

**IASS**

# Program Book of the IASS Workshop 2020

천문우주관측기기 워크숍  
온라인 디지털 포럼

Instrumentations for Astronomy and Space Science (IASS) Workshop

2020년 8월 20일(목) ~ 21일(금)



(사)한국우주과학회



한국천문학회  
THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY



한국천문연구원  
Korea Astronomy & Space Science Institute



<http://www.iass-workshop.org/>

# Program Book of the IASS Workshop 2020

천문우주관측기기 워크숍

온라인 디지털 포럼

Instrumentations for Astronomy and Space Science (IASS) Workshop



한국천문학회  
THE KOREAN ASTRONOMICAL SOCIETY



(사)한국우주과학회



한국천문연구원  
Korea Astronomy & Space Science Institute



## Welcome Address 환영사

한국우주과학회와 천문학회가 공동으로 주최하는 천문우주관측기기분과 2020 워크숍에 참여하신 여러분을 환영합니다. 올해는 전 세계적으로 코로나 19가 창궐하고, 국내에서는 기록적인 54일간의 여름 장마가 지속되는 등 힘든 한 해가 되고 있습니다. 이 때문에 천문우주관측기기 분과도 대면 워크숍을 대신하여 온라인으로 진행하게 되었습니다. 이렇듯 여러 가지 힘든 상황에서도 본 워크숍에 참여하신 여러분들에게 다시 한 번 감사를 드립니다. 분과장이신 문봉곤 박사님과 함께 준비하신 여러분들께도 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 어려운 가운데서 천문학회와 공동으로 개최하게 되어 더욱 뜻이 깊다고 할 수 있습니다.

천문우주관측기기 분과는 우주과학회의 가장 중요한 분과중의 하나입니다. 이 번 워크숍에 30여명에 달하는 발표자와 16개에 달하는 많은 전문 기업체들이 참여한 것이 이 분과의 중요성을 방증한다고 여겨집니다. 우리나라는 '22년 달궤도선을 발사하여 본격적인 우주탐사를 시작할 것입니다. '30년경에는 달착륙선, 그리고 '35년에는 소행성 샘플리턴 임무가 국가계획으로 수행하도록 되어있습니다. 또한 '20년대에는 유인달탐사와 '30년대 유인화성 탐사 국제협력 참여도 예상되고 있습니다. 이렇듯 우주선진국으로 나아가는 우리에게 천문우주관측기기의 개발과 활용은 필수적인 요소가 되고 있습니다. 특히 이 분야는 사이언스와 엔지니어링이 융합되어 있어 기업체의 참여가 필요하고 경제적으로도 산업화가 가능한 유망한 우주개발 분야이기도 합니다.

오늘 워크숍에 참여하시는 과학자와 엔지니어분들은 이러한 국내 우주개발에 중책을 담당하셔야 할 귀중한 인재들이십니다. 앞으로 더 훌륭한 과학기술적 성과를 내시기를 성원합니다. 한국우주과학회는 천문우주관측기기분과에 많은 지원을 아끼지 않을 것입니다.

코로나 19는 쉽게 종식되지 않고 있어서 사회적 거리두기는 이제 뉴 노멀이 될 가능성도 있습니다. 아무쪼록 국가의 귀중한 과학기술 인재이신 모든 참여자 여러분들은 건강에 각별한 주의를 기울이시기를 바랍니다. 다시 한 번 이번 워크숍을 준비하신 우주과학회와 천문학회의 천문우주관측기기분과 여러분들과 온라인으로 참여하신 모든 분들에게 감사와 성원의 마음을 전해 드립니다.

한국우주과학회장 최 기 혁

## 축 사 Congratulatory Address

세 번째 맞는 천문우주관측기기 워크숍을 한국우주과학회 우주관측기기분과와 한국천문학회 천문관측기기분과가 함께 개최하게 된 것을 매우 기쁘게 생각합니다. 아직도 코로나 사태가 진정되지 않고 있어 부득이 온라인으로 워크숍을 진행하게 되었습니다만, 주어진 환경에서 최대한 폭넓고 깊이 있는 논의가 이루어지기를 기대합니다.

프로그램을 살펴보니 횟수가 많아지면서 워크숍의 내용이 점점 풍부해지는 것을 볼 수 있어서 반갑습니다. 전파에서 적외선, 가시광선 그리고 감마선까지 모든 파장을 아우르며 관측 방법으로는 측광, 분광, 편광 등 다양한 기기들에 대한 논의가 있는 것으로 알고 있습니다. 또 지상 관측 기기뿐 아니라 우주관측용 기기에 대한 발표와 토론이 마련되어 있는 것도 보았습니다.

천문 연구원에서는 금년부터 몇가지 주제에 대한 기획이나 선행 연구를 지원하려고 하고 있습니다. 광학 분야에서는 우주의 거대 구조를 탐색하고 암흑 물질, 암흑 에너지 등을 규명하기 위한 광시야 다천체 분광 망원경을 개발하기 위한 논의가 학계와 같이 진행되어 있고, 국내에서 개발중인 발사체를 이용한 우주망원경의 개념을 정립하기 위한 기획이 추진되고 있습니다. 또 최근 천문학계의 화두가 되고 있는 외계 생명체 탐색을 어떻게 국내에서 추진할 것인가에 대한 지혜를 모으는 일도 계획하고 있으며, 현재 진행되고 있는 가장 큰 전파 프로젝트인 SKA에 중요한 기여를 할 수 있는 방법도 모색중입니다. 이들 프로젝트의 중심에는 과학 임무와 첨단 관측 기기가 자리잡고 있습니다. 아마 제가 말씀드린 이러한 주제들도 오늘 워크숍에서 다루고 있는 것으로 알고 있으며, 좀 더 구체화하는데 중요한 계기가 될 것으로 기대하고 있습니다.

어려운 시기에 워크숍을 준비해 주신 우주과학회, 천문학회, 그리고 천문연구원 여러분의 노고에 감사드리며, 건강을 유지하면서 대면 회의 못지 않은 좋은 성과가 나올 수 있기를 희망합니다.

한국천문연구원장 이 형 목

# Workshop Organizing Committiee 위원회

## 공동위원장 (Chairs)

박수중 경희대학교 (Soojong Pak, Kyung Hee University)

문봉곤 한국천문연구원 (Bongkon Moon, Korea Astronomy and Space Science Institute)

## SOC 위원 (Members)

박명구 경북대학교 (Myung-gu Park, Kyungpook National University)

임명신 서울대학교 (Myung-shin Im, Seoul National University)

진 호 경희대학교 (Ho Jin, Kyung Hee University)

남옥원 한국천문연구원 (Uk-won Nam, Korea Astronomy and Space Science Institute)

육인수 한국천문연구원 (In-Soo Yuk, Korea Astronomy and Space Science Institute)

강용우 한국천문연구원 (Yong-woo Kang, Korea Astronomy and Space Science Institute)

이대희 한국천문연구원 (Dae-hee Lee, Korea Astronomy and Space Science Institute)

김동균 그린광학 (Dong-gyun Kim, Green Optics)

박상영 한화 (Sang-young Park, Hanwha)

한정열 한국천문연구원 (Jeong-Yeol Han, Korea Astronomy and Space Science Institute)

## LOC 위원 (Members)

민병희 한국천문연구원 (Byeong-Hee Mihn, Korea Astronomy and Space Science Institute)

강현우 한국천문연구원 (Hyunwoo Kang, Korea Astronomy and Space Science Institute)

김지훈 메타스페이스 (Jihoon Kim, MetaSpace)

김일훈 에스엘랩 (Ilhoon Kim, SL Lab)

최성환 한국천문연구원 (Seongwhan Choi, Korea Astronomy and Space Science Institute)

이충욱 한국천문연구원 (Chung-Uk Lee, Korea Astronomy and Space Science Institute)

홍성욱 서울시립대학교 (Sungwook E. Hong, University of Seoul)

고미희 한국우주과학회 (Mihee Ko, The Korean Space Science Society)

조보영 한국천문학회 (Boyoung Cho, The Korean Astronomical Society)

윤누리 한국천문연구원 (Nuri Yoon, Korea Astronomy and Space Science Institute)

# 일 정 표 Time Table

온라인 홈페이지: <https://iass-workshop.org/IASS2020/webinar.php> (로그인/등록 후 접속가능)

## 8 월 20 (목) 발표 일정

본부: 천문연 은하수홀 대강당

12:00 - 13:00	온라인 디지털 포럼 준비 및 참석자 온라인 대기/접수	홈페이지 Online 대기 학회 사무국 지원 (안내: 강현우 (천문연))
13:00 - 13:30	개회식 (Opening Ceremony) / 축하 한국천문학회/한국우주과학회 학회장 및 천문연 원장	사회: 문봉곤 (천문연)
13:30 - 14:05	특별 세션 I (IASS Status Report) “천문우주관측 망원경/기기/기술개발 과제현황 소개”	한정열 (천문연 천문우주기술센터장)
14:05 - 14:25	휴식 / Event 함께 수행	본부 운영
	Session I	좌장: 이충욱 (천문연)
14:25 - 14:40	Applications of SBC for Radio Astronomy	강현우 (천문연)
14:40 - 14:55	전천의 연속추적이 가능한 2 축 마운트 개발	김정현 (에스엘랩)
14:55 - 15:10	Progress Report on Solar Coronagraph Development to be installed on the ISS	최성환 (천문연)
15:10 - 15:25	Optical and Optomechanical Design of the Spectrophotometer for Transmission Spectroscopy of Exoplanets	박명구 (경북대)
15:25 - 15:40	휴식 / 전체 촬영을 위한 스크린샷	본부 운영
	특별 세션 II (기업 홍보 세션 1, 35 분)	좌장 1: 최성환 (천문연)
15:40 - 16:15	(주)메타스페이스, (주)에스엘랩, (주)에이디솔루션, (주)에스엠테크, (주)엔트브릿지, (주)OMA, (주)나라스페이스테크놀로지, (주)아이트릭스	
	특별세션 II (기업 홍보 세션 2, 35 분)	좌장 2: 육인수 (천문연)
16:15 - 16:50	(주)그린광학, (주)윤슬/주와이엔디케이, (주)카이로스페이스, (주)드림스페이스월드, (주)인투를, (주)SET 시스템, (주)솔탐	
16:50 - 17:05	휴식 / 온라인 참여기업 홍보 (Main 화면)	본부 가상부스 안내
	차세대 중형위성 3 호 과학임무탑재체 특별 세션 I	좌장: 박수종 (경희대)
17:05 - 17:35	(Invited Talk) The MESSIER Surveyor: uncovering the ultra low surface brightness universe	David Valls-Gabaud (프랑스 파리천문대)



17:35 - 17:50	UVOMPI를 활용한 우리은하 및 가까운 외부은하의 Low Surface Brightness 천체연구	선광일 (천문연)
17:50 - 18:05	위성을 이용한 황도운의 편광관측	양홍규 (천문연)
18:05 - 18:20	Solid state detector and fluxgate magnetometer for CAS500-3	황정아 (천문연)
18:20 - 18:30	<b>1 일차 Closing / Event</b>	<b>본부 운영</b>
19:30 - 21:00	<b>Group meeting time (On-line meeting room 개설 지원)</b> 사전 예약은 8월 20일, 18시까지 본부로 신청	21:00 화상회의지원 종료

## 8 월 21 일(금) 발표 일정

본부: 천문연 은하수홀 대강당

08:30 - 09:00	온라인 디지털 포럼 준비 및 참석자 온라인 대기	홈페이지 Online 대기
	<b>차세대 중형위성 3 호 과학임무탑재체 특별 세션 II</b>	<b>좌장: 김지훈 (메타스페이스)</b>
09:00 - 09:15	차세대 중형위성 3 호 탑재체 소개	이대희 (천문연)
09:15 - 09:30	CsI(Tl) crystal scintillators coupled with silicon photomultiplier for gamma ray burst detection	김홍주 (경북대학교)
09:30 - 09:45	LAF-TMS Optical Design for a CAS500-3 and Introduction of Conceptual Design of Optomechanical Structure and its Vibration Analysis	박우진 (경희대)
09:45 - 10:00	우주용 광시야 대기광 관측 카메라 개발	이우경 (천문연)
10:00 - 10:10	<b>휴식 / Event 수행</b>	<b>본부 운영</b>
	<b>Session II</b>	<b>좌장: 진호 (경희대)</b>
10:10 - 10:25	천문우주기술훈터 소개	한정열 (천문연)
10:25 - 10:40	BTS	강현우 (천문연)
10:40 - 10:55	중력파 검출기 기술개발 및 국제공동연구	이성호 (천문연)
10:55 - 11:10	“Super Eye” 플랫폼 구축을 위한 융합 요소기술개발 소개	한정열 (천문연)
11:10 - 11:20	<b>휴식 / Event 수행</b>	<b>본부 운영</b>
	<b>Session III</b>	<b>좌장: 김일훈 (에스엘랩)</b>
11:20 - 11:35	Development of Multi-Object Spectrographs for the KASI SPECtroscopic Survey of the Local ACCelerating UNiverse (K-SPEC LACCUN)	황호성 (천문연)
11:35 - 11:50	Development Process Design of control software for GMACS and SMEM-P Development (Giant Magellan Telescope Multi-Object Astronomical and Cosmological Spectrograph)	이혜인 (경희대)
11:50 - 12:05	Development of an Observatory Control System Utilizing Speech Recognition and Smart Devices	송성현 (충북대)
12:05 - 13:00	<b>점심 식사 / 휴식 / 온라인 참여기업 홍보(온라인 미팅룸 개설 지원)</b>	<b>본부 운영</b>
	<b>Session IV</b>	<b>좌장: 홍성욱 (서울시립대)</b>
13:00 - 13:15	민간 달 착륙선, 자기장 탑재체 개념 설계	진호 (경희대)
13:15 - 13:30	한국형 시험용 달 궤도선 자기장 측정기 개발	이효정 (인톨루)
13:30 - 13:45	달 표면에 설치될 편분광카메라가 탑재된 광학망원경	김일훈 (에스엘랩)
13:45 - 14:00	BLEODOS: Cosmic radiation dose measurements from the high altitude balloon campaign	남옥원 (천문연)

14:00 - 14:15	위성 탑재체 용 3 반사 비축 비구면 광학면 제작 및 측정	이형권 (그린광학)
14:15 - 14:25	휴식 / Event 수행	본부 운영
Session V		좌장: 이형권 (그린광학)
14:25 - 14:40	Development of adaptive optics system for SNUO 1m telescope	유형준 (서울대)
14:40 - 14:55	Optical Alignment of Linear Astigmatism Free-Three Mirror System Based on CMM Measurement	안호재 (경희대)
14:55 - 15:10	Tolerance Analysis of Wide Field of View Linear Astigmatism Free-Three Mirror System (LAF-TMS) D40F1.5	한지민 (경희대)
15:10 - 15:25	Freeform Two Mirror Confocal Off-axis System Alignment Using Sensitivity Table Method	이선우 (경희대)
15:25 - 15:40	An effective black coating from KAIROSPACE	Vedenkin Nikolay (카이로스페이스)
15:40 - 16:00	휴식 / 전체 촬영을 위한 스크린샷	본부 운영
특별 세션 III (디지털 포럼)		사회: 민병희 (천문연)
16:00 - 17:00	주제: 천문우주관측기기 개발 현황 및 산학연 네트워크 협력 강화를 위한 자유 토론 • 참석 패널: 진호 (경희대), 임명신 (서울대), 홍성욱 (서울시립대), 한정열 (천문연), 박수중 (경희대), 이형권 (그린광학), 김지훈 (메타스페이스) • 온라인 참석자: 채팅창으로 의견 개진 및 공유	
17:00 - 17:10	폐회	학회 관측기기분과장

# 목 차 Contents

환영사 / 축하(Welcome Address / Congratulatory Address).....	3
위원회(Committees) .....	5
일정표(Time Table) .....	6
초록(Abstract)	
천문우주관측 망원경/기기/기술개발 과제현황 소개 .....	17
Applications of SBC for Radio Astronomy .....	18
천천의 연속추적이 가능한 2 축 마운트 개발 .....	19
Progress Report on Solar Coronagraph Development to be installed on the ISS.....	20
Optical and Optomechanical Design of the Spectrophotometer for Transmission Spectroscopy of Exoplanets .....	21
The MESSIER Surveyor: uncovering the ultra low surface brightness universe.....	22
UVOMPI 를 활용한 우리은하 및 가까운 외부은하의 Low Surface Brightness 천체연구 .....	23
위성을 이용한 황도운의 편광관측.....	24
Solid state detector and fluxgate magnetometer for CAS500-3 .....	25
차세대 중형위성 3 호 탑재체 소개 .....	26
CsI(Tl) crystal scintillators coupled with silicon photomultiplier for gamma ray burst detection.....	27
LAF-TMS Optical Design for a CAS500-3 and Introduction of Conceptual Design of Optomechanical Structure and its Vibration Analysis .....	28
우주용 광시야 대기광 관측 카메라 개발 .....	29
천문우주기술센터 소개.....	30
BTS (Beyond Tens and SKA).....	31
중력파 검출기 기술개발 및 국제공동연구 .....	32
Super Eye 플랫폼 구축을 위한 실증 중심의 정밀관측 융합 요소기술 개발 .....	33

Development of Multi-Object Spectrographs for the KASI SPECTroscopic Survey of the Local ACCelerating .....	34
UNiverse (K-SPEC LACCUN) .....	34
Development Process Design of control software for GMACS and SMEM-P development (Giant Magellan Telescope Multi-Object Astronomical and Cosmological Spectrograph) .....	35
Development of an Observatory Control System Utilizing Speech Recognition and Smart Devices .....	36
민간 달 착륙선, 자기장 탑재체 개념 설계 .....	37
한국형 시험용 달 궤도선 자기장 측정기 개발 .....	38
달 표면에 설치 될 편분광카메라가 탑재된 광학망원경 .....	39
BLEODOS: Cosmic radiation dose measurements from the high altitude balloon campaign .....	40
위성 탑재체 용 3 반사 비축 비구면 광학면 제작 및 측정 .....	41
Development of adaptive optics system for SNUO 1m telescope .....	42
Optical Alignment of Linear Astigmatism Free-Three Mirror System Based on CMM Measurement .....	43
Tolerance Analysis of Wide Field of View Linear Astigmatism Free-Three Mirror System (LAF-TMS) D40F1.5.....	44
Freeform Two Mirror Confocal Off-axis System Alignment Using Sensitivity Table Method .....	45
An effective black coating from KAIROSPACE .....	46
<b>발문(Postface)</b> .....	43





**IASS**

# **Abstract**





## 천문우주관측 망원경/기기/기술개발 과제현황 소개

한정열<sup>1</sup>, 문봉곤<sup>1</sup>, 최성환<sup>1</sup>, 강현우<sup>1</sup>, 이충욱<sup>1</sup>, 민병희<sup>1</sup>, 이대희<sup>1</sup>,  
진호<sup>2</sup>, 박수종<sup>2</sup>, 김일훈<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원

<sup>2</sup>경희대학교

<sup>3</sup>에스엘랩

천문우주관측을 위해 첨단 망원경과 관측기기를 개발하며 기술개발을 수행하고 있는 학계, 산업계 및 연구계 수행과제와 계획과제를 정리하여, 상호 기술자문 등 국내 산학연 소통을 강화하고 향후 최첨단 망원광학계 구현 시 긴밀한 협력을 도모하고자 한다. 본 발표를 통하여 국내 천문우주관측기술이 도약할 수 있는 협력의 토대가 세워지며, 미래를 준비하며 생산적이며 활발한 토론의 장이 마련되기를 기대한다.

## Applications of SBC for Radio Astronomy

강현우

한국천문연구원

Advancement of Radio Astronomy needs smart components for many monitor and control parts. There are high-end computers and laptop, but these are excessive just for some works, sometimes. There is well known device , Single Board Computer (SBC) – Raspberry Pi (RPi) and Jetson Nano. We introduce applications with a RPi and a Jetson Nano. A project of X-band patch array system used a RPi to control Local Oscillator. A cluster of Jetson Nano shows useful GPU solution. On radio telescope system of TRA0, some RPis are utilized. Also cross-platorm development environment, Qt is applied for the works.

## 전천의 연속추적이 가능한 2 축 마운트 개발

김정현<sup>1</sup>, 김일훈<sup>1</sup>, 강선아<sup>1</sup>

<sup>1</sup>주식회사 에스엘랩

천구상에서 움직이는 비행체를 추적하거나 통신하기 위한 마운트는 주로 2 축식인 Alt-Azimuth 방식을 사용한다. 이 방식은 무게중심을 맞추기 편하고 구조가 단순하여 비용효율 면에서 제작이 용이하다. 하지만 지향이 불가능한 지점인 Zenith Blind Spot 이 존재하므로 관측 대상이 천정을 관통할 경우 연속 추적을 할 수 없다. 이에 ㈜에스엘랩에서는 비교적 제한된 용도로 사용되던 Alt-Alt 방식을 분석하여 천구상에서 Blind Spot 없이 전천에서 연속 추적이 가능한 새로운 방식의 Alt-Alt 마운트를 개발하였다. 이 마운트와 기존 방식들의 구조 및 장단점을 비교하고 이를 통해 시도할 수 있는 다양한 활용 방안을 제시해보고자 한다.

## Progress Report on Solar Coronagraph Development to be installed on the ISS

Seonghwan Choi<sup>1</sup>, KASI CODEX Team<sup>1</sup>, NASA GSFC CODEX Team<sup>2</sup>,  
and NASA WFF CODEX Team<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup>NASA Wallops Flight Facility, USA

The Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI) has been developing a solar coronagraph to be installed on the International Space Station in collaboration with the National Aeronautics and Space Administration (NASA). The solar coronagraph named COronal Diagnostic Experiment (CODEX) can measure electron density, temperature, and velocity simultaneously, which uses multiple filters and pixelated polarization camera. CODEX data will be used to study solar wind acceleration and source, as well as improvement of space weather and operational models. Three development phases have been in progress for successful instrument development, which are total solar eclipse observation (2017), balloon borne experiment (2019), and the ISS installation (2023). The KASI is in charge of imaging system and control system, and we are involved in the entire development process of design, manufacture, integration, test, and verification of the coronagraph. Especially, we develop a Focal Plane Assembly, Filter Wheel Assembly, Flight Software and Ground Software. In this talk, we will introduce some recent progress on the solar coronagraph development.

## Optical and Optomechanical Design of the Spectrophotometer for Transmission Spectroscopy of Exoplanets

김강민<sup>1</sup>, 최연호<sup>2</sup>, 박명구<sup>2</sup>, 박찬<sup>1</sup>, 이종웅<sup>3</sup>, 장비호<sup>1</sup>, 장정균<sup>1</sup>,  
한인우<sup>1</sup>, 이병철<sup>1</sup>, G. Valyavin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원

<sup>2</sup>경북대학교

<sup>3</sup>청주대학교

<sup>4</sup>SAO

We report on the optical and optomechanical design of the spectrophotometer, optimized for the transmission spectroscopy of exoplanets. The spectrophotometer will be integrated into the current Cassegrain Interface Module of 1.8m telescope at BOAO.

# The MESSIER Surveyor: uncovering the ultra low surface brightness universe

Prof. David Valls-Gabaud

CNRS, Observatoire de Paris

**Abstract.** The MESSIER satellite has been designed to explore the extremely low surface brightness universe at UV and optical wavelengths. The two driving science cases target the mildly- and highly non-linear regimes of structure formation to test two key predictions of the LCDM scenario: (1) the detection of the putative large number of galaxy satellites, and (2) the identification of the filaments of the cosmic web. The science requirements imply challenging instrumentation issues which have only recently been solved. The satellite will drift scan the entire sky in 6 bands covering the 200–1000 nm wavelength range to reach the unprecedented surface brightness levels of 34 mag/arcsec<sup>2</sup> in the optical and 37 mag/arcsec<sup>2</sup> in the UV. As usual when uncovering new volumes in parameter space, many important secondary science cases will also result as free by-products and will be discussed in some detail: the actual luminosity function of galaxies, the contribution and role of intracluster light, the fluctuations of the cosmological background radiation at UV and optical wavelengths, the warm molecular hydrogen content of galaxies at  $z=0.25$ , time-domain studies of supernovae and tidal disruption events, the chemical enrichment of the interstellar medium through mass loss of red giant stars and the accurate measure of the BAO scale at  $z=0.7$  with over 30 million galaxies detected in Lyman-alpha at this redshift. It will provide the first space-based reference UV-optical photometric catalogue of the entire sky, and synergies with GAIA, EUCLID and WFIRST will also be discussed.

## UVOMPI 를 활용한 우리은하 및 가까운 외부은하의 Low Surface Brightness 천체연구

선광일<sup>1,2</sup>, 고종완<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술원 광학천문본부

<sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교 천문우주과학전공

본 발표에서는 차세대중형위성 탑재체 UVOMPI 의 과학연구목표로써 우리은하 및 가까운 은하의 Low Surface Brightness (LSB) 천체연구를 제안한다. 현대천문학에서 LSB 천체가 중요한 연구대상으로 부상하고 있다. 그러나, LSB 천체를 연구하기 위해서는 우리은하의 시러스(Cirrus) 먼지구름에 대한 연구가 선행되어야 한다. 더불어 시러스 먼지구름은 그 자체만으로도 매우 흥미로운 연구대상이다. 시러스 먼지구름의 존재는 IRAS 등의 원적외선 관측위성을 통해 알려졌다. 그러나, 원적외선 관측자료의 공간분해능은 광학관측과 비교하여 매우 낮기 때문에 공간분해능이 비교적 높은 광학과장에서의 연구가 필수적이다.

한편, 가까운 은하의 헤일로 영역에 성간먼지가 존재한다는 사실이 알려져 있지만, 어느 정도의 성간먼지가 헤일로 영역에 존재하는 지에 대한 체계적인 연구는 관측장비의 부재로 인해 아직 부족하다. 가시광선 및 자외선 파장의 별빛이 성간먼지에 의해 산란되어 발생하는 편광을 관측함으로써 가까운 은하의 헤일로 영역에서의 성간먼지의 양과 화학적조성을 밝혀낼 것으로 기대한다.

## 위성을 이용한 황도운의 편광관측

양홍규, 이대희, 문봉곤

한국천문연구원

태양계에서는 행성간 티끌이 끊임없이 새로 공급되고, 또한 끊임없이 사라지고 있다. 이들 행성간 티끌이 태양계에서 이루는 종합적 구조체를 황도운(zodiacal cloud)이라고 부른다. 특정한 조건 하에서는 유성이나 우주탐사선의 입자검출기 등으로 황도운을 관측할 수도 있지만, 일반적으로는 이들의 열복사, 또는 이들이 반사하는 태양빛을 통해 이들을 관측하게 된다. 이를 황도광이라고 부르는데, 그 밝기가 어두운데다 빛이 전천에 걸쳐 분포하기 때문에 배경과의 분리가 어려워 황도광의 지상 관측에는 한계가 있다. 지구 대기 바깥에서 황도광의 밝기 분포를 연구하는 측광 관측은 이미 수행되었고, 이를 통하여 행성간 티끌의 기원에 대해서는 많은 의문이 이미 설명되었다. 그러나, 행성간 티끌의 3 차원 궤도 분포 및 공간 분포가 구체적으로 어떻게 되는지, 티끌의 기원별로 그 광학적, 물리적 특성이 어떠한지에 대해서는 아직 알려진 바가 없다. 티끌의 편광도는 편광각에 따라 달라지고, 시선 방향에 겹쳐있는 티끌들은 그 위치에 따라 다른 편광각을 가진다. 또한, 편광도의 파장의존성은 티끌의 구성에 따라 달라진다. 따라서, 황도운의 편광 관측을 통해 남겨진 의문을 풀 수 있으리라 기대되는데, 아직 우주에서 황도운의 넓은 영역을 편광 관측한 결과가 없다. 이에 우리는 중형 규모 위성에 탑재하는 것을 상정하고 황도광의 다파장 편광 관측을 위한 카메라를 구상, 그 개념을 소개한다.



## Solid state detector and fluxgate magnetometer for CAS500–3

Junga Hwang, Jaejin Lee, Jaeheung Park, and Jongdae Shon

Korea Astronomy and Space Science Institute

We suggest the Solid State Telescope (SST) and Fluxgate Magnetometer (FGM), these space plasma instruments being developed for CAS500–3. It is designed specifically to measure the energetic electrons with energies from 100KeV to 10MeV and protons with energies from 1MeV to 100MeV. The SST will allow in-situ detection of penetrating auroral electrons and protons in the polar region and thus, the study of microscale physics such as microbursts with high time resolution data of the earth's polar region that has not been previously achieved with other space missions.

This SST consists of six telescopes, each of which is covering 15-degree of the pitch angle to the earth's magnetic field. The energy of the incident particles is determined from the energy transferred to surface-barrier silicon detectors (SSDs) and the coincidence/anti-coincidence logic of the several neighboring detectors. The geometrical factor of SST is  $0.03(\text{cm}^2.\text{sr})$ , determined in view of the maximum electron and proton flux in the polar region to be  $5 \times 10^6 (1/\text{cm}^2.\text{sr}.\text{s})$  and the dead time of the circuits to be  $5 \mu\text{s}$ . The field of view of the telescope is  $36.3^\circ$ . The proposed sample resolution of 50ms for SST is expected to adequately resolve the sub kilometric-scale structures associated with the formation of Earth Aurora over the Polar region. And SST can give simultaneous observations of particle precipitation and corresponding optical evidence with far ultraviolet (FUV) spectra of discrete and diffuse auroras, by providing precipitating electrons measured on the same spacecraft, to emphasize the importance of high-resolution FUV images for accurate estimation of precipitating energy flux in the auroral region.

## 차세대 중형위성 3호 탑재체 소개

이대희

한국천문연구원

500kg 급 차세대중형위성은 공공분야 위성 수요에 효과적으로 대응하고, 국내 위성산업 저변 확대 및 산업체 육성을 위한 사업으로 개발되고 있다.

국내 산업체에서 개발되는 표준 위성 플랫폼이 적용될 예정인 차세대중형위성 3호는 우주과학/기술검증용 위성으로, 특히 한국형발사체에 의해 2023년 발사된다는 점이 특별하다.

현재, 우주망원경 및 우주과학탑재체 등 다양한 탑재체가 제시되고 있으며 2020년 하반기에 탑재체 선정을 거쳐 2021년부터 본격적인 개발이 시작될 예정이다.

본 발표에서는 차세대중형위성 2단계 사업 및 제안된 3호 탑재기기에 대한 간략한 소개를 통해 국내 학계 및 산업계의 관심을 유도하고자 한다.

## CsI(Tl) crystal scintillators coupled with silicon photomultiplier for gamma ray burst detection

Hong Joo Kim<sup>1</sup>, Uk-Won Nam<sup>2</sup>, Won-Kee Park<sup>2</sup>, Jongdae Shon<sup>2</sup>, Jae-Jin Lee<sup>2</sup>,  
Soon-Wook Kim<sup>2</sup>, Jeong-Sook Kim<sup>2</sup>, Yong-Woo Kang<sup>2</sup>, Z. Lucas Uhm<sup>2</sup>,  
Sinchul Kang<sup>1</sup>, Sang Hyeok Im<sup>1</sup>, Sunghwan Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kyungpook National University

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

<sup>3</sup>Cheongju University

CsI(Tl) crystal scintillator is widely used in the application field of medical imaging, industrial inspection, homeland security, radiation detection as well as high energy, nuclear physics and astronomy, astrophysics. Since CsI(Tl) has high light yield, pulse shape discrimination of heavy charged particles, radiation tolerance and easy to fabricate with large size that it has been used several space payload such as AMS, Fermi, and GRBD. We will present development of a compact CsI(Tl) detector coupled with silicon photomultiplier (SiPM) for the gamma-ray burst (GRB). First we will present the SNIPE-GRM payload which can provide both temporal and spectral information in the energy range from 10 keV to 400keV as well as GRB trigger information which can contribute to multi-messenger astronomy. Second, we will present KGRM proposal for the Next Generation Middle Satellite-3 which consists of the five identical modules with 90 degree direction one another so that it can localize GRB source. Also thin plastic scintillator attached to CsI(Tl) that can separate gamma, electron, proton and alpha particles with pulse shape discrimination method which can provide charge particle rejection for GRB, as well as particle spectrum measurement.

# LAF-TMS Optical Design for a CAS500-3 and Introduction of Conceptual Design of Optomechanical Structure and its Vibration Analysis

Woojin Park<sup>1</sup>, Seunghyuk Chang<sup>2</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>, Jimin Han<sup>1</sup>, Hojae Ahn<sup>1</sup>,  
Sunwoo Lee<sup>1</sup>, Geon Hee Kim<sup>3</sup>, Dae-Hee Lee<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Kyung Hee University

<sup>2</sup> Center for Integrated Smart Sensors, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

<sup>3</sup> Korea Basic Science Institute

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

We report the optical design of Linear Astigmatism Free - Three Mirror System (LAF-TMS) D200 for a Compact Advanced Satellite (CAS) 500-3. LAF-TMS D200 is the off-axis wide-field telescope with EPD = 200 mm, F/2, and Field of View (FoV) =  $2^\circ \times 4^\circ$ . Its optical mirrors are optimized by using freeform surfaces for high-quality optical performance over a wide FoV. The proposed mechanical structure consists of four aluminum optomechanical modules that have applied for LAF-TMS D150. It can accurately mount mirrors and also can sustain from vibration environments. As a feasibility study, quasi-static, modal, harmonic, and random vibration analyses have been performed to designed LAF-TMS D150 optomechanical structure under the qualification level of the Soyuz-2/Fregat launch system. We evaluate the vibration analysis results in terms of von Mises stress and Margin of Safety.

## 우주용 광시야 대기광 관측 카메라 개발

이우경, 최성환, 김지현, 정종균, 곽영실, 양태용, 박종엽

한국천문연구원

이 발표에서는 차세대 중형위성 3호 탑재체로 제안한 ‘우주용 광시야 대기광 관측 카메라(Republic Of Korea Imaging Test System, ROKITS)’와 과학 임무에 관해 소개한다. ROKITS는 지상 전천 카메라(all-sky imager) 관측 기술을 응용해 세계 최초로 우주에서 시야각 90도 이상의 광시야로 OI 555.7 nm/630.0nm/777.4 nm을 중심 파장으로 하는 협대역 필터를 장착해 고위도 지역에서 일어나는 오로라와 Sprite, Elves 등과 같은 고층대기 번개를 관측한다. 오로라 관측으로부터 오로라의 형태와 발생 범위, 그리고 극 지역으로 유입되는 에너지를 계산할 수 있으며, 고층대기 번개 관측은 이제까지 명확하게 알려지지 않은 고층대기 번개의 발생 원인과 전리권/고층대기 내 에너지 수지의 급격한 변화에 대한 단서를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

## 천문우주기술센터 소개

한정열, 최성환, 이성호, 강현우, 김지현, 성현철, 문봉곤, 이재한, 강용우,  
송민규, 백지혜, 김창희, 김윤종, 박종엽, 정문희, 박준규

한국천문연구원 천문우주기술센터

한국천문연구원에서는 지난 2 월, 천문우주과학 연구를 위한 경쟁력 있는 기술개발 전략을 수립하고, 국가위상을 높일 수 있는 첨단 기술개발을 선도하며, 엔지니어링의 체계적 지원을 위하여 천문우주기술센터(Technology Center for Astronomy and Space Science)를 발족했다. 센터는 설립 목적 및 역할을 기술개발 중장기 계획 수립 및 추진 등 7 개로 정하고, 기술로드맵 작성, 기기개발 지원, 연구장비 공동활용 극대화를 위한 스마트랩(Smart Lab.), 포괄적 산학연 협력, 천문우주기술관련 워크숍/연구모임 주관, 기술주도형 연구개발 과제 수행 등 실질적인 활동을 진행중에 있다. 본 발표에서는 센터의 비전, 역할 및 현황을 소개하고자 하며, 국내 천문우주기술 발전을 위한 산학연 연구자의 건설적인 의견을 수렴하여 장기적이고 가치 있는 기술개발연구의 토대를 마련하고자 한다.

## BTS (Beyond Tens and SKA)

강현우, 손봉원, 김민선, 강용우

한국천문연구원

2022 년 신규과제 후보로 BTS 가 논의되고 있다. 이 과제는 Ten-Ten-Ten 과 한국 SKA (Square Kilometer Array)를 합친 말이다. Ten-Ten-Ten 은 현재 전파망원경의 주요 기술인 전파신호 변환, 전송 및 저장, 그리고 신호 분석에 대한 성능 향상을 목표로 한다. 곧, 현재보다 더 넓은 10 배 정도의 주파수의 신호를 변환하고, 10 배 더 빠른 속도로 전송 및 저장이 되도록 한다. 그리고 10 개 이상의 다중 신호를 처리하는 GPU 기반 분석 시스템을 만들고자 한다. SKA 는 국제 대규모 프로젝트로 남아프리카 공화국과 호주 전역에 무수히 많은 망원경을 건설 중에 있다. 이미 국내 SKA Science working group 이 결성되어 연구 주제가 논의되었고, 국가대형연구시설 구축지도에도 명시되었다. 2019 년에는 SKA 측에 한국천문연구원의 참여의향서를 전달하기도 하였다. BTS 는 SKA 의 한국 참여 뿐만 아니라 관련된 국제 프로젝트 참여에 In-Kind Contribution 을 통해 보다 적극적이고 효율적인 참여를 목표로 하고 있다.

## 중력파 검출기 기술개발 및 국제공동연구

이성호, 김윤중, 김창희, 박준규, 성현철, 정의정, 한정열

한국천문연구원

아인슈타인이 일반상대성 이론에서 예측한지 100 년 만에 마침내 관측할 수 있게 된 중력파는, 전자기파 외의 또다른 수단으로 우주를 이해할 수 있는 새로운 창을 열어주었다. 이에 따라 현대 천문학은 “다중신호 천문학”의 시대를 맞이하여 미지의 발견과 수많은 과학적 성취를 기대하며 활발히 움직이고 있다. 이러한 잠재력과 파급력을 인지한 선도국가들은 앞다투어 중력파 검출기 건설에 막대한 자원을 투자하고 있다. 현재 가장 우수한 검출기인 LIGO 를 운영하고 있는 미국을 필두로 유럽연합이 바짝 뒤를 쫓고 있고 최근 일본은 KAGRA 건설을 주도하였으며 인도와 중국이 새로운 계획들을 추진하고 있다. 우리나라에서는 최근 한국천문연구원이 해당 분야의 핵심기술을 확보하여 국제공동개발에 참여한다는 목표로, 차세대 중력파 검출기에 필수적인 기술로 적용될 양자잡음 저감기술의 개발을 시작하였다. 본 발표에서는 한국천문연구원의 중력파 검출기술 개발 및 국제 중력파 검출기 공동연구 참여 계획을 소개하고 근래의 추진 현황을 설명한다.



## Super Eye 플랫폼 구축을 위한 실증 중심의 정밀관측 융합 요소기술 개발

한정열<sup>1</sup>, 최성환<sup>1</sup>, 이성호<sup>1</sup>, 김지현<sup>1</sup>, 백지혜<sup>1</sup>, 박종엽<sup>1</sup>, 김상혁<sup>1</sup>, 김윤종<sup>1</sup>, 김창희<sup>1</sup>, 박찬<sup>1</sup>,  
성현철<sup>1</sup>, 오재석<sup>1</sup>, 유영삼<sup>1</sup>, 육인수<sup>1</sup>, 장정균<sup>1</sup>, 정의정<sup>1</sup>, 천무영<sup>1</sup>, 김강민<sup>1</sup>, 장비호<sup>1</sup>,  
박성준<sup>1</sup>, 김수진<sup>1</sup>, 양희수<sup>1</sup>, 최영준<sup>1</sup>, 조정석<sup>1</sup>, 문일권<sup>2</sup>, 이윤우<sup>2</sup>, 양호순<sup>2</sup>, 송재봉<sup>2</sup>,  
이혁교<sup>2</sup>, 김학용<sup>2</sup>, 김영식<sup>2</sup>, 강필성<sup>2</sup>, 안희경<sup>2</sup>, 전병혁<sup>2</sup>, 이회운<sup>2</sup>, 이재협<sup>2</sup>, 이형권<sup>3</sup>,  
경재현<sup>3</sup>, 장승원<sup>3</sup>, 김민겸<sup>3</sup>, 김도훈<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원

<sup>2</sup>한국표준과학연구원

<sup>3</sup>그린광학

지금까지 경험하지 못한 미지의 세계를 효과적으로 인지하기 위한 지상/우주용 대형 광학계 개발의 핵심 요소기술을 확보하여 국내 기술력에 기반한 한국 주도의 국제협력사업을 추진할 수 있는 동력을 확보하고자, 국가과학기술연구회(NST)에서 창의형융합연구사업으로 진행 중인 “Super Eye 플랫폼 구축을 위한 실증 중심의 정밀관측 융합 요소기술 개발” 사업을 소개하고자 한다. 본 사업은 기관 간 융합연구를 통한 차세대 관측 플랫폼 기술을 확보하고, 기술이전 및 상용화를 위한 요소기술의 극한환경시험을 위해 300 mm 급 SiC 태양망원경을 개발한다. 총 3년간 65.1 억원의 예산과 총 41 명의 연구원이 참여하며, 각 연구원이 현재까지 시도하지 않았던 기술을 창의적으로 개발함으로써, 향후 극한 환경에서 원거리 지향물을 선명하게 관측하면서 빠른 속도로 자료를 전송하여 자동화된 독립적 관측플랫폼을 개발할 수 있는 핵심기술을 개발하고자 한다.

## Development of Multi–Object Spectrographs for the KASI SPEctroscopic Survey of the Local ACCelerating UNiverse (K–SPEC LACCUN)

Ho Seong Hwang<sup>1</sup>, Sungwook E. Hong<sup>2</sup>, Haeun Chung<sup>3</sup>, Jae–Woo Kim<sup>1</sup>,  
Hanshin Lee<sup>4</sup>, Jong Chul Lee<sup>1</sup>, Sungho Lee<sup>1</sup>, Heeyoung Oh<sup>1</sup>, Chan Park<sup>1</sup>,  
Changbom Park<sup>5</sup>, Jongwan Ko<sup>1</sup>, Donghui Jeong<sup>6</sup>, Ho–Gyu Lee<sup>1</sup>, Junsup Shim<sup>5</sup>,  
Hyunmi Song<sup>7</sup>, Yongmin Yoon<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>University of Seoul

<sup>3</sup>University of Arizona

<sup>4</sup>McDonald Observatory/University of Texas at Austin

<sup>5</sup>Korea Institute for Advanced Study

<sup>6</sup>Pennsylvania State University

<sup>7</sup>Yonsei University

Recent wide–field spectroscopic surveys including the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) have played a very important role in the study of cosmology and galaxy formation. To better understand the evolution of galaxies in the local universe where the cosmic expansion has accelerated, we start a new wide–field survey from 2023, the KASI spectroscopic survey (K–SPEC). To conduct the survey, we plan to develop the multi–object spectrographs to be installed for the 1.6m KMTNet telescope at the Siding Spring Observatory in Australia and for the 2.7m Harlan J. Smith telescope at McDonald Observatory in the United States. We introduce the design and development plan for the multi–object spectrographs for the survey.

## Development Process Design of control software for GMACS and SMEM–P development (Giant Magellan Telescope Multi–Object Astronomical and Cosmological Spectrograph)

Hye–In Lee<sup>1</sup>, Tae–Geun Ji<sup>1</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>, Erika Cook<sup>2</sup>, Cynthia Froning<sup>2</sup>,  
Luke M. Schmidt<sup>2</sup>, Jennifer L. Marshall<sup>2</sup>, Darren L. DePoy<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Department of Physics & Astronomy, Texas A&M University

The GMACS is a wide–field, multi–object, and moderate resolution optical spectrometer, which will be one of the first generation instruments for the Giant Magellan Telescope (GMT). The GMACS device control system (DCS) is integrated into the GMT observatory control system (OCS). The GMACS DCS has hardware and control software (controller) subsystems. The development of the GMACS control software follows Agile methodology, and the design of the software is based on the Unified Model Language (UML). In this talk, we present the architecture of the GMACS DCS controllers and the control software development process design. As an example of the design, we show the controller of the Slit Mask Exchange Mechanism Prototype (SMEM–P) which is included in focal plane assembly of the GMACS DCS.

## Development of an Observatory Control System Utilizing Speech Recognition and Smart Devices

SeongHyeon Song<sup>1,2,3</sup>, YongGi Kim<sup>1,2</sup>, Soonchang Park<sup>3</sup>, Ji Hoon Kim<sup>3</sup>,  
JohNa Yoon<sup>1,2</sup>, SangKyeol Kim<sup>4</sup>, BoA Hwang<sup>4</sup>, HeeWon Lee<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>Chungbuk National University Observatory

<sup>3</sup>Metaspace

<sup>4</sup>The BuildSoft

There have been increased demands for smart device goods and services which utilize speech recognition technology and IoT. Science centers and public outreach observatories around the world also can take advantage of such developments and can provide various services such as voice-activated telescope system to add educational and entertainment values. We developed the System for Drive and Recognition (SDR) which controls telescopes and dome facilities using smart devices and speech recognition technology. Written in C# programming language, SDR utilizes Microsoft Speech Platform, and ASCOM Platform while being available on various operating systems, including Windows, Android, and iOS. We implemented SDR onto Miryang Arirang Observatory in Korea and its 'Byeori' telescope which is 70-cm CDK telescope manufactured by Planewave. We tested and showed that SDR successfully carries out all the main functions of the telescope by voice commands.

## 민간 달 착륙선, 자기장 탑재체 개념 설계

진호<sup>1</sup>, 김관혁<sup>1</sup>, 이성환<sup>2</sup>, 이효정<sup>3</sup>, 손대락<sup>4</sup>, 정병욱<sup>1</sup>, 장운호<sup>1</sup>, 박현후<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>경희대학교 우주탐사학과

<sup>2</sup>나라스페이스

<sup>3</sup>인투를

<sup>4</sup>센서피아

미국 NASA 가 진행하고 있는 민간 달착륙선 사업 (CLPS: Commercial Lunar Payload Services)에 한국천문연구원 이 한국측 협력기관으로 참여하고 있다. 이에 한국천문연구원에서는 현재 4 개의 탑재체를 선별하고 기본 연구를 진행하고 있다. 자기장 측정기는 그 중하나의 탑재체로서 달 표면 자기장 측정의 과학임무를 가지고 있다. 이에 현재 진행 중인 달 표면 자기장 측정기 개발을 위한 요구조건을 도출하고 초기 개념설계를 시작하였으며 개발계획 또한 전체 프로그램에서 제시한 일정으로 진행할 수 있도록 준비하고 있다.

기초설계로 제시된 자기장 측정기는 약 1.2 미터의 붐을 가지고 있으며 붐 내부에 3 축 플럭스게이트 자기장 센서 2 개와 붐의 자세 정보를 위한 자이로 센서가 배치되어 있다. 또한 전장박스 내부에도 반도체형 자기장 센서를 두고 다중센서를 이용한 달 표면 자기장 측정을 수행하는 개념으로 구성되어 있다. 매우 촉박한 개발기간을 극복하기 위해 기존의 대한민국 시험용 달궤도선에 탑재한 자기장 측정기의 기본설계와 부품들을 활용하여 착륙선에 적합하게 개선하여 진행할 예정이다. 본 발표에서는 상기의 자기장측정기 개발에 필요한 요구조건과 개념설계에 관한 내용을 소개하고자 한다.

## 한국형 시험용 달 궤도선 자기장 측정기 개발

이효정<sup>1,2</sup>, 진호<sup>2</sup>, 정병욱<sup>2</sup>, 장운호<sup>2</sup>, 박현후<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 인투를

<sup>2</sup> 경희대학교 우주탐사학과

KMAG(KPLO MAGnetometer)는 한국형 시험용 달 궤도선(KPLO, Korea Pathfinder Lunar Orbiter)의 과학 탑재체 중 하나로, 주요 임무는 1 년의 임무 기간 동안 달 주위 공간 및 달 표면의 약한 자기장을 측정하여 달의 자기 이상과 그 기원에 대한 연구를 수행하는 것이다. KMAG 는 위성체의 자기 간섭 영향을 최소화하기 위해 1.2 m 의 CFRP boom 을 사용하였다. 또한, 붐 내부에 세 개의 플럭스게이트 센서를 사용해 자기장을 측정한다. 이러한 멀티센싱 방식은 위성체의 자기 간섭을 보정하여 데이터의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 방법 중 하나이다. 자기장 센서의 측정 범위는  $\pm 1,000$  nT 이며, 10 Hz 의 샘플링 속도에서 0.2 nT 이하의 분해능을 가진다. KMAG 는 자기장 측정기의 검교정 시험 및 위성 탑재체 요구조건에 따른 환경시험을 수행하여 2019 년 상반기에 FM(Flight Model) 개발을 완료하였다. KPLO 위성체 시스템은 2022 년 하반기 발사를 목표로 한국항공우주연구원에서 개발하고 있으며, 2020 년 3 월에 상세 설계 검토 회의(CDR)를 진행하였고 현재 각 시스템의 ETB(Electrical Test Bed) 시험을 진행하고 있다. KMAG 또한 위성 본체와의 연동 시험을 수행하고 있으며, 위성체 시스템의 인터페이스 접속 시험과 ETB 로직 시험, 전개 장치의 분리 충격 시험을 수행하였다. 본 발표에서는 개발 완료된 KMAG 에 대해 소개하고 위성체 시스템과의 시험 결과 및 향후 데이터 처리 방안에 대해 기술하였다.

## 달 표면에 설치 될 편분광카메라가 탑재된 광학망원경

김일훈<sup>1</sup>, 홍석범<sup>2</sup>, 김주현<sup>3</sup>, 서행자<sup>4</sup>, 김정현<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 주식회사 에스엘랩 기업부설 연구소

<sup>2</sup> 민족사관고등학교

<sup>3</sup> 한국항공우주연구원

<sup>4</sup> 주식회사 인스페이스

향후 국내에서 개발될 달 표면에서 활용 될 수 있는 과학탐재체로 편분광카메라가 탑재된 광학망원경을 제안하고자 한다.

달 표면에서의 지구 관측은 대기에 의한 산란이나 광공해가 없다는 장점 외에도 위성과는 달리 연료가 소모 되지 않는 안정된 관측 플랫폼이며, 1 개월이면 지구 상 모든 경도와 위도를 관측 할 수 있다는 장점이 있다. 지금까지 한번도 시도 된 적이 없는, 하나의 관측 기기로 전 지구를 관측 할 수 있으며, 전지구 알베도 역시 구할 수 있다.

편분광 동시 관측으로 동 시간대 지구 대기의 물리-화학적 특성을 알 수 있으며, 미세먼지와 대기 오염물질 등의 전 지구 분포 및 이동 경로를 추적 할 수 있다.

그리고 광공해와 대기에 의한 산란이 없기 때문에 지구에서 관측이 힘든 황도광을 쉽게 그리고 장시간 관측 할 수 있으며 이러한 황도광 관측을 통한 행성간 먼지의 특성 및 기원에 대한 연구도 가능할 것으로 기대된다.

## BLEODOS: Cosmic radiation dose measurements from the high altitude balloon campaign

Uk-won Nam<sup>1</sup>, Bong-kon Moon<sup>1</sup>, Won-kee Park<sup>1</sup>, Jeonghyun Pyo<sup>1</sup>, Jongdae Shon<sup>1</sup>,  
Jaejin Lee<sup>1</sup>, Junga Hwang<sup>1</sup>, Sukwon Youn<sup>2</sup>, Sung-Jun Ye<sup>2</sup> and Sunghwan Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Instrument, Daejeon, Republic of Korea

<sup>2</sup>Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

<sup>3</sup>Cheongju University, Cheongju, Republic of Korea

BLEODOS(Balloon borne Low Earth Orbit Space Radiation Dosimeter) incorporated with NASA's BITSE(Balloon-borne Investigation of Temperature and Speed of Electrons in the corona) project was successfully launched from Fort Sumner, New Mexico(34.5oN, 104.2oW) on 18 September 2019. BLEODOS was designed to provide a technology demonstration of the low earth space radiation dosimeter(LEODOS) which is a scientific payload of NEXTSat-2(the next generation small satellite) and is scheduled for launching in 2022. Three radiation dosimeters were on board BLEODOS : LD-D60(Spherical TEPC), LD-ME (Multi-element TEPC) and Liulin-MDU3(Si-based dosimeter). The instruments of BLEODOS were sealed in aluminum containers with 360mm(L) x 290mm(W) x 240mm(H) and pressurized to 1013 hPa (1 atm) of dry nitrogen gas. and the power was consumed about 4W. The total flight time of BLEODOS was 544 minutes and the measurements showed that Pfozter region was measured around 20 km altitude and the maximum dose rates of Pfozter were  $\sim 5 \mu\text{Gy/h}$  ( $\sim 16 \mu\text{Sv/h}$ ). In this paper, preliminary results of BLEODOS campaign will be introduced and reported.



## 위성 탑재체 용 3 반사 비축 비구면 광학면 제작 및 측정

이형권<sup>1</sup>, 김동균<sup>1</sup>, 김도훈<sup>1</sup>, 서민호<sup>2</sup>, 김태중<sup>3</sup>, 박봉연<sup>2</sup>, 오병근<sup>2</sup>, 김태훈<sup>1</sup>, 조재영<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(주)그린광학 R&D 센터

<sup>2</sup>(주)그린광학 생산기술연구소

<sup>3</sup>(주)그린광학 정밀가공팀

더 멀리 있는 천체를 보다 명확하게 관측하기 위한 관측기기의 개발이 천문관측시스템의 최근 추세이다. 또한 지구관측용 고해상 광학위성의 수요가 급격히 증가하고 있다. 이에 따라 고해상도 광학위성 및 망원경의 핵심 부품인 대구경 반사경에 대한 수요가 늘고 있으며, 반사경의 경량화 및 광학면 제작에 대한 관심이 커지고 있다. (주)그린광학에서는 위성탑재체용 3 반사 비축비구면에 대하여 경량화 및 광학면을 제작하였다. 각 반사경에 대한 경량화율은 주반사경 65%, 부반사경 50%, 삼반사경 60% 이다. 비축 비구면 750 x 550 mm 주반사경은 RMS, 9.6nm 의 가공형상 오차를 얻었으며, 정축 구면 Ø 224mm 부반사경은 Sticking 기법을 이용하여 RMS, 10.1 nm 의 가공형상 오차를 얻었으며, 비축 비구면 600 x 360 mm 삼반사경은 RMS, 9.9 nm 의 가공형상 오차를 얻었다. 따라서, 우주용 대형 비축 비구면에 대한 가공 및 측정의 가능성을 확인 하였다.

## Development of adaptive optics system for SNUO 1m telescope

Hyungjoon Ryu<sup>1</sup>, Yong-Sun Park<sup>1</sup>, Jin-guk, Seo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Astronomy Program, Dept of Physics and Astronomy, Seoul National University

Adaptive Optics (AO) is the technology for ground-based telescopes to overcome the interference caused by atmospheric turbulence. We are developing AO system for 1m telescope at Seoul National University Observatory (SNUO). The seeing size of the SNUO is 2 arcseconds on average, and 0.85 arcseconds depending on weather. Our system is based on MEMS deformable mirror and Shack-Hartmann wavefront sensor. We developed the wavefront sensor using a cheap CMOS camera. We carried out laboratory tests of measuring and correcting wave fronts with an artificial phase disturber and with a light source of F/6, the same as that of SNUO telescope. The system performs closed-loop correction up to 100 Hz.

## Optical Alignment of Linear Astigmatism Free-Three Mirror System Based on CMM Measurement

Hojae Ahn<sup>1</sup>, Woojin Park<sup>1</sup>, Sunwoo Lee<sup>1</sup>, Dae Wook Kim<sup>2</sup>, Seunghyuk Chang<sup>3</sup>,  
Geon Hee Kim<sup>4</sup>, Hanshin Lee<sup>5</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kyung Hee University

<sup>2</sup>University of Arizona

<sup>3</sup>Center for Integrated Smart Sensors

<sup>4</sup>Korean Basic Science Institute

<sup>5</sup>University of Texas at Austin

We performed the optical alignment for Linear Astigmatism Free-Three Mirror System which is a confocal off-axis system using a coordinate measurement machine (CMM). Three dimensional coordinates of each mirror and optomechanical parts were precisely measured. Decenter, tilt, and despace of the optical components were calculated from coordinate transformation between the local and the global coordinate systems. Based on the measured misalignments, mirrors were relocated by adjusting the thickness of the spherical washers, which were mounted between the mirrors and optomechanics. The full width at half maximum of the measured image was 17.2 times larger than our expectation due to the large surface shape error of the mirrors ( $>250$  nm in root mean square). Nevertheless, the measured images over full field of view before and after the alignments showed good agreement with the spot diagrams in morphological point of view.

## Tolerance Analysis of Wide Field of View Linear Astigmatism Free – Three Mirror System (LAF–TMS) D40F1.5

Jimin Han<sup>1</sup>, Woojin Park<sup>1</sup>, Seunghyuk Chang<sup>2</sup>, Soojong Pak<sup>1</sup>, Sunwoo Lee<sup>1</sup>,  
Hojae Ahn<sup>1</sup>, Dae Wook Kim<sup>3</sup>, Hanshin Lee<sup>4</sup>, Geon Hee Kim<sup>5</sup>, and Dae–Hee Lee<sup>6,7</sup>

<sup>1</sup>School of Space Research and Institute of Natural Science, Kyung Hee University,

<sup>2</sup>Center for Integrated Smart Sensors, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST),

<sup>3</sup>James C. Wyant College of Optical Sciences, University of Arizona.

<sup>4</sup>McDonald Observatory, University of Texas at Austin,

<sup>5</sup>Korea Basic Science Institute,

<sup>6</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute,

<sup>7</sup>Department of Aerospace Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

Linear Astigmatism Free – Three Mirror System (LAF–TMS) is an obscuration–free confocal off–axis system that removes linear astigmatism. We designed a LAF–TMS optical system for a wide field of view ( $10.4^\circ \times 8.30^\circ$ ) telescope observing mid–wavelength infrared (3–5  $\mu\text{m}$ ) and long–wavelength infrared (8–12  $\mu\text{m}$ ). This system has an entrance pupil diameter of 40 mm with 1.5 f–number. We performed a sensitivity analysis and Monte–Carlo simulation with 20 parameters: decenters (x, y), tilts ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), surface Root Mean Square (RMS) errors of the mirrors (M1, M2, M3), and despaces (M1–M2, M2–M3). In the sensitivity analysis, we monitored 80% Encircled Energy Diameter as a function of each parameter perturbations. Also, the Monte–Carlo simulation was performed to explore the tolerance budget with RMS spot diameter. The required optical performance is defined as 34  $\mu\text{m}$  in both methods considering Nyquist sampling for the 17  $\mu\text{m}$  pixel–sized sensor. The result of the sensitivity analysis shows that the M1 is relatively less sensitive and the tilt of M3 is the most sensitive parameter. According to the Monte–Carlo simulation, the tolerance limits are determined as  $\pm 4.80$  arcmin for tilt, 0.16  $\mu\text{m}$  for surface RMS error,  $\pm 0.08$  mm for decenter and despace. These results are feasible within manufacturing tolerance.

## Freeform Two Mirror Confocal Off-axis System Alignment Using Sensitivity Table Method

Sunwoo Lee<sup>1</sup>, Woojin Park<sup>1</sup>, Yunjong Kim<sup>2</sup>, Sanghyuk Kim<sup>2</sup>, Seunghyuk Chang<sup>3</sup>,  
Dae-Hee Lee<sup>2</sup> and Soojong Pak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Space Research and Institute of Natural Science, Kyung Hee University

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

<sup>3</sup>Center for Integrated Smart Sensors, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

Confocal off-axis optical configuration has been largely featured as it assures high optical performance over a large field of view without linear astigmatism. We applied the sensitivity table alignment method to the freeform two mirror confocal off-axis optical system. The method is based on the analysis of the Zernike polynomial of the measured wavefront from a Shack-Hartmann sensor. By using the linearity of the Zernike coefficients versus the change of the misalignment, the method calculates the tilt, decenter and despace of the system. The result of the method is confirmed from the Zernike coefficients comparison between the measurement and the simulation. Especially, Zernike coefficients of astigmatism, which is most sensitive during alignment, show good agreement of about 96.89%. As a result, we show the feasibility of the sensitivity table alignment method application to the confocal off-axis system based on the wavefront comparison of measurement and simulation.

## An effective black coating from KAIROSPACE

Dr. Vedenkin

카이로스페이스

The black coating from KairoSpace allows for customer during the design process to increase the efficiency of the optical system at times.

Using ours an effective black coating, to reducing the amount of stray light within the optical system, can significantly improve image quality by increasing the signal-to-noise ratio. The use of a black coating in the development of blends makes it possible to reduce the size of the blends several times, and, as a consequence, to reduce its masses, which is very important for modern optics used in small and ultrasmall satellites.

The black coating can be applied directly to the metal product, simplifying processing and reducing the path from creation to installation in the device.

The black coating produced by our company can be used as for ground optical tasks like ground-based Telescopes or Laser collimator or many others ground task, and as for Space using because it is resistant to space conditions such as radiation, vibrodynamic loads and vacuum.

## 천문우주관측기기 개발 현황 및 산학연 네트워크 협력 강화를 위한 자유 토론

참석 패널: 진호 교수(경희대), 임명신 교수(서울대), 홍성욱 교수(서울시립대),  
한정열 박사(천문연), 박수중 교수(경희대), 이형권 소장(그린광학),  
김지훈 박사(메타스페이스)

온라인 참석자: 채팅창으로 의견 개진 및 공유

1. 향후 10 년간 한국 천문우주 학계가 지향해야 할 과학적 목표는 무엇이고 이를 위해 어떠한 관측기기의 개발에 관심을 가져야 할 것인가?
2. 천문우주관측기기 분야를 육성하기 위해, 대학(학회)-천문(연) 그리고 천문우주기업-천문(연), 마지막으로 대학-천문우주기업이 어떠한 관계를 지속적으로 발전시켜 나가야 하는가?
3. 향후 10 여 년간 4 차산업과 그린산업이라는 새로운 패러다임에 발맞추어 천문우주 관측기술이 변화할 가능성이 있는가?

## Wrap-up & Discussion

---



## Wrap-up & Discussion

---

## Wrap-up & Discussion

---

전 세계적으로 코로나바이러스-19의 영향으로 인해서 우리의 삶이 많은 변화를 겪고 있습니다. 더불어 산·학·연에 속한 모든 연구개발 현장에서도 이 영향을 받고 있음을 실감하면서, 모든 분들의 건강과 안전을 먼저 기원합니다.

천문우주관측기기 워크숍은 2018년에 재개하여 한국천문연구원과 한국천문학회(천문관측기기분과), 한국우주과학회(우주관측기기분과)의 긴밀한 협력을 바탕으로 매년 1회의 정기적인 워크숍을 진행해 왔습니다. 2020년초에 코로나바이러스-19이 창궐하여 국제적 대유행이 시작되었고, 이러한 과정에서 2020 천문우주관측기기 워크숍 준비위원회는 많은 고민 끝에 온라인 컨퍼런스로 본 워크숍을 개최하기로 결정하였습니다. 갑작스럽게 비대면 워크숍으로 계획하였음에도 산·학·연의 성원에 힘입어 풍성한 프로그램으로 개최할 수 있게 되었습니다.

이번 워크숍은 30여 건의 구두발표와 아울러 산·학·연의 적극적인 참여를 유도하는 프로그램을 구성하였습니다. 기존 개인 연구 발표와 더불어 국내·외에서 진행하고 있는 천문우주관측기기 개발사업에 관한 정보들을 함께 공유하고, 가상공간을 통해 기업들의 홍보를 장려하며, 온라인 디지털 포럼을 통해 천문우주관측기기 분야의 발전 방향을 논의하는 등의 다양한 형태의 프로그램을 진행하였습니다. 그리고 온라인 참석자들을 위한 이벤트도 시도하였습니다.

천문우주관측기술 분야는 새로운 우주시대를 준비하며 첨단기술을 그 누구보다도 앞서서 연구하는 분야입니다. 과학 임무 수행을 위한 새로운 관측기기 개발은 또 새로운 기술로 발전시켜 나가는 첨병 역할을 할 것으로 기대됩니다. 그리고 이 워크숍은 이러한 기술 및 관측기기 개발과 관련하여 국내 산·학·연이 협력할 수 있는 좋은 바탕이 될 것입니다. 이러한 교류와 소통을 통해서 대학과 연구소의 연구개발 분야에서도 새로운 시너지와 융합이 이뤄지길 기대하고, 참여기업들의 발전이 지속되기를 바랍니다.

코로나바이러스의 대유행이 연구 및 기술 개발 분야에서도 비대면 방식의 소통과 교류가 빈번해지는 새로운 환경을 만들어 놓았습니다. 부디 이번 온라인 워크숍이 좋은 시작점이 되었기를 바라며, 향후에도 정기적인 워크숍을 통해서 지속적인 천문우주관측기술의 연구개발과 산·학·연 소통이 활성화되기를 바랍니다. 오늘 우리의 작은 노력이 다가오는 후속세대를 양성하고 천문우주관측기기 분야가 발전할 수 있는 계기가 되기를 바랍니다...

#### 2020 천문우주관측기기워크숍 준비위원회

문봉곤, 박수중, 한정열, 민병희, 강현우, 진호, 최성환, 이대희, 박명구, 임명신,  
홍성욱, 남옥원, 이충욱, 강용우, 김지훈, 김일훈, 김동균, 박상영, 고미희, 조보영,  
윤누리, 이재한

Instrumentations for Astronomy and Space Science Workshop

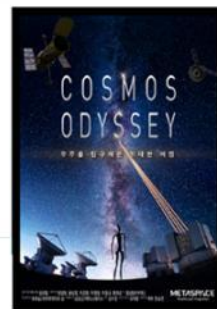
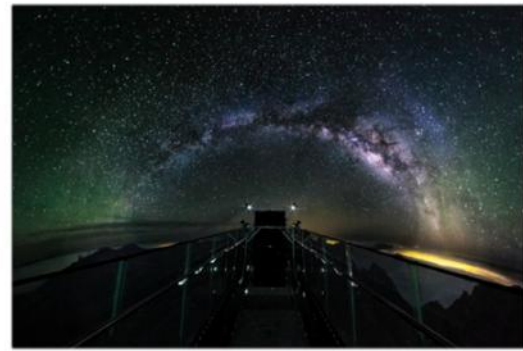
<http://www.iass-workshop.org>

Visualize your Imagination

# METASPACE

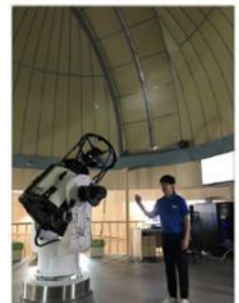
## 기업 소개

- 설립 : 2003년
- 임직원 15 명
- 임직원 전원 천문학 및 기타 관련 전공자
- 대형 망원경 운영 경력자
- 사업 영역
  1. 천문 관측 시스템 설계 및 설치
  2. 천문 관측 시스템 운영
  3. 천체투영 시스템 설계, 설치 및 유지 보수
  4. 풀돔 콘텐츠 개발, 제작 및 배급
- 한국 천문학회, 우주과학회, 및 천문우주 과학관협회 지원 (천문학회 학술회의 젊은 천문학자상 및 포스터상 지원)



## 관측 기기 사업

- KMTNet 설치 및 운영 인력 관리
- 서울대학교 천문대 1-m 망원경 설치
- 밀양 우주천문대 70-cm 반사망원경 설치
  - 음성 인식 시스템을 활용한 망원경 제어 시스템 (송선형 8/21 3번째 세션 발표)
- 상용 프로그램을 활용한 천문대 통합 제어 시스템 개발
- 상용 광학기기를 활용한 소규모 적응광학기기 개발
- 우주물체감시 시스템 (space situation awareness system) 개발
- 소형위성 레이저 downlink 지상국 개발





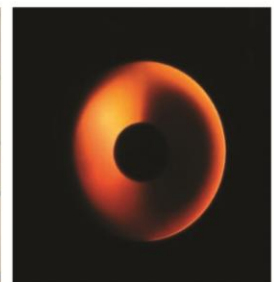
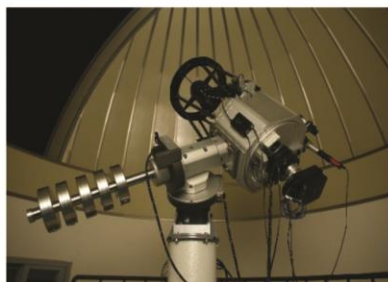
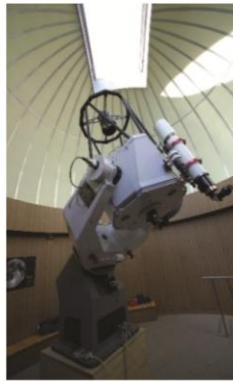
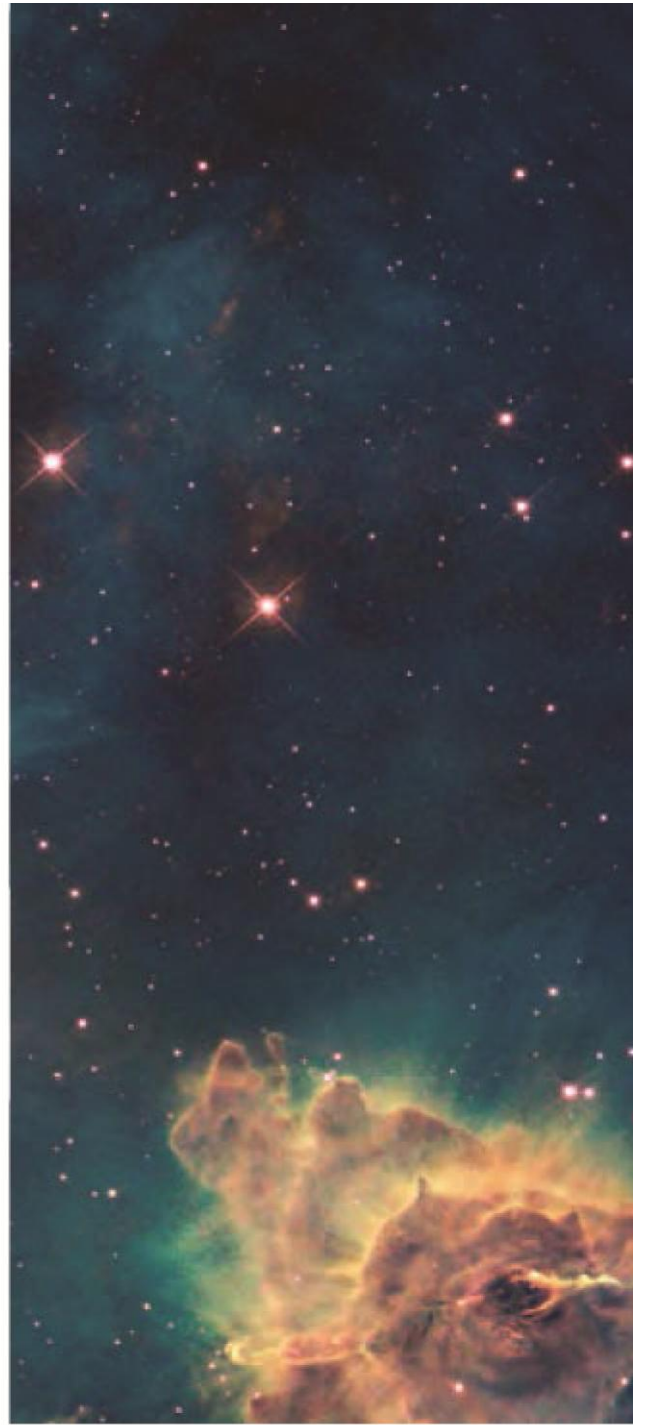
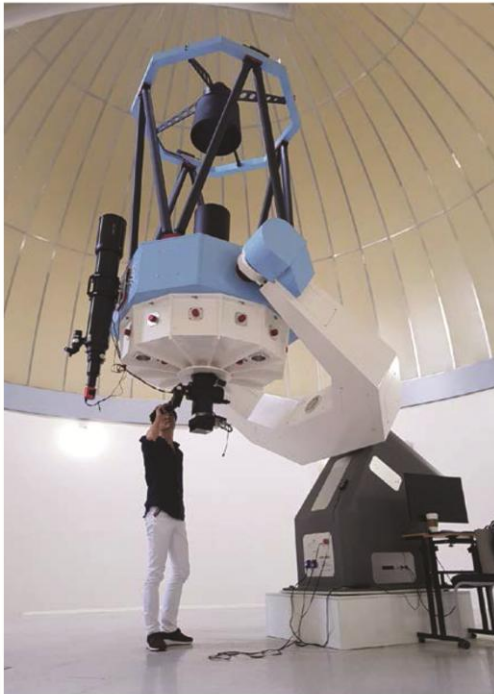


에스엘랩  
SPACE LIGHT LABORATORY

## 관측기기 연구개발

2000년 설립된 (주) 에스엘랩은 천문우주관측기기를 공급해왔으며 다양한 기기와 시스템을 개발하고 있습니다.

운영 중인 천문대의 성과를 통해 현대천문학에서 요구되는 다양한 니즈의 주문제작 기기에 대응할 수 있으며 관측 솔루션을 제공합니다. 가시광선을 비롯한 전파, 적외선 망원경을 위한 이미징기술, 원거리 망원경 멀티 링크, 우주감시, 항공우주방어솔루션을 현실화하고 있습니다.





Software 판매 및 용역

CAD Solution

NX Unigraphics

Solid Edge

Simcenter

Nastran

Simwise4D

Nastran

CAE Solution

Workstation 판매



(주) 에이디솔루션  
www.adsolution.co.kr

SIEMENS  
Ingenuity for Life



(주)에이디솔루션  
홈페이지 바로가기

Simcenter  
Nastran

Linear Stress

Nonlinear Analysis

Modal

Buckling

Dynamics

Thermal & Flow

Multi-physics

Optimization

Laminate Composites

Aeroelasticity

SIEMENS  
Ingenuity for Life

Solid Edge

NX Unigraphics

Simcenter

Simwise4D



(주)에이디솔루션  
ADSOLUTION.CO.KR

SIMENS PLM SOFTWARE의 대전 파트너  
풍부한 실무 경험을 가진 국내 최고의 엔지니어 보유

CAD/CAE/PDM/해석용역 분야에서 제품설계와 해석을 위한  
교육과 기술지원 및 컨설팅 제공이 가능합니다.

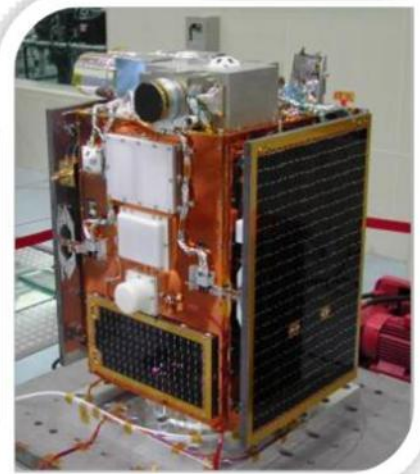
Software 및 해석용 워크스테이션 판매 및 지원

- 현대자동차 그룹 해석 용역업체 선정
- GMKOREA 설계자 해석 교육 수행
- 한국원자력연구원 열/유동 연구용역 수행
- Post Processing tool 개발
- 설계/해석자동화 프로그램 개발
- 자동차 부품업체 기술지원



대전광역시 유성구 대학로 31, 1101호  
(봉명동, 유성한진오피스텔)









사업 경영, 기획



메카트로닉스



웹어플리케이션

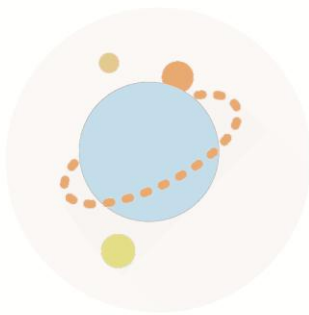


디자인



연구개발

## 연구개발



### Space Science

적응광학기술

망원경

머신비전 솔루션



### Lab Automation

실험 지원

자동화 시스템

사물인터넷(IoT)



### Project Management

프로젝트 기획 및 관리

안정적인 운영

신속한 대응

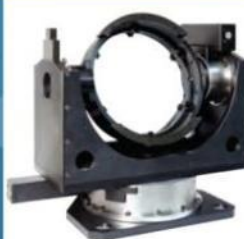
#### ● 주요 개발 실적

- 우주용 편광카메라 소프트웨어 개발
- 달 탐사 편광카메라 SI
- 신소재 망원경 구동부 제어 및 시스템 통합

# MOTION CONTROL

## Our Solutions at Your Service

Over 55 years of proven performance, expertise and experience.





## CUBE SATELLITE SUB SYSTEMS

Our CubeSat sub systems are developed with reliability and usability in mind. They are meant to fully support single to multiple CubeSat mission operation, as well as to make sure to reduce the time it takes developers to integrate it into their satellite.

All our CubeSat sub system products were designed as a fully integrated CubeSat system. This means our products not only look good on paper, but the parameters and functionality of each product has been specified to work together to make a working CubeSat.

Our sub systems support all the commonly used communication methods such as I2C and PC 104 as well as support for CAN communication to create a more reliable interaction between systems.

Each sub system has been fully testing to withstand the following space environment conditions:

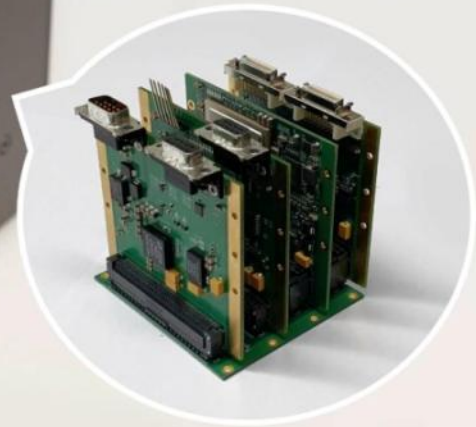
1. Radiation Test
2. Vibration Test
3. Thermal Vacuum Test

If you have any questions regarding our products please email to [support@naraspace.com](mailto:support@naraspace.com)





## 국제우주정거장 태양코로나그래프 편광카메라



### 한국천문연구원 1호 연구소기업

한국천문연구원으로부터 이전 받은 특허기술은 아이트릭스테크놀로지의 카메라 Hardware 개발 능력과 융합되어 천문관측용 카메라 이외에도 체외 진단기기(지혈 진단시장), 검안기(안구측정용) 등의 의료용 영상 장비, 산업용 검사 장비(반도체 검사장비, LCD 검사장비 등)나 야간 감시 장치, 군사목적용 카메라 등에 적용 가능하다.

앞으로 과학목적용 카메라에서 축적된 Hardware/Software/Algorithm을 바탕으로 산업 전반에 필요한 카메라 개발로 확장하여 기술사업화 하고자 한다.



### 국제우주정거장 태양코로나그래프 편광카메라

아이트릭스테크놀로지는 한국천문연구원과 NASA가 공동으로 개발하는 국제우주정거장 태양코로나그래프에 사용되는 편광카메라를 현재 개발 중이다. 태양 코로나의 속도 온도 측정을 위해서는 픽셀분리형 편광 영상이 가장 핵심이 되는 기술이며, 특히 우주정거장에 설치되기에 진공, 온도, 방사선 환경에서도 동작가능한 내구성이 보장되어야 한다.

이를 위해 아이트릭스테크놀로지는 전자부 개발 및 기능/성능 시험, 환경 시험 전반을 한국천문연구원과 함께 진행 중이며, 최근 EM(Engineering Model)을 제작 완료하여 QE(Quantum Efficiency) 측정, DoLP(Degree of linear polarization), 중성자 TID(Total Ionizing Dose) 시험, TVAC(Thermal Vacuum) 시험을 수행하였다. 추후 양성자 시험을 통하여 SEU(Single Event Upset)발생, 검출 및 복구 가능한 SEM(Soft Error Mitigation) 동작 시험 등을 통해 우주 환경에서의 내구성을 향상시킬 예정이다.

#### 영상처리 FPGA 개발 전문기업



대전 유성구 노은서로 130-13, 102호  
www.i-trix.co.kr/



jwkim@i-trix.com  
Tel:042.369.1999\_Fax:042.369.1997





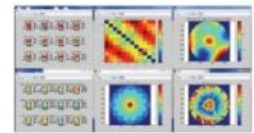
**GREEN OPTICS**

## ZERODUR Lightweight Mirror

- ✓ Possible dimension  
Diameter 200~1200mm
- ✓ Lightweight ratio  
Upto 85%
- ✓ Rib thickness  
Reached 1mm
- ✓ Lightweight design



Stitched figure



## SiC Lightweight Mirror



Off-axis fabrication and measurement development  
(Stitching algorithm development)

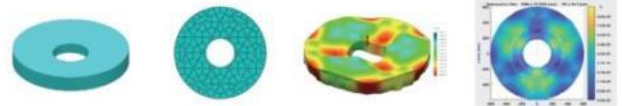
Primary Mirror, Zerodur		Secondary Mirror, Zerodur	
OCA	1600mm (CC Parabolic)	OCA	302mm (CX Aspheric, Lightweight)
Surface Errors	(7.5nm rms)	Surface Errors	(4.5nm rms)
Slope Errors	(0.5 μrad rms)	Slope Errors	2.4 μrad rms
Protected Silver 98%		Protected Silver 98%	
(Visible and MWR)		(Visible and MWR)	

## Large Telescope

Lightweight, polishing and analysis in house  
CGH Interferometer measurement development  
(15m tower type interferometer)



Design process of lightweight mirror



**GREEN OPTICS** 

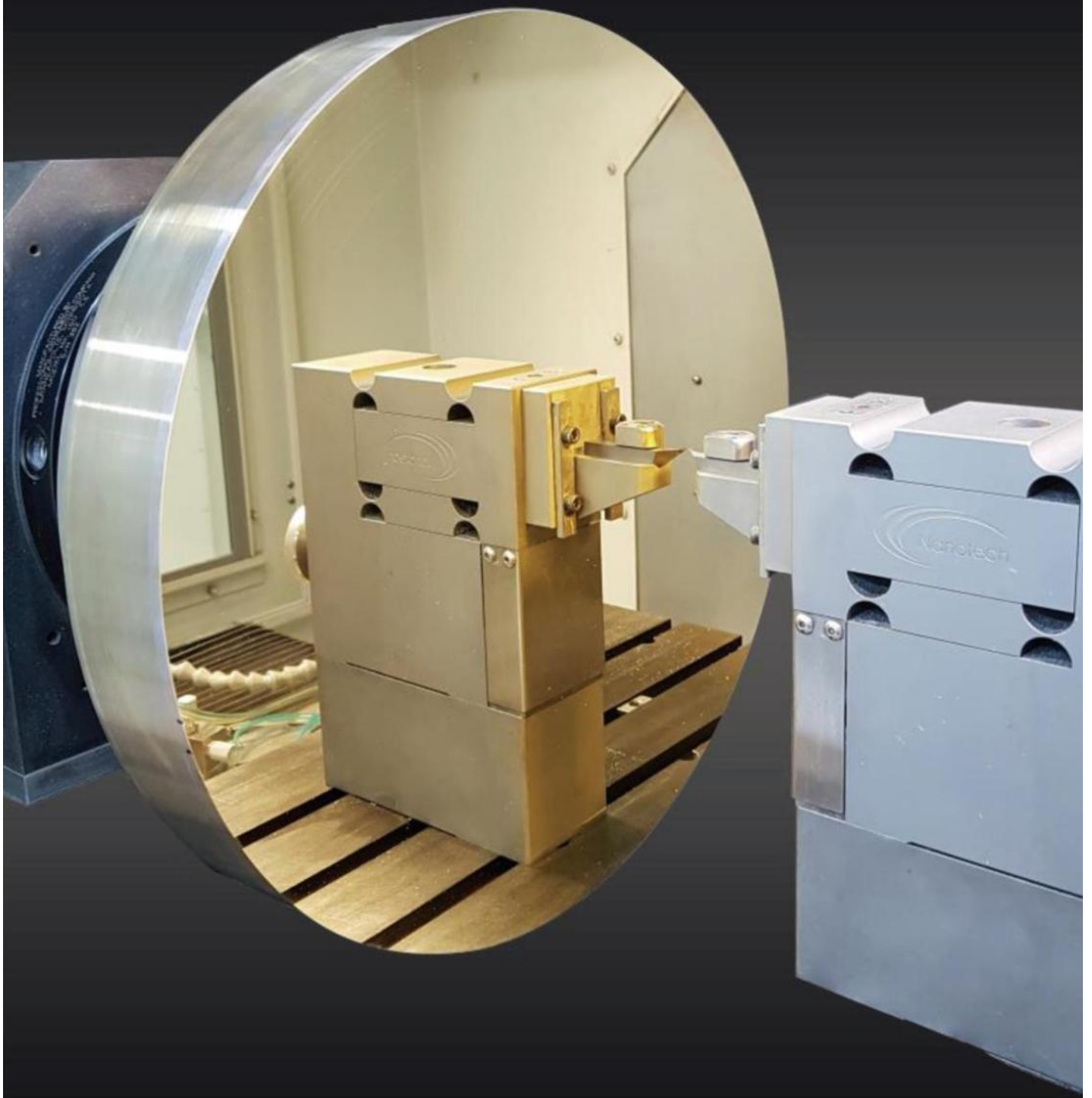
45, Gangni 1-gil, Ochang-eup, Cheongwon-gu,  
Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Republic of Korea  
<http://www.greenoptics.com/>  
[greenoptics@greenoptics.com](mailto:greenoptics@greenoptics.com)



A Specialist representing future precision manufacturing technologies

# Y&DK

Yoonseul & Do it now KBSI



KAIROSPACE is a private space industry company providing space system and solutions. More than 20 years of experience have helped us become a leading company in the space industry. All decisions are made around KAIROSPACE's core management philosophy of "High Quality and Excellent Service". What strategies can companies take to keep pace with rapidly changing industry environments? We believe that constant updates and constant enthusiasm are the answer. KAIROSPACE is ready for the change and will develop innovative and practical space technologies to contribute in the space industry. We are confident and passionate to become a leader in the space industry.



### 90mm camera

High-aperture optics for solving any commercial and scientific tasks of remote sensing. This camera has been specially optimized in terms of size, weight and data rate for use on space platforms such as CubeSat. Any CubeSat starting from 6U has the ability to use this camera at full power.

Spatial resolution @400km  
Swath width  
Aperture  
Spectral band  
FOV  
Focal length  
Operating conditions  
Image sensor  
Compact size (Slightly larger than 2U)

5m color / 3m PAN  
9.95km  
90mm  
UP to 6 bands  
1.5°  
50mm  
-40 ~ +60°C, vacuum

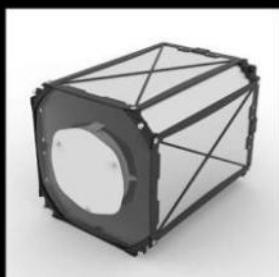


### 22mm camera

Wide temperature high-performance passive self-focusing optics for solving agriculture, civilian and scientific tasks of remote sensing. This optic system has the possibility to work with atable MTF in range of temperature from -60 to +60 degrees of Celsius. 22mm aperture and compact size of this camera.

Spatial resolution @600/400km  
Swath width  
Aperture  
Spectral band  
FOV  
Focal length  
Operating conditions  
Image sensor  
*Passive auto focusing system*

37/24m color  
126/84km  
22mm  
UP to 6 bands  
12°  
76.5mm  
-60 ~ +60°C, vacuum  
3388x2712 (CMOS)



### 250mm camera

Our 250mm optical system is capable of in-orbit configurable GSD up to 2.5m and spectral bands up to 12 bands at 50km swath. The capacities of its collection and rapid revisit provide repeated images of large areas for the purpose of conducting automated change detection data.

Spectral resolution @600km  
Swath width @600km  
Aperture (Square)  
Spectral band  
FOV  
Focal length  
Operating conditions  
Image sensor

2.5m  
25km  
250mm  
Panchromatic or Multispectral  
up to 4 bands  
3°  
745mm  
-50 ~ +50°C, vacuum  
TDI



## Black Coating

### Ultra Black Metal Surface Coating

We developed of light-absorbing Black coatings based on chemical deposition technologies. It can be used in internal parts of optical systems, UV, Visible and IR light-absorbing tapes, baffles, cold shields and other IR detectors parts, parts for thermographic cameras, night vision systems, radiation absorbing layers for temperature sensors, heat dissipation coatings for electronic system. Our coating is unique since it provides an ecologically clean, inorganic and completely nontoxic product that in many cases replace traditional processes that are source of pollutants and toxic substances.

#### SPECIFICATIONS

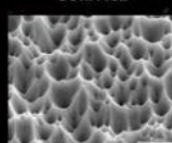
Maximum coating area 1000cm<sup>2</sup>  
Working spectral range (0.12-2.5) μm  
Coating thickness (40-60) μm

#### REFLECTION COEFFICIENT

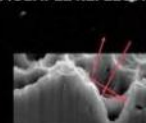
UV (0.12 - 0.4) < 1.5%  
VIS (0.4 - 0.9) < 0.5%  
IR (0.9 - 2.5) < 1%

Ultra-low diffuse reflectance values are achieved due to multiple reflections of incident radiation on the developed morphology of the coating surface.

#### SURFACE



#### LIGHT TRACE WITH MULTIPLE REFLECTION



### Star Tracker

Flight heritage since 2019

Dimensions 56 x 60 x 93  
Mass 193g  
Maximum angular velocity 5°/s  
Maximum polling frequency 10 Hz  
Sun exclusion angle / Moon 30° / 20°  
Power supply 5.0±0.25 V  
Power consumption  
Main mode 0.5W  
Calibration mode 0.35W  
Operating temperature -30 ~ +40°C  
Storage temperature -30 ~ +100°C

KAIROSPACE CO., LTD.

13383, RM 408 Moran city B/D,  
Seongnamdaero 1115, Jungweon-gu  
Seongnam-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea

www.kairo.space

DELIVERING SPACE



DreamSpaceWorld Co., Ltd

## 초소형위성 상용화 벤처 기업

[www.dreamspaceworld.com](http://www.dreamspaceworld.com)

❖ At DreamSpaceWorld Co., Ltd. , we strive to provide the best services in the space industry by making the highest quality light weight nano satellites with high-performance.

**Company name** DreamSpaceWorld Co., Ltd.

**CEO** Sung-Ho Rhee

**Establishment** April 8<sup>th</sup>, 2010

**Products** Bus system and various modules of nano-satellites

**Key Tech.** Precision Attitude Control and Propulsion Technology

**Address** 2117 Creation Hall, KAIST-Munji Campus, 193 Munji-Ro Yusung-Gu Daejeon, R.O.K.

**Contact Info.** Tel : 042) 867-2966, Fax : 042) 867-2965



## DSW Development Goal

◆ Our test & verification process is the same as STSAT-3

1. Commercialization for 3U, 6U – 27U(50kg)
2. High reliable based on small-sat heritage
3. Compact design
4. High performance & Low price
5. Life time : > 3 years ( STSAT-3 : 5years)



## Space and Earth Technology System, Inc.



우주환경 및 해양 감시를 위한 시스템 구축과 데이터 분석을 위한 소프트웨어 개발, 효율적인 관리를 위한 유지보수 및 컨설팅 등 다양한 분야의 기술력과 노하우를 통해 차별화 된 서비스를 제공합니다.

### X-band UAV Detection Radar

#### 드론 탐지 소형레이더

##### 저출력 송신파워를 이용한 원거리 감시

- 미량의 신호 검출이 가능한 전파전문 위상배열 안테나 기술 활용
- 1W 이하의 낮은 송신파워를 이용하여 상대적으로 원거리 (500m 이상)에 위치한 고속 이동 물체 탐지 가능

##### 넓은 감시 영역

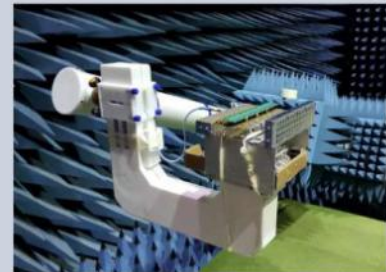
- 레이더 1개당  $\pm 45^\circ$ 의 관측시야를 가지며, 약 200,000m<sup>2</sup> 영역의 감시 가능
- 레이더 4개 사용 시 사각지대 없이 감시 가능

##### 소형 물체 정밀 감시

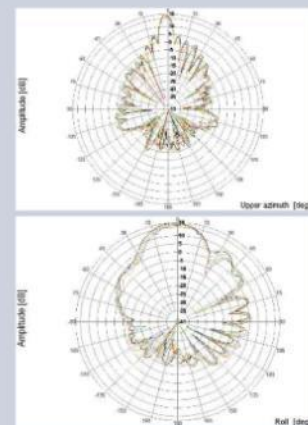
- X-band 대역 신호와 좁은 빔 폭의 패치 안테나 사용으로 소형 물체 탐지에 탁월
- 인접하고 있는 2개 이상의 물체 구분 가능

##### 소형 · 경량의 송수신 모듈 사용으로 이동 및 설치 용이

Item	Specification
사용주파수	X-band(10 ~ 10.5GHz)
고속 탐지 기능	초당 2회 이상의 탐지
정밀 탐지 기능	거리 2m, 각도 $\pm 3^\circ$ 구분
출력 및 탐지 거리	500m @ <1W
감시 영역	약 200,000m <sup>2</sup> 감시 (축구장 약 40개)

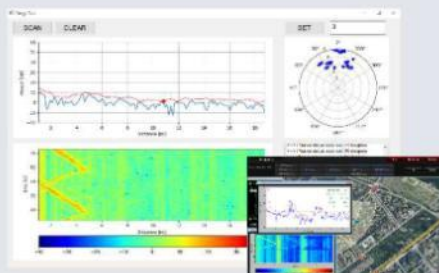


패치 안테나 시험



Far-Field Pattern 측정  
(상: H-plane, 하: E-plane)

#### 제어 및 표출 프로그램



CA-CFAR(Cell Averaging – Constant False Alarm Rate) Algorithm을 이용하여 타깃의 거리 및 속도 변화 검출

- 송수신 모듈 제어
- Phase-Shifter Controller 제어
- Range-Power 그래프: 단위 거리 별 수신 파워 표출
- Range-Time 그래프: 타깃의 단위 시간 별 파워 표출
- Range-Azimuth 그래프: 안테나 지향 방향 및 타깃 거리 표출

# NanoSatellite

## Miniaturized satellite for space



### Space Plug & Play Architecture

솔탑은 Rapid Integration Architecture를 이용하여 빠르게 위성을 조립할 수 있도록 Space Plug & Play 기술이 포함된 구성품 및 플랫폼을 제공합니다. Space Plug & Play 기술은 가상 채널을 이용하여 실제 하드웨어 없이 구성품 모사 장치를 통해 비행소프트웨어 개발이 가능합니다. CAN 통신(CAN 2.0B/C) 기반의 Space Plug & Play를 제공하며 구성품 연장이 용이하도록 개발되었습니다. 구성품은 ASIM(Applique Sensor Interface Module)을 이용하고, 다른 인터페이스는 CAN 통신으로 Plug & Play 구성품을 등록하여 사용할 수 있도록 지원합니다.

### 초소형위성 서비스

기존의 대형위성 개발 경험과 초소형위성 개발 경험을 바탕으로 다음과 같은 다양한 서비스를 제공하고 있습니다.

- 임무 및 시스템 설계
- 시스템 설계 및 개발
- 서브시스템 설계 및 개발
- 구성품 설계 및 개발
- 신뢰성 있는 플랫폼 공급
- 구성품 공급 및 판매
- 비행소프트웨어 개발
- EGSE 및 MGSE 제작
- 소형위성용 지상국 개발
- 지상 시험 및 교육용 시뮬레이터 (동역학 모사기, GNSS 모사기 등)

### 3U/6U 초소형위성 플랫폼

3U/6U 초소형위성용 플랫폼 제공이 가능하며 사용자의 요구사항과 임무에 맞게 변경 가능합니다. 솔탑은 초소형위성 소프트웨어 개발을 위한 Eclipse 기반의 SmallSat Studio를 제공하고 있으며, 이를 통해 비행소프트웨어 개발, 배포, 시험이 용이하게 합니다.

Mass	< 4 kg	< 12 kg
Size	3U or 3U+	6U or 6U+
Attitude Control	RW/MTQ(<0.1 deg.)	RW/MTQ (<0.05 deg. w/ST)
Power	13 W (Nominal) Solar Panel Deployable (Optional)	45 W (Nominal) Solar Panel Deployable (Optional)
Mission Lifetime	1 year	2 years
Orbit Determination	< 20 m (On-board GPS)	< 20 m (On-board GPS)
Downlink	S-band (1Mbps) for TT&C	S-band (1 Mbps) for TT&C X/ Ku/Ka-band (Depend on GS)
Uplink	UHF or VHF (1,200 bps)	UHF or VHF (1,200 bps) S-band (115,200 bps)
Data Bus	CAN	CAN/SpaceWire
Feasible Mission	Tech. Demo. Earth Observation IoT/M2M Mission	Tech. Demo. Earth Observation IoT/M2M Mission



**SOLETOP**

Remote sensing & Telepresence

409, Expo-ro, Yuseong-gu,  
Daejeon, 34051, South Korea

T +82-42-334-0218 F +82-42-867-7445  
sales@soletop.com www.soletop.com



## Program Book of the IASS Workshop 2020

초판 1쇄 발행 2020년 8월 30일

지은이 박수종, 문봉곤

디자인 (주)진앤티

펴낸이 김병호

발행처 주식회사 바른박스

출판등록 2019년 4월 3일 제 2019-000040호

주소 서울 성동구 연무장 5길 9-16, 301호(성수동 2가, 블루스톤타워)

ISBN 979-11-6545-161-5 (93450)

값 12,000원

책값은 뒤표지에 있습니다.

이 책은 저작권법에 따라 보호를 받는 저작물이므로 무단 전재 및 복제를 금지하며,

이 책 내용의 전부 및 일부를 이용하려면 반드시 저작권자와 도서출판 바른박스의 서면동의를 받아야 합니다.

이 도서의 국립중앙도서관 출판예정도서목록(CIP)은 서지정보유통지원시스템 홈페이지(<http://seoji.nl.go.kr>)와

국가자료종합목록 구축시스템(<http://kolis-net.nl.go.kr>)에서 이용하실 수 있습니다.

(CIP 제어번호 : CIP2020036436)



**IASS**

# Program Book of the IASS Workshop 2020

천문우주관측기기 워크숍

온라인 디지털 포럼

Instrumentations for Astronomy and Space Science (IASS) Workshop

정가 12,000 원

주최 한국우주과학회(우주관측기기분과), 한국천문학회(천문관측기기분과)

주관 한국천문연구원(천문우주기술센터 지원)

디자인 (주)진앤티

