

公益財団法人 セコム科学技術振興財団
研究成果報告書

研究課題名

次世代の高速海底地殻変動観測を実現するための UAV 海底観測システムの実証

Demonstration of a UAV seafloor observation system for realizing next-generation high-speed
seafloor crustal deformation observation

研究期間

令和 3 年 10 月 ～ 令和 7 年 9 月

報告年月

令和 7 年 12 月

研究代表者

東京大学 生産技術研究所 准教授
横田 裕輔

Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Associate Professor
Yusuke Yokota

概 要

海底測地観測技術、GNSS-A は GNSS と音響測距を海面のプラットフォームで結合する技術であり、2000年代に実用化され、2011年東北沖地震、南海トラフのひずみ分布の把握といった地震学上重要な観測成果をあげてきた。GNSS-A は将来の地震災害を考えるうえで不可欠な技術である。2010年代までの GNSS-A は船舶を用いて行われてきた。しかし、船舶の建造・運用コスト、リアルタイム性の低さ、多点化の難度の高さを考慮すると船舶を用いた GNSS-A の技術発展は限界を迎えている。このボトルネックを解消するため、2010年代以降、係留ブイや自航式ブイが検討・開発された。とくに米国産自航式ブイの Wave Glider は海底測地観測以外の多くの海洋観測に展開された。しかし、日本近海の高速な海流環境や高緯度帯であるための太陽光発電の不十分さは依然としてボトルネックとして残っている。このような海洋観測上の海面プラットフォームの技術的な課題は“海面プラットフォーム問題”として提起されている。

本研究課題は、GNSS-A 観測の海面プラットフォームにさらなる選択肢を与えるため、海面着水型 Unmanned Aerial Vehicle (UAV) での GNSS-A 観測の実現を目指した開発と実証を行った。UAV に搭載可能な GNSS-A 機器の開発、その精度検証、リアルタイム観測を行うためのソフトウェア環境の整備、UAV の安全な離着水に関する技術構築、そして実際の GNSS-A 観測の実証実験を行った。

2021年度には、バッテリー型 UAV の機体構築と UAV 用機器の構築を開始し、2022年度の本格研究1年目において初期段階の実証実験を行った。メートル精度の観測であったが実際に UAV で GNSS-A 観測が可能であることを示す重要な初期成果となった。

バッテリー型 UAV は、航続距離が2－3時間にとどまるという課題があり、2022年度から23年度にかけて、ガソリンエンジン型の UAV 構築を開始した。合わせて、GNSS の翼埋め込み、内部機器のアップデート、音響機器を設置する船底ドームと格納蓋のアップデートを行った。この年度には複数回の水槽試験を通じて機器個別の精度検証とシステム全体の精度検証を行った。この際、音響信号の読み取り手法に関する新たな知見も得られ、船舶 GNSS-A の技術にも大きく貢献した。

2023年度から24年度にはガソリンエンジン型機器による実海域試験が実施され、その結果の詳細な分析を通じて UAV-GNSS-A 技術が船舶 GNSS-A と同程度の観測精度を得たことを実証した。また、リアルタイム観測のための通信装備の確立、内部ソフトウェア技術の確立により現地での人の手を経ない GNSS-A 観測が実証された。自動的な観測において不可欠な UAV の離着水時の監視技術の開発も進められた。とくに着水時の監視については電波、GNSS-R、可視光のそれぞれのセンサーを用いた経験的な技術の開発を進めた。現在は離水時の技術検証も合わせて進められている。