

南鳥島沖水深 5,600m 海域で AUV「NGR6000」が資源探査に成功

概要

内閣府・戦略的イノベーション創造プログラム「海洋安全保障プラットフォームの構築」(プログラムディレクター 石井正一、以下「SIP 海洋」という。)は、2023年7月25日から8月11日にかけて、海底広域研究船「かいめい」による南鳥島周辺海域でのレアアース泥調査航海を実施しました。

今回の調査では、SIP 海洋で導入した AUV「NGR6000」を初めて南鳥島周辺海域に投入し、AUV に搭載したマルチビーム音響測深機(MBES: Multi Beam Echo Sounder)による海底地形データ、サブボトムプロファイラー(SBP: Sub-Bottom Profiler)による海底下浅部地層構造データ、サイドスキャンソナー(SSS: Side-Scan Sonar)を使った海底面音響画像データを同時取得しました。

AUV は、水深 5,600m の海底面から 20m の高度において安定した潜航調査を行い、各種の観測センサーで取得したデータを母船に持ち帰ってくることに成功しました。こうして収集されたデータは、これまでの船上からの観測例と比べて数十倍の解像度を有しており、詳細な地層構造や複雑な音響基盤地形および断層構造を把握することができました。



図1. 日本の領海等概念図

背景

SIP 海洋では、令和9年度までに、海底鉱物資源として注目されるレアアース泥の採鉱と選鉱・製錬・精製の実証試験を計画しています。日本の最東端である南鳥島周辺の排他的経済水域(図1)の海底下には高濃度のレアアース泥が存在することが明らかになっています(図2)、産業規模での採鉱を可能とするためにはレアアース泥が賦存する海底下の精緻な地質構造の把握が不可欠であり、そのための高度な探査手法が必要とされています。

海底資源の探査では、広大な海域で海底下の地質構造を調査し、賦存する資源量を正確に把握する必要があるため、ケーブルによって行動範囲が制約されてしまう深海曳舟体や ROV ではなく、自律して安定航行可能な AUV(Autonomous Underwater Vehicle)による海底観測が適するとされています。しかし、これまで我が国の AUV は、レアアース泥が存在する南鳥島周辺海域の 5,500m 以深の水深には対応できていませんでした(※「うらしま」は 8,000m 級の大深度化に着手)。

一方で、海外メーカーの AUV はカタログ上では水深 6000m まで潜航が可能としながらも、5000m 以深での運用例が少ないのが実状であり、今回の探査では、各種観測データの取得だけでなく運用ノウハウの蓄積も期待されていました。



図2. 日本周辺の海底資源の分布

成果

今回の「かいめい」/ NGR6000による調査(図3)は、2023年7月25日から8月11日にかけて実施されました。

台風7号の影響により調査計画の変更があったものの、深海曳舟体や ROV とは異なりケーブルによる行動制限を受けない AUV の強みを活かし、海面のうねりや風浪による影響をほとんど受けることなく、調査の主目的である水深 5,600m の海底下の鮮明な構造データを得ることができました。図4に、船上と AUV との海底下の地層探査データの比較を示します。水深 5,600m の海底を洋上から探査する船舶の観測結果(図4(a))と比べて、海底面から 20m の一定高度で安定して航走する AUV で得られた観測データ(図4(b))は高い解像度を有していることがわかります。この水深の海域でこれほどまでに高解像度・高精度の海底下地質構造のデータが取得された例は過去にありません。

このような連続した高解像度の地層構造は、レアアース泥を含む堆積層の空間分布を把握するために必要不可欠な情報です。また、今回収集された幅 100m オーダーの凹凸地形を示す複雑な音響基盤などのデータは、南鳥島周辺海域における深海底の構造発達史などの科学的な考察を行う上でも重要な情報を提供してくれます。



図3. 調査海域に投入され、潜航を開始する AUV「NGR6000」

今後の展望

AUV を用いた高解像度音響探査は、広範囲の海域から大水深に存在する海底資源の有無を特定するために欠かせない技術です。今回の 6,000m 級 AUV による調査を端緒とする深海鉱物資源探査手法の確立によって、精緻な地層構造データとコアサンプルの分析結果との比較・統合が可能となり、今後の南鳥島周辺海域におけるレアアース泥の分布・資源量の精査が飛躍的に加速されることが期待されます。また、この調査技術はレアアース泥に限らず、ほかの深海資源探査等への応用可能性も高いと考えられます。

さらに、AUV の観測によってもたらされる微細地形や海底面の状況の正確な把握は、2025 年から予定されているレアアース採鉱における安全性の向上や作業効率の高度化に役立つことが大いに期待されます。

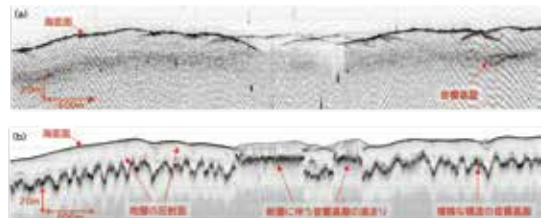


図4. SBP 観測結果の比較 (a) 船舶で得た SBP 観測の結果、(b) 船舶と同じ測線を AUV(海底面からの高度 20m)が航走して得た SBP 観測の結果

※ 本実証試験に関する資料映像は、以下の URL からご覧いただけます。



自律型無人潜水機 NGR6000 (New Generation REMUS 6000)

NGR6000 は米国 Huntington Ingalls Industries Proprietary (HII 社) 製造する次世代型高性能 AUV(自律型無人潜水機)です。SIP ではこの NGR6000 を海底資源調査などの目的で購入し、これによって日本の排他的経済水域(EEZ)のうち、その深海域の 94% を調査することが可能です。

また HII 社の販売する REMUS シリーズの最上位機種として、その開発思想や操縦技術のキャッチアップもを行い、今後の日本における AUV 開発に反映させることも購入目的の一つとなっています。

NGR6000 は機体とこれの操縦やメンテナンスを行うコンテナ Van、母船から投入と回収を行うための可搬型投入回収装置(LARS: Launch And Recovery System)で構成されるシステムで、水深 100m 以下の沿岸域から 6000m までの深海域まで幅広い利用が可能です。



NGR6000(New Generation REMUS 6000)は、最大6000mまでの深海を調査することが可能な自律型無人潜水機で、機体前方にあるペイロードセクションにマルチビーム音響測深機やサイドスキャンソナー、サブボトムプロファイラーといった音響観測センサーを搭載しており、海底面と海底下の構造などを統合的に調査することが可能です。

特徴

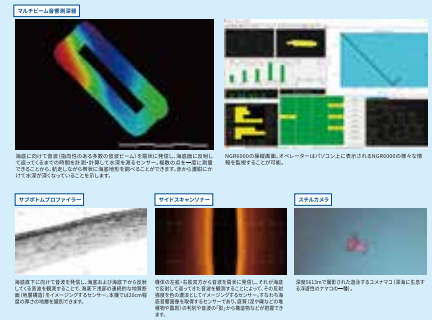
- ① 航行時の水の抵抗を抑え、コンパクトながら大容量の電池を搭載することで航続時間を向上させています。
- ② 既存の REMUS6000 をベースにした実績のあるソフトウェア、緊急システムと新しい低消費電力のコアエレクトロニクスを採用し、消費電力の少ないシステムとなっています。
- ③ 可搬式の LARS を採用し、母船の船尾もしくは舷側から NGR6000 を投入あるいは回収する事が可能です。
- ④ 30 フィート規格のコンテナ Van 内で NGR6000 の電池交換などの整備作業と、潜航に係る NGR6000 の追尾が可能です。



※本機はコンテナ内から投入回収可能なシステムで、投入回収装置を装備し、母船から投入回収が可能です。

運用

SIP では NGR6000 を使用した試験潜航や調査潜航をこれまでに 30 回以上実施しており、高精度の海底地形や海底下の構造データ、海底面のデジタルカメラ画像の収録を実施しています。すべてのメンテナンスはコンテナ Van 内で実施することができ、LARS による短時間での投入回収も可能なことから SIP では NGR6000 を 3~5 名で運用することを計画しています。



音声ガイド

右の二次元コードより音声ガイドを聞くことができます。



川村 善久
 SIP「海洋安全保障プラットフォームの構築」
 レアアース生産技術開発プロジェクトチーム
 プロジェクト長