

表層型メタンハイドレートの研究開発 2022年度研究成果報告会



丹後半島沖で3次元探査中の「かいり」



海底での地中温度の測定



地盤強度調査準備中の「ちぎゅう」



海底環境調査に向かう「はくよう3000」

開催日時

12/9 金 13:20～16:30

開催形式

オンライン（無料、要事前申込み）

主催

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・環境創生研究部門
地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門・地質情報研究部門

プログラム及び参加登録

<https://unit.aist.go.jp/georesenv/topic/SMH/stmh2022.html>



表層型メタンハイドレートの研究開発 2022年度 研究成果報告会

- 主催 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・環境創生研究部門
地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門・地質情報研究部門
- 開催日時 2022年12月9日（金）13:20～16:30（13:00頃からテスト配信開始予定）
- 開催方式 オンライン開催（Zoom Webinarを使用）
- 参加費 無 料（要事前申込）
11月半ば以降、Webで申し込んでください。
<https://unit.aist.go.jp/georesenv/topic/SMH/stmh2022.html>



プログラム

- | | | |
|-------------|---------------------------------|---|
| 13:20～13:30 | 開催準備、事務連絡等 | |
| 13:30～13:40 | ご挨拶 | 経済産業省 資源エネルギー庁 石油・天然ガス課 井上 加代子 |
| 13:40～13:50 | 表層型メタンハイドレートの研究開発ー2022年度 of 取組ー | 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 |
| 13:50～14:00 | 生産技術の開発の概要と進捗 | 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 |
| 14:00～14:25 | 広範囲鉛直掘削法による回収技術開発の進捗 | 三井海洋開発(株)事業開発部 望月 幸司 |
| 14:25～14:35 | 海洋調査の概要と進捗 | 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 佐藤 幹夫 |
| 14:35～14:55 | 物理探査データの再解析および統合処理 | 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 横田 俊之 |
| 14:55～15:15 | 表層型メタンハイドレート胚胎域での地球熱学観測 | 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 後藤 秀作 |
| 15:15～15:40 | 地盤強度調査(酒田沖・上越沖)の概要 | 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 佐藤 幹夫
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 |
| 15:40～16:00 | 環境影響評価の概要と進捗 | 産業技術総合研究所 環境創生研究部門 鈴木 昌弘 |
| 16:00～16:15 | 休憩・ビデオ配信(15分) | |
| 16:15～16:30 | 全体総括 | |

※上記内容は11月25日現在の予定です。また、都合により講演名などが変更になる場合があります。

■ お問い合わせ 表層型メタンハイドレート 事務局（M-smh.office-ml@aist.go.jp）

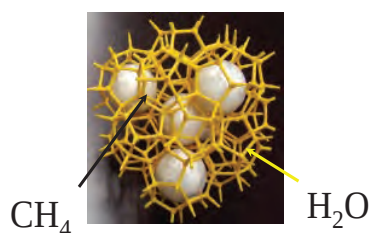
表層型メタンハイドレートの研究開発

「2022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

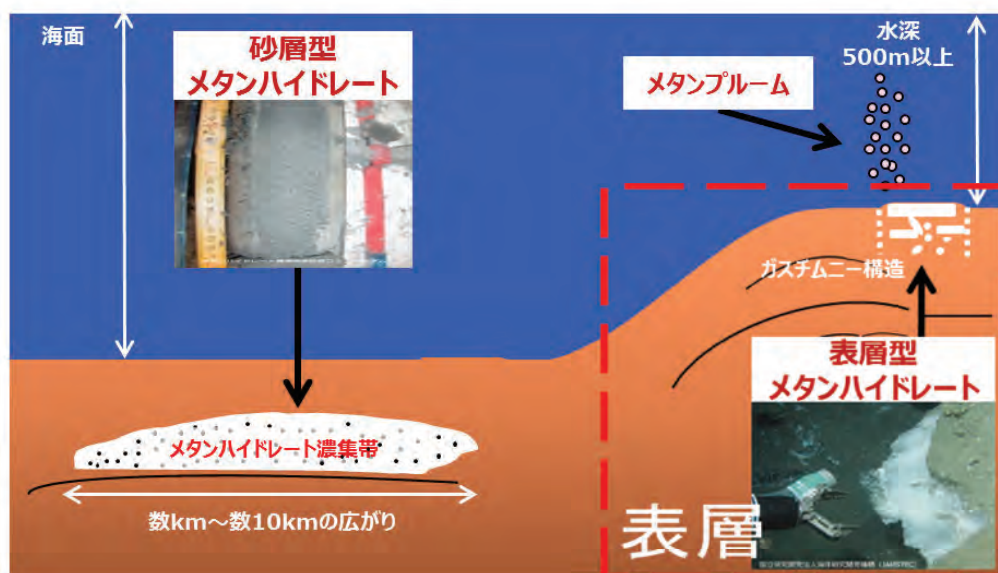


天満 則夫

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。

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>

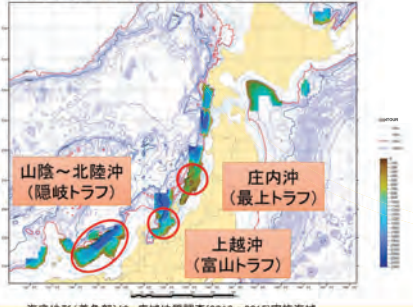
表層型メタンハイドレートの開発に向けた取組

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

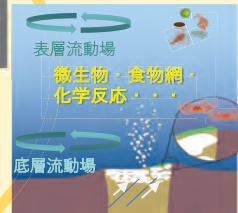
海洋調査・海域環境調査の実施予定海域



表層型MHの研究開発

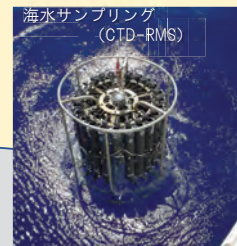


表層型MH回収・生産技術や生産システムの検討、生産技術に係る環境への影響等



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)

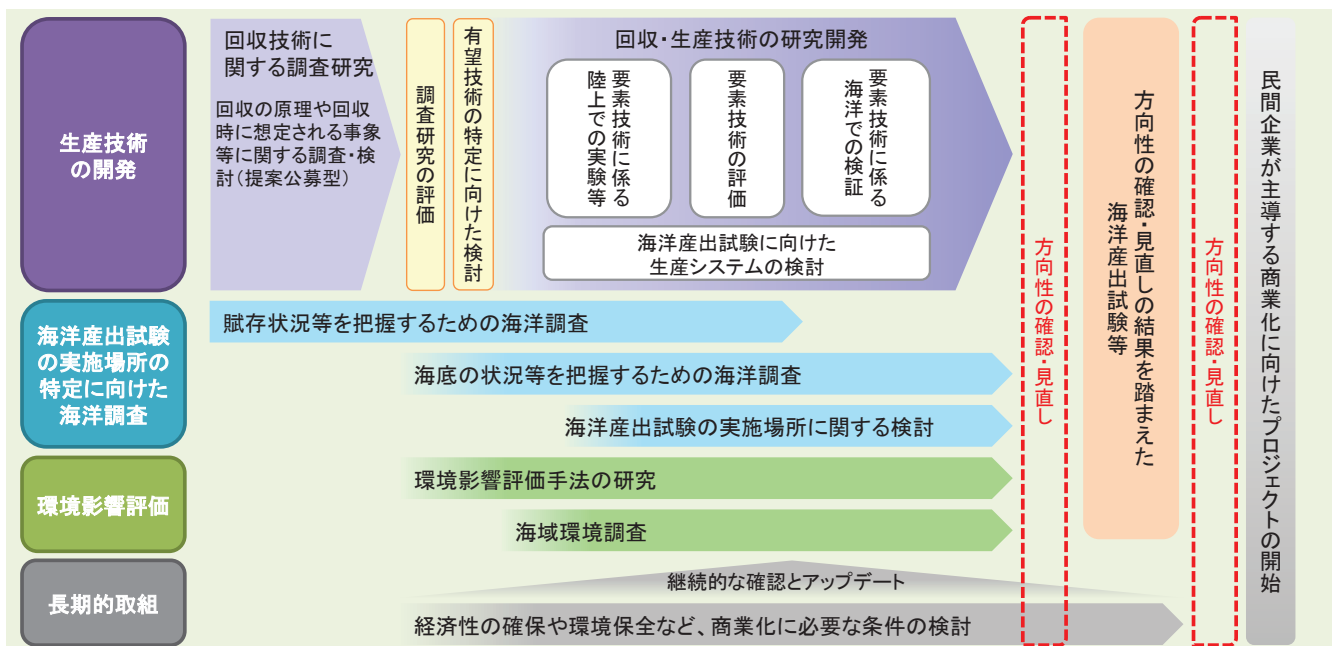
表層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表

海洋基本計画(平成30年5月15日閣議決定)

- 平成30年代後半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。

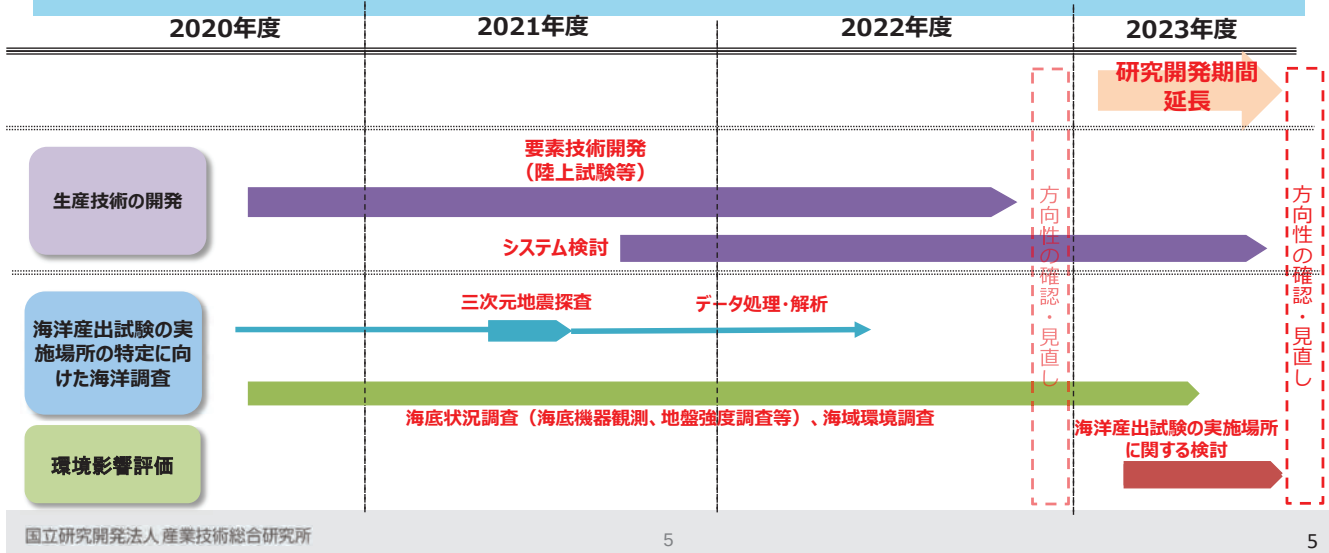
2018～2022年度頃

2023～2027年度頃



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、**要素技術開発は陸上試験等を2022年度まで実施する予定**であり、**各要素技術の組み合わせも考慮した生産システムの検討は2023年度まで実施**することとなる。
- また、**海洋調査・環境影響評価**についても、**全ての海域でのデータ取得が2022年度までには揃わない**ことから、**海洋産出試験の実施場所に関する検討は2023年度に実施**することとなる。
- そのため、**本研究開発期間を1年間延長し、2023年度末まで**としたい。
- なお、研究開発自体は、第6次エネルギー基本計画のとおり、**可能な限り早期に成果が得られるよう技術開発等を推進**する。



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。



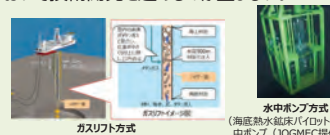
分離技術

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



膜構造の利用

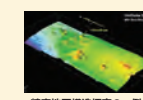


泥層内の分解挙動の把握のための物性測定

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



精密地下構造調査の一例



分子レベルの同定体分析

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

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

総研
が創る。

目的：海洋等での技術的な検証が可能となるように、陸上で事前検証を行う

表層型MHを想定した模擬地盤(20%MH)及び大型氷（100%MH）を用いて掘削機能の確認をするために、実験予定地のオホーツク地域創生研究パークにて、掘削性能試験を計画。



オホーツク地域創生研究パーク
(旧北見競馬場)



大型氷の作製用のタンク
(直径3.2m x 高さ3m)



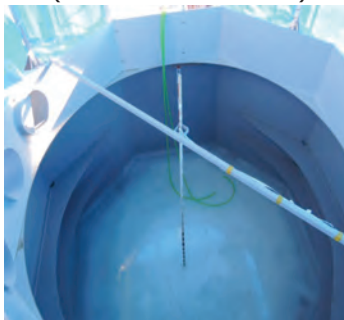
北見工業大学施設

模擬地盤試作用タンク

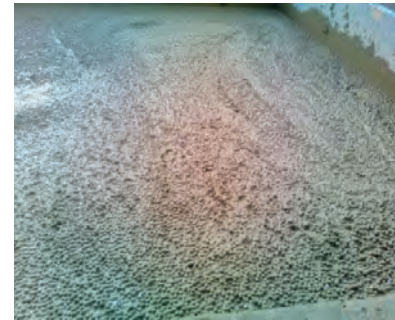
模擬地盤による掘削試験
(20%MH)



試験エリア上空写真 (写真：北見工業大学)



掘削タンク内で製作した大型氷



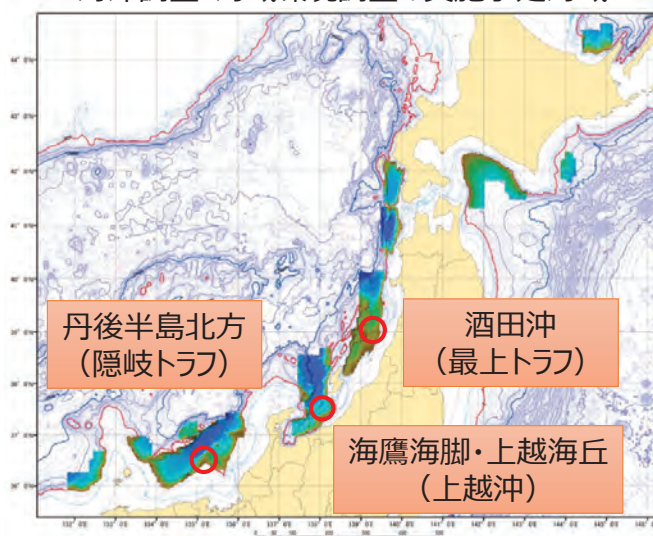
模擬地盤の試作(地盤表面)

産総研
ともに進む。つぎを創る。

今後の海洋調査・海域環境調査に関する考え方

- 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していく。

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

調査項目

- 物理探査
 - ⑦ 高分解能三次元地震探査
- 海底機器観測
 - 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
 - ⑩ 地盤強度調査
 - ⑫ 海底環境調査
- 海域環境調査
 - ⑪ 海底画像マッピング
 - ⑫ 海底環境調査
 - ⑬ 海洋観測

※あくまで現時点での計画であり、今後実施時期や調査項目について関係者等と調整させていただく予定です。

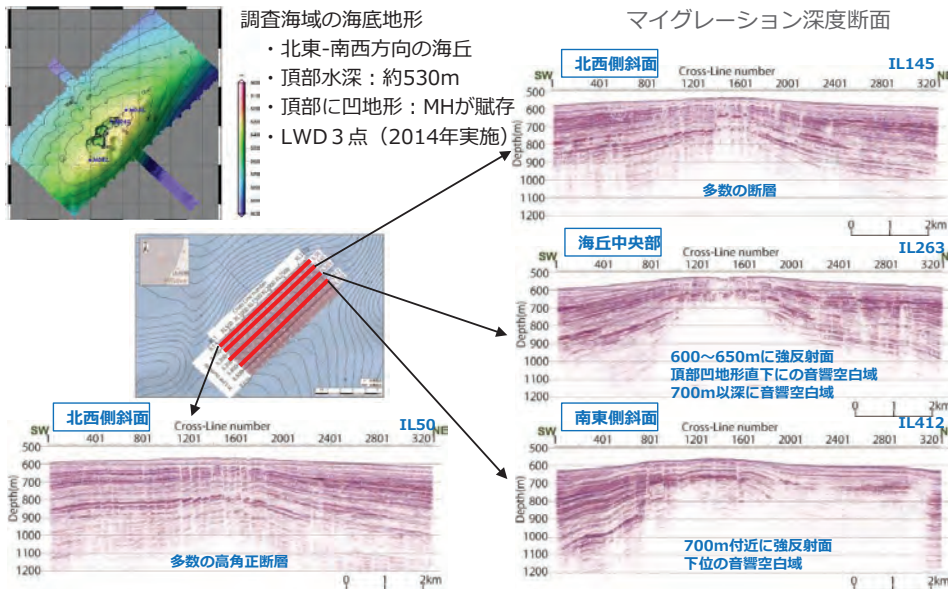
海洋産出試験の実
施場所の特定に向
けた海洋調査

海洋調査（賦存状況等の把握）について

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。

精密地下構造調査

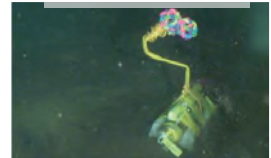
高分解能三次元探査(2019年酒田沖)の結果



熱流量調査



海中温度計の設置



海底に設置した海底水温計



熱物性計測のための堆積物採取

2021年度に回収した
酒田沖海域のデータの解析作業中

海洋産出試験の実
施場所の特定に向
けた海洋調査

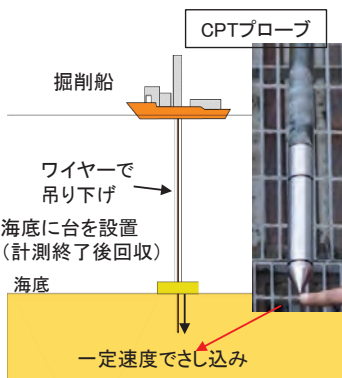
海洋調査（海底の状況等の把握）について

- 2021年には地盤強度調査として、コーン貫入試験（CPT）、地質試料採取、及びPS検層を酒田沖にて実施し、これらのデータの解析を進めている。今年度は上越沖での地盤強度調査も実施している。
- 酒田沖にて、長期データを取得し解析作業を進めている。上越沖でも長期データを取得中である。

海底地盤強度調査 酒田沖のデータ解析中



掘削調査船(POSEIDON-1)



海底現場状況調査

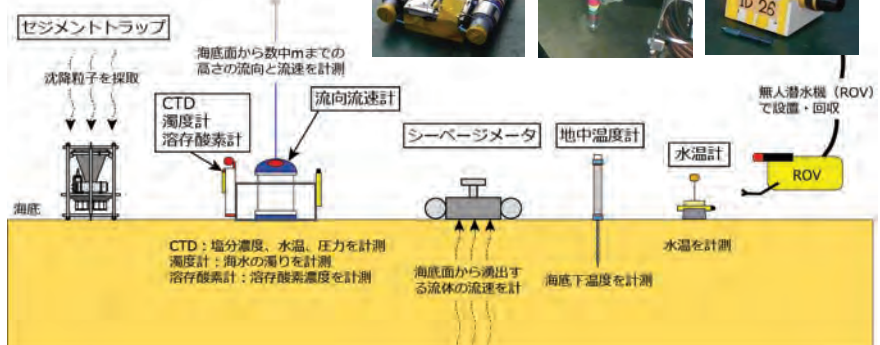
酒田沖の長期データを取得・解析中



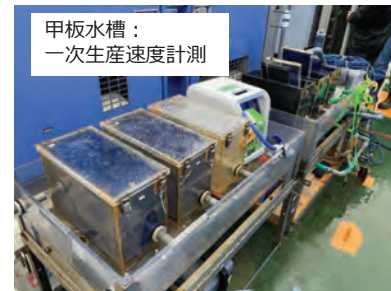
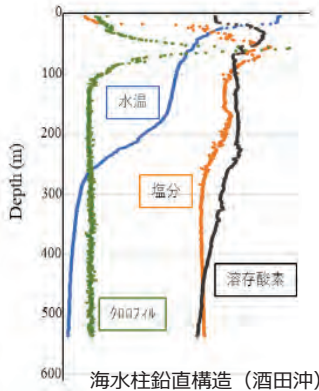
ROV母船(新世丸)



ROV(はくよう3000)



- 海水柱の物理場計測 ⇒ 生産水ブルーム動態予測
- 採水：化学・生化学分析 ⇒ 環境ベースライン（水質）
- プランクトンネット・一次生産速度計測 ⇒ 環境ベースライン（生物群集動態解析）
- 冷湧水域の堆積物の化学・微生物学的な性状を評価 ⇒ MHに関連する物質動態（炭素・硫黄・重金属）や微生物の役割を詳細に解明

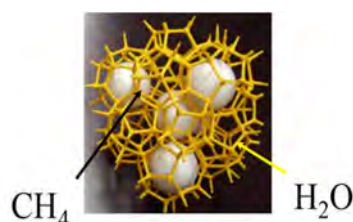


表層型MHの研究開発 2022年度研究成果報告会

時間	講演タイトル	講演者
13:20～13:30	開催準備・事務連絡等	
13:30～13:40	ご挨拶	経済産業省 資源エネルギー庁 石油・天然ガス課 井上 加代子
13:40～13:50	表層型メタンハイドレートの研究開発 ～2022年度の取組について～	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
13:50～14:00	生産技術の研究開発の概要と進捗	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
14:00～14:25	広範囲鉛直掘削法による回収技術開発の進捗	三井海洋開発 事業開発部 望月 幸司
14:25～14:35	海洋調査の概要と進捗	産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 佐藤 幹夫
14:35～14:55	物理探査データの再解析及び統合処理	産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 横田 俊之
14:55～15:15	表層型メタンハイドレート胚胎域での地球熱学観測	産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 後藤 秀作
15:15～15:40	地盤強度調査（酒田沖・上越沖）の概要	産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 佐藤 幹夫 エネルギープロセス研究部門 鈴木 清史
15:40～16:00	環境影響評価の概要と進捗	産業技術総合研究所 環境創生研究部門 鈴木 昌弘
16:00～16:15	休憩・ビデオ配信	
16:15～16:30	全体総括	
16:30	閉会	

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



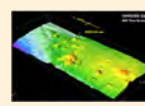
膜構造の利用

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



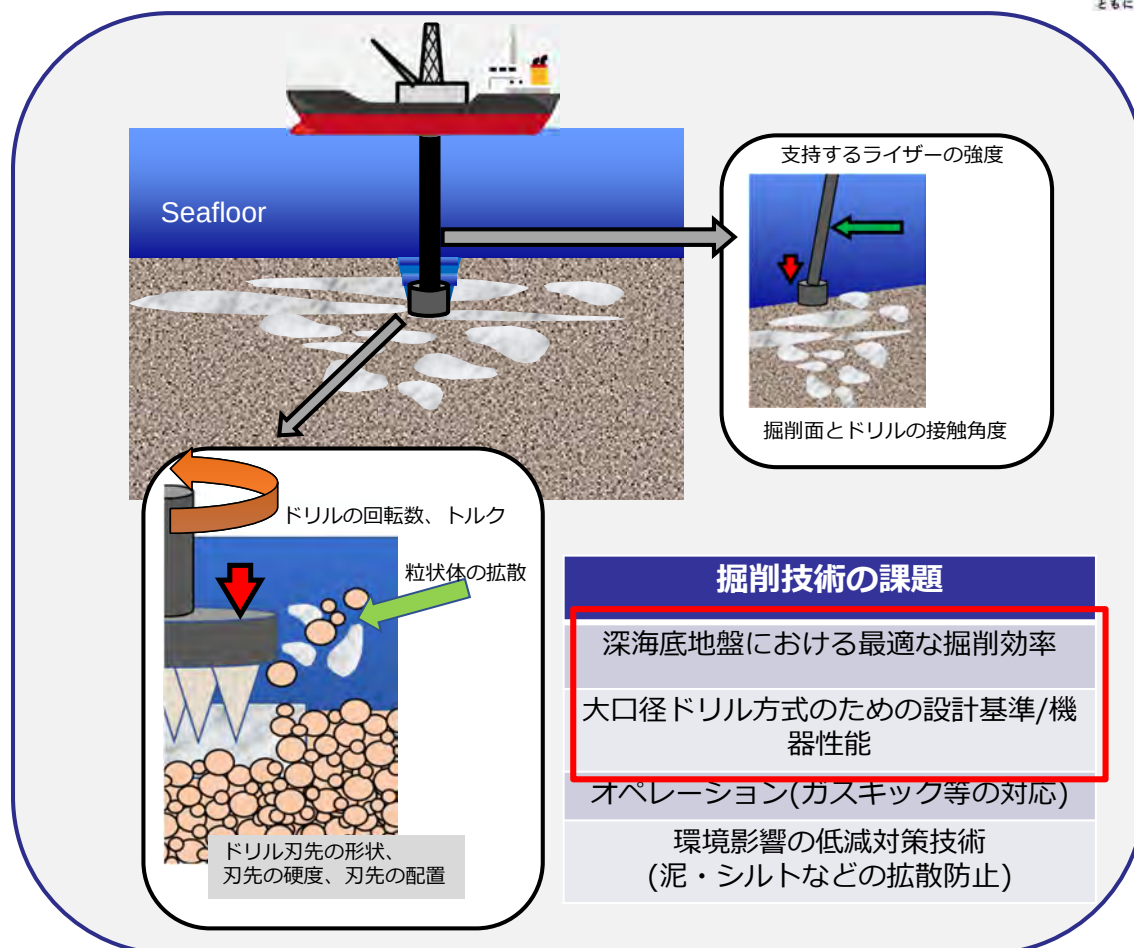
海水サンプリング (GTD-RMS)

分子レベルの同位体分析

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

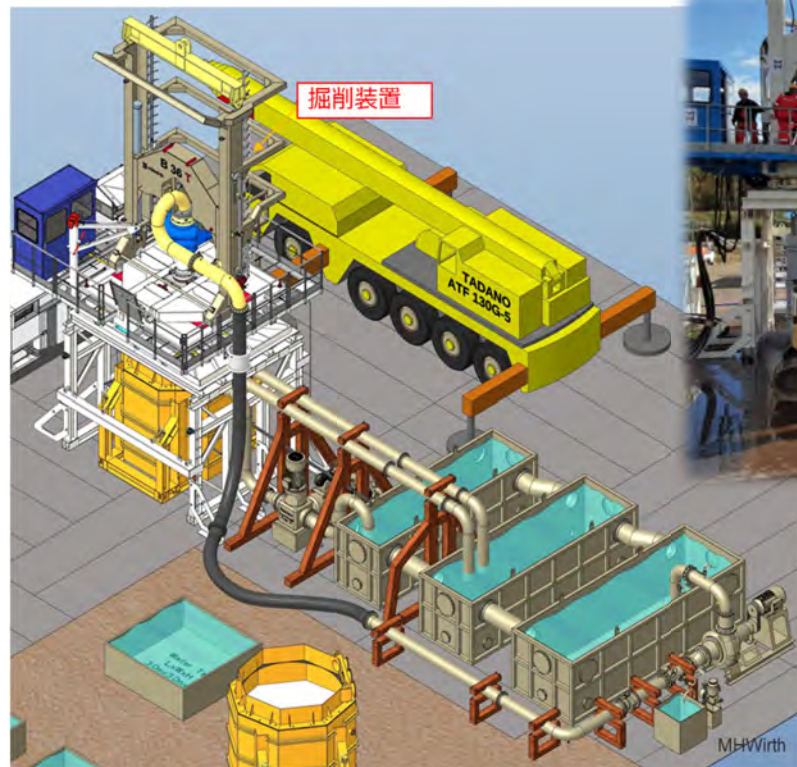
○表層型MH回収技術（要素技術；掘削技術）の課題について



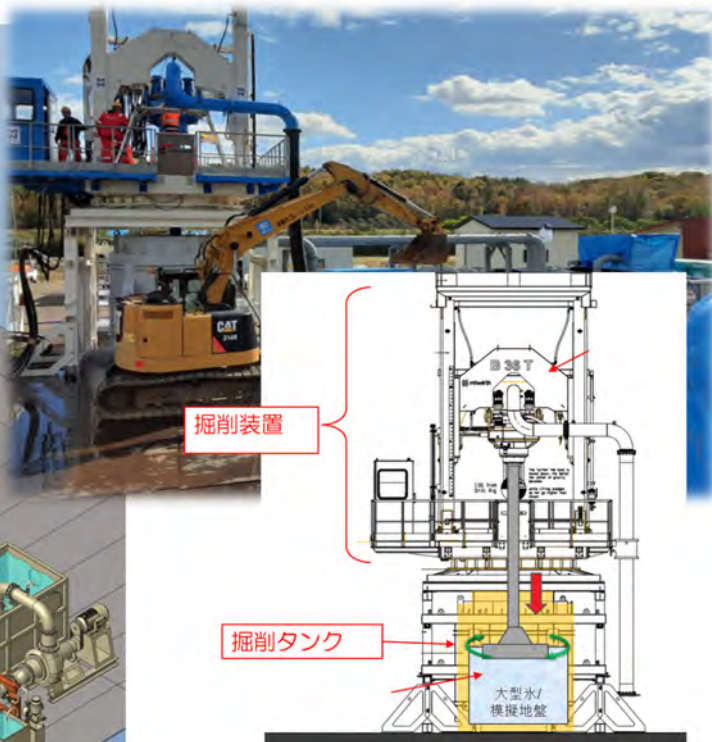
大口径ドリルを用いた広範囲鉛直採掘方式のための陸上試験について

【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膚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。

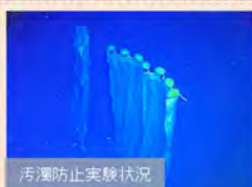
2) 汚濁防止膜に作用する力および支持地盤の安定解析

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。



海洋実験



候補膜材へのMH粒子付着試験



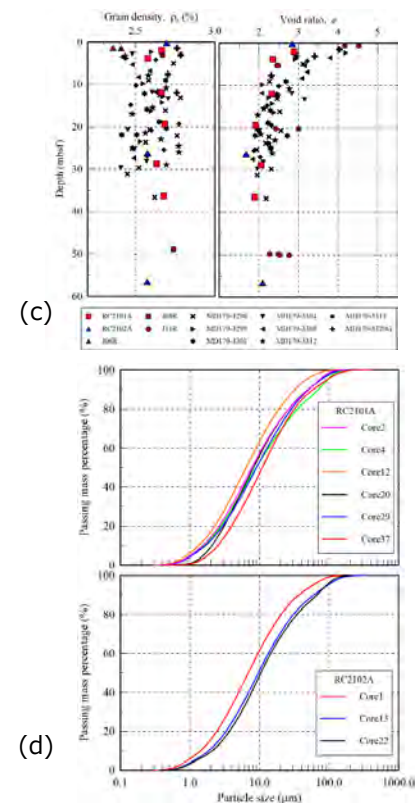
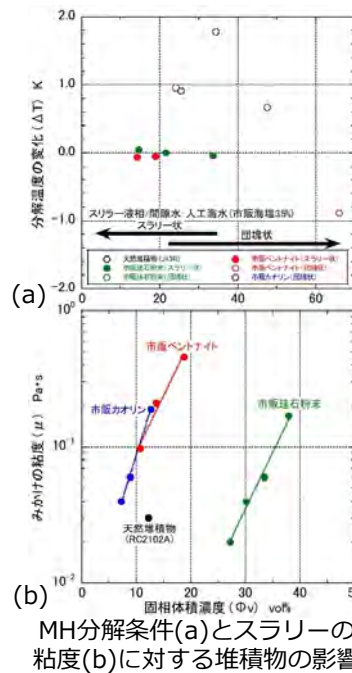
可視化試験装置と環境試験装置

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。





「広範囲鉛直掘削法による回収技術開発」の進捗

－ 2022年度表層型MH研究成果報告会 －

三井海洋開発、日本大学、
北見工業大学、北海学園大学、
大阪大学

令和4年12月9日



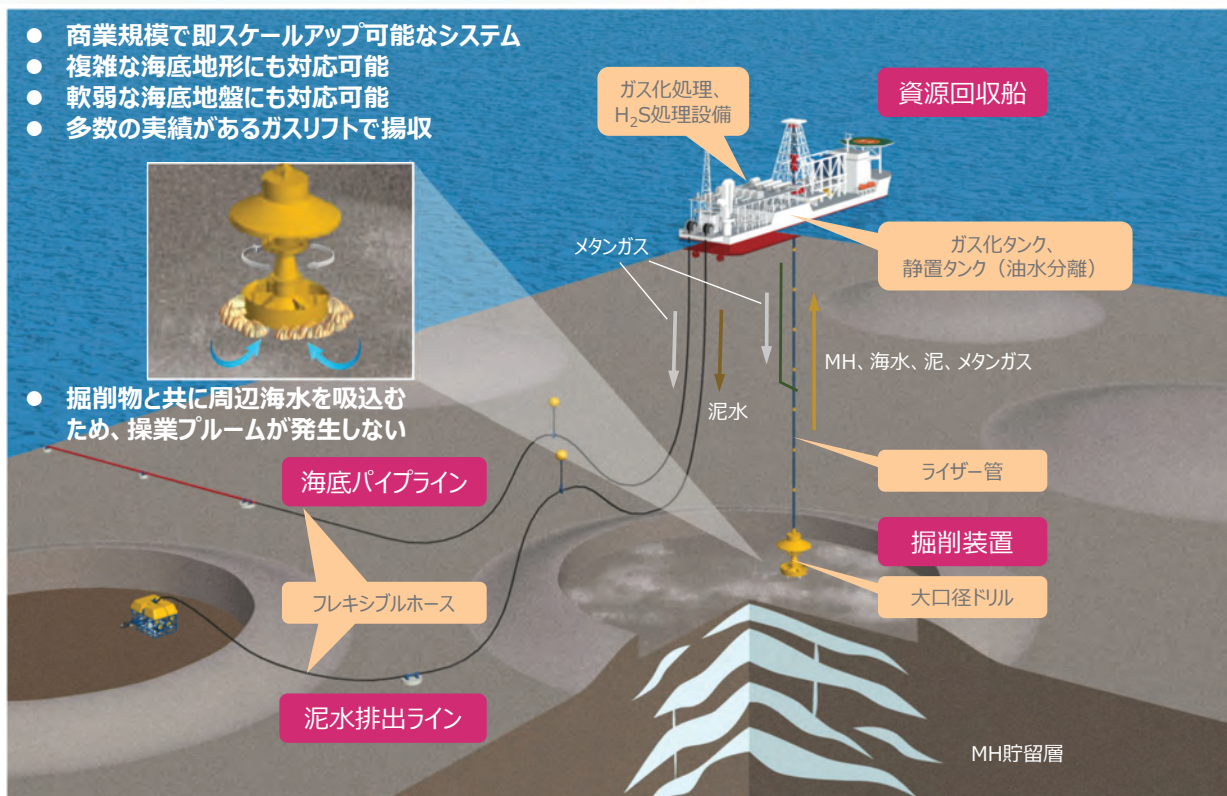
1

目次

1. 提案する表層型メタンハイドレート（MH）回収システムの全体概要
2. 表層型MH回収・生産技術（要素技術）の課題
3. 表層型MH回収・生産技術に係る採掘技術の進捗・計画
4. 模擬地盤掘削試験の報告
 概要①～⑧
 結果①～⑧
5. 今後の予定（大型氷掘削試験）

2

1. 提案する表層型メタンハイドレート（MH）回収システムの全体概要



広範囲鉛直掘削法

3

2. 表層型MH回収・生産技術（要素技術）の課題



4

3.表層型MH回収・生産技術に係る採掘技術の進捗・計画

掘削試験で確認すべき事項

- ✓ 表層型MHを対象とした掘削技術を考えるために、表層型MHの開発対象域に適用可能な掘削効率を有する技術であるかどうかを確認する
そのために以下2つの実験を実施する
 - ① 機能確認試験として、北見にて模擬地盤掘削試験を実施し、軟泥地盤中の粒状MHを回収できることを確認する
 - ② 掘削効率を定量的に示すために、北見にて大型氷掘削試験を実施する
掘削刃3種類の違いによる掘削速度、押付荷重、トルク、ドリル回転数（回転速度）等を計測し、掘削効率を把握する
- ✓ それらの結果を踏まえ、大口径ドリルの掘削性能に関する評価取りまとめを行う



掘削ドリル

MHWirth

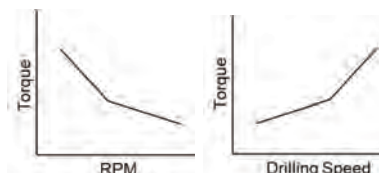
2022年10月

模擬地盤掘削による機能確認試験
軟泥地盤中の粒状MHを回収できることを確認

2023年2月

大型氷掘削試験による実験データの取得
管内流速・ドリル回転数・ドリル設置圧・掘削速度
トルク etc.

	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度
模擬地盤掘削試験	土の検討、装置製作			北見実験 結果まとめ
大型氷掘削試験	大型氷、装置製作			北見実験 結果まとめ



- ◆ ドリル回転数とトルクの関係
- ◆ ドリル掘削速度とトルクの関係 等

5

4. 模擬地盤掘削試験の報告

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

- 2022年 10月中旬 : 模擬地盤の製作開始
- 10月19日 : 模擬地盤が硬化し、試験の実施に十分な強度となったことを確認
- 10月20日 : 掘削試験実施



掘削装置外観



粒状のメタンハイドレートを効率よく回収できる性能に達していることを確認

2022年10月27日付弊社プレスリリースで発表

6

4. 模擬地盤掘削試験の概要①

項目

目的

- 軟泥中に散在する粒状型メタンハイドレート（MH）を掘削ドリルが上手くとらえて回収できることを確認

時期

- 試験実施日：2022年10月20日

現場工事等 準備/片付け期間
2022年9月20日～11月8日

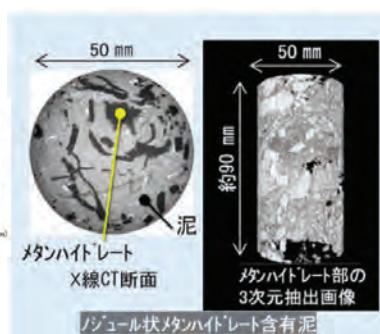
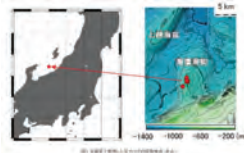
場所

- オホーツク地域創生研究パーク
（北海道北見市北見市若松306）

掘削対象

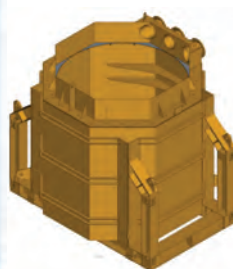
- 20%MHを想定した、粒状MHを含んだ海底下数十mにおける軟泥地盤と同じ強度を持つ地盤
⇒掘削タンク内に粒状MHを想定したPPボールを混合した流動化処理土を製作

圧力コア
（日本海上越沖）



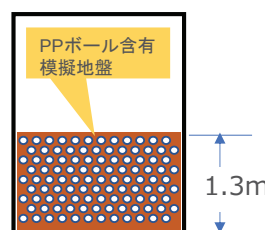
産総研殿ご発表データ

対辺3.2m,高3.7mの
八角柱形状タンク



掘削タンク外景

80vol%:流動化処理土
20vol%:Φ10mmPPボール



掘削タンク断面

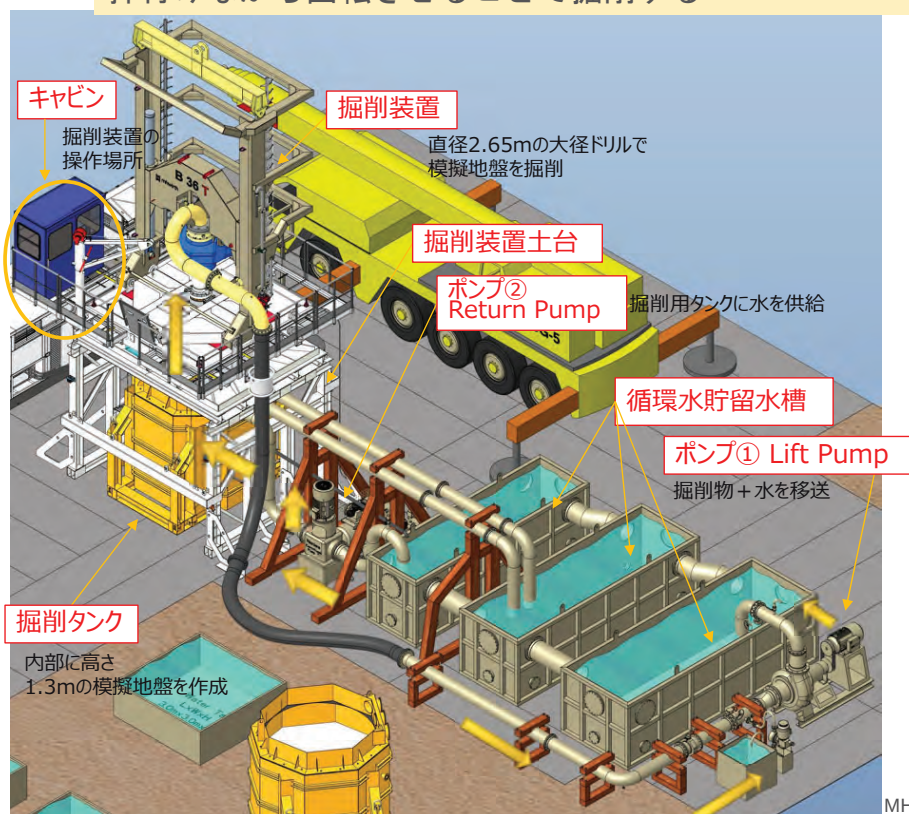


Φ10mm PPボール

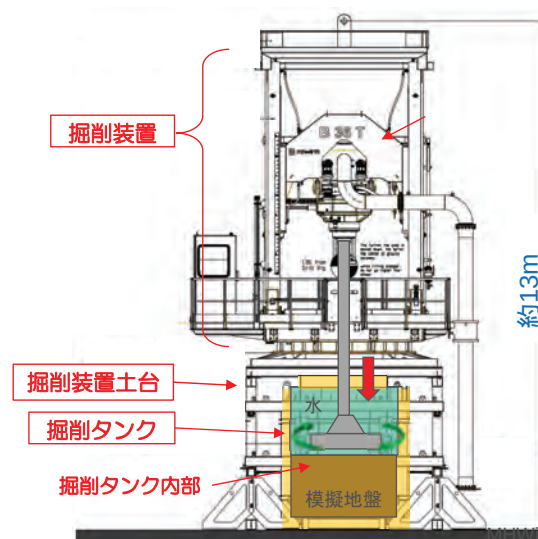
7

4. 模擬地盤掘削試験の概要②：試験設備配置図（3D MODEL）

掘削タンクを掘削装置の下に設置した後、大径ドリルを掘削面まで降ろし、押付けながら回転させることで掘削する



陸上掘削試験 掘削装置正面図



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

4. 模擬地盤掘削試験の概要③：試験設備組立（スライドショー）

【右写真】
この地点から撮影



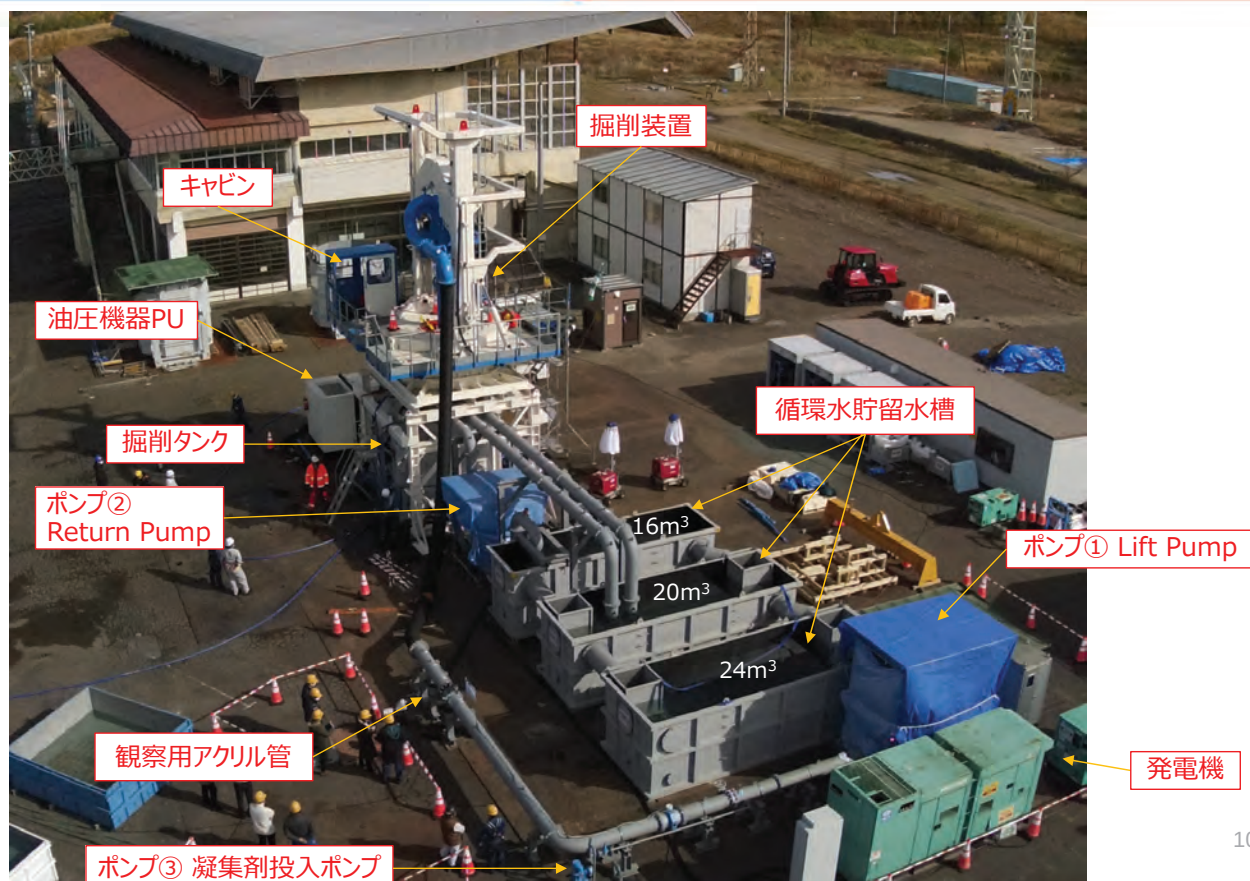
ゲート側

試験エリア上空写真



9

4. 模擬地盤掘削試験の概要④：試験設備全容



10

4. 模擬地盤掘削試験の概要⑤：試験設備全容（ドローン映像）

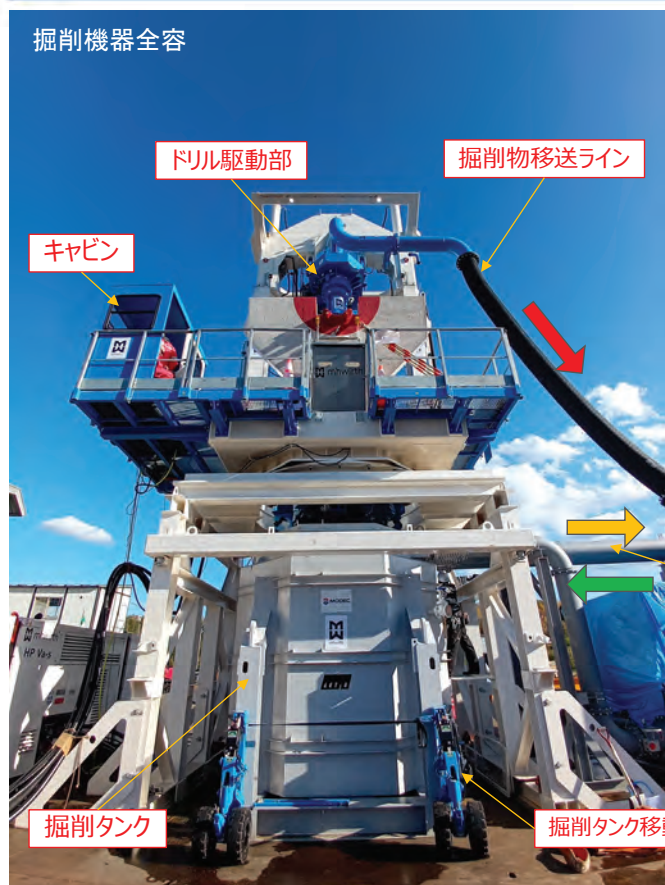


（北見工業大学 提供）

11

4. 模擬地盤掘削試験の概要⑥：掘削機器全容

掘削機器全容



ドリル全貌



掘削刃

水供給ライン及び
バックフローライン

MHWirth

12

4. 模擬地盤掘削試験の概要⑦：試験条件・計測項目

ドリル径	Φ2.65m（約1／2.7 スケール）
掘削刃種類	ラウンドシャンク
ドリル回転数	約6.0 rpm （最大回転数 8 rpmの75%）
管内流速	約2.5～3.0m/ s （事前水循環試験結果に基づき設定）
設定掘削 スピード	（低速）0.1m/hから2.2m/ h（適宜段階的に増加） （高速）5m/ h
計測項目	管内流速、ドリル回転数、ドリル設置圧、 掘進速度、トルク etc.

掘削深さが約1mになった時点で終了する

13

4. 模擬地盤掘削試験の概要⑧：体制表

※本プロジェクトは国立研究開発法人 産業技術総合研究所殿の委託により実施しております

三井海洋開発

・試験計画・統括

試験場

北見工業大学

・試験場提供

設備工事・試験装置運転

株式会社
アクティオ

・工事詳細計画
・機材手配
・施工業者手配

MHWirth GmbH

・掘削装置提供・操作

有限会社
平間機械工業所

・鋼構造物、配管 の製作
・設置工事

株式会社
テルナイト

・泥水処理に関する技術協力

模擬地盤製作

北見工業大学

日本大学

北海学園大学

・模擬地盤仕様検討

株式会社 大伸

・模擬地盤製作方法の検討
・掘削用模擬地盤の製作

株式会社 河村樹脂

・粒状MHを模擬したPPボールの製作

機器輸送

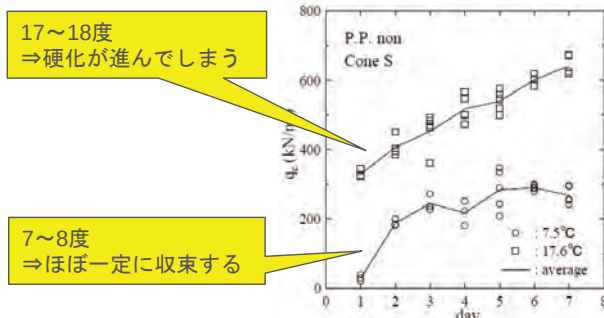
伊藤忠ロジスティクス
株式会社

・試験装置の輸送
（ドイツ⇒日本）

14

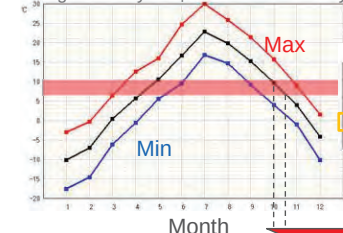
4. 模擬地盤掘削試験結果①：模擬地盤製作その1

所定の強度を持つ模擬地盤製作に最適な環境条件、配合を決定



気温による模擬地盤強度の変化

Average Monthly Temperature in Kitami City (2021)



7日間ごとの5年間の平均気温

期間	2017	2018	2019	2020	2021	平均
10/1～10/7	11.2	12.3	13.8	13.6	13.5	12.9
10/8～10/14	9.2	11.8	10.7	11.4	12.2	11.1
10/15～10/21	6.0	7.8	7.3	7.6	7.2	7.2
10/22～10/28	5.0	9.3	8.5	9.7	7.2	7.9

北見市の気温変化

平均気温が7.5℃～10℃において
模擬地盤製作を行うことを計画
⇒10月14日製作開始
⇒10月20日試験実施（作成期間：6日）

北見工業大学・日本大学・北海学園大学の
協力の元、PPボール入り模擬地盤の配合を決定した

内容物	質量	体積
土（絶乾）	7,320 kg	2.7 m ³
水	6,000 kg	6.0 m ³
セメント	300 kg	0.1 m ³
C/W	0.050	
泥水合計	13,620 kg	8.8 m ³
+		
PPボール （個数）	1,830 kg (4,227,252個)	2.2 m ³
20%Vol.模擬地盤合計	15,450 kg	11 m³

模擬地盤配合表

15

4. 模擬地盤掘削試験結果②：模擬地盤製作その2

粒状型MHを含有した軟泥地盤を模擬した地盤（20%MH地盤）を作成

PPボール投入



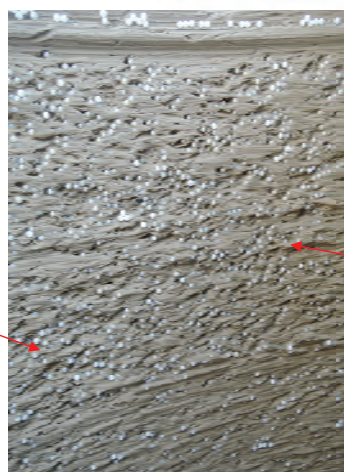
攪拌作業



タンク移送作業



掘削された地盤断面部の
拡大写真



PPボールが模擬地盤内に
偏在せず（ほぼ均一）に
うまく散らばっていた
⇒模擬地盤がうまく作成
されている

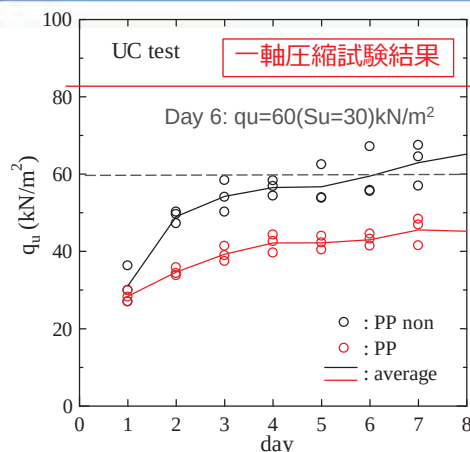
硬化中の模擬地盤



（北見工業大学 提供）

16

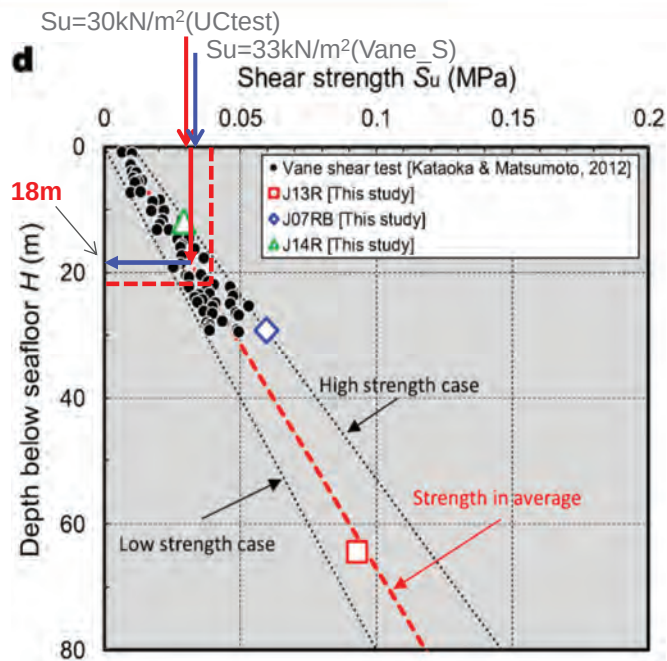
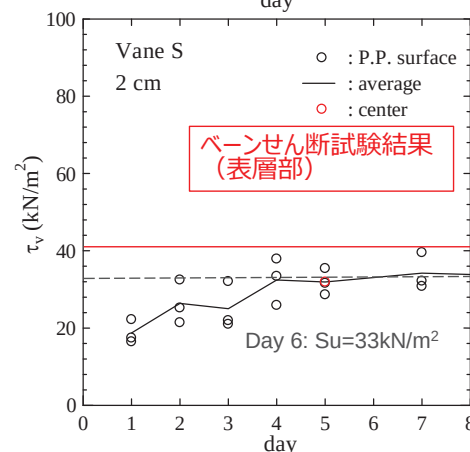
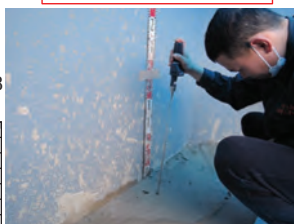
4. 模擬地盤掘削試験結果③：模擬地盤製作その3



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



(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

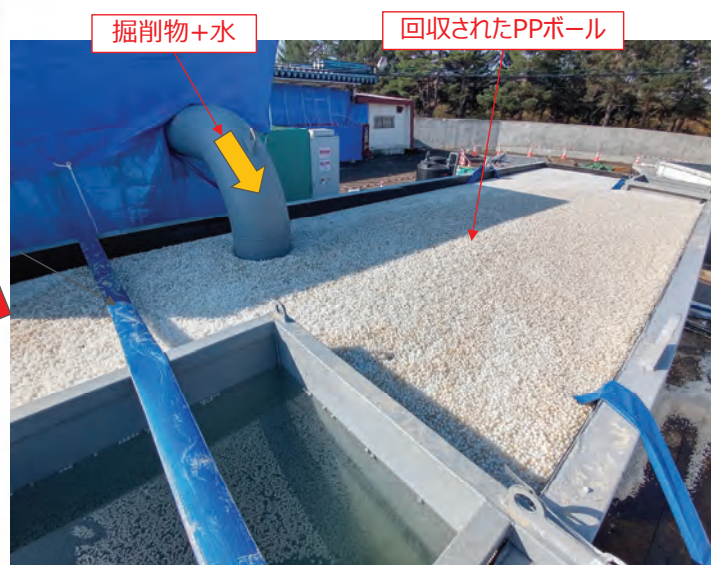
17

4. 模擬地盤掘削試験結果④：水槽・掘削タンク確認その1

掘削中の水槽全景



掘削後の24m³水槽



掘削ドリルで粒状MH（PPボール）を回収できることを確認した

18

4. 模擬地盤掘削試験結果⑤：水槽・掘削タンク確認その2

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

19

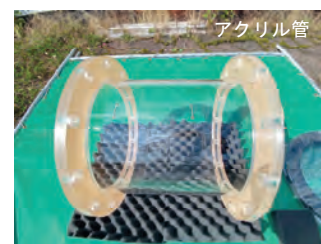
4. 模擬地盤掘削試験結果⑥：揚収管内観察その1

アクリル管を設置し管内揚収物の状況を観察

- 300A／長さ30cmのアクリル管をリフトポンプ前に設置し、ドリルによる掘削後、循環水貯留タンクへ向かう掘削物の観察を実施
- 目視観察と共に、高速度カメラにより管内流動物を撮影し、掘削物にMHを模擬したPPボールが含まれているか確認

【高速度カメラ撮影条件】

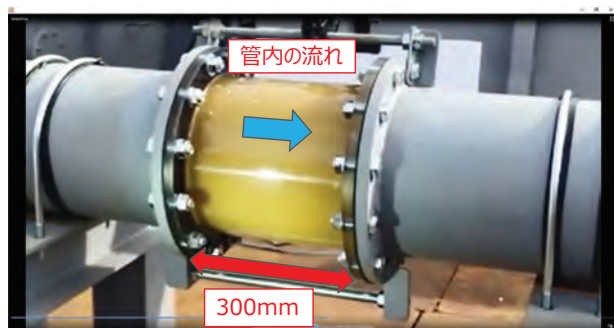
- ✓ 使用機器 : FASTCAM Nova S16 カラー 64GB
- ✓ 撮影速度 : 2,000fps or 1,500fps
- ✓ シャッター速度 : 1 / 7,000sec
- ✓ 解像度 : 1024 × 1024 or 896 × 896



アクリル管

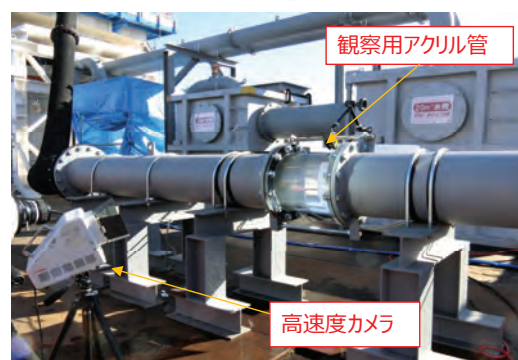


高速度カメラ



管内の流れ

300mm



観察用アクリル管

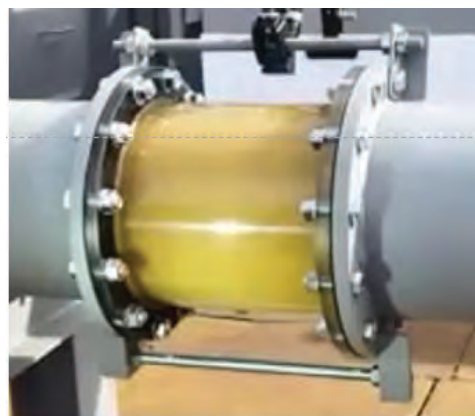
高速度カメラ

20

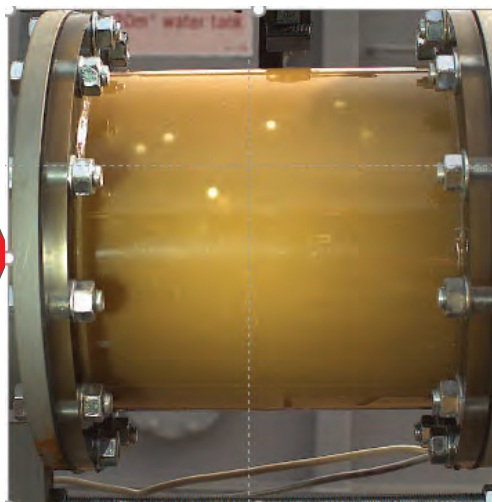
4.掘削試験結果⑦：揚収管内観察その2

高速度カメラによる映像

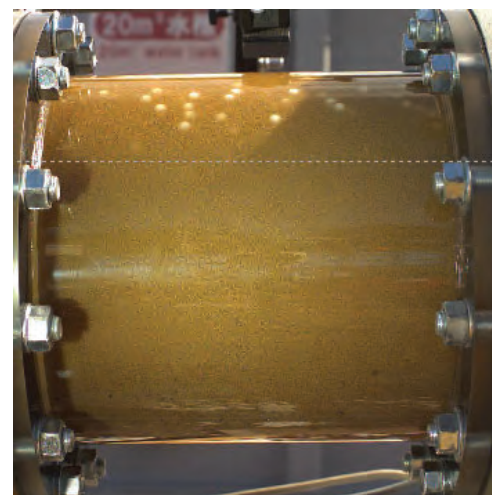
通常のカメラによる映像



掘削スピード：低速
0.1m/hから2.2m/h



掘削スピード：高速
5m/h



掘削物は塊上ではなくスラリー状態にて揚収されることを確認

21

4.模擬地盤掘削試験結果⑧：まとめ

◆ 模擬地盤製作結果

- 模擬地盤を計画通りの強度で製作できた
- PPボールが模擬地盤内に偏在せずうまく散らばっていた

◆ 掘削試験結果

- 掘削進行とともに回収タンク内にPPボールが増えていく様子を確認できた
- 掘削物は塊状ではなくスラリー状で揚収されることがわかった

◆ 試験全般

- 本システムを使用した次の大型氷掘削試験の手順を把握できた



- ・ 軟泥中に散在するMH粒を掘削ドリルで上手く回収できていることを確認
- ・ 掘削試験のオペレーションを確立し、大型氷掘削試験へ反映

5.今後の予定（大型氷掘削試験）

項目

目的

- 掘削装置に係る設計や経済性評価に必要なデータの取得

時期

- 試験実施日：2023年2月6日～（予定）

場所

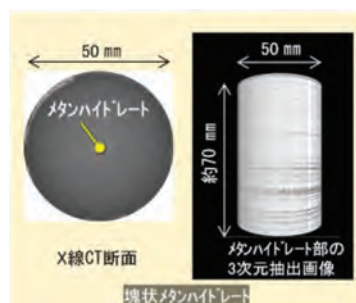
- オホーツク地域創生研究パーク
（北海道北見市北見市若松306）

掘削対象

- 100%MHを想定した地盤
⇒掘削タンク内に高さ1.3mの大型氷を製作
 - 自然氷をサイトにて製作（2か月程度）
 - 模擬地盤試験時と同形状のタンク使用
 - 3種のカッターを使用

氷製作

2022年12月初旬～2023年2月初旬
現場工事等 準備/片付け期間
2023年1月中旬～3月上旬（予定）



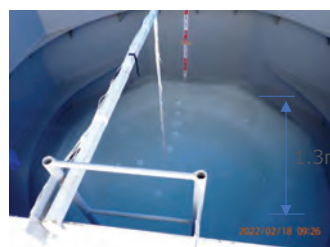
産総研殿ご発表データ



掘削タンク外観



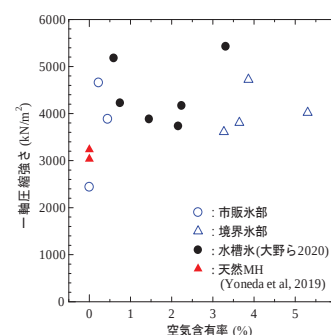
掘削タンク断面



大型氷の試作

実機掘削能力の推定、掘削刃の選定等に必要な基礎データを取得予定

ポタン



北見工業大学ご発表データ

23

ありがとうございました

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。

「表層型メタンハイドレートの研究開発」
2022年度 研究成果報告会 2022.12.9 @オンライン

海洋調査の概要と進捗

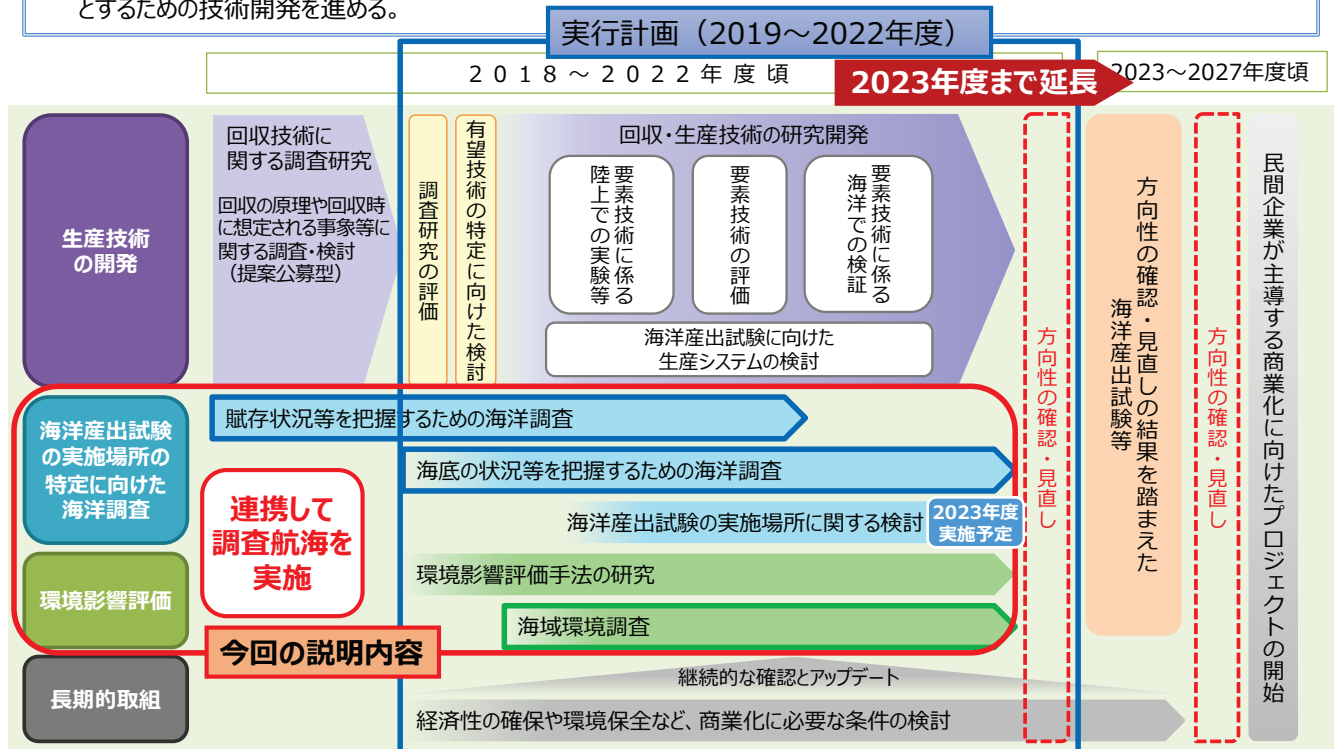
国立研究開発法人産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門
佐藤 幹夫

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、謝意を表します。

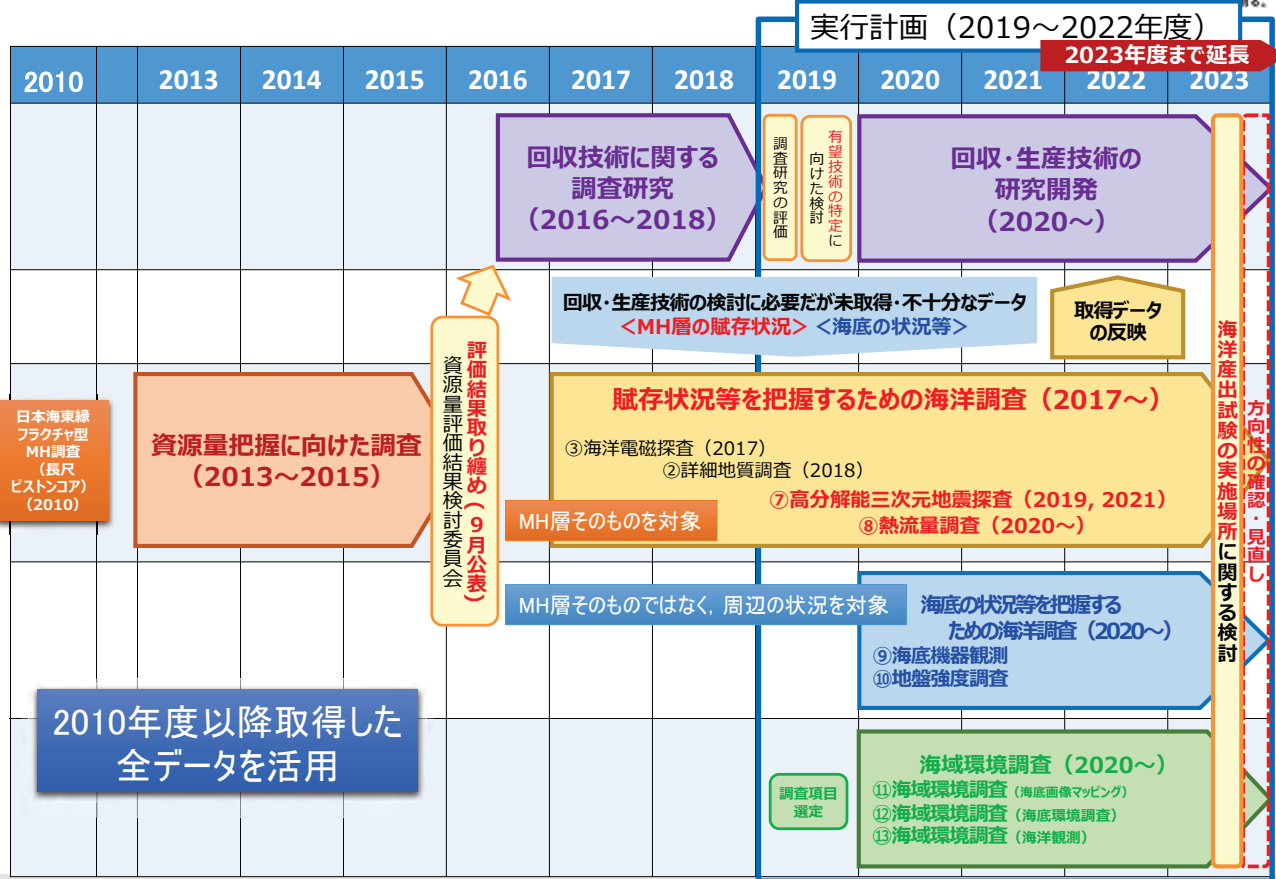
表層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表 (海洋エネルギー・鉱物資源開発計画, 2019年2月15日改定, 経済産業省)

海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定）

- 平成30年代後半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。



表層型メタンハイドレート海洋調査 これまでの調査



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

3 <第37回メタンハイドレート開発実施検討会 (2020.12.8) 資料5を更新>

国による最初の表層型MH調査 (2010年度)



日本海東縁フラクチャ型メタンハイドレート地質調査

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)は、2010年6月16日から25日まで、メタンハイドレートの存在が確認・予測される日本海東縁でメタンハイドレートの賦存状況を把握するための科学調査を実施しました。

東京大学及び産業技術総合研究所により実施された本調査は、フランスの調査船Marion Dufresne(マリオン・デュプレヌ)号を用いて、多数のメタンハイドレート試料を採取しました。

今後は、日本海東縁のメタンハイドレートの詳細な賦存状況を確認するため、試料を使った様々な分析を進める予定です。

関係各位の皆様には、調査実施に際し多大なるご協力を頂きましたこと厚くお礼申し上げます。



- 調査項目
- 試料採取
 - Calypso (長尺ピストンコア、~60m)
 - Gravimetry Center (地盤強度測定等、~25m)
 - ASQ (Calypso Slicer、ボックスコア、12m)
 - 海底地形調査 (マルチビーム測深器)
 - 海底表面探査 (3.5MHz サブボトムプロファイラ)
- 船上分析
- メタンハイドレート採取・冷凍保存
 - 地質学的記載
 - Multi-Sensor Track (試料分析)
 - 密度、P波速度、弾性率
 - カラーラインカメラ
 - サブサンプリング (含水率、粒度分析、微生物、地化学)
 - 物理測定 (温度、熱伝導率、力学)
 - 開水化学分析 (スクリーナー10台以上)



本調査で採取された泥層中に埋蔵しているメタンハイドレート

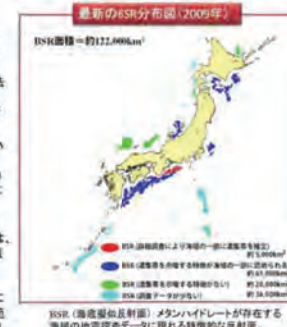
本調査の意義と日本周辺メタンハイドレートの特徴

上越沖のメタンハイドレートと日本海東縁

2003年、佐渡沖南西に海底面近傍MHが見つかったことから、東京大学・松本良教授が中心となって上越沖及び佐渡沖の海底面近傍MHについて学術研究が進められました。海底面近傍MHは、経済的・効率的な採取方法(生産方法)の確立が難しく、資源としての評価は未知数ですが、MH調査が「なぜ、そこにあるのか?」という学術的な関心を集めています。

2001年度から開始された我が国のプロジェクト「メタンハイドレート開発促進事業」のフェーズ2(2009~2015年度)では、我が国周辺海域でのMH賦存状況を把握するために、資源開発以前の段階にある表層型MHなどの特性についても科学的な研究を進めようと考えています。

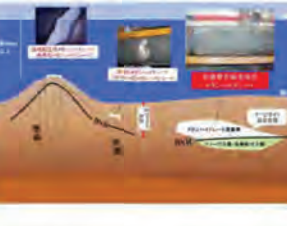
今回の調査では、海底面近傍MH(表層型MH)と泥層内MH(フラクチャ型MH)が対象となりました。上越沖では、海底面近傍MHが確認されているほか、砂質層孔状充填型MHが埋蔵されている可能性が示唆されています(右図参照)。また、日本海東縁一帯は、同じような地質環境にあるため、上越沖と同じようなMHが日本海東縁に存在する可能性があります。そこで、本調査では、調査範囲を広げ、以前に埋蔵物内にMHの存在が示唆された奥尻海域でも調査を行いました。



日本周辺のメタンハイドレートの存在状態

日本周辺海域に存在するメタンハイドレート(MH)は、大きく3種類の存在状態が確認されています(右図参照)。

- 海底面近傍MH(表層型MH)
 - 泥層内MH(フラクチャ型MH)
 - 砂質層孔状充填型MH
- 現在、我が国をはじめとする多くの国が開発対象として想定しているのが「砂質層孔状充填型MH」です。このタイプのMH層は、大規模な陥没(MH遺集帯)を形成することに加え、石油・天然ガスと概ね同じ産状を示すため、経済的・効率的な開発につながるであろうと考えられています。我が国は、東部南海トラフ(静岡県沖~和歌山県沖)にある砂質層孔状充填型MHを中心として開発研究を進めています。



本調査は、経済産業省の「メタンハイドレート開発促進事業」の中で(独)産業技術総合研究所の委託事業として実施されているものです。

- 委託研究「日本海東縁フラクチャ型メタンハイドレート地質調査試料採取・分析」に係る委託先の公募について http://www.ait.ac.jp/collob-proj/mh21/collob-proj/mh21_001_1.html
- 公募結果「日本海東縁フラクチャ型メタンハイドレート地質調査試料採取・分析」に係る委託先の公募について http://www.ait.ac.jp/collob-proj/mh21/collob-proj/mh21_004_1.html

本調査に関するお問い合わせ
メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21) 推進グループ
(地)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油開発技術本部 R&D推進部 メタンハイドレート研究チーム内
お問い合わせ先: MH21ホームページ内の「ご意見・ご質問」からお問い合わせください
<http://www.mh21-japan.gr.jp/>

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

4 <メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム (MH21) 公表資料 (2010) >

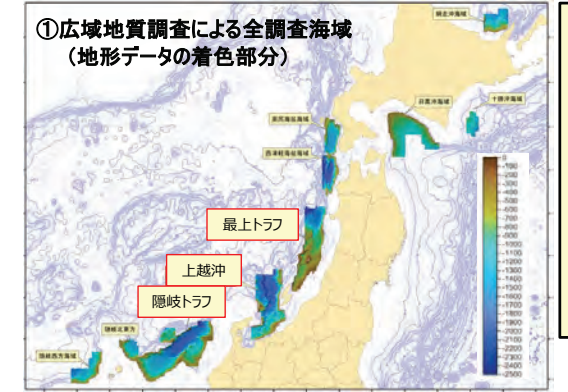
表層型MHの資源量把握に向けた調査（2013～2015年度）

平成25年4月の海洋基本計画を受け、平成25年度～27年度において経産省の委託により
日本海を中心に資源量把握に向けた広域的な海洋調査を実施した。

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

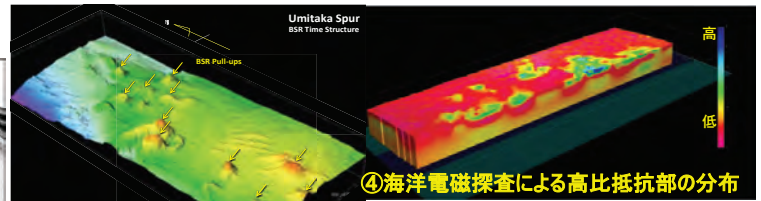
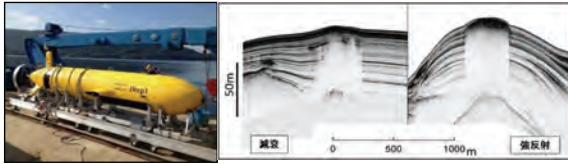
報告済

①広域地質調査による全調査海域 （地形データの着色部分）

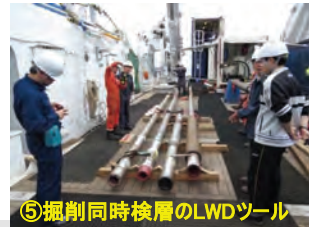


<実施した調査種目>

- ①広域地質調査（船底音響機器探査）・・・特異点（ガスチムニー構造）探索
- ②詳細地質調査（AUV音響探査）・・・特異点周辺の超音波構造探査
- ③精密地震探査（3D地震探査）・・・エアガン構造探査
- ④海洋電磁探査（CSEM探査）・・・比抵抗分布の曳航式探査
- ⑤掘削同時検層（LWD: Logging While Drilling）・・・坑井の物性測定
- ⑥掘削地質サンプル採取（コアリング+CPT）・・・ハイドレート等堆積物採取
- ⑦環境調査（ROV潜航調査+長期モニタリング）・・・環境ベースライン調査



②詳細地質調査で使ったAUVと海底下浅層部構造



③精密地震探査による3D地下構造



⑦環境調査によるROV潜航調査で発見した塊状メタンハイドレートの壁

⑤掘削同時検層のLWDツール

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

5

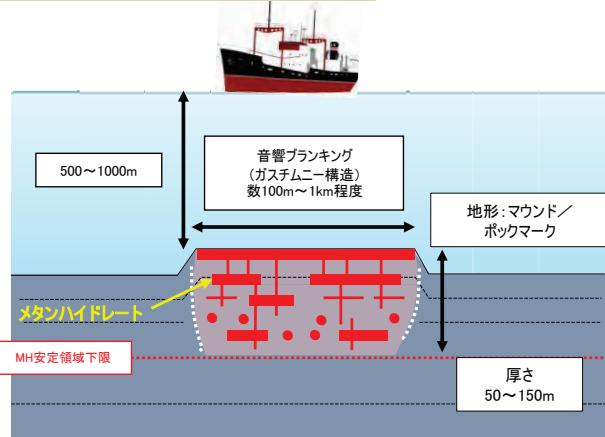
<表層型MHの研究開発 2019,2020年度一般成果報告会資料>

表層型MHの資源量把握に向けた調査 評価結果取り纏め（2016年）

産総研
ともに挑む。つぎを創る。

報告済

ガスチムニー構造の特徴



- ・ガスチムニー構造は音響探査のシャドウのため、内部構造は分からなかった。
- ・掘削調査などを通して、メタンハイドレートが、塊状、板状、脈状、粒状など様々な形態で存在し、その分布は連続的でないことが分かった。
- ・調査海域全体の資源量評価を断念し、一部に集中した。

主な成果内容

- ・国の要請に基づき、主に日本海で表層型メタンハイドレート調査を広域(63,700km²)で実施。
- ・音響ブランキングを示す特異点（ガスチムニー構造）を合計1,742箇所を確認。
- ・ガスチムニー構造内のメタンハイドレートの分布は不連続で一貫性がないことを確認。
- ・上越沖、海鷹海脚CWマウンド構造で、ガス換算6億m³(0.02TCF)のハイドレートと推定。

資源化へ向けた
研究開発継続

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

6

<表層型MHの研究開発 2019,2020年度一般成果報告会資料>に加筆>

海洋調査・環境影響評価について（2019年度～）

- 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**海洋調査により取得**する。

海洋産出試験の実施場所の特定に向けた海洋調査

- 高分解能三次元地震探査（精密地下構造探査）、熱流量調査など、表層型メタンハイドレート**賦存状況を把握するための海洋調査**を実施する。
- 回収・生産技術の研究開発に必要な**海底の状況**（地盤強度、底層流、塩分濃度、海底水温、圧力、海底下のメタンガスと硫化水素、メタンブルーム等）を**把握するための海洋調査**を実施する。
- これらの調査結果や海洋環境調査の結果を踏まえ、**海洋産出試験の実施場所に関する検討**を行う。



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。



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

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

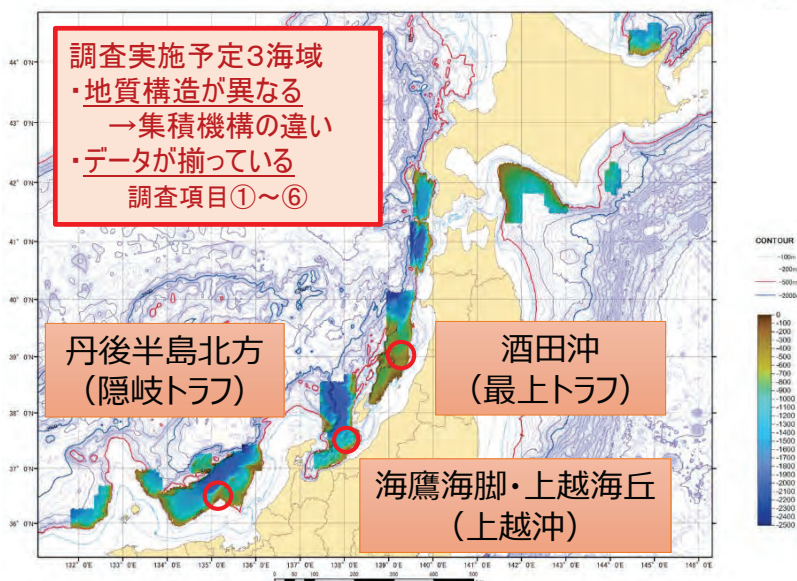
7

<第36回メタンハイドレート開発実施検討会（2020.3.16）資料6に加筆>

海洋調査・海域環境調査の実施海域（2019～2023年度）

- 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していく。

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

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, 海洋観測船>
 - ⑪海底画像マッピング
 - ⑫海底環境調査
 - ⑬海洋観測

番号（丸数字）は次ページの表に対応

※あくまで現時点での計画であり、今後実施時期や調査項目について関係者等と調整させていただく予定です。

海洋調査・海域環境調査の実施状況（2019～2023年度）



ともに挑む。つぎを創る。

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	実施済	実施済
②詳細地質調査（特異点周辺の詳細地形・地質構造探索）	実施済	実施済	実施済
③海洋電磁探査（比抵抗分布の把握）	実施済	実施済	実施済
④掘削同時検層（坑井の物性測定）	実施済	実施済	実施済
⑤掘削地質コア採取（バドレット及び地質物採取）	実施済	実施済	実施済
⑥ROV潜航調査（簡易環境把握調査）	実施済	実施済	実施済
⑦高分解能三次元地震探査（精密地下構造探査）	2021	実施済	2019
⑧熱流量調査（賦存領域下限深度の把握）	既存データ利用や別ルートでの試料入手を検討 検討中	2022-2023	2020-2021
⑨海底機器観測（底層流等のモニタリング） <+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
⑪海域環境調査（A）（海底画像マッピング） <+海底状況>	-	2021, 2022	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	2020
⑬海域環境調査（C）（海洋観測）	(2022-2023)	2021, 2022	2020

※あくまで現時点での計画であり、今後実施時期や調査項目について関係者等と調整させていただく予定です。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

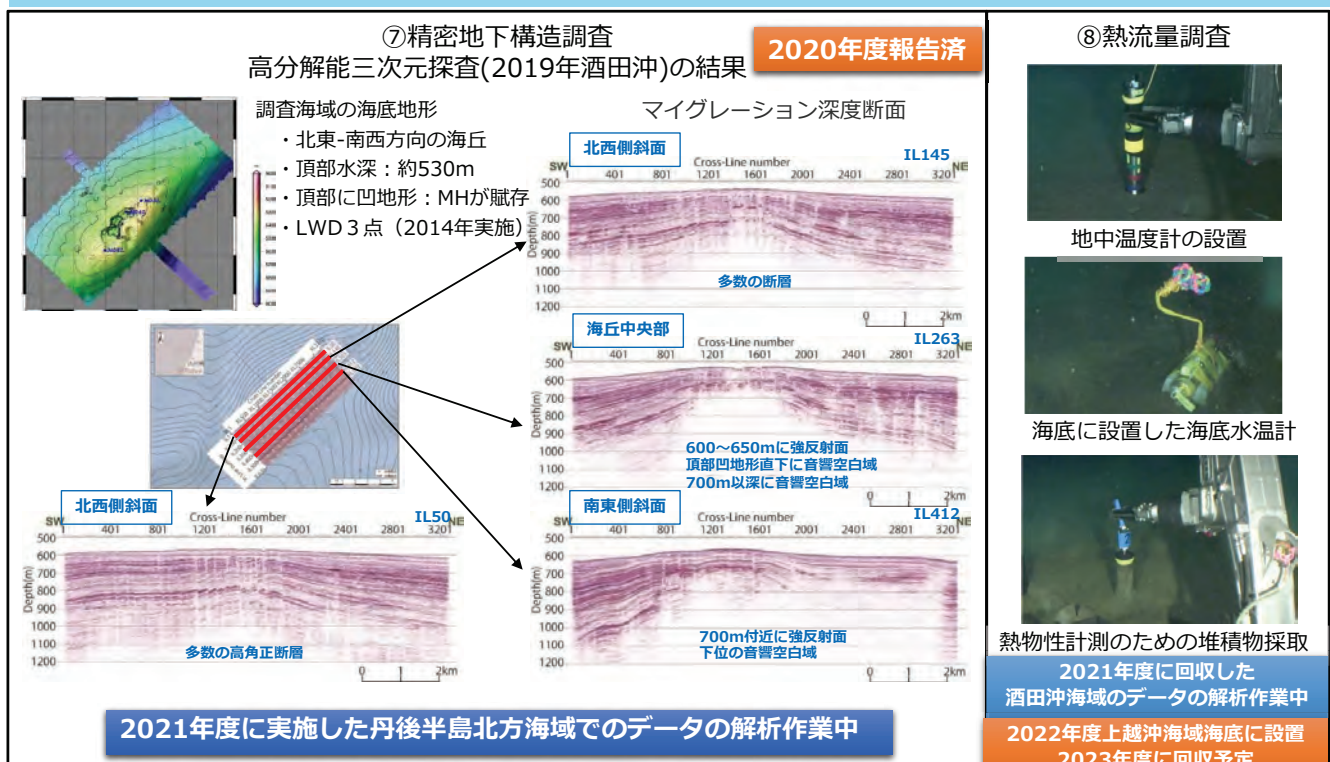
9 <第38回メタンハイドレート開発実施検討会（2021.11.17）資料5を更新>

海洋調査（賦存状況等の把握）について



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。



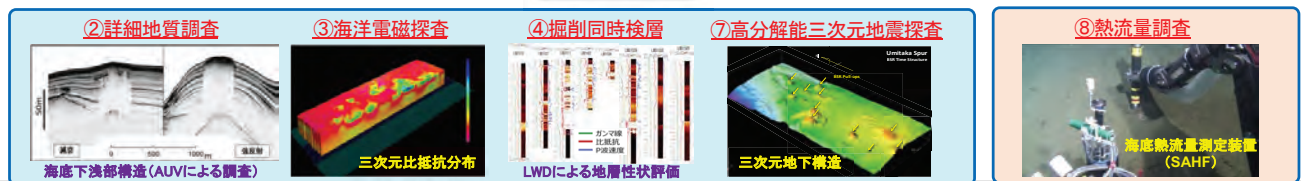
国立研究開発法人 産業技術総合研究所

10 <第39回メタンハイドレート開発実施検討会（2022.6.3）資料5に加筆>

賦存状況等の把握 物理探査データ取得・解析の実施状況

凡例 データ取得（海洋調査） データ取得（海洋調査） データ解析（陸上）
2018年度まで 2019～2023年度 2017, 2019～2023年度

	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)
<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（坑井の物性測定）	2015	2014-2015	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）	後藤報告	検討中	2010, 2022-2023
			2020-2021



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

11

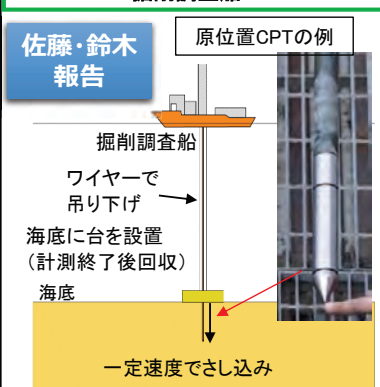
<表層型MHの研究開発 2020年度一般成果報告会資料を更新>

海洋調査（海底の状況等の把握）について

- 海底地盤強度調査を、2021年度に酒田沖、2022年度に上越沖で実施。取得したコーン貫入試験（CPT；酒田沖のみ）、地質試料採取（→室内土質試験）、ワイヤライン検層（酒田沖ではPS検層のみ）のデータを解析中。
- 海底現場状況調査のための長期観測を、酒田沖で2020～2021年度に、上越沖で2022～2023年度に実施。

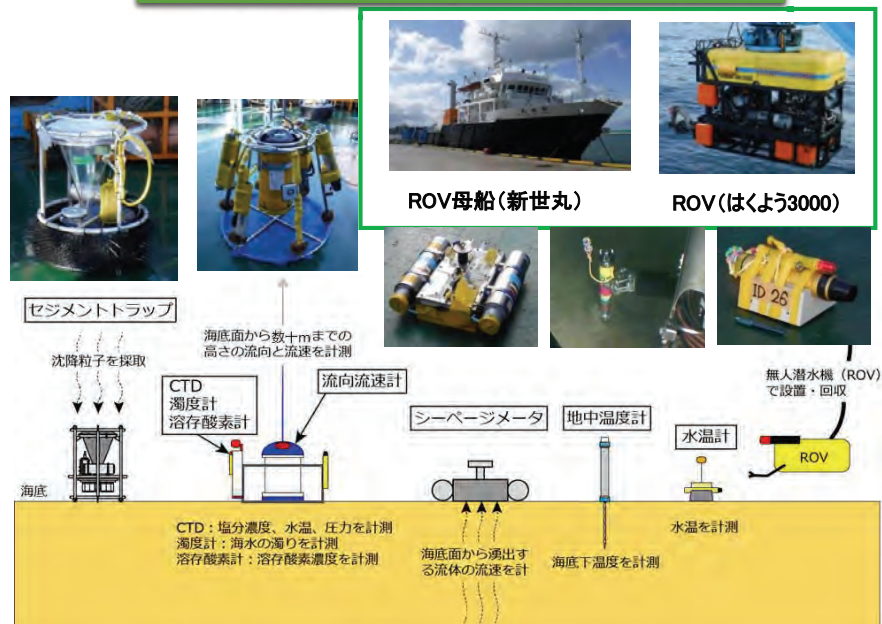
⑩ 海底地盤強度調査

酒田沖（2021年度）
上越沖（2022年度）



⑨ 海底現場状況調査

酒田沖（2020～2021年度），上越沖（2022～2023年度）



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

12

<第39回メタンハイドレート開発実施検討会（2022.6.3）資料5を更新>

物理探査データの再解析および統合処理 ー山形県酒田沖 酒田海丘（仮称）海域ー

国立研究開発法人産業技術総合研究所
地圏資源環境研究部門
横田 俊之

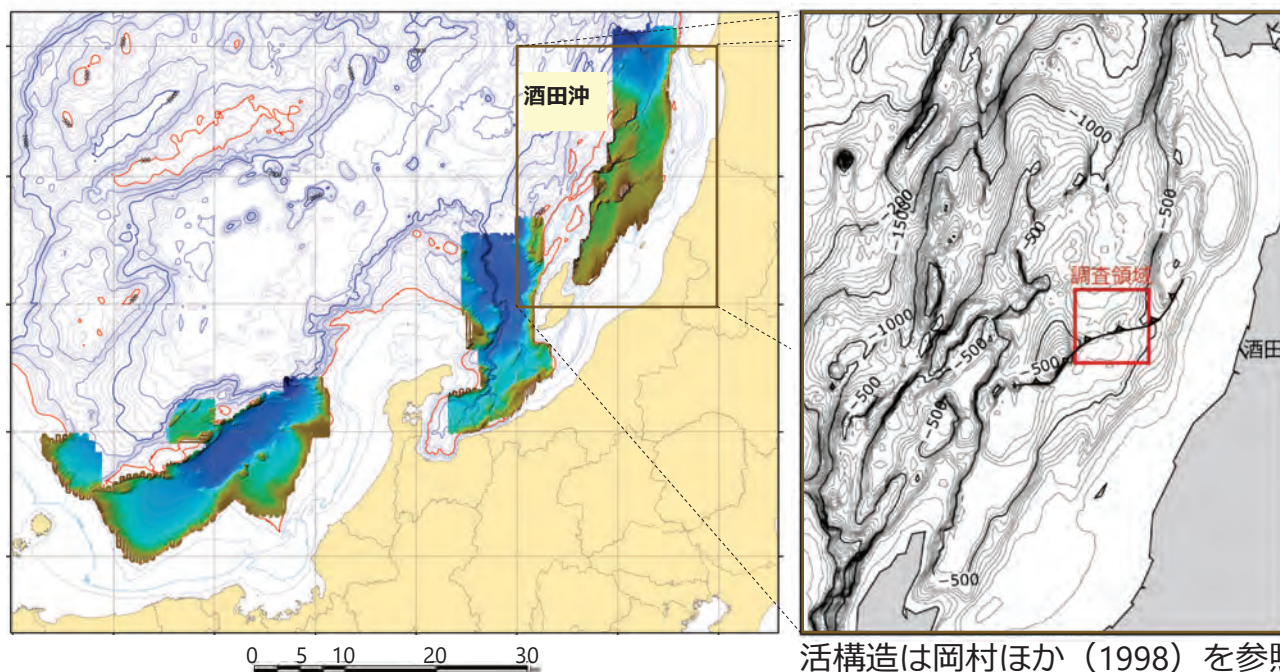
本研究は、経済産業省「国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業（メタンハイドレートの研究開発）」の一環として実施されました。関係各位に対し、謝意を表します。

2022/12/09

目次

1. はじめに
研究目的、動機など
電磁探査データ再解析（信頼性の高い比抵抗構造）
2. 技術課題
Controlled-source EM(CSEM)海洋電磁探査データ
① **異方性**を考慮した逆解析手法の適用
② ・ **初期モデル依存性**の検討：
高分解能海上3次元地震探査（HR3D）・
掘削同時検層（LWD）データ等統合処理
による**先験モデル**の付与
3. 解析結果
4. 考察
5. おわりに

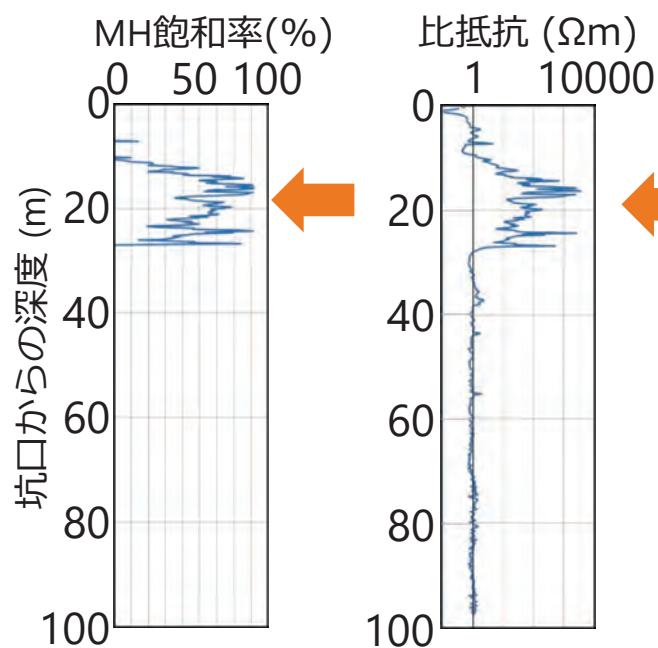
はじめに 調査海域 最上トラフ(山形県酒田沖)



活構造は岡村ほか（1998）を参照

はじめに 動機

掘削同時検層結果
比抵抗(ラテロ)検層(Schlumberger製geovision)



高MH飽和率、
高比抵抗

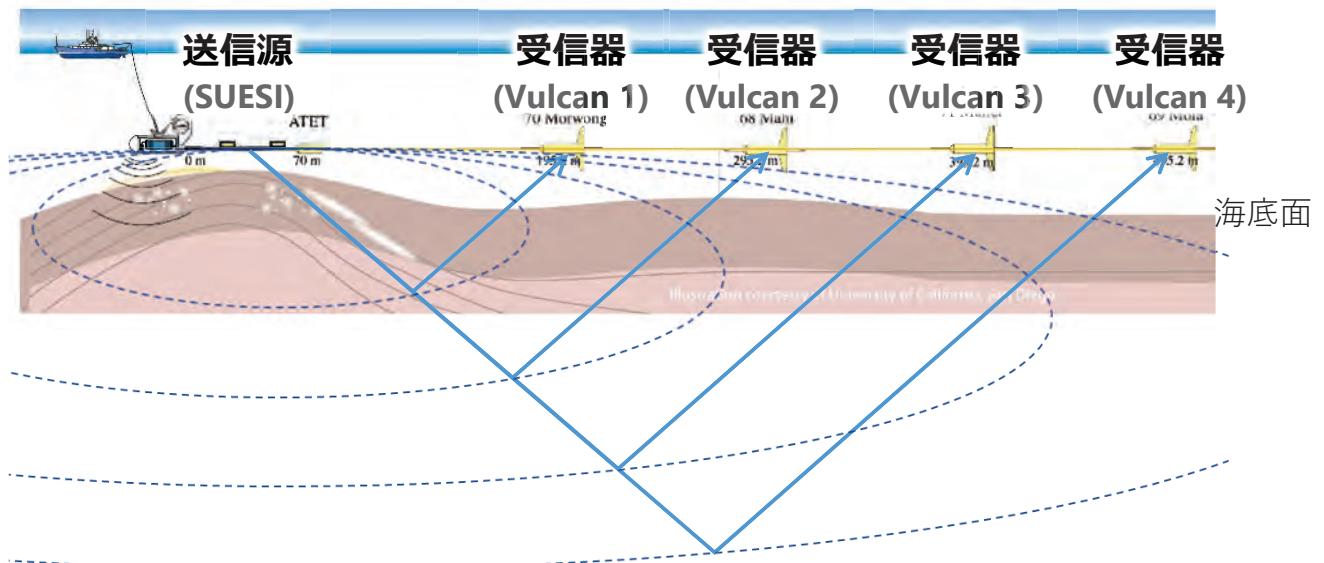
比抵抗値は
MH賦存を示す
良い指標

海洋電磁 (CSEM: Controlled-source Electromagnetic)

SUESI-Vulcanシステム(米国スクリップス海洋研究所)

電流送信源・受信機を海底面近くで曳航 (深海曳航方式)

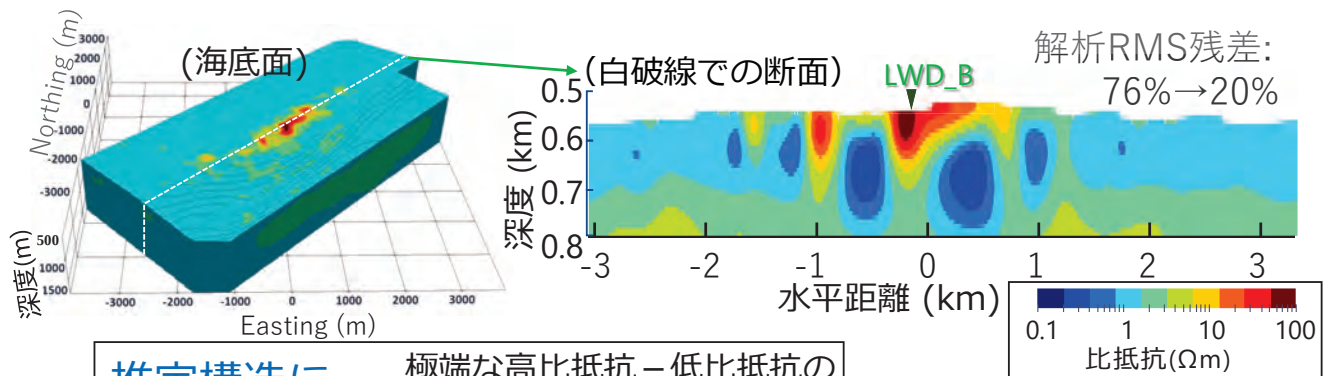
複数の受信機・周波数帯域: 浅部(近・高周波数)～深部 (遠・低周波数) 調査



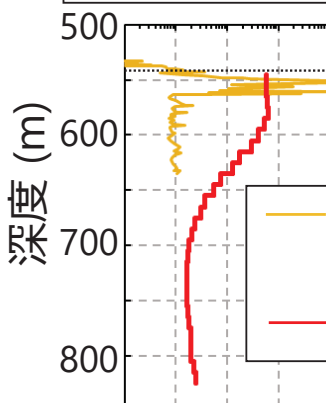
5

CSEM逆解析結果 (等方性仮定)

2017年度実施

推定構造に
対する疑問点

極端な高比抵抗-低比抵抗の
アノマリが交互に推定
比抵抗検層結果との不一致



原因 ①異方性を考慮しない逆解析

②初期モデル依存性

(不確実性、感度)

— 比抵抗検層(LWD)
(Schlumberger製geovision)

— 等方性仮定CSEM解析結果

6

プロジェクトにおける物理探査適用の目的

表層型MH海洋産出試験の実施場所決定

- ・ メタンハイドレート賦存領域
- ・ メタンハイドレートの海底面下での賦存形態

信頼性の高い物理探査モデル（比抵抗構造）の構築

技術課題①

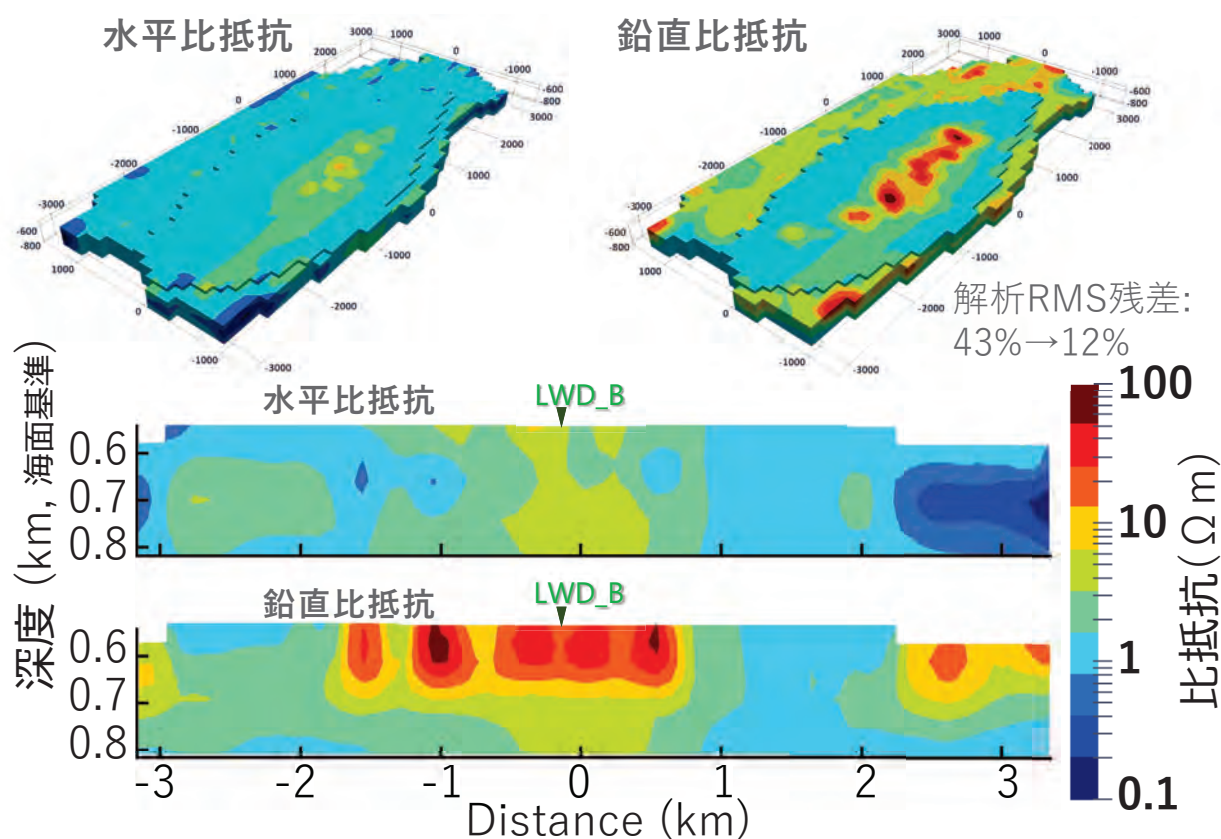
- ・ **異方性**を考慮した逆解析手法の適用

技術課題②

- ・ **初期モデル依存性**の検討：
高分解能海上3次元地震探査・検層データ等統合処理
による先験モデルの付与

7

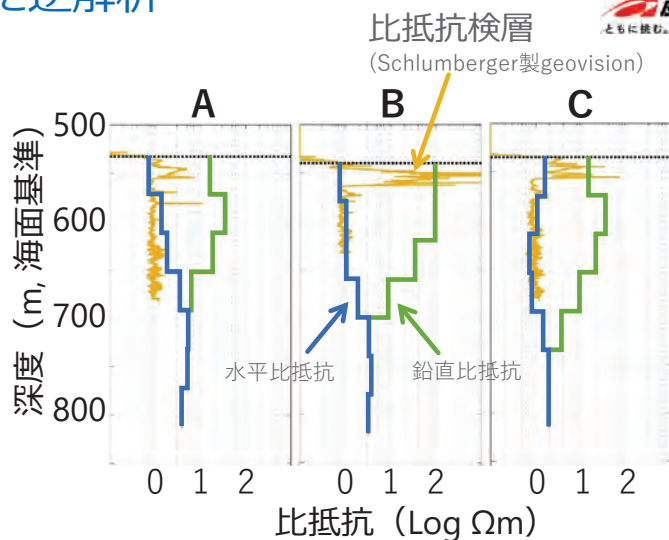
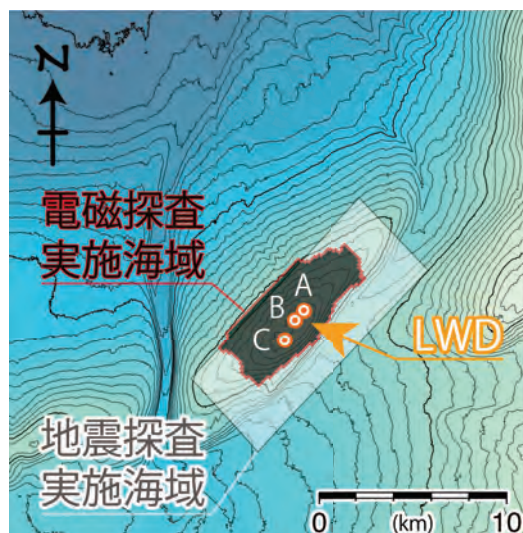
技術課題①・異方性を考慮した逆解析手法の適用



8

技術課題① 異方性を考慮した逆解析

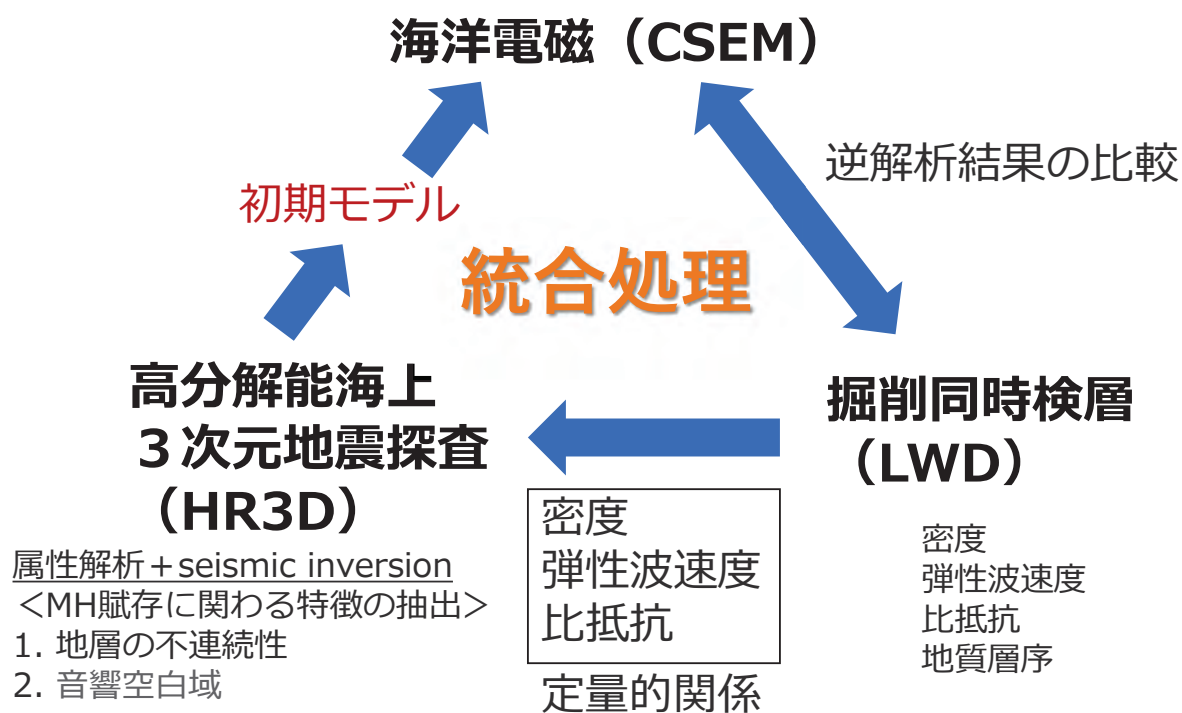
比抵抗検層との比較



- ・ **異方性**の考慮が重要
- ・ 比抵抗検層の高比抵抗部
→ **鉛直**比抵抗に反映
- ・ 比抵抗検層の背景（低比抵抗）部
→ **水平**比抵抗に反映

9

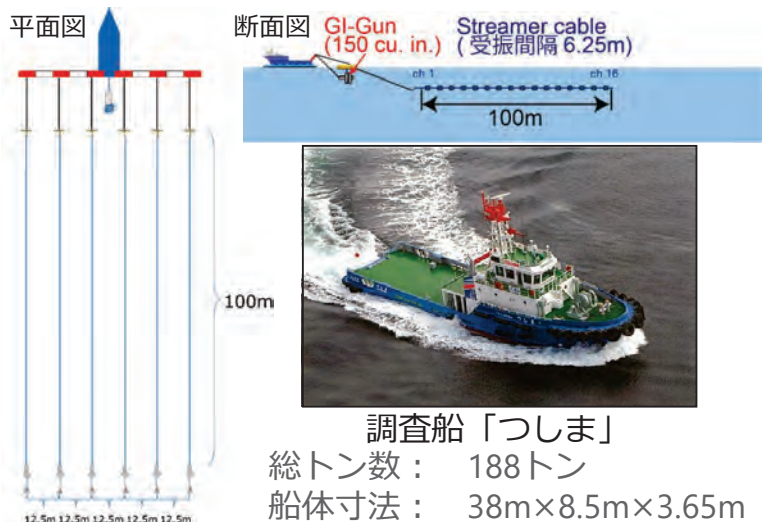
技術課題② ・ 初期モデル依存性の検討



10

【参考】

高分解能海上3次元地震探査 (HR3D: High Resolution 3D)



Recording	
レコード長(s)	3
サンプル間隔(ms)	0.25
チャンネル数	96 (16×6)
Low cut filter	12Hz
High cut filter	out

震源	
ガン種類	GI-Gun
発震間隔 (m)	6.25
チャンバーサイズ (cu. in.)	150 (=45+105)
ガン圧力 (psi)	2000
ガン深度 (m)	2

受振	
受振器	ストリーマケーブル
受振間隔 (m)	6.25
ケーブル間隔 (m)	12.5
最も近いチャンネルまでの距離 (m)	43
ケーブル長 (m)	100
ケーブル深度 (m)	1.5

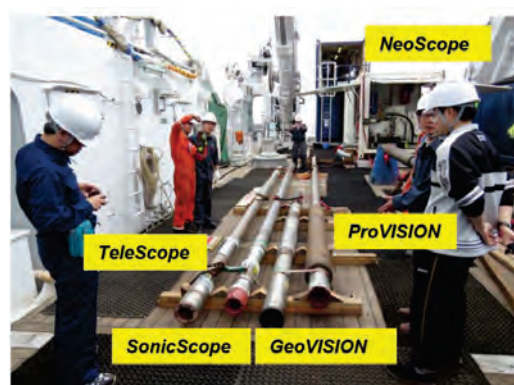
11

【参考】

掘削同時検層: (LWD: Logging while Drilling)

調査項目

- ・ 比抵抗、比抵抗イメージ: GeoVISION
- ・ 音波速度: SonicScope, SonicVISION
- ・ NMR: ProVISION
- ・ 密度、中性子孔隙率、シグマ、
γ線スペクトル、自然γ線: NeoScope



GeoVISION →

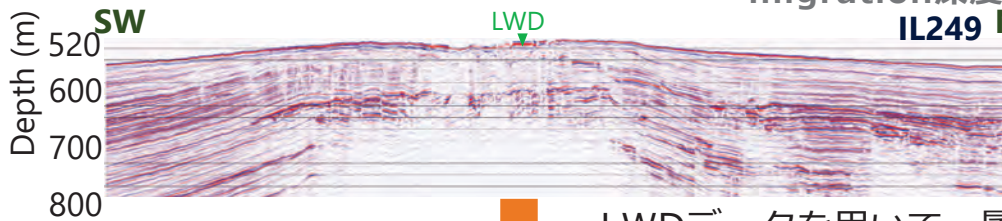
ドリルビット →

LWDツール (Schlumberger社製) 森田 (2016)

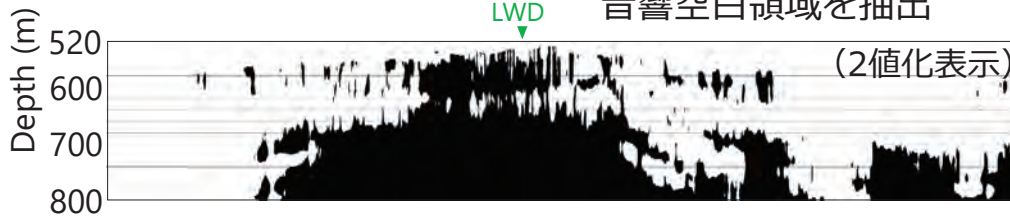
12

技術課題② ・ 初期モデル依存性の検討

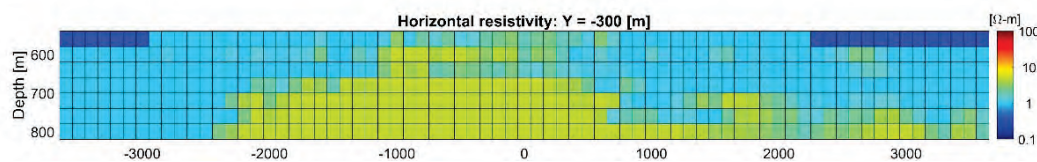
migration深度断面
IL249 NE



LWDデータを用いて、属性解析および
サイスミックインバージョンにより
音響空白領域を抽出



CSEM解析の**初期モデル**を作成
(**高比抵抗領域**(1~5Ωm) 設定)

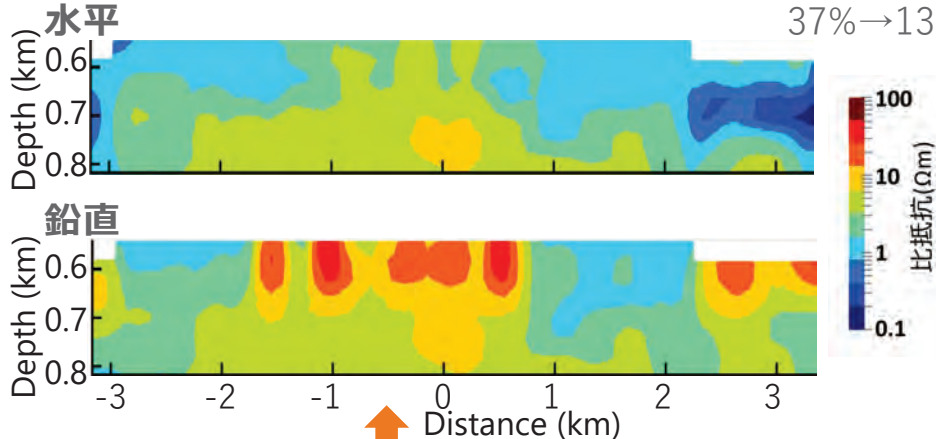


13

統合処理結果

異方性仮定比抵抗

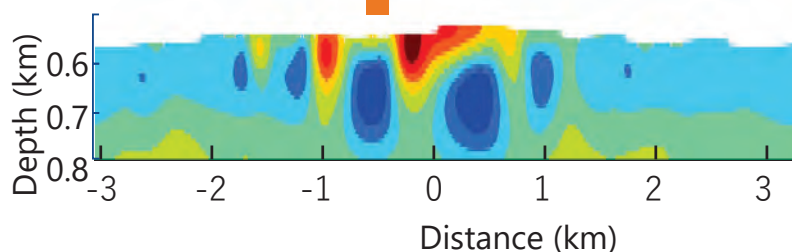
解析RMS残差:
37%→13%



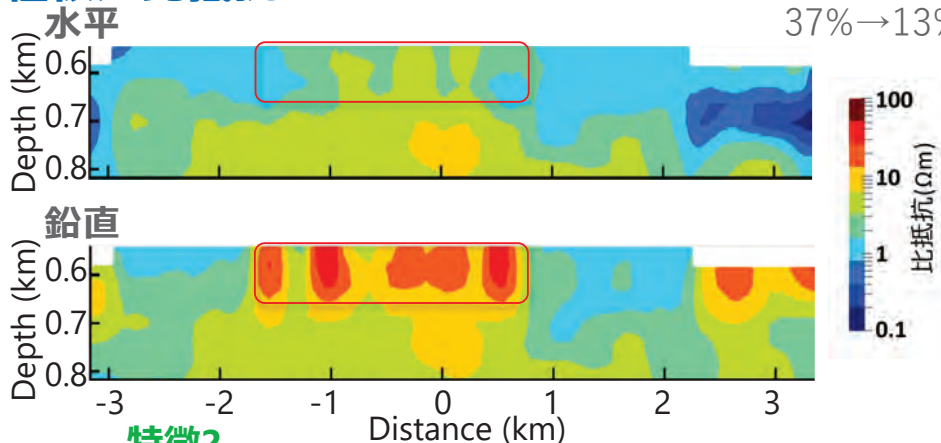
特徴1

極端な高比抵抗－低比抵抗の
アノマリペアが見られなくなった

等方性仮定比抵抗



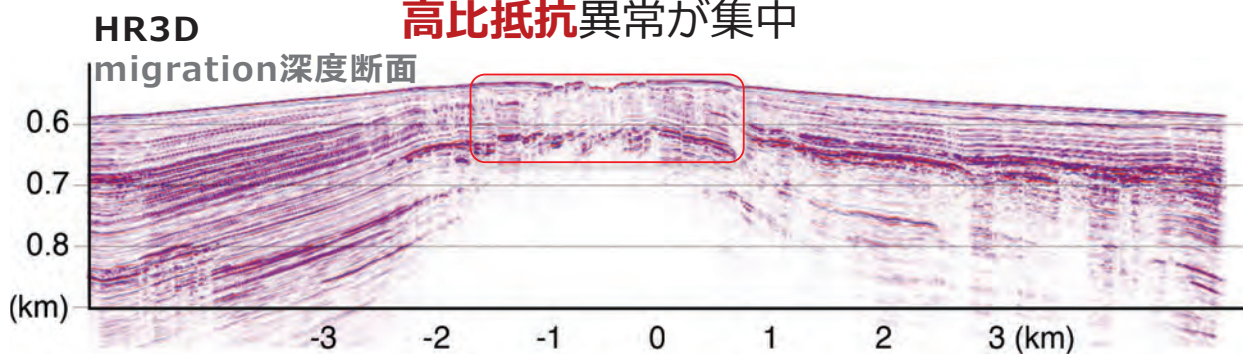
14



特徴2

海丘頂部～海底面下約100mに

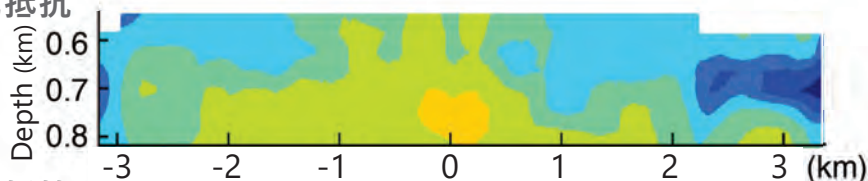
高比抵抗異常が集中



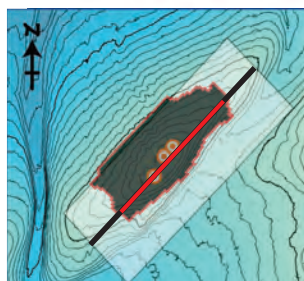
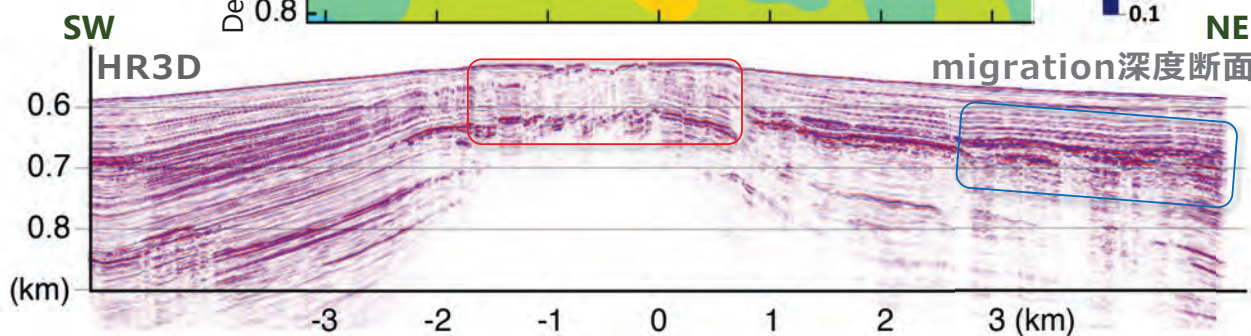
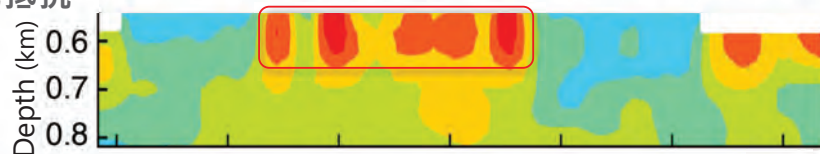
15

考察

水平比抵抗



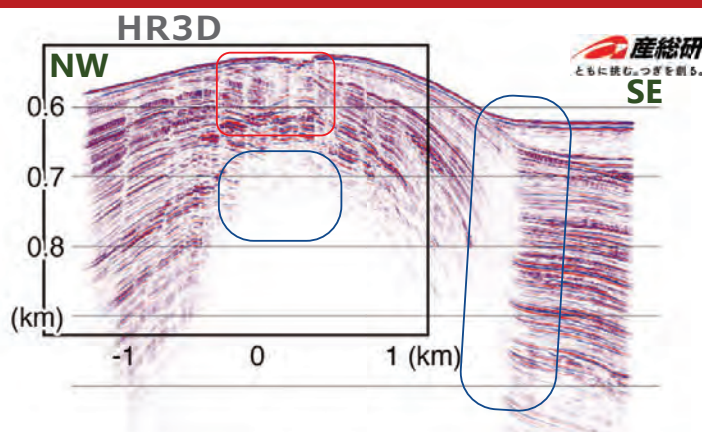
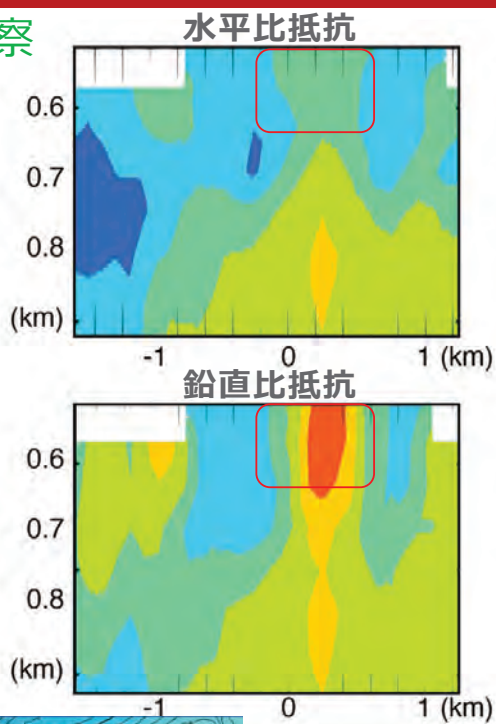
鉛直比抵抗



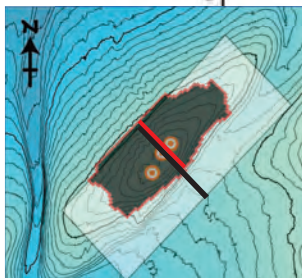
- 海丘頂部～海底下100mに高比抵抗異常
断層卓越領域・深度にほぼ一致、
かつ下底付近に強振幅異常
➡ 賦存域の下限の空間分布に言及可能
- 同様の強振幅が、海丘の北東側にも見られるが、
比抵抗値の信頼度低く検討必要

16

考察

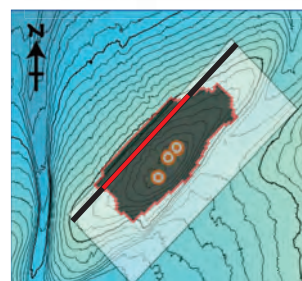
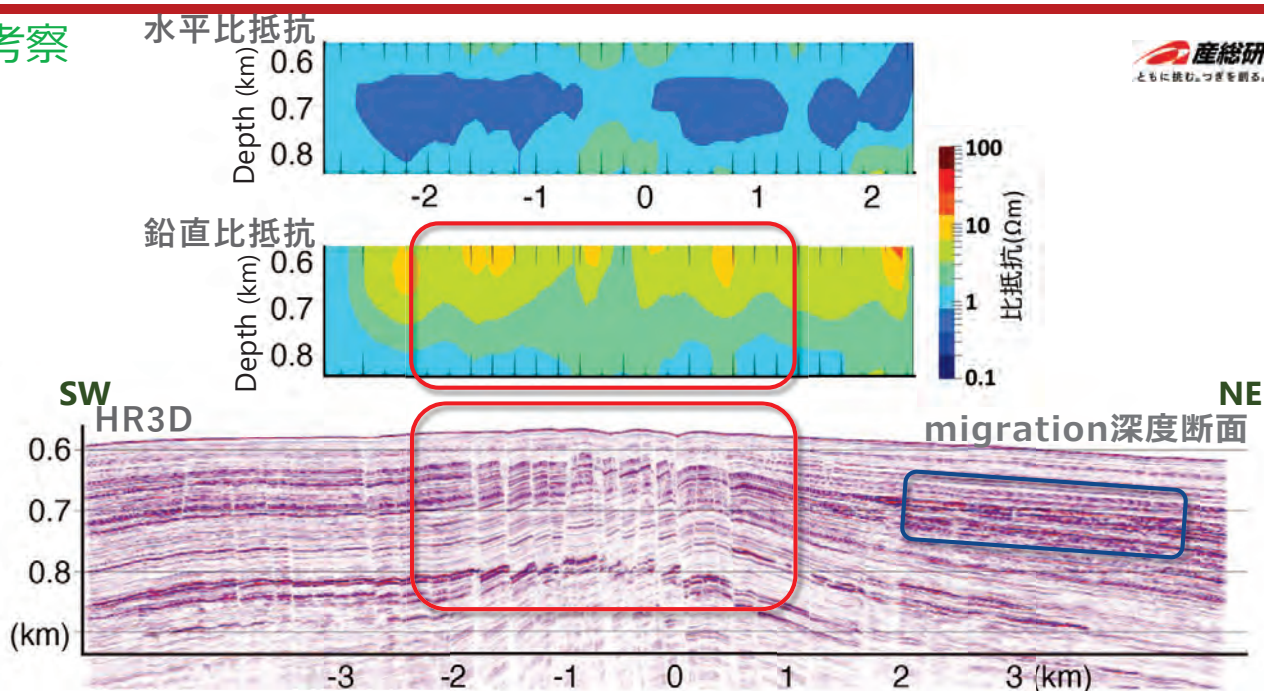


- 海丘頂部～海底下約100m
- 水平比抵抗： 高比抵抗異常
- HR3D： 強振幅領域
- = 物性値の境界を示唆
- ➔ 賦存深度に言及可能



17

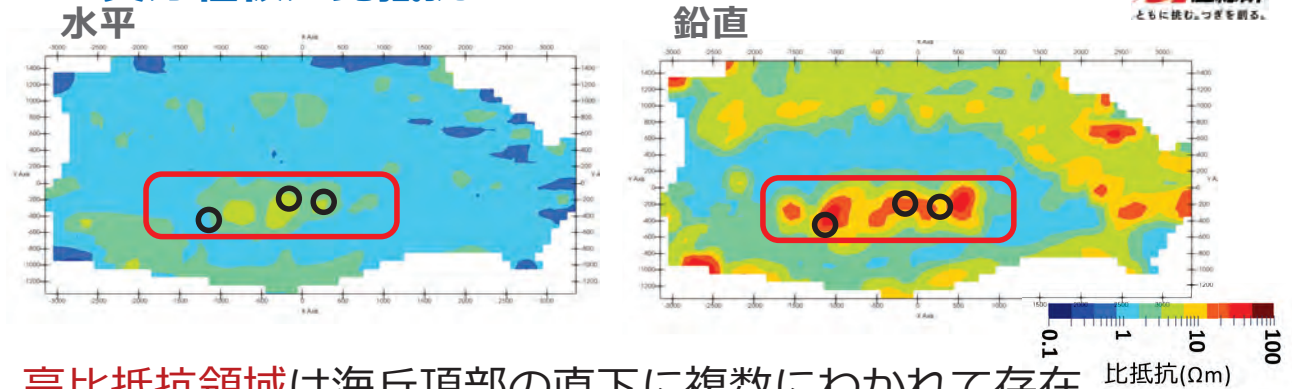
考察



- 海丘頂部から北西側へずれる測線は、軸部直下と比較して、高比抵抗異常が顕著に減少
- 断層卓越領域には比抵抗異常がほとんど見られない
- 海丘頂部から南北に外れた領域に強振幅領域存在
その部分での比抵抗値の信頼度は低く要検討
- ➔ 表層型メタンハイドレート賦存可能性がある領域の絞り込み

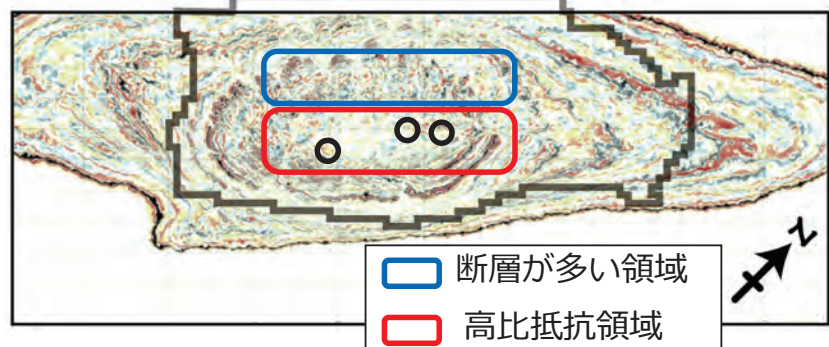
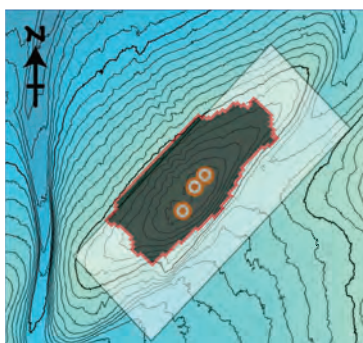
18

考察 異方性仮定比抵抗 深度600m



- 高比抵抗領域は海丘頂部の直下に複数にわかれて存在
一方、地下構造はわかれていようには見えない
- 高比抵抗領域は断層密度が高い領域より南東側に位置

HR3D等深度スライス深度600m（海底下約60m）



19

考察

海洋電磁（CSEM）

1. 異方性を考慮した解析

水平・鉛直比抵抗値に大きな差
= 異方性仮定の妥当性

電流が鉛直方向に流れにくい
→ 賦存形態に制限を与える

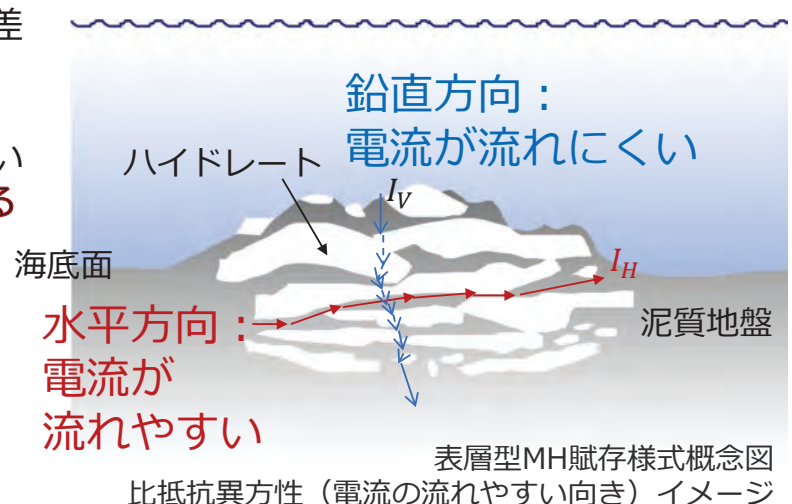
2. 初期モデルの設定

HR3Dおよび
LWDデータから
情報を抽出



HR3Dによる構造的特徴など他の情報と
矛盾の少ない比抵抗構造を提示

MH賦存域を高比抵抗で捉える利点を強化



日本海東縁酒田沖 酒田海丘（仮称）海域で取得された
物理探査データ（**CSEM**, HR3D, LWD）の
再解析および統合処理を実施

CSEM逆解析において、

- ・ **異方性**を考慮した解析
- ・ HR3D・LWDより作成した初期モデルを用いた解析を実施

他の情報と矛盾の少ない解析結果が得られた

当該海域においては、MHの賦存が考えられる領域では、
比抵抗の異方性が大きい
MH賦存領域や賦存形態に関する理解が進んだ

本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の
一部として実施いたしました。

山形県（農林水産部、環境エネルギー部、産業経済部）、
海上保安庁（海洋情報部、第二、第九管区海上保安本部）、
山形県漁業協同組合、の関係者の皆様にご協力いただきました。

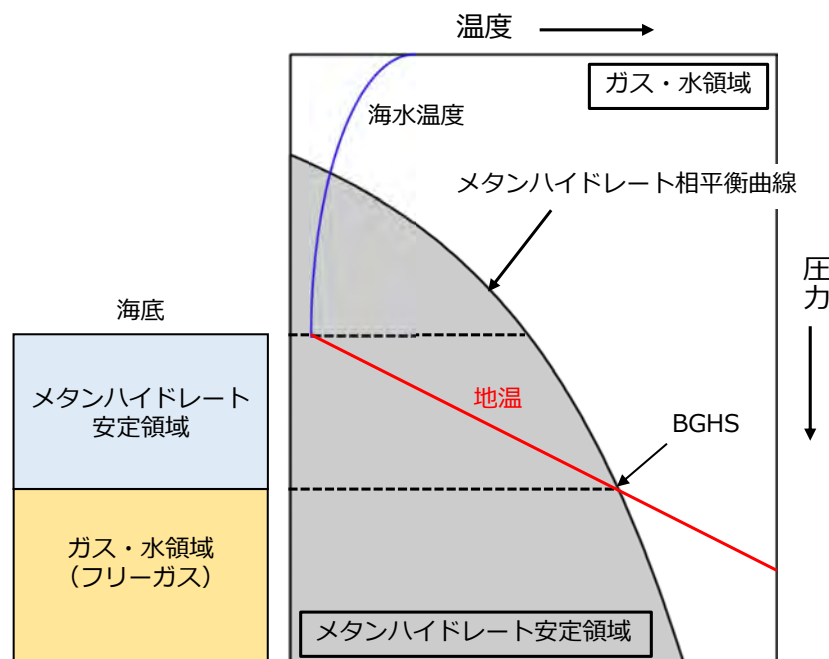
海洋電磁探査データは、深田サルベージ建設株式会社に、
高分解能反射法データ取得は株式会社地球科学総合研究所に
それぞれ担当いただきました。

表層型メタンハイドレート胚胎域での 地球熱学観測

産業技術総合研究所
地圏資源環境研究部門
後藤 秀作

本研究は経済産業省の「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）」の一部として実施しました。関係者の皆様に感謝いたします。

海底下のメタンハイドレートが存在可能な領域



ガス（メタン）ハイドレート安定領域下限（BGHS）は地温（海底下温度）に強く依存

海底下温度を推定するには「地殻熱流量」データが必要

$$q_b = K \times G \quad \left(G = \frac{dT}{dz} \right)$$

熱流量
単位：mW m⁻²
ミリワット

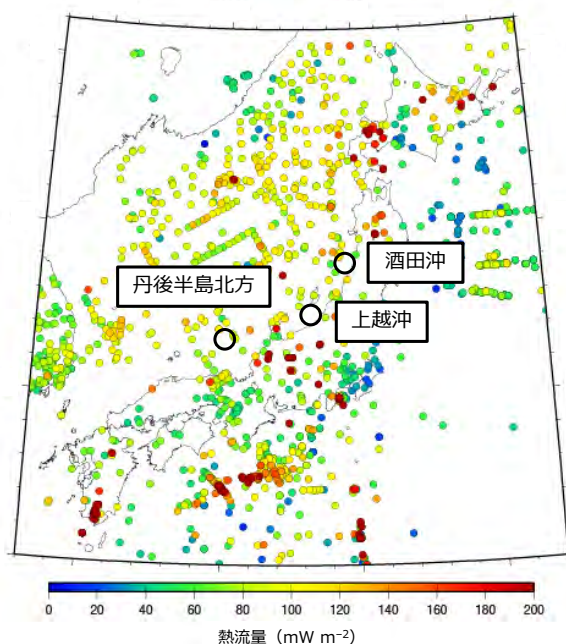
岩石・堆積物の熱伝導率
単位：W m⁻¹ K⁻¹

地温勾配
単位：mK m⁻¹
ミリケルビン

温度
深さ

- 地下深部から地表に向かって単位時間に単位面積を通過する熱エネルギー
- 地下温度を推定するために必要な情報

日本周辺海域の熱流量



日本周辺海域

- 海底水温が安定している大深度で熱流量計測が多い
- 沿岸域では熱流量データが少ない
- 海底水温変動のため信頼性のある熱流量計測が困難

表層型メタンハイドレート研究開発の調査対象域（3 海域）

- 堆積物は海底水温変動の影響を受けてる
- 信頼性のある熱流量データが少ない
- 熱流量データが存在する場合、海底水温変動の影響を受けているか評価が必要

沿岸域で信頼性のある熱流量を計測するには・・・

- 海底水温変動の影響が十分に減衰した海底下深度で堆積物温度を計測
- 堆積物温度から海底水温変動の影響を除去

(1) 上越沖海域※

- 長尺温度プローブを使用して海底水温変動の影響がない熱流量を計測
- 上越沖海域のバックグラウンド熱流量を推定
- メタンハイドレート安定領域下限を推定

(2) 酒田沖海域（暫定結果）

- 長期温度モニタリングにより海底水温変動の影響がない熱流量を計測

※公表論文

●堆積物の熱物性計測

Goto, S., M. Yamano, S. Morita, T. Kanamatsu, A. Hachikubo, S. Kataoka, M. Tanahashi, R. Matsumoto
Physical and thermal properties of mud-dominant sediment from the Joetsu Basin in the eastern margin of the Japan Sea, *Marine Geophysical Research*, **38**, 393–407, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11001-017-9302-y>

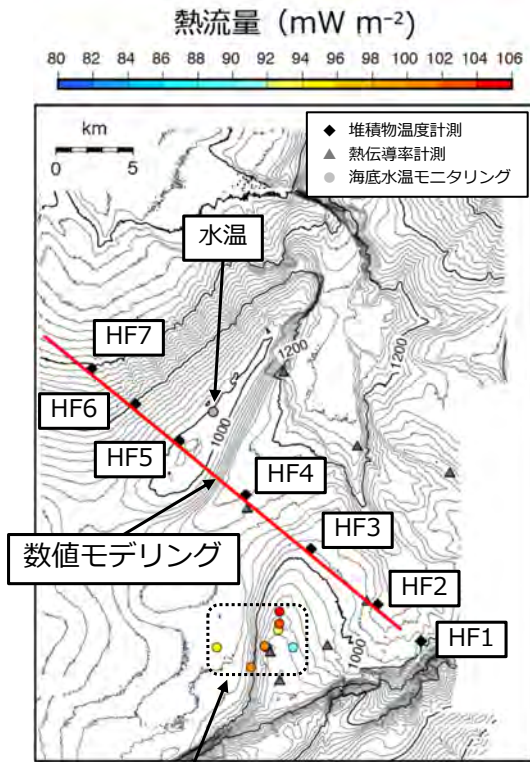
●熱流量計測

Goto, S., M. Yamano, M. Tanahashi, O. Matsubayashi, M. Kinoshita, H. Machiyama, S. Morita, T. Kanamatsu, A. Hachikubo, S. Kataoka, R. Matsumoto
Surface heat flow measurements in the eastern margin of the Japan Sea using a 15-m-long geothermal probe to overcome large bottom-water temperature fluctuations, accepted for publication in *Marine Geophysical Research*.

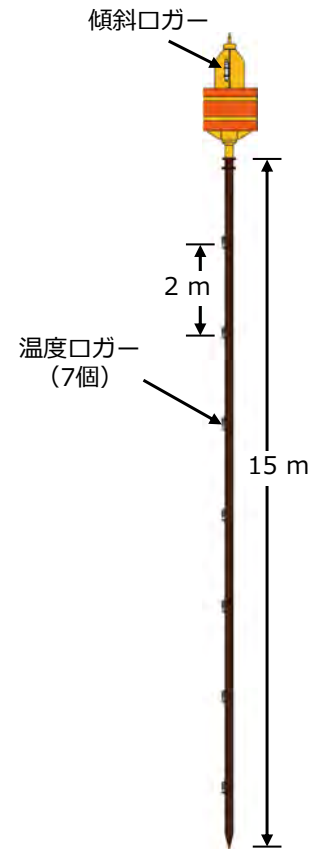
上越沖海域

長尺温度プローブを使用した熱流量計測 (既存データ解析)

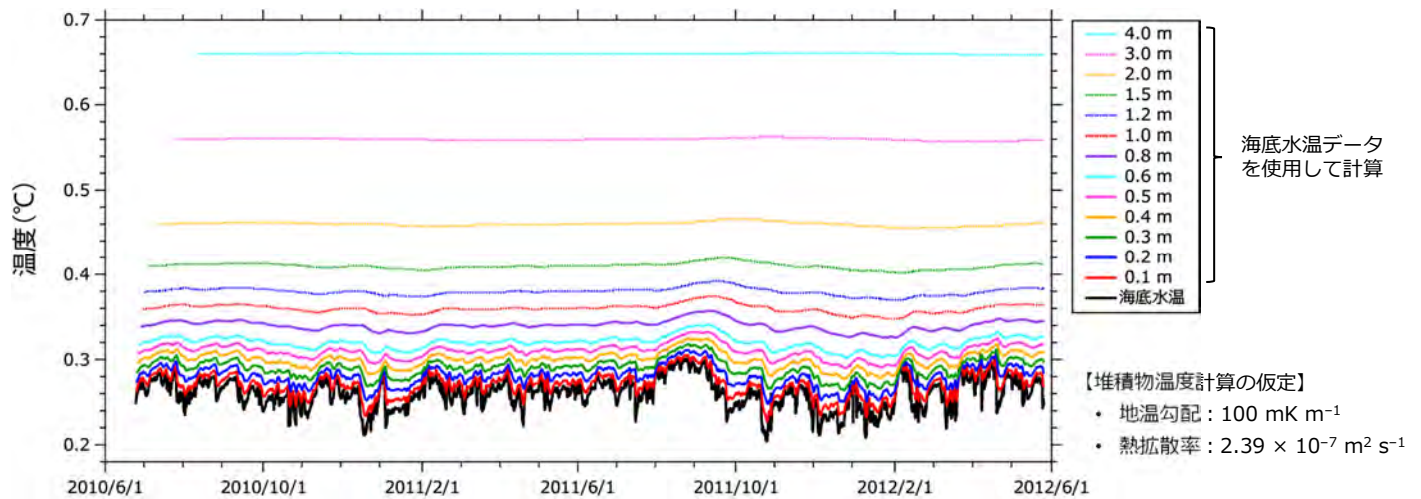
熱流量調査（上越沖海域）



町山ほか（2009、地学雑誌）
海底水温変動の影響がない熱流量データ



海底水温変動に対する堆積物の熱応答評価



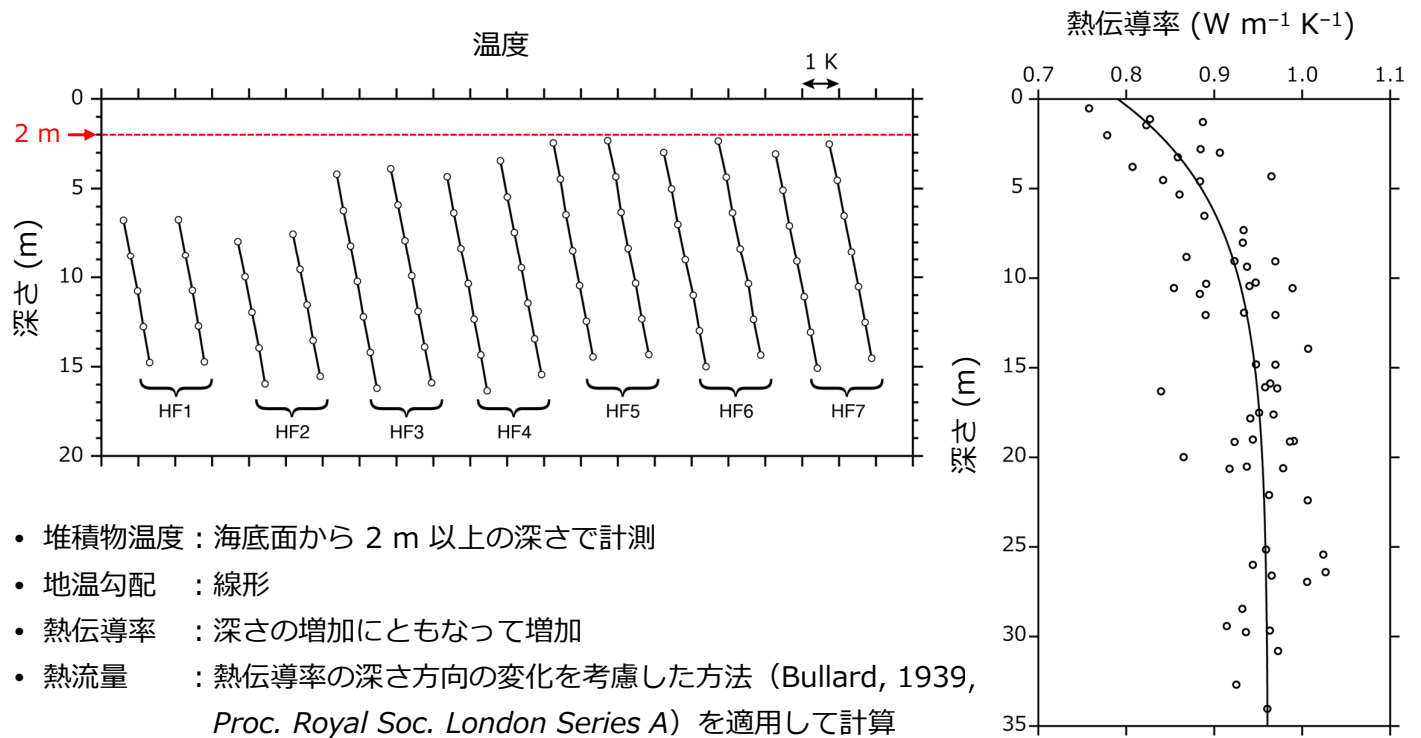
＜堆積物温度の熱応答＞

海底面からの深さが増加すると

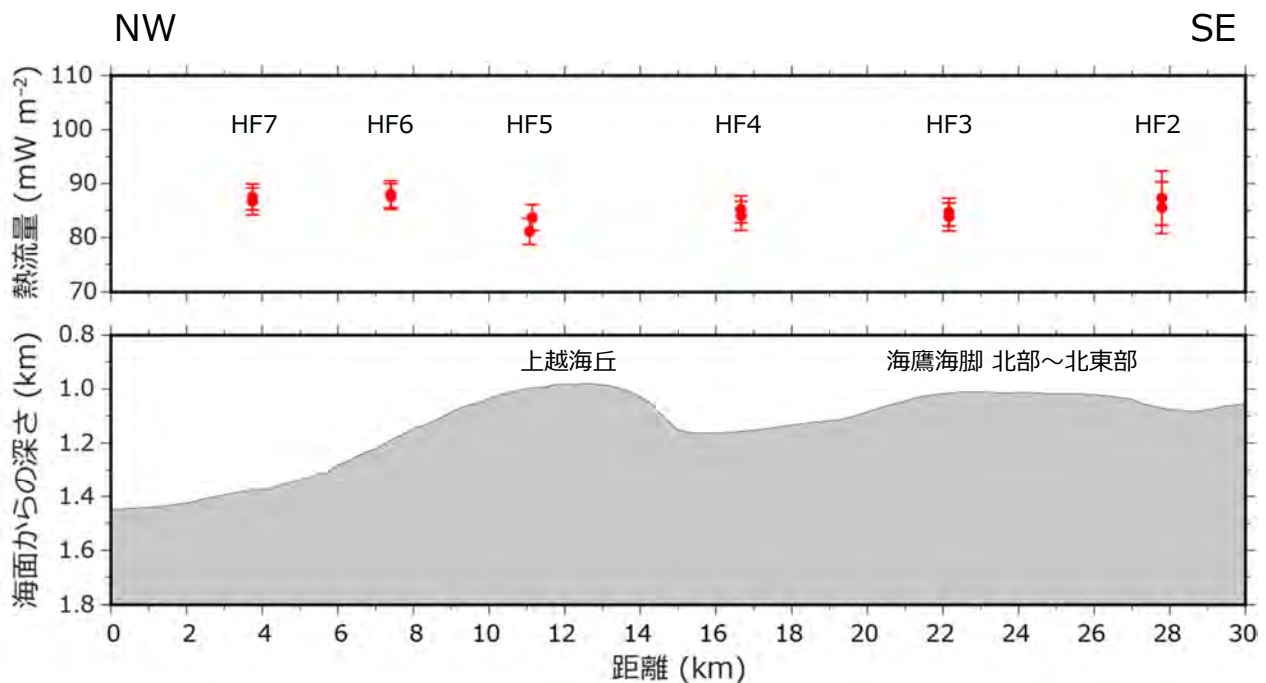
- 振幅は指数関数的に減衰
- 位相は遅れる

海底水温変動の影響が十分に減衰した深さで堆積物温度を計測

2 m 以深の温度を使用した地温勾配の誤差は ±2% 以内

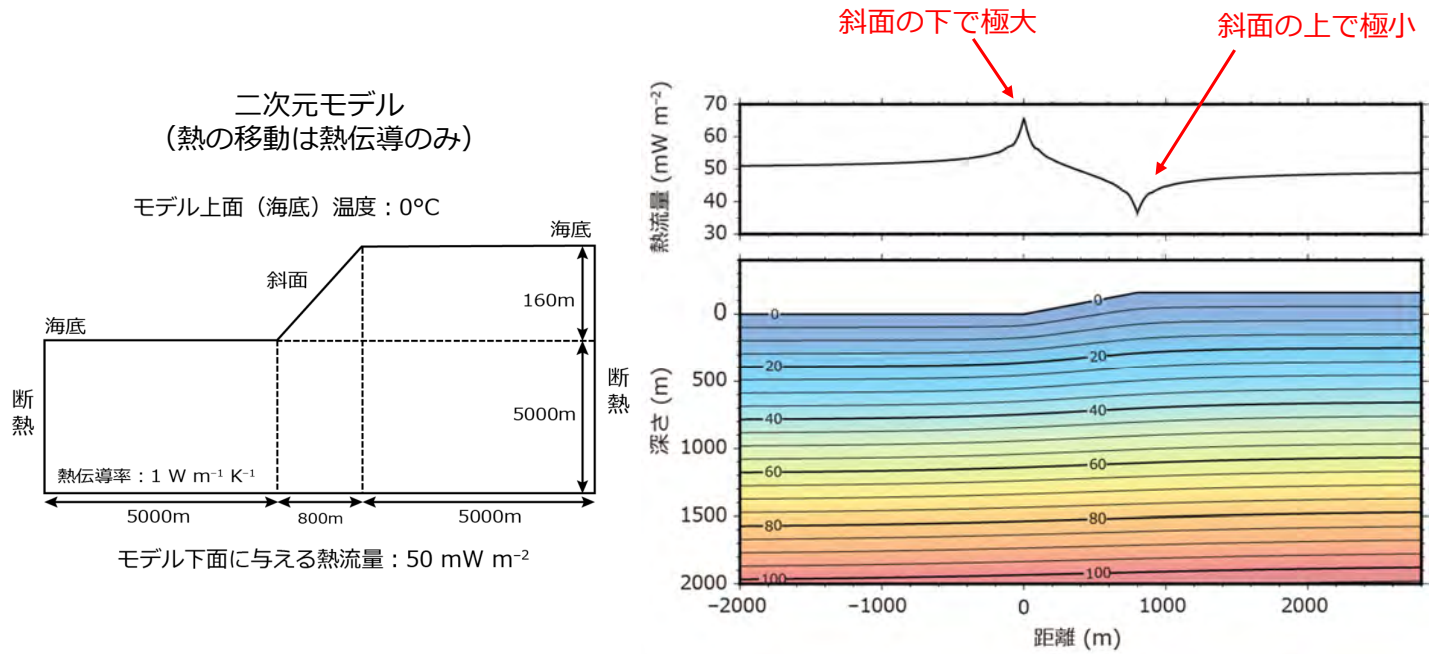


熱流量分布



熱流量：上越海丘・海鷹海脚北部～北東部で $81.1 \sim 88.0 \text{ mW m}^{-2}$

特徴：熱流量は地形的高まりで低く、斜面下部で高い ← 地形変化による影響

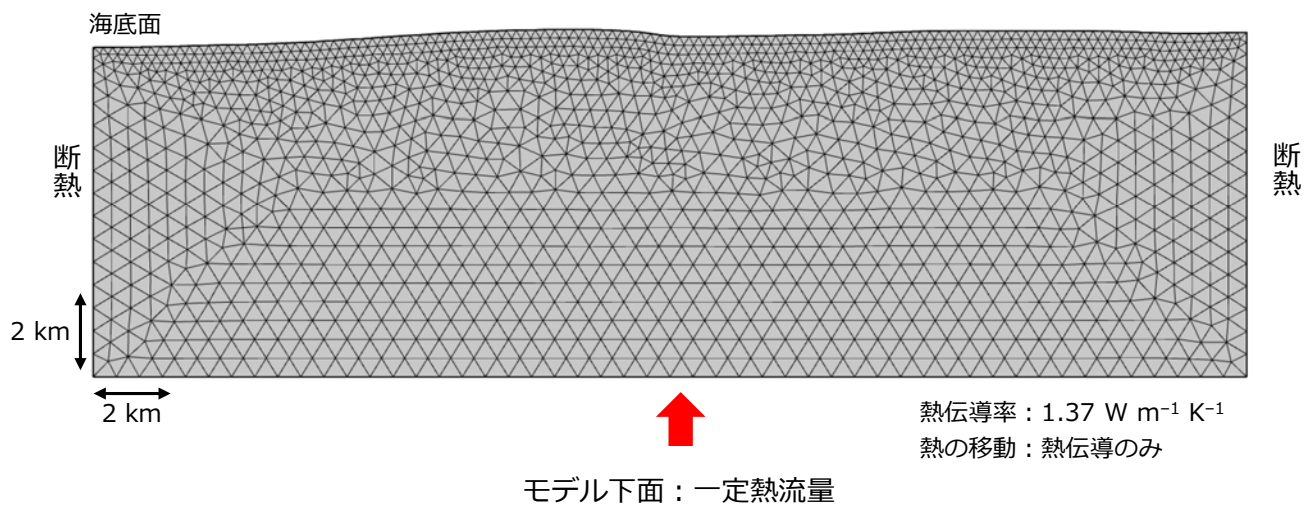


大きな地形変化がある海域で計測した熱流量 → 地形変化の影響を考慮する必要あり

熱流量計算モデル

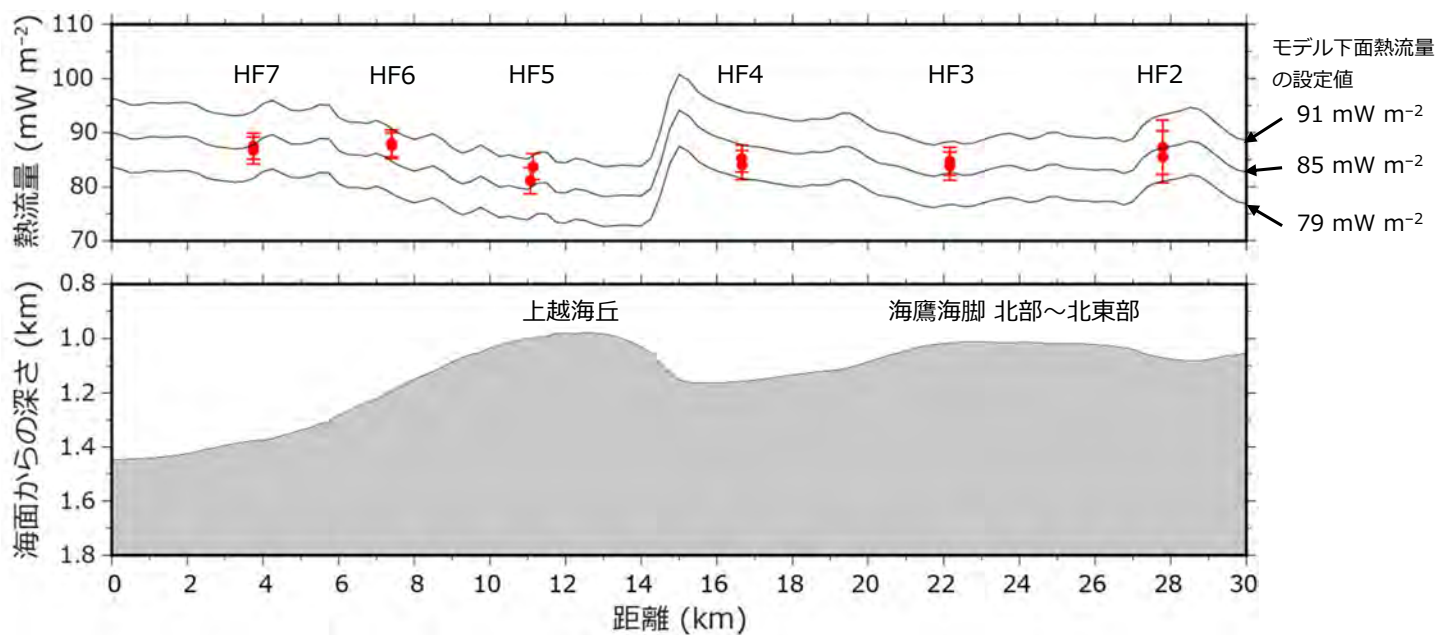
二次元有限要素法

モデル上面 (海底面) 温度: 0°C



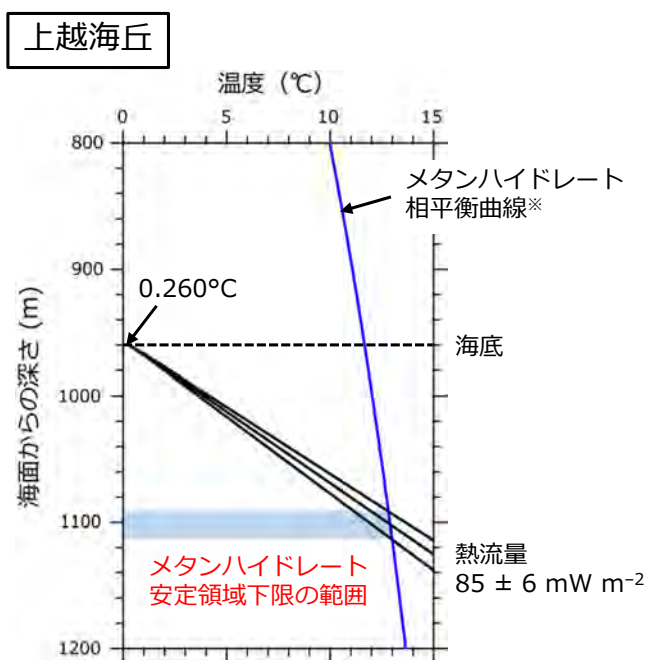
海底面で計測した熱流量分布を説明することができる
モデル下面熱流量 (バックグラウンド熱流量) を搜索

上越沖海域のバックグラウンド熱流量

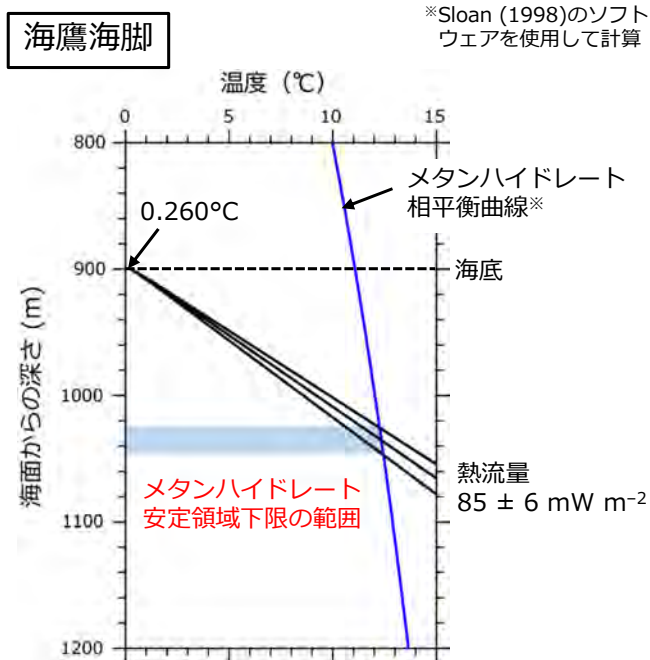


上越沖海域のバックグラウンド熱流量 : $85 \pm 6 \text{ mW m}^{-2}$

メタンハイドレート安定領域下限



メタンハイドレート安定領域下限の範囲
海面下 1091.4 ~ 1113.7 m
(海底下 131.4 ~ 153.7 m)



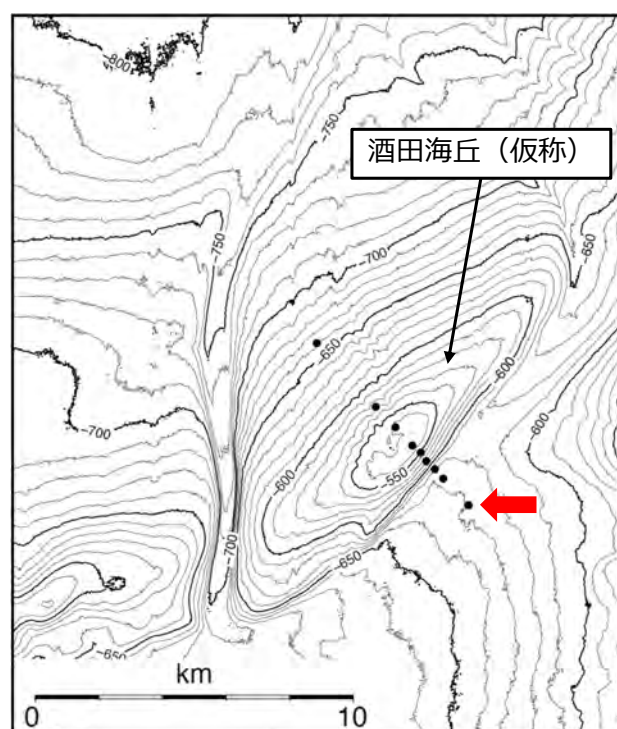
メタンハイドレート安定領域下限の範囲
海面下 1025.5 ~ 1047.0 m
(海底下 125.5 ~ 147.0 m)

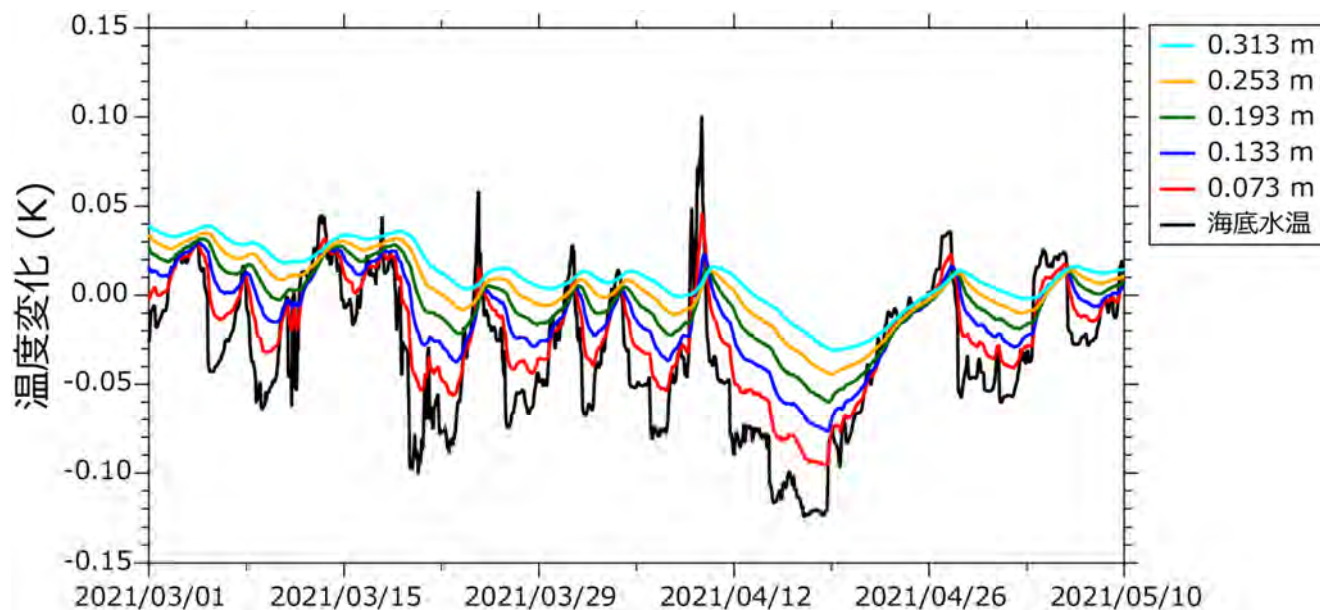
※Sloan (1998)のソフトウェアを使用して計算

酒田沖海域

長期温度モニタリングによる熱流量計測 (暫定結果)

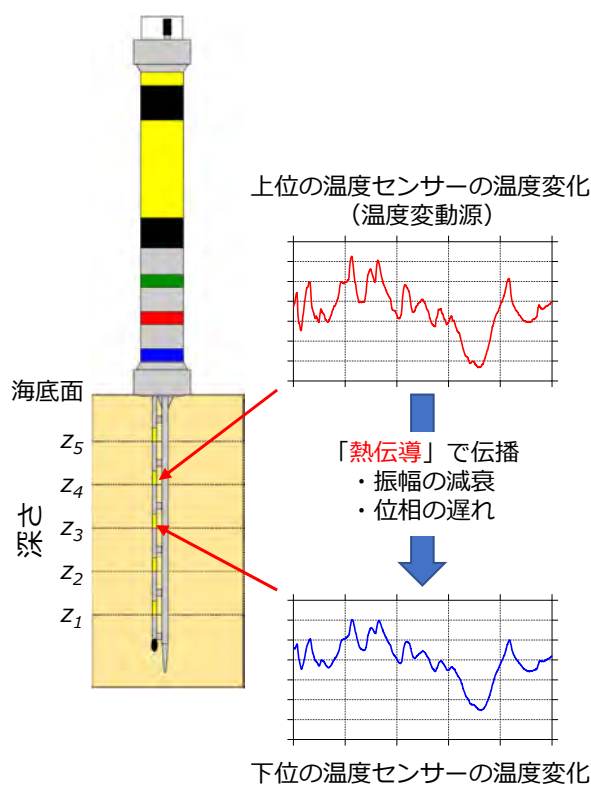
長期温度モニタリング（酒田沖海域）





深さの増加とともに振幅は減衰し、位相は遅れる

堆積物温度から海底水温変動の影響を除去

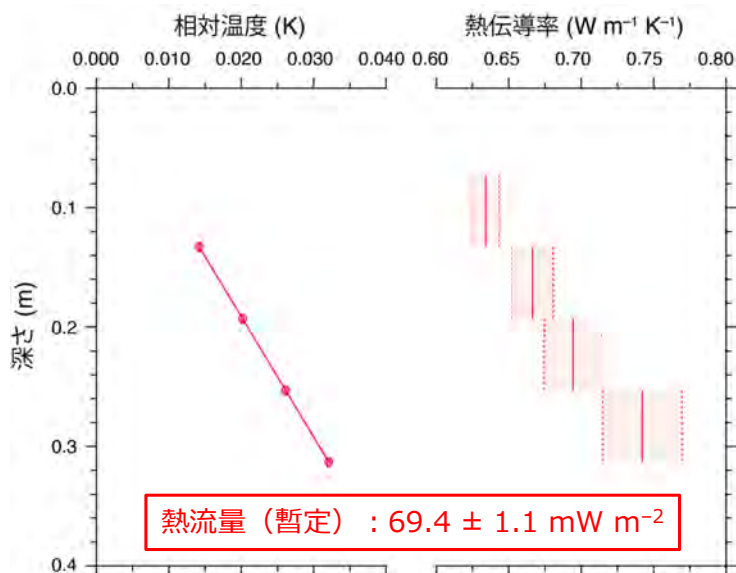


【仮定】

- ・ 熱の移動は「熱伝導」のみ
- ・ 堆積物はセンサーの深さを境界とする層構造
- ・ 各層の物性は一定

【逆解析】

- ・ 上位と下位の温度の時系列データを比較
- ・ 海底水温変動に起因する温度変動成分を除去した堆積物温度及び堆積物の熱物性を同時に推定



(1) 上越沖海域

- 長尺温度プローブを用いて海底水温変動の影響がない熱流量を決定
- 上越沖海域のバックグラウンド熱流量： $85 \pm 6 \text{ mW m}^{-2}$
- メタンハイドレート安定領域下限の範囲：
 - 上越海丘：海底面から 131.4 ~ 153.7 m
 - 海鷹海脚：海底面から 125.5 ~ 147.0 m

(2) 酒田沖海域

- 長期温度モニタリングにより海底水温変動の影響がない熱流量を推定
- 熱流量（暫定結果）：酒田海丘から離れた地点で $69.4 \pm 1.1 \text{ mW m}^{-2}$
- 今後、バックグラウンド熱流量とメタンハイドレート安定領域下限を推定する予定

地盤強度調査（酒田沖・上越沖）の概要



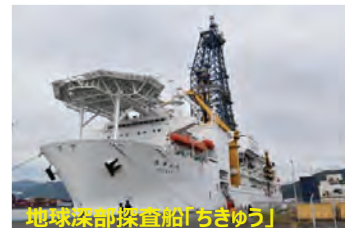
国立研究開発法人 産業技術総合研究所

地圏資源環境研究部門

エネルギープロセス研究部門

佐藤 幹夫

鈴木 清史



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、謝意を表します。

海底地盤強度調査の目的

・表層型メタンハイドレート（MH）

- ・表層付近の軟弱な泥層中に胚胎
- ・塊状、粒状、あるいは層状に含有

・表層型MHの回収方法の検討

- 大口径ドリル等による機械的な掘削を検討
→ 掘削機器の詳細設計のためには**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
→ 海底面からMHが胚胎されている領域（深度方向）の**不均質な地層の地盤強度**についての**情報が必要**

→ **海底地盤強度調査を実施**

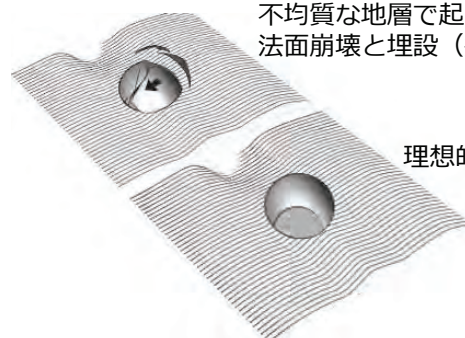


大口径ドリルの設計



掘削システムの設計

（出典：MHWirth）



不均質な地層で起こりうる
法面崩壊と埋設（掘進障害）

理想的な施工

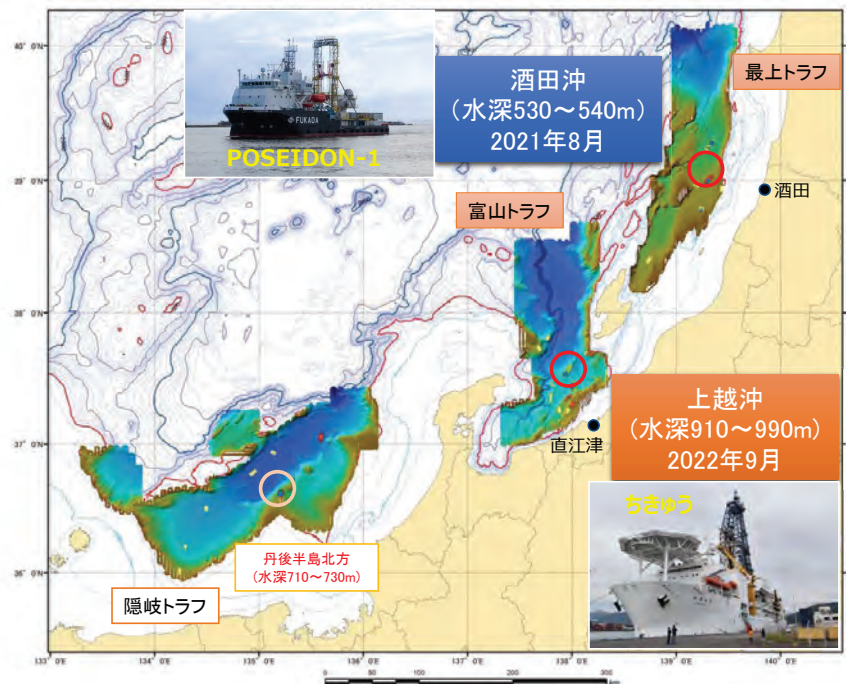
海底地盤強度調査の実施地域

海底地盤強度調査の実施海域

- 2021年8月に酒田沖
- 2022年9月に上越沖

- ・現位置試験（CPT）：酒田沖のみ
- ・室内土質試験（地質試料採取）
- ・ワイヤライン（WL）検層記録から地盤強度情報を取得

（※CPT：コーン貫入試験）



酒田沖 PS21海底地盤強度調査航海概要

- 調査期間： 2021/8/4(新潟)～8/30(新潟) <27日間>
 現地調査： 2021/8/5～8, 8/12～17, 8/20～29(酒田沖) <計20日間>
 使用船舶： 掘削調査船 POSEIDON-1
 （深田サルベージ建設(株)）

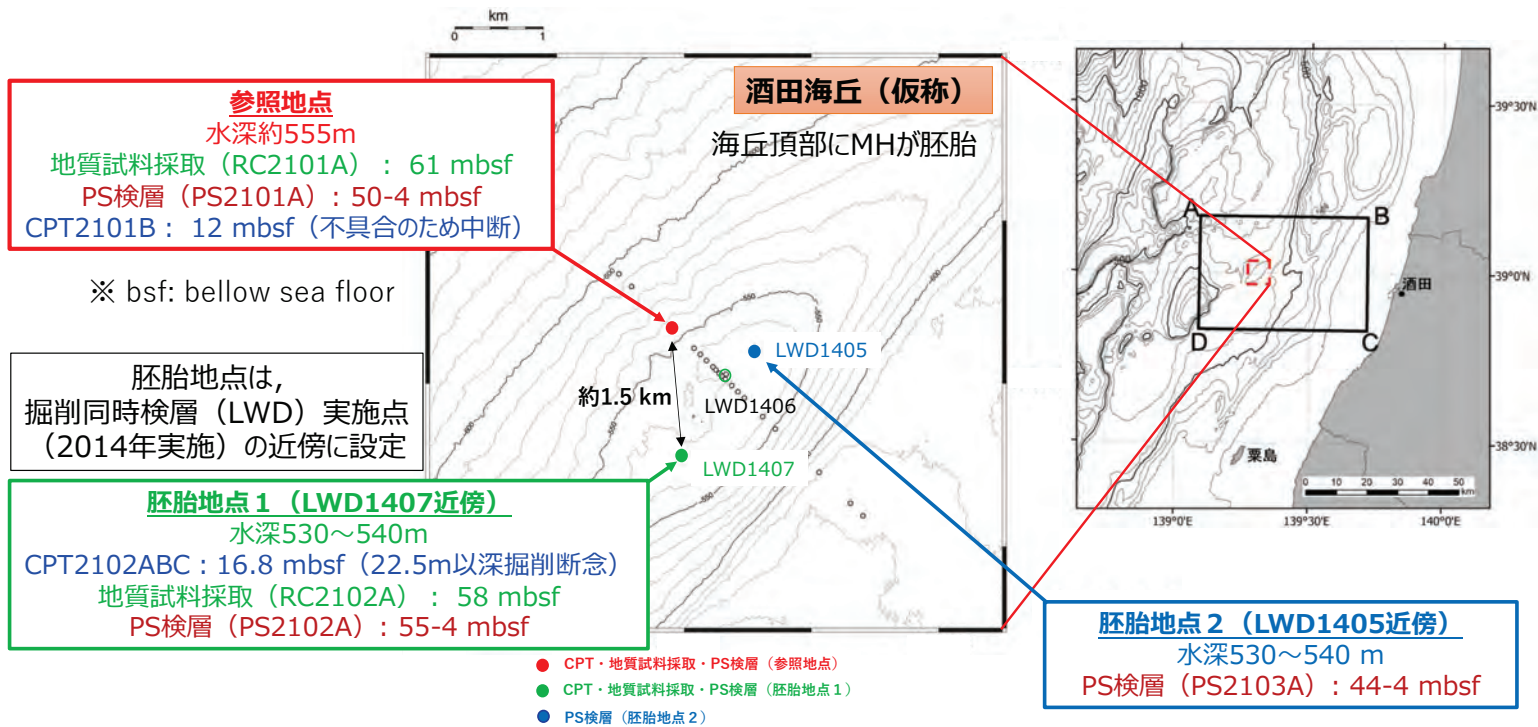
目的： 表層型MH胚胎地域のMH安定領域付近
 における堆積物の地盤強度の把握

- 調査項目： ・原位置でのコーン貫入試験(CPT)
 ・室内土質試験用地質試料の採取
 ・音波検層(PS検層)

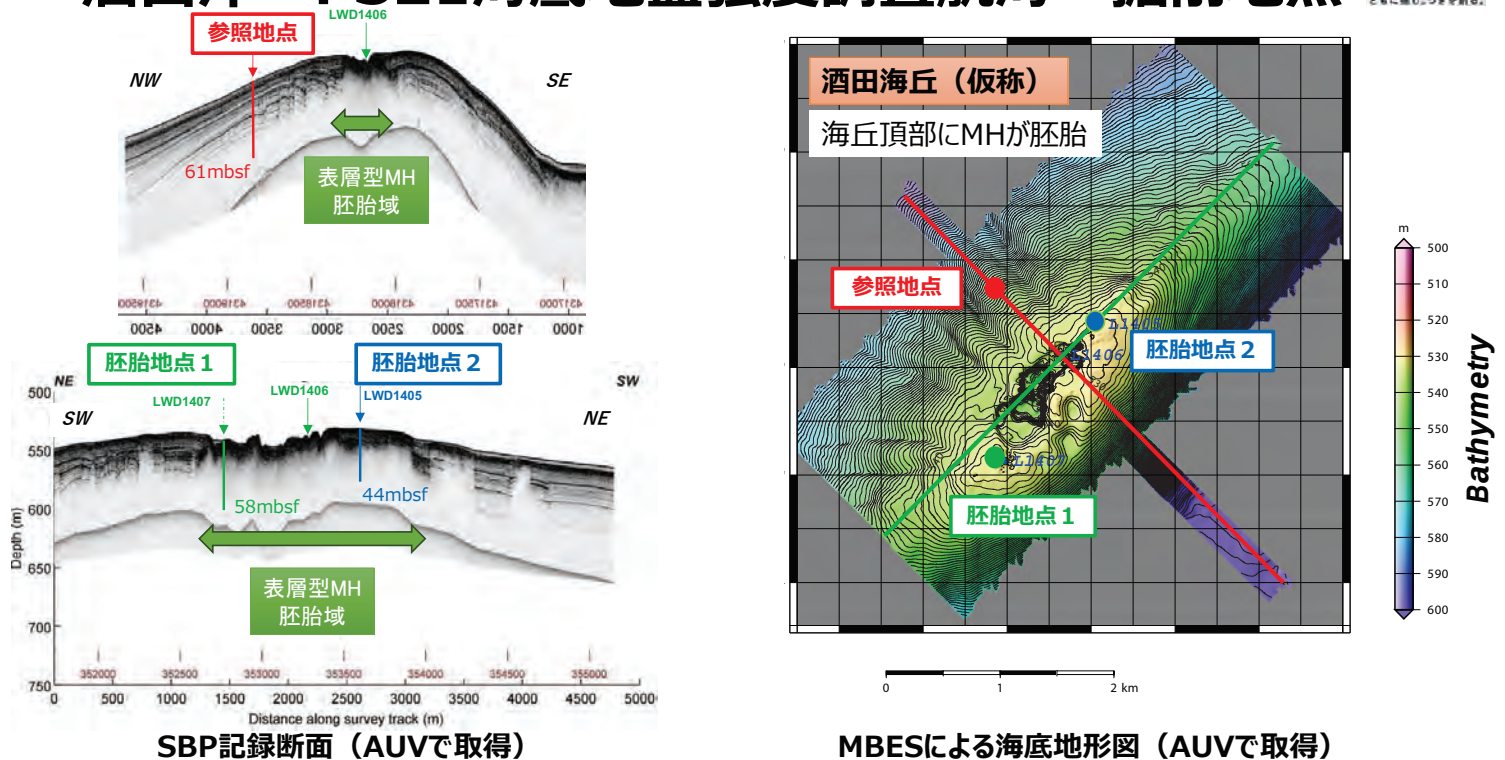
掘削地点： MH胚胎地点(2地点)と参照地点(1地点)



酒田沖 PS21海底地盤強度調査航海 掘削地点



酒田沖 PS21海底地盤強度調査航海 掘削地点



上越沖 CK22-03C海底地盤強度調査航海概要



調査期間: 2022/9/11(清水)～10/3(清水) <23日間>

現地調査: 2022/9/17(直江津)～28(直江津) <12日間>

使用船舶: 地球深部探査船「ちきゅう」
(海洋研究開発機構)



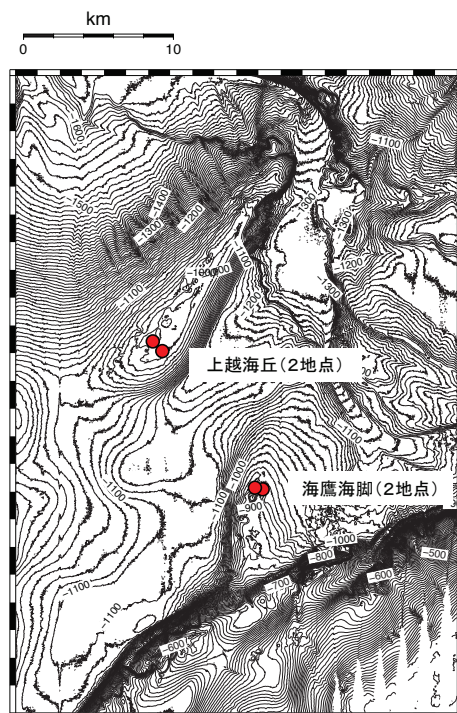
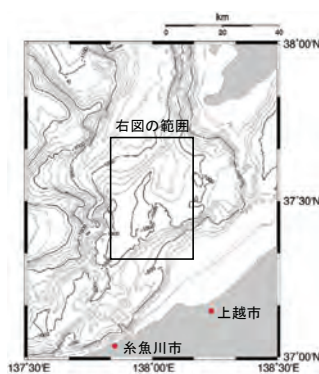
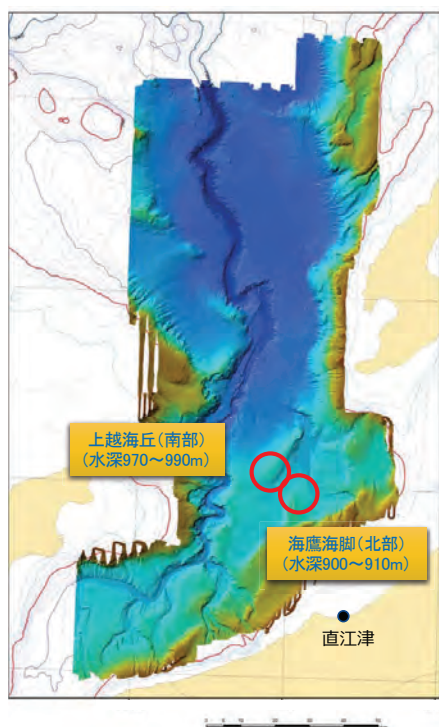
地球深部探査船「ちきゅう」

目的: 表層型MH胚胎地域のMH安定領域付近
における堆積物の地盤強度の把握

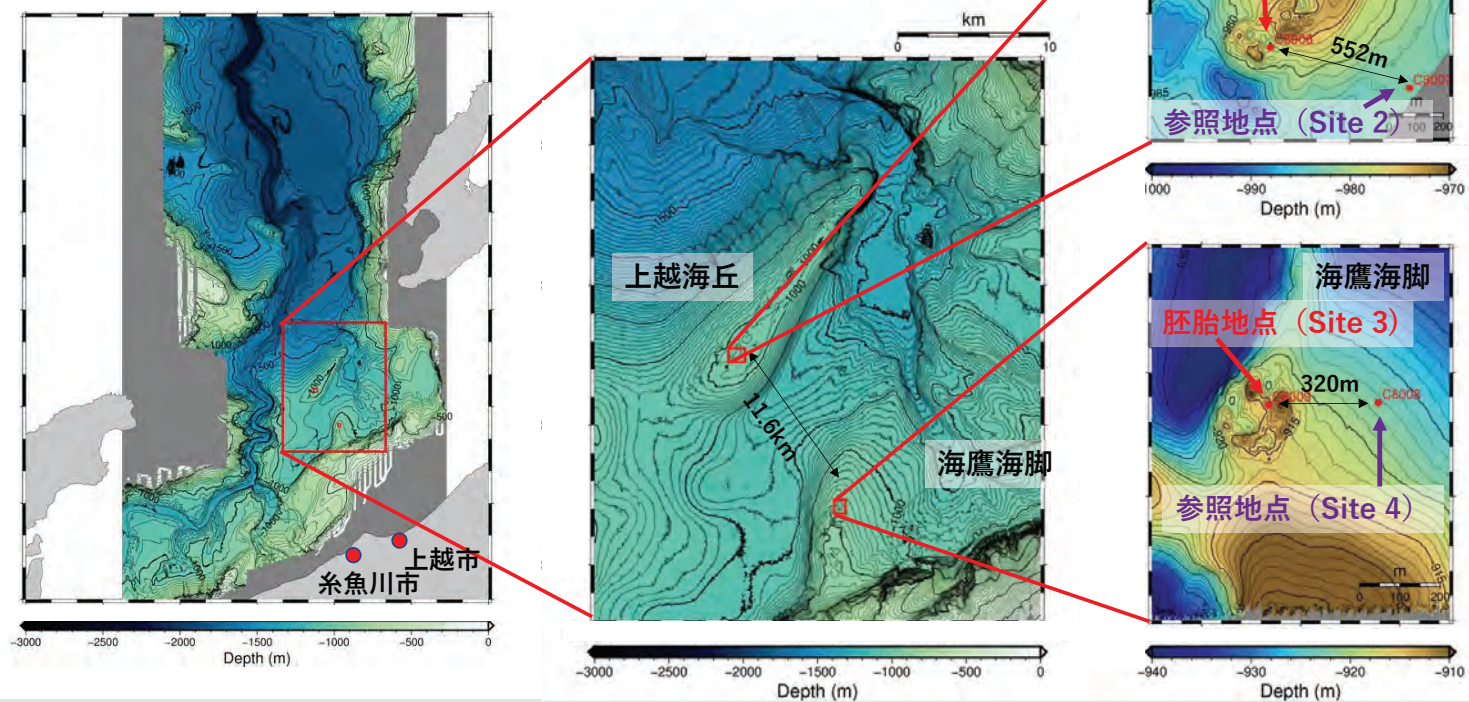
調査項目: ・室内土質試験用地質試料の採取
・原位置でのワイヤライン(WL)検層(CPT代替, 複数項目で実施)

掘削地点: ・上越海丘南部と海鷹海脚北部
・MH胚胎地点(JK/UTN-MH)と参照地点(JK/UTN-RE)のペア

上越沖 CK22-03C海底地盤強度調査航海 調査海域



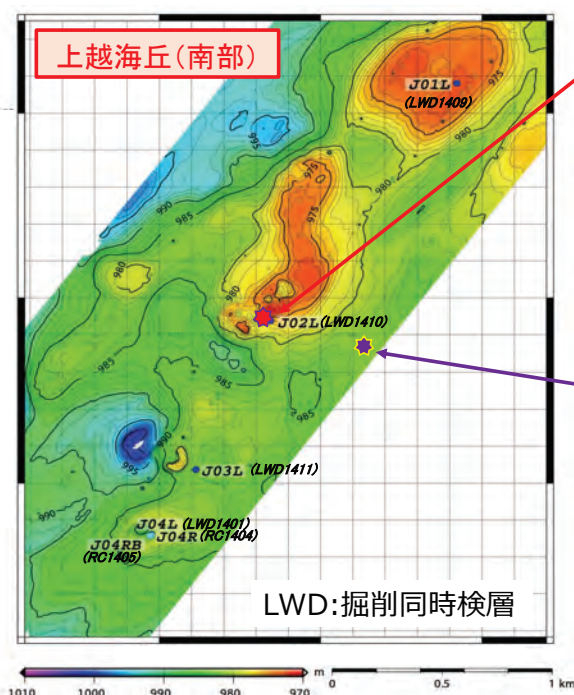
上越沖 CK22-03C海底地盤強度調査航海 掘削地点



国立研究開発法人産業技術総合研究所

11

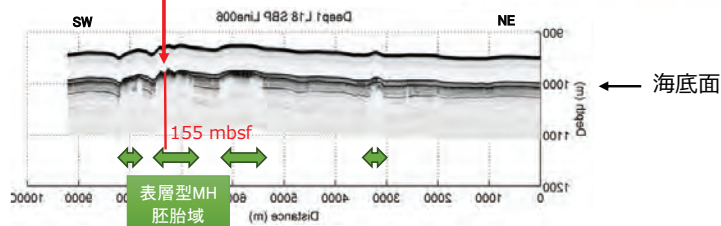
上越沖 CK22-03C海底地盤強度調査航海 掘削地点（上越海丘南部）



MBESによる海底地形図（AUVで取得）

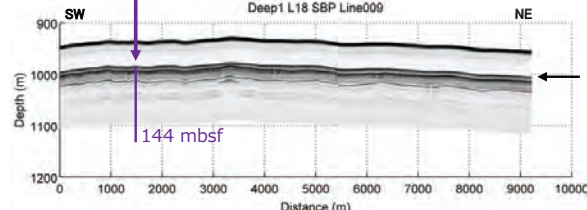
Site 1: JK-MH (C8006A)
LWD1410の南30m, 水深 981 m
掘削深度: 155 mbsf

胚胎地点（マウンド上）



Site 2: JK-RE (C8007A)
Site1の東南東約550m, 水深 984 m
掘削深度: 144 mbsf

参照地点（マウンド外）

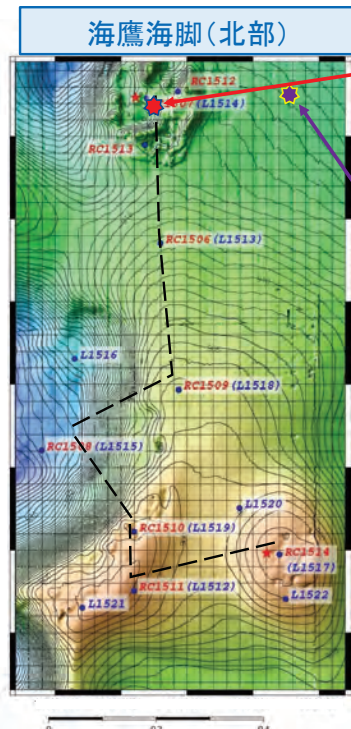


SBP記録断面（AUVで取得）

国立研究開発法人産業技術総合研究所

12

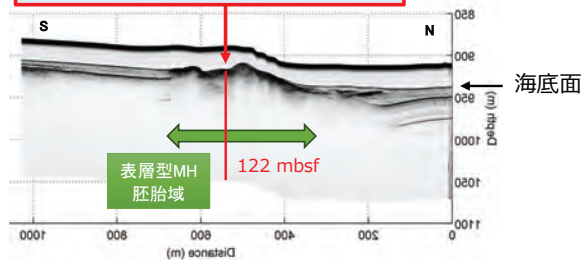
上越沖 CK22-03C海底地盤強度調査航海 掘削地点（海鷹海脚北部）



MBESによる海底地形図（AUVで取得）

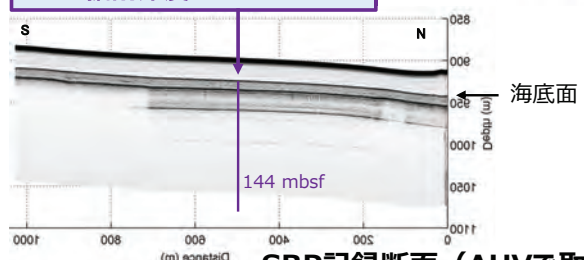
Site 3: UTN-MH (C8009A)
LWD1514の東30m, 水深 916 m
掘削深度: 122 mbsf

胚胎地点（マウンド上）



Site 4: UTN-RE (C8008A)
Site3の東約320m, 水深 925 m
掘削深度: 144 mbsf

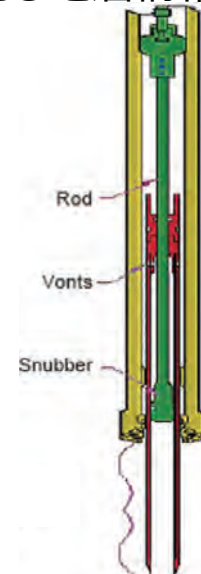
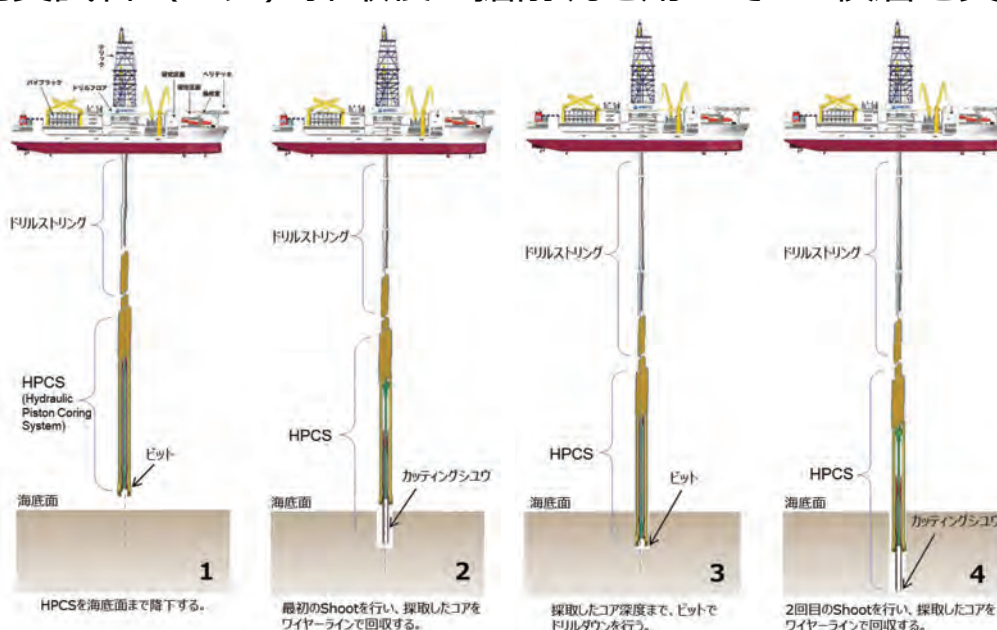
参照地点（マウンド外）



SBP記録断面（AUVで取得）

上越沖海底地盤強度調査の地質試料採取と検層の計画

- 「胚胎地点と参照地点の2坑井のペア」を2地点で掘削し、地質試料を採取
- 地質試料（コア）採取後の掘削坑を用いてWL検層を実施し地層情報を取得

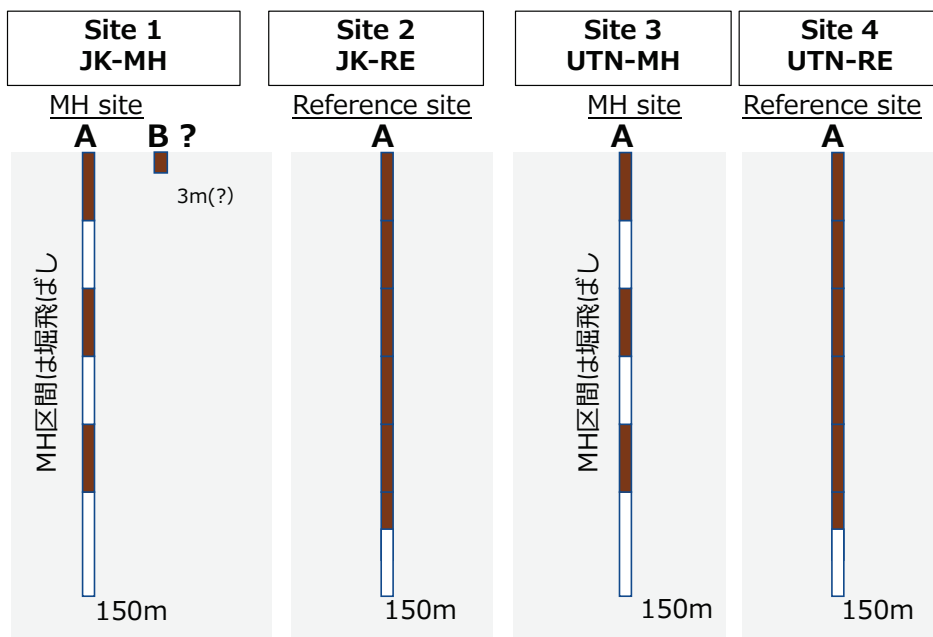
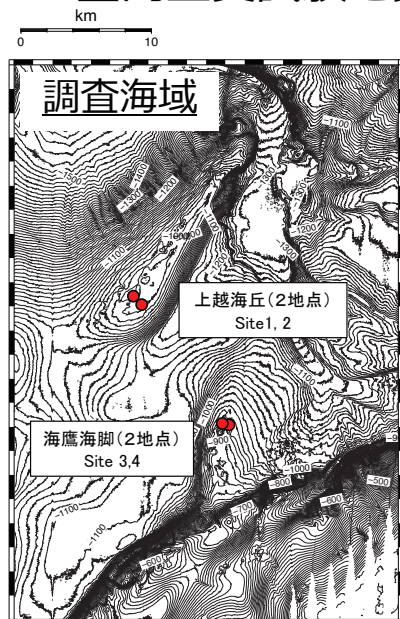


コア採取装置

上越沖海底地盤強度調査の地質試料採取と検層の計画



- 採取した地質試料（コア）を用いて、船上での簡易土質試験と下船後の室内土質試験を実施



上越沖海底地盤強度調査の地質試料採取結果



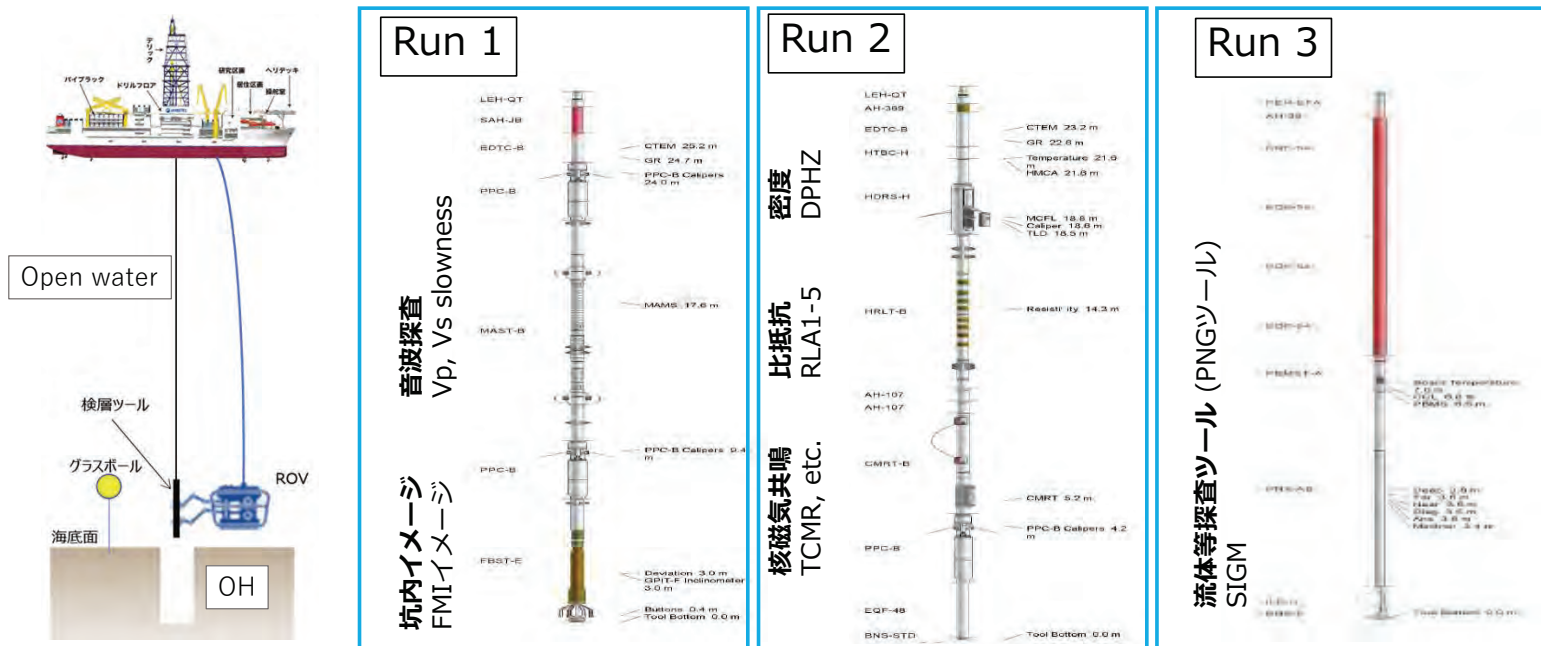
採取長の異なる2種類のピストンコアサンプラーによる極めて良質な地質試料（コア）の採取に成功し、船上分析および陸上で各種分析を実施中

サイト番号	サイト名	ホール名	掘削深度	予定コア長	取得コア長	回収率	備考
Site 1	上越海丘 胚胎地点 (JK-MH)	C8006A	155m bsf	38m	31.85m	81%	表層付近とMH含有が少ない区間でコアを採取
Site 2	上越海丘 参照地点 (JK-RE)	C8007A	144m bsf	108m	107.35m	99%	海底から99mbsfまで連続コアを採取
Site 3	海鷹海脚北部 胚胎地点 (UTN-MH)	C8009A	122m bsf	18m	11.76m	70%	表層付近と113~122mの2区間のみコアを採取
Site 4	海鷹海脚北部 参照地点 (UTN-RE)	C8008A	144m bsf	99m	96m	97%	海底から90mbsfまで連続コアを採取

- 計画していた Site 1; Hole B（短い海底面コア）は台風避難の影響で行わず。

上越沖海底地盤強度調査のワイヤライン（WL）検層

- 地質試料（コア）採取後の掘削坑を用いてWL検層を実施し地層情報を取得



海底地盤強度調査のまとめ

・酒田沖（POSEIDON-1；PS21航海）

- 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よい相関を示す

・上越沖（地球深部探査船「ちきゅう」；CK22-03C航海）

- 室内土質試験用の地質試料（堆積物コア）を採取→航海後に室内土質試験を実施
- 採取した地質試料（堆積物コア）のうち、室内土質試験に供さないコアの半割断面で、貫入抵抗試験、ベーンせん断試験を船上で実施、データを解析中
- 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）、データ解析中
- 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

表層型メタンハイドレートの研究開発 2022年度 研究成果報告会

環境影響評価の概要と進捗

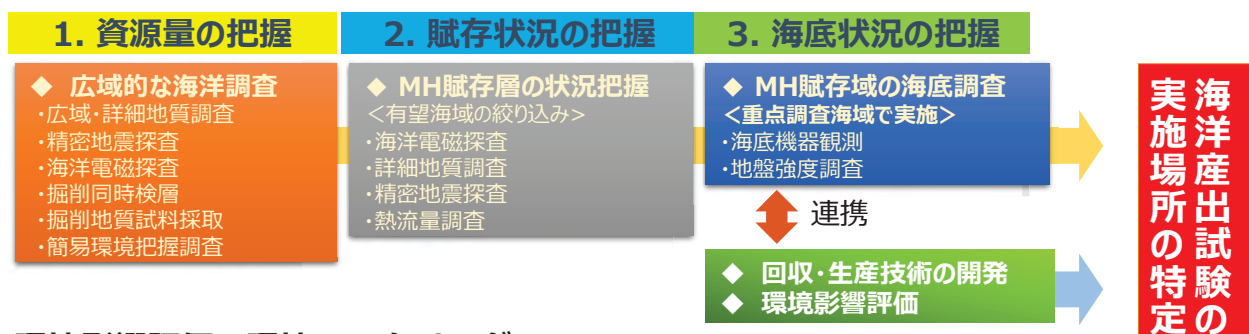
産業技術総合研究所 環境創生研究部門
鈴木 昌弘

2022年12月9日

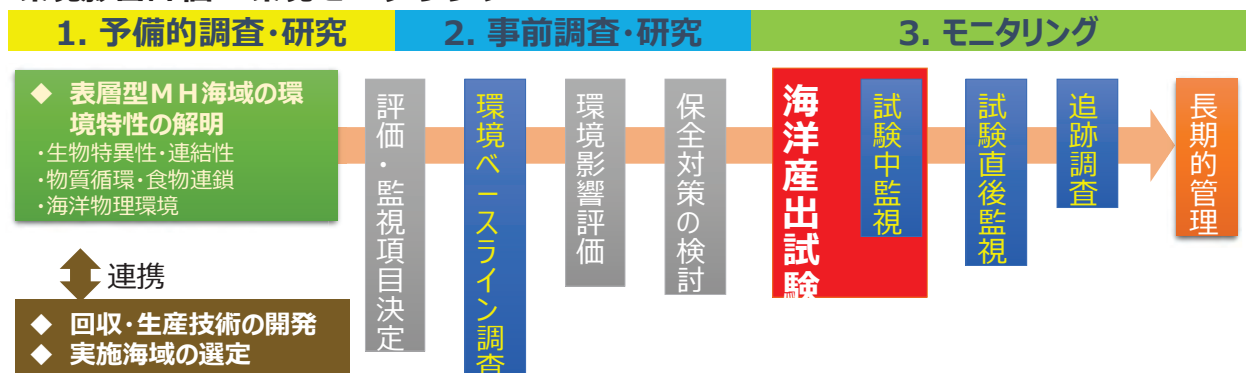
本研究は経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施しました

表層型MH海洋産出試験に向けて

海洋産出試験の実施場所の特定



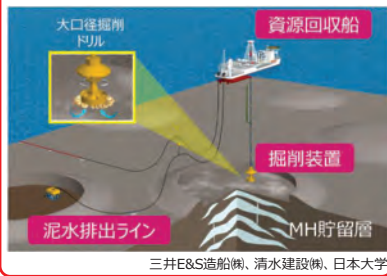
環境影響評価・環境モニタリング



表層型MHの海洋産出試験および開発における環境影響シナリオ

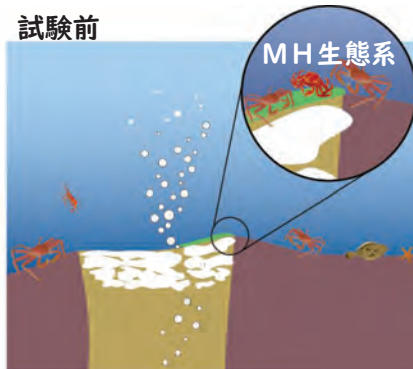
海底環境を直接攪乱

大口径ドリル掘削・海上分離方式

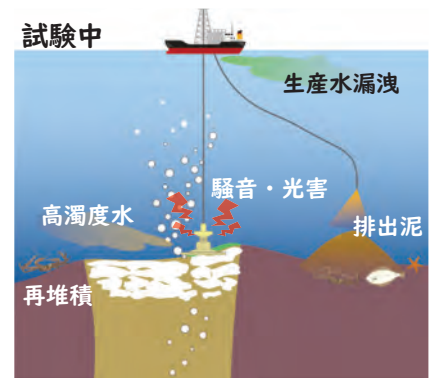


三井E&S造船㈱、清水建設㈱、日本大学

試験前



試験中



・高濁度、生産水、再堆積・排出泥

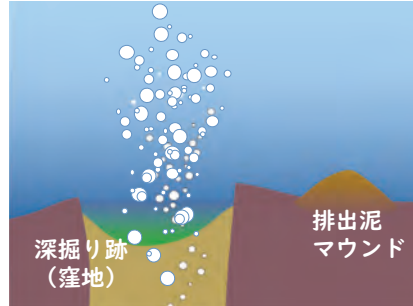
環境影響評価

- ◆ 表層型MH海域の環境特性の解明
 - ・生物特異性・連結性
 - ・物質循環・食物連鎖
 - ・海洋物理環境

連携

- ◆ 生産技術の開発
- ◆ 産出試験実施海域の選定

長期的懸念事項



- ・メタンフラックスの著しい増大
- ・マウンドに埋没し生息場所が消失
- ・深掘り跡での貧酸素水塊の発生

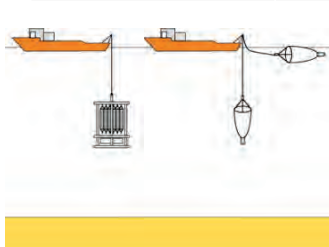
緩和的開発目標



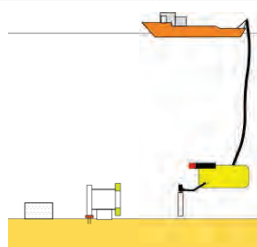
- ・地形の多様化（傾斜地・岩石露頭）による生息場所の拡大
- ・ハイドレート生態系の再生

「環境影響評価」に関わる海洋調査の実績と予定

	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	
地盤強度評価（掘削）		酒田沖	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

研究相談・研究データ・研究ユニット紹介
研究者の方へ

プロジェクト相談・研究依頼・各種協議相談
ビジネスの方へ

産総研ってどんなところ？ 科学の扉を開こう！
一般の方へ

科学の楽しさ・産総研が取り組んだ製品や事例のご紹介
産総研マガジン

ホーム > 研究成果検索 > 研究成果記事一覧 > 2022年 > 海底メタン湧出域の生物地球化学システムを調査

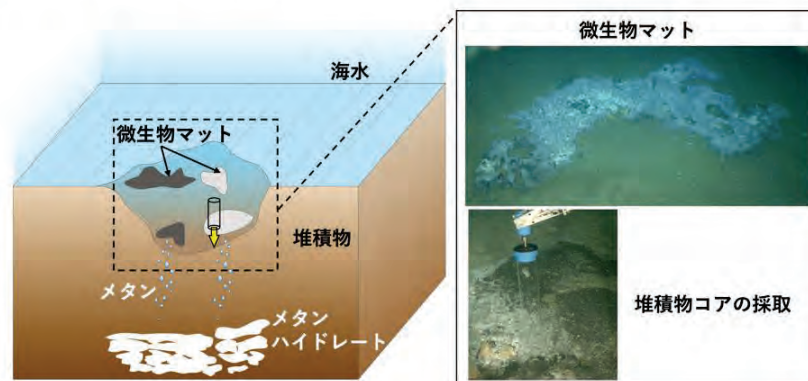
発表・掲載日：2022/11/07

海底メタン湧出域の生物地球化学システムを調査

～表層型メタンハイドレートの開発に係る環境影響評価に貢献～

ポイント

- 山形県酒田沖海底の表層型メタンハイドレート賦存域を調査
- メタン湧出を示唆する最大幅数m規模の微生物マットを複数箇所で確認
- 微生物マット周辺の堆積物中にモリブデンの濃集を発見



微生物マットの堆積物にモリブデンが通常の10～100倍に濃集

- 底層まで溶存酸素濃度の高い日本海の特徴
- マット堆積物内の強い還元状態

相乗効果

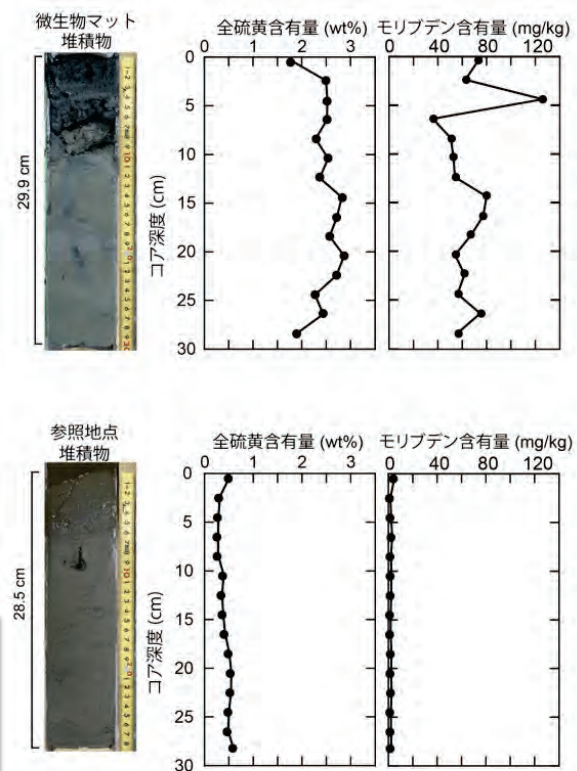
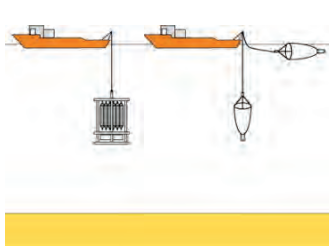


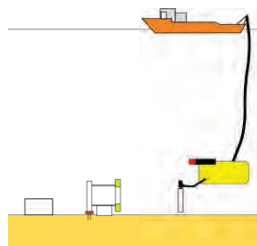
図4 堆積物コアの半割写真ならびに堆積物に含まれる硫黄およびモリブデン含有量

上越沖掘削調査における環境影響評価手法の検討

	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
地盤強度評価（掘削）		酒田沖	上越沖	



■ 海洋観測（洋上）



■ 海底環境調査

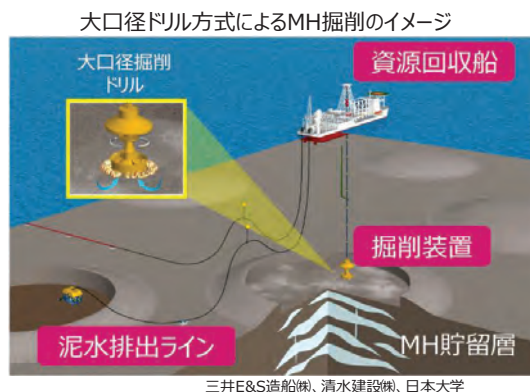


■ 長期海底環境モニタリング調査

上越沖掘削調査における環境影響評価手法の検討

目的

「ちきゅう」による海底地盤強度調査のためのライザーレス掘削を表層型MH開発/海洋産出試験に伴う海底攪乱とみなして、周辺環境への影響評価手法を検討する



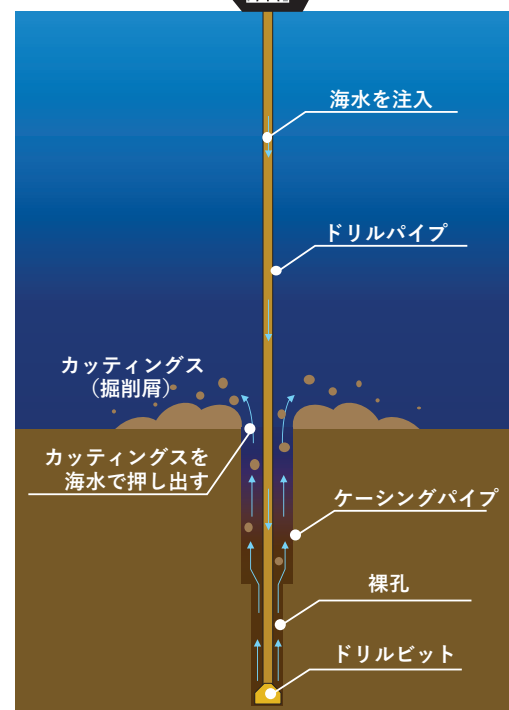
掘削屑

性状：堆積物・炭酸塩岩・MHなどを含有
排出量：5～7 m³/100 m（掘削長当たり）
※ ビット径などからの推定値（～10 ton程度）

評価項目：

- ・ 高濁度水のブルーム
- ・ 再堆積の度合い・範囲
- ・ 海中音

地球深部探査船「ちきゅう」



ライザーレス掘削の概要

JAMSTEC「ちきゅう」のサイトを参考に作図
※ 当該掘削調査ではケーシングパイプは使用しない

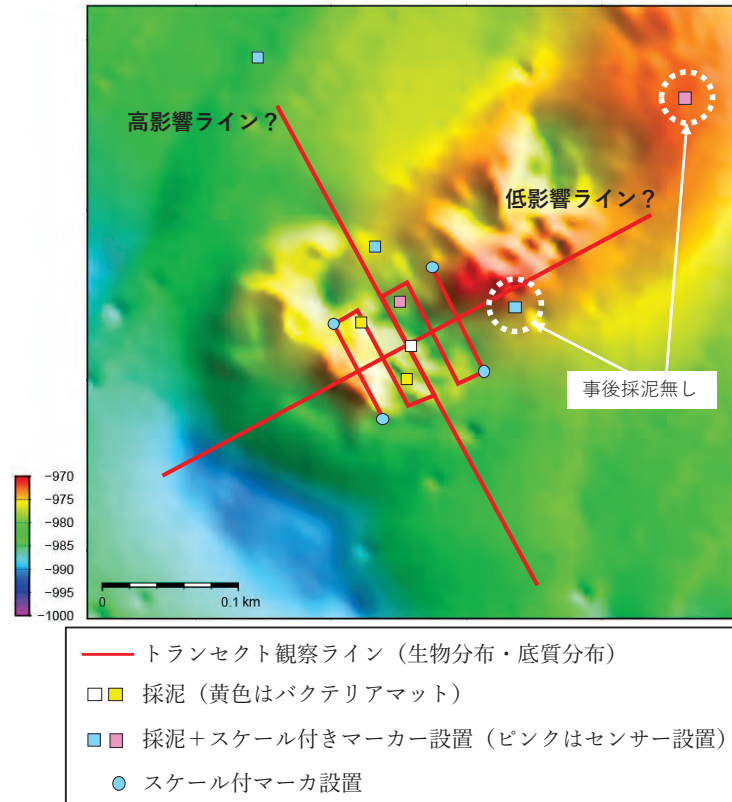
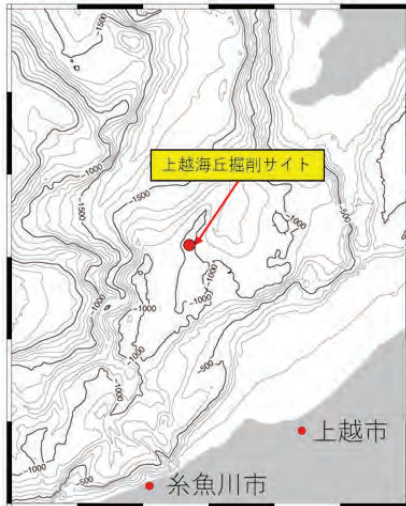
掘削影響評価 事前（SS22-2）・事後（SN22）調査航海

採泥・マーカ―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

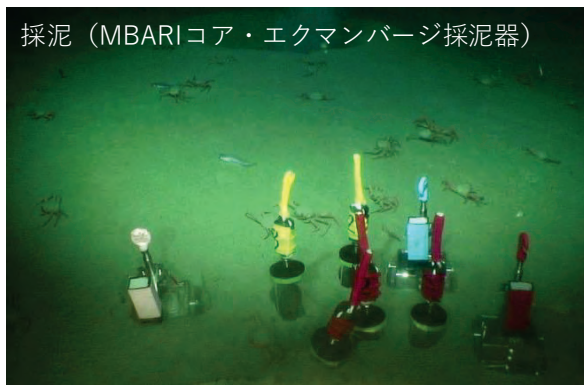
掘削：2022/9/18～9/19

事後航海：2022/10/7～10/18

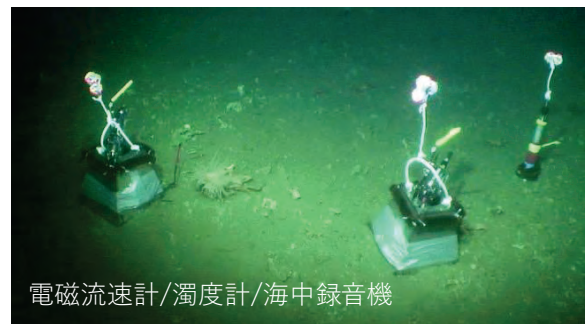


調査の概要写真

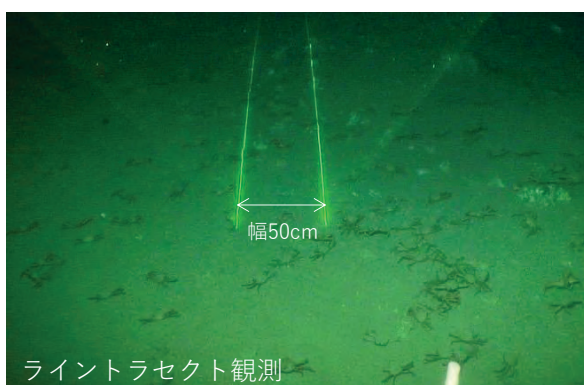
採泥（MBARIコア・エクマンバ―ジ採泥器）



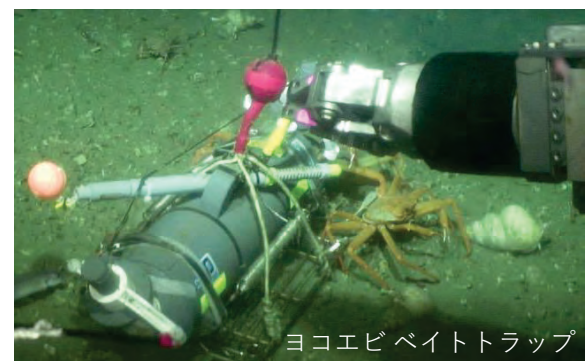
電磁流速計/濁度計/海中録音機



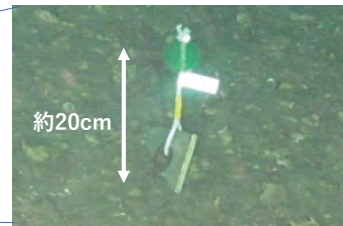
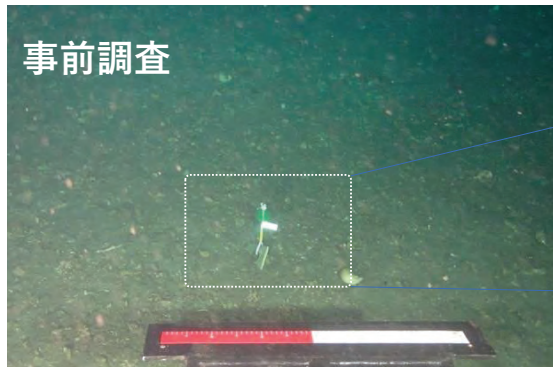
ライントランセクト観測



ヨコエビ ベイトトラップ



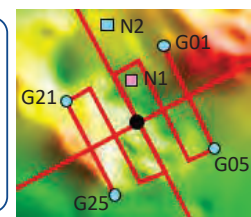
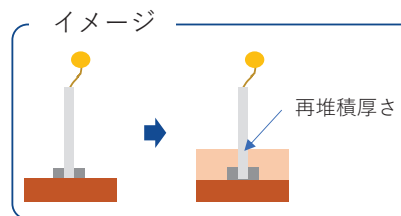
速報：Drilling Point (DP: 掘削点)直近の様子



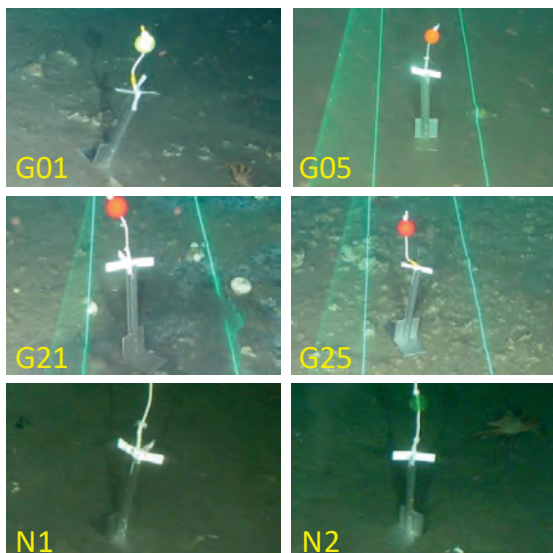
フロートのスーパーボールを残してマーカーが埋もれていた

速報：スケール付きマーカーの設置

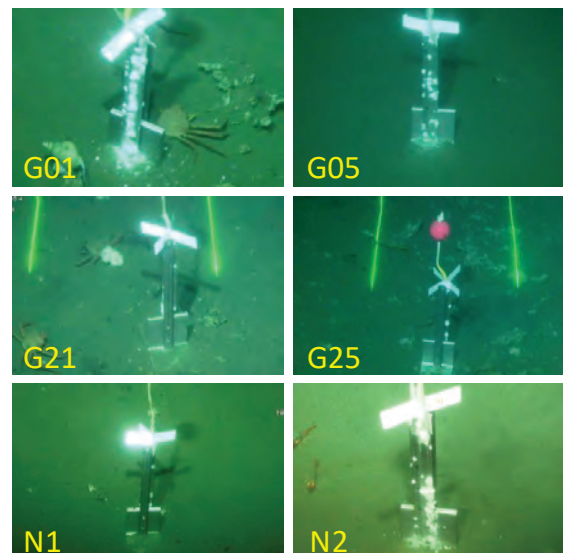
掘削による再堆積の評価のため30 cmのスケール（物差し）付きマーカーを掘削点中心に複数設置



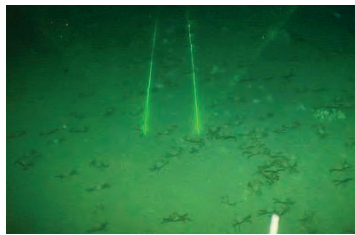
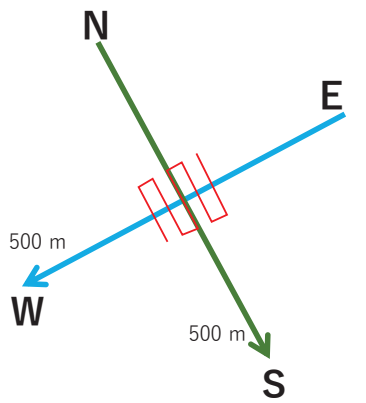
事前調査



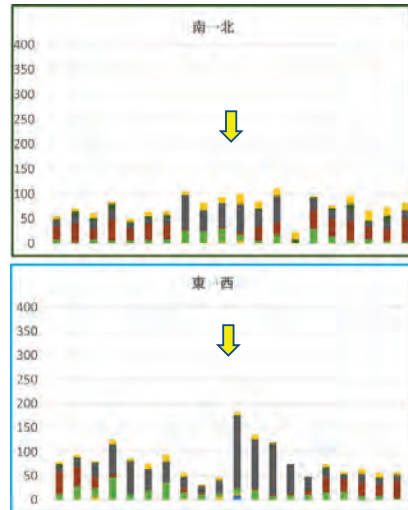
事後調査



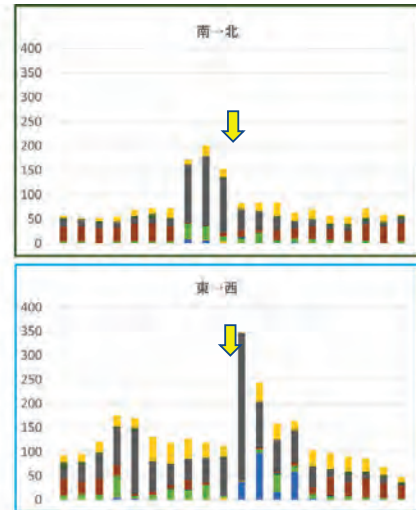
速報：ライトランセクト観察



事前調査



事後調査



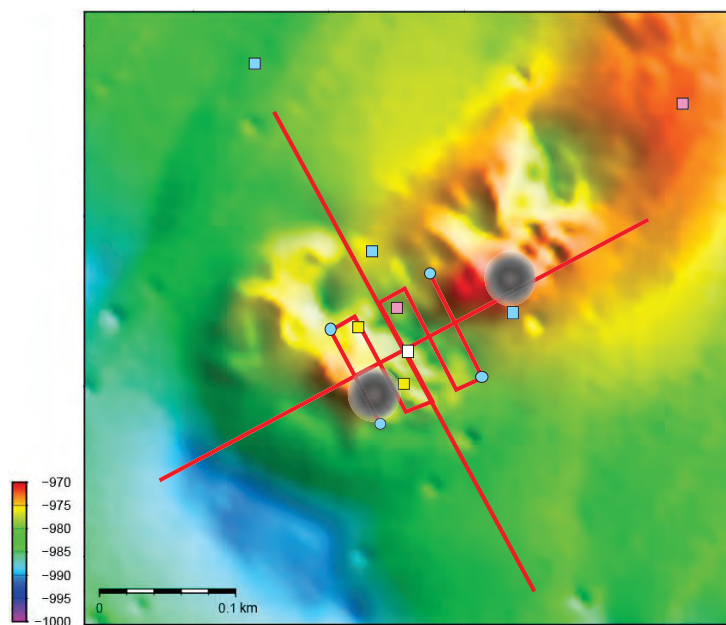
25 mごと（全長500 m）に確認された生物の個体数（矢印は掘削孔）



速報：掘削孔周辺への生物の増集



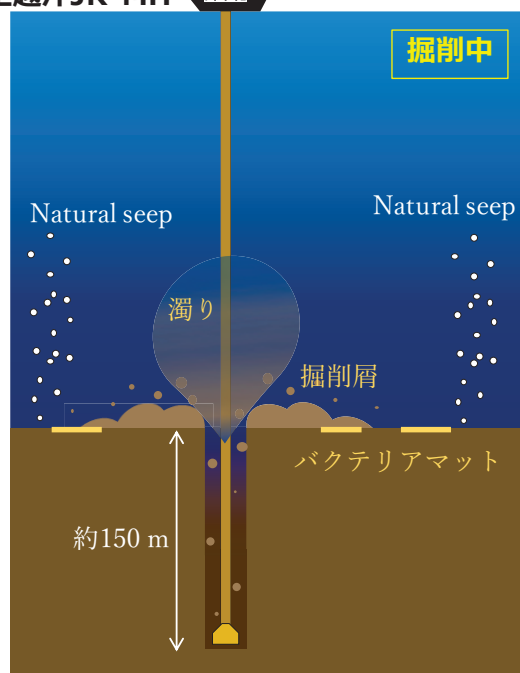
事前調査におけるNatural seep（メタンガス湧出点）の発見



発見したメタンシープ

上越沖掘削調査におけるメタンシープの発生

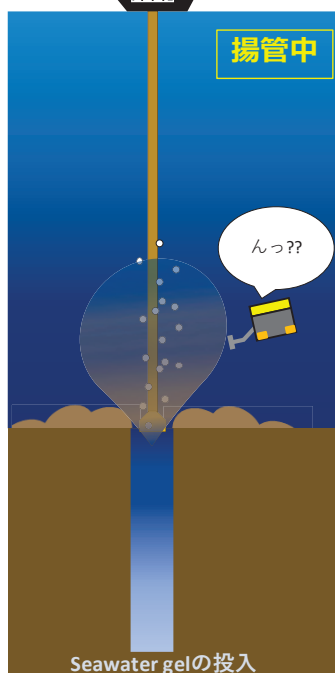
上越沖JK-MH 船上でのガスモニタリング：
検知なし



海底掘削で稀に生じる管内を通じての著しい出ガス（ガスキック：掘削船の退避等が必要）は確認されていない

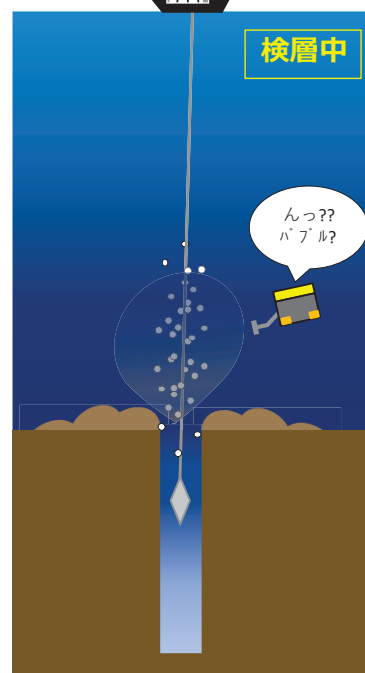
※2014-2015年 明治大学の最上トラフ・海鷹海脚の掘削（LWD）調査において73坑のうち3箇所で出ガスにより掘削中止

船上でガス検知なし

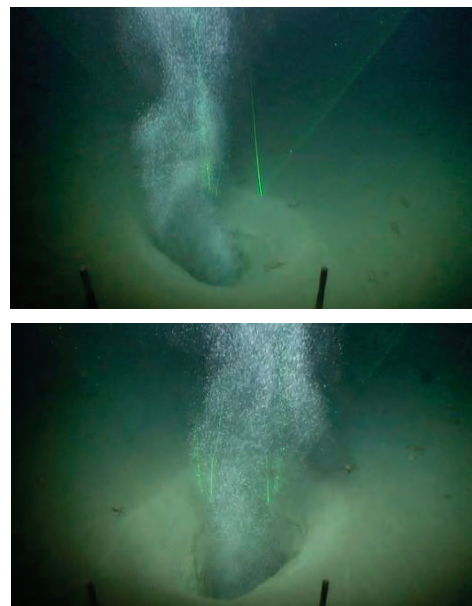
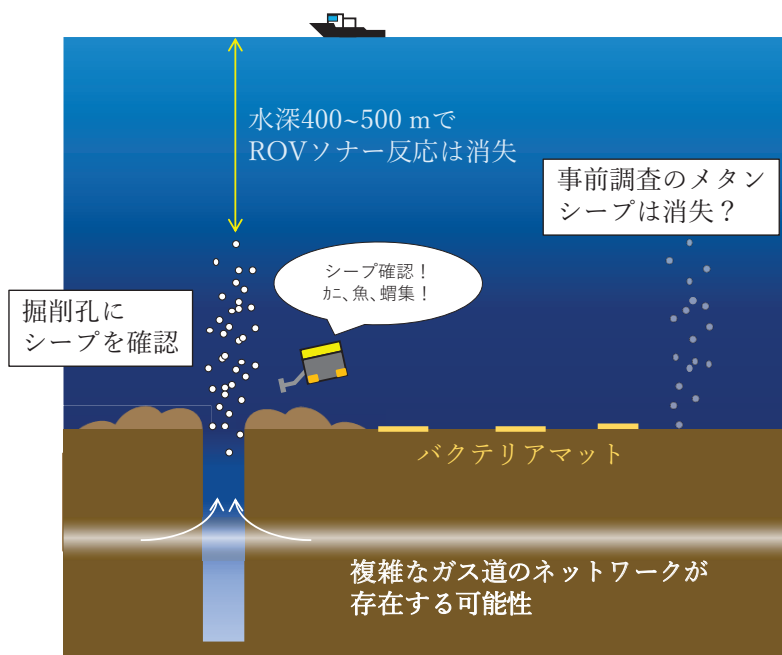


揚管時に気泡の発生を確認

船上でガス検知なし



⇒掘削事後調査に引き継ぎ



- 掘削孔にメタンシープを確認
- 1本のシープとしてのフラックスは大きいですが、上越沖の他海域などで見られる複数シープ（クラスター）のフラックスと同程度? ⇒ 今後、定量的評価は必要（動画などから）
- 周辺のメタンシープが消失（調査中に存在を確認できなかった）。海底下に複雑なガスネットワーク?

掘削孔からのメタンシープによる影響・対応等



想定される影響・リスク

- 海域へのメタンフラックスの増大
- 掘削孔周辺の微細な高濁度/高メタン濃度層による影響
- メタン湧出の減少によるメタン生態系（バクテリアマット）の変化
- 地形変化

今後の対応

- 経過観察（短期）：海上からの音響調査等によるモニタリング
- 経過観察（中期）：ROV・AUVによる状況確認と詳細な影響調査
- 有識者委員会による評価・検討

長期的に想定される
対応例

