

## VLBI 観測局の高精度化に関する研究（第6年次）

実施期間 平成 15 年度～平成 20 年度  
測地部宇宙測地課 栗原 忍 小門 研亮  
重松 宏実

### 1. はじめに

国際 VLBI 事業 (IVS) が次世代の VLBI 技術の有るべき姿として取りまとめた VLBI2010 を踏まえ、平成 20 年度は特に広帯域化、e-VLBI 等を中心として技術開発に取り組んだ。

### 2. 研究内容と得られた成果

#### 2. 1 K5/VSSP32 を用いた 512Mbps サンプルング観測

つくば局には VLBI データのサンプルング・記録装置として 1 ch あたり最高 32Mbps サンプルングが可能な K5/VSSP32 が導入されている。今年度、装置が持つ最高サンプルングレートでの観測を本格的に実施し、良好な結果が得られた。

8 月に実施した CONT08 観測 (15 日間連続 VLBI 観測) は、 $16\text{MHz} \times 2\text{bit} \times 16\text{ch} = 512\text{Mbps}$  の記録レートで実施され、データは正常に記録できた。VLBI では記録レートが高いほど観測毎の信号対雑音比 (S/N) が向上する。結果として、1 scan あたりの時間が短縮され、24 時間で多くの電波星を観測でき、観測精度が向上する。CONT08 では通常毎週実施している IVS-R1 観測 (256Mbps) に比べ、1 scan あたりの観測時間が約  $1/3$  に短縮され、地球姿勢パラメータ (EOP) の推定精度は標準偏差でおよそ  $1/2$  となった。また、昨年度から実施している UT1 の迅速な決定のための準リアルタイム e-VLBI 実験では、 $32\text{MHz} \times 1\text{bit} \times 16\text{ch} = 512\text{Mbps}$  での記録を行っている。

#### 2. 2 つくば局の IF 周波数自動切替

つくば局では、中間周波数 (IF) の信号線が 3 系統あり、その切替は従来手動で実施してきた。今回、HP 3488A スイッチコントローラを使用して、切替の自動化に成功した。観測制御プログラム FS9 からの制御も可能となった。使用する周波数帯域の異なる 2 つの観測が連続している場合でも制御プログラムからのコマンドだけで切り替えることが可能となり、深夜のオペレータによる手動切替が不要となる。これにより観測の完全無人化が実現し、平成 21 年度から深夜のオペレータは配置しない予定である。

#### 2. 3 地方局の国際観測参加

これまで IVS による国際観測にはつくば局だけが参加していたが、新たに新十津川、始良、父島の観測局 (以下、地方局と呼ぶ) が参加することになった。これにより、地方局と海外の VLBI 局との基線が直接観測されることになる。地球基準座標系のための観測 IVS-T2 に始良と父島が、アジア太平洋地域の座標系構築のための観測 APSG に始良、父島、新十津川が参加した。今後、このような観測データが蓄積され、解析されることにより地方局の観測局位置・速度の精度・確度の向上が期待される。

#### 2. 4 始良局広帯域化実験と国内観測の 2bit サンプルング

始良局において、受信周波数帯域 (RF) を 2 倍にした実験を実施した。帯域が 2 倍になると理論的には

観測される群遅延時間の標準偏差が  $1/2$  になり、精度向上に繋がる。今回行った実験では、X帯の信号を2系統使用して、従来の360MHzから720MHzに帯域を拡げた。遅延時間残差の標準偏差が24psecから13psecに向上し、ほぼ理論と一致した結果が得られた。国内観測（JADE）にも採用したいが、ビデオコンバータがIF2系統に対応していないこと、新十津川がIF1系統しかないことなどがネックとなって本格導入には至っていないが、今回の始良の実験で通常使っていない2系統目のIFが正常な信号を出力していることも確かめられた。

また、11月の国内観測（JADE）は2bitサンプリングで実施し、良好な結果を得た。しかし、記録装置（SATAのハードディスク）の不具合の発生率も高くなるという問題があることもわかった。

今後、新たな装置の導入等や問題点の原因追及等を行い、安定した広帯域、2bitサンプリングの観測を目指していく。

## 2. 5 UT1 データ処理・解析の自動化

UT1を迅速かつ正確に計測するための観測INT2は毎週土日の16:30(JST)から1時間実施されているが、その関連処理・解析は月曜日にオペレータが出勤した後であった。昨年度成功した準リアルタイムUT1計測をさらに発展させ、データ処理・解析の部分まで自動で行う環境整備を行った。昨年度から導入されているTsunamiによるUDPプロトコル転送に加え、自動データ転送・変換・関連処理プログラムの改良、解析自動ツール（MK3TOOLS, OCCAM）の導入を行った。観測終了からおよそ30分程度でUT1の値が関係者に電子メールで通知される仕組みになっている。今後は時間短縮のボトルネックとなっているデータ変換の工程に高性能なサーバーを導入するなど更なる迅速化に取り組む。

## 2. 6 SINET3 加入による e-VLBI インフラの高速化

VLBIの国際観測データは、つくば局から海外の関連処理センターまで高速ネットワーク回線を利用して転送している。従来はNTT研究所によって導入された実験的な回線GEMNetを使用していたが、GEMNetの運用終了を踏まえ、国立情報学研究所（NII）が整備しているSINET3（1Gbps）に加入した。これにより、通信速度の高速化が実現した。例えば、つくばドイツBonn間の実効転送速度が450Mbpsから600Mbpsに向上した。しかし、転送時にパケットロスが見られる問題があることもわかった。今後は、この問題を解決するとともに、波長多重装置の導入、10Gbpsへの移行も視野に入れ、調査を続けていく。

## 3. 結論

広帯域化、e-VLBI等の技術の導入により、より高度なVLBI観測が実施できるようになった。次年度は最新型水素メーザの導入や高性能デジタルサンプラーの導入が予定されており、国土地理院のVLBI技術がさらに高度になる予定である。今後も引き続き調査、技術開発を行い、世界最高の技術を有するVLBI観測局として事業を進めていく。

## 参考文献

小門研亮, 栗原忍, 重松宏実, 町田守人, 岩田悦郎, 谷本大輔 (2008) : VLBI 観測局の高度化に関する研究 (第5年次), 国土地理院技術資料 A・4-No.6 平成19年度調査研究年報.