

令和 7 年度（2025） 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：天測鉛直線偏差計測によるジオイド計測技術の研究
英文：Research on geoid measurement technology using astronomical
plumb deviation measurement

研究代表者 谷津 陽一

参加研究者 笹田真人、渡邊 奎、高橋一郎、早津俊祐、福田美実、関響、上嶋茂諒、
萩尾陽菜、久保元由樹、加藤遼太朗、越智淳弥、河合誠之（東京科学大学）、萩尾彰一（東
京大学

研究成果概要

本プロジェクトは宇宙線研究所附
属明野観測所の敷地内において天測
鉛直線偏差計測、すなわち、重力方向
と測地垂線の微小な誤差を精密に推
定することを目的としている。この
鉛直線偏差は、平均海面のポテンシ
ヤル面の空間微分に相当し、衛星測
位結果からその地点の標高を推定す
るために必須の情報であり、日本国
内については国土地理院が 10 万点
の計測データを管理している。我々

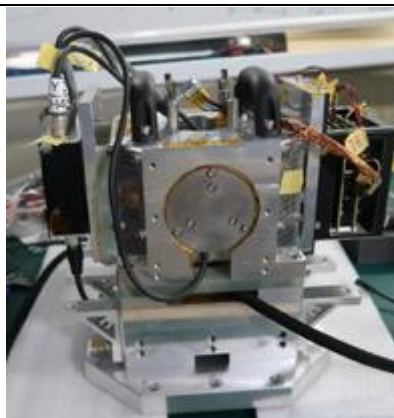


図 1:加速度計内蔵の鉛直線偏差計測用治具
(左) と計測時のセットアップ (右)

はこれを量子航法技術と組み合わせることで、ニアリアルタイムで 2 次元スキャンする
ことを最終目標としており、明野はこの計測のための電子基準点にする予定である。こ
の計測には、東京科学大学・谷津研究室が開発した超高精度スタートラッカー(STT)を用
いる。高精度加速度計を用いて鉛直方向を計測しつつ、天頂方向の天球座標を精密に計
測する。このとき、計測時刻と測地座標は GNSS レシーバー(GNSSR)で決定する。こ
れらのデータを組み合わせることで、鉛直線偏差を秒角精度で測定することができる。

1. 加速度計を用いた水平制御の実装

今年度は加速度計を 2 個から 4 個に増やし、精度向上を目指した。図 1 -左は計測装置

のセンサユニットの外観である。加速度計を対向設置することで、加速度計の各種バイアスエラーを抑制できるようになった。図 1-右は重力偏差計測時のセットアップを表している。回転台の上に加速度計を設置して、台の傾斜角度を検知し、加速度計を水平に維持するように精密アクチュエータ駆動する。これらの制御は PC にて PID 制御している。加速度計治具の上には STT および GNSSR を搭載し、GNSSR からの秒ごとに発行される PPS 信号に同期して測位を行う。STT は天球面上の複数の星の相対位置から STT が向いている方向の天球面座標を検出でき、GNSSR によって取得した計測位置および計測時刻を用いることで、計測点における STT の光軸中心の方位および高度を推定することができる。STT の高軸方向と加速度計の方向には機械加工精度に起因する誤差が残存しているが、回転台を回転させながら計測することで、このミスアラインメントに影響されることなく、重力の鉛直上向き方向を決定することができる。この方向と、GNSSR から得られた観測地点における地球の楕円体法線との偏差を算出すれば、それが鉛直線偏差となる。

2. スライドルーフにおける鉛直線偏差計測

本プロジェクトでは重力鉛直方向測定を行うことで重力異常帯の探索を行う。地球のプレートの移動や地震の発生により重力異常帯も時間的に変化するため、定点観測を行うことで重力鉛直方向の時間的推移を調べる必要がある。そこで定点観測するための拠点として明野観測所の MITSuME 50-cm 望遠鏡があるドームの横にスライドルーフを設置しており、遠隔または自動での重力鉛直線偏差を定期的に計測する。前年度には環境設備の整備を行っており、電源やネットワーク等インフラが整い、スライドルーフ内で鉛直線偏差計測を行うことができるようになった。図 2 は明野観測所で実際に行った鉛直線偏差計測時の様子を表している。



図 2:明野観測所に設置しているスライドルーフ内での鉛直線偏差計