

国立研究開発法人連携講座

フロンティア宇宙工学研究拠点

(地球観測センサ科学研究拠点) ワークショップ

地球観測センサの開発実績

2022年2月15日

日本電気（株）宇宙システム事業部

天野高宏

taka-amano@nec.com

- NECの地球観測センサへの取り組み
- 電波センサの実績紹介
- 光学センサの実績紹介
- 「しきさい」 SGLIにおけるユーザ調整
- 今後の地球観測センサの開発

日本初の人工衛星から45年・70機以上の宇宙事業実績

◆ 様々な種類の衛星開発だけでなく、地上システムや搭載機器も対応

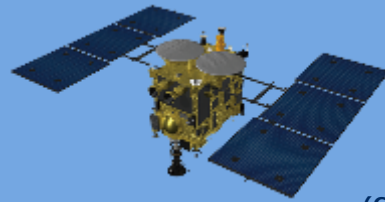
日本初の人工衛星



(C)JAXA

おおすみ 1970年 (24kg)

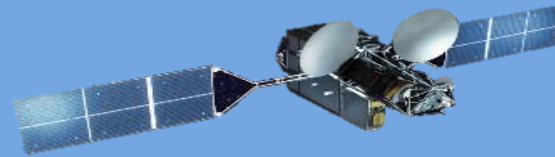
科学衛星



(C)JAXA

はやぶさ2 2014年 (600kg)

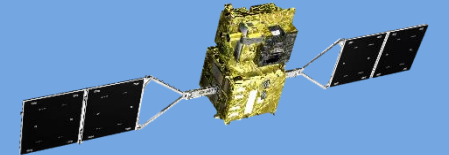
通信・放送衛星



(C)JAXA

きずな 2008年 (2.7 t)

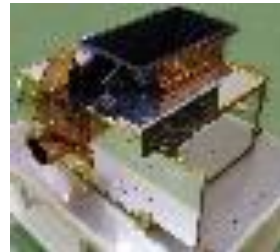
地球観測衛星



(C)JAXA

しきさい 2017年 (2.0 t)

衛星搭載 大型観測センサ
(光学、SAR、ハイパースペクトル等)



温室効果ガス観測センサ (TANSO)、二酸化炭素濃度分布
二周波降雨レーダー(DRP)、降水の三次元分布

地上システム
(追跡・運用管制、データ処理等)



衛星通信アンテナ、追跡管制局、追跡管制室、記録/処理設備

衛星搭載・ロケット搭載機器
(トランスポンダ、太陽電池パドル等)



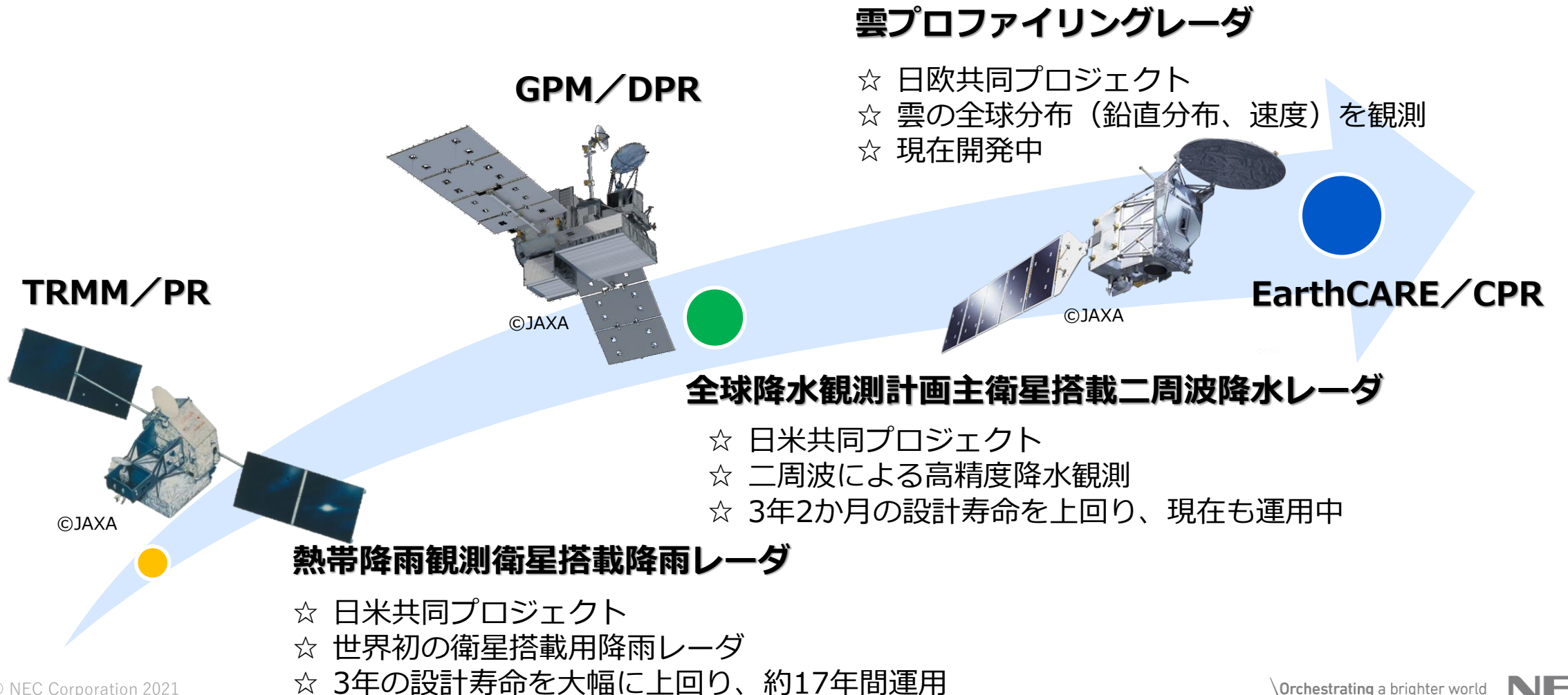
イオンエンジン、太陽電池パドル、GPS受信機、低雑音増幅器
マルチパック型周波数変換器、テレメトリ送信機

■ NECの地球観測センサへの取り組み

- ◆ NECは30年以上にわたり、人工衛星搭載用の地球観測センサを開発してきた。
- ◆ 地球観測センサは、観測波長により、電波センサと光学センサに分けられる。
- ◆ 電波センサは、分解能が劣るが、雲などの影響がなく、昼夜観測できる。
- ◆ 光学センサは、高分解能が特徴だが、赤外領域を除き夜間観測ができない。
- ◆ NECの地球観測センサの開発実績を紹介するとともに、現在運用中の「しきさい」に搭載されている多波長光学放射計（SGLI）の開発を踏まえて、今後の地球観測に対する期待を述べる。

■ 電波センサの実績紹介

雨や雲の全地球上の分布を観測するレーダ

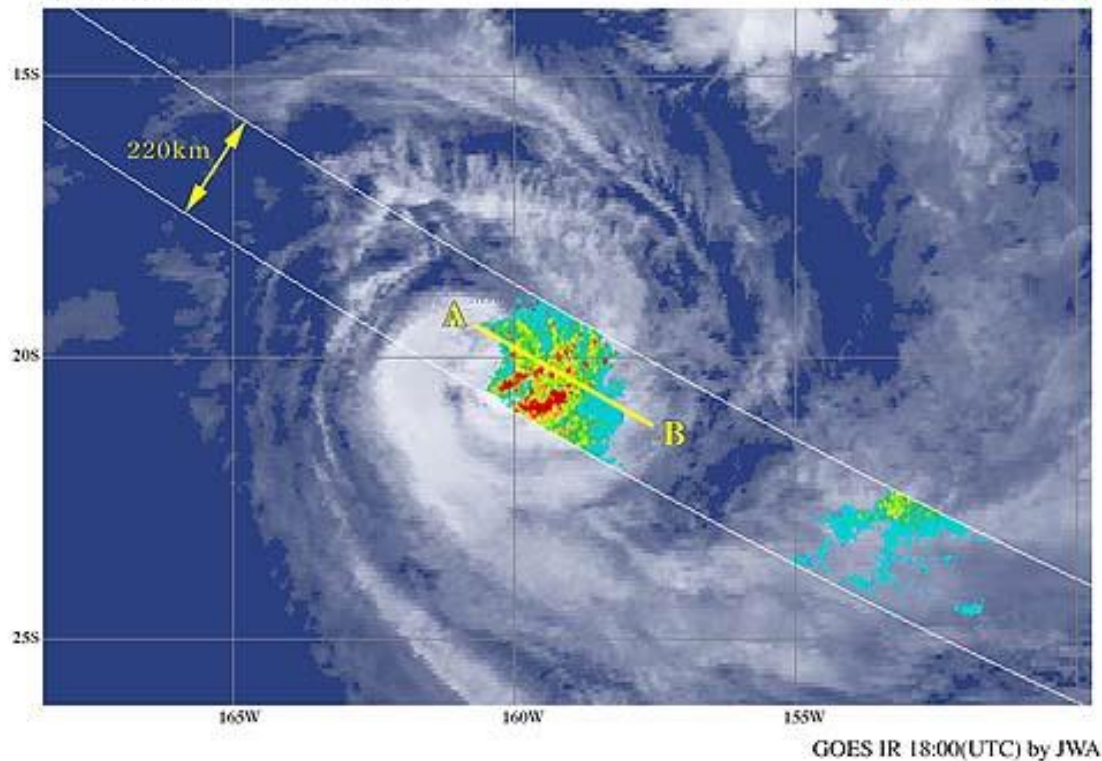


降雨レーダ(TRMM/PR)の観測データ例

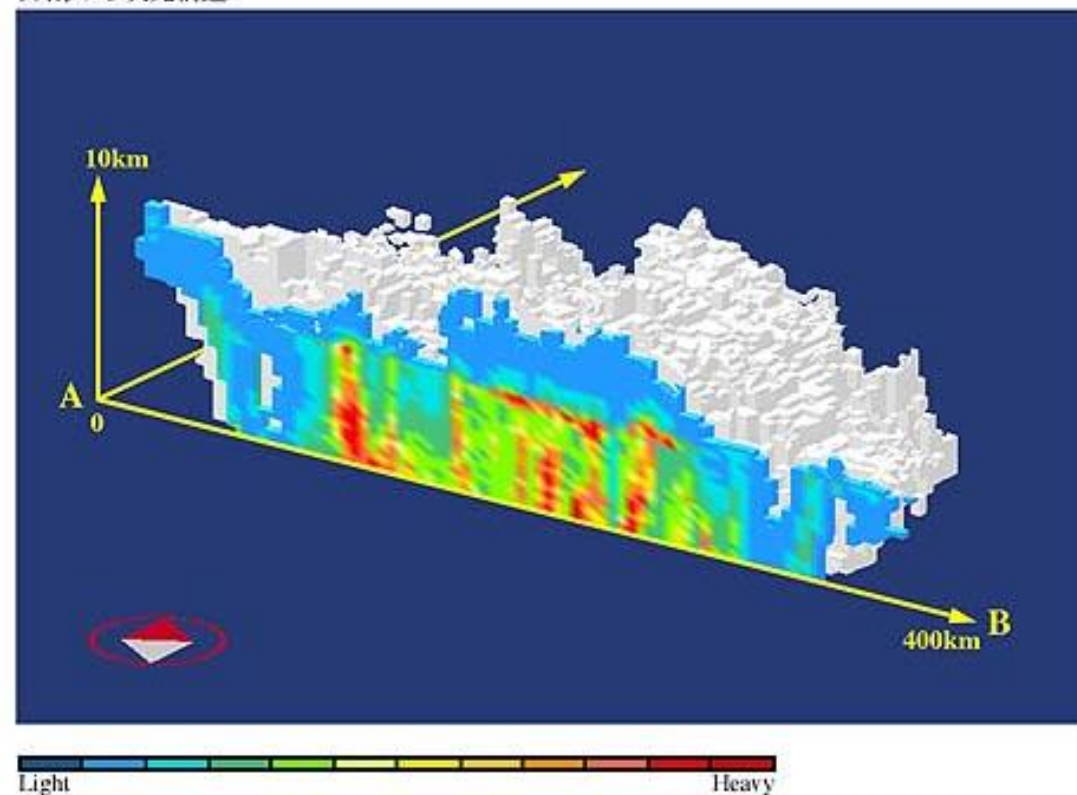
TRMM 降雨レーダ サイクロン (パム)

1997年12月8日17:57-18:02 (世界時)

降雨の水平分布 高度：2.0km



降雨の3次元構造



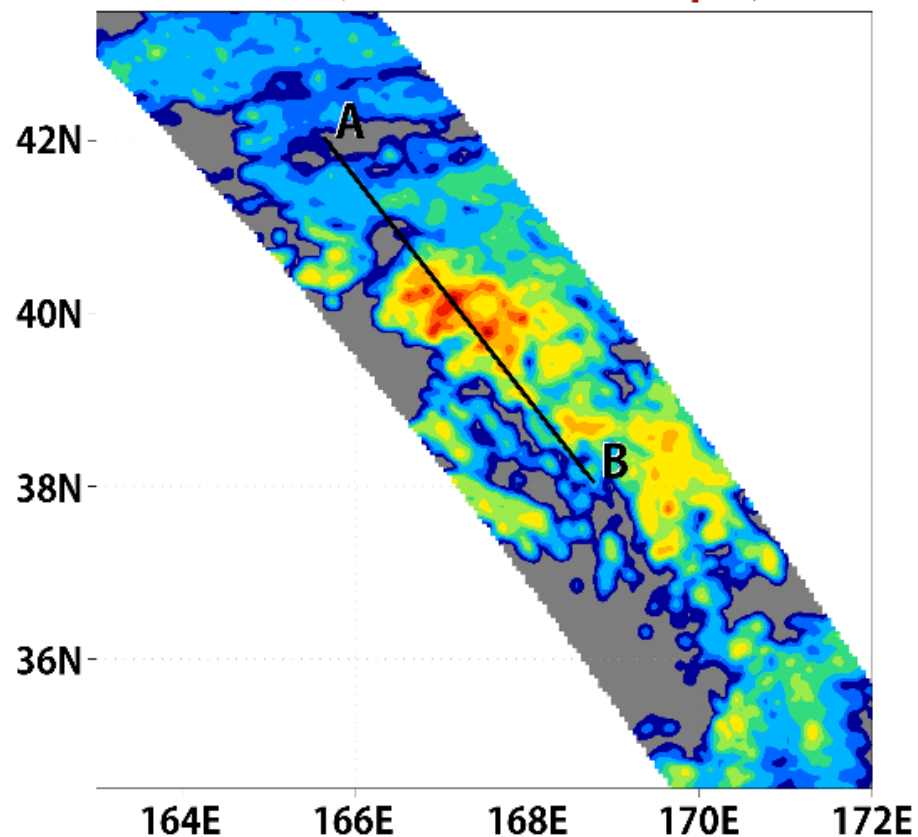
TRMM PR観測データ

宇宙航空研究開発機構ホームページ,

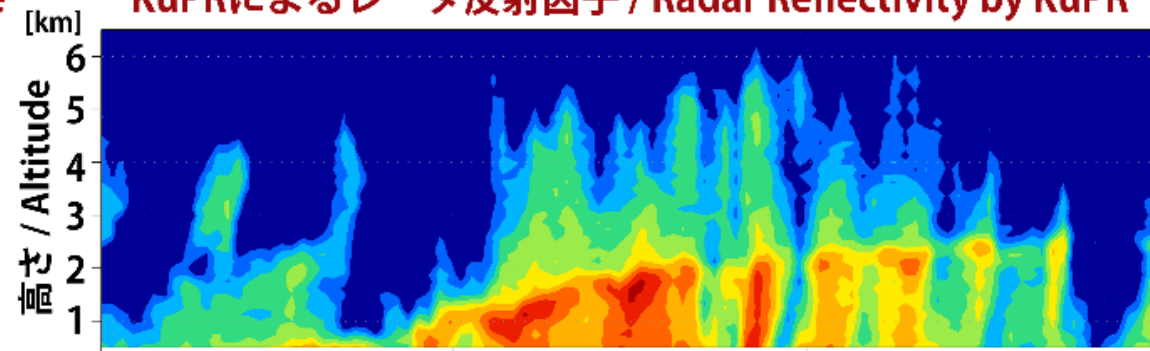
http://www.eorc.jaxa.jp/hatoyama/etc/images/trmm_first/trmm_pam3d_j.html

二周波降水レーダ(GPM/DPR)観測データ例

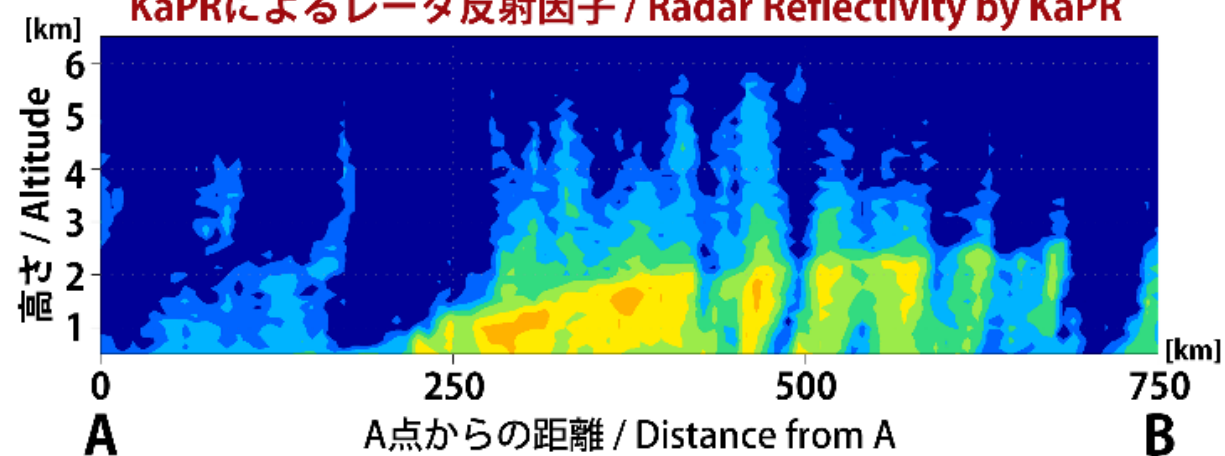
地表付近の降水の強さ / Surface Precipitation Rate



KuPRによるレーダ反射因子 / Radar Reflectivity by KuPR



KaPRによるレーダ反射因子 / Radar Reflectivity by KaPR



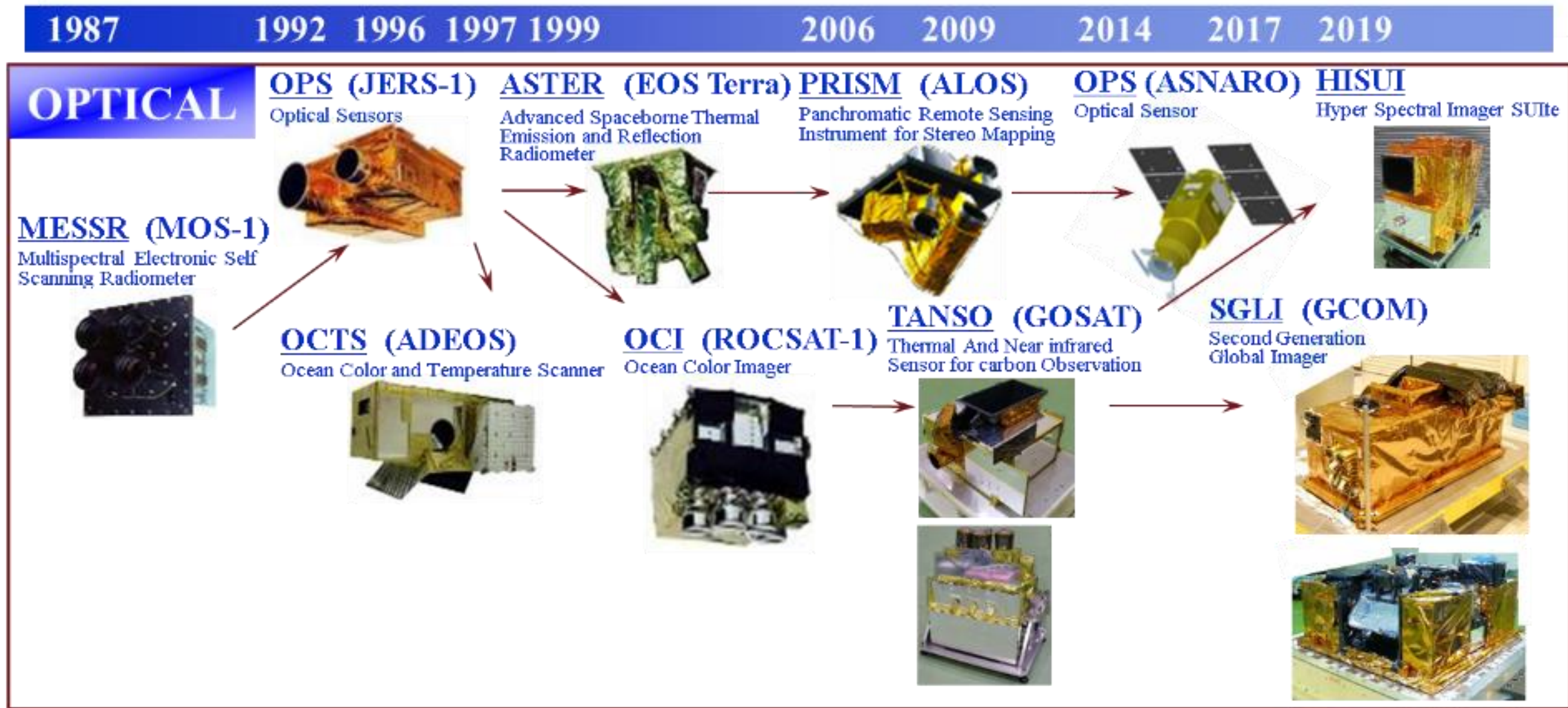
©JAXA 反射因子
弱い Low 強い High
Radar Reflectivity Factor

DPR観測データ

宇宙航空研究開発機構ホームページ

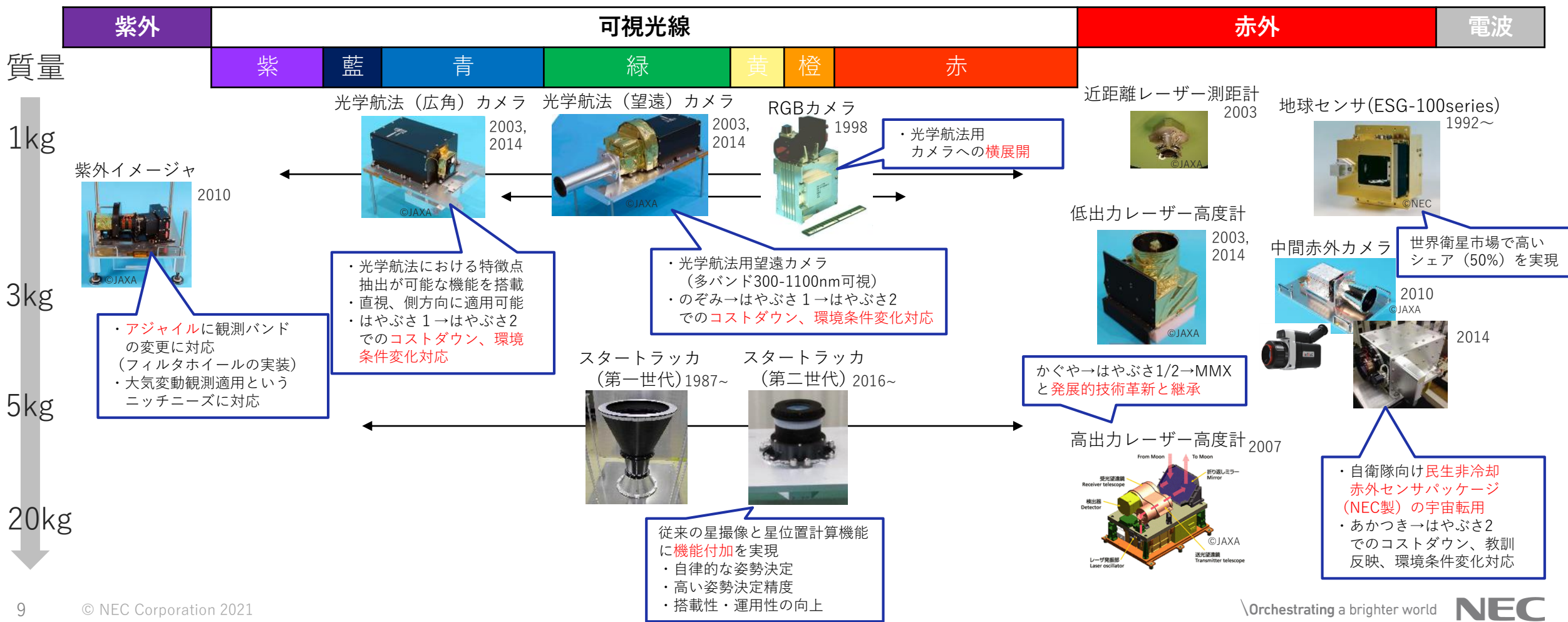
http://www.jaxa.jp/press/2014/03/20140325_gpm_j.html

■ 光学センサの実績紹介

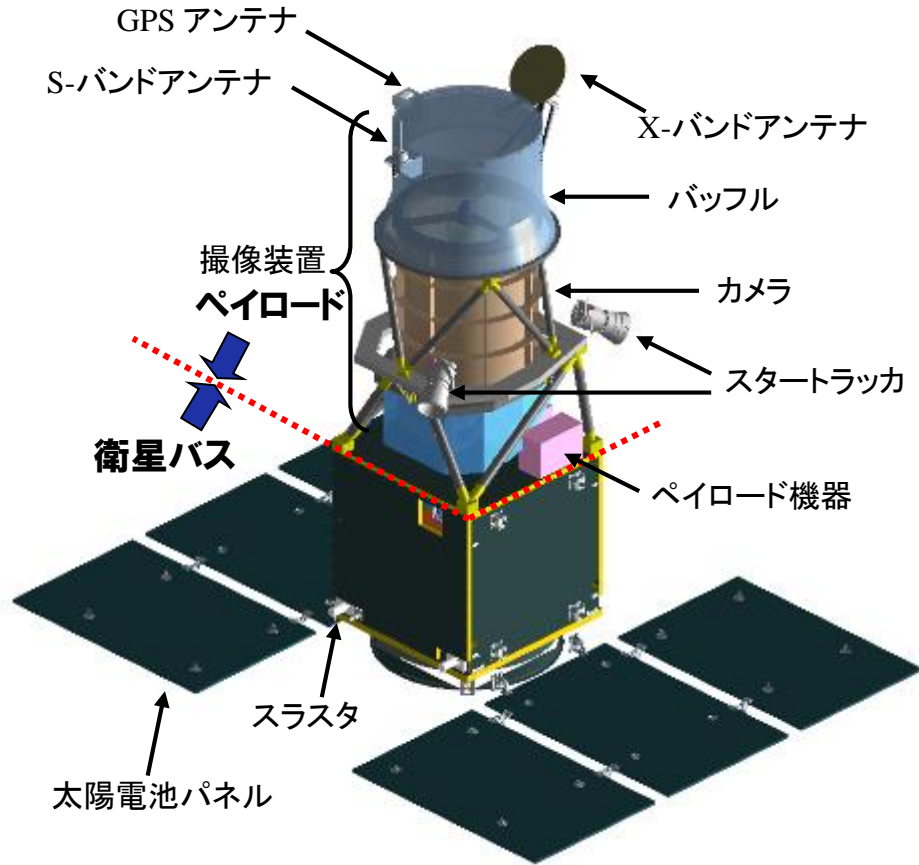


小型光学センサ

NECは大型のセンサ開発だけでなく、小型センサの実績も多く有します。日本の宇宙科学に貢献すべく、極限までの小型化、アジャイルな開発要望に答えると共に、発展的な技術革新、技術継承を行ってきました。



ASNARO/OPS (2014年～運用中)



軌道上コンフィギュレーション

ASNARO (Advanced Satellite with New system Architecture for Observation)

・ ・ ・ NEC's New Small Standard Satellite

区分	項目	諸元	
全体システム	打ち上げ時期	2014年度	
	打ち上げロケット	Dnepr-1	
	周回軌道	軌道:	太陽同期準回帰軌道
		軌道高度:	504±20km(ノミナル)
		降交点地方時:	11:00±15分
		軌道傾斜角:	97.4±0.2deg(ノミナル)
	準回帰周期:	5日	
	システム構成	<ul style="list-style-type: none"> 衛星バス ミッション部 	
	ミッション期間	設計寿命:3年	
	質量	打ち上げ質量:	445kg
衛星バス:		246kg	
電力	発生電力:	1300W(@EOL)	
		(ミッション用 400W)	
地上システム	<ul style="list-style-type: none"> JAXA新GN局 Pasco地上局: 沖縄、北海道(予定) 可搬局(φ5mアンテナ) 		
	姿勢制御	駆動範囲: ±45deg/±45deg (Cross/Along track) アジリティ: 45deg/45sec (平均 1deg/sec)	
ミッション機器	光学センサ	撮像バンド: パンクロマティック/マルチバンド 地上分解能(GSD): 0.5m以下(パンクロ) 2.0m以下(マルチ)	
		刈り幅: 10km	
	データストレージ	ストレージ装置: フラッシュメモリ 圧縮方式: 非圧縮 記録容量: 120GB(@EOL)	
データ伝送	伝送帯域:	Xバンド	
	伝送方式:	16QAM	
	伝送速度:	832Mbps	



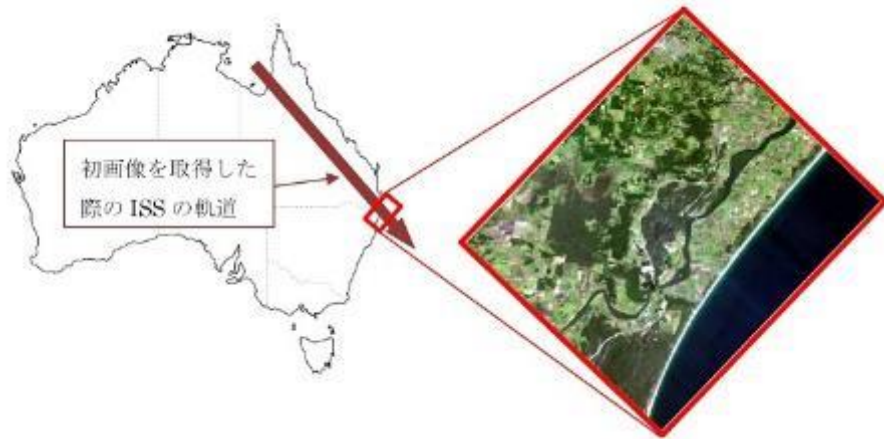
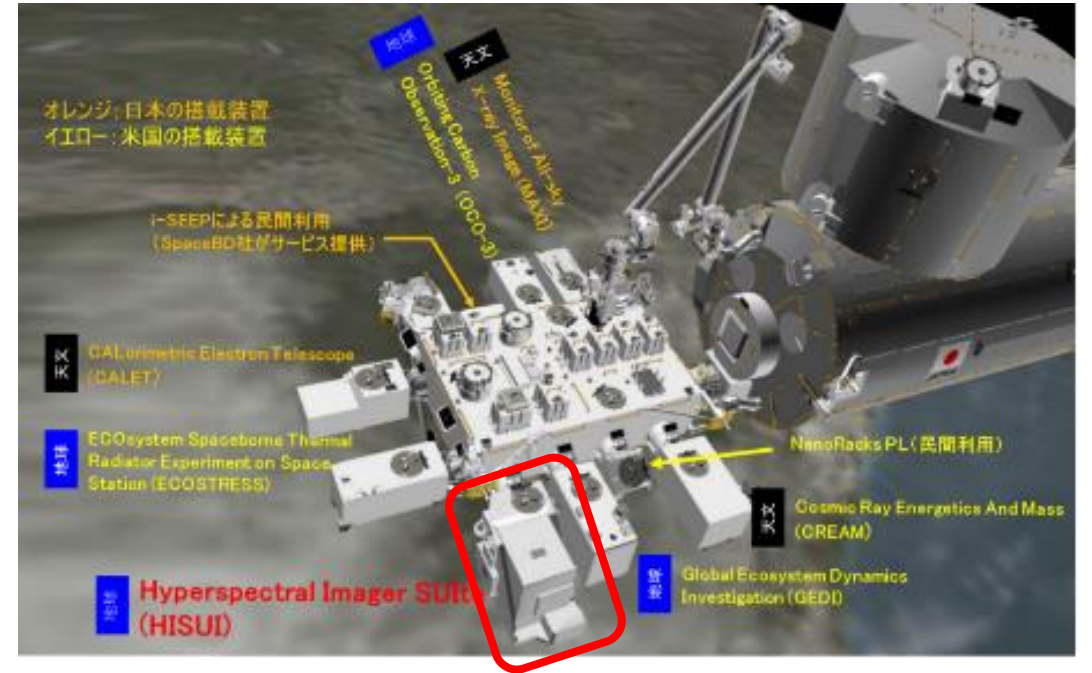
ASNARO
パンシャープン画像

ISS/HISUI (2019年～運用中)

国際宇宙ステーション搭載ハイパースペクトルセンサ

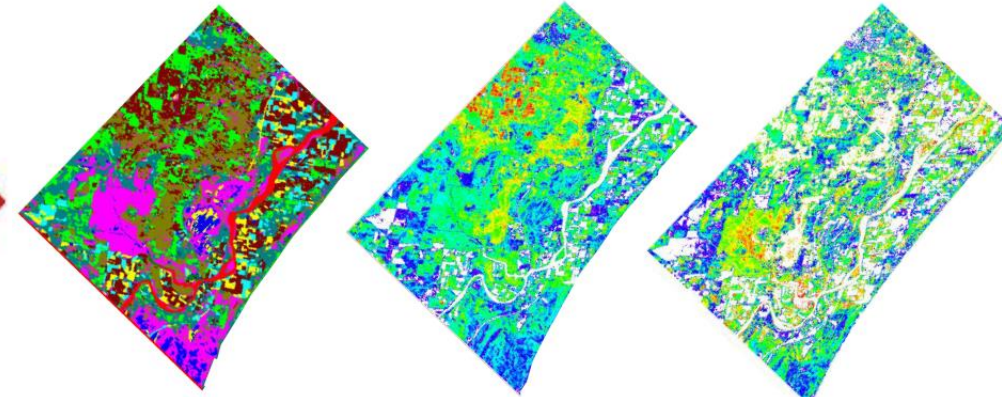


国際宇宙ステーション (ISS) に取り付けられたHISUI
 [http://iss.jaxa.jp/topics/2019/12/191213_hisui.html]



初画像取得@豪州 (2020/9/4)

[https://iss.jaxa.jp/topics/2020/09/200929_hisui.html]



土地被覆分類図
 (185バンド全て使用)

植生活性度
 (650 & 860 nm)

植生の水分量
 (857 & 1241 nm)

[https://ssl.jspacesystems.or.jp/wp-content/uploads/2020/09/HISUI初画像プレス_0928Jc.pdf]

GCOM-C 「しきさい」 /SGLI (2017年～運用中)

2017年12月23日 種子島宇宙センターから
世界最高性能の観測センサを載せた「しきさい」打ち上げ成功
全地球規模の気候変動メカニズムの解明を目的に定常観測中



©JAXA



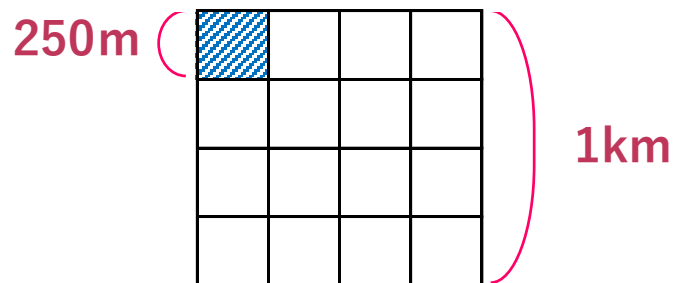
©JAXA

多波長光学放射計 (SGLI)

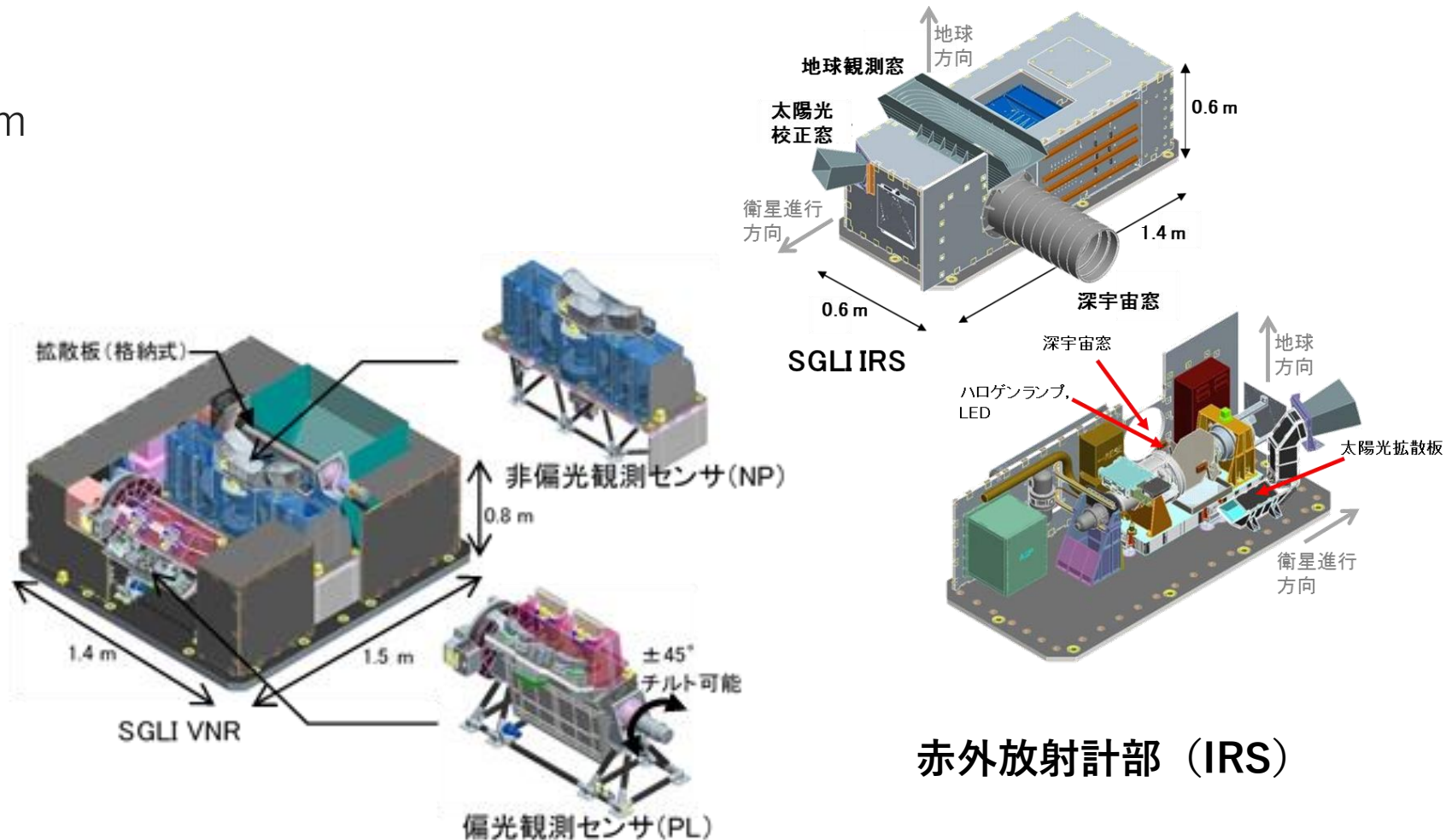
◆ SGLIの主要諸元

- 観測波長：0.38～12.0 μm
- 観測 ch：19 ch
- IFOV：250m／1km
- 観測幅：1150km (VNR)
1400km (IRS)

地上での分解能250mは特長
(1km分解能の16倍)



沿岸（海面温度、赤潮）、火山
の観測で効果



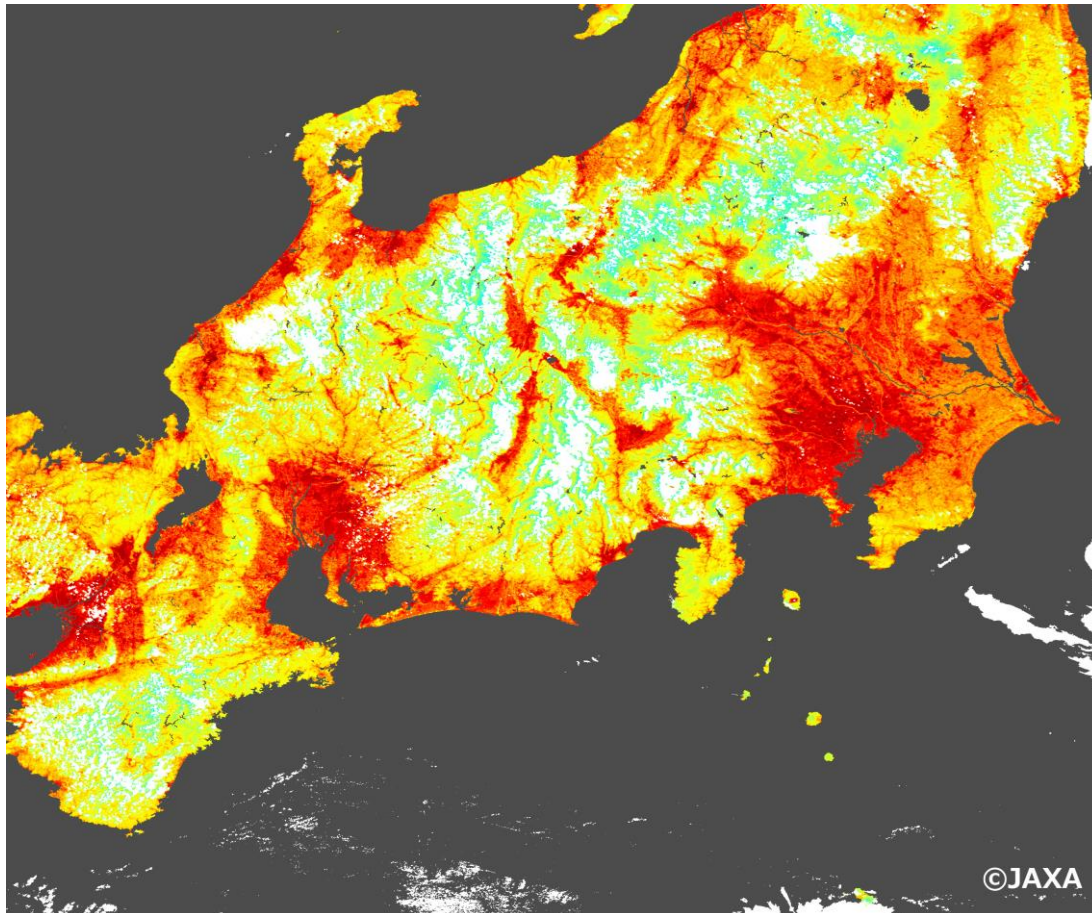
可視・近赤外放射計部 (VNR)

赤外放射計部 (IRS)

多波長光学放射計（SGLI）の観測データ例

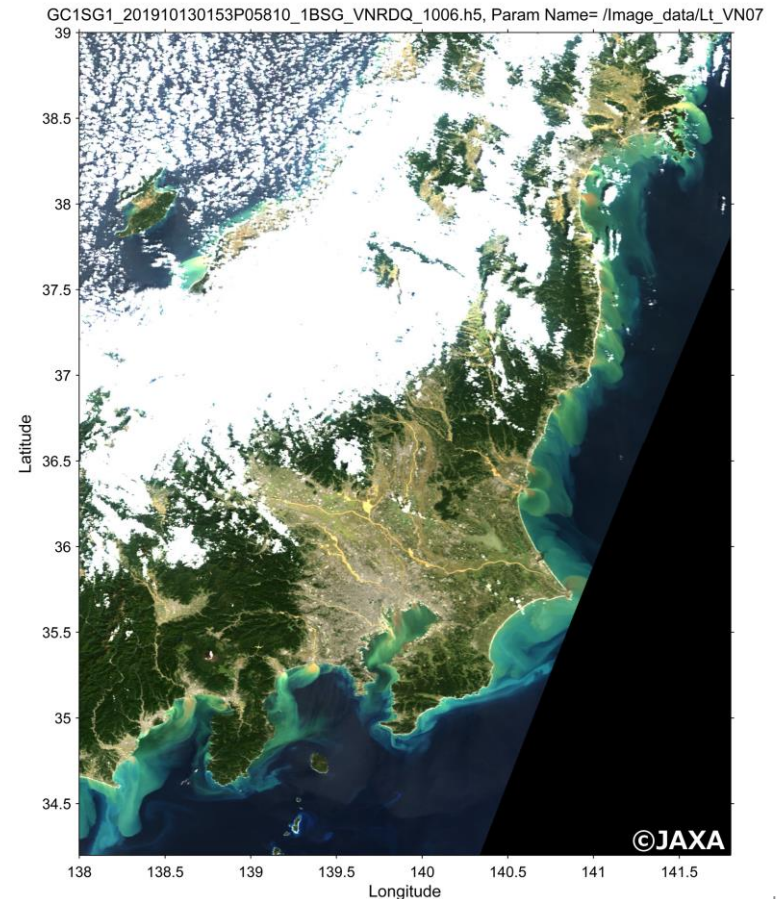
◆ 2018年8月1日地表面温度

- 熱赤外バンドから推定した地表面温度。特に大都市域で地表面温度が50度以上と非常に高温。



◆ 2019年10月13日台風19号による河川の土砂などによる海洋の懸濁

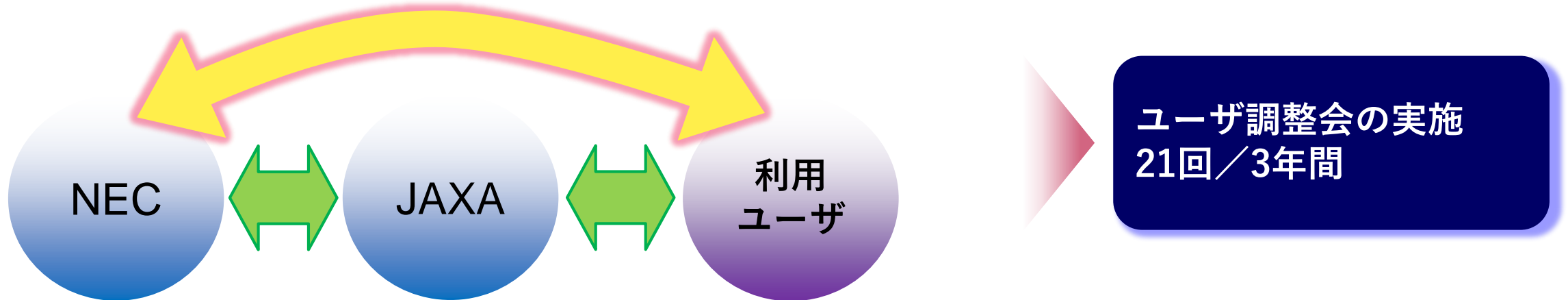
- 土砂の影響は沿岸から数10km以上沖合まで。



■ 「しきさい」 SGLIにおけるユーザ調整

SGLIの開発プロセスの中で、フライト品製造前に、一部の仕様調整を提案。観測データを利用するユーザの方々への影響を考慮し、NECが直接状況を説明する機会を設けて、使って頂けるセンサとするための方法を相談。

利用ユーザとのコミュニケーションが重要



ユーザ調整会 (GCOM/SGLI利用WG)

仕様調整の合意を得て、詳細設計審査のベースラインに (2013年2月～6月、集中的に計9回)
PFM製造試験フェーズにおいても継続 (2013年10月～2016年7月まで、3ヶ月毎に計12回)

開発仕様の元となる観測データへのニーズを理解することで、利用されるセンサへ

SGLI打上げ後のインタビュー

SGLI打上げ後の観測データの利用状況、将来への期待など、ユーザから意見を伺っている。
詳細は、NECホームページのインタビュー記事を参照頂きたい。

◆ 衛星リモートセンシングを活用し、**雪氷融解を予測**する

——気候変動観測衛星「しきさい」が支える**地球温暖化対策**

国立極地研究所・国際北極環境研究センターの特任教授 青木輝夫氏

◆ **火山噴火の被害を最小化**するために

——気候変動観測衛星「しきさい」が実現する火山リモートセンシング

東京大学地震研究所・火山噴火予知研究センター准教授 金子隆之氏

◆ 高精細な衛星データが拓く**スマート水産業**

一般社団法人漁業情報サービスセンター（JAFIC） 斎藤克弥氏

◆ 海の環境を高精細に知り、**ホタテガイ養殖**に衛星観測データが大活躍する理由

青森県産業技術センター水産総合研究所 漁場環境部長 高坂祐樹氏

NECホームページ > 「宙（そら）への挑戦」 > 「しきさい」

<https://jpn.nec.com/ad/cosmos/shikisai/index.html>

■ 今後の地球観測センサの開発

◆ 地球観測データの提供は必須

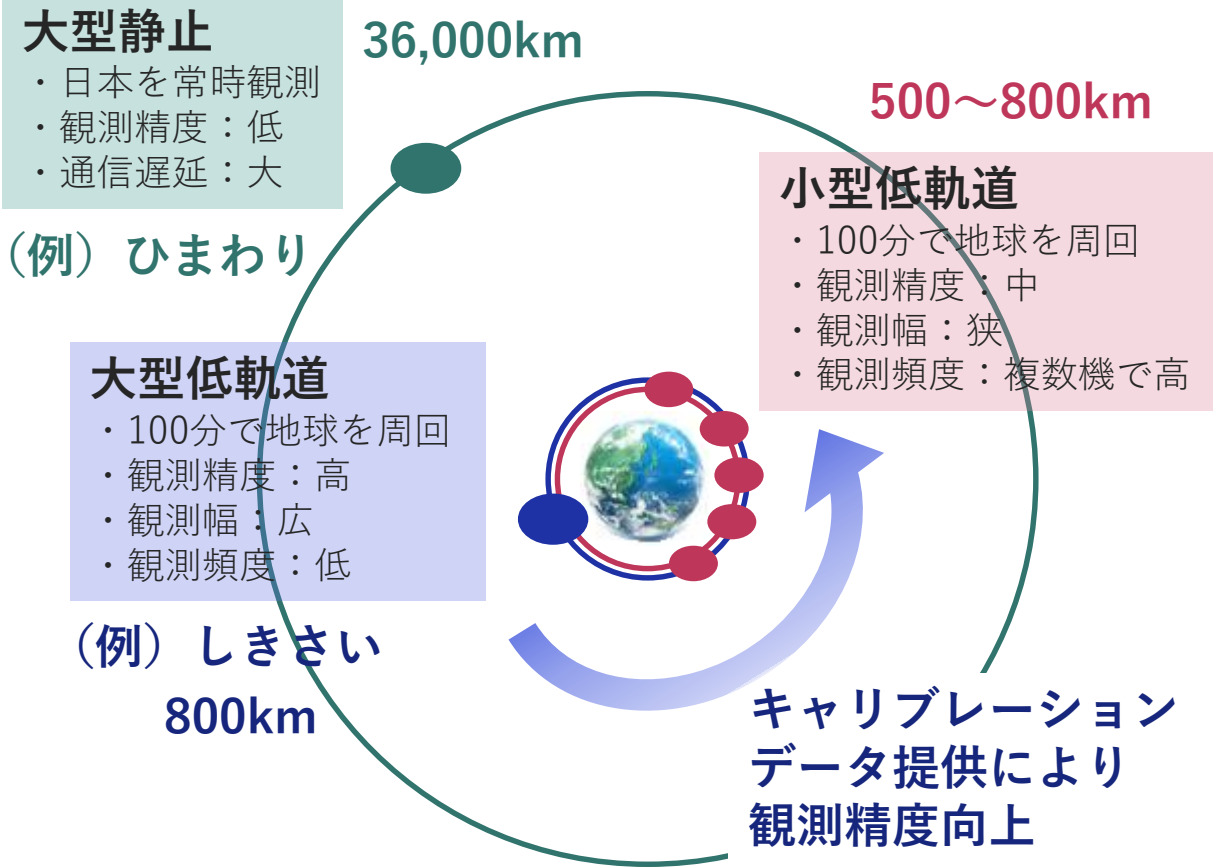
- 漁業、火山噴火、自然災害状況把握などのリアルタイム実利用

- 地球温暖化観測／予測へ長期的なデータ提供



◆ 観測データ利用ユーザの声

- 長期間の継続した観測データの供給
- 観測精度の維持・向上
- 使いやすいデータフォーマット
- 観測頻度を上げてほしい
- 地上（陸域）の分解能を高くしてほしい
- 特定の観測波長を追加してほしい



総合観測システム

1衛星（1社）単独ではなく、複数衛星（複数企業）の特長を活かしたシステムへ

まとめ

◆地球観測へのニーズは高まっている

- 地球観測は、実利用面と地球温暖化予測の両方の観点で必須
- 安全・安心、防災、減災の実現には、地球に何が起きているのか、見ること、知ること、対処することが必須
- 地球観測には、観測精度、空間分解能、波長分解能、観測頻度など、ニーズによって様々な要求がある

◆地球観測衛星／センサ製造メーカーとしての期待

- 国際貢献も含め、国でなければできない地球観測センサの計画を立てて頂きたい
- 将来のニーズに応える最先端技術の開発を支援して頂きたい
- 民間で事業化できる分野も後押しして頂きたい

\Orchestrating a brighter world

NECは、安全・安心・公平・効率という社会価値を創造し、
誰もが人間性を十分に発揮できる持続可能な社会の実現を目指します。

\Orchestrating a brighter world

NEC