

砂層型メタンハイドレートフォーラム 2025

環境影響評価

MH21-S研究開発コンソーシアム (MH21-S)
環境影響評価チーム (JOGMEC) 荒田 直

2026年2月26日 (木)

フェーズ4の目標と実施内容

目標

- ◆ 海域環境調査が継続され、次フェーズ海洋産出試験候補地点の環境影響の程度が推定されていること。

実施内容

1. 環境データの取得

1-1：次フェーズ海洋産出試験候補海域での環境データ取得

- 有望濃集帯の候補海域（志摩半島沖・日向灘）の環境データを取得し、次フェーズ海洋産出試験の環境影響の予測・評価のためのベースラインデータとして整理する。
- 事前調査井掘削・簡易生産実験の環境影響に関するデータを取得し、次フェーズ海洋産出試験の環境影響の程度を推定するためのデータとして整理する。

1-2：モデル海域での環境データ取得（過去の海産試験実施海域：第二渥美海丘周辺）

モデル海域において、過去の掘削・廃坑等の作業に伴い減少した底生生物（ベントス）の回復状況に関するデータや、黒潮大蛇行に伴う水環境のベースラインの変化を明確にするためのデータを取得し、今後の環境影響の予測・評価に活用可能なデータとして整理する。

1-3：次フェーズ海洋産出試験時のデータ取得方法の検討（環境モニタリング：地層変形・メタン濃度）

次フェーズ海洋産出試験の環境影響を把握に必要なデータ取得方法を提案する。

2. 環境影響評価手法の適正化

2-1：環境影響予測手法の改良（シミュレーション予測）

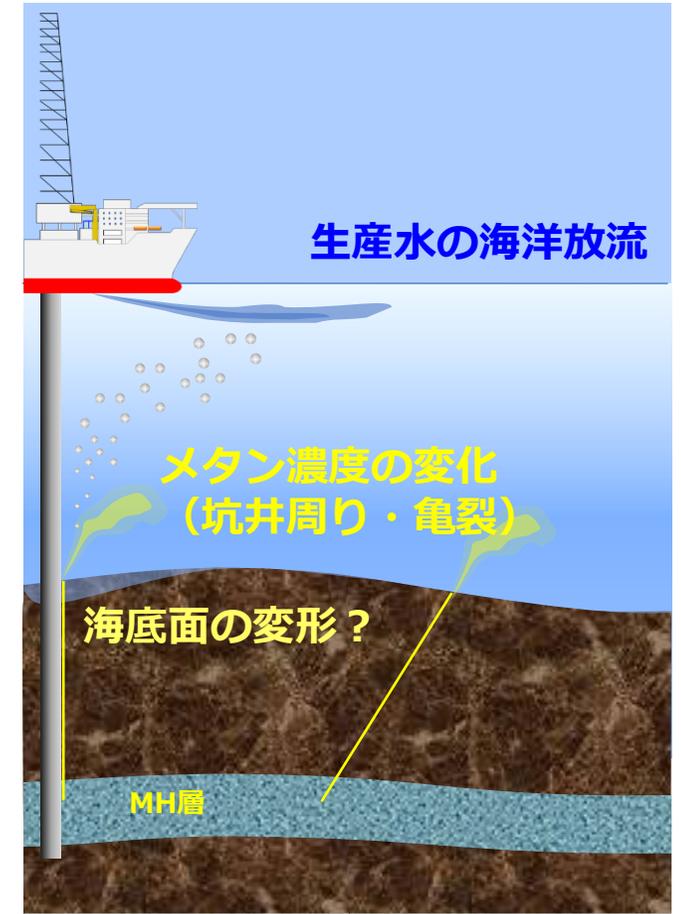
掘削・廃坑等の作業に伴い坑井周辺に生じるセメントや、生産時に発生・排出する可能性のある生産水の拡散予測等を実施し、次フェーズ海洋産出試験の環境影響の程度を推定する。

対象としている主要な環境影響

在来型開発と共通する環境影響

フェーズ4の主要タスク

- 在来型開発と比較して影響が大きくなるか。
 - ・メタハイ由来の水の発生に伴う生産水量の増加
 - **生産水の海洋放流**
 - ・メタハイの分解範囲の制約による密集した多坑井での生産
 - **カッティングス（掘り屑）・セメント等の発生**
 - ✓ **海域環境調査**：調査船舶・ROVでの定期的な影響確認
 - ✓ **シミュレーション検討**：拡散範囲・被覆範囲のシミュレーション予測



メタハイ開発特有の環境影響

次フェーズ以降の主要タスク（想定）

- メタハイ開発でどの程度の変化が生じるか。
 - ・海底面から浅い未固結の地層中に存在
 - ・ガス化に伴う地層内の応力変化
 - **坑井周辺の海底面の変形***
 - **坑井周辺のメタン濃度の変化**
 - ✓ **環境モニタリング**：センサーでの連続モニタリング

カッティングス・セメント等の発生



実績1：環境データの取得

課題1-1：次フェーズ海洋産出試験候補海域での環境データ取得

- 有望濃集帯の候補海域で、事前調査井掘削・簡易生産実験前後に、ROVによる海底面観察および表層堆積物の採取等を実施。
 - ✓ 海底環境のベースラインデータ（流況・底質・ベントス・重要な環境要素等）を整理
 - ✓ 各作業で生じた環境影響（底質・ベントスの変化）に関するデータを整理

課題1-2：モデル海域（第二渥美海丘周辺）での環境データ取得

- モデル海域においてROVによる海底環境の調査を実施。
 - ✓ 海洋産出試験の作業に伴い減少したベントスの回復状況に関するデータを整理
- モデル海域において黒潮大蛇行期の採水調査・プランクトン採集を実施。
 - ✓ 黒潮の蛇行パターン別の水環境のベースラインデータ（流況・水質・プランクトン類等）を整理

課題1-3：次フェーズ海洋産出試験時のデータ取得方法の検討

- メタンセンサーの性能確認を実施し、システム実機を製作。
- 圧力計の性能確認試験を実施し、過去のシステムを改良したシステム実機を製作。
 - ✓ モニタリングシステムの改良や製作を実施

ROV：Remotely Operated Vehicle（遠隔操作型無人潜水機）

実績1：環境データの取得（課題1-1・1-2）

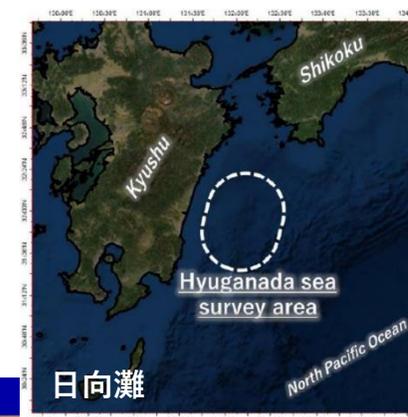
参考：砂層型MHフォーラム2024
砂層型MHフォーラム2023
砂層型MHフォーラム2022

概略工程

イベント	FY2019	FY2020	FY2021 事前調査井掘削 (日向灘・遠州志摩) 12-1月	FY2022 事前調査井掘削 (志摩半島沖) 10月	FY2023 簡易生産実験 (志摩半島沖) 6-7月	FY2024 コアリング (志摩半島沖) 1-2月	FY2025
環境調査							
課題1-1 海産試験候補海域 ・志摩半島沖 ・日向灘			HY:2坑井	SM:3坑井	HY:1坑井 SM:3坑井	HY:1坑井 SM:3坑井	SM:3坑井 HY:1坑井 SM:3坑井
			既存情報の収集・整理		ベースライン調査・小規模作業の影響確認		季節性調査（春・夏）
課題1-2 第二渥美海丘周辺			海産試験の影響確認（第1回：8年後／第2回：3年後）			海産試験の影響確認（第1回：13年後／第2回：8年後）	
課題1-2 黒潮大蛇行(水環境)			冬季調査	秋季調査	夏季調査	蛇行パターン別の特徴整理	

調査海域（実施内容1-1）

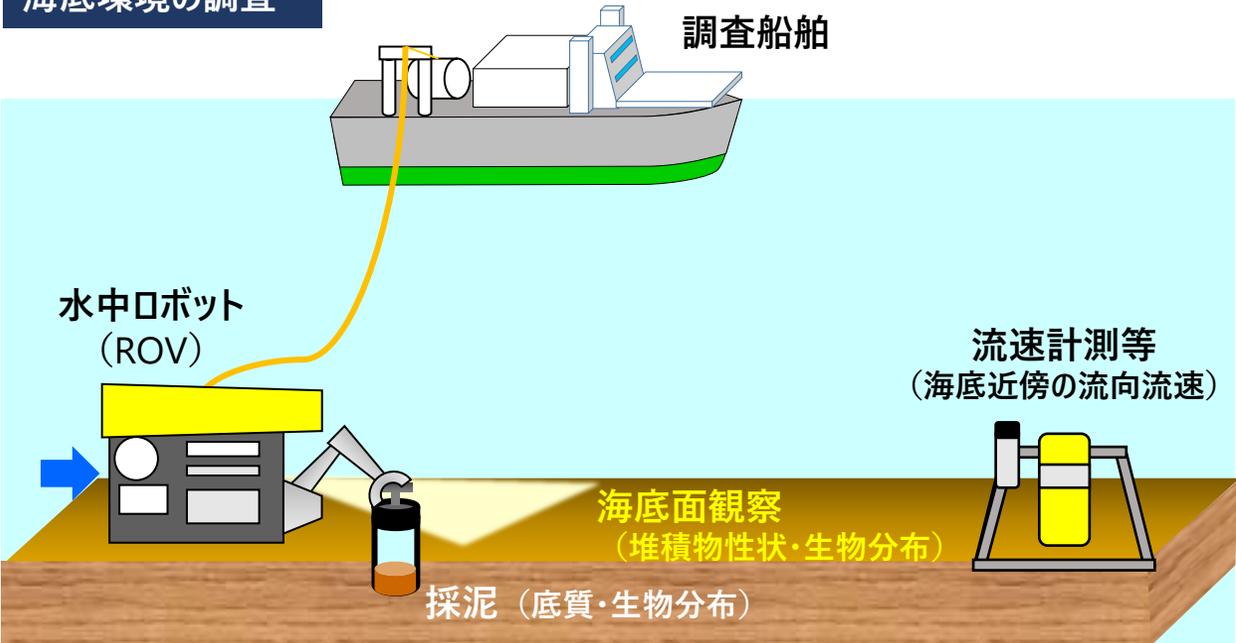
海域名	坑井名	作業履歴	調査実施状況
志摩半島沖	SM1-L1 (SM1-P1R)	簡易生産実験 事前調査井掘削	事前調査井の掘削後 から継続して調査実施
	SM2-L2 (SM2-P1)		
	SM2-L1	事前調査井掘削	事前調査井の掘削前 から継続して調査実施
日向灘	HY1-L2	事前調査井掘削	



実績1：環境データの取得（課題1-1・1-2）

参考：砂層型MHフォーラム2024
砂層型MHフォーラム2023
砂層型MHフォーラム2022

海底環境の調査



ROV：Remotely Operated Vehicle（遠隔操作型無人潜水機）



新日丸（深田サルベージ建設株）



ROVはくよう

採泥器

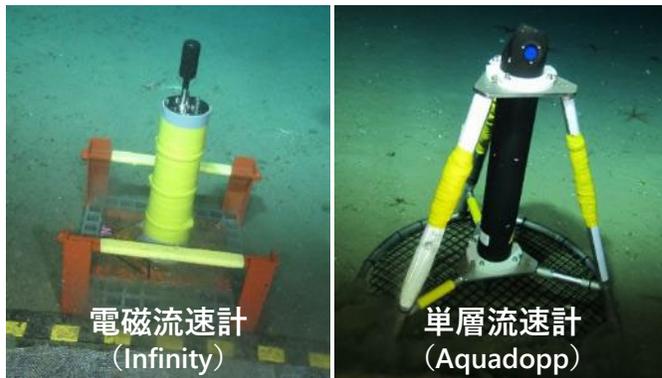


21MY ROV 08

プッシュコア
KADA SALVAGE & MARINE WORKS CO.

エクマン採泥器

流速計各種



電磁流速計
(Infinity)

単層流速計
(Aquadopp)



多層流速計
(ADCP 75kHz・150kHz)

ブイ
直径約1.2m

ロープ数m

重錘

75kHz：500m / 150kHz：300m

AUV



YOUZAN（いであ株）

実績1：環境データの取得（課題1-1）

ベースラインデータの整理：海域別・坑井別（志摩半島沖）

流況

海底近傍の流況を整理（最頻流向・平均流速・最大流速・卓越周期等）

- ➔ 各坑井ともに等深線に沿う緩やかな流れ（15cm/s以下）が卓越

底質

底質（粒径分布・TOC・バリウム等）の濃度を整理（平均値・変動幅・相関性等）

- ➔ 海域ごとに中央粒径が異なり、一部の底質項目（TOC等）では粒径と関連した濃度の違いがみられる。
- ➔ 志摩半島沖の各坑井では、各底質項目の濃度に顕著な違いはなく、有害物質（金属元素・硫化物）の濃度は低濃度である。

ベントス

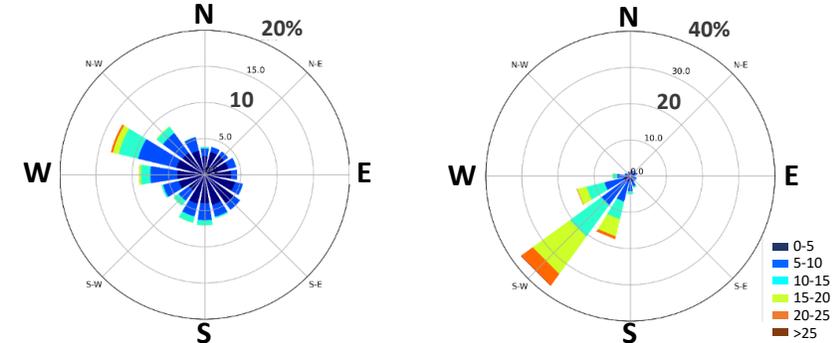
主要な生物（優占種等）の平均個体数・変動幅を整理

- ➔ 海域ごとにメガベントスの優占種が異なる。
（SM：ウミシダ目／HY：イシサンゴ目）
- ➔ 志摩半島沖の各坑井周辺で優占する生物群は広範囲に分布している。

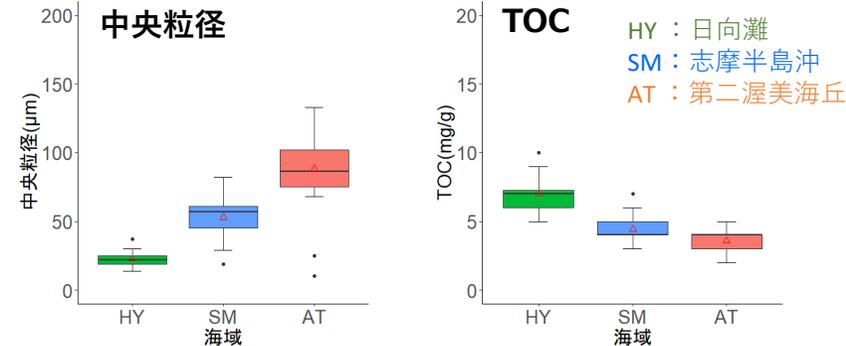


流向別流速頻度分布の例（SM坑井別）

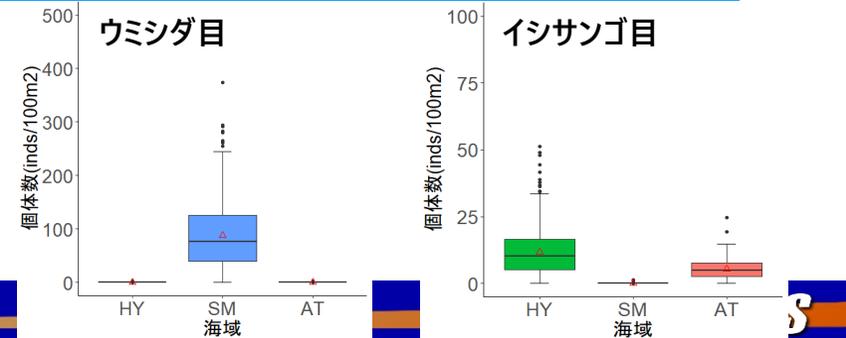
SM1-L1 (R5.6/6-9/15) SM2-L2 (R5.6/10-8/28)



底質の例（海域別）



ベントスの例（海域別）



実績1：環境データの取得（課題1-1）

ベースラインデータの整理：海域別・坑井別（志摩半島沖）

重要な環境要素

- ・既存情報（生物多様性条約・環境省沖合保護区の設定・FAOガイドライン等）を参考に、希少性・固有性等の観点から、重要性の高い生物群集の生息地を抽出
- ➔ 化学合成生物群集や固着生物群集の生息地を整理

坑井	重要な環境要素の分布	適地判定
HY1-L2	大規模な化学合成生物群集が存在（坑井から500m） ※影響回避のため掘削位置を変更。	△
SM2-L2（P）	小規模な化学合成生物群集が存在（坑井から60m）	○
SM2-L1	崖沿いに固着生物群集が存在（坑井から300m）	○
SM1-L1（P）	—	◎

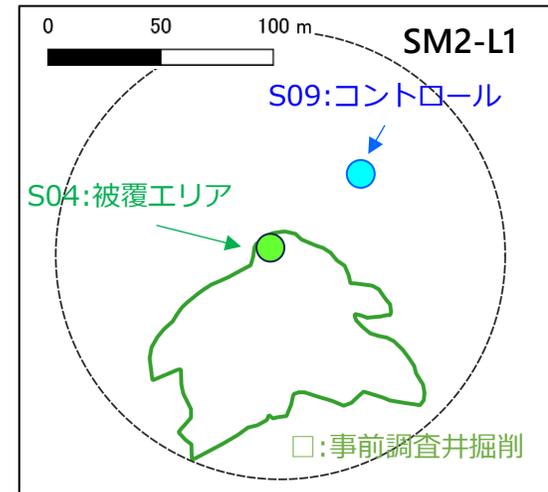


実績1：環境データの取得（課題1-1・1-2）

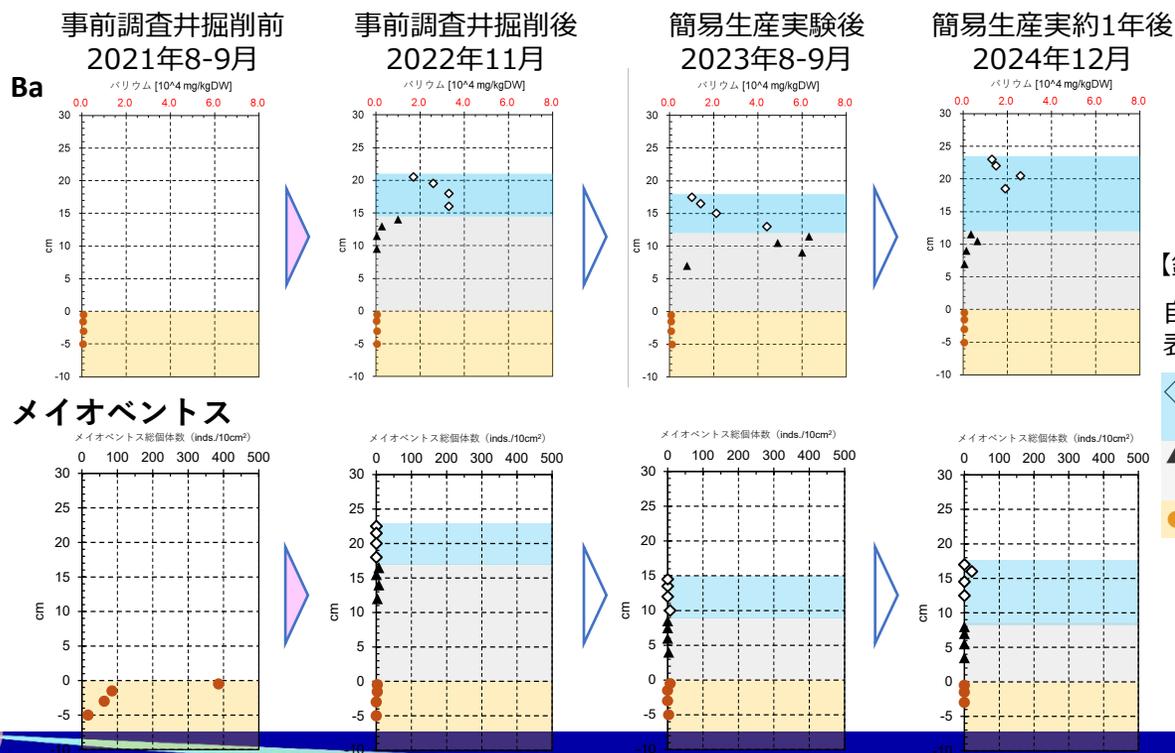
各作業で生じた環境影響の整理

掘削・廃坑作業により生じた環境影響の程度を整理

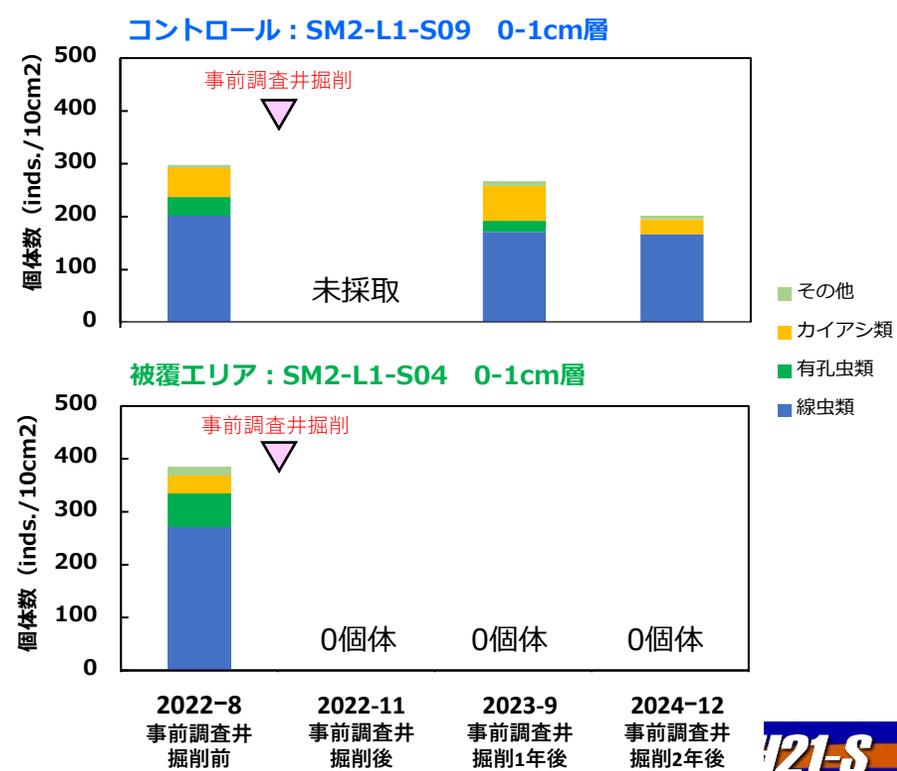
- ➡ セメント等の被覆が生じたエリアでは、バリウム濃度（掘削流体の指標）の上昇等の異常が生じ、全てのベントス（メガ・マクロ・メイオ）で顕著な個体数の減少が生じている。
- ➡ 各坑井周辺において、ベントスの減少傾向は4年間程度継続している。
- ➡ 第二渥美海丘周辺では、減少傾向が8年間以上継続している。



影響を受ける環境要素の例@SM2-L1 S04



影響を受ける期間の例（メイオベントス）



実績1：環境データの取得（課題1-1・1-2）

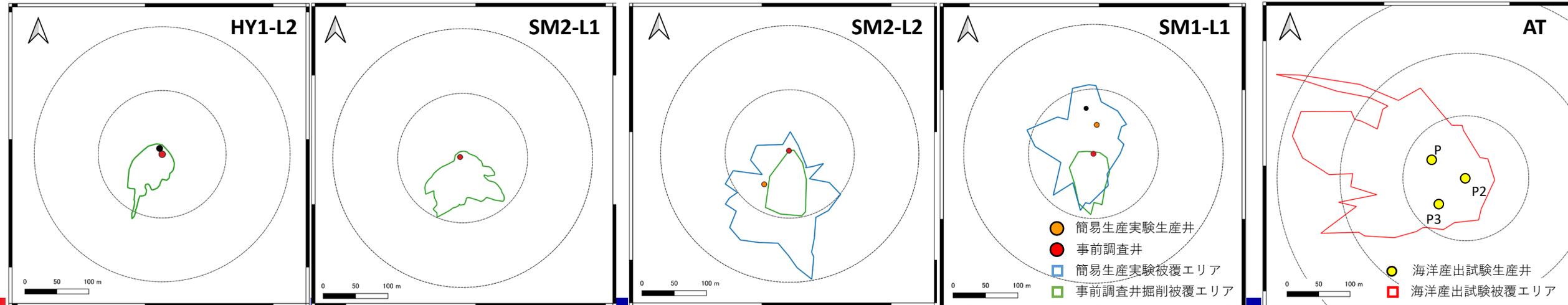
各作業で生じた環境影響の整理

項目		事前調査井掘削のみ		事前調査井掘削・簡易生産実験		過去の海洋産出試験
		日向灘 (HY1-L2)	志摩半島沖 (SM2-L1)	志摩半島沖 (SM2-L2(P))	志摩半島沖 (SM1-L1(P))	第二渥美海丘周辺
発生量 (坑井当たり)	カッティングス	18 m ³	17 m ³	25 m ³ (P1)	34 m ³ (P1R)	63 m ³
	セメント	19 m ³	27 m ³	14 m ³ (P1)	20 m ³ (P1R)	最大 31 m ³
被覆範囲 (最大)	坑井からの距離	約111 m	約95 m	約165 m	約135 m	約284 m
	面積	0.4 ha	0.7 ha	2.1 ha	1.5 ha	5.0 ha

被覆範囲での影響

メイオベントス・マクロベントス・メガベントスの個体数が顕著に減少。
志摩半島沖・日向灘での個体数の減少は4年程度継続。海洋産出試験実施海域での個体数の減少は8年間程度継続。

ROV観察結果



実績1：環境データの取得（課題1-3）

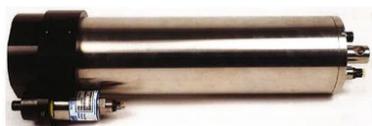
メタンモニタリング

- ・各溶存メタンセンサーの性能確認試験（室内水槽）を実施し、応答速度・精度等を把握。
- ・プロトタイプ機を製作し、浅海域において作動確認試験を実施。課題対策を講じた実機を製作。

溶存メタンセンサー



HydroC-CH4®
(KM CONTROS社製)



LMS (Franatech社製)



Mini-CH4
(Pro-oceanus社製)

プロトタイプ機



浅海域での作動試験



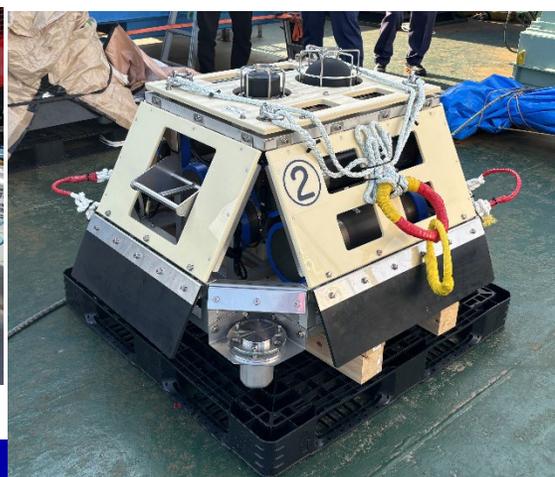
地層変形モニタリング

- ・高精度の圧力天秤を用いて性能確認試験（室内）を実施し、圧力計の精度等の性能を把握。
- ・旧型機の形状等を改良したプロトタイプ機を製作し、浅海域・深海域で作動確認試験を実施。
- ・課題対策を講じた実機を製作し、深海域において性能確認試験を実施。



旧型機（小型機）

改良した実機



圧力計の配置検討

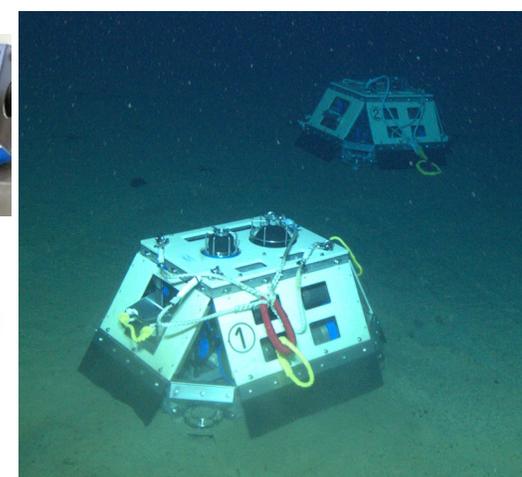


送受波器の変更



MODEL T279
(Neptune Sonar 社製)

実機の深海域試験



実績2：環境影響予測手法の改良（課題2-1）

課題1：海底環境への影響予測

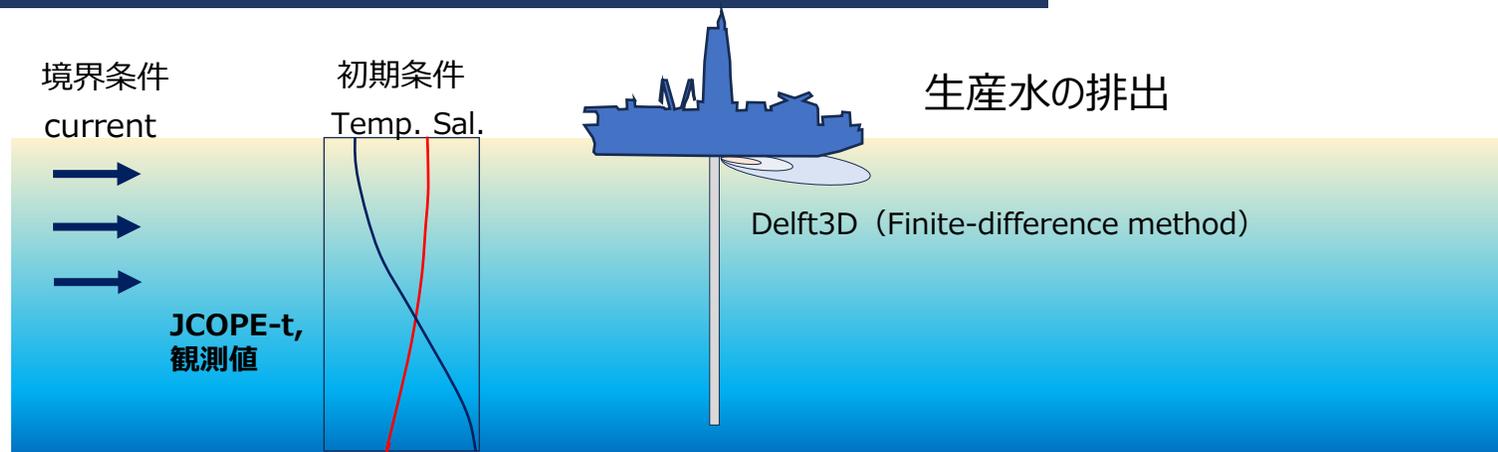
- 事前調査井掘削および簡易生産実験で坑井周辺に生じたセメント等を対象に拡散計算を実施。ROVでの観察結果との比較を通じ、各パラメータを調整した後、次フェーズ海洋産出試験を仮定した予測計算を実施。
 - ✓ 次フェーズ海洋産出試験の掘削・廃坑作業に伴い影響が生じる範囲（影響範囲）を予測し、環境影響の規模を推定。

課題2：水環境への影響予測

- 黒潮大蛇行期・非大蛇行期の環境条件で、次フェーズ海洋産出試験での生産水の排出量や成分を仮定し、生産水を排出した場合の拡散計算を実施。
 - ✓ 次フェーズ海洋産出試験のガス生産作業に伴い影響が生じる範囲（影響範囲）を予測し、環境影響の規模を推定。

実績2：環境影響予測手法の改良（課題2-1）

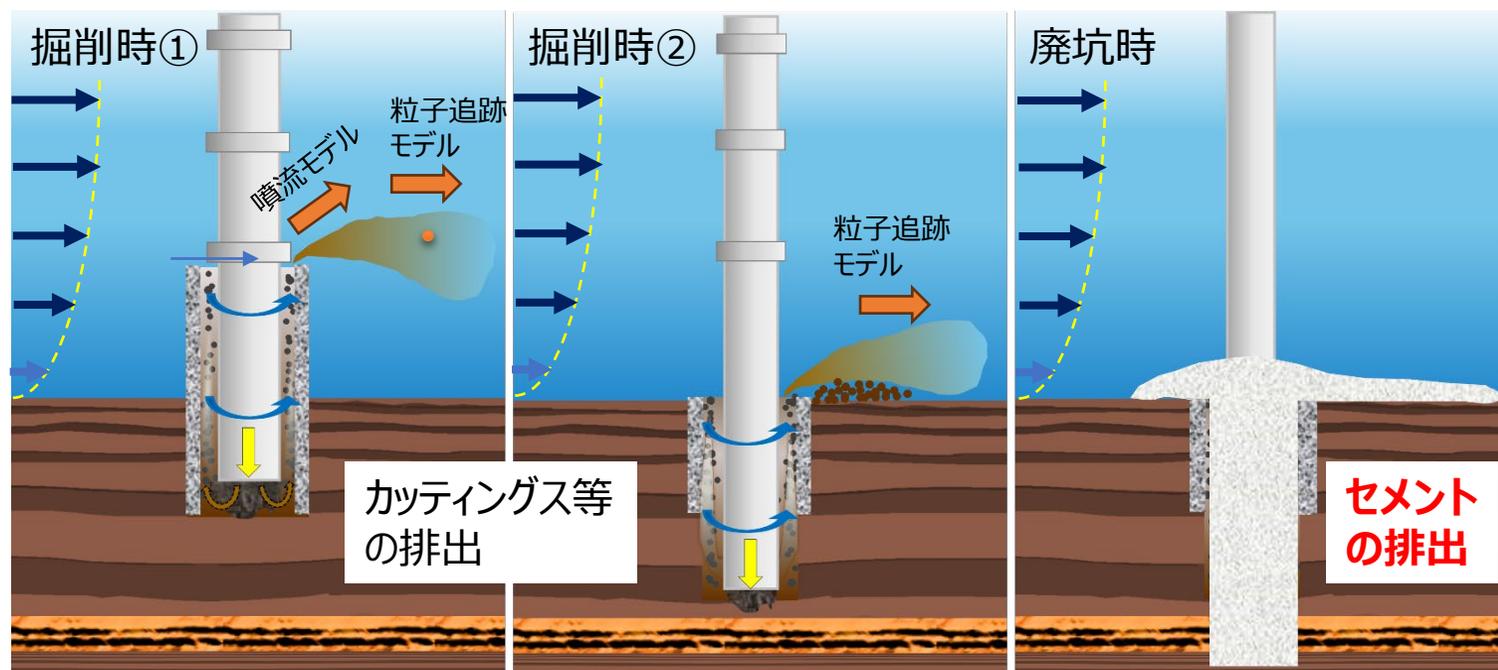
各種モデル構築・シミュレーション検討



生産水拡散モデル

Delft3Dにより計算

- ・近傍域：噴流モデル
 - ・遠方域：3次元の移流拡散モデル
- 黒潮大蛇行時の流況条件を考慮



底層流モデル

RANS SST $k-\omega$ により流れ場を計算

- ・RANS 渦粘性モデルの2方程式モデル (低Re数モデル)

カッティングス拡散モデル

粒子追跡モデルで計算

- ・ジェットング時：噴流モデル+粒子追跡
- ・海底面からの放出時：粒子追跡モデル

セメント拡散モデル

セメントをビンガム流体としVOF法で計算

- ・セメント物性値（塑性粘度・降伏応力）の経時変化をパラメータに追加

実績2：環境影響予測手法の改良（課題2-1）

セメント・カッティングス等の計算結果例（SM2-L2）

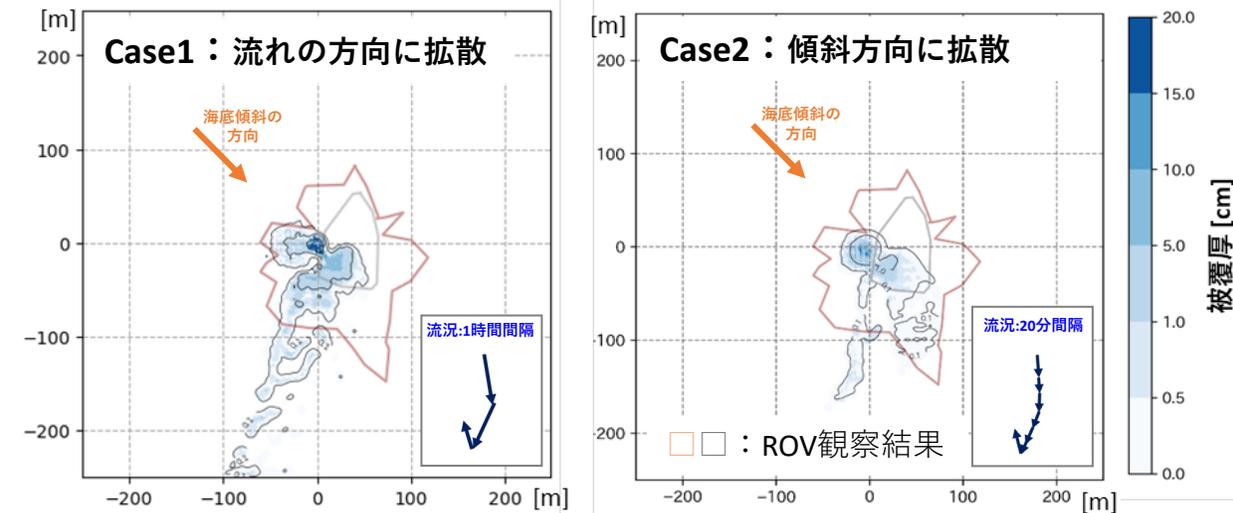
・各坑井での掘削・廃坑作業を対象に、複数の計算条件（セメント物性・流況等）で再現計算を実施。

➡セメント物性・流況・海底傾斜の違いにより、被覆範囲が変わることを確認。

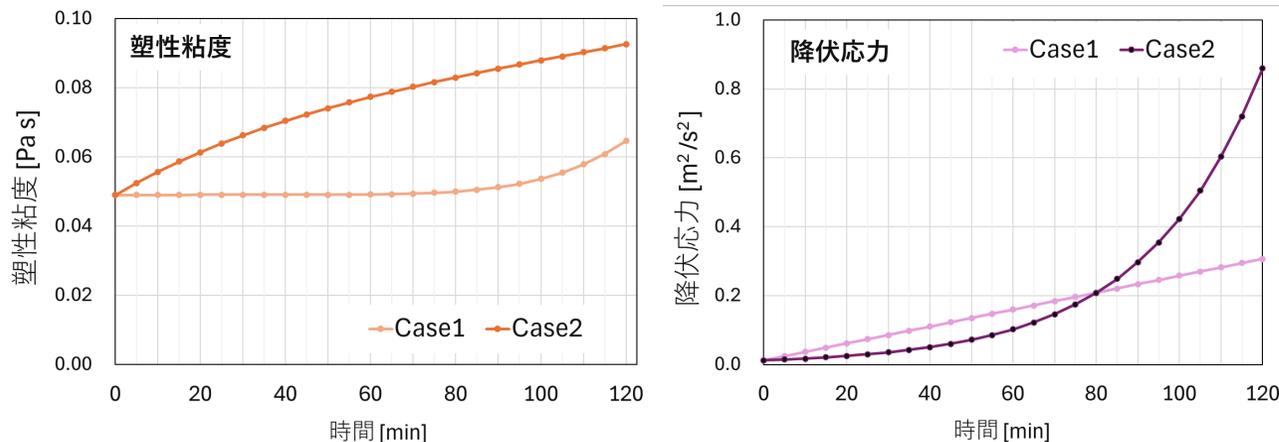
・予測の不確実性が大きいことから、現時点の推定では、複数の計算条件で予測計算を実施しワーストケースの予測結果を採用することとした。

（今後の試験計画等の具体化に併せて更新が必要）

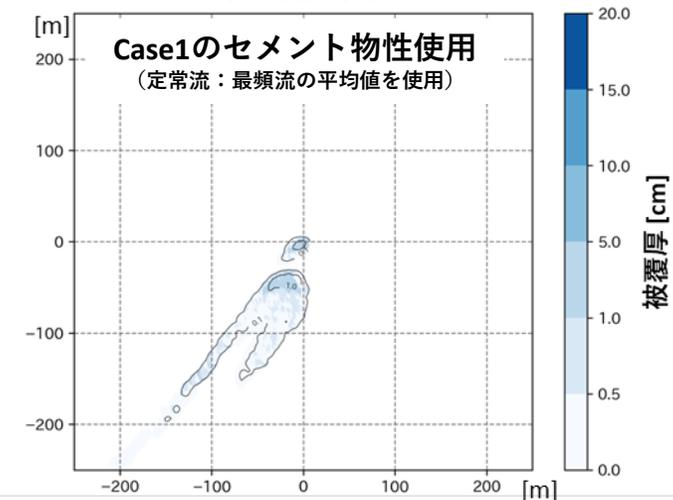
再現計算結果例



計算条件の違い（セメント物性：塑性粘度・降伏応力）



予測結果例



環境影響の程度の推定（フェーズ4の目標）

次フェーズ海洋産出試験の環境影響の推定（海底環境への影響）

これまでの海底環境の調査結果とシミュレーション予測結果をもとに、海外の在来型開発での環境影響評価の知見を参考とし、**「影響範囲」**と**「影響期間」**から**「影響の規模」**を推定。

	次フェーズ海洋産出試験の環境影響の規模の推定
諸元（仮定） 試験条件等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 場所：志摩半島沖・日向灘のいずれかの坑井近傍 ・ 試験計画：単一坑井での長期間（100日間程度）のガス生産を仮定 ・ 坑井デザイン：第2回海洋産出試験のデザイン ※セメント等の発生量が最大となるデザインを仮定
セメント等の発生量	<ul style="list-style-type: none"> ・ カッティングス：63m³/坑井 ・ セメント：32m³/坑井
影響範囲	影響範囲は坑井から300m程度の範囲に留まる。
影響期間	セメント等の被覆範囲内では、8年以上のベントスへの影響が想定される。
影響の規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ 坑井近傍では長期的な影響が想定されるものの、影響範囲は限定的であり、主要な生物群も広範囲に分布していることが想定されるため、影響規模は「軽微」なものと推定される。 ・ 一部エリアでは、想定される影響範囲内に重要性の高い生物群の生息地が存在する可能性があるが、流向や海底傾斜を考慮のうえ、坑井位置を適切に設定することにより、影響の回避が可能。

➡ 今後の試験計画等の具体化に併せて更新する必要がある。

まとめと課題_環境影響評価

フェーズ4のまとめ

1. 環境データの取得

- ・次フェーズ海洋産出試験の候補海域の環境ベースラインデータを整理
- ・掘削・廃坑作業の影響規模や影響の継続期間を海域ごとに整理
- ・環境モニタリングのための実機製作など必要な機器類の調達・製作を実施

2. 環境影響評価手法の適正化

- ・セメント等の拡散を予測可能なモデルを構築し、再現計算等により適用性を検討
- ・次フェーズ海洋産出試験の条件を仮定した予測計算を実施し、環境影響の程度を推定

残された課題

- ① 長期間のガス生産試験での環境影響に関する実データを取得し、実際の環境影響の規模を把握する。
↑ **候補海域でのガス生産実験作業の環境影響に関するデータはまだない。**
- ② 長期間のガス生産試験の環境影響を評価するとともに、より大規模な生産時の環境影響評価の課題を整理する。

謝辞

本資料は経済産業省の委託により実施しているメタンハイドレート研究開発事業において得られた成果に基づいています。ご協力頂きました地元関係機関の皆様、調査関係者に謝意を表します。