

# 今後10年の我が国の地球観測の実施方針 フォローアップ

---

令和元年 9月 13日

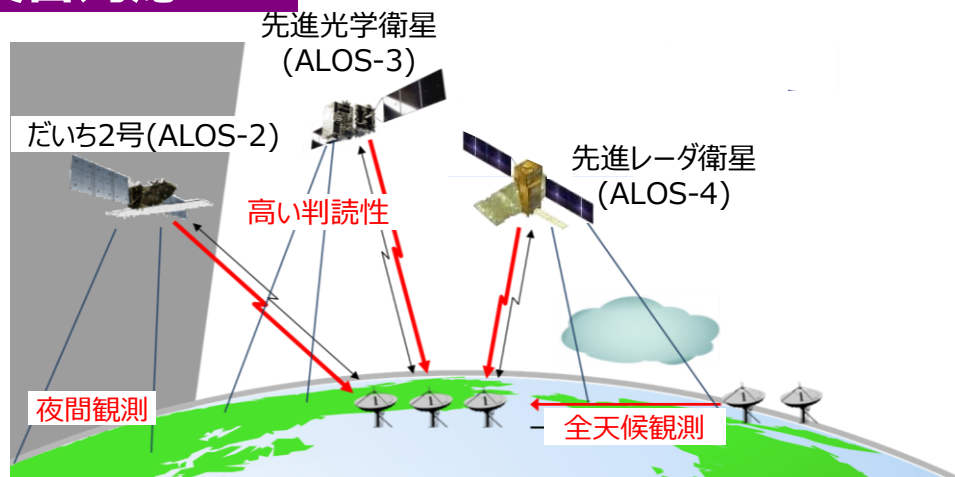
文部科学省 研究開発局 宇宙開発利用課  
企画官 原田 大地

# 1. 人工衛星による地球観測の意義

- 人工衛星による地球観測は、広域性・同報性・耐災害性があり、全球をグローバルに周期的にかつ長期間に亘り人が容易に集約できない地域・海域の観測を行うことができ、国境を越えた観測データを長期にわたって継続的に作成・蓄積・提供することができる。
- この特徴を活かして、地震・津波・火山噴火・台風・竜巻・集中豪雨等の大規模災害について、災害予防と災害発生後の対応能力を向上させるとともに、我が国と国際社会が直面する気候変動や、資源、エネルギー、環境、食糧等の各種地球規模課題の解決に貢献し、国内・国際社会の平和と安定に寄与する。
- また、そのための基盤となる地球・環境科学技術の発展や、観測データの活用による新事業・サービス等の産業分野における価値創出にも貢献する。

## 2. 人工衛星による地球観測の事例

### 防災・災害対応



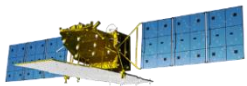
### 気候変動対策



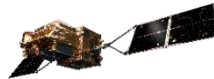
# 3. 地球観測衛星データ利用促進

## 人工衛星の開発及びデータ取得

### 高分解能衛星



### 環境観測衛星



- 「だいち」(ALOS)
- 「だいち2号」(ALOS-2)
- 先進光学衛星(ALOS-3)
- 先進レーダ衛星(ALOS-4)
- 「しきさい」(GCOM-C)
- 「しずく」(GCOM-W)
- 「いぶき」(GOSAT)シリーズ
- GPM/DPR

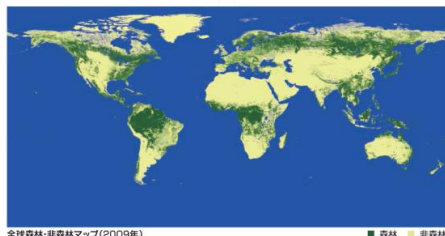
データ提供

得られるデータ

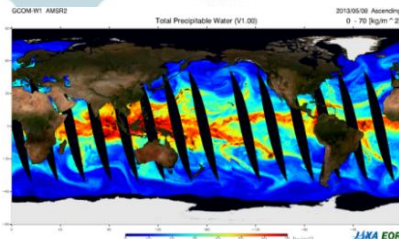
- 光学画像/レーダ画像
- 地形図
- 土地利用分布図
- 森林/非森林マップ
- 地殻変動等

得られるデータ

- 海面水温
- 土壌水分量
- 降水量
- 積雪量
- 海氷密接度
- CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>



全球森林・非森林マップ(2008年)



JAXA EORC

森林分布：解像度(25m) 海水表面温度：解像度(数km～数十km)

## 衛星データ利用促進に係る基盤整備

### ○文部科学省

#### JAXA地球観測衛星データ提供システム(G-Portal)

JAXAの地球観測衛星およびセンサで取得された情報を処理し、社会の様々な分野に役立つプロダクトを、webを介して配布。



#### データ統合・解析システム (DIAS)

世界最大級の地球環境ビッグデータをDIAS上で蓄積・統合解析。



データ連携・システム連携

### ○経済産業省

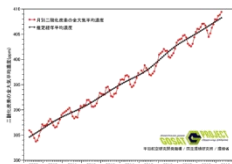
#### Tellus

オープン＆フリーな衛星データプラットフォーム。  
宇宙×地上データの組合せで、新たなビジネスを創出。



# 地球規模課題解決への貢献

## 気候変動政策への活用



↑ GOSAT(CO<sub>2</sub>)、ALOS-2(森林検出)等

## 新事業・サービス等価値創出

## 農業



↑ ALOS-2(作付面積、収量予測)等

## 森林伐採検出

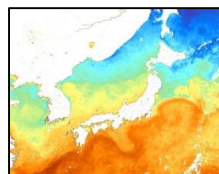


↑ ALOS-2(森林検出)等

## 漁業



【漁業情報サービスセンター】



↑ GCOM-W/C(海面水温)等

## インフラモニタ



↑ ALOS-2(地殻変動検出)等

## 天候保険



↑ GPM, GCOM-W(雨量)等

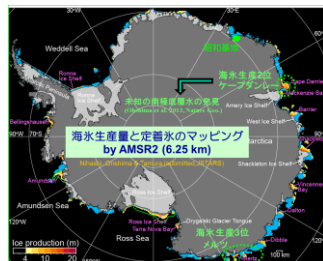
# 地球・環境科学技術の推進

## インパクトのある科学成果

### 海氷生産量の算出



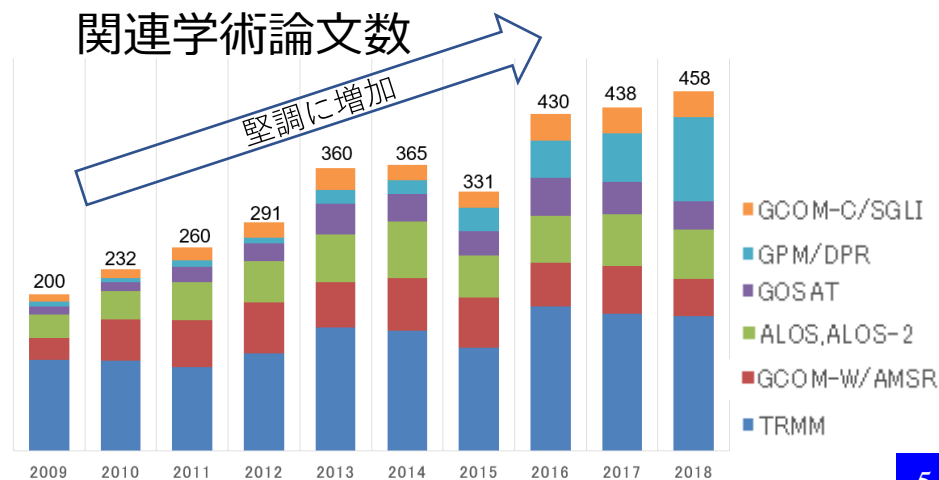
北極海氷マッピング  
[JAXA/EORC]



南極海氷マッピング  
[Nihashi et al., 2017]

↑ GOSAT-W (海氷)等

## 関連学術論文数



[Elsevier社 Scopusより集計]

## 4. 今後の我が国の地球観測の課題

- 持続的な地球環境観測衛星プログラムの維持・発展
- 政策・公共ニーズ、実利用ニーズ、サイエンスニーズと応分の負担を踏まえた地球環境観測衛星プロジェクト形成スキーム
  - 現行宇宙基本計画の衛星リモートセンシング分野においては、本実施方針で定義されている「地球観測(\*)」ニーズのほか、「安全保障」「産業振興」等のニーズへの対応が求められている。
- 国際連携も見据えた地球観測データ継続性・利用可能性への社会的理解と実利用の拡大
- 地球環境観測衛星を利用した地球・環境科学分野の振興
- 科学技術イノベーション政策、宇宙政策における地球環境観測衛星の位置づけ

※「今後10年の我が国の地球観測の実施方針」の中で、平成16年に策定された「地球観測の推進戦略」で定義された「地球観測」が次のように引用されている。  
「地球環境変動の監視・検出や影響予測等の地球環境問題への対応、気象・海象の定常監視、自然災害の監視、地図作成（地理情報の整備）、資源探査・管理、地球科学的な知見の充実等を目的として、大気、海洋、陸域及び地球内部の物理・化学的性状、生態系とその機能に関する観測を行うものであって、全球を観測対象とするもの、または地域を観測対象とするが全球の現象に密接に関係するもの」。

(参考)

# 陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）

## 目的

「だいち2号」は、災害状況の把握、森林分布の把握や地殻変動の解析など、様々な目的で使用されている。「だいち2号」に搭載されたLバンド合成開口レーダ（PALSAR-2）は、人工衛星から地表に向けて電波を照射して、その反射された電波を受信して観測を行う。

## アウトカム

- ALOS-2の観測データは、自然災害の発災後の状況把握、火山などの地殻変動の継続監視、海氷・船舶の状況把握において、国内の政府関係機関、自治体ならびに国際的にも国際災害チャーター、センチネルアジアなどの枠組みでデータ提供を実施中。
- 経済産業省のTellus（テールス）プラットフォームでの新しい民間利用に向けた実証を実施中。

## 課題

5年間の運用により蓄積した大量データの処理およびTellusのようなプラットフォームを用いたビックデータ解析の推進を行う。あわせて、後継機であるALOS-4の定常運用開始まで、切れ目のない観測データの提供を行う。このために、わが国のLバンドSARの有用性を継続すべく、ユーザ機関・サイエンスコミュニティと連携し、時系列データの取得のための重点観測地域の設定など観測の適切な見直しを踏まえた後期利用段階の確実な運用を実施して、長期継続的な地球観測の実施に取り組む。



陸域観測技術衛星2号（ALOS-2）  
外観図（イメージ）

## 主要諸元

打上げ	平成26年5月24日
打上げロケット	H-ⅡAロケット24号機
軌道	太陽同期極軌道（628km）
重量	約2,200kg
設計寿命	5年
主要ミッション機器	（1）Lバンド合成開口レーダ（PALSAR-2） （2）小型赤外カメラ（CIRC）

# 陸域観測技術衛星（ALOS）

## 目的

「だいち」は2006年に打ち上げられた地球を観測する人工衛星（陸域観測技術衛星）で、地球規模の環境観測を高精度で行うことを目標に、地図作成・地球観測・災害状況の把握・資源探査など、幅広い分野での利用を目的に開発された。

## アウトカム

ALOS-2のデータと組み合わせて、時系列データとして利用。また、PRISMにより作成された3次元の全球の標高モデル（3D DSM）は、国内外でGIS基礎データとして利用が継続されている。

## 課題

PALSARおよびAVNIR-2のすべてのアーカイブデータの標準処理（全数処理）を行い、ビックデータ解析などでの利用を推進する。



陸域観測技術衛星（ALOS）  
外観図（イメージ）

## 主要諸元

打上げ	平成18年1月24日 (平成23年4月22日運用終了)
打上げロケット	H- II Aロケット8号機
軌道	太陽同期極軌道（692km）
重量	約4,000kg
設計寿命	3年
主要 ミッション機器	(1) レゾナンス合成開口レーダ（PALSAR） (2) 高分解能光学イメージャ（AVNIR-2） (3) 高分解能光学イメージャ（PRISM）

# 地球環境変動観測ミッション（GCOM）

## 【気候変動観測衛星（GCOM-C）】

### 目的

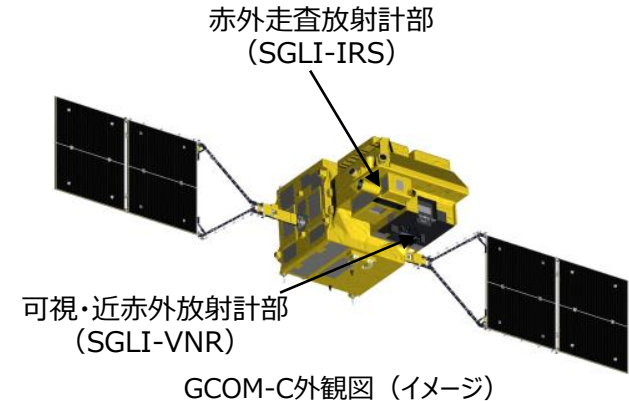
GCOMは、宇宙から地球の環境変動を長期間に渡って、グローバルに観測することを目的とした人工衛星プロジェクトで、地球環境変動観測ミッション（Global Change Observation Mission）の英語略。このミッションの中で、大気や植生などに関わる観測を気候変動観測衛星「しきさい」が担う。

### アウトカム

気候変動の状況把握と気候変動メカニズムの解明を狙う科学研究者によるGCOM-Cデータの解析が始まっている。また、GCOM-C海洋データは、漁業情報センター（JAFIC）他へ提供され、漁業システムでの活用が始まっている。

### 課題

今後、令和4年（設計寿命5年）を目指して観測運用を継続し、大気や植生などの観測データを公開及び関係機関に提供することで、気候変動の予測に貢献する。



### 主要諸元

打上げ年度	平成29年12月23日
打上げロケット	H-ⅡAロケット
軌道	太陽同期極軌道（約800km）
重量	2t級
設計寿命	5年
主要ミッション機器	多波長光学放射計（SGLI）

# 【水循環変動観測衛星（GCOM-W）】

## 目的

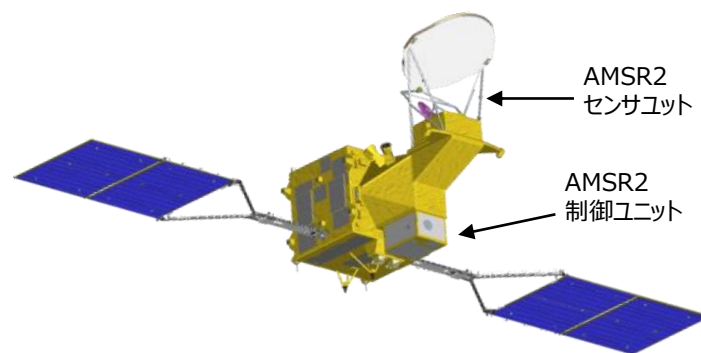
GCOMは、宇宙から地球の環境変動を長期間に渡って、グローバルに観測することを目的とした人工衛星プロジェクトで、地球環境変動観測ミッション（Global Change Observation Mission）の英語略である。このミッションの中で、水循環に関わる観測を「しずく」が担う。

## アウトカム

- AMSR2の前号機である米国Aqua衛星搭載のAMSR-Eから継続して16年以上の長期気候変動記録を取得し、北極海海氷の観測史上最小面積を捉えるなど全球の気候変動を明らかにした。
- 準リアルタイムの情報提供により、気象庁や欧州中期予報センター（ECMWF）における数値気象予報で定常利用され、予測精度向上に貢献した。
- 米国海洋大気庁（NOAA）は、「しずく」の観測データを米国周辺の受信局においてリアルタイムで直接受信し、台風の中心位置推定や中心構造の把握に活用している。
- 海面水温データは、漁船の漁場選定などに定常的に活用され、漁船の燃費向上などに役立っている。

## 課題

新規プロダクト（高解像度海氷密接度、海氷移動ベクトル、植生含水量、等）の開発、AMSR-EとAMSR2の一貫性のある長期観測データによる気候データレコード（CDR）の開発、他衛星との複合データ利用や数値モデルとの連携等による新規分野での利用拡大を行う。また、切れ目のない長期観測を実現するため、後継ミッションの早期打上げを目指すとともに、機器の劣化や不具合等に適切に対処し、着実に運用を継続することで、長期継続的な地球観測の実施に取り組み、気候変動に伴う悪影響の探知・原因の特定に貢献する。



GCOM-W外観図

## 主要諸元

打上げ	平成24年5月18日
打上げロケット	H-ⅡAロケット
軌道	太陽同期準回帰軌道 (約700km)
重量	約2,000kg
設計寿命	5年
主要ミッション機器	高性能マイクロ波放射計2 (AMSR2)

# 全球降水観測／二周波降水レーダ（GPM／DPR）

## 目的

GPM主衛星は日米を中心にした国際協力の下で進められている全球降水観測計画（GPM計画）の軸になる人工衛星で、世界中の雨や雪を観測する。NASAが開発した衛星本体に、日本が開発を担当した観測装置の二周波降水レーダ（DPR）とNASAが開発した観測装置のGPMマイクロ波放射計（GMI）を搭載している。

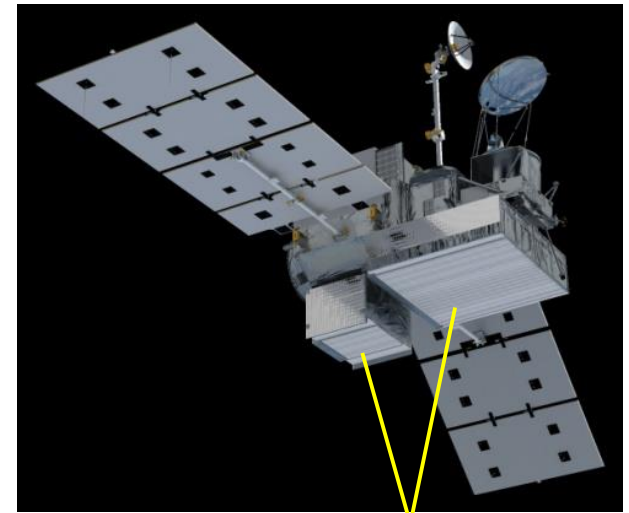
## アウトカム

- ❑ 気象庁は、2016年3月からGPM主衛星データの定常利用（全球数値予報モデル、メソ数値予報モデル）を開始。西日本で甚大な被害をもたらした平成30年7月豪雨でも気象庁がDPRの予報への有効性を確認済。
- ❑ GPM JAXA標準プロダクトとして、高頻度観測を実現した衛星全球降水マップ（GSMaP）を開発し、インドネシア気象庁などアジア太平洋12機関でGSMaPは降雨モニタリングや気象解析の現業に用いられている。民間企業による「天候インデックス保険」や農林水産省の海外食料需給レポートでもGSMaPが利用されている。

## 課題

- ❑ GPM/DPRで実現した、世界初の衛星による中高緯度の3次元降水観測を継続し、データが蓄積することで、中高緯度も含めた降水システム・気候学を大きく進展させる。
- ❑ GSMaPの精度向上や現業機関への社会実装を進め、GPMの成果が最大限得られるように活動する。
- ❑ 降水推定精度のさらなる向上のため、DPRのKa帯降水レーダの観測幅を拡大し、二周波による降水観測幅を拡大させた降水推定手法を確立する。精度向上を達成したDPRデータ提供を行う。
- ❑ 上記に取り組むことで、総合的な水資源管理の実現に貢献する。

## GPM主衛星の概観図（イメージ）



二周波降水レーダ（DPR）  
※ JAXAが担当

## 主要諸元

打上げ	平成26年2月28日
打上げロケット	H-ⅡAロケット23号機
軌道	低軌道（407km）
重量	約3,750kg
設計寿命	3年
主要 ミッション機器	（1）二周波降水レーダ （DPR、日本が開発） （2）GPMマイクロ波イメージャ （GMI、米国が開発）

# 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(EarthCARE/CPR)

## 目的

EarthCARE (Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer) は、日本と欧州が協力して開発を進める地球観測衛星で、搭載する4つのセンサ（雲プロファイリングレーダ、大気ライダー、多波長イメージャおよび広帯域放射収支計）により、雲、エアロゾル（大気中に存在するほこりやちりなどの微粒子）の全地球的な観測を行い、気候変動予測の精度向上に貢献する。JAXAは雲プロファイリングレーダの開発を担当する。

## アウトカム

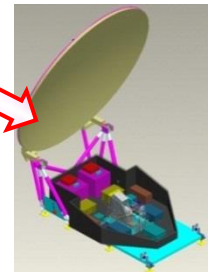
EarthCAREは、「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」の評価報告書において気候変動予測における最大の誤差要因とされている雲・エアロゾルを直接観測し、生成・消滅のメカニズムや放射特性の理解を高めることで気候変動研究における不確定性を改善する。観測データは極端気象の予測精度向上や大気汚染監視にも資するため、IPCC報告書を通した政策への反映に加え、現業利用がされることも目指している。

## 課題

- EarthCARE衛星の打上げに向けて着実に開発を進める。
- 打上げ後、軌道上初期機能確認等を経た後、3年（設計寿命）を目指して観測運用を継続し、雲やエアロゾルなどの観測データを公開及び関係機関に提供することで、気候変動の予測及び科学の発展に貢献する。



EarthCARE衛星【ESA】



雲プロファイリングレーダ（CPR）【JAXA/NICT】

## 主要諸元

打上げ年度	令和3年度
打上げロケット	ソユーズ又はゼニット
軌道	太陽同期極軌道（約400km）
重量	約2,250kg
設計寿命	3年
主要ミッション機器	(1) <u>雲プロファイリングレーダ(CPR)</u> ※日本の開発範囲 (2) 大気ライダー(ATLID) (3) 多波長イメージャ(MSI) (4) 広帯域放射計(BBR)

# センチネルアジア

## 目的

センチネル・アジアは、アジア太平洋域の自然災害の監視を目的とした国際協力プロジェクトである。地球観測衛星など宇宙技術を使って得た災害関連情報をインターネット上で共有し、台風、洪水、地震、津波、火山噴火、山火事など自然災害被害を軽減、予防することを目的としている。

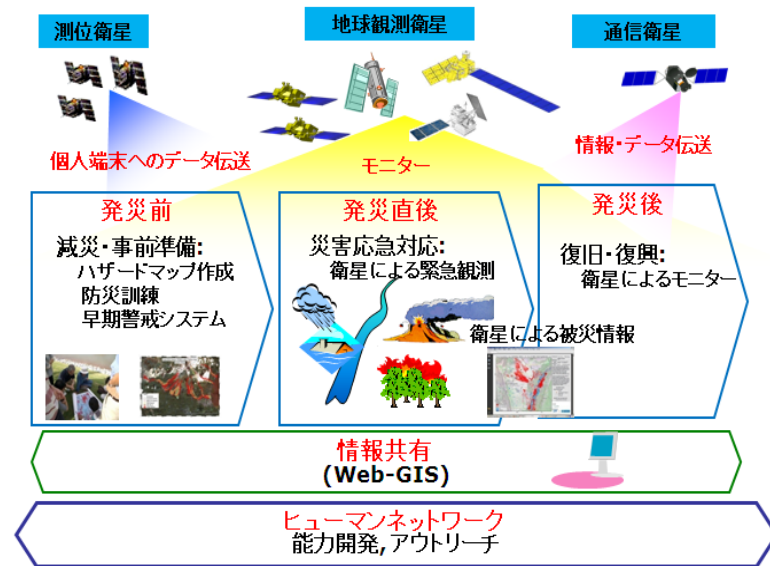
## アウトカム

- ❑ 2015年 ミャンマーの洪水災害、2017年スリランカ 洪水災害、2018年インドネシア 地震・津波災害などで、多くの災害時にセンチネルアジアより提供された情報が対応活動に活用されている。
- ❑ センチネルアジア発足以降、緊急観測対応数は計300回である（2019年7月31日時点）。
- ❑ センチネルアジアによる参加機関国の防災利用の定着化に向け、災害時の利用に関する標準手順書（SOP）等の制定に向けた取り組みを行っている。

## 課題

災害時の緊急観測対応のみならず、災害発生前の減災・準備フェーズ及び発災後の復旧・復興フェーズも対象として防災サイクルの全フェーズをカバーし、またそれらへの支援を持続的に行うために制定したセンチネルアジアの戦略計画を着実に実行し、災害への備えと対応に取り組む。

## センチネルアジアStep3のコンセプト



# 衛星観測のSDGsへの貢献例

## 「JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム」(JJ-FAST)

77カ国で熱帯林の伐採・変化の状況の把握のため利用されている。  
違法伐採の減少や抑止力として貢献。



## 「全球降水マップ」(GSMaP)を用いた洪水予警報

日米欧の衛星の観測データから作成した 1 時間ごとの「世界の雨分布速報」。アジアの防災機関による洪水予警報システム等で実利用されている。



## 「センチネルアジア」-アジア太平洋の災害を衛星で監視

「センチネル・アジア」は、アジア太平洋域の自然災害の監視を目的とした国際協力プロジェクト。地球観測衛星など宇宙技術を使って得た災害関連情報をインターネット上で共有。



## 「JAXAひまわりモニタ」を活用した大気汚染監視

「ひまわりモニタ」は、ひまわり8号のカラー画像及び地球物理量データのクイックルック画像を表示できるウェブサイト。JAXAでは黄砂・PM2.5等の大気微粒子（エアロゾル）の特性と海面水温を作成。



## 衛星データを活用した食糧収穫予測

東南アジア域における食糧生産の向上のため、衛星データを活用した農業気象情報（降水量、土壌水分量、日射量、地表面温度など）を東南アジア各国の農業関係省へウェブサイトより提供（JASMINシステム）。

