

準天頂衛星による 広域DGPS補強実験システムの開発

電子航法研究所 通信・航法・監視領域

※福島荘之介, 坂井丈泰, 新井直樹, 伊藤憲



内 容

1. 準天頂衛星計画(最近の動向)
2. 電子航法研究所の研究開発計画と現状
3. オフラインテストシステムの機能概要
4. 電子基準点データを用いた性能評価結果の状況
5. まとめ

準天頂衛星計画

1. **GPS近代化計画**(米国): L2C, L5, GPSIII (L1C), 24衛星
2. **ガリレオ計画**(欧州): 1機打ち上げ成功(2005.12.28), 30衛星
3. **北斗**(中国): 軍事用, 打ち上げ(2003.5), コンパス計画
4. **準天頂衛星計画**(日本): 8字軌道

内閣府: 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省庁), 利用実証(民間)

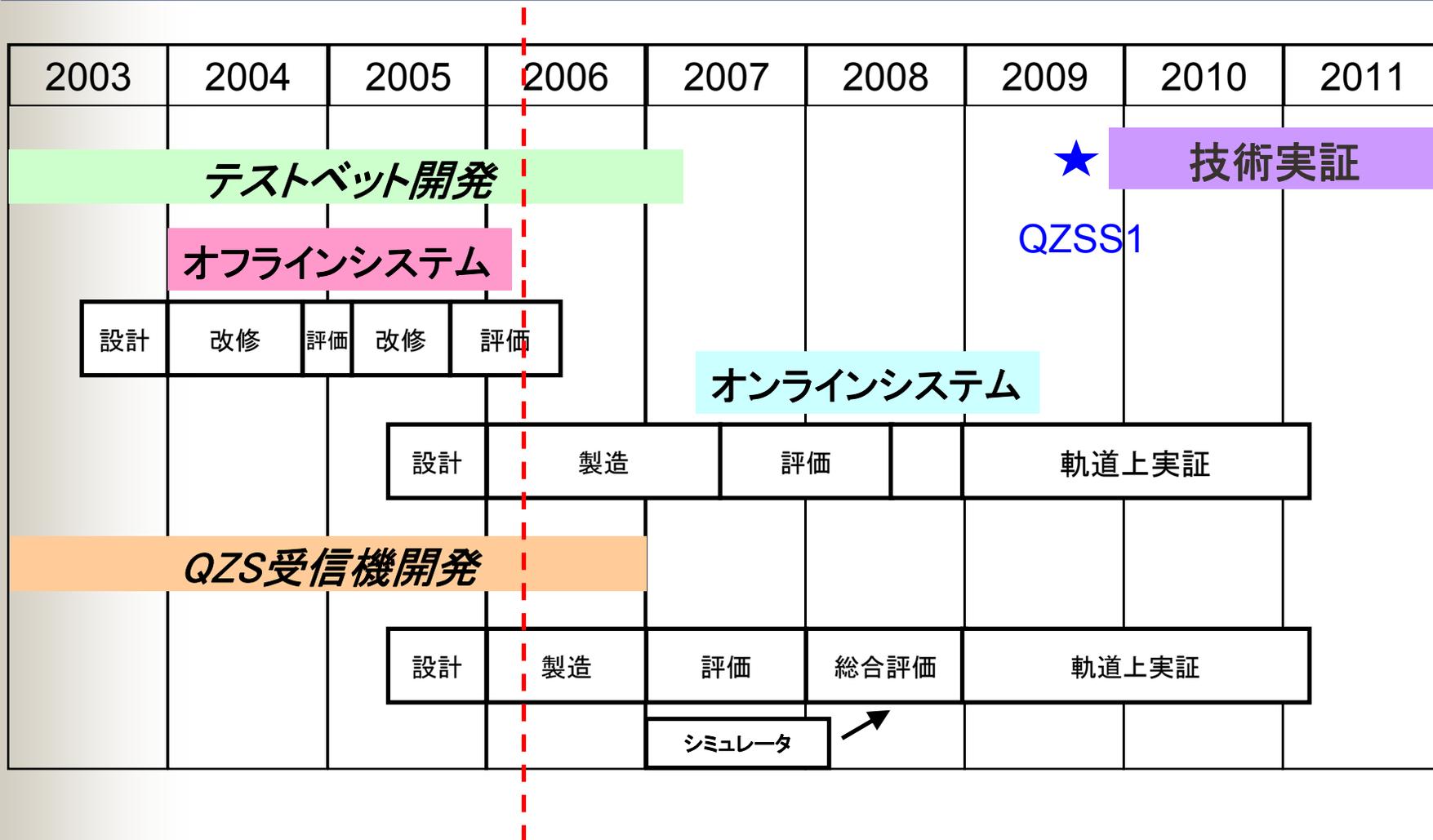
◆第2段階: 官民合同プロジェクト

- ・2, 3号機打ち上げ→**システム実証**(官民), 事業化判断

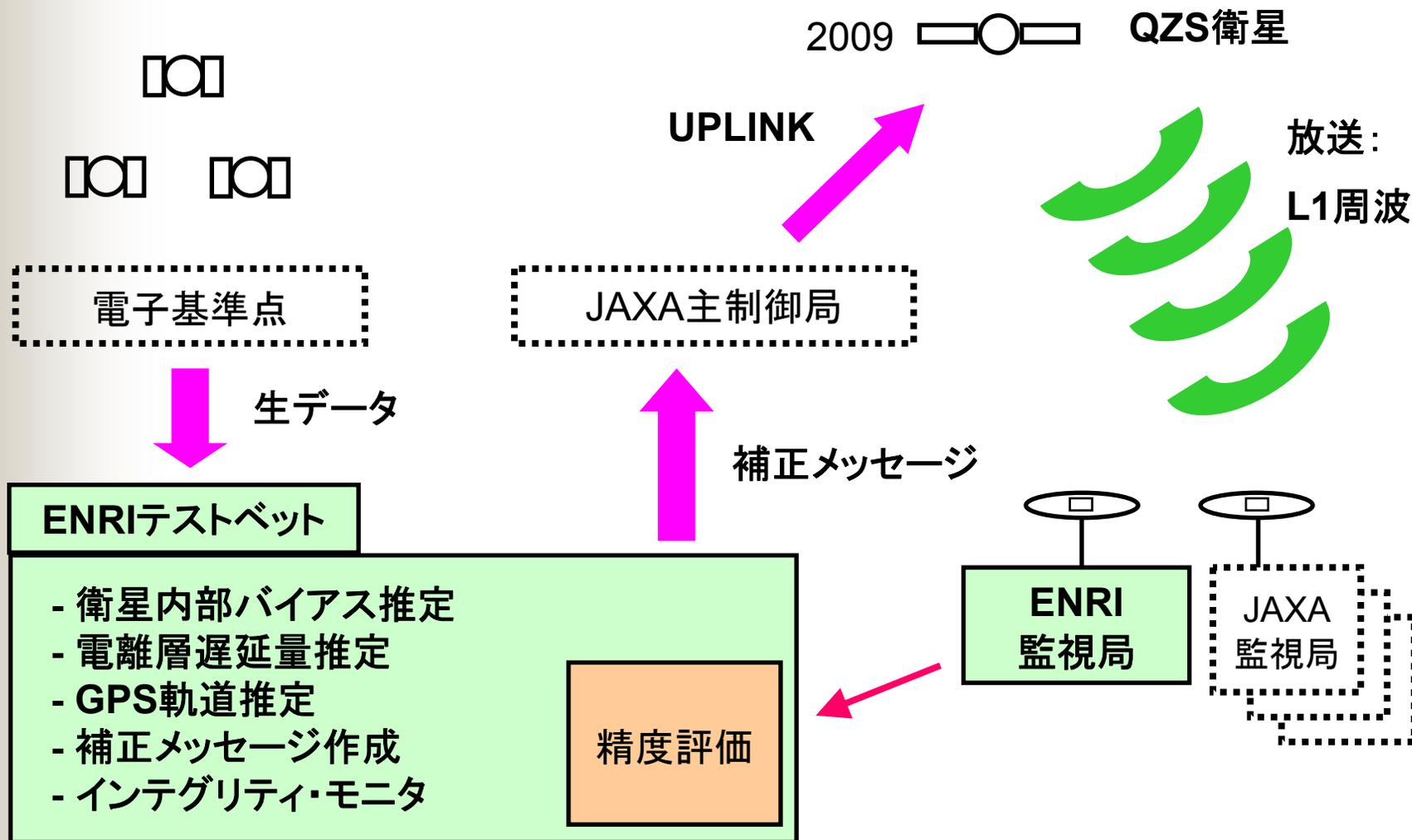
準天頂衛星の測位技術開発

- ◆ 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: 1m程度
- ◆ 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, 交通安全公害研究所

広域補強信号の研究開発計画



技術実証のシステム構成



オフライン実験システム(概要)

1. 構成: データ収集装置, **データ解析装置** (6種類モジュール)
2. 入力: **GEONET** (国土地理院電子基準点), **1秒データ** (約1200点), オフライン
3. 主要機能:
 - 広域DGPS補強データ (SBASメッセージと同等) を出力
 - 任意の基準局をユーザ指定 → **測位性能評価**
 - **電離層補正** 等SBASメッセージの改良を検討可能

オフライン実験システム(外観)

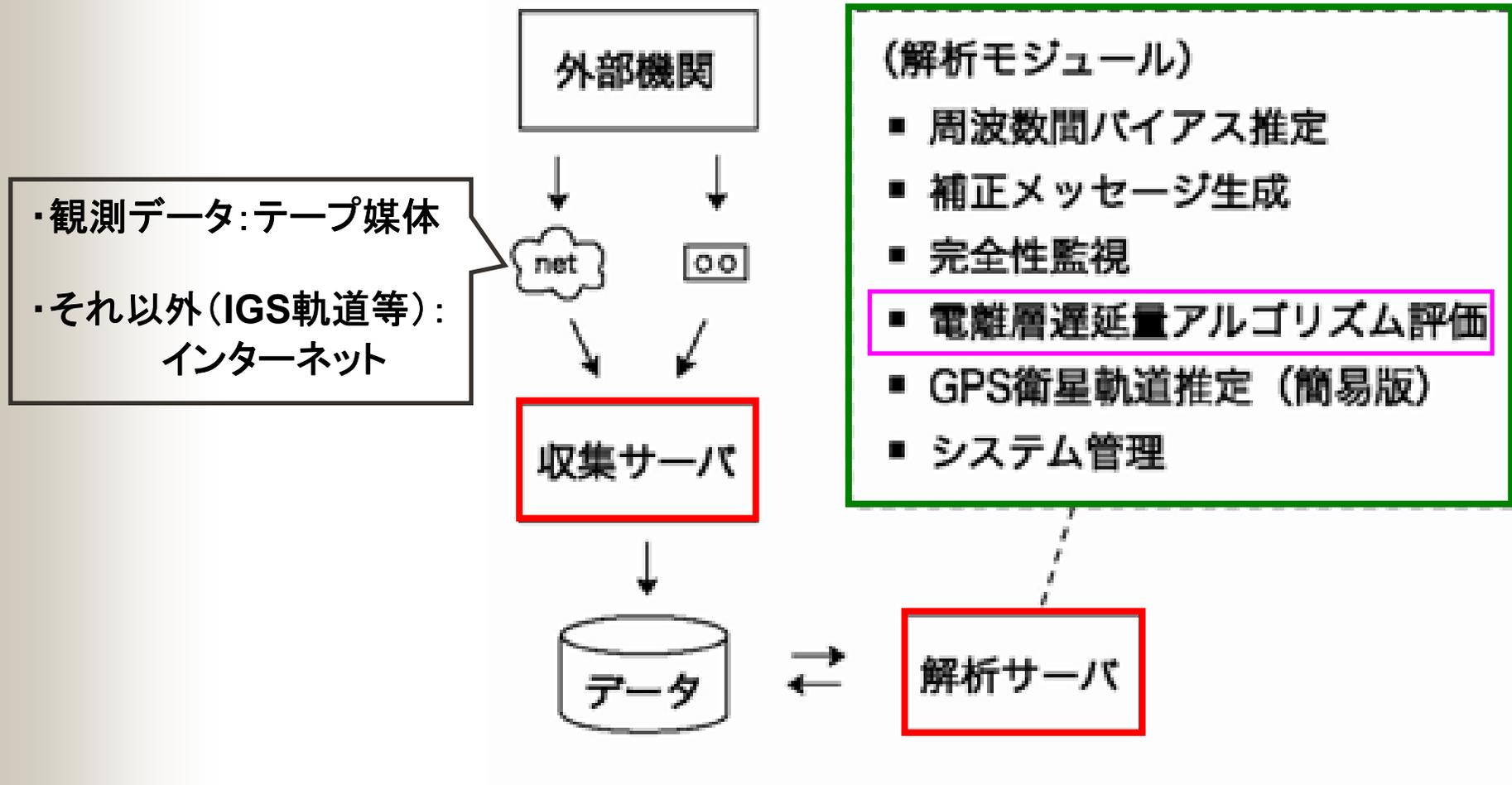


データ解析
装置

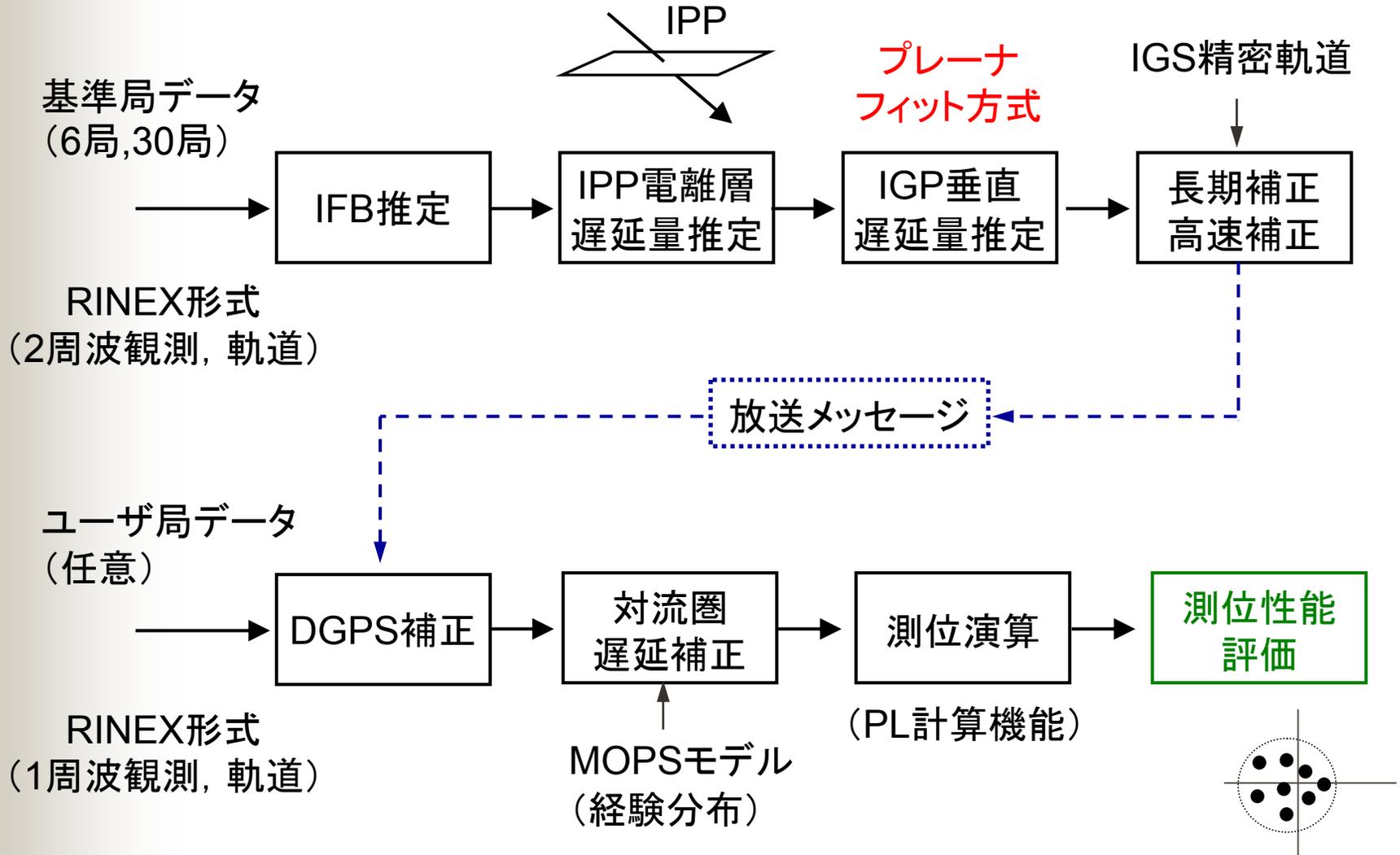
データ収集
装置

データ
蓄積部

オフライン実験システム(機能)



解析処理の流れ



電離層遅延量推定 (プレーナフィット方式)

IPPのスラント遅延量

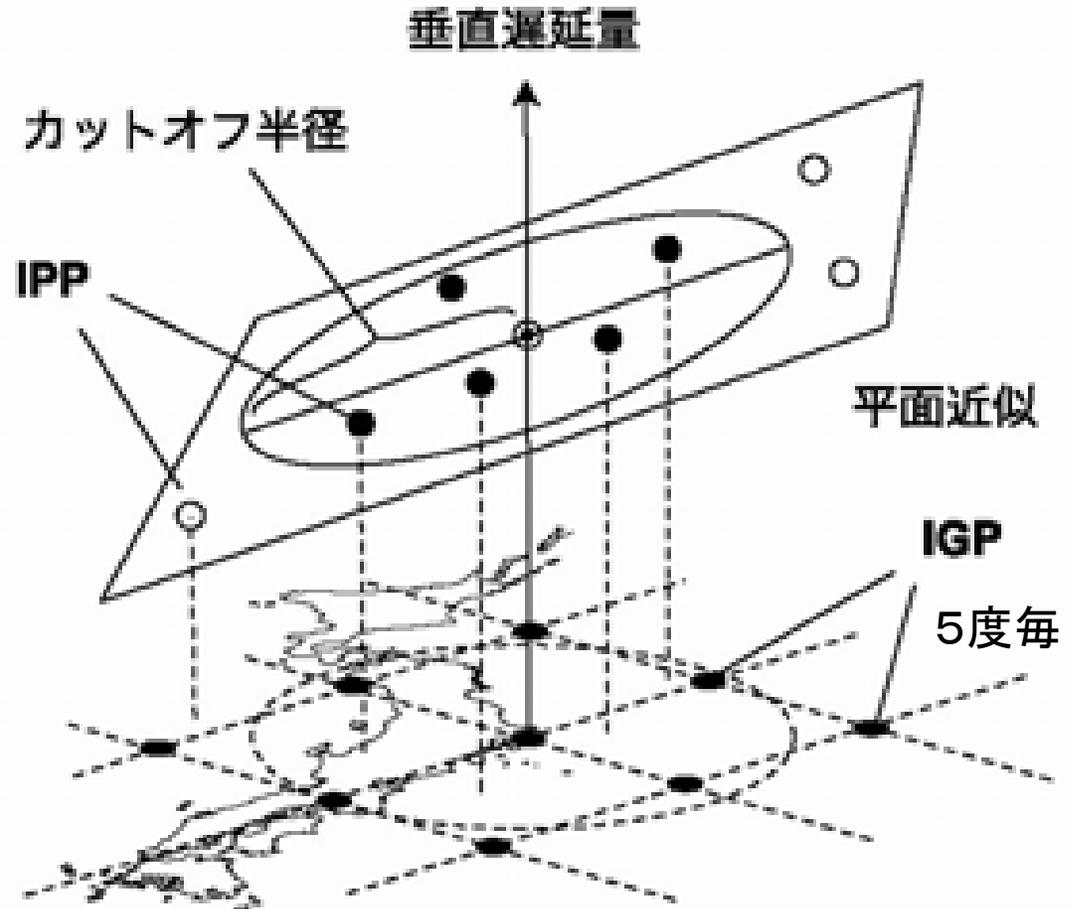
傾斜係数

垂直遅延量

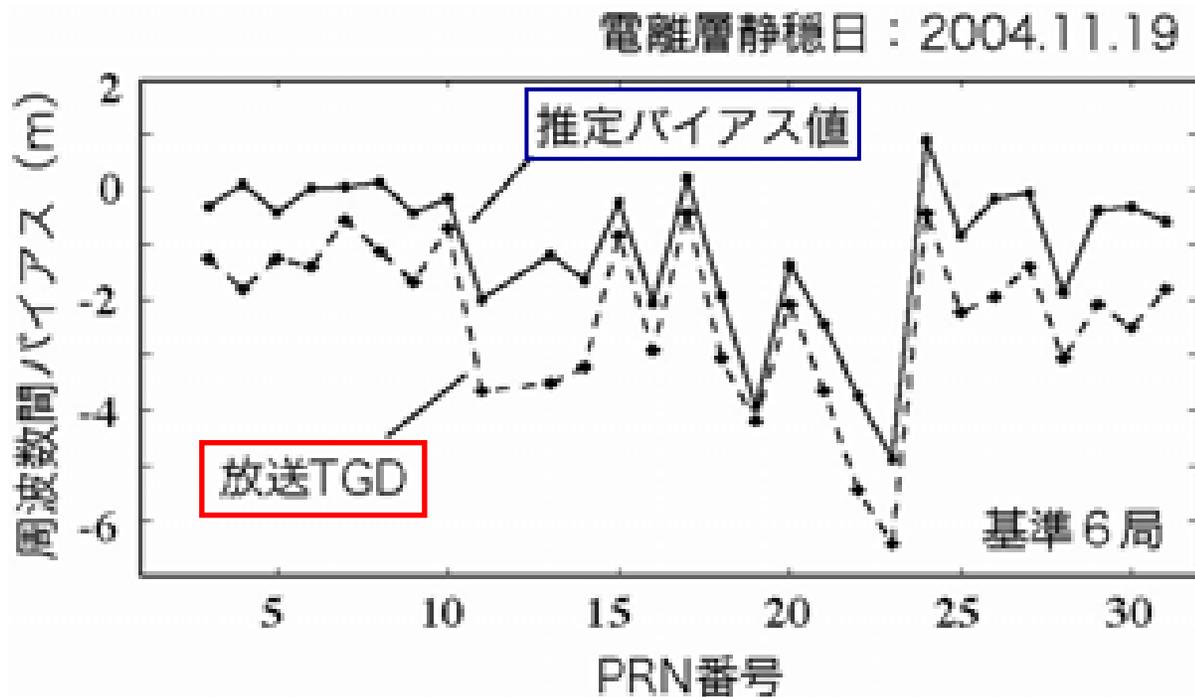
カットオフ半径

平面近似

IGPの垂直遅延量



周波数間バイアス(IFB)の推定結果



IFB=衛星バイアス+受信機バイアス

放送TGD : 航法メッセージに含まれる

NASA-JPLの衛星バイアス推定値
→Pコード利用

衛星側+受信機側の値が意味
を持つ→オフセットは無関係

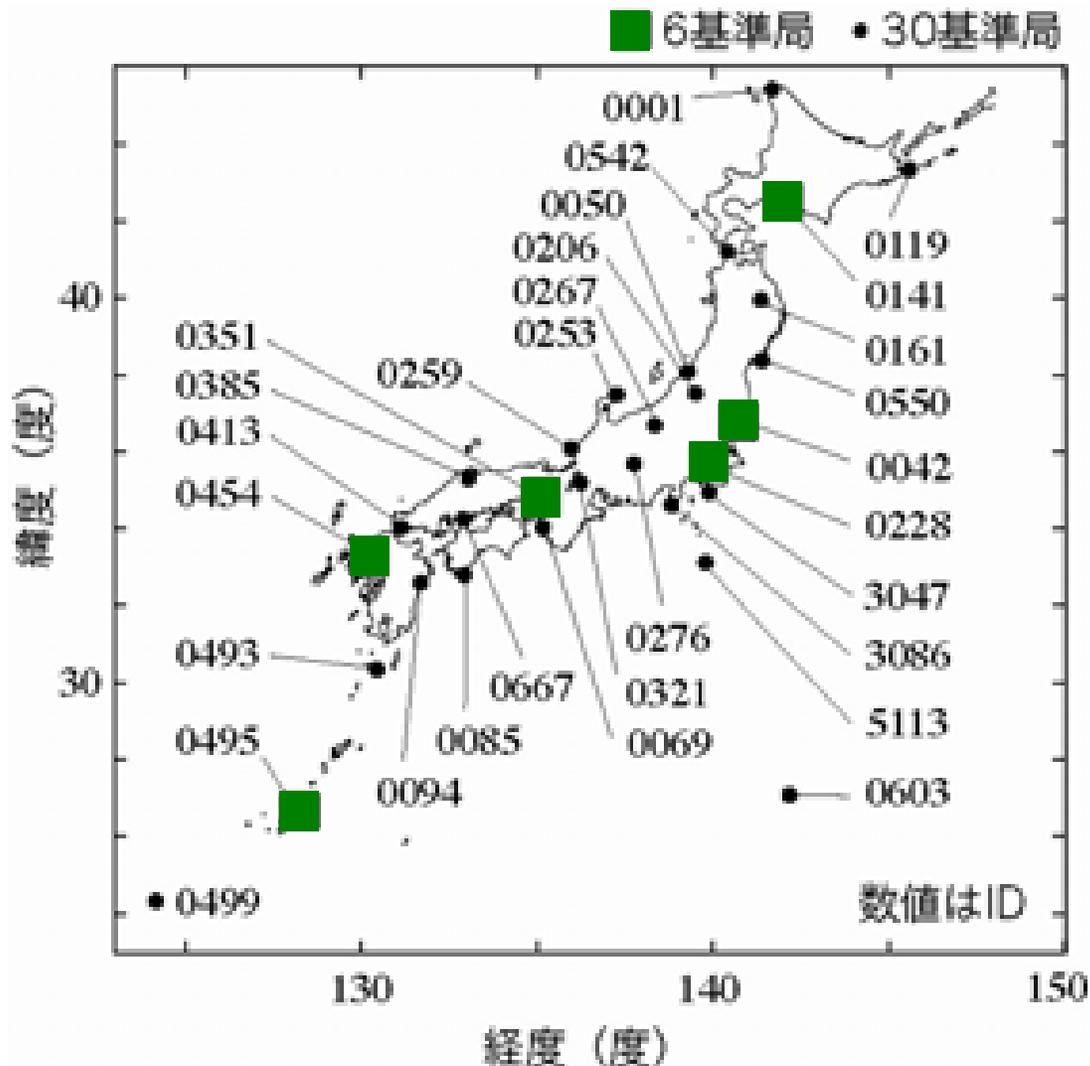
比較的一致(相関係数:0.938)

基準局配置(6局, 30局)

■ GEONETから任意に選択

6局: MSAS局の近く

30局: 6局を含め補間
広範囲



電離層遅延推定結果の一例

世田谷局, PRN3の一例

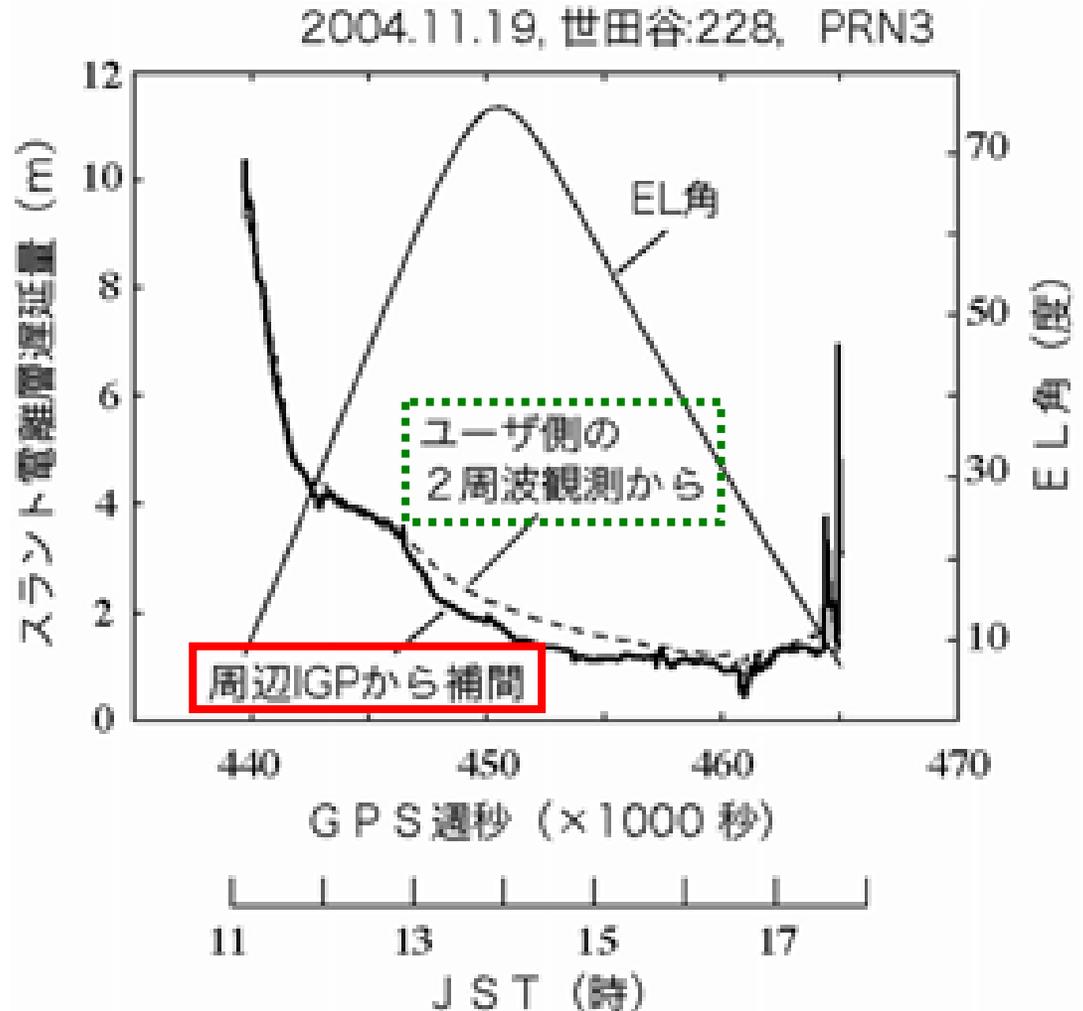
6基準局→IGP垂直遅延量

IGP垂直遅延量を補間
→世田谷局, PRN3の
スラント遅延量を



世田谷局の2周波データから
PRN3のスラント遅延量

◆最大50cm以下の差で一致

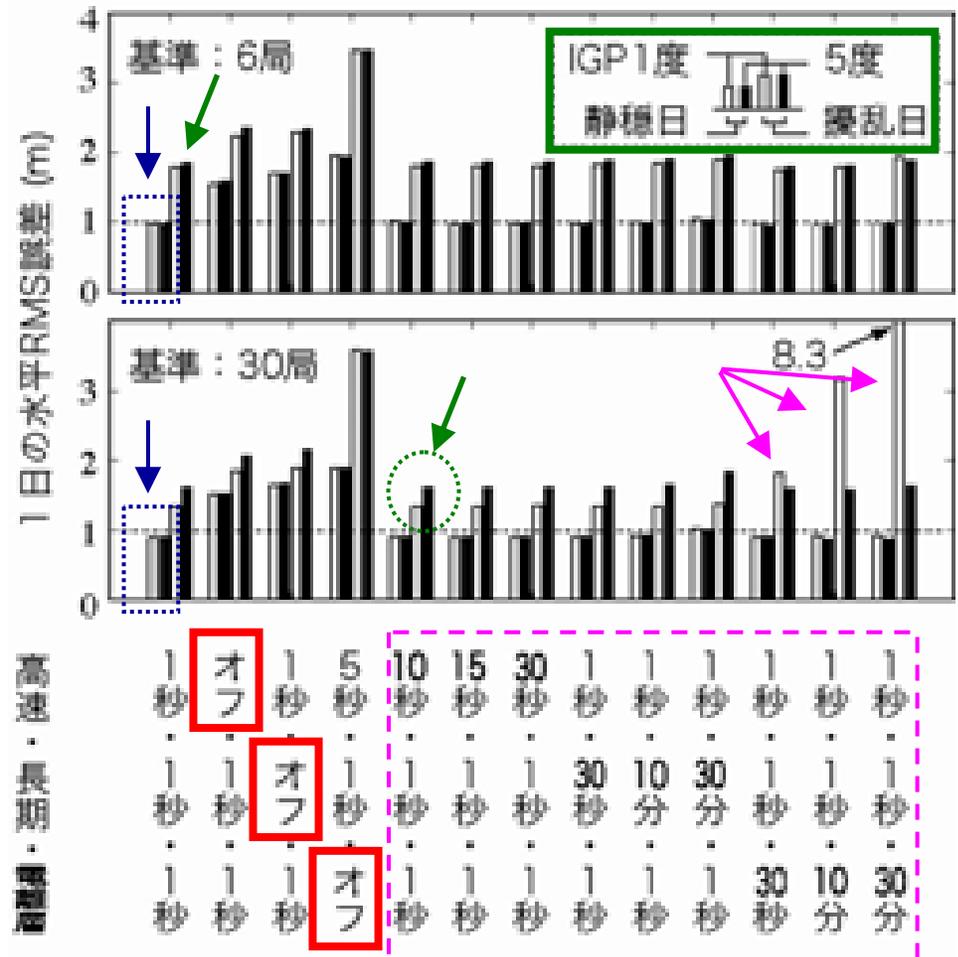


測位性能評価(補正オフ・遅延)

意図的にメッセージをオフ・遅延
1日の水平RMS誤差

- ◆ 静穏日のRMSは1m程度
 - ・ 多少30局の方が誤差小
- ◆ 擾乱日は1m以上
 - 30局, IGP1度で改善
- ◆ 電離層メッセージのオフが誤差大
- ◆ メッセージの遅延は影響少ない
 - ・ 擾乱日の電離層遅延
30局, IGP:1度だけは例外

静穏日: 2004.11.19, 擾乱日: 2004.11.10



SBAS補正タイプ (メッセージ適用間隔)

測位性能評価(12都市)

電離層静穏日: 全国12都市
1日の水平RMS誤差

- ◆ 基準6局 → 約1m
札幌: 1.4m, 沖縄: 1.9m

6基準局の配置に関係

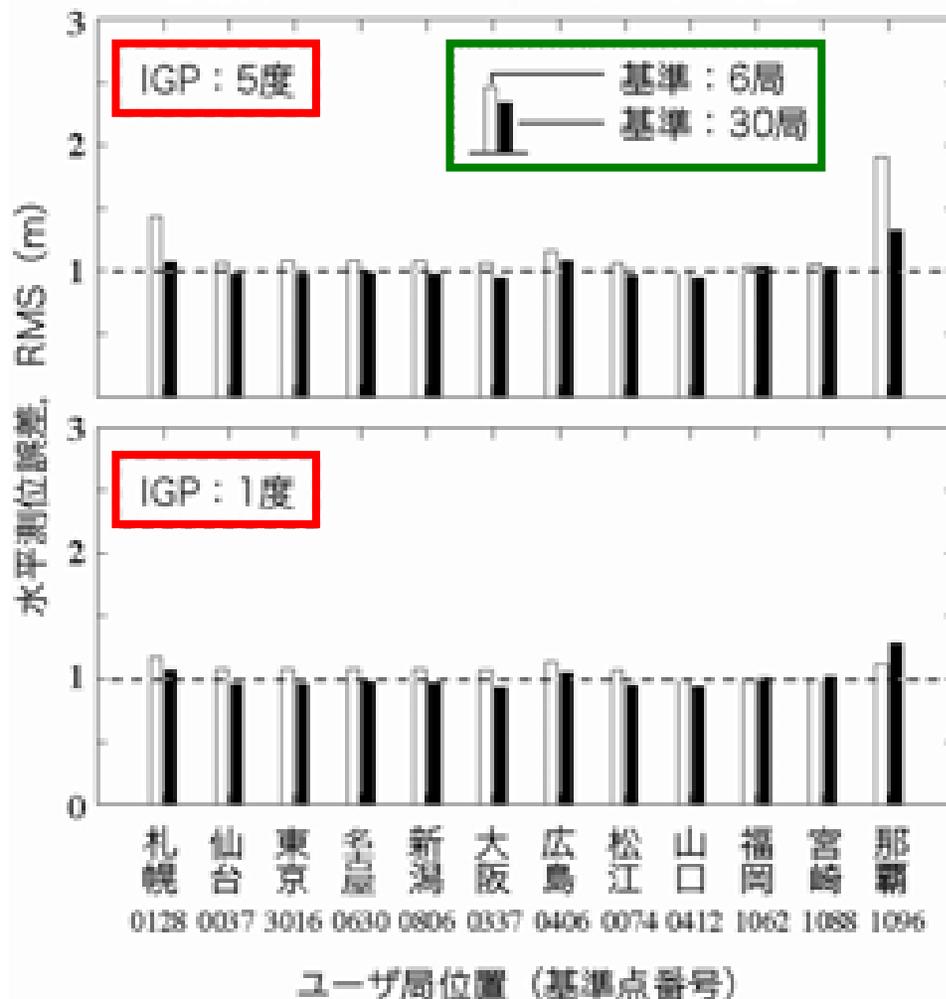
↓
外側IGPに電離層補正推定値が存在しない時間帯が生じる

↓
外側IPPでの補間不能

↓
衛星数減, DOP低下

- ◆ 基準30局, IGP:1度 → 改善可能

静穏日: 2004.11.19, カットオフ半径1,000km



まとめ

1. 準天頂衛星計画→広域DGPSシステム研究開発計画
2. オフラインテストシステムの機能, 測位性能評価の現状
3. 現在, 電離層静穏日(基準6局)で, 水平RMS誤差は約1m
4. IGPを1度にする効果は電離層擾乱日に有効
5. 札幌, 沖縄など基準6局の外側の誤差は1mを越える
→基準30局, IGP:1度として改善されることを確認

今後の計画:

- ◆ オフラインシステムの解析を継続
- ◆ オンラインシステムの開発