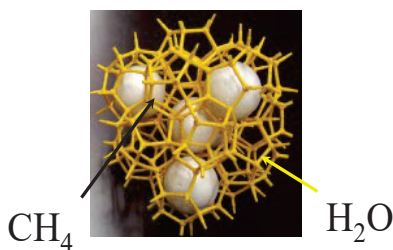


表層型メタンハイドレートの研究開発 「2023年度の実績について」

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
エネルギー・環境領域
エネルギープロセス研究部門

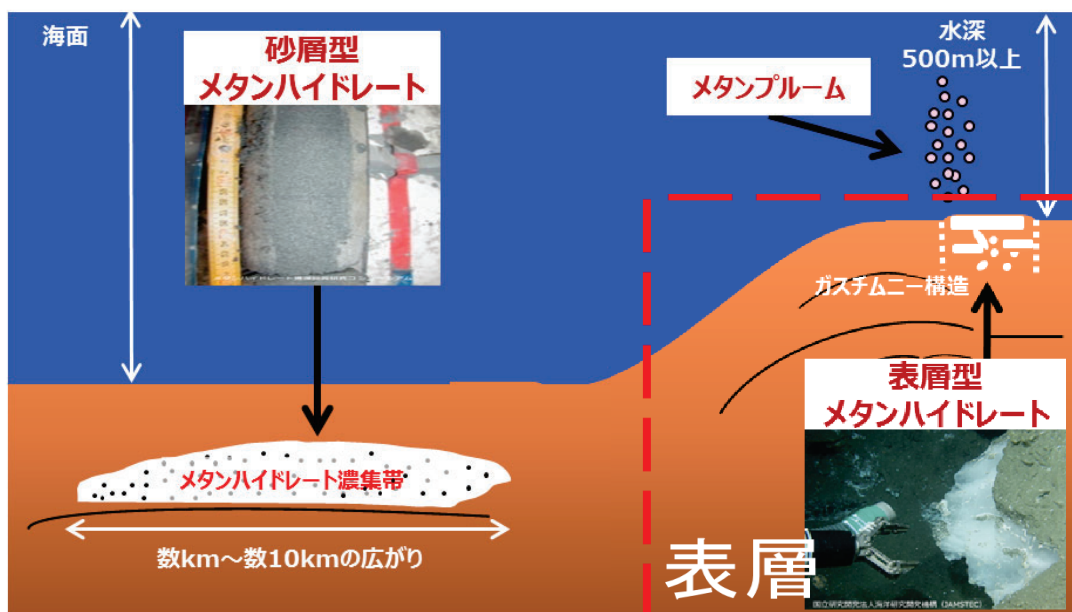


天満 則夫

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

メタンハイドレートとは

- 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



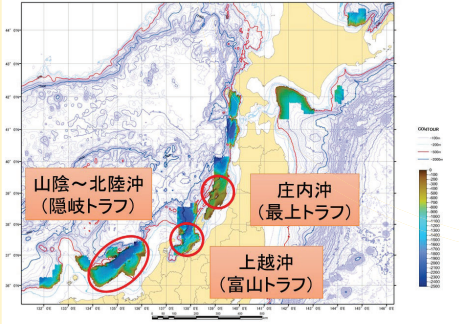
<メタンハイドレートの賦存形態>

生産技術の開発

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予定海域

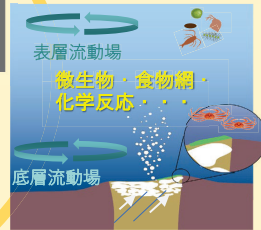


海底地形(着色部)は、広域地質調査(2013～2015)実施海域



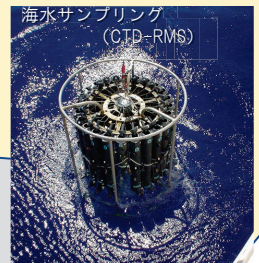
表層型MH回収・生産技術や生産システムの検討、生産技術に係る環境への影響等

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)

<第42回メタンハイドレート開発実施検討会(2023.11.06)資料6>

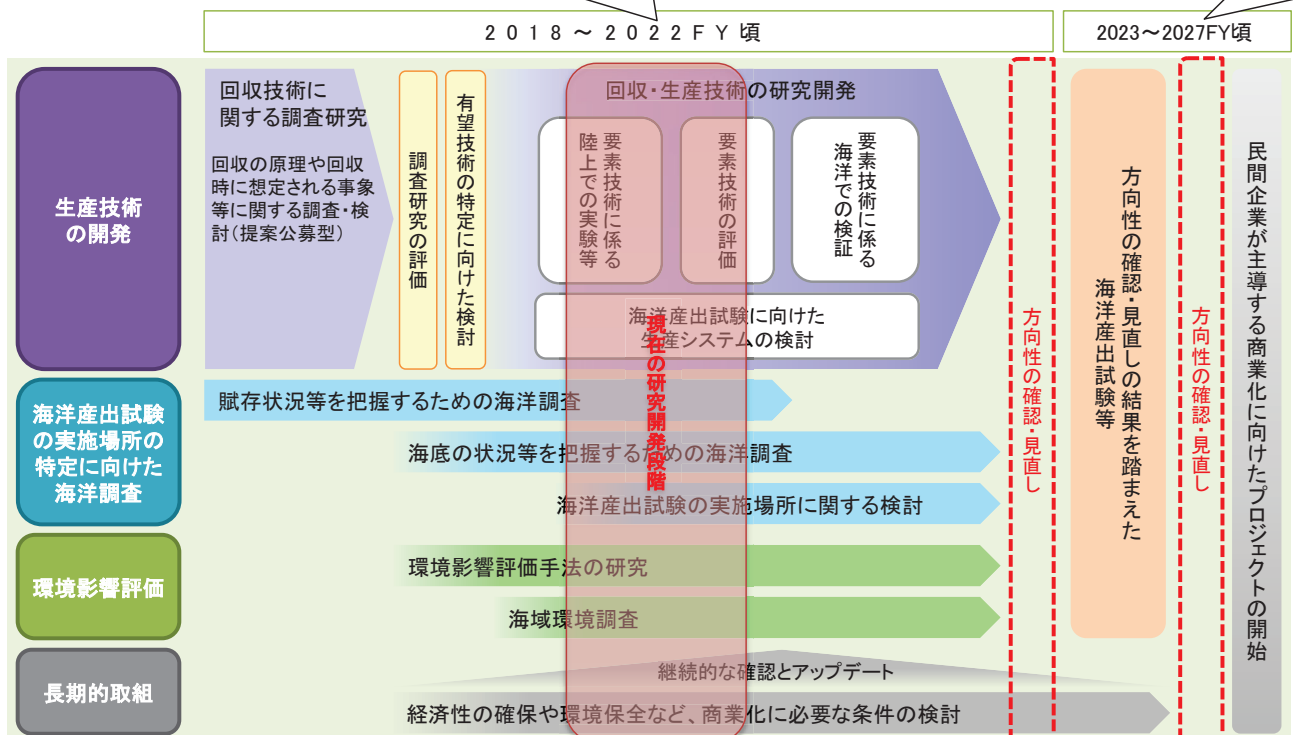
表層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表(海洋エネルギー・鉱物資源開発企画：平成31年2月)

「海洋基本計画」(平成30年5月閣議決定)・「エネルギー基本計画」(平成30年7月閣議決定)

○2023年度から2027年度の間に民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが開始されることを目指し、将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める。

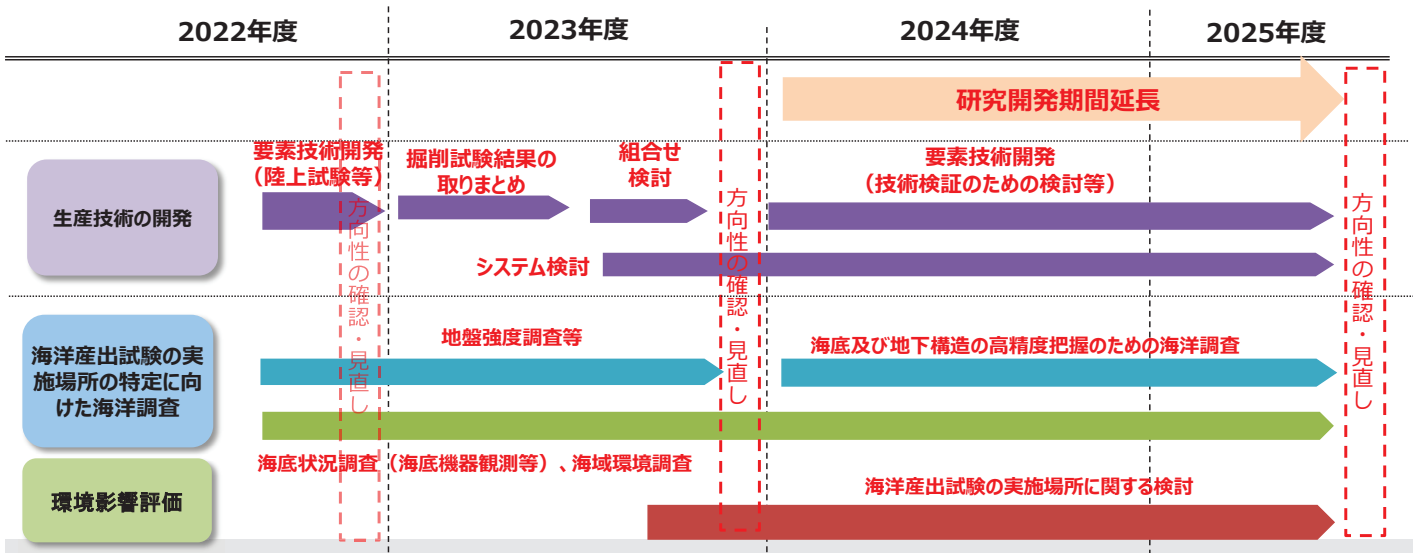
進捗状況を踏まえた本検討会での審議を経て、「2023FY」まで延長

第4期海洋基本計画において、「2030FY」まで延長



実施スケジュールの見直しについて

- **生産技術開発**について、**陸上試験結果の取りまとめを2023年度中に実施予定**であり、これら掘削技術に関する知見を基に、今後、分離・揚収など**各要素技術の研究開発を進めるとともに、これらの組み合わせも考慮した生産システムの検討を実施**する必要がある。
- また、**海洋調査・環境影響評価**についても、**試験候補地の絞り込みに必要なデータ取得が十分では無かったことから、今後、検討に必要なデータを取得するとともに、生産技術の進捗も踏まえ、海洋産出試験の実施場所に関する検討を実施**する必要がある。
- そのため、**本研究開発期間を2年間延長し、2025年度末まで**としたい。



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

生産技術の開発

表層型メタンハイドレートの回収技術に係る要素技術評価

- 表層型メタンハイドレートの生産技術に係る「要素技術」（採掘技術・分離技術・揚収技術）の評価を踏まえ、各分野ごとの技術開発及び生産システムとして最も優れた組み合わせの検討を実施。

要素技術

大口径ドリルを用いた広範囲鉛直採掘方式をベースとして、他の要素技術(分離/揚収)の組み合わせも考慮し、生産システムとして最も優れた組み合わせの検討を進める。

採掘技術

【大口径ドリルを用いた広範囲鉛直採掘方式】・三井海洋開発グループ

掘削性能に関する陸上試験の結果や技術課題の更なる検討は必要ではあるものの、掘削面に対する柔軟な対応が期待でき、操作性や環境負荷の面からも大口径ドリルの検討を今後は優先すべきである。

分離技術

MH、泥の比率が変動するため、現状では海底での分離は困難と考えられる。一方で、船上分離方式でも分離効率に関する更なる技術検討に加えて泥水処理に関する法的整理も進めていくべきである。

揚収技術

どちらの方式にも優位性と課題があるため、MH特有の問題を考慮しつつ、他の要素技術(掘削/分離)との組み合わせや全体システムも念頭において技術開発を進めるのが望ましい。

共通基盤技術

要素技術との組み合わせの検討や生産システムとしての検討を行う上で必要な技術開発を実施。

【膜構造物の利活用】
・東京海洋大学グループ
【貯留層物性・メタンハイドレート分解挙動の検討】
・鳥取大学グループ

要素技術の開発や生産システムの検討に必要な調査・研究を実施。

【海洋調査・環境影響評価等】
・産業技術総合研究所

引き続き、研究開発ステージ毎に評価し、生産システムとして最も優れた組み合わせの検討を実施。

【出典】 第38回開発実施検討会 資料5 https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methane_hydrate/pdf/038_05_00.pdf

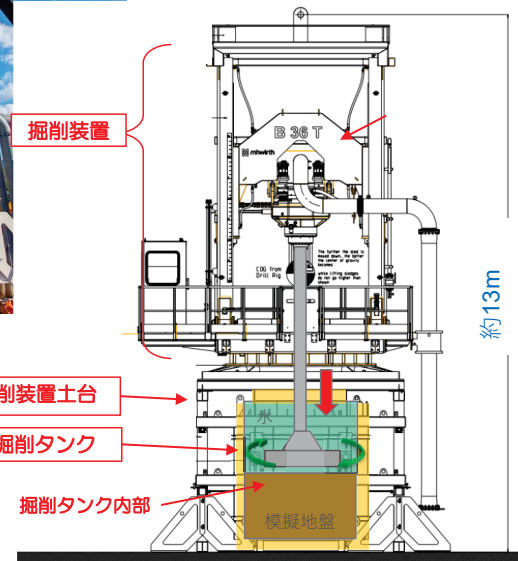
- ✓ 海底下数10mにおける軟泥地盤を想定した模擬地盤にて掘削機能を確認する陸上試験を10月20日に実施。
- ✓ また、**大型氷を用いた掘削性能試験**を2023年2月に実施。



掘削装置外観



掘削試験設備全景



掘削試験に用いる掘削ドリルは、
商業化時における掘削ドリル(Φ7.2m)の
約1/2.7スケール(Φ2.65m)とした

MHWirth

掘削装置 正面図

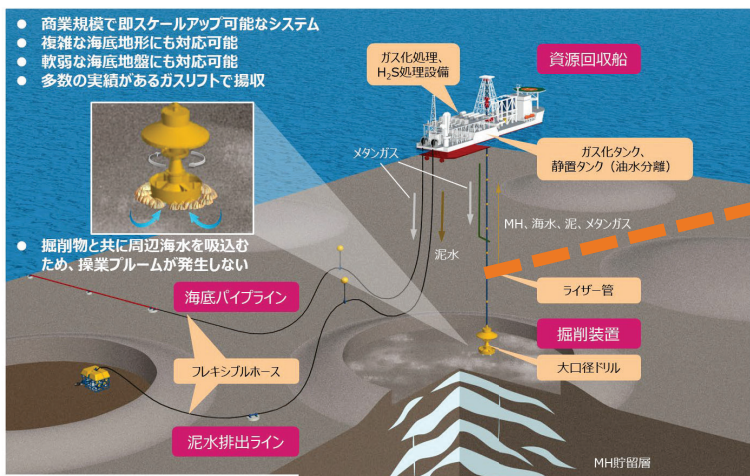
【出典】表層型MHの研究開発 2022年度研究成果報告会「広範囲鉛直掘削法による回収技術開発の進捗」一部改変

揚収技術

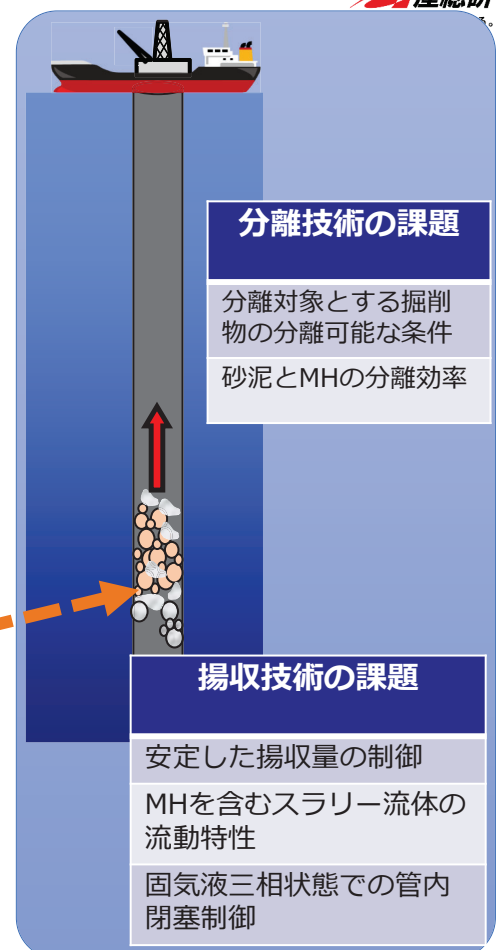
管内での流動障害対策技術の開発が必要



揚収時のMH再生成による閉塞の解消に向けた流動剤開発



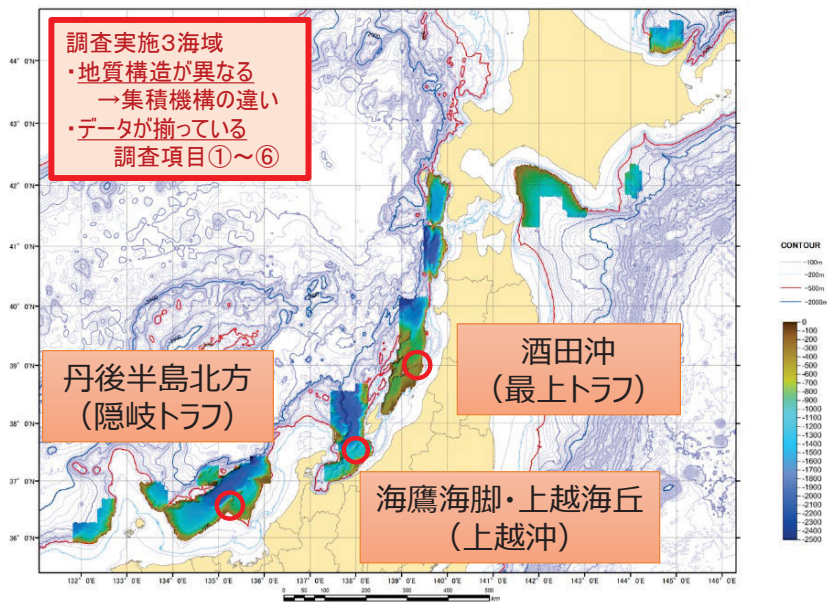
【出典】表層型メタンハイドレートの研究開発2019年度 一般成果報告会 より 広範囲鉛直掘削法



海洋調査・海域環境調査の実施海域と調査項目

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

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

調査項目（使用船舶別）

- 物理探査<物理探査船>
 - ⑦高分解能三次元地震探査
 - 海底機器観測<ROV>
 - ⑧熱流量調査
 - ⑨底層流等のモニタリング
 - ⑫海底環境調査
 - 掘削調査<掘削調査船>
 - ⑩地盤強度調査
 - ⑫海底環境調査
 - 海域環境調査<ROV/AUV>
 - ⑪海底画像マッピング
 - ⑫海底環境調査・掘削影響調査
 - 海域環境調査<海洋観測船>
 - ⑬海洋観測
- 番号（丸数字）は次ページの表に対応

※実施時期や調査項目については、地元関係者等と調整した上で実施しています。

海洋調査・海域環境調査の進捗状況

| 凡例 | 資源量把握に向けた調査 (2013～2015) | 賦存状況等を把握するための 海洋調査 (2017～) | 海底の状況等を把握するための 海洋調査 (2020～) | 海域環境調査 (2020～) |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 調査項目 | 丹後半島北方 (隠岐トラフ) | 海鷹海脚・上越海丘 (上越沖) | 酒田沖 (最上トラフ) | |
| ①広域地質調査（ガスチムニー構造の探索） | 実施済 (2013-2015) | 実施済 (2013) | 実施済 (2014) | |
| ②詳細地質調査（特異点周辺の詳細地形・地質構造探査） | 実施済 (2014) | 実施済 (2013-2015) | 実施済 (2014) | |
| ③海洋電磁探査（比抵抗分布の把握） | 実施済 (2015) | 実施済 (2014) | 実施済 (2017) | |
| ④掘削同時検層（坑井の物性測定） | 実施済 (2015) | 実施済 (2014, 2015) | 実施済 (2014) | |
| ⑤掘削地質サンプル採取（ハイドレート及び堆積物採取） | 実施済 (2015) | 実施済 (2014, 2015) | 2021, 2023 | |
| ⑥ROV潜航調査（簡易環境把握調査） | 実施済 (2015) | 実施済 (2013-2015) | 実施済 (2014) | |
| ⑦高分解能三次元地震探査（精密地下構造探査） | 2021 | 実施済 (2015) | 2019 | |
| ⑧熱流量調査（賦存領域下限深度の把握） | - | 2022-2023 | 2020-2021 | |
| ⑨海底機器観測（底層流等のモニタリング） <+環境> | - | 2022-2023 | 2020-2021 | |
| ⑩地盤強度調査（検層・室内土質試験） <+環境> | - | 2022, 2023 | 2021, 2023 | |
| ⑪海域環境調査（A）（海底画像マッピング） <+海底状況> | - | 2021, 2022, 2023 | 2020, 2023 | |
| ⑫海域環境調査（B）（海底環境調査+掘削影響調査） | (実施中) | 2021, 2022, 2023 | 2020, 2023 | |
| ⑬海域環境調査（C）（海洋観測） | (実施中) | 2021, 2022 | 2020, 2023 | |

既存データ利用や別ルートでの試料入手を検討

青：昨年度までに実施済 赤：本年度（2023年度）実施 紫：来年度以降の実施検討中

※実施時期や調査項目については、地元関係者等と調整した上で実施しています。

| 凡例 | データ取得 (海洋調査) 2018年度まで | データ取得 (海洋調査) 2019~2023年度 | データ解析 (陸上) 2017, 2019~2023年度 |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|
| | | 丹後半島北方 (隠岐トラフ) | 海鷲海脚・上越海丘 (上越沖) 酒田沖 (最上トラフ) |
| <精密地下構造の把握> | | | |
| ②詳細地質調査 (特異点周辺の詳細地形・地質構造探査) | | 2014 | 2013 2014 |
| ③海洋電磁探査 (比抵抗分布の把握) | | 2015 | 2014 2017 |
| ④掘削同時検層 (坑井の物 | 丹後半島北方での高分解能3次元地震探査 | | 14-2015 2014 |
| ⑦高分解能三次元地震探査 (精密地下構造探査) | | 2021 | 2015 2019 |
| ⑦' 地震探査データ詳細解析 (BSR・断層等の抽出・解析) | | 2022 | 2019 2020 |
| 統合処理・解析 (三次元地震探査, 海洋電磁探査, 掘削同時検層) | | 2022 | 2017,2020 2020 |
| <地下温度構造の把握> | | | |
| ⑧熱流量調査 (賦存領域下限深度の把握) | 昨年度一部報告済 | 検討中 | 2010, 2022-2023 2020-2021 昨年度報告済 |

②詳細地質調査

海底下浅部構造 (AUVによる調査)

③海洋電磁探査

三次元比抵抗分布

④掘削同時検層

LWDによる地層性状評価

⑦高分解能三次元地震探査

三次元地下構造

⑧熱流量調査

海底熱流量測定装置 (SAHF)

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

<表層型MHの研究開発 2020年度一般成果報告会資料を更新>

地盤強度調査 (海底の状況等を把握するための海洋調査)

- 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) を取得するために**海洋調査や海域環境調査**を実施。地盤強度調査はその一環。

大口径ドリルの設計
(出典: MHWirth)

掘削システム的设计

大口径ドリル等による機械的な掘削を検討

↓

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

理想的な施工

不均質な地層で起こりうる法面崩壊と埋設 (掘進障害)

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

↓

不均質な地層の地盤強度についての情報が必要

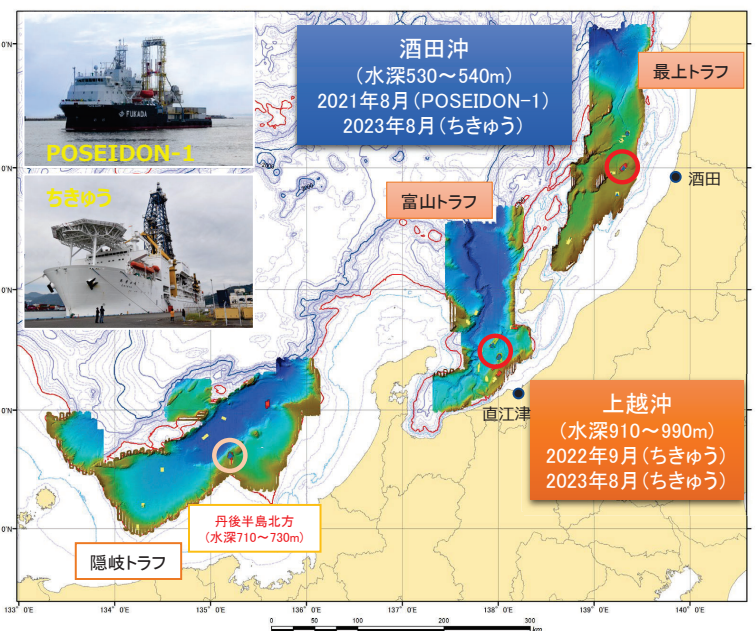
■ 地盤強度調査の目的

表層型MH胚胎地域における、海底面からBGHS (MH安定領域下限深度) 付近までの**表層型MH貯留層を構成する地層 (堆積層) の地盤強度の把握**

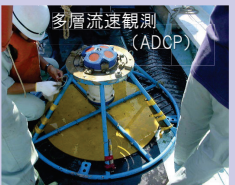
■ 調査項目

- ・ **現位置試験 (CPT: コーン貫入試験)**: 酒田沖のみ
- ・ **室内土質試験 (地質試料採取)**
- ・ **ワイヤライン (WL) 検層**: 酒田沖はPS検層のみから**地盤強度情報を取得**

⑩地盤強度調査→ 酒田沖・上越沖での掘削調査



【海域環境調査】



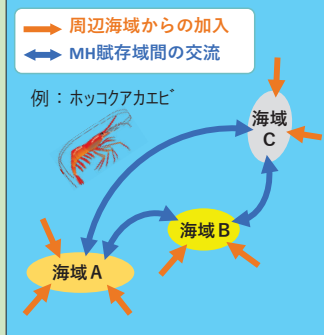
実験・解析用の試料・パラメータの取得
実験データに基づく観測手法の高度化

【環境影響評価手法の検討】

○表層型メタンハイドレート賦存海域の特性解明

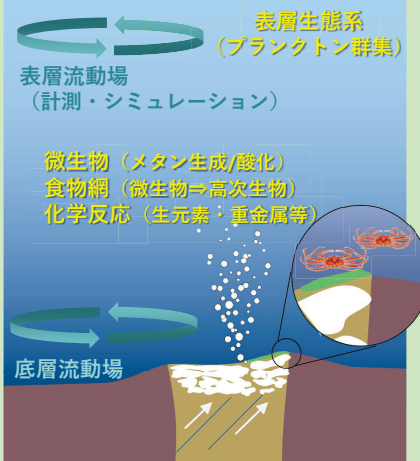
生物学的特性の把握

- 特異性/多様性/コネクティビティ等

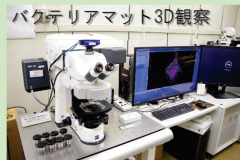
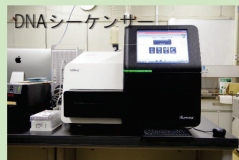


物質循環 (物理/化学/生態学) 特性の把握

- 海底の攪乱状況、高濁度水/生産水の挙動予測
- 重要な物質循環プロセス・パラメータの抽出



疑似現場試験



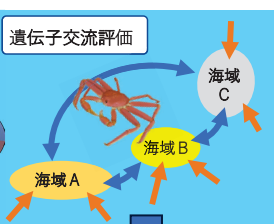
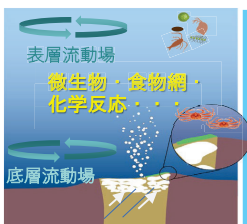
- 表層メタンハイドレート賦存海域における環境パラメータ調査
- 環境ベースライン観測及び環境モニタリング手法の高度化・最適化

【出典】第34回メタンハイドレート開発実施検討会資料 https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methane_hydrate/pdf/034_06_00.pdf
国立研究開発法人 産業技術総合研究所

環境影響評価

- 技術・社会動向調査、表層型MH賦存海域の特性解明 (物質循環、生態系等)、疑似現場実験などを行い、表層型メタンハイドレート開発に係る環境影響評価手法の高度化に取り組む。
- 上記の研究の進捗を踏まえ、海洋調査と連携して海域環境調査を実施する。

表層型メタンハイドレート開発における環境影響評価手法及び関連する法的事項



環境ベースライン調査・曝露実験・影響予測・シミュレーション・分析等

表層型メタンハイドレート賦存海域における深海性ヨコエビの捕獲、飼育および生物影響評価実験

大型水槽を用いた疑似現場実験による生物試験

表層型メタンハイドレート開発に係る環境影響予測モデルの開発

| 時間 | 講演タイトル | 講演者 |
|-------------|---|--|
| 13:05~13:15 | 開催準備・事務連絡等 | |
| 13:15~13:20 | ご挨拶 | 経済産業省 資源エネルギー庁 資源開発課 井上 加代子 |
| 13:20~13:35 | 表層型メタンハイドレートの研究開発 -2023年度の実績- | 産業技術総合研究所 エネルギープロセス研究部門 天満 則夫 |
| 13:35~14:30 | 【生産技術の研究開発】 広範囲鉛直掘削法による回収技術開発-掘削性能試験結果- | 三井海洋開発(株)事業開発部 岩本駿介 |
| 進行:鈴木(清) | 揚収時のMH再生成による閉塞の解消に向けた流動剤開発 | 産業技術総合研究所 エネルギープロセス研究部門 室町実大 |
| 14:30~15:20 | 【海洋調査】 表層型メタンハイドレート賦存域の精密地下構造探査-丹後半島北方での高分解 能3次元地震探査- | 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 児玉匡史 |
| 進行:佐藤 | 資源開発に向けた表層型メタンハイドレート賦存域の地盤強度調査-酒田沖・上 越沖での掘削調査- | 産業技術総合研究所 エネルギープロセス研究部門 鈴木清史 地圏資源環境研究部門 佐藤幹夫 |
| 15:20~15:40 | 休憩 | |
| 15:40~17:10 | 【環境影響評価】 表層型メタンハイドレート開発における環境影響評価手法及び関連する法的事項 | 日本エヌ・ユー・エス(株) 伊藤博和 |
| 進行:鈴木(淳) | 大型水槽を用いた疑似現場実験による生物試験 | (公財)海洋生物環境研究所実証試験場 林 正裕 |
| | 表層型メタンハイドレート賦存海域における深海性ヨコエビの捕獲、飼育および 生物影響評価実験 | (公財)海洋生物環境研究所中央研究所 石田 洋 |
| | 表層型メタンハイドレート開発に係る環境影響予測モデルの開発 | (株)サイエンスアンドテクノロジー 林 正能 |
| 17:10 | 閉会 | 産業技術総合研究所 エネルギープロセス研究部門 天満 則夫 |