

# 通信・リモートセンシング衛星の 現状と動向について

平成28年9月12日  
情報通信国際戦略局

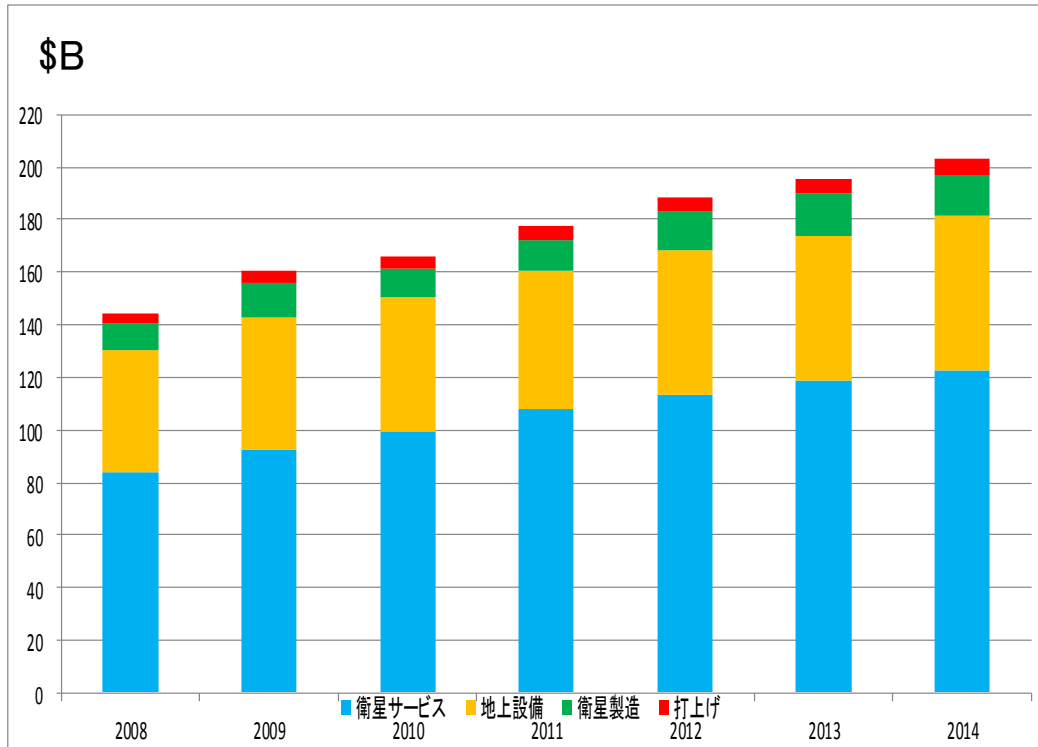
- 1 宇宙関連市場の現状と動向
- 2 我が国政府の宇宙開発推進体制
- 3 我が国における通信・リモートセンシング衛星開発の経緯
- 4 次期技術試験衛星開発の現状と動向
- 5 リモートセンシング衛星開発の現状と動向
- 6 通信・リモートセンシング衛星の今後の開発の方向性

# 1 宇宙関連市場の現状と動向

# 世界の宇宙関連市場の現状

- 世界の宇宙産業市場は約2000億ドル(約20兆円)規模で、拡大傾向にある。
- 世界の宇宙産業市場のうち、政府向けが全体の7割、商用が3割を占める。
- 世界で運用されている人工衛星の機数では、通信・放送用途が半数以上を占め、リモートセンシング衛星が通信放送に次ぐ割合を占める。

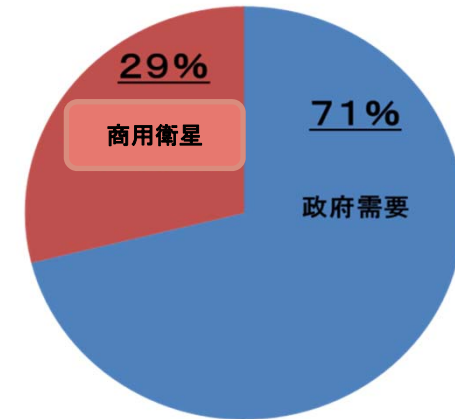
### 世界の宇宙産業の売上規模



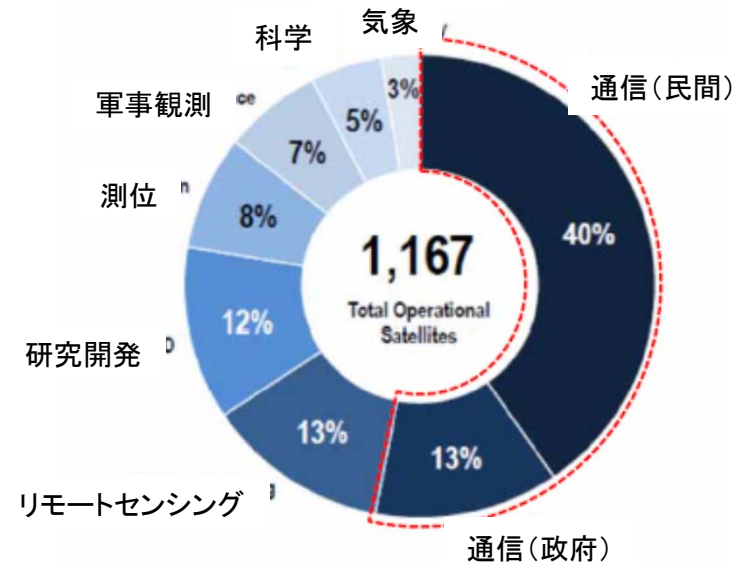
- 打上げ
- 衛星製造
- 地上設備 (衛星テレビ、ラジオ、放送設備、測位情報受信設備、カーナビシステム)
- 衛星サービス (放送・通信、測位、地球観測、科学等)

出典: 内閣府宇宙開発戦略推進事務局「宇宙産業振興小委員会」資料

### 世界の宇宙機器産業の顧客 (03-12年累計)



### 運用中の人工衛星の機能別割合





# 世界の宇宙機器企業（売上額上位）

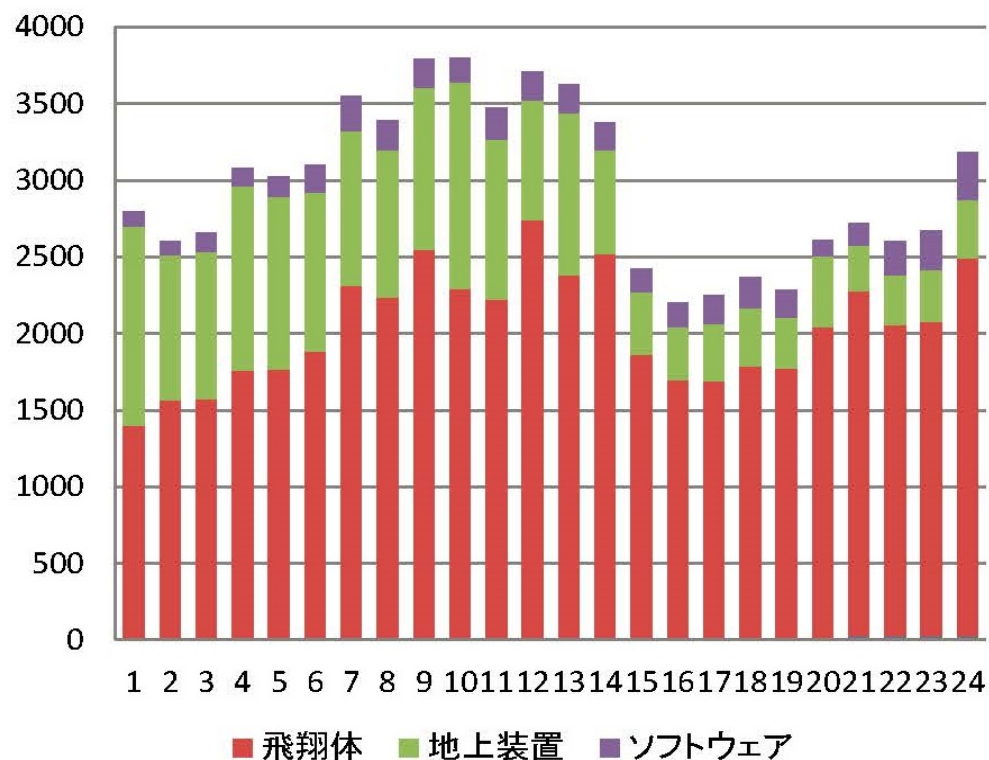
- 世界の宇宙機器産業は、ロッキード、ボーイング、エアバス等、欧米企業が上位を独占。
- 我が国では、三菱電機が19位。

順位	企業名	売上額(百万\$)	事業概要
1	(米)ロッキードマーティン	11,440	衛星、ロケット、地上設備など
2	(米)ボーイング	8,673	衛星、ロケット、地上設備など
3	(欧)エアバス	6,428	衛星、ロケット、地上設備など
4	(米)ノースロップグラマン	5,008	衛星機器、地上設備製造、技術支援など
5	(米)レイセオン	4,629	衛星機器、技術支援、ソフトウェアなど
6	(米)ガーミン	2,760	GPS関連機器、ソフトウェア
7	(欧)タレスアレニアスペース	2,680	衛星、衛星関連機器など
15	(欧)アリアンスペース	1,311	ロケット打ち上げ
16	(米)スペースシステムロール	1,108	衛星製造
19	(日)三菱電機	930	衛星、衛星関連機器、地上設備製造など

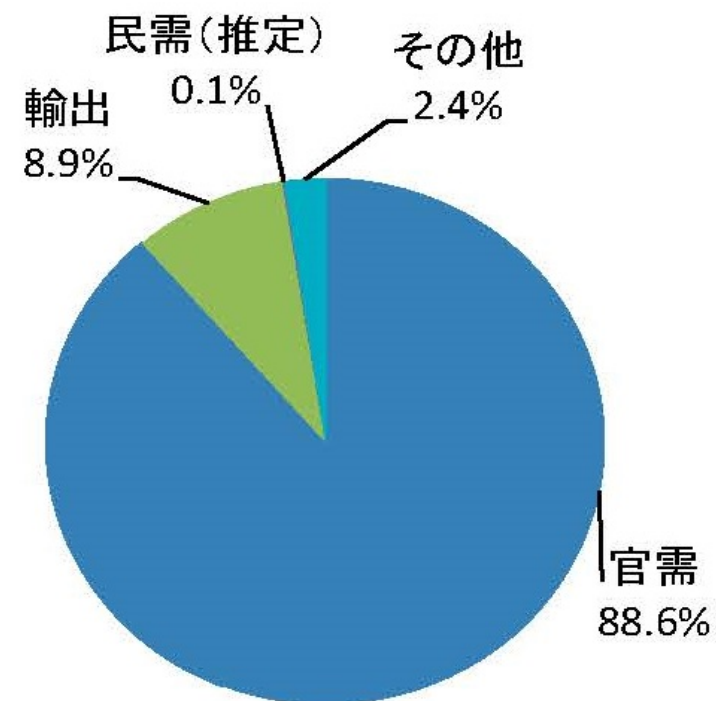
# 我が国の宇宙関連市場の現状

- 我が国の宇宙産業は、近年漸増傾向で推移している。
- 我が国の宇宙産業市場のうち9割弱は政府向けであり、現在は官需に依存している状況と言える。

## 我が国の宇宙産業の売上規模の推移



## 我が国の宇宙産業の売上げの構造(2012年)



# 宇宙関連産業での新たな動き（世界）

- ▶ 近年、世界で宇宙関連事業に参入するベンチャー企業が数多く設立。
- ▶ 通信衛星分野においては、安価な衛星群を多数打ち上げることにより、高速インターネット通信網を構築するプロジェクトが複数出現。

サービス	企業名	創業年	国	売上等
通信	SpaceX	2002	米国	-
	LuxSpace	2004	ルクセンブルク	-
	Aprize Satellite	2004	米国	-
	Innovative Data Services	2006	米国	-
	Gom Space	2007	デンマーク	-
	03b Networks	2007	オランダ	-
	exactEarth	2009	カナダ	約10M カナダドル以上
	Kymeta	2012	米国	-
	OneWeb	2012	英国	-
	リモセン	Skybox Imaging	2009	米国
Planet Labs		2010	米国	-
Dauria Aerospace		2011	ロシア	-
Spire		2012	米国	-
Omni Earth		2014	米国	-
打上サービス	Blue Origin	2000	米国	-
	Garvey Spacecraft	2001	米国	-
	SpaceX（再掲）	2002	米国	約800M\$
	Masten Space Systems	2004	米国	約3M\$
	Rocket Lab	2007	NZ/米	-
	Stratolaunch Systems	2011	米国	-
	Generation Orbit	2011	米国	約2M\$
	Swiss Space Systems	2012	スイス/米	-
	Firefly Space Systems	2014	米国	-
宇宙旅行 （軌道輸送・ サブオービタ ル等）	XCOR Aerospace	2000	米国	-
	Virgin Galactic	2004	米国	約150M\$以上
	Booster Space Industries	2006	ベルギー	-
	SHIPinSPACE	2013	英国	-

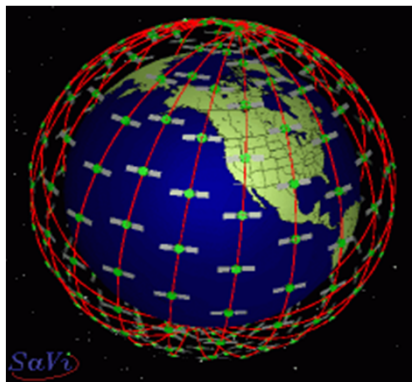
サービス	企業名	創業年	国	売上等	
惑星探査 （火星・月面・ 小惑星資源）	Shackleton Energy	2008	米国	-	
	Astrobotic Technologies	2008	米国	-	
	Moon Express	2010	米国	-	
	Golden Spikes	2010	米国	-	
	Planetary Resources	2010	米国	-	
	Mars One	2011	オランダ	-	
	Deep Space Industries	2013	米国	-	
	Inspiration Mars	2013	米国	-	
	気象	Geo Optics	2005	米国	-
		Geo Met Watch	2008	米国	-
PlanetiQ		2012	米国	-	
ISS利用	Nano Racks	2009	米国	約3M\$	
	Urthe Cast	2011	カナダ	-	
	Zero Gravities Solutions	2013	米国	-	
宇宙服	Orbital Outfitter	2006	米国	-	
	Final Frontier Design	2010	米国	-	
打上仲介	Earth 2 Orbit	2008	インド	-	
	Nova Nano	2009	フランス	-	
	Space Flight	2010	米国	約0.2M\$	
	ECM Space Technologies	2010	ドイツ	-	

表は、内閣府『宇宙ベンチャー企業による宇宙利用拡大に関する動向調査報告書』（2015年3月）のデータを元に編集したもの。

売上については、2013年、2014年のいずれかのもの。数字はHP等公開情報による

## 衛星コンステレーション計画

- ◆ 静止軌道(高度3.6万キロ)や低軌道に多数の衛星を配備することで、全球対応の通信網を構築する衛星コンステレーション計画が世界的に進展。
- ◆ Google等が出資するO3bは、インターネットアクセスのない30億人も含め全世界に通信環境を整備することを目的として2007年に設立。2014年からサービス提供を開始。
- ◆ OneWebは、周回衛星648機を配備することを目指す。大手Airbus等も出資。同社以外にも同種のビジネスが複数検討されている。



低軌道・周回衛星

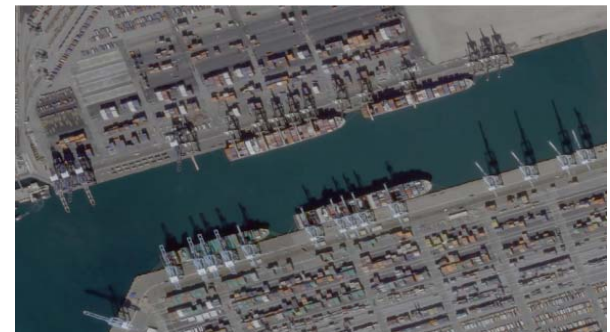


中軌道・赤道周回

(画像・データは公開資料から引用)

## リモートセンシング衛星によるリアルタイム地球観測網

- ◆ 2014年Googleがシリコンバレー発ベンチャーSky Box社を5億ドルで買収(現在の社名はTerra Bella)。低軌道(高度500km前後)に多数の周回衛星を配備し、高頻度で地球観測(地表状況把握)を実施。
- ◆ 動画の撮像や数時間毎の変化の把握が可能となり、既存サービスとの連携により新たな顧客を見込む。
- ◆ このほか、PlanetLabs(米国NASAのOB)やSSTL(Surrey Satellite Tec Limited:中国衛星を活用)など、米国を中心に同業ビジネスが展開。



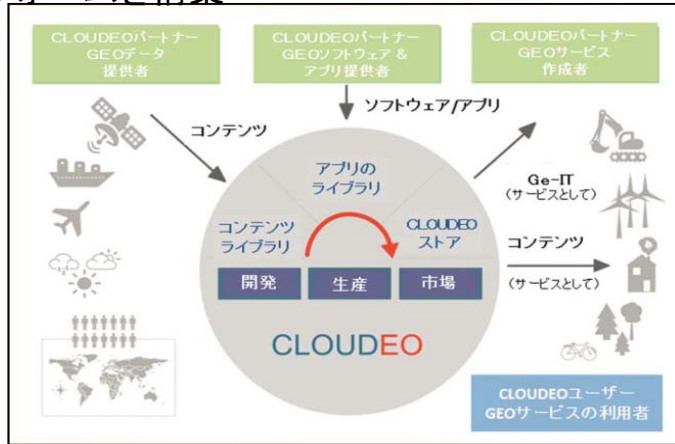
(Terra Bellaのサービスイメージ 画像・は公開資料から引用)



## クラウド地理空間情報プラットフォーム

提供機関: CloudEO AG (ドイツ)

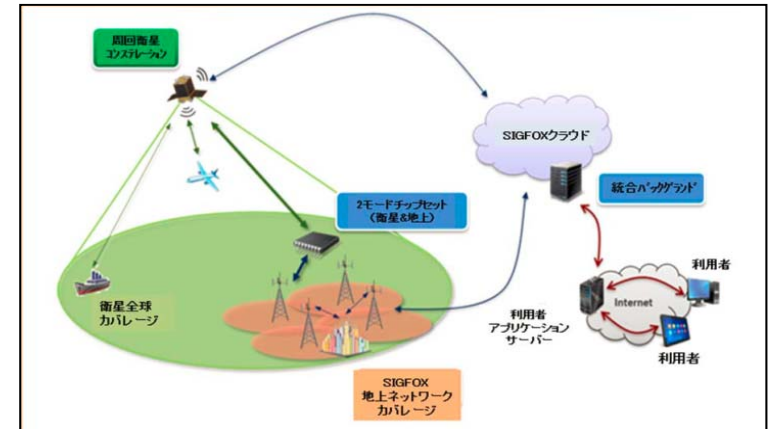
光学・SAR衛星画像、DEM、衛星AISデータなどの地理空間情報、ソフトウェア(アプリ)、解析データベースを販売するクラウドプラットフォームを構築



## 農業支援サービス

提供機関: Airbus Defense and Space (フランス)

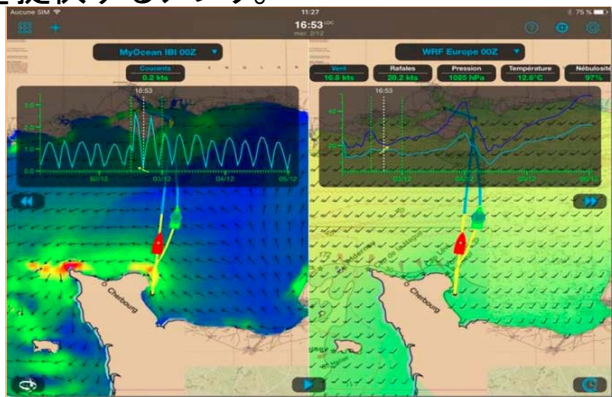
衛星画像と農作物モデルを組み合わせ、ユーザに最適な化学肥料や殺虫剤の量、場所、時期に関するアドバイスを配信。



## 航海情報提供サービス

提供機関: APP4NAV LLC (フランス)

観測衛星データを含む気象・海洋情報を基に、最適な海洋ルート案内を提供するアプリ。



## 通信衛星を利用したIoT/M2Mサービス

提供機関: Airbus Defense and Space, SIGFOX(フランス)

通信衛星と地上通信ネットワークを利用したIoT/M2M通信サービス網の構築を目指すプロジェクト。





ロケット		リモートセンシング衛星			月面探査
インターステラ テクノロジズ (株)	(株)カムイ スペースワーク ス	(株)アクセル スペース	キヤノン電子 (株)	(株)ウェザー ニュース	(株) ispace
2013年、元ライ ブドア社長・堀 江貴文が出資。 北海道大樹町 で6回打ち上げ 実験。同年11 月には、国内初 の民間開発ロ ケット(江崎グリ コのポッキーロ ケット)打ち上げ 成功。	2006年、北海 道大学や植松 電機(北海道の 宇宙部品メー カ)等の北海道 民間企業により 設立。カムイロ ケット(400kgf 級)の打ち上げ 成功。	東大発の衛星 ベンチャー。 2008年設立。 三井物産や JSAT等が出資。 本年8月、超小 型衛星の宇宙 実証を行うため、 JAXAとの革新 的衛星技術実 証プログラムに 関する契約を締 結。	2012年から衛 星ビジネス参入。 100キロ以下1 m分解能の超 小型衛星の 2016年以降の 打ち上げを目 指す。光学系は 商用製品 (EOS5D・ PowerShot)を 転用。	2013年11月に ドニエプルロ ケット(ロシア) で、アクセルス ペース等が開 発した小型人 工衛星の打ち 上げに成功。北 極海航路の運 行支援や流氷 情報などを海運 会社に提供す るほか、マラッ カ海峡・中東沖 における海賊 被害防止対策 に貢献。	2010年、月面 探査を目標とし て設立。Google による国際宇宙 開発レース 「Google Lunar XPRIZE」に我が 国で唯一応募し、 2015年1月、中 間賞(50万ド ル)を獲得。東 北大学等の研 究機関とともに 月面開発を目 的とした 「HAKUTO」プロ ジェクトも設立。

## 2 我が国政府の宇宙開発推進体制

## 宇宙開発戦略本部 (H20年宇宙基本法に基づき設置)

・宇宙基本計画等の決定

本部長 内閣総理大臣

副本部長 内閣官房長官、宇宙政策担当大臣

本部員 上記以外の全ての閣僚

### ○ 宇宙基本計画(平成28年4月1日閣議決定)

・我が国の宇宙開発利用の基礎計画  
(平成27年から10年間の長期的・具体的整備計画)

## 内閣府宇宙開発戦略推進事務局

宇宙開発利用の司令塔機能

・宇宙開発戦略本部の事務局

・実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用等 (平成30年頃に打上げ・運用開始予定)

## 宇宙政策委員会

宇宙開発利用に係る重要事項の調査審議

委員長: 葛西 敬之 (JR東海 代表取締役名誉会長)

代理: 松井 孝典 千葉工大惑星探査研究センター所長

委員: 青木 節子 慶大総合政策学部教授

中須賀 真一 東大大学院工学系研究科教授

松本 紘 理化学研究所理事長

山川 宏 京大生存圏研究所教授

山崎 直子 宇宙飛行士

・宇宙基本計画 工程表の審議

宇宙安全保障部会

宇宙民生利用部会

宇宙産業・科学技術基盤部会

# 宇宙基本計画の概要

宇宙政策を巡る環境変化を踏まえ、

- 「国家安全保障戦略」に示された新たな安全保障政策を十分に反映し、
  - 産業界の投資の「予見可能性」を高め産業基盤を維持・強化するため、
- 今後20年程度を見据えた10年間の長期的・具体的整備計画として新たな「宇宙基本計画」を策定

## 環境認識・基本スタンス

### 【環境認識】

- |                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| ①宇宙空間におけるパワーバランスの変化   | ②宇宙空間の安全保障上の重要性増大          |
| ③宇宙空間の安定利用の必要性        | ④我が国産業基盤の揺らぎ               |
| ⑤地球規模課題解決に宇宙が果たす役割の増大 | ⑥科学技術～安全保障・産業振興の有機的サイクルの不在 |

### 【宇宙政策の目標】

- ①宇宙安全保障の確保 ②民生分野における宇宙利用促進 ③産業・科学技術基盤の維持・強化

## 総務省関連施策

### ○衛星通信・衛星放送

- ・開発すべきミッション技術や衛星バス技術等を明確化し、打ち上げ～国際展開に至るロードマップ、国際競争力に関する目標設定や今後の技術開発のあり方について検討（平成27年度中に結論）。
- ・これを踏まえた新たな技術試験衛星を平成33年度をめどに打ち上げることを目指す。
- ・データ量の増大、周波数枯渇に対応する光データ中継衛星の開発

### ○リモートセンシング分野

- ・現在開発中の安全保障、災害予防・対応、地球環境観測や資源探査のための取組を着実に進める。
- ・その他、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に当たっては、わが国の技術的優位や、学術・ユーザーコミュニティからの要望、国際協力等を踏まえ、出口が明確なものについて優先的に進める。



## 宇宙基本計画工程表(平成27年度改訂)(概要)

平成27年12月8日  
宇宙開発戦略本部決定

- 宇宙基本計画に基づき、①宇宙安全保障の確保、②民生分野における宇宙利用推進、③産業・科学技術基盤の維持・強化 の各々の観点から着実に個別の取組を実施するとともに、平成28年度以降の取組について、一歩踏み込んだ形で施策内容の充実・具体化等を図るため、下記のとおり工程表を改訂。

### 改訂のポイント

#### 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施方針

##### 衛星測位

- 準天頂衛星7機体制の確立  
⇒航空用の衛星航法システム(SBAS)による測位補強サービスの検討・整備に着手  
⇒災害危機通報・安否確認システム等の利活用に向けた自治体との連携

##### 宇宙輸送システム

- 新型基幹ロケット(H3ロケット)  
⇒詳細設計フェーズに移行
- イプシロンロケット  
⇒打ち上げ能力高度化完了、次年度に高度化初号機打ち上げ
- 射場  
⇒国内外の主要射場の調査、論点整理

##### 衛星通信・衛星放送

- 次期技術試験衛星  
⇒次年度より開発に着手(オール電化等)
- 光データ中継衛星  
⇒基本設計、試作、地上設備整備等に着手
- Xバンド防衛衛星通信網  
⇒1号機の打ち上げ、運用開始

##### 宇宙状況把握

- SSA関連施設の整備及び政府一体の運用体制の確立  
⇒次年度よりシステム設計及び体制整備  
⇒米国防務省と連携強化に係る協議実施

##### 宇宙科学・探査、有人宇宙活動

- 火星衛星からのサンプルリターンについて検討開始、小型月着陸実証機を選定
- ISS(国際宇宙ステーション):2020年まではこのとおり2機に加え将来に波及性の高い技術(HTV-X)の開発  
2024年までの延長については日米協力の戦略的・外交的重要性を踏まえ、米国防務省と合意後、決定
- 国際有人探査:第2回国際宇宙探査フォーラム(ISEF2)を平成29年後半に東京開催

##### 衛星リモートセンシング

- 情報収集衛星の機能強化・機数増  
⇒光学時間軸多様化衛星1号機に着手するとともに、10機の整備の計画について検討
- 即応型の小型衛星  
⇒運用構想等に関する調査研究の実施
- 先進光学衛星・先進レーダ衛星  
⇒ニーズを踏まえ、先進レーダ衛星の開発に着手
- 静止気象衛星  
⇒次年度に9号を打ち上げ、2機体制を確立
- 温室効果ガス観測技術衛星  
⇒平成29年度に2号機打ち上げ、3号機開発着手
- その他リモートセンシング衛星  
⇒水循環変動観測衛星(GCOM-W)の後継ミッション等の検討  
⇒衛星開発が利用ニーズや市場ニーズを踏まえたものとなるよう宇宙政策委において評価・検証

##### 海洋状況把握

⇒衛星情報の試験的利活用を次年度前半をめどに開始

##### 早期警戒機能等

⇒衛星搭載型2波長赤外線センサの研究に着手

##### 宇宙システム全体の抗たん性強化

- 抗たん性を総合的かつ継続的に保持・強化するための方策に関する検討  
⇒次年度中にコンセプト策定

#### 個別プロジェクトを支える産業基盤・科学技術基盤の強化策

##### 新規参入を促進し宇宙利用を拡大するための総合的取組

- 「スペース・ニューエコノミー創造ネットワーク(S-NET)」の創設による異分野融合
- 「宇宙産業ビジョン(仮称)」の作成(宇宙機器・利用産業の動向等)
- 「衛星リモートセンシング関連政策に関する方針」の作成
- G空間情報を活用した新事業・新サービスの創出支援(社会インフラ整備・維持、防災・減災、交通・物流、農林水産、個人サービス・観光)

##### 宇宙システムの基幹部品等の安定供給に向けた環境整備

- 部品・コンポーネントに関する技術戦略を年度内に取りまとめ
- 軌道上実証機会の提供(ISSからの超小型衛星放出、材料曝露実験等)

##### 将来の宇宙利用の拡大を見据えた取組

- 東京オリンピック・パラリンピックの機会を活用した先導的社会的実証実験を検討
- LNG推進系の実証試験、再使用型宇宙輸送システム研究開発、宇宙太陽光発電等

#### 宇宙開発利用全般を支える体制・制度等の強化策

##### 政策の推進体制の総合的強化

- 宇宙戦略の司令塔の内閣府への一元化(宇宙開発戦略推進事務局)

##### 調査分析・戦略立案機能の強化

- 基礎データ等の共有・分析・活用の仕組みを年度内に具体化

##### 国内の人的基盤の総合的強化、国民的な理解の増進

- 海外との人的交流・ネットワーク強化、クロスポイント制度の整備等を推進

##### 法制度等整備

- 「宇宙活動法案」許可監督の仕組み、第三者損害賠償責任制度の創設
- 「衛星リモートセンシング関連法案」衛星画像の管理基準明確化による利用促進  
⇒平成28年通常国会提出を目指す

#### 宇宙外交の推進及び宇宙分野に関連する海外展開戦略の強化

##### 宇宙空間の法の支配の実現・強化

- 国際社会におけるルール作りへの貢献

##### 国際宇宙協力強化

- 米国、欧州、豪州、ASEAN等

##### 「宇宙システム海外展開タスクフォース」の立ち上げ

- 平成27年8月に立ち上げ。課題別・国別に既に8つの作業部会を設置。
- 作業部会の活動を主体として官民一体となった商業宇宙市場の開拓に取り組む



### 3 我が国における通信・リモートセンシング 衛星開発の経緯

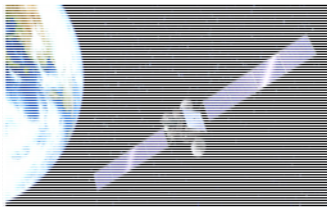
# 我が国衛星開発の経緯



通信衛星



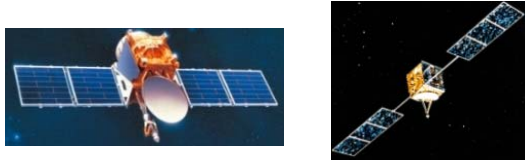
CS-3a,3b (1988年)



Superbird-C2 (2008年)

- ◆ ST-2 (2008年) 【台湾・シンガポール】
- ◆ Turk sat (2011年) 【トルコ】
- ◆ E'shail2 (2014年) 【カタール】

放送衛星



BS-2a (1984年) BS-3a (1990年)  
BS-2b (1986年) BS-3b (1991年)

スーパー301条 (1990年)



BSAT-3a (2007年)  
BSAT-3b (2010年)  
BSAT-3c (2011年)  
※いずれも外国製

政府から民間実用開発

技術試験衛星



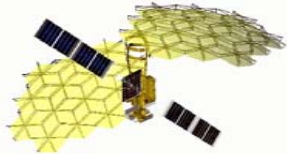
ETS-V (1987年)  
移動体衛星通信



ETS-VI (1994年)  
S帯・ミリ波・光通信実験



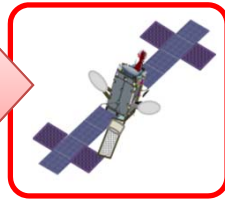
OICETS (2005年)  
光衛星間通信実験



ETS-VIII (2006年)  
移動体通信実験



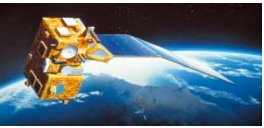
WINDS (2008年)  
超高速インターネット実験



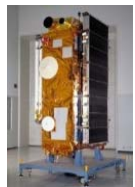
次期技術試験衛星 (2021年予定)

実用化と切り離された開発へ

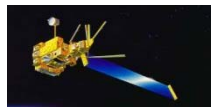
リモセン衛星



MOS-1 (1987年)  
海洋観測



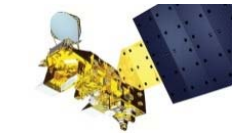
JERS (1992年)  
地球資源探査



ADEOS (1996年)  
環境観測



TRMM (1997年)  
熱帯降雨観測



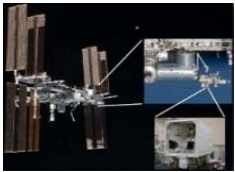
AQUA (2002年)  
水循環観測



ALOS (2006年)  
陸域観測



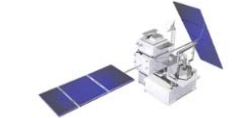
GOSAT (2009年)  
温室効果ガス観測



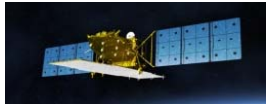
SMILES (2009年)  
超伝導サブミリ波サウンダ



GCOM-W (2012年)  
水循環変動観測



GPM/DPR (2014年)  
全球降水観測



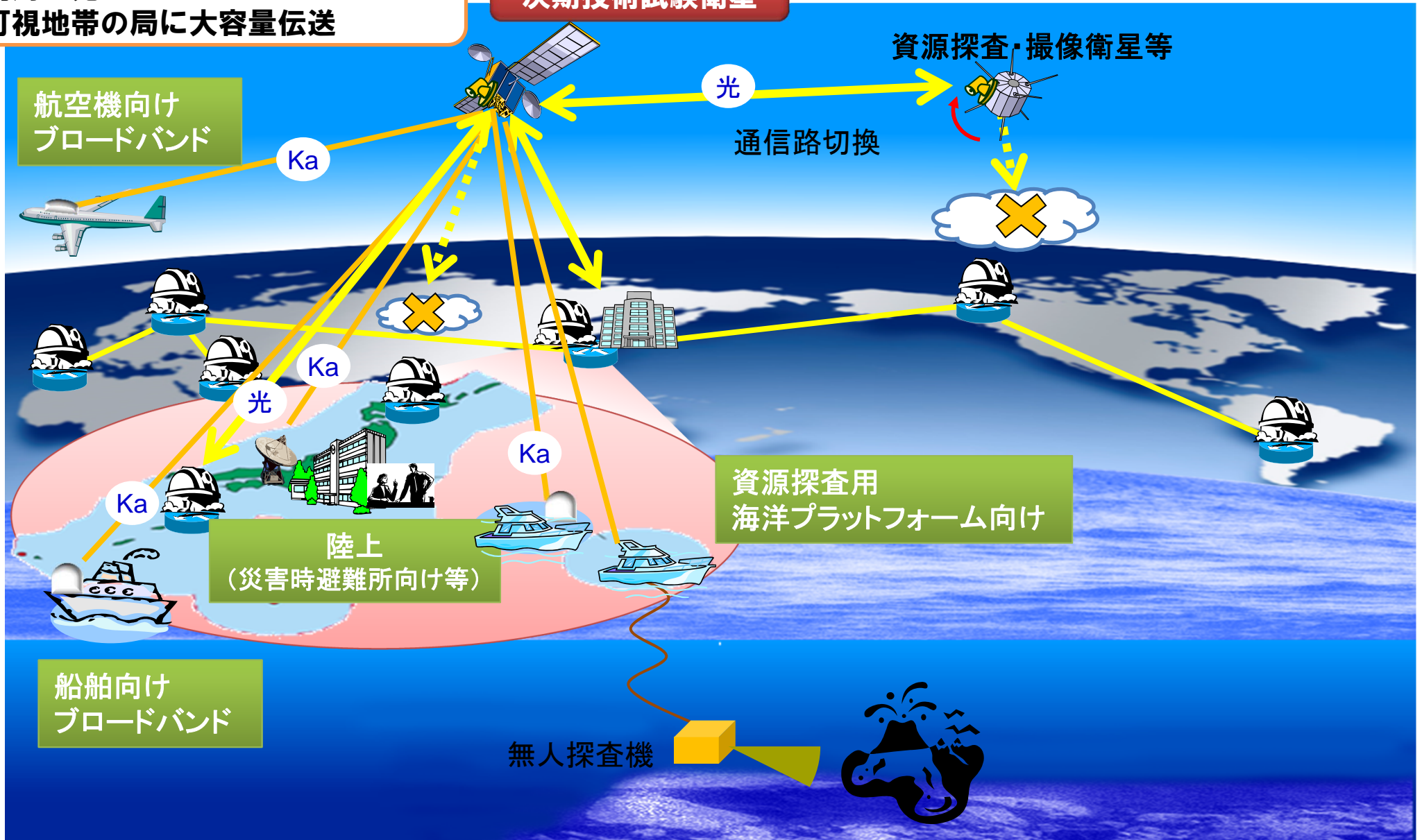
ALOS-2 (2014年)  
陸域観測

## 4 次期技術試験衛星開発の現状と動向

# 次期技術試験衛星が目指すサービス像

- ユーザ：Ka帯
- 需要に応じてビーム・周波数幅可変
- 関門局：光
- 可視地帯の局に大容量伝送

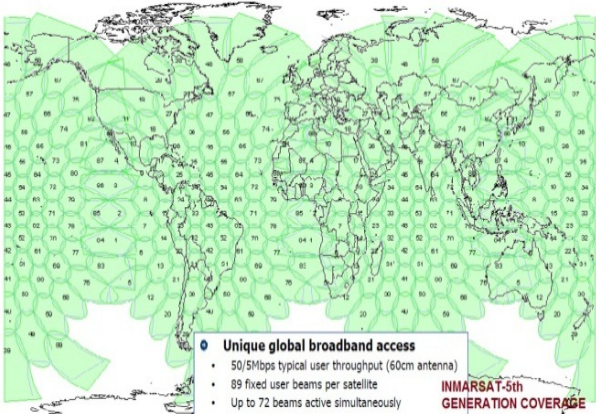
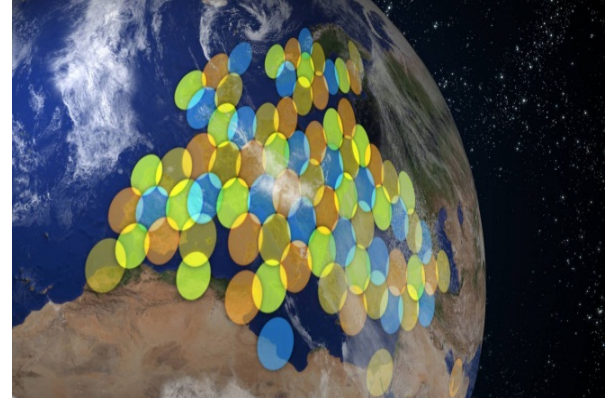
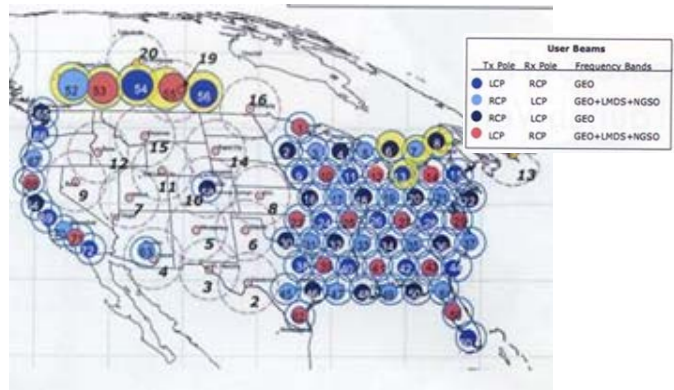






## 次期技術試験衛星





- マルチビーム技術等による大容量通信(数十～百Gbps程度)を実現。
- 欧米をはじめ、中印露、中東諸国等少なくとも25事業者が計画(うち15事業者は打ち上げ済)。
- 我が国においては、スカパーJSATが2018年下半期にHTSを打ち上げ予定(Ku帯、インテルサットと共同運用)

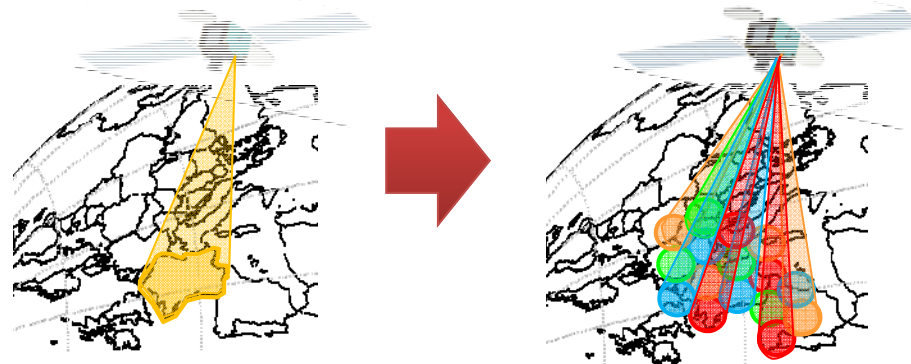
## <システム例>

INMARSAT(I-5)	EUTELSAT(Ka-SAT)	VIASAT(VIASAT-1)															
Ka帯	Ka帯	Ka帯															
全世界	欧州向け	北米向け															
2015-16年打上げ予定(4機中1機打上済)	2010年打ち上げ	2011年打ち上げ															
 <p>Unique global broadband access</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>50/5Mbps typical user throughput (60cm antenna)</li> <li>89 fixed user beams per satellite</li> <li>Up to 72 beams active simultaneously</li> </ul> <p>INMARSAT-5th GENERATION COVERAGE</p>	 <p>※ 色の違いは、周波数の再利用を表す</p>	 <p>User Beams</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tx Pole</th> <th>Rx Pole</th> <th>Frequency Bands</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>● LCP</td> <td>● RCP</td> <td>● GEO</td> </tr> <tr> <td>● RCP</td> <td>● LCP</td> <td>● GEO+LMDS+NGSO</td> </tr> <tr> <td>● RCP</td> <td>● LCP</td> <td>● GEO</td> </tr> <tr> <td>● LCP</td> <td>● RCP</td> <td>● GEO+LMDS+NGSO</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 色の違いは、右旋/左旋、使用周波数帯の違いを表す</p>	Tx Pole	Rx Pole	Frequency Bands	● LCP	● RCP	● GEO	● RCP	● LCP	● GEO+LMDS+NGSO	● RCP	● LCP	● GEO	● LCP	● RCP	● GEO+LMDS+NGSO
Tx Pole	Rx Pole	Frequency Bands															
● LCP	● RCP	● GEO															
● RCP	● LCP	● GEO+LMDS+NGSO															
● RCP	● LCP	● GEO															
● LCP	● RCP	● GEO+LMDS+NGSO															
回線容量: 50Gbps    ビーム数: 89	回線容量: 70Gbps    ビーム数: 82	回線容量: 140Gbps    ビーム数: 82															
ダウンリンク : 50Mbps(60cmアンテナ) アップリンク : 5Mbps(60cmアンテナ)  	ダウンリンク : 数10 Mbps アップリンク : 10Mbps程度  	ダウンリンク : 70～100Mbps アップリンク : 2.5～20Mbps  															



## 通信ミッション技術

- ◆ 1ユーザあたり100Mbps程度のブロードバンドサービスの提供を可能とするマルチビームを採用。
- ◆ 利用エリアのニーズに合わせて衛星ビームに割り当てる周波数幅を柔軟に変更可能とするデジタルチャネライザを開発。
- ◆ 衛星ビームの照射地域を柔軟に変更可能とするデジタルビームフォーミング技術を開発

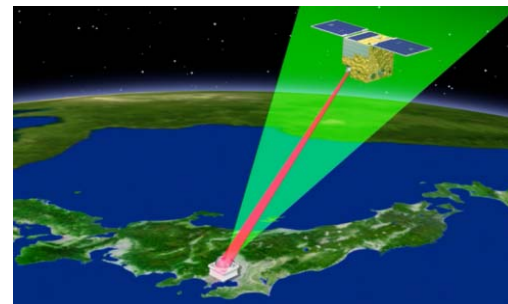


既存衛星のシングルビーム

HTSのマルチビーム

## 光フィーダリンク技術

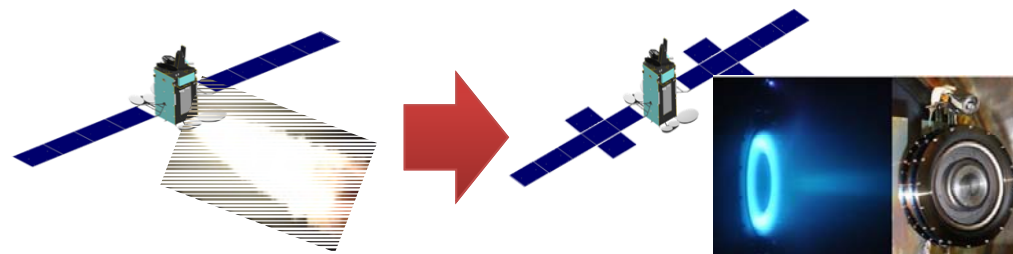
- ◆ ハイスループット衛星用フィーダリンクに対応可能な10Gbpsクラスの超高速大容量の光フィーダリンク技術を開発。



光フィーダリンクのイメージ

## バス関連技術(文部科学省・JAXA)

- ◆ 電気推進(オール電化)を採用し、打ち上げ時の衛星の質量を削減することにより、打ち上げコストの大幅な低減を可能とする。
- ◆ 供給電力の大電力化により、通信容量の増大に貢献。



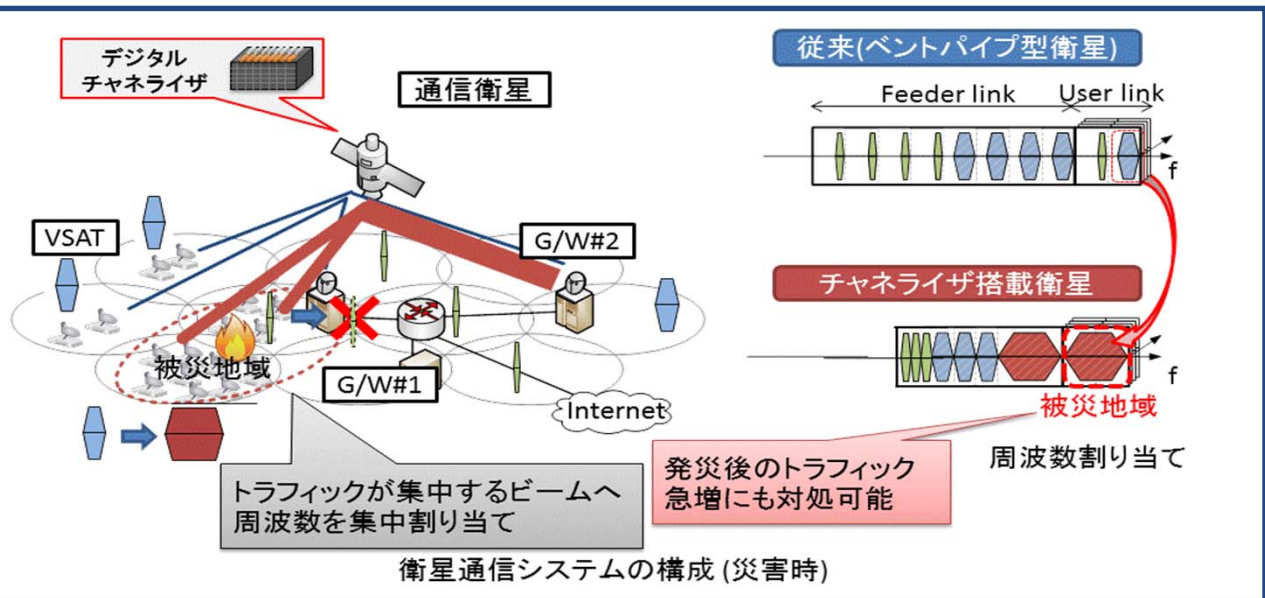
化学推進

電気推進(オール電化)

- 衛星寿命が約15年と長寿命化する中、打ち上げ後においても通信ニーズの地理的変化や、災害時の地理的なトラフィック集中等に対応するため、サービスエリアを柔軟に変更可能な通信衛星に対するニーズが高まっている。
- このような状況を踏まえ、一つのアンテナ給電系でマルチビームに割り当てられる通信容量やマルチビームが形成するサービスエリアの形状・位置を軌道上で任意に変更可能なフレキシブルペイロード技術を開発する。

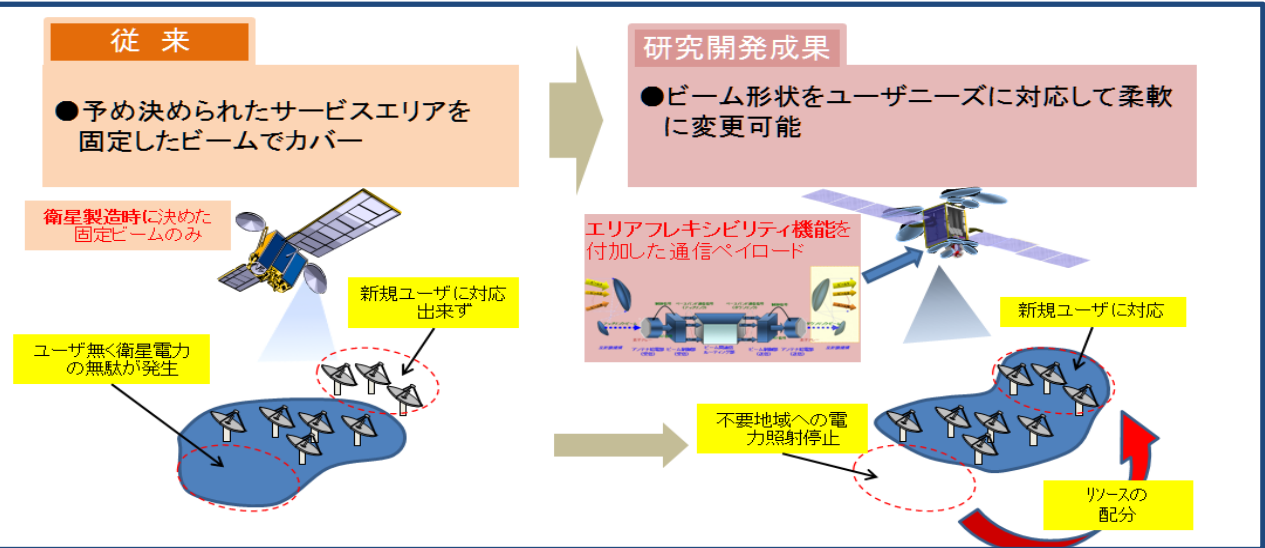
## 固定ビーム技術 (デジタルチャネライザ技術等)

- ◆ Ka帯における250MHz以上の広帯域幅においても低消費電力で高速処理が可能なデジタルチャネライザを開発。
- ◆ マルチビームの高効率化のためのアンテナ給電部の高度化技術を開発。



## 可変ビーム技術 (デジタルビームフォーミング技術等)

- ◆ トラフィックの空間的変動に対してフレキシブルにビーム照射領域の変更可能なフレキシブルペイロード技術の研究開発を実施。
- ◆ これを運用する地上ネットワーク機器・端末も対応して衛星通信のフレキシビリティを実現するシステムを開発。



## 『次期技術試験衛星に関する検討会』で掲げた目標（バス部分抜粋）

- 打ち上げコスト低減策による衛星ライフサイクルコストの低減
  - ・推進系 オール電化（電気推進系の採用）
  - ・軌道遷移時間 約半年の2/3以下
- 通信量の改善
  - ・発生電力 17～24kW級（従来は12kW程度）

次期技術試験衛星は、将来の商用衛星需要動向を踏まえ、中大型衛星の市場獲得にも対応可能な4トン級程度(予定)とする。

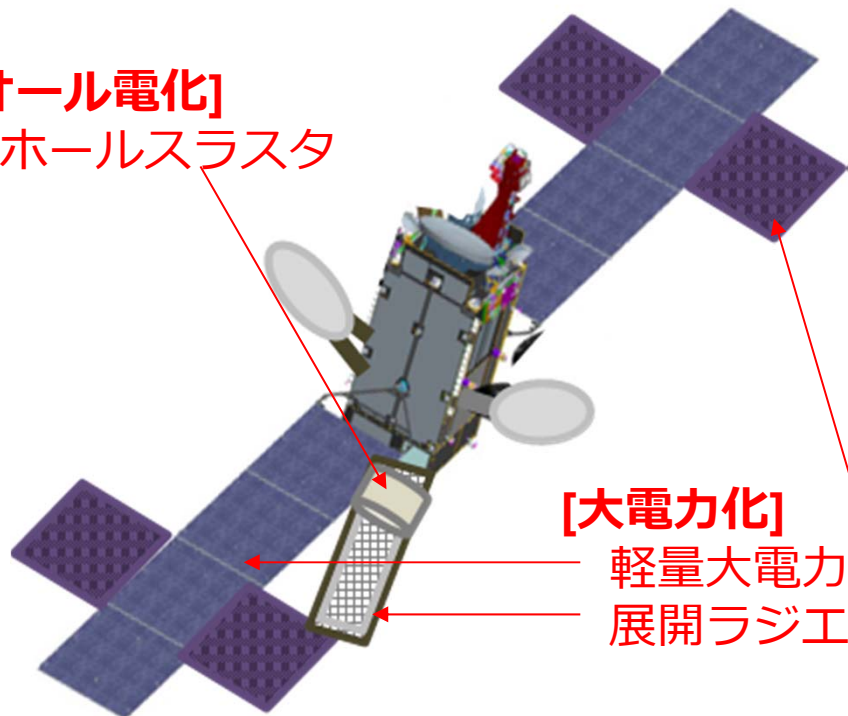
### オール電化

- 高い国際競争力（比推力・推力）を有するホールスラスタ（電気推進技術）を開発し、現状の海外のオール電化衛星（イオンエンジン使用）と比べ軌道遷移期間を2/3(約4ヶ月)以下にすることを目指す。

### 大電力化

- 大電力化する将来ミッションへの対応能力を確保するため、軽量大電力太陽電池パドルや高排熱技術(展開ラジエータ)等の技術を獲得し、最大電力17～24kW級の実現を目指す。

[オール電化]  
ホールスラスタ

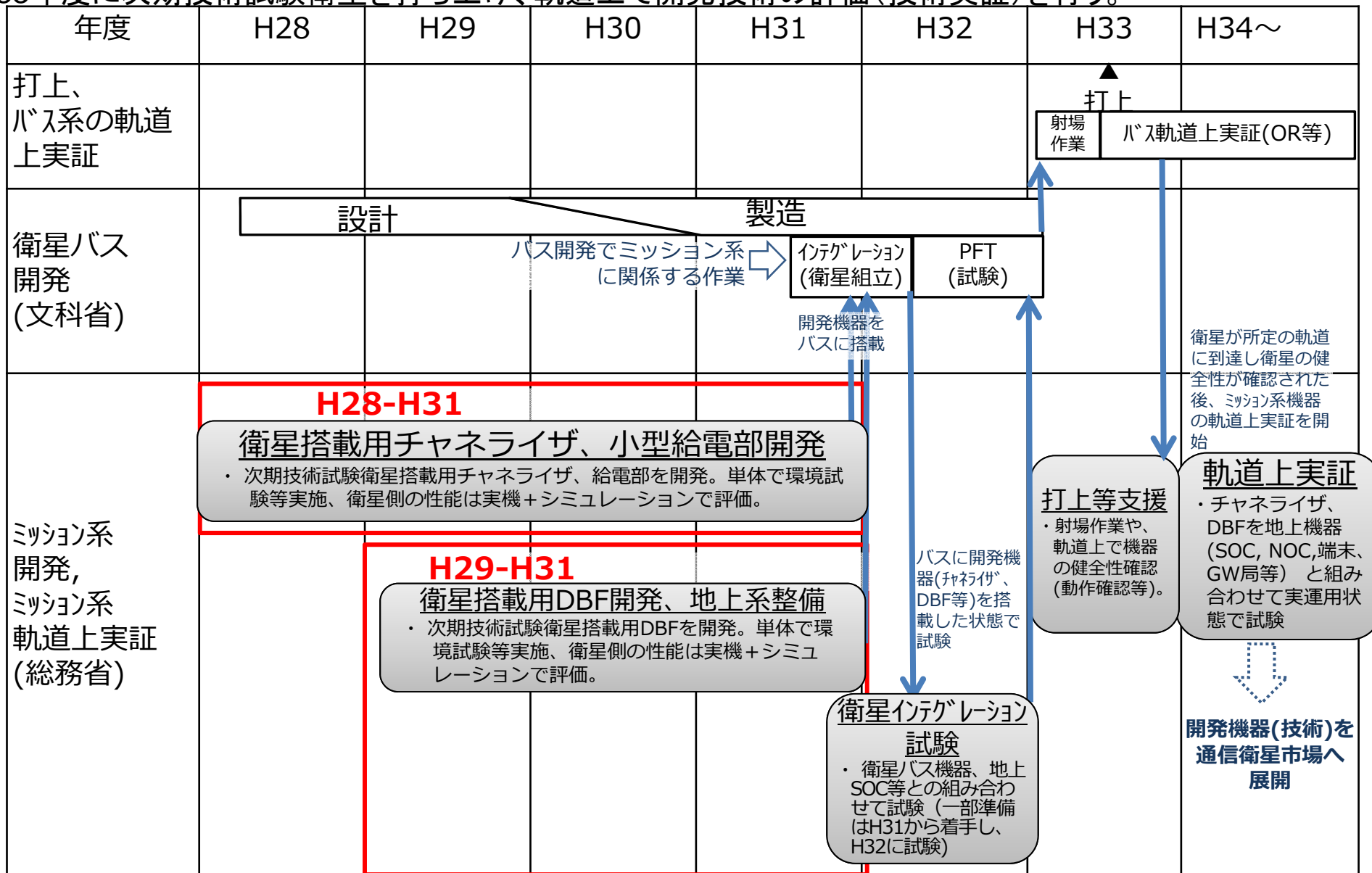


[大電力化]  
軽量大電力太陽電池パドル  
展開ラジエータ

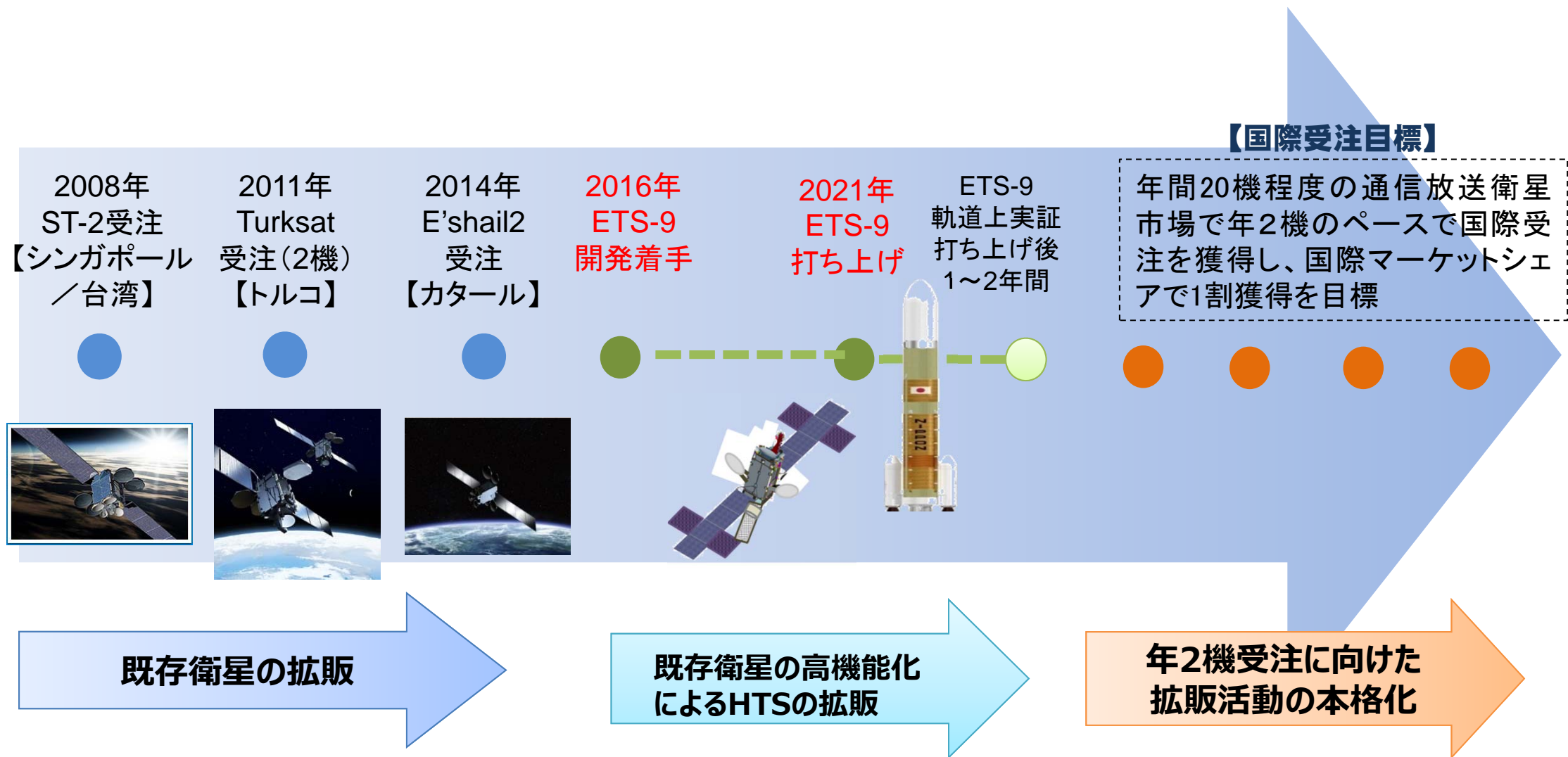
次期技術試験衛星バスイメージ図

# 研究開発スケジュール

- 衛星通信の高効率化を実現するため、周波数フレキシビリティを実現する技術としてチャネライザ等(H28-H31)、エリアフレキシビリティを実現する技術としてDBF等を研究開発(H29-H31)。
- 開発技術を次期技術試験衛星に搭載し、軌道上評価を行うために研究開発機器の衛星バス搭載(インテグレーション)や衛星バスに研究開発した機器を搭載した状態での試験を実施(H31-H32)
- H33年度に次期技術試験衛星を打ち上げ、軌道上で開発技術の評価(技術実証)を行う。









## 5 リモートセンシング衛星開発の現状と動向

**NICTでは、グローバルな気候・気象監視や予測精度の向上を目標とし、以下の研究開発を実施**

- 地球規模で気候・気象データ等を取得するための衛星搭載型リモートセンシング技術
- リモートセンシングデータを利用して、降水・雲・環境負荷物質等に関する物理量を推定するための高度データ解析技術
- 大気環境観測を目的とした次世代の衛星観測計画の立案

## NICTにおいて研究開発された衛星リモートセンシング技術の例

uvSCOPE



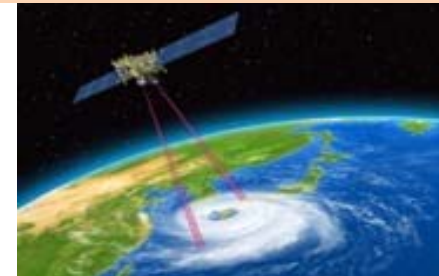
大気汚染物質の高分解能観測

Earth CARE



雲・エアロゾルの分布を観測

衛星ドップラー風ライダー



宇宙から3次元で風を計測

GPM搭載DPR

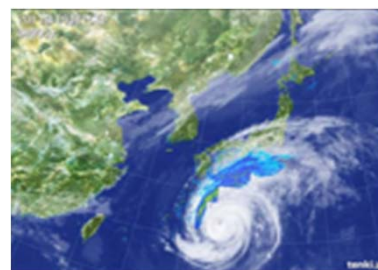


降水強度を3次元観測

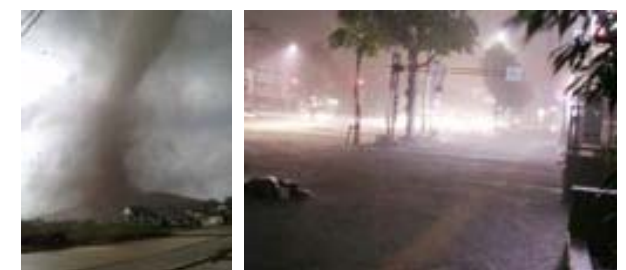
## 衛星リモートセンシングデータの取得・高度解析



大気汚染予測情報の提供



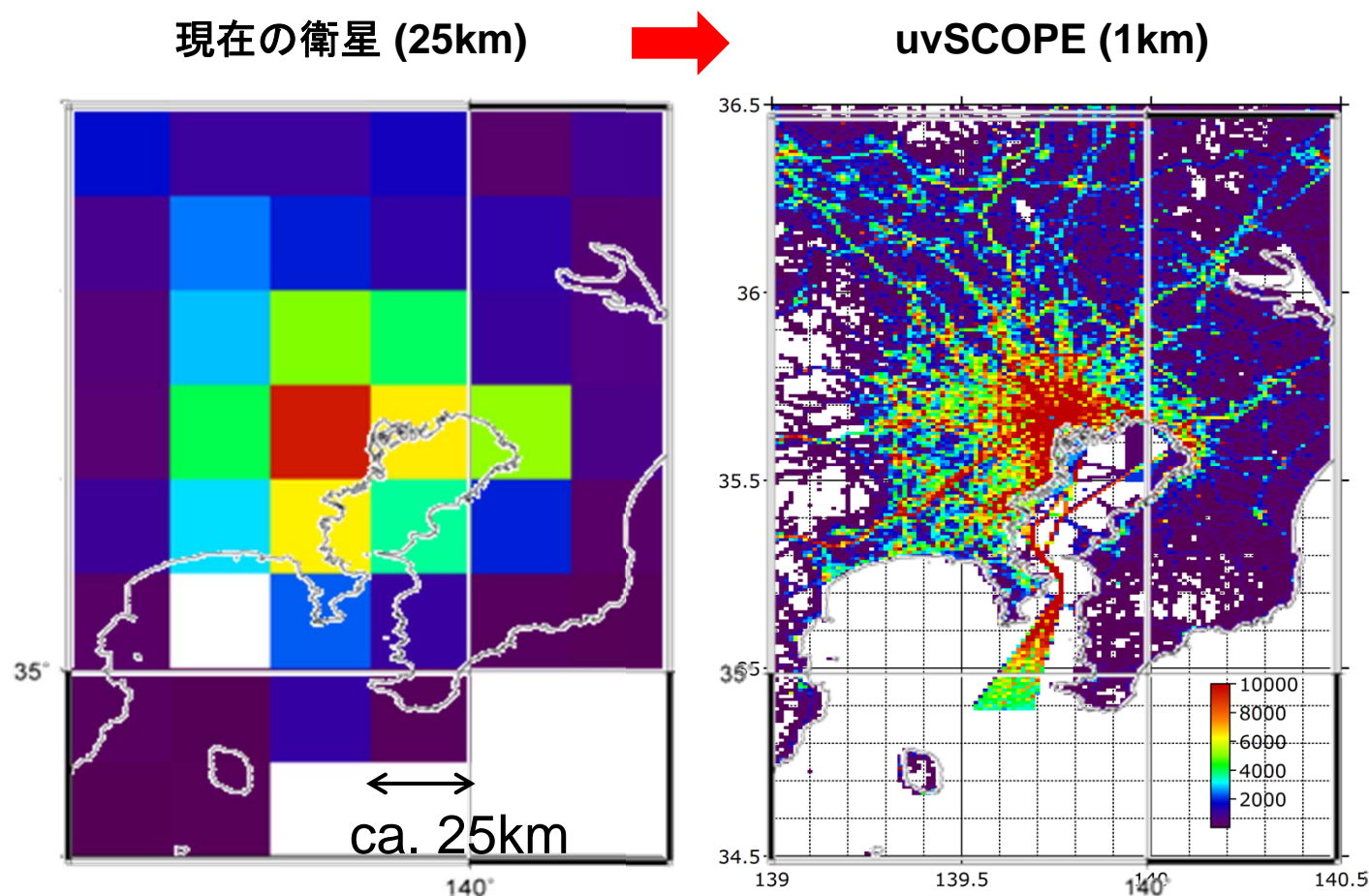
台風進路予測の精度向上



ゲリラ豪雨予測の精度向上

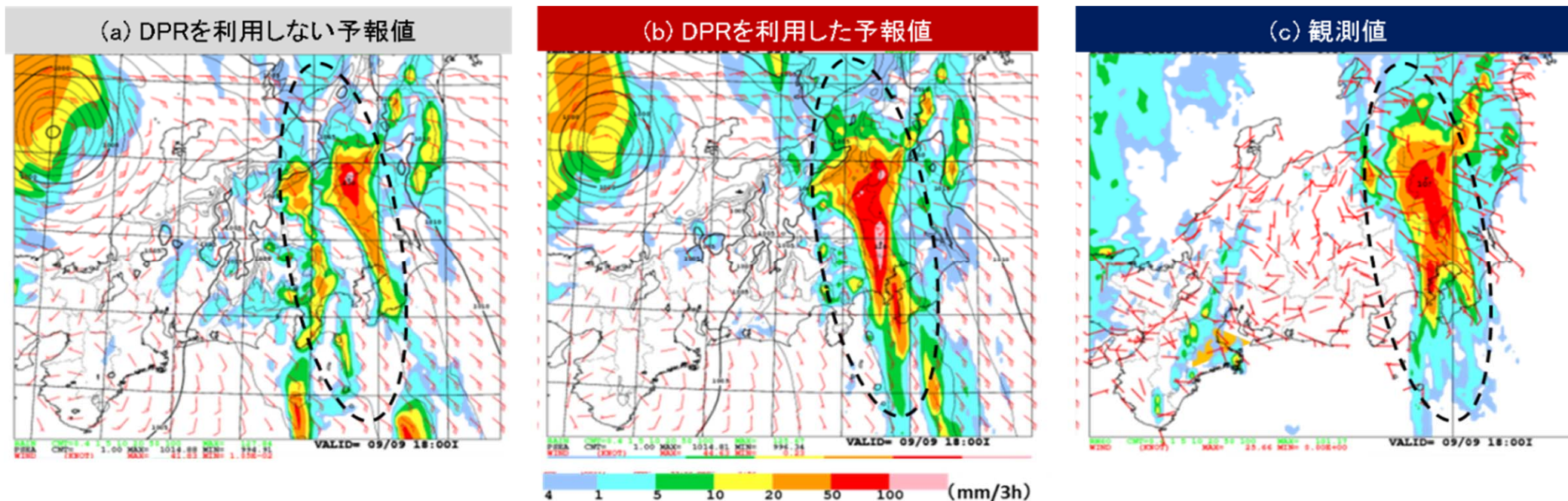
衛星リモートセンサー	研究開発内容	気候・気象観測分野での活用	開発運用状況
超伝導サブミリ波サウンダ (SMILES) 	超電導受信機を用いた超高感度センサーにより、大気存在量比1兆分の1の超微量物質を検出	オゾン層破壊物質など大気環境負荷物質の大気観測実証を実現	2009年打ち上げ 2010年観測終了
GPM搭載DPR 	降水(降雨・降雪)強度の3次元分布を高精度で推定するアルゴリズム開発	降水量の強さなどの把握が可能となる。高頻度で発生する豪雨などの極端な気象現象の予測精度を大きく向上すると期待。	GPM主衛星を2014年打ち上げ
uvSCOPE 	大気汚染物質観測データの高次解析・評価による観測最適化のためのモデル研究開発	短寿命気候汚染物質のインベントリなどを実生活に役立つ時空間レベルで実態把握。観測最適化によりスマート観測システムを実現。	2014年ISS搭載推薦1位を獲得 2018年ISS搭載(計画中)
Earth CARE 	雲の強度・ドップラー速度の鉛直分布推定アルゴリズム開発	これまで不明瞭だった雲が気候に及ぼす影響を解明。地球温暖化に代表される気候変動の数値予測を向上する。	2018年打ち上げ予定
衛星ドップラー風ライダー 	地表から高度10 kmまでの風速・風向分布を高精度に観測するセンサ技術の開発	これまで見ることはできなかった3次元の風を直接観測し、台風進路等の天気予報の数値予報精度を向上する。	センサー開発中
テラヘルツリモートセンサー 	高周波数を利用した超小型軽量、かつ頑丈なセンサの開発。大気環境負荷物質、水蒸気やその同位体などを計測	将来の小型センサの多数展開により数時間、キロ級の密な時空間情報提供を実現。水災害や環境汚染の被害最小最適化など新産業、新サービスへのニーズに応えると期待。	センサー開発中

- 近年、大気汚染暴露による肺疾患、血疾患などが深刻化。
- ISS搭載のuvSCOPEにより、PM2.5等の環境負荷物質の分布を1km×1kmの高分解能で把握可能となる。
- 本データが高い時間分解能で連続的に取得可能となれば、ビッグデータ処理による大気汚染予報の実現が期待できる。





- 平成28年3月から、気象庁の気象予報に衛星搭載降雨レーダ（GPM/DPR）（平成26年打上げ、設計寿命3年以上）の降水データが定常利用され、予報精度向上に貢献している。



平成27年9月9日18時の前3時間降水量及び地上風（関東・東北豪雨）  
（画像は気象庁提供）（翌9月10日に鬼怒川の堤防が決壊）

- (a) DPRを利用しない予報値
- (b) DPRを利用した予報値
- (c) 実際の観測値

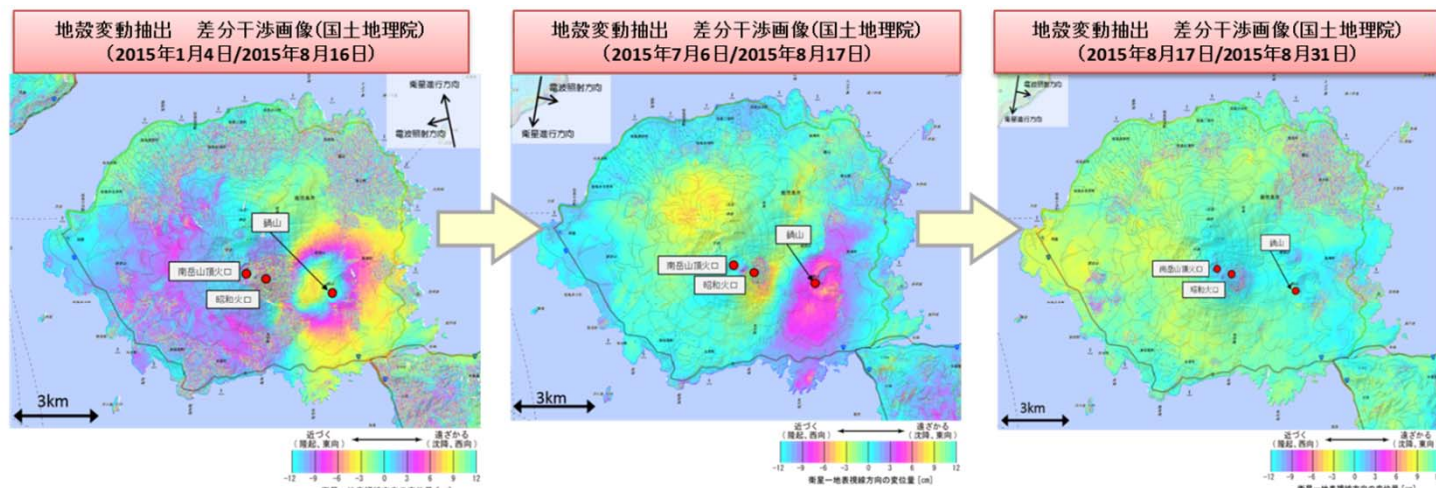
【DPRを利用した予報値(b)が、実際の観測値(c)に近く、DPRが予報精度を向上させた例】



# その他のリモートセンシング衛星データの活用事例(だいち2号)

## 地球観測衛星による災害対応時の貢献:

- ◆ 鹿児島県桜島を震源とする地震(平成27年8月)に伴い、だいち2号による緊急観測を実施。
- ◆ 解析結果は、地殻変動の変動源の推定に活用。
- ◆ 9月1日の噴火警戒レベルの緩和では、だいち2号の解析結果が判断材料として活用された。



南岳山頂火口の東側の広い範囲で最大16cm程度の衛星に近づく地殻変動が見られる。

【噴火警戒レベル3→4】 2015年8月15日～

南岳山頂火口と鍋山の間を境に、東側で最大6cm程度の衛星から遠ざかる地殻変動が、西側で最大5cm程度の衛星に近づく地殻変動が見られる。

ノイズレベルを超えるような変動は見られない。

【噴火警戒レベル4→3】 2015年9月1日～

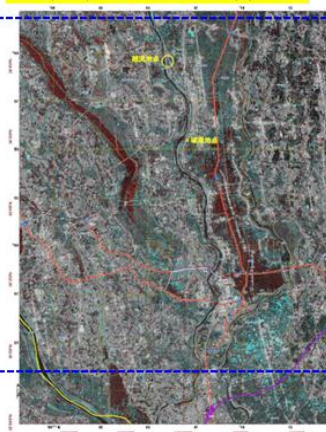
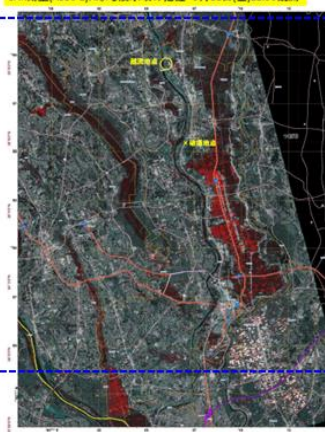
2時期RGBカラー合成画像  
(だいち防災WEB 掲載画像)

国土地理院  
9月12日 15:30時点での浸水範囲

SAR衛星(ALOS-2)による浸水域の把握 9月10日(木)11:42観測

SAR衛星(ALOS-2)による浸水域の把握 9月11日(金)22:56観測

SAR衛星(ALOS-2)による浸水域の把握 9月13日(日)23:37観測



平成27年9月関東・東北豪雨に係る茨城県常陸地区推定浸水範囲  
(9月12日15:30時点までに浸水した範囲)



- ◆ だいち2号により、関東・東北豪雨(平成27年9月)における浸水域抽出などの解析画像を実施し、防災関連機関に提供した。
- ◆ だいち2号の解析画像は、鬼怒川の堤防決壊以降の浸水範囲の把握に活用された。

堤防決壊前の9/10 11:42観測と比較し、決壊後の9/11 22:56観測では決壊地点の東南側に赤色範囲(浸水域と推定)が拡大。9/13 23:37観測では赤色範囲が縮小しているのが確認できる。

## 6 通信・リモートセンシング衛星の 今後の開発の方向性

## 総論

- 宇宙戦略本部において検討されている「宇宙産業ビジョン」の議論との整合性を図りつつ、総務省及びNICTの強みを発揮できる技術開発の在り方の検討
- 宇宙産業に対する国内外の利用者ニーズ及び技術開発動向を十分反映した技術開発の在り方の検討 等

## 通信衛星関係

- ハイスループット衛星及びコンステレーション型通信衛星による衛星ブロードバンド技術に対する対応の整理
- 我が国通信衛星産業の国際競争力確保を念頭に置いた、次々期技術試験衛星の在り方に関する検討 等

## リモートセンシング衛星関係

- リモートセンシング衛星データを活用した新産業・新ビジネス創出のために総務省・NICTに求められる役割の検討
- ビッグデータ、AI等のデータサイエンス技術と衛星リモートセンシングデータとの融合技術、サービスの検討 等