

海底面下を透視する技術を開発

— 深海の埋在性底生生物の現場観測に世界で初めて成功 —

水野 勝紀¹⁾・野牧 秀隆²⁾・CHEN Chong²⁾・清家 弘治^{1) 3)}

本稿は 2022 年 7 月に産総研が行ったプレス発表 (https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2022/pr20220727/pr20220727.html) を修正・加筆したものです。

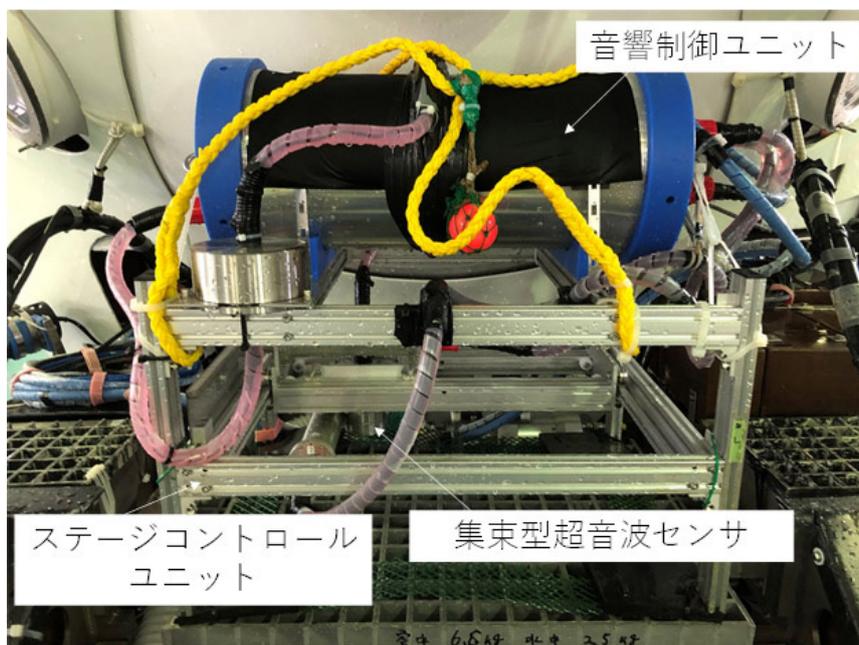
1. はじめに

海洋開発や地球温暖化などともなう海洋環境の変化は、海洋酸性化、富栄養化、海洋汚染など、極めて重要な地球規模の課題として注視されています (Joos *et al.*, 1999)。地球上に広がる海洋空間の 95 % 以上を占める深海には、多様な底生生物が生息しており、炭素や窒素などをはじめとする物質循環や生態系サービス (生物・生態系に由来し、人類の利益になる機能のこと) を維持する上で極めて重要な要素として考えられています。深海生態系への短期的・長期的な環境影響を評価するためには、底生生物の分布や多様性などの定量化が不可欠です。しかし、その多くは海底下に潜っている埋在性生物であることから、潜水船や深海カメラなどを用いての個体数の把握やその行動観察は困難であり、必然的に、調査には多大な時間やコストが必要です。また、現在の調査に用いられているサンプリングによる手法では埋在性生物の堆積物中での空間分布を知ること

は難しく、時間的な変化の把握も困難です。つまり、現状では深海底の埋在性生物を効率的に調査し、その生物相や環境動態をモニタリングするための有効な技術が無いことが大きな課題でした。

2. 研究内容

本研究グループでは、前述した課題を解決するために、新しいコンセプトの海底調査ツール (A-core-2000 : Acoustic coring system, 第 1 図) を新たに開発しました (Mizuno *et al.*, 2022)。本システムは、高周波の集束型超音波センサ (ジャパンプローブ株式会社) と専用の防水モーターを搭載した 2 軸フレーム (アークデバイス社) で構成されており、250 mm × 250 mm の範囲を 500 kHz の周波数の音を海底に連続的に照射しながら 2 mm 間隔でスキャンニングすることで (第 2 図)、海底下を高い解像度で 3 次元的に可視化することが可能になります。



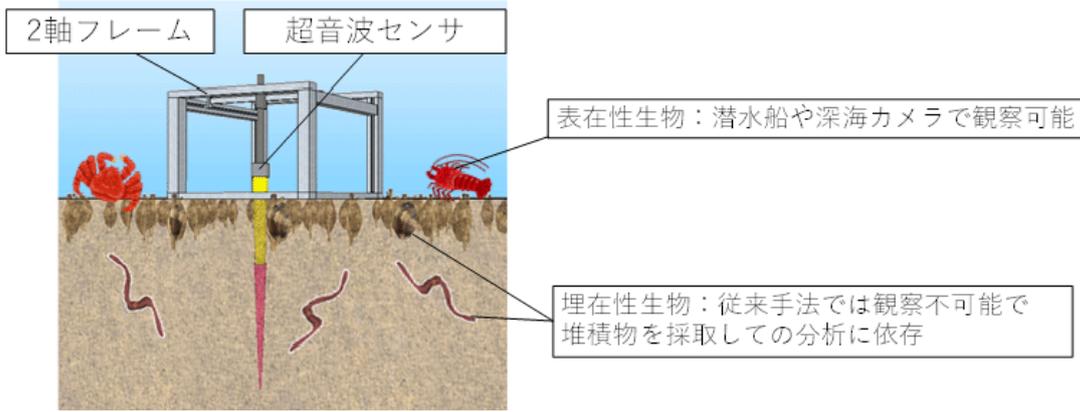
第 1 図 A-core-2000. 集束型超音波センサ (耐水圧 3000 m) が 2 軸のステージコントロールユニット (耐水圧 2000 m) に取り付けられている。

1) 東京大学大学院新領域創成科学研究科 〒277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

2) 海洋研究開発機構 超先鋭研究開発プログラム 〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

3) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード：高周波超音波、堆積物音響、底生生物、3次元可視化技術、非破壊計測、海底工学、深海



第2図 観測イメージ。超音波を海底に照射しながら水平方向に動き、スキャンすることで、海底下の空間を3次的に可視化する。



第3図 しんかい 6500 に搭載された A-core-2000。右下の矢印で示した場所に搭載されている。

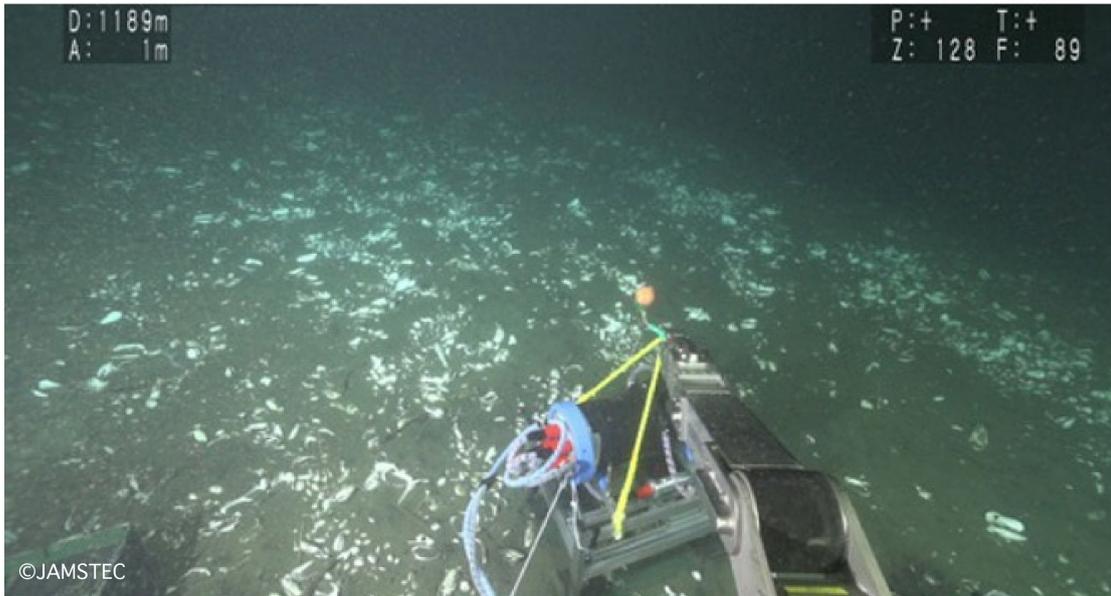
今回、海洋研究開発機構が所有する有人潜水調査船「しんかい 6500」に A-core-2000 を搭載し(第3図)、相模湾西部の深海(水深 851-1237 m)に広がるシロウリガイコロニー周辺(第4図)において、その実証試験を実施しました。シロウリガイの幼体は、成体と違い、殻が完全に海底下に潜った状態で生息するため、これまで光学カメラなどでは確認することが困難でした(第5図)。本実証試験において、幼体を含む約 17 個体のシロウリガイの空間分布とそのサイズを可視化・定量化することに成功しました(第6図)。

今回開発した A-core-2000 を用いることで、従来の光学

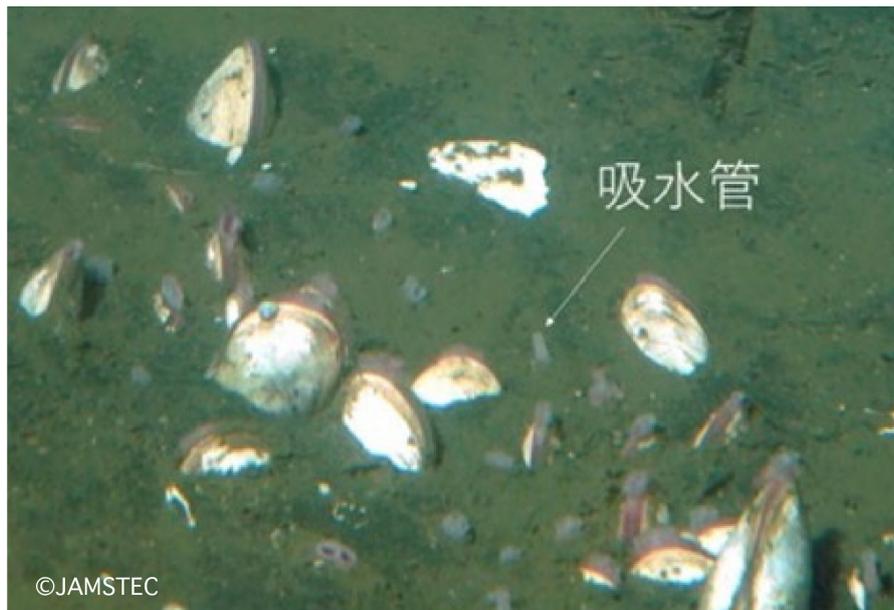
カメラによる海底表面の観察やサンプリングによる手法ではこれまで把握が困難であった深海の埋在性生物の空間的な分布を、定量的に調査できることが世界で初めて示されました。

3. 社会的意義・今後の予定

本システムを用いることで、海底下に分布する二枚貝など埋在性の底生生物を可視化することができるようになり、これまで把握が困難であった、海底下における埋在性生物の分布を定量化できるようになります。ま



第4図 シロウリガイコロニー周辺に設置された A-core-2000. ロボットアームを用いて、調査地点に設置される。

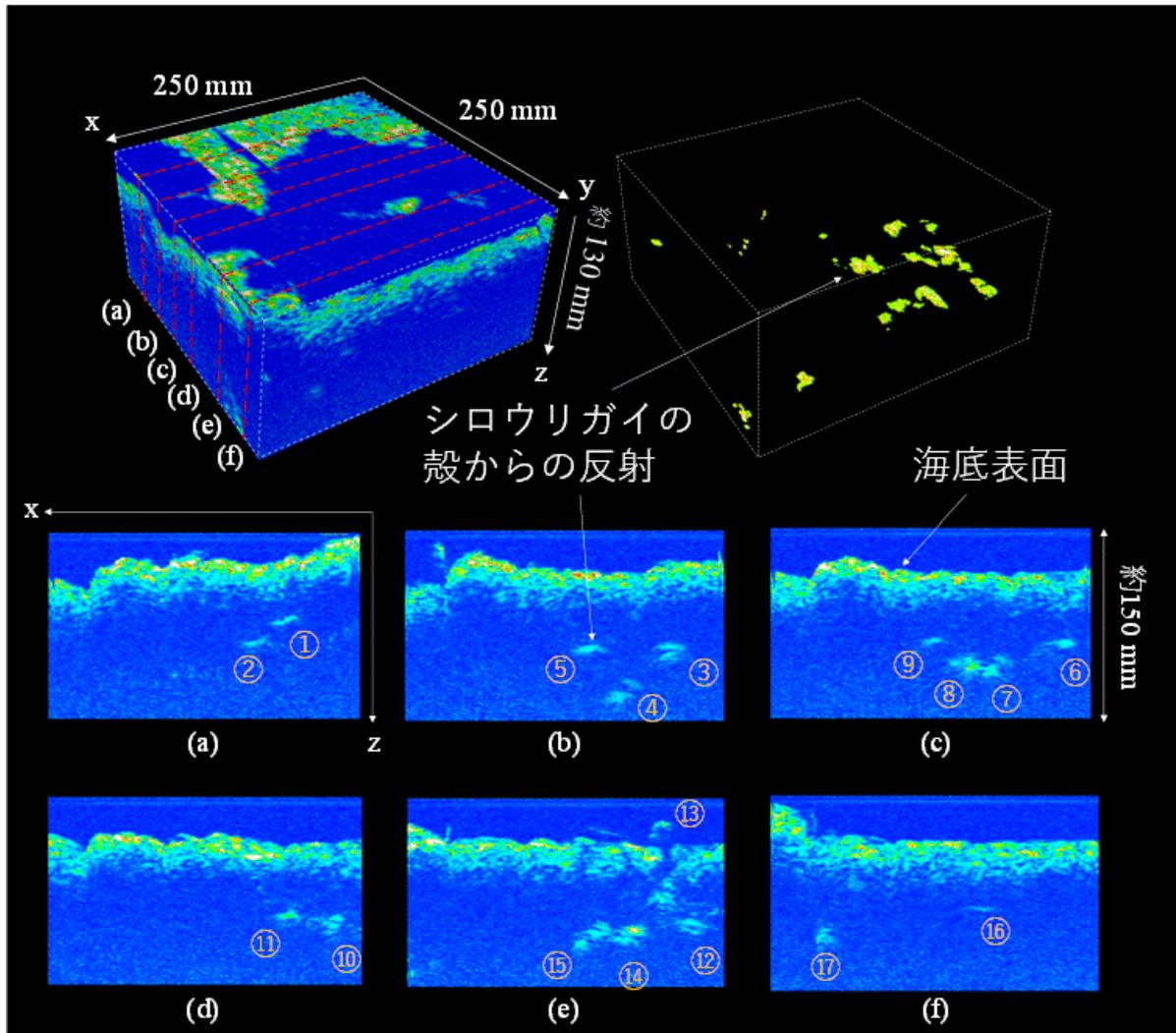


第5図 海底表層のシロウリガイ。幼体は殻が完全に海底面下に埋没していることが多く、表面からは時折、吸水管が確認できるのみである。

た、本手法は非破壊・非接触での継続的な観測が可能であることから、時系列にその分布を把握することも可能です。

海底下における埋在性生物の埋没深度やその移動の様子は、深海底の堆積物の構造や地球化学的な物質循環に重要な影響を与えます。例えば、内湾に生息する大型埋在性生物は、日周的な運動や巣穴の構築によって、堆積物の安定性や構造を決定する上で重要な役割を果

たすのみでなく、堆積物の生物攪乱によって、表層堆積物の新鮮な有機物の循環に寄与し、地球規模の炭素・窒素・リンなどの循環を決定する重要な要素となります。つまり、本システムを用いた深海の大型埋在性生物の調査とその空間分布の把握は、深海底生態系が地球規模の物質循環に果たす役割を理解する上で極めて重要な情報を与えます。今後は、資源・エネルギー開発や気候変動が底生生物に与え



第6図 3次元の音響画像(上)とその断面図(下)。光学カメラからは確認できない、シロウリガイの殻の分布の様子が明確に確認できる。丸囲み数字は個別のシロウリガイ個体を示す。

る影響の把握や地球化学的な物質循環の理解、水産資源の分布調査などに応用予定です。

謝辞:本研究は、科研費「基盤B(課題番号:20H02362)」 「国際共同研究強化B(課題番号20KK0238)」 「村田学術振興財団研究助成(課題番号:M21109)」の支援により実施されました。また本研究は、深海潜水調査船支援母船「よこすか」の船長、乗組員や有人潜水調査船「しんかい6500」の運航チーム、日本海洋事業の観測技術員の方々の協力により実施されました。

文 献

Joos, F., Plattner, G. -K., Stocker, T. F., Marchal, O. and Schmittner, A. (1999) Global warming and marine

carbon cycle feedbacks on future atmospheric CO₂. *Science*, **284**, 464–467.

Mizuno, K., Nomaki, H., Chen, C. and Seike, K. (2022) Deep-sea infauna with calcified exoskeletons imaged in situ using a new 3D acoustic coring system (A-core-2000). *Scientific Reports*, **12**, 12101.

MIZUNO Katsunori, NOMAKI Hidetaka, CHEN Chong and SEIKE Koji (2023) “Seeing” animals living below the seafloor: World’s first method for in situ, non-invasive observation of deep-sea infauna.

(受付: 2023年2月8日)