

## 2. 民生分野における 宇宙利用の推進

## 2. (1) 衛星測位

### 中期計画

初号機「みちびき」については、内閣府において実用準天頂衛星システムの運用の受入れ準備が整い次第、内閣府に移管する。その移管までの期間、初号機「みちびき」を維持する。

世界的な衛星測位技術の進展に対応し、利用拡大、利便性の向上を図り、政府、民間の海外展開等を支援するとともに、初号機「みちびき」を活用した利用技術や屋内測位、干渉影響対策など測位衛星関連技術の研究開発に引き続き取り組む。【再掲】

I. 1. 宇宙安全保障の確保の同名項目の再掲内容については斜体で示す。

### 特記事項

- 「実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方」(平成23年9月30日閣議決定)が閣議決定。「我が国として、実用準天頂衛星システムの整備に可及的速やかに取り組む。実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用にあたっては、「みちびき」の成果を利用しつつ、内閣府が実施する。」こととされた。
- 平成27年1月に決定された「宇宙基本計画」において、持続測位が可能となる7機体制の確立のために必要となる追加3機について、平成35年度をめどに運用を開始することとされた。
- 国際的にも、欧州、中国、インドにおいて社会インフラとして衛星測位システムの開発整備が進み、一部運用が開始されている。

### 財務及び人員に関する情報(注1)

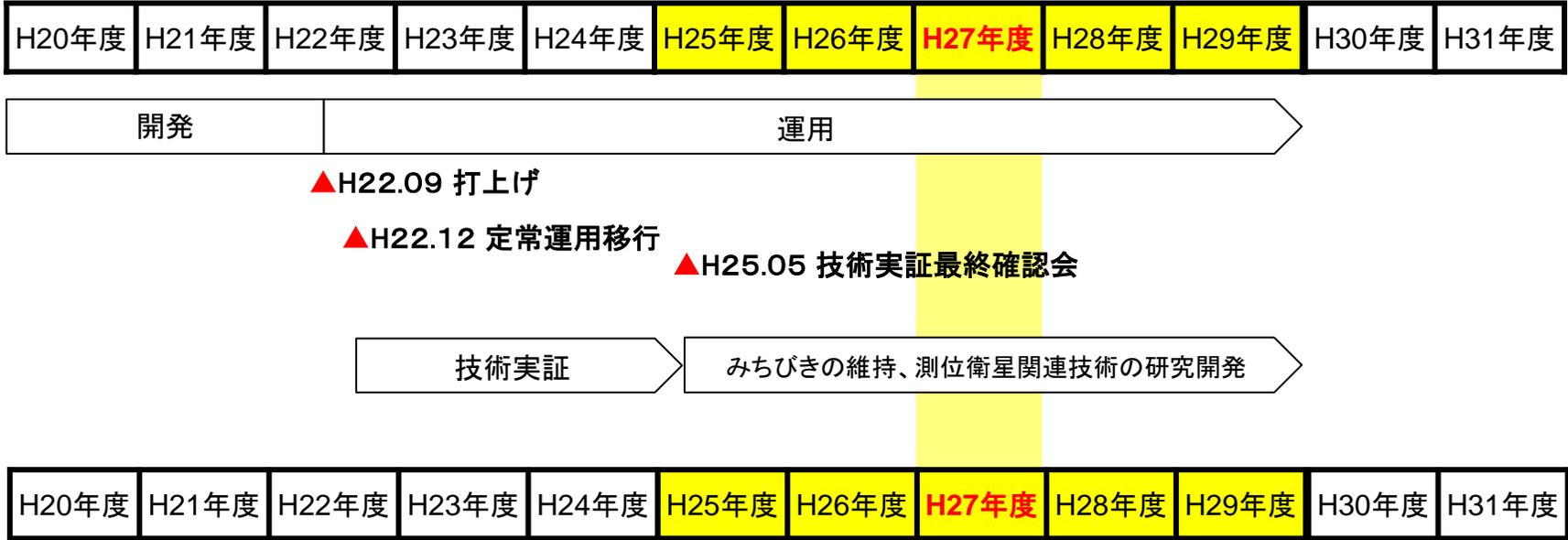
平成年度	予算額 (千円)	決算額 (千円)	人員数(人)
25	—	211,177,437 の一部	約470 の一部
26	—	207,856,661 の一部	約480 の一部
27	29,232,681 の一部	32,175,666 の一部	約220 の一部
28			
29			

- 注1: ● 平成26年度以前の決算額はJAXA全体の数値。  
 ● 平成26年度以前の人員数は「宇宙利用拡大と自律性確保のための社会インフラ」全体における本務従事者数の数値。  
 ● 平成27年度の予算・決算額はセグメント「衛星測位、衛星リモートセンシング、衛星通信・衛星放送」全体の数値。セグメント毎の詳細はⅢ項に記載。  
 ● 平成27年度の人員数は「衛星測位、衛星リモートセンシング、衛星通信・衛星放送」に従事する常勤職員の本務従事者数。

# マイルストーン

衛星測位

QZS-1  
(みちびき)



内閣府において、**実用準天頂衛星システムの運用の受入れ準備が整うまでの期間、初号機「みちびき」を維持する。**  
**世界的な衛星測位技術の進展に対応し、利用拡大、利便性の向上を図り、政府、民間の海外展開等を支援するとともに、初号機「みちびき」を活用した利用技術や屋内測位、干渉影響対策など測位衛星関連技術の研究開発に引き続き取り組む。【再掲】**

### 実績:

- ① 「みちびき」は、高い機能・性能を維持して運用を継続しており、JAXAとして内閣府への引き渡しは既に準備が整っている。(測位衛星の基本となる測位信号の性能としては、衛星の軌道決定精度、時刻信号精度を基にしたSIS-UREと呼ばれる指標がある。「みちびき」は仕様値2.6mに対し、現在実力値 40cm以下を保持して運用が継続されている。)
- ② 複数の測位衛星システムを用いて高い測位精度を実現するため開発した高精度軌道時刻推定ツール(MADOCA)について、その推定精度の改善に努め、ユーザ測位精度を昨年度比で10%程度改善できた。また、精度達成までに要する収束時間を30分から1分に大幅に短縮し、利用可能性に大きく前進した。
- ③ 内閣府が主導する戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)における「自動走行システム」(SIP ITS)及び「次世代農林水産業創造技術」(SIP 農水)に平成26年度からの取組を継続した。
- ④ 高精度軌道時刻推定ツールを用いた衛星の軌道時刻を推定し、地上受信機に単独搬送波位相測位(MADOCA-PPP(1周波))アルゴリズムを用いたシステムの利用拡大を関連機関との共同研究によって実施した。
- ⑤ 屋内外のシームレスな測位サービスを提供する屋内測位システム(IMES)について、医療機関・公的機関において普及・実用化の取り組みが拡大(送信機台数:1456@昨年度⇒2285@今年度)。
- ⑥ 共同研究「準天頂衛星の信号認証技術に関する実証実験」において、強度の高い暗号技術を用い、利用者が受信しているGPS及び「みちびき」の信号の真偽(スプーフィングを受けていないか)を判定するアルゴリズムを試作。本手法により、受信が正常な状況においては、100%の割合で正しく認証できることを確認した。

### 効果:

- JAXAは、高い測位信号精度を維持し安定的に「みちびき」を運用してきた。その結果、世界の主要なコンシューマ向けチップベンダー9社は全て「みちびき」対応製品をラインナップとして有し、カーナビ、タブレット、時計等新たな「みちびき」対応製品も発売されており、「みちびき」利用が社会に浸透しつつある。



「みちびき」対応タブレットPC  
 マイクロソフト Surface 3  
 (2015年6月発売)



「みちびき」対応GPS電波時計  
 セイコーエプソン アストロン8X  
 (2015年9月発売)

## 効果(続き):

- ① MADOCAの軌道時刻推定精度維持・改善の取り組みの結果、MADOCAのGPS、GLONASSの軌道推定精度(最終暦)は、世界の著名な推定ツールと遜色ない実力を維持している。(右表)
- ② JAXAが開発した高精度軌道・時刻推定アルゴリズム(MADOCA)が、内閣府事業の準天頂衛星システムに採用され、研究開発の成果が実用での利用に大きく貢献した。
- ③ SIP農水の取組では、農機の走行制御で要求される水平10cm(RMS)精度を実証し、初期収束時間要求である3分以内についても実現性を検証できた。また、MADOCAを用いた単独搬送波位相測位(MADOCA-PPP(1周波))は、地上に多数の電子基準点が無くても高い測位性能を達成できる手法であり、これを適用して移動体の高精度測位ができることを実証し、安価な1周波受信機による自動車の自動運転の低廉化に有効であることを示した。これらより、民間企業による高精度測位サービスのビジネス化構想に取り入れられ、JAXAの研究開発が、国の事業の支援とともに、民間の測位衛星利用に結び付きつつある。
- ④ IMESに関する研究開発については、ナースコールシステムに必要な位置情報取得や、医療情報を位置・時刻情報と紐付けて管理するための手段として採用された。

MADOCAによるGPSとGLONASSの軌道推定精度 (2015年の平均)

GPS							
IGS AC	Country (headquarters office)	Analysis Software	# of Stas	Orbit RMS (cm)			
				R	A	C	3D
JPL	USA	GIPSY/OASIS-II	166	1.39	1.11	1.09	2.09
NGS	USA	arc, orb, pages, gpscom	228	1.00	1.36	1.51	2.26
CODE	Switzerland	Bernese	254	1.63	1.21	1.17	2.34
GFZ	Germany	EPOS	212	1.23	1.36	1.58	2.42
MIT	USA	GAMIT, GLOBK	368	1.42	1.47	1.36	2.45
	<b>Japan</b>	<b>MADOCA</b>	<b>146</b>	<b>1.74</b>	<b>1.32</b>	<b>1.21</b>	<b>2.49</b>
SIO	USA	GAMIT, GLOBK	299	1.70	1.48	1.33	2.62
ESA(ESOC)	Germany	NAPEOS	150	1.71	1.45	1.34	2.61
GRG	France	GINS, DYNAMO	180	1.64	2.03	1.87	3.21
GLONASS							
IGS AC	Country (headquarters office)	Analysis Software	# of Stas	Orbit RMS (cm)			
				R	A	C	3D
IAC	Russia	STARK, POLAR	?	1.33	2.60	2.66	3.95
ESA(ESOC)	Germany	NAPEOS	150	1.42	2.95	3.94	5.13
GFZ	Germany	EPOS	212	1.98	3.51	4.14	5.78
	<b>Japan</b>	<b>MADOCA</b>	<b>117</b>	<b>2.11</b>	<b>4.28</b>	<b>4.47</b>	<b>6.54</b>
GRG	France	GINS, DYNAMO	180	2.03	5.07	5.17	7.52
CODE	Switzerland	Bernese	189	4.41	4.97	5.82	8.83
MCC	Russia	STARK, POLAR	?	4.21	21.58	22.74	31.63

## 補足説明資料①: QZS-1プロジェクト成功基準

### プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

クライテリア	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	達成状況
GPS補完システム技術	GPS 補完信号を送信して都市部、山間部等で可視性改善が確認できること。	近代化GPS(*1)民生用サービス相当の測位性能が得られること。	電離層遅延補正等の高精度化により目標を上回る測位性能が確認されること。	24年度までにエクストラサクセスを含め、 <b>全て達成済み</b>
次世代衛星測位基盤技術(*2)	—	将来の測位システム高度化に向けた基盤技術実験により所定の機能が確認されること。(実験計画制定時に、目標の具体化を図る。)	将来の測位システム高度化に向けた基盤技術実験により所定の性能が確認されること。(実験計画制定時に、目標の具体化を図る。)	24年度までにエクストラサクセスを含め、 <b>全て達成済み</b>

\* 1 : 近代化GPS: 米国で計画されている次世代の高精度化、高信頼性化衛星測位システム

\* 2 : 将来の高度化に向けた基盤技術とは、実験信号(周波数・コード・メッセージ)等による測位精度の更なる高精度化、高信頼性化を目指した技術開発を計画中である。

## 2. (2) 衛星リモートセンシング

### 中期計画(1/3)

#### ①防災等に資する衛星の研究開発等

我が国の防災及び災害対策の強化、国土管理・海洋観測、リモートセンシング衛星データの利用促進、我が国宇宙システムの海外展開による宇宙産業基盤の維持・向上、ASEAN諸国等の災害対応能力の向上と相手国の人材育成や課題解決等の国際協力のため、衛星リモートセンシングの利活用に係る政府の検討を支援するとともに、その検討結果を踏まえ、リモートセンシング衛星の開発を行う。

その際、データの継続的提供により産業界の投資の「予見可能性」を向上させ、また関連技術基盤を維持・強化する観点から、切れ目なく衛星を整備することに留意し、我が国の技術的強みを生かした先進光学衛星及び先進レーダ衛星の開発等を行う。

具体的には、データ中継技術衛星(DRTS)、陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)、超低高度衛星技術試験機(SLATS)、先進光学衛星に係る研究開発・運用を行うとともに、先進レーダ衛星、先進光学衛星の後継機をはじめとする今後必要となる衛星のための要素技術の研究開発等を行い、また、安全保障・防災に資する静止地球観測ミッション、森林火災検知用小型赤外カメラ等の将来の衛星・観測センサに係る研究を行う。これらのうち、陸域観測技術衛星2号(ALOS-2:Lバンド合成開口レーダによる防災、災害対策、国土管理・海洋観測等への貢献を目指す。)については、打ち上げを行う。【再掲】

上記の衛星及びこれまでに運用した衛星により得られたデータについては、国内外の防災機関等のユーザへ提供する等その有効活用を図る。また、衛星データの利用拡大について、官民連携への取組みと衛星運用とを統合的に行うことにより効率化を図るとともに、衛星データ利用技術の研究開発や実証を行う。

さらに、これらの衛星運用やデータ提供等を通じて、センテネルアジア、国際災害チャータ等に貢献する。

なお、平成27年度補正予算(第1号)により追加的に措置された交付金については、喫緊の課題への対応として衛星による公共の安全確保の一層の推進のために措置されたことを認識し、先進光学衛星及び光データ中継衛星の開発に充てるものとする。【再掲】

I. 1. 宇宙安全保障の確保の同名項目の再掲内容については斜体で示す。

### 特記事項

平成27年5月の口永良部島噴火、箱根山大涌谷の火山活動、8月の桜島の地殻変動、平成28年2月の桜島噴火など火山活動が活発化。また、平成27年9月の関東・東北豪雨により鬼怒川が氾濫し、洪水によって広範囲で宅地等が浸水。この際、気象庁(火山噴火予知連)の警戒レベルの判断や自治体の立ち入り規制の判断に、また、国土交通省では浸水域の把握に、ALOS-2観測データが活用された。

## 中期計画(2/3)

### ②衛星による地球環境観測

「全球地球観測システム(GEOSS)10年実施計画」に関する開発中の衛星については継続して実施する。具体的には、気候変動・水循環変動・生態系等の地球規模の環境問題の解明に資することを目的に、

- (a) 熱帯降雨観測衛星(TRMM/PR)
- (b) 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)
- (c) 水循環変動観測衛星(GCOM-W)
- (d) 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)
- (e) 全球降水観測計画／二周波降水レーダ(GPM/DPR)
- (f) 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)
- (g) 気候変動観測衛星(GCOM-C)
- (h) 温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)

に係る研究開発・運用を着実に進行。これらのうち、陸域観測技術衛星2号(ALOS-2:Lバンド合成開口レーダによる森林変化の把握等への貢献を目指す。)、全球降水観測計画／二周波降水レーダ(GPM/DPR)及び気候変動観測衛星(GCOM-C:多波長光学放射計による雲、エアロゾル、海色、植生等の観測を目指す。))については、打ち上げを行う。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)については、海外の協力機関に引き渡し、打ち上げに向けた支援を行う。また、温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)については、本中期目標期間中の打ち上げを目指した研究開発を行う。

上記の衛星及びこれまでに運用した衛星により得られたデータを国内外に広く使用しやすい形で提供することにより、地球環境のモニタリング、モデリング及び予測の精度向上に貢献する。

また、新たなリモートセンシング衛星の開発及びセンサ技術の高度化の検討に当たっては、GEOSS新10年実施計画の検討状況等を踏まえつつ、地球規模課題の解決や国民生活の向上への貢献など、出口を明確にして進める。

この際、複数の衛星間でのバス技術の共通化や、国際共同開発、人工衛星へのミッション器材の相乗り、他国との連携によるデータ相互利用を進めるとともに、衛星以外の観測データとの連携や、各分野の大学の研究者等との連携を図り、効果的・効率的に取り組を進める。

さらに、国際社会への貢献を目的に、欧米・アジア各国の関係機関・国際機関等との協力を推進するとともに、国際的な枠組み(地球観測に関する政府間会合(GEO)、地球観測衛星委員会(CEOS))に貢献する。

I. 1. 宇宙安全保障の確保の同名項目の再掲内容については斜体で示す。

## 中期計画(3/3)

### ③リモートセンシング衛星の利用促進等

①及び②に加えて、宇宙安全保障の確保、民生分野における宇宙利用の推進、宇宙産業及び科学技術の基盤の維持・強化に資する観点から、これまで以上に研究開発の成果が社会へ還元されるよう、社会的ニーズの更なる把握に努め、国内外のユーザへのデータの提供、民間・関係機関等と連携した利用研究・実証及び新たな衛星利用ニーズを反映した衛星・センサの研究を行うことにより、衛星及びデータの利用を促進するとともに新たな利用の創出を目指す。

また、各種の人工衛星を試験的に活用する等により、MDAへの宇宙技術の活用について、航空機や船舶、地上インフラ等との組み合わせや米国との連携等を含む総合的な観点から政府が行う検討を支援する。【再掲】

衛星データの配布に当たっては、政府における画像データの取扱いに関するデータポリシーの検討を踏まえ、データ配布方針を適切に設定する。【再掲】

I. 1. 宇宙安全保障の確保の同名項目の再掲内容については斜体で示す。

## 特記事項

平成27年11月に閣議決定された政府の「気候変動の影響への適応計画」において、「海外における食料供給動向に関する情報の補完・強化を図るため、地球観測データをJAXAと連携して活用することを検討する」と記載された。また、宇宙基本計画工程表の平成27年度改訂により「GCOM - Wについては、後継ミッションも含めた今後のあり方について平成28年度から検討を加速する。」と記載された。

EarthCAREについて、欧州宇宙機関(ESA)側センサ開発遅延により打上は平成30年度に変更、これに伴いCPR引き渡しは平成28年度となった。

### 財務及び人員に関する情報 (注1)

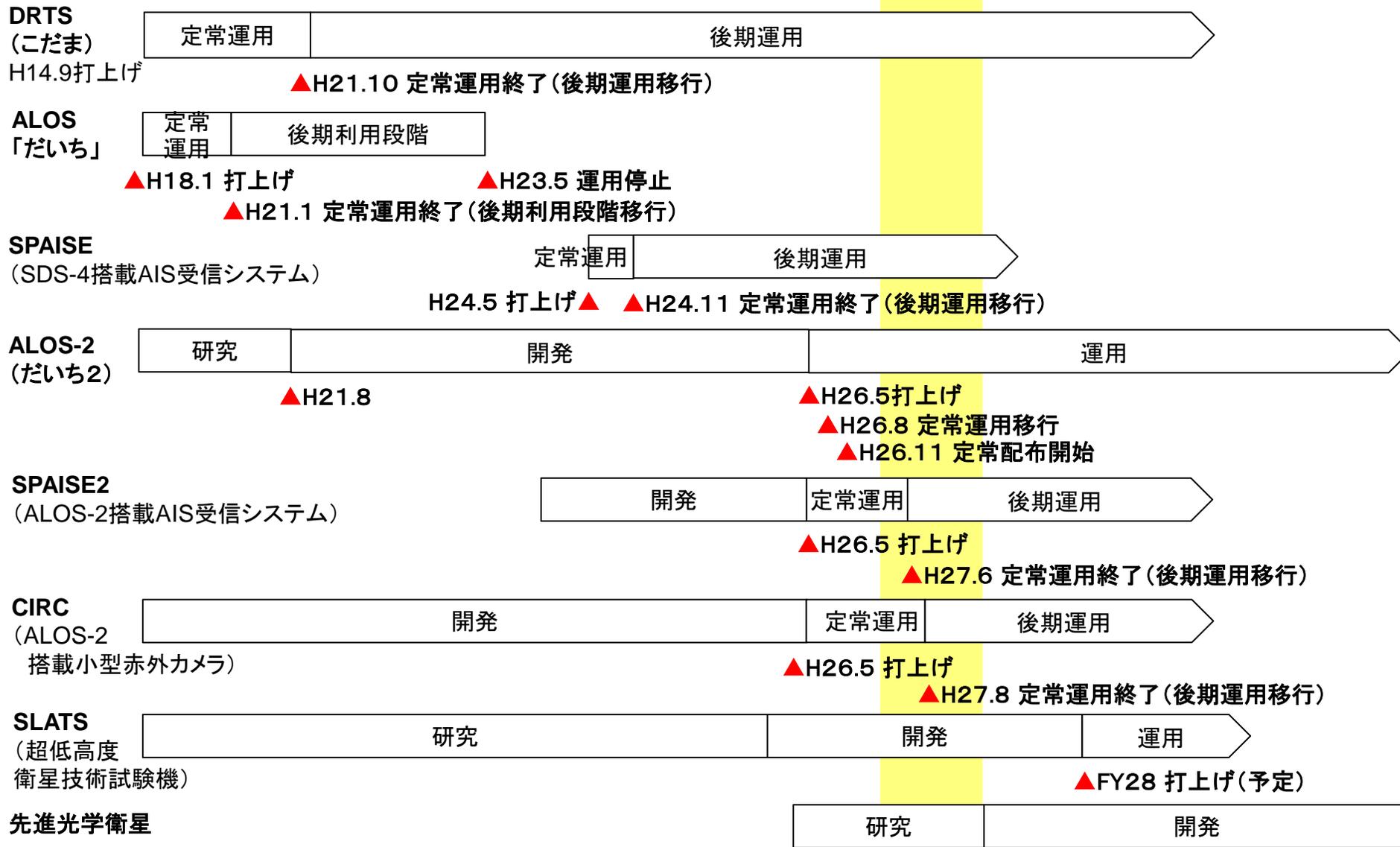
平成年度	予算額 (千円)	決算額 (千円)	人員数(人)
25	—	211,177,437 の一部	約470 の一部
26	—	207,856,661 の一部	約480 の一部
27	29,232,681 の一部	32,175,666 の一部	約220 の一部
28			
29			

- 注1:
- 平成26年度以前の決算額はJAXA全体の数値。
  - 平成26年度以前の人員数は「宇宙利用拡大と自律性確保のための社会インフラ」全体における本務従事者数の数値。
  - 平成27年度の予算・決算額はセグメント「衛星測位、衛星リモートセンシング、衛星通信・衛星放送」全体の数値。セグメント毎の詳細はⅢ項に記載。
  - 平成27年度の人員数は常勤職員の本務従事者数。

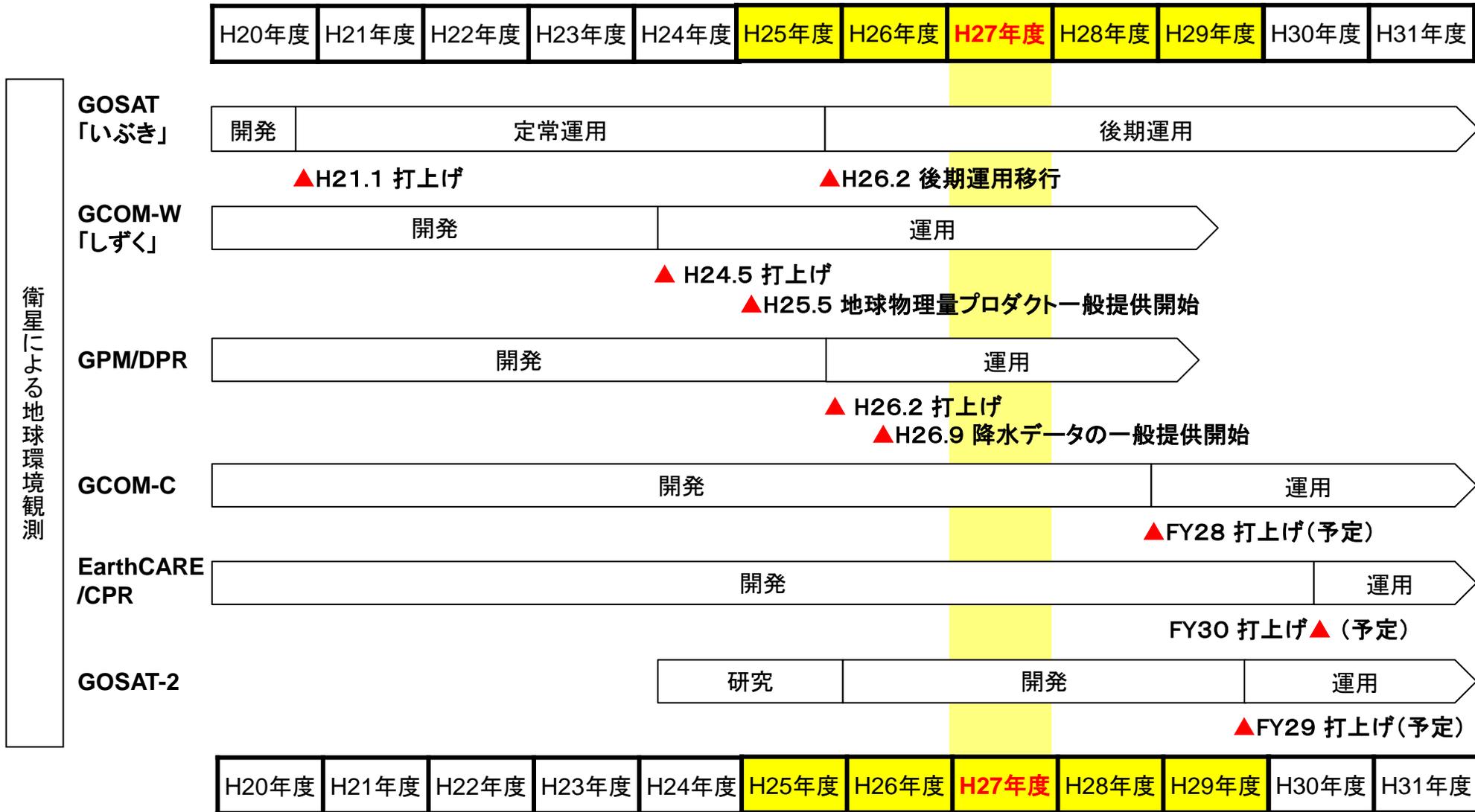
# マイルストーン

H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

防災等に資する衛星の研究開発等



# マイルストーン



## ①防災等に資する衛星の研究開発等

1) 防災、災害対策及び安全保障体制の強化、国土管理・海洋観測、産業基盤の維持向上、国際協力等のため、関係府省と連携を取りつつリモートセンシング衛星の研究開発を行う。具体的には以下を実施する。

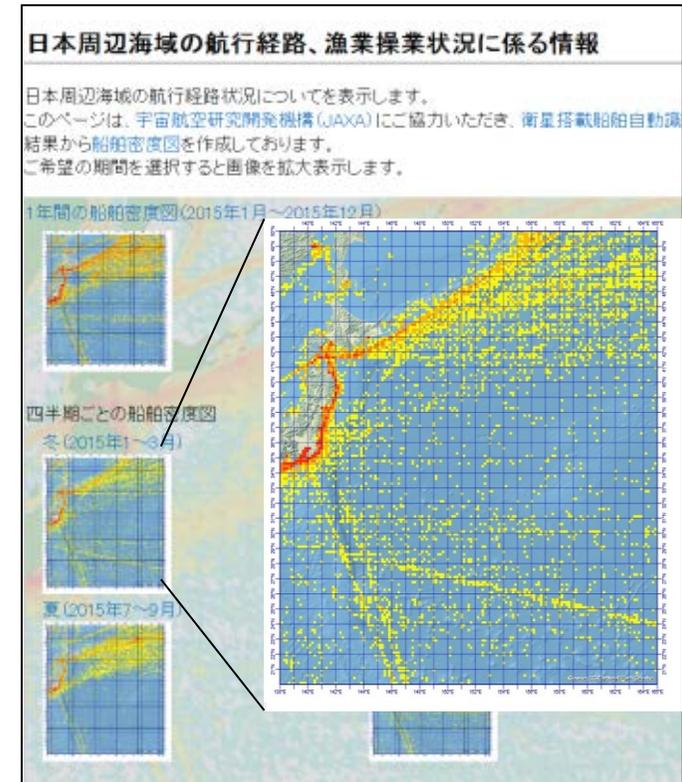
- データ中継衛星(DRTS)の後期運用を行う。
- 小型実証衛星4型(SDS-4)に搭載した船舶自動識別装置(AIS)受信システムの後期運用を行う。
- 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)の定常運用を継続し、防災及び災害対策の強化、国土管理・海洋観測等に関する観測データを取得する。
- ALOS-2に搭載する船舶自動識別装置(AIS)受信システム及び森林火災検知用小型赤外カメラ(CIRC)の定常運用を行い、後期運用に移行する。
- 超低高度衛星技術試験機(SLATS)の詳細・維持設計の実施、及びプロトフライトモデルの製作、組立、地上設備の設計を行う。

### 実績:

- ① DRTSの運用継続、ALOS-2に搭載された合成開口レーダ(SAR)及びCIRCの運用、SDS-4及びALOS-2に搭載されたAISの運用を予定通り実行し、SARにおいては防災、国土管理、海洋観測に、AISについては海上航行の安全管理に、また、CIRCについては、森林火災のモニタ等に関係府省と連携して研究開発、データ利用推進を進めた。
- ② SLATSについても、計画どおりフライト機器の製作・試験及び地上システムの整備を進めた。また、他機関と協力して超低高度衛星の利用に向けたワークショップを開催し、利用コミュニティを構築した。

### 効果:

- ① DRTSが13年に渡る安定した衛星間通信実験を実現したことで、グローバルなデータ中継の有用性が認識され、次世代のデータ中継として光データ中継衛星の開発着手につながり、先進光学衛星等次世代のグローバルな観測衛星を支える通信インフラの整備に進展した。
- ② 運輸安全委員会は、AISデータによる海上交通量分析結果をWebページ「日本周辺海域の航行経路、漁業操業状況に係る情報」に公開し、船舶事故ハザードマップとして、注意喚起に用いた。(今後、定期的に更新予定)
- ③ 桜島の噴火観測において、CIRCによる火砕物堆積域の特定に成功した。他の手段では困難な夜間の火山監視への有効性を示し、気象庁の火山予知連本会議等で報告した。



運輸安全委員会が、AISデータによる日本周辺海域の船舶交通量をweb公開  
<http://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap/link/jais/jlink.html>  
 > 船舶事故ハザードマップに活用

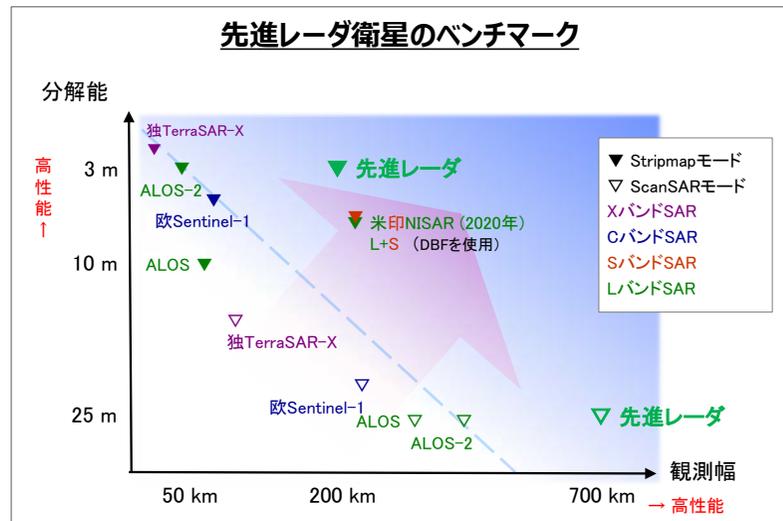
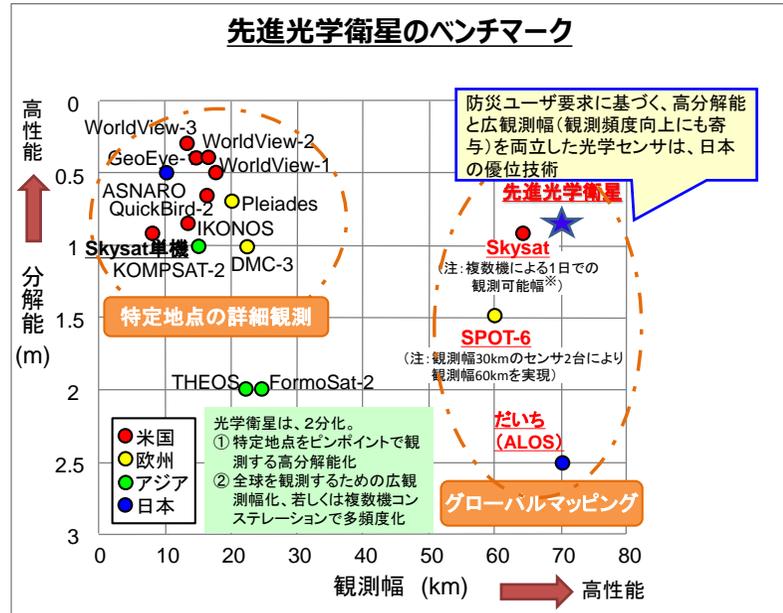
- 先進光学衛星の基本設計に着手する。
- 将来の安全保障・防災等に資するミッションに向けた研究を行う。

### 実績:

- ① 防災・災害対策については防災関連省庁と、また地理空間情報の整備・更新については国土地理院と連携して、ミッション要求及びシステム要求を設定し、計画どおり先進光学衛星の基本設計に着手し、平成31年度打ち上げに向けて着実に開発を進めた。
- ② 防災関連府省庁からなる検討会でとりまとめられた防災ユーザニーズ、将来のレーダセンサの基本的な要求性能を基に、ALOS-2後継機(先進レーダ衛星)の実現に向けて、LバンドSARの強みである地殻・地盤変動観測を更に進化させるミッションを研究した。要求を、パートナーである国土地理院と連携して設定した。
- ③ 特に、ALOS-2搭載SARの分解能を維持しつつ、先進レーダ衛星では、より広い観測幅を実現できるよう、新たにデジタルビームフォーミング技術の採用について研究を行い、実現性を確認した。
- ④ この技術によって、日本全土の観測頻度をこれまでの年4回から年20回程度に向上することが可能となり、防災機関にとって、発災後の状況把握に加え、地殻・地盤変動による異変の早期発見を可能とすることが確認された。

### 効果:

- 防災・災害対策や国土管理等の特に行政分野への衛星データの利用がこれまで以上に推進されるよう、開発初期段階から利用機関との具体的な取組み計画の立案や利用機関との連携した仕様設定等を行い、研究開発の成果がより一層行政利用等に結び付く取組みが進展した。



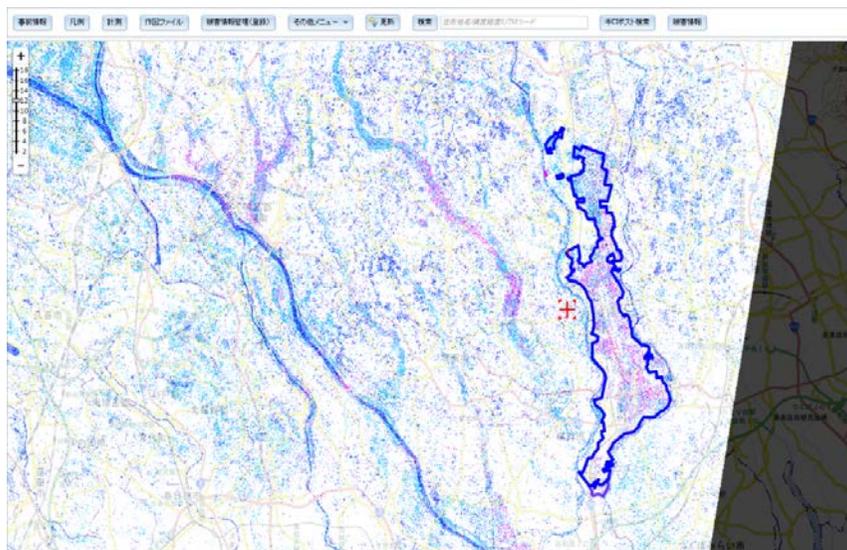
3) 国内外の防災機関等のユーザへALOSアーカイブデータ等を提供するとともに、防災機関等と連携した利用実証を実施し、ALOS-2等の衛星の利用研究、利用促進を行う。各機関の要求に基づきALOS-2による緊急観測を行い、ALOS-2の観測データ、ALOSのアーカイブデータを提供する。また、衛星データの利用拡大について、官民連携の取組みを進める。

### 実績： 1. 国内防災機関等との連携

防災機関等との連携により、ALOS-2(SAR)を中心に、衛星データの行政利用が大きく促進した。代表的な例として；

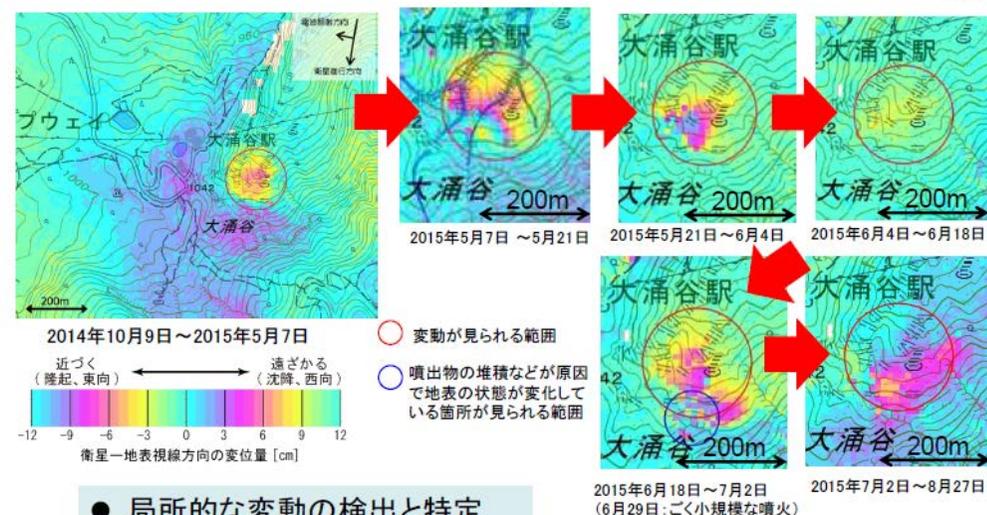
- ① 活火山の定期監視、異変の兆候の見られる火山の集中観測、噴火後の緊急観測を実施し(気象庁等の要請による)、行政利用が促進された。特に、箱根山大涌谷の火山活動の観測(5月から8月)や桜島の火山活動活発化に伴う地殻変動の観測(8月)では、警戒レベル判断や自治体の立ち入り規制判断に活用された。
- ② 9月の関東・東北豪雨において、緊急観測を行い(国土交通省の要請)、鬼怒川の破堤直前から1週間にわたり、昼夜継続して浸水域の観測を行い、国土交通省、東京消防庁などにおいて災害状況把握等に活用された。これらを経験することで、全国292箇所の直轄河川の危険箇所の位置情報を同省、地方整備局、JAXAで共有し、災害時の迅速な対応に役立てることとなった。
- ③ オホーツク海海水観測データが海上保安庁海水情報センターに提供され、海上保安業務に役立てられた。(FY28からは実利用の予定)

### 統合災害情報システム (DiMAPS)



ALOS-2緊急観測画像を用いた浸水域抽出マップと国土地理院浸水域情報の重ね合せ (国交省内、地理院及び地方整備局)

### 箱根山・大涌谷 - 高分解能になって見えた事象



- 局所的な変動の検出と特定
- 高頻度に変動域の監視を継続
- 立ち入り規制の設定に活用

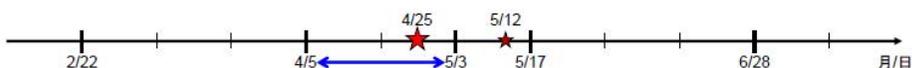
### 国土地理院解析結果 (箱根山火山活動)

## 実績(続き): 2. 海外での利用

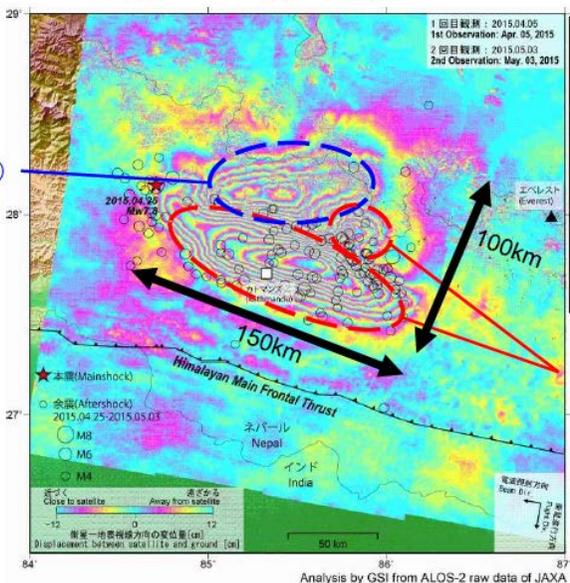
- ① 海外での利用としては、平成27年4月のネパール地震において、地震直後にALOS-2(SAR)の緊急観測を実施。現地機関(ICIMOD)にプロダクト提供し利用された。また、広域観測が可能な特殊なモード(ScanSARモード)で観測されたデータの干渉解析が実施され、150km幅に及ぶ地殻変動を一度に捉えることができた。更には、地震による山岳地帯の大規模雪崩を観測し、現地調査団等において利用された。

### 本震時の変動

国土地理院



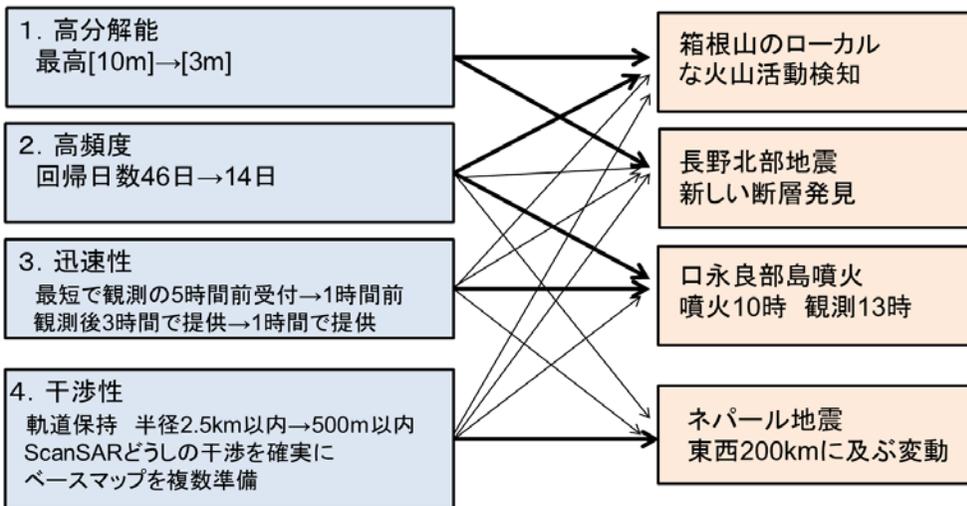
LOS伸長  
(沈降/西向き)  
最大約70cm



JAXAの高い技術力(広帯域高性能センサ、バースタiming制御、軌道制御等)によって干渉性が格段に向上し、山岳地域の広域観測でも干渉性が非常に高い。

LOS短縮  
(隆起/東向き)  
最大約115cm

### 国土地理院解析結果(ネパール地震)

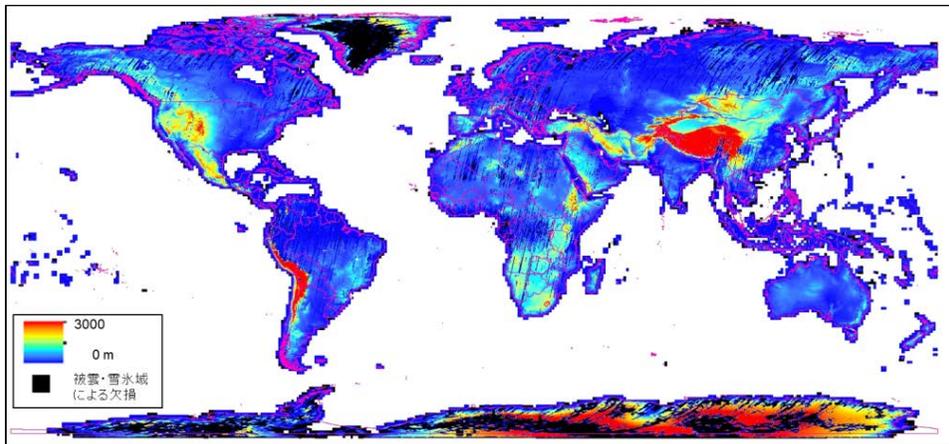


### ALOSからALOS-2への改良点と効果

東日本大震災では地殻変動の全体をカバーするのにALOS/PALSARで7回の観測を要したのに対して、ALOS-2ではネパール地震の広域変動(東西150km)の全容を一度に把握できた。これはScanSARのバースタiming制御、精密な軌道保持により実現したものの。

### 実績(続き): 3. 衛星データの利用拡大

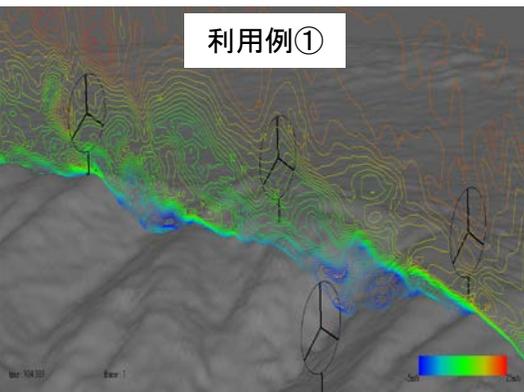
- ① 官民連携により、ALOS搭載パナクロマチック立体視センサ(PRISM)の全球観測アーカイブデータを用いて高精度と高分解能(5m格子、高さ精度2.64m)による数値標高データ(DSM)の全球データセットを整備した。
- ② 整備にあたって、複数の観測画像を用いて高精度な高さ情報を得るためには処理で生じるノイズを除去する必要があり、また全球整備には膨大なデータ(約34億平方キロメートル分、データ量で約3ペタバイト分)を処理する必要がある。このため、JAXAは高速且つ完全自動による処理アルゴリズムを開発し、全球データセットの整備を実現する基礎を構築した。
- ③ 完成したデータセットを用い、民間事業者において世界60か国以上にわたって地理空間サービスのソリューション事業が展開され、「産業振興」と「安全保障・防災」を含む「利用の拡大」に貢献している。



**PRISM (ALOS) 全球標高データ(DSM)のブラウザ画像**  
 被雲・雪氷域を除き、全世界陸上の標高を5m格子の細かさで表現

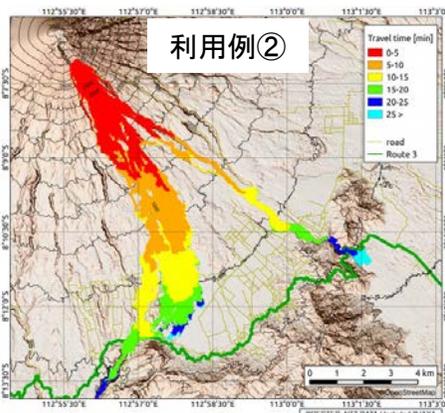
### 全球数値標高データベンチマーク

機関名	衛星センサ	観測年	解像度	高さ精度	
<b>今回整備)</b> 日本JAXA, 民間	<b>ALOS PRISM</b>	<b>2006-2011</b>	<b>5 m</b>	<b>2.7 m</b>	
独DLR, Astorium	TerraSAR-X / TanDEM-X	2010-2015	12 m	10 m	
仏Spot image社, Astorium	SPOT-5 HRS	2002-	30 m	7 m	
米国NASA, 日本JSS(ERSDAC)	TERRA ASTER	1999-2011	30 m	6-15m	
米国NASA	STS-99 (緯度±60度以内)	2000	30 m	16m	
参考	【国内のみ】 国土地理院	等高線 等高線 航空機LiDAR	2001 2008(最新) 2010(最新)	50 m 10 m 5 m	10m
	【限定エリア】 米国DigitalGlobe社	WorldView-3	2016-	0.5 m	2m (暫定)



利用例①

**風力発電設置のための風速分布解析**  
 © Tsubasa Windfarm Design



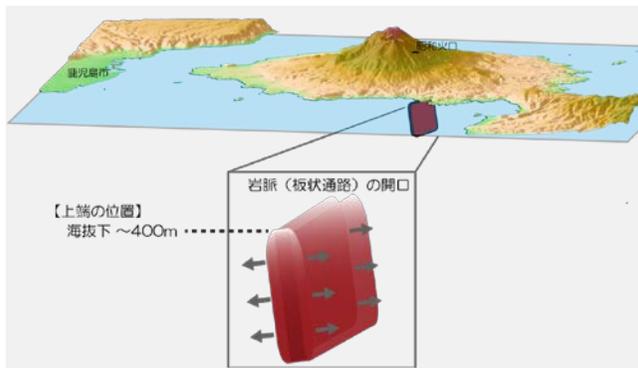
利用例②

**火山ハザードマップ** ©筑波大学  
 火砕流到達時間のシミュレーション

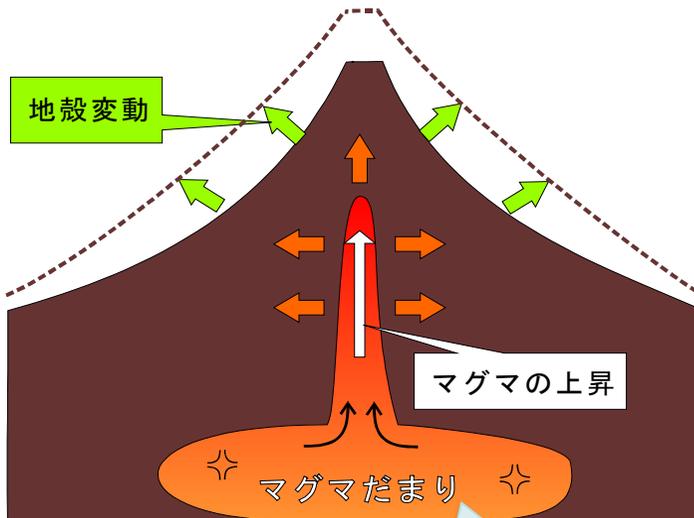
効果:

- ① 防災に関する行政等での利用が促進され、単に発災後の利用だけではなく、発災前の対応(事前のベースマップか、ハザードマップの維持更新、モデルを活用した地下のマグマだまりの状況や断層運動の推定等)への利用の検討されるレベルになっている。

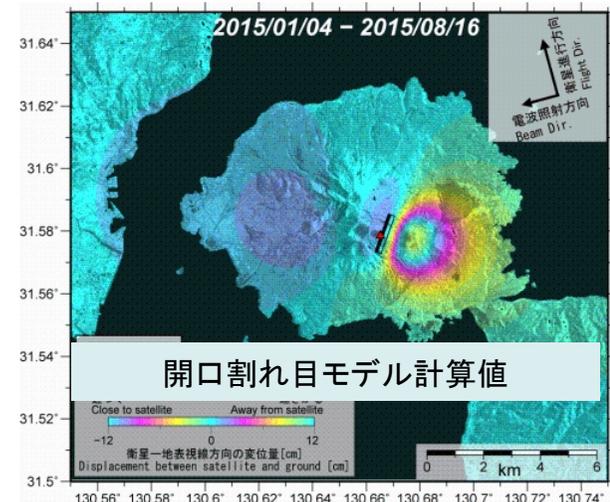
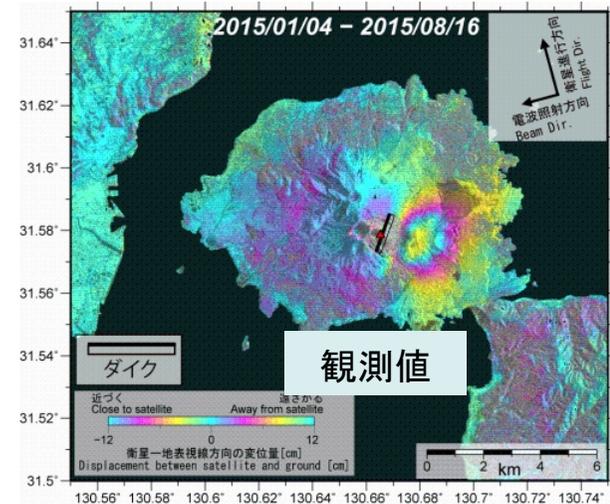
～地殻変動モデリング (火山)～



地表の地殻変動は地下の火山活動や断層運動を伝えていることから、地殻変動から、地下のマグマだまりの状況や断層運動を推定することが可能。



地下の膨張源(板状の開口)  
 ・深さ(上端): 海拔下約400 m  
 ・体積膨張量: 約180 万m<sup>3</sup>



(例) 2015年8月15日 桜島の火山活動

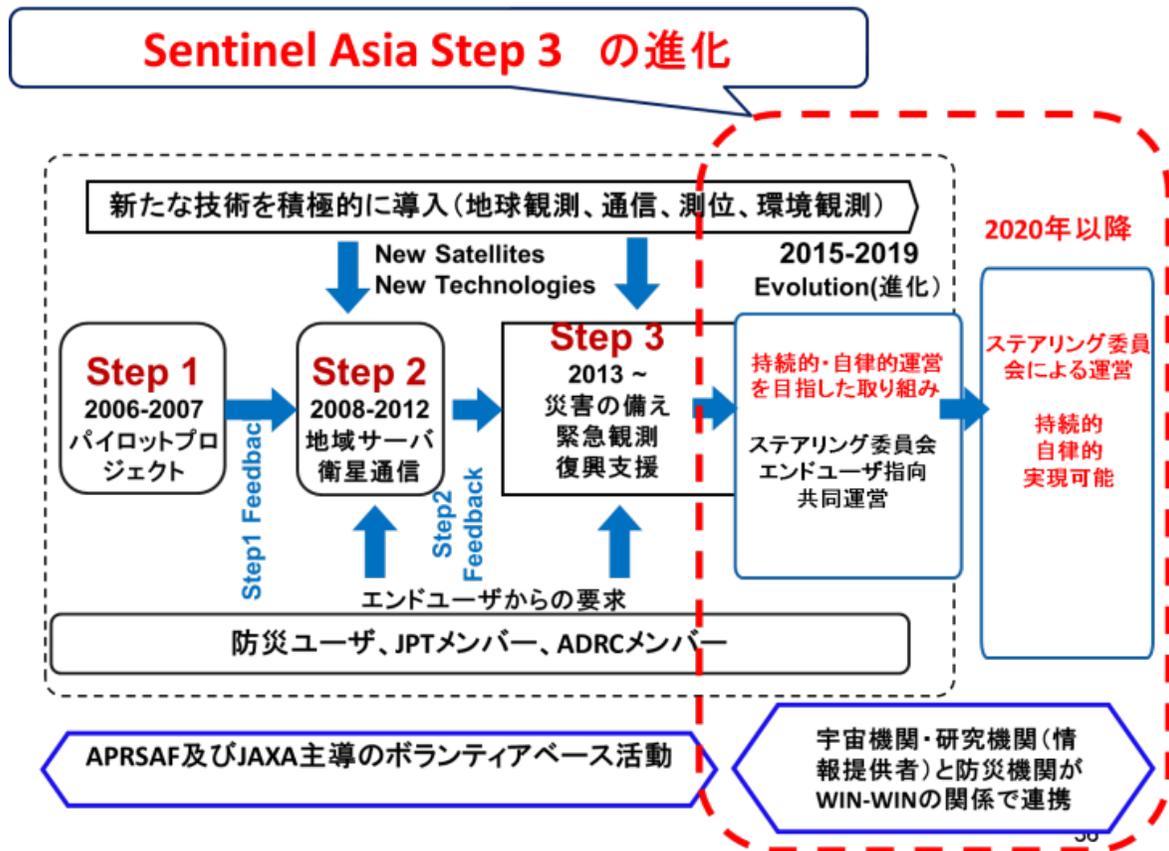
4) 国際災害チャータの要請に対して、ALOS-2の観測データ、ALOSのアーカイブデータを提供するとともに、センチネルアジアSTEP3システムの運用を推進することにより、アジア太平洋地域の災害状況の共有化を一層進める。

**実績:**

- ① センチネルアジアの要請25件、国際災害チャータの要請9件に対し、ALOS、ALOS-2アーカイブデータ、ALOS-2緊急観測データを提供するとともに、アジア太平洋地域10ヶ所に設置されている地域サーバにWINDS高速データ伝送機能を介して情報を掲載し、災害状況の共有化を行った。
- ② 平成27年度は、ベトナム科学技術アカデミー(VAST)がデータ提供機関、インドネシア海洋漁業省がデータ解析機関、及びブータン安全住居省(MoWHS)がセンチネルアジアプロジェクトチーム(JPT)メンバーとして新たに加わるなど、平成28年3月31日現在センチネルアジアの加盟機関は26ヶ国・地域より85機関、及び15国際機関を含む全101機関となった。

**効果:**

- センチネルアジアの観測要求に基づき、ADRC(アジア防災センター)を窓口として現地防災機関と密接に連絡をとりつつ、現地の要望に応じた観測と情報提供を行ったことにより、アジア太平洋地域の災害状況の共有化が一層促進され、現地の災害対応に役立てることができた。



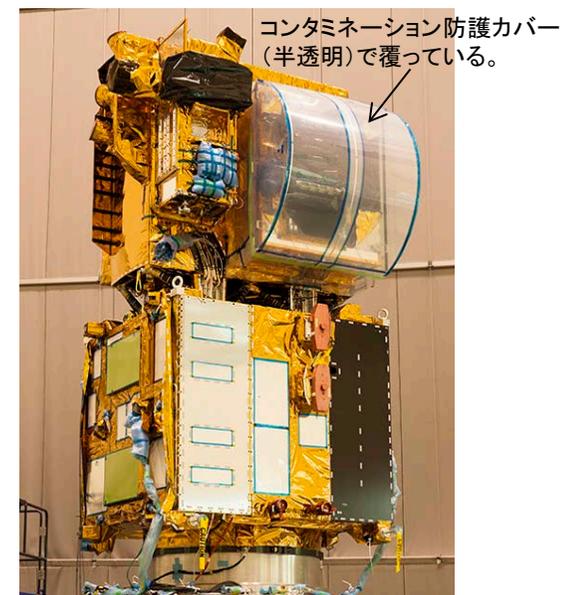
## ② 衛星による地球環境観測

1) 地球規模の環境問題の解明に資する衛星の研究開発等として以下を実施する。

- 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)の後期運用を継続し、温室効果ガス(二酸化炭素、メタン)に関する観測データを取得する。
- 水循環変動観測衛星(GCOM-W)の定常運用を継続し、水蒸気量・海面水温・海水分布等に関する観測データを取得する。
- 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)の、定常運用を継続し、防災及び災害対策の強化、国土管理・海洋観測等に関する観測データを取得する。
- NASAと連携し、全球降水観測計画／二周波降水レーダ(GPM/DPR)の初期機能確認を実施後、定常運用を継続し、降水に関するデータを取得する。
- 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)の維持設計、プロトフライトモデルの製作試験、及び地上システムの開発を実施する。
- 気候変動観測衛星(GCOM-C)の維持設計、プロトフライトモデルの製作試験、及び地上システムの開発を実施する。
- 温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)の詳細設計、エンジニアリングモデルの製作試験、プロトフライトモデルの製作試験、及び地上システムの開発を実施する。
- 上記の各地球観測衛星に関連する共通的な地上システム等の開発・運用を行う。

### 実績:

- ① 既に打ち上げられているGOSAT、GCOM-W、ALOS-2及びGPM/DPRについては運用を継続し、取得した観測データは、気象庁、環境省等において地球環境、気象分野に活用されている。
- ② 現在開発中のEarthCARE/CPR、GCOM-C、GOSAT-2については、衛星システム及び地上システムとも、計画通りの開発が進捗し、システムの製作・試験を踏まえて、着実な進展を得ている。
- ③ 共通的な地上システムについて、データ収集・配信・管理機能の共通化に向けて設計・製作を開始し、一部機能の試行運用を開始。また、アルゴリズム更新によるデータ再処理において、スーパーコンピュータの利用によりデータ提供準備期間の大幅短縮を実現した。



**GCOM-C外観**

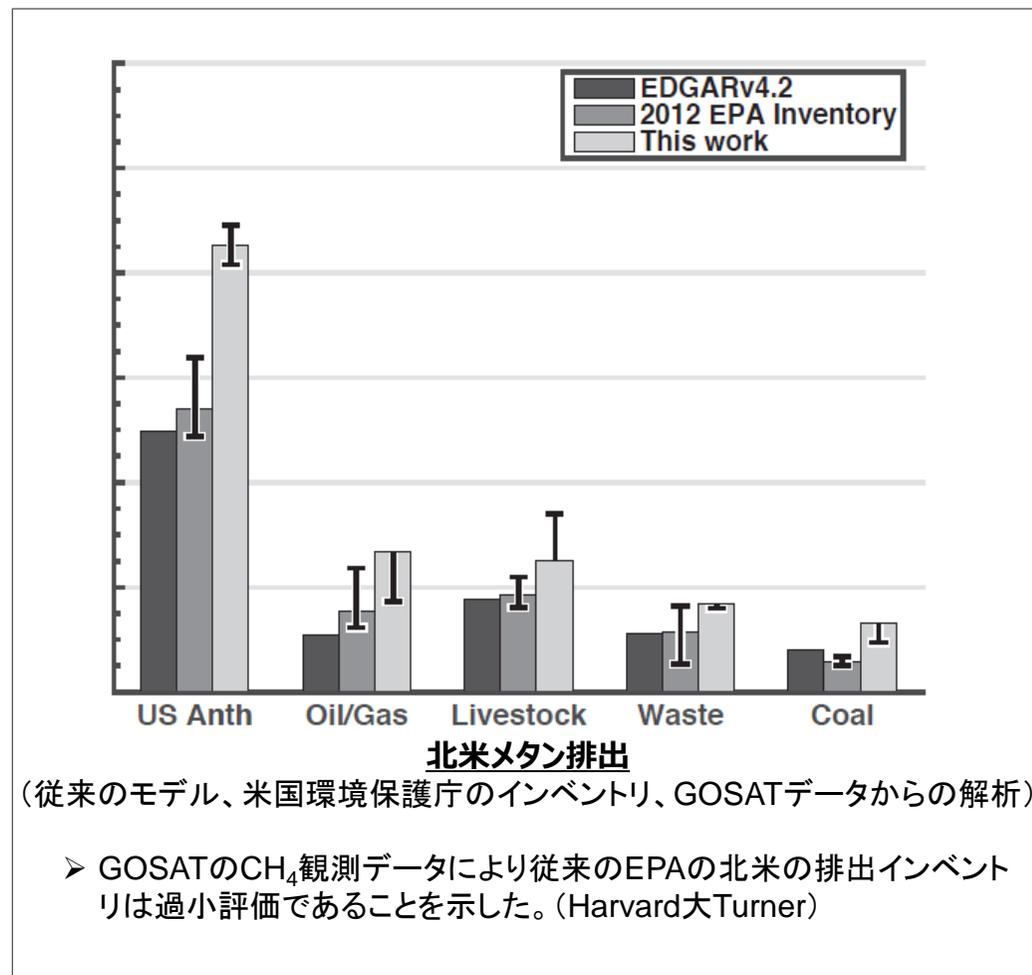
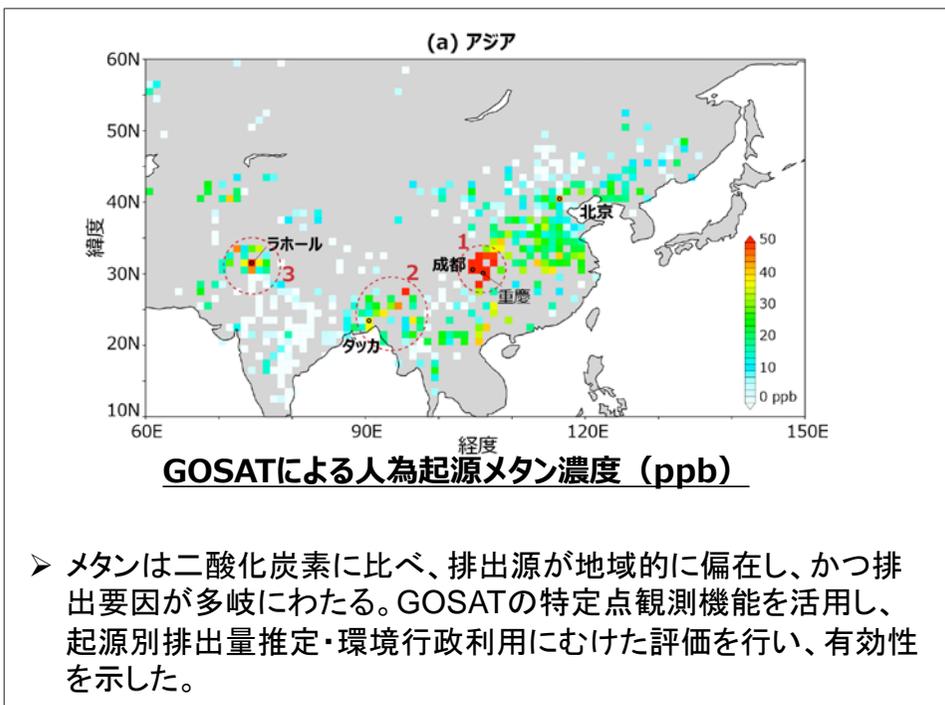
2)これらの観測データについて、品質保証を継続的に実施し、国内外の利用者に提供するとともに、関係機関と連携して、衛星データの利用研究を実施するとともに、開発段階の衛星についても、利用研究、利用促進に向けた準備を行う。これらの活動を通じ地球環境のモニタリング、モデリング及び予測の精度向上に貢献する。

また、新たなりモートセンシング衛星の開発及びセンサ技術の高度化の検討に当たっては、GEOSS新10年実施計画の検討状況等を踏まえつつ、地球規模課題の解決や国民生活の向上への貢献など、出口を明確にして、詳細の観測センサ及び衛星システムの研究を進める。

この際、複数の衛星間でのバス技術の共通化や、国際共同開発、ミッションの相乗り、他国との連携によるデータ相互利用を進めるとともに、衛星以外の観測データとの連携や、各分野の大学の研究者等との連携を図り、効果的・効率的に取組を進める。

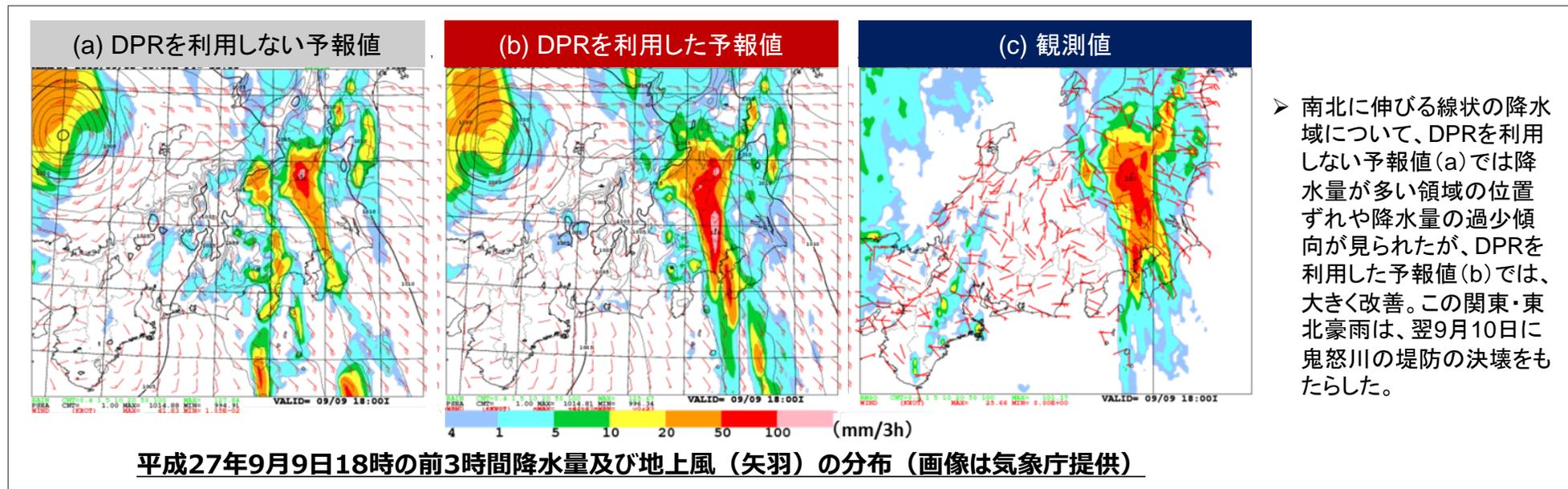
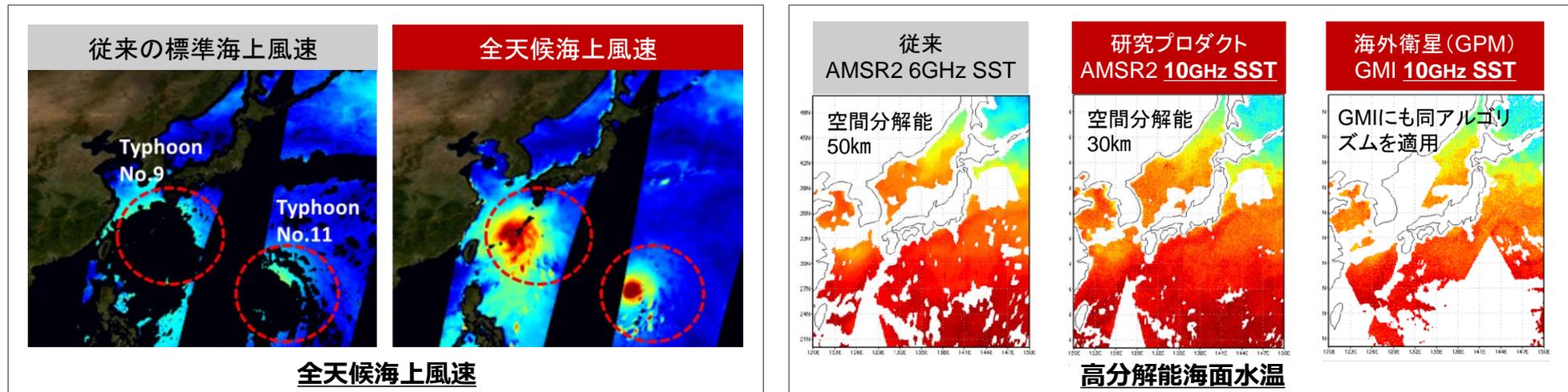
## 実績： 2) GOSATの実績

- GOSAT観測データから算出した人為起源メタン濃度と、排出量データから推定された人為起源メタン濃度との間に強い正の相関関係が認められ、GOSATが人間活動によるメタン排出に伴う濃度上昇を検出できる可能性が高く、行政利用において有効なインフラであることを示した。



## 実績(続き):2) GCOM-W、GPM/DPRの実績

- ① 利用研究成果としてGCOM-Wの全天候海上風速、高分解能海面水温プロダクトを新たに提供し、気象庁、海上保安庁で定常的な利用を開始。
- ② 気象庁では、GPM/DPRの3次元データを数値気象予報で利用する手法を確立し、定常的な利用を開始。衛星搭載降水レーダの数値予報での利用は世界初であり、地上気象レーダ観測では不足していた海上の降水3次元データにより、日本域の天気予報の精度向上につながった。

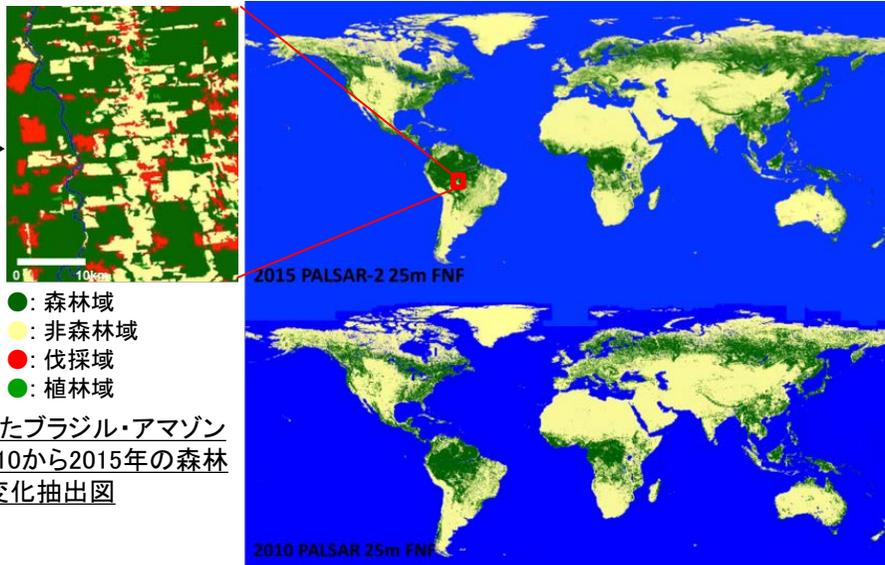


## 実績(続き): 2) ALOS-2(SAR)の実績

- ALOS-2による全球25m分解能森林非森林マップ(2015年)を公開し、今後JICAと協力して「森林変化検出システム」を構築する計画。また、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の研究に採択された「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」に関し、河川堤防と港湾施設を対象とした衛星SARを用いた変位モニタリング技術の開発を進め、変状傾向を十分把握できることを確認した。

### 全球25m分解能森林非森林マップ(2015年版)を公開

- 本データセットはGEO GFOI(Global Forest Observation Initiative)における主成果品として用いられ、REDD+(※1)のMRV(※2)開発に活用される。
- ALOSとの比較により、およそ5年間における森林域の変化を定量的に解析できるようになった。



両者を用いたブラジル・アマゾンにおける2010から2015年の森林変化抽出図

- COP21(平成27年11月)で掲げられた温暖化抑制の目標を達成するには、CO<sub>2</sub>の重要な吸収源である森林を地球規模で把握・保全する必要があることから、JICAと協力して「森林変化検出システム」を構築する計画。

※1 REDD+ : Reduction of Emission from Deforestation and forest Degradation + 「途上国における森林減少と森林劣化からの排出削減並びに森林保全、持続可能な森林管理、森林炭素蓄積の増強」の略称で、途上国に対し森林保全に経済的インセンティブを提供することで、森林を伐採するよりも残す方を経済的価値の高いものにしてほしいという試み

※2 MRV : Measurement, Reporting and Verification  
REDD+の進展を評価するための測定、報告、検証

### インフラ変位モニタ(河川堤防)



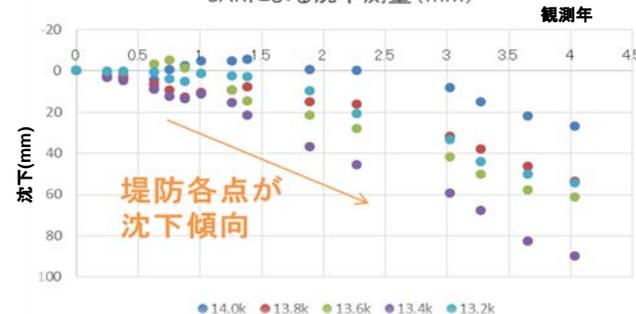
検証データとSARの沈下速度の比較(mm/年)



円山川(兵庫)全景と計測点の位置 ©Google

測量による沈下量の計測(灰色)とSAR解析による比較(青)

SARによる沈下測量(mm)



各点における時間的変化

3) 特に、アジア太平洋各国の関係機関と連携して宇宙技術を用いた環境監視(SAFE)の取り組みを進める。また、東京大学、独立行政法人海洋研究開発機構等との協力によるデータ統合利用研究を継続する。

衛星による地球環境観測を活用した国際的な取り組みについて、欧米・アジア各国の関係機関、国際機関等との協力を実施する。地球観測に関する政府間会合(GEO)の活動支援、地球観測衛星委員会(CEOS)の議長職の遂行等、を通して国際的な枠組みに貢献する。

### 実績(続き): 3) 国際協力等

- ① SAFEについては、既存5案件(農業3件、水資源1件、沿岸1件)が完了し、新たに5案件(農業4件、水資源1件)を採択し取り組みを継続している。
- ② 文部科学省が進めている地球環境情報統融合プログラム(DIAS-P)に対し、衛星データセット作成について協力を行い、今年度でデータ統合・解析システム(DIAS)に投入したデータは624万シーンとなった。
- ③ NASA、NOAA、ESA、CNES、DLR等宇宙機関及びセンチネルアジアの枠組みに基づくアジア諸国の宇宙機関との間で、地球観測分野の新規の協力可能性について協議する等、国際協力による地球観測の推進を進めた。
- ④ JAXAは1年間(平成26年11月から平成27年11月まで)CEOS議長機関として、各国宇宙機関を中心に構成されるCEOSの運営をリードした。

### 効果:

#### 2)について

- ① 環境省では、「パリ協定から始めるアクション50-80」を策定しているが、このなかで、温暖化の実態把握をGOSAT-2で実施することを記載する等、環境行政に衛星利用が着実に進みつつある。
- ② また、我が国が開発した二周波降水レーダをNASAの衛星に搭載して打ち上げたGPMの観測データを、気象庁が定常的な数値予報への活用を開始する等、地球環境観測データの行政利用が進んだ。
- ③ ALOS-2(SAR)のLバンドレーダは森林の観測に有効であるが、地球環境問題とバイオマス(森林の生育状態)の関係は大きく、この観点から、世界的な温暖化問題の解決に貢献できる。具体的にも、JICAとの協力プロジェクトが開始された。

#### 3)について

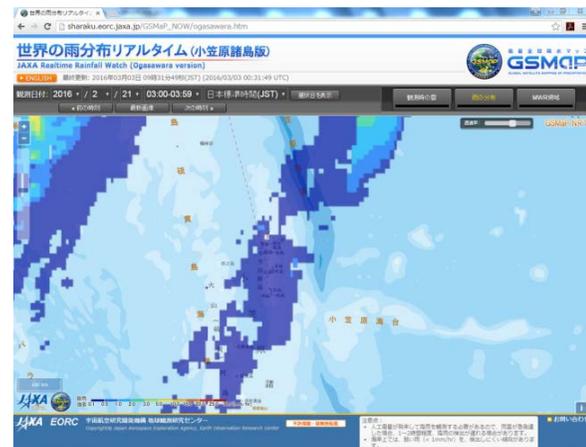
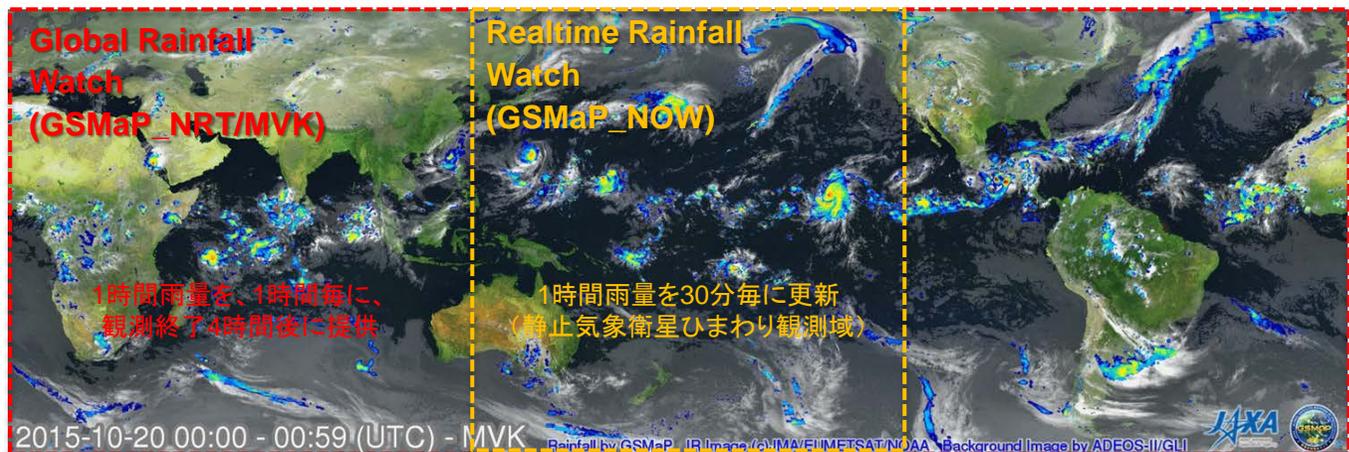
- ① インドネシア・ベトナム稲作監視案件の成果により、作付け面積把握とともに生育状況推定機能が、アジア開発銀行(ADB)技術支援プロジェクト「農業統計の革新的収集手法」に、また、衛星データを活用してミャンマーの灌漑開発事業を評価することを目的としたJICA研究案件に採用されるなど、開発援助機関プロジェクト(JICA、ADB)への展開が促進。

### ③リモートセンシング衛星の利用促進等

1) TRMM、GOSAT、GCOM-W、GPM等の観測データ、及び国内外の衛星の観測データを複合的に利用したプロダクトについて、国内外のユーザへの提供を行うとともに、民間・関係機関等と連携し、観測データと予測モデルを組み合わせる等の利用研究・実証を通じ、観測データの利用の拡大を行う。

#### 実績:

- ① 複数衛星(GPM/DPR・GMI、GCOM-W/AMSR2や海外衛星)のデータを複合利用した「世界の雨分布速報」(GSMaP)について、静止気象衛星「ひまわり8号」の情報を活用することで、従来の準リアルタイム版GSMaP(GSMaP\_NRT)から配信時間を大幅に短縮したリアルタイム版GSMaP(GSMaP\_NOW)の開発を行い、「ひまわり」観測領域について一般公開を開始。
- ② JAXAが提供する「ひまわり8号」海面水温のJAMSTEC日本南岸海洋モデルへの同化実験を実施。黒潮の前線の変動をより良く表現できることも判ったため、各県水産試験場での定常的な利用が開始される予定。
- ③ JAXAが開発した「ひまわり8号」データからエアロゾルを導出するアルゴリズムによるプロダクトを、気象研究所のエアロゾル輸送モデルに組み込み、気象庁の黄砂予報に実用される見通しを得た。これにより、同様の観測機能をもつJAXA衛星(GCOM-C、GOSAT/GOAT EarthCARE)打ち上げ後速やかに、同エアロゾル観測に反映できる見通しを得た。



- 水循環モニタリングの基本物理量で利用ニーズも高い観測降水量データとして、従来の準リアルタイム版GSMaPから配信時間を大幅に短縮したリアルタイム版GSMaP(GSMaP\_NOW)の開発を行い一般公開を開始。

#### 効果:

- GSMaP(GSMaP\_NOW)は、地上レーダの配備されていない離島などにおいて、その代替として使用される予定。

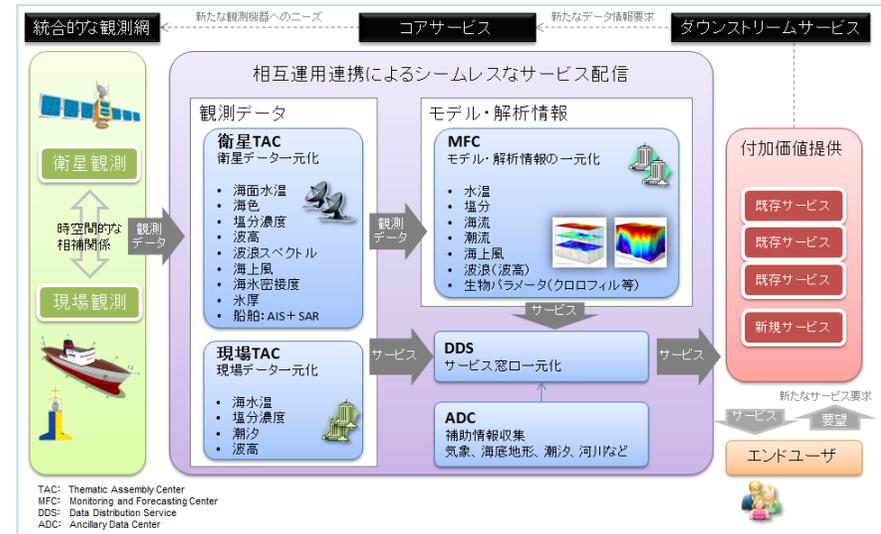
- 小笠原村は気象庁の地上気象レーダの観測範囲外で、父島、母島に雨量計が1個ずつあるのみで、降雨の面的な現況情報を把握する手段がない。地上レーダの代替として、GSMaP\_NOWカスタマイズ版を作成しデータ提供することとなった。

### ③リモートセンシング衛星の利用促進等

2)また、衛星データ利用の促進のため、海洋情報一元化に資する検討を行う。社会的ニーズの更なる把握に努め、衛星及びデータの利用分野の創出に取り組むとともに、新たな利用ミッションの候補の検討を行う。また、各種の人工衛星を試験的に活用する等により、MDAへの宇宙技術の活用について、航空機や船舶、地上インフラ等との組み合わせや米国との連携等を含む総合的な観点から政府が行う検討を支援する。【再掲】  
衛星データの配布に当たっては、政府における画像データの取扱いに関するデータポリシーの検討結果に基づき、データ配布方針を適切に設定する。【再掲】

#### 実績:

- ① 海洋・宇宙連携委員会において海洋ユーザのニーズを集約するとともに、海洋情報一元化にむけた海洋コアサービスのユーザの求める要求事項を整理した。
- ② 海洋情報一元化システムの先行研究として、オフラインシステムを構築しJAXAが運営する海洋・宇宙連携委員会の議論で抽出整理された海洋関連情報のプロダクト(衛星データ、予測データ、In-Situ観測データ、補足データ)のGIS化を実施。
- ③ 我が国の主要な海洋モデルデータ(気象庁・気象研、JAMSTEC、九大)を元に、マルチモデルアンサンブル手法を用いた予測モデルプロダクトの改良を行った。従前の単独モデルを上回る精度が得られた。



#### 効果:

- 海洋基本計画の具体的な実現を図るために政府の海洋状況把握に係る関係府省等連絡調整会議がまとめる「我が国における海洋状況把握について」(平成27年10月)において、国が進める事業に対し、技術的側面から貢献ができた。

## 補足説明資料①: DRTSプロジェクト成功基準

### プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	達成状況
ADEOS-II、ALOSとの衛星間通信リンクを確立でき、衛星間通信実験を実施できること。	ALOSとの278Mbpsの衛星間通信実験を実施できること。ミッション期間中に亘り、衛星間通信実験を継続できること。	将来のデータ中継ミッションに有効的な、運用手段又は通信実験手段を確立できること。	エクストラを含め、全て達成済み

## 補足説明資料②: GCOM-W成功基準

### プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

評価条件		ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	平成27年度までの達成状況
プロダクト生成に関する評価	標準プロダクト (標準精度／目標精度)	校正検証フェーズを終了し、外部にプロダクトリリースを実施すること。リリース基準精度を達成すること。 【打上げ約1年後に評価】	標準精度を達成すること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】	目標精度を達成するものがあること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】	H25年1月に輝度温度プロダクト、(打ち上げ1年後の)5月に地球物理量プロダクトがリリース基準精度に達成していることを確認した。 【ミニマムサクセス達成】 精度向上のための校正検証を継続して実施中。一部物理量については目標精度も達成の見込み。 【フルサクセス達成見込み】
	研究プロダクト (目標精度)			気候変動に重要な新たなプロダクトを追加出来ること。または、目標精度を達成するものがあること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】	研究プロダクトの試作、試行提供を実施中。一部の試行提供プロダクトは既に現業利用に供されている。 【エクストラサクセス達成可能性】
データ提供に関する評価	実時間性	リリース基準精度達成後、稼動期間中に目標配信時間内配信を継続していること。 【打上げ4年後に評価】	稼動期間中に目標配信時間内配信を継続していること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】		ミッション要求書に定められた利用実証機関(気象庁、漁業情報サービスセンター)に全球観測データ及び日本周辺観測データの準リアルタイムプロダクトを連続して提供中。所定の時間内に配信する達成率95%の要求に対して、実績は約99%。 【フルサクセス達成見込み】
	連続観測	リリース基準精度達成後、稼動期間中に継続的にデータを提供していること。 【打上げ4年後に評価】	稼動期間中に継続的にデータを提供していること。 【打上げ5年後(予定運用終了時)に評価】		

## 補足説明資料③: GPM/DPR成功基準

### プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

目的	ミニマム成功基準 (期間:H26.5~H27.5)	フル成功基準 (期間:H27.5~H29.5)	エクストラ成功基準 (期間:H29.5~)	平成27年度までの達成状況
月平均全球降雨量の緯度分布の推定精度 ±10%以内	・DPRによる日本国内の12ヶ月平均降雨量と、日本のアメダス雨量計による12ヶ月平均降雨量との差が±10%程度となること。	・DPRによる長期間の平均降雨量と、世界各地の地上雨量計ネットワークによる長期間の平均降雨量の差が±10%以内となること。	/	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サクセスクライテリア評価の運用細則(SBG-130005)に規定されたミニマム成功評価指標を満足することを確認し、ミニマム成功基準を達成した。</li> <li>【ミニマムサクセス達成】</li> <li>・同フル成功評価指標に対し、現状では、KuPRで満足することを確認しており、プロダクトV05での達成を目指す。</li> </ul>
軌道傾斜角約65度の太陽非同期軌道からの感度0.2mm/hrでの降水の常時観測を実施	・KuPR又はKaPRにより、0.5mm/hrの感度で、降水の常時観測ができること。	・DPRが機能・性能を満足し、0.2mm/hrの感度で、降水の常時観測ができること。	・ミッション期間を超えて、DPRが機能・性能を満足し、0.2mm/hrの感度で、降水の常時観測ができること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロダクトV04において、KuPR、KaPRとも、0.5 mm/hの感度を達成しており、初期C/O完了から観測モードでの運用が95%以上(常時観測要求)であることから、ミニマム成功基準を達成した。</li> <li>【ミニマムサクセス達成】</li> <li>・プロダクトV04において、KuPR、KaPRとも、0.2 mm/hの感度を達成しており、初期C/O完了から観測モードでの運用が95%以上(常時観測要求)であることから、現時点で、フル成功基準を満足しており、この状態が継続する事をモニターしていく。</li> </ul>

# 補足説明資料④:ALOS-2成功基準

## プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

目的	ミニマムサクセス (期間:26年~27年)	フルサクセス (期間:26年~31年)	エクストラサクセス (期間:26年~33年)	平成27年度までの達成状況
公共の安全の確保	<p>打上げ後1年間にわたって、国内または海外の災害時(防災訓練などの対応を含む)の観測を1回以上行い、「だいち」相当のプロダクトを提供すること。</p>	<p>打上げ後5年間にわたって、国内または海外の災害時(防災訓練などの対応を含む)に観測を行い、機関毎に取り決めたプロダクトを、取り決めた時間内に提供し、防災活動において利用実証されること。</p>	<p>利用機関と協力し、船舶監視のための利用を実証すること。</p>	<p>・初期機能確認中から災害観測を実施しており、5年間の観測を継続できる見込み。 【ミニマムサクセス達成】 ・機関毎に取り決めたプロダクトを取り決めた時間以内に提供している。 ・防衛省情報本部が実利用を開始。 ・船舶監視については海上保安庁等と共同研究、防衛省海上幕僚監部と利用協定を締結し、利用実証中。</p>
国土保全・管理	<p>打上げ後1年間にわたって、いずれかの観測モードより、日本の国土を一回以上観測し、データを蓄積・提供すること。</p>	<p>打上げ後5年間にわたって、日本の国土を観測し、データを蓄積・提供すること。</p>	<p>利用機関と協力し、海外での利用を含めた国土保全・管理に関する新たな利用を実証すること。</p>	<p>・日本の国土を1回以上観測し、ベースマップを整備済み。5年間の観測を継続できる見込み。 【ミニマムサクセス達成】 ・地殻・地盤変動監視については、国土地理院が現業利用中。海水監視については、海上保安庁との利用実証を経て来シーズンより実利用に移行予定。</p>
食料供給の円滑化	—	<p>打上げ後5年間にわたって、国内の水稻作付面積把握のためのプロダクトを提供すること。</p>	<p>利用機関と協力し、農業や沿岸漁業に関する新たな利用を実証すること。</p>	<p>・水稻作付面積把握については農水省との共同研究を実施中。5年間の観測を継続できる見込み。</p>
資源・エネルギー供給の円滑化	—	<p>打上げ後5年間にわたって、陸域及び海底の石油・鉱物等の調査のためのプロダクトを提供すること。</p>	—	<p>・石油・鉱物等の調査についてはJOGMECが実利用中。5年間の観測を継続できる見込み。</p>
地球規模の環境問題の解決	—	<p>打上げ後5年間にわたって、熱帯雨林等を観測し、森林減少・劣化に関するプロダクトを提供すること。</p>	<p>利用機関と協力し、地球規模の環境問題に関する新たな利用を実証すること。</p>	<p>・世界の森林を観測し、全球森林非森林マップ(2015年)を作成・公開した。5年間の観測を継続できる見込み。 ・JICAとの新たな共同プロジェクト「森林変化抽出システムの構築」を開始した。</p>
技術実証	—	<p>打上げ後1年以内にSARセンサの新規開発技術(デュアルビーム方式、スポットライト方式等)の軌道上評価ができること。</p>	<p>打上げ後7年間にわたって観測運用が継続できること。</p>	<p>・初期機能確認においてデュアルビーム方式、スポットライト方式の機能・性能を実画像により確認。【フルサクセス達成】 ・順調に観測運用を行っており、7年間の観測運用を継続できる見込み。</p>

## 2. (3) 衛星通信・衛星放送

### 中期計画

将来の情報通信技術の動向やニーズを見据えた技術試験衛星の在り方について政府が行う検討を支援し、検討結果を踏まえて必要な措置を講じる。

また、大容量データ伝送かつ即時性の確保に資する光衛星通信技術の研究開発を行う。特に、抗たん性が高く、今後のリモートセンシングデータ量の増大及び周波数の枯渇に対応する光データ中継衛星について開発を行う。【再掲】

東日本大震災を踏まえ、災害時等における通信のより確実な確保に留意しつつ、通信技術の向上及び我が国宇宙産業の国際競争力向上を図るため、通信・放送衛星の大型化の動向等を踏まえて大電力の静止衛星バス技術といった将来の利用ニーズを見据えた要素技術の研究開発、実証等を行う。また、

(a) 技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)

(b) 超高速インターネット衛星(WINDS)

の運用を行う。それらの衛星を活用し、ユーザと連携して防災分野を中心とした利用技術の実証実験等を行うとともに、超高速インターネット衛星(WINDS)については民間と連携して新たな利用を開拓することにより、将来の利用ニーズの把握に努める。また、技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)については、設計寿命期間における衛星バスの特性評価を行い、将来の衛星開発に資する知見を蓄積する。

I. 1. 宇宙安全保障の確保の同名項目の再掲内容については斜体で示す。

## 特記事項

- 総務省主催の「次期技術試験衛星に関する検討会」が実施されている。

- 注1: • 平成26年度以前の決算額はJAXA全体の数値。  
 • 平成26年度以前の人員数は「宇宙利用拡大と自律性確保のための社会インフラ」全体における本務従事者数の数値。  
 • 平成27年度の予算・決算額はセグメント「衛星測位、衛星リモートセンシング、衛星通信・衛星放送」全体の数値。セグメント毎の詳細はⅢ項に記載。  
 • 平成27年度の人員数は「衛星測位、衛星リモートセンシング、衛星通信・衛星放送」に従事する常勤職員の本務従事者数。

## 財務及び人員に関する情報(注1)

平成年度	予算額(千円)	決算額(千円)	人員数(人)
25	—	211,177,437の一部	約470の一部
26	—	207,856,661の一部	約480の一部
27	29,232,681の一部	32,175,666の一部	約220の一部
28			
29			

## マイルストーン

H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

WINDS

定常運用

後期運用

▲H20.02 打上げ

▲H25.02 後期運用移行

ETS-VIII

定常運用

後期運用

▲H18.12 打上げ ▲H22.01 後期運用移行

光データ中継衛星

研究

開発

運用

H31 打上げ(予定)▲

次期技術試験衛星

研究

開発

H33 打上げ(予定)▲

衛星通信・衛星放送

1) 将来の情報通信技術の動向やニーズを見据えた技術試験衛星のあり方について政府が行う検討を支援し、検討結果を踏まえて必要な措置を講じる。

大容量データ伝送かつ即時性の確保に資する光衛星通信技術の研究開発を行う。特に、抗たん性が高く、今後のリモートセンシングデータ量の増大及び周波数の枯渇に対応する光データ中継衛星の基本設計に着手する。【再掲】(次ページ)

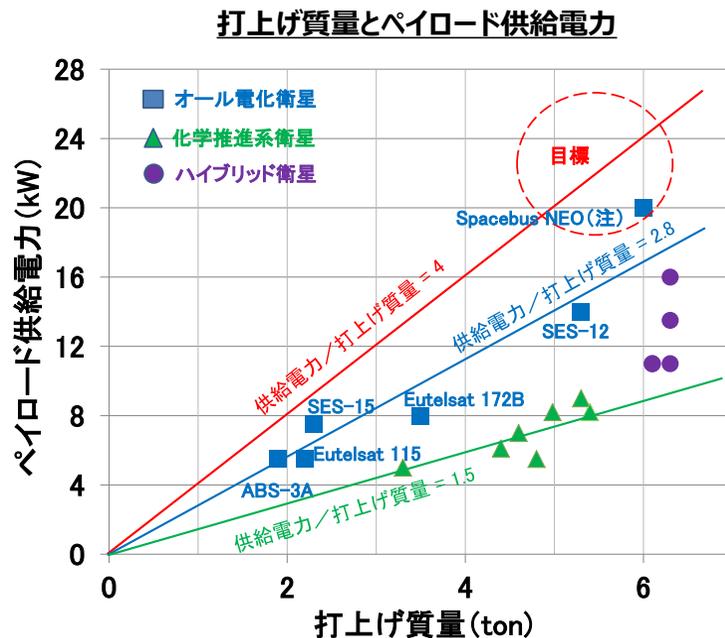
東日本大震災を踏まえ、災害時等における通信のより確実な確保に留意しつつ、通信技術の向上及び我が国宇宙産業の国際競争力向上を図るため、通信・放送衛星の大型化の動向等を踏まえて大電力の静止衛星バス技術といった将来の利用ニーズを見据えた上で、次世代情報通信衛星の研究等を行う。

### 実績:

- ① 商用通信衛星の最新動向分析結果から、将来静止通信衛星バスの目標・要求条件を設定(右表参照)。ペイロード質量の増加と大電力化により多数のトランスポンダを搭載して総通信量を上げることが競争力強化のカギとなる。高い「供給電力/打上げ質量比」を達成するためには、静止軌道への遷移等に必要な推薬を大幅に低減できるオール電化衛星技術の獲得が必要と判断。
- ② 今後市場で考えられる最大規模のオール電化衛星を見据え、将来静止通信衛星バスの要求条件を効率的に軌道上で実証するための次期技術試験衛星のバス構成及び開発すべき技術を抽出し、国産ホールスラスタの開発に向けた試作試験等、衛星バス技術の研究を実施。
- ③ 次期技術試験衛星の検討状況について、総務省が主催する「次期技術試験衛星等に関する検討会」で報告し、政府が行う検討を支援した。本検討会における通信ミッションの検討状況等と整合を取って、次期技術試験衛星の検討を進めた。

### 効果:(中長期的効果)

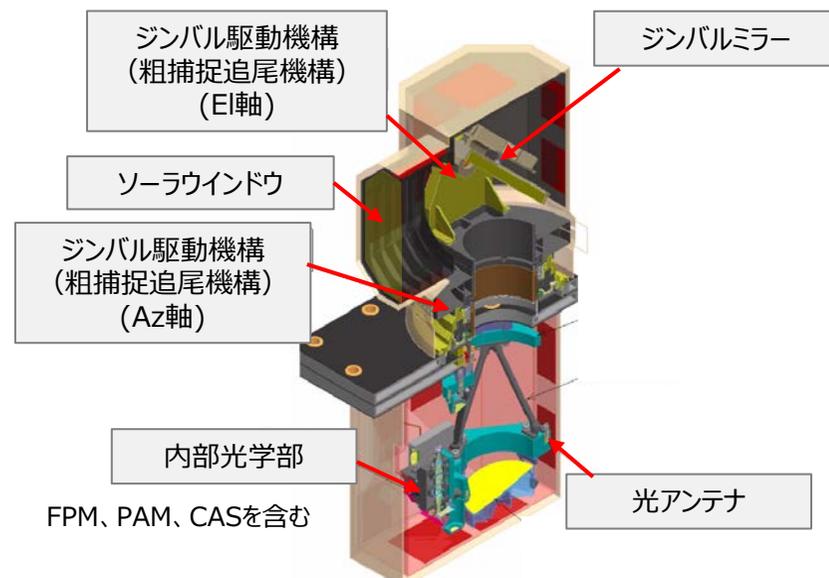
- 平成27年度に実施した世界動向分析に基づき、平成28年度から次期技術試験衛星の開発に着手することで、2020年代以降の静止商業衛星市場(年間20機程度)における我が国衛星メーカーの受注割合を一層増大させることができ、宇宙産業の国際競争力の向上を図る。



大容量データ伝送かつ即時性の確保に資する光衛星通信技術の研究開発を行う。  
特に、抗たん性が高く、今後のリモートセンシングデータ量の増大及び周波数の枯渇に対応する光データ中継衛星の基本設計に着手する。【再掲】

### 実績:

- ① 光データ中継衛星及び先進光学衛星に搭載する光衛星間通信機器、光衛星間地上システムから成る光衛星間通信システムの基本設計に着手した。
- ② 光衛星間通信機器の構成品のうち技術的難易度の高い、ジンバル駆動機構、精捕捉追尾機構(FPM)、光行差補正機構(PAM)等の機器について、試作試験評価を行い、技術的実現可能性の目処を得た。
- ③ 世界最先端レベルの光衛星間通信技術を獲得するため、米国や欧州等の海外の技術動向を見据え、段階的な開発計画を立てている。本データ中継システムは、最初の開発ステップとして、静止軌道及び低軌道並びに地上を合わせた全体的なデータ中継システムを構築し、通信速度1.8Gbpsの技術獲得を図るものであり、着実に進捗している。  
(独法評価指摘事項)

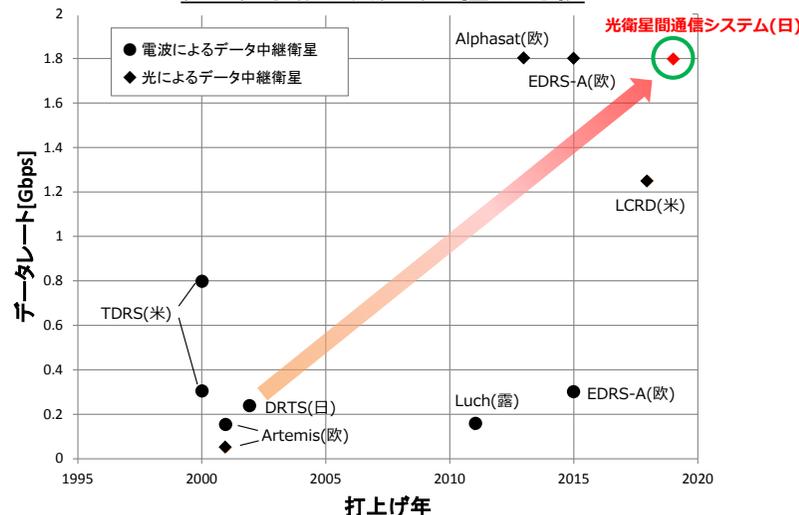


光データ中継衛星搭載光衛星間通信機器の内部

### 効果:

- ① 先進光学衛星や先進レーダ衛星をはじめ、今後の地球観測衛星は高分解能化、大容量化に向かっており、光データ伝送は必須の技術。この技術を確立することで、世界中で観測される大容量データをリアルタイムで伝送でき、防災を含む観測性能を高めることができ、夫々の衛星の利用価値を高められる。
- ② 光衛星間通信は米国、欧州でも次世代技術として開発が進められており、国際的な競争・協力のなかで本計画を推進し、国際標準化の実現や光通信技術の利用拡大に、我が国も主体的に参加・貢献できる。

データ中継システムの性能比較



3) 超高速インターネット衛星(WINDS)について、後期運用を行う。センチネル・アジアの活動として、大規模災害が発生した場合を想定した、災害状況に関する地球観測データを提供する通信実験を行う。また、国内では、地方自治体や防災機関等と共同で、通信衛星による災害通信実験を行う。さらに、国内外の通信実験を通じて、衛星利用の拡大に取り組み、将来の利用ニーズの把握に努める。

実績:

- ① センチネル・アジアの活動として、アジア諸国に災害状況に関する地球観測データをWINDSを活用して提供する通信実験を実施した。
- ② 国内では、南海トラフ地震による仮想被災地近辺(関西:大阪医療センター、四国(高知県庁))において、WINDSを利用した通信環境確保に必要な機材の保管を行い、災害発生直後の地上通信インフラが確保出来ない期間の救援活動に衛星通信インフラを活用できるよう取り組みを継続した。
- ③ また、災害時のドクターヘリ運航管理システム(D-NET2)の運行において、ALOS-2観測画像も活用できるよう、JAXA航空部門と連携した取り組みを実施した。D-NET2の運用や最新の地球観測データの被災地への伝送等について、日本医師会防災訓練等で実証した。
- ④ 新しい衛星利用の分野(保健分野)での共同研究として、
  - (a) 国立国際医療研究センターが実施する患者の身体活動量データのWINDSを介した伝送実験を実施した。(WINDSを介しインターネット上にあるクラウドサーバに蓄積し、そのデータを医師が解析することで、診断の一助とする)
  - (b) 離島における船舶監視の取り組みとして、南鳥島周辺におけるAIS情報と、観測衛星によって撮影した船舶情報を比較照合させるために、WINDSを用いた大容量の船舶観測画像の伝送実験を実施した。
- ⑤ 高速衛星通信の災害対応における利用ニーズについて、これまでの実証実験等を踏まえ、要求を定量化して整理した(下表)。

機関	用途(サービス)	設置場所	設置数	必要回線速度	必要期間
DMAT(※1) 事務局	インターネット(EMIS(※2)利用)	被災地SCU(※3)	2 拠点	500 kbps / 拠点	48 時間
	インターネット(TV会議)			500 kbps / 拠点	
日本医師会	インターネット(TV会議)	被災地(県医師会間)	3 拠点	500 kbps / 拠点	7 日間
国土地理院	映像伝送(FTP伝送)	被災地空港近郊	1 拠点	20~30 Mbps	2 日間
自治体	映像伝送(TV会議)	対策本部 / 被災地	2 拠点	4 Mbps	2~5 日間
	映像伝送(UDP伝送)		2 拠点	4 Mbps	
	インターネット(クラウドサービス)		1 拠点	1~2 Mbps	
	行政システム接続(TCP接続)		2 拠点	1~2 Mbps	
	インターネット(情報閲覧)		1 拠点	1~2 Mbps	

※1 DMAT :  
Disaster Medical Assistance Team  
災害派遣医療チーム

※2 EMIS :  
Emergency Medical Information System  
広域災害救急医療情報システム

※3 SCU :  
Staging Care Unit  
広域搬送拠点臨時医療施設

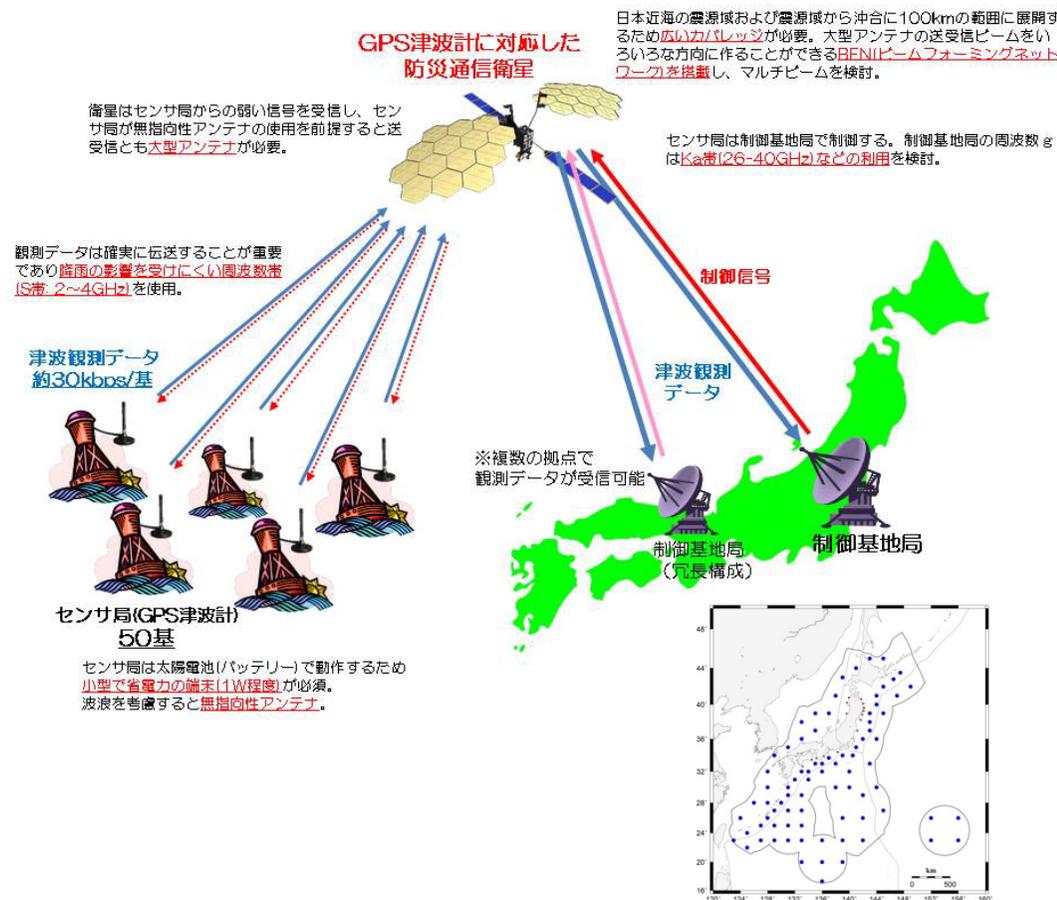
4) 技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)の後期運用を行い、ユーザと連携して防災分野を中心とした利用技術の実証実験を行うとともに、設計寿命期間における衛星バスの特性評価を行い、将来の衛星開発に資する知見を蓄積する。

**実績:**

- ① ETS-Ⅷの後期運用を継続し、関係機関との連携実験を実施した。
  - 津波ブイ早期観測システムについて、NICT、東大地震研との共同研究により、通信衛星を経由した実験を実施した。
- ② 軌道上での太陽風等の影響抑制により、燃料節約を行う運用上の延命策を立て、長期運用(10年間)を目指して取り組んでいる。昨今の商業静止衛星の寿命要求が長期間化している実態を踏まえ、静止衛星バスの長期の軌道上実績を得るための取り組みを継続中。

**効果:**

- ① 災害発生時のWINDS利用については、自治体や災害医療機関との連携・協力により迅速な災害対応が着実に実施できるよう準備が進んだ。
- ② 津波ブイによる津波早期警報システムについては、アジアでの導入も検討が進められており、南海トラフ巨大地震などの津波災害について迅速な避難に繋げることができる。



**GPS津波計対応のために検討した衛星通信システム**

## 補足説明資料① : JDRS成功基準(アウトプット目標)

アウトプット目標*	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス (以下のいずれかを達成すること)
<p>① 光データ中継システム技術の早期確立</p> <p>② 通信速度1.8 Gbpsの実現</p> <p>◆ 静止衛星及び低軌道周回衛星に搭載する光衛星間通信システムを開発し、システム全体として通信速度1.8 Gbpsの光データ中継通信を行う。</p>	<p>以下①を満たす条件で<b>光衛星間通信リンクを確立し、光衛星間通信の実証を行うこと。</b></p> <p>【条件】</p> <p>①データ伝送レート リターンリンク: 1.8 Gbps以上 フォワードリンク: 50 Mbps</p>	<p>以下①～③の条件を満足する<b>光データ中継通信を行うこと。</b></p> <p>【条件】</p> <p>① データ伝送レート リターンリンク: 1.8 Gbps以上 フォワードリンク: 50 Mbps</p> <p>② 通信回線品質 リターンリンク: <math>1 \times 10^{-5}</math>以下 フォワードリンク: <math>1 \times 10^{-6}</math>以下</p> <p>③ 運用達成率: 95%以上(暫定)</p>	<p>【I. 光衛星間通信の実証】</p> <p>光データ中継衛星搭載光衛星間通信機器が「先進光学衛星」、「きぼう」船外実験プラットフォーム<b>以外のユーザ宇宙機</b>に対し、フルサクセスの条件①～③を満たす条件で有効的な通信手段として<b>光衛星間通信を提供すること。</b></p> <p>【II. 光地球局との通信実験】</p> <p>以下のいずれかが達成されること。</p> <p>①<b>光フィーダリンク</b>について、GEOからの<b>高速データダウンリンクの実現性</b>について、大気揺らぎ効果抑制技術の適用評価も含め<b>目途を得ること。</b></p> <p>②<b>大気伝搬特性</b>で新たな学術的知見が得られること。</p>

\* アウトプット目標: 当該プロジェクトが開発するシステムにより作り出される成果物に関し、目指す技術仕様や性能等を設定するもの。

## 補足説明資料②: WINDSプロジェクト成功基準

評価条件	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	達成状況
通信速度の超高速化	家庭で155Mbps、企業等で1.2Gbpsの超高速通信が実施できること			・初期機能確認にて達成
通信カバレッジの広域化	アジア・太平洋地域の任意の地点との超高速通信が実施できること			・初期機能確認にて達成
パイロット実験	パイロット実験が実施されWINDSへの仕様要求が明確化されること			・打上げ以前に達成
衛星IP技術検証	開発された通信ネットワーク機能が予め設定された基準範囲内にあることが確認でき、その有効性が実証できること			・基本実験実施により達成。
通信網システム(ミッション期間達成)		国内外の実験がミッション期間(5年目標)継続して実施されること		・平成25年2月23日、5年目標を達成。
衛星IP技術検証			実用化への技術的な目処が立つこと	・東北地方太平洋沖地震等で実証。

## 補足説明資料③: ETS-VIIIプロジェクト成功基準

評価条件		ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	達成状況
レベル1(30%)	大型衛星バス	3トン級静止衛星バスが、システムとして正常に作動すること			イオンエンジンを除き左記基準を達成(30%×0.9=27%)
レベル2(10%)	測位ミッション	各機器の機能・性能が正常であり、3年間にわたり基本実験を実施できること			左記基準を達成(10%)
レベル3(30%)	大型展開アンテナ	大型展開アンテナが正常に展開すること			左記基準を達成(30%)
レベル4(30%)	移動体衛星通信ミッション	各機器の機能・性能が正常であり、3年間にわたり基本実験を実施できること			PIM特性(※2)以外の実験項目は全て実施(30%×0.6=18%)
レベル5	(運用期間の延長)(国内外における利用実験)	3年以上運用し、国内外の機関、研究者の参加を得た利用実験を実施できること			左記基準を超える9年3か月の運用を達成した上、実証実験を継続中。

## 2. (4) その他の取組

### 中期計画

我が国の安全かつ安定した宇宙開発利用を確保するため、デブリとの衝突等から国際宇宙ステーション(ISS)、人工衛星及び宇宙飛行士を防護するために必要となる宇宙状況把握(SSA)体制についての政府による検討を支援する。【再掲】

I. 1. 宇宙安全保障の確保の同名項目の再掲内容については斜体で示す。

### 財務及び人員に関する情報 (注1)

平成年度	予算額 (千円)	決算額 (千円)	人員数(人)
25	—	211,177,437 の一部	約50 の一部
26	—	207,856,661 の一部	約50 の一部
27	27,136,572 の一部	26,673,051 の一部	約5
28			
29			

注1:

- 平成26年度以前の決算額はJAXA全体の数値。
- 平成27年度の予算・決算額はセグメント「横断的事項」全体の数値。セグメント毎の詳細はⅢ項に記載。
- 平成26年度以前の人員数は「横断的事項」全体における本務従事者数の数値。
- 平成27年度の人員数は常勤職員の本務従事者数。

我が国の安全かつ安定した宇宙開発利用を確保するため、デブリとの衝突等から国際宇宙ステーション(ISS)、人工衛星及び宇宙飛行士を防護するために必要となる宇宙状況把握(SSA)体制についての政府による検討を支援する。【再掲】

## 実績:

### 1. デブリ衝突回避技術に関する民間移転:

- 「静止地球環境観測衛星(ひまわり8号/9号)」運用事業者からの受託業務として、デブリとの接近解析に関する評価手法等の技術移転を行うため、接近事象に対する評価支援等を実施した。本受託業務は、平成25～27年度の3年間の計画で実施し、平成25～26年度の教育訓練、平成26年度からの評価支援という実績を経て、本年度で技術移転を完了した。

### 2. その他の民間支援:

- 「準天頂衛星システム」運用事業者が整備中の地上システムにおけるデブリ接近評価機能の検証に際して、運用事業者からの要請に基づき、現在運用中の準天頂衛星1号機(QZS-1)に対する実際の接近情報等を提供し、準天頂衛星運用事業者の地上システムでJAXA運用時と同等の接近評価が可能なことの検証支援を実施した。

## 効果:

- 民間の人工衛星の運用事業者に対して、JAXAがこれまで蓄積してきた接近解析や回避制御計画立案に関する技術移転や情報提供等の各種協力を実施することにより、民間の運用衛星に対するデブリ衝突リスクを低減させることが可能となり、宇宙空間の安定的な利用の確保に寄与した。