

VLBI application for Frequency Transfer and Development of GALA-V System (VIII)**--Toward International Broadband VLBI Observations --**

#関戸衛¹, 岳藤一宏¹, 氏原秀樹¹, 近藤哲朗¹, 宮内結花¹, 堤正則¹, 川合栄治¹,
長谷川新吾¹, 渡部謙一², 鈴山智也², 若杉貴浩³, 栗原忍³, 石本正芳³,
梅井迪子³, 豊田友夫³, 小室純一¹, 寺田健次郎¹, 難波邦考¹, 高橋留美¹, 岡本慶大¹,
青木哲郎¹, 池田貴俊¹

1. 情報通信研究機構
2. 産業技術総合研究所 計量標準総合センター 周波数システム研究室、
3. 国土地理院

Mamoru Sekido¹, Kazuhiro Takefuji¹, Hideki Ujihara¹, Tetsuro Kondo¹, Yuka Miyauchi¹,
Masanori Tsutsumi¹, Eiji Kawai¹, Shingo Hasegawa¹, Ken-ichi Watabe², Tomonari
Suzuyama², Takahiro Wakasugi³, Shinobu Kurihara³, Masayoshi Ishimoto³,
Yuzuko Umei³, Tomoo Toyoda³, Jun-ichi Komuro¹, Kenjiro Terada¹, Kunitaka Namba¹,
Rumi Takahashi¹, Yoshihiro Okamoto¹, Tetsuro Aoki¹, Takatoshi Ikeda¹

1. National Institute of Information and Communications Technology
2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, National Metrology Institute of Japan
3. Geospatial Information Authority of Japan

背景とこれまでの進捗

NICT は、遠隔周波数比較技術の一つとしてGALA-Vと名づけた新しい広帯域VLBIシステムの開発を進めている。このシステムは、国際VLBI事業(IVS)の推進するVGOSと共通の観測周波数帯域を持ち、広帯域観測により、観測感度と遅延計測高精の向上を実現するものである。自主開発した広帯域フィールドをカセグレン焦点の鹿島34mアンテナ(以下 Kas34)と、小型アンテナ(MARBLE1:2.4m, MARBLE2:2.4m)に搭載し、をそれぞれを産総研(つくば市)とNICT本部(小金井市)に設置して、UTC(NICT)-UTC(NMIJ)の比較実験を行ってきた。これまでに国内で広帯域観測可能な大形アンテナであるNCITのKas34と国土地理院の石岡13mアンテナを使って、1秒間の観測でサブピコ秒の精度の遅延計測が可能であることを実証した。またGALA-V方式による小型アンテナ間の遅延量計測値のばらつきを従来のX-band(IVS-T2セッションと同様の500MHz帯域幅)の観測を11mアンテナ対で観測した場合と比較すると(図1), Kas11-Kog11のp-p80psecのランダム分布に対して、小型アンテナ間の広帯域遅延量はp-p10psec程度のランダムなばらつきと、200秒程度の時間スケールで20psec程度の系統的な遅延変化が明瞭に確認できる。このデータは、広帯域観測により小型アンテナを使った場合でも従来方式の11mクラスのアンテナよりも高い精度の計測が可能であることを示している。

広帯域VLBIの大陸間基線観測に向けた課題

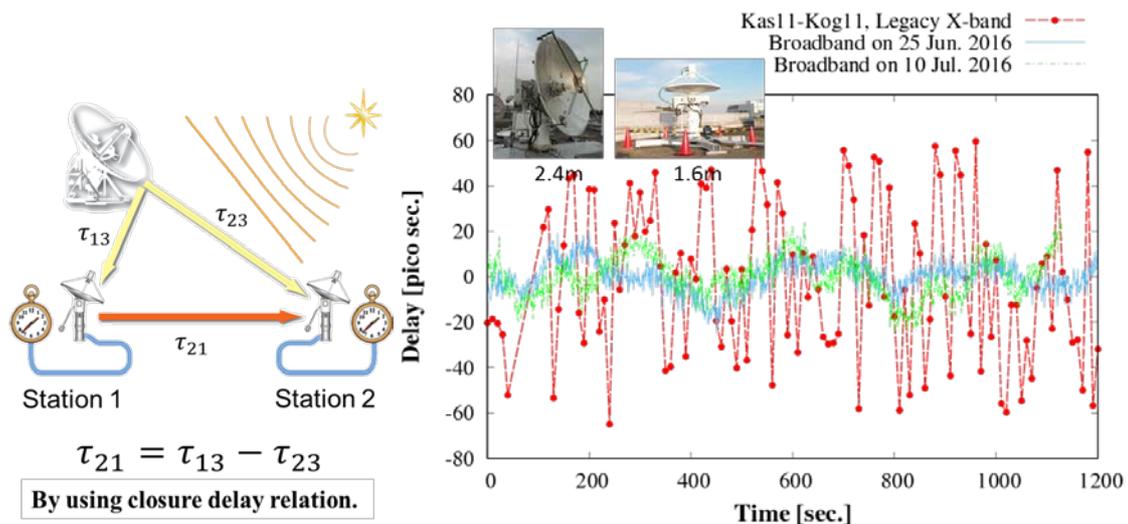


図 1:広帯域小型 VLBI アンテナを使う GALA-V プロジェクト(左パネル)では, 大型-小型アンテナの 2 基線の観測データから小型-小型アンテナ間の遅延量を算出し使用する. この広帯域システムを使った観測 (5.9-10.6GHz) の計測精度を鹿島 11m(Kas11)-小金井 11m(Kog11)アンテナの X-band(500MHz 帯)観測(IVS-T2 セッションと同様)の場合と比較した(右パネル). 広帯域観測(6月25日,7月10日)は 3C84 を, Kas11-Kog11 の観測では 3C273B を連続観測し, 前者は 1 秒積分, 後者は 9 秒積分した.

VGOSと共通の広帯域観測が可能なアンテナは, 日本国内ではNICTの3局と国土地理院石岡13mアンテナのみであり, これまでこの基線長約100km以内の範囲で観測を行ってきた. 基線長が3000kmを超える長線の広帯域VLBI観測を行うためには, 主に以下の2点の課題に対処する必要がある.

(1) 直線2偏波の相互相関処理結果を合成し, 安定して高精度な遅延計測を実現するバンド幅合成ソフトウェアの開発

広帯域の受信機では円偏波の受信機を実現することが困難であるため, 直線偏波の受信機を使用している. アンテナのローカルな座標系での垂直(V)・水平(H)な面は, 地球が丸いため観測局の場所に依存して異なり, 天体から見て異なる平面となる. 直線偏波の受信信号の相互相関をえるためには, 2局で受信したV・Hの4つのすべての組み合わせで相関処理を行い, その結果を合成する必要がある. これは従来のVLBIのデータ処理にはなく, 新たに開発し組みこむ必要がある.

(2) 電波源構造の影響の調査とその補正

電波源の精密な位置は, 測地VLBIと電波天文学の基礎となる天球の座標系ICRFとしてIVSにより維持・更新されている. 我々のGALA-VやVGOSでは, 電波源の位置がVGOSの広い周波数のどの帯域で観測しても同一位置にある点状の電波源であることを想定する. これにより広い帯域に渡って周波数に対して直線的な位相特性が期待でき, 精密な群遅延測定ができる. しかし, 現実には天体電波源の放射領域の形や重心位置は周波数に依存して異なることが一般的である. これまで観測データのないこの影響について調査し, 対処方法を確立する必要がある.

この発表では, これまでの達成状況とあわせて長基線観測を行う際のこのような2つの課題へのアプローチについても議論する.