

準天頂衛星システムみちびき

「衛星測位に関する取組方針」 2024

(概要)

2024年 6月12日

内閣府 宇宙開発戦略推進事務局

準天頂衛星システム戦略室



「衛星測位に関する取組方針」の見直しの趣旨 ～ 「取組方針2024」の策定に向けて～

- 準天頂衛星システム「みちびき」は、我が国が管理・運用している測位衛星。2018年から、日本上空に常に1機存在する4機体制で運用中。
- 本システムの運用や開発については、令和3年4月、当時の宇宙基本計画工程表に基づき「衛星測位に関する取組方針」（以下、取組方針）を策定。将来の測位衛星の技術の高度化、体制拡張など今後の衛星測位システムの在り方について整理。
- その後、令和5年6月に閣議決定された宇宙基本計画の改定では1機体制に向けた検討・開発に着手することが明記され、令和6年3月に策定された宇宙技術戦略における衛星測位の記載もあり、また、2025年度までに5～7号機の3機が追加され他国のGNSSに頼らない「持続測位」が可能となる7機体制が実現する予定であることなど、準天頂衛星システムの在り方に大きな動きがあったことから、今般、取組方針を見直し、新たに、「衛星測位に関する取組方針2024」を策定する。
- 前回策定から3年が経ているため、この間の衛星測位に関する環境や周辺動向の変化、利活用シーンの拡大についても情報を更新する。さらに、これまでのみちびき4機体制の運用・実績も評価し、各サービスの在り方の見直しも図る。

衛星測位に関する取組方針

令和3年4月22日

内閣府

宇宙開発戦略推進事務局

「衛星測位に関する取組方針」 - 内閣府
<https://www8.cao.go.jp/space/qzs/houshin/houshin.pdf>

策定プロセスとローリングのあり方

策定のプロセス（2024年）

- 1月～4月 「衛星測位に関する取組方針」の見直し（事務局内での検討・精査）
- 4月中旬 「衛星測位に関する取組方針2024」（案）の提示
関係する省庁・機関、関係する有識者へ照会、修正（4月末）
- （今後の予定）
- 5月10日 準天頂衛星システム戦略室内の有識者会合（WG）で議論
- 5月16日 宇宙政策委員会 基本政策部会 で報告、議論
- 5月22日 宇宙政策委員会で報告・議論、策定**
- 6月以降、新しい体制を構築、運用を開始

今後のローリング（見直し）のあり方

- ・ 準天頂衛星システムの運用・開発の方向性・取組について確認するため、国内の英知を結集し、衛星測位に関する国内外の動き（政策・システム、技術、利活用等）等について、**毎年度、ローリングを行っていく。**
- ・ ローリングにおいては、重点的なテーマを置いて検討していく。その際、官民プラットフォームや関係する業界・学術団体等から幅広く意見を聴取する。

「衛星測位に関する取組方針2024」の概要

- 令和3年4月、宇宙基本計画工程表（当時）に基づき「衛星測位に関する取組方針」を策定。将来の測位衛星の技術の高度化、体制拡張など今後の衛星測位システムの在り方を整理。
- その後、令和5年6月の宇宙基本計画の改定では11機体制に向けた検討・開発への着手、及び、令和6年3月の宇宙技術戦略の策定では衛星測位も位置づけられたことを踏まえ、取組方針の見直し（取組方針2024の策定）を行う。
- また、衛星測位の国内外の動向や利活用の拡大、加えて、これまでの4機体制下の運用実績を踏まえ今後のサービスの在り方、安定的な運用・開発に向けた体制・人材育成などの環境基盤の検討も行う。毎年度、ローリングを行う。

衛星測位の国内外動向

衛星測位の3大機能（位置、航法、時刻）

Positioning, Navigation and Timing : PNT

位置

- ・人や物、建物の地図 / デジタルマップの位置を把握

航法

- ・目的地へのルートを探索後、道に沿った案内を行う

時刻

- ・正確な時刻を入手可能（金融機関の取引決済、携帯基地局の時刻同期）



将来のスマート社会・産業に必要なデジタル基幹インフラ

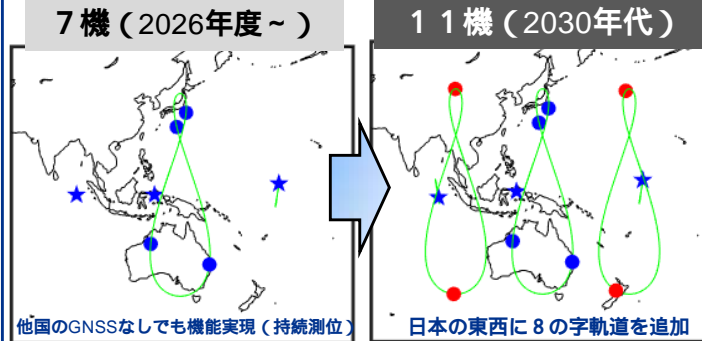
各国の衛星測位システム

衛星測位システム	測位精度	運用状況
米国 GPS Global Positioning System	5~10 [m]	31機体制で運用中
ロシア GLONASS (標準精度約20~25cm程度)	10~25 [m]	24機体制で運用中
欧州 Galileo (標準精度約20~25cm程度)	15~20 [m]	28機体制で運用中
中国 北斗 (BeiDou)	10~15 [m]	45機体制で運用中
インド NavIC Navigation Indian Constellation	~20 [m]	7機体制で運用中 ※11機への拡張計画あり
日本 準天頂衛星システムQZSS Quasi-Zenith Satellite System	5~10 [m] 数 cm (6cm)	4機体制で運用中 ※7機体制も構築中 ※11機体制の検討着手
韓国 計画中		

< 各国の動き >
 ・測位精度の向上を目指し技術開発、実証を強く推進。
 ・韓国他、PNTサービスに関心持つ国が増加。

11機体制に向けて（機数拡張、サービスの在り方）

11機体制（機数拡張）



将来、1機を喪失しても、機能・性能を維持できる抗たん性あるシステム（測位、時刻）

みちびきの各サービスの在り方

GPS補完：他GNSSとの互換性を追求

- ・マルチ衛星測位（互換性、高仰角）
- ・公共専用信号の強化（7機体制で2周波）

GPS補強：高精度測位サービスの展開・促進

- ・CLAS（cm級）
- ・SLAS（m級）
- ・（新）MADOCA-PPP(海外dm級)
- ・（新）信号認証サービス
- ・専用受信機の開発普及
- ・測位精度の安定化
- ・実証から社会実装へ

メッセージ通信：災害危機時の実装を追求

- ・災害危機時通報サービス（EWSS）
- ・避難所安否確認サービス（Q-ANPI）
- 見直しの方向

利活用を促すための環境整備（国内外戦略、人材育成）

国内戦略



- ・政府のデジタル・スマート計画との連携強化、活用（都市、地域、物流）

海外戦略



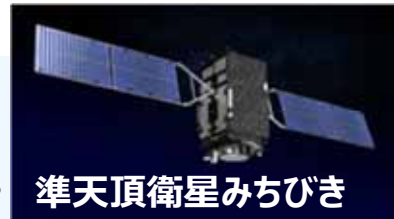
- ・二国間（相手に応じた戦略を立案）
- ・多国間（枠組を活用して環境・制度整備）

環境整備・人材育成



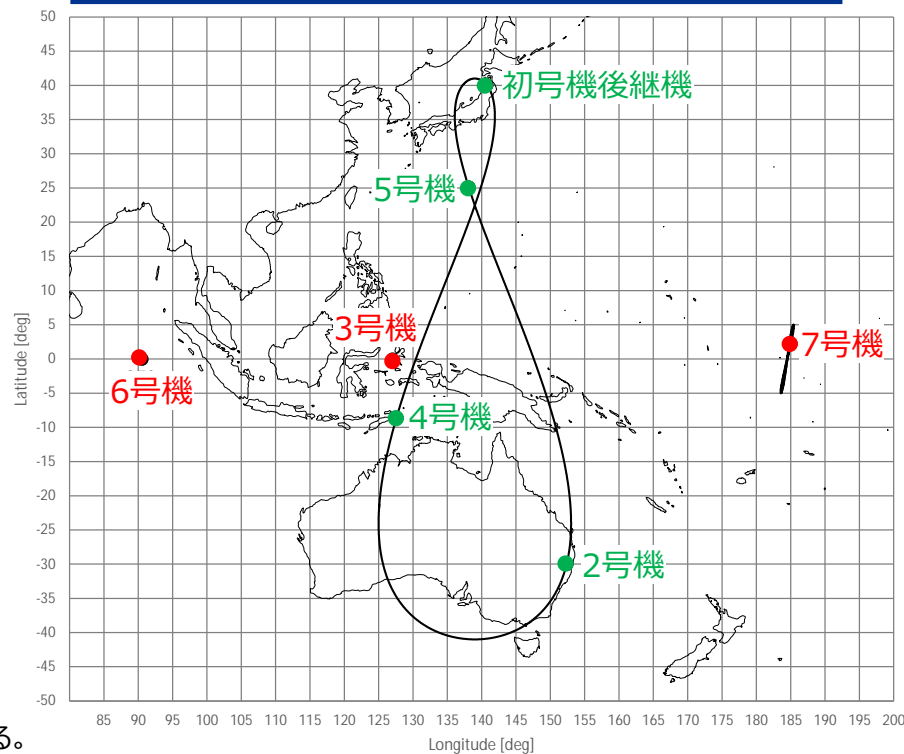
- ・人材育成（開発 / 利用）
- ・産学官コミュニティ形成
- ・宇宙スタートアップ

準天頂衛星システムみちびき 概要



- 準天頂衛星「みちびき」は、我が国が管理・運用する測位衛星。米GPSと互換性を持つ。
- 2018年から、日本上空に常に1機存在する4機体制（2021年10月に初号機後継機を追加）。
- これに加え、位置を正確に求めるための補正情報（補強信号）を送信し、測位誤差が世界最高レベルのセンチメートル級の高精度衛星測位サービスを実現（GPSは約5-10m）。
- 他国のシステムに頼らず準天頂衛星のみでの測位サービスを可能（=持続測位）となる7機体制の構築に向け、2024年度から2025年度にかけて、順次、3機の準天頂衛星を打ち上げていく予定。
- 測位・時刻サービスはデジタル・スマート社会に不可欠であるため、その安定供給を目的としたバックアップ機能の強化や利用可能領域の拡大のため、将来、11機体制に向けて、コスト縮減等を図りつつ、検討・開発に着手することが、令和5年6月閣議決定の宇宙基本計画の改定で明記された。

準天頂衛星7機体制の軌跡（イメージ）



宇宙基本計画工程表（令和5年12月）より抜粋・簡略化

年度	令和5年度 (2023年度)	令和6年度 (2024年度)	令和7年度 (2025年度)	令和8年度 (2026年度)	令和9年度 (2027年度)	令和10年度 (2028年度)	令和11年度 (2029年度)	令和12年度 (2030年度)	令和13年度 (2031年度)	令和14年度 (2032年度)	令和15年度 以降
	準天頂衛星システム4機体制の運用 (GPSと連携した測位サービス) [内閣府]			準天頂衛星システム7機体制の運用(持続測位) [内閣府]							
	持続測位能力の維持・向上に必要な後継機の検討・開発整備 [内閣府]										
	7機体制に向けた追加3機の開発整備 (機能・性能向上に向けた研究開発) [内閣府]										
	打上げ										
	米ロセンサの搭載を通じた宇宙状況把握能力の向上のための日米協力の推進 [内閣府、外務省]										
	準天頂衛星システム11機体制に向けた検討・開発 [内閣府]										

※：「▲」は各人工衛星の打上げ年度の現時点におけるめど等であり、各種要因の影響を受ける可能性がある。

「みちびき」のみ

・衛星測位サービス (GPSの補完)

- 衛星数増加による測位精度の向上

上空視界の限られた都市部を中心に改善が図られる。
近年では、ほとんどの受信機(スマホ、カーナビ等)が対応。



民生/**公共**利用

・測位補強サービス (GNSSの補強)

- 補強情報による測位精度の向上(専用受信機が必要)

- ・センチメートル級 (CLAS)
- ・デシメートル級 (MADCOCA-PPP)
- ・サブメートル級 (SLAS)
- ・SBAS(航空管制用)
- ・信号認証サービス
赤字は、令和6年4月からの新サービス

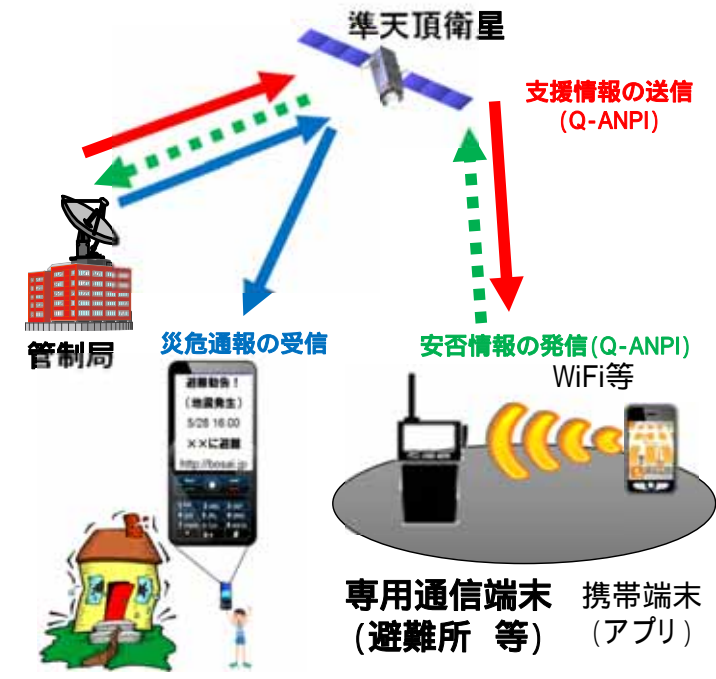


民生利用

・メッセージサービス

- 災害・危機管理通報
- 衛星安否確認サービス (Q-ANPI)

専用受信機等が必要



民生利用

みちびきの高精度測位サービスの利用拡大 (新しいサービスの実現、産業振興に不可欠なインフラ)

2023年末時点で、みちびきに対応する**製品数は429**

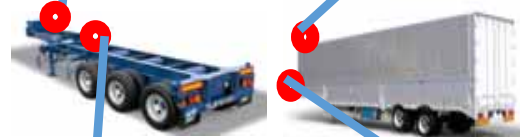
(受信機、スマートフォン、カーナビ、スマートウォッチなど**50種類**)

スマートウォッチ

災危通報を受信し、表示



アンテナは上部に設置



タグは運転席近くに設置

物流分野

- 株式会社エクスプローラ
- みちびきの**サブメータ級測位補強 (SLAS)**を活用した**コンテナやシャーシの駐車位置情報の管理**をスマホアプリで実現。受注生産中。

海洋分野

- 株式会社エイトノット
- 20トン未満の**小型船を対象との自律航行プラットフォーム**「エイトノット AI CAPTAIN」
- 船舶の**自動航行・離着岸にセンチメータ級測位補強サービス (CLAS)**を活用。



SLAS利用した波高推定システム (海象ブイ)

道路分野

- NEXCO東日本、国土交通省 (北海道開発局、北陸地方整備局)
- センチメータ級測位補強サービス (CLAS)**を利用した**除雪車**を開発。実証や実働配備を開始。



自動車分野

- 日産自動車株式会社
- 運転支援技術 (プロパイロット2.0)**を搭載した100%電気自動車「アリア」を発売。セレナ上位の「e-POWER LUXION」にも搭載。
- 車両の位置情報取得**にみちびきのセンチメータ級測位補強サービス (CLAS) を活用。



ドローン分野

- 株式会社 A C S L
- サブメータ級測位補強サービス (SLAS)**に対応した国産の小型空撮ドローン「蒼天」の販売を開始。全国の官公庁に約500台以上を出荷。

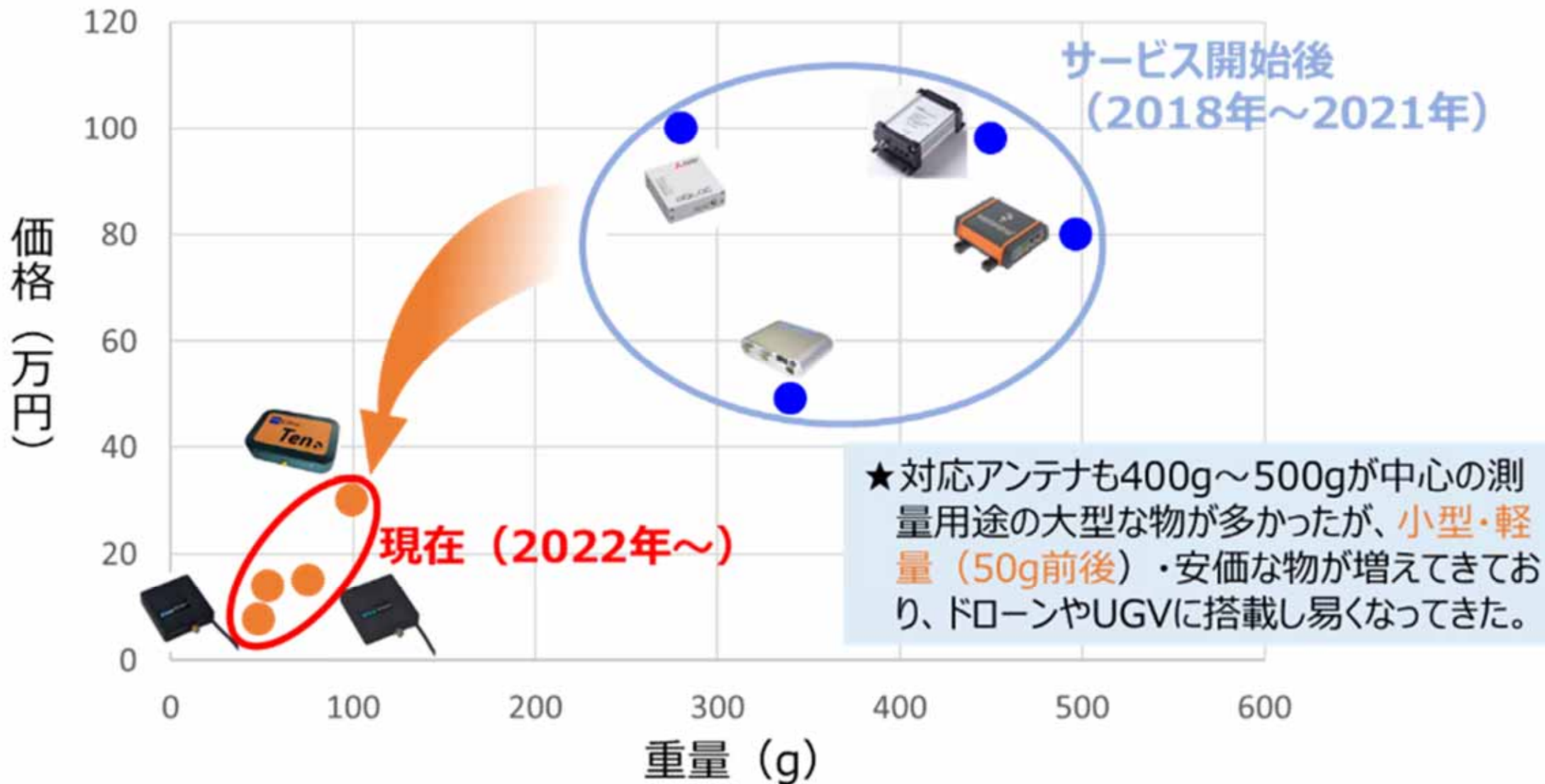


インフラ分野

- 株式会社 K I S
- サブメータ級測位補強サービス (SLAS)**を活用した**水道メータの位置情報管理システム**を開発。全国でのサービス展開も開始。



みちびき対応受信機（CLAS）の価格/重量の推移

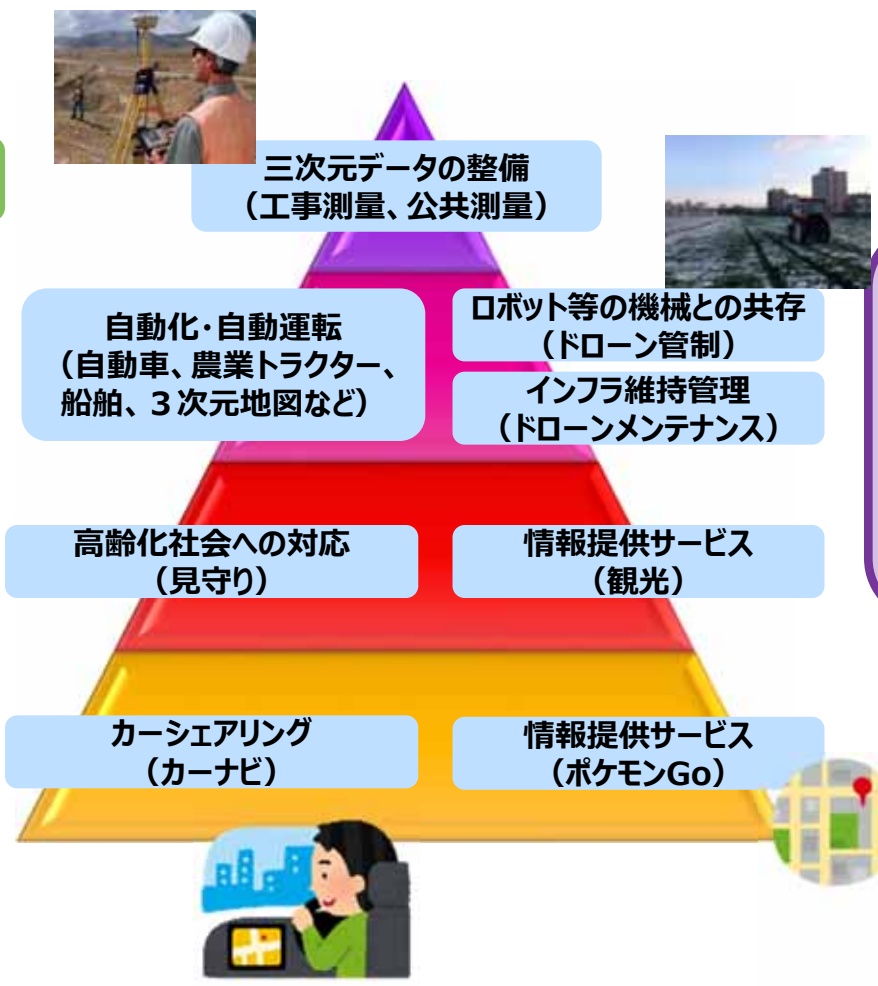


衛星測位分野の動向（測位精度とサービス）

人、データ、プロセス、モノの情報を利用する際、「位置と時間」は重要な要素であり、「位置情報」が高精度になることにより、様々なシーンでの活用が見込まれる。
準天頂衛星システムの活用により、高精度な位置情報が容易に取得が可能になる。

【測位精度】 × 【位置情報サービス】

- 数ミリメートル
- ↑
- 数センチ
- 位置情報・インフラ基盤のスケール
- ↑
- 数10センチ
- 移動体の制御スケール
- ↑
- 1メートル
- 人の行動スケール
- ↑
- 10メートル
- 地図スケール



- RTKサービス**
民間の補強サービス
有償・通信環境が必要
~2cm
- CLAS**
移動~12cm
静止~6cm
みちびき
高精度測位
- SLAS**
~1m
- GPS等**
5~10m

- ・基地局・通信等の環境構築が不要
- ・無償サービスへの乗り換え
- ・通信エリア外でのサービス補完

cm~1m精度の測位の世界



個々の人やロボットの位置の分離が可能

5~10m精度の測位の世界



個々の人やロボットの位置の分離が困難

個々の人やロボットの位置・行動に基づく細やかな区画設定や制御を取り入れた新サービスの創出

G空間社会の未来

自然災害・環境問題への対応

産業・経済の活性化

① 統合型G空間防災・減災システム

活用されるG空間技術

予防～被災状況の早期把握、避難支援～応急・復旧対策の全ての段階でG空間技術をフルに活用。



② 地球観測衛星

活用されるG空間技術

地球観測衛星を運用して地球規模で環境変化を捉え、関係機関へデータ提供、利活用を促進。



③ スマート農業

活用されるG空間技術

農機の自動走行やドローン・人工衛星のセンシングデータによる生育診断を普及。また、「eMAFF地図」の運用により農地情報・衛星画像等を活用した農地関連業務や経営を高度化。



④ i-Construction

活用されるG空間技術

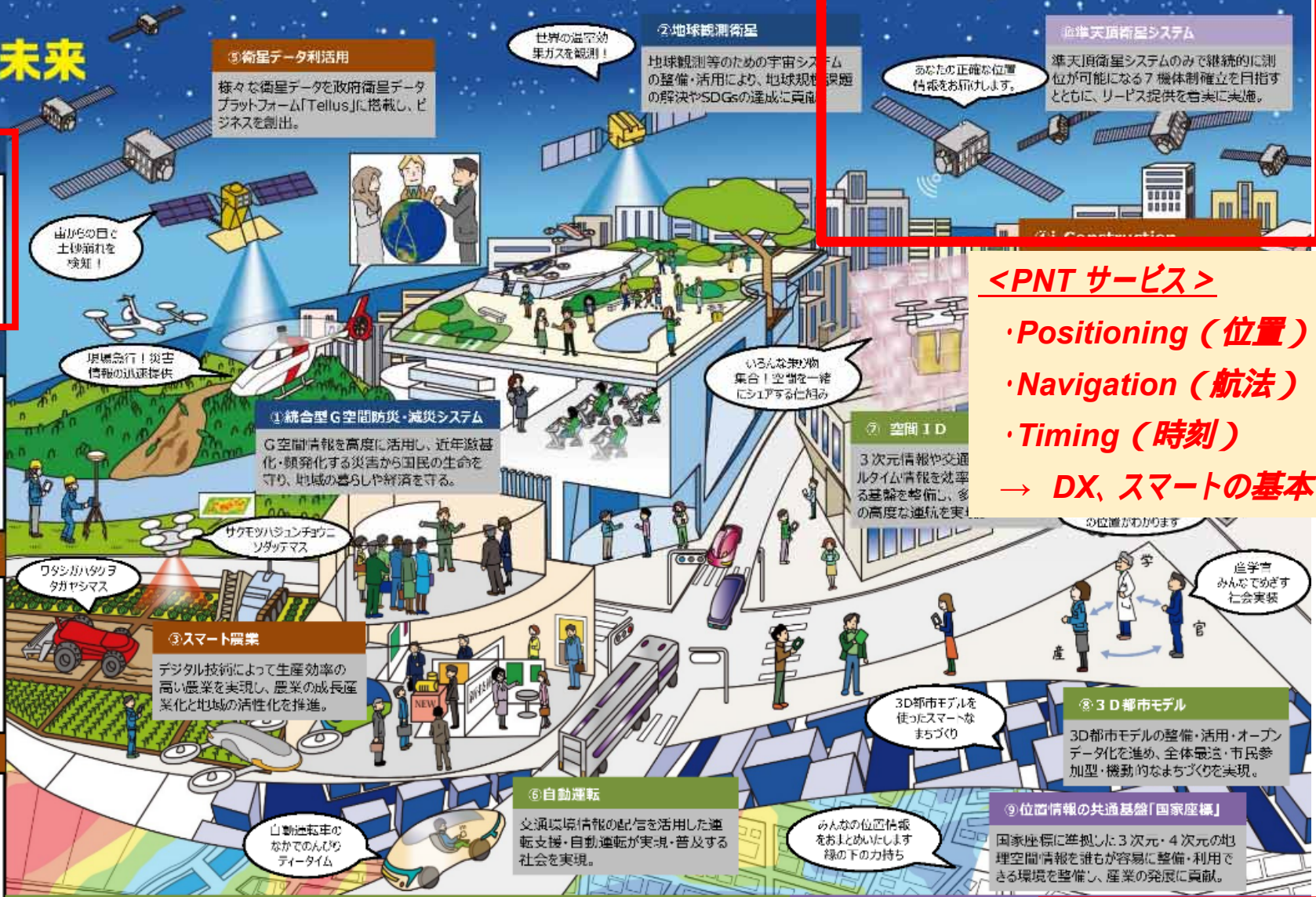
従来は人手が必要な建設生産における全てのプロセスでICTを活用。また、蓄積される3次元データの利活用を促進。



⑤ 衛星データ利活用

活用されるG空間技術

海洋モニタリング、インフラ管理、防災・減災等に貢献できる衛星データを利用できる環境を、ニーズを踏まえながら整備。



⑤ 衛星データ利活用
様々な衛星データを政府衛星データプラットフォーム「Tellus」に搭載し、ビジネスを創出。

② 地球観測衛星
地球観測等のための宇宙システム整備・活用により、地球規模課題の解決やSDGsの達成に貢献。

⑩ 準天頂衛星システム
準天頂衛星システムのみで継続的に測位が可能になる7機体制確立を目指すとともに、リープス提供を着実に実施。

① 統合型G空間防災・減災システム
G空間情報を高度に活用し、近年激甚化・頻発化する災害から国民の生命を守り、地域の暮らしや経済を守る。

③ スマート農業
デジタル技術によって生産効率の高い農業を実現し、農業の成長産業化と地域の活性化を推進。

⑥ 自動運転
交通環境情報の配信を活用した運転支援・自動運転が実現、普及する社会を実現。

⑧ 3D都市モデル
3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化を進め、全体最適・市民参加型・機動的なまちづくりを実現。

⑨ 位置情報の共通基盤「国家座標」
国家座標に準拠した3次元・4次元の地理空間情報を誰もが容易に整備・利用できる環境を整備し、産業の発展に貢献。

<PNT サービス>

- ・Positioning (位置)
 - ・Navigation (航法)
 - ・Timing (時刻)
- DX、スマートの基本

豊かな暮らしの実現

地理空間情報基盤の継続的な整備・充実

⑤ 衛星データ利活用
活用されるG空間技術

海洋モニタリング、インフラ管理、防災・減災等に貢献できる衛星データを利用できる環境を、ニーズを踏まえながら整備。

⑥ 自動運転
活用されるG空間技術

自動運転に活用される交通環境情報等のデータ基盤の拡充及びデータ配信システムの構築を進めるとともに、車両等から収集したデータの連携・利活用の仕組みについて検討。

⑦ 空間ID
活用されるG空間技術

実空間をボックス状に分割し、位置情報を統一的な基準で一意に特定する「空間ID」を含めたデジタルインフラを整備。

⑧ 3D都市モデル
活用されるG空間技術

都市空間そのものをサイバー空間上に再現する3D都市モデルを新たなデジタルインフラとして整備、活用。

⑨ 位置情報の共通基盤「国家座標」
活用されるG空間技術

電子基準点網の運用、地震変動による位置のずれを補正する仕組みの精度向上、高精度な標高データの整備を実施し、位置情報の共通基盤を整備。

⑩ 準天頂衛星システム
活用されるG空間技術

G空間社会の実現に不可欠な高精度位置情報・時刻情報を提供する社会基盤である準天頂衛星システムを開発、整備。

コラム!

- 準天頂衛星システム「みちびき」は、**位置・時刻情報を提供する我が国の社会インフラ**。
- 現在 4 機で運行中、**2025年度までに 7 機体制**を構築（他国のシステムなしでも測位可能な持続測位を実現）。
- **将来、1 1 機へ拡張**し、社会インフラの信頼性を確保し、経済成長を支える基盤となる。 ※宇宙基本計画改定（令和5年6月）

7 機体制（2026年度から）



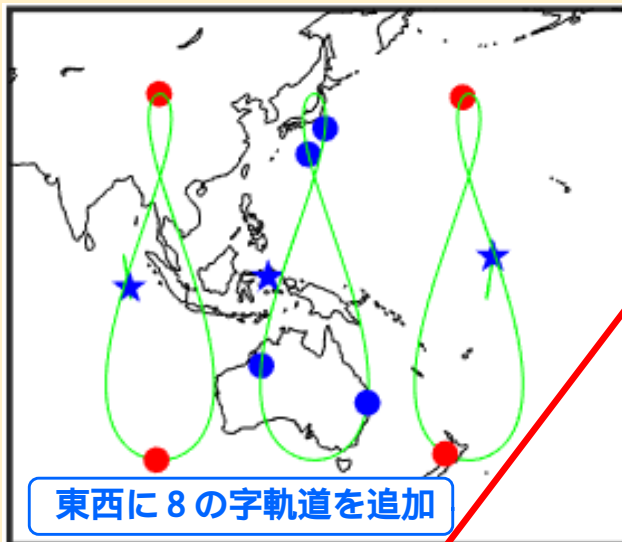
みちびきのみで測位が可能に。必要最低限の機数であり、**1 機でも故障すると維持できない**

欧州 (Galileo)



2017年に欧州の測位衛星システム（ガリレオ）が故障。1週間程度、サービス停止。

1 1 機体制案（2030年代後半）



どの 1 機が故障しても、測位機能を維持できる（バックアップ）

米や印の衛星はバックアップあり
インド (NavIC)



バックアップのため、7機 11機への拡張を計画

経団連や自動車メーカー、インフラ関連企業等の産業界から強い要望がある（東南アジアでも利活用可）

得られる効果(信頼性と先進性)

故障時も**他国GNSSに頼らない社会インフラ**を実現（安保上も重要）



5G携帯電話
（基地局の同期）



除雪作業の自動化
（道路の交通の維持）

自動・無人化により、労働力不足・高齢化等の社会課題の解決、イノベーションの推進



自動化物流ネットワーク
（自動走行）









建設の自動化

各国の衛星測位システム（GNSS）の状況

参考

- 米国（GPS）及び欧州（Galileo）、ロシア（GLONASS）は、グローバルな衛星測位システム（GNSS）を整備、その利活用を進めてきた。
- 中国（北斗；BeiDou）も、米国・ロシア・欧州に続き、グローバルな衛星測位システムを2020年に構築。
- 韓国でも、朝鮮半島を中心に半径1000 kmを対象としたリージョナルな衛星測位システムKPSを構築予定。
- GNSSを持たない国（英国、トルコ、NZほか）も、PNTサービス（位置、航法、時刻）の代替に強い関心あり

2023年10月現在

	衛星測位システム	測位精度	運用状況
GNSS (グローバル)	 米国 GPS Global Positioning System	5~10 [m]	31機体制で運用中
	 ロシア GLONASS	10~25 [m] (補強情報を使って数cm程度を目指している)	24機体制で運用中
	 欧州 Galileo	15~20 [m] (補強情報を使って20cm程度を目指している)	28機体制で運用中
	 中国 北斗 (BeiDou)	10~15 [m] (補強情報を使って20cm程度を目指している)	45機体制で運用中
RNSS (リージョナル)	 インド ナビック NavIC Navigation Indian Constellation	~20 [m]	7機体制で運用中 ※11機への拡張計画あり
	 日本 準天頂衛星システム QZSS Quasi-Zenith Satellite System	5~10 [m] 数cm (最高6cm) (cm級の補強情報活用時)	4機体制で運用中 ※2025年度までに7機体制を構築予定 ※将来の11機体制に向け、開発着手

GNSS、PNT
に関心あり



トルコ



英国



韓国

← 計画中 11

- 準天頂衛星システムは、位置・時刻を提供する必要不可欠な社会インフラ。自動化・無人化等により、労働力不足等の社会課題の解決や、イノベーションによる経済の活性化が期待される。
- 我が国が測位能力を自立的に確保するため、必要な技術開発及び開発整備等に取り組む。

妨害・干渉に強い高精度な衛星測位システム

- 自律性等の観点から主要部品の国産化を図りつつ、測位精度やサービス品質を向上させる時刻・位置決定の高精度化等に取り組む。
- 他国の測位システムに劣後しない社会インフラを開発・維持することにより、我が国の測位能力を自立的に確保。

測位衛星に必要な機器の国産化（例：原子時計）

 <p>GPS (米) ガリレオ (露) ガリレオ (欧) 北斗 (中) 北斗 (印)</p>	<p>自国製の原子時計を搭載</p>
 <p>準天頂衛星 (日本)</p>	<p>他国製の原子時計を搭載</p>

原子時計の国産化が必要

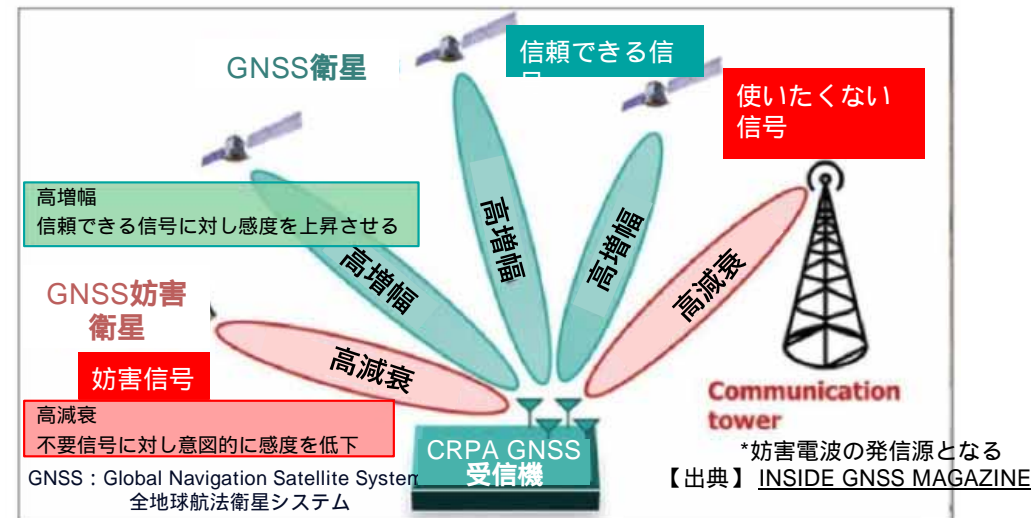


水素メーザ原子時計
【出典】ESA

利用領域及びユーザの拡大に関する実証や技術の開発

- ユーザーの利用端末の高度化や抗たん性やセキュリティ耐性の強化を通じた、利用領域及びユーザーの拡大に関する実証や技術の開発に取り組む。
- 今後の関連市場の一層の広がりに貢献。

意図的および非意図的な干渉を除去するための「スマートアンテナ」



重要な技術開発:

- ✓ MADOCA-PPPの実用サービス、SBAS運用による航空機の航法性能向上
- ✓ 受信機高精度化、信頼性・抗たん性、セキュリティ強化技術等

重要な技術開発:

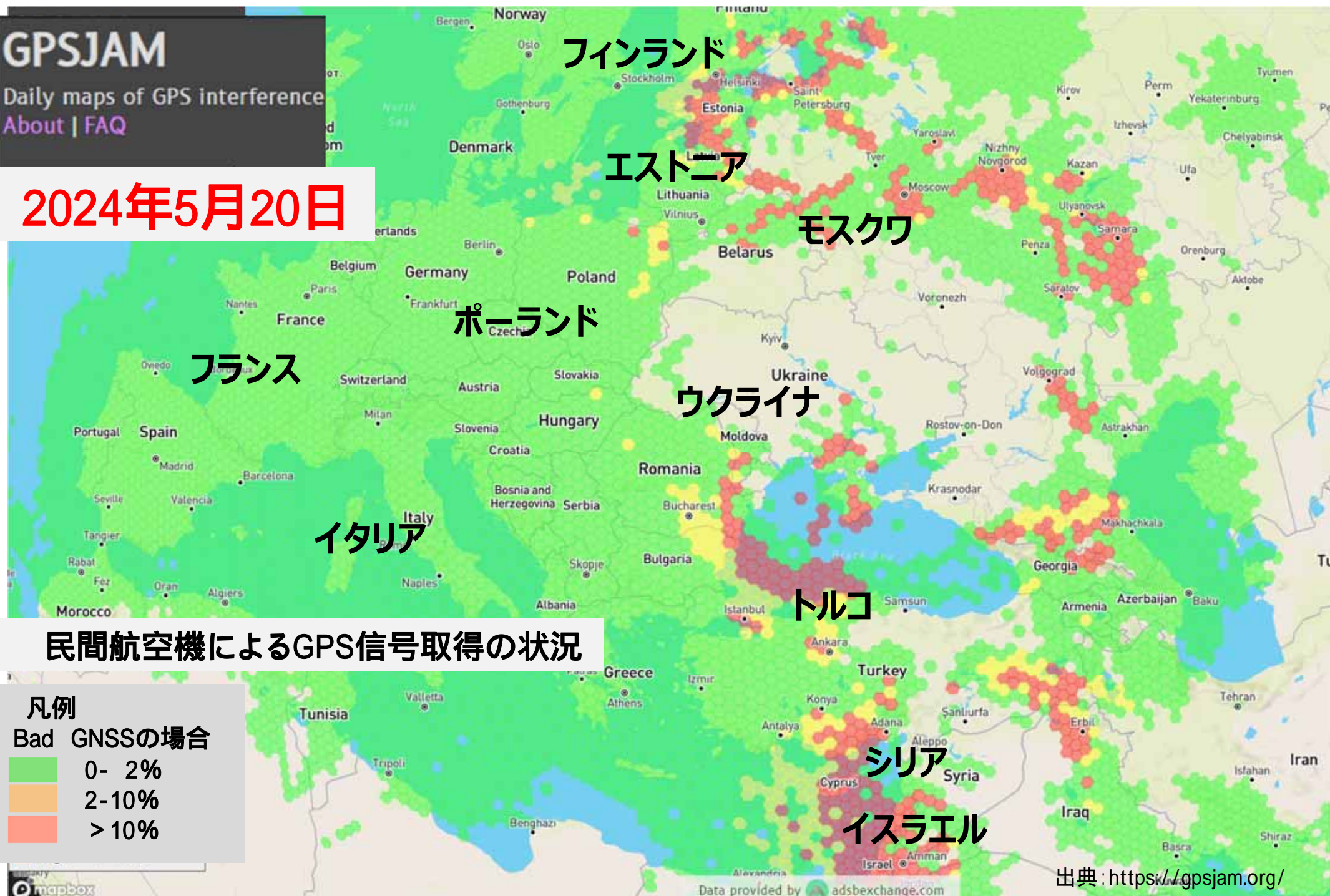
- ✓ 準天頂衛星システムの7機体制に向けた開発・整備運用、11機体制に向けた検討・開発の着手
- ✓ 高精度で妨害・干渉に強い測位システムの実現に向けた技術（時刻・位置決定の高精度化技術、維持運用効率化技術、小型・軽量・省電力化技術、妨害回避機能強化技術等）

GPSJAM

Daily maps of GPS interference

About | FAQ

2024年5月20日



民間航空機によるGPS信号取得の状況

凡例

Bad GNSSの場合

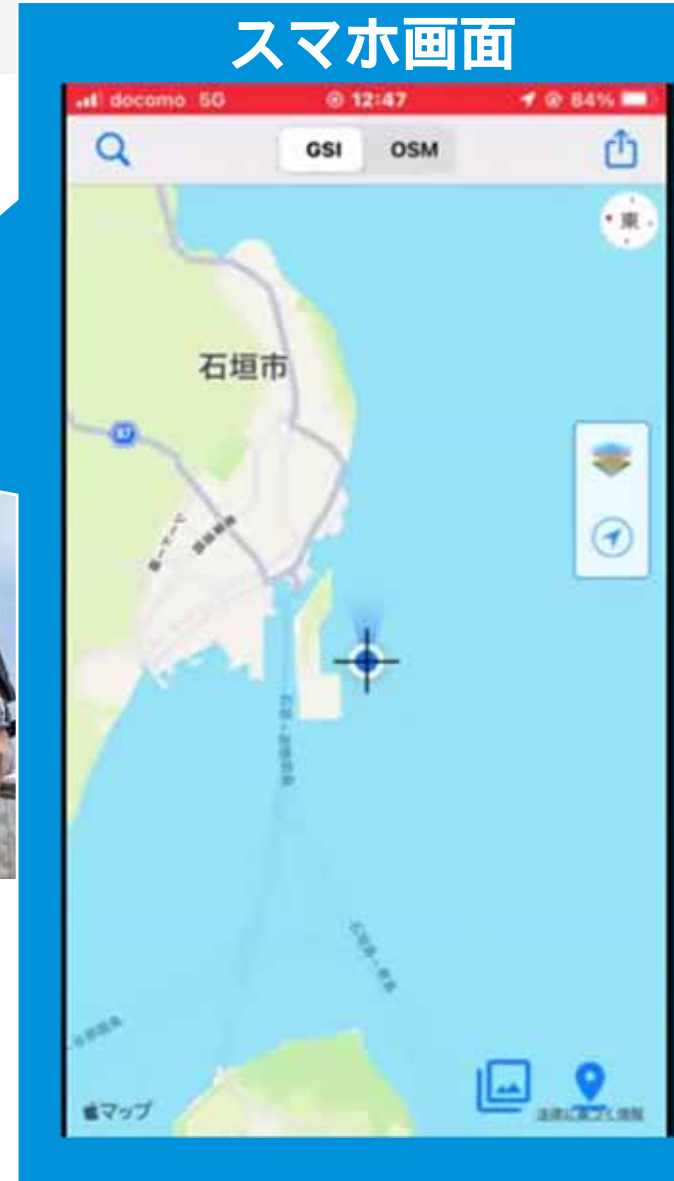
- 0- 2%
- 2-10%
- > 10%

出典: <https://gpsjam.org/>

法律に抵触しない微弱電波をGPSアンテナに照射し、受信機やスマホに偽の位置情報を生成（洋上での試験）

車載用受信機、スマホ共に自身の位置が欺瞞された。

信号認証機能を具備した受信機ではスプーフィングの検知に成功した。



GPS送受信機
(U-blox社製)
自動車用受信機
のトップメーカー
(数万円程度で購入可)



スプーフィング電波
発射用アンテナ



「衛星測位に関する取組方針」（令和3年4月）の見直し（方向性・イメージ）

前文

1. 背景

- (1) 準天頂衛星システムの開発・整備・運用・利活用に係る経緯
- (2) 準天頂衛星システムが提供するサービス
- (3) 国際協力
- (4) 諸外国の動向
 - ①各国の衛星測位システム
 - ②SBAS・GNSS補強システム
 - ③GNSS補完・バックアップシステム（AlternativePNTサービス）
 - ④低周回衛星（LEO）コンステレーションを利用したPNTサービス
 - ⑤PPP補強サービス
 - ⑥衛星測位サービスのサービス領域拡張（SSV）

2. 将来のシステム構成

- (1) 現状の課題
- (2) 検討結果
- (3) 今後の検討の進め方

3. 将来のシステム性能の方向性・要素技術

- (1) 将来のシステム性能の方向性
 - ①精度、安定性、信頼性等
 - ②抗たん性・機能性能保証
 - ③システム維持更新・運用コスト低減
- (2) 要素技術
 - ①研究開発の進め方
 - ②要素技術の抽出
 - ③要素技術の検討・評価
- (3) 研究開発分担
 - ①研究開発分担方針
 - ②研究開発分担・実施時期

4. 利活用の推進と基盤強化

- (1) 総論
- (2) 利活用の観点からの課題（受信機、標準化等）
- (3) 地理空間情報
- (4) 海外展開
- (5) 人材育成、産学官連携
- (6) その他

別紙1 要素技術一覧

別紙2 研究開発計画及び役割分担

＜見直しのイメージ＞

● 内容の最新にアップデート 【評価と変化】

- ・みちびきの進展
- ・みちびき4機体制、7機体制
- ・衛星測位分野の内外動向（**各国の進捗**）
※米欧露のほか、インド・韓国の進展も

● 将来のシステム展開 【11機体制を】

- ・7機体制（配備、機能・効果）
- ・11機体制（**背景、機能・効果**）
- ・各サービスの**実績・必要性**
※検討中のミッション仕様書とも整合を

● 利活用の推進と基盤強化 【より肉厚に】

- ・国内外の**戦略的な展開**
- ・技術人材の育成
- ・利活用を促進する**コミュニティ**

【引用】宇宙技術戦略（衛星測位分野）

- ・妨害干渉に強い高精度測位（**抗たん性**）
- ・ユーザー拡大を促す**実証や要素技術の開発**

「衛星測位に関する取組方針」の見直し（詳細・新旧比較）

【現行】「衛星測位に関する取組方針」（令和3年4月）

1. 背景

- (1) 準天頂衛星システムの開発・整備・運用・利活用に係る経緯
- (2) 準天頂衛星システムが提供するサービス
 - ・衛星測位サービス（GPS補完）
 - ・高精度測位（CLAS、SLAS、MADDOCA-PPP）
 - ・SBAS（衛星航法補強システム）
 - ・災害緊急時サービス（災危通報、衛星安否確認）
- (3) 国際協力
- (4) 諸外国の動向
 - ① 各国の衛星測位システム
 - ・米GPS、露GLONASS、欧Galileo、中BeiDou、印NavIC、その他（韓・英）
 - ② SBAS・GNSS補強システム
 - ③ GNSS補完・バックアップシステム(AlternativePNTサービス)
 - ④ 低周回衛星（LEO）コンステレーションを利用したPNTサービス
 - ⑤ PPP補強サービス
 - ⑥ 衛星測位サービスのサービス領域拡張(ssv)

2. 将来のシステム構成

- (1) 現状の課題
 - ・持続測位（抗たん性、高仰角特性、精度向上）
 - ・サービスエリアの拡大
- (2) 検討結果
 - ・10機体制の分析結果
 - ・軌道、効果
- (3) 今後の検討の進め方
 - ・ユーザー視点、コスト
 - ・サービス性能、他GNSSとの差別化

3. 将来のシステム性能の方向性・要素技術

- (1) 将来のシステム性能の方向性
 - ① 精度、安定性、信頼性等
 - ② 抗たん性・機能性能保証
 - ③ システム維持更新・運用コスト低減
- (2) 要素技術
 - ① 研究開発の進め方
 - ② 要素技術の抽出
 - ③ 要素技術の検討・評価
- (3) 研究開発分担
 - ① 研究開発分担方針
 - ② 研究開発分担・実施時期

4. 利活用の推進と基盤強化

- (1) 総論
- (2) 利活用の観点からの課題（受信機、標準化等）
- (3) 地理空間情報
- (4) 海外展開
- (5) 人材育成、産学官連携
- (6) その他

別紙1 要素技術一覧
別紙2 研究開発計画及び役割分担

【新】「衛星測位に関する取組方針2024（案）」

1. 背景

- (1) 準天頂衛星システムの概要
 - ① 構想・経緯（開発、整備状況、**拡張計画**）
 - ② 運用体制
 - ③ 利活用（概要）
- (2) 準天頂衛星システムが提供するサービス（概要）
（※各サービスのより詳細な記載は、2（3）に記載）
- (3) 国際協力（概要）
- (4) 準天頂衛星システムを取り囲む周辺動向（GNSS、PNT）
 - ① 各国の衛星測位システム等
 - ・米GPS、露GLONASS、欧Galileo、中BeiDou、印NavIC、**韓KPS**、その他（英）
 - ② 周辺動向
 - ・GNSS補完（AlternativePNTサービス）
 - ・低周回衛星（LEO）コンステレーションを利用したPNTサービス
 - ・衛星測位サービスのサービス領域拡張(ssv)

※赤字は重点的に追加
(他の部分は最新に更新)

2. 11機体制に向けた検討（サービスと性能、コスト）～将来のシステム構成

- (1) 現状の課題
 - ① 持続測位（抗たん性、高仰角特性、精度向上）
 - ② サービスエリアの拡大
- (2) 今後の検討の進め方（方向性）
 - ① 提供サービスの精査（質、ニーズマッチング）
 - ② 低コスト化（衛星、地上局、打上げ）
- (3) 各サービスの現状・方向性
 - ① 通常測位サービス（GPS補完）
 - ② 高精度測位サービス（GPS補強）
 - 1) CLAS 2) SLAS
 - 3) MADDOCA-PPP 4) SBAS
 - ③ セキュリティ機能付き測位サービス
 - 1) 信号認証サービス 2) 公共専用信号サービス
 - ④ 災害緊急時メッセージサービス
 - 1) 災害危機通報サービス（災危通報）
 - 2) 災害時安否確認サービス（Q-ANPI） → 発展的解消
- (4) 11機体制への拡張 ※宇宙基本計画（改定）から
 - ① 機数、軌道 ② 想定される効果
- (5) 低コスト化への努力
 - ① 衛星、打上げ ② 地上局 ③ その他（延命化、軌道上サービス）
- (6) 今後のシステム開発の方向性

それぞれ、各項目で執筆
(ア) システム概要
(イ) 利活用の現状
（※市場・顧客等を記載）
(ウ) 環境の変化等
（※国際情勢、他システム等）
(エ) 今後の方向性

記載を充実

3. 利活用の推進と基盤の強化 ～国内外への展開、経済社会への貢献

- (1) 総論
- (2) 国内戦略
 - ① 政府のデジタル系の推進計画の活用（G空間、**デジタル田園都市、海洋計画**）
 - ② 制度・標準化
- (3) 海外戦略
 - ① 方向性（提供サービス、優先地域、日本企業との連携）
 - ③ 国別戦略（東南アジア・オセアニア諸国）・タイ、カンボジア、フィジー等
- (4) 利活用促進の環境整備
 - ① 受信機（通信など利用プラットフォーム含む）
 - ② 利活用人材の育成／産学官のコミュニティ（事業者、高専、メディア活用）
- (5) その他（今後の見直し）

【参考】 将来のシステムの方向性 ～ 宇宙技術戦略（衛星測位システム）から

- (1) 将来のシステムの方向性（将来像、環境認識、進め方）
- (2) 妨害干渉に強い高精度な衛星測位システム
- (3) 利用領域及びユーザーの拡大に関する実証や技術の開発
- (4) 衛星測位システムの技術ロードマップ（表）

「衛星測位に関する取組方針2024」の概要【再掲】

- 令和3年4月、宇宙基本計画工程表（当時）に基づき「衛星測位に関する取組方針」を策定。将来の測位衛星の技術の高度化、体制拡張など今後の衛星測位システムの在り方を整理。
- その後、令和5年6月の宇宙基本計画の改定では11機体制に向けた検討・開発への着手、及び、令和6年3月の宇宙技術戦略の策定では衛星測位も位置づけられたことを踏まえ、取組方針の見直し（取組方針2024の策定）を行う。
- また、衛星測位の国内外の動向や利活用の拡大、加えて、これまでの4機体制下の運用実績を踏まえ今後のサービスの在り方、安定的な運用・開発に向けた体制・人材育成などの環境基盤の検討も行う。毎年度、ローリングを行う。

衛星測位の国内外動向

衛星測位の3大機能（位置、航法、時刻）

Positioning, Navigation and Timing : PNT



位置

- ・人や物、建物の地図 / デジタルマップの位置を把握

航法

- ・目的地へのルートを探索後、道に沿った案内を行う

時刻


- ・正確な時刻を入手可能（金融機関の取引決済、携帯基地局の時刻同期）

将来のスマート社会・産業に必要なデジタル基幹インフラ

11機体制に向けて（機数拡張、サービスの在り方）

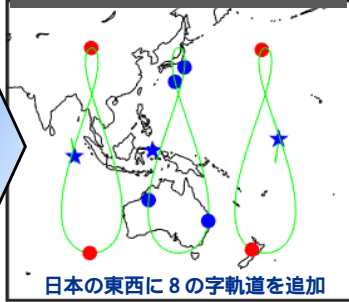
11機体制（機数拡張）

7機（2026年度～）



他国のGNSSなしでも機能実現（持続測位）

11機（2030年代）



日本の東西に8の字軌道を追加

将来、1機を喪失しても、機能・性能を維持できる抗たん性あるシステム（測位、時刻）

みちびきの各サービスの在り方

GPS補完：他GNSSとの互換性を追求

- ・マルチ衛星測位（互換性、高仰角）
- ・公共専用信号の強化（7機体制で2周波）

GPS補強：高精度測位サービスの展開・促進

- ・CLAS（cm級）
- ・SLAS（m級）
- ・(新) MADOCA-PPP(海外dm級)
- ・(新) 信号認証サービス

メッセージ通信：災害危機時の実装を追求

- ・災害危機時通報サービス（EWSS）
- ・避難所安否確認サービス（Q-ANPI）

見直しの方向

利活用を促すための環境整備（国内外戦略、人材育成）

国内戦略



デジタル田園都市国家構想

G空間活用戦略

スマート産業 農業、水産他

・政府のデジタル・スマート計画との連携強化、活用（都市、地域、物流）

海外戦略



タイ首相の現地実証視察・会談

右：国際的なGNSS協会（国連下）

ICG

左：アジアを中心とするGNSS協会

・二国間（相手に応じた戦略を立案）

・多国間（枠組を活用して環境・制度整備）

環境整備・人材育成



高専学生への講義・アイデアソン

・人材育成（開発 / 利用）

・産学官コミュニティ形成

・宇宙スタートアップ

各国の衛星測位システム

衛星測位システム	測位精度	運用状況
米国 GPS Global Positioning System	5~10 [m]	31機体制で運用中
ロシア GLONASS <small>（標準精度約10~20m、高精度モードあり）</small>	10~25 [m]	24機体制で運用中
欧州 Galileo <small>（標準精度約1~2m、高精度モードあり）</small>	15~20 [m]	28機体制で運用中
中国 北斗（BeiDou） <small>（標準精度約10~20m、高精度モードあり）</small>	10~15 [m]	45機体制で運用中
インド NavIC <small>Navigation System for India</small>	~20 [m]	7機体制で運用中 ※11機への拡張計画あり
日本 準天頂衛星システムQZSS <small>Quasi-Zenith Satellite System</small>	5~10 [m] 数 cm (6cm)	4機体制で運用中 ※7機体制構築中 ※11機体制の検討着手

＜各国の動き＞

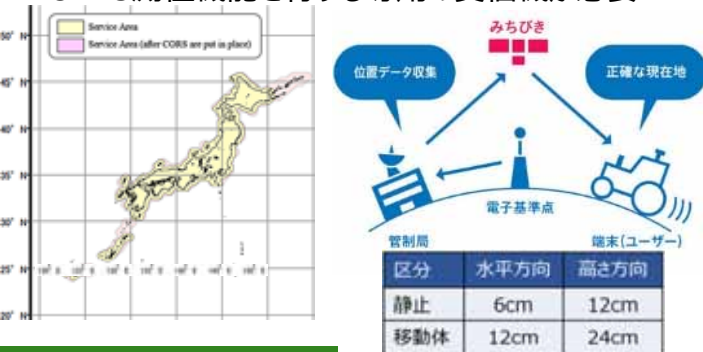
- ・測位精度の向上を目指し技術開発、実証を強く推進。
- ・韓国他、NPTサービスに関心持つ国が増加。

韓国 計画中

準天頂衛星システム独自の主なサービス（高精度測位）

CLAS センチメートル級測位

- 国土院が整備する電子基準点網のデータを利用し、誤差要因ごとの状態量を計算し、「センチメートル級測位補強情報」としてL6D信号によって配信する。
- 国内の陸域及び沿岸域で利用可能
- 3周波（L1,L5,L6帯）が受信できるアンテナとCLAS測位機能を有する専用の受信機が必要



用途・ユーザ（見込）

自動車、農機、建機、ドローン等の自動運転を始め、高精度位置情報が求められる分野



課題・方向性

- 課題
 - 太陽活動活発化により、オープンスカイであってもFIXしづらいケースが存在
- 方向性
 - 号機別の配信により、補強対象衛星数を現在の17機から、最大22機まで増やすよう改修を進める。
 - ロジスティクスや自動運転での活用あたっては、抗たん性も重要になってくることから、CLASメッセージの認証機能の整備を進める。

SLAS サブメートル級測位

- 電離圏遅延や軌道、クロック等の誤差の軽減に活用できる情報（サブメートル級測位補強情報）をみちびきのL1S信号によって配信する。
- 国内の陸域及び沿岸域で利用可能
- GPS等と同じL1帯を用いて配信しているため、従来のアンテナ・受信機で利用可能（小型・低廉）



用途・ユーザ（見込）

ドライブレコーダー、ゴルフウォッチ、トラッキングデバイス等の携帯性が求められる用途



課題・方向性

- 課題
 - CLASよりも劣る精度（他方、周波数・アンテナ・受信機の点から普及性は高い）
- 方向性
 - 2033年以降のSLASの補強対象信号として、3号機の代替としてL1C/B信号を含めることをベースとし、受信機の対応状況等によりリーズナブルにGalileo衛星の信号が対応出来ないかの検討を引き続き進める。

MADOCA-PPP 海外対応 デシメートル級

- 国内外のGNSS監視局網の観測データに基づき測位衛星に起因する誤差を計算し、みちびきのL6信号により補正データを送信する。
- 日本を含むアジア、オセアニア地域（海上含む）
- 専用の受信機が必要



用途・ユーザ（見込）

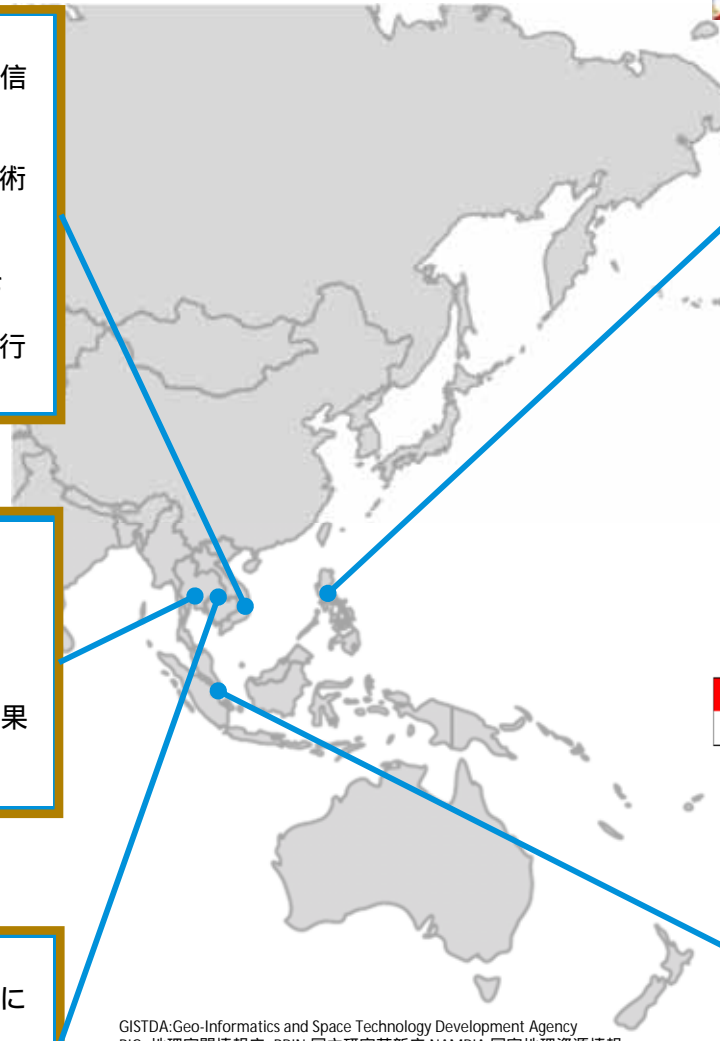
これまで高精度測位が難しいとされた海洋分野や、開発途上国における自動運転分野



課題・方向性

- 課題
 - 電源オンから精度が収束する時間が30分間と長い（即反応が求められる用途には不向き）。→ ローカル補正による収束時間の短縮がないと利用しづらい
- 方向性
 - 広域電離層情報の配信を着実に進めていくと共に、日本も含めたエリアの拡張に向けて、源泉データの入手調整と性能評価を進める

(参考) 海外連携 ～ 高精度測位サービス (MADOCA-PPP) の活用



ベトナム

[2023年度実績]

- VNNSC(ベトナム宇宙庁)とLoIを締結。性能検証用受信機を貸与の上オンライントレーニングを実施し、VNNSCにて性能評価を進めてもらうこととした。
- みちびき実証にて送電線点検を行うドローンの技術実証を実施。

[次年度方針]

- VNNSCと連携し現地大学等で利活用に関する実証を立ち上げられないか検討する。
- みちびき実証の事業化に向けたフォローアップを行う。

フィリピン

[2023年度実績]

- NAMRIAとLoIを締結し、トレーニングを実施。
- NAMRIAから現地電子基準点データ提供を受けてフィリピンにおける電離層情報生成の効果ついて性能検証を実施。
- みちびき実証において離島測量の実証を実施。

[次年度方針]

- 電離層情報の性能検証を継続し長期安定性を確認の上、衛星からの配信を準備。
- MADOCAによる離島測量の事業化に向けたフォローアップを行う。



MADOCAトレーニング

タイ

[2023年度実績]

- GISTDAと連携し受信機を貸与。
- MGAにてデモを実施。

[次年度方針]

- 貸与受信機による現地性能取得の継続を行う。
- MGAにおけるデモを利活用促進の観点でさらに効果的な形で実施すべく検討を行う。



MADOCA実証

インドネシア

[2023年度実績]

- BIGと締結したLoIに基づいて現地性能実証を実施
- BIGに電子基準点データをもとに生成いただいた電離層情報について性能検証を実施。
- BRINとLoIを締結し利用拡大に向けたセミナーを実施

[次年度方針]

- 電離層情報の性能検証を継続し長期安定性を確認の上、衛星からの配信を準備。また、エリアの拡大に向けて源泉データ生成追加に係る調整を実施。
- BRINとのMADOCA利活用に係る協力項目の具体化を行う。

カンボジア

[2023年度実績]

- 外務省とも連携し、国土省と測位衛星に係る協力についてMoCを締結。

[次年度方針]

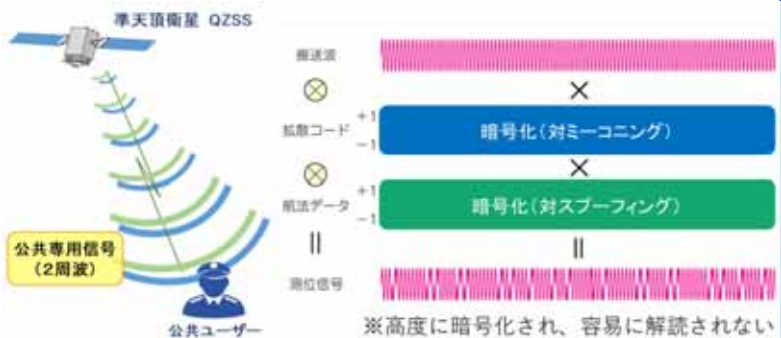
- MoCに基づきセミナーを行うと共に現地電子基準点のデータ提供を受けて電離層情報生成の評価を行う。

GISTDA:Geo-Informatics and Space Technology Development Agency
BIG: 地理空間情報庁, BRIN:国立研究革新庁,NAMRIA:国家地理資源情報

準天頂衛星システム独自の主なサービス（測位セキュリティ）

【安全保障】公共専用信号

- 政府が認めた高度な安全保障を担う公的機関（防衛省・自衛隊、海上保安庁）だけが利用できる秘匿・暗号化された信号（公共専用信号）を配信。2周波を予定。



用途・ユーザ（見込）

- 安全保障分野（防衛省、自衛隊（陸海空）、及び、海上保安庁など）



課題・方向性

■ 課題

世界各地の紛争等をみれば電子攻撃・サイバー攻撃が常態化しており、安全保障の現場において各妨害行為に対する耐性を持った測位信号が必要不可欠

■ 方向性

これらへの対応や他GNSSの不測の事態の場合に備え、みちびき対応NTPサーバの開発を進めるとともに、より一層の準天頂衛星システムとしての抗たん性の向上に向けて必要な取り組みを実施（妨害への対策、利用における相対的優位性の確保、測位精度の向上、統合利用等）

【民生分野】信号認証（認証機能付き）

- 衛星測位に対する妨害技術の一つ、GNSSスプーフィング（なりすまし）の対策に利用できる。
- GNSS衛星が配信する航法メッセージに対応する電子署名を生成し、みちびきから配信することで、ユーザは受信したメッセージの検証が可能
- 位置・時刻情報の“信頼性”が高まるため、安全を必要とするユースケースでの活用が見込まれる。

■ スプーフィングとは

偽の信号（測位衛星の信号のなりすまし）を発信することによって測位した位置情報の改ざんを行うこと。
⇒対象を本来の位置とは異なる位置に誘導することが可能になる。



用途・ユーザ（見込）

- 自動運転・制御支援（車・ドローン・農機 等）
- 移動記録（物流・船舶、CO₂ 排出 等）
- 精密時刻同期（インフラ・金融・通信 等）

課題・方向性

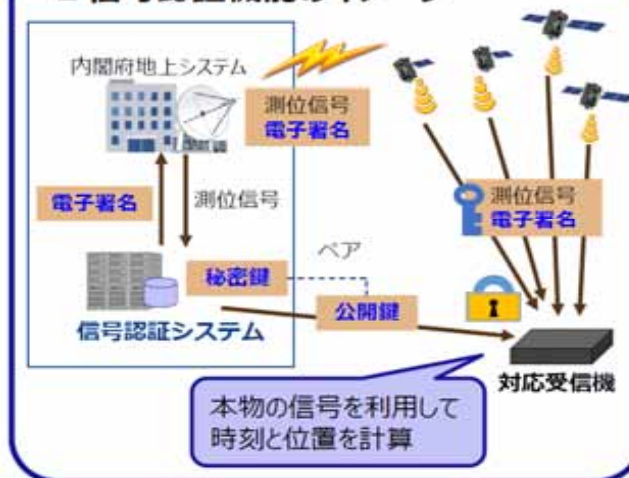
■ 課題

第三者が容易に偽の信号を生み出すことができ、認証機能のない受信機は測位衛星の正しい信号と第三者による偽の信号を区別する仕組みがない。

■ 方向性

- 政府のデジタル利活用の体制・WG（デジタル田園都市国家構想、G空間推進会議やデジタル全国総合整備計画）において、信号認証利用の規定化を進める。
- 米国GPS、欧州Galileoとの相互運用性・互換性を確保

■ 信号認証機能のイメージ



準天頂衛星システム独自の主なサービス（災害危機管理）

災害・危機管理通報サービス（災危通報、EWSS）

- 気象庁が発表した情報を基に作成した災害関連情報（津波警報、地震速報、洪水警報、火山噴火情報など）を、測位信号の隙間を利用して国内に配信。
- 2024年4月より、機能を拡張しニーズの高いアラート情報（ミサイル発射情報）及びLアラート情報（避難勧告等）の災危通報による配信を開始。
- 災危通報による配信ニーズが高まるアジア太平洋諸国の災害情報について、現地の防災機関が作成した災害・避難情報等を2025年4月以降に配信すべく、必要な改修を実施中。



用途・ユーザ（見込）



課題・方向性

■ 課題

■ 方向性

関係府省庁（外務省、JICA、JETRO等）の協力のもと、アジア太平洋地域における実証やデモ・セミナーのフォロー及びみちびきの他のサービス（MADOCA等）との協調によるシステム拡張の検討を行う

日本企業（ソニー、NTTデータ）の技術を用いた、森林火災対策に関するプロジェクト（レンジャーへの早期通報）

令和6年3月16日、タイ王国の実証現地にて、セター首相と大鷹在バンコク日本大使が会談。引き続き、日タイ間の協力を継続することで認識を共有。



準天頂衛星



災害危機安否通報サービス（Q-ANPI）

避難所等に設置した専用通信端末を使い、避難者がスマホ等を使って入力した安否情報を準天頂衛星経由で伝達するサービス（S帯を使用、テキスト情報）



課題・方向性

災害利用時の実態、今後の通信環境のニーズ等を踏まえて、発展的に見直す

(参考) 海外連携の状況 ~ 海外での災危通報メッセージの展開

バングラディッシュ (デモ)

[2023年度実績]

- 10/31デモ実施。現地の防災の取り組み(CPP)との融合等具体的な活用について関心あり。JICA/大使館からは先進技術よりもインフラ投資を進めることが先行とのコメント。

[次年度方針]

- アンケート結果を考慮の上、引き続き実証可否について検討を進める。

タイ (実証)

[2023年度実績]

- 3/13にタイチェンマイにてGISTDA/SONYと連携し現地実証を実施。

[次年度方針]

- 2023年に実施した実証の結果をもとに、社会実装のための課題を明確化し、引き続き実導入に向けた活動を進める。

フィリピン (実証)

[2023年度実績]

- 12/12-13デモ実施。災害も多く、活用にあたっての課題や踏み込んだコメント有。

[次年度方針]

- アンケート結果を考慮の上、引き続き実証可否について検討を進める。

ネパール (デモ)

[2023年度実績]

- 11/26-27デモ実施。国家間活用の可能性や技術仕様等将来の課題等コメント有。JICA/大使館からは事業継続に課題の多い国とのコメント有。

[次年度方針]

- アンケート結果を考慮の上、引き続き実証可否について検討を進める。

フィジー (実証)

[2023年度実績]

- 2023年度中の実証を目標にしていたものの、機構等に関連した現地要望もあり2024年に実証を実施予定。

[次年度方針]

- 2024年6月を目標に現地実証を行う予定。引き続き運用実証の内容について先方と調整を行う。

カンボジア (デモ)

[2023年度実績]

- 2/13-14デモ実施。現地既存防災設備のバックアップの可能性と求められる条件のコメント有。価格や習熟、認知強化等導入への課題も指摘。

[次年度方針]

- アンケート結果を考慮の上、引き続き実証可否について検討を進める。

インドネシア (デモ)

[2023年度実績]

- 10/5デモ実施。技術面について特に関心のコメント有。先方にて動画を外部公開いただくなど広報活動への協力有。

[次年度方針]

- アンケート結果を考慮の上、引き続き実証可否について検討を進める。

マレーシア (デモ)

[2023年度実績]

- 8/23-24デモ実施。現地既存防災設備との接続や現地国側の予算措置の話が上がる等、継続に関心有。

[次年度方針]

- アンケート結果を考慮の上、引き続き実証可否について検討を進める。

GISTDA:Geo-Informatics and Space Technology Development Agency
 BIG: 地理空間情報庁, BRIN:国立研究革新庁,NAMRIA:国家地理資源情報

利活用の推進と基盤の強化

国内での推進

デジタル・スマート系の政府デジタル計画との連携

地理空間情報活用推進基本計画における準天頂衛星システムの取り組み

○地理空間情報活用推進基本法(平成19年)に基づき、**地理空間情報活用推進基本計画(計画期間5年)**を策定。
○**地理空間情報**(=「いつ・どこで・何がどのような状態か」といった位置と時間、関連情報から形成される情報)の活用の推進に関する施策の基本的な方向等を定めるもの。

第3期の主な成果

- 準天頂衛星4機体制確立
→衛星安価確認サービスの構築等
- G衛星情報センター本格稼働
- 自動運転車(レベル3)・農機の自動走行システムの市場開始

目指すべき姿

誰もがいつでもどこでも自分らしい生き方を享受できる社会の実現に向けて、**地理空間情報のポテンシャルを最大限に活用した多様なサービスの創出・提供の実現を目指す**

衛星測位
(準天頂衛星、GPS等)

地理情報システム (GIS)
GIS: Geographic Information System
→位置に関するデータを電子地図上に視覚的に表示し、分析するシステム

連携の事例

- 災害時の自律型走行業務確保
- 避難経路情報
- 基礎的地理情報
- 連携を促す
- 災害時の安全な避難ルート

社会情勢等の変化

- 地球温暖化による気候変動の低減
- 自然災害の激甚化・頻発化
- 新型コロナウイルスによる生活様式の変化・デジタル化の加速
- 技術の飛躍的進化

「官民における測位データ利用の課題、推進方策の共有等を図るとともに、自動運転を含め、農業、交通・物流、建設等、国民生活や経済活動の様々な分野における実証事業に取り組み、先進的な利用モデルの創出を通じて、社会実装を更に加速」

デジタル田園国家都市構想国家戦略

地域交通の再デザイン

Map5等のデジタル技術の活用により、持続可能な利便性の高い地域公共交通ネットワークを再構築します。

自動運転バスの運行
→茨城県鹿嶋市

地方創生テレワーク

地方と都市の産業を結び、活力ある地域づくりにつながる地方創生テレワークの導入・定着。「知識の移住」を推進します。

空き農家を活用したサテライトオフィスの整備
→福岡県高井町

海洋基本計画との連携

AUV AUV

みちびきを活用した、自律型無人探査機(AUV)の水中測位精度向上

規制・制度への組み込み(インフラ、モビリティ)

・デジタルライフライン全国総合整備計画(アーリーハーベストプロジェクトとの制度面での連携; ドローン分野)

ドローン点検の例(ドローン検査車による点検)

自動運転システム
ドローン検査車による点検

ドローン点検の例(ドローン検査機による点検)

ドローンを用いた橋脚点検人まで移動し検査等
ドローン検査機による点検

衛星測位誤差の低減、衛星信号の脆弱性対策

海外での推進

国際の場の活用(マルチ)

- ・我が国企業の技術を現地展開するため、みちびき利用の実証事業を活用する展開国のカウンターパート機関及び我が国企業のマッチングを企画。
- ・現地での技術実証を促進し実証の成果や各サービスの有用性をICG(国連下の会合)、MGA(Multi-GNSS Asia)やAPRSF(Asia-Pacific Regional Space Agency Forum)等の国際会議の場で積極的にアピールし案件を形成。



29th APRSAF(2023)



ICG-17(2023)

戦略的な資源投入(政府内の連携)

利活用推進に関する協力

<MADCOCA-PPP>

セミナー実施
トレーニング実施
評価用受領機貸与
パイロット実証実施

現地観測局データ入手に関する協力

<EWSS(メッセージ)>

実証3か国(タイ・フィジー・豪州)を軸として展開。デモ6か国(マレーシア・フィリピン・カンボジア・インドネシア・ネパール・バングラデシュ)も、次期実証国を3か国ほど選定し準備を進める。

外務省、JICA、JETRO等と連携

基盤の強化(人材、地域、起業)

利活用人材育成、みちびきコミュニティの形成



- ・将来人材の育成(高専、大学等)
- ・内閣府による各プログラム活用(RPDチャレンジ、S-Booster)
- ・地域のネットワーク(S-NET)
- ・民間の宇宙ビジネス拠点の活用
- ・メディアとの連携によるPR・周知(雑誌、新聞、ネット)

今後の推進体制について（衛星測位WG、事業推進委員会）

< 政府 / 宇宙開発戦略推進事務局 >

宇宙政策委員会 / 基本政策部会

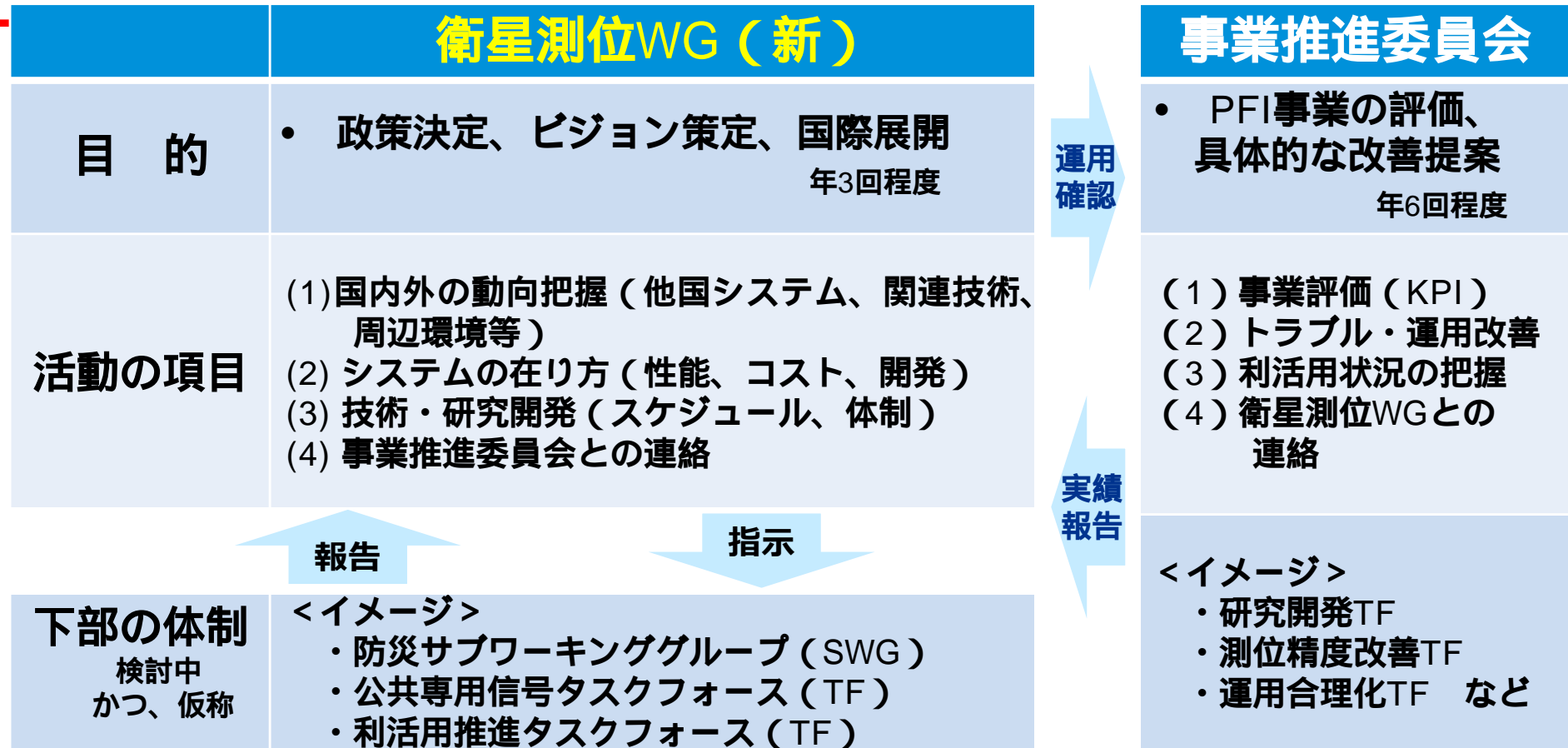
宇宙政策委員会： 後藤委員長（西武HD会長）

基本政策部会： 白坂部会長（慶応大教授）

衛星開発・実証小委員会

中須賀委員長（東京大教授）

< 準天頂衛星システム戦略室内 >



今後の開発・運用体制について（方向性） センター化も視野に

【参考】欧州Galileo(28機) の政策立案・開発・運用体制（約700名近い人員）

（日本）準天頂衛星みちびき（4機 7機）
 ・内閣府（宇宙開発戦略推進事務局 準天頂衛星システム戦略室）は約25名
 （各省庁・JAXA・企業の出向者で構成）

Political Oversight

European Council and European Parliament

Programme Oversight and Programme Management

欧州委員会EC
European Commission

Space Programme Committee – Galileo and EGNOS Configuration (SPC-GEC)
Horizon Europe Programme Committee

Execution

約300名（衛星・地上開発、研究開発）

欧州宇宙機関
ESA

delegation

delegation

約350名（運用・利用拡大）

欧州連合宇宙計画庁
EUSPA

衛星や地上事業者との契約

衛星や地上システムの開発、次世代システムの研究

EGNOSのサービス運用

Galileoの衛星/サービス運用

セキュリティ

Galileo/EGNOSの市場開拓と利用促進
本部門だけで数十名が勤務

Galileo・EGNOSの運用と利用促進活動

參考資料

1. 準天頂衛星システムの概要 ~ 歴史

2006年から、文部科学省・JAXA、総務省、経済産業省、国土交通省が連携し、世界初のセンチメートル級の測位衛星の開発に挑戦。

2010年9月、「みちびき」初号機打上げ。

2011年9月、2010年代後半の4機体制整備、将来的には7機体制を目指すことを閣議決定。
2012年度予算に盛り込み、国家プロジェクトとして推進。

2017年、2、3、4号機の打上げに成功し、4機体制整備。

2018年11月1日にサービス開始。 初号機開発から12年かけて、センチメートル級測位を実現。

- 2021年4月、「**衛星測位に関する取組方針**」を宇宙開発事務局内でとりまとめ
- 2021年10月26日、初号機後継機の打上げ成功。
- 2023年6月、精度向上・バックアップ強化に向け11機体制の拡張決定(宇宙基本計画改定)
2025年度の7機体制での運用開始に向け、追加3機(5~7号機)を開発中。



The timeline shows five launch events with corresponding satellite images and launch photos:

- 初号機:** Sep. 11, 2010 20:17:00(JST)
- 2号機:** Jun. 1, 2017 09:17:46(JST)
- 3号機:** Aug. 19, 2017 14:29:00(JST)
- 4号機:** Oct. 10, 2017 07:01:37 (JST)
- 初号機後継機:** Oct. 26, 2021 11:19:37 (JST)

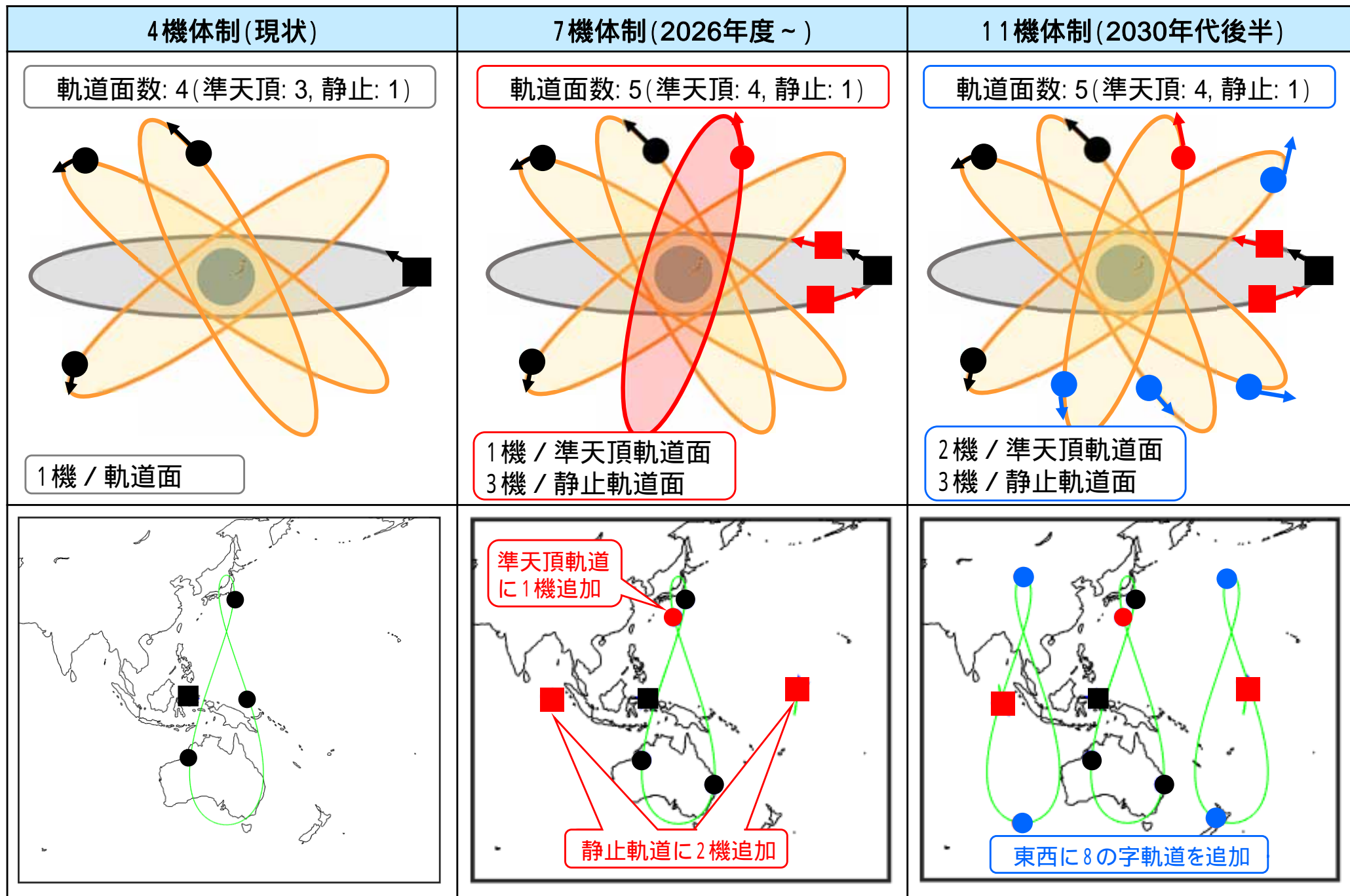
©三菱重工

7機体制
2025年度~

準天頂衛星システムの機数拡張（7機から11機へ）

※宇宙基本計画（令和5年6月）

参考



：準天頂軌道衛星、：静止軌道衛星(準静止軌道衛星を含む。)

みちびきの機能・サービス(測位・時刻同期)

GPS補完

GPSと互換

GPSと同じ測位信号(L1C/A, L1C, L2C, L5)を送信するため、GPSと一体となって使用することで、測位精度が改善する。

高仰角衛星はマルチパスによる誤差を改善。

位置データ収集 Accumulating position data

電子基準点 GNSS-based control station

管制局 Control station

端末(ユーザー) Terminal (user)

正確な現在地 Precise current position

QZS, GPS, GalileoのL1帯, L2帯, L5帯信号を補強する。

準天頂衛星 QZS

誤差を補正 Correcting errors

GPS or QZS 軌道、クロックなどの誤差

電離圏遅延誤差

誤差成分を抽出して補強情報を生成、衛星から配信

正確な情報入手 Obtaining accurate information

サブメータ基準局

準天頂衛星 QZS

QZS及びGPSのL1C/A信号を補強する。

主にハンディナビ、カーナビ、ドライブレコーダーなどでの利用を想定。L1S信号を受信できる端末で利用することができる。

全国に13局ある基準局(監視局)との誤差情報(サブメータ級測位補強情報:L1S信号)を送信することにより、誤差数メートルの測位精度を実現する。(DGPS補強)

GPS補完

GPSと同じ測位信号(L1C/A, L1C, L2C, L5)を送信するため、GPSと一体となって使用することで、測位精度が改善する。

高仰角衛星はマルチパスによる誤差を改善。

位置データ収集 Accumulating position data

電子基準点 GNSS-based control station

管制局 Control station

端末(ユーザー) Terminal (user)

正確な現在地 Precise current position

QZS, GPS, GalileoのL1帯, L2帯, L5帯信号を補強する。

準天頂衛星 QZS

誤差を補正 Correcting errors

GPS or QZS 軌道、クロックなどの誤差

電離圏遅延誤差

誤差成分を抽出して補強情報を生成、衛星から配信

正確な情報入手 Obtaining accurate information

サブメータ基準局

準天頂衛星 QZS

QZS及びGPSのL1C/A信号を補強する。

主にハンディナビ、カーナビ、ドライブレコーダーなどでの利用を想定。L1S信号を受信できる端末で利用することができる。

■ 都市部における準天頂衛星の有効性
建物が密集している環境では、仰角の低い衛星は遮蔽やマルチパスの影響を受けやすい。都市部において高仰角の衛星が精度改善に有効



CLAS

国内+沿岸(専用受信機)

電子基準点から計算した高精度測位情報(センチメートル級測位補強情報:L6信号)を送信することにより、センチメートル級の測位精度を実現する。

位置データ収集 Accumulating position data

電子基準点 GNSS-based control station

管制局 Control station

端末(ユーザー) Terminal (user)

正確な現在地 Precise current position

QZS, GPS, GalileoのL1帯, L2帯, L5帯信号を補強する。

準天頂衛星 QZS

誤差を補正 Correcting errors

GPS or QZS 軌道、クロックなどの誤差

電離圏遅延誤差

誤差成分を抽出して補強情報を生成、衛星から配信

正確な情報入手 Obtaining accurate information

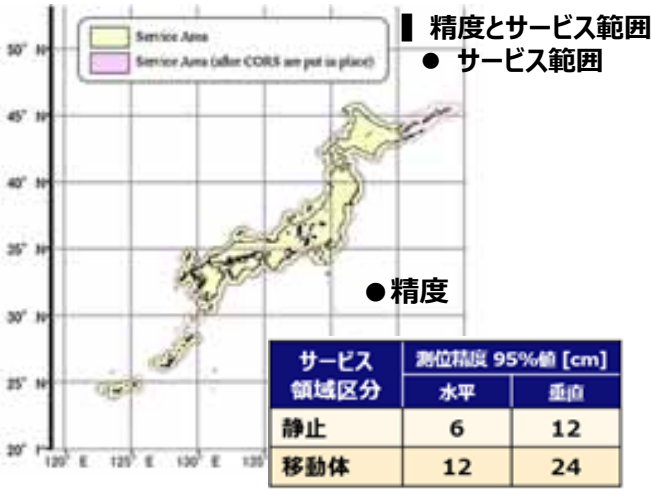
サブメータ基準局

準天頂衛星 QZS

QZS及びGPSのL1C/A信号を補強する。

主にハンディナビ、カーナビ、ドライブレコーダーなどでの利用を想定。L1S信号を受信できる端末で利用することができる。

全国に13局ある基準局(監視局)との誤差情報(サブメータ級測位補強情報:L1S信号)を送信することにより、誤差数メートルの測位精度を実現する。(DGPS補強)



SLAS

国内+近海(専用受信機)

電子基準点から計算した高精度測位情報(センチメートル級測位補強情報:L6信号)を送信することにより、センチメートル級の測位精度を実現する。

位置データ収集 Accumulating position data

電子基準点 GNSS-based control station

管制局 Control station

端末(ユーザー) Terminal (user)

正確な現在地 Precise current position

QZS, GPS, GalileoのL1帯, L2帯, L5帯信号を補強する。

準天頂衛星 QZS

誤差を補正 Correcting errors

GPS or QZS 軌道、クロックなどの誤差

電離圏遅延誤差

誤差成分を抽出して補強情報を生成、衛星から配信

正確な情報入手 Obtaining accurate information

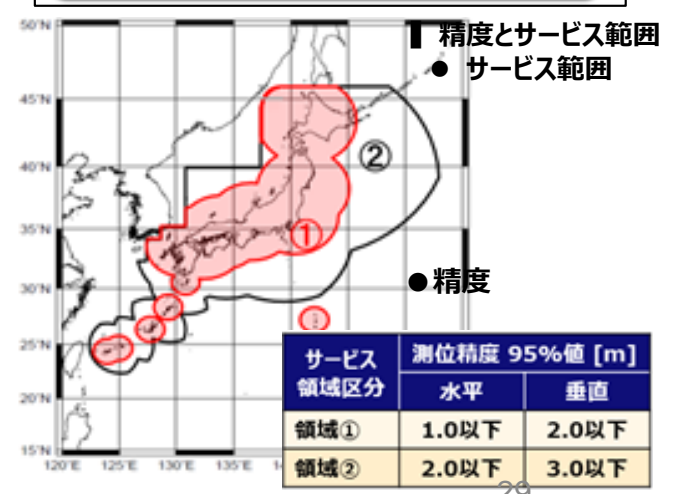
サブメータ基準局

準天頂衛星 QZS

QZS及びGPSのL1C/A信号を補強する。

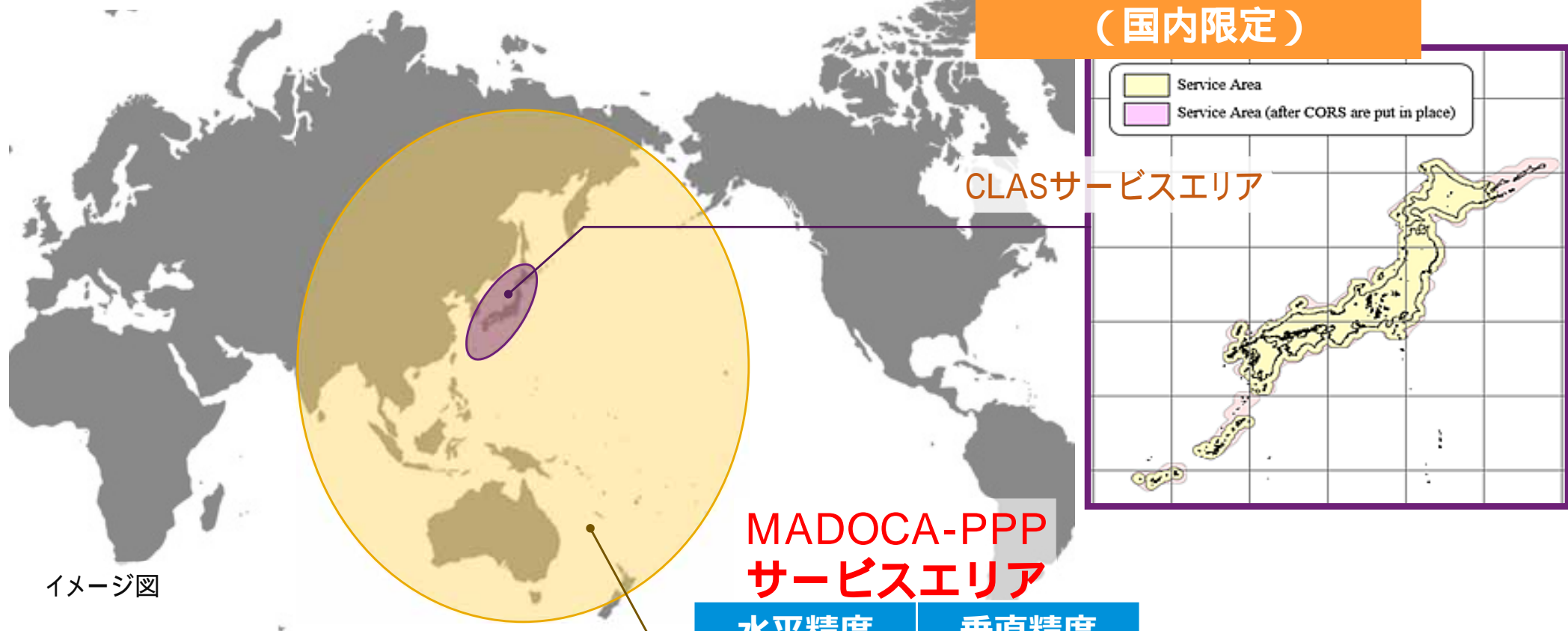
主にハンディナビ、カーナビ、ドライブレコーダーなどでの利用を想定。L1S信号を受信できる端末で利用することができる。

全国に13局ある基準局(監視局)との誤差情報(サブメータ級測位補強情報:L1S信号)を送信することにより、誤差数メートルの測位精度を実現する。(DGPS補強)



- cm級補強サービス (CLAS) は現在、国内向けのみ (国内の電子基準点を利用するため)。2022年9月から、**より広い領域をカバーする補強情報 (MADOCA-PPP)** を試験配信してきた。
- 2024年度から**アジア・オセアニア地域での実用サービスを開始した。**
- 今後、特に、**東南アジア・豪州・オセアニアの諸島国、そして、沿岸域を離れた洋上活動 (海上事業者) の高精度測位ツール**としての利活用に期待

() Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis
JAXAが開発した高精度測位を実現するための精密軌道・クロック推定ソフトウェア



・2024年4月1日からエリア内でのサービス開始

水平精度 (95%)	垂直精度 (95%)
30 cm	50 cm

1800秒 経過後の精度 (今後、改善を進める)

(新サービス) 信号認証サービス (令和6年4月開始)

参考

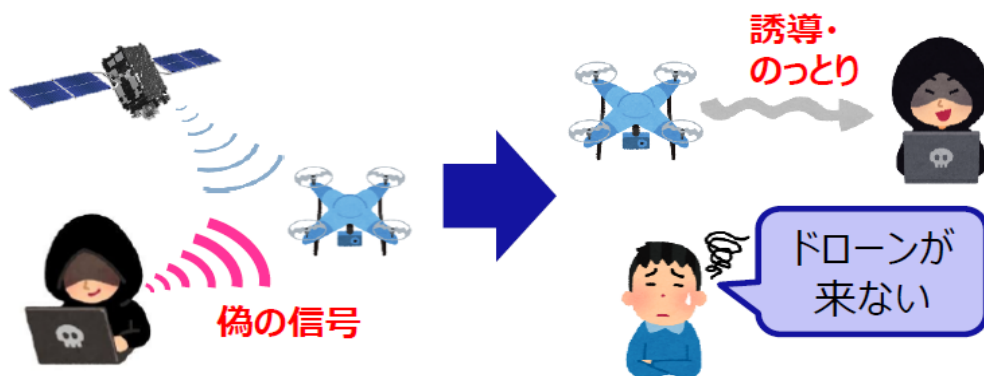
衛星測位サービスの利用拡大と共に、スプーフィング(なりすまし)などの電子妨害の懸念が高まる。

(衛星測位の信号の仕様は一般に公開されているため、第三者が偽信号を生み出せる。通常は、測位信号と第三者の信号を区別する仕組みはなく、偽の信号で位置情報の改ざん可能)

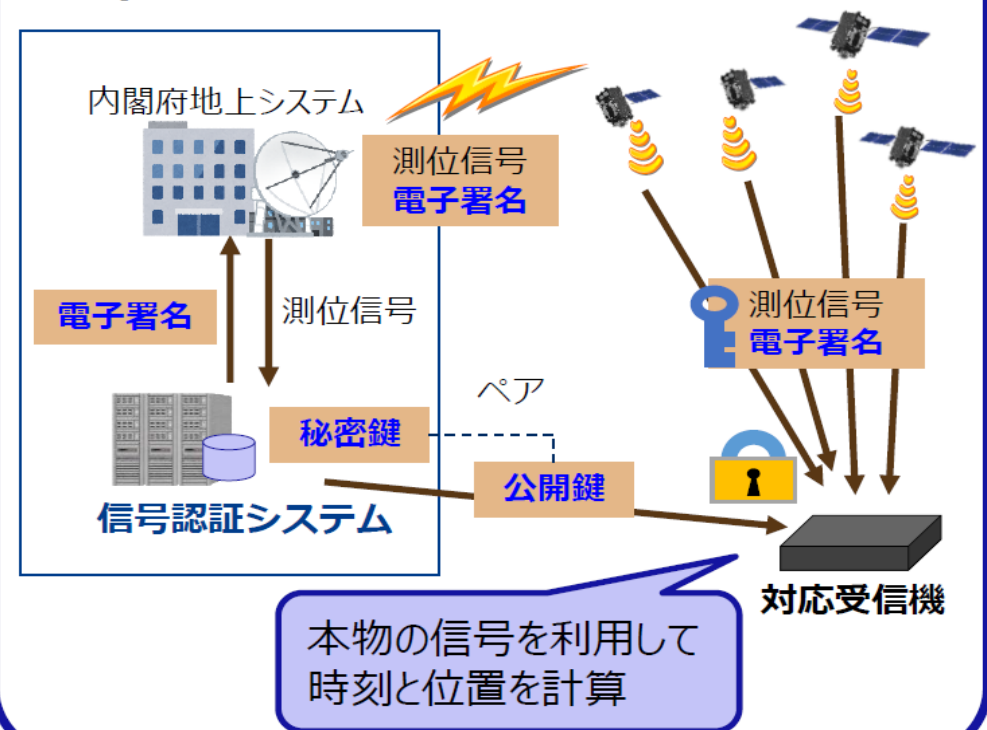
- 民生向け測位サービスへのスプーフィング対策として、測位信号に含まれる航法メッセージが本物であることを電子署名技術により証明する「信号認証サービス」を具備。2024年度からサービス運用を開始(準天頂衛星に加えGPS、Galileo衛星の測位信号も認証)。
- 位置・時刻情報の“信頼性”が高まるため、安全を必要とするユースケースでの活用が見込まれる。

■ スプーフィングとは

偽の信号(測位衛星の信号のなりすまし)を発信することによって測位した位置情報の改ざんを行うこと。
⇒対象を本来の位置とは異なる位置に誘導することが可能になる。



■ 信号認証機能のイメージ



<当初想定される製品> 制御・安全支援(自動運転、農機、建機、ドローン等)、移動記録(デジタルタコグラフ、カーナビ、航海情報記録装置等)、精密時刻管理(金融機関のタイムサーバ)など

衛星測位へのジャミング、スプーフィングの事例（世界）

GPS衛星からの測位信号への妨害行為は、悪意の有無に依らず、多く報告。昨今では、黒海付近におけるスプーフィング事例や、北極圏におけるジャミング事例のように、**悪意ある妨害が、高度化・大規模化**してきている状況。

発生年月	場所	干渉・妨害の概要
2007年	米国(サンディエゴ港湾)	停留中の軍艦より妨害信号を誤って送出、大規模電波障害発生装置によりATMや病院システムまで障害発生、原因究明まで数日を要した。
2009～12年	韓国(仁川空港)	北朝鮮より妨害波到来により航空機着陸に影響。他空港への着陸や再着陸措置などの影響がでた。2012年には、16日間のGPSジャミング電波で1016の航空機と254の船舶の運航に支障、影響を受けた。
2017年6月	黒海付近	20隻以上の船舶に対し「なりすまし」偽装されたGPS測位信号によるスプーフィングが発生し、各船舶に間違った位置情報が表示
2017～19年	北極圏	ロシアが2017年から複数回にわたり、北極圏で運用するGPSの衛星電波に対し、電波妨害を実施
2019年7月～11月	中国(周辺海域)	港の近くでGNSS妨害となりすましの複数の事件が発生 上海または黄浦江の300隻以上の船舶の位置が偽装
2021年3月	東地中海(キプロス)	イギリス空軍は、軍事飛行作戦に影響を及ぼすGPS妨害について報告
2023年	ウクライナ東部	ウクライナ東部でGPS妨害
2023年後半～2024年前半	東バルト海(ウクライナ、フィンランド、スウェーデン、ポーランド、エストニア、ラトビア)	広範な地域でのGPS妨害の影響が複数確認され、航空機に影響を与えた「サークルスプーフィング」の最初の事例も含まれている。

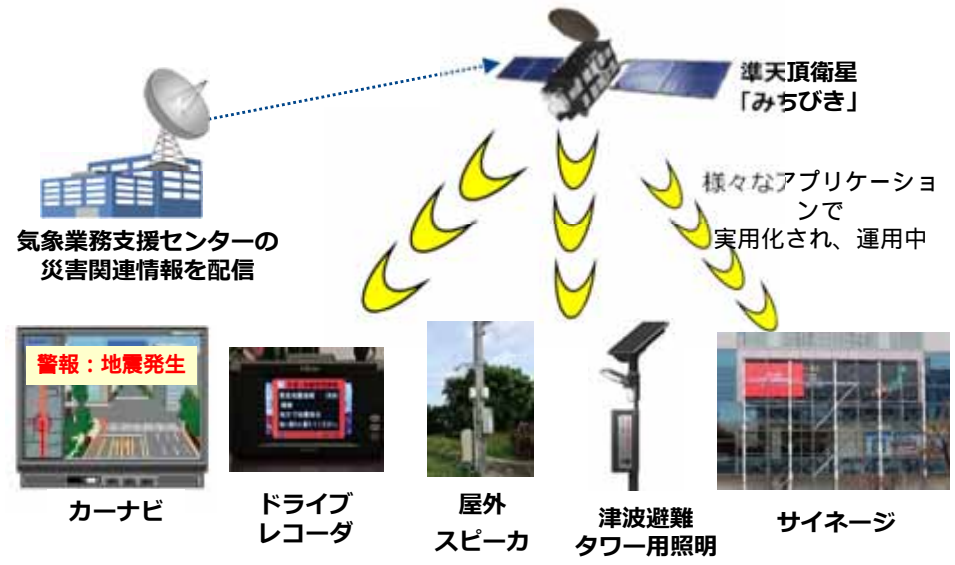
みちびきの災害危機管理サービス(災危通報、避難所安否確認)

被災者の安否情報等を収集する「衛星安否確認サービス」、災害情報等を配信する「災害・危機管理通報サービス」も提供中。
災害時に地上の通信手段が途絶・輻輳した場合も衛星経由で利用可能であり、防災・災害対応機関への活用を推進。

* 輻輳 (ふくそう) … データが一カ所に集中すること

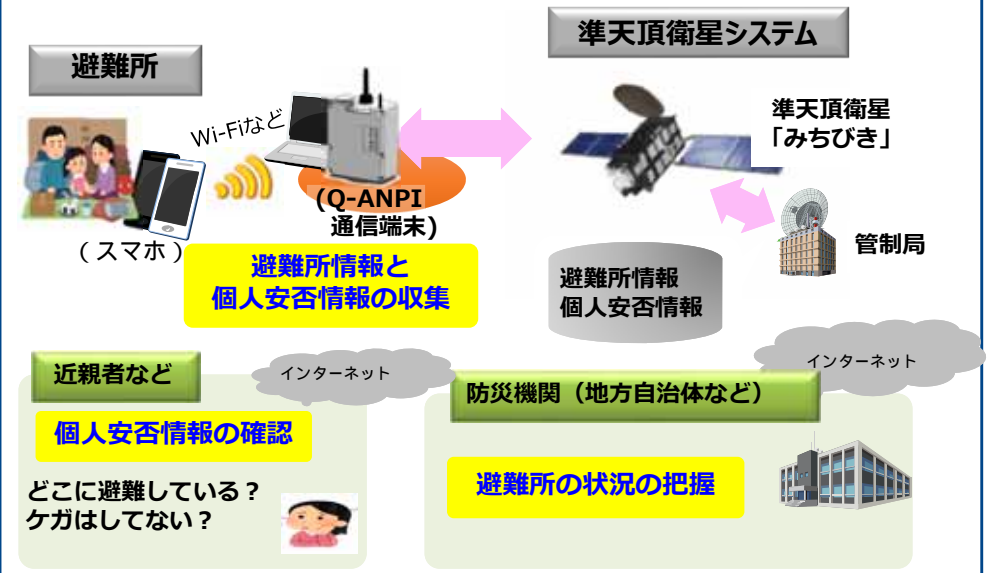
災害・危機管理通報サービス (災危通報)

- 防災機関から発表された地震や津波発生時の災害情報などの危機管理情報を、準天頂衛星経由で配信するサービス



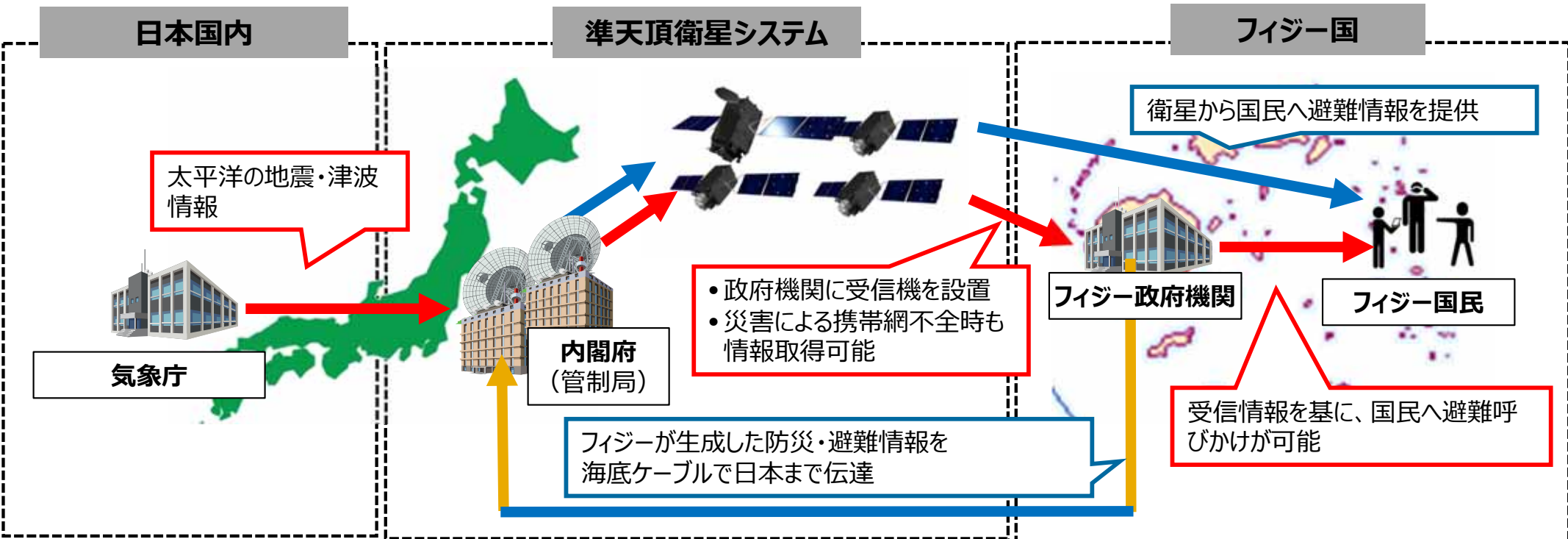
衛星安否確認サービス (Q-ANPI)

- 避難所等に設置した専用通信端末を使い、避難者がスマホ等を使って入力した安否情報を準天頂衛星経由で伝達するサービス



準天頂衛星の災害・危機管理通報サービス海外展開～フィジー・防災通報

- 気象庁発表情報を基に作成した地震や津波などの災害関連情報を準天頂衛星経由でフィジーへ配信実証（2018年より配信中の**現行災危**：下図赤線）
- フィジーの防災機関が作成した災害避難情報を準天頂衛星経由でフィジーへ配信実証（2025年度からの**将来災危**：下図青線）



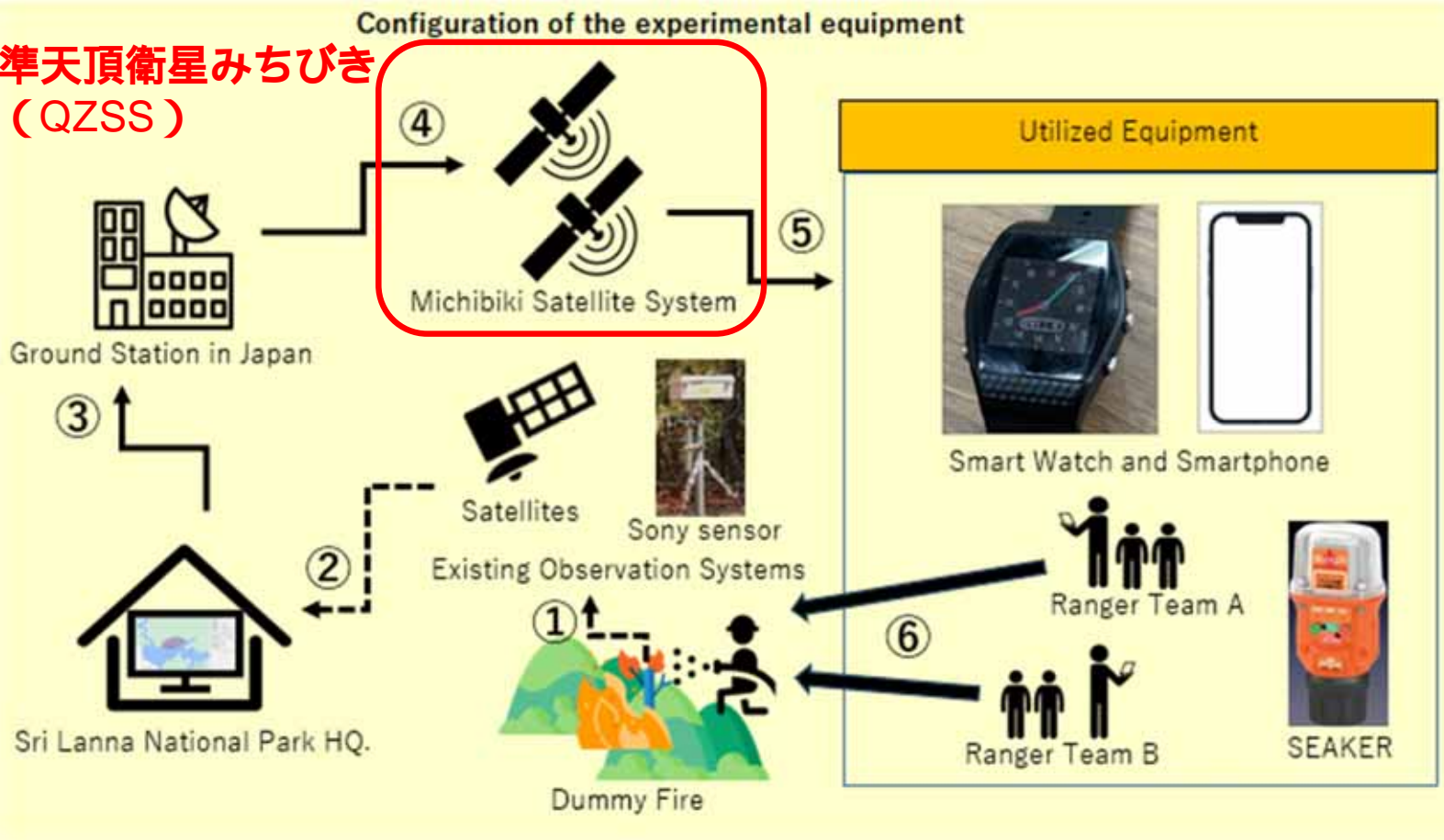
実証スケジュール	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
将来災危	現地機関との調整		★6/E 実証実施									
現行災危	実証実施の調整			▲PALM10			★実証開始予定	フィジーへ受信機を設置し、機能・有用性を確認する				

準天頂衛星の災害・危機管理通報サービス海外展開～タイ・森林火災対策

- タイ北部で問題となるPM2.5による健康被害原因の森林火災に対して、消火活動を行うレンジャーへ速やかに発災通知を行う早期警報システムのパイロットプロジェクトを、タイ政府機関と日本企業の技術の連携で実施中。準天頂衛星システムみちびきの持つ「**災危通報メッセージ**」機能を活用。
- 2022年度から現地のニーズ調査を開始。1回目の実証を2023年2月1日、2回目の実証を2024年3月13日に、共にスリラナ国立公園で実施（**3月の実証時にはセター首相も現地視察をされた**）
- 早期警報システムの導入によって森林火災の初期消火が実現し、火災拡大の防止・予防を目指す。

<実証の流れ>

- ①ソニーの煙センサで火災検知
- ②ソニー ELTRES (低電力通信規格)で発災位置をヘッドクォータ(HQ)へ伝達
- ③災危メッセージを日本の地上局へ送信 (NTTデータ)
- ④災危メッセージを準天頂衛星システムへアップ、エリア内へ配信
- ⑤レンジャーは、衛星からの災危メッセージ (位置情報) を受信機で受信
- ⑥デバイスに表示された発災位置情報をもとにレンジャーが消火活動



準天頂衛星みちびき (QZSS)

準天頂衛星：タイ・チェンマイにおける日タイ会談成果について(本年3月)

【成果概要】

令和6年3月16日(土)、宇宙戦略推進事務局は、タイ王国駐日本国大使と共にセター首相と会談し、タイ政府機関と日本企業の技術を用いた森林火災対策に関するパイロットプロジェクトについて意見交換を実施。引き続き、日タイ間の協力を継続することで認識を共有。

【詳細】タイ・セター首相との会談（於スリランナ国立公園内の事務所）

大鷹大使より、以下について説明

- ・ **タイ地理情報・宇宙技術開発機関（GISTDA）と日本企業(ソニー、NTTデータ)の技術を用いた、森林火災対策に関するパイロット・プロジェクトの概略**

公園内のレンジャーにみちびき経由で通報

- ・ プロジェクトの効用である森林火災の早期発見の重要性
- ・ パイロットプロジェクトに付与されている**公園利用ライセンス範囲拡大に関する要望**

セター首相より、政府も大気汚染を重要課題として積極的に対処している旨の現状説明、およびパイロットプロジェクトの**タイ側フォローアップ窓口の指定（天然資源環境省チャトウポン事務次官）**

ジュンラパン財務副大臣より、日本の協力に対する謝意



セター首相と大鷹大使との会談の様子
(テーブル奥、青い防災服の男性がセター首相
首相に説明される大鷹大使)

みちびきの高精度測位サービスの普及（GPS同様、マニアから拡大）

衛星測位は専門家だけのものではない（=GPS普及初期も一般や企業のマニアから広まった）
 一般向けの技術解説書も発売（GNSSによる衛星測位から、みちびきの各高精度測位サービスの補正方法の解説と違い、精度結果等を盛り込んだ技術入門たる1冊。約1-2年おきの発刊）

【CQ出版社】
 トランジスタ技術
 2016年2月号



【CQ出版社】
 トランジスタ技術
 2018年1月号



【CQ出版社】
 トランジスタ技術
 2019年2月号



【CQ出版社】
 トランジスタ技術
 2022年1月号



【CQ出版社】 トランジスタ技術
 2024年2月号 「cm級GPS革命」