

宇宙^{バイ}×ICTに関する懇談会

報告書 概要

～ ICTが巻き起こす宇宙産業ビッグバン ～

平成29年8月8日

宇宙^{バイ}×ICTに関する懇談会

第1章 宇宙新ビジネス時代の到来

～宇宙×ICTに関する懇談会開催の背景～

第2章 世界規模で展開する宇宙分野のICT利活用競争

～国内外における取組の現状～

第3章 新たな価値を創造する宇宙×ICTの重点4分野とこれらを支える基盤技術

～重点4分野のビジネスの実現イメージと課題～

第4章 宇宙×ICTがもたらす私たちの近未来社会

～2030年における宇宙×ICTの社会的効果・経済的効果～

第5章 宇宙×ICT総合推進戦略

～実現方策に関する提言～

第6章 宇宙×ICTの着実な推進に向けて

～推進ロードマップの策定～

第1章

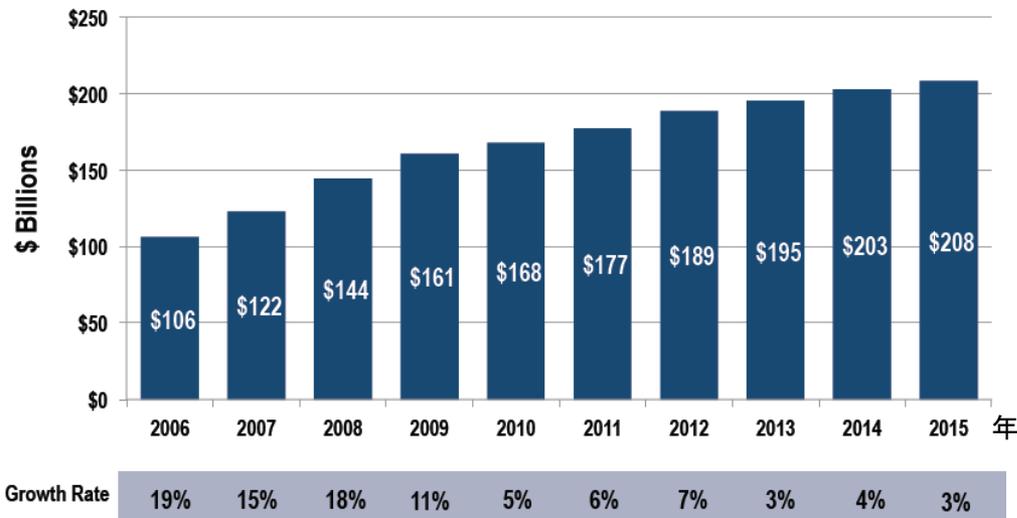
宇宙新ビジネス時代の到来

～宇宙×ICTに関する懇談会開催の背景～

世界の宇宙関連市場の現状

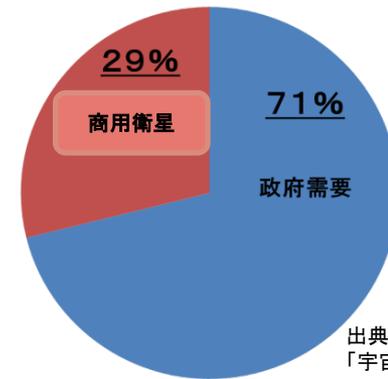
- 世界の宇宙産業市場は、2,083億ドル(約23兆円:2015年)で、10年で2倍以上に拡大している成長産業。
- 世界の宇宙機器産業は、政府需要が全体の約7割、政府への依存度が高い。
- 世界で1,300機以上運用されているとされる人工衛星のうち、半数以上が通信・放送衛星であり、次いで、リモートセンシング衛星や研究開発衛星が高い割合を占める。

世界の宇宙産業の市場規模の推移



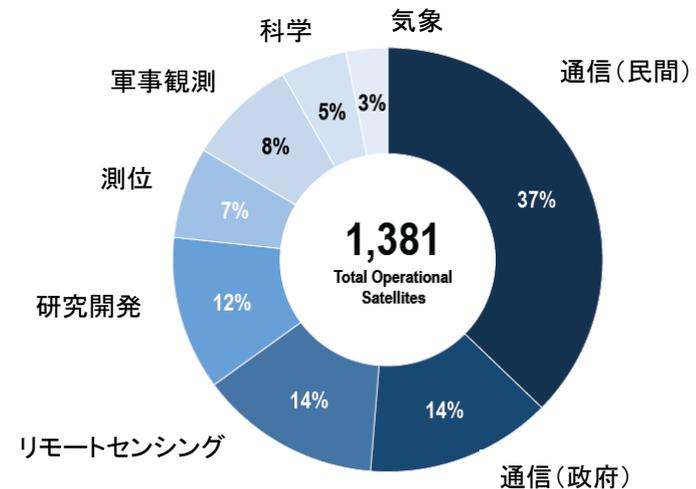
出典: "2016 State of the Satellite Industry Report", June 2016, SIA/The Tauri Group

世界の宇宙機器産業の顧客 (2003-2012年累計)



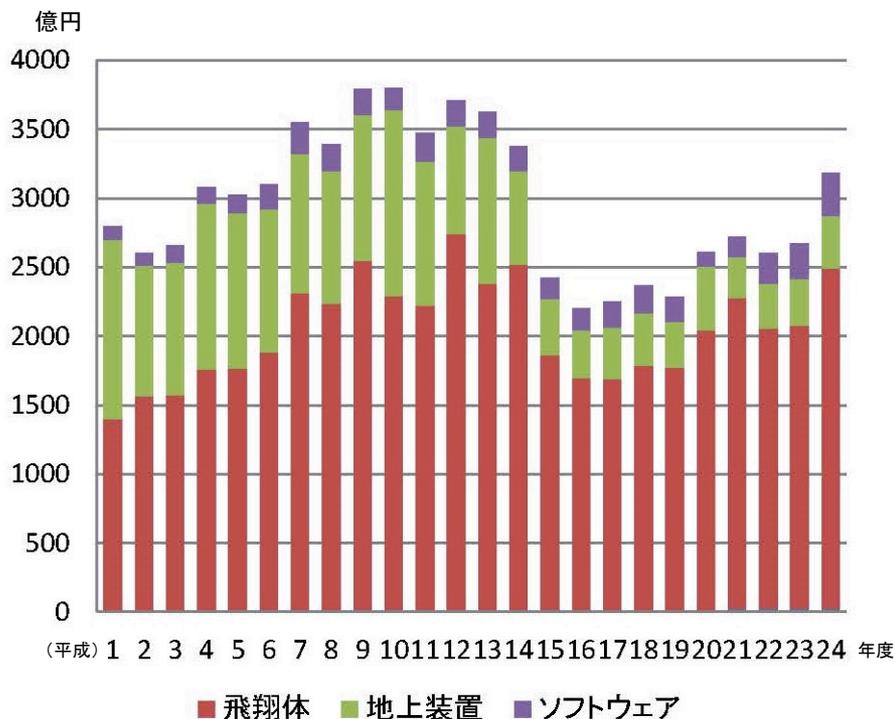
出典: 内閣府宇宙開発戦略推進事務局「宇宙産業振興小委員会」資料

運用中の人工衛星の機能別割合 (2015年)

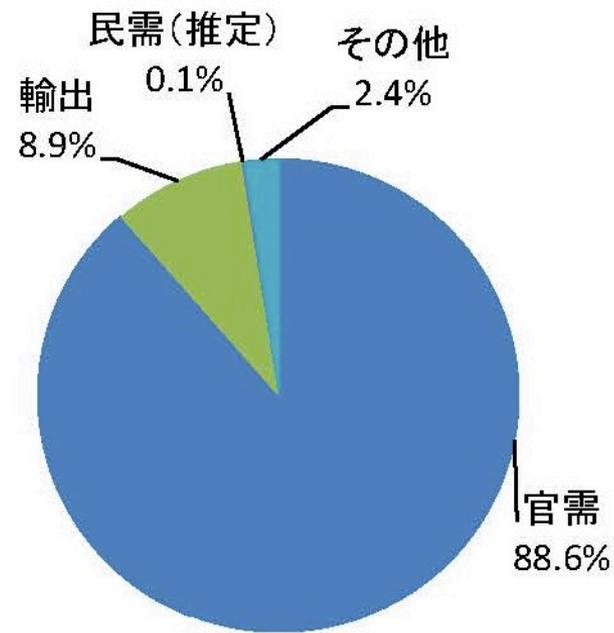


- 我が国の宇宙産業は、近年拡大傾向で推移。
- 我が国の宇宙産業市場のうち、国内の官需が9割を占めている状況であり、世界に比して、より官需に依存。

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）

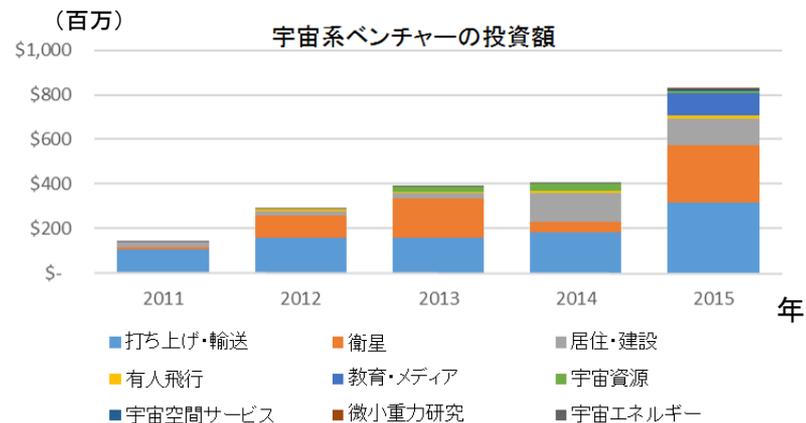
- 近年、世界各国において数多くの企業が宇宙関連事業に新規参入。
- 世界の宇宙系ベンチャー企業による投資額は年間8億ドルを超え（2015年）、急激な増加傾向。

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	-
打上げサービス	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	-	
打上げ仲介	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	-	

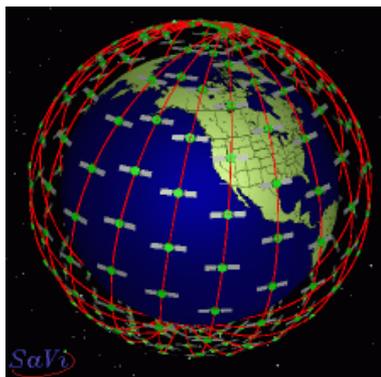
表は、内閣府『宇宙ベンチャー企業による宇宙利用拡大に関する動向調査 報告書』（2015年3月）のデータを元に編集したもの。売上げについては、2013年又は2014年のもの。数字はウェブサイト等公開情報による。

グラフ出典：Space Angels Networkウェブサイト

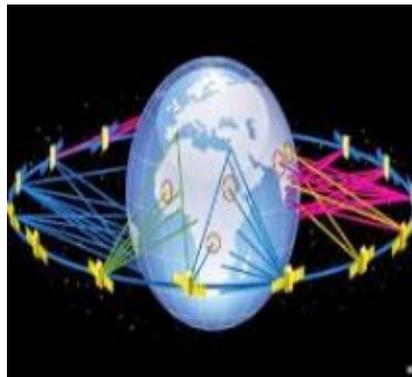


衛星コンステレーション計画

- ◆ 低軌道等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。
- ◆ O3b Networks社は、地上の光ファイバ網が敷設されていない国・地域の30億人を含め、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年末に本格的なサービス提供を開始。
- ◆ OneWeb社は、周回衛星648機を配備し、全地球をカバーする計画を有する。大手Airbus社等も出資。同社以外にも同種のビジネスが複数検討。



低軌道・周回衛星

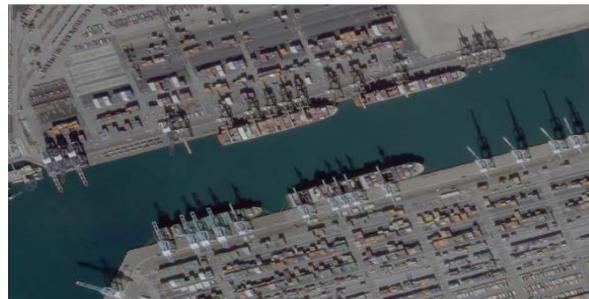


中軌道・赤道周回

出典：OneWeb社及びO3b Networks社の公開資料

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

- ◆ シリコンバレー発ベンチャー企業のSky Box Imaging社は、2014年にGoogle傘下となり、さらに、2017年2月にPlanet社により買収。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。
- ◆ Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) 社などにより、同様のビジネスが展開。



出典：Terra Bella社の公開資料

リモートセンシング衛星

ロケット

(株)アクセル
スペース

東京大学発の衛星ベンチャーとして2008年設立。三井物産やJSAT等が出資。

超小型衛星の宇宙実証を行うため、2016年8月、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。

キヤノン電子(株)

2012年に衛星ビジネス参入。

2017年6月23日、印にて100kg・1m分解能の超小型衛星の打上げに成功。

光学系は、EOS 5D・PowerShot(商用製品)を転用。

(株)ウェザー
ニュース

2013年11月に露ドニエプルロケットで、アクセルスペース等が開発した小型人工衛星の打上げに成功。

2017年7月14日、自社専用の衛星「WNISAT-1R」の打上げに成功。

北極海航路の運行支援や流氷情報等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。

インターステラ
テクノロジズ(株)

2013年、堀江貴文氏が出資。

同年11月に、北海道大樹町で、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)の打上げに成功。

(株)カムイ
スペースワークス

2006年、北海道大学や植松電機(北海道の宇宙部品メーカー)等の北海道民間企業により設立。

カムイロケット(400kgf級)の打上げに成功。

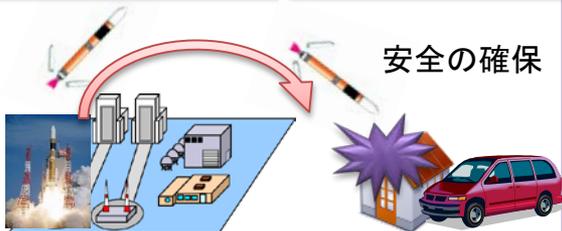
デブリ除去	小型衛星・部品	月面探査
<p>(株)アストロスケール</p>	<p>有限会社 QPS研究所</p>	<p>(株) ispace</p>
<p>2013年、財務省OB(岡田光信氏・1973生)が設立した宇宙ベンチャー。 2017年後半に初号機を打上げ予定。</p>	<p>九州発の小型人工衛星開発ベンチャー。2005年設立。 九州大学の学生やOB等を中心として2005年6月に設立。 現在は、宇宙用電子基板やデブリセンサを開発。「QPS」は、Q-shu Pioneers of Space。</p>	<p>2010年、月面探査を目的として設立したベンチャー。 東北大学等とともに、月面開発を目的とした「HAKUTO」プロジェクトを立上げ。 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、中間賞であるマイルストーン賞として賞金50万ドルを獲得。</p>

- 平成28年11月16日、宇宙開発利用に関する宇宙条約等の実施や我が国の宇宙産業の発達を推進することを目的とした宇宙関連二法が公布。

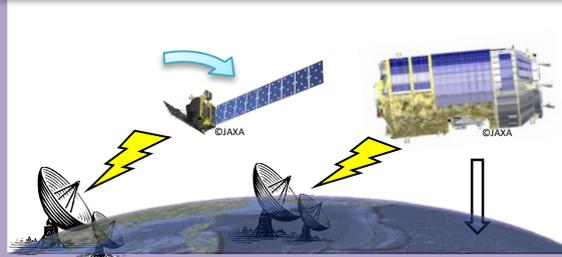
1. 宇宙活動法（人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律）

宇宙開発利用に関する諸条約の的確かつ円滑な実施と公共の安全の確保を図り、我が国の宇宙産業の健全な発達に資するための制度

1. 人工衛星等の打上げに係る許可制度



2. 人工衛星の管理に係る許可制度



3. 第三者損害賠償制度

打上げ実施者の負担

政府補償契約
(一定の金額)

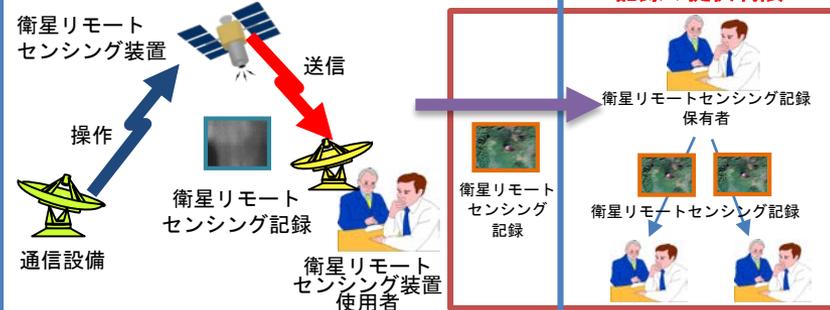
民間保険契約等
(ロケットの型式の設計、打上げ施設毎に定める金額)

(事業者の免責
裁判所の斟酌)

2. 衛星リモートセンシング法（衛星リモートセンシング記録の適正な取扱いの確保等に関する法律）

1. 衛星リモートセンシング装置の使用の適正を確保するための制度を導入。
(例) 適格性確認、セキュリティ対策、使用終了時の措置等
2. 衛星リモートセンシング装置により検出された衛星リモートセンシング記録の提供に際して適正な取扱いを確保。
(例) 記録提供時の目的確認、提供先の制限等
3. 我が国及び国際社会の平和及び安全の維持のため特に必要があると認める場合等における衛星リモセン記録の提供を制限。

①衛星リモートセンシング装置の使用に係る制度 ②衛星リモートセンシング記録の提供制限



宇宙産業ビジョン

- 平成29年5月、我が国における宇宙産業への「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」として、宇宙機器・利用産業の将来動向や政府の関与の在り方に関する基本的視点(宇宙産業ビジョン)についてとりまとめた「宇宙産業ビジョン2030」を策定。

第2章

世界規模で展開する宇宙分野のICT利活用競争 ～国内外における取組の現状～

米国

■ オープンガバメント政策

- 2009年5月、米国連邦政府機関や自治体などが保有する各種統計データのカatalogサイト「Data.gov」を開設。
- 2013年5月、米国連邦政府機関が保有するデータを原則オープンかつ機械読み取り可能な形で公開を義務づける大統領令を発令。
- 米国海洋大気庁(NOAA)の気象衛星観測データ等を様々なデータ形式により公開。
- Data.govでは、一般ユーザによるデータ活用やアプリケーション開発を促進するため、一部データをAPIで公開。

■ NOAAビッグデータプロジェクト

- 2015年4月、NOAAは、気象衛星データに国民が自由にアクセスし、新たなサービスを創出するための環境をクラウドプラットフォーム上で提供するためのビッグデータプロジェクトを立ち上げ。
- 本プロジェクトでは、米国ICT企業5社(アマゾン、グーグル、IBM、マイクロソフト、オープンクラウドコンソーシアム)と連携。
- 現在、アマゾンのクラウドプラットフォーム「AWS」においては、NOAAの次世代気象レーダー網(NEXRAD)のリアルタイムデータ及びアーカイブデータがオープン&フリーで提供中。

欧州

■ コペルニクス計画

- コペルニクス計画は、欧州委員会と欧州宇宙機関(ESA)が共同して、ESAや欧州各国が保有する地球観測衛星等のデータの利用システムを開発・運営するプログラム。
- コペルニクス計画の新規衛星として、異なる種類のセンサを搭載したセンチネル衛星(Sentinel-1~6)整備を計画。センチネル衛星のデータは、原則無償で公開。

■ コペルニクス計画の衛星データクラウドプラットフォームプロジェクト

- 2016年の商業アイデアコンテストで、スロベニアのソフトウェア会社のSinergise社の「Sentinel Hub」が大賞を受賞。
- Sentinel Hubでは、アマゾンが提供するクラウドサービス「AWS」を活用し、Sentinel-2衛星(マルチスペクトル光学衛星)の撮像データの処理・解析・配布サービスを提供。

■ ESAの衛星データクラウドプラットフォームプロジェクト

- 2016年11月、ESAはソフトウェア会社SAPとの間で地球データ解析サービスの提供を発表。
- SAPが提供する「SAP HANA クラウドプラットフォーム」を活用。

日本

■ JAXAの取組

- 2013年2月から、「G-Portal」において、現在運用中及び運用を終了した衛星の観測データの検索やダウンロードサービスを無償で提供。
- 2014年3月、JAXA OPEN API(2016年3月末まで公開)を活用したアプリケーション開発のアイデアコンテストを開催。

■ 宇宙システム開発利用推進機構(JSS)の取組

- JSSは、宇宙関連の新たな事業創出を目指す企業の宇宙ビジネスの事業化の支援を目的としたポータルサイト「宇宙ビジネスコート」を開設。
- 同サイト内で、一般利用者に対する観測データの新たなアプリケーション環境の整備を目的としたAPI(現在は、光学センサーASTERのデータのAPI)を提供。

■ G空間情報センターの取組

- 2012年3月に設立されたG空間情報センターを通じて、産学官の様々な機関が保有する地理空間情報を円滑に流通させ、付加価値の創造、情報の新たな利活用方法・ビジネスの創出を目指す(2016年11月運用開始)。

■ アクセルスペース社(民間事業者)の取組

- アクセルスペース社は、光学センサを搭載した超小型衛星を2022年までに50機体制で運用するコンステレーション衛星網(AxelGlobe)の構築を計画。
- 2016年9月、AxelGlobeのデータをクラウド環境で管理する場合の最適な手法をアマゾンウェブサービスジャパン株式会社と共同検討するとともに、撮影画像のオープンデータ化に向けた取組を発表。

米国

- **静止軌道上のハイスループット衛星によるサービス提供**
 - ViaSat社は、米国向け衛星ブロードバンド提供のため、2017年、ビーム数120、総容量350Gbpsを有するViaSat-2を打上げ。
 - Intelsat社は、航空機ブロードバンドサービス向けとして、2015～2016年にかけて、Epic^{NG}29e及び33eの2機を打上げ。
- **小型衛星のメガコンステレーションによるサービス計画**
 - OneWeb社は、低軌道周回衛星を648機配備することを計画し、2018年から衛星を打ち上げ、2020年以降順次サービス開始予定。2017年6月22日、米連邦通信委員会(FCC)から、米国衛星市場への参入を許可された。
 - 2016年、SpaceX社、Boeing社、ViaSat社等の事業者が、FCCに対して、相次いでメガコンステレーション計画に係る申請を提出。

欧州

- **静止軌道上のハイスループット衛星によるサービス提供**
 - Eutelsat社、Inmarsat社、SES社等の大手事業者がマルチビームで総容量数10Gbpsクラスの衛星ブロードバンドサービスを提供。
- **超小型衛星コンステレーションによるサービス提供**
 - O3b Network社は、赤道上の中軌道(8,200km)で運用される12機のコンステレーション衛星により、2014年からサービス提供開始。2016年8月、同社をSES社が完全子会社化。
- **5G・IoTに関する検討**
 - 欧州委員会は、2014年7月、5Gネットワークにおける衛星通信の役割に関する報告書を作成。
 - ESAは、ARTESプログラムで、衛星分野のIoTソリューションの調査や検討、関連する製品開発を開始。

中国

- **小型衛星によるIoTに関する研究開発**
 - 2017年1月12日、中国航天科工集团公司(CASIC)は、小型衛星「行雲試験1号(XingyunShiyan-1、XYSY-1)」の軌道投入により、ナローバンド衛星通信によるIoT及びその利用プロジェクト「行雲(XingyunShiyan)」の技術検証フェーズが開始された旨発表。
- **衛星量子鍵配送技術に関する研究開発**
 - 2016年8月、中国科学技術大学(USTC)の開発による世界初となる量子暗号通信衛星「Mozi(墨子)」を打上げ。
 - 中国とウィーンの2カ所に設置された光地球局の間で、高度約600kmの軌道にある衛星を経由して暗号鍵を伝送する研究を実施予定。
 - 2017年6月、1,200km離れた2つの地上局に向けて衛星から量子もつれ配信を行うことに世界で初めて成功。

日本

- **民間事業者の取組**
 - スカパーJSAT社は、Intelsat社との共同事業により、2018年下期にハイスループット衛星サービスを提供予定。
- **技術試験衛星9号機の研究開発(2021年打上げ予定)**
 - 1ユーザあたり100Mbps程度で、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中。
 - 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中。
- **光衛星通信技術の研究開発**
 - NICTは超小型衛星に搭載可能な光通信機器(SOTA)を開発し、2015年に光衛星通信の軌道上実証、2016年には衛星量子暗号鍵配送技術に必要な偏光測定的基础実験に成功。
 - 技術試験衛星9号機には、10Gbpsクラスの超高速大容量の光ファイダリンク技術を搭載予定。

米国

■ 新宇宙活動法の制定

- 2015年11月 新宇宙活動法成立。
- 同法は、商業宇宙資源開発を認めた世界初の法律。
- 同法は、月、小惑星その他の天体及び宇宙空間上の水やミネラルを含む非生物資源の採取に商業的に従事する米国市民に対し、米国が負う国際的な義務等に抵触せずに獲得された当該資源の占有、所有、輸送、利用及び販売を認めている。

欧州・中東

■ ルクセンブルク

- 2016年2月、自国を宇宙資源探査及び利用の分野での欧州の中心地とする旨の政策を発表。
- 宇宙資源開発ビジネスを標榜する複数の企業への資金供与を含む支援を公表。
- 米国を含む他国と共同で法的枠組構築を模索する旨表明。

■ アラブ首長国連邦

- 宇宙探査及び宇宙資源開発を含む宇宙空間における商業活動についての法整備に向けた動きがあるという報告がある。

日本

■ ispace社（民間事業者）の取組

- 2010年、月面資源探査を目的としたベンチャー企業として設立。
- 東北大学等と構成したチーム「HAKUTO」が、Google Lunar XPRIZEに参加。2017年末までの指定ミッションを前に、中間賞であるマイルストーン賞として、賞金50万ドルを獲得。

国際的取組

■ 国連における検討状況

- 宇宙条約第二条は、月その他の天体の国家による所有等を禁じているものの、天然資源の採掘は明確に否定していないため、宇宙における天然資源の採掘は認められるとの解釈が可能。このため、宇宙資源開発活動やその監督機関などについて、国際的枠組の議論が開始。
- 2016年4月の国連宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)法律小委員会において、ベルギーの提案により、「宇宙資源探査及び利用のために考えられる法的枠組みに関する意見交換」が2017年の議題として採択される見込み。

■ Google Lunar XPRIZE

- 純民間による月面ロボット探査の国際レースで、Googleがスポンサー。
- 2017年末までに指定ミッション(500m走行及び映像パッケージ送信)を達成したチームに、2,000万ドルの賞金を授与。
- 世界中から16チームが参加し、我が国からは、ispaceや東北大学等によって構成されたチーム「HAKUTO」が参加。

米国

■ 宇宙天気国家戦略

- 米国は、宇宙天気を地震や津波などの災害と並べ、米国戦略的国家危機評価 (US Strategic National Risk Assessment) の一つとして位置付け。
- 2015年、米国内の20を超える機関、50人を超える専門家によって、国家宇宙天気戦略及びアクションプランが作成され、発表。
- 2016年4月、同アクションプランを受け、国務省が極端現象に関する国際協力の枠組みの構築のための研究会を開催。
- 2016年10月、極端宇宙天気現象に対する国家的な備えを強化する大統領令が発表。

欧州

■ 英国

- 2013年、王室技術アカデミーが極端現象の社会影響についてレポートを発表。
- 2015年、内閣は、国家的リスク管理及び宇宙天気現象対応計画を相次いで発表。

韓国

- 2013年、未来創造科学部が「宇宙電波障害」危機管理標準マニュアルを発表。
- 現在、同マニュアルのフォローアップ調査を実施している模様。

日本

■ NICTの取組

- 我が国においては、NICTが宇宙天気情報を土日・祝日を含め毎日提供。
- NICTは、アジアオセアニア地域における宇宙天気アライアンス(AOSWA)の事務局を担当。

■ 太陽地球圏環境予測 (PSTEP)

- 2015年、国内宇宙天気関連研究機関は、科学研究費新学術領域研究としてPSTEPを立上げ。

国際的取組

■ 国際宇宙環境サービス (ISES) の動向

- 1962年より、国連国際科学会議 (ICSU) のもと、ISESが活動を開始。宇宙天気データおよび予報情報の共有、フォーマットの標準化等について議論。

■ 国際民間航空機関 (ICAO) の動向

- ICAOでは、宇宙天気情報の民間航空運用への利用義務化に向けて議論を継続中。
- 2016年10月、素案が気象パネルで承認。

■ 国連における検討状況

- 2017年2月、国連宇宙空間平和利用委員会 (COPUOS) 科学技術小委員会において、宇宙天気アクションプランの策定に向けた活動を開始。

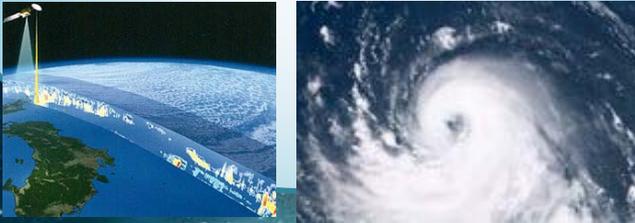
第3章

新たな価値を創造する宇宙×ICTの重点4分野
とこれらを支える基盤技術

～重点4分野のビジネスの実現イメージと課題～

① 宇宙データ利活用ビジネス

◆宇宙データと他の地上系データとの連携が、新たなビジネスや社会的価値を創造。



② ブロードバンド衛星通信ビジネス

◆地球上のあらゆる場所に加え、宇宙空間をも、5G・IoTが利用できる環境に。



テラヘルツ技術

衛星ネットワーク
セキュリティ技術

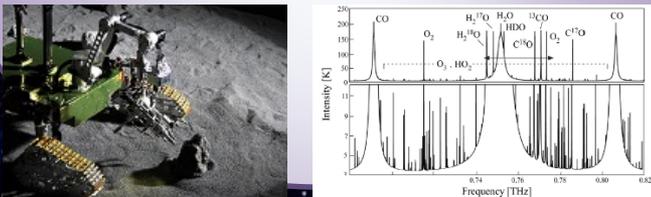
宇宙×ICTを支える
基盤技術

宇宙ナノRF
エレクトロニクス技術

時空計測技術

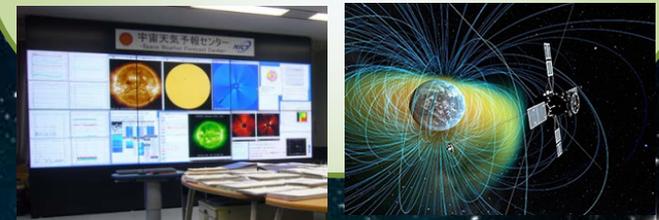
③ ワイヤレス宇宙資源探査ビジネス

◆電波センサが発見する月惑星資源が、宇宙ユーティリティ産業のエコシステムを駆動。



④ 宇宙環境情報ビジネス

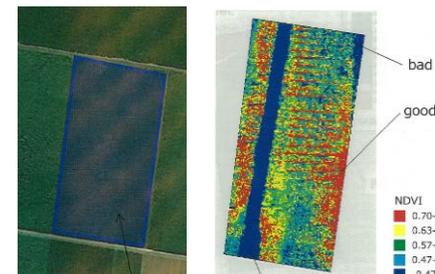
◆宇宙天気情報が、太陽嵐が都市や人々に及ぼす経済的損失のリスクを軽減。



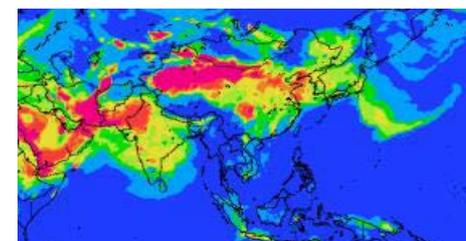
① 宇宙データ利活用ビジネス

2030年の実現イメージ

- ◆ 光学センサやSAR(合成開口レーダ)センサを搭載したリモートセンシング衛星については、空間分解能の向上に加え、ハイパースペクトルセンサのデータやSARの高次解析データ等の高付加価値データの利活用が進展。
- ◆ 特に光学衛星データは、コンステレーションによる運用が、観測頻度・時間分解能を向上させることにより、連続観測データを重視する産業等での活用が進展。
- ◆ 気象系の科学衛星については、データの国際的な連携・交換の進展が広域かつ連続的なデータの入手を可能とすることにより、非宇宙系事業者によるビジネス活用が一般化。
- ◆ AIやビッグデータ解析の普及・高度化により、宇宙データが、IoTデータやSNSデータ、地上系オープンデータ等との容易に連携されるようになり、宇宙分野以外の様々な異業種分野における新ビジネスが台頭。



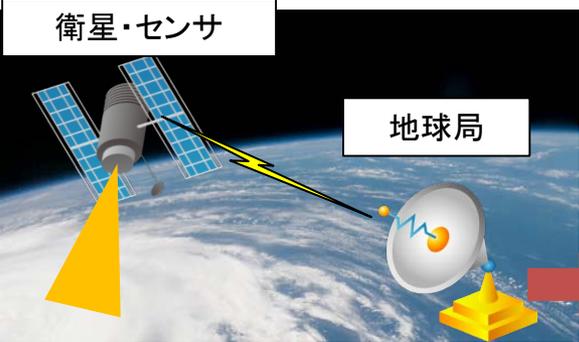
(リモートセンシングデータ解析によるスマート農業)



(ビッグデータ解析によるPM2.5到来予測)

実現に向けた課題

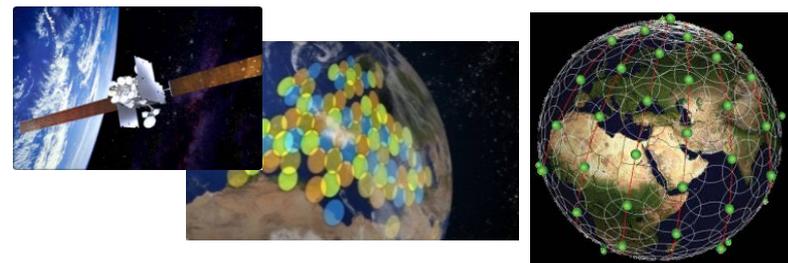
- 今後、民間部門が宇宙データを継続して取得し、ビジネスへの利活用ができる環境を維持すべく、我が国として、地球観測衛星の開発・運用の維持継続に努めることが必要。
- 宇宙データのフォーマットについては、国際的な標準化を推進することが望ましいが、地球観測系データは、現状、利用分野の特徴に適したデータフォーマットが選択されていることや、国・地域ごとにも利用されるフォーマットが異なることなどに鑑みると、中長期的課題と考えられる。
- 宇宙データは、一般的に地上系データと比較して、扱うために要求される専門性が非常に高いことから、宇宙関係の研究者以外の事業者が扱うことが困難。このため、異分野の事業者による宇宙データを活用したビジネス創出環境には、非宇宙系事業者が扱えるような宇宙データの高次処理サービスを提供できる仕組みが必要。
- 宇宙データと他のIoTデータやSNSデータ等を時空間的に連携することにより、新たな価値の創造を促進するためには、大量のデータを効率良く処理・流通させる環境が必要。



	レベル0データ	レベル1プロダクト	レベル2~4プロダクト
光学画像の例	<p>地球局で受信された実データのデジタル信号</p>	<p>デジタルデータを物理的情報 (輝度情報) に変換</p> <p>地上座標系への変換、ひずみの補正等</p>	<p>分解能の高いモノクロセンサー情報に分解能の低いカラーセンサー情報を合成して分解能の高いカラー画像を作成</p>
気象情報の例 (GPM)	<p>レベル0情報にセンサーの位置、観測日時等の情報をヘッダに加えて、特定のデータフォーマットに格納</p>	<p>デジタルデータを受信電力、輝度温度に変換</p>	<p>物理的情報 (降水情報等) に変換</p> <p>統計処理による全球合成降水マップ作成</p>
利用者の専門性 (イメージ)	<p>宇宙系研究者</p> <p>非宇宙系事業者が扱うためには高次処理されたデータが必要</p> <p>非宇宙系サービス・ソリューション提供事業者</p>		

2030年の実現イメージ

- ◆ 静止衛星や、低軌道衛星によるコンステレーションにより、衛星の総容量でテラビットクラススループットのブロードバンドサービスを提供。
- ◆ 低軌道衛星のコンステレーションによるブロードバンドサービスは、超高速サービスに加えて、低遅延性で静止衛星を補完するサービスを提供。
- ◆ 船上や航空機上のほか、山岳地域・砂漠・極域・宇宙など人の居住域以外でも、居住域と同レベルのブロードバンドサービスの提供が可能。
- ◆ 衛星通信が、地球上のあらゆる場所、宇宙空間に対して、5GやIoTのインフラと同等の役割を提供。航空機や船舶の自動航行のための基盤インフラとして活用。
- ◆ 航空機や船舶向けの衛星通信によるブロードバンドサービスが、地上系ワイヤレスネットワークと同等のサービス品質・コストにより提供。
- ◆ リモートセンシング衛星の分野においては、更なる高解像度化と小型化が実現され、宇宙空間からの大容量データダウンリンクが実現。



(静止衛星・コンステレーション衛星によるHTS)



(衛星による5G・IoTとの連携)

実現に向けた課題

- 5G・IoTは、ユーザ端末との間の伝送速度、端末数、アプリケーション等が多様に混在することから、IoT・5G端末群を適切に收容し、制御するためのネットワーク管制技術の開発が必要。
- 上記管制技術を含めて、5G・IoTとブロードバンド衛星通信ネットワークとの連携に関する技術検証及びサービス実証を実施するためのオープンな環境の整備が必要。
- 現時点において、衛星上におけるリソースや技術的な制約上、暗号技術の実装が容易ではない。さらに、制約がより厳しい超小型衛星の普及に伴い、衛星回線の情報セキュリティ上のぜい弱性が、社会問題として顕在化する蓋然性が大きい。このため、衛星搭載に適した安全性と実装性とを両立する暗号化技術の開発が必要。

2030年の実現イメージ

- ◆ 地球より重力圏からの制約が小さく、打上げコストの低廉化が可能な月面基地からのロケット・人工衛星の打上げビジネスが一般化。
- ◆ 月面基地でのロケット・人工衛星の製造や地球近傍宇宙圏における推進エネルギーの自立的な補給のため、月面や火星で採掘した水資源を電気分解して得られる水素・酸素エネルギーを活用。
- ◆ 火星旅行では、月を地球・火星間の中継基地として活用。
- ◆ 月・火星・小惑星における希少資源探査の実現。
- ◆ 月面基地を拠点として、衛星軌道上においてロボティクス技術を活用した衛星組立てビジネスが開始。



C) NASA

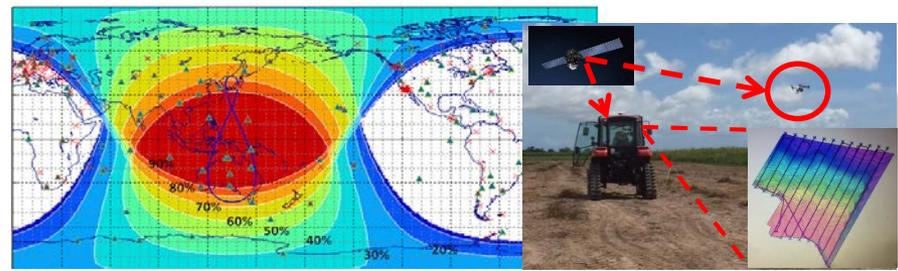
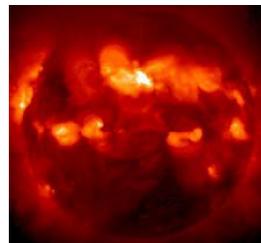
実現に向けた課題

- 月面、小惑星、火星等の宇宙資源探査を効率的に実施するため、小型探査機に搭載可能な軽量かつ小型なセンサー技術の開発が必要。
- 将来的には、月面、小惑星、火星における資源探査が活発化することにより、地球と月、小惑星、火星との間で安定的な通信を確保するための通信技術の開発が必要。
- 惑星資源探査や有人宇宙飛行を商業ベースで展開していく上で、我が国として、安定的に宇宙天気情報の提供に取り組むことが必要。

④ 宇宙環境情報ビジネス

2030年の実現イメージ

- ◆ 現在、ICAO(国際民間航空機関)において航空機の運行責任者に対して提供が義務付けられている気象情報については、2020年以降、宇宙天気情報の航空運航利用が義務化される予定。
- ◆ 航空機のみならず、宇宙開発関係者も含め、よりきめ細やかな宇宙天気情報(個々の衛星への具体的リスク情報、短波のより正確な伝搬情報、電力網への詳細な影響解析サービス、被曝量推定量等)を提供。
- ◆ 準天頂衛星システム利用の海外展開が活発化。低緯度地域で発生する電離圏擾乱の正確な情報を用いることで、国内と同程度の衛星測位ビジネスの東南アジア展開が促進。
- ◆ 大規模宇宙天気災害に対する備えとして、影響を定量的に見積もるとともに、対応シナリオが関係事業者で検討されリスクマネジメントが浸透。



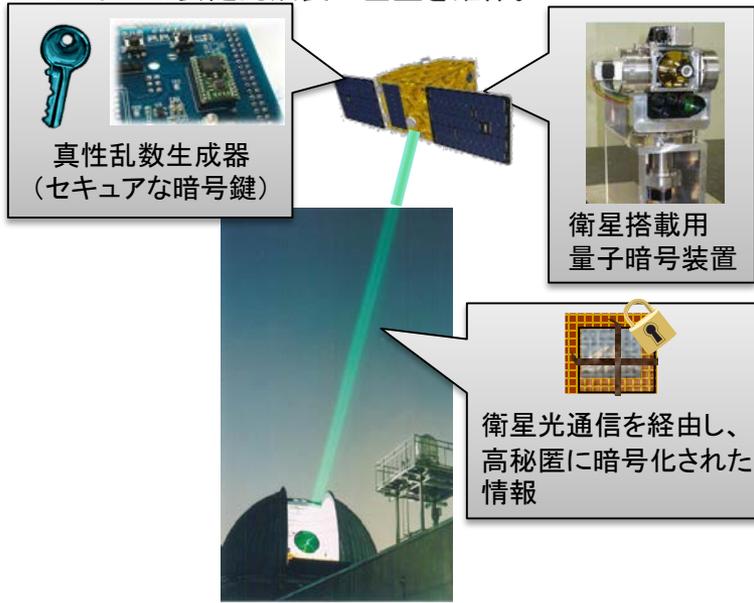
(豪州における準天頂衛星スマート農業実証試験)

実現に向けた課題

- ICAOが航空機に対して提供する宇宙天気情報の提供主体として、ICAO宇宙天気センターが世界で数カ所設置される見込み。ICAO宇宙天気センターへの我が国の貢献について、適切な対応が必要。
- 準天頂衛星システムをはじめとする衛星測位ビジネスを海外展開する際に、電離圏擾乱や衛星測位誤差、可用性リスクを定量的に調査し、衛星測位を補完・補強することで国内と同程度の衛星測位精度を発揮するための技術開発が必要。
- 大規模宇宙天気災害に対しては、国際航空運用や我が国の電力網への影響など経済的インパクトの大きな事象を中心に、我が国の現状に即した定量的な被害推定を行うことが必要。

2030年の実現イメージ

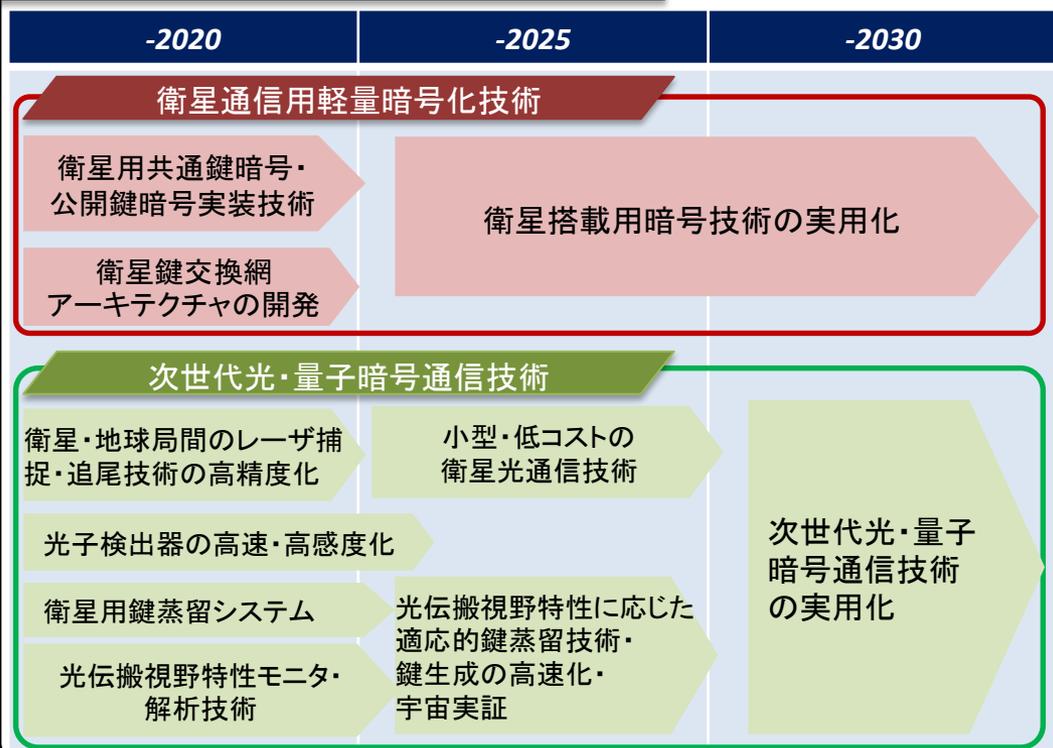
- ◆ 量子暗号技術等を用いることにより、制御信号や重要データの機密性・完全性を確保。
- ◆ 大型の静止軌道衛星に加えて、コンステレーションを構成する超小型衛星への搭載に適した暗号技術の軽量化実装技術を実現。
- ◆ 量子暗号の鍵を電子署名や認証のほか、パスワード管理やセッション管理、アクセス制御などに用いることで、衛星通信システムの安全性を飛躍的に向上。
- ◆ 大型衛星からコンステレーションを構成する超小型衛星まで適用可能な情報セキュリティ技術の実現により、衛星の盗聴、改ざん、乗っ取りを防止。
- ◆ 重点4分野の基本インフラを構成する各種衛星の情報セキュリティを担保することにより、重点4分野におけるビジネスの安定的成長の基盤を確保。



諸外国の動向

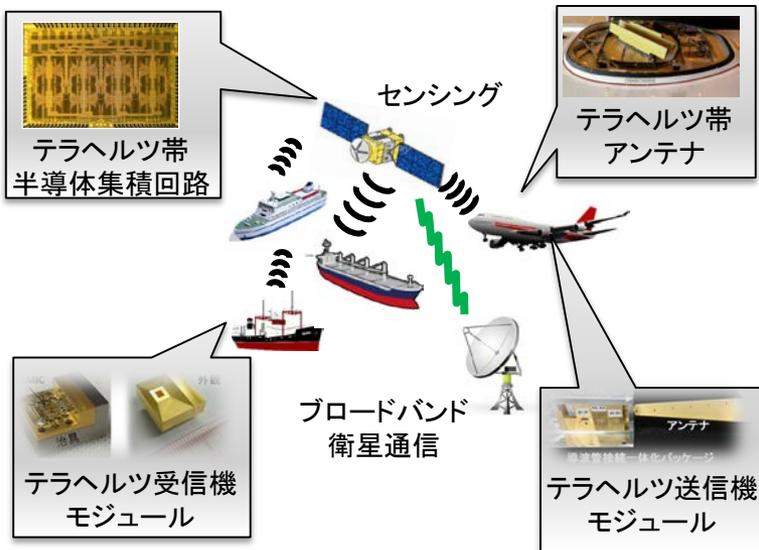
- ◆ 中国は、2016年8月、世界初の量子暗号通信衛星「Mozi(墨子)」を打上げ。2017年6月には、1,200km離れた2つの地上局に向けて衛星から量子もつれ配信を行う実験に世界で初めて成功。衛星を経由し、中国と欧州の地上局の間で、量子暗号鍵配送実験を実施予定。
- ◆ カナダ宇宙庁とウォータールー大学が衛星量子暗号プロジェクトQEYSSat Missionを推進中。
- ◆ オランダ応用科学研究機構が2022年頃に衛星量子暗号通信実験を計画。
- ◆ 米国の動向は機密扱いとされているため不明。

要素技術の研究開発ロードマップ



2030年の実現イメージ

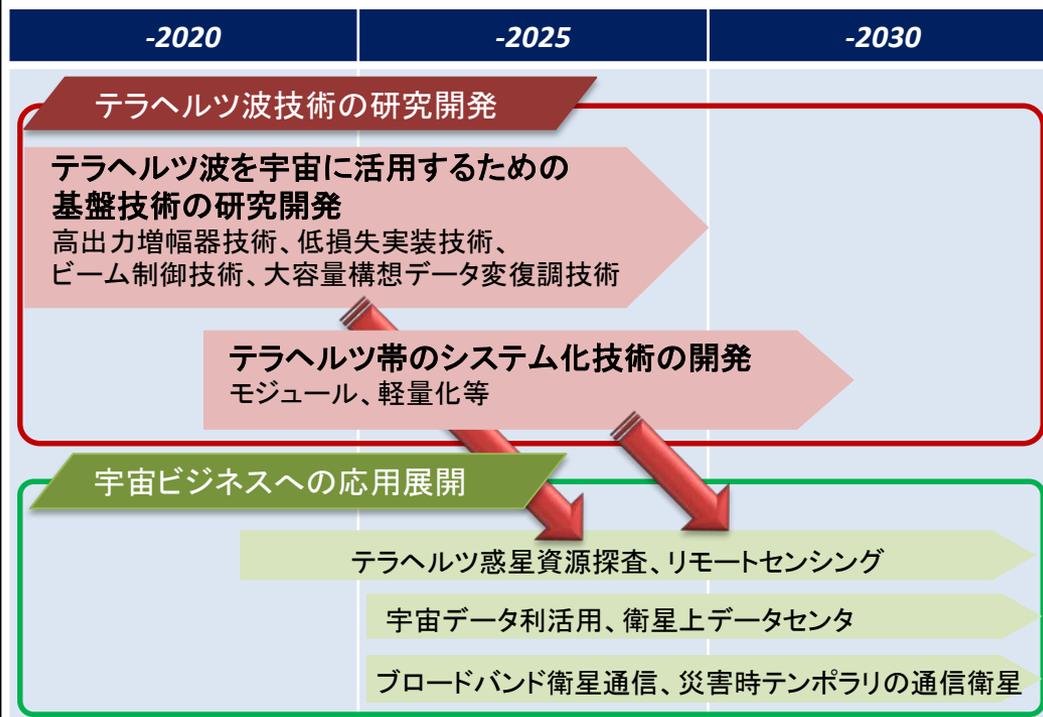
- ◆ テラヘルツ波を宇宙に活用するための様々な基盤技術(テラヘルツ帯半導体集積回路技術、テラヘルツ帯アレイアンテナ技術、テラヘルツ帯無線実装技術、大容量高速データ変復調技術等)が確立。
- ◆ 基盤技術を基に、様々な応用に向けたシステム化技術(センサ/無線通信モジュールの小型・軽量化技術等)が実用化され、惑星資源探査のビジネス展開が先行して進展。
- ◆ 本格的な宇宙ビジネスへのテラヘルツ波の応用(リモートセンシング、宇宙データ利活用、ブロードバンド衛星通信、衛星上データセンタ、災害時テンポラリの小型低コスト高速通信衛星等)について、検討が進展。



諸外国の動向

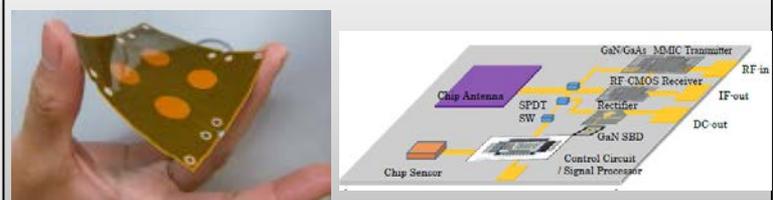
- ◆ 欧州は、研究開発プログラム「Horizon 2020」の中でテラヘルツ技術の研究開発を推進。電子デバイス技術による300GHz近距離通信技術(64Gbps超)を開発。我が国が近年注力している電子デバイス分野で競合するが、研究者間での情報交換や交流も実施。
- ◆ 米国では、DARPAが研究開発プログラムTHz Electronicsで、テラヘルツトランジスタと高出力増幅器モジュールの開発を実施。我が国では、真空管を用いた高出力増幅器開発に先行して着手し差異化。

要素技術の研究開発ロードマップ

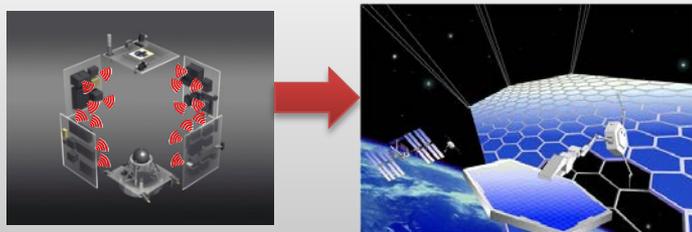


2030年の実現イメージ

- ◆ 高周波混成半導体回路 (RF HySiC) と薄型アンテナの結合により、センサデータの伝送が可能な電子細胞チップを実現。
- ◆ 衛星内部で、電子細胞チップ等を用いたワイヤレス通信とワイヤレスセンサハーベスタで構成されたシステムの実用化。
- ◆ 衛星内ブロック間通信ケーブルやエンジン等のモニタリングセンサ用ワイヤハーネスを、無線通信で代替することにより、超小型・超軽量ワイヤレス化衛星が実現。
- ◆ 複数の電子細胞チップによる搭載用宇宙通信集積化アレーアンテナを側面に数か所張り付けることにより、衛星・地上間及び衛星・衛星間通信における死角を除去。
- ◆ 月面工場や軌道上でのスペースファクトリで組み立てることが可能となり、受注から軌道投入の期間の大幅な短縮と低コスト化が超小型ワイヤレス化衛星により実証。
- ◆ ナノRFによるハードとセキュリティソフトによる高い信頼性を備え、テラヘルツ通信システムを構成する超小型衛星コンステレーションの高精度電波追跡フェーズドアレーアンテナシステムが構築。



ワイヤレスで接続可能な電子細胞チップのイメージ



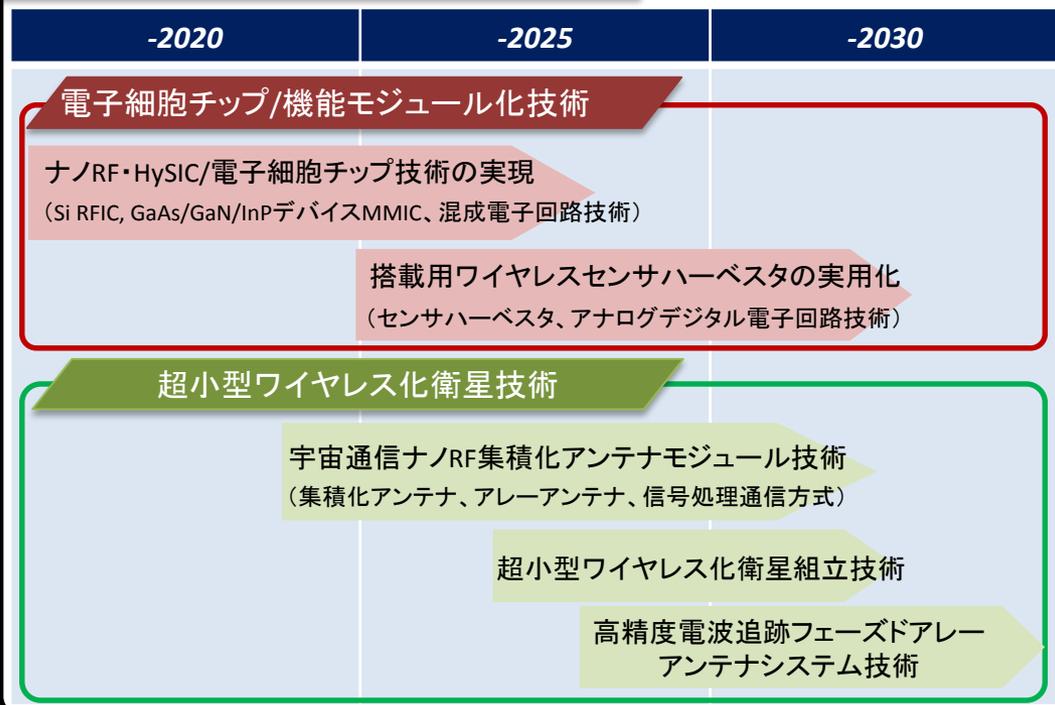
衛星機能モジュールのワイヤレス化

月面工場や軌道上での超小型衛星組立て

諸外国の動向

- ◆ ナノRFエレクトロニクスを用いた高周波GaN及びシリコンRFICを搭載した超小型衛星の開発は、各国がしのぎを削っている状況 (GaN・MMIC (仏UM-S)、ミリ波テラヘルツのシリコン高周波トランジスタ (RFCMOS (台湾TSMC) 等))。
- ◆ 各種要求を満足する適応性の高い独創的な電子細胞チップの研究開発はないが、異種半導体集積回路を接合する技術は、米国 (DARPA・COSMOS計画等) においてプロジェクトを進行中 (例: 2009年米国マイクロ波国際シンポジウムIMS2009・セッションTH-1C)。
- ◆ 中国は2015年、Wi-Fiを用いた搭載センサ間の無線ネットワーク接続成功を発表。
- ◆ 米国が2013から2014年にかけて、ISS内でコイルを用いた電力伝送実験 (DOD SPHERES-RINGS) に成功したことを発表。

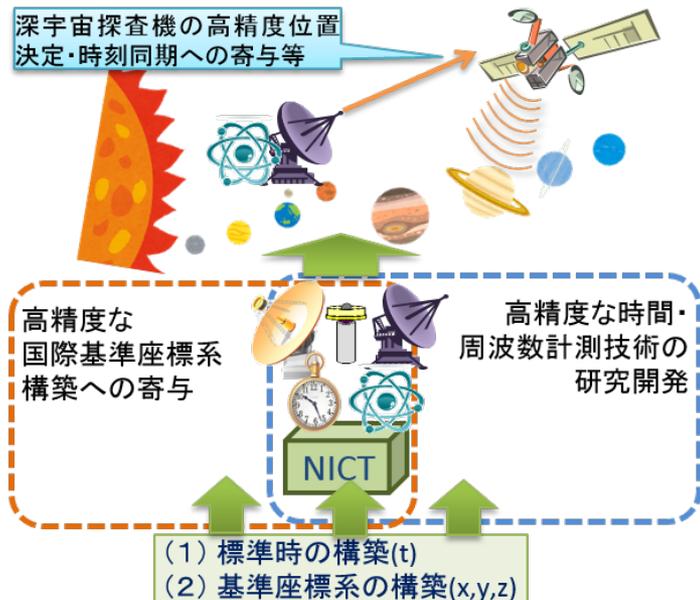
要素技術の研究開発ロードマップ



2030年の実現イメージ

- ◆ 現行セシウム原子時計の精度を大幅に凌駕する「光周波数標準」を用いた光時計が国際基準となる。(光周波数標準: 光の領域に固有振動数を有する原子が発した電磁波で時間を計測する装置)
- ◆ 光時計を実社会に活かすために、光時計運用の自動化や、高精度に周波数を比較・伝送するためのグローバルリンク技術等の基盤的な技術が確立。
- ◆ 月軌道よりも遠方の、火星、ラグランジェ点等、深宇宙における資源探査・観測・地球外惑星等での測位・光やテラヘルツ通信等への高精度時刻・位置決定技術に、光周波数標準が寄与。
- ◆ 低軌道衛星を用いた低遅延通信ネットワークでの高精度時刻同期に時空計測技術が大きく寄与。

深宇宙探査機の高精度位置決定・時刻同期への寄与等

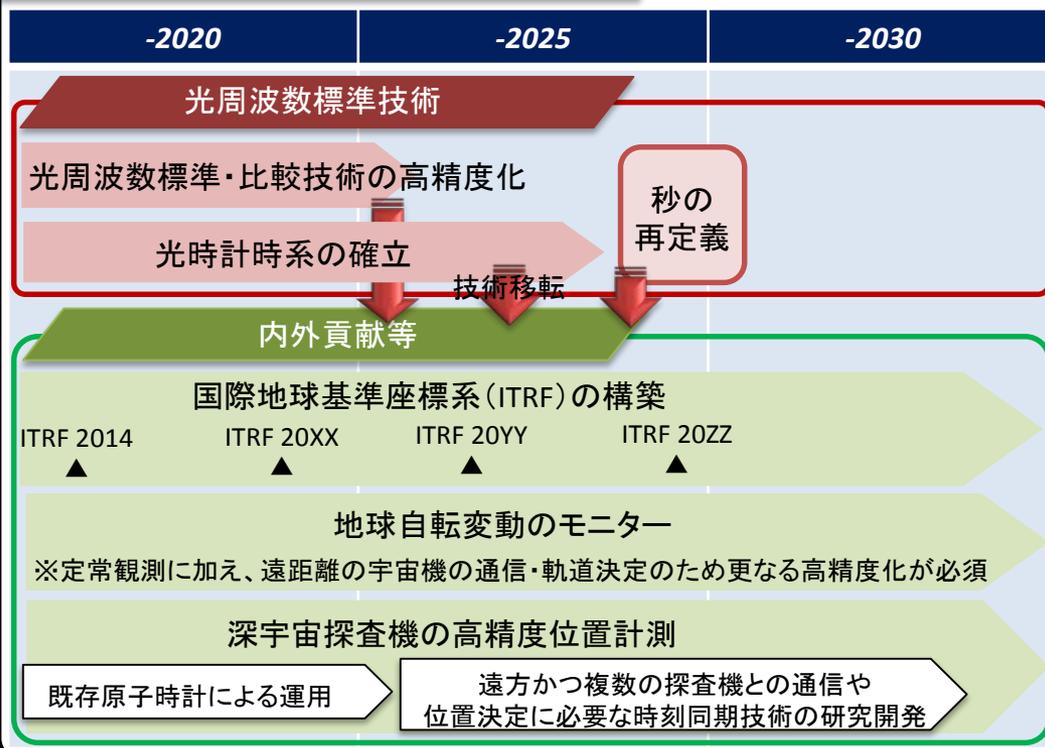


出典: NICT提供資料

諸外国の動向

- ◆ 現在、各国で開発が推進されている光周波数標準は、現行のセシウム一次周波数標準器を一桁以上、上回る精度を実現しており、前述の2025年頃の「秒の再定義」の実施が有力視。
- ◆ 光周波数標準を世界中で共有する光時計系を構築するために、各国の研究機関において地球潮汐等の動的な重力ポテンシャルの効果を校正する方法の検討が進行中。
- ◆ ISSに高精度のマイクロ波原子時計を搭載し高精度周波数比較を実施するミッション「ACES」が欧州宇宙機関(ESA)によって遂行中。我が国からはNICTが代表機関として参画。

要素技術の研究開発ロードマップ

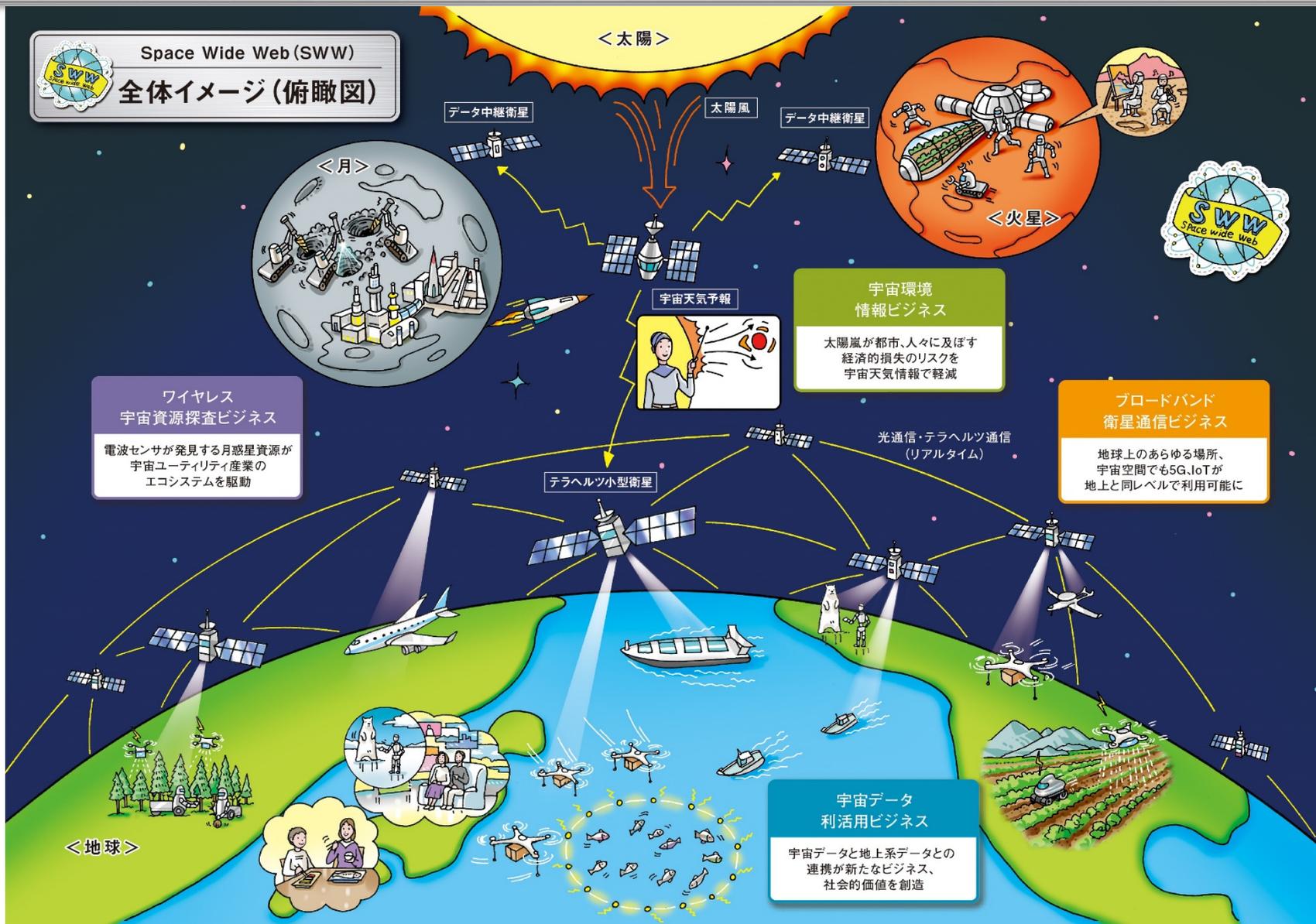


第4章

宇宙 × ICTがもたらす私たちの近未来社会 ～2030年における宇宙 × ICTの社会的・経済的効果～

“宇宙×ICT”がもたらす2030年代の社会像

◆ 宇宙×ICTの社会的効果について、「私たちの生活がどのように変わるか」をイラストにより表現。



宇宙×ICTの未来の可能性
ビジネス圏が宇宙に広がる
～地球に負担をかけない宇宙開発～

<太陽>



<火星>



テラヘルツ小型衛星

衛星が水資源や
鉱物資源が豊富な
場所を探索

AIが計算・解析



宇宙天気予報



太陽風観測データ
受信システム



太陽風

太陽嵐をアラート

太陽嵐をアラート

塩水の川や地下水など
水資源があるか探索

工場で作った衛星



光合成基地で
農業



芸術家などが
火星へ移住

洞穴などに酸素を出す
生命体がいるか探索

光通信による
工場制御



工場で衛星・ロケットを
製造・修理



テラヘルツ小型衛星

火星へ向けて
月からロケットを
打上げ



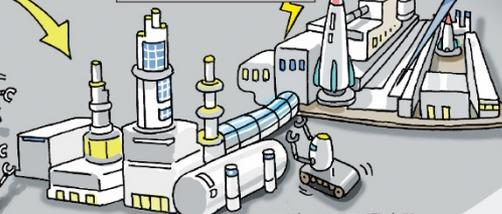
月に採取したエネルギーを補給



探査機が資源を
採掘・運搬



月面無人衛星・ロケット工場



ロボットが工場建設

地上テラヘルツ水資源探査

水素エネルギー抽出化学プラント

ロボットを火星へ運搬

縦穴の中にも
無人衛星・ロケット工場

<月>

宇宙開発のエコシステム

宇宙×ICTの未来の可能性
宇宙で安心・安全な社会を実現



太陽風のリスク

AIを用いて宇宙天気を予測することで、リスクを予測できるので事前に対策ができる。

<日常的リスク>
正確な位置が分からなくなる。 → 安全に運行できる。

<大災害リスク>
東京全体が停電になりネットワークやインフラが全て止まる。物流が止まり、食料が無くなる。 → 事前に物流が行き渡り備蓄できる。早めに避難ができる。

サイバー攻撃のリスク

衛星通信を暗号化。情報セキュリティ対策(量子暗号等)により、安全性が向上する。

通信や測位に対するジャミング(電波やレーザー光の照射) → サービス不能攻撃

盗聴、改ざん、制御の乗っ取り → 攻撃者にハッキングされてしまう。

ユーザーが怯えず安心して暮らせる。

宇宙×ICTの未来の可能性

宇宙技術で自動運転生簀が始まる

大容量高速衛星通信による
生簀状況の伝送

テラヘルツ小型衛星

衛星が気象や海上の状況を
モニタリング

AIが解析・予測

購入した魚は生簀から
自動で出荷

AI×ビッグデータ

衛星リモセンデータ、海上・海中データ

赤潮の発生や
餌が豊富な
領域の予測

魚の生態の実態把握

漁業管理
(魚の生態系を知ることによって乱獲を
防ぎ、生産量をコントロール)

スーパーでは生簀の中の様子が
映し出されており、そこから魚が選べる。
レシピや魚の情報なども得られる。



購入した魚はドローンで
直接食卓へ

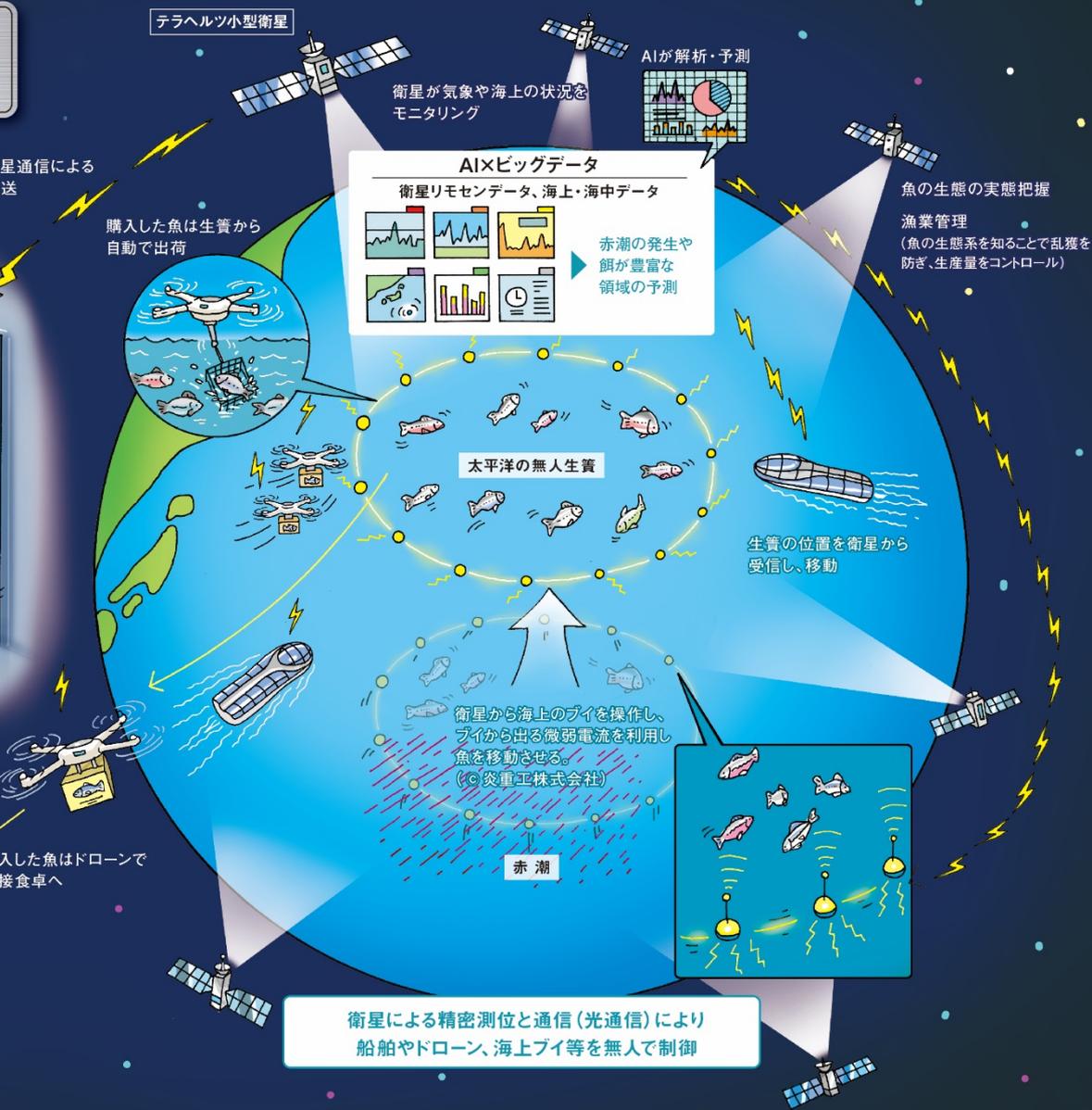
太平洋の無人生簀

生簀の位置を衛星から
受信し、移動

衛星から海上のパイを操作し、
パイから出る微弱電流を利用し
魚を移動させる。
(© 災重工株式会社)

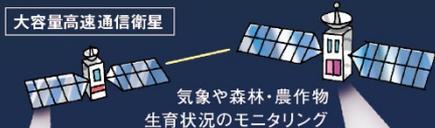
赤潮

衛星による精密測位と通信(光通信)により
船舶やドローン、海上パイ等を無人で制御



宇宙技術で広がるマイ農園

宇宙×ICTの未来の可能性
宇宙技術で世界中がマイ農園

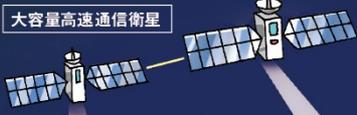


衛星を経由して
ロボット・ドローンで
遠隔栽培

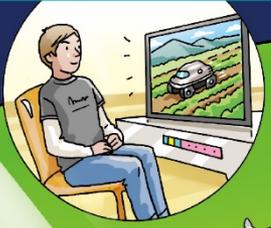
AI×ビッグデータ
衛星データ・IoTデータ・SNSデータ

収穫時期、
収穫量の予測
森林育成マップ
の作成

森林の実態を把握するための
リモートセンシング



衛星を介して、世界中がマイ農園・森林に
自宅から遠隔農業・森林業が可能



UAVで配達
(衛星測位を利用
して自律制御)



<マイ農園>
最適なタイミングで
ロボットが自動で収穫し、
UAVで配達

衛星を介して、
林の状況を確認



植林を指示

過疎地にある林に
ロボット・ドローン
を利用して植林



衛星を介して、自宅に居ながら
8Kホログラムで遠方の農地を見学。
作物の大きさや現地状況を
確認しながら、農作物を選んで購入。



<イタリアのマイ農園>



宇宙×ICTの未来の可能性
宇宙でエンタメ・スポーツ・観光が変わる



月面アミューズメントパーク

<地球> <月>

アバターとリアルタイムに通信して月面でのクレーンゲームなどを遠隔で体験

月面サッカー

<月> <地球>

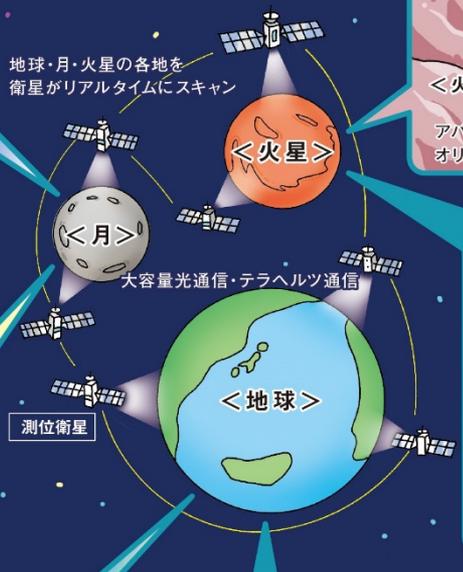
ロボットが月面で行うサッカーを地球で観戦

宇宙結婚式

<地球>

人工流れ星で文字を書き、オーロラを背景に挙式

Happy Wedding!!



火星トレイルランニング

<火星> <地球>

アバターを活用して、火星のオリンポス山でバーチャルトレイルランニング

火星アイドル

<地球> <火星>

アイドルの異なるロックスのアンドロイドロボットを火星に派遣して芸能活動を展開

バーチャル観光

<地球>

衛星、AI×ビッグデータ解析が、関心のありそうな国や地域をオススメ

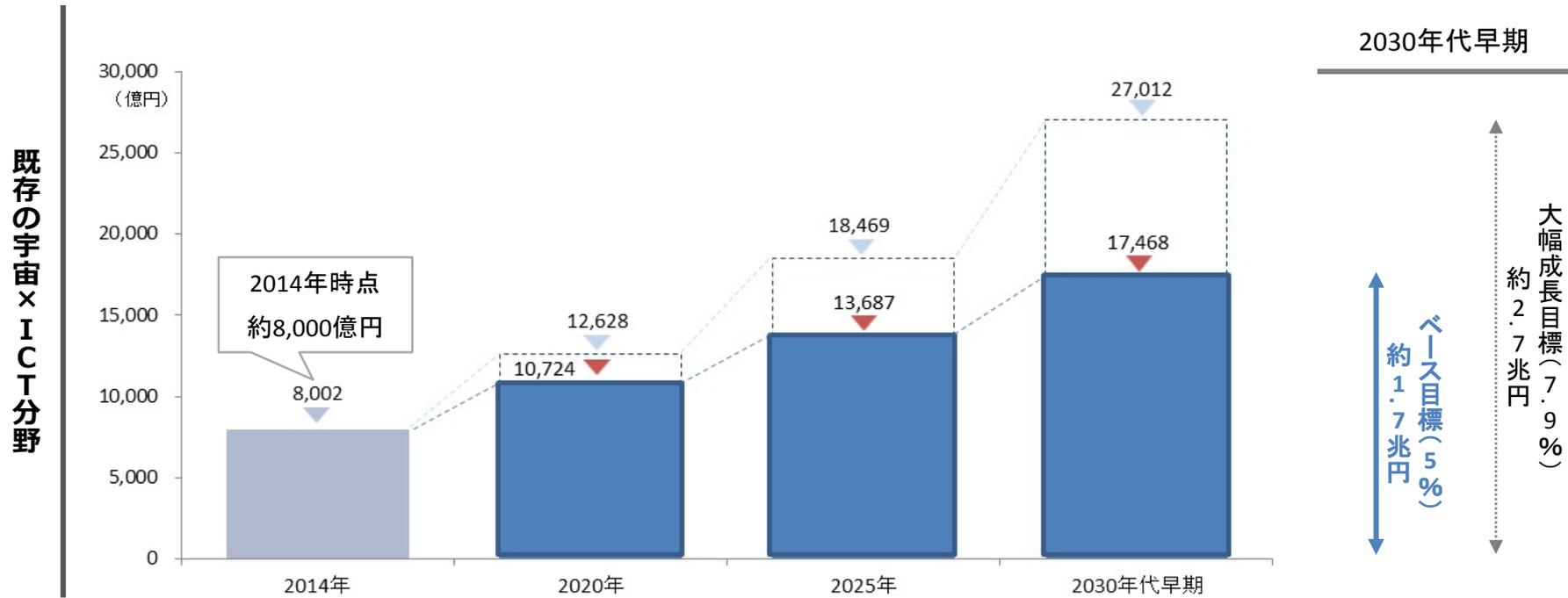
AI×ビッグデータ解析
衛星データ IoTデータ
Webデータ SNSデータ

アバターを活用して、エベレストや北極なども気軽に観光

宇宙×ICT市場規模予測

- ◆ 既存の宇宙×ICT分野は、2030年代早期において、ベースとなる将来目標を約1.7兆円と想定。大幅な成長となった場合は約2.7兆円。
※ ブロードバンド衛星通信ビジネス、宇宙データ利活用ビジネスを合算した数値を記載。
- ◆ 新規市場である「ワイヤレス宇宙資源探査ビジネス」は約1.5兆円、「宇宙環境情報ビジネス」は約1,650億円の市場が、潜在的な将来目標として想定。

宇宙×ICT分野の将来目標（2030年代早期）



新規創出を
目指す分野

- +
- ワイヤレス宇宙資源探査ビジネス：約1.5兆円
 - 宇宙環境情報ビジネス：約1,650億円
- (参考数値)

第5章

宇宙 × ICT総合推進戦略 ～実現方策に関する提言～

- 宇宙×ICTが日本再興戦略に掲げられた名目
GDP600兆円の目標達成に資するよう、新たなビジネスやイノベーション創出につながる事が重要。

①新ビジネス・イノベーション創出

- 我が国が国際的に優位に立つ技術への開発リソースの集中、他国との連携、協力が必要な分野の見極めなど、国際展開を円滑に進めるためのグローバル戦略に基づく研究開発が重要。

②オープン性確保

- 非宇宙関係者による宇宙×ICT関連ビジネス・アプリケーションの迅速な開発を促進する観点から、オープンイノベーションを可能とする環境の確保が重要。

⑤グローバル戦略

③安心・安全性確保

- 今後、一般のユーザが広く宇宙×ICTサービスを利用することが想定されることから、情報セキュリティの確保など、ユーザの安心・安全の確保が重要。

④社会的課題の解決

- 資源・エネルギー問題、食の安全、地域格差、高齢化社会など、我が国に顕在化する社会的課題の解決に資するビジネス・サービスの提供が可能なのが重要。

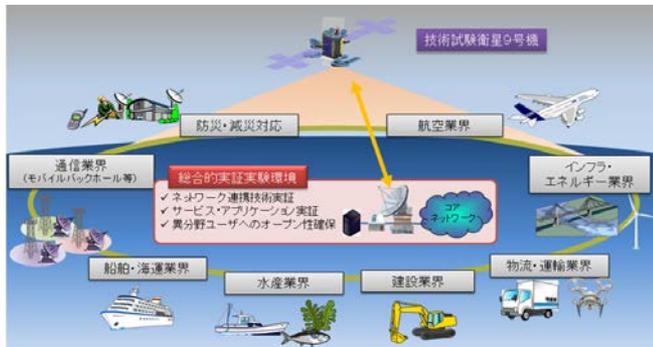
① 宇宙データ利活用推進戦略

◆ NICTテストベッドを活用した宇宙データと地上系データの連携による新たなビジネス・アプリケーション創出のための環境を整備。



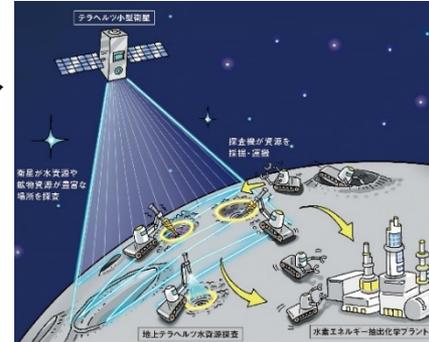
② ブロードバンド衛星通信推進戦略

◆ 2021年の打上げに向け現在開発中の技術試験衛星9号機(ETS-IX)を活用し、衛星通信と5G・IoTとの連携サービス・アプリケーション開発のための環境を整備。



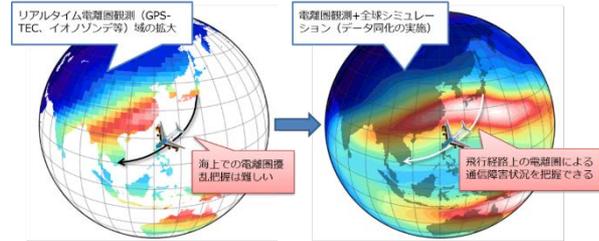
③ ワイヤレス宇宙資源探査推進戦略

◆ 非常に高い周波数帯(テラヘルツ技術)を用いて、月・惑星における資源探査を可能とする超小型ワイヤレスセンシング技術を開発。



④ 宇宙環境情報推進戦略

◆ 準天頂衛星等の測位サービスの海外展開に向け、測位精度の高度化を可能とするための電離圏モデル予測技術について研究開発を促進。

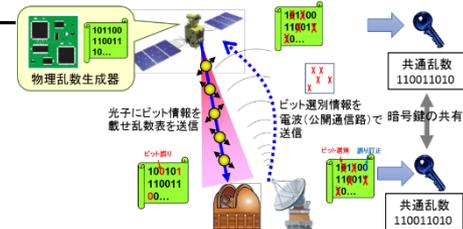


- ・ 全球モデルとの融合により、電離圏観測の空白領域を埋めることが可能となる。
- ・ 観測データを同化することにより、全球モデルの再現精度が向上する。

出典:「宇宙×ICTに関する懇談会(第4回)」NICT発表資料(平成29年2月1日)

⑤ 基盤技術研究開発推進戦略

◆ 人工衛星を標的としたサイバー攻撃から防御するための衛星回線向け暗号技術を開発。



出典:「宇宙×ICTに関する懇談会(第5回)」NICT発表資料(平成29年2月22日)

① 宇宙データ利活用推進戦略

- ◆ NICTテストベッドを活用し、宇宙データと多様なデータとを連携、処理するオープンな環境を提供。
- ◆ 市民サイエンスの仕組みで、宇宙データの処理機能の提供と効果的な性能改善のためのPDCAサイクルを構築。
- ◆ 本スキームの立ち上げ時においては、まず試行的に取り扱う宇宙データ及びIoTデータの分野の絞り込みを行った上で、機能の具体的検証や課題・改善点の抽出を行うことが適当。

利用者のフィードバック

- プログラムの研究・ビジネスでの利用方法、課題等を開発者が受け取る仕組みを提供。
- 無償・有償利用者の使い勝手を向上させるための処理プログラムの改良。

- 新ビジネス・イノベーション創出に有望と考えられる宇宙データの処理プログラムに関する課題設定。
- 宇宙データの入手・アクセス先を提示。

課題設定・データ確保

処理プログラムの公開

- プログラムソースコードは広く一般公開され、誰でもオープンアクセス可能な状態を維持。
- ただし、開発者が利用者に対し、プログラムの有償利用の許諾も可能とする。

- 設定された課題を処理するプログラムを広く一般の研究者や市民が開発し、提案することができる環境を提供。

宇宙データ処理プログラム提案

日本上空を観測する静止衛星データ

欧州Copernicusの衛星データ

米国 NASA及びNOAAの衛星データ

IoTデータ (環境情報等)

SNSデータ (被害状況等)

ソーシャルビッグデータ (交通データ等)

世界に分散しているデータに必要に応じてアクセス (データをためない)

テストベッド環境

知財、導出過程の共有



外部の研究者

外部の研究者

インテリジェント化

地域に特化した予測モデルの確立

異分野データ関連分析などのAI技術

社会モデル実証事業 (宇宙産業ビジョン2030)

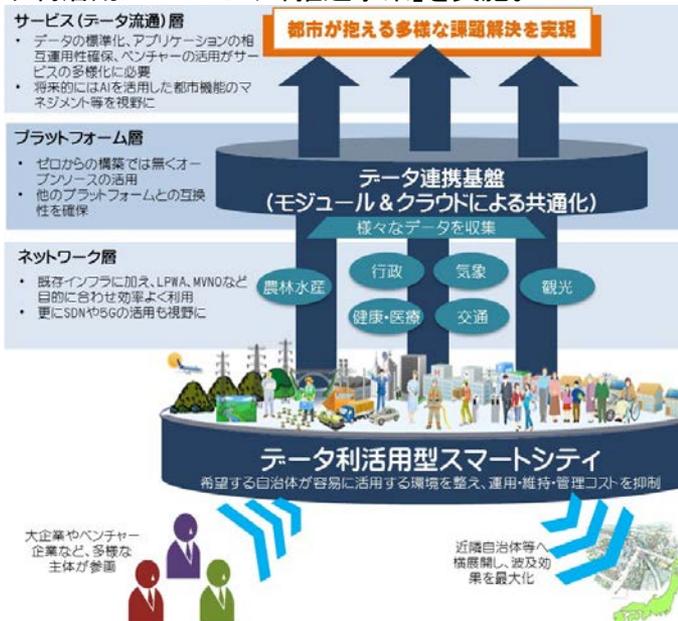
＜衛星データを活用したモデル事業の推進＞
リモートセンシングデータや測位データ等の衛星データを活用した新たなソリューションによる効果(生産性、安全性、品質の向上等)を実証し、先進的な成功事例の創出を図りつつ、民間事業者が自立的に衛星データも用いたソリューション開発を行うきっかけとすべく、社会モデル実証事業を実施する。これまで宇宙産業に関わりの薄かったソリューション開発を担う非宇宙分野のIT事業者や、長期かつ大口のユーザとなり得る国や地方公共団体等が一体となって新たなアイデアを持ち込むことで、従来の宇宙関係者だけに閉じず、出口までを見据えた取組とする。

(中略)

本社会モデル実証事業の実施に当たっては、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省及びNICT、JAXA、AISTが一体となって、積極的かつ速やかに取組を開始することとする。

総務省データ利活用型 スマートシティ推進事業

総務省は、ICTを活用したスマートシティ型の街づくりを通じて、地域が抱える様々な課題の解決や地域活性化・地方創生を実現するため、「データ利活用スマートシティ推進事業」を実施。



宇宙データ利活用 推進戦略

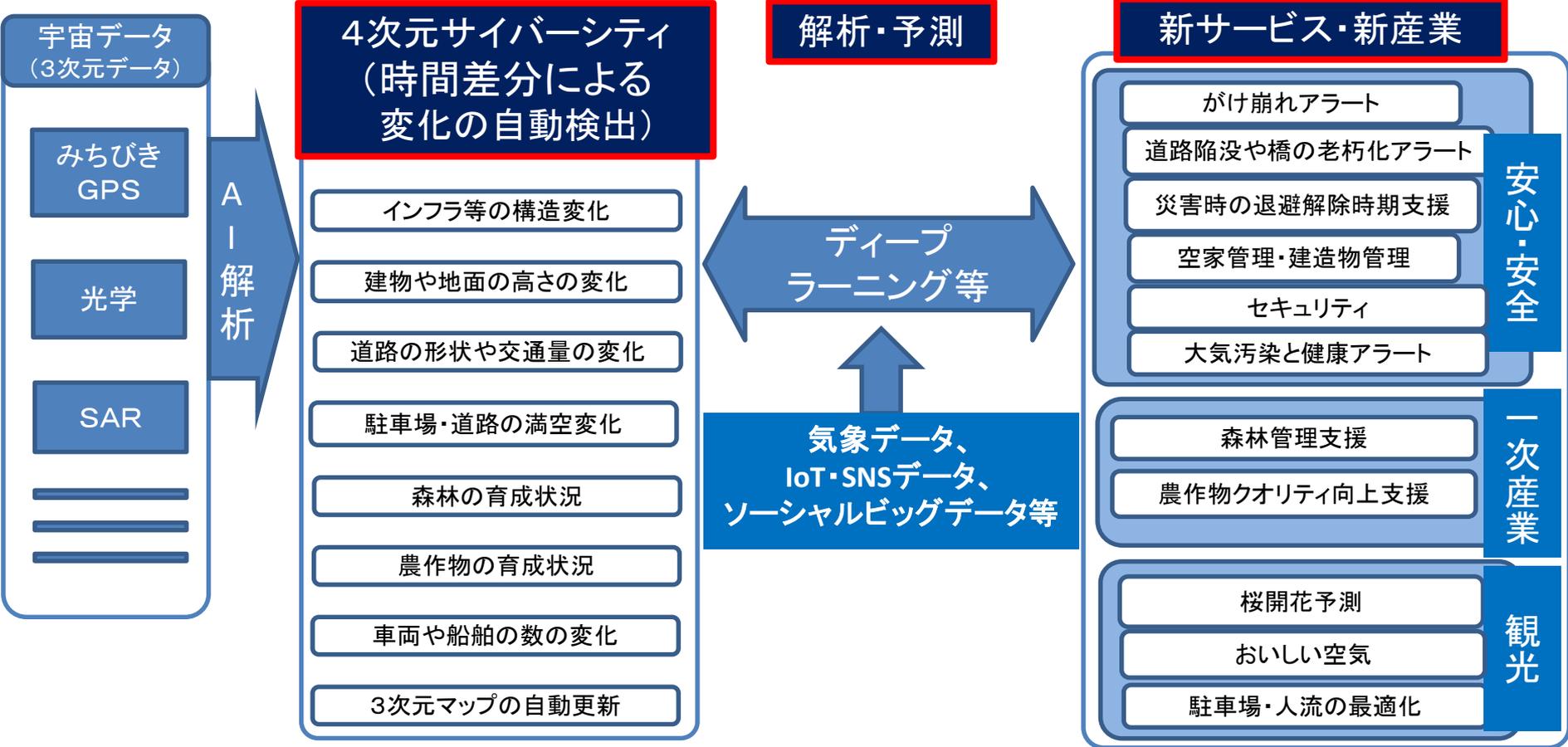
NICTのテストベッドを活用し、宇宙データと地上系データ等を連携した新たなサービスやアプリケーションを創出を可能とするオープンな環境を提供。

テストベッド環境を通じて、非宇宙系企業、ベンチャー企業等に対するビジネスマッチングの機会を提供。

宇宙データ利活用推進戦略の方向性：以下の取組を通じて、宇宙データ利活用の先進的な成功事例を創出

- ◆ NICTテストベッドの活用による宇宙データ・地上系データを連携した新ビジネス・アプリケーション創出のためのオープンな環境の提供。
- ◆ 関係府省及び研究機関の連携による社会モデル実証事業への協力・推進。関係府省と連携しつつ、東京オリンピック・パラリンピック競技大会を視野に、先進的な宇宙データ利活用に向け検討。
- ◆ 「データ利活用型スマートシティ推進事業」のスキームを活用し、宇宙データ利活用により都市が抱える課題の解決を目指す自治体の取組を支援。

- 宇宙データ(衛星による測位データや観測データ)を活用し、AI解析で変化の自動検出を行うことにより、3次元+時間差分からなる“4次元サイバーシティ”を構築。
- 4次元サイバーシティと既存のデータとを組み合わせることにより、安心・安全や一次産業、観光等の促進に資する新サービス・新産業を実現。



4次元サイバーシティ (時間差分による 変化の自動検出)

- インフラ等の構造変化
- 建物や地面の高さの変化
- 道路の形状や交通量の変化
- 駐車場・道路の満空変化
- 森林の育成状況
- 農作物の育成状況
- 車両や船舶の数の変化
- 3次元マップの自動更新

解析・予測

ディープ
ラーニング等

気象データ、
IoT・SNSデータ、
ソーシャルビッグデータ等

新サービス・新産業

- がけ崩れアラート
- 道路陥没や橋の老朽化アラート
- 災害時の退避解除時期支援
- 空家管理・建造物管理
- セキュリティ
- 大気汚染と健康アラート
- 森林管理支援
- 農作物クオリティ向上支援
- 桜開花予測
- おいしい空気
- 駐車場・人流の最適化

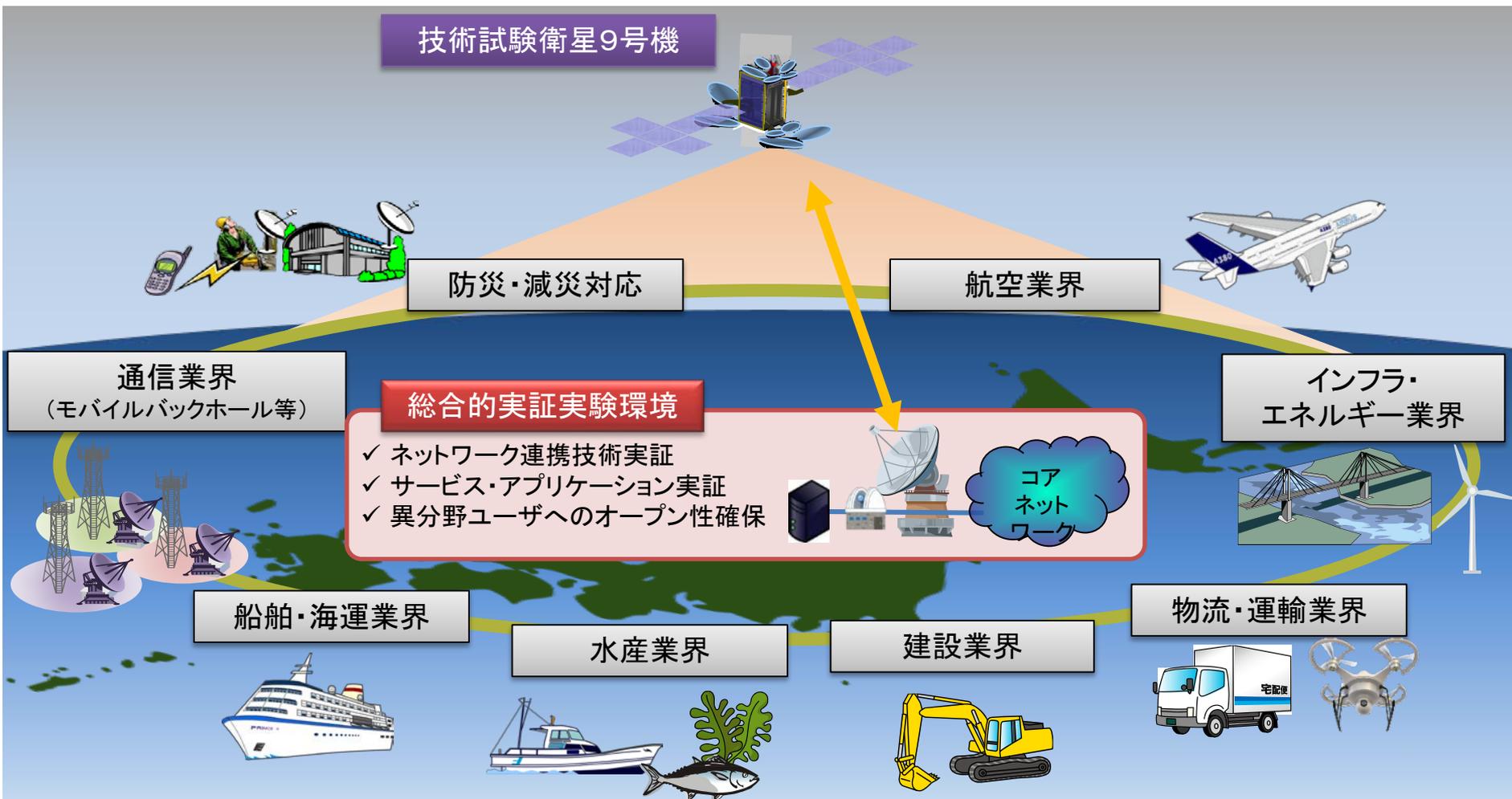
安心・安全

一次産業

観光

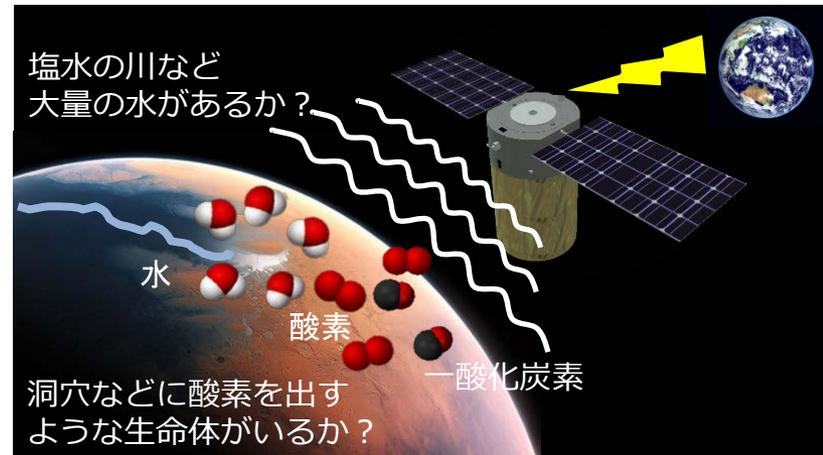
② ブロードバンド衛星通信推進戦略

- ◆ 利用周波数帯、伝送速度、端末数、アプリケーションが多様に混在するIoT・5G端末群を適切に収容し、制御するためのブロードバンド衛星通信ネットワーク管制技術を開発。
- ◆ ブロードバンド衛星通信とIoT・5Gとを連携した新たなサービス・アプリケーションの開発と技術実証を促進するため、オープンなサービス・アプリケーション実証環境を整備。



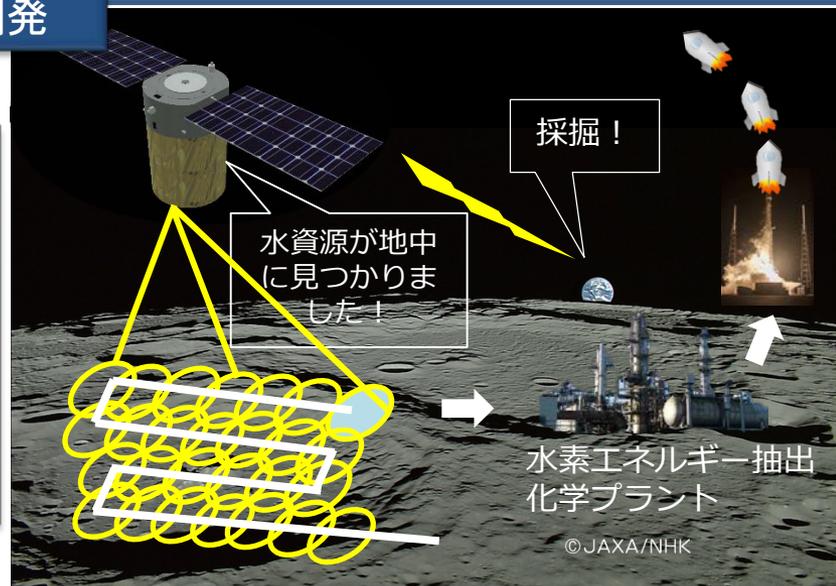
火星探査用超小型探査機の開発プロジェクトの推進

- ◆ 火星探査用超小型衛星開発プロジェクト等に関し、総務省及びNICTは関係する国内外の研究機関とも連携し、衛星センサシステムの開発を推進。
- ◆ NICTは、水、一酸化炭素、酸素の同位体を検出し、かつセンサーの小型軽量化を実現可能なテラヘルツパッシブセンサーの開発を推進。
- ◆ 2020年前半の打上げを目指す。



宇宙資源探査用テラヘルツアクティブセンサーの研究開発

- ◆ 月面、小惑星、火星等におけるより効率的に宇宙資源探査を可能とするためのワイヤレスセンサの研究開発に取り組む。
- ◆ 地表面から数cm～数10cm程度地中に存在する水資源等の検出や、より広範囲での探査・検出を可能とするテラヘルツアクティブセンサーの研究開発を目指す。

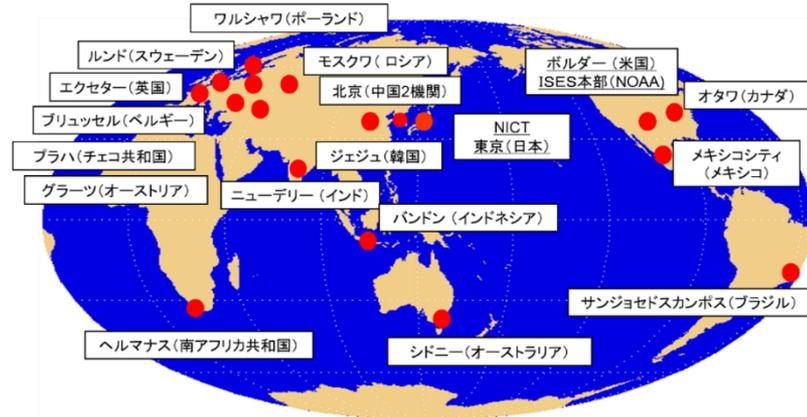


ICAO宇宙天気センターの国内設置

- ◆ 2020年以降、世界の数カ所に設置が見込まれるICAO宇宙天気センターの我が国への設置については、ICAOに関連する国際動向や国内検討を踏まえ、戦略的に対応。

国際協力による宇宙天気予報推進体制

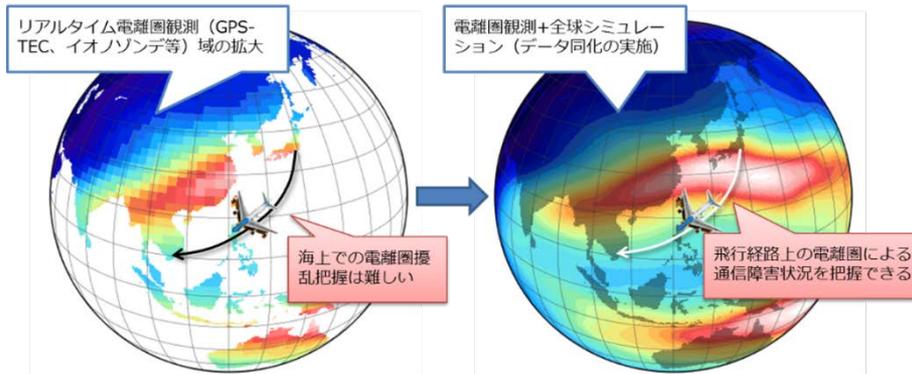
ISES: 国際宇宙環境サービス(18か国が加盟 ESAがCollaborative Expert Centerとして参加)



出典: NICT提供資料

低緯度海域の電離圏モデル予測技術の研究開発

- ◆ 低緯度地域特有のプラズマバブルや赤道異常などの強い電離圏擾乱現象を正確に把握し、電離圏モデルを作成することにより、海域における衛星測位精度の更なる向上が可能。
- ◆ VHFレーダ等によるプラズマバブル等の低緯度電離圏異常の高精度な測定技術の開発。
- ◆ AIを用いた観測データの同化による電離圏モデルの作成技術等の開発。

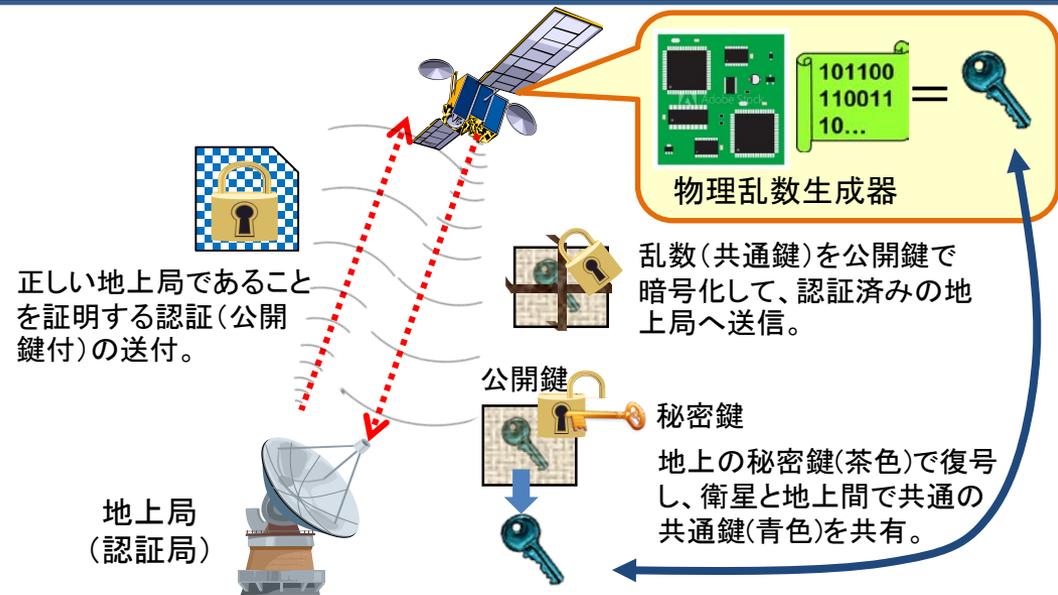


- 全球モデルとの融合により、電離圏観測の空白領域を埋めることが可能となる。
- 観測データを同化することにより、全球モデルの再現精度が向上する。

出典:「宇宙×ICTに関する懇談会(第4回)」NICT発表資料(平成29年2月1日)

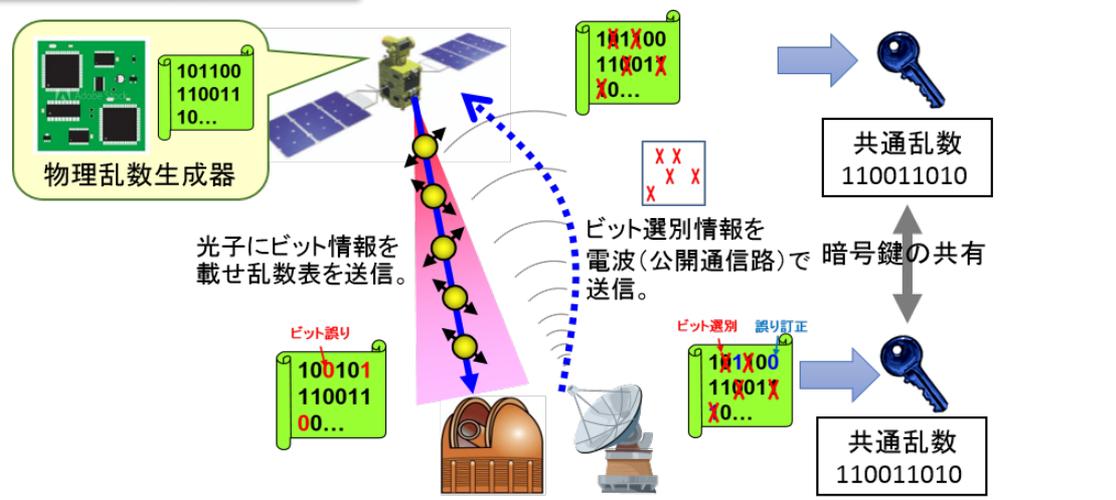
衛星通信用暗号技術の研究開発

- ◆ 衛星搭載に適した、安全性と軽量実装性を両立可能な暗号方式の研究開発を実施。
- ◆ 認証局の運用と安全性危殆化を防ぐためのセキュリティアーキテクチャの研究開発を実施。



高秘匿な衛星光通信プラットフォーム技術の研究開発

- ◆ 衛星で生成された真性乱数をレーザー光で地上局へ伝送する技術及び衛星・地上局間で共有した真性乱数データから安全な暗号鍵を蒸留する技術(量子暗号等)の研究開発を実施。
- ◆ 衛星・地上局間で共有した安全な暗号鍵を用いて、高秘匿な衛星光通信を行うプラットフォーム技術を実証。



出典:「宇宙×ICTに関する懇談会(第5回)」NICT発表資料(平成29年2月22日)

第6章

宇宙 × ICTの着実な推進に向けて
～推進ロードマップの策定～

宇宙×ICT総合推進戦略のロードマップ

