

海洋資源調査産業の創出について

2019年12月6日

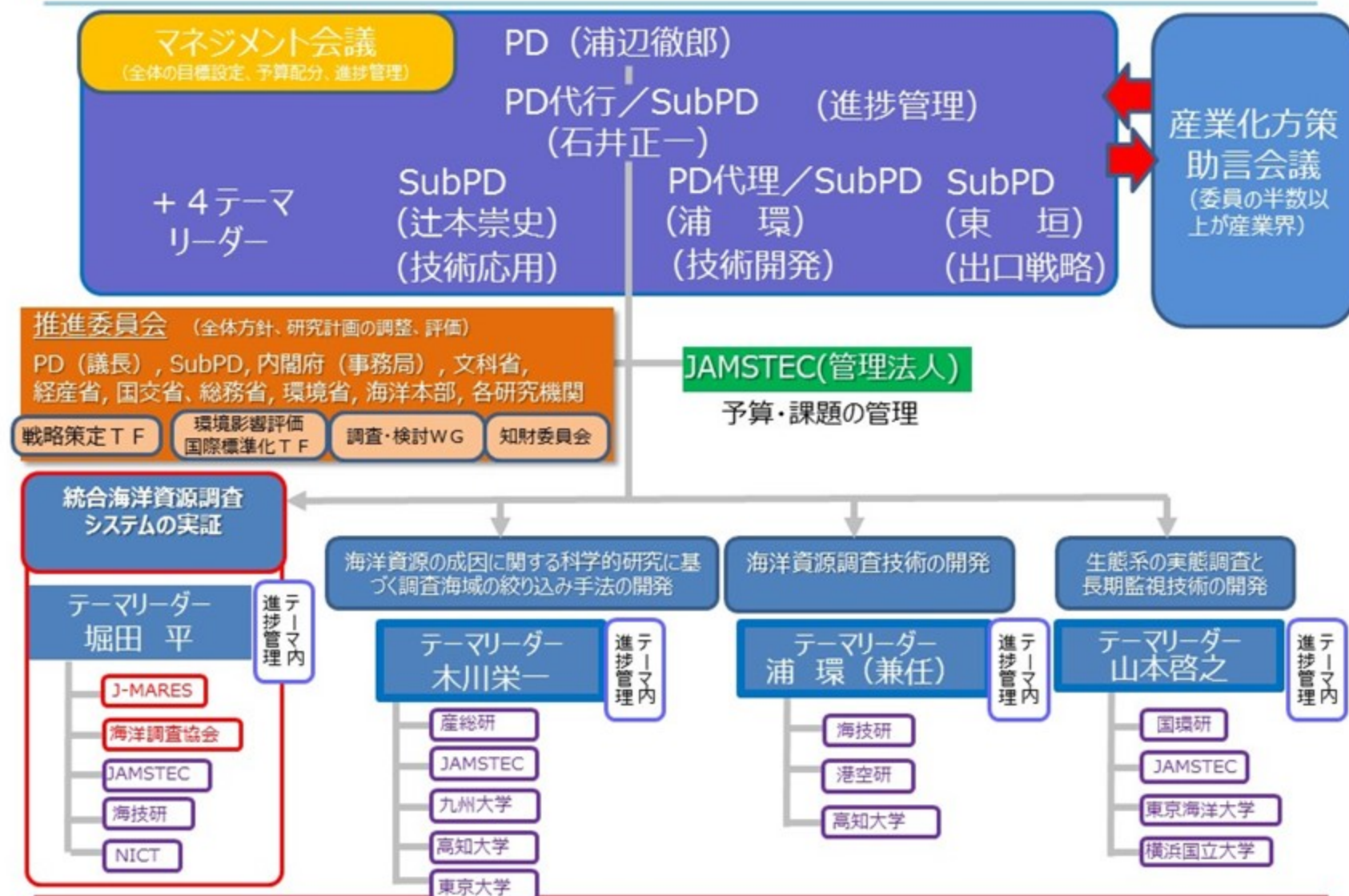
河合 展夫

次世代海洋資源調査技術研究組合（J-MARES）
（株）地球科学総合研究所（JGI, Inc.）

講演内容

- 1) 第1期SIP「次世代海洋資源調査技術」
河合(2018) 第10回年次大会講演より
- 2) 第2期SIP「革新的深海資源調査技術」
- 3) 海洋調査産業の創出は果たせたのか？

実施体制（課題全体）



実施体制（民間企業2グループ）

次世代海洋資源調査技術組合（J-MARES）



組合員：石油資源開発（株）、
（株）地球科学総合研究所
新日鉄住金エンジニアリング（株）
三菱マテリアルテクノ（株）

事業：次世代海洋資源調査技術の実用化に係る研究開発

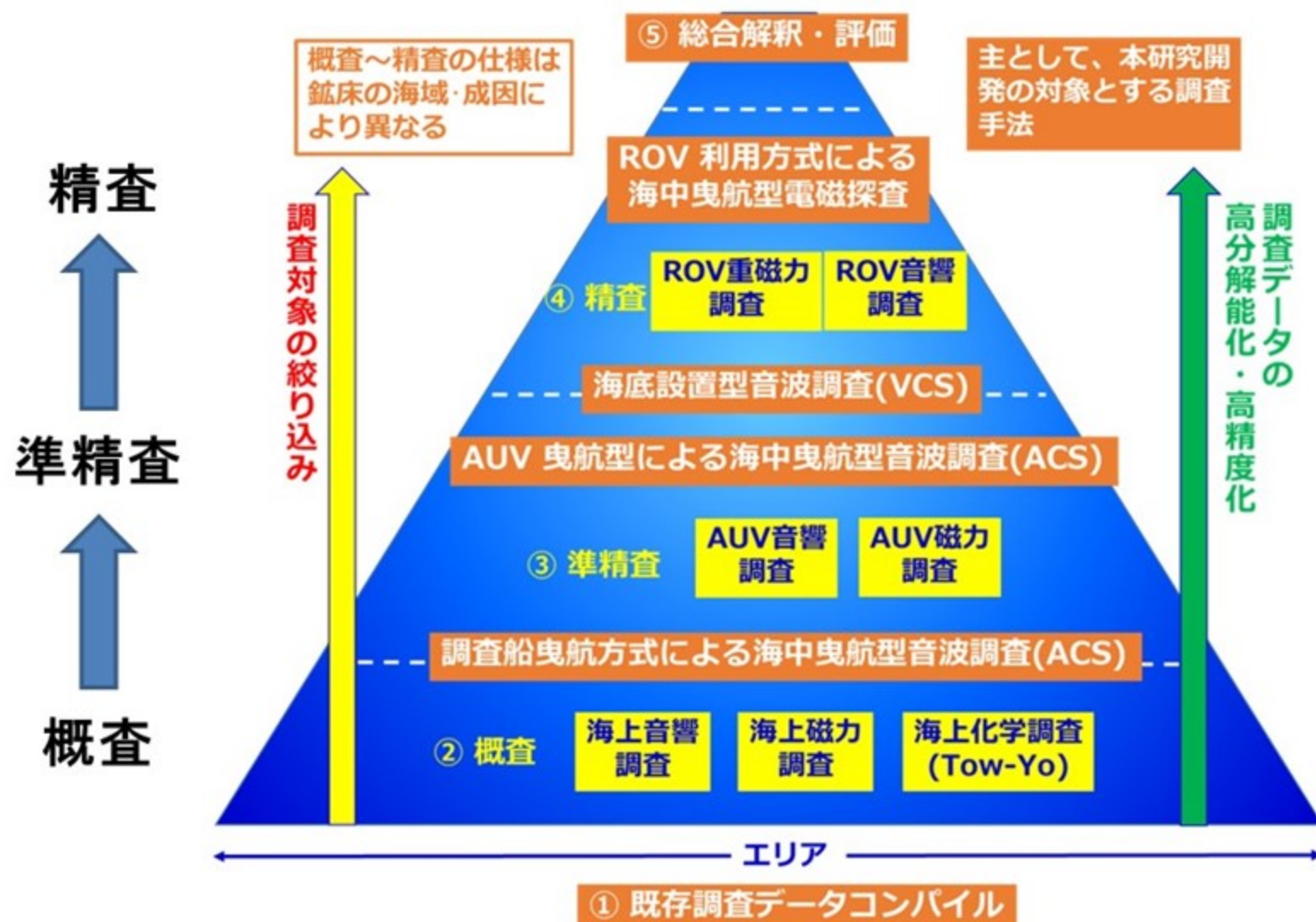
一般社団法人 海洋調査協会（JAMSA）



会員：測量、地質、環境、海象、船舶等、120社
事業：海洋調査の高度化、技術者の技術水準向上
調査事業の労働災害防止

- SIP期間中に民間への技術移転を完了し、SIP終了後に民間企業がJOGMEC、新規事業参入者、海外案件などの各種調査を受託できる体制を構築
- 平成30年代後半以降に民間企業が参画する商業化を目指したプロジェクトの開始に向けて、民需による本格的な海洋調査産業を創出

提案手法 (J-MARES参加時)



研究対象

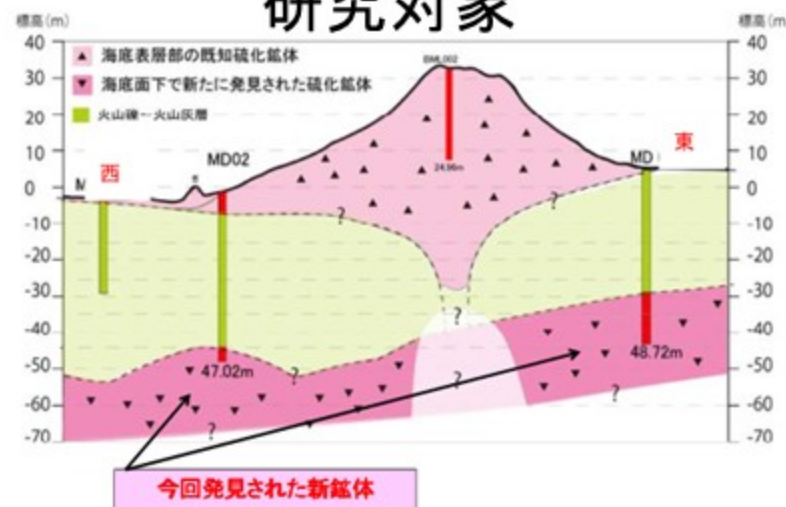


図4 北部モデルマウンドを中心とする地質概略断面図（東西方向）

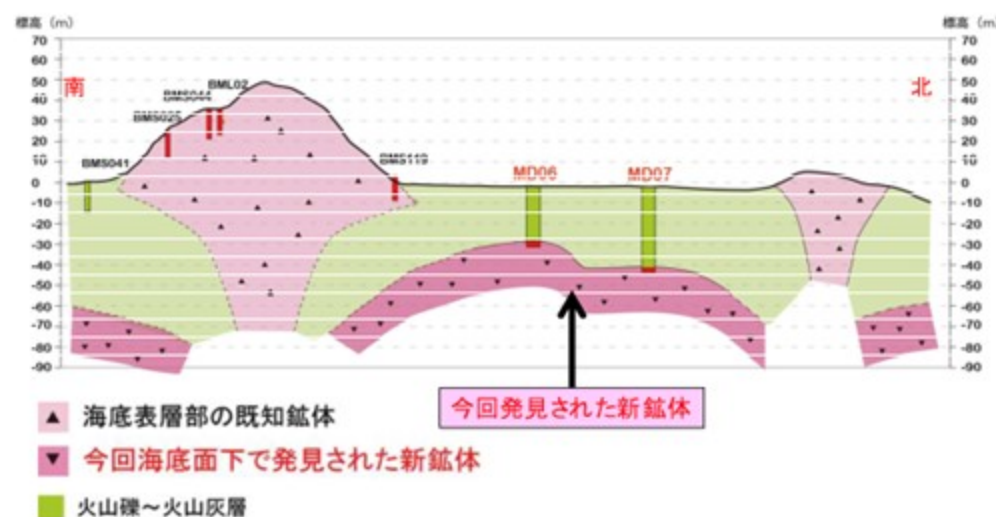


図5 南部モデルマウンドを中心とする地質概略断面図

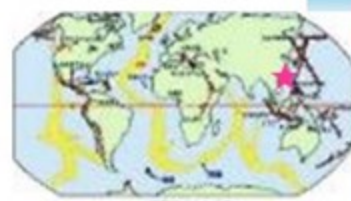
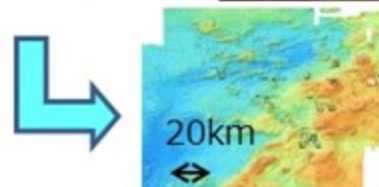
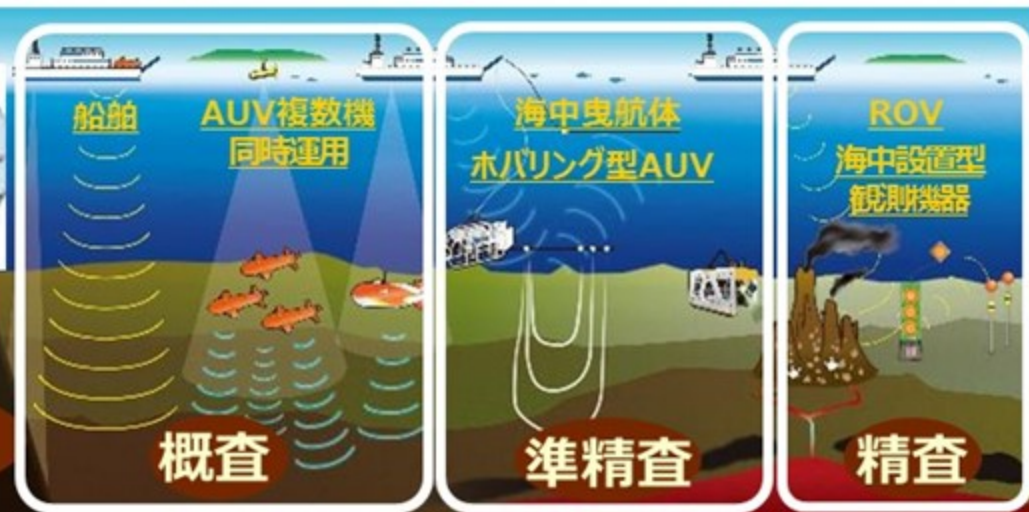
平成25年7月 経済産業省「海底熱水鉱床開発計画・第1期最終評価報告書」から
河合(2018)

統合海洋資源調査システム概要

広大な海域

統合解釈・評価

有望海域

3億6千万km²成因モデルに基づく
海域の絞り込み→ 1万km²→ 100km²→ 10km²

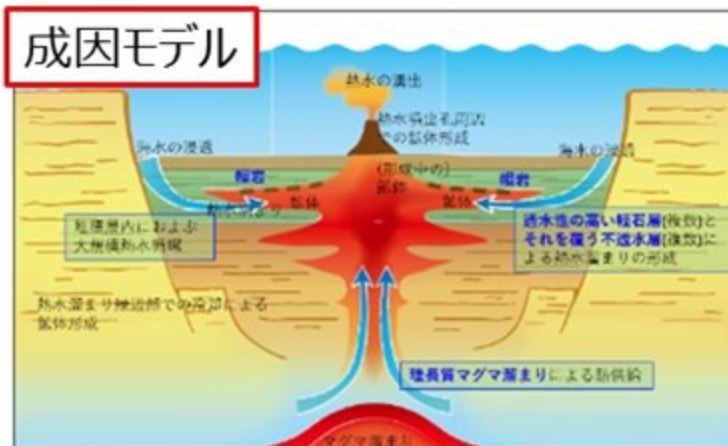
鉤床の発見

特徴

- 各段階に対応した調査手法の適用により、有望海域を絞り込む
- 高コストの海底ボーリングを最小限とし、高効率で有望海域を絞り込む手法を確立
- 既知鉤床（Hakureiサイト）海域において答え合わせ実施
- 既知鉤床（ごんどうサイト）周辺海域においてシステムの有効性の確認

有望海域の絞り込み

成因モデル



成因モデルに基づき、海底資源
形成に必要な特徴を抽出

- ✓ カルデラ地形
- ✓ マグマ溜まりがある
- ✓ 熱水が噴出している

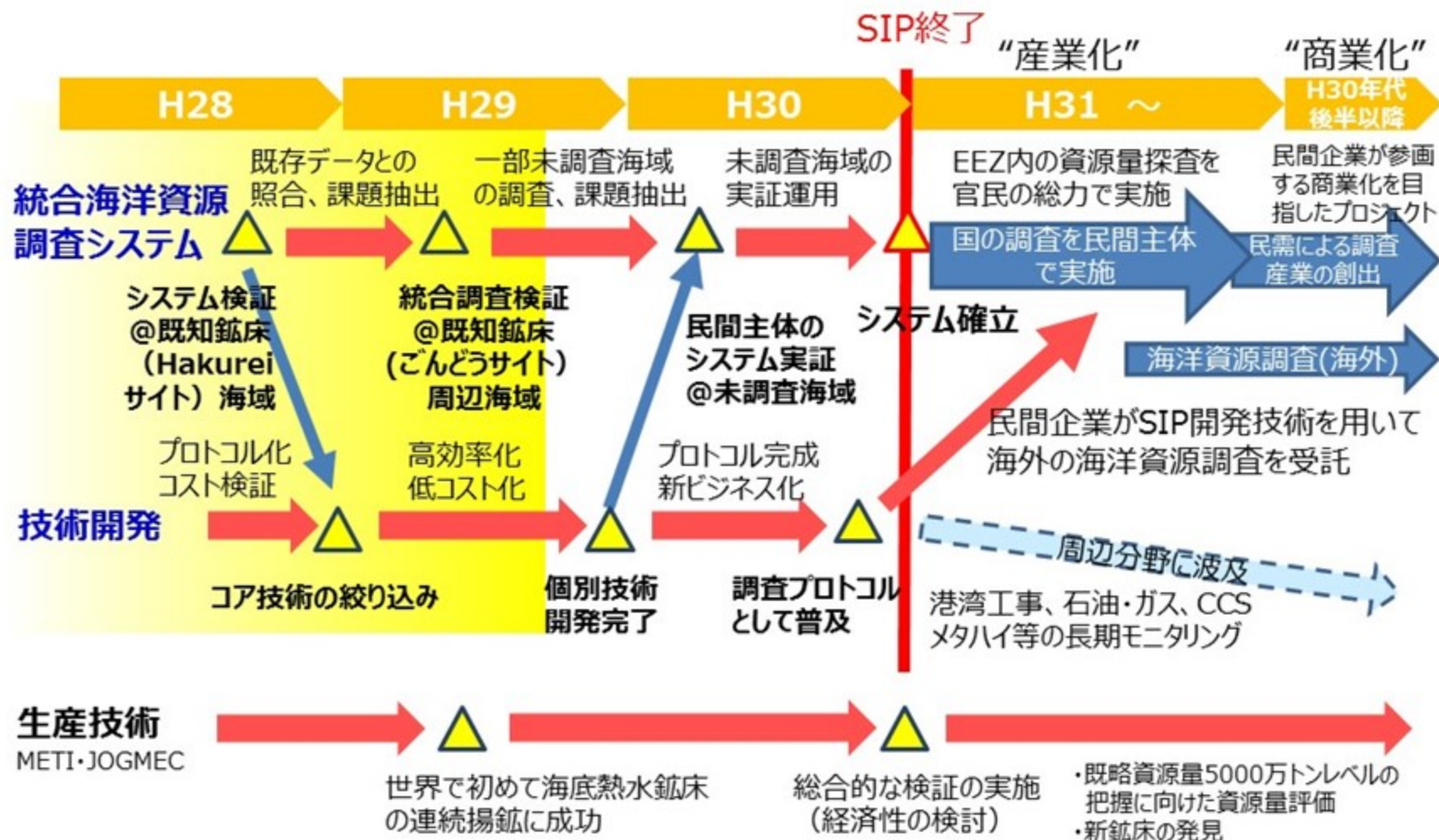
海底熱水鉱床調査プロトコル #1 (ver.1)



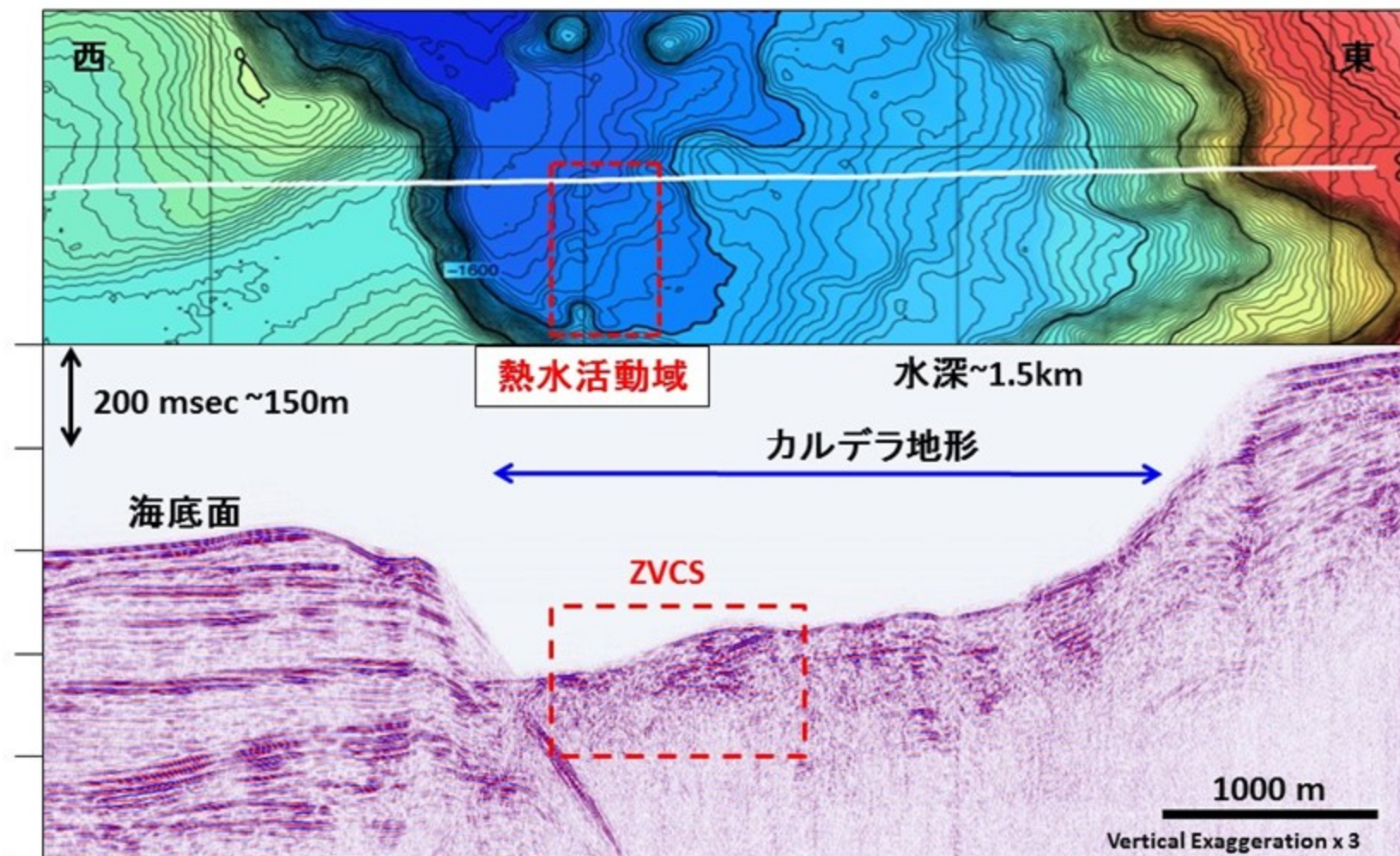
プロトコル (手順書) に従い、
調査すべき海域を選定



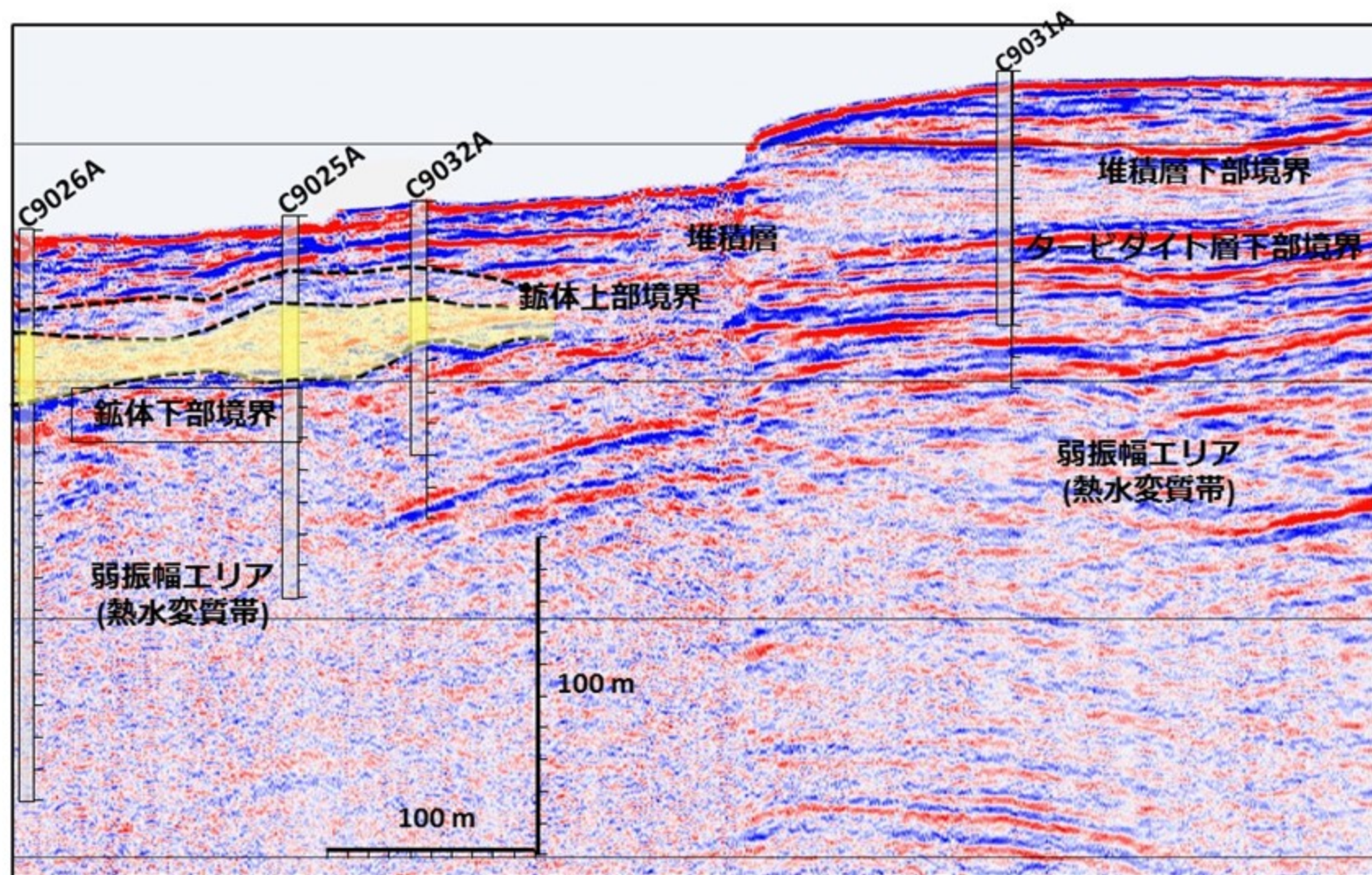
技術開発ロードマップ



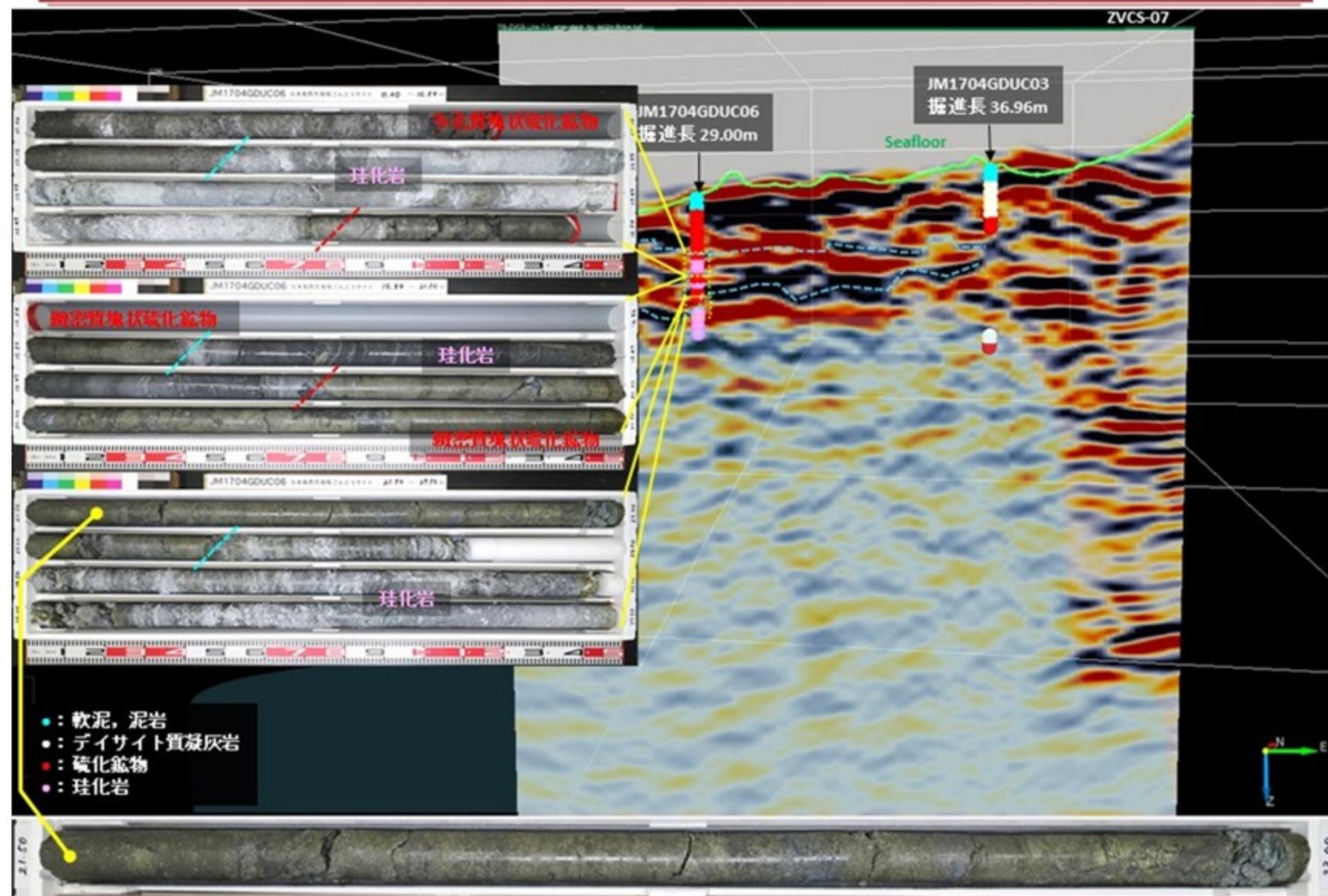
音波探査と「ちきゅう」による掘削



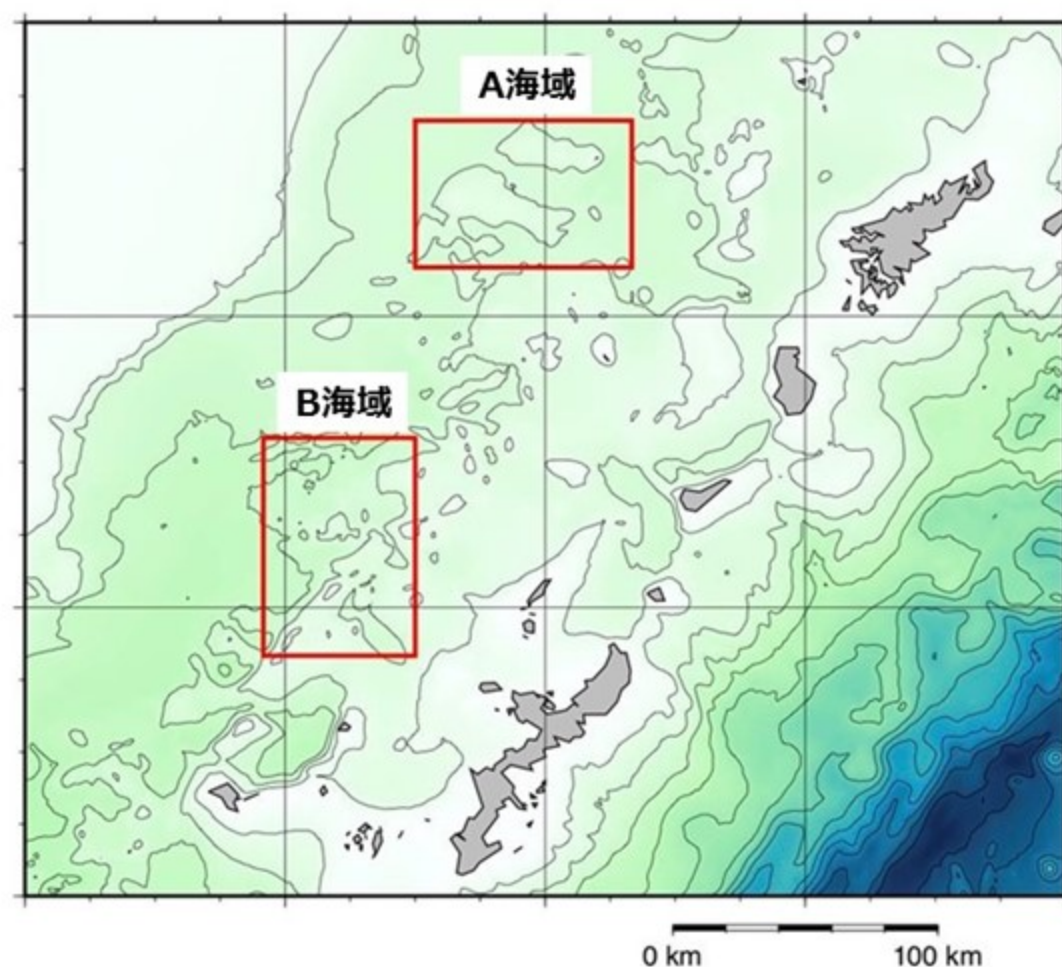
音波探査結果と掘削結果



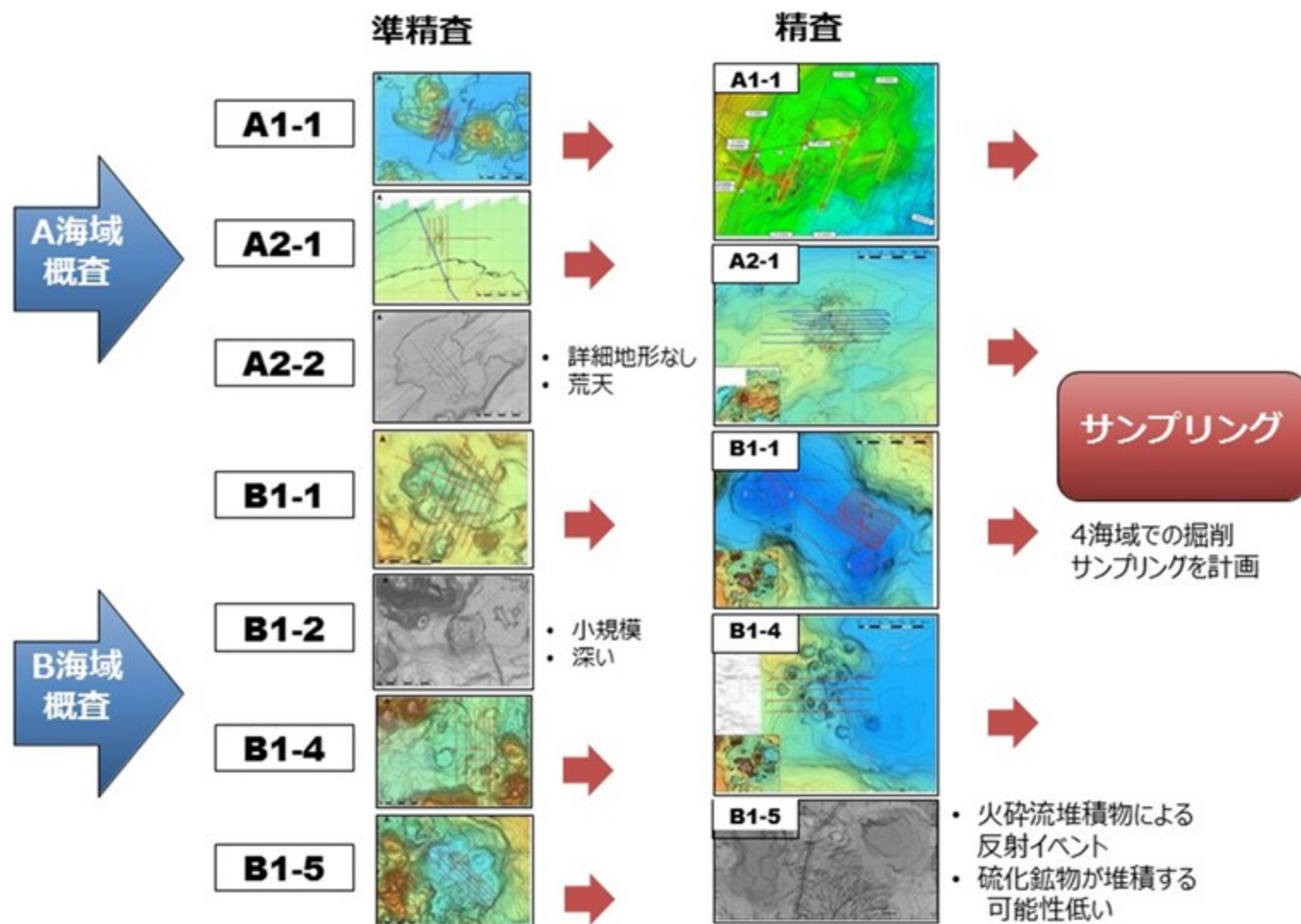
精査・音波探査(ZVCS)結果とBMSサンプリング結果



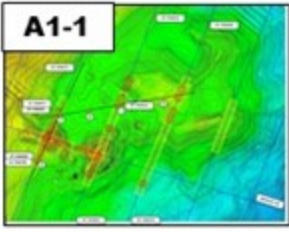
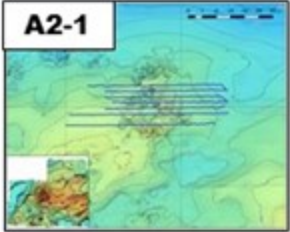
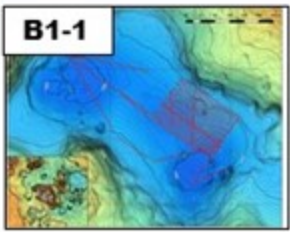
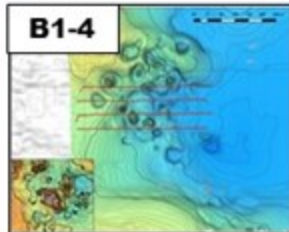
H30年度 統合海洋資源調査システム実証海域



有望海域の絞込みとサンプリング計画



有望海域の絞込み(サンプリング点選点)

					
ZVCS調査	断裂構造	○	○	○	○
	海底下浅部の弱振幅エリア	○	○	○	○
	強振幅逆位相の反射イベント	○	○	○	○
SBP 表層堆積物調査		—	○	○	△
VCS 3次元調査		—	○	○	—
自然電位		○	—	△	◎
重力		—	—	△	○

他研究テーマ・研究機関との連携

成因論研究

- ・ 調査プロトコル作成→有望海域の絞込みに活用

資源調査技術開発

- ・ AUV複数運用→有望海域の絞込み（概査）に活用
- ・ 衛星通信→各種調査航海に活用

環境調査技術開発

- ・ 環境影響評価技術→将来の資源開発に活用

統合資源調査技術

- ・ BMSサンプリング→有望海域の絞込み手法の確認に活用
- ・ 三次元可視化技術→総合解釈評価作業に活用

今後の課題

技術課題

物理探査データ再解析→出力データの高精度化

統合海洋資源調査システムの見直し

→概査/準精査/精査の更なる効率化、高精度化、低コスト化

スピンオフ技術

AUV複数運用技術→SIP第二期で更なる技術開発

音響画像システム→海上土木事業他での利用可能

高速衛星通信技術→様々な海洋事業で利用可能

三次元可視化技術→石油開発・土木建設事業での利用可能

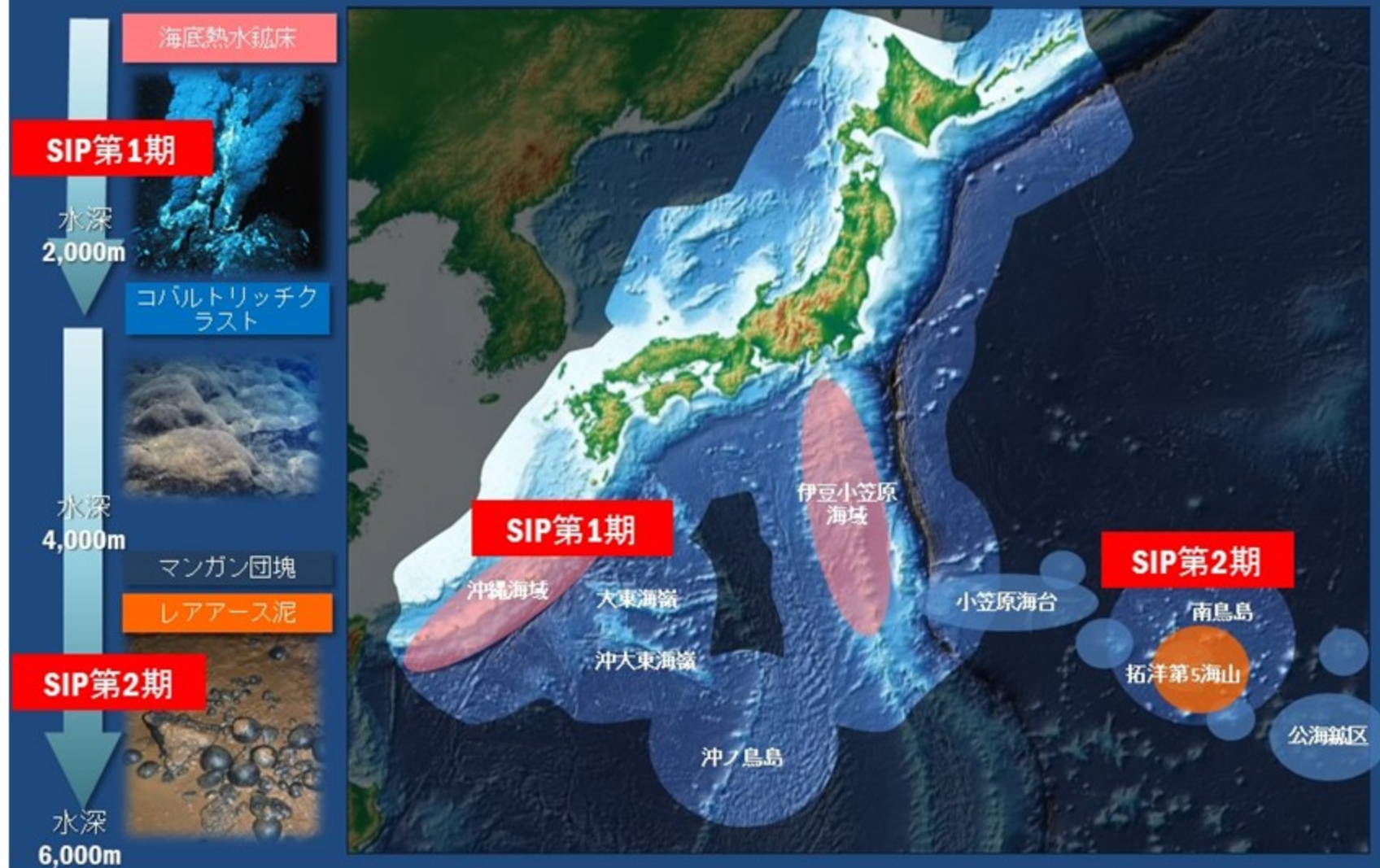
環境監視技術→様々な海洋事業で利用可能

人材育成

新たな人材に海洋事業に対する興味を与えられたか？

日本周辺の海洋鉱物資源の分布

SIP第1期と第2期



SIP 第1期から第2期へ

SIP第1期

2014年度～2018年度
(平成26年度～平成30年度)

「次世代海洋資源調査技術」

2016年度から、水深2,000m以浅
の潜頭性熱水鉱床を主対象に

2,000m以深に賦存する海洋鉱物
資源、例えば、南鳥島海域のレア
アース泥を主な対象に

SIP第2期

2018年度～2022年度

「革新的深海資源調査技術」

SIP第2期(12課題)

平成29年度(2018年度)補正予算として325億円
計上し、当初計画を前倒して2018年度より開始
(研究開発計画が承認されたのは7月19日)

目標と出口戦略

【目 標】

- 深海資源の調査能力を飛躍的に向上
➡ 水深6,000m迄の海域(我が国のEEZの94%を占める)の調査
- 現在不可能な深海鉱物資源の採泥・揚泥技術を世界に先駆けて確立

【出口戦略】

【社会経済インパクト】

- 統合的なシステム実証を行い、民間企業に戦略的に技術移転
➡ 深海資源開発の産業化モデルの構築
➡ 国内外から様々な海洋調査等を受託
- 我が国のEEZにて、初めて深海資源開発に目処を付け、資源安全保障の面でも、広く産業界に貢献。
- 新規海洋技術開発を周辺海洋産業などの幅広い分野へ応用
(AUV技術、揚泥・採泥技術など)

プロジェクト概要

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

テーマ2-1

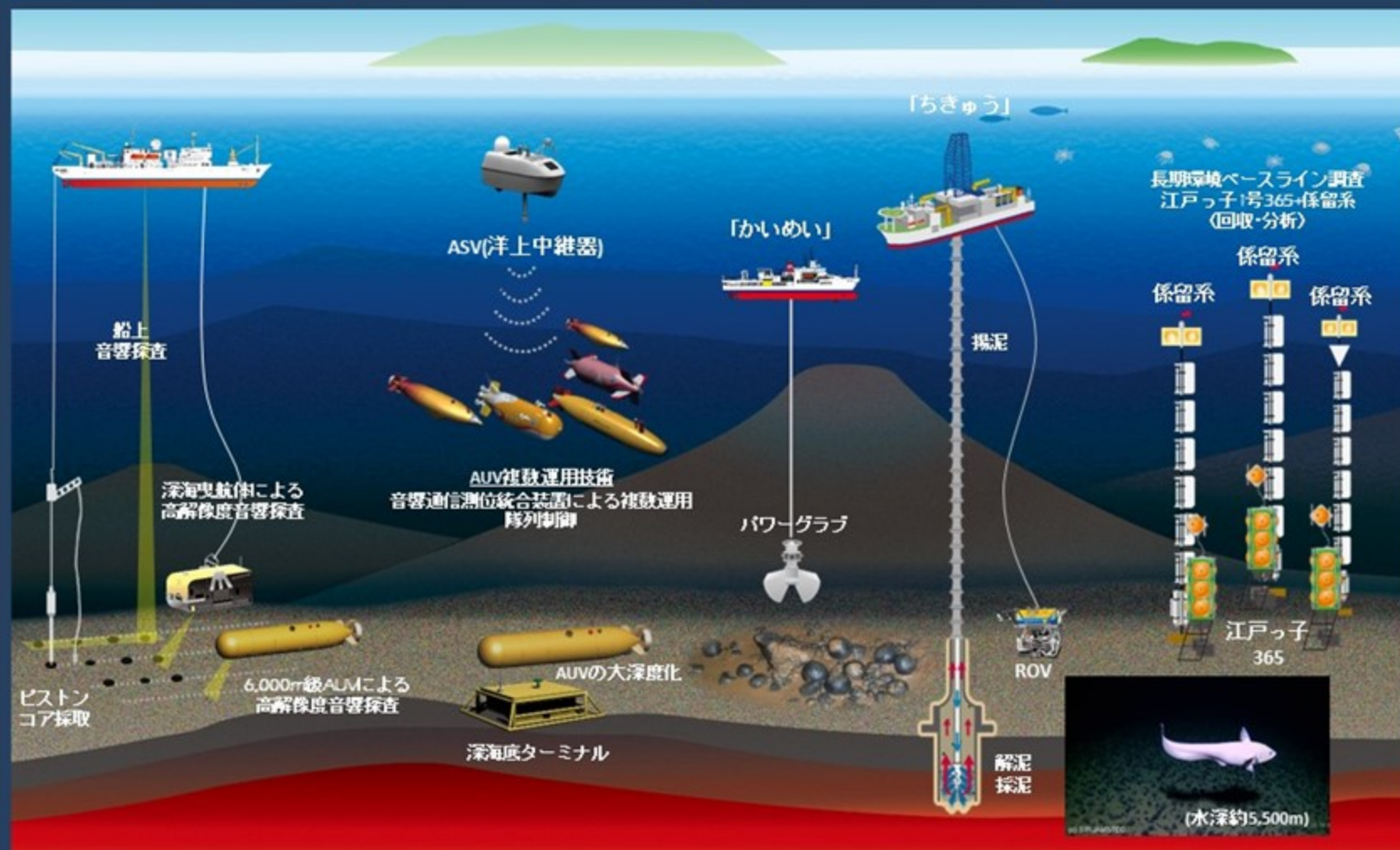
深海資源調査技術の開発

テーマ2-2

深海資源生産技術の開発

テーマ3

深海資源調査・開発システムの実証



主な活動

研究開発は次の4つのテーマで推進

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

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、深海底ターミナル技術)

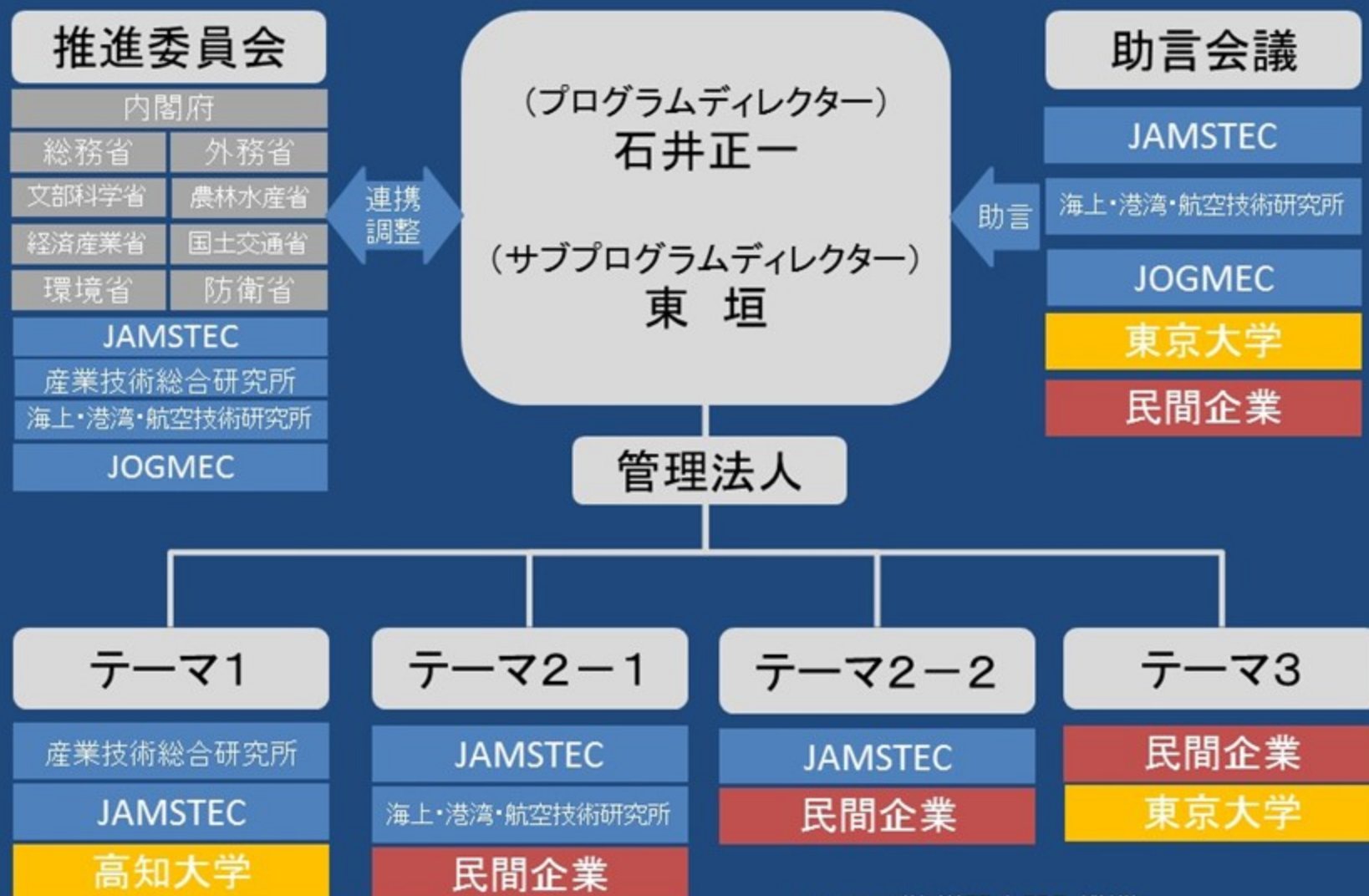
テーマ2-2

深海資源生産技術の開発
(レアアース泥の採泥・揚泥技術)

テーマ3

深海資源調査・開発システムの実証

SIP「革新的深海資源調査技術」実施体制



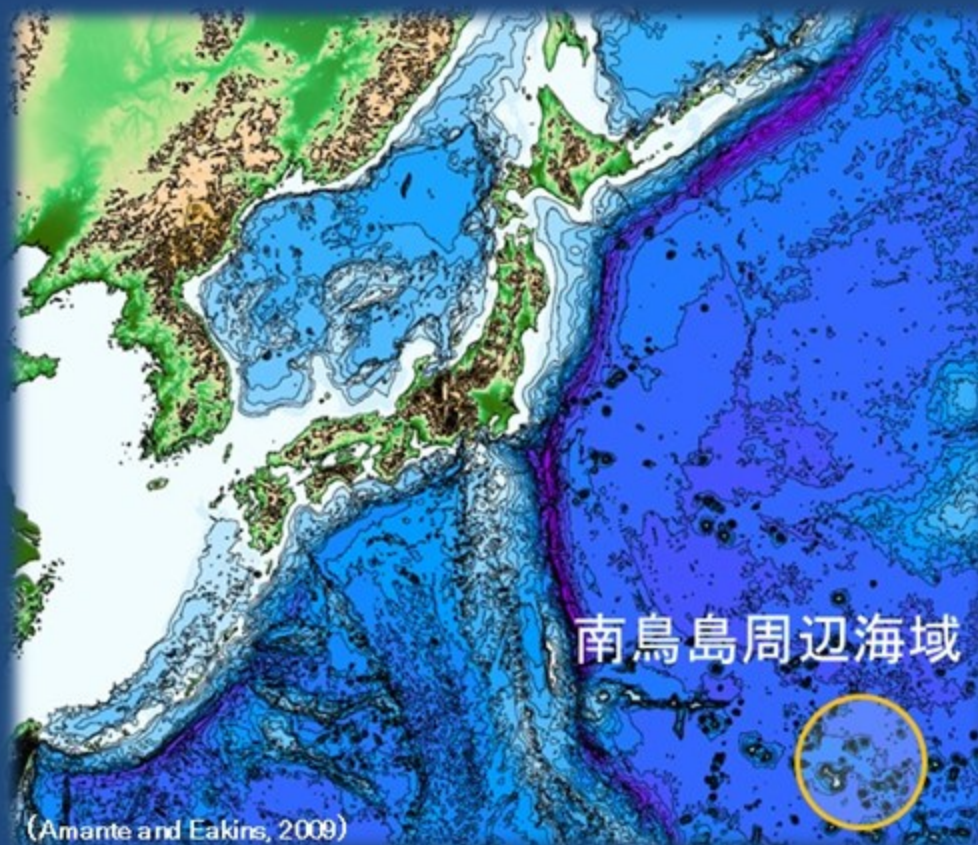
JAMSTEC(海洋研究開発機構)
JOGMEC(石油天然ガス・金属鉱物資源機構)

社会実装に向けたロードマップ

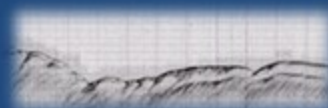
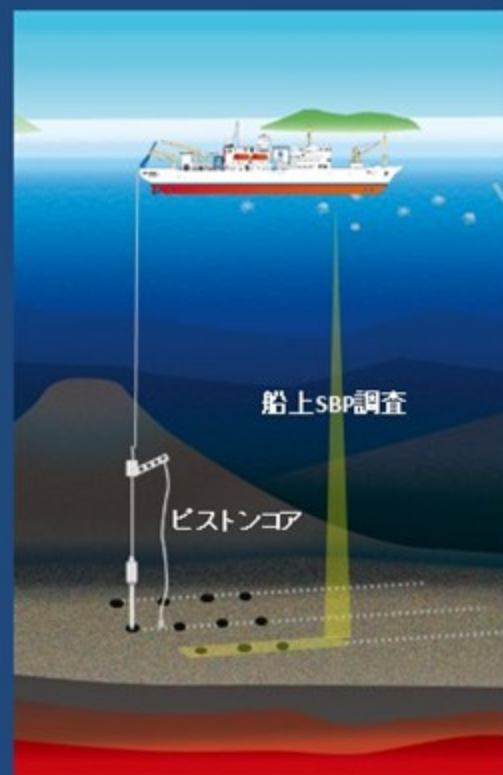
研究開発項目	2018	2019	2020	2021	2022
テーマ1	南鳥島沖 賦存量把握調査・分析				
		レアアース泥 概略資源量評価		マンガン・ジュールを含む 概略資源量評価	
		★ 2019年報告会(11/25)			
テーマ2-1	深海AUVの開発・検証 (音響通信技術・隊列制御技術)				統合システム 実証試験
	深海底ターミナル開発・検証			統合システム 実証試験	
テーマ2-2	解泥・採泥・揚泥 技術開発・検証			統合システム 実証試験	
テーマ3	動向調査		調査・開発システム実証、総合評価		
	環境対策				
	島嶼国研修				
	産業化モデル構築				

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 目標

- 南鳥島海域のレアアース泥概略資源量評価
- 賦存量の三次元マッピング



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



2018年度

1. 「みらい」航海（2018年9月10日～10月18日）
ピストンコア：26本採取（25地点）
船上SBP：3,739km
2. 「第2開洋丸」航海（2018年9月19日～11月7日）
船上SBP：7,536km
3. 「きれい」航海（2019年2月28日～3月28日）
ピストンコア：20本採取
船上SBP：2,457km

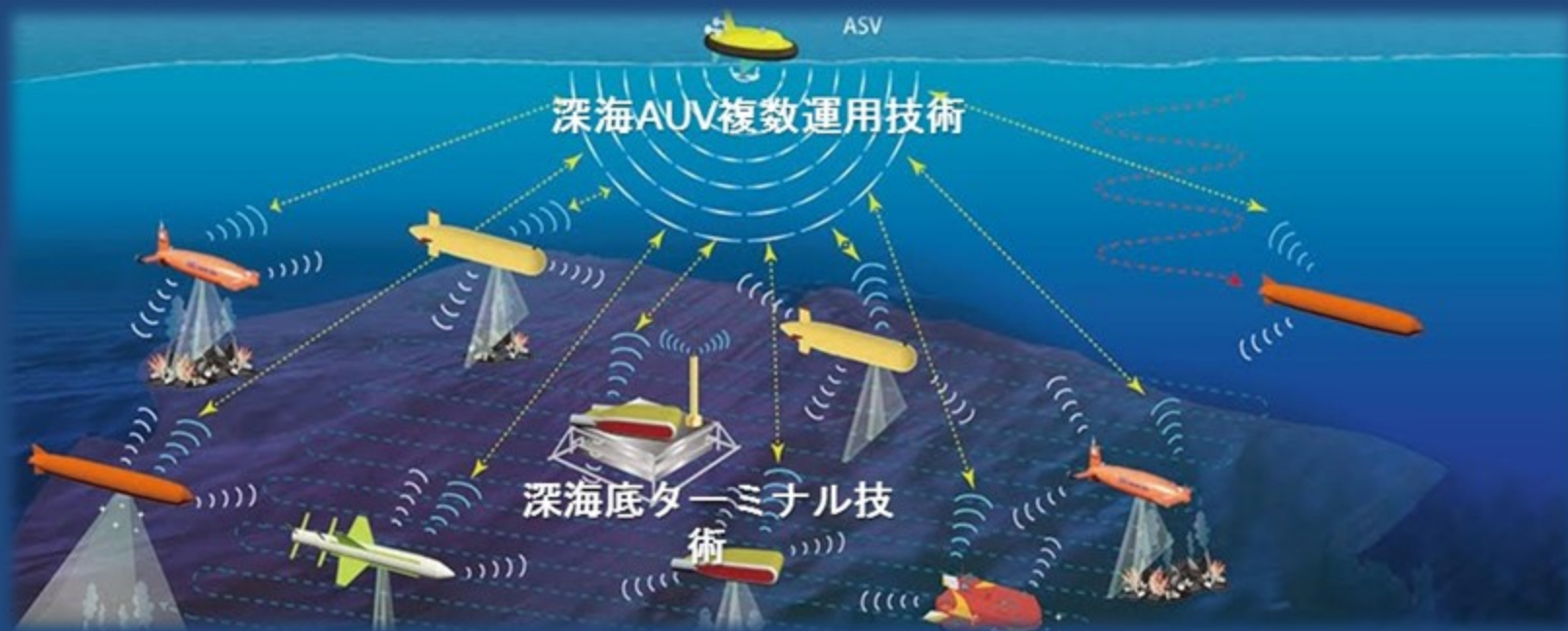
2019年度

1. 「よこすか」航海（2019年5月2日～5月19日）
高分解能SBP：45km
船上SBP：1,315km
2. 「かいめい」航海（2019年6月8日～7月3日）
ピストンコア：15本採取（15地点）
船上SBP：2,176km
3. 「きれい」航海（2019年度後半 予定）
高精度SBP

テーマ2-1：深海資源調査技術 目標

(深海AUV複数運用技術、深海底ターミナル技術の開発)

- 複数のAUVと同時に通信・測位する技術を開発
- 海中充電用の深海底ターミナル技術を開発し、AUVによる長時間自律潜航調査を実現



テーマ2-1：深海資源調査技術

2018年度

- 6,000m級AUV(自律型無人探査機)の調達開始
- 水深6,000m海域において音響通信試験を2回実施
- 長期運用型ASV(洋上中継器)の仕様を決定し調達開始
- 隊列制御シミュレーターの開発
- 深海底ターミナル:ポール方式・非接触充電式のドッキングシステム調達開始



水深6,000m海域での音響通信試験

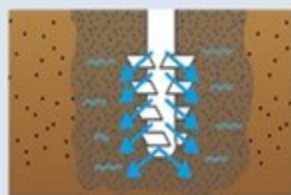
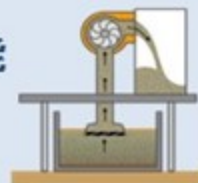
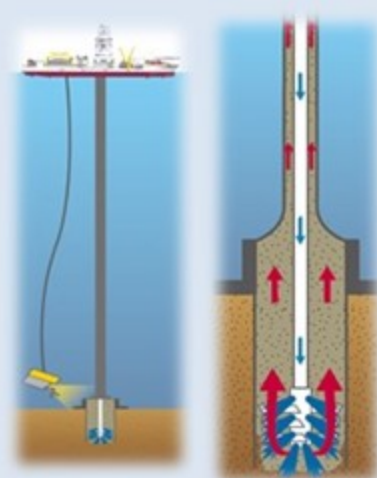
テーマ2-2：深海資源生産技術 目標

(レアアース泥の採泥・揚泥技術)

- 水深6,000mからのレアアース泥回収技術の確立
- 産業化を検討するに値する検証データ・指標の提供

2018～2019
全体システム
概念設計解泥・採泥・揚泥方針
(全体方針)の決定

レアアース泥の物性把握

シミュレーション設計
及び要素試験2019～2020
全体システム
調整性能試験採泥機性能
確認試験解泥機性能
確認試験全体システム
調整性能試験2021～2022
全体システム
統合試験「ちきゅう」を用いた
統合試験(船上へ回収)

テーマ2-2：深海資源生産技術

2018年度

- レアアース泥の解泥・採泥・揚泥方針(全体方針)の決定
- 南鳥島沖のレアアース泥及びその上位堆積物の力学的特性把握のためコア試料の分析に着手
- 各要素(解泥・採泥・揚泥)実験、数値計算に着手



テーマ2-2：深海資源生産技術

2018年度



パワーグラブによる採取の様子

「かいめい」調査航海 [2019年2月17日～2月27日(11日間)]
パワーグラブにより海底の堆積物を採取(約3m³)



テーマ3：深海資源調査・開発システムの実証 目標

- 環境対策（環境モニタリング・環境影響評価・環境負荷軽減対策）
- 深海資源の産業化モデルの構築、民間参画のもとでシステム実証
- 産業化に向けた課題の整理・具体的な解決策の提示



テーマ3：深海資源調査・開発システムの実証

2018年度

- 国内外の動向調査を実施
- SIP第1期の成果である環境影響評価手法を活用し、南鳥島海域にて長期環境モニタリングを開始
[2019年2月～3月に設置]
- 深海の極限環境を活用した異分野ビジネス取り組みの支援
[2019年2月～3月に設置]
- 太平洋島嶼国の技術者・研究者・行政官を対象とした環境モニタリング技術研修を実施、4か国8名が参加
[2019年3月]



バッテリーを増強し、長期環境モニタリングが可能になった「江戸っ子1号365型」



環境モニタリング技術研修

テーマ3：深海資源調査・開発システムの実証

2019年度

- ベンチャー企業等による新産業の創出に向け、江戸っ子1号365型を深海の極限環境を利用した長期試験のプラットフォームとして活用し、他分野への展開の取り組みを支援（公募により推進）

調査・研究の流れ

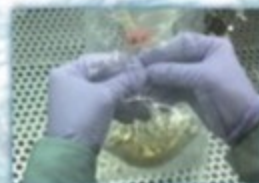


現在進行中の実験

1 高知宇宙酵母

国際宇宙ステーション(ISS)に10日間滞在した「土佐宇宙酵母」を深海底環境に長期滞在させる挑戦を実施中です。

殺菌にも使われる高圧力は酵母の増殖を阻害することが分かっています。深海の高圧環境下で酵母が生き残り、特性がどのように変わっていくのかを調べます。



2 セメント試料

海底資源の回収で生じる環境影響の低減に向けたセメントによる被覆技術の研究開発が進められています。「江戸っ子1号」のカメラを使い、海水との反応やセメントの変化を観察します。



- 国内外の動向調査の実施（継続）
- 長期環境モニタリング機器の回収とデータ分析
- 太平洋島嶼国を対象とした環境モニタリング技術研修の実施（10月～12月）

ま と め

- 世界第6位の海洋面積、世界第4位の海洋体積を保有する我が国は、大きな発展の潜在力を海洋に秘めている。
- EEZに賦存する海洋鉱物資源の開発の経済的な見通しがたてば、ベースメタルやレアメタル、レアアース等を基幹産業へ安定供給することが可能となり、さらに、国の資源安全保障にも大きく貢献できる。
- 水深6,000m海域における世界初の海洋鉱物資源の採掘、そして、AUVの複数機運用や充電・情報通信システムの技術開発により、広大な海洋エリアの積極的な有効利用に貢献することが可能となる。
- 環境面においても、日本のリーダーシップのもと、太平洋島嶼国と協調し、開発を進めることはSDGsにもつながり、国際的な貢献となる。

1年前の課題はどうなった？

技術課題

物理探査データ再解析→出力データの高精度化

統合海洋資源調査システムの見直し

→概査/準精査/精査の更なる効率化、高精度化、低コスト化

スピンオフ技術

AUV複数運用技術→SIP第二期で更なる技術開発

音響画像システム→海上土木事業他での利用可能

高速衛星通信技術→様々な海洋事業で利用可能

三次元可視化技術→石油開発・土木建設事業での利用可能

環境監視技術→様々な海洋事業で利用可能

人材育成

新たな人材に海洋事業に対する興味を与えられたか？

その結果、海洋調査産業の創出は果たせたのか？