

<砂層型メタンハイドレート研究開発>

環境影響評価

MH21-S研究開発コンソーシアム 環境影響評価チーム

2025年8月21日（木）

目標

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。

達成見込み

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。

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、黒潮大蛇行に伴う自然環境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）

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：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生じる海底環境への影響をより詳細に把握するため、新規にセメント等の拡散シミュレーションに関する検討を実施し、候補海域の環境データ等をもとに予察的に環境影響を評価する。

在来型開発と共通する環境影響

□ 在来型開発と比較して影響が大きくなるか

➤ 生産水の海洋放流

- ・メタハイ由来の水の発生に伴う生産水量の増加

➤ カッティングス（掘り屑）・セメント等の発生・被覆

- ・分解範囲の制約による密集した多坑井での生産

➤ 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

フェーズ4の
主要タスク

メタハイ開発特有の環境影響

□ メタハイ開発に特有かどうか

➤ 坑井周辺の海底面の変形※

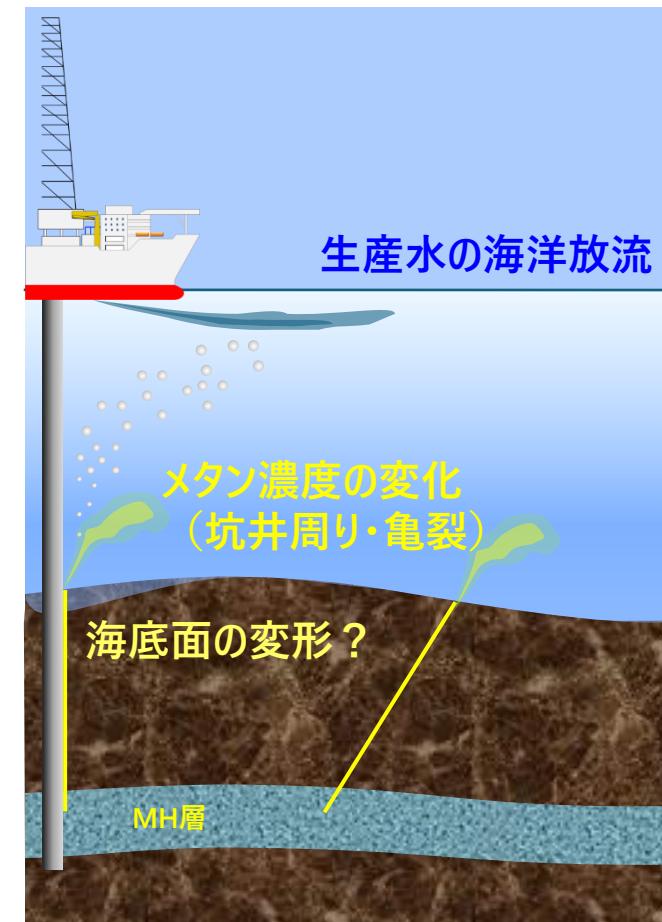
➤ 坑井周辺の海底面からのメタン漏洩

- ・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

➤ 環境モニタリング：計測機器での連続モニタリング（メタン濃度・地層変形）

※地層変形：環境影響評価Tではモニタリングを担当

次フェーズ以降の
主要タスク



カッティングス・セメント等の発生



SM2-P1

2025/

10:

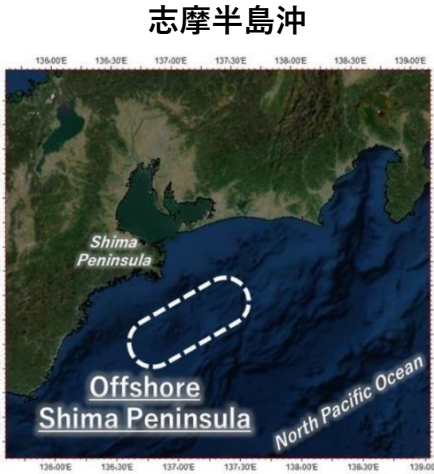
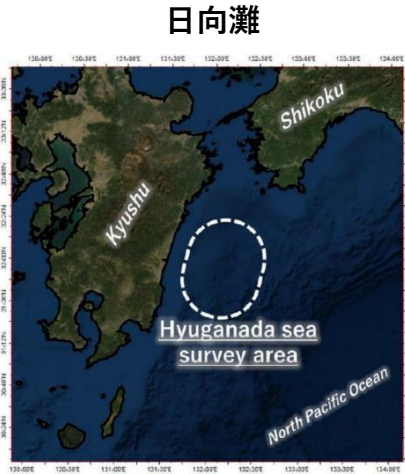
海域環境調査の概要（実施内容1-1・1-2）

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 (志摩海脚) 10月	FY2023 簡易生産実験 (志摩海脚) 6-7月	FY2024 コアリング (志摩海脚) 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
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 水環境(黒潮大蛇行)	冬季調査	秋季調査	夏季調査	蛇行パターン別の特徴整理				

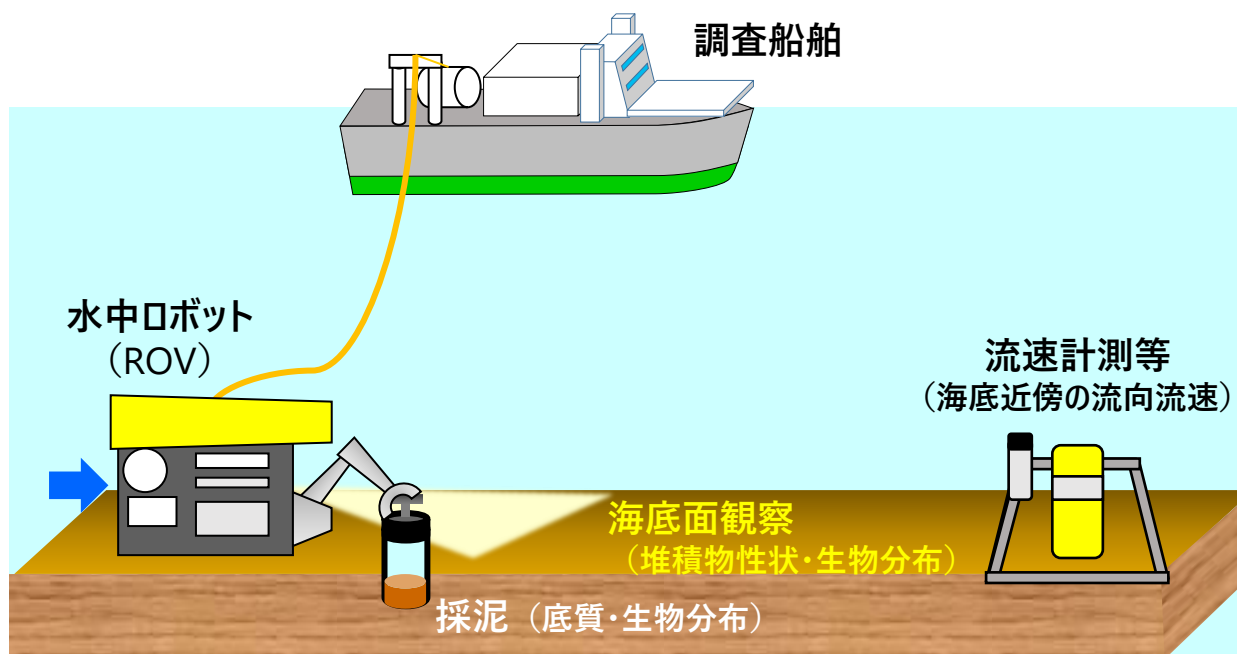
調査海域（実施内容1-1）

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	



海底環境調査の方法（実施内容1-1・1-2）

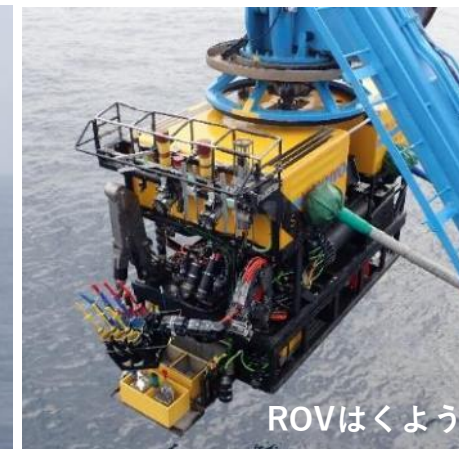
5



ROV : Remotely Operated Vehicle

調査船舶とROV

新日丸 (深田サルベージ建設株)

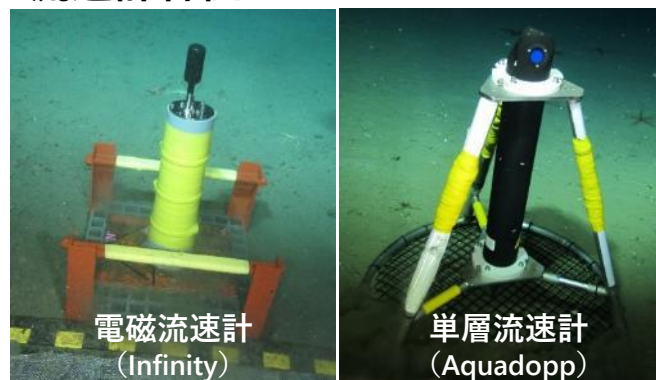


ROVはくよう

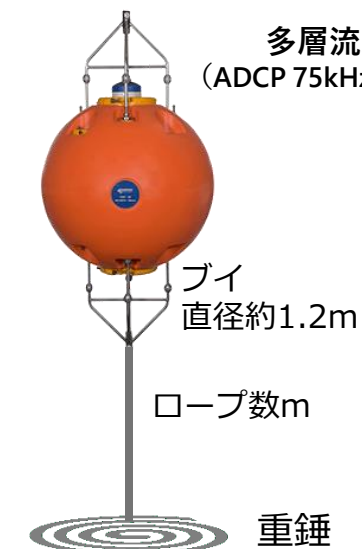
採泥器



流速計各種



多層流速計 (ADCP 75kHz・150kHz)



75kHz : 500m / 150kHz : 300m

実績

令和3年度から有望濃集帯の候補海域（2海域：志摩半島沖・日向灘）において、事前調査井掘削・簡易生産実験前後に、ROV（遠隔操作型無人潜水機）による海底面観察および表層堆積物の採取等を実施し、海底環境のベースラインデータ（流況・底質・ベントス等）を取得するとともに、各作業で生じた底質・ベントスの変化に関するデータを取得した。

- 候補海域のベースラインならびに環境影響の規模を推定するための基礎的な知見として整理。
- 取得した流況データ等は底層流モデルの入力値としても活用。

ベースラインデータの整理：海域別・坑井別（志摩半島沖）

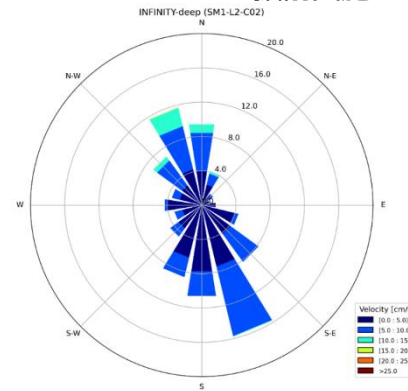
流況：海域別・坑井別に、海底近傍の流況の特徴を整理：最頻流向・平均流速・最大流速・卓越周期等

- ➡ 各坑井ともに等深線に沿う15cm/s以下の緩やかな流れが卓越。
- ➡ 各坑井でのセメント等の拡散シミュレーションの流れの入力値として活用。

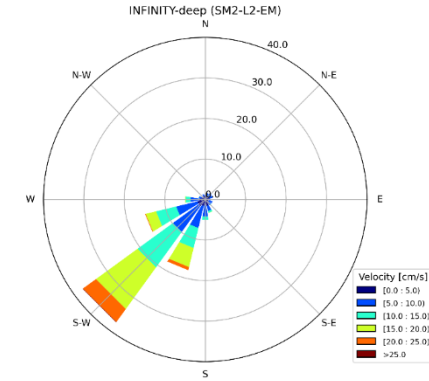
各坑井周辺の海底近傍の流向別流速頻度分布



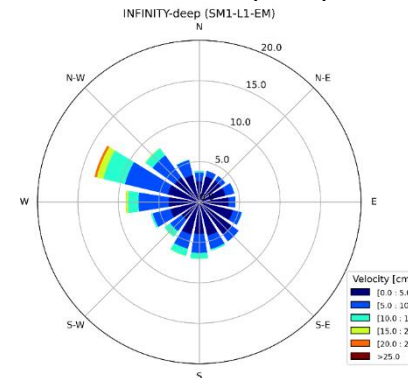
SM1-L2 (R4.7/26-8/7)
※掘削実施せず。



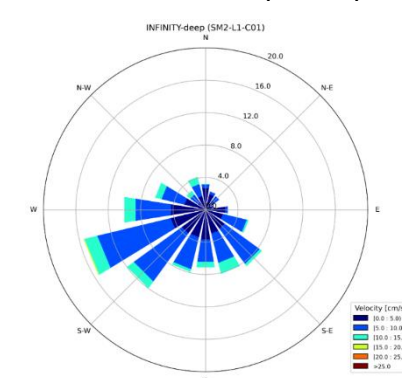
SM2-L2 (R5.6/10-8/28)



SM1-L1 (R5.6/6-9/15)



SM2-L1 (R4.7/27-8/7)



ベースラインデータの整理：海域別・坑井別（志摩半島沖）

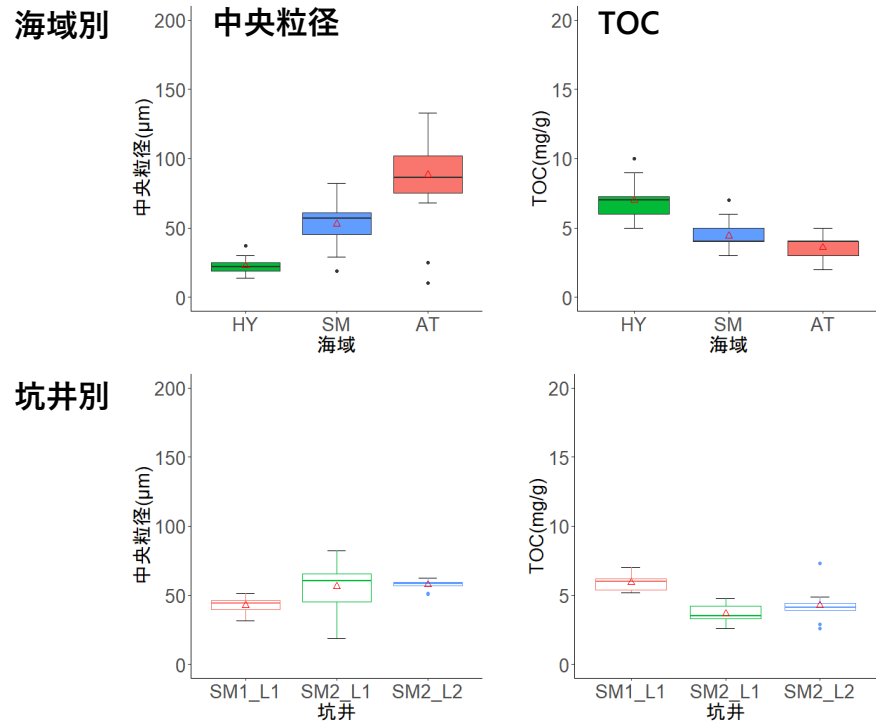
底質：海域別・坑井別に、環境の指標となる底質項目の平均値や変動幅を整理

- 海域ごとに中央粒径が顕著に異なり、一部の底質項目（TOC等）では中央粒径の違いに起因した濃度変化がある。
- 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。

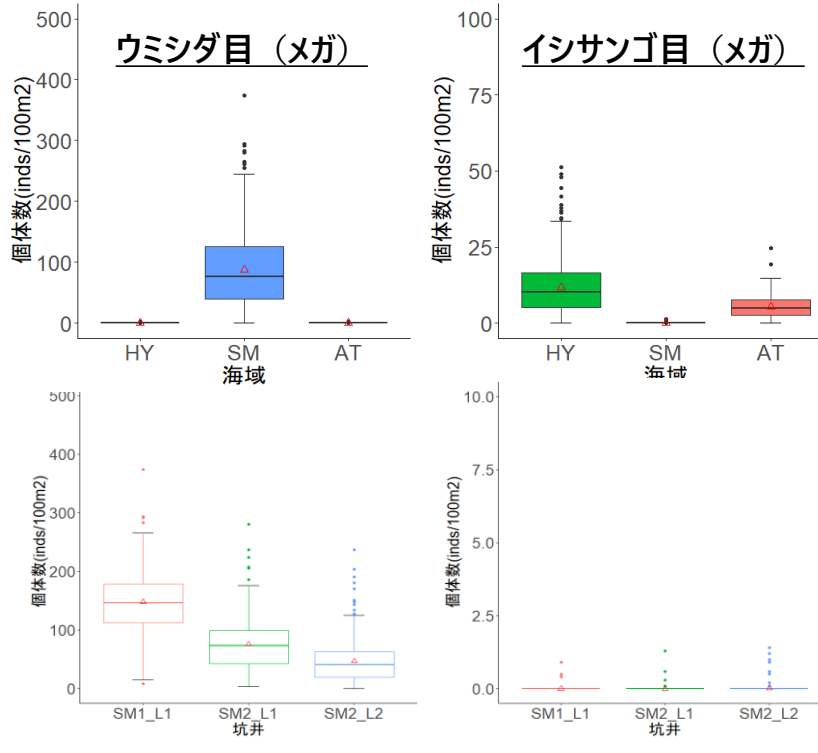
ベントス：海域別・坑井別に、主要な生物種（優占種等）の平均個体数・変動幅を整理

- 海域ごとにメガベントスの優占種が異なる（志摩半島沖：ウミシダ目／日向灘：イシサンゴ目）。
- 志摩半島沖の各坑井では、大半の生物群は概ね広範囲に分布。一部エリアにおいて重要性の高い生物群集の存在を確認（次ページ）。

底質の例



ベントスの例



ウミシダ目 (メガ)



イシサンゴ目 (メガ)

クモヒトデ目 (メガ)



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・固着生物の密集地を整理

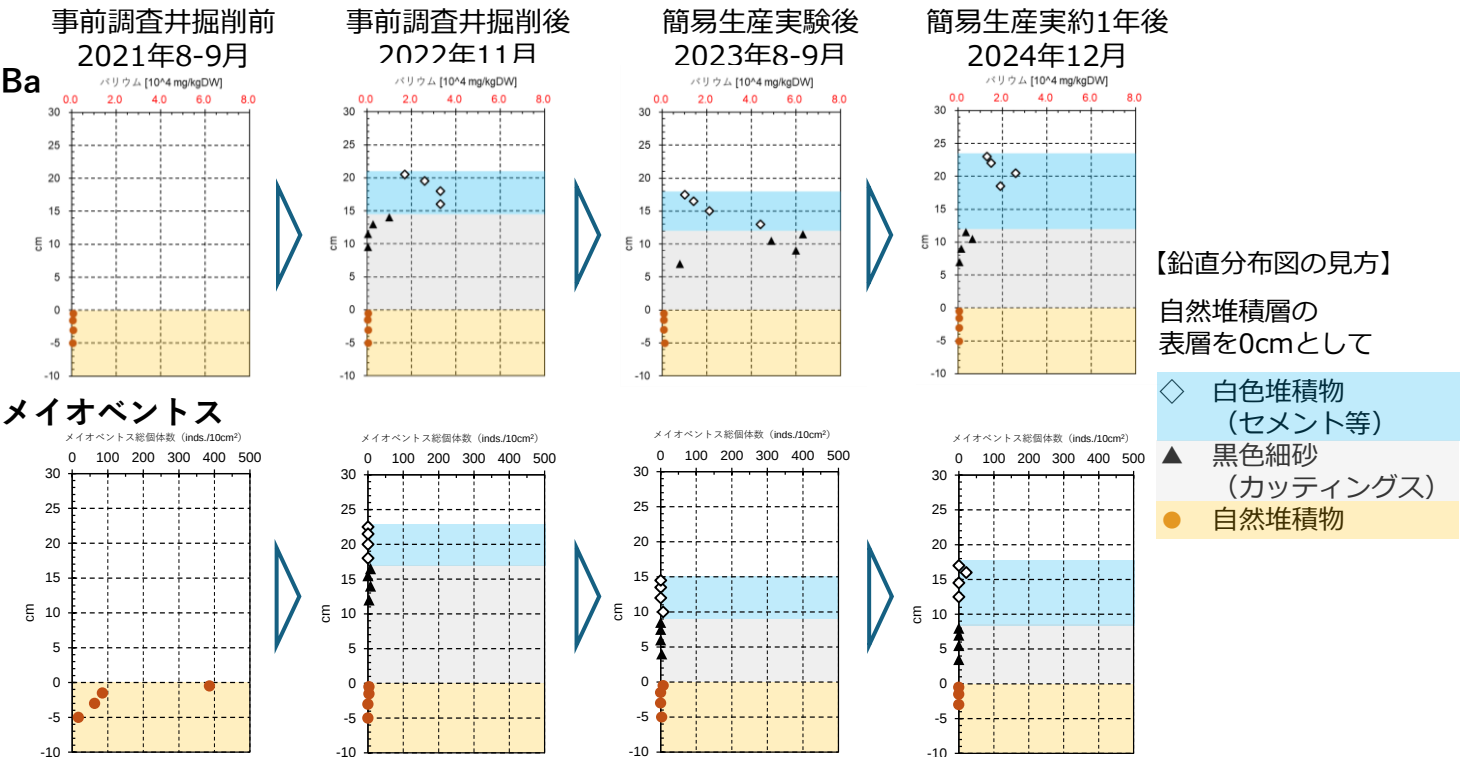


坑井	重要な環境要素の分布	適地判定
SM1-L1（P）	—	◎
SM2-L2（P）	小規模な化学合成生物群集が存在（坑井から60m）	○
SM2-L1	崖沿いに固着生物の密集地が存在（坑井から300m）	○
HY1-L2	大規模な化学合成生物群集が存在（坑井から500m） ※影響回避のため掘削位置を変更。	△

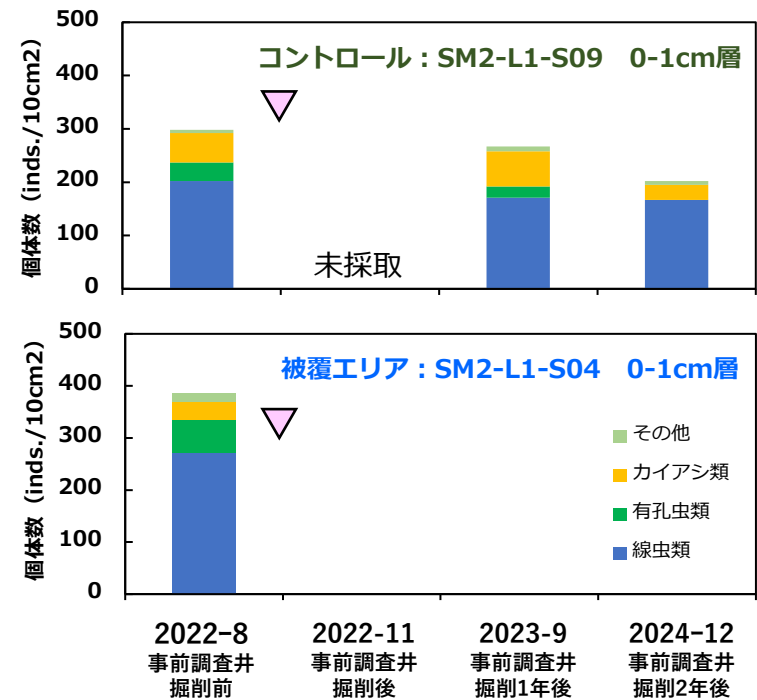
影響を受ける環境要素の抽出・整理

- 掘削・廃坑作業により影響を受ける環境要素を抽出
 - セメント等の被覆が生じたエリアでは、底質のBa濃度の上昇やCa濃度の異常等が生じる。
 - セメント等の被覆が生じたエリアでは、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る。
- 掘削・廃坑作業後に定期的に調査を実施し、底質・ベントスの変化傾向を整理
 - 環境条件の異なる各坑井において、2-3年間程度、同様のベントスの減少傾向が継続している。

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：モデル海域（海産試験実施海域）の海底環境の回復状況の確認

令和2年度にモデル海域（第二渥美海丘周辺）においてROVによる海底環境の調査を実施し、過去の海洋産出試験の掘削・廃坑等の作業により減少したベントスの回復状況に関するデータ（ベントス・底質等）を取得。

令和7年度にフォローアップ調査を実施予定。

→ **回復に要する期間（影響期間）を推定するための基礎的な知見として整理**

実績②：黒潮大蛇行時の環境データ取得（水環境）

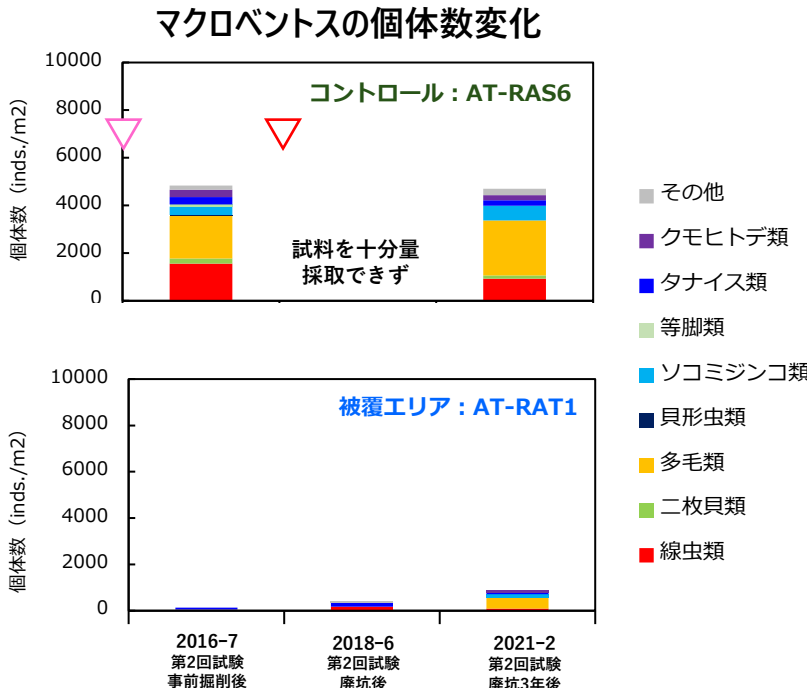
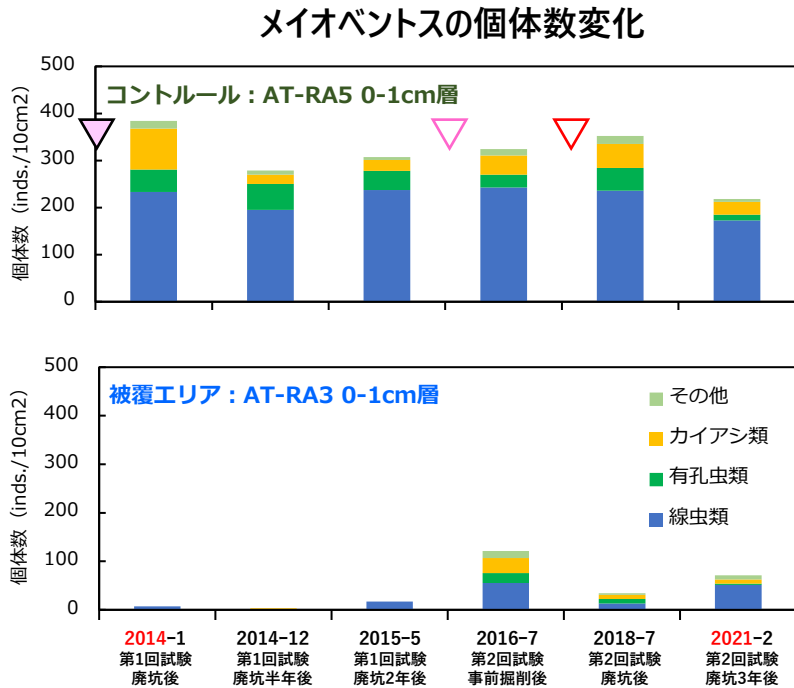
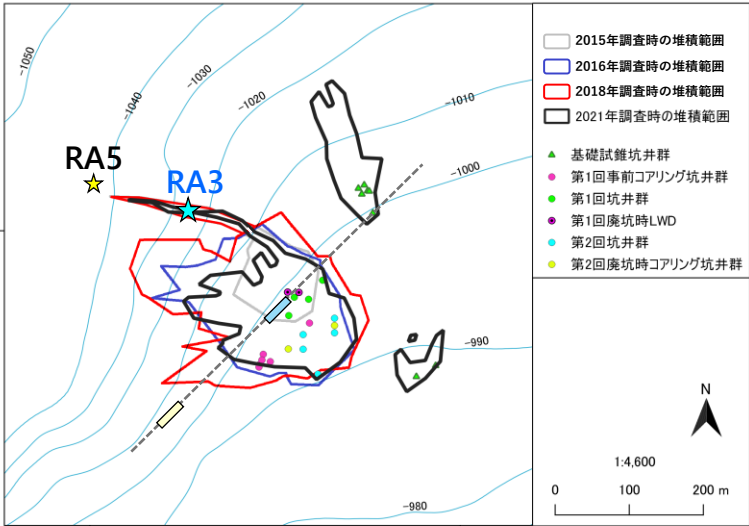
平成31年度から令和3年度の黒潮大蛇行期にモデル海域において水環境の調査を実施し、黒潮の蛇行パターン別に調査結果・既存知見を整理。

→ **黒潮大蛇行時の流況・水質・プランクトン類のベースラインを整理**

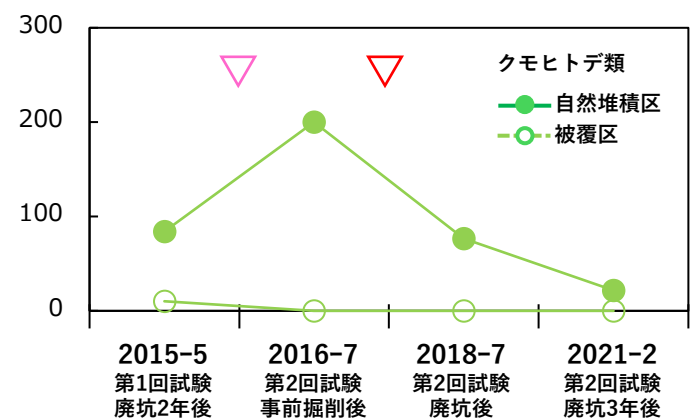
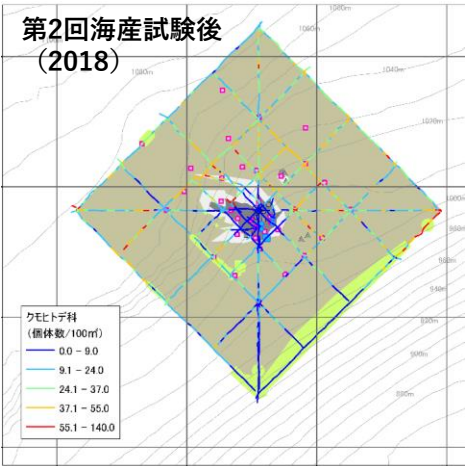
各作業の影響と回復状況

海産試験での影響

・掘削・廃坑作業後の変化を8年間程度、継続して調査し、ベントスの減少傾向を整理
➡一部の生物群で若干の回復傾向は確認できるものの、8年間程度、同様の減少傾向が継続している。



メガベントスの個体数変化



実績①：メタンモニタリング

近年市販化された複数の溶存メタンセンサーの性能確認試験を実施し、各センサーの特性（計測精度・応答性等）を把握。

次フェーズ海洋産出試験でのモニタリング要件をもとに、プロトタイプ機を製作中。

令和7年度には浅海域でプロトタイプ機の性能確認試験を実施予定。

実績②：地層変形モニタリング

過去のモニタリングで使用した「旧型機」に搭載した圧力計・傾斜計の詳細な性能確認を実施するとともに、形状や音響通信機能を改良したプロトタイプ機を製作し、深海域試験を実施。

圧力計の配置等を改良した実機を製作中。

令和7年度には深海域で実機の性能確認試験を実施予定。

➡ 次フェーズ海洋産出試験の環境モニタリングに向け遅滞なく準備を進めている。

メタンモニタリング

候補センサーの性能確認試験

メタンセンサー3種

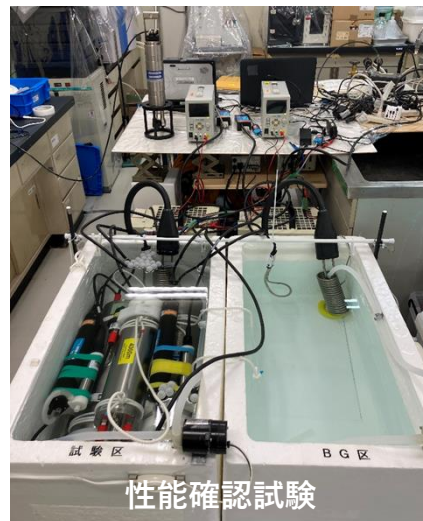


HydroC-CH4®
(KM CONTROS社製)

LMS (Franatech社製)

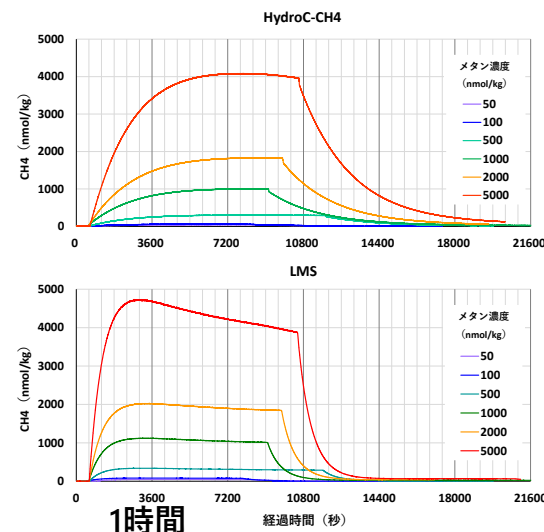


Mini-CH4
(Pro-oceanus社製)

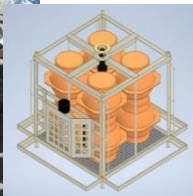


性能確認試験

試験結果例



メタン計測プロトタイプ機の製作



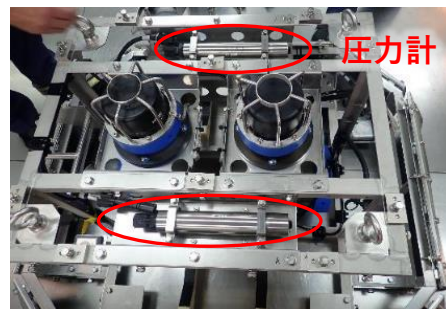
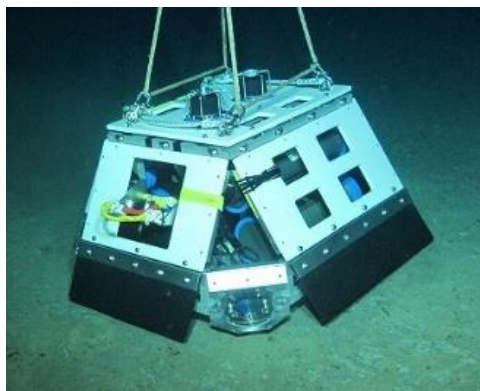
地層変形モニタリング

プロトタイプ機の製作と深海域での作動確認試験 (SM2-L2)

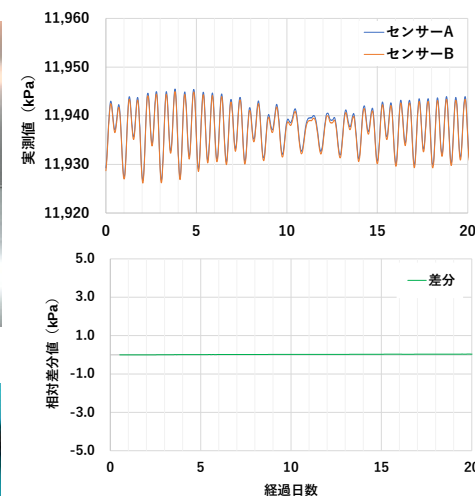
旧型機 (小型機)



プロトタイプ機



アンカー調整



実機製作

圧力計配置変更



送受波器変更



MODEL T279
(Neptune Sonar Limited)

実績①：海底環境への影響

底層流モデル及びセメント拡散予測モデルを構築し、志摩半島沖・日向灘での各作業（事前調査井掘削および簡易生産実験）で生じたセメント等を対象に再現計算を実施。

環境調査での観察結果との比較や各パラメータの見直しを実施中。

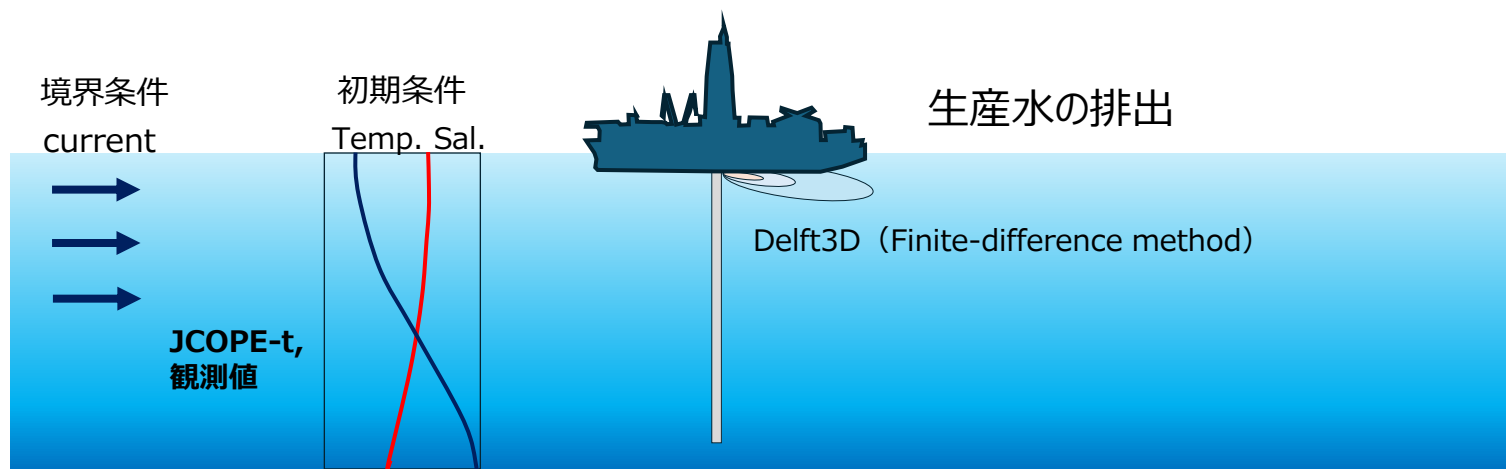
令和7年度に次フェーズ海洋産出試験を仮定した予測計算を実施予定。

実績②：水環境への影響

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を仮定し、生産水の拡散計算を実施。

→ **次フェーズ海洋産出試験の作業に伴い影響が生じる範囲（影響範囲）を予測し、環境影響の規模を予察的に推定。**

モデル構築・シミュレーション検討

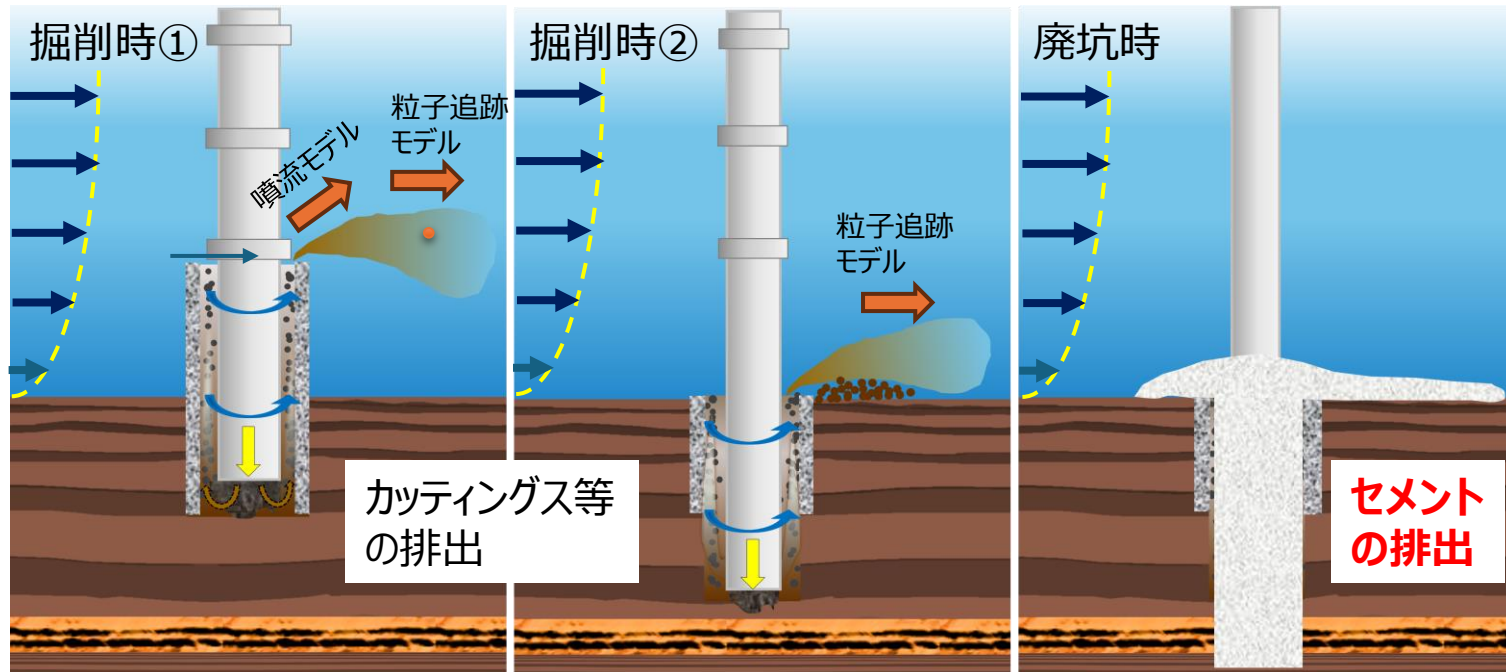


生産水拡散モデル

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)



底層流モデル

RANS SST k- ω により流れ場を計算

- ・RANSの渦粘性モデルの2方程式モデルの低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

- ・ジेटティング時：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

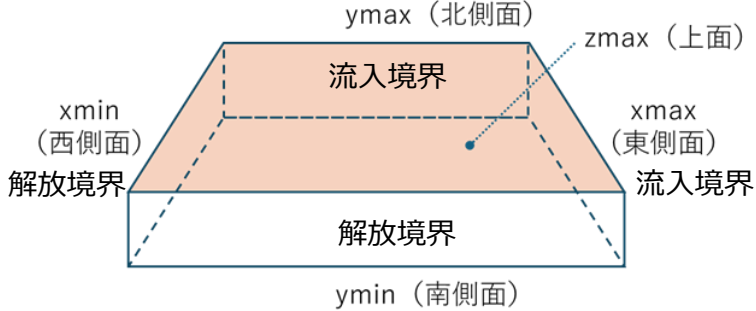
セメント拡散モデル

セメントはビンガム流体としVOF法で計算

- ・排出後の物性値（塑性粘度・降伏応力）の経時変化をパラメータに追加

流れ場の構築・再現

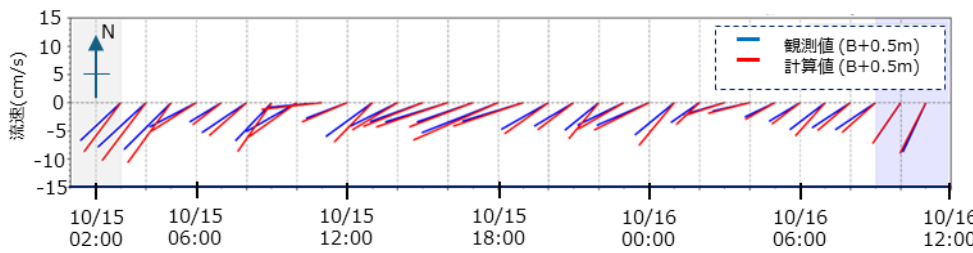
計算メッシュ



水平：540m×540m 鉛直70m
セルサイズ(m):(x,y,z)=(2.5,2.5,2.0):最大

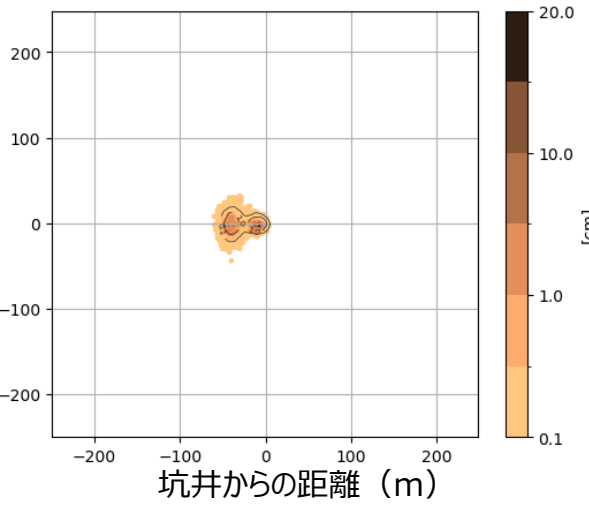
計算結果と観測値の比較

(電磁流速計設置地点での比較)

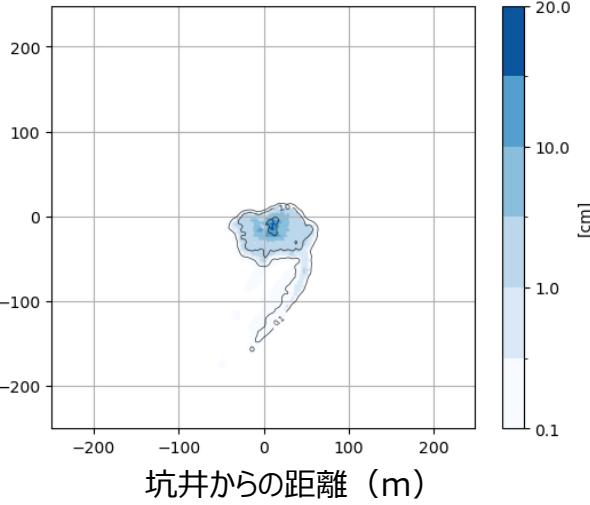


シミュレーション結果例（SM2-L1）

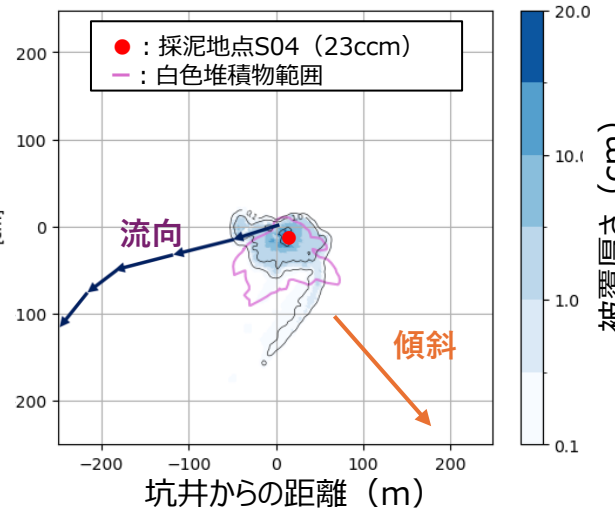
カッタングスの計算結果



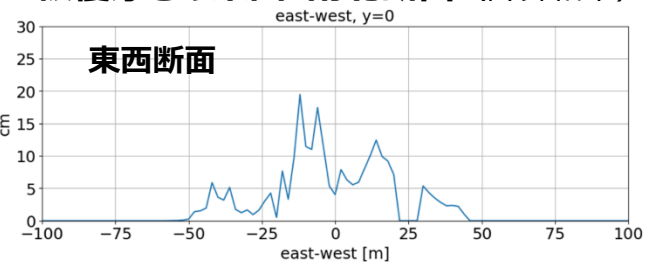
セメントの計算結果



観測結果との比較 (セメント+カッタングス)



被覆厚さの東西・南北断面（計算結果）



・ SM2-L1では流れと傾斜の両方向に被覆する結果であるが、SM1-L1とSM2-L2では主に流れの方向に被覆する結果。

令和7年度下半期の実施項目

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

- ・夏季の環境調査（令和7年7月-9月）を実施し、ベースラインデータを更新（季節的な傾向を考慮）。

1-2：モデル海域（過去の海産試験実施海域）での環境データ取得

- ・令和7年度のフォローアップ調査の結果を「影響期間」の知見に反映。

1-3：環境データ取得方法の検討

- ・プロトタイプ機（メタン）、実機（地層変形）の海域試験を実施。必要な機器類の調達を進める。

2. 環境影響評価手法の適正化

2：環境影響予測手法の改良（シミュレーション検討）

- ・主要パラメーター（セメント物性・流況・海底傾斜）に関するケーススタディ。
- ・次フェーズ海洋産出試験の条件を仮定した予測計算。環境影響の程度の推定の更新。

次フェーズ以降の課題

- ① 長期間のガス生産試験での環境影響に関するデータを取得し、実データとして環境影響の規模を把握する。
↑ **志摩半島沖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評価を実施し、評価結果として整理するとともに、以降の計画等を踏まえて、より大規模な生産時の環境影響評価の課題を整理する。