

国際宇宙ステーション(ISS)に提供する搭載物 (ISS 搭載型ハイパースペクトルセンサ(HISUI))の概要 (HISUI : Hyperspectral Imager SUite)



2019 年 10 月 31 日
一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構

HISUI の概要

日本初、宇宙からハイパースペクトルセンサによる地球観測

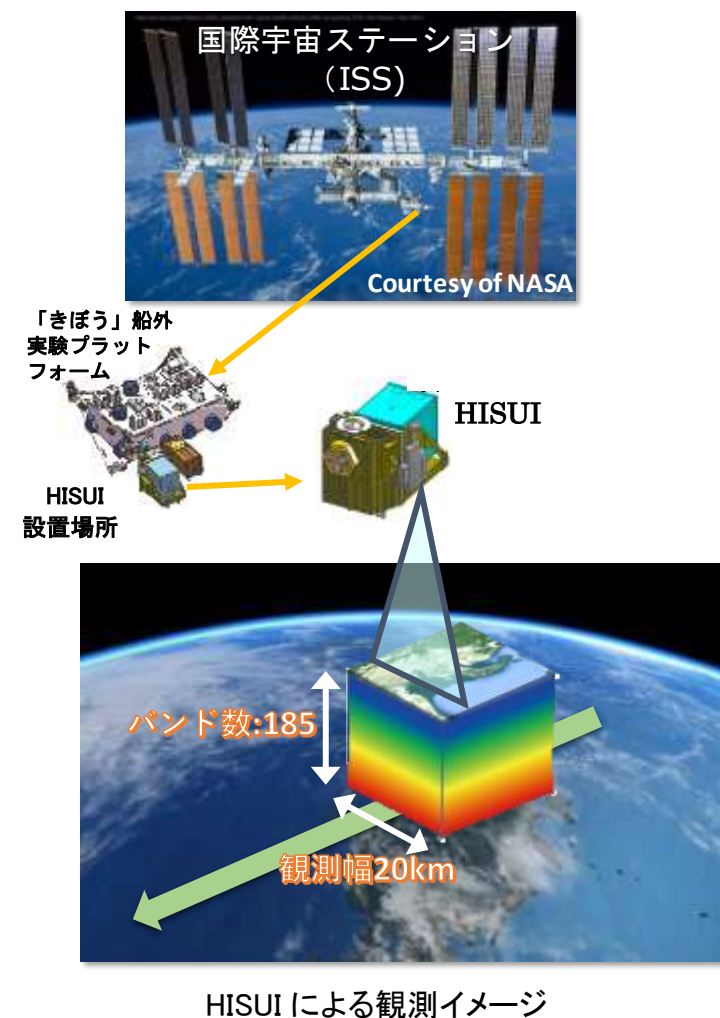
1.目的・意義

経済産業省が開発を進めてきた ISS 搭載型ハイパースペクトルセンサである HISUI (Hyperspectral Imager SUite)は、対象物の反射光を百以上の連続した細かな波長に分けて観測する光学センサであり、資源探査を始めとする様々な分野において、連続する高い波長分解能により識別能力の向上が可能となる。

HISUI プロジェクトは、この HISUI を国際宇宙ステーション(ISS)に取付けて地球観測を行い、石油資源探査や金属資源探査のさらなる効率化を図る以下の項目の実現を目指している。

- ・ 宇宙環境における実証を行い、HISUIの有用性の評価やノウハウの獲得を行う。
- ・ エネルギー・資源分野等の利用分野での技術革新を図る。
- ・ 我が国の宇宙開発産業および宇宙利用産業の活性化を図る。

石油資源探査や金属資源探査に必要な、高品質かつ即時性のある情報を他国に先駆けて入手し、資源権益の確保等につなげるためには、我が国独自の技術開発を早期に実現することが必要不可欠である。宇宙から観測した高品質なハイパースペクトルデータを取得し、そのデータ処理・解析技術を獲得することで、エネルギー・資源分野のみならず環境・農業・森林分野、防災分野等での利活用に展開するなど、大きな意義がある。



2. HISUI の主な役割

ISS 搭載物安全審査の対象物である HISUI は、ハイパースペクトルセンサと曝露ペイロードバス部から構成され、国際宇宙ステーション (ISS) の「きぼう」船外実験プラットフォームに取付けられる。

HISUI のハイパースペクトルセンサは受動型の光学センサであり、HISUI は、安全上の観点から
カタストロフィックなハザード源となる可能性のある推進薬、火工品、バッテリー及び電波放射等は、有していない。

構成システム		主な役割
HISUI		ハイパースペクトルセンサによる観測データを取得するとともに、観測データとデータ処理に必要なテレメトリ情報を「きぼう」に伝送する。
	ハイパースペクトルセンサ	曝露ペイロードバス部に組み付け、地球観測用光学センサとして可視近赤外領域と短波長赤外領域の観測を行う。
	曝露ペイロードバス部	ハイパースペクトルセンサの作動に必要な電力などの資源と、熱・構造等の観測環境を提供する。

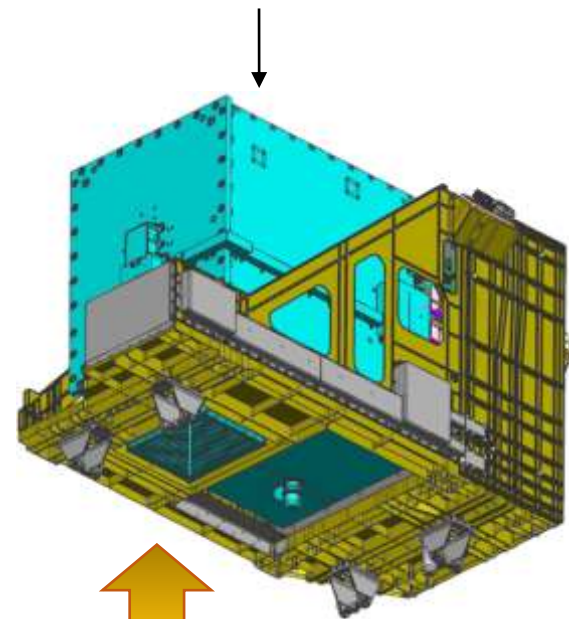
3. HISUI の主要諸元

HISUI は、ハイパースペクトルセンサ(水色の部分)と曝露ペイロードバス部にて構成される。

以下に、主要諸元を示す。

項目	仕様
寸法	2.3L × 1.5W × 1.6H [m] (突起物を除く)
質量	約 550 [Kg] (多層断熱シートの装着状態)
電力系	「きぼう」120V 通常運用時 : 790 [W] 以下 「きぼう」120V サバイバル運用時 : 120 [W] 以下 ドラゴン 120V 電力供給時 : 200 [W] 以下
通信系	低速系データ伝送系 (MIL-STD-1553B) 高速データ伝送系 (光LAN)
熱制御系	主に「きぼう」から供給される冷媒による能動的熱制御

ハイパースペクトルセンサ



曝露ペイロードバス部

入射光
(地球を観測)

4. ハイパースペクトルセンサ

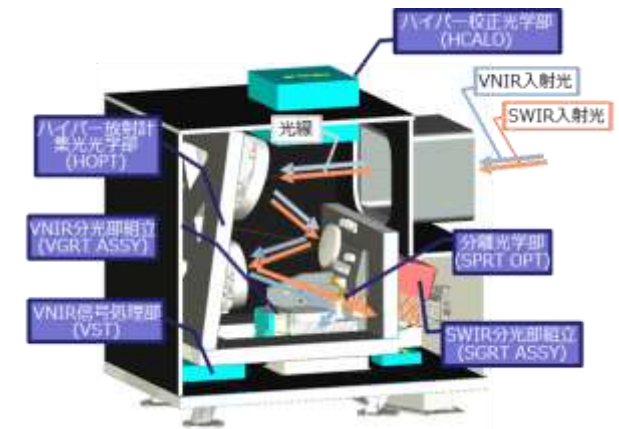
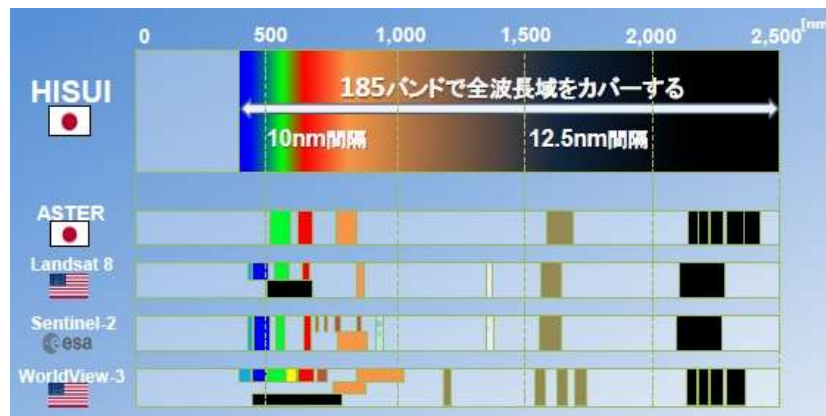
世界最高レベルのハイパースペクトルセンサ

HISUI のハイパースペクトルセンサは、可視域から短波長赤外域までの観測を行うセンサである。世界初の米国の実験的衛星搭載ハイパースペクトルセンサの Hyperion の解析評価結果等から、HISUI の開発目標を「高い波長精度と高い SN 比(信号対雑音比)を同時に実現する実用的なセンサ」とし、それを実現した。

HISUI のハイパースペクトルセンサは以下のユニークな技術も採用している。

- 観測データのオンボード(軌道上)補正機能
データの感度および波長歪を軌道上で補正し、高精度化を実現。
- 観測データの可逆圧縮処理
その圧縮率は、地上でのデータ復元時にロスのない(可逆)方式で世界レベル。

世界の主な光学マルチスペクトルセンサの観測バンドの配置と、HISUI のハイパースペクトルセンサの観測バンドの配置を比較したものを下図に示す。



空間分解能		20 m ~ 30 m
観測幅		20 Km
スペクトル	バンド数	185 VNIR: 58、SWIR: 127
	観測波長帯	0.4 ~ 2.5 μ m VNIR: 0.4 - 0.97 μ m SWIR: 0.9 - 2.5 μ m
	波長分解能	VNIR: 10 nm SWIR: 12.5 nm
信号対雑音比 (S/N)		≥ 450 @ 620 nm ≥ 300 @ 2100 nm
変調伝達関数 (MTF)		≥ 0.2
ダイナミックレンジ		12 bits
寸法		1.5L $\times$ 0.9W $\times$ 1.4H [m]
質量		約190 Kg

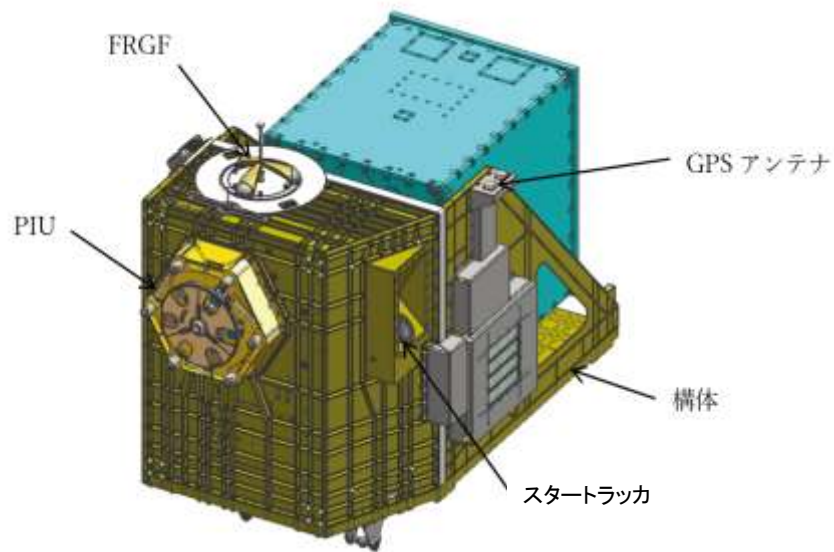
VNIR : 可視近赤外域

SWIR : 短波長赤外域

5. 曝露ペイロードバス部

曝露ペイロードバス部は、ハイパースペクトルセンサの作動に必要な電力などの資源と熱・構造等の観測環境の提供を行うとともに、ハイパースペクトルセンサによる観測データと処理に必要なテレメトリ情報を「きぼう」に伝送する。

観測画像の位置精度を向上させるため、曝露ペイロードバス部には HISUI 専用のスタートラッカ、GPS アンテナが設置されている。これらを利用することで、地表の特徴が少なく画像からは位置座標が特定しにくい地域でも、より精度良く座標を決めることができる。



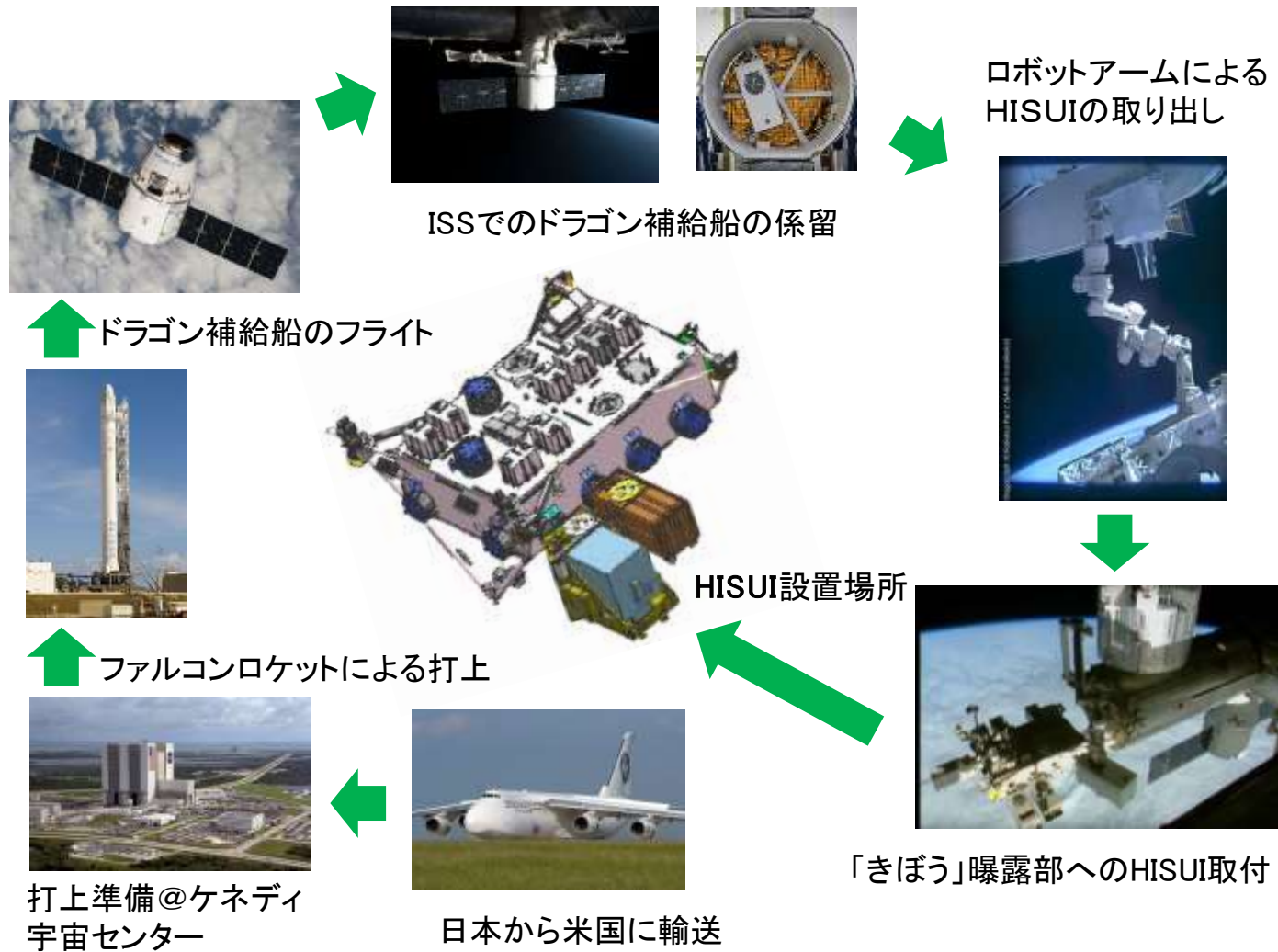
FRGF (Flight Releasable Grapple Fixture) : ISS のロボットアームで HISUI を掴むための把持部 (グラブルフィクスチャ)

PIU (Payload Interface Unit) : HISUI を「きぼう」船外実験装置に取付けるための装置交換機構

曝露ペイロードバス部 (青色のセンサ部を除く)

6. ISS への輸送と HISUI の取付けイメージ

HISUI は、SpaceX 社のドラゴン補給船に搭載され、ファルコンロケットにて、米国フロリダ州ケープカナベラル空軍基地から打上げられ、ISS に輸送される。



7. HISUI 運用の電力供給に関する安全対策

HISUI への電力供給用のコネクタは、図のように「きぼう」からのものとドラゴン補給船からのものがあり、以下のように運用する。

- ① ドラゴン補給船での輸送時は、HISUI の温度環境を保持するためにヒータ用の電力がドラゴン補給船からHISUIに供給されている。
(この期間、「きぼう」からの電力供給コネクタに電流は流れない)
- ② 「きぼう」曝露部に HISUI 設置後の通常運用時は、120V の通常運用電力が「きぼう」から HISUI に供給される。
(この期間、ドラゴンからの電力供給コネクタに電流は流れない)
- ③ ISS 電力供給の異常時や HISUI 側の消費電力異常時には、不測の事態として HISUI に必要最低限のヒータ電力を供給するためにサバイバル運用を行う。
(この期間、サバイバル運用時のヒータ電力ラインとドラゴン運用時のヒータ電力ラインが設計上共有化されているため、「きぼう」からの電力供給コネクタとドラゴンからの電力供給コネクタ両方に電流が流れる可能性がある。
そのため HISUI のスイッチング回路に電流逆流防止のダイオードを冗長追加するとともに、船外活動が必要となる場合を想定して、上流電源の遮断及び接触禁止区域の設定による安全対策を行っている。)

