

## 과학기술위성 2호 시스템

이승헌\*, 박종오\*\*, 심은섭\*\*\*

### STSAT-2 Satellite System

Seung-Hun Lee\*, Jong-Oh Park\*\*, Eun-Sup Sim\*\*\*

#### Abstract

STSAT-2 will demonstrate the scientific mission (acquisition of brightness temperature of the earth at 23.8 GHz and 37 GHz) and spacecraft technologies (laser ranging, frame-type satellite structure, Dual-head star tracker, CCD sun sensor, pulsed plasma thruster, etc.). In this paper STSAT-2 satellite system is described. It includes the definition of the system and the overview of payloads and BUS.

#### 초 록

과학기술위성 2호의 주요 임무는 주 탑재체인 마이크로웨이브파 라디오미터 (DREAM: Dual-channel Radiometers for Earth and Atmosphere Monitoring) 개발, 부 탑재체인 레이저 반사경 (SLR: Satellite Laser Ranging) 개발, 그리고 위성체 핵심기술 선행연구를 위한 Frame-Type 위성구조체, 복합소재 태양전지판, Dual-Head 별추적기, CCD 태양센서, 펄스형 플라즈마 추력기, 소형 탑재 컴퓨터 및 고속 X-band 송신기 개발 등을 포함한 100kg급 저궤도 소형위성 개발이다. 본 논문에서는 과학기술위성 2호 시스템에 대하여 설명을 한다. 과학기술위성 2호의 시스템 정의 및 기본적인 운영개념, 과학기술위성 2호의 주 탑재체인 마이크로웨이브파 라디오미터, 부 탑재체인 레이저 반사경, 그리고 이들을 지원하기 위한 위성본체 등을 포함한다.

키워드 : 과학기술위성 (STSAT), 위성 시스템 (satellite system)

#### 1. 서 론

과학기술위성 2호는 국내에서 최초로 개발되는 국내 우주 발사체 (KSLV-1)에 의하여 국내 발사장인 나로 우주센터에서 발사될 순수 국내 기술로 개발되는 소형위성이다. 과학기술위성 2호 시스템은 그림 1과 같이 과학기술위성 2호 위성본체, KSLV-1 발사체 및 지상국으로 크게 정

의된다[1]. 본 사업에 대한 총괄은 한국항공우주연구원에서 관리하며, 마이크로웨이브파 라디오미터는 광주과학기술원에서, 레이저 반사경과 위성본체는 한국과학기술원 인공위성연구센터(KAIST/SaTReC)에서 개발한다. KSLV-1 발사체는 국내에서 최초로 개발되는 발사체로서 한국항공우주연구원에서 주관하여 개발한다.

지상국의 경우, 위성 관제 및 마이크로웨이브

\* 과학기술위성그룹/slee@kari.re.kr

\*\*\* 과학기술위성그룹/esim@kari.re.kr

\*\* 과학기술위성그룹/jopark@kari.re.kr

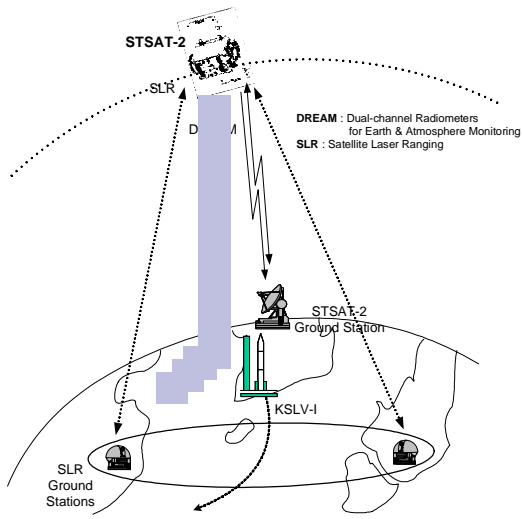


그림 1. 과학기술위성 2호 시스템

파 라디오미터 운영을 위하여 인공위성연구센터에 위치한 기존의 과학기술위성 1호 지상국을 활용하며, 레이저 반사경의 경우 중국의 위성 추적원을 이용할 계획이다. 그림 6에서와 같이 주 탑재체와 부탑재체, 그리고 X-band 안테나는 위성체의 동일한 면에 부착되어 이들의 임무 수행시 항상 그 면이 지구를 지향한다. 다음의 표 1은 과학기술위성 2호의 임무조건을 정리한 것이다.

표 1. 과학기술위성 2호 임무조건

항 목	내 용
궤도	타원궤도 : 300km * 1500km
경사각	80도
수명	2년
탑재체	마이크로웨이브파 라디오미터 레이저 반사경
무게	100kg 이하 (탑재체 포함)
지상국	과학기술위성 2호 지상국 (국내)
발사체	KSLV-1
발사장	전남 고흥 외나로도 나로 우주센터
발사일정	2007년 12월 예정 (변경 가능)

## 2. 본 론

### 2.1 마이크로웨이브파 라디오미터 (DREAM)

국내 우주 개발에 근거하여 요구되는 위성 탑재형 핵심 기술에 대한 선행 기술 개발 및 시험 마이크로파 라디오미터는 대기 중의 cloud liquid water, water vapor, sea surface temperature 등을 측정하여 대기의 humidity 상태, rain rate, 강수 예측 등을 할 수 있는 마이크로파 관측 장비이다. 라디오미터 시스템의 설계 요소 중 가장 중요한 것은 수신기의 중심 주파수 선택이다. 대기의 water vapor, cloud liquid water 등의 관측 파라미터들은 주파수 대역에 따른 물질의 방사 특성과 대기의 전송 특성의 변화로 인해 그 특성이 변화된다. 따라서 주파수 채널에 따라 가장 민감한 부분 즉 관측이 잘 되는 대역에서 라디오미터를 설계해야 한다. 라디오미터의 응용 기술인 영상 라디오미터 시스템에서는 목표물의 잡음 신호가 대기 중에서 손실이 있으면 안되므로, 일반적으로 35, 90, 135 GHz 대역의 window 채널에서 시스템을 설계하며, 대기, 토양 등의 원격 탐사용 라디오미터에서는 목표물의 특성을 추출하기 위해, 관측 파라미터에 민감한 단일 주파수 대역 혹은 다중 주파수 대역을 이용하여 시스템을 개발한다[2]. DREAM은 Water vapor, cloud liquid water 관측을 위한 23.8 GHz 대역과 Rain, snow, ocean ice, water vapor, cloud liquid water, ocean wind, soil moisture등을 측정하기 위한 37 GHz 대역의 두 주파수 채널을 이용한다. 그림 2는 DREAM의 기본 구성을 나타내며 표2는 DREAM의 임무조건을 설명한다. 그리고 그림 3은 PDR을 수행한 후의 형상도를 나타낸다.

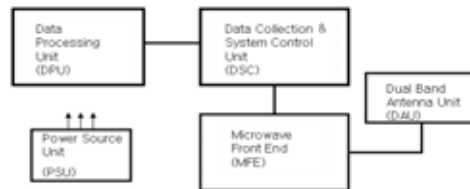


그림 2. DREAM 기본 구성

표 2. DREAM 요구사항

항 목	내 용
Operation Frequency	23.8 GHz, 37 GHz
Bandwidth	600 MHz (23.8 GHz) 1000 MHz (37 GHz)
Integration Time	200ms
Beam Width	10도
Dynamic Range	3 ~ 300 K
Radiometric Accuracy	< 2.0 K
Radiometric Sensitivity	< 0.5 K
Linearity	> 0.99
Antenna Polarization	Linear Polarization
Look Angle	Nadir
Swath Width	52.5 km ~ 262 km

양 및 지구 관측 자료를 이용할 User 그룹인 기상 연구소, 해양 연구소 및 관련 학회 등과의 협력을 통해 다양한 분야에 이용될 것으로 예상된다. 그림 4는 마이크로웨이브파 라디오미터의 활용 예로써 water vapor를 측정된 영상을 나타낸다.

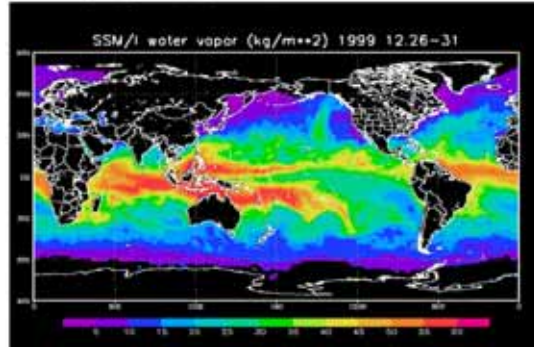


그림 4. 활용 예: 위성 탑재 라디오미터를 이용한 Water vapor (Kg/m<sup>2</sup>) 측정

## 2.2 레이저 반사경 (SLR)

레이저 반사경은 위성 레이저 레인지 (Satellite Laser Ranging: SLR) 시스템의 부분요소로써 지상 시스템과 위성 탑재 반사판으로 구성되어 있다. 지상시스템은 고출력 레이저 송신기와 구경 1m 가량의 망원경으로 구성되어 있으며 탑재 반사경은 azimuth로 0~360도, elevation으로 30~90도 범위 내에서 추적이 가능하도록 설계되어 있다. 그림 5는 과학기술위성 2호에 장착될 레이저 반사경의 형상을 보여준다.

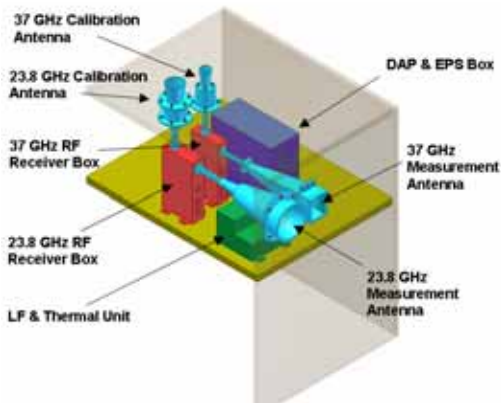


그림 3. DREAM 형상도

개발될 라디오미터는 미국에서 추진하고 있는 GPM(Global Precipitation Mission)과 연계함으로써 기술 개발 및 자료의 공동 이용이 가능하게 하고 국내에서 필요한 기상 자료를 획득할 수 있어 기상 예보의 정확성 향상에 도움이 될 것이다. 또한 라디오미터가 위성에 탑재되어 운용될 경우, 기상, 해



그림 5. 레이저 반사경 형상

과학기술위성 2호 레이저 반사경 개발은 과학기술위성 2호의 기존 궤도 결정 시스템을 보완하는 것으로 실패 확률을 극소화한 정밀 궤도 결정 시스템 개발과 정밀 위치 궤도 결정을 목표로 한다. 또한, 레이저 레인징 자료 처리 기법 개발 및 레이저 레인징 자료를 사용한 정밀 타원 궤도 추정 기법을 개발함으로써 과학기술위성 2호의 위치 추적을 통한 KSLV-1 발사체의 성능을 검증하고 과학기술위성 2호 타원궤도의 정밀추적을 목표로 한다.

국내에서는 레이저 레인징 신호의 처리 경험이 거의 없는 상황이며 처리된 신호를 사용한 활용 연구 또한 매우 미진한 상황이기 때문에 과학기술위성2호의 레이저 반사경 개발은 위성의 위치/궤도 결정 이외에 측지학 (Geodesy, 좌표계 중심 결정), 우주과학, 지질학 (지각 이동 등), 자원탐사 (중력장 연구), 대기과학 (대기 성분 추출), 천문 및 위성 관측 (적응광학) 등 다양한 분야에 응용될 것으로 기대된다.

### 2.3 위성본체

과학기술위성 2호의 위성본체 개발은 고성능 첨단 소형 위성본체 개발 및 핵심 위성기술 선행 연구개발을 목표로 하고 있다. 이와 같은 연구개발 목표를 통하여 차기 위성에서 필요로 하는 기술들을 장기적이고 체계적으로 연구개발해 나가고 과학기술시험용 위성을 이용하여 우주상에서 실제 검증하는 방식을 취한다. 과학기술위성 2호의 본체는 기본적으로 과학위성 1호의 연구개발 실적을 바탕으로 개발하되 각 서브시스템 및 모듈의 기능과 성능을 개선하는 방향으로 추진하며 아울러 FPGA 기술 등을 이용한 소형경량화를 추구하도록 한다[3].

과학기술위성 2호는 국내에서 최초로 개발되는 KSLV-1 발사체에 의하여 발사될 예정이기 때문에 발사체의 발사환경 요구조건에 만족하는 것이 주요 설계 요구조건이다. 발사체의 무게 중량 요구조건을 만족하기 위하여 허니콤 구조 및 복합재료를 이용하여 구조를 경량화 시키는 반면 탑재체들을 발사환경에 견딜 수 있도록 견고하게

설계하며 위성체의 모듈화를 위하여 프레임 타입으로 설계한다. 그림 6은 과학기술위성 2호의 구조를 나타내며 표 3은 과학기술위성 2호 위성본체의 주요 요구사항을 나타낸다.

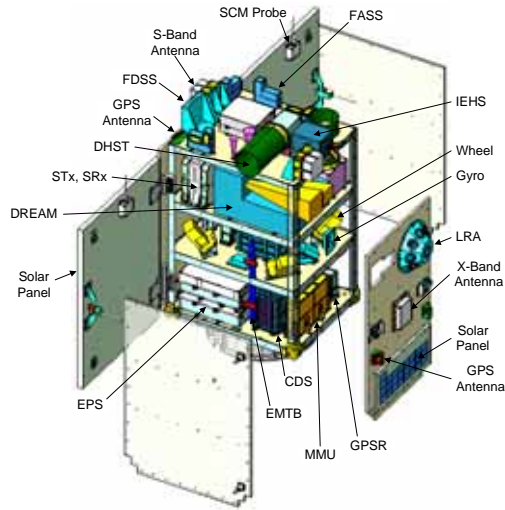


그림 6. 위성체 구조

표 3. 위성본체의 요구사항

항 목	내 용
Satellite Power	GaAs/Ge 160W @ EOL NiCd 7Ah, 24 cells
Attitude Control	3-Axis Stabilization
	Pointing Accuracy: <0.15 deg
	Pointing Knowledge: <0.066 deg
Link Margin	S-band: > 3dB @ 10 deg elevation angle
	X-band: > 3dB @ 10 deg elevation angle
Data Rate	S-band uplink: 1.2/9.6 kbps
	S-band downlink: 9.6/38.4 kbps
	X-band downlink: 10 Mbps

과학기술위성 2호의 위성본체 개발은 핵심 위성기술 선행 연구개발을 목표로 Frame-Type 위성구조체, 복합소재 태양전지판, Dual-Head 별 추적기, CCD 태양센서, 필스형 플라즈마 추력기, 소형 탑재 컴퓨터 및 고속 X-band 송신기 등을 개발하여 우주공간에서 그 성능을 시험할 계획이다.

본체 및 지상국 개발”, 한국과학기술연구원, 인공위성연구센터, 2002

### 3. 결 론

과학기술위성 2호는 국내에서 최초로 개발되는 국내 우주 발사체 (KSLV-1)에 의하여 국내 발사장인 나로 우주센터에서 발사될 순수 국내 기술로 개발되는 위성이라는데 그 의의가 있다. 과학기술위성 2호의 주 탑재체인 국내에서 처음 시도되는 위성용 마이크로웨이브파 라디오미터의 개발이라는데 그 의미가 있으며 기상청, 해양연구원, 건설기술연구원 등과 연계하여 기상응용 기술 개발 대기 모델링 기술 개발에 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 과학기술위성 2호의 본체는 지금까지 축적된 국내 소형위성 개발 기술력을 바탕으로 고성능 첨단 소형 위성본체 개발 및 핵심 위성 기술 선행 연구개발이라는데 그 의의가 있다. 이와 같은 연구개발 목표를 통하여 차기 소형 및 중/대형 위성에서 필요로 하는 기술들을 장기적이고 체계적으로 연구개발해 나가고 과학기술시험용 위성을 이용하여 우주상에서 실제 검증하는 방식을 취할 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

1. STSAT-2 System Design Review Design Data Package, 한국항공우주연구원, 2003
2. Ulaby, F. T., R. K. Moore, and A. K. Fung, *Microwave Remote Sensing: Active and Passive*, vol. 1, Norwood, Massachusetts: Artech House, 1981
3. STSAT-2 연구계획서, “과학기술위성 2호 위성