용 센서에 입력 값을 인가한 후 이 입력에 따른 구동기의 동작 특성을 확인하는 것이다. 이를 위하여 비행 모델을 이용한 시험 이전에 자세제어 성능해석 시뮬레이터(KOMPSIM)를 이용하여 센서 구동기 종단 시험에 대한 예측 값을 생성해야 한다. KOMPSIM을 이용한 센서 구동기 종단 시험 예측 값과 비행모델을 이용한 실제 시험 결과를 비교하여 시험의 성공 여부를 판별한다. 이 논문에서는 고기동 저궤도 위성 구동기 중 반작용휠에 대한 센서 구동기 종단 시험 결과를 KOMPSIM 예측 값과 비교하여 반작용휠 기반 센서 구동기 종단 시험의 성공 여부를 제시한다.

[P-60] 심우주 통신을 위한 원격측정명령계 개념 설계

권기호, 이윤기, 임원규, 이상근
한국항공우주연구원 위성전자팀

달탐사 궤도선 및 착륙선에서 원격측정명령계는 위성체의 통신링크 형성을 담당하며, 자세제어부 구동 및 상태 데이터 수집을 위한 탑재컴퓨터를 제공하는 역할을 수행한다. 이를 위한 구성은 크게 RF 통신부와 Baseband 부분으로 나뉘며 이에 대한 전체 기능 및 개념 설계를 수행하였다. RF 통신부는 궤도선과 지구에 위치한 지상국 사이의 S-Band 통신링크를 형성하며 발사체로부터 분리 이후 달 궤도에 포획될 때까지의 궤도를 찾기 위한 Ranging신호를 제공해 주게 된다. 뿐만 아니라 고이득 안테나를 통하여 Ka-Band 탑재체 데이터를 전송하는 기능을 제공하게 된다. Baseband 부분은 소프트웨어 구동을 위한 탑재 컴퓨터

터를 제공하게 되며 이를 이용하여 위성체 상태 데이터를 저장하게 되며 지구에서 받은 명령을 처리하며 위성체 상태 데이터를 지구에 제공하기 위한 인터페이스를 제공한다. 그 외에도 위성체 온도 제어 및 자세제어부 구동을 위한 기능도 포함하고 있다. 이 논문에서는 달탐사를 위한 원격측정명령계의 개념 설계를 수행하였으며 이를 바탕으로 HW설계 및 관련 해석을 수행할 예정이다.

[P-61] 위성용 GPS L1/Galileo E1 수신기의 신호처리부 HW 설계

권기호¹, 이윤기¹, 이상곤¹, 기창돈², 박진모³

¹한국항공우주연구원 위성전자팀, ²서울대학교, ³두시텍(주)

기존에 개발된 저궤도 관측위성용 GPS 수신기는 위성의 위치, 속도 및 시간정보를 제공하며 위성운영 및 제어를 위하여 중용한 역할을 수행하였다. 특히, 위성의 궤도 변경 및 자세변경 시 뿐 아니라 항상 안정적인 정보를 제공하는 것이 중요하다. 하지만 GPS L1신호만을 이용한 수신기는 급격한 자세 변화 및 궤도 변경 시 일시적으로 연속적인 항법해를 제공하지 못할 가능성이 존재하게 된다. 이를 위하여 이 논문에서는 위성용 GPS L1/Galileo E1 수신기 관련 신호처리부 설계에 대한 내용을 기술하였다. 특히, GPS L1 과 Galileo E1은 중심 주파수 및 대역폭이 일치하여 HW Resource를 동시에 사용할 수 있으므로 무게 및 전력소모 증가 없이 HW를 구성할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이 논문에서는 GPS L1 및 Galileo E1 수신기의 신호처리 HW설계에 대한 내용을 기술 하였다. 저궤도 위성은 빠른 동적 특성 및 빠른 속도로 운영함으로 인하여 도플러 변화량 증가에 대한 신호 처리 속도가 증가하게 된다. 이를 위한 개선 방법, HW 구현 및 시험 결과를 제시 하였다.

[P-62] 태양돛 탐사선 임무 분석

김민규, 김정래

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

장거리를 비행하거나 많은 궤도천이가 요구되는 우주탐사선에 태양복사압을 추진력으로 이용하는 태양돛을 사용하면 기존 화학추진제에 비해 많은 장점이 있다. 이 연구에서는 태양돛을 소개하고 기존 태양돛 탐사선에 대한 분석을 수행하였다. 태양돛의 형상 종류 및 제어기법 종류에 대해서도 분석을 수행하였다. 태양돛을 이용하여 구현 가능한 주요 궤도 종류에 대해 조사하고, 임무 별로 태양돛 탐사선을 분류하였다. 태양돛 크기 및 하중 등 주요 설계 변수에 대한 자료를 분석하여 유형 별로 분류하였다.

[P-63] 편대비행 위성에 가해지는 비중력가속도 차이 분석

김민규, 김정래

한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

위성동역학 모델을 이용하여 위성의 위치정보를 추정할 경우 위성에 가해지는 비중력가속도와 중력가속도 모델을 결합하는 것

이 필요하다. 비중력가속도는 가속도계를 이용하여 정밀하게 측정할 수 있는데, 동일한 궤도를 편대비행을 하는 두 개의 저궤도 위성에 가해지는 외력은 상당히 비슷하지만 지역적, 시간적 차이로 인해 미세한 차이가 발생하게 된다. 이러한 상관관계를 분석하면 단일 위성에서 측정한 비중력가속도를 이용하는 편대비행 항법에도 적용할 수 있다. 이 연구에서는 편대비행하는 두 개 저궤도 위성에 가해지는 비중력가속도 사이의 상관관계를 실제 비행데이터를 이용하여 분석하였으며, 비중력가속도 차이의 지리적, 시간적 분포에 대해 분석하였다.

[P-64] 위성 조립 후 휠 상태 검증을 위한 지상시험 방법 분석

김영윤, 조주영, 조승원, 채동철, 최종연

한국항공우주연구원

일반적인 저궤도 위성의 정밀 자세제어를 위한 구동기로 반작용 휠이 사용되고 있다. 반작용 휠은 정밀 자세제어를 위해 로터, 베어링, 드라이버 등으로 구성되며, 위성 버스에 조립 후, 발사까지 그 하드웨어적 상태를 주기적으로 점검하게 된다. 점검은 크게 휠을 정방향과 역방향으로 바이어스를 주어 회전시키는 회전시험과 휠의 정지마찰력을 확인하는 시험, 운동 마찰력을 확인하는 시험, 그리고 정방향 및 역방향으로의 최대 토크 명령에 대한 휠의 반응으로 나누어진다. 이를 통하여 휠의 상태를 검증하여 발사까지의 경향의 분석한다. 이 논문에서는 실제 시험 구현 방법을 분석하고 개선안을 제시해 본다.

[P-65] 위성 조립 후 지상시험에서의 별 추적기 광학계 상태 점검을 위한 치구 설계 및 제작

김영윤, 조주영, 허윤구, 채동철, 최종연

한국항공우주연구원

위성은 발사 후 임무수행을 위하여 자세획득 및 자세결정이 필수적이다. 자세획득과 자세결정에는 센서가 사용되며, 특히 사용되는 별 추적기는 절대좌표계에서의 자세가 도출되어 관성센서에서 계산된 값을 보정하게 된다. 별 추적기는 위성 조립에 위성에 장착되어 발사까지 여러 번에 걸쳐 상태를 점검하게 된다. 상태 점검은 별 추적기의 광학계과 전자부 시험으로 나누어지는데, 광학계시험은 외부에서 자극을 주는 치구를 사용하여 검증한다. 외부 자극은 일정한 밝기를 가지고, 여러 개의 좌표를 가진 별을 모사하는 LED를 가진 치구를 제작하여 검증한다. 이 별 모사기는 여러 번의 시험동안 같은 밝기를 제공하여야 하며, 일정한 위치를 보장하여야 한다. 또한 별 추적기와 접촉하여야 하므로 이동 및 탈착이 간편하게 제작하여야 한다. 이에 이 논문에서는 이 요구사항을 만족하며 지난 치구에 대해 향상된 부분에 대하여 논한다.

[P-66] 인공위성용 태양전지판 구동기 특성 및 구동방식

김용복, 박영웅, 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. 인공위성 탑재 구동기 중 태양전지판 구동기는 인공위성의 성공적인 임무 수행에 필요한 1차 에너지 생성을 위한 태양전지판의 태양지향을 위한 구동기로서 태양전지판 구동 전장장비는 위성 탑재컴퓨터에서 제공되는 회전 명령 신호를 받아서, 태양전지판 구동기를 회전시키게 된다. 이 논문에서는 저궤도 인공위성과 정지궤도 인공위성에서 사용되는 구동모터의 특성 및 구동방식에 대해서 설명한다.

[P-67] 표유자계에 의한 위성시스템 영향성 분석

김태윤, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원
한국항공우주연구원

위성 시스템은 모멘텀 휠이나 반작용 휠, 추력기, 자기토크 등을 통해 각종 센서로부터 획득한 위성의 자세 및 위치 데이터를 이용하여 위성의 자세를 결정짓고 자세와 지향 정밀도를 유지한다. 하지만 우주공간에서 위성체 내부에서 형성되는 자계에 의한 교란으로 위성의 자세제어계는 영향을 받을 수 있으며 내부교란의 주요한 요인은 위성시스템의 자기 다이폴 모멘트다. 위성 시스템 내부에서 발생하는 자기 다이폴 모멘트는 자성소자에 의해 발생하는 유닛 고유의 자기 모멘트와 위성 유닛 표면에 흐르는 전류를 포함하고 있는 내부 전류 루프 및 구조체를 통해 흐르는 전류에 의한 자기 모멘트가 있다. 이 논문에서는 자기센서 및 자기모멘트를 생성할 수 있는 주요 유닛의 배치에 따라 위성 시스템의 잔류 자기 모멘트를 분석하여 자기모멘트에 의해 발생하는 표유 자계가 시스템에 미치는 영향을 평가하였으며 유닛으로부터 발생하는 자기모멘트에 의해 시스템은 충분한 마진을 갖고 있음을 확인하였다.

[P-68] 고궤도 플라스마환경에서의 정전기방전현상에 따른 위성시스템 설계 연구

김태윤, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원
한국항공우주연구원

위성이 운용되는 우주환경은 양이온과 음이온이 이온화된 자유전자로 존재하는 플라스마 환경으로 플라스마 환경은 고도와 경도에 따라 입자의 밀도와 에너지가 다르다. 정지궤도위성이 운용되는 고궤도의 플라스마는 낮은 밀도와 높은 에너지 특성을 갖게 되며 저궤도 대비 위성체 표면의 충전과 방전에 의한 영향이 높다. 고궤도 플라스마환경에서 정전기방전 현상이 위성시스템에 미치는 영향은 아크방전에 의한 과도전압과 영향이나 위성체 표면의 물리적/열적/전기적 성능저하 등이 있다. 이 논문에서는 고궤도 플라스마환경에서 정전기방전에 의한 영향성을 최소화하기 위한 위성시스템 설계기술에 대해 논의하였다.

[P-69] 기계지상지원장비 제작을 위한 기본 요구사항 정의

김형완, 박종석, 최정수
한국항공우주연구원

이 논문에서 위성체 조립 및 시험시 사용되는 기계지상지원장비(Mechanical Ground Support Equipment; MGSE)의 설계, 제작, 검증을 위해 필요한 기술규격의 기본요구사항들을 정의 하고자 한다. 위성체 조립 및 시험을 위한 기계지상지원장비는 위성체 또는 부품의 운송 및 보관 장비, 핸들링 장비, 조립 및 시험 장비, 어댑터 및 체결장비 등이 있다. 이러한 기계지상지원장비들을 개발하기 위한 일반적인 절차는 규격을 작성하고 이러한 규격에 따라 해당장비를 제작, 검증 한 후 사용한다. 기계지상지원장비 제작을 위해 작성하는 기술규격에는 모든 기계지상지원장비들에 공통적으로 적용되는 기본 요구사항과 각각의 기계지상지원장비 특징에 맞게 기술되는 고유 기술규격, 그리고 작업지시서(the statement of work) 등이 명시 되어야 한다. 모든 기계지상지원장비들을 위한 기본 요구사항 정의하기 위해 standard rules, sizing rules, safety aspects, materials requirements, mechanical connection requirements, protection/coating requirements, lifetime requirement, handling requirements, maintenance and exchange requirements, mechanical environment, thermal and climatic environment, cleanliness requirements, tests and control requirements로 총 13개의 카테고리로 분류 하여 해당 카테고리별 요구사항을 정의 하였다. 이렇게 정의된 기본 요구사항은 위성개발프로그램별 작성하는 기계지상지원장비 기술규격 작성을 위한 핸드북 역할을 할 수 있을 것으로 판단한다.

[P-70] 우주탐사를 위한 kW급 홀 방식 전기추력기의 개발 및 특성 연구

김호락¹, 서미희^{1,2}, 선종호³, 이해준⁴, 최원호¹

¹한국과학기술원 물리학과, ²국방과학연구소,

³경희대학교 우주과학과, ⁴부산대학교 전자전기공학부

현재 미국, 일본, 중국, 인도, 유럽 등 여러 우주 선진국들이 경쟁적으로 달 궤도 진입 및 달 탐사 관련 연구 및 프로젝트를 수행하고 있으며, 우리나라도 향후 10년을 전후로 달 탐사를 수행할 예정인 것으로 알려져 있다. 화학식 추력기에 비해 비추력이 높아 우주선의 고속 운전이 가능한 플라스마 엔진은 달 탐사 혹은 근거리 태양계 등을 탐험하는데 반드시 필요한 추진 시스템이다. 이 연구에서는 500kg급 건조질량의 우주선이 달 탐사를 수행하는데 필요한 50mN 이상의 추력을 발생시키는 홀 방식 전기추력기의 램모델의 설계 및 제작이 수행되었다. 제작된 홀 추력기는 방전채널 직경이 100mm이며, 방전전압 및 기체유량에 따라 소모전력 0.8~1.0kW, 추력 50~61mN, 양극효율 53~55%, 비추력 1700~1800s의 성능을 보였으며, 현재 성능시험과 플라스마 및 이온빔 진단이 수행 중이다. 추력기의 자기장과 채널 재질의 변화에 따른 효과를 분석 중이며, 열문제의 개선 및 양극수정을 통한 홀 추력기 최적화 작업이 진행될 예정이다.

[P-71] 위성열설계 최적화에 대한 시험용 열모델의 적용에 관한 연구

김희경^{1,2}, 최성임²

¹한국항공우주연구원, ²한국과학기술원 항공우주공학전공

우주궤도에서 임무를 수행하는 위성은 가혹한 우주열환경에 노출된다. 저궤도 위성의 경우는 약 90분을 주기로 지구 주변을 공전하면서 태양광, 알비도, 지구복사열의 영향을 받아 약 100도 정도의 온도변화를 겪게 된다. 이러한 외부열환경 조건에 대하여 위성 전체가 한계허용온도 범위를 유지하도록 열제어를 하게 되며 충분한 열적 안전성을 확보할 수 있는 보수적인 방법을 선택하는 것이 일반적이다. 하지만 단순히 온도요구조건을 만족하도록 하면 필요이상의 과도한 열설계의 가능성이 있다. 그래서 열적 성능과 함께 경제적인 측면까지 고려하여 더 바람직한 설계를 할 수 있으므로, 이를 위해 위성열제어에서도 설계 최적화가 필요하다. 이 연구에서는 위성열설계의 핵심 중에 하나인 방열판설계의 최적화 방법과 이를 검증하기 위한 시험용 문제의 정의와 열모델에 적용한 결과를 보여주고자 한다.

[P-72] 저궤도 지구 관측 소형 위성 비행 모델의 질량 특성 시험

문남진, 은희광, 임종민, 전종협, 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 자료를 취합한 전체 위성의 예측치에 대하여 실제 위성 모델에 대한 질량 특성 시험을 통한 확인이 필수적으로 요구된다. 이 논문에서는 저궤도 지구관측 소형 위성 비행모델에 대하여 수행한 질량 특성 시험 방법 및 결과를 제시하고자 한다. 최근 소형 위성의 경우도 보다 정밀한 자세 제어를 위하여 질량 특성 측정을 수행하고 있으며, 이에 대한 과정을 소개하고자 한다.

[P-73] 다목적실용위성 3호 임무계획시스템의 AEISS Duty Cycle Check 기능 검증

문인호, 박선주, 정대원

한국항공우주연구원 위성정보연구센터

다목적실용위성 3호는 2012년 5월 17일에 성공적으로 발사되어 궤도에 진입하였으며 6개월간의 초기운명을 성공적으로 마치고 정상운영 중에 있다. 다목적실용위성 3호 Payload인 AEISS는 안정적인 운영을 위해 Duty Cycle 제한사항을 제시하고 있다. 위성의 임무는 제시된 Duty Cycle 범위 내에서 계획되어야 하며 이를 체크하기 위하여 임무계획시스템에 Duty Cycle Check 기능을 구현하였다. 이 논문은 정상운영 중 실제 수행된 임무 시나리오를 기반으로 임무계획시스템에서 AEISS Duty Cycle Check를 수행하였으며, 그 결과를 임무 수행 후 획득된 위성 Telemetry를 이용한 실측값과 비교하여 예측값에 대한 타당성을 검증하였다. 실제 위성 운영이 제한된 Duty Cycle 내에서 운영

중이며, 임무계획시스템의 Duty Cycle Check 기능을 정상운영에 적용이 가능함을 확인할 수 있었다.

[P-74] 고기동 저궤도 위성 추력기 기반 자세제어 논리 센서-작동기 종단시험

박근주¹, 강우용¹, 임조령¹, 이봉운², 최홍택¹

¹한국항공우주연구원, ²AP우주항공(주)

비행모델에 대한 자세제어계 센서-작동기 시험을 위해서는 자세제어계 성능해석시뮬레이터와 자세제어계 비행소프트웨어를 연동하여 모사된 센서 입력에 대한 작동기 구동의 정확한 예측이 필요하다. 이렇게 예측된 값을 통해 실제 비행모델 태양센서, 자이로, 별추적기에 자극 값을 인가한 후 자세제어용 추력기의 정상 작동여부를 정확하게 판별하게 된다. 이 논문에서는 고기동 저궤도 영상촬영 위성 비행모델에 대해서 수행한 자세제어계 검증시험 중 추력기 기반 자세제어 논리에 대한 센서-작동기 종단시험에 대해서 기술하고 예측결과와 실제 결과를 비교함으로써 시험 요구사항과의 적합성 판별 결과를 제시한다.

[P-75] 저궤도 위성 전기 성능검증장치의 전력계 시험 계획

박병하¹, 조승원², 최종연²

¹AP우주항공(주), ²한국항공우주연구원

저궤도 위성 전력계(Electrical Power Subsystem; EPS)는 위성이 임무 수행 중 필요한 전력을 생성하고 변환 및 분배하는 기능을 담당한다. 이러한 기능을 수행하기 위하여 전력계는 태양복사에너지를 전기에너지로 변환하여 주는 태양전지판, 태양전지판으로부터 생성된 전력을 저장하기 위한 배터리, 생성된 전력을 위성이 필요로 하는 전력으로 변환하여 주는 전력조절기, 전력을 위성체의 각 구성요소에 분배하기 위한 전력분배장치, 전력계의 정보를 수집하여 전력을 제어하는 소프트웨어가 탑재된 전력제어장치로 구성된다. 이러한 전력계의 각 구성요소를 바탕으로 한 임무기간 중에 위성체의 각 부하에 전력을 공급하고, 전압 조절 및 제어 기능과 전력계의 상태를 알기 위한 원격제어 및 원격명령 제공, 과부하 및 저전압에 대한 위성체 보호기능 등의 다양한 전력계 기능은 시험을 통해 정상적으로 동작하는지 확인하기 위해 수많은 시험이 수행되고 있다. 이 논문에서는 비행모델 개발에 앞서 전장유닛의 전기·전자 인터페이스를 점검하기 위해 개발된 플랫폼인 전기 성능검증장치(Engineering Test Bed; ETB)를 통해 전력계의 기능을 검증하기 위한 시험 방법 및 절차 등의 시험 방안에 대한 계획을 기술하고자 한다. 또한, 향후 계획된 시험 진행으로 전력계 시험 요구사항에 만족하는 시험 결과를 얻어 신뢰성 있는 시험 기술을 확보하고 전력계가 요구사항에 맞게 정상적으로 동작하는지 확인하기 위한 것이다.

[P-76] 정지궤도복합위성 궤도결정 정밀도 해석

박봉규, 최재동

한국항공우주연구원 정지궤도위성체계팀

정지궤도복합위성은 기상 및 우주기상탐지체를 장착한 GEOKOMPSAT-2A와 환경탐지체와 해양탐지체를 장착한 GEOKOMPSAT-2B로 이루어진다. 정지궤도복합위성에 탑재되는 탐지체는 고성능 광합탐지체들로서 정밀한 자세제어와 궤도정밀도를 요구한다. 천리안 위성과는 달리 정지궤도복합위성의 경우는 지구센서 대신에 별센서를 이용하여 자세제어를 수행하므로 정밀한 궤도정보가 제공되어야 지구상의 원하는 지역을 정확히 촬영할 수 있다. 정지궤도복합위성의 경우는 정밀한 궤도정보를 제공하기 위하여 한국항공우주연구원에 위치한 Satellite Operation Center(SOC)와 해외에 설치된 추적장비를 이용하여 궤도결정에 요구되는 관측데이터를 수집할 계획으로 있다. SOC와 해외에 설치되는 한 세트의 안테나는 시설비를 절약하기 위하여 GEOKOMPSAT-2A와 GEOKOMPSAT-2B에 대하여 공통으로 사용될 예정이다. 따라서 기본적으로 자동 추적기능을 사용할 수 없고 안테나를 통하여 위성까지의 거리 정보만을 획득하게 된다. 이 논문에서는 SOC와 해외의 레인징 장비에서 수집되는 거리정보만을 이용하여 궤도 결정을 수행할 경우 예상되는 궤도 결정 정밀도를 예측하였다. 예측방법으로는 공분산해석(Covariance Analysis)과 Monte-Carlo 방식을 적용하였고 두 방법을 통하여 얻은 결과를 서로 비교하는 방식으로 접근하였다. 해석결과 해외 추적장비의 위치에 따라서 다소 차이가 있긴 하지만 고려대상인 추적장비를 사용할 경우 모두 1km 이내의 정밀도로 궤도결정을 수행할 수 있음을 알 수 있었다

[P-77] 저궤도위성 운영관리시스템의 PMM과 CSMM 모듈 데이터 출력 방안 연구

박선주, 전현호, 백현철, 백남웅, 장인식, 김동규
한국항공우주연구원

저궤도위성시리즈를 운영하는 과정에서 발생하는 방대한 양의 문서, 자료 및 운영결과 산출물에 대한 효과적인 관리를 위해 운영관리시스템을 개발 중에 있다. 운영관리시스템은 웹기반의 서버와 클라이언트 구조를 갖는 운영체제시스템이며, 위성운영과정에서 발생하는 방대한 양의 자료를 통합된 데이터베이스로 관리되어 다양한 형태의 뷰를 통해 사용자에게 다양한 정보를 손쉽게 확인할 수 있는 서비스를 제공할 예정이다. 따라서, 운영관리시스템은 방대한 양의 자료를 효과적으로 표시하기 위한 여러 가지 방안을 연구중에 있으며, 이는 결과적으로 불필요한 정보의 중복을 피하고, 많은 정보를 손쉽게 조회할 수 있을 것으로 기대된다. 이 논문은 운영관리시스템 여러 모듈 중 임무계획 수립 산출물과 실시간 운영 산출물을 표시하는 PMM과 CSMM 모듈의 효과적인 정보를 출력하기 위해 분석한 내용을 정리하였다. 이 논문에서 제시된 운영 산출물 출력 방안을 운영관리시스템에 적용하기 위해서는 최적화된 데이터베이스 설계가 필요할 것으로 예상된다. 이 연구결과가 운영관리시스템 개발에 반영된다면, 최소한의 노력으로 다양한 정보를 손쉽게 조회할 수 있을 것으로 기대된다.

[P-78] 인공위성 잔여추진제 질량 추정기법과 오차 분석방법

박응식¹, 허환일²

¹한국항공우주연구원, ²충남대학교 항공우주공학과

정지궤도위성은 궤도전이 및 궤도상 교란으로 인한 위치변화 제어를 위해 추진시스템을 장착하고 있으며 이를 위해 적정량의 액체추진제를 사용한다. 위성의 임무수명 말기에 위성폐기를 확정하고자 할 때 추진제 잔여 질량은 위성의 수명을 좌우하는 중요한 요소가 된다. 추진제 잔여 질량의 정확한 추정은 조기 수명 종료에 따른 경제적인 손실을 줄여줄 뿐 아니라 후속위성의 대체나 위성망 운용 등에서 매우 중요하기 때문이다. 이 논문에서는 일반적으로 사용되는 정지궤도위성의 추진제 잔여 질량을 추정하는 기법인 PVT방법과 회계식방법, 열질량법을 소개하고 통계적인 방법으로 오차를 분석하는 기법과 그 적용방안을 소개하고자 한다.

[P-79] 정지궤도위성의 히트파이프 네트워크 구성을 위한 배치 요구조건 분석

박종석¹, 최정수¹, 김형완¹, 최재동¹, 전형열²

¹한국항공우주연구원 정지궤도위성체계팀,

²한국항공우주연구원 위성열추진팀

정지궤도위성에서 대부분의 장비가 장착되는 패널에는 히트파이프들로 구성되는 네트워크가 적용된다. 이러한 설계 개념은 장비들의 발열량에 따라 영역을 구성하고, 영역별로 열제어를 적용함으로써 온도구배를 최소화 하면서 효율적인 열제어 구현을 가능하게 한다. 이 네트워크에 사용되는 히트파이프는 패널내재형과 외부장착형으로 구분될 수 있으며, 장비의 발열량에 따라 히트파이프의 적절한 배치를 통해 그룹화된 영역별로 최적의 열제어 성능을 도출할 수 있도록 한다. 이 논문에서는 패널 외부에 장착되는 외장형 히트파이프와 패널간 접촉과 관련된 설계 요구조건과 장비별 히트파이프상 장착에 따른 요구조건 등의 분석을 통해 정지궤도복합위성의 히트파이프 네트워크 설계시 필요한 고려사항을 정리하고자 한다.

[P-80] The design of DC/DC power converter for Pulse command in the satellite

Jong-Seok Park, Eui-Chan Kim

Korea Aerospace Research Institute, Korea

This paper describes the design process of power converter for pulse command in the satellite. The converter input is protected against primary bus inversion by a diode in reverse between the plus and the minus of the primary bus which below the harness fuse in case of primary voltage inversion. The input filter converts square waves due to switching into DC current. It reduces the conducted susceptibility, the input voltage ripple and spikes. No energy tank is provided. The starter is used to power the primary circuit during the start up time of the converter. It consists of a linear regulator connected to the primary bus. Once an

external TC order is sent. the starter is biased to power primary circuit. The starter is switched off at the end of the TC. The power transformer is a 'forward topology' with active snubber. The duty cycle ratio is between 0 and 0.67. The active snubber allows small voltage stresses applied to semi conductors although the bus voltage has a great range. and to use the transformer in a symmetrical way. The switch is a power MOSFET. Ultrafast recovery diodes are used to rectify the secondary output. The input voltage is sense by a dedicated circuit, in order to provide an primary undervoltage detector. If the input voltage decreases below the threshold, the PWM is stopped until the next TC. A sufficient hysteresis is added to deal with the voltage drop through input filter and tracks.

[P-81] 과학기술위성3호 초기운영 계획

박종오¹, 손준원¹, 이승현¹, 이성세¹, 이승우¹, 신구환², 박홍영²

¹한국항공우주연구원 과학위성실.

²한국과학기술원 인공위성연구센터

과학기술위성 3호는 우리 은하계의 근적외선 관측, 우주 배경복사 관측 및 지구 지표면의 적외선 영상 획득을 임무로 하는 우주관측용 적외선카메라와 지구 지표면의 적외선 영상 획득을 임무로 하는 지구관측용 적외선카메라 그리고 한반도 지역의 다중스펙트럼 영상을 획득함으로써 대기관측 및 환경감시의 임무를 가지는 소형분광영상카메라를 장착한 우주 및 지구과학 연구용 위성이다. 2007년 개발을 시작하여 시험인증모델(Engineering & Qualification Model, EQM) 개발과 열구조모델(Structure and Thermal Model, STM)을 개발 완료하였고, 2012년 하반기에 발사를 앞두고 2010년 비행모델 유닛들이 납품되기 시작하여 위성체 시스템 레벨에서의 조립 및 시험을 진행하고 있다. 이 논문에서는 조립 및 모든 기능시험 완료하였고 2013년 중반기 발사를 목표로 하고 있으며, 발사 후 3개월 동안 수행될 초기운영 계획을 발표하고자 한다.

[P-82] 채널 결정과 타이밍 오프셋의 연계 추정 방법

박홍원, 우성현, 김진희

한국항공우주연구원

다양한 통신 채널 환경에서 신호를 적절히 등화하고 복조하기 위해서는 수신신호의 채널과 타이밍 오프셋의 추정이 매우 중요하다. 일반적으로 채널과 타이밍 오프셋의 추정을 위해서 훈련신호가 사용된다. 훈련신호의 상관 특성을 적용하여 채널을 추정 후 채널 결정 과정에서는 요구된 채널길이보다 짧게 결정될 경우 잔존 심볼 간 간섭 성분이 발생하고, 반대로 길게 추정될 경우 추정된 채널 값에 잡음 성분이 증가한다. 한편 추정된 채널충격응답으로부터 최대에너지 값을 기반으로 타이밍 오프셋을 추정하는 경우 페이딩 환경에서 결코 올바른 선택이 아니며, 그룹별 윈도우 내의 에너지 합을 기반으로 슬라이딩하면서 적절한

타이밍 오프셋 정보를 추정하는 방식이 선호된다. 이 논문의 특징은 먼저 AWGN 환경에 적절한 채널 길이를 이용하여 슬라이딩 윈도우 방식을 통해 에너지 합의 최대값과 타이밍 오프셋을 먼저 설정하고, 이후 페이딩 채널 환경에서 가질 수 있는 최대 길이로부터 추정된 채널의 마지막 부분부터 점진적으로 앞서 계산한 최대값으로 적절히 설정한 문턱값과 비교하여 채널의 길이를 설정함과 동시에 최종 구해진 채널의 길이를 기준으로 다시 타이밍 오프셋을 앞서 설정된 채널 길이만큼 에너지 합을 비교하여 최종적으로 타이밍 오프셋을 구하는 것이다. 제시된 방식의 구현 적용 가능성을 위해 8PSK(Phase Shift Keying) 변조 방식을 이용하는 시스템을 구현하여 성능을 검증하였다.

[P-83] 정지궤도 인공위성을 위한 태양전지 배열기의 전기적 설계

박희성, 구자춘, 장진백, 이상곤

한국항공우주연구원

인공위성의 태양전지 배열기는 인공위성의 궤도 진입과 임무 기간 동안 각 전장품에 전력을 공급하고 배터리에 전력을 충전하기 위하여 태양광 에너지를 전기에너지로 변환한다. 정지궤도 인공위성은 저궤도 인공위성 보다 궤도 진입까지 긴 시간이 소요되므로 해당 기간에 충분한 전력 생산이 주요 요구조건이 된다. 또한 임무기간이 길고 DET와 같은 방식의 제어를 사용하므로 신뢰성의 확보와 버스 전압에 적합한 태양전지 셀 구성이 필요하다. 이 논문에서는 정지궤도 태양전지 배열기의 셀 구성과 접지 구현과 같은 전기적인 설계와 전계 상태 확인을 위한 마이크로 스위치 및 온도 센싱 등의 전기적인 인터페이스에 관하여 기술한다.

[P-84] 정지궤도복합위성 X대역의 주파수 간섭 분석

백명진

한국항공우주연구원

이 논문에서는 정지궤도복합위성이 동경 116.2도 또는 동경 128.2도의 운용 예정 궤도에서 기상 및 해양 가공자료의 배포 목적으로 사용예정인 X 대역 8025~8400MHz 주파수와 현재 운용 중이거나 운용중인 인접궤도의 정지궤도 위성망 및 아리랑 위성망과의 간섭분석을 검토하였다. 인접궤도에 위치하는 다른 국내의 정지궤도 위성망과의 간섭분석 결과 동경 116.2도의 경우 궤도 이격이 가까운 우리나라 KOREASAT-116.0E 위성망 등과 조정이 요구되는 것으로 판단되며, 동경 128.2도의 경우 궤도 이격이 가까운 러시아 GALS-10(128E) 위성망 등과 조정이 요구되는 것으로 판단되었다. 하지만, 항공우주연구원에서 운용하거나 운용 예정인 아리랑 위성망과의 간섭분석 결과 상호 유해 간섭은 발생하나 발생 시간율은 두 위성망간의 궤도정보, 운용시간 등의 정보교환을 통하여 상호 공유가 가능한 범위 내에 있는 것으로 판단된다.

[P-85] 정지궤도위성 탑재소프트웨어 개발 및 검증을 위한 STB 통합 시험환경 구축 방안

양승은, 신현규, 최종욱, 천이진
한국항공우주연구원

정지궤도위성은 약 36,000km의 높이에서 지구의 자전 속도와 같은 속도로 지구 주위를 공전한다. 지상에서 볼 때 위성은 항상 동일한 위치에 있는 것처럼 보이는 장점이 있으므로 기상관측이나 통신 등의 목적에 주로 사용된다. 주어진 임무를 수행하기 위해 탑재체와 위성의 상태 확인 및 운영을 위한 본체 시스템이 개발되어야 하는데 이 과정은 보통 병렬적으로 진행된다. 또한 위성의 자세 결정을 위한 각종 전장품들의 경우 탑재컴퓨터개발과 별개로 개발되는 경우가 많다. 따라서 위성 소프트웨어의 경우 소프트웨어 개발을 위한 탑재컴퓨터-Software Test Bed Module(STBM)은 존재하지만 실제 외부 H/W module이 없는 상태에서 개발 및 검증되어야 하는 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해 필요한 외부 H/W module의 데이터를 모사해주는 시뮬레이터를 이용한 통합 시험환경을 적용할 수 있다. 이 논문에서는 STBM을 중심으로 필요한 각종 I/O data 및 탑재체 data를 모사해 주는 STB 통합 시험환경 구축 방안에 대해 다루도록 한다.

[P-86] ERC32 Processor의 Radiation Hardening 방안 소개

양승은, 채동석, 천이진
한국항공우주연구원

ERC32 processor는 ESA/ESTEC에서 SPARC v7에 기반 하여 개발된 RISC processor로써 인공위성을 비롯한 다양한 우주 개발 분야에 적용되고 있다. 우주 환경에서는 solar particles (protons, electrons, heavy ions)과 galactic cosmic ray (protons and heavy ions)에 의해 지구상에 비해 방사선에 더 노출되기 쉽다. 특히 태양풍에 포함되거나 우주선의 대기권과의 상호작용으로 생성된 전자나 양성자들이 지구 자기장에 붙잡혀 있는 Van Allen Belt의 경우 radiation에 보다 쉽게 노출되될 수 있다. 전자 부품의 경우 이러한 radiation에 의해 오동작을 일으킬 수 있으며 심각한 경우 시스템 전체를 사용하지 못하게 된다. 따라서 위성 동작의 핵심이 되는 processor를 보호하기 위해 radiation hardening 대책이 마련되어야 한다. 이 논문에서는 ERC32에서 적용하고 있는 radiation hardening 방법에 대해 소개하도록 한다.

[P-87] 인공위성용 태양전력 조절기의 불연속전류 모드 시 안정도 해석

양정환, 박희성, 장진백, 유상범, 이상곤
한국항공우주연구원

저궤도 인공위성은 인공위성이 태양 빛을 받는 일광구간과 태양 빛을 받지 못하는 식구간에서 동작한다. 식구간에서는 배터리만 부하에 전력을 공급하고, 일광구간에서는 태양전력 조절기가 태양전지의 전력을 변환하여 부하에 전력을 공급하고 남는 전력으로 배터리를 충전한다. 이때 태양전력 조절기는 태양전지의 최대 전력점을 찾아 태양전지의 최대전력을 배터리와 부하로 전달한

다. 일광구간에서 배터리가 만충되는 경우 배터리의 과충전을 막기 위해 태양전력 조절기는 배터리를 정전압 제어한다. 배터리 정전압 제어 시, 태양전력 조절기는 부하가 요구하는 전력과 배터리가 요구하는 전력만 생성하도록 태양전지를 제어하므로 태양전지는 최대 전력점을 벗어나 동작한다. 이때 부하가 요구하는 전력이 작을 경우, 태양전력 조절기는 불연속전류모드로 동작할 수 있다. 이 경우에도 태양전력 조절기가 안정적으로 동작하는지 확인하게 위해 안정도 해석이 필요하다. 태양전력 조절기는 병렬 운전을 위해 내부 전류 제어기로 제어되고, 출력 전압 제어를 위해 외부 정전압 제어기로 제어된다. 이 논문에서는 내부 전류 제어기와 외부 전압 제어기를 포함한 태양전력 조절기의 불연속전류모드 시 전달함수를 구하여 안정도 해석을 수행한다

[P-88] 인공위성용 태양전력조절기의 보호회로

양정환, 박희성, 장진백, 유상범, 이상곤
한국항공우주연구원

인공위성용 태양전력조절기는 태양전지에서 발생하는 전력을 변환하여 인공위성의 모든 부하에 전력을 공급하는 핵심역할을 한다. 따라서 인공위성의 성공적인 임무 수행을 위해서 태양전력조절기는 강한 신뢰성이 요구된다. 이를 위해 태양전력조절기는 병렬 운전하는 여러 개의 DC-DC 컨버터로 구성되어 하나의 컨버터에 고장이 발생하도 정상동작할 수 있다. 고장이 발생한 컨버터가 정상동작하는 컨버터에 영향을 주지 않도록 고장이 발생한 즉시 이를 감지하고 다른 컨버터로부터 분리할 수 있는 회로가 필요하다. 이 논문에서는 인공위성용 태양전력조절기의 신뢰성있는 동작을 위한 컨버터 고장발생 감지회로 및 보호회로의 동작을 분석한다.

[P-89] 저궤도위성 TT&C 서브시스템용 S-Band 주파수 상/하향 변환기 국산화개발

양형모¹, 이문형¹, 주동만², 조찬기³

¹한국항공우주연구원, ²(주)티오피시스, ³(주)ADRF

이 논문에서는 저궤도위성 관제용 Telemetry and Tele-Command (TT&C) 서브시스템에 사용되는 S-Band용 주파수 상향변환기(Up Converter)와 주파수 하향변환기(Down Converter) 국산화 개발결과에 대하여 기술하였다. 기존 저궤도위성 관제용 TT&C 서브시스템에는 주로 외산제품을 사용하였다. 금번 개발된 제품은 이 제품들을 완벽하게 대체할 수 있도록 국산화 개발되었기 때문에 성능대비 비용 효율적일 뿐만 아니라, 기존 사용되고 있는 제품들과의 인터페이스 및 M&C프로그램과 완벽하게 호환되도록 개발하였으며 실제 운영 중인 장비에 연동하여 시험한 결과 완벽하게 호환됨을 확인하였다. 따라서 이 개발된 장비를 이용하여 언제든지 대체하여 사용할 수 있게 되었다. 이에 향후 개발되는 TT&C 서브시스템에 직간접적으로 활용할 수 있을 것으로 예상되며 이 국산화개발을 토대로 S-Band 뿐만 아니라 L-Band 및 C-Band 용 제품도 충분히 국산화가 가능할 것으로 예측된다.

[P-90] Correlation Study between Launch Vehicle Separation Test Data of Satellite and Empirical Model based Estimation

Sung-Hyun Woo¹, Dae-Oen Lee²

¹Korea Aerospace Research Institute, Korea

²Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea

At present, pyrotechnical devices are widely used for separation mechanism between a satellite and a launch vehicle. The activation of those devices often induce high-level dynamic structural responses due to transient release of their strain energy and thus reliable estimation of the induced shock responses are of great importance for success of satellite projects. In this paper, empirical model based prediction of high frequency shock responses of the satellite induced by launch vehicle separation process are practised with limited information of the satellite structure. The results are compared with the test data obtained by the launch vehicle separation test with a satellite structural model and a real separation system, performed in the course of a satellite project.

[P-91] TRIO-CINEMA의 비행모델 진동시험 및 안정성 검증

우주¹, 금강훈¹, 전제현¹, 이성환¹, 이용석¹, 채규성¹, 선종호¹, 진호¹, 이동훈¹, Thomas Immel², Robert P. Lin^{1,2}
¹경희대학교 우주탐사학과, ²Space Science Laboratory, University of California, Berkeley

경희대학교와 UC Berkeley가 공동으로 제작한 TRIPLET Ionosphere Observatory-Cubesat for Ion, Neutral, Electron and MAGnetic fields(TRIO-CINEMA)는 무게 약 3kg, 3-U(10x10x30cm)의 초소형위성이다. 위성이 발사체에 실려 궤도에 진입할 때까지 발사체 내부에서 받게 되는 여러 가지 혹독한 진동 하중에 노출된다. 이러한 진동에는 음향 진동, 랜덤 진동, 정현파 진동, 충격 진동 및 준정적 진동 등이 있으며, 이에 대한 위성의 안정성을 검증하기 위해 진동시험을 수행해야 한다. TRIO-CINEMA는 비교적 질량이 작은 초소형 위성이므로 Acceptance level 기준 정현파 진동시험, 랜덤 진동시험만 수행하였다. 이 논문에서는 경희대학교에서 제작한 비행모델 2기를 러시아 발사체에서 요구한 진동시험 조건에 따라 진동시험을 수행하였으며, TRIO-CINEMA의 안정성을 검증하였다.

[P-92] 탑재체 데이터의 안정적인 전송을 위한 SpaceWire Packet Protocol 분석

원주호, 조영호, 이상근

한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성본체실 위성전자팀

위성의 탑재체의 성능이 향상되면서 이미지전송을 위해서 고속 시리얼 버스가 채용되고 있다. 이전의 천리안위성의 기상탑재체의 경우에는 2.3Mbps정도로 낮은 속도를 사용해서 일반적인 시

리얼 버스를 사용하였지만, 미국의 GOER-R과 일본의 Himawari 위성에 탑재 예정인 Advanced Baseline Imager(ABI) 같은 경우에는 106Mbps의 고속 데이터 전송을 위해서 SpaceWire 표준을 사용하고 있다. 하지만 SpaceWire의 error 통계는 BER이 최대 10⁻¹²으로 대략 2.78시간마다 1개의 error가 발생한다. SpaceWire에서는 packet의 error가 발생하는 경우에는 그대로 버리는 구조이므로, 1 packet에 error가 발생하면 64KB의 데이터 loss가 발생하게 된다. 따라서 고성능 탑재체의 경우에는 데이터 packet length가 길어지고, 속도도 향상되면서, error가 발생하는 경우 loss되는 data의 양도 길어지므로 안정적인 데이터 전송을 위해서 reliable한 프로토콜을 SpaceWire와 함께 사용하고 있다. 이 논문에서는 ABI에서 사용하는 GRDDP 프로토콜의 정의 및 안정적인 운영을 위해서 적용된 운영메카니즘을 분석하고 소개하고자 한다.

[P-93] Transceiver device를 이용한 RS-485 시리얼 버스의 구현

원주호, 조영준, 이윤기, 조영호, 이상근

한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성본체실 위성전자팀

저속 시리얼 데이터 전송을 위한 채널로 RS-422이 일반적으로 사용되고 있다. 하지만 RS-422은 복수의 수신기는 지원하지만, 복수의 전송기가 있는 경우에는 사용이 불가능한 단점이 있다. 해당 단점을 보완하기 위해서 나온 표준이 RS-485 시리얼 버스로 보통의 discrete 소자는 RS-485표준과 RS-422표준을 동시에 지원하고 있다. RS-485 시리얼 버스는 복수의 전송기를 갖더라도 상호간에 고장을 유발하지 않지만, 복수의 전송기중 1개의 전송기만 데이터를 전송해야만 한다. 동시에 여러 개의 전송기가 데이터를 전송하는 경우에는 데이터의 충돌에 의해서 데이터 loss가 발생할 수가 있다. 또한 공통 버스로 사용되는 경우에는 버스의 전송기의 전원선이나 접지선에 short 고장이 발생하는 경우에는 다른 전송기 및 수신기도 사용하지 못하는 문제가 발생할 수 있으므로 해당 문제를 보완해서 구현해야한다. 또한 일반적인 전송기와 수신기 별도로 구현된 소자를 이용하는 경우와 달리 전송기와 수신기가 통합되어 구현된 Transceiver를 이용하는 경우에는 시간에 따라 전송기와 수신기를 별도로 동작시켜야 한다. 이 논문에서는 버스로 구현된 RS-485 표준을 따르는 시리얼버스를 single fault failure를 방지하면서, 복수의 전송기가 동시에 동작하는 것을 방지하는 구현방법에 대해서 제안하고자 한다.

[P-94] 저궤도위성의 다중 출력 압전변압기 모델링, 안정화 설계 및 검증

윤석택, 오시환, 김진희

한국항공우주연구원

저궤도 위성은 다양한 탑재체와 부하로 구성되어 있다. 따라서 저궤도위성의 전력변화 시스템은 각 부하의 동작 조건을 만족시키기 위해 여러 단계의 변환 과정 및 다양한 변압기를 사용해야 한다. 특히 입력 전압 대비 출력 전압의 비율이 높은 경우에는

변압기의 설계가 복잡해지며, 부피 및 EMI 특성이 저하되도록 설계가 이루어 질수도 있다. 공진형 변압기의 한 종류인 압전변압기는 박형화와 기계적 공진으로 인해 적은 EMI 특성을 가지고 있으며, 일반적인 공진형 변압기의 특성인 높은 전압 변환 비를 통해 다양한 부하조건을 만족시킬 수 있는 장점을 지니고 있다. 반면, 공진 특성으로 인해 분석에 대한 어려움으로 직관적인 분석이 어렵게 된다. 또한 공진 주기 특성으로 이전 단계의 변압기에 대한 영향성을 일반적인 average 분석으로 가능하지 않은 단점이 존재 한다. 이 논문에서는 압전변압기와 일반변압기의 multi-stage 변압기의 구조에 대한 동작 범위와 설계 특성을 Fundamental 주파수 분석을 통해 예측하고, 이를 통해 각 전력 변환 단계에 압전변압기가 사용될 수 있는 가이드라인을 제시하였다.

[P-95] 저궤도 위성 내부 전기 접속 시험

윤영수, 원영진, 김진희
한국항공우주연구원

위성체 내부 전기 접속 확인 시험은 전기 전자적 조립 시험에서 위성체 전원선 확인 시험에 이어서 수행하는 시험으로써 모든 내부 전장품들 간의 명령어 및 신호를 측정하고, 상태 신호들을 확인하는 시험이다. 저궤도 위성의 전기적인 기능시험은 위성체 내부 전장품들 간의 접속 확인과 조립 및 연결 상태를 확인하는 시험을 우선적으로 수행한다. 위성체 내부 전기 접속 확인 시험에서는 먼저 탑재컴퓨터와 접속되는 지상지원장비 하드라인 접속 신호 확인, 전력분배조절장치 하드웨어 스페셜 커맨드 접속 신호 확인, 발사체 접속 신호 확인, 시각 동기 접속 신호 확인, 트랜스폰더 접속 신호 확인, 전력분배조절장치 직렬 접속 신호 확인, 이산 명령 및 상태 접속 신호 확인, 태양전력조절기 및 배터리 접속 신호 확인, 태양전지판제어기 접속 신호 확인, 자기토크 커 접속 신호 확인, 반작용휠 접속 신호 확인, 3축자장센서 접속 신호 확인, 플러그 접속 신호 확인, 온도센서 전원 접속 신호 확인을 수행한다. 다음으로 전력분배조절장치와 접속되는 발사체 접속 신호 확인, 자이로 펄스 명령어 접속 신호 확인, 태양전지판 전계 접속 신호 확인, 밸브구동기 및 추력기 접속 신호 확인을 수행한다. 본체 내부 전기 접속 확인 시험이 완료되면 최종적으로 본체와 탑재체의 모든 접속 신호 확인을 수행하여 마무리한다.

[P-96] 저궤도 위성의 테스트 벤치를 이용한 전기 기능 시험 중 발생 가능한 유닛의 손상방지 로직

이상록, 전현진, 전문진, 임성빈
한국항공우주연구원

저궤도위성의 테스트 벤치를 이용한 전기기능 시험을 수행하는 중에 시험구성상에서 불가피한 실수로 인한 하드웨어의 손상을 경험할 수 있다. 이러한 손상이 가해질 수 있는 하드웨어의 종류는 크게 3가지로 분류할 수 있으며, 손상에 대한 메커니즘을 설명하면 다음과 같다. 첫째는 전류의 버퍼용으로 사용되는 배터리의 경우 방전으로 인하여 초기 전압 레벨이 지나치게 낮은 상태

에서 전원이 인가되는 초기 충전 시에 배터리로서의 기능을 할 수 없을 뿐만 아니라, 초기의 과도 충전 전류로 인하여 배터리 자체의 성능 저하가 생길 수 있다. 둘째는 전압을 모니터링하지 못하는 상태에서 사용하는 경우 완전 방전이 되면 경우에 따라서는 영구적인 손상이 있을 수 있다. 둘째는 프로세서나 서모스탯(Thermostat) 등의 별도 온도 제어 장치가 없는 히터와 특정 하드웨어의 구동을 위해 사용되는 모터의 경우 테스트 벤치에서 지상 검증시험 수행 중에 지속적인 온도 모니터링 및 사용시간의 제한 없이 작동 시키는 경우 과도한 온도 상승으로 인하여 히터와 모터가 손상을 입을 수 있다. 이 논문에서는 공통 지상 장비(Common Ground System)와 해당 테스트 시퀀스의 스크립트(Script) 언어를 이용하여 수행하는 저궤도 위성의 지상 전자 시험 중 발생 가능한 유닛의 손상을 방지하기 위한 테스트 시퀀스와 그의 로직을 기술했다.

[P-97] 과학기술위성3호 영상활용을 위한 영상처리 및 배포시스템

이승헌, 강지훈, 전갑호, 박종오, 이승우
한국항공우주연구원

과학기술위성3호는 2013년 하반기에 발사되는 160kg의 소형위성이다. 주요 임무로 우주의 생성 기원을 연구하기 위한 은하면 IR 영상 관측과 한반도 환경변화를 감지하기 위한 IR영상 및 분광영상 관측이 있다. 이 발표에서는 일반 사용자가 과학기술위성3호의 지구관측 영상을 활용하기 위한 가이드라인을 다음과 같이 제시한다. 과학기술위성3호의 시스템 구성도, 임무궤도, 각 관측 센서의 사양 및 관측방법, 관측 센서별 임무기간에 대해 차례로 설명한다. 그 후에는 사용자에게 배포하기 위한 영상자료의 처리절차와 배포하는 영상자료의 포맷을 설명하고, 배포 웹사이트를 이용한 관측요청 처리절차를 자세히 보여준다. 과학기술위성3호 영상처리 및 배포시스템을 통하여 사용자의 영상주문 처리 및 배포를 효율적으로 처리할 수 있게 되었다.

[P-98] 초소형 인공위성용 고전압 발생장치 개발

이정규¹, 채규성¹, 진호¹, 이동훈¹, John Sample², Robert. P. Lin^{1,2}

¹경희대학교 우주탐사학과

²Space Science Laboratory, University of California, Berkeley

지구 자기권에 존재하는 플라즈마 입자의 다중계측 및 자기장 측정을 목적으로 개발된 TRiplet Ionosphere Observatory-Cubesat for Ion, Neutral, Electron and MAGnetic fields(TRIO-CINEMA)는 경희대학교와 UC Berkeley가 공동으로 제작한 초소형 인공위성이다. 주 탑재체인 SpupraThermal Electron, Ion, Neutral (STEIN)은 정전 편향기에서 나온 전기장을 이용하여 에너지별 입자를 분리 계측하는 시스템이다. 이에 필요한 전압을 제공하기 위해 고전압 발생장치를 개발하였다. 고전압 발생장치는 트랜스포머의 자체 발진 회로를 이용하여 정전 편향기에 $\pm 2kV$ 의 전압을 제공하며 또한 전압 조정 기능을 포함하고 있다. 이 기술을 기반으로 ESA의

Solar Orbiter mission에 고전압 발생장치의 Proto-type을 제작하여 성능 테스트를 진행하였다. 이는 외부의 주어진 주파수에 맞게 트랜스포머와 그 발전 회로가 작동하도록 구성되어 있다. 이 연구에서는 두 개의 고전압 발생장치에 대한 전체적인 설계 및 구성 그리고 그 결과에 대하여 논의한다.

[P-99] CINEMA 통신 시스템 개발

이효정¹, 김용호², 윤세영¹, 채규성¹, 선종호¹, 진호¹, 이동훈¹, Robert P. Lin^{1,3}
 1경희대학교 우주탐사학과, 2경희대학교 전자전파공학과,
 3Space Science Laboratory, University of California, Berkeley

경희대학교와 UC Berkeley가 공동으로 개발한 TRIPLET Ionospheric Observatory-Cubesat for Ion, Neutral, Electron, MAGnetic fields (TRIO-CINEMA)는 지구주변 플라즈마 입자 검출 및 자기장계측을 목적으로 하는 초소형 인공위성 3기로 구성되어 있다. 3기 중 2기의 위성을 경희대학교에서 운용하고, 나머지 1기는 UC Berkeley에서 운용한다. 2기의 CINEMA 통신시스템은 경희대학교 지상국에서 명령을 보내고, 한국천문연구원 수신기를 이용해 데이터를 받는 구조로 이루어져 있다. 경희대학교 지상국은 안테나와 트랜스미터 등으로 구성된 하드웨어와 운용 소프트웨어인 Integrated Ground Support System(IGSS)로 구성된다. IGSS는 Ground Support Equipment Operating System(GSEOS), Mission Planning Subsystem(MPS), Ham Radio Deluxe(HRD), Attitude Control Subsystem(ACS) 4개의 소프트웨어를 포함하며, 위성으로부터 받은 데이터를 바탕으로 운용에 필요한 명령어를 생성해 송신기에 전달하는 기능을 한다. 이 연구에서는 2기의 CINEMA 운용을 위해 구축된 지상국 시스템에 대해 기술 하였으며, 향후 초소형인공위성 통신시스템을 위한 기반기술로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

[P-100] 차세대 중형위성 본체 구조체 개발모델 형상설계

임재혁¹, 김경원¹, 김선원¹, 김종현², 한동인¹, 김성훈¹
¹한국항공우주연구원 ²한국항공우주산업(주)

이 논문에서는 차세대 중형위성 본체 구조체 개발모델 형상설계 결과에 대해 소개하고자 한다. 차세대 중형위성은 발사중량 500kg의 중형급 인공위성으로 본체와 탑재체가 각각 모듈화 되어 있어, 본체는 광학, 합성개구면 레이더 등 다양한 탑재체를 장착하더라도 본체 설계의 변경은 최소화되도록 되어 있다. 이러한 성능을 만족시킬 수 있는 구조체를 개발하기 위해 해외에서 널리 사용되는 중형위성 플랫폼을 조사하여 그 장단점을 분석하고 구조체 형상, 체결방식에 관해 다양한 Trade off study를 수행하였다. 그 결과 최종적으로 본체 구조체 개발모델 형상을 결정하였다.

[P-101] 고출력 펄스부하의 운용에 따른 배터리의 최적 설계를 위하여 슈퍼 커패시터를 활용한 하이브리드 전력시스템 연구

장성수, 임성빈, 이상곤, 최재동, 이상률
 한국항공우주연구원

수 킬로와트급의 고출력 펄스부하를 운용하는 인공위성은 잦은 펄스부하의 구동에 따라 에너지 저장장치인 배터리의 깊은 방전 전류와 큰 폭의 전압강하를 유도하여 배터리의 성능저하를 빠르게 가속시킬 수 있다. 그리고 고출력의 전력을 공급하기 위하여 태양전지 배열기와 배터리, 그리고 전력변환 장치의 용량을 상대적으로 크게 개발해야 하는 문제점이 있다. 인공위성의 고출력 펄스부하의 운용을 고려하여 전력밸런스를 만족하고 전력시스템의 용량을 효과적으로 설계하기 위해 리튬-이온 배터리와 슈퍼커패시터를 병행하여 사용하는 하이브리드 전력시스템을 제안하였다. 슈퍼커패시터가 짧은 순간 고출력 펄스부하의 전력을 공급함으로써 배터리의 깊은 방전과 용량확대를 방지할 수 있으며, 태양전지 배열기의 전력용량을 보다 효과적으로 설계할 수 있다. 그리고 슈퍼커패시터를 활용한 하이브리드 전력시스템의 동작 특성을 분석하기 위하여 주요 전력시스템의 구성품에 대하여 모델링을 하고 시뮬레이션을 수행하여 전력시스템의 성능을 분석하였다. 또한 기존 배터리를 사용하는 전력시스템과 새로운 하이브리드 전력시스템의 용량설계 결과를 비교/분석하였다.

[P-102] 위성시스템 전도성 노이즈 분포에 따른 시스템 마진 분석

장재웅, 김태윤, 장경덕, 조인경, 문귀원
 한국항공우주연구원

다목적실용위성 시스템 레벨 비행모델에 대한 전자기적합성 환경의 검증은 사전에 ETB(Electrical Test Bed)에서의 전자기적합성 시험을 통해 이뤄질 수 있다. 전도성 노이즈에 의한 시스템 검증은 전도성 방출 노이즈 측정 후 이에 대한 일정한 EMI safety margin을 더한 노이즈를 인가하는 전도성 내성시험 수행을 통해 수행된다. ETB 레벨의 위성 탑재 컴퓨터 전원선에 전도성 내성시험 수행 시 PCPU 아날로그 회로에 의한 Trip-off 현상이 발생하였으며 이에 대한 시스템 영향성을 분석하기 위해 다양한 위성 유닛에 의해 발생하는 전도성 노이즈를 분석하였다. 분석결과 내성이 발생하는 전도성 노이즈 대비 실제 위성 유닛에서 발생하는 노이즈는 INBAND에서 26.8dB, OUTBAND에서 11.5dB의 마진을 가지는 것으로 나타나 충분한 시스템 safety margin을 가짐을 확인하였다.

[P-103] 고전력 방사 위성체 RF적합성시험을 위한 고전력 흡수체 구조설계

장재웅, 김태윤, 장경덕, 민병희, 문귀원
 한국항공우주연구원

통신위성이나 레이더 위성체와 같이 고전력 증폭기와 높은 지향성을 가지는 안테나를 통해 RF 신호를 방사하는 위성체의 RF 적합성시험 수행을 위해서는 전자파챔버의 RF 신호가 복사되는 영역에 화재방지 등의 챔버 안전을 위해 반드시 고전력 흡수체가 사용되어야 한다. 안테나 복사전력에 대한 흡수체 요구사항의 안전

성 검증은 송신전력과 거리에 따른 Friis 방정식을 통해 계산될 수 있다. 그러나, 충분한 가시거리가 확보되지 않아 마진이 많지 않은 경우 흡수체 뒷면에 공기순환을 통해 더 높은 power handling을 가지도록 되어 있으므로 흡수체 뒷면에 공기순환 구조를 설치하여 충분한 마진을 가지도록 설계한다. 이 논문에서는 고전력 방사 위성체의 안전한 RF적합성시험을 위한 고전력 흡수체의 설계 방법과 실제 위성 시험에서의 검증을 통해 설계유효성을 확인하였다.

[P-104] 저궤도 위성의 비상 복구 방안 연구

전문진, 이상록, 전현진, 임성빈
한국항공우주연구원

저궤도 위성의 비행 소프트웨어에는 다양한 고장 상황에 대비한 고장 관리 로직이 구현되어 있다. 위성의 특정 부분에서 일시적 또는 영구적 고장이 발생하면 관련된 부분체 또는 시스템의 오동작을 유발한다. 오동작이 시스템에 심각한 영향을 주는 경우라면 Fail-Over를 통해 위성의 각 부분의 형상을 안정적인 부분으로 재설정하고 안전모드에 진입한다. 안전모드 진입 시 위성의 송신기의 전원이 차단되기 때문에 예정된 지상국과의 교신에 실패한다. 이러한 상황이 발생하면 긴급 상황 대비 절차에 따라 신속히 위성과의 교신을 회복시킨 후, Fail-over를 유발한 오동작이 무엇인지 파악한다. 오동작에 대한 분석을 통해 특정 장치의 고장 여부를 파악한다. 이 분석에서 발생할 수 있는 상황에 따라 적합한 복구 절차가 선택적으로 수행된다. 첫 째, 장치의 고장이 없고 소프트웨어 오동작 등 일시적인 오류에 의해 안전 모드에 진입한 경우라면 모든 장치를 원래 사용해왔던 형상으로 복구한다. 이 방법은 이전 형상의 문제가 없음이 확실한 경우에만 적용할 수 있다. 둘 째, 다음번 Fail-Over 시 사용할 형상을 정해 놓고 전원부만 Primary로 변경하는 방법으로 문제가 명확하지 않을 경우를 포함해 일반적인 경우 사용할 수 있는 방법이다. 셋 째, 전원부 전환 없이 모든 장치에 대해 다음번 Fail-Over 시 사용할 형상을 정해 놓는 방법이다. 이 방법은 Primary 전원부의 문제가 있다고 판단하는 경우 사용한다. 이러한 복구 절차가 완료된 이후 정상 운용 모드로의 전환을 위한 절차를 수행한다. 비상 상황 발견 시점부터 정상 운용 모드로의 전환이 완료되는 시점까지 제한된 교신 시간을 이용해야 하므로 교신 시간에 따라 복구 절차를 적절히 분배해 수행해야 한다.

[P-105] 저궤도 위성의 본체 초기 점검 성공 여부 판단 방안

전문진, 이상록, 전현진, 임성빈
한국항공우주연구원

저궤도 위성의 초기 운영 기간은 본체 초기 점검, 탑재체 초기 점검, 검보정의 3단계로 구분된다. 각 단계를 종료하고 다음 단계로 진입하기 위해 각 단계 별 성공 조건을 만족해야한다. 탑재체 초기 점검과 검보정 단계에 진입하기 위해 본체 초기 점검 단계에서 본체의 기능 및 성능에 관한 요구 조건을 만족했는지 판단한다. 판단 기준은 본체 설계 요구 조건 중 초기 운영 시 검

증할 수 있는 요구 조건이다. 각 요구 조건은 검증 시점에 따라 다음과 같이 나눌 수 있다. 첫 째, 본체 초기 점검의 특정 단계에서 위성 텔레메트리를 이용해 바로 검증 가능한 항목이다. 이러한 항목은 Bus Assessment의 텔레메트리 확인 항목으로 분류되며 해당 시점의 텔레메트리를 확인함으로써 검증을 수행한다. 태양 전지판 전개 판단, 전력계 성능 등이 이 항목에 속한다. 둘 째, 특정 기간의 텔레메트리를 분석해 검증 가능한 항목이다. 이러한 항목은 Bus Assessment의 Trend Analysis 항목으로 분류되며 각 부분체의 분석 도구를 이용해 검증을 수행한다. 열 제어 성능, 자세 기동 성능 등이 이러한 항목에 속한다. Bus Assessment 시점은 총 20단계로 나뉘어 위성의 다양한 기능과 성능을 확인한다. 판단 항목은 크게 23가지의 기능 및 성능으로 나뉘며 76가지의 상세 요구사항을 검증한다. 실제 본체 초기 점검 수행 결과 75가지 항목에서 요구 사항을 만족하는 것으로 확인되었으며, 1가지 항목이 요구 사항을 부분적으로 만족하는 것으로 확인되었다.

[P-106] 저궤도지구관측 소형위성 비행모델 음향 환경 시험

전종협, 임종민, 은희광, 문남진, 문귀원
한국항공우주연구원

저궤도지구관측을 위한 소형위성은 우주발사체에 실려서 발사되고 비행과정을 거쳐 궤도에 진입하게 된다. 이러한 과정에서 발생하는 높은 소음 에너지가 위성체에 전달된다. 이에 대한 위성체의 영향에 대해 발사전에 지상에서 사전 검증은 반드시 이뤄져야 한다. 이러한 검증을 위해 발사체에서 제시하는 소음 요구사항을 모사하여 환경시험이 실시된다. 해당 음향 환경시험은 온도 및 습도, 오염 입자를 컨트롤하는 청정실에서 이뤄져서 위성 비행모델을 보호한다. 발사체의 요구조건에 따라 부가되는 음향 환경에 따라 위성체의 주요부위에 영향을 확인하기 위해 가속도 센서를 적용하고 해당 부위에서 주파수에 따른 응답 분석을 실시하게 된다. 그 결과를 분석하여 위성의 구조적 강건성을 판단한다. 이 논문에서는 성공적으로 수행된 저궤도지구관측위성용 소형위성의 비행모델에 대하여 실시한 음향 환경 시험 방법 및 분석 내용을 소개하고자 한다.

[P-107] 저궤도지구관측 소형위성 비행모델 진동 환경 시험

전종협, 임종민, 은희광, 문남진, 문귀원
한국항공우주연구원

저궤도지구관측을 위한 소형위성은 우주발사체에 실려서 발사되고 비행과정을 거쳐 궤도에 진입하게 된다. 이러한 과정에서 발사체로부터 전달되는 높은 진동 조건에 대한 위성체의 영향에 대해 사전 검증을 해야 한다. 이러한 검증을 위해 발사체에서 제시하는 진동 요구사항을 모사하여 환경시험이 실시된다. 해당 진동 환경시험은 온도 및 습도, 오염 입자를 컨트롤하는 청정실에서 이뤄져서 위성 비행모델을 보호한다. 발사체의 요구조건에 따라 부가되는 진동 환경에 따라 위성체의 주요부위에 영향을 확

인하기 위해 가속도 센서를 적용하고 해당 부위에서 주파수에 따른 응답 분석을 실시하게 된다. 그 결과를 분석하여 위성의 구조적 강건성을 판단한다. 이 논문에서는 성공적으로 수행된 저궤 도지구관측위성용 소형위성의 비행모델에 대하여 실시한 진동 환경 시험 방법 및 분석 내용을 소개하고자한다.

[P-108] Passive 셀 밸런싱 회로가 인공위성 정전원 안정화를 위해 장착된 배터리 동작에 주는 영향성 분석

전현진, 이상록, 전문진, 임성빈
한국항공우주연구원

인공위성의 정전압 소스에 고전력 단주기(microcycle)성 부하가 연결되면 정전압 소스 특성으로 인해 출력 전압이 흔들리게 되어 정전압 소스에 연결돼 있는 다른 유닛에 악영향을 끼칠수 있다. 이러한 문제는 여러 가지 방식으로 해결할 수 있지만 가장 단순한 방식은 배터리 연결을 통한 방식이다. 위성에 사용하는 배터리는 보통 리튬이온 배터리를 사용하는데 원하는 동작 전압 범위를 맞추기 위해 배터리 셀을 직렬로 여러 개 연결시킨 형상을 갖는다. 하지만, 셀 간 밸런스가 맞지 않으면 배터리 셀이 쉽게 열화될 수 있어서 배터리 셀을 제작할 때 엄격한 screening을 통해 셀 특성이 거의 유사한 셀을 선정하거나 별도의 셀 밸런싱 회로를 갖도록 배터리를 설계한다. 이 논문은 고전력 단주기성 부하가 야기하는 전원 불안정성을 완화시키기 위해 장착된 배터리의 동작에 셀 밸런싱 회로가 어떤 영향을 주는지에 대한 분석을 나타내었다. 분석은 Passive 셀 밸런싱 회로에 대한 것이다. 분석 결과, 밸런싱 회로가 시정수를 작게 해주는 역할을 하는 장점을 갖는 반면에 밸런스 저항에 전압이 걸리기 때문에 고전력 단주기성 부하에 공급되는 전압을 떨어뜨리는 단점이 존재한다.

[P-109] 저궤도 위성의 레인징 위상차 분석

조승원¹, 이상정²
¹한국항공우주연구원, ²충남대학교 전자공학과

저궤도 위성의 거리측정은 크게 두 가지로 얻을 수 있는데 지상국의 Tracking Antenna로 위성 각 추적 데이터를 얻는 방법과 특정의 측정 신호를 사용하여 거리를 얻는 방법이 있다. 특정의 신호를 사용하는 방법 중 톤 신호를 통한 측정은 위성의 업링크 캐리어에 서브 톤을 실어 위성으로 보내면 위성은 이를 동기식 복조하여 다운링크 캐리어에 다시 실어 보내게 되며 초기위상과 수신된 위상의 차를 통해 왕복시간을 측정하고 위성까지의 거리를 계산하는 방식이다. 이 때 레인징의 모호성을 해결하기 위해 주 톤 외에 몇 개의 추가적인 보조 톤들을 보내게 된다. 레인징 모호성에는 수신 신호의 잡음레벨(S/N0), 보조 톤의 개수, 지상 측정 시스템의 보상, 위성의 비선형성 등이 영향을 미치게 되는데 이 논문에서는 저궤도 위성의 비선형성 요인으로 인한 레인징 위상차 검증 방법을 제시하고 그에 따른 분석 결과를 보여준다.

[P-110] 저궤도 위성 RF 송수신 시스템의 발사장 검증

조승원, 김영윤, 최종연
한국항공우주연구원

저궤도 위성이 Assembly, Integration & Test(AI&T) 수행 후에는 발사장으로 이동하여 전기적, 기계적 상태 확인을 거쳐 발사체에 탑재되어 최종 발사가 이루어진다. 저궤도 위성의 전기적 상태 확인은 위성의 이동에 따른 영향의 유무를 판단함과 동시에 발사 전 마지막 점검을 통해 최종상태를 확인하기 위함이다. 원격 측정명령계의 RF 송수신 시스템의 경우 AI&T 과정에서 일부 특정의 RF 환경시험을 제외하고는 정확한 성능 검증을 위하여 위성의 Antenna를 제외한 전단에서 측정을 위한 전지상지지원장비까지 RF 케이블을 통하여 검증이 이루어진다. 그러나 발사장에서는 S/C FM Antenna가 장착이 되기 때문에 기존의 방법으로는 검증이 불가능하다. 이 논문에서는 저궤도 위성 원격측정명령계 RF 송수신 시스템의 발사장에서의 검증을 위한 방안과 시험 항목을 제시하고 그에 따른 분석 결과를 보여준다.

[P-111] 인접채널에서 무선시스템 간의 양립성 분석 연구

조인경, 문귀원, 김태윤, 장재웅, 장경덕
한국항공우주연구원

세계적으로 아날로그 TV에서 디지털 TV로 전환되어지고 있다. 특히, 한국은 2013년 이후로부터는 DTV로 전환되어지고 있는 추세이다. 이때, DTV 전환에 따른 여유 주파수 대역에 예상 가능한 서비스의 적합한 할당이 중요하며, 잠재적으로 할당될 가능성이 있는 IMT, WiMAX, 4G서비스, 무선마이크와 DTV 서비스간의 양립성 분석되어야 한다. 따라서 이 논문에서는 인접채널에 무선 시스템인 WiMAX MS를 할당하여 DTV 밴드에 미치는 간섭을 분석하여 DTV 밴드 서비스 보호를 위한 방안을 마련하고자한다. 희생원인 DTV는 채널 34(587MHz), 간섭원인 WiMAX MS는 채널 32~33(579MHz)로 가정하여 할당하였다. 또한, WiMAX MS는 TDD방식을 고려하였다. 분석방법으로는 Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool (SEAMCAT)을 사용하여 간섭 확률 5% 이하를 만족하는 보호 대역과 보호거리의 관계를 산출하였다. 그 결과, 기준 방사 마스크를 제안하였을 때, 두 시스템 간의 여유대역이 0MHz일 경우 보호거리는 약 7km정도가 요구되었고, 더 많은 여유대역이 주어지더라도 같은 보호거리가 주어져야 만족한다는 것으로 도출되었다. 또한, 더 실질적인 상황에 맞추어 가정한 방사 마스크를 기준으로 하였을 때 결과는, 두 시스템 간의 여유대역이 0MHz일 경우 보호거리는 약 3.8km정도가 요구되었고, 여유대역이 5MHz 이상인 경우에는 보호거리가 0.8km 이상만 되면 만족시킨다는 것을 분석하였다. 이 연구를 통해 얻어진 보호대역과 보호거리는 DTV와 여타 무선 시스템간의 간섭 분석에 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

[P-112] 정지궤도 위성의 원격명령 데이터 흐름 분

석 사례 연구

조창권

한국항공우주연구원

위성은 지상국으로부터 임무를 수행하기 위한 명령을 받는다. 예를 들어, 식 기간에는 위성에 파워를 공급해주거나 위성에 문제가 생겨 운영 모드를 전환할 때, 추력기를 활용하여 자세를 제어하고 에너지를 얻기 위한 태양 전지판을 전개하거나 계획된 임무를 재수행하기 위해 컴퓨터 메모리를 업로드 하는 일련의 명령들을 수행하게 된다. 이처럼 위성의 임무를 위해 지상국으로부터 오는 명령을 수행하기 위해선 위성과 지상국간의 표준화된 통신 규약에 따라 데이터를 주고 받는다. 지상에서 수행할 명령 데이터를 일정 포맷에 따라 정의하고 위성은 신호를 받아 수신된 데이터에 따라 명령을 수행한다. 이 논문에서는 국내 최초 정지궤도 위성인 천리안 위성의 원격 명령 데이터베이스의 구조를 분석하고 원격 명령 데이터의 흐름을 이해하고자 한다.

[P-113] 저궤도 위성 메모리 오류 관리

채동석, 신현규, 양승은, 천이진

한국항공우주연구원

위성에는 탑재소프트웨어가 탑재되어 수행되는 주 메모리 외에 위성의 원격측정데이터를 저장하는 메모리, 비상 운영을 위해 사용되는 메모리, 기타 장비들 간의 통신에 사용되는 메모리 등 다양한 종류의 메모리가 사용된다. 주로 SRAM이나 DRAM이 많이 사용되는데, 이러한 메모리 소자는 태양활동이나 우주방사환경에서 오류가 발생할 가능성이 크다. 이를 해결하기 위하여 여러 가지 차폐기술을 적용하고, Error Detection and Correction (EDAC) 회로를 내장하여 사용한다. 그리고 오류가 누적되어 정정이 불가능한 상태가 되지 않도록 하기 위하여 주기적으로 메모리 스크리빙을 수행한다. 이 논문은 저궤도 위성 바이스시스템에서 사용되는 메모리 종류 및 구조, 스크리빙 방식, 그리고 일부 위성 운영기간 중 발생한 단일 비트 오류 발생 사례에 대해서 소개한다.

[P-114] 정지궤도복합위성 정밀정렬 준비를 위한 절차 및 기준 정의

최정수¹, 김형원¹, 박종석¹, 김인걸²¹한국항공우주연구원²충남대학교 항공우주공학과

이 연구는 천리안위성의 후속 위성으로 항공우주연구원에서 개발 중인 정지궤도 복합위성의 정밀정렬을 준비하기 위해 수행되었다. 정지궤도 복합위성은 천리안위성 대비 크게 향상된 관측 탑재체의 성능을 만족시키기 위해 정밀 자세제어 센서와 추력장치 및 광학 센서류의 조립 및 정렬 시 상대적인 각도 오차를 최소화 해야 할 필요가 있다. 위성체 정밀 정렬에 대한 좌표 기준이나 측정 방법, 측정각의 회전 방향 등은 표준화된 s/w나 절차가 없으며 각 위성개발 업체나 연구소들이 자체개발 s/w와 측정 방법, 노하우를 적용해 왔다. 항공우주연구원은 자체 개발한 s/w

를 활용해 저궤도 관측위성의 정렬을 수행해 왔으며 천리안위성을 해외 선진업체와 공동 개발하면서 s/w를 보완하고 측정 노하우와 절차를 추가로 확보한 바 있다. 이 연구에서는 정지궤도복합위성 정렬을 위한 좌표계에 대해 규정하고 데오드라이트와 레이저 추적기의 측정 시스템, 각 측정 방법에 따른 측정 정확도와 위성체 좌표계 획득 방법에 대해 정의하였다. 덧붙여 정렬 방법 및 측정 절차, 정렬의 성공을 확정할 수 있는 기준에 대해 명시함으로써 정밀정렬을 준비하는 데 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

■ 우주환경 ■

[P-115] History of Russian Lunar Missions

Ulkar Karimova, Suyeon Oh, Yu Yi

Astronomy & Space Science, Chungnam National University, Korea

The Luna program, sometimes called Lunik or Lunnik, was a series of robotic spacecraft missions sent to the Moon by the Soviet Union between 1959 and 1976. Fifteen out of 44 trials were successful. The first moon landing was performed by Soviet Union on 14 September 1959 when Luna 2 crashed on the surface east of Mare Imbrium. The instrumentation of Luna 2 was similar to Luna 1 which placed onto incorrect trajectory and flew past the Moon. It was including Geiger counters, a magnetometer, Cherenkov detectors, and micrometeorite detectors. Luna 2 showed time variations in the electron flux and energy spectrum in the Van Allen radiation belt. Lunokhod was a series of Soviet robotic lunar rovers designed to land on the Moon between 1969 and 1977. After the destruction of the Lunokhod 1A during launch, the Lunokhod 1 carried by Luna 17 was the first of two unmanned lunar rovers successfully soft-landed on the Moon in the Sea of Rains on 17 November 1970. Lunokhod 2 carried by Luna 21 was the second and more advanced one landed in Monnier crater on 15 January 1973. These rovers were loaded with cameras, X-ray fluorescence spectrometer, X-ray telescope, radiation detector and so on to collect images of the lunar surface and to study mechanical properties of the lunar surface material. The successful spacecrafts are designed as either orbiter or lander, and accomplished many firsts in space exploration. Even though Soviet had succeeded in human spaceflight mission, the lunar missions were unmanned. They also performed many experiments, studying the Moon's chemical composition, gravity, temperature, and radiation. There are some planned space missions Russia consider to implement for space explorations in future. According to Roscosmos, next lunar mission Lunar-Globe scheduled to launch in 2014 and it will be a joint mission between

Roscosmos and the Indian Space Research Agency. Like Luna-Glob 1 and Luna-Grunt 1, the main components will be a lunar orbiter and a roving vehicle. We introduce the brief history of lunar mission by the Soviet Union focusing on the scientific instruments and their observation results.

[P-116] 우주방사선 측정장비: Tissue Equivalent Proportional Counter

남육원¹, 이재진¹, 문봉곤¹, 이대희¹, 박영식¹, 표정현¹, 임창휘², 문명국², 김현욱², 김성환³

¹한국천문연구원, ²한국원자력연구원, ³청주대학교

Tissue Equivalent Proportional Counter(TEPC)는 우주인의 우주방사선 피폭량을 모니터링하는 검출기이다. 우주 공간에서는 고에너지 proton 또는 하전입자의 영향을 많이 받으며, 이온화 방사선이 인체에 조사되었을 때 인체에 생물학적 영향을 미친다. 따라서 이온화 방사선량을 정량적으로 측정할 수 있는 Linear Energy Transfer(LET) 측정이 필요하며, 향후 유인 우주인 프로그램을 위해 반드시 필요한 측정기이다. 현재 한국천문연구원은 국제우주정거장에서 사용할 수 있는 LET 측정을 위한 TEPC를 개발하고 있다. 이 연구는 우주공간의 방사선 환경에 대한 등방 반응성(Isotropic response)을 측정하기 위한 구형 TEPC와 신호 처리회로의 제작과정과 국내의 고에너지 방사선 조사시설을 이용하여 얻은 TEPC 기본적인 실험결과를 소개한다.

[P-117] 2D PIC simulation of EMIC instability

Kyunghwan Dokgo, Choeng-Rim Choi, Kyoung-wook Min

Korea Advanced Institute of Science and Technology

We have studied EMIC(Electromagnetic Ion Cyclotron) instability using two dimensional relativistic PIC(Particle in Cell) simulation. EMIC waves are launched by two ways: drift Alfvén-cyclotron instability and temperature anisotropy instability. We analyzed parallel and perpendicular components of fields to see evolution of EMIC waves.

[P-118] SuperMAG-based SMR LT indices in the development of the storm-time ring current

Ga-Hee Moon

Daegu Science High School

SuperMAG is a worldwide collaboration of organization and national agencies that currently operate more than 300 ground based magnetometer. To investigate the dependence of partial ring current in developing ring current, SMR LT (SMR-00, SMR-06, SMR-12, SMR-18) indices provided by SuperMAG were analyzed during magnetic storm periods. Especially, they were divided into solar maximum period (2000~2002) and solar minimum period (1995~1997) to

understand solar activity effects. As a result, total 113 magnetic storms were examined with the storm size. Regardless of magnetic storm size and the degree of solar activity, SMR-18 generally drops fastest and largest in magnitude during magnetic storms, while SMR-06 decreases more slowly. The average value of SMR-18 is above 30% higher than that of SMR-06 in intense storms. The correlation coefficient of SMR versus SMR-18 was highest whereas that of SMR versus SMR-06 was lowest. This results means that the intensity of partial ring current in developing the ring current is stronger in the dusk sector than in dawn sector. The average value of SMR-00 as substorm current is higher than SMR-06 and SMR-12, whereas that is lower than that of SMR-18. This means that the main contribution of ring current is not current in midnight sector but in dusk sector. The effect of partial ring current decreases as the storm size increases. During recovery phase of magnetic storms, the shape of ring current is nearly symmetric. On the other hand, official auroral electrojets indices (AE, AL, AU) and SuperMAG based auroral electrojets indices (SME, SML, SMU) were compared during magnetic storms. Though the appearance of variations are similar, the values of SuperMAG based auroral electrojet indices are much higher than that of official auroral electrojet indices.

[P-119] 열진공 챔버용 열전대 제작 및 신뢰성 검증시험

백선기¹, 김근식¹, 임성진², 박성욱², 조혁진², 서희준²

¹(주)한양이엔지, ²한국항공우주연구원

인공위성은 지상에서 설계 제작된 후 우주환경을 모사하는 지상 시험장비에서의 시험을 통해 성능을 검증받은 뒤, 최종 발사체에 탑재되어 궤도에 진입하게 된다. 우주환경은 고진공 환경과 태양 복사열에 의한 고온 환경 및 극저온이 반복되는 가혹한 환경으로 특징지어 진다. 위성체는 지상에서 발사되어 우주궤도에 진입한 순간부터 가혹한 우주환경에 노출되어 위성체의 주요부품에 기능장애가 발생하여 결국 임무의 실패로 이어지기도 한다. 따라서 위성체는 지상에서 우주환경시험을 거쳐 기능 및 작동상태를 점검해야 한다. 우주환경시험시험에서는 열진공 챔버를 이용한 열환경 시험 시 주어진 환경조건 모사를 위해 챔버 Shroud 및 시편 표면에 열전대를 부착하여 온도를 측정한다. 이 논문에서는 열환경 시험을 진행함에 있어 필요한 열전대를 직접 제작하고 제작된 열전대의 신뢰성 검증시험 과정 및 결과에 대해 기술하였다.

[P-120] 고고도 환경 모사를 위한 밸브 제어 방안

백선기¹, 김근식¹, 임성진², 박성욱², 조혁진², 서희준²

¹(주)한양이엔지, ²한국항공우주연구원

고고도시험에서의 운용고도는 저진공 환경이고 그때의 고도 변화율이 10m/s 이하가 되어야 한다. 시험체는 지상에서 이륙하여 운용고도에 진입함에 따라 낮은 기압으로 인하여 외관의 파손 및 변형이 올 수 있고 기압차이로 인하여 구동부품의 부하상태의 변화로 구동성능 변화가 발생할 수 있다. 저진공 환경에 노출되어 시험체의 주요부품에 기능장애가 발생하여 결국 임무의 실패로 이어지기도 한다. 따라서 시험체는 지상에서 고고도시험을 거쳐 기능 및 작동상태를 점검해야 한다. 베이코아웃 챔버를 이용한 고고도시험 시 주어진 환경조건 모사를 위해 챔버 외부에 매뉴얼 밸브를 장착하여 고도 변화를 시킨다. 이 논문은 고고도시험을 진행함에 있어 필요한 매뉴얼 밸브 제어에 대한 시험 과정 및 결과에 대해 포함되어 있다.

[P-121] 태양 흑점군 자동 인식 및 분류 알고리즘 개발

이정덕¹, 홍순학², 이상우¹, 오승준¹, 최규철¹, 김재훈², 윤기창², 이재형²

¹(주)에스이랩 부설연구소, ²국립전파연구원

우주환경의 변화를 일으키는 주요 원인인 태양 플레어와 코로나 물질방출 현상(CME)은 태양의 흑점군에서 주로 발생한다. 따라서 우주환경의 감시를 위하여 우주환경 변화의 주 원인인 태양의 흑점군에 대한 자동화된 실시간 감시가 필요하다. 이 연구에서는 SDO 위성의 연속선 및 자기장 이미지를 이용하여 태양의 흑점군을 자동으로 인식하고 분류할 수 있는 알고리즘을 개발하고 그 결과를 NOAA에서 제공하는 분류결과와 비교하였다. 태양 흑점군 자동 인식 및 분류 알고리즘에서는 먼저 태양 흑점군의 자동인식을 위하여 SDO 위성의 연속선 이미지의 화소값을 이용하여 흑점의 씨앗을 추출하고 영역확장(Region Growing) 기법을 적용하여 개별 흑점을 판독한 후, 판독된 흑점들간의 각거리를 이용하여 흑점들의 그룹을 결정(Grouping)한다. 자동 인식된 각 흑점군에 대하여 흑점군내의 흑점의 갯수, 흑점간의 최대거리, 흑점내 화소값 분포, 흑점 반영의 존재여부 등을 산출하여 McIntosh Z 클래스를, 반영의 존재여부와 발달정도 및 흑점 윤곽선의 비대칭성을 산출하여 McIntosh p 클래스를, 흑점군의 공간적 범위 및 총면적과 반영을 가진 흑점의 갯수를 산출하여 McIntosh c 클래스의 분류를 수행한다. 또한 SDO 자기장 이미지를 이용하여 흑점군 내의 극성 분포도 및 자기 분할선을 산출하고 이를 이용하여 Mt. Wilson 자기장 클래스의 분류를 수행한다. 이 연구에서 개발된 알고리즘으로 산출되는 태양 흑점군의 분류 결과는 수동으로 분류되는 NOAA의 Solar Region Summary(SRS) 분류 결과와 전반적으로 비슷한 모습을 보여주고 있으나, 서로 다른 분류 주기와 방법으로 인한 차이점도 어느 정도 존재함을 확인할 수 있었다. 이 연구에서 개발된 알고리즘은 현재 국립전파연구원(RRA)에서 운영중인 Automated Solar Synoptic Analysis(ASSA) 시스템에 적용되고 있다.

[P-122] 고정밀 RF 시험시설을 위한 방진시스템 설계

장경덕, 김태윤, 장재웅, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원

안테나 패턴 측정이나 이득 측정 또는 RF alignment 측정등을 수행하는 RF 시험시설은 측정 결과의 신뢰를 위하여 매우 정밀한 제어를 요구하며, 급전흔과 반사판, 포지셔너 사이에 매우 정밀한 alignment가 유지되어야 한다. 외부 진동에 의하여 alignment가 어긋나게 되면 측정의 정확도가 떨어질 수 있으며, 이에 따라 외부 진동으로부터 내부 측정시스템의 영향을 최소화 하기 위한 시스템을 갖출 필요가 있다. 보통의 안테나 측정 챔버는 챔버의 바닥에 방진시스템을 갖추고 있는데, 방진 시스템은 고하중의 콘크리트 블록과 아이솔레이터로 구성된다. 외부에서 오는 진동을 콘크리트 블록과 아이솔레이터에서 흡수하여 챔버내부로는 전달시키지 않는 역할을 하는 것이다. 이 논문에서는 항우연의 대형 RF 시험시설 구축을 위한 방진 시스템 설계 결과를 보여준다. 최대 변형 요구 조건과 최대 허용 레벨의 요구 조건에 맞도록 설계되어 있으며, 그 위에 설치될 고하중의 전자파 챔버 및 반사판, 포지셔너 등의 RF 측정시설의 모든 하중을 견딜 수 있도록 설계되어 있다.

[P-123] 대형전자파챔버 설계 Quiet Zone 성능 평가

장경덕, 김태윤, 장재웅, 조인경, 문귀원

한국항공우주연구원

인공위성은 지상에서부터 발사 및 궤도 운용까지 다양한 전자파 환경에 노출되며 이러한 환경에서의 위성 운용을 검증하기 위하여, 다양한 전자파 환경을 모사하는 전자파 환경시험을 수행하게 된다. 전자파 환경시험은 외부전자기적 환경의 영향을 배제할 수 있는 전자파 차폐룸에서 수행하게 된다. 또한, 차폐룸 내부는 내부 전자파 반사의 영향을 줄이기 위하여 전자파 흡수체로 모든 면을 덮고 있다. 전자파 시험장의 성능을 평가하는 방법에는 여러 가지가 있는데, 전자파 차폐룸 자체의 차폐 성능을 측정하는 것과, 차폐룸 내부의 실제 테스트 영역에서 VSWR, Normalized Site Attenuation, Field Uniformity 등을 측정하여 Quiet zone의 성능을 측정하는 것 등이 있다. 이 논문에서는 최근 설계를 진행하고 있는 항공우주연구원의 대형전자파챔버의 Quiet Zone 성능 평가 결과를 나타낸다. 성능 평가에는 VSWR 측정과 NSA측정을 이용하였으며, 매우 만족할 만한 결과를 얻었다.

[P-124] 코로나홀 및 필라멘트 자동인식 알고리즘 개발

최규철¹, 홍순학², 이상우¹, 이정덕¹, 김재훈², 윤기창², 오승준¹, 이재형²

¹(주)에스이랩, ²국립전파연구원 우주전파센터

태양의 코로나홀과 필라멘트 분출은 태양-지구간 자기장에 큰 영향을 미친다. 따라서 코로나홀과 필라멘트의 정확한 위치와 크기 등을 감시하는 일은 우주환경 변화의 연구에 있어 매우 중요하다. 이 연구에서는 SDO 위성의 AIA 193 및 자기장 이미지, NSO/GONG의 H-alpha 이미지를 사용하여 코로나홀과 필라멘트를 자동으로 인식하는 알고리즘을 개발하였다. 코로나홀을 자

동으로 인식하고 판별하는 과정에서는 기본적으로 SDO 위성의 AIA 193 이미지와 자기장 이미지가 사용된다. 우선 AIA 193 이미지에 대해서는 마스크링(Masking) 처리, 기준 경계화소값에 근거한 코로나홀 1차 후보영역 판별, 형태학적 기법을 사용한 2차 판별 등의 처리 과정을 거친다. 자기장 이미지의 경우는 2차 판별된 코로나홀 영역에 대한 자기장 극성 분포를 구하여 필라멘트인 경우를 가려냄으로써 최종적인 코로나홀의 판별에 이용된다. 여기서 얻어진 결과에 대해서는 NOAA의 UCOHO 전문자료와 비교하여 검증을 수행하였다. 필라멘트를 자동으로 인식하고 판별하는 알고리즘에서는 NSO/GONG H-alpha 이미지가 사용된다. 원본 이미지에 대하여 마스크링(Masking), 화소값 불균일성 보정 등의 처리를 거친 후에 기준 경계화소값에 근거하여 필라멘트 1차 후보 영역을 판별하고, 형태학적 처리 기법을 적용하여 2차 후보 영역을 판별한다. 이와 같이 판별된 개별 영역에 대하여 영역확장(Region Growing)기법을 적용하여 확인된 개별 필라멘트 영역들에 대해서는 그룹핑 처리를 거쳐 최종적인 필라멘트 영역을 구한다. 코로나홀 및 필라멘트 자동인식 알고리즘은 현재 국립전파연구원(RRA)에서 운영중인 Automated Solar Synoptic Analysis(ASSA) 시스템에 적용되고 있다.

학회 및 관련기관 소식

한국우주과학회	80
경북대학교 천문대기과학과	81
경희대학교 우주과학과 및 우주탐사학과	81
서울대학교 물리.천문학부 천문학 전공	86
세종대학교 천문우주학과	93
연세대학교 천문우주학과	95
충남대학교 천문우주과학과	99
충북대학교 천문대	100
충북대학교 천문우주학과	101
한국천문연구원	103
한국항공우주연구원	105

■ 한국우주과학회

1. 학회지 발간

2012년 학술지 발간 실적은 29권1호 13편, 2호 18편, 3호 10편, 4호 11편으로 총 52편의 논문이 발행되었으며, 과총의 학술지국제화지원사업 3차년도로 Manuscript Editing(원고편집), 영문원고교열, 국외학자 종설논문 유치비용, Full text XML전환 등의 비용을 지원받아 발행되었다. 학회에서는 계속적인 학술지국제화를 위한 노력을 하고 있으며, 2013년도에 SCIE 등재를 목표로 하고 있다.

2. 학술대회 개최

2012년도 봄 학술대회는 2012년 4월 26일(목)~27(금) 청풍리조트에서 개최하였다. 등록인원은 207명이며 논문발표는 초청강연 1편, 구두발표 74편, 포스터발표 90편 총 164편을 발표하였다. 가을학술대회는 2012년 10월 17일(수)~19일(금)까지 제17회 국제천문올림피아드(IAO) 기념 한국우주과학회·한국천문학회 공동 가을학술대회를 홀리데이 인 광주에서 개최하였다. 등록인원은 480명이며 논문발표는 초청강연 21편, 구두 141편, 포스터발표 192편 총 497편을 발표하였다.

3. 회의 개최

-이사회

2012년도 이사회 1차 회의는 한국천문연구원 회의실(2012. 01. 19), 2차 회의는 제천 청풍리조트(2012. 04. 26.), 3차 회의는 광주 홀리데이 인 광주(2012.10.17.)에서 개최 하였다. 1차 회의에서는 신입회원, 평의원, 기관회원 승인, 포상위원회 구성, 학술대회준비위원회 구성, 편집위원회 구성 승인, 결산서 승인 등이 결의되었다. 2차 회의에서는 학회발전기획위원회와 학회활동 역량강화 위원회 구성 승인, 학술대회 준비위원회 위원 추가 승인, 신입회원 승인, 학술대회 학생 등록비 지원 승인 등이 결의 되었다. 3차 회의는 2013년 예산(안) 승인, 신입회원 승인, 2013년 봄 학술대회 장소 확정, 2012년(2012.01.01~09.30) 결산서승인 등이 결의 되었다.

-정기총회

제30차 정기총회가 2012년 10월 18일(목) 17:30에 광주 홀리데이 인 광주에서 개최되었다. 보고사항으로는 사업보고, 학술대회준비위원회보고, 학술보고, 포상위원회보고, 감사보고가 있었으며 안건으로는 2012년 결산 심의, 2013년도 예산 심의가 의결되었다.

4. 2012년 시상

- 한국우주과학회 Best Data Visualization Award

2012년 봄, 김재혁 회원(천문연)

2012년 가을, 이덕행 회원(천문연)

- 한국우주과학회 학술상

2012년 학술상 대상 김천회 회원(충북대 교수)

5. 위원회

-편집위원회

Journal of Astronomy and Space Sciences(JASS) 편집위원회는 편집위원장으로 이유(충남대), 위원으로는 김관혁(경희대), 김방엽(항우연), 나자경(천문연), 박상영(연세대), 안효성(파기원), 오화석(항공대), 이병선(전자연), 이수창(충남대), 이재진(천문연), 임홍서(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(University of Nebraska-Lincoln, Nebraska USA), Richard W. Longman(Columbia University, New York USA), Boonrucksar Soonthornthum (Chiang Mai University, Chiang Mai Thailand)으로 구성되어 있으며 임기는 2013년 12월 31일까지이다.

-포상위원회

포상위원회는 위원장으로 한원용(천문연), 위원으로는 문홍규(천문연), 윤태석(경북대), 이유(충남대), 진호(경희대)회원으로 구성되어 있으며 임기는 2013년 12월 31일까지이다.

-학술대회준비위원회

학술준비위원회는 위원장으로 조중현(천문연), 위원으로 김방엽(항우연) 김용기(충북대), 이병선(전자연), 이재우(천문연)회 장현영(경북대), 최영준(천문연), 김용기(충북대), 장현영(경북대)으로 구성되어 있으며 임기는 2013년 12월 31일까지이다.

-학회발전기획위원회

학회발전기획위원회는 위원장으로 민정욱(파기원), 총무로는 장현영(경북대), 학회지분야 팀장으로 이유(충남대), 손영종(연세대), 문용재(경희대), 이대영(충북대), 임조령(항우연), 대내외협력분야 팀장으로 최기혁(항우연), 이재진(천문연), 김석환(연세대), 오승준(에스이랩), 이병선(전자연), 조성기(천문연), 학술대회 및 조직과 운영분야 팀장으로 조중현(천문연), 김영수(천문연), 광영실(천문연), 김관혁(경희대), 남옥원(천문연), 이주희(항우연)회원으로 구성되어 있으며 임기는 2013년 12월 31일까지이다.

-학회활동 역량강화 위원회

학회활동 역량강화 위원회는 위원장으로 최기혁(항우연), 손영종(연세대), 김영수(천문연), 민정욱(파기원), 이주희(항우연), 이병선(전자연), 김방엽(항우연), 김호일(천문연), 문홍규(천문연)회원으로 구성되어 있으며 임기는 2013년 12월 31일까지이다.

7. 회원 현황

2012년 신입회원 인준 현황은 정회원 60명, 기관회원 1곳이 승인되었으며, 평의원 4명이 승인되었다. 2012년 12월 31일 현재 회원수는 1108명(최근 3년간 회비납부 및 활동 실적이 있는 회원 690명, 3년 이상 비활동 및 해외체류회원 404명, 명예회원 11명, 가입대기 3명)이며 기관회원 수는 77곳이다.

8. 학회 사무국

대표메일: ksss@ksss.or.kr

홈페이지: http://ksss.or.kr

서울사무국: 서울 서대문구 연세로 50 연세대학교 천문대 내

Tel: 02-2123-3439, Fax: 02-2123-8675/ 정남해 사무국장

대전사무국: 대전 유성구 대덕대로 776 한국천문연구원 내

Tel: 042-865-3391, Fax: 042-865-3392/ 고미희 사무원

■ 경북대학교 천문대기학과

1. 인적사항

본 학과의 천문학 전공 교수는 박명구, 윤태석, 장현영, 황재찬 회원 네 명이다. 본 학과가 창설된 1988년부터 강의, 대학원생 지도, 공동연구로 함께 하신 동교 과학교육학부 지구과학교육 전공 강용희 회원이 2013년 2월 정년퇴임하였다. 같은 전공의 심현진 회원도 대학원 강의와 대학원생 논문지도를 맡고 있다.

2013년 3월에 28명의 학부 신입생이 수시 및 정시모집으로 입학하였고 1명이 편입학하였다. 대학원에는 2013년 3월 4명의 석사과정 학생이 입학하여 현재 2명의 박사과정 학생과 12명의 석사과정 학생이 재학 중이다. 조동환 회원과 류윤현 회원이 박사 후 연구과정으로 있다.

2. 연구 및 학술활동

박명구 회원은 블랙홀 등에 의한 부착흐름에 대해 계속 연구하고 있으며, 천문연구원의 이병철, 한인우, 김강민 회원과는 보현산 BOES를 활용하여 외계행성을 찾거나 별의 진동에 대해 연구하고 있으며, 류윤현, 장현영 회원과는 미시중력렌즈 연구, 이윤희, 안홍배(부산대) 회원과는 막대은하에 대한 연구, 권순자 회원과는 우리 은하 내 외톨이 블랙홀에 의한 부착연구를 계속 수행하고 있다. 윤태석 회원은 본 학과 김수현 회원, 오형일 회원, 문현우 회원 및 손동훈 회원(충북대), 윤재혁 회원(천문연구원) 등과 공동으로 공생별과 상호작용쌍성에 대한 분광관측 및 측광관측 연구를 계속 수행하고 있다. 적외선 영역에서의 관측 연구에도 참여하여, 한국천문연구원에서 추진하고 있는 과학기술위성 3호 MIRIS를 활용한 연구와 이상각 회원(서울대), 성현일 회원(천문연구원), 이정은 회원(경희대), 성환경 회원(세종대), 강원석 회원(경희대), 오형일 회원, 문현우 회원 등과 지상 망원경을 이용한 FU Ori 형 별에 대한 근적외선 연구를, 박찬 회원(천문연구원), 문현우 회원, 오형일 회원 등과 파문헌 산개성단에 대한 근적외선 연구를 수행하고 있다. 이는 올해 내 완성 예정인

IGRINS 근적외선 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 국제공동 연구과제로 추진하고 있는 분광관측을 통한 한일외계행성 탐색 관측 연구(Korean-Japanese Planet Search Program)에 일본 팀(이주미 우라 박사, 오미야 박사, 사토 박사 등), 천문연구원 팀(한인우 회원, 김강민 회원, 이병철 회원 등)과 함께 참여하고 있다. 한편, 이병철 회원, 본 학과 김상희 회원과 함께 외계행성 탐색 관측 연구를 따로 수행하고 있다. 장현영 회원은 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. 황재찬 회원은 우주구조의 비선형진화, 일반화된 중력에서 우주구조 형성론, 암흑물질, 암흑에너지, 그리고 현대우주론의 과학적 한계에 대한 연구를 수행하고 있다.

2012년 3월 이후 학과 세미나에 연사로 오신 분은 김지훈 박사(서울대 초기우주천체연구단), 오수연 박사(충남대), 이상현 박사(부산대), 객규진 박사(천문연구원), 이재준 박사(천문연구원), 임명신 교수(서울대)이다.

본 학과는 지역민들과 학생들을 위해 매 학기 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(본교 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.

경희대학교 우주과학과와 우주탐사학과에는 2013년 3월 현재 총 17 명의 교수-김갑성, 이동훈, 김상준, 장민환, 김성수, 박수중, 최광선, 문용재, 김관혁, 선종호, 진호, Tetsuya Magara, 이은상, 이정은, Sami K. Solanki, Danny Summers, Peter H. Yoon-에 의해 강의와 연구가 수행되고 있다. 위 교수진에 더하여 최윤영 회원이 전임 연구교수로서 재직하고 있다. 아울러 일

본 NICT의 Satoshi Inoue 교수, 미국 UC Santa Cruz의 Ian Garrick-Bethell 교수, 미국 NJIT의 이정우 교수, 그리고 영국 Warwick 대학의 Valery M. Nakariakov 교수가 International Scholar로서 연구와 교육에 힘을 보태고 있다. 현재 우주과학과장은 김성수 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 본과 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 석박사 통합과정에 2명, 박사과정에 4명의 학생이 있다. 대학원 우주탐사학과는 석사과정에 18명, 박사과정에 33명, 석박사 통합과정에 4명의 학생을 두고 있다. 양과 대학원에서 2012년 8월 이후 학위를 받은 학생은 다음과 같다.

* 석사 졸업 - 3명

- 박선경 (13년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 이정은) - 논문 제목: Wilson-Bappu effect: Extended to Surface Gravity
- 박성하 (13년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 선종호) - 논문 제목: Geant4를 이용한 20-300 keV 입자 검출 수치해석
- 전채우 (13년 2월, 우주탐사학과, 지도교수 김관혁) - 논문 제목: 보현산에서 관측한 저위도 Pi2 파동의 통계적 연구

* 박사 졸업 - 2명

- 이경선 (12년 8월, 우주과학과, 지도교수 문용재) - 논문 제목: Observational Studies of Solar Coronal Small-Scale Features Using EUV Imaging Spectroscopy and Stereoscopy
- 김재현 (13년 2월, 우주과학과, 지도교수 김상준) - 논문 제목: Simultaneous observations and statistical analysis of SiO and H₂O masers toward evolved stars

2. 연구 및 학술 활동

-WCU 사업

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 총 94명(박사과정 33명, 석박통합 43명, 석사과정 18명)의 재학/수료 대학원생이 있다. WCU 사업의 수행을 위해 현재 Daniel Martini, 박경선, 이동욱, 신준호, 성숙경, Vinay Pandey, 채규성 박사가 연구교수로, 유대중 박사가 박사후연구원으로 재직하고 있다.

본 사업단에서는 미국 UC Berkeley의 우주과학연구소(Space Science Lab)와 함께 Triplet Ionospheric Observatory-Cubesat for Ions, Neutrals, Electrons, and Magnetic fields(TRIO-

CINEMA)라는 위성을 개발하고 있다. 경희대 사업단은 미국 UC Berkeley Space Science Lab과 공동연구를 진행하여 WCU의 지원으로 2기의 CINEMA를, 미국 NSF의 지원으로 1기의 CINEMA를 제작하였다. 총 3개의 다중 위성으로 구성될 TRIO-CINEMA는 최첨단 탑재체인 Suprathermal electrons, ions, and neutrals detector(STEIN)을 탑재하여 지구 저궤도의 여러 지역을 동시 관측하면서 현재 우주환경에서 가장 핵심 연구주제가 되고 있는 고에너지 입자 발생 및 역학적 과정에 대한 관측을 수행한다. 이는 우리나라에서 처음 시도되는 다중위성 실험으로서, 실험 결과와 탑재체 검증 결과는 향후 대형 과학위성 실험에 직접 이용될 계획이다. WCU 사업단은 현재 미국 UCB/SSL과 함께 연구를 진행하고 있으며 2009년부터 다수의 대학원생들이 SSL을 방문하여 1개월 이상 기기 개발 작업에 참여하고 있다. TRIO-CINEMA 위성 중 1기는 '12년 9월 미국에서 성공적으로 발사되었고 2, 3기는 이미 제작과 시험 등을 거치고 대기 중에 있으며, '13년 여름 러시아에서 발사될 예정이다. 발사 후 초기 운영을 통하여 이들 다중 위성들이 극지방 저궤도를 선회하며, 1년여의 수명을 목표로 운영될 계획이다.

-태양물리연구실

김갑성 회원이 이끌고 있는 태양물리 연구실은 크게 태양물리, 천체역학, 태양관측 시스템 그리고 우주기상예보 분야의 연구를 수행하고 있다. 태양물리 부분에서는 이진이, 김일훈, 이청우 회원이 태양활동 영역의 구조, 진화에 대한 이론적 연구 및 관측으로부터 얻어진 자료의 분석을 통한 연구를 진행하고 있다. 본 연구실의 이진이 회원은 낮은 코로나 영역에서의 태양물질방출(Coronal Mass Ejection)의 팽창에 따른 가열 연구를 수행하고 있다. 김일훈 회원은 Solar Dynamic Observatory(SDO)의 AIA 데이터를 이용하여 EUV 코로나젯의 형태에 따른 물리적 특징을 분석하고 있으며 이청우 회원은 Big Bear 관측소의 H α 관측 데이터를 이용하여 필라멘트 형성에 대한 연구를 수행하고 있다. 김현남 회원은 Hinode SOT로 관측된 흑점의 물리량을 Spectropolarimetry라는 도구를 이용하여 자기장 구조와 속도분포를 연구하고 있고 송용준 회원은 우주기상과 천체역학을 융합하여, Unified State Model(USM)을 이용한 정밀 위성 궤도 계산 시뮬레이션을 수행하고 있다. 지난해부터 백슬민 학생이 학석사 연계과정으로 본 연구실에서 학업을 수행 중에 있다.

태양관측시스템 연구를 위해 교내에 태양 H-alpha 관측 시스템과 태양 분광관측 시스템을 운영하고 있으며 이 관측 시스템은 네트워크를 통한 원격 관측이 가능하도록 구축되어 있다. 또한 Heliostat과 grating을 이용하여 분광 관측 시스템을 구축하여 관측을 수행하고 있다. 본 태양 관측 시스템은 학부생들의 태양 관측 실습에 활용하고 있다. 마지막으로 우주기상예보 연구에서는 국내외의 우주환경 사이트의 관련 데이터를 수집하고 모니터링을 하기 위한 모니터링 시스템을 구축하였다. 본 연구에서는 Solar Data Image Processing(SDIP) 소프트웨어를 자체적으로 개발하여 운영하고 있다. SDIP 소프트웨어는 Borland C++를 이용해서 개발 되었으며, 모니터링 시스템은 SDIP를 이용해서 각각의 FTP 사이트에서 근실시간으로 태양 데이터를 획득하고, 모니터링하기 위한 것이다.

김갑성 회원은 2010년 9월부터 기상청 국가기상위성센터가 지원하는 연구용역사업을 진행하고 있다. 이 연구용역사업의 사업명은 "우주기상 예보를 위한 우주기상 예측모델 개발"로서 현재 연구책임자 1명, 공동연구자 6명, 연구원 6명, 연구조원 12명 등 총 25명이 참여하고 있다. 총 사업비는 6억원으로 2014년 11월까지 5년 동안 추진될 예정이다. 이 사업과 관련하여 경희대학교 자연과학종합연구원 내에는 우주기상센터가 설치되었으며 센터장은 문용재 회원이 맡고 있다. 우주기상센터는 태양활동 극대기를 대비하여 우주기상과 관련된 연구를 활발히 진행하고 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 수치모델을 이용한 알펜과 발생연구를 진행하고 있다. 이재형 회원은 전리층에서의 전자기 섭동 현상을 연구하고 있다. 권혁진 회원은 THEMIS 위성의 전기장, 자기장, 플라스마 자료와 지상 자기장 측정기 자료를 이용하여 서브스톰 발생시 자기권 꼬리 지역에서 발생하는 지구방향의 고속플라스마 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 분석적 방법과 PIC 수치모사를 이용하여 온도 비균등성에 의한 EMIC 불안정성 발생에 대한 연구를 진행하고 있으며 박사라 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 이상은 회원과 현기호 회원, 김기정 회원은 자기권 내에 존재하는 고에너지 입자의 운동학적 변화 연구를 수행하고 있다. 이준현 회원은 우주 플라스마에 의한 위성체의 대전 현상에 대한 연구를 수행하고 있다. 전채우 회원은 2013년 2월 석사 학위 후 일본 나고야 대학에서 박사 과정을 수행 중이다.

-행성천문연구실

김상준 회원이 지도하고 있는 행성천문연구실은 현재 박사과정 4명, 연구교수 1명으로 구성되어 있다. 현재 보현산 천문대, Keck, Gemini Observatory 등의 분광 관측 자료와 Cassini 탐사선의 관측 자료를 분석하여 목성, 토성, 타이탄 등의 대기 및 혜성 등의 각종 라디칼 및 분자선의 생성, 그리고 이들 천체의 대기조성과 광화학적 반응에 관한 모델연구를 수행하고 있다. 김상준 회원은 토성의 haze의 분광 관측 자료에서 나타나는 3마이크론 부근 분광 특성의 가(假)동정에 대한 논문을 PSS 지에

발표하였다. 심채경 회원은 Cassini 탐사선의 측광분광기 VIMS의 근적외선 분광데이터를 활용하여 타이탄 대기 중에 존재하는 연무(haze)의 수직분포에 관해 연구하고, 그와 유사한 광학적 성질을 보이는 후보 분자를 제안하는 논문을 국제학술지에 제출했다. 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 학술지에 발표하고자 준비 중에 있다.

학연과정의 김정숙 회원은 현재 김상준 회원 및 한국천문연구원 김순욱 회원의 지도를 받고 있다. 일본 국립천문대 VERA 그룹의 Project Scientist 인 Honma 박사와의 공동연구를 통해 micro quasar Cyg X-3의 격변 현상을 관측하고, 이를 다른 과정과 연계하여 관련된 accretion 및 상대론적인 jet에 대해 연구하고 있다. 또한 일본국립천문대 및 스페인 바로셀로나 대학의 Torrelles 박사 그룹과의 공동연구를 통해 high mass star forming region인 W75N의 maser의 시간에 따른 구조 변화 및 원시별의 진화 양상에 대해서도 연구하고 있다. 김재현 회원은 한국천문연구원의 조세형 회원과 함께 AGB star로부터 Planetary Nebula로 가는 만기형 별의 진화 과정을 규명하기 위하여 이러한 만기형 별에서 방출되는 SiO와 H₂O maser의 동시 관측 연구를 KVN 21m 전파망원경 및 KVN+VERA의 전파간섭계(VLBI)를 이용하여 수행하고 있다. 관련 내용 및 결과들을 국내/국제 학회에 계속적으로 발표하고 있으며 ApJ 및 AJ 등에 주/공저자로 7편의 논문을 게재하였다. 또한 김재현 회원은 2013년 2월 경희대학교 우수학위논문상(총장상)을 수상하며 박사학위를 취득하였다.

또한 본 연구실에서는 동 대학의 이동욱 회원과 함께 달의 sodium exosphere와 tail의 최적화 모델 후속 연구를 진행하고 있으며, 또한, 케이사 중력렌즈들의 radio survey에서의 통계적 관측치와 관련한 렌즈의 세부모델연구를 Monte-Carlo시뮬레이션을 이용하여 진행하고 있다.

-우주과학기술연구실

장민환 회원이 이끌고 있는 우주과학기술연구실은 인공위성 감시시스템을 개발해오던 경희대학교 인공위성 추적관측소와 인공위성 탑재용 극자외선 태양망원경 등을 개발한 우주탐체제연구센터를 통합하여 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. 또한 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 서버장설을 완료하고 이를 이용하여 태양 CME 발생과 연관된 태

양 표면의 멀티플렉스 구조해석 연구, EIT wave와 EUV jet의 특성 등을 학연으로 진행하고 있다. 태양의 상시관측을 위하여 천문대의 주망원경을 태양관측용으로 개조하는 작업도 수행중이다.

-천체물리연구실

김성수 회원이 이끄는 천체물리연구실에서는 은하 중심부에서의 별 생성, 은하중심부의 가스 물질 유입, 구상성단계의 생성 및 진화 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 2011년 5월부터 3년간 은하 원반으로부터 핵 팽대부 지역으로, 그리고 더 나아가 은하 중심부 거대질량 블랙홀로 이동하는 진화 과정을 고분해능 유체역학 수치실험으로 규명하는 연구를 진행 중에 있다. 신지혜 회원은 우리은하의 구상성단계 질량 및 크기 분포의 진화를 Fokker-Planck 모델의 Monte Carlo적 반복계산을 통해 연구하고 있으며, 고등과학원의 김주한 회원과 함께 우주거대구조 진화 수치실험으로부터 구상성단계를 생성하는 수치실험 기법을 거의 마쳤다. 이렇게 개발된 새로운 코드를 이용하여 앞으로 구상성단 생성 과정을 본격적으로 연구할 예정이다. 신지혜 회원은 올해 8월에 박사학위 졸업을 예정하고 있으며, 10월부터는 중국 북경대 소재 Kavli Institute of Astronomy & Astrophysics에서 Institute Fellow 로 3년간 일할 계획이다. 이 지원 회원은 천문연구원원의 손봉원 회원의 지도 아래 KVN을 이용한 연구에 참여하고 있는데, 외부 은하 중심부의 전파 신호의 intra-daily 변화를 관측, 연구하고 있다. 정민섭 회원은 달 표 토층 입자들의 크기 분포를 지상편광관측을 통해 분석하는 연구를 수행 중에 있는데, 현재 관측자료 분석을 마치고 논문 작성 중에 있다. 김은빈 회원은 최윤영 회원의 지도 아래 헤일로에서 X-Ray가 관측되는 은하들에 대한 연구를 성공적으로 마쳤으며, 원반으로부터 핵으로 개스가 유입되는 은하들에 대한 관측자료 분석 연구를 시작하려 하고 있다. 안지은 회원은 고등과학원 김주한 회원의 지도 아래 우주론 시뮬레이션 결과를 바탕으로 은하들의 스핀 분포에 관한 연구를 수행 중에 있다. 김민배 회원은 최윤영 회원의 지도 아래 SDSS 자료를 이용하여 별탄생 은하와 활동성은하핵의 특성에 대한 통계적 연구를 수행 중에 있다. 2013년에 석사 또는 석박 통합 과정으로 천경원, 이주원, 김가혜 회원이 새로 입학했으며, 이들은 각각 은하 규모의 별탄생을 수치실험하는 유체역학 코드 개발, 적외선 자료를 이용한 은하 중심부 성형 탐색, 천체투영관 용 영상 제작 방법 연구를 수행하고 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 한국천문연구원원의 산학연 위탁연구로 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 성공하였고, 연 6회의 정기 관측에 참여하고 있다. 이러한 공동 연구를 위해 박수중 회원은 2012년 연구년 기간동안 텍사스 주립대학교에서 교환 교수로 체류하였다. 2013년에는 CQUEAN 의 성능 개선 및 관측 효율을 위한 업그레이드 작업을 진행할 계획이다. 그리고 남아프리카 공화국 천문대에 위치한 일본의 1.3m 적외선 서베이 망원경 (IRSF)을 활용한 연구도 진행하고 있다.

2011년 3월부터 IGRINS 소프트웨어 개발 및 적외선 분광 연구를 수행하던 강원석 박사는 2013년 2월에 퇴직하고 3월부터 국립고흥청소년우주체험센터에서 근무할 계획이다. 그리고 3월부터는 박사과정의 심재경 회원과 2013년 1학기에 석사과정에 입학한 이해인 회원이 IGRINS 소프트웨어 개발에 참여한다. 박사과정의 김재영 회원은 남아프리카 공화국 IRSF 망원경으로 LMC 서베이 관측연구를 수행 중이고, 박사과정의 Le Nguyen Huynh Anh 회원은 SUBARU IRCS 로 관측한 케이사 호스트 은하의 관측데이터 분석을 마치고 적외선 편광 자료를 분석하고 있다. 그리고 박사과정의 Nguyen Nat Kim Ngan 회원은 SUBARU IRCS 로 관측한 M82 의 성단관측 데이터 분석을 하고 있다. 김상혁 회원은 2012년 1학기에 독일 막스플랑크 연구소에 교환학생으로 파견되어 새로운 CCD의 성능 테스트 연구를 수행하고 비측 반사망원경 시스템을 연구하고 있다. 백기선 회원은 2012년 3월에 석사과정으로 입학하여 CQUEAN을 사용한 원시별 HBC722의 변광 관측 연구를 수행 중이다. 또한 2012년 3월에 최나현 회원이 입학하여 CQUEAN 의 성능 개선을 위한 연구를 수행 중이다. 2013년 3월에는 박사과정에 배정된 회원이 입학하여 원시항성의 진화 연구를 수행할 계획이다.

-태양권플라즈마연구실

최광선 회원이 이끄는 태양권 플라즈마 연구실(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 공간척도에 있어서 광역적이고 시간척도가 파동 주기보다 훨씬 큰 것들이므로 플라즈마의 입자운동론적 접근방법보다는 자기유체역학적 기술을 채용하고 있다. 현재 태양 플라즈마물리학 분야에서는 태양활동영역의 정력학적 모형 및 태양 폭발현상의 동력학적 수치모형이 연구되고 있다. 최근 본 연구실은 입자운동론적 플라즈마물리학으로 그 연구영역을 확장하고 있다. 이를 위해 University of Maryland의 Peter H. Yoon 교수 및 Max Planck Institute for Solar System Research의 Joerg Buechner 교수와의 공동연구가 추진되고 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 있다. 이들 외에 석박통합과정의 김선정, 이중기 회원이 태양풍 온도의 비등방성에 관한 기체분자운동론적 연구를 수행하고 있다. 김선정 회원은 부분적으로 이온화된 플라즈마에서 파동전파에 대한 연구도 함께 수행하고 있으며, 이중기 회원은 태양플레이어에서의 입자가속과정을 PIC simulation을 통해 연구 중이다. 권용준 회원은 김현남 회원과 함께 태양 편광관측의 준비를 하고 있다. 임다예 회원은 New Jersey Institute of Technology의 이정우 박사와의 공동연구를 통하여 태양플레이어의 X-ray와 microwave 관측을 통해 플레어지역의 물리적 성질을 밝히는 연구를 하고 있다. 이시백 회원은 태양에서의 파동생성 과정을 연구 중이다.

-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 박사후 1인(정혜원 박사), 박사과정 9인(최성환, 박진혜, 남지선, 박종엽, 이재욱, 나현욱, 이강진, 장수정, 이어진) 및 석사과정 3인(신슬기, 주은경, 이하림)이 연구를 함께 하고 있다. 정혜원 박사는 'CME의 자기 나선도와 속도의 비교 연구'를, 최성환, 남지선 회원은 '기계학습(machine learning)을 이용한 우주기상예보 연구', 박진혜 회원은 '태양 고에너지 입자의 특성 및 예보에 관한 연구', 박종엽 회원은 '흑점수 및 흑점 유형 자동 산출 방법에 대한 연구', 나현욱 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', 이어진 회원은 "태양 활동 영역의 인자를 이용한 플레어 발생 확률 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 연구를 여러 공동 연구자들과 함께 수행하고 있다.

-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.

-별탄생연구실

이정은 회원이 이끄는 별탄생 연구실은 2명의 박사과정 학생과 6명의 석사과정 학생으로 구성되어 있으며, 별생성 영역들에 대한 물리적 화학적 상태에 대한 다양한 연구를 진행 중에 있다. 이정은 회원과 이진희, 제혜린 회원은 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 일괄적으로 통합한 모델이다.

진미화 회원은 질량이 큰 별탄생과 관련된 천체들을 KVN 단일경으로 관측하여, HCN과 HNC의 함량비가 이들 천체들의 진화 과정에 따라 변화하는 양상을 연구하고 있으며, 강선미 회원은 Herschel Key program 중의 하나인 Dust, Ice, and Gas In Time (DIGIT) 프로그램의 천체들을 SRAO 6-m, TRAO 14-m 망원경으로 CO J=2-1, 1-0 선들을 관측하여, molecular outflow의 세기와 원시성의 특성들, 그리고 원적외선에서의 선강도와 비교, 분석하고 있다. 김정하 회원은 Spitzer Space Telescope의 관측에 의해 원시성의 작은 그룹으로 발견된 L1251C라는 천체를 KVN 단일경과 TRAO 망원경으로 다양한 분자선을 관측하여, 이 별탄생 영역에서의 물리적 환경을 연구하고 있다.

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 등과 함께 최근 폭발적으로 밝아진 원시성 HBC 722에 대해 KASINICS와 BOES로 모니터링 관측을 수행해 오고 있다.

본 연구실의 박선경 회원은 석사논문으로 G, K, M 형의 항성들에서 관측되는 Ca II K 방출선의 폭을 이용하여 별들의 중력을 알아내는 방법을 연구하였다. 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 동형 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 천문대장직을 수행하였다. 2012년 3월부터 진호 교수가 부임하여 새롭게 홈페이지를 개선하고 천문대 연구 활용과 과학문화화산사업을 진행하고 있다. 담당직원으로는 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 4월 기존의 전시장 공간에 연구실을 신설하는 공사 및 최첨단 영상실 조성 공사가 완료 되었다.

2012년 2월에는 고교생 과학 및 문화체험교실 및 우주관측프로그램을 필두로 다양한 체험학습 프로그램이 진행되었다. 천문대 장비로는 76cm 반사망원경, 분광기, 4KCCD와 2K CCD를 비롯한 영상장비들과 분광장비를 이용하여 광학관측에 사용되고 있으며, 16인치, 14인치, 10인치 반사망원경으로 교육 및 우주물체 관측도 진행 중이다.

-컴퓨터설비

우주과학과와 우주탐사학과는 N-체 문제 계산을 위한 특수목적 컴퓨터인 GRAPE-6 의 병렬 클러스터(6대)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 물리.천문학부 천문학전공에서는 이상각, 구본철, 이형목, 이명균, 박용선, 채종철, 임명신, 김용태, 이정훈, 우종학, Masateru Ishiguro, Sascha Trippe 등 12명의 교수가 교육과 연구를 담당하고 있다. 천문전공 주임 및 물리.천문학부 부학부장은 박용선 교수가 맡고 있으며 2012년 11월부터는 채종철 교수로 바뀌었다. BK21 부단장은 우종학 교수가 맡고 있으며, 임명

신 교수는 창의연구 초기천체우주연구단 단장을 맡고 있다. 구본철 교수는 2012년 1학기, 이형목 교수와 이정훈 교수는 2012년 2학기에 연구년을 보냈다. 이명균 교수는 2012년 5월에 '이탈의 과학기술자상'을 수상하였다.

박사 후 연구원으로는 김재우, 김정리, 김지훈, 김진호, 김희일, 박형민, 박홍수, 이경선, 이성국, Kenta Matsuoka, Marios Karouzos, Ram Ajor Maurya 박사가 있다.

2012년 1학기에는 통합 4명, 박사 2명, 2학기에는 통합 4명, 박사 2명이 입학하였다.

2012년 2학기과 2013년 1학기에 4명의 박사와 6명의 석사를 배출하였으며, 학위를 받은 학생과 논문 제목은 아래와 같다.

* 2012년 8월 박사학위 취득

석지연 (지도교수: 구본철) Infrared supernova remnants in the Large Magellanic Cloud

* 2012년 8월 석사학위 취득

강월량 (지도교수: 우종학) Definig the black hole mass - stellar velocity dispersion relation using the uniformly measured stellar velocity dispersion in the near-IR

박다우 (지도교수: 우종학) Recalibrating black hole mass estimators using high S/N ratio Keck spectra

홍주은 (지도교수: 임명신) Correlation between galaxy mergers and AGN activity

* 2012년 8월 학사학위 취득

하정수(복수전공)

* 2013년 2월 박사학위 취득

김성진 (지도교수: 이형목) Point Source Catalogue of AKARI's NEP-Wide Survey and Mid-Infrared Luminosity Function in the Local Universe

서현중 (지도교수: 이형목) Probing Cosmic Near Infrared Background using AKARI data

송현미 (지도교수: 이정훈) - 서울대학교 자연과학대학 최우수박사학위논문상 수상

Cosmological Structure Evolution in a Universe with Massive Neutrinos and Warm Dark Matter Particles

* 2013년 2월 석사학위 취득

신재진 (지도교수: 우종학) The broad line region gas metallicity of the Palomar Green Quasars

윤동환 (지도교수: 박용선) SiO and H2O maser survey toward AGB and post-AGB stars

임승환 (지도교수: 이정훈) A new analytic model for the cluster and supercluster mass functions

* 2013년 2월 학사학위 취득

김용정, 김재영, 박종호, 이현철, 정한주, 신태현(복수전공), 전원석(복수전공)

2. 학술 및 연구 활동

구본철 회원은 한국천문연구원의 연구원 및 지도학생들과 함께 UWIFE (UKIRT Wide-field Infrared Survey for Fe+) 프로젝트를

수행하고 있다. UWIFE는 UKIRT 4미터 망원경에 부착된 근적외선 카메라를 이용하여, 우리 은하면 은경 10도에서 65도까지의 영역을 [Fe II] 1.644 마이크로 분출선으로 서베이하고자 하는 프로젝트로서, 2012년에 80%를 수행하였고 2013년에 서베이를 완료할 예정이다. 이미 완료된 수소분자 2.122 마이크로선 서베이 프로젝트 UWISH2와 함께 앞으로 유용한 자료가 될 것으로 기대한다. 국내외 개인연구 활동으로는, 1월에 캐나다 토론토 대학 및 미국 보스턴의 CfA를 방문하여 충격과 수치계산 코드에 대한 연구를 수행하였다. 3월부터 세달 간은 호주의 New South Wales대학과 국립천문대(AAO)를 방문하여 연구 활동을 하였다. 방문 기간 중 호주 아마추어 천문학회의 모임에 참가하여 초신성 잔해의 HI 21cm 관측에 관한 강연을 하였다. 여름에는 Gemini-S 망원경과 SUBARU 망원경을 활용하여 초신성 잔해에서 최근 발견된 티끌의 중적외선 관측 연구를 김현정 학생과 함께 수행하였다.

지도학생 동향으로는 석지연 회원이 대마젤란성운의 초신성 잔해에 대한 적외선 연구로 8월에 박사학위를 취득하고 대만천체물리연구소(ASIAA)에 박사 후 연구원으로 채용되었으며, 김현정 회원은 3월에 이공계 대학원생들을 대상으로 하는 미래핵심리더 사업에 선정되었다.

김웅태 회원은 공동 연구자들과 함께 막대은하의 (자기)유체역학적 진화에 대한 연구를 계속하고 있다. 김웅태 회원은 김용휘 회원(박사과정), 서우영 회원(박사과정)과 함께 막대의 세기가 먼지띠, 핵 고리, 핵 나선팔과 같은 막대 하부구조의 형성에 미치는 영향을 연구하였다. 이들은 막대가 강할수록 1) 먼지띠의 곡률이 작아지며, 2) 핵 고리의 크기가 작아지고, 3) 핵 나선 팔이 덜 감기는 현상을 발견하였는데 이것은 모두 관측 결과와 잘 일치한다. 특히, 핵 고리가 작아지는 이유는 강한 막대에 의한 각운동량 손실이 커서, 외부 기체가 중심부로 더 가까이 들어와야 중력과 원심력이 균형을 이룰 수 있기 때문이다. 이것은 핵 고리가 막대의 중력포텐셜과의 공명에 의해 형성된다는 기존의 이론을 뒤집는 결과이다. 김웅태 회원은 김용휘 회원과 함께 막대나선은하에 존재하는 나선 팔이 기체의 질량 유입과 막대의 하부구조에 미치는 영향을 연구하고 있으며, 서우영 회원과 함께 막대은하의 핵 고리에서 일어나는 별형성률을 수치 실험을 통해 계산하고 있다. 김웅태 회원은 임형묵 회원(석사과정)과 함께 우리는하의 나선 팔 돌기의 형성을 수치실험하고 이를 은경-속도 좌표에서 관측 자료와 비교하는 연구를 수행하고 있다. 김웅태 회원은 김정규 회원(박사과정)과 함께 성간물질의 열적 불안정으로 생긴 다중위상 증발 경계면의 Darrieus-Landau 불안정을 선형 해석하고 이를 수치 실험함으로써 이 불안정의 비선형 결과가 성간물질의 역학적 진화에 미치는 영향을 연구하고 있다.

박용선 회원은 유형준, 이강환 회원과 천문용 적응광학계를 개발하고 있다. CMOS 카메라와 tip/tilt 거울을 이용해 선형적인 파면 요동을 보정하는 시제품을 만들고 과천과학관의 1m망원경에 부착하여 시험관측을 수행하고 있다. 홍승수, 한인우, 장비호, 이방원, 한정환 회원과 고흥국립청소년우주체험센터에 12GHz에서 동작하는 직경1.8미터의 전파망원경을 3대 설치하여 전파간섭계로 구성하는 연구를 수행하고 있다. 강현우 회원과는 대역폭 1GHz의 FFT형 전파분광기를 개발하여 SRAO 전파망원경에 부

착하였으며 제어 및 자료획득 프로그램을 개발하고 있다.

우종학 회원은 7명의 석박사 학생과 1명의 박사 후 연구원과 함께 (1) Keck과 HST를 이용한 블랙홀과 은하의 상관관계의 진화에 대한 연구; (2) South African Large Telescope, Keck Telescope, Palomar 5m, Lick 망원경 등을 이용한 세이퍼드 은하들의 빛의 메아리 효과 및 블랙홀 질량 연구; (3) VLT 망원경을 이용한 binary AGN연구 (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 퀘이사의 narrow-line region 연구; (8) HST UV 분광자료를 이용한 AGN의 금속함량 연구; (9) HST UV분광자료를 이용한 블랙홀 측정법 보정 연구 10) SDSS 분광자료를 이용한 narrow-line Seyfert 1 galaxies 연구 등을 하고 있다.

이명균 회원은 이광호, 박창범, 최윤영, 손주비, 이종철, 이종환, 우종학 회원 등과 함께 막대 은하의 환경 효과와 AGN과의 관계에 대한 연구를 수행하였다. 장인성, 임성순, 박홍수 등과 함께 M81은하군에서 우주에서 가장 고립된 구상 성단을 발견하였다. 김태현 회원, Sheth 등과 함께 S4G 탐사를 통해 초기형 은하의 구조에 관한 연구를 수행하였다. 임성순, 황나래 회원 등과 함께 starburst 은하 M82의 성단과 항성종족을 연구하였다. 이종환 회원 등과 나선은하 M31의 초신성잔해 탐사를 수행하였다. 이종철, 황호성, 김민진, 이준협 회원 등과 함께 ULIRG의 AKARI 근적외선 분광 연구를 수행하였다. 박홍수, 황호성, 박홍수, 김상철 회원, Arimoto 등과 NGC 4636와 M86 거대타원은하의 구상성단에 대한 분광 관측 연구를 수행하였다. 장인성 회원과 함께 M101나선은하의 거리를 측정하고 SN Ia 2011fe의 절대 밝기를 구한 후 허블 상수를 측정하였다. 김지훈, 임명신, 이형묵, 전현성 회원, Nakagawa 등과 함께 3.3um PAH를 이용한 별형성을 측정 연구를 수행하였다. 김성진, 이형묵 회원, Matsuhara, Takagi 등과 함께 AKARI를 이용한 NEP 광역 탐사 연구를 수행하였다. 손주비, 임성순, 이광호 회원 등과 함께 밀집은하군 Stephan's Quintet에 대한 측광 연구와 밀집은하군에서의 AGN 비율 연구를 수행하였다. 고유경 회원과 AGB에서 나오는 근적외선 복사의 진화를 연구하였다.

이상각 회원을 중심으로 한 서울대 “항성의 측광 및 분광 연구 그룹”에서는 BOES 자료를 활용한 항성의 고분산, Long_slit 자료를 활용한 중분산, 및 미시간 대학의 대물 프리즘 스펙트럼을 활용한 저분산 분광에 대한 연구를 수행하고 있다. 아울러 보현산 천문대의 카시닉스 적외선 카메라와 우즈베키스탄 마이다나 천문대 망원경을 활용하여 FU Ori 형 항성과 외계행성의 식 현상에 대한 측광 연구를 수행하고 있다.

2011년 2월에 서울대학교에서 박사학위를 받고 지금 경희대학교에서 박사 후 연구원으로 일하고 있는 강원석 회원과 함께 고분산 스펙트럼의 등가폭을 자동으로 측정하는 연구 내용을 Tool for Automatic Measurement of Equivalent-width (TAME)의 제목으로 MNRAS 425, 3162, 2012 에 출판하였다. 박사과정에 있는 박근홍 회원은 UVES 아카이브 자료와 보현산 천문대의 고분산 분광기 BOES 로 관측한 OB 성협과 젊은 산개 성단에 있는 B형 항성의 스펙트럼을 활용하여 성간 스펙트럼선으로 성간물질

연구를 수행하고 있으며 골트 벨트에 속한 산개 성단과 골트 벨트 밖에 있는 산개 성단에 속한 별들의 고분산 분광 자료를 활용하여 합량연구를 수행하고 있다. UVES 자료와 보현산 천문대의 고분산 분광기 BOES 로 관측한 자료에서 태양 근처에 성간 물질의 분포에 대한 연구 결과가 논문으로 완성 단계에 있어 곧 출간할 예정이다.

이상각 회원은 2004년부터 미시간 대학의 대물 프리즘 스펙트럼에 대한 디지털화를 수행하여 표준성을 포함하여 남반부 전역을 포함한 북반구 일부(-90도 ~ +17도)에 대한 디지털화 작업을 완성하였고, 개개 항성의 스펙트럼으로 자료화 하는 작업을 수행하고 있다.

IGRINS를 활용한 항성과 항성계에 대한 연구를 위하여 국내 학자들과 공동연구로 항성과 항성계에 대한 연구개발을 수행하여, 만기형 M 형 항성에 대한 합량 연구를 통해 은하의 화학적 진화를 연구하기 위한 사전 연구를 수행하고 있다. 경희대학교 이정은 회원, 강원석 회원, 박선경 회원과 함께 고분산 분광 연구를 활용하여 Wison-Bappu 관계를 재조명하였으며, 이 내용은 박선경 회원의 경희대학교 석사 논문으로 완성되어 그 내용을 AJ 에 논문으로 제출하여 심사 중이다.

천문연에 성현일 회원, 박원기 회원, 서울대 양윤아 회원, 박근홍 회원, 경북대 윤태석 회원, 세종대 성환경 회원, 임범두 회원, 경희대 이정은 회원, 강원석 회원, 경북대 조동환 회원과 함께 KASNICs 측광 관측에서 얻은 자료에서 HBC 722 가 2010년 outburst 이후 밝기가 감소하다가 다시 밝아지고 있다는 관측 결과를 얻어 그 결과를 출간 준비 중이다. 한국과학영재학교에 있는 송인욱 회원과 함께 학생들이 “외계 항성에 대한 연구” 를 수행하는 것을 지도하였다.

이정훈 회원은 2012년도에 총 4편의 SCI논문을 국제학술지에 게재하였다. 4편 중 두 편은 이정훈 회원의 단독저자 논문, 한 편은 이정훈 회원이 주도하고 제1저자이자 교신저자로 참여한 국제공동연구 논문, 그리고 나머지 한 편은 이정훈 회원의 지도를 받고 있는 대학원생이 제1저자이고 이정훈 회원이 교신저자인 논문이다. 또한 국제학술대회에서 한 번의 초청강연 (invited speaker's talk)을 하였다. 이정훈 회원은 박사과정학생인 송현미 회원과의 공동연구를 통해 질량이 있는 중성미자가 우주 초기 타원형 은하 크기 진화에 미치는 영향력을 연구하였다. 편위 집합론 (excursion set theory)과 섭동이론에 바탕을 둔 해석적 알고리즘을 이용하여 중성미자(massive neutrinos)의 질량변화에 따라 암흑 물질 헤일로 (dark matter halo)의 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 교수는 또 한 독일 막스플랑크 연구소의 Marco Baldi박사와의 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 기적 표준 우주론에서 설명할 수 없었던 관측 현상인 아주 빠른 총알 은하단의 속도를 암흑 물질과 암흑에너지의 커플

링으로 설명할 수 있다는 것을 처음으로 규명함으로써 암흑에너지가 우주 상수가 아니라 스칼라 필드일 가능성이 높아짐을 보였다.

이형목 회원은 김진호(박사과정)과 함께 개발한 일반 상대론적 유체역학 코드를 이용해 중성자별의 회전 속도가 갑자기 변하는 글리치 현상 이후에 나타날 수 있는 진동에 의해 야기되는 중력과 발생에 대한 연구를 수행하였다. 그 결과 f모드에 의한 중력파가 가장 강할 것이라는 일반적인 기대와 달리 p1이나 H1 모드가 가장 강할 것이라는 결론에 도달하였다. 이형목 회원은 배영복(박사과정)과 구상성단으로부터 만들어질 수 있는 중력과 파원을 연구하였다. 구상 성단에 존재했던 무거운 별들은 빠른 시간동안 중성자별이나 블랙홀로 변하게 되며 이들은 다른 별들에 비해 무겁기 때문에 중심으로 몰려들고 역학적 과정을 거치면서 궤도 반지름이 아주 작은 쌍성계로 변하게 되고 다시 주변 별들과의 상호 작용을 거치면서 궤도 반지름이 더 줄어든다. 궁극적으로 이들은 성단으로부터 탈출하게 되고 중력과 방출을 통한 진화를 겪다가 충돌하면서 격렬한 중력파를 내게 된다. 구체적인 수치 모의실험을 통해 시작하게 될 advanced LIGO나 advanced Virgo로 관측할 수 있는 블랙홀 쌍성은 매년 수십 개 이상이 될 수 있음을 보였다. 반면 구상성단으로부터 기대되는 중성자별 쌍성계에 의한 중력과 발생 빈도는 기존에 알려진 필사 쌍성계로부터 추정되는 빈도에 비해 매우 작음을 알 수 있었다. 이형목 회원은 김성진(박사과정)과 함께 NEP-Wide 영역에 대한 AKARI의 광시야 영상 자료를 분석하여 2-24마이크론 사이에 9개의 필터 밴드에서의 카탈로그를 작성하여 출판하였고 그 데이터는 Strasbourg Astronomical Data Center의

<http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?J/A+A/548/A294> JAXA/ISAS의 AKARI Data Archive http://www.ir.isas.jaxa.jp/AKARI/Archive/Catalogues/NEPW_V1를 통해 누구나 내려 받을 수 있게 하였다. 이형목은 T. Matsumoto 교수(현재 다만 ASIAA의 Distinguished Researcher), 서현종(박사과정)과 함께 AKARI의 NEP-Wide 영상 관측 자료를 분석하여 수백-수천 초 정도의 각 규모에서 근적외선 우주배경 복사의 요동을 측정하였고, 이 요동이 최초의 별 (Pop. III)로부터 나온 빛에 의한 것인지 분석하고 있다. 이형목 회원은 홍종석(박사과정), 김은혁(항공우주연구원) 회원과 공동으로 회전하는 다질량 성단의 진화를 N-체 적분과 Fokker-Planck 방법으로 연구하여 회전이 성단 진화를 가속시킬 수 있음을 확인시켰다. 이형목 회원은 한국 중력과 연구진인 KGWG의 대표 역할을 수행하고 있으며 자료처리 분야의 다양한 연구를 수행하고 있다.

KGWG는 LIGO Scientific Collaboration(LSC)의 공식 회원으로 서울대, 한양대, 부산대, 인제대, 국가수리과학연구소(NIMS), 한국과학기술정보연구원(KISTI) 등이 참여하고 있다.

이형목 회원은 한국과학기술한림원, 한국연구재단, 한양대학교 WCU 연구단, 서울대학교 BK21 프런티어물리인력양성사업단 등의 지원으로 2013년 1월 16-18일에 서울대학교에서

'Gravitational Waves: New Frontier'라는 국제 학술회의를 성공적으로 개최하였다

임명신 회원은 연구재단 리더연구자사업(창의적 연구진흥사업) 지원을 받고 있는 초기우주천체연구단을 이끌면서 케이사, 원시

은하단, 타원은하, 감마선 폭발천체, 초신성 등 다양한 주제에 대한 관측 연구를 수행하였다. 연구단 연구원들과 함께 하와이 마우나 키아산에 위치한 UKIRT 4-m망원경 및 맥도날드 천문대 2.1m 망원경을 이용하여 high redshift quasar와 proto-cluster 들에 대한 탐사관측을 계속 수행하였다. 이를 토대로 미국 Kitt Peak천문대 4-m망원경, ESO 3.6m망원경 등의 공개관측시간을 확보하여 high redshift quasar의 분광관측을 시작하였다. 그동안 축적된 근적외선 관측 자료를 이용하여 원시은하단 후보들을 다수 발견하고 있으며, 이들을 이용하여 은하형성/진화 모델 및 우주상수 등을 연구하고 있다. 김지훈 회원 등과 함께 PAH 3.3 micron을 이용한 별형성 은하 연구를 수행하였고, 이를 통하여 별형성 연구에서의 PAH 3.3 micron 유용성을 타진하였다. M101초신성, SN2009ip와 같은 초신성들, GRB 111117A 등의 새로운 GRB들에 대한 연구결과를 도출한 것 외에도, 가까운 타 원은하들의 color-gradient를 연구하여 이들 중 매우 무거운 것 들은 dry merging을 과거에 겪었음을 보이기도 하였다. 또한 dustless quasar, extreme massive black hole, Swift J1644+57, 중력렌즈천체, quasar의 merging feature, 등 다양한 연구를 수행 중에 있다. 활발한 연구의 결과, JKAS논문상 수상 (SNUCAM연구논문), 연구단 연구원인 최창수 회원이 한국천문학회 셋별상, 전이슬 회원이 한국여성과학기술단체 총연합회 미래 인재상, 학부생 김용정 회원이 한국천문학회 추계학술대회 포스터상을 수상하기도 하였다.

채종철 회원은 연수연구원, 대학원생들과 더불어 미국 빅베이 태양 천문대의 1.6미터 태양 망원경의 고속영상태양분광기를 이용한 관측 연구에 집중하고 있다. 초기 연구 결과 논문들은 Solar Physics의 특별호에 발표될 예정이다. 이 일은 연구재단 도약(전략) 과제 프로그램의 지원을 받아 이루어지고 있다. 태양천문학 그룹에는 3월 현재 3인의 연수연구원(박형민 박사, Ram Ajor Maurya 박사, 이경선 박사), 3인의 박사과정(송동욱, 양희수, 조 규현), 1인의 석사과정(곽한나) 학생이 있다.

Masateru Ishiguro회원의 태양계천문학 연구팀은 총 2편의 제1 저자 논문을 The Astrophysical Journal에 게재하였다. 각 논문의 내용은 다음과 같다.

(1) 이시구로 회원과 연구팀은 이시가키섬 천문대에서 메인 벨트 혜성(main-belt comet) P/2010 A2의 다파장 관측을 수행하였다. 이로부터 반사 스펙트럼을 계산하여 P/2010 A2의 먼지 꼬리가 S형 소행성 모체의 충돌에 의해 생성된 것임을 제안하였다.

(2) 이시구로 회원과 박사과정의 양홍규 회원은 Wide-field Imager of Zodiacal light with ARray Detector (WIZARD)를 이용한 대일조(Gegenschein) 관측으로부터 행성간 먼지 입자들의 알베도를 0.06 ± 0.01 으로 추정하였고, 이로부터 행성간 먼지 입자의 주된 기원을 혜성이나 C형 소행성으로 제한하였다.

Sascha Tripp 회원의 그룹은 활동성 은하핵(Active Galactic Nuclei, AGN)의 다양한 물리적 측면들을 연구하였다. 먼저 radio-bright 한 AGN의 빠른 intra-day 변광을 알아보기 위해 KVN 단일경 관측을 여러 번 수행하였다. 또한 이전에 관측된 자료와 새로 관측한 자료를 토대로 여러 개의 source에 대한 polarization 특성 연구를 millimeter-radio frequencies에서 진

행하였고, 그 결과 외부은하 전파원 중 가장 높은 rotation measure를 구하는 등의 성과를 올렸다. 추가적으로, AGN의 light curve의 통계적인 특성에 대한 이론적 연구, 특히 연속적이지 않고 여러 번 나타나는 활동상태(states of activity)에 대한 연구가 이루어졌다. 이러한 연구들은 그룹 원들에 의해 3종의 저널(A&A, MNRAS, and JKAS)에 발표되었다.

3. 발표논문

Aasi, J.; Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abernathy, M.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adams, T.; and 795 coauthors, "The characterization of Virgo data and its impact on gravitational-wave searches", Classical and Quantum Gravity, Volume 29, Issue 15, pp. 155002 (2012)

Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abernathy, M.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adhikari, R.; Affeldt, C.; and 786 coauthors, "All-sky search for periodic gravitational waves in the full S5 LIGO data", Physical Review D, vol. 85, Issue 2, id. 022001

Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abernathy, M.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adhikari, R.; Affeldt, C.; and 786 coauthors, "All-sky search for gravitational-wave bursts in the second joint LIGO-Virgo run", Physical Review D, vol. 85, Issue 12, id. 122007

Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abernathy, M.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adhikari, R.; Affeldt, C.; and 784 coauthors, "Upper limits on a stochastic gravitational-wave background using LIGO and Virgo interferometers at 600-1000 Hz", Physical Review D, vol. 85, Issue 12, id. 122001

Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abernathy, M.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; Adhikari, R.; Affeldt, C.; and 784 coauthors, "First low-latency LIGO+Virgo search for binary inspirals and their electromagnetic counterparts", Astronomy & Astrophysics, Volume 541, id.A155, 12 pp.

Ackermann, M.; Ajello, M.; Ballet, J.; Barbiellini, G.; Bastieri, D.; Bellazzini, R.; Blandford, R. D.; Bloom, E. D.; Bonamente, E.; Borgland, A. W.; and 209 coauthors, "Multi-wavelength Observations of Blazar AO 0235+164 in the 2008-2009 Flaring State", The Astrophysical Journal, Volume 751, Issue 2, article id. 159, 20 pp. (2012).

Bae, Hyun-Jin; Woo, Jong-Hak; Yagi, Masafumi; Yoon, Suk-Jin; Yoshida, Michitoshi, "A Keck/LRIS Spatially Resolved Spectroscopic Study of a LINER Galaxy SDSS J091628.05+420818.7", The Astrophysical Journal,

- Volume 753, Issue 1, article id. 10, 9 pp. (2012)
- Ben-Ami, Sagi; Gal-Yam, Avishay; Filippenko, Alexei V.; Mazzali, Paolo A.; Modjaz, Maryam; Yaron, Ofer; Arcavi, Iair; Cenko, S. Bradley; Horesh, Assaf; Howell, D. Andrew; and 39 coauthors, "Discovery and Early Multi-wavelength Measurements of the Energetic Type Ia Supernova PTF12gzk: A Massive-star Explosion in a Dwarf Host Galaxy", *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 760, Issue 2, article id. L33, 7 pp. (2012)
- Choi, Changsu; Im, Myungshin; Jeon, Yiseul; Ibrahimov, Mansur, "A Y-Band Look of the Sky with 1-m Class Telescopes", *Journal of the Korean Astronomical Society*, vol. 45, no. 1, pp. 7-17
- Foley, Ryan J.; Challis, P. J.; Filippenko, A. V.; Ganeshalingam, M.; Landsman, W.; Li, W.; Marion, G. H.; Silverman, J. M.; Beaton, R. L.; Bennert, V. N.; Cenko, S. B.; Childress, M.; Guhathakurta, P.; Jiang, L.; Kalirai, J. S.; Kirshner, R. P.; Stockton, A.; Tollerud, E. J.; Vinkó, J.; Wheeler, J. C.; Woo, J.-H., "Very Early Ultraviolet and Optical Observations of the Type Ia Supernova 2009ig", *The Astrophysical Journal*, Volume 744, Issue 1, article id. 38, 15 pp. (2012)
- Hanami, Hitoshi; Ishigaki, Tsuyoshi; Fujishiro, Naofumi; Nakanishi, Kouichiro; Miyaji, Takamitsu; Krumpke, Mirko; Umetsu, Keiichi; Ohyama, Youichi; Shim, Hyunjin; Im, Myungshin; Lee, Hyung Mok; Lee, Myung Gyoony; Serjeant, Stephen and 7 coauthors, "Star Formation and AGN Activity in Galaxies Classified Using the 1.6 μ m Bump and PAH Features at $z = 0.4-2$ ", *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Vol.64, No.4, Article No.70
- Harris, Chelsea E.; Bennert, Vardha N.; Auger, Matthew W.; Treu, Tommaso; Woo, Jong-Hak; Malkan, Matthew A., "A Local Baseline of the Black Hole Mass Scaling Relations for Active Galaxies. II. Measuring Stellar Velocity Dispersion in Active Galaxies", *The Astrophysical Journal Supplement*, Volume 201, Issue 2, article id. 29, 24 pp. (2012)
- Jang, In Sung; Lim, Sungsoon; Park, Hong Soo; Lee, Myung Gyoony, "Discovery of the Most Isolated Globular Cluster in the Local Universe", *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 751, Issue 1, article id. L19, 6 pp. (2012)
- Jeong, Il-Gyo; Byun, Do-Young; Koo, Bon-Chul; Lee, Jea-Joon; Lee, Jung-Won; Kang, Hyunwoo, "SRAO CO observation of 11 supernova remnants in $l=70^\circ$ to 190° ", *Astrophysics and Space Science*, Volume 342, Issue 2, pp.389-399
- Jun, Hyunsung David; Im, Myungshin; Lee, Hyung Mok; AKARI QSONG Team, "Black Hole Mass Measurements with Rest-Frame Optical Quasar Spectra at $z \approx 3$ ", *Publications of The Korean Astronomical Society*, vol. 27, issue 4, pp. 361-362
- Kang, Ji-hyun; Koo, Bon-Chul; Salter, Chris, "An Old Supernova Remnant within an H II Complex at $l \approx 173^\circ$: FVW 172.8+1.5", *The Astronomical Journal*, Volume 143, Issue 3, article id. 75, 12pp. (2012)
- Kasuga, Toshihiro; Usui, Fumihiko; Hasegawa, Sunao; Kuroda, Daisuke; Ootsubo, Takafumi; Müller, Thomas G.; Ishiguro, Masateru, "AKARI/AcuA Physical Studies of the Cybele Asteroid Family", *The Astronomical Journal*, Volume 143, Issue 6, article id. 141, 11 pp. (2012)
- Kato, Daisuke; Ita, Yoshifusa; Onaka, Takashi; Tanabé, Toshihiko; Shimonishi, Takashi; Sakon, Itsuki; Kaneda, Hidehiro; Kawamura, Akiko; Wada, Takehiko; Usui, Fumihiko; Koo, Bon-Chul; Matsuura, Mikako; Takahashi, Hidenori, "AKARI Infrared Camera Survey of the Large Magellanic Cloud. I. Point-source Catalog", *The Astronomical Journal*, Volume 144, Issue 6, article id. 179, 18 pp. (2012)
- Kim, Jeong-Gyu; Kim, Woong-Tae; Seo, Young Min; Hong, Seung Soo, "Gravitational Instability of Rotating, Pressure-confined, Polytropic Gas Disks with Vertical Stratification", *The Astrophysical Journal*, Volume 761, Issue 2, article id. 131, 17 pp. (2012)
- Kim, Ji Hoon; Im, M.; Kim, D.; Woo, J. H.; Park, D.; Imanishi, M.; AMUSES Team; LQSONG Team, "The 3.3 μ m 13211: PAH Feature as a SFR Indicator: Probing the Interplay Between SF and AGN Activities", *Publications of The Korean Astronomical Society*, vol. 27, issue 4, pp. 281-284
- Kim, Ji Hoon; Im, Myungshin; Lee, Hyung Mok; Lee, Myung Gyoony; Jun, Hyunsung David; Nakagawa, Takao; Matsuhara, Hideo; Wada, Takehiko; Oyabu, Shinki; Takagi, Toshinobu; and 6 coauthors, "The 3.3 μ m Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Emission as a Star Formation Rate Indicator", *The Astrophysical Journal*, Volume 760, Issue 2, article id. 120, 12 pp. (2012)
- Kim, Jinho; Kim, Hee Il; Choptuik, Matthew William; Lee, Hyung Mok, "Axially symmetric pseudo-Newtonian hydrodynamics code", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 424, Issue 2, pp. 830-842
- Kim, Junhan; Ishiguro, Masateru; Hanayama, Hidekazu; Hasegawa, Sunao; Usui, Fumihiko; Yanagisawa, Kenshi; Sarugaku, Yuki; Watanabe, Jun-ichi; Yoshida, Michitoshi, "Multiband Optical Observation Of The P/2010 A2 Dust Tail", *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 746, Issue 1, article id. L11, 5 pp. (2012)

- Kim, S. J.; Lee, H. M.; Matsuhara, H.; Wada, T.; Oyabu, S.; Im, M.; Jeon, Y.; Kang, E.; Ko, J.; Lee, M. G.; Takagi, T.; Pearson, C.; White, G. J.; Jeong, W.-S.; Serjeant, S.; Nakagawa, T.; Ohya, Y.; Goto, T.; Takeuchi, T. T.; Pollo, A.; Solarz, A.; Peřiak, A., "The North Ecliptic Pole Wide survey of AKARI: a near- and mid-infrared source catalog", *Astronomy & Astrophysics*, Volume 548, id.A29, 20 pp.
- Kim, Taehyun; Sheth, Kartik; Hinz, Joannah L.; Lee, Myung Gyoon; Zaritsky, Dennis; Gadotti, Dimitri A.; Knapen, Johan H.; Schinnerer, Eva; Ho, Luis C.; Laurikainen, Eija; and 14 coauthors, "Early-type Galaxies with Tidal Debris and Their Scaling Relations in the Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies (S4G)", *The Astrophysical Journal*, Volume 753, Issue1, article id.43, 18pp. (2012)
- Kim, Woong-Tae; Seo, Woo-Young; Kim, Yonghwi, "Gaseous Structures in Barred Galaxies: Effects of the Bar Strength", *The Astrophysical Journal*, Volume 758, Issue 1, article id. 14, 22 pp. (2012)
- Kim, Woong-Tae; Seo, Woo-Young, "Gas Dynamics in Central Regions of Barred Galaxies: Hydrodynamic Models", *Astronomical Society of the Pacific*, 2012., p.79
- Kim, Woong-Tae; Seo, Woo-Young; Stone, James M.; Yoon, Doosoo; Teuben, Peter J., "Central Regions of Barred Galaxies: Two-dimensional Non-self-gravitating Hydrodynamic Simulations", *The Astrophysical Journal*, Volume 747, Issue 1, article id. 60, 23 pp. (2012)
- Kim, Woong-Tae; Stone, James M., "Two-dimensional Magnetohydrodynamic Simulations of Barred Galaxies", *The Astrophysical Journal*, Volume 751, Issue 2, article id. 124, 21 pp. (2012)
- Ko, Jongwan; Im, Myungshin; Lee, Hyung Mok; Lee, Myung Gyoon; Kim, Seong Jin; Shim, Hyunjin; Jeon, Yiseul; Hwang, Ho Seong; Willmer, Christopher N. A.; Malkan, Matthew A.; and 5 coauthors, "AKARI Observation of the North Ecliptic Pole (NEP) Supercluster at $z = 0.087$: Mid-infrared View of Transition Galaxies", *The Astrophysical Journal*, Volume 745, Issue 2, article id. 181, 22 pp. (2012)
- Kwon, Ryun-Young; Chae, Jongchul; Davila, Joseph M.; Zhang, Jie; Moon, Yong-Jae; Poomvises, Watanachak; Jones, Shaela I., "Three-dimensional Structure and Evolution of Extreme-ultraviolet Bright Points Observed by STEREO/SECCHI/EUVI", *The Astrophysical Journal*, Volume 757, Issue 2, article id. 167, 10 pp. (2012)
- Lee, Gwang-Ho; Park, Changbom; Lee, Myung Gyoon; Choi, Yun-Young, "Dependence Of Barred Galaxy Fraction On Galaxy Properties And Environment", *The Astrophysical Journal*, Volume 745, Issue 2, article id. 125, 17 pp. (2012)
- Lee, Gwang-Ho; Woo, Jong-Hak; Lee, Myung Gyoon; Hwang, Ho Seong; Lee, Jong Chul; Sohn, Jubee; Lee, Jong Hwan, "Do Bars Trigger Activity in Galactic Nuclei?", *The Astrophysical Journal*, Volume 750, Issue 2, article id. 141, 12 pp. (2012)
- Lee, Jae-Joon; Koo, Bon-Chul; Snell, Ronald L.; Yun, Min S.; Heyer, Mark H.; Burton, Michael G., "Identification of Ambient Molecular Clouds Associated with Galactic Supernova Remnant IC 443", *The Astrophysical Journal*, Volume 749, Issue 1, article id. 34, 14pp.(2012)
- Lee, Jong Chul; Hwang, Ho Seong; Lee, Myung Gyoon; Kim, Minjin; Lee, Joon Hyeop, "AKARI Near-infrared Spectroscopy of Luminous Infrared Galaxies", *The Astrophysical Journal*, Volume 756, Issue 1, article id. 95, 14 pp. (2012)
- Lee, Jounghun, "The Relative Abundance of Isolated Clusters as a Probe of Dark Energy", *The Astrophysical Journal*, Volume 752, Issue 1, article id. 40, 7 pp. (2012)
- Lee, Jounghun, "The Spin Alignments in Galaxy Pairs as a Test of Bouncing Coupled Dark Energy", *The Astrophysical Journal*, Volume 751, Issue 2, article id. 153, 7 pp. (2012)
- Lee, Jounghun; Baldi, Marco, "Can Coupled Dark Energy Speed Up The Bullet Cluster?", *The Astrophysical Journal*, Volume 747, Issue 1, article id. 45, 8 pp. (2012)
- Lee, Jung-Won; Koo, Bon-Chul; Lee, Jeong-Eun, "CO J=2-1 Line Observations Toward the Supernova Remnant G54.1+0.3", *Journal of the Korean Astronomical Society*, vol. 45, no. 5, pp. 117-125
- Lee, Myung Gyoon; Jang, In Sung, "The Distance to M101 Hosting Type Ia Supernova 2011fe Based on the Tip of the Red Giant Branch", *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 760, Issue 1, article id. L14, 6 pp. (2012)
- Leipski, Christian; Gallo, Elena; Treu, Tommaso; Woo, Jong-Hak; Miller, Brendan P.; Antonucci, Robert, "AMUSE-Virgo. III. Mid-infrared Photometry of Early-type Galaxies and Limits on Obscured Nuclear Emission", *The Astrophysical Journal*, Volume 744, Issue 2, article id. 152, 16 pp. (2012)
- LIGO Scientific Collaboration; Virgo Collaboration; Abadie, J.; Abbott, B. P.; Abbott, R.; Abbott, T. D.; Abernathy, M.; Accadia, T.; Acernese, F.; Adams, C.; and 806 coauthors, "Implementation and testing of the first prompt search for gravitational wave transients with electromagnetic counterparts", *Astronomy &*

- Astrophysics, Volume 539, id.A124, 15 pp.
- M. Karouzos, M. Im, T. Takagi, H. Shim, J. Ko, H. Matsuhara, R. Braun, G. White, S. Serjeant, "Radio-AGN in the AKARI-NEP field and Their role in the evolution of galaxies", Publications of The Korean Astronomical Society, vol. 27, issue 4, pp. 287-288
- Miller, Brendan; Gallo, Elena; Treu, Tommaso; Woo, Jong-Hak, "AMUSE-Field I: Nuclear X-Ray Properties of Local Field and Group Spheroids across the Stellar Mass Scale", The Astrophysical Journal, Volume 747, Issue 1, article id. 57, 17 pp. (2012)
- Miller, Brendan; Gallo, Elena; Treu, Tommaso; Woo, Jong-Hak, "The Role of Environment in Low-level Active Galactic Nucleus Activity: No Evidence for Cluster Enhancement", The Astrophysical Journal Letters, Volume 745, Issue 1, article id. L13, 6 pp. (2012)
- Ootsubo, Takafumi; Kawakita, Hideyo; Hamada, Saki; Kobayashi, Hitomi; Yamaguchi, Mitsuru; Usui, Fumihiko; Nakagawa, Takao; Ueno, Munetaka; Ishiguro, Masateru; Sekiguchi, Tomohiko; and 4 coauthors, "AKARI/AcuA Physical Studies of the Cybele Asteroid Family", The Astronomical Journal, Volume 143, Issue 6, article id. 141, 11 pp. (2012)
- Pancoast, Anna; Brewer, Brendon J.; Treu, Tommaso; Barth, Aaron J.; Bennert, Vardha N.; Canalizo, Gabriela; Filippenko, Alexei V.; Gates, Elinor L.; Greene, Jenny E.; Li, Weidong; and 26 coauthors, "The Lick AGN Monitoring Project 2011: Dynamical Modeling of the Broad-line Region in Mrk 50", The Astrophysical Journal, Volume 754, Issue 1, article id. 49, 8 pp. (2012)
- Park, Daeseong; Kelly, Brandon C.; Woo, Jong-Hak; Treu, Tommaso, "Recalibration of the Virial Factor and M BH- σ^* Relation for Local Active Galaxies", The Astrophysical Journal Supplement, Volume 203, Issue 1, article id. 6, 14 pp. (2012)
- Park, Daeseong; Woo, Jong-Hak; Treu, Tommaso; Barth, Aaron J.; Bentz, Misty C.; Bennert, Vardha N.; Canalizo, Gabriela; Filippenko, Alexei V.; Gates, Elinor; Greene, Jenny E.; Malkan, Matthew A.; Walsh, Jonelle, "The Lick AGN Monitoring Project: Recalibrating Single-epoch Virial Black Hole Mass Estimates", The Astrophysical Journal, Volume 747, Issue 1, article id. 30, 18 pp. (2012)
- Park, Hong Soo; Lee, Myung Gyoong; Hwang, Ho Seong, "Subaru Spectroscopy of the Globular Clusters in the Virgo Giant Elliptical Galaxy M86", The Astrophysical Journal, Volume 757, Issue 2, article id. 184, 12 pp. (2012)
- Park, Hong Soo; Lee, Myung Gyoong; Hwang, Ho Seong; Kim, Sang Chul; Arimoto, Nobuo; Yamada, Yoshihiko; Tamura, Naoyuki; Onodera, Masato, "The Globular Cluster System of NGC 4636 and Formation of Globular Clusters in Giant Elliptical Galaxies", The Astrophysical Journal, Volume 759, Issue 2, article id. 116, 20 pp. (2012)
- Park, Jong-Ho; Trippe, Sascha, "Multiple Emission States in Active Galactic Nuclei", Journal of the Korean Astronomical Society, vol. 45, no. 6, pp. 147-156
- Park, Soyoung; Chae, Jongchul, "Ca II Transient Brightenings Associated with Canceling Magnetic Features", Solar Physics, Volume 280, Issue 1, pp.103-110
- Park, Sung-Hong; Cho, Kyung-Suk; Bong, Su-Chan; Kumar, Pankaj; Chae, Jongchul; Liu, Rui; Wang, Haimin, "The Occurrence and Speed of CMEs Related to Two Characteristic Evolution Patterns of Helicity Injection in Their Solar Source Regions", The Astrophysical Journal, Volume 750, Issue 1, article id. 48, 11 pp. (2012)
- Park, Won-Kee; Pak, Soojong; Im, Myungshin; Choi, Changsu; Jeon, Yiseul; Chang, Seunghyuk; Jeong, Hyeonju; Lim, Juhee; Kim, Eunbin, "Camera for Quasars in Early Universe (CQUEAN)", Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Volume 124, issue 918, pp.839-853
- Pineda, J. L.; Mizuno, N.; Röllig, M.; Stutzki, J.; Kramer, C.; Klein, U.; Rubio, M.; Kawamura, A.; Minamidani, T.; Benz, A.; Burton, M.; Fukui, Y.; Koo, B.-C.; Onishi, T., "Submillimeter line emission from LMC 30 Doradus: The impact of a starburst on a low-metallicity environment", Astronomy & Astrophysics, Volume 544, id.A84, 11pp.
- Seok, Ji Yeon; Koo, Bon-Chul; Onaka, Takashi, "Detection of the 3.3 μ m Aromatic Feature in the Supernova Remnant N49 with AKARI", The Astrophysical Journal, Volume 744, Issue 2, article id. 160, 13pp.(2012).
- Son, Donghoon; Woo, Jong-Hak; Kim, Sang Chul; Fu, Hai; Kawakatu, Nozomu; Bennert, Vardha N.; Nagao, Tohru; Park, Daeseong, "Accretion Properties of High- and Low-excitation Young Radio Galaxies", The Astrophysical Journal, Volume 757, Issue 2, article id. 140, 13 pp. (2012)
- Song, Hyunmi; Lee, Jounghun, "Modeling the Alignment Profile of Satellite Galaxies in Clusters", The Astrophysical Journal, Volume 748, Issue 2, article id. 98, 8 pp. (2012)
- Takagi, T.; Matsuhara, H.; Goto, T.; Hanami, H.; Im, M.; Imai, K.; Ishigaki, T.; Lee, H. M.; Lee, M. G.; Malkan, M.; Ohya, Y.; Oyabu, S.; Pearson, C. P.; Serjeant, S.; Wada, T.; White, G. J., "The AKARI NEP-Deep

survey: a mid-infrared source catalogue", *Astronomy & Astrophysics*, Volume 537, id.A24, 11

Trippe, S.; Bremer, M.; Krichbaum, T. P.; Krips, M.; Neri, R.; Piétu, V.; Winters, J. M., "A search for linear polarization in the active galactic nucleus 3C 84 at 239 and 348 GHz", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 425, Issue 2, pp. 1192–1198

Trippe, S.; Neri, R.; Krips, M.; Castro-Carrizo, A.; Bremer, M.; Piétu, V.; Winters, J. M., "The first IRAM/PdBI polarimetric millimeter survey of active galactic nuclei. II. Activity and properties of individual sources", *Astronomy & Astrophysics*, Volume 540, id.A74, 19 pp

White, Glenn J.; Hatsukade, Bunyo; Pearson, Chris; Takagi, Toshinobu; Sedgwick, Chris; Matsuura, Shuji; Matsuhara, Hideo; Serjeant, Stephen; Nakagawa, Takao; Lee, Hyung Mok; and 11 coauthors, "A deep ATCA 20 cm radio survey of the AKARI Deep Field South near the South Ecliptic Pole", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 427, Issue 3, pp. 1830–1846

Wonseok Kang, Sang-Gak Lee, "Tool for Automatic Measurement of Equivalent width (TAME)", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 425, Issue 4, pp. 3162–3171 (2011)

Woo, Jong-Hak; Kim, Ji Hoon; Imanishi, Masatoshi; Park, Dawoo, "The Connection between 3.3 μ m Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Emission and Active Galactic Nucleus Activity", *The Astronomical Journal*, Volume 143, Issue 2, article id. 49, 8 pp. (2012)

Yamada, R.; Oyabu, S.; Kaneda, H.; Yamagishi, M.; Ishihara, D.; Kim, J. H.; Im, M.; Toba, Y.; Matsuhara, H., "The 3.3 μ m PAH Emission of the Mid-Infrared Excess Galaxies Discovered by the AKARI Mid-Infrared All-sky Survey", *Publications of The Korean Astronomical Society*, vol. 27, issue 4, pp. 299–300

Yiseul Jeon, Myungshin Im, "Optical/NIR Imaging of AKARI NEP-Wide Survey Field", *Publications of The Korean Astronomical Society*, vol. 27, issue 4, pp. 145–146

Yun, Y. J.; Park, Y.-S., "Non-local radiative transfer of SiO masers in Miras. Implementation of the coupled escape probability method", *Astronomy & Astrophysics*, Volume 545, id.A136, 12 pp.

Zheng, W.; Shen, R. F.; Sakamoto, T.; Beardmore, A. P.; De Pasquale, M.; Wu, X. F.; Gorosabel, J.; Urata, Y.; Sugita, S.; Zhang, B.; and 50 coauthors, "Panchromatic Observations of the Textbook GRB 110205A: Constraining Physical Mechanisms of Prompt Emission and Afterglow," *The Astrophysical Journal*, Volume 751, Issue 2, article id. 90, 21 pp. (2012)

■ 세종대학교 천문우주학과

1. 인적 사항

세종대학교 천문우주학과에는 강영운, 성환경, 이희원, 이재우, 채규현, 김성은, Maurice van Putten 등 총 7명의 전임 교수가 재직하고 있다. Maurice van Putten 교수는 2012년 9월에 부임하였으며, 정은정 박사가 포스닥 펠로우로 연구를 수행하고 있다. 대학원에는 석사과정으로 허정은, 김지영, 김상혁, 석박사 통합과정으로 정용호, 박사과정에 임범두, 허현오, 공인택, 김기훈, Rittipruk, Pakakaew 등 총 9명의 대학원생들이 재학 중이다. 2013년도에 홍경수 회원이 박사 학위를 취득하였고 현재 천문연구원에서 박사후 연구원으로 재직하고 있으며, 공인택, 조치영 회원이 석사 학위를 취득하였다.

2. 연구 및 학술활동

강영운 회원은 우주론적 거리 지표의 토대를 구축하기 위하여 대마젤란 은하의 식쌍성 연구를 수행하고 있다. 박사과정에 있던 홍경수 회원과 함께 대마젤란 은하의 초기형 식쌍성들의 광도 곡선을 분석하는 과정을 자동화하여 대규모 관측 자료를 신속하게 분석하여 이들의 물리량을 결정할 수 있는 기반을 구축하였다. 홍경수 회원은 이 결과를 바탕으로 박사 학위를 수여 받았으며 현재 천문연구원에 박사후 연구원으로서 연구 활동을 이어가고 있다. 강영운 회원은 2013년 5월 26일부터 개최되는 10차 Pacific Rim Conference on Stellar Astrophysics의 LOC 위원장으로서 성공적인 학술대회 개최를 준비하고 있다.

성환경 회원은 2012년 하반기동안 호주국립대학교 Mount Stromlo & Siding Spring Observatories에서 연구년을 보냈다. 연구년 동안 질량이 큰 별이 비교적 많은 젊은 산개성단인 NGC 6231의 초기질량함수와 질량분리현상, 질량이 큰 별의 진화, 그리고 runaway star인 HD 153919와 NGC 6231의 관계를 연구하였다. 그리고 매우 젊은 산개성단에서 보이는 성간소광법칙의 특이성에 대한 연구와 젊은 산개성단을 이용한 우리은하의 국부 나선팔 구조에 대한 연구를 진행하고 있다. 박사과정의 임범두 회원, 호주국립대학교 M. S. Bessell 교수와 애리조나 대학 Steward 천문대의 김진영 연구원과 세종 산개성단 전천탐사관측 연구 (Sejong Open cluster Survey - SOS)를 수행하고 있으며, 젊은 산개성단 IC 1805의 측광자료를 분석하고 있다.

박사과정의 임범두 회원은 "Star formation history in the bubble nebula NGC 7635"를 한국천문학회 봄 학술대회에 발표를 하였으며, 우수포스터상 대상을 수상하였다. 그리고 우리은하에서 가장 질량이 큰 산개성단으로 알려진 Westerlund 1의 초기질량함수와 질량분리 현상에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구에서 Westerlund 1의 초기질량함수 형태가, 또 다른 Starburst형 젊은 산개성단인 NGC 3603의 초기질량함수와 매우 유사함을 발견하였으며, 중심거리에 따른 별의 밀도분포 및 중심거리에 따른 초기질량함수의 기울기 변화에서 이 성단이 핵 (core)와 헤일로 (halo)의 구조를 갖고 있음을 확인하였다.

박사과정의 허현오 회원은 η Carina 근처에 있는 젊은 산개성단 Trumpler 14와 16에 대한 연구를 마쳤다. 이 연구에서 η Car 성운에 있는 젊은 산개성단의 초기질량함수의 기울기는 Salpeter의 초기질량함수 기울기와 매우 유사함을 얻었다. 허현오 회원은 현재 starburst cluster인 Westerlund 2의 거리, 나이 및 초기질량함수 등에 대한 연구를 계속 진행을 하고 있다.

성환경 회원은 CFHT 3.6m 망원경의 모자이크 CCD인 Megaprime을 사용하여 북반구 하늘에서 가장 질량이 큰 별 탄생 영역인 Cyg OB2 성협과 젊은 산개성단인 NGC 281, 이중성단 h & χ Per를 관측하였다. Steward 천문대의 김진영 연구원과 MMT 망원경의 다천체 분광기인 Hectospec을 사용하여 IC 1805내 질량이 작은 전주계열성의 분광관측을 수행하였다. 호주에 체류하는 동안 M. S. Bessell 교수와 함께 AO형 특이성 HIP 24930의 근처에 있는 전주계열성의 분광관측을 수행하였으며, 임범두 회원과 허현오 회원은 2012년 9월, 임범두 회원은 2013년 2월에 Steward 천문대 Kuiper 61인치 망원경을 사용하여 세종 산개성단 전천탐사관측(SOS)을 수행하였다.

이희원 회원은 공생별과 어린 행성상성운에서 질량 손실 과정과 질량 이동 과정의 이론 모형을 연구하고 있으며 이들 천체에 대한 보현산 분광 및 편광 관측을 한국천문연구원의 이병철 박사와 세종대학교 석사 과정인 허정은 회원과 함께 관측 연구를 수행하고 있다. D Type 공생별인 V1016 Cyg와 HM Sge에서 나타나는 다중 마루 선운곽을 보이는 라만 산란선의 편광 관측을 통하여 거성에서 흘러나온 물질들이 백색왜성 주변에서 Keplerian motion을 함과 동시에 양극 방향으로 clumpy HI region의 존재를 검증하기 위한 노력을 기울이고 있다. 또한, 수소 원자의 정확한 산란단면적 계산을 Damped Lyman Alpha System에 적용하여 산란단면적의 비대칭성을 계산하였으며, 초기 우주의 재이온화 과정과 관련된 복사 전달 연구를 수행하고 있다. 연세대학교 박기훈 회원과 정확한 원자물리학이 적용된 Gunn-Peterson trough의 선운곽을 계산하였다.

이재우 회원은 2012년 8월 20일부터 23일까지 중국 베이징에서 열린 IAU GA2012의 특별 세션인 "Origin and Complexities of Massive Star Clusters"에 초청연사로 참석하여 "Multiple Stellar Populations of Globular Clusters through Ca by Photometry"의 제목으로 초청강연을 하였다. 또한 지난 수 년 간 수행해온 다중항성종족을 가진 구상성단과 우리은하 중심영역의 초기 우주 천체 및 항성종족에 대한 탐사연구를 계속 진행하고 있다.

김성은 회원은 하버드스미소니안 천체물리연구소와 세종대학교에서 연구년을 보낸 후 2012년 3월 복귀하였으며, 하버드스미소니안 천체물리연구소를 방문하는 동안 진행했던 연구 및 관측자료 분석, 이론적 모형 개선 작업 등을 계속해서 수행해왔다. 이중 일부 연구 결과를 2012년 7월 세종대학교 테라헤르츠천문연구실에서 공동 개최한 Joint Workshop에서 발표하였으며, 연구원 및 연구조원들 약 12명도 각각 연구 성과들을 발표하였다. 한편, 한국천문연구원 전파천문연구부와 공동 수행한 연구 결과, "The monitoring inner jet of 3C84 with GMVA"를 본 대학교 박사과정 학생 김민중 회원이 2012년 8월 IAU에서 발표하였다. 또한, 22/43/86/129 GHz의 4개 대역을 동시에 관측할 수 있는 세계적 수준의 한국우주전파관측망(KVN: Korean VLBI Network)

을 사용하여 별의 마지막 진화단계 규명에 중요한 만기형성 관측 연구를 본 대학교 석사과정 조치영 학생이 한국천문연구원 전파천문연구부와 함께 수행해왔다. 이를 토대로 조치영 회원은 2012년 12월 석사학위 논문을 세종대학교에 제출하였으며, 2013년 2월 석사학위를 수여받았다. 본 연구는 은하 내 환경, 특히 중금속 함량 변화 등을 이해하는데도 중요한 역할을 할 것으로 기대한다.

채규현 회원은 국제공동연구(U. Chicago 및 UPenn)를 통해서 타원형은하의 구조 및 암흑물질의 분포 등에 대해서 연구해오고 있다. 또한, 이를 바탕으로 차세대 탐사관측을 위한 중력렌즈 시뮬레이션을 준비하고 있다.

Maurice van Putten 교수는 2012년 9월에 부임하였으며, 상대론적 천체물리학의 연구 활동을 수행하고 있다. 특히, "Relativistic Astrophysics of the Transient Universe"를 Amir Levinson박사와 함께 저술하였다. Long duration gamma ray burst천체들이 회전하는 블랙홀에 기원을 두고 있음을 이론 모형을 세워 제안하였으며, BeppoSAX로부터 획득되는 방대한 양의 X-ray 관측 자료의 분석을 통하여 이를 뒷받침하는 증거를 찾고 있다. 또한, 중력과 검출을 위한 이론 계산을 수행하고 있으며 초신성과 long GRB로부터 중력과 흔적을 찾고자 한다. van Putten 교수는 중력의 통계역학적 측면을 연구하여 두 블랙홀 사이에 나타나는 뉴턴 역학적 인력이 Hawking-Bekenstein entropy를 고려한 Gibbs principle을 적용하여 설명될 수 있음을 제안하였다.

3. 연구 및 교육시설

세종대학교 천문학과에서 보유하고 있는 가장 중요한 연구 시설은 76센티미터 카세그레인식 반사망원경으로서, 지난 2004년에 한국천문연구원과 협약을 맺고 소백산 천문대에서 공동 운영하였다가 지난 2012년에 곤지암 천문대로 재이전하였다. 현재 76센티미터 반사망원경은 원격 관측을 수행할 수 있도록 개선작업이 수행중이며, 향후 항성천문학 연구에 기여할 것으로 기대된다.

세종대학교는 학생들의 관측실습을 위해 경기도 곤지암에 40cm 반사망원경이 갖추어진 천문대를 보유하고 있다. 지난 2006년에는 학생들의 교내 광학/전파 관측실습에 사용하기 위하여 자연과학대 영실관 옥상에 컨테이너와 3m 돔으로 이루어진 간이 관측소를 완공하였다. 이 교내 관측소에서는 20cm 셀레스트론 망원경과 SBIG ST-7 CCD, 전파 관측 실습을 위한 SRT 소형 전파망원경이 설치되어 있다. 학생들의 교육을 위해 운영되고 있는 천문계산실에는 총 18대의 PC가 Linux/Windows 환경을 제공하고 있다. 천문 광학 실험실에는 3개의 광학 테이블, 광학기, 레이저, 광전측광기 등이 구비되어 학생들에게 광학 실험환경을 제공하고 있다.

4. 발표 논문

Kang, Young-Woon, Yushchenko, Alexander, Hong, Kyengsoo, Kim, Sungeun, Yushchenko, Volodymyr, 2012,

- AJ, 144, 35, "Chemical Composition of the Components of Eclipsing Binary Star ZZ Bootis"
- Kang, Young-Woon, Hong, Keong Soo, Rittipruk, Pakakaew, 2012, IAUS, 282, 329, "Light Curve Analysis for Large Numbers of Eclipsing Binaries III. SMC and Galactic Center"
- Kim, M. J., Kim, S., Youn, S., Yun, M. S., Wilson, G. W., Aretxaga, I., Williams, J. P., Hughes, D. H., Humphrey, A., Austermann, J. E., Perera, T. A., Mauskopf, P. D., Magnani, L., Kang, Y.-W., 2012, ApJ, "AzTEC 1.1 mm Observations of the MBM12 Molecular Cloud"
- Hee-Won Lee, 2012, ApJ, 750, 127 "Raman Scattered He II $\lambda 4332$ in the Symbiotic Star V1016 Cygni"
- Hee-Won Lee, 2013, IAUS, 290, 247, "Atomic Physics of Raman Scattered He II $\lambda 4332$ "
- K.-H. Chae, A. V. Kravtsov, J. A. Frieman, M. Bernardi, 2012, JCAP, 11, 004
- Sollima A., Bellazzini M., & Lee J.-W. 2012, ApJ, 755, 156, "A COMPARISON BETWEEN THE STELLAR AND DYNAMICAL MASSES OF SIX GLOBULAR CLUSTERS"
- Hur, H. Sung, H., & Bessell, M. S. 2012, AJ, 143, 41 (10pp) "Distance and the Initial Mass Function of Young Open Clusters in the η Carina Nebula : Tr 14 and Tr 16"
- Sung, H., Sana, H. & Bessell, M. S. 2013, AJ, 145, 37 (15pp) "The Initial Mass Function and the Surface Density Profile of NGC 6231"
- Lim, B.-D., Chun, M.-Y., Sung, H., Park, B.-G., Lee, J.-J., Sohn, S. T., Hur, H., & Bessell, M. S. 2012, AJ, 145, 46 (19pp) "The Starburst Cluster Westerlund 1 : The Initial Mass Function and Mass Segregation"
- Maurice van Putten, 2012, PhRvD, 85, 4046, "Entropic force in black hole binaries and its Newtonian limits"
- Maurice van Putten, 2012, New Astronomy, 17, 411, "Relaxation-limited evaporation of globular clusters"
- Maurice van Putten, 2012, Progress of Theoretical Physics, 127, 331, "Discovery of Black Hole Spindown in the BATSE Catalogue of Long GRBs"
- Maurice van Putten, Amir, Levinson, 2012, "Relativistic Astrophysics of the Transient Universe", Cambridge University Press

연세대학교 천문우주학과

1. 인적사항

본 학과는 2013년 3월 현재, 교수진 10명(이영욱, 변용익, 김용철, 김석환, 박상영, 손영중, 이석영, 윤석진, 정애리, 박찬덕), 박사 후 연구원 9명, 박사과정 24명, 석박사 통합과정 22명, 석

사과정 6명, 학부생 120명으로 구성되어 있다.

이영욱 교수는 연세대, 서울대, 이화여대, 세종대, 경희대, 경북대, 충남대에 소속된 10인의 공동연구원으로 구성된 선도연구센터육성사업(SRC) 은하진화연구센터의 센터장을 역임하고 있고, 국제천문연맹(IAU) 제37분과 조직위원으로 활동하였다.

김용철 교수는 연세대학교 천문대장 및 자연과학연구원 부원장으로 봉사하고 있다.

박상영 교수는 국제 우주비행 학술원(IAA) 회원과 한국우주과학회지 편집위원으로 활동하고 있으며, 연구년을 맞아 NASA GSFC에서 연구 중이다.

이석영 교수는 천문학회지와 천문학 논총의 편집위원으로 활동하고 있으며, 연구년 중에 있다.

윤석진 교수는 연구년을 마치고 2012년 2학기에 복귀하였다. 2013년 3월 1일부터 연세대학교 천문우주학과장 및 우주과학연구소장으로 봉사하고 있다.

본 학과는 역량 있는 박사를 배출해내는 교육기관으로서의 책임을 다하고 있으며, 2012년 8월에는 한상일 회원과 김대원 회원이, 2013년 2월에는 주석주 회원과 김학섭 회원, 김영록 회원이 박사학위를 받았다.

또한 본 학과는 9명의 박사 후 연구원(박기훈, 정철, Anthony Moraghan, Evangelia Tremou, Camilla Pacifici, 한상일, 주석주, Mario Pasquato, 김학섭 박사)과 함께 활발한 연구 활동을 펼치고 있다.

2. 연구 및 학술 활동

이영욱 교수는 정철 회원과 함께 구상성단과 타원은하의 다파장 측광 및 분광 관측자료 해석에 사용될 연세진화종속합성모델(YEPS) 구축을 완료하고, 구상성단 및 타원은하 관측 자료와의 본격적인 비교분석 연구를 수행하고 있고; 한상일, 노동구, 임동욱 회원과는 특이 구상성단과 왜소은하의 du Pont 2.5m 가시광 측광 및 분광 관측 연구; 주석주, 나중삼, 김현수 회원과는 특이 구상성단과 왜소은하의 종속합성, 별 형성역사 및 관측된 CNO 함량의 차이가 모델링에 미치는 효과 연구; 조혜진 회원과는 조기형은하의 구상성단계 및 자외선-가시광 Surface Brightness Fluctuation 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 광도 곡선 분석 연구를 수행하고 있다.

김용철 교수는 생성 초기 항성의 내부구조와 활동성 연구, 항성 표면 복사유체 수치모사연구들에 사용되는 복사 부분 비교연구, 그리고 등연령곡선 제작 등의 3가지 연구를 진행하고 있다. 항성에서 관측되는 활동성(activity)의 관측 자료와 상세한 내부구조의 이론적 모형을 함께 연구하여 항성구조와 항성 자기 활동성의 인과관계를 체계적으로 이해하고자 하는 것이 활동성 연구의 궁극적 목표이다. 복사와 유체의 상호 작용이 매우 중요한 항성표면의 수치모사에서, 사용되는 기존의 Eddington 방법, Opacity binning 방법 등의 유효성을 검증하는 것이 복사연구의 목표이다. 그리고 등연령곡선 연구는 최근 여러 연구에서 제안되

고 있는 매우 높은 헬륨 함량 및 다양한 알파원소 함량비가 고려된 등연력곡선의 특성을 연구한다.

변용익 회원은 대만 및 미국의 협력연구자들과 함께, 카이퍼벨트 천체들의 분포를 알아내기 위한 성식관측연구의 2단계 사업으로 초고속대형카메라를 장착한 1.3미터 광시야망원경 3기를 멕시코 SPM 관측소에 건설 중이다. 장서원 회원과 함께 높은 정밀도의 시계열 자료분석을 통한 저질량 항성들의 변광특성을 연구하고 있으며, 소행성 및 혜성체의 광도변화와 소행성 종족분포에 대한 김명진 및 이한 회원과의 연구도 지속하고 있다. 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터 인력 및 옥스퍼드대 신민수 회원과 협력하여 대용량 시계열 자료분석 실험을 계속 수행하고 있으며, 지난 해 부터 한국천문연구원 우주감시센터와 협력하여 우주 위협대응체계의 구축방안을 수립하고 있다.

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. 이와 같은 국제적 수준의 연구 활동을 통해 다수의 졸업생들이 해외 유수 대학으로 유학, 국내외 국제연구소 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. 국방광역 감시센터의 연구일환으로서 레이저를 이용하여 위성 간 상대거리를 정밀하게 측정하는 연구를 수행중이며, 위성을 이용한 자율도킹, 근접조사 및 위성 보호 등의 연구를 진행하고 있다. 또한 한국천문연구원과 함께 SLR(Satellite Laser Ranging)를 이용한 정밀 궤도 결정에 관한 연구를 수행하고, 특히, 차세대 우주망원경의 기술검증을 위한 큐브위성을 개발하고 있다.

손영중 회원은 천상현 회원, 강민희 회원과 함께 우리은하의 구상성단과 근거리 은하들에 대한 가시광 영역 및 근적외선의 다파장 영역 측광 관측자료를 CFHT, IRSF, UKIRT 등의 다양한 망원경으로부터 얻었다. 현재까지 중원소 함량이 적은 구상 성단 내 적색거성계열의 형태분석과 은하의 형성에 대한 연구를 완료하였고, 가까운 왜소은하 내 접근 거성의 항성진화 및 공간 분포의 특성에 대한 연구와 우리 은하 내 구상 성단 주변의 광역 항성 분포와 조석 꼬리에 대한 연구를 통해 은하의 형성과 진화 연구를 지속하고 있다. 한편 최근 2~3년 간 UKIRT 망원경을 이용하여 M31 과 그 위성 은하인 NGC 205 및 M32의 항성들에 대한 광역 측광 관측을 실시하였으며, 이들 은하들의 항성들의 공간 분포로부터 은하계 형성을 연구하고 있다. 10Mpc 이하의 보다 많은 근거리 은하들에 대한 추가 관측이 실시될 예정이며, 이들의 항성 공간 분포 구조와 표면 밝기 분석을 통해 은하의

형성과 진화에 대한 연구를 진행하고 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 이루어졌고, 이를 통해 우리 은하 중심부의 형성에 대한 기원에 대한 실마리를 찾고 있다.

이석영 회원이 이끄는 은하진화연구실(GEM)에서는 다양한 환경에서 은하의 형성과 진화에 관해 연구하고 있다. 준해석적 은하 형성 이론연구는 이재현 연구원이 진행 중이며, 2013년 3월에 우리그룹이 만든 코드의 완성판이 ApJ에 출판되었다. 최호승 연구원은 은하단규모의 zoom in 유체역학실험을 KISTI 슈퍼컴퓨터를 이용하여 수행중이고, 정인태 연구원은 암흑물질 다체모의실험을 통해 우주거대구조가 은하형성에 미치는 영향을 연구하고 있다. 지인찬 연구원은 은하간 병합 모의실험을 KISTI 슈퍼컴퓨터를 이용하여 수행중이다. 박사 후 연구원 카밀라 파치피치는 준해석적모형을 사용하여 관측 자료를 분석하는 새로운 방법으로 은하의 형 생성 역사에 관해 연구 중이다. 오규석 연구원과 김재민 연구원은 활동성은하핵의 성질과 환경효과에 대해 연구 중이다. 오슬희 연구원은 다양한 적색편이에 있는 은하단을 $\mu=28$ 등급까지 깊이 관측하여 은하단 환경에서 은하의 병합 흔적과 항성 특징을 관련지어 연구하고 있다. 박송연 연구원은 KVN 전파관측을 통해 광학과 전파에 나타난 타원은하의 AGN 현상의 상관관계를 연구하고 있다. 우리 연구팀은 영국 옥스퍼드 대학교, 노팅엄대학교, 허트포드셔대학교, 프랑스 파리천체물리 연구소와 리옹대학교, 미국 예일대학교, 독일 막스플랑크연구소와 긴밀히 공동연구를 수행중이다.

윤석진 회원은 (1) 김학섭 박사, 박사과정 김수영 회원과 함께 Subaru 8m 및 CTIO 4m 망원경을 이용한 은하 및 성단의 측광 광 관측 연구를, (2) 정철 박사, 박사과정 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 수행하고 있다. 연구실의 윤기운 회원은 프랑스 CEA 에서, 배현진 회원은 미국 Carnegie 연구소에서 파견 연구를 진행 중이다.

정애리 회원은 윤혜인, 김묘진, 이범현 및 Dr. Evangelia Tremou와 함께 다양한 적색편이에서 나타나는 환경에 따른 은하진화효과를 연구 중이다. 윤혜인 연구원은 처녀자리 은하단에 속한 만기형은하들의 다파장 관측으로부터 환경적인 영향을 정량화하여 은하단이 은하 진화에 미치는 영향을 분석하고 있다. Dr. Evangelia Tremou는 KVN으로 처녀자리 은하단에 위치한 밝은 전파원들을 고분해능으로 관측하여 은하단 환경과 활동성은하핵의 성질간의 상관관계를 연구하고 있다. 이범현 연구원은 SMA 자료를 이용하여 은하 간 물질이 은하 내 존재하는 분자형

성간물질의 성질과 별 형성에 미치는 영향을 연구하고 있다. 김묘진 연구원은 근거리에 있는 사자자리 은하그룹 내에서 발견된 왜소은하들의 성질로부터 그룹 내에 존재하는 거대 가스구조 및 은하그룹의 기원을 연구 중이다. 그 밖에 Columbia 대학, UMass, IfA, INAF 그리고 NAOJ 소속 천문학자들과 함께 $z \sim 0.2$ 에 위치한 두 은하단에 대한 다양한 파장에서의 공동연구 중이며, 특히 밀리미터와 원적외선 파장에서의 연구를 이끌고 있다. 박찬덕 회원은 박상영 회원과 함께 우주비행체어연구실(Astro dynamics and Control Laboratories)을 공동운영하면서 우주비행체의 궤도/자세와 관련한 동역학/항법/제어/유도 분야의 연구를 수행하고 있다. 특히, 관련 기술을 우주 비행체의 편대비행에 접목하여 우주공간에서 다수 위성의 재배치, 대형유지, 근접조사, 자율도킹과 관련한 연구를 활발히 수행하고 있다. 이와 관련하여 국방위성항법특화센터와 국방광역감시특화센터에 소속되어 3개 세부과제의 연구원으로 활동하고 있으며, 국방과학연구소 및 한국천문연구원과도 관련 과제를 수행하고 있다. 이러한 방향의 연구를 더욱 발전시키면서, 초저궤도에서의 위성 운용과 관련된 유도/제어, 위성의 편대 비행과 관련한 궤도/자세의 최적화 및 실험적 검증, 항법위성의 정밀궤도결정, 수치적 최적화 기법을 이용한 비선형 시스템의 최적화, 달 탐사 궤도 해석 및 설계 등에 관한 연구 등을 수행할 예정이다.

3. 연구 시설

은하진화연구센터는 가시광 영역의 측광 및 분광관측을 위해 카네기 천문대의 du Pont 2.5m 망원경 및 텍사스 맥도날드 천문대의 2.7m 망원경을 년 3-4주 임차해서 사용하고 있다. 우주비행체어연구실은 위성자세 시스템을 더욱 발전시키고 있으며 편대위성의 우주항법을 위한 하드웨어 시스템이 개발하였다. 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

Bach, K., and Kim, Y.-C., "Hydrodynamical comparison test of solar models", (2012), *Astronomische Nachrichten* (aka, *Astronomical Notes*), 333, 934-938, Publication Date: 12/2012

Bae, Hyun-Jin, Woo, Jong-Hak, Yagi, Masafumi, Yoon, Suk-Jin and Yoshida, Michitoshi, 2012, "A Keck/LRIS Spatially Resolved Spectroscopic Study of a LINER Galaxy SDSS J091628.05+420818.7", *ApJ*, 753, 10

Blakeslee, John P., Cho, Hyejeon, Peng, Eric W., Ferrarese, Laura, Jordan, Andres and Martel, Andre R., 2012, "Optical and Infrared Photometry of Globular Clusters in NGC 1399: Evidence for Color-Metallicity Nonlinearity", *ApJ*, 746, 88

Chang, S.-W., Byun, Y.-I. and Kim, D.-W., 2012, "Improved Time-Series Photometry and Calibration Method for Non-Crowded Fields: MMT Megacam and HAT-South Experiences", *New Horizons in Time-Domain Astronomy, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium*, 285, 291

Cho, H., Park, S.-Y., Park, H. and Choi, K.-H., "Analytic Solution to Optimal Reconfigurations of Satellite Formation Flying in Circular Orbit under J2Perturbation", *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Vol. 48, No. 3, pp. 2180-2197, July 2012.

Cho, J., Sharples, R. M., Blakeslee, J. P., Zepf, S. E., Kundu, A., Kim, H.-S. and Yoon, S.-J., 2012, "Globular cluster systems of early-type galaxies in low-density environments", *MNRAS*, 422, 3591

Chung, A., Bureau, M., van Gorkom, J. H. and Koribalski, B., 2012, "The HI Environment of Counter-rotating Gas Hosts: Gas Accretion from Cold Gas Blob", *MNRAS*, 422, 1083

Chung, Chul, Yoon, Suk-Jin, Lee, Sang-Yoon and Lee, Young-Wook, 2013, "Yonsei Evolutionary Population Synthesis (YEPS) Model. I. Spectroscopic Evolution of Simple Stellar Populations", *ApJS*, 204, 3

Chun, Sang-Hyun, Kim, Jae-Woo, Kim, Myo Jin, Kim, Ho-Il, Park, Jang-Hyun and Sohn, Young-Jong, 2012, *AJ*, 144, 26

Hwang, I.-Y., Park, S.-Y. and Park, C., "An Algorithm for Satellite Reconfiguration with Collision Avoidance under Gravity Environment", *Journal of Astronomy and Space Science*, accepted for publication (Dec 2012)

Jeong, H., Yi, S. et al. 2012, "The SAURON project - XXI. The spatially resolved UV-line strength relations of early-type galaxies", *MNRAS*, 423, 1921

Jeong, S., Nam, J. W., Ahn, K. B., Park, I. H., Kim, S. W., Lee, J., Lim, H., Brandt, S., Budtz-Jorgensen, C., Castro-Tirado, A. J., Chen, P., Cho, M. H., Choi, J. N., Grossan, B., Huang, M. A., Jung, A., Kim, J. E., Kim, M. B., Kim, Y. W., Linder, E. V., Min, K. W., Na, G. W., Panasyuk, M. I., Ripa, J., Reglero, V., Smoot, G. F., Suh, J. E., Svertilov, S., Vedenkin, N., and Yashin, I., "Slewing Mirror Telescope optics for the early observation of UV/optical photons from Gamma-Ray Bursts," *Optics Express* 21(2), 2263-2278 (2013).

- Joo, Seok-Joo and Lee, Young-Wook, 2013, "Star Formation Histories of Globular Clusters with Multiple Populations. I. ω CEN, M22, and NGC 1851", *ApJ*, 762, 36
- Jung, J., Park, S.-Y., Kim, S.-W., Eun, Y. H. and Chang, Y.-K., "Hardware-in-the-loop simulations of spacecraft attitude synchronization using the state-dependent Riccati equation technique," *Advances in Space Research*, Vol. 51, Issue 3, pp. 434-449, February 2013.
- Jung, M. Y., Ko, J., Kim, J.-W., Chun, S.-H., Kim, H.-I. and Sohn, Y.-J., "Near-infrared properties of asymptotic giant branch stars in nearby dwarf elliptical galaxy NGC 205", 2012, *A&A*, 543, 35
- Jung, S., Park, S.-Y., Park, H.-E., Park, C., Kim, S.-W. and Jang, Y.-S., "Real Time Determination of Relative Position between Satellites using Laser Ranging", *Journal of Astronomy and Space Science*, accepted for publication, Vol. 29, No. 4, 351-362, 2012
- Kaviraj, S., Yi, S. et al. 2012, "A WFC3 study of globular clusters in NGC 4150: an early-type minor merger", *MNRAS*, 422, L96
- Kim, D.-W., Protopapas, P., Trichas, M., Rowan-Robinson, M., Khardon, R., Alcock, C. and Byun, Y.-I., 2012, "A Refined QSO Selection Method Using Diagnostics", *New Horizons in Time-Domain Astronomy*, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium, 285, 344
- Kim, Hak-Sub, Yoon, Suk-Jin, Sohn, Sangmo Tony, Kim, Sang Chul, Kim, Eunhyeuk, Chung, Chul, Lee, Sang-Yoon and Lee, Young-Wook, 2013, "Wide-field Multiband Photometry of Globular Cluster Systems in the Fornax Galaxy Cluster", *ApJ*, 763, 40
- Kim, M.-J. and 9 colleagues, 2013, "Optical Observations of NEA 162173 (1999 JU3) During the 2011-2012", 44th Lunar and Planetary Science Conference, held March 18-22, 2013 in The Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1719, 3068
- Kim, M.-J. and 9 colleagues, 2013, "Optical observations of NEA 162173 (1999 JU3) during the 2011-2012 apparition", *Astronomy & Astrophysics*, Volume 550, L11
- Kim, S.-W., Park, S.-Y. and Park, C., "Preliminary Test of ANFIS Controller for Spacecraft Attitude Control", *Journal of Astronomy and Space Sciences*, Vol. 29, No. 4, 389-396, 2012
- Kim, Y.-R., Park, S.-Y., Park, E.-S. and Lim, H.-C., "Preliminary Products of Precise Orbit Determination Using Satellite Laser Ranging Observations for ILRS AAC", *Journal of Astronomy and Space Sciences*, Vol. 29, No. 3, 2012, pp. 275-285.
- Lee, J. and Yi, S. K., 2013, "On the Assembly History of Stellar Components in Massive Galaxies", *ApJS*, 766, 38
- Lee, K., Park, C. and Park, S.-Y., "Performance Analysis of Generating Function Approach for Optimal Reconfiguration of Formation Flying", *Journal of Astronomy and Space Science*, accepted for publication (Dec 2012)
- Lehner, M. J. and 21 colleagues, 2012, "Latest Results from the Taiwanese-American Occultation Survey (TAOS)", *Asteroids, Comets, Meteors 2012*, Proceedings of the conference held May 16-20, 2012 in Niigata, Japan. LPI Contribution No. 1667, 6110
- Oh, Eunsong, Kim, Sug-Whan, Cho, Seongick, Ryu, Joo-Hyung and Ahn, Yu-Hwan, "Initial On-Orbit Modulation Transfer Function Performance Analysis for Geostationary Ocean Color Imager", *Journal of Astronomy and Space Sciences* 29(2), 199-208 (2012).
- Park, C., "Necessary Conditions for the Optimality of singular Arcs of Spacecraft Trajectories Subject to Multiple Gravitational Bodies", *Advances in Space Research*, accepted for publication (Jan 2013)
- Park, H.-E., Park, S.-Y., Park, C. and Kim, S.-W., "Development of Integrated Orbit and Attitude Software-in-the-Loop Simulator for Satellite Formation Flying", *Journal of Astronomy and Space Science*, accepted for publication (Dec 2012)
- Park, I. H., Brandt, S., Butdz-Jorgensen, C., Castro-Tirado, A. J., Chen, P., Connell, P., Eyles, C., Grossan, B., Huang, M.-H. A., Jeong, S., Jung, A., Kim, J. E., Kim, S.-W., Lee, J., Lim, H., Linder, E. V., Liu, T.-C., Min, K. W., Na, G. W., Nam, J. W., Panasyuk, M. I., Reglero, V., Ripa, J., Rodrigo, J. M., Smoot, G. F., Svertilov, S., Vedenkin, N. and Yashin, I., "Ultra-Fast Flash Observatory for the observation of early photons from gamma-ray bursts", *New Journal of Physics* 15, 023031, 1-21 (2013).
- Park, Kwang-Woo, Han, Jeong-Yeol, Bae, Jongin, Kim, Sug-Whan, Kim, Chang-Woo, Rhee, Hyug-Gyo, Yang, Ho-Soon and Lee, Yun-Woo, "Novel compact dual-band

LOROP camera with telecentricity", Optics Express 20(10), 10921-10932 (2012).

Prokhorov, D. A., Million, E. T., Akahori, T., Zemcov, M., Moraghan, A., Nagataki, S., Yoshikawa, K., Colafrancesco, S., Rawle, T. D. and Egami, E., "A high-resolution study of the X-ray emission and Sunyaev-Zel'dovich effect in the Bullet cluster (1E 0657-56)", 2012, MNRAS, 426, 2291

Prokhorov, D. A., Moraghan, A., Antonuccio-Delogu, V. and Silk, J., "Simulating Sunyaev-Zel'dovich intensity maps of giant active galactic nucleus cocoons", 2012, MNRAS, 425, 1753

Ree, Chang H., Jeong, Hyunjin, Oh, Kyuseok, Chung, Chul, Lee, Joon Hyeop, Kim, Sang Chul and Kyeong, Jaemann, 2012, "Ultraviolet Color-Color Relation of Early-type Galaxies at $0.05 < z < 0.12$ ", AJ, 744, 10

Schiavon, Ricardo P., Dalessandro, Emanuele, Sohn, Sangmo T., Rood, Robert T., O'Connell, Robert W., Ferraro, Francesco R., Lanzoni, Barbara, Beccari, Giacomo, Rey, Soo-Chang, Rhee, Jaehyon, Rich, R. Michael, Yoon, Suk-Jin and Lee, Young-Wook, 2012, "Ultraviolet Properties of Galactic Globular Clusters with GALEX. I. The Color-Magnitude Diagrams", AJ, 143, 121

Sheen, Y., Yi, S., Ree, C. H. and Lee, J. 2012, "Post-merger Signatures of Red-sequence Galaxies in Rich Abell Clusters at $z < 0.1$ ", ApJS, 202, 8

Shin, Jihye, Kim, Sungsoo S., Yoon, Suk-Jin and Kim, Juhan, 2013, "Initial Size Distribution of the Galactic Globular Cluster System", ApJ, 762, 135

Vollmer, B., Wong, I. O., Braine, J., Chung, A. and Kenney, J. D. P., 2012 "The influence of the cluster environment on the star formation efficiency of 12 Virgo spiral galaxies", MNRAS, 543, 33

Yoon, Suk-Jin, Sohn, Sangmo Tony, Kim, Hak-Sub, Chung, Chul, Cho, Jaeil, Lee, Sang-Yoon and Blakeslee, John, 2013, "Nonlinear Color-Metallicity Relations of Globular Clusters. IV. Testing the Nonlinearity Scenario for Color Bimodality via HST/WFC3 u-band Photometry of M84 (NGC 4374)", ApJ, in press

유지웅, 박상영, 이동한, "영상검정을 위한 지구관측위성의 별 관측 자세 시나리오 생성기법", 한국항공우주학회지, 40권, 9호, 2012.9, pp. 807-817.

■ 충남대학교 천문우주과학과

1. 인적사항

본 학과(학과장 류동수)는 현재 8명의 전임교수, 1명의 학술연구교수(오수연), 1명의 전문경력인사(이우백), 2명의 겸임교수(김경자, 이태형), 시간강사 6분(김영광, 문신행, 손종대, 송두중, 이성호, 임승환) 및 조교 1인(신태희)이 팀을 이루어 교육과 연구에 임하고 있다. 2013년도에는 학부과정에 40명이 입학하였다. 그리고 3명의 석사 및 1명의 박사가 배출되었으며, 2명이 박사과정에 4명이 석사과정에 입학하였다. 2013년에 현재 대학원의 박사과정에서는 5명(이하 수료생, 휴학생 제외)과 석사과정에는 15명이 수학 중에 있다.

2. 연구 및 학술활동

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 상관계 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 생활리에 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 유성 흔 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, 난류, 그리고 충격파를 포함한 천체물리 현상을 연구하고 있다. "초고에너지 우주선 기원의 우주 거대구조 충격파 모형: 이론의 정립 및 검증을 위한 실험", "우주거대구조 자기장 연구"의 과제를 한국연구재단의 지원 및 충남대학교의 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 자기권을 물리적 변화로 설명하려는 연구를 하고 있다. 그리고 항공우주연구원과 향후 달탐사를 위한 기초연구로서 LRO/CRaTER science team 에 참여하여 달 궤도에서의 우주선 환경변화를 연구하고 있다. 또한, 지구 기후변화 역사와 원인 탐구에 대한 연구에 빠져있다.

조정연 회원은 MHD 난류의 성질 및 천문학적인 응용에 대해 연구하고 있으며, 성간 먼지의 정렬현상 및 이에 의해 야기되는 적외선 편광에 대해 연구하고 있다. 또한 외부은하의 내부소광과 CMB foregrounds의 효과적 제거 방법에 대해 연구하고 있다. 현재 관측을 통한 난류의 물리량을 구하는 방법을 연구하고 있으며 블랙홀이나 중성자성의 자기권에서 발생하는 난류에 관한 연구를 하고 있다.

이수창 회원은 국부은하군에 있는 외부은하들의 구상성단들에 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 갈렉스 자외선 탐사자료 및 SDSS 자료를 분석하여 왜소은하의 자외광 특성 및 별탄생 역사에 대하여 연구하고 있다.

Prof. Hui conveys extensive studies of a wide range of high energy phenomena of compact object and their environment. These astrophysical systems enable us to probe the laws of physics in the most extreme physical conditions which cannot be attained in any terrestrial laboratories. For multi-wavelength investigations, the state-of-art space and ground-based telescopes around the world, including XMM-Newton, Chandra, Suzaku, Swift, Gemini, Hubble Space Telescope, Australian Telescope Compact Array, Fermi Gamma-ray Space telescope, are utilized. Prof. Hui is also one of the founders of Fermi Asian Network which leads a series of long-term internationally collaborative projects.

그리고 현재 2006년 2단계 BK21의 핵심사업팀으로 선정된 차세대우주탐사연구인력 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. 연구시설

연구 시설로는 다수의 워크스테이션 서버와 고성능 PC가 갖추어진 천문전산실, 광학실험장치, Photodensitometer, 인공위성 추적시스템이 갖추어져 있는 광학실험실이 있다. 그리고 천문대 및 Planetarium 상영을 위한 천문전시실이 있으며, 시뮬레이션실, 천문도서실 등이 학부 학생들의 교육을 위한 실험실습실로 이용되고 있다. 천문대에는 14인치 반사망원경이 4m 돔에 설치되어 있고, 6인치 막스토프 망원경, 9.25인치 반사망원경, 8인치 반사망원경, 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

충북대학교 천문대는 진천관측소가 2008년 개관 이래 약 5년이 지난 현재까지 천문관측을 계속 수행하고 있으며, 천문대를 건설하면서 축적하였던 다양한 천문 기술을 국내 천문대에 보급하고 있다. 천문대 구성인원은 대장(김천취 교수)과 소장(윤요라 주무관), 그리고 5명의 관측요원으로 이루어져 있다. 보유 장비는 진천관측소에 소재한 국내 대학 최대 구경인 1m RC 망원경, 인공위성 추적 감시 망원경인 60cm 광시야 망원경(2010년 설치)이 있으며, 또한, 대학 교내 35cm와 40cm 망원경을 운용하고 있다. 이 4대의 망원경의 관측 대상은 주로 변광성이며, 때때로 행성 transit 측광관측 및 한국천문연구원과의 협력으로 인공위성과 소행성 등을 병행 관측하고 있다.

최근 몇 년 동안 진천관측소에서 이루어진 일은 천문대의 날씨 상황, 관측 진행상황, 그리고 관측 현황 등을 실시간으로 알려주는 시스템을 개발하여 web에 공지하고 있다. (<http://210.125.158.20/weather/>), 이와 더불어 관측된 변광성의 위상에 따른 광도곡선도 web 상에 보여줌으로서 관측자에게 편의를 주고 있다.

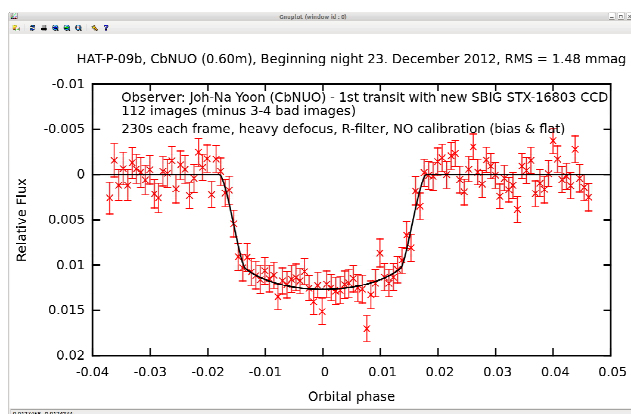
충북대학교 천문우주학과가 전국에 산재되어 있는 각종 천문 기관이나 시설(과학관, 과학박물관, 시민천문대 등)에 걸 맞는 전문인력 양성을 목적으로 2008년 3월부터 대학원에 신설한 '대중천문과학' 전공을 실질적으로 활성화하고 기술적으로 뒷받침하기 위하여 천문대는 다양한 천문관측과 실습 프로그램을 개발하여 학생들에게 관측실습의 장을 제공하고 있다.

2012년 관측일수는 144일 이었으며, 66개의 천체에 대해서 관측이 진행되었다.

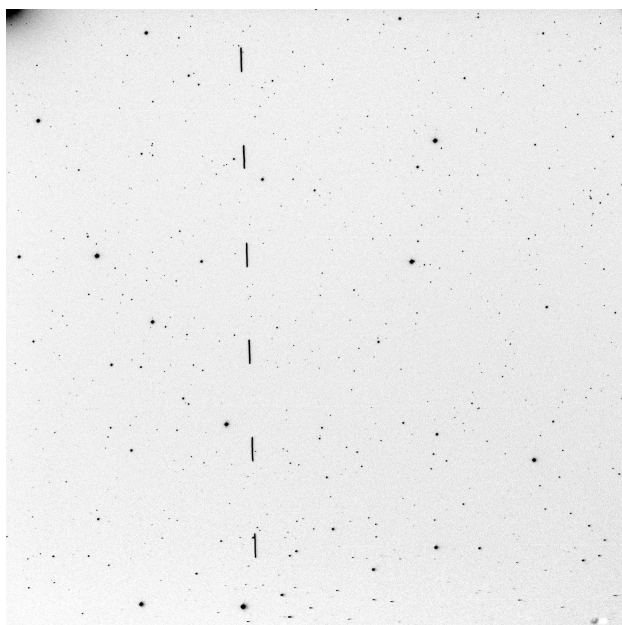
가장 최근에 시야가 72'×72'넓은 시야를 가진 4K CCD를 구입하여 60cm 광시야 망원경 관측에 사용하고 있다. 이 CCD를 사용함으로써 한 CCD 화면에 수많은 별들이 동정되고, 따라서 새로운 변광성들이 많이 발견되기 때문에 자료처리 방식을 새롭게 수정하는 S/W를 개발하는 중에 있다. 이와 더불어 이제까지 관측된 변광성들을 정리하여 논문화하는 작업을 수행하고 있다.

그림 1은 식의 깊이가 약 0.013등급의 HAT-P-09b의 transit 광도곡선(R 필터)으로 60cm 광시야 망원경에 4K CCD 카메라를

이용하여 관측한 것이다. 관측정밀도는 약 ± 0.0014 등급에 이른다. 그림 2는 지구를 가장 근접하여 지나간 2012 DA14 소행성을 2013년 2월 16일에 관측한 것으로 소행성의 궤적이 잘 나타나 있다.



<2012년 12월 23일에 관측한 HAT-P-09b의 광도 곡선.>



<충북대학교 천문대에서 2013년 2월 16일에 관측한 2012 DA14 소행성.>

■ 충북대학교 천문우주학과

1. 인적사항

충북대학교 천문우주학과에는 정장해, 이용삼, 김천휘, 김용기, 서경원, 이대영 회원 등 6명의 전임 교수가 174명의 학부생과 19명의 대학원생의 교육과 연구를 맡고 있다. 대학본부 부속기관인 충북대학교 천문대는 2012년 9월부터 김천휘 교수가 천문

대장직을 수행하고 있으며 윤요라 회원이 업무를 담당하고 있다. 또한 대중천문과학 분야에서 한양대학교 오준영 교수가 연수연구원으로 근무하고 있으며 학과 행정업무는 2010년부터 장형규 회원이 조교로 근무하고 있다.

2. 연구 및 학습활동

이용삼 교수는 현재 연구년을 맞아 개인 연구와 자문활동 및 대중강연을 수행하고 있다. 국내 고천문유물 복원사업과 실학박물관 혼상 복원 자문에 이어 현재 천문연구원 혼상 복원사업의 자문을 수행하고 있다. 또한 국립문화재청 국가보물지정유물 자문과 국립고궁박물관, 국립민속박물관, 서울시립박물관, 국립해양박물관 등의 천문유물 평가를 수행하였다. 아울러 국내 각종 천문과학관 시설의 자문과 시설 검수를 수행하였다.

연구과제로는 2012년 6월 태안군으로부터 “태안 주라기 우주천문대 건립계획 연구” 용역을 수행하였고, 한국천문연구원 연구과제로 2012년 12월 “조선시대 왕실천문대인 대간의대와 주변 관측기기 연구”를 수행하고 이어서 2013년에도 지속하고 있다. 대학원생 논문지도 상황은 2012년에 2명이 석사논문을 마쳤다. 논문의 제목은 각각 장형규의 “_천문과학관의 전시물과 과학교육과정의 연계성”, 함선영의 “남병길의 성경 성표를 활용한 혼상 제작 연구”이다. 현재는 5명의 박사과정(이민수, 강봉석, 민병희, 정선라, 정해남)과 5명의 석사논문을 지도(하상현, 송한석, 김종태, 박주용, 김태우) 하고 있다.

김천휘 교수는 근접쌍성계에서 제3천체를 검출하는 연구 프로젝트와 근접점 운동을 하는 근접쌍성계의 항성내부구조 이론의 시험과 조석과 자전에 의한 동주기 자전 및 원형화 이론의 시험 연구를 수행하고 있다. 이를 위해 소백산, 보현산, 충북대 천문대에서 여러 별에 대한 측광 및 분광 관측을 수행하고 있다. 김천휘 교수의 지도하에 우수환 회원과 정민지 회원은 각각 “접촉쌍성 VW Bootis의 BVRI 측광과 분석”, “근접쌍성 V345 Cassiopeiae의 측광학적 연구”란 논문으로 석사학위를 취득하였다. 현재, 한국천문연구원에서 근무 중인 최철희 회원이 석사과정에서 김천휘 교수의 지도를 받고 있다.

김용기 교수는 현재 학과장직을 맡고 있으며, 대학원 대중천문학 과정을 담당하고 있다. 자기격변변광성의 관측 및 관측자료 처리에 대한 연구를 하고 있으며 우크라이나 ONMU 대학의 Andronov 교수와 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 과학관전시물 개선방안 등 대중천문교육에 관한 연구도 계속하고 있다. 김용기교수는 한양대학교 오준영교수와 함께 “갈릴레오의 태양흑점발견 과정을 이용한 NOS수업모형개발”이라는 제목으로 이소정회원의 석사학위를 지도하였고, 현재 한동주회원, 윤요라회원, 장형규회원이 박사과정에서, 배태석회원, 김동훈회원, 한기영회원, 박지원회원, 김영희회원이 천문우주학 석사과정에, 조명신회원, 조영희

원 그리고 이은채회원이 대중천문과학 석사과정에서 김용기교수의 지도를 받고 있다.

이대영 교수는 현재 8 명의 석·박사 과정 대학원 생으로 구성된 우주물리/우주환경 연구 그룹을 이끌고 있다. 주로 plasma instabilities, radiation belt electron dynamics, wave-particle interactions, substorm, magnetic storm 등의 주제를 중점 연구하고 있다. 최근에는 한국연구재단의 NSL 과제를 통해, 우주방사선 입자 환경을 재현 및 예측하는 자료동화모델 개발에 연구력을 집중하고 있다. 이를 위해 THEMIS 위성이 관측한 방사선 벨트 자료와 최근에 발사된 Living With a Star Program 위성인 Van Allen Probes 자료를 집중 분석해오고 있다. 충북대 우주물리/우주환경 그룹은 국외에서는 UCLA 및 Johns Hopkins Univ Applied Physics Lab 그룹과, 국내에서는 천문연구원 태양-우주환경 그룹과 상시 공동연구 체계를 갖추고 있다.

3. 연구시설

각 교수의 연구실 및 실험실에는 최신 PC 및 관련 주변 기기, 그리고 워크스테이션이 구비되어 있으며, 또한 교내 35cm 반사동천체망원경, 40cm 자동 천체 망원경 및 3 m 태양 망원경, 5 m 위성 전파수신기, 그리고 최근 자체 제작한 2.8Ghz 전파 수신기 등 천문우주 교육에 필요한 다수의 장비를 갖추고 있다. 이와 더불어 대학 본부 부속기관인 충북대학교 천문대(충북 진천군 소재)가 2008년 4월 개관 이후 시험 관측을 거쳐 현재 활발히 천문관측을 수행하고 있다. 충북대학교 천문대는 국내 대학 규모로는 최대인 1 m 반사 망원경을 보유하고 있고 60cm 광시야 망원경을 이용하여 천문 교육과 연구에 활용될 뿐만 아니라 지역사회에 개방되어 천문지식 보급에도 크게 기여하고 있다.

4. 국내외 연구 논문(2011-2012)

Lee Y. S. and Kim S. H. 2012, Structure and Conceptual Design of a Water-Hammering-Type Honsang for Restoration, JASS, 29,(2) 221-232

Yoon, J. N., Lee Y. S. Kim C.-H. Kim Yonggi, Yim, H. S. Han Wonyong, Jeong J. H. 2012. Statistical Analysis on Weather Conditions at Chungbuk National University Observatory in Jincheon, Korea, JASS, 29(4) 397-405,

김상혁, 민병희, 이민수, 이용삼, 2012, 조선 천체위치측정기기의 구조 혁신 - 소간의, 일성정시의, 적도경위의를 중심으로, 천문학논총. 27(3) 61-69

민병희, 이기원, 김상혁, 안영숙, 이용삼, 2012, 조선전기 대규모 표의 구조에 대한 연구, 천문학논총, 27, 29

Suh, Kyung-Won & Kwon, Young-Joo, 2013 (January 10), Water ice in high mass-loss rate OH/IR stars, Astrophysical Journal, 762, 113. Reprint (pdf file). ApJ online paper. ApJ web site.

Kwon, Young-Joo & Suh, Kyung-Won, 2012, Properties of OH, SiO, and H₂O maser emission in O-rich AGB stars, Journal of the Korean Astronomical Society,

vol.45, no.6, P.139-146. Reprint (pdf file). JKAS web site.

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

Jeong, J. H. & Kim, C.-H. 2011, "WZ Cephei: A Dynamically Active W UMa-Type Binary Star", JASS, 28, 163

Kim, C., Yushchenko, A. V. Kim, S.-L., Jeon, Y.-B. & Kim, C.-H. 2012, "Chemical Composition and Photometry of BE Lyncis", PASP, 124, 401

Kim, C.-H. & Jeong, J. H. 2012, "V700 Cygni: A Dynamically Active W UMa-type Binary Star II", JASS, 29, 151-81

Yoon, J.-N., Lee, Y. S., Kim, C.-H., Kim, Y., Yim, H.-S., Han, W. & Jeong, J. H. 2012, "Statistical Analysis on Weather Conditions at Chungbuk National University Observatory in Jincheon, Korea", JASS, 29, 397

진혜진, 김용기, 오준영 "새로운 과학의 본성 흐름도를 바탕으로 한 과학의 본성에 대한 고등학생들의 믿음 탐색 : 별의 분광형 실험을 중심으로" 2012, 한국교원교육학회지, 29(20), 443-473

오준영, 김용기, 김영호 "융복합 기초교양교육을 위한 과학의 본성교육-Kuhn의 과학철학의 이해를 중심으로", 2012, 교양교육연구, 7(1), 103-150

Yoon, J.-N., Lee, Y.S., Kim C.-H., Kim, Y., Yim, H.-S., Han, W. & Jeong J. H. 2012, Statistical Analysis on Weather conditions at Chungbuk National University Observatory in Jincheon, Korea, JASS, 29(4), 397-405

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. Ohtani, H.-S. Kim, K.C. Kim, Observational test of interchange instability associated with magnetic dipolarization in the near-Earth plasma sheet of $r < 12 R_E$, 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, Journal of Geophysical Research - Space Physics, 2012.

J. Shon, S. Oho, Y. Yi, K.-W. Min, D.-Y. Lee, J. Seon, A design of solar proton telescope for next generation small satellite, Journal of Astronomy and Space Sciences, 2012.

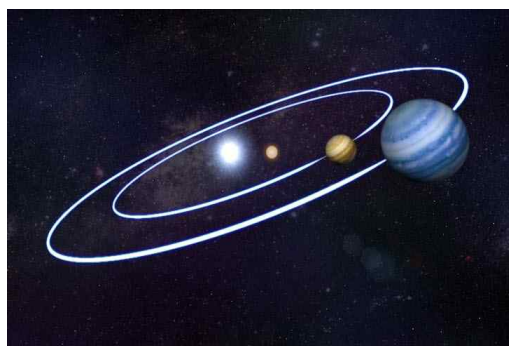
■ 한국천문연구원

1. 개요 및 주요 연구

한국천문연구원은 우리나라 천문연구의 정통성을 계승한 대한민국 대표 천문연구기관으로서 1974년 국립천문대로 출범하여 현재에 이르기까지 우수한 연구 성과를 지속적으로 창출하고 있다. 국내 유일의 천문우주과학 정부출연연구기관으로서 광학, 전파, 이론, 관측 천문학 및 우주과학 연구를 통해 21세기 천문우주 핵심과제를 규명하고, 천문우주 관측시스템 구축 및 핵심 기술 개발을 통해 우주시대를 선도하는 일류 선진연구기관으로 도약하고 있다.

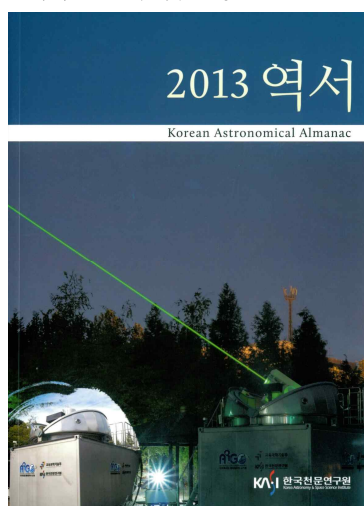
가. 창의선도과학본부

○ 선도 연구



- GMT시대를 대비한 은하진화 연구
- 변광천체 탐색 연구
- 별의 생성과 진화
- CME 및 고속태양풍의 근지구 영향 과정 규명

○ 국가천문연구 및 운영



- 천체물리 및 국가천문 연구와 운영
- 특수과학 영재 지원
- ALMA 국제협력 연구 및 운영

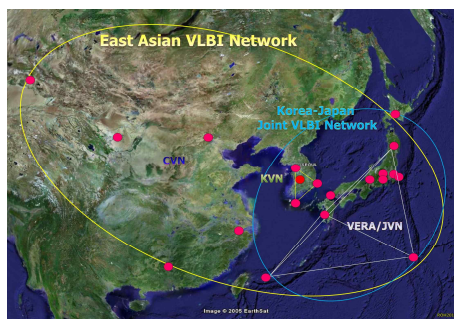
나. 천문우주사업본부

○ 광학천문센터



- 대형광학망원경 해외 공동건설 및 운영
- 외계행성탐사 망원경 네트워크 설치 및 운영
- 광학천문대 운영 및 시설 유지관리
- 광학망원경 관측자 지원 및 광학천문 홍보
- 광학분야 천문 및 우주과학 첨단 대형장비 구축 추진

○ 전파천문센터



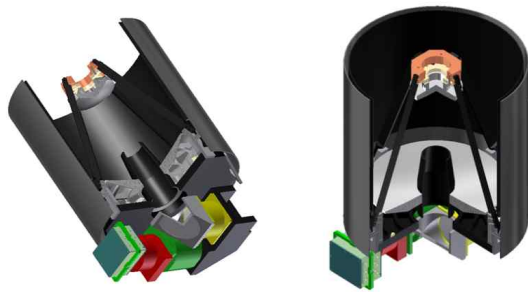
- 한국우주전파관측망(KVN) 및 동아시아상관센터 운영
- 전파천문 국제협력 및 대형 전파망원경 공동건설 추진
- 전파천문대 운영 및 시설 유지관리
- 전파망원경 관측자 지원 및 전파천문대 홍보
- 전파분야 천문 및 우주과학 첨단 대형장비 구축 추진

○ 우주감시센터



- 우주감시체계 구축 및 운영
- 우주과학 관련 연구시설 관리 및 운영
- 우주감시분야 천문 및 우주과학 첨단 대형장비 구축 추진

다. 핵심기술개발본부



- 우주측지 활용 및 위성항법 실용화 기술개발
- 광학 및 적외선 천문관측기기 개발 및 연구
- 전파 관측기기 개발 및 연구
- 우주탐사 관련 기기 개발 및 연구
- 천문우주 핵심기술 개발 및 보급
- 연구개발사업의 기술개발 지원
- 분야별 기술의 결집과 융합
- 연구원 소속 장비의 유지관리 및 성능향상을 위한 기술지원
- 천문관련 기관에 대한 기술 지원 및 자문
- 기술개발 포트폴리오 수립과 중장기 계획에 따른 핵심기술 그룹 육성

2. 2012년 한국천문연구원 주요 성과



러시아 화성 탐사선 '포보스-그룬트' 추락 상황실 운영



적외선우주배경복사 관측실험 CIBER 3차 발사 성공



RBSP(Radiation Belt Storm Probes) 위성 수신 시스템 준공



국내 최초 독자 기술로 인공위성 레이저추적(SLR) 시스템 개발



여성가족부 주관 '가족친화인증기관' 선정



동아시아 VLBI연구센터(장영실홀) 준공

3. 주요보직자 임명

원장 박필호

감사 최웅렬

감사부장 이은호

선임본부장 한석태

창의선도과학본부장 김호일

천문우주사업본부장 박종욱

전파천문센터장 김종수

광학천문센터장 박병곤

우주감시센터장 박장현

핵심기술개발본부장 남옥원

글로벌협력실장 조성기

정책전략실장 홍정유

행정부장 김웅중

인사회계관리실장 신용태

총무안전관리실장 윤영재

기획부장 지청운

기획예산관리실장 서규열

연구정보관리실장 남현웅

■ 한국항공우주연구원

■ 나로호 3차발사 성공

2013년 1월 30일 오후 4시, 세 번의 시도 끝에 드디어 나로과학위성(STSAT-2C)을 탑재한 나로호(KSLV-I)가 화려한 불꽃을 내뿜으며 우주를 향해 날아올랐다. 발사 후 약 215초에서 지난 1차 발사의 실패 원인이었던 페어링의 분리가 정상적으로 이루어진 것을 시작으로, 약 231초에서는 1단과 2단의 단분리가 정상적으로 이루어 졌으며, 약 395초에서의 2단 킥모터 점화, 약 455초에서의 킥모터 연소종료 및 목표궤도 진입을 거쳐, 발사 약 540초 후의 위성분리까지 모든 이벤트가 정상적으로 이루어 졌다. 나로호에서 분리된 나로과학위성은 목표궤도인 지구 저궤도(근지점 고도 300km, 원지점 고도 1500km)에 정상 진입하였다. 그리고 당일 오후 5시 26분부터 약 10분간 노르웨이 지상국에서 나로과학위성의 비콘(beacon) 신호를 성공적으로 수신한 후, 다음날 새벽 3시 28분에는 한반도 인근 상공을 지나며 약 14분간 대전 한국과학기술원 인공위성연구센터에 위치한 국내 지상국과의 최초 교신에 성공하여 위성의 정상상태를 확인하였다.

지난 10여년 간의 나로호 개발 과정은 발사체 독자개발에 필요한 발사체 설계·종합 기술, 상단 기술, 발사운영 기술, 발사장 구축 기술 등을 얻을 수 있는 기회였다. 특히, 설계에서부터 제작, 시험, 조립과 발사운영, 발사에 이르는 발사체 개발의 전 과정을 러시아 기술진과 공동으로 수행하면서 발사체 기술 자립에 필요한 운영체계와 경험을 얻을 수 있었다. 또한 발사체 1단 부분에 대해서도 30톤·75톤급 액체엔진, 1단 대형 추진제탱크 등에 대해 자체적인 선행연구를 통해 핵심 기술을 확보하였다. 이렇게 나로호 개발을 통해 전체적으로 국내 발사체 기술수준이 선진국 대비 46% 수준에서 83% 이상 향상되었고, 150여 산업체와 45개 위탁연구를 통해 대학 등이 직접 참여함으로써, 국내 산·학·연이 종합적으로 발전하여 우리나라가 발사체를 독자 개발할 수 있는 기반을 확보하였다.

이렇게 나로호를 통해 얻은 기술과 경험을 토대로 앞으로는 기술적 연장선상에 있는 후속 한국형발사체(KSLV-II) 개발에 매진하여 발사체 독자 개발을 통한 대한민국의 발사체 기술 자립이라는 다음 목표를 달성할 것이라고 기대한다.

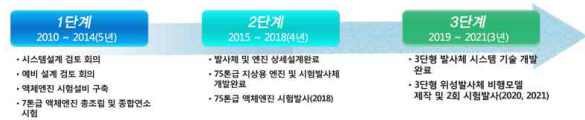
■ 한국형발사체 개발

2013년 1월 30일 16시, 전남 고흥 외나로도에 위치한 나로우주센터에서 우리나라 최초의 우주발사체, 나로호가 성공적으로 발사되었다. 몇 차례의 발사 연기와 2번의 발사 실패에도 불구하고, 나로호가 성공적으로 발사됨으로써 우리나라도 우주발사체 개발을 위한 대열에 본격적으로 동참하게 되었다.

우리나라는 나로호 개발이 진행되던 2007년 6월, 한국형발사체 개발을 추진하기 위한 기본 방향을 결정하고, 2007년 11월에는 한국형발사체를 국내에서 독자적으로 개발하기로 결정하였다. 이를 바탕으로 상세기획연구, 예비타당성조사 등을 실시하고 2010년 3월, 한국형발사체 개발사업에 착수하였고, 2011년 12월에 국가우주위원회의 심의를 통과하면서 국가계획으로 확정되었다.

한국형발사체 개발사업은 독자적인 우주발사체 기술개발을 목표로 하는 사업으로, 2010년부터 2021년까지, 1조 5,449억원을 예산을 투입하여, “1.5톤급 실용위성을 지구 저궤도(600~800km)에 투입할 수 있는 우주발사체 개발”을 목표로 하고 있다. 이를 위해 2015년 7월까지 수행되는 1단계 사업 기간에는 “한국형발사체에 대한 시스템설계와 예비설계”를 본격적으로 수행하며, “7톤급 액체엔진 개발과 시험설비를 구축”할 계획이다.

2019년 7월까지 수행되는 2단계 사업에서는 “한국형발사체 상세설계 및 제작, 시험”을 수행하며, “75톤급 액체엔진 개발·인증 및 75톤급 액체엔진 검증용 시험발사체 발사”를 계획하고 있다. 끝으로, 3단계 사업에서는 “한국형발사체 인증 및 발사 운영”을 통해 75톤급 액체엔진 4기를 활용한 1단 엔진 클러스터링 기술을 개발하고, 한국형발사체에 대한 인증을 통해 3단형 한국형발사체 2기를 시험발사할 계획이다.



<한국형발사체개발 단계별 사업내용>

이러한 한국형발사체 개발계획에 따라 2012년 6월, 한국형발사체에 대한 시스템설계를 완료하고, 현재 예비설계를 진행하고 있다. 나로호 개발 기간 중 선행연구를 통해 확보한 30톤급 액체엔진 개발 기술을 토대로, 7톤급 및 75톤급 액체엔진 구성품에 대한 개발시제를 제작하는 등 액체엔진 개발도 차질없이 추진하고 있다. 또한, 액체엔진시스템 및 추진기관시스템에 대한 시험설비 구축 계획에 따라 연소기, 터보펌프 등 주요 시험설비 구축을 추진하고 있다.



연소기 연소시험 설비 조감도



터보펌프 실매질 시험설비 조감도

이번 나로호의 발사 성공으로 인해 국민들의 우주개발에 대한 관심이 그 어느때 보다 높아졌고, 이는 한국형발사체 개발에 대한 관심과 응원으로 자연스럽게 연결되었다. 나로호 개발의 성공은 한국형발사체 개발에 있어 과학기술적으로나 사회적으로나

큰 밑바탕이 될 것임은 분명한 사실이다. 한편, 2012년 12월 16일, 진행된 대통령 후보 선거방송 토론회에서, 박근혜 대통령 당선인에게서 “2025년까지 달에 착륙선을 보내는 계획이 있는데, 그걸 2020년까지 앞당기려 한다. 이 계획이 성공하면, 2020년에 달에 태극기가 펄럭일 것이다. 나로호를 대신할, 우리 기술로 만든 발사체의 개발도 2021년보다 앞당기겠다.”는 의견을 피력함에 따라, 한국형발사체 조기개발 및 달 탐사 추진에 대한 관심도 높아졌다. 우주기술 개발과 같은 거대 과학기술은 범국가적 지원이 필수적인 것으로, 조기개발을 위해서는 예산과 인력 등에 대한 추가적인 지원이 반드시 필요하다.

한국형발사체 조기개발과 달 탐사 계획이 차질 없이 추진된다면, 우리나라는 명실상부한 우주개발 선진국 대열에 진입하게 될 것이다. 우주기술 개발은 당장의 성과나 실적을 바라고 추진할 수 있는 것이 아니다. 막대한 예산 규모와 오랜 개발 기간 등 다음 세대를 바라보는 시각으로 접근해야 하는 분야다. 이제, 우리의 눈 앞에 우주개발의 미래가 성큼 다가오고 있다. 나로호가 화려한 불꽃을 내뿜으며 임무를 완수 했듯이 한국형발사체도 반드시 성공적으로 개발되어 달 탐사 등과 같은 우리나라의 우주개발 계획이 안정적으로 수행될 수 있는 우주발사체가 되기를 기대한다.



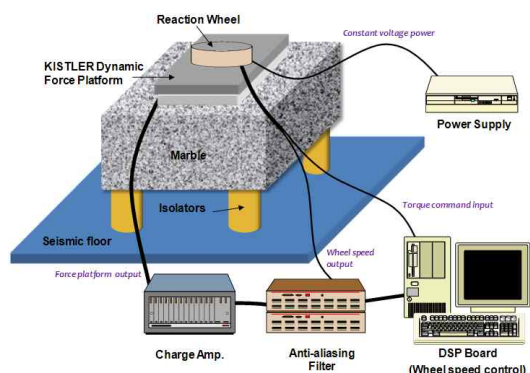
■ 다목적실용위성 3A호 구동기 미소진동 검증시험 수행

한국항공우주연구원 위성제어팀은 다목적실용위성 3A호 구동기 미소진동 검증시험을 수행했다. 다목적실용위성 3A호에는 영상 탑재체의 성능에 영향을 미치는 떨림 현상인 지터(Jitter)라 불리는 기계적 진동이 3가지 존재한다. 위성의 자세제어를 위해 사용되는 4개의 반작용휠(RWA)과, 위성의 영상 자료를 지상으로 전송시키기 위해 필요한 2개의 X-대역 안테나, 적외선 카메라의 극저온 냉각장치가 바로 그것들이다. 물리적 운동으로 구현되는 이러한 구동기들로부터 발생하는 진동은 영상의 품질을 좌우한다. 구동기의 미소진동 검증과 지터에 대한 정밀한 예측을 위해서는 각각의 구동기로부터 발생하는 미소진동에 대한 정교한 측정 및 분석이 필요하다.

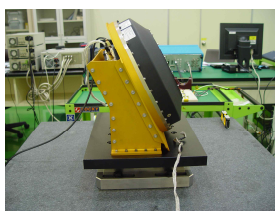
미소진동 검증시험은 구동기로 부터 발생하는 교란력을 정밀하

게 측정하는 시험이다. 다목적실용위성 3A호의 3가지 진동원에 대한 미소진동 검증시험은 위성체어팀의 미소진동 측정 시험실에서 수행되었다. 구동기의 교란력 측정을 위해 3축의 힘과 3축의 토크를 동시에 측정할 수 있는 키슬러(Kistler) 테이블*과 측정 신호의 앨리어싱** 및 노이즈 제거를 위한 필터 그리고 고주파 샘플링이 가능한 실시간 데이터 측정 시스템 등이 사용되었다.

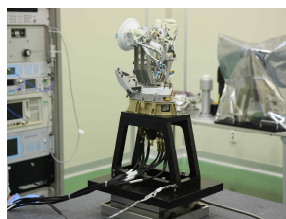
검증시험은 구동기의 실제 장작조건과 운영조건을 고려하여 수행되었으며, 측정 신호의 신뢰도 확보를 위해서 각 시험조건에 대해 반복시험이 수행되었다. 측정된 미소진동 신호는 시간 영역과 주파수 영역에 대한 분석을 통해 요구조건과 비교되었다. 검증시험을 통해 분석된 교란력 정보는 다목적실용위성 3A호 탑재체의 지터성능 예측 및 검증에 활용될 예정이다. (*키슬러 테이블 : 외부 환경에 영향을 받지 않는 상태에서 시험 대상물이 작동할 때 발생하는 힘과 모멘트를 측정할 수 있는 테이블, **앨리어싱 : 실제 주파수와 다르게 인식되는 오류)



<미소진동 검증시험 장치도>



반작용휠 미소진동 검증시험



X-대역 안테나 미소진동 검증시험

■ 차세대 우주용 전자광학탑재체 개발

한국항공우주연구원 위성탑재체실은 차세대 고성능 우주탑재체용 망원경 개발을 위한 연구를 수행하고 있다. 지구관측위성에 탑재하여 우주궤도에서 지상 해상도 0.5 m 이상의 성능을 내는 전자광학탑재체의 광학설계, 광구조설계 및 조립/정렬/성능시험 기술을 개발 중이며 여기에는 대형 고정밀 광학계의 광정렬을 위한 3차원 좌표측정 시스템을 개발, 구축하는 일과 광구조체 국내제작 능력을 육성하는 일도 포함하여 광학구경 1 m 급의 차세대 우주용 망원경을 실제로 구현하여 그 조립과 정렬 및 시험을 수행할 예정이다.

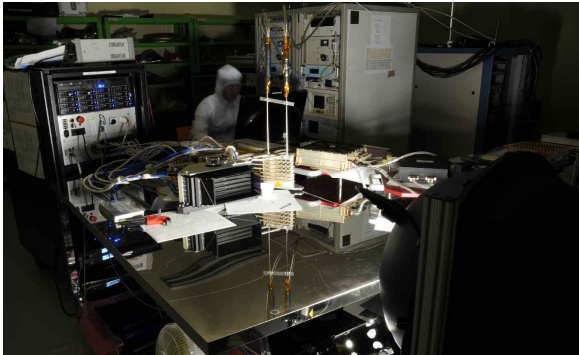
이미 여러차례 수행된 다목적실용위성 탑재체 개발을 통하여 항우연의 위성탑재체실은 구경 800 mm 급 고해상도 전자광학탑재체의 설계부터 조립, 정렬, 시험평가 등의 기술을 확보하였으며 이를 바탕으로 차세대 해상도 0.5 m 성능(구경 1 m 급의 주반사경 사용)을 가진 광학계 설계 및 조립 정렬 기술을 개발하고 있다. 또한 고정밀 광학계를 극히 안정적으로 지지하는 광구조체의 국내 시제 개발을 수행하여 우주급 성능을 확인하였다. 확보된 설계, 제작 공정, 조립/광정렬, 성능검증 기술은 차세대 고해상도 우주망원경의 국내는 물론 해외 수요에도 대응할 수 있을 것으로 기대된다.

항우연 위성탑재체실은 다목적실용위성1호 탑재카메라 EOC의 개발을 통해 선진외국으로부터 이전받은 기술초석 위에 2호위성 탑재카메라 MSC를 해외공동개발하면서 직접 습득한 기술경험으로 더 고성능인 3호위성탑재카메라 AEISS를 직접 책임개발하는데 성공하였다. 이러한 대형개발사업과 함께 전자광학탑재체 핵심기술연구도 활발히 병행하여 최근 탑재체광학팀(팀장 이덕규)은 구경 800 mm 주반사경의 경량화 설계, 구조해석 및 검증모델 제작, 환경시험 등을 수행하였으며 이러한 경험을 바탕으로 구경 1 m 급의 반사경의 설계, 구조해석을 수행하고 검증모델을 개발하고 있다. 탑재체전자팀(팀장 유상순)은 전자광학탑재체에 가장 중요한 핵심기술중 하나인 광전자부를 차기탑재체에 적용하기 위하여 더 고성능인 양방향스캔 방식 광검출기와 광전자부도 직접 연구개발을 수행중이다. 또한 대부분의 관측위성에 필수적인 관측데이터 전송장치의 개발도 수행하여 최근에는 차세대 안테나의 개발과 영상레이더용 데이터 처리장치 등을 국내기술로 개발중이다. 이와 병행하여 달탐사용 다기능 전자광학카메라 개발모델을 그 설계부터 최종 성능시험까지 직접 수행하고 실제 운용을 모사하기 위하여 항공기에 탑재한 촬영과 분석까지 마쳤다.

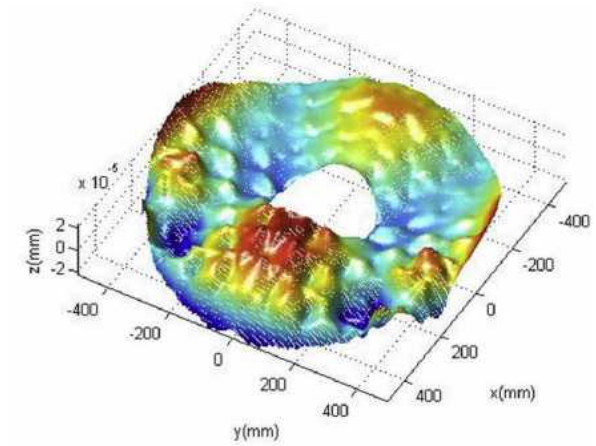
탑재체 연구원들이 20년 가까이 직접 개발을 수행하여 머리와 손으로 체득한 광학, 광구조, 광전자, 전송기술을 더욱 발전시키고 광학부품, 광구조부품, 광전자부 검증모델을 국내에서 제작하는 연구들이 결합함으로써 차기 고해상도 카메라의 비행모델의 상당부분에서 국산화가 가능할 것으로 기대된다.



전자광학탑재체 조립,정렬,시험평가



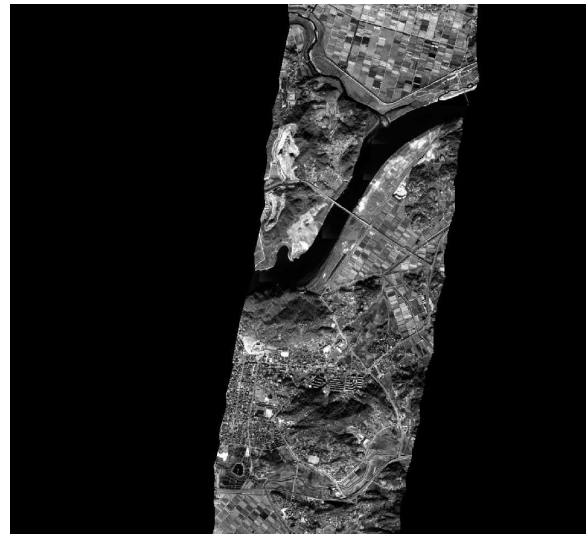
광전자부 기능/성능 시험



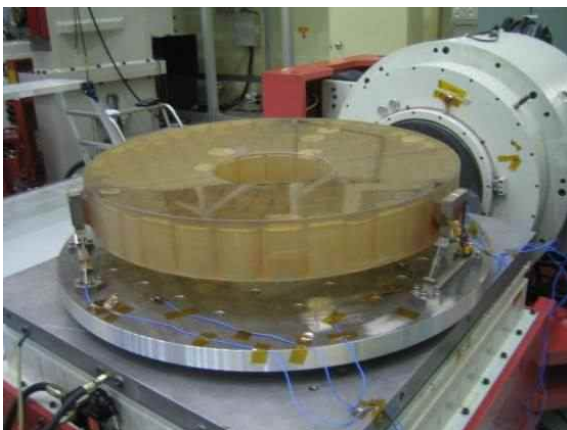
반사경-경량화-설계를-위한-중력구조변형해석



구경 1 m 급 광구조체 인증모델



달탐사용 다기능 전자광학탐재체 Mosaic 화면
(항공촬영결과)



구경 800 mm 주반사경 검증모델 진동시험 모습

한국우주과학회보

발행인 / 김천휘

제22권 1호 2013년 4월

편집인 / 조중현, 정남해, 고미희

전화 02-2123-3439 (FAX: 02-2123-8675)

발행 / 사단법인 한국우주과학회

학회 홈페이지 <http://ksss.or.kr>

인쇄 / 연이프린텍(02-322-2700)

학회사무국 (서울) 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 천문대 내

전화: 02-2123-3439 / 팩스: 02-2123-8675

(대전) 대전시 유성구 대덕대로 776 한국천문연구원 내

전화: 042-865-3391 / 팩스: 042-865-3392

학회대표메일: ksss@ksss.or.kr

도움을 주신 기업

기관명	대표	연락처
(주)메타스페이스	박순창 사장	서울시 서초구 개포동 1194-7 태양빌딩 401호 전화 02-571-3764
(주)에스이랩	오승준 사장	서울시 강남구 논현동 66-3 진영빌딩 5층 전화 02-888-0850
(주)썬트렉아이	박성동 대표이사	대전시 유성구 유성대로 1628번길 21 전화 042-365-7500

도움을 주신 연구홍보 사업단

사업명	연구책임자	연락처
경희대학교 WCU 달궤도 우주탐사 연구사업단	이동훈 교수	031-201-2449
한국천문연구원 대형광학망원경 개발사업	박병곤 박사	042-865-3207
연세대학교 은하진화연구센터	이영욱 교수	02-2123-2689
충북대학교 외계행성연구단	한정호 교수	043-261-3244
한국천문연구원 우주물체 전자광학 감시체계 기술개발사업	박장현 박사	042-865-3222
한국천문연구원 외계행성 탐색시스템 개발	김승리 박사	042-865-3252
한국천문연구원 우주 별탄생 역사 연구를 위한 근적외선영상분광 기 개발	정웅섭 박사	042-865-3204