

多チャンネルギガビットVLBIシステムによる測地 VLBI 試験観測(2)

Geodetic VLBI Test Observations with Multi-Channel Giga-bit VLBI System (2)

情報通信研究機構

小山泰弘、近藤哲朗、木村守孝、竹内央

National Institute of Information
and Communications Technology

Yasuhiro Koyama, Tetsuro Kondo,
Moritaka Kimura, and Hirochi Takeuchi

1. はじめに

VLBI 観測における観測システムの感度は、記録データレートの平方根に比例して向上する。そのため、測地 VLBI によって得られる測地結果を改善するためには、記録データレートを拡大して感度を改善することにより、単位時間あたりの観測数を増加させることが有効である。この効果は、特に口径の小さなアンテナでかつ駆動速度の速い VLBI 観測局で有効である。記録データレートを拡大させる上では、高速なADサンプラーの開発と、高速なデータを記録するシステムの開発が重要であり、これまで 1024Mbps の単チャンネルADサンプラーと、1024Mbps のデジタルデータを記録できる磁気テープレコーダーを開発し、その性能実証実験を行ってきた。このシステムは、従来、256Mbps が上限であったデータ記録レートを4倍に拡大し、大幅な感度向上によって中小口径のVLBI観測局で高精度な測地VLBI実験を可能とするなどの成果が得られた。これにより開発されたADサンプラー装置と、相関処理アルゴリズムは、国立天文台、国土地理院、岐阜大学などとともに国内のリアルタイム測地VLBI観測システムとして採用され、現在精力的に観測が行われている。一方、従来の単チャンネルギガビットVLBIシステムでは、広帯域の信号を1つの時系列データとしてサンプリングし、

相関処理を行うことから、遅延時間決定精度の面では、多チャンネルに分割した信号をサンプリングして、バンド幅合成処理を相関処理後に行う方式に比べるとやや不利な面があった。そこで、16チャンネルの信号をそれぞれ最高サンプリングレート 64MSPS、2bit/sample でサンプリングできる多チャンネル AD サンプラー ADS2000 (図1) の開発を行った。このサンプラーは、データ出力インターフェースとして VSI-H (VLBI Standard Interface - Hardware : VLBI 標準インターフェースハードウェア仕様) に準拠したインターフェースを持ち、同じ標準インターフェースに準拠したギガビット磁気テープレコーダーや、VSI-Hコネクタの信号を直接計算機へと記録する K5/VSI システムでデータを記録することが可能である。また、相関処理は、K5 ソフトウェア相関処理プログラムで行うことができ、相関処理後のバンド幅合成により、S/X 帯2周波の同時観測による



図1 ADS2000 16チャンネル高速ADサンプラー



図2 小金井11m局における観測システム

電離層遅延補正や、受信帯域を効率的に利用した遅延時間決定精度の改善を図ることができる。この ADS2000 システムと、K5/VSI システムとを組み合わせ、2005 年 3 月 11 日 03:00UT から 24 時間の測地 VLBI 実験を、鹿島11m観測局と小金井11m観測局の2局1基線を利用して実施した。本報告では、この試験観測の詳細と解析結果について報告する。

2. 観測と解析結果

観測には、過去に行われた首都圏地殻変動観測計画 (KSP=Key Stone Project) で使用された電波源を用いて、1スキャンあたりの最低記録時間を 10 秒として観測スケジュールを作成した。その結果、24 時間中に 1722 のスキャンがスケジュールされた。ADS2000 でサンプリングされたデータは、K5/VSI システムを用いてハードディスクに記録した。図2に、小金井局で使用した観測システムの写真を示す。観測モードは、32MSPS、2bits/sample とし、KSP システムのベースバンド変換ユニットの 32MHz に帯域制限された信号をさらに 16MHz の低域通過フィルターを経由して ADS2000 に入力した。周波数配列は KSP と同様とし、X バンドに 10 チャンネル、S バンドに 6 チャンネルを割り当てて記録した。記録時の速度を確保するため、K5/VSI 記録システムには、それぞれ 8 台のハードディスクを用いて、RAID システムを構成して高速な記録を可能とした。記録したデータは、観測終了後、高速ネットワークを経由して小金井局から鹿島局に伝送し、K5 ソフトウェア関連器の FX 型処理プログラム fx_cor を使用して、10 台の CPU で並列分散処理を行った。関連処理結果は、バンド幅合成プログラム kombi によってさらに処理し、Mark3 形式のデータベースを作成して SOLVE/CALC プログラムを使用して基線解析を行った。得られた解析結果を表1に示す。

表1 解析結果

遅延時間残差	40 psec
基線長推定結果 (KASHIM11-KOGANEI 基線)	109099637.90 ± 1.34 mm
有効データ数	1017

以上のように、今回実施した 24 時間実験から、はじめて多チャンネルギガビット AD サンプラーユニット ADS2000 を使用した測地 VLBI 実験から、測地解を得ることに成功した。遅延時間残差は、KSP で行っていたときの値と同じレベルであり、24 時間中の観測数を大幅に増加したことにより、基線長が KSP の場合より高精度に推定することができることを示した。ただし、有効データ数は全データ数 1722 観測に対して約 60%に留まっており、これをさらに改善することができれば、さらに精度を向上させることができると期待される。今回の処理では、記録した観測データからチャンネルごとの信号を抽出する際、使用するプログラムに問題があることが判明したため、現在、関連処理プロセスを再度実施中である。この処理により、有効データ数を増やすことができれば、さらに高精度な測地解を得ることができるものと期待される。また、ADS2000 による測地 VLBI 実験結果について、その精度および確度を評価するためには、同様の実験を複数回実施することが重要である。そのため、今後、数回、同様の実験を複数回実施することによって、システムの性能について評価を行いたいと考えている。