

クワッドリッジホーンアンテナを用いた電波望遠鏡の測地 VLBI における性能評価

Evaluation of a Radio Telescope Using a Quad-ridge Horn Antenna on Geodetic VLBI

○石井敦利^{1,2,3}, 市川隆一², 瀧口博士², 岳藤一宏², 小山泰弘², 栗原忍¹, 小門研亮¹, 谷本大輔³

¹国土地理院, ²情報通信研究機構 鹿島, ³株式会社エイ・イー・エス

○Atsutoshi Ishii^{1,2,3}, Ryuichi Ichikawa², Hiroshi Takiguchi², Kazuhiro Takefuji²
Yasuhiro Koyama², Shinobu Kurihara¹, Kensuke Kokado¹ and Daisuke Tanimoto³

¹Geographical Survey Institute

²National Institute of Information and Communications Technology

³Advanced Engineering Services Co. Ltd.

国土地理院と情報通信研究機構 (以下 NICT) は共同で長距離比較基線場 (基線長約 10km) の基線ベクトルを精密に測定する目的の小型 VLBI システムを開発している (Ishii et al 2006). その VLBI システムの要となるのが, 小型で分割可搬な電波望遠鏡である. 測地 VLBI では電離層の遅延効果を補正するために X バンド (8GHz 帯) と S バンド (2GHz 帯) の 2 周波を観測する. この 2 つの周波数を小型のパラボラアンテナで同時に受信するために, どのような 1 次放射器を用いるかが課題のひとつとなる.

大型カセグレンアンテナで一般的に使用されている 1 次放射器は, ホーン内壁に薄いフィンを同心状に多数設けたコルゲートホーンアンテナと呼ばれるもので, 1 オクターブ以上の帯域において軸対称ビームと良好な交差偏波特性 (軸比) を有する. しかし, コルゲートホーンアンテナは大きくて重いという特徴のため小型アンテナには適さない. 一方, 周波数選択膜 (Frequency Selective Surface) をカセグレンアンテナの副反射鏡に用いて給電部を周波数帯域ごとに別々に設ける方式もある. いくつかの電波望遠鏡で実用化されているが, この方式はアンテナの構成が複雑になり, 分割可搬形のアンテナに適したシステムとは言い難い.

近年, EMC (電磁両立性) 試験用にクワッドリッジホーンアンテナと呼ばれる広帯域アンテナが市販されている. 角すいホーンアンテナの内部に 4 本のリッジが挿入された形状をしており, 角すい状の外枠が無いタイプもある (図 1). このクワッドリッジホーンアンテナは数オクターブから 10 オクターブを越える受信帯域を持つ. また, サイズもコンパクトである. このアンテナがパラボラアンテナの一次放射器として利用可能であれば, 小型でシンプルな構造の電波望遠鏡が実現可能となる.

本研究では, 2GHz から 18GHz の周波数帯域をもつクワッドリッジホーンアンテナ (ETS 社 3164-05) を NICT 鹿島にある 2.4m アンテナ (CARAVAN2400) に一次放射器として組み込み, 測地 VLBI 実験を実施し, 性能評価を試みた. 測地



図 1 クワッドリッジホーンアンテナ ETS 社 3164-05
(角すい状外枠の無いタイプ)

VLBI 実験を実施するにあたって次のような準備を行った。2.4m アンテナはカセグレン形式の X バンドのみ受信可能なアンテナであった(瀧口他 2006)。クワッドリッジホーンアンテナを主鏡の一次焦点に取付けるために、既存の受信機とコルゲートホーンアンテナ及び副鏡を取外した。また、S バンドと X バンドを受信可能な受信機も新たに製作した。この受信機は微弱信号の増幅だけでなく、一次放射器からの広帯域信号の S バンド、X バンドへの分波および直線偏波から円偏波への合成といった役割も受け持つ。製作した受信機の雑音温度を Y ファクタ法で測定し、S バンドで 86K、X バンドで 170K という値を得た。そして、一次放射器 (クワッドリッジホーンアンテナ) の取付け位置の微調整を行い、軸校正観測を実施した。

2008 年 6 月 23 日と 7 月 2 日に鹿島 2.4m アンテナと筑波 32m アンテナの基線で測地 VLBI 実験を実施した。各々の実験では測地 VLBI で一般的に行われる 24 時間の観測を行った。基線長の推定結果を図 2 に示す。図 2 には、比較のため 2.4m アンテナの改造前に実施した測地 VLBI の基線長推定値も記載してある。改造前後でほぼ符合する結果を得た。

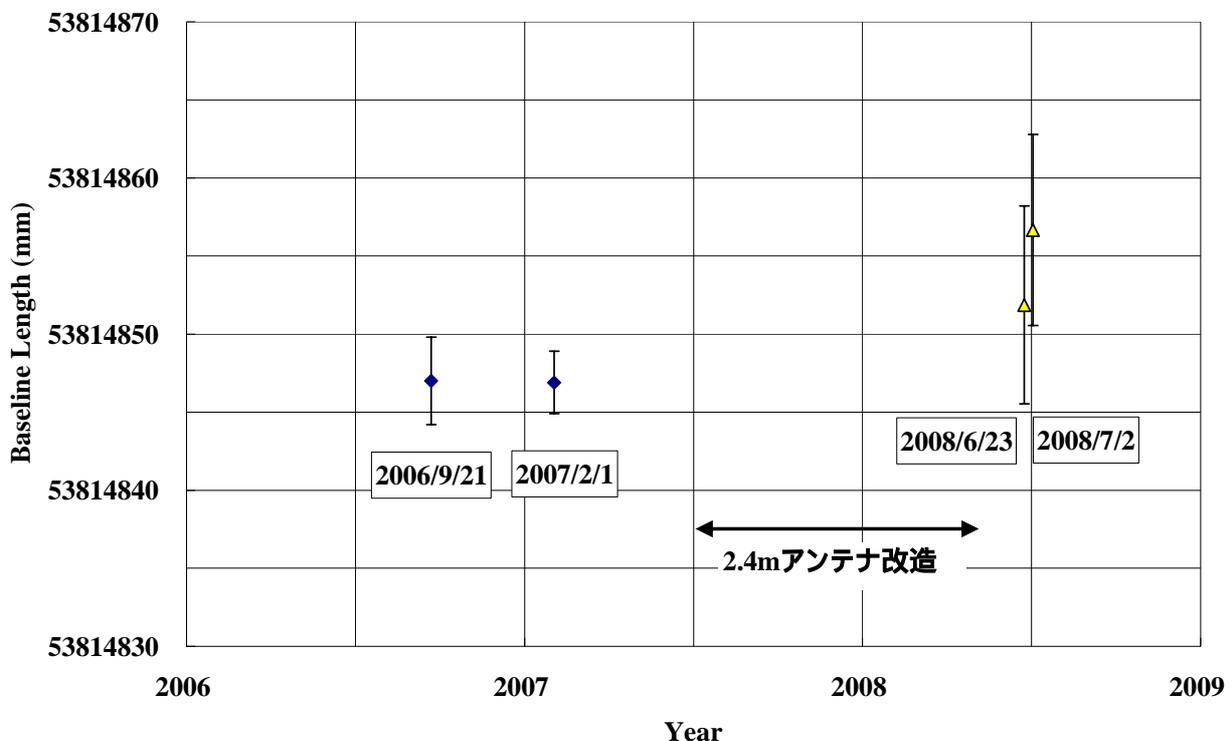


図 2 測地 VLBI 実験結果 (基線長推定値とその推定誤差)
2006 年と 2007 年の推定値は 2.4m アンテナ改造前の結果

引用文献

- [1] Ishii, A. et al., Development of a compact VLBI system for a length examination of a reference baseline, IVS NICT-TDC News No.28, August 2007.
- [2] 瀧口・他, 1m級アンテナを用いた基線場検定用 VLBI システムの開発 -CRAVAN2400 を用いた測地実験-, 日本測地学会第 106 回講演会要旨, 2006.