資料５

＜表層型メタンハイドレートの研究開発＞

進捗状況報告

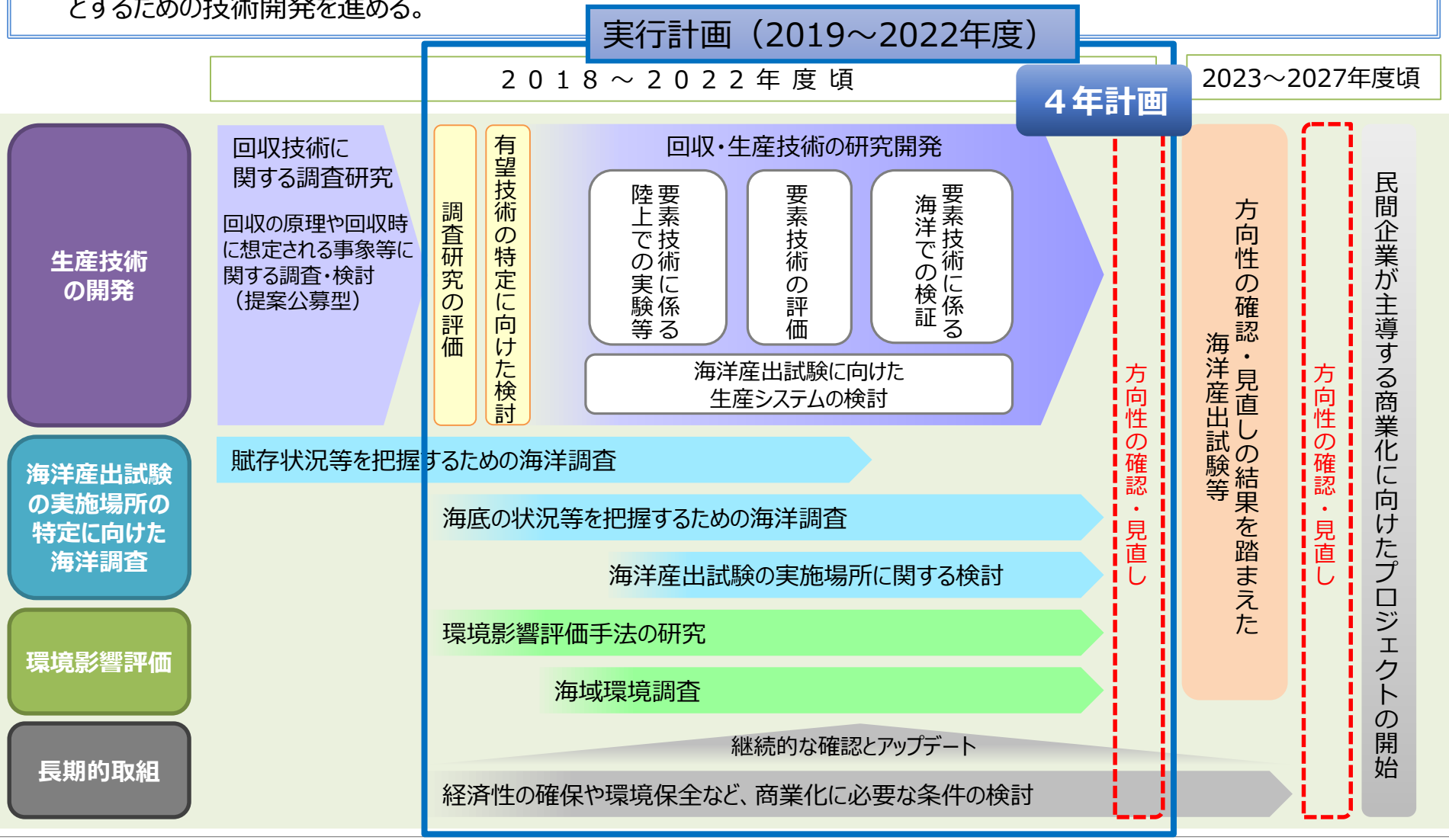
2020年12月8日

産業技術総合研究所

産総研 表層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表
（海洋エネルギー・鉱物資源開発計画，2019年2月15日改定，経済産業省）

海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定）

- 平成30年代後半に民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める。



実施スケジュール(実行計画より)

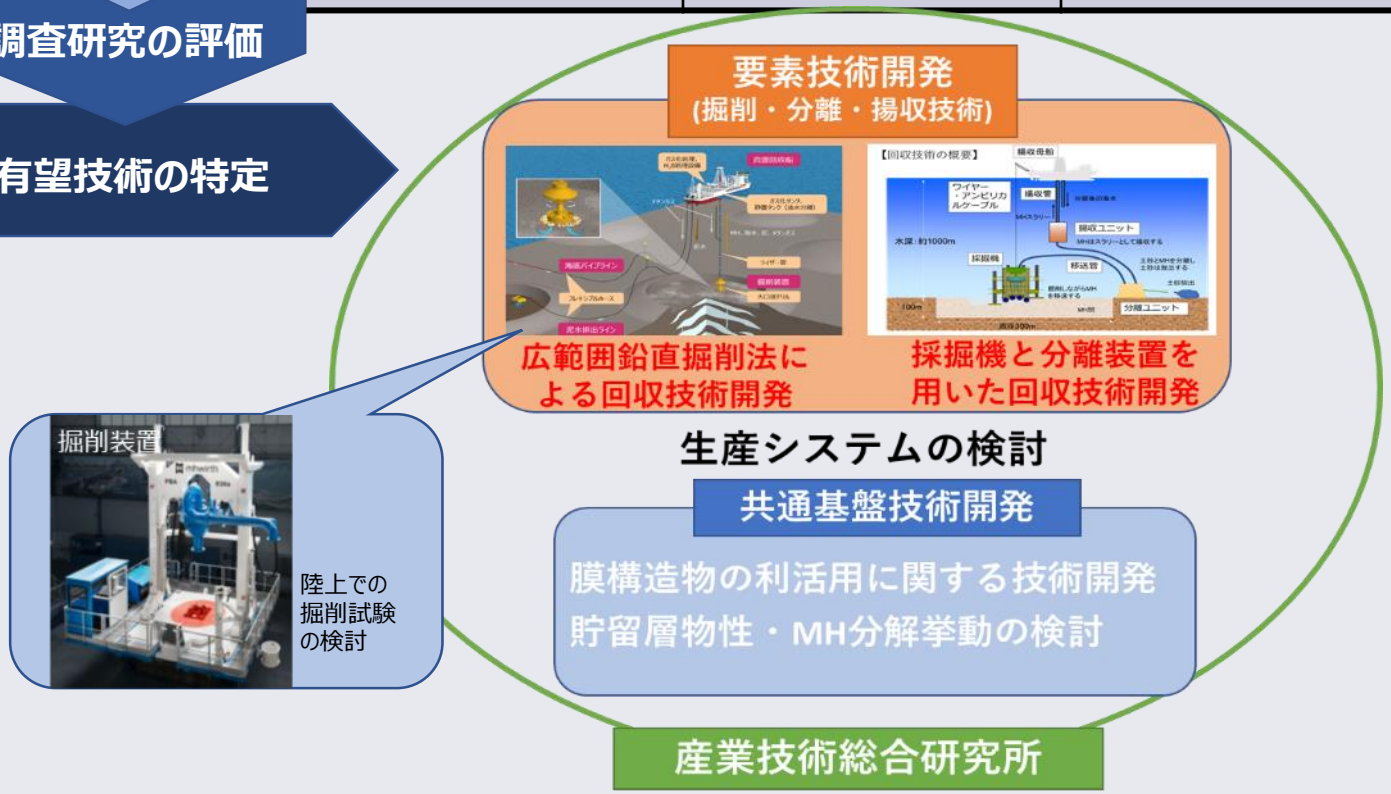
	年度	2019	2020	2021	2022
生産技術の開発	調査研究の評価、技術の特定に向けた検討				
	回収・生産技術の研究開発(要素技術開発/生産システムの検討)				
海洋調査(海洋産出試験の実施場所の特定に向けた)	賦存状況等の把握				
	・精密地下構造調査				
	・熱流量調査				
	海底の現場状況等の把握(地盤強度調査/海底現場状況調査)				
	海洋産出試験の実施場所に関する検討				
環境影響評価	環境影響評価手法の検討				
	・技術・社会動向調査				
	・表層型メタンハイドレート賦存海域の特性解明				
	海域環境調査				
	・表層型メタンハイドレート賦存海域における環境パラメータ調査				
	・環境ベース観測及び環境モデリング手法の高度化・最適化				

・実験データに基づく観測手法の高度化
・実験・解析用の現場試料・パラメータの取得

生産技術の開発の進捗について

生産技術の開発

年度	2019	2020	2021	2022
調査研究の評価、技術の特定に向けた検討	回収技術に関する調査研究(6提案)			
回収・生産技術の研究開発 (要素技術/共通基盤技術の開発・生産システムの検討)	調査研究の評価 有望技術の特定			



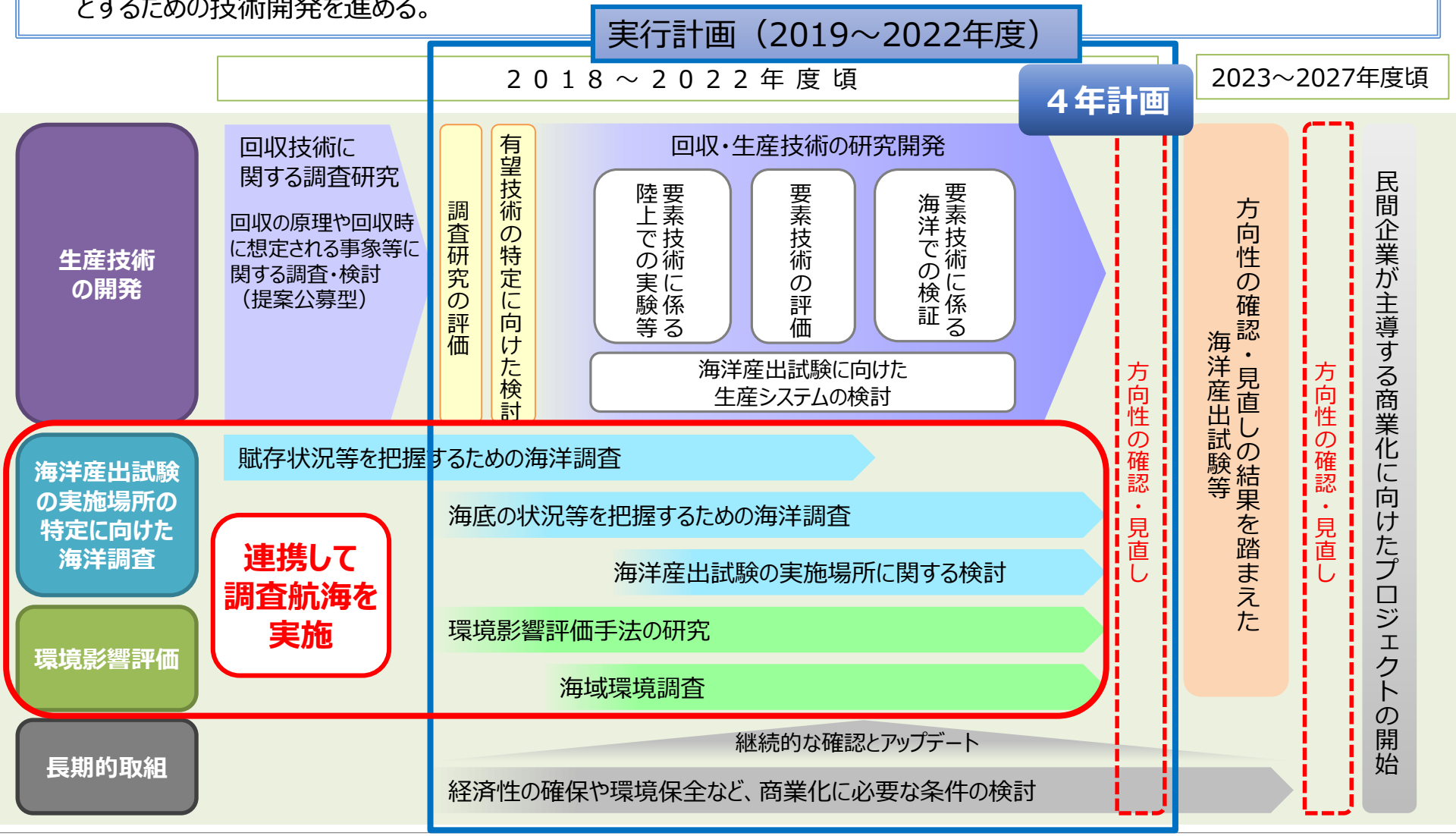
陸上での掘削試験の検討

- 要素技術では、２方式が提示されており、各方式の技術開発が**2020年度**より開始されている。
- 要素技術との組合せや、生産システムの検討に必要な技術開発として、共通基盤技術も同様に進められている。

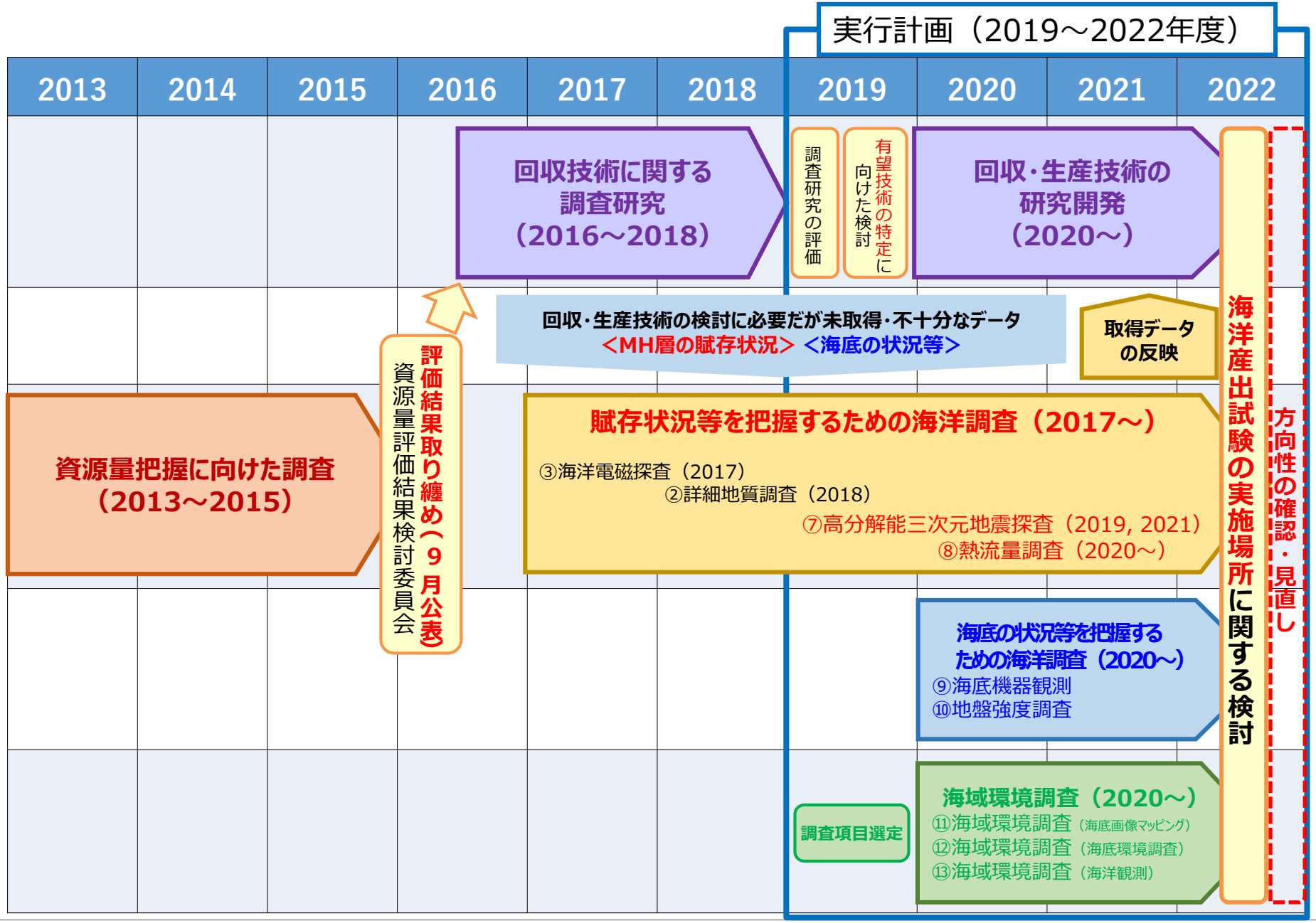
海洋調査の進捗状況と今後の計画について

産総研 表層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表
（海洋エネルギー・鉱物資源開発計画，2019年2月15日改定，経済産業省）

海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定）
- 平成30年代後半に民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める。



表層型メタンハイドレート海洋調査　調査項目の選定

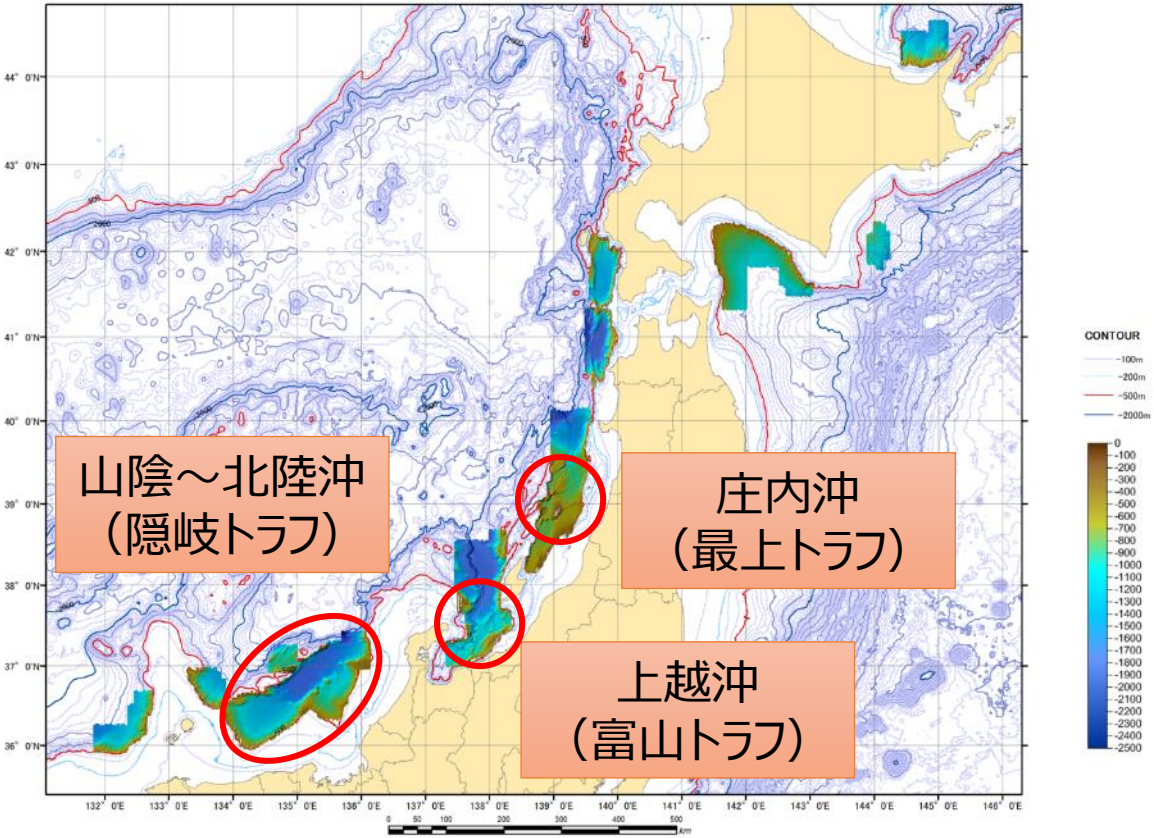


産総研

今後の海洋調査・海域環境調査に関する考え方

● 将来の表層型メタンハイドレートに係る海洋産出試験を見据え、電磁探査、掘削調査、潜航調査等の詳細データが揃っている３海域をモデル調査海域として、必要な海洋調査を実施していく。

海洋調査・海域環境調査の実施予定海域



海底地形（着色部）は、広域地質調査(2013～2015)実施海域

調査項目

- 物理探査
  - ⑦高分解能三次元地震探査
- 海底機器観測
  - ⑧熱流量調査
  - ⑨底層流等のモニタリング
  - ⑫海底環境調査
- 掘削調査
  - ⑩地盤強度調査
  - ⑫海底環境調査
- 海域環境調査
  - ⑪海底画像マッピング
  - ⑫海底環境調査
  - ⑬海洋観測

番号（丸数字）は次ページの表に対応

※あくまで現時点での計画であり、今後実施時期や調査項目について関係者等と調整させていただく予定です。

産総研

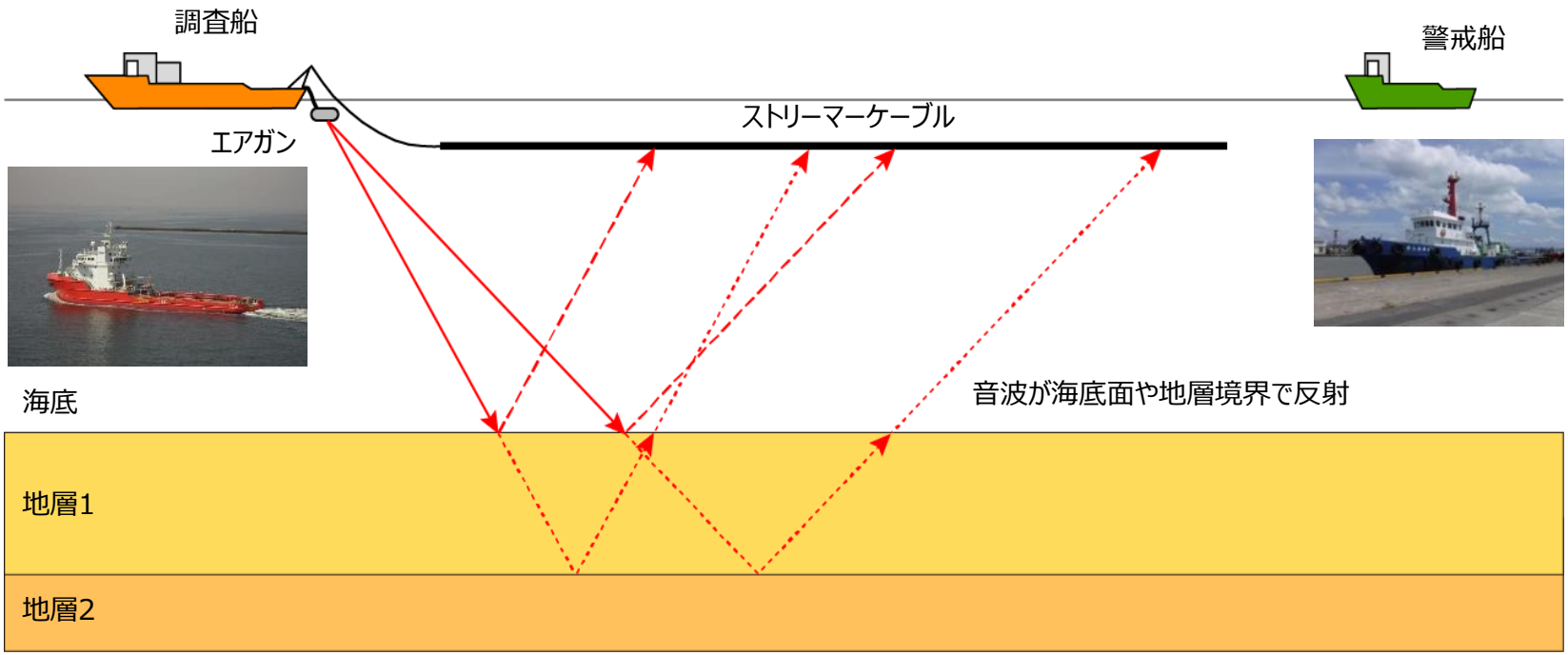
海洋調査・海域環境調査の実績と今後の実施計画

凡例
- 資源量把握に向けた調査（2013～2015）
- 賦存状況等を把握するための海洋調査（2017～）
- 海底の状況等を把握するための海洋調査（2020～）
- 海域環境調査（2020～）

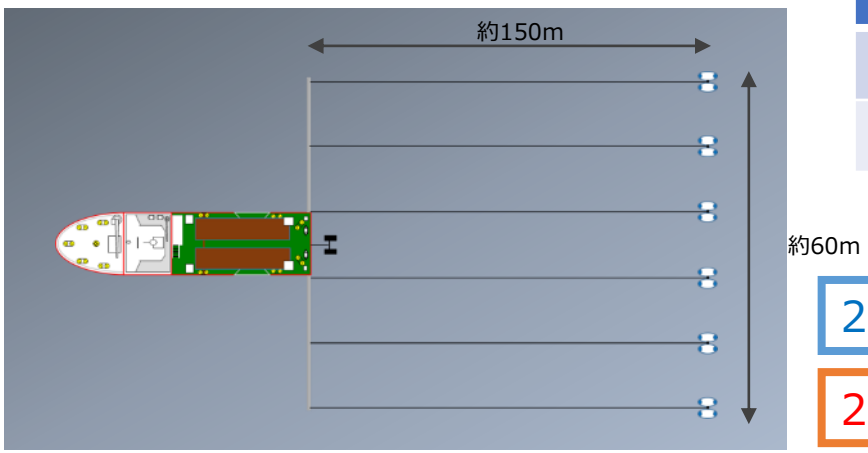
調査項目	山陰～北陸沖（隠岐トラフ）	上越沖（富山トラフ）	庄内沖（最上トラフ）
①広域地質調査（ガスチムニー構造の探索）	実施済	実施済	実施済
②詳細地質調査（特異点周辺の詳細地形・地質構造探査）	実施済	実施済	実施済
③海洋電磁探査（比抵抗分布の把握）	実施済	実施済	実施済
④掘削同時検層（坑井の物性測定）	実施済	実施済	実施済
⑤掘削地質ｻﾝﾌﾟﾙ採取（ﾊｲﾄﾞﾚｰﾄ及び堆積物採取）	実施済	実施済	実施済
⑥ROV潜航調査（簡易環境把握調査）	実施済	実施済	実施済
⑦高分解能三次元地震探査（精密地下構造探査）	2021	実施済	2019
⑧熱流量調査（賦存領域下限深度の把握）	計画中	計画中	2020-2021
⑨海底機器観測（底層流等のﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ） ＜+環境＞	計画中	計画中	2020-2021
⑩地盤強度調査（コーン貫入試験） ＜+環境＞	計画中	計画中	2021
⑪海域環境調査（A）（海底画像マッピング） ＜+海底状況＞	計画中	2021	2020
⑫海域環境調査（B）（海底環境調査） ＜+海底状況＞	計画中	2021	2020
⑬海域環境調査（C）（海洋観測）	計画中	2021	2020

※あくまで現時点での計画であり、今後実施時期や調査項目について関係者等と調整させていただく予定です。

調査項目⑦　高分解能三次元地震探査



ケーブル6本曳航式音波探査（三次元探査）の模式図



	ケーブル本数	ケーブル長	ケーブル曳航幅	曳航速度
三次元探査	6本	約 150 m	約 60 m	約 3 ノット
二次元探査	1本	約 2,000 m	（1本のみ）	約 3 ノット

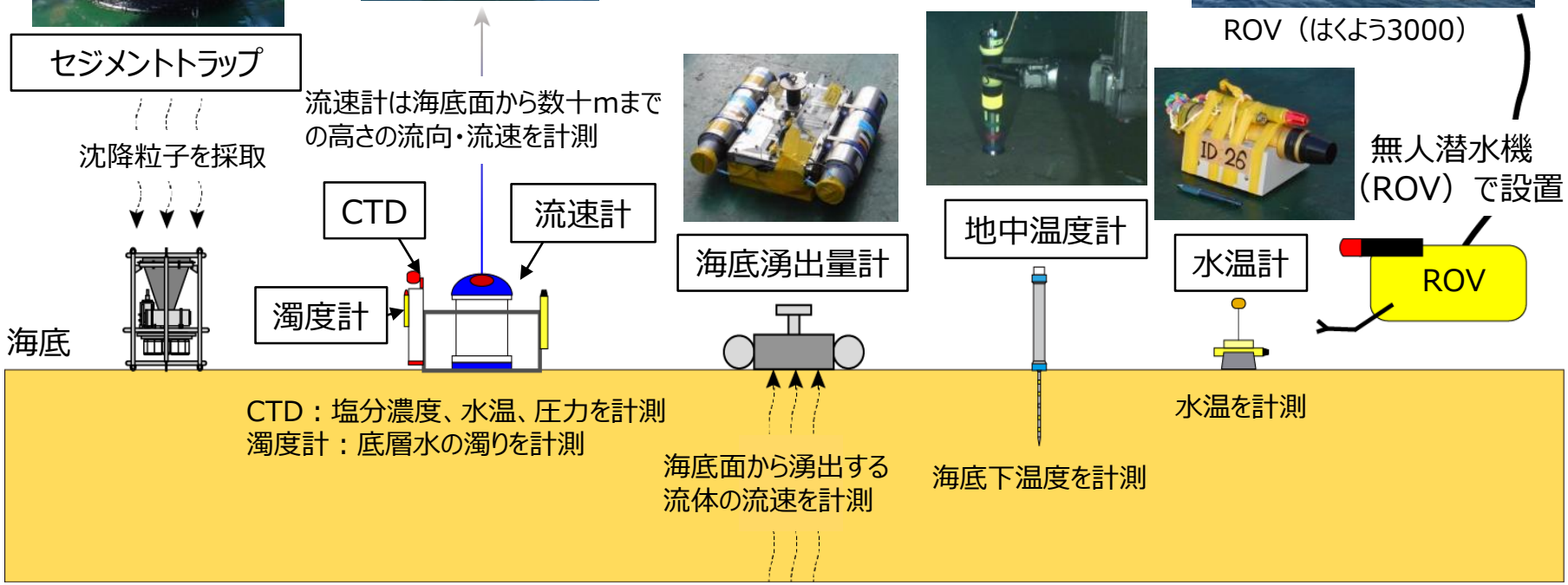
2019年度　庄内沖（最上トラフ）　実施済

2021年度　山陰～北陸沖（隠岐トラフ）　実施予定

調査項目⑧　熱流量調査／調査項目⑨　海底機器観測

ROV母船（新世丸）

ROV（はくよう3000）



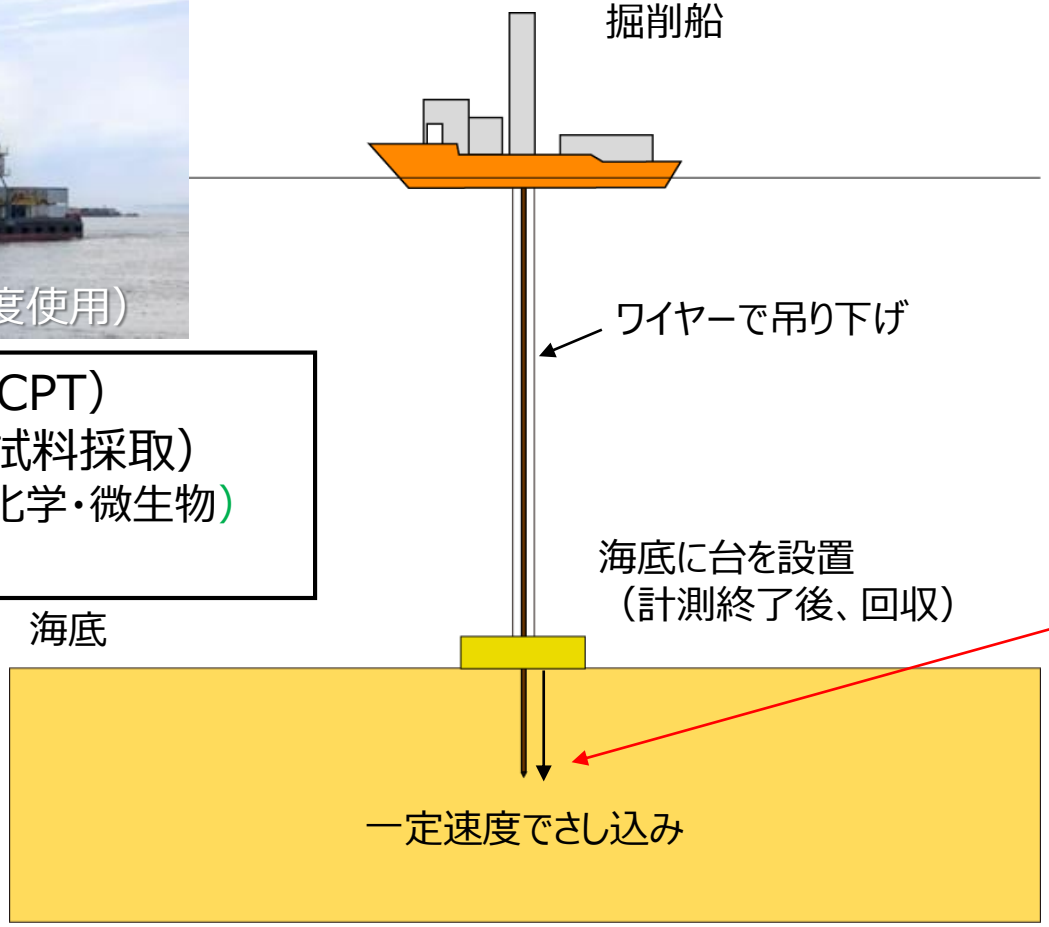
2020年度　庄内沖（最上トラフ）　設置済、2021年度　回収予定

（未定）　上越沖（富山トラフ）　設置・回収 計画中
（未定）　山陰～北陸沖（隠岐トラフ）　設置・回収 計画中

調査項目⑩　地盤強度調査（掘削調査）

掘削船（2015年度使用）

・コーン貫入試験（CPT）
・三軸圧縮試験（試料採取）
・コア分析（地質・地化学・微生物）
　→環境影響評価

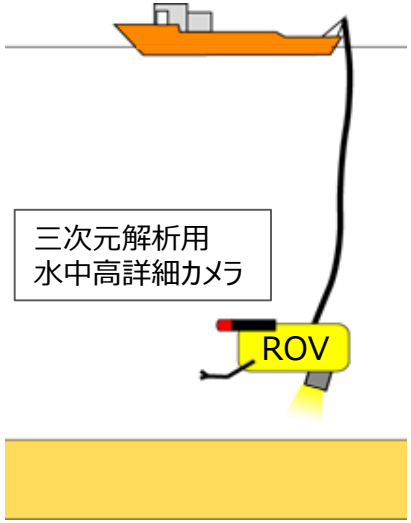


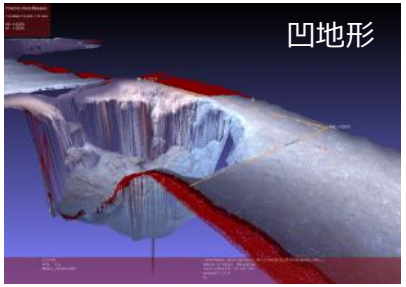
CPTプローブ

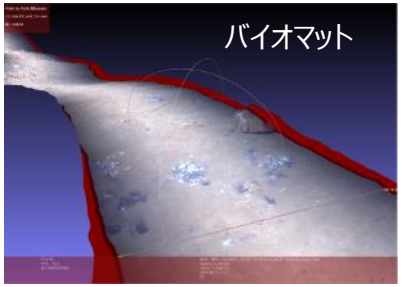
2021年度　庄内沖（最上トラフ）　実施予定
（未定）　上越沖（富山トラフ）　計画中
（未定）　山陰～北陸沖（隠岐トラフ）　計画中

調査項目⑪⑫⑬　海域環境調査

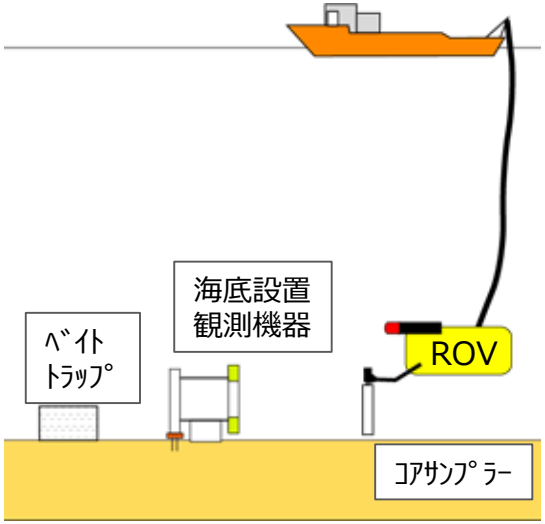
（A）海底画像マッピング



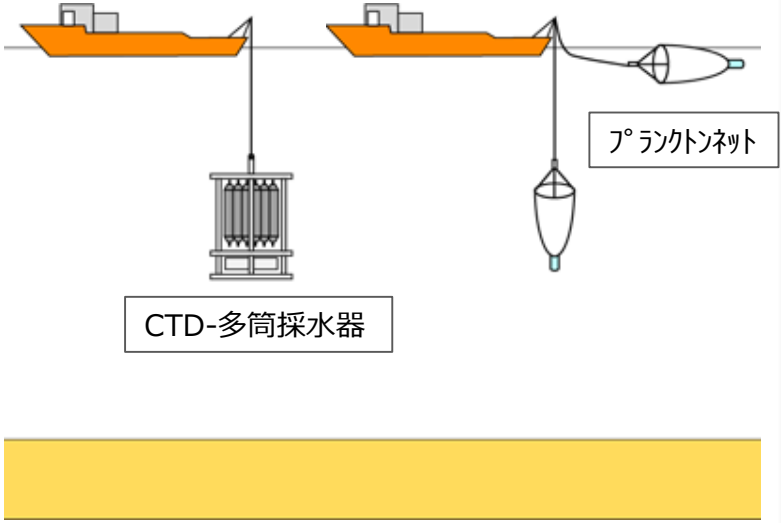


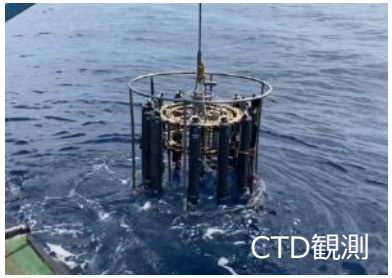


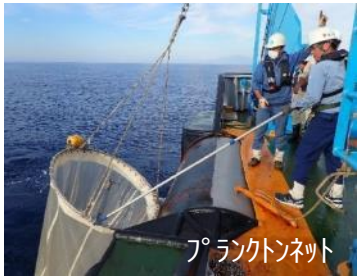
（B）海底環境調査



（C）海洋観測







2020年度　庄内沖（最上トラフ）　実施済

2021年度　上越沖（富山トラフ）　実施予定
（未定）　山陰～北陸沖（隠岐トラフ）　計画中

海洋調査・海域環境調査 2019年度実施状況

	5月	2019年 6月	2019年 7月	2019年 8月	9月
庄内沖	(漁期)			・高分解能三次元地震探査 (HR3D) 7/29～8/28（31日） (2D) 8/20～8/23（4日）	(漁期)
上越沖					
山陰～北陸沖	(漁期)				(漁期)

	山陰～北陸沖 (隠岐トラフ)	上越沖 (富山トラフ)	庄内沖 (最上トラフ)
⑦高分解能三次元地震探査（精密地下構造探査）	2021	実施済	2019
⑧熱流量調査（賦存領域下限深度の把握）	計画中	計画中	2020-2021
⑨海底機器観測（底層流等のﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ） ＜+環境＞	計画中	計画中	2020-2021
⑩地盤強度調査（コーン貫入試験） ＜+環境＞	計画中	計画中	2021
⑪海域環境調査（A）（海底画像マッピング） ＜+海底状況＞	計画中	2021	2020
⑫海域環境調査（B）（海底環境調査） ＜+海底状況＞	計画中	2021	2020
⑬海域環境調査（C）（海洋観測）	計画中	2021	2020

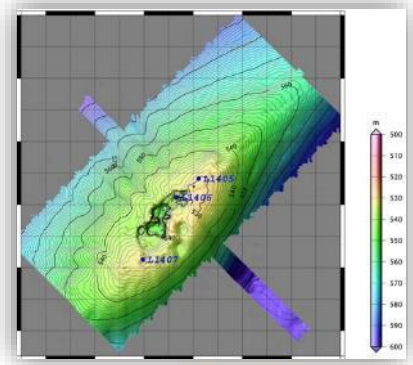
海洋調査・海域環境調査 2020年度実施状況

	5月	2020年 6月	2020年 7月	8月	9月	10月	2020年 11月
庄内沖	漁期	・海域環境調査(A) (ROV海底画像マッピング) 6/17～30（14日）	・海域環境調査(B)(C) (ROV観測／試料採取) (海洋観測) 7/6～23（18日）		(漁期)		・海底現場状況調査 (ROV機器設置) 11/2～23（22日）
上越沖							
山陰～北陸沖	漁期				(漁期)		

	山陰～北陸沖 (隠岐トラフ)	上越沖 (富山トラフ)	庄内沖 (最上トラフ)
⑦高分解能三次元地震探査（精密地下構造探査）	2021	実施済	2019
⑧熱流量調査（賦存領域下限深度の把握）	計画中	計画中	2020-2021
⑨海底機器観測（底層流等のﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ） ＜+環境＞	計画中	計画中	2020-2021
⑩地盤強度調査（コーン貫入試験） ＜+環境＞	計画中	計画中	2021
⑪海域環境調査（A）（海底画像マッピング） ＜+海底状況＞	計画中	2021	2020
⑫海域環境調査（B）（海底環境調査） ＜+海底状況＞	計画中	2021	2020
⑬海域環境調査（C）（海洋観測）	計画中	2021	2020

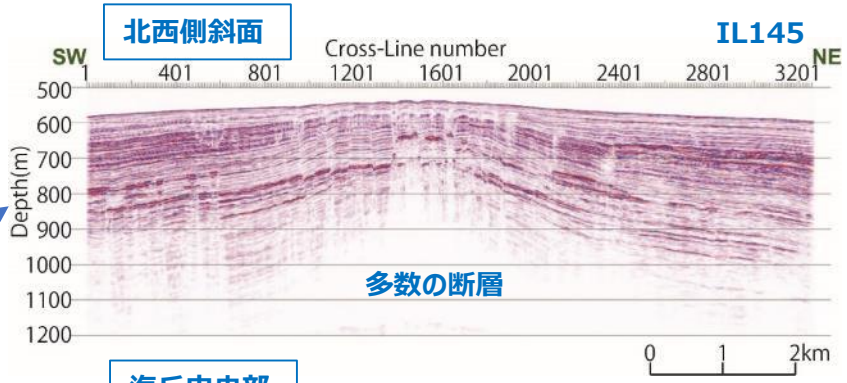
高分解能三次元地震探査(2019年庄内沖)の結果

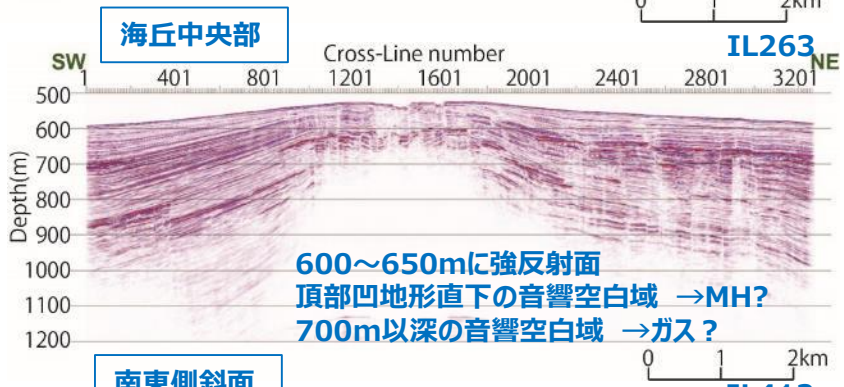
目的：精密地下構造探査　→賦存状況の把握

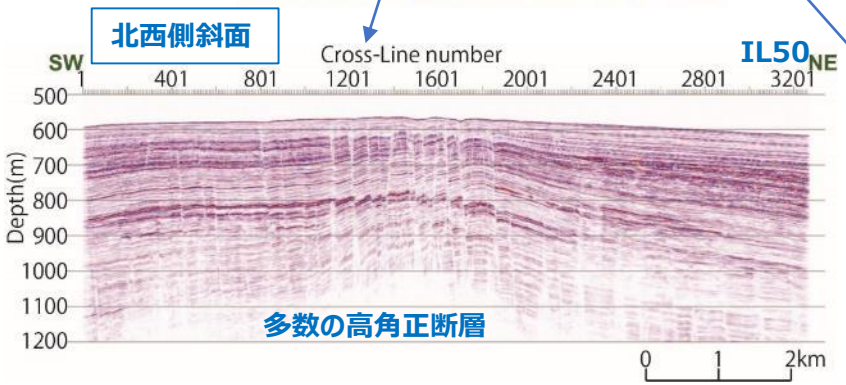


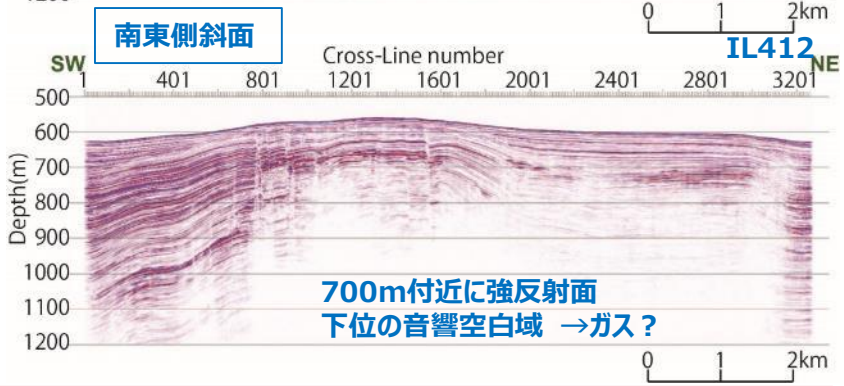
調査海域の海底地形
- 北東-南西方向の海丘
- 頂部水深：約530m
- 頂部に凹地形：MHが賦存
- LWD３点（2014年実施）

断面図（長軸方向，深度変換）









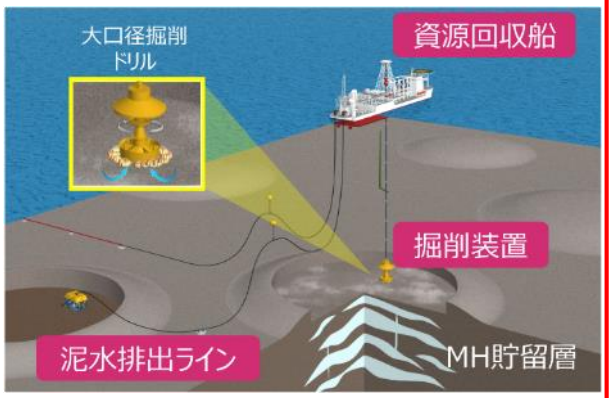
断層・BSRの抽出・解析、掘削同時検層（LWD）や海洋電磁探査との統合解析
→　表層型MHの賦存状況・形状の精密把握

環境影響評価の進め方と手法開発

表層型MHの特異性と環境影響評価の進め方

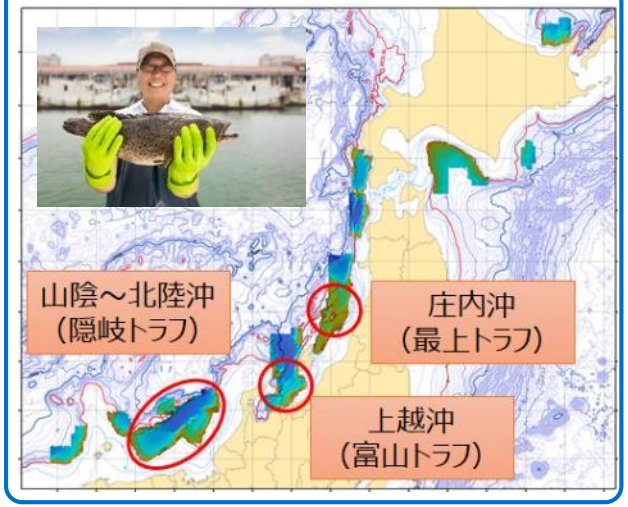
海底環境を直接攪乱

大口径ドリル掘削・海上分離方式

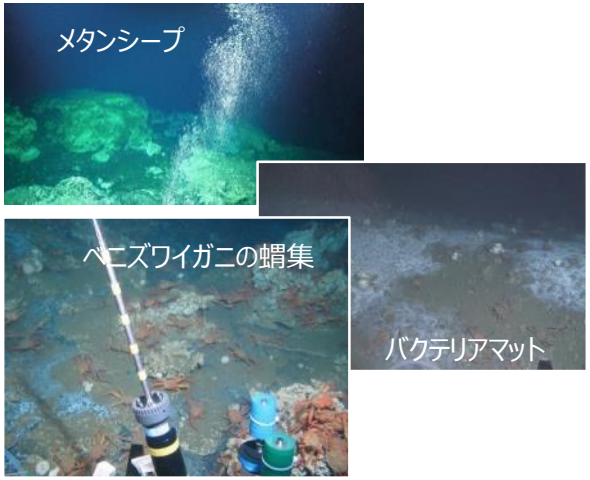


三井E&S造船㈱、清水建設㈱、日本大学

他の産業・社会に近接



希少な化学合成生態系



1. 予備的調査・研究

- ◆ 表層型ＭＨ海域の環境特性の解明
  - ・生物特異性・連結性
  - ・物質循環・食物連鎖
  - ・海洋物理環境

⬍ 連携

- ◆ 生産技術の開発
- ◆ 産出試験実施海域の選定

2. 事前調査・研究

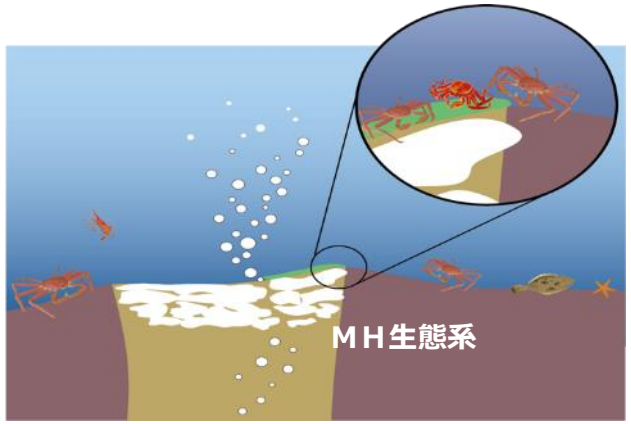
評価・監視項目決定 → 環境ベースライン調査 → 環境影響評価 → 保全対策の検討 → **海域産出試験**

3. 環境モニタリング

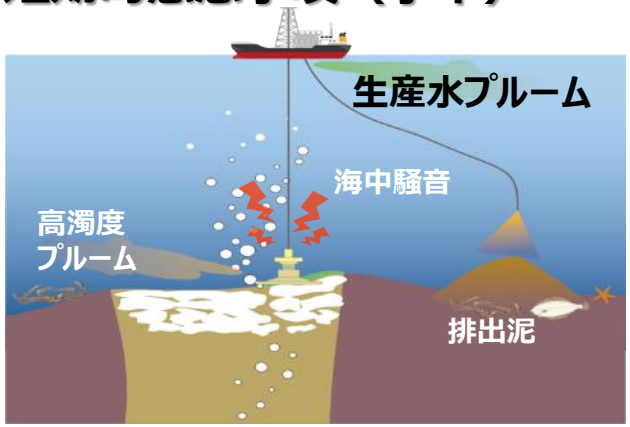
試験中監視 → 試験直後監視 → 追跡調査 → 長期的管理

環境影響のケーススタディ（短期的及び長期的懸念事項）

自然状態（事前）



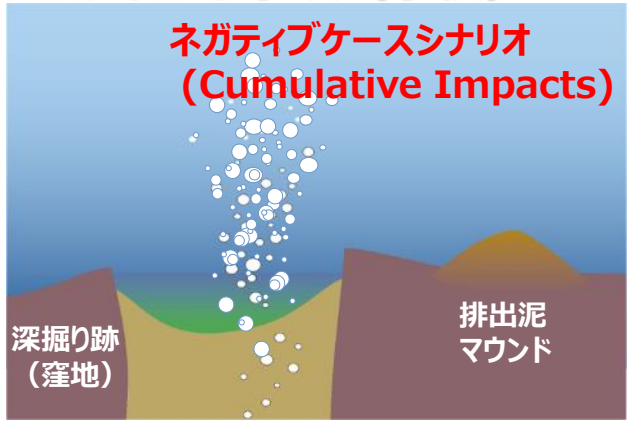
短期的懸念事項（事中）



- 高濁度、生産水、排出泥の曝露

ROV採泥時の
高濁度プルーム

長期的懸念事項（事後）－１



- メタンフラックスの著しい増大
- マウンドに埋没し生息場所が消失
- 深堀り跡での貧酸素水塊の発生

長期的懸念事項（事後）－２

- 地形の多様化（傾斜地・岩石露頭）による生息場所の拡大
- ハイドレート生態系の再生

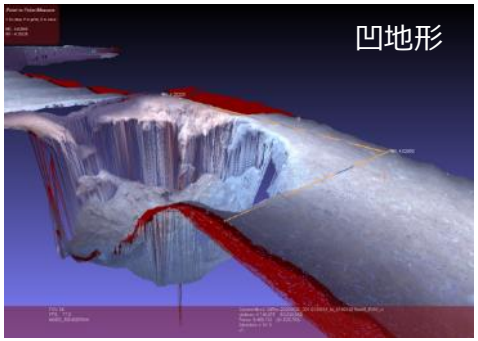
生物量の乏しい平坦な海底

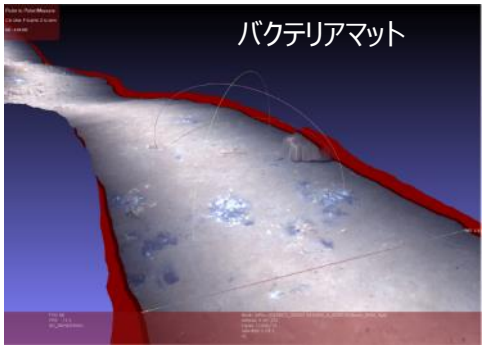
露頭岩石に多様な生物が大量に生息

懸念の回避だけでなくポジティブケース実現を目指す評価・長期的管理の重要性

環境ベースラインデータの取得と影響評価手法の開発

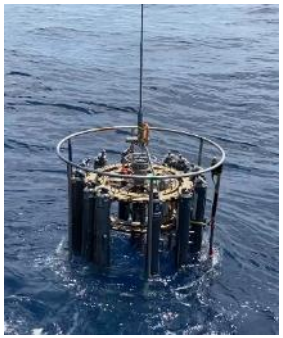
三次元海底詳細画像解析

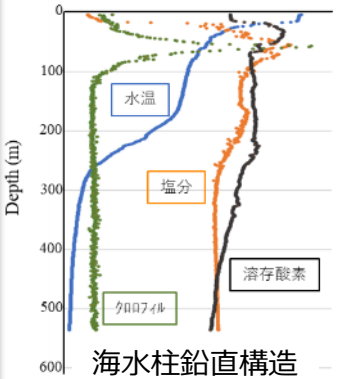




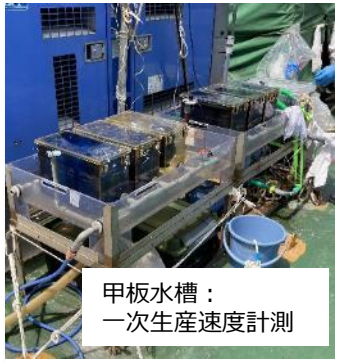
- **詳細地形データの取得**
  ⇒ 底層流動・プルーム動態予測
- **バクテリアマットなど特異点の探索**
  ⇒ 海底環境調査の効率化
- **底生生物の定量化（AI判定）**
  ⇒ 生息生物の広域・詳細分布把握

海洋観測・サンプリング



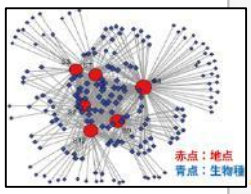


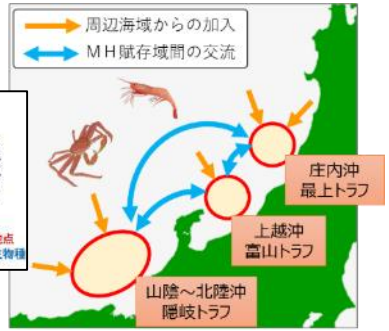
海水柱鉛直構造


甲板水槽：
一次生産速度計測

- **海水柱の物理場計測**
  ⇒ 生産水プルーム動態予測
- **栄養塩・生物群集動態評価**
  ⇒ 環境ベースライン（自然状態）

海底生物サンプリング



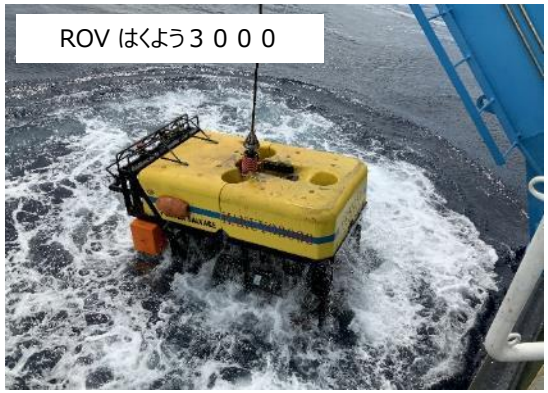


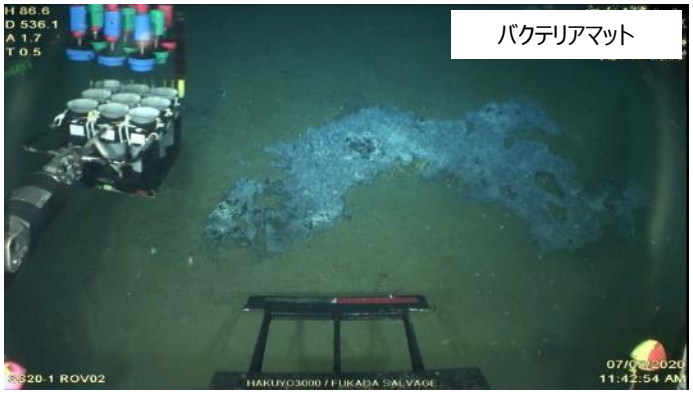
- **遺伝子（SNPs）解析**
  ⇒ 生物特異性・多様性・連結性の評価

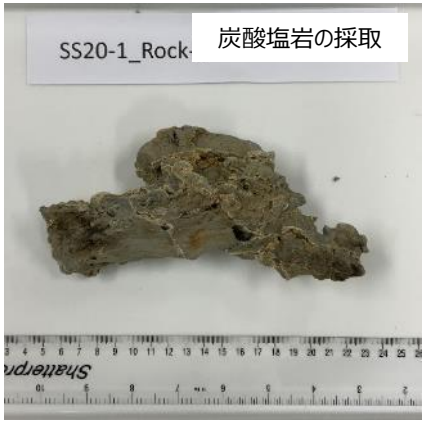
※写真は最上トラフにおける海域環境調査：SS20-1航海（2020年7月）より

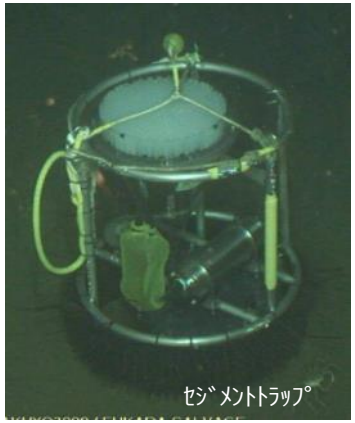
環境ベースラインデータの取得と影響評価手法の開発

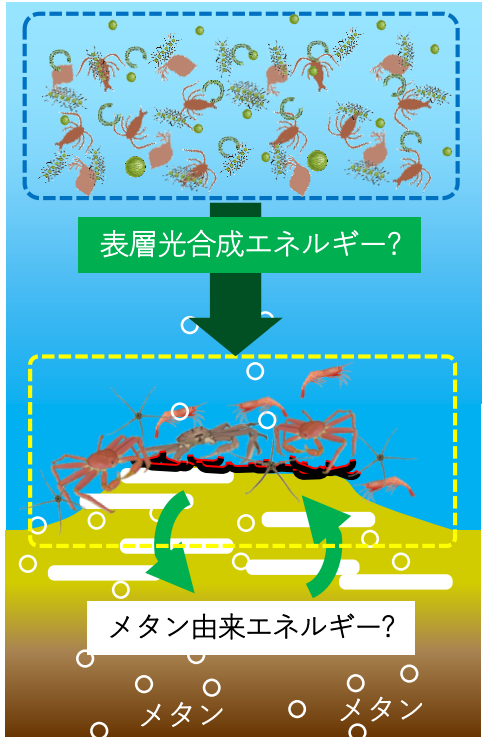
ROVによる堆積物等のサンプリングと各種化学・生物学的解析









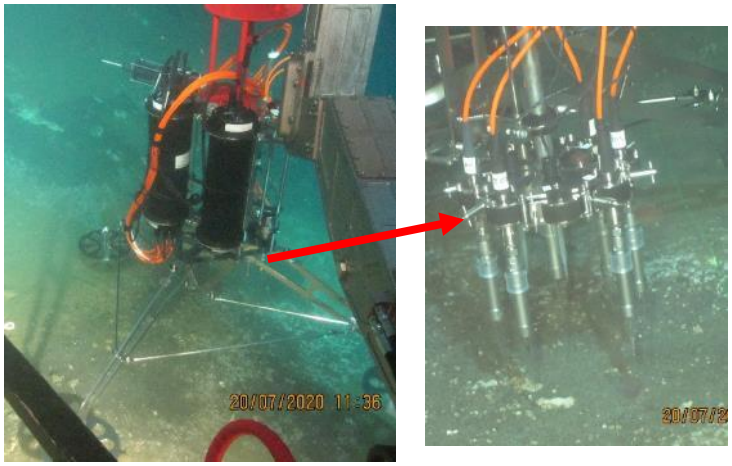


- **堆積物の化学的性状調査**
  ⇒ 堆積物―海水境界での物質動態解析・重金属/硫化物などリスク因子（曝露）の評価
- **堆積物・沈降粒子・生物の同位体組成調査**
  ⇒ 表層型MH生態系の食物網・物質循環評価
- **炭酸塩岩の形成やメタンの動態調査**
  ⇒ MH生態系の再生ポテンシャル・プロセスの解明

環境ベースラインデータの取得と影響評価手法の開発

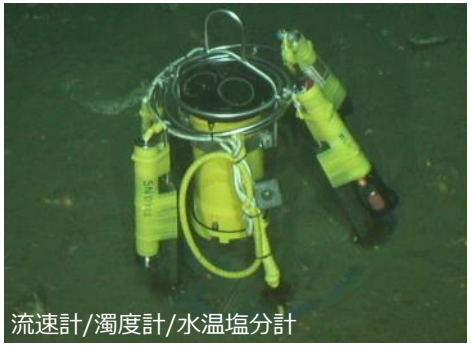
その他の観測・実験の状況及び予定

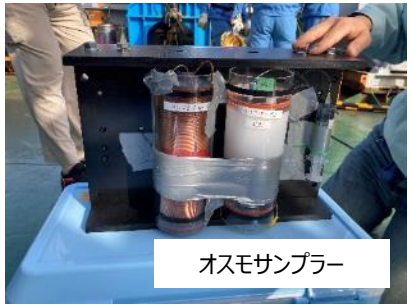
マイクロ電極を用いた堆積物表面の
微細化学性状の分析調査



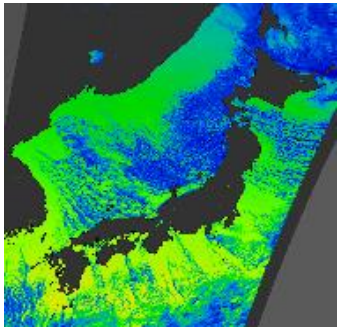
ROV搭載センサー（メタン、酸素、流向流速、塩分水温）による底層水化学マッピング

海底設置機器を用いた長期モニタリングによる環境ベースラインデータの取得





人工衛星データ解析：
日本海における冬季現場観測の限界



GCOM-C（しきさい）の海面光合成有効放射（2019/11/20 1:42UTC
https://www.eorc.jaxa.jp/cgi-bin/jasmes/sgli_nrt/index.cgi/）

大型水槽による曝露試験：
濁度・メタン・貧酸素など

飼育水槽に収容した
キタクシノハクモヒトデ