

RTK-GPS/GLONASSにおける 受信機間inter-channel biasの calibrationとその評価

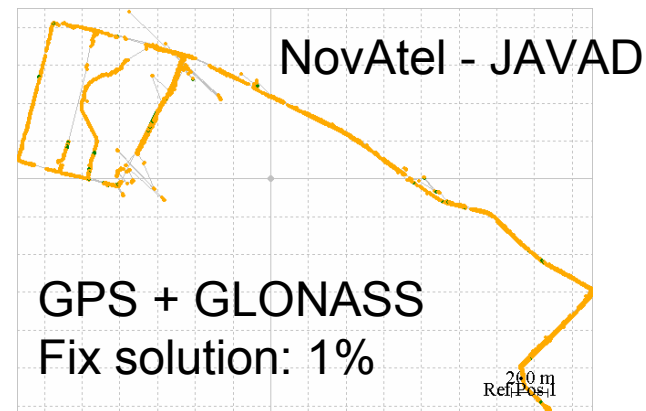
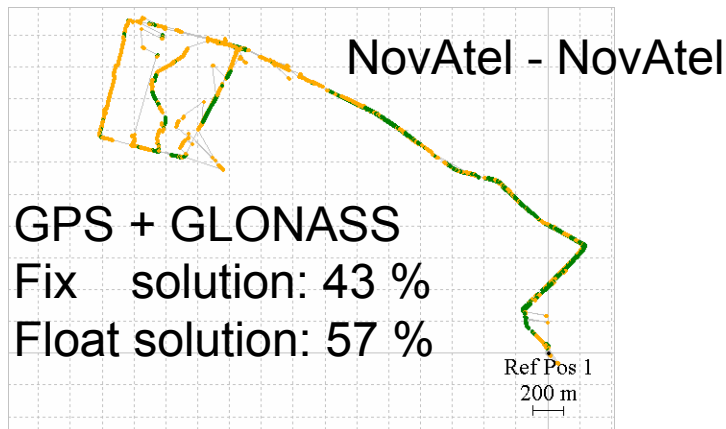
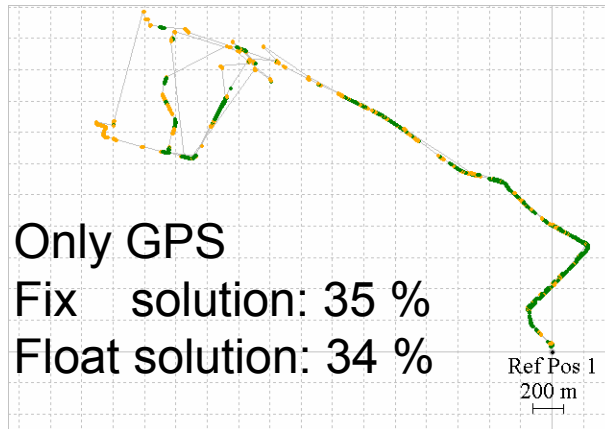
東京海洋大学

山田 英輝

発表内容

- 研究の背景と目的
- バイアス較正実験概要
- 実験結果及び考察
- RTK測位への適用
- まとめ

移動体RTK測位結果 (2周波+瞬時AR)



※仰角マスク20度以上の衛星はすべて使用している。

異機種受信機間のRTK-GPS/GLONASS測位においても、Fix解が得られることが課題である。

Inter-channel bias

- アンテナのLNA・ケーブル、受信機RFのフィルタ回路内の配線や素子を通過するとき回路遅延(時間)が生じる。
- また、この遅延は、入力した信号の周波数によって異なる。(群遅延)
- GLONASSでは、コードやキャリア観測値に、この遅延量が残る。(Inter-channel biasまたはInter-frequency bias)
- 機種依存。
- 同機種間二重差では、理論的にはこのバイアスは小さい。実際には存在するが、測位に重大な影響は与えていない。
- 異機種では、同機種の場合が当てはまらないことが指摘されている。

研究の背景と目的

- 様々な受信機間のバイアスが周波数に対してどのように変動をするのか？
- GLONASSチップレート: GPSの1/2
- 異機種間測位でFixしない原因は、ハードウェアバイアスそれともマルチパスが問題か？
- 本研究では、4社の受信機間のInter-channel biasを定量的に調べて、各GLONASS信号周波数に対するバイアスの変動について比較・評価を行うことを目的とする。

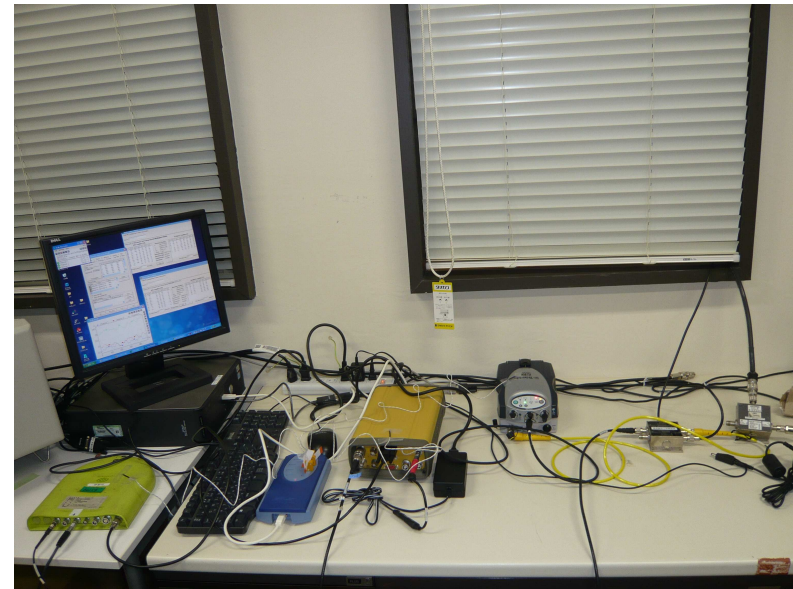
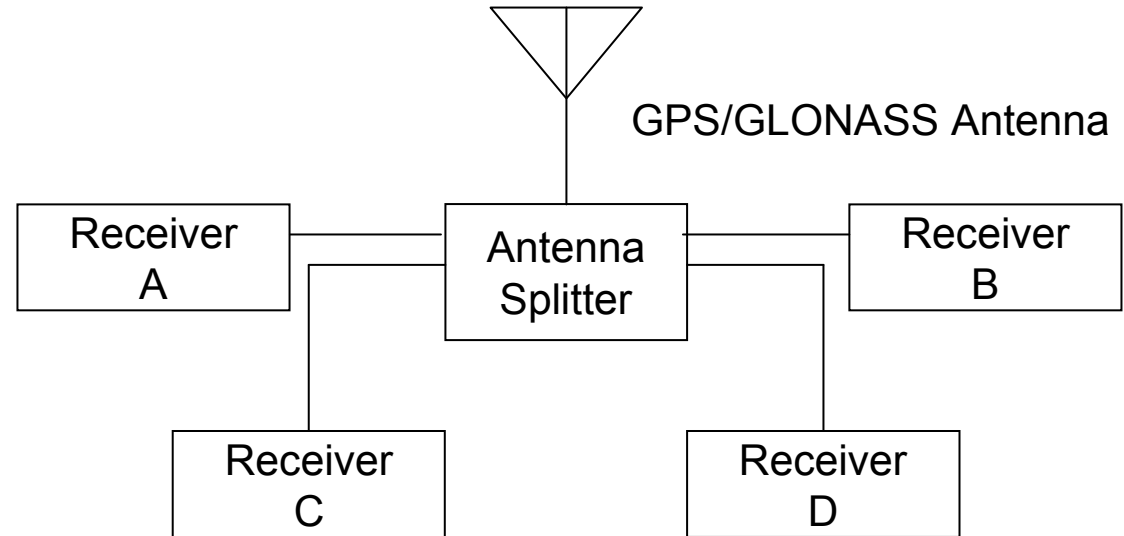
バイアス較正実験概要

2周波GLONASS対応受信機

JAVAD(LEGACY)
NovAtel (ProPak-V3-RT2-G)
Topcon(NET-G3)
Trimble(R7GNSS)

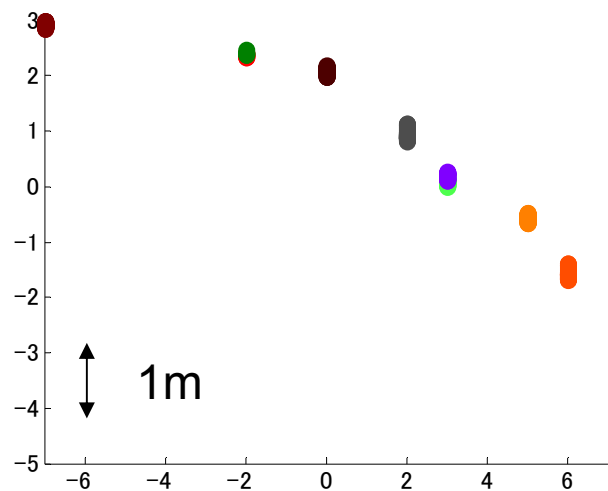
アンテナ: Trimble (Zephyr 2)

- 同一アンテナ分配器で接続。
- 2009/12/23 1日間(1Hz)
- 取得したコード観測値から二重位相差を取る。
- 時間平均より、コードバイアスが得られる。

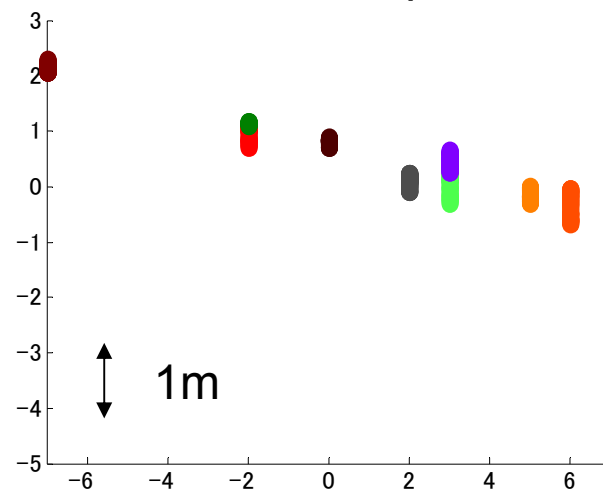


L1バイアス

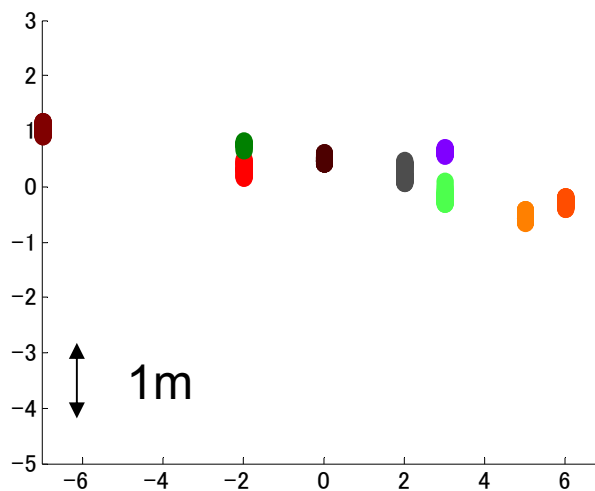
NovAtel - Trimble



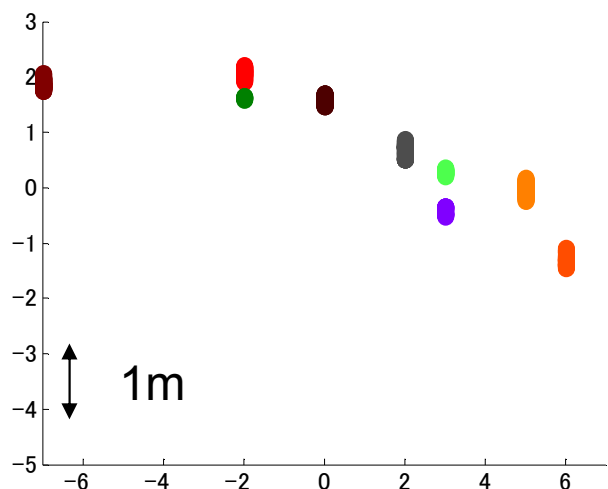
NovAtel - Topcon



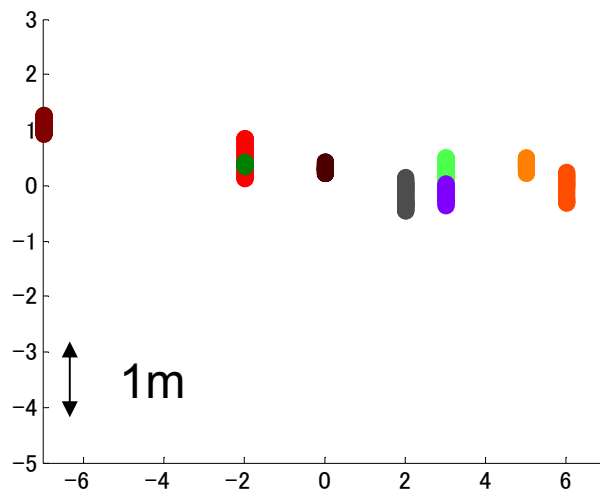
NovAtel - JAVAD



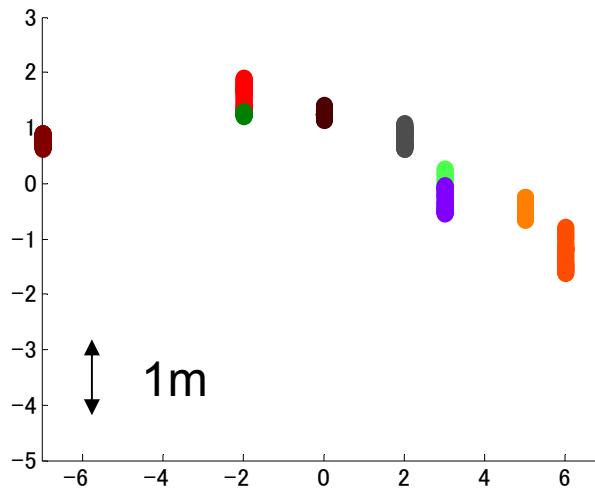
JAVAD - Trimble



JAVAD - Topcon

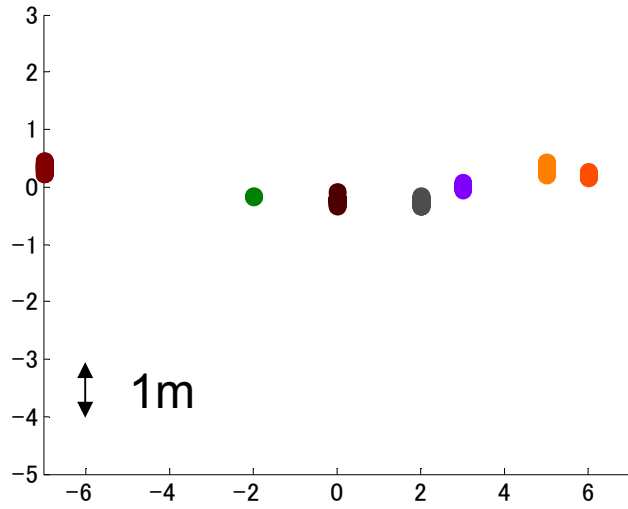


Topcon - Trimble

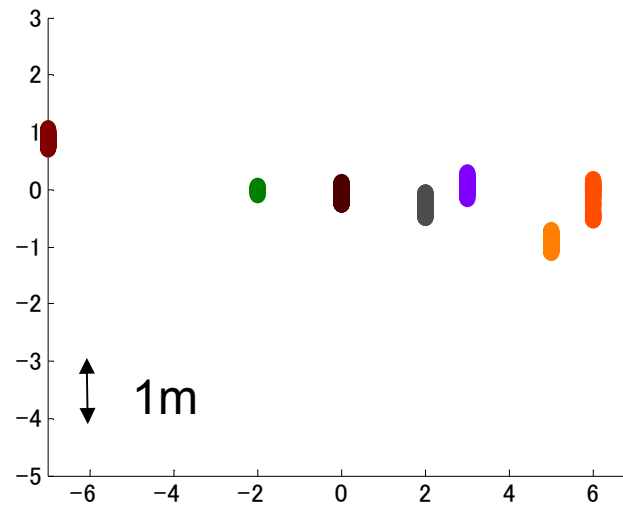


L2バイアス

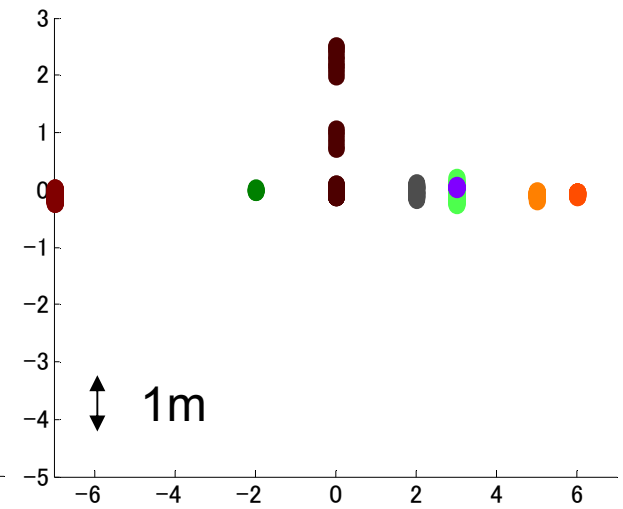
NovAtel - Trimble



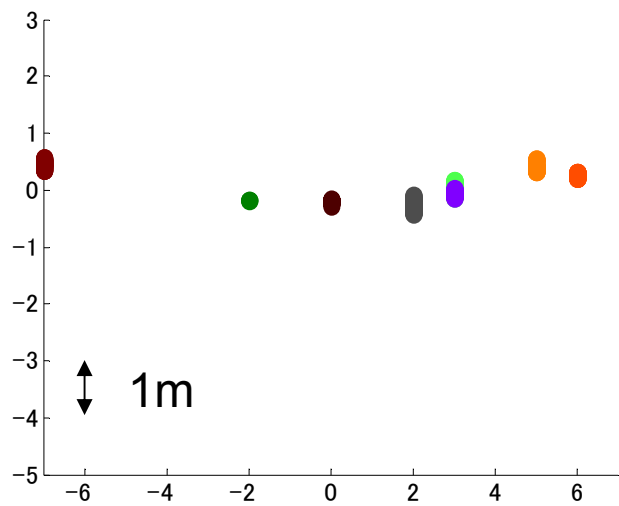
NovAtel - Topcon



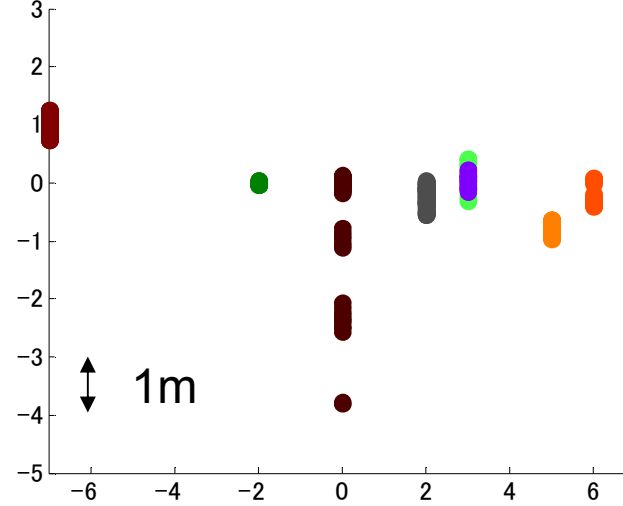
NovAtel - JAVAD



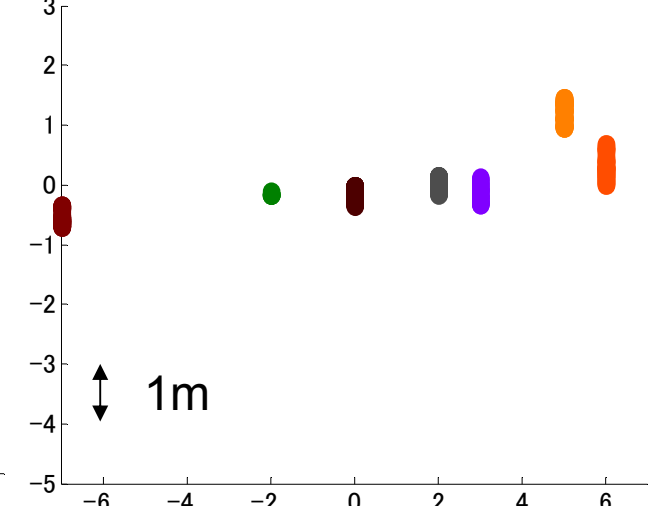
JAVAD - Trimble



JAVAD - Topcon



Topcon - Trimble



RTK測位への適用(観測モデル)

GLONASS二重差観測方程式

$$\begin{aligned}\Phi_{ub}^{ij} &\equiv \lambda_i(\phi_u^i - \phi_b^i) - \lambda_j(\phi_u^j - \phi_b^j) \\ &= \rho_{ub}^{ij} + (\lambda_i B_{ub}^i - \lambda_j B_{ub}^j) + \varepsilon_\phi\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{ub}^{ij} &\equiv (p_u^i - p_b^i) - (p_u^j - p_b^j) \\ &= \rho_{ub}^{ij} + \varepsilon_p\end{aligned}$$

Inter-channel bias (二重差)

$$d_{ub}^{ij} = (d_u^i - d_b^i) - (d_u^j - d_b^j)$$

基準衛星が変化したときの対応は必要。

バイアス補正した方程式

$$\Phi_{ub}^{ij'} = \Phi_{ub}^{ij} + d_{ub}^{ij}$$

$$P_{ub}^{ij'} = P_{ub}^{ij} + d_{ub}^{ij}$$

RTK-GPS/GLONASS測位への適用 (初期評価)

評価の目的: 校正したバイアスによる補正効果を調べる。

①バイアス補正なしのFix率, ratio

(ゼロ基線, 受信機の組み合わせは6パターン, 約24時間解析)

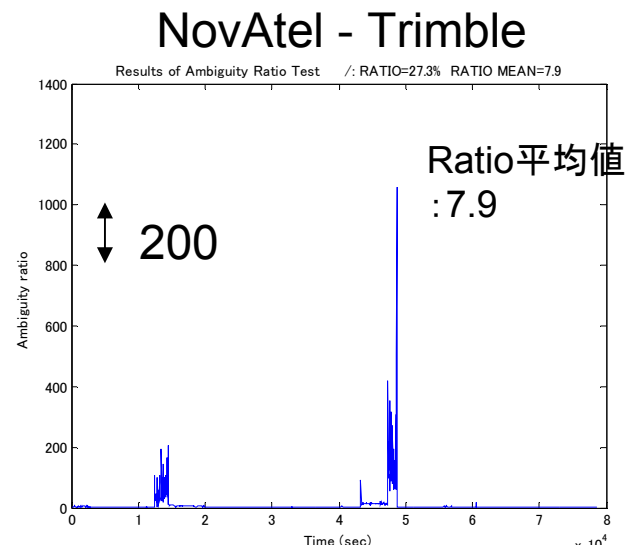
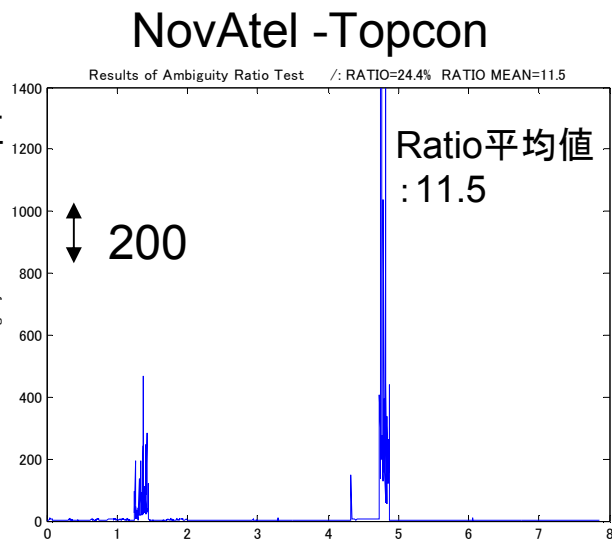
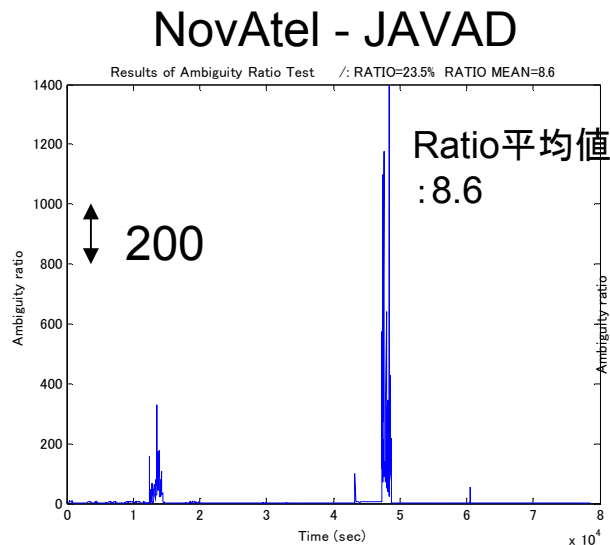
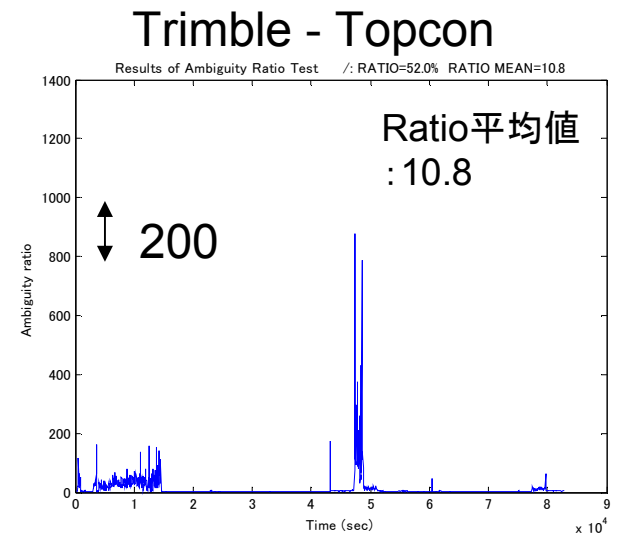
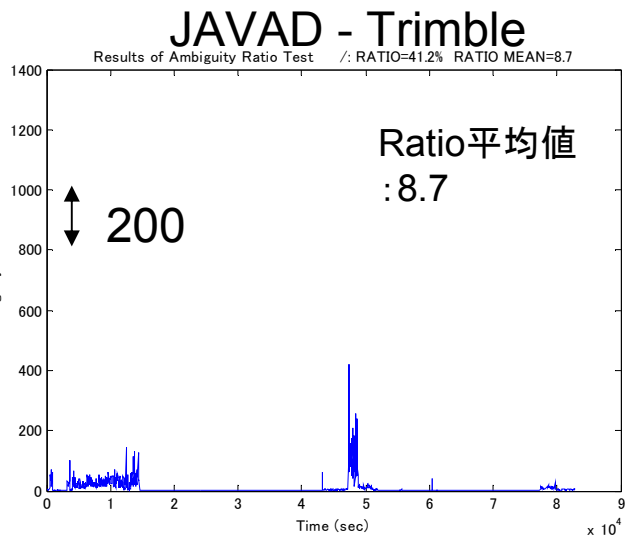
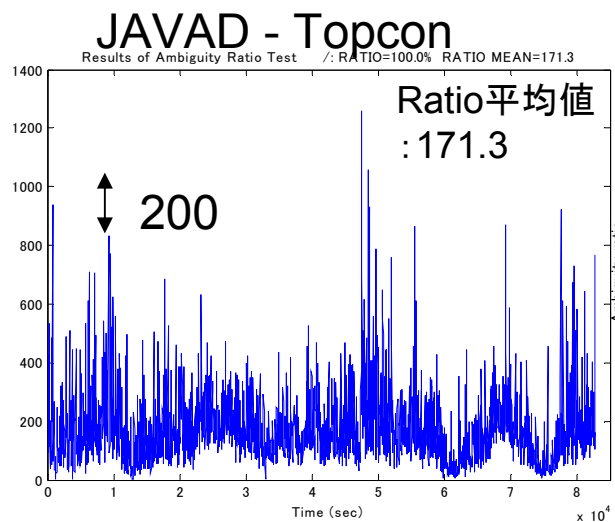
②バイアス補正ありの測位結果, Fix率

(基線長300m, NovAtel – Target receiver , 1時間解析)

Data processing	2009/12/23
Elevation mask angle	15 (deg)
Frequency	Dual frequency measurements
Positioning mode	Instantaneous AR
AR method	LAMBDA/MLAMBDA, ratio test(threshold:3)
Software	MATLAB

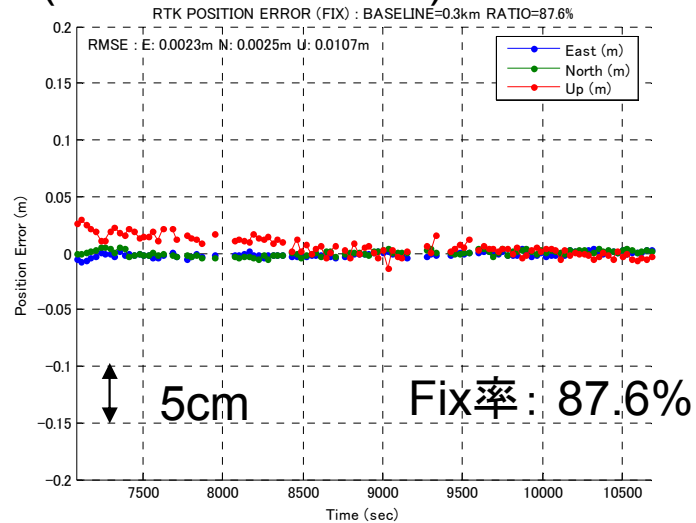
※Fix解: アンビギュイティ決定後、AR検定を通過した解。閾値は3以上とする。

アンビギュイティ検定の Ratio値 (H/Wバイアス補正前)

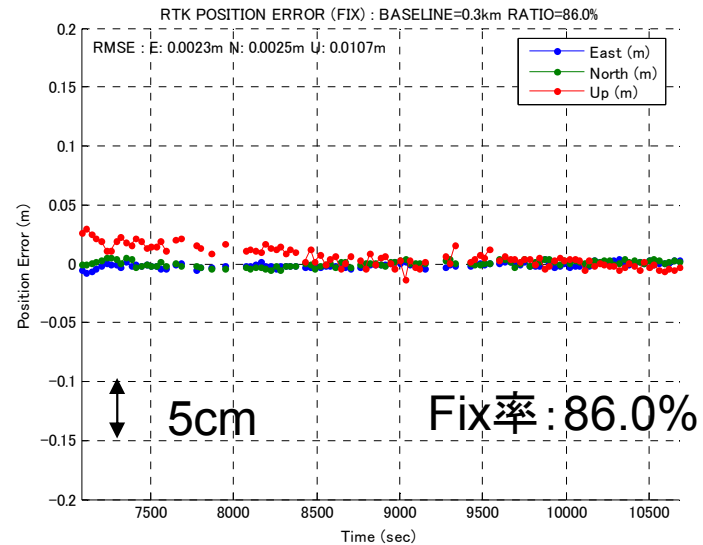


NovAtel – Trimble (H/Wバイアス補正後)

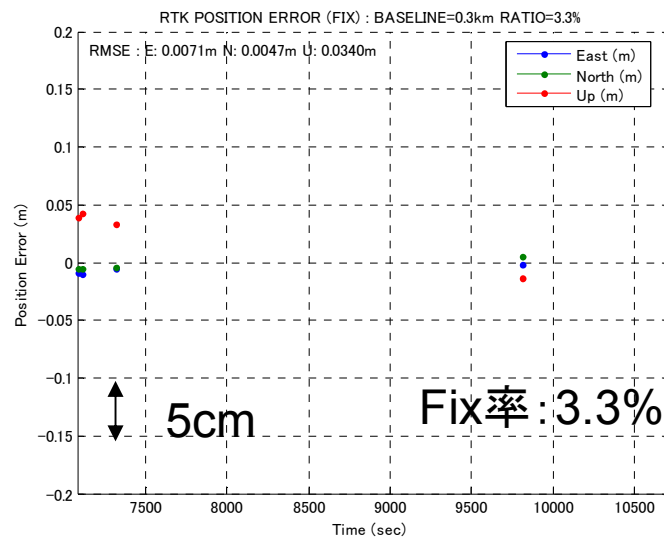
(MP + H/W biases) correction



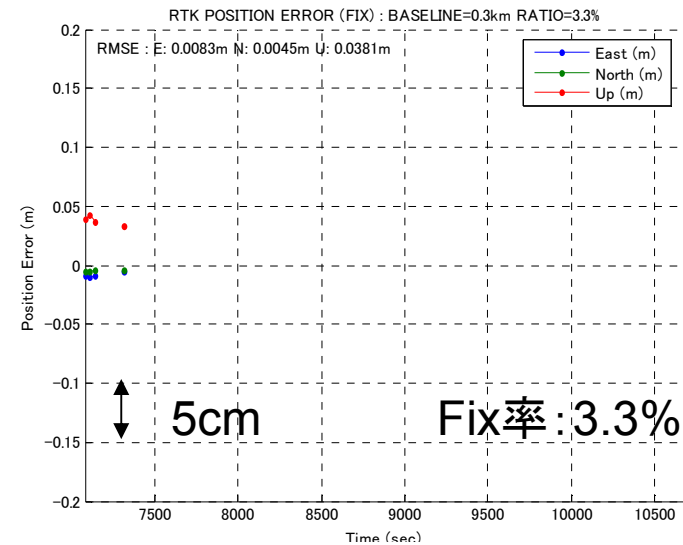
H/W biases correction



MP correction

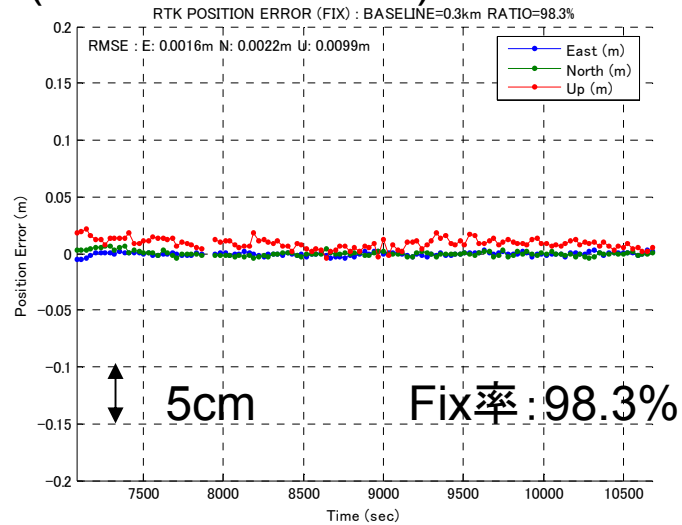


No correction

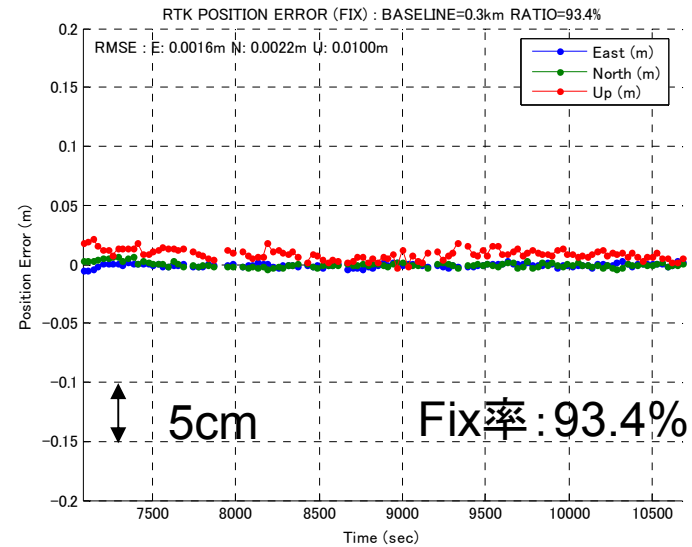


NovAtel – Topcon (H/Wバイアス補正後)

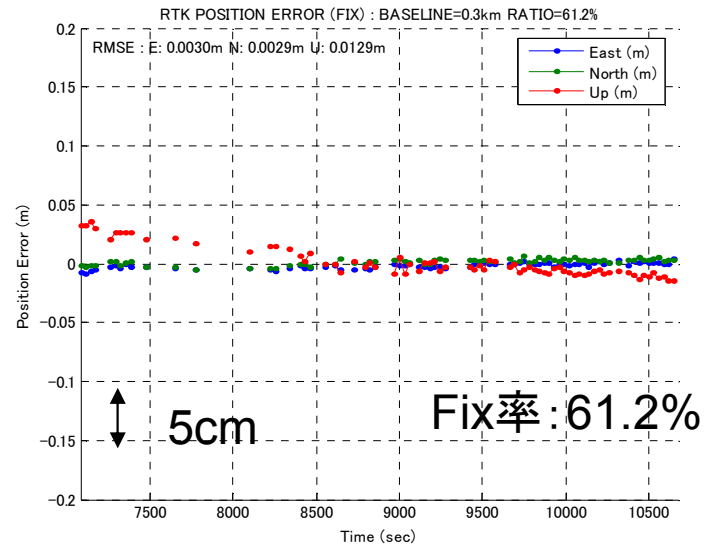
(MP + H/W biases) correction



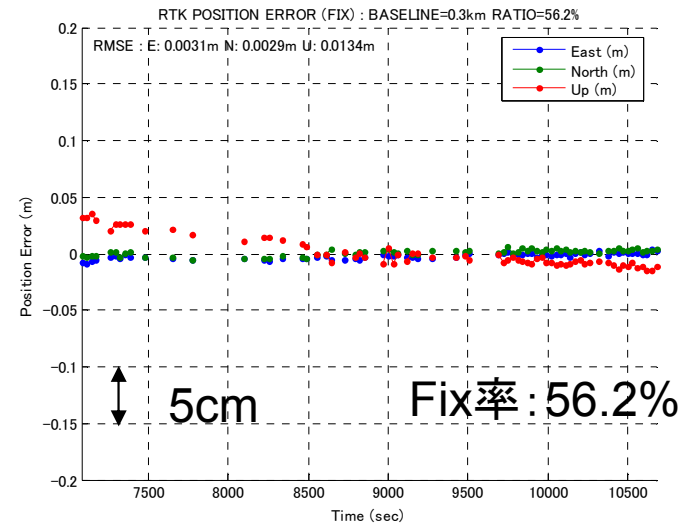
H/W biases correction



MP correction

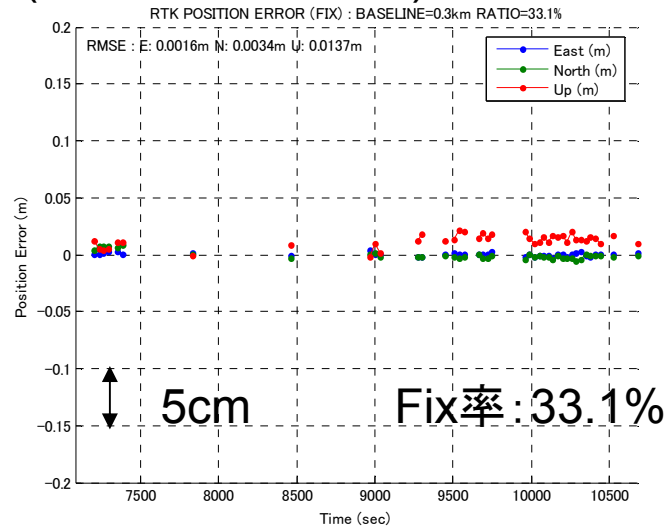


No correction

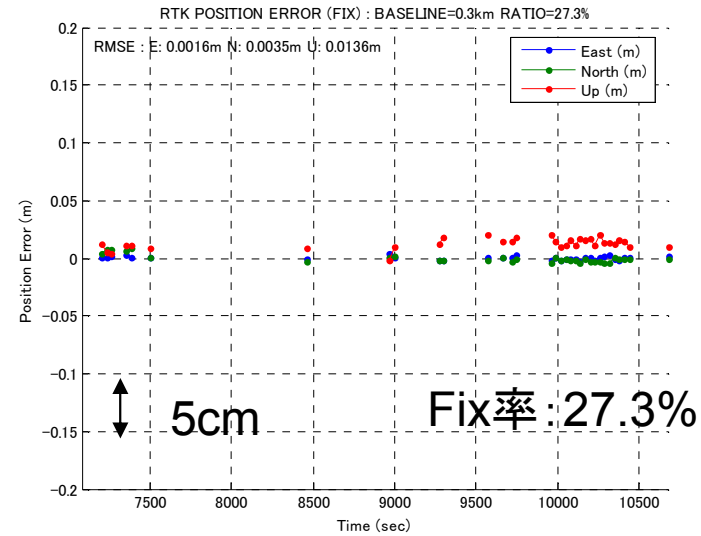


NovAtel – JAVAD (H/Wバイアス補正後)

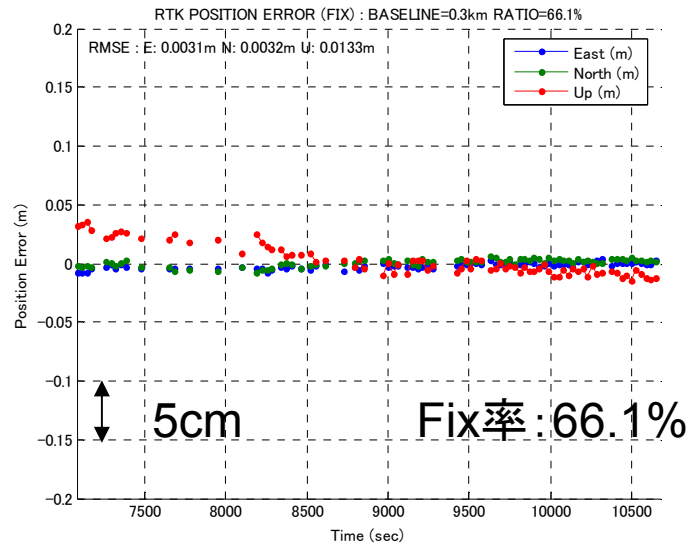
(MP + H/W biases) correction



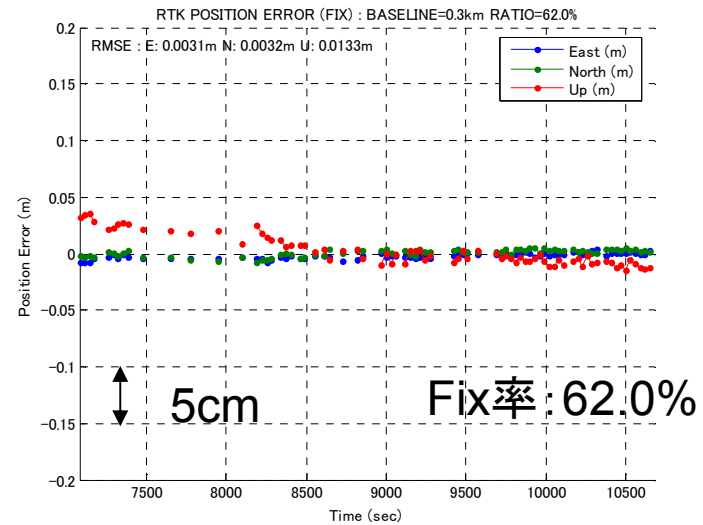
H/W biases correction



MP correction

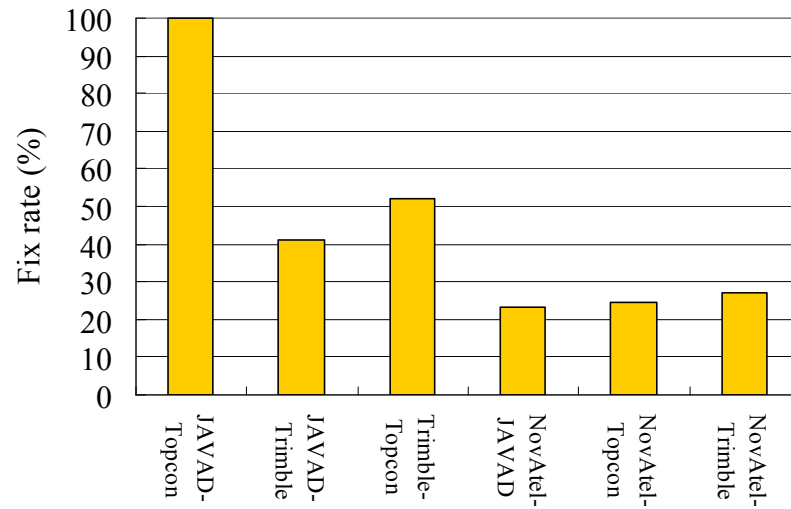


No correction



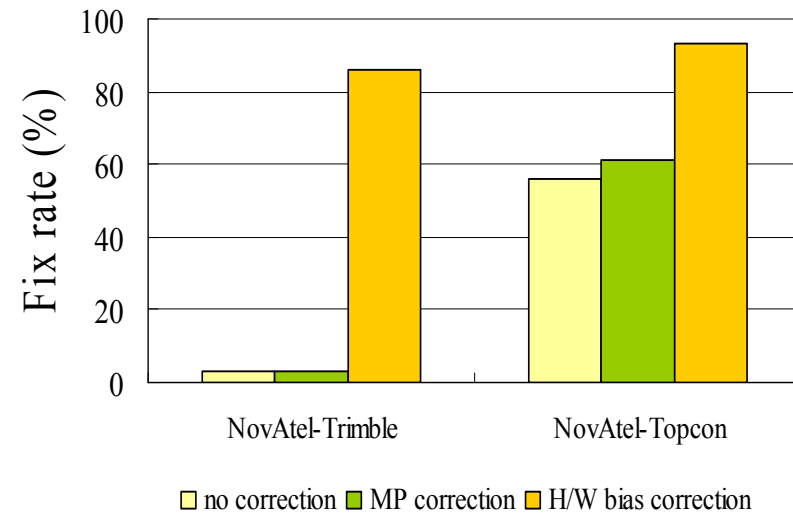
RTK-GPS/GLONASS測位結果

RTK-GPS/GLONASSにおける受信機間相性比較



ゼロ基線, バイアス補正なし, 24時間解析

H/Wバイアス補正効果



300m基線, 1時間解析

まとめ

- 受信機の多くは、バイアスは周波数に対して、非線形の傾向をとることがわかった。ただし、L2バイアスは数10cm以内であった。
- また、較正したバイアスによる補正効果を確認できた。
- JAVAD, Topcon受信機は、比較的、他の受信機との相性がいい。一方、NovAtel受信機と異機種ではバイアス補正が必要不可欠であることがわかった。

今後

- バイアステーブル作成
- バイアス較正の精度向上
- 温度特性、ドップラー周波数との関係
- キャリアバイアスの抽出