



# 革新的深海資源調査技術

---

## 社会実装の成果

令和5年3月9日  
内閣府 プログラムディレクター  
石井 正一

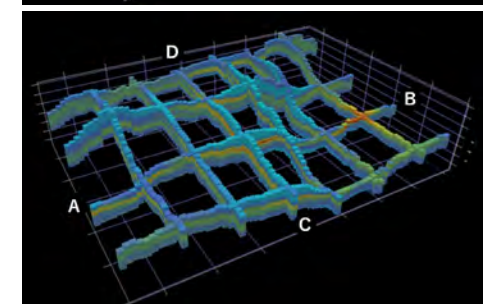
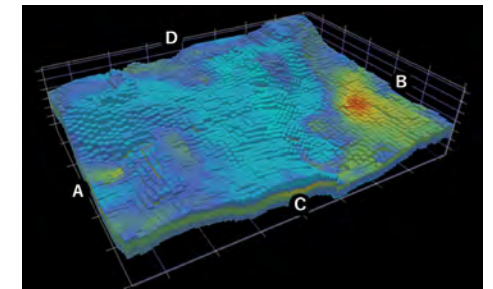
## 【テーマ1：レアアース泥を含む海洋鉱物資源の概略資源量の調査・分析】

### ① SIP第2期開始前はどんな状況だったのか

平成28年7月6日に経済産業省資源エネルギー庁・独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）から発表された「レアアース堆積物の資源ポテンシャル評価報告書」では、「**算定可能な概略資源量がレアアース酸化物量ベースで約77万トンと算定できた。**」また、末尾の今後の提言では、「**将来の開発可能性を見極めるため、資源量評価においては、濃集域を対象に更にサンプリング間隔を埋め、揚泥対象域を絞り込む調査を行うことが必要である。**」とされている。

### ② SIP第2期での研究成果、社会課題解決・事業創出の見通し、今後の課題・展望

- SIP第2期ではJOGMECと連携しながら、同じ海域でのレアアース濃集域を対象に徹底的なコアサンプリング及び音響探査を実施し、当初14kmであったコアサンプリング間隔は、有望域においては1.75km迄で狭め、地球統計学的手法を用いた**3Dマップ作製、概略資源量評価及び有望開発候補地点の選定**を完了。
- **JOGMECによる調査を大幅に上回るレアアース概略資源量を明らかにし**、過去にJOGMECが取得・保有する南鳥島EEZ海域の全コア試料・データの移管を受け、SIP第2期のコア試料・データの統合管理を開始した。
- SIP第2期の成果を反映して、**鉱業法が改正され、レアアースが鉱業法の適用鉱物**となり、令和5年度から施行されることで、レアアースが資源として管理され、将来の鉱区設定等に向けた制度が整いつつある。



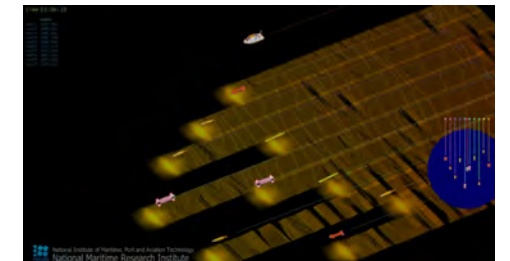
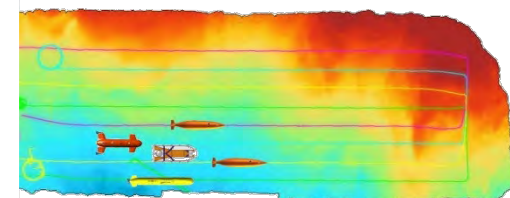
### 【テーマ2-1：深海資源調査技術の開発】（AUV隊列制御技術の開発）

#### ① SIP第2期開始前はどんな状況だったのか

SIP第1期においてAUV複数機運用技術の基礎的な技術開発が行われていたが、AUVを効率的に運用する隊列制御技術や、AUV10機まで対応可能な音響通信装置等はなかった。

#### ② SIP第2期での研究成果、社会課題解決・事業創出の見通し、今後の課題・展望

- SIP第2期では、AUV複数機を効率的に運用するための**隊列制御アルゴリズムを開発し**、AUV10機までの制御を可能とする**高性能マルチユーザー音響通信・測位装置**の開発を進め、最終年度には異機種AUV4機に新たに開発したマルチユーザー音響通信・測位装置を搭載し、隊列制御により水深2,000mの駿河湾海域において高解像度の海底地形図の取得に成功した。
- 本技術により、海底地形・地質調査の効率が飛躍的に向上し、「**高性能マルチユーザー音響通信・測位装置**」は**2023年度中に製品化**される見込みであり、水中通信の様々な場面での活用が期待される。
- AUV隊列制御は、広域海底地形・地質調査等を効率的に行うことができ、例えば洋上風力設置のための海底地質調査、電力ケーブル・通信ケーブル敷設のための海底地形調査等への活用が期待されている。
- AUV複数機を用いた海洋調査に向けて、デモンストレーション調査を行う事により、マーケットへの実用性・信頼性を獲得する必要がある。



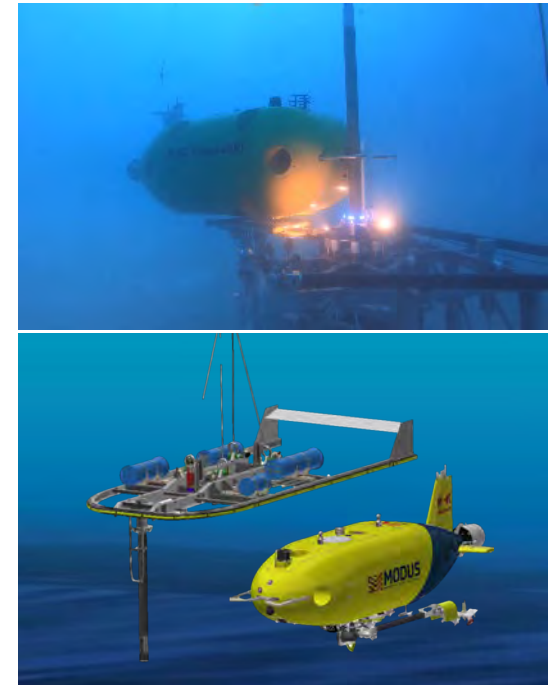
## 【テーマ2-1：深海資源調査技術の開発】（深海ターミナル）

### ① SIP第2期開始前はどんな状況だったのか

水中無人ドッキング、水中非接触充電、光通信による水中データ伝送、バッテリー等の要素技術は、ある程度確立していたが、深海ターミナルシステム概念は世界に存在していなかった。

### ② SIP第2期での研究成果、社会課題解決・事業創出の見通し、今後の課題・展望

- SIP第2期では、既存の要素技術を組み合わせて深海ターミナルを設計・製作し、2020年度の浅海域での水中無人ドッキング、非接触充電及び光伝送に成功した。
- 最終年度の水深2,000m海域での連続運用試験は、海象の影響及び一部機器の故障により未達となったが、その後の検証により深海ターミナルシステムの健全性は問題ないことを確認している。
- このシステムの完成により、AUVの長期無人運用が可能となった。
- 川崎重工は、2021年5月に本技術を応用した深海ターミナル・AUVシステムを**英国パイプライン検査会社から受注**。
- 川崎重工は、2023年1月には石油メジャーの仏・トータル社と同システムを用いた**海底パイプライン近接検査における防食電位計測試験にも成功**し、SIP開発技術の民間企業での着実な社会実装が進展している。



## 【テーマ2-2 深海資源生産技術の開発】

## ① SIP第2期開始前はどんな状況だったのか

平成28年7月6日に経済産業省資源エネルギー庁・独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構から発表された「レアアース堆積物の資源ポテンシャル評価報告書」では、「水深5,000mを超える実海域への応用のためには、**スケールアップによる揚泥試験**と**最適シミュレーションの構築**を検討すべきである。」とされている。

## ② SIP第2期での研究成果、社会課題解決・事業創出の見通し、今後の課題・展望

- SIP第2期では南鳥島周辺海域の海底泥を大量に採取のうえ、力学特性を把握し**水深6,000mからレアアース泥を解泥・採泥・揚泥できるシステムを設計し、解泥機と上部揚泥管3,000mの製作を完了。**
- 2022年8~9月に「ちきゅう」を使用して、茨城沖水深約3,000m海域（解泥地点の水深は2,470m）で**解泥・揚泥試験を実施し、当初計画65トン/日を上回る約70トン/日の解泥・揚泥を達成した。**
- 「海域解泥・揚泥試験」で取得された各機器の性能値及び各種パラメータを用いて、水深6,000mからのレアアース泥の回収が可能であることをシミュレーションで、再度確認した。
- 下部揚泥管3,000mは、今年度の補正予算で措置されたので、次期SIPの2024年末に完成し、南鳥島海域の約6,000mからのレアアース泥の揚泥が実現する。
- SIP第2期では、新しい製錬・精製研究にも着手し、成果が生まれているので、解泥・揚泥から製錬までのレアアースサプライチェーンに貢献できる南鳥島レアアース泥の研究継続を期待する。



## 【テーマ3：深海資源調査・開発システムの実証】

### ① SIP第2期開始前はどんな状況だったのか

SIP第1期で国際標準規格ISO4件を申請。初代の「江戸っ子1号」HSE型（汎用型）を開発。

### ② SIP第2期での研究成果、社会課題解決・事業創出の見通し、今後の課題・展望

- 環境関連技術は、オープン戦略を適用し、積極的に発信してきており、**国際標準規格ISO4件も4年をかけて発行させ**、国際海底機構ISAの環境ガイドラインにも「江戸っ子」による環境モニタリングが例示される成果を上げてきた。
- ISO23731（カメラによる深海環境での長期現場観測）**では、岡本硝子が「江戸っ子1号」を開発し、人手でハンドリングできる**小型のCOEDOプチ、COEDOから水深6,000mまで1年間の長期映像観測が可能**な365型までラインナップを完成させ、販売を始めている。
- 太平洋島嶼国研修等による国際的な活動も島サミットで高く評価されると共に、国内外の**様々な海洋分野で活用するため、「江戸っ子」の機種改良を行い「COEDOプチ」は5漁業組合にて漁場の見える化の**デモを行い好評を得ている。**
- ISO23732（メイオファウナ群集の観察手法）**は、取得した**特許を民間環境コンサルタント2社へ許諾し、環境影響評価サービスの事業化を進めている。**
- SIP第2期で開発した環境技術は世界をリードする技術であり、今後の生物多様性条約COP15での海洋保護区の増大に伴う広域海洋モニタリングシステムとしての活用が期待される。



## 【テーマ3：深海資源調査・開発システムの実証】（南鳥島レアアースの概略経済性）

## ① SIP第2期開始前はどんな状況だったのか

そもそも南鳥島EEZ海域のレアアース泥の存在は確認されてはいたが、産業化に必要とされる資源量も確認されておらず、6,000mの深海からの解泥、採泥、揚泥技術が存在せず、日本に精錬・精製工場もなく、経済性などは視野の範囲外であった。

## ② SIP第2期での研究成果、社会課題解決・事業創出の見通し、今後の課題・展望

- SIP第2期では、最初に概略資源量評価及び有望開発候補地点の選定を行い、JOGMECによる調査を大幅に上回るレアアース概略資源量を明らかにした。
- 水深6,000mからレアアース泥を解泥・採泥・揚泥できるシステムを設計し、解泥機と上部揚泥管3,000mの製作を完了させ、「ちきゅう」を使用して、茨城沖水深3,000m海域から約70トン/日の解泥・揚泥を達成し、水深6,000mからのレアアース泥の回収が可能であることをシミュレーションで、再度確認した。
- 下部揚泥管3,000mは、今年度の補正予算で措置されたので、次期SIPの2024年末に完成し、南鳥島海域の約6,000mからのレアアース泥の揚泥が実現する。
- 新しい製錬・精製研究にも成果が生まれ、製錬までのレアアースサプライチェーンに貢献できる見通しを得た。
- 南鳥島レアアースの概略経済性も検討した。**
- 前提は、現時点での揚泥量は350トン/日で南鳥島陸上での脱水等の1次製錬を実施し、新しい製錬・精製デモプラントでの処理を想定。

南鳥島周辺EEZ海域の海底から採取したピストンコア試料252kg (wet) から、レアアース元素をシュウ酸化合物として370g精製。(2019年度実績)

