

準天頂衛星システム「みちびき」の 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

1. 準天頂衛星システムのサービスの特徴
2. みちびきサービスを用いた事業化の支援
3. 発展し続ける みちびき
4. まとめ

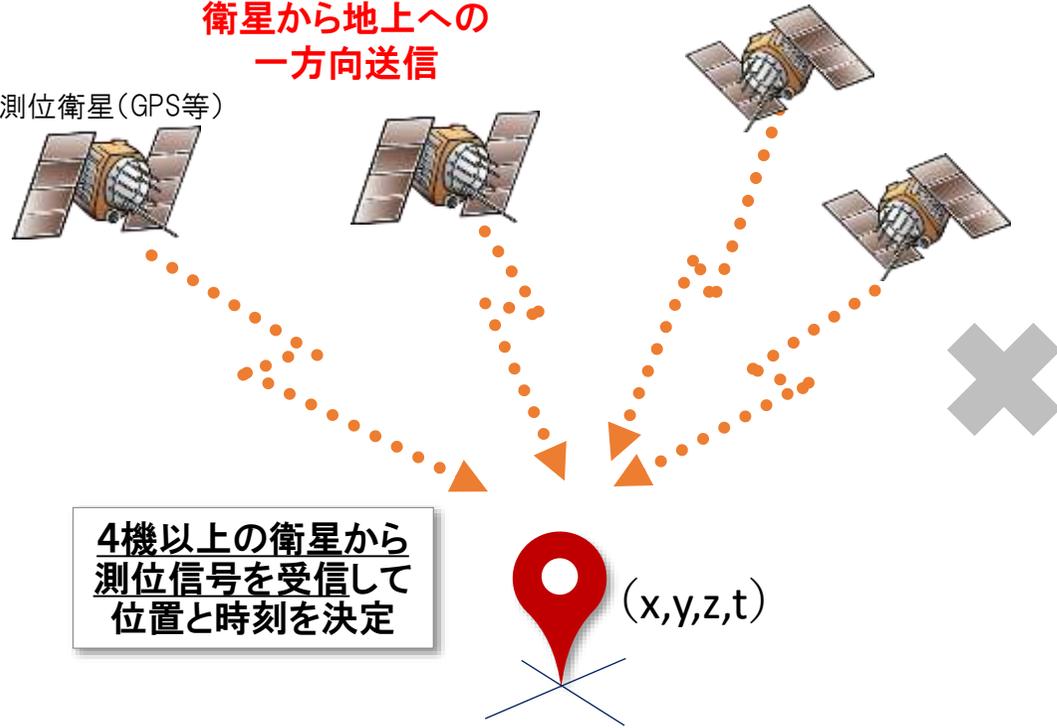


衛星測位システム(GNSS)とは・・・位置と時刻を提供する情報インフラ

- 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

(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)

衛星測位システムにかかわる市場の推移予測 (2021→2031)

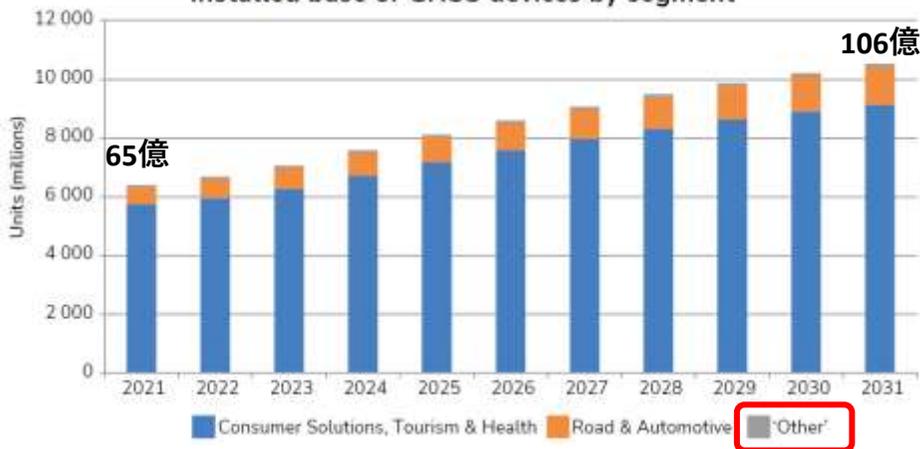
EUSPA EO and GNSS Market Report (2022) より

- 全世界のGNSSデバイスの出荷先台数の半分程度をアジア・大洋州地域が占めて最も大きなマーケット。
- GNSSデバイスの大半がスマホやウェアラブルデバイスへの組み込み (2021年で全体の89%)。
 - 大局的な出荷台数はスマホの需要見込みに左右され、予測としては鈍化傾向。
 - 車載デバイスとしての需要が拡大・けん引。
- その他"Other"の分野では、
 - 現在、航空・ドローン分野(青色)が半数以上
 - 将来的には農業分野(灰色)での活用が伸びて第二位を占める。

地域年間別出荷数 Shipments by region



総組み込み台数
Installed base of GNSS devices by segment



Installed base of 'Other' by segment (2021)



Installed base of 'Other' by segment (2031)



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

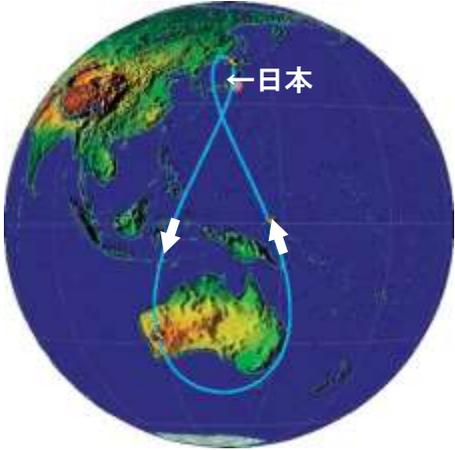
衛星測位システム	測位精度	運用状況
 米国 GPS Global Positioning System	5～10 [m]	31機体制で運用中 (第2世代26機、第3世代5機)
 ロシア GLONASS	10～25 [m] <i>(補強情報を使って数cm程度を目指している)</i>	25機体制で運用中
 欧州 Galileo	15～20 [m] <i>(補強情報を使って20cm程度を目指している)</i>	28機体制で運用中 ※内、5機は現在サービス停止中
 中国 BeiDou	10～15 [m] <i>(補強情報を使って20cm程度を目指している)</i>	45機体制で運用中 (第2世代15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



- 英語では**QZSS(Quasi-Zenith Satellite System)**と表記。
- 準天頂衛星システムは、「**準天頂軌道(3機)**」と「**静止軌道(1機)**」の4機体制。



準天頂軌道衛星の直下軌跡

①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している。

信号認証

②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 MADOCA

サブメートル級
SLAS

③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

災害通報

準天頂衛星

支援情報の送信

管制局

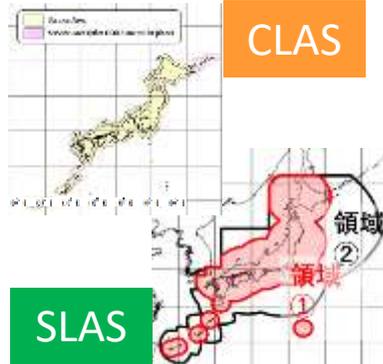
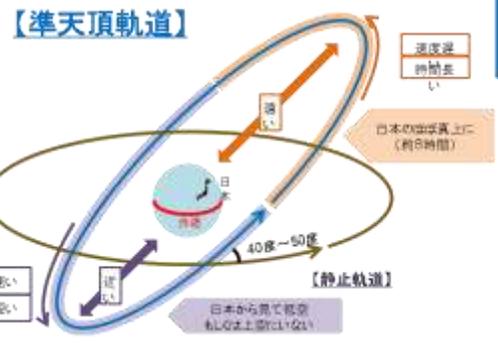
災害通報の受信

安否情報の発信

WiFi等

専用通信端末 (避難所等)

携帯端末 (アプリ)



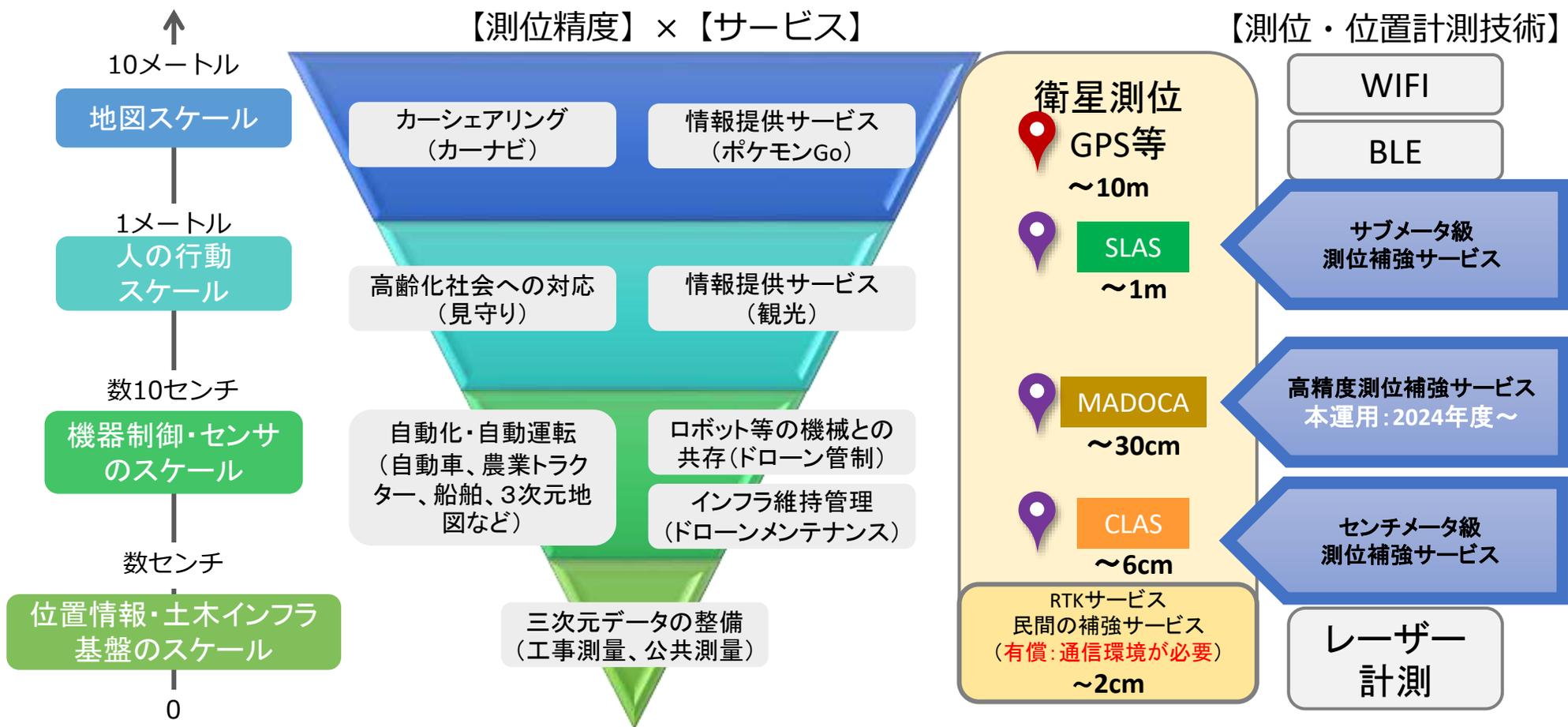
CLAS精度(95%)	水平方向	高さ方向
静止	6cm	12cm
移動体	12cm	24cm

SLAS精度(95%)	水平方向	高さ方向
領域①	1.0m	2.0m
領域②	2.0m	3.0m

衛星配置表示アプリ「GNSS View」

測位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。



GNSSの利用分野(航法誘導:10数cm~数m)

信頼性 ↑
低



自動走行



次世代ITS(安全運転支援)
走行レーン判別、自動隊列走行、出会頭衝突防止など



空港への精密侵入
MSASでは未達成。米国、欧州は
WAAS、EGNOSでサービス中



航路誘導
国交省航空局がMSASを運用



UAV(航空測量、被災情報収集、
農業散布など)

プローブカー

eCall

カーナビ
配送・物流管理

船舶運航管理・
漁場管理

ドライブレコーダー
運輸業界で導入進む
道路課金システム
シンガポールがGNSS利用検討中

鉄道運行補助
運転士支援システム
除雪車運転支援等

高←

精度

→低

10cm

1m

数m~

UAV: Unmanned Aerial Vehicle eCall: emergency Call 事故・故障時の緊急通報 MSAS: MTSAT Satellite based Augmentation System
WAAS: Wide Area Augmentation System EGNOS: European Geostationary Navigation Overlay Service

GNSSの利用分野(精密測位 数cm~10cm)

変位観測(ダム・大型橋梁、
地滑り監視)



©計測ネットサービス(株)
<http://www.keisokunet.com/>

精密農業(農機自動制御)



米国や豪州では、cm級の補正情報サービスとともに普及
日本では、北海道大や、農研機構(中央農業総合研究センター)が研究実施

地殻変動観測・
測地観測



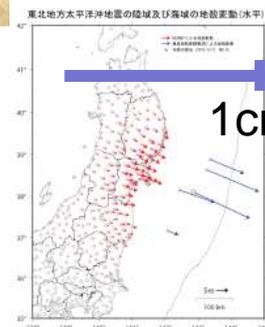
波浪・津波監視ブイ

国交省港湾局:15基を設置リアル
タイムにデータ公開。気象庁も利用

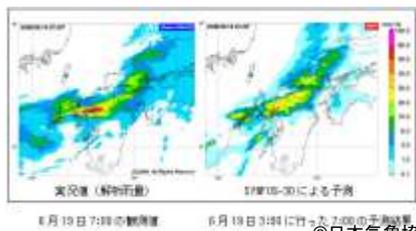
精密地図作成(高頻度更新、
三次元点群データ作成)



鉱山:自動ダンプ運行



1cm



可降水量推定

気象庁、気象協会:GPSによる推定値
を初期値として数値天気予報精度改善
京都大:QZSSを用いたより詳細な可
降水量分布に関する研究

数cm



測量

電子基準点データを使っ
た補正情報配信サービス

10cm



©計測ネットサービス(株)
<http://www.keisokunet.com/>

情報化施工(建設機械制御)

国交省が情報化施工戦略に基づき推
進会議を設置、産官学で普及を推進

国土地理院

- 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**。
- ユーザにとって、みちびきサービスは無料であること、補強サービスや災害危機管理通報、安否確認サービスなどのサービスが魅力的であることなどが、みちびきを利用する利点となっている。

みちびき活用の主要事業分野



自動車分野

高速道や雪道での
自動運転実証



物流分野

物流無人航空機や
ドローンでの利用拡
大



農業分野

農作業の自動化/
無人化の実証



船舶海洋分野

無線航法システムの
認証を取得し利用を
促進



建機・工機分野

除雪支援システムや
i-Constructionでの実証



防災分野

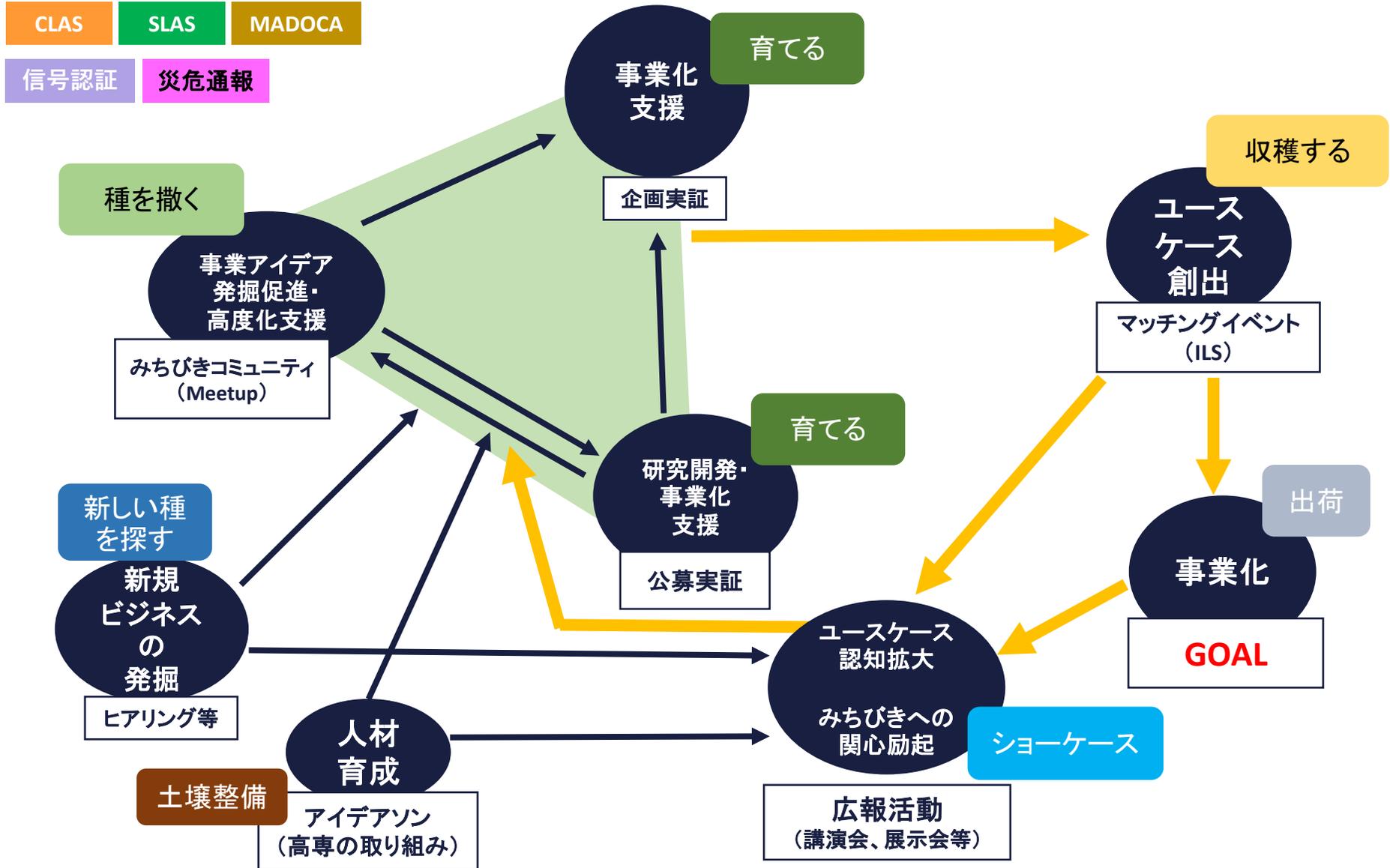
メッセージサービスを使
った避難訓練など

1. 準天頂衛星システムのサービスの**特徴**
2. **みちびきサービスを用いた事業化の支援**
3. 発展し続ける **みちびき**
4. **まとめ**



みちびきサービスを使った社会課題の解決・効率化、事業化の支援

各取組の連携の円滑化と強化を軸に、ユースケース創出を促し、事業化まで道筋を支援



- ◆ 長岡高専による取り組み
- ◆ みちびきを活用した地域課題解決の新ビジネス創出の授業及び成果発表
- ◆ カリキュラム・授業に用いる教材の作成 → 他高専への提供・活用開始



種を撒く 【みちびきコミュニティ】ユースケース創出のための事業化へ向けた伴走支援

- ◆ MeetUP：みちびきを活用したサービスアイデアを検討する場。業界内外の方々を積極的に巻き込み、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。年3回程度開催し、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。
- ◆ MeetUpで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。



MeetUPの様子

有識者	役職等
佐藤 将史	一般社団法人SPACETIDE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

- みちびきの新たな活用を考えている企業を後押しする目的で、2018年度より実施
- 2023年度は6期目で10件を採択

No.	実証実験名	分野	使用サービス
1	みちびき信号認証サービスを用いた国産ドローンによるアンチGNSSスプーフィング実証	ドローン + 信号認証	信号認証
2	みちびき信号認証サービスを利用した高信頼性のCO2排出量モニタリング支援ソリューション	物流 + 信号認証	CLAS 信号認証
3	みちびきCLASにより高精度で自動走行するインフラ点検用地中レーダロボットの開発	インフラ点検 + ロボット	CLAS
4	「みちびき」災害・危機管理通報を活用した被災対応FM ラジオ放送システムの実証	防災	災危通報
5	国土調査法に基づく地籍調査にCLASを用いるための精度検証及びマニュアル(案)作成	測量	CLAS
6	MADOCA-PPPによる海洋離島のマッピングサービス実証事業	測量	MADOCA @フィリピン
7	社会実装に向けたみちびき利用による林業重労働作業「下刈り」の自動化	林業	CLAS MADOCA
8	測位補強サービスの高高度気球への適用	宇宙観光	SLAS
9	MADOCA搭載ドローンのインフラ点検への活用に向けた性能評価実証	インフラ点検 + ドローン	MADOCA @ベトナム
10	みちびきを利用したAIによる漁業操業情報の自動作成の実証	漁業	CLAS MADOCA 災危通報

- ◆ ILSとは、**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：イノベーションリーダーズサミット実行委員会）。
- ◆ 11月末～12月初めにリアルイベントを虎ノ門ヒルズで開催。**スタートアップ企業と大企業/VCの商談マッチング**の他、スタートアップが自社の製品・サービスを売り込むためのPRピッチやブース展示。
- ◆ **宇宙事務局は昨年度、6事業者を推薦**。これまでリーチできていなかった業界の方々へのみちびきのPRやマッチング、コラボレーションを通じ、みちびき利活用のユースケース創出が目的。
- ◆ 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。



ショーケース

みちびきサービスを組み込んだ製品やサービスについての紹介・展示機会の提供



2023.7 8 9 10 11 12 2024.1 2

- 9/1-2 ロボテスフェスタ (福島RTF)
- 9/7-8 ドローンサミット (長崎コンベンションホール)
- 10/11-13 スマート農業EXPO (幕張メッセ)
- 10/17-20 CEATEC (幕張メッセ)
- 11/7-8 G空間EXPO (東京/浜松町)
- 12/4-7 ILS (東京)

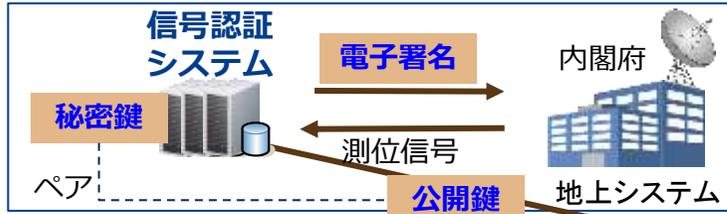


1. 準天頂衛星システムのサービスの**特徴**
2. みちびきサービスを用いた**事業化の支援**
3. **発展し続ける みちびき**
4. **まとめ**

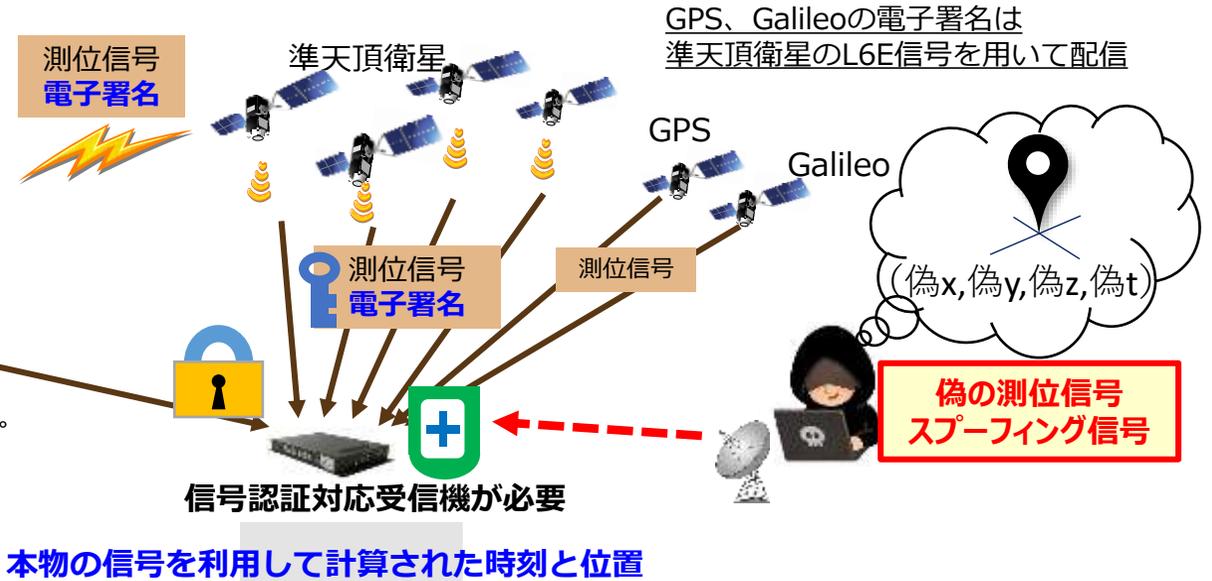


- 衛星測位システムの利用拡大と共に、測位信号への妨害技術（**ジャミング(受信妨害)**・**スプーフィング(なりすまし)**等）に対する懸念がより高まってきている。
- **スプーフィング対策**として、測位信号に含まれる航法メッセージが本物であることを「電子署名」技術により証明する「信号認証機能」を開発・整備し、**2024年度から運用を開始予定**。
- 認証対象は、準天頂衛星に加えGPS、Galileo衛星の測位信号を予定。
- **位置及び時刻情報の“信頼性”が高まる**ため様々なユースケースでの活用が見込まれる。

信号認証システムのイメージ



- (*)
- ・ 認証完了までに約5分かかります（現時点の設計想定値）
 - ・ 航法メッセージの改竄、なりすましを防ぐことができます。ジャミングは受信機側での対応が必要となります。



自動車・物流

ドローン

インフラ
(金融・エネルギー などで時刻同期)

農業

LBS・
コンシューマ向けサービス

屋内外シームレス

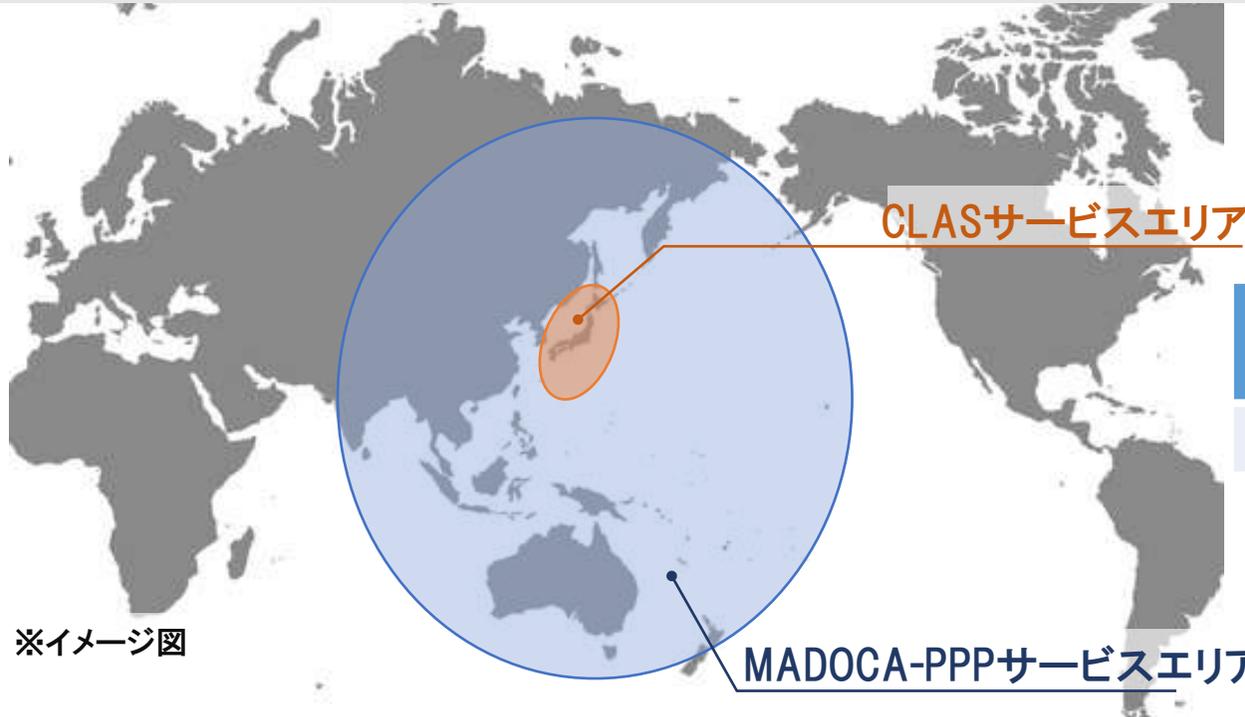
測量・地理情報

<想定される製品>

中価格帯以上の受信機が信号認証に対応すると想定される、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

- 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、海外向けには、実証実験信号としてJAXAが開発した方式(※)によって生成した補強情報を配信している。
- 今後、**令和6年度（2024年度）めど**のアジア・オセアニア地域での実用サービス開始に向け、必要なシステム整備を行う。
- 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



水平精度 (95%)	垂直精度 (95%)
30 cm	50 cm

1800秒経過後の精度

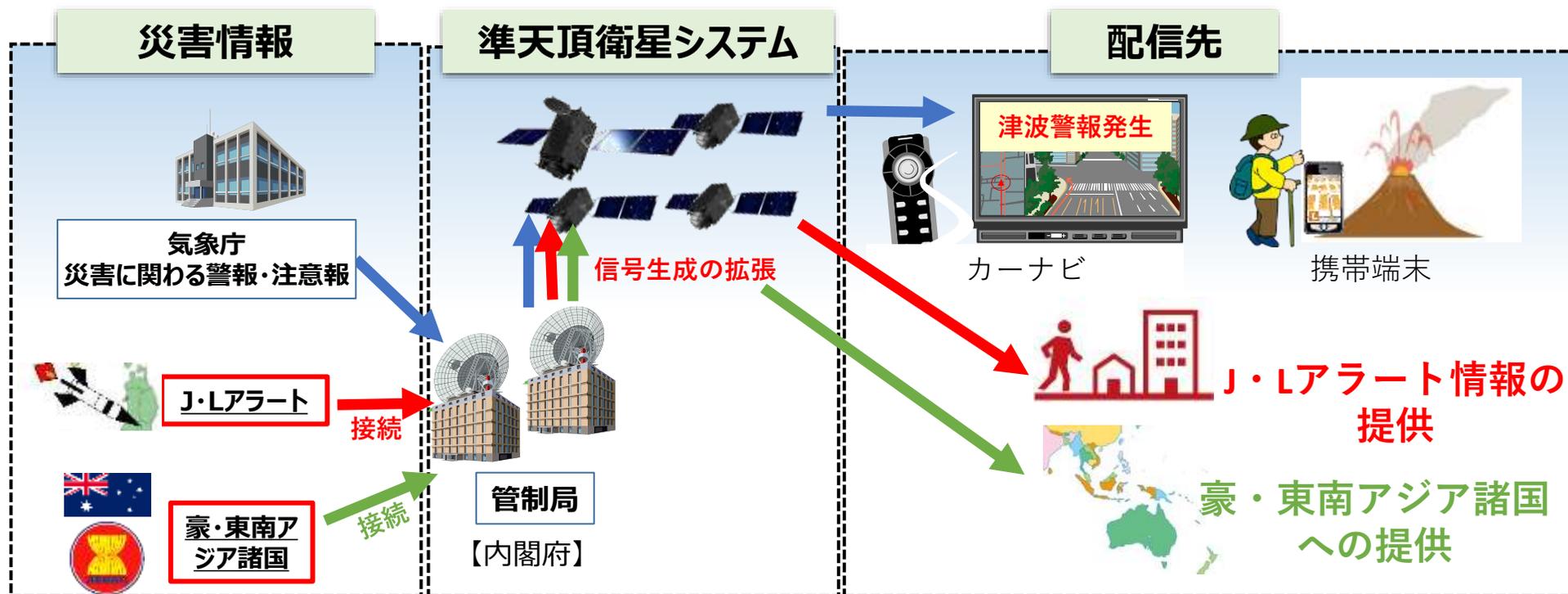
※イメージ図

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

(※) 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

- 準天頂衛星は、2018年より、気象庁が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）をみちびきの測位信号を利用して国内に配信中。
- Jアラート情報（ミサイル発射情報）及びLアラート情報（避難指示）の災危通報による配信に必要なインターフェースの改修、信号生成機能の拡張等を**2023年度まで実施**する。
- 豪・東南アジア諸国の災害情報について、災危通報による配信ニーズが高いところ、必要なインターフェースの改修や配信エリア切替設定や**現地実証等を2024年度まで実施**し、海外展開を行う。



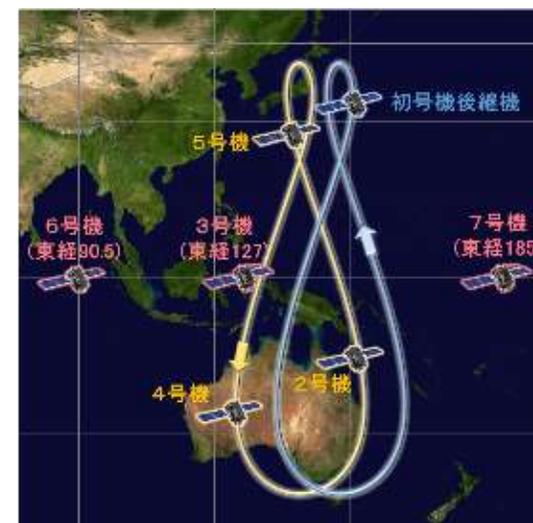
中長期：衛星測位の持続性・測位精度・サービス範囲の向上

- ◆ 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、H3ロケットの開発状況を踏まえて、2023年度から2024年度にかけて順次準天頂衛星を打上げる予定。
- ◆ 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**する。

宇宙基本計画工程表（令和5年7月）より抜粋・簡略化

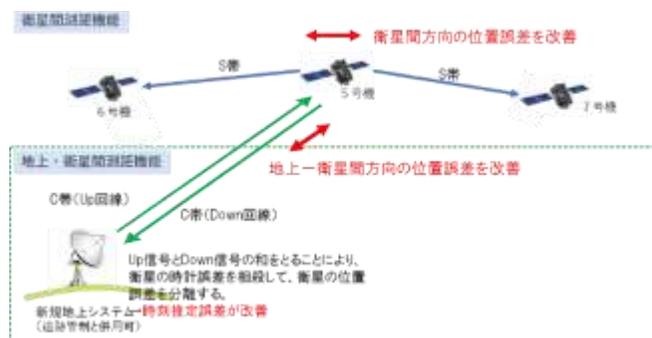
年度	R5 (2023)	R6 (2024)	R7 (2025)	R8 (2026)	R9 (2027)	R10 (2028)	R11 (2029)	R12 (2030)	R13 (2031)	R14 (2032)	R15 以降
	4機体制の運用 (GPSと連携した測位サービス)		7機体制の運用(持続測位)								
	▲ ▲ ▲ 打上げ		11機体制に向けた検討・開発								

準天頂軌道衛星の直下軌跡（7機体制）



※：「▲」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）



5~10 [m] → 1 [m]

- みちびきは世界に先駆けて、cm級の高精度測位の情報インフラを実現。
- この情報インフラを使った様々なサービスの創出や事業化のための取り組み支援メニューを用意。
- 開発・試験運用中の新サービスを2024年度に順次運用開始予定。
- みちびきの更なる発展の基盤となる7機体制構築に向け、開発を継続し、順次準天頂衛星を打上げ予定。

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