



ともに挑む。つぎを創る。

表層型MHの研究開発

「環境影響評価」の進捗状況概要

産業技術総合研究所

環境創生研究部門 塚崎 あゆみ

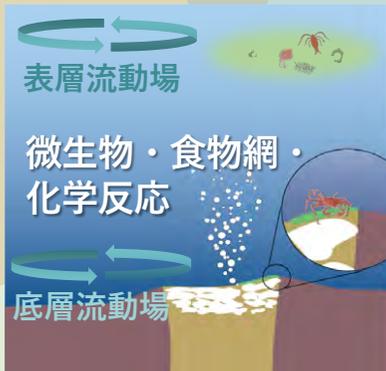
2026年 2月18日

「表層型メタンハイドレートの研究開発」2025年度研究成果報告会

本研究は、経済産業省「国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業（メタンハイドレートの研究開発）」の一環として実施した。関係各位に対し、謝意を表する次第である。

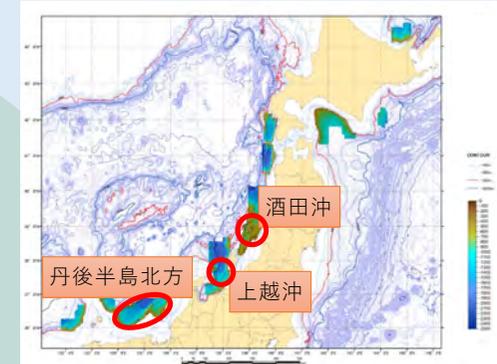
NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

生産技術の開発



環境影響評価

海洋産出試験実施場所の特定に向けた海洋調査



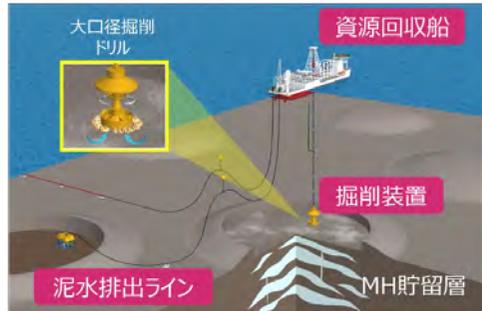
海底地形（着色部）は、広域地質調査(2013~2015)実施海域



生産技術に係る環境への影響
当該海域の環境特性の解明
環境ベースライン調査・モニタリング
環境計測手法の高度化・最適化

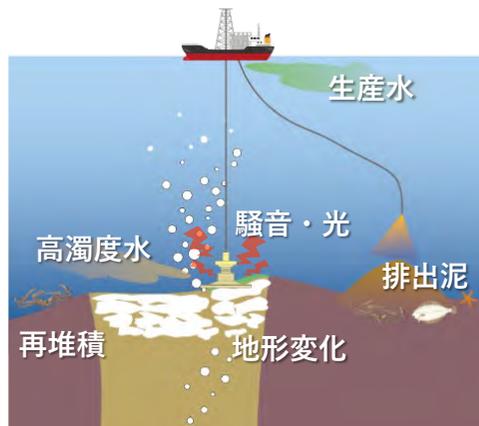
本事業における環境影響評価の特徴

海底環境を直接攪乱



三井E&S造船(株)、清水建設(株)、日本大学

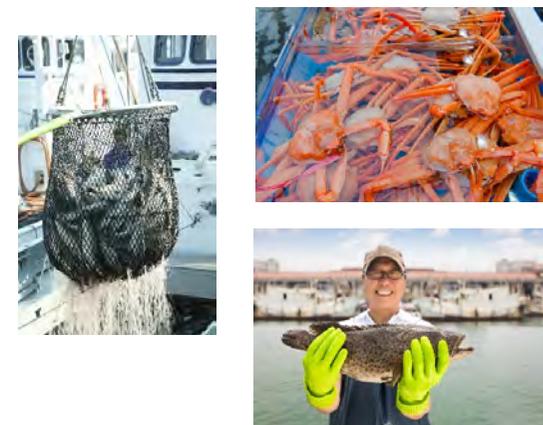
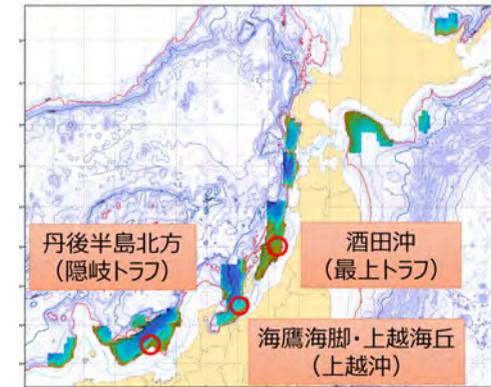
試験・開発中に想定される環境影響



特異的な環境 化学合成生態系



他の産業との近接・競合



MH開発によって海域で何が起こりうるのか？ その影響を検出・監視する方法は？その限界は？

1. 表層型MH賦存海域の特性解明

環境影響評価に必要なプロセス・パラメータ抽出
⇒ 物理・化学・生物・生態学的特性

2. 調査手法・解析手法の検討

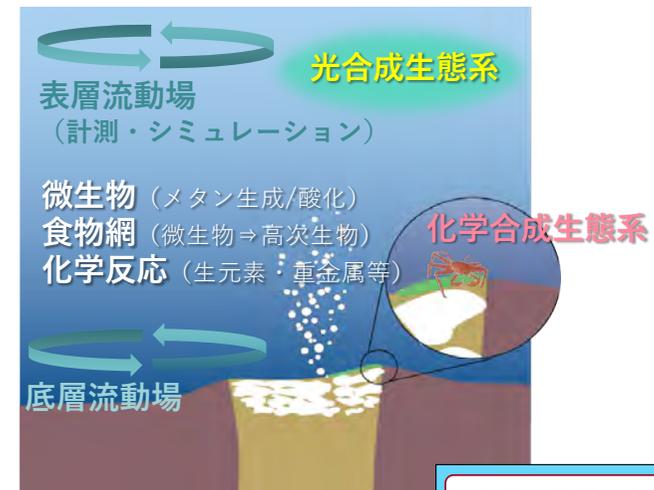
- ・ 既存のBAT (Best Available Techniques)
- ・ 新規に開発

3. 環境ベースライン調査

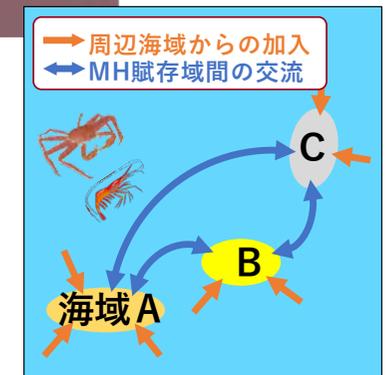
- ・ 適切な調査手法を構築・実施
- ・ データ集積

4. 環境モニタリング (監視)

事中：懸念された影響が生じていないか？
＝ 予測される自然変動を超えていないか？
事後：長期的な影響評価と生態系等の回復をモニタリング



物質循環の把握



生態学的特性の把握

【目標】

- 表層型メタンハイドレートの海洋産出試験等が海洋環境に及ぼす潜在的な影響の度合いやその時空間スケールを事前に予測する環境影響評価技術の構築に向け、メタンハイドレート賦存海域の物理・化学及び生物学的特性に関する知見とデータを蓄積する。
- 表層型メタンハイドレートの海洋産出試験等について、事前の環境ベースラインデータの取得や試験期間中・終了後の環境モニタリング手法の構築に向けた検討を行う。

【実施内容】

1. 環境影響評価手法の検討

① 技術・社会動向調査

砂層型メタンハイドレート開発等、先行する大規模な海洋開発事業における環境影響評価の技術動向及び法的・社会的動向の調査を実施する。

② 表層型メタンハイドレート賦存海域の特性解明

表層型メタンハイドレートが賦存する海域の物質循環と生態系を特徴づけるプロセス・パラメータ等の抽出と解明を進め、適切かつ効率的な環境調査手法の構築に資する。

2. 海域環境調査

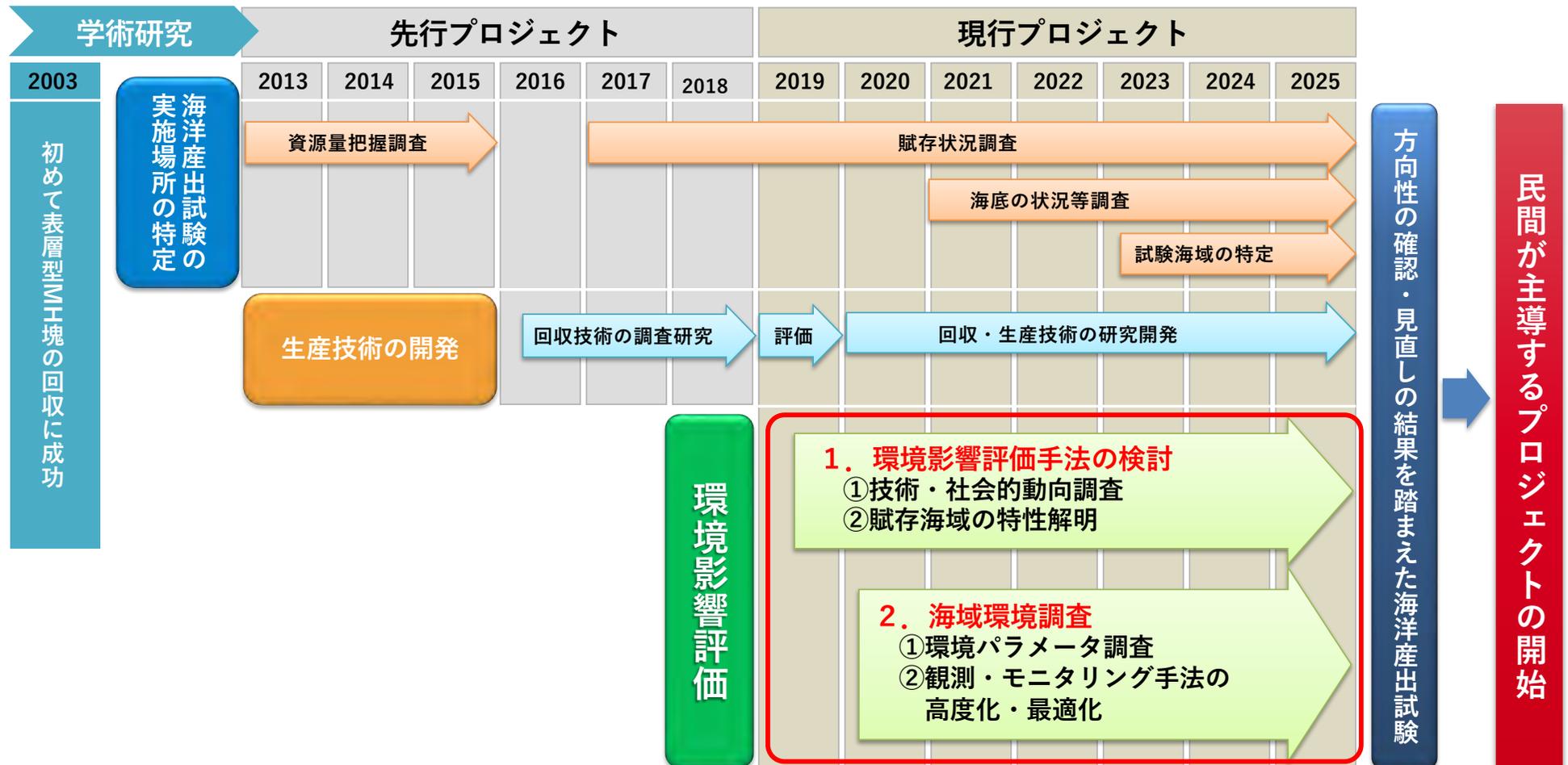
① 表層メタンハイドレート賦存海域における環境パラメータ調査

表層型メタンハイドレートの賦存する複数の海域において、海洋環境データの取得(センサー計測)のほか、海水、堆積物、生物など種々の試料を採取する海域環境調査を実施する。

② 環境ベースライン観測及び環境モニタリング手法の高度化・最適化

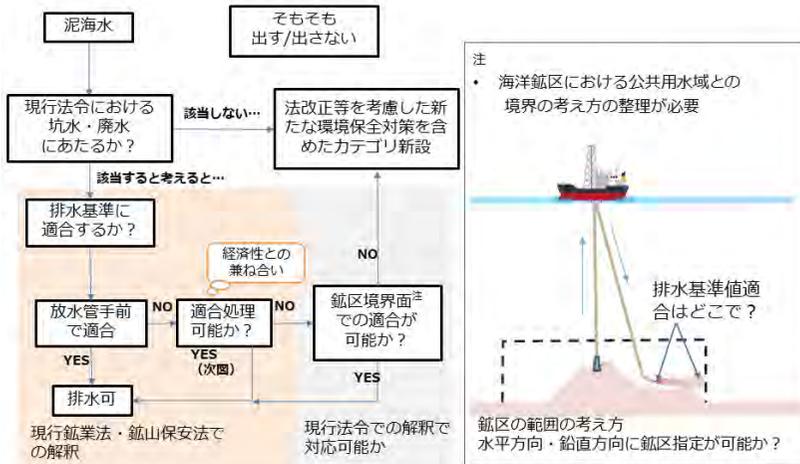
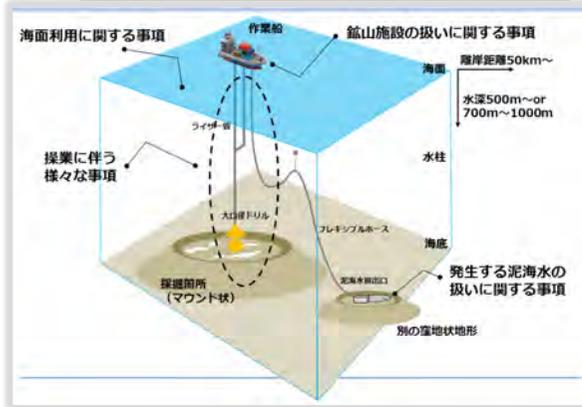
海洋産出試験海域における環境ベースラインデータ調査と環境モニタリングについて、漁業活動にも十分に配慮しながら、賦存海域の特性に応じた調査手法の高度化・最適化を図る。

表層型MH研究開発の経緯 —環境影響評価—



1. 環境影響評価手法の検討／①技術・社会動向調査（法的・社会的動向）

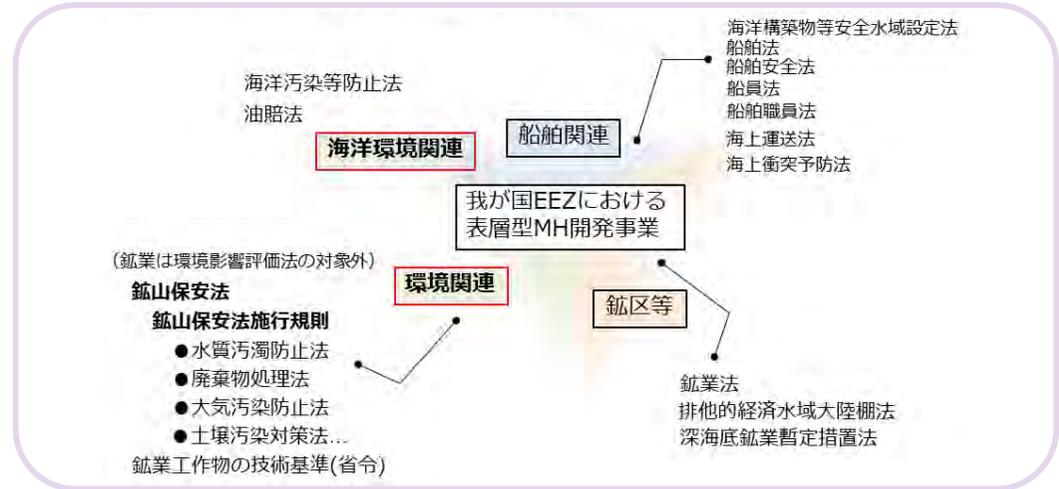
想定される開発方法



泥海水を鉱業法で扱う場合の検討

R5年度 第2回表層型MH環境影響評価手法検討委員会 資料4 (2023/11/27)

R7年度 第2回表層型MH環境影響評価手法検討委員会 資料3 (2025/12/8)



商業開発時に関連が想定される主な法令

海洋における鉱業活動に係る法的事項

国際法：海洋法に関する国際連合条約 (UNCLOS)

⇒ 国家管轄圏内の海底での活動から生じる

海洋環境汚染の規制等の国際標準は未策定

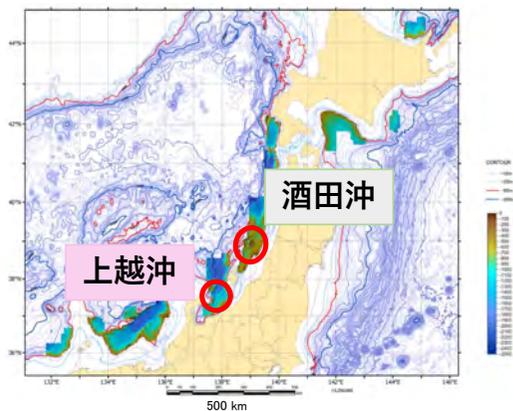
国内法：鉱業法・鉱山保安法

⇒ **海洋環境保全の観点は明示されていない**

✓ 関連する国内法の整理

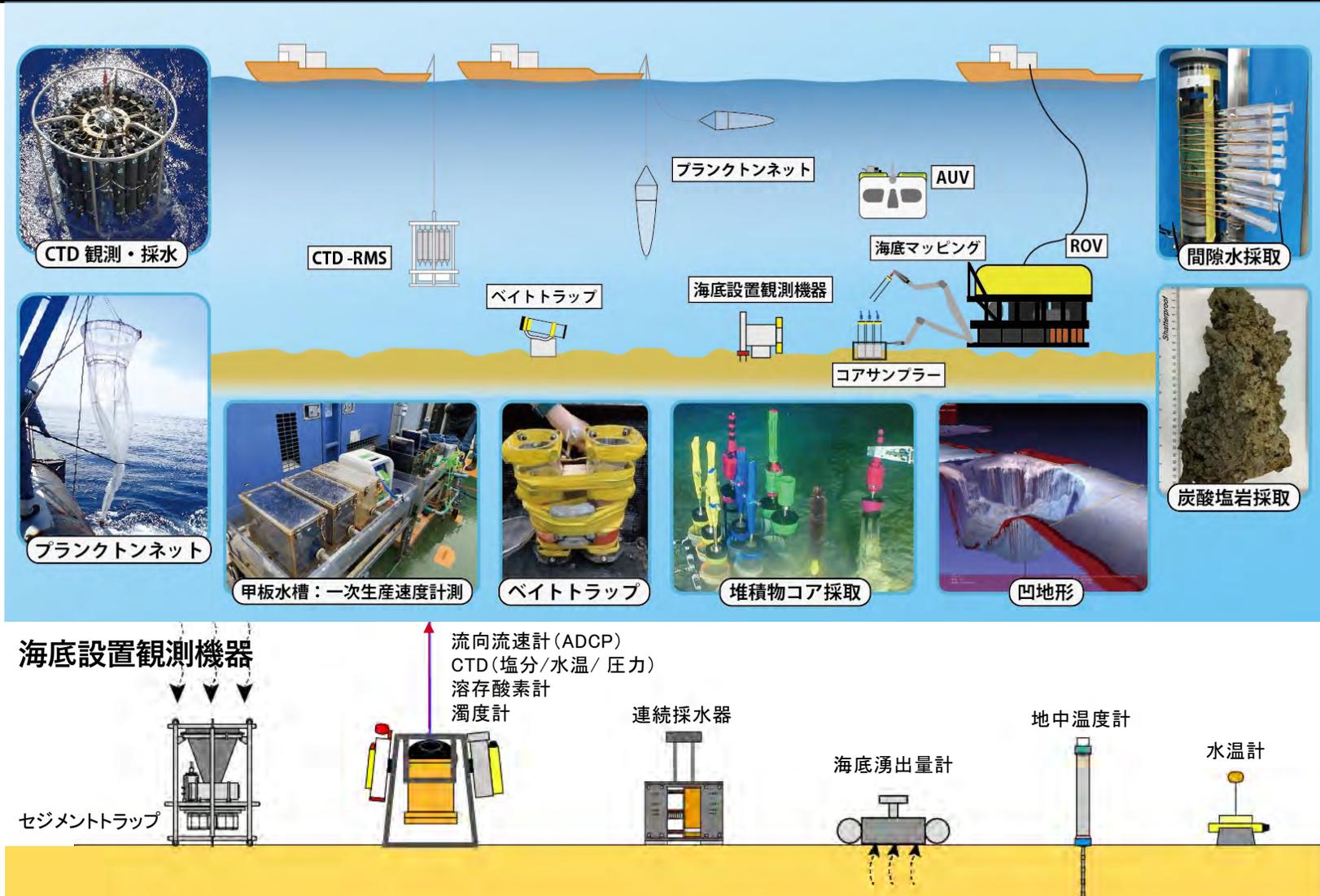
✓ 諸外国の類似産業の規制状況の調査等

2. 海域環境調査 ①表層型MH賦存海域における環境パラメータ調査



	2020	2021	2022	2023	2024	2025
海洋観測 (海水)	酒田沖	上越沖	上越沖	酒田沖		
ROV調査	酒田沖	上越沖	上越沖	上越沖 酒田沖	上越沖 酒田沖	上越沖 酒田沖
長期 モニタリング	酒田沖		上越沖			酒田沖
地盤強度評価 (掘削)		酒田沖	上越沖	酒田沖		
掘削影響調査			上越沖	上越沖 酒田沖	上越沖 酒田沖	上越沖 酒田沖
ホバリング型 AUV調査					上越沖 酒田沖	酒田沖

2. 海域環境調査 主な調査内容



1. 環境影響評価手法の検討 ②表層型MH賦存海域の特性解明

【微生物によるメタン消費率の評価】

高感度安定同位体プローブ (SIP) 法・RNA分析



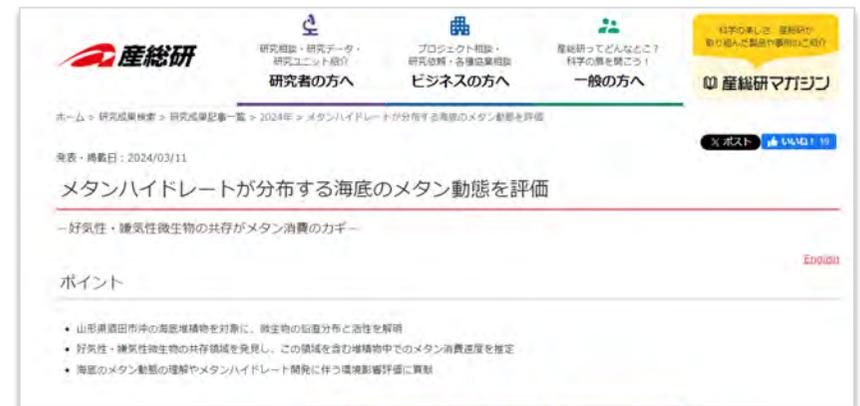
+ 化学分析、遺伝子・脂質バイオマーカー分析

- ✓ 堆積物中の微生物の鉛直分布と活性を解明
- ✓ 好気性・嫌気性微生物の共存領域を発見
- ✓ 微生物の現場活性・分布を考慮したメタン消費率が明らかに

Miyajima et al. (2024)



産総研プレスリリース(2024.03)



https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2024/pr20240311/pr20240311.html

1. 環境影響評価手法の検討 ②表層型MH賦存海域の特性解明

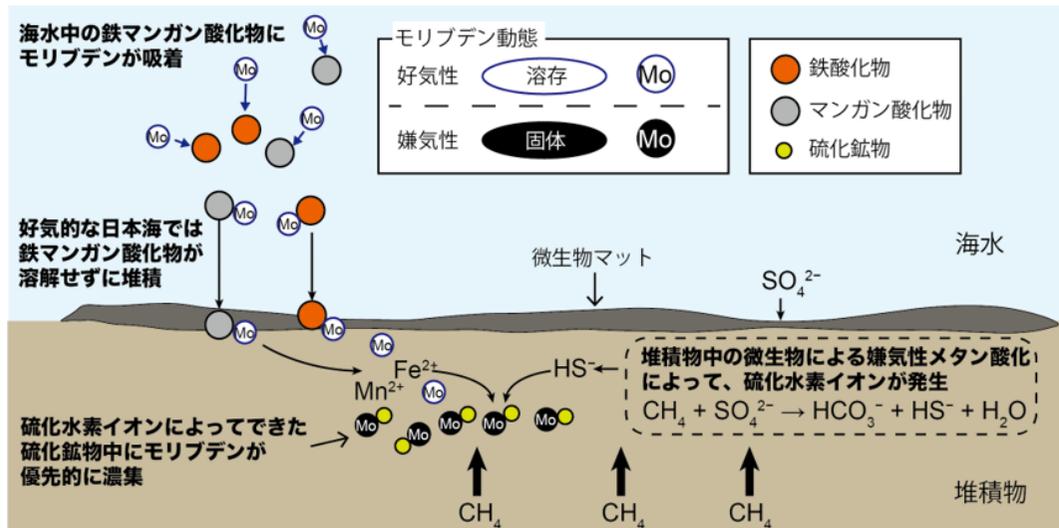
【微生物マットでの微量元素の濃集】



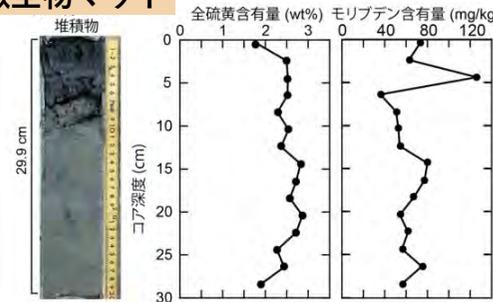
✓ 微生物マットの堆積物にMoが10~100倍に濃集

- ・ 堆積物内の強い還元状態
- ・ 底層まで溶存酸素濃度の高い日本海の特

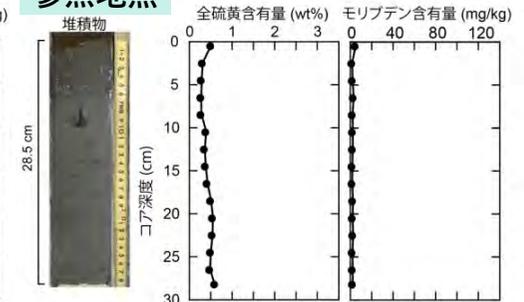
Ota et al. (2022)



微生物マット



参照地点



堆積物コアの半割写真と堆積物中の硫黄及びモリブデン含有量

発表・掲載日：2022/11/07

海底メタン湧出域の生物地球化学システムを調査

—表層型メタンハイドレートの開発に係る環境影響評価に貢献—

ポイント

- ・ 山形県酒田沖海底の表層型メタンハイドレート胚胎域を調査
- ・ メタン湧出を示唆する最大幅数m規模の微生物マットを複数箇所を確認
- ・ 微生物マット周辺の堆積物中にモリブデンの濃集を発見

産総研プレスリリース (2022.11)

https://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2022/nr20221107/nr20221107.html

1. 環境影響評価手法の検討 ②表層型MH賦存海域の特性解明

【漁業対象種の海域間の連結性の推定】

幼生分散シミュレーション
+
遺伝的連結性解析

⇒ 海域間の連結性を解析

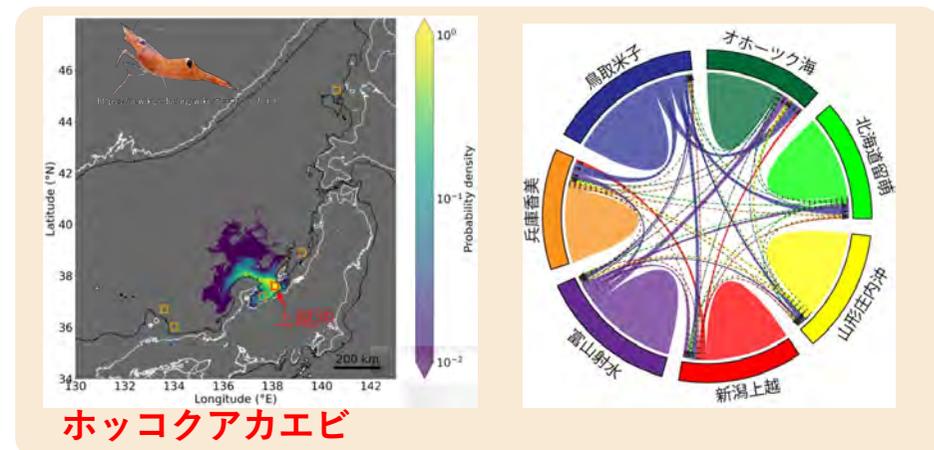
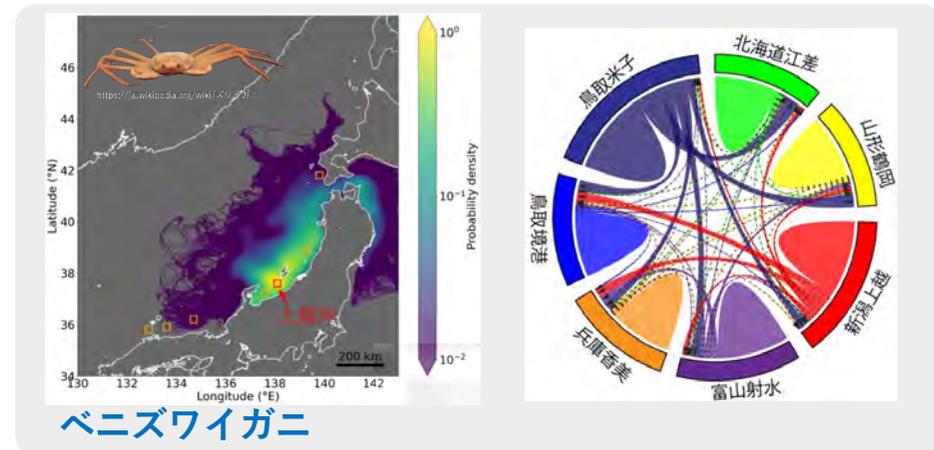
【ベニズワイガニの結果】

- ✓ 幼生分散と遺伝的連結性のどちらでも地域間で広く連結
- ✓ 日本海の南側が幼生の供給源

【ホッコクアカエビの結果】

- ✓ 幼生分散による連結性は乏しいが、広い海域間での遺伝的連結性を示唆

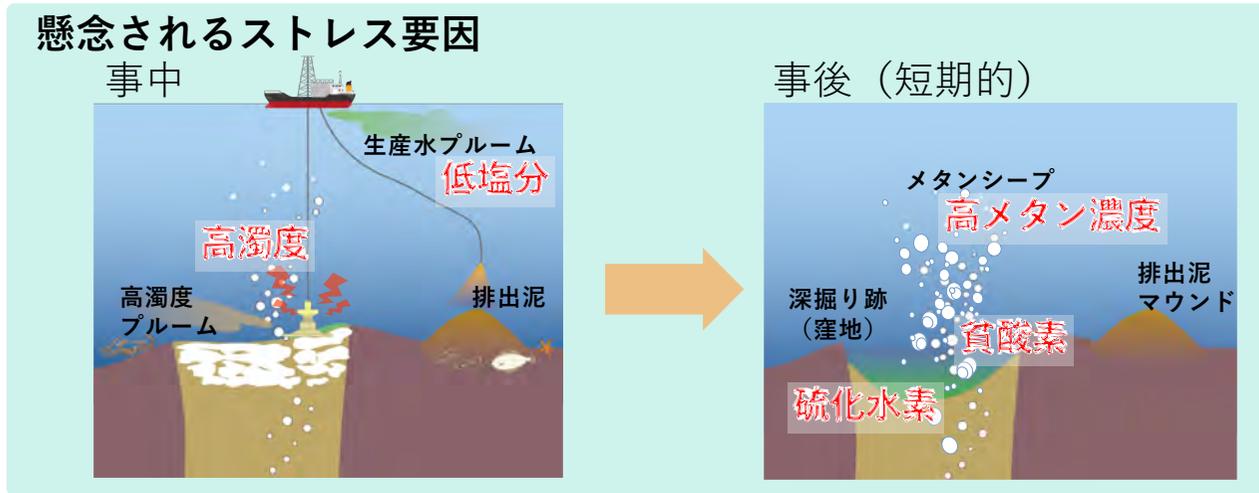
→ 中継地点を経由する分散や、成体の移動によって連結している可能性



上越沖からの幼生分散のシミュレーション（左）と海域間の遺伝子流動（右）

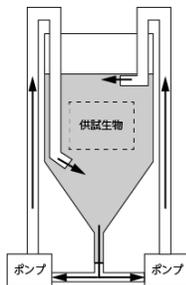
1. 環境影響評価手法の検討 ②表層型MH賦存海域の特性解明

【生物影響評価試験】



各生物・各ストレス因子に最適化した実験系を構築

高濁度



低塩分・硫化水素等



- ✓ 生残率
- ✓ 異常行動発生率
- ✓ 急性致死影響濃度の閾値

Ishida et al. (2023, 2024), 石田ほか(2023)日本地球惑星科学連合2022年大会, 林ほか(2023, 2024)日本水産学会
 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

2. 海域環境調査 ②環境ベースライン観測及び環境モニタリング手法の高度化・最適化

【掘削調査を利用した環境モニタリング手法の検討】

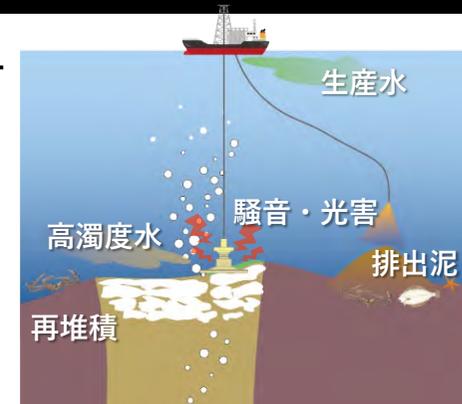
大口径ドリル方式によるMH掘削のイメージ



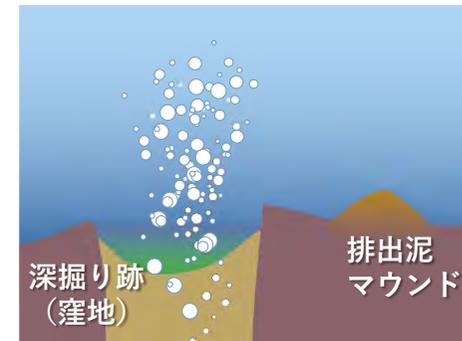
三井E&S造船(株)、清水建設(株)、日本大学

海底地盤強度調査の掘削を
表層型MH開発/海洋産出試験に伴う
海底攪乱とみなして周辺環境への
影響評価手法を検討

想定される環境影響シナリオ
開発/試験中



開発/試験後
短期

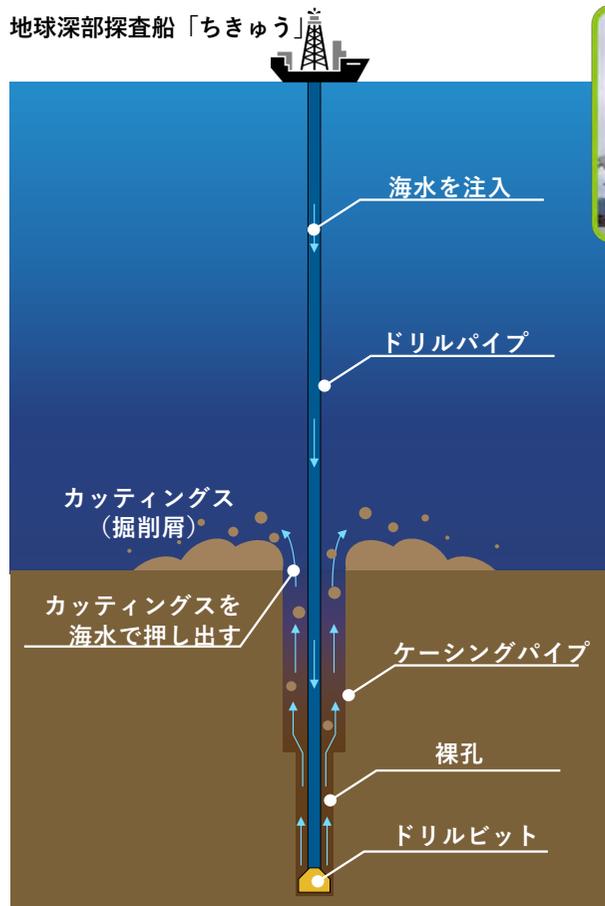


開発/試験後
長期



2. 海域環境調査 ②環境ベースライン観測及び環境モニタリング手法の高度化・最適化

【掘削調査を利用した環境モニタリング手法の検討】



ライザーレス掘削の概要

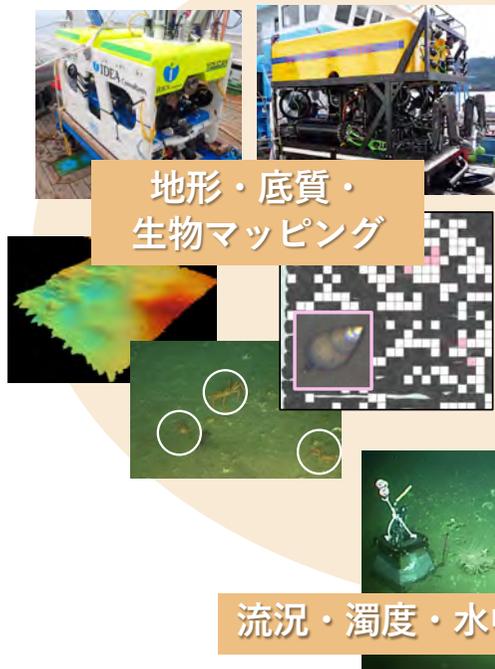
JAMSTEC「ちきゅう」のサイトを参考に作図
※当該掘削調査ではケーシングパイプは使用しない



掘削屑

性状：堆積物・炭酸塩岩・MH等
排出量：5～7 m³/100 m (掘削長当たり)
※ ビット径などからの推定値 (～10 ton程度)

掘削影響評価



地形・底質・
生物マッピング

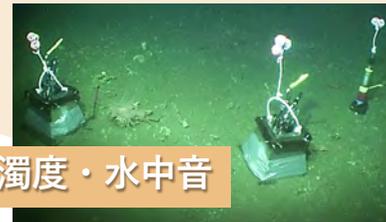
再堆積の範囲・度合い



水質・底質



流況・濁度・水中音



掘削調査（地盤強度調査）と掘削影響調査

酒田沖(酒田海丘)	FY2021	FY2022	FY2023	FY2024	FY2025
掘削調査(コア採取, WL検層) (地盤強度調査)	PS21 Poseidon-1		CK23-02C ちきゅう		
詳細地形地質調査(音響探査) 航走型AUV「Deep1」					2年後 SR25 新竜丸
掘削影響調査(海底画像撮影) ホバリング型AUV「YOUZAN」			直前 直後	1年後	2年後
掘削影響調査(試料採取, 海底観察) ROV「はくよう3000」/「KAIYO3000」			1K23-3 第一開洋丸	SS24-1 新世丸	SS25-2 新世丸
掘削影響調査(音響探査) ROV「KAIYO3000」					
				SK-MH	

上越沖(上越海丘, 海鷹海脚北部)	FY2021	FY2022	FY2023	FY2024	FY2025
掘削調査(コア採取, WL検層) (地盤強度調査)		CK22-03C ちきゅう	CK23-02C ちきゅう		
詳細地形地質調査(音響探査) 航走型AUV「Deep1」					2年後, 1年後 SR24 新竜丸
掘削影響調査(海底画像撮影) ホバリング型AUV「YOUZAN」		UTN-RE	7ヶ月後 8K23 第八海工丸	JK-RE2	2年後
掘削影響調査(試料採取, 海底観察) ROV「はくよう3000」/「はくよう」		直前 SS22 新世丸	1ヶ月後 SN22 新日丸	10ヶ月後	SS24-1 新世丸
掘削影響調査(音響探査) ROV「KAIYO3000」					
				JK-MH	

論文発表

- Ota et al. (2022) “Anaerobic oxidation of methane and trace-element geochemistry in microbial mat-covered sediments related to methane seepage, northeastern Japan Sea”, *Chemical Geology* 611, 121093. *産総研プレス発表 (https://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2022/nr20221107/nr20221107.html)
- Ishida et al. (2023) “Preliminary study on the acute effects of hydrogen sulfide on Amphipoda (*Lysianassoidea*; *Pseudorchomene* sp. and *Anonyx* sp.) collected from deep-sea floors in the Sea of Japan”, *Marine Pollution Bulletin* 192, 115102.
- Miyajima et al. (2023) “Lithium isotope systematics of methane-seep carbonates as an archive of fluid origins and flow rates” *Geochimica et Cosmochimica Acta* 361, 152–170.
- Miyajima et al. (2024) “Impact of Concurrent aerobic-anaerobic Methanotrophy on Methane Emission from Marine Sediments in Gas Hydrate Area”, *Environmental Science and Technology* 58(11), 4979–4988. *産総研プレス発表 (https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2024/pr20240311/pr20240311.html)
- Ota et al. (2024) “Methane diffusion affects characteristics of benthic communities in and around microbial mat-covered sediments in the northeastern Japan sea”, *Chemosphere* 349, 140964.
- Ishida et al. (2025) “Hydrogen sulfide, hypoxia, and low salinity tolerance of deep-sea amphipods (*Pseudorchomene* sp.) collected from the sea floor off Joetsu, Sea of Japan”, *Marine pollution bulletin* 219, 118340-118340.
- Ota et al. (2026) “Anaerobic oxidation of methane-associated carbon, nitrogen, and sulfur isotopic signatures in sediments of methane hydrate-bearing areas in northeastern Japan Sea”, *Environmental Research* 290, 123441.
- Ishida et al. (2026) “Growth and respiration rates during rearing of amphipods (*Pseudorchomene* sp.) collected from the deep-sea floor in the Sea of Japan”, *Regional Studies in Marine Science* 93, 104656-104656.
- 石田洋ほか (2025) 「日本海における深海性ヨコエビ (フトヒゲソコエビ類; *Pseudorchomene* sp.) の捕獲と長期飼育の試み」, *海の研究* 34 (2), 37-53. doi.org/10.5928/kaiyou.34.2_37.
- 石田洋・瀬尾絵里子 (2025) 「表層型メタンハイドレート開発におけるROVによる堆積物埋込性メガベントス採集技術の考案」, *海の研究* 34 (6), 177-183.
- 塚崎あゆみほか (2025) 「表層型メタンハイドレートの研究開発に係る環境影響評価」, *海洋理工学会誌* 29 (2), 63-67. ISSN: 2188-3262.
- 堀知行ほか (2025) 「メタンハイドレート賦存域海底における好気・嫌気メタン酸化の共存 -メタン動態と生物群集へのインパクト-」, *日本微生物生態学会誌* 40 (1), ISSN: 2424-1989.

その他誌上発表

学会等発表

アウトリーチ講演 等