

昭和基地における VLBI 観測とその解析結果

福崎順洋¹、渋谷和雄²、土井浩一郎²、青山雄一²

¹ 国土地理院

² 国立極地研究所

The result of VLBI observations carried out at Syowa Station

Yoshihiro FUKUZAKI¹, Kazuo SHIBUYA², Koichiro DOI², and Yuichi AOYAMA²

¹Geospatial Information Authority of Japan

²National Institute of Polar Research

Regular geodetic observations started in 1998 with the installation of a VLBI observation terminal at Syowa Station. In the first year, the 11 m multipurpose antenna at Syowa Station observed together with the 26 m radio telescope of the University of Tasmania in Australia and the 26 m radio telescope of the Hartebeesthoek Radio Astronomy Observatory in South Africa. From 1999, the observations were expanded to also include the O'Higgins Station in Antarctica, Fortaleza in Brazil and Kokee on Hawaii. From 1998 till the present, observing sessions have been carried out regularly, and data reduction and analysis have been done using the CALC/SOLVE geodetic VLBI data reduction package. The results show that the baseline lengths of Syowa-Hobart and Syowa-Hartebeesthoek is increasing linearly. The vertical movement of Syowa Station means the possibility of detection of the Post-Glacial Rebound. VLBI observations over a longer time span may clear up this detection of the plate motion and the Post-Glacial Rebound.

1. はじめに

日本南極地域観測隊は、1998年から、昭和基地（南極・東オングル島、東経 39.6 度、南緯 69.0 度）において、南半球基準座標系の高精度化と南極プレート運動の検出を目的として、定常的な VLBI 観測を開始した。この観測は、「昭和 VLBI 観測」と呼ばれている（セッション名としては「SYW」と命名）。一方、1992年より、南極半島の O'Higgins 局を中心として、南半球のほとんどの VLBI 局が参加した観測（現在、「OHIG セッション」と呼ばれている）が行われていた。昭和局は、1999年より、この OHIG セッションへの参加を開始している。以降、現在まで、昭和局では VLBI 観測を継続して行っており、10年以上のデータの蓄積が行われている。

本発表では、昭和基地の VLBI 観測システムとデータ記録装置の変遷、及び、解析結果とその測地学への貢献について報告する。

2. 観測システムとデータ記録装置の変遷

VLBI 観測を行うためには、直径 10m 程度以上のパラボラアンテナが必要である。また、電波星からの電波を一旦、各観測局で記録し、後日、相関処理局にてデータ相関処理・解析することにより、測地解が得られる。そのため、昭和基地では、直径 11m の多目的アンテナが 1990 年に完成し、1998 年には、必要な原子時計（水素メーザー）やデータ記録装置（K4 記録システム）が導入され、VLBI 観測を開始した。

昭和局では当初、K4 記録システムを用いて「SYW セッション」を開始した。この記録媒体は磁気テープであり、日本独自の記録フォーマット（K4 記録方式）であったため、外国局（Hobart 及び HartRAO）の記録データ（S2 記録方式）を K4 記録方式に変換する必要があった。また、「OHIG セッション」に参加するためには、K4 記録方式を、事実上、世界共通フォーマットであった Mark4 記録方式への変換が必要であった。S2 記録方式から K4 記録方式への記録方式変換装置の開発は国立天文台によって行われ、国土地理院によって微修正されることにより、定常的なデータ処理方法が確立した。一方、K4 記録方式から Mark4 記録方式への変換装置に関しては国土地理院によって行われ、同様に、定常的なデータ処理方法が確立し、以降、定常的な VLBI 観測及び相関処理・解析が行われていた。

その後、2005 年には、老朽化に伴う記録機器の代替を目的として、昭和局への K5 記録システムの導入が行われた。また、それに伴い、K4 記録と K4 による相関処理を前提としていた SYW セッションについては 2004 年 12 月で終了し、2005 年からは OHIG セッションに一本化された。新しい K5 記録方式は、対応する Mark5 方式と互換性があり、ソフトウェア的に相互の変換が可能である。また、ハードディスク上での取り扱いが容易であるため、今までの記録テープを国際宅配便で輸送する方法に代えて、インターネット等のネットワークを経由したデータ転送に移行した。

3. 解析

昭和基地で得られた観測データは、相関処理局で処理され、共通のデータベース形式に変換・収納された上、解析が行われる。解析は、NASAゴダード宇宙飛行センターで開発されたソフトウェア CALC/SOLVE を用いて行われた。VLBI 解析では、最初に、各観測における各観測局間の基線長が得られる。ここでは、まず、昭和局が含まれる基線のうち、昭和 - Hobart (オーストラリア) および昭和 - HartRAO (南アフリカ) 間の基線長を算出した。昭和 - Hobart 間の基線長の時系列を図 1 に、昭和 - HartRAO 間の基線長の時系列を図 2 に示す。いずれの場合もほぼ直線的に変化しており、昭和局の存在する南極プレートとその他のプレート (オーストラリア及びアフリカプレート) との間の相対運動が、非常に定常的であることを示している。

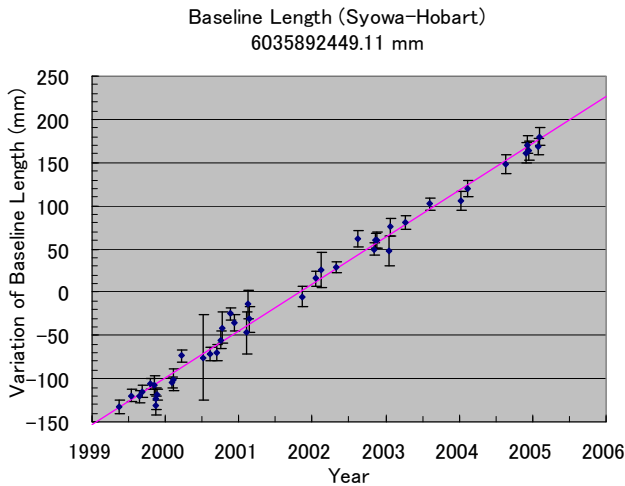


Figure 1. Variation of Baseline Length (Syowa-Hobart)

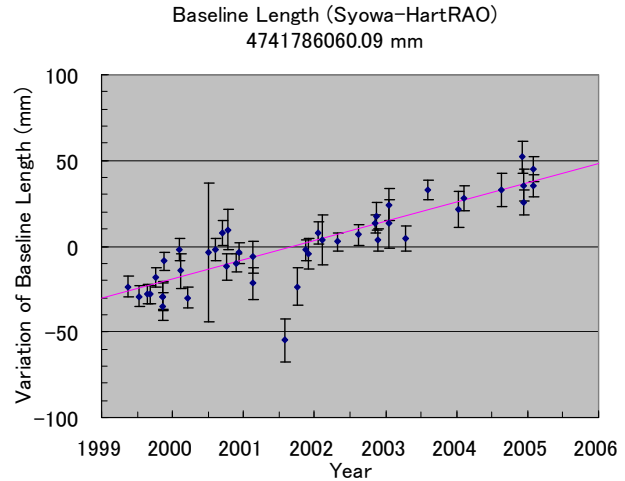


Figure 2. Variation of Baseline Length (Syowa-HartRAO)

一方、昭和基地の移動速度を表 1 に示す。特に上下方向については、標準偏差は大きいが上昇傾向を示しており、ポストグレイシャルリバウンドの検出を期待させる。

Table 1. Velocity of Syowa

East (mm/year)	North (mm/year)	Up (mm/year)
-2.55 ± 0.60	4.03 ± 0.70	4.62 ± 2.18

4. まとめ

1998 年から、昭和基地において、定常的な VLBI 観測が開始され、現在まで順調にデータの取得が行われている。10 年程のデータの蓄積により、プレート運動が議論できるようになってきている。また、ポストグレイシャルリバウンドを議論するための精度に迫りつつある。加えて、数少ない南半球の VLBI 観測局として、国際地球基準座標系 (ITRF) の構築に貢献している。2009 年には、昭和基地内の VLBI 観測点と GPS 観測点との間の取付けベクトルを求めるためのコリネーション観測が行われ、水平方向で 1cm 以内、高さ方向で 5cm 以内の精度で求められている。

昭和基地の VLBI アンテナ (多目的アンテナ) は、2015 年まで運用するが、2016 年で一旦運用を中止する予定である。今後は、2015 年までの観測データを用いて高精度に基線長変化や移動速度を求め、プレート運動やポストグレイシャルリバウンドをより詳細に議論することを目指す。

加えて、国際 VLBI 事業が主導している次世代型 VLBI 観測システムである「VLBI2010」規格に対応する新アンテナの建設を目指し、南半球での貴重な観測局である昭和基地で、継続して VLBI 観測を行うことを目標とする。

謝辞：本研究を行うにあたり、国立天文台にてデータ記録方式の変換を行って頂いた。また、情報通信研究機構の相関処理装置を借用した。加えて、情報通信研究機構を経由して、K5 データを MIT ヘイスタック観測所等へ転送した。記して感謝の意を表します。また、IVS の相関処理局で生成されたデータベースを解析に使用した。

References

Fukuzaki, Y., K. Shibuya, K. Doi, T. Ozawa, A. Nothnagel, T. Jike, S. Iwano, D. L. Jauncy, G. D. Nicolson, P. M. McCulloch, Results of the VLBI experiments conducted with Syowa Station, Antarctica, *J. Geod.*, 79, 379-388, 2005.