

表層型MH回収技術開発に係わる 調査研究

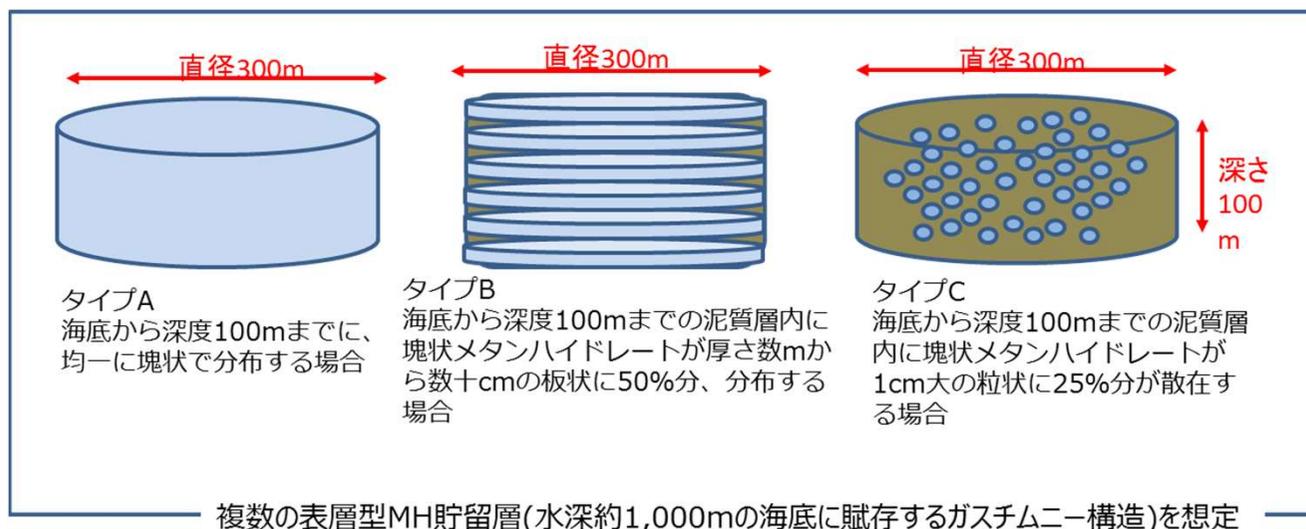
—採掘機と分離装置を用いた回収システムに関する技術的検討—

三 菱 造 船 株 式 会 社
清 水 建 設 株 式 会 社
国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

調査・検討内容：

(1) 表層型メタンハイドレートを回収する原理等に係る調査、検討について

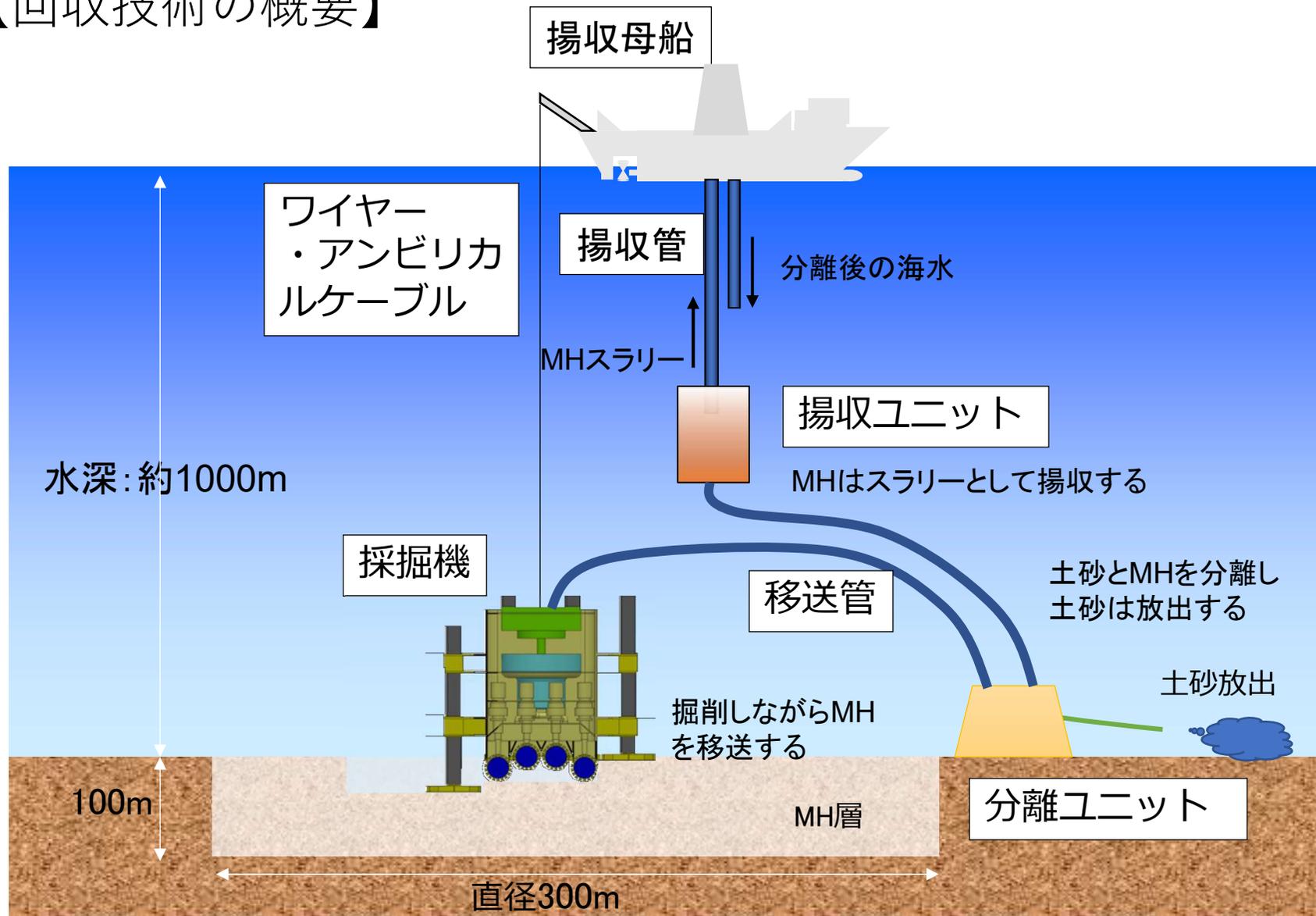
- ① 表層型メタンハイドレートを対象とした回収、輸送のための技術（例：破碎、分解、捕集、混相流（気体・液体・固体）の制御、ガスの分離回収法等）の原理の考察。
- ② ①で提案された原理の適用可能性の考察



(2) 回収に伴い想定される以下の事象への対応等に係る調査、検討について

- ① 副次的生成物（泥、水）などが発生する場合の処理方法
- ② 突発的に大量のガスが噴出した場合の回収機器へのリスク回避方法
- ③ 海洋の生態系や大気を始めとした環境への影響を低減させるための手法
- ④ 表層型メタンハイドレートの回収時および回収後の地盤安定性の評価手法

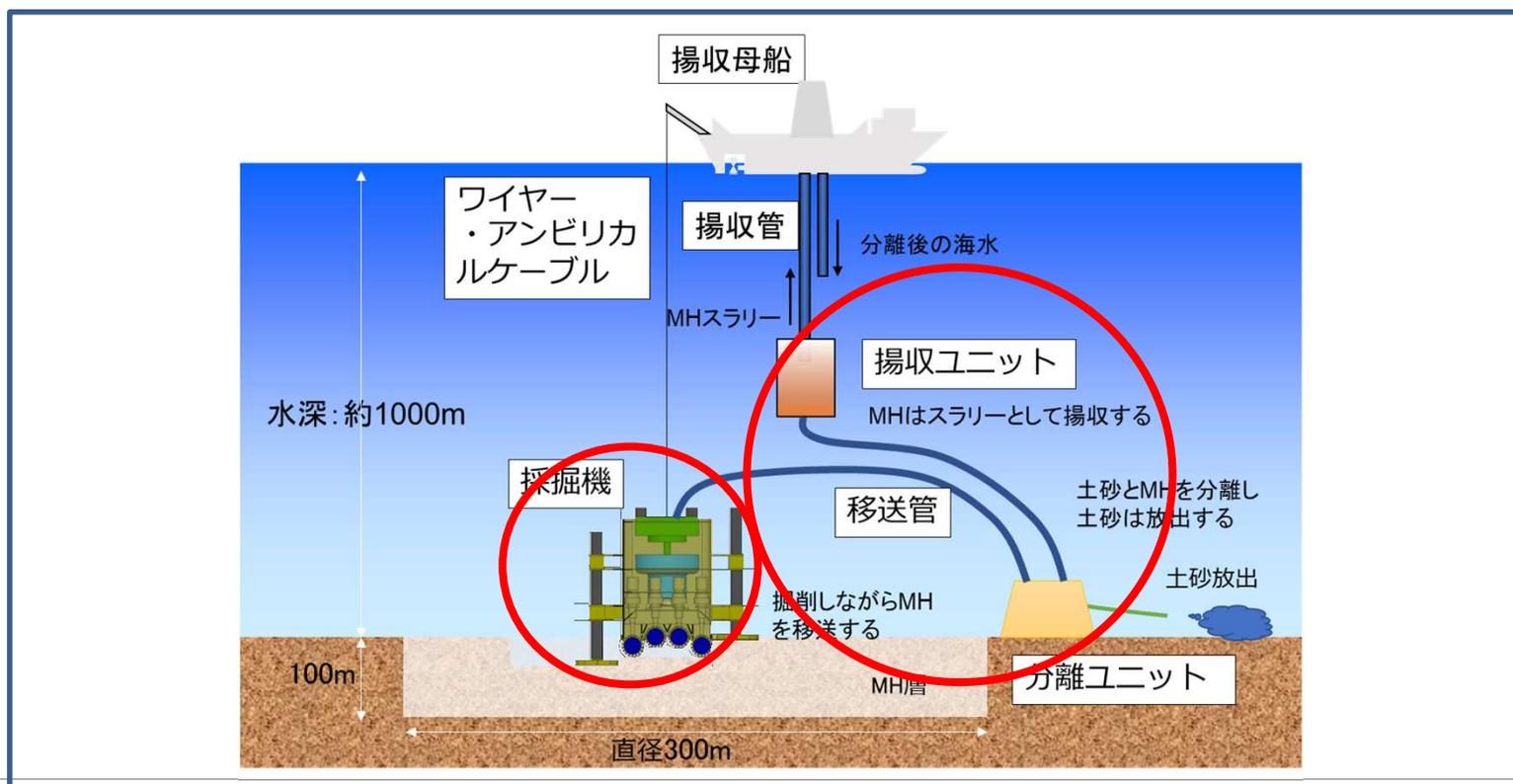
【回収技術の概要】



回収技術の概要

本調査研究で提案している回収技術では、制御方法、採掘計画、**採掘機**、移送管、**分離・揚収ユニット**(**分離装置**、**揚収ポンプ**)、ライザー管、送電線および揚収母船の構成を検討してきた。

今回は、一部の項目について紹介する。



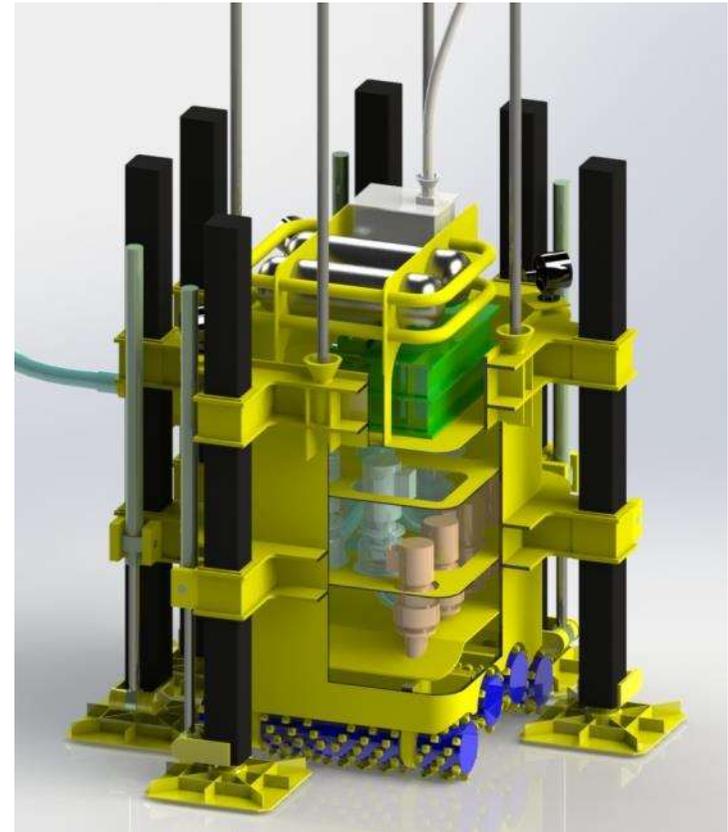
【採掘機】

採掘機の自重を支える地耐力が不足すると、転回等で底質を練り返してしまい地盤強度が低下する。これにより機体の自重を支えられずに沈下が発生し、走行不能となる。

そこで、右図のような縦掘型採掘機による吊下げ式を提案する。また、吊下げ式機能に加えて機体沈下を防止できる歩行式についても検討する。

<特徴>

- 採掘したMHを移送管を通じて分離・揚収ユニットまで移送する。
- 地すべりが発生しても機体損傷を最小限に抑えられる。



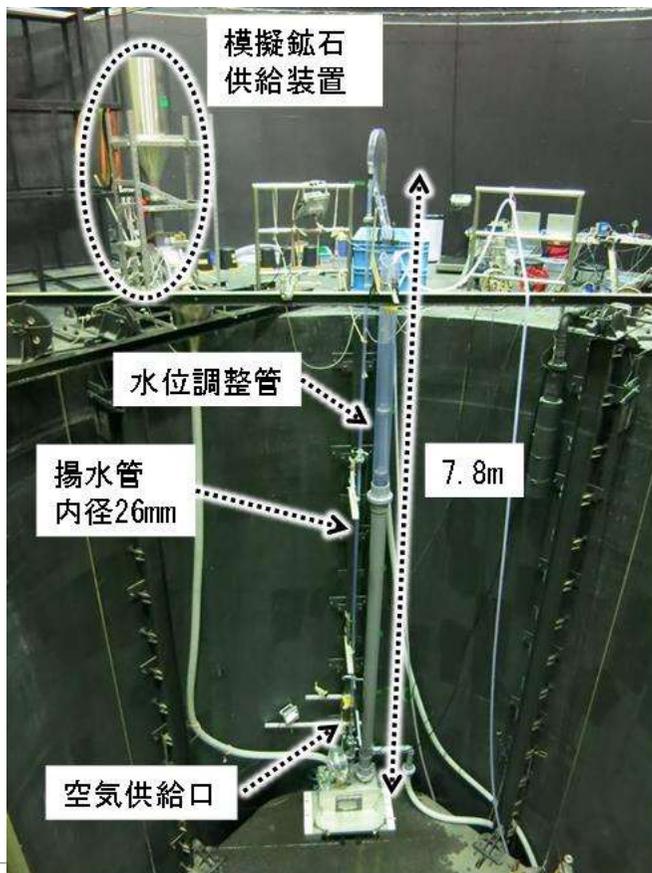
縦掘採掘機の3D図

【移送技術(揚収ポンプとガスリフト)】

○幾つかのポンプに対し、MHへの適用性・制御方法を検討した。

○ガスリフト方式による揚収の場合、空気供給量、浸水率及び管内濃度と水流束の関係を調査するとともに、管径や管長(水深)の影響を調査する必要がある。そこで、空気供給量、浸水率、管内濃度をパラメータとして模型試験を実施した。

・ 試験装置外観



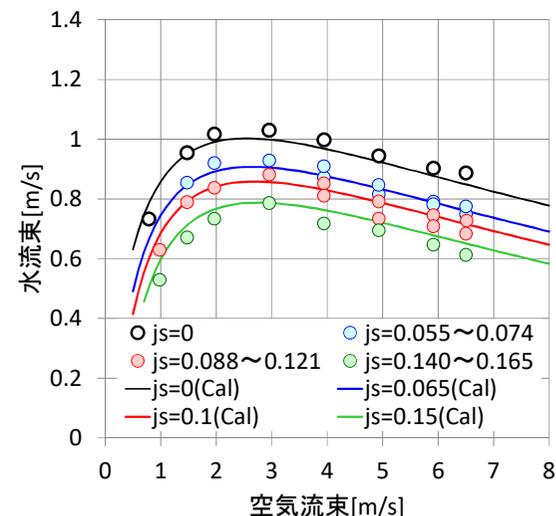
・ 吸込部の様子



模擬球(プラスチック)

- ✓ 粒径: 6mm
- ✓ 粒子密度: 1331kg/m³

・ 試験結果・計算結果例

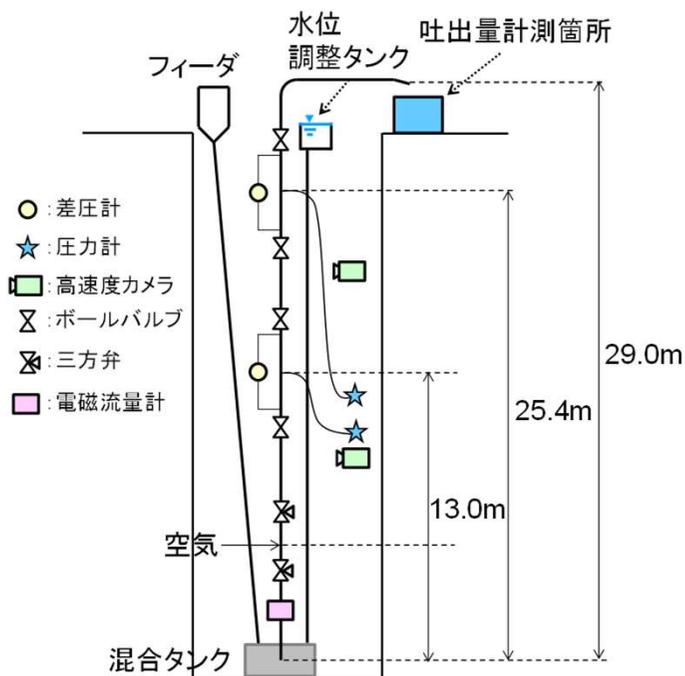


j_s は固体流束(m/s)
流束は流量を管断面積で除したもの

- 文献調査及び、模型試験を実施し、各パラメータと水流束の関係を調査した。
- 既存文献を参考とし、水流束の計算手法の妥当性を検証した。

また、調査・検討した移送モデルが配管が長くなった場合に適用できるかを調査することを目的とし、ガスリフト方式での混相流の移送試験を実施した。

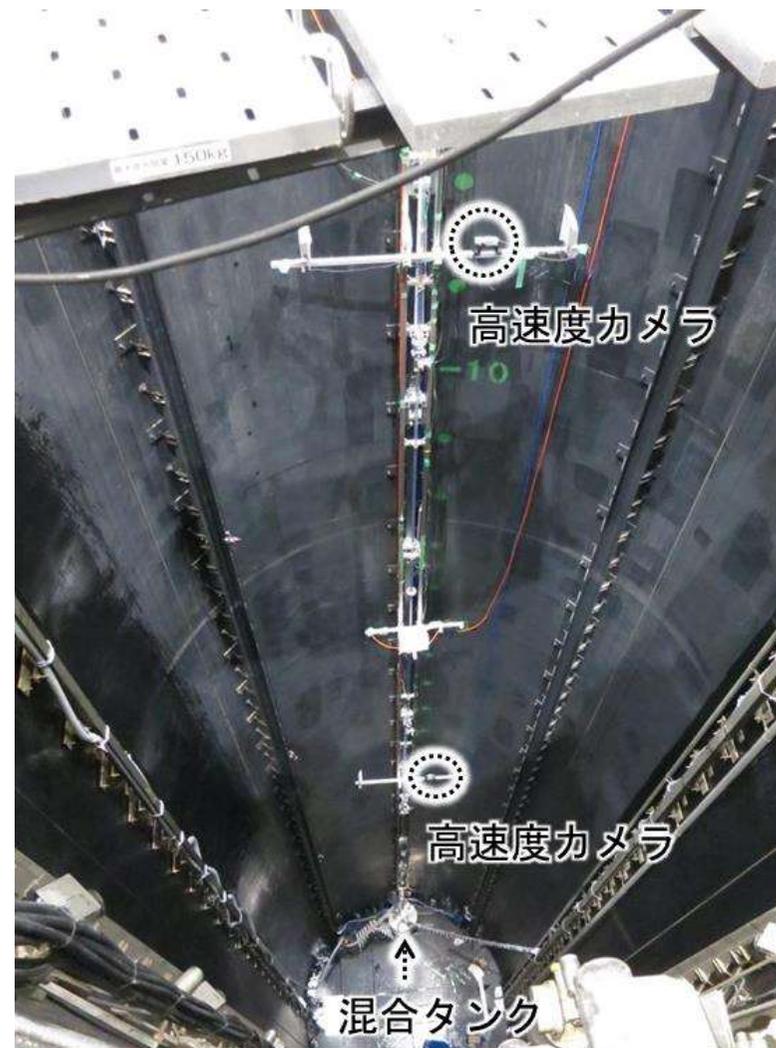
試験装置模式図



- 模擬ハイドレート(プラスチック)
- ✓ 粒径: 6mm
- ✓ 粒子密度: 1356kg/m³

▶ 本試験程度に配管が長くなった場合でも、過年度に検討した水流束の計算手法を適用できることを確認。

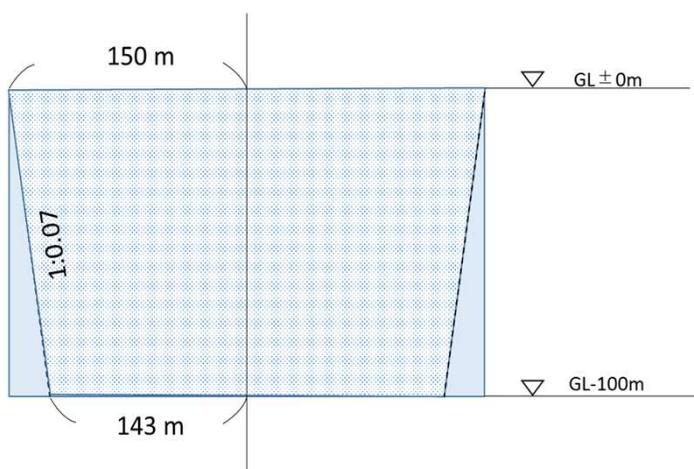
試験装置外観



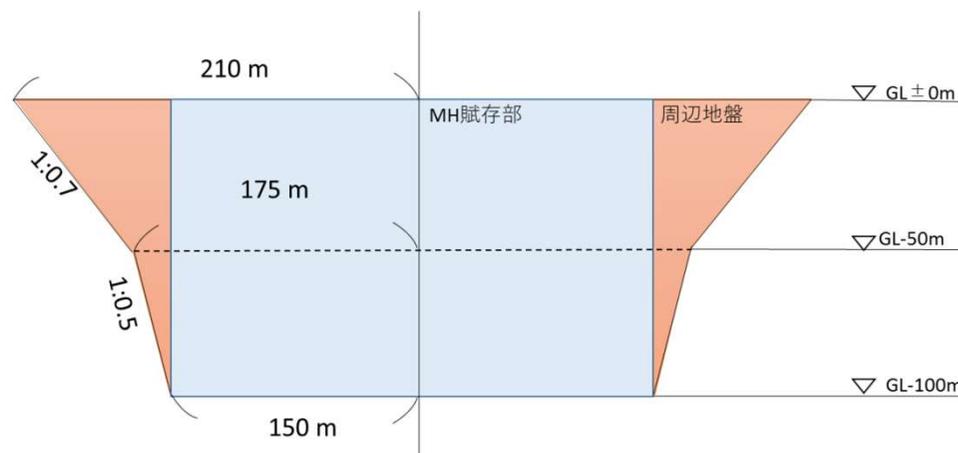
【地盤安定性一検討例】

1. 経済性に主眼を置き, 回収効率(=MH回収量/掘削量)が最大となる掘削勾配を算出。
2. 外周地盤への盛土をしない。また, 静的条件とする。
3. 安定勾配の最小安全率(F_s) ≥ 1.2 。
4. MH賦存部の内部のみを掘削する内部掘削と外周地盤を掘削する外部掘削について検討。

内部掘削の模式図
(MH100%含有の場合)

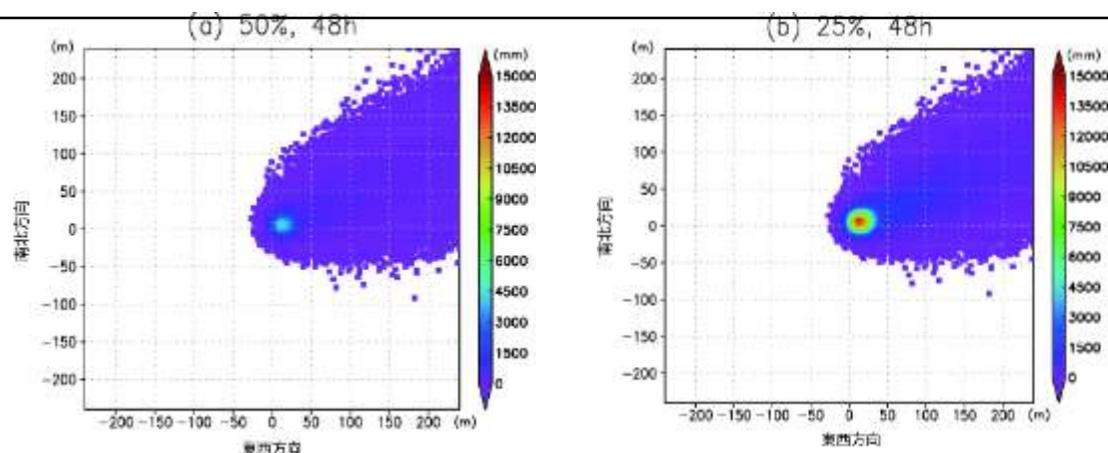


外部掘削の模式図



【環境影響：濁りの影響に関する数値シミュレーション】

目的	既存研究などを参考にした仮定条件の下、海底での掘削・分離に伴い発生する濁りの移流・拡散範囲と土砂の再堆積厚を数値モデルを用い解析
モデル・手法	数値モデル：粒子輸送モデル 計算手法：オイラー・ラグランジュ法
計算結果 (2日間)	濁り影響範囲：MH賦存率50%及び25%のケースに対して、 $1.0 \times 10^5 \text{mg/L}$ の粒子濃度となるのは、25m × 10m及び100m × 30m程度 再堆積厚：MH賦存率50%及び25%とも、堆積厚さ2m以上となる範囲は、最大厚さとなる地点を中心とした半径約25m以内のエリア ⇒分離装置の土砂放出方法等を再検討



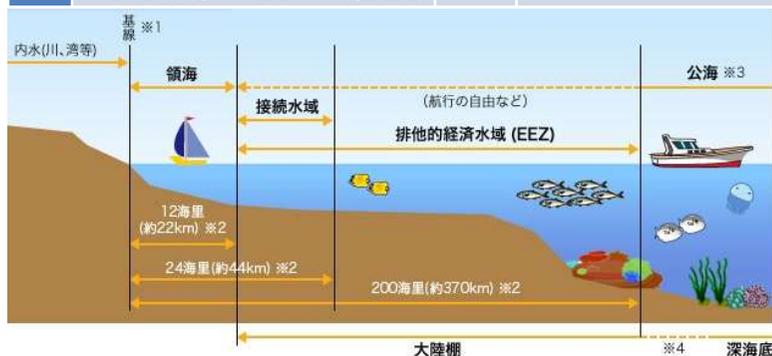
計算開始から48時間後の土砂粒子の再堆積厚さ

【副次的生成物(泥・水)の関係法令】

◆ 処理方法に関して考慮すべき関係法令

MH回収に伴い副次生成物(泥、水)が発生する場合、その処理方法に関して考慮すべき関係法令(主として環境法令)を下表にとりまとめた。

No.	主要関係法令	関連	規制概要等
1	鉱山保安法	◎	●坑水又は廃水の処理、海洋施設における鉱業廃棄物等の処理、土地掘削での配慮
2	深海底鉱業暫定措置法	X	●対象鉱物外【対象鉱物：銅、マンガン、ニッケル、コバルト】
3	海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律	◎	●船舶・海洋施設からの油・有害液体物質等・廃棄物の排出規制 ●船舶からの有害水バラストの排出規制、油・有害液体物質等・廃棄物の海底下廃棄規制
4	自然公園法	○	●海域公園地区(国立公園・国定公園)【鉱物掘採等許可制】利用調整地区(国立公園・国定公園)【一定期間立入禁止】普通地域(国立公園・国定公園)【鉱物掘採等届出制】
5	自然環境保全法	○	●海域特別地区(自然環境保全地域)【鉱物掘採等許可制】普通地区(自然環境保全地域)【鉱物掘採等届出制】、海洋保護区【2020年設定予定検討中：鉱物掘採禁止等】
6	海洋法に関する国際連合条約	○	●海洋(領海、接続水域、排他的経済水域、大陸棚、公海、深海底)の国際的な管轄権の規定
7	1972年の廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約の1996年の議定書	○	●海洋汚染防止法等によって国内実施、海洋への廃棄物等の投棄規制【原則禁止】



➡ 国内関係法令と共にMH掘削場所の観点から国際的な枠組みについても十分留意する必要がある。

海域の区分 出典:「海の法秩序と国際海洋法裁判所(外務省HP)

○調査研究では、全体システム、採掘機、分離装置、移送技術、エネルギー収支、環境、副次的生成物などが発生する場合の処理方法、地盤安定性などの様々な項目について調査・検討を行った。今回はその一部について概略を紹介した。

○例えば、採掘機として、選定した縦掘型採掘機の基本スペックなどについて紹介した。

○移送技術の検討として、ガスリフト方式に関する検討概要について紹介した。

○海底での掘削・分離に伴い発生する濁りの移流・拡散範囲と土砂の再堆積厚について、仮定条件の下で数値モデルを用いて解析した例を紹介した。

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。