

초소형 위성 개발을 통한 공학 인재 육성 성과 및 과제

오현웅 교수

| 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부 |

2023.03.28 (화)



목 차

초소형 위성 개발을 통한 공학 인재 육성 성과 및 과제

I. 뉴 스페이스 시대에 따른 공학 인재 육성의 필요성

II. 국외 우주산업 현황 및 뉴 패러다임

III. 초소형 위성 개발 및 주요 성과

- ✓ 1U 큐브위성 STEP Cube Lab-I 소개
- ✓ 6U 큐브위성 STEP Cube Lab-II 소개

IV. 결론

교수 주요 이력

“New Space 우주산업 선도의 꿈 쏘아 올립니다.”



오 현 응 교수

주요 학력 및 경력

- 1987.03-1993.02 한국항공대학교 (항공기계공학)
- 1994.04-1999.03 동경대학교 석/박사 (항공우주공학/진동제어)
- 1999.03-2005.02 JAXA (일)우주항공연구개발기구 기술연구본부 연구원
- 2005.03-2012.08 국방과학연구소 영상정보 체계개발단 선임연구원
- 2012.09-2023.02 조선대학교 스마트이동체융합시스템공학부 교수
- 2023.03-현재 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부 교수
- 2019.11-현재 국방과학연구소 미래도전기술사업 초소형 SAR 위성 개발 PM (겸임연구원)
- 2021.02-현재 우주기계시스템개발 전문업체 STEPLab. 대표이사

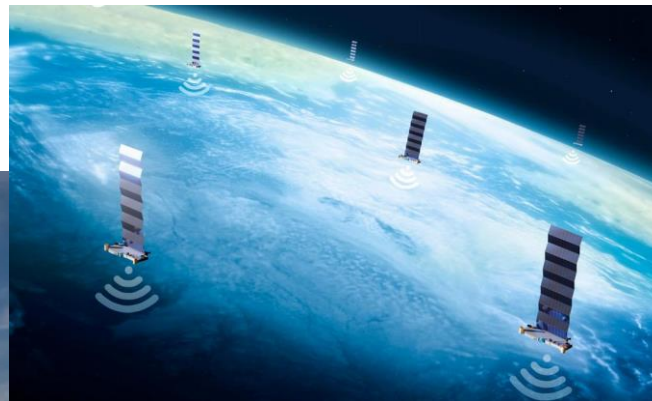
우주기계시스템연구실(SMECHAS Lab.) 소개

- 발사체 및 위성체에 필요한 우주시스템 기반기술 및 우주융복합기술 연구
- 극초소형위성 큐브위성 STEP Cube Lab-I, II 개발, 발사, 궤도 운용
- 국내 최초 우주개발선진국 독일 OHB 社에 위성용 진동저감장치 수출
- 해외 및 국내 우주산업체 다수의 산학 프로젝트 수행

01 New Space Trend

■ 뉴 스페이스 시대로의 전환과 변화하는 우주 질서

- 과거 정부 주도의 우주개발을 Old Space 시대, 민간기업의 참여가 확대되는 시대를 New Space 시대라고 칭함
- '21년 세계 우주 경제 규모는 3,700억 달러이며, '30년에는 약 6,420억 달러이상 상승할 것으로 전망
- 우주의 상업적 가치가 증가하여 민간 우주 상업화, 우주탐사 등 우주 분야의 세계적 변화를 바탕으로 민간 상업화 가속화
- 재사용발사체, 소형위성 등의 기술혁신을 통해 민간기업들의 시장진입 활발
 - 재사용 발사체를 통한 발사 비용 획기적 절감 (Space X)
 - 소형위성의 고성능화 및 대량생산을 통한 비용절감, 동시 발사, 군집 운용 등을 통한 위성인터넷망 구축(Starlink : Space X)



[재사용 발사체 회수(좌), 위성 인터넷 망 구축 : 스타링크 (우)]

Evolution of the space economy 2016-2030



[세계 우주 경제 규모 (출처 : Euroconsult)]

02 뉴 스페이스 시대의 뉴 패러다임 (1/2)

• 재사용 발사체

- ✓ 재사용이 가능한 발사체로 로켓의 일부 또는 발사체 전체 재사용이 가능함에 따라 발사비용 대폭 절감이 가능해짐.



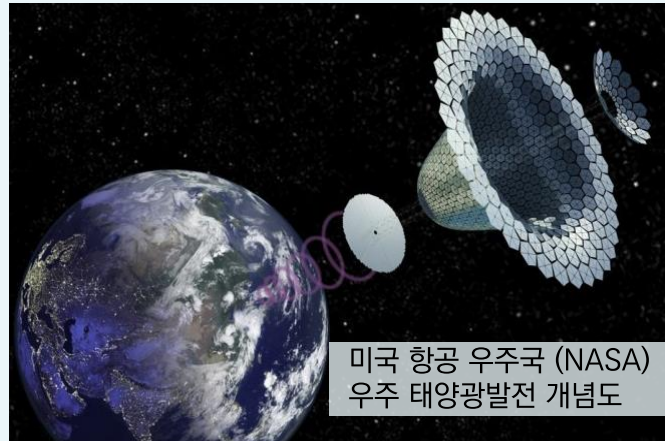
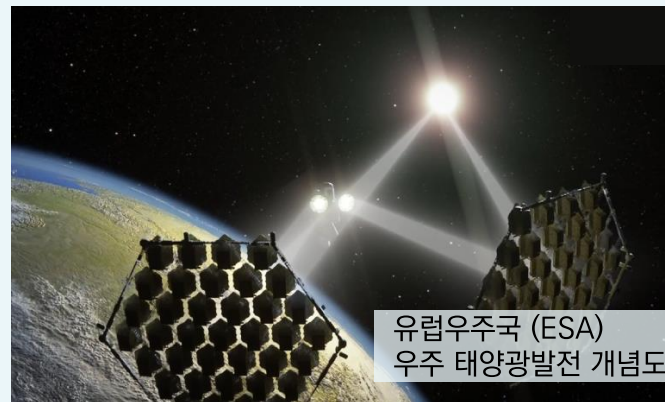
Falcon Heavy (Space X 社)



New Shepard (Blue Origin 社)

• 우주 태양광발전

- ✓ 궤도 상 대형 태양전지판으로부터 획득한 전기에너지를 마이크로파로 변환하여 지상 발전소에 전송하고 이를 지상의 전력원으로 활용

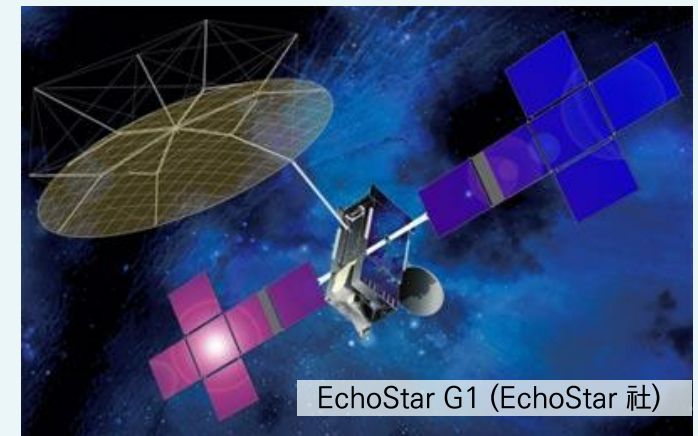
미국 항공 우주국 (NASA)
우주 태양광발전 개념도유럽우주국 (ESA)
우주 태양광발전 개념도

• 상업용 군집 통신/감시정찰 위성

- ✓ 글로벌 위성 통신 네트워크를 구축하기 위하여 개발된 상업용 통신위성은 최근 소형 군집위성 방식을 통해 통신인프라가 부족한 곳까지 인터넷 공급이 가능하도록 함.



Starlink (Space X 社)



EchoStar G1 (EchoStar 社)

02 뉴 스페이스 시대의 뉴 패러다임 (2/2)

• 우주를 무대로한 패션사업

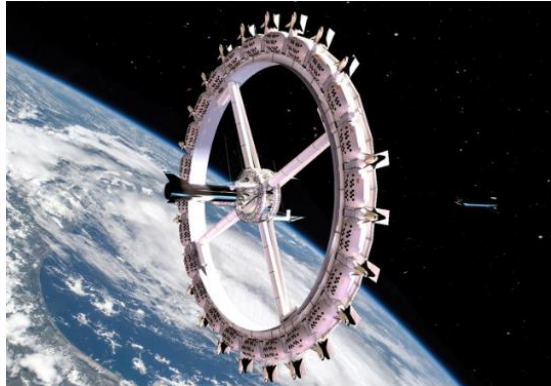
- ✓ 샤넬, 구찌, 페레가모 등 다수의 패션 업계에서 우주를 배경으로 한 무대 및 패션 아이템이 선보여지며, 새로운 패션 모티브로 발돋움함.



우주 테마의 샤넬 패션쇼 및 구찌 화보

• 지구를 풍경으로 한 우주호텔

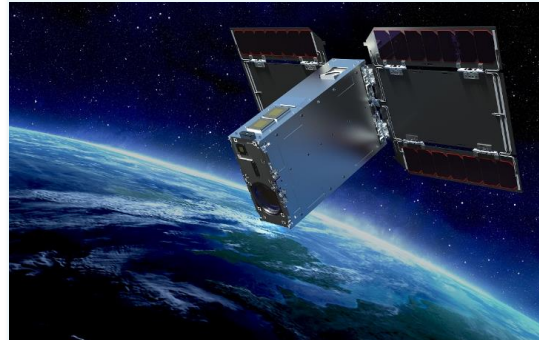
- ✓ NASA (민간우주기업 Axiom Space 협업)와 민간우주기업 Orbital Assembly에서는 국제우주정거장에 오픈할 우주호텔을 계획하고 있음.



미래 우주호텔 상상도

• 우주로 확장되는 예술 (SONY 社)

- ✓ 누구나 조작할 수 있는 위성 촬영 어플리케이션을 제공하여 자신만의 우주 영상 촬영 가능
- ✓ 일반인들도 손쉽게 접근할 수 있도록 우주 비즈니스의 진입장벽을 낮춤에 따라 우주 아트 분야의 선두가 됨.



개인 우주 촬영이 가능한 '아이' 위성

• 지구 밖으로 떠나는 관광여행

- ✓ NASA의 국제우주정거장 민간 개방과 SpaceX, Virgin Galactic, Blue Origin 등 민간 기업의 우주여행용 발사체 개발로 우주여행 시대를 선도하고 있음.
- ✓ Virgin Galactic의 경우 브래드 피트 등 700명 예약완료



민간인을 위한 우주여행

03 뉴 스페이스 시대에 따른 공학 인재 육성의 필요성

- 국내의 경우 차세대 발사체, 달 착륙선, 초소형 위성 등 확대되고 있는 우주원천기술 개발 규모에 맞춰 연구인력 증원 또한 절실하나 **기초 지식 및 연구개발 경험을 두루 갖춘 공학 인재가 부족한 실정임.**

| 우주개발 기반확충 로드맵(안) |



출처: '14~'40년 우주개발 중장기 계획 (제2차 우주개발진흥 기본계획 수정)

04 1U 큐브위성 STEP Cube Lab-I 개발 및 주요 성과 (1/7)

■ STEP Cube Lab-I 개발 프로젝트 개요

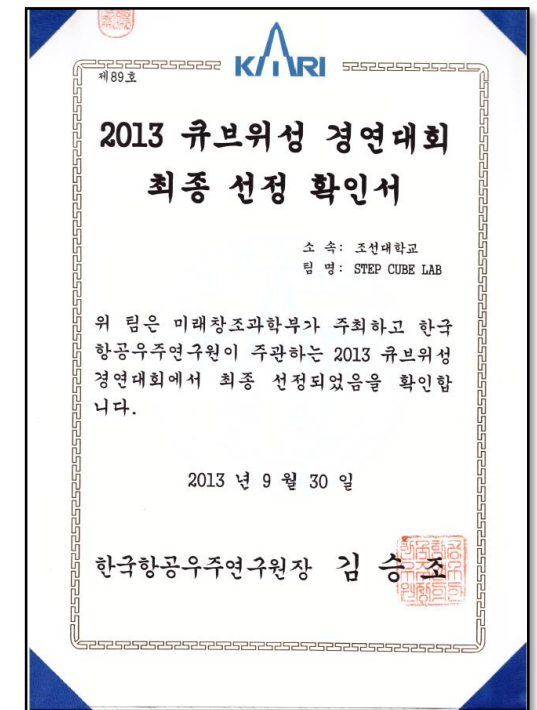
- 2013 큐브위성 경연대회 최종 선발팀 선정 (연구지원/전문 기관: 과학기술정보통신부/한국항공우주연구원)
- 1.3kg급 1U (10cm × 10cm × 10cm) 초소형위성 시스템 개발 (위성명: **S**pace **T**echnology **E**xperimental **P**roject **C**ube **L**ab-I)
- 총 연구비: 1.7억
- 총 연구기간: 2013.10. ~ 2015.02.



[STEP Cube Lab-I 로고]



[큐브위성 관련 신문기사 스크랩]

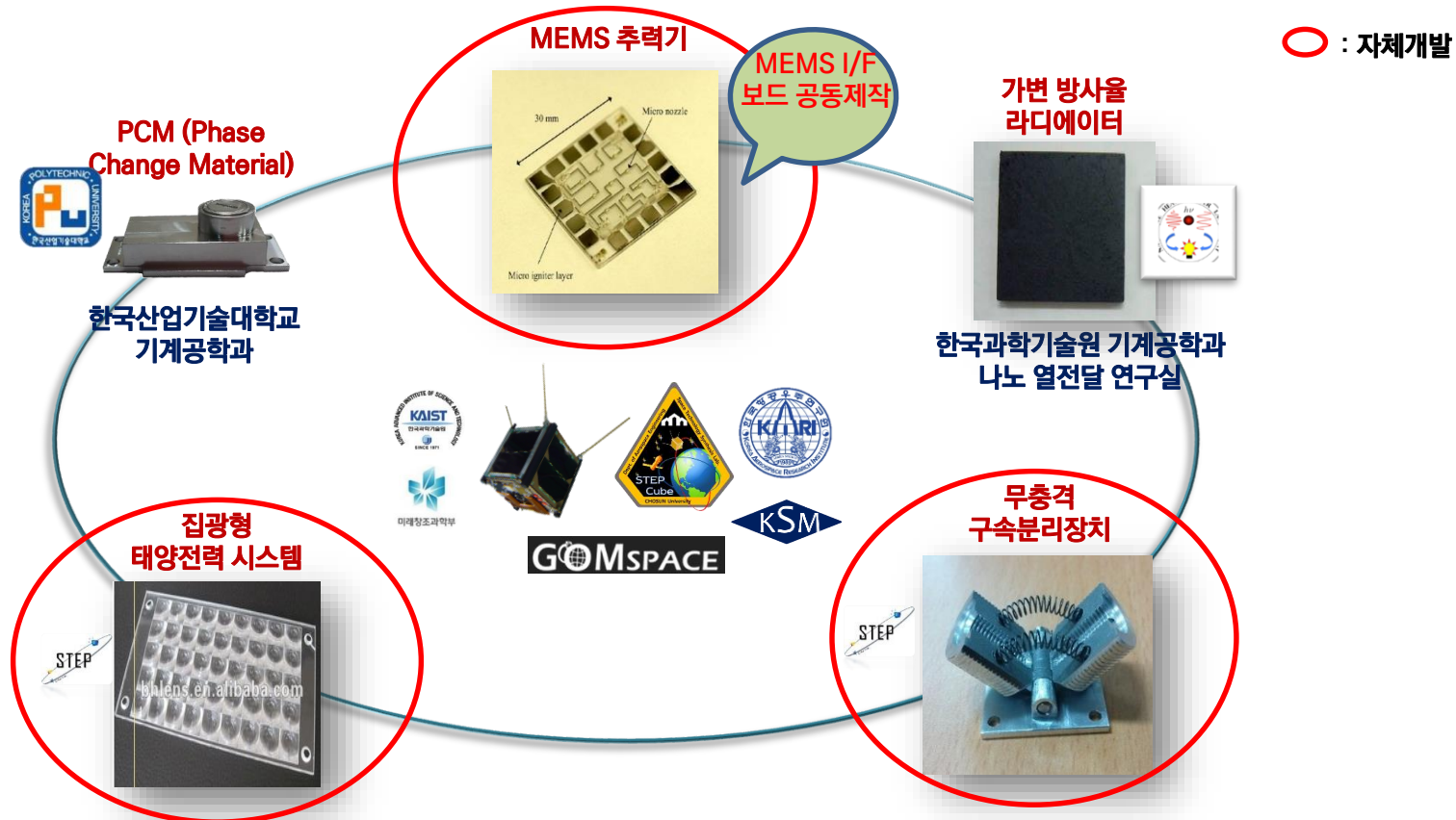


[최종 선정 확인서]

04 1U 큐브위성 STEP Cube Lab-I 개발 및 주요 성과 (2/7)

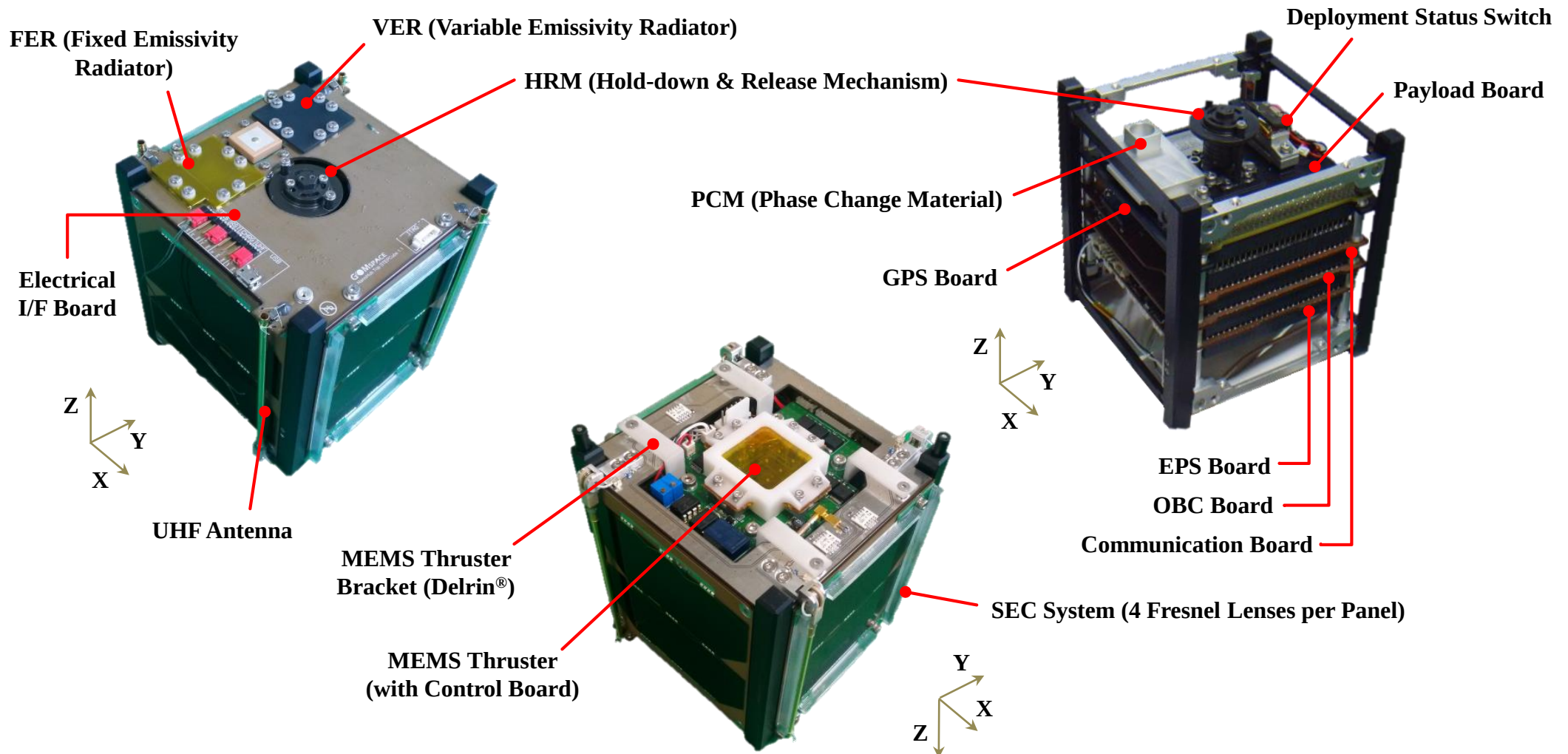
STEP Cube Lab-I 임무 목적

- 국내 산학연에서 기 수행되었으나 논문 연구실적으로만 그친 우주핵심기술을 발굴하고 탑재를 위한 지상시험 계획을 수립 그리고 이를 구현하기 위한 위성 시스템 전반의 기술 습득
- 궤도상 획득 데이터를 제공하며 이를 통해 학계간 교류 및 미래 우주핵심 원천기술로의 발전을 위한 지적 기반을 구축



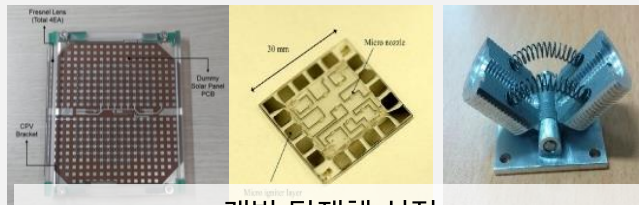
04 1U 큐브위성 STEP Cube Lab-I 개발 및 주요 성과 (3/7)

STEP Cube Lab-I FM 형상

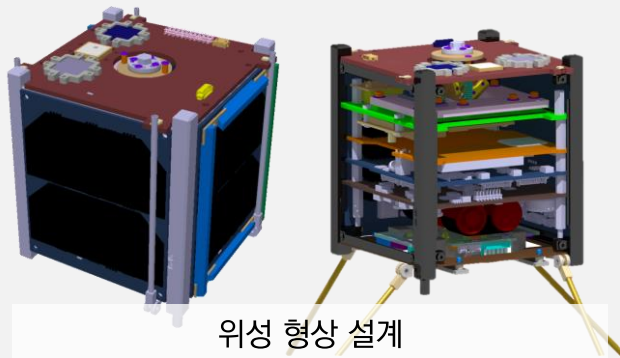


04 1U 큐브위성 STEP Cube Lab-I 개발 및 주요 성과 (4/7)

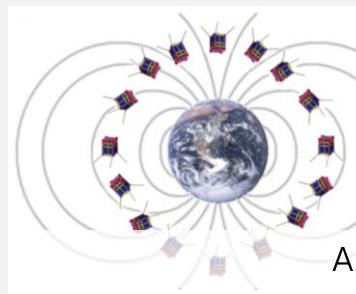
STEP Cube Lab-I 개발 과정 (1/3) - 설계/해석



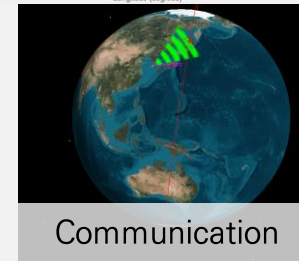
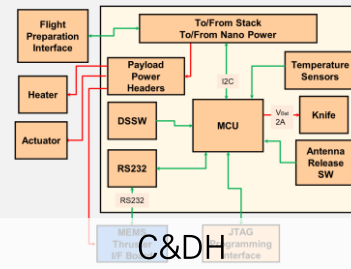
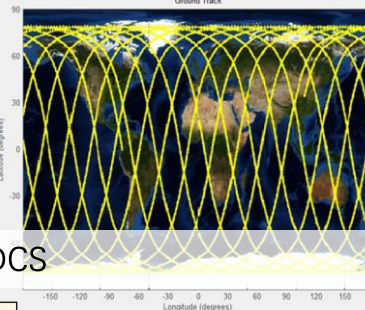
개발 탑재체 선정



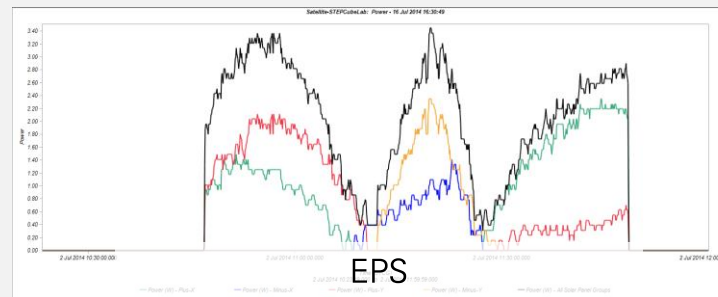
위성 형상 설계



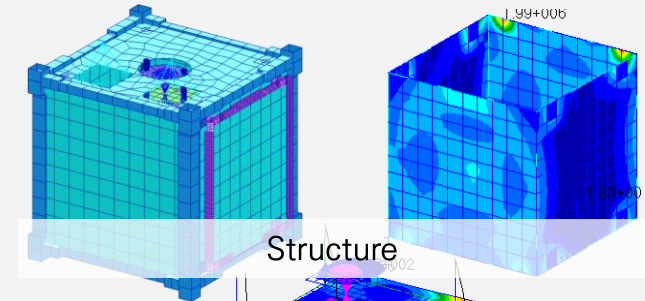
ADCS



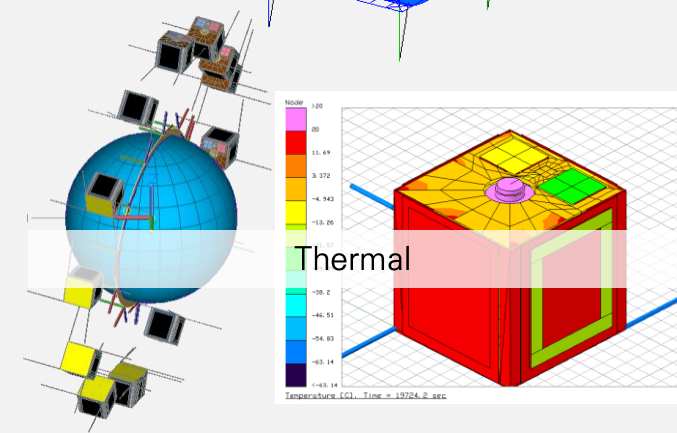
Communication



EPS



Structure



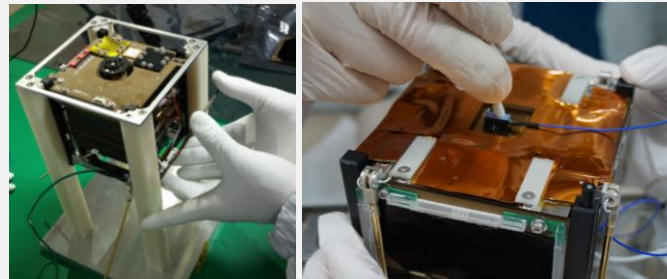
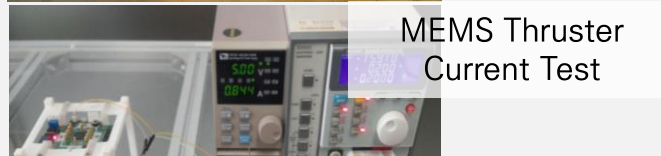
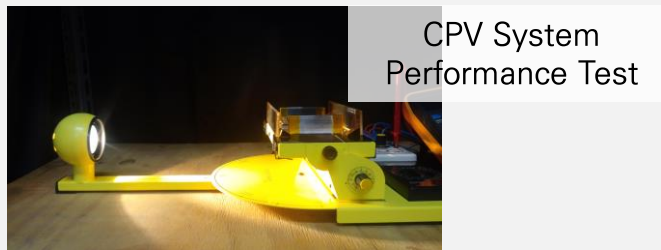
Thermal

위성체 및 탑재체 설계

버스 시스템 설계 및 해석 수행

04 1U 큐브위성 STEP Cube Lab-I 개발 및 주요 성과 (5/7)

STEP Cube Lab-I 개발 과정 (2/3) – 제작/시험



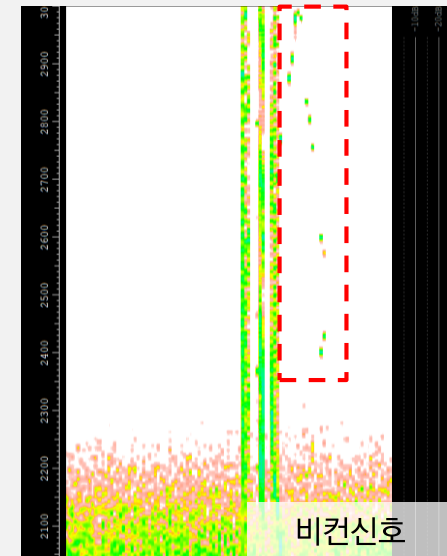
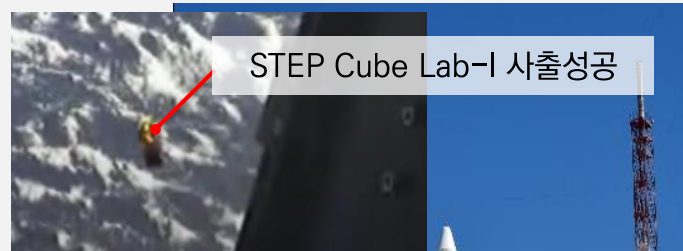
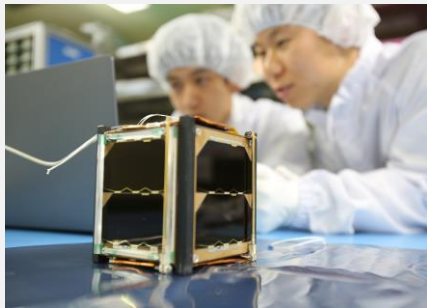
▶ 탑재체 제작 및 기능/환경시험 수행

▶ 지상국 구축

▶ 비행모델 환경시험 및 장거리 통신시험 수행

04 1U 큐브위성 STEP Cube Lab-I 개발 및 주요 성과 (6/7)

STEP Cube Lab-I 개발 과정 (3/3) – 발사/운용



발사 전 최종 점검 및 POD 결합

'18.01.12. 발사 및 신호수신 성공

운용 경과 ('22.06.14. 까지 비컨신호 수신 확인)

04 1U 큐브위성 STEP Cube Lab-I 개발 및 주요 성과 (7/7)

STEP Cube Lab-I 개발 대표 성과

- 2013 큐브위성 경연대회 **한국항공우주연구원장상 수상**
- 항공우주연구원에서 지원하는 **2015, 2018 국제우주교육위원회 (ISEB) 국제 학생 프로그램 최종 선발** 및 각국에서 선발 학생들과 함께 NASA, ESA, JAXA 등 해외 우주전문연구기관 간부들과 토론회, 논문 발표 등을 통한 학술교류 수행



ISEB 국제 학생 프로그램 선발



국제 우주대회 (IAC) 참석 및 발표



학부생 논문 경진대회 및 우수발표 논문상 수상

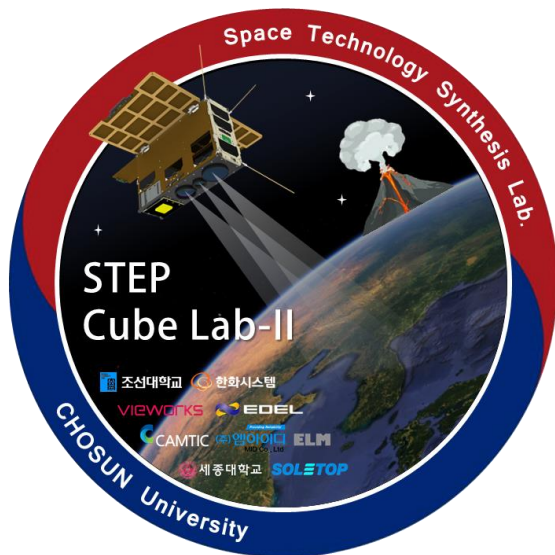


05

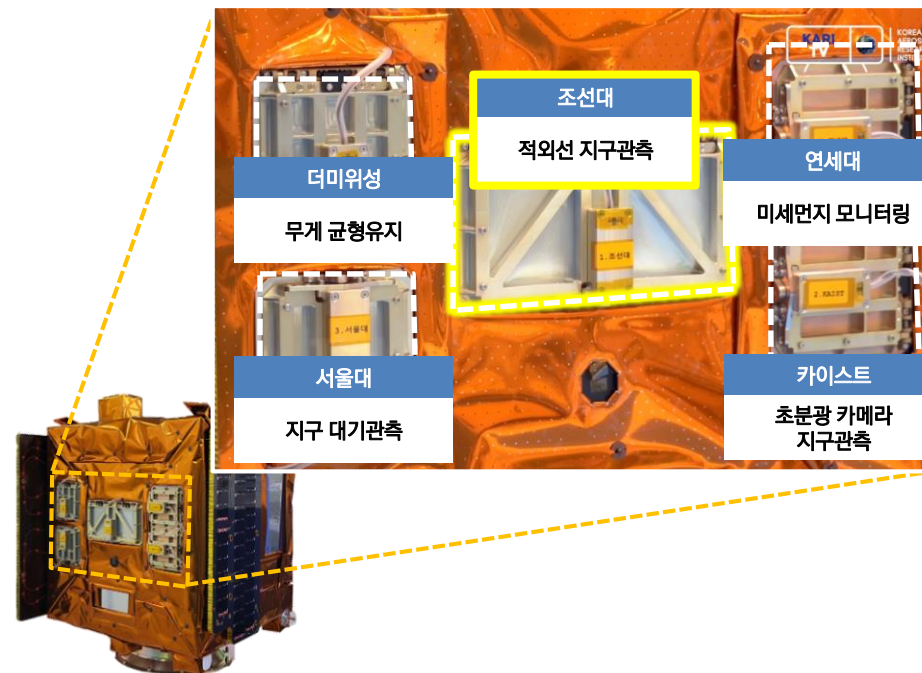
6U 큐브위성 STEP Cube Lab-II 개발 및 주요 성과 (1/7)

STEP Cube Lab-II 개발 프로젝트 개요

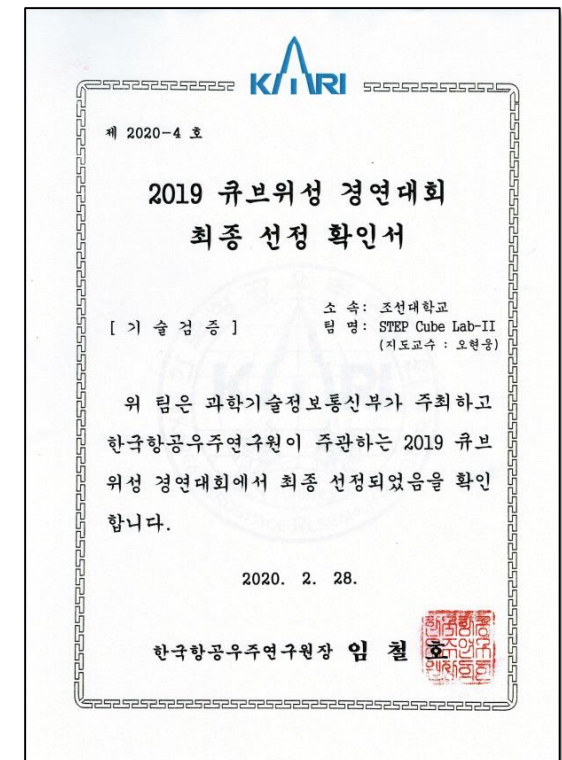
- 2019 큐브위성 경연대회 최종 선발팀 선정 (연구지원/전문 기관: 과학기술정보통신부/한국항공우주연구원)
- 대학 주축의 산학 컨소시엄 형태로 9.1kg급 6U (10cm×20cm×30cm) 초소형위성 시스템 개발
- 총 연구비: 6.7억
- 총 연구기간: 2019.09. ~ 2022.06.



[STEP Cube Lab-II 로고]



[누리호 기술검증용 검증위성]



[최종 선정 확인서]

05

6U 큐브위성 STEP Cube Lab-II 개발 및 주요 성과 (2/7)

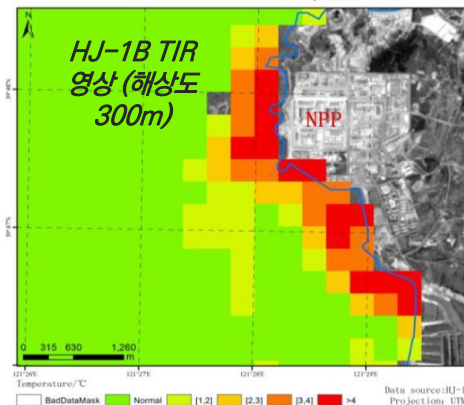
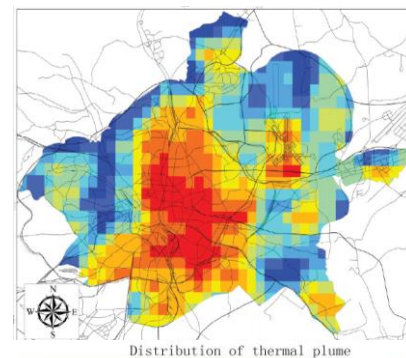
국내 최초 전자광학/중적외선/장적외선 다중밴드 지구관측 임무

■ 주 임무목적: 가시광선/중적외선/장적외선 지구관측

- 최근 폭발 위험성이 대두되는 **백두산 천지의 폭발징후** 관측
- 산불 발생지역의 **산불 피해지역 및 확산경로** 관측
- 대도시 도심지역의 **열섬현상** 관측
- 원자력발전소 가동 시 **해수 냉각수 방출** 관측
- 관심 관측대상에 대한 **스틸 영상 및 적외선 동영상** 획득
- 위성 **EO/IR 영상 활용방안** 연구

■ 부 임무목적: 선정 탑재체 핵심기술 궤도검증 (IOD)

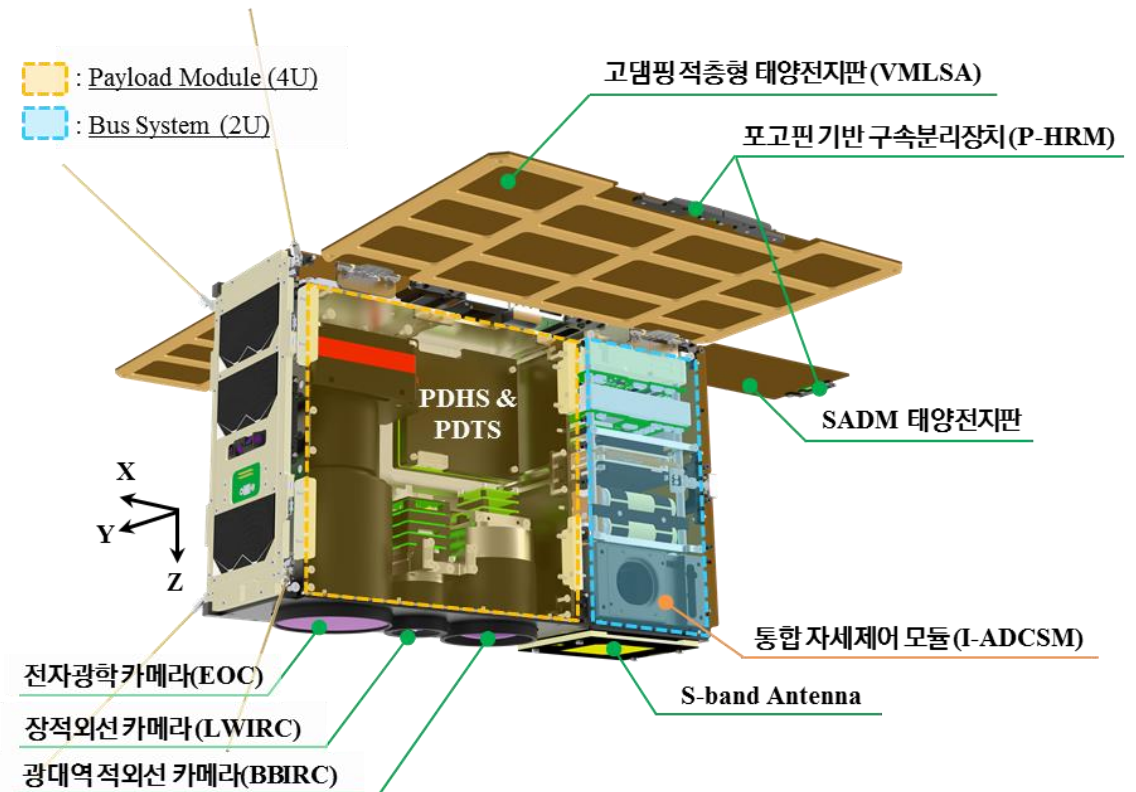
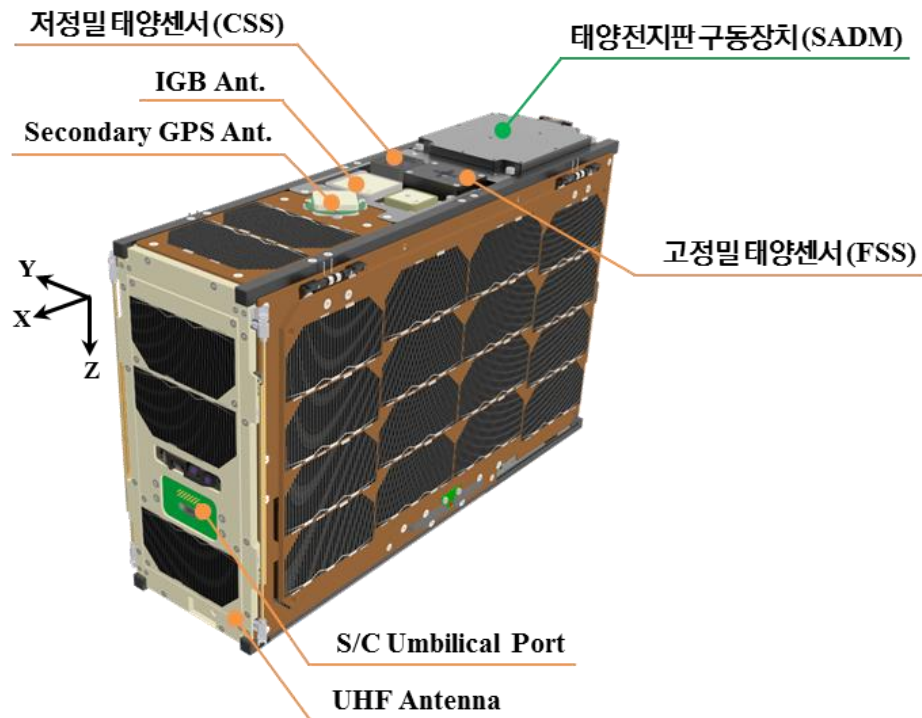
- **초소형위성용 카메라 관련 핵심기술**
 - 전자광학 카메라 (EOC)
 - 중적외선 카메라 (BBIRC)
 - 장적외선 카메라 (LWIRC)
 - 탑재체 영상 데이터 처리/송신 시스템 (PDHS/PDTS)
- **초소형위성용 태양전지판 관련 핵심기술**
 - 점탄성 테일을 적용한 고댐핑 적층형 태양전지판 (VMLSA)
 - 포고핀 기반 열선 절단 방식 구속분리장치 (P-HRM)
 - 태양전지판 구동 메커니즘 (SADM)



05

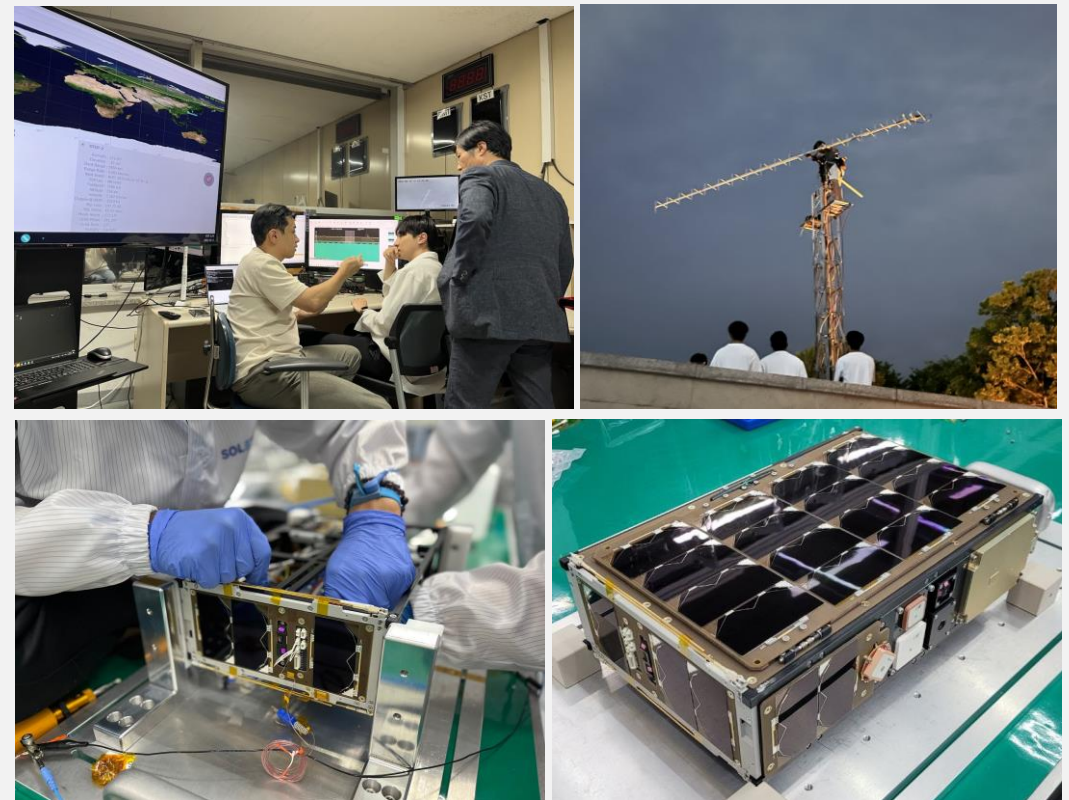
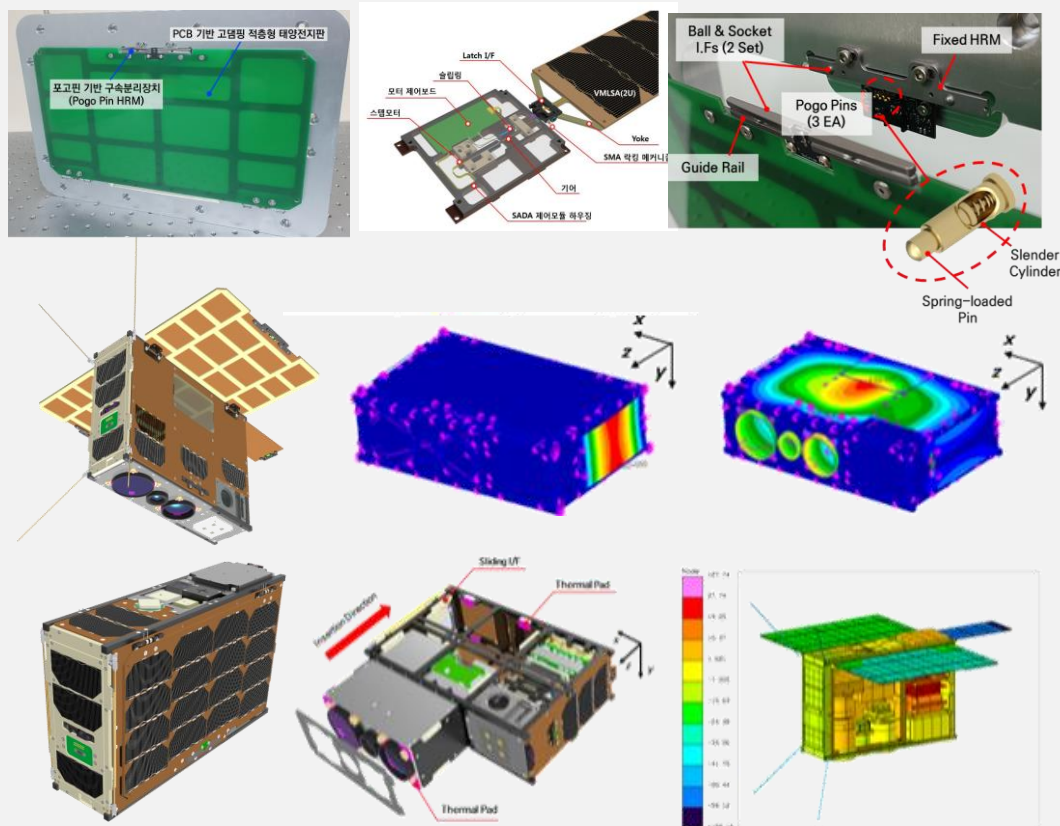
6U 큐브위성 STEP Cube Lab-II 개발 및 주요 성과 (3/7)

STEP Cube Lab-II 형상



05 6U 큐브위성 STEP Cube Lab-II 개발 및 주요 성과 (4/7)

STEP Cube Lab-II 개발 과정 (1/2)

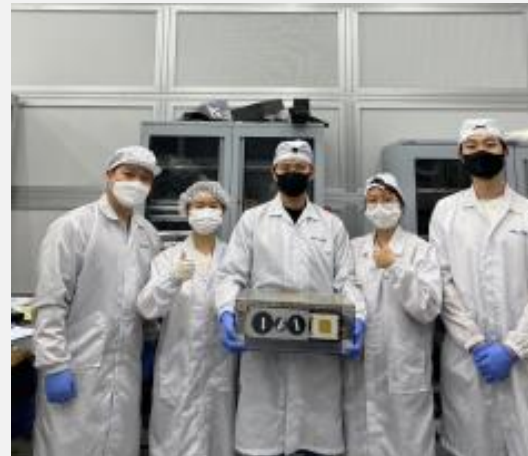
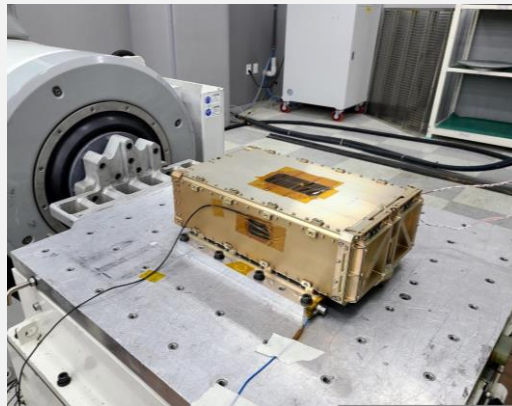
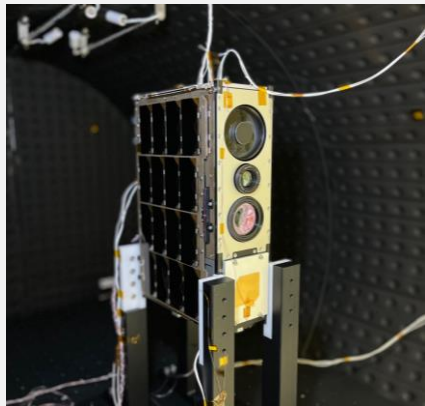
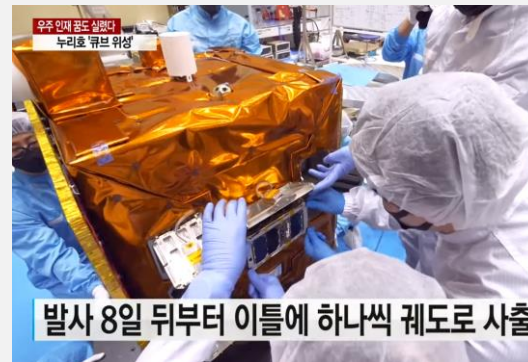
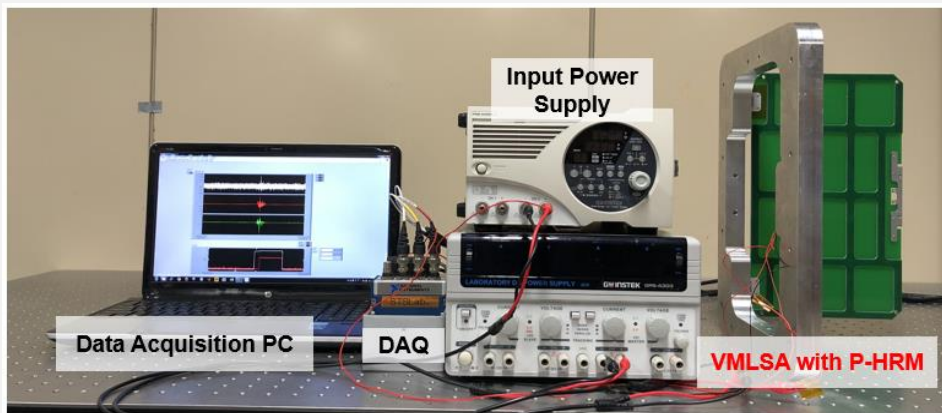


탑재체 및 버스 설계/해석

위성체 제작/조립 및 지상국 구축

05 6U 큐브위성 STEP Cube Lab-II 개발 및 주요 성과 (5/7)

STEP Cube Lab-II 개발 과정 (2/2)



기능시험 및 환경시험 평가

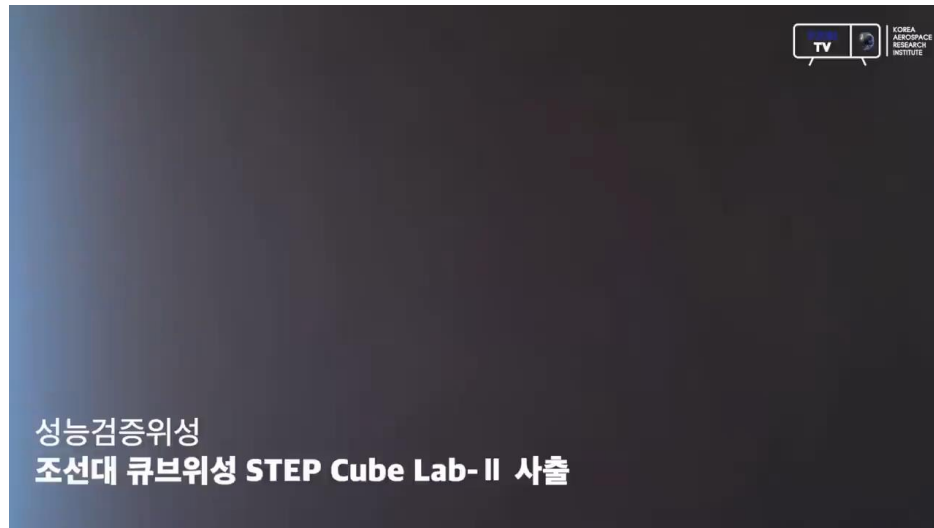
'22.06.21. 발사 및 '22.06.29. 위성 사출 및 운용 시작

05

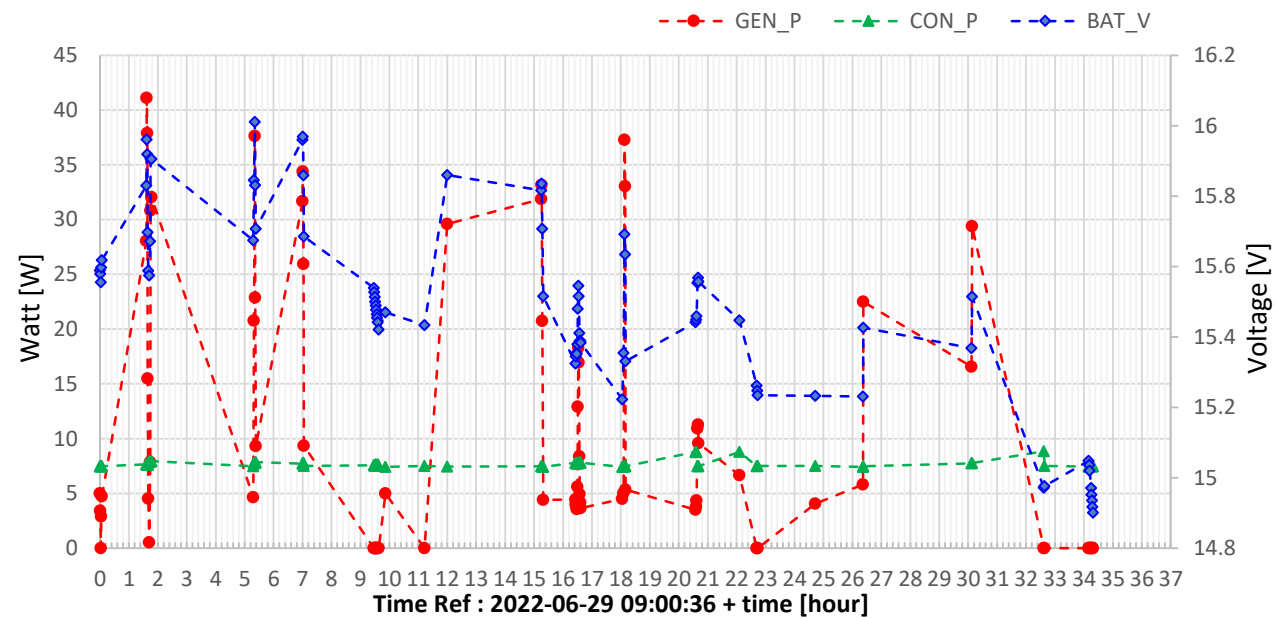
6U 큐브위성 STEP Cube Lab-II 개발 및 주요 성과 (6/7)

STEP Cube Lab-II 발사 및 운용 경과

- 2022.5.23.-24. 위성 고형 발사장 이송, 최종점검, 발사관 수납 완료
- 2022.6.21. 한국형발사체 (KSLV-II) 2차 발사 후 2022.6.29. 발사관 전개 및 위성 사출, 운용 시작
- 사출 이후 위성으로부터 받은 상태정보 107회 수신 완료



[STEP Cube Lab-II 사출 영상]



[STEP Cube Lab-II SatNOGS Data Conversion Power Plot]

05 6U 큐브위성 STEP Cube Lab-II 개발 및 주요 성과 (7/7)

■ STEP Cube Lab-II 개발 대표 성과

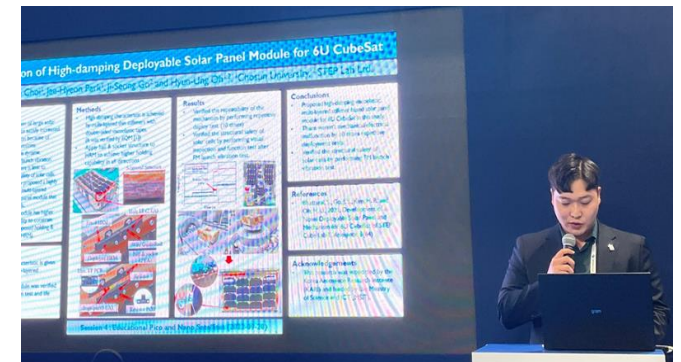
- 2019 큐브위성 경연대회 과학기술정보통신부장관상 수상
- 항공우주연구원에서 지원하는 2022 국제우주교육위원회 (ISEB) 국제 학생 프로그램 최종 선발 (3명) 및 각국 선발 학생들과 함께 NASA, ESA, JAXA 등 세계 유수의 우주연구기관 간부들과 토론회, 논문 발표 등을 통한 학술교류 수행
- 제4회 ~ 제7회 초소형위성 워크숍 참석 및 개발 현황 발표를 통한 학술교류 수행



ISEB 국제 학생 프로그램 선발



국내 학술대회 참석 및 발표

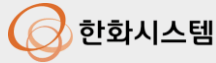


국제 우주대회 (IAC) 참석 및 발표



06 취업 및 현황

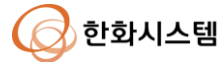
- 이 름 : 권 성 철 (2008년 입학 ~ 2018년 박사 졸업)
- 회 사 : 한화시스템(주)
- 직 무 : 위성 기계시스템



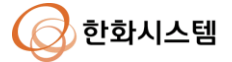
- 이 름 : 전 영 현 (2011년 입학 ~ 2018년 석사 졸업)
- 회 사 : 세트렉아이(주)
- 직 무 : 위성 기계시스템



- 이 름 : 하 현 우 (2008년 입학 ~ 2016년 석사 졸업)
- 회 사 : 한화시스템(주)
- 직 무 : 위성 기계시스템



- 이 름 : 박 태 용 (2011년 입학 ~ 2021년 박사 졸업)
- 회 사 : (주)솔탑
- 직 무 : 위성 기계시스템



- 이 름 : 정 현 모 (2008년 입학 ~ 2016년 석사 졸업)
- 회 사 : AP위성(주)
- 직 무 : 위성 제품보증



- 이 름 : 채 봉 건 (2012년 입학 ~ 2018년 석사 졸업)
- 회 사 : (주)스텝랩
- 직 무 : 위성 열제어 시스템



- 이 름 : 전 수 현 (2010년 입학 ~ 2016년 석사 졸업)
- 회 사 : LIG넥스원(주)
- 직 무 : 위성 기계시스템



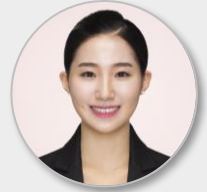
- 이 름 : 신 석 진 (2012년 입학 ~ 2021년 석사 졸업)
- 회 사 : 현대자동차(주)
- 직 무 : 기계 설계



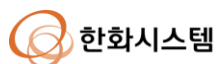
- 이 름 : 강 수 진 (2011년 입학 ~ 2017년 석사 졸업)
- 회 사 : LIG넥스원(주)
- 직 무 : 위성 열제어 시스템



- 이 름 : 김 수 현 (2015년 입학 ~ 2021년 석사 졸업)
- 회 사 : LIG넥스원(주)
- 직 무 : 위성 기계시스템



- 이 름 : 이 명 재 (2011년 입학 ~ 2017년 석사 졸업)
- 회 사 : 한화시스템(주)
- 직 무 : 위성 기계시스템



- 이 름 : Shankar Bhattarai (2018년 입학 ~ 2021년 박사 졸업)
- 회 사 : 한국천문연구원
- 직 무 : 기계 설계



07 결론

- 뉴 스페이스 시대의 태동 단계로, 그간 정부와 군이 대부분 독점적으로 주도해 왔던 우주산업은 민간우주산업의 기술을 바탕으로 활발한 참여와 투자를 통해 다양한 상업화가 시도되고 있음.
- 우주산업 분야 강국 간 경쟁 심화 및 급변하는 국제 정세에 따라 **국내 경쟁력을 확보하기 위해 연구 개발 경험을 갖는 고급인재 양성이 필수적임.**
- 이에 우주기계시스템연구실에서는 학생연구원을 중심으로하여 두 차례의 큐브위성 개발을 통해 설계/해석/제작/시험 등 전반적인 실무 프로세스를 직접 경험한 이력이 있으며;
- 특히, STEP Cube Lab-II의 경우 산학 컨소시엄을 통해 관련 분야 실무진과 협력함으로써 **실질적 연구 개발 성과 도출**
- 큐브위성 개발에 참여한 학생들은 졸업 **직후 산업 현장에 바로 투입되어 연구개발 활동에 뛰어난 역량을 보여줌에 따라 실무형 기반 인재 양성의 중요성을 보여줌.**

감사합니다.

ohu129@kau.ac.kr