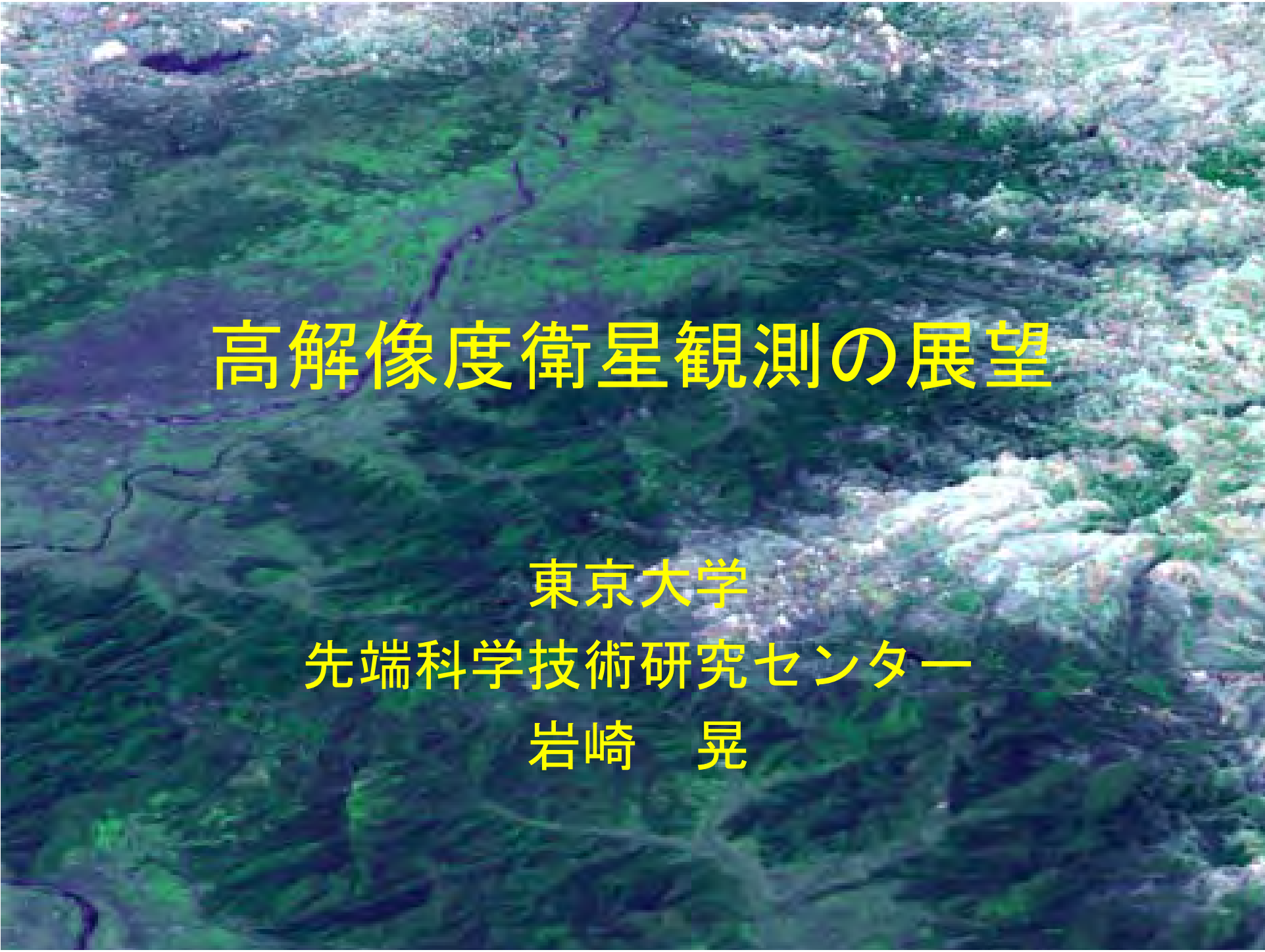


A satellite image of a forest landscape with a river. The image shows a dense green forest with a winding river or stream cutting through it. The terrain appears rugged with some rocky outcrops visible on the right side.

高解像度衛星観測の展望

東京大学
先端科学技術研究センター
岩崎 晃

展望の範囲

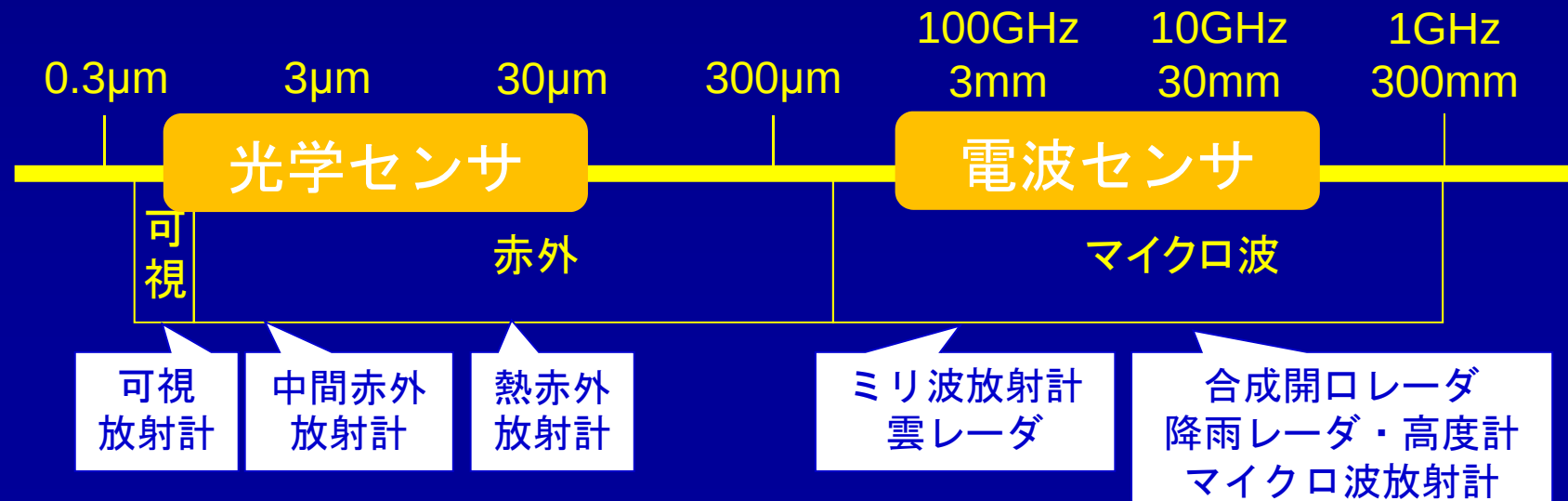
空間分解能30m以下の衛星地球観測センサについて議論

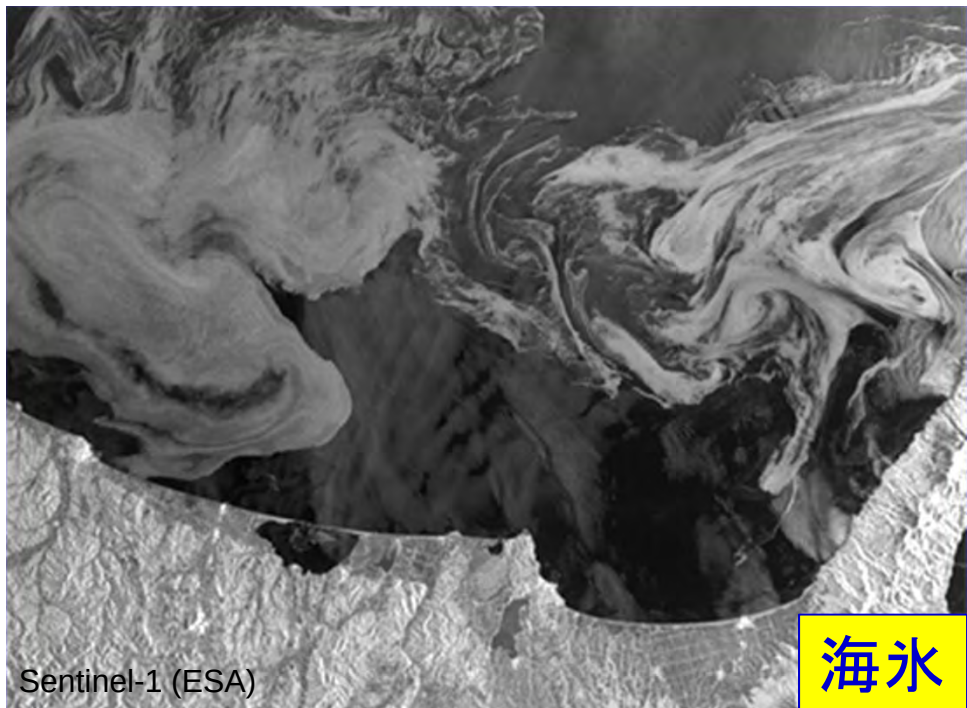
光学センサと合成開口レーダが対象

- ✓ 日本の立ち位置
- ✓ オープン＆フリー
- ✓ 超高分解能センサ
- ✓ 超小型衛星

細かく見える

頻度が少ない

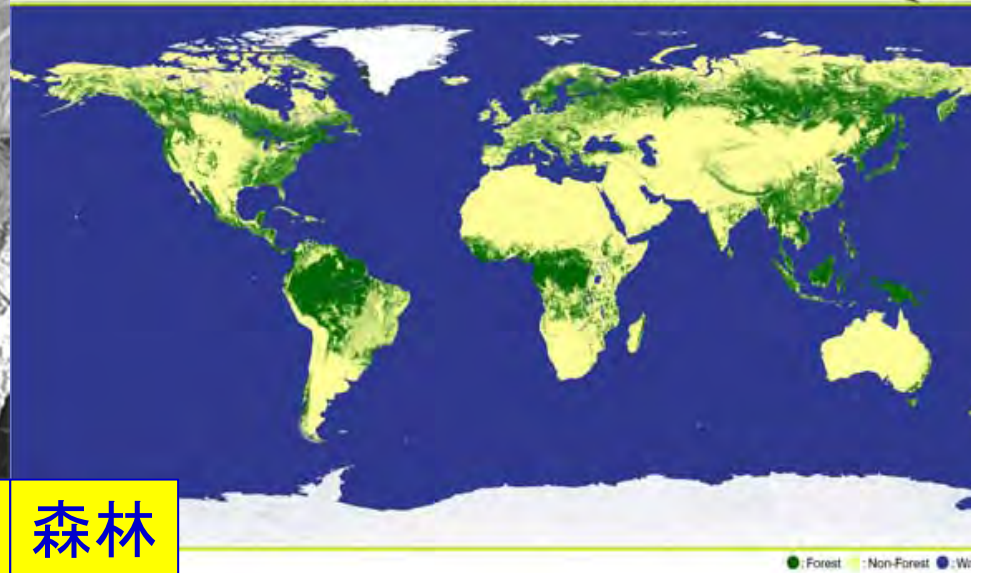




Sentinel-1 (ESA)



PALSAR 10m Global Forest/Non-Forest Map 2009

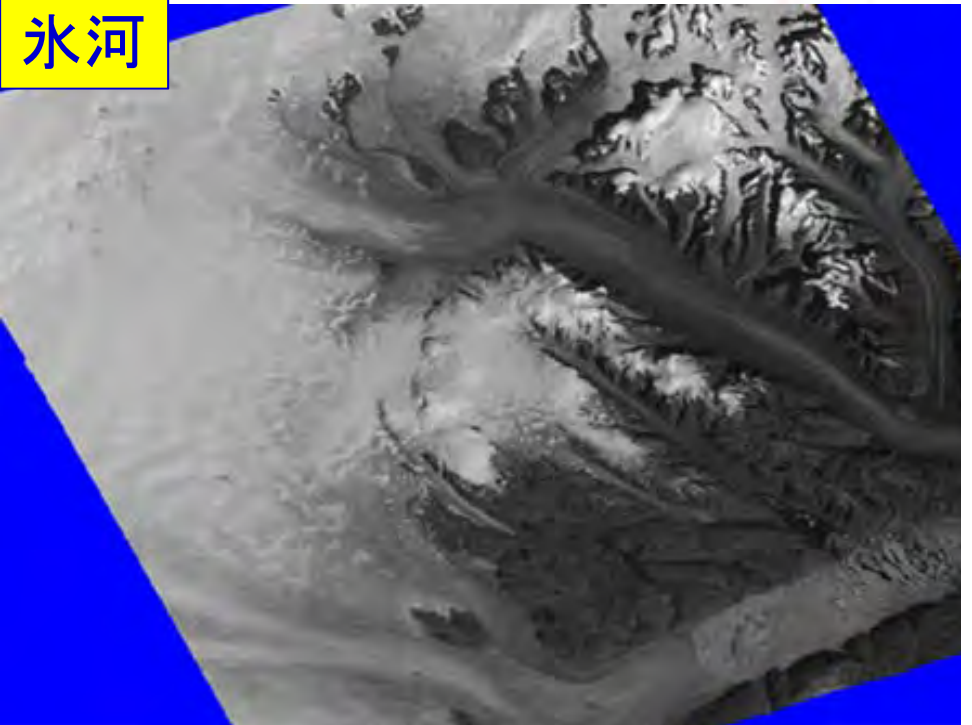


海水

森林

火災

氷河



さまざまな標高モデル

SRTM



シャトル搭載干渉SAR

<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>



ASTER DEM



ASTERステレオ視

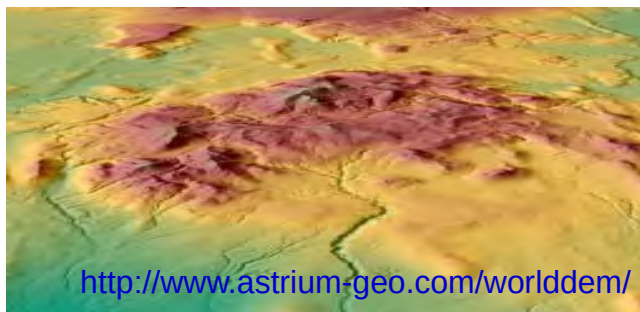


<http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/J/>

World DEM



Tandem-Xによる干渉SAR



<http://www.astrum-geo.com/worlddem/>

PRISM DEM



ALOS/PRISMステレオ視



<http://www.restec.or.jp>

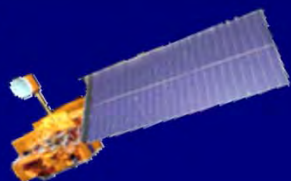
温暖化に伴う海面上昇リスク
氷河の融解モニタリング

日本の高分解能センサ

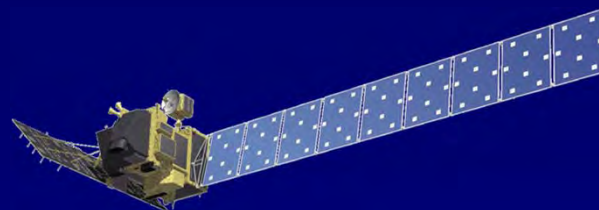
FUYO (JERS-1)
(1992-1998)



Terra / ASTER
(1999-)



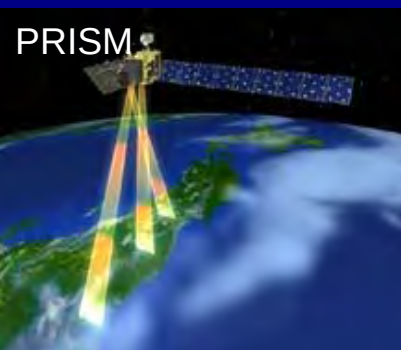
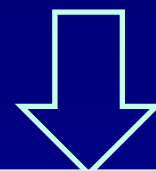
DAICHI (ALOS)
(2006-2011)



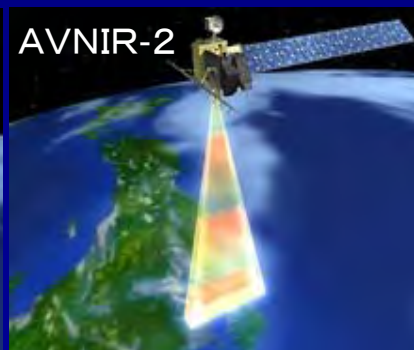
ALOS-2 SAR
(2013-)



先進光学
先進レーダ



衛星の進行方向に沿う
3方向の**ステレオ観測**
2.5m分解能で地上の
建物などを観測可能



10m分解能・カラー観測
左右44度の首振り機能
を持ち、災害発生時に
は2日以内に観測可能



地上が**曇り**や**雨**の天候
時また**夜**であっても電波
レーダによって**観測可能**
干渉性の高いLバンド

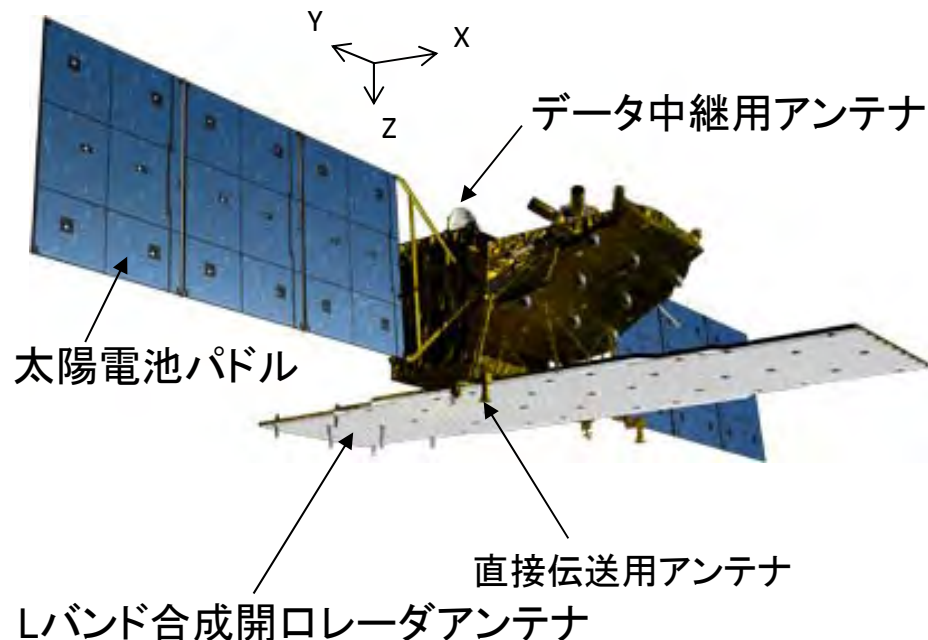
地図作成, 土地利用観測, 災害状況把握, 資源探査



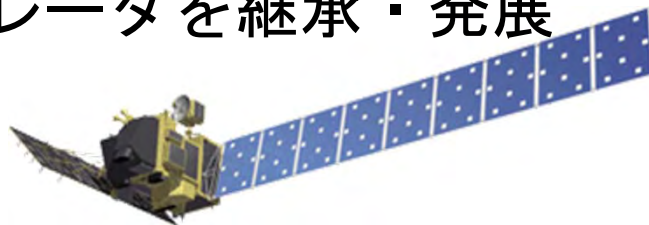
「だいち」から「だいち2号」へ

陸域観測技術衛星2号

「だいち2号」 (ALOS-2)



だいち (ALOS) の
合成開口レーダを継承・発展

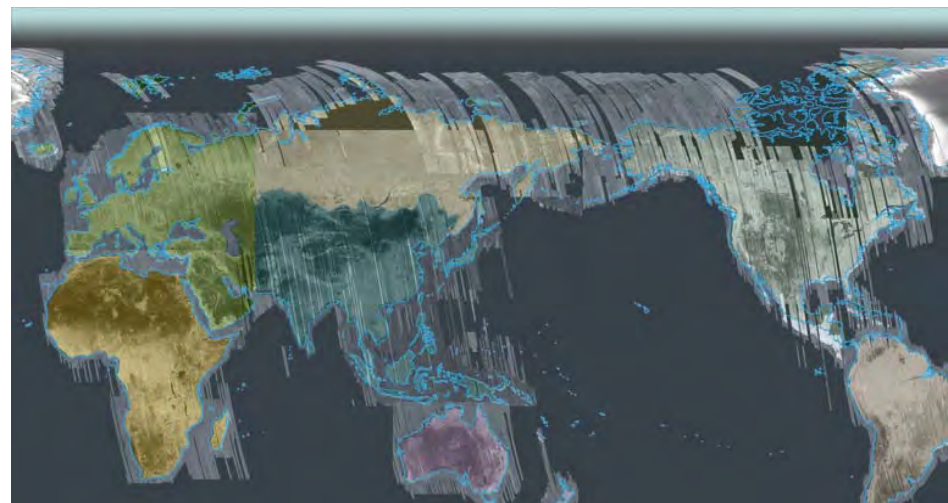


Lバンド合成開口レーダ (PALSAR-2)

- 広い観測可能範囲 (2,320km)
- 左右観測機能
- 高分解能 (1-3m)
- 昼夜・天候の影響を受けずに観測

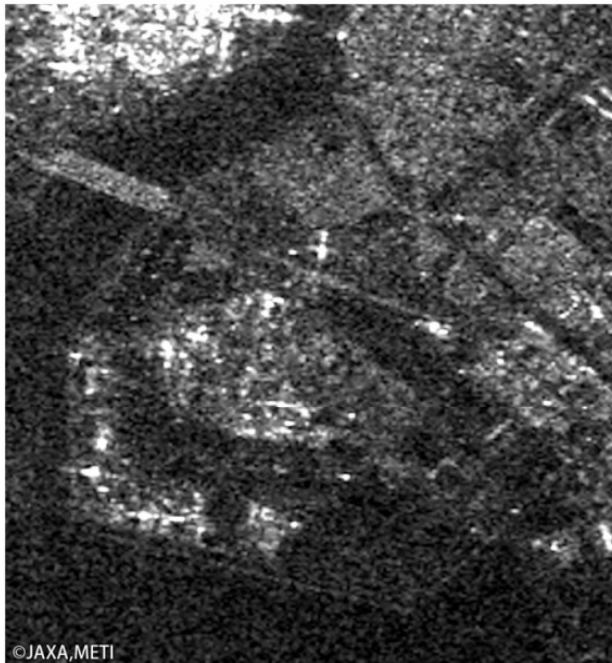
目的:

- 防災機関における広域かつ詳細な被災地の情報把握
- 国土情報の継続的な蓄積・更新
- 農作地の面積把握の効率化
- CO₂吸収源となる森林の観測を通じた地球温暖化対策、等





日本の合成開口レーダ(SAR)画像の比較



「ふよう1号」 SAR
1992年4月21日
(分解能約18m)



「だいち」 PALSAR
2006年4月27日
(分解能約10m)

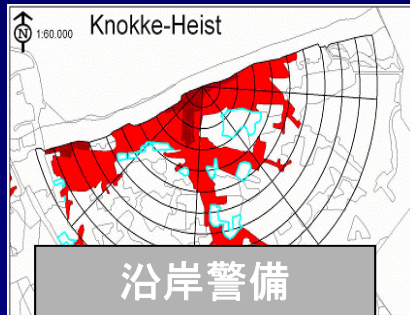


「だいち2号」 PALSAR-2
2014年6月19日
(分解能約3m)

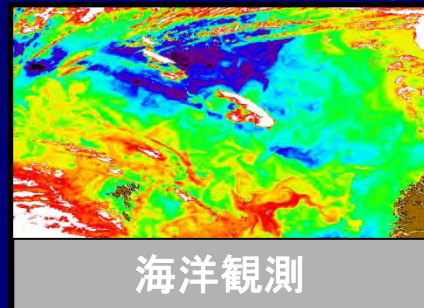
Lバンド合成開口レーダの技術と利用を継承・高性能化
将来は、先進レーダとして発展

Copernicus

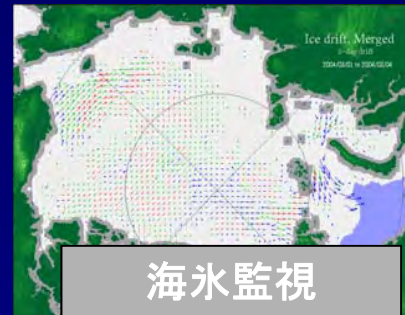
GMES (Global Monitoring for Environment and Security)



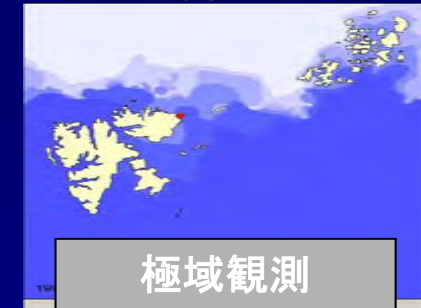
沿岸警備



海洋観測



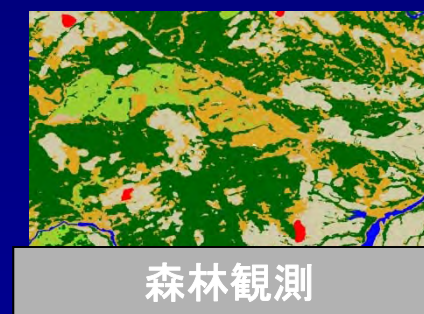
海水監視



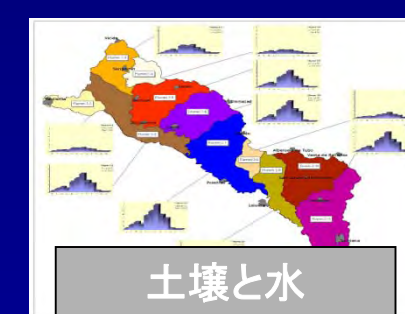
極域観測



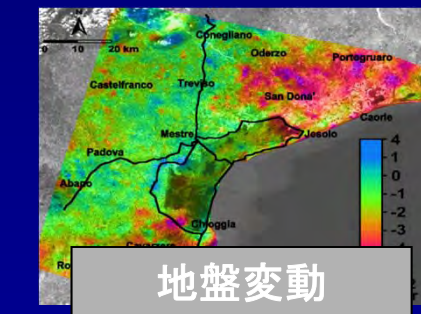
火災や洪水



森林観測



土壌と水



地盤変動



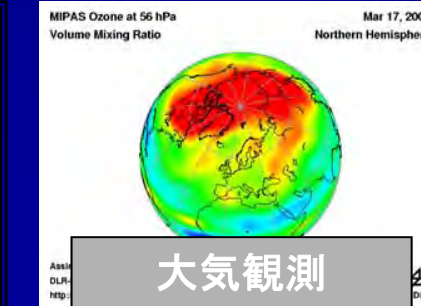
都市整備



人道的支援



食料安全保障



大気観測

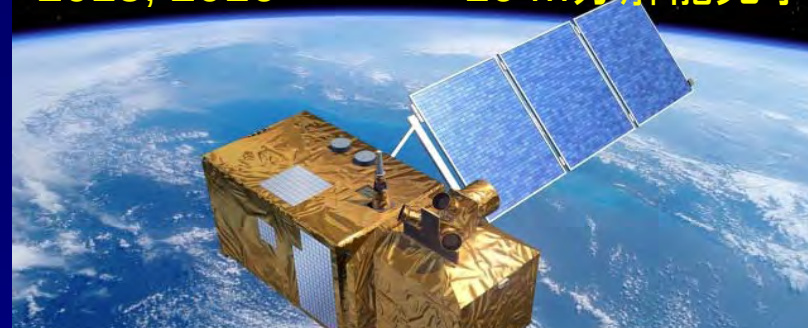
Sentinel-1, -2

2014, 2015 C band合成開口レーダ

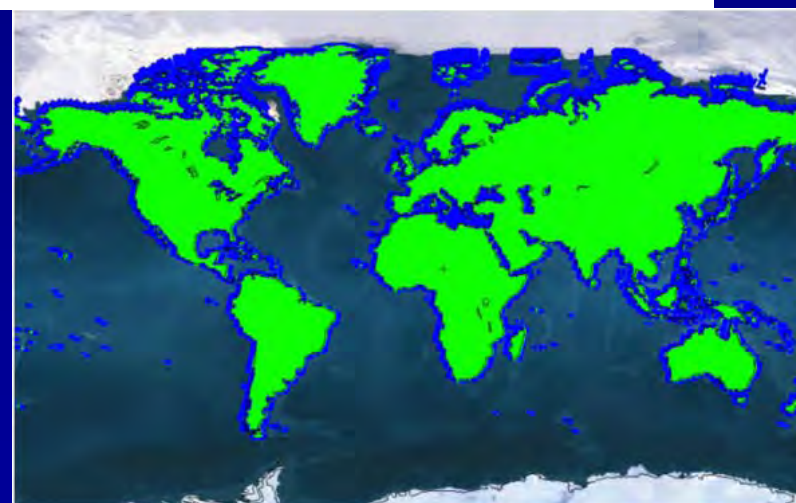
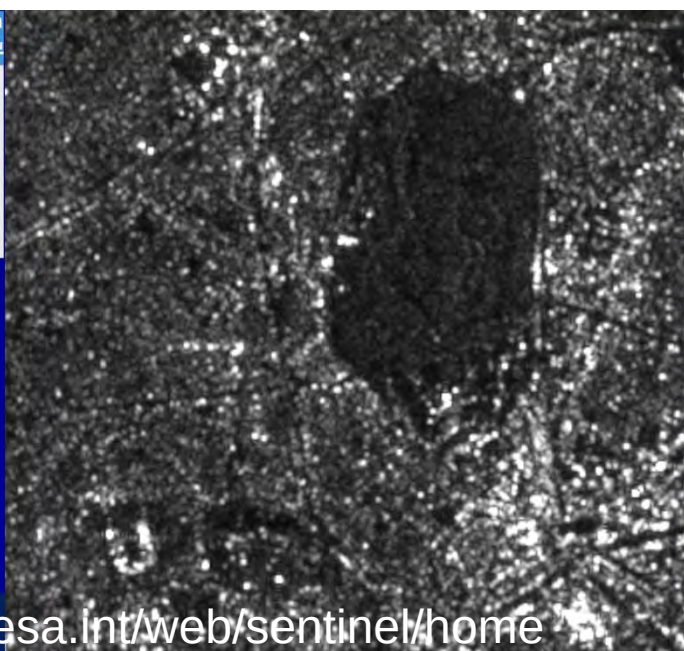
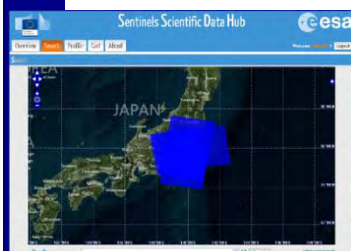


2015, 2016

10 m分解能光学



Sentinel Data Policy =
FREE and OPEN access



5日に1回 (Sentinel-2A+2B)

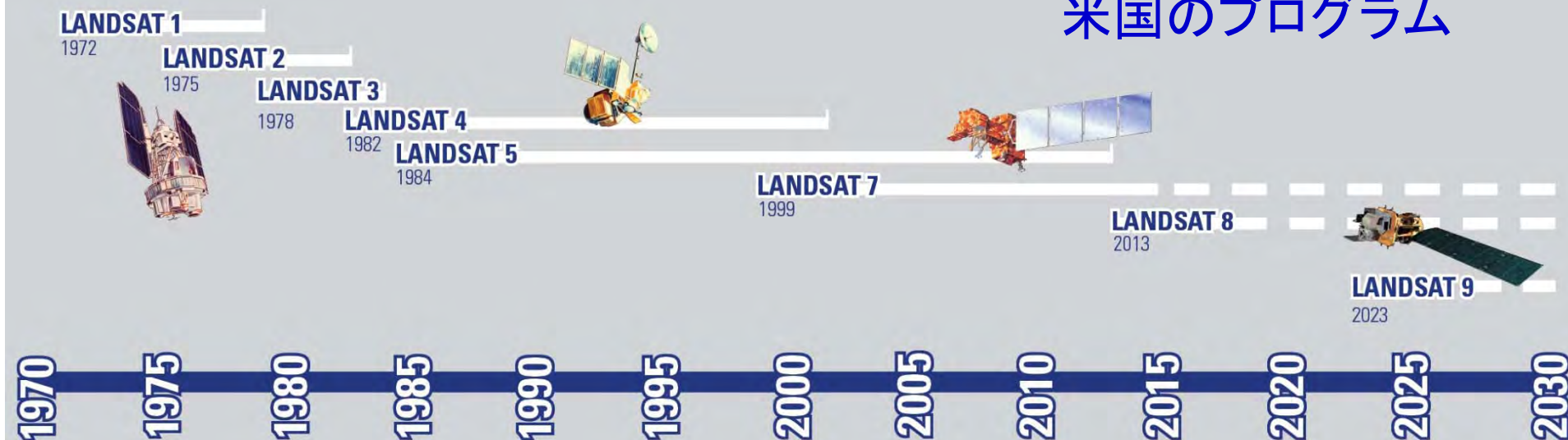
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home>

Sentinel-1 and -2 Core Data

Landsat: 30年以上の陸域観測の継続

LDCM

米国のプログラム



無料

<http://earthexplorer.usgs.gov/>

全世界にデータは開かれている、ダウンロードの必要あり

オープン&フリーデータ

西之島

2013/09/03

10km

2013/11/06

2013/12/24

2014/03/30

2014/05/17

2014/11/25

2015/06/21

2015/08/24

オープン&フリー戦略

- ✓ 国土・環境モニタ衛星の中分解能（＞数m）画像を無償開放（オープン&フリー）
- ✓ 頻度の高いデータ観測の実現
- ✓ 自国製センサデータを利用するユーザの育成と囲い込み
- ✓ 利用者の成長に伴って高分解能画像を有償販売するスキームの確立



データのオープン&フリー戦略

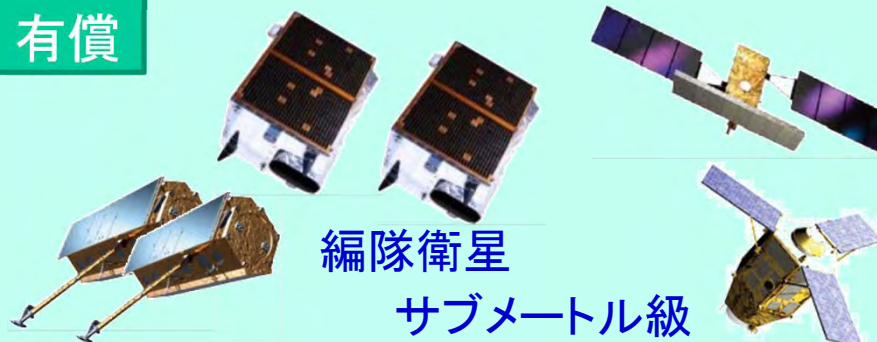
- ・ レーダ衛星⇒北極海監視（2機）
- ・ 光学衛星 ⇒多目的観測（2機）
- ・ 環境観測衛星 2機
- ・ EUの意思決定ツールとして利用



Landsat衛星データをすべてフリー

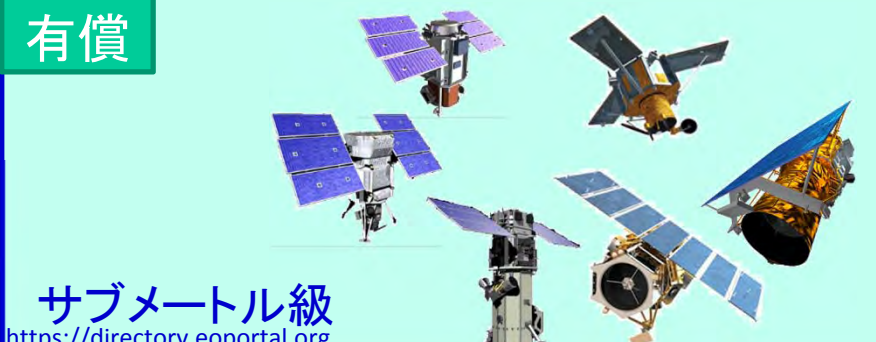
- ・ 16日毎に全球陸地観測（光学）
- ・ 1972年以降のデータを保存
- ・ 環境観測衛星と標準化をリード
- ・ 希望国に受信設備設置を許可

有償



編隊衛星
サブメートル級

有償



サブメートル級
<https://directory.eoportal.org>

超高分解能光学

WorldView-3 (2014-)



<https://www.digitalglobe.com/>

NTT Dataの
ご厚意


DigitalGlobe

さまざまなセンサの観測波長

Visible (V) Near Infrared (NIR) Short Wave Infrared (SWIR)

Picture Veg Iron Man made Rocks

Landsat 8
(30 m)



ASTER
(15/30 m)

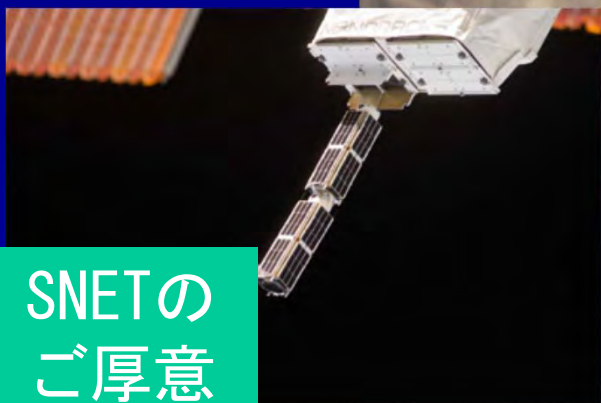


超小型衛星

JSIの
ご厚意

Planet Labs

- ✓ 10x10x30 cmの衛星
- ✓ 3~5 mの空間分解能
- ✓ 赤道軌道・極軌道

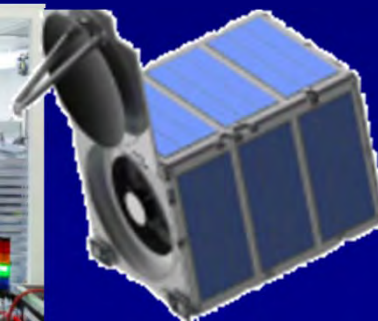


SNETの
ご厚意

<https://www.planet.com/>

Skybox Imaging

- ✓ 100kgの衛星
- ✓ 1m以下の空間分解能
- ✓ 24機を目指している



<http://www.skyboximaging.com/>

超小型衛星（ほどよし）

ほどよし 4号機

細かい分解能＋広い観測幅＋近赤外観測
→光学望遠鏡の性能
→検出器の選択と配置
→振動や放射線の対策は当然

光学センサ

1ピクセル＝6.7m

RGB+NIR

観測幅28 km

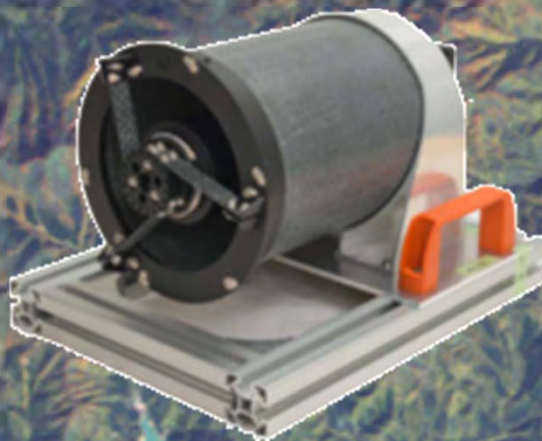
NIR
Filter

RGB
CCD

Mono
CCD



光学フィルタと
ラインCCD
(4波長観測)



東京の観測

Landsat-8による

超小型衛星のセンサは
Imagerではあるが
まだRadiometerではない

ほどよし1号機による

航空機による

まとめ

空間分解能30m以下の衛星地球観測センサについて議論

- ✓ オープン＆フリーなデータ
- ✓ 超高分解能センサデータ
- ✓ 超小型衛星のデータ
- ✓ 日本の立ち位置

