

国土地理院の超長基線測量

建設省国土地理院

測地部

石原 操、根本恵造、岩田昭雄、芝 公成
高島和宏、栗原 忍、小野垣亨子、小林京子

国土地理院における超長基線測量関連のこの一年間の動きを報告する。1999年3月に発足したIVS（国際VLBI事業）にネットワーク観測局及び相関局として参加した。1999年の国際観測では、CORE、APSG、CRF、VLBA、NAVEXのプロジェクトにつくば局及び鹿島局が参加した。日独VLBI共同観測を1999年5月25日から6月18日迄の間に合計13回行い、国土地理院の相関器を用いて相関処理を行った。また、極地研究所と協力して、1999年2月17日に鹿島局（26m）と昭和基地観測局（11m）との間で観測を行った。

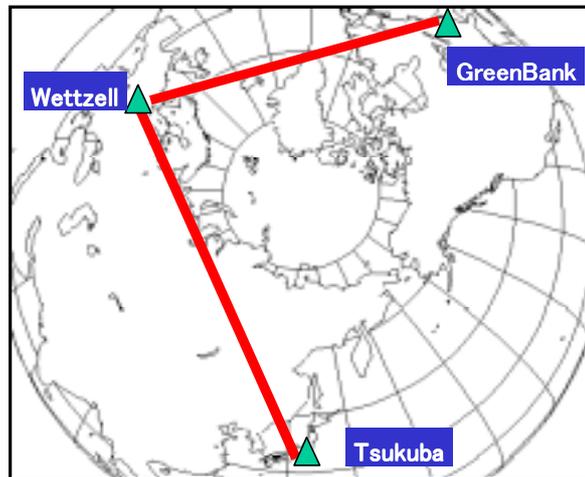
一方、国内観測は、つくば・鹿島・新十津川・父島・始良の固定局5局8基線からなる国内超長基線測量網について定期的に行い、相関処理及び基線解析処理をつくば中央局で行った。

1. 日独VLBI共同観測

国土地理院のつくば局とドイツ連邦地図測量庁（BKG）のベッツェル局にて、つくば - ベッツェル間の単基線の共同観測を実施した。観測は5月25日から6月18日間に合計13回行った。1回の観測時間は約1時間で各々20個のデータを記録した。

ベッツェル局で記録された観測テープは日本に送られ、国土地理院の相関器を用いて相関処理を行った。今回は、IVSに相関局として登録されたつくばVLBI中央局が初めて行う国際観測の解析作業となった。国土地理院で作成したデータベースを用いて、現在ドイツ側（ボン大学）で解析処理が行われている。

今回得られたデータは、つくば - ベッツェル基線に対しほぼ垂直な基線であるベッツェルと米国グリーンバンクとの間で得られているデータと比較される。ベッツェル - グリーンバンクの基線は、これまで高密度連続観測の実績があるが、1基線観測であり精度検証が不可能であった。今回の観測結果と比較することで、UT1の高精度決定に重要な知見をもたらすものと期待される。



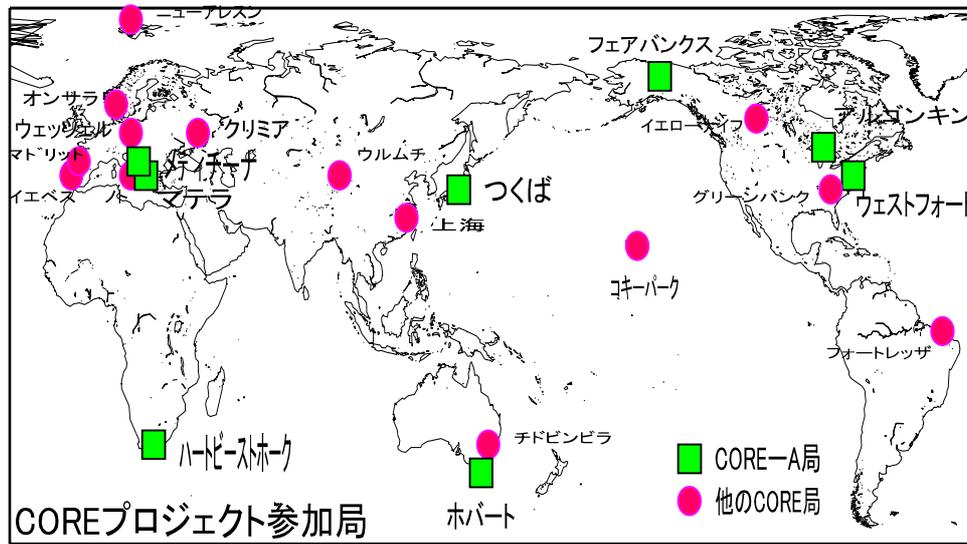
2. 1999年の国際観測

1999年はCORE、APSG、CRFのプロジェクトを継続して行うとともに、新たにVLBA、NAVEXの2

つくば局			鹿島局		
観測実験名	観測名	開始日	観測実験名	観測名	開始日
CORE-A060	CA060	20-Apr	CORE-B601	CB601	10-Mar
CORE-A064	CA064	15-Jun	CORE-B604	CB604	23-Aug
CORE-A066	CA066	13-Jul	CORE-B605	CB605	4-Oct
CORE-A075	CA075	16-Nov	CORE-B606	CB606	18-Oct
CORE-A076	CA076	30-Nov	NAVEX-S16	NAXS16	27-Sep
CORE-A077	CA077	14-Dec	APSG-5	APSG5	1-Nov
CORE-B602	CB602	19-May	APSG-6	APSG6	4-Nov
CORE-B603	CB603	30-Jun			
CRF-8	CRF08	26-Jul			
VLBA16	RDV16	21-Jun			
VLBA18	RDV18	20-Dec			

1999年に実施した国際VLBI観測

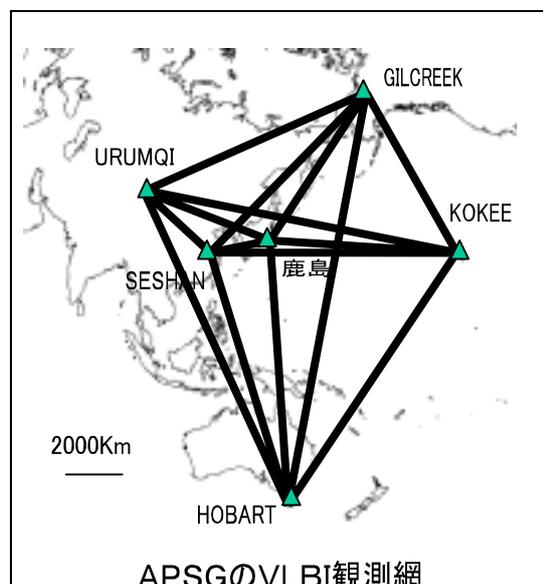
プロジェクトに参加した。参加した国際観測はつくば局が11回、鹿島局が7回の合計18回である（表参照）。



COREは、世界中に配置された約20局の高性能VLBI観測局により、地球回転を連続して観測するという壮大な計画であり、従来のプレート運動の検出などに加え、高精度地球回転パラメータの連続監視を大きな目的としている。

COREプロジェクトが掲げた科学的な目的は、地球オリエンテーション（EOP）の変化の連続記録であり、取得データは非常に短周期までAAM（大気角運動量）に感度を持つことにある。達成する精度は、観測局の速度場誤差について数百 $\mu\text{m}/1\text{年}$ （現状は数 $\text{mm}/1\text{年}$ ）、UT1は数 $\mu\text{秒}/1\text{日}$ （現状は10 $\mu\text{秒}/1\text{日}$ ）、極運動20 $\mu\text{角度秒}/1\text{日}$ （現状は200 $\mu\text{角度秒}/1\text{日}$ ）、銀河系外電波源の位置は20 $\mu\text{角度秒}$ （現状は1ミリ角度秒）であり、国際地球基準座標系（ITRF）や国際天球基準座標系（ICRF）の高精度化と維持に貢献するとともに、海洋、大気（風）と固体地球間の連続的な運動のやりとりの研究、エルニーニョの早期発見、地震シグナルの検出、地球の核の形態の研究、海面変動の監視等に役立てることができる。CORE参加局を上図に示す。1999年のCOREネットワークは、少なくとも極位置では100 $\mu\text{角度秒}$ 、UT1では3.5 $\mu\text{秒}$ の精度でEOPが得られるよう計画された。

APSG（Asia-Pacific Space Geodynamics：アジア太平洋宇宙測地観測）は、アジア太平洋地域にEUREF（ヨーロッパ）、NAD83（北米）に相当する地域基準系を構築することを最大の目的として、アジア地域の宇宙測地技術をほぼ全て投入し、統合解析して高精度な網を構成する。APSGの共同観測は、APSG97（1997 Asia Pacific Regional Geodetic Project）の一環として開始された。このプロジェクトは、PCGIAP（Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia and the Pacific：アジア太平洋地理情報基盤常置委員会）の第一作業部会によって企画され、国連地域地図会議にバックアップされている。APSGセッションは、1997年に開始され1年に2回（10月頃）行われる。1999年は、11月に鹿島局が参加し2回行った。



参加局は GILCREEK (アラスカ) KOKEE (ハワイ) TSUKUB32 又は KASHIM26 (日本) SESHAN25 (中国) URUMQI (中国) HOBART26 (オーストラリア) の 6 局である。

CRF (Celestial Reference Frame : 天球基準系) は USNO (米国海軍天文台) がスケジュールの作成と解析を行っており、現 CRF を改良するための天文観測を純粹に行うとともに、「新たな」電波星を観測することにより、CRF を拡充・高密度化することに役立てられる。結果は IERS の ICRF に反映される。CRF セッションは、おおよそ、1 年に 4 回程度行われる。1999 年にはつくば局が 1 回参加した。

参加局は HARTRAO (南アフリカ) HOBART26 (オーストラリア) FORTLEZA (ブラジル) WETZELL (ドイツ) KASHIM34 (日本) SYOWA10 (南極) NOTO (イタリア) TSUKUB32 (日本) SESHAN25 (中国) 等である。

VLBA (Very Long Baseline Array : VLBA 観測網) は隔月で行う天文及び測地観測であり、米国天文 VLBI 観測網 (VLBA) 1 0 局と測地観測局 1 0 局を加え合計 2 0 局程度が参加する実験である。この実験は 1 9 9 7 年から開始され成功した RDV シリーズの継続実験であり、1999 年には 6 回行い、この内の 2 回につくば局が参加した。

この実験は、USNO (米国海軍天文台) NASA (米航空宇宙局) NRAO (米国立電波天文台) の 3 機関の測地プログラムによって調整されている。得られたデータは各機関がそれぞれの目的で使用している。

参加局は測地観測局が Tsukuba Gilcreek HartRAO Kokee Medicina Ny Alesund Onsala Westford Wettzell GGAO Green Bank、米国天文 VLBI 観測網が Brewster Fort Davis Hancock Kitt Peak Los Alamos Mauna Kea North Liberty Owens Valley Pie Town St. Croix である。

NAVEX (Navnet Experimental) は USNO が行っている不定期な観測プロジェクトであり、天文基準系の改良のために実施される。1999 年の NAVEX セッションは二つの目的がある。一つは新しい天体電波源の調査である。これは、USNO が行っている「Near & Far」調査として知られている赤方偏移の小さな ($z < 0.05$) ものと大きな ($z > 3$) ものの調査である。二つめの目的は、既存の電波源の天体位置の向上のためである。1999 年末までに 1 6 回の実験が行われた。

参加局は KOKEE (ハワイ) GILCREEK (アラスカ) NRAO20 (アメリカ、西バージニア州) WETZELL (ドイツ) TSUKUB32 (日本) NYALES20 (ノルウェー：北極) ALGOPARK (カナダ) 等である。

3. 南極 VLBI 観測

1999 年 2 月 17 日に鹿島局 (26m) と昭和基地観測局 (11m) 間で 2 4 時間の VLBI 共同観測を行った。この観測は、昭和基地観測局が IVS に参加するための性能調査を主目的としている。

相関処理と基線解析はつくば中央局にて行った。相関処理は 1 8 電波源の 1 0 3 観測につき、S X 共にフリッジ検出に成功した。基線解析は 3 名が独立に行ったが、電波源位置精度の悪いものがあるため、一部の電波源についてはその推定も行った。3 通りの基線長解についての標準偏差は $\pm 96\text{mm}$ 、 $\pm 137\text{mm}$ 、 $\pm 104\text{mm}$ であり、平均の基線長は 11391622.411m であった。

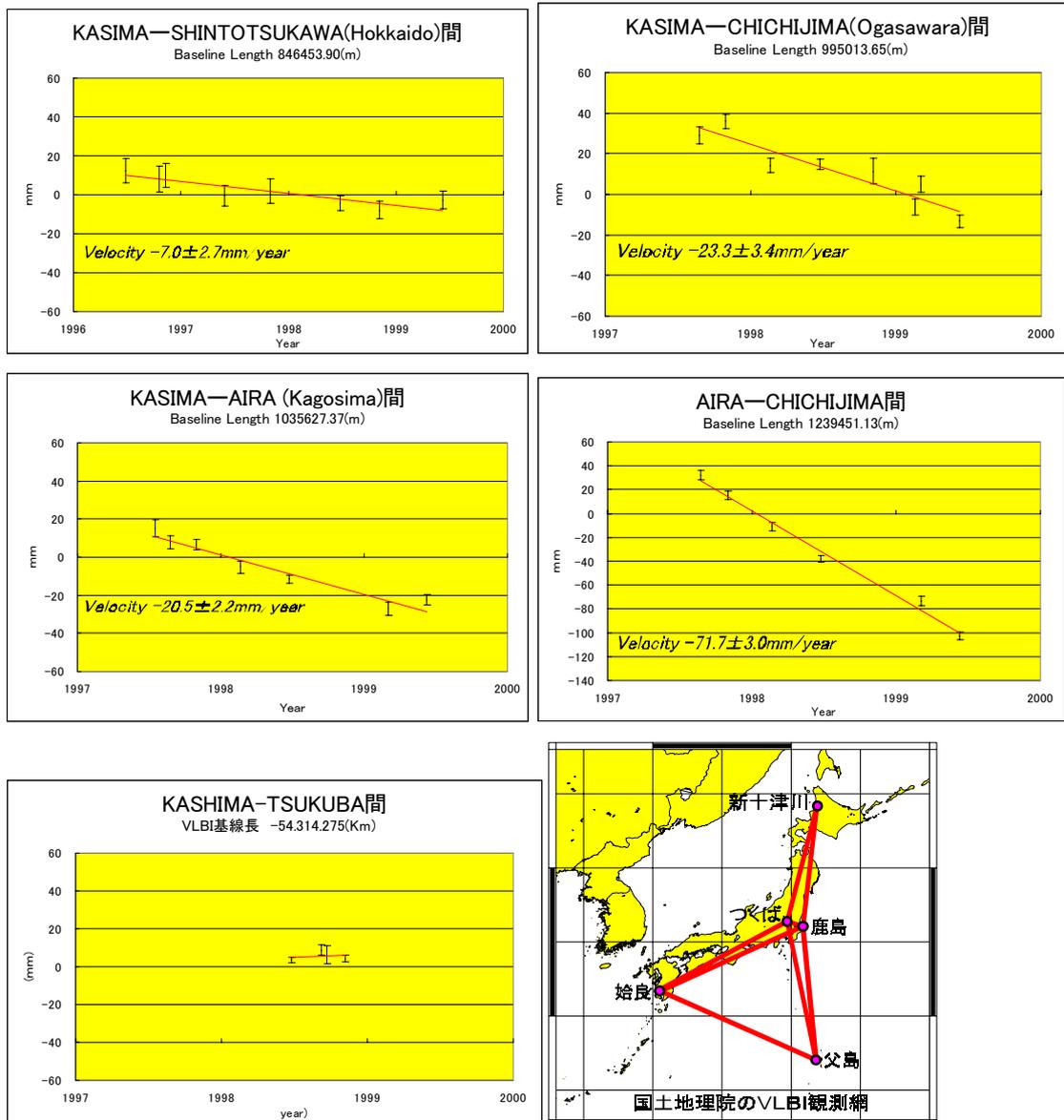
4. 国内 VLBI 観測

国土地理院では、精密測地網や GPS 連続観測点の高精度規正、プレート運動及び地殻変動の検出等を目的として、VLBI による国内観測を実施している。国内の VLBI 固定観測局は、新十津川局 (北海道) 鹿島局 (茨城県) つくば局 (茨城県) 始良局 (鹿児島県) 父島局 (東京都小笠原村) の 5 局である。1996 年度より固定観測局間の観測が始まり、これまでに十数回の観測を実施し、相関処理・基線解析を行った。解析には、1997 年に新たに導入した 3 局 3 基線対応の相関処理装置と NASA で開発された基線解析ソフトウェア SOLVE Ver.5.0108 を用いた。1996 年からの基線長の変化グラフを下図に示す。

基線長変動（つくば局を除く）は、年間約-72mm（始良 - 父島）～ -7mm（鹿島 - 新十津川）の縮である。今後、定常的に観測を繰り返すことにより、日本列島の位置を高精度に決定するとともに、プレート運動の解明、海面変動の監視や地震調査研究等の環境・防災研究に大きく貢献するものと期待される。

5 . 国内観測のリモート実験

現在、国土地理院における国内観測は年間4回実施している。観測は、各観測局に作業員を配置して行っているが、各局で用いているVLBI観測システムは、宇宙測地館2階にあるVLBI中央局からの遠隔操作によるリモート観測も可能な機能を有している。そこで、9月に遠隔操作による24時間観測を実施し、有効性や運用の安全性の確認を行った。その結果、一部改善しなければならない点もあり、リモート観測の可能性について検討中である。



国内VLBI観測による基線長変動グラフとVLBI観測網