

②海上無人機による海底地殻変動観測

飯沼卓史

国立研究開発法人海洋研究開発機構 海域地震火山部門 地震津波予測研究開発センター

海底での地殻変動観測は、プレート沈み込み帯の海溝型巨大地震の想定震源域やその周辺における、プレート間の固着・すべり状態の現状把握に不可欠である。現在日本列島周辺に数多く基準点が存在する GNSS-音響測距結合方式の海底地殻変動観測(以下「GNSS-A 観測」。図 1 参照)は、プレート間での定常的な固着や地震時の大きなプレート間すべり、間欠的に発生するプレート境界でのスロースリップイベント、巨大地震後に生じる粘弾性緩和やプレート境界での余効すべりに伴う地殻変動(余効変動)を検出する点で優れた実績を持ち、地震発生帯における歪の蓄積・解放過程を明らかにすることに貢献してきた。

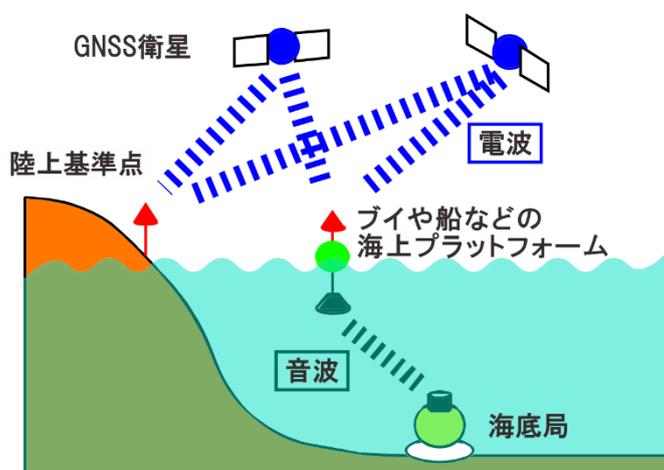


図 1 GNSS-A 観測の模式図。

船舶等の海上プラットフォームの位置をGNSS測位により決定するとともに、海底局の位置を音響測距によって計測し、両者を結合して海底地殻変動を検出する。実際には1基準点に3~6台の海底局が設置されている。

GNSS-A 観測を行うには、船舶やブイなどの、何らかの海上プラットフォームを基準点上の海面に配置することが必要となる。海洋研究開発機構と東北大学では、無人観測機「ウェーブグライダー」を用いてGNSS-A 観測を行うシステムを開発し、運用を重ねてきた(図 2)。ウェーブグライダーはLiquid Robotics社(米)が開発した、自動自律航行する無人海上観測機であり、波浪によるフロート部の上下運動をグライダー部の羽根で前向きの変換することで、推進力を燃料や電力の消費に依らずして得られる。現場の海流の向きを踏まえてラダーの角度を調節し、設定した航路をたどれるようにしたり、船舶との衝突を回避したりといった自律制御機能を備えている。フロート部の太陽光パネルと二次電池からの電力供給により、航行制御や陸との通信、観測機器の作動及びデータ収録などが行われる。このように、長期的な運用が可能であるものの、推進力は対水速度にして平均 1.2 ノット程度(波高に依存する)と大きくはなく、グライダー部に補助スラスターを備えてはいるが、使用時には消費電力が大きく増す(不使用時の約 3~6 倍に増加する)一方で、推進力を著しく強化するほどの出力はない。

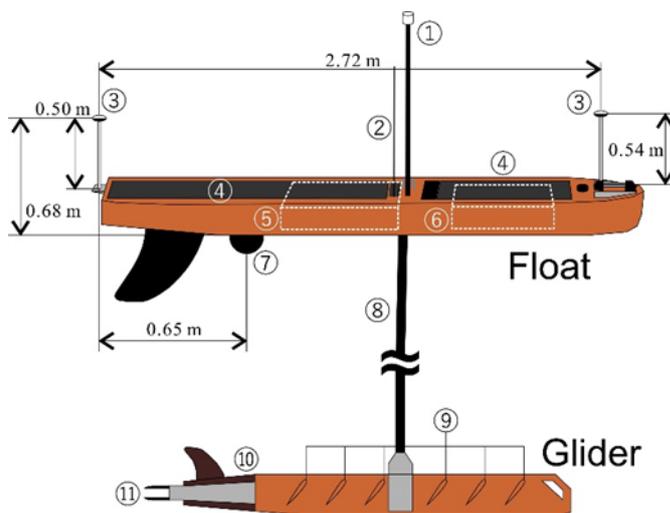


図 2 海底地殻変動観測用ウェーブグライダーと搭載機器 (Inuma et al., 2021 より)。

①気象センサー・フラッシャー、②AIS アンテナ、③GNSS アンテナ、④ソーラーパネル、⑤制御ユニットおよびバッテリー (フロート内)、⑥GNSS-A 観測用制御・収録機器 (フロート内)、⑦音響トランスデューサー、⑧アンビリアルケーブル (8m)、⑨ウイング、⑩ラダー、⑪補助ラスター。

2020 年度以降、ウェーブグライダーを用いた観測航海を千島・日本海溝沿いに東北大学及び北海道大学が設置した基準点において年 2 回行い、各基準点における繰り返し観測を年 1~2 回程度の頻度で実施してきた。しかしながら、上述の通り、ウェーブグライダーの推進力は大きくないため、海流の影響で設定した通りの航路をたどれないことがあったり、太陽光パネルによる発電量が十分ではないために観測時間を短縮せざるを得ないことがあったりと、機体の性能による運用の限界も明らかとなってきた。

一方、無人機による GNSS-A 観測の実施には、費用対効果の面や荒天耐性の面で、船舶に比して優れたところは数多く存在する。現在、ウェーブグライダーの他にも、セイルドローンやブルーボトルといった風力によって航行する無人機が存在し様々な海域観測に用いられている。大型の機体を用いるならば、発電量を増やしたり航行速度をあげたりすることが可能となるが、日本国内においては、無人船舶と位置づけられるか漂流物とみなされるかが、機体の大きさに依存する。無人船舶扱いとなると運用面でのコストが増大し、費用対効果の面での利点を損ないかねない。

本講演では、ウェーブグライダーを用いて GNSS-A 観測を行うシステムとその運航事例及び取得したデータの解析結果を紹介するとともに、ウェーブグライダー以外の海上無人機の活用を展望する。