

第8回海洋資源開発技術
プラットフォーム会合
ご説明資料



戦略的イノベーション創造プログラム（SiP）
「海洋安全保障プラットフォームの構築」

プログラム概要と取り組みについて

プログラムディレクターPD
石井正一



1.戦略的イノベーション創造プログラム第3期（SIP第3期）課題一覧

No.	課題名
1	豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築
2	統合型ヘルスケアシステムの構築
3	包摂的コミュニティプラットフォームの構築
4	ポストコロナ時代の学び方・働き方を実現するプラットフォームの構築
5	海洋安全保障プラットフォームの構築
6	スマートエネルギーマネジメントシステムの構築
7	サーキュラーエコノミーシステムの構築
8	スマート防災ネットワークの構築
9	スマートインフラマネジメントシステムの構築
10	スマートモビリティプラットフォームの構築
11	人協調型ロボティクスの拡大に向けた基盤技術・ルールの整備
12	バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備
13	先進的量子技術基盤の社会課題への応用促進
14	マテリアル事業化イノベーション・育成エコシステムの構築

2. 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期の課題 及び PD



01 豊かな食が提供される持続可能なフードチェーンの構築

松本 英三

(株) J-オイルミルズ 取締役常務執行役員



02 統合型ヘルスケアシステムの構築

永井 良三

自治医科大学 学長



03 包摂的コミュニティプラットフォームの構築

久野 譜也

筑波大学大学院 人間総合科学学術院 教授 兼
筑波大学 スマートウェルネスシティ政策開発研究センター長



04 ポストコロナ時代の学び方・働き方を実現するプラットフォームの構築

西村 訓弘

三重大学大学院 地域イノベーション学研究科 教授・特命副学長



05 海洋安全保障プラットフォームの構築

石井 正一

日本CCS調査(株) 顧問



06 スマートエネルギーマネジメントシステムの構築

浅野 浩志

岐阜大学高等研究院 特任教授 / (一財) 電力中央研究所 研究アドバイザー /
東京工業大学 科学技術創成研究院 特任教授



07 サーキュラーエコノミーシステムの構築

伊藤 耕三

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授



08 スマート防災ネットワークの構築

楠 浩一

東京大学 地震研究所 災害科学系研究部門 教授



09 スマートインフラマネジメントシステムの構築

久田 真

東北大学大学院工学研究科 教授 兼 インフラ・マネジメント研究センター センター長



10 スマートモビリティプラットフォームの構築

石田 東生

筑波大学 名誉教授



11 人協調型ロボティクスの拡大に向けた基盤技術・ルールの整備

山海 嘉之

筑波大学 システム情報系教授 兼 サイバニクス研究センター 研究統括 兼 未来
社会工学開発研究センター センター長 / CYBERDYNE(株) 代表取締役社長・CEO



12 バーチャルエコノミー拡大に向けた基盤技術・ルールの整備

持丸 正明

(国研) 産業技術総合研究所 人間拡張研究センター 研究センター長



13 先端的量子技術基盤の社会課題への応用促進

寒川 哲臣

日本電信電話(株) 先端技術総合研究所 常務理事 基礎・先端研究プリンシパル



14 マテリアル事業化イノベーション・育成エコシステムの構築

木場 祥介

ユニバーサルマテリアルズインキュベーター(株) 代表取締役パートナー

概要

SIP第1期「次世代海洋資源調査技術」(2014～2018年度)は、水深2,000m以浅の海底熱水鉱床を主な対象とし、第2期「革新的深海資源調査技術」(2018年～2022年度)では、2,000m以深での深海資源調査技術、回収技術を世界に先駆けて確立・実証。第3期「海洋安全保障プラットフォームの構築」(2023～2027年度)では、第2期までの成果を発展させ、世界有数の海洋国家である我が国にとって安全保障上重要な海洋の保全や利活用を進めるため、事業化・実用化までを見据えた社会実装の実現を目指すとともに、海洋の各種データを収集し、資源の確保、気候変動への対応などを推進するプラットフォームを構築する。

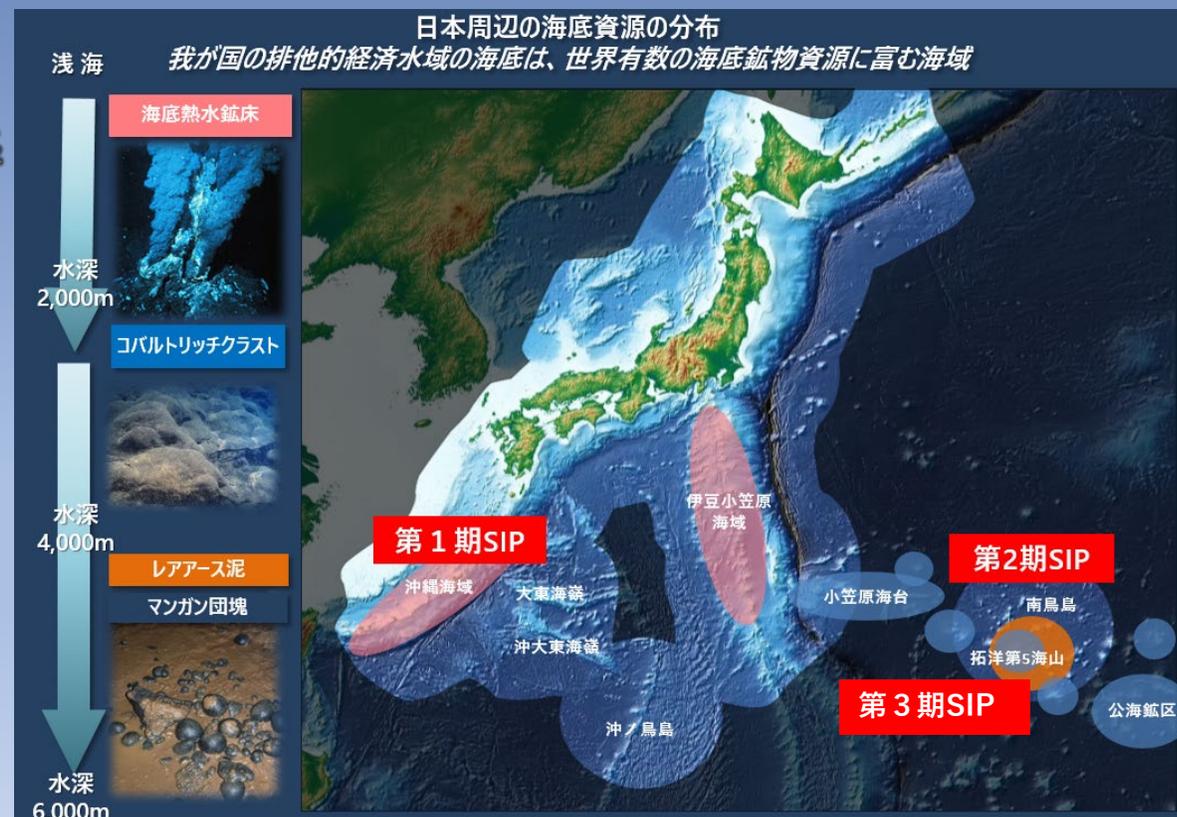
課題の意義

南鳥島EEZ内の深海にはレアアース泥の濃集帯が存在し、特に(中国南部等に) 偏在する重レアアース類を多く含むことを立証した。資源に乏しい我が国が、自国EEZ内に存在する海洋鉱物資源の効率的な調査手法と採鉱とともに、将来の生産に向けての技術の確立は、海洋安全保障に資する取り組みである。

SIP第2期の資源量調査の結果、レアアース濃集帯の分布状況が明らかとなり、水深6,000mのレアアース泥の生産技術確立は、産業を支える鉱物資源の安定供給の観点から将来に向けて国家として推進すべき課題である。また海洋広域モニタリングシステムの社会実装も、重要な課題として取り組みが強化されるべきである。

推進体制

テーマ1	レアアース生産技術開発
テーマ2	深海洋環境影響評価システムの開発
テーマ3	海洋ロボティクス調査技術開発
テーマ4	海洋玄武岩CCS基礎調査研究



4. SIP第2期プログラム全体工程表

無断使用不可

2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
--------	--------	--------	--------	--------

2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
--------	--------	--------	--------	--------

1.レアアース概略資源量評価 (3Dマッピングイメージ) 概略資源量評価



レアアース概略資源量評価の高精度化
レアアース製錬・産業化への技術開発

2.AUV複数機運用技術

- 音響通信・測位装置の開発
- 隊列制御

AUV2機 隊列制御試験に成功

AUV3機 隊列制御試験に成功

ASV

ASV/異機種AUV
インターフェイス
改良



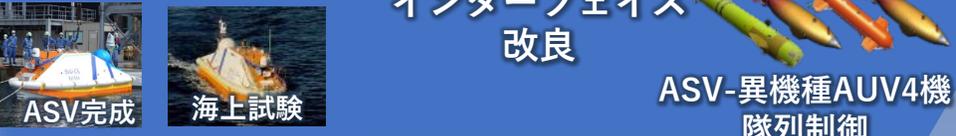
3.AUV複数機運用技術実証試験

- 長期運用型ASVの開発

ASV完成

海上試験

ASV-異機種AUV4機
隊列制御



4. 深海ターミナル

渠中試験

浅海試験成功

水深1,000m海域試験

水深2,000m海域試験



5. AUVの大深度化

水深6,000m級AUV
実証・調査



6.レアアース生産技術の開発

解泥試験

大規模解泥試験

揚泥性能確認試験

海域解泥・揚泥試験



7.開発システムの展開
(太平洋島しょ国研修
・国際協力体制の構築)
(環境ベースライン調査)
(海洋環境調査技術の開発)

深海環境利用を含む深海鉱物資源開発関連技術の事業化

海洋ロボット調査技術の事業化

海洋環境調査技術事業の事業化



第3期SIPへ
(2023~2027年度)
「海洋安全保障プラットフォームの構築」

事業化

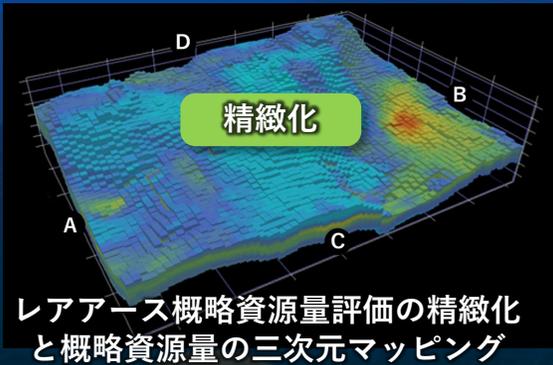
- 深海環境利用を含む深海鉱物資源開発関連技術の事業化
- 海洋ロボット調査技術の事業化
- 海洋環境調査技術の事業化



国際標準規格・ISO発行

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

**レアアース概略資源
量評価完了**



6,000m級AUVによる
本格的な高解像度海底下音響
探査

→ しんかい6500による
代替海底面調査実施

AUVの大深度化
NGR6000

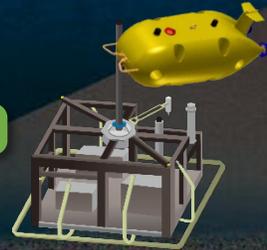
テーマ2-1 深海資源調査技術の開発

AUV複数運用技術
異機種AUV4機の隊列制御運用試験



2022.9 AUV4機隊列
制御試験成功

深海ターミナル
水深2,000m連続運用試
験



テーマ2-2 深海資源生産技術の開発

「ちぎゅう」

2022.06 循環・
作動試験成功

海域循環・作動試験
(水深1,000m)

海域解泥・揚泥試験
(水深3,000m)



2022.08
解泥・揚泥
試験成功

テーマ3 深海資源調査・開発システムの実証

各種深海試験完了
成果取纏中

(異分野展開)
生分解プラスチック深海分解試験等
サンプル回収・分析評価

(事業化検討)

- 深海環境利用を含む
深海鉱物資源開発関連事業
- 海洋ロボット調査技術事業
- 海洋環境調査技術事業

南鳥島長期環境モニタリング完了
国際標準規格ISO4件発行

廉価で高機能化した「江戸っ子1号」
による長期環境モニタリング
(水中騒音、濁度測定等)



「ちきゅう」を用いた解泥・揚泥試験時における環境モニタリング

解泥・揚泥試験での環境モニタリングのプラン



2022年8月の茨城沖での解泥・揚泥試験において、2021-2022年に発行されたISO規格を利用した環境モニタリング手法を、実際の採掘作業を想定して試験実施

船上でのモニタリング (特許出願2020-130016I、ISO 23734: 2021)

- ・ 船上ラボでは光合成活性の測定値を基準した環境モニタリングを実施
ファイトアラートシステム (海水環境を24時間観測) 使用
洋上バイオアッセイシステム (海水と泥試料での光合成阻害検査) 使用
- ・ 船上における汚染リスク評価実施の可能性確認

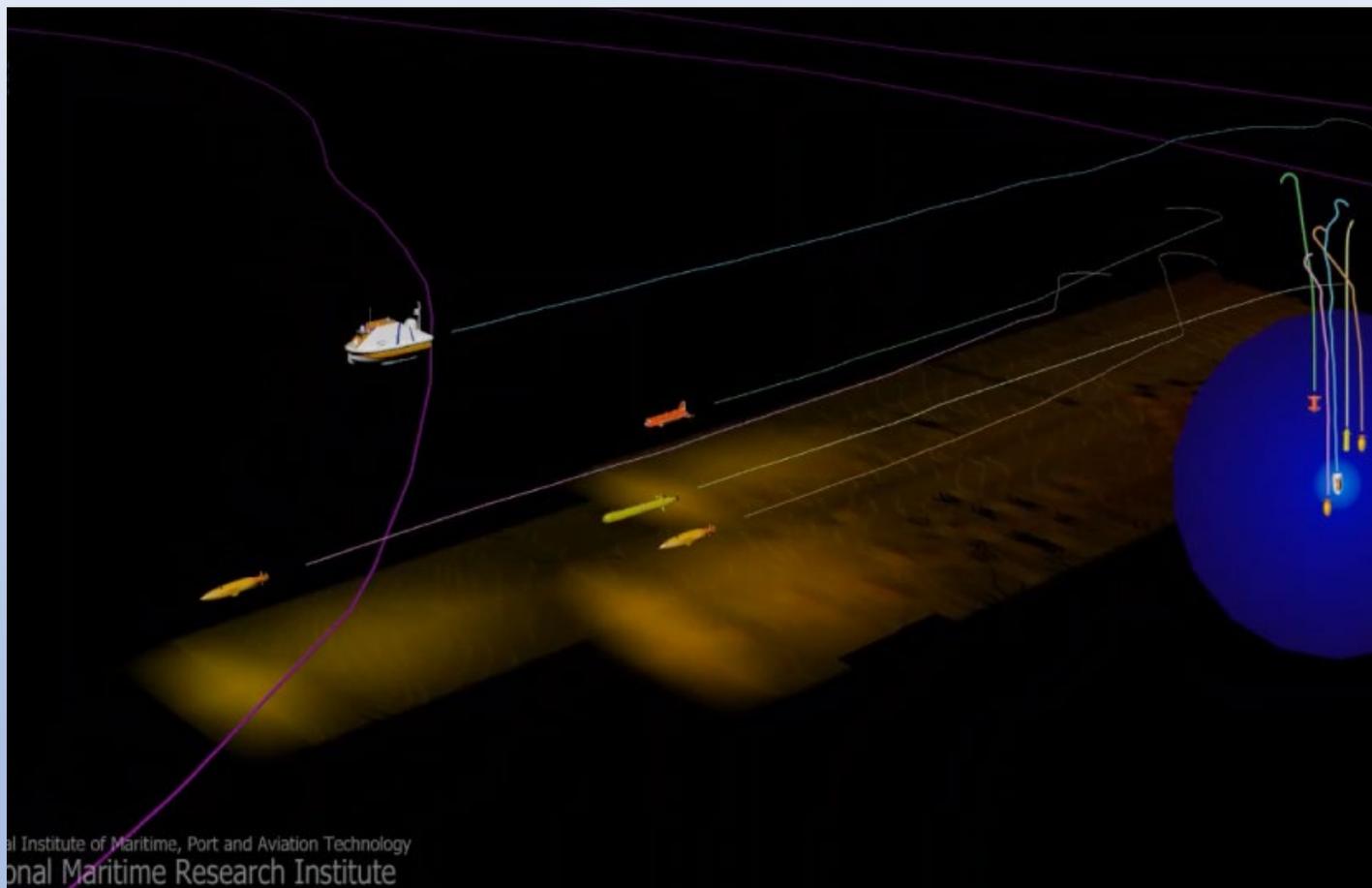
海底でのモニタリング (ISO 23730: 2022, 23731: 2021)

- ・ 解泥・揚泥サイトから50mと200m離れた地点に江戸っ子1号COEDO型を設置し、解泥・揚泥作業で発生する懸濁物の状況と生物群集の動向観測
- ・ ROVに接続された4 Kカメラによる周辺状況記録
- ・ 懸濁物の状況と大型生物の動向から影響評価の可能性を確認



異機種AUV4機隊列制御による海底地形データ取得に成功（2022年9月）

AUV4機隊列制御試験結果アニメーション



うみそら研 2号機



うみそら研 3号機



うみそら研 4号機



IHI社 AUV

SIP第2期で開発した高性能音響通信・測位統合装置を搭載した洋上中継機ASV1機及び異機種AUV4機で駿河湾沖水深2,000m海域（海底地形図データ取得エリアの水深は約1,400m）の隊列制御試験に成功し、AUV10機運用のための技術的な目途を付けた。

目 標

● 深海資源の調査効率を向上させるための海域の調査ができる世界最先端調査システムの開発

第3期 → AUV群制御技術、マルチユーザ音響通信機能搭載、長期広域海洋環境モニタリング

(無人洋上中継機ASV)



(海中ロボットAUV)



■深海ターミナル技術

- AUVのドッキング・水中充電による5日間以上の長期連続運用
- 必要な要素技術
 - ・ ドッキング・充電技術の開発

■AUV複数機運用技術

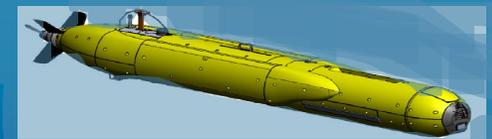
- マルチユーザ音響通信・測位統合装置、隊列制御による複数機運用(最大10機、実証4機)
- 必要な要素技術
 - ・ 複数機通信・測位技術の開発
 - ・ 隊列制御技術の開発
 - ・ 長期無人洋上中継機技術の開発



(海洋環境計測器「江戸っ子」)

(深海ターミナル)

(調査船)



(海中ロボットAUV NGR6000)

■探査システムの大深度化

- 水深6,000m級AUVの導入による大深度詳細調査
- 必要な要素技術
 - ・ 大深度運用技術
 - ・ システム技術のキャッチアップ

安全保障上重要な海洋の保全や利活用を進める「海洋安全保障プラットフォームの構築」



※南鳥島周辺の海域には、大規模なレアアースの資源量が確認されており、巨大かつ安定している玄武岩海山が存在するため、「ちきゅう」やAUV等の機器を用いて一体的に研究開発を行うプラットフォームを構築



① Society 5.0における将来像

- 新たな海洋環境広域モニタリングシステムの技術開発
- EEZ内の海洋鉍物資源の利活用の促進
- 大規模CO₂貯留技術の高度化・特定国に依存しない新たな資源供給網の整備
- 2050年カーボンニュートラルの目標の実現

② 課題概要

- レアアース採鉱・生産システムの確立
- 海洋環境モニタリング技術の高度化
- AUV、「江戸っ子」などの高機能化
- 海洋玄武岩CCSによる大規模CO₂貯留技術の基礎調査研究と貯留システムの概念設計

～海洋鉱物資源開発と海洋環境が調和する社会実装に向けて～

① 国産レアアースの採鉱とサプライチェーンの構築に向けて

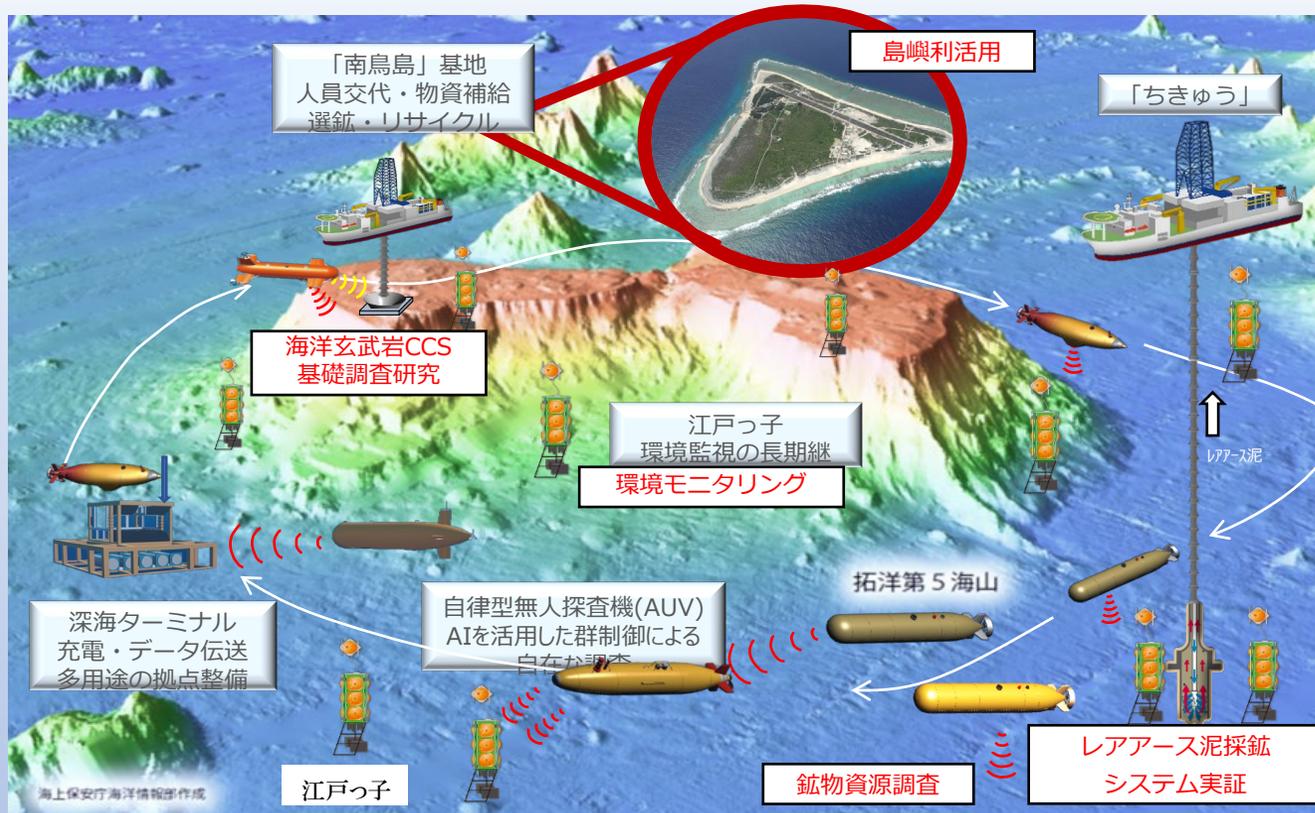
- 南鳥島レアアース泥の採鉱、選鉱・製錬・精製の実証試験
- 海洋環境と共存する新たなレアアース・サプライチェーンの構築
- 産業に不可欠なレアアースの安定供給に貢献

② 海洋鉱物資源・広域海洋環境モニタリングシステム構築

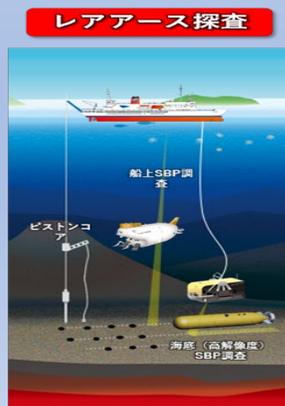
- 新たな海洋ロボティクス技術による広域海洋モニタリングシステムの構築
- 地球温暖化の海洋における変動要因を、海洋観測機器ネットワークによる観測データの構築で精度向上⇒「海の見える化」

③ 海洋玄武岩CCS基礎調査研究

- 「2050年カーボンニュートラル」に貢献する海洋玄武岩層への大規模CO₂貯留・鉱物固定化技術に関する基礎調査研究
- 我が国における海洋CCSの普及促進に貢献



SIP3 レアアース生産技術開発



テーマ1 レアアース生産技術開発

サブテーマ1-1 資源量精査、鉱区設定に向けての基礎データ収集 [探査]

サブテーマ1-2 レアアース泥採鉱技術の改良 [採鉱]

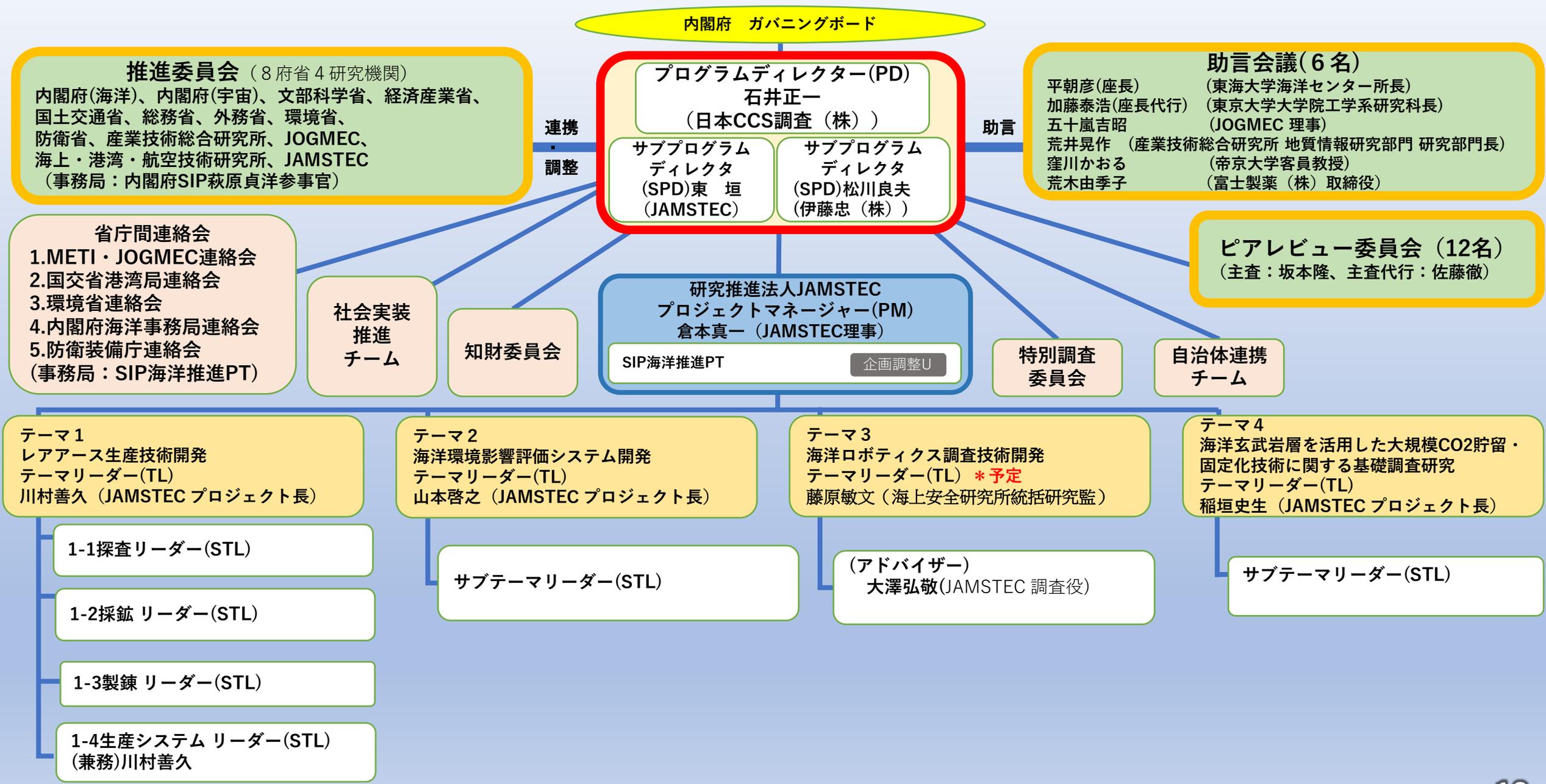
サブテーマ1-3 レアアース製錬技術の開発 [製錬]

サブテーマ1-4 生産システムの検討 [生産]

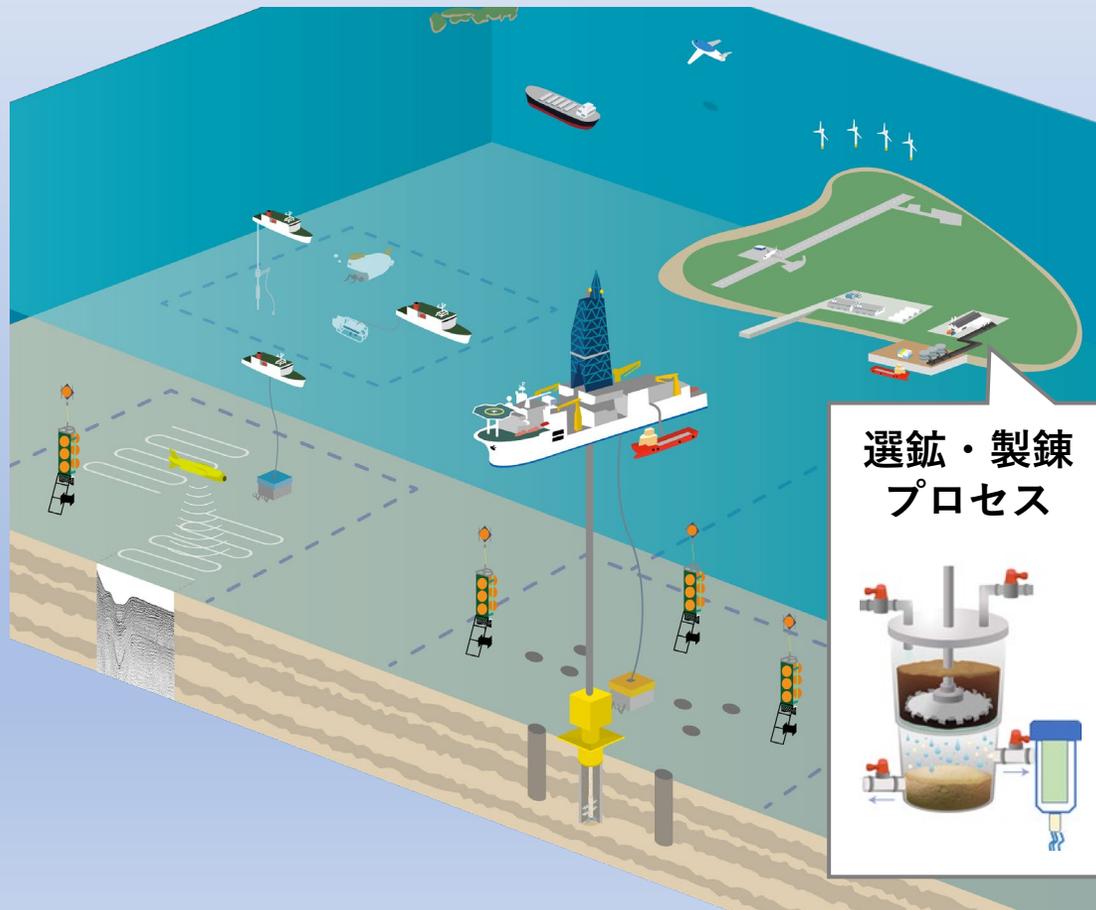
テーマ2 海洋環境影響評価システムの開発

テーマ3 海洋ロボティクス調査技術開発

テーマ4 海洋玄武岩層を活用した大規模CO₂貯留・固定化技術に関する基礎調査研究



- ◎南鳥島EEZのレアアースは、鉱区設定に資する調査
- ◎6,000mからの採鉱・揚泥試験を実施
- ◎製錬・精製プロセスを完成
- ◎レアアースの生産システムに目処



サブテーマ1-1 有望エリア資源量精査

鉱区設定に向けた基礎データ収集(探査)

- 有望エリアの追加コア採取・分析を行い、調査手法の精緻化
- 最終的には鉱区設定に資する高精度三次元マッピングの完成

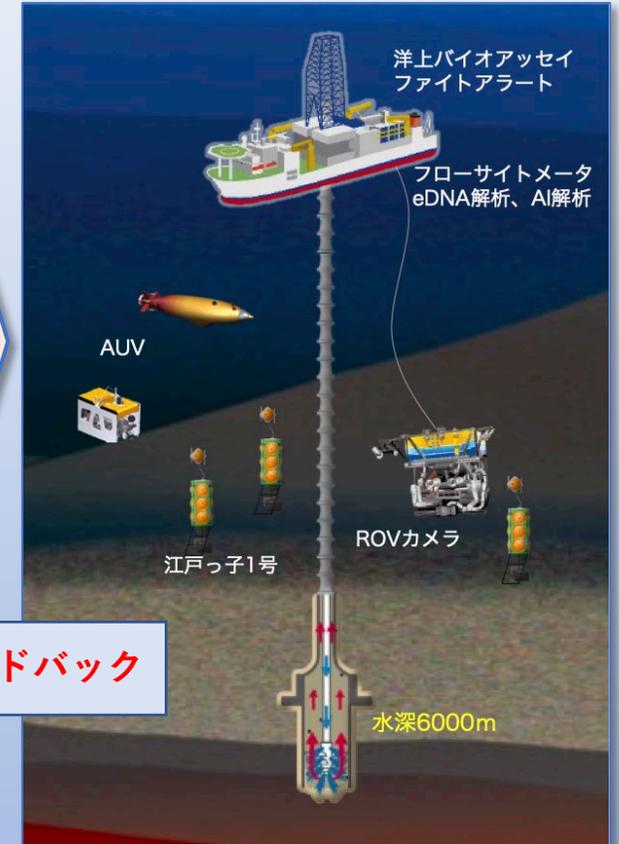
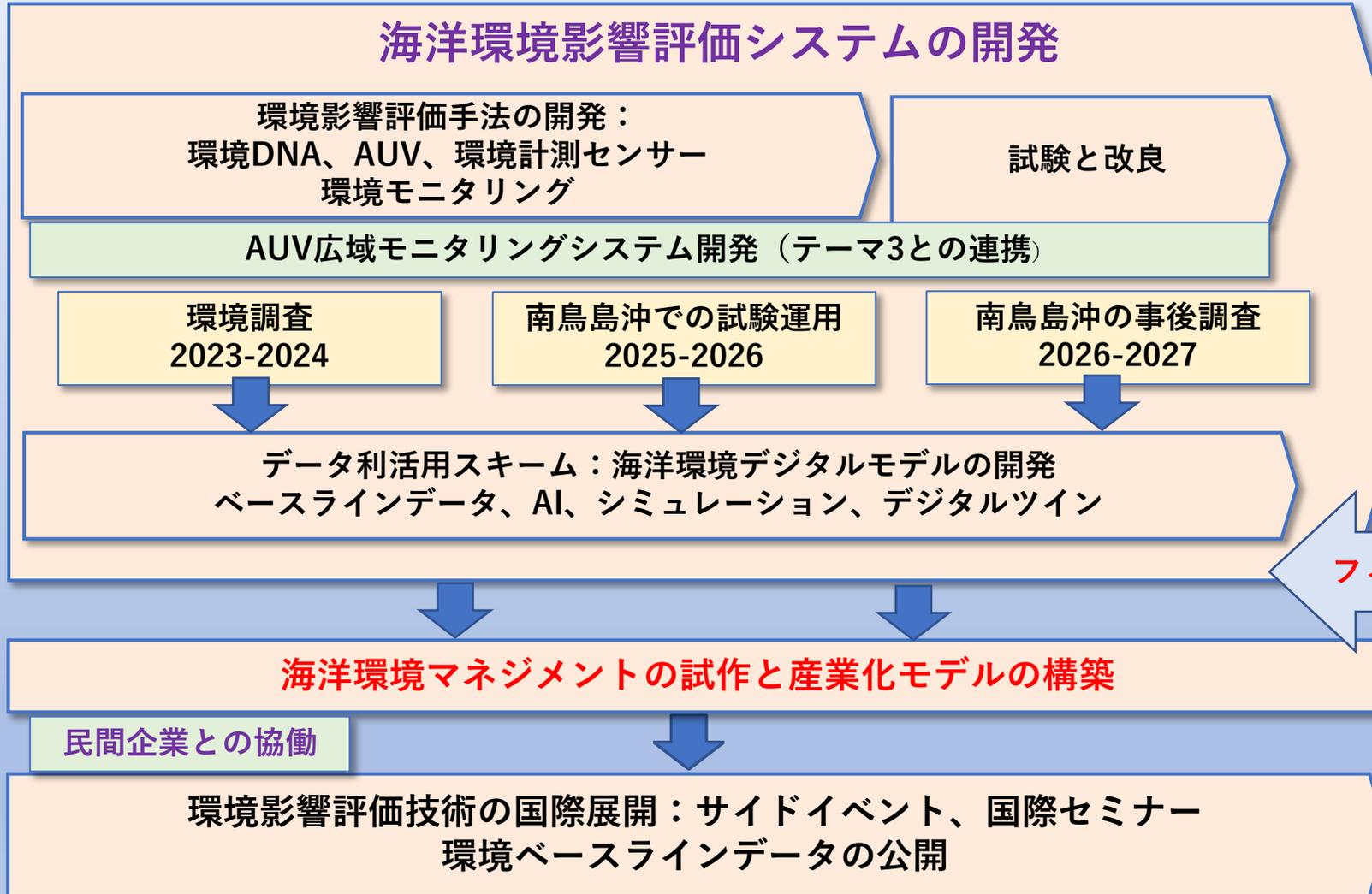
サブテーマ1-2 レアアース泥採鉱技術の改良 (採鉱)

- レアアース泥の採鉱システムを開発し、レアアース泥採鉱技術の実証
- 下部揚泥管3,000mの製作を完了し、実証試験サイトの設定

サブテーマ1-3 レアアース精錬技術の開発(製錬)

- 新たなるレアアース選鉱・製錬技術の開発
- レアアース元素の効率的な抽出・分離手法の開発を行い、将来の産業化に向けた大規模精製プロセスの開発を検討

サブテーマ1-4 生産システムの検討



レアアース採鉱試験（テーマ1）での環境モニタリングの実証試験

AUV、深海ターミナル、「江戸っ子」を高機能化し、広域モニタリングシステムにより、海洋鉱物資源開発や海底下CO₂貯留へのモニタリングシステム展開

○海洋構造物保守点検等、対応可能な小型・安価で平易に活用可能なAUV開発

○水平方向AUV間通信測位技術（協調群制御）による新たな海底面調査・海底下地層探査技術
○将来は、レアアース泥、CCS適地調査等での利用

曳航式音源

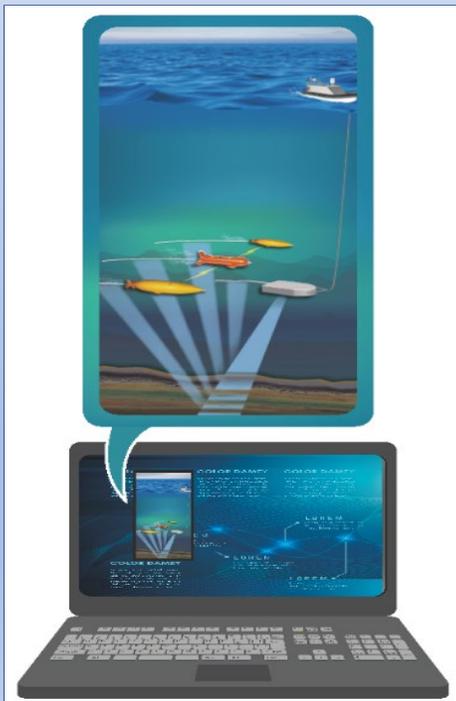
○江戸っ子、複数AUV、深海ターミナル連携による長期運用・大量データ回収による広域モニタリングシステム

16.複数AUV協調群制御計画 ①AUV-AUV通信・測位隊列制御とAUV音波探査による地盤調査技術実証

無断使用不可

2023年度

- 協調群制御アルゴリズム開発
- 音響通信測位装置搭載工事
- 地盤調査用受信システム開発着手



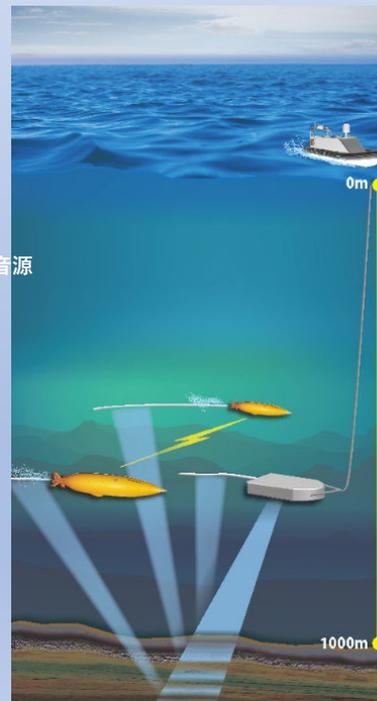
2024年度

- 水深500m以浅曳航式音源・受信システム単独試験
- 航行型AUV2機協調群制御試験



2025年度

- 水深1,000m以浅航行型AUV2機協調群制御による地盤調査技術試験



2026年度

- 水深2,000m以浅航行型AUV3機3次元地盤調査技術試験



2027年度

- 水深2,000m以浅航行型AUV3機による3次元地盤調査技術試験



17. 複数AUV協調群制御計画 ②広域モニタリングシステム

◎ 深海でのAUV光通信・高速音響通信による大量データ転送

◎ 海中ドッキング充電・環境調査技術実証とAUV社会実装

2023年度

2024年度

2025年度

2026年度

2027年度

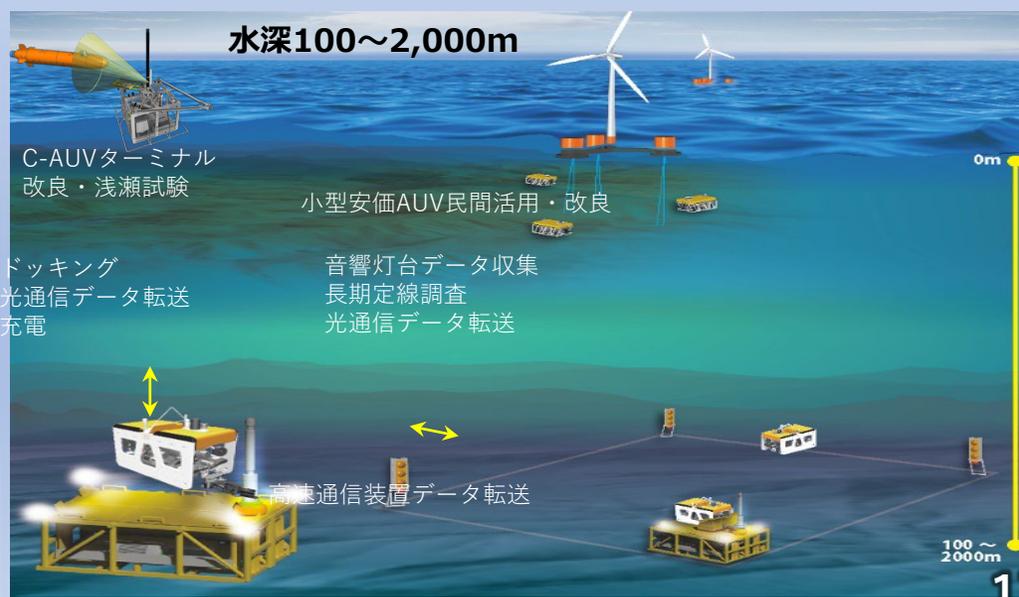
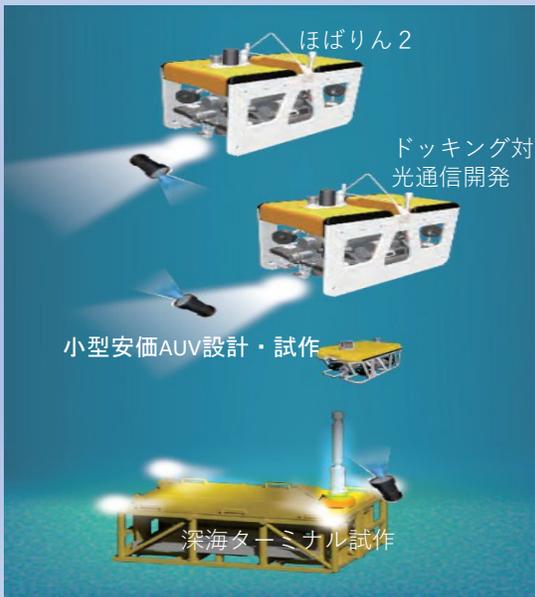
- AUV高速光通信技術開発
深海ターミナル試作
ホバリング型AUVドッキング
- 「江戸っ子」光通信装置と
高速音響通信検討
- 航行型AUVドッキングシミュレーション
- 小型安価AUV設計・試作

- 高速光通信技術システム
開発、深海ターミナル改良
(高速音響通信装置)
- ホバリングAUVドッキンと
通信装置改良
- 「江戸っ子」光通信装置
- 航行型AUVドッキングターミナル試作
- 小型安価AUV試作と
水槽試験

- 広域モニタリングシステム改良
- 100m以浅海域
実証試験
- 航行型AUVドッキングターミナル水
槽試験
- 小型安価AUV実海
域システム検証

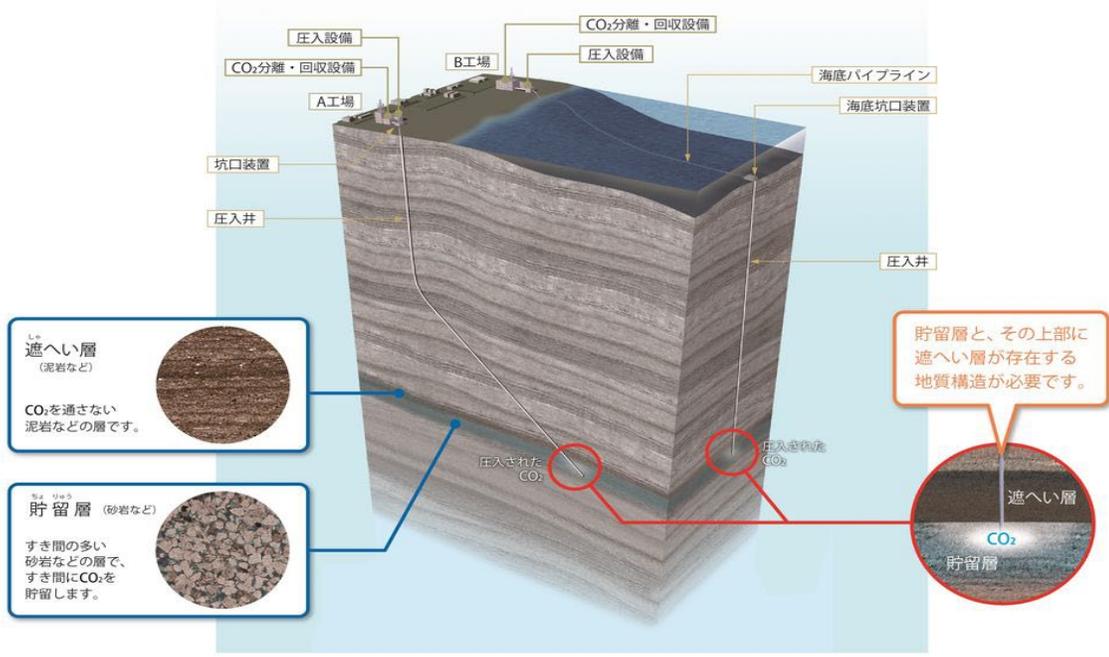
- 1,000m以深広域
モニタリングシステム実証
技術課題抽出・改良、
- 航行型AUVドッキング
ターミナル改良
- 100m以浅海域試験
小型安価AUV民間活用

- 広域モニタリングシステム
の社会実装
試験
- 小型安価AUV
民間活用への改良



堆積盆CCS

- メリット 陸域のCO₂排出源に近い沿岸部で、輸送・圧入コストが安い。
- デメリット 砂層では鉱物化反応が遅く、活断層が存在しない安定的で大規模なCO₂貯留エリアは限定的。



海洋玄武岩CCS

- メリット 太平洋プレートに位置する南鳥島EEZは、地質学的に極めて安定。鉱物化により、安全で大規模なCCSを期待
- デメリット 山体内部の構造が未解明
CO₂排出源から長距離輸送

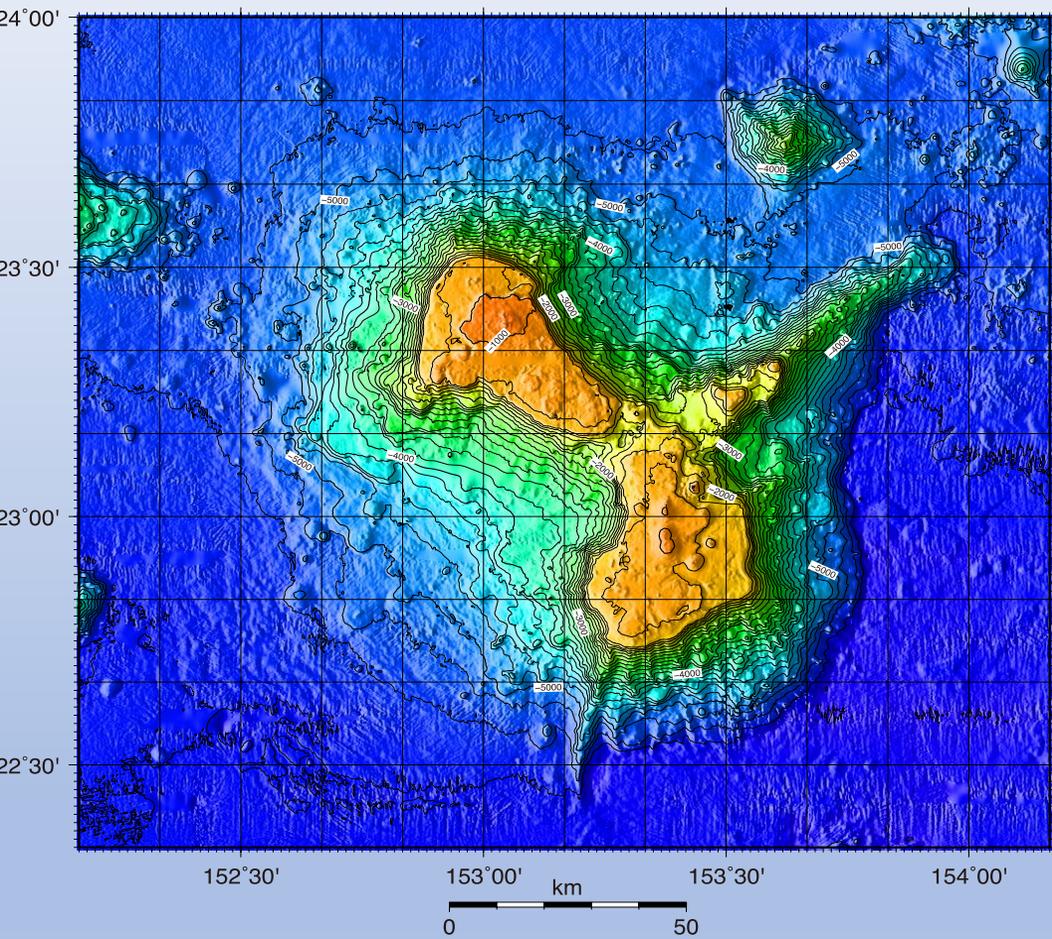


Snabjornsdottir et al., Nature Reviews Earth & Environment, 2020.

アイスランドの玄武岩層CO₂貯留試験において、95%以上のCO₂が2年以内に鉱物に固定化されることが確認

対象フィールド

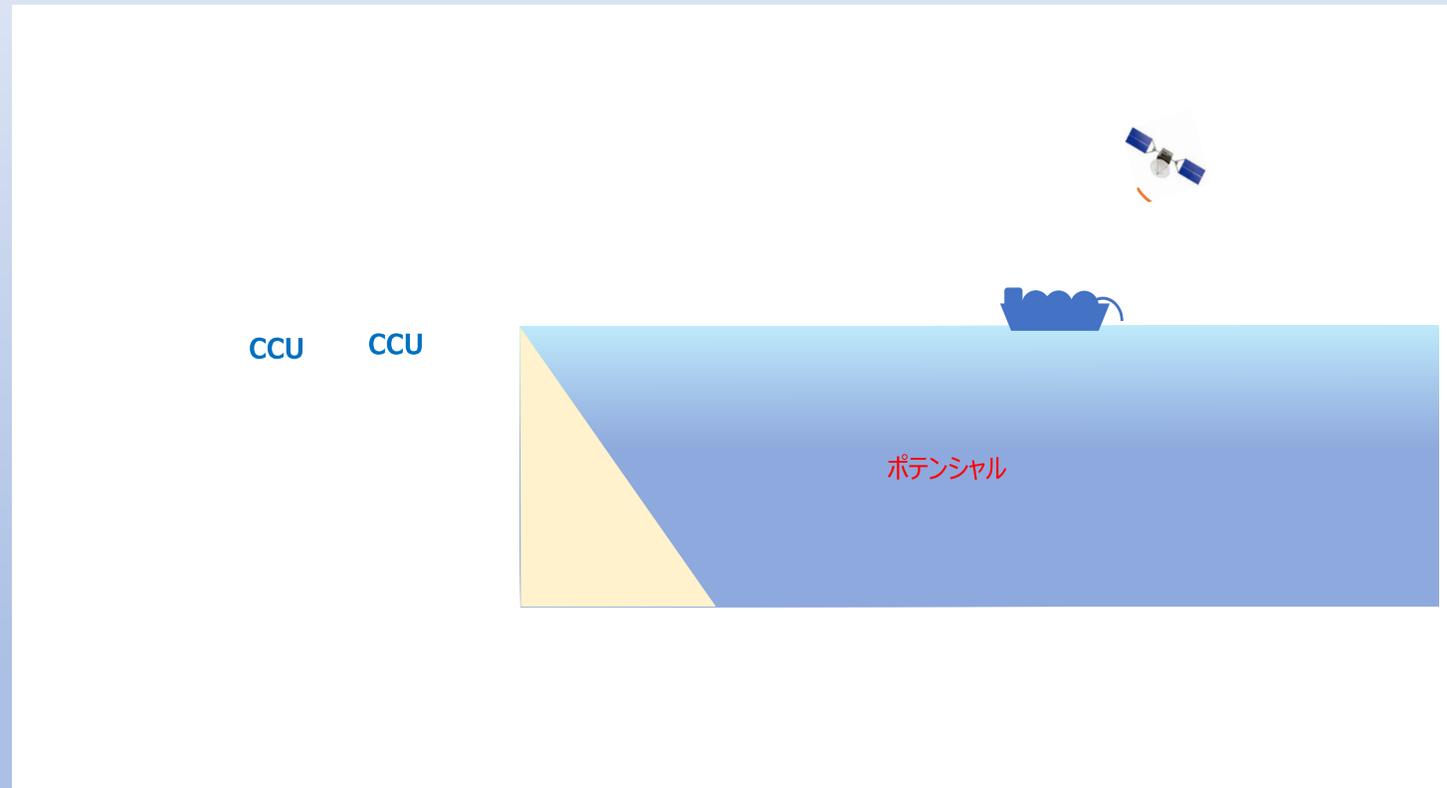
拓洋第5海山（南鳥島南方沖）



- 山頂の水深：810～1,000 m
- 山頂面積：2,220 km²（東京都とほぼ同程度）
- 山体体積：21兆 m³（富士山の約15倍）

目指すCCS社会実装イメージ

大規模なCO₂海上輸送、深海圧入オペレーション等の
全体工程での経済性のある最適なシステムの概念設計





ご清聴ありがとうございました。

