

2025 제 10 회 초소형위성 워크숍

Presentation [4-7]

Lessons Learned from DoyoSat (SNIPE) Mission

이 재 진

한국천문연구원

Lessons Learned from DoyoSat (SNIPE) Mission

*주의 : 본 발표는 도요샛 운용을 통해 얻은 경험으로 타 위성 시스템에 적용되지 않을 수 있음

Jaejin Lee, Jaeheung Park, Tae-Yong Yang, Jongdae Sohn, Hosub Song, Youngbum Song, Kihwan Keum, Hae-DongKim, Wonsub Choi, Dong-Hyun Cho, Min-Ki Kim, Jin-Hyung Kim, Jiseok Kim, Kiduck Kim, SeongMin Lim

도요샛, 국내 최초 편대비행 큐브위성

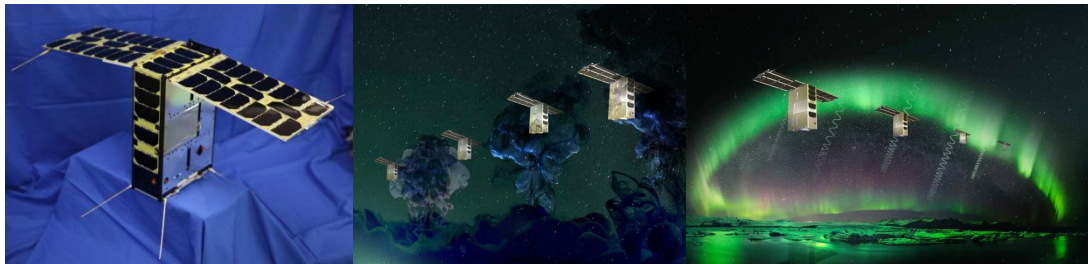
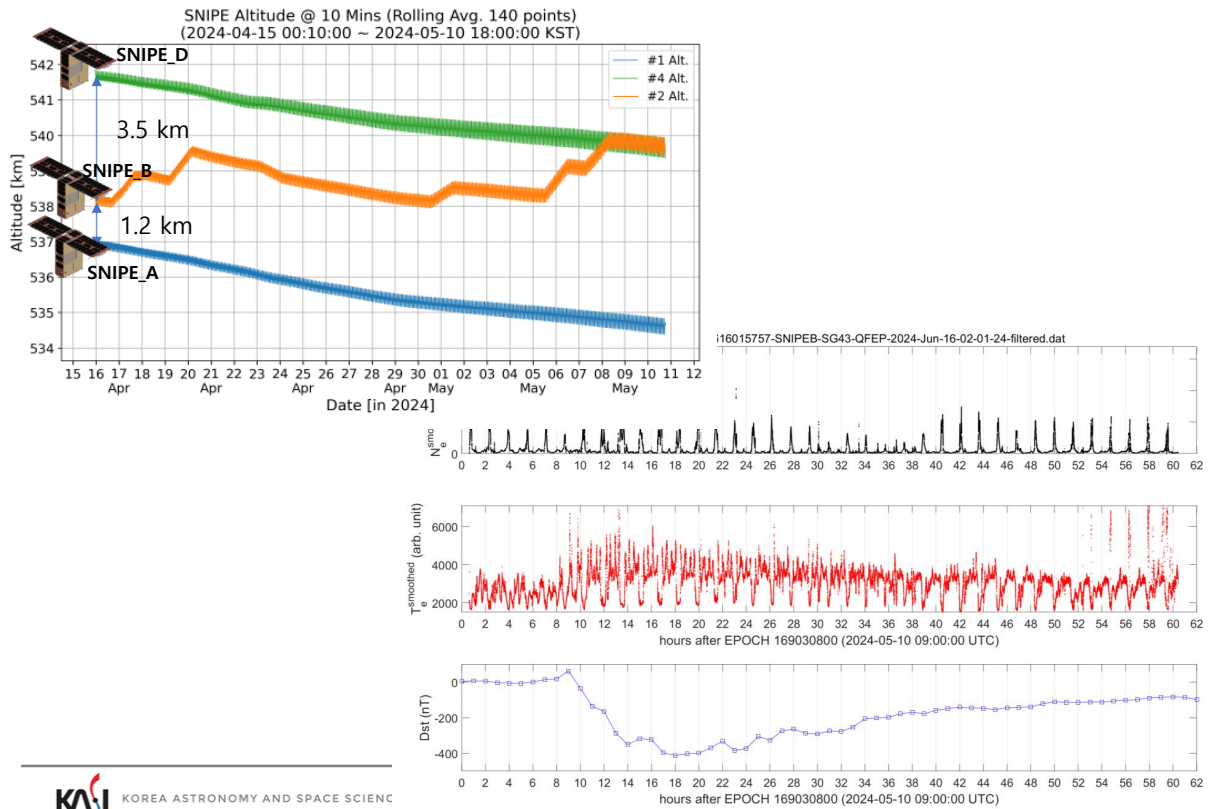


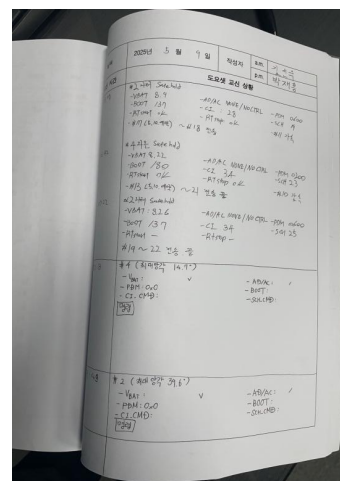
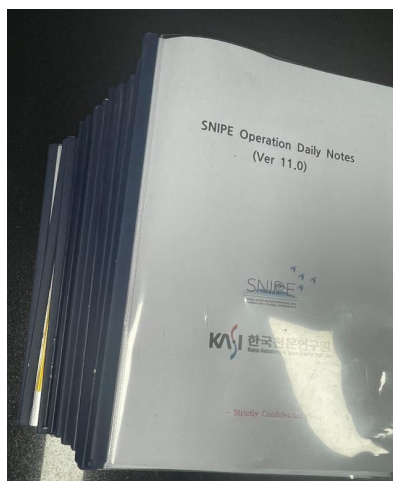
Image Courtesy: KASI

- 도요샛으로 명명된 나노위성 (10 kg) 4기를 동시에 발사
- 나노위성급으로는 세계 최초로 편대 비행 (중대 및 횡대 비행) 임무 수행
- 국내 처음으로 군집위성 운용
- 근지구 우주 플라즈마의 미세 구조 파악, 우주날씨 연구에 활용
- 2023년 5월 25일 고흥 나로우주센터에서 누리호에 탑재되어 발사
- 설계 수명은 1년이나, 2년 가까이 지난 **현재 정상 동작 중**

궤도 천이와 우주폭풍 관측



지난 2 년의 기록



Lesson-1: 위성 사출의 중요성



Nuri
Launch

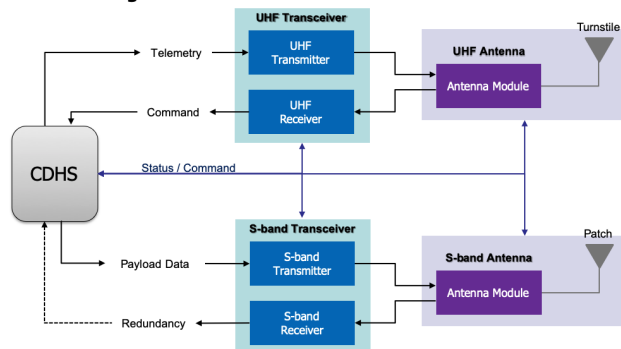
SNIPER_B
Separation

SNIPER_D
Separation

✓ SNIPER_C의 발사체 분리 실패 → 발사 전 사출관에 대한 철저한 검증 필요

Lesson-2: 통신계

• COMS Configuration



UHF Transceiver - Gomspace AX100



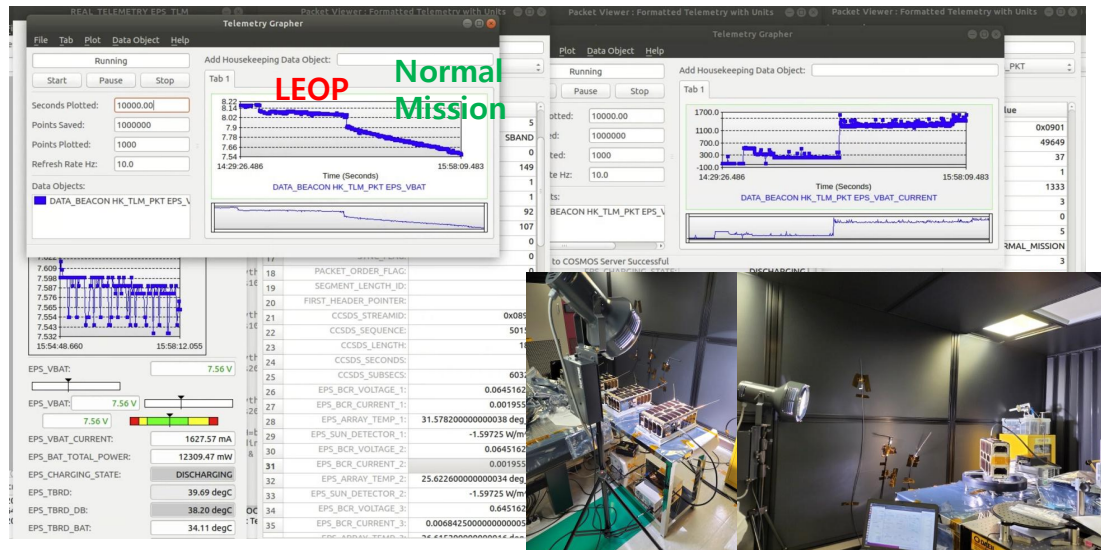
S-band Transceiver - Gomspace SR2000

✓ 위성 운용 중 UHF 통신 두절 현상 발생
→ 주기적인 통신계 Reset 필요

✓ Half Duplex UHF Transceiver is ok

✓ 중국 쪽을 지날 때 통신 상태 불량

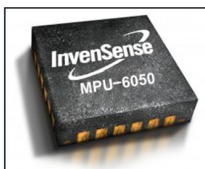
Lesson-3: 전력계



✓ 발사 전 태양광 램프를 이용하여 Solar Panel 성능 시험

→ But, SNIPE-A는 정상적인 충전이 안 되면서 정상적인 임무 수행 불가

Lesson-4: 자세 제어계



MEMS Gyro – MPU6000



MEMS Mag – MC5883L



DSW Sun Sensor



GPS - NovAtel OEM719



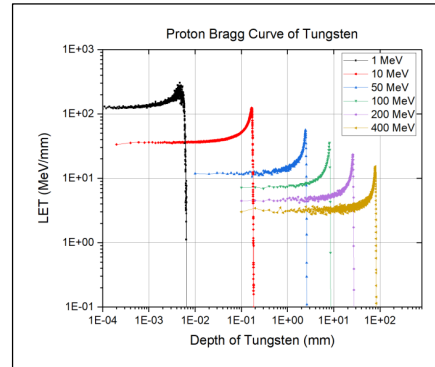
DSW Magnetorquer



Reaction Wheel

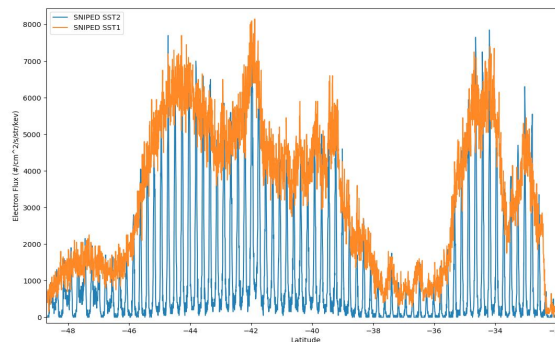
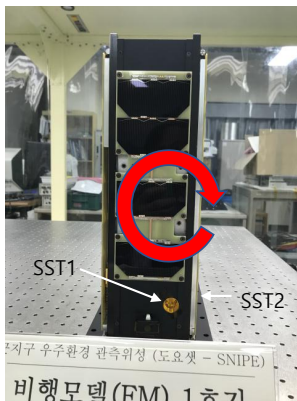
- ✓ 자세 제어 센서는 대체로 양호하게 작동 (특히, Sun Sensor와 Magnetorquer의 작동이 우수함)
- ✓ 발사 전 자력계에 대한 시험 필수
- ✓ GPS 모듈은 오버스펙 지양

Lesson-5: 탑재 컴퓨터



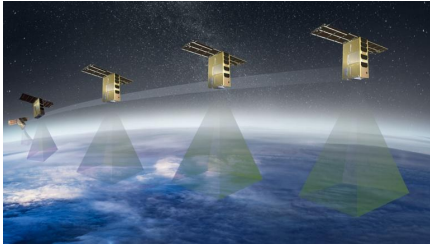
- ✓ 우주방사선에 의한 탑재 컴퓨터 재부팅은 피할 수 없음
 SNIPE_B는 132회, SNIPE_D는 176회 재 부팅
- ✓ 우주급 부품을 사용할 경우 비용 상승, 차폐를 두껍게 할 경우 무게 증가
- ✓ 낮은 에너지의 양성자 LET가 더 큼 (낮은 에너지의 양성자 차폐 필요)
 - 50 MeV 양성자 차폐: 2.48 mm 텅스텐 (SNIPE에 적용)
 - 100 MeV 양성자 차폐: 8.1 mm 텅스텐

Lesson-6: Spacecraft Rotation



- 2024년 1월 25일 추력기 오동작으로 위성 회전
- 최대 76 degree/sec까지 회전 속도 증가
 - ✓ Magnetorquer로 제어 불가
 - ✓ 빠른 속도의 회전에 불구하고 UHF 통신에 문제 없음
 - ✓ 위성 회전으로 저궤도에서 처음 전자의 Pitch angle distribution 관측 성공

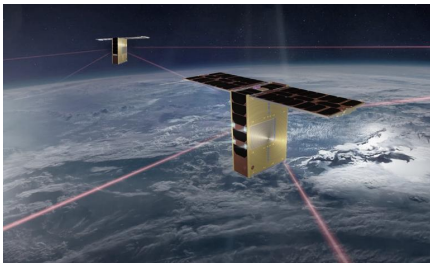
현대 비행 응용



시간적 변화 탐지



광시야 (Wide Field) 영상 획득



우주 인터넷을 위한 레이저 통신



Last lesson that I learned

- 위성의 크기가 작으면 개발이 쉬운가?

→ No, 위성 개발의 난이도는 크기에 있지 않고, 임무의 복잡성에 있음



THANK YOU

