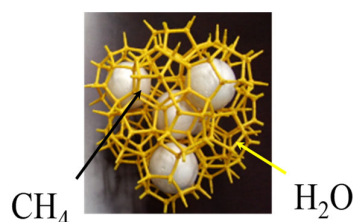


表層型メタンハイドレートの研究開発

生産技術の研究開発の概要と進捗



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

生産技術の開発

【目標】

- 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成果の取りまとめ、評価を行い、有望な回収・生産技術を特定する。
- 表層型メタンハイドレートの回収・生産に係る要素技術等の研究開発を行い、成果の評価や検証等を通じて、生産システムの具現化に向けた検討を行う。

＜実施スケジュール＞


 1年延長

年度	2019	2020	2021	2022	2023
調査研究の評価、技術の特定に向けた検討	■			■	
回収・生産技術の研究開発				■	
・要素技術開発		■	■	■	■
・生産システムの検討			■	■	■

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。

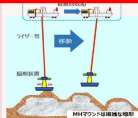
要素技術

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。



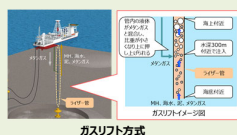
分離技術

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



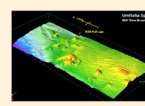
膜構造の利用

泥層内の分解挙動の把握のための物性測定

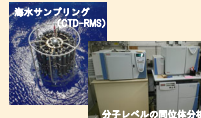
要素技術の開発や生産システムの検討に必要な調査・研究を実施。

【海洋調査・環境影響評価等】

・産業技術総合研究所



精密地下構造探査の一例



分子レベルの構造体分析

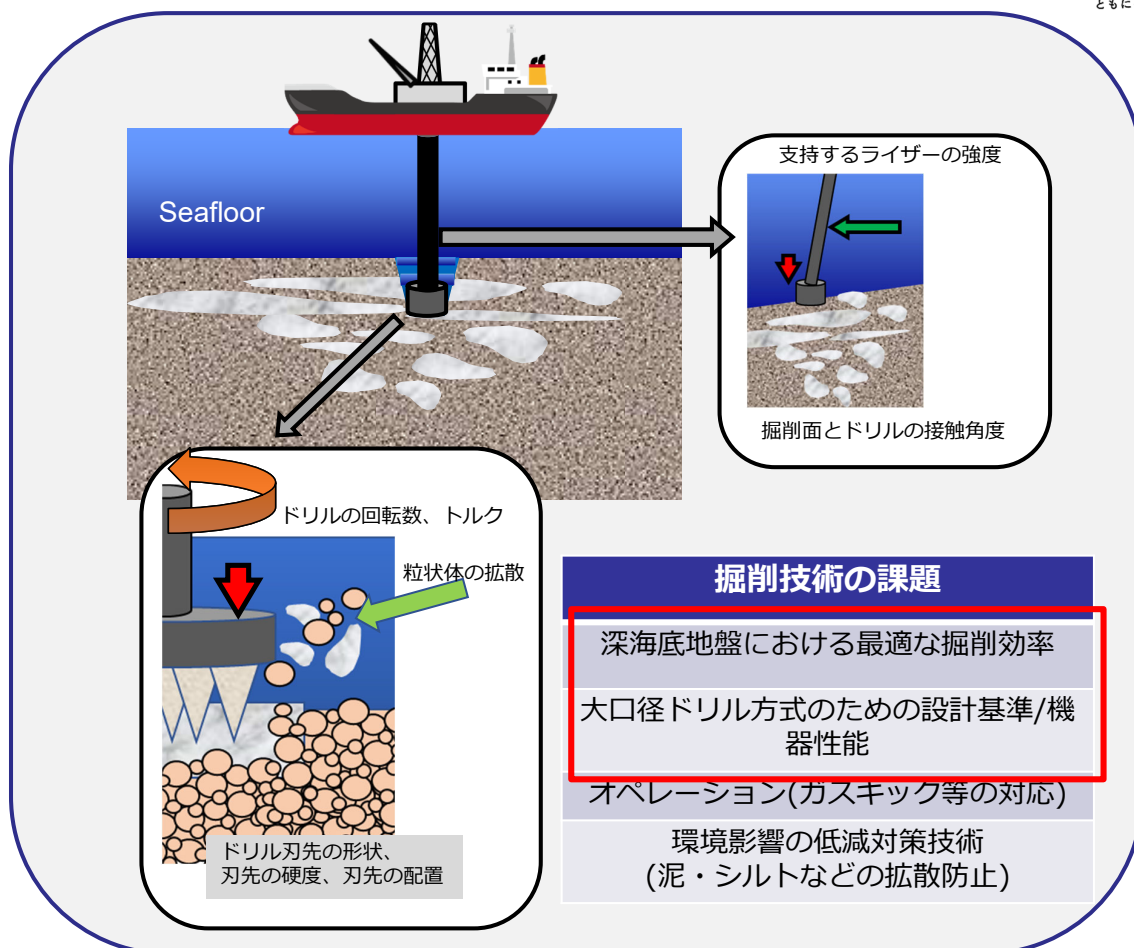
引き続き、研究開発ステージ毎に評価し、生産システムとして最も優れた組み合わせの検討を実施。

【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

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

3

○表層型MH回収技術（要素技術；掘削技術）の課題について



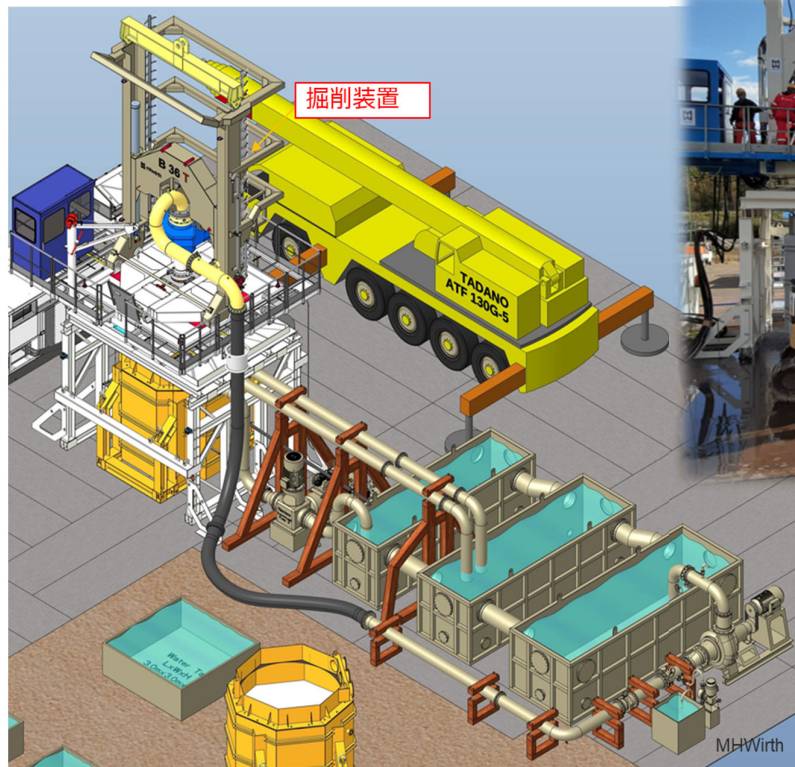
国立研究開発法人 産業技術総合研究所

4

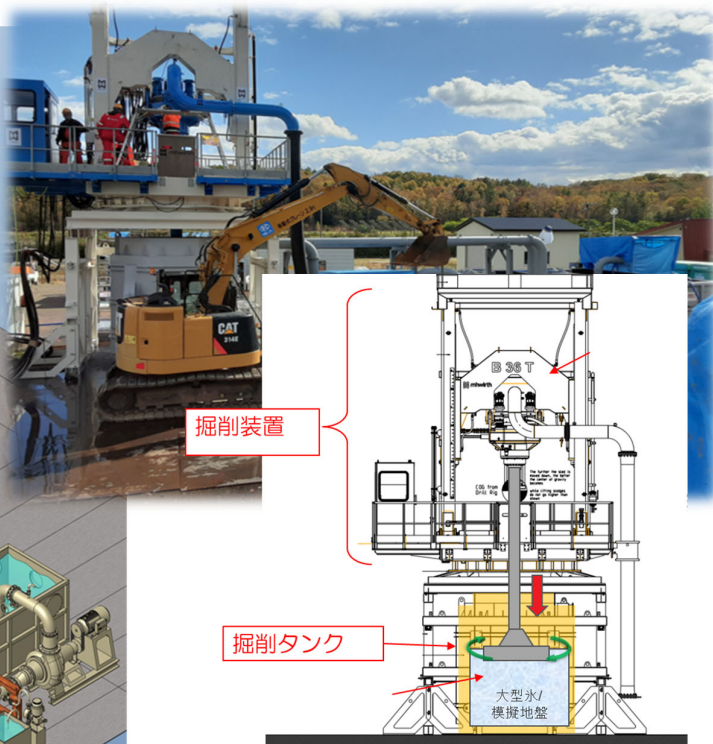
大口径ドリルを用いた広範囲鉛直採掘方式のための陸上試験について

【三井海洋開発(株)・日本大学・北見工業大学・北海学園大学】

模擬地盤を用いた試験を10月20日に実施済み。また、大型氷を用いた掘削性能試験を2023年2月に実施する計画。



掘削試験設備図



掘削装置 正面図

膜構造物の利活用に関する技術開発の進捗について

【東京海洋大学・新潟大学・九州大学・太陽工業(株)】

膜の設計方法の検討

1) 膜設計のための室内実験・海洋実験

担当：東京海洋大学
九州大学
太陽工業

- 膜に捕集される際の粒状体の挙動や、膜材料の耐久性評価のための実験・データ取得・評価を実施した。
メタンハイドレートが賦存する環境を再現する環境試験装置を開発し、膜素材を封入して環境を保持し続け、6ヶ月までの素材の強度変化等の時系列変化データを取得し、さらに長期の実験を継続している。気泡やハイドレート皮膜のある粒状体の挙動を観察するための可視化試験装置を開発し、実験データを取得している。
- 施工時の海中騒音の検討のために、音響に係る室内実験などによる検討や音響計測器で取得したデータの解析等を実施した。
将来の深海底での施工時における生物環境への影響を抑えるための生物の忌避行動の基礎的なデータを実験水槽と海底において収集した。
- 回収膜、汚濁防止膜の膜素材に必要な特性の把握、データ取得・評価を行った。
海洋実験に必要な物性を確認した。素材ごとにデータの取得を実施。

2) 膜設計のための解析

担当：九州大学

- 膜設計指針作成のため、MH粒子の衝突・凝集・付着等に関するモデル化の実施や実験の解析・評価
膜表面におけるMH粒子衝突時の凝集・付着挙動について、膜材や膜構造物角度と粒子の滞留・付着挙動に関する海洋実験データの解析・評価を実施した。

3) 大型水槽実験・海洋実験

担当：太陽工業

- 膜設計に必要なデータ取得・解析
- 回収膜、汚濁防止膜の展開時の変位確認・応力評価
海洋実験にて膜材にかかる応力を画像により確認し、海底付近の計測した流速をもとに必要な張力を解析した。

膜の施工方法の検討

1) 大型水槽実験・海洋実験

担当：太陽工業

- 膜構造物の施工に必要なデータ取得・解析
- 回収膜、汚濁防止膜の展開構造に必要な部材の評価
海洋実験にて海底での展開に必要な展開機構、設置位置の調整・移動方法を確認した。

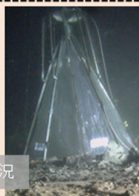
2) 汚濁防止膜に作用する力および支持地盤の安定解析

担当：新潟大学

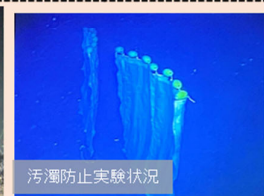
- 膜の施工に必要な支持地盤条件の検討や、大型水槽実験の解析や考察等の解析・評価
数値解析により、汚濁防止膜の傾きと膜の抗力係数、膜に作用する力の関係式を得た。汚濁防止膜が傾いた状態で保持するために必要なフロートの浮力を試算した。有限要素法による地盤安定解析により、海底地盤のφの推定値からメタンハイドレート掘削の深さに対応した安定勾配マトリクスを算出した。海底掘削試験から地盤の摩擦係数を概算した。



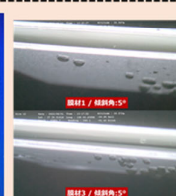
回収膜 実験状況



汚濁防止実験状況



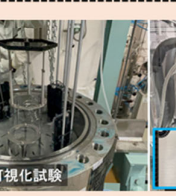
候補膜材へのMH粒子付着試験



可視化試験装置と環境試験装置



可視化試験装置と環境試験装置



可視化試験装置と環境試験装置



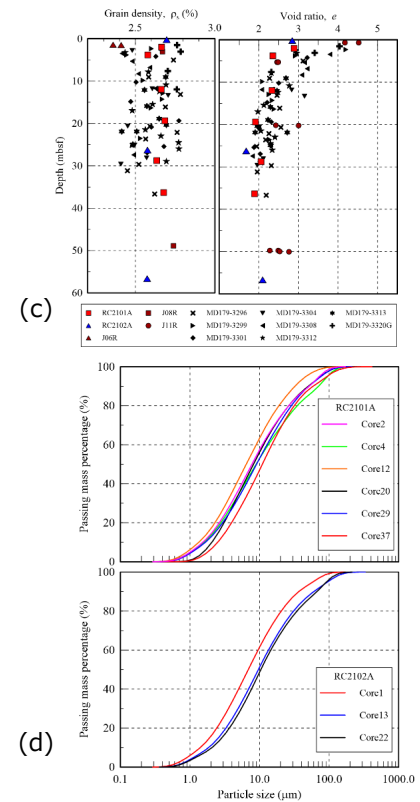
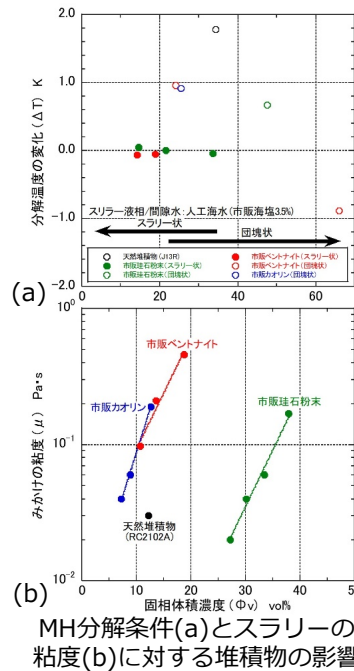
可視化試験装置と環境試験装置

海底面下浅層に分布する表層型メタンハイドレートの特徴を踏まえて、メタンハイドレートの分解条件、海底地盤の変形・強度特性を含む地質及び土質的な特徴等、要素技術開発及び生産システム検討において必要となる共通基盤的な貯留層物性とメタンハイドレート分解挙動を検討。

○ 天然コア試料と市販試料（珪石粉末、カオリン及びベントナイト）を使用して、MH分解条件などに対する堆積物の影響を検討。スラリー状態では、分解条件に対する影響は小さく、粘度に対する影響は鉱物組成により異なる（図(a)、(b)）。

○ 複数のMH胚胎域の調査結果より、深度方向の間隙比変化は約20mbsfまで減少し、それ以深の変化は小さい傾向は、地点によらずほぼ同様である。酒田沖海底地盤の土粒子密度と粒度分布は、深度によらずほぼ同じである（図(c)、(d)）。

○ この他、酒田沖海底地盤強度調査により得られたコア試料の炭酸塩鉱物含有量の測定、圧密特性、練返し供試体による三軸試験などを実施し、検層結果との対比・検討などを行った。



コア試料の物性
(c)土粒子密度・間隙比の深度分布
(d)粒度分布