

平成18年度第2回電波航法研究会
平成18年9月14日

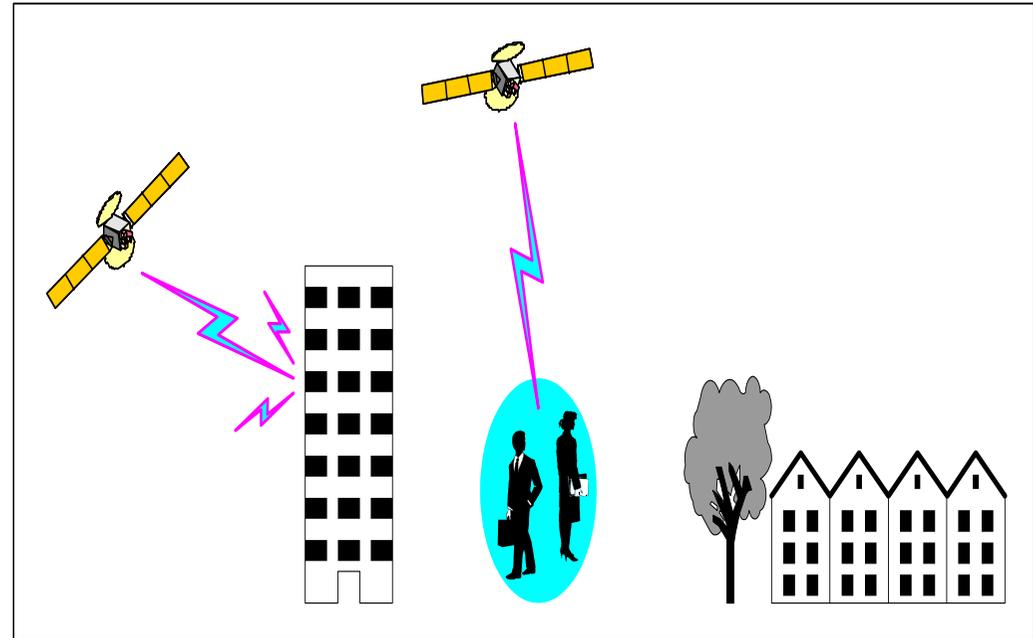
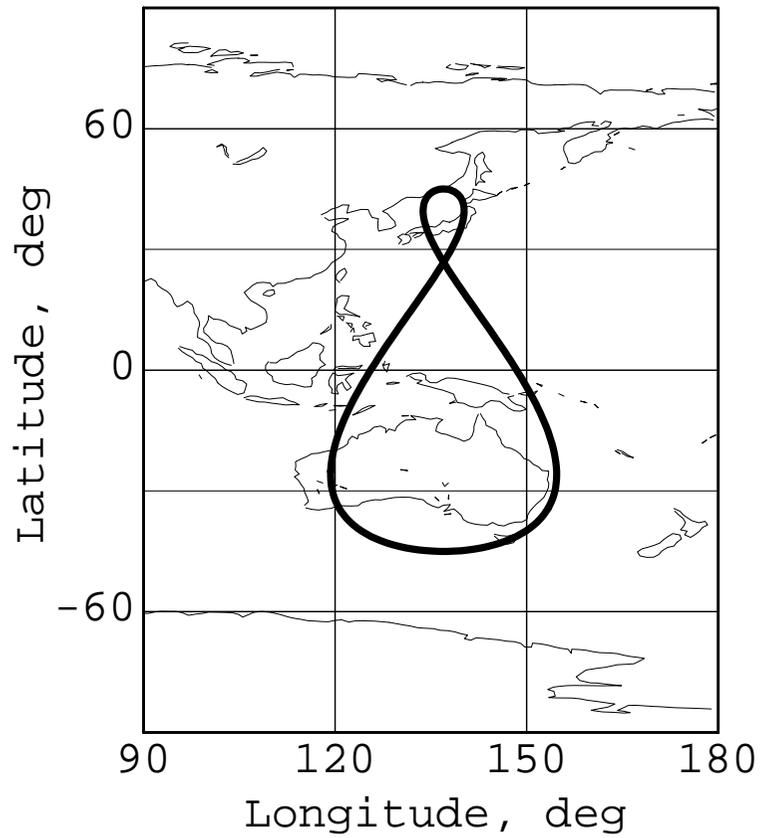
高速移動体向け 高精度測位補正技術に関する 研究開発(その2)

独立行政法人電子航法研究所

内容

- 準天頂衛星について
- 研究開発概要
- これまでに得られた成果
- 今後の計画

準天頂衛星について



準天頂衛星について:計画

1. 各国の状況

(a) GPS近代化計画(米国): L2C, L5, GPSIII (L1C), 24衛星

(b) ガリレオ計画(欧州): 1機打ち上げ成功(2005.12.28), 30衛星

(c) 北斗(中国): 軍事用, 1号打ち上げ(2003.5), コンパス計画

2. 準天頂衛星計画(日本): 8字軌道

総合科学技術会議, 宇宙開発委員会「我が国における測位衛星システムのあり方」(2003.12)

測位・地理情報システム等推進会議 計画見直し(2006.3)

第1段階: 国主体のプロジェクト

・1号機打ち上げ(2009) 技術実証(4省), 利用実証(他省庁、民間)

第2段階: 官民合同プロジェクト

・2, 3号機打ち上げ システム実証(官民), 事業化判断

準天頂衛星について：測位技術開発体制

GPS補完信号 (L1C, L2, L5) : 宇宙航空開発研究機構 

広域補強信号 (L1-SAIF) : 電子航法研究所 

国産の広域DGPS技術開発

目標精度：1 m程度

SAIF: Submeter Augmentation with Integrity Function

衛星搭載原子時計技術：情報通信研究機構，産業技術総合研究所

ネットワークRTK技術：国土地理院  

ユーザ側技術：国土技術政策総合研究所，交通安全環境研究所



研究開発概要(1)

準天頂衛星を用いる高精度測位補正技術 (高精度・高信頼性の測位補正方式の開発)

- 目的

鉄道などの高速移動体の安全性向上に寄与する
高精度測位システムの実現

- 特徴

高精度: 目標測位精度は1メートル程度

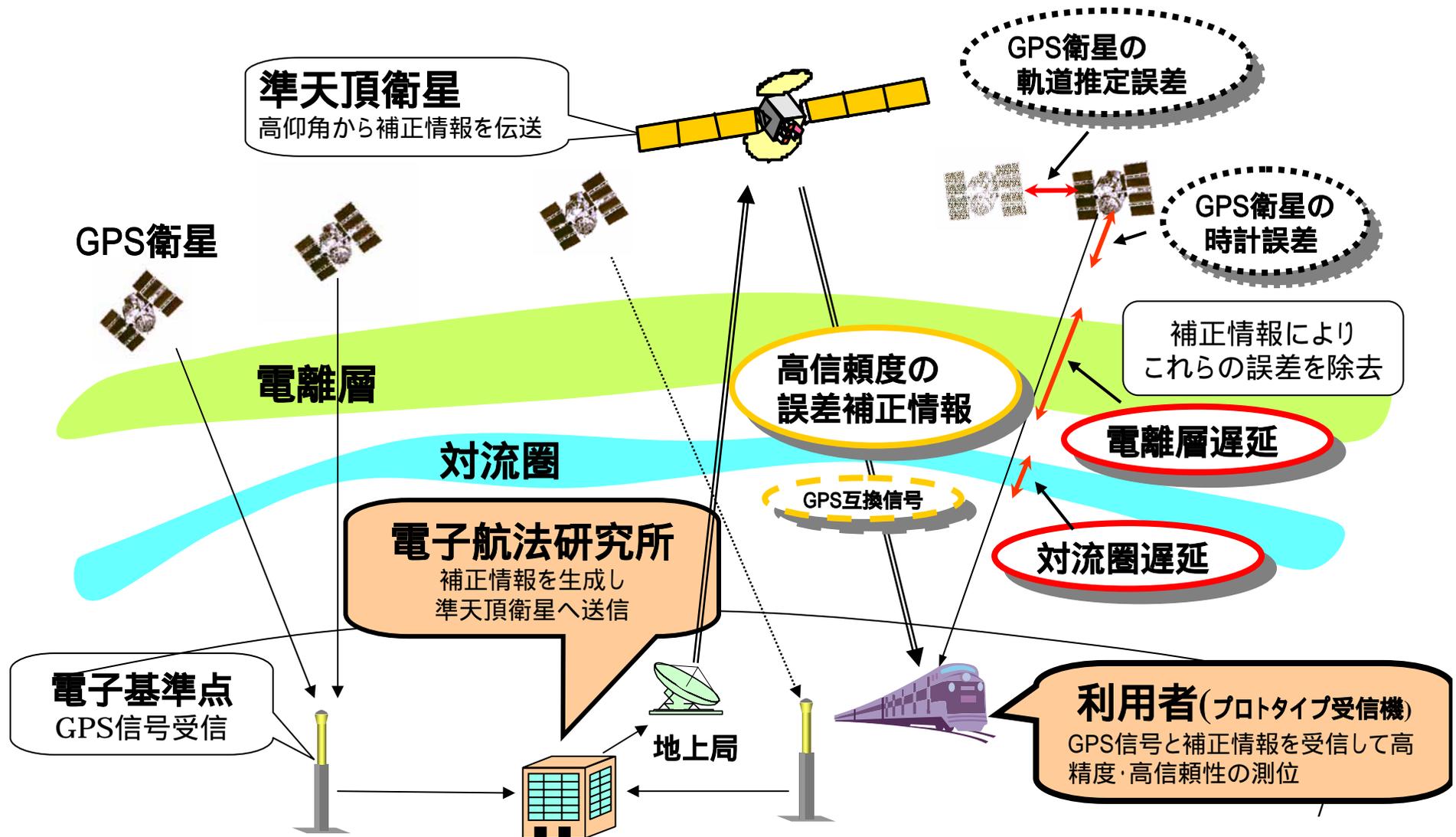
高信頼性: 利用者が安心して使えるシステム

SBAS方式に基づいて開発

SBAS: 静止衛星型衛星航法補強システム

高精度測位実験システム概念図

SBASの改良: 測位精度の改善/信頼性の確保



年次計画

平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	
(補正情報生成方式開発)		(補正情報リアルタイム生成システム開発)			(実	証	試	験)
方式調査・ 検討	方式評価	リアルタイム処理システム開発			総合試験	技術実証試験		
評価用ソフトウェア作成		プロトタイプ受信機開発						
						 準天頂衛星 打上げ		

研究開発概要(2)

- 研究項目

完全性監視方式開発(信頼性確保)

伝搬遅延推定方式開発(誤差減少)

補正情報生成・配信方式の開発

プロトタイプ受信機開発

機能・性能確認のための実証試験実施

研究開発概要(3)

- **完全性監視方式：信頼性の確保**
システムが期待される性能で利用できるか判断
利用できないとき利用者に対し警報を出す
- **伝搬遅延推定方式：誤差補正**
遅延あり 距離が長く測定 誤差を生ずる
電離層遅延量・対流圏遅延量の高精度推定
- **補正情報生成・配信方式の開発**
補正情報の内容、形式、送信手順

研究開発概要(4)

- **プロトタイプ受信機の開発**

 - 利用者用受信機
実証試験で利用

- **実証試験**

 - 補正情報生成システムとプロトタイプ受信機を組合せて、
高精度測位技術の機能・性能を評価

 - 測位精度の評価

 - 完全性監視機能の評価

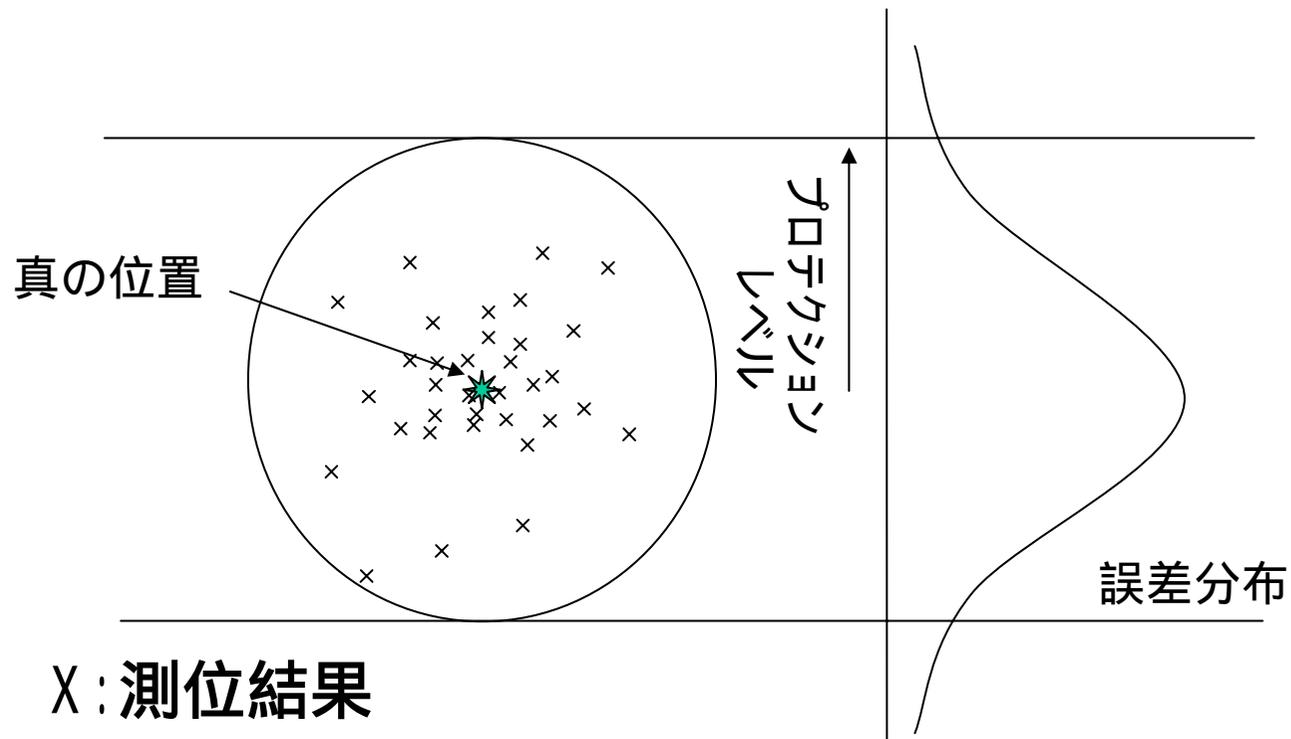
 - 利用者: 静止 / 移動

これまでに得られた成果(1)

完全性監視方式: SBAS方式の採用

完全性監視の概念: SBAS方式

プロテクションレベル (システムが保証できる測位誤差)を見積もる
見積もったプロテクションレベルがある一定の許容値を超えたら、
利用者に警報を出す



これまでに得られた成果(2)

- 伝搬遅延推定方式の検討：電離層遅延

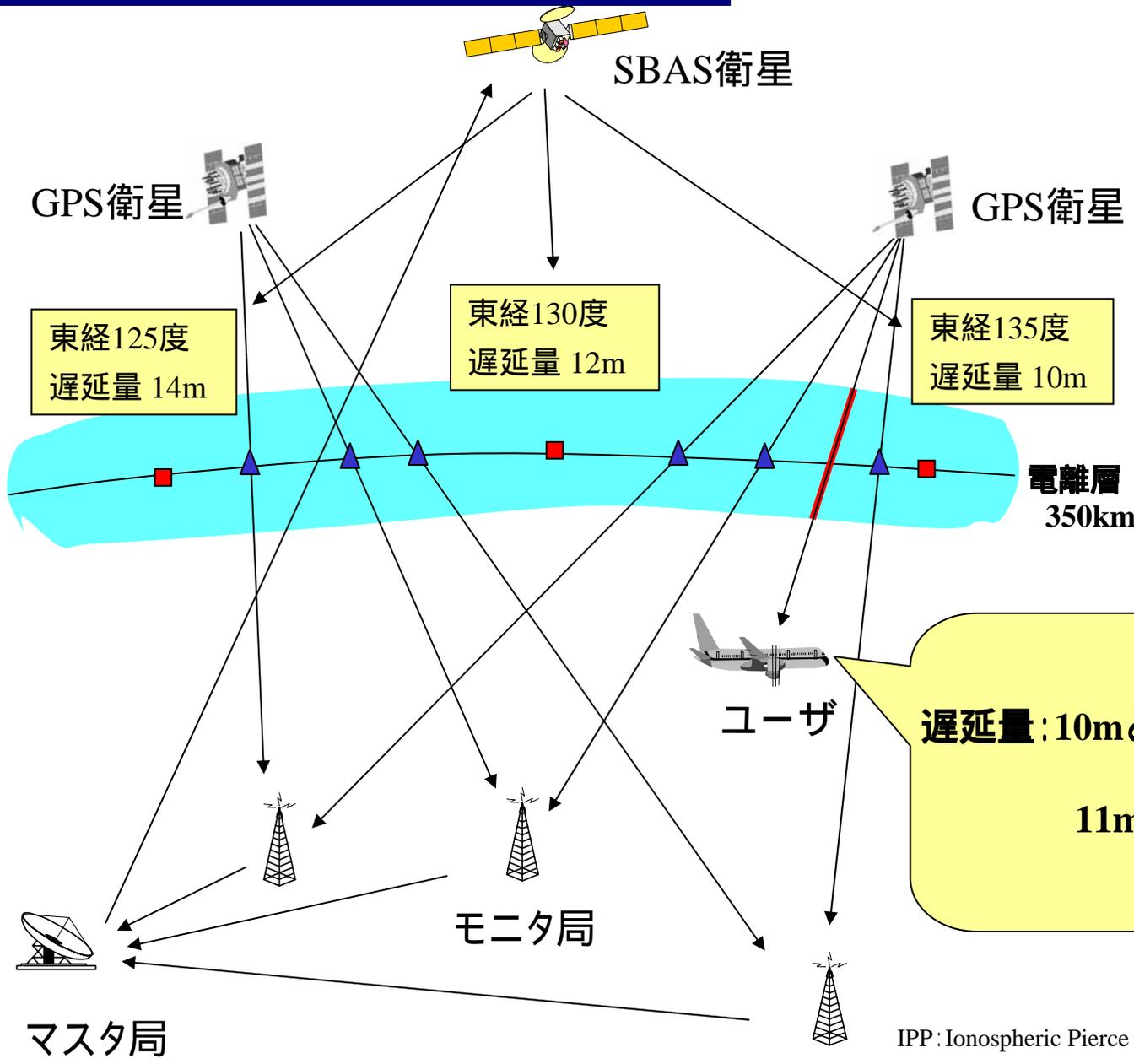
- (1)特徴

- 季節的な変化、日変化
 - 仰角に依存
 - 数m ~ 数十m程度

- (2) SBASモデル改良による遅延量推定

- ：格子点間隔細分化、電離層多層化モデル
 - 遅延量を高精度に推定

SBASによる電離層補正の概念図



▲ 点の観測遅延量から ■ 点の遅延量/分散値をマスタ局で計算

↓

■ 点の遅延量/分散値をSBAS衛星により放送

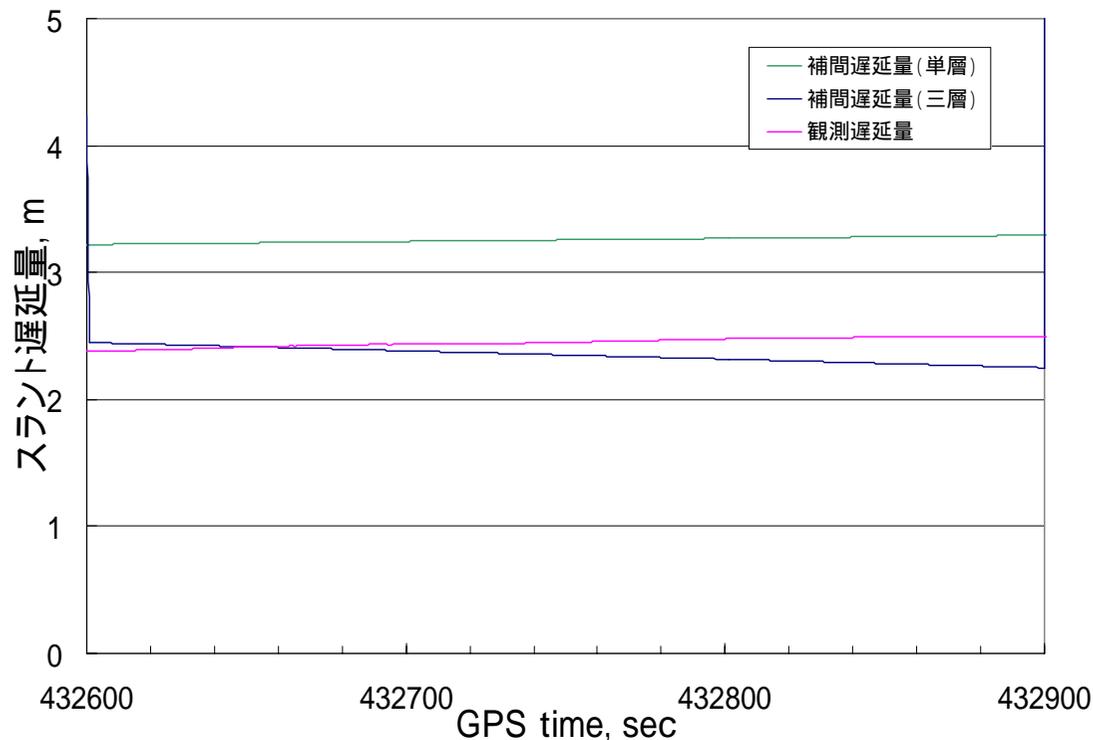
↓

ユーザは ■ 点から自位置の遅延量/分散値を補間計算

- ▲ 電離層通過点(IPP)
- 電離層格子点(IGP)

IPP: Ionospheric Pierce Point, IGP: Ionospheric Grid Point

電離層3層モデルによる電離層遅延量推定結果例



推定条件

- (1) 入力データ
 - ・電子基準点1秒データ
- (2) モニタ局
 - ・日本近傍の電子基準点30局
- (3) 解析対象日
 - ・2004年11月19日

スラント電離層遅延量: 衛星方向の遅延量
(大宮とGPS14番衛星との間)

補間遅延量
3層 / 単層モデルによる電離層遅延量推定結果
観測遅延量
2周波にもとづく電離層遅延量(真値と仮定)

これまでに得られた成果(3)

- 伝搬遅延推定方式の検討: 対流圏遅延

- (1)特徴

- 仰角に依存して変化する

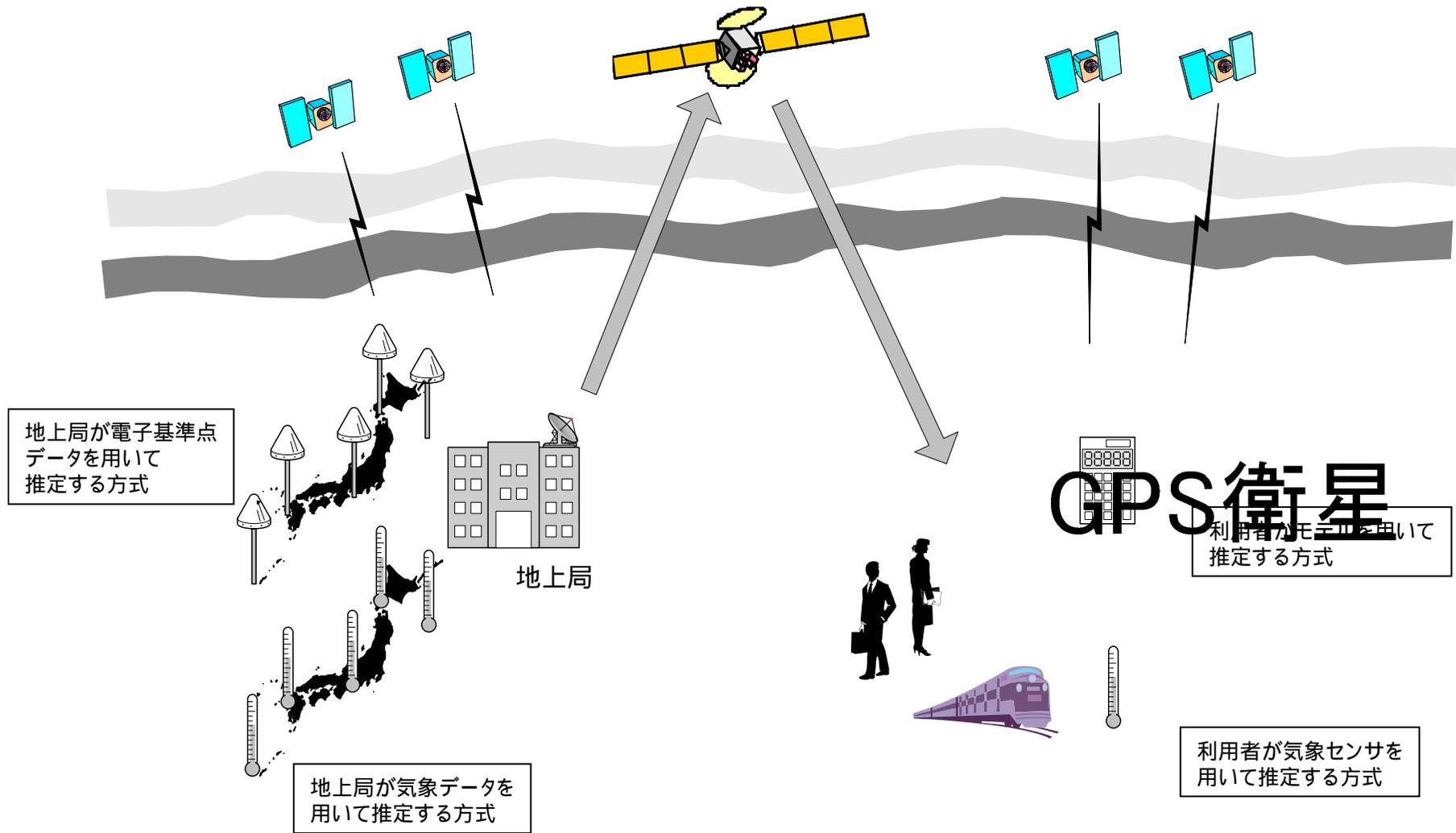
- 季節的な変化、短期的な変化、日変化

- 遅延量 ~ 数m

- 1日における変動 ~ 20cm程度(垂直方向)

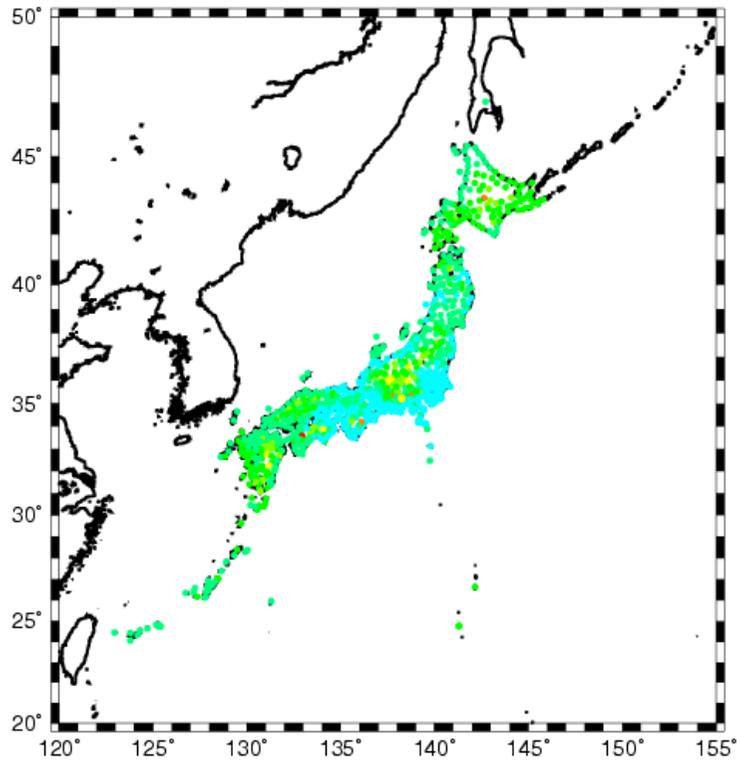
- (2)複数の補正方式の検討

対流圏遅延補正方式概念図



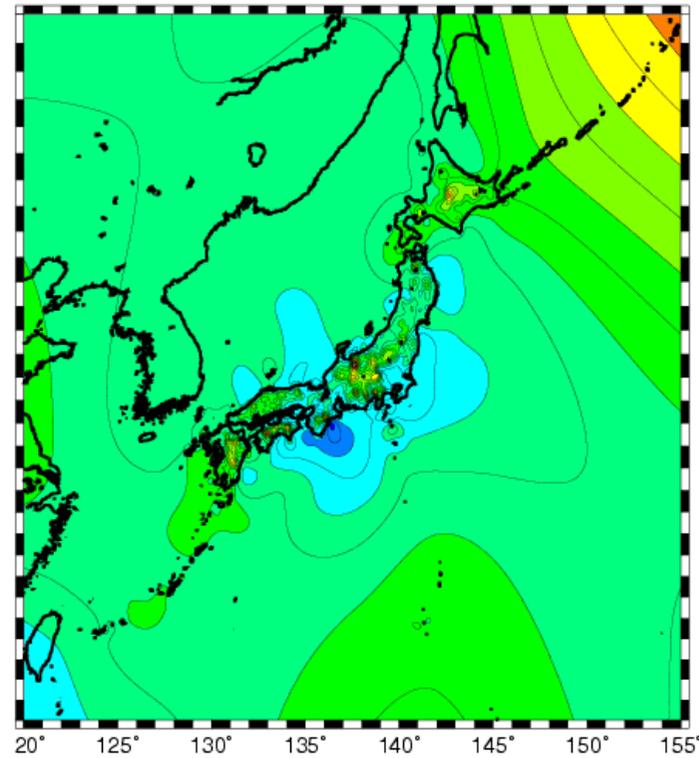
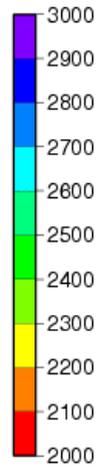
広域GPSデータ方式による対流圏遅延量推定結果例

: 推定精度約2cm (垂直方向遅延量)



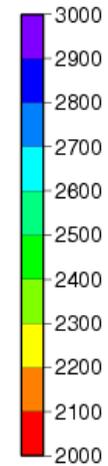
補間なし

(電子基準点の位置における垂直遅延量の推定結果)

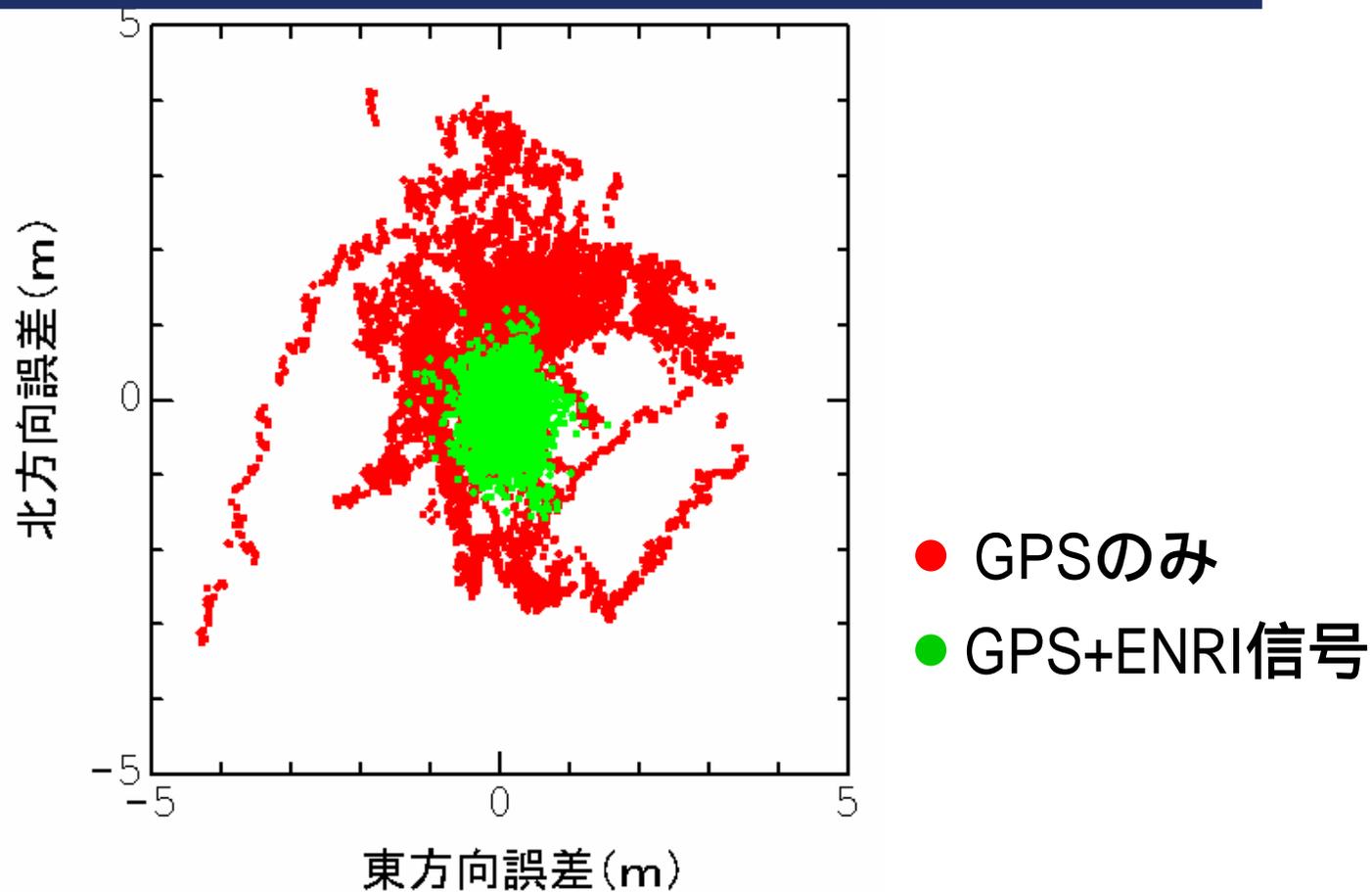


補間あり

対流圏遅延量(mm)



測位精度評価結果の一例



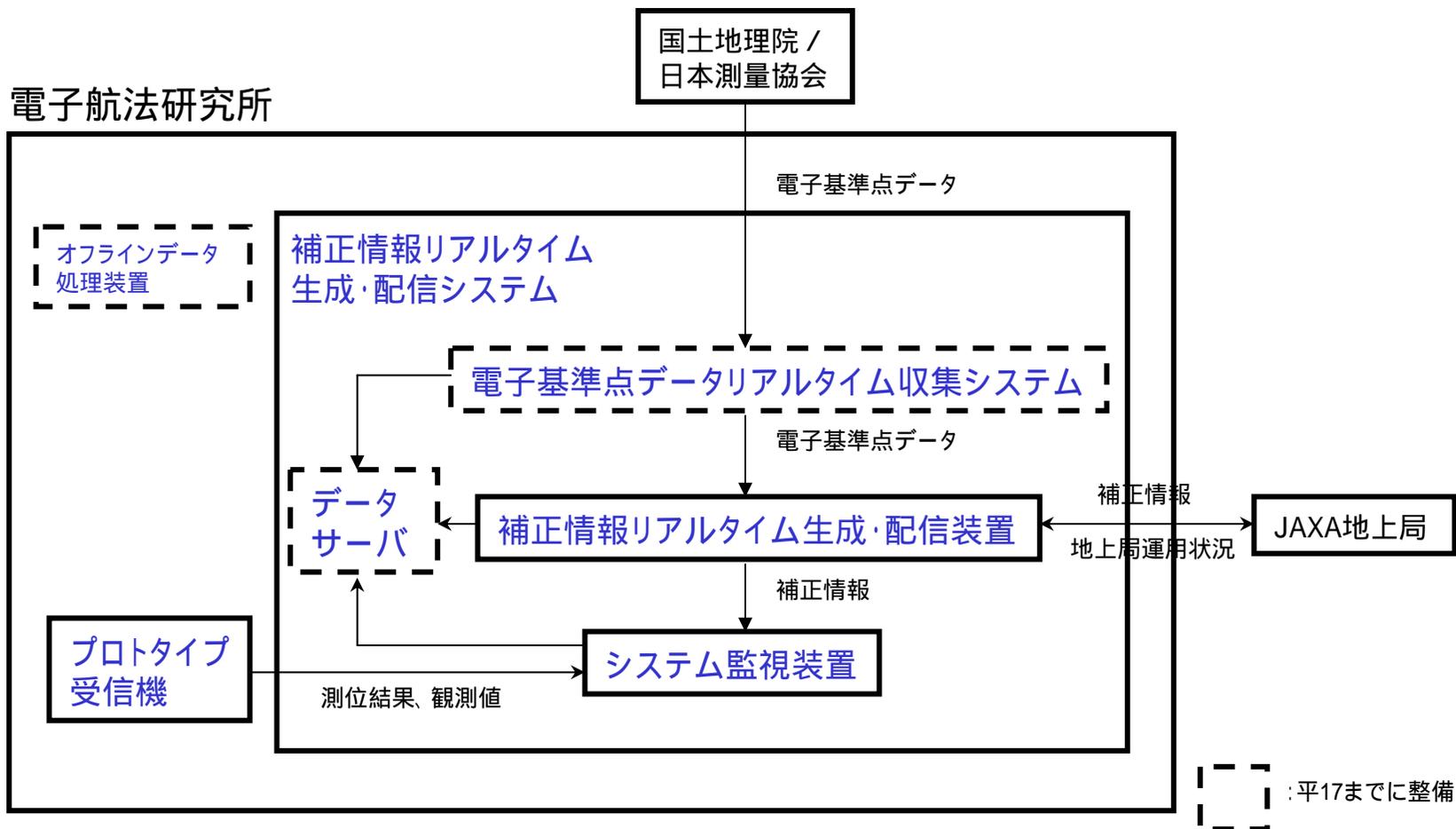
- ENRIシステムによる実際の測位結果
- GPS単独測位: 1.84m 補正情報により 0.42m に測位精度改善

これまでに得られた成果(4)

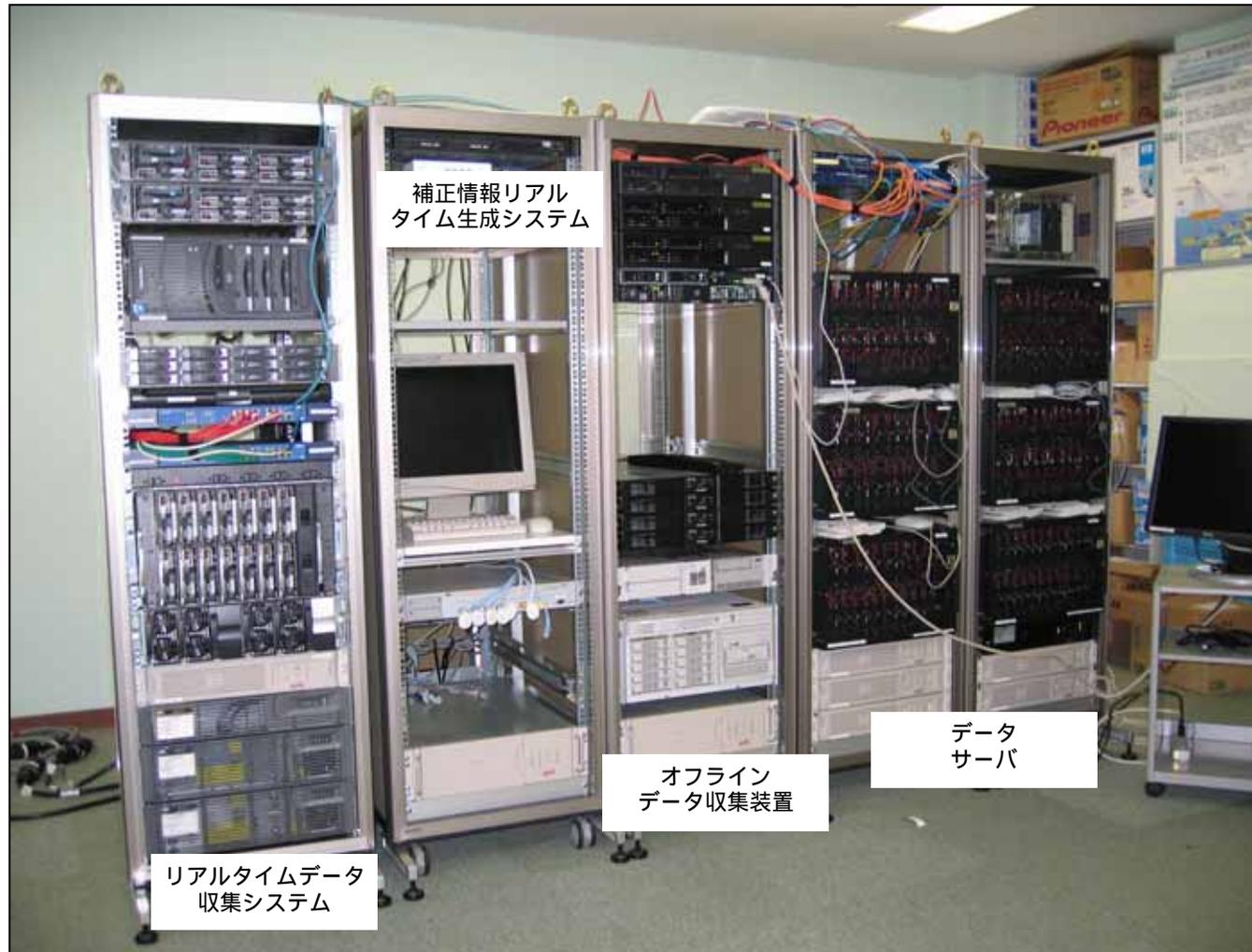
- **補正情報生成方式**
 - SBAS・・・補正情報の種類ごとに送信用メッセージ(メッセージタイプ(0-28)で区別)を定義
 - QZSS・・・SBASで用いられているタイプに、高精度測位に必要な情報を新たなタイプとして定義し、追加
(電離層遅延量高精度推定用、対流圏遅延量推定用情報など)
- **補正情報配信方式**
 - QZSS用に追加した補正情報の最大送信間隔を考慮し、SBAS方式に準拠した方式を提案

(SBAS: 静止衛星型衛星航法補強システム QZSS: 準天頂衛星システム)

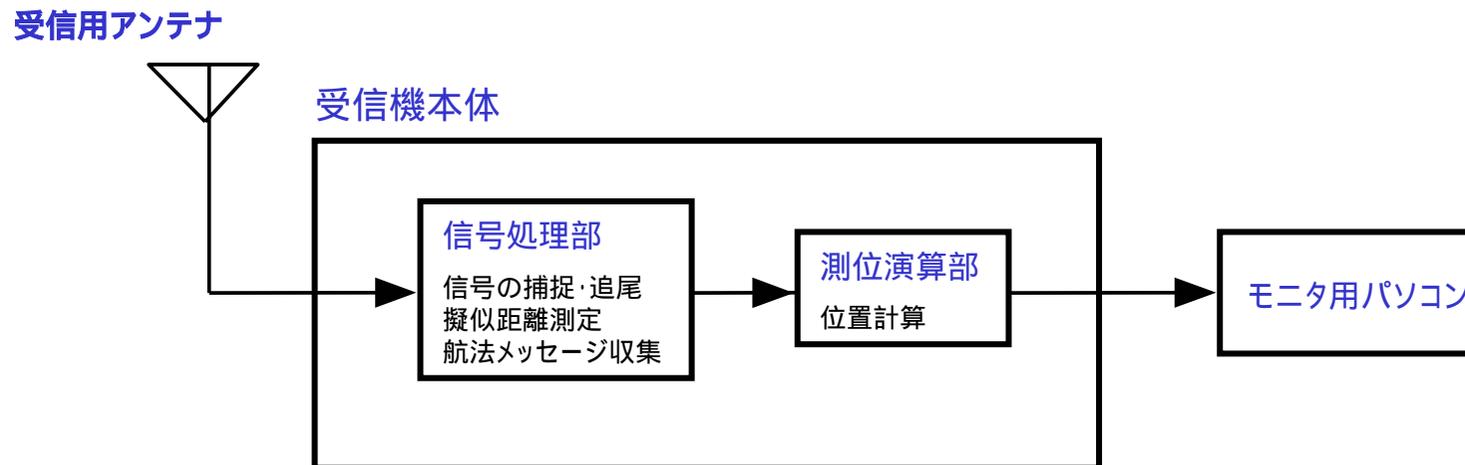
補正情報リアルタイム生成・配信システム構成



補正情報リアルタイム生成・配信システム外観



プロトタイプ受信機構成図



今後の計画

- 平成18～19年度
 - (1)補正情報リアルタイム生成・配信システム開発
 - (2)プロトタイプ受信機開発
- 平成20～22年度
 - (1)地上での総合試験
 - (2)JAXA-ENRI接続システム開発
 - (3)実衛星による技術実証試験