

位相遅延を用いた測地 VLBI 解析

Phase Delay Solution of Geodetic VLBI

高島 和宏[1], 栗原 忍[2]

Kazuhiro Takashima[1], Shinobu Kurihara[2]

[1] 地理院, [2] 国土地理院

[1] GSI, [2] Geographical Survey Institute

<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/vlbi/>

概要

測地 VLBI 解析においては、群遅延(Group Delay)を用いる手法が一般的である。今回、茨城県つくば市にある国土地理院構内の短基線(つくば32m - 移動観測用3.8m、約310m)を用いて、位相遅延(Phase Delay)を用いた測地解析を行い、良好な結果を得た。

はじめに

国土地理院では、つくば32m VLBI 観測局を主局として測地網規正および地殻変動監視等の目的で測地 VLBI 観測を行っている。その解析に関しては、もっとも一般的な群遅延を用いた手法により、CALC/SOLVE を用いて行っている。しかしながら、多チャンネルのデータ取得やバンド幅合成作業など困難な点が多い。GPS 解析と同様に位相遅延を用いた測地解析が可能となることで、精度が飛躍的に高まるだけでなく、単チャンネルでの観測も可能となることは、以前から知られていたが、大気変動などの誤差要因が大きく位相補償に問題があり、位相遅延を用いた解析はほとんど行われていないのが現状である。今回、限定的な観測条件下ではあるが、位相遅延を用いた解析を行い、良好な結果が得られたため報告する。

観測諸元

今回、解析に用いたデータは、国土地理院国内 VLBI 定常観測である JADE(J A p a n e s e D y n a m i c E a r t h o b s e r v a t i o n b y V L B I) 実験により観測されたもののうち、つくば32m局とつくば3.8m局の基線である。基線長は310m程度と非常に短く、大気や電離層の影響は、両局で同様と考えることが出来る。また、周波数標準として用いている水素メーザは、2台をつくば32m局内の水素メーザ室へ設置しており、1台はつくば32m用として用い、もう1台については、 2.11×10^{-9} sec/sec のレートをつけて、同軸ケーブルにてつくば3.8mへ伝送した。これにより短基線においてもフリッジ検出が可能となり、水素メーザの温度環境が2台で同様となるため、クロック推定が容易になるという利点がある。観測に使用したバンドはS/X帯で、Sバンド6チャンネル、Xバンド8チャンネル、8Mbps/chの1ビットサンプリングでデータを磁気テープに記録した。

記録レート 8 Mbps/ch

(1ビットサンプリング)

解析方法

関連処理は、国土地理院所有のKSP関連器を用い、定常観測として処理をした後に、基線解析としてCALC/SOLVE (CALC Ver. 9.12 SOLVE release: 2001.06.05 revision: 2001.07.11)を用いた。位相遅延量のアンビギュイティを確実に推定するため、位相遅延を用いた解析に先だって行った群遅延による基線解析で得られた観測局位置をアприオリ値として与え、Sバンド位相遅延を用いて最小二乗を行った。Sバンド波長のアンビギュイティよりも小さな残差になるようアприオリ値を追い込むことで、 ± 1 波長分のアンビギュイティのみが入っていることが明確となり、手動によるアンビギュイティ除去が可能となった。

このアンビギュイティ除去後、Clock 推定を2次多項式で60分毎に行い、観測局位置を推定させて、位相遅延を用いた最終解析を行った。Xバンドについては、さらに波長が4分の1と短いためにSバンドの位相遅延により求められた解析結果をアприオリ値として更新し、同様に解析を行った。

解析結果

位相遅延を用いた解析による基線長はXバンドで0.35mm(1sigma)という群遅延による解法の約10倍の精度で結果が得られた。基線長の絶対値についてもおおよそ1sigmaの範囲内に収まっており、位相遅延を用いた解法によっても群遅延による解と有意な差はないことが確認できた。

まとめ

従来、大気揺らぎや電離層状態の変化により、位相遅延による解法は難しいとされてきた。今回の位相遅延を用いた解析が成功したことにより、短基線という限られた状況下においては、位相遅延による解法が可能であることが確認された。位相遅延を用いた解析を行うことで、より精度の高い測地解がえられるようになり、サブミリオーダーという、より微小な地殻変動等が捕らえることが可能になる。また、長基線の解析においても大気等による位相揺らぎを補償することで同様の高精度な解析が可能になるものと思われる。