

準天頂衛星「みちびき」の利活用と 今後のサービス展開について

Quasi-Zenith Satellite System



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
和田 弘人

2023年9月1日
福島ロボテスフェスタ2023
『みちびき（準天頂衛星システム）講演会』

1. 準天頂衛星システムの特徴と利活用の支援
2. 将来のサービスの発展

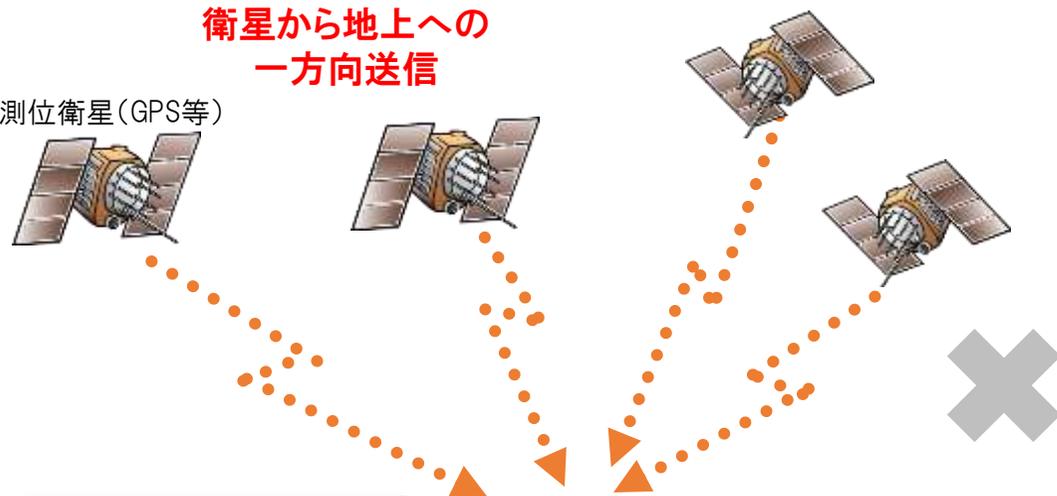


衛星測位システム(GNSS)とは・・・位置と時刻を提供する情報インフラ

- 衛星測位は、人工衛星からの信号を受信することにより、地上の位置・時刻を特定する技術。米国が整備・運用する **GPS** (Global Positioning System) が有名。
- 位置・時刻の特定には、**縦・横・高さ・時間の4つの未知数**を解くために、**最低4機の測位衛星**が必要。

衛星から地上への
一方向送信

測位衛星(GPS等)



4機以上の衛星から
測位信号を受信して
位置と時刻を決定



GPSなど
5~10mの測位精度
(x,y,z,t)

地球上の位置と時刻を示すビーコン
(インフラ)



位置と時刻に関わる
データ・センサ

=



各種サービス
(民間)

各国の測位衛星の状況・・・みちびきはかなりとがった精度のインフラです

- ◆ 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を整備、その利活用を進めてきた。
- ◆ 中国（北斗）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。
- ◆ 韓国においても、朝鮮半島を中心に半径1000 kmを対象としたシステムを構築予定。

2023年6月現在

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 (第2世代26機、第3世代5機)	
 ロシア GLONASS	10～25 [m] <i>(補強情報を使って数cm程度を目指している)</i>	25機体制で運用中	
 欧州 Galileo	15～20 [m] <i>(補強情報を使って20cm程度を目指している)</i>	28機体制で運用中 ※内、5機は現在サービス停止中	
 中国 BeiDou	10～15 [m] <i>(補強情報を使って20cm程度を目指している)</i>	45機体制で運用中 (第2世代15機、第3世代30機) (IGSO 10機、GSO 8機、MEO 27機で構成)	
 インド NavIC Navigation Indian Constellation	～20 [m]	7機体制で運用中 (IGSO 4機とGSO 3機で構成) ※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 <i>(cm級の補強情報活用時)</i>	4機体制で運用中 ※7機体制の構築に向け整備中	

全世界を
カバー

運用国を
含む特定
地域をカ
バー



10mのビーコン

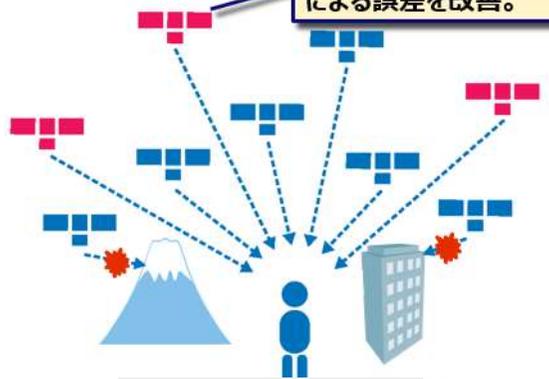



数cm～1mのビーコン

みちびきが提供する測位・高精度測位サービスの特徴

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。



【衛星測位サービス】

準天頂衛星をGPS衛星と一体で利用

可視衛星が増え、衛星配置のバランスも良くなるため、**安定した測位が可能**となり**精度の高いサービス**が期待できる。

■ 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

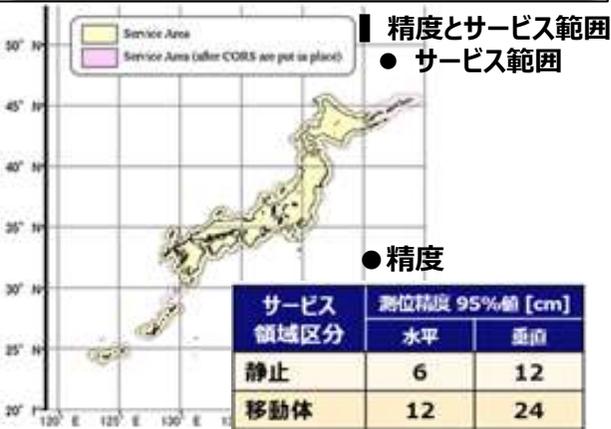
電子基準点から計算した高精度測位情報 (センチメートル級測位補強情報: L6信号) を送信することにより、センチメートル級の測位精度を実現する。

QZS、GPS、GalileoのL1帯、L2帯、L5帯信号を補強する。



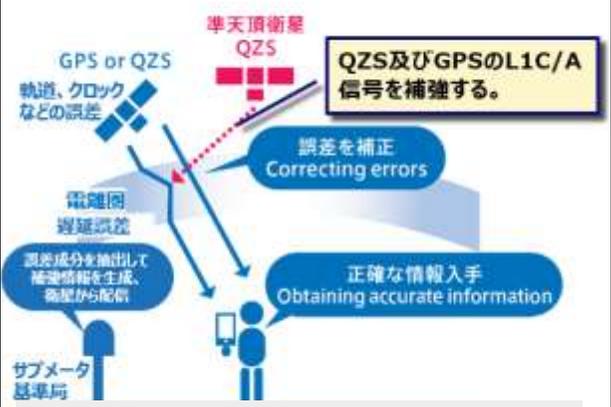
【センチメートル級測位補強サービス(CLAS)】

主に**重載**や**測量機材**での利用を想定。**L6信号**を受信できる端末で利用することができる。



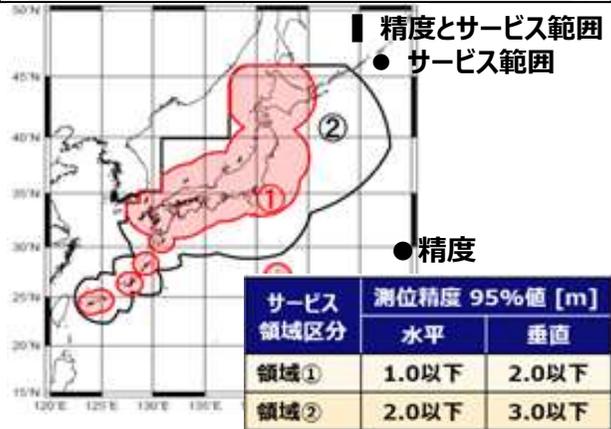
SLAS

全国に13局ある基準局 (監視局) との誤差情報 (サブメートル級測位補強情報: 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)



【サブメートル級測位補強サービス(SLAS)】

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



測位の精度と様々なサービスの関係

- 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可能。

【測位精度】×【位置情報サービス】



みちびきの利用拡大の支援・・・①実証実験

- 2018年11月のサービス開始以降、主要産業分野において、みちびきの各種サービスを活用した実証実験、実証事業を各府庁等が実施しており、新たな製品・サービスが多数生み出されている。
- 2023年4月時点で、みちびきに対応している**製品数は415**。
- 製品カテゴリーは、受信機、スマートフォン、カーナビ、スマートウォッチなど**約50種類**。



(みちびきに対応した受信機での機能確認は終了し、受信機の低価格化待ち)



(みちびきに対応した製品をSEP船（洋上風力発電の建設用船舶）に採用予定)



(みちびきに対応した受信機での機能確認は終了し、受信機の低価格化待ち)



(みちびきに対応した製品を市販化済)



(みちびきに対応した製品を市販化予定)



(みちびきに対応した製品を市販化済)

② マッチング・スタートアップ支援 【イノベーションリーダーズサミット:ILS】

- ◆ 11月末～12月初めに虎ノ門ヒルズで開催される**スタートアップ企業600社**と、**大手企業100社500部署以上**が参加するアジア最大級のオープンイノベーションマッチングイベント（主催：ILS実行委員会）。
- ◆ **スタートアップ企業と大企業/VCの商談マッチング**の他、自社の製品・サービスのPRピッチやブース展示。
- ◆ **宇宙事務局は昨年度、みちびきを活用した6事業者を推薦。**
- ◆ PRピッチは会場・オンライン合計で**200名程度参加**、ブースには**50組の来訪**があったほか、**24件の商談**を獲得。



③ 事業化へ向けた伴走支援 【みちびきコミュニティ:MeetUP】

- ◆ みちびきを活用した**サービスアイデア**を検討する場（年3回程度）。みちびきを活用したアイデアを数テーマ選定し、**ビジネス及びみちびきに精通した有識者**を各チームに配置。
- ◆ 有識者とともに**アイデアをブラッシュアップ**。事業化に向けた**具体的なビジネスモデルの構築**を目指す。
- ◆ 検討したアイデアを広く情報発信。Webサイトでの情報発信やウェビナー等のイベントを実施。



有識者	所属等
佐藤 将史	一般社団法人SPACETIME共同設立者・理事兼COO
嶋田 敬一郎	日本IBM Digital Makers Lab.
畑田 康二郎	株式会社デジタルハーツプラス代表取締役
野澤 宇一郎	株式会社マイスター 常務取締役
春原 久徳	ドローン・ジャパン株式会社CEO

1. 準天頂衛星システムの特徴と利活用の支援

2. 将来のサービスの発展

フィジカル（現実）空間からセンサーとIoTを通じてあらゆる情報が集積（ビッグデータ）
人工知能（AI）がビッグデータを解析し、高付加価値を現実空間にフィードバック

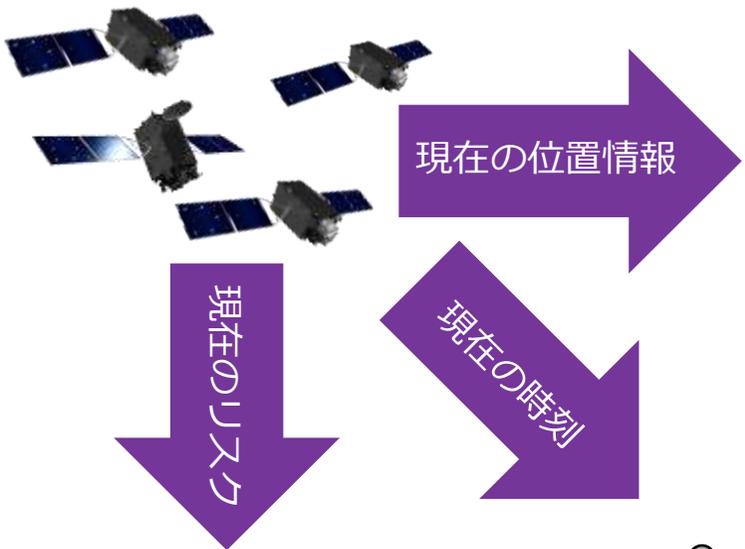
これまでの情報社会(4.0)

Society 5.0



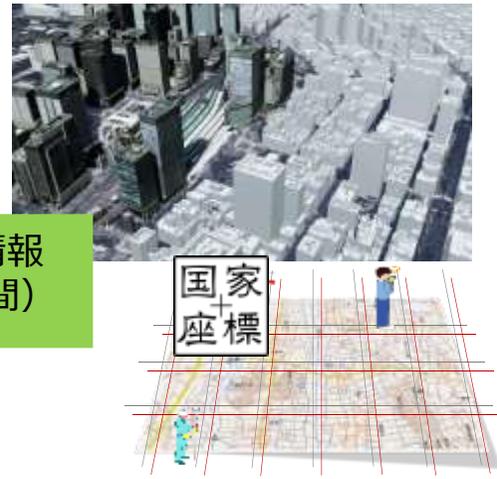
Society 5.0 (サイバー/フィジカル空間) への貢献

みちびき
(今を伝える宇宙の情報インフラ)



①位置情報サービス
サイバー空間上で対象の“現在位置”を提供

地理空間情報
(位置情報インフラ)

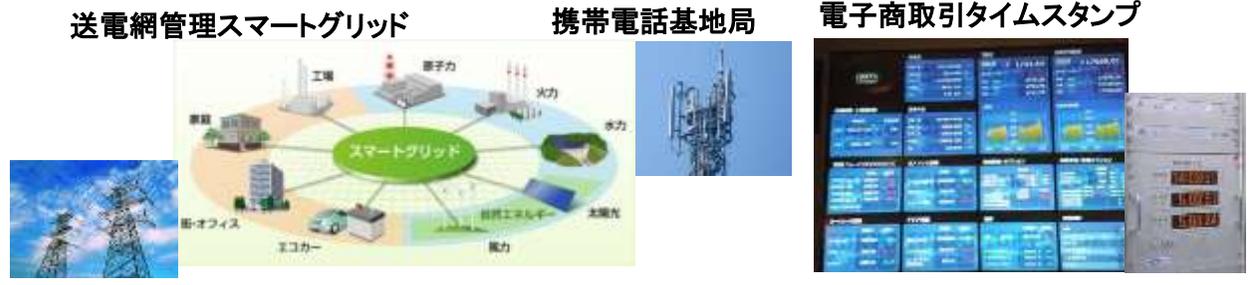


③気象防災情報サービス
人・機器へ“防災情報”を提供



②時刻同期サービス
広域なフィジカル空間に“同時刻”を提供

重要インフラのネットワーク
(電力・情報通信・金融等)



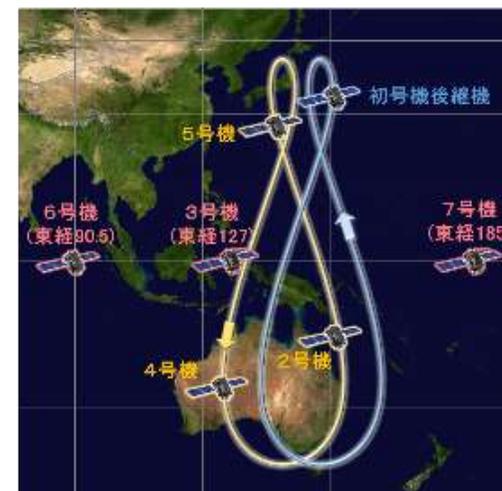
基礎体力の向上・・・自立性・持続性・測位精度

- ◆ 準天頂衛星のみでの測位（**持続測位**）を可能とする**7機体制の構築**に向け、2023年度から2024年度にかけて順次準天頂衛星5 - 7号機を打上げ予定。
- ◆ 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**。

宇宙基本計画工程表（令和5年7月）より抜粋・簡略化

準天頂軌道衛星の直下軌跡（7機体制）

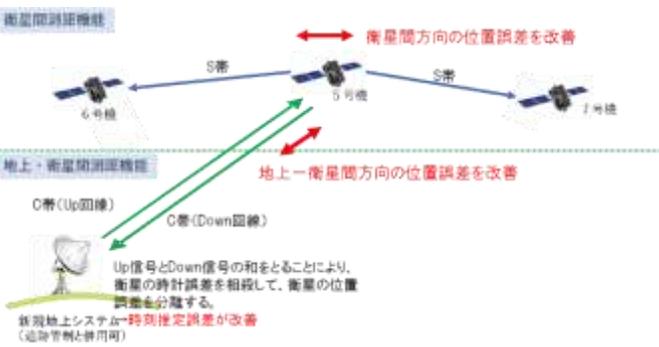
年度	R5 (2023)	R6 (2024)	R7 (2025)	R8 (2026)	R9 (2027)	R10 (2028)	R11 (2029)	R12 (2030)	R13 (2031)	R14 (2032)	R15 以降
	4機体制の運用 (GPSと連携した測位サービス)		7機体制の運用(持続測位)								
	打上げ ▲▲▲▲		11機体制に向けた検討・開発								



※：「▲」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。
 ※：H3ロケット試験機1号機の打上げ失敗に係る原因究明と対策の状況を踏まえ、今後、打上げ時期の見直しを行う。

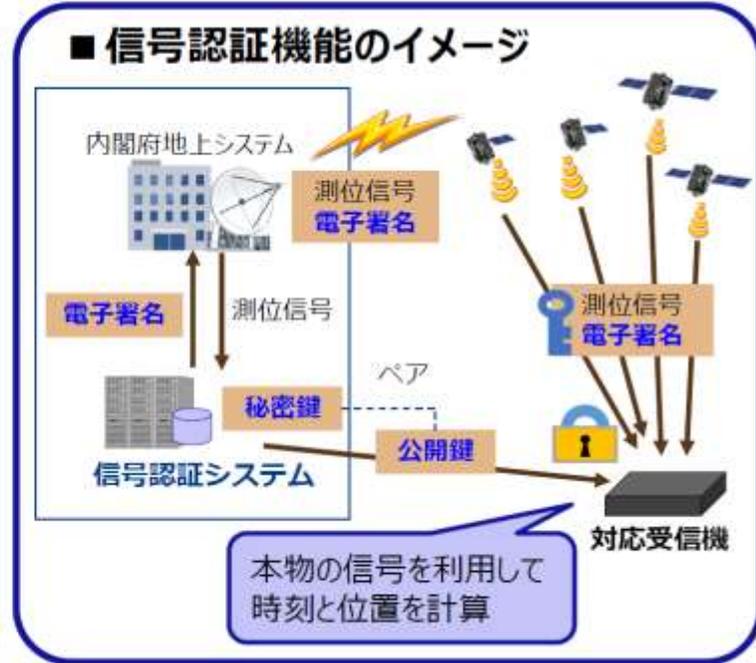
測位の基本性能の向上に関する開発
 （衛星そのものの位置決定精度の向上等）

7機体制後の準天頂衛星の測位精度 向上（7機体制構築3年後から）試算



誤差要因	測位精度（2周波コード測位）	
	7機体制 (ISR実用化前)	7機体制 (ISR実用化後)
①衛星の軌道・時刻に起因する ユーザ視線方向の誤差	1.30m	0.15m
②衛星から受信機までの 環境に起因する誤差	0.35m	0.35m
③衛星の幾何学的配置 (水平成分) (HDOP)	6.7	2.6
水平測位精度（目標精度）	9.0m	1.0m

- 衛星測位サービスの利用範囲の拡大と共に、**ジャミング(受信妨害)**や**スプーフィング(なりすまし)**の懸念がより高まってきている。
- **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「信号認証機能」を**2024年度から正式運用開始予定**。
- 認証対象は、**準天頂衛星に加えGPS、Galileo衛星**の測位信号を予定。
- **位置及び時刻情報の“信頼性”が高まる**ため様々なユースケースでの活用が見込まれる。



自動車・物流

ドローン

インフラ
(金融・エネルギー などの時刻同期)

農業

LBS・
コンシューマ向けサービス

屋内外シームレス

測量・地理情報

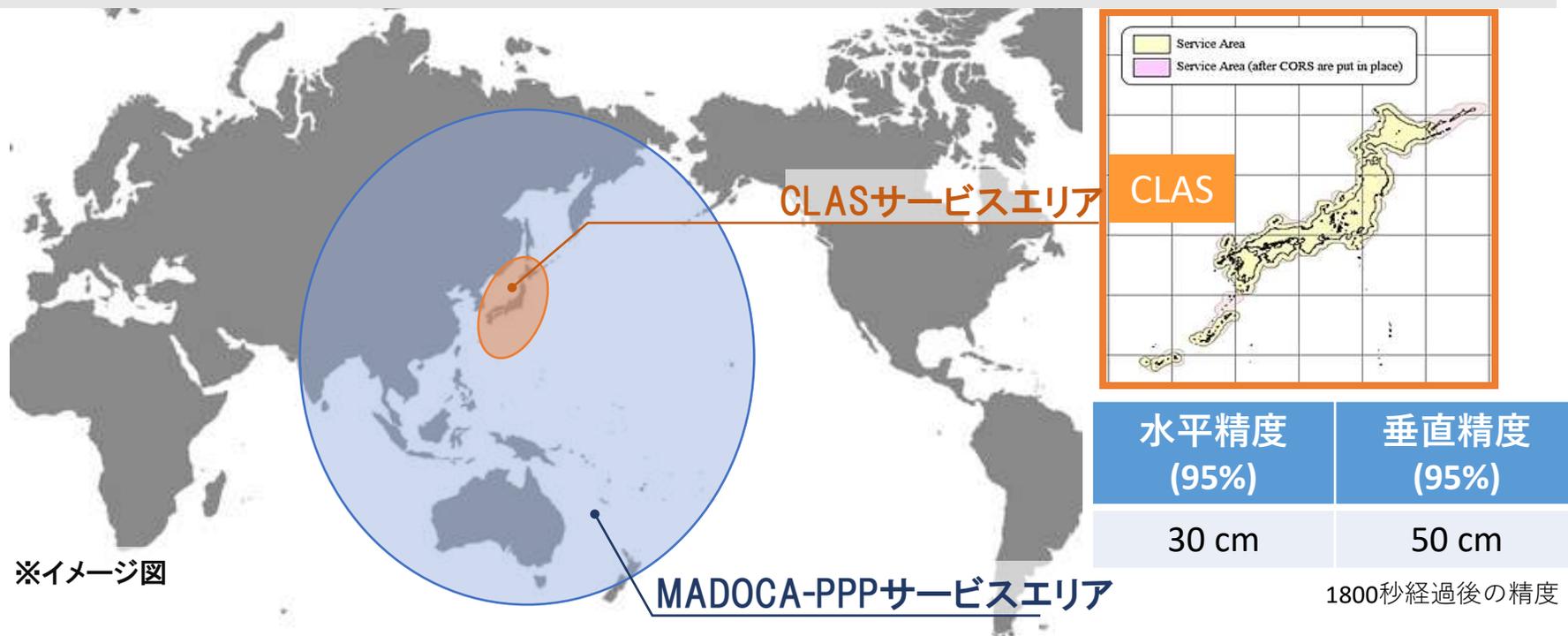
<当初想定される製品>

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）、タイムサーバ など

など

高精度測位サービスの海洋・海外展開・・・MADOCA-PPP

- 現在、センチメートル級補強サービス（CLAS）は国内向けのみであり、より広い領域をカバーするサービスのための補強情報を**2022年9月から試験配信中**。
- 今後、**2024年度からアジア・オセアニア地域での実用サービス開始予定**。
- 我が国においても、沿岸域を離れた洋上での高精度測位ツールとしての利活用を期待



※イメージ図

これまでの状況：

- ・ 2022年2月ユーザーインターフェース文書(PS, IS)を制定
- ・ 2022年9月30日より試行運用中

- みちびきは世界に先駆けて、c m級の高精度測位の情報インフラを実現。
- これを使った様々なサービスの創出や事業化のための支援メニューを用意。
- 信頼性・可用性を広げる新サービスを2024年度に順次運用開始予定。
- みちびきの更なる自立性・安定性・発展の基盤となる7機体制の着実な構築のため、5 - 7号機を順次打上げ予定。将来の1 1機体制に向けた検討・開発に着手。

安定した測位

日本のほぼ真上にいるので
安定して情報を提供



精度の高い測位

みちびき独自のより高精度
(サブm/センチm級)な
サービスを提供



低コスト

サービス利用料無料



海外でも使える

アジア・オセアニアでも
高精度な測位が可能



災害時にも活躍
災害情報の提供や
安否情報の確認



みちびきのコミュニティへ是非ご参画ください

https://qzss.go.jp/overview/faq/pre_inquiry.html

「みちびきウェブ」「お問い合わせ」で検索