産総研
ともに挑む。つぎを創る。

資料 5

＜表層型メタンハイドレートの研究開発＞

進捗状況報告

2023年1月13日

産業技術総合研究所

回収・生産技術に係る要素技術開発の進捗状況

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

産総研 ともに挑む。つぎを創る。

- 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。

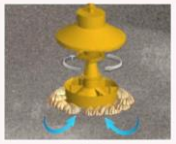
要素技術

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。



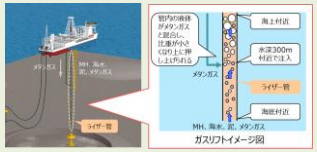
分離技術

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。

資源回収船イメージ（概念設計完了）

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。



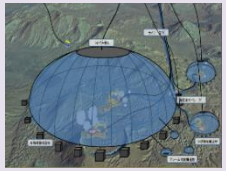
ガスリフト方式

水中ポンプ方式
（海底熱水鉱床パイロット試験の水中ポンプ（JOGMEC提供））

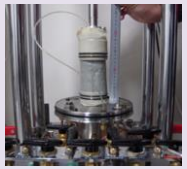
共通基盤技術

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



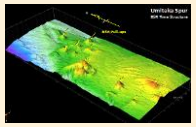
膜構造の利用



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

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

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

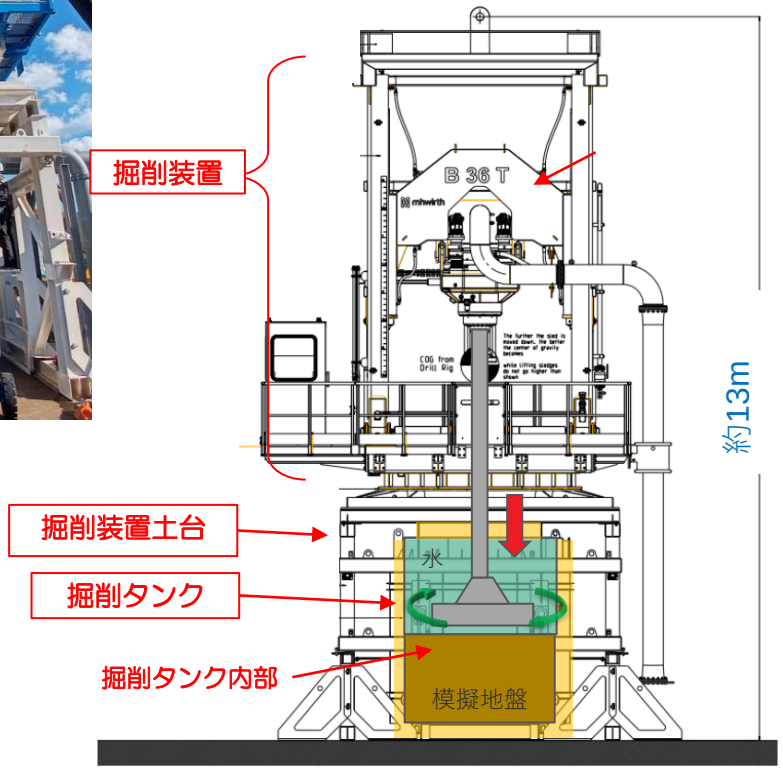
【三井海洋開発(株)・日本大学・北見工業大学・北海学園大学】

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

- ✓ 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月に実施する計画。

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

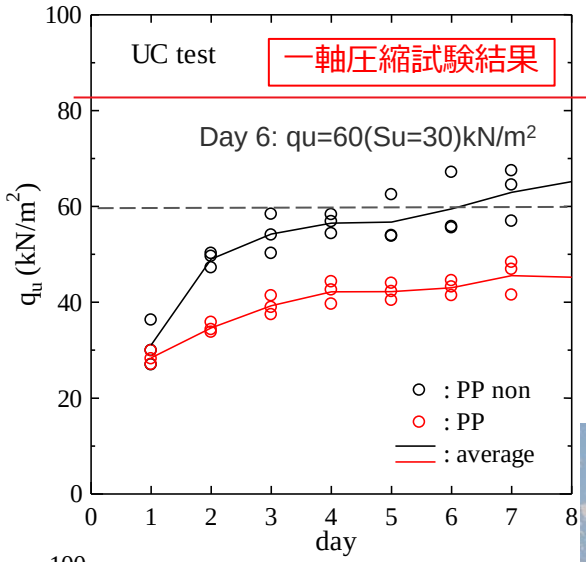
MHWirth

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

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

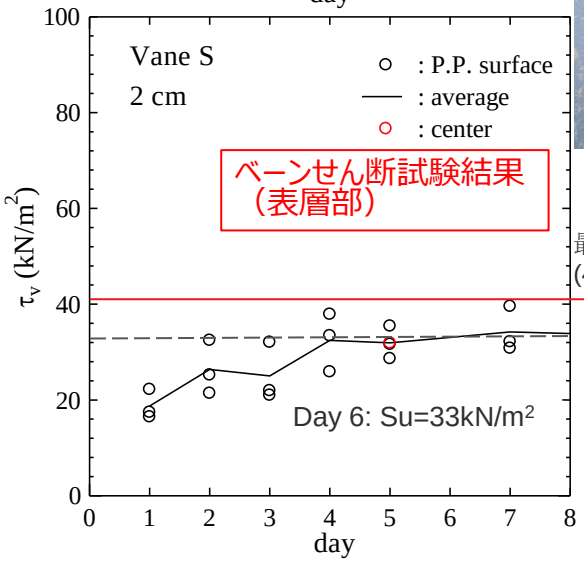
【三井海洋開発(株)・日本大学・北見工業大学・北海学園大学】



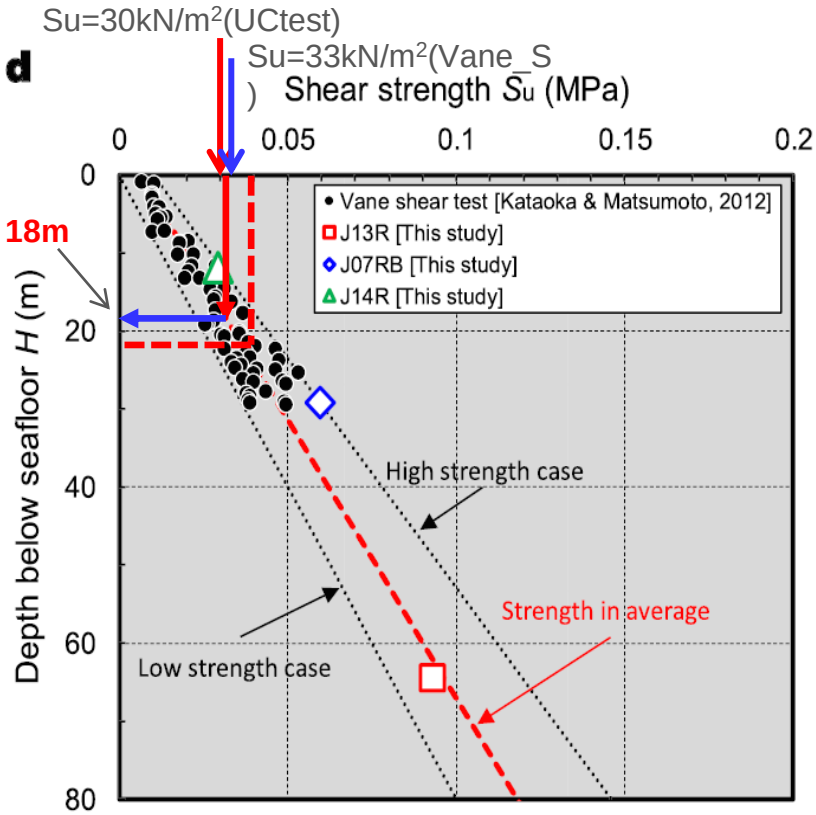
最大一軸圧縮強度
(82kN/m2)想定

（北見工業大学 提供）

ベーンせん断試験



最大せん断強度
(41kN/m2)想定



(Yoneda, et. al. 2019)

計画）最大深度約20m程度の表層海底地盤強度を想定

結果）深度約18mに相当する模擬地盤の作成に成功

【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」

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

【三井海洋開発(株)・日本大学・北見工業大学・北海学園大学】

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

掘削中の様子

ドリル回転形状に沿って
模擬地盤が掘削されている

掘削前（タンク内）

掘削後（タンク内）

掘削ドリルが模擬地盤を上手く掘削できることを確認

【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」

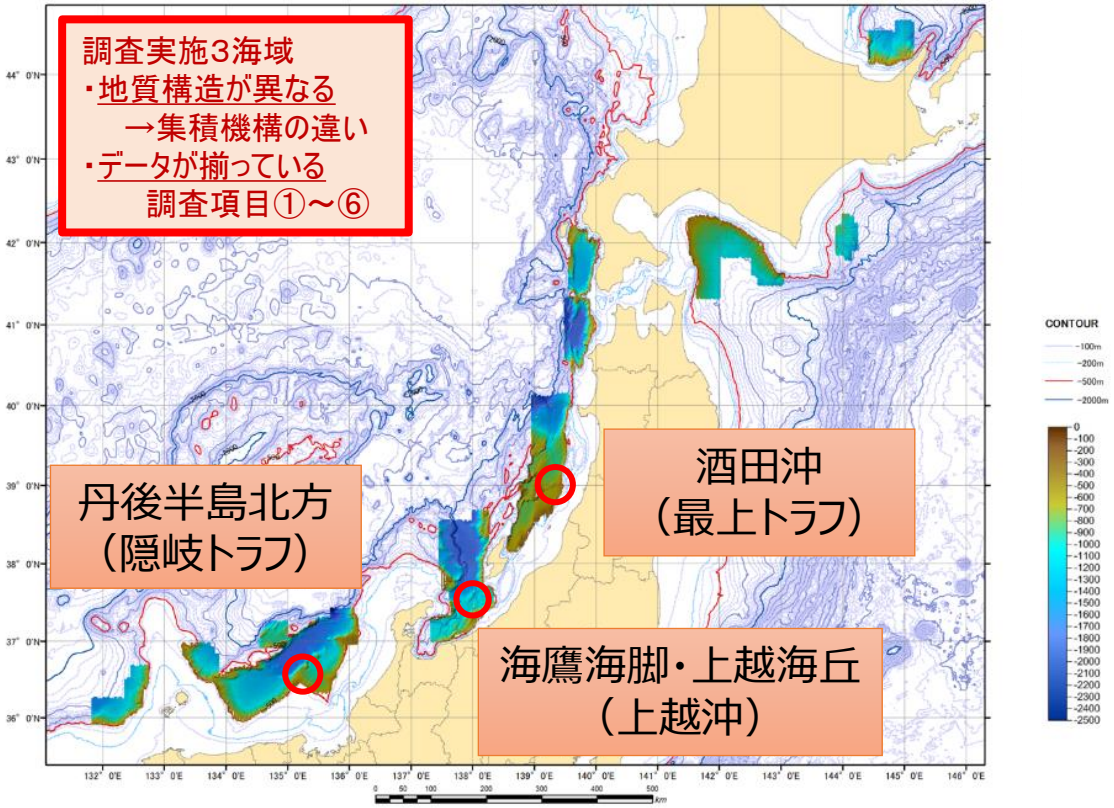
海洋調査・海域環境調査の進捗状況

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

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＞
  - 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。

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

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（上越中）	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掘削地質ｻﾝﾌﾟﾙ採取（ﾊｲﾄﾞﾚｰﾄ及び堆積物採取）	実施済（2015）	実施済（2014, 2015）	2021
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）	（検討中）	2022-2023	2020-2021
⑨海底機器観測（底層流等のﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ） ＜+環境＞	（検討中）	2022-2023	2020-2021
⑩地盤強度調査（検層・室内土質試験） ＜+環境＞	（検討中）	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
⑫海域環境調査（B）（海底環境調査+掘削影響調査）	(2022-2023)	2021, 2022, 2023	2020
⑬海域環境調査（C）（海洋観測）	(2022-2023)	2021, 2022	2020

現地海底調査が困難なため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（2022年度）実施　紫：来年度実施予定または検討中

※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。

地盤強度調査（海底の状況等を把握するための海洋調査）

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

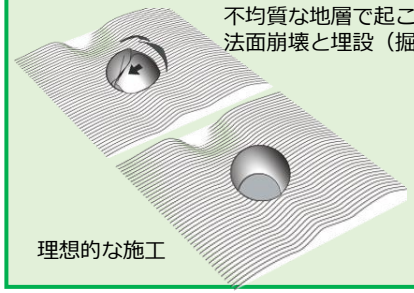
● 回収・生産技術の研究開発の最大化を図るために必要不可欠な情報（胚胎層の深度と連続性、地盤強度、環境影響等）を取得するために海洋調査や海域環境調査を実施。地盤強度調査はその一環。

大口径ドリルの設計

掘削システムの設計

（出典：MHWirth）

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



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**

から地盤強度情報を取得

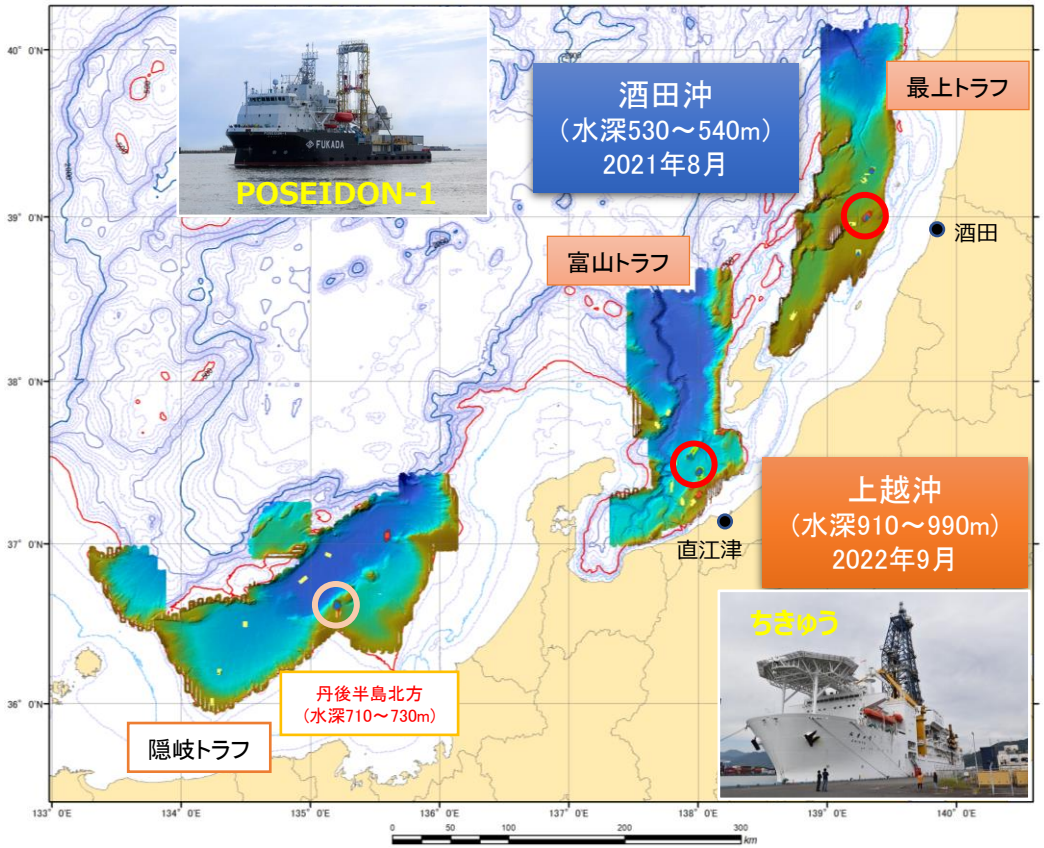
■ 海底地盤強度調査の実施海域

➢**酒田沖（酒田海丘）：「POSEIDON-1」PS21航海**

胚胎地点（２地点）＋参照地点（１地点）

➢**上越沖（上越海丘，海鷹海脚）：「ちきゅう」CK22-03C航海**

胚胎地点（２地点）＋参照地点（２地点）



地盤強度調査（海底の状況等を把握するための海洋調査）

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

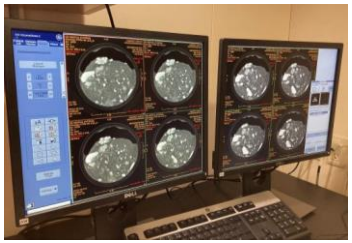
- 地盤強度調査として、2021年に酒田沖でコーン貫入試験（CPT）、地質試料採取（室内土質試験用）及びPS検層を、2022年に上越沖で、地質試料採取（室内土質試験用） 及びワイヤライン（WL）検層を実施し、これらのデータの解析を進めている。
- 2022年の上越沖（上越海丘）での掘削調査の前後で、ROVを用いた掘削影響事前・事後調査を実施

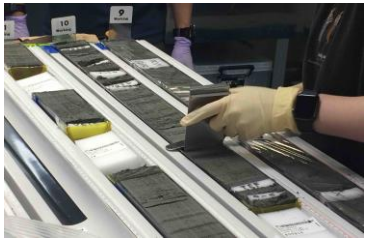
◆ 酒田沖（「POSEIDON-1」PS21航海）：2021年実施
- 原位置における**CPT計測**を実施
- 室内土質試験用の**地質試料（堆積物コア）を採取**
  ⇒ 航海終了後に**室内土質試験**を実施
- コア取得後に同じ坑井でWL検層（**PS検層**）を実施
- 音波検層（PS検層）結果とCPT及び室内土質試験の結果は**良い相関**を示す
- CPTツールはMHや炭酸塩岩など硬い岩石の多い地層では、リスクが大きい →WL検層で代替可能

CPTツール先端

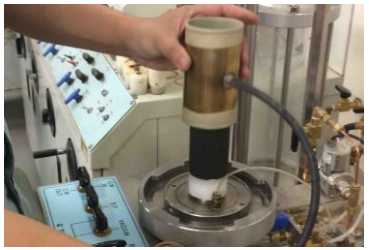
PS検層ツール

◆ 上越沖（「ちきゅう」CK22-03C航海）：2022年実施
- 室内土質試験用の**地質試料（堆積物コア）を採取**
  ⇒ 航海終了後に**室内土質試験**を実施中
- 採取した堆積物コアのうち室内土質試験に供しないコアの半割断面で、**貫入抵抗試験、ベーン剪断試験**を船上で実施
- コア取得後に同じ坑井で**各種WL検層**を実施（原位置CPTの代替）
- 室内土質試験（解析中）と各種WL検層（解析中）の結果を対比予定


コアのCT画像（断面）


コア処理

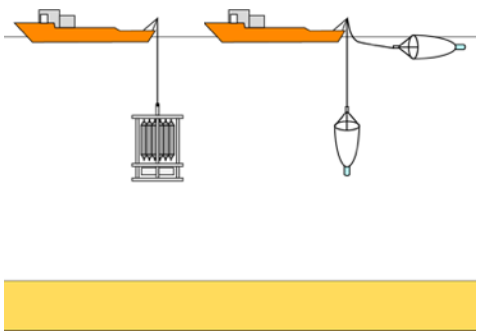
ベーン剪断試験


室内土質試験

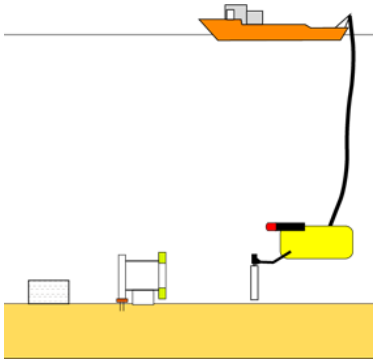
「環境影響評価」に関わる海洋調査（掘削影響事前・事後調査）

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

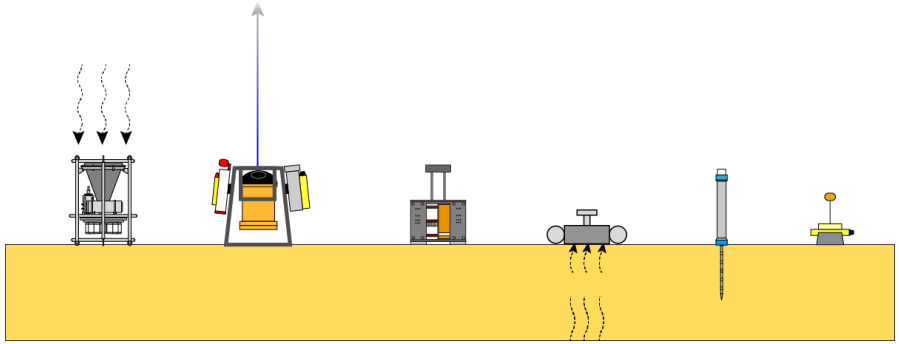
	2020	2021	2022	2023
海洋観測（洋上）	酒田沖	上越沖	上越沖	
海底環境調査				
海底画像マッピング	酒田沖	上越沖	上越沖	上越沖
ROV観測	酒田沖	上越沖	上越沖 掘削影響事前・事後調査	上越沖 掘削影響長期評価
長期モニタリング	酒田沖		上越沖	
地盤強度調査 （掘削）		酒田沖	上越沖	上越沖



■ 海洋観測（洋上）



■ 海底環境調査



■ 長期海底環境モニタリング調査

【出典】 表層型MHの研究開発　2022年度研究成果報告会 「環境影響評価の概要と進捗」

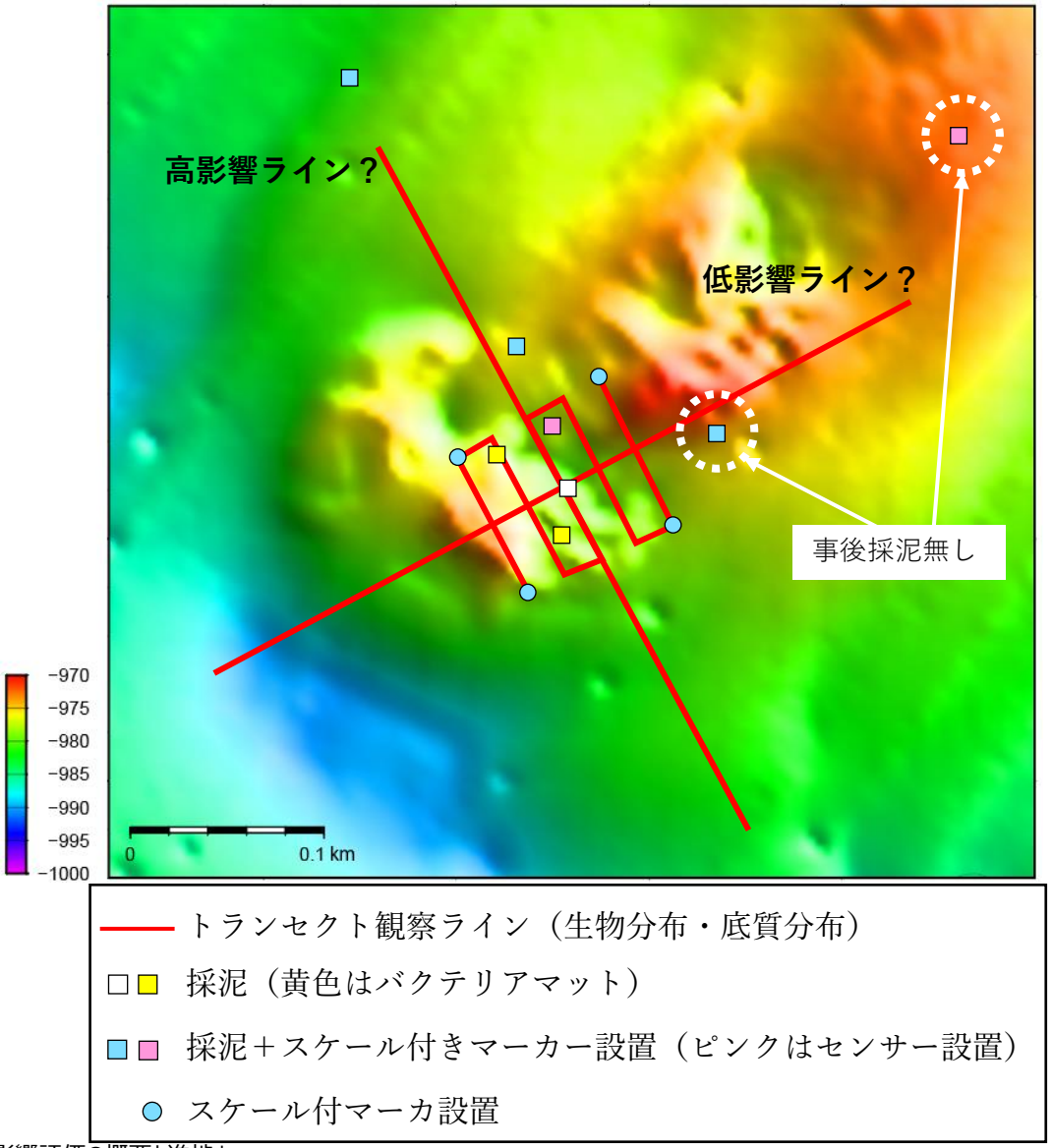
掘削影響評価 事前（SS22-2）・事後（SN22）調査航海

採泥・マーカー設置点及びトランセクト観察ライン

事前航海：2022/8/20～9/1

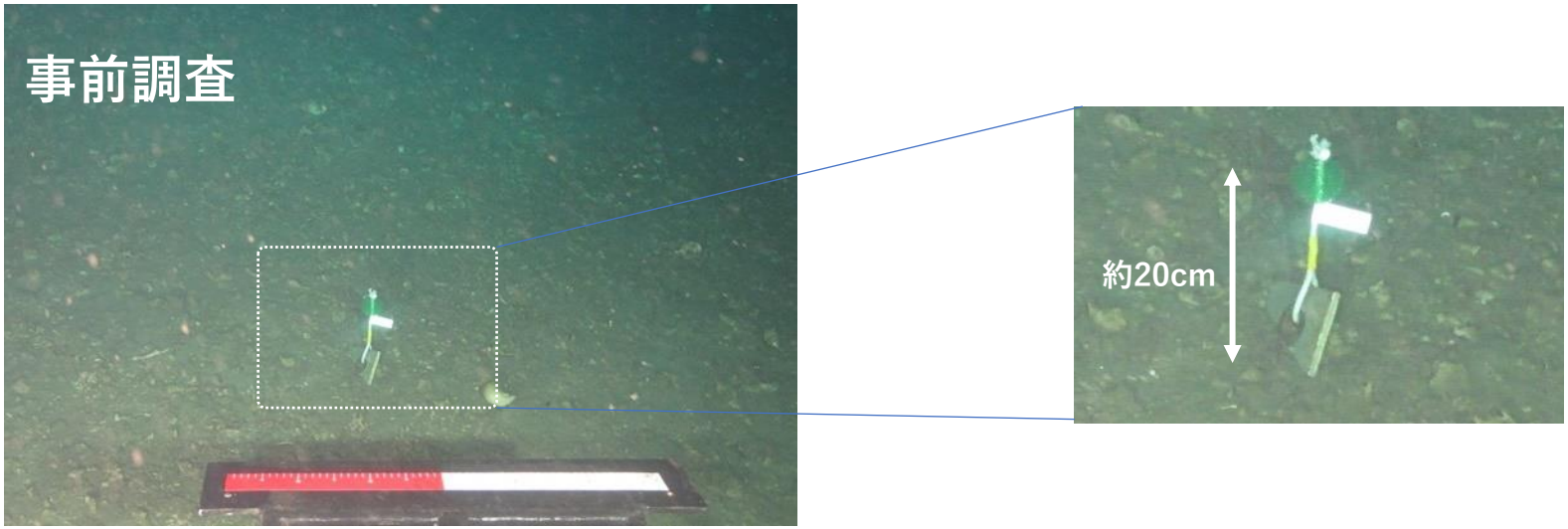
掘削：2022/9/18～9/19

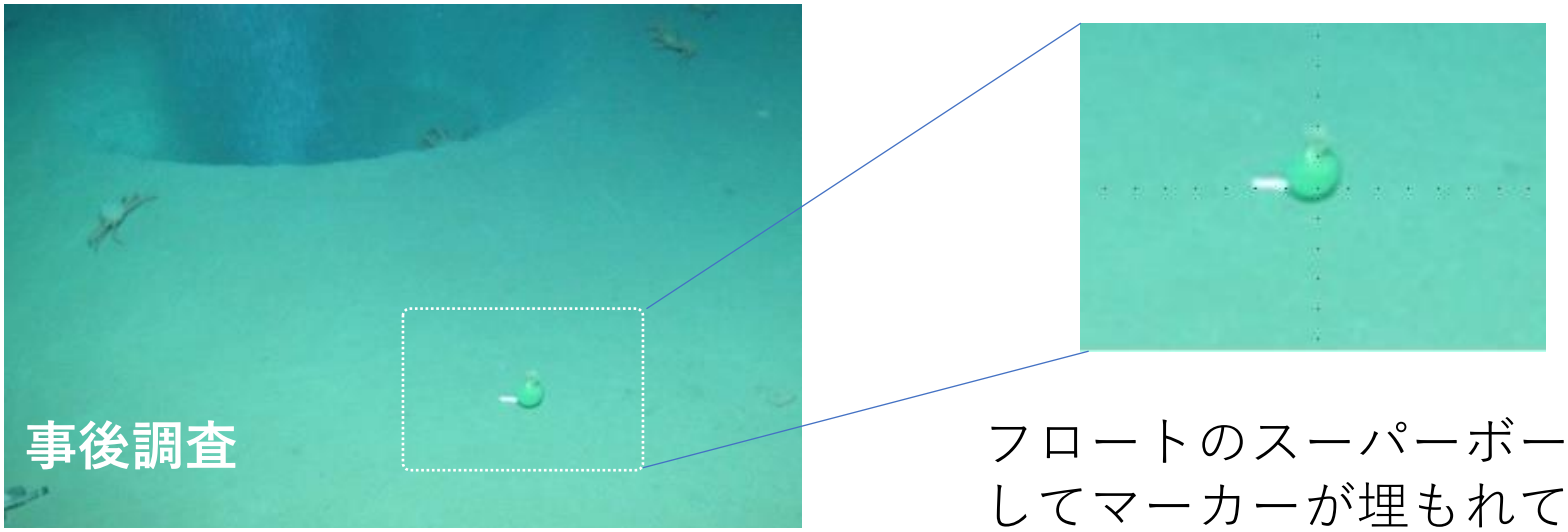
事後航海：2022/10/7～10/18



【出典】 表層型MHの研究開発　2022年度研究成果報告会 「環境影響評価の概要と進捗」

速報：Drilling Point (DP: 掘削点)直近の様子



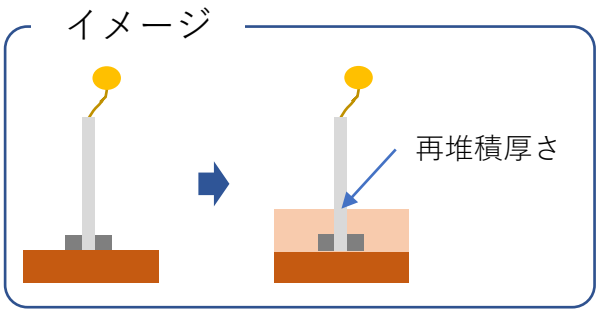


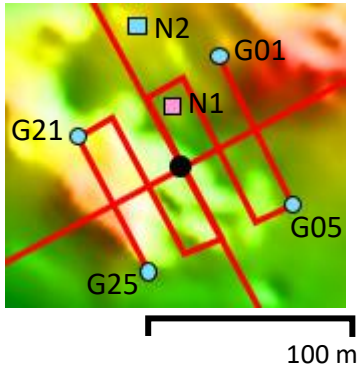
フロートのスーパーボールを残してマーカーが埋もれていた

【出典】 表層型MHの研究開発　2022年度研究成果報告会 「環境影響評価の概要と進捗」

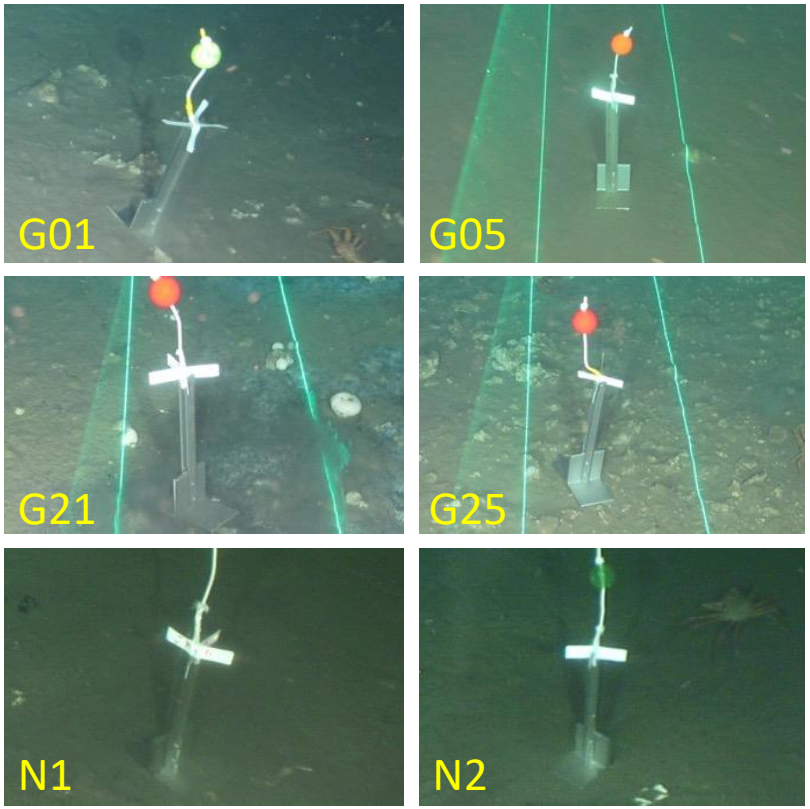
速報：スケール付きマーカーの設置

掘削による再堆積の評価のため30 cmのスケール（物差し）付きマーカーを掘削点中心に複数設置

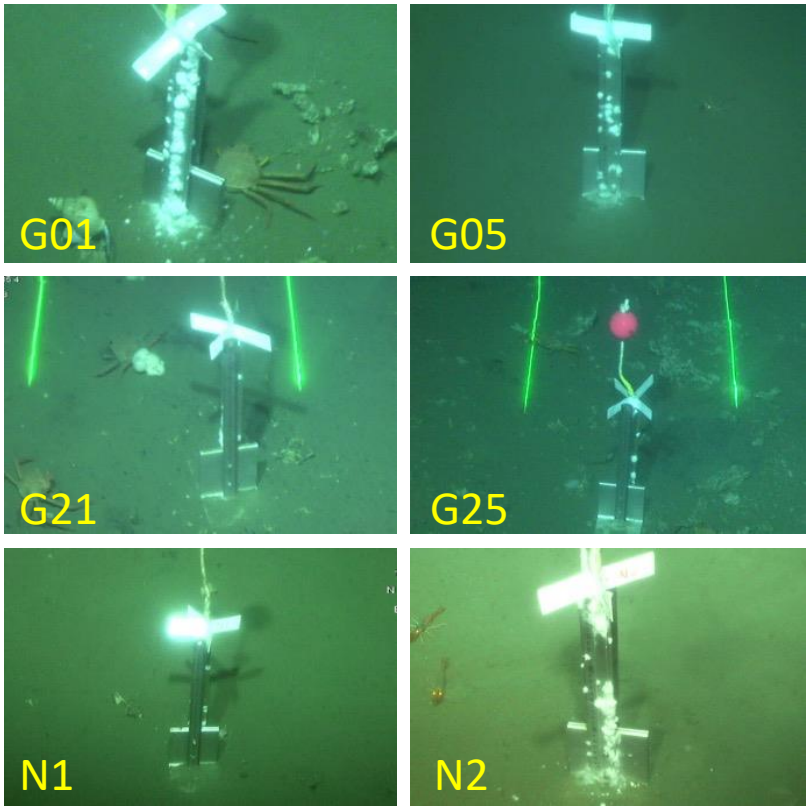




事前調査

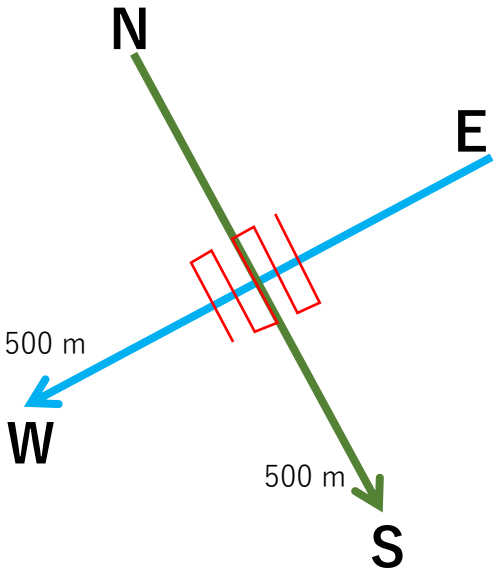


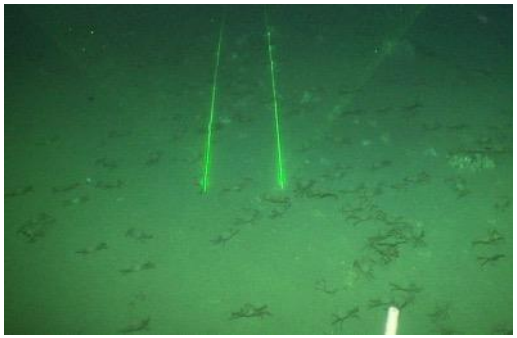
事後調査



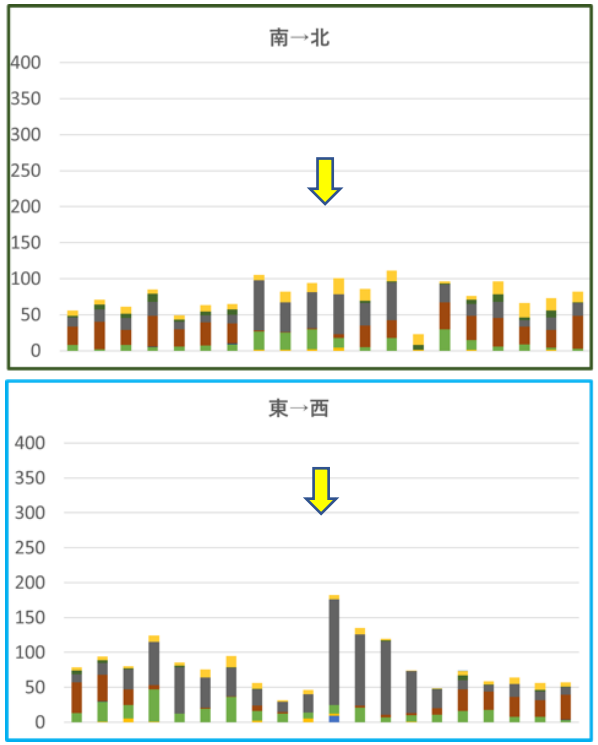
【出典】表層型MHの研究開発　2022年度研究成果報告会「環境影響評価の概要と進捗」

速報：ライントランセクト観察

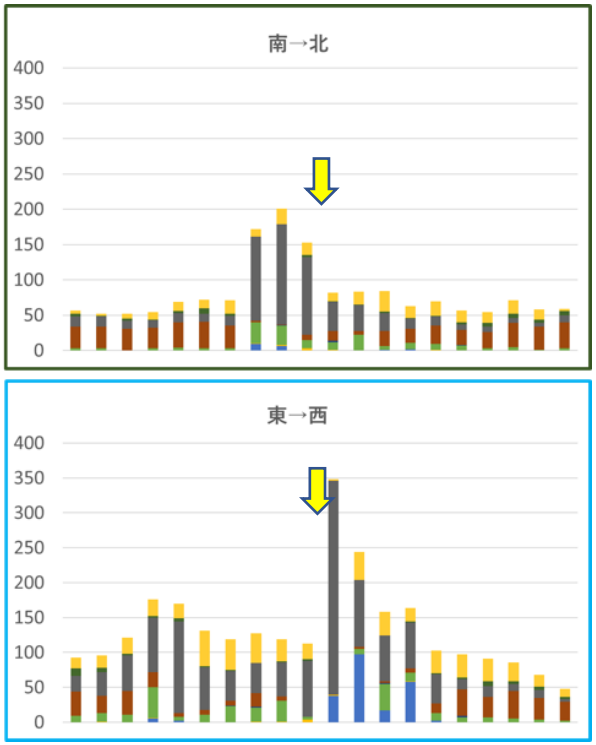




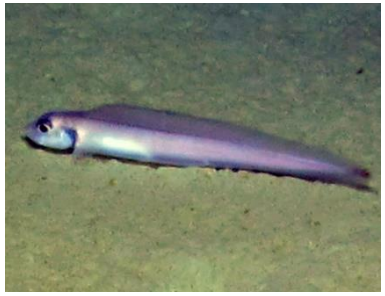
事前調査



事後調査



25 mごと（全長500 m）に確認された生物の個体数（矢印は掘削点）



【出典】 表層型MHの研究開発　2022年度研究成果報告会 「環境影響評価の概要と進捗」