

準天頂衛星システムについて

平成22年10月12日



(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)

宇宙利用ミッション本部長・理事

本間 正修

QZSSプロジェクトマネージャ

寺田 弘慈

内 容

- 準天頂衛星システム開発経緯
- 衛星測位の原理、測距の誤差要因
- 衛星測位システムに関する世界の動向
- 準天頂衛星システムの概要
 - 準天頂衛星システムの主な特徴、効果
 - 技術実証、利用実証について
 - 「みちびき」の運用状況
 - 今後の予定、JAXAの技術実証実験

(参考) 国際的な状況

準天頂衛星システム開発経緯(1/2)

平成13年7月 「宇宙利用フロンティアの拡大に向けたグランド・ストラテジー」(日本経団連)において政府に対し、準天頂衛星システムの開発を求める要望案提出。

平成14年1月 「新衛星ビジネス研究会」発足。準天頂衛星システムを利用した移動体通信、GPS補完・補強ミッションの技術検討、ビジネスモデルの検討。

平成14年5月 「準天頂衛星システム開発・利用推進協議会」(研究開発4省;文科省、総務省、経産省、国交省、および民間による)の設置。官は、測位に係る技術開発・実証、民は、通信放送事業と衛星の調達を担当。

平成15年度ー 研究開発4省による準天頂衛星システムに係る研究開発着手

平成16年1月 総合科学技術会議「我が国における測位システムのあり方について」中間とりまとめ
我が国が目指すべきGPSの代替手段としては、GPSとの互換性、相互運用性のある衛星を配備することで自立性をもつ。自立性を持ったシステムは準天頂衛星群に静止衛星を組み合わせる案などが想定され、実現性、コスト等、多角的な評価が必要。

平成16年9月 総合科学技術会議「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」 長期的な目標として、GPSなどとの「自立性を持った相互補完関係」を有する地域衛星測位システムの自立的な確立を目指す。

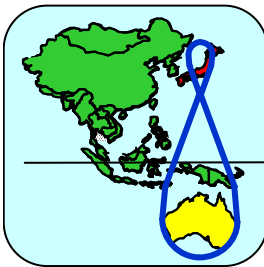
準天頂衛星システム開発経緯(2/2)

平成17年9月 「測位・地理情報システム等推進会議」において準天頂衛星システム計画の推進について検討され、平成18年2月、民間の事業化判断として事業化を断念する旨表明。

平成18年3月 「測位・地理情報システム等推進会議」において「準天頂衛星システム計画の推進に係る基本方針」が示され、JAXAが初号機の整備・運用を担当。

平成20年4月 「地理空間情報活用推進基本計画」第1段階の技術実証・利用実証に引き続き、第1段階の結果の評価を行った上で、国と民間が協力して、初号機を含めた3機の準天頂衛星によるシステム実証を実施する第2段階へ進む計画とする。

平成21年6月 「宇宙基本計画」衛星測位システム 社会的ニーズと10年程度の目標
準天頂衛星を活用して高精度な測位を達成し、人工衛星と地上システムが連携した、シームレスなパーソナルナビゲーション等の新たな利用アプリケーションの創出による利便性向上や「公共の安全の確保」のニーズにおける国及び国民の安全・安心の実現に資することを目標とする。なお、準天頂衛星の技術・能力の実証を経て、3機体制を構築することにより、GPS等の補完・補強が可能となる。また、7機の衛星による場合には、東アジア・オセアニア地域をカバーする自己完結的な衛星測位システムの構築が可能となる。



準天頂衛星システム計画の現状等について

日本付近で常に天頂方向に1機の衛星が見えるように複数の衛星を準天頂軌道に配置した衛星システムにより、山間地、ビル陰等に影響されず、全国をほぼ100%カバーする高精度の測位サービスの提供を実現



準天頂衛星システム計画の推進体制と計画

(地理空間情報活用推進基本法(平成19年5月成立、同8月施行))

国の技術開発

H15 研究開始
H16~ 開発研究
H18~ 開発

【宇宙開発委員会】

- ・H18.8 開発移行の審査・了承 (目標・目的・方針・体制)
- ・H18.11 具体的開発計画の審査・了承

第1段階(技術実証・利用実証)

H22 初号機打上げ予定
H22~ 実証・結果の評価

第2段階(システム実証)

官民の協力により
追加2機の準天頂衛星を打上げ

宇宙基本計画(平成21年6月宇宙開発戦略本部決定)においても測位衛星システムに位置付けられている

地理空間情報活用推進会議(平成17年9月 内閣に設置、平成20年6月名称変更)

文部科学省
準天頂高精度測位実験技術

総務省
高精度衛星測位技術

経済産業省
衛星の軽量化・長寿命化技術

国土交通省
高精度測位の補正技術
移動体に対する高精度測位技術

「準天頂衛星システム計画の推進に係る基本方針」(平成18年3月31日測位・地理情報システム等推進会議)
「地理空間情報活用推進基本計画」(平成20年4月15日閣議決定)

第1段階 文部科学省取りまとめ

研究開発4省による技術実証

文部科学省

総務省

経済産業省

国土交通省

利用実証への参加

民間
(財)衛星測位利用推進センター(注)

関係府省庁

システムの整備・運用 JAXA

第2段階 国は、技術実証・利用実証の結果を評価した上で、民間と協力してシステム実証段階(追加2機)に移行
民間は、事業化判断を行い、事業内容、事業規模等に相応な資金を負担することで計画に参加

(注)平成19年2月5日関係4省共管にて設立

関係機関による連携・適切な分担
準天頂衛星システム開発・利用推進協議会
(関係省庁、関係研究開発機関、民間代表)

システムの成果

- ◎離島・山間部を含め、広く日本全体を対象とした測位サービスの提供
- ◎GPSの情報を補完・補強*することによる高精度測位を実現

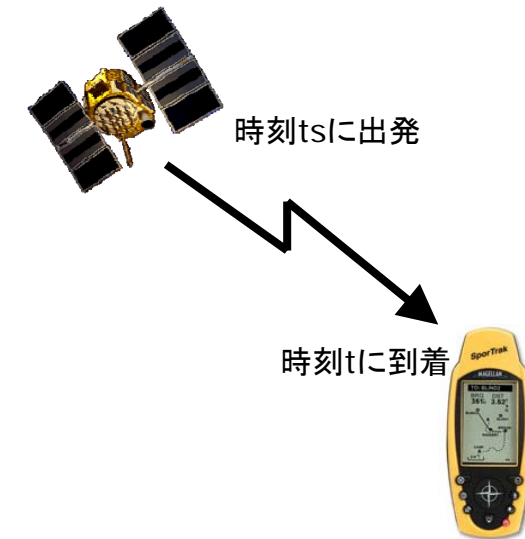
*補完(測位補完): GPS互換信号を送信し、GPSとの組み合わせによって、利用可能エリアの拡大や利用可能時間を増加させること。

*補強(測位補強): 基準点で受信したGPS信号の誤差情報やGPS信号の使用可否情報等を送信して、測位の精度の高精度化や高信頼化を図ること。

衛星測位の原理(1/2)

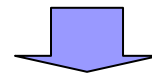
- 式で書くと・・・

- 衛星の位置(3次元) + 時間 を
 - X_s, Y_s, Z_s, t_s
- 受信機の **位置 + 時間** を
 - X, Y, Z, t とすると、
- 衛星と受信機の距離 は、



$$\sqrt{(X - X_s)^2 + (Y - Y_s)^2 + (Z - Z_s)^2} = c \cdot (t - t_s) \quad \text{ここで、} c \text{ は光速}$$

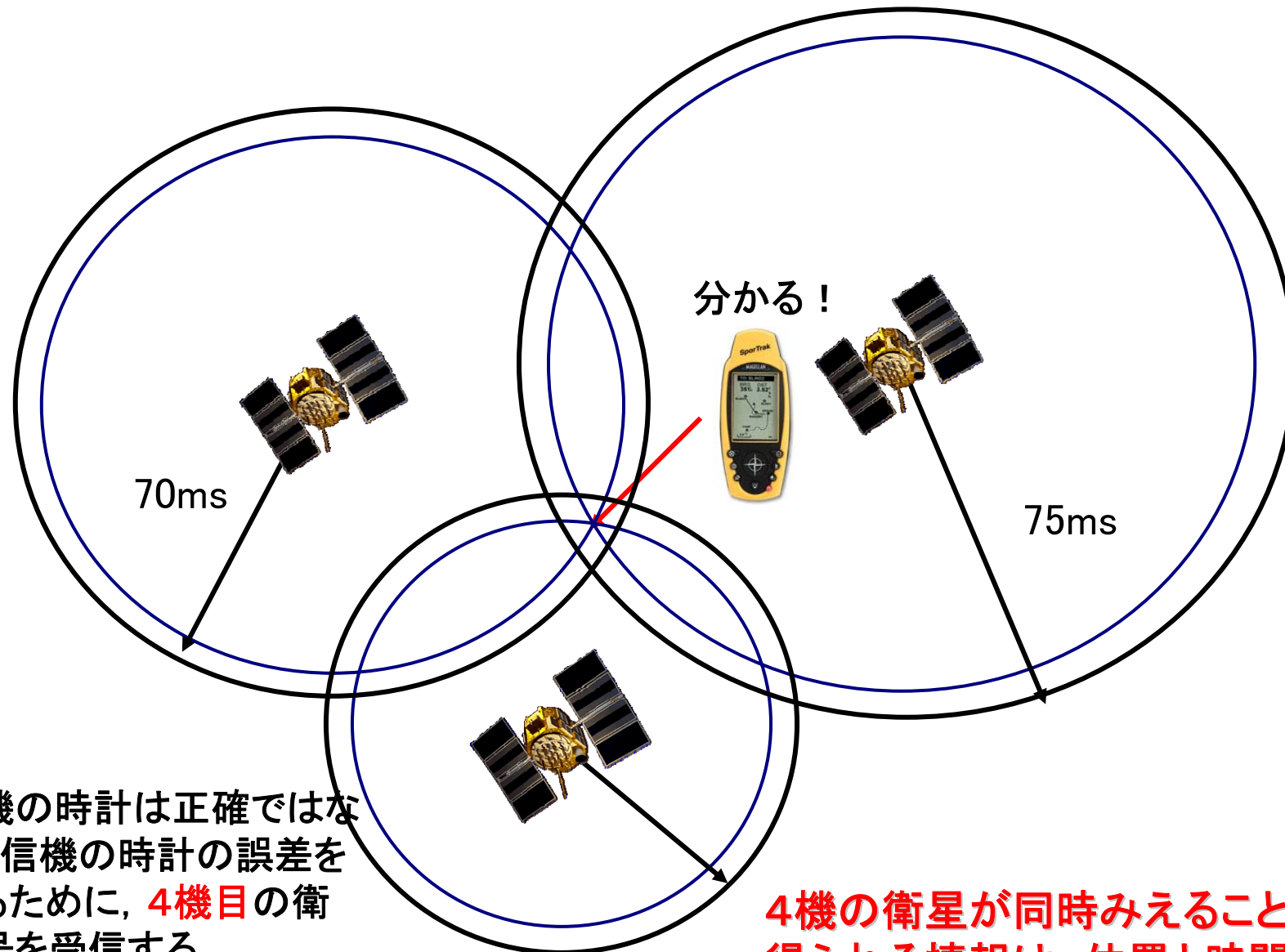
- ここで、 X_s, Y_s, Z_s, t_s は、メッセージの中に存在(既知)



- よって、未知数4つ (X, Y, Z, t) を解く(= **衛星測位が可能となる**)ためには、**4つの測位衛星が可視**となることが重要



衛星測位の原理(2/2)



受信機の時計は正確ではない。受信機の時計の誤差を求めするために、**4機目**の衛星信号を受信する。

**4機の衛星が同時みえることが必要
得られる情報は、位置と時間**

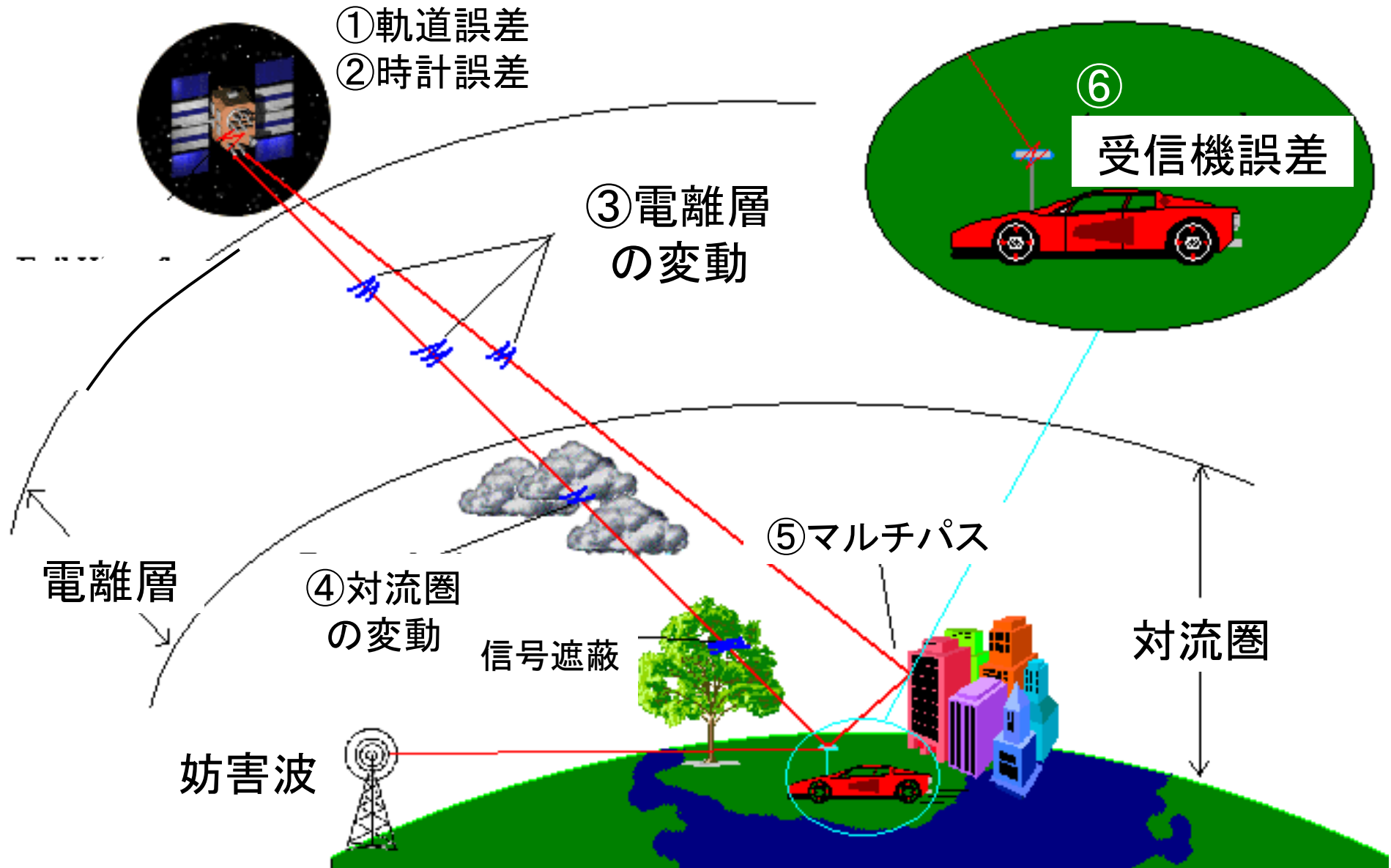
測距の誤差要因(1/2)

誤差源		誤差の大きさ	誤差低減化と残差
宇宙	①軌道予報誤差	①2m	①DGPS:0.0m
	②時刻予報誤差	②2m	②DGPS:0.1m
伝搬	③電離層遅延誤差	2~10m (天頂方向)	一周波受信機で放送 モデル使用: 1~5m 二周波受信機:1m
	④対流圏遅延誤差	2.3~2.5m (天頂方向)	統計的な気象条件に 基づいたモデル使用: 0.1~1m DGPS:0.2m
	⑤マルチパス誤差	コード:0.5~1m 搬送波位相:0.5~1cm	
地上	⑥受信機誤差	コード:0.25~0.5m 搬送波位相:1~2mm	DGPS:0.1m
HDOP		1.5	1.5

測距誤差

幾何学的配置誤差

測距の誤差要因(2/2)



測位衛星システムに関する世界の動向

米国: GPS (運用中)

(Global Positioning System)

システム構成:

6軌道面 × 各4機の計24機の衛星で構成
(2010年7月現在、30機運用中)



WAAS (運用中)

(Wide-Area Augmentation System)

システム構成:

静止軌道 3機 (2機運用中)

欧州: Galileo (実験中)

システム構成:

3軌道面 × 各10機の計30機の衛星で構成
(2005年12月に1機目、2008年4月に2機目の実験機を打上げ。全体システムの整備完了は2016~2019年の予定。)



EGNOS (運用中)

(European Geostationary Navigation Overlay Service)

システム構成:

静止軌道 3機 (3機運用中)

ロシア: GLONASS (運用中)

(Global Navigation Satellite System)

システム構成: 3軌道面 × 各8機の計24機の衛星で構成
(2010年7月現在、21機運用中)

SDCM (運用中)

(System of Differential Correction and Monitoring)

システム構成:

静止軌道 2機 (2機運用中、フル稼働は2014年予定)



中国: COMPASS (北斗) (一部試験運用中)

(Compass Navigation Satellite System)

システム構成: 静止衛星5機、中高度軌道衛星30機

(2000年10月の初号機以降、4機の試験衛星を打上げ。第2世代の衛星を2007年4月から4機打上げ。全体システムを2020年までに整備予定。)



インド: IRNSS/GAGAN (開発中)

(Indian Regional Navigation Satellite System)

システム構成: 静止衛星3機、地球同期軌道衛星4機

(最初の衛星を2011年後半に打上げ予定、全体システムを2014年までに整備予定。)



日本: QZSS (開発中)

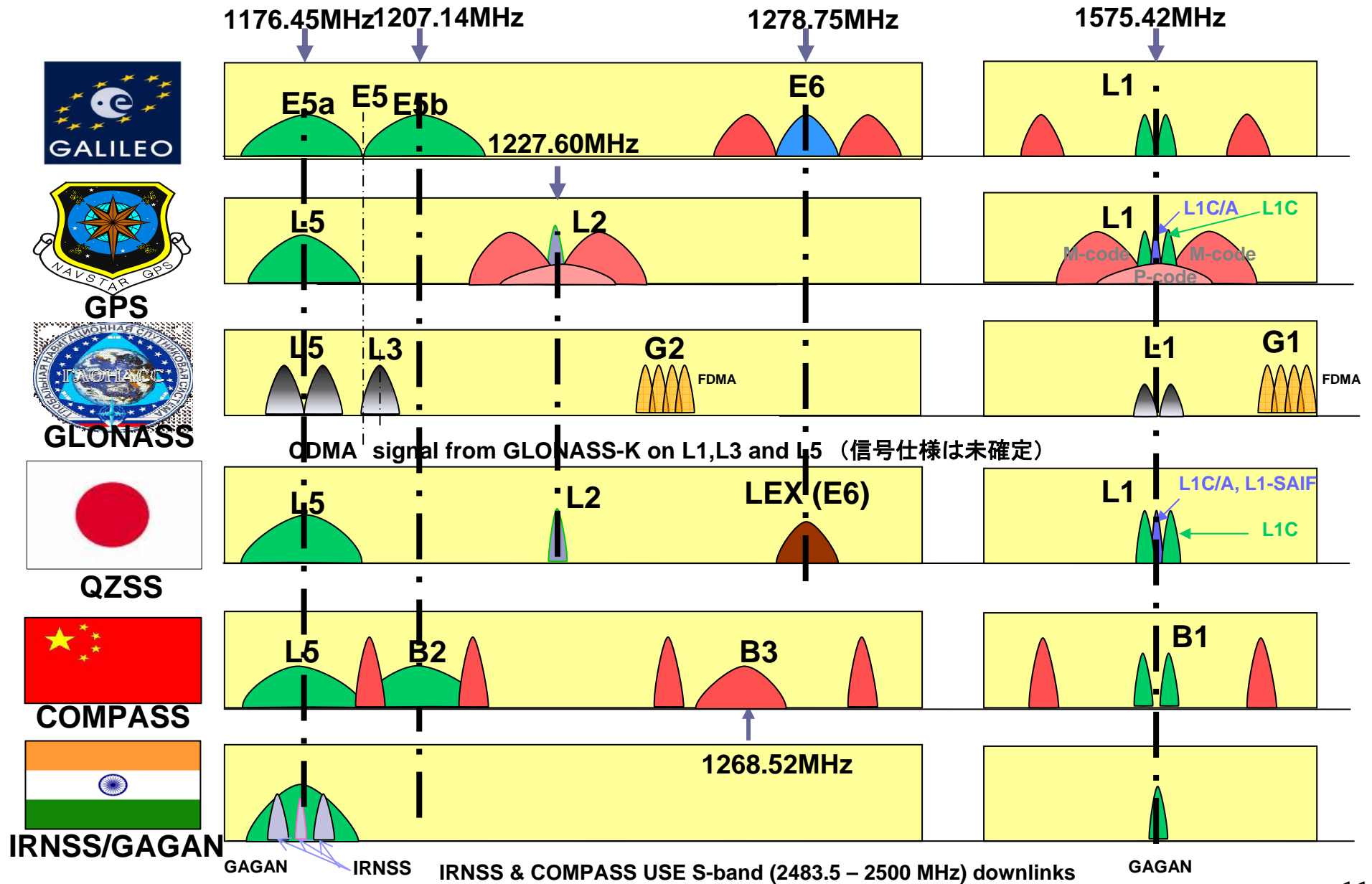
システム構成: 準天頂軌道3機 (1機試験中)

MSAS (運用中)

システム構成: 静止衛星2機 (2機運用中)



各衛星測位システムの送信信号周波数分布



衛星測位システムの構成



自立した衛星測位システム

(当該システムだけで稼動する)

グローバルシステム	地域限定システム
全世界のどこでも利用可能な測位システム	サービスエリアを限定した測位システム
中軌道衛星18~30機程度	準天頂軌道衛星+静止衛星などで、合計5~10機程度
原子時計を搭載した測位衛星	測位衛星(原子時計はオプション)
GPS受信機は広く普及	対応ユーザ受信機が必要
GPS・GLONASSは航空・船舶用国際標準システム	なし
米国GPS、露GLONASS、欧州Galileo*1、中国COMPASS*1 [いずれも国家が整備]	インドIRNS*1 [国家が整備]
なし	準天頂衛星システム(QZSS)+静止衛星(将来構想)*1

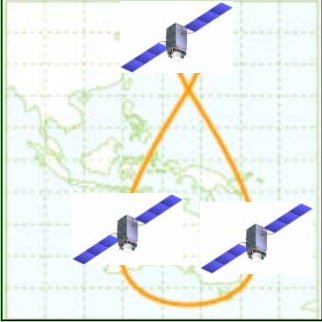
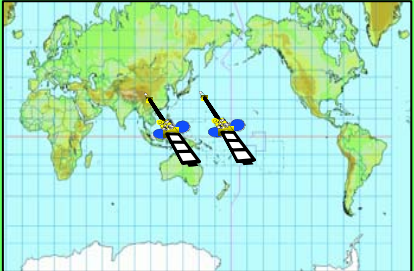



※1 諸外国/我が国の例における*印は、計画・整備中のシステムを意味する。

非自立システム

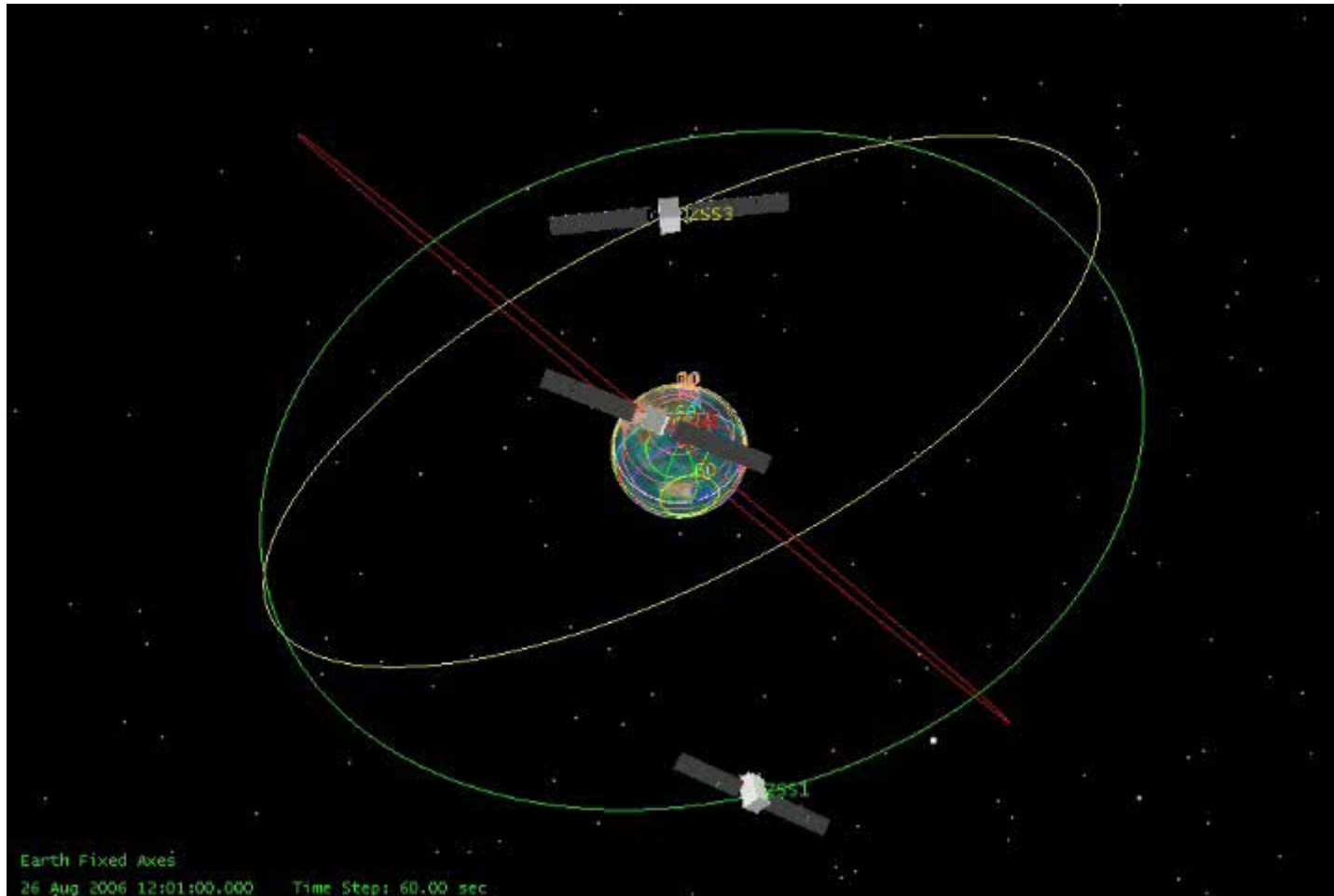
(GPSとの併用で機能する)

	補完システム	補強システム
機能	利用できる測位衛星を追加するシステム	GPS等の補強情報を提供するシステム
構成	準天頂軌道衛星3機以上、あるいは静止衛星を1機以上	準天頂軌道衛星(L1-SAIF, LEX等) 静止衛星1~2機
衛星の仕様	測位衛星	測位衛星(メッセージ送信機能による)、通信衛星
ユーザ側の状況	対応ユーザ受信機が必要	SBAS対応の受信機が普及
国際標準	SBAS方式は航空用国際標準システム	
諸外国における例	SBAS: 米国WAAS	SBAS: 米国WAAS、欧州EGNOS、インドGAGAN*1、ロシアSDCM*1 [いずれも国家が整備]
我が国における例	準天頂衛星システム(QZSS*1) SBAS: MSAS*2 [国交省が整備]	準天頂衛星システム(QZSS*1) SBAS: MSAS*2 [国交省が整備]

※2 同一の衛星にて航空通信サービスも提供する。

準天頂衛星システムとは



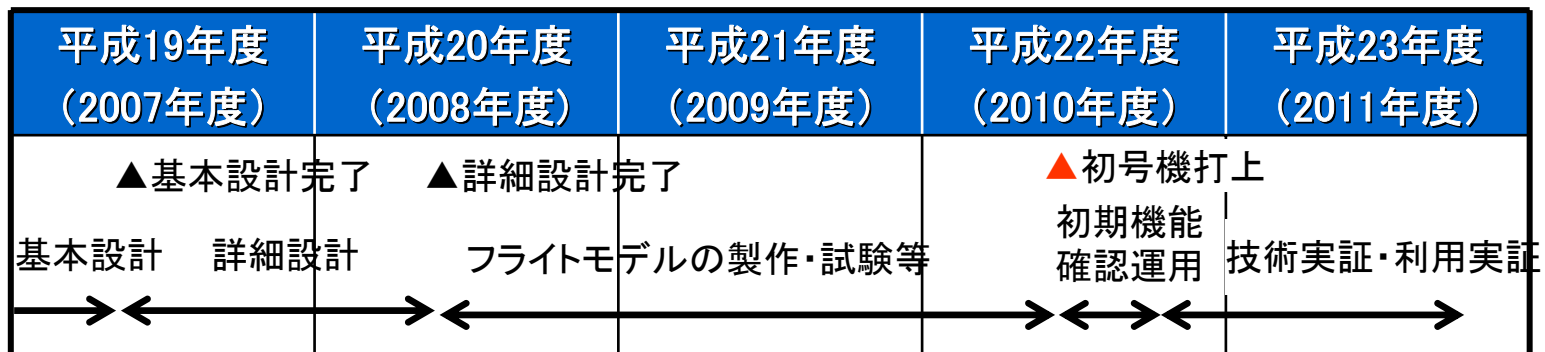
「みちびき」から配信する測位信号

測位補完	L1-C/A	1575.42	GPSのL1C/A信号と相互運用性を有す。L1帯の現行民生用信号(カーナビなどに広く利用)	JAXA	この信号を有するGPSは2010年7月現在30機運用中
	L2C	1227.6	GPSのL2C信号と相互運用性を有す。第2の民生用信号、2周波対応受信機は比較的高価格	JAXA	この信号を有するGPSは2005年打上げ開始、2016年に配備完了予定。
	L5	1176.45	GPSのL5信号と相互運用性を有す。第3の民生用信号 高出力、広帯域化により、室内利用、測距精度改善、マルチパス誤差の低減期待	JAXA	この信号を有する新型GPSは2010年打上げ開始予定。 2018年に配備完了予定。
	L1C	1575.42	GPSのL1C信号と相互運用性を有す。第4の民生用信号 L1 C/A信号より、高出力、広帯域化により、測距精度改善、マルチパス誤差の低減期待	JAXA	この信号を有する新型GPSは2014年打上げ開始、2020年代初頭に配備完了予定。
測位補強	L1-SAIF	1575.42	補正情報、インテグリティ情報を250bpsの速度で配信する。これにより、1m以内の精度で移動体の位置精度を決定する(ENRI)。すでに実用化されているSBAS(静止衛星による補強システム:日本ではMSAS)と互換性を有するため受信対応は容易。	国土交通省	SBASは日本ではMSASが2007年から2機のMTSATを用いてサービス中。
			ENRI開発L1-SAIF信号に、測位時間短縮のための捕捉支援情報を追加した信号(L1-SAIF+)	衛星測位利用推進センター(SPAC)	
次世代測位基盤技術実験	LEX	1278.75	独自の実験用信号。2kbpsの高速メッセージが送信可能であり、この信号を用いて以下のGPS補強実験及び、次世代衛星測位基盤技術実験を行う。 一周波型GPS受信機を用いた静止測量向けの補正情報の配信実験	国土交通省国土地理院(GSI)	欧州Galileo衛星のE6信号と相互運用性を有す。Galileoは4機の軌道上実証機を2011年に打ち上げた後、2014年までに18機の打ち上げが決まっている。(30機の整備完了は、2016~2019年の予定)
			低速移動体含む2周波搬送波位相測位ユーザ向けの補正情報の配信実験。目標は、センチメートル級の測位精度。 次世代基盤技術修得のため、精密な軌道情報や時刻のずれなどの情報を頻繁に送信することにより、測位精度の改善の実験を行う。	衛星測位利用推進センター(SPAC)	
				JAXA	

準天頂衛星初号機「みちびき」の概要



項目	諸元
外観形状	箱型(左図)
質量	4020kgトン(ドライ質量1802kg)
発生電力	約5kW
姿勢	三軸安定 測位アンテナを地心方向指向
測位用信号等	測位信号:GPS相互運用信号+独自信号 時刻比較:Ku帯
寿命	10年(バッテリー、太陽電池、推薬:12年)
軌道	準天頂軌道(軌道傾斜角:約45度、離心率:約0.1、 周期:23時間56分、軌道長半径:約42,000km)
打上げロケット	H-IIA202ロケット



<準天頂衛星初号機の開発スケジュール>

準天頂衛星初号機「みちびき」

～ 開発分担 ～



とりまとめ

準天頂測位衛星初号機 (QZS-1)

衛星バス機器

テレメトリ・トラッキング・コマンド系 (TT&C)

電源系 (EPS)

太陽電池パドル系 (SPS)

姿勢軌道制御系 (AOCS)

二液式推進系 (BPS)

構体系 (STR)

熱制御系 (TCS)

計装系 (INT)

三菱電機

NEDOの研究
開発成果活用

USEFの研究
開発成果活用

測位ペイロード (NP)

搭載原子時計 (RAFS)

測位信号生成送信部 (LTS)

基準時刻管理部 (TTS)

レーザーフレクタ (LRA)

NEC

AIST研究開発
S/W搭載

NICT

研究開発品

二次ペイロード (SP)

準天頂測位衛星モタカメラ (CAM)

技術データ取得装置 (TEDA)

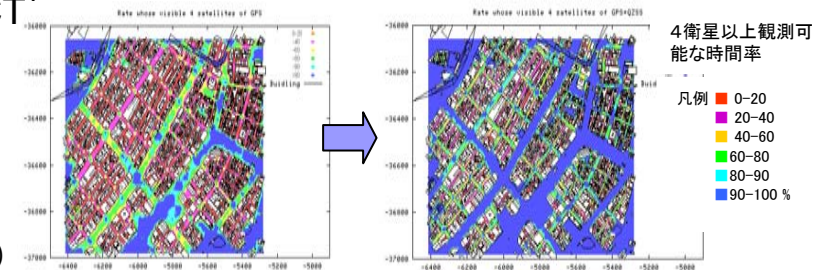
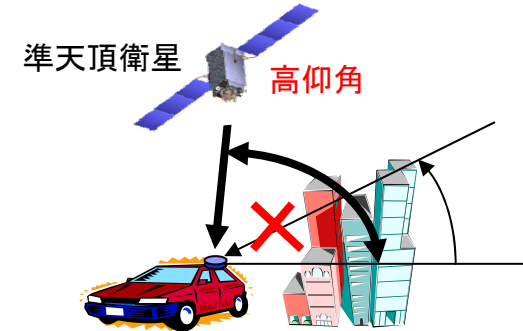
研究開発4省の技術実証の概要

技術実証項目

①「GPS補完」

GPS互換信号を送信し、GPSとの組み合わせによって、利用可能エリアの拡大や利用可能時間を増加させる。

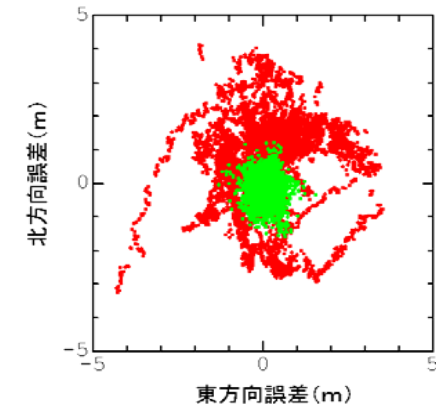
- ◆ 文部科学省
(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)
— 高精度測位実験システム開発とりまとめ —
- ◆ 総務省
(独)情報通信研究機構(NICT)
— 時刻管理系の開発及び軌道上実験 —



②「GPS補強」

基準点で受信したGPS信号の誤差情報やGPS信号の使用可否情報等を送信して、測位の精度の高精度化や高信頼性をはかる。

- ◆ 国土交通省
(独)電子航法研究所(ENRI)
— L1-SAIF信号による高精度補正技術の実証実験 —
- ◆ 国土交通省
国土地理院(GSI)
— LEX信号を用いた高精度測位補正の技術実証実験 —



- GPSのみ
- GPS+補強信号 (ENRI公開資料より)

③「次世代基盤技術修得」

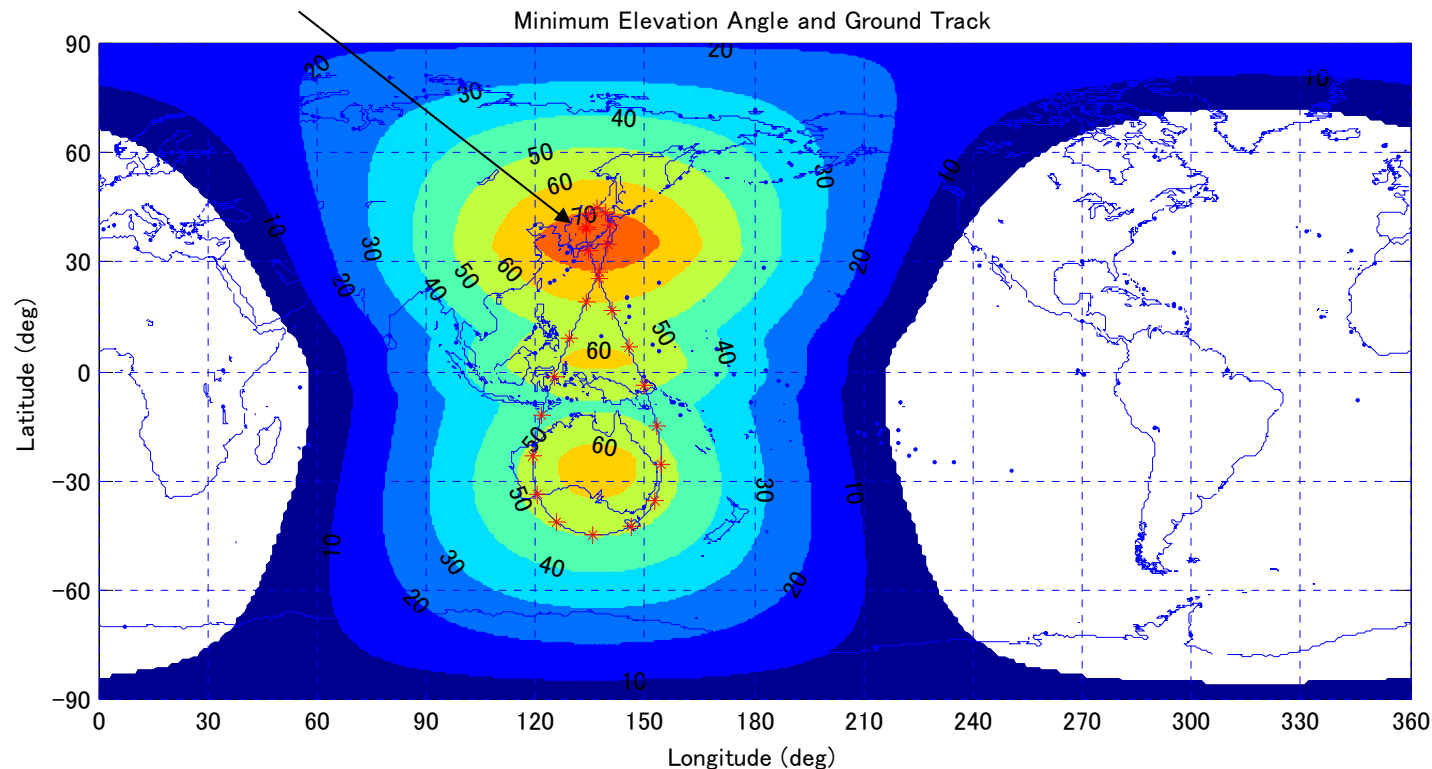
実験用信号(LEX)による衛星測位実験や擬似時計技術の研究開発及び軌道上実験を行う。

- ◆ 文部科学省
(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)
— 実験用信号による衛星測位基盤技術実験 —
- ◆ 経済産業省
(独)産業技術総合研究所(AIST)
— 測位用擬似時計技術の開発・実証 —

準天頂衛星システムの主な特徴 (1/5)

準天頂衛星の地上軌跡と送信エリア

準天頂測位衛星の地上軌跡



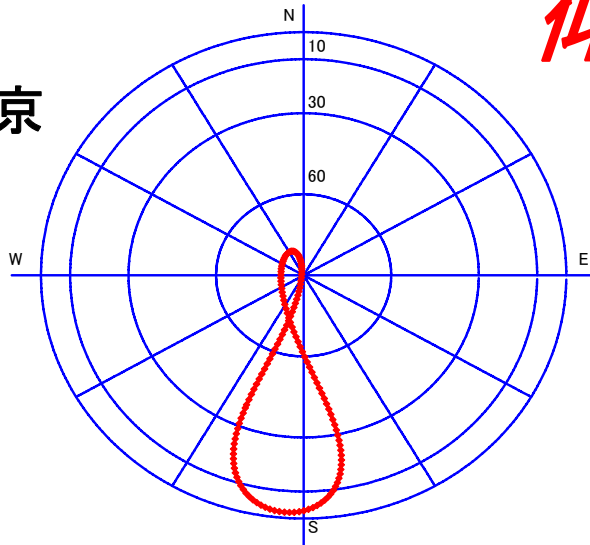
24時間中のQZSの最低仰角の等高線図
(QZSS 3機構成)

日本のユーザは **常時60度以上**に少なくとも1機以上のQZSが可視となる
(大半のユーザにとっては **常時70度以上**となる)

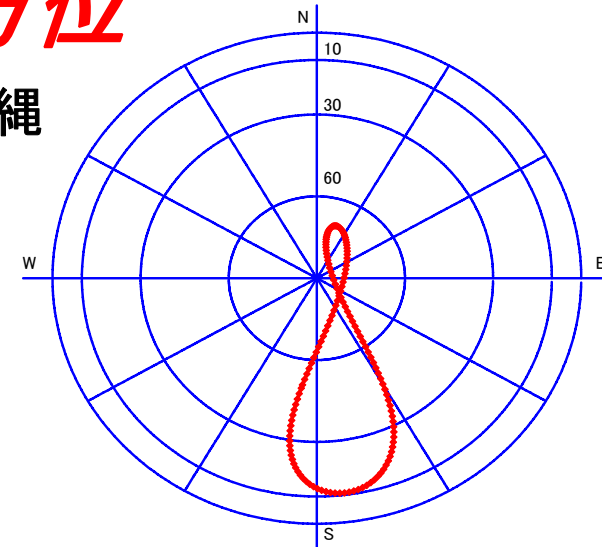
準天頂衛星システムの主な特徴 (2/5)

仰角及び方位

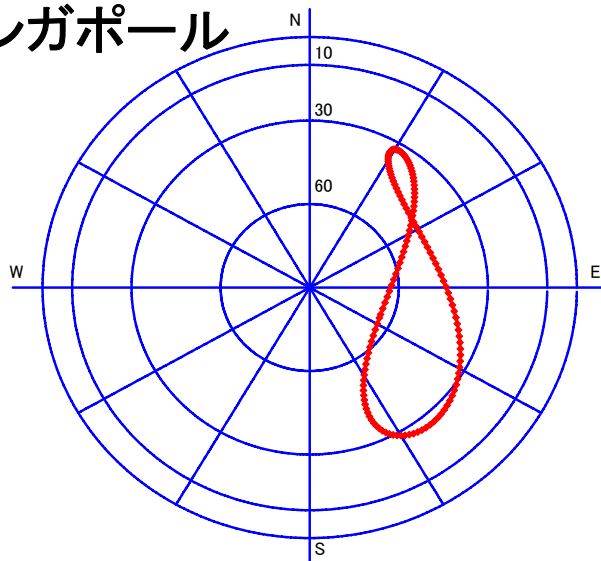
東京



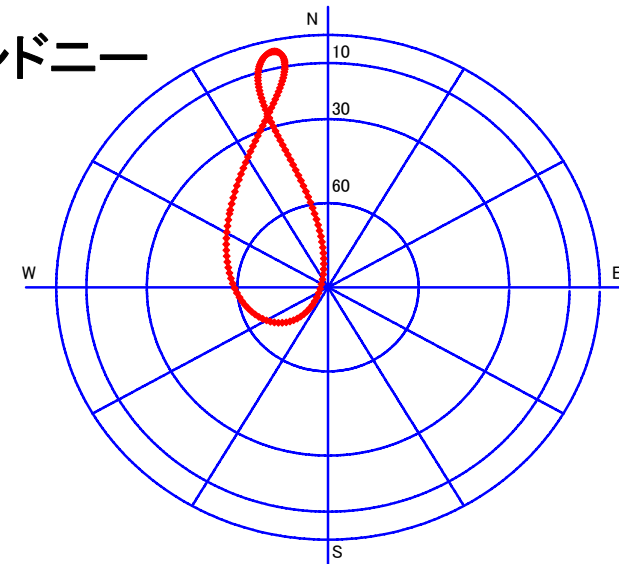
沖縄



シンガポール



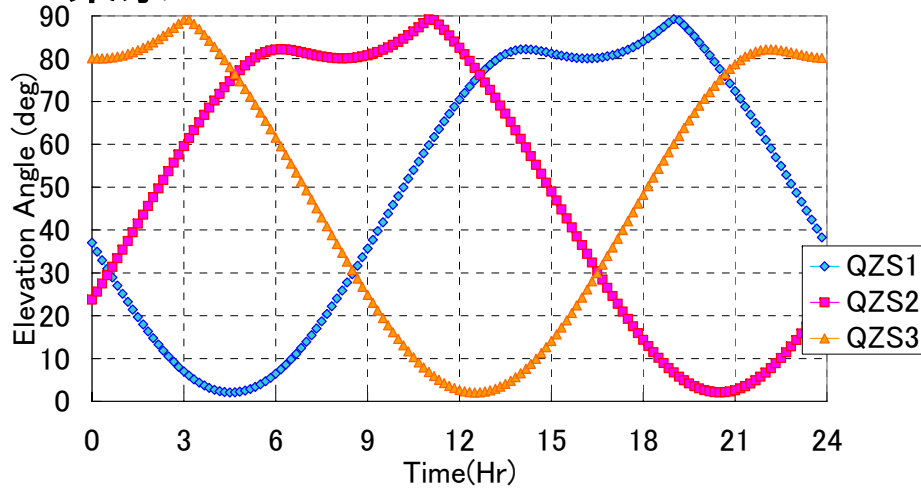
シドニー



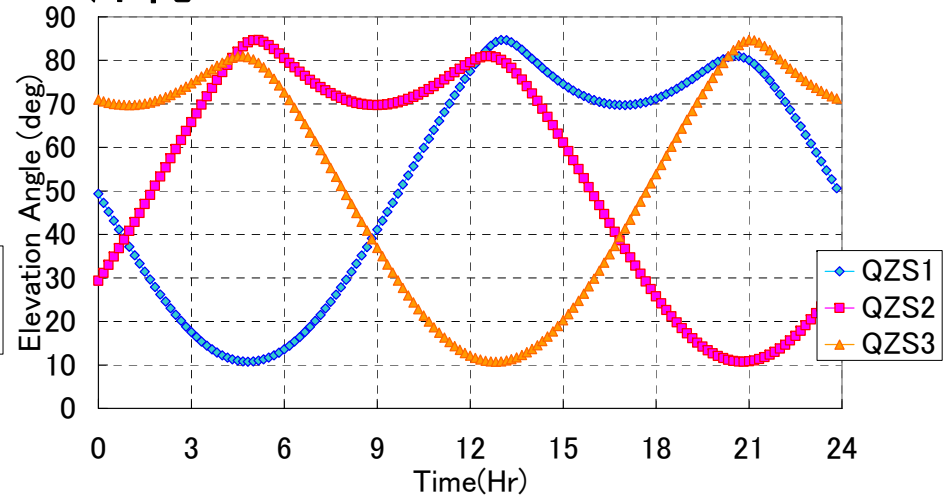
準天頂衛星システムの主な特徴 (3/5)

仰角

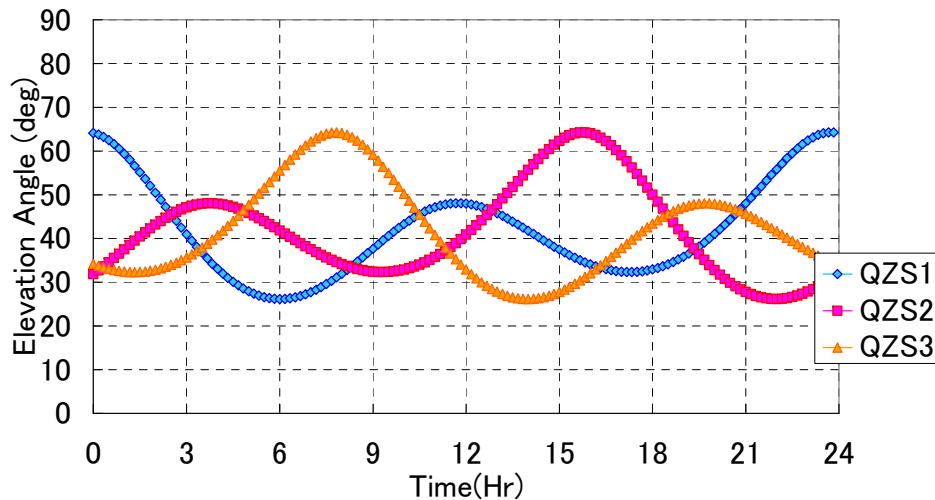
東京



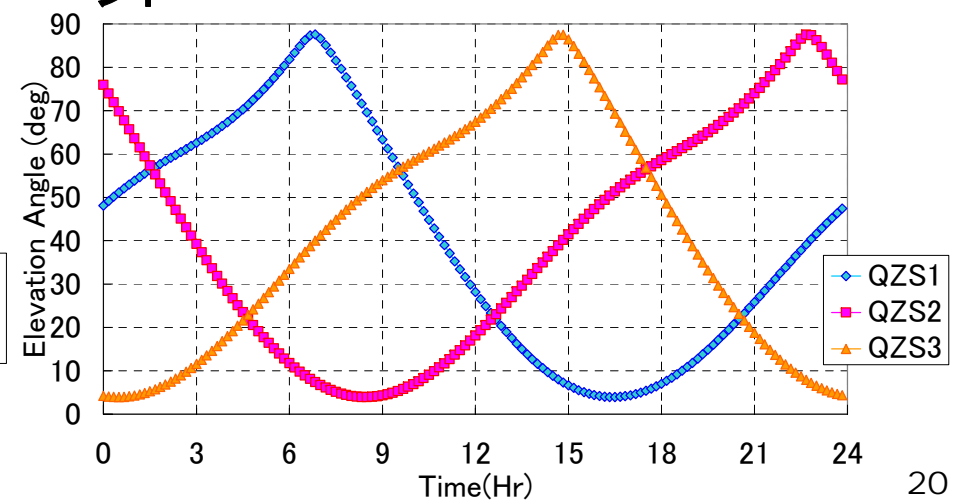
沖縄



シンガポール



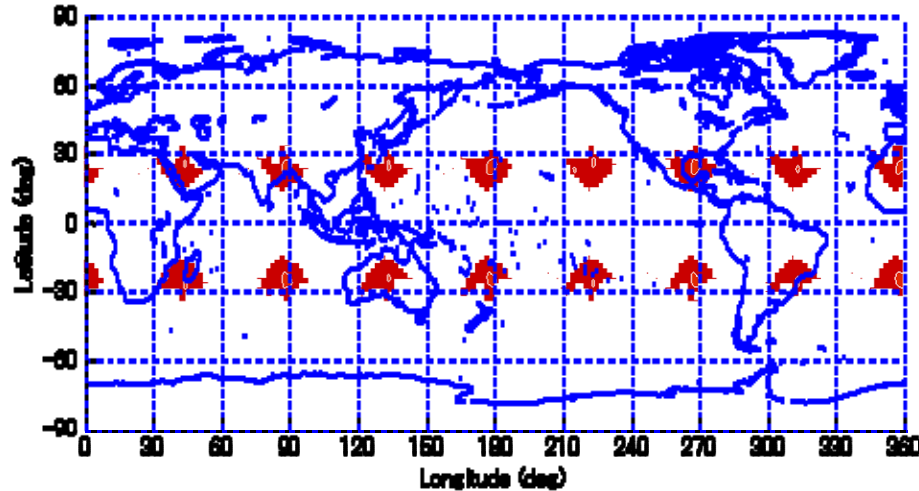
シドニー



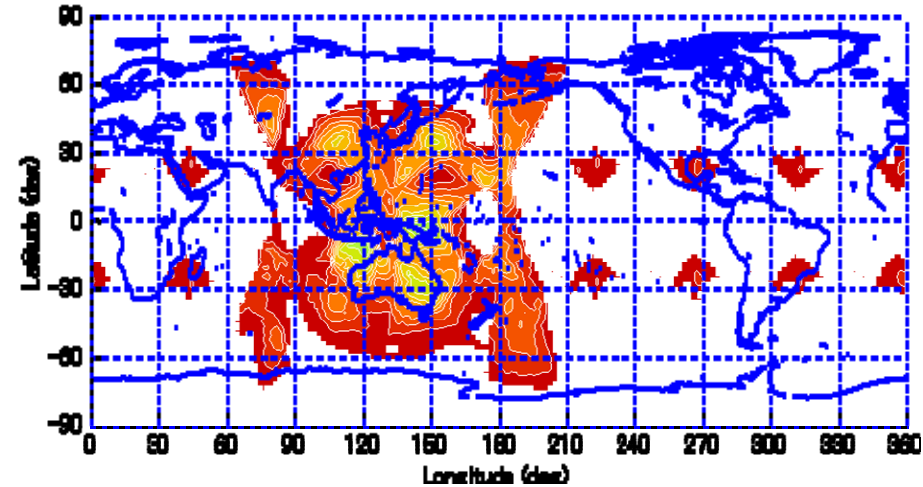
準天頂衛星システムの主な特徴 (4/5)

可視性(DOP)の向上 (PDOP<6の時間割合)

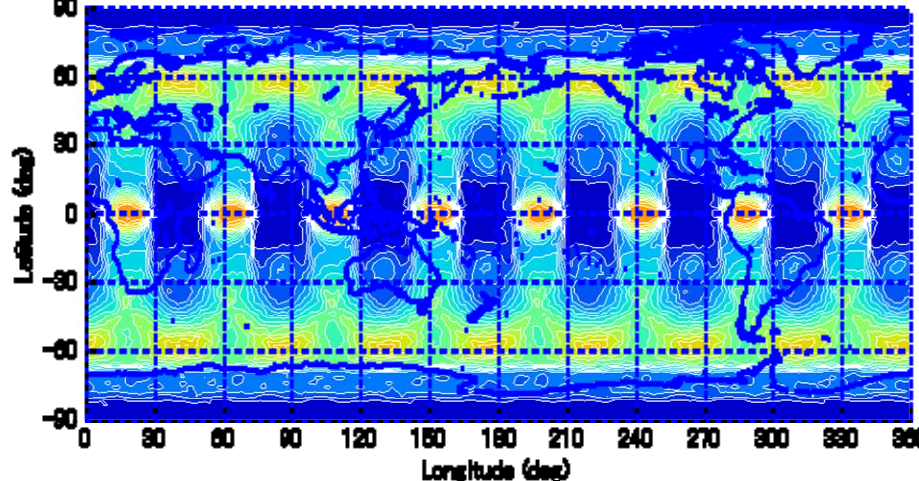
GPS(マスク角40度)



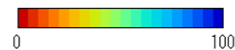
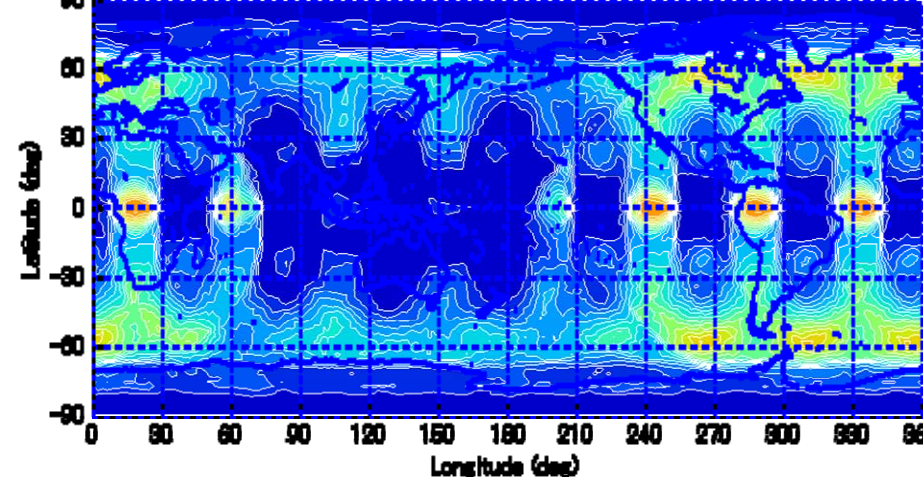
QZS+GPS(マスク角40度)



GPS(マスク角20度)

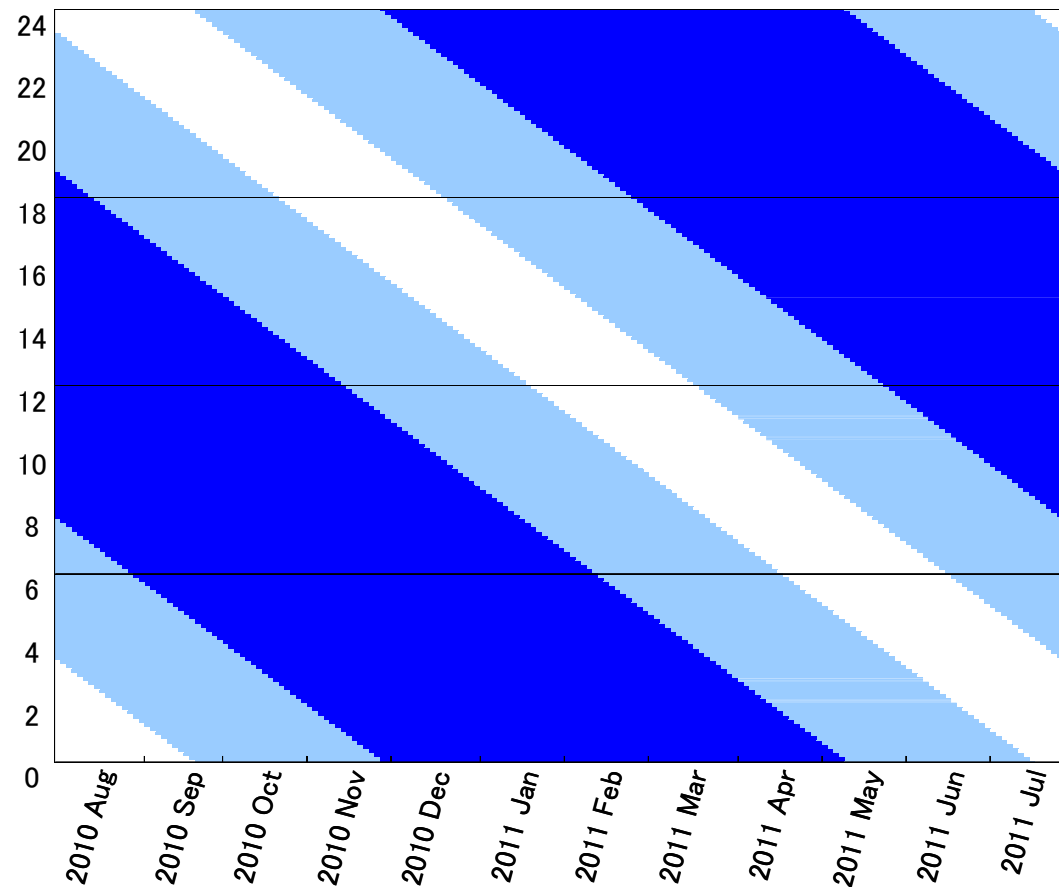


QZS+GPS(マスク角20度)



準天頂衛星システムの主な特徴 (5/5)

準天頂衛星初号機の東京における仰角と時刻

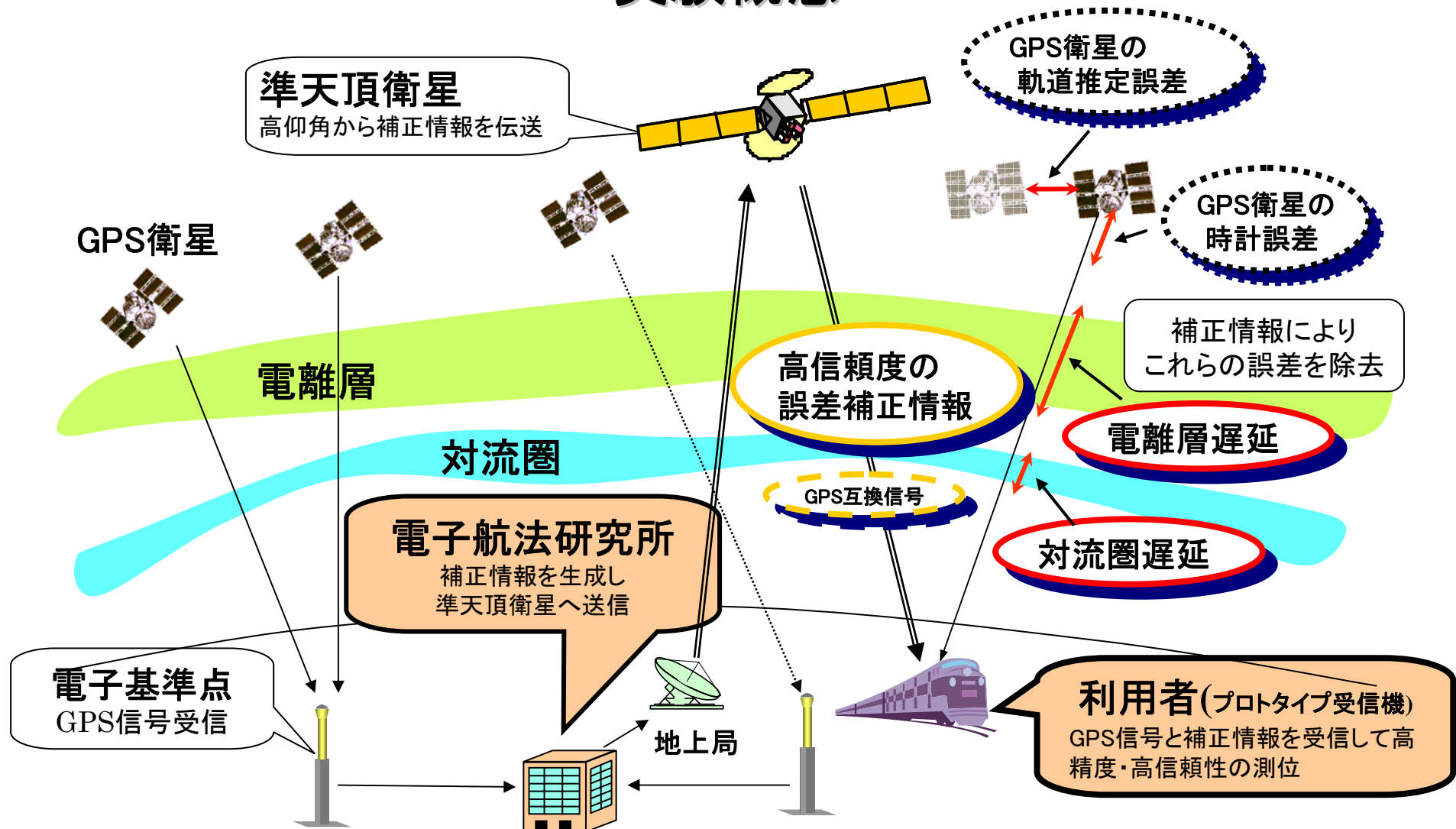


濃い部分は仰角60度以上、薄い部分は仰角10度以上、白い部分は仰角10度未満

縦軸の時刻はUTC(日本時間-9時間)

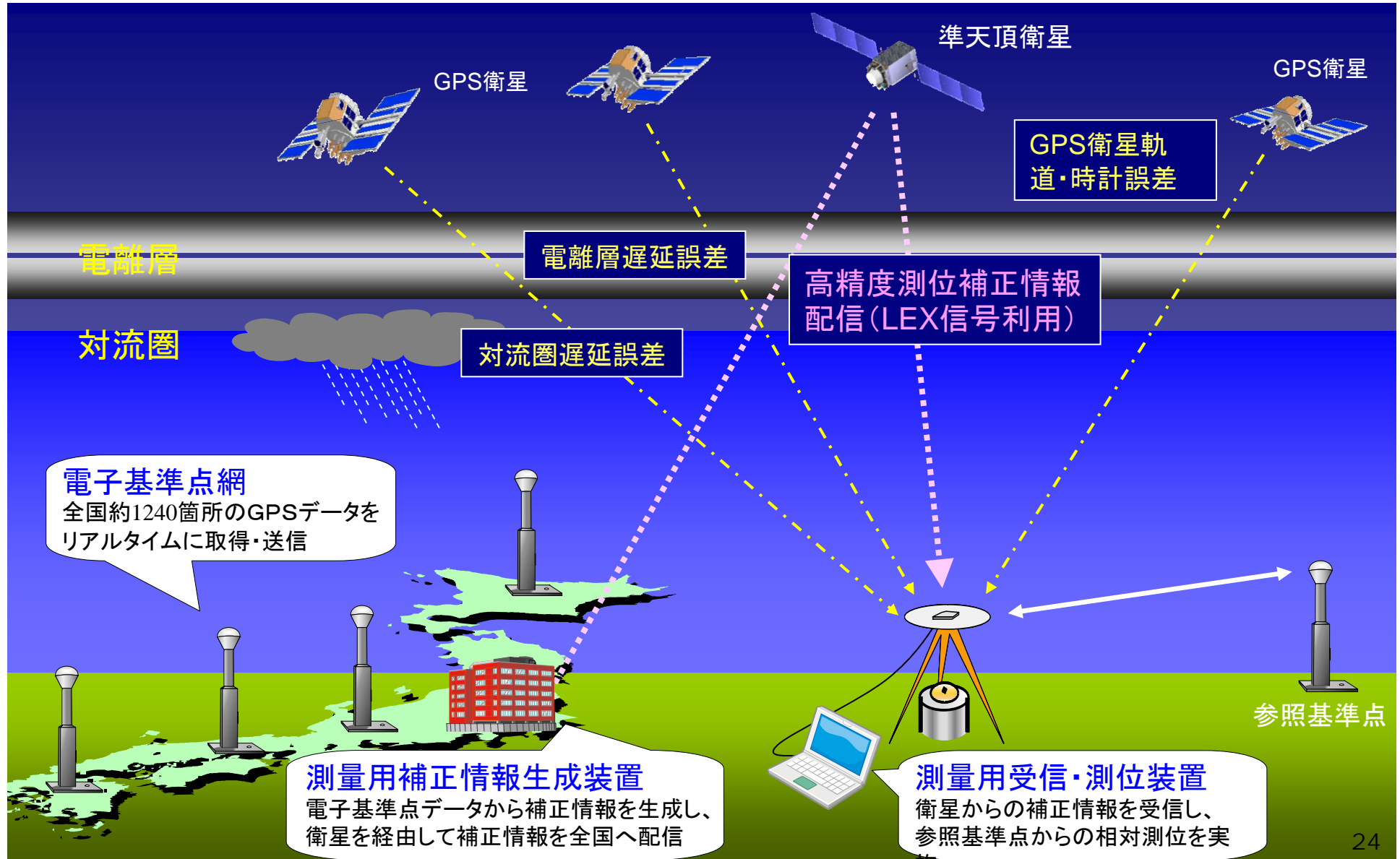
ENRI技術実証実験の概要

～実験概念～



GSI技術実証実験の概要

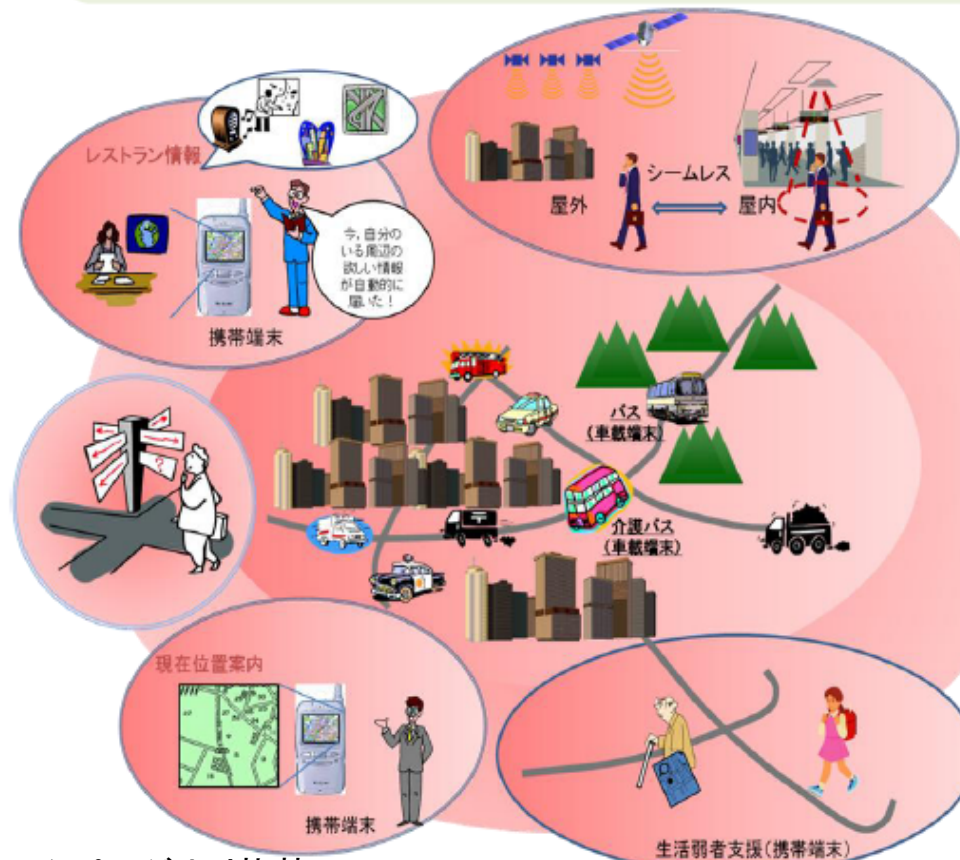
電子基準点で求めたGPS用補正情報を準天頂衛星経由で利用者に配信



SPAC利用実証の概要(1/2)

～サブメータ級測位補強システムの利用効果～

- ・従来の一般的GPS測位精度約10m(1周波単独測位)に対し、補強情報を受信し補正することにより、サブメータ級(<1m(rms))の測位精度を得ることができる
- ・GPSの航法データ取得時間(35～50秒)に対し、補強情報を受信することで取得時間を短縮し、位置算出時間を平均15秒以下にできる



効用例①
測位信号(L1C/A)と同形式の補強情報を受信できるので、携帯型や車載型等の簡易な測位受信機で測位補強できる

効用例②
天頂から補強情報を受信できるので、山陰、ビル陰などSBAS(静止衛星)が見通せない場所でも測位補強できる

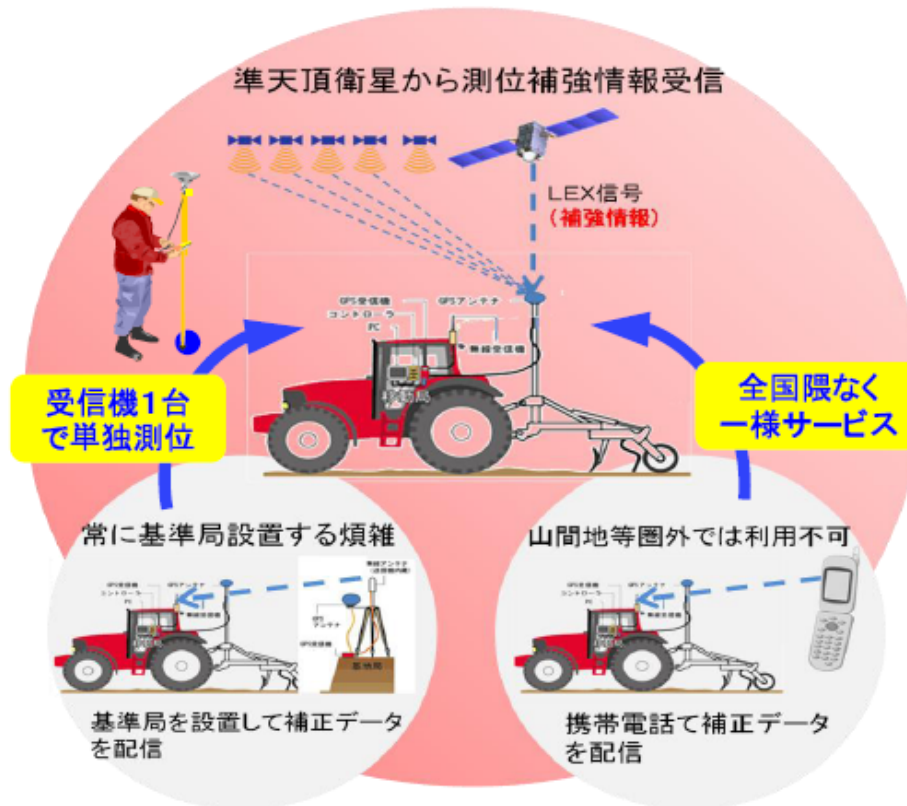
効用例③
測位動作が高速化されるので、普段は動作休止が多い携帯型測位受信機等での利便性が向上する

※以下ホームページより抜粋
(<http://www.eiseisokui.or.jp/ja/demonstration/guidance.php>)

利用実証の概要(2/2)

～センチメートル級測位補強システム利用効果～

- ・従来の一般的GPS測位精度約3m(2周波単独測位)に対し、補強情報を受信し補正することにより、センチメートル級(低速移動:水平<3cm(rms)、垂直<6cm(rms))の測位精度を得ることができる
- ・天頂から測位信号と類似の信号で補強情報が送信されるので、測位と一体化した補強受信機を用い、全国隈なく一様に、リアルタイムで高精度な単独測位ができる。



効用例①
基準(参照)点計測をすることなく、単独の高精度測位が可能になるので、測量などでの作業の効率化が図れる。

効用例②
測位衛星からリアルタイムで補強情報を受信できるので、地上無線通信回線が無い地域でも、低速移動体(IT自動走行)制御などに利用できる。

※以下ホームページより抜粋
(<http://www.eiseisokui.or.jp/ja/demonstration/guidance.php>)

準天頂衛星システムの効果(まとめ)

■ 測位可能時間の向上

- 準天頂衛星が常に天頂付近にあることから、他の3機のGPS衛星と合わせて活用することにより、測位可能な場所と効率性が大幅に向上。山陰、ビル陰による遮断により測位が困難になる場合や偏った衛星配置により精度の劣化を補うことが可能

■ 測位精度の向上

- 補強信号の送信等により、測位精度が1m、cm級に改善

■ 測位信頼性の向上

- 準天頂衛星やGPS衛星の異常を数10秒以内で通知

■ 捕捉時間の短縮

- 捕捉支援情報を送信することで、GPSでは30秒から1分程度必要とする補足時間を、受信機の電源投入後の初期立上げから15秒程度に短縮

■ メッセージを地上に送信

- 現在のGPSでは、位置と時間しか知ることができないが、「みちびき」は測位信号や補強信号に災害情報などの緊急情報を付加して一斉に送信することが可能

「みちびき」の運用状況(1/2)

~打上げから衛星分離へ~



9月11日 20:17 打上げ
@種子島宇宙センター

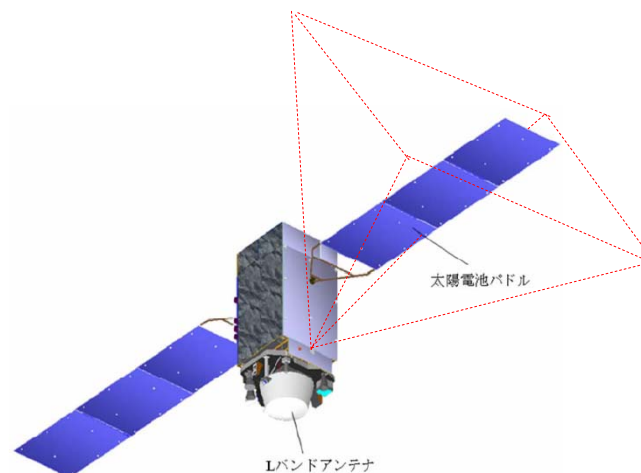


9月11日 20:45 衛星分離
(ロケット搭載カメラより)

平成22年9月11日20時17分にH-IIAロケット18号機により打ち上げられた「みちびき」はロケットから分離後、同日21時44分、チリのサンチャゴ局からのコマンド運用により、太陽電池パドルを展開した。



太陽電池パドル(南)
画像



太陽電池パドル(北)
画像

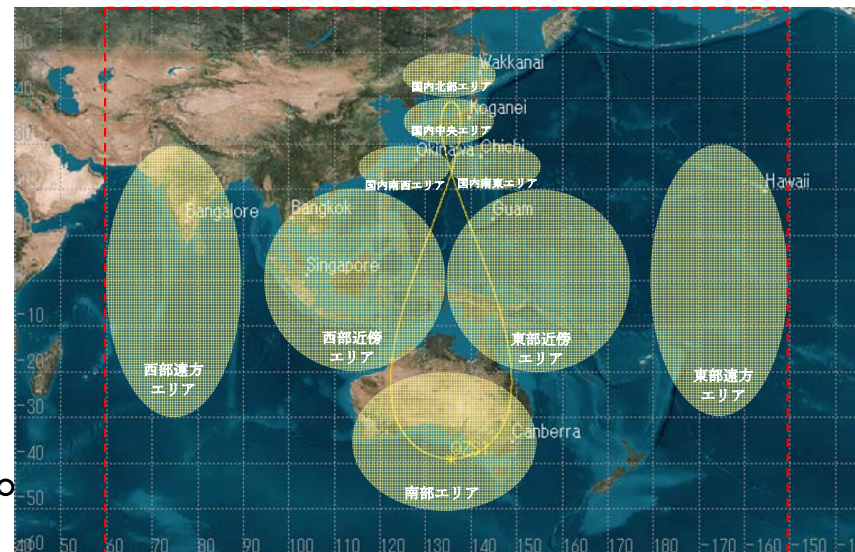
「みちびき」の運用状況(2/2)

～軌道投入から初期機能確認～

- 9月12日から17日までに5回のアポジエンジン噴射(AEF)を実施し、ドリフト軌道へ投入。
- 9月19日19時31分に、測位アンテナを地心方向に向け三軸姿勢制御を行う、定常制御モードに移行し、クリティカル運用を終了した。(リアクション・ホイールの正常な動作も確認。)
- 9月21日から27日にかけて、ドリフト軌道から準天頂軌道への変換

- みちびきが日本上空で長時間留まるように中心経度(8の字中心経度)を修正するための軌道制御を実施

- 衛星の状況は正常。現在初期機能確認試験実施中。



中心経度

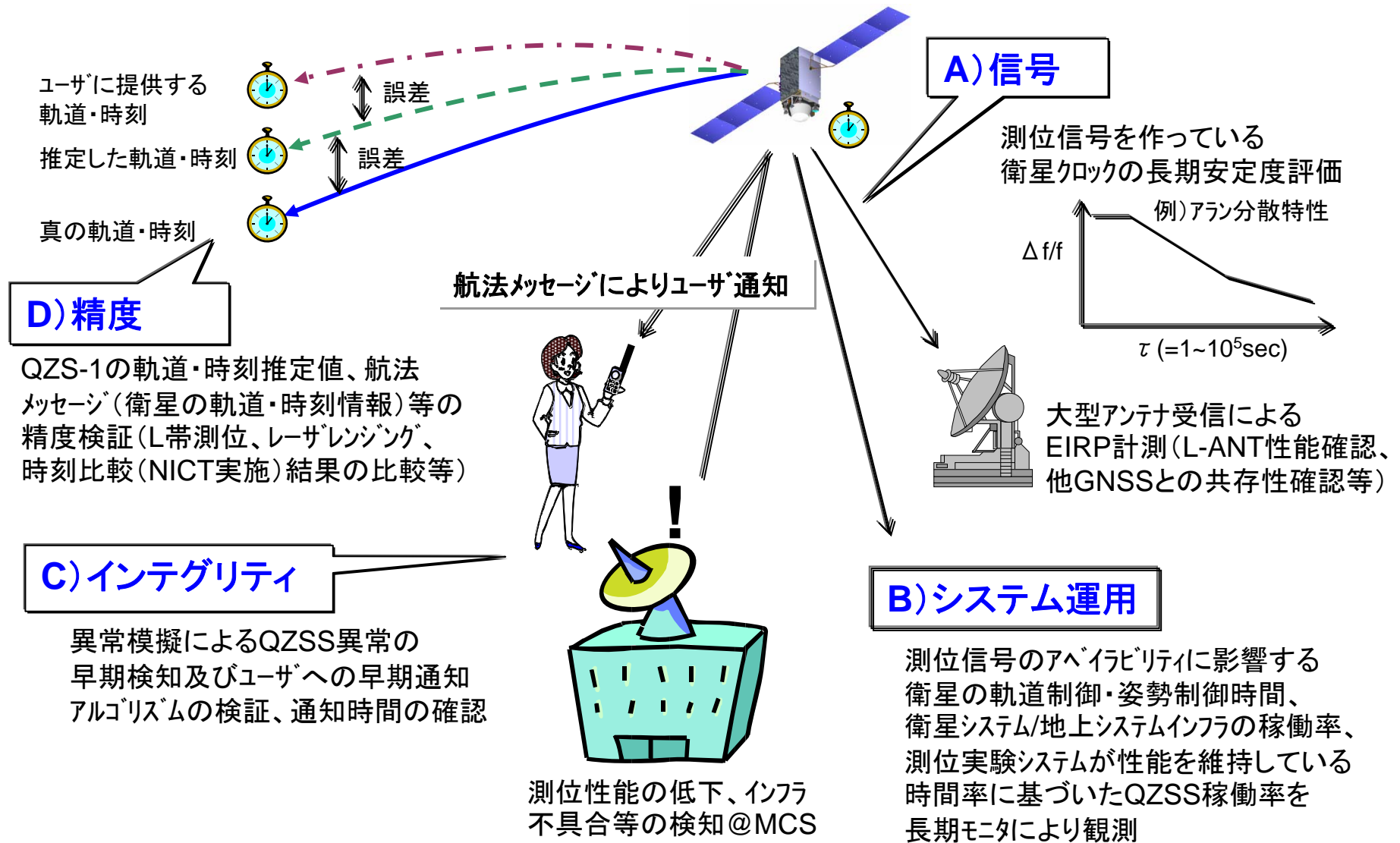
今後の予定

- 準天頂軌道投入後、衛星バス機器ならびにミッション機器（地上システムと合わせたシステム試験を含む）の以下の初期機能確認を実施中。
 - ・衛星バスの機能、性能確認
 - ・アベイラビリティ確保のための軌道制御データの取得
 - ・測位ミッション機器の起動
 - 測位信号の送信開始（10月19日予定）
 - ・送信信号品質確認など
- 打上げ3ヶ月後から、技術実証、利用実証を開始。

JAXA技術実証実験の概要(1/3)

実証実験項目		実証実験で検証する内容
A)信号		準天頂衛星信号の測距性能 他測位システムとの共存性
B)システム運用	衛星系	システムの稼働率(軌道制御、姿勢保持の実施)
	地上系	マスターコントロール局および追跡管制局での運用技術
C)インテグリティ		GPS補完、LEX信号を使ったインテグリティ情報の生成と通知、その性能
D)精度	軌道時刻推定	準天頂衛星、GPSの軌道と時刻をリアルタイムならびに後処理で推定。電離層遅延の推定。
	航法メッセージ	GPS補完信号によるGPS性能改善。LEX経由で送信される準天頂衛星、GPSの補正情報(軌道、時刻、伝搬補正情報)による精度向上
E)単独搬送波位相測位 (PPP :Precise Point Positioning)		JAXA_LEX信号で送信する精密軌道・クロック情報を使用した単独搬送波位相測位の実施。地上基準点に拠らない搬送波位相測位技術の検証。

JAXA技術実証実験の概要(2/3)



JAXA技術実証実験の概要(3/3)

E) 単独搬送波位相測位(PPP)技術開発

PPP実験の共通的な基盤技術開発

- ① モニタ局ネットワークの拡張
 - ・ マルチGNSS対応のネットワーク
- ② 軌道・クロック推定精度改善
- ③ 送信メッセージ改良
- ④ 受信機アルゴリズムの開発



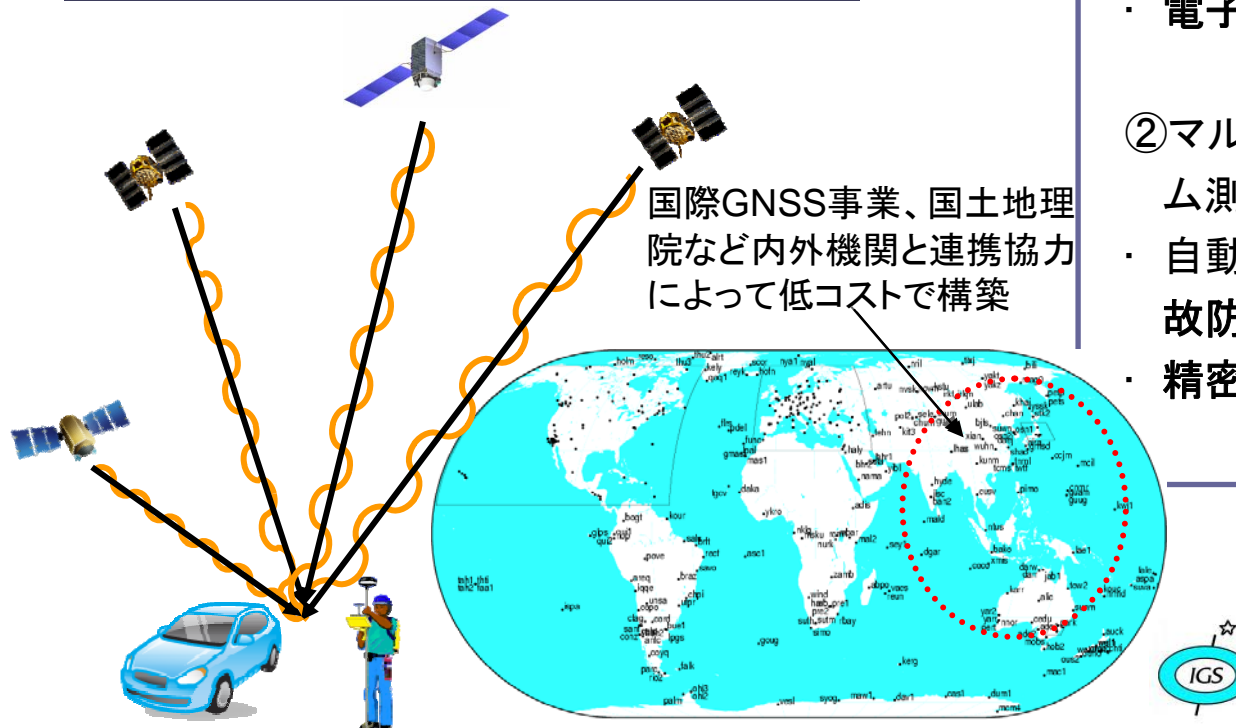
協力機関と実施する技術実証実験

① 地上基準点によらない単独搬送波測位の特徴を活かした実験

- ・ 津波監視システム、海上センサネットワーク
- ・ 電子基準点網が未発達な国での利用

② マルチGNSS利用による精密リアルタイム測位、移動体利用

- ・ 自動車の車線判別、交差点での衝突事故防止
- ・ 精密農業、建設機械制御 など



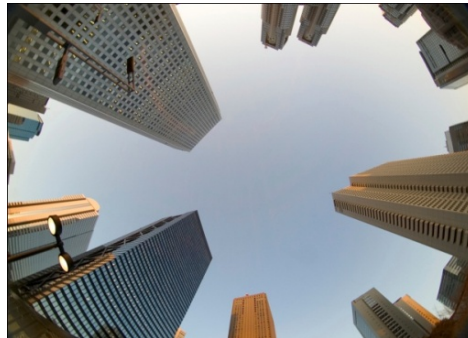
技術実証の実施方法

多地点・多くの利用形態での検証を実施

結果を収集、統計的分析
データベース・成果共有プラットフォーム



観測点イメージ



都市における観測



協力機関に依頼し、準天頂衛星対応受信機を使ってもらい、結果のデータを収集

山林の観測



移動体観測

複数周波数対応型

ロガー型

キーホルダータイプ
など小型受信機。測位結果を蓄積、オフラインでの利用。



精密測位



定点観測

※「みちびき」とGPSの両信号に対応するチップ開発について、国内外の複数のチップベンダーからJAXAに協力要請があり受諾した。JAXAとしてさらに幅広く募集する予定。

(参考) 国際的な状況(1/3) ~米国GPSとの協力関係~

- 1998年9月 GPSの利用における日本国政府とアメリカ合衆国政府との間の協力に関する共同声明」(小渕・クリントン声明)
 - GPSの利用に関する重要事項を議論するために日米両国政府で構成する日米GPS全体会合を年1回開催することとした。(次回会合は、2011年1月@東京開催予定)
- 2002年10月の日米GPS全体会合において、準天頂衛星システムとGPSとの技術的な調整を図るため、TWG(Technical Working Group)の設置が合意。
- これまでのTWG会合において以下を確認している。
 - 共存性(compatibility): 双方のシステムが互いに有害な電波干渉を起こさずに運用できること
 - 相互運用性(interoperability): 双方のシステムの測位信号を同一のアンテナ・受信回路で受信可能できること

(参考) 国際的な状況(2/3)

～ICG(GNSSに関する国際委員会)との関係～

■ ICG=International Committee on GNSS

- 国連宇宙空間平和利用委員会(UN-COPUOS)の下に2006年に設置された衛星測位システムに関する委員会。関心国・組織によるボランティアベースの活動



■ 日本はGNSSプロバイダーとして参加

- 運輸多目的衛星用衛星航法補強システム(MSAS)
- 準天頂衛星システム(QZSS)
- メンバーとしてICG 意思決定に参加
- 次回会合2010年10月18-22日@伊トリノ、次々回会合2011年@東京予定

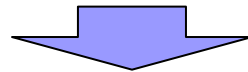
■ 参加メンバー

- GNSSプロバイダー(米:GPS、欧:Galileo、露:GLONASS、中:COMPASS印:IRNSS、日:QZSS)
- 加盟国(伊、マレーシア、ナイジェリア、アラブ首長国連邦)
- 関連国際機関(国際度量衡局(BIPM)、国際測量学会(IAG)、国際GNSSサービス(IGS)他)

(参考) 国際的な状況(3/3)

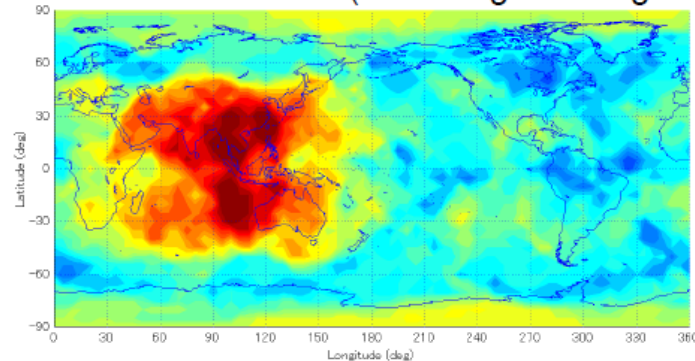
～アジア・オセアニア地域マルチGNSS実証実験～

- 「みちびき」は、赤道を中心に日本とオーストラリアの上空を8の字を描く準天頂軌道を通るため、日本ばかりでなく、韓国やオーストラリア、東南アジアからでも受信でき、同じようなサービスを利用することが可能
- アジア・オセアニア地域は、世界でいち早く、マルチGNSS (GPS、Glonass、Galileo、Compass、QZSS、IRNSS) の利益を享受できる地域



- アジア・オセアニア地域でマルチGNSSの利用推進を目的に、利用実証の共同実験を推進する枠組みの立ち上げを目指している

Visible satellite number (mask angle 30 degrees)



2020:

GPS(27)+Glonass(24)+Galileo(30)+COMPASS(35)+IRNSS(7)+QZSS(3)+SBAS(7)



第1回アジアオセアニア地域ワークショップ
2010年1月25, 26日 タイ・バンコクにて
18カ国、95機関、195名の参加者



第2回開催予定
2010.11.21-22
豪州メルボルン