

IP-VLBI システムによる NOZOMI 観測

通信総合研究所鹿島宇宙通信研究センター

大崎裕生、近藤哲朗、小山泰弘

1. はじめに

IP-VLBI ボードは、従来サンプラーボードとテープレコーダによって記録されていた VLBI 観測データを、PCI バスに搭載できるボードを使って PC 上に記録し、またネットワークで直接データ転送することを目指して開発されたサンプリングボードである。NOZOMI の VLBI 観測を行なう際に、システム全体の柔軟性を考慮して、従来の VLBI システムにかわって IP-VLBI ボードを使ったデータ取得システムが利用されており、2003 年 6 月の第 2 回スイングバイ直前の軌道決定に向けて、観測とデータ解析が続けられている。

2. IP-VLBI ボードを使った VLBI 観測システム

NOZOMI 観測に使われている IP-VLBI ボードは、従来の測地 VLBI システム (16 チャンネル・256Mbps モード) を代替することを目的として開発されたものである。測地目的で観測を行なう際は、4 台の PC で構成される測地用 IP-VLBI システムを使ってデータ記録が行なわれる。各 PC は 4 チャンネルのデータ記録ができる仕様のサンプラーボードを搭載し、4 台の合計で 16 チャンネルのデータ記録を実現している。図 1 に測地用 IP-VLBI システムの外観を示す。

NOZOMI の観測では、NOZOMI から到達する X 帯の信号と、基準となるキューサの信号が記録される。この目的のためには、測地用の 16 チャンネルのシステムをそのまま利用する必要はなく、NOZOMI 観測時に 1 チャンネル、キューサ観測時に 4 チャンネルのデータ取得ができればよい。測地用 IP-VLBI システムであれば、4 台の PC うちの 1 台だけを利用すれば十分である。このような測地以外の汎用の目的に利用できるように、1 または 4 チャンネル観測用の VSSP (Versatile Scientific Sampling



図 1 . 測地用 IP-VLBI システム

Processor) と呼ばれる PC が用意されている。NOZOMI 観測のデータ取得では、VSSP 計算機が利用されている。

通常の VSSP 計算機は測地用 IP-VLBI システムのうちの 1 台と同等の仕様であり、256Mbps・24 時間の測地観測で 4 チャンネル分のデータ記録ができるように、1 台あたり 480GB のデータ記録領域を用意している。しかし、データ記録レートが 64Mbps 程度であったり、観測時間が数時間程度であったりする場合のために、この半分程度のデータ記録領域を持った、特に可搬性の高さを意識した VSSP 計算機も用意されている。図 2 に、このような目的で利用される持ち運び用の



図 2 . 可搬型 VSSP 計算機

VSSP 計算機を示す。この PC は、アルゴンキン局で最初の NOZOMI 観測を行なう際に、観測担当者がスーツケースに入れて日本から運び、現地で使用したものである。ハードディスクのうち 1 台は着脱が容易なリムーバブル式になっている。仮にこの計算機をしばらくアルゴンキン局に置いて観測を続ける必要が生じた場合でも、FTP で大きなデータをやりとりすることは不可能であるが、日本との間で交換用のリムーバブルディスクをやりとりすることによって、長期の観測を続けることが可能である。今後の NOZOMI 観測でも、IP-VLBI システムを導入していない観測局で新たにデータを取得する必要が生じた場合の一つの手段として、このような可搬型の VSSP PC を利用することが可能である。また、この可搬型の計算機は、Westford 局と鹿島の間で最初の e-vlbi 実験が行なわれた際にも利用されたものである。

3 . NOZOMI 観測の実際

NOZOMI 観測には、鹿島 34m、臼田 64m の他、これまでに鹿島 11m、小金井 11m、岐阜大学 11m、山口大学 32m、水沢 VERA アンテナ、アルゴンキン 46m アンテナが参加している。臼田局の場合には、オペレーションのうち、IP-VLBI 計算機に関連したスケジュールの伝送、観測前の計算機の設定や動作確認、データ取得の開始、観測後のデータ転送に関しては、全て GALAXY ネットワークを経由して、鹿島からリモートで行なわれている。他の観測局では、各局のオペレータに依頼をして、スケジュールの導入、動作確認、データ記録のスタートを行なって頂いている。観測データは、観測終了後にデータを記録したハードディスクをとりはずして鹿島に送って頂いている。ただし、GALAXY ネットワークに接続できる観測局との間では、ハードディスクの輸送はせずに、ネットワーク上にある NTT 武蔵野研究開発センターのデータストレージサーバを経由してデータのやりとりが行なわれることもある。また、伝送速度が十分ではなくてハードディスクを送付する場合で

も、フリンジの確認のために、予め観測分のデータを FTP で転送して頂いて、解析をすることも行なわれている。

4 . NOZOMI データの解析

IP-VLBI システムでは、ソフトウェア相関処理によってデータ解析を行なっている。ソフトウェアを採用する利点として、計算に参加する CPU の数を増やすことで処理速度の向上が望めることがあげられる。実際の NOZOMI データの解析においては、測地用 IP-VLBI システムや VSSP など、IP-VLBI システムに使用されている 10 台前後の計算機を使って、並行して処理が行なわれている。これらの計算機に搭載された、観測データを記録したハードディスクを NFS(Network File System)で相互にマウントして参照できるようにし、1 基線の 1 観測を単位として相関処理を各計算機に振り分けて解析が行なわれ、最後にその結果が集約されている。現在のこの方法では、ネットワークでデータを伝送する速度やハードディスクからデータを読み出す速度が CPU によるデータ処理よりも速い間は、 n 台の計算機を用意することによって処理時間を $1/n$ に短縮できることが期待される。これを更に、OBS 単位よりももっと細かくデータ分割をして各 CPU の負荷をなるべく均等になるようにしたり、CPU のデータ処理速度とネットワークのデータ伝送速度を考慮してデータ送付の方法を最適化したりすることによって、更なる処理速度の向上が可能であると考えられる。しかし、これは今後の検討課題である。

5 . おわりに

NOZOMI の観測は、2003 年 3 月後半以降、スイングバイ前の軌道決定に向けて、頻度を増している。これらのデータを処理する体制は、NFS による複数台の計算機を使ったデータの並行処理などにより、目処が立っている。今後はスイングバイに向けて有用なデータを準備するべく、定常的な観測データの取得・解析が行なわれる。また、NOZOMI 以降の将来の課題として、ネットワークを使った効率的なデータ解析の方法の検討を続けていきたい。