

委22-2-1



# 準天頂衛星初号機「みちびき」 の状況について

平成22年6月16日

(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)

宇宙利用ミッション本部

準天頂衛星システムプロジェクトチーム

プロジェクトマネージャ 寺田 弘慈

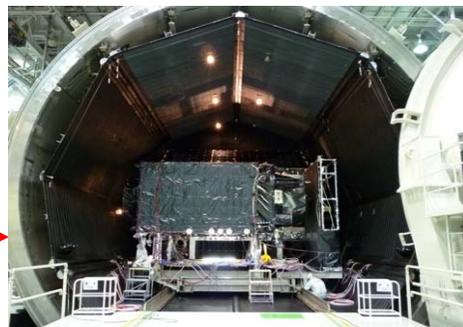
# 「みちびき」の開発状況

## 衛星システム試験



初期電気性能試験  
(2009.8.20-9.3)

初期アライメント調整  
(9.5-9.10)



熱真空試験準備  
熱真空試験  
(10.1-10.30)

衛星組立後  
電気性能試験  
(11.21-11.22)



正弦波振動試験  
(12.8-12.29)

音響試験  
(2010.1.7-1.8)



分離衝撃試験  
(1.13-1.14)

最終推進系試験  
(1.26-2.4)  
最終電気性能試験  
(2.5-2.19)  
総合システム検証  
(2.20-3.9)  
アンテナ干渉/RFプレゼンス試験  
(3.10-3.16)  
衛星最終組立  
(3.17-3.31)

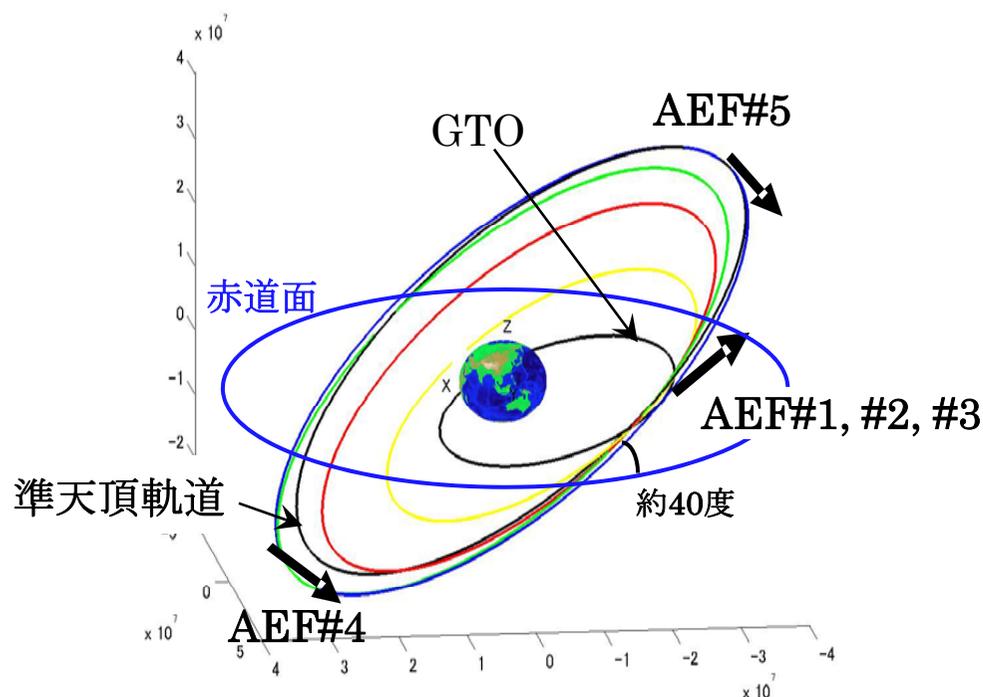
衛星最終組立後電気性能試験  
(4.1-4.2)  
機械環境試験後アライメント  
(4.3-4.6)  
質量特性試験  
(4.7-4.9)  
最終外観検査  
(4.12)



種子島  
宇宙センターへ輸送  
(5.8)  
射場搬入後試験  
(5.9~)



# 「みちびき」の追跡管制の概要

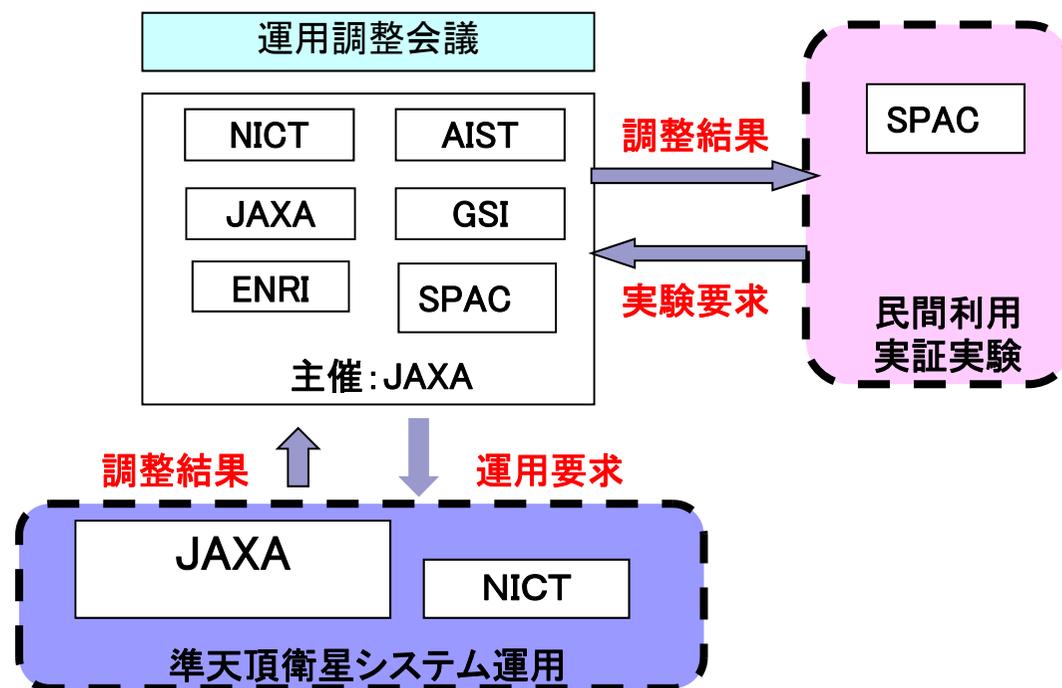


- ✓ ロケット分離後、5回のアポジエンジン噴射(AEF)により軌道変換を実施
- ✓ 第1～3回AEFにより、目標軌道面内(軌道傾斜角約40度)の円軌道に投入
- ✓ 第4回AEFで遠地点高度を上げ、第5回で近地点高度を下げるにより、軌道長半径および離心率を調整し、ドリフト軌道に投入
- ✓ AEF実施時には、これまでの静止軌道投入時と同様の地上局を確保し、衛星の状況をリアルタイムにて監視
- ✓ ドリフト軌道では、2液式スラスタによる軌道修正を実施し、準天頂軌道に投入(打上げから約2週間後)

準天頂軌道	
高度	約40,000km～32,000km
軌道傾斜角	約40度
周期	23時間56分

# 「みちびき」の技術実証の準備状況

- ✓ 技術実証実験を実施する各実施機関（JAXA、情報通信研究機構（NICT）、国土地理院（GSI）、電子航法研究所（ENRI）、産業技術総合研究所（AIST））の地上装置の準備は、総合システム検証試験において、衛星実機、追跡管制システム等の地上システムとの組み合わせを確認済み。
- ✓ 技術実証実験の具体的運用計画は、JAXAが主催する「運用調整会議」において、（財）衛星測位利用推進センター（SPAC）がとりまとめを行う利用実証実験と整合をとって進めている。

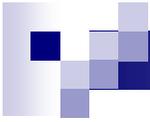


# 今後の予定

- 5月中旬～ 射場搬入後試験／射場整備作業
- 8月2日 22:54 打上げ  
(予備日 8月3日～9月30日)
- 打上げ後約2週間  
遷移軌道～ドリフト軌道～準天頂軌道へ投入
- 打上げ3ヶ月まで 初期機能確認
- 打上げ3ヶ月後から 技術実証実験開始  
(約3年間の実証実験を予定)



ロケットのデカール (3.0×4.2m)



# 参 考

# 研究開発4省の技術実証の概要(1/5)

## 「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))

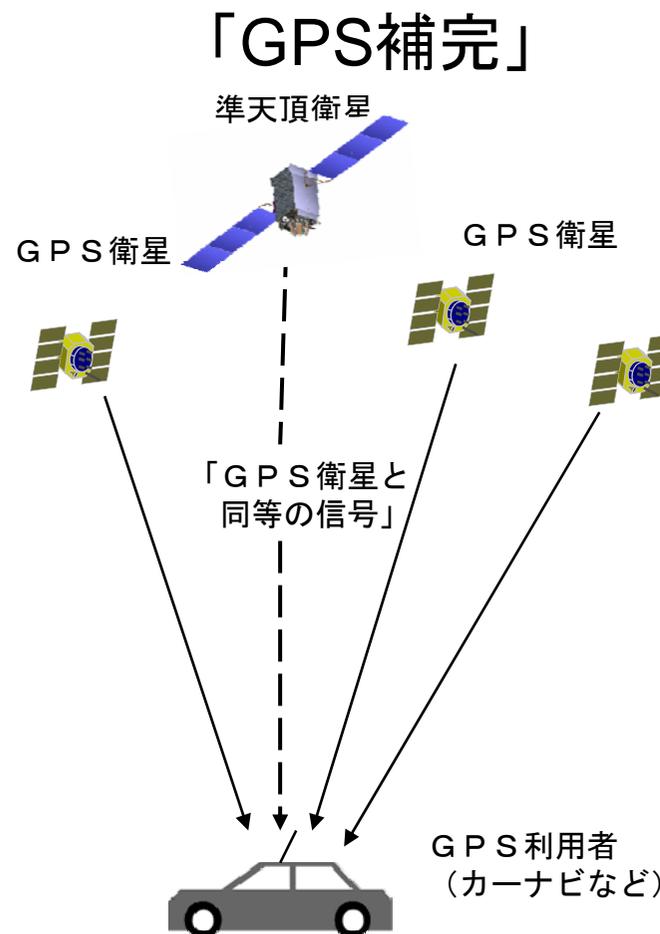
-高精度測位実験システム開発とりまとめ-

### 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-

搭載時刻比較装置により、衛星内、地上-衛星間など、準天頂衛星システム内外の時刻比較を実施し、精度を検証する実験



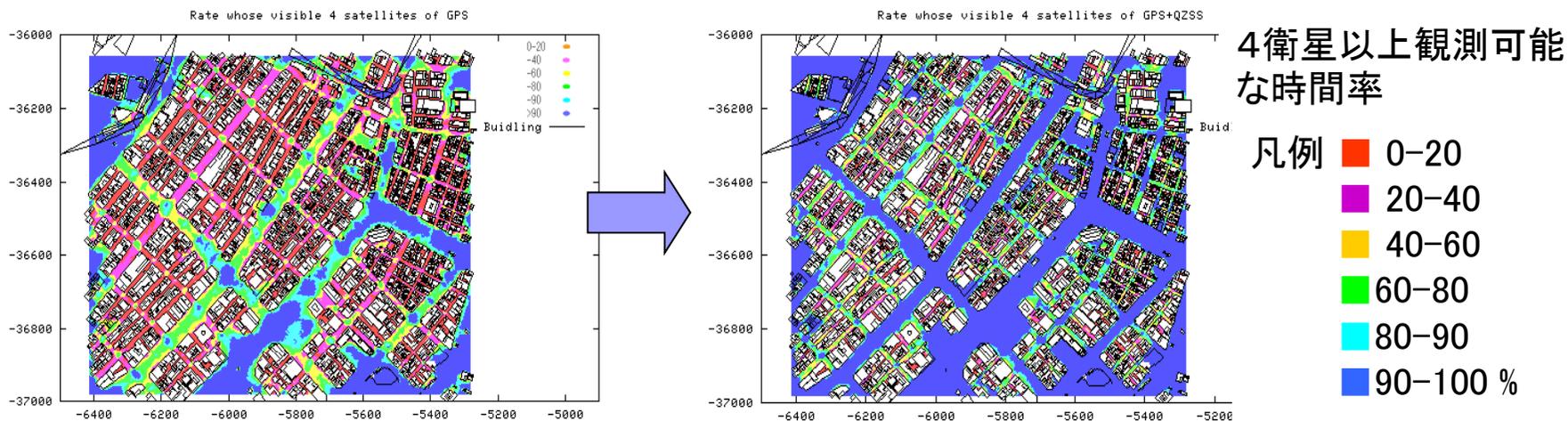
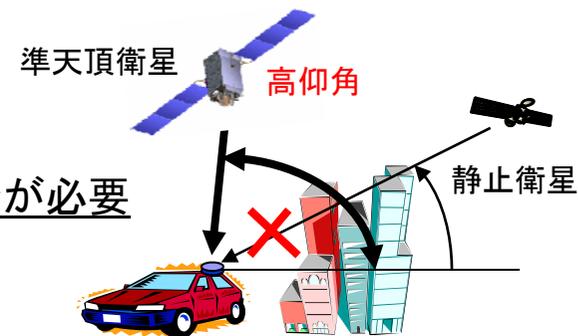
GPSと「同等の信号」を送信する

- ・利用可能なGPS衛星が天頂付近に1つ増える  
⇒ 衛星測位が可能なエリアを広げる

# 研究開発4省の技術実証の概要(2/5)

## 「GPS補完」

- 測位(三次元測位)を行うには、測位衛星が、4機以上可視となることが必要
    - しかし、日本は山間地が多く、都市部には高い建物が密集している
- ↓
- 可視衛星数が少なくなるにより、測位可能時間率の低下や測位精度の劣化(衛星配置の劣化)が起きる
    - カーナビ、パーソナルナビなど多くのユーザにとって非常に重要
  - 準天頂衛星が少なくとも常時、1機が天頂付近に見えることにより、測位可能時間率を増やし、衛星配置による測位精度の劣化を抑える



都市部でのアベイラビリティ増大例(東京銀座地区3Dシミュレーション)

# 研究開発4省の技術実証の概要(3/5)

## 「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化を測る。

国土交通省

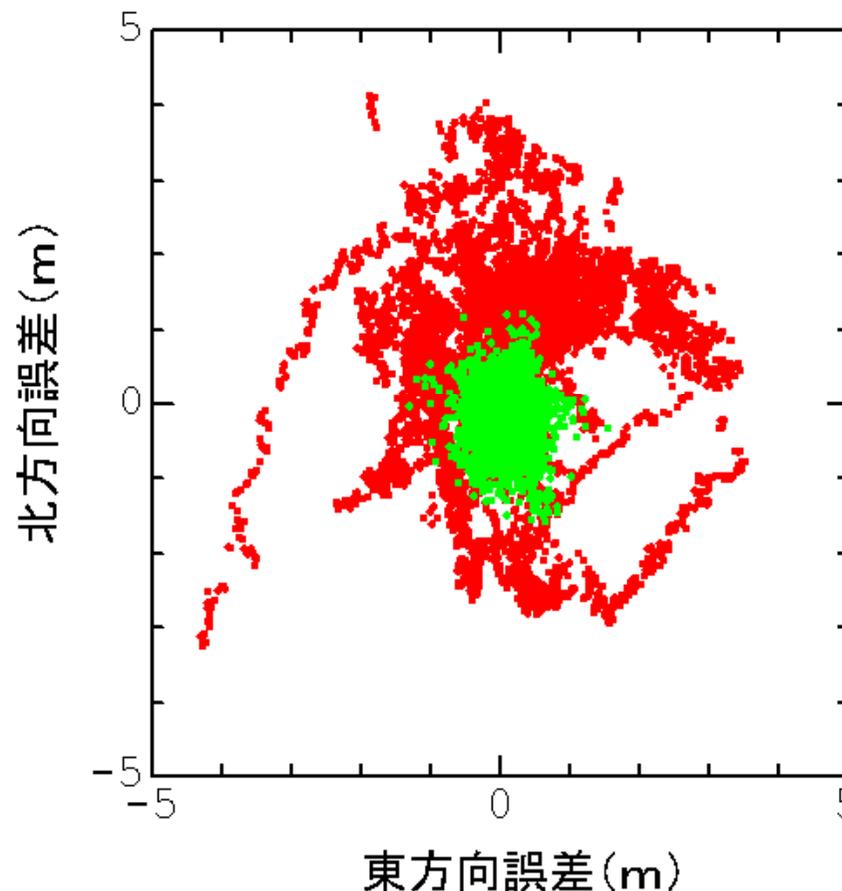
((独)電子航法研究所(ENRI))

-L1-SAIF信号による高精度補正技術の実証実験-

GPS/QZSSの測距補正情報(軌道、時刻、伝搬補正情報)及びインテグリティ情報を生成・送信する実験。

➤高精度・高信頼性の測位補正方式の開発

➤目標測位精度 1m程度



● GPSのみ

● GPS+L1-SAIF

# 研究開発4省の技術実証の概要(4/5)

## 「GPS補強」

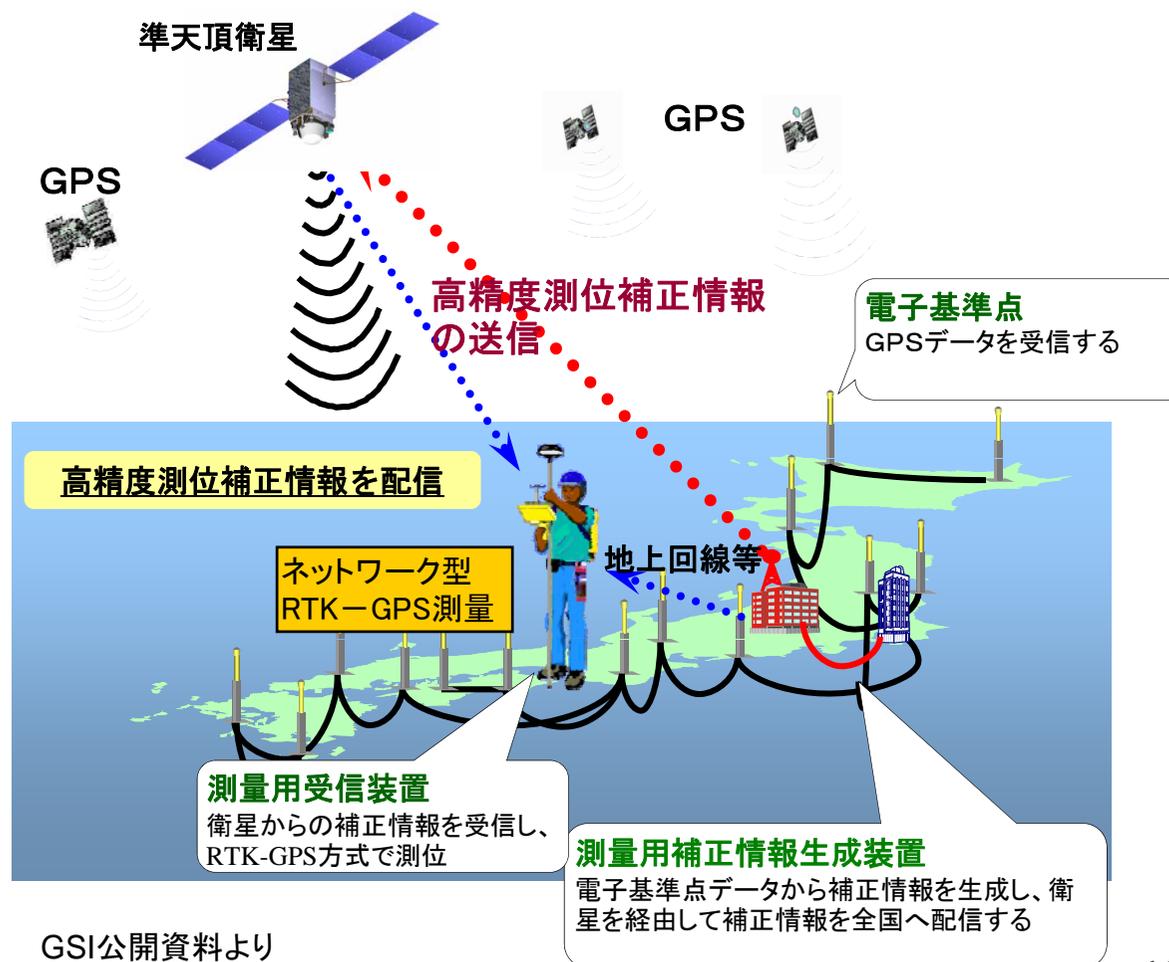
国土交通省  
(国土地理院(GSI))

- LEX信号による高精度測位補正情報を用いたネットワーク-RTK型測位 -

GPS向けの測位補正情報を測量用補正情報生成装置にて生成し、LEX信号によって送信し、GPS測量への高精度補正に適用できることを確認する実験

➤ 1周波受信機を用いた測量用測位

➤ 測位時間は15分程度



GSI公開資料より

# 研究開発4省の技術実証の概要(5/5)

## 「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 -

GPS及びQZSS測位補正情報(軌道、時刻、伝搬補正情報)を生成し、LEX信号によって送信し、測位性能を向上できることを確認する実験。

経済産業省((独)産業総合技術研究所(AIST))

- 測位用擬似時計技術の開発・実証 -

搭載の原子時計の代わりに、地上においた高安定周波数基準により通信回線を使って搭載水晶発信器を連続的に校正し、それを周波数基準として測位信号の生成が可能であることを確認する実験。

# 技術実証実験内容(1/2)

実証・実験項目		実験内容	担当	
信号	送信信号品質	QZS測位信号の測距性能の検証	JAXA	
	被干渉・与干渉	QZS測位信号と他測位システム間の共存性の検証	JAXA	
システム運用 (アベイラビリティ)	衛星系技術	姿勢制御運用・軌道保持運用	姿勢外乱解析・軌道変動解析の妥当性、ホイールアンローディング運用・軌道保持運用の手法の修得を含めた姿勢制御手法・軌道設計手法の妥当性の検証	JAXA
	地上系技術	システム運用	測位性能(精度、インテグリティ)を維持しつつアベイラビリティを向上させるための、マスターコントロール局及び追跡管制局での運用技術習得に関わる実験。	JAXA
		モニタ・集信・配信	測位モニタ実験局での測位信号の受信・信号評価手法の修得、それらのマスターコントロール局への集配信に関わる一連の技術の習得に関わる実験	JAXA
インテグリティ	GPS補完インテグリティ		URA、ALERTフラグ、ヘルス等の補完インテグリティ情報の生成、補完信号でのユーザへの通知、及びそれらがインテグリティ性能等を満足することなどを確認する実験。	JAXA
	SAIFインテグリティ		UDREI等のSAIFインテグリティ情報の生成、SAIF信号でのユーザへの通知、及びそれらがインテグリティ性能を満足することなどを確認する実験。	ENRI
	LEXインテグリティ		LEXインテグリティ情報の生成、LEX信号でのユーザへの通知、及びそれらがインテグリティ性能を満足することなどを確認する実験。	JAXA
精度	軌道時刻推定	軌道時刻推定	QZS、GPS衛星の軌道と時刻をリアルタイムならびにポストプロセスで推定する実験。	JAXA
		GNSS時刻オフセット推定	他のGNSSとの組み合わせの為に必要なGNSS時刻オフセットを推定し、それを測位誤差により検証する実験。	JAXA&NICT
		電離層遅延推定	電離層遅延量の推定精度を評価検証する実験。	JAXA

GPS補完技術実験
  GPS補強技術実験
  次世代衛星測位基盤技術実験

# 技術実証実験内容(2/2)

実証・実験項目		実験内容		担当	
精度	航法メッセージ	補完メッセージ生成	GPS互換かつ高精度の航法メッセージを生成し、Lバンド測距信号(L1-C/A, L2C, L5, L1C)に乗せて送信する実験。これにより、(GPSと合わせて)高い信頼性を確保し、高精度測位が可能なことを検証する実験。	JAXA	
		SAIFメッセージ生成	L1-SAIF実験局においてGPS乃至QZSS(暫定)の測距補正情報(軌道、時刻、伝搬補正情報)及びインテグリティ情報を仕様を満足してできることを確認する実験。	ENRI	
		LEXメッセージ生成	高精度測位補正等技術(測量向け)	GPS向けの測位補正情報を測量用補正情報生成装置にて生成し、LEX信号によって送信し、GPS測量への高精度補正に適用できることを確認する実験。	GSI
			DGPS	GPS及びQZSS測距補正情報(軌道、時刻、伝搬補正情報)を生成し、LEX信号によって送信し、測位性能を向上できることを確認する実験。	JAXA
擬似時計		地上においた高安定周波数基準により通信回線を使って搭載水晶発信器を連続的に校正し、それを周波数基準として測位信号の生成が可能であることを確認する実験。	AIST		
時刻比較		地上-衛星間、及び地上-地上間の双方向時刻比較を実施し、並びにLEX信号を用いた時刻供給実験を実施し、それらの精度を検証する実験。	NICT		

GPS補完技術実験

GPS補強技術実験

次世代衛星測位基盤技術実験

# 各国の測位衛星の状況

## 1. GPS(米国、運用中) (Global Positioning System)

- (1) 計画・運用主体 : 米国国防総省及び運輸省 (執行委員会: The National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing (PNT) Executive Committee)
- (2) システム構成 : 6軌道面×各4機の計24機 (2010年6月現在、30機運用中)
- (3) サービス内容 : 全世界で、測位精度10mのオープンサービス
- (4) 現状と今後の予定 : 1995年に運用開始宣言。2000年以降、民生用信号の精度低下機能の使用をとりやめ。現在、高精度化等を順次推進中。



## 2. GLONASS(ロシア、運用中) (Global Navigation Satellite System)

- (1) 計画・運用主体 : ロシア連邦宇宙局(Roscosmos)、ロシア国防省
- (2) システム構成 : 3軌道面×各8機の計24機
- (3) サービス内容 : 全世界で、平均測位精度12.05m、最大測位誤差68.09m
- (4) 現状と今後の予定 : 1996年にプロトタイプ衛星24機配備。2010年3月現在、18機運用中、3機試運転中、2010年までに24機への再配備を予定。



## 3. Galileo(欧州、実験中)

- (1) 計画・運用主体 : EU(監督機関: European GNSS Supervisory Authority (GSA))、ESA、(民間企業)
- (2) システム構成 : 3軌道面×各10機の計30機
- (3) サービス内容 : 全世界で、測位精度15m(水平) - 35m(垂直)のオープンサービス等
- (4) 現状と今後の予定 : 2005年12月に1機目、2008年4月に2機目の実験機を打上げ。現在では2013年までに運用開始予定(当初は2008年)。2011年に軌道上実証機4機、2014年までに18機を打上げ予定。30機の整備完了は2016~2019年の予定。



## 4. 北斗 ナビゲーションシステム(中国、一部試験運用中)(Compass Navigation Satellite System)

- (1) 計画・運用主体 : 関連機関: CSN (China Satellite Navigation Project Center)
- (2) システム構成 : 静止衛星5機、中高度軌道衛星30機
- (3) サービス内容 : 中国及び周辺地域(将来的には全世界)で、測位精度10mのオープンサービス等
- (4) 現状と今後の予定 : 2000年10月の初号機以降、合計4機を打上げ。2012年までに北斗航行測位衛星システムを整備、2020年までに全球航行測位システムへ拡大。



## 5. IRNSS(インド、開発中) (Indian Regional Navigation Satellite System)

- (1) 計画・運用主体 : 関連機関: ISRO (Indian Space Research Organization)
- (2) システム構成 : 静止衛星3機、地球同期軌道衛星4機
- (3) サービス内容 : インド及びその周辺サービスエリアで、精度20m以下の測位サービス
- (4) 現状と今後の予定 : 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。

