

Contents

- 自己紹介
- 雷放電
(電荷分離機構, 放電形態, OTD, LIS, 全球分布)
- 高高度放電発光現象
(スプライト, エルプス, ISUAL/FORMOSAT-2, 化学効果)
- 地球ガンマ線
(BATSE, RHESSI, 地上観測)
- 衛星観測計画
(必要性, SPRITE-SAT, TARANIS, JEM-GLISM, ASIM)
- 雷・宇宙線・気候 (太陽-地球間結合)

宇宙空間からのTLEs, TGFs観測 - 将来計画 -



雷雲上空からのTLEs観測

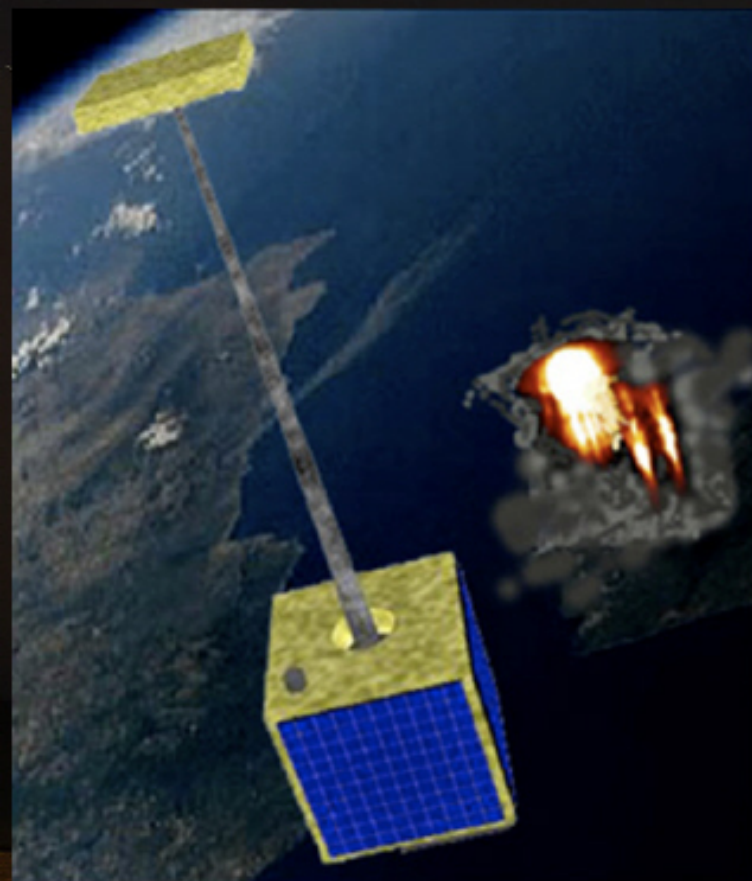
- 航空機（アラスカ大, Leonidキャンペーン）: 1990年代
- MEIDEX: 2003
- ISS天底観測（フランス）: 2003
- ISUAL / FORMOSAT-2: 2004 - 現在
- 気球（東北大）: 2007

<将来計画>

- SPRITE-SAT（日本）: 2008年打上げ
- JEM-GLISM（日本）: 2011年打上げ
- TARANIS（欧州、日、米）: 2012年打上げ
- ASIM（欧州）: 2012年打上げ

地球大気圏・電磁圏の結合過程とエネルギー輸送の理解

- ・ 高高度放電発光現象・雷放電の全球分布とその変動
- ・ スプライト水平構造の観測と対応する雷放電進展の時間・空間分布の差
- ・ 高高度放電発光現象の分光観測によるイオン生成の直接観測と電子エネルギーの特定
- ・ 雷放電・スプライトとガンマ線放射生起時間の差と放電過程の特定



SPRITE-SAT

- 東北大学, 北海道大学, JAXA, Stanford大学が開発している小型衛星
- 母衛星(GOSAT)のピギーバック衛星として2008年に打上げ
- ミッションライフ: 1年

SPRITE-SAT

Specification

- Size: 480 × 480 × 482 mm
- Mass: 41 kg
- Power: 17 W (max)
- Stabilization: gravity gradient
- Orbit: SSO (13-01 LT)
- Altitude: 660 km
- Inclination: 98 deg.
- Period: 98 min.

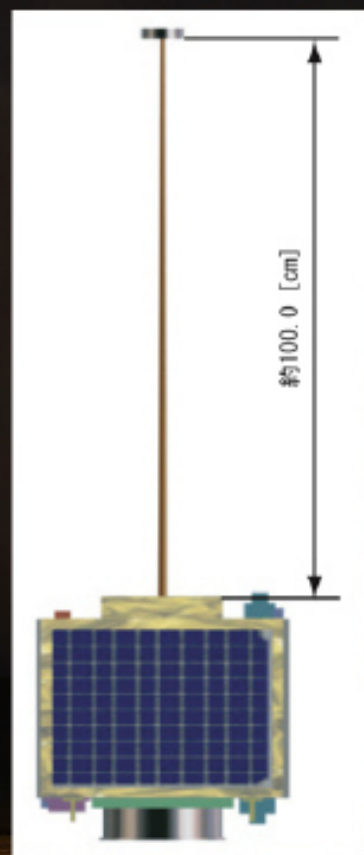


Fig. SPRITE-SAT when in orbit

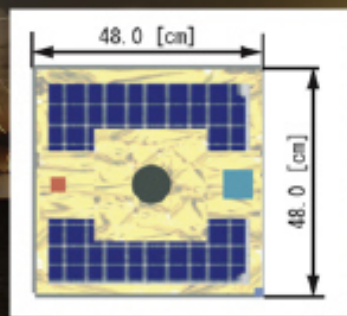
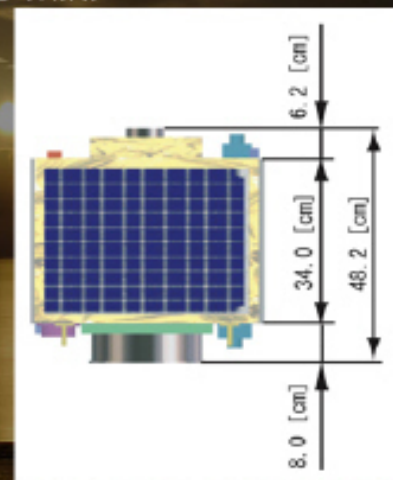
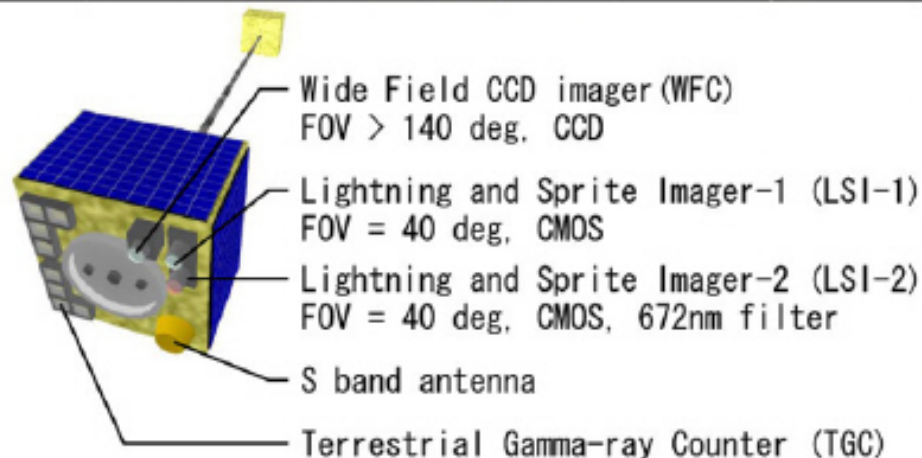


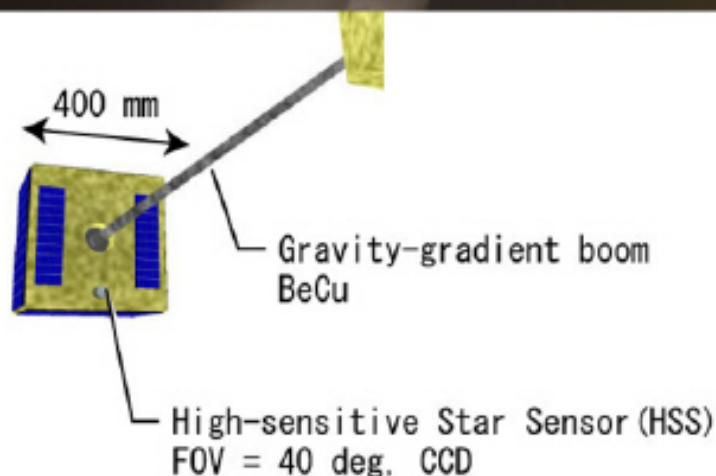
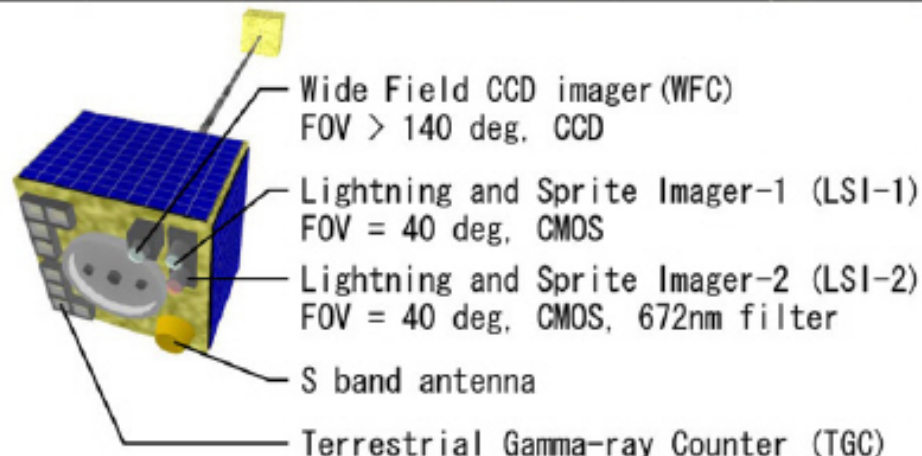
Fig. Top view



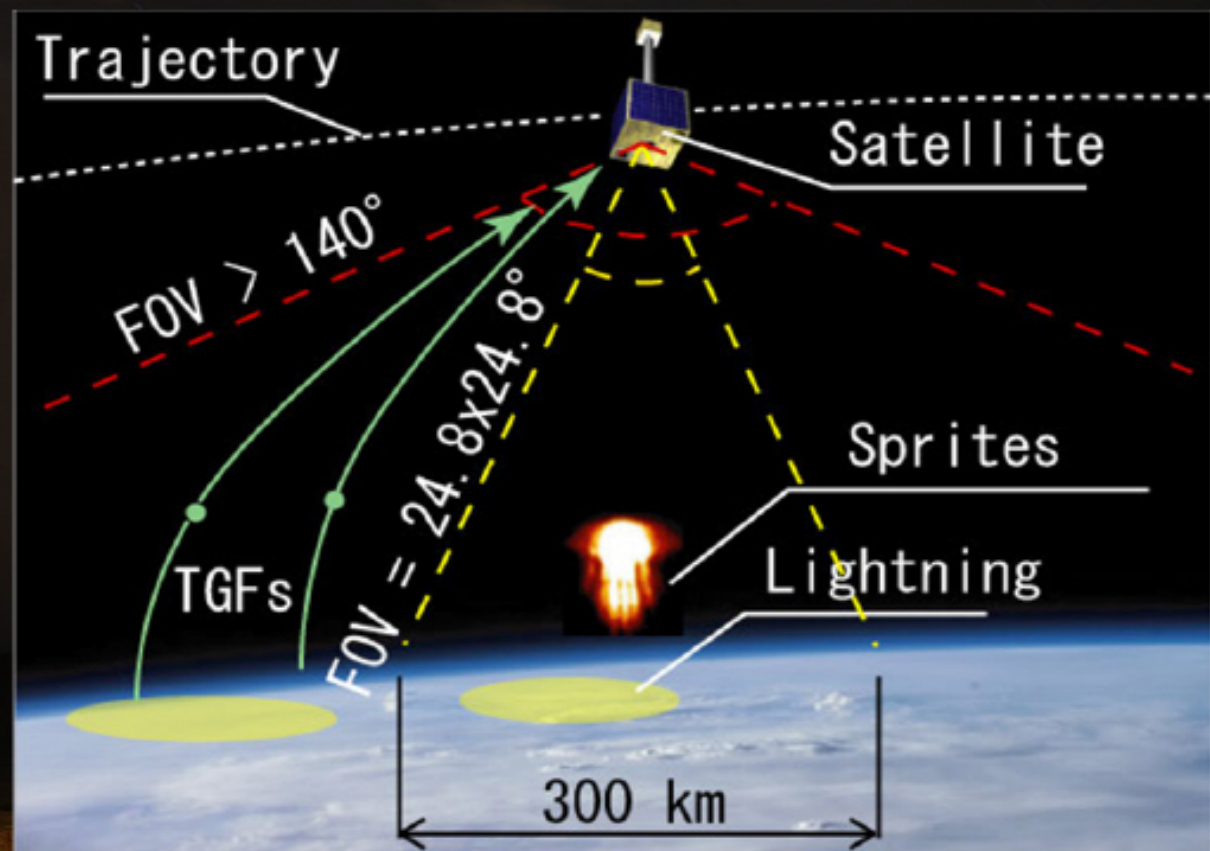
Science Instruments



Science Instruments



FOV



FM機械噛み合せ試験



黒色塗装

札幌市手稲区
光星ハイヤー



Fig11:塗布の様子（上下）、アストロブラック（中央左）

FM機械噛み合せ試験



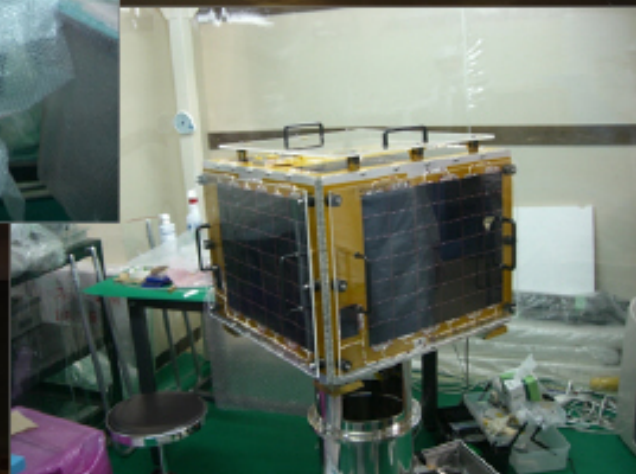
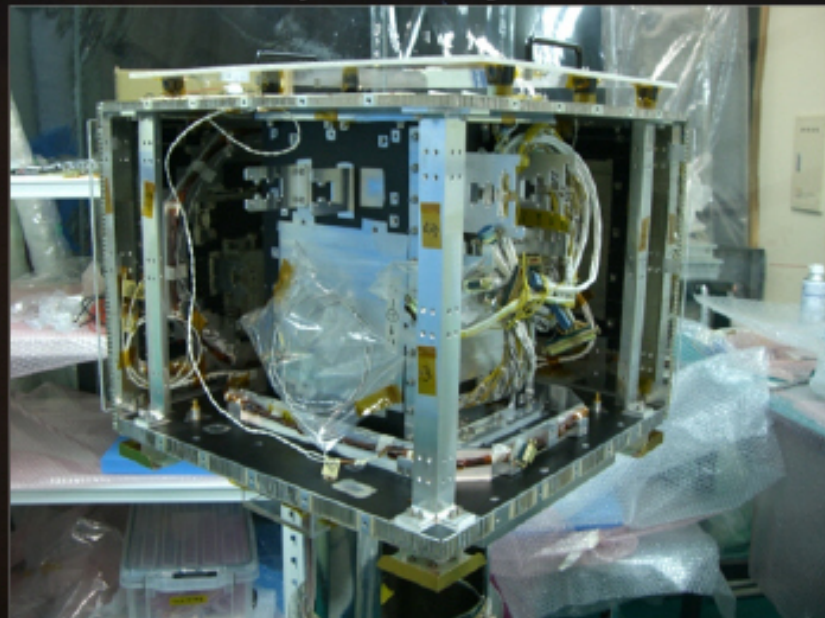
黒色塗装

札幌市手稲区
光星ハイヤー



Fig11:塗布の様子（上下）、アストロブラック（中央左）

FM噛み合わせ試験



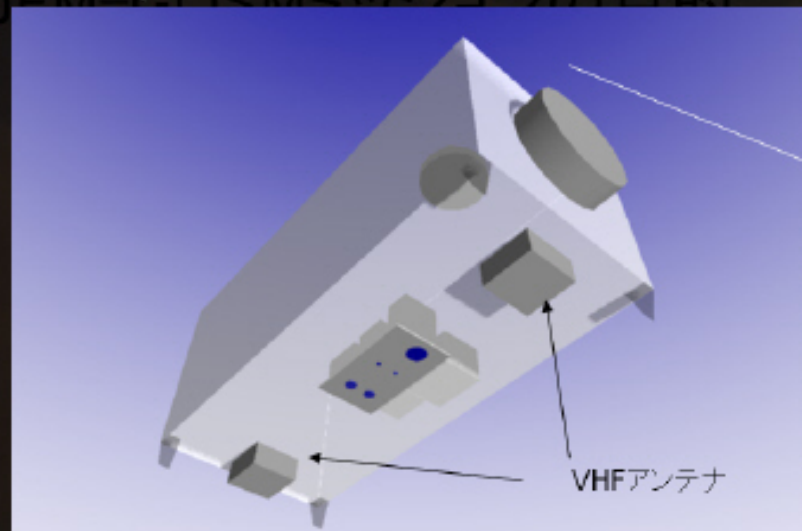
JEM-GLISMミッション

(Global Lightning and Sprite Measurement on JEM-EF)

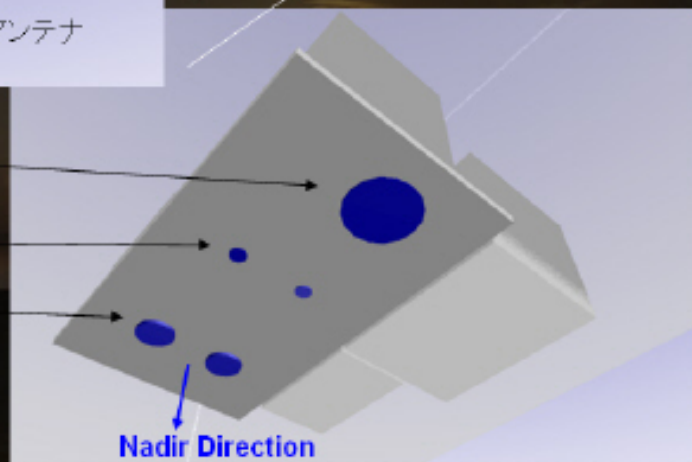
代表者 牛尾知雄 (大阪大学)

佐藤光輝, 渡部重十 (北海道大), 森本健志, 河崎善一郎 (大阪大), 鈴木睦,
高島健 (ISAS/JAXA), 大矢浩代, 中田裕之 (千葉大), 王道洪 (岐阜大),
平木康隆, 足立透 (京都大), 高橋幸弘 (東北大), 芳原容英 (シェフィールド大)
真鍋武嗣 (大阪府大), 高薮縁 (東大)

JEM-GLIMSミッションの目的

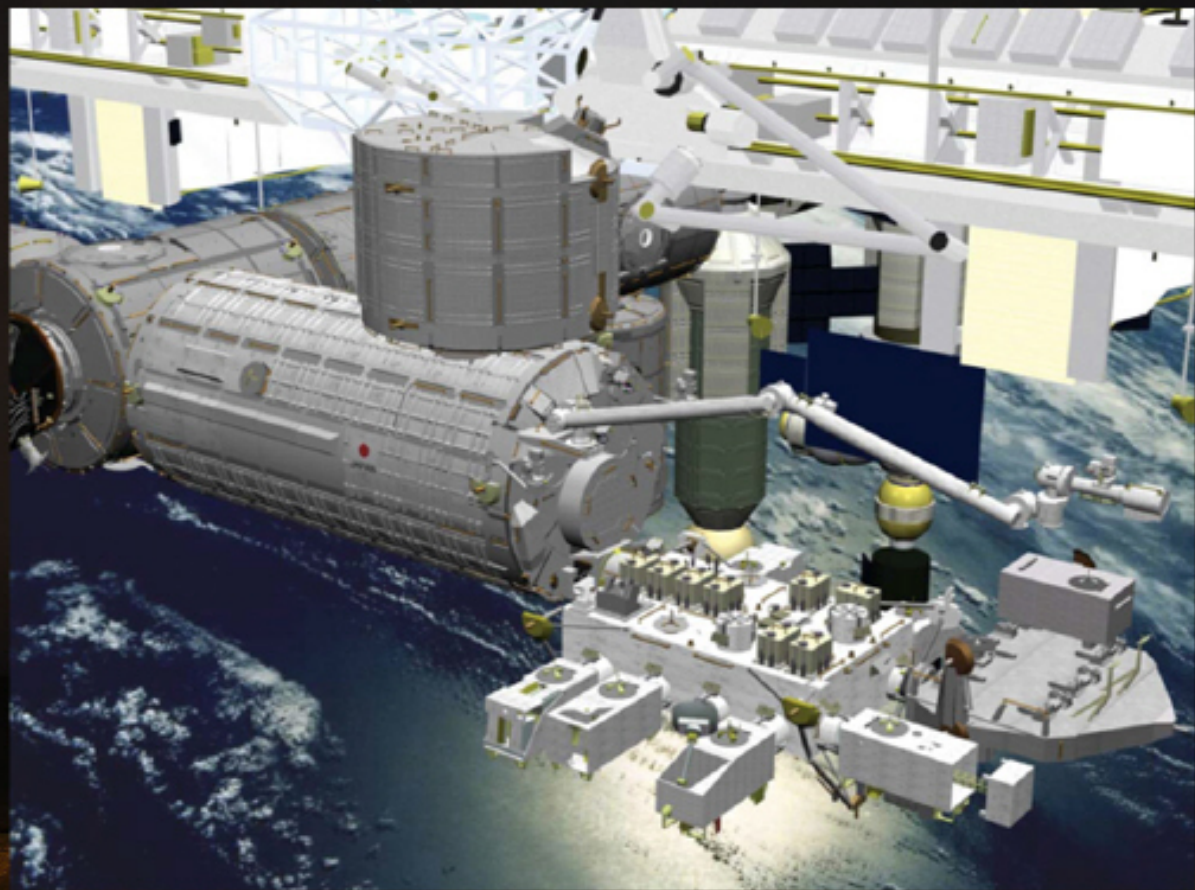


分光器
フォトメータ
CMOSカメラ

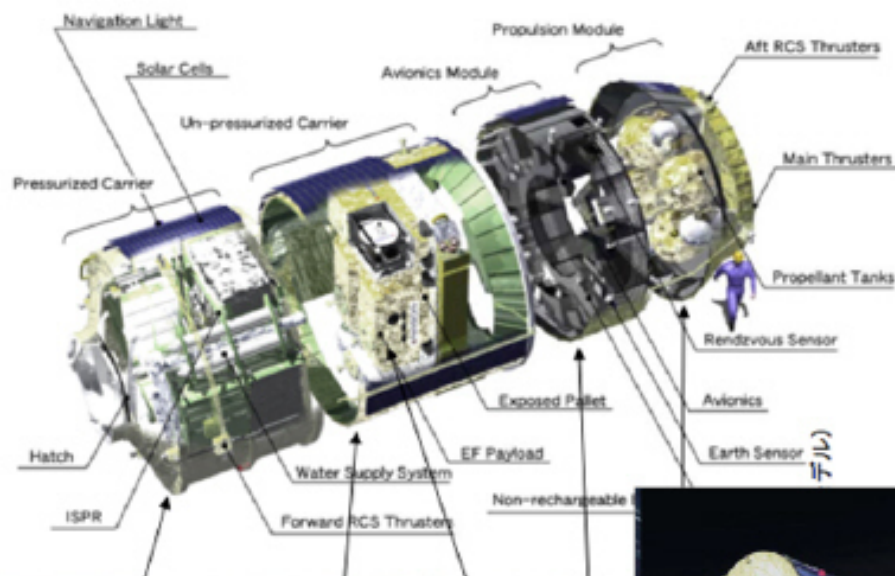


21日にSRRを受けてきました...

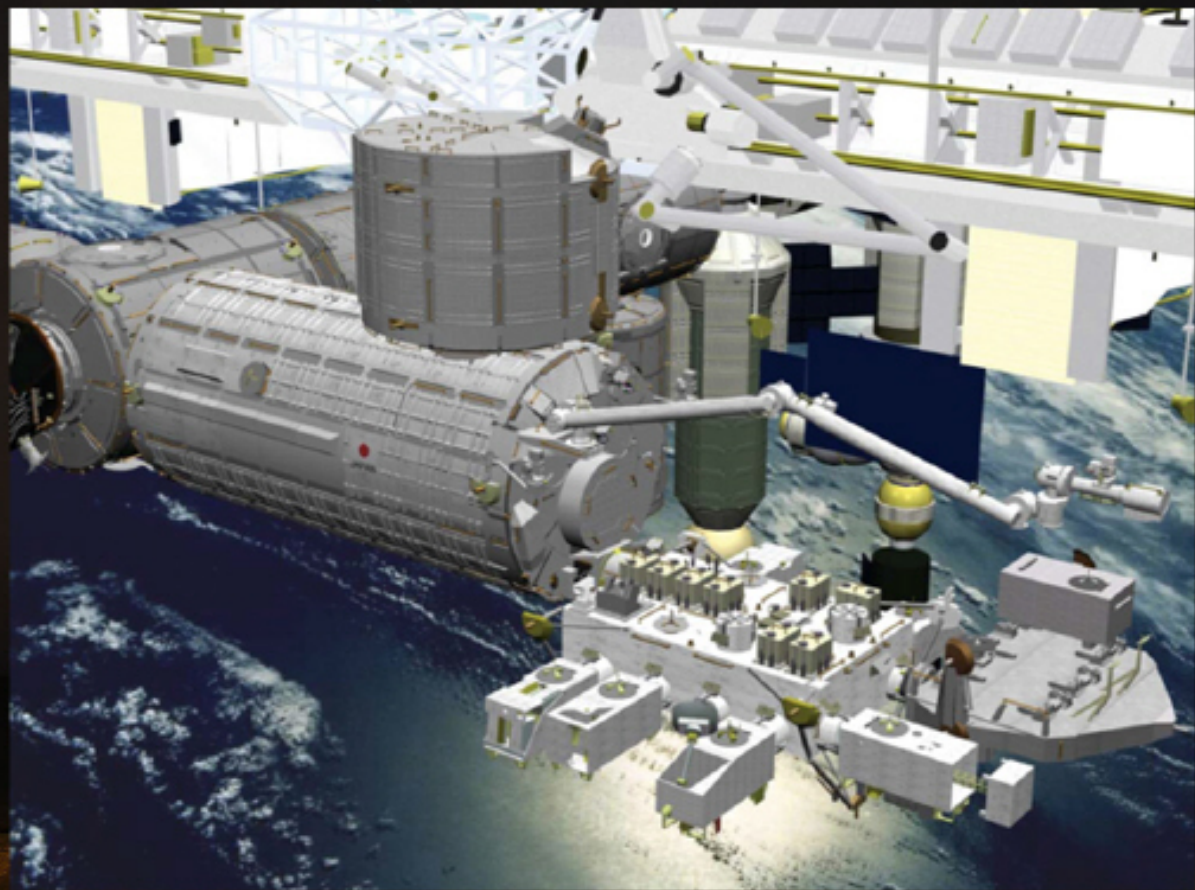
ISS/JEM



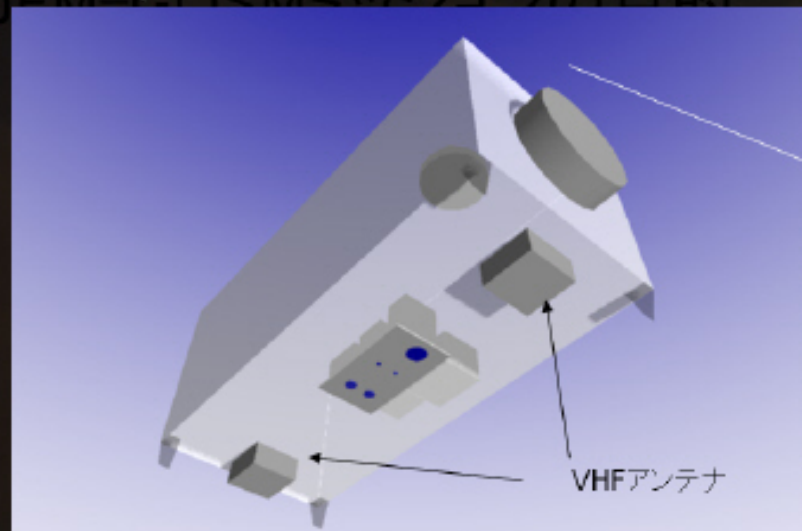
HII-B & HTV



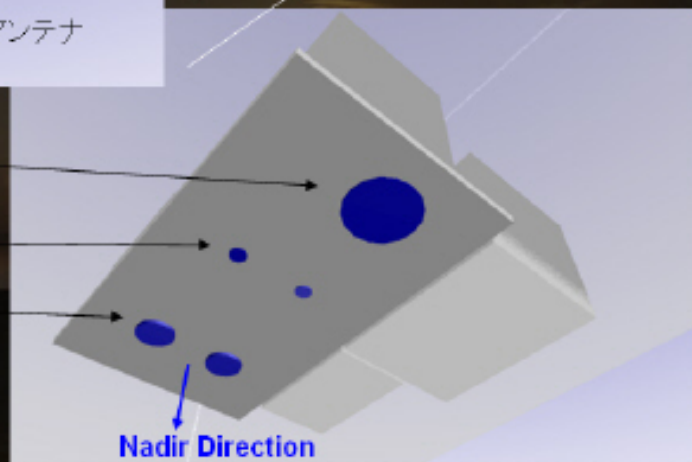
ISS/JEM



JEM-GLIMSミッションの目的

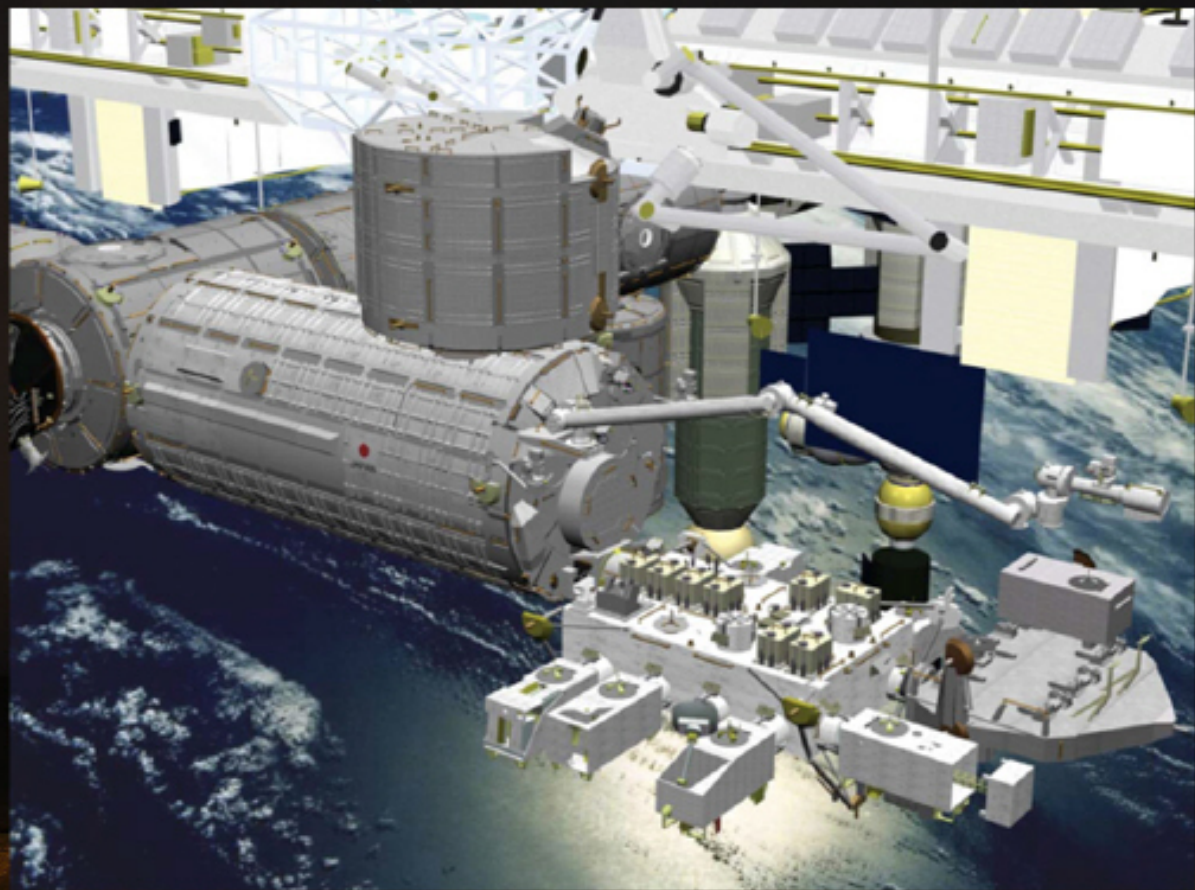


分光器
フォトメータ
CMOSカメラ

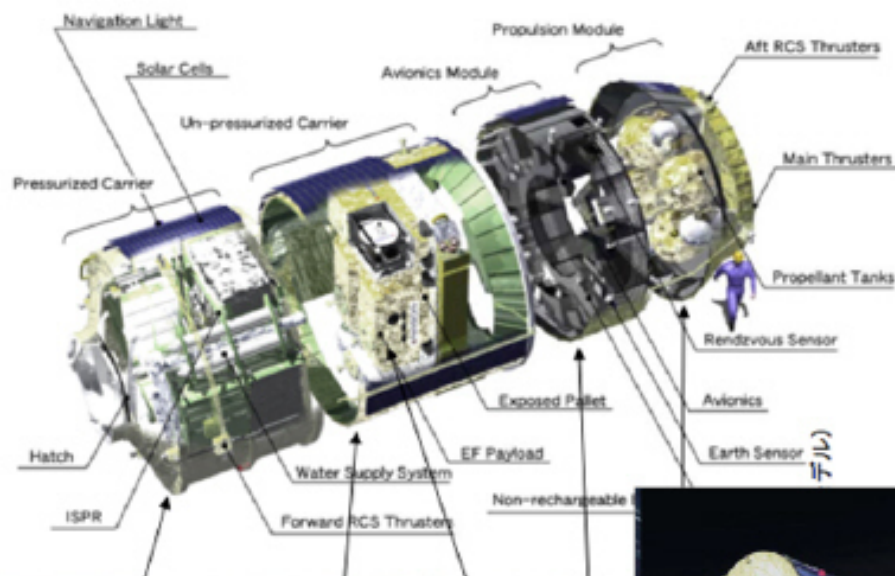


21日にSRRを受けてきました...

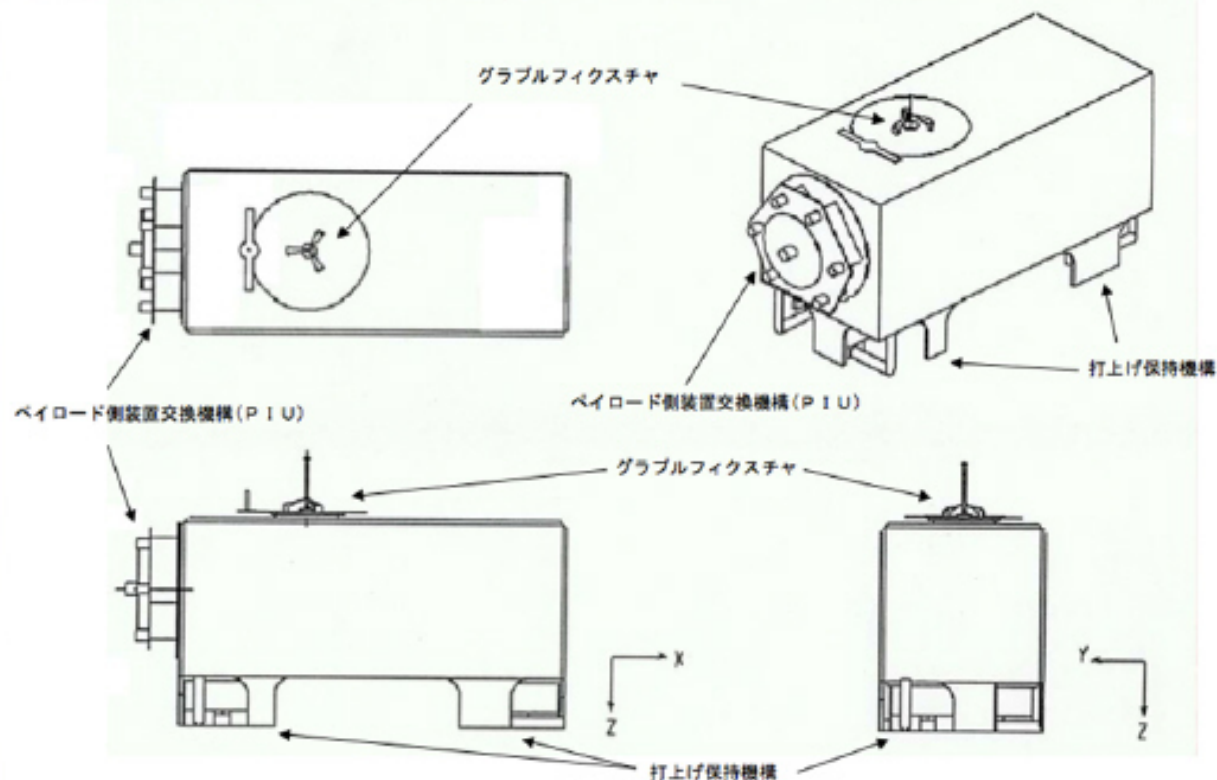
ISS/JEM



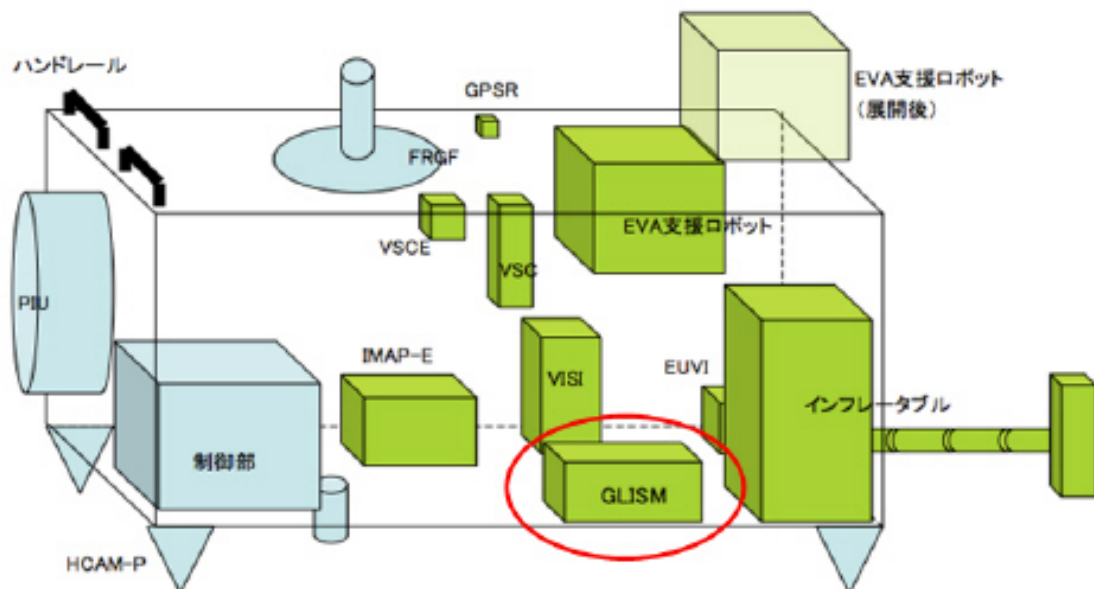
HII-B & HTV



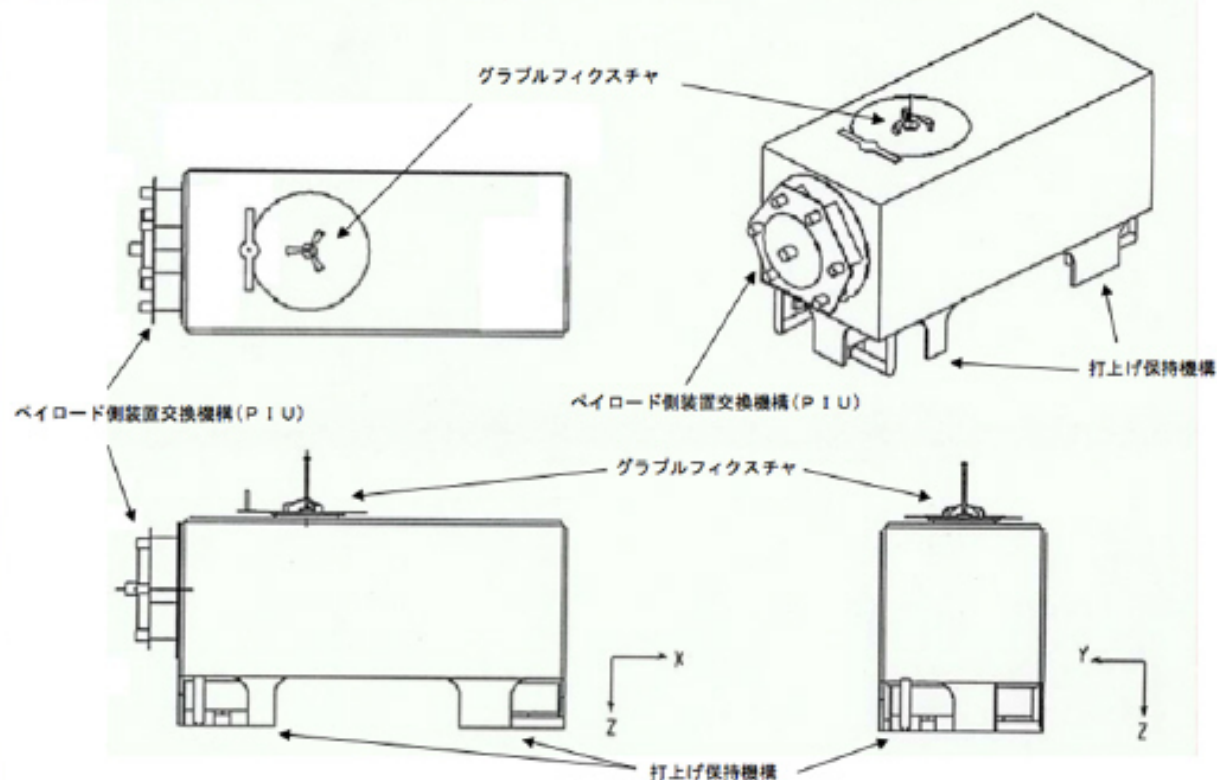
ポート共有利用実験装置



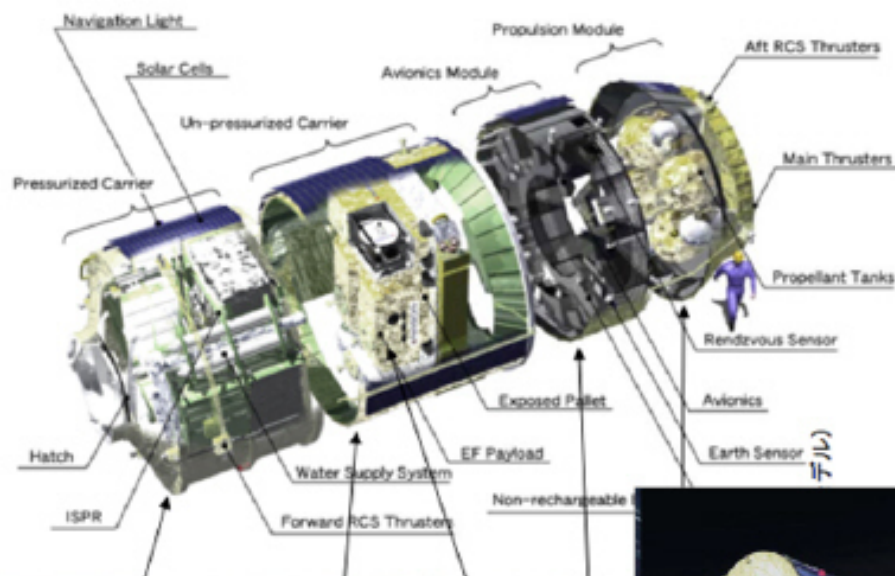
- (1) JEM-IMAP (地球超高層大気撮像観測)
- (2) JEM-GLISM (スプライトおよび雷放電の高速測光撮像センサ)
- (3) 有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集(たんぼぼ)
- (4) 宇宙インフレータブル構造の宇宙実証
- (5) EVA支援ロボット実証実験



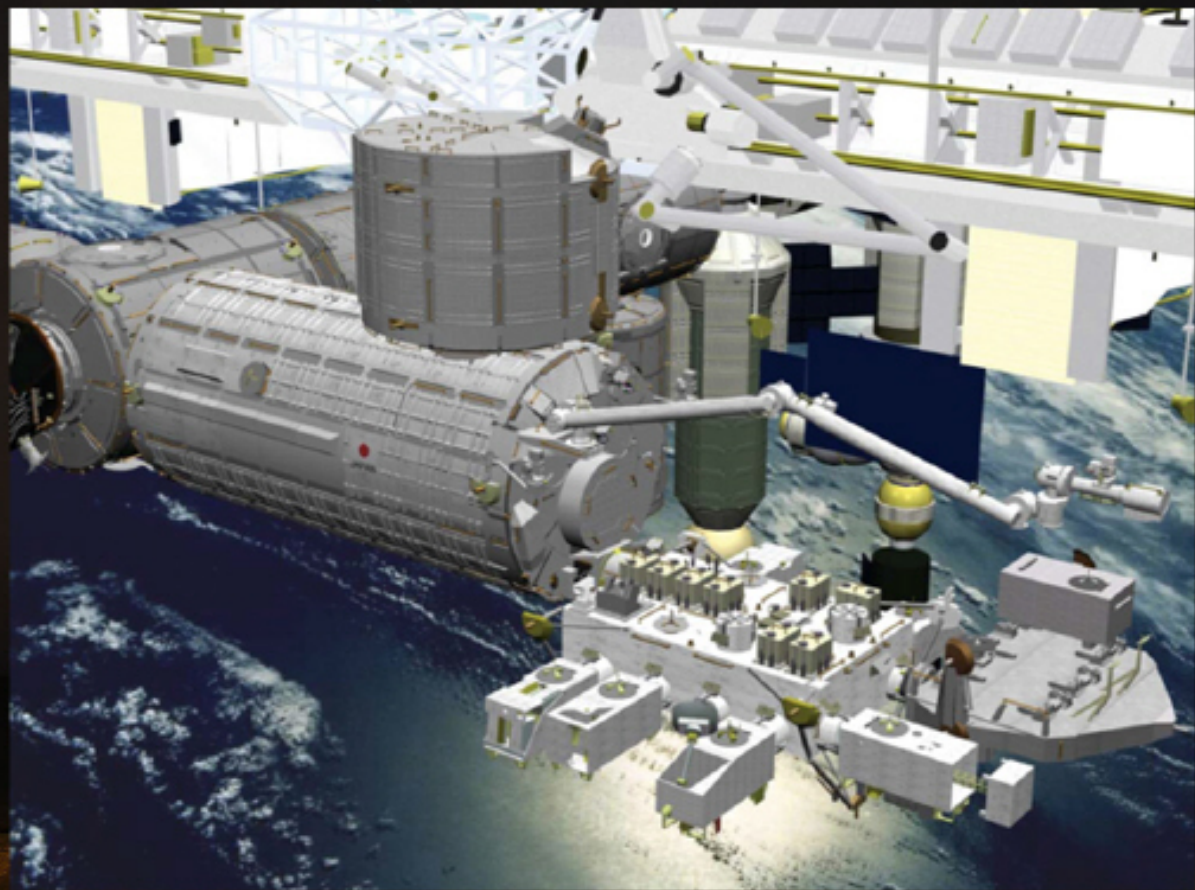
ポート共有利用実験装置



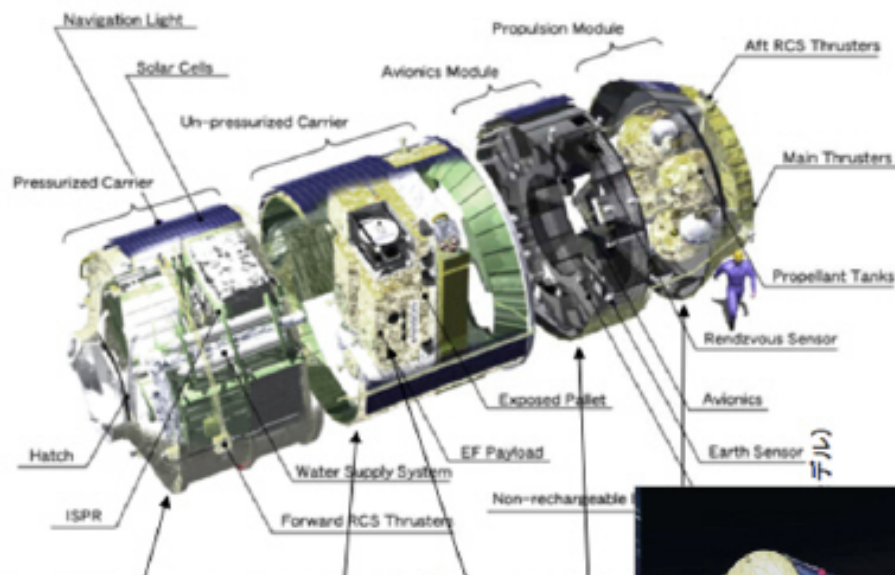
HII-B & HTV



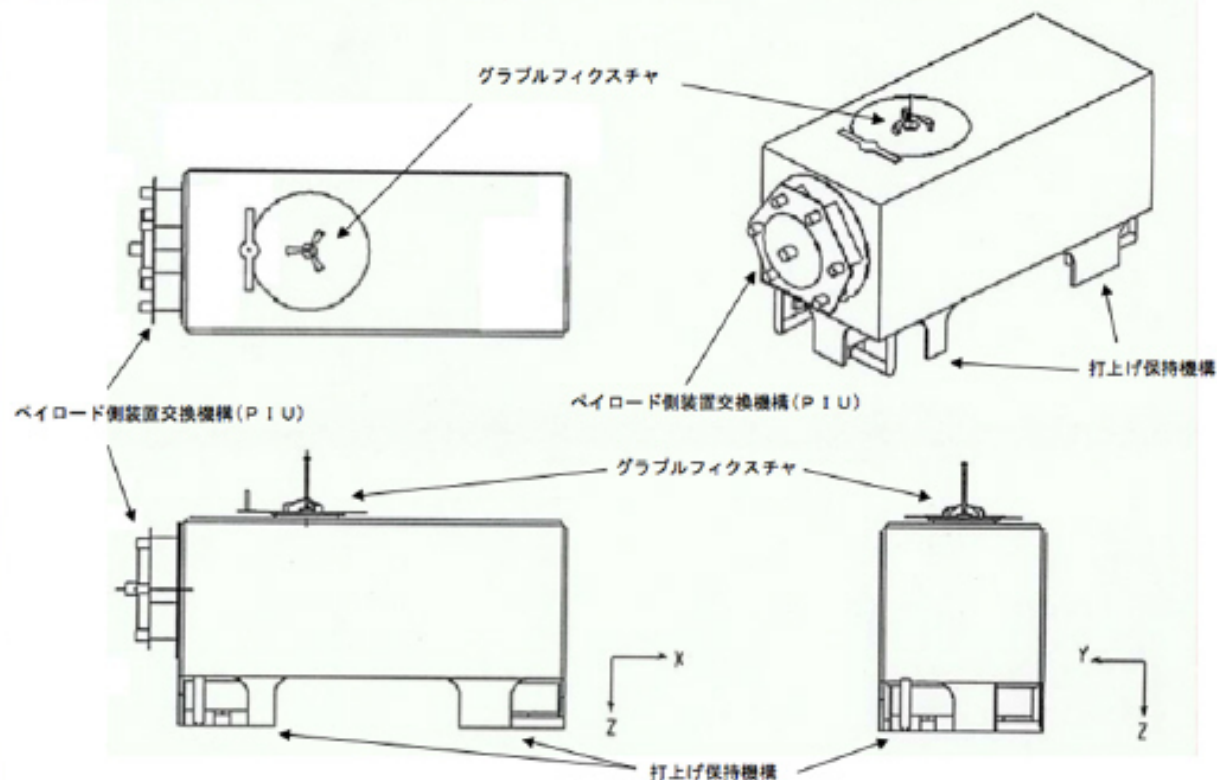
ISS/JEM



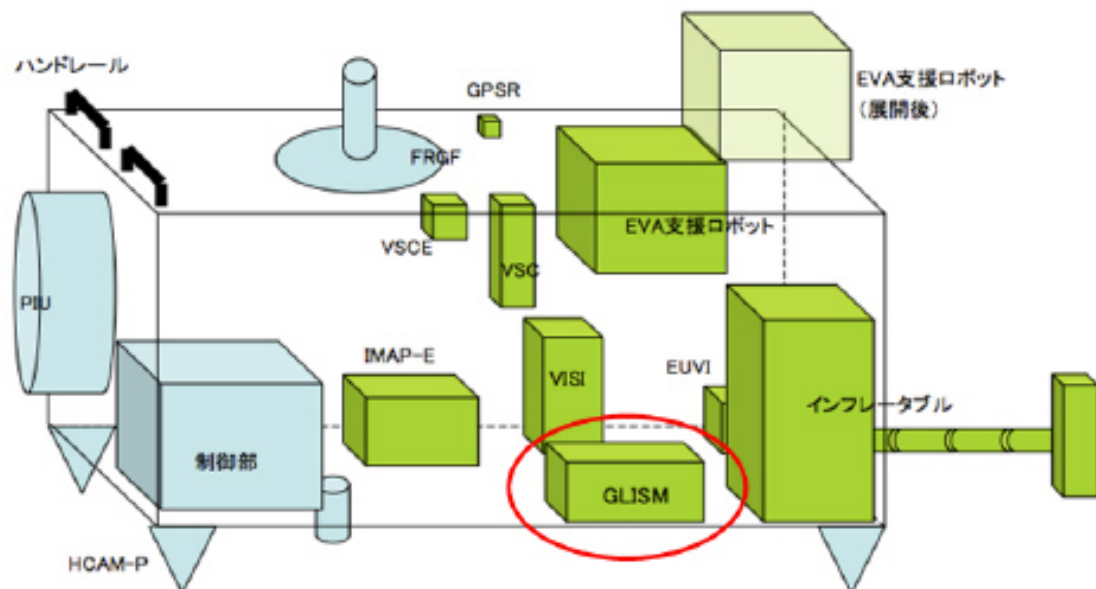
HII-B & HTV



ポート共有利用実験装置



- (1) JEM-IMAP (地球超高層大気撮像観測)
- (2) JEM-GLISM (スプライトおよび雷放電の高速測光撮像センサ)
- (3) 有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集(たんぼぼ)
- (4) 宇宙インフレータブル構造の宇宙実証
- (5) EVA支援ロボット実証実験



搭載機器の概要

<CMOSカメラ> 2台

観測波長: 762±5nm, 740-830nm
視野: 40°
光学系: f=25mm, ϕ =18mm
検出器: STAR-250
pixel数: 512 x 512
感度: 0.1 A/W
分解能: 10 bit

<フォトメータ> 2台

観測波長: 337±5nm, 600-900nm
視野: 43°, 87°
検出器: PMT (for 337nm)
PDD (for 600-900nm)
光学系: ϕ =15mm
感度: 10 nW/m²
時間分解能: 10 μ s

<グリズム分光器> 1台

観測波長: 300-400nm
視野: 40°
波長分解能: 2nm
検出器: E2V CCD (80x80 pixels)
時間分解能: 1ms

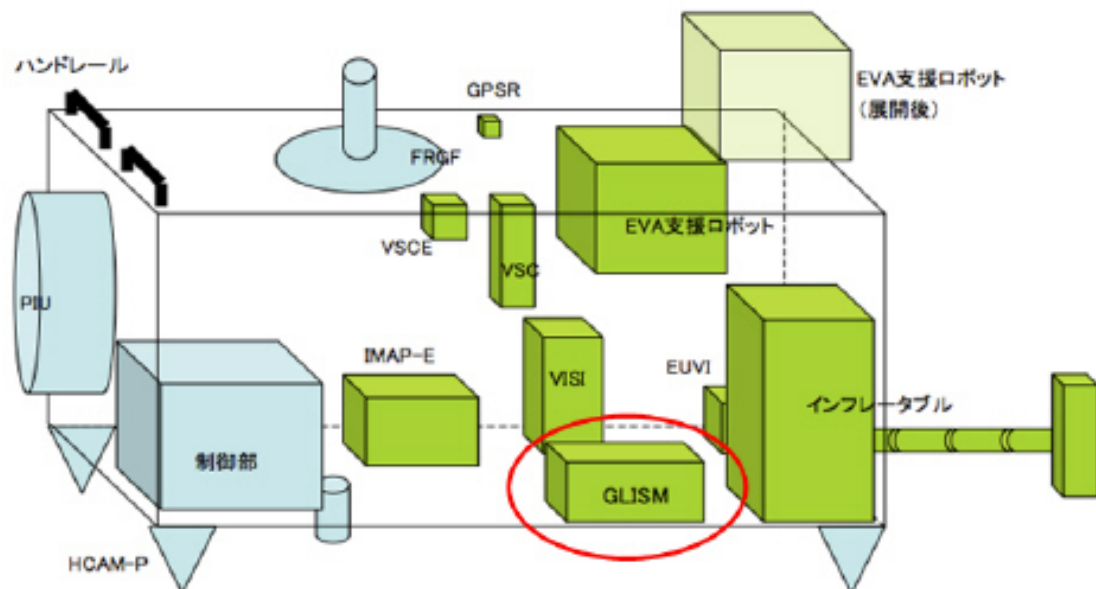
<VHF干渉計> 2台

アンテナ: パッチ型
観測周波数: 30-100MHz
指向性: Nadir方向に40°
Amp.利得: 45 dB
サンプリング周波数: 200MHz
A/D 分解能: 8 bit

<理学機器 質量・電力・データ量>

質量: 18.5 kg
電力: 36 W
データ量: 5kbps

- (1) JEM-IMAP (地球超高層大気撮像観測)
- (2) JEM-GLISM (スプライトおよび雷放電の高速測光撮像センサ)
- (3) 有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集(たんぼぼ)
- (4) 宇宙インフレータブル構造の宇宙実証
- (5) EVA支援ロボット実証実験



搭載機器の概要

<CMOSカメラ> 2台

観測波長: 762±5nm, 740-830nm
 視野: 40°
 光学系: $f=25\text{mm}$, $\phi=18\text{mm}$
 検出器: STAR-250
 pixel数: 512 x 512
 感度: 0.1 A/W
 分解能: 10 bit

<フォトメータ> 2台

観測波長: 337±5nm, 600-900nm
 視野: 43°, 87°
 検出器: PMT (for 337nm)
 PDD (for 600-900nm)
 光学系: $\phi=15\text{mm}$
 感度: 10 nW/m²
 時間分解能: 10 μs

<グリズム分光器> 1台

観測波長: 300-400nm
 視野: 40°
 波長分解能: 2nm
 検出器: E2V CCD (80x80 pixels)
 時間分解能: 1ms

<VHF干渉計> 2台

アンテナ: パッチ型
 観測周波数: 30-100MHz
 指向性: Nadir方向に40°
 Amp.利得: 45 dB
 サンプリング周波数: 200MHz
 A/D 分解能: 8 bit

<理学機器 質量・電力・データ量>

質量: 18.5 kg
 電力: 36 W
 データ量: 5kbps

CMOSカメラ

SPRITE-SATの技術を転用

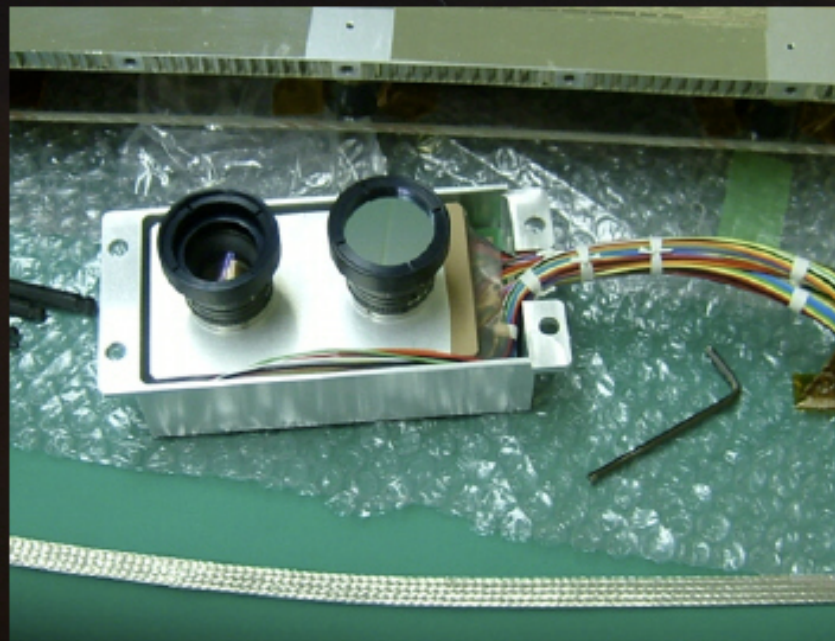


図. SPRITE-SAT用CMOSカメラ機械啮合せ試験風景

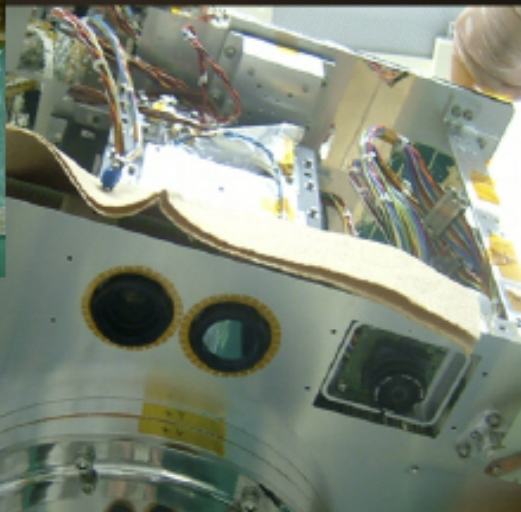
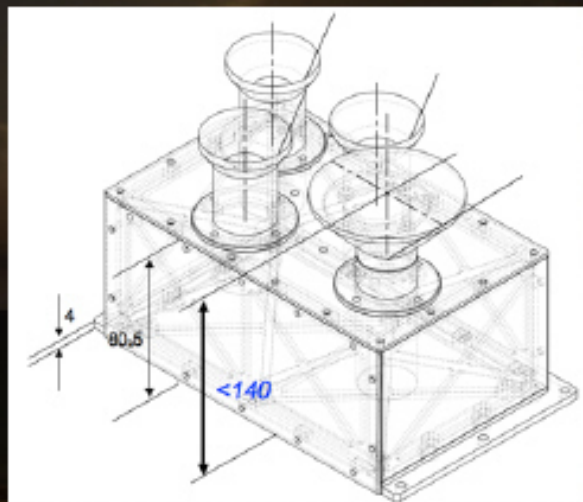
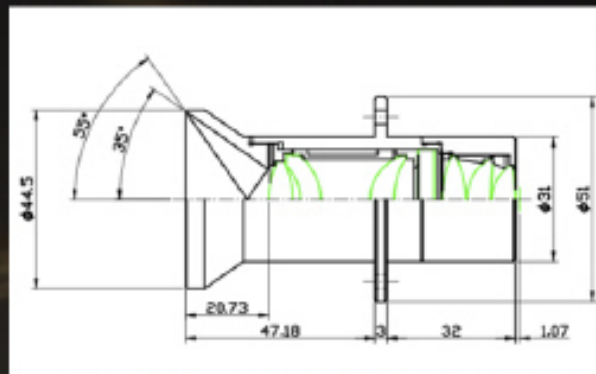
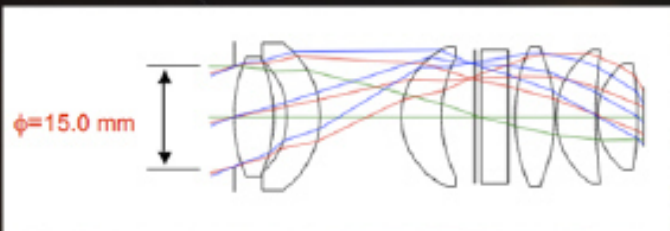


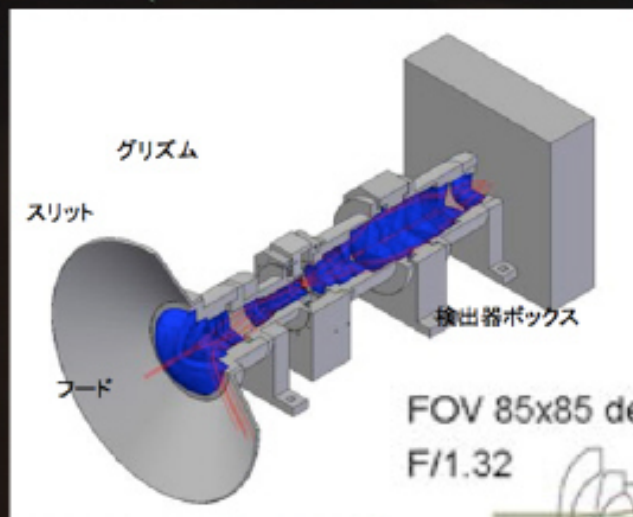
図. SPRITE-SAT用CMOSカメラFM品

フォトメータ



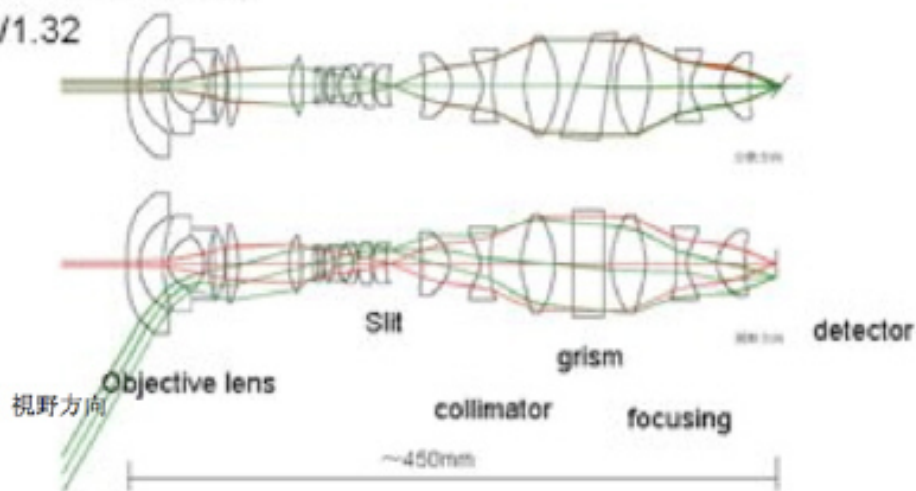
GRISM分光器

- 300-400 nm
- 波長分解能: 2nm
- 時間分解能: 1ms



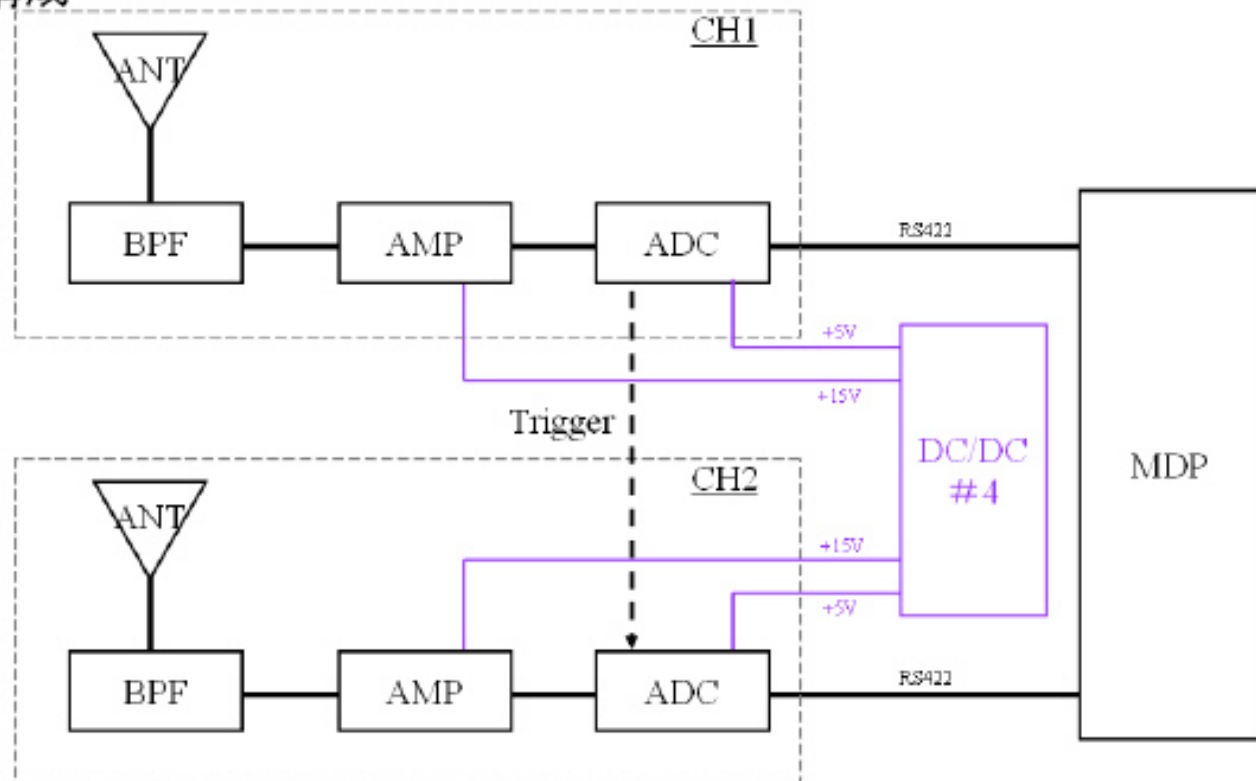
FOV 85x85 deg.

F/1.32

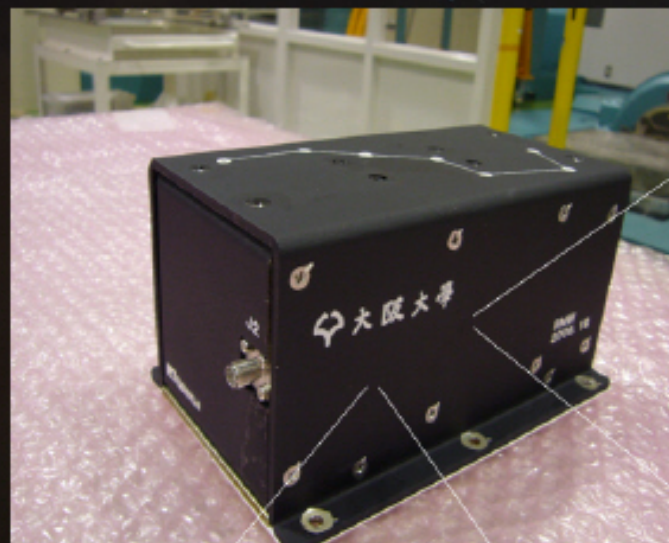


VHF干渉計

構成

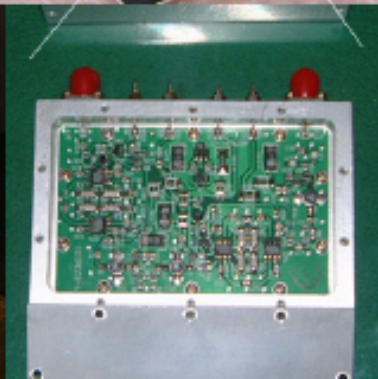


SOHLA(まいど)衛星搭載VHFアンテナ



A/D変換機

(80 × 80 × 15mm/ch)



増幅器

(60 × 90 × 20mm/ch)



研究実施体制

研究代表
牛尾知雄(阪大)

共同開発組織: JAXA
Project Manager: 鈴木睦

CMOSカメラ, フォトメータ

佐藤光輝, 渡部重十(北大), 足立透, 平木康隆(京大),
芳原容英(シェフィールド大), 高橋幸弘, 吉田和哉(東北大)

GLISM分光器

鈴木睦(JAXA), 佐藤光輝, 渡部重十(北大), 足立透(京大),
吉田和哉, 高橋幸弘(東北大)

VHF干渉計

森本健志, 牛尾知雄, 河崎善一郎(阪大), 王道洪(岐阜大)

エレクトロニクス

鈴木睦, 高島健 (ISAS/JAXA), Space Cube開発チーム

TARANIS

(Tool for the Analysis of RAdiations from lightNIing and Sprites)



TARANIS 小型衛星ミッション

(Tool for the Analysis of Radiations from lightNIing and Sprites)

- フランスが主導する小型衛星計画
- 2012年打ち上げ
- 日本グループが装置開発に参加
(北大、東北大、大阪大、ISAS)





TARANIS Microsatellite

(Tool for the Analysis of RAdiations from lightNIing and Sprites)



TARANIS

TARANIS = 雷神



TARANIS

TARANIS衛星 - 諸元

外形寸法 [mm]	600 × 600 × 500
衛星総質量 [kg]	152
ペイロード重量 [kg]	68
最大消費電力 [W]	85
軌道	太陽同期極軌道
軌道高度 [km]	600
周期 [min]	100
周回地方時 [LT]	10 - 22 (1年で+2LTシフト)
伝送レート [kbps]	278

- 打ち上げ: 2012年
- Mission Life: 2年
- Status: Phase-B進行が決定
(2007年9月～)

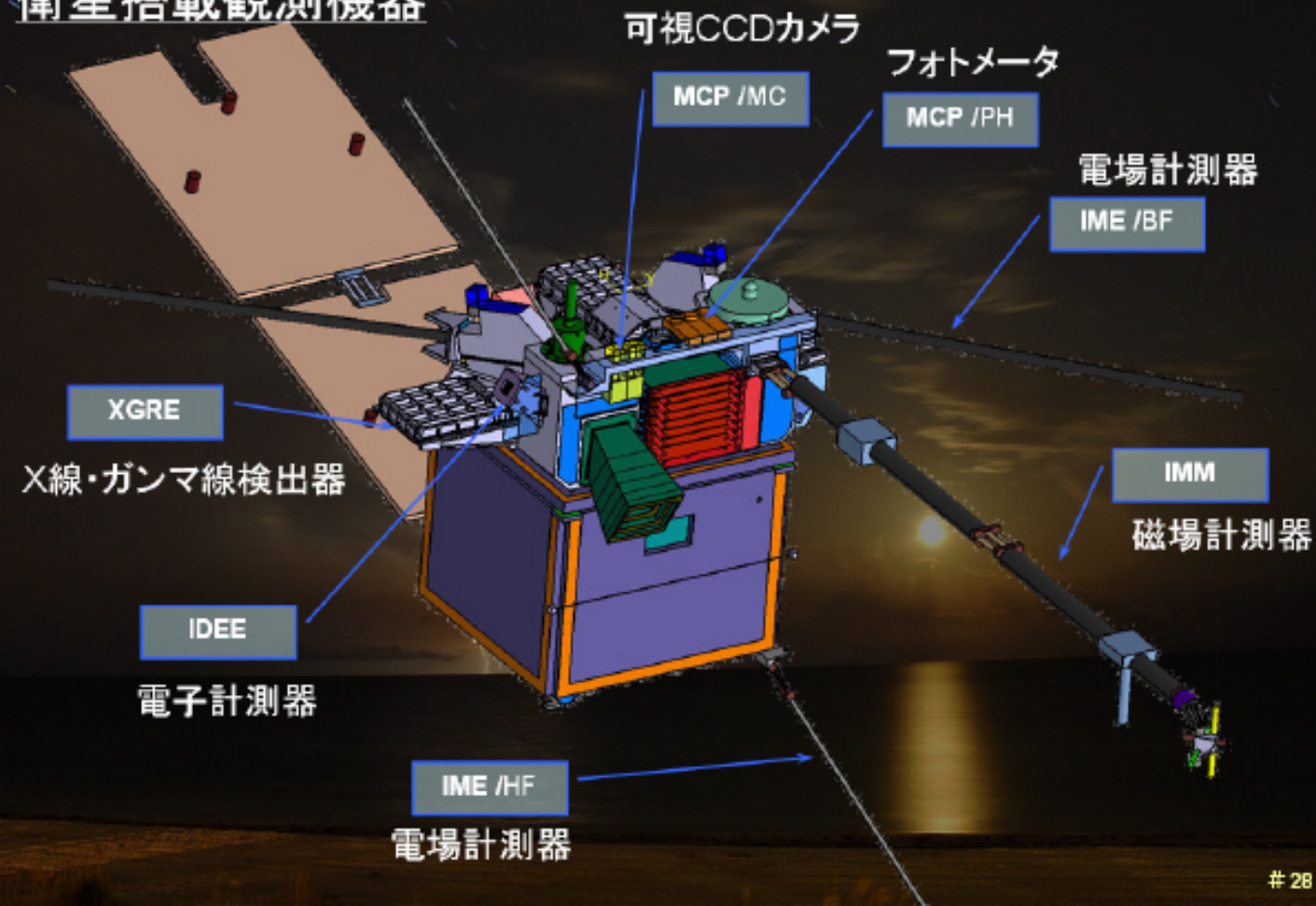
CNES (フランス国立宇宙センター)

- シリーズ化した小型衛星計画
- 小型衛星用のバスを提供
(DEMETERは第1号小型衛星)
- 小型衛星開発に関する全責任



TARANIS仕様の衛星バス

衛星搭載観測機器



MCP instrument

Microcameras

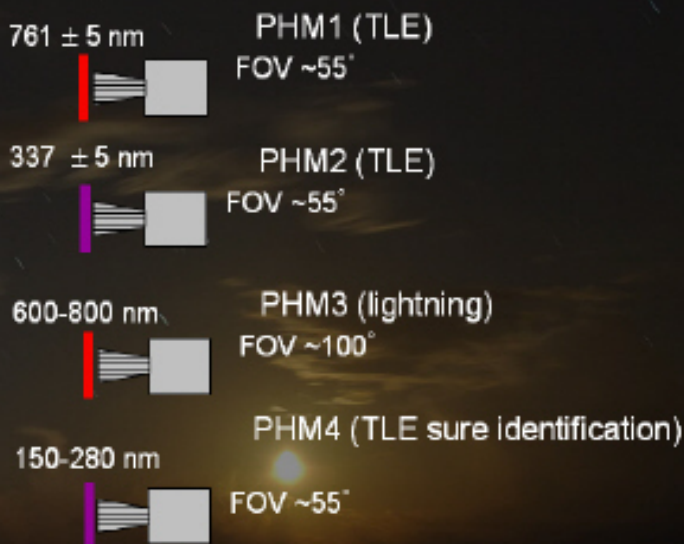


- 撮像観測

- TLEsと雷の検出

- ◆ 視野領域: 500 x 500 km
- ◆ 空間分解能: ~ 1 km
- ◆ 画像積分時間 = 30 ms to 100 ms

Photometers



- 測光観測

- TLEsと雷の検出

- トリガ

- ◆ 視野領域

- ◆ 500x500 km (PHM1, PHM2, PHM4)
- ◆ 1000x1000 km (PHM3)

- ◆ 時間分解能: = 0.05 or 0.02 ms

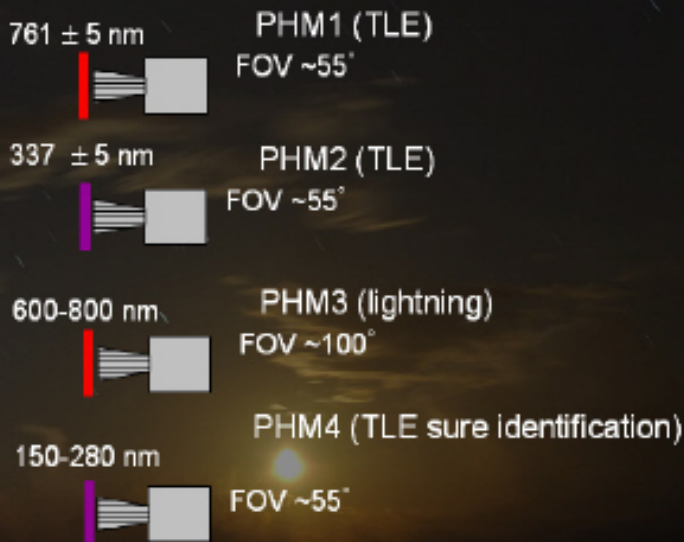
MCP instrument

Microcameras



- 撮像観測
- TLEsと雷の検出
 - ♦ 視野領域: 500 x 500 km
 - ♦ 空間分解能: ~ 1 km
 - ♦ 画像積分時間 = 30 ms to 100 ms

Photometers



- 測光観測
- TLEsと雷の検出
- トリガ
 - ♦ 視野領域
 - +- 500x500 km (PHM1, PHM2, PHM4)
 - 1000x1000 km (PHM3)
 - ♦ 時間分解能: = 0.05 or 0.02 ms

TARANIS搭載フォトメータ

日本のグループが開発し供給する

MCP - フォトメータ開発の焦点

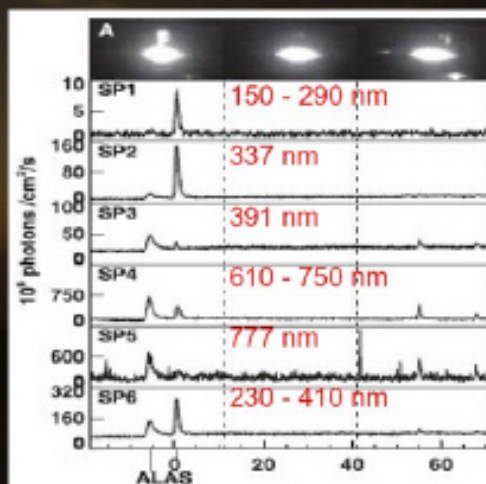
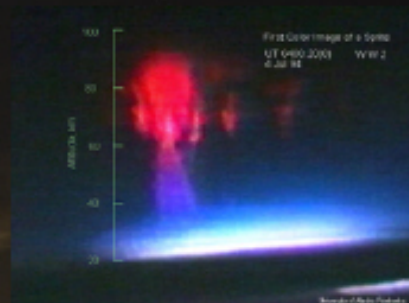
- 異なる4波長での測光を可能にする
- 極めて高い動作安定性と信頼性を保証する

(TARANIS衛星の全ての搭載機器へのトリガー信号を生成するため)

- 広視野であるにも関わらず狭帯域で測光し、十分なSNRを確保する
- 省電力／小型／軽量を実現する

寸法: 14 × 11 × 19 cm

重量: 1600 g程度



OPTICS

FILE: JX-25-02-4

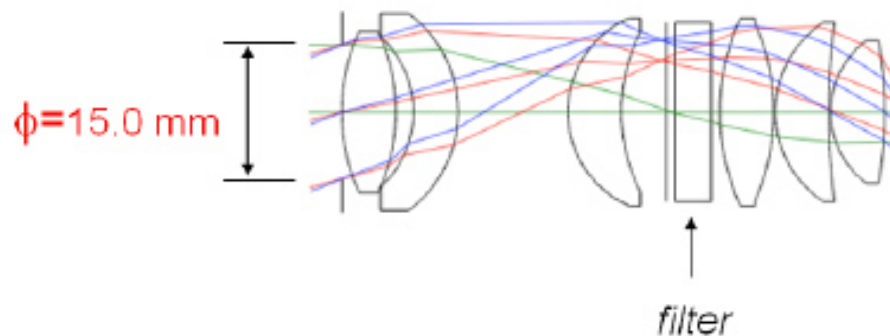
JX-25 for PH2 flat
Y-Z Lens Drawing

2008/02/20 17:10:15

Optical Design of PH1-3

FOV=42.7°

telecentric optics



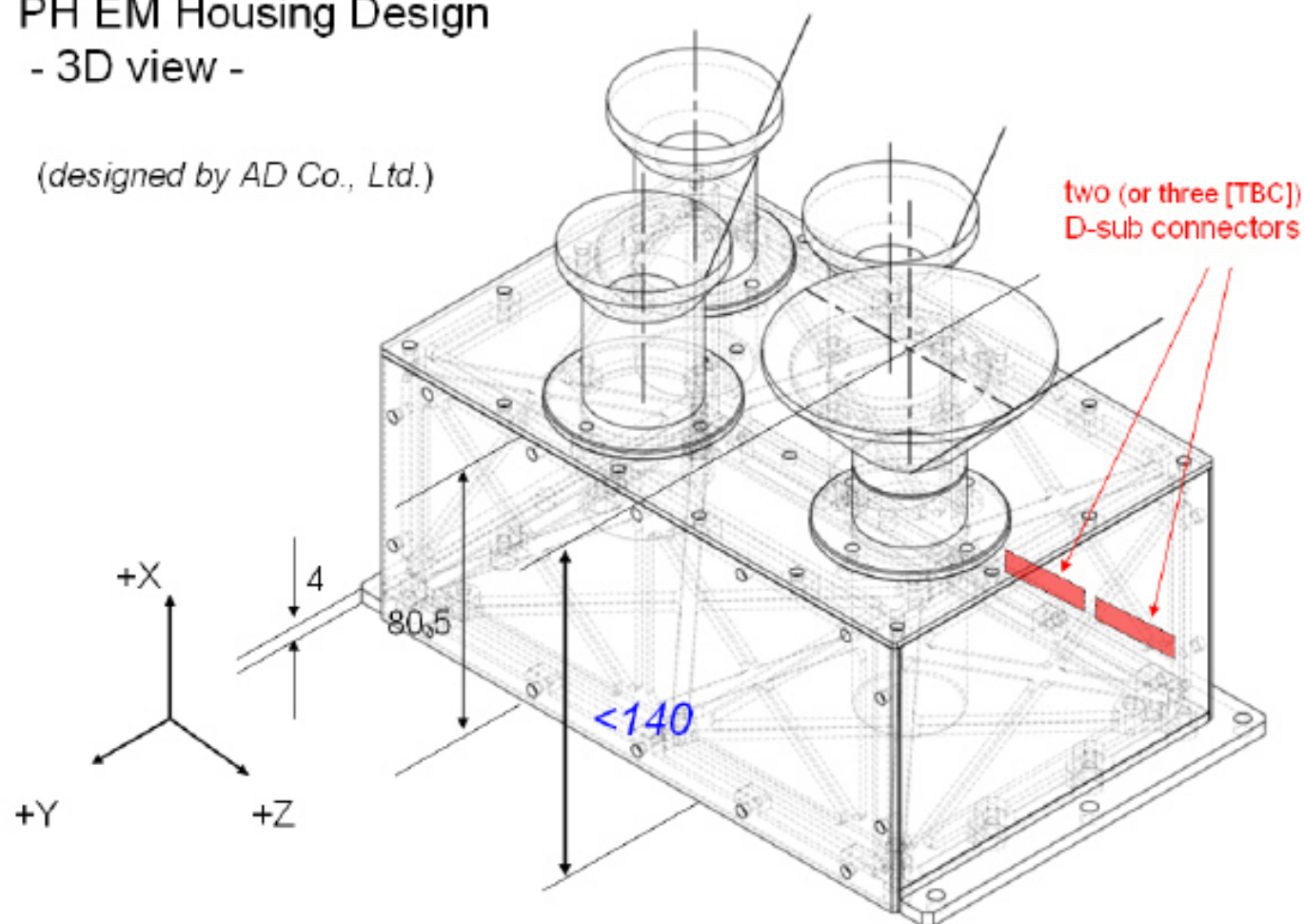
Lens scale: 2.00

Field Points:

X= 0.00	X= 0.00	X= 0.00
Y= 0.00	Y=15.00	Y=21.35

PH EM Housing Design - 3D view -

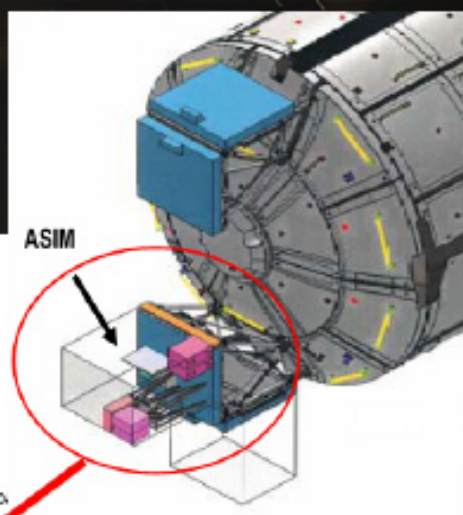
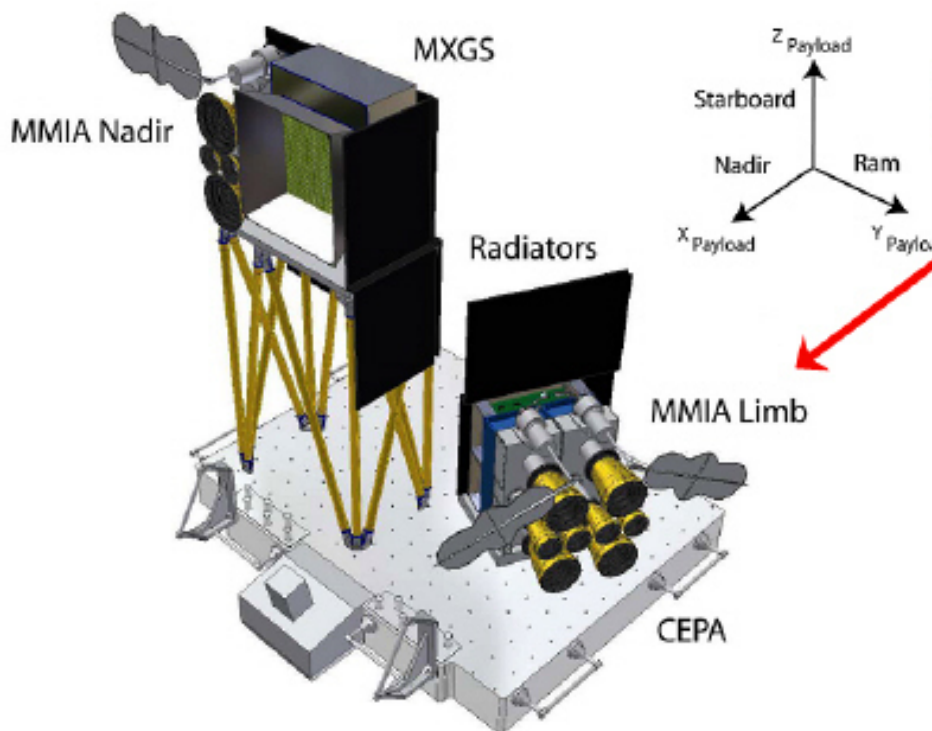
(designed by AD Co., Ltd.)



ASIM

(Atmosphere-Space Interactions Monitor)

TGFs, TLEs study



@ ISS Columbus
Launch: 2012

まとめ

	SPRITE-SAT	JEM-GLISM	TARANIS	ASIM
	2008 -	2011 -	2012 -	2012 -
雷, TLEの検出 全球頻度分布	○	○	○	○
TLEの 水平分布	○	○	○	○
TGFの検出 起源の特定	○	△	○	○
電波観測 スペクトル観測	×	○	○	×

雷・宇宙線・気候 (太陽-地球間結合)

