

PS-22 海底熱水鉱床探査のための

AUV 複数機同時運用に使用する航行型 AUV の開発

海洋利用水中技術系 *横田 早織, 金 岡秀, 今里 元信, 澤田 健一, 井上俊司
田村 兼吉
フェロー 浦 環

1. はじめに

日本の広大な排他的経済水域の中には、海底熱水鉱床やコバルトリッチクラフト、レアアースなど、海底鉱物資源が豊富に存在することが明らかになってきている。この海底熱水鉱床等の海底資源の探査の有効的な方法のひとつとして、船舶による調査で有望な海域を絞り込み、AUV (Autonomous Underwater Vehicle: 自律型海中ロボット), ROV (Remotely operated vehicle: 遠隔操作型海中ロボット) および曳航体等による調査を経て、ボーリングによる試料採取で鉱体を確認するという段階的調査手法がある。しかしながら、現状、AUV や ROV を運用するための大型調査船は数に限りがあり、長期間の運用が難しい。そこで、小型作業船をベースとして運用可能な小型な AUV システムを開発し、AUV を複数、同時に運用することで、海洋調査スピードの向上が可能となる。

海上技術安全研究所では、内閣府が進める SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) の課題の1つである「次世代海洋資源調査技術」(海のジパング計画)において、「AUV 複数運用手法等の研究開発」として、小型で安価な AUV の開発を進めており、速度、航続時間の改善や、複数 AUV 同時運用¹⁾によって、従来の5倍の速度で調査できる技術の商用化を目指している。本稿では、開発された AUV の中で航行型 AUV について紹介し、複数 AUV 運用試験について報告する。

2. 航行型 AUV システム

本研究において開発された航行型 AUV は、すべて最大深度 2000m での運用を想定しており、以下の基本的概念を持って開発している。

- ・ 海洋調査において不可欠な地形・地層探査 AUV
- ・ 使いやすさ、小型化、低コスト化
- ・ 複数台運用および協調行動を考慮した実機開発

2.1 航行型 AUV1 号機

航行型 AUV1 号機 (以下、1号機) は、本研究で開発された AUV の初号機であり、平成 27 年度に機体が完成した²⁾。海底地質構造の解析に不可欠な Parametric Sub-Bottom Profiler (以下、PSBP)³⁾システムを搭載しており、当ペイロードの専用機として開発された。PSBP の最大レンジは 100m であるため、高度 50m 程度での運用を想定している。

表 1 に 1 号機の主要目を示す。

表 1 航行型 AUV1 号機主要目

寸法	L3900mm×Φ6500mm (突起部除く)
空中重量	780kg
使用深度	最大 2000 m
速力	最大:約 4knot / 巡航:2knot
航続時間	12 時間以上 (2knot)
観測装置	Parametric Sub-Bottom Profiler

2.2 航行型 AUV2 号機

航行型 AUV2 号機 (以下、2号機) は、1号機の設計をベースとして、汎用型 AUV として開発され、平成 28 年度に機体が完成した⁴⁾。2号機はマルチビームエコーサウンダーを搭載しており、高精度なマッピングを目的とする調査を行う。

表 2 航行型 AUV2 号機主要目

寸法	L3600mm×Φ6000mm (突起部除く)
空中重量	620kg
使用深度	最大 2000 m
速力	最大:約 4knot / 巡航:2knot
航続時間	12 時間以上 (2knot)
観測装置	Multi-Beam Echo Sounder

3. 航行型 AUV 複数運用

平成 28 年 9 月中旬、駿河湾において、初の航行型 AUV 複数同時展開となる潜航試験を行った。使用したのは 1 号機、2 号機および洋上中継器である。

運用方法として、より低高度の運用が必要である 1 号機を投入し、定常旋回で待機させ、その後 2 号機を投入し、潜航開始とした。これは、常に洋上中継器に 2 機同時に管制させるための手法である。1 号機と 2 号機は 20m の深度差で定深度制御にて潜航させたため、2 機のぶつかる危険も少ない。

浮上時は、1 号機をその場で定常旋回にて待機させ、2 号機を安全に回収後、1 号機に浮上指令を出し、2 機の揚収に成功した。

2 機共に有効な観測データを取得し、複数 AUV 運用システムの安全性・有用性および各 AUV の性能を確認することができた。

4. 航行型 AUV3 号機の開発

平成 29 年 3 月、航行型 AUV3 号機（以下、3 号機）の機体が完成した。1 号機および 2 号機は、航続時間が 12 時間であるため、日中の潜航しか行うことができない。使用可能な調査船が少ない上に、天候等によって潜航回数の少ない AUV の運用にとっては、効率的にも経済的にも改善すべき点である。そこで、3 号機のコセプトを“高速”で“高機動性”の航行型 AUV とし、高速かつ姿勢の安定した潜航の実現を目指した開発を行うことで、抵抗性能の優れた艇体となり、航続時間を延ばすことに成功した。

4.1 CFD 計算による艇体形状

艇体形状の設計は、CFD（Computational Fluid Dynamics：数値流体力学）を用いた流体力評価に基づき行った。CFD 計算には海技研で開発した CFD ソフト「NAGISA」を使用し、重合格子法を用いた。先ず、世界 AUV 市場におけるベンチマーキングから優良な先行事例として ノルウェー製“HUGIN”を選択し、この艇体形状をベースとして、B スプライン曲線で定義された 16 種類の艇体形状候補を作成し、抵抗性能比較評価を行った。

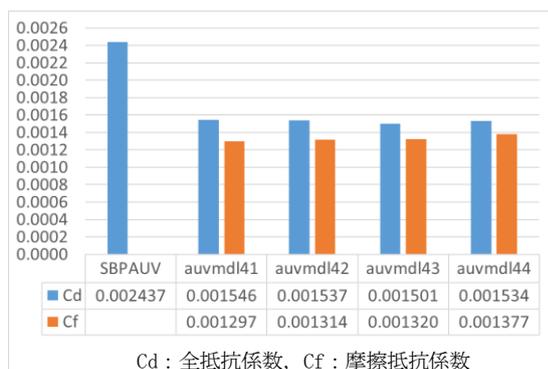


図 1 CFD 計算による航行型 AUV の抵抗係数比較

図 1 では、16 種類の艇体形状候補のうち本機設計の基本形とした形状（図中では auvmdl41～44 と表記）と 1 号機（図中では SPBAUV と表記）との抵抗係数の比較の結果を示す。本機は、1 号機と比較して約 40%の抵抗低減となっており、“HUGIN”の抵抗（推定値）も凌駕していると考えている。

4.2 航行型 AUV3 号機の仕様および特長

3 号機の特長として、航続時間が長いことが挙げられる。電池容量と機器の消費電力、艇体の抵抗値より、航続時間は巡航時（3 ノット航走）で 20 時間以上と推定される。また、ポップアップブイおよびマストを採用し、安全に回収することが可能である。作業船を選ばない小型 AUV システムとして、全長は 4m 以下、重量は 800kg 以下を目安としているが、本機はこれを達成している。最大速度は 5 ノットと、現在活躍する航行型 AUV の中でも、最速級である。

主な観測装置として、2 号機と同じマルチビームエコーサウンダーを搭載しており、同機との同時運用によって、より高効率な広域の海底マッピングも可能となっている。

表 3 航行型 AUV3 号機主要目

寸法	L3900mm×Φ6500mm（突起部除く）
空中重量	700kg
使用深度	最大 2000 m
速度	最大：5knot / 巡航：3knot
航続時間	20 時間以上（3knot）
観測装置	Multi-Beam Echo Sounder



図 2 航行型 AUV3 号機 機体完成

5. 今後の展望

平成 29 年度においては、航行型 AUV3 号機の単独試験および洋上中継器との接続試験を行い、性能を確認する。また、航行型 1 号機、2 号機、3 号機および洋上中継器を用いた、航行型 AUV 複数運用による調査航海を行う。また、実運用と並行して、要素技術の開発により、各 AUV の性能向上を図っていく予定である。

謝辞

本研究開発は、「内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム 次世代海洋資源調査技術 AUV 複数運用手法等の研究開発」の一環として実施いたしました。

参考文献

- 1) K. Kim, “The Zipangu of the Sea Project Overview: Focusing on the R&D for Simultaneous Development and Operation of Multiple AUVs,” Proc. of the Offshore Technology Conference Asia 2016, 2016.
- 2) S. Yokota, et.al., “Development and sea trial of an Autonomous Underwater Vehicle equipped with a Sub-Bottom Profiler for surveying mineral resources,” Proc. of AUV 2016, 2016.
- 3) 水野勝紀 他, ” AUV 搭載用のパラメトリックサブボトムプロファイラー開発と初島南東沖における実海域試験” 海洋音響学会 2017 年度研究発表会 講演論文集, pp. 75-76, 2017.
- 4) K. Sawada, et.al., “Development and sea trial of the compact cruising type AUV system,” Proc. of UT 2017, 2017.