

# 海洋観測機用慣性装置の姿勢推定精度検証の一考察

## An examination on the Verification of Attitude Estimation Accuracy for Inertial Devices in Oceanographic Observation

椎屋陸 渥美太晴 石橋巧実 塩澤雅能 小池義和 ラジャバラヌウママヘスワリ  
Riku SHIYA Taisei ATSUMI Takumi ISHIBASHI Masamichi SHIOZAWA Yoshikazu KOIKE Uma Maheswari Rajagopalan

芝浦工業大学  
Shibaura Institute of Technology

### 1. 背景と目的

海面に浮上する海洋観測の姿勢推定を実現することにより、推進装置を持たないガラス球を用いたフリーフォール型観測機の水中の位置推定が期待できる。フリーフォール型観測機は近年問題のマイクロプラスチック(MPs)のその場観測装置への応用が試みられている。[1]一般的に姿勢情報を慣性航法システム(INS)により可能である。フリーフォール型観測機に対しても適用を試みており、精度検証を行っている。これまでにモーションキャプチャーを用いて精度検証を行った結果について報告を行っている。[2]

姿勢推定は GNSS でも可能であり、近年の高精度測位情報により Moving-Base RTK を用いた高精度姿勢推定が期待できる。[3]

本報告は INS による姿勢推定の精度検証を GNSS を用いた Moving-Base RTK による姿勢測定によって検証する。

### 2. 実験構成と機器構成

ガラス球を用いた海洋観測装置の姿勢推定を目標としているが、本報告では精度検証として、まずは陸上で慣性センサーと GNSS の姿勢推定精度の比較を行っている。図 1 に海洋観測機を想定して作成した実験構成を示す。測定は GNSS でマルチパスによる精度低下を防ぐためにオープンスカイ環境(石神井公園、東京都)で行った。INS はマイクロコントローラー(NUCLEO-F767ZI)で制御・計算を行い、センサは IMU(MG354-PD)と地磁気センサ(MTi-3・Xsens)を使用した。姿勢推定角(ロール、ピッチ、ヨー角)は慣性センサデータと地磁気センサデータを拡張カルマンフィルタ(EKF)に与えて求めている。

GNSS はモジュール(ZED-F9P, u-blox)とアンテナ(ANN-MB-00, u-blox)をそれぞれ 3 台使い、うち 1 台を補正情報送信用の移動基準局、2 台を移動局として使用している。そして、モジュールのネイティブフォーマットデータを PC で取得し、各アンテナの座標差から姿勢推定角を算出している。アンテナ間距離は基準局から見て x 方向を約 110 cm、y 方向を約 35 cm とした。

観測は 2 分 30 秒程度行い、観測中に手動で姿勢を変更している。ヨー角は雲台の回転、ピッチ角は IMU 直下のフレームに設けられた回転機構、ロール角については装置全体を手動で動かして回転させている。

### 3. 実験結果と考察

姿勢推定角の観測結果を図 2 に示す。INS と GNSS の比較結果を図 2 に示す。INS と GNSS でデータの取得の同期ができていないため相関計算で相関係数が最大となるよう

に INS と GNSS のデータの取得時間を合わせている。このとき、相関係数はロール角で 0.91、ピッチ角で 0.99、ヨー角で 0.97 となっている。この時、INS と GNSS の観測誤差は、ロール角で最大誤差は約 10.1 度、ピッチ角で最大誤差は約 3.2 度、ヨー角で最大誤差は約 3.7 度となった。

ロール角で最大誤差が大きい理由として、GNSS アンテナの基線長が短いと考える。ピッチ角、ヨー角の結果から GNSS との比較により、INS の姿勢推定の精度検証が可能と考えられる。

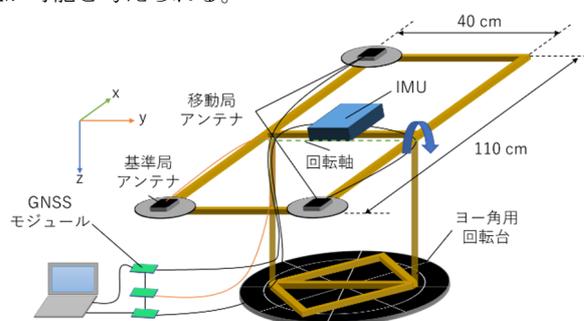


図 1 装置構成

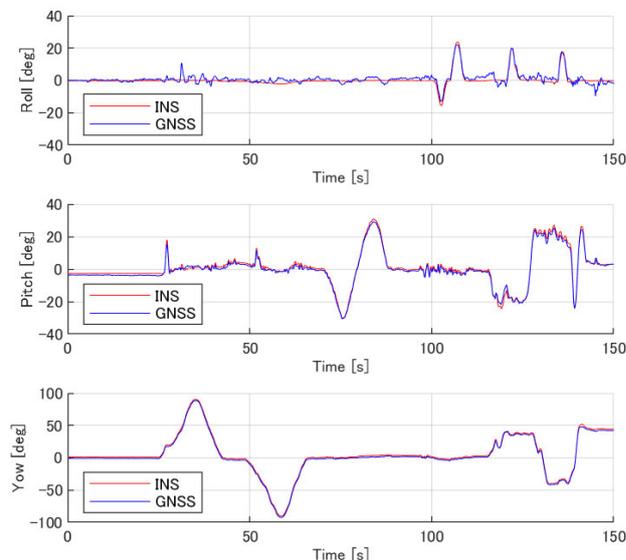


図 2 GNSS と INS の姿勢推定角の比較

#### 〈参考文献〉

- [1] Daiki Endo et al., Monitoring & Management Volume 16, 2021
- [2] 渥美他, 電子情報通信学会ソサエティ大会, B-2-10, 2023.
- [3] 太田 拓伸他, 情報処理学会全国大会講演論文集, vol. 79, no. 3V-02, pp. 1-2, March 2017.