



準天頂衛星システムの最新状況について

平成30年5月15日

内閣府 宇宙開発戦略推進事務局

1. 準天頂衛星の開発状況について

新たな宇宙基本計画の決定(第9回宇宙開発戦略本部会合)

平成27年1月9日、安倍総理は、第9回宇宙開発戦略本部会合を開催した。山口宇宙政策担当大臣からによる説明及び関係大臣からの発言の後、宇宙基本計画が決定された。

『準天頂衛星初号機「みちびき」の設計寿命が到来する平成32年度以降も確実に**4機体制を維持すべく**、平成27年度からみちびき後継機の検討に着手する。また、安全保障分野での重要性、ユーザーの利便性、産業誘発効果、運用の効率性等に係る総合的な検証を行いつつ、**持続測位が可能となる7機体制の確立のため**に必要な追加3機については、平成29年度をめどに開発に着手し、平成35年度をめどに運用を開始する。』宇宙基本計画(抜粋)



最後に安倍総理は、決定を踏まえて次のように述べた。

「本日、決定した宇宙基本計画は、新たな安全保障政策を十分に踏まえた長期的かつ具体的な計画とすることができました。今後の宇宙政策の基本方針として、歴史的な転換点となるものであります。

今回の計画では、今後10年間にわたって必要となる準天頂衛星の機数や整備年次を具体的に明示する等、産業界の投資の予見可能性を向上させ、宇宙産業基盤の強化にも貢献するものと確信しております。

今後は、宇宙基本計画に魂を入れて、強力に実行できるかが問われます。このためには、宇宙政策の司令塔機能を一層強化しなければなりません。計画を着実に実行するために必要となる仕組み作りを早急に進めていきたいと考えています。関係省庁及びJAXA(宇宙航空研究開発機構)は、山口大臣を中心に、この計画をしっかりと実現していただきたいと思いますので、よろしく願いいたします。」

宇宙基本計画(平成28年4月閣議決定)工程表

年度	平成27年度 (2015年度)	平成28年度 (2016年度)	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	平成32年度 (2020年度)	平成33年度 (2021年度)	平成34年度 (2022年度)	平成35年度 (2023年度)	平成36年度 (2024年度)	平成37年度 以降	
1 準天頂衛星システムの開発・整備・運用	1機体制の運用 (初号機「みちびき」の維持・運用) [内閣府、総務省、文部科学省]			4機体制の運用 (GPSと連携した測位サービス) [内閣府]				7機体制の運用 (持続測位) [内閣府]				
	2-4号機体制の開発整備 [内閣府] ▲▲▲ 打上げ											
	初号機「みちびき」後継機の開発整備 [内閣府]						▲ 打上げ					
				7機体制に向けた追加3機の開発整備 [内閣府]								▲▲▲ 打上げ

準天頂衛星に関する政府方針

未来投資戦略や、地理空間情報活用推進基本計画においても、平成30年度の4機体制構築、平成35年度目途の7機体制構築に向けてとりくみを進めるとの方針が示されている。

■「未来投資戦略2017」(平成29年6月9日閣議決定)

「宇宙基本計画」(平成28年4月1日閣議決定)及び「地理空間情報活用推進基本計画」(平成29年3月24日閣議決定)に基づき、来年度に準天頂衛星4機体制を確立し、高精度測位サービス等の実現を通じた、農業機械の自動走行、防災システムの高度化等を図る。さらに、G空間情報センターを中核とした地理空間情報の流通・利活用を行うG空間プロジェクトの推進、2023年を目途に準天頂衛星7機体制を通じた持続測位の実現及び衛星測位技術や地理空間情報技術に関する研究開発基盤の維持・強化を図る。

■「地理空間情報活用推進基本計画」(平成29年3月24日閣議決定)

具体的には、まず、諸外国が測位衛星システムの整備を着実に進めていることを踏まえ、平成30年度より我が国の準天頂衛星4機体制を確立し、測位サービス、サブメータ補強サービス等を開始する。準天頂衛星システムの推進に当たっては、開発・整備・運用から利用・海外展開まで、関係府省をはじめ、産学官民との連携・協力が必要であるので、その連携・協力関係を深化させる。次に、4機体制の維持のため、初号機後継機の開発整備に取り組む。世界最高水準の衛星測位の維持強化に必要なシステム全体の性能向上のために、初号機を用いたこれまでの実証・検討結果を踏まえ、必要な性能向上等を仕様に取り込むとともに、継続的な研究・検討体制を構築しつつ、引き続き必要な技術開発を進める。さらに、平成35年度を目途とする持続測位が可能な7機体制の構築に向けて、世界各国の測位衛星システムに劣後しないよう、必要な機能・性能向上について継続的な検討を行い、衛星測位技術の開発を進めるとともに研究開発基盤の維持・強化を図る。

みちびき2号機～4号機の状況

- 4機体制の確立に必要な衛星3機の打上げに成功。
- 2018年11月1日サービスインに向けて試験サービスを配信中。



#2 satellite: Jun. 1, 2017
09:17:46(JST)



#3 satellite: Aug. 19, 2017
14:29:00(JST)

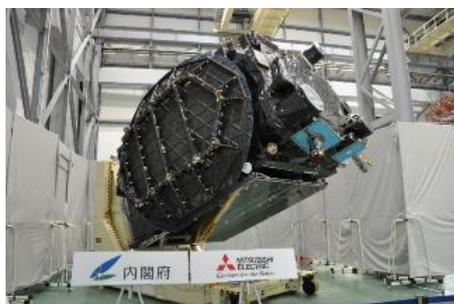


#4 satellite: Oct. 10, 2017
07:01:37 (JST)

©三菱重工/JAXA



2号機機体



3号機機体

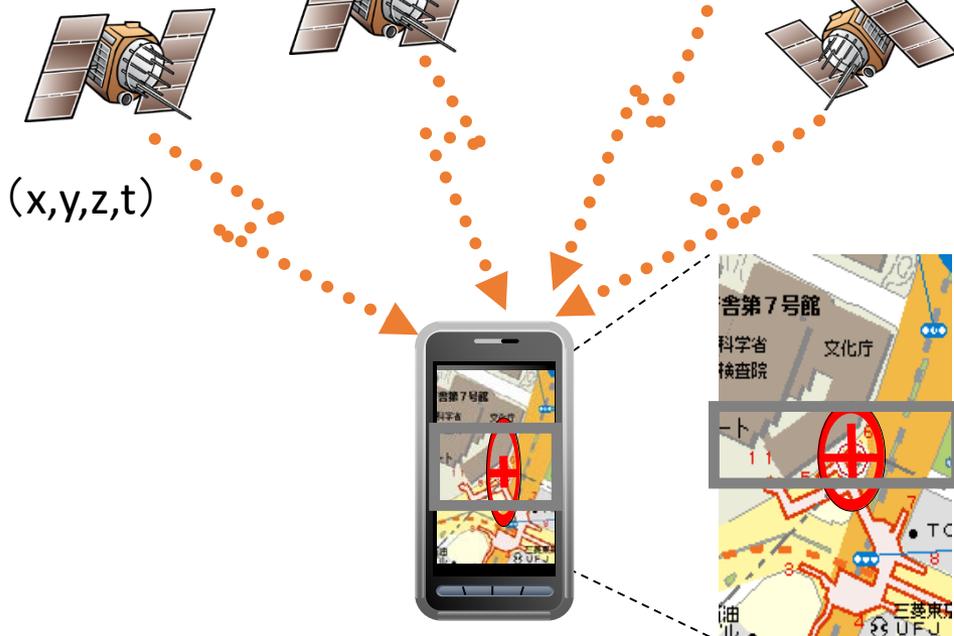


4号機機体

衛星測位のしくみ

測位衛星(GPS等)
時刻情報、衛星の
軌道情報等を送信

衛星から地上へ
の一方方向送信



4機以上の衛星から
信号を受信して
位置と時刻を決定

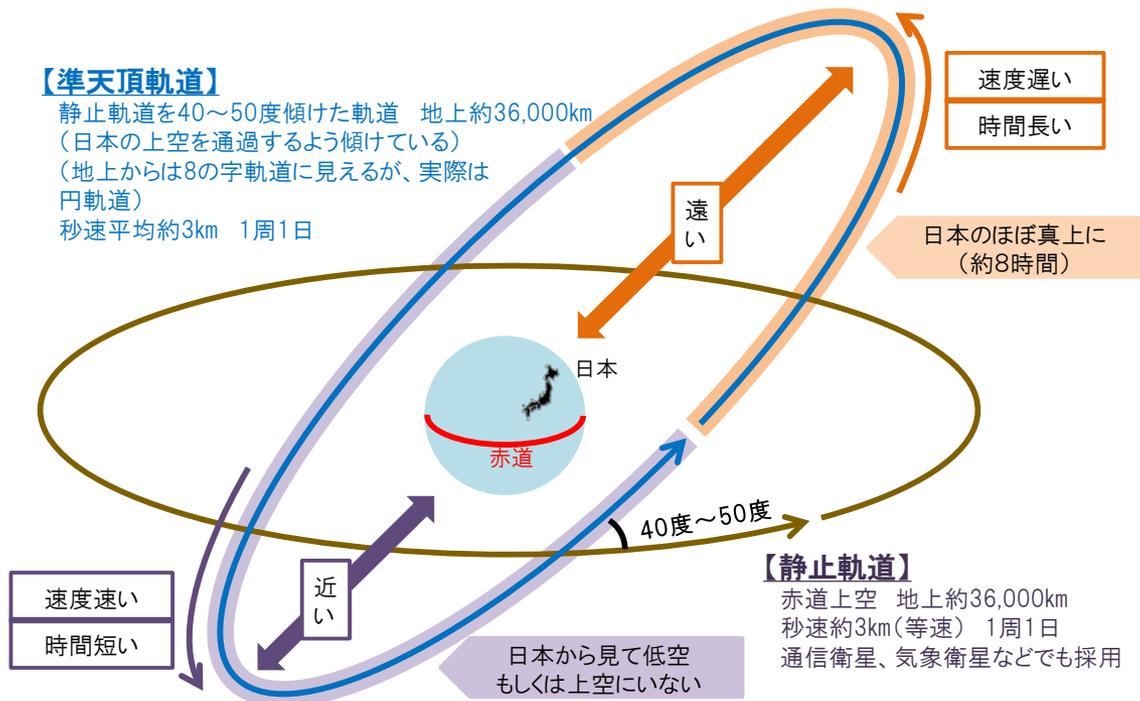
- 衛星測位は、人工衛星からの信号を受信することにより地上の位置・時刻を特定する技術
- 3次元情報と時刻情報の4つのパラメータを計算する必要があるため、位置特定には最低4機の人工衛星から信号を受信
- 米国GPSは、米国国防総省が運用している30機程度の人工衛星から構成されるシステムで、各人工衛星は高度約2万km上空を12時間で地球を1周している

準天頂衛星システムの軌道

- 準天頂衛星システムの軌道は、「準天頂軌道(3機)」と「静止軌道(1機)」の2種類。
- 「静止軌道」は赤道面上にあり、高度約36,000kmの円軌道で、地球の自転と同期して約24時間で1周する軌道。そのため衛星は地上からは静止したように見える。
- 「準天頂軌道」は、静止軌道に対して軌道面を40～50度傾けた楕円軌道で、静止軌道と同様に地球の自転と同期して約24時間で1周する軌道。東経135度近傍を中心とした8の字を描き、日本の真上に長く滞在するという特徴を有する。

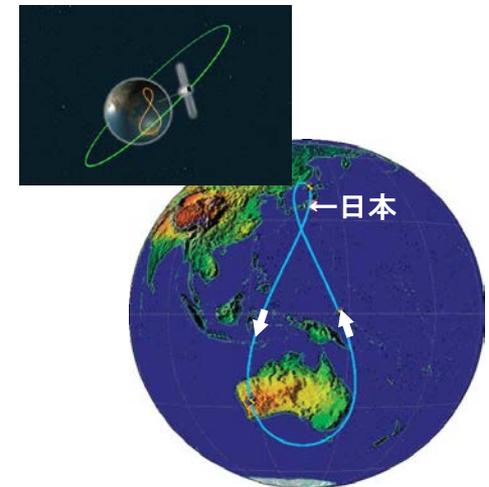
【準天頂軌道】

静止軌道を40～50度傾けた軌道 地上約36,000km
(日本の上空を通過するよう傾けている)
(地上からは8の字軌道に見えるが、実際は円軌道)
秒速平均約3km 1周1日



【静止軌道】

赤道上空 地上約36,000km
秒速約3km(等速) 1周1日
通信衛星、気象衛星などでも採用



準天頂軌道衛星の直下軌跡
(4機体制)

準天頂衛星の機能

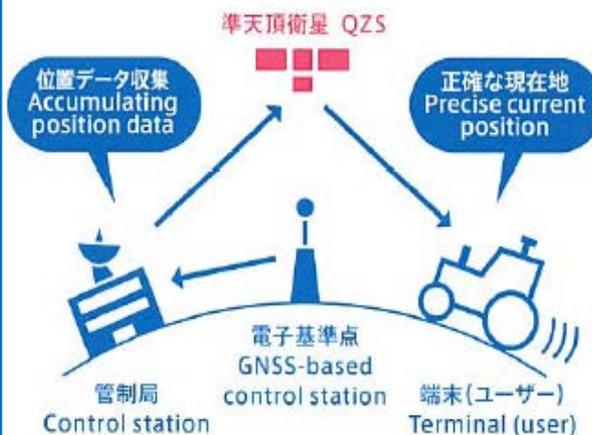
①衛星測位サービス (GPSの補完)

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)



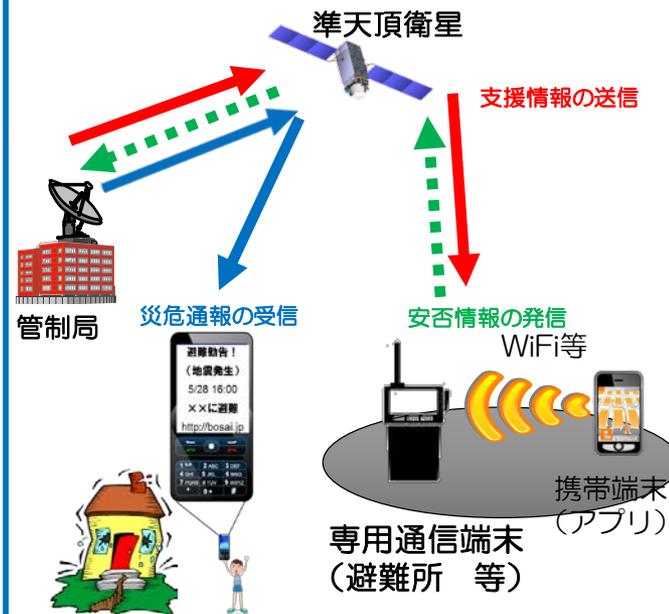
②測位補強サービス (GPSの補強)

衛星測位の精度向上 (電子基準点を活用してcm級精度を実現)



③メッセージサービス

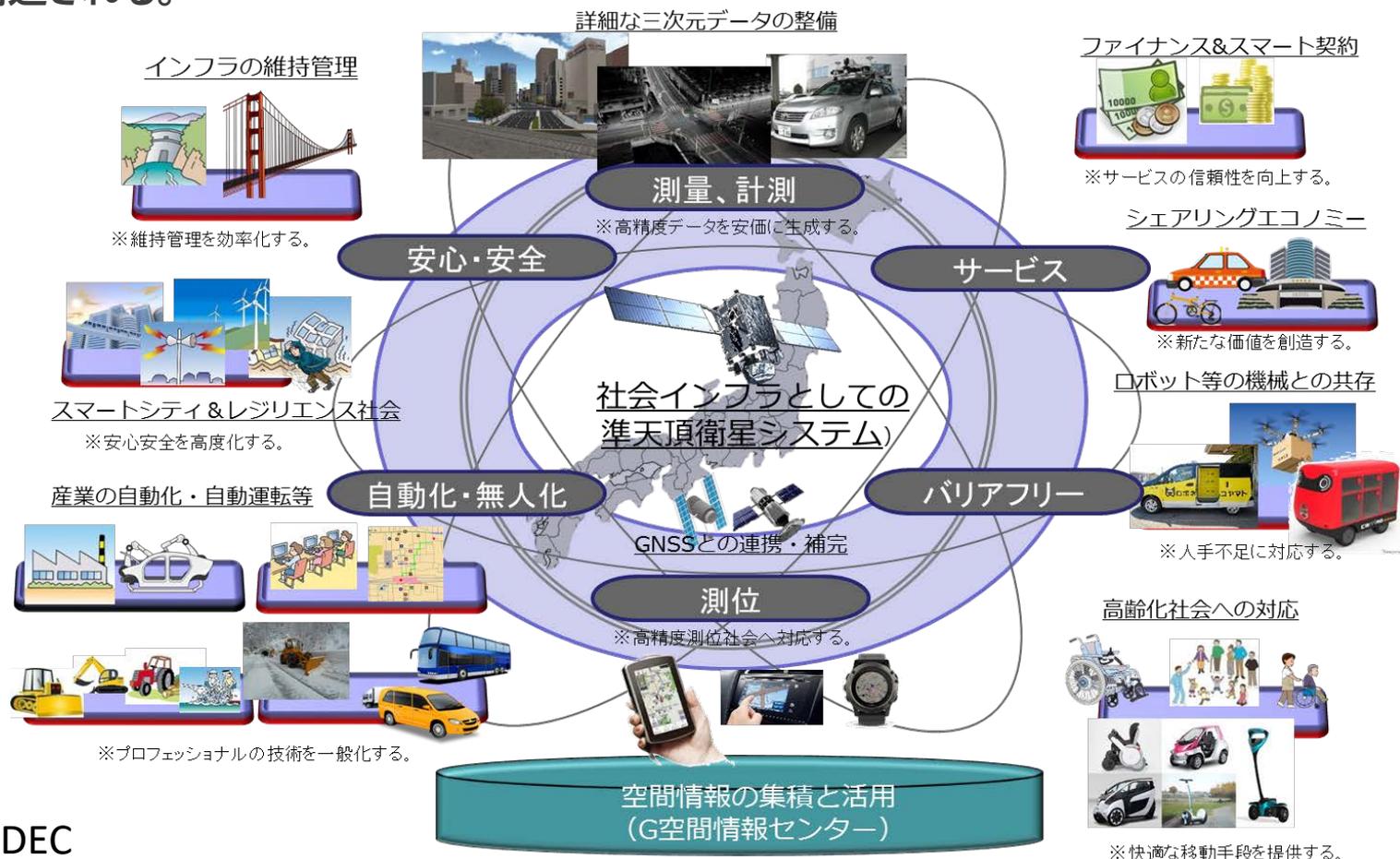
- ・災害・危機管理通報
- ・衛星安否確認サービス (3号機機能)



2. 準天頂衛星の利活用について

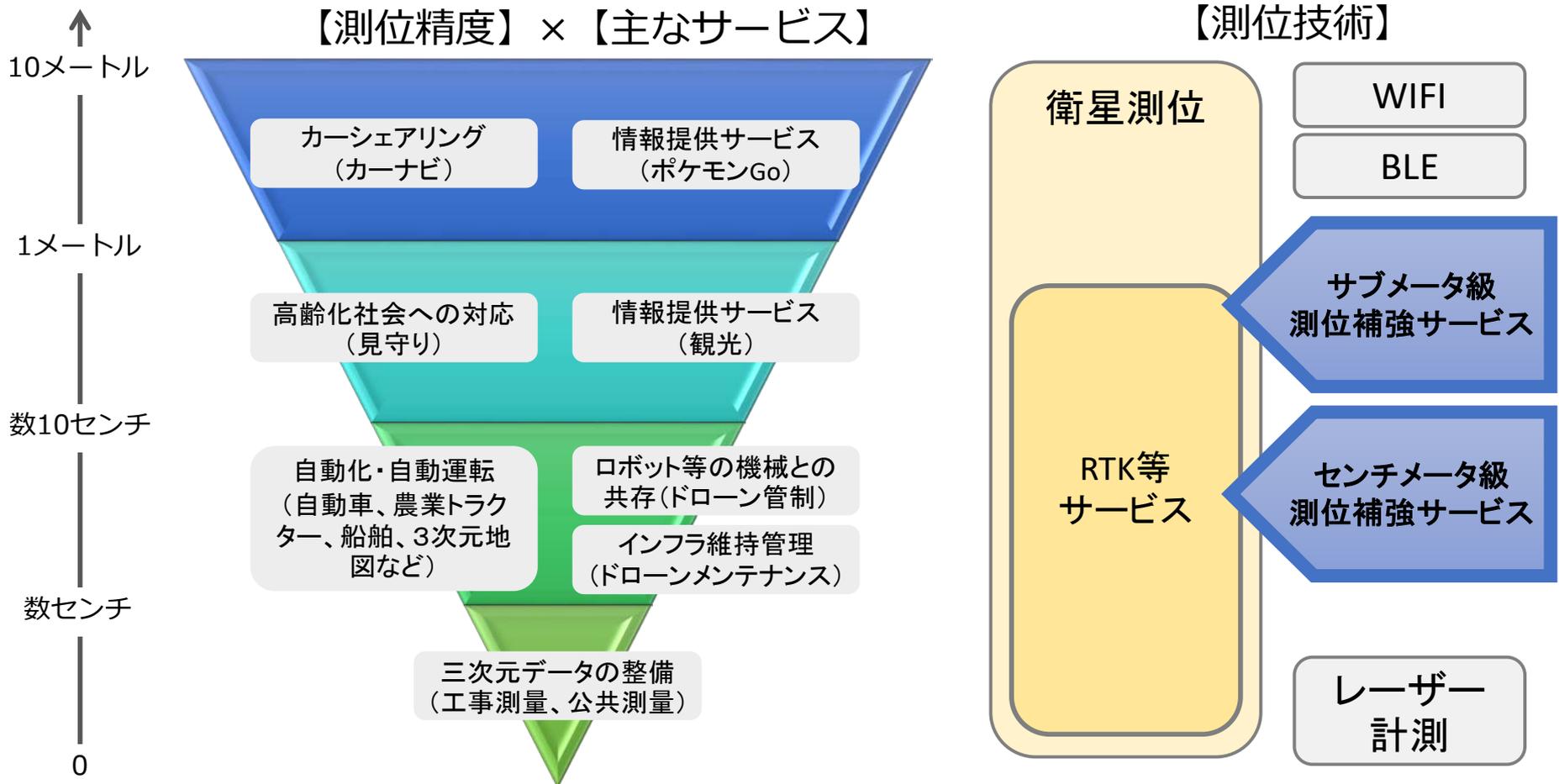
準天頂衛星システムの利活用シーン

- Society5.0の目指す超スマート社会では、様々な『センサー情報』がビッグデータとして集積し、AI(人工知能)で処理され、その結果が高付加価値サービスとして提供される。
- 準天頂衛星システムは、「位置」と「時間」の『センサー情報』を、誰でも容易かつ効率的に利用できる“1対多”の同報形式で配信する社会インフラ。
- これまで結びつきが無かった、人、データ、プロセス、モノが相互に繋がり、新しい価値が創造される。



測位精度とサービスの関係

- 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。
- アジア太平洋地域におけるあらゆる産業においても、準天頂衛星システムの活用が期待される。



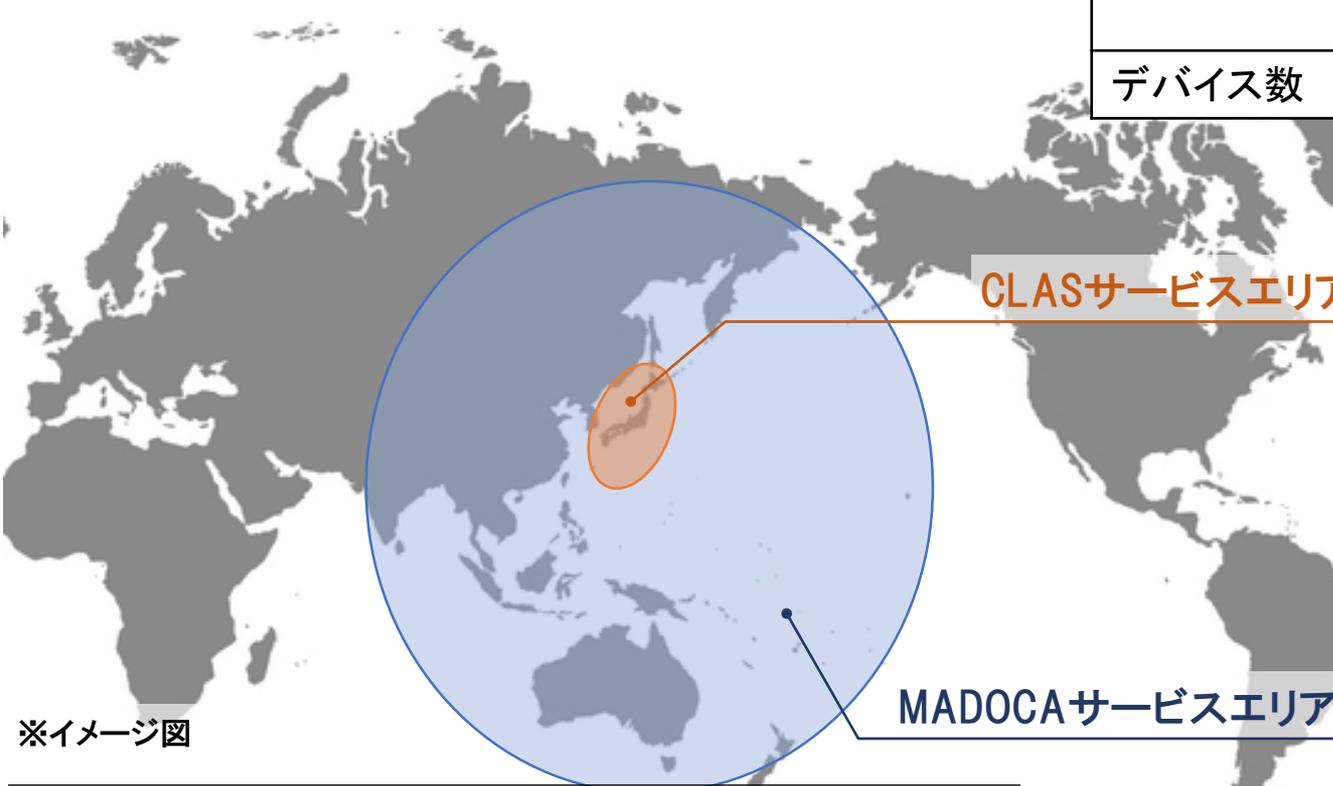
準天頂衛星システムの海外への利用促進

- 今後、大きく成長が予測されるアジア太平洋地域において、センチメートル級測位補強サービスの実証実験としてMADOCAを配信中。
- 豪州やタイなどの各国との2国間協力の中で、実証実験を引き続き実施し、有効性を確認するとともに利用を促進する。

アジア太平洋地域のGNSSデバイス数遷移

	2015	2025
デバイス数	19億個	43億個

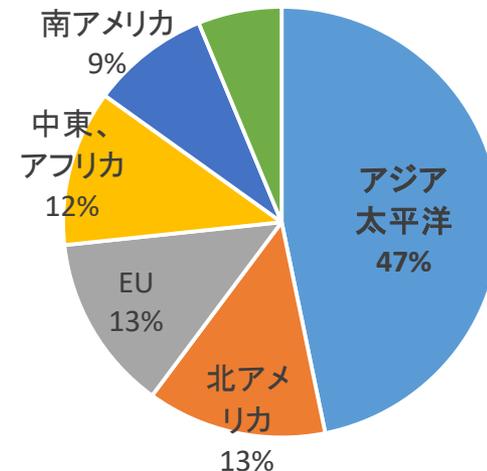
出典：GNSS Market Report 2017


 CLASサービスエリア

MADOCAサービスエリア

※イメージ図

GNSSデバイス数(2025)



出典：GNSS Market Report 2017

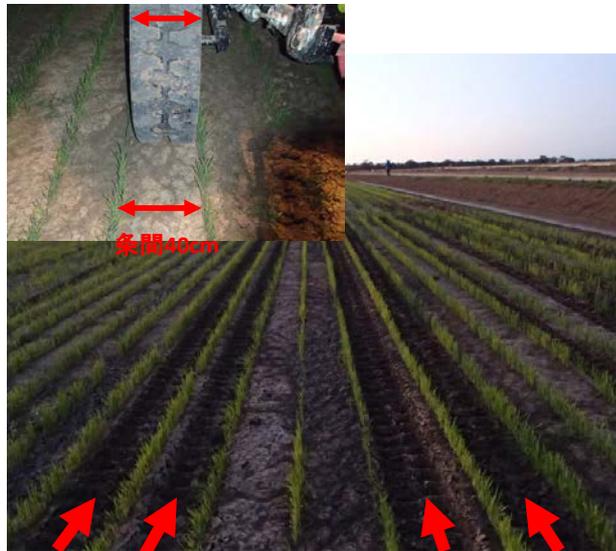
現在、実証信号として配信している「MADOCA」は、アジア太平洋域にて利用可能。

(参考) 準天頂衛星の利活用事例について

みちびきを活用した農業の動向

- 農業分野では、高齢化の進行(210万人の6割以上が65歳以上)等により労働力不足が深刻。人手に頼る作業や熟練者でなければできない作業が多く、省力化が喫緊の課題。
- 安倍総理が2018年に圃場内の農機の自動走行システムの市販化、2020年に遠隔監視で無人システムの実現に向け制度整備等を行う旨発言。
- 内閣府SIP事業において実証事業を行っているほか、オーストラリア及びタイにおいて、cm級の測位サービスを用いた実証を実施。
- 農機メーカー各社は、「みちびき」のcm級測位の实証実験を継続的に実施。

タイヤ幅30cm



条間走行のタイヤ跡
--> 確実な条間を走行を確認



除草作業(昼間)



＜マルチロボットシステム＞
1つのほ場で複数台の農機が
同時に作業を実施

【実施地域】
豪州

みちびきを活用した自動運転の動向

- 三菱電機において、「みちびき」の高精度測位情報を活用した自動運転技術を開発中。
- 前方および後側方を監視するミリ波レーダ、前方監視カメラなどの周辺センシング技術「自律型走行技術」と、「みちびき」のcm級測位と高精度3次元地図を活用した「インフラ型走行技術」を組合せ。
- 濃霧や雪道など視認性が悪い環境下においても、「みちびき」を活用した「インフラ型走行技術」により、高い安全性と快適性を両立した自動運転を実現。
- 内閣府・SIP「自動走行システム」の大規模実証実験に参画する他、実用化に向け、高速道・公道での実証実験を実施中。



自動運転技術搭載車 xAUTO

※高精度ロケータ：
準天頂衛星の高精度測位情報を用いて、自車位置をレーンレベルで特定する高精度測位ユニット。



雪道での実証実験
(北海道旭川・道央自動車道: 2018年2月)

みちびきを活用した除雪の動向

- 「みちびき」を活用した除雪作業支援システムの実用化に向け、様々な取り組みが進捗。
- NEXCO東日本では、「みちびき」の高精度測位情報を活用した除雪作業支援システムでの実証実験を2018年1月から開始。
- オペレーターの運転操作を視覚的にサポートし、ロータリー除雪作業の省力化・効率化、安全性の向上を目指す。
- 広島工業大学においても、「みちびき」を活用した除雪作業支援システムの開発を発表。



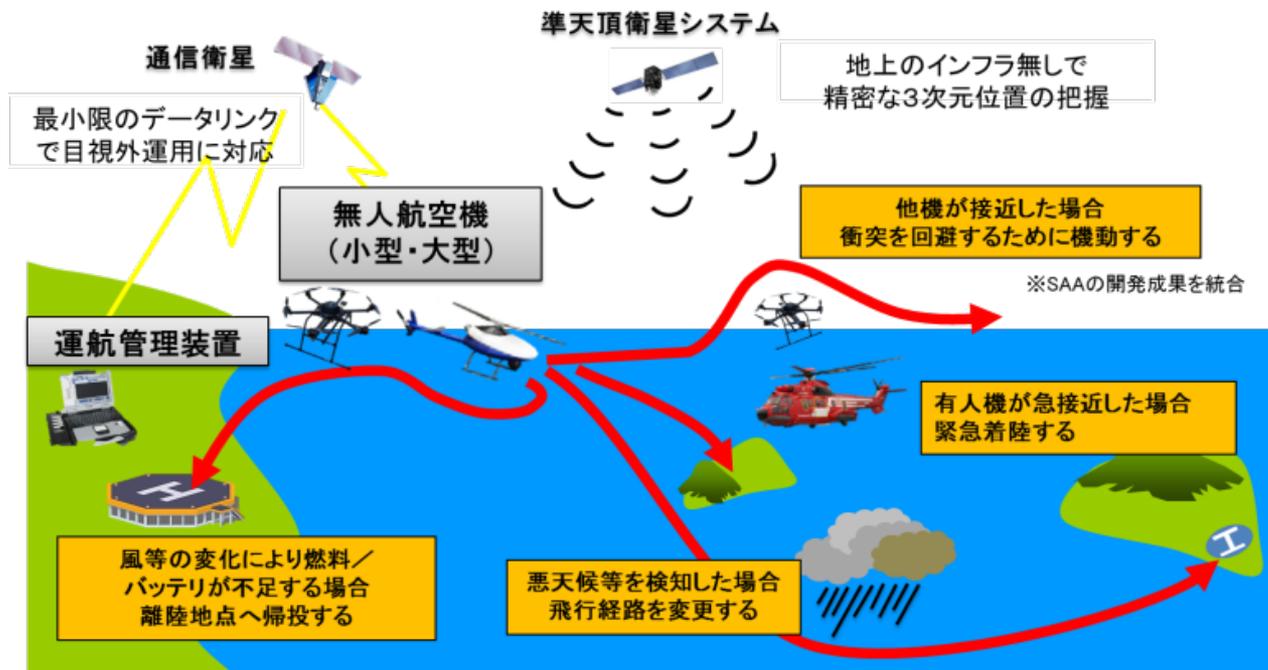
<NEXCO東日本>



<広島工業大学>

みちびきを活用した無人航空機(ドローン)の動向

- 様々な状況の変化が想定される長距離飛行において、無人航空機が自律的に飛行経路を変更し、「みちびき」の高精度測位情報を活用して精密に飛行する技術(ダイナミック・リルーティングシステム)を開発中(NEDO:2017~2019年度)。
- 「みちびき」の高精度測位情報を活用することで、一定の空域内における多数の飛行経路を設定した高密度運航を実現。
- 小型無人機での実用化に向けて、小型・軽量・省電力の「みちびき」受信機も開発中。
- 福島ロボットテストフィールド、離島での飛行実証試験を2019年度に実施予定。



みちびきを活用した高精度カーナビゲーション

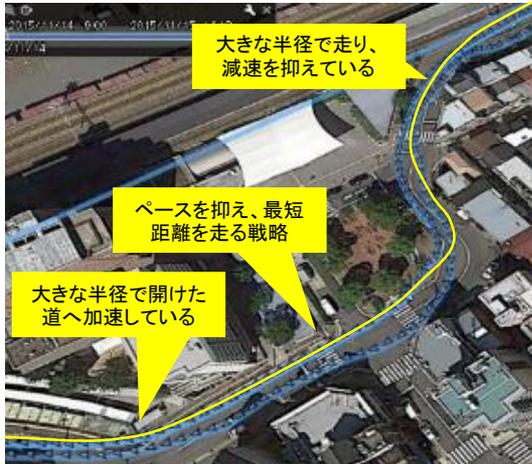
- 「みちびき」の測位サービス(GPS補完)に対応したカーナビゲーションは既に販売中。
- 「みちびき」の高精度測位情報を活用した高精度カーナビゲーションシステムが2018年に発売予定。
- 既に販売されているカーナビに、「みちびき」対応受信機を接続することにより、高精度ナビゲーションを実現。
- レーンレベルでの案内や、近年多発している高速道路でのUターンやバック走行を検知して、運転手に安心・安全を提供。



DIATONE SOUND.NAVI (三菱電機)

みちびきを活用したスポーツ分野の動向

- サッカー、ラグビー等ではGPSによる練習・試合中のトラッキング解析が行われているが、「みちびき」の高精度測位情報を活用することにより、分析精度の向上等が期待。
- 2016年度には、「みちびき」の高精度測位情報を活用し、マラソンランナーの走行軌跡を高精度に測位して、リアルタイムにコーチング(ペース配分、コース戦略等)を行う実証実験を実施。
- 2017年度には、内閣府の先進的な宇宙利用モデル実証事業において、「みちびき」を含めたマルチGNSSによる衛星測位データと、心拍数等のヘルスケア情報を組み合わせて分析することで、客観的なトレーニングや怪我予防、試合分析を行う実証実験を実施。
- プロ・アマの競技者だけでなく、東京オリンピック・パラリンピックを契機にスポーツ・健康志向が高まっている一般個人への展開も期待。



- 【データ統合・分析例】
- ・総移動距離+バイタルの分析
 - ・高精度測位+映像の分析
 - ・移動軌跡+映像(時刻同期)の分析

- 【主な利用目的】
- ・パフォーマンス向上のための負荷状況把握
 - ・ケガ防止のためのコンディショニング分析
 - ・チーム戦略・ペース配分等の戦術立案

神戸マラソン実証実験(2016年11月)(アシックス)

みちびきを活用した福祉分野での動向

- 視覚障害者の自立歩行を補助するため、「みちびき」の高精度測位情報を活用した歩行補助システムを開発中。
- 測位情報を受け取る携帯地図端末、iPhone、腕時計型端末、眼鏡型映像入力装置、骨伝導スピーカーで構成され、使用者専用の地図データベースを作成し、歩行を補助。
- 歩行誘導は、骨伝導ヘッドホンによる音声案内、小型カメラによる信号機の色判断システムにより行われ、登録ルートから外れた場合は警告音を鳴らし、定められたルートに誘導。



みちびきによる災害危機管理通報サービス

- 気象庁の防災気象情報(地震・津波等)などの防災関連情報を「みちびき」から送信するサービス。
- 「みちびき」のサブメータ級測位補強信号(L1S)の「隙間」を活用して情報を送信するため、サブメータ対応受信機であれば受信可能。
- 安否確認サービスと併せて実証実験を実施。



みちびきによる安否確認サービス

- 避難所に避難してきた方々の安否情報を収集して、準天頂衛星(静止衛星)を経由して管制局に収集し、自治体等の防災機関が避難所の状況を把握可能とするサービス。
- 避難者は電話番号を登録することにより、近親者がインターネットを利用して電話番号を検索することができ、どの避難所に避難しているか把握できる。
- 2017年11月5日(世界津波の日)に和歌山県と高知県で行われた避難訓練にあわせて実証実験を実施。
- 2018年度には5都道府県程度に試行的導入を計画。

