

準天頂衛星システム「みちびき」



Quasi-Zenith Satellite System

2018年 10月 25日

準天頂衛星システム開発の道のり

- 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」初号機打ち上げ。
- 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号機の打ち上げに成功し、4機体制整備。
- **2018年11月1日にサービスを開始**。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。



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)

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

諸外国の測位衛星システムの状況

- ・ 準天頂衛星システムは、2018年11月1日より4機体制でサービスを開始。また、2023年度を目途として7機体制を確立することで、日本上空に必ず衛星4機が存在するため、米国GPSに依存せずに持続測位が可能となる。
- ・ 諸外国でも独自の衛星測位システムを整備しているところ。

(2018年10月時点)

測位衛星システム		信号精度	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	10~25 [m]	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)	18機体制で運用中 2020年までに30機体制を予定
中国 	BeiDou	10~15 [m]	17機体制で運用中 (傾斜対地同期軌道*衛星6機と、静止軌道衛星6機を含む。別途実証衛星5機が運用中) 2020年までに30機体制を予定
インド 	NAVIC NAVigation Indian Constellation	~20 [m]	7機体制で運用中 (4機の傾斜対地同期軌道*衛星と3機の静止軌道衛星で構成) ※次世代フェーズでは11機体制に拡大するとされている
日本 	準天頂衛星システム QZSS Quasi-Zenith Satellite System	5~10 [m] 数 cm (cm級の補強情報活用時)	4機体制で運用中 2023年度目途に7機体制を予定

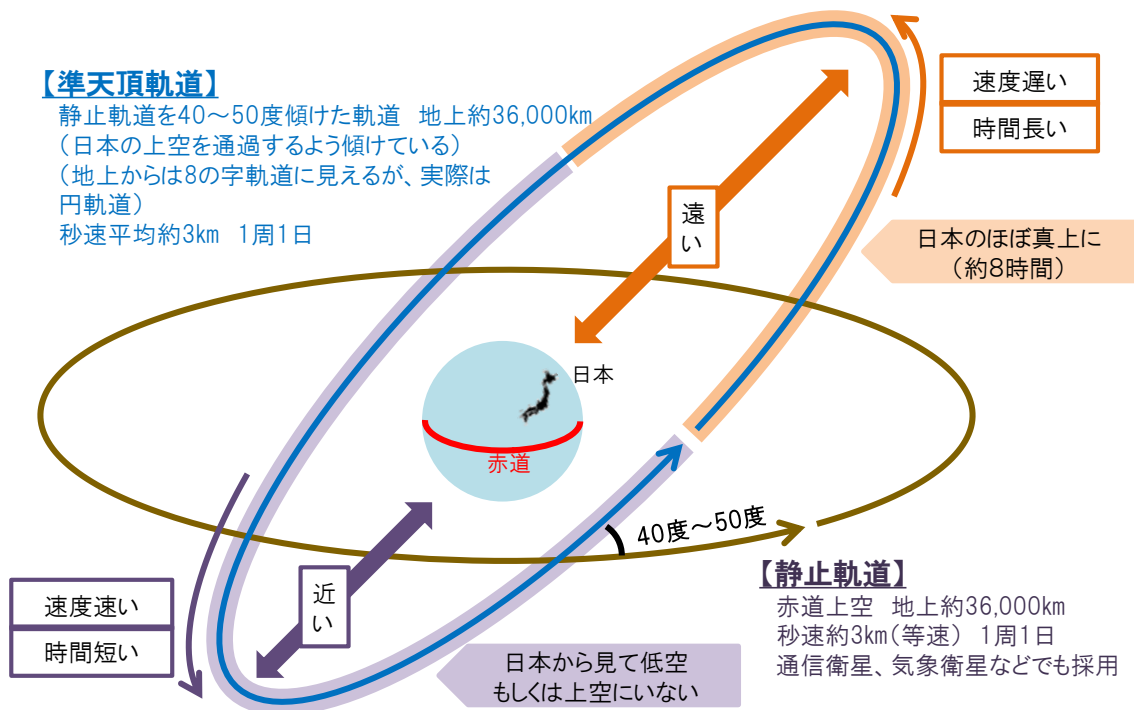
*: 準天頂軌道も傾斜対地同期軌道の一つ

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。

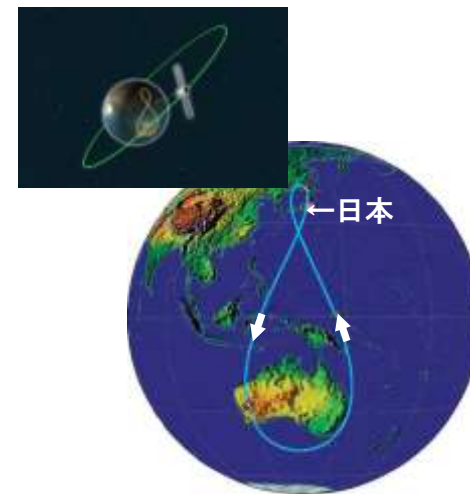
【準天頂軌道】

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）



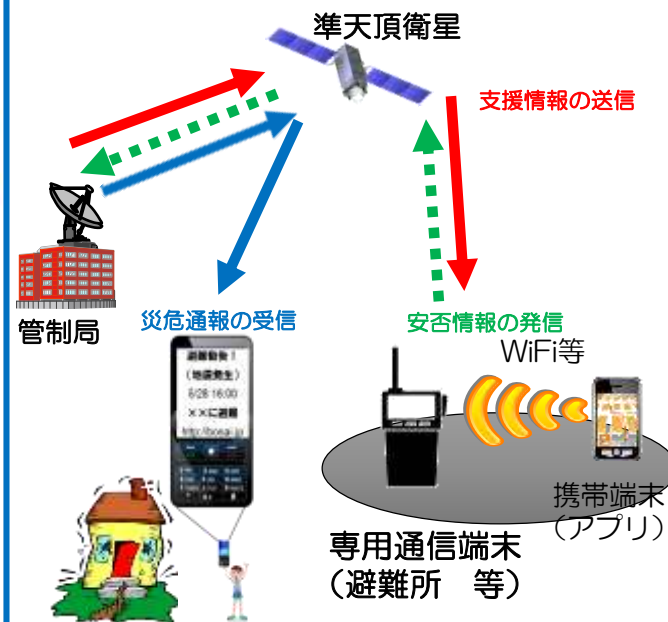
②測位補強サービス (GPSの補強)

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)



利活用の状況について

- 準天頂衛星(みちびき)を活用した高精度3次元位置情報を用いることで、“スマート社会”実現に向けた革新的なサービス、新たな産業を生み出す可能性が示唆されている。
- 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、実証事業が実施されている。

■ みちびき活用の主要事業分野



農業分野
内閣府SIPや総務省、
経産省の実証



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



自動車分野
自動運転実証実験や
3次元地図の活用



物流分野
物流無人航空機や
ドローンでの利用拡大



建機・工機分野
除雪支援システムや
i-Constructionでの実証



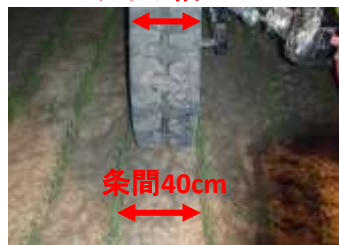
防災分野
メッセージサービス
を使った避難訓練など



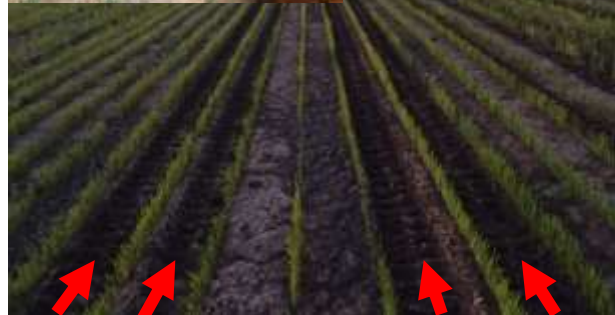
みちびきを活用した農業の動向

- 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40cm



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)

【実施地域】
豪州



＜マルチロボットシステム＞

1つの圃場内で複数台の農機が同時に作業を実施

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。



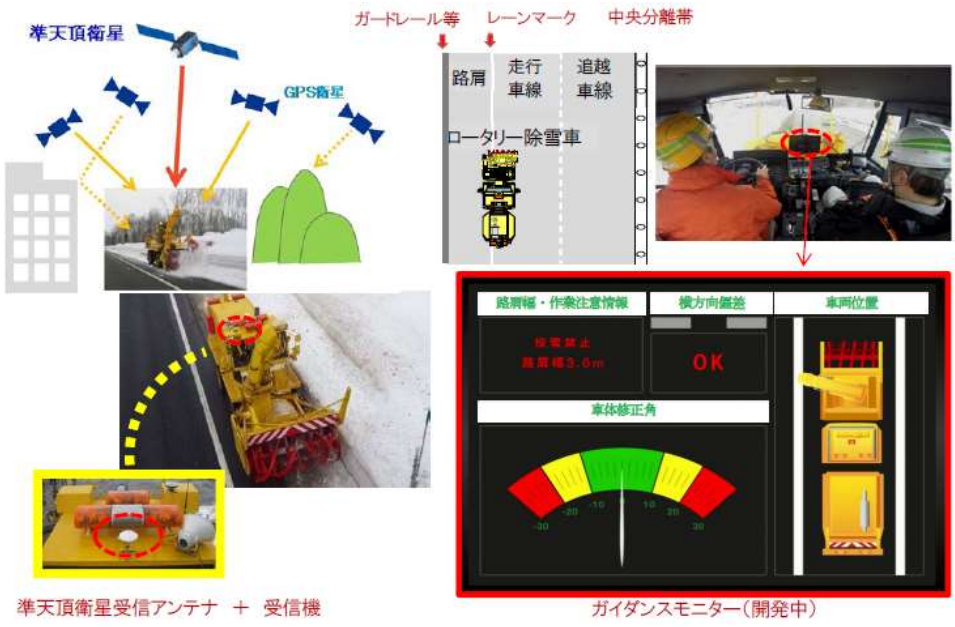
自動運転技術搭載車 xAUTO

※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。



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>

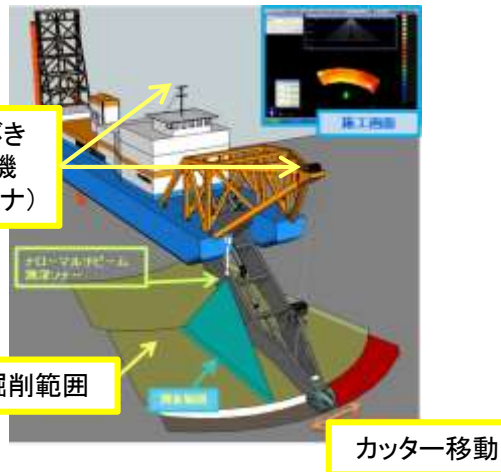
<広島工業大学>

みちびきを活用した海洋土木工事

- 海洋土木工事の生産性・経済性向上を図るため、「みちびき」の高精度測位情報を活用した海上測位実証を東亜建設工業(株)が実施(茨城県沖:2018年6月)。
- 海上での「みちびき」の高精度測位精度を評価し、水平・垂直ともにcm級の測位精度を確認。
- 作業船の位置決め(ポンプ式浚渫船、地盤改良船)、構造物の位置決め(ケーソン据付)、基礎材投入管理(ガット船)、深淺測量など多様な工事での適用に期待。

※適用イメージ

<作業船の位置決め> ～ ポンプ式浚渫船 ～



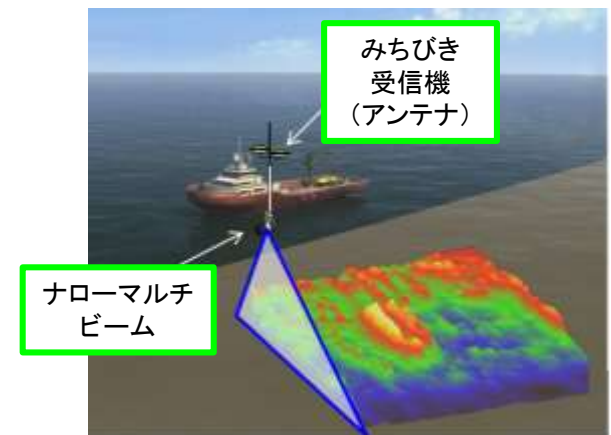
みちびきの高精度測位により正確な船体の位置を確認し、ラダー先端に取り付けられたカッターにより海底地盤を掘削し、浚渫ポンプにより吸入・送泥を行う。

<構造物の位置決め> ～ ケーソン据付 ～



防波堤(ケーソン)の据付にあたり、みちびきの高精度測位により正確な位置を確認し、据付を行う。

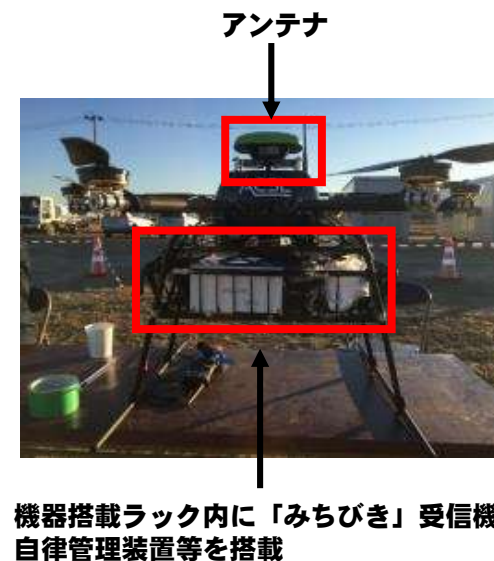
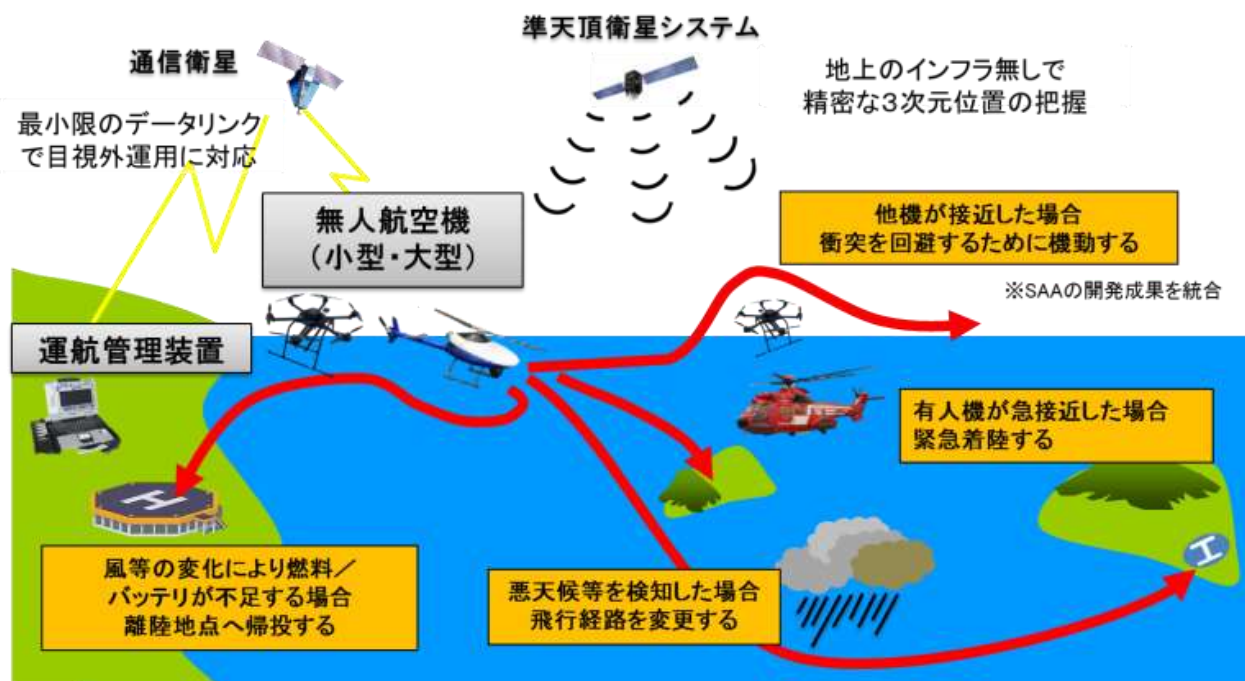
<深淺測量> ～ 水面からの深さを測量 ～



ナローマルチビーム測深ソナーとみちびきの高精度測位の組合せにより、未測深幅の無い、より効率的な海底地形の測量を行う。

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:2017~19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。

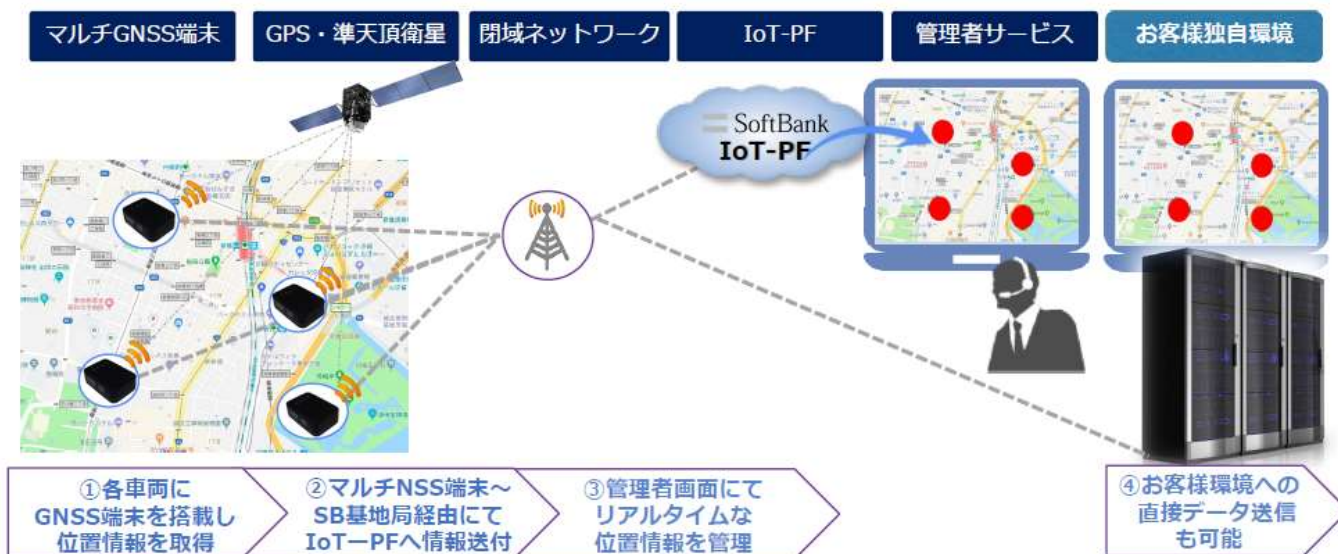


みちびきを活用した準天頂衛星対応トラッキングサービス

- ソフトバンク(株)は、「みちびき」の高精度測位情報を活用したIoTプラットフォーム上で稼働する「準天頂衛星対応トラッキングサービス」を2018年8月末より提供開始。
- 本サービスは、ソフトバンクが開発した「みちびき」対応受信端末とソフトバンクのIoTプラットフォームを活用し、人や物の位置情報を高精度に収集・データ化することによる新たなIoTサービスを実現。
- 現在の位置や過去の移動経路等を高い精度で把握できるため、バスやタクシーの経路の最適化、運送業の物流管理、鉄道車両管理、構造物検査、高齢者の見守りなど多様なユーザーニーズに対応可能。

高精度位置測位情報をリアルタイムで管理・見える化

準天頂衛星（みちびき）の高精度位置測位情報を活用



みちびきを活用したIoT路面情報検知システム

- 「みちびき」の高精度測位情報を活用した新たな路面情報検知システムの実証実験を宇治市とソフトバンク(株)が実施中(2018年7月～19年3月)。
- カメラや加速度センサー、ジャイロセンサーなどを用いて路面状態を把握する「路面検知システム」に、「みちびき」の高精度な位置情報を連携させることで、路面の状態と場所を正確に把握。
- 配送業などの商用車両に搭載して路面情報を収集し、ソフトバンクのIoTプラットフォームで一元管理。
- 効率的に路面状態を把握することで点検費用や時間を抑え、日常的なモニタリングにより従来の事後保全から予防保全への転換も可能となり、道路の維持管理費用も削減。

<従来の維持管理システム>



<IoTを活用した道路情報管理システム>



「みちびき」対応受信端末
<ソフトバンク(株)製>
サイズ: 90 x 61 x 29
重量: 165g

みちびきを活用した交通安全分析サービス

- 「みちびき」の高精度測位情報を活用した新たな道路交通法違反自動判定の実用化サービスを2018年6月よりジェネクスト(株)が提供開始。
- 独自に開発したIoT機器(衛星測位トラッカー)を車両に搭載(シガーソケット給電)し、「みちびき」を活用して取得された高精度な車両の位置情報ログを分析することにより、①制限速度超過、②右左折禁止、③一時停止違反、④踏切不停止、⑤進入禁止、の5項目の違反を判定し、クライアント企業に提示。
- ドライブレコーダーの映像がなくても、位置情報だけで交通違反を可視化。
- どの場所でどのような違反が発生したのかが具体的に示されるため、ドライバーの法令遵守向上、コンプライアンスリスクの軽減、交通事故削減、自動車保険料の削減に寄与。

道路交通法違反自動分析サービス

～ 独自開発した「みちびき」対応の衛星測位トラッカーを用いて交通違反を自動判定 ～



「みちびき」対応トラッカー
<(株)フォルテ製>
サイズ: 83×44×17.7mm
重量: 56.1g

「みちびき」対応のGNSS/3Gトラッカーを車両に搭載

みちびきを活用した腕時計型ウェアラブル端末

- 「みちびき」の高精度測位情報(サブメータ級測位補強サービス)を活用したゴルフナビゲーション用の腕時計型ウェアラブル端末を(株)MASAが開発・販売中。
- 高性能アンテナと高性能衛星測位チップにより、様々な環境下で安定的に高精度測位を実現。
- 予めダウンロードしたコース情報と組み合わせてグリーンまでの距離を表示し、ゴルフプレイヤーをサポート。
- スマートフォン連携の強化や、他スポーツ等の様々な分野への展開について今後検討。

- ✓ スマートフォン連携でコース情報の更新やスコア管理が可能

- ✓ 高精度測位情報と組み合わせてグリーンまでの距離を表示



外形:45.0(高さ)×41.1(幅)×11.3(厚さ)mm
重量:53g(バッテリー含む)
連続使用時間(GPS使用時):最大14時間

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(サブメータ級測位補強サービス)を活用した歩行補助システムを開発中(NEDO:2016~18年度)。
- 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。



みちびきに対応した受信機の動向

- 「みちびき」の測位サービス(GPS補完)は、主要チップメーカーの対応は完了し、市販のスマートフォンへの搭載が進捗。
- サブメートル級測位補強サービスは、ソフトバンク、フォルテ、ポジション、日本無線などによる対応受信機、チップの開発が進められ、一部メーカーでは2018年春より提供・販売中。
- センチメートル級測位補強サービスは、コア、三菱電機、マゼランシステムズジャパン、日本無線などによる開発が進行中であり、一部メーカーでは販売中。

サブメートル用

〔販売中〕



ソフトバンク
マルチGNSS端末
90 × 61 × 29mm

〔販売中〕



フォルテ
車載用端末(FB102)
83 × 44 × 17.7mm

〔販売中〕



ポジション
受信モジュール
GSU-141

〔販売中〕



日本無線
SLAS対応チップ(JG11)
9.0 × 9.0mm

〔2019年春販売予定〕



古野電気
受信モジュール(GN-87)
12.2 × 16.0 × 2.8mm

センチメートル用

〔販売中〕



コア
Chronosphere-L6
200 × 140 × 60mm

〔2018年11月1日
販売予定〕



三菱電機
AQLoc-VCX
184 × 98 × 74mm

〔2018年11月1日
販売予定〕



マゼランシステムズ
ジャパン
受信機ボード

〔2019年春
販売予定〕



日本無線
CLAS対応チップ
JG11
9.0 × 9.0mm