

# 革新的深海資源 調査技術

Innovative Technology for Exploration  
of Deep Sea Resources



戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program



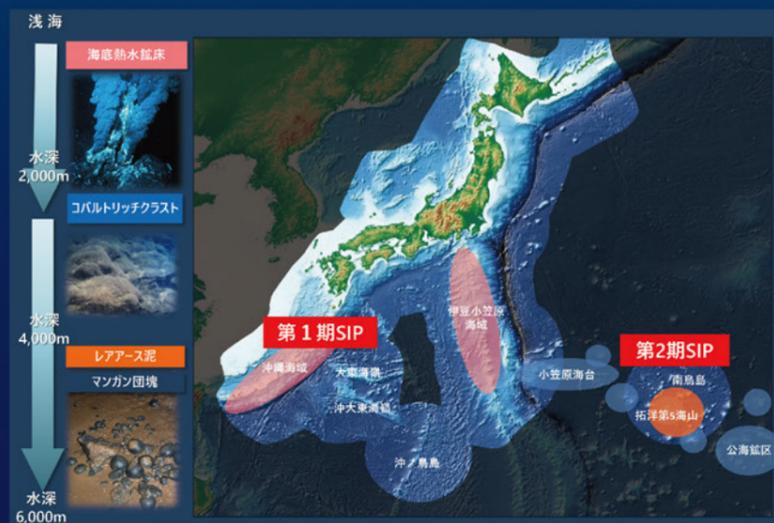
# 海洋国家・日本の未来は「深海」にある。

深海6,000mに眠るレアアース濃集帯を探し、掘り、引き上げる、世界初の挑戦。

世界有数の海洋国家・日本。領海と排他的経済水域 (EEZ) を合わせると、その面積は国土の約12倍、世界第6位となっています。さらに、日本の近海には深海が多いため、体積では世界第4位を誇っています。近年の調査により、深海底にはレアアース (希土類元素) をはじめ鉱物資源が豊富に存在することが分かってきました。東京からおよそ2,000km離れた南鳥島周辺の海域にレアアースの濃集帯が存在することが報告されています。しかし、広大な海域から海洋鉱物資源を実際に探し、掘り、引き上げるということは非常にチャレンジングな課題です。

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 「革新的深海資源調査技術」では、水深5,000mを超える深海に眠るレアアースを主なターゲットとして、その賦存域・賦存量を把握し、世界初となる生産技術の確立に挑む5年間のプロジェクトです。同時に、広い海洋を自由自在に、高効率に調査するため、複数のAUV (自律型無人探査機) を用いた統合調査システムを作り上げることを目標とし、さらに生産技術の確立を目指しています。これらのミッション達成を通じて、深海資源調査技術・生産技術の民間企業への技術移転を戦略的に図り、産学官が一体となって将来の深海資源開発モデルの構築を目指します。本プロジェクトを通じて、海洋産業のさらなる活性化が図られ、海洋国家・日本の未来が大きく切り拓かれるものと確信しています。

皆様からの一層のご理解、ご支援を賜りますよう、宜しくお願い申し上げます。



日本周辺の海底資源の分布

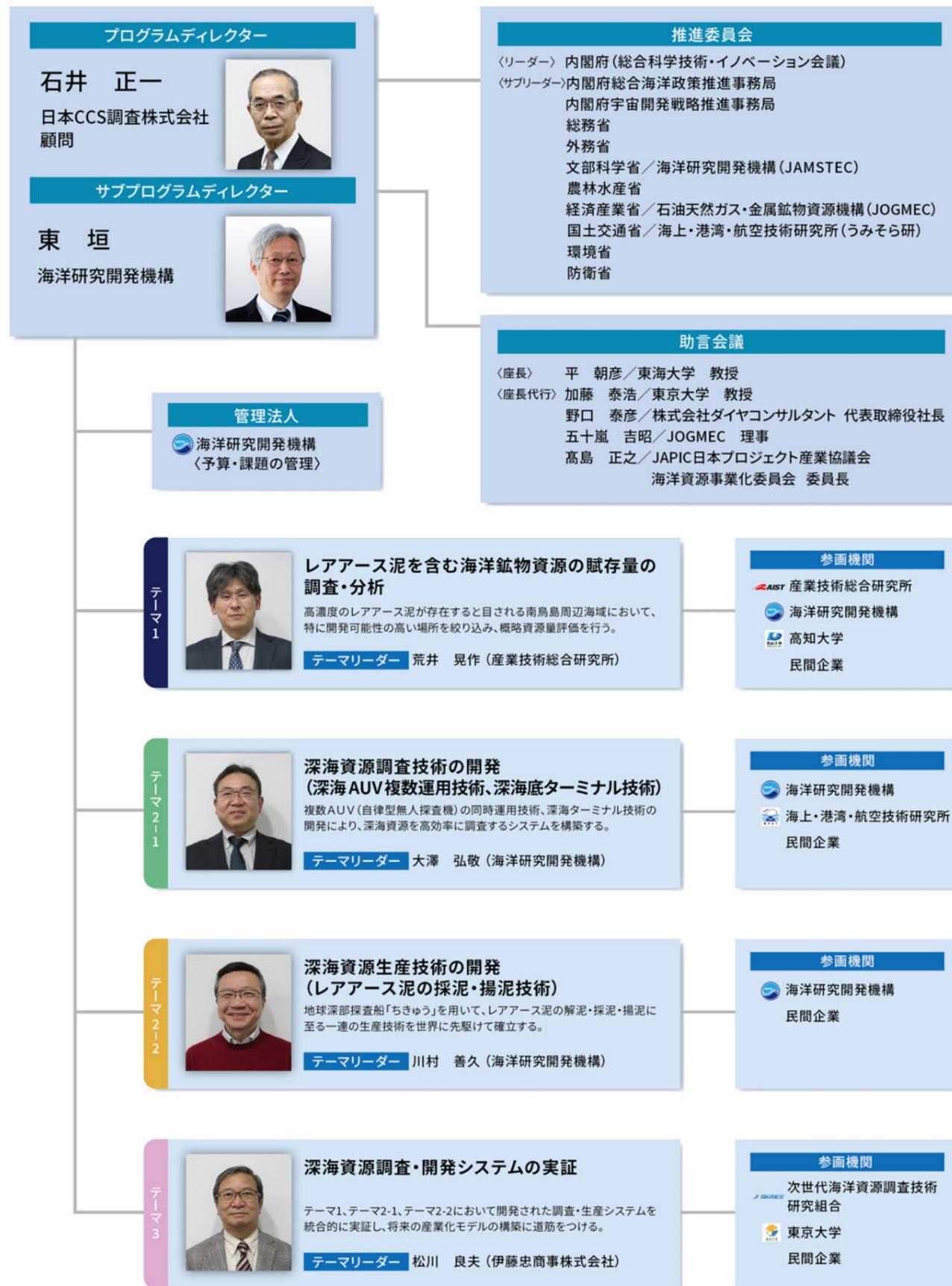


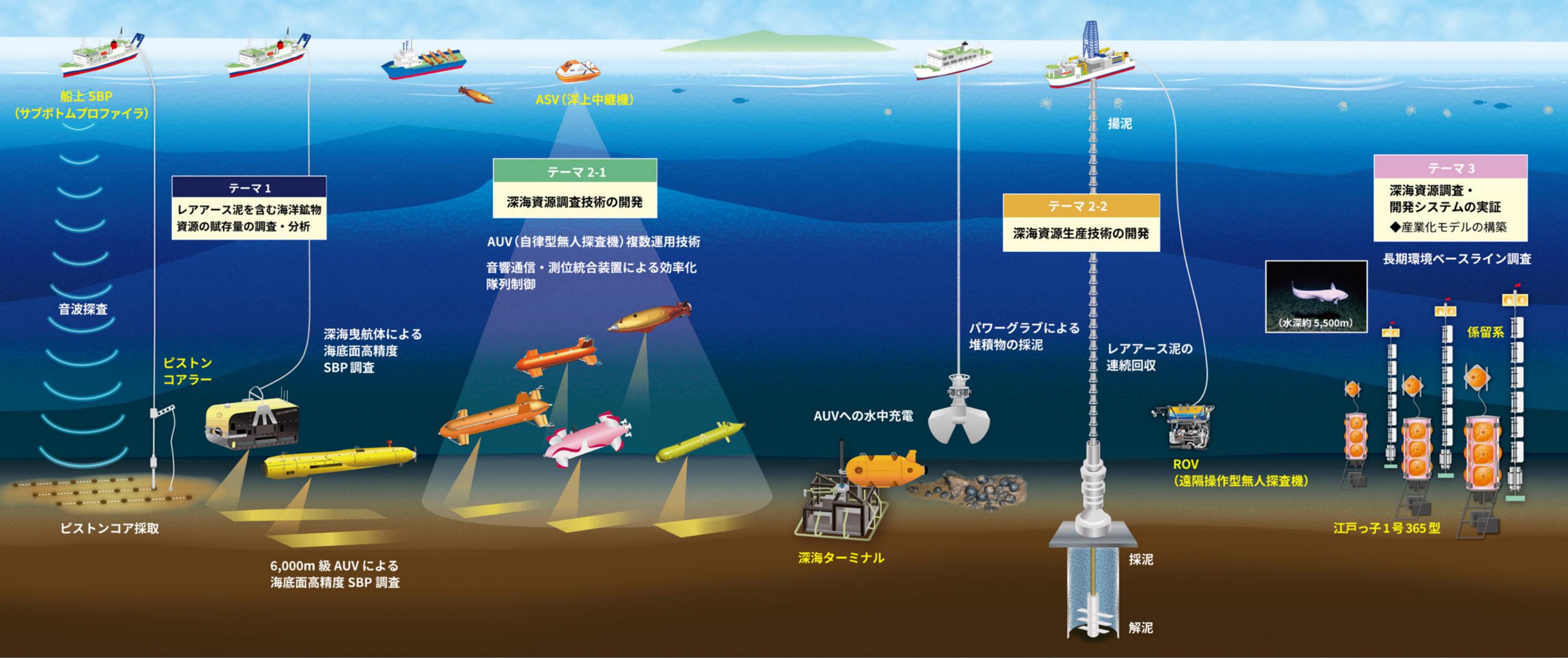
戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 「革新的深海資源調査技術」  
プログラムディレクター

石井 正一

日本CCS調査株式会社 顧問

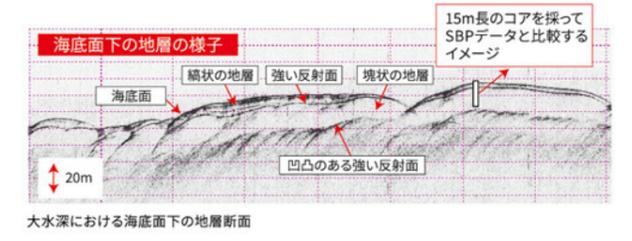
## 「革新的深海資源調査技術」実施体制





**テーマ1** レアアース泥を含む海洋鉱物資源の賦存量の調査・分析

■ 船上SBPによる層厚分布の把握  
 テーマ1では、南鳥島の周辺海域において調査航海を実施し、海底表層の地層探査を実施しています。調査船から発信される音波の反射を捉えることにより、レアアースが濃集している可能性が高い地層の形状を把握します。



■ 採泥による高濃集層の把握  
 現場の海底からコア試料を採取してレアアース高濃集層を精査し、音波探査のデータと統合化することで、南鳥島海域に存在するレアアース元素の概略資源量を、これまで以上の高精度で評価することが可能になります。

**テーマ2-1** 深海資源調査技術の開発 (深海 AUV 複数運用技術、深海ターミナル技術)

■ AUV複数運用技術  
 高効率・高精度な深海資源探査のためのAUVの運用技術として、複数AUVの隊列制御の技術開発に取り組んでいます。また、効率的な複数AUVの同時運用が必要となる技術として、複数のAUVと同時に通信を行う「音響通信・測位統合システム」を通信・測位の要素技術を応用して開発しています。



■ 深海ターミナル技術  
 深海におけるAUV調査の長期にわたる運用を行うため、深海底でAUVがドッキングし、充電及びデータ伝送を可能とする深海ターミナル技術の開発を実施しています。

**テーマ2-2** 深海資源生産技術の開発 (レアアース泥の採泥・揚泥技術)

■ レアアース泥の解泥・採泥装置の製作開始  
 深海底からの鉱物資源の生産技術の確立は大きなチャレンジです。全体システム開発は、地球深部探査船「ちきゅう」を用いた循環方式を基本としています。数値計算や陸上実験の成果も活用しながら開発・設計を完了し、解泥・採泥装置の製作を開始しました。

■ 揚泥管 (3,000m分) の製作完了、接続試験実施  
 「ちきゅう」を用いて深海からレアアース泥を回収するには、「解泥 (レアアース泥を細かくする)・採泥 (レアアース泥を循環流に取り込む)・揚泥 (レアアース泥を海底から船上まで揚げる)」の3つの技術開発が必要となります。揚泥に不可欠な揚泥管に関しては技術検討が終了し、3,000m分の製作が完了し、洋上での接続試験を実施しました。

■ 数値計算  
 解泥・採泥・揚泥を効率的に行うため、水中ポンプ・分級器等の適用性や性能の把握を行っています。また、様々な条件を想定しながら数値シミュレーションモデルの検討を実施しています。



**テーマ3** 深海資源調査・開発システムの実証 (産業化モデルの構築)

■ 動向調査及び産業化モデルの構築  
 国内外の最新動向を把握し、レアアースの需要動向や新規市場の開拓、経済性の向上の可能性について検討を行っています。



■ 環境対策  
 海洋資源の持続的開発を目指して、SIP第1期で開発した環境影響評価手法を活用し、対象海域の環境モニタリングを実施しています。長期海底観測装置「江戸っ子1号365型」及び底層流観測用係留系を深海に設置して継続的に調査を行います。これらの観測手法は、国際標準化機構 (ISO) 規格として提案しています。また、太平洋島嶼国向けの研修等を実施し、海外にも普及を図ります。



## 「南鳥島周辺海域の地層探査を実施」

広大な海域から有望開発域を絞り込むため、調査船からのサブトムプロファイラ (SBP) で10,000kmを超える音波探査を実施しました。調査船から発信されるSBPの音波を利用して海底面の地層の様子を観察すると、海底面下20~30m付近に凹凸のある強い反射面が広がっており、その上に塊状の堆積物が覆っている様子を確認できました。2019年5月には、調査船からケーブルで曳航して使用するディープ・トウ (深海曳航体) を用いて、海底からの高度100mの位置まで近づいて

観測し、高解像度地層データの取得に成功しました。

2021年度までに合計で89本のピストンコアの採取を行い、コアの記載、物性測定、CT・イメージスキャンを行うとともに、約50cm毎の平均レアアース濃度を調べました。南鳥島海域に眠るレアアース泥有望海域の絞り込みを行いました。



10 m長のジャイアントピストンコア (GPC) の揚収作業



船上ですぐにコアの物性分析を実施

## 「深海ターミナルとAUVのドッキング・給電・データ伝送試験に成功」

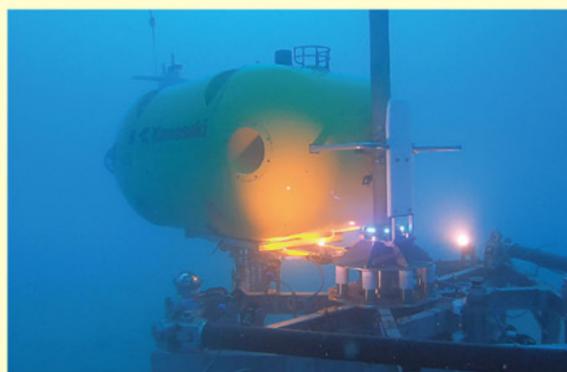
通常のAUVのオペレーションでは、調査・観測が終わる度にAUVを支援船舶へ揚収し、船上で充電する必要がありますが、この深海ターミナルシステムでは、AUV自身がプログラムされたシナリオに従って深海ターミナルにドッキングし、充電・データ伝送を行うため、AUVを都度揚収、投入する必要がありません。これにより長期間のオペレーションを継続して実施することが可能となり、深海調査時間を格段に向上させることが期待されています。本プログラムでは世界に先駆けて深海ターミナルシステムの技術実証をめざしており、最終年度 (2022年度)

までに深海ターミナルシステムを用いて最長連続5日間のAUVの深海での調査を実現することを目標としています。

透明度の高い水深30mの沖縄の海底においてAUVが深海ターミナルにドッキングし充電・データ伝送を行う一連の姿を映像に収めることができました。(下記右写真参照)



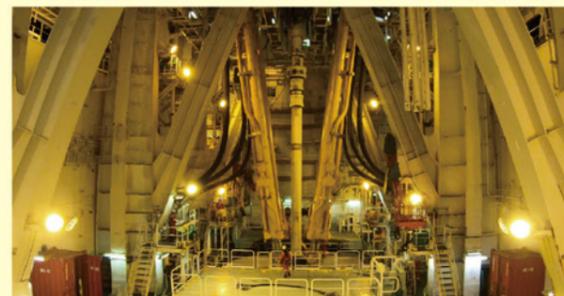
AUV着水作業



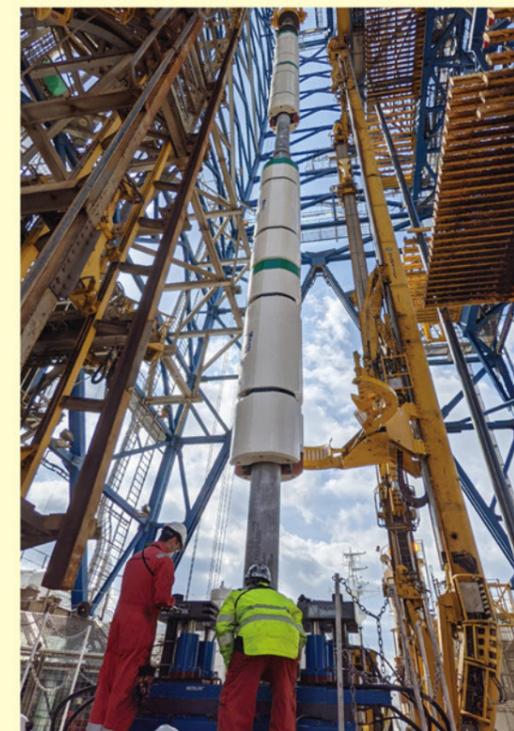
深海ターミナルドッキングの様子

## 「揚泥管ハンドリング試験の実施」

南鳥島海域の海底に賦存するレアアース泥を回収するためには約6,000m長の揚泥管が必要となります。本SIPで開発するレアアース泥回収システムでは、強度等仕様を満たすとともに、「ちきゅう」の既存設備を最大限に活用し、3種類の揚泥管 (「ちきゅう」ライザー、Merlinライザー、VAM21ケーシングライザー) を採用することとしました。「ちきゅう」CK21-01C航海では、この新たに導入した揚泥管 (約3,000m分) の健全性および各ハンドリング機器の操作性・安全性の確認と慣熟訓練を実施することができ、来年度の実海域統合試験へ向けてとても有益な成果を得ることができました。



ライザーテンショナーの接続



ドリルパイプ作業

## 「江戸っ子1号を利用した生分解プラスチック分解試験を実施」

長期観測の特徴を持つ「江戸っ子1号365型」での南鳥島周辺海域での観測機会を利用する公募課題の一つとして生分解プラスチックの深海環境への暴露試験を実施しました。この試験は、日本バイオプラスチック協会 (JBPA) の提案によるもので、JAMSTECとJBPAに加え、東京大学、産業技術総合研究所の産学官連携の体制で実施されました。プラスチックごみによる海洋汚染は世界的な課題で、製品としての機能を満たしつつ、海中や海底で分解するプラスチックの開発と普及促進が重要な方策の一つであり、広く

開発研究が進められています。今回の試験では、陸上の環境とは異なる水深5,000mを超える深海の環境での分解挙動を確認することを目的とし、2020年3月に設置した「江戸っ子1号」に搭載した生分解プラスチックの材料サンプルを搭載し、2021年4月の深海調査研究船「かいらい」による航海で無事に回収しました。これにより、深海環境利用のプラットフォームとしての「江戸っ子1号」の有用性を示すことができました。



「江戸っ子1号365型」で撮影された海底および大型生物映像



試験航海中の「かいらい」



「江戸っ子1号365型」揚収作業

## 参画機関

国立研究開発法人海洋研究開発機構

国立研究開発法人産業技術総合研究所

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

次世代海洋資源調査技術研究組合

国立大学法人東京大学

国立大学法人高知大学

### 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)とは

内閣府総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野を超えたマネジメントにより、科学技術イノベーション実現のために創設した国家プロジェクトです。国民にとって真に必要な社会的課題や、日本経済再生に寄与できるような世界を先導する課題に取り組みます。平成26年度から始まった第1期に続き、平成30年度から第2期12課題が新たにスタートしました。各課題を強力にリードするプログラムディレクター(PD)を中心に産学官連携を図り、基礎研究から実用化・事業化、すなわち出口までを見据えて一貫通貫で研究開発を実施しています。



戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

〈お問い合わせ〉  
国立研究開発法人海洋研究開発機構  
革新的深海資源調査技術管理調整プロジェクトチーム  
E-mail: info-sip2@jamstec.go.jp  
URL: <http://www.jamstec.go.jp/sip2/j/>

最新の研究開発情報を「革新的深海資源調査技術」web ページで発信中!

航海の映像・News Letter などご覧いただけます

