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 15 年次）

実施期間　　平成 19 年度～令和 3 年度（宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所）

測地部宇宙測地課　　林　京之介　中久喜智一
髙木　悠　湯通堂　亨
森　克浩　佐藤　雄大
地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室　松本　紗歩

1. はじめに

国土地理院は，宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所（以下「JAXA/ISAS」という.）と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．令和 3 年度は，共同研究協定に基づき，JAXA/ISAS の直径 64m アンテナ（以下「臼田局」という.）の精密な局位置決定のため，国土地理院石岡測地観測局の VLBI アンテナ（以下「石岡局」という.）と，臼田局及び JAXA/ISAS が新たに整備した VLBI アンテナ（以下「美笹局」という.）との間で共同観測を実施した.

2. 研究内容

2.1 概要

臼田局の ITRF における精密な局位置を求めるため，臼田局及び美笹局との間で測地 VLBI 観測を実施した． 令和 2 年度に初の 3 局による測地 VLBI 観測を実施する予定であったが，石岡局がアンテナ不具合により直前に参加できなくなったため，臼田局と美笹局間で 1 時間の試験観測のみを実施した．令和 3 年 12 月に，3 局での観測が改めて計画され，試験観測（F21335）及び 24 時間の本観測（JX2101）を実施した．観測状況を表-1 に示す．また，参加局の概要を表-2 に示す.

表-1　令和 3 年度に JAXA/ISAS との間で実施した測地観測

観測名	観測日時（日本時間）	参加局
F21335 （試験観測）	令和 3 年 12 月 2 日 6 時から 1 時間	Is, Ud, M5
JX2101 （本観測）	令和 3 年 12 月 8 日 6 時 30 分から 24 時間	Is, Ud, M5※

（Is：石岡，Ud：臼田，M5：美笹）

※美笹局は，後半のみ観測に参加

表-2　参加局の概要

	石岡局	臼田局	美笹局
所在地	茨城県石岡市 石岡測地観測局	長野県佐久市 臼田宇宙空間観測所	長野県佐久市 臼田宇宙空間観測所
アンテナ口径	13.2 m	64 m	54 m
アンテナマウント方式	AZEL	AZEL	AZEL
アンテナ駆動速度	Az: 12 度毎秒 El: 6 度毎秒	Az:　0.3 度毎秒 El: 0.25 度毎秒	AZ: 1 度毎秒 El: 1 度毎秒
受信周波数帯域	S 帯，X 帯（Triband 受信機）	S 帯，X 帯	X 帯，Ka 帯

2.2 観測準備

測地 VLBI 観測では，事前に準備したスケジュールファイルに記載された天体を各アンテナが同時に観測する．スケジュールファイルの作成は国土地理院が担当した．スケジュールの作成には，アンテナの口径，駆動速度や，観測機器といった観測局の諸元情報が必要である．初の共同観測となる美笹局について，事前にスケジュール作成に必要な情報の確認を行った．観測は国際 VLBI 事業（IVS）の S/X 観測に準じ，8GHz 帯及び 2GHz 帯を 16 分割した観測帯域（以下「チャンネル（ch）」という.）で観測した．3 局の受信周波数を考慮の上，観測周波数は表-3 の通りとした．ただし，美笹局は 2GHz 帯を受信しないため，8GHz 帯のみ観測した．また，令和 3 年度の本観測では，美笹局は全 24 時間観測の後半のみの観測となった. 試験観測, 本観測ともに, 感度や駆動速度の異なる 3 つのアンテナで, 十分な SNR を確保し，かつより多くの観測スキャン数を実現できるよう，スケジュールを作成した．

表-3　観測周波数

ch	周波数 [MHz]	帯域	ch	周波数 [MHz]	帯域
1	8244.99~8252.99	X 帯	9	2229.99~2237.99	S 帯
2	8254.99~8262.99		10	2234.99~2242.99	
3	8304.99~8312.99		11	2254.99~2262.99	
4	8374.99~8382.99		12	2269.99~2277.99	
5	8414.99~8422.99		13	2299.99~2307.99	
6	8464.99~8472.99		14	2309.99~2317.99	
7	8544.99~8552.99		15	8236.99~8244.99	X 帯
8	8564.99~8572.99		16	8556.99~8564.99	

※美笹局は X 帯のみ観測

2.3　観測

試験観測を実施し，相関処理によりフリンジが検出（2.4 節及び 3 章を参照）されたことにより，スケジュールファイルや機器の設定等に不具合のないことを確認した．続く本観測では，石岡局舎の周辺地域で観測開始前に発生した瞬間的な停電の影響で一部の機器がリセットされ，現地で復旧するまでの約 3 時間分についてデータの取得ができなかった．しかし，その後の観測は問題なく実施するこ

とができ，解を算出する上で十分なデータを取得した．

2.4 相関処理

相関処理は，情報通信研究機構が開発した K5/VSSP 相関ソフトウェアを使用し，試験観測は国土地理院，本観測は JAXA/ISAS が担当した．

2.5 測地 VLBI 解析

測地 VLBI 解析は，本観測の相関処理が終了後，JAXA/ISAS が実施した．測地 VLBI 解析では，NASA Goddard Space Flight Center が開発した VLBI 解析ソフトウェア Calc/Solve を使用し，参加局の局位置や基線長等の測地パラメータを推定しており，昨年度以前の観測と同様に，今回の観測でも同ソフトウェアを使用した．

3. 得られた成果

図-1 は，国土地理院が相関処理をした試験観測における石岡局―臼田局間及び石岡局―美笹局間の相関処理の結果である．試験観測では，全基線でフリンジ（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．

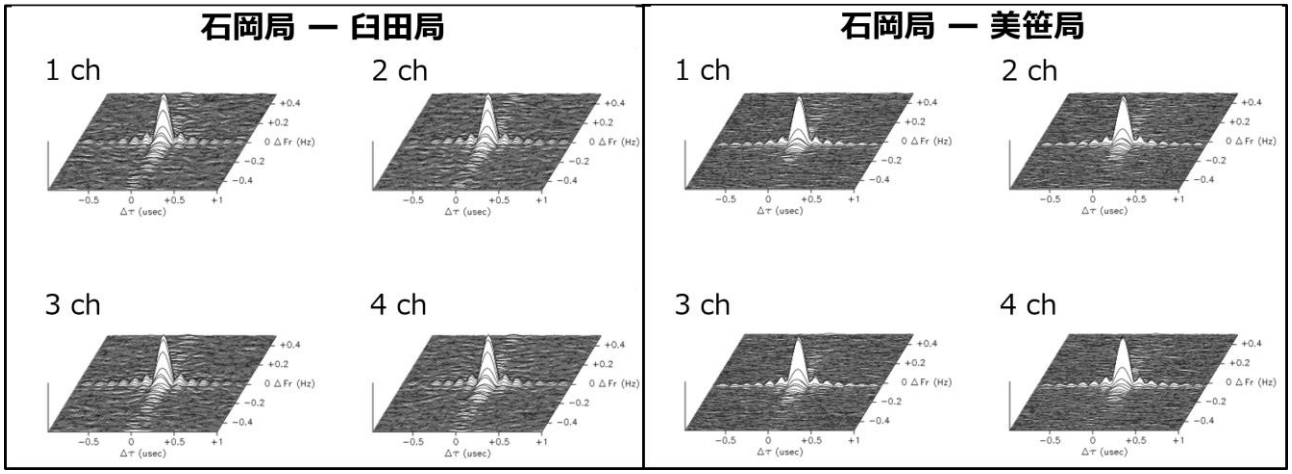

図-1　試験観測で検出された石岡局―臼田局間（左図）及び石岡局―美笹局間（右図）のフリンジ．両図ともに 8 GHz 帯の 4 つの観測帯域（表-3 の 1-4 ch）で検出されたフリンジである．各プロットの横軸は 2 局間の電波の到達時間の差（遅延時間），奥方向の軸は遅延時間の時間変化率，縦軸は相関強度を示している．

4. まとめ

石岡局と，JAXA/ISAS の臼田局及び美笹局との間で，局位置決定のための観測を実施した．国土地理院では観測スケジュール作成を担当し，初めて共同で観測する参加局を含めたスケジュールの作成を通して，国際観測で使用されるスケジュール作成に関する知見を得ることができた．本観測の前に行った試験観測では，国土地理院で実施した相関処理において全基線でフリンジを検出し，観測に問題がないことを確認した．続く本観測でも，大きな問題なく観測を実施した．

JAXA/ISAS との共同研究期間は今年度で終了となるが，国内で数少ない測地 VLBI 観測局の一つであるため，今後も協力体制を維持していく予定である．