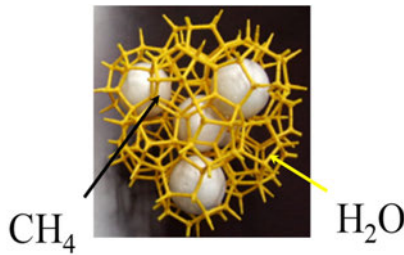


# 表層型メタンハイドレートの研究開発 「2024年度の実践について」

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

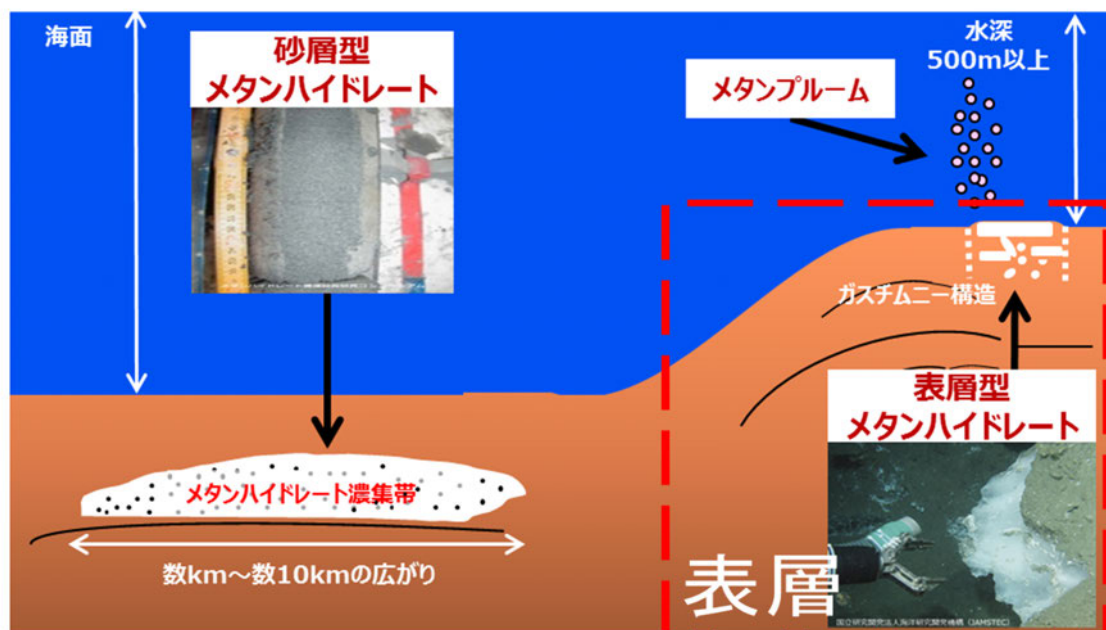
本研究は、経済産業省「国内石油天然ガス地質調査・メタンハイドレート研究開発等事業（メタンハイドレートの研究開発）」の一環として実施した。関係各位に対し、謝意を表する次第である。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

1

## 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



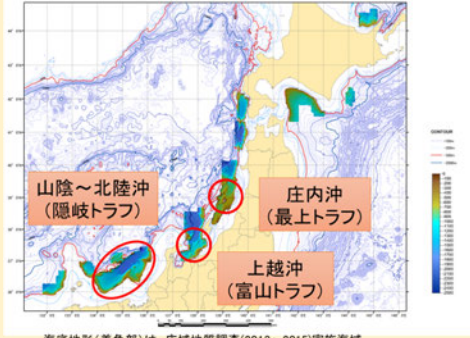
<メタンハイドレートの賦存形態>

## 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

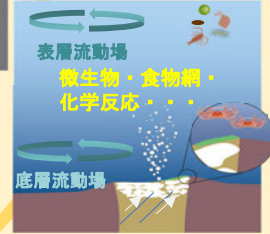
海洋調査・海域環境調査の実施予定海域



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)

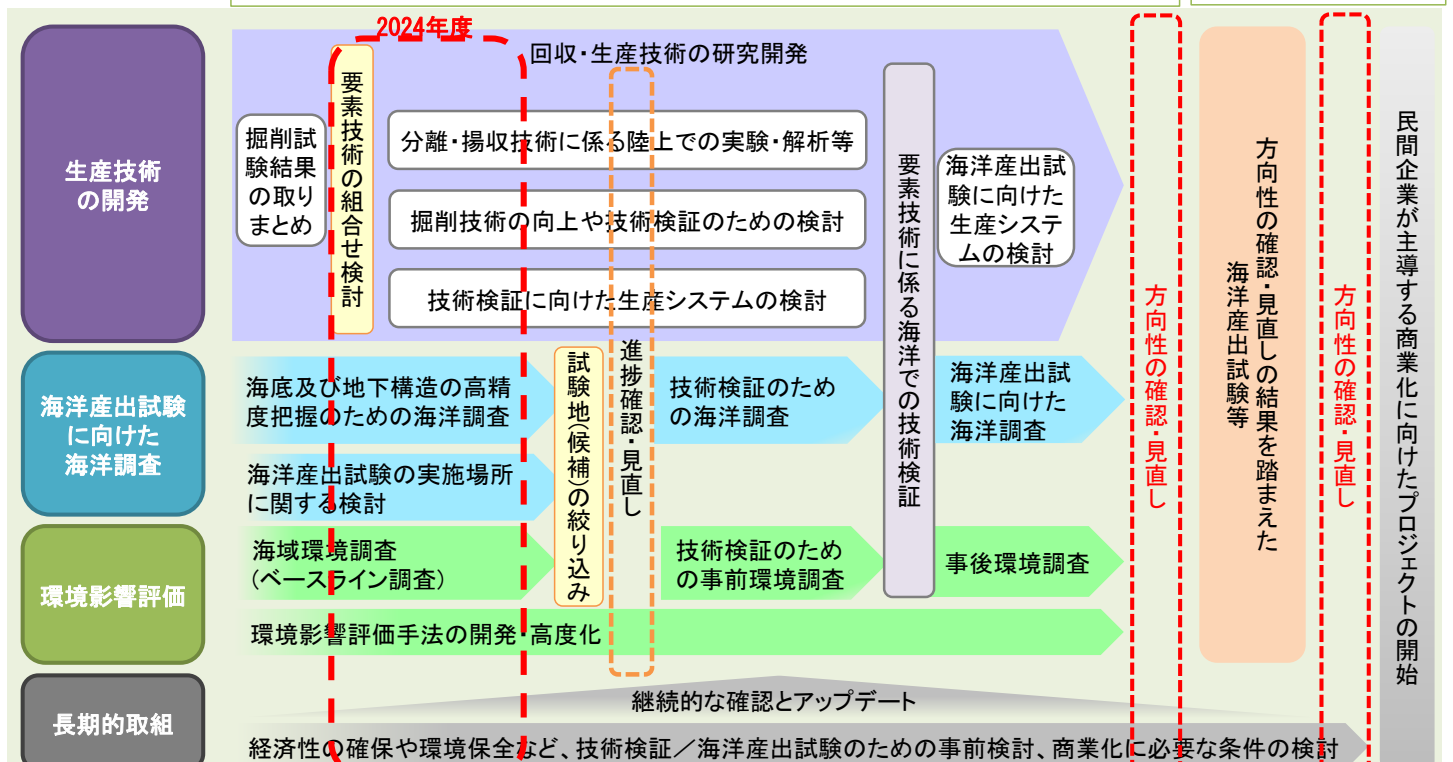
# 表層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表

海洋基本計画(令和5年4月28日閣議決定)

- 2030年度まで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て、国は産業化のための取組として、民間企業が事業化する際に必要となる技術、知見、制度等を確立するための技術開発を行う。

2023～2027FY頃

2028～2030FY頃



(資料) 「海洋エネルギー鉱物資源開発計画」(令和6年3月22日 経済産業省改定)を基に作成 <https://www.meti.go.jp/press/2023/03/20240322001/20240322001-1.pdf>

- 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。

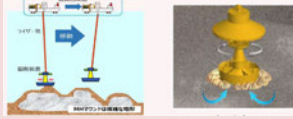
要素技術

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。



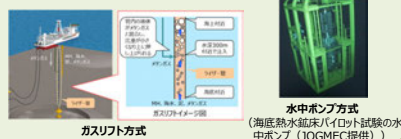
分離技術

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。

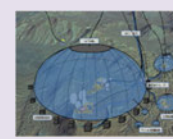


共通基盤技術

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



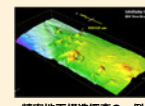
膜構造の利用

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)

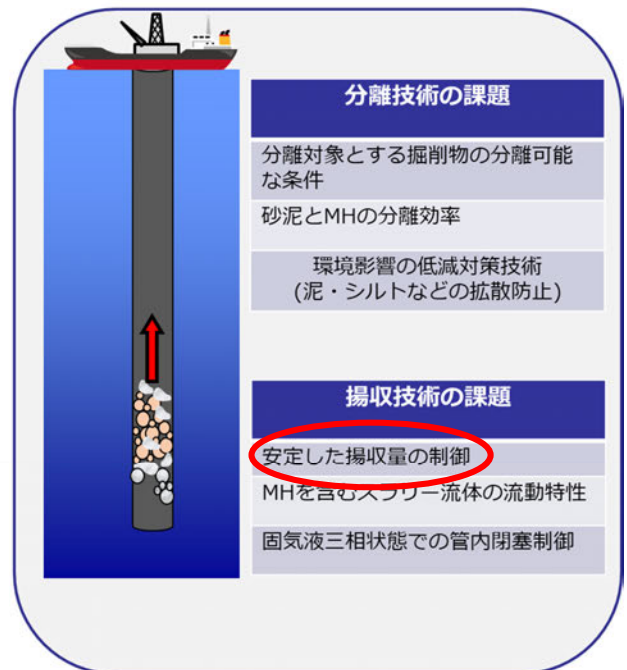
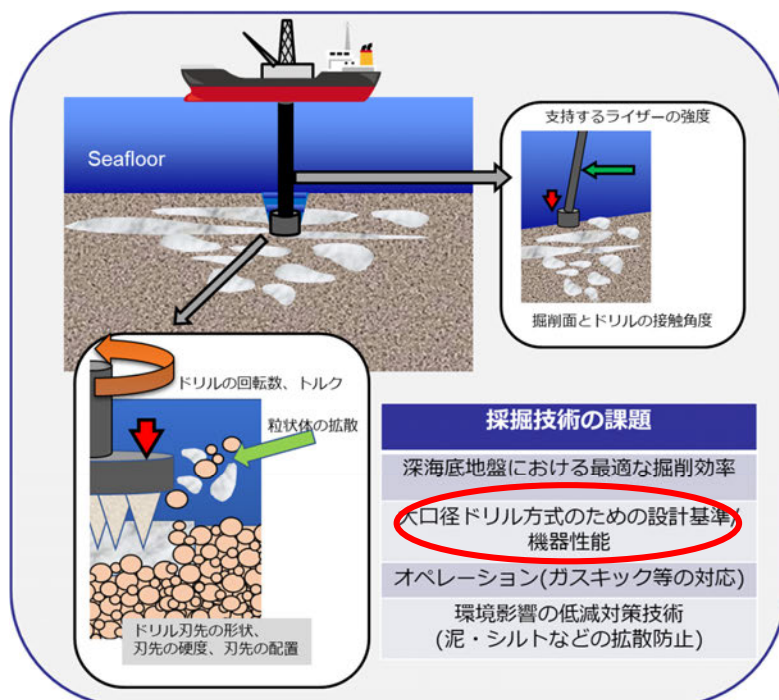
分子レベルの同位体分析

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](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methane_hydrate/pdf/038_05_00.pdf)

【目標】

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。

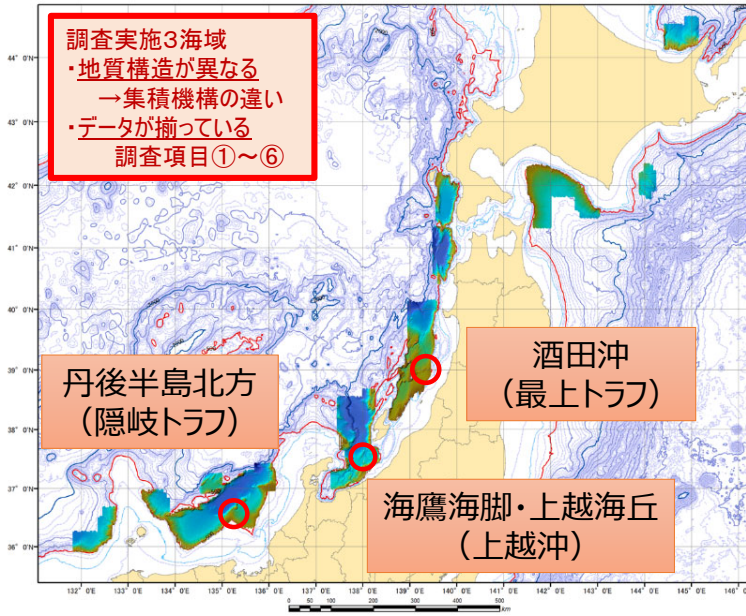




## 海洋調査・海域環境調査の実施海域と調査項目

- 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）	2013-2015, 2024	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（H <sub>2</sub> OとH <sub>2</sub> とH <sub>2</sub> Sの採取）	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	2015, 2024	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, 2024	2020, 2023, 2024
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, 2024	2020, 2023, 2024
⑬海域環境調査（C）（海洋観測）	(実施中)	2021, 2022	2020, 2023

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（2024年度）実施

※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）

- 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

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

理想的な施工

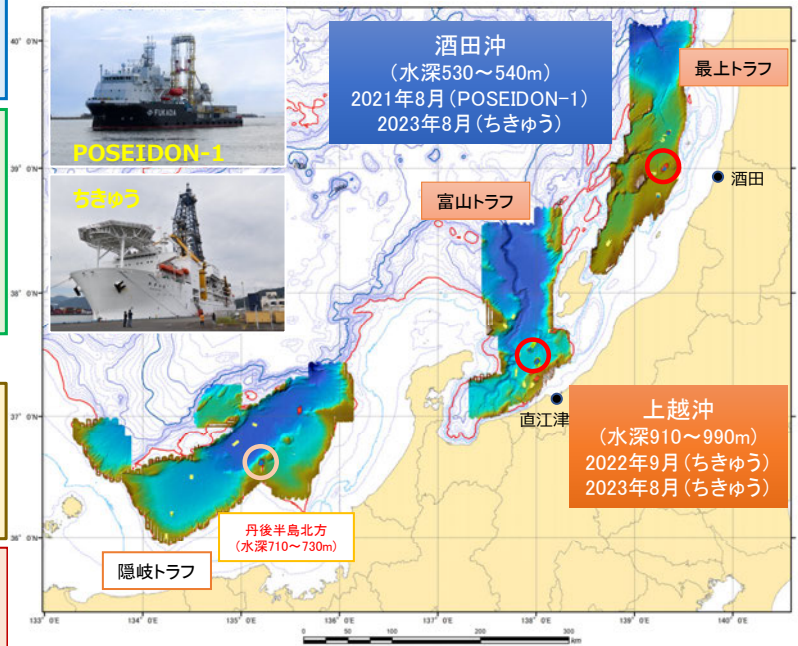
■ **地盤強度調査の目的**

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）検査**：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



### 環境影響評価

### 「環境影響評価」について

#### 【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

#### 疑似現場試験

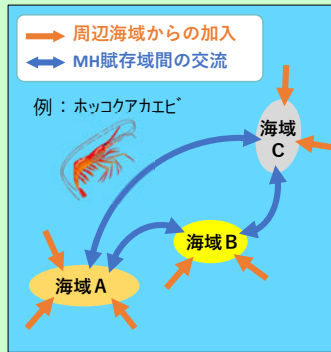


#### 【環境影響評価手法の検討】

○表層型メタンハイドレート賦存海域の特性解明

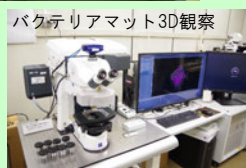
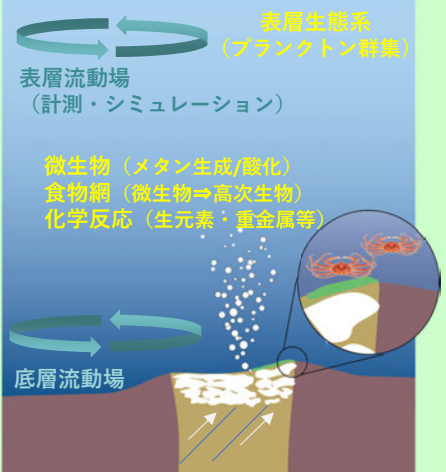
##### 生物学的特性の把握

- 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



- 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

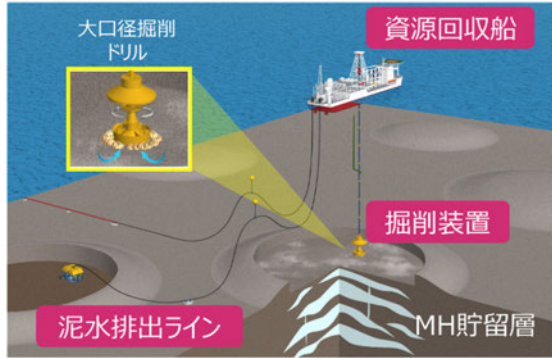


# 掘削調査における環境影響評価手法の検討

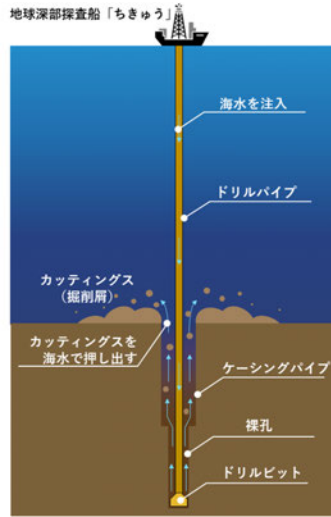
## 目的

「ちきゅう」による海底地盤強度調査のためのレーザー掘削を表層型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

### 大口径ドリル方式によるMH掘削のイメージ



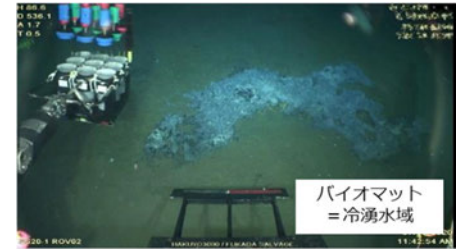
出典：表層型MHの研究開発2019年度 一般成果報告会の資料を一部改変



### レーザー掘削の概要

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

## 海域環境調査



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

上越沖及び酒田沖MH胚胎域にて、掘削影響調査を実施。

上越沖及び酒田沖MH胚胎域の特徴的な元素動態と底生生物群集

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」より一部改変  
[https://unit.aist.go.jp/georesenv/topic/SMH/forum/forum2022/8\\_suzumura.pdf](https://unit.aist.go.jp/georesenv/topic/SMH/forum/forum2022/8_suzumura.pdf)

## 表層型MHの研究開発 2024年度研究成果報告会

時間	講演タイトル	講演者
13:10~13:15	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 永野喜代彦
13:20~13:30	表層型メタンハイドレートの研究開発 -2024年度取組-	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
13:30~14:00	【生産技術の研究開発】 生産技術開発の概要と進捗  ガスリフト方式による揚収制御技術の開発	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  大阪大学大学院基礎工学研究科 杉山和靖
14:00~15:30	【海洋調査】 海洋調査の概要と進捗  上越沖及び酒田沖MH胚胎域での地盤強度調査（1）-掘削コアの地質学的特徴- 上越沖及び酒田沖MH胚胎域での地盤強度調査（2）-海底表層地盤の物理特性- 上越沖及び酒田沖MH胚胎域での地盤強度調査（3）-室内土質試験とワイヤライン検層-	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 地圏資源環境研究部門 吉岡秀佳  鳥取大学大学院工学研究科 中村公一  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
15:30~15:45	休憩	
15:45~17:05	【環境影響評価】 環境影響評価の概要と進捗  上越沖及び酒田沖MH胚胎域での掘削影響調査（1） -音響探査、海底画像、表層堆積物から推定した再堆積層分布-  上越沖及び酒田沖MH胚胎域での掘削影響調査（2） -ホバリング型AUV「YOUZAN」を用いた海底画像撮影と生物への影響  上越沖及び酒田沖MH胚胎域の特徴的な元素動態と底生生物群集	産業技術総合研究所 環境創生研究部門 塚崎あゆみ  産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 浅田美穂  いであ株式会社 加藤正悟  産業技術総合研究所 環境創生研究部門 太田雄貴
17:05	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