

昭和基地におけるローカルタイ測量

実施期間	令和5年度～令和6年度
測地部	鈴木 啓 瀧 修一 平岡 喜文 吉藤 浩之

1. はじめに

国土地理院は、1956年の第1次南極地域観測隊から継続して職員を派遣し、測地分野の作業を担っている。測地分野では、南極地域の正確な位置情報や地図などの整備を主目的にGPSをはじめとする衛星測位（GNSS 測量）や空中写真撮影を実施し、南極地域における野外活動を支える基礎資料を作成している。そのほかにも、GNSS 連続観測局の保守や国際絶対重力基準網を維持するための観測も定期的に行っている。

また、昭和基地には地球規模の測地観測に必要なVLBI局、GNSS局、DORIS局といった観測局が併設されている。これらの観測局では、天体や人工衛星からの信号に基づく地球上における位置の測定をはじめとした、国際的な位置の基準である国際地球基準座標系（以下「ITRF」という。）の構築に必要な観測を実施している。

第65次南極地域観測隊では、これらの観測局のアンテナ中心同士の精密な位置関係（以下「ローカルタイベクトル」という。）を決定する測量（以下「ローカルタイ測量」という。）を実施したので、その結果について報告する。

2. 昭和基地に併設された測地観測局

昭和基地には、VLBI局、GNSS局、DORIS局が併設され（図-1）、南半球の高緯度に位置する貴重な観測拠点として、継続的に各観測が実施されている。

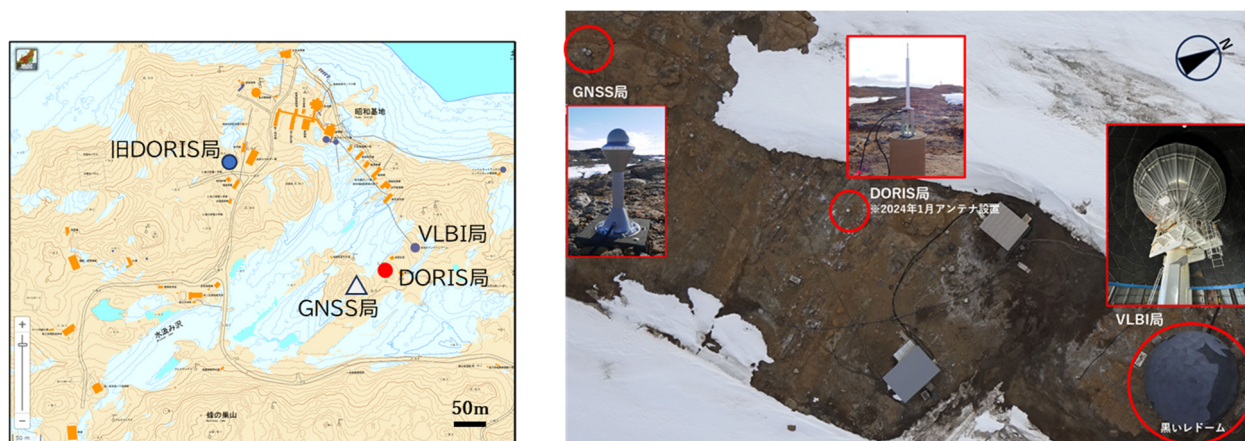


図-1 昭和基地の各観測局の配置（左）とアンテナ（右）

※VLBI アンテナは黒いレドーム内

3. ローカルタイ測量

3.1 概要

国土地理院では、石岡測地観測局（茨城県石岡市）においてVLBI観測施設やGNSS連続観測点を管理し、近年では、ローカルタイ測量を毎年実施している。

昭和基地でのローカルタイ測量についても、石岡測地観測局と同様の手順をベースに検討したが、昭和基地にある VLBI アンテナは、常に黒いレドーム（以下「VLBI レドーム」という。）内で稼働しているため、VLBI レドーム内外を結合する測量において、VLBI レドーム北側の出入口扉の 1 方向しか視準方向を確保できないという問題があった。そのため、VLBI レドーム内にある VLBI アンテナ中心位置を測定する観測点から VLBI レドーム外にある GNSS アンテナや DORIS アンテナを視準できない制約があり、このことが石岡測地観測局でのローカルタイ測量と大きく異なった。その結果、観測多角網に単路線が幾つか含まれ、精度を確保できる観測多角網を形成することが難しい条件での作業となった。

3.2 観測手順

主な観測手順を以下①～⑥に示す。観測方法は、トータルステーションを用いた多角測量、GNSS 測量、水準測量である。なお、観測概略図は、図-2 のとおりである。

- ① VLBI レドーム内で VLBI アンテナ中心位置を決定する測量
- ② VLBI アンテナ中心位置を測定した観測点の位置関係を決定する測量
- ③ VLBI レドーム内外の観測点の位置関係を決定する測量
- ④ GNSS アンテナ及び DORIS アンテナの位置関係を決定する測量
- ⑤ GNSS 観測（方位標を含む 5 点で実施）
- ⑥ 比高観測が可能な観測点間の水準測量（VLBI レドーム内 5 点と GNSS 局付属標で実施）

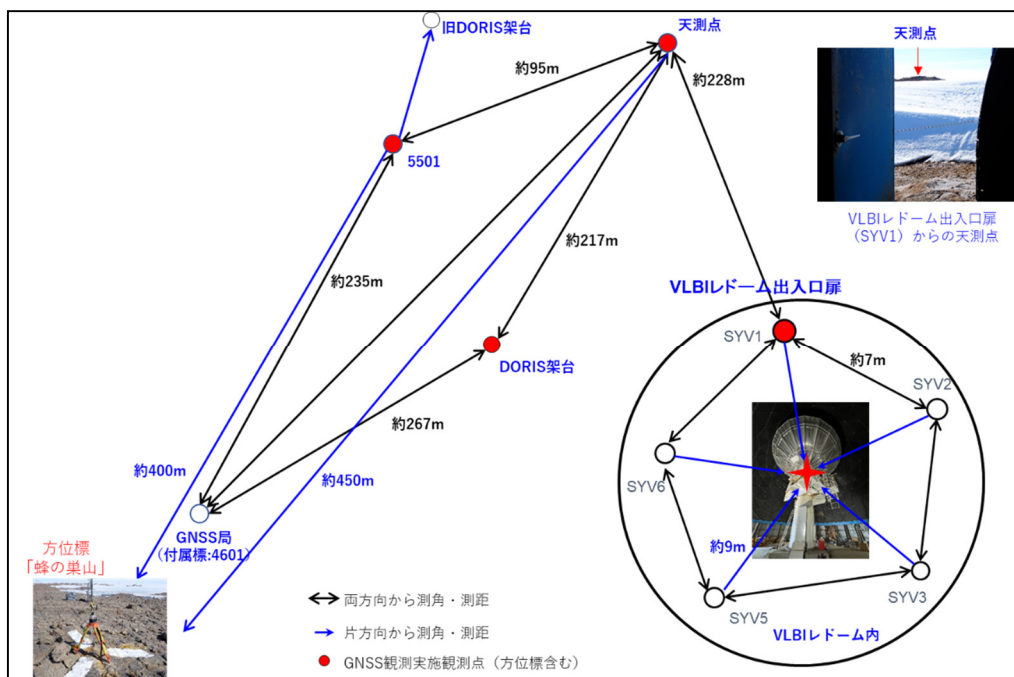


図-2 第 65 次南極地域観測隊で実施したローカルタイ測量の観測概略図

4. 得られた成果

ローカルタイベクトル算出のための一連の計算には、Land Information New Zealand により公開されているソフトウェア pyaxis (Land Information New Zealand, 2015) を用いた。本ソフトウェアは、石岡測地観測局のローカルタイベクトル算出にも使用されている計算ツールである。本ソフトウェアの入力値として、3.2 ①～④での水平角、鉛直角、斜距離をはじめ、SINEX 形式で出力した GNSS の解

析結果と観測点間の比高を用い、VLBI アンテナの中心位置や各観測点との位置関係を推定した。

算出した各アンテナ間のローカルタイベクトル及び標準偏差を表-1 にまとめる。結果としては、水平方向で 1~2 cm、上下方向で、最大 4 cm 程度の標準偏差となり、ITRF 構築のための目標精度である標準偏差 1 mm (Poyard JC, 2017) には及ばず、やや精度に欠ける結果となった。

表-1 各アンテナ間のローカルタイベクトル (局所座標系)

	$\Delta N(m)$	$\Delta E(m)$	$\Delta U(m)$
VLBI-GNSS			
ローカルタイベクトル	70.5894	101.6729	1.0161
標準偏差	0.0112	0.0066	0.0235
VLBI-DORIS			
ローカルタイベクトル	36.8996	45.8161	6.3131
標準偏差	0.0174	0.0106	0.0246
GNSS-DORIS			
ローカルタイベクトル	-33.6920	-55.8552	5.2957
標準偏差	0.0141	0.0090	0.0326
GNSS-旧 DORIS			
ローカルタイベクトル	-232.8117	207.9130	7.0698
標準偏差	0.0079	0.0226	0.0401

4. 結論

第 65 次南極地域観測隊では、昭和基地に併設する測地観測局 (VLBI 局, GNSS 局, DORIS 局) において、観測局それぞれのアンテナ中心同士の位置関係を求めるローカルタイ測量を実施した。

ローカルタイ測量の結果、求められた各ローカルタイベクトルの標準偏差は、全体的に目標精度 (標準偏差 1 mm) には及ばない結果となった。

今後、精度改善のためには、VLBI レドーム内外を結合させるための観測点を複数確保できるような環境を整備し、複数点から GNSS アンテナや DORIS アンテナが視準できれば、大きな精度向上が見込まれる。また、ローカルタイ測量の実施頻度についても、長期間空けずに数年おきに実施することが可能であれば、細かい観測手法や制約条件も継承され、日本国内と異なる厳しい観測条件にある昭和基地において、より効率的な作業の実施が図ることができる。

謝辞：本ローカルタイ測量にご支援いただいた観測隊の皆様をはじめ、本作業に関わっていただいた方々には、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

Land Information New Zealand (2015): Warkworth Observatory Local Tie Survey, Land Information New Zealand, Record A1387321, 2015.

Poyard JC (2017): IGN best practice for surveying instrument reference points at ITRF co-location sites, IERS Technical Note No. 39, <https://www.iers.org/iers/en/publications/technicalnotes/tn39.html?nn=94912> (accessed 18 Dec. 2024).