

準天頂衛星システム「みちびき」の概要と 最新利活用事例

Quasi-Zenith Satellite System



2022年 9月 16日

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

出口 智恵

1. 準天頂衛星システムの概要
2. 活用事例の紹介
3. まとめ



準天頂衛星システム(みちびき)の開発の道のり

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号機の打上げに成功し、4機体制整備。

2018年11月1日にサービス開始。 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。

○ 2021年10月26日、初号機後継機の打上げ成功。

2023年度目途の7機体制での運用開始に向け、追加3機(5~7号機)を開発中。



初号機: Sep. 11, 2010
20:17:00(JST)



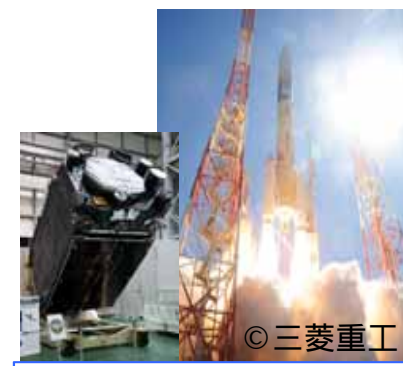
2号機: Jun. 1, 2017
09:17:46(JST)



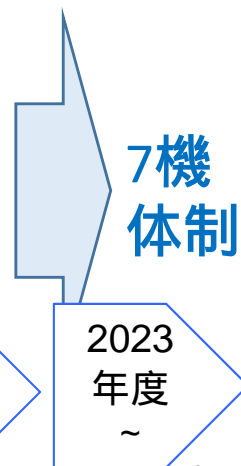
3号機: Aug. 19, 2017
14:29:00(JST)



4号機: Oct. 10, 2017
07:01:37 (JST)



初号機後継機 Oct. 26, 2021
11:19:37 (JST)



みちびき初号機後継機の打上げについて

- 2021年10月26日(火)11時19分37秒に、H-IIAロケット44号機により種子島宇宙センターより打上げ。
- 2022年3月24日、サービス開始。
- みちびき初号機(2010年9月打上げ・設計寿命約10年)に比べ、耐久性の向上・長寿命化(設計寿命約15年)を図っており、より安定したサービスの提供が可能。



【打上げの様子】 (写真提供:三菱重工)



【運用開始式典】 (写真提供: NEC)

左から三菱電機 下村シニアアドバイザー・大野副大臣、NEC森田社長・小林大臣、JAXA山川理事長・小寺政務官@イノビル4階イノカンファレンスセンター

準天頂衛星システム(みちびき)の軌道

準天頂衛星システムは、GPSなどの測位信号を補完・補強することで、より高精度な測位を可能とする配信サービス等を提供。

英語ではQZSS (Quasi-Zenith Satellite System)と表記。

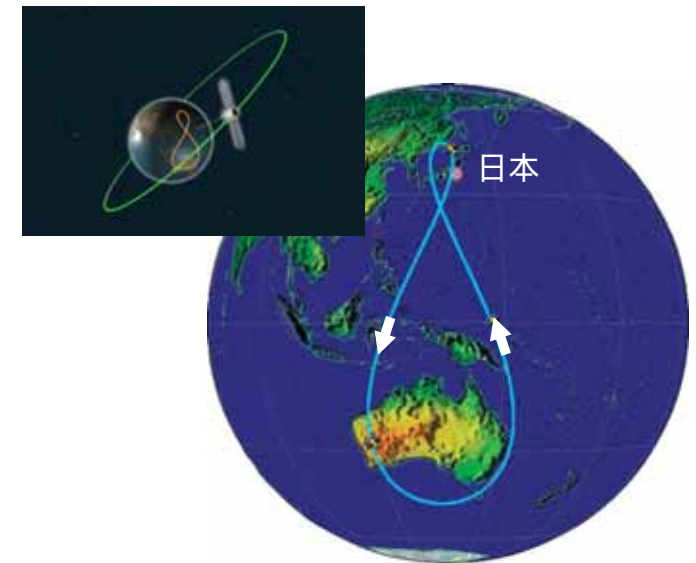
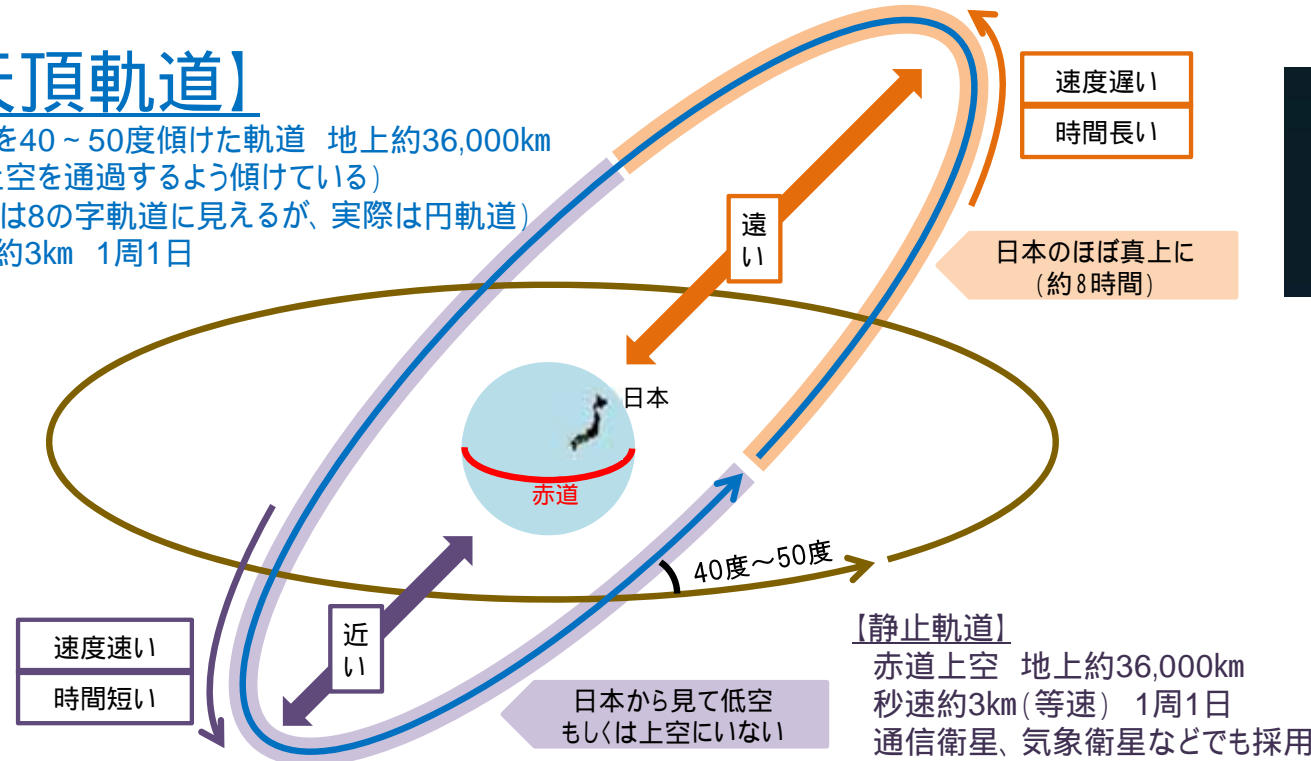
準天頂衛星システムの軌道は、「準天頂軌道(3機)」と「静止軌道(1機)」の2種類。

「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。そのため、衛星は地上からは静止しているように見える。

「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、静止軌道と同様に約24時間で1周する。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している。

【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



準天頂軌道衛星の直下軌跡
(4機体制)

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

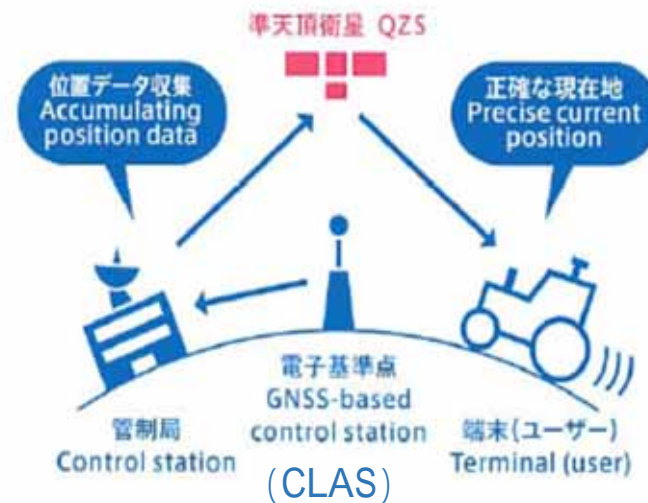
上空視界の限られた都市部を中心に改善が図られる
近年では、ほとんどのスマホが対応。また、多くのカーナビも対応している。



測位補強サービス (GNSSの補強)

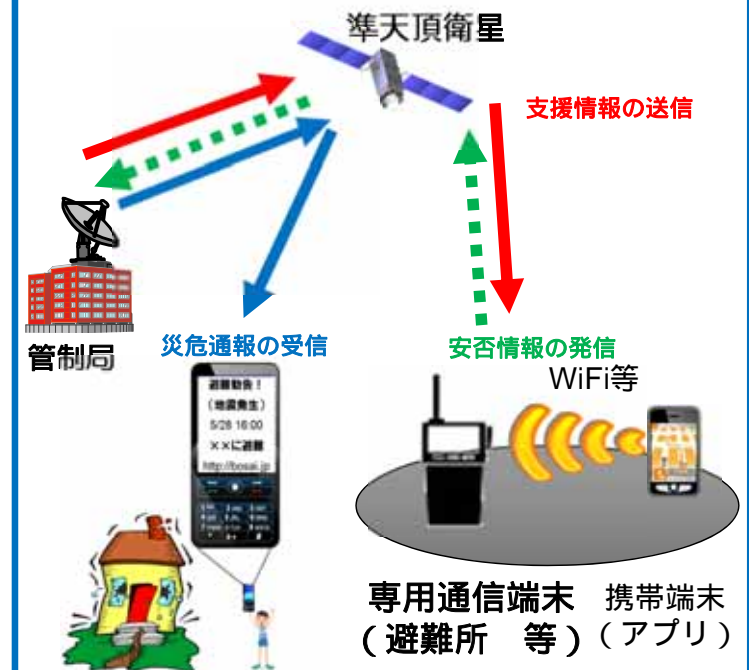
- 補強情報による測位精度の向上

- ・センチメートル級(CLAS、MADOCA)
- ・サブメートル級(SLAS)



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



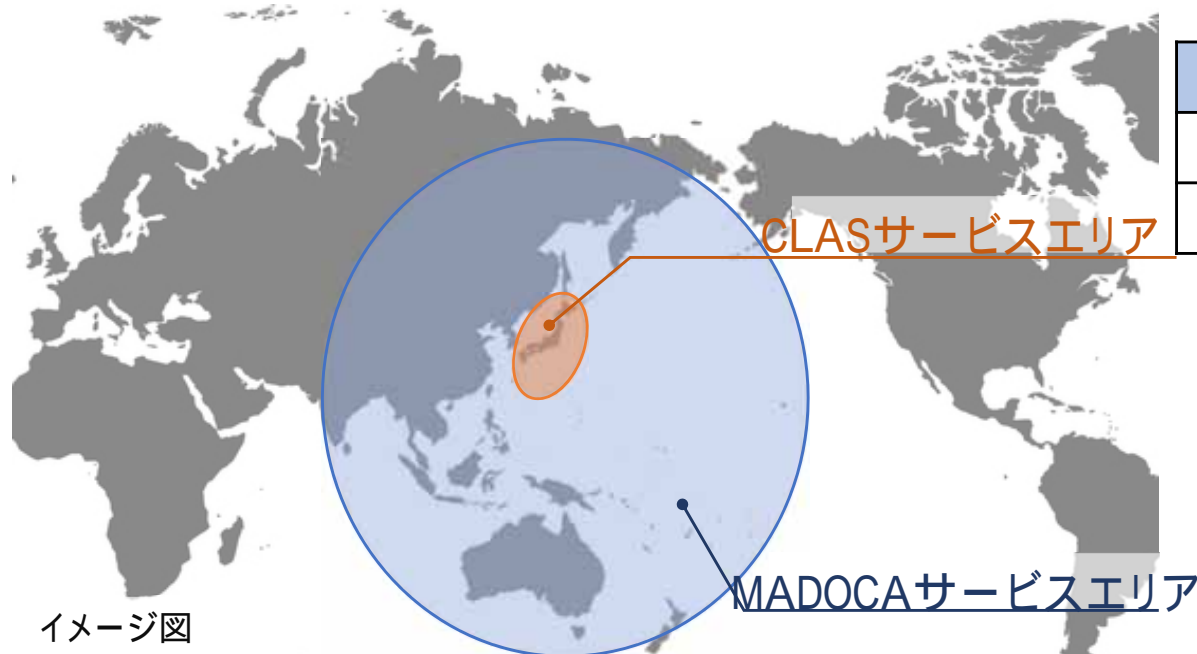
無償で利用可能

◆ サービス範囲と測位精度

	CLAS センチメートル級測位補強サービス	SLAS サブメートル級測位補強サービス																		
サービス範囲																				
測位精度 95%値	<table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>水平方向</th> <th>高さ方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>静止</td> <td>6cm</td> <td>12cm</td> </tr> <tr> <td>移動体</td> <td>12cm</td> <td>24cm</td> </tr> </tbody> </table>	区分	水平方向	高さ方向	静止	6cm	12cm	移動体	12cm	24cm	<table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>水平方向</th> <th>高さ方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>領域</td> <td>1.0m</td> <td>2.0m</td> </tr> <tr> <td>領域</td> <td>2.0m</td> <td>3.0m</td> </tr> </tbody> </table>	区分	水平方向	高さ方向	領域	1.0m	2.0m	領域	2.0m	3.0m
区分	水平方向	高さ方向																		
静止	6cm	12cm																		
移動体	12cm	24cm																		
区分	水平方向	高さ方向																		
領域	1.0m	2.0m																		
領域	2.0m	3.0m																		

2020年11月30日に補強対象の衛星数を増強(11機 17機)

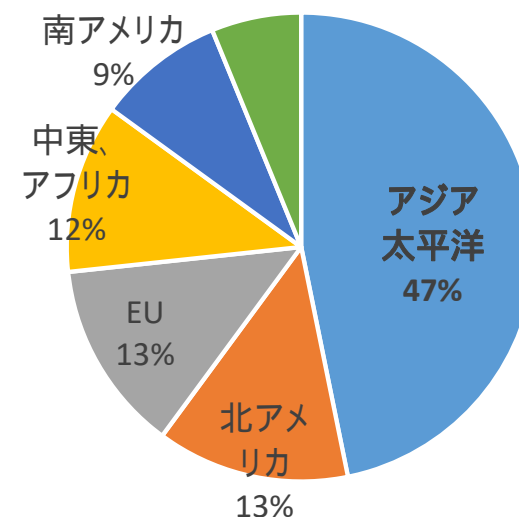
今後、大きく成長が予測されるアジア・オセアニア地域において、センチメートル級測位補強サービスの実証実験としてMADOCA(注)を配信中。
豪州やタイなどの各国との2国間協力の中で、実証実験を引き続き実施し、有効性を確認するとともに利活用を促進する。



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

GNSSデバイス数(2025)



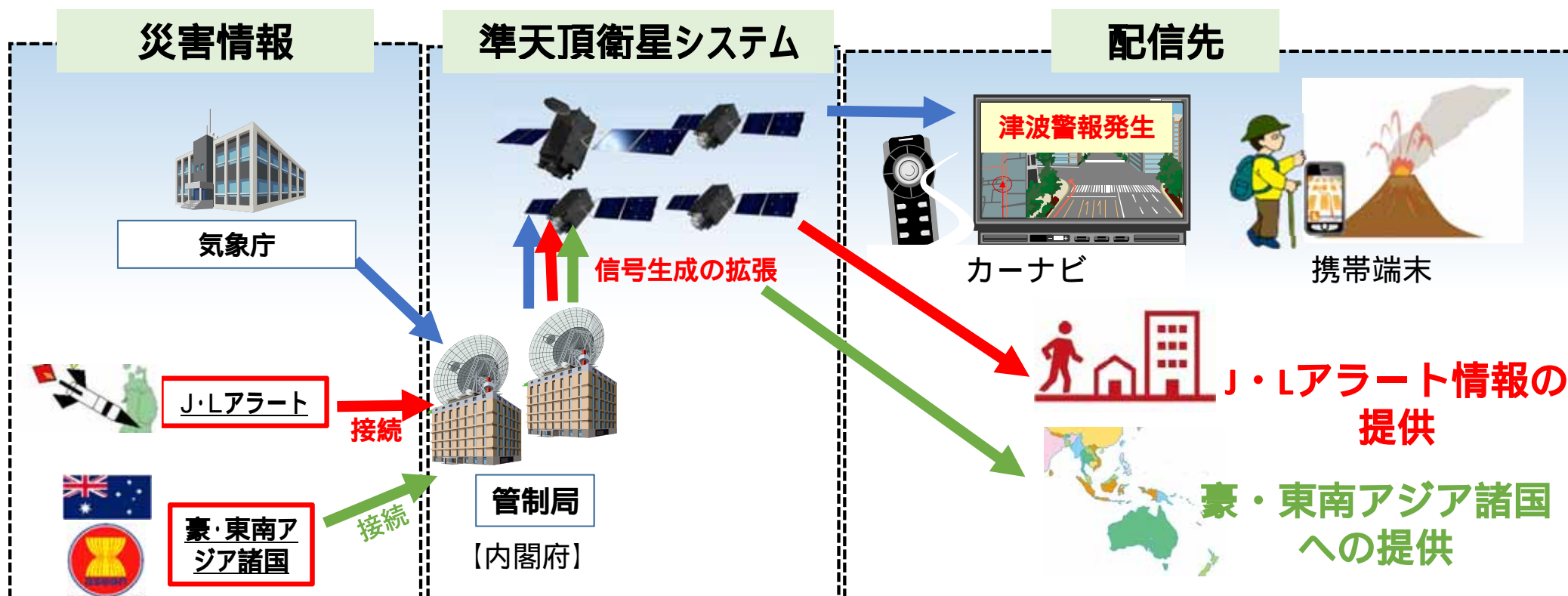
出典: GNSS Market Report 2017

現在、実証信号として配信しているMADOCAは、アジア・オセアニア地域にて利用可能。

(注) 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

2024年度の本運用開始に向けて、
2022年2月に仕様書等 (IS・PS) を制定し、
同年9月30日よりこの仕様による試行運用を開始予定

- 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ため、必要なインターフェースの改修、配信エリア切替設定や現地実証等を2024年度までに実施することで、将来の海外展開を目指す。



CLAS受信機

CLAS受信機の小型化、低価格化が進み、ユーザーにとって使い易い環境に



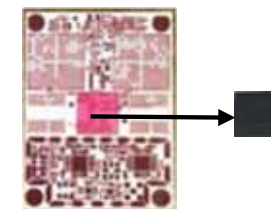
最新 Choac∞ Ten



最新 AsteRx-m3 CLAS



最新 Choac∞ Ten基板



最新 Digital ASIC

	受信機	ボード		
製造メーカー	コア	Septentrio	コア	マゼランシステム ジャパン
サイズ	100 × 67 × 24mm 100g		44.2 × 62.4mm	30 × 40mm以下
測位レート	100Hz	100Hz	100Hz	
消費電力	8.5W (MAX)	1.6W (MAX)	8.5W (MAX)	1 W以下
無線接続	○ (Wi-fi, Bluetooth)	×	○ (Wi-fi, Bluetooth)	×
IMU	×	×	×	×
方位	×	○	×	
備考	Septentrio Mosaic-CLAS搭載 2022年2月末発売	2系統のASICを搭載 アンテナ2系統接続可 2022年3月発売	Septentrio mosaic-CLAS搭載 2022年2月末発売	2022年度中に発売予定

みちびきに対応した受信機

CLAS受信機



最新 Mosaic-CLAS



最新 NEO-D9C

チップ

	Mosaic-CLAS	NEO-D9C
製造メーカー	Septentrio	u-blox
サイズ	31 × 31 × 4mm	12.2 × 16 × 2.4mm
測位レート	100Hz	—
消費電力	0.6W (Typ) 1.1W (MAX)	0.165W (55 mA at 3.0 V(average))
無線接続	×	×
IMU	×	×
方位	×	×

備考

2022年3月発売

ZED-F9Pと組み合わせて
CLAS測位を実現
2021年11月発売

評価キット



C099-F9P

評価キット

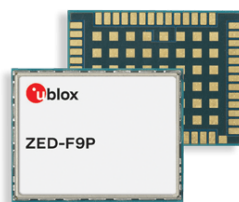


C101-D9C



SLAS受信機

u-blox、SONYのチップはSLASが標準搭載され安価に提供



ZED-F9P



最新 MAX-M10S



最新 NEO-M9N/L/V



CXD5603GF



CXD5610GF

チップ

製造メーカー	u-blox	u-blox	u-blox	ソニーセミコンダクタソリューションズ	ソニーセミコンダクタソリューションズ
サイズ	17 x 22 x 2.4 mm	9.7 x 10.1 x 2.5 mm	12.2 x 16.0 x 2.4 mm	3 x 3 mm	3.2 x 3.7 x 0.5 mm
測位レート	25Hz (MAX)	10Hz	25Hz		
消費電力	204mW (continuou)	32mW MAX)	108mW (continuous) *M9Vは147mW	6mW MAX)	9mW MAX)
無線接続	×	×	×	×	×
IMU	×	×	M9L,N9VはIMU搭載	×	×
災害通報への対応	データ出力のみ	データ出力のみ	データ出力のみ	×	データ出力のみ
備考	RTK測位も可	消費電力従来品の1/5	4GNSS同時捕捉	IoT・ウェアラブル機器での利用を想定	IoT・ウェアラブル機器での利用を想定

1. 準天頂衛星システムの概要
2. 活用事例の紹介
3. まとめ



みちびきサービスの利用拡大

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。

2022年4月時点で、みちびきに対応している製品数は約390。

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。

高精度測位衛星サービス利用促進協議会(QBIC)の会員向けアンケート調査(2019、2020年)

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

日産自動車(株)は、安全でスムーズなドライビングを実現する最新の運転支援技術(プロパイロット2.0)を搭載した新時代の100%電気自動車「アリア」を発表(2021年)。

「アリア」ではプロパイロット2.0の位置情報取得に「みちびき」のセンチメートル級測位補強サービス(CLAS)を活用。

車載センサーと3D高精度地図データ、CLASによる高精度位置情報を使い、道路と自車の正確な位置関係、先の道路の曲率、勾配などの道路形状を把握し、高速道路のナビ連動ルート走行と同一車線内のハンズオフ走行を実現。

準天頂衛星対応アンテナ
(2つのシャークフィンのうち1つ)



準天頂衛星の
高精度測位情報(CLAS)

車載センサー

3D高精度地図

高精度な自己位置推定(レーンレベル)

自車位置に応じた運転支援技術

本田技研工業(株)は2021年3月、世界で初めてレベル3の自動運転技術(トラフィック・ジャム・パイロット)を搭載した量産車となる新型「レジェンド」を発売。

レベル3以上では操作主体がシステムとなり、ドライバーはテレビの視聴やナビの操作が可能。

「レジェンド」に搭載されている先進安全技術「Honda SENSING Elite(ホンダセンシングエリート)」では位置情報の取得に「みちびき」のサブメータ級測位補強サービス(SLAS)を活用。

車線を判別可能とするSLASの高精度位置情報と、高精度3次元地図やカメラやLiDARなどのセンサーなどにより、詳細な自車位置、道路形状、その他の地物を正確に把握。それにより、高速道路における渋滞時等の特定の条件下に限って、レベル3の自動運転機能を利用可能。さらに、レベル2の機能としても、ハンズオフでの車線維持・変更、追い越しが可能。

準天頂衛星対応アンテナ
(シャークフィンに内蔵)



Honda SENSING Eliteのシステム構成

2019年ルール改正で距離測定デバイス(DMD: Distance-Measuring Device)が公式認定。

「みちびき」の高精度測位情報(SLAS: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。

端末に内蔵された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。また、あらかじめ端末に保持されているコース情報(*スマートフォン連携で更新)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。

上記に加え、現行のゴルフウォッチ「A1-」に災害・危機管理通報を表示する機能をファームウェアアップデートにて追加(2021/03/31 :V1.06により適用)

✓ SLASを活用し、グリーンまでの距離を表示



✓ さらに、災害・危機管理通報の表示



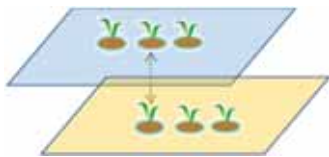
MADOCAを活用した効率的なドローン観測サービスの構築

- 従来の民生用ドローン観測データ位置精度には数mオーダーの誤差が生じ、例えば農業分野では観測目的とは別の個体を誤観測する恐れがあった。一方、精度向上には基準局や地上基準点(GCP)の設置が必須であり、コスト増要因となっていた。
- 病虫害に罹患した個体の早期検知サービスのニーズが高いインドネシア、マレーシアなどの大規模農園・森林地域では、基準局整備などが困難。
- (株)ファンリードは、MADOCA対応受信機を搭載したドローン観測システム(小型軽量ハイパースペクトルセンサー搭載)を構築。マレーシアにおいてGCP/基準局なしでの高精度飛行を実証。
- 国内実験で目標とした10cmオーダーの位置精度を確認。マレーシアにおける海外実験において国内と同精度の再現性を確認。

【従来の民生用ドローン観測システム】

観測データ(時刻1)

観測データ(時刻2)



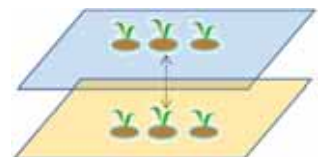
数mずれると間違っ
て異なる対象を比較
してしまう可能性がある。
個体差の影響が入っ
てしまうため、**時間変化の把握が困難。**



【MADOCAを活用したドローン観測システム】

観測データ(時刻1)

観測データ(時刻2)



10cmオーダーの位置精度が確保できると同一対象を捉えることが可能。両者のスペクトルを比較することで時間変化の把握が可能。



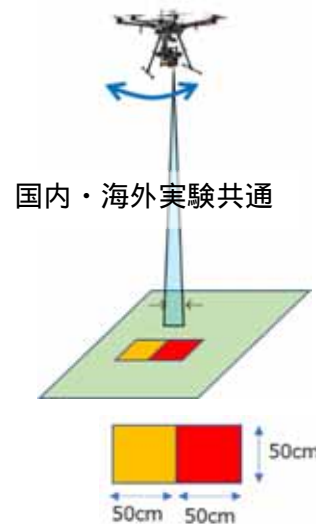
観測システム

特徴的なスペクトルを持つハイパースペクトルセンサー用ターゲットを観測

国内実験
2019年11月実施
[静岡県藤枝市]



観測状況



国内・海外実験共通

異なる観測時間における位置精度再現性(海外)



海外実験
2020年1月実施
[マレーシア]



実施サイト



観測状況

マレーシア実験実施場所



ミリ市



みちびき公募実証事業の概要

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、事業化につながり得る案件を中心に採択。

- 2018年度より実施しており、2022年度で5期目。
- 昨年度(2021年度)は、大学等の研究機関が実施する基礎的な研究開発にも対象を拡大し、以下の7件を採択。
- 採択案件及び過去の実証結果については、みちびき公式サイトにて公開中
今年度の採択事業も近くHPで公表予定。



【事業化推進枠】

No.	実証実験名	提案企業名(代表企業)
1	衛星測位補強サービスCLAS、SLASを用いた視覚障がい者及び車いす利用者向け介助サービス事業	株式会社Ashirase
2	準天頂衛星「みちびき」を利用した東京湾縦断飛行時の高精度な経路追従飛行・編隊飛行および着陸システムの開発	一般財団法人 先端ロボティクス財団
3	みちびき対応cm級受信機とスレーブRTKによる姿勢角検出実証実験と制御系への適用	マゼランシステムズジャパン株式会社
4	みちびきを利用した電動キックボードサービスの走行位置把握実証	株式会社Luup
5	みちびき×ブロックチェーンを用いた配達員保険システム	株式会社シーエーシー

【基礎実証枠】

No.	実証実験名	提案企業名(代表企業)
1	みちびきとMarhy 3D Map(機械可読高精度三次元地図)のコラボレーションによる自動運転の基礎的実証事業	独立行政法人国立高等専門学校機構 福島工業高等専門学校
2	情報化施工に向けたGNSS基準点及び精密測位に関するみちびき利用の基礎実証	東京海洋大学

目次

1. 準天頂衛星システムの概要
2. 活用事例の紹介
3. まとめ



2018年11月のサービス提供開始以降、様々な分野でQZSSの利用が広がっています。

今後は、2023年度を目途として持続測位可能な7機体制での運用を開始予定です。

- また、海外向け高精度測位補強サービスや信号認証サービスも2024年より開始予定です。
- 提供サービスの充実とともに、引き続きQZSSの利用拡大を図ってまいります。

お気軽にお問合せください

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

