

# JAXAのリモートセンシング 衛星データについて

平成30年2月1日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構  
第一宇宙技術部門  
内藤 一郎

- 衛星データ配布に関する海外動向等
- JAXA所有する衛星データ
  - 高分解能衛星
    - データ利用までの流れ、標準データ、主題図の例、利用事例
  - 環境観測衛星
    - データ利用までの流れ、オープン化されているデータの例、主題図の例、利用実績
- 衛星データ提供に関するJAXAの取組状況
- データ配布方針(ALOS-2、先進光学衛星、先進レーダ衛星)
- JAXAにおけるデータカタログ化の取組

## ●光学・SARデータの市場規模

衛星データ全般の世界市場は拡大すると予測されているものの、SARデータの市場規模は光学データと比べて小さく、約1/10。

## ●光学・SARデータの市場傾向

現状における世界の衛星データ市場傾向は以下の通り。

### (a)低分解能衛星

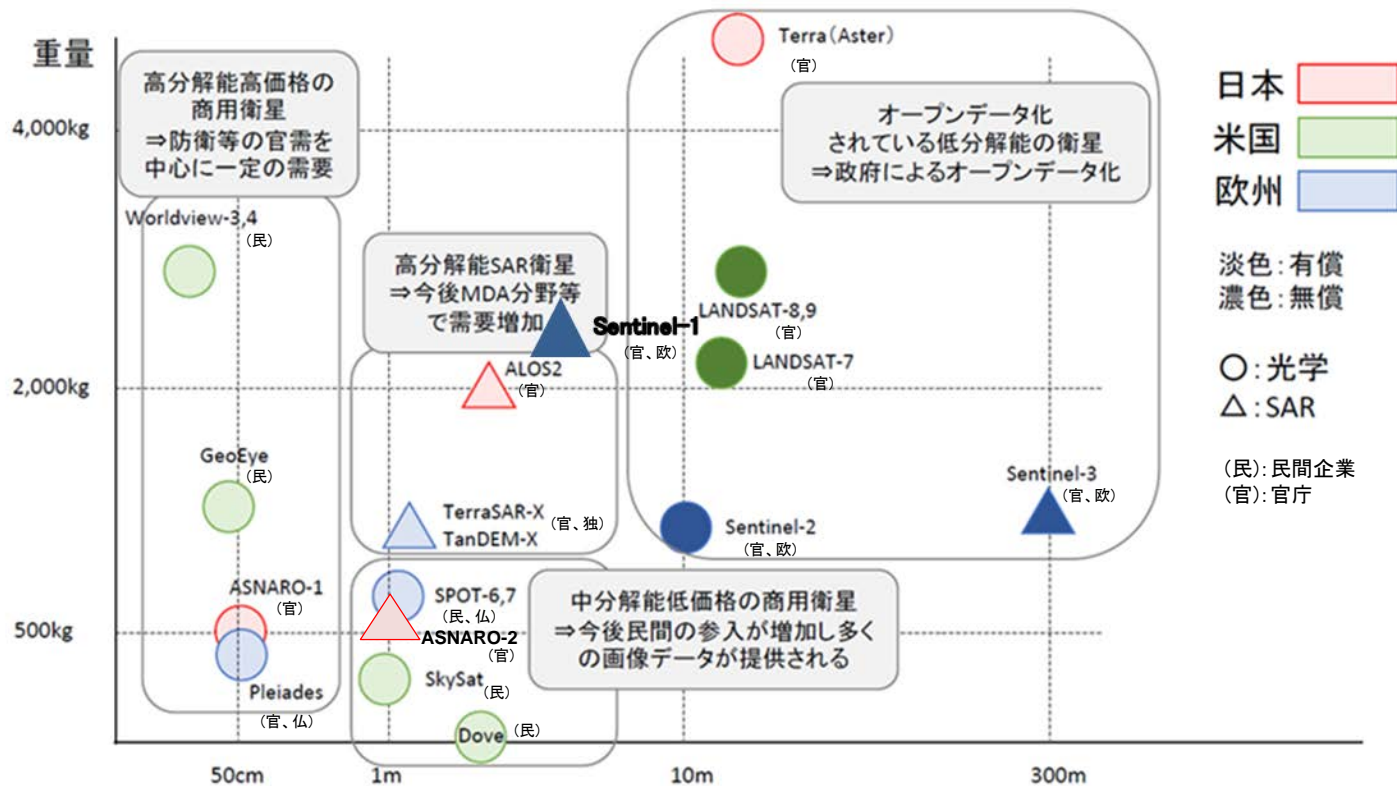
・・・オープンデータ化

### (b)中～高分解能衛星

・・・商用衛星の一層の増加が見込まれる

### (c)超高分解能衛星

・・・官需を中心とした一定の需給関係の維持



## ●オープンフリー化

米国LANDSAT(光学)無償化による利用拡大を機に、欧州Sentinel-1(レーダ)など無償公開が進み、今後も分解能の低いデータから、順次無償公開が進むと予想される。これに伴い、市場も衛星データそのものの販売からデータを用いたソリューション、アプリケーション事業へシフトしつつある。

SAR: 5m×20m分解能 無償化済み(Sentinel-1A/1B)

3m分解能データ 無償化検討中(2018年加RCM) ⇒ 無償化しない可能性大

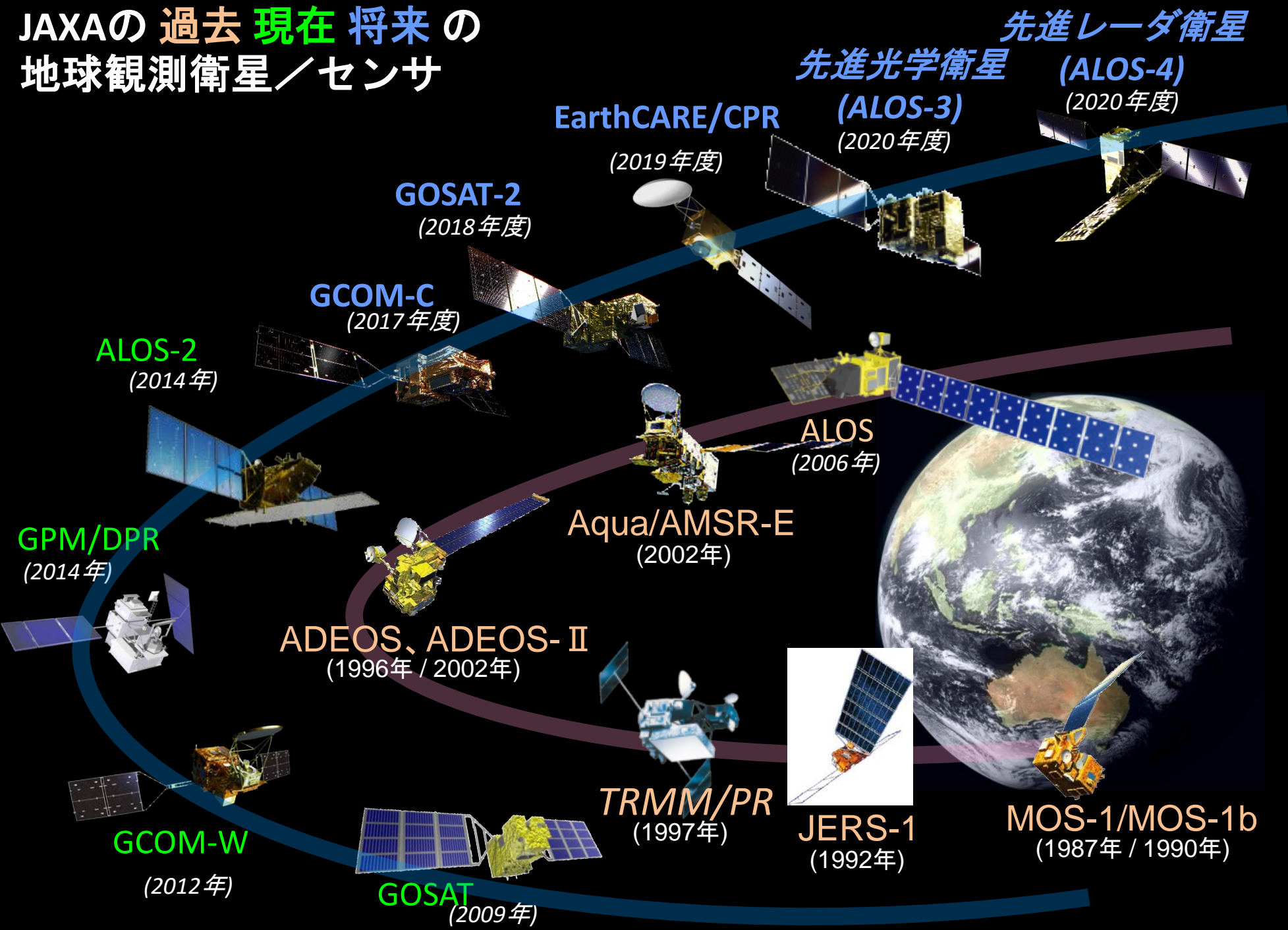
光学: 10m~15m分解能 無償化済み(LandSat、Sentinel-2A/2B)

## ●ビジネスモデルの変遷

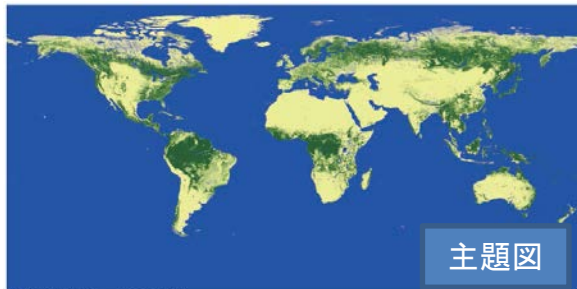
有償データも含め、海外では衛星データ自体の販売から、複数衛星の構成された時系列データを利用可能なプラットフォームのサービス提供を開始している。ここでは、商業利用の場合には事業者がプラットフォームを利用して得た事業収益の一定割合の支払いを受けるモデル(Revenue Share)へのシフトがみられる。



# JAXAの過去 現在 将来の 地球観測衛星／センサ



## ・高分解能衛星 (ALOS、ALOS-2)



全球森林・非森林マップ(2009年)

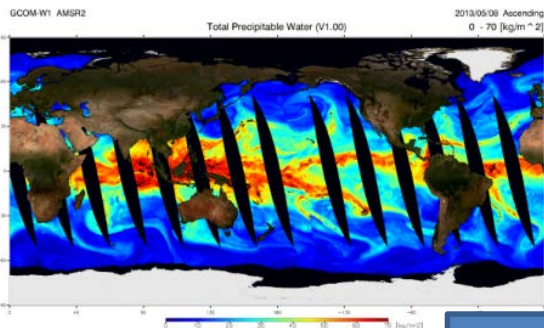
解像度(25m)

■ 森林 ■ 非森林

- ・写真
- ・地形図
- ・土地利用分布図
- ・森林/非森林マップ
- ・地殻変動等

ユーザからの注文など必要に応じて処理  
一部の主題図はオープン&フリー

## ・環境観測衛星 (上記、高分解能衛星以外)



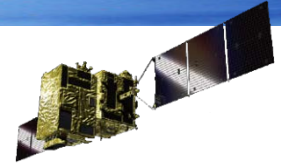
解像度(数km~数十km)

主題図

- ・海面水温
- ・土壌水分量
- ・降水量
- ・積雪量
- ・海氷密接度
- ・CO2/ CH4

観測開始からの全球データを処理済み(オープン&フリー)

# データの利用までの流れ(高分解能衛星)

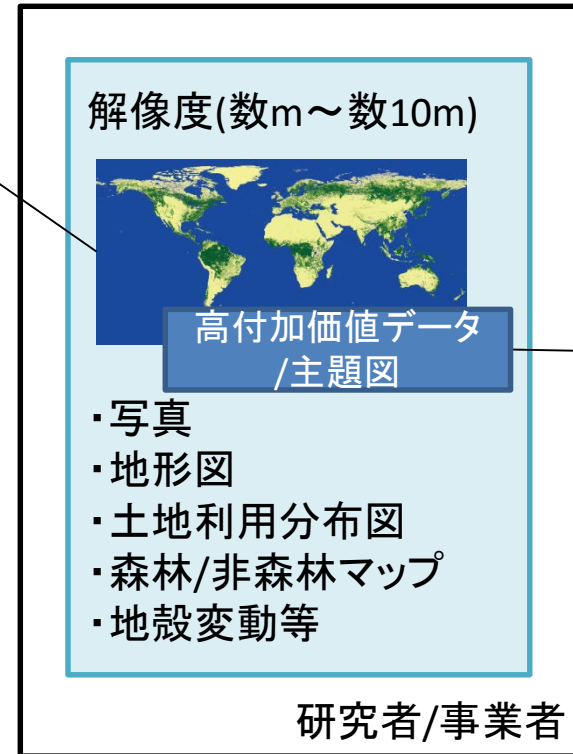
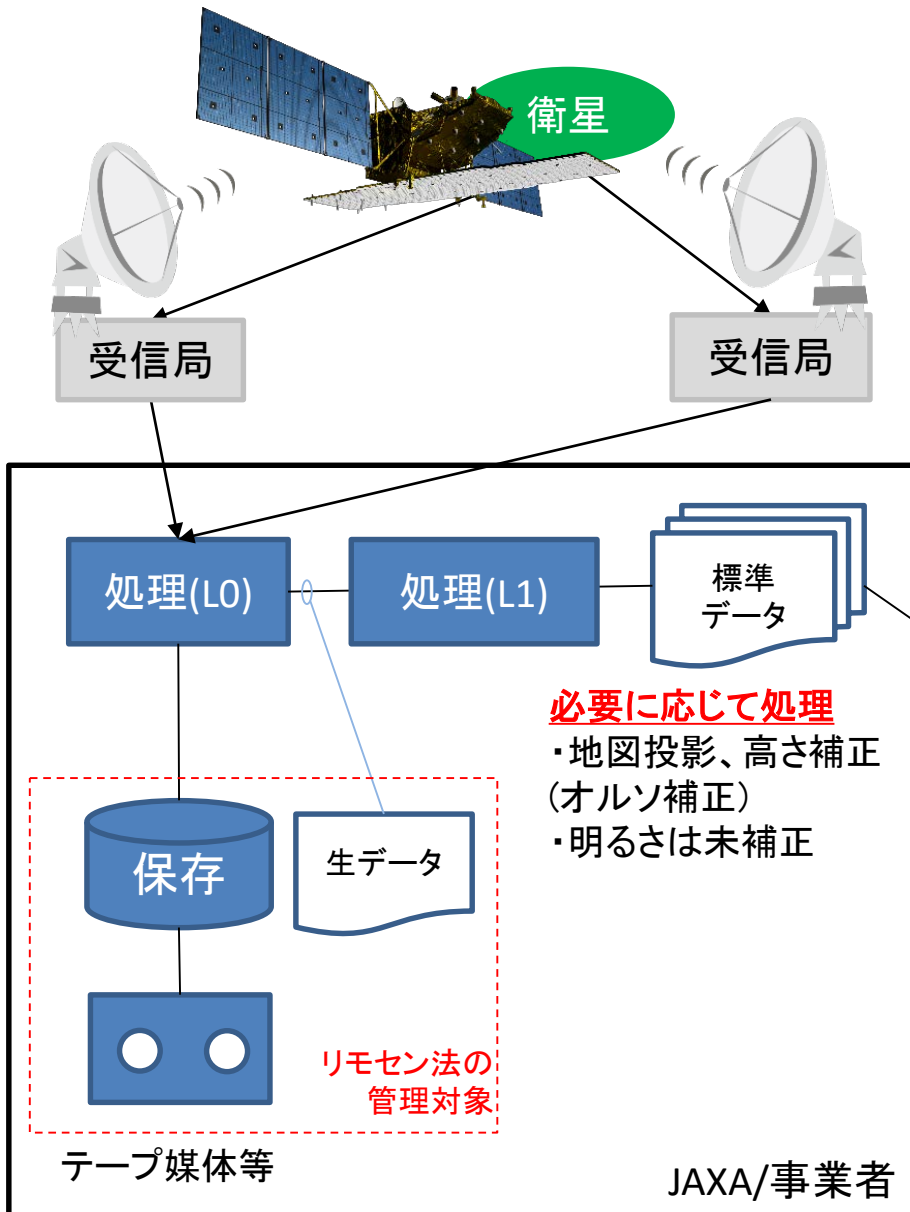


## 衛星観測時のデータ量

ALOS	1PB(約5年間)(2006-2011)
ALOS-2	150TB/年(2014~)

### 【参考】

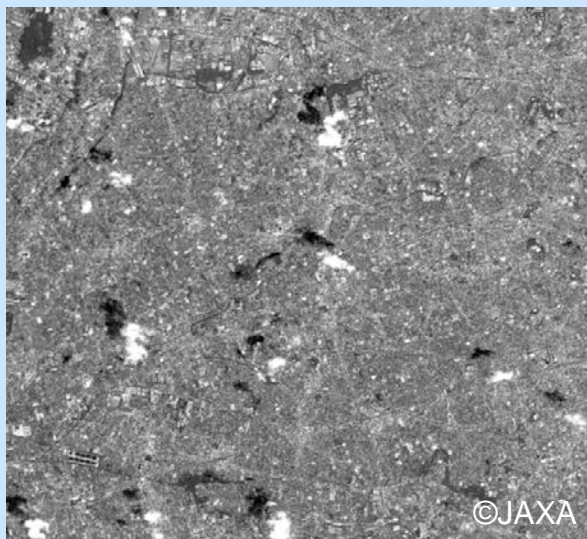
先進光学衛星(ALOS-3)	1.5PB/年(2020~)
先進レーダ衛星(ALOS-4)	1.8PB/年(2020~)



- ・土砂ダム探索
- ・立ち入り規制
- ・地盤沈下対策
- ・違法伐採監視
- ・都市計画作成
- ・etc



ALOS/PRISM 東京周辺



©JAXA

ALOS/AVNIR-2 東京周辺



©JAXA

## ALOSデータの1シーンの定義

【PRISM】(衛星進行方向x衛星直行方向)

OB1モード : 35km x 35km

OB2モード : 35km x 70km

【AVNIR-2】

70km x 70km

ALOS-2/PALSAR-2 東京周辺



©JAXA

## ALOS-2データの1シーンの定義

【PALSAR-2】

スポットライトモード : 25km x 25km (分解能1x3m)

高分解能モード : 50km x 50km (分解能3m, 6m)

70km x 70km (分解能10m)

広域観測モード : 350km x 350km (分解能100m)

490km x 490km (分解能60m)

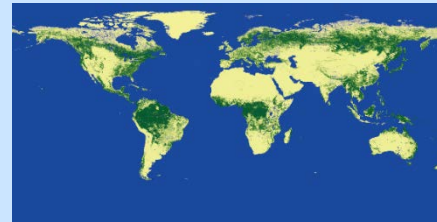


## 全球高精度デジタル3D地図



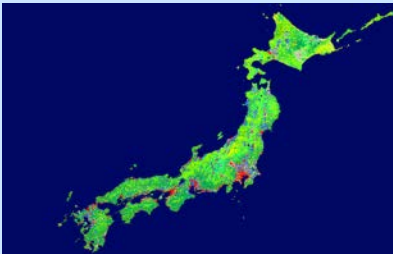
ALOS搭載のPRISMIによって観測された約300万枚の衛星データを用いて、全球陸域を対象とした高精度デジタル3D地図(数値地表モデル(DSM)、オルソ補正画像)無償版提供URL  
[http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/aw3d30/index\\_j.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/aw3d30/index_j.htm)

## 全球PALSAR-2/PALSAR/JERS-1モザイク+森林・非森林マップ



ALOS-2 PALSAR-2、ALOS PALSAR、JERS-1 SARの観測による25m分解能の全球モザイク画像および森林・非森林マップ提供URL  
[http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/palsar\\_fnf/fnf\\_jindex.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/palsar_fnf/fnf_jindex.htm)

## 土地被覆図



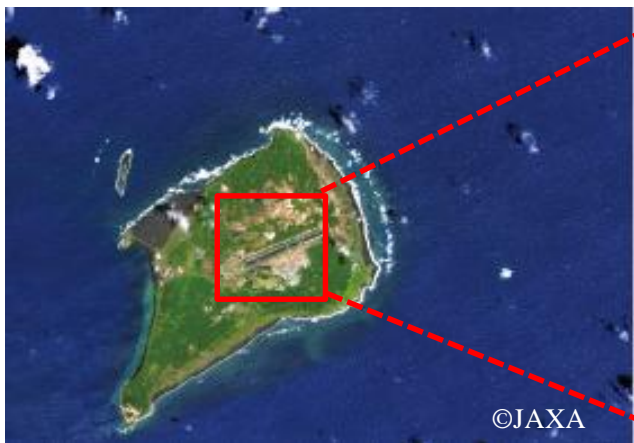
「だいち」(ALOS)搭載の高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2)の観測データを主に用いて、日本全域(一部の離島を除く)を50m解像度で9つの種類(①水域、②都市、③水田、④畑、⑤草地、⑥落葉樹、⑦常緑樹、⑧裸地、⑨雪氷)に分けたデータです。提供URL  
[http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc\\_jindex.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/lulc/lulc_jindex.htm)

## JICA-JAXA熱帯林早期警戒システム(JJ-FAST)



「だいち2号」および「だいち」の観測データを用いた違法伐採の準リアルタイムモニタリングシステムである。森林変動領域のタイル画像データ及び変動領域のKML、シェイプファイルがダウンロードである。提供URL  
<http://www.eorc.jaxa.jp/jjfast/>

国土地理院は、ALOS光学センサPRISMで取得されたデータを用いて、1/25,000地形図の修正を実施していた。昭和57年以來25年ぶりに公開(平成19年9月)された「硫黄島」の地形図の例。



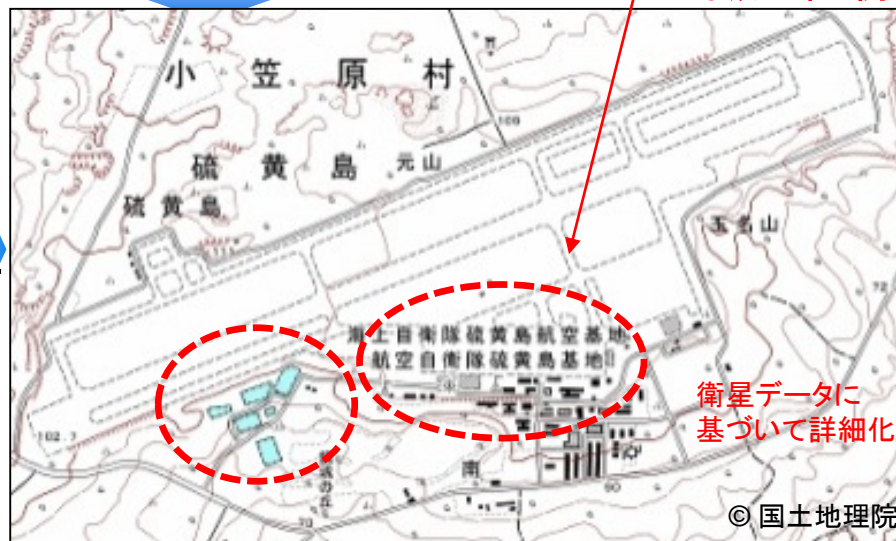
海上自衛隊硫黄島  
航空基地

作図

平成19年公開

昭和57年公開

修正

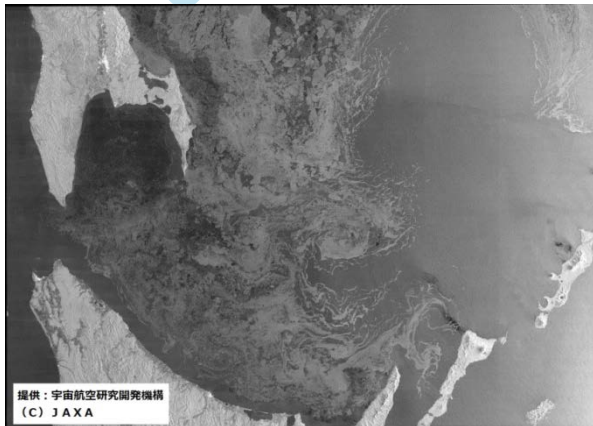




JAXAと海上保安庁第一管区海上保安本部(以下、「第一管区」という)は、「陸域観測技術衛星2号観測データ提供に関する協定」を平成28年12月に締結し、第一管区は海水による海難事故の防止を目的に発信している海水速報図作成に必要な情報の1つとして、だいち2号の観測データを活用している。

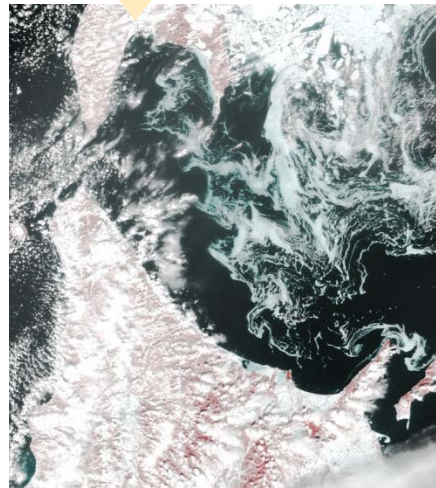
特長:  
雲がかかっている場合でも海水を観測できるが、判読が難しい。

特長:  
雲がかかっていたら海水を観測できないが、判読し易い。

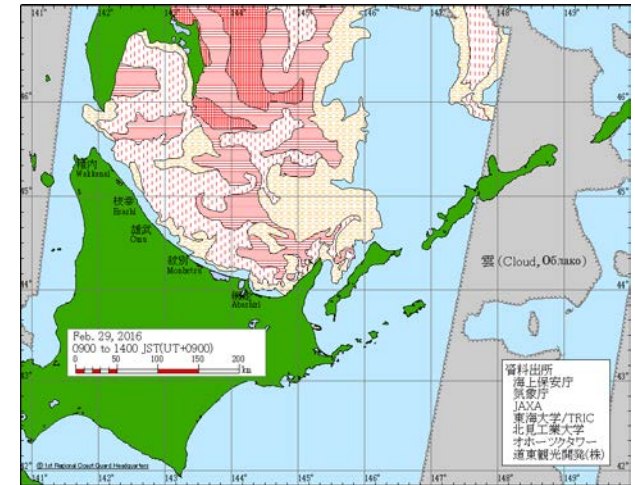
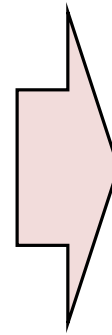


だいち2号の観測画像

+



米国地球観測衛星Aqua(MODIS)の観測画像(JAXA提供)



海水速報図※

※海上保安庁第一管区海上保安本部海水情報センターHPから転載



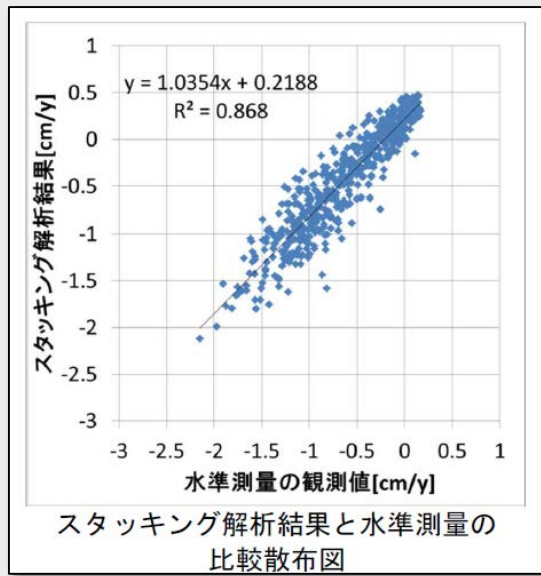
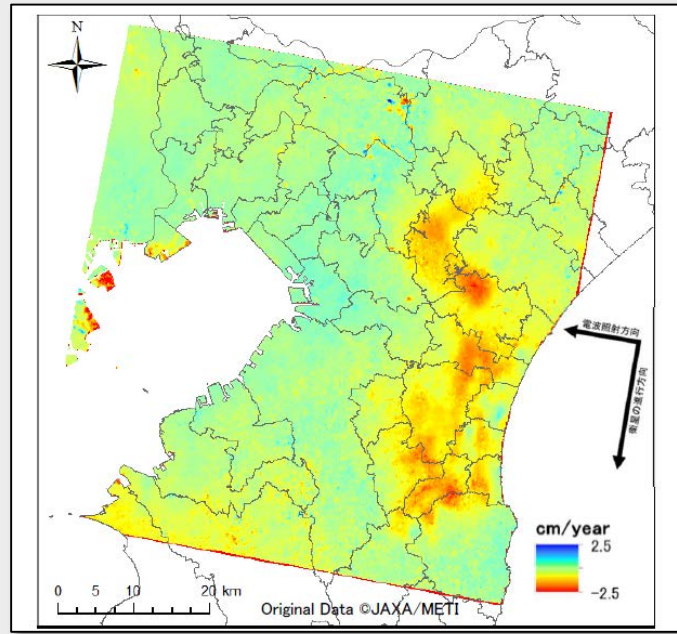
環境省では、地盤沈下監視費用の削減や面的な管理が容易となることを目的として、陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)および「だいち2号」(ALOS-2)による観測データを用いた地盤沈下観測手法の検討を行ってきた結果、新たな観測技術の一つとして、利用できる見込みが得られた。このため、環境省では地盤沈下対策に取り組む地方公共団体の監視体制の維持・向上に役立てることを目的に、地球観測衛星による観測データを活用した地盤高観測に関する技術情報やこの観測技術を導入するまでの手順などを『地盤沈下観測等における衛星活用マニュアル』として取りまとめた。 (報道発表資料より)

地盤沈下観測等における  
衛星活用マニュアル

平成 29 年 3 月  
環境省 水・大気環境局  
土壌環境課 地下水・地盤環境室

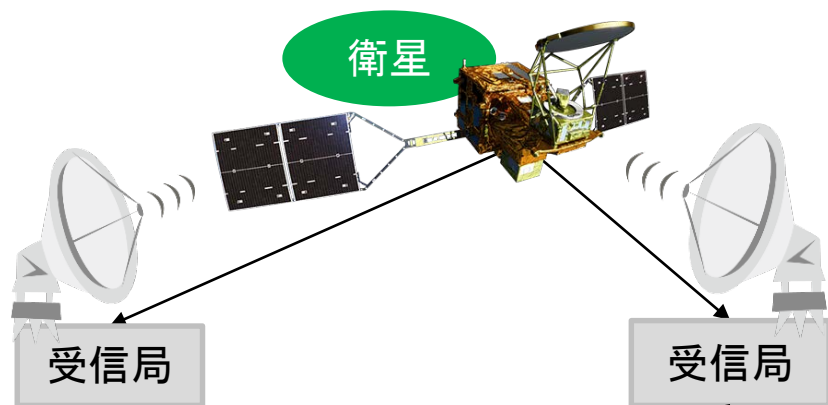
平成29年5月25日発表

<http://www.env.go.jp/press/104084.html>



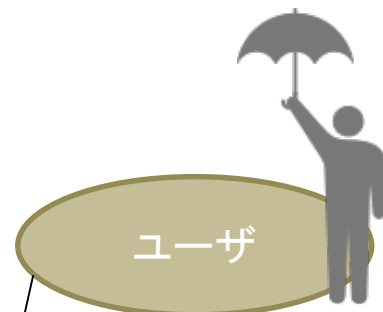
ALOSによる南行軌道のスタッキング解析の精度検証結果

# データの利用までの流れ(環境観測衛星)

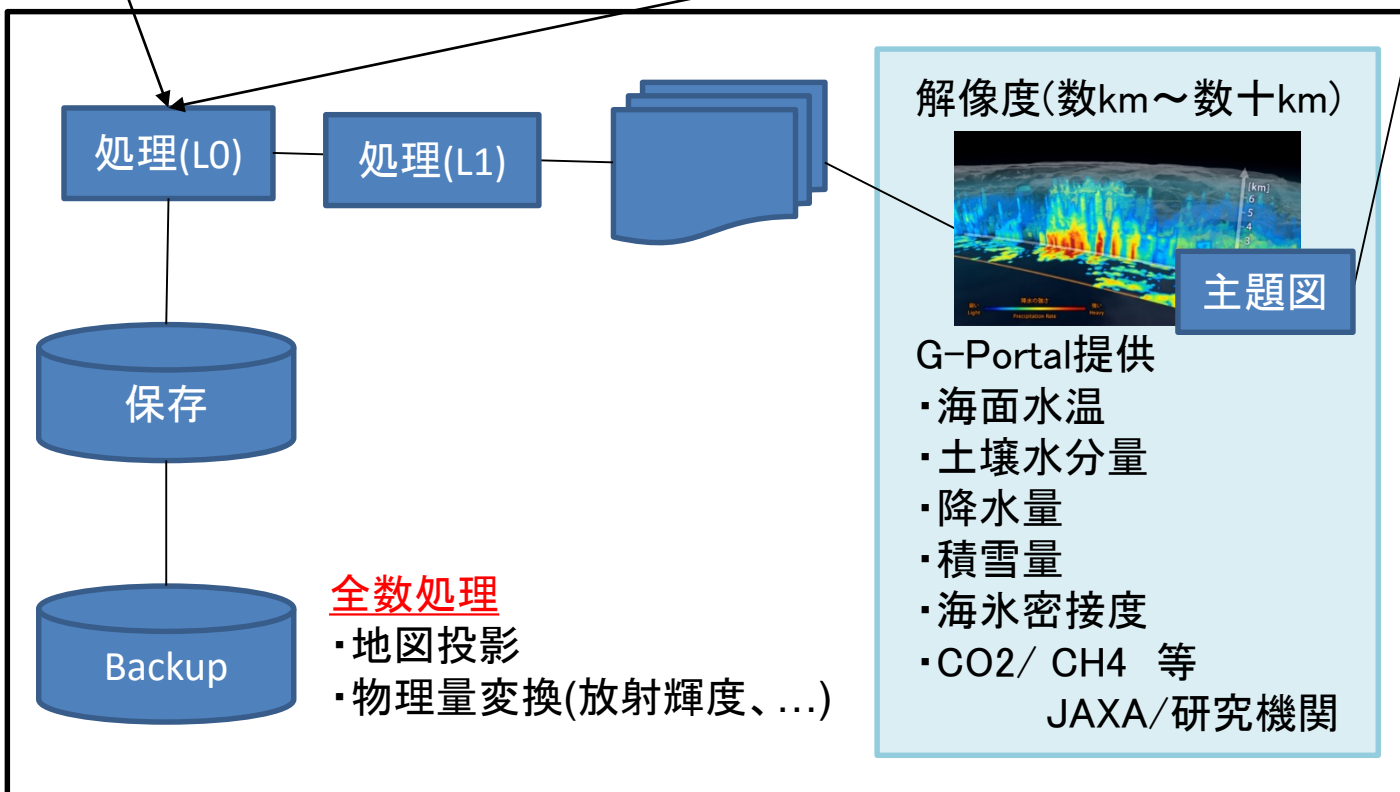


## 衛星観測時のデータ量

GOSAT 6.8TB/年(2009~)  
 GCOM-W 0.5TB/年(2012~)  
 GPM/DPR 0.9TB/年(2014~)



- ・地球温暖化研究
- ・天気予報精度改善
- ・降水現況把握
- ・洪水予測
- ・農業(土地改良、  
作柄推定)
- ・漁業(漁場探索)



## G-Portalで取り扱う物理量一覧

2016年4月時点

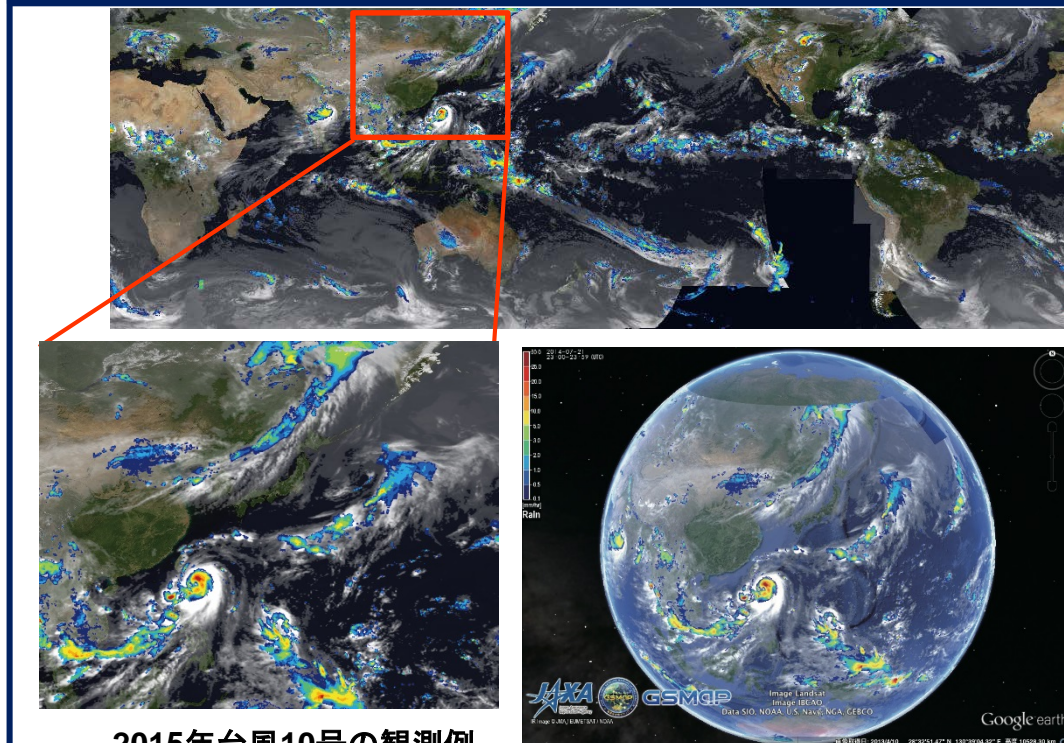
大分類	小分類	プロダクト	大分類	小分類	プロダクト		
大気圏	降水	降水量	陸圏	土壌水分	土壌水分量		
		降水分類			積雪	積雪深	
		降水粒子径			積雪分布		
	雲	雲水量・雲水量		雲マスク・分類・フラグ	地表面	放射輝度・反射率	積雪粒子径
				雲粒径・形状			放射輝度
		雲頂特性(温度・気圧・高度)		放射輝度			陸域反射率
		雲種別雲量					大気上端放射輝度(晴天)
		光学的厚さ					大気上端放射輝度
		水雲光学的厚さ			植生	植生パラメータ	
		氷晶雲光学的厚さ				正規化植生指数	
		水蒸気 エアロゾル		積算水蒸気量	光学的厚さ		拡張植生指数
					海洋上エアロゾル光学的厚さ		カゲ指数
				陸上エアロゾル光学的厚さ		光合成有効放射吸収率	
	エアロゾル粒子径				葉面積指数		
	海洋上エアロゾル粒子径				地上部バイオマス		
	陸上エアロゾル粒子径				植生ラフネス指数		
	エアロゾル 消散係数			海洋圏	海面水温	海面水温	
	単一散乱アルベド					海上風速	
	加熱率(潜熱)プロファイル			海上風	海色	海上風速	
	海水密度度					正規化海水射出放射輝度	
	海水表面温度				クロロフィルa濃度		
	積雪粒子径				懸濁物質濃度		
	積雪・海水分布				有色溶存有機物		
オホーツク海海水分布			大気補正パラメータ				
積雪	積雪深	積雪・海水分布	その他	放射輝度・輝度温度	光合成有効放射		
		積雪・海水分布			輝度温度		
	雪氷面温度			放射輝度			
	積雪粒子径			放射輝度・反射率			
				レーダー	受信電力		
					レーダ反射因子		
					後方散乱断面積		
			後方散乱係数				
			幾何情報				
			環境補助				
			幾何情報				
			環境補助				



## 諸情報

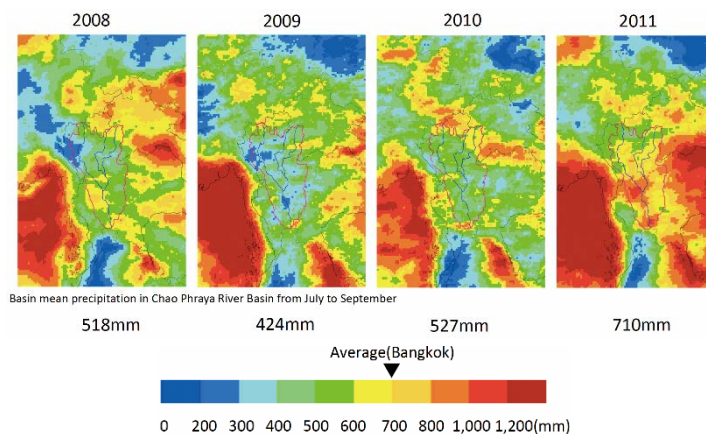
<b>成果品</b>	複数の衛星を利用した世界の雨分布データセット
<b>品質 (精度など)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>物理量：降雨強度 [mm/hr]</li> <li>空間分解能：緯度経度0.1度格子（赤道付近で約11kmメッシュ）</li> <li>【準リアルタイム版】</li> <li>領域：全球（南緯60°～北緯60°）</li> <li>時間分解能：1時間（1時間の平均雨量）</li> <li>更新頻度：1時間毎（観測終了から約4時間遅れ。適宜標準版に差し替え）</li> <li>RMSE：0.41mm/h (r 平均)</li> </ul> 提供URL <a href="http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index_j.htm">http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index_j.htm</a> 【準リアルタイム版】 <ul style="list-style-type: none"> <li>領域：静止気象衛星「ひまわり」観測域</li> <li>時間分解能：1時間（1時間の平均雨量）</li> <li>更新頻度：30分毎（リアルタイム相当）</li> <li>RMSE：NRTと同等、または少し低い</li> </ul> 提供URL <a href="http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP_NOW/index_j.htm">http://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP_NOW/index_j.htm</a>
<b>利用用途</b>	気象、災害、教育、気候、環境、海洋、農業（気象情報サイト、洪水予警報、科学教育教材、穀物収量予測等）
<b>事業等での 利用実績</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般財団法人日本気象協会</li> <li>独立行政法人水資源機構</li> <li>国立研究開発法人土木研究所</li> <li>一般財団法人国際建設技術協会(IDI)</li> <li>ユネスコ受託業務のパキスタン案件</li> <li>「触れる地球」「World Eye (学研)」の商品コンテンツに画像を提供</li> <li>報道番組等TV放映での利用多数</li> <li>小笠原村HPへの掲載</li> </ul>
<b>利用 ポリシー</b>	「標準データ」
<b>カスタマイズ 可/不可</b>	ローカルクスタマイズなど、共同研究等の枠組み下で実施の場合は可
<b>共同研究機関</b>	JAXA, 気象庁, 京都大学, 大阪大学, 東京大学の共同研究でアルゴリズム改良

## 具体例



2015年台風10号の観測例

Google Earthでの出力例



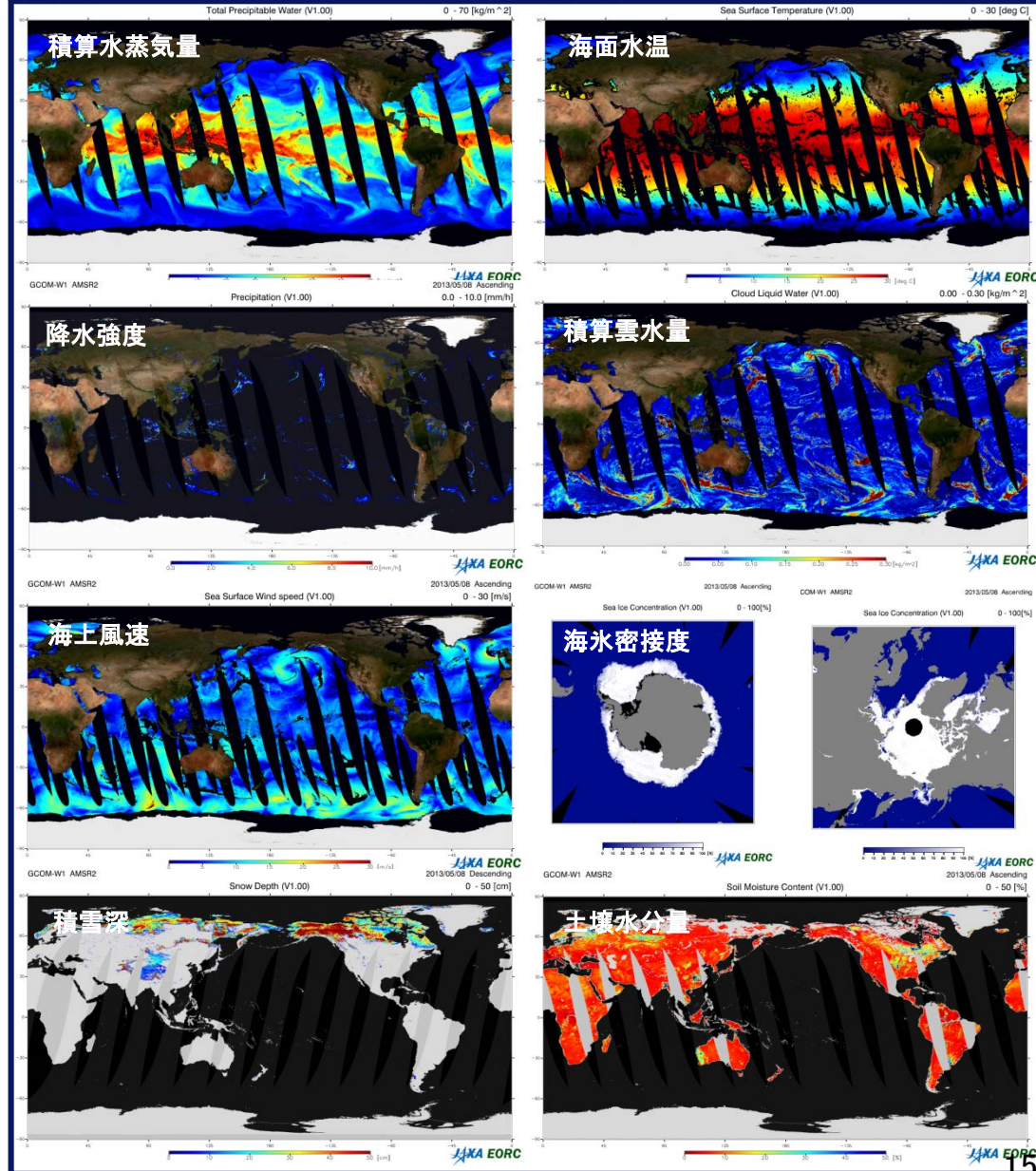
2011年タイ洪水観測例(国際建設技術協会による)  
各年の7-9月の累積雨量をチャオプラヤ河流域で平均した雨量



## 諸情報

## 具体例

<p><b>成果品</b></p>	<p>GCOM-W搭載AMSR2データから算定した各種水循環変動プロダクト 提供URL [標準プロダクト]<a href="https://gcom-w1.jaxa.jp/">https://gcom-w1.jaxa.jp/</a> [研究プロダクト] <a href="http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_W/research/resdist_j.html">http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_W/research/resdist_j.html</a> ※2013年1月25日からAMSR2プロダクトを提供中</p>
<p><b>品質 (精度など)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>物理量、領域、空間分解能、精度はURLを参照</li> <li>観測頻度は緯度に依存し、赤道域は2日ではほぼ網羅、極域は1日に複数回観測可能</li> <li>観測後約150分（準リアルタイムプロダクト）、1日（標準プロダクト）で提供可</li> </ul>
<p><b>利用用途</b></p>	<p>気象、災害、教育、気候、環境、海洋、農業 気象予測、北極海航路海氷監視、黒潮などの海洋監視、漁場把握、大規模作況把握、教材作成</p>
<p><b>事業等での 利用実績</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象庁（数値天気予報、海面水温・台風他）</li> <li>海上保安庁（海氷速報、海洋速報他）</li> <li>農林水産省（海外食料需給レポート）</li> <li>NOAA、ECMWF（各種気象業務）</li> <li>ウェザーニューズ社（海氷予測事業）</li> <li>漁業情報サービスセンター（漁海況情報）</li> </ul>
<p><b>利用 ポリシー</b></p>	<p>「標準データ」</p>
<p><b>カスタマイズ 可/不可</b></p>	<p>共同研究等の枠組みで技術的に可能な範囲で可</p>
<p><b>共同研究機関</b></p>	<p>プロダクト毎に大学・他機関と共同でアルゴリズム開発・改良、検証を実施</p>



## ●JAXA取組状況

JAXAとしては以下に示すようにOpen&Free化に取り組んできている。さらに海外動向等も踏まえ、AVNIR-2(10m)の雲量率30%以下のデータ、およびPALSAR(10m)については全数処理を実施しており、完了次第、Open&Free化を行う計画。

衛星/センサ		提供状況	備考
MOS、JERS、ADEOS、ADEOS-2、AQUA/AMSR-E、TRMM/PR		OPEN & FREE	
GOSAT		OPEN & FREE	
GCOM-W、GCOM-C		OPEN & FREE	GCOM-CはH31.1頃から公開予定
GPM		OPEN & FREE	
ALOS	AVNIR-2(10m:オルソ補正済)	OPEN & FREE <u>予定</u>	H30.3/Eから順次公開予定 <sup>注1</sup>
	PALSAR(10m:オルソ補正済、干渉解析用)	OPEN & FREE <u>予定</u>	H31.3/Eから公開予定 <sup>注1</sup>
	PRISM (2.5m:オルソ補正済)	—	30m分解能のものは公開済みそれ以外は事業者が販売中 <sup>注1, 2</sup>
	DSM (30m)	OPEN & FREE	
	森林マップ / 全球モザイク (25m)	OPEN & FREE	
ALOS-2	PALSAR-2_ScanSAR (100m:オルソ補正済、干渉解析用)	—	熱帯域についてはH30.4から順次公開予定。それ以外は事業者が販売中 <sup>注1, 2</sup>
	PALSAR-2_StripMap(10m:オルソ補正済)	—	事業者が販売中 <sup>注1, 2</sup>
	PALSAR-2_SpotLight(1×3m:オルソ補正済)	—	事業者が販売中 <sup>注1, 2</sup>

注1: 別途構築されるプラットフォーム(経産省事業)へのデータ提供候補になっているデータについては、データ管理、データ提供の仕組みを新たに整備する必要あり。

注2: 注1同様に、事業者が販売中のデータをプラットフォームへ提供する場合には事業者と別途調整が必要。

注3: 上記OPEN&FREEとしているデータのうち、一部全数処理していないものも含まれる。全数処理行う場合、新たなコスト、スケジュールが発生する。



## (1) ALOS-2 データ利用者の区分と配布方法等

利用者区分	配布主体等	配布価格
<b>ミッションパートナー</b> JAXA研究開発の共同実施機関	JAXAが直接配布(事業者が請負により配布を実施)	無償(限定量)
<b>校正検証・共同研究ユーザ</b> JAXAが自ら行う衛星・搭載センサ及びプロダクトの校正検証への貢献や、研究公募(RA)などの選定プロセスを通じて実施する科学研究を行う機関、研究者	JAXAが直接配布(事業者が請負により配布を実施)	無償(限定量)
<b>政府機関</b> 国内の府省庁等(独立行政法人を含む)でデータを公共目的で利用する機関	JAXAが直接配布(事業者が請負により配布を実施)	実費 (9000円/シーン)
<b>一般ユーザ</b> 上記以外のユーザ	事業者が販売(実費及び利用料を徴収しJAXAに納付)	事業者が決めた価格 国内:80,000円/シーン

\* その他、災害等緊急時の配布、広報、教育目的の利用にあたっては限定量無償でJAXAが配布。また、CEOS等の国際協力活動には、限定量実費でJAXAが配布。

## (2) ALOS-2 データの権利

- ① JAXAは、ALOS-2データについての知的財産権その他の一切の権利を保持する。
- ② ユーザが高次付加価値製品を作成した場合は、当該高次付加価値製品は当該ユーザに帰属する。
- ③ 再配布、再利用は禁止。

## (3) ALOS/PALSAR、AVNIR-2における標準データの取り扱い

- ① ALOS/PALSAR、AVNIR-2の標準データは、一般ユーザに対しても実費で提供。
- ② 再配布・再利用も可能

## ●先進光学衛星(ALOS-3)、先進レーダ衛星(ALOS-4)データ配布の基本的な考え方

- ・ 前頁同様に、JAXAと目的を共有しているミッションパートナー(JAXAの研究開発の共同実施機関)及び校正検証・研究ユーザは限量無償で提供し、関係府省は実費、その他の者は市場価格で配布することを基本として検討。
- ・ 平成32年度打上げ予定である両衛星の具体の検討にあたっては、現状の契約状況や、国内外の市場動向、プラットフォームの整備・運用状況等を総合的に勘案しつつ、事業形態を検討していく。

## ●先進光学衛星(ALOS-3)、先進レーダ衛星(ALOS-4)打上げ後における国内外の動向など

### 【先進光学衛星(ALOS-3)】

- ・ 民間事業の活用による衛星データ利用のさらなる拡大を目的として、ALOS-3のデータについてはJAXAと事業者(株)パスコ)の契約に基づき配布事業が実施される(JAXA-株)パスコ間は既に契約済み)。事業者はJAXAミッション、関係府省が必要とする防災目的等以外の余剰の観測リソースを用いて国内外の一般ユーザへ有償配布を行う見込み。
- ・ なお、分解能1m以下の高分解能データについては、打上げ予定時期の32年度以降も商業価値を有する見通しであることから、プラットフォーム提供によるRevenue Sharingモデルの導入について事業者と経産省の間での検討を開始。

### 【先進レーダ衛星(ALOS-4)】

- ・ SARデータ自体の販売市場よりも、今後はソリューション販売型のビジネス市場の方が大きくなることや、2020年初頭には海外衛星が無償配布する見通しであることを踏まえ、商業市場が成立しない可能性が高い。そのため、実費による提供の方向で検討。

●「宇宙産業ビジョン2030」においては、衛星データへのアクセス改善の対策策には、政府衛星データのオープン＆フリーの推進とともに、衛星データの利活用促進に向けた環境整備が必要とされているところ。

●そのためJAXAとしては、日本リモートセンシング学会等と協力し、国内で入手可能なリモートセンシング衛星のデータの種類、入手方法等を一覧化したデータのカタログ化を行い、関連ページをJAXA HPに公開。

●具体のデータカタログのページには、データの観測対象、プロダクト名を示すとともに個々のデータのデータ量、精度、データ形式、入手先機関、入手方法等の情報を付加し、新たなビジネス創出を支援。

## リモートセンシングデータカタログ

リモートセンシングデータ活用を検討中の方を対象に、どのようなデータが利用可能かわかりやすく整理しました。

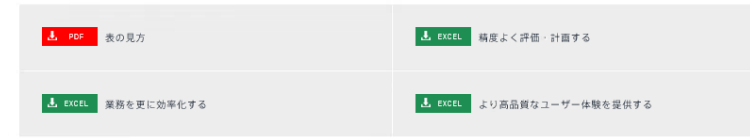
### リモートセンシングデータカタログ



カタログを見る前に



【参考資料】リモートセンシングデータを使うと便利なこと  
参考資料では、観測の「目的・対象」を縦軸、「ユーザーが得るメリット」を横軸として想定される利用ケース・事例を紹介しています。



JAXAが提供する衛星データ利用事例 <http://www.sapc.jaxa.in/> (JAXA衛星利用推進サイト)

リモートセンシングデータカタログ (JAXA HPより)  
<http://aerospacebiz.jaxa.jp/en/solution/satellite/>

### データカタログの内容(一部)

No.	内容(何がわかる) Lv.1 ※対象	内容 Lv.2 ※プロダクト	衛星名	センサ名	量(頻度)/ 下限値	量(頻度)/ 上限値	精度(分解能など物理 量)	存在期間(運 用開始年)	存在期間(運 用終了年)	データ形式(フォ ーマット形式)	入手先機関	入手方法	有償/無償	備考	参考URL
1355	陸域環境	マルチスペクトル データ/地形/被覆	SPOT-7	NAOMI (光学マルチ)	26日	26日	直下観測: 8m 観測幅: 60Km	2014年	運用中	GeoTIFF等	国際航業株式 会社	HDD/DVD/CD	有償	注文に関しては直接問い合わせ	<a href="http://biz.kkc.co.jp/data/keisoku/satellite/lib/">http://biz.kkc.co.jp/data/keisoku/satellite/lib/</a>
1356	陸域環境	緑・赤・近赤外・短波 長赤外帯の4バンド のデータ	SPOT-5	HRVIR-X (マルチスペ クトラルモー ド)	26日	26日	直下観測: 10 m 観測幅: 60Km	2002年	2015年	GeoTIFF等	国際航業株式 会社	HDD/DVD/CD	有償	注文に関しては直接問い合わせ	<a href="http://biz.kkc.co.jp/data/keisoku/satellite/lib/">http://biz.kkc.co.jp/data/keisoku/satellite/lib/</a>
1357	陸域変位	干渉画像 地殻変動	ALOS	PALSAR	46日	46日	分解能: 10m	2006年	2011年	GeoTIFF等	国際航業株式 会社	HDD/DVD/CD	有償	注文に関しては直接問い合わせ	<a href="http://biz.kkc.co.jp/data/keisoku/satellite/lib/">http://biz.kkc.co.jp/data/keisoku/satellite/lib/</a>
1358	陸域変位	干渉画像 地殻変動	ALOS	PALSAR	46日	46日	分解能: 100m	2006年	2011年	GeoTIFF等	国際航業株式 会社	HDD/DVD/CD	有償	注文に関しては直接問い合わせ	<a href="http://biz.kkc.co.jp/data/keisoku/satellite/lib/">http://biz.kkc.co.jp/data/keisoku/satellite/lib/</a>