

한국우주과학회보

Bulletin of The Korean Space Science Society
Vol.22, No.2 October 2013



MIRIS
Multi-purpose Infrared Imaging System
STSAT-3

과학기술위성 3호 주탑재체

2013년 11월 발사 예정

KARI, SatRec, MIRIS



사단법인 **한국우주과학회**
The Korean Space Science Society

한국우주과학회

임원

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

이사

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

감사

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

편집위원회

위원장

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

위원

김관혁 (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, jjlee@kasi.re.kr)
임홍서 (천문연, 042-865-3202, yimhs@kasi.re.kr)
장현영 (경북대, 053-950-6367, hyc@knu.ac.kr)

정남해 (연세대, 02-2123-3439, nhj@yonsei.ac.kr)
조성기 (천문연, 042-865-3236, skcho@kasi.re.kr)
주광혁 (항우연, 042-860-3191, ghju@kari.re.kr)
지건화 (극지연, 032-260-6132, ghjee@kopri.re.kr)

Boonruksar Soonthornthum (Chiang Mai University, Chiang Mai Thailand)
Edward F. Guinan (Villanova University, Pennsylvania USA)
Kam-Ching Leung (University of Nebraska-Lincoln, Nebraska USA)
Peter J. Chi (UCLA Institute of Geophysics and Planetary
Physics, Los Angeles USA)

Richard W. Longman (Columbia University, New York USA)
Tapas Kumas Das (Harish-Chandra Research Institute, Calcutta India)
Chung Yue Hui (Chungnam National University)

포상위원회

위원장

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

위원

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

학술대회준비위원회

위원장

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

위원

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

사무처

국장: 정남해 (연세대, 02-2123-3439, nhj@yonsei.ac.kr)
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 2호

2013년 10월



사단법인 한국우주과학회
The Korean Space Science Society

차 례

등록 및 교통 안내	8
2013년 가을 학술대회 일정표 요약	9
구두발표 논문제목 및 시간표	14
포스터발표 논문제목 및 시간표	19
구두발표논문 초록	23
포스터발표논문 초록	44
사단법인 한국우주과학회 정관 및 규정	69
사단법인 한국우주과학회 제 31차 정기총회	83
사단법인 한국우주과학회 2013년 평의원총회	95
위원회 보고	97
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]

한국천문연구원 이 개발한 과학기술위성 3호의 주 탑재체인 MIRIS는 비행모델 개발을 모두 마무리하고, 최근 발사를 위한 최종 점검 단계인 Pre-Shipping Review (PSR)를 진행하였다. 또한 과학기술위성 3호 본체와 MIRIS를 조립한 후에 위성 본체와 함께 열진공시험, 진동시험 등의 환경시험이 이루어 졌고, 납품 후에는 한 달마다 정기시험을 통해 위성체의 모든 기능이 정상작동 하는 지 점검하였다. 아울러 발사 후에 MIRIS에서 생성되는 영상 관측자료의 자료처리 Pipeline 개발이 완료되었고, 현재 발사를 위한 선적과정이 진행되고 있다. 과학기술위성 3호는 2013년 11월 21일 러시아 Yasny에서 발사될 예정이다.

한국우주과학회 2013년 가을 학술대회 일정표

일 시 : 2013. 10. 23.(수) 13:30 - 25.(금) 12:00

장 소 : 여수 디오션 리조트

발표논문 : 초청강연 2편, 구두발표 79편, 포스터발표 104편 총 185편

발표시간 : 초청강연(30분), 연구발표(15분) 3세션 동시 진행

포스터 발표 : 2013. 10. 23.(수) 13:30 - 25.(금) 11:00

사단법인 한국우주과학회

등록 및 교통 안내

1. 등록

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

2. 회원 가입

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

입회비: 10,000원, 년회비: 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 10월 23일(수) 13시까지 지정된 장소에 게시하여 주시고, 25일(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 (거문고홀A)	초청강연, 고천문, 천문우주1, 천문우주2, 퀘도, 우주측지, 고층대기1, 고층대기2
	2발표장 (거문고홀C)	큐브위성, 위성체1, 위성체2, 탐재체, 발사체, 달/태양계탐사1, 달/태양계탐사2
	3발표장 (오동도홀)	우주환경1, 우주환경2, 우주환경3, 우주환경4, 관측기기
포스터 발표	거문고홀 앞 로비	천문우주, 관측기기, 탐재체, 발사체, 퀘도, 위성체, 우주환경, 고층대기

5. 교통

가. 주소

전라남도 여수시 소호동 산 99번지

디오션 리조트(Tel. 1588-0037)

나. 찾아오시는 길

▶항공

-서울(김포)<->여수공항(1시간 소요)

-여수공항<->디오션리조트

*택시: 약 12,000원(14.31km/예상시간 30분)

*버스: 일반31번, 34번 승차하여 88번으로 환승
(예상시간 1시간 10분)

▶대중교통 이용

-강남고속버스터미널<->여수시외버스터미널(4시간10분 소요)

-동대전 버스터미널 <->여수시외버스터미널(3시간20분 소요)

-여수시외버스터미널<->디오션리조트

*택시: 약 12,000원(9.62km/예상시간 25분)

*버스: 일반88번, 89번, 27번 승차(예상시간 40분~50분)

▶기차이용

-KTX: 용산역<->여천역(3시간30분 소요)

-무궁화호: 용산역<->여천역(5시간 소요)

-새마을호: 용산역<->여천역(4시간30분 소요)

-여천역<->디오션리조트

*택시: 약 7,000원(6.3km/예상시간18분)

*버스: 일반18번(7.43km/예상시간 32분)

▶자세한 내용은 리조트 홈페이지를 참조

<http://www.theoceanresort.co.kr> -> 교통정보

2013년 가을 학술대회 일정표

세션별 발표장

발표일	구분	시간	제1발표장 (거문고홀A)	제2발표장 (거문고홀C)	제3발표장 (오동도홀)	포스터발표장 (로비)
10월 23일 (수)	IS-1	13:40~14:10	초청강연1			집중발표 14:10~15:00
	세션 I	15:00~16:30	고천문	큐브위성	우주환경1	
10월 24일 (목)	세션II	09:00~10:00	천문우주1	위성체1	우주환경2	집중발표 10:00~11:00
	세션III	11:00~12:00	천문우주2	위성체2	우주환경3	
	IS-2	13:00~13:30	초청강연2			*우주기상 미니워크숍 14:00~17:00 (소회의실)
	세션IV	13:40~14:55	궤도	탐재체	우주환경4	
	세션V	15:05~15:50	우주측지	발사체	관측기기	
10월 25일 (금)	세션VI	09:00~10:00	고층대기1	달/태양계탐사1		
	세션VII	10:15~11:30	고층대기2	달/태양계탐사2		

첫째 날 10월 23일 (수요일)

시간	구분	
11:00~	등록	로 비
12:00~13:30	점심	(이사회)
13:30~13:40	개회식	제1발표장 (거문고홀A)
초청강연1 장소: 제1발표장 (거문고홀A) 좌장: 이유(충남대)		
13:40~14:10	IS-1	Cosmic Ray Research at Bartol Research Institute Paul Evenson(University of Delaware)
14:10~15:00		포스터 집중 발표

	제1발표장 (거문고홀 A)			제2발표장 (거문고홀 C)			제3발표장 (오동도홀)		
	고천문	좌장: 안영숙(천문연)		큐브위성	좌장: 한원용(천문연)		우주환경1	좌장: 남욱원(천문연)	
15:00~15:15	I-1-1	김상혁	천문연	I-2-1	최기혁	항우연	I-3-1	현기호	경희대
15:15~15:30	I-1-2	이민수	충북대	I-2-2	박재필	연세대	I-3-2	이상윤	경희대
15:30~15:45	I-1-3	민병희	천문연	I-2-3	이성환	경희대	I-3-3	임성진	항우연
15:45~16:00	I-1-4	전준혁	충북대	I-2-4	권성철	조선대	I-3-4	고태식	항우연
16:00~16:15	I-1-5	함선영	천문연	I-2-5	구소연	충남대	I-3-5	남욱원	천문연
16:15~16:30				I-2-6	한상혁	항우연	I-3-6	강성덕	항우연
16:30~17:00	위원회 보고 (거문고홀 A)								
17:00~18:00	정기총회 (거문고홀 A)								
18:00~18:30	평의원 총회 (거문고홀 A)								
18:30~20:30	만찬 (시상식)								

둘째 날 10월 24일 (목요일)

시간	제1발표장 (거문고홀 A)			제2발표장 (거문고홀 C)			제3발표장 (오동도홀)		
	천문우주1	좌장: 김호일(천문연)		위성체1	좌장: 박영웅(항우연)		우주환경2	좌장: 이대영(충북대)	
09:00~09:15	II-1-1	송미화	충북대	II-2-1	임재혁	항우연	II-3-1	김경찬	천문연
09:15~09:30	II-1-2	정민지	충북대	II-2-2	임조령	항우연	II-3-2	황정아	천문연
09:30~09:45	II-1-3	조영수	과기원	II-2-3	박주호	항우연	II-3-3	이재진	천문연
09:45~10:00	II-1-4	천상현	연세대	II-2-4	서현호	항우연	II-3-4	강석빈	과기원
10:00~11:00	포스터 집중 발표 / 사진촬영								
	천문우주2	좌장: 김용기(충북대)		위성체2	좌장: 임조령(항우연)		우주환경3	좌장: 이대영(충북대)	
11:00~11:15	III-1-1	임태호	과기원	III-2-1	용기력	항우연	III-3-1	김관혁	경희대
11:15~11:30	III-1-2	서행자	항우연	III-2-2	우진	기상청	III-3-2	이은상	경희대
11:30~11:45	III-1-3	김주현	항우연	III-2-3	박영웅	항우연	III-3-3	독고경환	과기원
11:45~12:00				III-2-4	이나영	항우연	III-3-4	박성원	전파연
12:00~13:00	점 심								
	초청강연2			장소: 제1발표장 (거문고홀 A)			좌장: 조중현(천문연)		
13:00~13:30	IS-2	혜성의 역사: 안상현 (한국천문연구원)							
13:30~13:40	자리이동								
	궤도	좌장: 노경민(천문연)		탐제체	좌장: 박장현(천문연)		우주환경4	좌장: 정종균(천문연)	
13:40~13:55	IV-1-1	정옥철	항우연	IV-2-1	신상윤	항우연	IV-3-1	이강진	경희대
13:55~14:10	IV-1-2	김영록	천문연	IV-2-2	허행팔	항우연	IV-3-2	이성숙	충남대
14:10~14:25	IV-1-3	김민희	연세대	IV-2-3	우주	경희대	IV-3-3	홍순학	전파연
14:25~14:40	IV-1-4	박장현	천문연	IV-2-4	서석배	항우연	IV-3-4	나현옥	경희대
14:40~14:55	IV-1-5	김재혁	연세대	IV-2-5	한원용	천문연	IV-3-5	신슬기	경희대
14:55~15:05	휴 식								
	우주측지	좌장: 조중현(천문연)		발사체	좌장: 천용식(항우연)		관측기기	좌장: 이대희(천문연)	
15:05~15:20	V-1-1	노경민	천문연	V-2-1	김철웅	항우연	V-3-1	오영석	경희대
15:20~15:35	V-1-2	정종균	천문연	V-2-2	유재한	항우연	V-3-2	박성준	천문연
15:35~15:50				V-2-3	김옥구	항우연	V-3-3	박귀종	천문연

셋째 날 10월 25일 (금요일)

시간	제1발표장 (거문고홀 A)			제2발표장 (거문고홀 C)		
	고층대기1	좌장: 정종균(천문연)		달/태양계탐사1	좌장: 진호(경희대)	
09:00~09:15	VI-1-1	양태용	천문연	VI-2-1	최이레1	과기연대
09:15~09:30	VI-1-2	김정현	충남대	VI-2-2	이응석	충남대
09:30~09:45	VI-1-3	곽영실	천문연	VI-2-3	홍익선	충남대
09:45~10:00	VI-1-4	이영숙	천문연	VI-2-4	이효정	경희대
10:00~10:15	휴 식					
	고층대기2	좌장: 곽영실(천문연)		달/태양계탐사2	좌장: 이유(충남대)	
10:15~10:30	VII-1-1	지건화	극지연	VII-2-1	이정규	경희대
10:30~10:45	VII-1-2	정종균	천문연	VII-2-2	최이레2	과기연대
10:45~11:00	VII-1-3	윤문석	과기원	VII-2-3	정종일	충남대
11:00~11:15	VII-1-4	윤종연	전파연	VII-2-4	김어진	향우연
11:15~11:25	폐회식 (거문고홀 A)					

포스터 발표
게시기간 : 2013 10. 23.(수) ~ 25.(금)

번호	분야	발표자	소속	번호	분야	발표자	소속
P-1	천문우주	최은진	과기원	P-31	발사체	박종연	항우연
P-2	천문우주	최연주	과기원	P-32	발사체	정용현	항우연
P-3	천문우주	박지원	충북대	P-33	발사체	정용현	항우연
P-4	관측기기	양형모	항우연	P-34	발사체	김옥구	항우연
P-5	관측기기	고주현	천문연	P-35	궤도	송영주	항우연
P-6	관측기기	현대환	항우연	P-36	궤도	강상욱	항우연
P-7	관측기기	강용우	천문연	P-37	궤도	최진	천문연
P-8	관측기기	이철환	SETsystem	P-38	궤도	최영준	천문연
P-9	관측기기	금강훈	경희대	P-39	위성체	허윤구	항우연
P-10	탐재체	명환춘	항우연	P-40	위성체	박주호	항우연
P-11	탐재체	김성희	항우연	P-41	위성체	조승원	항우연
P-12	탐재체	김영선	항우연	P-42	위성체	백명진	항우연
P-13	탐재체	김영선	항우연	P-43	위성체	임재혁	항우연
P-14	탐재체	연정흠	항우연	P-44	위성체	김창호	항우연
P-15	탐재체	연정흠	항우연	P-45	위성체	김영윤	연세대
P-16	탐재체	장수영	항우연	P-46	위성체	김선원	항우연
P-17	탐재체	육영춘	항우연	P-47	위성체	김경원	항우연
P-18	탐재체	공종필	항우연	P-48	위성체	권동영	항우연
P-19	탐재체	공종필	항우연	P-49	위성체	권동영	항우연
P-20	탐재체	강금실	항우연	P-50	위성체	박응식	항우연
P-21	탐재체	박종억	항우연	P-51	위성체	김형완	항우연
P-22	탐재체	오은송	해양연	P-52	위성체	최정수	항우연
P-23	탐재체	함종욱	과기원	P-53	위성체	허윤구	항우연
P-24	탐재체	손종대	충남대	P-54	위성체	백현철	항우연
P-25	탐재체	이준찬	과기원	P-55	위성체	장재웅	항우연
P-26	탐재체	조경복	충남대	P-56	위성체	이상록	항우연
P-27	탐재체	박귀중	천문연	P-57	위성체	전현진	항우연
P-28	발사체	김영준	항우연	P-58	위성체	이춘우	항우연
P-29	발사체	유일상	항우연	P-59	위성체	조승원	항우연
P-30	발사체	조동현	항우연	P-60	위성체	전종협	항우연

번호	분야	발표자	소속	번호	분야	발표자	소속
P-61	위성체	조영준	항우연	P-83	우주환경	김보경	충남대
P-62	위성체	조영준	항우연	P-84	우주환경	김성환	청주대
P-63	위성체	김희경	항우연	P-85	우주환경	김재훈	전파연
P-64	위성체	채동석	항우연	P-86	우주환경	김정훈	SETsystem
P-65	위성체	강치호	항우연	P-87	우주환경	노희선	SETsystem
P-66	위성체	임정흠	항우연	P-88	우주환경	박사라	전파연
P-67	위성체	구인회	항우연	P-89	우주환경	박종선	경희대
P-68	위성체	김태윤	항우연	P-90	우주환경	백지혜	천문연
P-69	위성체	이명신	항우연	P-91	우주환경	손종대	충남대
P-70	위성체	박종석	항우연	P-92	우주환경	우윤지	과학영재고
P-71	위성체	오시환	항우연	P-93	우주환경	윤기창	전파연
P-72	위성체	김용복	항우연	P-94	우주환경	이상우	에스이랩
P-73	위성체	이선호	항우연	P-95	우주환경	이재형	전파연
P-74	위성체	김응현	항우연	P-96	우주환경	이정덕	에스이랩
P-75	위성체	김중표	항우연	P-97	우주환경	이종길	천문연
P-76	위성체	조창권	항우연	P-98	우주환경	이지혜	천문연
P-77	위성체	원주호1	항우연	P-99	우주환경	조인경	항우연
P-78	위성체	원주호2	항우연	P-100	우주환경	최규철	에스이랩
P-79	위성체	박근주	항우연	P-101	우주환경	황권태	항우연
P-80	위성체	이나영	항우연	P-102	우주환경	황은미	천문연
P-81	위성체	원영진	항우연	P-103	고층대기	감호식	충남대
P-82	우주환경	권혁진	경희대	P-104	달/태양계탐사	윤아미	위스페이스

구두발표 논문제목 및 시간표

10월 23일(수) [첫째날]

제1발표장 (거문고홀 A)

[IS-01] ■ 초청강연 1 ■

좌장: 이유(천문연) [p.23]

13:40-14:10 [IS-01] Cosmic Ray Research at Bartol Research Institute: Paul Evenson(University of Delaware)

14:10-15:00 포스터 집중 발표

[I-1] ■ 고천문 ■

좌장: 안영숙(천문연) [p.23]

15:00-15:15 [I-1-1] 천형장치의 구조 변천과 홈경각루 적용 방법 연구: 김상혁(천문연), 함선영(천문연, 충북대), 이용삼(충북대)

15:15-15:30 [I-1-2] 세종대 간의의 기능과 역할에 대한 연구 -후극환 및 정극환을 중심으로: 이민수, 전준혁(충북대), 김상혁(천문연), 이용삼(충북대)

15:30-15:45 [I-1-3] 조선 전기 천문의기를 소형화하기 위한 제작 기술에 관하여: 민병희(천문연, 충북대), 이기원(카톨릭대), 안영숙(천문연), 이용삼(충북대)

15:45-16:00 [I-1-4] 간의대 중심의 역사적 사건과 역할: 전준혁(충북대), 이민수(충북대), 김상혁(천문연), 이용삼(충북대)

16:00-16:15 [I-1-5] 최유지 혼천의의 천체운행장치에 대한 연구-한국과 중국의 천문의기 천체운행장치 비교와 분석자료를 중심으로: 함선영(천문연, 충북대), 김상혁(천문연), 이용삼(충북대)

10월 23일(수) [첫째날]

제2발표장 (거문고홀 C)

[I-2] ■ 큐브위성 ■

좌장: 한원용(천문연) [p.24]

15:00-15:15 [I-2-1] 향후 큐브위성 경연대회와 관련 과학기술임무 발전방향: 최기혁, 한상혁, 심은섭(항우연)

15:15-15:30 [I-2-2] 분리형 우주망원경 검증임무를 위한 큐브위성 개발: 박재필, 박상영, 김재혁, 이광원, 오형직, 김민희, 최정민, 정승연, 김경하, 양서연, 최경윤, 심명보, 권홍동, 박찬덕(연세대)

15:30-15:45 [I-2-3] 큐브위성 SIGMA의 임무 및 시스템 설계: 이성환, 오영석, 이정규, 금강훈, 이효정, 이종권, 윤성용,

신유라, 정선영, 천정훈, 김종녕, 김한준, 채규성, 진호(경희대), 남옥원(천문연), 김성환(청주대), Regina Lee (York University)

15:45-16:00 [I-2-4] 우주기반기술 검증용 STEP Cube Lab.의 시스템 설계: 권성철, 하현우, 정현모, 한성현, 이명재, 전수현, 김영옥, 박태용, 강수진, 차진영, 장수은, 채봉건, 오현용(조선대)

16:00-16:15 [I-2-5] 태양돛 임무를 위한 큐브위성 CNUSAIL-1 상세설계: 구소연, 김경훈, 유연아, 오복영, 우범기, 최연준, 김승균(충남대)

16:15-16:30 [I-2-6] 다중 운영체제를 지원하는 큐브위성 비행 소프트웨어 프레임워크 개발: 한상혁, 문성태, 구철희, 최기혁(항우연)

10월 23일(수) [첫째날]

제3발표장 (오동도홀)

[I-3] ■ 우주환경 1 ■

좌장: 남옥원(천문연) [p.25]

15:00-15:15 [I-3-1] Loss of relativistic electrons at geosynchronous orbit by EMIC waves: Kiho Hyun, Khan-Hyuk Kim, Ensang Lee, Dong-Hun Lee(KHU)

15:15-15:30 [I-3-2] Development and Test of 2D Electrostatic PIC simulation code: Kelvin-Helmholtz Instability: Sang-Yun Lee, Ensang Lee, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee, Jongho Seon, Ho Jin(KHU)

15:30-15:45 [I-3-3] 우주환경 시험용 열진공챔버에 적용된 Exhaust Valve의 열응력 해석: 임성진, 서희준, 조혁진, 박성욱, 고태식, 문귀원(항우연)

15:45-16:00 [I-3-4] 전산해석을 통한 열진공 챔버용 슈라우드 플레이트의 열-유동 특성에 관한 연구: 고태식, 서희준, 조혁진, 박성욱, 임성진, 문귀원(항우연)

16:00-16:15 [I-3-5] Preliminary Test Results of Tissue Equivalent Proportional Counter for LET Radiation Monitoring of International Space Station: Uk-Won Nam(KASI), Sunghwan Kim(Cheongju Univ.), Jae Jin Lee, Jeonghyun Pyo, Bong-Kon Moon, Dae-Hee Lee, Youngsik Park(KASI), Chang Hw Lim, Myungkook Moon(KAERI)

16:15-16:30 [I-3-6] Non-invasive, Biologically Friendly Therapies and Potential Applications to Bioastronautics: Songdoug Kang(KARI)

10월 24일(목) [둘째날]

제1발표장 (거문고홀 A)

[III-1] ■ 천문우주 1 ■

좌장: 김호일(천문연) [p.27]

- 09:00-09:15 [II-1-1] 접촉쌍성 MT Cas의 새로운 광도곡선과 공전주기분석: 송미화, 김천휘, 윤요라, 우수완(충북대)
- 09:15-09:30 [II-1-2] BS Cas의 CCD 측광과 그 분석: 정민지, 윤요나, 송미화, 김천휘(충북대), 한원용, 임홍서, 문홍규, 최영준(천문연)
- 09:30-09:45 [II-1-3] A multi-wavelength study of the GSH 006-15+7: A local Galactic supershell: Young-Soo Jo, Kyoung-Wook Min(KAIST), Kwang-II Seon(KASI)
- 09:45-10:00 [II-1-4] Observational Evidence of Merging and Accretion in the Milky Way Galaxy from the Spatial Distribution of Stars in Globular Clusters: Sang-Hyun Chun(Yonsei Univ)

10:00-11:00 포스터 집중발표 / 사진촬영

[III-1] ■ 천문우주 2 ■

좌장: 김용기(충북대) [p.28]

- 11:00-11:15 [III-1-1] Far-Ultraviolet Study in the Ophiuchus cloud complex and the Upper Scorpius subgroup of the Sco OB2 association: Tae-ho Lim, Kyoung-wook Min(KAIST), Kwang-II Seon(KASI)
- 11:15-11:30 [III-1-2] 달 및 화성 먼지의 (중)적외선 영역에서의 분광학적 특징 연구: 서행자, 김어진, 김주현, 이주희(항우연)
- 11:30-11:45 [III-1-3] Moon Mineralogy Mapper를 이용한 달의 북극부근 Whipple 크레이터의 물 존재 가능성에 관한 연구: 김주현, 서행자, 김어진, 이주희(항우연)

12:00-13:00 점심(호텔 1층 레스토랑)

[IS-02] ■ 초청강연 2 ■

좌장: 조중현(천문연) [p.29]

- 13:00-13:30 [IS-03] 혜성의 역사: 안상현(천문연)

[IV-1] ■ 궤도 ■

좌장: 노경민(천문연) [p.29]

- 13:40-13:55 [IV-1-1] 초기 궤도 불확실성에 따른 TLE 정밀도 분석: 정옥철, 임현정, 정대원, 김은규, 김학정(항우연)
- 13:55-14:10 [IV-1-2] Precise Orbit Determination and Analysis of Starlette with SLR Observations for ILRS AAC: Young-Rok Kim, Eunseo Park, Hyung-Chul Lim

(KASI)

- 14:10-14:25 [IV-1-3] 우주선 궤적 설계를 위한 근 찾기 알고리즘의 성능 분석: 김민희, 박상영, 박찬덕(연세대)
- 14:25-14:40 [IV-1-4] 우주물체 전자광학 감시체계 개발현황: 박장현, 조중현, 문홍규, 임홍서, 최영준, 박영식, 배영호, 박선엽, 박종욱(천문연)
- 14:40-14:55 [IV-1-5] 비전센서를 활용한 위성 간 상대거리 및 상대자세 결정: 김재혁, 박상영, 박찬덕, 김민희, 최영준, 이광원(연세대)

14:55-15:05 휴식

[V-1] ■ 우주측지 ■

좌장: 조중현(천문연) [p.30]

- 15:05-15:20 [V-1-1] 가속도계 관측을 이용한 열권밀도 산출 알고리즘 개발: 노경민, 정종균, 유성문, 최병규(천문연), 문준철(전파연)
- 15:20-15:35 [V-1-2] 우리나라 GPS 전리권 신틸레이션 상시관측망 구축 보고: 정종균, 최병규(천문연), 문준철(전파연), 유성문, 노경민(천문연), 이환상(전파연), 조정호(천문연)

10월 24일(목) [둘째날]

제2발표장 (거문고홀 C)

[III-2] ■ 위성체 1 ■

좌장: 박영웅(항우연) [p.31]

- 09:00-09:15 [II-2-1] 자유경계조건을 갖는 고해상도 저궤도 관측위성의 모달시험 및 유한요소모델 보정을 통한 영상품질 예측에 관한 연구: 임재혁, 은희광, 김대관, 유원영, 김성훈, 황도순(항우연)
- 09:15-09:30 [II-2-2] 저궤도 인공위성 별센서의 궤도상 성능 검증: 임조령, 윤형주, 박근주, 최홍택(항우연)
- 09:30-09:45 [II-2-3] 저궤도위성 태양 전력 조절기 시험 및 결과 분석: 박주호(항우연), 박병하(AP우주항공), 채동철, 최중연(항우연)
- 09:45-10:00 [II-2-4] 저궤도 인공위성 자세제어계의 운용모드별 성능검증: 서현호, 강우용, 오시환, 최홍택(항우연)

10:00-11:00 포스터 집중발표 / 사진촬영

[III-2] ■ 위성체 2 ■

좌장: 임조령(항우연) [p.32]

- 11:00-11:15 [III-2-1] 광학영상 기하보정을 위한 별 촬영 명령

생성 및 별 영상처리에 관한 연구: 용기력, 진경옥, 최재동, 이상률(항우연)

- 11:15-11:30 [III-2-2] 지표기준 및 텔레메트리 분석을 통한 천리안위성 기상영상기 영상위치보정 성능 특성: 우진, 이병일, 김정식, 손승희(기상청)
- 11:30-11:45 [III-2-3] 태양전지판 비대칭형상 정지궤도위성의 휠 영속도 회피에 관한 연구: 박영웅, 윤형주, 최홍택 (항우연)
- 11:45-12:00 [III-2-4] 정지궤도위성과 저궤도위성의 원격명령 및 텔레메트리 전송 포맷 비교: 이나영, 장성수(항우연), 정태진(과기원)

12:00-13:00 점심(호텔 1층 레스토랑)

[IV-2] ■ 탐재체 ■

좌장: 박장현(천문연) [p.32]

- 13:40-13:55 [IV-2-1] 저궤도 관측위성 임무수행 개선방법에 관한 연구: 신상윤, 용상순(항우연)
- 13:55-14:10 [IV-2-2] 인공위성 탐재용 전자광학 카메라의 실시간 영상보정 방법: 허행팔(항우연), 나성웅(충남대)
- 14:10-14:25 [IV-2-3] Proton을 이용한 입자검출기의 검교정 결과와 SIMION을 이용한 모의실험 결과 비교분석: 우주, 전종호, 서용명, 박성하, 선종호, 진호, 이동훈(경희대), Thomas Immel(California Univ.), Robert P. Lin(경희대, California Univ.)
- 14:25-14:40 [IV-2-4] Direct Histogram Specification 성능 개선 -혼합대응법(Hybrid Mapping Law): 서석배(항우연)
- 14:40-14:55 [IV-2-5] 과학기술위성 3호 주탑재체 MIRIS 개발 최종검토 회의결과 보고: 한원용(천문연, UST), 이대희(천문연), 정웅섭(천문연, UST), 문봉근, 박영식, 박성준, 박귀중, 표정현, 김일중, 박원기(천문연), 이덕행(천문연, UST), 남옥원, 박장현(천문연), 선광일(천문연, UST), 양순철(KBSI), 박홍영, 신구환, 서정기(인공위성연구센터), 박종오, 이승우(항우연), 이형복 (서울대), Toshio Matsumoto(ISAS)

14:55-15:05 휴식

[V-2] ■ 발사체 ■

좌장: 천용식(항우연) [p.34]

- 15:05-15:20 [V-2-1] 액체로켓엔진 사고 및 원인분석: 김철웅(항우연)
- 15:20-15:35 [V-2-2] 금속 호스 기초 조사 및 액체로켓엔진 적용 검토: 유재한(항우연)
- 15:35-15:50 [V-2-3] 한국형발사체 1단용 엔진 레이아웃 형상설계: 김옥구, 박종연, 정용현(항우연), 윤종진

(삼성테크윈)

10월 24일(목) [둘째날]

제3발표장 (오동도홀)

III-3] ■ 우주환경 2 ■

좌장: 이대영(충북대) [p.34]

- 09:00-09:15 [II-3-1] Radial Gradients of Phase Space Density in the Inner Electron Radiation Belt: Kyung-Chan Kim(KASI), Yuri Shprits(MIT, UCLA)
- 09:15-09:30 [II-3-2] Magnetopause Shadowing effects on the GEO flux dropout during a weak magnetic storm: RBE results: Junga Hwang(KASI), Eunjin Choi(KASI, KAIST), Jong-Seon Park(KASI, KHU), Mei-ching Fok(NASA/GSFC), Kyung-Chan Kim(KASI), Dae-Young Lee(CBNU), Maria Usanova(Alberta Univ.)
- 09:30-09:45 [II-3-3] Observation of plasma depletions in outer radiation belt by Van Allen Probes: Jaejin Lee, Kyung-Chan Kim(KASI), Ensang Lee(KHU), Yeon-Han Kim, Young-deuk Park(KASI), George K Parks(Space Science Lab), David G Sibeck(NASA Goddard)
- 09:45-10:00 [II-3-4] Incorporation of Electromagnetic Ion cyclotron wave into Radiation Belt environment model: Suk-bin Kang(KAIST), Eunjin Choi(KAIST, KASI), Junga Hwang, Kyung-chan Kim, Jaejin Lee(KASI), Mei-ching Fok(NASA), Kyoungwook Min, Cheongrim Choi(KAIST), Young-Deuk Park(KASI)

10:00-11:00 포스터 집중발표 / 사진촬영

III-3] ■ 우주환경 3 ■

좌장: 이대영(충북대) [p.36]

- 11:00-11:15 [III-3-1] Solar wind control of Pc5 pulsations observed by THEMIS probes in the outer magnetosphere: Khan-Hyuk Kim, Hyeuk-Jin Kwon (KHU), Jong-Sun Park(KHU, KASI), Ensang Lee, Dong-Hun Lee(KASI)
- 11:15-11:30 [III-3-2] Observations of Cold, Dense Plasmas at Plasma Sheet-Lobe Boundary in the Near-Earth Magnetotail: Ensang Lee, Jinhy Hong(KHU), George K. Parks, Naiguo Lin(California Univ.), Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee, Jongho Seon, Ho Jin(KHU)
- 11:30-11:45 [III-3-3] PIC simulations of electron hole propagation in inhomogeneous plasma: Kyunghwan Dokgo, Cheong-rim Choi(KAIST), Junga Hwang(KASI), Kyoungwook Min(KAIST)

11:45-12:00 [III-3-4] 국내 지자기 교란 발생 사례에 따른 지자기 유도전류 상관계수 분석: 박성원(전파연)

12:00-13:00 점심(호텔 1층 레스토랑)

[IV-3] ■ 우주환경 4 ■

좌장: 정종균(천문연) [p.36]

- 13:40-13:55 [IV-3-1] Development of a Solar Flare Probability Forecast Model and Its Comparison with the Model of NOAA/SWPC: Kangjin Lee(KHU), Yong-Jae Moon, Jin-Yi Lee(KHU), Kyoung-Sun Lee (ISAS), Hyeonock Na(KHU)
- 13:55-14:10 [IV-3-2] Long-term statistical analysis for the simultaneity of Forbush decrease events: Seongsuk Lee, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU)
- 14:10-14:25 [IV-3-3] The Sunspot Identifying and Classification Capabilities of the Automatic Solar Synoptic Analyzer: Sunhak Hong(KSWC, SELab), Sang-Woo Lee(SELab), Ki-Chang Yoon, Jae-Hun Kim, Yung-Kyu Kim(KSWC), Jeong-Deok Lee, Seung-Jun Oh(SELab), Young-Jae Moon, Dong-Hun Lee(KHU)
- 14:25-14:40 [IV-3-4] Comparison of three cone models in terms of space weather application: Hyeonock Na, Soojeong Jang, Jae-Ok Lee, Yong-Jae Moon(KHU)
- 14:40-14:55 [IV-3-5] Comparison of daily solar flare peak flux forecast models using the multiple linear regression and the autoregression methods: Seulki Shin, Jin-Yi Lee, Yong-Jae Moon(KHU)

14:55-15:05 휴식

[V-3] ■ 관측기기 ■

좌장: 이대희(천문연) [p.38]

- 15:05-15:20 [V-3-1] 광학관측을 통한 정지궤도 위성의 식별연구: 오영석, 진호(경희대), 서행자(항우연)
- 15:20-15:35 [V-3-2] Off-axis Optical Design for NISS Onboard NEXTSat-1: Sung-Joon Park, Bongkon Moon, Kwijong Park, Dae-Hee Lee, Youngsik Park, Jeonghyun Pyo, Won-Kee Park, Il-Joong Kim(KASI), Duk-Hang Lee, Wonyong Han(KASI, UST), Uk-Won Nam, Chan Park(KASI), Woong-Seob Jeong(KASI, UST), Norihide Takeyama, Akito Enokuchi(Genesia Corporation), Toshio Matsumoto(ISAS/JAXA, ASIAA), Jang-Soo Chae, Goo-Hwan Shin(STRC)
- 15:35-15:50 [V-3-3] NISS 탑재체의 광기계 개념설계:

박귀중, 문봉곤, 박성준(천문연), 정웅섭(천문연, 과기연합대), 박영식, 이대희(천문연), 이덕행(천문연, 과기연합대), 박찬, 표정현, 박원기, 김일중(천문연), 한원용(천문연, 과기연합대), 남옥원(천문연), Norihide Takeyama, Akito Enokuchi(Genesia Corporation), Toshio Matsumoto(ISAS/JAXA, ASIAA), 채장수, 신구환(과기원)

10월 25일(금) [셋째날]

제1발표장 (거문고홀 A)

[VI-1] ■ 고층대기 1 ■

좌장: 정종균(천문연) [p.39]

- 09:00-09:15 [VI-1-1] Occurrences of the F-region field-aligned irregularities in middle latitudes observed with Korea VHF coherent scattering radar: Tae-Yong Yang(KASI, UST), Young-Sil Kwak(KASI), Hyosub Kil(Johns Hopkins Univ.), Young-sook Lee, Young-Deuk Park(KASI)
- 09:15-09:30 [VI-1-2] SAMI2 모델과 이오노스페어 데이터를 이용한 전리권에서의 태양 X-등급 플레어 효과에 대한 연구: 김정현, 김용하(충남대), 지진화(극지연), 오승준(에스이랩)
- 09:30-09:45 [VI-1-3] Occurrences climatology of the electron density irregularities in mid-latitude E region: Young-Sil Kwak(KASI), Tae-Yong Yang(KASI, UST), Hyosub Kil(Johns Hopkins Univ.)
- 09:45-10:00 [VI-1-4] Long periodic strong radar echoes in summer polar D region correlated with the oscillations of high-speed solar wind streams: Young-Sook Lee (KASI), Sheila Kirkwood(Swedish Institute of Space Physics), Gordon G. Shepherd(Centre for Research in Earth and Space Science), Young-Sil Kwak, Kyung-Chan Kim(KASI)

10:00-10:15 휴식

[VII-1] ■ 고층대기 2 ■

좌장: 곽영실(천문연) [p.40]

- 10:15-10:30 [VII-1-1] Global ionospheric total electron contents (TECs) during the last two solar minimum periods: Geonhwa Jee(KPRI), Han-Byul Lee(KPRI, CNU), Stanley C. Solomon(NCAR)
- 10:30-10:45 [VII-1-2] 태양활동에 따른 GPS TEC 예측모델 원형 개발: 정종균, 이우경(천문연), 최병규(전파연), 유성문, 노경민(천문연), 문준철(전파연), 이지나(천문연)

10:45-11:00 [VII-1-3] 2004년 11월 10일 한반도 지역의
Medium-scale Traveling Ionospheric Disturbances 특성
분석: 윤문석, 이지윤(과기원)
11:00-11:15 [VII-1-4] 안양 이오노존데 자료를 이용한 foF2
예측모델: 윤종연(전파연, SETsystem, 충남대),
문준철(전파연), 정종균(천문연), 김정훈(SETsystem),
김용하(충남대), 김수철(전파연)

Kim, Joo Hee Lee(KARI)
11:00-11:15 [VII-2-4] 달 및 행성 탐사를 위한 중적외선
분광기 개발을 위한 개념설계: 김어진, 서행자, 김주현,
이주희(항우연)

11:15-11:25 폐회식 - 거문고홀 A

11:15-11:25 폐회식 - 거문고홀 A

10월 26일(금) [셋째날]

제2발표장 (거문고홀 C)

[VI-2] ■ 달/태양계탐사 1 ■

좌장: 진호(경희대) [p.41]

09:00-09:15 [VI-2-1] A preliminary XRF study of rocks and
standard samples for lunar and planetary exploration:
Yi Re Choi(UST, KIGMR), Kyeong Ja Kim(KIGMR),
Hiroki Kusano(Waseda Univ.), Eung Seok Yi, Seung
Ryeol Lee(KIGMR)
09:15-09:30 [VI-2-2] OMAT를 이용한 Tycho crater 분석:
이용석, 김용하(충남대), 김경자, 최이레(지질자원연)
09:30-09:45 [VI-2-3] LRO/DLRE를 이용한 pit 주위 지역의
광물분포 분석 및 분류: 홍익선, 손종대, 오수연, 이유
(충남대), 김어진, 이주희(항우연)
09:45-10:00 [VI-2-4] 달 표면 자기장 자료처리 기법: 이효정,
이정규, 백슬민, 김관혁, 진호(경희대), Doug Hemin
gway(California Univ.), Ian Garrick-Bethell(경희대,
California Univ.)

10:00-10:15 휴식

[VII-2] ■ 달/태양계탐사 2 ■

좌장: 이유(충남대) [p.42]

10:15-10:30 [VII-2-1] Mare Crisium 지역 자기장 분포 연구:
이정규, 이효정, 백슬민, 김관혁, 진호(경희대), Doug
Hemingway(California Univ.), Ian Barrick-Bethell
(경희대, California Univ.)
10:30-10:45 [VII-2-2] Lunar small pits as the landing site
candidates for Korea Lunar Exploration: Yi Re Choi
(UST, KIGMR), Jongil Jung, Ik-Seon Hong(CNU),
Kyeong Ja Kim(KIGMR), Yu Yi, Su Yeon Oh(CNU)
10:45-11:00 [VII-2-3] A Classification of Martian skylights
and pits as the potential habitat for human: Jongil
Jung, Jongdae Sohn, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU), Eojin

포스터발표 논문제목

기간 : 10. 23.(수)13:30 ~ 25.(금)11:00

발표장 : 거문고홀 로비

■ 천문우주 ■

[p.44]

- [P-1] A Study of Relativistic Unmagnetized Collisionless Shock Structure using 3D PIC Simulation: Eunjin Choi (KAIST, KASI), Kyongwook Min(KAIST), Kenichi Nishikawa(A National Space Science and Technology Center), Cheongrim Choi(KAIST)
- [P-2] Far Ultraviolet Observations of the ζ Ophiuchi HII region: Yeon-ju Choi(KAIST), Kyoung-Wook Min (KAIST), Kwang-Il Seon(KASI)
- [P-3] BINSYN을 사용한 AI Phe의 측광자료 분석: 박지원, 김용기(충북대), Albert P.Linnell(Washington Univ.)

■ 관측기기 ■

[p.44-46]

- [P-4] 웨노 위성관제소 안테나 FOV 측정 및 분석 결과: 양형모, 이문형, 현대환(항우연)
- [P-5] GMT FSM 시험모델의 성능요구 조건값 충족: 고주현, 김영수, 정호준, 정화경(천문연), 양호순(표준연), 김호상, 이경돈(고등기술원), 조명규(NOAO), 박원현(에리조나 대학), 안효성(광주과학기술원), 황나래, 육인수, 박병곤(천문연), 김석환(연세대)
- [P-6] 웨노위성관제소시험운영결과분석: 현대환, 박세철, 양형모, 이명신, 정대원, 김은규(항우연)
- [P-7] 고속 대용량 전파관측 자료분석을 위한 소프트웨어 FFT 스펙트로메터의 설계: 강용우, 송민규, 이정원, 위석오, 제도홍, 정문희, 이성모, 강지만, 김승래(천문연)
- [P-8] INTERMAGNET 기준의 신규 지자기 관측소 설치: 이철환, 김정훈, 홍순철(에스티시스템)
- [P-9] 우주물체 전자광학 감시체계(OWL) 영상획득정보의 시각 정밀도 검증: 금강훈, 이성환, 진호(경희대), 박선엽, 박영식, 임홍서, 최영준, 박장현(천문연)

■ 탑재체 ■

[p.46-50]

- [P-10] 4개국(러시아, 인도, 중국, 일본) 정지궤도 기상탑재체 개발현황: 명환춘, 양군호(항우연)
- [P-11] Optical Configurations with Three-Mirror-Anastigmatic Telescope for High-Performance Space Payload System: Seonghui Kim, Eung-Shik Lee, Jeoung-Heum Yeon, Deoggyu Lee, Seunghoon Lee(KARI)
- [P-12] 아날로그 영상신호 처리기 계인 및 오프셋 설정에 따른 신호대잡음비 관찰: 김영선, 공종필, 박종역, 용상순(항우연)

- [P-13] 전자광학카메라에서 광량변화에 따른 SNR 변화 고찰: 김영선, 공종필, 박종역, 용상순(항우연)
- [P-14] 대구경 광구조체의 길이 안정성 측정: 연정흠, 이응식, 김성희, 이덕규, 이승훈(항우연)
- [P-15] 대구경 광학계 초점조절장치 검증모델: 연정흠, 장수영, 육영춘, 이덕규, 이승훈(항우연)
- [P-16] 차세대 우주용 망원경 조립정렬을 위한 정밀 3차원 정렬시스템 개발: 장수영, 육영춘, 이응식, 정대준, 연정흠, 고대호, 김성희, 박종문, 이덕규, 이승훈(항우연)
- [P-17] 광학탑재체 진공성능시험을 위한 균일광원 설계 및 제작: 육영춘, 장수영, 정대준, 이응식, 이덕규, 이승훈(항우연)
- [P-18] 양방향 스캔이 가능한 위성용 광전자부 개발: 공종필, 김영선, 박종역, 용상순(항우연)
- [P-19] 광검출기 내방사선 특성 시험: 공종필, 김영선, 박종역, 용상순(항우연)
- [P-20] GOCI 2D CMOS 검출기의 궤도상 비균일성 변화 분석: 강금실, 용상순(항우연)
- [P-21] 다기능 전자 센서의 효과적 제어를 위한 노이즈 감쇄 방안 연구: 박종역, 공종필, 김영선, 용상순(항우연)
- [P-22] A Modulation Transfer Function Compensation for the Geostationary Ocean Color Imager (GOCI) based on the Wiener Filter: Eunsong Oh, Ki-Beom Ahn, Seongick Cho(KOSC, Yonsei Univ.), Joo-Hyung Ryu (KOSC)
- [P-23] Development of planar Langmuir probe onboard the Next Generation Small Satellite-1: Jongwook Ham, Junchan Lee, Kyoungwook Min(KAIST), Jongdae Sohn(CNU), GooHwan Shin(STRC)
- [P-24] 차세대소형위성 1호 (NEXTSat-1)의 우주과학 탑재체 ISSS 개발모델 개발 현황: 손중대(충남대, 과기원), 민경욱, 이준찬(과기원), 서용명, 선종호(경희대), 이진근, 김희준(테라웨이브), 오수연, 이유(충남대), 신구환(과기원)
- [P-25] ISSS의 우주플리즈마 검출기(SPD): 이준찬, 민경욱, 함중욱(과기원), 김희준(테라웨이브), 신구환(과기원)
- [P-26] 차세대 소형 위성 1호 (NEXTSat-1)의 우주폭풍 연구 탑재체 (ISSS)에 탑재될 고에너지 입자 검출기 (HEPD) 설계: 조경복(충남대), 손중대(충남대, 과기원), 민경욱(과기원), 이진근(테라웨이브), 오수연, 이유(충남대), 신구환(과기원)
- [P-27] 30cm 극저온 적외선 광학계의 광기계 구조물: 박귀중, 이대희, 문봉곤, 나자경, 김일중, 박성준, 박영식, 정용섭, 한원용, 남옥원, 표정현, 박원기, 이덕행(천문연), 김건희(한국기초과학지원연구원)

■ 발사체 ■

[p.50-51]

- [P-28] 액체로켓엔진의 비용공학 및 양산단가 동향연구: 김영준, 박순영(항우연)

- [P-29] 항공우주시스템 개발을 위한 기술성능관리(TPM) 적용사례 고찰: 유일상, 조동현, 홍일희, 김근택(항우연)
- [P-30] 항공우주시스템 개발사업의 기술성능관리(TPM) 프로세스 비교: 조동현, 유일상, 홍일희, 김근택(항우연)
- [P-31] 75톤급 액체로켓 엔진 정현파 진동 특성 연구: 박종연, 김옥구(항우연), 박태규(삼성테크윈)
- [P-32] 액체로켓엔진 조립장 구성을 위한 기본 조건 개념: 정용현, 박순영(항우연), 김종한(삼성테크윈)
- [P-33] 액체 로켓 엔진 이송 개념: 정용현, 김옥구(항우연), 김종한(삼성테크윈)
- [P-34] 액체 로켓 엔진 조립 공정 개발: 김옥구, 정용현(항우연), 김종한(삼성테크윈)

■ 궤도 ■ [p.51-52]

- [P-35] Tracking Availability Analysis for the Spacecraft on the phase of an Earth-Moon Transfer and Lunar Capture: Young-Joo Song, Su-Jin Choi, Sang-il Ahn, Eun-Sup Sim(KARI)
- [P-36] 행성탐사용 착륙알고리즘 비교 분석: 강상욱, 최기혁(항우연), 방효충(파기원)
- [P-37] Orbital evolution analysis of Koreasat 1 as first domestic GEO satellite in Lagrange Planetary Equations with J_2 perturbation: Jin Choi, Jung Hyun Jo(KASI, UST)
- [P-38] OWL 관측시스템 성능시험: 최영준(천문연, 파기연합대), 박영식, 임홍서(천문연), 조중현(천문연, 파기연합대), 문홍규, 배영호, 박선엽(천문연), 최진(천문연, 파기연합대), 금강훈, 이상환(경희대), 정병준(레인보우), 김태훈, 박희선(지슬루션), 이정호(레인보우), 진호(경희대), 임여명(파기원)

■ 위성체 ■ [p.52-61]

- [P-39] 발사지원장비 (LSTS) 개발 계획: 허윤구, 채동철, 박주호, 최종연(항우연)
- [P-40] 정지궤도복합위성을 위한 관측데이터 링크 검증 장비 개발 현황: 박주호, 허윤구, 김영운, 조승원, 채동철, 최종연(항우연)
- [P-41] 정지궤도 위성 TC&R 검증을 위한 전기지상지원장비 설계: 조승원(항우연), 이상정(충남대)
- [P-42] 정지궤도복합위성 궤도 위치 선정 고려사항 분석: 백명진(항우연)
- [P-43] 차세대 중형위성 본체 구조체 개발모델 상세설계: 임재혁, 유원영, 김경원, 김선원(항우연), 김중현(한국항공우주산업), 한동인, 김성훈(항우연)
- [P-44] 정지궤도 위성의 자이로 열분리를 위해 패널을 분리시 영향성 분석: 김창호, 김경원, 김선원, 임재혁, 김성훈(항우연)
- [P-45] 위성 장착 후 별 추적기 상태 점검을 위한 통합형시험

- 시스템 제안 및 개념 설계: 김영운, 조주영, 조승원, 최종연(항우연)
- [P-46] 정지궤도 위성 구조설계 변경에 따른 내부하중분포 영향 분석: 김선원, 김경원, 김창호, 임재혁, 김성훈(항우연)
- [P-47] 인공위성 전개장치용 테일힌지 특성시험장치 개발: 김경원, 임재혁, 김선원, 김창호, 김성훈(항우연)
- [P-48] 정지궤도위성용 컴퓨터의 컴퓨터 간 통신 기법 개발: 권동영, 이윤기, 원주호, 조영호(항우연)
- [P-49] 정지궤도위성용 컴퓨터의 코프로세서 개발: 권동영, 이윤기, 원주호, 조영호(항우연)
- [P-50] 정지궤도복합위성 궤도전이 및 소요추진제 오차분석: 박응식, 박봉규(항우연)
- [P-51] 천리안위성 추적성 문서 작성 및 관리 소개: 김형완, 최정수, 박종석(항우연)
- [P-52] 정지궤도복합위성 정밀정렬 준비를 위한 레이저 추적기 정확도 분석: 최정수, 김형완, 박종석(항우연), 김인걸(충남대)
- [P-53] 정지궤도위성을 위한 공통 지상 시스템 개발 현황: 허윤구, 김영운, 조승원, 최종연(항우연)
- [P-54] 지향성 안테나를 이용한 GPS 신호 분석: 백현철, 김영욱, 이진오, 정대원, 김은규(항우연), 이상정(충남대)
- [P-55] 테스트베드 환경의 위성시스템 신호선 전도성 노이즈 인가에 따른 CRC 에러 현상 분석: 장재웅, 김태운, 장경덕, 조인경, 문귀원(항우연)
- [P-56] 발사체를 통한 저궤도 위성의 온도 모니터링 정확도 향상을 위한 Launch Vehicle MUX System의 입력 저항을 고려한 Calibration Curve 생성: 이상록, 전현진, 전문진, 임성빈(항우연)
- [P-57] 인공위성에 장착되는 배터리의 효과적인 State-of-Health Check 방식 고찰: 전현진, 전문진, 이상록, 임성빈(항우연)
- [P-58] 위성체 다층박막단열체 SiOx 박리/균열현상에 대한 시편검증 시험 결과 분석: 이준우(항우연)
- [P-59] 정지궤도 위성 원격측정명령계 레인징 검증 방법 설계: 조승원(항우연), 이상정(충남대)
- [P-60] 저궤도지구관측 위성용 광학탐체체 비행모델 진동 환경 시험: 전종협, 임종민, 은희광, 문남진, 우성현, 문귀원(항우연)
- [P-61] 위성용 전자부품의 Displacement Damage 영향분석을 위한 Non-Ionizing Dose 환경 분석: 조영준, 이상곤(항우연)
- [P-62] 정지궤도 위성용 전자박스의 우주방사선 차폐설계 최적화를 위한 분석: 조영준, 이상곤(항우연)
- [P-63] 위성 열해석을 통한 노드의 민감도에 따른 단계적 방열판설계의 최적화: 김희경(항우연)
- [P-64] 정지궤도위성 IP(Interpreted Programs) 기능 분석: 채동석, 신현규, 천이진(항우연)
- [P-65] 저궤도 레이더 지구 관측 위성 촬영 계획 시스템: 강지호, 전정남(항우연)

- [P-66] An Investigation of the Next Generation Middle Sized Satellite System Development: Jeong-Heum Im(KARI, CNSU), SangCheri Lee(KARI), Jinyoung Suk(CNU), Dongin Han, Sunghoon Kim(KARI)
- [P-67] 웨노 위성관제소 운영을 위한 감시제어시스템 개발: 구인회, 안상일(항우연)
- [P-68] 트랜지언트 현상에 의한 위성시스템 영향성 검증을 위한 환경구성 분석: 김태운, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원(항우연)
- [P-69] 아리랑위성5호 초기운영 해외지상국 운영결과 분석: 이명신, 백현철, 현대환, 박덕중, 정대원(항우연)
- [P-70] 실린더 구조물이 적용된 정지궤도위성의 기계시스템 설계: 박종석, 최정수, 김형완, 최재동, 김창호(항우연)
- [P-71] 인공위성의 초기운영 계획 수립 및 수행: 오시환, 윤석택, 천이진, 김진희(항우연)
- [P-72] 저궤도 인공위성용 태양전지판 구동기 궤도상 성능 검증: 김용복, 최홍택(항우연)
- [P-73] 산업용 대용량 CMG 개발: 이선호, 금정훈(항우연)
- [P-74] 저궤도 인공위성 단면적 변화에 따른 고도 저하의 변화율 고찰: 김응현
- [P-75] Prototype Development of X-band Output Filter for Geostationary Satellite: Joong-Pyo Kim, Won-Gyu Lim, Sang-Kon Lee(KARI)
- [P-76] SysML를 활용한 위성 개발 적용사례 연구 및 전망: 조창권(항우연)
- [P-77] 저궤도 인공위성 전력 시스템의 초기특성 검증: 원주호, 양정환, 박희성, 박성우, 장진백(항우연)
- [P-78] Cross-strapping 및 Cold redundancy에 의한 이진상태 및 아날로그 상태정보 에러를 방지하기 위한 연구: 원주호(항우연), 고희호(충남대)
- [P-79] 정지궤도위성 전이궤도 원지점점화 기동 자세제어기 안정화를 위한 구조연동 필터 설계: 박근주, 강영신, 박영웅, 최홍택(항우연)
- [P-80] 위성 전기 시스템의 Cross Strap 개념 설계: 이나영, 장성수, 천이진(항우연), 정태진(과기원)
- [P-81] Launch Vehicle Electrical Interface Test for the Next Generation SAR Satellite during the Launch Campaign Period: Young-Jin Won, Young-Su Youn, Jae-Cheol Yoon, Jin-Hee Kim(KARI)
- [P-82] A Possibility of Forecasting the Geomagnetic Storm Strengthes using the WSA-Enlil Model Results: Hyuck-Jin Kwon(KSWC, ETsystem, KHU), Sunhak Hong, Jae-Hun Kim, Yung Kyu Kim(KSWC), Jung-Hoon Kim(ETsystem), Khan-Hyuk Kim(KHU)
- [P-83] Variation the magnitude of sunspot umbral magnetic field since solar cycle 22: Bogyong Kim, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU)
- [P-84] LiF:Pb 선량계의 LET에 따른 열형광 특성: 김성환(청주대), 남옥원, 이재진(천문연), 김홍주, Faward Ullah(경북대)
- [P-85] 극항로 운영 항공사 맞춤형 서비스 제공 시스템 개발: 김재훈, 홍순학, 김영규(전파연), 이정덕, 최규철, 오승준, 이상우(에스이랩)
- [P-86] 태양풍 예측 모델 결과와 ACE 관측 결과 비교 시스템 구축: ENLIL 태양풍 모델, Time Dependent Tomography 모델: 김정훈, 이지혜, 신승민, 유세호(SETsystem), 김재훈, 김영규(전파연)
- [P-87] WSA-ENLIL 모델 결과에 기초한 지자기 교란 발생 확률 예보시스템 개발: 노희선, 김정훈, 유세호(SETsystem), 김영규, 김재훈(전파연)
- [P-88] 2000-2008년 동안 Type II 태양전파폭발 관측자료 통한 속도와 SOHO/LASCO CME 속도의 비교: 박사라(전파연, SETsystem, 경희대), 홍순학(전파연, 경희대), 김영규(전파연), 김정훈(SETsystem), William Murtagh, Bob Rutledge(NOAA SWPC)
- [P-89] Local distribution of the EMIC wave responses to interplanetary shock using multi-satellite observations: Jong-Sun Park(KHU, KASI), Khan-Hyuk Kim(KHU), Junga Hwang(KASI), Dong-Hun Lee, Ensang Lee(KHU)
- [P-90] Web Service of KDC for SDO: Ji-Hye Baek, Seonghwan Choi, Eunmi Hwang, Yeon-Han Kim, Young-Deuk Park, Jongyeob Park(KASI)
- [P-91] GLE-like events observed by the CRaTER instrument onboard LRO: Jongdae Sohn, Suyeon Oh, Yu Yi(CNU), Harlan E. Spence(New Hampshire Univ.)
- [P-92] Monitoring and modeling Total Electron Content over South Korea: Yunji Woo, Min-kyung Kim, Chan Bae, Sun Mie Park(KSA of KAIST)
- [P-93] The renewal of ISES website: Ki-Chang Yoon, Sunhak Hong, Jae-Hun Kim, Jin-Wook Han, Yung-Kyu Kim(KSWC), Bowon Lee, Ilseok Kim, Ye-jin Han, Jeong-Deok Lee(KHU), Terrance Onsager(NOAA SWPC), David Boteler(IPS Canada)
- [P-94] 새로운 플레어 예측 모델의 개발을 위한 ASSA 흑점군과 플레어 사이의 통계적 상관관계 분석: 이상우, 이정덕(에스이랩), 홍순학(전파연), 최규철, 오승준(에스이랩)
- [P-95] 국내 자력계 자료를 이용한 Sudden Impulse 현상의 통계 분석과 경보체계: 이재형(전파연, SETsystem, 경희대)홍순학(전파연), 권혁진(전파연, SETsystem, 경희대), 박성원(전파연), 김정훈(SETsystem), 이동훈(경희대)
- [P-96] SOHO LASCO 및 STEREO 위성관측 자료를 이용한 CME 자동 검출 알고리즘 개발: 이정덕(에스이랩), 홍순학(전파연), 오승준, 이상우, 최규철(에스이랩)
- [P-97] Van Allen Probes 위성의 실시간 데이터 처리 표출

■ 우주환경 ■

[p.61-67]

시스템 개발: 이종길, 백지혜, 이재진, 김연한, 박영득
(천문연)

- [P-98] 유도 전류 예측 모델의 지역 계수 선정을 위한 지자기
관측 값과 유도 전류 관측 값의 비교 분석: 이지혜,
김정훈, 홍순철(SETsystem), 박성원, 김영운, 유충현
(전파연)
- [P-99] 데이터처리장치의 복사성 전자과환경 분석 및 대책
연구: 조인경, 김태윤, 장재웅, 장경덕, 문귀원(항우연)
- [P-100] ACE 위성 자료를 이용한 CME Shock 자동 인식
알고리즘 개발: 최규철, 이정덕, 이상우(에스이랩),
홍순학(전파연), 오승준(에스이랩)
- [P-101] 저궤도 적외선 지구 관측위성의 정밀정렬 측정:
황권태, 이상훈, 조창래, 이동우, 문귀원(항우연),
이상원(아이스팩)
- [P-102] 한국 SDO 데이터 센터를 위한 전송 및 저장 시스템
구축: 황은미, 최성환, 백지혜, 박영득, 김연한, 조경석,
박종엽(천문연)

■ 고층대기 ■ [p.67]

- [P-103] STSAT-1 위성의 원자외선 대기광 관측과 AURIC 모델
결과와 비교 분석 연구: 감호식, 김용하, 이한별(충남대),
이준찬, 최연주, 민경욱(과기원)

■ 달/태양계탐사 ■ [p.67]

- [P-104] 우주환경감시위성의 DB구축 및 동향 분석: 윤아미,
박재우(위스페이스), 정철오(전파통신연), 이환상(전파연)

구두발표논문 초록

■ Session : 초청강연 1
10월 23일(수) 13:40 - 14:10 제1발표장

[IS-1] Cosmic Ray Research at Bartol Research Institute

Paul Evenson

University of Delaware

The Bartol Research Institute has been involved in the study of cosmic rays since its establishment in 1927. Some of this work has been done with balloon borne and spacecraft instrumentation but the primary focus has been on ground based observations. Since the magnetic field and atmosphere of the Earth are important components of a ground based detector choosing the proper location is a critical part of its design. Even with properly located detectors many important measurements require coordinated observations from several different locations. I will discuss the use of networks of neutron monitors, together with other instrumentation, to investigate the acceleration and propagation of high energy particles. As an illustration of the importance of proper location of ground based detectors I will discuss the planned move of the neutron monitor from the United States station at McMurdo to the new Korean station Jangbogo.

■ Session : 고천문
10월 23일(수) 15:00 - 16:15 제1발표장

[I-1-1] 천형장치의 구조 변천과 흥경각루 적용 방법 연구

김상혁¹, 함선영^{1,2}, 이용삼²¹한국천문연구원, ²충북대학교

이 연구에서 천문시계의 정확도를 높여줄 수 있는 천형장치의 구조와 변천과정에 대하여 살펴보았다. 천형장치는 수력 또는 추동력 등을 일정한 힘만큼 운행하도록 하여 오늘날 시계에서 사용하는 escapement 역할을 한다. 1092년 중국의 수운의상대에서 사용한 천형장치는 수차에 장치된 수수상(작은 물통)의 무게를 측정하는 방식으로 수차의 속도를 일정하게 유지시키도록 하였다. 서양에서는 14C부터 기계시계에 폴리오트 방식을 도입하였고, 17C에는 진자장치로 변화를 주어 천형장치를 발전시켰다. 조선 초기의 천문시계인 흥경각루에도 수차와 기륜의 회전을 제어하는 천형장치가 사용된 것으로 추정되는데, 이에 대하여 몇 가지 개념 설계를 진행하고 그 작동 방식에 대하여 고찰하였다.

[I-1-2] 세종대 간의의 기능과 역할에 대한 연구 -후극환 및 정극환을 중심으로 -

이민수¹, 전준혁¹, 김상혁², 이용삼¹¹충북대학교 천문우주학과, ²한국천문연구원

세종대 간의(簡儀)는 조선시대 천문관측체계의 핵심 의기로 평가된다. 세종대 간의의 구조에 대한 연구는 이용삼 등(1994)에 의해 수행되어 그 결과로 여주 영릉, 대전 한국천문연구원, 부산 장영실과학동산 등에 총 3기가 복원된 바 있다. 기본적으로 간의의 관측의 정밀도 및 편리성 향상을 위하여 기존 혼의(渾儀)에서 적도좌표계와 지평좌표계를 분리한 구조를 가지고 있다. 지금까지 수행된 세종대 간의의 구조에 대한 연구는 복원에 그 목적을 두고 있어 간의의 세부적인 기능과 역할에 대한 연구가 부족한 현실이다. 이 연구는, 이러한 필요성에 따라, 세종대 간의의 기능과 역할 연구의 1단계로 간의의 극축에 따른 관측 정밀도 분석을 수행하였다. 세종대 간의의 구조 중 적도좌표계는 정밀한 극축 정렬이 담보되어야 관측한 데이터를 신뢰할 수 있다. 간의는 이러한 정밀 극축 정렬을 위하여 천구북극(天球北極) 주변의 별들을 이용하여 후극환(候極環) 및 정극환(定極環)을 정렬하는 극축 정렬 시스템을 사용하고 있다. 이 연구에서는 (문헌 자료를 통해) 1차로 원대(元代) 간의의 극축 정렬 방법 및 정밀도를 분석하고, 2차로 세종대 간의의 극축 정렬 방법과 정밀도를 분석하였다. 이를 위하여 원대와 세종대 간의의 제작 시점에 따른 세차 보정 등을 시행한 당시 천구북극권(天球北極圈)의 별자리를 재현하였다.

[I-1-3] 조선 전기 천문의기를 소형화하기 위한 제작 기술에 관하여

민병희^{1,2}, 이기원³, 안영숙¹, 이용삼²¹한국천문연구원, ²충북대학교 천문우주학과,³대구가톨릭대학교 교양교육원

조선 세종(世宗, 1418-1450) 대에 소간의, 일성정시의, 현주일구, 천평일구, 정남일구, 양부일구 등 다수의 천문의기가 개발되었다. 이들은 소형화된 천문의기로서 중국의 송원(宋元) 왕조에서 제작되었던 간의, 규표, 혼천의, 혼상 등의 천문의기 제작을 통해 습득한 기술적 경험을 바탕으로 새롭게 발전된 것으로 보인다. 이들 천문의기는 원형의 환(環)이나 구형의 혼(渾)이 있는데, 천구의 도수를 눈금으로 새겼다. 조선 전기에서는 천구의 도수(주천도수)를 356.25 등분하였고, 하루 시간의 길이는 십이시를 백각으로 나누었다. 효종 이전의 천문의기에서, 365.25도의 주천도수와 백각의 눈금을 환의 둘레에 그리기 위해서는 도수나 시각의 각거리를 일정한 길이단위로 등분하여야했다. 이 연구는 소형화된 천문의기도 주천도의 1도나 백각의 1각을 길이의 단위인 분(分)의 정수배로 하여 환의 둘레에 주천도수와 백각의 눈금을 그렸을 것으로 가정하였다. 이를 위해 주천도의 1도 각거리를 1푼으로, 백각의 1각 각거리를 1푼으로 하는 표준환을 설정하였을 때, 각각 환의 지름이 1.16치(尺), 0.32치이었다. 현존하는 일성정시의/소간의의 세 종류의 환과 현주일구의 백각환의 지름과 둘레를 조사하였다. 그 크기는 1도 또는 1각을 푼의 정수배로 확장한 환의 특성과 잘 일치하였다. 이러한 방법으로 조선 세종 대의 소형화된 천문의기가 개발되었을 것으로 추론하고자 한다.

[I-1-4] 간의대 중심의 역사적 사건과 역할

전준혁¹, 이민수¹, 김상혁², 이용삼¹

¹충북대학교 천문우주학과, ²한국천문연구원

지금까지 간의대 연구는 축조된 위치와 배치, 규모 등의 논의만이 이루어져 왔다. 그러나 간의대가 천문학적 역할을 얼마나 수행했는지에 관한 구체적인 논의가 해결되지 않은 상황에서 이루어진 연구들이었다. 이는 간의대와 관련한 문헌 연구가 충분히 이루어지지 않았음을 반영한다. 따라서 이 연구는 간의대 중심의 문헌 조사와 분석을 시도하고자 하였다. 우선 간의대를 중심으로 발생한 상황들을 10건의 사건으로 분류하여 요약할 수 있다. ① 영선, ② 이전, ③ 훼손, ④ 축장, ⑤ 절폐, ⑥ 수리, ⑦ 기획, ⑧ 수개, ⑨ 감독, ⑩ 훼손 등으로 구분할 수 있다. 이러한 사건들을 통해서 간의대는 정치 외교적 또는 풍수 사상적으로 다양한 일들이 벌어졌던 주요 장소였음을 간접적으로 파악할 수 있었다. 반면에 직접적인 사실도 확인이 가능하다. 이는 간의대 위에서 행해졌던 활동들이 관측이라는 점이다. 이 연구를 통해서 간의대와 관련하여 설치된 임시 기구들과 인물들이 천문학적으로 깊은 개연성이 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 간의대에서 이루어진 기능적 측면이 전반적으로 관측과 관련되어 있음을 파악함으로써 간의대가 천문학적인 역할과 밀접한 연관성이 있음을 확인하였다.

[I-1-5] 최유지 혼천의의 천체운행장치에 대한 연구 -한국과 중국의 천문의기 천체운행장치 비교와 분석자료를 중심으로-

함선영^{1,2}, 김상혁², 이용삼¹

¹충북대학교, ²한국천문연구원

동아시아에서 전통적으로 제작한 혼천의 중에는 수력식 동력으로 하여 천체의 자동운행장치를 설치한 것들이 있다. 조선 초기에 제작한 혼상은 태양의 운행장치만 있는 메커니즘이었다. 그 후 최유지는 17세기에 대나무를 사용하여 태양과 달이 자동으로 운행하는 장치를 부착한 혼천의를 제작하였다. 중국의 경우 『舊唐書』 『天文誌』, 『宋史』, 『新儀象法要』 등의 문헌을 살펴보면 처음에는 수동으로 태양과 달의 운행장치가 운영되다가 장사훈이 979년 제작한 천문시계부터 자동 운행장치로 발전하였음을 알 수 있다. 이 연구에서는 한국과 중국의 문헌들을 조사하여 각종 천문의기에 설치한 천체운행장치를 비교한 후, 최유지 혼천의의 천체운행장치에 대한 개념 설계를 수행하여 제시하고자 한다.

■ Session : 큐브위성
10월 23일(수) 15:00 - 16:30 제2발표장

[I-2-1] 향후 큐브위성 경연대회와 관련 과학 기술 임무 발전방향

최기혁, 한상혁, 심은섭

한국항공우주연구원

2012년과 2013년도에 개최되었던 1, 2차 큐브위성 경연대회를 통하여 각각 3팀씩 총 6팀이 선정되어 큐브위성 제작에 들어갔

으며 이를 통해 대학교에 큐브위성과 위성개발에 대한 흥미를 성공적으로 불러 일으켰다. 이러한 초기 큐브위성 경연대회에서는 해외 키트나 부분품을 구매하여 조립하고 운영 S/W를 개발하여 제한된 과학/기술 임무를 수행하는 것이 대부분이었다. 그러나 2015년부터 수행될 3차 큐브위성대회에서는 기술적 수준을 높이고 저변을 확대하는 방향으로 발전되어야 할 것이다. 부분품과 탑재체를 포함하는 큐브위성 국산화, 다양한 과학/기술 임무, 특히 MEMS 부품과 S/W의 우주급 검증 등 실질적 임무를 수행하도록 해야 할 것이다. 또한 우주과학 연구를 위하여 다양한 과학임무를 개발하는 것이 필요하다. 다수의 큐브위성을 이용하여 3차원 이온층 관측, Cosmic ray 검출, 랑데부/도킹 기술시험, 지구재돌입 기술시험 등을 저렴하게 (회당 5억원 전후) 단 시간 (2년 내외)에 수행할 수 있다. 만일 100kg급의 소형위성을 사용하는 경우 최소한 100억원 이상의 비용과 5년여의 시간이 필요하게 된다. 따라서 큐브위성은 미래핵심기술의 기반연구에 적합하다고 볼 수 있다. 이외에도 위성기술의 저변확대를 위하여 전자과를 위시한 항공우주공학/천문우주과학과 이외의 학과들의 참여를 확대하는 방안이 고려되어야 할 것이다. 위성기술의 대부분이 전자기술임을 감안할 때 전자과의 활발한 참여 여부는 향후 위성 엔지니어의 양성과 위성기술의 발전에 핵심적인 사항이 될 것이다. 아울러 과학로켓의 경연대회도 병행 추진하는 것을 고려해야 할 것이다. 발사체분야의 인력양성과 국내 대학에서의 연구 활성화뿐만 아니라 큐브위성경연대회와 결합하면 시너지 효과가 일어나 위성발사체 인력양성과 기술저변확대, 국내 대학의 우주과학기술연구 활성화에 큰 기여를 하게 될 것이 기대된다.

[I-2-2] 분리형 우주망원경 검증임무를 위한 큐브위성 개발

박재필¹, 박상영¹, 김재혁¹, 이광원¹, 오형직¹, 김민희¹, 최정민¹, 정승연¹, 김경하¹, 양서연², 최경윤³, 심명보³, 권홍동³, 박찬덕¹

¹연세대학교 우주비행제어 연구실, ²연세대학교 물리학과,

³연세대학교 기계공학과

연세대학교 우주 비행제어 연구실에서는 미 항공우주국 GSFC (Goddard Space Flight Center)와 국제협력을 통하여 편대비행 기술을 이용한 새로운 형태의 우주망원경인 분리형 우주망원경의 가능성을 검증하고자 한다. 연세대학교에서는 검출기 역할을 담당하는 CANYVAL(Cubesat Astronomy by NASA and Yonsei using Virtual Telescope Alignment) 위성을 개발 중에 있다. 현재 개발단계에서는 우주공간상에서 위 임무를 구현하기 위해 임무단계에 따른 각 서브시스템의 요구조건과 제한조건을 시뮬레이션을 통하여 보다 면밀히 분석하였다. 또한 비전센서를 이용한 정렬 시스템과 광학정렬센서를 이용한 정렬 검증 시스템 등 분리형 우주망원경을 구현하는데 필요한 기술들의 알고리즘을 개발하고 이를 시험하였다.

CANYVAL의 연구결과는 향후 실제 분리형 우주망원경의 기술을 검증하는 우주미션의 토대가 될 것으로 기대된다.

[I-2-3] 큐브위성 SIGMA의 임무 및 시스템 설계

이성환¹, 오영석¹, 이정규¹, 금강훈¹, 이효정¹, 이종권², 윤성용², 신유리², 정선영², 천정훈³, 김종녕³, 김한준³, 채규성¹, 진호¹, 남옥원⁴, 김성환⁵, Regina Lee⁶,
¹경희대학교 우주탐사학과, ²경희대학교 우주과학과
³경희대학교 전자전파공학과, ⁴한국천문연구원,
⁵청주대학교 방사선학과, ⁶York University, Canada

우주방사선과 지구자기장 측정 그리고 관련 기술 우주검증 임무를 목표로 초소형인공위성, SIGMA(Scientific cubesat with Instruments for Global Magnetic field and rAdiation)의 개념설계를 진행하였다. SIGMA의 규격은 3-unit, 무게는 3 kg이며, 회전안정화 방식의 자세제어기능을 가지고 과학임무를 수행한다. SIGMA의 주 탑재체인 TEPC(Tissue Equivalent Proportional Counter)는 인체에 영향을 미치는 우주 방사선의 등가선량을 직접적으로 평가할 수 있다. 또한 큐브위성의 요구조건을 만족하도록 크기와 무게를 줄이고 모의시험을 통해 측정범위와 예상되는 자료생산량을 추정하여 설계하였다. 부 탑재체인 자기장 측정기는 MR(Magneto Resistive) 센서를 사용하여 ±65536 nT 범위의 자기장 측정이 가능하며 분해능은 1 nT이고 큐브위성으로부터 1 m 떨어진 지점에서 측정이 가능하도록 zig-zag 형태의 전개장치를 설계하였다. SIGMA는 총 13개의 태양전지판을 통해 전력을 생산하고, 2개의 torque coil을 이용하여 자세를 제어하며 자세제어는 캐나다의 York University와 공동연구를 진행하고자 한다. SIGMA는 430 MHz 대역의 UHF를 이용한 상향링크, 2.2 GHz 대역의 S-band를 이용한 하향링크로 지상국과 교신하는 통신계로 구성되어 있다. 이 발표에서는 SIGMA의 과학적 임무와 위성시스템 설계 개념에 관하여 소개한다.

[1-2-4] 우주기반기술 검증용 STEP Cube Lab.의 시스템 설계

권성철, 하현우, 정현모, 한성현, 이명재, 전수현, 김영욱, 박태용, 강수진, 차진영, 장수은, 채봉건, 오현웅
 조선대학교 항공우주공학과 우주융합연구실

이 논문에서 제안한 큐브위성의 명칭은 STEP Cube Lab. (Cube Laboratory for Space Technology Experimental Project)이며, 주요임무는 논문연구 실적으로만 그친 국내 산학연 기수행 우주 핵심기술을 발굴하여 이 위성을 통해 궤도검증을 실시하는 것이다. 주요 검증대상 탑재체로는 조선대학교 연소/추진 연구실의 MEMS 고체연료 추력기, 카이스트 항공우주공학과 스마트 시스템 구조 연구실의 SMA 진동절연와셔, 카이스트 기계공학과 나노 열전달 연구실의 온도에 따라 반사율이 가변되는 가변방사율 라디에이터, 보성종합건설(주)와 부경대학교의 중력구배 영향을 받지 않는 진동형 히트파이프 그리고 본 개발팀에서 개발예정인 집광형 태양전력 시스템과 무충격 구속분리장치로 구성된다. 이 논문에서는 상기 탑재체의 특징 및 이들의 궤도검증을 위한 STEP Cube Lab.의 시스템 설계를 비롯해 핵심 구성품의 설계의 타당성 검증을 위한 EM (Engineering Model) 및 QM (Qualification Model)의 시험결과를 소개한다.

[1-2-5] 태양돛 임무를 위한 큐브위성 CNUSAIL-1 상세설계

구소연, 김경훈, 유연아, 오복영, 우범기, 최연준, 김승균
 충남대학교 항공우주공학과

이 논문에서는 태양돛을 탑재한 3U 크기의 큐브위성 시스템(CNUSAIL-1로 명명)의 임무 및 시스템 상세설계를 수행한다. 이 위성의 주 임무는 태양돛 전개 메커니즘을 개발하고, 이를 장착한 큐브위성을 궤도에 진입시켜 성공적으로 태양돛을 전개하는 것이며, 부차적으로 태양돛 사출/전개, 그리고 태양돛의 저궤도 운용이 위성의 자세와 기타 상태변수에 끼치는 영향을 분석하는 것이다. 이를 위해 시스템을 Space, Ground, Launch의 분야로 구분하여, 탑재체인 태양돛과 카메라 및 버스시스템인 자세 제어, 구조, 전력, 통신, 탑재컴퓨터, 비행S/W의 상세설계를 수행하였다.

[1-2-6] 다중 운영체제를 지원하는 큐브위성 비행 소프트웨어 프레임워크 개발

한상혁, 문성태, 구철희, 최기혁
 한국항공우주연구원

단기간에 저비용으로 개발이 가능한 초소형위성이 기술적 진보로 인해 현실화되면서 교육과 우주개발 저변확대를 위해 여러나라의 많은 대학교, 연구소들의 관심이 커져가고 있다. 특히, 1999년에 표준 규격이 제시된 큐브위성은 과학적 임무와 신기술 시험을 위해 100여개 이상 성공적으로 발사된 바 있다. 초소형 위성 기술이 더욱 발전되기 위해서는 각 부분품에 대한 연구가 필요한데, 특히, 초소형위성은 위성의 크기와 무게를 줄이는 것이 중요하므로, H/W의 기능을 대신하면서, 고품질을 갖는 비행 소프트웨어의 역할이 중요하다. 이 논문에서는 큐브위성 OBC에서 많이 사용되는 운영체제인 Salvo와 FreeRTOS 등 여러 운영체제에서 동작할 수 있는 초소형위성 탑재용 비행 소프트웨어 개발 프레임워크의 구조를 제시하고, 편된 큐브위성 개발 키트상에서 OBC와 트랜시버간 I2C 통신하기 등 개발 과정에 대해 기술한다. 이를 통해, 다양한 플랫폼에서 동작가능한 기술을 살펴보고, 초소형위성 비행 소프트웨어 개발에 필요한 지식을 갖는다.

■ Session : 우주환경 1
 10월 23일(수) 14:10 - 16:30 제3발표장

[1-3-1] Loss of relativistic electrons at geosynchronous orbit by EMIC waves

Kiho Hyun, Khan-Hyuk Kim, Ensang Lee, Dong-Hun Lee

School of Space Research, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

There are several loss mechanisms for relativistic electrons in the Earth's radiation belts. They are associated with adiabatic and/or non-adiabatic processes. Adiabatic

processes do not produce a real loss of radiation belt particles because particle flux variations are modulated by the change in the magnetic field strength. That is, the flux decrease is due to the field decrease, and the flux recovers when the field returns. Secondly, non-adiabatic processes produce irreversible losses; in other words, particles are lost permanently. Unlike adiabatic processes, non-adiabatic processes lead to a permanent loss. One of them is atmospheric precipitation associated with wave-particle interactions or magnetic moment scattering due to field stretching. The other is the loss through the magnetopause, called magnetopause shadowing. Recently, it has been suggested that EMIC waves are responsible for relativistic electron loss. In this study we selected several intervals showing relativistic flux dropouts at geosynchronous orbit. Around the intervals, geosynchronous spacecraft observed well-defined EMIC waves. We examine if the EMIC waves are a major factor to control the flux dropouts at geosynchronous orbit. We also discuss the effect of other non-adiabatic mechanisms for the flux dropouts.

[I-3-2] Development and Test of 2D Electrostatic PIC simulation code: Kelvin-Helmholtz Instability

Sang-Yun Lee, Ensang Lee, Khan-Hyuk Kim, Dong-Hun Lee, Jongho Seon, Ho Jin
School of Space Research, Kyung-Hee University, Korea

We developed a two-dimensional electrostatic particle simulation code using the particle-in-cell (PIC) method. The Poisson equation is solved by the Successive Over-Relaxation (SOR) method for fast calculation. Using this code, we have performed simulations for Kelvin-Helmholtz (KH) instability. Although KH instability is one of the MHD scale instabilities, it could be successfully excited in several Debye length scale by initially imposing velocity shear in a direction. In this study, we investigated the properties of the development of the KH instability with respect to the magnitude of the initial velocity shear.

[I-3-3] 우주환경 시험용 열진공챔버에 적용된 Exhaust Valve의 열응력 해석

임성진, 서희준, 조혁진, 박성욱, 고태식, 문귀원
 한국항공우주연구원 우주환경시험팀

위성체가 임무를 수행하는 우주환경은 지상 환경과 달리 고진공, 고온 및 극저온의 가혹한 환경이다. 이에 10^{-5} Torr 이하의 고진공과 -180°C 이하의 극저온 및 고온의 환경을 지상에서 모사하기 위해서는 열진공챔버와 같은 우주환경모사장비가 사용된다. 열진공챔버는 진공배기계와 열제어 시스템으로 구성된다. 위성부품의 열환경을 모사하기 위해서는 기체질소를 이용한 열제어 시스템이 사용된다. 열제어 시스템은 슈라우드, 극저온 블로워, 히터 등으로 구성 되어 진다 열제어 시스템 중 Exhaust Valve의

경우 압력을 조절하고 온도제어에 중요한 역할을 수행 한다. 따라서 이 논문에서는 열진공챔버에 적용된 Exhaust Valve를 상용 유한요소해석 프로그램인 MSC.PATRAN/NASTRAN을 사용하여 열응력에 대한 구조적인 안전성을 평가 하고자 한다.

[I-3-4] 전산해석을 통한 열진공 챔버용 슈라우드 플레이트의 열·유동 특성에 관한 연구

고태식, 서희준, 조혁진, 박성욱, 임성진, 문귀원
 한국항공우주연구원

인공위성은 우주공간의 고진공 상태와 태양 복사열에 의한 고온 및 극저온이 반복되는 가혹한 환경으로 인해 주요 부품의 기능 장애가 초래되므로 발사전 지상에서 열진공 시험장비를 이용한 열진공시험을 수행한다. 위성체의 열진공 시험에 사용되는 슈라우드 플레이트(Shroud plate)는 우주 열환경을 모사하기 위하여 직접 방열판 표면에 열을 공급하는 접촉식 히터를 사용된다. 일반적으로 우수한 성능의 위성체 부품의 검증을 위해서 지상의 열환경 시험은 접촉식 히터를 사용하게 되는데, 이때 적절한 히터파워를 선정하고 챔버 슈라우드와 열교환에 있어 간섭이 없도록 장비를 운용해야 한다. 이 연구에서는 상용프로그램인 NX CAE 8.5를 이용하여 열진공 챔버용 슈라우드 플레이트에 대하여 수치해석을 수행하였으며, 이를 통해 슈라우드 플레이트 내의 작동 유체의 온도에 의한 열전달 및 유동 특성 변화를 관찰하였다.

[I-3-5] Preliminary Test Results of Tissue Equivalent Proportional Counter for LET Radiation Monitoring of International Space Station

Uk-Won Nam¹, Sunghwan Kim³, Jae Jin Lee¹, Jeonghyun Pyo¹, Bong-Kon Moon¹, Dae-Hee Lee¹, Youngsik Park¹, Chang Hwy Lim², Myungkook Moon²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI),

²Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI),

³Cheongju University

A portable dosimeter for monitoring cosmic radiation in the range of 0.2~300 keV/ μm has been developed. The dosimeter consists of a spherical tissue equivalent proportional counter(TEPC) with inside diameter of 30 mm and wall thickness of 5mm to measure isotropic response and can simulate a 2 μm of site diameter for micro-dosimetry. The constructed TEPC has been tested with a standard alpha source (241Am, 5.5 MeV) and 40 MeV proton source. Also, the calibration of the TEPC was performed by using the 252Cf neutron standard source and the calibration factor was $K_f = 3.59 \times 10^{-7}$ mSv/R. In this paper, some results of our TEPC development as well as its utilization will be presented.

[I-3-6] Non-invasive, Biologically Friendly

Therapies and Potential Applications to Bioastronautics

Songdoug Kang

Korea Aerospace Research Institute

In recent years, the objectives of our space program have grown increasingly sophisticated and ambitious. Future missions will focus on exploration at greater distances from Earth and longer stays in space. To ensure that these goals are achieved, astronauts must be able to perform at peak productivity under even the most daunting conditions. The areas of bioastronautics are dedicated to discovering the best methods and technologies to support safe, productive human space travel. In this paper, various non-invasive, biologically friendly therapies are introduced to improve astronauts' ability to carry out missions well and to remain healthy during and after extended space travel, and are investigated for potential applications to pain control, immune system suppression, exposure to radiation, muscle function etc.

■ Session : 천문우주 1
10월 24일(목) 09:00 - 10:00 제1발표장

[II-1-1] 접촉쌍성 MT Cas의 새로운 광도곡선과 공전주기분석

송미화¹, 김천휘^{1,2}, 윤요나^{1,2}, 우수완¹

¹충북대학교 천문우주학과, ²충북대학교 천문대

접촉쌍성 MT Cas는 처음 발견된 1956년 이후로 잘 관측된 광도곡선이 전무하다. 우리는 소백산천문대의 61cm 반사망원경, PIXIS 2KCCD와 충북대학교 진천천문대의 60cm 광시야 반사망원경, SBIG 4KCCD를 이용하여 2012년 10월에서 2013년 1월 까지 22일간 관측을 수행하여 MT Cas의 *BVR* 새로운 광도곡선을 얻었다. 우리의 관측으로 결정된 극심시각과 여러 문헌에서 수집한 극심시각을 이용하여 이 쌍성계의 공전주기연구를 수행하였다. 또한, Wilson-Devinney 쌍성모델을 이용하여 우리의 광도곡선 해를 산출하였다. 그 결과들을 제시하고 논의한다.

[II-1-2] BS Cas의 CCD 측광과 그 분석

정민지¹, 윤요나^{1,2}, 송미화¹, 김천휘^{1,2}, 한원용³, 임흥서³, 문홍규³, 최영준³

¹충북대학교, ²충북대학교 천문대, ³한국천문연구원

2011년 9월부터 10월까지 16일간 충북대학교 진천천문대의 0.6m 반사망원경과 2KCCD 카메라 및 BV 필터를 이용하여 접촉쌍성 BS Cas의 측광관측을 수행하였다. 또한, Landolt의 표준성 관측을 통하여 BS Cas의 표준화된 광도곡선을 구하였다. Wilson-Devinney 쌍성모델로 광도곡선을 분석한 결과, BS Cas 쌍성계는 질량이 작은 반성이 주성보다 더 크고 온도가 더 낮은 접촉쌍성계임을 확인할 수 있었다. 또한, 새롭게 결정된 극심시

각과 기존의 여러 문헌들로부터 수집한 극심시각을 이용하여 작성한 BS Cas의 O-C 도로부터, BS Cas의 공전주기가 18년의 주기로 반복적인 변화를 겪는다는 것을 발견하였다. 이러한 주기적 변화의 원인으로 제안된 자기장 변화에 의한 Applegate 모형과 제3천체에 의한 광시간 효과를 각각 시험하였고, 그 결과들에 대하여 논의하였다.

[II -1-3] A multi-wavelength study of the GSH 006-15+7: A local Galactic supershell

Young-Soo Jo¹, Kyoung-Wook Min¹, Kwang-II Seon²

¹*Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)*,

²*Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)*

GSH 006-15+7 is a Milky Way supershell discovered by Moss et al. (2012). This supershell shows large shell-like structures in H I velocity maps. We have presented and analyzed C IV emission line map which is generally detected in supernova remnants as well as other multi-wavelength maps of this supershell region. While stronger dust extinction appears at the H I shell region than its boundaries, excessive soft X-ray filament is shown at the left inner boundaries of the supershell in the 0.75keV and 1.5keV soft X-ray band maps. It implies a collision between young supernova shock wave internally generated and its inner dense wall. Moreover, it is most likely that the bright parts of the 0.75keV and 1.5keV band maps as well as C IV map in the range of $l \sim [0^\circ, 12^\circ]$, $b \sim [-13^\circ, -5^\circ]$ are associated with the supershell because they are well confined with the boundaries of the supershell. The intensity variation for the C IV, Si II* and 0.75keV band soft X-ray emission of the interior of the supershell indicates that the inner temperature of the Supershell changes from 106 K at the top to 104 K at the bottom. The bottom of the supershell seems to be developed by the early supernova(s) in the supershell creation era and cooled its inner temperature down by ~ 104 K for a long-time of 15 Myr. On the contrary, the top of the supershell seems to be formed and maintained by the follow-up supernova(s) or stellar winds and still kept its inner temperature of ~ 106 K. Our interpretation can support the fact that the supershell is the outcome of many generations of stars within a region.

[II -1-4] Observational Evidence of Merging and Accretion in the Milky Way Galaxy from the Spatial Distribution of Stars in Globular Clusters

Sang-Hyun Chun¹, Minhee Kang², Young-Jong Sohn²

¹*Yonsei University Observatory*

²*Department of Astronomy, Yonsei University*

The current hierarchical model of galaxy formation predicts that galaxy halos contain merger relics in the form of long stellar streams. In order to find stellar substructures in galaxy, we focused our investigation on the stellar spatial density around globular clusters and on the quantitative properties of the evolved sequences in the color-magnitude diagrams (CMDs). First, we investigated the spatial configuration of stars around five metal-poor globular clusters in halo region (M15, M30, M53, NGC 5053, and NGC 5466) and one metal-poor globular cluster in bulge region (NGC 6626). Our findings indicate that all of these globular clusters show strong evidence of extratidal features in the form of extended tidal tails around the clusters. The orientations of the extratidal features show the signatures of tidal tails tracing the clusters' orbits and the effects of dynamical interactions with the galaxy. These features were also confirmed by the radial surface density profiles and azimuthal number density profiles. Our results suggest that these six globular clusters are potentially associated with the satellite galaxies merged into the Milky Way. Second, we derived the morphological parameters of the red giant branch (RGB) from the near-infrared CMDs of 12 metal-poor globular clusters in the Galactic bulge. The photometric RGB shape indices such as colors at fixed magnitudes, magnitudes at fixed colors, and the RGB slope were measured for each cluster. The magnitudes of the RGB bump and tip were also estimated. The derived RGB parameters were used to examine the overall behavior of the RGB morphology as a function of cluster metallicity. The behavior of the RGB shape parameters was also compared with the previous observational calibration relation and theoretical predictions of the Yonsei-Yale isochrones. Our results of studies for stellar spatial distribution around globular clusters and the morphological properties of RGB stars in globular clusters could add further observational evidence of merging scenario of galaxy formation.

■ Session : 천문우주 2
10월 24일(목) 11:00 - 11:45 제1발표장

[III-1-1] Far-Ultraviolet Study in the Ophiuchus cloud complex and the Upper Scorpius subgroup of the Sco OB2 association

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 constructed 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, where the dust extinction level is high. It seems that molecular hydrogen fluorescence correlates well with CO emission throughout whole region. Dust extinction also shows a relationship with molecular hydrogen fluorescence. Using the result of interstellar radiation field calculation, we found that fluorescence in this region is likely to depend more on abundance of molecular hydrogen, directly connected to dust extinction. We also applied this result of ISRF calculation to two kinds of studies: (1) determination of cloud distance and (2) parameter constraint in PDR simulation. As a line of research to understand spatial characteristics of molecular hydrogen fluorescence in this region, we present the result of PDR simulations using CLOUD for some individual regions that are suspected of PDRs (Photodissociation Regions).

[III-1-2] 달 및 화성 먼지의 (중)적외선 영역에서의 분광학적 특징 연구

서행자, 김어진, 김주현, 이주희
한국항공우주연구원

태양계 천체의 분광선에서 나타나는 흡수선은 물질들의 에너지 흡수와 입자들의 산란에 의해서 나타나게 된다. 이 중에서 먼지는 주로 backscattering 의해 흡수선을 만들어내게 된다. 화성의 전구적인 먼지 폭풍이 발생한 2001년도 화성 분광선을 보면 7.7~12.5 micron 영역과 18.2~33.3 micron 영역에서 거대한 흡수밴드가 나타나는 것을 볼 수 있다 (Elteto and Toon 2010). 먼지의 흡수선은 먼지 입자의 크기, 구성물질, 광학적 특징 (single scattering albedo와 dust optical depth)에 의해서 그 양상이 달라진다. 따라서 이들의 모델링은 복사대기전달 방정식을 기본으로 하여 흡수선의 형태를 좌우하는 먼지 특성(크기, 물질, 광학적 특징)들을 유도하게 되고, 이 과정에서 먼지 입자들이 분포하는 고도와 그 천체의 온도 분포등을 알 수 있게 된다. 대기가 있는 태양계 천체의 경우에는 일반적으로 이 과정을 따르는 반면, 대기가 없는 달의 경우에는 주연 감광(limb darkening) 현상을 이용하여 먼지 입자의 크기 및 밀도를 유도하기도 한다 (Abbas et al. 2009). 이 연구에서는 달 및 화성 먼지의 분광선들 특징을 살펴보고, 관측된 분광선으로부터 먼지 특성을 유추할 수 있는 모델링 기법에 대해 정리하고자 한다. 또한 향후 이 연구에서 개발중인 중적외선 분광기에 의해 획득된 천체 분광 자료를 분석할 때 필요한 모델기법의 개요를 작성하는데 기본적인 방법을 제공할 것이다.

[III-1-3] Moon Mineralogy Mapper를 이용한 달의 북극부권 Whipple 크레이터의 물 존재 가능성에 관한 연구

김주현, 서행자, 김어진, 이주희
한국항공우주연구원

달의 남극 부근에 위치한 Shackleton 크레이터는 달의 물 존재 가능성이 가장 높은 지역으로 주목받고 있다. 이는 달의 자전축이 불과 5도 밖에 기울어져 있지 않기 때문에 오랜 세월 동안 태양 빛을 받지 못하여 달의 밤 지역보다 더 온도가 낮을 것으로 예상되는 영구음영지역이 존재하기 때문이다. 그러나, 이러한 영구음영지역은 달의 남극 뿐만 아니라 북극에도 존재할 것으로 여겨진다. 따라서, 달의 북극으로부터 위도 5도 이내에 위치한 Whipple 크레이터도 영구음영지역이 존재할 것으로 판단되어진다. 따라서, 북극지역 부근의 지형에 대한 물 존재 가능성을 인도의 달 탐사선 Chandrayaan-1호의 Moon Mineralogy Mapper 가 탐사한 Whipple 크레이터의 data를 이용하여 알아보았다.

■ Session : 초청강연 2
10월 24일(목) 13:00 - 13:30 제1발표장

[IS-2] 혜성의 역사

이상현
 한국천문연구원 창의선도과학부

고대로부터 혜성은 조화로운 우주에 혼란을 야기하는 물체로 인식되어 왔으며, 뉴턴 이후 근대 과학 발전에 열쇠를 제공하기도 하였으며, 현대 과학에서는 지구에 물과 생명의 씨앗을 제공한 원천으로 인식되고 있기도 하다. 이 발표에서는 혜성을 기상 현상으로 간주하던 고대 아리스토텔레스, 그리고 점성술적인 배경에서 다양한 혜성의 형태를 관찰하여 기록으로 남겼던 중국 한나라의 마왕두이 혜성도를 소개한다. 혜성의 궤도가 직선이라고 생각한 케플러, 1531년 혜성을 관찰하고 혜성의 꼬리가 항상 해로부터 멀어지는 방향으로 뻗는다는 사실을 알아낸 피터 아피시안, 혜성의 궤도가 포물선을 그린다고 생각한 헤벨리우스, 주기 혜성의 존재를 처음으로 확인하고 그것들의 궤도가 타원임을 알아낸 에드먼드 핼리, 그리고 자신이 발명한 만유인력의 법칙을 적용하여 혜성들은 원추곡선인 타원, 포물선, 쌍곡선 궤도를 가질 수 있음을 증명한 뉴턴에 대해 그들이 남긴 저서들의 원본 사진들을 보면서 감상해 보려고 한다. 또한 우리나라의 천문학자들이 남긴 자랑스런 유산인 성변측후단자, 천변초출, 천변등록 등에 대해서 알아보고, 정약전과 그의 아우인 정약용의 혜성에 관한 토론을 살펴보겠다.

■ Session : 궤도
10월 24일(목) 13:40 - 14:55 제1발표장

[IV-1-1] 초기 궤도 불확실성에 따른 TLE 정밀도 분석

정옥철, 임현정, 정대원, 김은규, 김학정
 한국항공우주연구원 위성정보연구소

이 논문에서는 초기 궤도 정보가 불확실성을 포함한 상태에서 지상국 추적데이터를 이용하여 결정/배포된 TLE의 정밀도를 분석하였다. 이를 위해 2013년 8월 22일 발사된 다목적실용위성 5호에 대한 발사 후 초기 배포된 TLE를 이용하여 궤도 정밀도를 확인하였다. 다목적실용위성 5호 발사 직후 2개의 TLE가 신

규로 확인되었는데, 1개는 다목적실용위성 5호이고, 다른 하나는 발사체 몸체(Rocket Body)이다. 두 개의 TLE는 발사 후 2궤도 이후에 배포되었다. 다목적실용위성 5호에 대한 공식적인 ID(39227, International Designator: 13042A)는 18궤도 이후에 확인되었다. 첫 번째 TLE를 당시 지상국에서 파악하고 있는 궤도와 비교한 결과, 하루 동안의 위치 오차가 10km 미만 수준으로 나타났다. 또한, 3궤도 이후에 배포된 TLE는 9km 미만 수준의 오차특성을 보였다. 이 결과를 통해 만일 지상국에서 위성의 궤도 파악이 어려울 경우에는 초기 TLE를 이용한 안테나 운영이 어느 정도 가능함을 알 수 있다. 이와는 별도로, 다목적실용위성 5호의 인위적인 궤도 조정(고도 10km 상승)에 따라 변경된 궤도를 추적/결정하는 특성을 살펴보았다. 궤도 조정이 수행 이전/이후의 지상국에서 확인 가능한 궤도와 TLE 자료의 차이를 비교한 결과, 궤도 조정 수행 이전, 즉 기존 궤도정보가 유효한 상태에서는 약 1.5km 미만의 오차를 나타내었으나, 궤도 조정 수행 이후에는 12시간 경과 시점까지 약 5km 미만의 오차 특성을 보였다. 이는 궤도가 변경됨에 따라 기존 궤도정보가 더 이상 유효하지 않기 때문이며, 12시간 이후에는 시간에 따라 추적 데이터가 누적되면서 다시 1.5km 미만의 오차를 나타내었다.

[IV-1-2] Precise Orbit Determination and Analysis of Starlette with SLR Observations for ILRS AAC

Young-Rok Kim, Eunseo Park, Hyung-Chul Lim
 Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

In this study, the results of precise orbit determination (POD) and analysis of Starlette with satellite laser ranging (SLR) observations are presented. Starlette is a low earth-orbiting satellite for SLR-based geodesy and it is one of the indicators to verify the tracking quality of SLR stations. Therefore, orbit analysis of Starlette is one of the most essential works for International Laser Ranging Service (ILRS) associate analysis center (AAC). The NASA/GSFC GEODYN II software is utilized for POD and a weekly-based orbit determination strategy is employed to process SLR normal point observations taken from first and second quarters in 2013. Various orbit determination strategies are applied and their results are analyzed in detail. Arc length, the period of atmospheric drag coefficients estimation, the degree of Earth gravity field, and selection strategy of stations are changed. The root mean square value of post-fit residuals and the 3D errors of orbit overlaps are used for orbit quality assessment.

[IV-1-3] 우주선 궤적 설계를 위한 근 찾기 알고리즘의 성능 분석

김민희, 박상영, 박찬덕
 연세대학교 천문우주학과

이 연구에서는 우주선 궤적 설계를 위한 범용 근 찾기 모듈을 개발하고, 모듈의 성능을 비교 및 분석하였다. 근 찾기 알고리즘

으로는 Newton-Raphson 방법, Broyden 방법, Generalized Broyden 방법을 사용하였다. 알고리즘 간의 성능을 비교하기 위해 램버트 이론(Lambert theorem)을 이용한 달 탐사 예제와 최소 시간 궤도 천이의 화성 탐사 예제를 구현하였다. 전체 함수 계산 횟수, 반복 횟수, 해의 오차, 평균 수렴 속도, 계산시간을 대상으로 성능을 비교 분석하였다. 그 결과, 모든 알고리즘이 용인될 수 있는 수준의 해의 수렴 정도를 보였으며, 계산시간 측면에서 Broyden 방법이 Newton-Raphson 방법에 비해 최대 20% 정도 효율적임을 확인하였다.

[IV-1-4] 우주물체 전자광학 감시체계 개발현황

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

한국천문연구원은 우주물체 전자광학 감시체계 기술개발 사업의 일환으로 0.5m 광시야 감시관측소를 개발하여 총 5기의 동일한 시스템을 해외에 설치하여 글로벌 네트워크(OWL: Optical Wide-Field patrol)를 구축, 자국위성에 대한 궤도력을 독자적으로 상시 유지하고자 하는 사업을 수행하고 있다. 2012년 천문연내 테스트베드에 설치된 시작품용 관측시스템의 성능 검증을 통해 최종 설계를 확정하였으며, 해외설치를 위한 최종 시험을 수행하고 있다. 이 발표에서는 관측시스템의 개요와 개발 현황 및 해외설치 진행상황을 소개하고자 한다.

[IV-1-5] 비전센서를 활용한 위성 간 상대거리 및 상대자세 결정

김재혁¹, 박상영¹, 박찬덕¹, 김민희¹, 최경운², 이광원¹
¹연세대학교 천문우주학과 우주비행제어연구실
²연세대학교 기계공학과 지식기반설계연구실

이 연구의 목적은 비전센서를 활용하여 목표위성에 대한 추적위성의 상대거리 및 상대자세 결정을 수행하는 것이다. 이를 위해 위성의 상대거리 및 상대자세 결정을 위한 소프트웨어 알고리즘을 개발하고, 하드웨어 테스트베드를 구축하여 개발된 비전센서 기반의 시스템을 검증한다. 최근 편대비행 연구에서 가장 주요한 화두는 상대상태를 결정하는 것과 상대거리를 유지하는 것 등이 포함된다. 이러한 핵심 내용을 연구하기 위해, 연세대학교 우주비행제어연구실에서는 광대부 및 도킹, 근접 운용, 우주 정렬 등의 학술적 실험 등을 준비해왔다. 중요한 기술 중의 하나는 비전센서 기반의 정렬시스템(VAS)을 활용하여 상대상태를 결정하는 알고리즘이다. 비전센서 기반의 정렬시스템은 미니어처 비디오 도킹 센서(MVDS)의 알고리즘을 바탕으로 개발되었고, 두 위성의 정렬을 위한 소프트웨어 알고리즘과 하드웨어 테스트베드로 구성된다. 이 연구를 통해 미니어처 비디오 도킹 센서 시스템을 수정하여, 새로운 정렬 시스템인 비전센서 기반의 정렬시스템을 개발하였다. 비전센서 기반의 정렬시스템은 우주 정렬을 수행하기 위해 6자유도를 갖도록 개발 되고 있는 중이며, 이 연구에는 두 단계의 중요한 단계를 거친다. 첫 번째는 MATLAB으로 개발된 소프트웨어 시뮬레이션의 수행이다. 개발된 소프트웨어는 3차원 상에 있는 3개의 발광다이오드(LED)로부터 2차원 상 임의

의 관측데이터를 생성하는 보조프로그램을 포함하고 있으며, 소프트웨어 시뮬레이션 과정에서 확장 칼만 필터(EKF)를 사용한다. 두 번째는 비전센서 기반의 정렬시스템을 적용시킨 하드웨어의 시뮬레이션이다. 실제 위성 및 우주환경과 유사한 시뮬레이션을 위해 비전센서 기반의 하드웨어 테스트베드를 개발하였다. 하드웨어 테스트베드는 목표위성에 탑재된 전하결합소자(CCD)와 추적위성에 탑재된 발광다이오드를 포함한다. 이 연구는 비전센서 기반의 정렬시스템을 개발하고, 실험실 차원에서 두 위성의 상대거리와 상대자세 결정의 소프트웨어 시뮬레이션 결과를 보여준다. 전체 시뮬레이션은 알려진 거리에서의 관측데이터를 통해 비전센서 기반의 정렬시스템의 유효성을 확인한다. 연구의 결과를 통해 비전센서 기반의 상대거리 및 상대자세 결정 정밀도를 동역학 모델과 비교하여 오차의 원인을 분석한다. 이 비전센서 기반의 정렬시스템을 통해서 수 cm 이내의 상대거리와 수 deg 이내의 상대자세 결정을 수행하였다. 비전센서를 활용하여 두 위성 간 상대상태를 결정하는 이 연구의 결과는 우주정렬 유지가 필요한 우주임무의 기초 연구가 될 것이다.

■ Session : 우주측지
10월 24일(목) 15:05 - 15:50 제1발표장

[V-1-1] 가속도계 관측을 이용한 열권밀도 산출 알고리즘 개발

노경민¹, 정중균¹, 유성문¹, 최병규¹, 문준철²
¹한국천문연구원, ²국립전파연구원 우주전파센터

이 연구에서는 저궤도위성의 가속도계 관측 자료를 이용한 열권의 대기밀도를 산출하는 알고리즘을 개발하였다. 지구관측 위성들의 궤도 결정 성능이 향상됨에 따라 주된 섭동 중 하나인 대기에 의한 저항력에 대한 보다 정밀한 모델링의 필요성이 대두되고 있다. 이 연구에서는 가속도계를 장착한 GRACE 위성의 가속도계 관측 값을 통해 대기밀도 산출하는 시스템을 구축하였다. 위 알고리즘은 총 4단계로 정밀궤도결정 및 가속도계 보정 단계, 대기항력계수 계산 단계, 태양 및 지구복사압에 의한 섭동력 모델링 단계 그리고 마지막으로 대기밀도 산출 단계로 구성되어 있다. 이 연구에서는 2단계부터 4단계를 개발 완료하였다. 이를 통해 GRACE-A 위성에 대하여 약 9년간의 대기밀도를 산출하였다. 또한, 이 연구에서는 그 동안 궤도동역학에서 1.5~2.5 사이의 근사값으로 가정하여 사용하던 대기항력계수(Cd)를 모델링을 통해 보다 정확한 벡터형태로 그 값을 계산하여 적용하였다. 이 연구는 추후 1단계를 포함하는 대기밀도 산출시스템을 고도화할 예정이다. 이를 통해 향후 가속도계를 장착하는 국내 위성의 궤도운영 정밀도를 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 열권의 우주환경 연구에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

[V-1-2] 우리나라 GPS 전리권 신틸레이션 상시관측망 구축 보고

정중균¹, 최병규¹, 문준철², 유성문¹, 노경민¹, 이환상², 조정호¹
¹한국천문연구원 핵심기술개발본부, ²국립전파연구원 우주전파센터

전리권 전자밀도 불균질성에 의해 발생하는 GPS 신틸레이션은 GPS 신호 감쇠뿐만 아니라 심할 경우 신호두절이 발생하기도 한다. GPS 신호두절 발생 시 측위결정에 필요한 충분한 GPS 위성 포착개수 감소로 인한 위치오차 발생이 보고되고 있다. 오로라 지역에서 전파되는 전리권 파동이 GPS 신틸레이션의 주요 발생원으로 보고되고 있다. 이에 우리는 기존에 운영 중인 이천과 제주에 추가적으로 강릉, 대전, 광주에 GPS 신틸레이션 관측소를 구축하여 우리나라 남-북 방향으로 1도 등 간격으로 상시 관측망을 구축완료하여 시험운영 중에 있다. 이 발표에서는 우리나라 GPS 신틸레이션 상시관측망 구축과정 및 관측결과에 대해 보고하고자 한다.

■ Session : 위성체 1
10월 25일(목) 09:00 - 10:00 제2발표장

[II-2-1] 자유경계조건을 갖는 고해상도 저궤도 관측위성의 모달시험 및 유한요소모델 보정을 통한 영상품질 예측에 관한 연구

임재혁, 은희광, 김대관, 유원영, 김성훈, 황도순
한국항공우주연구원

이 논문에서는 자유경계조건을 갖는 고해상도 저궤도 관측위성의 모달시험 및 유한요소모델 보정을 통한 영상품질예측에 관한 연구에 대해 기술하도록 한다. 저궤도관측위성은 임무수행 중에 반작용휠, X밴드 구동안테나, IR냉각기에 의해 미소하게 가진된다. 이러한 미소진동은 탑재카메라의 전달되어 영상초점면을 떨리게 만들며 이로 인해 영상품질의 저하가 발생하게 된다. 이를 지상 시험을 통해 확인하기 위해서 크레인에 인공위성을 번지스프링으로 매달아 자유경계조건을 구현하고 모달시험을 수행한다. 모달 시험을 통해 추출한 주파수, 모드형상, 주파수응답함수와 같은 동특성 정보를 이용해 가진원과 탑재카메라 부경사이의 전달함수를 측정하고 여기에 맞춰 유한요소모델의 보정을 실시한다. 보정된 유한요소모델을 이용해 카메라의 동적거동에 따른 영상초점면에 움직임을 계산하여 최종적으로 영상품질저하를 예측한다.

[II-2-2] 저궤도 인공위성 별센서의 궤도상 성능 검증

임조령, 윤형주, 박근주, 최홍택
한국항공우주연구원 위성분체실 위성제어팀

최근 국내 개발 저궤도 위성들은 고정밀 자세 결정을 위해 자이로와 함께 별 센서를 주요 센서로 장착하고 있다. 초기 국내 개발 저궤도 위성은 별 추적기 없이 자이로, 태양센서, 지구 센서를 사용하여 자세결정을 수행한 반면에 위성 정밀 지향 요구조건이 높아지면서 사용하는 더 정밀한 자세 센서가 요구되었고, 별 추적기를 필수적으로 장착하게 되었다. 국내 위성은 여러 별 추적기 제작 업체들 중에서 구매 가능성, 가격, 성능을 고려하여 주로 프랑스 SODERN사의 SED 계열 별 추적기를 선택하여 사용하고 있다. SED 계열 별 추적기는 그 형태와 성능에 따라 다양한 모델이 있는데, SED16은 ITAR가 적용되는 제품으로 국내 개발 상용 저궤도 위성에 최초로 적용된 별 추적기 모델이다.

SED26은 SED16과 유사한 성능을 갖는 ITAR free 제품이며, SED36은 별 추적기의 광학계, 전자박스, 배플이 분리된 형태이다. 국내 상용 저궤도 위성은 SED 계열의 3가지 별 추적기 모델을 모두 사용하여 궤도상에서 운용하고 있다. 이 연구에서는 러시아 야스니 발사장에서 2013년 8월 22일 발사된 국내 합성개구 레이더 위성에 사용된 별 추적기 SED26 제품의 특성과 성능을 소개하고 기존에 사용한 다른 모델들과 설계 성능을 비교하였으며 실제 궤도상에서 별 추적기의 초기 운용 결과, 별 추적기의 작동 특성, 별 추적기 성능 및 자세 결정 성능을 확인하고 검증한 결과를 다루었다.

[II-2-3] 저궤도위성 태양 전력 조절기 시험 및 결과 분석

박주호¹, 박병하², 채동철¹, 최종연¹
¹한국항공우주연구원, ²AP우주항공(주)

저궤도위성 태양 전력 조절기(SAR; Solar Array Regulator)는 위성이 임무 수행 중 필요한 전력을 태양전지에서 생성하여 배터리를 충전하고 위성의 모든 부하에 전력을 공급하는 역할을 수행 한다. 이러한 역할을 수행하기 위하여 태양 전력 조절기는 식(Eclipse)에서 나온 뒤 수분 동안 동작하는 DET(Direct Energy Transfer), 수분 동안의 DET 동작이 끝나고 태양 전지판이 태양을 향하고 있는 동안 CV 동작 전까지 동작하는 MPPT(Maximum Power Point Tracking), MPPT 동작으로 인한 최대 파워 지점에서 배터리가 완전히 충전될 때까지 동작하는 CV(Constant Voltage)모드를 가지고 있다. 이 논문에서는 비행모델 개발에 앞서 전장유닛의 전기·전자 인터페이스를 점검하기 위해 개발된 플랫폼인 전기 성능검증장치(ETB; Engineering Test Bed)를 통해 태양 전력 조절기의 세가지 모드를 검증하기 위한 시험 방법 및 시험 결과를 기술하고 요구 조건에 만족하는 시험 분석 결과를 정리하였다.

[II-2-4] 저궤도 인공위성 자세제어계의 운용모드별 성능검증

서현호, 강우용, 오시환, 최홍택
한국항공우주연구원 위성분체실 위성제어팀

저궤도 인공위성에서 자세제어계는 다양한 센서와 구동기 조합으로 운용모드를 정의한다. 추력기와 반작용휠이라는 구동기를 기준으로 하여 모드를 구별하며, 여기에 각종센서의 조합이 어우러지게 된다. 우선, 추력기 기반 안전모드는 저정밀태양센서와 자이로를 센서로 하며, 추력기를 구동기로 하는 운용모드이다. 인공위성이 초기에 발사체에서 분리된 후 태양전지판이 태양을 잘 지향하도록 처음 운용되는 모드이다. 이후 센서들은 동일하면서 추력기의 연료소모를 막기위해 구동기를 반작용휠로 전환하는 반작용휠 기반 안전모드가 운용된다. 마지막으로 탑재체의 임무수행이 가능한 정상 운용모드가 있다. 이 때는 센서를 고정밀의 별센서로 바꾸고, 자이로와 조합하여 확장감반필터를 적용한다. 구동기는 역시 정밀한 반작용휠을 사용한다. 이렇게 전체적으로 자세제어계 운용모드를 추력기 기반 안전모드, 반작용휠 기반 안전모드, 반작용휠 기반 정상임무 모드의 순서로 전환하면서 각

운용모드별 성능 검증을 진행한다. 이 논문에서는 이렇게 전환되는 자세제어에 운용모드별로 센서 및 구동기의 초기시험 및 운용모드의 전체 성능을 검증한 내용을 다룬다. 이를 위해 비행케도 원격측정데이터와 지상에서 성능해석 시뮬레이터를 해석하여 비교 분석해본다. 그 결과 지상에서 나타나지 않았던 실제 비행케도 데이터의 특성도 약간 있었으나, 전체적으로는 자세제어에 운용모드별 성능 요구조건에 모두 부합하는 결과를 얻었다.

■ Session : 위성체 2
10월 24일(목) 11:00 - 12:00 제2발표장

【III-2-1】 광학영상 기하보정을 위한 별 촬영 명령 생성 및 별 영상처리에 관한 연구

용기력, 진경욱, 최재동, 이상률
한국항공우주연구원

정지궤도위성의 광학영상 기하보정은 지금까지 지상의 해안선과 같은 랜드마크를 칼만필터나 최소자승법과 같은 필터의 관측치로 사용되어 왔다. 랜드마크를 이용할 경우에는 길은 구름의 영향으로 인해서 랜드마크를 이용할 수 없거나 계절의 변화나 지구/달 영향으로 인한 해안선의 변화 등에 의해 랜드마크의 정밀도가 떨어져 기하보정의 정밀도 저하 혹은 영상처리시간의 지연을 초래해왔다. 이에 이러한 단점을 보완하기 위한 방안은 광학영상탐재체로 전지구를 촬영할 때 지구 주변의 별을 촬영하여 이를 별 카탈로그와 함께 기하보정시스템의 관측벡터로 이용한다. 이 연구는 별 촬영명령 생성을 위해서 임의의 궤도에서의 지구 주변의 별 분포도와 별을 분석하고 촬영된 별을 처리하는 알고리즘에 대해서 논한다.

【III-2-2】 지표기준 및 텔레메트리 분석을 통한 천리안위성 기상영상기 영상위치보정 성능 특성

우진, 이병일, 김정식, 손승희
기상청 국가기상위성센터

천리안위성(COMS; Communication, Ocean, and Meteorological Satellite)의 기상영상기(MI; Meteorological Imager)로 관측된 지구 영상은 자세 및 궤도제어 시스템의 포인팅 오차, 직하점(LOS; Line of Sight) 결정의 불안정성, 열탄성(Thermo-elasticity)에 의한 탐재체 구조 변형 등에 의해 위치오차를 가진다. 이런 위치오차는 지상국에서 영상위치보정(INR; Image Navigation and Registration) 과정을 통해 지구상의 정확한 위도와 경도 값으로 결정되며 그 성능이 시간에 따라 각 채널별로 유지된다. 천리안위성의 영상위치보정은 지표기준 매칭과 위성체 본체의 궤도 및 자세 정보를 이용하여 수행되며 그 성능은 지표기준 잔차(Residual)의 3σ값으로 평가된다. 이 연구에서는 지표기준 매칭 방법을 통하여 산출되는 천리안위성 영상위치보정 성능의 계절 및 일변화 경향성을 분석하고 천리안위성 지구센서의 자세 값과 상관관계를 분석하여 그 특징을 기술하였다.

【III-2-3】 태양전지판 비대칭형상 정지궤도위성의 휠 영속도 회피에 관한 연구

박영웅, 윤형주, 최홍택
위성제어팀, 위성본체실, 위성기술연구소, 한국항공우주연구원

태양전지판 비대칭형상은 천리안위성과 같이 태양전지판이 한쪽 패널에만 장착되어 태양복사압에 의한 외란이 증가될 수밖에 없는 위성형상을 의미하며 이 경우에는 휠모멘텀 변화가 크기 때문에 적절한 배치가 필요하다. 위성설계의 특성상 단일실패(single point failure)를 고려하여 적어도 1개의 휠이 고장난 경우에도 정상동작이 가능할 수 있는 휠배치가 필요하게 된다. 특히 휠의 영속도 회피는 관측탐재체가 영상을 획득할 때 속도전환에 의한 휠내란을 근본적으로 제거할 수 있는 장점이 있기 때문에 중요하게 해석되어진다. 이 연구에서는 비대칭형상에 의한 모멘텀 변화가 큰 정지궤도위성에서 다양한 휠배치를 고려하여 휠의 영속도를 회피할 수 있는 방법에 대한 연구를 소개한다. 또한, 4개 이상의 휠을 운영하는 과정에서는 3축 자세제어에 비해 가용할 수 있는 구동기 축이 하나 이상이 많기 때문에 적절한 영벡터 방법을 적용해서 휠모멘텀 변화를 줄일 수 있는 방법도 제시한다.

【III-2-4】 정지궤도위성과 저궤도위성의 원격명령 및 텔레메트리 전송 포맷 비교

이나영¹, 장성수¹, 정태진²
¹한국항공우주연구원, ²한국과학기술원 인공위성센터

이 논문에서는 위성의 원격 명령 및 텔레메트리 전송 포맷을 정지궤도 위성과 저궤도 위성에 대해 비교 분석한다. 궤도의 특성은 위성 관제에 큰 영향을 미치며 정지궤도의 경우 24시간 관제가 가능하기 때문에 원격 명령어 및 텔레메트리의 전송 속도가 빠를 필요가 없다. 저궤도의 경우 하루 2번 관제가 가능하며 관제 시간이 10분 이내로 제한되기 때문에 가능한 빠른 데이터 전송 속도를 가지도록 설계된다. 이에 따라 정지궤도 위성의 데이터 포맷과 저궤도 위성의 데이터 포맷은 그 사이즈 및 내용이 달라지게 된다. 위성에게 전송해야 하는 원격명령어의 종류 및 위성에서 전송되어야 할 텔레메트리의 종류, 텔레메트리 처리 방안에 대한 기본적인 내용은 같지만 포맷이 달라짐으로써 관제시스템 설계 및 위성 탑재 소프트웨어의 처리 방안이 서로 상이해진다. 또한 위성의 각 종 전장품에서 생성되는 텔레메트리 중에는 대량의 길이를 가지면서 부가 정보를 이용하여 해당 텔레메트리를 분석 및 시현해야 하는 경우가 발생한다. 저궤도 위성의 경우 관제 시간이 상당히 제한적이기 때문에 실시간 시현 기능도 크게 요구되지 않지만 정지궤도 위성의 경우 대량의 데이터라도 운용 개념에 따라 실시간 시현 기능이 필요할 수 있다. 이 논문에서는 이와 같은 여러 차이점을 정리하여 향후 다양한 위성의 원격 명령 및 텔레메트리 포맷 설계의 가이드라인을 제안하고자 한다.

■ Session : 탐재체
10월 25일(목) 13:40 - 14:55 제2발표장

【IV-2-1】 저궤도 관측위성 임무수행 개선방법에 관한 연구

신상윤, 용상순
항공우주연구원

저궤도 관측 위성은 카메라 전자부를 통해 고해상도의 위성을 제공할 수 있으며, 지도 제작이나 환경, 농업, 해양 지역 모니터링 등의 목적으로 사용된다. 카메라 전자부 시스템을 통한 고해상도 위성을 제공하는 탑재체 시스템은 크게 전자광학부 (Electro-optical subsystem)과 자료전송부 (Payload Data transmission Sub-system) 부로 나뉘며, 카메라 전자부에서는 광학계를 통해 CCD로 입사되는 빛에너지를 전자신호로 변환하고, 이를 카메라 전자부 영상출력 형식으로 변환한 후 자료전송부로 전달하게 된다. 자료 전송부에서는 카메라 전자부로부터 입력받은 위성영상 데이터를 압축 및 암호화 등의 단계를 통해 지상으로 보내기 위한 위성영상데이터 형식에 맞게 생성하고 생성된 데이터는 안테나를 통해 지상에 전송된다. 이 논문에서는 자료전송부의 데이터 전송 방법을 개선하여 위성의 임무수행을 개선하는 방법을 제안한다. 즉, 판검출기로부터 입력된 데이터의 해상도가 높아질 수록 필요한 자료전송부의 요구성능은 더욱 높아지게 되어, 데이터 전송 시 및 지상운영에서도 많은 제약이 따르게 된다. 따라서 이 논문에서는 영상촬영 조건에 따라 다양한 해상도를 제공하고 이를 선별적으로 사용하는 방법을 제안하여, 위성운영에 있어서 발생하는 제약을 줄일 수 있도록 한다. 또한, 영상수신 후 영상품질 향상을 시킬 수 있는 방안을 제시하여, 운영 및 품질 모두를 개선하는 방법을 기술하였다.

[IV-2-2] 인공위성 탑재용 전자광학 카메라의 실시간 영상보정 방법

허행팔¹, 나성웅²

¹한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성탑재체실
탑재체전자팀, ²충남대학교 전자공학과

저궤도 지구관측용 전자광학 카메라의 초점면 전자부는 높은 해상도와 넓은 관측 폭의 영상데이터를 고속으로 생성하고, 이를 짧은 시간동안 지상으로 전송하기 위하여 영상 압축을 수행한다. 이때 카메라 내부에서는 영상데이터의 실시간 보정을 위한 다양한 종류의 알고리즘이 구현되며, 이를 통하여 영상압축 전후에 나타나는 영상품질 저하를 최소화 할 수 있도록 한다. 영상 데이터의 실시간 보정은 영상 센서의 물리적인 특성에 기인하는 불균일 보정과, 카메라 내부의 온도변화 등에 따른 영향을 최소화 하기 위한 압신호 보정 등으로 구현된다. 또한, 초점면 전자부가 전자과 환경에 노출됨에 따라 발생하는 시변 잡음을 보정하기 위한 방법이 적용되기도 한다. 영상센서를 제어하는 다양한 클럭 신호가 전자과 환경에 의해 여러 가지 주파수 성분을 가지는 잡음에 노출되어, 영상데이터에 규칙적인 패턴이 생성하기도 하며, 이를 실시간으로 제거 또는 보정하는 것은 실제 구현에 있어서 상당한 노력과 비용을 요구한다. 이 논문발표에서는 인공위성용 초점면 전자부에 적용될 수 있는 여러 가지 방법의 실시간 잡음 제거 및 영상보정 방법에 대해 기술 한다.

[IV-2-3] Proton을 이용한 입자검출기의 검교정 결과와 SIMION을 이용한 모의실험 결과 비교분석

우주¹, 전중호¹, 서용명¹, 박성하¹, 선중호¹, 진호¹, 이동훈¹, Thomas Imme², Robert P. Lin^{1,2}

¹경희대학교 우주탐사학과, ²Space Science Laboratory, University of California, Berkeley

TRIO CINEMA(Triplet Ionospheric Observatory - Cubesat for Ion, Neutron, Electron & MAgnetic fields)는 경희대학교와 UC Berkeley, Imperial College London이 공동 개발한 초소형 위성으로써 고도 700~800 km 에서 태양동기궤도로 운영된다. TRIO CINEMA는 근 지구 공간에서의 플라즈마 입자 검출, 지구 자기장측정이 목적이다. 주 탑재체인 STEIN(SupraThermal Electron, Ion and Neutral)은 최대 4000 V의 전위차를 인가할 수 있는 정전 편향기를 사용하여 4~200 keV 대역의 전자, 양성자 및 중성입자를 분리 검출할 수 있도록 설계되었다. STEIN 입자검출기의 검출 특성을 실험하기 위해서 일본 나고야 대학 내 Solar-Terrestrial Environment Laboratory가 보유한 입자선원을 이용하여 실험하였다. 이를 검증하기 위해 입자 시뮬레이션 프로그램인 SIMION을 이용하여 입자검출기의 검출 환경을 모사 실험하였다. 이 논문에서는 30~100 keV 대역에서 Proton에 대한 입자검출기 검교정 결과와 SIMION을 이용한 동 대역의 모의실험 결과를 비교 분석하였다.

[IV-2-4] Direct Histogram Specification 성능 개선: 혼합대응법 (Hybrid Mapping Law)

서석배

한국항공우주연구원 위성기술연구소

히스토그램 명세화(histogram specification)는 영상의 히스토그램 특성을 변환하기 위해서 사용되며, 보편적으로 히스토그램 평활화(histogram equalization)에 기반하여 수행된다. 원 영상과 목표 영상(원하는 히스토그램 특성)에 대해서 히스토그램 평활화를 수행하고, 목표 영상의 히스토그램 평활화 특성으로 원 영상에 대한 역 히스토그램 평활화(inverse histogram equalization)를 수행하는 단계로 히스토그램 명세화가 구성된다. 하지만 DHS(Direct Histogram Specification)에서는 원 영상과 목표 영상의 누적 히스토그램 간의 최소 오차점을 대응시키는 단순대응법(Single Mapping Law)을 이용하여, 히스토그램 평활화 및 역 히스토그램 평활화를 수행하지 않고, 소기의 목적을 달성할 수 있다. DHS 계산에서 이산적인 영상의 특성으로 인하여 정수화(반올림) 오차가 발생하고, 영상의 화소 값 대응 과정 역시 오차를 수반한다. 그리고 DHS 성능(오차)은 단순대응법, 그룹대응법(GML, Group Mapping Law, 단순대응법을 개선한 알고리즘) 등 처리 방법에도 영향을 받고, 해당 영상의 특성에 따라서도 그 결과가 달라지는 경향이 있다. 이 논문에서는 DHS의 계산 상 오차를 감소시키기 위해서, 단순대응법과 그룹대응법의 LUT(Look Up Table)를 생성하고 두 개의 LUT 항목 내에서 오차가 작은 것을 선택하는 혼합대응법(Hybrid Mapping Law)을 제안한다. 실험결과, 혼합대응법이 기존의 두 방법(단순대응법, 그룹대응법)보다 항상 DHS 계산 상 오차가 작음을 확인하여 제안한 알고리즘의 타당성을 증명하였다.

[IV-2-5] 과학기술위성 3호 주탑재체 MIRIS 개발 최종검토 회의결과 보고

한원용^{1,2}, 이대희¹, 정웅섭^{1,2}, 문봉곤¹, 박영식¹, 박성준¹, 박귀중¹, 표정현¹, 김일중¹, 박원기¹, 이덕행^{1,2}, 남옥원¹, 박장현¹, 선광일^{1,2}, 양순철³, 박홍영⁴, 신구환⁴, 서정기⁴, 박종오⁵, 이승우⁵, 이형목⁶, Toshio Matsumoto⁷
¹한국천문연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³한국기초과학지원연구원, ⁴인공위성연구센터, ⁵항공우주연구원, ⁶서울대학교, ⁷Institute of Space Astronautical Science (ISAS)

한국천문연구원이 개발한 과학기술위성 3호 주탑재체인 MIRIS는 개발과정을 모두 마무리하고, 최근 발사를 위한 최종점검 단계인 Pre-Shipping Review 절차를 성공적으로 마치게 되었다. 그동안 CDR 이후에 설계가 변경된 부분을 재검토하고, MIRIS 설계요구 조건에 합당하는지 전체시스템의 세부검토가 이루어졌다. 비행모델의 Subsystem 최종시험 결과 및 우주관측카메라 SOC와 지구관측카메라 EOC의 시스템 성능시험, 열진공시험, 냉각시험, 진동시험 등의 결과를 분석하였다. 또한 과학기술위성 3호 본체와 MIRIS를 조립, 결합한 후에 위성본체와 함께 열진공시험, 진동시험, 환경시험 등이 이루어 졌고, 납품 후에는 한 달마다 정기시험을 거쳐서 위성체의 모든 기능이 정상작동 하는지 점검하였다. 아울러 발사 후에 MIRIS에서 생성되는 영상관측자료의 자료처리 Pipeline개발이 완료되었고 현재 발사를 위한 선적과정이 진행되고 있다. 과학기술위성 3호는 2013년 11월 21일 러시아 Yasny에서 발사될 예정이다.

■ Session : 발사체
 10월 24일(목) 15:05 - 15:50 제2발표장

[V-2-1] 액체로켓엔진 사고 및 원인분석

김철웅
 한국항공우주연구원

액체로켓엔진의 운용과정 중에 다양한 형태의 사고가 발생할 수 있다. 이러한 사고는 엔진 하드웨어 및 시험/발사설비를 손상시켜서 엔진개발/운용의 비용과 시간을 증가시키고 인명피해를 일으킬 수 있다. 따라서 엔진의 운용 중에 발생 가능한 사고를 미연에 예상하여 적극적인 사고 방지수단을 강구하고 더불어 발생한 사고에 대하여는 원인을 명확히 확인하여 사고의 재발을 방지하여야 한다. 이 논문에서는 해외 우주기술 선진국에서 액체로켓엔진 운용 중에 발생한 사고의 사례와 원인조사방법을 분석하였고, 앞으로 국내 엔진개발에 적용가능한 사고원인 분석 방법을 고찰하였다. 사고 사례와 사고원인 분석 방법은 합리적인 상태검사, 진단, 사고방지시스템의 개발 및 계측시스템을 적용하는데 기반이 되는 자료로 활용될 수 있다.

[V-2-2] 금속 호스 기초 조사 및 액체로켓엔진 적용 검토

유재한
 한국항공우주연구원

연소기 김발을 하는 SpaceX사의 Merlin 엔진의 연료 고압 주배관에는 김발을 위해 브레이드 금속 호스가 사용된다. 금속호스는 일반적으로 널리 사용되는 김발 신축 이음에 비해 매우 저렴하고 크기가 작으며 가볍다. 여기서는 액체로켓엔진 고압 배관에 사용할 수 있는 브레이드 금속 호스에 관하여 기초 조사를 하였다. 또한 엔진 적용 가능성에 대한 기초 검토를 수행하였다.

[V-2-3] 한국형발사체 1단용 엔진 레이아웃 형상설계

김옥구¹, 박종연¹, 정용현¹, 윤종진²
¹한국항공우주연구원, ²(주)삼성테크윈

발사체용 로켓 엔진은 하드웨어 구성과 기능 구현상 크게 엔진 짐벌 타입과 연소기 짐벌 타입으로 나뉜다. 이 논문의 대상인 한국형발사체에 장착될 1단용 엔진은 발사체 자세제어의 일종인 롤제어 기능을 구현해야하는 특성상 연소기 짐벌 타입을 채택하였다. 로켓 엔진은 짐벌 타입의 선택 및 적용에 따라 그 부품배치의 레이아웃이 달라지는데 이는 주요 중요부품의 운동성과 각종 차폐밸브 및 제어밸브, 고압 배관을 연결하는 System Assembly 부품 등의 특성 때문이다. 이에 따라 이 논문에서는 System Integration 관점으로 발사체 1단에 장착될 엔진의 레이아웃을 각종 형상 인터페이스, 간섭, 조립공간 등을 설계변수로 설정하여 해당 컴포넌트의 배치에 대한 레이아웃을 수행하였다.

■ Session : 우주환경 2
 10월 24일(목) 09:00 - 10:00 제3발표장

[II -3-1] Radial Gradients of Phase Space Density in the Inner Electron Radiation Belt

Kyung-Chan Kim¹, Yuri Shprits^{2,3}
¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea
²Skoltech, Russia and MIT, USA
³UCLA, USA

While the outer radiation belt (3.5<L<8.0) is highly variable with respect to geomagnetic activity, the inner radiation belt (1.2<L<2.0) is relatively stable. Less attention has been paid to the inner electron belt in recent years. It has been generally accepted that the equilibrium structure of radiation belt electrons is explained by the slow inward radial diffusion from a source in the outer belt and losses by Coulomb collision and wave-particle interaction. In this study, we examine this well accepted theory using the radial profiles of the phase space density (PSD), inferred from in situ measurements made by three different satellites: S3-3, CRRES, and POLAR. Our results show that electron PSD in the inner electron belt has a clear prominent local peak and negative radial gradient in the outer portion of the inner zone, i.e., decreasing PSD with increasing L-value. A likely explanation for the peaks in PSD is acceleration due to energy diffusion produced by lightning generated and anthropogenic whistlers. These results indicate

that either additional local acceleration mechanism is responsible for the formation of the inner electron belt or inner electron belt is formed by sporadic injections of electrons into the inner zone.

[II -3-2] Magnetopause Shadowing effects on the GEO flux dropout during a weak magnetic storm: RBE results

Junga Hwang¹, Eunjin Choi^{1,2}, Jong-Seon Park^{1,3}, Mei-ching Fok⁵, Kyung-Chan Kim¹, Dae-Young Lee⁴, Maria Usanova⁶

¹KASI, ²KAIST, ³Kyung Hee University, ⁴Chungbuk National University, ⁵NASA/GSFC, ⁶University of Alberta

In this paper we investigate one geosynchronous flux dropout event observed by multiple spacecraft while traveling across the outer radiation belt. This event was first identified based on observations of a significant dropout in the > 2 MeV electron flux at geosynchronous orbit. Subsequently, for each event we analyzed the energetic electron data obtained near the magnetic equator by THEMIS spacecraft to determine the responses of the entire outer radiation belt. To confirm the dropout phenomena, we reproduce the similar results by RBE simulation. We successfully reproduce the magnetopause shadowing effect by using the RBE model during the very weak geomagnetic storm of which Sym-H minimum value is -37 nT on 7–8 November, 2008. We found by THEMIS SST observation that the GEO dropout starts from noon–dusk MLT and recover from midnight–dawn MLT. RBE shows similar MLT dependence recovering from midnight–dawn MLT. This tendency appears in both energies' ranges of lower(a few hundreds of keV) and higher(MeV) electrons. There is no precipitation during the first dropout and there are negligible atmospheric precipitations during the second dropout observed by NOAA POES satellites. Chorus wave power exists just only during the second one. EMIC waves by THEMIS are not observed but by CARISMA there do exist during both dropouts. We conclude that the first dropout is caused by purely magnetopause shadowing effect and the second one is made by the combination of magnetopause shadowing and atmospheric precipitation by wave–particle interaction.

[II -3-3] Observation of plasma depletions in outer radiation belt by Van Allen Probes

Jaejin Lee¹, Kyung-Chan Kim¹, Ensang Lee², Yeon-Han Kim¹, Young-deuk Park¹, George K Parks³, David G Sibeck⁴

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea Astronomy & Space Science, KyungHee University, Korea
³Space Science Lab, UC Berkeley, United States
⁴NASA Goddard, United States

Van Allen Probes (RBSP) observed plasma fine structures in the outer radiation belt during storm time on 14 November 2012. Five plasma depletion regions are clearly identified by VAP_A and VAP_B from 02:00UT to 04:45UT by particle instrument suite that can measure electrons and ions in a wide energy range, from 20 eV to 10 MeV. The plasma flux density dramatically decreases about 2 – 3 orders of magnitude in the depletion regions regardless of energy and particle species. Our analysis shows the plasma cavities are formed at the boundary of trapped and injected particle current. The total plasma pressures inside the depletion regions are much smaller than outside, implying unstable structures. It seems that this structures appear unusually only for storm main phase. During strong storm event, geomagnetic field is stretched and low plasma density region (lobe) moves to low latitude, this event could be analyzed by lobe region crossing of spacecraft. However, to explain temporal sequences of this event, we should assume large fluctuation of lobe boundary. Another possible analysis is plasma bubble generated in the tail region. The bubble model proposed to explain plasma transportation from tail to near Earth region in 1980s. While the bubble model reasonably explain the spatial and temporal structures observed by Van Allen probes, we cannot completely rule out the lobe region crossing model. In this presentation, we shall discuss about the characteristics of the plasma density cavities first observed by Van Allen Probes.

[II -3-4] Incorporation of Electromagnetic Ion cyclotron wave into Radiation Belt environment model

Suk-bin Kang¹, Eunjin Choi^{1,2}, Junga Hwang², Kyung-chan Kim², Jaejin Lee², Mei-ching Fok³, Kyoungwook Min¹, Cheongrim Choi¹, Young-Deuk Park²

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology
²Korea Astronomy and Space Science Institute
³NASA Goddard Space Flight Center, Maryland

Radiation Belt Environment (RBE) model has developed to understand radiation belt dynamics as it considers whistler mode chorus waves which is responsible for relativistic electron acceleration and precipitation. Recently, many studies on electron loss by pitch-angle scattering have reported that electromagnetic ion cyclotron (EMIC) wave is responsible for loss mechanism electrons mainly in dusk and equatorial region. Here, we incorporate EMIC into RBE model and present detailed physical understanding in loss mechanism by pitch-angle scattering. Energetic electrons fluxes are strongly pitch-angle scattered by EMIC compared to whistler mode chorus only model. Incorporation of EMIC

into RBE model can be applied in many storms events and unveil many processes in controversy.

■ Session : 우주환경 3
10월 24일(목) 11:00 – 12:00 제3발표장

[III-3-1] Solar wind control of Pc5 pulsations observed by THEMIS probes in the outer magnetosphere

Khan-Hyuk Kim¹, Hyeuk-Jin Kwon¹, Jong-Sun Park^{1,2}, Ensang Lee¹, Dong-Hun Lee¹

¹School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

²Solar and Space Weather group, Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

We statistically examine the solar wind control of Ultra-Low Frequency (ULF) waves in the Pc5 band (1.7–6.7 mHz). Solar wind parameters considered are the bulk velocity V_{sw} and the solar wind dynamic pressure variation δP_{sw} . We observed that the Pc5 amplitude is positively correlated with both V_{sw} and δP_{sw} at all local times. The amplitude dependence on V_{sw} and δP_{sw} is stronger on the dayside than on the nightside. On the dawnside the amplitude dependence on δP_{sw} is larger than on V_{sw} . On the duskside the correlation coefficients of Pc5 with δP_{sw} and V_{sw} are comparable. From these observations we suggest that Pc5 pulsations on the dawnside are controlled by solar wind pressure variations rather than the Kelvin-Helmholtz (KH) instability on the magnetopause and that on the duskside both δP_{sw} and V_{sw} control Pc5 amplitude.

[III-3-2] Observations of Cold, Dense Plasmas at Plasma Sheet-Lobe Boundary in the Near-Earth Magnetotail

Ensang Lee¹, Jinhy Hong¹, George K. Parks², Naiguo Lin², Khan-Hyuk Kim¹, Dong-Hun Lee¹, Jongho Seon¹ and Ho Jin¹

¹School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

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

In this study we report observations of cold, dense plasmas at the boundary between the plasma sheet and lobe by the Cluster spacecraft. As the Cluster spacecraft pass through the near-Earth magnetotail between the distances ~12 and ~20 R_E from the Earth, they observed cold, dense plasmas at the boundary between the plasma sheet and lobe. The plasmas are almost stationary and isotropic. The temperature of the plasmas is much lower than that of the plasma sheet plasmas. On the other hand, the density of the plasmas is much larger than that of the plasma sheet plasmas. These characteristics are very different from those usually observed

at the plasma sheet boundary layer (PSBL), which consists of ion and electron beams. We will present the observational features of the new boundary layer in detail.

[III-3-3] PIC simulations of electron hole propagation in inhomogeneous plasma

Kyunghwan Dokgo¹, Cheong-rim Choi¹, Junga Hwang², Kyoungwook Min¹

¹Department of Physics, KAIST

²Koran Astronomy and Space Science Institute

We examined electron holes passing through a inhomogeneous plasma using electrostatic PIC(Particle in Cell) simulation. Electron holes were generated by plasma blob injection to the background plasma. As the electron hole passes the region of a positive plasma density gradient, more particles are trapped in the electron hole potential and the dipole field become intense. Intense dipole field pushed the ions back and make train of backward propagating ion solitary waves. In the weak ion acoustic damping condition, this solitary waves propagated backward for a long time and built up ion hole structures.

[III-3-4] 국내 지자기 교란 발생 사례에 따른 지자기 유도전류 상관계수 분석

박성원

우주전파센터

이 연구에서는 2013년 상반기동안 국내에서 발생한 지자기 교란 시 관측된 지자기 데이터와 유도전류 데이터를 기반으로 국내 지자기와 유도전류의 상관계수를 산정함으로써 상관관계를 분석하였다. 미국 등 주요 국가는 주로 지자기 교란이 크게 발생한 1일 미만의 데이터를 이용하여 지자기 유도전류 상관계수를 산정하고 있으며 이는 고위도 권에 위치한 미국, 스웨덴 등에서 지자기 교란 데이터 확보가 용이하기 때문이다. 하지만 중위도 권에 위치한 우리나라는 고위도 국가에 비해 큰 변화를 가지는 지자기 데이터 확보가 어려운 실정으로 일정한 값을 가지는 유도전류 상관계수를 산정하는 것이 불가능한 것임을 확인하였다. 이에 대한 대안으로 모든 지자기 교란 데이터를 수집하여 유도전류와의 상관관계를 분석하여 상관계수 도출방안을 제안하고 제안된 방법을 통해 유도전류 관측결과와 예상결과간의 정확도를 높이는 방안을 마련하였다. 이를 통해 한반도 전역의 초고압 전력망에 지자기 교란으로 인한 유도전류 발생 규모를 보다 정확한 예측이 가능해질 것이다.

■ Session : 우주환경 4
10월 24일(목) 13:40 – 14:55 제3발표장

[IV-3-1] Development of a Solar Flare Probability Forecast Model and Its Comparison with the Model of NOAA/SWPC

Kangjin Lee¹, Yong-Jae Moon^{1,2}, Jin-Yi Lee²,
Kyoung-Sun Lee³, Hyeonock Na¹

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

²*Astronomy & Space Science, Kyung Hee University,*

³*Institute of Space and Astronautical Science, Japan
Aerospace Exploration Agency*

We investigate the solar flare occurrence rate and daily flare probability in terms of the sunspot classification supplemented with sunspot area changes. For this we use the NOAA active region data and GOES X-ray flare data for 15 years (from January 1996 to December 2010). We classify each sunspot group into three sub-groups according to sunspot area changes: "Decrease", "Steady", and "Increase". We find that the flare occurrence rates and daily flare probabilities for the "Increase" sub-groups are noticeably higher than those for the other sub-groups. Our results statistically demonstrate that magnetic flux and its emergence enhance the occurrence of major solar flares. To verify our model, we apply an evaluation method of NOAA/SWPC to GOES X-ray flare data in 2011. As a result, we find that mean absolute error and mean square error are lower than NOAA's results. We also find that linear association and skill score are better than NOAA's values. Our forecast model will be used for space weather operation at KMA.

[IV-3-2] Long-term statistical analysis for the simultaneity of Forbush decrease events

Seongsuk Lee, Suyeon Oh, Yu Yi

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

Forbush decreases(FD) events are observed as the transient decreases with relatively fast cosmic-ray(CR) intensity variation followed by disturbances in the solar wind and interplanetary magnetic field(IMF). These events are mainly interpreted as a result of propagating interplanetary perturbations passing through the near-Earth space. Oh et al.(2008) showed the statistical classification of FD events on the criterion of simultaneity at high-latitude neutron monitors. They suggested that the simultaneous and nonsimultaneous FD events statistically classified and also hypothesize that simultaneous FD events occur when a strong magnetic cloud passes by the Earth through the central part of the magnetic barrier, whereas nonsimultaneous events occur if a weaker magnetic cloud passes on the dusk side of the magnetosphere. Lee et al.(2013) used the data during solar maximum period (1998-2002) at middle-latitude neutron monitor (NM). In this study we extend the data range for a long period of 36

years (1971-2006) to increase the statistical confidence. The statistical analysis of simultaneity for the long period can more support the hypothesis with high confidence levels.

[IV-3-3] The Sunspot Identifying and Classification Capabilities of the Automatic Solar Synoptic Analyzer

Sunhak Hong^{1,3}, Sang-Woo Lee², Ki-Chang Yoon¹,
Jae-Hun Kim¹, Yung-Kyu Kim¹, Jeong-Deok Lee²,
Seung-Jun Oh², Young-Jae Moon³, Dong-Hun Lee³

¹*Korean Space Weather Center, National Radio Research
Agency,* ²*SELab Inc.,* ³*Kyung Hee University*

We have developed an automated software system of identifying sunspot groups, coronal holes and filament channels, those are three major solar sources causing the space weather. ASSA has been put into operation at the National Radio Research Agency (RRA) Korean Space Weather Center (KSWC) and serving its customers from the December 2012. The real-time resultant images and text data can be accessed at <http://www.spaceweather.go.kr/assa>. In this talk, we will present the ASSA's sunspot identifying and classification capabilities and its performances with analyzing the ASSA sunspot catalog. It is a sunspot catalog which was generated automatically by ASSA by using SOHO MDI Continuum and Magnetogram images over the solar cycle 23 from September 1996 to January 2011. For the period, we compared the ASSA Wolf number with the International Sunspot Number and the F10.7 solar radio flux as well. The ASSA Wolf number follows very well the curve of the International Sunspot Number and reproduces well the variation of the F10.7 solar radio flux especially in the solar maximum. We also investigated the sunspot classification rates and the flare probabilities according to the McIntosh and Mt. Wilson classification and compared between the data from ASSA sunspot catalog and NOAA's.

[IV-3-4] Comparison of three cone models in terms of space weather application

Hyeonock Na, Soojeong Jang, Jae-Ok Lee,
Yong-Jae Moon

School of Space Research, Kyung Hee University, Korea

We have made a comparison of three cone models (an asymmetric cone model, an ice-cream cone model, and an elliptical cone model) in terms of space weather application. We found that CME angular widths obtained by three cone models are quite different one another even though their radial velocities are comparable with. In order to determine which cone model is proper for halo CME morphology, we look for CMEs which are identified as halo CMEs by one spacecraft and as limb CMEs by the other spacecraft. For

this we use SOHO/LASCO and STEREO/SECCHI data from the period (2010.12 to 2011.06) when two spacecraft were separated by 90 ± 10 degrees. According to the shapes of CME fronts, we classify 33 CMEs as two types: (1) round front structure (20/33), (2) flat front structure (4/33). This fact supports the ice-cream cone model. For further analysis, we are estimating the angular widths of these CMEs near the limb to compare them with those from the cone models. Our preliminary analysis shows that the angular widths of the ice-cream cone model are noticeably overestimated or underestimated relative to the observed angular widths.

[IV-3-5] Comparison of daily solar flare peak flux forecast models using the multiple linear regression and the autoregression methods

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

We have developed a set of daily solar flare peak flux forecast models using the multiple linear regression (MLR) and the auto regression (AR) methods. For this, we select the data associated with D, E, and F Zurich classes in McIntosh sunspot group from 1997 to 2010. We consider input parameters such as sunspot area, X-ray flare peak flux, weighted total flux ($F_c \times 1 + F_m \times 10 + F_x \times 100$) of previous day, and mean flare rates of a given McIntosh sunspot group (Z_{pc}) and a Mount Wilson magnetic classification. We compute 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 . The most relevant parameters with the observed flare peak flux are as follows: weighted total flare flux of previous day ($r=0.51$), sunspot area ($r=0.34$), and magnetic classification ($r=0.28$). The hitting rates of flares stronger than M5 class, which are regarded to be significant for space weather forecast, are as follows: 8% for the MLR method and 26% for the AR method. It is noted that strong X-class flares are difficult to be predicted as expected.

■ Session : 관측기기
10월 24일(목) 15:05 - 15:50 제3발표장

[V-3-1] 광학관측을 통한 정지궤도 위성의 식별연구

오영석¹, 진호¹, 서행자²
¹경희대학교 우주탐사학과, ²한국항공우주연구원

지상에서 광학망원경을 이용하여 인공위성을 관측하는 목적에는 크게 궤도정보, 식별정보 획득에 있다. 국내에서 진행되고 있는 연구의 대부분은 궤도정보 획득에 목적이 있으나 본 연구에서는

광학관측을 통한 인공위성의 식별정보 획득 과정을 연구하였다. 정지궤도 위성을 관측하기 위해 소백산 천문대의 61 cm 망원경과 경희대학교의 76 cm 망원경을 사용하였으며, 위성의 궤도는 미국 NORAD에서 제공하는 TLE를 이용하였다. 무료 소프트웨어인 Stellarium을 이용하여 위성의 예상 위치 및 관측 영역을 확인하였다. 관측된 결과는 iraf를 이용하여 측광분석을 수행하였고, 이를 통해 인공위성의 광도곡선 변화양상과 기기등급을 획득 할 수 있었다. 관측된 정지궤도 위성의 밝기와 광도곡선 변화는 크기와 형상, 위성의 자세, 반사율 등의 식별정보를 제공한다. 본 연구에서는 특히 인공위성의 광도변화와 형상과의 관계를 연구하기 위해 관측된 위성의 형상을 3D 모델링을 통해 만들었고, 렌더링 하였다. 렌더링한 이미지는 Gray-scale 변환을 통해 밝기정보 만을 추출하여 광도곡선을 얻었으며, 관측결과와 비교하여 정지궤도 위성의 식별 정보를 획득하였다. 본 연구의 결과를 토대로 향후 정지궤도 위성의 형상추정, 원거리 물체의 식별 연구 등에 활용할 예정이다.

[V-3-2] Off-axis Optical Design for NISS Onboard NEXTSat-1

Sung-Joon Park¹, Bongkon Moon¹, Kwijong Park¹, Dae-Hee Lee¹, Youngsik Park¹, Jeonghyun Pyo¹, Won-Keek Park¹, Il-Joong Kim¹, Duk-Hang Lee^{1,2}, Wonyong Han^{1,2}, Uk-Won Nam¹, Chan Park¹, Woong-Seob Jeong^{1,2}, Norihide Takeyama³, Akito Enokuchi³, Toshio Matsumoto^{4,5}, Jang-Soo Chae⁶, Goo-Hwan Shin⁶

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea
²University of Science and Technology, Korea
³Genesia Corporation, Japan
⁴ISAS/JAXA, Japan
⁵ASIAA, Taiwan
⁶Satellite Technology Research Center, Korea

As one of the payloads onboard the Korean next small satellite-1 (NEXTSat-1) expected to be launched in 2017, the Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation history (NISS) is under development. The current NISS optics has an off-axis catadioptric configuration with aperture of 150mm diameter and F-number 3.5. Optics consists of two parabolic primary-secondary aluminum mirrors and relay lenses of 7 elements. The entire field of view is 2x2 degree with 7 arcsec pixel resolution and the spectral coverage is 0.9-3.8 μ m. Two linear variable filters (LVFs) in front of the focal plane will be utilized for spectral imaging. The HgCdTe 1024x1024 IR sensor by Teledyne is considered as a detector. This paper presents the current status of conceptual optical design for NISS.

[V-3-3] NISS 탑재체의 광기계 개념설계

박귀중¹, 문봉곤¹, 박성준¹, 정웅섭^{1,2}, 박영식¹, 이태희¹, 이덕행^{1,2}, 박찬¹, 표정현¹, 박원기¹, 김일중¹, 한원용^{1,2}, 남욱원¹, Norihide Takeyama³, Akito Enokuchi³,

Toshio Matsumoto^{4,5}, 채장수⁶, 신구환⁶

¹한국천문연구원, ²과학기술연합대학원,

³Genesis Corporation, Japan,

⁴Institute of Space and Astronautical Science (ISAS/JAXA, Japan).

⁵Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics (ASIAA), Taiwan, ⁶인공위성센터

한국천문연구원이 개발 중인 NISS(Near-infrared Imaging Spectrometer for Star formation history)는 NEXSat-1(korean NEXt small Satellite-1)위성의 탑재체로 우주 근적외선 영상분광 탐사를 통해 우주 별탄생의 역사를 규명하는데 사용될 것이다. 구경 150mm, F-number 3.5인 NISS 광학계는 비축(off-axis) 타입으로써, 2개의 비축 반사경, 7개의 릴레이 렌즈, 2개의 LVF(Linear Variable Filters)로 구성된다. 설계된 광학파트를 기본으로 광기계 구조물의 개념설계가 진행되었다. NISS에 할당된 공간 내에서 광학파트를 외부 하중으로부터 변형은 작으면서 안정적으로 지지하고 광학정렬도 유용한 광기계 구조물 설계가 요구 되었다. 또한, NISS는 적외선 영역의 파장의 빛을 관측하므로 냉각이 잘 되어야 하는데, NISS는 passive cooling만으로 반사경의 온도가 200K까지 떨어지도록 구조물에 열설계가 반영되어야 한다. 본 발표에서는 현재까지 개념설계된 NISS 비축 광학계의 광기계 구조물의 전체 형상을 소개한다.

Session : 고층대기 1
10월 25일(금) 09:00 - 10:00 제1발표장

[VI-1-1] Occurrences of the F-region field-aligned irregularities in middle latitudes observed with Korea VHF coherent scattering radar

Tae-Yong Yang^{1,2}, Young-Sil Kwak¹, Hyosub Kil³, Young-sook Lee¹, Young-Deuk Park¹

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²University of Science and Technology, Korea

³The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA

We report the long term occurrence characteristics of F-region field-aligned irregularities (FAIs) in the middle latitude observed with Korea VHF coherent scattering radar. This radar was built at Daejeon(36.18°N, 127.14°E, dip latitude 26.7°N) with 40.8 MHz operating frequency for continuous monitoring of the behavior of electron density irregularities in the middle latitude. From more than three-year of continuous observations since 2010, F-region FAIs appeared frequently at right after the sunset in both equinoxes, but pre- and post-midnight in summer season. F-region irregularities are intensified after sunset to before sunrise, and then the occurrence of F-region FAIs is rapidly decreased after sunrise. Peak height of F-region irregularities have seen around 300 km altitudes in the evening, then at higher altitude up to 400 km near local

midnight and then lower altitudes around 300 km again in the early morning.

[VI-1-2] SAMI2 모델과 이오노존데 데이터를 이용한 전리권에서의 태양 X-등급 플레어 효과에 대한 연구

김정현¹, 김용하¹, 지건화², 오승준³

¹충남대학교 천문우주학과 우주과학실험실

²한국해양과학기술원 부설 극지연구소

³Space Environment Laboratory(SELab)

태양에서 플레어가 발생하게 되면 강한 EUV와 X-ray flux는 지구 대기에 입사하여 중성대기와 반응을 하게 되는데, 이때, 무선통신을 방해할 수 있는 수준으로 갑자기 전리층이 변화하는 것으로 알려져 있다. 이 연구에서는 저·중위도 이온권 이론 모델인 SAMI2 모델과 이오노존데 관측 데이터를 비교분석하여 태양 플레어가 발생하였을 때, 이온권에 어떤 변화가 발생하는지 계산하였다. 우선, 태양 플레어의 효과를 SAMI2 모델에서 시뮬레이션하기 위해, 우리는 TIMED/SEE에서 측정된 X-ray 스펙트럼에서 50 Å 이하의 flux와 N2, O2, O에 대한 광 이온화 단면적과 흡수 단면적, 그리고 광전자(2차 전자)의 충돌로 인해 이온화 되는 효과를 기존의 SAMI2 모델에 추가하여 수정하였다. 그리고 실제 관측 데이터와 비교를 하기 위해서, 지난 10년간 7개의 X-class 플레어 이벤트를 선정하여 세계 각 전리층 관측소들에서 생성되는 이오노그램의 변화를 확인하였다. 이오노그램은 적절한 신뢰지수(confidence level)와 E층에서 반사되는 임계주파수(foE), F2층에서의 임계주파수(foF2)의 변화를 확인하여 선별하였다. 총 7개의 플레어 이벤트가 발생하였을 때, foE가 변화하는 것은 16개, foF2의 변화는 25개를 확인하였다. 개정된 SAMI2 모델과 이오노존데 데이터를 비교한 결과, 플레어가 발생하였을 때, 개정된 SAMI2 모델에서 계산하는 E층과 F층 최대전자밀도의 증가율이 이오노존데에서 관측한 전자밀도 증가율보다 조금 더 크게 계산되었다. 이것은 광전자 효과를 SAMI2 모델에 파라미터화하는 과정에서 과도하게 계산이 되는 것으로 보인다. 그리고 아침시간에 이오노존데의 F2층 전자밀도보다 개정된 SAMI2 모델의 전자밀도가 상당히 낮은 것을 볼 수 있었다. 이것은 SAMI2 모델이 중성풍과 전기장에 의해 동서 방향으로 이동하는 효과를 포함하고 있지 않기 때문인 것으로 보고 있다. 이러한 차이와는 달리 이오노존데의 foE와 비교하였을 때, 개정된 SAMI2 모델에서 계산하는 E층의 전자밀도는 플레어 발생 전후에 비교적 잘 맞는 것을 볼 수 있었다.

[VI-1-3] Occurrences climatology of the electron density irregularities in mid-latitude E region

Young-Sil Kwak¹, Tae-Yong Yang^{1,2}, Hyosub Kil³

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

²University of Science and Technology, Korea

³The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, USA

Electron density irregularities in the ionosphere interrupt the propagation of electromagnetic waves and are problematic

for navigation and communication systems. For this practical importance, significant efforts have been made to establish information on the occurrence climatology of such irregularities, to understand the onset conditions of such irregularities, and to predict or avoid the impact of these irregularities on the society. While the irregularities occur in all latitudes, less attention has been paid to the irregularities in middle latitudes. This may be because the irregularities in middle latitudes are not as severe as those in other latitude regions. However, middle latitudes are also the place where various forms of irregularities occur. A 40.8 MHz VHF radar was built at Daejeon (36.18°N, 127.14°E, 26.7°N dip latitude) in South Korea aiming at continuous monitoring of the behavior of the middle-latitude electron density irregularities in the Far East Asian sector. The radar has been continuously operated by the Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI) since December 2009. Using the Daejeon VHF radar data acquired since December 2009, we examine the occurrence types of the irregularities and the dependence of the irregularities on geophysical conditions (local time, altitude, season, solar cycle, and magnetic activity). These results can be used as a tool for investigating the onset conditions of the middle-latitude irregularities.

[VI-1-4] Long periodic strong radar echoes in summer polar D region correlated with the oscillations of high-speed solar wind streams

Young-Sook Lee¹, Sheila Kirkwood², Gordon G. Shepherd³, Young-Sil Kwak¹, Kyung-Chan Kim¹
¹*Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon, Korea*
²*Swedish Institute of Space Physics, Box 812, SE-981 28 Kiruna, Sweden*
³*Centre for Research in Earth and Space Science, York University, Toronto, Ontario, Canada*

We report long-periodic oscillations of polar mesospheric summer echoes (PMSE) correlated with high-speed solar wind streams (HSS) as observed between June 1–August 8 in the solar minimum years 2006 and 2008. PMSE (80–90 km altitude) were observed by 52 MHz VHF radar measurements at ESRANGE (67.8°N, 20.4°E), Sweden. The correlation between PMSE volume reflectivity/counts, HSS and AE index is primarily found at 7-, 9- and 13-day and 9- and 13.5-day periodicities in 2006 and 2008, respectively. The observations show that the effects of HSS appear in PMSE. During corotating interaction region (CIR)-induced HSS, the long-duration enhancement of PMSE, geomagnetic disturbance and D-region ionization [Kavanagh et al., JGR, 2012] suggest that a favorable condition in generating PMSE can be provided by the

precipitating energetic electrons (> 30 keV), which are frequently multiplied in the magnetosphere during the HSS.

■ Session : 고층대기 2
 10월 25일(금) 10:15 – 11:15 제1발표장

[VII-1-1] Global ionospheric total electron contents (TECs) during the last two solar minimum periods

Geonhwa Jee¹, Han-Byul Lee^{1,2}, Stanley C. Solomon³
¹*Korea Polar Research Institute, Korea*
²*Department of Space and Astronomy, Chungnam National University, Korea*
³*National Center for Atmospheric Research, HAO, USA*

The last solar minimum period was anomalously extended and low in EUV irradiance compared with previous solar minima. It can readily be expected that the thermosphere and ionosphere must be correspondingly affected by this low solar activity. While there have been unanimous reports on the thermospheric changes, being cooler and lower in its density as expected, the ionospheric responses to low solar activity in previous studies were not consistent with each other, probably due to the limited ionospheric observations used for them. In this study, we utilized the measurements of total electron content (TEC) from TOPEX and JASON-1 satellites during the periods of 1992 to 2010, which includes both the last two solar minimum periods, in order to investigate how the ionosphere responded to the extremely low solar activity during the last solar minimum compared with previous solar minimum. Although the global daily mean TECs show negligible differences between the two solar minimum periods, the global TEC maps reveal that there exists significant differences ranging from about -30% to +50% differences with respect to previous solar minimum TECs. Furthermore, the differences show very systematic variations with local time, latitude and season. The systematic variations of the ionospheric responses seem to mainly result from the relative effects of reduced solar EUV production and reduced recombination rate due to thermospheric changes during the last solar minimum period.

[VII-1-2] 태양활동에 따른 GPS TEC 예측모델 원형 개발

정종균¹, 이우경¹, 최병규², 유성문¹, 노경민¹, 문준철², 이지나¹
¹한국천문연구원 핵심기술개발본부, ²국립전파연구원 우주전파센터

GPS TEC (Total Electron Content, 총전자량)는 위치오차 요소 중에서 변화량과 크기에서 가장 큰 부분을 차지한다. 실시간

GPS TEC 모니터를 이용하여 실시간 측위결정에 사용할 수 있지만 자료수집, 분석, 적용 등과 관련한 시간을 고려하면 일반적으로 10-30분 정도의 지연이 발생한다. 엄밀히 말하자면 관측적으로는 실시간 GPS TEC라 정의할 수는 없다. 이에 우리는 대전 GPS 국제기준점에서 관측된 11년 TEC 정보를 기반으로 GPS TEC 예측모델 개발을 진행 중에 있다. 이 발표에서는 태양 활동에 따른 GPS TEC 예측모델을 소개하고 그 결과를 제시하고 향후 모델 개정 방안에 대해 토의하고자 한다.

[VII-1-3] 2004년 11월 10일 한반도 지역의 Medium-scale Traveling Ionospheric Disturbances 특성 분석

윤문석, 이지윤
한국과학기술원 항공우주공학과

2004년 11월 10일 지자기 활동은 극심하였으며, 동아시아지역에서 극심한 Medium-scale Traveling Ionospheric Disturbances (MSTIDs)가 관측되었다. 이 연구에서는 국내 GPS 관측치를 이용하여 2004년 11월 10일 한반도 지역에서 발생한 MSTIDs의 특성 및 GNSS 기반의 항행시스템에 미치는 영향을 분석하였다. 수직 총전자수(Vertical Total Electron Content, VTEC)의 변동은 10:00UT에 시작하였으며, 남서쪽으로 이동하는 것으로 나타났다. MSTIDs의 2차원적 공간 특성 분석은 장기추세를 제거한 수직 총전자수 데이터를 이용해 수행하였다. MSTIDs의 피크-투-피크 폭폭은 12:53UT에 20TECU 이상, 광폭은 12:53 UT에 약 360km에서 14:38UT에 580km로 측정되었다. 연속적인 파면은 북서쪽에서 남동쪽으로 형성되었다. 분석된 MSTIDs의 공간적 특성은 앞서 선행 연구로 분석된 일본 지역에서의 2004년 11월 10일 MSTIDs 특성과 거의 동일한 것으로 나타났다. 지면으로부터 MSTIDs 속도는 “Three-station-based-method”를 이용하여 측정되었다. MSTIDs 속도는 11:46UT에 253.99m/s에서 21:26UT에 75.66m/s로서 발생시점 이후 서서히 감소하는 것으로 분석되었다. MSTIDs에 의해 동반된 전리층 불균질 현상(Ionospheric Irregularities)의 세기를 Rate of TEC Index (ROTI)를 이용하여 분석하였다. 전리층 불균질 현상은 세기는 MSTIDs의 발달과정 및 거동과 비슷한 경향으로 공간 및 시간적으로 변화하였다. 2004년 11월 10일 극심한 MSTIDs 발생은 GPS의 위성의 신호 손실 및 극심한 전리층 기술기들을 유발시켰다. 이러한 MSTIDs 특성은 GNSS 기반의 항행시스템의 가용성을 저하시키며, 지역 및 광역 보정시스템에서 큰 차분 오차를 야기시킬 수 있다.

[VII-1-4] 안양 이오노존데 자료를 이용한 foF2 예측모델

윤종연^{1,3,4}, 문준철¹, 정종균², 김정훈³, 김용하⁴, 김수철¹

¹국립전파연구원 우주전파센터, ²한국천문연구원, ³SETsystem, inc., ⁴충남대학교 천문우주과학과 우주과학실험실

한반도 상공 전리층의 foF2 예측모델을 만들기 위해 지난 1973~2008년까지 30년 이상 관측된 안양 이오노존데 자료를

이용하여 모델을 작성하였다. 지구자기장 활동에 따라 안양 foF2와 F10.7간의 상관관계를 분석하였고, 계절에 따른 상관관계를 분석하여 안양 foF2와 F10.7과의 관계를 정량적으로 표현할 수 있었다. 또한 Fourier Transform을 이용하여 예측모델에 필요한 foF2 주기분석을 하였다. 이를 토대로 모델 피팅 식을 작성하고, NOAA SWPC에서 제공하는 F10.7과 Ap index 예보 값을 받아 향후 3일간의 foF2를 예측할 수 있도록 개발하였다. 이번에 개발된 예측모델은 한반도 상공의 전리층 연구는 물론 우주전파센터에서 진행중인 IRI 동화모델을 이용한 VOACAP 개선편 모델과 함께 활용되어 단파통신 예보에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

■ Session : 달/태양계탐사 1
10월 25일(금) 09:00 - 10:00 제2발표장

[VI-2-1] A preliminary XRF study of rocks and standard samples for lunar and planetary exploration

Yi Re Choi^{1,2}, Kyeong Ja Kim², Hiroki Kusano³, Eung Seok Yi², Seung Ryeol Lee²

¹University of Science and Technology, Korea
²Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources, Korea
³Waseda University, Japan

It is essential in the lunar science to determine the chemical composition of lunar surface, which tell us important information on the conditions during the formation and evolution process of Moon. The spectral analysis technique of X-ray fluorescence is one of the powerful methods for chemical analysis of the lunar and planetary surface. We performed a preliminary experiment on rocks and standard samples using X-ray fluorescence analysis technique. In this study, we experimented to determine the chemical composition of six rock samples with unknown composition using the comparison method. In this method, the chemical composition of unknown sample was determined by comparing with standard samples which made the calibration curves for each element. Total of 5 standard samples were made: The four standard samples were made by mixing and pressing the powders of SiO₂, Al₂O₃, CaO, TiO₂, and Fe₂O₃ with different compositions. The rest of sample is a lunar soil simulant FJS-1 with known chemical composition. We also made standard samples composed of smaller grain size than former samples to get results about effect of grain size. We succeeded that elemental ratios of XRF data are useful in the classification and characterization of unknown samples. The relation between the ratio of counts and the ratio of elemental compositions were more linearly by using the samples with small grain size.

[VI-2-2] OMAT를 이용한 Tycho crater 분석

이응석¹, 김용하¹, 김경자², 최이레²

¹충남대학교 천문우주과학과 우주과학,

²한국지질자원연구원

달 광조(Lunar crater rays)는 달이 만들어진 이후 지금까지 남아 있는 흔적이다. 광조는 어떤 충돌체가 달 표면과 부딪힌 후 그들의 잔해가 뒤섞여 햇빛의 빛살모양처럼 사방으로 흩어진 것을 말한다. 일반적으로 크레이터 생성과정에서 생긴 광조는 크레이터 내부(floor, rim, wall)의 성분 및 나이가 비슷하다. 이들은 Apollo 탐사 귀환 샘플들로 데이터들로 정의된 OMAT(Optical MATurity) 매개변수를 이용하여 상대적인 나이를 비교, 분석할 수 있다. 이번 실험에서는 SELENE(Kaguya) MI(Multiband imager)에서 9개의 파장별 반사도 중 750 nm와 950 nm를 사용하였다. 위의 방법을 통하여 얻은 크레이터 내부와 ray의 상대적인 나이를 비교해놓은 기초연구결과를 발표하고자 한다.

[VI-2-3] LRO/DLRE를 이용한 pit 주위 지역의 광물분포 분석 및 분류

홍익선¹, 손종대¹, 오수연¹, 이유¹, 김어진², 이주희²

¹충남대학교 천문우주과학과, ²한국항공우주연구원

인류가 달에 진출하여 정착할 때 외부로부터의 cosmic ray나 달 표면의 일교차 같은 피해요소로부터 방어할 수 있는 최적의 장소로 달 동굴이 거론된다. 최근의 달 탐사 임무인 SElenological and ENgineering Explorer(SELENE)와 Lunar Reconnaissance Orbiter(LRO)에서 직경 100m 급의 동굴을 발견한 바 있으며, 더 나아가 LRO에서는 인류가 정착하기에 적당한 직경 50m 이내의 동굴로 추정되는 구덩이인 pit들을 몇 개 추가로 찾아내었다. 이 pit들은 LRO에 탑재 되어 있는 Lunar Reconnaissance Orbiter Camera(LROC)의 Narrow Angle Camera(NAC) 광학 영상자료로 구분한 것이기 때문에 동굴이라고 확정짓기에는 증거가 충분하지 않다는 맹점이 있다. 그렇기 때문에 pit 지형에 대하여 LRO의 다른 탑재체인 Diviner Lunar Radiometer Experiment(DLRE)의 자료를 이용하여 Christiansen Feature (CF) 수치에 따른 광물 분포를 분석하였다. CF는 8μm 파장 근처에서 보이는 분광학적 특성을 의미한다. 게다가 지금까지 발견된 pit들에 대해서도 수월한 연구를 위해 pit 유형을 나누어서 분류를 하는데, 최근 연구 결과로는 외형적인 형태로만 분류되어 있다. 그렇기 때문에 이러한 형태상의 분류 이외에 추가적으로 광물분포에 따른 분류를 하였으며, 이러한 분류는 달 동굴에 대한 후속 연구에 도움이 될 것이다.

[VI-2-4] 달 표면 자기장 자료처리 기법

이효정¹, 이정규¹, 백슬민¹, 김관혁¹, 진호¹,

Doug Hemingway², Ian Garrick-Bethell^{1,2}

¹경희대학교 우주탐사학과, ²Earth of and Planetary Science, University of California, Santa Cruz

앞서 개발된 달 탐사선들을 통해, 달은 지구 자기장과 달리 표면에 국부적으로 자기장이 존재한다는 사실을 확인하였다. 달 표면의 이러한 지역을 Magnetic anomaly라 하며, 이에 대한 연구를

위해 미국의 무인 달 탐사선 Lunar Prospector에 탑재된 Magnetometer(MAG)가 수집한 달의 자기장 데이터를 분석하였다. MAG 데이터는 수집 시간, 각 축의 자기장 값, 탐사선의 위치 정보 등으로 구성되어 있다. 데이터 처리를 통해 달 전체에서는 Magnetic anomaly 분포를 확인할 수 있으며, 국부적으로는 자기장 벡터 성분에 따라 표면 자기장의 구조를 확인할 수 있다. 이 연구에서 진행한 Lunar Prospector의 자기장 데이터 분석 방법은 향후 다른 탐사선에서 측정된 자기장 데이터 분석에도 활용 할 수 있을 것으로 기대된다.

**■ Session : 달/태양계탐사 2
10월 25일(금) 10:15 - 11:30 제2발표장**

[VII-2-1] Mare Crisium 지역 자기장 분포 연구

이정규¹, 이효정¹, 백슬민¹, 김관혁¹, 진호¹, Doug

Hemingway², Ian Barrick-Bethell^{1,2}

¹경희대학교 우주탐사학과, ²Earth and Planetary Science, University of California, Santa Cruz

달 표면에는 다른 천체와는 다르게 국지적으로 자기장이 존재하며 이 현상의 원인에 대해서는 밝혀지지 않았다. 이런 지역을 자기 이상 지역이라고 하며 그 중 하나로 생각되어지는 Mare Crisium은 두 영역에서 자기이상 현상을 보인다. 자기 이상 현상을 연구하기위해 이 연구에서는 Lunar Prospector (LP) 위성의 magnetometer에서 습득한 자기장 자료를 이용하여 Mare Crisium의 자기장 분포에 대한 연구를 진행하였다. Mare Crisium의 자기장 분포 형태는 북쪽과 남쪽 지역에 각각 국부적인 자기장이 존재함을 확인 하였으며, 또한 분광 반사율을 이용하여 자기장과의 상관관계를 연구하였다. 이는 Reiner Gamma, Airy와 유사하다. 이 연구에서는 Mare Crisium의 자기장 분포 형태에 대한 논의를 한다.

[VII-2-2] Lunar small pits as the landing site candidates for Korea Lunar Exploration

Yi Re Choi^{1,3}, Jongil Jung², Ik-Seon Hong², Kyeong Ja Kim³, Yu Yi², Su Yeon Oh²

¹University of Science and Technology, Korea

²Chungnam National University, Korea

³Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources, Korea

The latest lunar orbiter from SELENE(SELenological and ENgineering Explorer - Japan) and to LRO(Lunar Reconnaissance Orbiter - USA) discovered various lunar pits and skylights on the lunar surface. Their dimension exceed tens of meters in diameter and depth. They can be possible lava tube entrance as convenient settlements in an inhospitable place in outer space. These lunar pit structures that are likely to be connected to underlying lava tubes have exceedingly significant importance in the perspective of lunar science and exploration. Thus they should be considered as priority targets of future lunar exploration. In this study,

using the previous researcher data, we selected nine landing site candidates which have at least five pits in the crater region. From a variety of perspectives, we are assessing nine candidates and now report our progress.

[VII-2-3] A Classification of Martian skylights and pits as the potential habitat for human

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

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

²*Korea Aerospace Research Institute, Korea.*

The Martian skylights and pits are considered to be the entrances of cave candidates. The Martian cave might be an outpost for exploration of Martian. We can also explore the existence of water and extraterrestrial life and do research on the origin of planet. Many skylights and pits were discovered by the resent Martian missions. In the previous studies, the existence of skylight and pits were reported. However, their classification was not performed. Thus, we classify the Martian skylights and pits by geographical features. The important criterion of classification is the existence of rille. Additionally, we also consider the distribution of locations in Tharsis Montes and in altitude. We present the preliminary results of the classification.

[VII-2-4] 달 및 행성 탐사를 위한 중적외선 분광기 개발을 위한 개념설계

김어진, 서행자, 김주현, 이주희
한국항공우주연구원

이 논문은 달 및 행성탐사의 과학임무에 활용된 3-5 마이크로미터 영역을 측정하는 중적외선 분광기의 사양을 분석하여 과학임무에 바탕을 둔 중적외선 분광기의 개념설계와 사양을 제안하고자 하는 목적이다. 달 및 화성 탐사선, 고분해능 지상 적외선 망원경에 탑재되었던 적외선 분광기들은 행성 표면 및 대기의 CO, CO₂, H₂O, HDO와 같은 성분들을 관측하였고 이런 관측기기의 사양을 바탕으로 향후 달 및 행성탐사선에 탑재할 중적외선 분광기의 사양을 제안하고자 한다.

포스터발표논문 초록

■ Session : 포스터
 기간 : 10월 23일(수) - 25일(금)
 발표장 : 거문고홀 로비

■ 천문우주 ■

[P-1] A Study of Relativistic Unmagnetized Collisionless Shock Structure using 3D PIC Simulation.

Eunjin Choi^{1,2}, Kyongwook Min¹, KenIchi Nishikawa³, Cheongrim Choi¹

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

²Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

³National Space Science and Technology Center, Huntsville, AL, USA

We have performed 3D particle-in-cell (PIC) simulations to understand the characteristics of electron-ion relativistic shocks and the associated particle acceleration. A shock is mediated by the Weibel instability and its structure resembles that predicted by the MHD equations. The PIC simulations show a dual shock structure which consists of the leading shock and trailing shock including the contact discontinuity, jet leading edge, and trailing edge as seen in MHD simulations. However, since this PIC simulation includes the kinetic effects of electrons and ions which are incorporated in the anomalous resistivity, the formation of shock and its evolution are different from those obtained by ideal RMHD simulations with the frozen condition. One of the obvious differences is the boundaries are not sharp as in an RMHD shock. However, the density jump in this ion-electron shock simulation using 3D PIC is clearer than the previous positron-electron shock simulation and particles are also much more accelerated in this ion-electron shock simulation including sufficient acceleration of the ambient ions at these shock transition regions. These structures and characteristics of the generated shocks are first recognized in this simulation where a jet is injected into an ambient medium. These phenomena are not found in the previous ion-electron simulations performed using reflected boundary in which the contact discontinuity is stationary at the boundary of the simulation. During the evolution of the dual shock structure, total magnetic field energy decreases and the region with higher electromagnetic fields is spatially expanded along the jet. After the dual shock structure is formed, the rate of the kinetic energy increase is declined and the electromagnetic waves become stronger than before.

[P-2] Far Ultraviolet Observations of the ζ Ophiuchi HII region

Yeon-ju Choi¹, Kyoung-Wook Min¹, Kwang-Il Seon²

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology

²Korea Astronomy and Space Science Institute

The star ζ Ophiuchi (HD 149757) is one of the brightest massive stars in the northern hemisphere and was widely studied in various wavelength domains. We report the analysis results of far ultraviolet (FUV) observations with other wavelengths for around ζ Ophiuchi. We study the correlation of observation results of multi wavelength. We have developed a Monte Carlo code that simulates dust scattering of light including multiple encounters. The code is applied to the present Oph HII region to obtain the geometrical information of dust such as distance and thickness. Also We apply three-dimensional photoionization code to model Wisconsin H α Mapper observations of the H II region surrounding the star.

[P-3] BINSYN을 사용한 AI Phe의 측광자료 분석

박지원¹, 김용기¹, Albert P.Linnell²

¹충북대학교 천문우주학과

²Dept. of Astronomy, Univ. of Washington, USA

쌍성의 측광 관측자료를 분석하여 그 시스템의 물리량 파악을 하는데 가장 널리 사용되는 프로그램은 WD 코드(Wilson & Devinney 1971)이다. 이 연구는 WD 코드보다 thick disk가 있는 상황이나 분광 자료 분석에 더 효과적으로 사용가능하다고 보고되는 BINSYN 코드 (Linnell 2012)를 사용하여 Algol type의 detached eclipsing binary인 AI Phe의 측광자료를 분석하여 보았다. Andersen (1988)이 공개한 UBVRI측광자료를 이용하여 분석하여 물리량을 추정해 보고, 얻어진 결과를 WD코드를 사용하여 얻어낸 물리량들과 비교하였다. 이 연구는 또한 자기격변변광성의 관측자료 분석에 활용할 수 있도록 코드를 보완 수정하는 일련의 연구의 일환으로 수행되었다.

■ 관측기기 ■

[P-4] 웨노 위성관제소 안테나 FOV 측정 및 분석 결과

양형모, 이문형, 현대환

한국항공우주연구원

한국항공우주연구원 위성정보연구센터 위성운영실에서는 저궤도 위성인 아리랑위성 2호, 3호를 운영하고 있으며, 향후 5호 및 3A운명을 계획하고 있다. 정지궤도와는 다르게 태양동기궤도인 저궤도위성의 특성상 안정적인 운영을 위해서는 다양한 위치의 지상관제통신망을 확보하여 운영하는 것이 바람직하다. 따라서 위성운영실에서는 2011년부터 현재까지 한국해양과학기술원 한남태평양연구센터에서 운영 중인 측 센터에 저궤도위성관제를

위한 웨노 위성관제소를 구축하였다. 본 웨노 위성관제소에 사용되고 2.4미터 안테나시스템은 지리적인 여건상 안테나 운영 각에 제한 조건이 있다. 이에 이 기술문서에서는 웨노 위성관제소의 방위각에 따른 고각의 제한조건이 어느 정도 영향을 받는지에 대하여 측정된 결과를 기술하였고, 측정결과가 실제 패스 운영결과와 어느 정도 일치하는지에 대하여 분석한 문서이다. 따라서 이 문서는 향후 웨노 위성관제소를 이용한 명령어 전송 고각을 결정하는 데에 있어 참고 문서가 될 수 있을 것이다.

[P-5] GMT FSM 시험모델의 성능요구 조건값 충족

고주현¹, 김영수¹, 정호준¹, 정화경¹, 양호순², 김호상³, 이경돈³, 조명규⁴, 박원현⁵, 안효성⁶, 황나래¹, 육인수¹, 박병곤¹, 김석환⁷

¹한국천문연구원, ²한국표준과학연구원, ³고등기술연구원, ⁴미국국립천문대(NOAO) ⁵애리조나 대학, ⁶광주과학기술원, ⁷연세대학교

Giant Magellan Telescope(GMT)는 미국과 호주 그리고 한국이 공동으로 참여하고 있는 거대 망원경 개발 프로젝트이다. GMT의 직경은 25.4m이고, 무게가 1,123ton에 이르며 반사경의 구조는 주경과 부경으로 이루어진 그레고리안 형태의 망원경이다. 한국은 부경의 한 종류인 Fast Steering Mirror(FSM)의 대한 시험모델을 개발을 수행하고 있다. FSM 시험모델은 비축의 비구면 반사경으로 직경은 1.06m이고, 재질은 오히라의 Clear CeramZ-H를 사용하였다. 성능요구 조건은 표면정밀도가 20nm rms로 들어오도록 가공해야하며, 반사경의 tip-tilt 정밀도를 0.03 arcsec 까지 제어해야한다. 한국천문연구원은 국내외의 협력기관들과 함께 개발을 수행한 결과 표면정밀도가 요구조건을 충족한 11.7nm rms를 갖는 반사경을 제작하였으며, tip-tilt에 대한 제어 또한 요구조건 값을 넘어 0.01 arcsec의 tip-tilt 제어 까지 가능할 것으로 판단된다.

[P-6] 웨노위성관제소 시험운영결과 분석

현대환, 박세철, 양형모, 이명신, 정대원, 김은규
한국항공우주연구원

아리랑 2호, 3호 5호 및 3A호 등 위성의 증가에 따르는 관제 명령 수량을 처리하기 위해서 추가의 해외 관제안테나 사이트를 2011년부터 2013년에 걸쳐 마이크로네시아 축주 웨노섬에 웨노 위성관제소를 구축 완료하였다. 이 논문에서는 웨노위성관제소 시험운영결과를 분석하여 관제안테나 사이트 운영에 활용하여 기여하고자 한다.

[P-7] 고속 대용량 전파관측 자료분석을 위한 소프트웨어 FFT 스펙트로메터의 설계

강용우, 송민규, 이정원, 위석오, 제도흥, 정문희, 이성모, 강지만, 김승래
한국천문연구원

전파망원경으로 얻어진 전파관측 자료를 최종 처리하는 장비가 전파분광기이다. 전파관측 자료는 보다 규모가 커지고 고속화가

진행되고 있는데, 현재, 이러한 자료를 처리하기 위해서 FPGA나 ASIC 등으로 구성된 하드웨어 기반의 전파분광기를 주로 사용하고 있다. 하드웨어 기반의 전파분광기는 개발에 시일이 많이 소요되고 고가이며 수정 변경이 쉽지 않다. 이러한 한계를 극복할 수 있는 방법 중 하나가 고속 계산 플랫폼을 기반으로 구현되는 소프트웨어 전파분광기이다. 이 연구에서는 소프트웨어 전파분광기의 개발 진행 내용을 소개한다.

[P-8] INTERMAGNET 기준의 신규 지자기 관측소 설치

이철환, 김정훈, 홍순철
(주)에스이티시스템

태양활동에 의한 지구자기장의 변화 연구는 INTERMAGNET을 중심으로 전 세계적인 네트워크를 구축하여 활발하게 이루어지고 있다. 하지만 현재 국내에서는 INTERMAGNET 가입요건을 갖추고 있는 지구자기장 관측소가 전무한 실정이다. 전파연구원 우주전파센터와 ㈜에스이티시스템은 경기도 이천 전파시험인증센터 부지에 설치 운용 중이던 노후 지자기 관측 장비를 철거하고 INTERMAGNET 요건에 부합하는 신규 지자기 관측소를 설치하였다. 신규지자기 관측소에는 우크라이나 LEMI 사의 Varionmeter와 캐나다의 GEMsystem의 Total Filed measurement, 헝가리 Mingeo 사의 D/I meter등의 장비를 설치하였으며, 주1회 지구자기장 절대측정을 수행할 수 있는 환경을 구축하였다. 신규 설치된 지자기 관측소와 시스템을 통하여 INTERMAGNET 가입 조건에 부합하는 1초 데이터를 생산할 수 있을 것으로 전망하고 있다. 신규관측소는 높은 퀄리티의 지자기 데이터를 안정적으로 생산함으로써 INTERMAGNET 회원국 가입은 물론 국내 지자기 연구 및 우주전파환경 연구에 기여할 것으로 기대하고 있다.

[P-9] 우주물체 전자광학 감시체계(OWL) 영상획득정보의 시각 정밀도 검증

금강훈¹, 이성환¹, 진호¹, 박선엽², 박영식², 임홍서², 최영준², 박장현²
¹경희대학교 우주탐사학과, ²한국천문연구원

한국천문연구원의 우주물체 전자광학 감시체계(OWL, Optical Wide-field patroL)의 시간 검출기 부분은 검출기 시스템에 장착되어, 관측 대상의 시간 획득을 목적으로 하는 기록 장치이다. 시간기록계는 적외선 반사센서를 이용하여 검출기 시스템의 초과 회전시간을 기록 한다. 시간기록계의 시간자료는 우주물체 궤도계산 결과에 큰 영향을 미치므로 정밀도 검증은 필수적이며, OWL 시스템의 요구사항은 1 ms 이하의 정밀도이다. 정밀도 검증은 1차와 2차로 나누어 진행하였다. 1차 검증은 반사센서 대신 함수 발생기가 5 V의 신호를 주기적으로 시간기록계의 보드에 전송하는 방법으로 수행하였다. 신호주기는 각각 20 ms, 40 ms, 60 ms이며 1차 검증 결과 정밀도는 0.02 ms 이하로 측정되었다. 2차 검증은 초과가 가지고 있는 4장의 날개에 대한 시간을 수집하여 수행하였다. 초과 속도가 등속일 경우 이론적으로 같은 날개를 측정할 때 동일한 값을 얻어야 한다. 2차 검증 결과 결과값은 0.1 ms 이하의 정밀도를 보여주며 이는 초과 모

터의 회전오차와 초퍼 날개의 기계적인 오차에 기인한다. 또한 회전하는 초퍼의 경우, 영상센서를 같은 시각에 전부 가리지 못하므로 이에 따른 보정식을 구해 영상에 기록된 위치정보에 대한 시간보정도 수행하여 정밀도를 향상 시켰다. 이 연구 결과 영상정보획득의 시각 정밀도는 OWL의 요구사항인 1 ms 이하의 정밀도를 만족시키는 것을 확인하였다.

■ 탑재체 ■

[P-10] 4개국(러시아,인도,중국,일본) 정지궤도 기상탑재체 개발현황

명환춘, 양근호
한국항공우주연구원

현재 미국과 유럽에서는 차세대 정지궤도용 기상탑재체로서, ABI와 FCI가 각각 개발되고 있다. 이와 함께 미국/유럽 이외의 여러 나라들에 의해서도 급변하는 기상변화에 능동적으로 대처하기 위하여 기존의 기상탑재체의 성능을 개선하거나 개발 중에 있다. 미국이 GOES-R 기상위성을 위하여 개발 중에 있는 차세대 기상탑재체 ABI는 일본의 Himawari 시리즈 기상위성에서도 동일한 계열의 AHI가 탑재되기로 결정되었으며, 러시아는 이미 차세대 기상탑재체인 MSU-GS의 개발을 완료하여 2011년에 성공적으로 발사해서 운용중에 있다. 중국과 인도 또한 기존에 사용되어 왔던 기상탑재체들의 성능을 개선한 AGRI와 Insat-3D Imager 탑재체를 현재 개발 중에 있으며, 2013~2015년 기간 중에 발사할 예정으로 되어 있다. 따라서, 2010년대 후반부터는 미국/유럽은 물론, 주요 기상위성 보유국들의 기상탑재체들이 새로운 성능과 기능으로 장착된 차세대 탑재체들로 전부 대체될 전망이다. 이 논문에서는 미국과 유럽을 제외하고 향후 정지궤도에서 운용될 예정이거나 운용되고 있는 여러 나라들의 정지궤도용 차세대 광학 영상 기상탑재체에 대한 기술 자료들을 정리하고 비교함으로써, 향후 정지궤도용 광학탑재체의 개발방향을 소개한다.

[P-11] Optical Configurations with Three-Mirror-Anastigmatic Telescope for High-Performance Space Payload System

Seonghui Kim, Eung-Shik Lee, Jeoung-Heum Yeon, Deogyu Lee, Seunghoon Lee

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

To meet the requirements of various space program, we survey the high-performance optical system with a higher resolution and wider swath. Due to the field limitation of one or two mirror telescope design, most of modern remote sensing camera has TMA(Three-Mirror-Anastigmatic) configuration. TMA design provides wide-field flat focal plane and compact package with several folding mirrors. The OATMA(Off-Axis TMA) design is best for wide-field camera. The FFTMA(Full-Field on-axis TMA) design has

wide field and high-resolution performance but the tolerance of each mirror is tight, and AFTMA(Annular-Field on-axis TMA) provides very high spatial performance with small intermediate pupil. In this paper we present the optical configuration and performances of each TMA design.

[P-12] 아날로그 영상신호 처리기 게인 및 오프셋 설정에 따른 신호대잡음비 관찰

김영선, 공종필, 박종익, 용상순
한국항공우주연구원

CCD(Charge Coupled Device)나 CMOS 영상 검출기로부터 나오는 아날로그 영상신호는 디지털화하기 전에 신호크기를 증가시키거나 포트간 균형을 맞추기 위하여 아날로그 게인, 오프셋 설정과 같은 아날로그 신호 처리 과정을 수행한다. 그러나 이러한 신호처리 과정은 신호대잡음비에 직접적인 영향을 미칠수 있다. 특히 아날로그 게인의 경우, 이론적으로 양자화 잡음을 줄여 미세하나마 신호대잡음비 향상을 기대할 수 있으나 실제에서는 프로세서에 따라 게인이 증가하면서 추가적인 잡음이 발생할 수 있다. 이 논문에서는 상용 아날로그 신호 프로세서를 이용하여 게인과 오프셋을 설정값에 따른 신호대잡음비 변화를 살펴보았다. 게인에 대한 실험에서는 신호 크기 증가를 살피기 위해 센서 전 영역에 균일한 광을 입사시키고 게인을 설정값을 변경하면서 신호, 잡음을 크기 변화를 측정하고 이에 대한 신호대잡음비를 관찰하였다. 또한 오프셋 관련한 시험은 광량에 대한 영향을 줄이기 위하여 암환경에서 수행하였다. 실험결과, 게인이 증가하면서 신호대잡음비에 영향을 미치지않지만, 오프셋의 경우는 상대적으로 그 영향이 작음을 관찰하였다. 이 결과들을 살펴 아날로그 게인, 오프셋을 사용하는 원래 목적과 신호대잡음비와의 관계를 고려하여 적정값의 게인과 오프셋을 설정할 수 있을 것으로 사료된다.

[P-13] 전자광학카메라에서 광량변화에 따른 SNR 변화 고찰

김영선, 공종필, 박종익, 용상순
한국항공우주연구원

일반적으로 광량이 커질수록 신호크기가 증가하여 신호대잡음비(SNR)도 함께 증가된다. 신호에 의한 잡음만을 고려한다면, 이론적으로 확률적 접근방법에 의하여 광량에 대하여 제곱근으로 비례하여 SNR이 증가한다고 알려져 있다. 그러나 실제 시스템에서는 신호에 의한 잡음 이외에도 전자 잡음, 암신호 잡음, 열 잡음, 읽기 잡음, 양자화 잡음 등이 존재한다. 특히 광량의 크기가 작은 경우, 전체 잡음에서 신호에 의한 잡음보다 신호 이외의 잡음, 특히 암신호 잡음, 읽기 잡음이 더 많이 SNR에 영향을 준다. 이 논문에서는 완전히 어두운 환경에서부터 전자광학 카메라에 광량을 서서히 증가시키면서 신호에 대한 시스템의 잡음 특성을 파악하고 SNR을 관찰하였다. 실험결과는 신호가 클 때는 광량에 대하여 대체로 제곱근에 비례하여 SNR이 증가하지만, 신호가 작을 때는 출력포트 특성이나 읽기 잡음과 같은 시스템 자체의 잡음 특성이 카메라시스템의 SNR을 결정함을 확인하였다.

[P-14] 대구경 광구조체의 길이 안정성 측정

연정흠¹, 이응식¹, 김성희¹, 이덕규¹, 이승훈²

¹한국항공우주연구원 탑재체광학팀

²한국항공우주연구원 위성탑재체실

대구경 고해상도 광학탑재체의 광구조체는 주반사경과 부반사경 등을 포함한 주요 광학부품들과 검출기를 포함한 초점면 조립부 등을 고정 지지해주는 부분으로, 발사시 전달되는 진동 및 우주 열환경하에서의 길이 안정성을 광학성능 범위내로 유지하여야 한다. 광학탑재체의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 것은 주반사경과 부반사경의 광축방향의 길이 안정성으로, 광학탑재체의 작동 온도범위 내에서 수 마이크로미터 내외로 안정성이 요구된다. 이를 실현하기 위하여 주반사경과 부반사경의 간격은 열 및 흡습에 둔감한 탄소섬유 강화수지 복합재로 되어 있는 경통 구조물로 설계, 제작된다. 제작된 경통구조물의 길이 안정성을 검증하기 위해서는 별도의 정밀 측정장치가 필요하게 된다. 이 논문에서는 이러한 길이 안정성 측정장치를 구성하고 이를 이용하여 온도 환경 변화에 대한 길이 안정성 측정결과에 대해 기술한다. 길이 안정성 측정장치는 온도에 대해 변화가 거의 없는 Zerodur 소재의 막대 구조물을 기준 스케일로 삼았고, 이를 지지하기 위해 Invar 소재의 구조물을 사용 하였다. 온도변화에 따른 광구조체의 길이 안정성을 측정하였고 요구 규격내의 성능을 만족하는 것을 확인하였다.

[P-15] 대구경 광학계 초점조절장치 검증모델

연정흠¹, 장수영¹, 육영춘¹, 이덕규¹, 이승훈²

¹한국항공우주연구원 탑재체광학팀

²한국항공우주연구원 위성탑재체실

우주용 대구경 광학탑재체는 발사 중에 발생하는 하중 및 궤도 상에서 발생하는 열환경에 대하여 안정성과 성능이 보장되도록 설계, 제작, 조립되며, 지상시험을 통하여 검증된다. 이를 통하여 초점위치를 포함한 탑재체의 성능이 변화없이 유지되는 것을 확인하고 발사하게 된다. 그러나 초점위치는 광학탑재체의 광학성능에 중요한 역할을 하기 때문에, 대부분의 대구경 광학탑재체는 예측하지 못한 이유에 의해 초점이 바뀌는 것을 대비하기 위한 초점조절장치를 예비로 장착하게 된다. 초점조절장치는 주요 광학부품을 구동기로 작동시켜 초점을 맞추는 역할을 한다. 구동 방식에는 모터를 이용한 방식, 압전소자를 이용한 방식, 열탄성 변형을 이용한 방식 등이 있다. 이 연구에서는 열탄성 변형에 의해 초점을 조절하는 초점조절장치의 개발 및 검증 방법에 대해 기술한다. 경통형 광구조체의 부반사경 장착부위에 금속링을 장착하고, 금속링의 열탄성 변형을 통하여 주반사경과 부반사경의 광축방향의 길이를 변화시켜 초점을 조절하는 역할을 한다. 이를 구성하기 위한 초점조절장치 시스템 구성 및 간섭계를 이용한 초점조절장치의 검증방법에 대해 기술한다.

[P-16] 차세대 우주용 망원경 조립정렬을 위한 정밀3차원정렬시스템 개발

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

¹한국 항공우주연구원 탑재체광학팀

²한국 항공우주연구원 탑재체실

이 논문에서는 차세대 대구경 우주용 망원경의 정밀조립정렬을 위해 개발되는 정밀3차원정렬시스템에 대해 기술한다. 정밀3차원정렬시스템은 광학계 조립을 위한 반사경간 정밀정렬, 광학계 성능측정을 위한 간섭계와의 정밀정렬, 광학계와 전자부 영상검출기와의 정밀정렬에 사용된다. 또한 환경시험 전후 광학계의 주요부와 전자부 영상검출기와의 정렬위치변화여부 확인시에도 사용된다. 정밀3차원정렬시스템은 석정반, 정밀측정스테이지, 진동 감쇠장치 및 제이기 등으로 구성된다. 시스템을 구성하는 가장 중요한 요소로써 정밀측정스테이지는 석정반 네 번에 각각 수평, 수직으로 이송이 가능한 2축 스테이지들로 구성되는데, 변위이송정밀도는 절대치, 반복치가 모두 중요하며, 각도 안정도도 아주 중요한 요소이다. 또한 석정반이 설치되는 바닥판의 진동을 확실하게 제거하여 석정반 위 피측정물체의 전달을 억제하는 진동감쇠장치의 기능도 아주 중요하며, 전체 시스템의 유용성을 결정하는 아주 중요한 요소이다.

[P-17] 광학탑재체 진공성능시험을 위한 균일광원 설계 및 제작

육영춘¹, 장수영¹, 정대준¹, 이응식¹, 이덕규¹, 이승훈²

¹한국항공우주연구원 탑재체광학팀

²한국항공우주연구원 위성탑재체실

우주급 광학탑재체를 제작하기 위해서는 실험실 환경에서의 성능시험 뿐만아니라, 우주환경을 모사하는 열진공하에서의 성능시험도 만족해야만 한다. 일반적으로 실험실 환경에서의 성능시험에 비해 열진공환경하에서의 성능시험은 사용되는 광학 부품 및 치구들이 모두 진공환경에서 사용할 수 있는 것들이어야 하므로 특별한 주의가 필요하다. 특히 열진공환경하에서의 광학성능 시험을 하기 위해서는 진공용 균일광원이 필요한데, 진공챔버 외부에 있는 광원을 진공환경에서 사용할 수 있도록 시스템을 구축해야만 한다. 이 논문에서는 진공용 균일광원을 제작하는데 있어서 고려되어야 할 것들과 특별히 기술적인 어려움과 이를 극복하는 방법에 대해 다루고 실험을 통해 얻어진 결과들을 보고하고자 한다.

[P-18] 양방향 스캔이 가능한 위성용 광전자부 개발

공종필, 김영선, 박종익, 용상순

한국항공우주연구원

이 논문에서는 위성의 고기동성 확보에 의해 탑재체에 요구되어 온 양방향 스캔이 가능한 광전자부의 개발 내용을 다루었다. 양방향 스캔 기능을 지원하는 CCD의 구조 및 특징을 살펴보고 이를 이용하여 CCD가 위치하는 광학초점면 전자부의 구조, 출력데이터 포맷 등을 설계하고 EGSE를 이용한 시험 내용을 기술하였다. 개발 중인 광전자부는 지상모델로 상용부품을 사용하였으며, 따라서 기능구현에 초점을 두었다. 그리고 제작된 전자보드를 이용하여 양방향 스캔을 모사하는 상부(Top), 하부(Bottom) 방향 동작모드에 따라, 광전자부의 기본 특성인 라인레이트 변화에 따른 출력신호 변화, 수직클럭 신호변화, 수평클럭 신호변화와 이

중 샘플링 신호 등이 정확하게 동작함을 확인하였다. 개발된 광전자부는 광학계와의 접속시험을 통해 추후 성능평가를 추가 수행 할 예정이다.

[P-19] 광검출기 내방사선 특성 시험

공종필, 김영선, 박종억, 용상순
한국항공우주연구원

이 논문에서는 우주공간에 사용될 CCD의 인증절차의 하나로써 수행되어야 하는 방사선 영향 특성, 그 중 감마소스에 의한 시험 결과를 기술한 것이다. 시험은 위성의 구조 및 CCD가 위치하는 광전자부의 구조와, 위성의 궤도를 고려하여 수행한 시뮬레이션에 의해 예측된 방사선량을 기준으로 수행하였다. 시험 소스로는 2.7 Krad/h 조사플럭스(Irradiation Flux)를 가지는 Cobalt60을 사용하였으며, 약 8 Krad 그리고 17 Krad 조사후의 CCD 특성을 측정함으로써 그 변화정도를 확인하였다. 측정된 CCD 변수로는 출력전압 특성, 암신호크기 및 암신호잡음, 그리고 민감도 특성 변화 등으로 하였다. 예상 한 바대로 측정된 모든 신호특성들이 열화 되기는 하였으나, 온보드(on-board) 보정 기능인 DSNU(Dark Signal Non-Uniformity) 및 PRNU(Photo Response Non-Uniformity) 보정을 통해서 보정이 가능함을 확인할 수 있었으며, 이들 시험을 통해서 우주공간의 방사선 환경에 의한 CCD 특성열화가 있더라도 보정기능을 통해 사용가능함을 보였다.

[P-20] GOCI 2D CMOS 검출기의 궤도상 비균일성 변화 분석

강금실, 용상순
한국항공우주연구원

천리안위성에 탑재된 해양탐색체(Geostationary Ocean Color Imager, GOCI)는 세계최초의 정지궤도 해양관측센서로서 2010년 발사 이후 하루 8회 한반도주변 해양관측 임무를 수행하고 있다. 해양탐색체는 궤도상 복사보정장치 SD(Solar diffuser)를 탑재하고 있으며, 매주 태양광을 이용한 복사보정을 수행하고 있다. 이러한 복사보정은 해양관측신호의 절대정확도를 확보하기 위해 필요한 것으로, 각각의 채널별로 복사보정이 수행되며 2-D 영상픽셀에 대한 이득이 모두 계산된다. GOCI의 2-D (1415×1432) CMOS 검출기는 -20%/+15%의 비균일성(Pixel Response Nonuniformity, PRNU)이 있기 때문에, 이러한 비균일성을 보정하는 것도 복사보정의 중요한 목적이 된다. 이 논문에서는 GOCI의 2-D 영상픽셀에서 복사이득 비균일성의 궤도상 변화에 대해 논의하고자 한다. 궤도상 복사이득의 비균일성은 2010년 7월 이후 주기적으로 수행된 GOCI의 궤도상 태양 복사보정을 통해 확보한 복사이득 데이터를 이용하여 분석 하였다. 궤도상 비균일성의 변화는 크지 않으나, GOCI의 8개 관측채널에서 비슷한 형태의 비균일성의 변화가 관측되었다. 이와같은 결과는, 2-D CMOS 검출기를 이용하는 정지궤도 관측탐색체의 궤도상 복사보정 방법 등에 활용될 수 있다.

[P-21] 다기능 전자 센서의 효과적 제어를 위한 노이즈 감쇄 방안 연구

박종억, 공종필, 김영선, 용상순
한국항공우주연구원

이 논문에서는 다양한 목적으로 사용되는 여러 가지 센서들을 최적으로 제어하기 위한 노이즈 절감 대책 및 방법에 대해 기술하였다. 여러 가지 임무를 갖는 임베디드 시스템은 효과적인 동작 및 제어를 위해 다양한 센서를 장착하여 현 상태 파악 및 동작 확인, 최적 임무 수행 여부 등의 정보를 파악하고 있으며, 센서의 종류 및 개수에 따라 적당한 제어 방식을 선택하여 운용한다. 일반적으로 사용되는 센서는 운용을 위해 센서 신호라인 및 전원라인 등의 다양한 제어라인들이 사용되며, 이 제어라인은 시스템레벨의 전원 및 기타 제어 신호를 비롯한 다양한 내, 외부 신호에 노출된다. 이러한 외부의 신호는 센서의 동작 및 신호의 전송에 크고, 작은 노이즈 소스로 작용하며, 이런 다양한 외부 노이즈는 센서의 고유 기능 및 획득 정보에 영향을 줄 수 있다. 또한 특성이 동일한 여러 센서의 동시 사용 및 특성이 다른 센서들의 동시 사용에 의한 센서간의 간섭과 같은 문제가 센서의 획득 정보에 대한 왜곡과 같은 심각한 영향을 미칠 수도 있다. 이 논문에서는 다양한 센서의 원활한 사용을 위해 센서 신호에 미치는 여러 외부 노이즈에 대해서 서술하였고, 노이즈 절감을 위한 효과적 센서 사용 방법 및 회로 설계 방법 등에 대해 기술하였다.

[P-22] A Modulation Transfer Function Compensation for the Geostationary Ocean Color Imager (GOCI) based on the Wiener Filter

Eunsong Oh^{1,2}, Ki-Beom Ahn^{1,2}, Seongick Cho^{1,2}, Joo-Hyung Ryu¹

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

²Department of Astronomy, Yonsei University, Korea

The modulation transfer function (MTF) is a widely used indicator in assessments of remote-sensing image quality. This MTF method is also used to restore information to a standard value to compensate for image degradation caused by atmospheric or satellite jitter effects. In this study, we evaluated MTF values as an image quality indicator for the Geostationary Ocean Color Imager (GOCI). GOCI was launched in 2010 to monitor the ocean and coastal areas of the Korean peninsula. We evaluated in-orbit MTF value based on the GOCI image having a 500-m spatial resolution in the first time. The pulse method was selected to estimate a point spread function (PSF) with an optimal natural target such as a Seamangeum Seawall. Finally, image restoration was performed with a Wiener filter (WF) to calculate the PSF value required for the optimal regularization parameter. After application of the WF to the target image, MTF value is improved 35.06%, and the compensated image shows more sharpness comparing with the original image.

[P-23] Development of planar Langmuir probe

onboard the Next Generation Small Satellite-1

Jongwook Ham¹, Junchan Lee¹, Kyoungwook Min¹,
Jongdae Sohn², GooHwan Shin³

¹Space Science Laboratory, Department of Physics, KAIST,

²Department of Astronomy and Space Science, Chungnam
National University,

³Satellite Technology Research Center

Langmuir Probe(LP) is being developed for observing thermal electron characteristics in the ionosphere at 600~800km altitude. LP is based on the Spacecraft Charging Measurement(SCM), a payload of STSAT-2, and the cylindrical Langmuir probe of Naro Science Satellite. The instrument has a planar probe system instead of a cylindrical probe system which has been used so far. It also has a finer spatial resolution and increased time resolution.

LP measures electron temperature, electron density, and the floating potential of the satellite. The electron temperature ranges from 600 - 3000 K, the electron density ranges from $10^4 - 2 \times 10^6 / \text{cm}^3$ and the floating potential can be measured up to 24V.

LP is placed on top of the satellite, facing the ram direction. Observation results from the instrument will not only give us information about the quiet time ionosphere but help us understand ionospheric storms.

[P-24] 차세대소형위성 1호 (NEXTSat-1)의 우주과학 탑재체 ISSS 개발모델 개발 현황

손종대^{1,2}, 민경욱², 이준찬², 서용명³, 선종호³, 이진근⁴, 김희준⁴, 오수연¹, 이유¹, 신구환⁵

¹충남대학교, 천문우주학과

²한국 과학기술원, 물리학과

³경희대학교, 우주탐사학과

⁴테라웨이브

⁵한국 과학기술원, 인공위성센터

우주과학 임무 탑재체인 ISSS (Instrument for the Study of Space Storms)는 2012년 말에 차세대 소형위성 과학임무 탑재체 개발사업에 선정되어 우주 폭풍 연구를 위한 탑재체 개발을 진행하고 있다. ISSS는 태양 극대기 후반의 우주폭풍 연구인 남극 지역에서 고에너지 방사선 입자를 관측하는 우주방사선 폭풍 연구와 중, 저위도 지역에서 이온층 플라즈마를 관측하는 이온층 폭풍 연구를 함께 수행한다. 우주방사선 폭풍 연구를 위해 수 십에서 수 백 keV 대역의 전자와 이온을 측정하는 Medium Energy Particle Detector (MEPD)와 수 백 keV에서 1 MeV 대역의 전자 측정 및 10 MeV 이상의 양성자를 측정하는 High Energy Particle Detector (HEPD)를 구성하는 우주 방사선 측정기 (Space Radiation Detector)와 이온층 폭풍 연구를 위해 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 구성되는 우주 플라즈마 측정기

(Space Plasma Detector)를 개발하고 있는 상황이다. 현시점에서 Interface Unit의 기계구조와 전자부 개념설계가 완료되었으며, 각 탑재체 별로 인증모델 (Engineering Qualification Model, EQM) 과 비행모델 (Flight Model, FM)을 위한 개발모델 (Development Model, DM)의 전자부와 기계구조 개념설계가 완료되어 회로 테스트를 위한 Prototype 개발을 진행하고 있다. 이 연구에서는 ISSS의 개발되고 있는 전반적인 개발 현황을 소개한다.

[P-25] ISSS의 우주플라즈마 검출기(SPD)

이준찬¹, 민경욱¹, 함종욱¹, 김희준², 신구환³

¹한국과학기술원 물리학과 우주과학실험실,

²Terawave, ³Satellite Technology Research Center

2016년 발사 예정인 차세대 소형 위성에 탑재되는 과학 탑재체인 ISSS(Instrument for the Study of Space Storms)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 기존에 국내에서 발사된 과학위성 1호와 나로 과학위성에 탑재된 LP를 기반을 기반으로 향상된 resolution을 가지도록 설계되며, 전자 온도는 600-3000 K, 전자 밀도는 $10^4 \sim 10^6 / \text{cm}^3$, 부동 전위는 최대 24V까지 측정 할 수 있도록 제작할 예정이다. RPA와 IDM은 위성의 진행방향과 나란하게 탑재되어, 이온의 열적 밀도와 온도, 이온의 drift velocity를 측정하는 탑재체로서, RPA는 $10^3 / \text{cm}^3 - 10^6 / \text{cm}^3$ 의 밀도, 500 K-10000 K의 온도범위의 목표 사양을 가지도록 하며, IDM은 cross track은 0-2 km/s, ram 방향으로 0-2 km/s의 목표 사양을 가지도록 제작할 예정이다. 위의 Space Plasma Detector는 태양활동과 지구이온층의 변화에 관한 연구에 좋은 자료를 제공할 것이며, 특히 RPA와 IDM은 국내 위성에는 최초로 탑재 되는 것으로 개발 기술 확보에도 커다란 의미를 가지고 있다.

[P-26] 차세대 소형 위성 1호 (NEXTSat-1)의 우주폭풍 연구 탑재체 (ISSS)에 탑재될 고에너지 입자 검출기 (HEPD) 설계

조경복¹, 손종대^{1,2}, 민경욱², 이진근⁴, 오수연¹, 이유¹, 신구환³

¹충남대학교 천문우주학과 우주과학실험실

²한국과학기술원 물리학과

³한국과학기술원 인공위성센터

⁴Terawave

고에너지 입자 검출기(High Energy Particles Detector; HEPD)는 차세대 소형위성 1호(Next Generation Small Satellite; NEXTSat-1)에 탑재될 우주폭풍 연구를 위한 탑재체(Instruments for the Study of Space Storm; ISSS)의 한 장비이다. ISSS는 저궤도에서 우주방사선 폭풍 및 이온층 폭풍을 관측하여 그 발생기작을 이해하려는 목적으로 개발 중이다. 그중에서 HEPD는 태양 활동 극대기 후반에 남극 지역에서 고에너지 방사선 입자를 관측하여 지구 방사선대(radiation belt)에서의 고에너지 입자 포획(capture) 및 소멸(decline)에 대한 이해를 돕기 위한 장비이다.

HEPD의 Telescope 검출 사양을 결정하기 위해서 GEometry ANd Tracking 4(GEANT4)를 사용하여 전산모사를 수행하였고, 이를 통해 입자의 Linear Energy Transfer (LET)를 확인하였다. 입자의 LET에 따라 전자와 양성자를 구분하고 검출 채널을 결정하였다. 전자는 3개 채널, 양성자는 4개 채널, 총 7개 채널을 결정하였다. 이렇게 결정된 채널로 수 백 keV ~ 10 MeV의 전자와 수 MeV 이상의 양성자를 검출한다. HEPD는 이 7개의 채널로 이루어진 Telescope를 지구 자기장 방향에 대해 0°, 45°, 90°의 각도로 총 3개의 Telescope를 배치하였다. 이렇게 구성된 HEPD를 통해 우주폭풍을 관측함으로써 지구 방사선대에서 고에너지 입자의 포획 및 소멸에 대한 메커니즘을 이해할 수 있을 것이라 기대된다.

[P-27] 30cm 극저온 적외선 광학계의 광기계 구조물

박귀종¹, 이대희¹, 문봉곤¹, 나자경¹, 김일중¹, 박성준¹, 박영식¹, 정웅섭¹, 한원용¹, 남욱원¹, 표정현¹, 박원기¹, 이덕행¹, 김건희²

¹한국천문연구원, ²한국기초과학지원연구원

한국천문연구원은 30cm 극저온 적외선 광학계의 광기계 구조물 관련 핵심기술을 개발 중이다. 광학계는 카세그레인 타입으로써 F넘버는 3.06이고 구경은 300mm이다. 반사경의 외부하중에 대한 변형량 분석과 트러스구조물의 강성분석을 시작으로 정밀조립과 광학정렬을 고려하여 최종 가공도면이 결정되었다. 광기계 구조물의 모든 재료는 알루미늄이다. 이 발표에서는 조립치구를 사용하여 정밀조립된 광기계 구조물에 대해 소개한다.

■ 발사체 ■

[P-28] 액체로켓엔진의 비용공학 및 양산단가 동향연구

김영준, 박순영
한국항공우주연구원

액체로켓엔진의 개발초기 높은 신뢰도에 따른 비용 효과적인 설계개념 정립이 요구된다. 해외 사례조사를 통한 동향조사와 cost engineering을 적용하여 액체로켓엔진들의 양산비용을 비교분석하였다. 액체로켓엔진 개발시 엔진 비용 구성 사례를 조사하여 각 부품파트에 따른 비용 동향을 연구하였다. 또한 transcost에 제시되어 있는 엔진 설계 개념에 따른 비용 추세를 분석하였다. 액체로켓엔진 개발시 상향식(bottom-up)방식으로 터보펌프, 연소기, 엔진 공급계, 엔진 SA부품 및 조립에 대한 양산단가 감축을 위한 기술방향을 제시하고 향후 계획을 제안한다. 마지막으로 엔진 양산시 생산 경험에 따른 learning factors들이 적용되어 비용절감 기술 검토하였다.

[P-29] 항공우주시스템 개발을 위한 기술성능관리 (TPM) 적용사례 고찰

유일상, 조동현, 홍일희, 김근택

한국항공우주연구원

우주발사체, 항공기 등 항공우주시스템과 같은 대형복합시스템을 성공적으로 개발하기 위해서는 주어진 비용, 일정과 요구되는 기술성능이 충족되도록 지속적으로 관리해야 한다. 우주선진국에서는 연구개발을 수행함에 있어서 과거 비용과 일정만을 중점적으로 관리하는 수준에서 벗어나 1990년대 들어서는 설계 진척도, 성능 요구사항 준수, 기술적 위험 평가 등을 통해 기술적 목표 달성 가능성을 높여주는 기술성능관리를 적용하고 있다. 그러나 국내의 경우, 최근 기술성능관리를 적용하려는 시도들이 일부 사업에서 시작되고 있는 실정이다. 이 연구는 국내의 주요 업체 및 기관의 개발사업에 기술성능관리의 도입 현황을 조사하고 적용 사례를 분석하였다. 이러한 연구결과는 향후 국내 항공우주시스템 분야 개발사업에 기술성능관리를 도입함에 있어서 방향과 기준을 수립하는데 도움이 될 것이다.

[P-30] 항공우주시스템 개발사업의 기술성능관리 (TPM) 프로세스 비교

조동현, 유일상, 홍일희, 김근택
한국항공우주연구원

시스템을 개발하는 과정에서 기술적인 성능을 체계적으로 관리하는 기법인 기술성능관리는 1991년 미 해군이 처음 개발사업에 시범 적용한 이후, 체계관리의 도구로서 시스템 개발사업에 활발하게 적용되고 있다. 하지만 국내의 경우 기술성능관리가 무기체계 개발사업 등에서만 제한적으로 적용되었으나 이를 시스템 개발사업에 도입하여 적용하려는 요구가 높아지고 있다. 이 연구는 우주발사체 등과 같은 대형복합시스템 개발사업에 기술성능관리를 도입하기 위한 사전검토 차원에서 국내외 기술성능관리의 적용 프로세스를 조사하고 비교분석하였다. 이러한 연구결과는 향후 국내의 대형복합시스템 개발사업에 기술성능관리를 본격적으로 적용하기 위한 프로세스를 수립하는 데 도움이 될 것이다.

[P-31] 75톤급 액체로켓 엔진 정현파 진동 특성 연구

박종연¹, 김옥구¹, 박태규²
¹한국항공우주연구원, ²(주)삼성테크윈

발사체의 추력원인 액체로켓엔진은 엔진 및 발사체의 진동과 충격하중 등 하중 소스인 동시에 그 자체가 높은 하중에 노출되어 이를 견딜 수 있도록 설계된 기계 구조물이다. 터보펌프의 회전 언발란스에 의한 정현파 진동, 연소기의 연소 불안정과 feeding line 내 유체의 POGO 등에 의한 랜덤 진동, 엔진 시동 및 종료 시의 충격 하중, 발사 시의 음향 하중 등이 주요한 하중에 해당한다. 이 연구에서는 75톤 엔진의 동특성 해석을 위한 유한요소 모델을 구축하였고 엔진 시스템의 고유모드 해석 및 정현파 진동해석을 수행하여 구조적 안정성을 검토하였다. 다수의 해외 발사체 최소 고유진동수를 바탕으로 본 엔진의 고유진동수 기준을 결정하였으며 정현파 진동해석에 의한 구조 안정성은 미국항공우주국의 구조강도 기준을 적용하였다. 이 연구를 통해 설계된 엔진 시스템 중 구조적으로 수정, 보완이 필요한 부분들을 확인하였으며 추후 연구를 통해 설계 변경 및 랜덤 진동 해석, 충격

하중 해석, 음향 하중 해석 등 구조안정성 검토를 추가로 진행할 계획이다.

[P-32] 액체로켓엔진 조립장 구성을 위한 기본조건 개념

정용현¹, 박순영¹, 김종한²

¹한국항공우주연구원, ²(주)삼성테크윈

액체로켓엔진 조립을 위한 엔진 조립장이 국내에 구축되어야 하며 국내 산업체에 이를 구축하고자 한다. 이러한 액체로켓엔진 조립장을 구축하기 위하여 기본 개념 조건을 수립하였다. 먼저 조립장의 일반 조건은 조립장 요구 기능, 조립장 주요 구축 개념, 필요 공간 정의, 조립장 설계 개념, 조립장 건물의 주요 설계 요소로 구성이 된다. 실별 기본 조건은 조립실 구역, 입출고 및 저장 구역, 부품 가공 구역, 검사 및 시험 구역, 사무 구역으로 구성된다. 조립장 기계적 조건은 바닥구조, 청정설비, 공조설비, 소방설비, 가스공급설비, 크레인, 급수/배수 설비 등으로 구성이 된다. 조립장 전기적 기본 조건은 조명시설, 정전기 방지설비, 전원 공급설비, 방송/통신시설, 방범시설, 환경조건 계측장비로 구성이 된다.

[P-33] 액체로켓엔진 이송 개념

정용현¹, 김옥구¹, 김종한²

¹한국항공우주연구원, ²(주)삼성테크윈

액체로켓엔진 조립을 완료한 후 보관하였다가 필요에 따라 외부로 이송을 하게 된다. 이에 따른 이송에 대한 기본 개념에 대하여 정리하였다. 엔진을 조립 후 먼저 보관을 하게 되고 이에 따른 보관시설에 대한 일반 요구 조건을 기술하였다. 엔진의 이송에 대한 조건은 이송 컨테이너 방진 요건, 온도 조건, 습도 조건, 폭발물질 요건, 이송치구 댐퍼 강성 요건, 이송치구 구속 요건, 이송 속도 요건 등으로 구성이 된다. 엔진 이송 프로세스 관련해서는 장거리 이송은 엔진 조립장에서 발사체 조립동이나 시험설비로의 이송이 있고 작업장내에서의 이송이 있다. 또한 엔진 이송을 위한 기본적인 개념에 대한 절차도 기술하였다.

[P-34] 액체 로켓 엔진 조립 공정 개발

김옥구¹, 정용현¹, 김종한²

¹한국항공우주연구원, ²(주)삼성테크윈

우주 발사체용 로켓 엔진은 그 특성상 일반적인 기계류 부품의 조립과 달리 큰 중량과 성능에 민감한 부품, 폭발물 카트리지가 혹은 유독성 물질을 포함하는 부품 등으로 구성되어 있다. 그러나 이러한 특수 부품의 취급에 있어 현재 개발하고 있는 로켓 엔진의 조립을 일반적인 조립 개념으로 그 공정을 수립하면 발사체용 로켓 엔진의 그 특성과 요구 성능을 맞출 수가 없다. 따라서, 이러한 특성을 고려하여 채택한 조립 방식인 Top-Down 방식은 조립 준비, 엔진 시스템 조립, 측정 및 인증시험, 저장과 이송의 큰 분류의 엔진 총 조립 공정을 보다 안전하고 효율적으로 조립을 수행할 수 있을 것으로 예상되므로 이 논문에서는 한국형발사체에 탑재되는 엔진의 조립 프로세스와 조립공정의 제반 사항

을 체계적이고 효율적으로 수행하기 위해 조립 프로세스에 대한 공정을 수립하였다.

■ **궤도** ■

[P-35] Tracking Availability Analysis for the Spacecraft on the phase of an Earth-Moon Transfer and Lunar Capture

Young-Joo Song, Su-Jin Choi, Sang-il Ahn, Eun-Sup Sim

Korea Aerospace Research Institute, Daejeon, Korea

This work is devoted to analyze the tracking availability for the spacecraft on the phase of an Earth-Moon transfer and lunar capture. To analyze the tracking availability, optimized Earth-Moon transfer and lunar capture states are directly adapted from former research. Also, three DSN(Deep Space Network) sites, eight NEN(Near Earth Network) sites and finally, one Daejeon site is assumed to be the candidate ground sites to support the future Korea's lunar mission. As the optimized Earth-Moon transfer trajectory is designed to secure the visibility of TLI(Trans Lunar Injection) burn from the Daejeon site, the 1st contact with the spacecraft will be made from the Daejeon site with about 20.74 min duration. The 2nd contact, only with the help of three DSNs, will be made with Goldstone site about 20.06 min of contact gap. The existence of this contact gap at early lunar transfer phase is unavoidable, as the parking orbit's inclination used to design Korea's lunar mission is about 80 deg. It is found that this gap would be compensated only by the Alaska NEN site. For the reminder of about 4.61 days of an Earth-Moon transfer, three DSNs successfully covered the spacecraft, and 6 times of contact will be made with the Daejeon site during this transfer. For the lunar capturing phases, it is found that the utilization of every three DSNs is necessary to track 1st lunar capture orbit (elliptical orbit with about 12 hours of orbital period) completely. For the 2nd capture(3.5 hours of orbital period) and final mapping orbit(circular orbit with mean altitude about 100 km), two DSNs (the Canberra and Goldstone site), will provide complete contact with the spacecraft throughout the mission. Although the result is only provided for a certain Earth-Moon transfer scenario, the algorithm can be easily applicable to any other scenarios that are designed to prepare the future Korea's lunar missions.

[P-36] 행성탐사용 착륙알고리즘 비교 분석

강상욱¹, 최기혁¹, 방효충²

¹한국항공우주연구원, ²한국과학기술원

현재 달 및 화성탐사 같은 우주탐사는 전세계적으로 제 2의 도

약기를 거치고 있다. 현재 몇몇 우주선진국들은 우주탐사를 활발히 준비 중에 있거나 진행 중에 있다. 이 연구에서는 달 및 화성 착륙을 위해 활발하게 연구되고 있는 착륙 유도제어 알고리즘들을 조사하여 분석하였다. 우선 과거 아폴로 탐사에서 사용한 다항식 알고리즘과 현재 많이 연구되고 있는 수정된 아폴로 알고리즘, 고차 다항식 알고리즘, 최적제어 알고리즘을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 착륙 유도제어 알고리즘의 결과를 비교분석하였다. 과거에 비해 현재 우주탐사는 착륙선을 정확한 목표지점에 착륙시키는 것과 연료소모를 최소화 하는 것이 가장 중요하기 때문에 최적제어이론을 적극적으로 적용하였다. 이 연구를 통해 달 및 화성 탐사에 사용될 수 있는 착륙 유도제어 알고리즘에 관한 기초자료를 획득할 수 있었고 향후 개선해야 할 사항들을 확인할 수 있었다.

[P-37] Orbital evolution analysis of Koreasat 1 as first domestic GEO satellite in Lagrange Planetary Equations with J₂ perturbation

Jin Choi, Jung Hyun Jo

Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea University of Science and Technology

Koreasat 1 named Mugunghwa 1 is first domestic GEO(Geostationary Earth Orbit) satellite which launched in 1995. It leased France for GEO in 1999 and manoeuvred to higher orbit as 42360 km than GEO in 2005. So, it became first domestic debris in GEO. Now it has 12 deg as inclination and 0.98 rev/day as mean motion. We observed it in this July with 0.6m optical wide field telescope in KASI. And we analysis its orbital evolution in Lagrange Planetary Equations with J₂ perturbation using TLE(Two-Line Elements). And also we compare its orbit with optical observation measurements. Finally we confirm lon-term evolution of Koreasat 1 with recommendation of IADC(Inter-Agency Space Debris Coordination Committee).

[P-38] OWL 관측시스템 성능시험

최영준^{1,2}, 박영식¹, 임홍서¹, 조종현^{1,2}, 문홍규¹, 배영호¹, 박선엽¹, 최진^{1,2}, 금강훈³, 이성환³, 정병준⁴, 김태훈⁵, 박희선⁵, 이정호⁴, 진호³, 임여명⁶, 김지혜¹, 박장현¹

¹한국천문연구원, ²과학기술연합대학원대학교, ³경희대학교, ⁴(주)레인보우, ⁵(주)지슬루션, ⁶KAIST

한국천문연구원은 우주물체 전자광학 감시체계 기술개발 사업을 통해 자국위성의 추적감시를 위해 0.5m 광시야 감시관측소 국제네트워크(OWL: Optical Wide-Field patrol)를 구축할 예정이다. 2012년 테스트베드에 설치된 시작품용 관측시스템을 이용하여 최종 설계가 확정하였으며, 2013년부터 해외설치용 우주물체 광학관측 시스템의 안정성과 신뢰성을 확보할 수 있도록 지속적인 테스트를 진행하였다. 이 발표에서는 관측시스템의 개요와 이를 이용한 관측 결과를 소개하고 한다.

■ 위성체 ■

[P-39] 발사지원장비 (LSTS) 개발 계획

허윤구, 채동철, 박주호, 최종연
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성시험실 전자통합시험팀

발사지원장비(LSTS; Launch Support & Test Set)는 발사장에서 발사체가 위성체를 탑재하고 발사대에 놓인 상태에서 발사체 접속을 통해 위성체가 실제 발사 전까지 위성체에 전원을 공급하며 발사 결정에 필요한 위성체의 상태 정보를 모니터링하고, 관련 명령을 위성체에 전달하는 역할을 한다. 또한 발사전 발사지원장비를 통해서 위성체의 배터리에 대한 세류충전을 수행하게 된다. 부가적으로 발사지원장비는 위성체로부터 송수신 받는 모든 상태 정보 및 명령에 대해서는 저장하여 기록으로 남겨 추후 필요시 후처리나 디버깅용으로 사용할 수 있다. 현재 다목적 실용위성 3A호 용도로 새롭게 개발중인 발사지원장비는 기존 3호에서 이미 사용된 발사지원장비의 S/W와 H/W를 업데이트하여 구성할 예정이다. 3호대비 3A호의 위성체 전기 접속 주요 인터페이스 변경으로 인한 하드웨어, 소프트웨어 변경 상황과 발사장에서의 발사지원장비 사용자 관점에서 새롭게 추가되어야 할 기능에 대해서 개략적으로 살펴보고자 한다.

[P-40] 정지궤도복합위성을 위한 관측데이터 링크 검증 장비 개발 현황

박주호, 허윤구, 김영윤, 조승원, 채동철, 최종연
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성시험실 전자통합시험팀

2010년에 대한민국에서 개발된 최초의 정지궤도복합위성, 천리안 위성이 발사되었다. 이 위성은 통신, 해양관측, 기상관측 등의 역할을 모두 수행하는 다목적 위성으로서 지금까지도 훌륭히 그 임무를 수행하고 있다. 이러한 성공이 있었던 것은, 지상에서 수많은 시험을 통해 위성의 기능을 사전 검증하는 과정을 거쳤기 때문이다. 현재 개발 중인 천리안후속 정지궤도복합위성의 경우에도 이러한 과정은 반드시 수행되어야 하며, 이를 위한 지상 시험장비 중에 하나인 OLTS (Observation Link Test Set) 가 현재 개발 중에 있다. 이 지상시험장비는 탑재체 데이터의 송수신 상태를 체크하고 수신데이터를 복원하며 추후 결과분석을 위해 그 내용을 보관, 전달하는 역할을 한다. 특히, 후속 정지궤도복합위성은 천리안 위성과는 달리 새로운 대역의 무선주파수가 추가되었으며 이곳을 통해 내려오는 데이터의 종류 또한 종전과 비교해서 다소 복잡하게 설계될 예정이므로, 이를 검증하기 위한 지상시험장비 역시 새로운 무선 주파수대역에 대한 시험기능이 추가되고 데이터 종류에 따른 분리, 저장 기능이 새롭게 고려되어 개발될 예정이다. 이와 관련하여 지상시험장비 OLTS 의 현재 개발상황을 간략하게 기술하고자 한다.

[P-41] 정지궤도 위성 TC&R 검증을 위한 전기지상 지원장비 설계

조승원¹, 이상정²

¹한국항공우주연구원, ²충남대학교 전자공학과

약 36,000km의 정지궤도 위성은 발사 후 임무수행을 하면서 지상과 통신하기 위해 일반적으로 S 대역의 송수신기를 버스 시스템에 탑재한다. 이를 통해 Telecommand 와 Telemetry를 RF 레벨로 번복조하여 통신을 하고 또한 거리측정을 위한 Ranging을 수행한다. 발사 전 S 대역 송수신의 성능검증과 경향성을 확인하기 위해 특정한 전기지상지원장비가 요구되며 위성 프로젝트 시작과 동시에 설계되어 개발되어야 한다. 정지궤도 위성 버스시스템의 송수신기의 검증 항목으로는 RF 출력 측정, 동기 및 비동기 주파수 오차 측정, Telemetry 변조 지수, 수신기 락킹 민감도, 커맨드 민감도, RF 링크를 통한 Telecommand 및 Telemetry 송수신, Automatic gain control telemetry curve 측정, 그리고 레인징 측정 등이 있다. 이 논문에서는 이러한 요구조건을 만족시키기 위해 H/W 와 S/W 에 대해 최적의 설계방법을 제시하였으며 향후 이를 바탕으로 전기지상지원장비가 개발된다면 정지궤도 위성의 TC&R 서브시스템은 높은 신뢰도와 정확도로 검증될 수 있으리라 판단된다.

[P-42] 정지궤도복합위성 궤도 위치 선정 고려사항 분석

백명진
한국항공우주연구원

정지궤도복합위성은 동경 116.2도 또는 동경 128.2도를 운용 예정 궤도로 선정하여 국제전기통신연합(ITU)에 국제등록 신청을 완료하였으며, 주변국과 조정업무를 수행하고 있다. 이 논문에서는 정지궤도복합위성의 궤도 위치를 선정함에 있어 고려될 사항들에 대하여 분석하였다. 정지궤도의 궤도를 선정하기 위해서는 위성의 서비스 지역 및 이용 주파수 대역의 국제등록 확보 가능성이 고려되어야 한다. 위성의 서비스 지역은 주어진 궤도위치에서 희망하는 서비스 지역을 물리적으로 커버할 수 있어야 할 것이며, 서비스 지역 전체에 대해 적절한 양각 분포를 갖는 지에 대한 검토가 필요하다. 이용 주파수 대역의 국제등록 확보 가능성은 다른 국가 위성망과의 혼신 조정을 통해 국제등록 확보 가능성에 대한 검토 및 분석이 필요하다. 정지궤도복합위성의 궤도 위치는 우리나라 동경 128도를 기준으로 동서 24도 범위 내 궤도 위치에 따른 한반도 주요 지역의 양각 분석 및 천리안위성에서 확보한 주파수 대역을 기반으로 정지궤도복합위성의 사용 예정인 주파수 대역에 대한 국제등록 확보 가능성 분석을 통하여 동경 116.2도와 동경 128.2도로 선정되었다.

[P-43] 차세대 중형위성 본체 구조체 개발모델 상세설계

임재혁¹, 유원영¹, 김경원¹, 김선원¹, 김종현², 한동인¹, 김성훈¹
¹한국항공우주연구원, ²한국항공우주산업(주)

이 논문에서는 차세대 중형위성 본체 구조체 개발모델 상세설계 결과에 대해 소개하고자 한다. 차세대 중형위성은 발사중량 500kg의 중형급 인공위성으로 본체와 탑재체가 각각 모듈화 되

어 있어, 본체는 광학, 합성개구면 레이더 등 다양한 탑재체를 장착하더라도 본체 설계의 변경은 최소화되도록 형상설계가 되어 있다. 이러한 설계를 검증하기 위해서 인공위성의 유한요소모델링을 수행하고 강성 및 강도해석을 수행해서 설계요구조건에 만족여부를 확인하였다. 또한 중량절감을 수행하기 위하여 플랫폼, 패널, 브래킷 등에 사용되는 자재의 두께를 최소화 등의 노력을 기울였으며, 상세설계 결과를 기술하도록 한다.

[P-44] 정지궤도 위성의 자이로 열분리를 위해 패넬을 분리시 영향성 분석

김창호, 김경원, 김선원, 임재혁, 김성훈
한국항공우주연구원

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 가지 극심한 하중을 겪게 된다. 구조체는 이러한 발사 환경으로부터 여러 탑재체 및 장비들을 안전하게 보호하고 지지하는 역할을 하게 된다. 현재 한국항공우주연구원에서 개발 중인 정지궤도 위성은 자이로의 성능 보장을 위해 매우 정밀한 온도 제어가 필요하고 이를 위해 패넬을 열적으로 분리시킬 필요가 있다. 자이로가 장착되는 패넬이 분리되었을 때 구조적으로 전체적인 하중 경로에 이상이 없는지를 확인하는 것이 이 논문의 목적이다.

[P-45] 위성 장착 후 별 추적기 상태 점검을 위한 통합형시험 시스템 제안 및 개념 설계

김영운, 조주영, 조승원, 최종연
한국항공우주연구원

위성에 장착되어 궤도에서 위성의 정확한 자세를 측정하는 별 추적기는 지상에서 버스에 장착되어 발사 전까지 그 상태와 기본 성능이 주기적으로 점검된다. 현재 한국항공우주연구원에서는 이 별 추적기의 주기적 성능 점검을 위하여 두 종류의 시험을 수행하고 있다. 시험은 광학계시험과 전자부시험으로 나누어지며, 그 중 광학계시험은 외부에서 별 빛을 모사하는 자극을 주는 치구를 사용하는 시험이며, 전자부시험은 실제 광학부가 측정할 별 정보를 모사하는 전자장비를 사용한다. 이들 시험에 사용되는 치구는 서로에 영향을 주므로 시험을 위하여 각각 따로 장착되어야 하며, 이는 위성의 빈번한 접속으로 인하여 위성의 안전에 위험성이 있으며, 또한 위성시험 시간에 영향을 주어 전체적으로 위성 개발비용을 부가시킨다. 더불어 전자부시험에 사용하는 전자장비는 별 추적기제작사에서 구입하여 사용하고 있으며, 문제 발생의 경우 직접 제작사를 통하여 그 문제를 해결하여야 한다. 이에 이 논문에서는 외부 의존도를 최소화 하고 시험을 일원화하여 위성의 접근을 최대한 줄이고, 시험시간도 단축하여 위성 전체 개발 일정 및 비용을 줄일 수 있는 시험시스템에 대하여 고찰하고 개념설계에 대하여 논한다.

[P-46] 정지궤도 위성 구조설계 변경에 따른 내부하중분포 영향 분석

김선원, 김경원, 김창호, 임재혁, 김성훈
한국항공우주연구원

한국항공우주연구원에서는 정지궤도에 위치하여 통신, 해양, 기상관측 임무를 수행하는 천리안 위성을 개발하였고 후속위성으로 기상, 해양, 환경관측을 위한 정지궤도 위성을 개발 중에 있다. 이러한 정지궤도위성은 발사체 투입궤도로부터 임무를 수행하는 정지궤도로 진입하기 위하여 궤도변경을 위한 다량의 추진제를 필요로 한다. 일반적으로 대형 추진탱크는 구조적 안정성을 확보하기 위하여 위성내부에 위치하는 실린더 구조물을 이용하여 장착된다. 복잡한 면재와 허니콤 심재로 구성된 샌드위치 패널 형태로 제작되는 실린더 구조물은 추진제 탱크의 지지 뿐만 아니라 위성 전체에 가해지는 주요한 하중을 발사체 접속구조물로 전달해주는 중요한 역할을 담당한다. 이 논문에서는 현재 개발 중인 정지궤도 위성의 구조설계 변경에 따라 내부에 장착된 실린더 구조물에 가해지는 하중분포의 변화를 구조해석을 통하여 분석하고 각각의 설계변경 방안이 적용가능항가에 대한 검토 결과를 기술한다.

[P-47] 인공위성 전개장치용 테일힌지 특성 시험 장치 개발

김경원, 임재혁, 김선원, 김창호, 김성훈
한국항공우주연구원

인공위성 전개장치로 사용되는 테일힌지는 회전각도 대비한 모멘트 특성이 비선형이며, 그 정도가 매우 심하기 때문에 정확한 결과를 얻기가 매우 어렵다. 따라서 시험을 통한 테일힌지 특성 측정을 반드시 필요로 한다. 이전 연구에서는 테일힌지의 한쪽을 고정하고 다른쪽 끝에는 빔을 연결한 후 빔의 반대쪽에 하중을 가하였다. 이 때 로드셀을 장착하여 가한 하중을 측정하고, 테일힌지가 이루는 각도를 측정 하였다. 이러한 방법은 구현하기가 간단하다는 장점이 있지만, 회전 각도 및 하중을 시험자가 매번 직접 측정해야 하는 어려움이 존재한다. 특히, 시험자가 직접 하중을 가하기 때문에 시험을 수행할 때마다 그 결과가 조금씩 달라지며, 더욱이 시험자의 숙련도에 따라서 결과의 정확도가 좌우되는 문제점이 발생하였다. 이 연구에서는 토크센서를 이용하여 테일힌지를 회전시키고, 그 때 발생하는 모멘트를 자동으로 측정할 수 있도록 시험장치를 설계하여 이러한 문제점을 모두 해결 하였다.

[P-48] 정지궤도위성용 컴퓨터의 컴퓨터 간 통신 기법 개발

권동영, 이윤기, 원주호, 조영호
한국항공우주연구원

한 컴퓨터만 전원을 인가하여 사용하던 저궤도위성 컴퓨터와는 다르게, 정지궤도위성 컴퓨터는 주 컴퓨터와 잉여 컴퓨터의 전원을 모두 인가하여 임무를 수행한다. 이는 방송 중계 임무와 같이 임무의 연속성이 중요한 임무를 수행할 때, 주 컴퓨터의 이상이 발생하면 잉여 컴퓨터로 빠르게 전환하기 위해서이다. 잉여 컴퓨터로의 정상적인 전환을 위해서는, 컴퓨터 간의 통신을 주기적으로

로 수행하여 전환 시 필요한 정보와 형상을 유지하는 것이 필요하다. 이 논문에서는 정지궤도위성의 주 컴퓨터와 잉여 컴퓨터 간의 새로운 통신 방법을 제안한다. 기존의 방식은 컴퓨터 간 통신 기법 안에 두 컴퓨터 간 동기를 맞추는 기능이 포함되어 있었다. 반면에 새로운 통신 방식은 통신 기능과 동기화 기능을 분리하여 각 기능이 독립적으로 동작하게 설계하였다. 이를 통해 전체 알고리즘이 단순화 하였으며, 두 컴퓨터의 동기에 문제가 발생하더라도 컴퓨터 간 통신에는 문제가 없게 되었다.

[P-49] 정지궤도위성용 컴퓨터의 코프로세서 개발

권동영, 이윤기, 원주호, 조영호
한국항공우주연구원

자세 결정 로직을 소프트웨어가 모두 연산할 경우, 전체 위성 컴퓨터의 throughput 중 많은 부분을 자세 결정 로직의 연산에 할당해야 한다. 이 중 대부분의 throughput은 64 bit double precision 부동소수점 행렬 연산에 의해 발생한다. 그러므로 한정된 throughput을 효율적으로 사용하기 위해서는, 부동소수점 행렬 연산을 하드웨어로 구현하여 수행하는 것이 필요하다. 이 논문에서는 위성컴퓨터를 위한 64 bit double precision 부동소수점 행렬 곱셈기를 제안하였다. 최대 6 by 6의 행렬과 6 by 6의 행렬 간 곱셈이 가능하며, 행렬 사이클을 가변으로 할 수 있게 하였다. 또한 높은 신뢰성을 위하여, FPGA RAM block에 저장한 행렬 값들은 EDAC(64 bit data, 8 bit check bit)으로 보호하고 있다. 계산 시 위성 컴퓨터의 throughput 뿐만 아니라 연산 시간도 현저히 줄일 수 있었다.

[P-50] 정지궤도복합위성 궤도전이 및 소요추진제 오차분석

박응식, 박봉규
한국항공우주연구원

정지궤도위성은 발사체로부터 분리된 이후 전이궤도로부터 목표궤도로 진입하기 위해 액체원자점엔진을 사용하며 이후 목표궤도로부터 목표궤도로 진입하기 위한 궤도전이 과정이 있다. 이 논문에서는 2017년 발사예정인 정지궤도복합위성의 궤도전이 모든 과정에서 발생하는 ΔV 의 오차를 통계적 방법을 통하여 분석하고 이를 바탕으로 하여 궤도전이에 소요되는 추진제의 오차를 분석하기 위한 통계 모델을 설정하였다. 특히 현재 발사체가 선정되지 않은 상태이므로 발사체에 성능 차이에 따른 목표궤도 진입오차를 계산하기 위해 정지궤도복합위성에 고려 가능한 모든 발사체를 대상으로 전이궤도 진입 및 궤도획득에 요구되는 ΔV 를 계산하고 그 오차를 비교분석하였고 이에 요구되는 추진제 양의 오차도 함께 분석, 검토하였다.

[P-51] 천리안위성 추적성 문서 작성 및 관리 소개

김형완, 최정수, 박종석
한국항공우주연구원

천리안위성은 2010년 6월 발사에 성공하여 현재 궤도상에서 운

영증인 국내에서 개발된 최초의 정지궤도 위성이다. 천리안위성의 개발을 위해 한국항공우주연구원은 프랑스 Astrum사를 해외 협력개발기관으로 선정하여 공동개발을 수행하였다. 천리안위성의 개발을 위해 생성되어지는 해외기술문서를 효율적으로 관리하기 위해 해외업체에서 사용하는 관리기법을 사용하였고, 특히 조립 및 시험시 형상관리를 위한 문서들을 추적성 문서로 분류하여 관리 및 활용 하였다. 추적성 문서들은 각 분야 엔지니어들에 의해 준비되어 조립시험 책임자의 승인을 거친 후 품질보증담당자의 최종 승인으로 실행되어진다. 이렇게 승인된 문서를 통해 실제 제작 및 시험 작업을 수행 하였고, 주요 단계별 시험진 그러한 문서들의 상태를 Open/Close로 분류하였다. Open된 문서들을 검토하여 해당 시험에 관련 있는 문서는 그 원인을 자세히 조사하여 Open된 상태에서 시험을 수행할지 여부를 판단하게 된다. 추적성 문서는 실제 작업을 수행하는 작업자가 작성하고 품질보증담당자의 최종 승인으로 Close 된다. 천리안 위성 개발에서 사용한 추적성 문서의 종류와 작성절차, 그리고 관리 및 활용 방법에 대해 기술하여 향후 위성개발프로그램에서 적용하는데 도움이 될 수 있도록 하겠다.

[P-52] 정지궤도복합위성 정밀정렬 준비를 위한 레이저 추적기 정확도 분석

최정수¹, 김형원¹, 박종석¹, 김인걸²
¹한국항공우주연구원, ²충남대학교 항공우주공학과

레이저추적기는 수직/수평 angular encoder 를 사용해 측정 대상물과의 각도(Azimuth/Site)를 측정하고 레이저를 사용해 대상물 사이의 거리를 측정 한 후 이를 x, y, z 좌표로 변환하여 사용자에게 측정위치를 알려주는 정밀측정 장비이다. 항우연에서 보유하고 있는 LTD640 및 AT901 모델은 거리 측정 시 birdbath로부터 상대적인 거리를 측정할 수 있는 IFM(Interferometer) 방식뿐만 아니라 레이저추적기 본체에서 측정 점 까지의 거리를 진폭 변조를 통해 계산하는 ADM(Absolute Distance Method)을 모두 지원한다. 정지궤도복합위성은 천리안 위성 대비 탑재센서의 해상도와 자세제어 정밀도 등이 크게 향상될 예정으로 현재 개발 진행 중에 있다. 이 연구에서는 구조체의 정확도 확인 및 정밀정렬 시 3차원 좌표 측정에 사용되는 레이저 추적기의 측정 정확도에 영향을 미치는 인자들을 검토해 보고, 천리안 위성 측정 결과를 바탕으로 실제 측정 시 불확도를 확인하여 정지궤도복합위성의 정밀정렬을 준비하고자 한다.

[P-53] 정지궤도위성을 위한 공통 지상 시스템 개발 현황

허윤구, 김영윤, 조승원, 최종연
 한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성시험실
 전자통합시험팀

현재 다목적 실용 위성 3A호에서 개발 완료된 공통 지상시스템(CGS; Common Ground System)은 위성체 총조립 및 시험(AIT; Assembly, Integration & Test)에서 사용 중이며, 위성 발사후 위성 운영 단계에서도 AIT에서 사용된 공통지상시스템을 그대로 사용할 계획이다. 즉 단일화된 공통지상시스템을 이용하여 AIT 및 위성 운영 양쪽 단계에서 사용할 계획에 있다. 여

기서 공통지상시스템은 위성체의 시험 및 운영 시나리오를 자동으로 수행하고, 위성 원격명령과 측정 데이터를 송수신하며, 실시간 디스플레이화면 제공하며, 추후에 결과 분석을 위하여 시험 및 운영시 발생하는 모든 내용을 보관/관리하는 역할을 한다. 현재 개발되고 있는 정지궤도복합위성(이하, 정복위성)에 대해서도 마찬가지로 다목적실용위성에서 사용된 공통지상시스템을 확장하여 정복위성의 AIT와 발사후 위성 운영 단계 양쪽에서 사용 가능하도록 할 계획에 있다. 이와 관련하여 현재 공통지상시스템의 기존 기능을 보완하고 정지궤도위성을 위한 새로운 기능을 추가할 계획에 있다. 이와 관련하여 현재 추진되고 있는 공통지상시스템의 확장 계획을 간략하게 기술하고자 한다.

[P-54] 지향성 안테나를 이용한 GPS 신호 분석

백철원¹, 김영욱¹, 이진오¹, 정대원¹, 김은규¹, 이상정²
 한국항공우주연구원¹, 충남대학교²

원격탐사 위성은 대부분 저궤도 지구관측 위성으로 태양 동기의 궤도를 유지하면서 위성에 탑재된 각종 카메라 및 측정센서를 이용하여 획득한 데이터를 지상으로 전송하며, 지상에서는 처리 후 결과물을 이용하여 자연자해 및 감시, 지질 및 환경 조사 등의 다양한 용도에 활용되고 있다. 특히 아리랑위성은 한반도 지역에서 발생할 수 있는 대규모의 자연 재해를 감시하고, 자원의 이용 실태를 파악할 수 있으며, 지리 정보 시스템에 활용 가능한 고해상도 지구 관측 영상을 제공하고 있다. 이러한 임무를 완수하기 위하여 GPS 신호를 이용한 위성고 지상관제장비의 시각동기를 수행하고 있다. GPS 신호는 고유의 대역확산 특성 때문에 어느 정도의 재밍신호에 대해 강인함을 갖지만, GPS의 낮은 신호세기는 전파교란에 쉽게 영향을 받을 수 있다. 대체로 악의가 없는 경우에는 전파교란을 쉽게 중지할 수 있지만, 고의적으로 전파를 교란하는 경우 전파신호를 차단하기 위한 전파차폐장치를 부가하거나, 전파신호를 받는 동안 자체 시스템의 내부 시각정보를 이용하여 일시적으로 영향을 피할 수 있다. 그러나 고출력 및 장기간의 전파교란은 저궤도위성의 상태데이터를 모니터링하고 데이터들의 시간 상관성을 분석할 수 없게 만드는 주요요인이 될 수 있다. 이에 위치가 고정된 지상국에서 지향성 안테나를 이용하여 1기의 GPS 위성 신호를 수신하면 지상장비의 시각동기원으로 사용할 수 있으므로 이 논문에서는 STK를 활용하여 지향성 안테나(파라볼릭)를 이용한 GPS 신호를 수신하고, 측정된 신호를 안테나 특성에 따라 신호를 분석한 결과 링크버킷을 만족하는 것을 확인하였다.

[P-55] 테스트베드 환경의 위성시스템 신호선 전도성 노이즈 인가에 따른 CRC 에러 현상 분석

장재웅, 김태운, 장경덕, 조인경, 문귀원
 한국항공우주연구원

시스템 레벨 비행모델에 대한 전자기적합성 환경의 검증은 사전에 테스트베드(ETB-Electrical Test Bed)에서의 전자기적합성 시험을 통해 이뤄질 수 있다. 전자기적합성 시험 중 전도성 노이즈 인가에 대한 시스템 양립성 검증방법 중 하나는 영상데이터 복원 시 발생할 수 있는 데이터 에러 발생의 여부로서 판단할

수 있다. 다목적실용위성 테스트베드에서의 신호선에 대한 전도성 노이즈 인가 시험 결과, 적외선 컨트롤러를 포함하는 전자유닛과 적외선 장비 쿨링 유닛간 신호선에 전도성 노이즈를 인가하였을 때 데이터 처리부에서 CRC 에러가 발생하였다. CRC 에러 현상에 대한 원인 파악을 위해 전도성 노이즈가 전달되는 노이즈 경로를 분석하였으며, 이에 따른 노이즈 경로 분리, 교체 및 노이즈에 영향을 받는 유닛의 본딩 적합성 시험을 수행하였다. 측정결과 컨트롤 유닛과 전자유닛의 커넥터에서 차폐완결성이 결여됨을 확인하였으며 문제 해결 후 CRC 에러가 다시 재현되지 않음을 확인하였다.

[P-56] 발사체를 통한 저궤도 위성의 온도 모니터링 정확도 향상을 위한 Launch Vehicle MUX System의 입력 저항을 고려한 Calibration Curve 생성

이상록, 전현진, 전문진, 임성빈
한국항공우주연구원

저궤도 위성의 발사 이전과 이후 특정 시점까지 발사체에 탑재된 위성의 상태가 발사에 적합한 상태를 유지하고 있는지 모니터링 하는 것은 성공적인 발사를 위해 필수적이다. 이를 위해 발사체는 발사 전후로 위성의 상태를 나타내는 Analog Telemetry (TLM) 값을 지상으로 전송해주는 Launch Vehicle (LV) MUX System을 갖추고 있다. 이러한 System은 위성의 상태를 나타내는 Analog TLM 값(0~5V)을 위성으로부터 받고, 이를 9bit Analog-to-Digital Converter (ADC)를 사용해 양자화된 값으로 변환 시킨 이후 지상으로 전송한다. 지상에서는 양자화된 값을 받아 Calibration Curve를 적용하고 이를 원하는 Data로 복원한다. 모니터링 되는 값에 오차를 최소화하기 위해서는 위성에서 출력하는 신호를 받기 위한 LV MUX System 내의 ADC 입력 저항이 매우 커야 한다. 그렇지만 물리적 구현의 한계로 인해 입력 저항이 충분히 큰 값을 가지지 않을 수 있다. ADC에서 바라본 위성의 TLM 생성 Source가 직접 전압을 출력하는 경우 ADC의 입력 저항의 영향을 받지 않으나, 위성의 TLM 생성 Source가 전류와 저항을 이용해 전압을 출력하는 경우 위성 내부 저항과 ADC 입력 저항이 병렬로 연결된 형상을 가지기 때문에 출력되는 전압 값이 예상보다 낮을 수 있다. 위성의 TLM 생성 Source중 전류와 저항을 이용해 전압을 출력하는 장치는 온도 TLM을 생성하는 AD590과 Thermistor가 있다. ADC 출력인 양자화된 값을 원하는 Data로 변환하기 위해 사용하는 Calibration Curve 생성시 ADC의 입력 저항에 의한 출력 전압 강하를 고려하지 않은 경우 예상된 값보다 작은 전압이 ADC에 입력됨으로 인해 예상한 온도 범위를 크게 벗어날 수 있다. 이 논문에서는 ADC의 입력 저항을 고려한 Calibration Curve 생성함으로써 LV MUX System을 통해 Monitoring 되는 온도의 오차를 최소화 시키는 방안에 대해 고찰 한다.

[P-57] 인공위성에 장착되는 배터리의 효과적인 State-of-Health Check 방식 고찰

전현진, 전문진, 이상록, 임성빈
한국항공우주연구원

인공위성의 수명은 배터리의 수명과 직결된다고 할 수 있으므로 인공위성을 발사하기 전에 배터리의 상태가 정상인지 확인하는 State-of-Health (SOH) 절차가 반드시 필요하다. 하지만, 배터리는 자체 특성상 충/방전을 하면 할수록 배터리의 성능이 열화되므로 꼭 필요한 시점에 꼭 필요한 절차를 이용하여 SOH를 확인 하는 것이 적절하다. 배터리의 SOH가 필요한 시점은 배터리의 Incoming inspection 때, 인공위성 장착 후 열진공 시험 전/후 (optional), 마지막으로 발사장으로 운송 후 정도로 설정할 수 있다. 이는 배터리의 장거리 운송 후를 기준으로 하였으며 배터리의 Capacity 변화 추이를 판단하는 위해 선택적으로 열진공 시험 전/후에 Capacity 측정을 할 수 있다. 효과적인 배터리 SOH 확인을 위해 배터리 전압 check와 Capacity Measurement의 두 가지 절차를 이용할 수 있다. 배터리 전압 및 Capacity는 장기간 보관 후 배터리의 상태가 정상인지 나타내는 대표적인 변수이기 때문이다. 효율성을 위해서는 Capacity 측정 중에 Taper charging을 수행하지 않는 것이 적절할 수 있다.

[P-58] 위성체 다층박막단열재 SiOx 박리/균열현상에 대한 시편검증 시험 결과 분석

이춘우
한국항공우주연구원

위성체 외부 표면은 외부 우주 열환경을 차단하기 위하여 다층박막단열재(MLI, Multi-Layer Insulation)을 주로 사용하게 된다. 다층박막단열재는 Kapton 외표면에 알루미늄 나이트라이드 코팅을 증착한 자재로 내부에 Mylar과 Dacron netting을 교차시켜 다층박막층으로 구성되어 있다. 특히, 저궤도위성의 경우에는 궤도상의 원자산소(Atomic Oxygen)에 의한 자재 침식을 방지하여 위하여 MLI 외부에 특수 코팅을 적용하게 된다. 원자산소에 의한 자재침식은 궤도상에 존재하는 원자산소가 위성 궤도속도에 해당하는 약 7~8 km의 속도로 위성 표면을 지속적으로 충돌함으로써 MLI 침식시킴에 따라 위성 임무기간중 열제어 성능을 저하시키는 주요한 우주 환경인자로서 이를 방지하기 위하여 MLI 외각층에 ITO, SiOx, AlOx, RTV Silicone 등과 같은 특수 코팅을 적용하게 된다. 이중 저궤도 위성에 일반적으로 적용되는 MLI SiOx 코팅과 관련하여 지상운영시 코팅층 박리 및 균열과 같은 이상 현상이 발견됨에 따라, 추정 결합원인으로 온도, 습도, 진공도, 및 보관조건에 대한 열화 가능성을 종합 검토하였다. 이 연구에서는 SiOx MLI 코팅층과 지상환경인자(온도, 습도, 진공도 등)와의 상관관계를 검토하고 코팅층 박리 및 균열 성장 메카니즘을 규명하기 위한 시편시험 결과를 분석하여 결합 재발방지 대책을 검토한 내용이다.

[P-59] 정지궤도 위성 원격측정명령계 레인징 검증 방법 설계

조승원¹, 이상정²
¹한국항공우주연구원, ²충남대학교 전자공학과

정지궤도 위성의 거리측정에는 크게 두 가지 방법을 사용하는데 Pseudo Noise 코드를 이용하여 위성 송수신기에서 재생산하여 지상으로 보내는 코드를 탐지하여 거리를 측정하는 방법과 레인징 톤을 반송파에 실어 보내어 되돌아오는 신호를 받아 측정하

는 방법이 있다. 이 중 링크버짓 대비 구현의 용이함과 저비용으로 인해 여전히 레인징 톤 방식이 사용되어 지고 있다. 레인징 측정 시 고려되어야 할 사항들은 레인징 방식(Ranging Standard)과, 메이저 톤의 주파수, 모호성을 해결하기 위한 마이너 톤들의 개수, PLL bandwidth, 각 톤들의 Integration Time 등이며 이에 따라 SNR(Signal to Noise Ratio)도 변하게 되며 결과적으로 레인징의 정확도에 영향을 주게 된다. 또한 위성의 송수신기를 포함한 RF서브시스템의 위상 선형성(Phase Linearity)은 레인징의 모호성 해결에 영향을 미치기 때문에 이에 대한 분석이 있어야 하며 또한 비선형성이 있을 경우 이를 측정에 반영하여야 한다. 이 논문에서는 정지궤도 위성의 레인징 측정에 대한 검증 방법이 제시되며 이를 통해 발사 후 위성까지 보다 정확한 거리를 획득할 수 있도록 할 것이다.

[P-60] 저궤도지구관측 위성용 광학탐재체 비행모델 진동 환경 시험

전종협, 임종민, 은희광, 문남진, 우성현, 문귀원
한국항공우주연구원

저궤도지구관측 위성의 광학탐재체는 위성이 궤도에 진입한 이후 지구 관측과 같은 주요 임무를 전담하는 중요 시스템이다. 광학탐재체가 장착된 위성이 발사체에 탑재되어 발사하는 순간부터 우주의 궤도에 진입하기까지 극심한 진동 환경에 노출된다. 이러한 과정에서 발사체로부터 전달되는 높은 진동 조건에 대한 광학탐재체의 영향에 대해 사전 검증을 해야한다. 이 검증을 위해 발사체에서 제시하는 진동 요구사항을 모사하여 환경시험이 실시된다. 해당 진동 환경시험은 온도 및 습도, 오염 입자를 컨트롤하는 청정실에서 이뤄져서 광학탐재체 비행모델을 보호한다. 발사체의 요구조건에 따라 부가되는 진동 환경에 따라 광학탐재체의 주요부위에의 영향을 확인하기 위해 가속도 센서를 적용하고 해당 부위에서 주파수에 따른 응답 분석을 실시하게 된다. 그 결과를 분석하여 광학탐재체의 구조적 강건성을 판단한다. 이 논문에서는 저궤도지구관측위성용 광학탐재체의 비행모델에 대하여 실시한 진동 환경 시험 방법 및 분석 내용을 소개하고자한다.

[P-61] 위성용 전자부품의 Displacement Damage 영향분석을 위한 Non-Ionizing Dose 환경 분석

조영준, 이상근
한국항공우주연구원

우주방사선에 의한 Displacement damage 영향은 입자밀도가 높은 전자나 양성자에 의해 발생되며 주로 광전자 소자들의 전기적 성능에 영향을 미친다. 이 논문에서는 이들 부품들의 영향성을 검토하기위한 Non-ionizing dose 환경을 분석하였다. 정지궤도에서 주요하게 영향을 주는 포획된 전자나 태양으로부터 방사되는 양성자 입자 환경을 통해 Non-ionizing dose depth curve를 도출하고 이를 통해 부품의 특성시험결과에 적용할 수 있는 양성자 및 전자 입자에 대한 DDEF(Displacement Damage Equivalent Fluence)를 구하였다.

[P-62] 정지궤도 위성용 전자박스의 우주방사선 차폐설계 최적화를 위한 분석

조영준, 이상근
한국항공우주연구원

정지궤도 위성용 전자박스는 우주방사선에 노출되는 dose 량이 높은 응용으로 차폐설계를 통한 dose 레벨의 통제가 필요하다. 특히 구조적인 차폐설계는 무게에 직접적인 영향을 미치므로 효율적인 설계가 필요하다. 이 논문에서는 정지궤도 위성임무의 방사선환경에 대해 차폐설계를 최적화하기 위한 분석들을 수행하였다. 이를 위해 전자박스의 구조형상과 local shielding 설계에 따른 차폐해석 및 dose 레벨을 분석하고 차폐 자재에 따른 영향성을 분석하여 효율적인 설계방향 및 적용가능성을 검토하였다.

[P-63] 위성 열해석을 통한 노드의 민감도에 따른 단계적 방열판설계의 최적화

김희경
한국항공우주연구원

우주의 궤도상에서 위성은 극한의 열환경에 노출된다. 이러한 열환경조건의 위성이 고유한 설계임무를 성공적으로 수행하기 위해서는 외부열환경에 의한 심각한 온도변화로부터 적절한 온도유지를 해주는 것이 필수적이다. 이러한 역할을 하는 위성열제어 방식 중에 고온조건에서 위성내부의 열을 방출하는 수단으로서 방열판이 널리 사용되고 있다. 방열판은 수동적인 열제어방식이기 때문에 안전하고 검증된 설계를 최우선하는 보수적인 위성설계에 적합하다. 하지만, 이러한 방열판설계는 보통 필요이상의 과도한 설계를 하게 되어 저온조건에서 낮은 온도의 위성을 보호하기 위해 더 많은 히터파워를 필요로 하게 된다. 그래서, 안전하고 신뢰할 수 있는 열제어방식을 사용하면서 효율적인 열설계가 되도록 최적화를 한다면 전체적인 위성설계 측면에서 바람직하다. 이 연구에서는 위성열모델을 사용한 방열판설계과정에서 적용할 수 있는 단계적 접근방식을 제안하고, 시험용열모델에 실제 적용해보고자 한다. 이 연구의 방열판설계방식은 각 개별노드를 방열판노드로 설정하였을 때의 온도 민감도를 비교하여 가장 적합한 위치의 노드를 방열판노드로 선택하는 개념이다.

[P-64] 정지궤도위성 IP(Interpreted Programs) 기능 분석

채동석, 신현규, 천이진
한국항공우주연구원

정지궤도 위성 비행소프트웨어에 구현되어 있는 IP(Interpreted Programs)는 OBCP(On-Board Control Procedure) 기능을 구현한 것이다. OBCP는 기본적으로 구동되는 위성 비행소프트웨어 이외에 위성운영을 자동화 할 수 있도록 독립적으로 수행되는 프로그램으로 지상 운영자 개입 없이 자동화된 절차를 수행하거나 특정 데이터를 모니터링하거나 비행소프트웨어를 직접 수정하지 않고 일부 기능을 변경하는 등, 다양한 기능을 유연하게 수행할 수 있다는 장점이 있다. 반면에 OBCP 개발환경을 구축해야 하고 비행소프트웨어에서 처리할 수 있도록 구현되어야 하는

복잡성이 있다. 정지궤도 위성은 지상에서 항시 모니터링 가능하므로 복잡한 구조를 가지기 보다는 저궤도 위성에서 사용하는 방식인 절대시간 및 상대시간 명령처리 방식을 사용하면 보다 용이하게 구현할 수 있다는 장점이 있다. 반면에 이 방식은 단순히 정해진 명령을 정해진 순서에 맞도록 수행하는 것으로 여러 가지 상황에 따른 다양한 동작을 정의하기는 어렵다. 그래서 기존의 상대시간 명령처리 방식을 보완하여 상황에 따라 명령수행을 변경할 수 있도록 일부 간단한 기능을 추가하는 방안도 고려되고 있다. 이 논문은 기존의 정지궤도 위성에서 사용하는 IP 기법과 절대시간 및 상대시간 명령 처리 방식에 대해서 기술한다.

[P-65] 저궤도 레이더 지구 관측 위성 촬영 계획 시스템

강치호, 전정남
한국항공우주연구원

저궤도 레이더 지구 관측 위성의 촬영 계획 시스템 (Image Collection Planning System, 이하 ICPS)은 레이더 관측 위성의 제한된 가용 자원 하에서 레이더 영상 생성을 위한 원시 자료 취득을 최대화할 수 있도록 최적화된 지구 관측 계획을 수립하는 기능을 제공하는 시스템이다. 사용자에게 의해 제시된 촬영 요청, 우선 순위 및 촬영 시 적용이 요청되는 각종 세부 요구 사항들을 기반으로 하여 운영자는 ICPS를 이용하여 레이더 지구 관측 위성의 원시 자료 취득 관련 가용 자원 상황, 운영 제한 조건 등에 의거하여 최대 가용한 관측 시간을 결정하여 최적의 영상 촬영 및 전송 계획을 생성할 수 있다. 한편, ICPS는 기존에 생성된 촬영 및 전송 계획에 대해 신규 촬영 및 전송 계획의 추가, 수정 및 삭제 기능을 지원하여 ICPS 운영 시의 운영자의 편의성을 도모할 수 있도록 설계, 개발되었으며, 현재 지구 레이더 관측 위성에 대한 영상 촬영 및 전송 계획 수립 시 운영되고 있다.

[P-66] An Investigation of the Next Generation Middle Sized Satellite System Development

Jeong-Heum Im^{1,2}, SangCherl Lee¹, Jinyoung Suk², Dongin Han¹, Sunghoon Kim¹
¹Korea Aerospace Research Institute, Korea
²Department of Aerospace Engineering, Chungnam National University, Korea

Domestic satellite systems have been developed based upon National Space Development Plan in Korea. Middle to Large sized KOMPSAT (Korea Multi-Purpose SATellite) Series have been developed under the control of KARI (Korea Aerospace Research Institute). As of today, KOMPSAT-2 and KOMPSAT-3 is being operational and recently KOMPSAT-5 have been developed and successfully launched from the Yasny launch base in Russia. As for large sized satellite, COMS (Communication, Ocean and Meteorological Satellite), geo-stationary satellite was developed and launched in 2010 and now it's being operational. And also under the control of KARI, another geo-stationary satellites are being

developed. For the small sized satellite system, STSAT (Science Technology Satellite)-1 and STSAT-2 were developed by SaTReC. And STSAT-3 is ready for launch in 2013. This paper describes the necessity of middle sized next generation satellite system development to meet various national needs efficiently and it also describes system architecture and key features of the system.

[P-67] 웨노 위성관제소 운영을 위한 감시제어시스템 개발

구인회, 안상일
한국항공우주연구원

웨노 위성관제소는 다목적실용위성의 효과적 운영을 목적으로 2013년 7월에 마이크로네시아연방 웨노섬에 구축한 위성추적소이다. 웨노 위성관제소는 이동이 가능하고 RF장비들이 탑재된 소형 컨테이너 위에 직경 2.4미터의 S밴드 안테나가 돔 안에 탑재되어 있다. 감시제어시스템은 웨노 위성관제소의 안테나 및 RF장비들을 원격으로 모니터링 하고 제어하는 기능을 수행하는 소프트웨어 시스템이다. 감시제어시스템은 대전의 한국항공우주연구원에서 네트워크를 통해 원격으로 운영되도록 설계되었으며, 관제소 내의 모든 시스템은 24시간 운영되기 때문에 RF장비 외에도 컨테이너 내부의 전압, 전류, 온도, UPS, 에어컨디셔너와 같은 기반 설비의 원격감시 및 제어도 수행한다. 이 논문에서는 웨노 위성관제소 감시제어시스템의 목적 및 형상을 소개하고 적용된 알고리즘 및 기능들을 기술하였다.

[P-68] 트랜지언트 현상에 의한 위성시스템 영향성 검증을 위한 환경구성 분석

김태윤, 장재웅, 장경덕, 조인경, 문귀원
한국항공우주연구원

위성 전력계 시스템으로부터 전원을 공급받아서 동작하고 있는 전자장비들은 전원선 뿐만아니라 디지털신호, 아날로그신호, RF 신호 등 다양한 신호선들이 교차되어 연결되어 있다. 이들 전자장비의 동작에 의해 발생하는 전류/전압 변동은 전도성 및 복사성 노이즈 형태로 나타나 위성 전원버스 및 민감한 신호인터페이스를 갖는 장비에 영향을 미칠 수 있다. 전자장비에 전원이 공급되는 순간의 인러쉬 전류는 전원버스에 트랜지언트 전압을 발생시키며, 이 트랜지언트 노이즈는 전원보호회로에 유입되거나 전원버스에 연결되어 있는 다른 장비에 유도되어 오동작을 일으킨다. 전자장비 및 위성시스템은 트랜지언트 노이즈에 의해 시스템이 정상적으로 동작하는 것을 검증하기 위해 전도성 내성시험을 수행하는데, 위성에서 발생할 수 있는 트랜지언트 노이즈를 정확하게 시뮬레이션하는 것이 무엇보다 중요하다. 이 논문에서는 위성에서 발생될 수 있는 트랜지언트 노이즈를 구현하기 위한 전도성 내성시험 환경 구성을 분석하였으며, 이를 통해 정확한 검증장치를 구성하여 검증시험에 적용하였다.

[P-69] 아리랑위성5호 초기운영 해외지상국 운영결과 분석

이명신, 백현철, 현대환, 박덕중, 정대원
한국항공우주연구원

다목적실용위성 아리랑5호가 2013년 8월 22일 러시아 야스니 발사장에서 드네프로 발사체에 실려 성공적으로 발사되었다. 발사체와의 분리 이후 프로세서 활성화, 온보드 소프트웨어 동작, 태양전지 전개 및 자이로 동작 등의 정상 진행 상태를 최초 교신으로부터 점검하고, 정확한 궤도결정 및 예측을 위하여 레인징 측정을 수행하게 된다. 이러한 발사 이후 궤도상 초기 점검 및 제어를 위하여 위성과의 지속적인 교신을 수행하게 되므로 단일 지상국 이외에 해외 지상국을 활용하게 된다. 아리랑5호의 초기 운영을 위하여 노르웨이 KSAT(Kongsberg Satellite Service)과의 계약을 통해 해외지상국을 운영하였으며, 지상국으로써는 남극 부근의 Troll Station과 북극의 SGS(Svalbard Ground Station)을 사용하였다. 안테나로서는 Troll station의 TR1, TR2 안테나와 SGS의 SG6, SG22 안테나를 운용하였다. 각 안테나에는 2개의 Modem/BB를 갖추었으며, 각각 High rate 및 Low rate 원격측정데이터 수신을 담당한다. 네트워크는 주 회선으로써는 T1 전용선을 사용하고 부 회선으로는 ISDN 라인을 구축하였다. 발사이전 전체적인 운영준비상태 점검을 위하여 4개의 안테나사이트에 대해 high rate 및 low rate 데이터 송수신 시험을 주회선과 부회선에 대하여 실시하여 준비상태를 점검하였다. 또한, 발사 1일 전에는 SG6 및 TR1의 주 안테나에 대해서 데이터 송수신 시험을 실시하였다. 발사체 분리후, 정상모드(Normal Mode)이전에는 위성 몸체의 지구지향 방향 변경으로 위성송수신 편파(RHCP/LHCP)에 대한 주의 깊은 운영이 필요하였다. 또한, 위성추적 기능 등의 안테나 사이트에서의 문제가 있었지만, 모든 해외지상국 운영에서 계획되었던 명령어 송신 및 데이터를 수신하였다. 이 논문에서는 아리랑5호 초기운영을 위한 해외지상국 구성, 운영개념 및 초기운영 결과를 기술한다.

[P-70] 실린더 구조물이 적용된 정지궤도위성의 기계시스템 설계

박종석¹, 최정수¹, 김형완¹, 최재동¹, 김창호²
¹한국항공우주연구원 정복위성체계팀, ²한국항공우주연구원 위성구조팀

위성의 구조체 중심부에 적용되는 실린더 구조물은 인접한 다른 구조물과 발사체를 연결한다. 이 실린더 구조물은 발사체와의 접속을 위한 특별한 연결부를 가지도록 설계되며, 장비들이 장착되는 패널로부터 발생하는 하중은 대부분 이 실린더 구조물을 통해 발사체로 전달된다. 정지궤도위성의 경우 중량의 상당 부분을 연료가 차지하여 적절한 하중경로를 제공하는 것이 중요하다. 일반적으로 실린더 구조물 내에 혹은 실린더 구조물 주변에 연료탱크를 장착한다. 연료로 인한 하중이 발사체로 직접 전달되어 다른 구조 부재를 효율적으로 설계할 수 있는 개념이 된다. 따라서 실린더 구조물은 정지궤도위성의 형상을 결정하는 주요한 인자이며, 이를 토대로 기계 시스템 설계가 이루어진다. 이 논문에서는 정지궤도 복합위성의 실린더 구조물을 적용을 위한 형상설계와 이에 따른 구조체 설계와 장비배치 등 기계시스템 설계 전반을 설명하고자 한다.

[P-71] 인공위성의 초기운영 계획 수립 및 수행

오시환, 윤석택, 천이진, 김진희
한국항공우주연구원

인공위성의 발사 이후 위성의 서브시스템 및 전장품의 기능 및 성능을 점검함과 동시에 위성의 상태를 정상적인 임무대기모드까지 끌어 올리고 임무 수행 또는 궤도 조정 등의 운용을 위해 일련의 절차 및 과정을 점검하는 초기 운영이 필요하다. 이는 지상에서 접속 가능한 지상국과의 접속 정보와 점검에 소요되는 시간 등을 적절히 분배, 배치하여 계획이 수립되어야만 한다. 이 연구에서는 시스템 또는 서브시스템 레벨의 다양한 기능 점검의 예와 운영 시의 여러 가지 제한 사항들을 포함한 초기 운영 계획을 수립하기 위한 과정을 소개하였다. 지상국의 개수 및 접속 일정에 따라 초기운영을 수행하기 위한 일정이 가장 민감하게 변화하였으며 수십 분 이상 지속되는 점검 사항들에 대해 짧은 접속 시간을 가지는 여러 개의 지상국을 통해 점검을 수행하는 방안 등을 기술하였다.

[P-72] 저궤도 인공위성용 태양전지판 구동기 궤도상 성능 검증

김용복, 최홍택
한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성제어팀

인공위성 탑재 구동기 중 태양전지판 구동기는 인공위성의 성공적인 임무 수행에 필요한 1차 에너지 생성을 위해서 태양전지판의 태양지향이 가능하도록 회전시키는 구동기로서 이 논문에서 소개되는 태양전지판 구동기는 태양전지판이 두 개로 이루어진 경우이며, 하나의 태양전지판 구동 전장장비로 두 개의 태양전지판 구동기를 동시에 구동이 가능하다. 태양전지판 구동 전장장비는 위성 탑재컴퓨터에서 제공되는 회전 명령 신호를 받아서, 태양전지판 구동기를 회전시키며, 회전각에 대한 정보를 받는다. 이 논문에서는 지상시험 검증에서부터 발사 후 궤도상에서의 태양전지판 구동기의 초기운영 결과를 바탕으로 태양전지판 구동기의 성능 검증을 설명한다.

[P-73] 산업용 대용량 CMG 개발

이선호, 김정훈
한국항공우주연구원

선박은 해상에서 운항되기 때문에 선원, 화물, 그리고 선박 자체의 안전에 영향을 주는 횡동요를 억제하는 것이 중요하다. 일반적으로 횡동요란 파랑에 의해서 선박의 좌우가 선체중량을 중심으로 번갈아가며 진동하는 현상을 말한다. 이러한 횡동요는 선박 탑승자의 안락함을 방해하고, 해상 작업의 사고를 유발하며 심할 경우 선박이 전복되는 대형 사고를 초래한다. 선박의 주행 또는 정선 시에도 횡동요를 능동적이면서 효과적으로 제어하기 위해서 자이로스코프를 응용한 선박 횡동요 감쇠 시스템의 개발이 필요로 하게 된다. 이러한 횡동요 감쇠 시스템은 플라이휠, 스피너 모터, 킴벌 속도제어용 유압장치 등으로 구성되어 단일 자이로스코프의 복원력을 이용하는 방식과 이중 CMG(Control Moment Gyroscope)의 자이로스코프 토크를 이용하는 방식이 있다. 이

논문은 선박/해양플랜트 등 산업용으로 실용화 할 수 있는 자세 안정화 및 기동용 대용량 CMG 개발내용을 소개한다. 이러한 CMG는 고토크를 발생하여 횡동요 감쇠 시스템에 적합한 구동기로서 유망한 구동장치이며, 고부가가치 선박(수송용, 여객용, 레저용, 군사용)의 자세 안정화 시스템, 해상 플랜트(석유/가스 시추선, 풍력/조력 발전시설)의 자세 안정화 시스템, 항만 물류 시설 (Mobile Harbor)의 자세 안정화 시스템, 잠수함, 수중탐사선 및 로봇의 고성능 자세 제어 시스템 등에 활용이 가능하다

[P-74] 저궤도 인공위성 단면적 변화에 따른 고도 저하의 변화율 고찰

김응현
한국항공우주연구원

지구 저궤도 인공위성은 지구 대기의 항력에 의한 섭동력을 받는다. 지구 대기에 의한 항력은 위성의 속도 벡터에 반대 방향으로 작용하며 궤도의 에너지를 감소시키는 역할을 한다. 에너지 감소에 의해 위성 궤도의 크기가 감소시킨다. 이에 따라 인공위성의 임무궤도를 구성하는 궤도요소에서 고도(Altitude)가 낮아지면서 최종적으로는 어느 임계점에 도달하면 급격히 고도가 떨어져 지구 대기권으로 위성이 다시 진입한다. 지구 대기에 의한 항력이 고도에 미치는 영향을 추정할 때는 지구 대기의 밀도, 위성의 형태에 따라 결정되는 항력계수, 위성 진행방향의 단면적, 위성 무게와 속도 등이 계산변수로 필요하다. 이 가운데 지구 대기에 의한 고도 저하를 계산할 때는 사용되는 지구 대기 모델과 함께 항력계수와 위성의 단면적이 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 계산과정에서는 항력계수와 단면적으로 특정한 하나의 값으로 산정하여 고도 변화율을 추정한다. 그러나 만약 인공위성의 자세가 태양을 계속적으로 지향하면서 궤도를 유지한다면 단면적의 값은 상수가 아니라 시간에 따른 변수로 고려되어야 한다. 이 연구에서는 먼저 단면적의 차이에 따른 고도 저하의 변화를 고찰한다. 또한 진행방향의 단면적이 시간에 따라 변화할 때 지구 대기의 섭동력을 계산하는 방법을 고찰한다.

[P-75] Prototype Development of X-band Output Filter for Geostationary Satellite

Joong-Pyo Kim, Won-Gyu Lim, Sang-Kon Lee
Korea Aerospace Research Institute

As the transmission data rate of the advanced meteo imager to be installed in geostationary satellite has been greatly increased, it is impossible to transmit its observation data by using L-band frequency used in COMS. So it is required to use X-band frequency to transmit them. Currently the available X-band frequency range is between 8025 and 8400 MHz. The SD (Sensor Data) signal after high power amplification goes through the output filter to reject the out of band signal. In this paper, the dual-mode filter with the dual mode in a single cavity which can lead to the reduction of the number of cavity and mass and length was

designed. The center frequency is 8212.5 MHz and the bandwidth 100 MHz, and the near band rejection -20 dB at BW +/- 70 MHz. Also the elliptic filter Also the elliptic filter having 6th poles with 0.1 dB ripple is designed and the input and output port is WR-112 type (50 Ohm). With the design parameters the prototype was manufactured and then final tests show that the key requirements are met.

[P-76] SysML를 활용한 위성 개발 적용사례 연구 및 전망

조창권
한국항공우주연구원

위성과 같이 복잡한 시스템을 효과적으로 개발하기 위해 시스템 엔지니어링을 수행하는 것은 이제 보편적이다. 기존의 시스템 엔지니어링이 프로세스나 문서위주의 방법론에 따라 위성을 개발하였다. 그러나 요즘은 문서위주의 개발 방법론에서 벗어나 좀 더 직관적으로 시스템 개발을 이해할 수 있도록 모델링 언어를 사용하여 개발하는 것이 추세이다. 이와 같은 추세를 반영하여 나온 것이 SysML이다. 최초 소프트웨어 개발 모델링 언어인 UML에서 진화하여 소프트웨어 국한하지 않고 시스템까지 영역을 확장하였고, UML과 유사한 모델을 적용하고 있다. 이와 같은 모델링 언어를 활용하면 개발측면에서 좀 더 이해도를 높일 수 있으며 향후 3D 시뮬레이션 모델로의 적용도 가능하다. 이 논문에서는 SysML에 대한 정의와 그 특징을 알아보고 현재까지 SysML을 적용한 위성 사례를 살펴봄으로써 향후 정지궤도복합 위성의 SysML의 적용 범위를 가늠하고자 한다.

[P-77] 저궤도 인공위성 전력 시스템의 초기특성 검증

원주호, 양정환, 박희성, 박성우, 장진백
한국항공우주연구원

인공위성 전력 시스템 및 전장품 개발을 개발하여 실제 비행 모델에 적용되기 위해서는 부품 노화 해석, 최악 상황 해석, 방사 특성 해석, 고장 모드 및 영향성 분석 등의 다양한 해석과 전자파 특성, 열주기, 진동, 열 진공 시험 등 위성 발사 및 운용 우주 환경을 모사한 다양한 시험이 지상에서 필요하며 수행된다. 하지만, 이와 같은 다양한 해석과 우주환경 모사 시험을 통해 개발, 적용된 전장품들의 실제 우주 환경 운용 데이터도 시험 및 해석 조건에 따라 지상 시험 및 해석에서 얻은 결과와 일부 차이가 발생할 수 있다. 이 논문에서는 다양한 지상 시험에서 획득한 데이터 및 해석, 설계 사양과 궤도상에서 얻은 전력 시스템을 구성하는 전장품의 실제 운용 데이터를 비교, 분석하고 이를 향후 개발하고자 하는 위성 전장품 설계에 반영하여 전력 시스템 개발의 신뢰성 증대에 기여하고자 한다.

[P-78] Cross-strapping 및 Cold redundancy에 의한 이진상태 및 아날로그 상태정보 에러를 방지하기 위한 연구

원주호¹, 고희호²

¹한국항공우주연구원 위성기술연구소 위성본체실 위성전자팀
²충남대학교 전자공학과

위성의 상태정보획득은 아날로그형과 이진형으로 구성된다. 획득 부가 아닌 생성부에서 직접 전원을 제공하는 경우에는 Cross-strapping 및 Cold 운영에 의한 에러가 발생하지 않는다. 하지만 획득부에서 bias 전원 및 bias 저항을 제공하는 경우에는 Cross-strapping을 통해서 전원이 OFF된 측의 bias 저항을 통해서 역전류가 발생해서 획득상의 이상으로 발생할 수가 있다. 이진형 상태정보인 경우에는 비교기를 통해서 기준값과 비교하는 구조이기 때문에 역전류가 발생해도 margin이 감소하지만 운영이 가능하지만, 정상적인 동작을 위해서 다이오드를 bias 저항 위에 추가하면 정상적인 경우에는 충분한 margin과 역전류를 방지할 수가 있다. 하지만 아날로그형인 경우에는 이진형과는 달리 정확도가 중요하므로 역전류에 의해서 발생하는 이상이 직접 최종 결과의 에러로 나타날 수가 있다. 또한 다이오드를 추가하는 경우에는 다이오드 전압강하가 주변온도와 전류에 의해서 변화하게 되고, 해당 변화가 직접 최종출력에 에러로 발생할 수가 있다. 이 논문에서는 이진형과 아날로그형의 Cross-strapping과 Cold redundancy에 의해서 발생하는 문제를 해결하기 위한 연구에 대해서 발표하고자 한다.

[P-79] 정지궤도위성 전이궤도 원지점점화 기동 자세제어기 안정화를 위한 구조연동 필터 설계

박근주, 강영신, 박영웅, 최홍택
 한국항공우주연구원

정지궤도위성은 발사체에서 분리되어 전이궤도에 놓여지며, 원지점점화 기동을 통해 지구정지궤도에 위치하게 된다. 발사체에 따라 놓여지는 전이궤도에 차이가 나기는 하지만 원지점점화 기동에는 상당한 양의 추진제가 장시간에 걸쳐서 소모되게 된다. 따라서, 추력기 탱크내부의 연료, 산화제 및 가압제등의 유동에 의한 sloshing 효과를 제어기설계에서 고려해줘야 한다. 더불어, 태양전지판 유연모드 간섭도 제어기 설계에서 고려해줘야 하는데 구조연동 필터를 제어기 전단부에 도입함으로써 전체 제어루프의 안정성을 확보한다. 이 논문에서는 이러한 구조연동 필터 설계 방법과 적용결과에 대해서 기술한다.

[P-80] 위성 전기 시스템의 Cross Strap 개념 설계

이나영¹, 장성수¹, 천이진¹, 정태진²
¹한국항공우주연구원, ²한국과학기술원 인공위성센터

위성은 여러 기능을 하는 다양한 전장박스들로 구성되어 있다. 전장박스는 동일한 기능이 A, B 사이드 양 쪽에 구현되어 한 쪽 사이드에 문제가 발생할 경우를 대비한다. 위성의 전기 인터페이스는 전원 및 신호로 구성된다. 전원 공급단은 A, B 사이드와 같은 백업 채널을 통상 구현하지 않으며 전원을 공급받는 전장박스의 A, B 전원 채널이 백업 구조를 가지기 때문에 여기에 전원을 각각 공급하는 개념을 가진다. 위성의 신호 인터페이스 종류에는 Time Mark와 같은 동기 신호, 1553B/UART/Spacewire 프로토콜을 이용하는 데이터 전송 채널, 각종 스위치 및 기능을 제어하는 제어 신호와 그 변경 상태를 확인하는 각종 전압, 전

류, 스위칭 상태 신호 등으로 구성된다. 이러한 명령 신호를 제공하거나 상태 신호를 수신하는 전장박스를 버스 유닛으로 분류하고 명령 신호를 받아 제어 상태가 변경되고 그 정보를 버스 유닛에게 제공하는 전장박스를 구동기 또는 센서 유닛으로 분류할 수 있다. 버스 유닛의 신호 인터페이스 설계 개념은 기본적으로 구동기 및 센서 유닛과 각각의 A, B 사이드가 서로 연결되어 있어야 하며 이를 full cross strap 개념이라고 정의한다. 그러나 각 박스의 설계 특성 등을 고려하여 cross strap 개념이 수정될 수 있고 이 개념은 위성 전체 시스템의 운용 관점에서 반드시 검토되어야 한다. 이 논문에서는 위성의 전기 시스템 설계 초기 단계에서 검토되는 각 종 신호 인터페이스의 cross strap 개념을 정리한다.

[P-81] Launch Vehicle Electrical Interface Test for the Next Generation SAR Satellite during the Launch Campaign Period

Young-Jin Won, Young-Su Youn, Jae-Cheol Yoon, Jin-Hee Kim
 Korea Aerospace Research Institute, Korea

The first Korean SAR (Synthetic Aperture Radar) satellite has been designed and built by Korea Aerospace Research Institute (KARI). This satellite was launched successfully on August 22, 2013. The launch service for the next generation SAR satellite was provided by ISC Kosmotras (ISCK) from Yasny launch base, Orenburg region, Russia. This research describes the launch vehicle electrical interface test performed by KARI and ISCK during the launch campaign period. The test purposes, test descriptions, and test results were summarized and specified.

■ 우주환경 ■

[P-82] 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, Yung Kyu Kim¹, Jung-Hoon Kim², Khan-Hyuk Kim³
¹Koreaa Space Weather Center, Jeju, Korea
²SEISystem, Inc., Korea
³School of Space Research, KhyungHee University, Yong-in, Korea

Interplanetary shocks (IP shocks) associated with coronal mass ejections (CMEs) have very profound effects on the magnetosphere and generates geomagnetic storms. In this study, we focused on the solar wind speed, density, and dynamic pressure of CMEs and investigated if they can be used to predict geomagnetic storm strengths with WSA-Enlil model results on the solar wind speed and density information. We examined the geoeffectiveness of more than

300 IP foreshocks during a 15 year period from 1998 to 2012 based on ACE measurement data. We subsequently estimated the probability that an IP shock generates geomagnetic storm activity that exceeds certain thresholds of NOAA "G" storm scale. We found that G1 (Kp = 5) alert can be reported when maximum (variation) speed is larger than 550 (100) km/s. Therefore, there is a possibility that we would be able to predict the NOAA "G" scales with a certain error bar using ENLIL output of solar wind parameters. Korea Space Weather Center has a plan which is to use results of this study to forecast geomagnetic storm alerts.

[P-83] Variation the magnitude of sunspot umbral magnetic field since solar cycle 22

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

Recently, Solar, Interplanetary and Geomagnetic(SIG) parameters show remarkably low values in solar cycle(SC) 23/24 minimum(Oh and Kim, 2013). The variation of SIG parameters originates from that of solar magnetic fields. As the solar magnetic fields get weaker, SIG parameters also have low values. In this study, we analyze the magnitude of sunspot umbral magnetic field since SC 22 and predict them at SC 24/25 minimum and SC 25 maximum. We use the magnitude of sunspot umbral magnetic field from 1992 to 2013 provided by National Solar Observatory. We calculate monthly average magnitude and its reduction rate. As a result, the magnitude of sunspot umbral magnetic field generally decrease since SC 22. Additionally, we analyze the reduction rate of magnitude of sunspot magnetic field at solar minimum and maximum. We predict that the sunspot magnetic field remarkably fall down at SC 24/25 minimum and SC 25 maximum.

[P-84] LiF:Pb 선량계의 LET에 따른 열형광 특성

김성환¹, 남욱원², 이재진², 김홍주³, Faward Ullah³
¹청주대학교 방사선학과, ²한국천문우주연구원, ³경북대학교 물리학과

우주공간은 지상과 달리 다양한 종류와 에너지의 방사선이 존재하며, 그 강도 또한 시간과 환경에 따라 급하게 변하기 때문에 우주선 승무원이 임무를 수행하는 동안 상당한 양의 방사선에 피폭되게 된다. 따라서 우주임무를 수행할 때 승무원의 안전을 확보하기 위하여 여러 종류의 능동형 및 수동형 방사선 검출기가 활용되고 있다. 수동형 방사선 검출기 중 LiF 계열 열형광 선량계는 인체 조직등이 물질로서 방사선에 대한 에너지 의존성이 낮고, 시간에 따른 감쇠가 적으며, 방사선의 종류에 따라 열형광 곡선 모양이 변화하므로 이를 이용하여 우주선 승무원의 등가선량 평가에 많이 활용하고 있다. 이 연구에서는 새로운 활성제로 Pb

를 도핑한 LiF 열형광 선량계 단결정을 쇼크랄스키법으로 육성하고, 육성된 LiF:Pb 열형광 선량계의 특성과 물리적 현상을 평가하였다. 기존 LiF 계열의 열형광 선량계에 비하여 LiF:Pb의 열형광 곡선 모양이 방사선의 LET(linear energy transfer)에 대한 의존성이 매우 커서 등가선량 평가에 유리한 장점을 가지고 있었으며, 다양한 방사선이 존재하는 우주공간에서 수동형 선량계로서의 활용 가능성을 확인하였다.

[P-85] 극항로 운영 항공사 맞춤형 서비스 제공 시스템 개발

김재훈¹, 홍순학¹, 김영규¹, 이정덕², 최규철², 오승준², 이상우²

¹국립전파연구원 우주전파센터, ²(주)에스이랩

우주환경의 변화는 극항로를 운항하는 항공기에 대하여 통신 신호의 손실 및 감쇠와 우주 방사선에 의한 승무원 및 승객의 피폭 등의 영향을 미치게 된다. 현재 항공 산업계에서는 우주환경에 대하여 R, S, G 지수를 활용하여 극항로 운항 여부를 결정하고 있다. 이 연구에서는 기존 우주전파센터 홈페이지를 이용하여 제공되는 실시간 단파통신 두절 예측(Short Wave Fadeout, SWF)에 더하여 태양의 고에너지 양성자에 의해 발생하는 극지역의 극관흡수(Polar Cap Absorption, PCA) 실시간 산출 프로그램을 개발하였다. 또한 미국 연방항공청(FAA, Federal Aviation Administration)에서 배포하는 유효방사선량 모델 CARI-6를 이용하여 자동으로 최신 정보를 업데이트하고 시간당 유효방사선량 3차원 격자를 생성하는 프로그램을 개발하였다. 이를 이용하여 실시간 항공기의 운항 정보를 수집하여 현재 운항 항공기에 대한 실시간 및 누적 유효방사선량을 제공하도록 하였다. 이 연구에서 개발된 단파통신 흡수 예측 정보와 유효방사선량 정보는 항공사 전용 홈페이지를 통하여 각 항공사별로 맞춤형으로 제공될 예정이다.

[P-86] 태양풍 예측 모델 결과와 ACE 관측 결과 비교 시스템 구축: ENLIL 태양풍 모델, Time Dependent Tomography 모델

김정훈¹, 이지혜¹, 신승민¹, 유세호¹, 김재훈², 김영규²

¹SETsystem, Inc., ²국립 전파연구원 우주전파센터

국립 전파연구원 우주전파센터(Korea Space Weather Center, KSWC)는 태양풍 예보 및 CME 진행 연구를 위해 전자 유체 역학을 기반으로 한 이론적 태양풍 모델(ENLIL) 과 IPS 관측 자료를 기반으로 한 Time Dependent Tomography 모델을 구축하였다. 이론적 태양풍 모델(ENLIL)의 경우에는 태양 표면의 자기장 자료를 입력하여 전자 유체 역학적으로 태양풍 진행을 예측하는 모델로써 CME가 발생할 경우에는 CME의 속도, angle width, 위치 정보를 추가로 입력하여 지구에 CME 진행을 예측한다. Time Dependency Tomography 모델은 IPS 관측을 통해서 얻은 전파원 위치에서의 속도와 밀도 지수를 통해서 토모그래피 방법으로 태양풍 및 CME 진행을 예측한다. 태양풍 예보를 향상시키고 각 모델이 가지고 있는 약점을 보완하기 위해서 각 모델에서 제공하는 예측 정보를 ACE 위성과 함께 동시에 표출

하는 시스템을 구축하였다. 본 시스템 구축을 통해 하나의 모델을 이용하여 태양풍을 예보할 경우에 발생하는 오류를 줄이고, 각 모델의 태양풍 예측 값인 밀도, 속도, 태양풍 도달 시간에 대한 특징을 파악할 수 있다. 비교 시스템 구축을 통해 CME에 대한 영향을 예측함에 있어 CME 도착 시간, 밀도와 속도 값 예보의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[P-87] WSA-ENLIL 모델 결과에 기초한 지자기 교란 발생 확률 예보 시스템 개발

노희선¹, 김정훈¹, 유세호¹, 김영규², 김재훈²
¹SETsystem, ²국립전파연구원 우주전파센터

지구를 향하는 강한 CME가 발생하여 태양풍의 고에너지 입자가 지구의 자기장에 도달하게 되면 전리층의 교란에 의해 전파통신 두절, 전력선의 유도전류 발생과 송유관 부식 등의 산업적 및 경제적 손실을 초래한다. 국립 전파 연구원 우주 전파 센터(Korea Space Weather Center, KSWC)에서는 이러한 피해를 사전에 방지하고, 관련 시설물들을 보호하기 위해 2013년에 지자기 교란 발생 확률 예보 시스템을 개발하였다. Newell et al.(2007, 2008)은 coupling function을 이용한 태양풍의 속도, 밀도와 Kp 간의 관계식을 제시하였다. 이 수식에 WSA-ENLIL 모델의 태양풍 속도, 밀도 예측값을 적용하여 Kp 예측값을 계산하고, ACE 위성과 Kp의 과거 관측값을 통계 분석하여 등급별 지자기 교란 발생 확률을 계산하였다. 과거 데이터를 기반으로 확률 밀도 함수를 구하고, 예측값에 과거 경험값을 바탕으로 가중치를 설정하였다. 이러한 과거 데이터 기반의 확률 계산 방법은 관측 데이터가 누적되면서 정확도가 개선될 것이다. 현재 KSWC에서는 홈페이지를 통해 지자기 교란 발생 확률에 대한 3일간의 예보값을 표출하고 있으며, 향후 확률 계산식의 개선을 위하여 오류분석을 통한 신뢰도 점검을 수행하고자 한다.

[P-88] 2000-2008년 동안 Type II 태양전파폭발 관측자료 통한 속도와 SOHO/LASCO CME 속도의 비교

박사라^{1,2,3}, 홍순학^{1,3}, 김영규¹, 김정훈², William Murtagh⁴, Bob Rutledge⁴
¹국립전파연구원 우주전파센터, ²SETsystem, Inc.,
³경희대학교 우주탐사학과, ⁴NOAA Space Weather Prediction Center

현재 태양의 코로나영역이 SOHO/LASCO, STEREO-A,B 위성에서 관측되고 있다. 이 자료를 이용하여 CME를 확인하고, 여러 모델을 통해 지구 도달 여부 및 도달 시간을 예측하고 있다. 그러나 SOHO/LASCO 위성의 예상 수명기간이 지났고, 현재 후속 위성이 없어 이 위성관측이 중지된 이후 CME의 분석을 대체할 수 있는 수단이 필요한 시점이다. 이에 한 가지 수단으로 지상에서 관측하고 있는 Type II 태양전파폭발이 CME와 연관성이 있다고 알려져 있어 이 둘의 비교연구가 중요하게 여겨지고 있다. 이 연구는 2000~2008년까지 미국 NOAA에서 관측된 Type II 로 산출된 속도와 SOHO/LASCO CME 카탈로그에서 제공하는 CME 속도를 비교해 보았다. 또한 Type II 태양전파폭발 정보로 지구자기장 교란에 대한 예측 활용 가능성에 대해 살펴보았다.

[P-89] Local distribution of the EMIC wave responses to interplanetary shock using multi-satellite observations

Jong-Sun Park^{1,2}, Khan-Hyuk Kim¹, Junga Hwang², Dong-Hun Lee¹, Ensang Lee¹
¹School of Space Research, Kyung Hee University, Korea
²Solar and Space Weather group, Korea Astronomy and Space science Institute, Korea

When an interplanetary (IP) shock passes over the Earth's magnetosphere, electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves can be observed on the ground as Pc1 pulsations. However, during the sudden commencements (SCs) associated with IP shocks, statistical studies on spatial distribution of EMIC waves by multi-satellite observations have not previously been reported. In this study, we statistically examined the EMIC wave responses to interplanetary shock during 12 SC events in the period from October 2012 to June 2013 using GOES satellites, Time History of Events and Macroscale Interactions during Substorms (THEMIS) satellites and Van Allen Probes (RBSP). We discuss the characteristics of the spatial distribution and what factors can affect the local distribution of EMIC waves during SC events.

[P-90] Web Service of KDC for SDO

Ji-Hye Baek, Seonghwan Choi, Eunmi Hwang, Yeon-Han Kim, Young-Deuk Park, Jongyeob Park
 Korea Astronomy and Space Science Institute, Korea

We have constructed Korea Data Center for Solar Dynamics Observatory (KDC for SDO) since 2010. We have developed the web service to provide SDO data for the researchers and public. The web service is optimized to browse and download SDO Atmospheric Imaging Assembly (AIA), and Helioseismic and Magnetic Imager (HMI). There are 4 systems for the web service. It is web server, data processing system, data stored system and metadata server. The web server provides SDO web service, and the data processing system downloads Joint Photographic Experts Group 2000 (JPEG 2000) format from Joint Science Operations Center (JSOC) and converts JPEG 2000 to JPEG format. JPEG 2000, JPEG, Flexible Image Transport System (FITS) format data are saved in data stored system. The metadata server has metadata of JPEG 2000, JPEG, FITS and the browsing engine reads metadata based on search conditions. The users can select browsing date, time, telescopes, resolutions and cadence, and choose display type such as images, movie, zip file. FITS format is available zip file only. We expect that the web service of SDO data will make remarkable contribution to the East-Asian solar physics community.

[P-91] GLE-like events observed by the CRaTER instrument onboard LRO

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 Cosmic Ray Telescope for the Effects of Radiation (CRaTER) instrument is a stacked detector-absorber cosmic ray telescope onboard Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO). CRaTER instrument characterizes the global lunar radiation environment and its biological impacts by measuring cosmic ray (CR) radiation. A compact and highly precise micro-dosimeter measuring dose rates below one micro-rad/sec in lunar radiation environment is mounted on the CRaTER instrument. Ground level enhancement (GLE) is sudden and short increase of CR intensity recorded by the Earth's ground neutron monitors. The GLE event is generally considered to be caused by the accelerated particles associated with the solar eruptions. Using the CRaTER data, we identify the CR variation events which have the similar profile with the GLE on the Earth. We select the associated solar events from the solar flare list and solar proton event list from NOAA Space Environment Services Center. We also compare with the CR data of ACE and solar proton flux data of GOES. We find the flux increasing event with the sharp increasing profile so-called GLE-like CR events. In order to examine their origins and the characteristics in lunar radiation environment, we compare time variation profile of CRaTER with those of ACE/CRIS, ACE/SIS, GOES/SEM. To confirm 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 the micro-dosimeter in the GLE-like CR events is approximately ten times larger than that of CRaTER. Thus, We verify that most of GLE-like events are associated with the energetic solar cosmic rays.

[P-92] Monitoring and modeling Total Electron Content over South Korea

Yunji Woo, Min-kyung Kim, Chan Bae, Sun Mie Park

¹*Korea Science Academy of KAIST*

The ionospheric Total Electron Content (TEC) has been an important descriptive quantity for the ionosphere since the advent of research satellites and Global Positioning System (GPS) satellite. TEC is the total number of electrons present along a path between two points, with units of electrons per

square meter. In this study, we have investigated diurnal, seasonal, solar, and geomagnetic variations of the ionospheric TEC over South Korea obtained at the Jet Propulsion Laboratory in 2000 and 2008. It is shown that TEC has peak values at local time 2pm and reach minimum at 2am. TEC values show seasonal effects which they reach maximum around the equinoxes and minimum around solstices. In addition, we have studied TEC deviations during severe geomagnetic storms. On the other hand, we have compared the International Reference Ionosphere (IRI) model predictions with TEC measurements. IRI-TEC has the same tendency of the regional variations, but almost of IRI-TEC predictions are underestimated, especially in solar maximum.

[P-93] The renewal of ISES website

Ki-Chang Yoon¹, Sunhak Hong¹, Jae-Hun Kim¹, Jin-Wook Han¹, Yung-Kyu Kim¹, Bowon Lee², Ilseok Kim², Ye-jin Han², Jeong-Deok Lee², Terrance Onsager³, David Boteler⁴

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

²*SELab Inc. Korea, 3Kyung Hee University, Korea*

³*NOAA SWPC, ISES Director*

⁴*IPS Canada, (former) ISES Director*

To improve outreach to worldwide users of space weather information and to enhance communication among all ISES members, the ISES website has been renewed. It has been open to the public since August 1, 2013 (www.ises-spaceweather.org) with a new design and new content. The "Space Weather Now" page provides the past and current space weather status with R, S, and G scale indicators. The "Members" page describes a brief introduction of Regional Warning Centers (RWCs) and Associate Warning Centers (AWCs). The most notable change is that discussions pages have been added, which enable information sharing among ISES members. In this menu, the "Latest Forecasts" page provides a forecast portal of space weather by adopting new technology which directly brings each RWC's forecast to the ISES site. The "Space Weather Discussions" page provides a Social Network Service (SNS) based upon a bulletin board to discuss specific topics for space weather among ISES members. The "Enlil Discussions" page gives results from the Enlil model and analyses of the results by SWPC, KSWC, and other partners. The Enlil model is used to predict the properties of the solar wind, which is a fast-moving stream of charged particles emanating from the sun, and can give long lead-time warning of geomagnetic storms. It is expected that this new ISES website will be helpful to share information and to inform the public of space weather.

[P-94] 새로운 플레어 예측 모델의 개발을 위한 ASSA 흑점군과 플레어 사이의 통계적 상관관계 분석

이상우¹, 이정덕¹, 홍순학², 최규철¹, 오승준¹
¹(주)에스이랩, ²국립전파연구원

태양 표면에서의 플레어의 발생은 흑점군들의 형태적 또는 물리적인 특성과 밀접한 연관성이 있는 것으로 잘 알려져 있다. 따라서 플레어 예측 모델의 개발에 있어서는, 과거 일정 기간 동안의 흑점군 및 플레어 목록 자료에 대한 통계적인 분석이 필수적이다. 특히 흑점군 목록자료의 경우 지금까지는 통상적으로 NOAA의 SRS(Solar Region Summary) 자료가 사용되어 왔다. 이 연구에서는 국립전파연구원(RRA)의 2013년도 '태양흑점 폭발확률 및 CME 분석모델 개발' 사업의 일환으로서, 2012년도 사업의 결과물인 ASSA(Automated Solar Synoptic Analysis)의 알고리즘을 과거 SOHO MDI 자료에 적용하여 새로운 흑점군 목록 자료를 생성하였다. 이를 위하여 1996년부터 2011년까지의 기간에 걸쳐 수집된 SOHO MDI 연속선 및 자기장 이미지 자료에 대하여 ASSA 알고리즘을 일괄적으로 적용함으로써, 15년의 기간에 걸쳐 관별된 모든 흑점군에 대한 위치, 면적, McIntosh 클래스, Mt.Wilson 자기장 클래스, 흑점수, 반영을 가진 흑점수, 극성비, 자기분할선의 수, 자기분할선의 복잡도 등의 다양한 물리량들을 집대성한 ASSA-SOHO 흑점군 목록 자료를 얻었다. 확인된 모든 흑점군들에 대해서는, 동일 흑점군의 관별을 위한 흑점군 추적 알고리즘을 개발 및 적용함으로써 15년간 총 4,400개의 흑점군들을 관별해내었다. 이와 같은 과정을 통하여 얻어진 흑점군 목록 자료는 동일 기간의 플레어 목록 자료와의 서로 연관시킴으로써, 흑점군 관련 각종 물리량들과 플레어 강도 사이의 통계적인 관계 분석을 수행하였다. ASSA-SOHO 흑점군 목록 자료를 기반으로 한 통계 분석의 결과는 향후 ASSA 기반의 새로운 플레어 예측 모델의 개발에 활용될 예정이다.

[P-95] 국내 자력계 자료를 이용한 Sudden Impulse 현상의 통계 분석과 경보체계

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, 통계 분석을 통하여 국내 자력계를 이용한 SI 경보 체계를 구축하고자 한다.

[P-96] SOHO LASCO 및 STEREO 위성관측 자료를 이용한 CME 자동 검출 알고리즘 개발

이정덕¹, 홍순학², 오승준¹, 이상우¹, 최규철¹
¹(주)에스이랩, ²한국전파연구원

태양에서 발생하는 코로나물질방출(Corona Mass Ejection, CME) 현상은 근지구 우주환경에 큰 영향을 미치므로 우주환경 감시를 위해서 CME의 발생과 그 방향을 지속적으로 감시하는 것일 매우 중요하다. 이 연구에서는 SOHO LASCO 영상과 STEREO A, B 위성의 COR 영상을 이용하여 영상분석기법을 통해 CME의 발생을 검출하고, 각 영상에서 검출된 CME를 분석하여 CME의 발생시간, CME 방출 속도, 3차원 방출 방향, 및 방출폭을 산출하는 알고리즘을 개발하였다. 각 위성의 영상을 태양 중심으로부터의 거리(r), 방위각(θ) 좌표계로 변환하고 관측시각 순으로 결합하여 [r, θ , time]의 3차원 자료로 생성하였다. 생성된 3차원 자료에서 CME를 검출하고 각 위성에서 관측된 CME의 발생 시간, 위치각(Position Angle), 천구상의 투영된 속도와 방출 폭을 산출하였다. 이후 각 위성자료로부터 검출된 CME의 발생시간을 기준으로 동일한 CME를 선택하고, 위성의 상대적 위치 정보를 이용하여 3차원 방출 방향 및 속도, 방출폭을 산출하였다. 본 알고리즘의 개발을 통하여 지속적인 CME 발생 감시를 자동으로 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

[P-97] Van Allen Probes 위성의 실시간 데이터 처리 표출 시스템 개발

이종길, 백지혜, 이재진, 김연한, 박영득
 한국천문연구원

Van Allen Probes는 2012년 NASA에서 발사한 지구 방사선대 관측위성으로 천이궤도 상에서 입자 및 전기-자기장을 관측하여 자료를 지구로 실시간으로 전송하는 임무를 수행하고 있다. 이 자료를 이용하여 위성이 상주하는 우주공간에서의 우주환경 변화를 쉽게 파악할 수 있고, 위성 운전자들에게 유용한 우주환경 예·경보 자료를 제공해 줄 수 있다. 한편 한국천문연구원에서는 6m 위성 수신 안테나를 구축하여 Van Allen Probes에서 실시간 우주환경 자료를 수신하고 있다. 이 논문발표에서는 Van Allen Probes 위성의 실시간 데이터를 표출하기 위한 자료 처리 프로그램 개발에 관해 기술하고자 한다. 실시간 위성 데이터를 얻기 위해서는 수신한 자료를 JHU/APL에 전송하고 JHU/APL에서 처리한 데이터를 다시 가져오는 작업이 필요하다. 이를 위해 JHU/APL과 SSH Tunneling을 사용하는 1:1 통신 프로토콜로 안정적인 통신 연결을 확보하였으며, CDF(Common Data Format) 포맷 파일을 matlab이나 autoplot과 같은 해석 프로그램에 용이하게 사용하기 위한 변환 프로그램을 만들었다. 이 프로그램은 세 부분으로 나뉘어지는데, 첫째 CDF 파일에서 원하는 특정

data만을 뽑는 DB화 부분, 둘째로 저장된 DB에서 표출을 위한 이미지 파일을 추출하여 웹서비스가 되는 서버로 저장 하는 부분, 셋째로 원하는 날짜의 이미지 데이터를 표출할 수 있도록 구성이 되었다. 이 프로그램을 통하여 여러 사용자들이 웹 페이지를 통하여 실시간 Van Allen Probes 자료를 알 수 있을 뿐만 아니라 과거의 데이터와의 비교를 통하여 태양활동에 의한 우주환경 변화를 쉽게 관찰 할 수 있다.

[P-98] 유도 전류 예측 모델의 지역 계수 선정을 위한 지자기 관측 값과 유도 전류 관측 값의 비교 분석

이지혜¹, 김정훈¹, 홍순철¹, 박성원², 김영운², 유충현²
¹SETsystem, Inc., ²국립전파연구원 우주전파센터

지자기 폭풍의 영향인 유도 전류로 인한 파이프라인 부식과 발전/변전소 등의 주요 기기가 훼손되어 정전과 같은 대형 피해 사례가 발생하고 있어 유도 전류에 대한 연구가 관심 대상이 되어 왔다. 이 연구에서는 국립 전파 연구원 우주전파 센터에서 구축한 이천, 강릉, 제주도 지자기 관측소의 자료를 이용하여 지표면에서 발생하는 전기장과 유도 전류를 계산하는 모델 수립과정을 기술한다. 각 관측소의 지자기 자료를 통해 도출된 유도 전류를 신가평, 신태백, 제주도의 유도 전류자료와 비교를 통해 개발하는 모델에 요구되는 지역 계수를 선정한다. 이를 바탕으로 유도 전류 관측소가 없는 발전/변전소의 지표면에서 발생하는 전기장과 유도 전류를 예측할 수 있으며, 지자기 폭풍에 의한 유도 전류 예보 연구의 밑바탕이 될 것으로 기대된다.

[P-99] 데이터처리장치의 복사성 전자파환경 분석 및 대책 연구

조인경, 김태윤, 장재웅, 장경덕, 문귀원
 한국항공우주연구원

상호 유기적으로 연결된 위성 전자장비들은 전자파적인 영향으로 인하여 복사성이나 전도성 노이즈를 발생시켜 위성시스템에 중대한 결함을 가져올 수 있으므로 시스템에 결합하기 전에 반드시 전자과적합성시험을 통해 전자파적으로 문제가 없음을 검증하여야 한다. 데이터 처리장치 비행모델의 전자과적합성 검증 시험을 통해 데이터 처리장치 유닛의 복사성 전기장 환경을 분석하였으며, 전자과적합성 검증시험은 데이터 처리장치 및 연결 케이블에서 복사되는 전기장 에너지를 안테나를 통해 측정하는 방식으로 이루어졌다. 전기장세기 측정은 측정환경의 영향을 받기 쉬우므로 데이터 처리장치가 동작하지 않은 상태에서의 전기장환경을 먼저 측정하였다. 시험 결과 복사성 전기장 환경이 다소 높게 나타났으나 분석을 통해 노이즈원을 파악하였으며, 전자과적합성에 대한 영향을 최소화하기 위해서 전기장노이즈가 많이 복사되는 부분 및 관련 커넥터 부위를 차폐시킴으로써 복사성 전기장 환경이 개선됨을 확인하였다.

[P-100] ACE 위성 자료를 이용한 CME Shock 자동 인식 알고리즘 개발

최규철¹, 이정덕¹, 이상우¹, 홍순학², 오승준¹
¹(주)에스이랩, ²국립전파연구원 우주전파센터

이 연구에서는 ACE 위성의 자기장과 태양풍 관측 자료를 이용하여 CME Shock을 자동으로 인식하는 알고리즘을 개발하였다. 태양에서 방출된 CME는 지구자기장에 영향을 줘 자기 폭풍이나 Sudden Impulse (SI)와 같은 지자기 교란현상을 일으킨다. CME Shock을 ACE 위성 자료로 감지하면 1시간정도 앞서 자기 폭풍이나 SI를 예측할 수 있으므로 실시간으로 자동 감지하는 알고리즘은 우주전파환경 예경보에 매우 유용하게 활용될 수 있다. CME Shock 자동 인식 알고리즘은 실시간으로 ACE 위성의 자기장과 태양풍 관측 자료를 수집하고, 수집된 자료 중에서 태양풍의 속도, 밀도, 자기장의 Bt, Bz의 시계열 변화를 분석하여 Shock 판별기준에 부합할 경우 CME Shock으로 인식되도록 하였다. CME Shock 인식 판별기준은 정해진 기준 시간 동안 태양풍 속도 20km/s이상 증가, 밀도 1.2배 증가, 그리고 자기장 Bt의 증가로 결정하였다. 기존에 SOHO 위성의 관측 자료를 이용하여 만들어진 CME shock 리스트와 비교하여 검증하였다. 이번 알고리즘 개발을 통하여 자기 폭풍이나 SI 예측을 빠르고 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

[P-101] 저궤도 적외선 지구 관측위성의 정밀정렬 측정

황권태¹, 이상훈¹, 조창래¹, 이동우¹, 문귀원¹, 이상원²
¹한국항공우주연구원, ²(주)아이스펙

인공위성은 우주궤도에서 임무수행 및 작동을 하는 특이성으로 인하여 위성이 발사되고 나면 수리가 불가능한 특성을 가지고 있기 때문에 지상에서부터 모든 검증을 마친 후 발사를 하게 된다. 이에 인공위성의 조립단계부터 각종 탑재체들의 정확한 설치가 요구되어지며, 설계된 요구조건에 따라 정밀하게 설치가 되어졌는지 검증이 필요하다. 저궤도 적외선 지구관측위성의 경우 주 탑재체가 조립되어지는 플랫폼의 편평도요구조 및 태양전지판의 정확한 방향으로의 설치, 자이로, 별추적기, X-band 안테나, 추력기 등의 각종 방향지향성 장치에 대한 설치 요구조건이 따르게 된다. 이에 이 논문에서는 저궤도 적외선 지구관측위성에 대하여 사진추적기를 이용한 주 탑재체 플랫폼 편평도 측정, 레이저 추적기를 이용한 태양전지판 측정, 각종 탑재체에 대한 데오드라이트를 이용한 시스템 정밀정렬에 대하여 소개하고자 한다.

[P-102] 한국 SDO 데이터 센터를 위한 전송 및 저장 시스템 구축

황은미, 최성환, 백지혜, 박영득, 김연한, 조경석, 박종엽
 한국천문연구원

한국천문연구원은 NASA의 우주환경 관측위성인 SDO(Solar Dynamics Observatory)의 데이터 수집 및 저장을 위한 데이터 센터를 구축하였다. 한국 SDO 데이터 센터는 스탠포드 대학과 록히드마틴 태양천체물리연구소에서 공동으로 운영하는 JSOC (Joint Science Operations Center)과의 협업을 통하여 SDO의 세 개 탑재체 중 HMI(Helioseismic and Magnetic Imager)와 AIA(Atmospheric Imaging Assembly)의 데이터를 수집하고 저

장한다. JSOC의 자체 개발 프로그램인 NetDRMS (Network Data Record Management System)와 JMD(JSOC Mirroring Daemon)를 이용하여 1일 약 70,000개의 데이터 레코드를 동기화 하고 약 1.5TB의 고용량 위성 관측 FITS 데이터를 수집, 저장, 관리한다. 한국 SDO 데이터 센터는 HMI, AIA 전체 데이터를 저장하고 관리하여 국내 및 동아시아 우주환경 연구자들에게 연구용 데이터를 제공하는 것에 의의를 둔다. 이 발표에서는 한국 SDO 데이터 센터의 서버 및 스토리지 시스템의 하드웨어 구성과 고용량 데이터의 동기화를 위한 소프트웨어 시스템 구성에 대해 소개 하려고 한다.

■ 고층대기 ■

[P-103] STSAT-1 위성의 원자외선 대기광 관측과 AURIC 모델 결과와 비교 분석 연구

강호식¹, 김용하¹, 이한별¹, 이준찬², 최연주², 민경욱²
¹충남대학교 천문우주과학과, ²한국과학기술원 물리학과

한국과학기술위성 1호(STSAT-1)에 탑재된 원자외선 분광관측기 FIMS(Far-ultraviolet Imaging Spectrograph)가 고도 685km에서 limb scanning 관측한 4파장의 낮대기광 (OI 989 Å, OI 1026 Å, NII 1085 Å, NI 1134 Å)과 이에 대해 AURIC 모델로 계산한 대기광 값들과 비교하였다. 직접적인 측정이 어려운 열권 상태를 대기광 관측으로 연구하는 것이 목적이다. STSAT-1 위성은 2004년 8월 3일에 대기광을 관측하였지만, 현재 사용되는 AURIC 모델 프로그램은 2000년 이후를 계산하지 못한다. 따라서 STSAT-1의 관측날의 F10.7 값과 계절이 같은 1984년 8월 6일을 가정하여 AURIC 모델을 계산하였다. 열권의 산소 원자 밀도는 여러 가지 영향으로 변화하기 때문에 AURIC 모델에서 산소 원자 밀도 인자를 여섯 개의 경우 (표준 밀도의 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3배)로 입력하여 계산하였다. 네 가지 대기광에 대해 FIMS 관측값과 AURIC 모델 계산값을 비교한 결과, 관측된 NII 1085 Å 대기광의 limb 프로파일이 계산값과 가장 잘 일치하였다. 이는 관측된 NII 1085 Å 대기광이 열권 산소원자 밀도와 상관없고, 질소 이온이 희박하여 광학적으로 얇기에 복사전달 효과가 적어 AURIC 모델에서 잘 구현된 것으로 보인다. OI 989 Å 대기광의 경우 AURIC 모델 내에서 산소원자에 의한 공명산란에 대한 계산이 정확하게 이뤄지지 않아 관측치보다 상당히 작게 계산되었다, OI 1026 Å, NI 1134 Å 대기광 역시 관측값과 모델 결과값과 차이가 나타났는데, AURIC 모델에서 정교한 복사 전달 효과가 계산되지 않은 것으로 보인다. FIMS의 limb scan 프로파일의 최대가 되는 tangential altitude가 산소계열 대기광 (OI 989 Å, OI 1026 Å)이 질소 계열 대기광 (NII 1085 Å, NI 1134 Å)보다 높게 나타났으며, AURIC 모델도 같은 경향을 보였다. 이는 산소원자가 질소 분자보다 더 높은 곳에 분포하기 때문으로 보인다.

■ 달/태양계탐사 ■

[P-104] 우주환경감시위성의 DB구축 및 동향 분석

윤아미¹, 박재우¹, 정철오², 이환상³
¹위스페이스, ²한국전파통신연구원, ³국립전파연구원 우주전파센터

태양폭발에 의해 발생하는 우주전파는 태양에서부터 지구에 이르기까지 우주환경에 다양한 영향을 미친다. 우주환경의 변화는 지상 및 우주 공간의 방송통신 인프라 등에 영향을 미치게 되어 세계 각국은 우주환경 변화 상태 관측을 수행하고 있다. 우주환경 관측은 주로 지상관측을 통해 이루어지고 있는데, 선진국에서는 지상관측의 한계를 넘어서 우주전파 예경보의 정확성을 확보하기 위해 위성을 이용한 우주환경 관측을 수행하고 있다. 이 논문에서는 국내외 약 100여개의 우주환경감시위성을 조사하여 DB를 구축하였다. DB는 국가, 임무, 우주환경센서, 궤도, 발사일, 운용단계로 구성되어있고, 위성체 및 센서의 상세제원이 표현되도록 하였다. 임무에 따른 분류는 Volker Bothmer의 자료와 ILWS(International Living With a Star)를 참고 하였으며, 구축된 DB를 활용하여 국가별/임무별, 국가별/궤도별, 국가별/개발단계별, 임무별/궤도별, 임무별/개발단계별, 궤도별/개발단계별 현황을 분석하여 우주환경감시위성의 개발 방향 및 경향에 대해 분석하였다. 이 논문의 결과는 향후 국내 우주환경감시 센서 개발 및 탑재방안 연구에 활용될 것으로 기대된다.