

PS-1 次世代海洋調査の新戦略： 複数 AUV 同時展開による高効率・高精度な海洋調査の実現に向けて

海洋先端技術系 * 金 岡秀、篠野 雅彦、今里 元信、瀬田 剛広、岡本 章裕、横田 早織、稲葉 祥梧、佐藤 匠、平尾 春華、井上 俊司

1. はじめに

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所（以下、海技研）は、内閣府が主管する「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP: Strategic Innovation promotion Program）」の課題のひとつである「次世代海洋資源調査技術の開発」に参画しており、「AUV 複数運用手法等の研究開発」と言ったテーマで、研究・開発を行っている。本プログラムで海技研は AUV (Autonomous Underwater Vehicle) を主軸とする海底鉱物資源調査システムを開発しており、海底熱水地帯における実海域潜航調査を通じて、その有用性を確認した。海技研のシステムは ASV (Autonomous Surface Vehicle) の一種である洋上中継器による管制のもと、複数機の AUV が同時に展開され一斉に調査を行うことで、調査効率を飛躍的に向上させようとするところにその特徴がある。本稿では海技研がこれまで実施してきた調査活動のうち、一昨年 12 月に行った伊豆諸島大室海穴および、昨年 10 月に行った沖縄トラフ久米島西方沖と鹿児島湾内若尊カルデラにおける潜航調査を中心にその概要と成果を紹介する。

2. システム構成

図 1 に海技研が開発した AUV-ASV システムによる海底調査の概念を、また表 1 にシステムを構成する各機のスペックを示す。

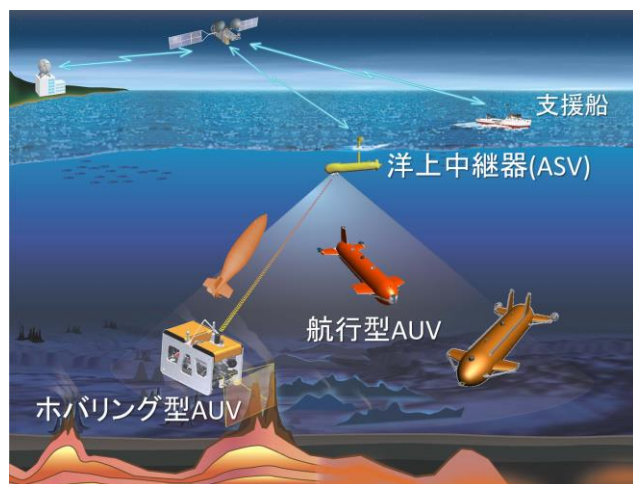


図-1 海技研開発の AUV-ASV システムによる海底調査の概念

複数 AUV との間には音響通信・測位リンクを構築することで、洋上中継器は潜航中の AUV に対し管制機としての役割を果たす。また、支援船の間では衛星中継の通信リンクでつながることになり、自動管制を基本としながらも必要に応じて人

間の介入を可能とする。

表-1 海技研開発 AUV-ASV システム各機のスペック

	寸法 (m)	重量 (kg)	潜航深度 (m)	巡行速度 (m/s)
1号機	3.9×0.65	780	2000	1.5
2号機	3.6×0.6	620	2000	1.5
3,4号機	3.9×0.65	540	2000	2.0
ほぼりん	1.2×0.7×0.76	270	2000	0.4
洋上中継器	4.0×0.58	800	-	1.5

表-1 から分かるように、海技研はこれまで総 6 機の AUV / ASV を開発している。そのうち、1 ~ 4 号機は言わば“航行型 AUV”で、海底から所定の距離を離れて巡行しながら、ソナーによる海底の音響調査を基本任務としている。一方、ホバリング型ゆえ海底に数メートルの至近距離まで接近可能なほぼりんは、その特性を活かしカメラによる海底の光学画像調査を主たる任務としている。図 2 に各機の外観を示す。



図-2 海技研が開発した AUV と洋上中継器 (ASV)

3. 実海域潜航調査

先述の「次世代海洋資源調査技術の開発」では、海底鉱物資源、中でも次世代の金属資源供給源として高い可能性を秘めている海底熱水鉱床に焦点を絞り、その発見、調査および開発技術の導出に向け、分野横断的な研究・開発がなされている。海技研の AUV-ASV システムも海底熱水活動の検知や調査を主たる任務として想定し、開発した。こうした背景から、海技研は平成 28 年度から開発したシステムを実海域に投入し、その有用性を検証し続けている。

3. 1. 1 伊豆諸島大室海穴潜航調査

平成 28 年 12 月、海技研はそれまで開発した航行型 AUV 1, 2 号機、ほぼりん及び洋上中継器を投入し、伊豆諸島海域に位置し活発な熱水活動で知られている大室海穴の海底調査を行った。この調査では洋上中継器による管制のもと 3 機の AUV が同時に展開され、各機搭載のセンサー類による観測で明瞭な熱水活動の徴候を捉えることに成功した(図 3, 4)。また、本潜航調査にて洋上中継器には、行動範囲の広い航行型 1, 2 号機の追尾を基本とする管制行動を適用した。こうした管制行動にて、複数機同時管理に起因する測距可能域離脱など、管制失敗につながり得る事態を未然に防止し、AUV の安全を確保するため、1, 2 号機には新たに開発したダブル・レイヤー航法を適用し、同じ測線を上下で航走させた(図 5)。

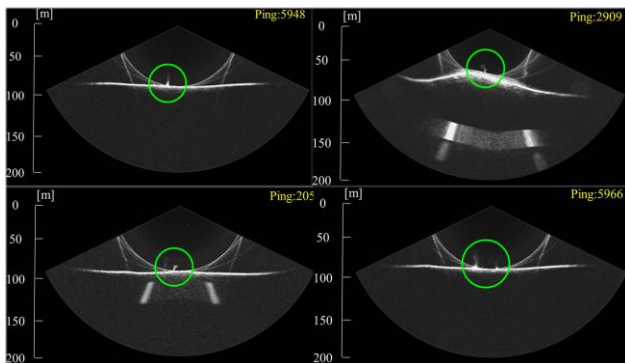


図-3 2号機のMBESが捉えた熱水ブルームの音響画像

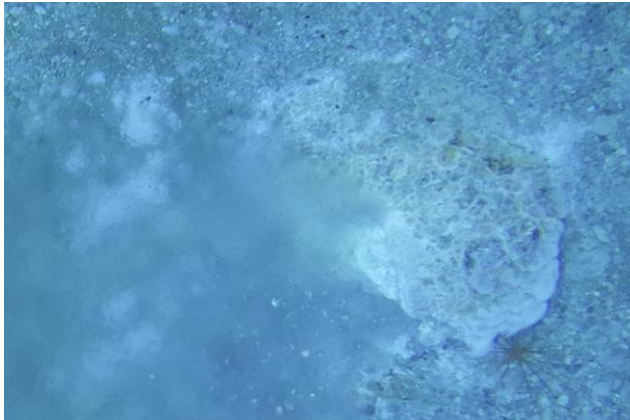


図-4 ほぼりんのカメラが捉えた熱水噴出孔の光学画像

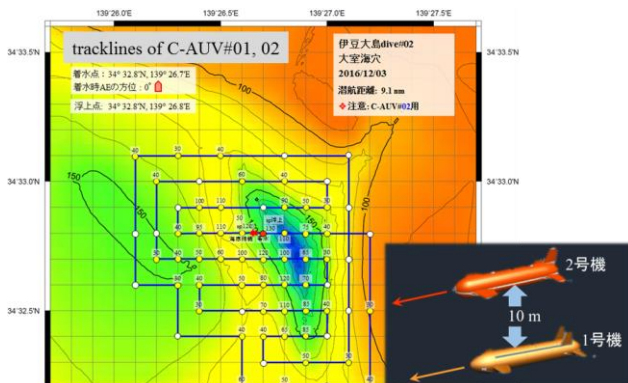


図-5 航行型 AUV 1, 2号機の測線(ダブル・レイヤー航法)

3. 1. 2 久米島西方沖及び鹿児島湾若尊カルデラ潜航調査

平成 28 年の大室海穴潜航調査から得られた知見を活かし、海技研は平成 29 年 10 月に海洋調査協会(以下、海調協)と共同で沖縄トラフ久米島西方沖および鹿児島湾内の若尊カルデラに対する潜航調査を実施した。この調査では AUV-ASV システムに平成 29 年 3 月に完成された航行型 AUV 3 号機が新たに加わり、洋上中継器による管制のもと総 4 機の AUV が同時に展開された。抵抗・操縦性能を優先した艇体形状設計で優れた機動性を有する 3 号機の特徴を生かすため、本調査潜航では前述のダブル・レイヤー航法の他に、3 機の航行型 AUV に対し最長の音響捕捉が実現する行動計画を導出し、航路点および測線計画に適用した。図 6 に若尊カルデラ調査潜航の際に適用した航路点・測線および実際の AUV 航跡を示す。

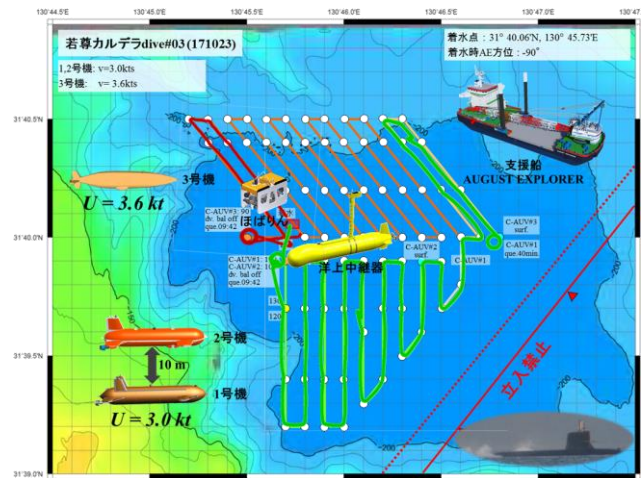


図-6 若尊カルデラ調査潜航航路点および測線

4. まとめ

海技研が取り組んでいる AUV 複数運用手法等の研究開発について、実海域潜航調査の成果を中心にその概要を紹介した。2 回の複数 AUV 実海域同時展開を通じて、海技研が開発した調査システム及び運用手法が、高効率・低コストで海底熱水鉱床を中心とする鉱物資源の探査に有効なツールであることを確認した。海技研のシステム及び運用手法は平成 30 年度から民間への技術移転が始まっており、平成 31 年度以降民間主導の海洋調査に本格的に投入される予定である。

謝辞

本研究は総合科学技術・イノベーション会議の SIP(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」(管理法人: JAMSTEC)によって実施されました。

参考文献

- 1) Kangsoo Kim and Kenkichi Tamura, "The Zipangu of the Sea Project Overview: Focusing on the R&D for Simultaneous Deployment and Operation of Multiple AUVs," Proc of the Offshore Technology Conference Asia 2016 (OTC Asia 2016), Kuala Lumpur, Mar. 2016, OTC-26702-MS.