

VLBI application for Frequency Transfer and Development of GALA-V System (IV)

#関戸衛¹、岳藤一宏¹、氏原秀樹¹、堤正則¹、宮内結花¹、近藤哲朗¹、長谷川新吾¹、
瀧口博士¹、川合栄治¹、市川隆一¹、小山泰弘¹、渡部謙一²、鈴木智也²

1: 情報通信研究機構; 2: 産業技術総合研究所

Mamoru Sekido¹, Kazuhiro Takefuji¹, Hideki Ujihara¹, Masanori Tsutsumi¹, Yuka Miyauchi¹,
Tetsuro Kondo¹, Shingo Hasegawa¹, Hiroshi Takiguchi¹, Ryuichi Ichikawa¹,
Yasuhiro Koyama¹, Kenichi Watabe², Tomonari Suzuyama²

1: National Institute of Information and Communications Technology;

2: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

はじめに

従来のセシウム原子時計に代わるより正確な、光周波数標準器の開発が世界各国で進められている。この新しい一次周波数標準器の周波数を比較する必要性から、大陸間距離の精密な周波数比較技術が求められている。NICTは、次世代の遠隔周波数比較のため、移設可能な複数の小型アンテナと大型アンテナからなるVLBIシステム(Gala-V)の開発を進めている。小型アンテナでも、受信帯域の拡大と大型アンテナを組み合わせたVLBI観測によって、中型アンテナのVLBI観測と同様なVLBI観測が可能となる。観測で使用する周波数帯域は、次世代の測地VLBI技術の国際標準仕様として各国で開発がすすめられているVGOS(VLBI2010 Global Observing System)[1]仕様に準拠した2-14GHzの広帯域を

使用する。我々は広帯域フィードの独自開発を進めており、2013年12月にプロトタイプを鹿島34mアンテナに搭載し、初観測に成功した。また、3.5-14GHzの観測を可能にした小型アンテナMARBLE1を、2014年3月末までに産総研(つくば)の計量標準総合センター(NMIJ)の建物屋上に移設・整備した。同様な小型アンテナMARBLE2を、UTC(NICT)を生成しているNICTの2号館屋上にも設置しており、今年4-5月に鹿島34mアンテナと組み合わせた3局で、X-band(8GHz)の単周波で3回の測地実験を実施した。本講演では、開発中の広帯域VLBI観測システムGala-Vの開発進捗と今後の予定について報告する。

広帯域フィードの開発

2-14GHzの広帯域を受信できるVGOSのフ



図1. 34m アンテナに搭載した広帯域フィード

ィードとしてはイレブンフィード[2]、QRFHフィード[3]などが知られているが、これらはいずれもビーム幅が90-120度と非常に大きく、そのためVGOS用のVLBIアンテナとして副反射鏡とフィードの距離が極めて近い特殊な構造を持つ新しいアンテナが各国で建設されている。我々は既存の34mアンテナに広帯域フィードを設置するため、広帯域フィードを独自開発し、昨年12月に試作フィードを34mアンテナに搭載した(図1)。常温のLNAを使ったこの受信機は6-14GHzでSEFD=1000-2000Jyの性能を示し、現在でもVGOSの仕様感度を満たしているが、更に開口効率の改善を検討している。この受信機を使って今年1月に、メタノールメーザ天体の放射する6.7GHzと12.2GHzの同時観測に成功した(図2)。

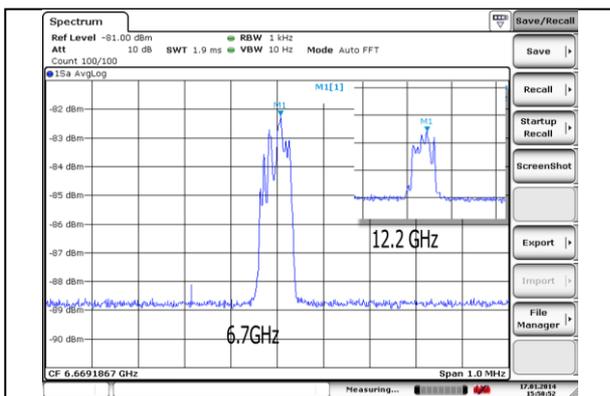


図2. 広帯域フィードを搭載した34mアンテナで観測したW3OHのメタノールメーザ放射6.7GHz, 12.2GHzの同時観測に成功した。

小型広帯域VLBIシステムの設置とVLBI実験

MARBLEプロジェクト[4]で開発された直径1.5m, 1.6mの2台の小型アンテナ(A,B)を広帯域の直線偏波観測を可能とするよう改造し、2013年3月末までに、それぞれを産総研つくば(A)およびNICT小金井(B)に設置した。4-5月には移設後の2台のアンテナの局位置を決定するため、34mアンテナ(O)を基準とする測地VLBI実験(1GHz帯域幅、X-band単周波)を3局(OAB)で3回実施し、水平5mm以内、鉛直10mm以内の再現性で局位置を決定した。更に3局2基線

(OA,OB)の遅延データからAB基線の遅延量を合成し、このデータを解析してAB間のクロックの差UTC(NMIJ)-UTC(NICT)を推定した。図3に4月22日の実験の結果を、GPSのクロック比較、BIPMのクロック比較最終結果とあわせて表示している。VLBIの推定結果は、GPSやUTC-Finalの比較結果とよい一致を示している。

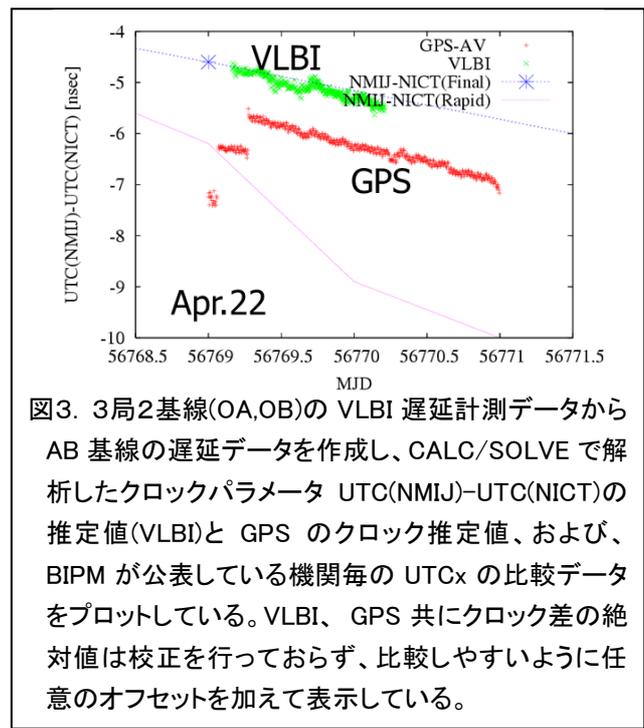


図3. 3局2基線(OA,OB)のVLBI遅延計測データからAB基線の遅延データを作成し、CALC/SOLVEで解析したクロックパラメータUTC(NMIJ)-UTC(NICT)の推定値(VLBI)とGPSのクロック推定値、および、BIPMが公表している機関毎のUTCxの比較データをプロットしている。VLBI、GPS共にクロック差の絶対値は校正を行っておらず、比較しやすいように任意のオフセットを加えて表示している。

まとめと今後の予定

広帯域フィードの開発を行うと共に、周波数標準を開発しているAIST/NMIJ,NICTに小型広帯域のVLBIシステムを設置し、局位置を決定した。今後長時間の周波数比較実験を実施し、周波数比較性能の評価を行う。また、広帯域受信機を搭載した34mアンテナは今後海外のVGOS局とVLBI観測を行うことを検討している。

参考文献

- [1] Petrachenko, B., et al. NASA Technical Memorandum NASA/TM-2009-214180, 2009.
- [2] Yang, J., et al., IEEE Trans. on Ant. and Prop. Vol. 59, No. 6, pp.1918-1934, 2011
- [3] Akgiray, A., et al., IEEE Trans. on Ant. and Prop. Vol. 61, No. 3, pp.1099-1108, 2013
- [4] 市川隆一ほか、NICT季報 Vol.56, pp.223-237, 2010.