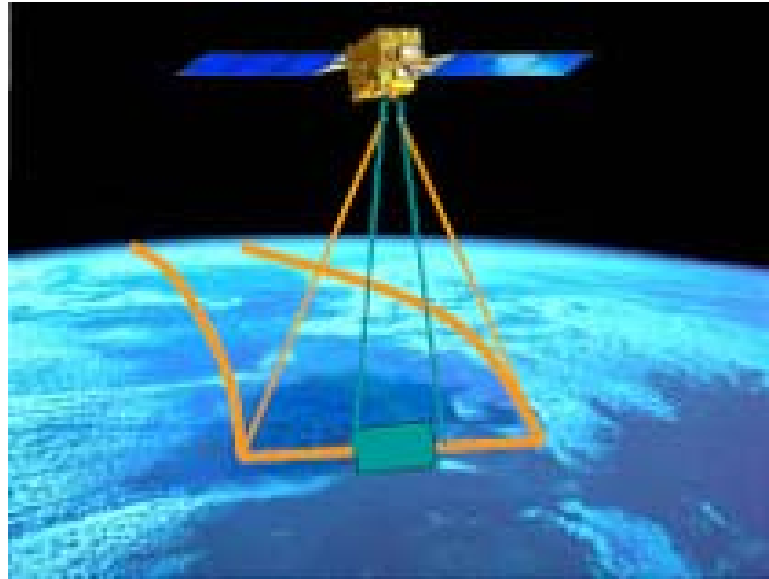


ハイパースペクトルセンサの開発状況について



ALOS-2/3 ワークショップ

平成22年3月25日 産総研秋葉原コンベンションセンター

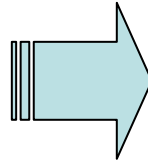


1. 開発仕様目的

(1) 広域を高空間分解能マルチスペクトルセンサによる迅速な観測

ASTER (VNIR)

空間分解能 : 15m
 観測幅 : 60km
 バンド数 : 3バンド
 波長(μm) : 0.52~0.86



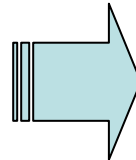
Multiシステム (VNIR)

空間分解能 : 5m
 観測幅 : 90km
 バンド数 : 4バンド(青バンド追加)
 波長(μm) : 0.45~0.9

(2) ハイパースペクトルセンサによる対象物の識別能力の飛躍的向上

ASTER (VNIR/SWIR)

空間分解能 : VNIR/15m、
 SWIR/30m
 観測幅 : 60km
 バンド数 : VNIR/3、SWIR/6
 波長域(μm) : 0.52~2.43



Hyperシステム (VNIR/SWIR)

空間分解能 : 30m
 観測幅 : 30km
 バンド数 : 185バンド
 波長帯域(μm) : 0.4~2.5

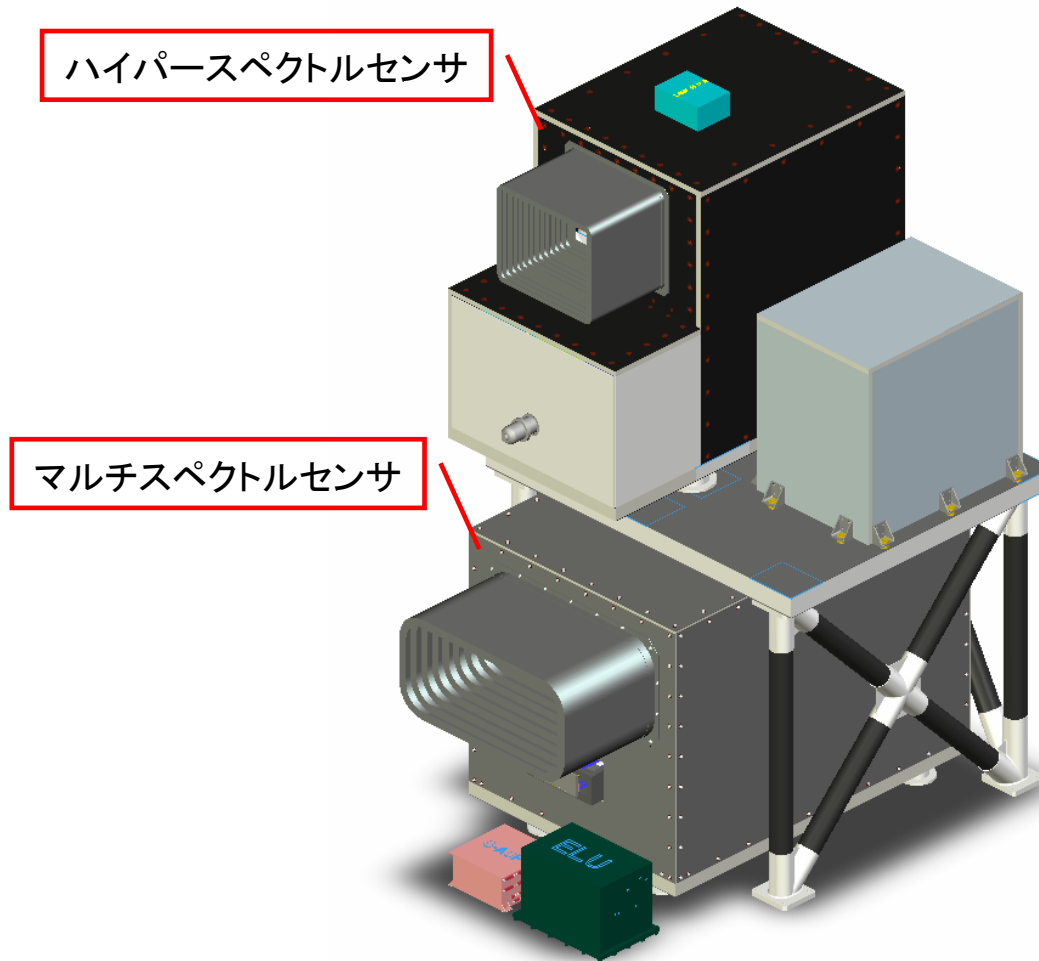
2. ASTERとの性能比較

項目		ASTER	ハイパー/マルチ	
			マルチ	ハイパー
空間分解能	VNIR	15m	5m	30m
	SWIR	30m	—	30m
	TIR	90m	—	—
観測幅		60km	90km	30km
観測波長域	VNIR	0.52 - 0.60 μm 0.63 - 0.69 μm 0.76 - 0.86 μm	0.45 - 0.52 μm 0.52 - 0.60 μm 0.63 - 0.69 μm 0.76 - 0.90 μm	0.4 - 0.97 μm Wavelength Sampling Interval; Average 10nm 57 bands
	SWIR	1.6 - 1.7 μm 2.145 - 2.185 μm 2.185 - 2.225 μm 2.235 - 2.285 μm 2.295 - 2.365 μm 2.36 - 2.43 μm	—	0.9 - 2.5 μm Wavelength Sampling Interval; Average 12.5nm 128 bands
	TIR	8.125 ~ 11.65 μm 5 バンド	—	—
S/N比	VNIR	> 200	> 200	> 450 @ 0.62 μm
	SWIR	> 200/ >100/ >75	—	> 300 @ 2.1 μm
	TIR (NEdT)	0.3K	—	—

3. 機器主要諸元

	ハイパースペクトルセンサ		マルチスペクトルセンサ
	VNIR	SWIR	
空間分解能	30m		5m
観測幅	30km		90km
光学系	軸はずし3枚鏡		軸はずし3枚鏡
分光器	Offner Type	Offner Type	
検出器	Si CMOS	MCT	Si CCD
SN比	≥ 450 @620nm	≥ 300 @2,100nm	≥ 200
ダイナミックレンジ	12 bit		12 bit

4. 機器外観



10月29日 PDR1資料の抜粋

5. ハイパースペクトルセンサ波長校正方式

打ち上げ前(地上データ取得)

校正部を
標準分光器により校正



センサの波長校正
校正用フィルタ
/ハロゲンランプ
Arランプ
標準分光器
(He-Neレーザ)

打ち上げ後

機上校正部による校正
(波長シフトの有無の確認)
校正用フィルタ
/ハロゲンランプ



地上検証(画像による確認)
標準観測サイト
地球大気の吸収線

6. 開発日程

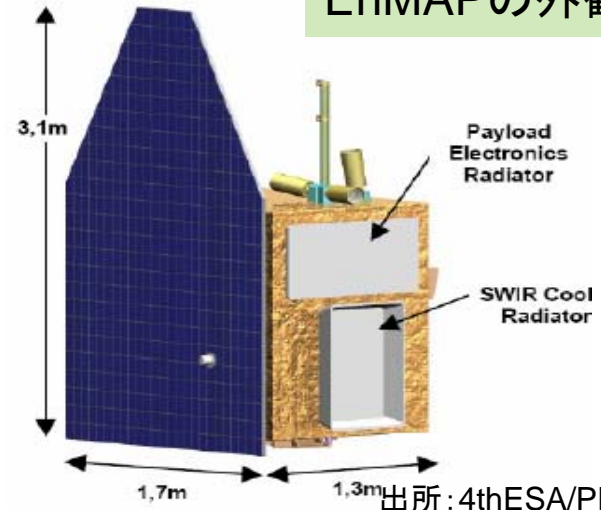
	FY2006	FY2007	FY2008	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012	FY2013	FY2014
センサ開発 (NEDO/JAROS/NEC)		←→ 概念設計	←→ 基本設計	←→ 詳細設計	←→ 評価モデル	←→ フライトモデル	←→ 維持設計		 打上予定
利用基盤技術の研究開発 (METI/ERSDAC)	←→	実利用化技術研究・情報抽出技術研究開発				←→			
	←→	スペクトルデータベース構築							
センサの校正データ処理y等に係る研究開発 (METI)					←→				

7. 海外センサとの性能比較(ハイパー)

衛星/センサ名 /国	波長域 (μm)	バンド数	波長分 解能	空間分 解能	S/N	現状	備考
本プロジェクト	0.4~0.97 μm 0.9~2.5 μm	57 128	10nm 12.5nm	30m	450@620nm 300@2,100nm	2014?年?打ち上げ 予定 (ALOS-3)	マルチとの混載
EO-1/Hyperion /米、NASA	0.4-1.0 1.0-2.5	60 150 (計210)	10nm	30m	140-190@550-700nm 96@1,225nm 38@2,125nm	2000年11月打ち上げ	
PROBA/CHRIS /ESA、英	0.4-1.05	61	5-12nm	18m/36m	200	2001年10月打ち上げ	VNIR帯のみ
HySI /インド	0.4-0.95	64	8nm	505.6m	不明	2008年4月打ち上げ	Indian Mini Sat-1 Multi (MX)
OPTSAT2 /中国	0.45-0.95	128?	5nm?	100m	不明	2008年9月打ち上げ	光学2機打ち上げ マルチと連携
TacSat-3/ ARTEMIS /米、空軍	VNIR/SWIR (詳細は不明)	不明	不明	不明	不明	2009年5月19日打ち上げ	オンボード処理。 10分後に地上でデータ入手可能 HyspIRIと共通設計
HICO /米、NRL	0.38-1.0	124	5nm	100m	200(海洋観測)	2009年9月HTVにて打ち上げ	JEM曝露部搭載
PRISMA /伊	0.4-1,010 920-2,505	92 157	10nm以下	30m	650@650nm 400@1,550nm 200@2,100nm	計画中 (2012年打ち上げ予定)	PAN(5m)と連携
EnMAP /独	0.42-1.0 0.95-1.39 1.489-1.76 1.95-2.45	94 } 134	6.5nm 10nm 10nm 10nm	30m	500@495nm 150@,2200nm	計画中 (2014年打ち上げ予定)	VNIRとSWIRで重複 観測部分あり SWIR帯は大気吸収帯のバンドを省略
HyspIRI /米、JPL	0.38-2.5	213	10nm	60m		計画中(2020打ち上げ予定)	熱赤外6chとの連携

7. 諸外国の動向調査(ドイツ)

EnMAPの外観



- EnMAP
 - DLRを中心とした官民プロジェクトとして計画されている。
 - サイエンス用途を第一優先
 - 航空機センサのARESと連動し、利用技術も含めた開発をおこなっている。
 - 2014年打上げ予定
 - Phase C/D/E1をスタートしている
 - 軌道高度: 643km
 - 設計寿命は5年
 - 回帰日数: 23日
 - 衛星ポインティング機能あり

- 搭載機器
 - Hyper単独ミッション

- ハイパースペクトルセンサ
 - バンド数: 228バンド(可視~短波長赤外)
 - 波長分解能: 6.5nm(VNIR)、10nm(SWIR)
 - 空間分解能: 30m
 - 観測幅: 30km
 - S/N: 500@495nm、150@2200

センサ名	EnMAP
バンド数	228(VNIR:94、SWIR:134)
波長域	420nm – 1000nm (VNIR) 900nm – 2450nm (SWIR)
波長分解能	6.5nm(VNIR)、10nm(SWIR)
空間分解能	30m (Hyper)
観測幅	30km
S/N	500@495nm(波長幅10nm換算) 150@2200

7. 諸外国の動向調査(イタリア)

PRISMA

- ASIが2008年1月に立ち上げたハイパー&パングロセンサ搭載衛星プロジェクト
- 2011年打上げ予定
- 過去にASIが検討してきたHypSEO(HyperSpectral Earth Observer)、CIA(Camera Iperspettrale Avanzata)、JHM(Joint Hyperspectral Mission: カナダとの共同プロジェクト)といった各プロジェクトの蓄積を有効活用し、フェーズB2からスタート
- 軌道上への打上げ(フェーズE1)まで予算措置済み
- 運用予定期間は3+2年
- 回帰日数は26日(予定)
- 衛星ポインティング機能あり

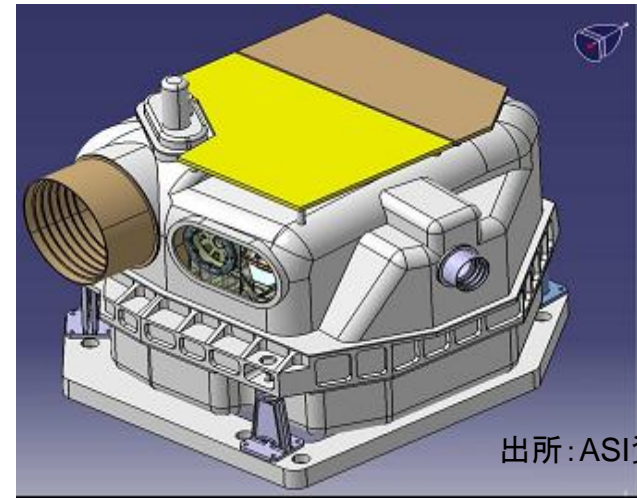
搭載機器

- HyperとPanの2つのセンサを同時搭載
- 空間分解能はHyperが30m、Panが5m
- 観測幅はいずれも30kmである。
 - PanとHyperで観測幅を揃え、ハイパーとパンを融合した付加価値プロダクトを生成する狙い(ハイパー版のパンシャープン画像)

ハイパースペクトルセンサ

- バンド数: 249バンド(可視~短波長赤外)
- 波長分解能: 10nm
- 空間分解能: 30m
- 観測幅: 30km
- S/N: 600@650nm、400@1,550nm、200@2,100nm

PRISMAの外観



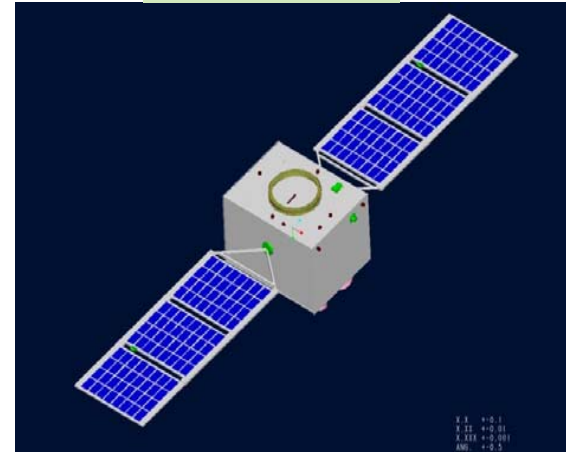
出所: ASI資料

センサ名	Hyper/Pan
バンド数	249 (VNIR:92、SWIR:157)
波長域	400nm – 1010nm (VNIR) 920nm – 2505nm (SWIR) 400nm – 750nm (Pan)
波長分解能	10nm
空間分解能	30m (Hyper)、5m (Pan)
観測幅	30km
S/N	600@650nm 400@1,550nm 200@2,100nm

7. 諸外国の動向調査(中国)

- HJ-1A
 - 2008年9月6日にHJ-1Bと同時に打上げられた中国の小型地球観測衛星
 - HJとはHuan Jingの略であり、Environment(環境)を意味する
 - HJシリーズは、今後打上げ予定のSAR衛星(Sバンド)であるHJ-1Cも含めた3機構成のコンステレーション運用を計画
- 搭載機器
 - HJ-1A、HJ-1Bともに共通に4バンドマルチのCCDカメラを搭載
 - その他にHJ-1Aにはハイパースペクトルセンサ、HJ-1Bには赤外センサを搭載
- ハイパースペクトルセンサ
 - バンド数: 可視・近赤外域に100バンド超
 - 波長分解能: 平均5nm
 - 空間分解能: 100m
 - 観測幅: 50km

HJ-1Aの外観



出所: 第3回ISIS WG資料

センサ名	Interference Hyperspectral Imager
バンド数	110-128
波長域	450 – 950nm (VNIR)
波長分解能	5nm (平均)
空間分解能	100m
観測幅	50km
最短再訪	4日

7. 諸外国の動向調査(インド)

- IMS-1
 - 2008年4月28日にPSLVで打上げ
 - CARTOSAT-2Aとその他8機のナノ衛星との同時打上げ
 - 8機には我が国のCUTE 1.7,SEEDSの2機を含む
 - 以前はTWSAT(Third World Satellite)と呼ばれていた衛星
 - 打上げ時重量:83kg
 - サイズ:0.604×0.980×1.129m
- 搭載機器
 - HySI(Hyper-spectral Imager)
 - Mx(4バンドマルチスペクトルカメラ)
- HySI
 - 月探査衛星チャンドラヤーンに搭載されていた同名のセンサと同じもの
 - 重量わずか3.4kg
 - バンド数:可視・近赤外域に64バンド
 - 波長分解能:8nm
 - 空間分解能:約500m
 - 観測幅:約130km

IMS-1の外観



出所:ISRO

センサ名	HySI (Hyper Spectral Camera)
バンド数	64
波長域	450-950 nm
波長分解能	8 nm
空間分解能	505.6 m
観測幅	129.5 km
量子化ビット数	11ビット