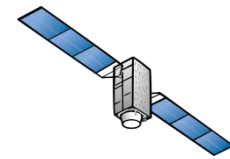


実用準天頂衛星システム 開発・整備の状況について

平成27年6月17日
内閣府宇宙戦略室

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

準天頂衛星の軌道

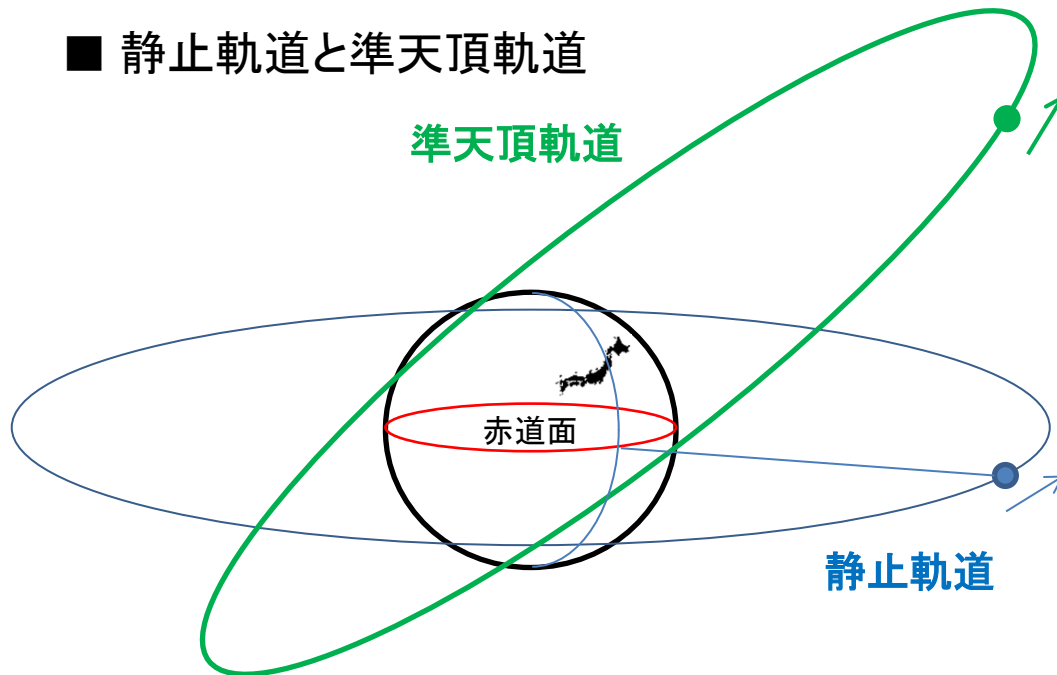
○静止軌道

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。

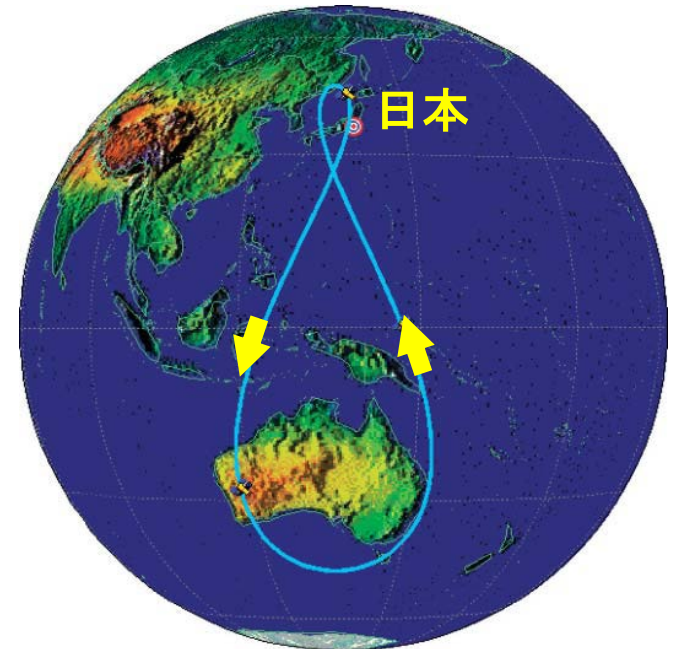
○準天頂軌道

静止軌道に対して軌道面を40～50度傾けた楕円軌道で、地球の自転と同期して約24時間で1周する軌道。子午線(日本の場合は東経135度(明石市))の近傍上空を南北に往復する。

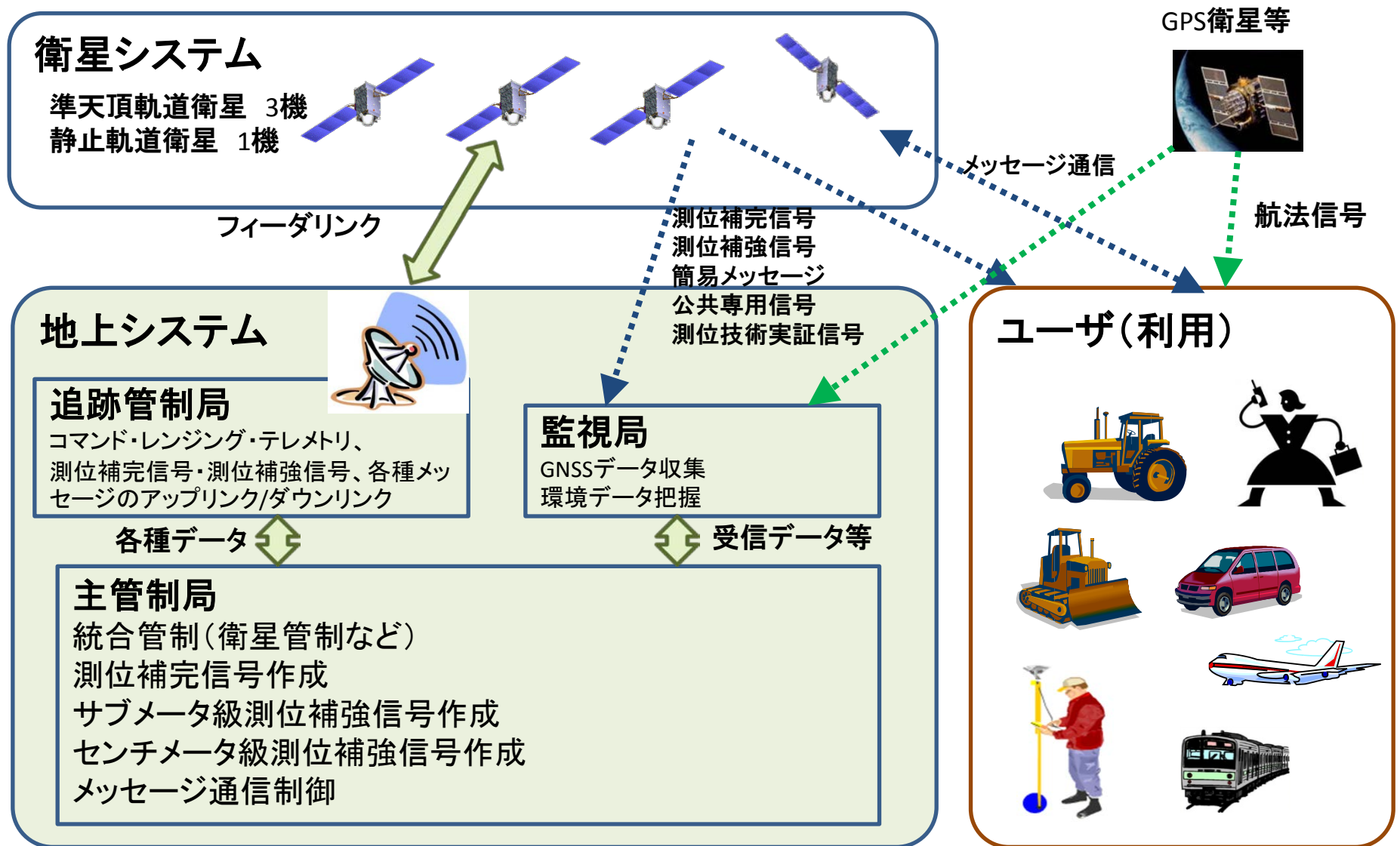
■ 静止軌道と準天頂軌道



■ 準天頂軌道衛星の地上軌跡 (衛星の地上直下点が描く軌跡)



準天頂衛星システムの構成(4機体制ベース)



(参考) 実用準天頂衛星の開発・整備・運用に係る予算

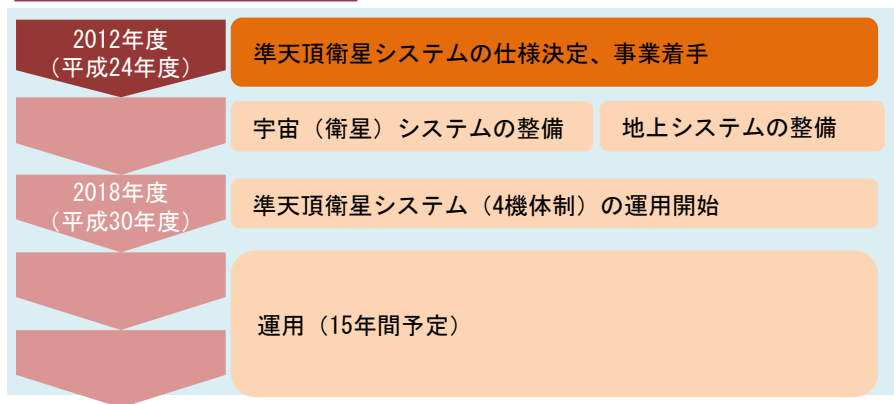
準天頂衛星システムの開発・整備・運用（4機体制ベース）

- ①衛星の開発・打上げ・整備（平成24～29年度）／事業費約899億円
- ②地上システムの整備・運用（平成24～44年度）／事業費約1188億円（平成30年度より支出予定）

事業の目的・概要

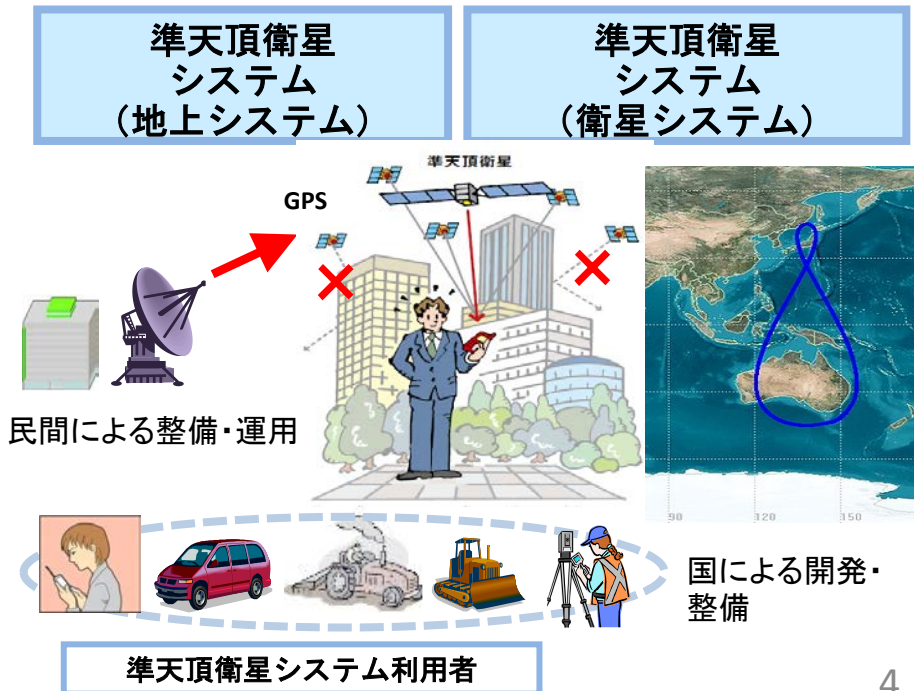
- 測位衛星の補完機能（測位可能時間の拡大）、測位の精度や信頼性を向上させる補強機能やメッセージ機能等を有する準天頂衛星システムを開発・整備（打上げ含む）する。
- 「実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方」（平成23年9月30日閣議決定）において、
 - ①実用準天頂衛星システムの整備に可及的速やかに取り組む
 - ②2010年代後半を目途にまずは4機体制を整備し、将来的には持続測位が可能となる7機体制を目指す
 - ③実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用は、準天頂衛星初号機「みちびき」の成果を活用しつつ、内閣府が実施することとしている。

スケジュール

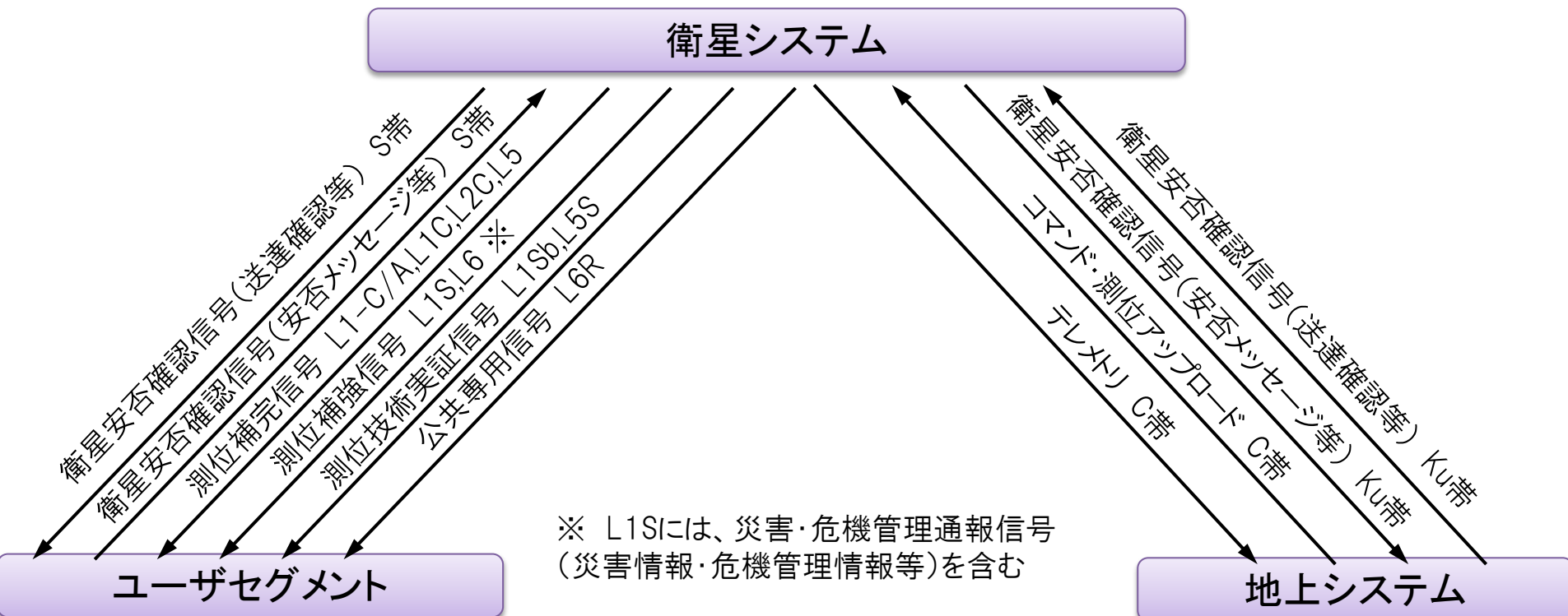


事業の推進状況

- 準天頂衛星システムの開発・整備に着手。
 - ・3機分の衛星の開発・整備は、国が直接実施。
（委託先：三菱電機（株）、5年間の国庫債務負担行為、約503億円）
 - ・地上システムの整備・運用は、民間資金を活用したPFI事業として実施。
（実施者：準天頂衛星システムサービス（株）（SPC）、21年間の国庫債務負担行為、約1,188億円）



準天頂衛星システム 無線信号概要



種別	サービス	周波数帯	中心周波数	占有帯域幅
測位補完信号	L1-C/A	L帯	1575.42MHz	30.69MHz
	L1C	L帯	1575.42MHz	30.69MHz
	L2C	L帯	1227.60MHz	30.69MHz
	L5	L帯	1176.45MHz	24.9MHz
測位補強信号	L1S	L帯	1575.42MHz	30.69MHz
	L6	L帯	1278.75MHz	42.0MHz
公共専用信号	L6R	L帯	1278.75MHz	42.0MHz
測位技術実証信号	L1Sb	L帯	1575.42MHz	30.69MHz
	L5S	L帯	1176.45MHz	24.9MHz
衛星安否確認信号	ユーザリンク・アップリンク	S帯	1980-2010MHzの内の5MHz	5MHz
	ユーザリンク・ダウンリンク		2170-2200MHzの内の5MHz	5MHz
コマンド・測位アップロード	定常 (アップリンク)	C帯	5005MHz	10MHz
テレメトリ	定常 (ダウンリンク)		5025MHz	10MHz
衛星安否確認信号	フィードリンク・アップリンク	Ku帯	13.75-14.5GHzの内の5MHz	5MHz
	フィードリンク・ダウンリンク		12.2-12.75GHzの内の5MHz	5MHz

準天頂衛星システムの機能・取組状況(4機体制ベース)

<機能>

①GPS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)



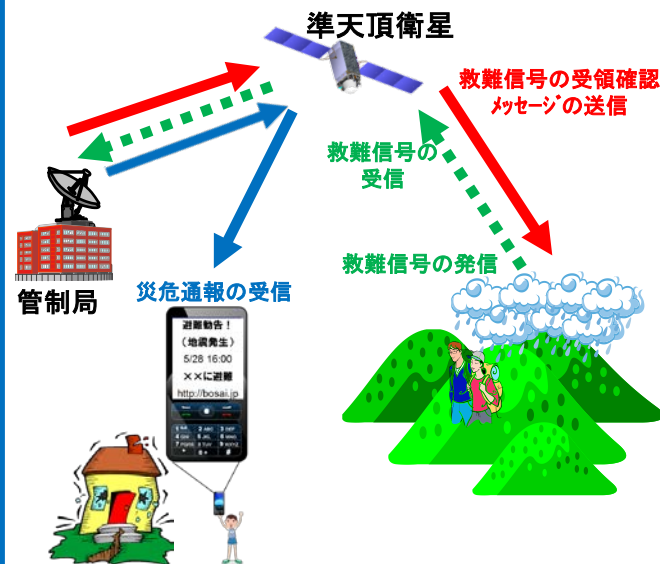
②GPSの補強

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メッセージ機能

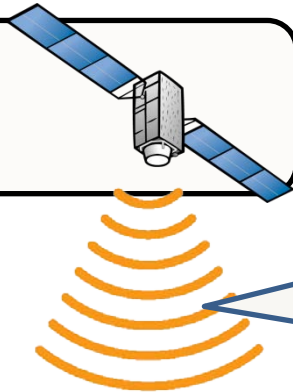
- ・災害・危機管理通報(災危通報)
- ・衛星安否確認サービス



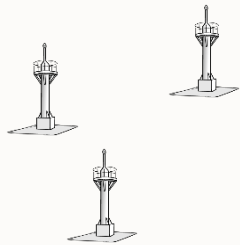
年度	H24 (2012)	H25 (2013)	H26 (2014)	H27 (2015)	H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	H31 (2019)	H32~H44 (2020~2032)
準天頂衛星 (2~4号機) 初号機(みちびき)後継機	基本/詳細設計			整備		3機打上げ			
				予備設計	基本/詳細設計	整備			
									2023年度めど7機体制確立

サブメータ級補強(民生利用の例)

宇宙システム(衛星)



地上システム



監視局

サブメータ級補強信号

監視局データを元に補強信号を作成し、準天頂衛星から測位信号と共に送信することで、利用者がサブメータ級の精度の測位を可能にするとともに、測位の信頼性を高める。

主な利用例



個人ナビ

街中案内、観光案内、ショッピング案内、緊急避難等での精度向上

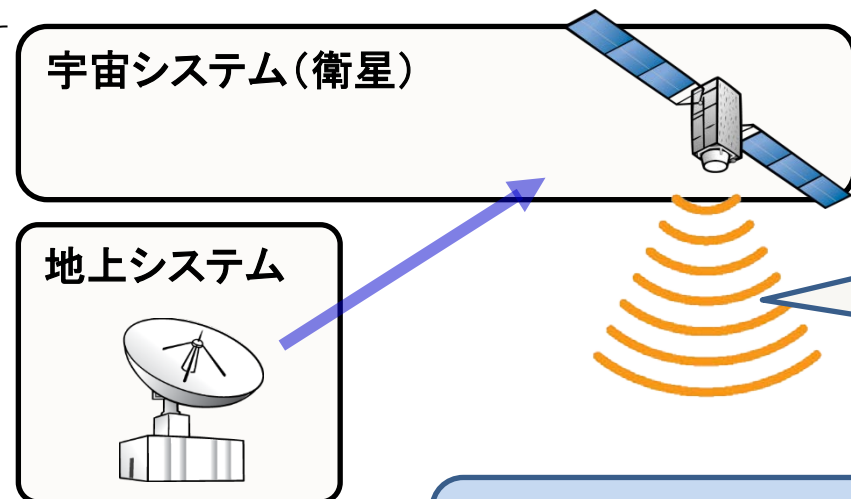


カーナビ

各種案内の精度向上、信頼性向上 等

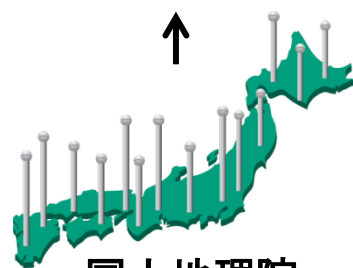
センチメートル級補強(民生利用の例)

内閣府が整備



センチメートル級補強信号

電子基準点データを元に補強信号を作成し、準天頂衛星から測位信号と共に送信することで、静止～移動体の利用者がセンチメートル級の精度の測位を可能にする。



国土地理院
電子基準点

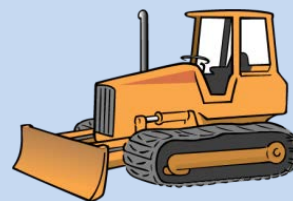
全国の電子基準点(全1240点)全点を準天頂衛星対応に改修済

主な利用例



IT農業

自動化のための農耕機材の精密位置決め、場所ごとの土壌によって捲く肥料の変更 等



情報化施工

建機の自動化、施工管理の効率化による工期の短縮 等



精密測量

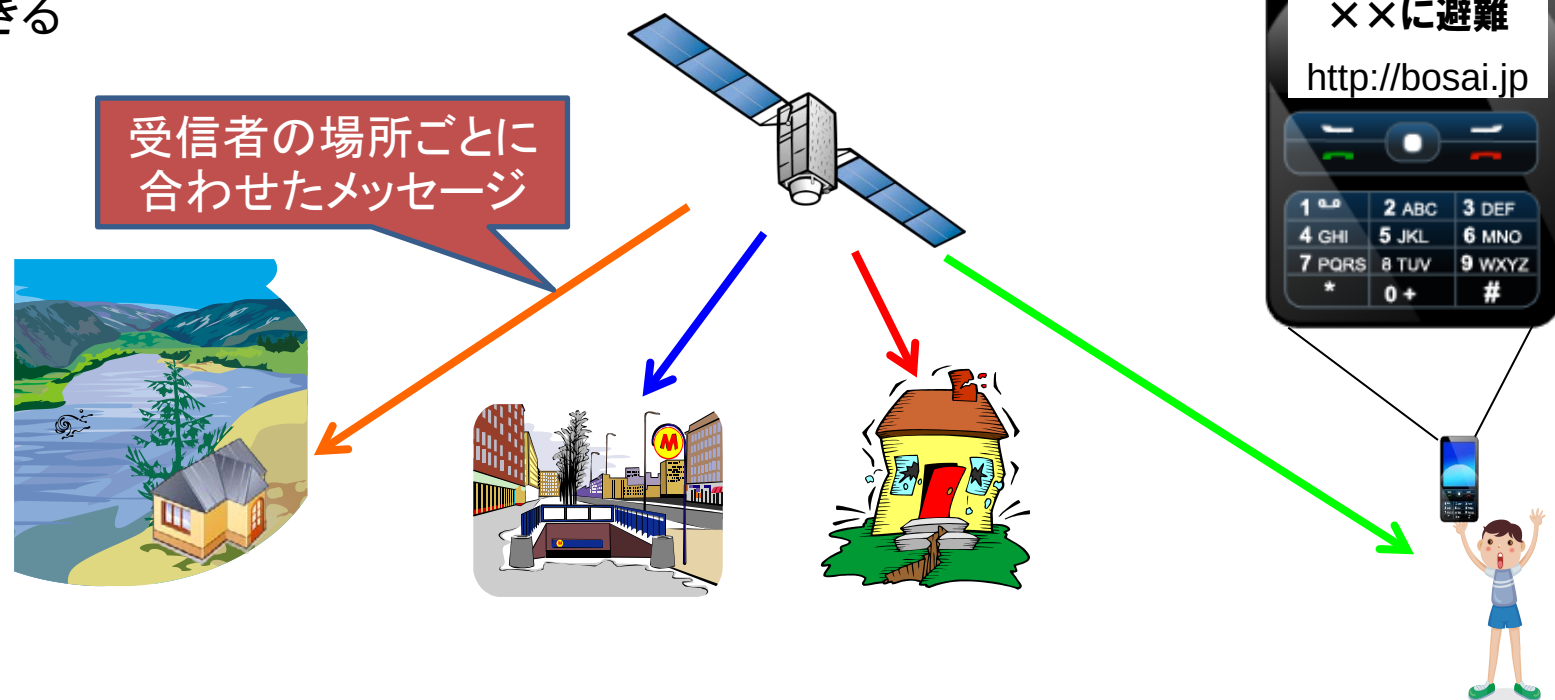
山間部等の携帯電話サービスエリア外等での準リアルタイムの測量の実施 等

防災向け簡易メッセージ送信(名称:「災危通報」)

○準天頂衛星システムでは、補強情報を送信する“すき間”を利用して、簡単なメッセージを地上(携帯端末等)に送ることが可能。

(例) 広域災害時の情報提供

大震災のような広域災害発生時に、携帯電話等の所有者の居場所(位置)に応じ、災害情報や避難情報をきめ細かく提供できる



準天頂衛星対応の測位受信機例

衛星測位サービス受信機（GPS補完）



カーナビ

アルパイン、ガーミン
ケンウッド、パナソニック
ユピテル、セイワ等



タブレット端末 NEXSU7(2012)



スポーツウォッチ EPSON、CASIO



ハンディGPS GARMIN



ゴルフナビ ユピテル



レーダ探知機 ユピテル コムテック等

サブメータ級・災危通報対応受信機



QZ1 〔NEC〕



QZPOD 〔SPAC〕



QZNAV 〔コア〕

■ 共通仕様

- ・受信信号 L1C/A、L1-SAIF
- ・電池駆動可能

■ 個別仕様

- | | | |
|-------------|-------------|----------------|
| ・49x84x18mm | ・54x70x18mm | ・139x100x30mm |
| ・65g | ・50g | ・350g(アンテナ含まず) |
| ・使用時間 8時間以上 | ・3~4時間 | ・10時間以上 |
| ・充電時間 約90分 | ・約90分 | ・約7時間 |

センチメータ級対応受信機



LEXR (低速移動体端末) 〔三菱電機〕



LPY-10000 (LEX信号受信機) 〔古野電気〕

■ 仕様

- | | |
|------------------|----------------|
| ・受信信号 L1C/A、LEX | ・LEX |
| ・AC駆動 | ・AC駆動 |
| ・約430x約350x約90mm | ・約25x約20x約60mm |
| ・重量不明 | ・重量不明 |

多周波・マルチGNSS受信機



ALPHA G3T 〔JAVAD〕

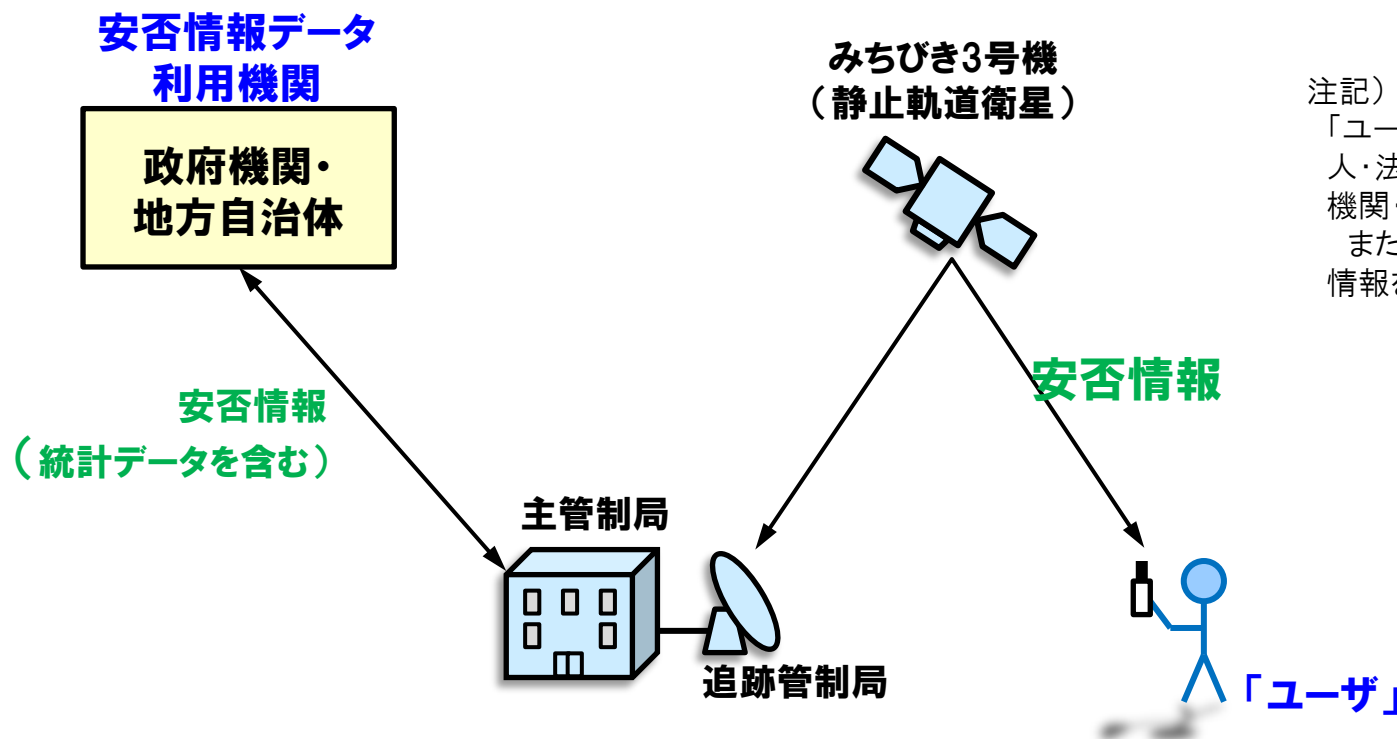
■ 仕様

- ・受信信号 GPS L1C/A、L2、L5、GLONASS L1、L2
- ・バッテリー内蔵 使用時間 数時間
- ・本体 : 148x85x35mm 448g
- ・アンテナ : 140x140x62mm 515g

安否通信サービス

○実用準天頂衛星システムが提供する通信用のS帯(2GHz帯)を利用した双方向通信サービス

- 災害時等において、「ユーザ」等が位置情報を含む安否情報を準天頂衛星を介して管制局に送信する。
- 「ユーザ」等からの安否情報を、災害状況の把握等に活用するため、安否情報データ利用機関(政府機関・地方自治体)へ配信する。



注記)

「ユーザ」としては、一般国民(個人・法人・団体等を含む)、政府機関・地方自治体を想定。

また、家屋等に設置し、安否情報を収集する事も検討。

準天頂衛星を利用したSBASの提供について

- 現在、航空局は衛星航法サービス(SBAS)を運輸多目的衛星(MTSAT)を用いて提供しているが、MTSATは平成31年度末に退役予定。
- MTSAT退役後のSBASサービスは、内閣府が整備している準天頂衛星システムを利用し、航空局が引き続き提供。

準天頂衛星を利用した衛星航法サービスの流れ

航空局による衛星航法サービスの提供

SBAS運用

SBAS処理装置

SBAS信号

監視信号

航空局

(平成28年度予算から要求予定)

準天頂衛星システム

SBAS信号
(静止衛星より)

内閣府

(PFI事業・衛星事業として実施中)

GPS

航法信号

詳細な分担は今後協議していくが、内閣府設備と航空局設備とのインターフェースは「測位技術実証サービス」のインターフェースを使用し、静止衛星のL1Sb信号は航空局SBAS専用の信号とする。

- 航空局は、準天頂衛星システムがSBASに適合していることを確認し、SBASの地上設備(SBAS処理装置、SBAS運用端末)の整備、航空用途として利用するための認証、運用を行う。
- 航空局は、準天頂衛星システムの航空分野における利用拡大に対し、準天頂衛星の補強対象衛星化やアジア太平洋地域への普及について協力を行っていくこととする。

準天頂衛星活用のイメージ

(宇宙基本計画に向けた提言(平成26年10月27日 経団連発表)より)

移動体測量(MMS)インフラ計測・管理

準天頂から高精度な補強信号を提供することにより、高精度な位置特定を実現。街づくり、インフラ整備/管理、鉄道管理、車両管理に活用。



鉄道管理・列車制御

全線の車両位置を計測。踏切、閉塞区間の制御、列車、自動車/人の位置、線路脇の限界領域の建築物も計測し、安全運行を支援。



IT農業

敷地境界の情報により、農地整備などの車両自動運転をはじめとする農作業自動化を実現し、農耕作業効率化を支援。



準天頂衛星



衛星測位課金システム (ロードプライジング)

走行している車両をシームレスに計測し、走行距離、ルートにより課金するとともに課金情報、ルート別通行料、渋滞回避情報も提供。



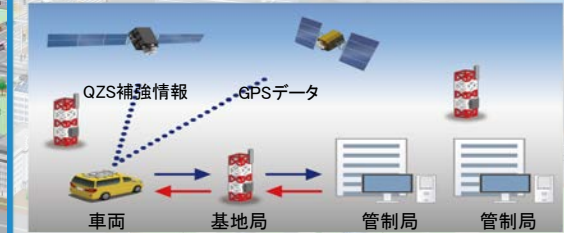
情報化施工

道路設計の情報をもとに、一般道、トンネル、街作り等における現場で、工事車両の運用管理、および工事全般を管理。鉱山における採掘、運搬作業では車両の自動運転により、事故削減、経費削減を実現。雪原、積雪道路等では埋もれた設備を避けて作業するよう車両を管理。



高精度ナビゲーション

車両の位置計測、移動局の運行管理により高度なナビゲーションを実現し、業務の効率化、安全性の向上を図る。



GPSで計測できない場所も計測可能
測位衛星の信号が届きにくい山間部や都心の高層ビル街でも、シームレスな測位が可能です。



トンネル内・地下道路の計測

トンネル内や地下道路等、測位できない場所は、INS複合技術による連続した測位を実現。移動体測量(MMS)のトンネル、地下道路管理計測により安全性向上を支援。



海洋管理

海面の高さを計測し、センサーに通報。津波、高波の予測、海洋火山観測、風速管理などのデータ作成を支援。



船舶制御

船舶の位置を計測し、地図情報と照らし合わせ、接岸、座礁回避、対船舶自動制御の支援、積荷管理することで、船舶の安全運行を。



自動運転・安全運転支援

路車・車車間通信を用いてインフラ、および準天頂衛星の計測による車両情報、人情報、列車情報、河川情報、港湾情報を各車両が協調し、安全・安心・快適な移動を実現。



準天頂衛星システムの利活用推進体制

日本経済団体連合会宇宙開発利用推進委員会
産業競争力懇談会(COCN)
高精度衛星測位サービス利用促進協議会(QBIC)/
PFI会社:準天頂衛星システムサービス株式会社
(QSS)
個別企業 等

意見交換、
ビジネス創造
に向けた協働

内閣府
宇宙戦略室

連携

地理空間情報活用推進会議事務局
関係省庁 等

利活用推進・拡大に向けて、G空間社会推進関係省庁等と連携するとともに、官民プラットフォームを通じて、民間企業等とも密接な意見交換等も図りながら(100社以上と意見交換)、案件の発掘と組成に取り組んでいる。

<検討途中の利活用アイデア例>

IT農林業



【自動農業】

国内自給率や後継者不足問題等への対応として、大規模農家等が無人農機やリモセンによる高度生産管理を導入。



【精密林業】

森林状況把握の自動化やリモセン生産管理技術と森林クラウドサービスを組み合わせ、国内外で精密林業を展開。

自動車・高密度都市



【自動走行】

高精度位置情報により、信頼性の高い車線維持・変更等の車両制御に貢献。



【ETC】

ゲートレス・フリーフローを実現するため、正確な位置情報を割り出し、これを元に課金する仕組みを構築。

IT施工・土木/鉱山



【社会インフラ】

高精度測位等を活用し橋梁や高速道路等の社会インフラ維持管理サービスを展開。



【鉄道】

鉄道フィールドでの高精度測位を通じて、運転支援系(車体傾斜システム)及び保安設備系(無線式列車制御)へ適用。

位置情報サービス



出典:ヤマハ

【物流】

国内の離島間等における無人機による貨物輸送システムを構築。

【配送】

公園での昼食等、住所が存在しない場所でもデリバリーを実現。

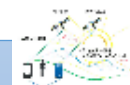


(c)カラー

【観光】

他国にない地域資源としてアニメを活用した聖地巡礼が脚光。特定の場所に行くと特定のキャラクターと写真撮像や限定グッズ入手等の仕掛けづくりを展開。

安全・安心/犯罪防止



【安全・安心】

登山者が危険箇所に近い場合に正確にアラートを発信。災害発生・遭難等の際に身体・生命の安全を災害対応機関等に知らせる。



【防災】

危機管理通報サービスを活用し、自動販売機の電光掲示による災害情報の周知や自動販売機から飲料を無料供給。

7機体制確立による効果

- 平成35年度を目途として7機体制の確立により、日本上空に必ず衛星4機が存在し、米国GPSに依存せずに持続測位が可能となる。緊急時等における米国GPSの停止リスクから解放され、G空間社会の基盤が確固としたものになる。
- さらに、GPSが建物や山で阻まれ機能しない都市部、山間部においてもG空間社会が実現。
- こうした期待から、準天頂衛星システムを活用した新ビジネス創出等に向けて、官民プラットフォームを通じて、研究・検討が加速。
- 約100者の企業等が具体的なビジネスプランを検討中。経済界、産業界からの準天頂衛星システムに対する期待が高まっている。

【検討参加状況】

- ①地図・高精度測位 【15社】
- ②IT農業 【5社】
- ③IT施工・土木/鉱山 【5社】
- ④海洋利用・船舶 【2社】
- ⑤安心・安全/犯罪防止 【15社】
- ⑥自動車・高密度都市 【20社】
- ⑦位置情報サービス 【30社】
- ⑧携帯端末市場 【8社】

<参 考>

新宇宙基本計画における準天頂衛星システムの位置づけ

新「宇宙基本計画」（平成27年1月9日 宇宙開発戦略本部決定）

第4章 我が国の宇宙政策に関する具体的アプローチ (1) 宇宙政策の目標達成に向けた政策体系 ①宇宙安全保障の確保 (13ページ)	ii) 宇宙の安全保障分野における活用の強化 <u>安全保障に資するように宇宙を活用する観点から、我が国における測位、通信、情報収集等のための宇宙システムを強化する。</u> <u>具体的には、準天頂衛星の7機体制を確立し「持続測位」を実現し、それを前提に安全保障上の有効活用の在り方についての検討を開始する。</u>また、Xバンド防衛衛星通信網を3機体制に拡充し「抗たん性・秘匿性の高い衛星通信網」を確保する。
第4章 我が国の宇宙政策に関する具体的アプローチ (1) 宇宙政策の目標達成に向けた政策体系 ② 民生分野における宇宙利用の推進 (14・15ページ)	ii) 関連する新産業の創出 <u>衛星リモートセンシング情報や衛星測位による位置情報等、宇宙システムを活用して取得・蓄積される「ビッグデータ」を情報通信技術を駆使して新たな価値を生み出す等、宇宙に関連した新事業・新サービスを創出する民間事業者の取組を後押しし、国民生活の質を向上させ、持続的な産業発展と雇用機会の創出に貢献する。</u> 特に、地理空間情報活用推進基本計画を踏まえ、<u>準天頂衛星の7機体制の確立とITを活用した地理情報システム(GIS:Geographic Information System)との連携により、高精度の屋内外シームレス位置情報基盤の整備等、「地理空間情報高度利用社会(G空間社会)」を実現し、自動化・無人化・省力化を進め既存産業の高度化・効率化を果たす民間事業者の取組を後押しする。</u>

第4章 我が国の宇宙政策に関する具体的アプローチ (2) 具体的取組 ① 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施方針 (16ページ)	i) 衛星測位 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、<u>平成27年度からみちびき後継機の検討に着手する。</u>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、<u>持続測位が可能となる7機体制の確立のために必要となる追加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。</u>その際、開発・運用コストの縮減と平準化を図る。あわせて、米国GPSとの連携強化の在り方についても検討を行い、必要な措置を講じる。
第4章 我が国の宇宙政策に関する具体的アプローチ (2) 具体的取組 ② 個別プロジェクトを支える産業基盤・科学技術基盤の強化策 (22ページ)	i) 新規参入を促進し宇宙利用を拡大するための総合的取組 <u>衛星リモートセンシング情報や衛星測位による位置情報等</u>、宇宙システムを活用して取得・蓄積される「ビッグデータ」を情報通信技術を駆使して新たな価値を生み出す等、<u>宇宙に関連した新事業・新サービスを創出するため、民間資金や各種支援策の活用等に関する検討に平成27年度に着手し、平成28年度末をめどに結論を得て、必要な措置を講じる。</u>(内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省等)
第4章 我が国の宇宙政策に関する具体的アプローチ (2) 具体的取組 ④ 宇宙外交の推進及び宇宙分野に関連する海外展開戦略の強化 (26・27ページ)	iii) 「宇宙システム海外展開タスクフォース(仮称)」の立ち上げ <u>宇宙分野における政府及び民間関係者で構成する「宇宙システム海外展開タスクフォース(仮称)」を平成27年度前半に立ち上げ、我が国が強みを有する宇宙システムの輸出等、官民一体となって商業宇宙市場の開拓に取り組む。</u> (内閣官房、内閣府、総務省、外務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省、防衛省等)

4. (2)① i) 衛星測位

準天頂衛星システムの開発・整備・運用

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
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] ▲▲▲ 打ち上げ										
	初号機「みちびき」後継機の開発整備 [内閣府] ▲ 打ち上げ										
							7機体制に向けた追加3機の開発整備 [内閣府] ▲▲▲ 打ち上げ				

4. (2)① i)衛星測位

準天頂衛星システムの利活用の促進等

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
準天頂衛星システムの利活用の促進等	国内及びアジア太平洋を中心とした諸外国における準天頂衛星の利活用の促進 電子基準点網の構築支援、測位衛星の利用基盤の強化 [内閣府、国土交通省等]										
				準天頂衛星と地理情報システム (GIS) との連携によるG空間社会の実現 [内閣府、国土交通省等]							
	官民プラットフォームを通じた新ビジネス創出に向けた検討(平成26年度～) [内閣府]										
	(参考) 先導的な社会実証実験の検討 [内閣府、経済産業省等]				(参考) 実証実験 [内閣府等]	★ 東京オリンピック・パラリンピック (参考) 成果を社会実装 [関係府省]					
	(参考) 宇宙に関連した新事業・新サービスを創出するための民間資金や各種支援策の活用等に関する検討 [内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省等]			(参考) 必要な措置の実施 [内閣官房、内閣府、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省等]							
	(参考) 測位衛星の信号に係る調査・検討 [内閣府、総務省、外務省、経済産業省、国土交通省]	(参考) 必要な措置の実施 [内閣府、総務省、外務省、経済産業省、国土交通省]									