

JAXA地球観測衛星による 取り組み

2016年2月4日

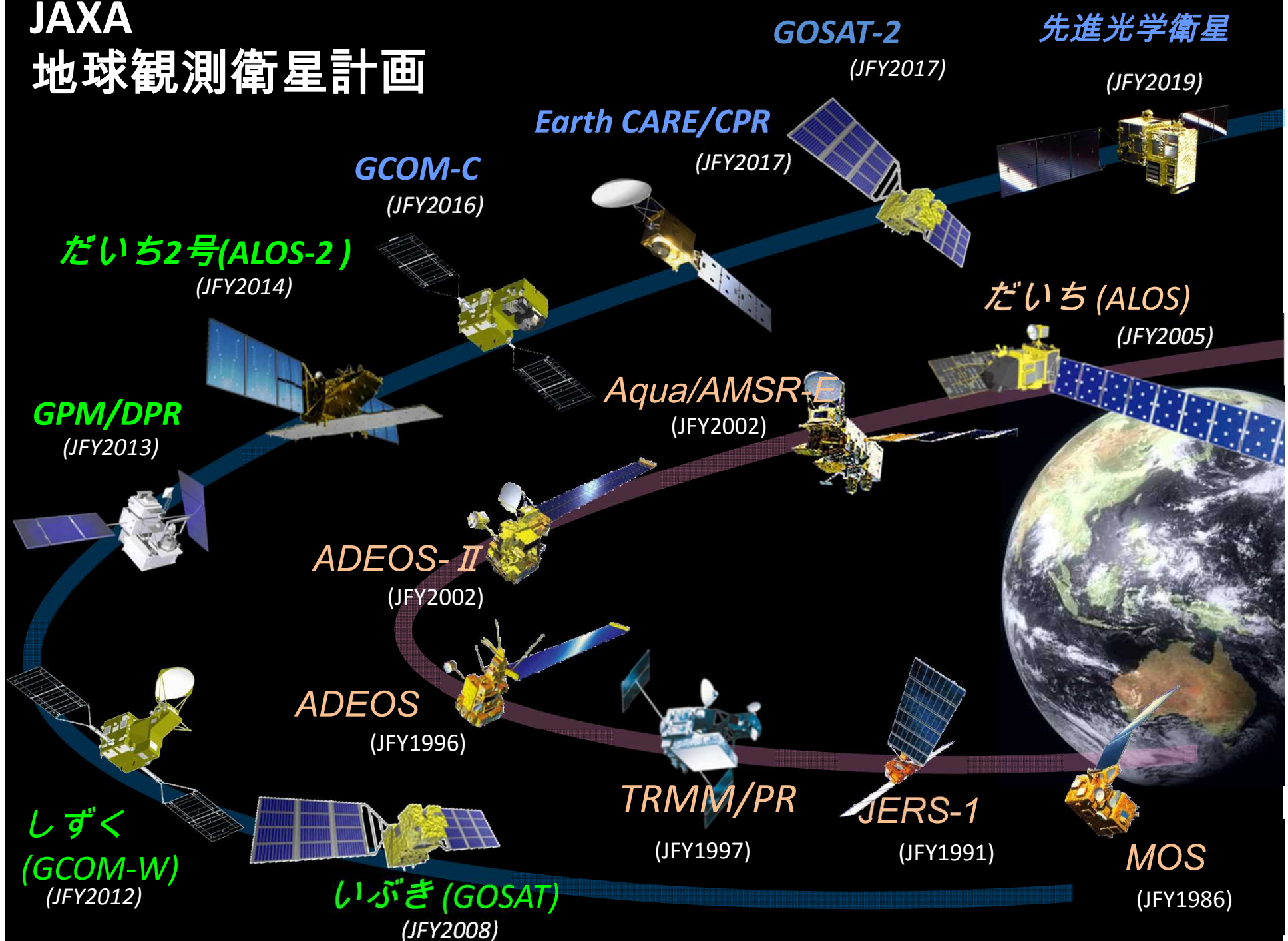
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

第一宇宙技術部門

宇宙利用統括

石田中

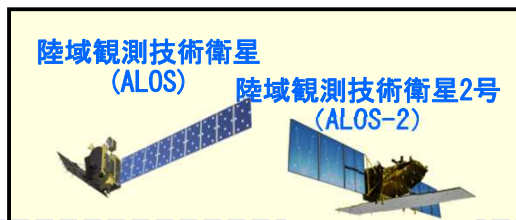
JAXA 地球観測衛星計画



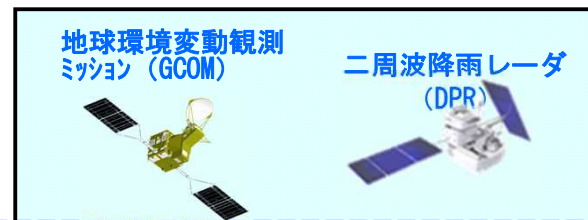
社会利益分野(SBA)に対する日本の貢献3分野(災害、気候変動、水循環)に関し、地球観測衛星による観測およびデータ利用により、地球環境の状況把握にとどまらず、災害被害把握や違法伐採監視等の政策や意思決定のツールとして国内外の社会課題解決に貢献。

宇宙基本計画

アジアなどに貢献する
陸域・海域観測衛星システム



地球環境観測・気象衛星システム



GEOSS

①災害の防止・軽減

- ・浸水域、地殻変動量
- ・バイオマス等

②地球温暖化・炭素循環変化

- ・二酸化炭素、メタン等

③気候変動・水循環

- ・降水量、水蒸気量、降雪、雲・エアロゾル、海面水温など

GEOSSへの我が国の貢献3分野

GEOSS 10年実施計画 (9つの社会経済的利益分野:SBA)

- | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|------------|-------|-----------|-------|------------|----------|-----------|
| ①災害の防止・軽減 | ②人間の健康と福祉 | ③エネルギー資源管理 | ④気候変動 | ⑤水資源管理の向上 | ⑥気象情報 | ⑦生態系の管理と保護 | ⑧農業及び砂漠化 | ⑨生物多様性の保護 |
|-----------|-----------|------------|-------|-----------|-------|------------|----------|-----------|

①SBA災害分野における代表事例 「だいち2号」による災害監視



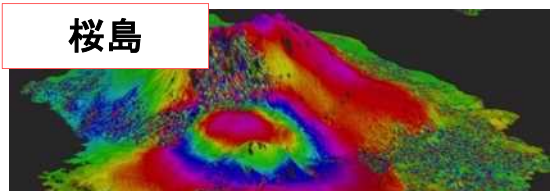
陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)だいち2号

- LバンドSARセンサ搭載
- 昼夜、天候を問わず地表面を観測可能
- 災害監視(火山、水災害、地盤変動)や森林管理を目的にデータを利用

火山の監視・把握 日本は47活火山を常時監視中

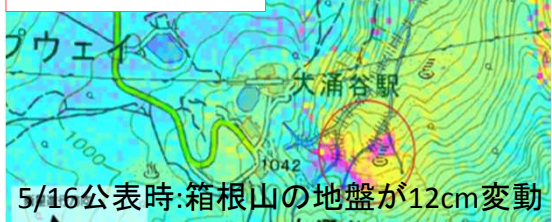
LバンドSARデータの干渉解析により、地表面の隆起を分析。地震や火山活動による地盤活動を検知する。火口噴煙で状況把握が難しい際に衛星観測が有用。

桜島



8/19公表時:河口東側付近が16cm隆起

箱根 大涌谷



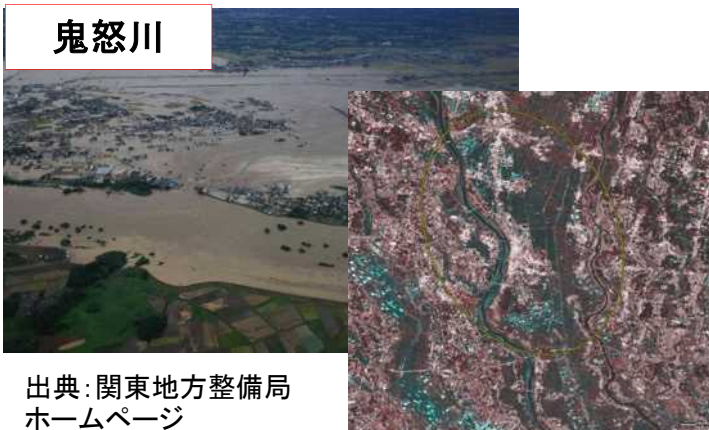
5/16公表時:箱根山の地盤が12cm変動

火山噴火予知連絡会が、衛星観測データや現地情報をもとに噴火リスク評価や入山規制の検討に活用した。

水災害(洪水、土砂災害)の監視・把握 世界の大規模災害の7割は水災害

災害発生時にアクセス困難なため把握が難しい洪水による浸水地域を観測。地方自治体や防災関連機関がいち早く被災状況を把握し、緊急対策を計画するのに役立つ。

鬼怒川



出典:関東地方整備局ホームページ

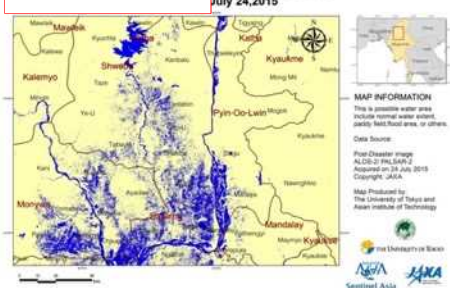
ALOS-2による浸水域画像

国交省は、光学衛星や航空機画像等に加え、ALOS-2観測画像も参考に、鬼怒川堤防の決壊に伴う浸水域の把握並びに排水ポンプ車配置及び運用を実施。

国際協力 衛星データの相互利用

センチネルアジアや国際災チャータを通じて、2015年8月より30件の災害に対する緊急観測を実施。東日本大震災では、海外機関よりJAXAへ6000枚の提供があった。

ミャンマー

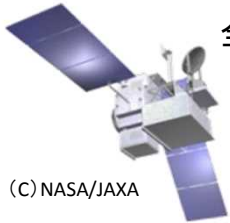


2015年7月、洪水浸水域

提供衛星データは、各国政府、各地方自治体、防災機関により、発災後の被災地現状把握や被害推定、復興に向けた復旧計画の策定に使用された。

衛星観測をふまえた情報が、災害発生時の政策決定に必要な情報となってきた。
国内実績をふまえ、自然災害発生時の国際的な衛星データ配布の枠組みも構築した。

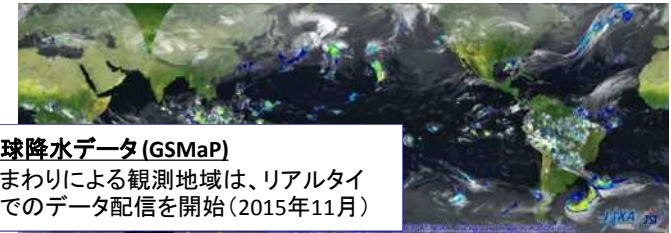
②SBA水循環分野における代表事例 衛星による災害予測



(C) NASA/JAXA

全球降水観測計画(GPM)

- 二周波降水レーダー(DPR)を搭載
- 熱帯降雨観測衛星「TRMM」による17年の観測データを蓄積。
- 全球降水マップを衛星観測4時間後に1時間毎に公開

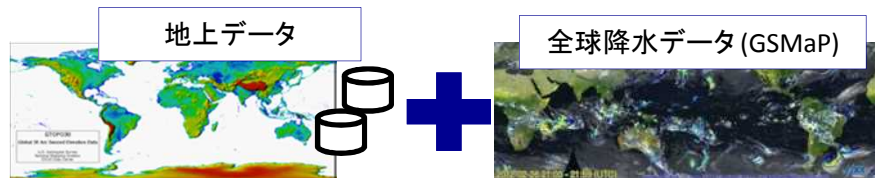


全球降水データ (GSMaP)

ひまわりによる観測地域は、リアルタイムでのデータ配信を開始(2015年11月)

洪水予測(アジア開発銀行)(UNESCO)
アジア地域で洪水が増加。国際河川の洪水予測は、越境地域の河川データ取得が鍵。

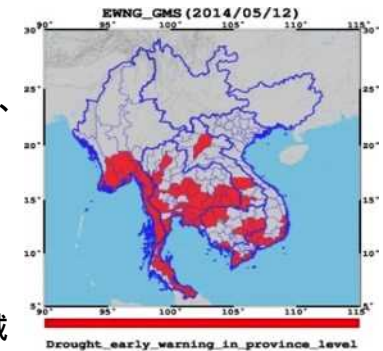
アジア開発銀行やUNESCOのプロジェクトとして実施。雨量計や地形など地上データと人工衛星の降水データ(GSMaP)にモデルをあわせて、水位(洪水)を予測し、市民へメッセージを発信する。



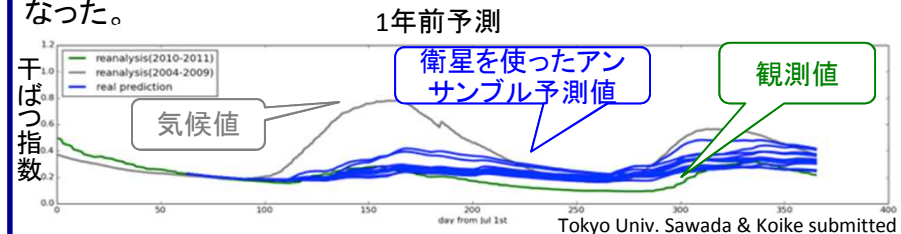
国際河川では越境地域の水位等の情報共有が難しいため、衛星による全球データが有効。バングラディッシュでは、上流で発生した洪水の下流(農村地域)到達に数日かかることから、洪水予報による被災前の農作物収穫等の対策が可能となった。

干ばつ(アジア開発銀行)
温暖化に伴い、干ばつ多発や悪化が予測。監視と予測技術の高度化が重要。

アジア開発銀行のプロジェクトとして実施。人工衛星の降水データ(GSMaP)と地表面温度(ひまわり衛星)を用いて、干ばつ監視システムで計算した干ばつ指数を準リアルタイムで専用webサイトの地図上に表示。

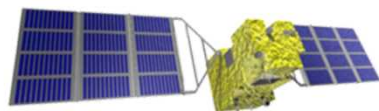


東京大学小池俊雄教授により、衛星データ(AMSR-E)と季節予測モデルによりソマリア半島での干ばつ予測が1年前から可能となった。



観測網が不十分な地域に対し、全球の衛星観測データによる災害「予測」の可能性を見出した。

③SBA気候変動分野における代表事例 緩和策への貢献

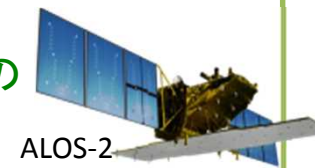


温室効果ガス観測衛星(GOSAT)いぶき

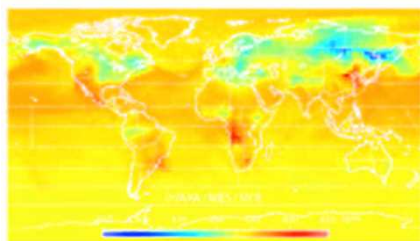
- 世界初の温室効果ガス観測の「専用」衛星
- 環境省、国立環境研究所、JAXAの3者による共同開発・運用
- 温室効果ガス観測センサ(TANSO-FTS)と雲エアロソルセンサ(TANSO-CAI)搭載

温室効果ガス濃度、吸収排出量の把握
パリ協定締結。
継続した二酸化炭素とメタンの全球モニターが必要。

森林把握
パリ協定は、CO₂吸収源としての
森林の重要性を再認識。



- ①GOSATにより、観測点がこれまでの地上250点から5万6千点に増加。全球でのCO₂濃度の把握が可能に。
- ②国別の炭素排出量把握が重要な中、GOSATはCO₂地域別排出量を推計。
- ③今年中に、全球二酸化炭素平均濃度が400ppmを超えることを発表。
- ④GOSAT観測データと、排出量インベントリのそれぞれから求めた人為起源メタン濃度に相関関係があることがわかり、GOSATデータの有用性を示した。

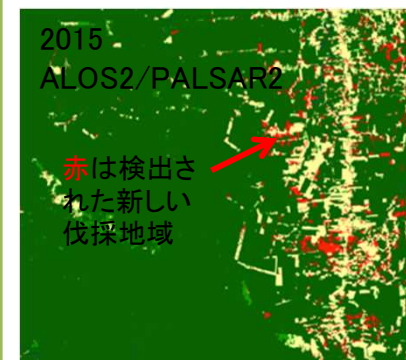


①地上の観測地点:約256点

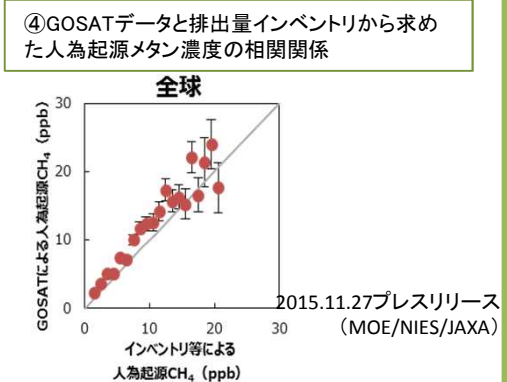
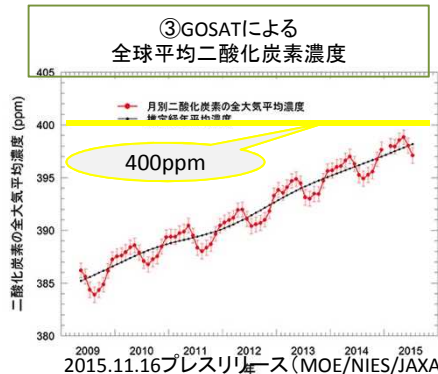
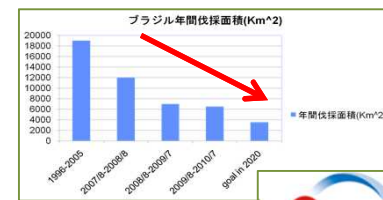


①森林・非森林マップ(2016/1/25公開版)

- ①REDD+への貢献を目指す森林非森林マップを開発し公開。全球森林観測イニシアチブ(GFOI)へマップデータを提供。
- ②ブラジルのアマゾン違法伐採の取り締まりにおける課題(光学衛星は雨季に森林を観測できない)をALOS,ALOS-2により解決。違法伐採の減少、抑止力としてもに貢献。



②伐採地域の検出(ブラジル)

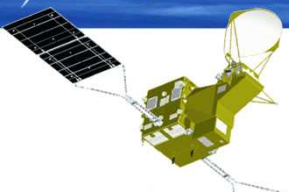


2016年10月以降JICA-JAXAによる新たな「森林変化検出システム」を開始。ALOS-2を活用しこれまでより手軽にタブレットで伐採地がわかるシステムを構築予定。



我が国の全球温室効果ガス濃度分布データが世界共通の“物差し”として適用。

IPCCへの貢献



水循環変動観測衛星(GCOM-W)しずく

- 高性能マイクロ波放射計2(AMSR2)を搭載。
- 降水量、水蒸気量、海洋上の風速や海面水温、陸域の水分量、積雪の深さなどを観測。

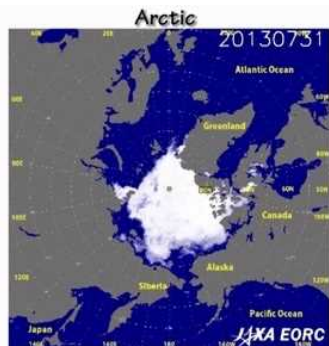
熱帯降雨観測衛星(TRMM)

- 降雨レーダ(PR)など降雨観測に関連する測器を複数搭載。

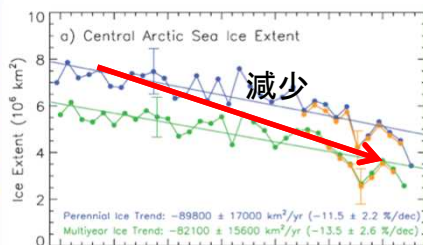


北半球海氷面積縮小(IPCC AR5) 気候変動の北極海影響をモニタリング

長期(~9.5年)かつ高い空間分解能のマイクロ波データを提供したことで、AMSR-Eと他のマイクロ波放射計データによる北半球海氷面積変化の監視結果により、IPCC第5次評価報告書(AR5 第1作業部会報告書)において、海氷面積が縮小していることが明らかにされた。



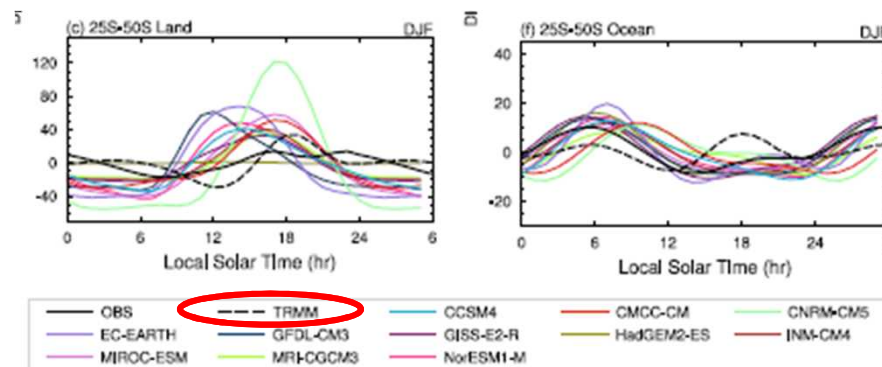
GCOM-Wにより北極海氷



Antarctic Sea Ice Changes (1980-2011)
IPCC AR5

降水量(IPCC AR5) 雨の降り方が極端に。 モデル予測を観測で検証。長期観測が必要

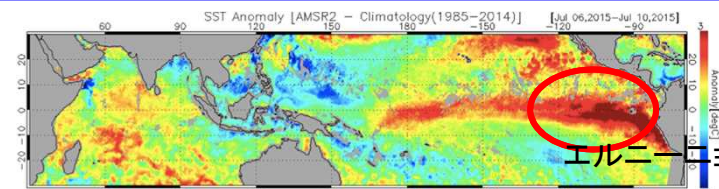
IPCC第5次評価報告書(AR5 第1作業部会報告書)で、数値気候モデルを使って将来の気候変動を予測。そのようなモデルの検証にTRMMによる長期降水観測データが使用され、予測精度の評価・向上に寄与。



陸上(左)と海洋(右)における降水量/IPCC AR5

海面水温データが示すエルニーニョ 天候に大きな影響を及ぼすエルニーニョを監視

GCOM-Wによる海面水温の観測データからエルニーニョの発生や収束の状況を気象庁等の気象機関が監視。



気候変動モデルの予測技術高度化に対し、長期にわたる衛星観測データを提供・貢献。
(「科学技術イノベーション総合戦略2015」(平成27年6月閣議決定)の重点施策)

農業と健康

食糧統計

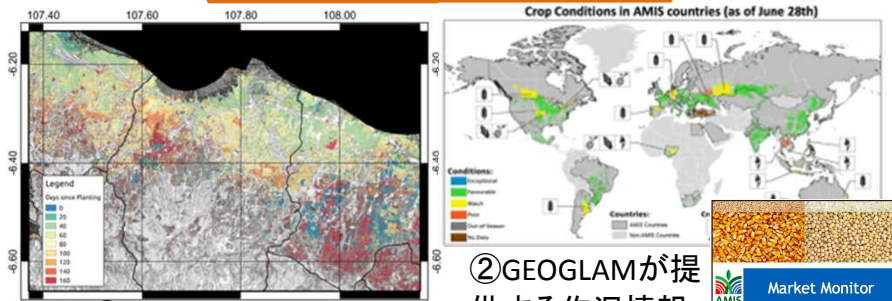
G20農業大臣は世界主要作物の価格乱高下の抑制に腐心



ALOS-2

- ①G20の「食料価格乱高下及び農業に関する行動計画」への貢献として、全球農業監視GEOGLAM/アジア稲作監視Asia-Riceの活動においてALOS-2等による水稲生育監視をアジア地域で実施。
- ②ASEAN食料安全保障システム(AFSIS)と連携して、衛星由来の農業気象データ(降水量、土壌水分量、日射量など)を活用し、東南アジア4カ国の水稲作況情報を毎月FAOに提供中

GEOGLAM/Asia-Riceの推進



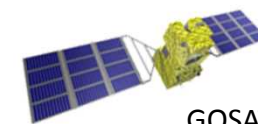
①Asia-Riceで実施するALOS-2データでの水稲生育推定(インドネシア)

②GEOGLAMが提供する作況情報のFAOレポートでの活用



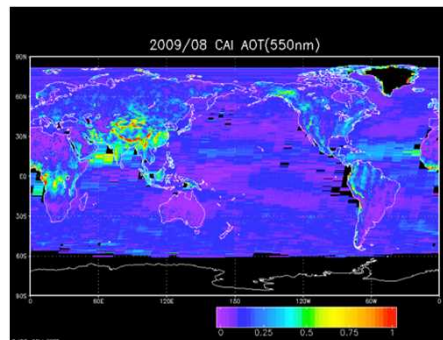
大気汚染(エアロゾル)

WHOは年300万人が大気質要因で死亡と推定

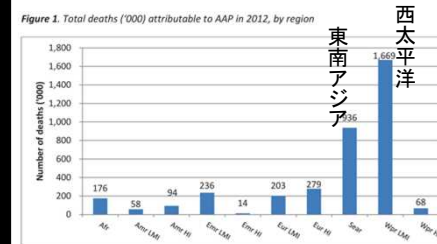


GOSAT

- ①GOSAT-2による大気汚染に関する課題解決に向けた検討として、GOSATのデータからエアロゾルの光学的厚さを算出。
- ②WHOは、全球大気質観測モニタリングを開始予定。特に、データのないアフリカ・南米において衛星データが有効。この利点をふまえ、アフリカ(ガーナの首都アコラ、エチオピアのアジスアベバ)でWHOによる地上観測の強化に合わせ、同地点でのGOSATによるエアロゾルとメタンの重点観測も2月より開始予定。



①GOSATによるエアロゾルの光学的厚さ(全球)

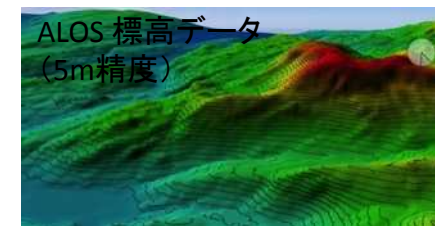


②2012年、大気質要因で370万人が死亡(WHO報告)

感染症(ポリオ)対策

WHOとのフィージビリティスタディ

途上国では下水道が未整備。WHOは地表を流れる下水を定期的にサンプリングし、ポリオウィルスの有無を調査、ウィルスの伝播状況を把握している。衛星による高精度な標高データ(ALOS)により、適切なサンプリング箇所を検出した。



JAXAの利用研究 (利用分野を軸とした研究計画)

- (1) 「今後10年の我が国の地球観測の実施方針」における「地球観測・予測技術の高度化」や「課題解決型の地球観測」に資するため、「衛星データと地球環境モデリングの融合」や「地球科学と社会利用の両輪としての地球観測」を目指した利用研究。
- (2) 複数衛星のデータ利用へのシフト
 JAXA衛星 (ALSO2, GPM, GCOM, GOSAT等)に加えて、ひまわり8号等の他データも含め、衛星データを複合的に用いたり、モデリング技術や同化技術などデータ統合と情報統合を目指す。

○: 利用データ

衛星利用プロ		ALOS2	GPM TRMM	Earth CARE	GCOM	GOSAT	ひまわり	代表的な連携機関
研究分野								
防災利用		○	○					
海洋監視	①船舶監視	○						
	②環境監視		○		○		○	極地研・気象研・JAMSTEC
水循環・水資源管理			○		○		○	東大・土木研究所
大気環境監視				○	○	○	○	気象研・環境研・九州大・気象庁
インフラ変位モニタ		○						国建協等
気候システム・放射過程			○	○	○	○	○	東大
生態系		○	○		○	○	○	筑波大・環境研・北大・JAMSTEC
農業		○	○		○		○	農環研・東大
公衆衛生		○	○		○		○	国際医療研究センター・長崎大・東大

文科省 今後10年の我が国の地球観測の実施方針（課題解決型の地球観測）平成27年度8月25日地球観測推進部会

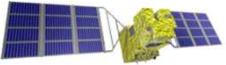

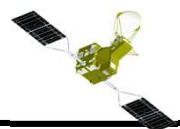
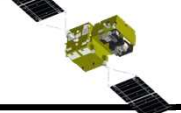

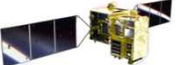

課題	①気候変動	②地球環境の保全と利活用の両立	③災害への備えと対応	④食料及び農林水産物の安定的確保	⑤総合的な水資源管理の実現	⑥エネルギーや鉱物資源の安定的な確保	⑦健康に暮らせる社会の実現	⑧科学の発展
観測項目	温室効果ガス、森林、エアロゾル、北極、南極、海洋	海況、北極、南極、サンゴ、森林、マングローブ	地震、火山、水害、大雨、台風、	土地利用、農産物、森林、水産資源	降水量、河川流量、土壌水分	風況、日射量、海況、鉱物資源	大気汚染物質、土地利用、ヒートアイランド、水質	エアロゾル・雲・降水相互作用
衛星	GOSAT GCOM-W EarthCARE GCOM-C GOSAT-2	GCOM-W ALOS-2 GCOM-C 先進光学 先進レーダ	ALOS-2 DPR 先進光学 先進レーダ	ALOS-2 GCOM-W GCOM-C 先進光学 先進レーダ	DPR GCOM-W	GCOM-W ALOS-2 先進レーダ	GOSAT EarthCARE GCOM-C GOSAT-2 先進光学	DPR EarthCARE GCOM-C

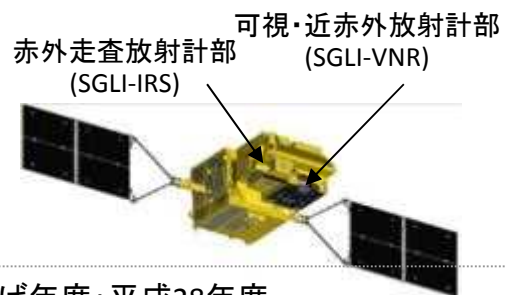
GEO 戦略計画2016-2025（8つの社会経済的利益分野：SBA）

課題	気候変動							
	①生物多様性と生態系の持続性	②災害強靱性	③食料安全保障と持続可能な農業	④水資源管理	⑤エネルギーと鉱物資源管理	⑥公衆衛生監視	⑦インフラと交通管理	⑧持続可能な都市開発
衛星	GCOM-C	ALOS-2 DPR 先進光学 先進レーダ	ALOS-2 GCOM-W GCOM-C 先進光学 先進レーダ	DPR GCOM-W	GCOM-W ALOS-2 先進レーダ	GOSAT EarthCARE GCOM-C GOSAT-2 先進光学	ALOS-2	先進光学

JAXA 地球観測衛星計画

青字は今後打ち上げ予定の衛星

温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)(GOSAT-2) 	陸域観測技術衛星2号 (ALOS-2) 先進レーダ衛星 	水循環変動観測衛星(GCOM-W) 	地球環境変動観測ミッション (GCOM-C) 	全球降水観測計画・二周波降水レーダ (DPR) 	先進光学衛星 	雲エアロゾル放射ミッション (EarthCARE) 
--	--	--	---	--	---	--



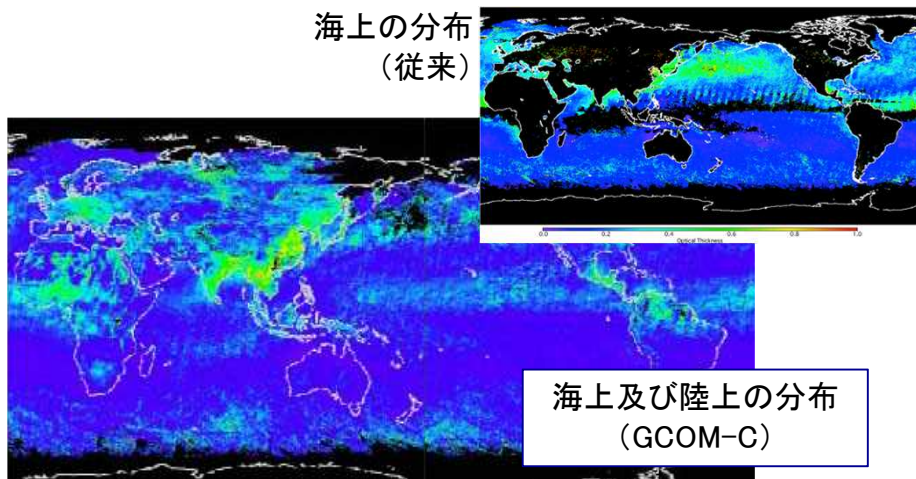
打上げ年度: 平成28年度
 主要諸元:
 質量: 約2,000kg
 軌道: 太陽同期準回帰軌道
 (高度=約800km、軌道傾斜角=約99度)
 観測期間: 約5年間
 搭載センサ: 多波長光学放射計(SGLI)

気候変動観測衛星(GCOM-C) ミッション

気候変動の監視とメカニズム解明に有効な全球規模での放射収支と炭素循環に関わる地表と大気、沿岸、雪氷の広い範囲での長期継続変動観測、人間活動と気候変動の影響の観測を行うとともに、漁業等の実利用機関に伝送して現業分野への貢献を行う。

エアロゾルの全球観測

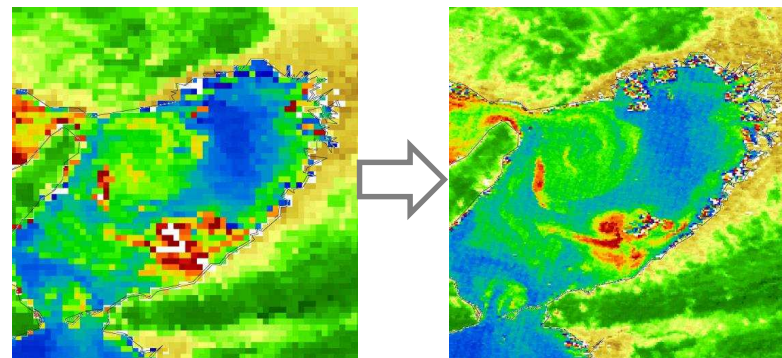
海上の分布
(従来)



温暖化予測の最大の誤差要因であるエアロゾルについて、海上の分布に加えて、陸上の分布を精度よく把握する。

沿岸、内湾域の高精度観測

クロロフィルa濃度(海域)と植生指数(陸域)



1km分解能(従来)

250m分解能(GCOM-C)

高精度観測(250m分解能)により、沿岸域の河川流出物や、小さな渦構造など、従来は判別困難であった事象を検出する。また、漁業情報(プランクトン分布、海水温)として提供する。

参考：宇宙基本計画工程表（平成27年度改訂）

		2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度	2032年度	2033年度	2034年度			
		27年度	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	33年度	34年度	35年度	36年度	37年度	38年度	39年度	40年度	41年度	42年度	43年度	44年度	45年度	46年度			
陸域・海域観測	先進光学衛星					先進光学衛星								先進光学衛星後継機①										
																						先進光学衛星後継機②		
																						●継続的に開発・運用等		
	先進レーダ衛星					陸域観測技術衛星(だいち2号 2014年度打ち上げ)								先進レーダ衛星(だいち2号後継機)						先進レーダ衛星後継機①				
																						先進レーダ衛星後継機②		
																						●継続的に開発・運用等		
気象観測	静止気象衛星					ひまわり6号(待機運用)																		
						ひまわり7号(待機運用)																		
						ひまわり8号(2014年度打ち上げ)																	以後、待機運用	
																						以後、ひまわり8号に替えて観測運用		
																						待機		
																						静止気象衛星後継機 製造・打ち上げ・待機運用		
																						以後、ひまわり9号に替えて観測運用		
																						●継続的に製造・運用等		
温室効果ガス観測	温室効果ガス観測技術衛星					温室効果ガス観測技術衛星2号機																		
																							温室効果ガス観測技術衛星3号機	
																						●継続的に開発・運用等		
その他のリモートセンシング及びセンサ等技術の高度化	水循環					水循環変動観測衛星(しずく 2012年度打ち上げ)																	●平成28年度より後継ミッションも含めた今後のあり方について検討を加速	
	雲・植生					気候変動観測衛星(GCOM-C)																		
	降水					全球降水観測計画/二周波降水レーダ(GPM/DPR 2013年度打ち上げ)																		
	雲・エアロゾル					雲エアロゾル放射ミッション/雲プロファイリングレーダ(Earth CARE/CPR)																		
	超低高度衛星					超低高度衛星技術試験機(SLATS)																		
	低コスト小型衛星					アスナロ1号(2014年度打ち上げ)																		
							アスナロ2号																	
センサ技術						ハイパースペクトルセンサ																		