

第4回マルチGNSSによる高精度測位技術の開発に関する委員会

複数周波数信号及び衛星系の 組合せに関する技術開発

- 1) L5データの利用方法
- 2) 座標系・時刻系の違い
- 3) GLONASSチャンネル間バイアス(IFB)と
衛星系間の受信機ハードウェアバイアス(ISB)
- 4) 仰角による観測データの重み付け
- 5) その他

1) L5データの使用方法

- 有望な方法を2つ特定
- シミュレーションに注力

アンビギュイティ決定 (AR) の有望な方法

① 電離層推定+整数最小二乗法 (ILS)

電離層/対流圏遅延量を同時推定し、整数最小二乗法 (例: LAMBDA法) によってAR

② TCAR (Three Carrier Ambiguity Resolution)



3周波の線形結合を用いてAR。 WL-NLの3周波への拡張

	電離層推定+ILS	TCAR
基線長	○長距離にも対応可	○長距離にも対応可
精度	◎アンビギュイティ決定時に電離層、対流圏を同時推定	○アンビギュイティ決定後は電離層フリー、対流圏推定
信頼度	○ILS (LAMBDA/MLAMBDA) により決定	△アンビギュイティはデータの平均処理 & rounding で決定
計算時間	△線形結合を取らないのでアンビギュイティ決定に時間	○EWL/WLまでは短時間。推定パラメータ数が少ない
収束時間	△基線長が長くなるにつれ時間がかかる	△ML/NL等のアンビギュイティ決定に時間がかかる

解析ソフトウェアへの実装

- 「電離層推定+ILS」と「TCAR」の両手法を実装。
→ シミュレーション・野外実証実験で、測量に最適の手法を選定を進める。

H23年度シミュレーション結果(長基線350km、キネマティック、**オープンスカイ**)

		電離層+ILS (2周波)	電離層+ILS (3周波)	WL-NL (2周波)	TCAR (3周波)
初期化	収束時間 [epoch]	1568	431  時間の短縮	4555	4367  ほぼ同じ
	FIX率[%]	74.7	94.3	55.9	57.7
RMS	E-W[m]	0.0026	0.0025	0.0023	0.0024
	N-S[m]	0.0028	0.0017  精度の改善	0.0030	0.0030  ほぼ同じ
	U-D[m]	0.0059	0.0044	0.0070	0.0084

H24年度 検討事項

- L5を送信する衛星がまだ少ないので(GPS 2機、QZSS 1機)、検証にはシミュレーションが必須。
 - 1) 信号シミュレータ(Spirent)による検証の続行
 - オープンスカイではない場所での各手法の効果
 - 1周波(L5)、2周波(L1+L5、L2+L5)解析との比較 等
 - 2) 現実的な電離層、対流圏、マルチパス等の誤差モデルを与える方法の検討
 - L1, L2の実測データから誤差モデルを作って、L5に拡張し、L5の実測データと比較 等
 - 平成23年度作成の「データ生成システム」(RINEXデータをソフトウェア的に生成するツール)の改造に反映

2) 座標系・時刻系の違い

- ・ノミナルな違いの補正は簡単
- ・グロナスのリアルタイムPPPに
課題あり

座標系・時刻系の違い

GNSS	時刻系	UTCとの差	座標系
GPS	GPS Time	10ns + うるう秒	WGS84
GLONASS	GLONASS Time	300ns + 3時間	PZ90.02
Galileo	Galileo System Time	50ns + うるう秒	GTRF
QZSS	QZSS Time	~20ns + うるう秒	JGS

約40cm差

(対応方法)

- 基線解析では、GLONASS暦の座標変換(3パラメータ)が必要
- PPPでは、異なる衛星系間で時刻系・座標系の統一が必要
 - GPS, QZSS: 放送暦に含まれる時刻のオフセット情報
 - GLONASS: BIPMのCircularT
→1か月遅れ。リアルタイム解析には使えない

3) GLONASSチャンネル間バイアス(IFB)と 衛星系間の受信機ハードウェアバイアス(ISB)

- ・GLONASS統合解析(AR)を握る鍵
- ・チャレンジングだが、H24年度に注力

GPS-GLONASS間の各種バイアス

DCB (Differential Code Bias) :

各衛星系のコード間で発生するバイアス。衛星・受信機の回路で発生。

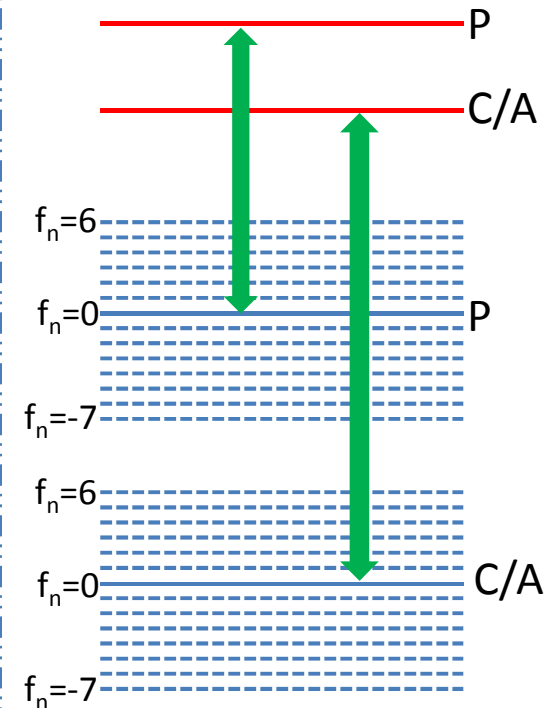
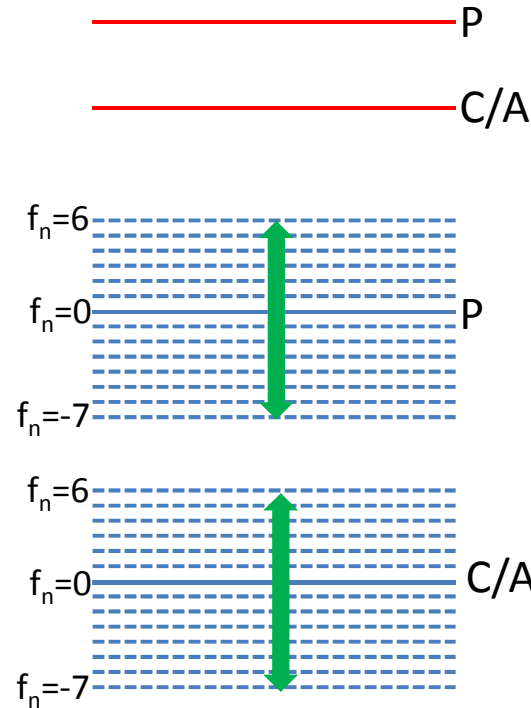
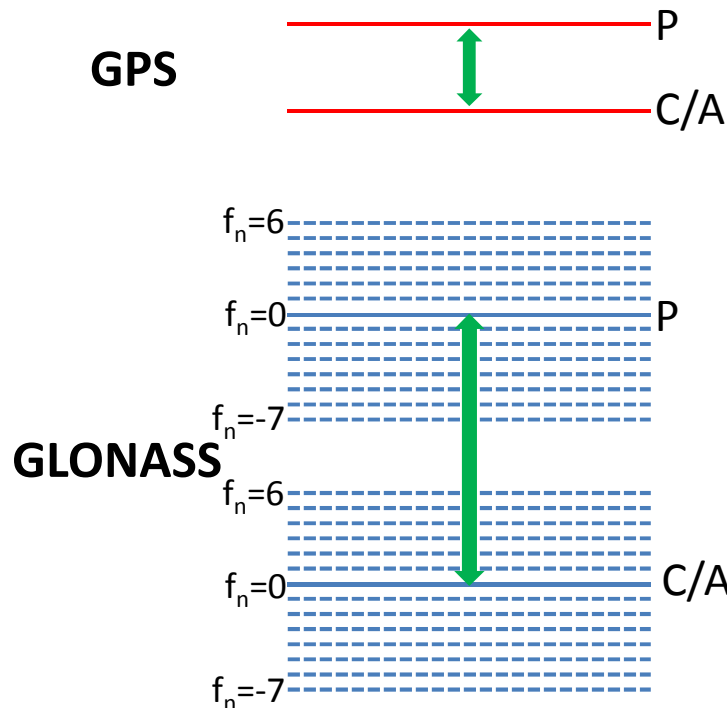
PPPで要補正。

GLONASSチャンネル間バイアス (IFB: Inter Frequency Bias) :

GLONASS (FDMA) の衛星毎のコード及び位相で発生するバイアス。受信機の回路で発生

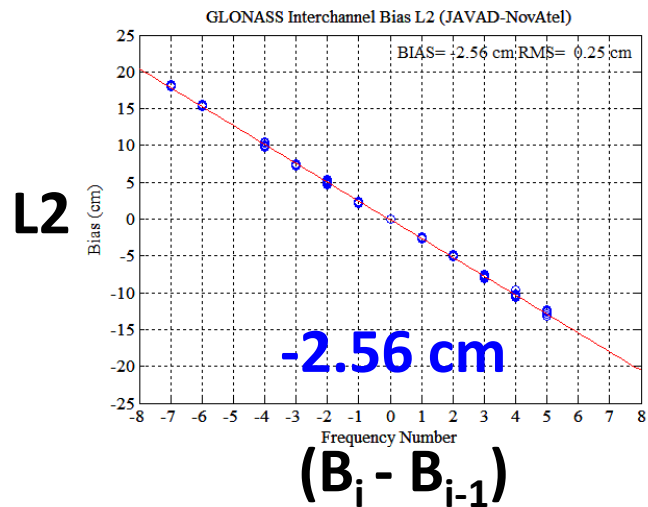
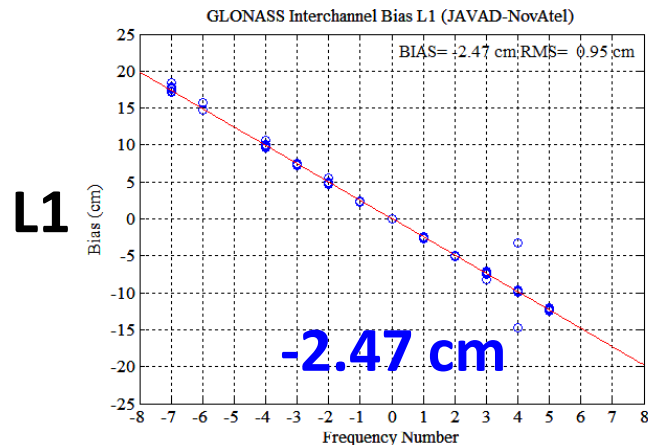
衛星系間受信機ハードウェアバイアス (ISB: Inter System Bias) :

異なる衛星系のコード及び位相を受信機で処理する際に発生するバイアス。温度や受信機電圧で変化する可能性。



① GLONASSチャンネル間バイアス

JAVAD-NovAtel



(問題)

GLONASS (FDMA) では、衛星によって周波数が違うので、受信機・アンテナの群遅延特性の違いからバイアスが発生。

→ 同一機種間の一重差で相殺されるが、異機種間では残る。

⇒ 電子基準点が利用できないことがある。

(解決策)

- IFBは、搬送波周波数に対してほぼ線形な関係にある
- 受信機種毎のIFBの傾きをテーブルとして与えることで補正可能

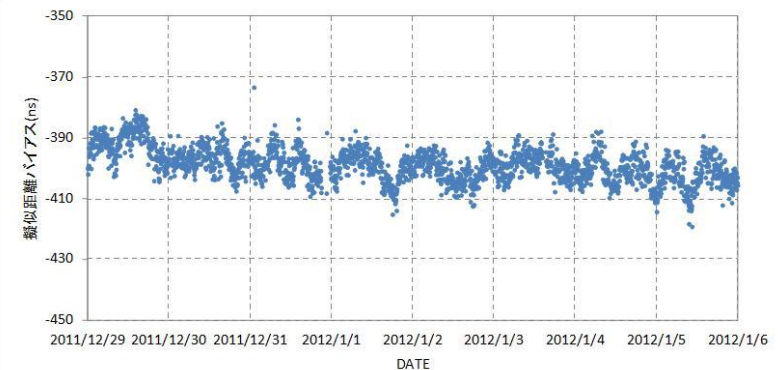
H24年度 検討事項

- GLONASSチャンネル間バイアス補正を解析ソフトウェアに実装(解析時に推定／テーブルとして与える)
- 代表的な受信機種についてテーブル作成が必要
 - 受信機メーカーとも連携(？)
- 推定手法の確立が必要
 - 受信機ファームウェアの再起動、アンテナとの組合せ、受信機温度等でバイアスが変わる可能性
 - 様々な条件下でバイアスを推定し安定性を検証

②受信機ハードウェアバイアス (ISB)

- 問題: GPS-GLONASS間で二重差をとっても、ISBのためにアンビギュイティが整数にならない。
- 解決策1: 単独測位とCircular TからISBを推定

受信機	バイアス(平均)	バイアス(レート)
JAVAD DELTA	-543.3 ns	-8.9 ns / day
NovAtel OEM628	-483.7 ns	+1.5 ns / day
Trimble NetR9	-501.1 ns	-4.4 ns / day
TOPCON NET-G3	-592.9 ns	-4.0 ns / day



→ バイアスが不安定。本当に補正できるか

衛星、受信機、電離層、マルチパス等の誤差分析が必要

- 解決策2: GLONASSの観測値に未知数を1つ追加して推定
→ GPS3+GLO1では困難
- 解決策3: 1 or 2の手法で推定し、外挿する ?

H24年度 検討事項

	“混合”解析 (各衛星系で二重差生成)	“統合”解析 (衛星系間でも二重差生成)
同一受信機間	可能	(衛星系間受信機ハードウェアバイアスの補正)
異機種受信機間	GLONASSチャンネル間 バイアスの補正	衛星系間受信機ハードウェア バイアスの補正 GLONASSチャンネル間 バイアスの補正

- ISB補正はチャレンジングだが、異機種受信機間でのアンビギュイティFIXを可能とするため、H24年度に注力したい

4) 仰角依存の観測誤差モデル (重み付け)

- 小技だが、低仰角衛星の利用に道

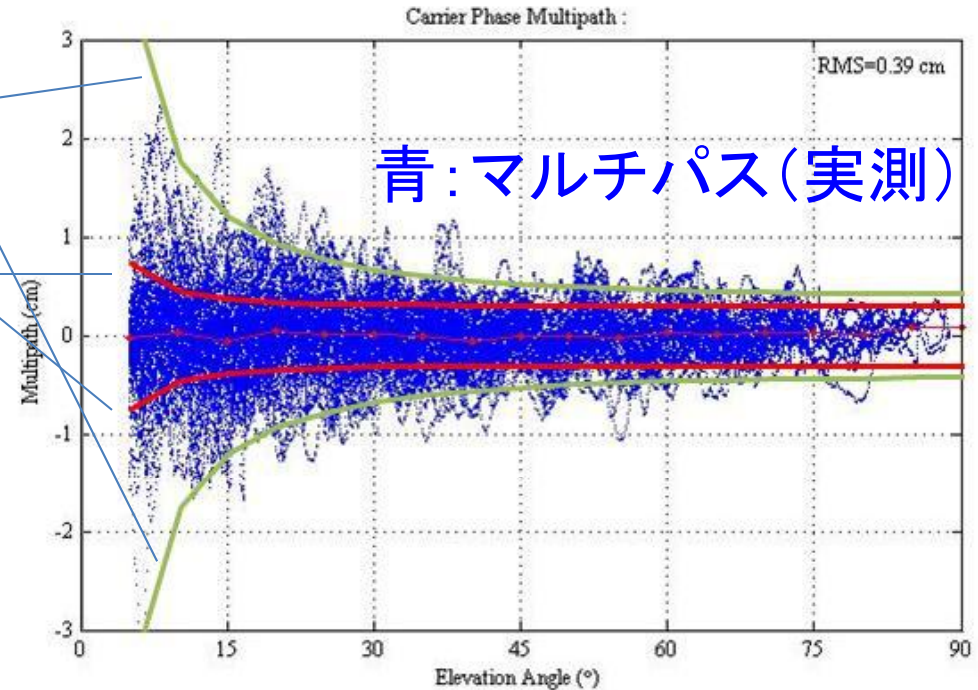
仰角による観測データの重み付け

(受信機: JAVAD DELTA アンテナ: JAVAD GrAnt-G3T)

緑: RTKLIBデフォルト値

赤: マルチパスの実測から
求めた観測誤差モデル

$$\left[\sigma(\varphi)^2 = a^2 + \frac{b^2}{\sin^2(\varphi)} \right]$$



仰角で重み付けをすることで、アンビギュイティ決定の判断がよりの確になり、初期化時間の短縮が期待される

→ 厳密には、衛星系、受信機、観測点に依存するので
組合せは莫大。

⇒ 衛星系や受信機毎で平均化した値を採用？

5) その他

H24年度 検討事項

- Galileoの扱い
 - 2012年12月までにIOV×4、Galileo×2になる。18機になるのが2014年
 - ⇒ IOVやシミュレータによる検証
- QZSSには、静止衛星系が含まれる可能性
 - ⇒ 静止衛星を使用することにより効果があるのか、シミュレータで検証
- GLONASSのCDMAはどうする？
 - 2014年GLONASS-K2打ち上げ予定だが、受信できる観測機器がない
 - ⇒ シミュレータによる検証