

第2部 (15:00~17:00)
(会場) : ポスター発表
(配信) : 研究内容紹介

< 配信スケジュール >
 「MH及び海洋調査紹介」 (13分31秒)
 「研究内容紹介」 (1回目) (50分25秒)
 「研究内容紹介」 (2回目) (50分25秒)

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

ポスター配置図 (会場)

出入口		(壁, 長机) ケータリング敷料										出入口	
後側													
P11 横浜国立大学 室町	P10 室蘭工業大学 荏司・河合・寺本	P9 東京科学大学 木倉	P8 大阪大学 杉山・木高・安上	P7 五洋建設 片山・板垣・梅村	P6 常石昭島研 池田・岸本・高須	P5 鳥取大学 中村	P4 北見工業大学 山下	P3 北海学園大学 小野	P2 三井海洋開発 望月ほか				
M1 産総研 天満	P1 産総研 天満	P12 産総研 天満	P13 産総研 鈴木ほか	G13 産総研 佐藤	G5 産総研 佐藤・鈴木・吉岡	G6 産総研 鈴木	G7 産総研 鈴木	G9 産総研 棚橋・太田	G8 産総研 吉岡・宮嶋				
(壁)													
G3 産総研 小森・横田・後藤	G2 JGI 寺西ほか	G1 産総研 横田・山口	G10 産総研 浅田・佐藤	G11 産総研 浅田・佐藤	E11 産総研 喜瀬ほか	E10 いであ 加藤ほか	E12 産総研 太田ほか	E4 産総研 太田	E3 産総研 宮嶋ほか				
G4 産総研 後藤	G12 産総研 後藤	E13 産総研 前田ほか	E6 産総研 井口ほか	E8 JAMSTEC Lindsay・Sangekar	E9 日本海生研 向井・濱治・喜瀬	E2 (公財)海生研 林ほか	E7 産総研 塚崎	E5 SAT 小松原ほか	E1 JANUS 川井・伊藤・宇佐見				
前側													
(客席, 演台, スクリーン)													

第2部 (15:00~17:00)

(会場) : ポスター発表

(配信) : 研究内容紹介

全体概要

研究推進・成果普及・情報公開

生産技術の開発

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

全体概要 + 研究推進・成果普及・情報公開

1. 生産技術の開発

全体概要 + 研究推進・成果普及・情報公開		
	M1	表層型MHの研究開発における取組 産総研 (天満則夫)
1. 生産技術の開発		
1.1 調査研究の評価と有望技術の特定		
	P1	調査研究の評価と有望技術の特定 産総研 (天満則夫)
1.2 回収・生産技術		
1.2.1 要素技術開発		
1.2.1.1 採掘技術	P2	大口径ドリル方式による設計指針の検討 三井海洋開発 (株) (望月幸司・菅嶋孝一・竹内和則・岩本駿介)
	P3	MH模擬試料の作製一掘削実験と産状評価一 北海学園大学 (小野丘)
	P4	表層型MHを含んだ地盤の強度評価手法の開発 北見工業大学 (山下聡)
	P5	深海底浅層部の地盤情報に関する評価検討 鳥取大学 (中村公一)
	P6	採掘時の粒状体拡散に関する解析作業 常石造船昭島研究所 (株) (池田剛大・岸本隆・高須一弘)
1.2.1.2 分離技術	P7	MH分離後の泥水排出方法の調査研究 五洋建設 (株) (片山裕之・板垣侑理恵・梅村凜)
1.2.1.3 揚収技術	P8	ガスリフト方式による揚収制御技術の開発 大阪大学 (杉山和靖・木高佳周・安上裕輝)
	P9	管内固気液三相流動場における超音波計測技術の開発 東京科学大学 (木倉宏成)
	P10	管内固気液三相流動場における超音波計測データ解析手法の開発 室蘭工業大学 (荘司成照・河合秀樹・寺本孝司)
	P11	揚収時の流体流動制御に関するインヒビターの適用性検討 横浜国立大学 (室町実大)
1.2.2 生産システムの検討		
	P12	生産システムの検討 産総研 (天満則夫)
	P13	表層型MHの回収・生産技術に係る産総研の取組 産総研 (鈴木清史・竹谷敏・村岡道弘・柴田尚人・庄司葉奈・工藤久志)

M1

全体概要
研究推進・成果普及・情報公開

表層型MHの研究開発における取組

天満 則夫

産総研 エネルギー・環境領域 エネルギープロセス研究部門

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

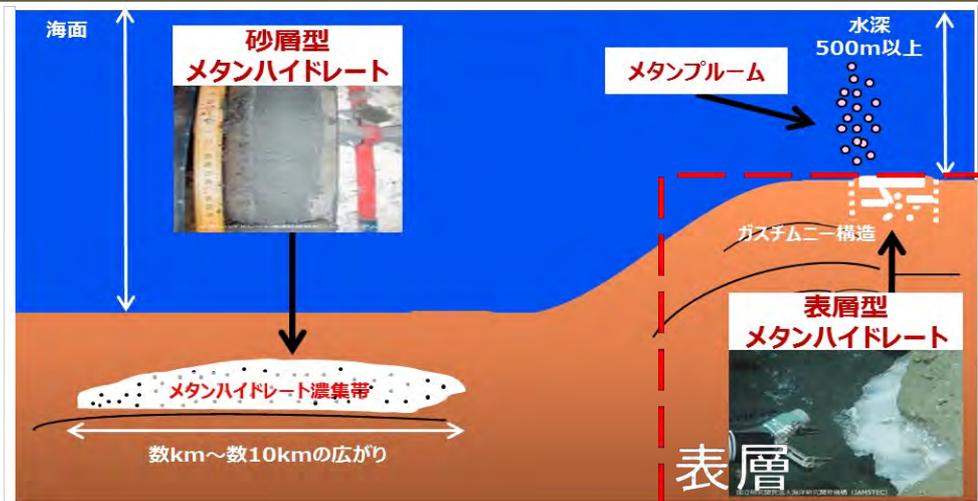
本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

M1 全体概要／研究推進・成果普及・情報公開

表層型MHの研究開発における取組

- メタンハイドレートは、非在来型の次世代天然ガス資源として期待されている
 - 砂層型メタンハイドレート：海底面下数百mの砂質層内に砂と混じり合った状態で存在
 - 表層型メタンハイドレート：海底面及び比較的浅い深度の泥層内に塊状で存在



<メタンハイドレートの賦存形態>

表層型MHの研究開発における取組

基礎研究
応用研究
実証研究
実用化

賦存状況を把握するための海洋調査や開発技術の検討に必要な海底環境条件の提供等

海洋産出試験の実施場所の特定に向けた海洋調査

海洋調査・海域環境調査の実施海域

海底地形(着色部)は、広域地質調査(2013~2015)実施海域

生産技術の開発

表層型MH回収・生産技術や生産システムの検討、生産技術に係る環境への影響等

表層流動場
微生物・食物網・化学反応・・・
底層流動場

表層型MHの研究開発

環境影響評価

試験候補地の特定に向けた調査、環境パラメータ調査、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・最適化等

商業化を目指すために必要な技術開発の取組(経済性の検討等)

表層型MHの研究開発における取組

【成果の普及・情報公開】

表層型メタンハイドレートに関する研究活動を分かりやすく伝え、効果的な理解増進に資することを目的として、研究成果報告会の開催や各種学会等における成果の発表等を通じて、成果の普及や情報公開を推進する。

【実績】

ホームページによる情報発信のほか、「表層型メタンハイドレートの研究開発」に関する成果報告会を毎年開催している。これまでに、リモート発表も含め、本プロジェクトに参画している民間企業、大学などからもご講演をいただいている。また、国内外の大学、エンジニアリング会社、地球科学関係企業など業界の内外からも広く参加があり、成果報告会での質疑応答では、参加者と講演者の双方向のやりとりができる機会となっている。

開催日	参加人数
2019/11/29	113名(会場)
2020/12/17	244名(Web)
2021/12/03	264名(Web)
2022/12/09	276名(Web)
2024/02/29	271名(会場72名/Web199名)
2024/12/05	296名(会場75名/Web221名)

表層型メタンハイドレートの研究開発
2019年度一般成果報告会

11/29 13:15~16:45

表層型メタンハイドレートの研究開発
2020年度一般成果報告会

12/17 13:30~15:50

表層型メタンハイドレートの研究開発
2021年度研究成果報告会

12/3 13:20~17:15

表層型メタンハイドレートの研究開発
2022年度研究成果報告会

12/9 13:20~16:30

表層型メタンハイドレートの研究開発
2023年度研究成果報告会

2/29 13:15~17:10

表層型メタンハイドレートの研究開発
2024年度研究成果報告会

12/5 13:15~17:05

P1

1. 生産技術の開発
1.1 調査研究の評価と有望技術の特定

調査研究の評価と有望技術の特定

天満 則夫

産総研 エネルギー・環境領域 エネルギープロセス研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

P1 1. 生産技術の開発 / 1.1 調査研究の評価と有望技術の特定

調査研究の評価と有望技術の特定

令和元年度（2019年度）、これまでに実施してきた「回収技術に関する調査研究」について、産総研内に設置した「表層型メタンハイドレート回収技術評価委員会」において、調査研究成果を評価し、調査研究実施機関との調整を経て、「要素技術」（掘削技術・分離技術・揚収技術）と「共通基盤技術」に分類し、分野ごとに有望技術を特定。

表層型メタンハイドレートの回収技術に関する調査研究

①資源回収船から垂直に掘削装置をつり下げて掘削する方法

②海底鉱物資源採取システムの原理を基にした回収方法

③地層内でメタンガスと水に分解させ、井戸からガスを生産する方法

④閉鎖環境下でターゲットによってハイドレートを削り、回収する手法

⑤ドーム状の膜構造物を利用したメタンブルームを含めた回収手法

⑥既存の深海掘削技術による回収手法

表層型メタンハイドレートの回収・生産技術の研究開発

要素技術(採掘・分離・揚収)

- 【採掘】大口径ドリル方式
- 【採掘】吊り下げ式縦掘型掘削機方式
- 【分離】船上分離方式
- 【揚収】ガスリフト方式
- 【揚収】水中ポンプ方式
- 【分離】海底分離方式

共通基盤技術

膜構造物の利活用に関する技術開発
貯留層物性・MH分解挙動の検討

【有望技術の特定に関する過程】

- ▶ 令和元年10月7日:委員会において、評価方針を策定
- ▶ 令和元年11月12~29日:各実施機関から提出されたプレゼンテーション資料を基に事前評価を実施
- ▶ 令和元年12月5日、12日:各実施機関によるプレゼンテーションを基に本評価を実施
- ▶ 令和2年2月28日:委員会において、評価を最終決定するとともに、有望技術を特定

P2

1. 生産技術の開発
1.2 回収・生産技術 / 1.2.1 要素技術開発 / 1.2.1.1 採掘技術

大口徑ドリル方式による設計指針の検討

望月 幸司・萱嶋 孝一・竹内 和則・岩本 駿介
三井海洋開発株式会社 技術部

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

P2 1. 生産技術の開発 / 1.2 回収・生産技術 / 1.2.1 要素技術開発 / 1.2.1.1 採掘技術
大口徑ドリル方式による設計指針の検討

「大口徑ドリル方式に関する技術検証に向けた機器設計・開発」において、陸上試験と概念設計を実施

①大口徑ドリルを用いた陸上掘削性能試験の実施

2022年 10月 **模擬地盤掘削試験による実証試験 (デモンストレーション)**
小さな粒状MHを含む軟泥地盤を想定した模擬地盤において、掘削ドリルが粒状MHを模擬した個体を上手くとらえて回収できることを確認

2023年 1月～2月 **大型氷掘削試験による実験データの取得**
100%MHの地盤を想定した大型氷にて、有望な掘削方法3種類を用いて掘削を行い、掘削能力を定量的に示すためのデータを取得 (例：ドリル回転数、ドリル設置圧、掘削速度等)

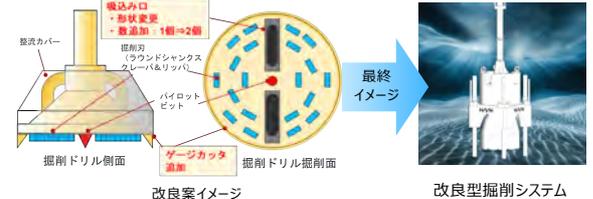


②改良型掘削システムの概念設計完了

課題 ドリル掘削速度の増加とともに、掘削タンク内に残った掘削物の量が増加した。

掘削タンク (ドリル掘削速度)	1 st Drilling Tank (ROP=1.25 to 6.5m/h)	2 nd Drilling Tank (ROP=5.5 to 7.5m/h)	3 rd Drilling Tank (ROP=10 to 15m/h)
ドリルビット上面に残った掘削装置によって回収されなかった氷塊			

対策



- 掘削効率向上および掘削物拡散を抑制するための改良実施

引用：1) 三井海洋開発：表層型MHの研究開発 2023年度研究成果報告会 広範囲鉛直掘削法による回収技術
2) 産業技術総合研究所：第47回メタンハイドレート開発実施検討会 表層型MHの研究開発 今フェーズの実施内容と成果

MH模擬試料の作製—掘削実験と産状評価—

小野 丘 (おの たかし)

北海学園大学 工学部 社会環境工学科

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

MH模擬試料の作製—掘削実験と産状評価—

1 掘削実験用地盤の作製

大型土槽での実験を想定した軟泥状態の模擬粒状MHの材料の選定、配合、強度、施工性の検討

- ・材料：ポリプロピレンボール (Φ 9.53、比重 0.91-0.96)、粘土、早強ポルトランドセメントの混合
- ・強度・施工性：フロー値 = 200-250 mm、一軸圧縮強さ $q_u = 60$ kPa、泥水密度 = 1.50-1.55 Mg/m³
- ・均一性：振動を与えずに攪拌

⇒ 一様な模擬粒状MH地盤が作製でき、想定した強度が得られた



2 コーン貫入抵抗値による産状評価

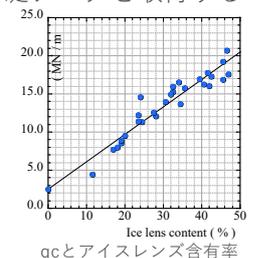
実験室内での模擬試料の作製およびCPTによる原位置のMH産状の評価をする上で必要な基礎データを取得する

- ・MH産状を想定したアイスレンズを含む凍土によるMH模擬試料の作製
- ・コーン貫入抵抗値とアイスレンズ含有率の関係性を知る

⇒ コーン貫入抵抗値とアイスレンズの含有率との間に線形関係がある
⇒ アイスレンズの存在量はコーン貫入抵抗値で推定できる可能性がある
⇒ TBABなどのMHの物性値に近い材料によるデータが必要である



アイスレンズを含む凍土



qcとアイスレンズ含有率

表層型MHを含んだ地盤の強度評価手法の開発

山下 聡

国立大学法人 北海道国立大学機構 北見工業大学 工学部

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

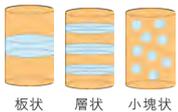
NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

表層型MHを含んだ地盤の強度評価手法の開発

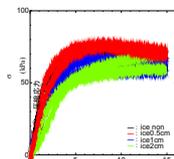
研究の目的・概要

大口径ドリルを用いた掘削方法の開発のために、MHを模擬した氷と粘土試料にMHを模擬した厚さや形状の異なる氷やガラスビーズを含有させた供試体に対して、一軸圧縮試験やベンダーエレメント(BE)試験を行い評価した。また、実際のMH掘削時と同様なメカニズムとなる小型の掘削試験を実施し、MH含有地盤の強度（掘削抵抗）評価手法の検討を行った。

一軸圧縮試験

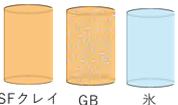


板状、層状、小塊状の氷を含有させた供試体に対して、-5℃下で一軸圧縮試験を実施

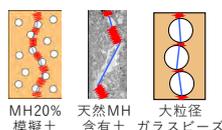
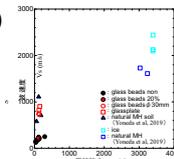


➢ 圧縮強さは、強度の弱い材料の強度に依存するため、MH含有地盤の強度評価を圧縮試験から行うことは必ずしも適切ではない。

S波速度測定(BE試験)



NSFクレイ、セメント、ガラスビーズを用いて模擬土供試体を作製し、一軸圧縮試験とBE試験を実施

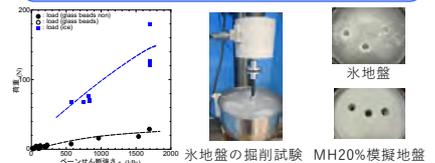


➢ 大粒径のガラスビーズ含有試料と天然MH含有試料のS波速度は同程度。氷とMHのS波速度も同程度。
➢ 一軸よりもS波速度の方が強度評価に有効である可能性。

小型掘削試験



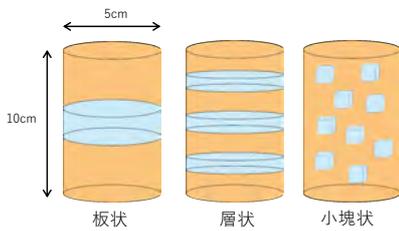
NSFクレイ、セメント、ガラスビーズを用いて模擬土を作製し、7日間養生後に小型掘削試験を実施
氷試料は、雪の含有量を変化させた強度の異なる氷地盤を作製 (-5℃)



➢ 小型の掘削装置でも、実際のMH掘削時と同様なメカニズムでの試験を行うことで、実地盤での掘削抵抗を評価可能である。
➢ 氷(MH)が含有している地盤では、同じ強度の土地盤と比較して、ドリル設置圧(荷重)が大きくなる可能性がある。

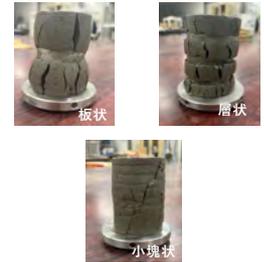
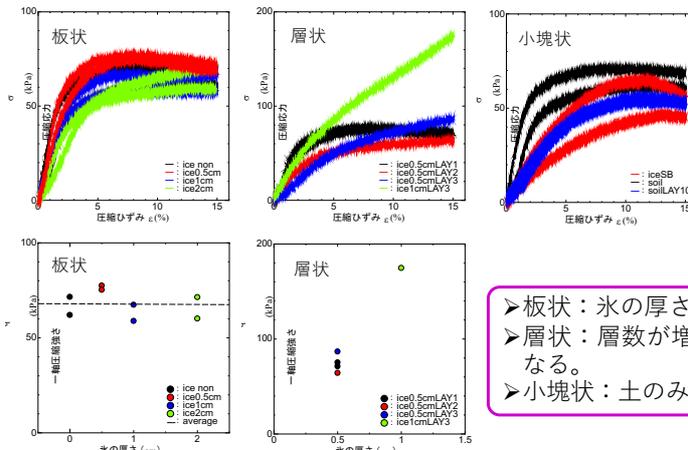
表層型MHを含んだ地盤の強度評価手法の開発 MH模擬土の強度評価（一軸圧縮試験）

一軸圧縮試験



- 予圧密試料を用いて模擬土を作製
- 試料：藤森粘土，濃度10%の塩水
- 板状，層状，小塊状に氷を含有させた供試体に対して， -5°C 下で一軸圧縮試験を実施

板状：氷の厚さ 0.5, 1, 2cm
 層状：氷の厚さと層数
 0.5cm - 1, 2, 3層
 1.0cm - 3層
 小塊状：氷の大きさ $0.7 \times 0.7 \times 1\text{cm}$
 氷の含有量約10% (40個)



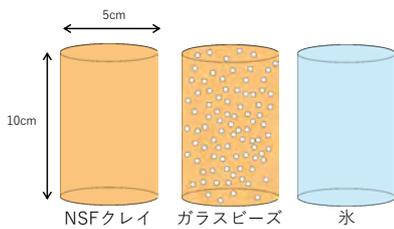
- 板状：氷の厚さによる強度の変化なし。
- 層状：層数が増加すると，強度が高くなる。
- 小塊状：土のみの強度と同程度。

- 氷の厚さ，層数が増加すると土の厚さが薄くなるため，土の強度が高くなるが氷は破壊しない。
- 小塊状の氷の含有量が1割程度であると，土の強度に依存する。
- 天然MHでもMH20%以下では母材の強度に依存する (Yoneda, et al., 2019)。

圧縮強さは，強度の弱い材料の強度に依存するため，MH含有地盤の強度評価を圧縮試験から行うことは必ずしも適切ではない。

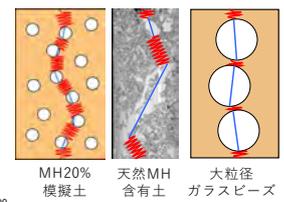
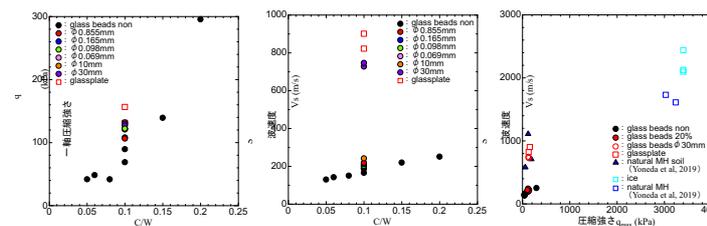
表層型MHを含んだ地盤の強度評価手法の開発 MH模擬土の強度評価（S波速度測定）

S波速度測定（BE試験）



- NSFクレイ，セメント，ガラスビーズを用いて供試体を作製
- 7日間養生した後に，一軸圧縮試験を実施
- 土混合供試体と氷供試体に対してBE試験を実施

NSFクレイ：w=100%，
 C/W=0.05~0.20
 ガラスビーズ：C/W=0.10
 体積比20%
 $\phi = 0.07 \sim 30\text{mm}$
 ガラス板： $30 \times 30 \times 10\text{mm}$



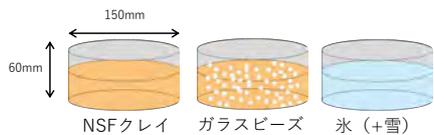
- C/Wが増加すると，圧縮強さ，S波速度が高くなる。
- MH20%模擬供試体は，圧縮強さがやや高くなるが，粒径の大きさによる強度差は認められない。
- S波速度は，ガラスビーズの粒径が大きくなるほど高くなる。特に $\phi 30\text{mm}$ やガラス板では，天然MH含有試料と同程度。
- 氷供試体のS波速度は，天然MHよりやや高い程度。

- MH20%模擬土供試体($\text{GB } \phi \leq 10\text{mm}$)のS波速度は，天然MH含有土より小さくなった。模擬供試体は，個々のガラスビーズが接触していないため波が伝わりにくく，天然MH含有土は，MH同士が固結している可能性があるため，伝搬速度が速いと考えられる。大粒径のガラスビーズやガラス板では，ガラス中を伝播する距離が長いのでS波速度が高くなった。

一軸圧縮試験よりも，S波速度を求める方がMH含有状況や強度評価には有効である可能性がある。



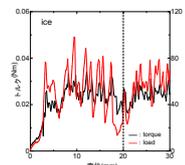
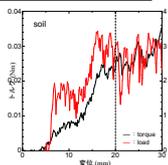
小型掘削試験



- NSFクレイ, セメント, ガラスビーズを用いて模擬土地盤を作製
- 7日間養生した後に, 小型の掘削装置で試験を実施
- 20mm掘削時のトルク, 荷重で評価

NSFクレイ : $w = 100\%$
 $C/W = 0.05 \sim 0.50$
 ガラスビーズ : $w = 100\%$,
 $C/W = 0.10$, 体積比20%,
 $\phi = 0.07 \sim 1.0\text{mm}$
 氷 : 雪の含有量を変化させた強度の異なる氷地盤 (-5°C)

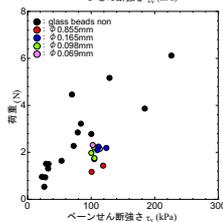
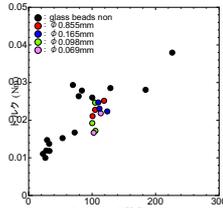
掘削試験結果の一例



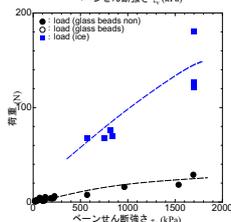
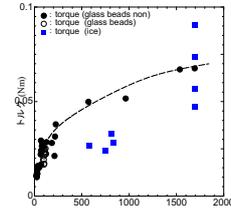
土地盤では掘削が進むにつれてトルクと荷重が増加するが, 氷地盤では一定値で推移し, 変動幅が大きい。

掘進速度1.5mm/s

ガラスビーズ含有の影響



土と氷の比較



氷地盤の掘削の様子

- ガラスビーズ含有によるトルクの変化は認められないが, 荷重はやや低下しているように認められる。
- 土地盤と氷地盤を比較した場合, 氷地盤のトルクがやや低くなったが, 大きくは異なる。一方, 荷重は大きく異なり, 土地盤の荷重が氷地盤よりも低い。掘削時の破壊形態の違いと考えられる。

深海底浅層部の地盤情報に関する評価検討

中村 公一

鳥取大学 工学部 社会システム土木系学科

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

深海底浅層部の地盤情報に関する評価検討

目的

表層型MHの回収・生産では、海底を掘削してMHと泥を船上に揚収して分離処理を行い、分離後の泥水を海底付近に排出することが計画されている。排出される泥水は、含水比約2000%、泥水の温度は約0~1°Cと想定されている。粘土の圧密特性と力学特性には温度が影響することが知られているが、低温下の検討事例はほとんどない。そこで本研究では、供試体作成時から温度調整し、温度が圧密特性と強度特性に与える影響について検討を行った。

実験方法と実験条件

2wL（液性限界の2倍）とした含水比のスラリーを、0°Cまたは20°Cの温度条件で予圧密して供試体を作成。

予圧密と段階载荷圧密の温度を20°C - 20°C, 20°C - 0°C, 0°C - 20°C, 0°C - 0°Cとした4ケースを実施。

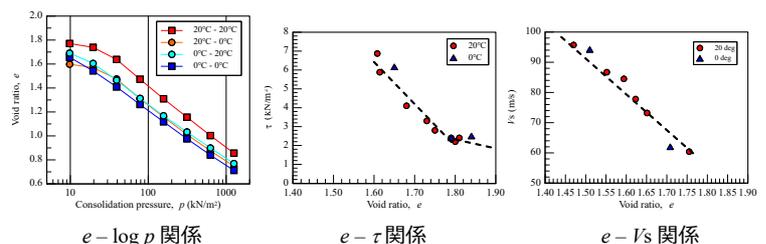
弾性波速度測定・ベーンせん断実施時の温度は、20°Cまたは0°Cで実施。

まとめ

予圧密時と段階载荷圧密時の温度は間隙比に影響を与え、同じ圧密応力の場合、20°C-20°Cより0°C-0°Cの間隙比が小さくなるのがわかった。

$e - \tau$ 関係、 $e - \tau$ 関係より、予圧密時と実験時の温度が強度特性に与える影響は小さいことがわかった。

これより、約0°Cの低温条件下で泥水（スラリー）が沈降・堆積・圧密が進行して同じ圧密応力の場合、20°Cよりも0°Cの間隙比は小さくなることから、0°Cの強度は20°Cよりも大きくなるものと考えられる。

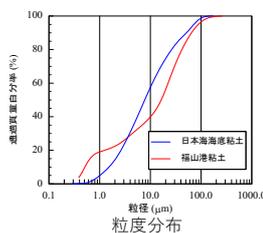


深海底浅層部の地盤情報に関する評価検討

試料の物理特性

本検討では、福山港海底粘土を用いた。日本海のMH胚胎域海底粘土との比較を示す。

試料	福山港海底粘土	日本海海底粘土
土粒子密度	2.64Mg/m ³	2.66Mg/m ³
液性限界	68.7%	103.2%
塑性限界	28.5%	38.8%
塑性指数	40.2	64.4



供試体作成方法

1. 2wL（液性限界の2倍）とした含水比のスラリーを作成
2. スラリーを所定の温度に調整
3. 所定の温度・載荷重で予圧密

実験ケース

段階載荷圧密試験は、予圧密と段階載荷圧密の温度を20°C - 20°C, 20°C - 0°C, 0°C - 20°C, 0°C - 0°Cの4ケースを実施。

ベーンせん断試験と弾性波速度測定は、予圧密と弾性波速度測定・ベーンせん断の温度を、20°Cまたは0°Cの2ケースを実施。

深海底浅層部の地盤情報に関する評価検討

実験装置と実験方法

・ベーンせん断試験

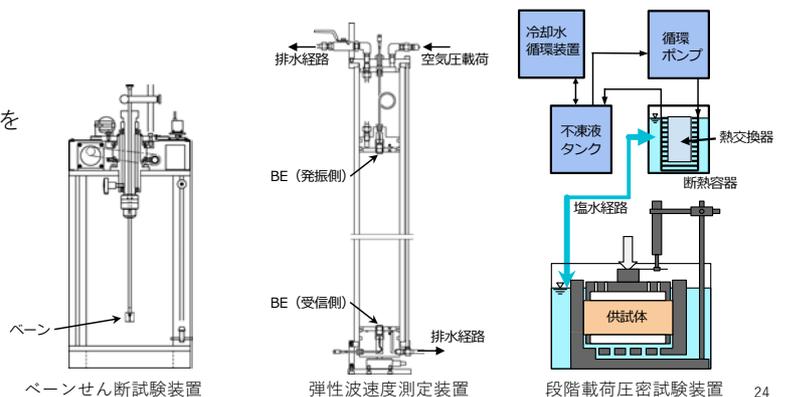
1. 幅・高さともに2cmのベーンを供試体表面から2cmの深さまで挿入
2. 12° /minで50° までせん断

・弾性波速度測定

1. ベンダーエレメント（BE）間距離を測定
2. 上部BEから弾性波を発生し、下部BEまでの到達時間を計測
3. 弾性波速度を計算

・段階載荷圧密試験

所定の温度を保ち、JIS A 1217に従い実施



採掘時の粒状体拡散に関する解析作業

池田 剛大・岸本 隆・高須 一弘
常石造船昭島研究所株式会社

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

採掘時の粒状体拡散に関する解析作業

概要

- ・ 傾斜底での採掘を解析し、発生する土粒子の拡散挙動を模擬
- ・ 吸い込み流速の違い(2.50m/s, 1.25m/s, 0.625m/s)による拡散特性の比較・評価
- ・ 粒子径の違い(4 μ m, 20 μ m)による拡散特性の比較・評価

条件

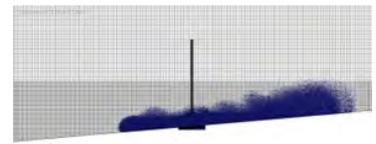
ドリルが海底にほぼ埋没するまでの 12 分間を解析

評価指標

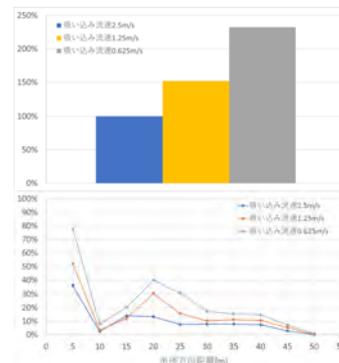
- ・ 拡散範囲 (半径方向・高さ方向) …①
- ・ 粒子数および粒子分布 …②

結論

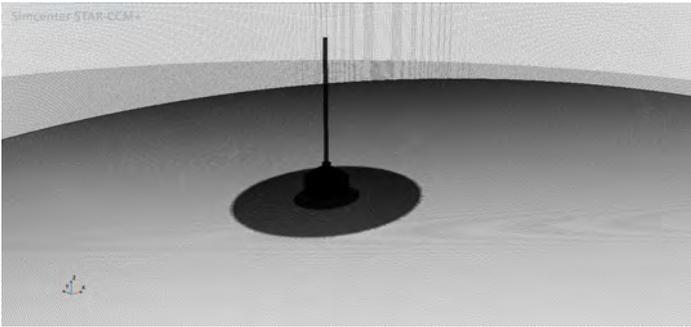
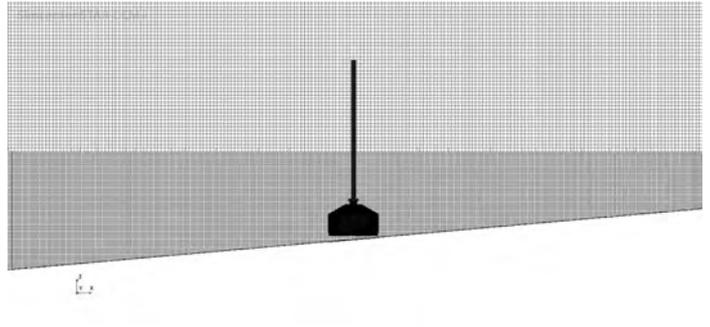
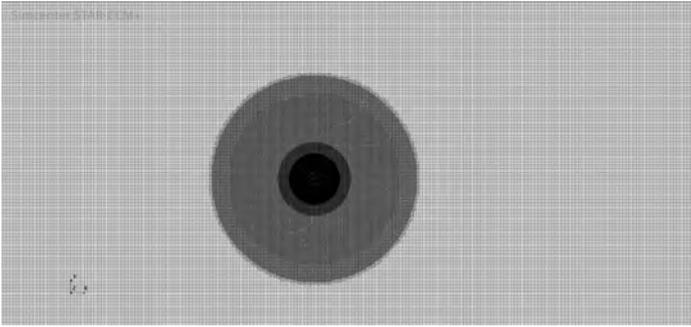
- ・ 吸い込み流速が大きいほど拡散範囲は縮小
- ・ 吸い込み流速が大きいほど粒子数は減少
- ・ 粒子径は拡散範囲・巻き上がり高さ・残留量への影響は小さく、明確な差は見られない



①粒状体拡散範囲(左：半径方向 右：高さ方向)



②基本ケース(吸い込み流速2.5m/s)の領域に残留している粒子数を100%としたときの
上：粒子数 下：半径方向の粒子分布



MH分離後の泥水排出方法の調査研究

片山 裕之・板垣 侑理恵・梅村 凜
五洋建設株式会社

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

MH分離後の泥水排出方法の調査研究

背景 MH掘削時に船上で分離された泥水を海底掘削跡へ排出する際の、周辺環境への汚濁の影響評価が必要
目的 室内実験および数値解析により泥水排出時の複合的な現象の解明、現地規模での泥水挙動の予測
着目点 ①深海底泥の特性、②MH分解生成水の混合による泥水の塩分濃度低下（低密度化）の影響

泥水排出実験

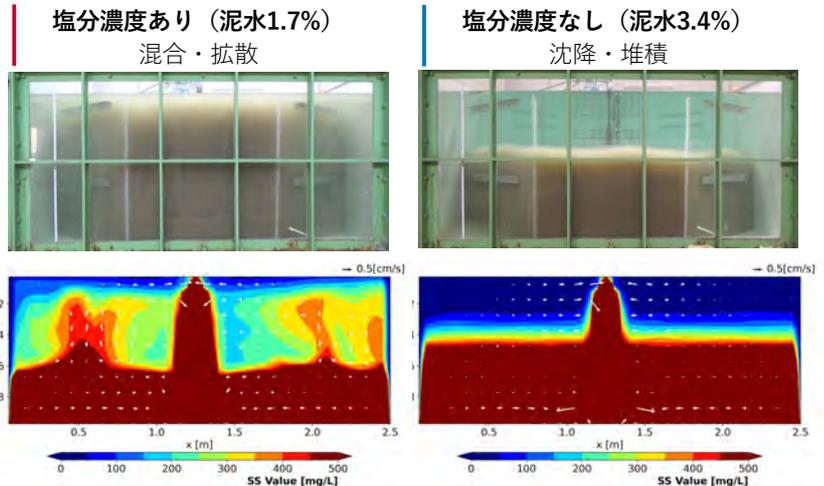
- 深海底泥を用い、塩分濃度差を変えて比較
- 塩分濃度差あり（泥水1.7% - 海水3.4%）
土粒子沈降に伴い、泥水上層に低塩分水が残り、上方の海水との間に密度界面が形成
⇒ **密度の逆転により上昇流が励起され濁りが拡散**
 - 塩分濃度差なし（泥水1.7% - 海水3.4%）
上昇流は見られず、流動的に沈降堆積

再現解析

- 3次元密度流非静水圧モデルを構築
- 塩分差ありのケースで生じる**密度界面からの拡散挙動を精度よく再現した**

現地予測（深さ100m窪地）

排出時の希釈効果により塩分濃度界面が解消され、汚濁拡散は限定的であると推定



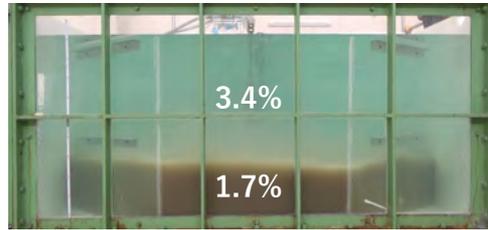
排出開始30分後の拡散状況（上：排出実験、下：再現解析）

MH分離後の泥水排出方法の調査研究

濁り拡散のメカニズム



①泥水は重力流を形成し、水槽底面に滞留



②土粒子沈降に伴い、泥水上層に低塩分水が残り、上方の海水との間に密度界面が発生



③密度逆転により上昇流が励起され、濁りが拡散

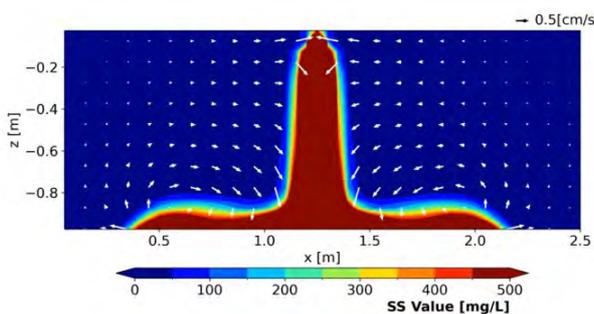


④全体に濁りが拡散

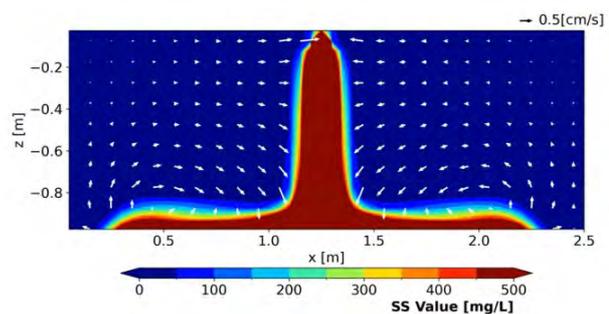
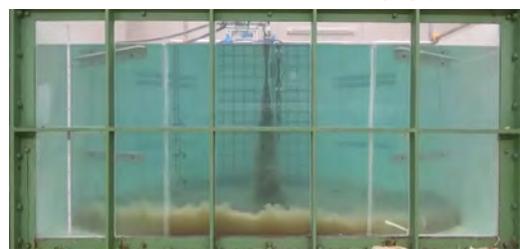
MH分離後の泥水排出方法の調査研究

泥水投入実験の再現解析

塩分濃度差あり：周辺海水3.4% - 排出泥水1.7%



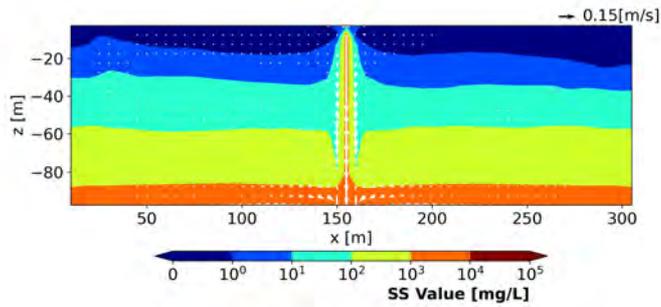
塩分濃度差なし：周辺海水3.4% - 排出泥水3.4%



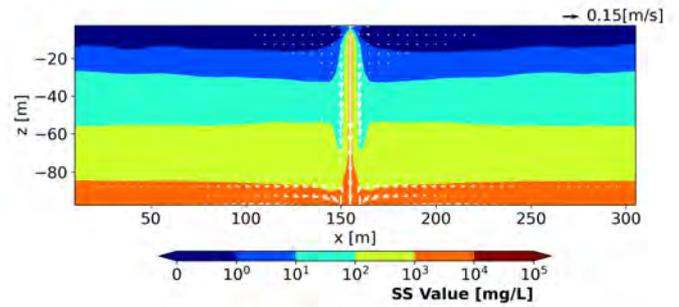
MH分離後の泥水排出方法の調査研究

実規模での挙動予測

- 海底の深さ100mの掘削窪地に対し、5時間連続の泥水排出時の挙動を推定
- 実験で見られる顕著な拡散は見られなかった
 - 泥水と周辺海水が速やかに混合・希釈され塩分濃度界面が解消されたため



塩分濃度差あり：周辺海水3.4% - 排出泥水1.7%



塩分濃度差なし：周辺海水3.4% - 排出泥水3.4%

排出開始5時間後の拡散状況

ガスリフト方式による揚収制御技術の開発

杉山 和靖・木高 佳周・安上 裕輝
大阪大学大学院 基礎工学研究科

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

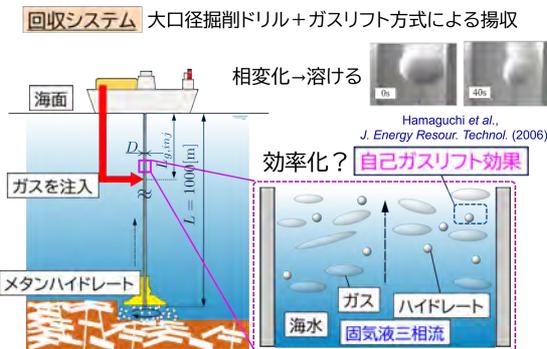
本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

ガスリフト方式による揚収制御技術の開発

目的: ガスリフト法による揚収シミュレーション

→ 実用化に向けた揚収制御・設計指針の提案



計算手法 非定常一次元モデル

$$\alpha_i \rho_i \frac{\partial u_i}{\partial t} + \alpha_i \rho_i u_i \frac{\partial u_i}{\partial z} + \alpha_i \frac{\partial p}{\partial z} + F_{w,i} + F_{g,i} + F_{i,j} = 0,$$

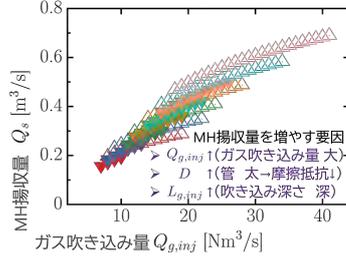
大規模系(長さ1000 m程度, 直径1m程度)

$$\frac{\partial(\alpha_i \rho_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha_i \rho_i u_i)}{\partial z} - \Gamma_i = 0,$$

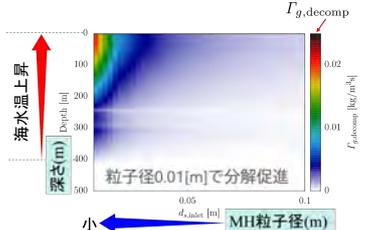
質量・運動量・熱の輸送式
MHの相変化を考慮.

⇒ 計算機上で揚収プロセスにおける複雑流を再現

定常時のMH揚収量
(最適な運転・設計条件の探査)



粒子径とMH相変化の関係



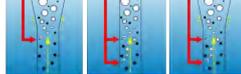
⇒ MH粒子径小 → 相変化大
→ 自己ガスリフト効果による揚収効率化

Kidaka & Sugiyama, Ocean Engineering (2024).

安全性 & 経済性の両立
(新設計の導入)

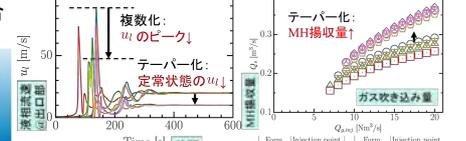
テーパ管 複数ガス 組み合わせ

吹き込み わせ



高速液噴出の抑制

揚収量アップ



⇒ テーパー管+複数ガス吹き込みが効果的

Kidaka & Sugiyama, Multiphase Sci. Tech. (2025).

P9

1. 生産技術の開発
1.2 回収・生産技術 / 1.2.1 要素技術開発 / 1.2.1.3 揚収技術

管内固気液三相流動場における超音波計測技術の開発

木倉 宏成

東京科学大学 総合研究院 ゼロカーボンエネルギー研究所

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

P9

1. 生産技術の開発 / 1.2 回収・生産技術 / 1.2.1 要素技術開発 / 1.2.1.3 揚収技術

管内固気液三相流動場における超音波計測技術の開発

目的：超音波を利用した計測技術を軸として、ガスリフト法におけるライザー管内混相流の流動状況モニタリングに資する計測技術開発を行い、MHを含む固気液三相流の流動特性を把握するための検討を行う。

1. 金属管内固気液三相流を生成する流れ場構築

管内固気液三相流動場における超音波計測技術の開発するための、液体・気泡・模擬固体サンプルを用いた金属管内固気液三相流を生成する流れ場を構築した。

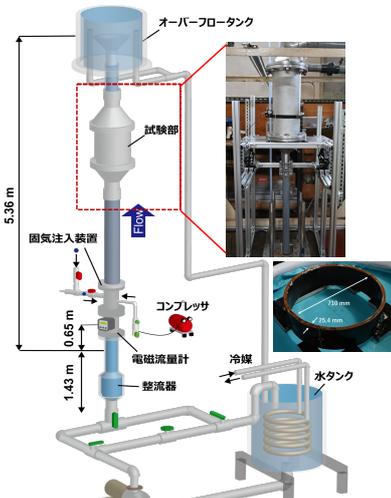


図1 金属管内固気液三相流を生成する流れ場

2. 金属配管における超音波透過特性と単相流計測

実機を鑑みた大口径金属配管の超音波計測を鑑みて、金属配管における超音波センサーの最適設置角度を解明し、単相流における流れ場を画像計測と比較しその有効性を示した。

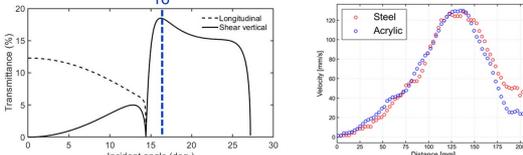


図2 炭素鋼平板における超音波透過率の入射角度依存性 図3 UVPによる炭素鋼およびアクリル配管内流動計測結果

3. 泥水を含む金属管内混相流への超音波計測適用

泥水環境を鑑みた模擬泥海水としてカオリン濃度を調整した気泡上昇槽実験を行い、銅管壁を介した気相速度情報が得られることを確認した。

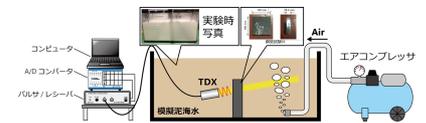


図4 泥水水中における超音波伝送試験装置図

4. ライザー管内混相流モニタリング技術開発のための流動計測実験

超音波を用いたライザー管内混相流モニタリング技術開発のための流動計測実験を行い高速デジタルカメラを用いた計測結果と比較してその有効性を示した。

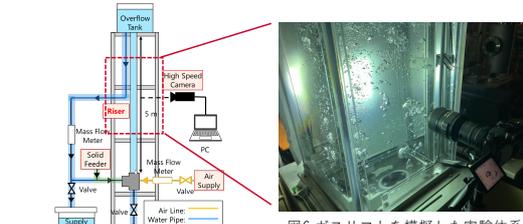


図6 ガスリフトを模擬した実験体系

図5 ライザー管内混相流モニタリング実験装置図

5. 模擬MHの回収量評価

ガスリフト法を用いたMH回収量評価実験として、PP球(模擬MH)を用いた管内流動を可視化し、流動様式の変化が回収メカニズムに与える影響や、粒子径による回収特性の違いを確認した。

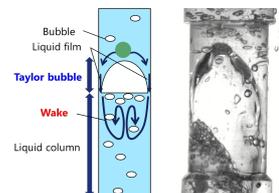


図7 ガス流量5 L/minにおける管内の流動様式

管内固気液三相流動場における超音波計測技術の開発

・超音波流速分布計測法(UVP)

- i. 流体中に一定の周期で繰り返し超音波パルスを照射し、粒子からのエコー信号を取得
- ii. 粒子の移動に伴い、エコー信号の位相が変化
▶ 位相変化量から流速を算出
- iii. 全計測位置で流速を算出することで伝搬軸上における**流速分布**を取得

流速

$$v(x) = \frac{c\Delta\theta}{4\pi f_0 T \sin\alpha}$$

計測位置

$$x = \frac{c\tau}{2}$$

c : Sound speed T : Pulse emission interval
 $\Delta\theta$: Phase difference τ : Traveling time
 f_0 : Basic frequency

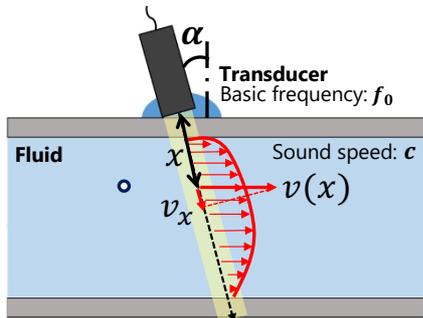


図8 超音波流速分布計測法(UVP)

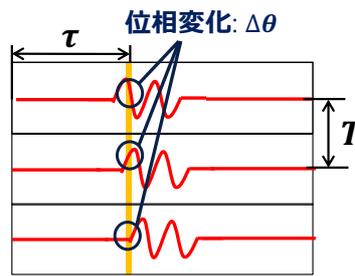


図9 粒子からのエコー信号

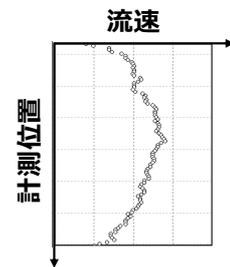


図10 伝搬軸上における流速分布

管内固気液三相流動場における超音波計測技術の開発

2. 金属配管における超音波透過特性と単相流計測

実機を鑑みた大口径金属配管の超音波計測を鑑みて、金属配管における超音波センサーの最適設置角度を解明し、単相流における流れ場を画像計測と比較しその有効性を示した。

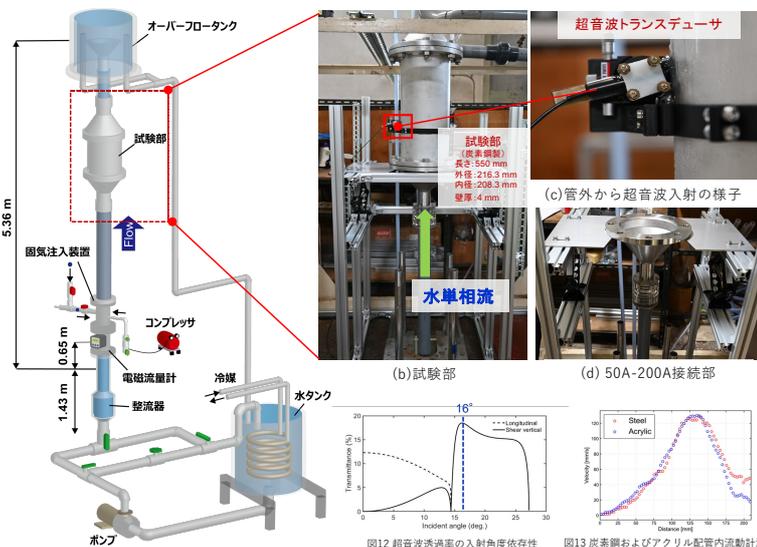


図11 (a) 金属管内固気液三相流を生成する流れ場

3. 泥水を含む金属管内混相流への超音波計測適用

泥水環境を鑑みた模擬泥水としてカオリン濃度を調整した気泡上昇水槽実験を行い、鋼管壁を介した気相速度情報が得られることを確認した。

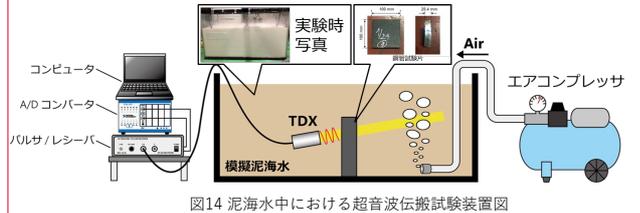


図14 泥水水中における超音波伝搬試験装置図

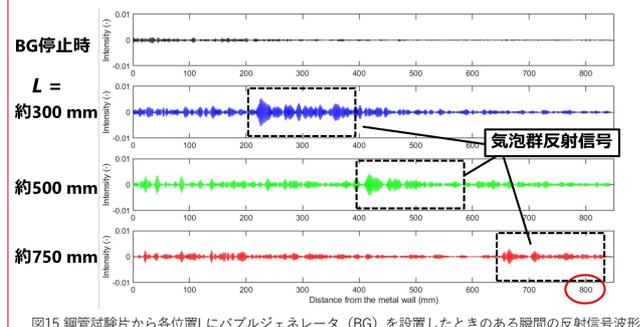


図15 鋼管試験片から各位置Lにバブルジェネレータ (BG) を設置したときのある瞬間の反射信号波形

管内固気液三相流動場における超音波計測技術の開発

4. ライザー管内混相流モニタリング技術開発のための流動計測実験

超音波を用いたライザー管内混相流モニタリング技術開発のための流動計測実験を行い高速デジタルカメラを用いた計測結果と比較してその有効性を示した。

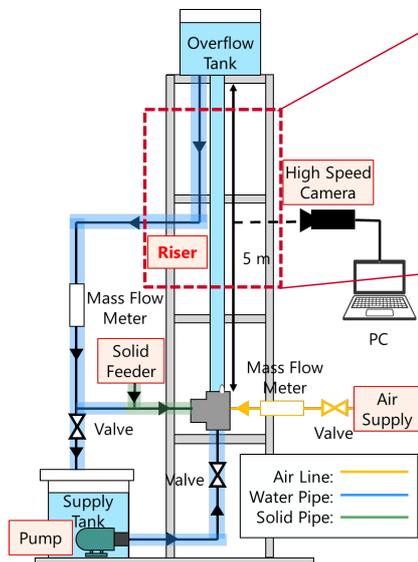


図16 ライザー管内混相流モニタリング実験装置図

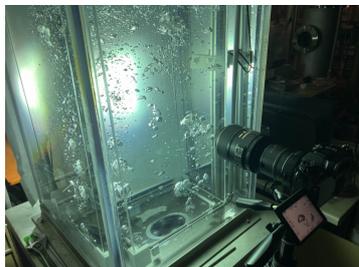


図17 ガスリフトを模擬した実験体系

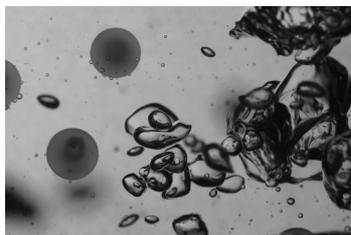


図18 高速デジタルカメラでの撮影画像

5. 模擬MHの回収量評価

ガスリフト法を用いたMH回収量評価実験として、PP球(模擬MH)を用いた管内流動を可視化し、流動様式の変化が回収メカニズムに与える影響や、粒子径による回収特性の違いを確認した。

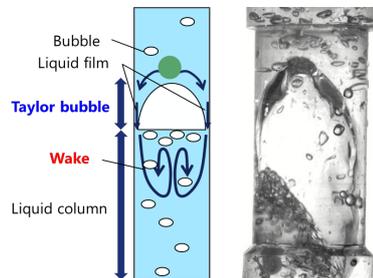


図19 ガス流量5 L/minにおける管内の流動様式

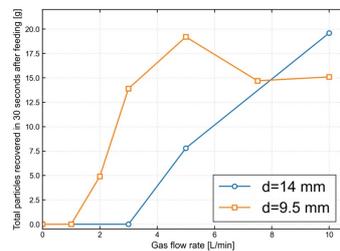


図20 粒子径と回収量の関係

P10 1. 生産技術の開発
1.2 回収・生産技術 / 1.2.1 要素技術開発 / 1.2.1.3 揚収技術

管内固気液三相流動場における超音波計測データ解析手法の開発

荘司 成熙・河合 秀樹・寺本 孝司
国立大学法人室蘭工業大学 もの創造系領域 機械ロボット工学ユニット

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

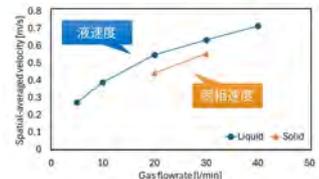
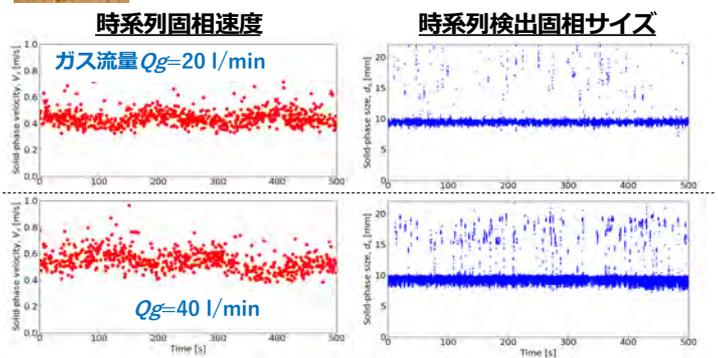


P10 1. 生産技術の開発 / 1.2 回収・生産技術 / 1.2.1 要素技術開発 / 1.2.1.3 揚収技術
管内固気液三相流動場における超音波計測データ解析手法の開発

ガスリフト法によるMH回収のための**超音波流動モニタリング手法の開発**を実施

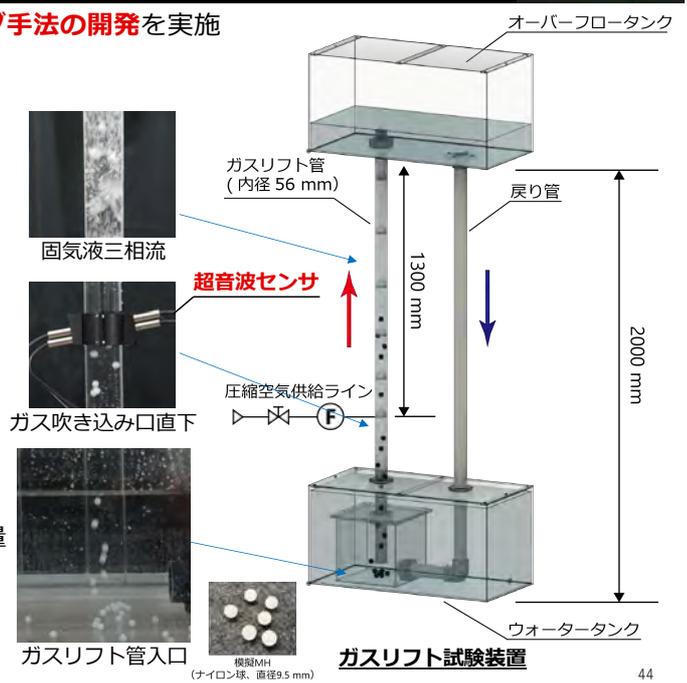
開発した超音波流動モニタリングシステム

- ✓ 高精度固相サイズ/速度計測 (高速度カメラ比較)
- ✓ 対泥水環境性能



ガス供給流量の増加に伴い固相揚収量が増加する様子を本手法により確認

リアルタイムかつ非侵襲的に固相揚収量モニタリングが可能



管内固気液三相流動場における超音波計測データ解析手法の開発

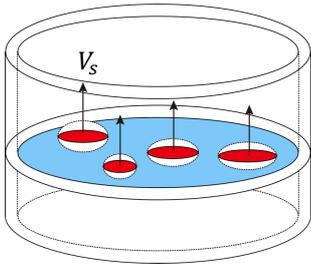
超音波による固相流量モニタリング手法の開発

管内固相流量

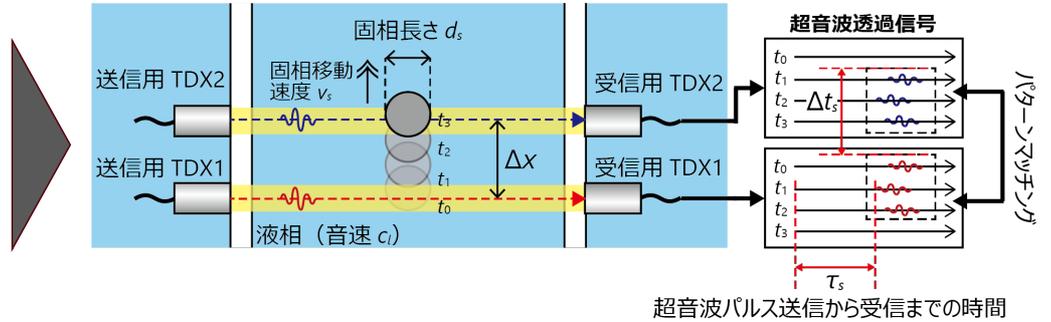
$$Q_s = A_s V_s$$

A_s : 固相断面積

V_s : 断面平均固相速度



超音波固相サイズおよび速度の同時計測法



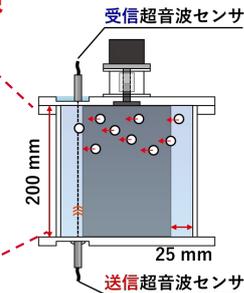
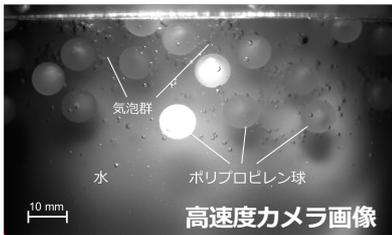
固相サイズ $d_s = \frac{\tau_s - \tau_0}{\frac{1}{c_s} - \frac{1}{c_l}}$

固相速度 $v_s = \frac{\Delta x}{\Delta t_s}$

超音波伝搬時間および検出時間差より、固相サイズ（面積）および速度を計測し、固相流量の推定が可能

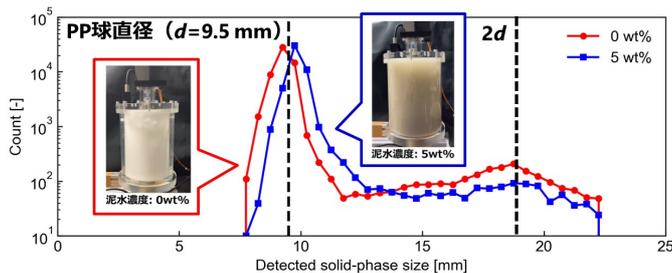
管内固気液三相流動場における超音波計測データ解析手法の開発

計測精度検証および泥水環境試験

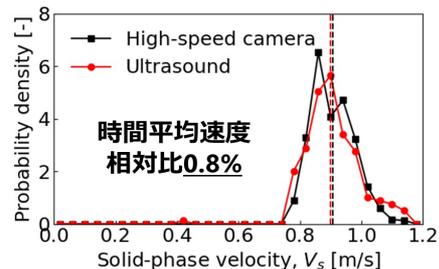


泥水環境下において
高精度な固相サイズ/速度
モニタリングが可能

固液二相攪拌試験装置



検出固相サイズのヒストグラム (約160秒間計測)



検出固相速度のヒストグラム (高速カメラとの比較, 0wt%)

P11

1. 生産技術の開発
1.2 回収・生産技術 / 1.2.1 要素技術開発 / 1.2.1.3 揚収技術

揚収時の流体流動制御に関する インヒビターの適用性検討

室町 実大

横浜国立大学 大学院工学研究院 機能の創生部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

P11

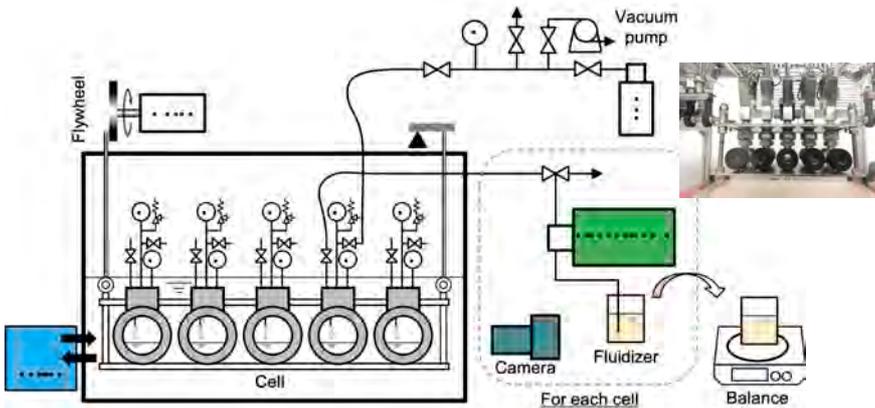
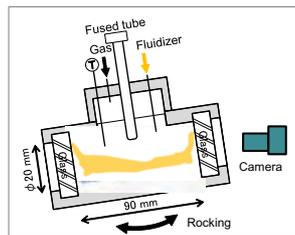
1. 生産技術の開発 / 1.2 回収・生産技術 / 1.2.1 要素技術開発 / 1.2.1.3 揚収技術

揚収時の流体流動制御に関するインヒビターの適用性検討

流動剤を用いたMH分解手法の開発

多連式ロッキングセル:

- MH分解挙動の可視化
- THI, KHI界面活性剤の配合
- ⇒ 定量的かつ視覚的に評価



No.3

No.4

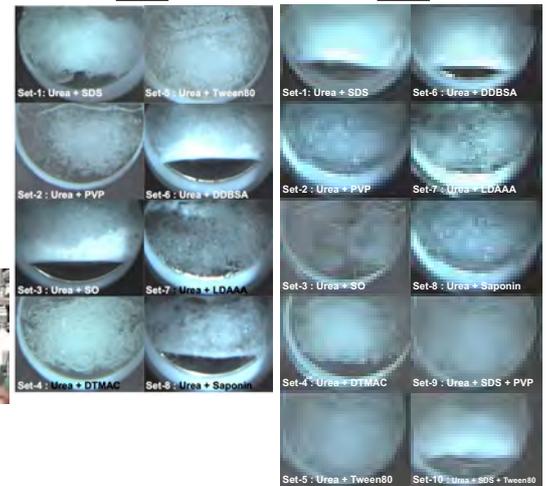


Fig. Comparison between tested Sets.

P12 1. 生産技術の開発
1.2 回収・生産技術 / 1.2.2 生産システムの検討

生産システムの検討

天満 則夫
産総研 エネルギー・環境領域 エネルギープロセス研究部門

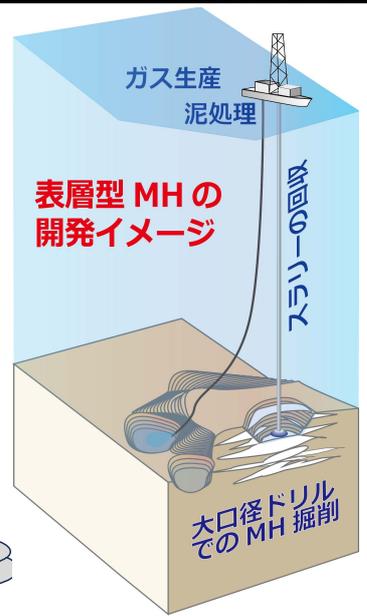
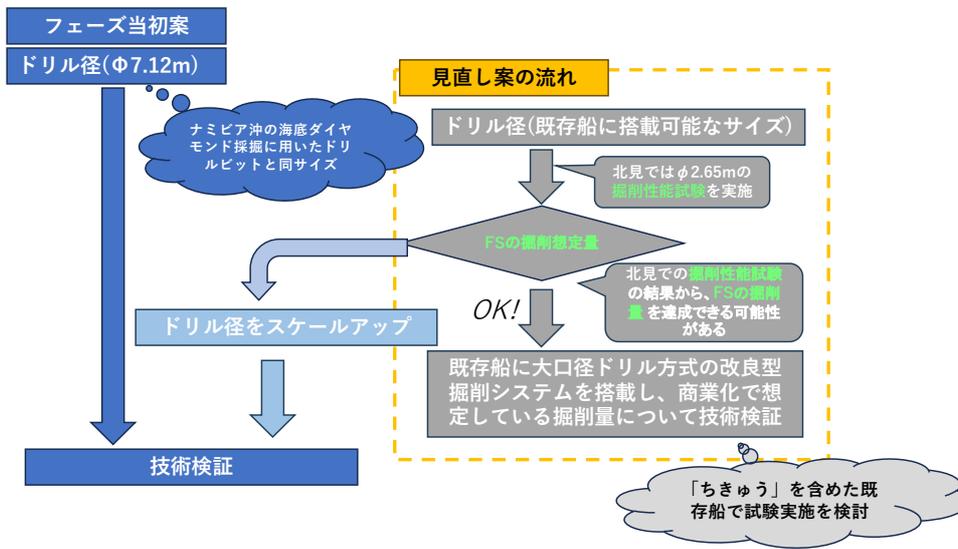
2026年2月18日
「表層型メタンハイドレートの研究開発」2025年度研究成果報告会

本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。



P12 1. 生産技術の開発 / 1.2 回収・生産技術 / 1.2.2 生産システムの検討
生産システムの検討

大口径ドリル方式 / ライザー一体型



大口径ドリル方式による開発システムを従来型から、コンパクトな改良型掘削システムへ変更し、既存船にて検討する方針に見直し



- ✓ 揚収/分離技術に関して、揚収管内での固気液三相流の流動特性を扱える数値シミュレータの研究開発や船上での効率的なガス分離に関する検討等を行った。
- ✓ 北見での陸上性能試験結果の知見を基に、回収物の違い等を考慮した要素技術の開発を継続している。例えば、揚収管内におけるMHの相変化も含めた固気液の流動特性など特有の問題に関するデータ取得などを進めている。
- ✓ 生産システム全体におけるコンセプト検討を引き続き、進めていく必要がある。

P13 1. 生産技術の開発
1.2 回収・生産技術 / 1.2.2 生産システムの検討

表層型MHの回収・生産技術に係る産総研の取組

鈴木 清史・竹谷 敏・村岡 道弘・柴田 尚人・庄司 菜奈・工藤 久志

産総研 エネルギー・環境領域 エネルギープロセス研究部門 メタンハイドレート開発システム研究グループ

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

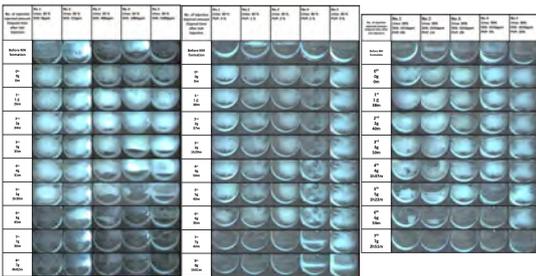
NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

P13 1. 生産技術の開発 / 1.2 回収・生産技術 / 1.2.2 生産システムの検討

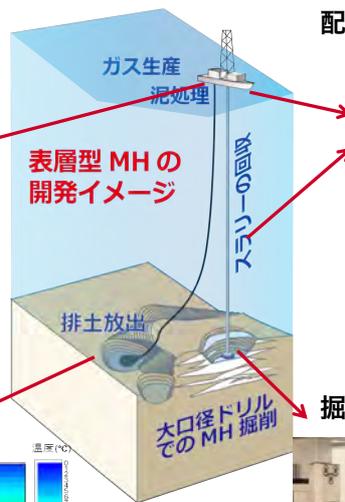
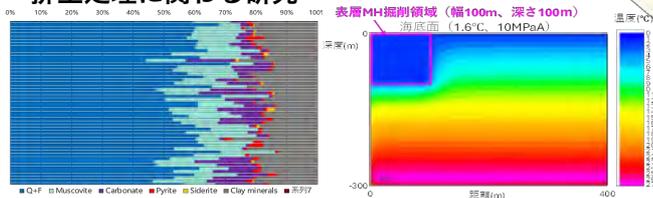
表層型MHの回収・生産技術に係る産総研の取組

ガス生産を行うシステム内の管内流動確保、排土処理用の情報、MH掘削刃最適化などを目的とした研究を行っています。

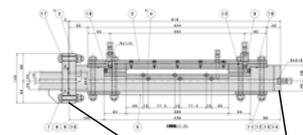
MH流動化技術の開発



排土処理に関わる研究



配管の閉塞メカニズムの研究



掘削刃の切削メカニズムの研究



第2部 (15:00~17:00)

(会場) : ポスター発表

(配信) : 研究内容紹介

海洋産出試験に向けた海洋調査

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

2. 海洋産出試験に向けた海洋調査

2. 海洋産出試験に向けた海洋調査			
2.1 賦存状況把握			
2.1.1 精密地下構造探査			
	G1	高分解能三次元地震探査(調査概要・結果)	産総研(横田俊之・山口和雄)
	G2	高分解能三次元地震探査(技術開発)	(株)地球科学総合研究所(寺西陽祐・五百部理・赤間健一) 産総研(横田俊之・山口和雄・棚橋学・児玉匡史・渡翔平)
	G3	3次元海洋CSEM探査	産総研(小森省吾・横田俊之・後藤秀作)
2.1.2 熱流量調査			
	G4	酒田沖海域での熱流量計測	産総研(後藤秀作)
2.2 海底の状況把握			
2.2.1 地盤強度調査・掘削調査			
	G5	上越沖(海鷹海脚, 上越海丘)及び酒田海丘の海底地盤強度調査(掘削調査)概要	産総研(佐藤幹夫・鈴木清史・吉岡秀佳)
	G6	地盤強度・物性情報の把握と推定	産総研(鈴木清史)
	G7	MH賦存深度・区間・含有量把握のための検層解析	産総研(鈴木清史)
	G8	掘削コア分析結果と胚胎域の地質・地化学	産総研(吉岡秀佳・宮嶋佑典)
	G9	コアの地質年代とHR3D, SBP記録との対比	産総研(棚橋学・太田雄貴)
2.2.2 海底現場状況調査			
	G10	航走型AUVIによる詳細海底地形地質調査	産総研(浅田美穂・佐藤幹夫)
	G11	ROV及びホバリング型AUVIによる海底観察と海底面物質分布調査	産総研(浅田美穂・佐藤幹夫)
	G12	海底長期温度計測による冷水水移動速度・熱流量の推定	産総研(後藤秀作)
2.3 実施場所の検討			
	G13	「要素技術にかかる海洋での技術検証」の実施場所の特定に向けた検討	産総研(佐藤幹夫)

高分解能三次元地震探査 (調査概要・結果・技術開発)

横田 俊之・山口 和雄・棚橋 学・児玉 匡史・湊 翔平
産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門
寺西 陽祐・五百部 理・赤間 健一
株式会社 地球科学総合研究所

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

高分解能三次元地震探査 (調査概要・結果・技術開発)

● マルチスケール反射法地震探査 (2024年度) 海鷹海脚海域・北鳥ヶ首海脚海域

- 目的: 表層型MH賦存状況の把握に資する
地下構造/速度構造の高精度把握

複合的な反射法地震探査の導入による
センチメートル~キロメートル規模の構造可視化

- 導入技術: 異種震源活用によるマルチスケール化

- ✓ 2D : Airgun (約4-150 Hz)
- ✓ HR3D : GI-Gun (約4-300 Hz)
- ✓ Deep-Tow : SBP (約500-2,400 Hz)

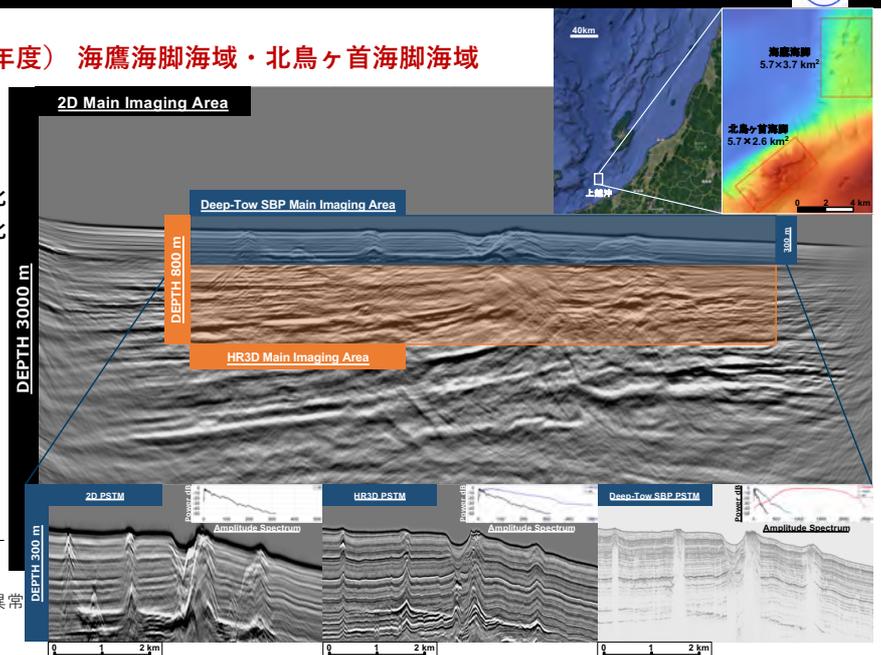
- 導入技術: OBN導入による速度推定の高精度化

- ✓ Pre-Stack Depth Migrationによる速度更新
- ✓ 多重反射波を活用したイメージング範囲拡張

- 結果: 単一探査手法では困難であった
高分解能な構造イメージング+速度構築を達成

- 構造: ✓ 海底地形 / 海底下極浅部における超高分解能構造
- ✓ 流体経路を示唆する小規模断層/サイスミックチムニー
- 速度: ✓ マウンド内部における高速度異常
- ✓ ガスポケット/サイスミックチムニーにおける低速度異常

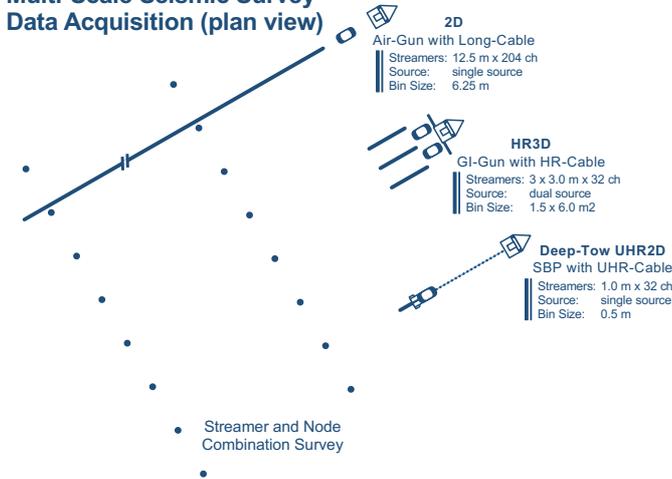
表層型MH賦存特性の包括的理解に貢献可能



高分解能三次元地震探査（調査概要・結果・技術開発）

●マルチスケール反射法地震探査 データ取得概要

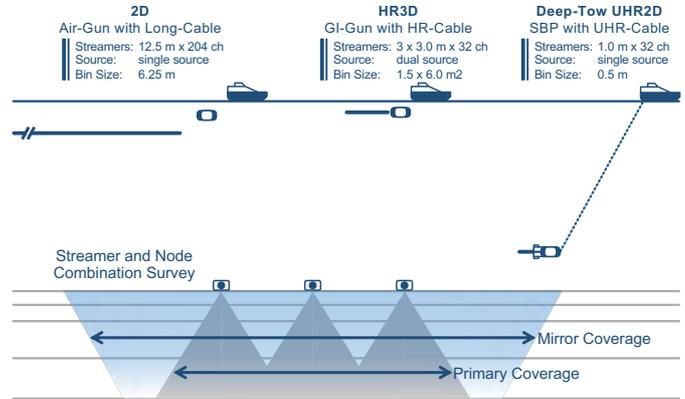
Multi-Scale Seismic Survey Data Acquisition (plan view)



■異なる有効周波数帯域を持つ3震源を活用

- 2D : Airgun (約4-150 Hz)
- HR3D : GI-Gun (約4-300 Hz)
- Deep-tow : Sub-Bottom-Profiler (約500-2,400 Hz)

Multi-Scale Seismic Survey Data Acquisition (side view)



■異なる深度に受振点を設置する多角的な観測体制を構築

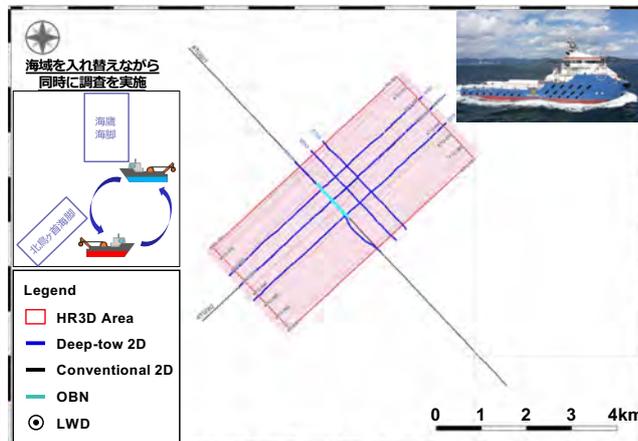
- 2D/HR3D : ストリーマ曳航 (海面下 20m / 1.5-8.0m)
- Deep-tow : ストリーマ曳航 (海面下約500m~800m)
- OBN : (海底面上)

高分解能三次元地震探査（調査概要・結果・技術開発）

●マルチスケール反射法地震探査 調査測線概要

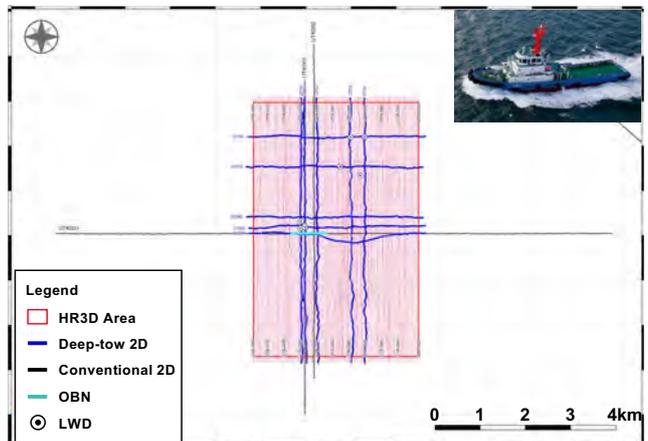
●北鳥ヶ首海脚海域

- > **2D** : 2測線 (北西-南東 8.5km, 南西-北東 5.7km)
- > **HR3D** : 071+07測線 (Prime + Infill/Reshoot, 南西-北東 5.7km)
- > **Deep-Tow** : 6測線 (北西-南東 2.6km, 南西-北東 5.7km)
- > **OBN** : 1 受振測線 (41 Locations, 北西-南東 1000m)



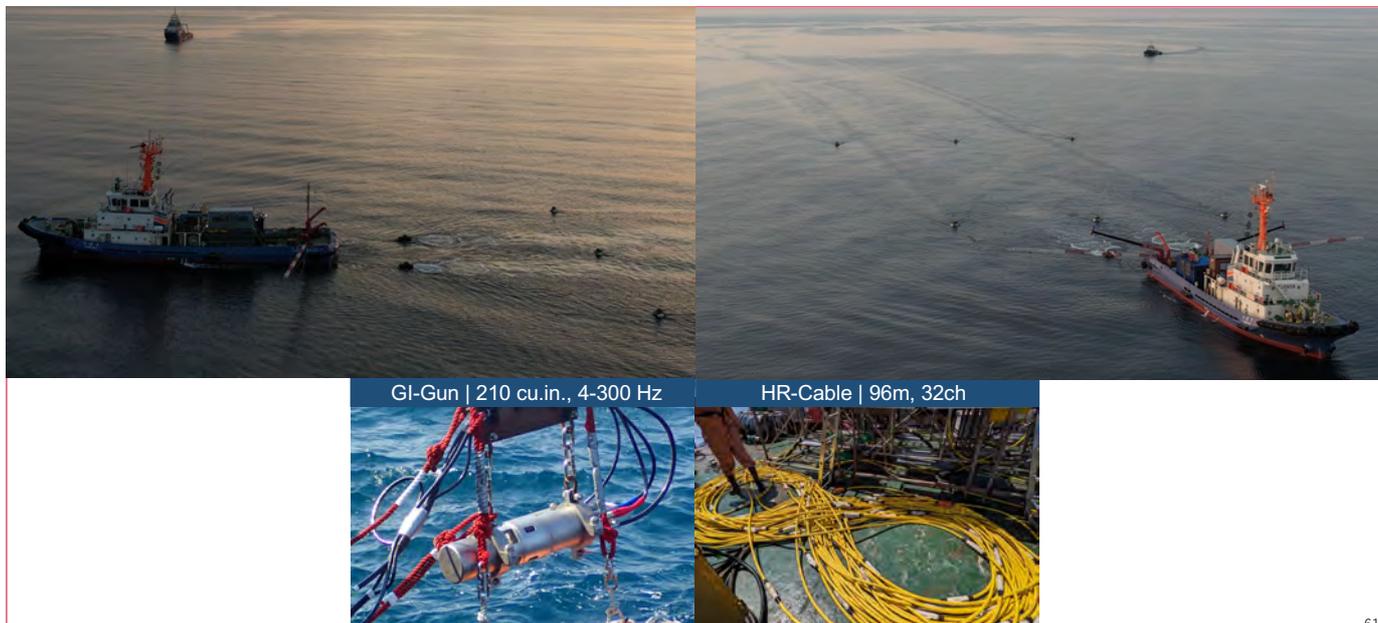
●海鷹海脚海域

- > **2D** : 3測線 (東西 10.5km, 南北 5.7km)
- > **HR3D** : 103+33測線 (Prime + Infill/Reshoot, 南北 5.7km)
- > **Deep-Tow** : 10測線 (東西 3.7km, 南北 5.7km)
- > **OBN** : 1 受振測線 (31 Locations, 東西 750m)



高分解能三次元地震探査（調査概要・結果・技術開発）

● マルチスケール反射法地震探査 調査作業風景（HR3D）



高分解能三次元地震探査（調査概要・結果・技術開発）

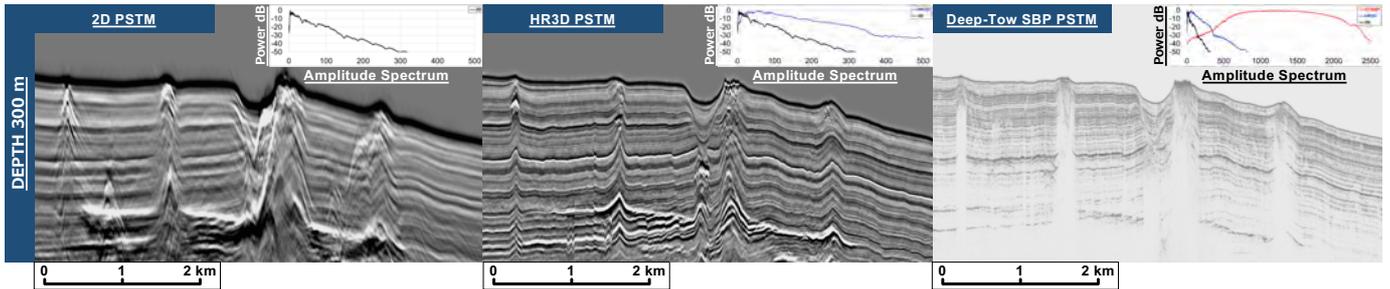
● マルチスケール反射法地震探査 調査作業風景（Deep-Tow SBP, OBN）



高分解能三次元地震探査（調査概要・結果・技術開発）

● マルチスケール反射法地震探査 データ処理 (2D, HR3D, Deep-Tow SBP)

- データ取得ジオメトリ + 有効周波数帯域の特性に応じてデータ処理フローを構築
 - 段階的なノイズ抑制処理（重合前複合型ノイズ抑制処理）によるSN比改善
 - 波形処理（ゴースト抑制処理および震源波形抑制処理）による高分解能化・広帯域化
- 各探査手法はマウンド・ポックマーク等の特徴的な海底地形および海底面下構造を捉えている
 - HR3Dでは、2Dと比較して、局所的な乱堆積構造・サイスミックチムニー・断層形状等が明瞭化。
 - Deep-Tow SBPでは、可探深度は海底下200 m程度に限定される一方、HR3Dでは検出困難な微小な断層 / サイスミックチムニーを捉える。



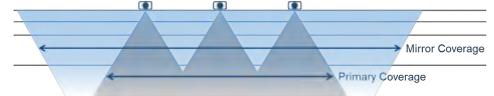
63

高分解能三次元地震探査（調査概要・結果・技術開発）

● マルチスケール反射法地震探査 データ処理 (OBN-HR3D)

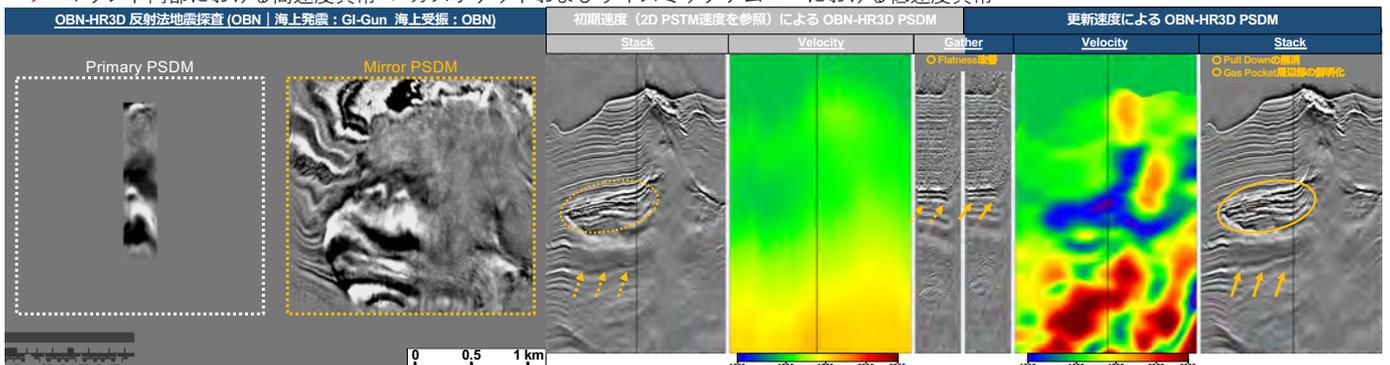
● OBN-HR3D Primary-PSDM/Mirror-PSDM

- 一次反射波：海底面反射波を観測困難 + (大水深域では) 反射点分布が受振点側に制限
- 多重反射波：一次反射波とは異なる反射点分布および入射角を有し、一次反射波に対し補完的な情報として活用が期待
⇒ データ取得ジオメトリに起因したイメージング領域の制限を大きく緩和可能



● OBN-HR3D Mirror-PSDM Gather を用いた逐次的な速度更新の実施：深度区間速度の追求

- マウンド内部における高速度異常 + ガスポケットおよびサイスミックチムニーにおける低速度異常

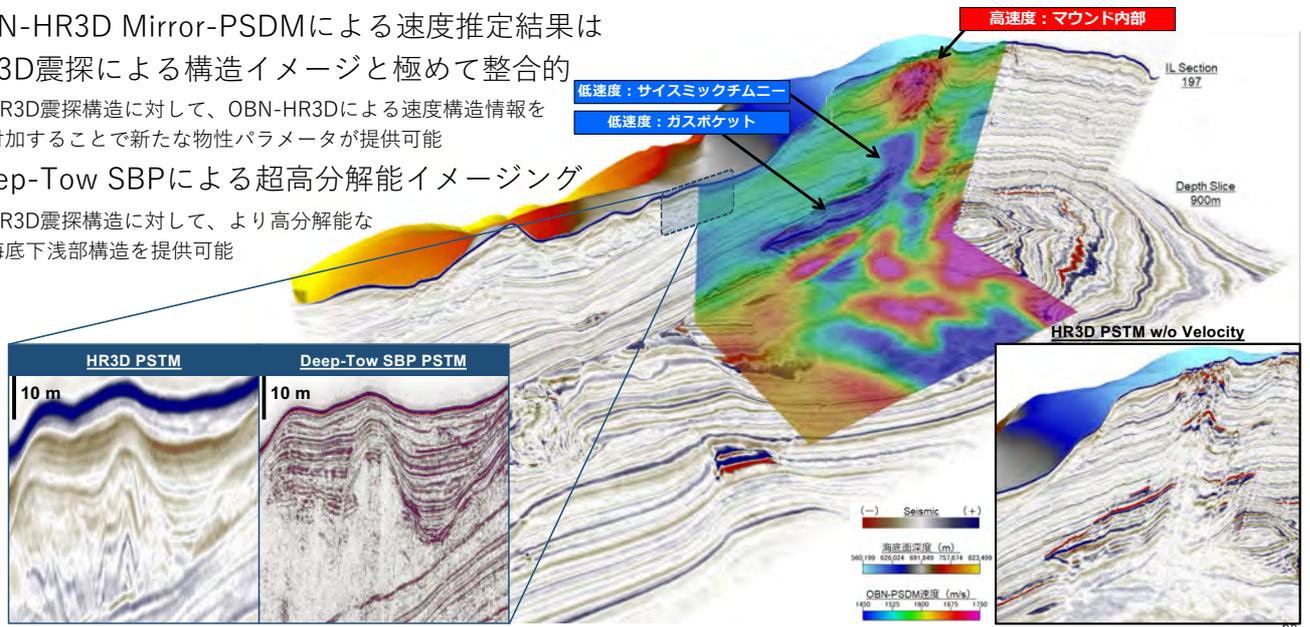


64

高分解能三次元地震探査（調査概要・結果・技術開発）

● マルチスケール反射法地震探査 データ処理結果

- OBN-HR3D Mirror-PSDMによる速度推定結果はHR3D震探による構造イメージと極めて整合的
 - HR3D震探構造に対して、OBN-HR3Dによる速度構造情報を付加することで新たな物性パラメータが提供可能
- Deep-Tow SBPによる超高分解能イメージング
 - HR3D震探構造に対して、より高分解能な海底下浅部構造を提供可能



高分解能三次元地震探査（調査概要・結果・技術開発）

● マルチスケール反射法地震探査 まとめ

- 本研究では、3種の震源と4種の受振器構成を組み合わせ、海底面下数百mまでの地下構造/速度構造の詳細把握を目的とした2D, HR3D, Deep-Tow, OBNの4手法からなるマルチスケール反射法地震探査を実施
 - **2D調査:** 広域構造フレームワークと速度モデルの構築
 - **HR3D調査:** 詳細な3D構造と流体移動経路の解明
 - **Deep-Tow調査:** 海底下極浅部構造および微細な断層断裂系の高分解能イメージング
 - **OBN調査:** Mirror-PSDMによる効率的なイメージングと高精度な深度区間速度情報の取得
- マルチスケール反射法地震探査により、センチメートル～キロメートル規模の構造可視化を達成した。各調査手法の補完的統合と速度情報の活用により、表層型MH分布特性の包括的理解に貢献可能であり、調査海域におけるMH集積メカニズムの解明と調査海域の地質構造理解のさらなる発展が期待される。

3次元海洋CSEM探査

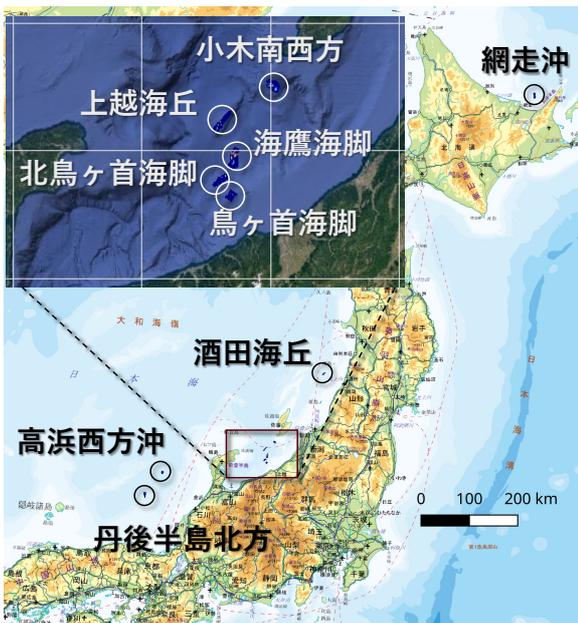
小森 省吾・横田 俊之・後藤 秀作
産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

3次元海洋CSEM探査



調査時期：

- 2014年： 上越海丘, 海鷹海丘, 鳥ヶ首海脚
- 2015年： 小木南西方, 北鳥ヶ首海脚, 丹後半島北方
- 2017年： 網走沖, 酒田海丘, 高浜西方沖

使用機材： SUESI-Vulcanシステム (米国スクリプス海洋研究所)

機材投入・曳航・揚収： 新日丸 (深田サルベージ建設 (株))

主な取得データ： 電流, 電場 (3成分, 1-13Hz),
位置情報 (トランスポンダ), 姿勢情報 (コンパス)

3次元比抵抗構造解析：

構造の等方性及び異方性*を仮定した逆解析を実施

*上越海丘, 海鷹海脚, 丹後半島北方, 酒田海丘で実施



新日丸による投入・曳航・揚収

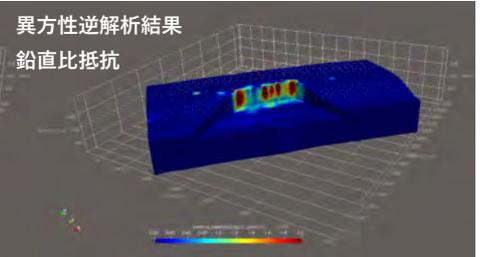
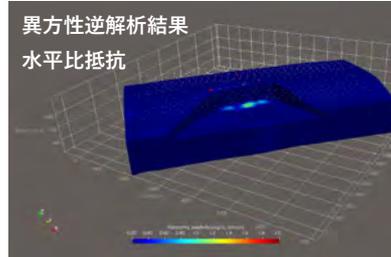
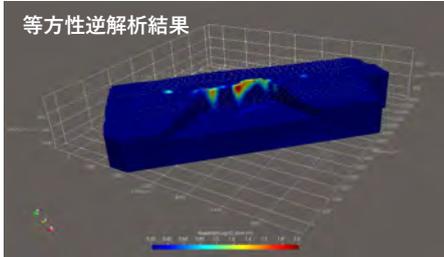
SUESI (電流送信装置)

Vulcan (電場受信装置)

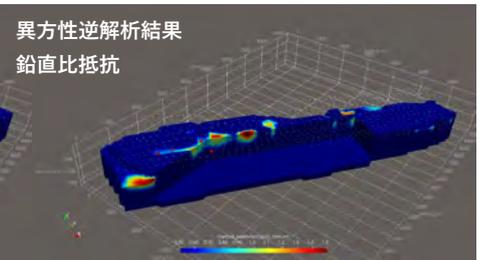
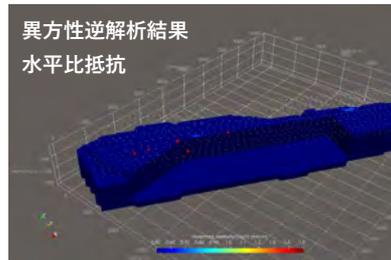
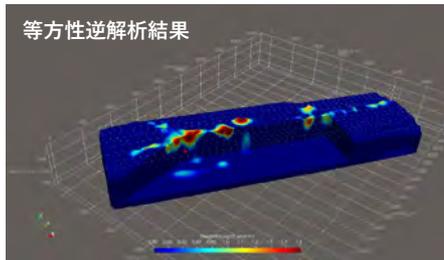
3次元海洋CSEM探査

酒田海丘 (2017FY調査・等方性逆解析, 2020FY異方性逆解析)

※ 各図とも鉛直方向に4倍強調。海底面上の白点が航跡、赤丸が試錐位置をそれぞれ表す。
比抵抗の表示範囲は各調査海域、及び解析で異なることに注意。



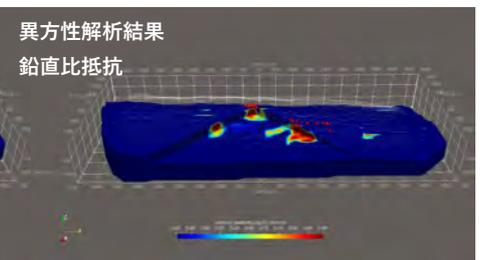
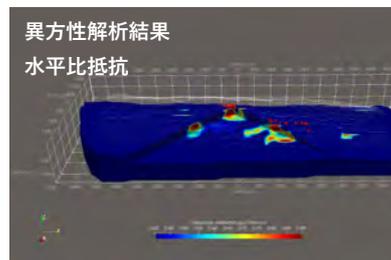
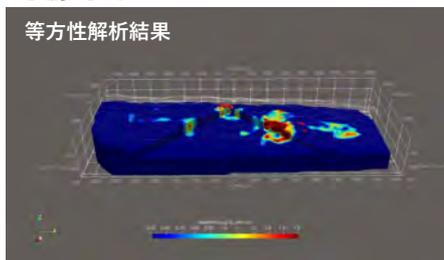
上越海丘 (2014FY調査・等方性逆解析, 2017FY異方性逆解析)



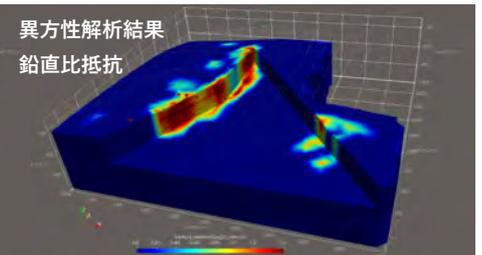
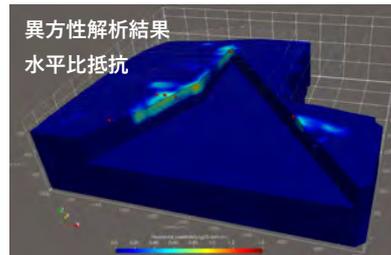
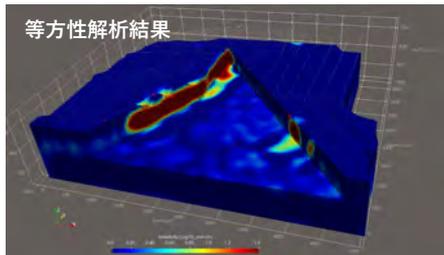
3次元海洋CSEM探査

海鷹海脚 (2014FY調査・等方性逆解析, 2017FY異方性逆解析)

※ 各図とも鉛直方向に4倍強調。海底面上の白点が航跡、赤丸が試錐位置をそれぞれ表す。
比抵抗の表示範囲は各調査海域、及び解析で異なることに注意。



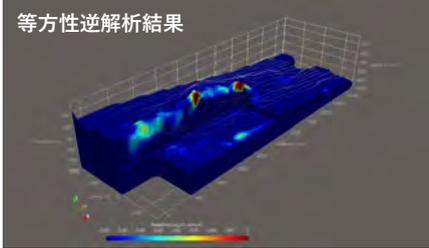
丹後半島北方 (2015FY調査・等方性逆解析, 2022FY異方性逆解析)



3次元海洋CSEM探査

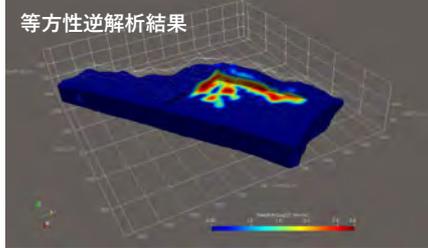
網走沖 (2017FY調査・逆解析)

等方性逆解析結果



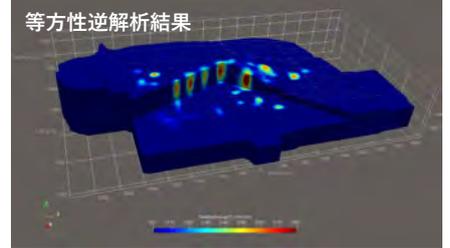
北鳥ヶ首海脚 (2015FY調査・逆解析)

等方性逆解析結果



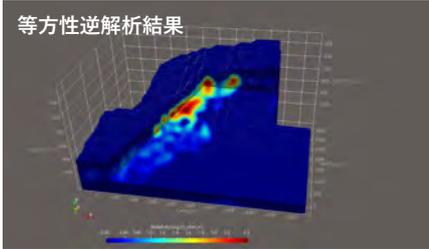
高浜西方沖 (2017FY調査・逆解析)

等方性逆解析結果



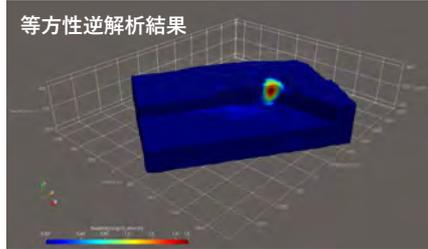
小木南西方 (2015FY調査・逆解析)

等方性逆解析結果



鳥ヶ首海脚 (2014FY調査・逆解析)

等方性逆解析結果



※ 各図とも鉛直方向に4倍強調。海底面上の白点が航跡を表す。比抵抗の表示範囲は各調査海域で異なることに注意。

酒田沖海域での熱流量計測

後藤 秀作

産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

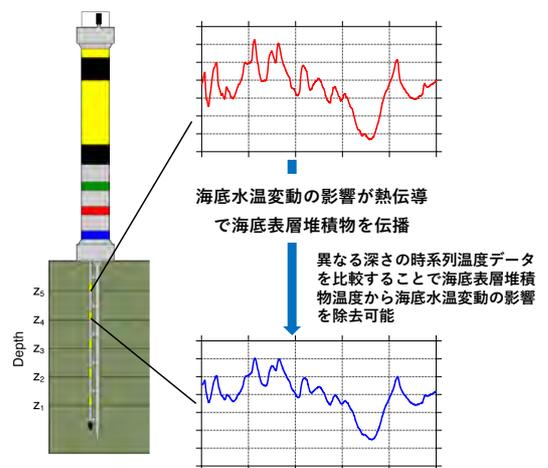
2026年2月18日

「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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

酒田沖海域での熱流量計測



- 酒田海丘の温度構造及びメタンハイドレート安定領域下限を地球熱学的手法によって推定するため、酒田海丘及びその周辺で熱流量計測を実施
- 酒田沖海域では海底水温変動のため海底堆積物の温度も時間変化している。海底水温変動の影響がない熱流量を決定するため、海底水温と海底堆積物温度を長期間計測。海底堆積物温度から海底水温変動の影響を除去することで熱流量を決定

上越沖（海鷹海脚北部，上越海丘） 及び酒田海丘の海底地盤強度調査（掘削調査） 概要

佐藤 幹夫¹⁾・鈴木 清史²⁾・吉岡 秀佳¹⁾・乗船研究者一同

- 1)産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門
- 2)産総研 エネルギー・環境領域 エネルギープロセス研究部門

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

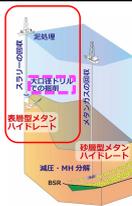
本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

上越沖（海鷹海脚北部，上越海丘）及び酒田海丘の海底地盤強度調査（掘削調査）概要

地盤強度調査の目的

回収・生産技術の研究開発の最大化を図るために**必要不可欠な情報**（胚胎層の深度と連続性、**地盤強度**、環境影響等）を取得するための調査の一環として、**海底地盤強度調査を実施した。**



地盤強度調査の必要性

1) 掘削機器開発(大口径ドリル)

掘削機器の設計のために**MHが含まれる地層の強度等の情報**が必要

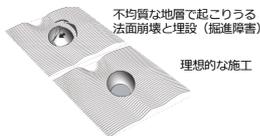


(出典: MHWirth)

2) 将来のMH安定回収のための施工管理

MHを安定に回収するためには、掘削坑の壁面や法面の安定性についての検討が必要不可欠

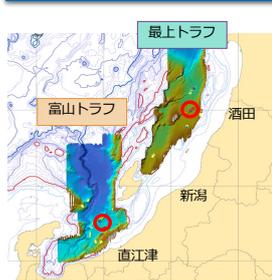
→MH貯留層の不均質な地層の情報（地盤強度等）



不均質な地層で起こりうる
法面崩壊と埋没（掘進障害）

理想的な施工

海底地盤強度調査の実施海域



上越海丘（3坑）、海鷹海脚（2坑）
（水深910～990m）
2022年9月：ちきゅう
2023年8月：ちきゅう

酒田海丘（5坑）
（水深530～540m）
2021年8月：POSEIDON-1
2022年8月：ちきゅう
2023年8月：ちきゅう

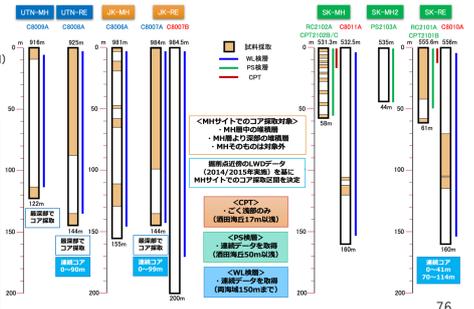


地球探査船「ちきゅう」(JAMSTEC/JDO/MQJ)

掘削・検層・試料採取概要

- ・2021年：酒田沖・原位コーン貫入試験（CPT）、PS検層、試料採取（室内土質試験用）
- ・2022年：上越沖・ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- ・2023年：酒田沖及び上越沖・ワイヤライン（WL）検層、試料採取（室内土質試験用）
- ・その他：掘削影響事前・事後調査（2022年上越沖（上越海丘）及び2023年酒田海丘）

海域	Site	Cruise	Hole	Water Depth	T.D.	Coring	Logging	CPT
酒田海丘	SK-MH1	PS21	RC2102A/CPT2102	531.3 m	58 m	~58 m	55.7 m (PS)	16.5m
	SK-MH2	CK23-Q3C	CB011A (CB011B, C)	532.5 m	180 m	108~120 m	152.8 m (PS)	-
	SK-MH3	PS21	PS2103A	535 m	44 m	-	43.8 m (PS)	-
上越海丘	JK-RE	PS21	RC2101A-CPT2101	555.6 m	61 m	-61 m	49.5 m (PS)	12m
	JK-Q3C	CK23-Q3C	CB010A	556.0 m	180 m	70~114 m	153.5m (PS)	-
	JK-MH	CK22-Q3C	CB006A	561 m	155 m	155 m	145.5 m (PS)	-
海鷹海脚	UTN-MH	CK22-Q3C	CB007A	584 m	144 m	144 m	142.5 m (PS)	-
	UTN-RE	CK23-Q3C	CB007B	584.5 m	200 m	-	170 m (PS)	-
	UTN-MH	CK22-Q3C	CB008A	916 m	122 m	122 m	113.5 m (PS)	-
UTN-RE	CK22-Q3C	CB008A	925 m	144 m	144 m	135.5 m (PS)	-	

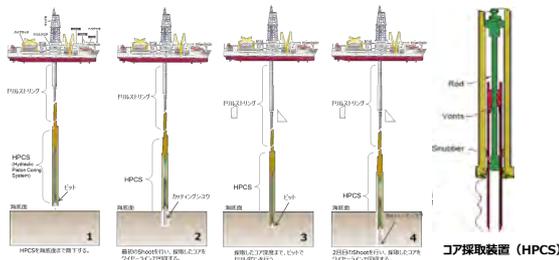


上越沖（海鷹海脚北部，上越海丘）及び酒田海丘の海底地盤強度調査（掘削調査）概要



掘削・試料採取方法（「ちきゅう」の例）

採取コアの処理・分析（「ちきゅう」の例）



<Whole-round コア>

- ・ガス試料 (void, headdress) 採取・分析
- ・X線CTスキャン → 各種コア試料採取区間決定
- ・間隙水分析用試料採取・分析
- ・有機物・微生物分析用試料採取 → 航海後分析
- ・MSCL (堆積物物性), 比抵抗, 熱物性測定
- ・室内土質試験用試料採取 → 航海後測定



コアのCT画像 (断面) @「ちきゅう」



ペーン切断試験@「ちきゅう」

<ワークアップ>

- ・(アーカイブ) TSCL (画像撮影), 記載
 - ・(ワーキング) 堆積物強度測定 (CPT, vane shear)
 - ・(ワーキング) 比抵抗測定 (WL検層との対比) :2023のみ
 - ・(ワーキング) 古地磁気測定用試料採取・測定
 - ・(ワーキング) 航海後分析用試料採取
 - ・炭酸塩, 地化学, 年代 (テフラ, 微化石, 放射性同位体)
- (※) 下線は地盤強度調査用試料及び測定項目, 他は地質情報把握用 (堆積学, 地化学等)



室内土質試験@川崎地質 (株) シオラボ関東



コア処理@「ちきゅう」

CPTとPS検層（「POSEIDON-1」）



CPTツール先端 (PS21@POSEIDON-1)

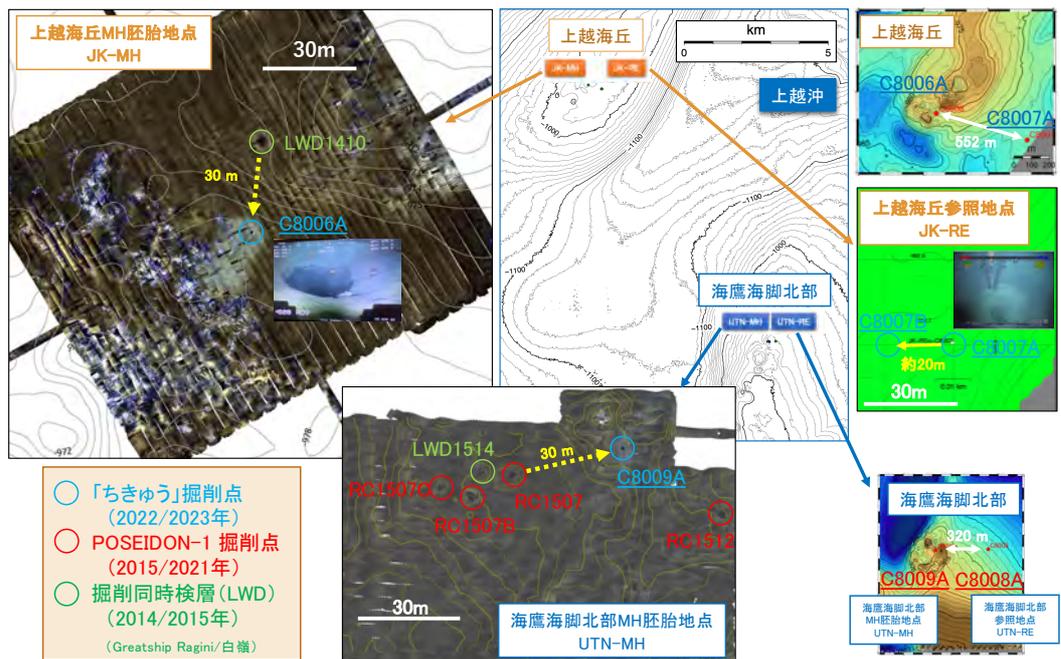


PS検層ツール (PS21 @POSEIDON-1)

上越沖（海鷹海脚北部，上越海丘）及び酒田海丘の海底地盤強度調査（掘削調査）概要



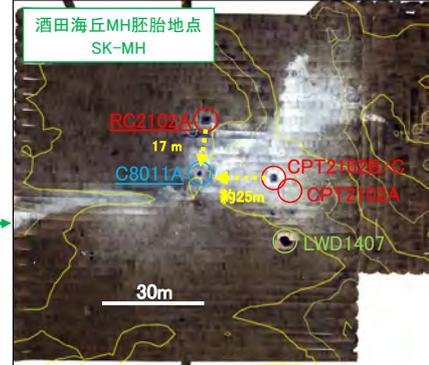
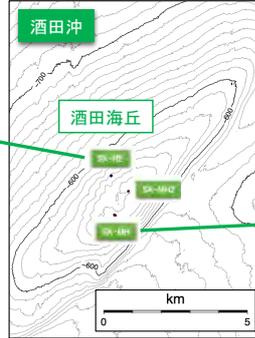
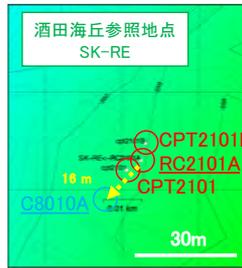
掘削点の位置関係
<上越沖>
上越海丘
海鷹海脚



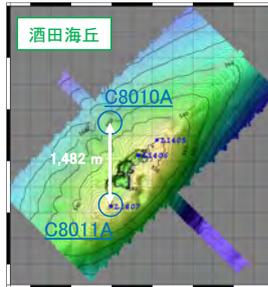
上越沖（海鷹海脚北部，上越海丘）及び酒田海丘の海底地盤強度調査（掘削調査）概要



掘削点の位置関係
＜酒田沖＞
酒田海丘



- 「ちきゅう」掘削点 (2022/2023年)
- POSEIDON-1 掘削点 (2015/2021年)
- 掘削同時検層(LWD) (2014/2015年)
(Greatship Ragini/白嶺)



- 掘削地点及びコア採取区間の決定
 - 既存掘削点を起点に新規掘削点を決定
 - ✓ 掘削事前事後調査との位置合わせ (音響測位の誤差を回避)
 - ✓ 15~30mの距離(地下での干渉回避)
 - ROVIによる海底観察により、掘削地点確定
 - ✓ 海底地形や底質を考慮
 - ✓ 微修正(5m程度)
 - 既存LWDからコア採取/掘飛ばし区間決定
 - ✓ MHや炭酸塩岩の区間を回避
 - ✓ 上記がない区間でコア採取→土質試験

地盤強度・物性情報の把握と推定

鈴木 清史

産総研 エネルギー・環境領域 エネルギープロセス研究部門

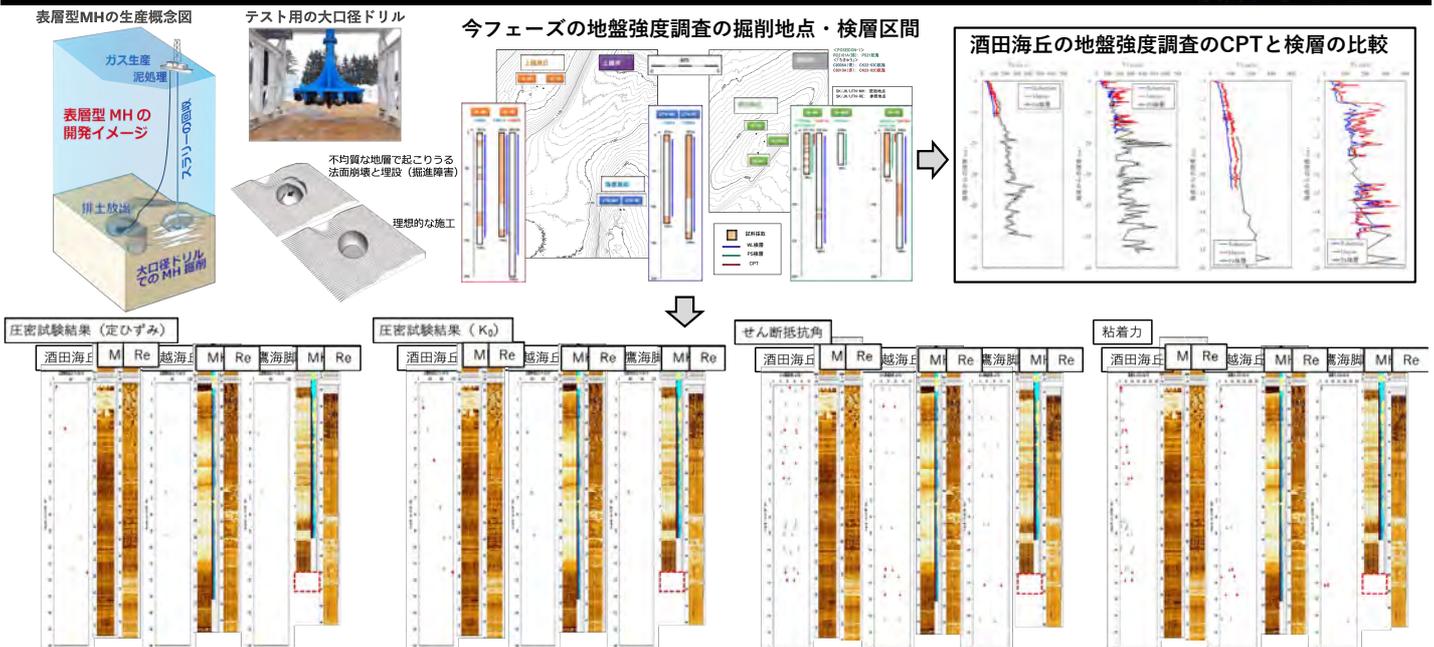
2026年2月18日

「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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

地盤強度・物性情報の把握と推定



MH賦存深度・区間・含有量把握のための検層解析

鈴木 清史

産総研 エネルギー・環境領域 エネルギープロセス研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

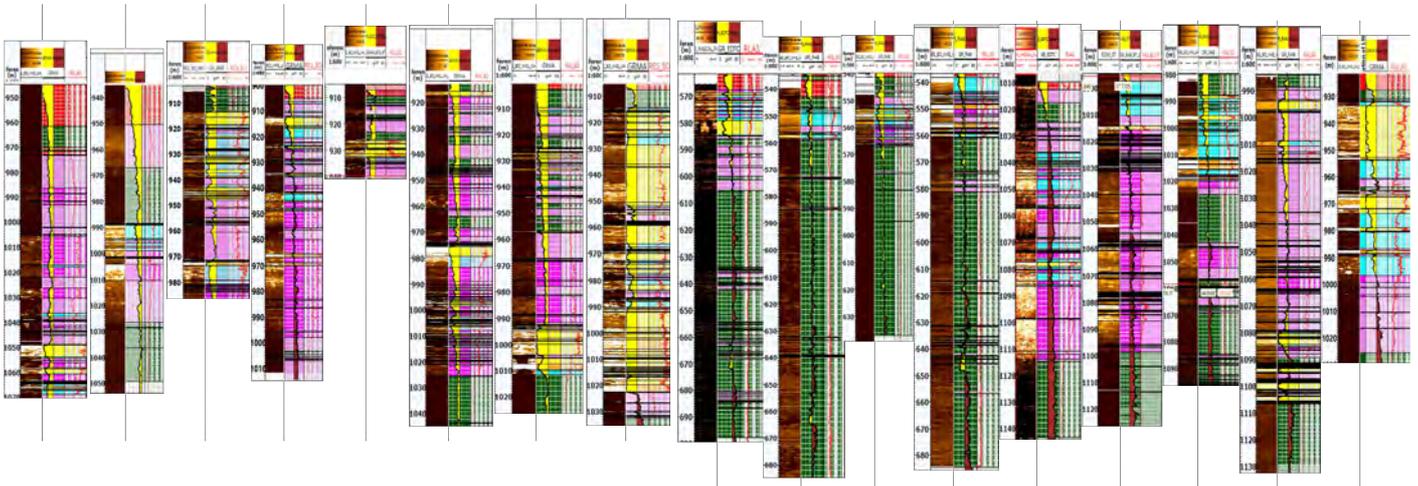
NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

MH賦存深度・区間・含有量把握のための検層解析

自然 γ 線から判断できる岩相や密度、比抵抗から判断できるMHやガスの情報から、表層型MH貯留層を評価中。

- ・ 10メートルより浅い領域には塊状といえるMHは殆ど存在しない。→表面を泥質堆積物や炭酸塩ノジュールが覆う
- ・ ハイドレートの産状としては、塊状や積層体状のところもあるが、堆積物を共在する形態が一般的
- ・ 広範なガスの影響を確認

➤ これまでの取得データの精度に濃淡があり、地域やそれぞれの坑井ごとに結果にばらつきが出る。



掘削コア分析結果と胚胎域の地質・地化学

吉岡 秀佳・宮嶋 佑典

産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

2026年2月18日

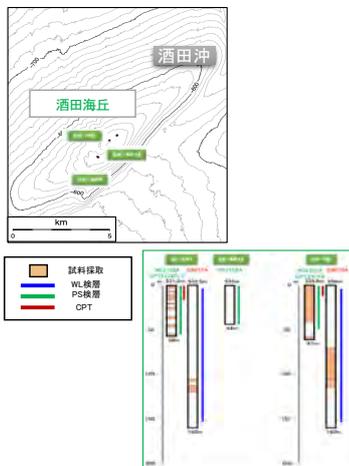
「表層型メタンハイドレートの研究開発」2025年度研究成果報告会

本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

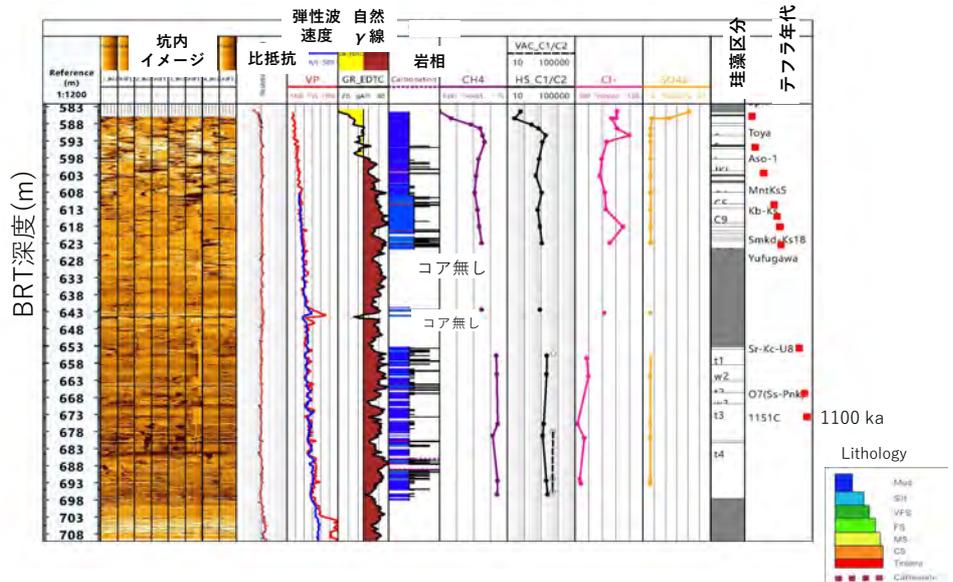
NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

掘削コア分析結果と胚胎域の地質・地化学

酒田沖調査域



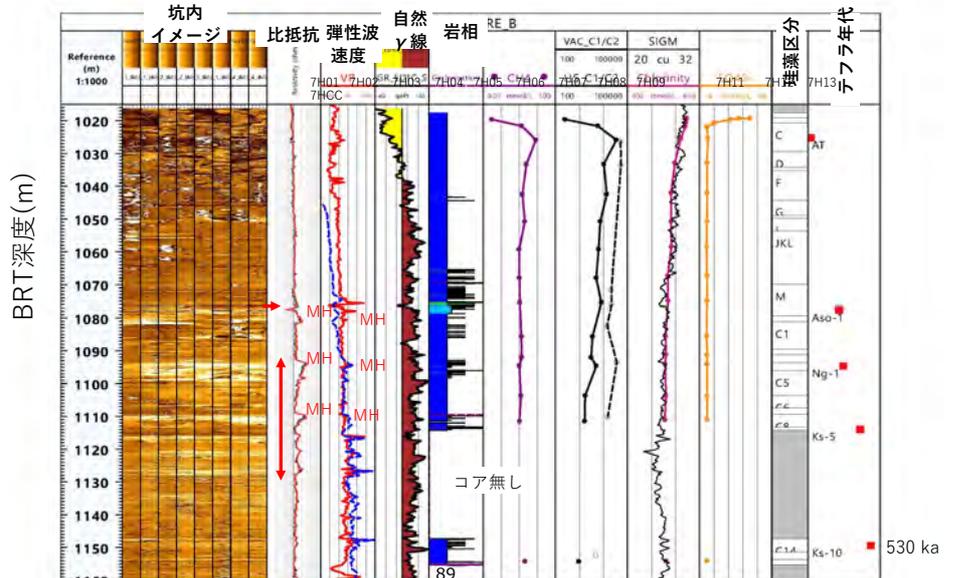
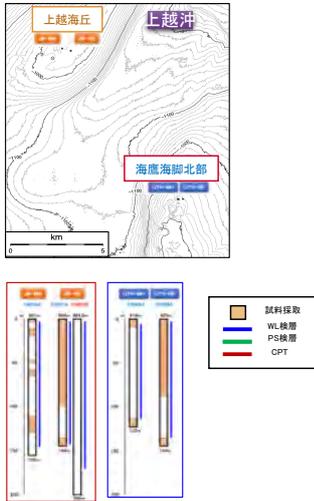
酒田海丘参照サイトの岩相、ガスと間隙水の分析結果と検層データの比較



掘削コア分析結果と胚胎域の地質・地化学

上越沖調査域

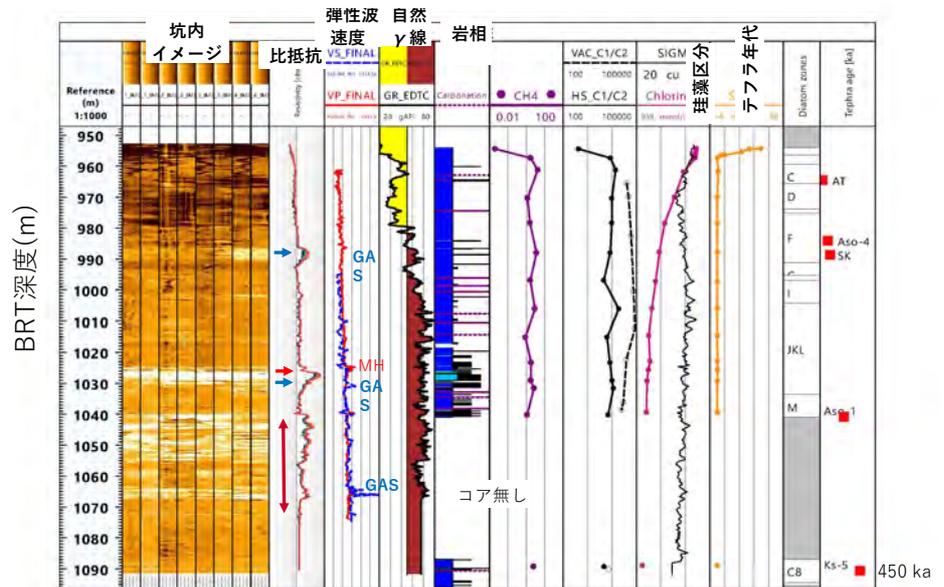
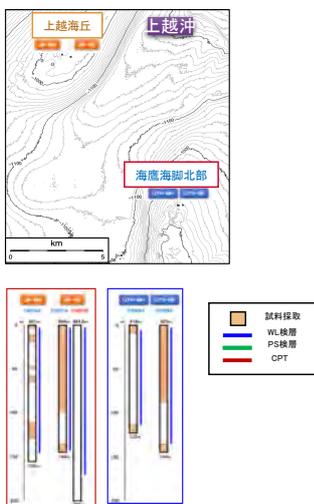
上越海丘参照サイトの岩相、ガスと間隙水の分析結果と検層データの比較



掘削コア分析結果と胚胎域の地質・地化学

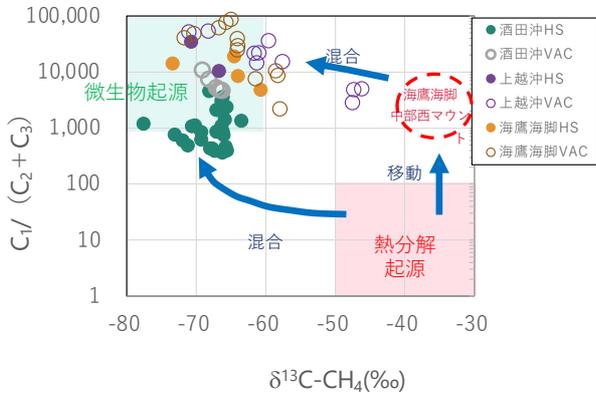
上越沖調査域

海鷹海脚参照サイトの岩相、ガスと間隙水の分析結果と検層データの比較



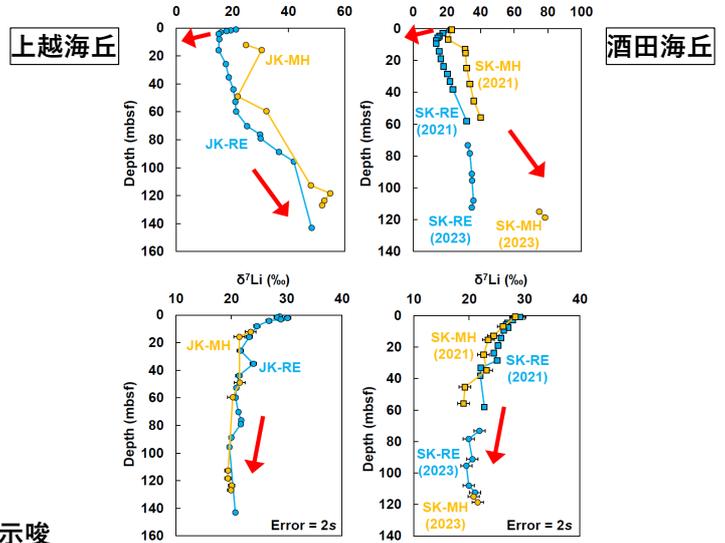
掘削コア分析結果と胚胎域の地質・地化学

ガスの起源



- 主に微生物起源ガスからなる
- 上越沖と海鷹海脚は、熱分解起源ガスとの混合を示唆
- 上越海丘と酒田海丘の間隙水Li濃度と同位体比は、深部流体の寄与を示唆

深部流体の影響



Miyajima et al. (2024)

コアの地質年代とHR3D,SBP記録との対比

棚橋 学¹⁾・太田 雄貴²⁾

1)産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

2)産総研 エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

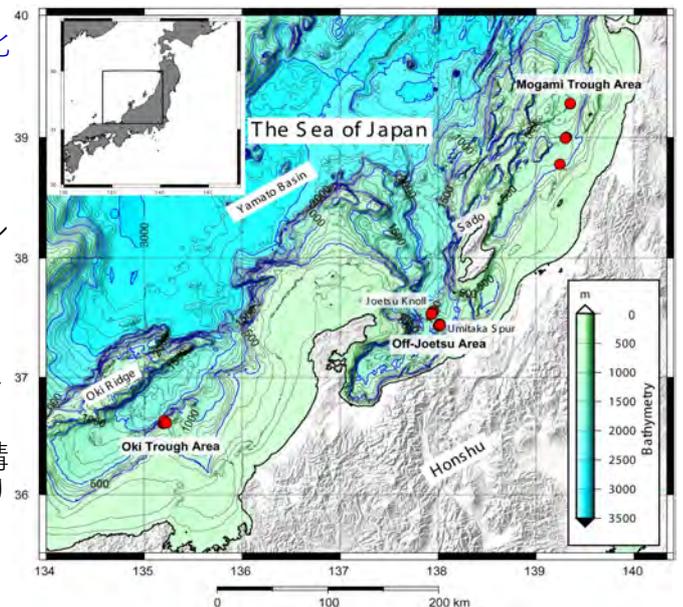
NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

コアの地質年代とHR3D,SBP記録との対比

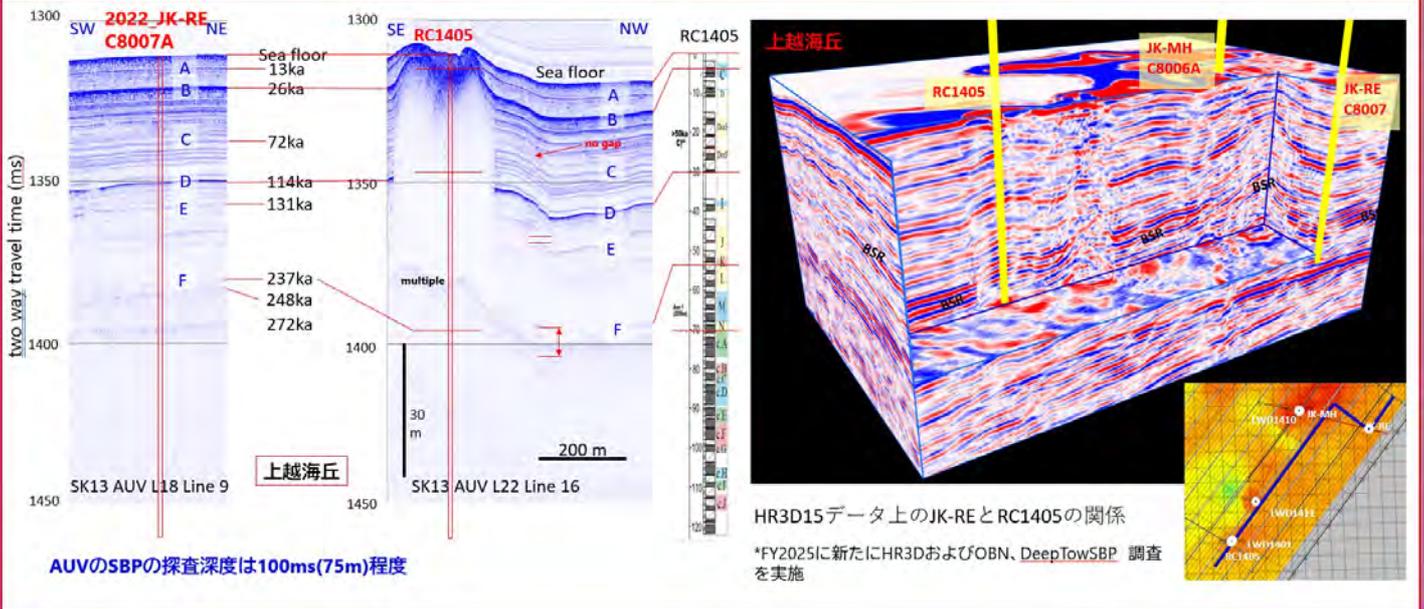
表層MHプロジェクトでは、FY2014~15に上越沖（海鷹海脚、上越海丘）、隠岐トラフ（丹後半島北方）、最上沖（酒田海丘）でコアリングとLWD、FY2021~23に酒田海丘と上越沖でのコアリングとWL検層が行われた。

コア試料中の珪藻化石・火山灰の分析からコアリング地点での詳細な年代が得られている。

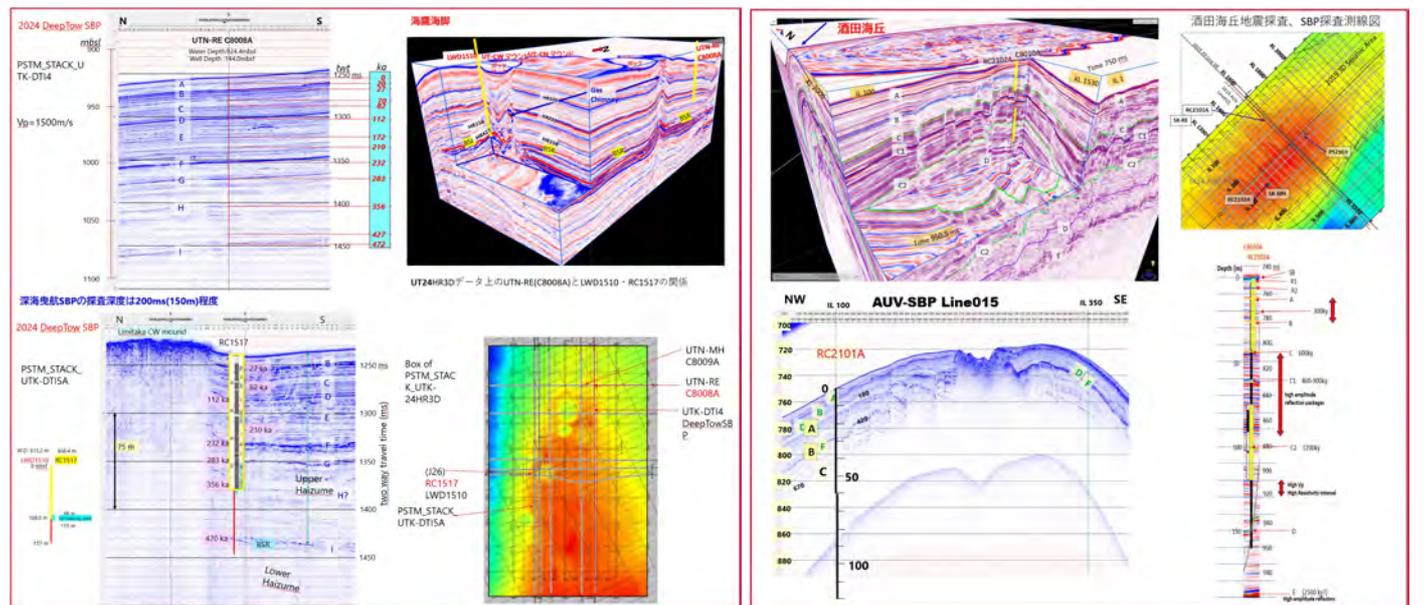
いずれの海域においても高分解能3次元地震探査(HR3D)+2次元地震探査、海上調査船およびAUVないしDeepTowSBPによる海底近傍からのSBP(Subbottom Profiling)により海底下の詳細な地質構造データが得られており、掘削結果との対比により地質イベントの年代推定、表層MH生成・胚胎層の地質学的な性格づけが可能となってきた。



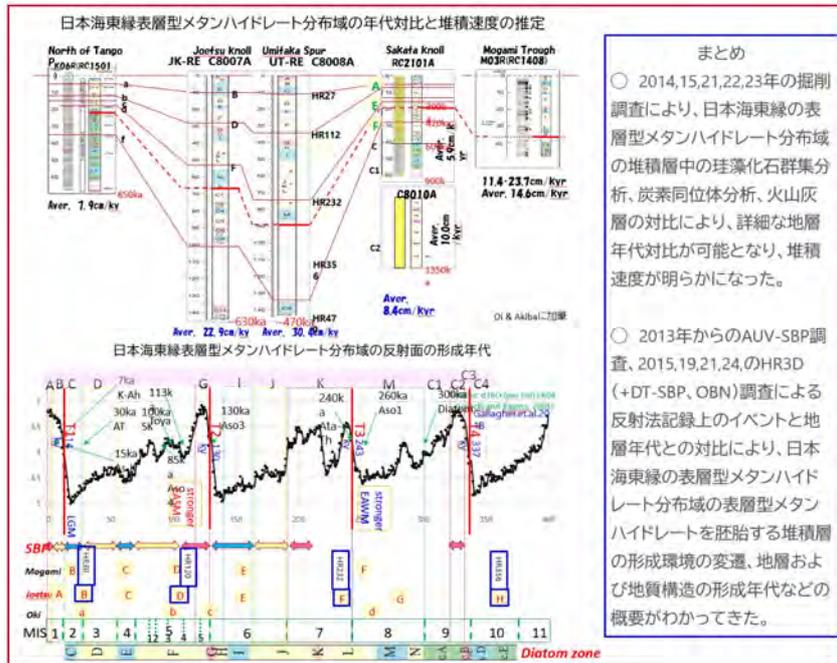
コアの地質年代とHR3D,SBP記録との対比



コアの地質年代とHR3D,SBP記録との対比



コアの地質年代とHR3D,SBP記録との対比



航走型AUVによる詳細海底地質調査

浅田 美穂・佐藤 幹夫

産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

航走型AUVによる詳細海底地質調査

目的 表層型MHが賦存する海底の地質学的特徴を把握しMH賦存条件を理解する
手法 AUV搭載の音響機器を用いる高分解能音響調査



AUV Deep1

(運航：深田サルベージ建設株式会社、
データ取得・処理：川崎地質株式会社)

MBES : Sonic2022, 200 kHz

SSS/SBP : EdgeTech2200M,

120 kHz (SSS) and 2~16 kHz (SBP)

結果 調査対象海域に共通の特徴が見られた：

- ・地質構造に規制された流体の通り道がある
- ・マウンドの下はAcoustic blankingで観察が困難
- ・ポックマークの下には連続した地層が見られる傾向
- ・マウンド下の海底下浅部で「堆積物を押し除けて」

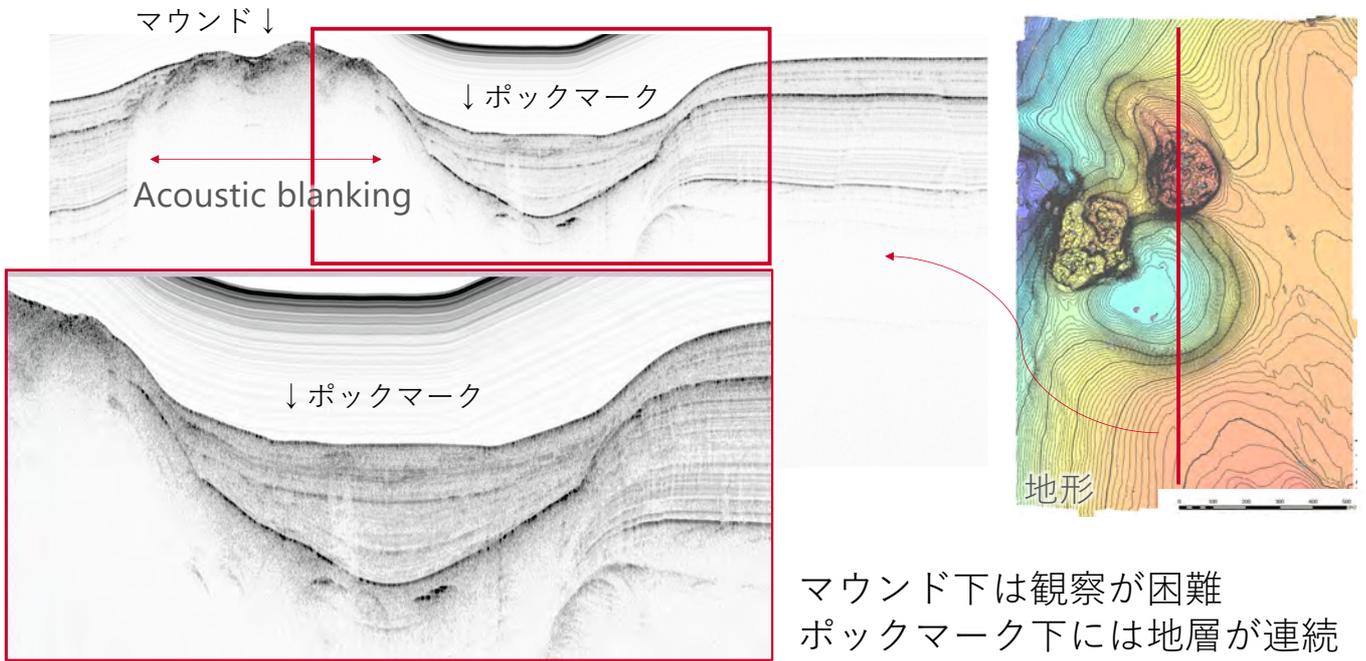
MHが成長している可能性がある。

Acoustic blankingの原因を考察：

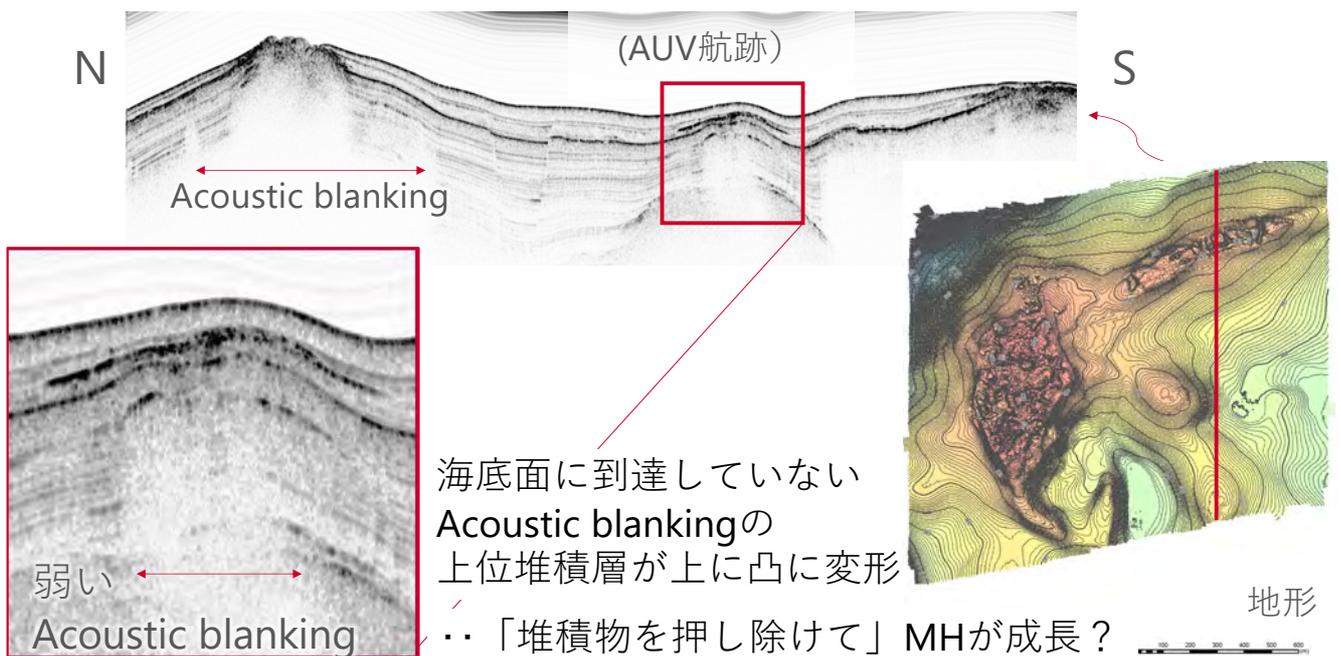
- ・ガスが存在し音波が減衰・吸収
- ・MHまたは露頭で減衰・反射
- ・（内部構造は無構造ではない）

課題 マウンドの内部構造を観察したい

航走型AUVによる詳細海底地質調査



航走型AUVによる詳細海底地質調査



G11

2. 海洋産出試験に向けた海洋調査
2.2 海底の状況把握 / 2.2.2 海底現場状況調査

ROV及びホバリング型AUVによる 海底観察と海底面物質分布調査

浅田 美穂・佐藤 幹夫

産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

G11

2. 海洋産出試験に向けた海洋調査 / 2.2 海底の状況把握 / 2.2.2 海底現場状況調査

ROV及びホバリング型AUVによる海底観察と海底面物質分布調査

目的 表層型MH賦存に関係する物質の分布を明示しMHが賦存する条件を探る
手法 光学カメラ等を用いて海底面を撮影し、モザイク画像を作成

結果 表層型MH賦存マウンド(台のような地形的高まり)上面の状態に差異

マウンド上の流体染み出しが限定的な場合がある。
個々に流体染み出し位置やフラックス把握が必要。



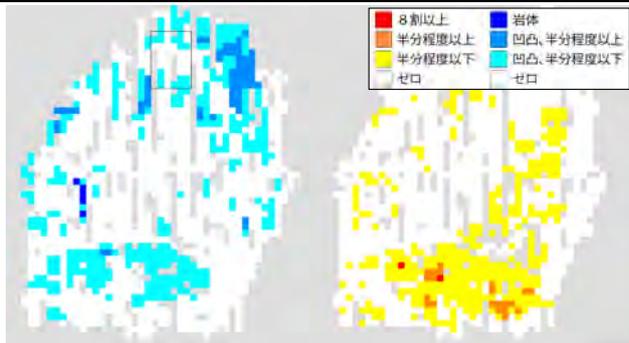
YOUZAN (いであ株式会社)
海底面からの高度：3～4 m
画像解像度：数mm



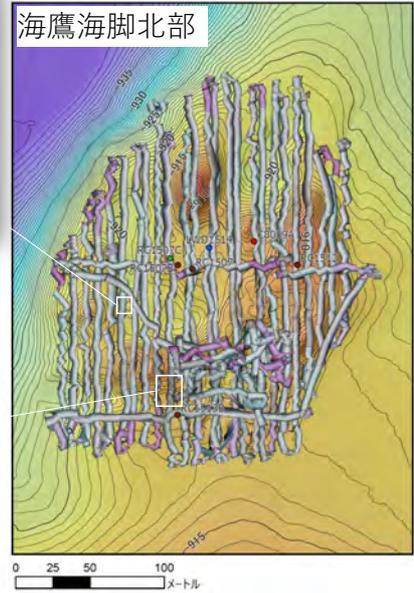
SeaXerocks1 (海洋エンジニアリング株式会社)
海底面からの高度：4～6 m
画像解像度：2 mm (測線直交方向) × 数cm (測線方向)

ROV及びホバリング型AUVによる海底観察と海底面物質分布調査

パッチーなバクテリアマットが広範囲に分布
バブルを観察



SeaXerocks1



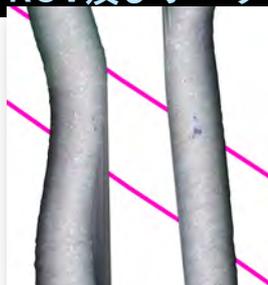
YOUZAN



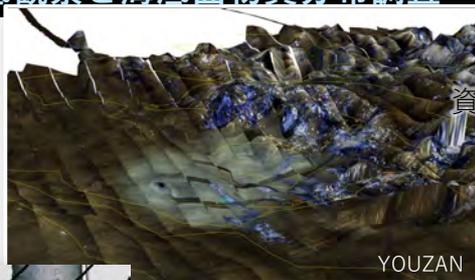
ROV及びホバリング型AUVによる海底観察と海底面物質分布調査

カニ濃集がある
バブルを観察

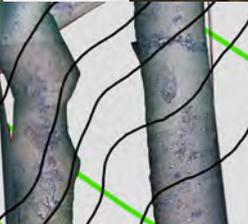
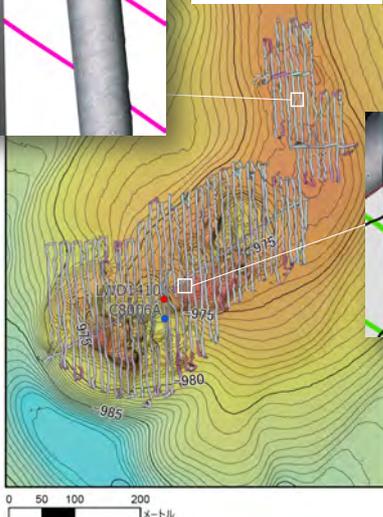
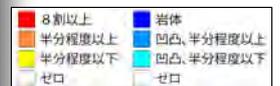
環境影響評価にも
資する画像を取得・解析



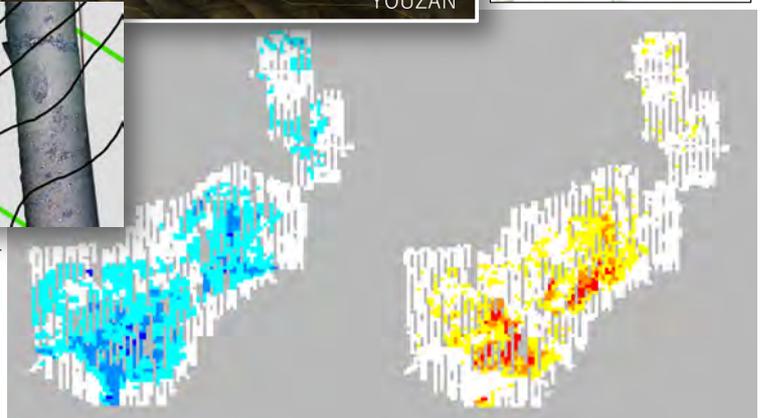
上越海丘南部



YOUZAN



SeaXerocks1



海底長期温度計測による 冷湧水移動速度・熱流量の推定

後藤 秀作

産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

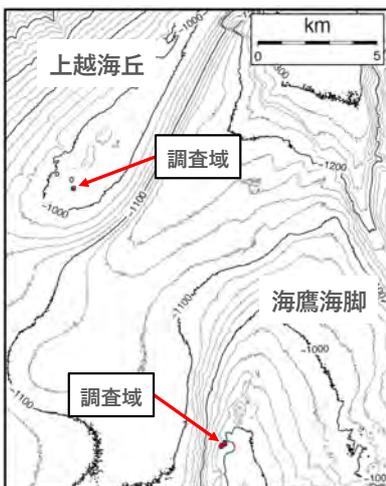
2026年2月18日

「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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

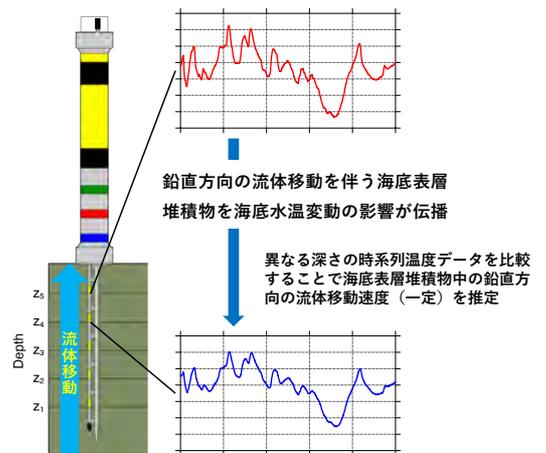
海底長期温度計測による冷湧水移動速度・熱流量の推定



バクテリアマット内外に設置した地中温度計（上越海丘）



バクテリアマット内に設置した地中温度計（海鷹海脚）



- 上越海丘及び海鷹海脚の冷湧水域内のバクテリアマット及びその周辺に地中温度計と海底水温計を設置し、底層水と海底表層堆積物の長期温度データを取得
- 底層水及びバクテリアマット内の海底表層堆積物で取得した長期温度データから冷湧水移動速度及び熱流量の推定に成功

G13

2. 海洋産出試験に向けた海洋調査
2.3 実施場所の検討

「要素技術にかかる海洋での技術検証」 の実施場所の特定に向けた検討

佐藤 幹夫

産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

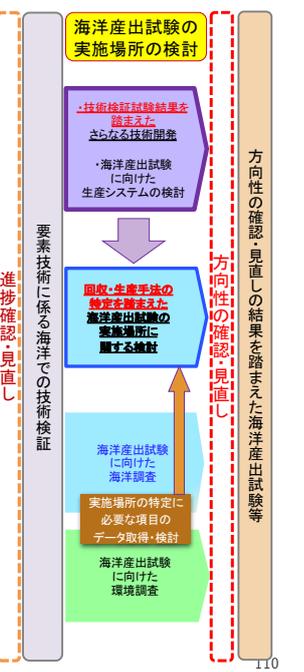
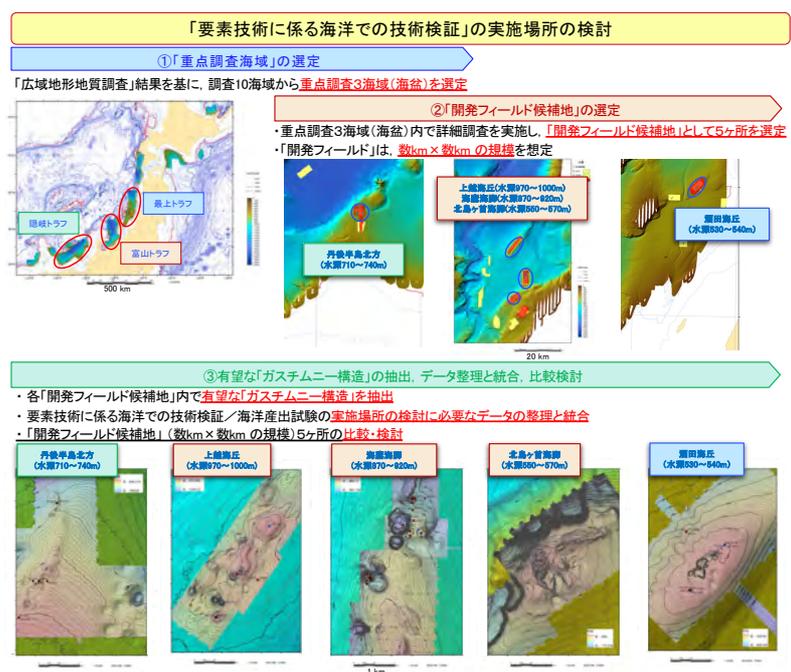
G13

2. 海洋産出試験に向けた海洋調査 / 2.3 実施場所の検討

「要素技術にかかる海洋での技術検証」の実施場所の特定に向けた検討

表層型MH
「重点調査海域」
及び
「開発フィールド候補地」
選定

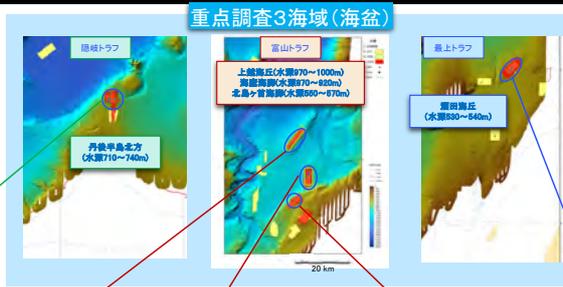
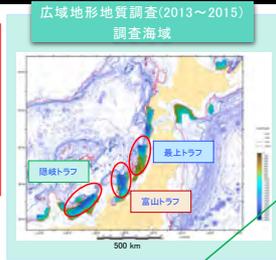
「開発フィールド候補地」
のデータ整理と統合、
比較・検討



「要素技術にかかる海洋での技術検証」の実施場所の特定に向けた検討

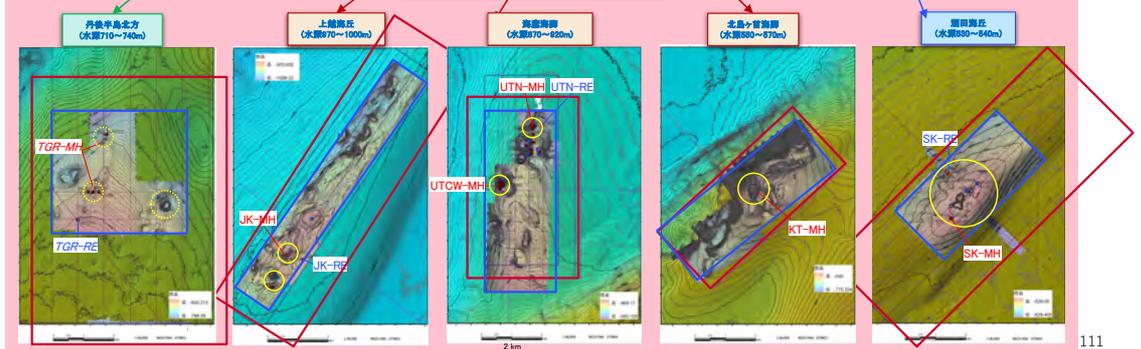


表層型MH
「重点調査海域」
及び
「開発フィールド候補地」
選定



- 調査項目
- AUV音響探査
 - HR3D地震探査
 - 海洋電磁探査 (CSEM法)
 - ROV潜航調査 (海底観察・試料採取) (海底画像撮影) (海底観測機器設置)
 - 観測点
 - LWD/WL
 - WL+core
 - core
 - CPT

「開発フィールド候補地」5ヶ所

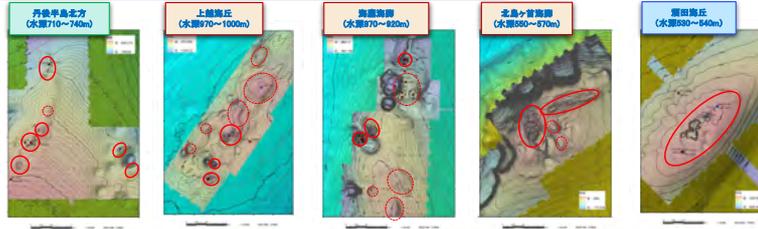


「要素技術にかかる海洋での技術検証」の実施場所の特定に向けた検討



「開発フィールド候補地」
のデータ整理と統合、
比較・検討

各「開発フィールド候補地」内で有望な「ガスチムニー構造」を抽出



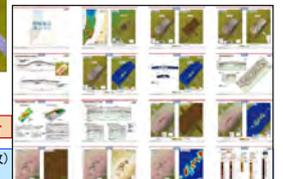
要素技術に係る海洋での技術検証/海洋産出試験の実施場所の検討に必要なデータの整理と統合

● 実施場所の特定に必要な項目の選定

- 「要素技術に係る海洋での技術検証」の実施場所の特定に必要な項目
 - 水深、海底地形(マウンド等)、傾斜角
 - 底質(海底反射強度、海底観察・試料採取、炭酸塩岩、微生物マット)、気泡湧出
 - 「ガスチムニー構造」(マウンド等)の大きさ(径)、比高、数、分布形態
 - 地質構造(濃集機構)、比抵抗分布、胚胎域の海底下深度、広がり、連続性
 - MH賦存深度(最浅深度)・賦存区間・含有量(検層から推定)、産状
 - メタンの起源(ガス組成・同位体比)
- 「海洋産出試験」の実施場所の特定に必要な項目
 - MH賦存量、賦存形態(産状)の高分解能情報
 - 地盤強度
 - 海底及び直上海水の状況(水温、底層流、化学組成、流体湧出)
 - 環境影響評価: 海水柱の物理・生物・化学特性
 - 環境影響評価: 海底環境(流体湧出・フラックス、微生物マット、化学合成生態系)
 - 環境影響評価: 底生生物(分布/特異性/多様性/連結性)、保護区の必要性
 - 開発可能性(離岸距離、既存インフラ、気象・海象、海上交通、漁業及び地元自治体・産業との調整、等)

● データ集の作成(Powerpoint スライド234枚)

- 各観測図を作成
 - 海底地形図、SSSモザイク図、傾斜角分布図、比抵抗分布図、海底画像マッピング図
 - 調査範囲・測線位置図(AUV音響探査、HR3D探査、海洋電磁探査等)
 - 断面図(HR3D、AUV-SBP、比抵抗分布等)
 - 掘削点位置、検層記録
- 平面図、断面図は、海城間の比較検討が可能なように同縮尺で作成



「開発フィールド候補地」5ヶ所の比較・検討

- データ集を基に比較表を作成(次ページスライド)
- 「要素技術に係る海洋での技術検証」の実施場所特定に向けた総合評価を実施
- 「海洋産出試験」の実施場所特定は次の段階(現時点では時期尚早)

「要素技術にかかる海洋での技術検証」の実施場所の特定に向けた検討



「要素技術に係る海洋での技術検証」の実施場所特定に向けた「開発フィールド候補地」5ヶ所の比較・検討

海域(海盆名)		隠岐トラフ	富山トラフ			最上トラフ
海域(海底地形名)		丹後半島北方	上越海丘	海鷹海脚	北島ヶ首海脚	酒田海丘
基礎データ	地形の拡がり	海脚(南北) 15 km × 10 km	海丘(南西-北東) 20 km × 10 km	海脚(南北) 15 km × 10 km	海脚(西南西-東北東) 9 km × 3 km	海丘(南西-北東) 16.5 km × 9 km
	水深(胚胎域)	720-740 m (リッジ北) 710-720 m (リッジ南) 720-730 m (斜面東)	880-1000 m (中部) 970-980 m (南部)	890-920 m (北部) 880-910 m (中部) 870-890 m (南部)	550-570 m	530-540 m
	離岸距離	92 km(軽ヶ岬) 127 km(舞鶴) 96 km(福井)	48 km(直江津) 42 km(鳥ヶ首岬)	35 km(直江津) 32 km(鳥ヶ首岬)	32 km(直江津) 24 km(鳥ヶ首岬)	37 km(酒田)
海底の状況	海底地形・起伏	マウンド部の起伏小	マウンド上の起伏大	マウンド上の起伏大	マウンド上の起伏大	凹地縁部以外は平坦
	底質分布 (SSS反射強度, 海底観察)	反射強度大(硬岩) 泥, 炭酸塩岩 微生物マット	反射強度大(硬岩) 泥, 炭酸塩岩 微生物マット	反射強度大(硬岩) 泥, 炭酸塩岩 微生物マット	反射強度大(硬岩) 泥, 炭酸塩岩 微生物マット	反射強度大(硬岩) 泥, 炭酸塩岩 微生物マット
	特徴的な小地形(PM: ボックマーク)	マウンド(&一部PM)	マウンド & PM	マウンド & PM	マウンド	海丘頂部に凹地
	気泡湧出	未確認	シーブ(海底観察) ブルーム(音響探査)	シーブ(海底観察) ブルーム(音響探査)	シーブ(海底観察) ブルーム(音響探査)	未確認
石油地質	石油地質	山陰-北陸沖堆積盆	新潟~秋田油ガス田地帯(陸上・海底) 盆地反転(構造反転)による非対称背斜構造形成			
	濃集機構	背斜(南北軸)	背斜(南東縁に断層) 「フリ構造」	背斜(西縁に断層) 「アワビ構造」	背斜(ドーム状)	背斜(南東縁に断層)
	メタンの起源(同位体分析)	微生物	熱分解+微生物	熱分解+微生物	熱分解+微生物	微生物
賦存状況	胚胎域(電磁探査)	3 km × 1 km 2列に分かれて分布	8 km × 1 km 複数の島状に分布	6 km × 2 km 複数の島状に分布	3 km × 1.2 km 連続して分布	4.5 km × 1.2 km 連続して分布
	比抵抗値(電磁探査) (MH or gasの指標)	低	中(南部) 低(中部)	中(北部, 中部) 低(南部)	高	高
	賦存深度(海底下最浅値)	11 m	数 m (POで採取)	数 m (POで採取)	不明(未掘削のため)	3 m
	賦存区間長(最長確認値)	10 m	40 m	48 m	不明(未掘削のため)	20 m
備考		海底状況調査が不十分 離岸距離が最大	5ヶ所中で水深が最大	多数の掘削データ有	水深が比較的浅い 掘削・核層の実施が必須	水深が比較的浅い 胚胎域の規模が大きい

第2部 (15:00~17:00)

(会場) : ポスター発表

(配信) : 研究内容紹介

環境影響評価

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

3. 環境影響評価

3. 環境影響評価		
3.1 環境影響評価手法の検討		
3.1.1 技術・社会動向調査		
E1	海洋環境影響に係る法的事項の整理	日本エヌ・ユー・エス (株) (川井陽太・伊藤博和・宇佐見和子)
3.1.2 賦存海域の特性解明		
E2	深海生物を対象とした生物影響評価	(公財) 海洋生物環境研究所 (林正裕・瀬尾絵理子・徳弘航季・米田壮汰・石田洋)
E3	微生物によるメタン消費率の評価	産総研 (宮嶋佑典・青柳智・吉岡秀佳・堀知行・高橋浩・塚崎あゆみ・後藤秀作・鈴木昌弘) (株) KANSOテクノス (田中美菜子)
E4	微生物マットにおける元素動態と底生生物群集の特徴	産総研 (太田雄貴)
E5	表層型メタンハイドレートの開発に伴う環境影響予測モデルの構築と解析	(株) サイエンスアンドテクノロジー (小松原由美・塚本浩貴・菊田将平・江里口知己)
E6	表層型メタンハイドレート賦存域の遺伝子解析に関する研究	産総研 (井口亮・依藤実樹子・喜瀬浩輝・齋藤直輝・儀武澁大・西島美由紀・鈴木淳・池内絵里・塚崎あゆみ・鈴木昌弘) (公財) 海洋生物環境研究所 (林正裕・徳弘航季) 水産研究・教育機構 (濱津友紀・三澤 遼)・福知山高校 (藤田純太)
3.2 海域環境調査		
3.2.1 環境パラメータ調査		
E7	海域環境調査の概要	産総研 (塚崎あゆみ)
3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法		
E8	懸濁物の観測手法の高度化に関する研究	(国研) 海洋研究開発機構 (Dhugal Lindsay・Mehul Sangekar)
E9	上越海丘における掘削調査前後の小型底生生物相について	(株) 日本海洋生物研究所 (向井稜・濱治良彬) 産総研 (喜瀬浩輝)
E10	ホバリング型AUV「YOUZAN」を用いた掘削影響調査(上越沖)	産総研 (喜瀬浩輝・井口亮・鈴木淳・鈴木昌弘・塚崎あゆみ・太田雄貴・浅田美穂・佐藤幹夫) いであ (株) (加藤正悟・高島創太郎・長野和則・高月直樹・伊藤駿)
E11	酒田海丘における掘削による攪乱が底生生物相に与える影響	産総研 (喜瀬浩輝・齋藤直輝・井口 亮・鈴木 淳・浅田美穂・佐藤幹夫・太田雄貴・塚崎あゆみ・鈴木昌弘) いであ (株) (加藤正悟・高島創太郎・長野和則・高月直樹・伊藤駿)
E12	上越海丘掘削調査による再堆積層の生物地球化学的特徴	産総研 (太田雄貴・青柳 智・堀 知行・鈴木 昌弘・塚崎 あゆみ・喜瀬 浩輝)
E13	遺伝子解析による沈降粒子の起源推定(環境影響評価)	産総研 (前田歩・西島美由紀・井口亮・喜瀬浩輝・鈴木淳・塚崎あゆみ・鈴木昌弘)

海洋環境影響に係る法的事項の整理

川井 陽太・伊藤 博和・宇佐見 和子

日本エヌ・ユー・エス株式会社 環境事業本部環境管理ユニット

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

海洋環境影響に係る法的事項の整理

研究目的及び手法

わが国ではEEZ内での鉱業活動に対する環境影響評価の制度的位置づけは明確とはいえない。また、大口径ドリル方式では大量の排水が発生するが、この排水は既存の陸域中心の排水規制との接続が十分に整理されていない。本研究では、**環境影響評価の手続的枠組みの未定**と、**採鉱に伴う排水への法令適用性の未定**の2点を開発事業における主要な制度的課題と捉え、**現行法令文書の調査を中心に検討**を行った。

海底の鉱業活動における環境影響の評価実施に係る手続的検討

鉱業法、鉱山保安法の法目的に（海洋）環境保全の観点からは明示されていないが、運用の実態として、環境への配慮に係る官・民の努力が払われている。一方で、国際的な観点からは鉱業の影響評価実施を制度化する検討の可能性も残されている。そこで、**現行の鉱業関連法において環境影響評価法の手続きをどれだけカバーしているかを比較検討**した。その結果、現状の鉱業法関連法の手続きにおいて、**環境影響評価結果を事業に反映、環境保全対策に生かすことが可能**であるが、鉱業法関連法では規定されていない**広範囲の意見徴収や情報公開については今後の検討課題**であることが示唆された。

採鉱に伴う排水に関する既存法令適用性の検討

排水に係る法的懸念を排出方法別に整理した。その結果、排水基準値を適合すべき場所とその管理方法、排水基準に依らない管理方法等、**どのような排出方法を採用する場合においても新たな検討や取り組みの実施、体制の整備が必要**となると予想された。

海洋環境影響に係る法的事項の整理

海底の鉱業活動における環境影響の評価実施に係る手続き的検討

表：環境影響評価法と鉱業関連法の手続きの比較

環境影響評価法	鉱業法関連法	
	現状	運用面での可能性
環境影響評価の重要性の明記	生態系保全の観点からの実施かどうか不透明	△～×
責任の所在	責任の所在が明らか	○
事業段階ごとに検討・事業計画に反映	事業段階（探査許可申請、事業計画提出、施業案届出、申請）に検討	○
利害関係者として一般国民の参加が可能	地方自治体・直接的な関係者のみ	△
公聴会等の実施義務	都道府県知事との協議、土地所有者・漁業関係者・海運業者の同意	全情報を不特定多数に公開することは困難
データ・議論内容の透明性担保	関係者限り	
検討項目・内容まで詳細に定められている	排出基準値等のみ	△～×

119

海洋環境影響に係る法的事項の整理

採鉱に伴う排水に関する既存法令適用性の検討

表：排出方法別の法的懸念の整理

排出の方法	法的懸念	環境影響・経済的合理性
海域排出無	陸上処理、排水の輸送	陸上輸送はコスト大、陸上処理に伴う環境影響
海域排出有、排水操作有	泥と水の分離後、泥を陸上輸送、水を海域排出	陸上輸送はコスト大、分離した水による環境影響の懸念
	表層海水の添加による希釈後、海域排出	船上での希釈操作はコスト大、表層海水取水や排水の高温化による環境影響の懸念
海域排出有、排水操作無	随伴海水が既存の鉱山保安法上の坑水・廃水※に相当と解釈、海域排出	高濃度の泥水による環境影響の懸念
	随伴海水が既存の鉱山保安法上の坑水・廃水※に相当せずと解釈、海域排出	随伴海水が相当する法的位置づけが存在しない、合理的な環境配慮のためには排水基準に依らない環境影響の評価及びその管理が必要、既存の法律や管理体制での対応可能性が不透明

120

深海生物を対象とした生物影響評価

林 正裕・瀬尾 絵理子・徳弘 航季・米田 壮汰・石田 洋

公益財団法人海洋生物環境研究所 海洋生物グループ

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

深海生物を対象とした生物影響評価

<生物影響評価試験>

目的

表層型メタンハイドレート（MH）開発に起因する潜在的な**生物への影響を定量的に評価**し、可能な場合は項目ごとに**閾値等を設定**すること

主な実施内容

- ① 適切な試験生物の選定・飼育
- ② 生物影響を評価するための最適な試験条件や装置の検討
- ③ 生物影響評価試験（ばく露試験）

懸念されるストレス要因：溶存メタン、溶存硫化水素、高濁度（掘削・残渣）、低塩分（生産水が真水）、低酸素など

<底生生物調査>

背景

埋在性生物の採集が困難
従来の採泥器では、深度・量に限界
調査の定量性・再現性が不足

目的

内在性のメガベントス採集技術の開発

- ROVで深く・多く採泥できる技術開発
- 繰り返し可能な採泥装置の実用化
- ベントスの現状把握と定量評価の向上

深海生物を対象とした生物影響評価

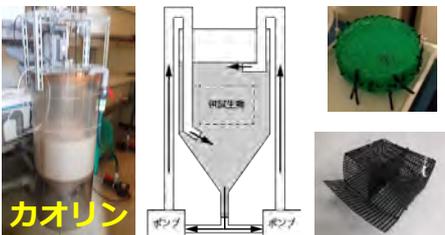
●ばく露試験（溶存メタン、溶存硫化水素、低塩分、低酸素）



キタクシノハクモヒトデ

ホッコクアカエビ

●ばく露試験（高濁度）



カオリン

生残率
異常行動観察
急性致死影響濃度
(24時間)の閾値

急性致死影響の比較

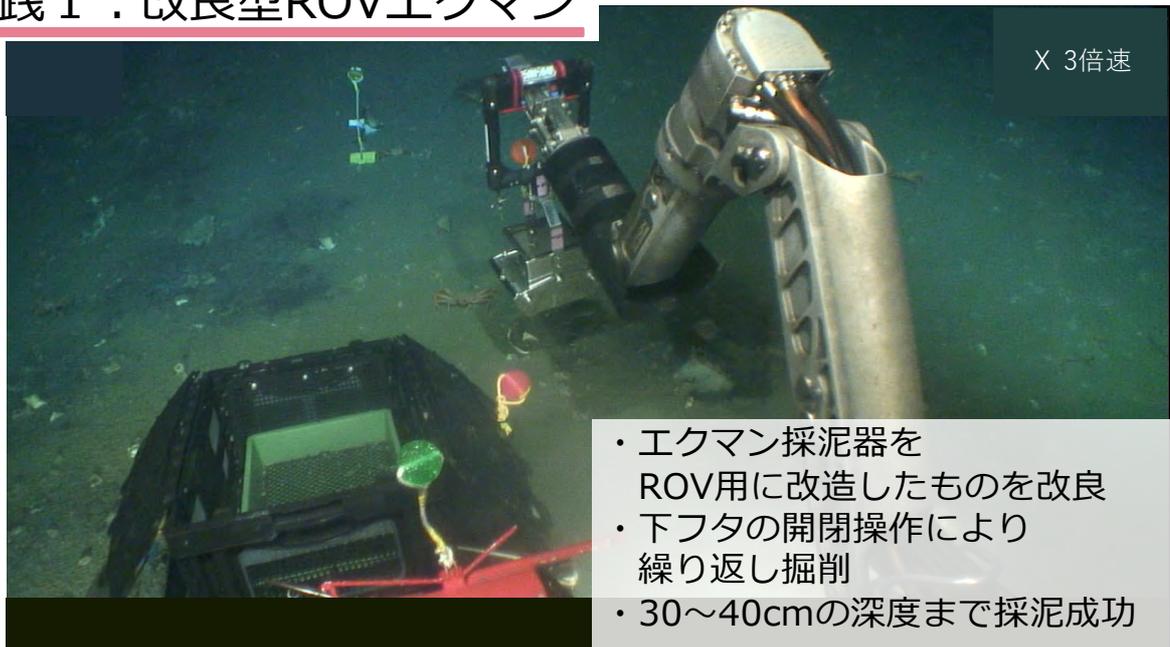
ストレス要因	致死影響（24時間）の閾値	
	キタクシノハクモヒトデ	ホッコクアカエビ
溶存メタン	濃度 >8 mg/L	濃度 >8 mg/L
溶存硫化水素	濃度 >3.00 mg/L	濃度 0.05 mg/L
高濁度	濃度 >0.8 g/L	濃度 >0.8 g/L
低塩分	塩分 21.0 psu	塩分 27.0 psu
低酸素	溶存酸素飽和度 <20%	溶存酸素飽和度 50%

※赤字は耐性がキタクシノハクモヒトデ>ホッコクアカエビ

123

深海生物を対象とした生物影響評価

開発&実践 1：改良型ROVエクマン

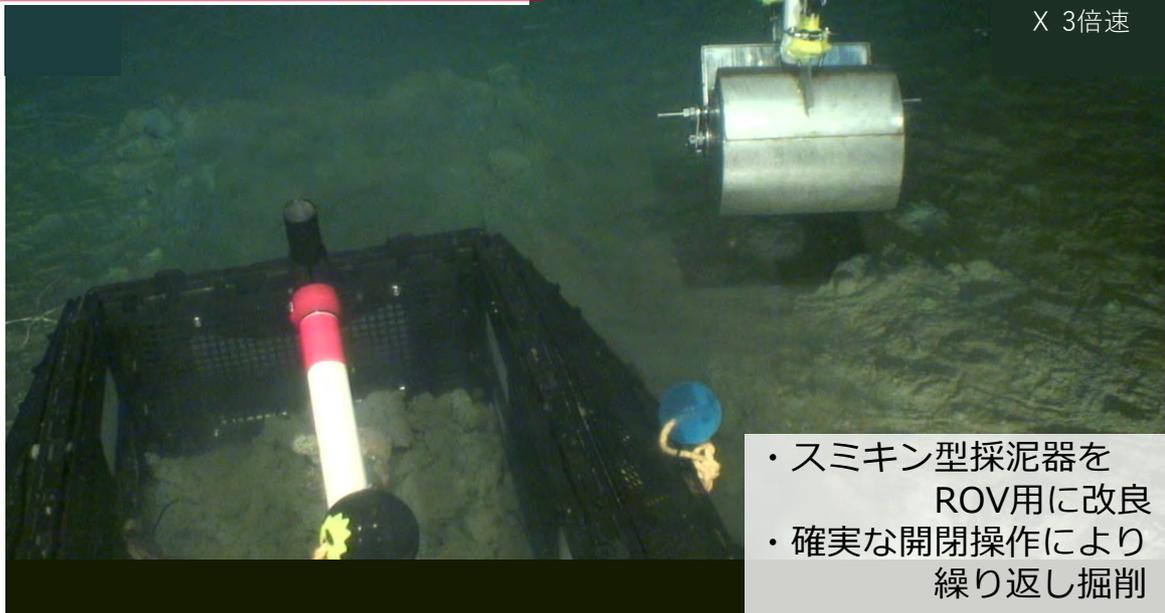


- ・エクマン採泥器をROV用に改造したものを改良
- ・下フタの開閉操作により繰り返し掘削
- ・30~40cmの深度まで採泥成功

124

深海生物を対象とした生物影響評価

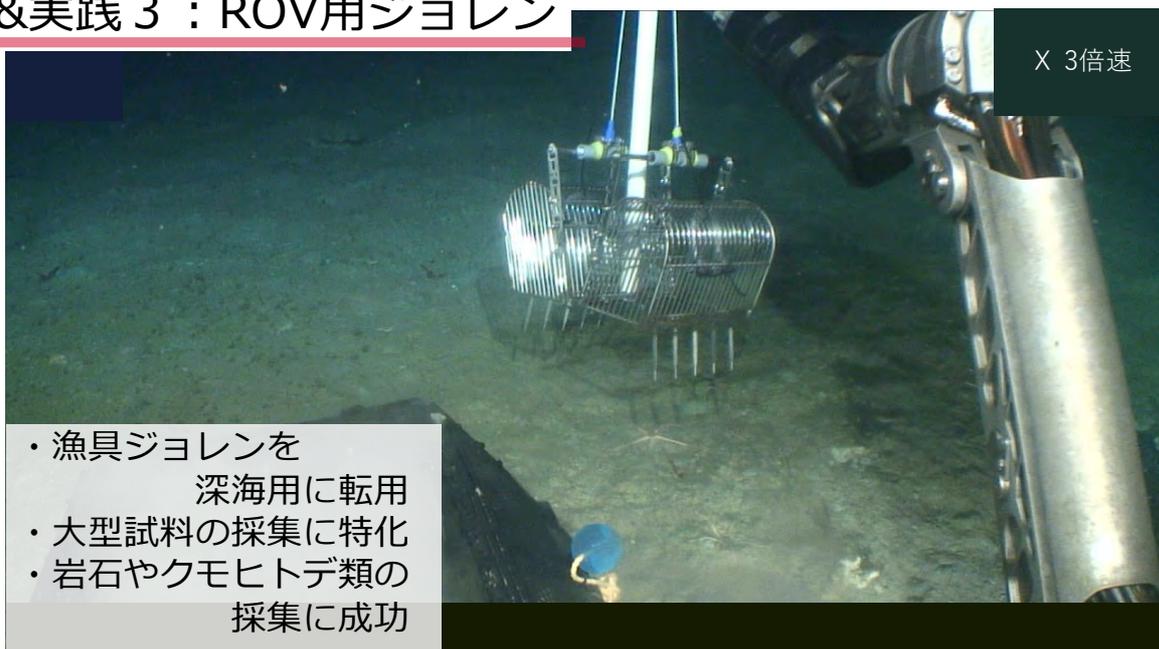
開発&実践 2 : ROV用スミキン



125

深海生物を対象とした生物影響評価

開発&実践 3 : ROV用ジョレン



126



E3

3. 環境影響評価

3.1 環境影響評価手法の検討 / 3.1.2 賦存海域の特性解明

微生物によるメタン消費率の評価

宮嶋 佑典^{*}・吉岡 秀佳・後藤 秀作

地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

青柳 智^{*}・堀 知行・塚崎 あゆみ・鈴木 昌弘

エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

高橋 浩

地質調査総合センター 活断層・火山研究部門

田中 美菜子

KANSOテクノス株式会社

(^{*}同等貢献者)

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

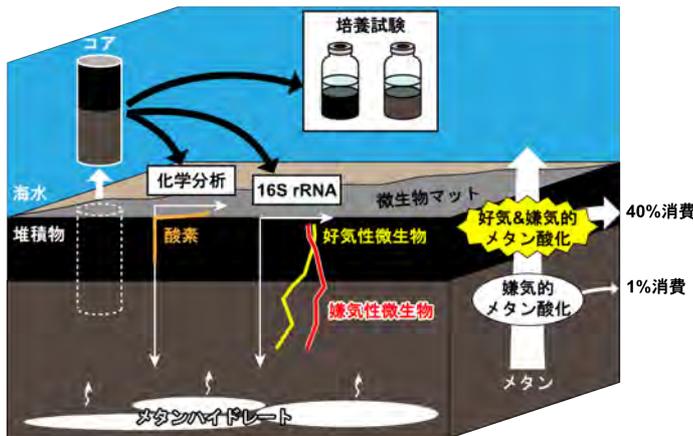
本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

E3

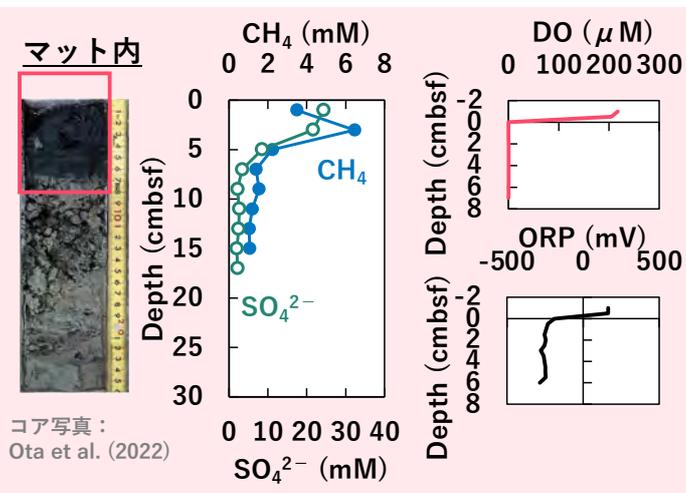
3. 環境影響評価 / 3.1 環境影響評価手法の検討 / 3.1.2 賦存海域の特性解明

微生物によるメタン消費率の評価 | 概要



- ✓ 酒田沖の海底堆積物におけるメタン酸化微生物の活性と現場分布を解明
- ✓ 好気性・嫌気性微生物の共存域を発見
- ✓ 地球化学分析と組み合わせて、堆積物のメタン動態を定量評価

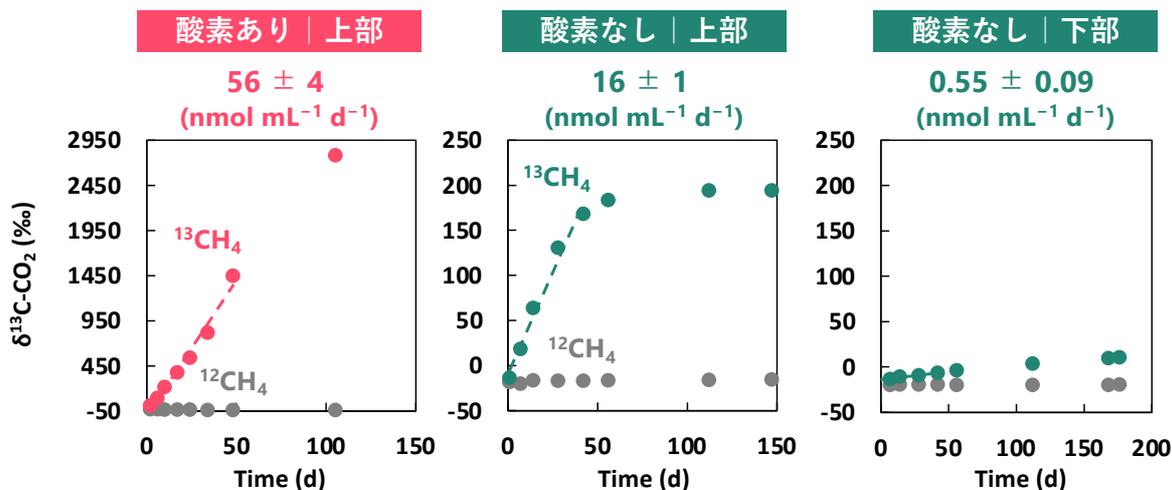
微生物によるメタン消費率の評価 | 堆積物の化学プロファイル



マット内は高いメタン濃度、硫酸の減少、表層のDO急減が特徴

Miyajima et al. (2024) *Env. Sci. Technol.* を改変²⁹

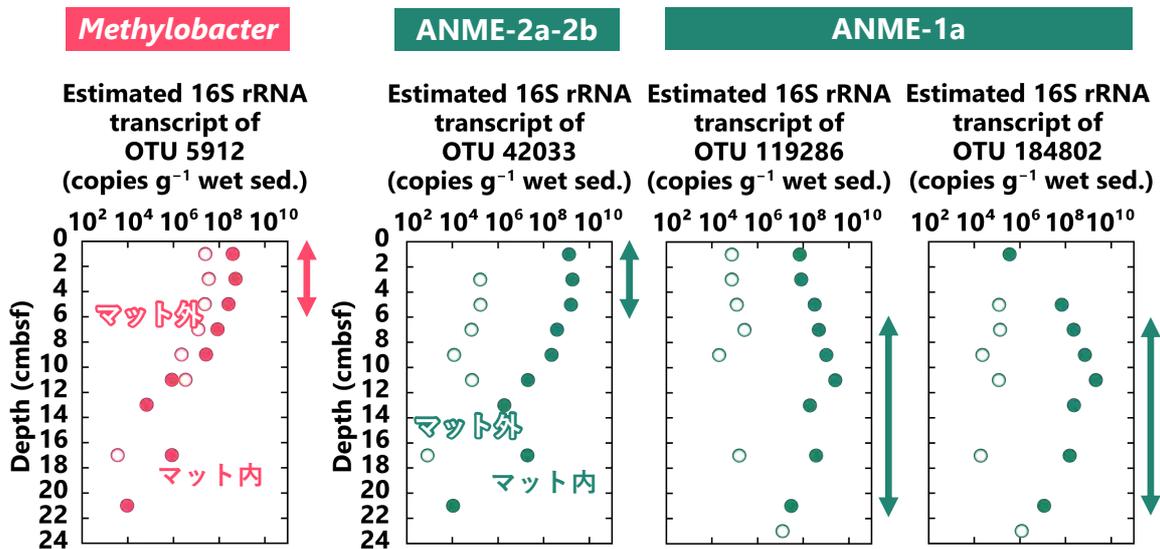
微生物によるメタン消費率の評価 | メタン酸化速度



堆積物上部では酸素あり・なしともに活性あり

Miyajima et al. (2024) *Env. Sci. Technol.* を改変³⁰

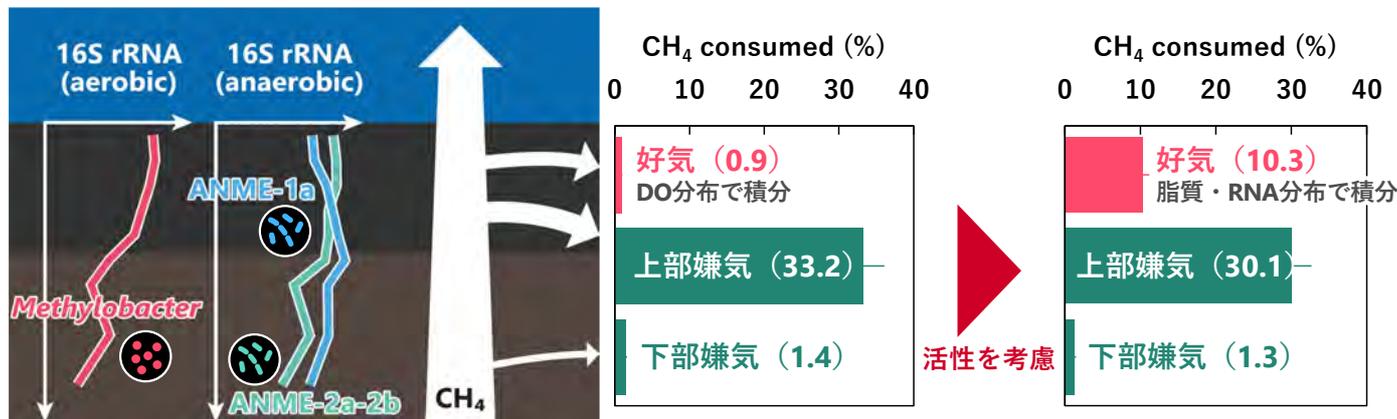
微生物によるメタン消費率の評価 | メタン酸化微生物の分布



酸素の枯渇に関わらず、表層6 cmまで好気性・嫌気性の種が共存

Miyajima et al. (2024) *Env. Sci. Technol.* を改変³¹

微生物によるメタン消費率の評価 | 活性微生物の分布に基づくメタン消費率



酸素の分布のみ考慮した消費率は、活性種の分布を考慮した消費率より9%過小評価

Miyajima et al. (2024) *Env. Sci. Technol.* を改変³²



E4

3. 環境影響評価

3.1 環境影響評価手法の検討 / 3.1.2 賦存海域の特性解明

微生物マットにおける元素動態と底生生物群集の特徴

太田 雄貴

エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

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

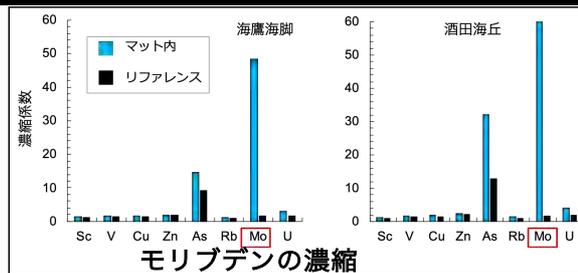
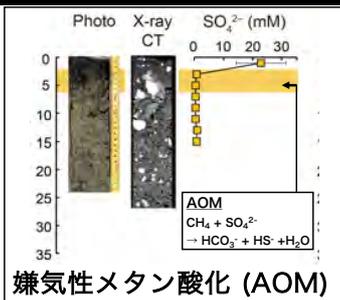
本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

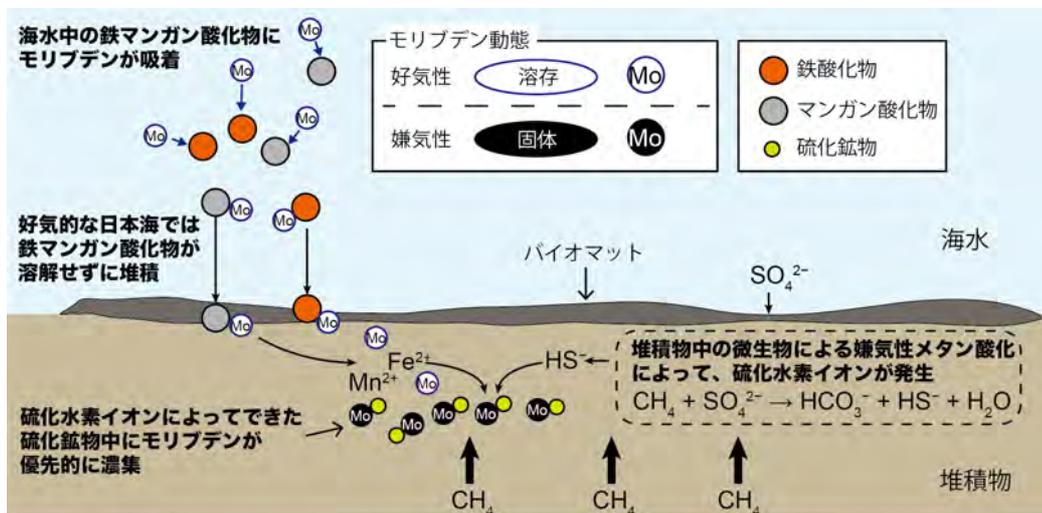
E4

3. 環境影響評価 / 3.1 環境影響評価手法の検討 / 3.1.2 賦存海域の特性解明

微生物マットにおける元素動態と底生生物群集の特徴

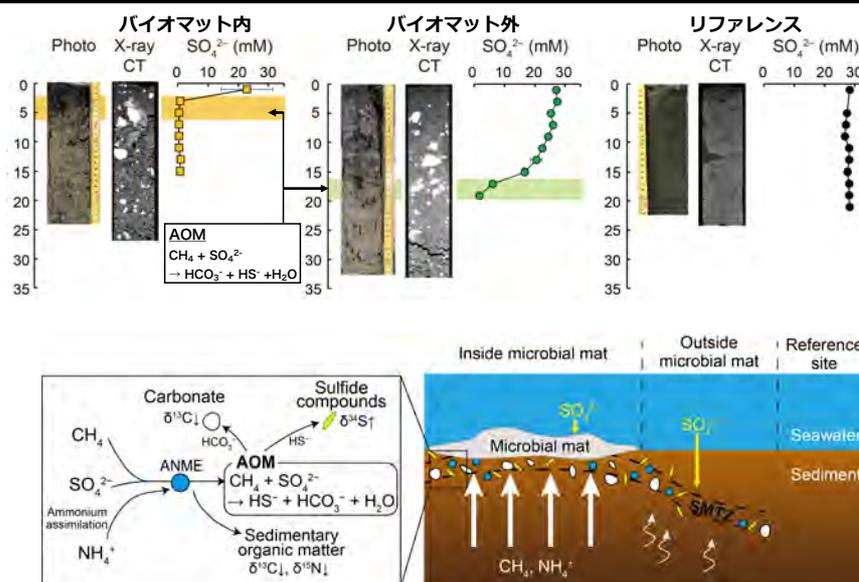


微生物マットにおける元素動態と底生生物群集の特徴



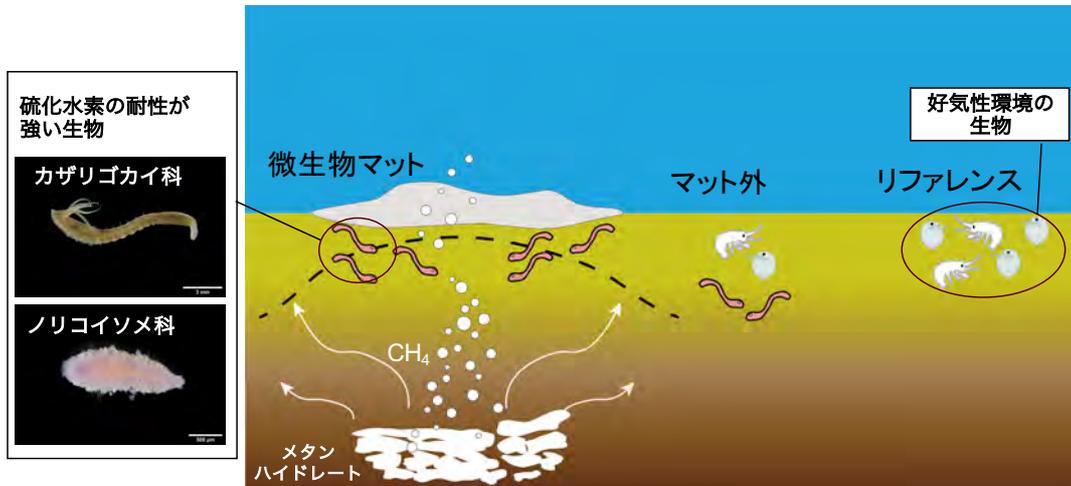
化学分析の結果、上記のメカニズムでAOMによって形成された硫化錳物へモリブデンが濃縮していることが示唆された

微生物マットにおける元素動態と底生生物群集の特徴



- 活発なメタン湧出によって、ごく浅い場所(深度2-10 cm)で活発なAOMが発生しており、それに伴う自生CaCO₃および硫化錳物が形成されていた

微生物マットにおける元素動態と底生生物群集の特徴



微生物マット内では環形動物、特にノリコイソメなど硫化水素に対する耐性の高い種が湧出メタンによる硫化水素の多い環境の餌を独占し、優占的に繁殖していた

表層型メタンハイドレートの開発に伴う 環境影響予測モデルの構築と解析

小松原 由美・塚本 浩貴・菊田 将平・江里口 知己

公益財団法人海洋生物環境研究所 海洋生物グループ

2026年2月18日

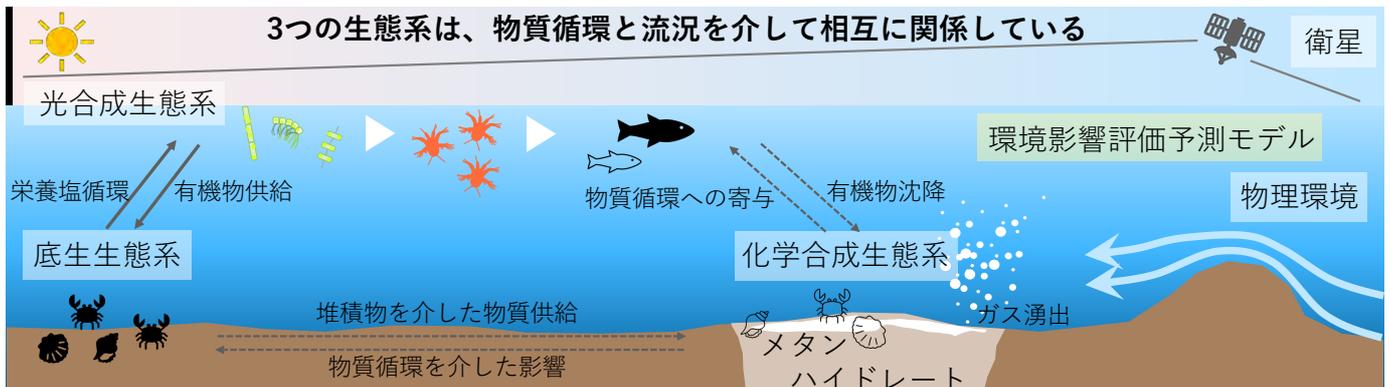
「表層型メタンハイドレートの研究開発」2025年度研究成果報告会

本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

【研究の目的およびモデルの概要】

表層型メタンハイドレートの開発を想定し、賦存海域における将来の環境影響を時空間的に予測可能な環境影響予測モデルの構築を目的とする。本研究における環境影響予測モデルは、流動モデルとメタン湧出域生態系モデルから構成される。これらは衛星解析および流況解析を基盤としており、光合成生態系・底生生態系・化学合成生態系を統合的に表現している。

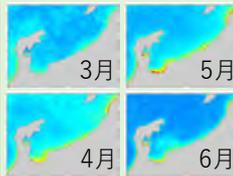


表層型メタンハイドレートの開発に伴う環境影響予測モデルの構築と解析

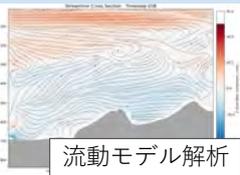
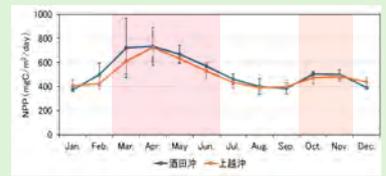
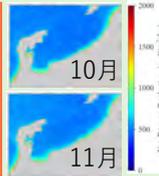
光合成生態系

人工衛星GCOM-C/SGLIを用いた基礎生産量の長期的トレンド解析

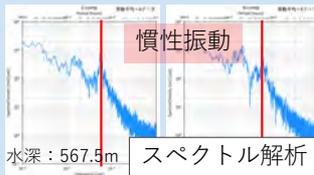
春季ブルーム



秋季ブルーム

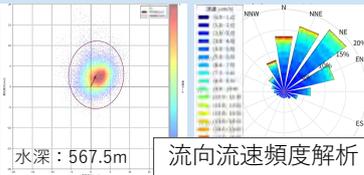


流動モデル解析



慣性振動

スペクトル解析



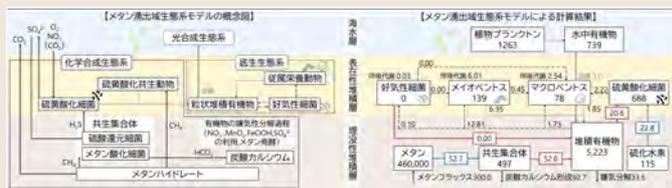
流向流速頻度解析

物理環境

流動モデル解析、ADCPデータ解析

底生生態系・化学合成生態系

メタン湧出域生態系モデルにおける生態系間の物質循環の把握



- : 物質フラックス
- >: 摂食
-: 排糞 + 自然死亡
- : 炭酸同化
- : バイオマス・ターンオーバー

E6

3. 環境影響評価

3.1 環境影響評価手法の検討 / 3.1.2 賦存海域の特性解明

表層型メタンハイドレート賦存域の遺伝子解析に関する研究

井口 亮・依藤 実樹子・喜瀬 浩輝・齋藤 直輝・儀武 滉大・西島 美由紀・鈴木 淳
地質調査総合センター 地質情報研究部門

池内 絵里・塚崎 あゆみ・鈴木 昌弘
エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

林 正裕・徳弘 航季
(公財) 海洋生物環境研究所

三澤 遼 藤田 純太
水産大学校 京都府立福知山高校

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

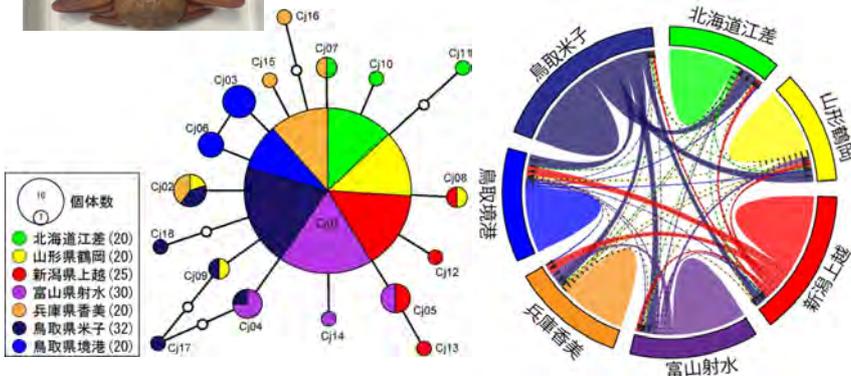
本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

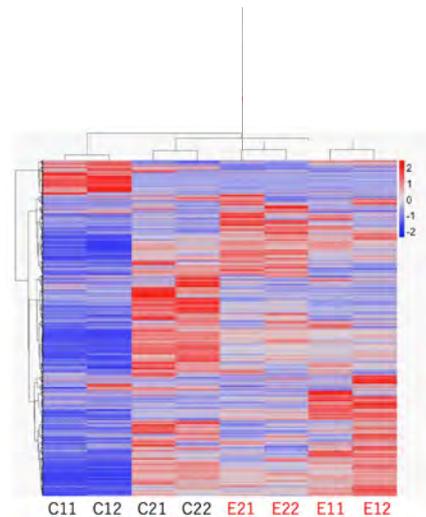
E6

3. 環境影響評価 / 3.1 環境影響評価手法の検討 / 3.1.2 賦存海域の特性解明

表層型メタンハイドレート賦存域の遺伝子解析に関する研究



ベニズワイガニの遺伝的連結性解析



ホッコクアカエビの遺伝子発現解析



E7

3. 環境影響評価
3.2 海域環境調査 / 3.2.1 環境パラメータ調査

海域環境調査の概要

塚崎 あゆみ

エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

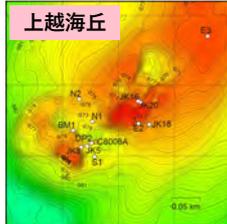
NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

E7 3. 環境影響評価 / 3.2 海域環境調査 / 3.2.1 環境パラメータ調査

海域環境調査の概要

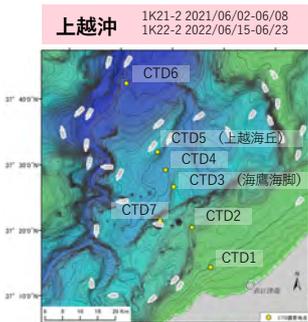


本事業で実施した海域環境調査航海の実績、観測内容及び取得データ・試料について報告する。



海底観測

- 堆積物採取
- 海底画像取得 (AUV・ROV)
- 生物採取 (ROV)
- 長期海底観測機器設置



水柱観測

- センサ観測
- 採水分析
- インド洋標準ネット
- 丸稚ネット
- 衛星データ解析

海底設置観測機器



E8

3. 環境影響評価

3.2 海域環境調査 / 3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法

懸濁物の観測手法の高度化に関する研究

Dhugal Lindsay・Mehul Sangekar

(国研) 海洋研究開発機構 超先鋭研究開発部門・超先鋭研究開発プログラム

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。



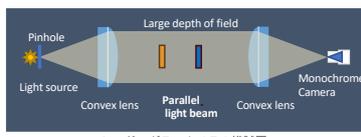
E8 3. 環境影響評価 / 3.2 海域環境調査 / 3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法
懸濁物の観測手法の高度化に関する研究

光学系観測機器の選定・改造・キャリブレーション

○シャドーグラフカメラ

コリメート光 (平行光) で粒子の影を撮影する

狙いは: 撮影容積を増やす (被写界深度をより深く)
撮影容積内物体のサイズ測定が可能
半透明な物体とその内部構造も記録できる



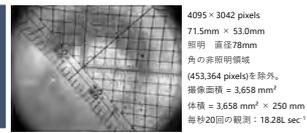
シャドーグラフカメラの模式図

映り込みサイズ比較



距離に無関係

従来の撮影手法ではサイズは距離に依存。キャリブレーション: 0.914 L



調査航海期間: ① 令和7年5月4日~5月15日
(山形県酒田市沖: 酒田海丘)
調査内容: ROV「はくよう3000」及びCTDフレームにシャドーグラフカメラを搭載・固定し、懸濁物の観測を実施 (SS25-1航海)
使用船舶: 新世丸 (深田サルベージ建設株式会社)



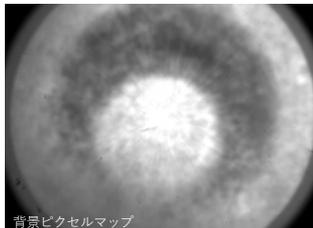
CTD搭載シャドーグラフカメラ



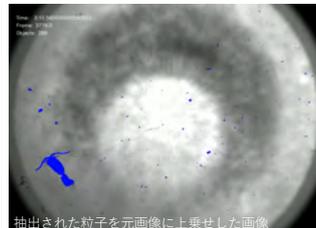
ROV搭載シャドーグラフカメラ



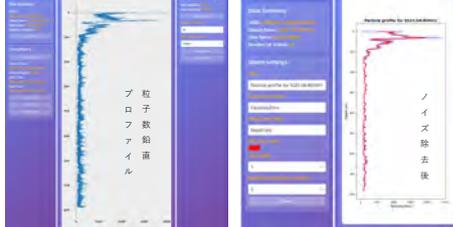
元画像



背景ピクセルマップ



抽出された粒子を元画像に上乗せした画像



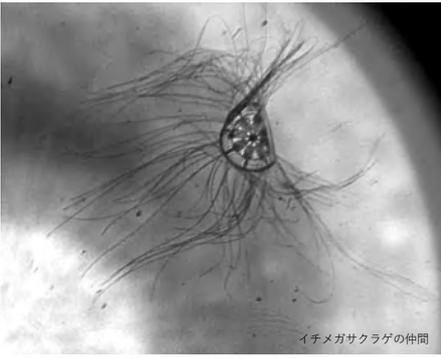
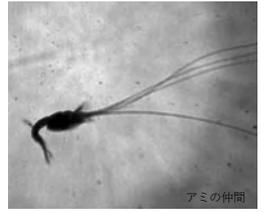
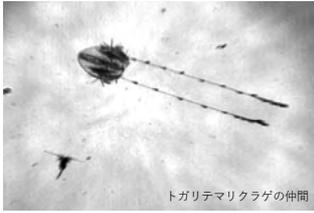
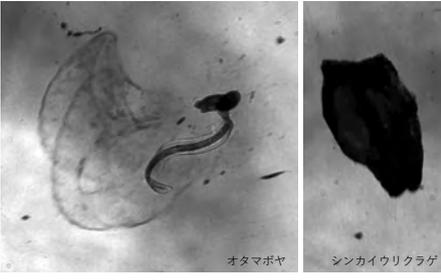
バックグラウンドの明るさのムラやガラス面の汚れなどを除くために、100枚の連続画像に対して平均的な背景ピクセルマップを作成し、一枚一枚の画像から背景を差し引き、2値画像閾値処理をし、粒子を特定・個数を計算した。懸濁物の鉛直プロファイル可視化するウェブサーバーも開発した。



動画から静止画像をキャプチャーし、開発中のアノテーションシステムで同一物体にラベルをつけて、将来的に浮遊生物の解析をAIで解析するための教師データをデータベース化。148

懸濁物の観測手法の高度化に関する研究

シャドーフラフカメラで撮影された粒子の例



E9

3. 環境影響評価

3.2 海域環境調査 / 3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法

上越海丘における掘削調査前後の 小型底生生物相について

向井 稜・濱治 良彬

株式会社日本海洋生物研究所

喜瀬 浩輝

(国研) 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

E9

3. 環境影響評価 / 3.2 海域環境調査 / 3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法



上越海丘における掘削調査前後の小型底生生物相について

地盤強度調査をモデルとして小型底生生物相への掘削影響を調査

○ 掘削点周辺の海底面変化

【掘削前】

泥質の堆積物とともに炭酸塩岩が散在

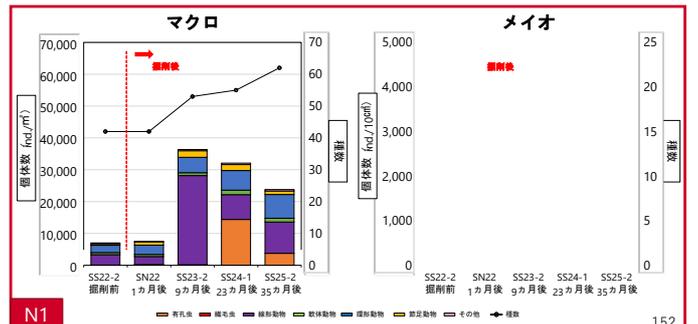
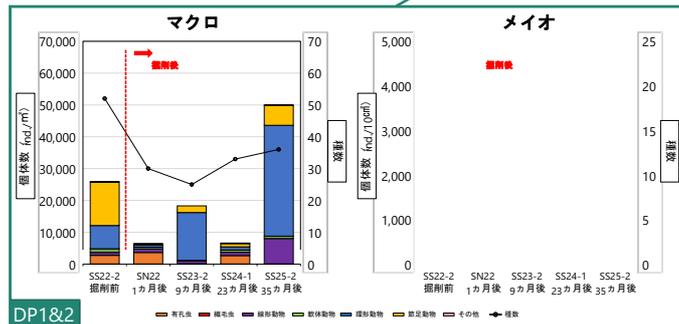
【掘削後】

掘り屑は掘削点から南西方向へ拡散、
約1ヵ月後の時点で8 cm程度堆積

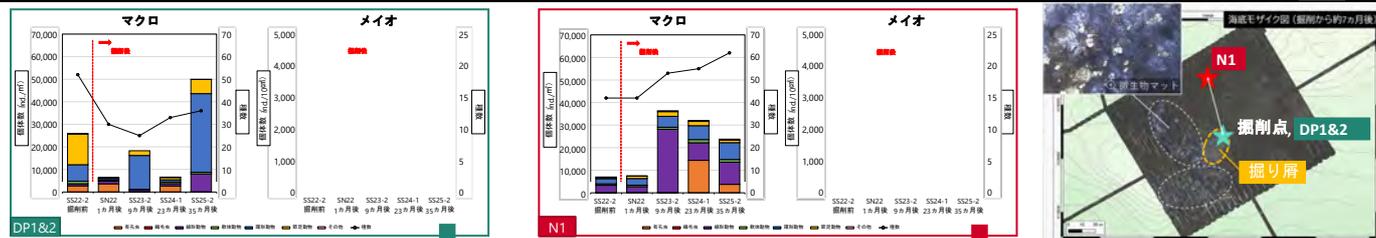


○ マクロ・メイオントスの出現状況

掘削孔周辺は掘り屑被覆の影響により生物相が顕著に変化



上越海丘における掘削調査前後の小型底生生物相について



DP1&2

掘削前】
 ・マクロは種数、個体数とも多く、クーマカザリゴカイ類が優占

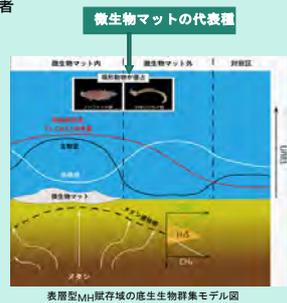
掘削から約1ヵ月後
 ・マクロ、メイオともに減少、特にメイオで顕著

約9ヵ月後
 ・マクロで硫化水素耐性をもつ環形動物が急増
 → 主にノリコイソメ類とカザリゴカイ類

約23ヵ月後
 ・環形動物は減少、メイオで線虫類が急増

約35ヵ月後
 ・マクロで環形動物が再び急増
 → 主にミズヒキゴカイ類、ノリコイソメ類

掘削前後の影響により生物相は変化



N1

掘削前】
 ・マクロは個体数が少ないものの、多様性は高い

掘削から約1ヵ月後
 ・マクロ、メイオともに掘削前と比べて大きな変化なし

約9ヵ月後
 ・マクロで線虫類が急増、全体の出現種数も増加

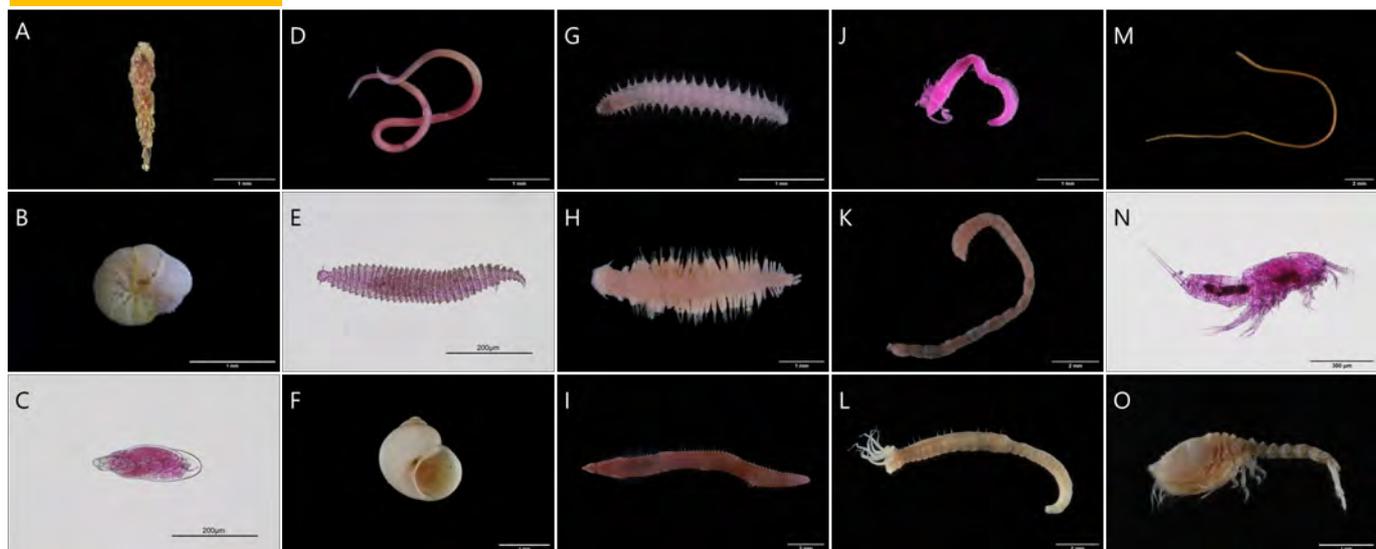
約23ヵ月後
 ・マクロで有孔虫類が急増、線虫類は減少

約35ヵ月後
 ・マクロの有孔虫類は減少、線虫類は個体数を維持
 → 掘削前と比較して、有孔虫類・線虫類ともに個体数は増

有孔虫類・線虫類の個体数変動の原因は不明

上越海丘における掘削調査前後の小型底生生物相について

【出現した底生生物】



(A-C) 有孔虫目的一种；(D) 線形動物門的一种；(E) Desmoscolecidae科(線形動物門)的一种；(F) 腹足綱的一种；(G) Exogoninae亜科(シリシ科)的一种；(H) ノリコイソメ科的一种；(I) Chaetozone属(ミズヒキゴカイ科)的一种；(J) ミズヒキゴカイ科的一种；(K) Capitella属(イトゴカイ科)的一种；(L) Neosabellides属(カザリゴカイ科)的一种；(M) シボグリナム科(環形動物門)的一种；(N) ソコムジシコ目(節足動物門)的一种；(O) ナンクーマ科(節足動物門)的一种

E10

3. 環境影響評価

3.2 海域環境調査 / 3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法

ホバリング型AUV「YOUZAN」を用いた掘削影響調査（上越沖）

喜瀬 浩輝・井口 亮・鈴木 淳

地質調査総合センター 地質情報研究部門

鈴木 昌弘・塚崎 あゆみ・太田 雄貴

エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

浅田 美穂・佐藤 幹夫

地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

加藤 正悟・高島 創太郎・長野 和則・高月 直樹・伊藤 駿

いであ株式会社

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

E10

3. 環境影響評価 / 3.2 海域環境調査 / 3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法

ホバリング型AUV「YOUZAN」を用いた掘削影響調査（上越沖）

1. 研究の目的

表層型MH開発事業に起因する潜在的な海洋環境への影響を定量的に評価することを目指し、海底地盤強度調査で掘削した掘削孔近傍の海底環境の変化を自律型無人潜水機（AUV）を用いて把握する。

→環境ベースライン調査やモニタリング調査で広範な海底面を効率的に調査可能か検討



調査年	調査日	調査海域	航路時間	航路距離	画像枚数	備考
R5年	4月27日	上越海丘	6時間46分	4,908m	6,102	
	4月28日	上越海丘	6時間45分	4,856m	6,031	掘削7ヶ月後
	4月29日	掘削海丘	6時間36分	5,010m	5,814	
R6年	7月31日	上越海丘	5時間20分	3,984m	5,050	
	8月2日	上越海丘	6時間18分	4,496m	5,300	掘削2年後
	8月4日	上越海丘	3時間55分	2,809m	3,527	

2. 海底モザイク図の作成

上越海丘ではR5、R6年度で計5回、海鷹海脚ではR5年度に1回航路調査を実施し、掘削孔周辺で海底面の画像を取得した。これら画像を用いてフォトマッピングにより海底モザイク図を作成した。

→掘削孔から地形に沿って掘削屑の再堆積層が広がる様子や微生物マット上に化学合成生態系が形成されている様子を確認



上越海丘で取得された海底モザイク図

ソナーによる海底地形図

3. 生物の画像解析、ハビタットマップ作成

アノテーションソフトやAI技術を活用して生物の画像解析を実施した。解析結果を基に生物の出現状況を調査エリア毎に定量的データとして整理のうえ、ハビタットマップを作成した。



アノテーションソフトやAIを活用した画像解析

上越沖で観察された生物の例

各調査海域における生物の個体数密度

海綿類

ハニスライカニ

上ヒ類

タンク類(魚類)

ハビタットマップの例(上越海丘)

4. まとめ

- AUV「YOUZAN」のカメラで撮影した映像を用いたフォトマッピングにより、海底面上に広がる掘削屑の再堆積層が地形に沿って分布する様子や微生物マットの広がりなども捉えられ、掘削孔周辺における海底面の環境を面的に把握することが出来た。
- アノテーションソフトやAI技術を活用して生物の画像解析を実施し、海底面上に生息する生物相について効率的にデータを取得することが出来た。ハビタットマップからは生物毎に分布の傾向が異なることが確認され、食性などの生活様式の違いを反映していることが推察された。
- 表層型MH開発事業における環境ベースライン調査やモニタリング調査においてホバリング型AUVを用いた調査が有効な調査手法の一つとなり得ることが明らかとなった。

酒田海丘における掘削による攪乱が底生生物相に与える影響

喜瀬 浩輝・齋藤 直輝・井口 亮・鈴木 淳
地質調査総合センター 地質情報研究部門

浅田 美穂・佐藤 幹夫
地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

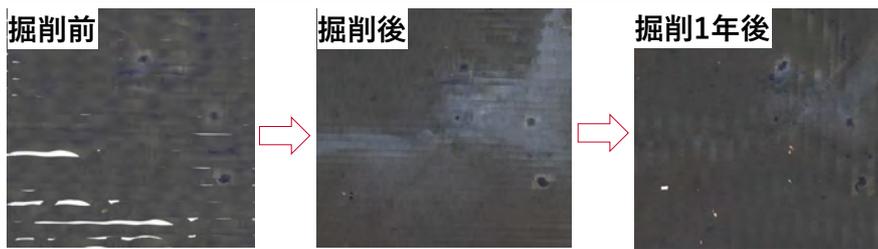
太田 雄貴・塚崎 あゆみ・鈴木 昌弘
エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

加藤 正悟・高島 創太郎・長野 和則・高月 直樹・伊藤 駿
いであ株式会社

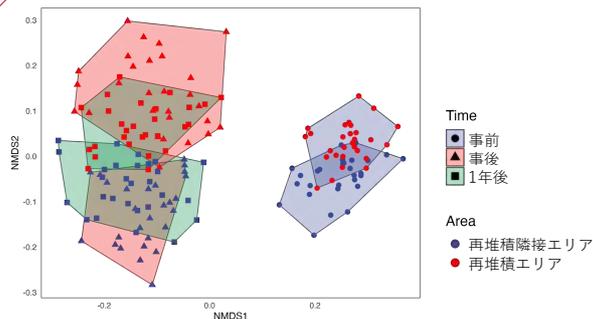
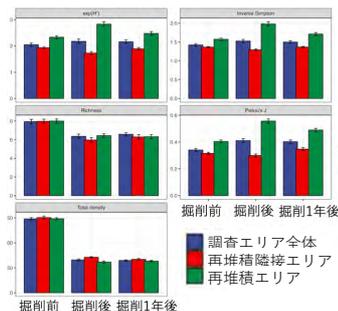
2026年2月18日
「表層型メタンハイドレートの研究開発」2025年度研究成果報告会

本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY



科学掘削が底生生物に与える影響を明らかにすることを目的に調査を実施した。



底生生物の個体密度や多様度指数、群集構造に影響を及ぼすことが明らかになった。



E12

3. 環境影響評価

3.2 海域環境調査 / 3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法

上越海丘掘削調査による再堆積層の生物地球化学的特徴

太田 雄貴・青柳 智・堀 知行・鈴木 昌弘・塚崎 あゆみ

エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

喜瀬 浩輝

地質調査総合センター 地質情報研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

E12

3. 環境影響評価 / 3.2 海域環境調査 / 3.2.2 環境ベースライン観測・環境モニタリング手法

上越海丘掘削調査による再堆積層の生物地球化学的特徴



遺伝子解析による沈降粒子の起源推定 (環境影響評価)

前田 歩・西島 美由紀・井口 亮・喜瀬 浩輝・鈴木 淳
地質調査総合センター 地質情報研究部門

塚崎 あゆみ・鈴木 昌弘

エネルギー・環境領域 環境創生研究部門

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、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施した。

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

- 表層型メタンハイドレート賦存域における、海洋表層由来有機物を餌資源とする海底生物群集の環境影響評価
- 有機物の海底への移行プロセスを明らかにする必要がある
 - 沈降粒子の生物起源推定のため、遺伝子解析を行った
- 表層型メタンハイドレートの胚胎が推定される2地点（上越海丘：JK-MT1A、海鷹海脚：UT-MT1A）に、2022年6月26日から2023年6月9日にかけて沈降粒子捕集装置を設置
- 沈降粒子の遺伝子解析の結果、JK-MT1A、UT-MT1Aで捕集した沈降粒子は類似した起源生物構成及び季節変化を示した
- JK-MT1A、UT-MT1Aで捕集した沈降粒子は、2023年3月から6月にかけて珪藻起源の粒子の割合が増加
- 2023年春に表層クロロフィルa濃度の増加傾向が見られ、表層での珪藻の生産量増大に伴い珪藻起源の粒子の割合が増加したことを示唆
- 遺伝子解析による沈降粒子の起源推定は有機物の表層－海底移行過程の解明に有用

遺伝子解析による沈降粒子の起源推定（環境影響評価）

表層の珪藻の生産量増大に同調し珪藻起源の粒子の割合が増加

