

衛星測位機能の強化について

令和 6 年 4 月

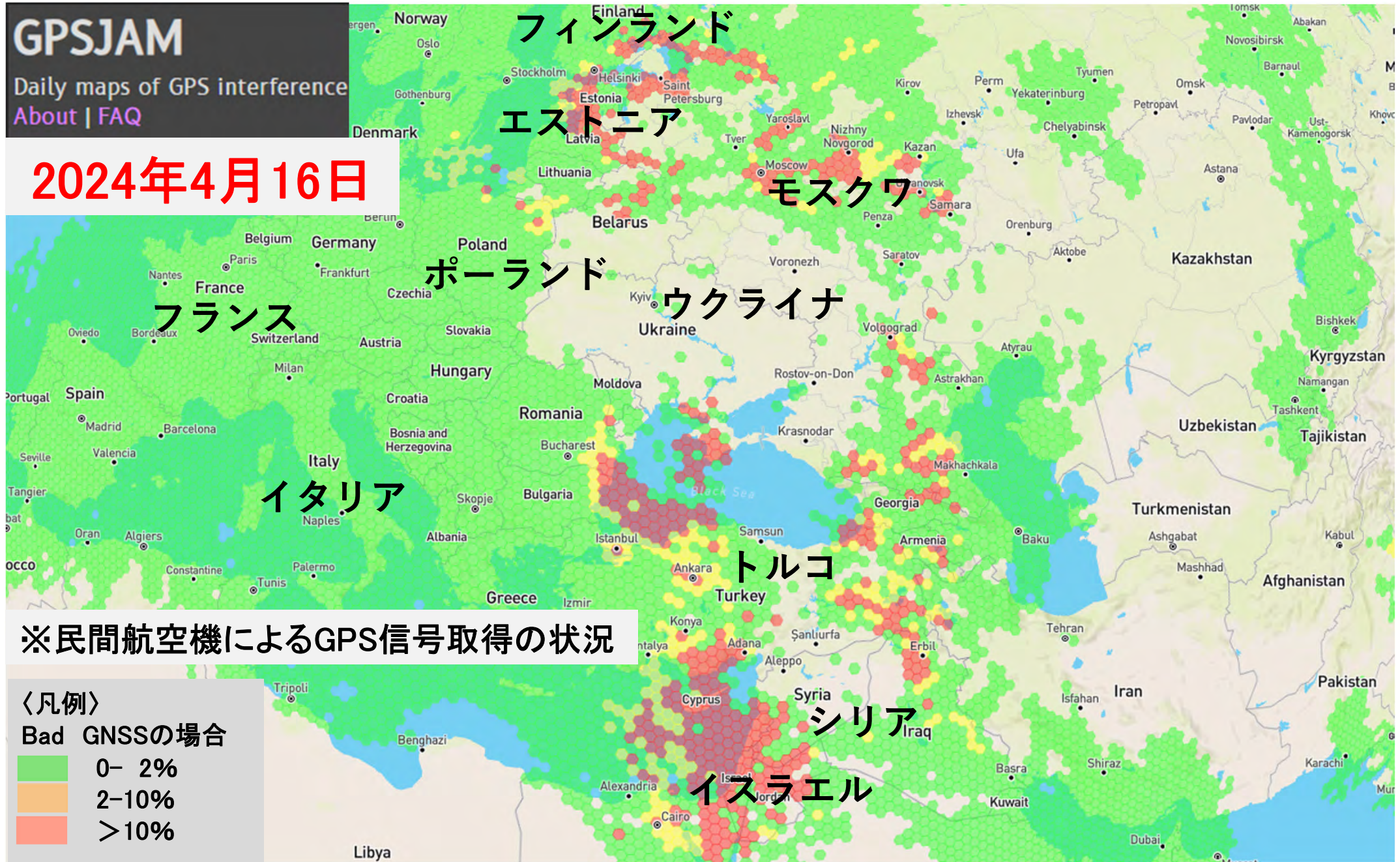
内閣府 宇宙開発戦略推進事務局

衛星測位信号への妨害の様子（ジャミング（電波妨害））

GPSJAM

Daily maps of GPS interference
About | FAQ

2024年4月16日



衛星測位へのジャミング（電波妨害）、スプーフィング（偽信号）の事例

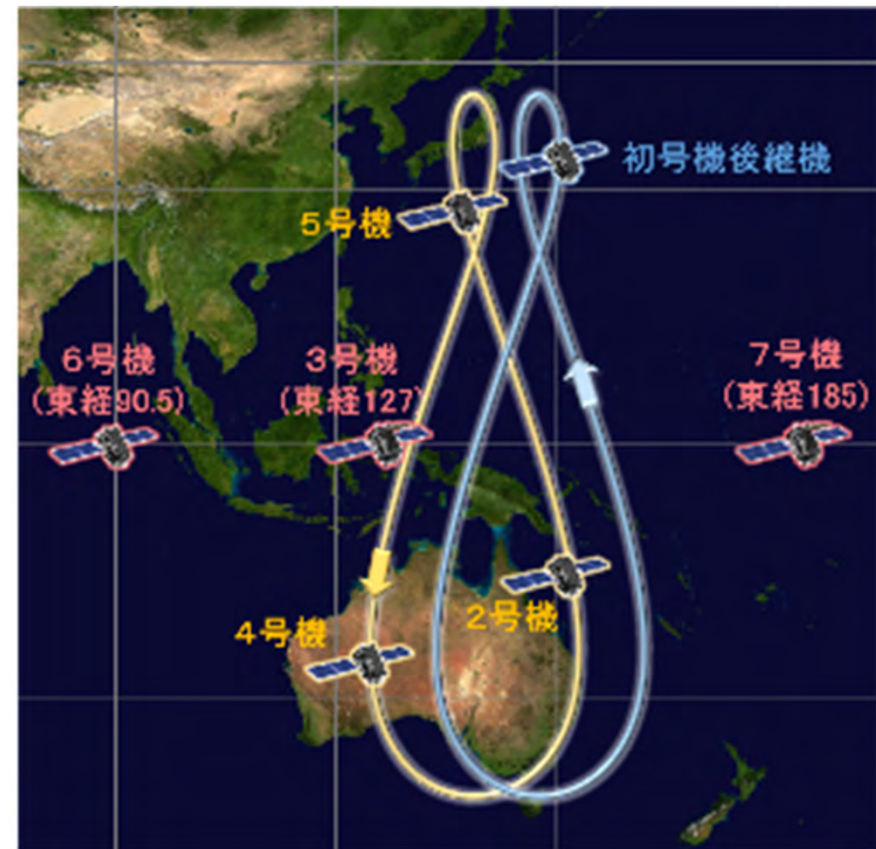
- GPS衛星からの測位信号への妨害行為は、**悪意の有無に依らず**、多く報告。
- 昨今では、黒海付近におけるスプーフィング事例や、北極圏におけるジャミング事例のように、悪意ある妨害が、高度化・大規模化してきている状況。

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。

準天頂衛星システム「みちびき」の概要

- ◆ 準天頂衛星「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。**米GPSと互換性のある信号**を送信(日本版GPSとも)。
- ◆ これに加えて、**GPSの補強信号を生成し、センチメートル級の高精度測位**も実現(GPSは5~10m)。
- ◆ 2024年度から2025年度にかけて、H3ロケットにて順次、準天頂衛星を3機打ち上げる。これによって、他の測位衛星に頼らず、**準天頂衛星のみでの測位が可能(持続測位)**となる**7機体制を構築**。
- ◆ 測位サービス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、7機体制から**11機体制**に向け、コスト縮減等を図りつつ、検討・開発に着手する(令和5年6月、宇宙基本計画改定)。

準天頂軌道衛星の直下軌跡(7機体制)



宇宙基本計画工程表(令和5年12月) ※抜粋・簡略化

年度	R5 (2023)	R6 (2024)	R7 (2025)	R8 (2026)	R9 (2027)	R10 (2028)	R11 (2029)	R12 (2030)	R13 (2031)	R14 (2032)	R15 以降
	4機体制の運用 (GPSと連携した測位サービス)			7機体制の運用(持続測位の体制構築)							
		▲	▲	準天頂衛星の 打上げ(5~7号機)							
	11機体制に向けた検討・開発										
	防衛・海上安保分野における準天頂衛星システムの利用促進(内閣府、防衛省、国土交通省)										

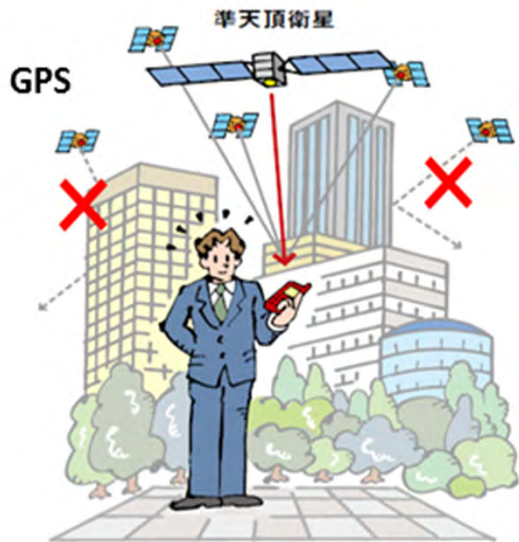
※:「▲」は各人工衛星の打上げ年度の現時点におけるめど等であり、各種要因の影響を受ける可能性がある。

準天頂衛星システムの概要（サービス概要）

・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、ほとんどのスマホが対応。また、多くのカーナビも対応。



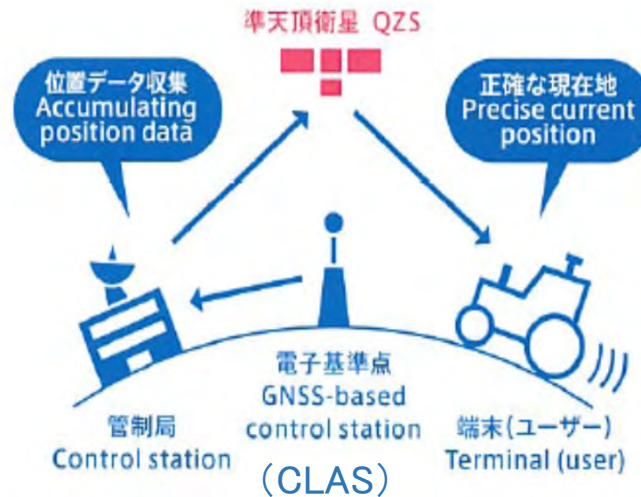
民生/**公共**利用

・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

- ・センチメートル級 (CLAS、MADOC-A-PPP)
- ・サブメータ級 (SLAS)
- ・SBAS (航空管制用)
- ・**信号認証サービス**

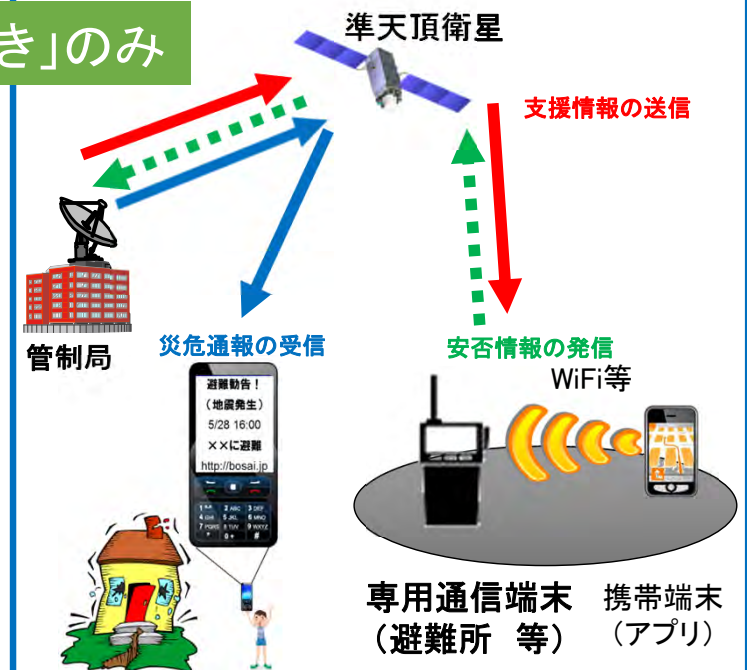
「みちびき」のみ



民生利用

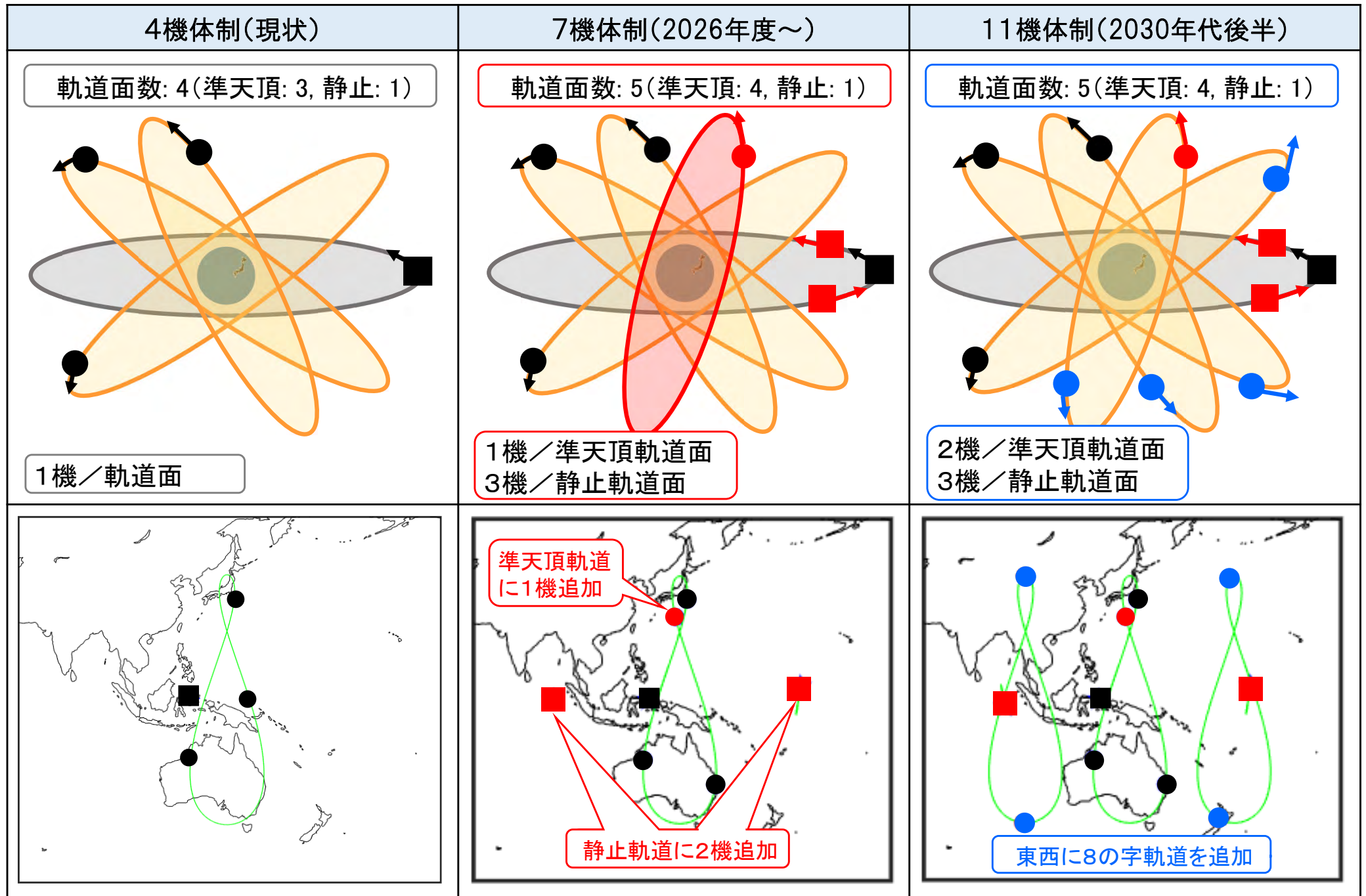
・メッセージサービス

- 災害・危機管理通報
- 衛星安否確認サービス



民生利用

準天頂衛星システムの機数拡張（7機から11機へ） ※宇宙基本計画の改定（令和5年6月）

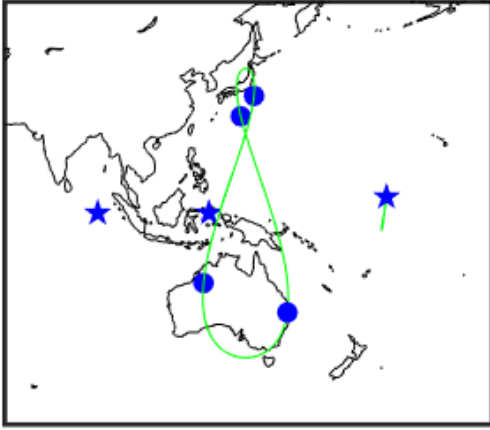


●: 準天頂軌道衛星、■: 静止軌道衛星(準静止軌道衛星を含む。)

準天頂衛星システムの機数拡張（7機から11機へ） ※宇宙基本計画の改定（令和5年6月）

- 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。
- 7機から11機への拡張により、社会インフラとしての信頼性を確保し、経済成長を支える基盤の整備に貢献。

7機体制（2026年度から）

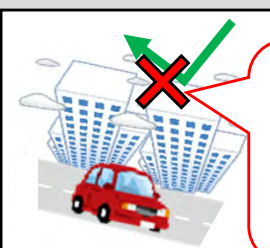


必要最低限の機数であるため、**1機でも故障すると測位機能を維持できない**



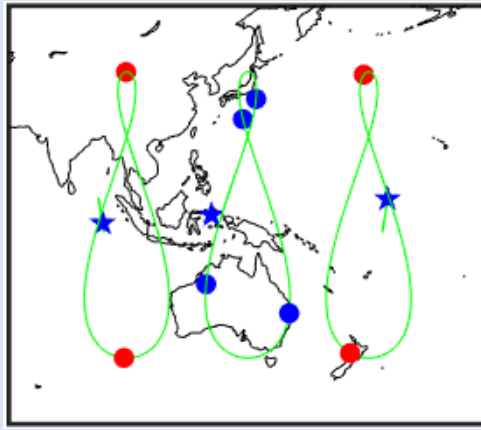
2017年に欧州の測位衛星システム（ガリレオ）が故障。1週間程度サービス停止。

高精度測位が利用しにくい場合がある（民生、公共サービスともに）



信号が1方向のみ
⇒ 障害物等で信号が受信不可
(自動走行に悪影響)

11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機の拡張計画。

様々な場所で高精度測位が利用できる（民生、公共サービスともに）



信号が多方向から
⇒ 信号が受信可能
(自動走行が可能)

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。

得られる効果（信頼性と先進性）

故障時も**米国GPS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)



除雪トラックの自動化
(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
(ビル街でも対応可能)

国内でのスプーフィング検証（試験的な妨害電波を出して確認）

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。

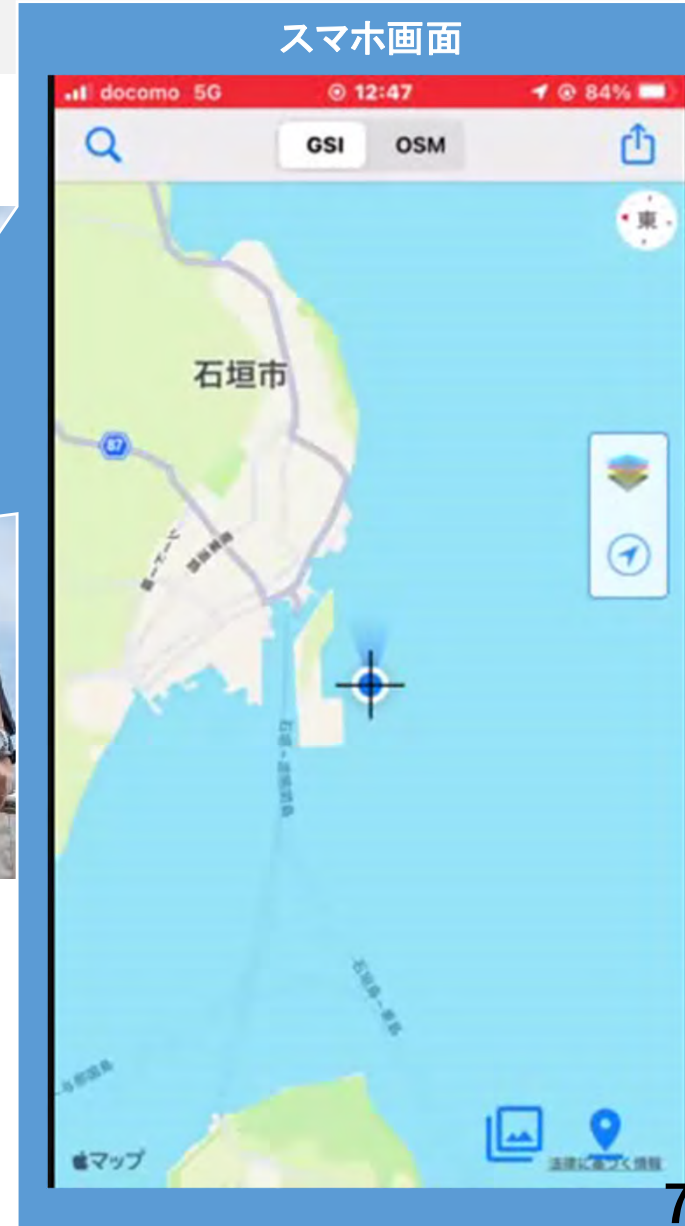
信号認証機能を具備した受信機ではスプーフィングの検知に成功した。



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



(民生用途) 信号認証サービス (令和6年4月開始)

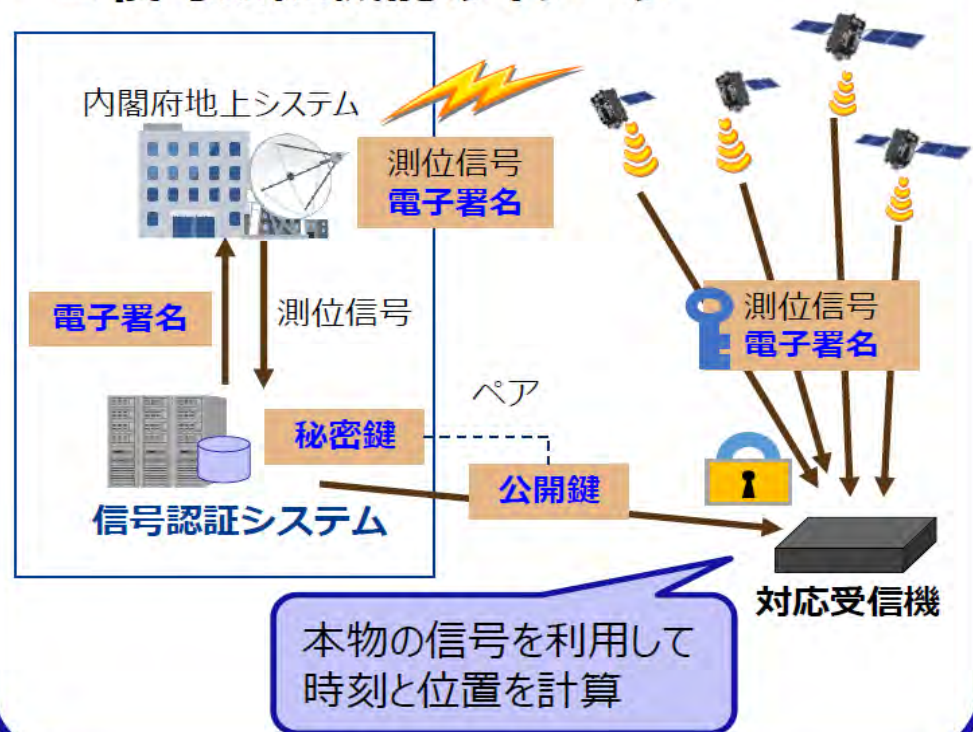
- 衛星測位サービスの利用拡大と共に、スプーフィング(なりすまし)などの電子妨害の懸念が高まる。
(衛星測位の信号の仕様は一般に公開されているため、第三者が偽信号を生み出せる。通常は、測位信号と第三者の信号を区別する仕組みはなく、偽の信号で位置情報の改ざん可能)
- 民生向け測位サービスへのスプーフィング対策として、測位信号に含まれる航法メッセージが本物であることを電子署名技術により証明する「信号認証サービス」を具備。2024年度からサービス運用を開始(準天頂衛星に加えGPS、Galileo衛星の測位信号も認証)。
- 位置・時刻情報の“信頼性”が高まるため、安全を必要とするユースケースでの活用が見込まれる。

■ 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

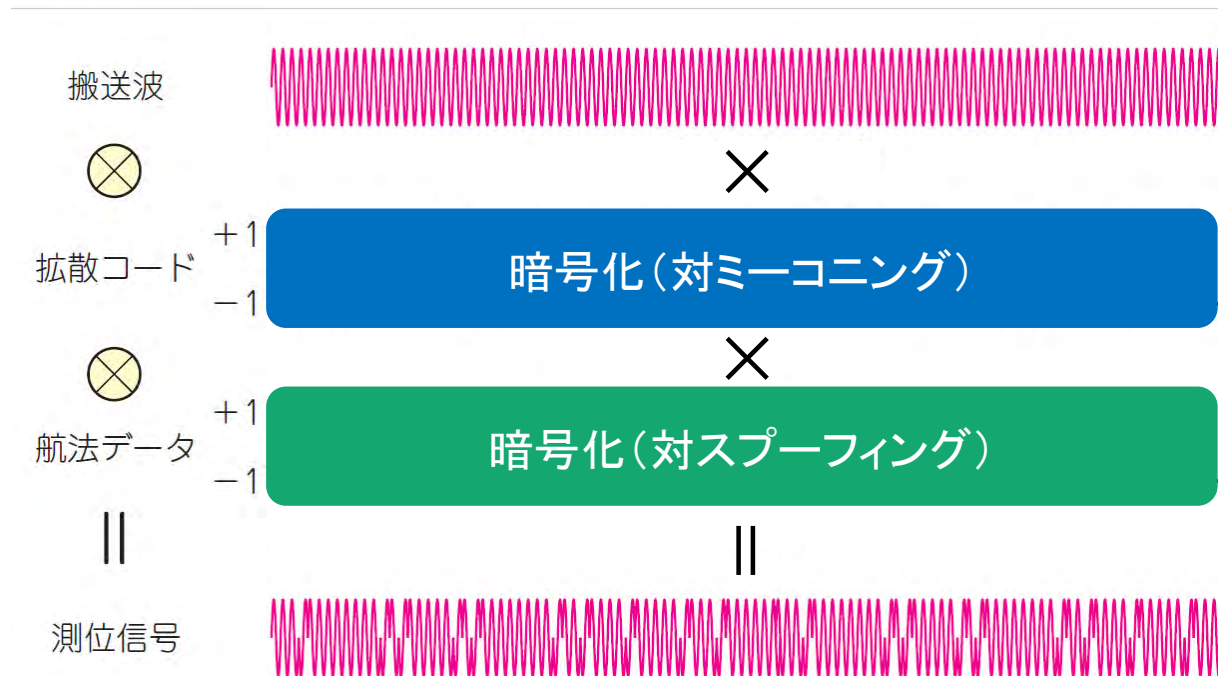


<当初想定される製品> 制御・安全支援(自動運転、農機、建機、ドローン等)、移動記録(デジタルタコグラフ、カーナビ、航海情報記録装置等)、精密時刻管理(金融機関のタイムサーバ)など

準天頂衛星システムの「公共専用信号」について

- 測位衛星を整備している国々は、抗たん性を有する暗号化された秘匿信号を配信している。
(米GPSのMコード信号、欧州ガリレオのPRS*信号、露グロナスの秘匿HPコード信号、中国「北斗」のB3秘匿信号など)。
- 準天頂衛星システムでは、**政府が認めた高度な安全保障を担う公的機関だけ(防衛省、海上保安庁)**が利用できる**暗号化された秘匿信号「公共専用信号」**を配信している。
- 公共専用信号は、妨害行為に対する耐性を有し、有事の際の機能保証に寄与する。

※PRS:Public Regulated Service



※暗号化され容易に解読されない