

超長基線電波干渉計による高度測地観測に関する共同研究（第3年次）
超長基線電波干渉計による高精度観測に関する共同研究（第12年次）
VLBIによる高度測地観測に関する共同研究（第5年次）

実施期間 平成28年度～平成30年度（情報通信研究機構）
平成19年度～平成30年度（宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所）
平成26年度～平成30年度（大阪府立大学）

測地部宇宙測地課 上芝 晴香 松本 紗歩
梅井 迪子 若杉 貴浩
栗原 忍 吉川 忠男
宗包 浩志

1. はじめに

国土地理院は、情報通信研究機構（以下「NICT」という.）、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所（以下「JAXA/ISAS」という.）及び大阪府立大学とそれぞれ共同研究協定を締結し、超長基線電波干渉計（以下「VLBI」という.）による高度測地観測及び高精度観測に関する研究を実施している。平成30年度は、各共同研究協定に基づき、測地 VLBI 観測、広帯域受信機の性能測定及び広帯域実験観測を実施した。

2. 研究内容

2.1 測地 VLBI 観測

国土地理院と NICT は、日本の測地基準座標系の維持・管理及び日本周辺のプレート運動の監視を目的として、国際 VLBI 事業（以下「IVS」という.）の下で行われる AOV 観測及び IVS-T2 観測に参加した。AOV 観測は、IVS のサブグループであるアジア・オセアニア VLBI グループ（AOV）によって平成27年から実施されている国際 VLBI 観測であり、アジア・オセアニア地域の測地基準座標系の維持・管理、プレート運動の監視を主な目的としている。国土地理院は従前の国内 VLBI 観測に代わって日本の測地基準座標系の維持・管理及び日本周辺のプレート運動の監視を行うものとして、観測のみならず観測スケジュールの作成から相関処理・解析の工程までを実施している。IVS-T2 観測は、IVS が国際地球基準座標系（ITRF）の維持を目的として行っている観測であり、国内から国土地理院石岡局、NICT 鹿島 34m 局、鹿島 11m 局及び小金井 11m 局が参加している。

このほか、JAXA/ISAS 臼田局の ITRF における精密な局位置を求めるため、臼田局との間で測地 VLBI 観測を実施した。これらの観測について、各観測局の観測状況を表-1 に示す。

2.2 広帯域受信機の性能測定

広帯域 VLBI 観測技術の開発と観測精度向上を目的として、大阪府立大学と共同で石岡局の広帯域受信機の性能測定を行った。光送信器／光受信器における信号レベルの線形性を確認する測定のほか、広帯域受信機の性能を示す三つのパラメータ（システム等価フラックス密度（SEFD）、システム雑音温度（ T_{sys} ）、アンテナビームパターン）を測定した。

表-1 平成 30 年度に共同研究協定締結機関との間で実施した測地観測

観測名	観測日時	参加局	観測名	観測日時	参加局
AOV023	2018 年 5 月 21 日	Is, K1, Kg	IVS-T2124	2018 年 4 月 24 日	Is, K1, Kg
AOV028	2018 年 10 月 16 日	Is, Kb	IVS-T2125	2018 年 5 月 15 日	Is, K1, Kg
AOV029	2018 年 11 月 22 日	Is, Kb	IVS-T2129	2018 年 12 月 18 日	Is, Kb, Kg
AOV032	2019 年 2 月 12 日	Is, K1, Kg	IVS-T2130	2019 年 1 月 29 日	Is, K1, Kg
JX1801	2018 年 12 月 4 日	Is, Ud	IVS-T2131	2019 年 3 月 26 日	Is, K1, Kg

(Is : 石岡, Kb : 鹿島 34m, K1 : 鹿島 11m, Kg : 小金井 11m, Ud : 臼田)

2.3 広帯域観測実験

広帯域 VLBI 観測処理システムによる周波数比較技術の開発として、NICT がイタリアの Medicina VLBI 観測所（以下「Medicina 局」という。）及び小金井局に設置した小型アンテナと石岡局との間で広帯域観測システムを用いた観測実験を実施した。数度のFRINGEテストによりシステムの互換性を確認した後、2018 年 8～9 月にかけて 3 度の VLBI 観測実験を実施した。実験の詳細を表-2 に示す。

表-2 広帯域 VLBI 実験の諸元

観測日	8 月 14 日, 20~22 日, 31 日~9 月 3 日
観測周波数帯域	6, 8.5, 10, 11GHz 帯
帯域幅	1GHz
偏波	水平, 垂直 (石岡局) 垂直 (Medicina 局及び小金井局)

3. 得られた成果

3.1 測地 VLBI 観測

AOV 及び IVS-T2 の観測データは相関局において相関処理された。観測から得られた石岡局及び鹿島 34m 局の座標値の変化を図-1 に示す。石岡局が観測を開始した 2015 年以降、石岡局と鹿島 34m 局

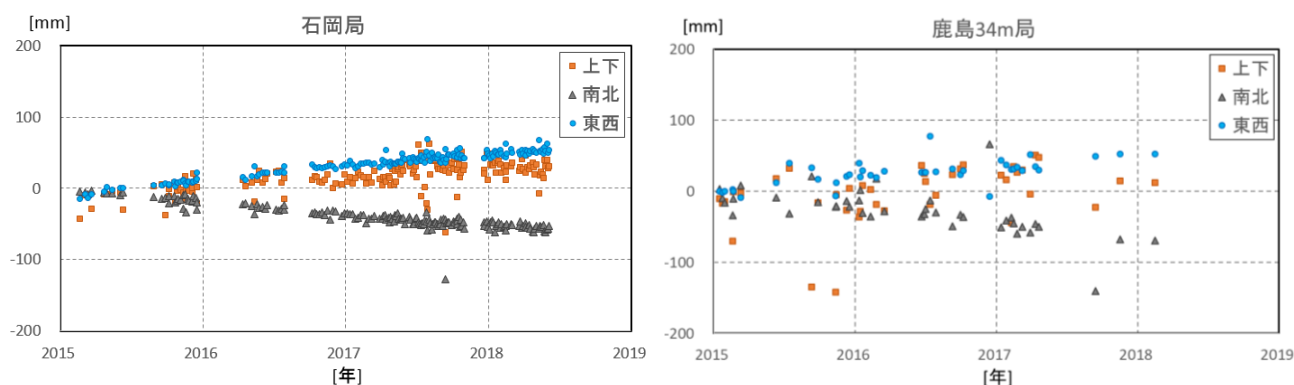


図-1 AOV 観測及び IVS-T2 観測を含む VLBI 観測から得られた各観測局の座標値の変化（左：石岡局，右：鹿島 34m 局）。縦軸の正方向は上，北，及び東方向の変動を表す。また、2015.0 年時点の ITRF2014 に基づく座標値を 0 としている。ただし、石岡局は ITRF2014 に登録されていないため、国土地理院による解析から得られた位置及び速度から計算した 2015.0 年時点の座標を 0 としている。

がともに南東及び上方向に運動していることがわかる。JAXA/ISAS との観測については、国土地理院が試験的に相関処理したところ、フリッジ（観測データを相関処理した際に、相関強度が最大となることを示すピーク）が検出され、観測に問題がないことを確認した。相関処理は来年度 JAXA/ISAS が実施する。

3.2 広帯域受信機の性能測定

光送信器／光受信器における信号レベルの線形性を確認する測定から、線形性を保持したまま後段のシステムへの入力信号とするためには、光送信器のステップアッテネータの設定は 15dB 以下が望ましいことがわかった。SEFD 及びシステム雑音温度の測定結果を表-3 に示す。SEFD については全帯域（3～14GHz）で 2017 年 12 月よりも高くなっていたが、VLBI 観測には支障がない程度であった。システム雑音温度は 2017 年 12 月の測定結果からほぼ変化していないことが確認できた。ビームパターンについては 4～13GHz の範囲で 1GHz ごとに測定した結果、H 偏波、V 偏波とも妥当なビームサイズ（受信感度の半値幅）を得られた。

表-3 SEFD 及びシステム雑音温度の測定結果

偏波	SEFD	システム雑音温度
H 偏波	2000～3000Jy (3～10GHz)	100～150K (3～8GHz)
	3000～5000Jy (10～14GHz)	200～400K (8～14GHz)
V 偏波	3000～4000Jy (3～10GHz)	100～200K (3～8GHz)
	3000～5000Jy (10～14GHz)	200～500K (8～14GHz)

3.3 広帯域観測実験

広帯域観測実験で記録されたデータは NICT によって相関処理された。その結果、石岡局－Medicina 局間及び石岡局－小金井局間の 2 基線において、観測したすべての帯域でフリッジの検出に成功した。現在、精密な遅延量算出のための長基線広帯域バンド幅合成の実現に向けて、NICT が研究開発を進めている（関戸ほか、2018）。

4 まとめ

NICT、JAXA/ISAS 及び大阪府立大学との共同研究協定に基づき、測地 VLBI 観測、広帯域受信機の性能測定及び広帯域実験観測を実施した。

測地 VLBI 観測では、AOV 観測及び IVS-T2 観測に、NICT の鹿島 34m 局、鹿島 11m 局及び小金井 11m 局が参加した。また、精密な局位置決定のため、JAXA/ISAS の臼田局と測地 VLBI 観測を実施した。

VLBI 観測システムの技術開発及び高精度化の研究として、大阪府立大学と共同で実施した広帯域受信機の性能測定から、信号レベルの線形性及びビームパターンが正常であることを確認したほか、SEFD が以前に比べ若干高くなっていたが、VLBI 観測には支障がない程度であることが判明した。また、NICT が Medicina 局と小金井局に設置した小型アンテナとの間で観測実験を実施し、観測したすべての帯域でフリッジが検出された。

来年度も引き続き、定常的な VGOS 観測への移行に向けた VLBI による高度測地観測及び高精度観測に関する研究を実施する。

参考文献

関戸衛，岳藤一宏，氏原秀樹，近藤哲朗，堤正則，宮内結花，川合栄治，長谷川新吾，渡部謙一，鈴山智也，栗原忍，若杉貴浩，上芝晴香，梅井迪子，石垣真史，小室純一，寺田健次郎，難波邦考，高橋留美，岡本慶大，青木哲郎，池田貴俊，Perini Federico (2018) : VLBI 周波数比較への応用と GALA-V システムの開発 (IX) -イタリア Medicina への広帯域アンテナ設置-, 日本測地学会第 130 回講演会.