

長期定域観測用水中グライダーの大水深潜水・浮遊スリープ実験

○浅川賢一・百留忠洋・前田洋作・石原靖久（海洋研究開発機構）

中村昌彦（九州大学）

1. 前書き

長期海洋観測は、主にアルゴフロートと溪流ブイによって行われている。現在、全世界には約 3,800 台のアルゴフロートが展開されている。しかし、約 300km² に一台のアルゴフロートが展開されているのに過ぎない。また、観測が必要な地点に長く留まることもできない。一方、係留ブイは主に赤道周辺に配置され長期観測が行われているが、建設と保守のコストが高いため、その数を増やすことは困難である。また、極域周辺など海象が荒い海域に配置することも容易でない。

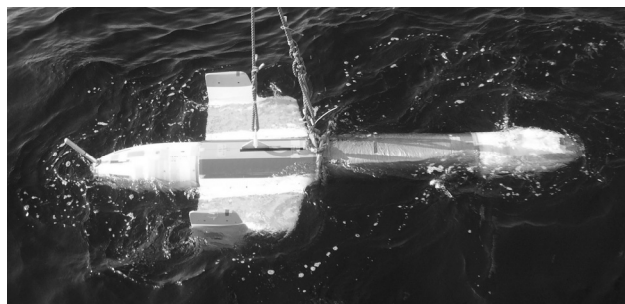


図1 揚収中の水中グライダー

一方、近年水中グライダーがおもに沿岸での観測に国外で多く使われるようになってきた。エネルギー効率が高く、コストも妥当であるが、その連続観測期間は数ヶ月である。

筆者等は、水中グライダーに着底機能と水中でのスリープ機能を持たせること提案し¹⁾、そのプロトタイプを開発を進めてきた。海底に着底した状態、あるいは海中に浮遊した状態でクロック以外の電源を全て遮断して規定の時間スリープすることにより、観測期間を延ばし、アルゴフロートと同様に数年間に亘って観測を行うことが目標である。海流等により流された場合には、目標位置に向かって滑走することにより、数年間に亘って一定の海域内に留まる。この長期定域観測用水中グライダーを、観測が必要とされる海域に配置することにより、効率よく海底から海面までの環境変動を低コストで長期間観測することが可能となる。極域周辺など、海象条件が良くない海域に展開することも可能である。

これまでに、水深 1,000m までの潜水と目標位置に向けた滑走実験、海底着底と海底でのスリープ実験、海中浮遊状態でのスリープ実験を行い、良好な結果を得ている²⁾。今回、「よこすか(YK17-20)」により、螺旋状に旋回しながら水深 1,500m まで潜水する実験を行い、良好な結果を得たので報告する。

2. 長期定域観測用水中グライダープロトタイプの概要

開発を進めている水中グライダープロトタイプの外観を図1に示す。全長は約 2.8m である。最大潜水深度は 3,000m であるが、搭載している CTD センサの仕様により、最大潜水深度は 1,800m に限定されている。アルゴフロートと同じように浮力エンジンで浮力を制御し、下降・上昇する。同時に翼に働く揚力を利用して水中を滑走する。姿勢制御は内蔵電池の位置を移動して、重心位置を変えることにより行う。ロール角を変えることにより、機体を旋回させ、進行方位を制御する。機体前方のフェアリング内には音響トランスデューサが固定されている。この音響トランスデューサは高度計または音響トランスポンダで使用する。JAMSTEC 所有の研究船の音響測位システムで利用できるように、周波数帯域は 10kHz ~15kHz とした。高度計は、海底に着底する際に利用される。

3. 大水深潜水・浮遊スリープ実験

水中グライダーが観測地点におり、その位置を保つ場合、下降・浮上時に螺旋状に運動することが考えられる。そこで、今回の実験では、螺旋状に下降・浮上する機能を確認した。実験は日中に行う必要があるため、最大潜水深度は 1,500m とした。下降時には水深 1,000m で一旦水中重量をニュートラルにし、10 分間スリープした。また、これまでの実験では下降・浮上時のピッチ角を ± 15 度としていたが、下降・上昇速度を高め、電力消費量を低減するために今回の実験ではピッチ角を ± 20 度とした。なお、ピッチ角を大きくすると、翼へのアタック角が小さくなり、旋回性能が劣化することがシミュレーションで確認されている。

実験で得られた運動データを図 2 に、母船の音響測位装置で得られた上昇中の航跡を図 3 に示す。これらの図から、上昇中は螺旋運動を行うが、下降中は旋回しないことが確認された。下降中に旋回しない原因は調査中であるが、ピッチ角 15 度とした場合には下降中でも旋回することは、これまでの実験で確認されている。浮力の調整は下降・上昇速度が一定の値以上を保つように行っているが、順調に動作していることが確認された。

4. 結語

これまでの実験により、着底機能、スリープ機能、目標方位に向けて走行する機能、螺旋状に旋回する機能、GPS による測位とイリジウム経由による通信機能など、長期定域観測に必要な全ての基本的機能を確認することができた。このプロトタイプは開発の効率を重視し、市販の CPU を用いたため、CPU 回りの電子回路の消費電力が全電力の約 7 割を占めている。今後、CPU を置換し、その消費電力を現在の 1/20 に低減したのちに、長期観測実験を行う予定である。

参考文献

- (1) Kenichi Asakawa, et al., “Design Concept of Tsukuyomi - Underwater Glider Prototype for Virtual Mooring -, in Proc. of OCEANS 2011 IEEE Santander, in CD-ROM, 2011.
- (2) Kenichi Asakawa, et. al., “Landing-sleep and Drifting-sleep Experiments of the Underwater Glider for Long-term Observation,” in Proc. of 2016 IEEE/OES Autonomous Underwater Vehicles, in CD-ROM, 2016.

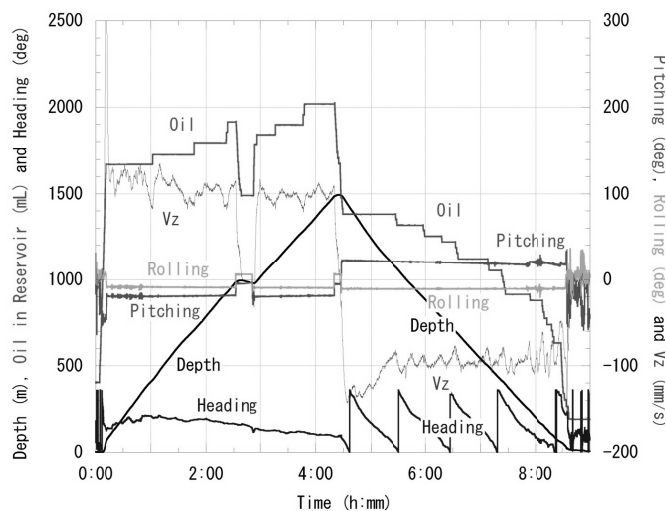


図 2 大水深潜水スリープ実験結果

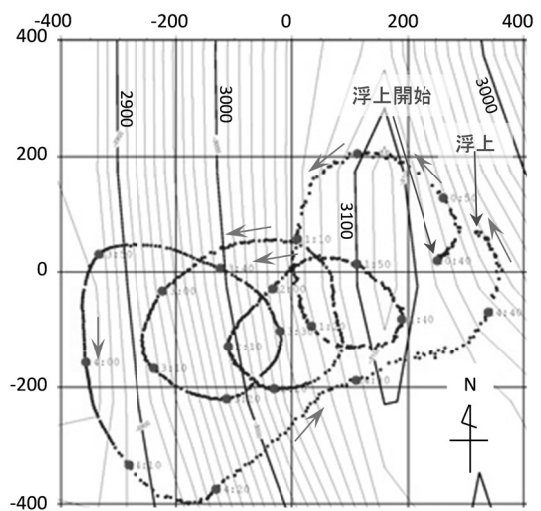


図 3 上昇中の水中グライダーの航跡