

# CLAS/LiDAR-SLAM を用いた都市河川シームレス測位の精度検証 Verification of Accuracy of Seamless Positioning along Urban Rivers using CLAS/LiDAR-SLAM

木邨直人<sup>1</sup> 中川雅史<sup>1</sup> 尾関友啓<sup>2</sup> 久保信明<sup>2</sup> 清水悦郎<sup>2</sup>  
Naoto Kimura<sup>1</sup> Masafumi Nakagawa<sup>1</sup> Tomohiro Ozeki<sup>2</sup> Nobuaki Kubo<sup>2</sup> Etsuro Shimizu<sup>2</sup>

芝浦工業大学<sup>1</sup> 東京海洋大学<sup>2</sup>  
Shibaura Institute of Technology<sup>1</sup>, and Tokyo University of Marine Science and Technology<sup>2</sup>

## 1. まえがき

都市河川では、橋梁や建物、首都高などの構造物が密集しており、衛星測位による位置情報には FLOAT 解以下の測位状態とミス FIX による誤った測位情報が含まれる。そこで CLAS を利用した LiDAR-SLAM による船舶の軌跡推定を行い、衛星測位環境に依存しない位置姿勢推定を提案する。しかし SLAM で作成した環境地図と位置情報に対して、トータルステーションや地上設置型レーザースキャナを用いた定量評価は、広範囲の都市河川で行うのが難しい。そこで本研究では RTK-GNSS とループ閉じこみを利用して推定された軌跡の蓄積誤差を検証した。

## 2. 手順

提案手法は初期位置姿勢、SLAM 処理、誤差量計算で構成される。まず衛星測位結果から入力データを切り替え、SLAM 処理の初期位置として適用する。初期位置には CLAS の測位と LiDAR データのスキャンマッチングの切り替えを行い、切り替えには PPP-RTK の測位状態を利用する。FIX 測位解が得られた地点ではその位置の経緯度を平面直角座標へ変換し、CLAS のみでは姿勢の情報が含まれていないため、初期位置とする。FLOAT 以下の測位解が得られた地点ではスキャンマッチングアルゴリズムを適用し、参照データと入力データの回転・並進量を計算し初期位置・姿勢とする。また LiDAR データは一回の航行で膨大なデータとなるため、処理の高速化と省メモリ化を図るための前処理として、船舶周辺の点群除去、入力点群の範囲を選択後、点群の密度に影響されない Normal Distribution Transform (NDT) によるマッチング処理を行った。次に SLAM 処理を行い、自己位置推定結果に対して精度検証を行う。得られた初期位置から SLAM によって環境地図の作成と推定された航行軌跡を利用し、RTK-GNSS 測位において FIX 測位解が得られた任意時刻から次の時刻までの相対位置を誤差として算出する。

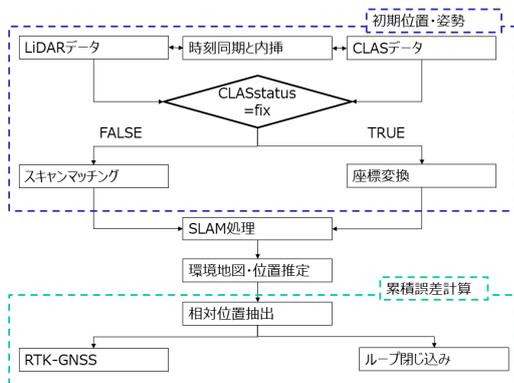


図 1. 提案手法

## 3. 実験

2021 年 12 月 22 日に水上レーザ計測を江東区塩浜・潮見の運河を対象区間として船速約 4kn で行った。電池推進船「らいちょう I」に 2 種の LiDAR (VLP16 (Velodyne) および VLP32 (Velodyne))、RTK-GNSS 測位装置 (F9P, u-blox)、CLAS 信号受信に PPP-RTK 測位装置 (AsteRx4,CORE) を屋根に搭載した。LiDAR データは 10Hz で取得した点群を二次元座標に変換し、測距範囲 80m 以内の地物を入力データとした。CLAS と RTK-GNSS は 5Hz で位置情報を取得した。SLAM で推定された航行軌跡は 1 スキャンごとに 3cm 程度の蓄積誤差を確認した。この値は LiDAR の精度とほぼ同程度であるため、それが要因だと考えられる。また LiDAR の原点より下方向の点群を削除し、RANSAC の壁面推定により護岸を抽出し、除去したところ退化現象の改善が見られた。



図 2. 実験装置

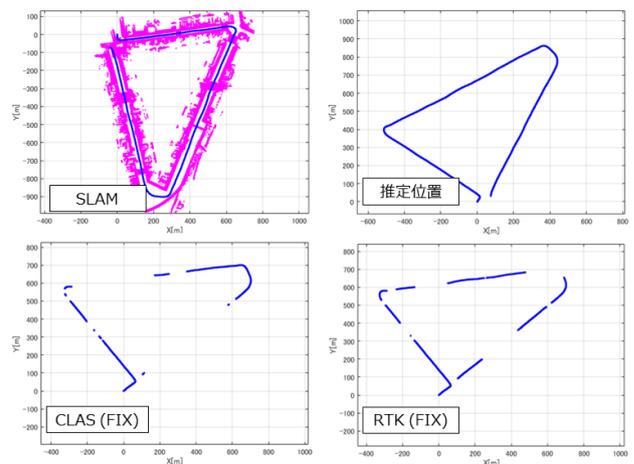


図 3. センサごとの処理結果

謝辞：本研究は、文部科学省・宇宙航空科学技術推進委託費における「都市河川構造物点検における自律型船舶利用のための水上屋内外シームレス測位」に関する研究の一部です。