

国土地理院のVLBI観測

国土地理院

- 国土地理院のVLBI観測への取り組みは、昭和56年から開始されましたが、NICT鹿島（当時：郵政省電波研究所）を始めとした皆様の協力があって、今までのVLBI観測の実施に至っています。
- 国土地理院の先輩方々の発表資料等を元に、国土地理院のVLBI観測を振り返りながら、NICT鹿島との協力を振り返ります。

昭和43年10月	郵政省電波研究所が鹿島支所内（茨城県）に26mアンテナを建設
昭和56年 4月	国土地理院が、測地網の規正、プレート運動検出等のため可搬型VLBIの開発に着手
昭和57年 3月	国土地理院構内（茨城県つくば市）に可搬型5mアンテナが完成
昭和58年11月	電波研究所が鹿島－モハービ、オーエンスバレー（米国）間で初の日米VLBI実験を実施
昭和59年 7月	国土地理院が可搬型5mアンテナを用いて電波研究所とVLBI実験を開始
昭和60年11月	電波研究所が日米VLBI実験によりプレートテクトニクス理論を検証（ハワイ、マーシャル諸島が年に数cm日本に接近）
昭和61年10月	可搬型5mアンテナによる測地VLBI実験開始（鹿島－新富（宮崎県））。以後、各地で可搬型VLBIアンテナによる観測を実施
平成 2年 1月	通信総合研究所（S.63に電波研究所から名称変更）と国立極地研究所が世界初の南極VLBI観測に成功（鹿島－昭和基地）
平成 4年12月	鹿島26mアンテナ、国土地理院へ所管換
平成 7年 6月	新十津川（北海道）に3.8mアンテナの固定観測局を設置
平成 7年10月	可搬型3.5mアンテナを用いて、スウォン（韓国）－鹿島間で日韓VLBI観測を実施
平成 9年 3月	始良（鹿児島県）に10mアンテナの固定観測局を設置
平成 9年 7月	父島（東京都小笠原諸島）に10mアンテナの固定観測局を設置

平成10年 3月	つくばに32mアンテナが完成し、新十津川、父島、始良、鹿島の5局8基線の国内基線測量網を構築
平成10年 6月	つくば VLBI観測局におけるVLBI観測開始
平成11年 1月	国際VLBI事業（IVS）設立
平成14年 2月	つくばで第2回IVS総会を開催
平成15年 3月	鹿島26mアンテナ解体
平成15年 5月	つくばVLBI観測局、小惑星探査機「はやぶさ」の軌道決定観測に参加
平成20年 2月	国土地理院と情報通信研究機構がスウェーデンのオンサラ観測所とVLBI観測を実施し、当時世界最短（3分45秒）で地球自転の速度の算出に成功
平成22年 4月	IVSの解析センターに登録（地球自転の速度の迅速提供）
平成23年10月	東北地方太平洋沖地震に伴う日本経緯度原点の数値変更によりVLBIを使用
平成25年12月	新十津川局運用終了
平成26年10月	石岡（茨城県）に13mアンテナが完成し、試験観測を開始
平成27年 2月	父島局運用終了
平成27年 3月	始良局運用終了
平成28年 5月	石岡測地観測局の本格運用開始
平成28年12月	つくばVLBIアンテナ運用終了
平成29年 3月	つくばVLBIアンテナ解体

- 1980年代半ばから、国土地理院の可搬型アンテナと共同観測を行い、両機関の協力の基礎を築いた。
- 1992年に、国土地理院へ所管替えされ、測地VLBI用アンテナとして活躍を続けた。
- 2001年の測量法改正で、日本の経緯度の基準が世界測地系となり、26mアンテナが日本の経緯度を決定。
- 2003年、34年間の観測を終え、引退する。

鹿島 2.6 m と可動型 5 m



- 2001年6月の測量法改正により、2002年4月から日本の経緯度の基準は世界測地系に移行した。

改正測量法(抄)

第十一条 基本測量及び公共測量は、次に掲げる測量の基準に従って行わなければならない。

一 位置は、地理学的経緯度及び平均海面からの高さで表示する。(中略)

三 測量の原点は、日本経緯度原点及び日本水準原点とする。(中略)

四 前号の日本経緯度原点及び日本水準原点の地点及び原点数値は、政令で定める。

2 前項第一号の地理学的経緯度は、**世界測地系**に従って測定しなければならない。

3 前項の「世界測地系」とは、地球を次に掲げる要件を満たす扁(へん)平な回転楕円体であると想定して行う地理学的経緯度の測定に関する測量の基準をいう。

一 その長半径及び扁(へん)平率が、地理学的経緯度の測定に関する国際的な決定に基づき政令で定める値であるものであること。

二 その中心が、地球の重心と一致するものであること。

三 その短軸が、地球の自転軸と一致するものであること。

- この際、長年の国際観測で確定された**鹿島26mアンテナの世界測地系における3次元位置**に基づき、約11万点に及ぶ三角点や電子基準点の経緯度(測地成果2000)を決定。
- 現在では、鹿島26m → つくば32m → 石岡13.2m と引き継がれている。

国際地球基準座標系（ITRF94）
元期1997.0年で固定

国際VLBI観測網

↓ 鹿島26mを含む国際VLBI観測

鹿島26mVLBIアンテナ

↓ 鹿島26m-可搬型5m VLBI観測

新十津川、海南VLBI観測点

↓ VLBI点-電子基準点のGNSS測量

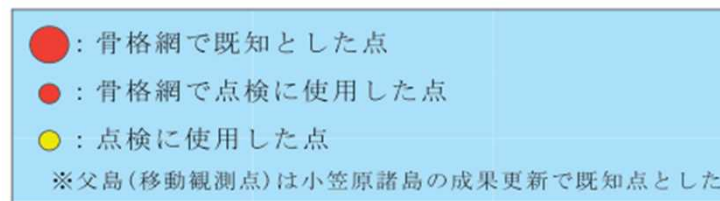
電子基準点（GNSS連続観測点）

↓ GNSS測量

一、二等三角点

↓ 三辺、三角測量；補間計算

その他の三角点



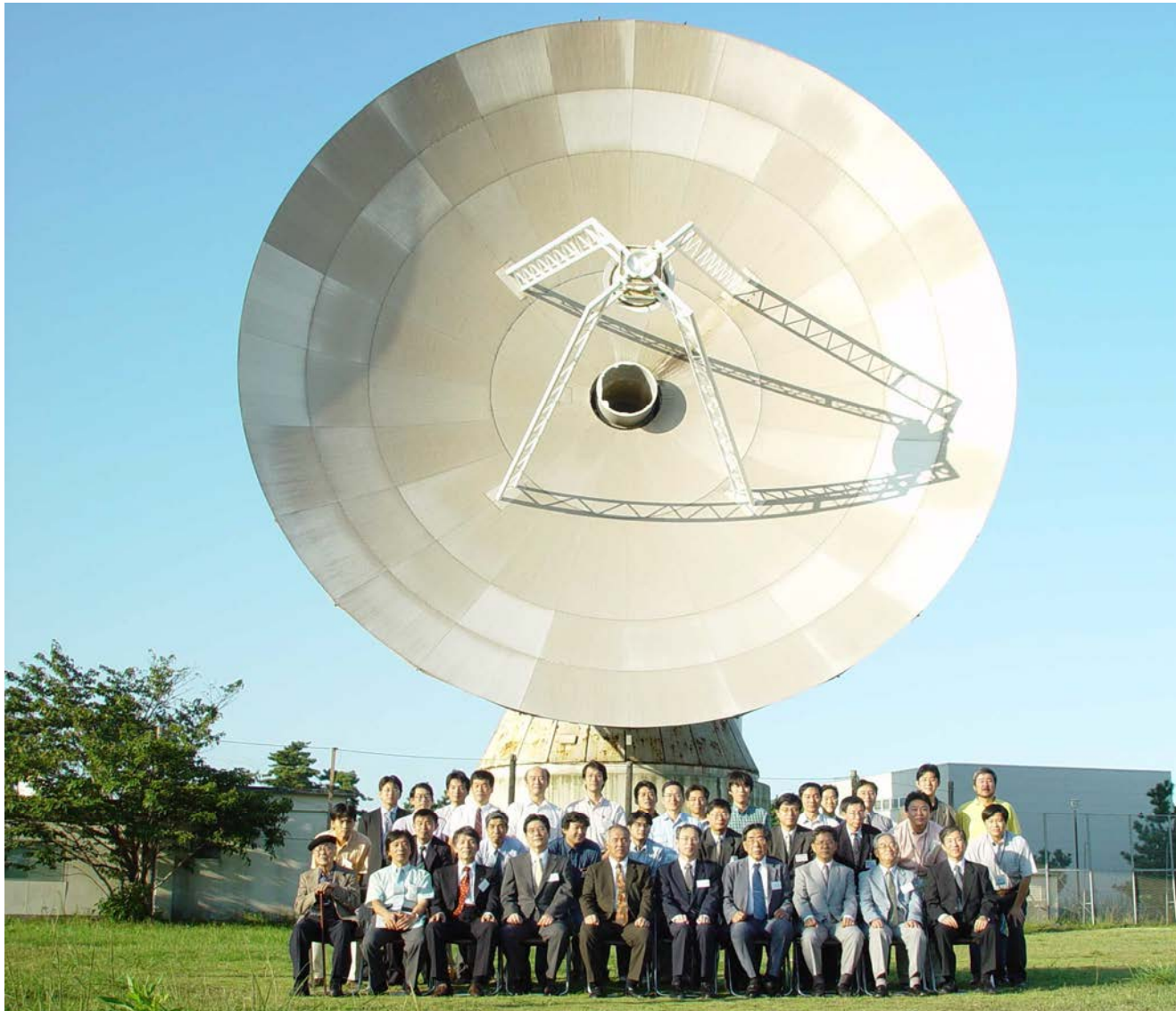
測量法施行令に規定された日本経緯度原点（東京港区麻布台）の原点数値は、IERSの技術報告No.20（1996）に掲載された鹿島26mアンテナのITRF94 座標・速度に基づいて計算されたもの

IERS Technical Note 20, T-24

ITRF94 CLASS C STATION COORDINATES AT EPOCH 1993.0

DOMES NB.	SITE NAME	TECH.	ID.	*	X/Vx	Y/Vy	Z/Vz	Sigmas		
					-----m/m/y-----					
21604S003	PURPLE MOUNTAIN	DORIS	PURA	10 12	-2608501.880	4739980.333	3366883.097	.033	.028	.023
21604S003					-.0444	.0006	.0046	.0323	.0274	.0227
21605M002	SHANGHAI	GPS	SHAO	5	-2831733.158	4675666.097	3275369.584	.013	.015	.012
21605S008	SHANGHAI	VLBI	7226	1 4	-2847698.122	4659872.632	3283958.664	.261	.230	.217
21611S001	CHANGCHUN	SLR	7237	8 9	-2674386.851	3757189.458	4391508.514	.244	.205	.252
21612S001	URUMQI	VLBI	7330	1 3 4	228310.846	4631922.848	4367063.973	.020	.055	.053
21701S001	KASHIMA	VLBI	1856	1 3 4	-3997892.268	3276581.262	3724118.288	.007	.007	.008
21701S001					-.0018	.0014	-.0144	.0019	.0016	.0021
21701S004	KASHIMA	VLBI	1857	1 3 4	-3997649.214	3276690.729	3724278.868	.007	.007	.008
21701S004					.0051	-.0036	-.0198	.0023	.0020	.0025
21702S009	MIZUSAWA	VLBI	7314	1	-3862411.924	3105015.011	4001944.894	.029	.026	.030
21702S010	MIZUSAWA	VLBI	7324	1 3 4	-3857236.104	3108803.207	4003883.118	.020	.016	.020
21702S010					-.0119	.0022	-.0149	.0115	.0113	.0111
21704S002	TOKYO	SLR	7308	8	-3942020.196	3368097.573	3702191.046	.195	.190	.233
21718S001	MIYAZAKI	VLBI	7312	1	-3582767.942	4052033.993	3369020.606	.090	.093	.088
21725S001	NOBEYAMA	VLBI	7244	1 3 4	-3871168.315	3428273.957	3723697.655	.033	.031	.032
21725S001					-.0169	-.0086	-.0139	.0091	.0085	.0089
21726S001	SIMOSATO	SLR	7838	8 9	-3822388.333	3699363.510	3507573.118	.009	.009	.010
21729S001	USUDA	VLBI	7246	1	-3855355.422	3427427.561	3740971.299	.072	.069	.073
21729S007	USUDA	GPS	USUD	5 6 7	-3855262.987	3427432.511	3741020.408	.010	.011	.009
21729S007					-.0001	.0029	-.0092	.0046	.0053	.0033
21731S001	SHINTOTSUGAWA	VLBI	7315	1	-3642141.893	2861496.569	4370361.703	.045	.042	.046
21732S001	CHICHIJIMA	VLBI	7316	1	-4489356.623	3482989.589	2887931.231	.097	.081	.093
21732S001					.0188	.0160	-.0005	.0255	.0213	.0239
21732S002	CHICHIJIMA	TIE	7844		-4491072.906	3481527.442	2887391.723	.108	.095	.105
21732S002					.0188	.0158	-.0005	.0287	.0251	.0273

2002年9月20日 別れを惜しむ関係者が参集



- バックエンド
 - NICTが開発したK3、K4、K5システムを使用。
 - NICT及びJAXA/ISASが開発したADS3000+を使用。
- ネットワークによるデータ転送（eVLBI）
 - テープの輸送からネットワークによるデータ転送への移行。
 - UT1を速やかに算出するために、国土地理院、情報通信研究機構と関係機関で試験を実施。
- 観測（JADE、AOV）
 - 石岡測地観測局の観測開始時に、情報通信研究機構や国立天文台が参加。

K3



K4



K5



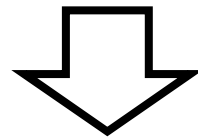
- 国内観測では、NICTで開発されたK3~K4を使用。

ADS3000+



- 石岡で現在も使用中。

- 2004年 NICT&ヘイスタック観測所
共同でUT1決定試験観測を実施
高速回線「JGN II」等を用いてデータ転送
⇒ 4時間半での解析結果取得に成功



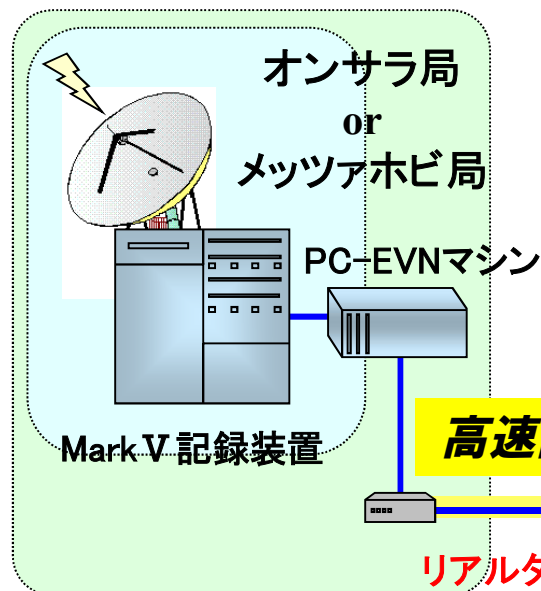
- つくば観測局－ヴェッツェル観測局間
UT1決定観測の定常観測(日曜日)を決定
2004年8月29日より、月1回ペースeVLBI観測
開始

- 2007年 e-VLBIによる「準リアルタイム解析」で、観測後30分以内のUT1算出を目標

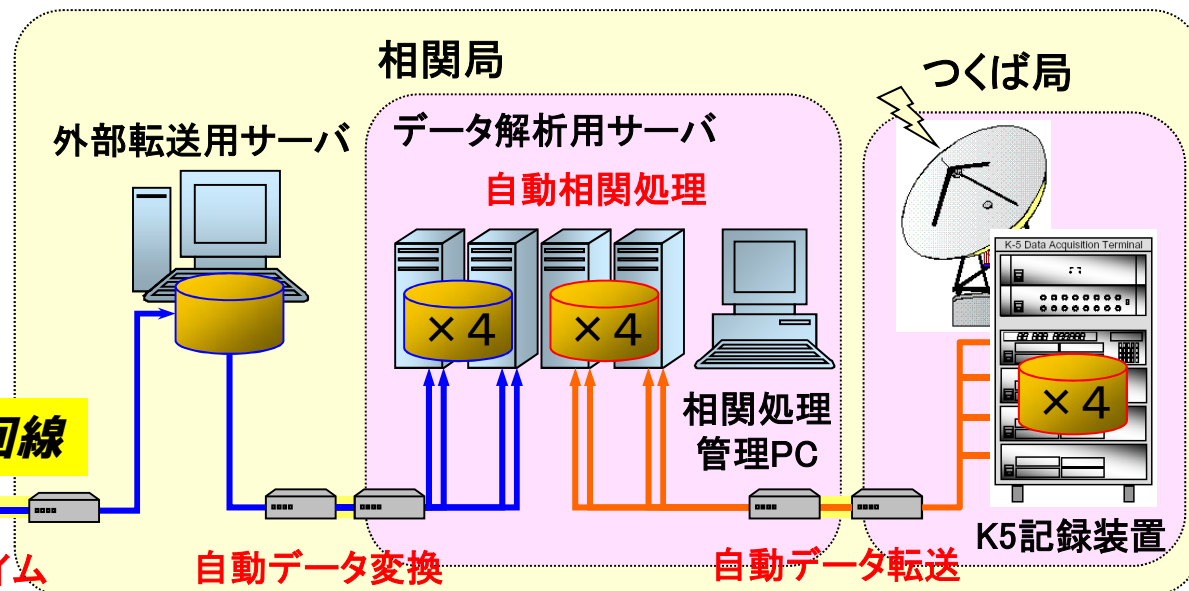
日本 (GSI、NICT)、欧州 (オンサラ、メッツアホビ) で試験観測

⇒ 3分45秒で地球自転の速度の算出に成功

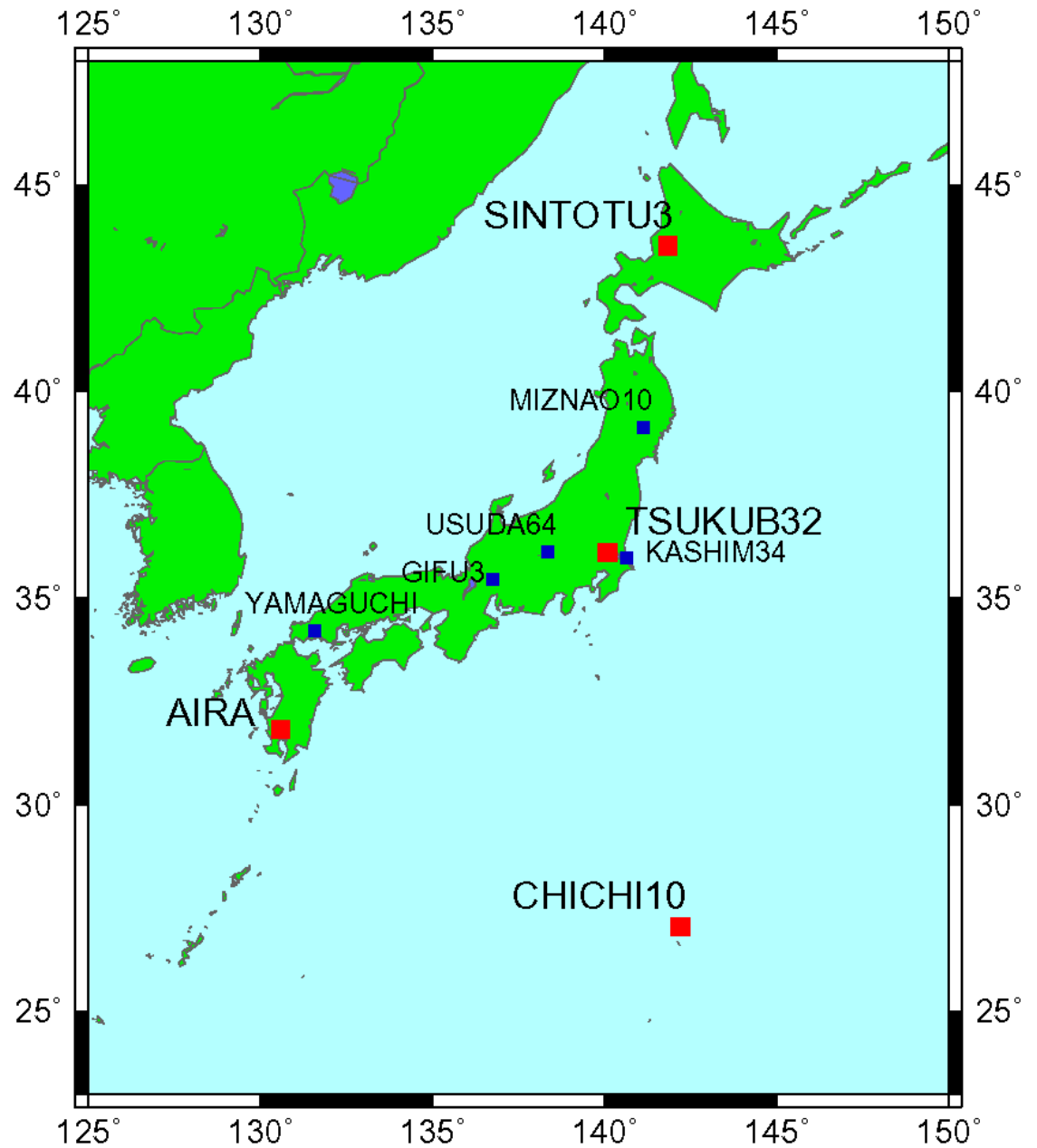
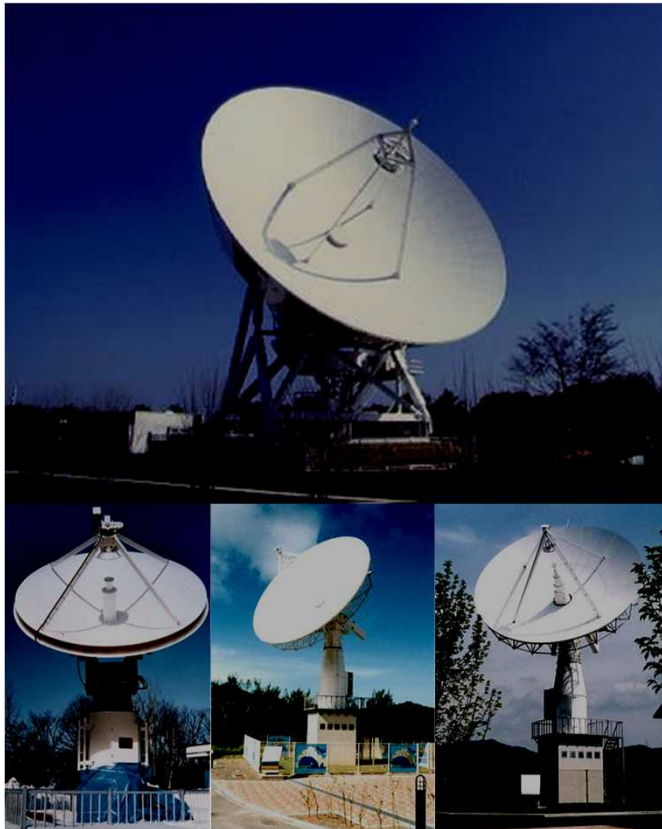
欧州



国土地理院(日本・つくば)



JADE観測網



JADE-1502 H27年2月19日～20日 (24h)

石岡測地観測局の観測機器類の試験・調整終了後に行った国内VLBI測地観測
国土地理院、情報通信研究機構、国立天文台が参加。



AOV-001 H27年3月21日~22日 (24h)

- Asia-Oceania VLBI Group for Geodesy and Astrometry (AOV)がH26年度設立。その最初の国際観測。
- 日本：石岡(Is), つくば(Ts), 始良(Ai), 鹿島11m(K1)
- 中国：Seshan(Sh), Urumqi(Ur), Kunming(Km)
- オーストラリア：Katherine(Ka), Hobart(Hb), Yarragadee(Yg)
- ニュージーランド：Warkworth(Ww)



- 国土地理院のVLBI観測は、いろいろな場面でNICT鹿島の協力を受けている。
- 今年度行った石岡測地観測局のRFI調査においても助言をいただいている。
- 引き続き、協力をお願いするとともに、国土地理院も協力していきたい。