

電離層推定モデルを利用した 中基線RTK-GNSSの評価

平成27年 3月10日

東京海洋大学

土倉弘子、久保信明

背景と目的

中基線RTK



基準点:東京海洋大学
2周波RTK(静止点)を実施

- Trimble NetR9, SPS 855
- GPSのみ利用

• 基線長ごとの利便性

11km 83.6%

18km 51.3%

27km 31.8%

目的

- 基線長の延長に応じた
測位率の向上

背景と目的

観測値に含まれる主な誤差と相対測位

相対測位の二重差により

相殺される誤差

相殺されず残存する誤差

(基線長依存)

今回の目標

電離層遅延量 (約38%)

受信機クロック誤差(約20%)

衛星クロック誤差(約20%)

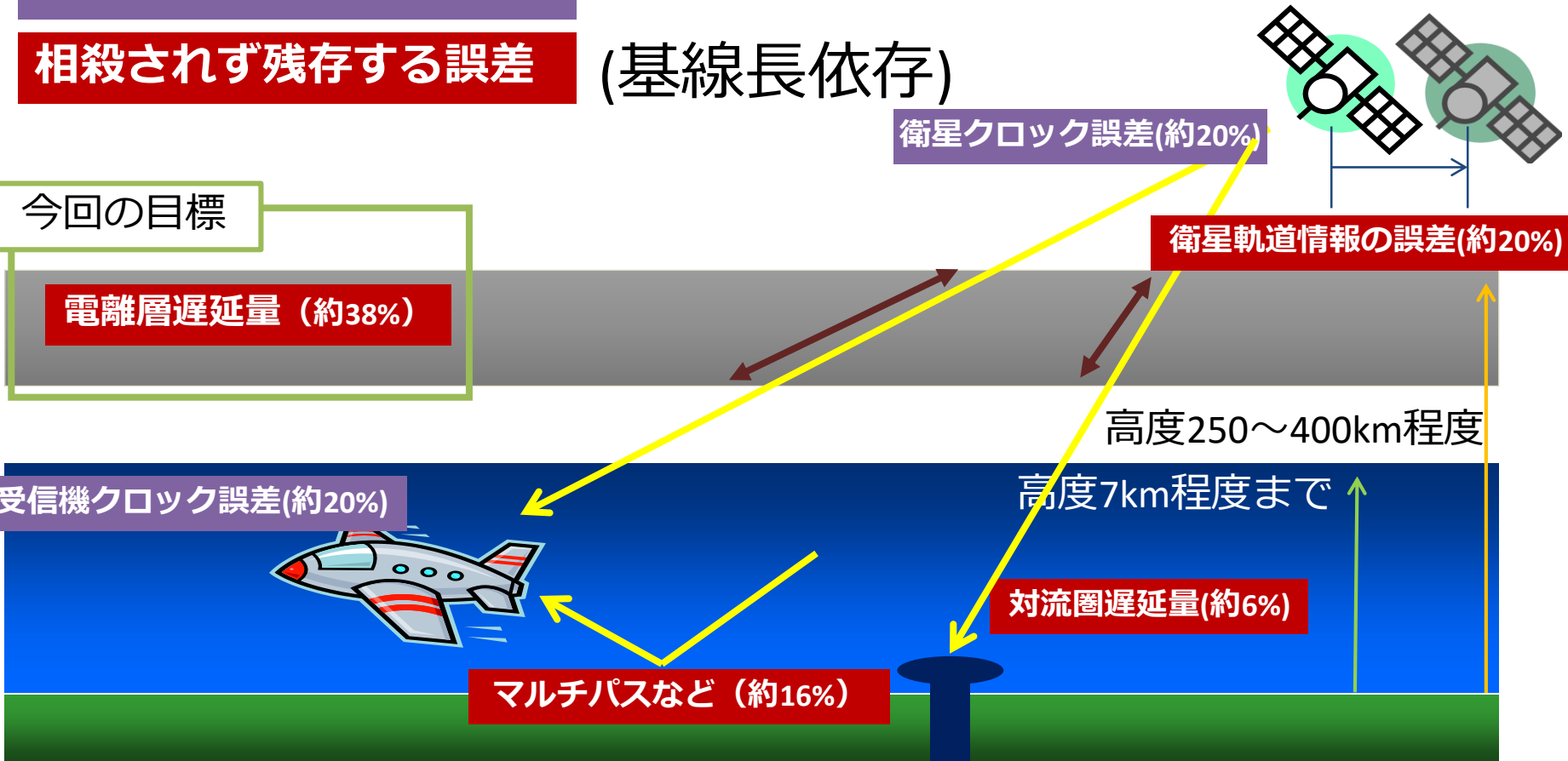
衛星軌道情報の誤差(約20%)

高度250~400km程度

高度7km程度まで

対流圏遅延量(約6%)

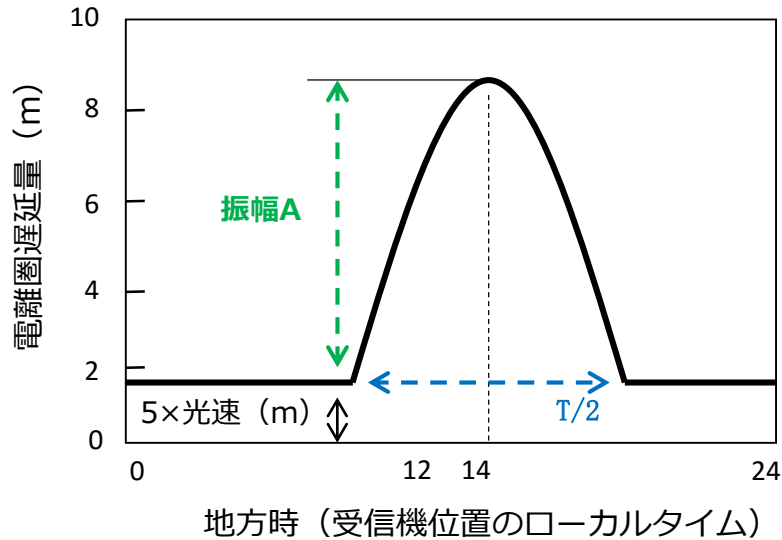
マルチパスなど (約16%)



この図は、坂井丈泰氏のPPTを参照、GPS誤差の割合は国土交通省航空局資料より引用

推定モデルによる観測値の補正

電離層推定モデル (Klobucharモデル)



$$Ion_{SLANT} = Ion_{VERT} m(elev)$$

$$m(elev) = 1 + 16(0.53 - elev / \pi)^3$$

$$I = \begin{cases} \frac{1}{\cos z} [A_0 + A \cos(\frac{2\pi(t-T_0)}{T})] & T_0 - \frac{T}{4} \leq t \leq T_0 + \frac{T}{4} \\ \frac{1}{\cos z} & \text{上記以外} \end{cases}$$

$$A = \alpha_0 + \alpha_1 \phi_m + \alpha_2 \phi_m^2 + \alpha_3 \phi_m^3$$

$$T = \beta_0 + \beta_1 \phi_m + \beta_2 \phi_m^2 + \beta_3 \phi_m^3$$

$\alpha_n, \beta_n \equiv$ 航法メッセージに含まれているパラメータ

搬送波位相二重差と電離層遅延量推定手法

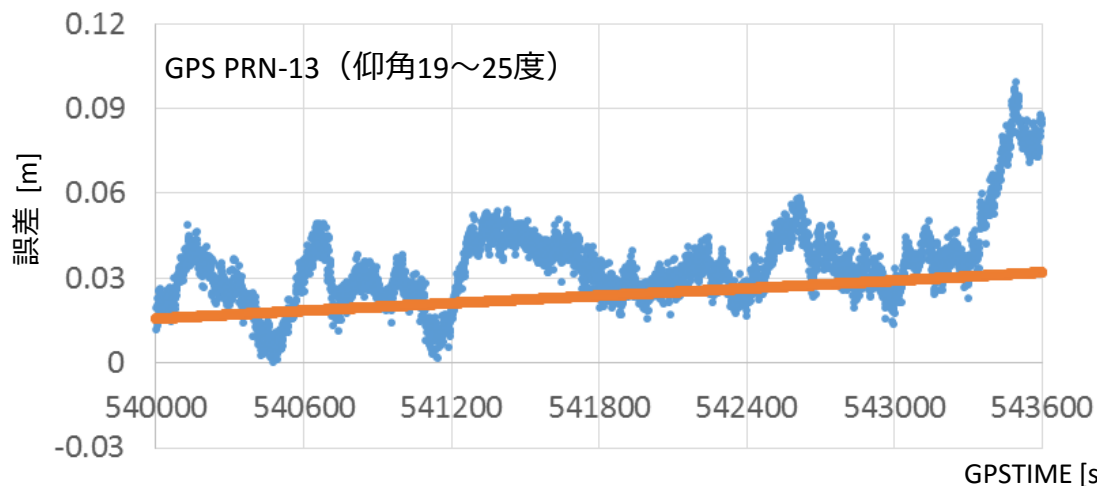
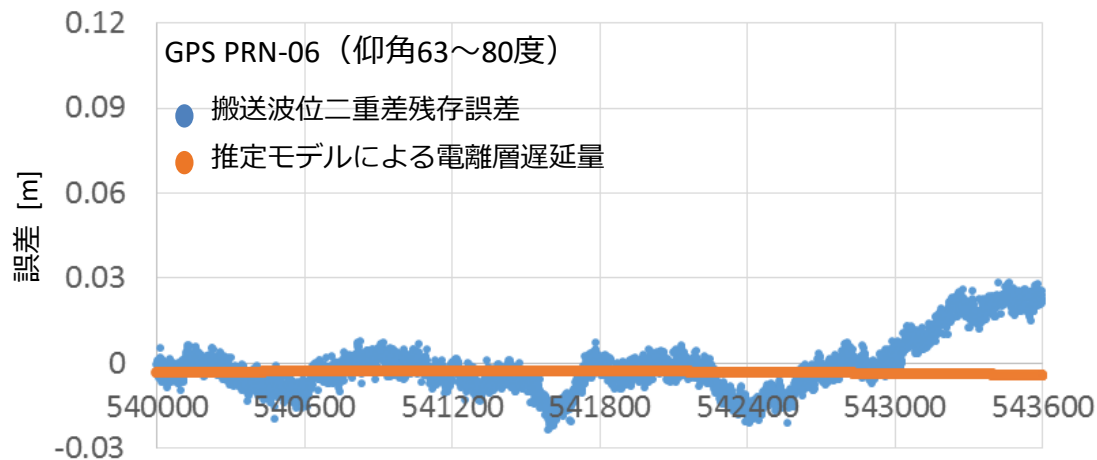
$$\begin{aligned}\Phi_{rov_ref}^{sv1_sv2} &= (\Phi_{rov}^{sv1} - \Phi_{ref}^{sv1}) - (\Phi_{rov}^{sv2} - \Phi_{ref}^{sv2}) \\ &= \rho_{rov}^{sv1} + c(dt_{sv1} - dT_{rov}) - I_{rov}^{sv1} + T_{rov}^{sv1} + noise_{rov}^{sv1} + N_{rov}^{sv1} \\ &\quad - \left[\rho_{ref}^{sv1} + c(dt_{sv1} - dT_{ref}) - I_{ref}^{sv1} + T_{ref}^{sv1} + noise_{ref}^{sv1} + N_{ref}^{sv1} \right] \\ &\quad - \left[\rho_{rov}^{sv2} + c(dt_{sv2} - dT_{rov}) - I_{rov}^{sv2} + T_{rov}^{sv2} + noise_{rov}^{sv2} + N_{rov}^{sv2} \right] \\ &\quad + \left[\rho_{ref}^{sv2} + c(dt_{sv2} - dT_{ref}) - I_{ref}^{sv2} + T_{ref}^{sv2} + noise_{ref}^{sv2} + N_{ref}^{sv2} \right] \\ &= \rho_{rov-ref}^{sv1-sv2} + noise_{rov-ref}^{sv1-sv2} + N_{rov-ref}^{sv1-sv2} - I_{rov-ref}^{sv1-sv2}\end{aligned}$$

- Klobucharモデルより各衛星ごとの電離層遅延推定の二重差を算出
- 電離層遅延も二重差となるため、
- 移動局の電離層遅延推定はディファレンシャルによる位置を使用する
- 搬送波位相二重差より減じて計算を行う

推定モデルによる観測値の補正

搬送波位相二重差と電離層推定二重差

• 18km基線静止点



- 後処理精密測位により移動局座標を算出
- 搬送波位相二重差とより**二重差残差**を算出
- Klobucharモデルによる**電離層推定二重差**と比較

⇒利用可能

実験概要 基線長18m 静止点



基準局：東京海洋大学屋上

移動局：船橋（静止点）

実験日時：2014/6/22

解析時間：3600秒 1Hz

衛星数（GPSのみ）：8機

Ratio テスト：3以上

移動局

Antenna



Receiver
Trimble SPS

解析結果

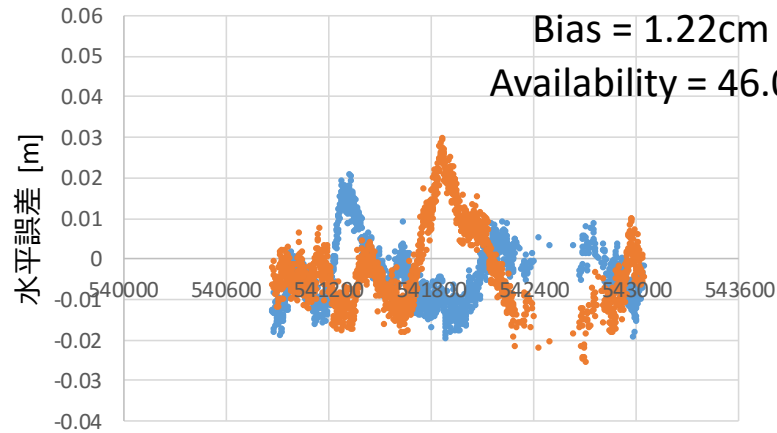
電離層補正なし

Horizontal

$1\sigma = 0.58\text{cm}$

Bias = 1.22cm

Availability = 46.0%



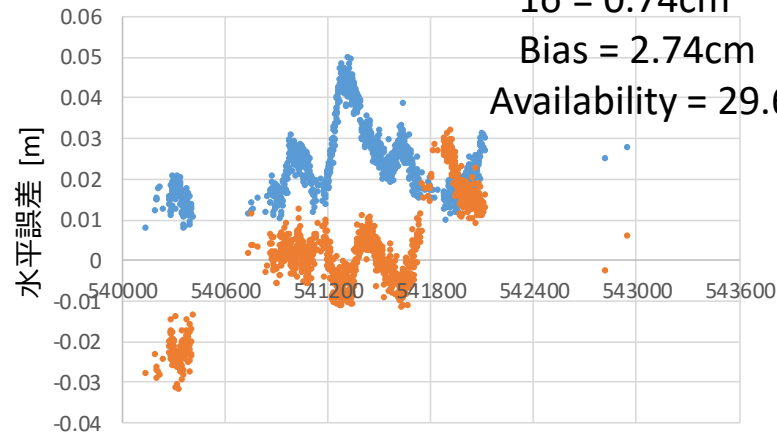
電離層補正あり

Horizontal

$1\sigma = 0.74\text{cm}$

Bias = 2.74cm

Availability = 29.6%



GPSTIME [s]

- 実験結果