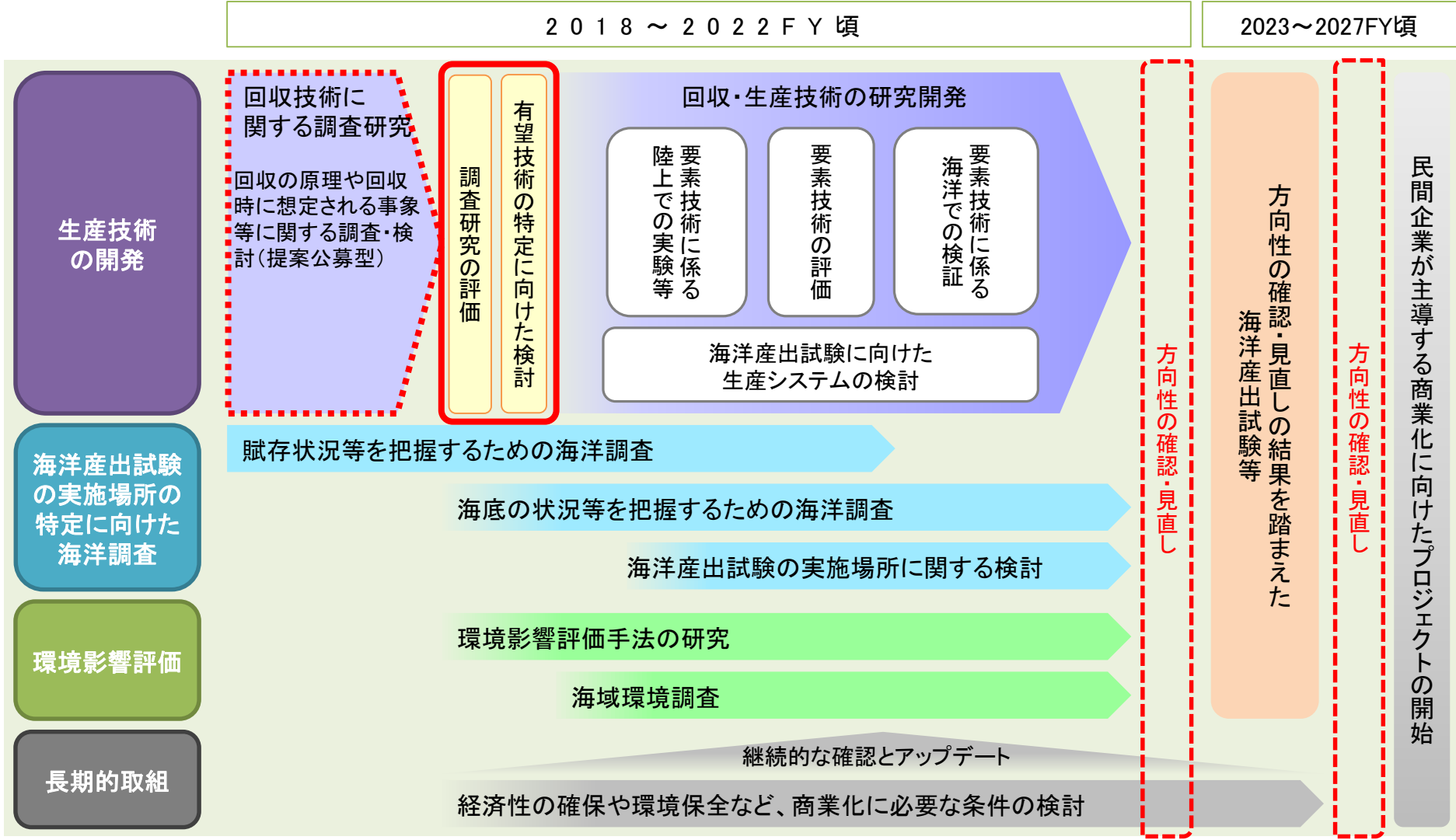


表層型メタンハイドレートの研究開発 回収技術に係る有望技術の特定について

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。



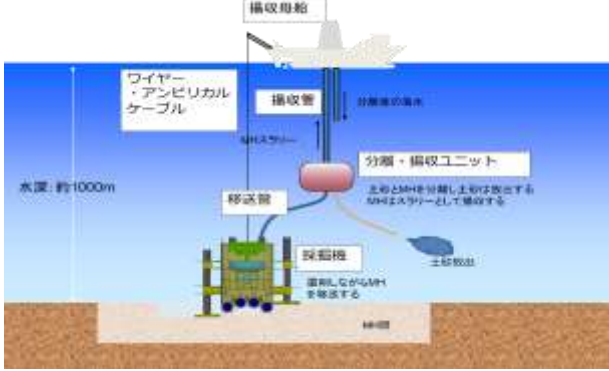
回収技術に関する調査研究

- 平成28年度（2016年度）から、表層型メタンハイドレート回収・利用方法の具体化に資するため、「回収技術に関する調査研究」を実施。
- 具体的には、①表層型メタンハイドレートを回収する原理、②回収に伴い想定される事象への対応等について、6提案の調査研究を実施。

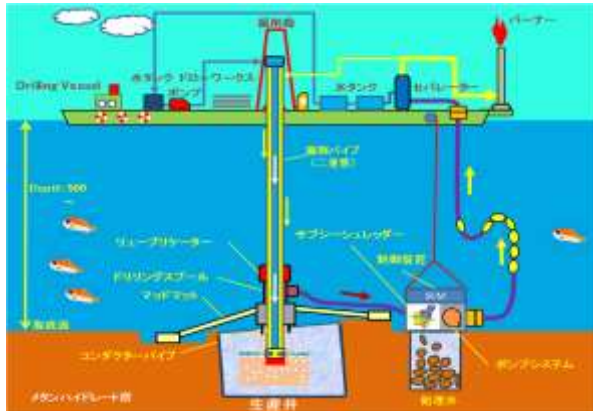
① 広範囲鉛直掘削法による回収の基礎的検討
(三井E&S造船・清水建設・日本大)



② 採掘機と分離装置を用いた回収システムの検討
(三菱造船・清水建設・海技研)



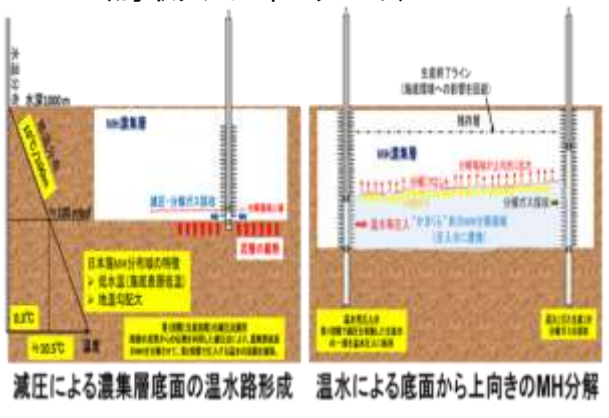
③ 閉鎖環境を前提とした回収技術の研究 (石油資源開発)



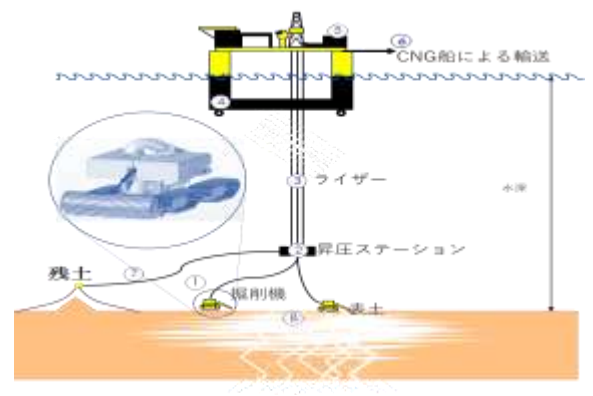
④ ドーム状の膜構造物利用による回収技術の検討
(東京海洋大・新潟大・九州大・太陽工業)



⑤ 減圧・加熱併用法に関する調査・検討
(鳥取大・日本ミクニヤ)



⑥ 海底掘削による回収技術
(シェルジャパン・三菱商事)



回収技術に関する調査研究成果の評価及び有望技術の特定について

- 令和元年度（2019年度）、これまでに実施してきた「回収技術に関する調査研究」について、産総研内に設置した「表層型メタンハイドレート回収技術評価委員会」において、調査研究成果を評価し、調査研究実施機関との調整を経て、有望技術を特定。

【表層型メタンハイドレート回収技術評価委員会 委員名簿】 (◎:委員長)

- ◎ 小野崎 正樹 （一財）エネルギー総合工学研究所 研究顧問
- 内田 努 北海道大学大学院工学研究院 応用物理学部門
凝縮系物理工学分野 ナノバイオ工学研究室 准教授
- 川本 尚実 JXリサーチ株式会社 執行役員
エネルギー経済調査部長
- 中田 喜三郎 名城大学大学院 総合学術研究科 特任教授
- 八久保 晶弘 北見工業大学 地球環境工学科 教授
- 山路 法宏 （独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構
金属資源技術部海洋資源技術課 担当調査役

【評価方針】

要素技術毎に、下記の観点进行评估

- ① 研究開発を進める上で必要な技術であるか。
- ② 要素技術に先進性や拡張性等はあるか。
- ③ 要素技術の優位性や克服すべき課題は把握出来ているか。
- ④ 要素技術の確立に向けた計画や費用は想定されてるか。
- ⑤ 必要な事業実施能力や体制構築又は想定されてるか。
- ⑥ 知財の状況等は把握出来ているか。

【有望技術の特定に関する過程】

- 令和元年10月7日: 委員会において、評価方針を策定
- 令和元年11月12～29日: 各実施機関から提出されたプレゼンテーション資料を基に事前評価を実施
- 令和元年12月5日、12日: 各実施機関によるプレゼンテーションを基に本評価を実施
- 令和2年2月28日: 委員会において、評価を最終決定するとともに、有望技術を特定

表層型メタンハイドレート回収技術に係る有望技術の特定について

- 表層型メタンハイドレートの生産技術を「要素技術」（採掘技術・分離技術・揚収技術）と「共通基盤技術」に分類し、分野ごとに有望技術を特定。

要素技術

採掘技術

大口径ドリルを用いた方式と縦掘型掘削機を用いた方式の技術開発を実施。

【大口径ドリルを用いた広範囲鉛直採掘方式】

- ・三井E&S造船グループ

【吊り下げ式縦掘型掘削機方式】

- ・三菱造船グループ

分離技術

船上分離方式と海底分離方式の技術開発を実施。

【船上分離方式】

- ・三井E&S造船グループ

【海底分離方式】

- ・三菱造船グループ

揚収技術

ガスリフト方式と水中ポンプ方式の技術開発を実施。

【ガスリフト方式】

- ・三井E&S造船グループ

【水中ポンプ方式】

- ・三菱造船グループ

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

要素技術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

来年度以降、要素技術毎の研究開発を行うとともに、生産システムの検討を実施。
今後、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。

採掘技術

大口径ドリルを用いた広範囲鉛直採掘方式

技術の概要

- 大口径ドリルにより、メタンハイドレートを掘削する手法。
- 複雑な海底地形や脆弱な海底地盤にも対応可能。
- 掘削物と共に周辺海水を吸い込むため、高濁度水が発生しない。



掘削装置 (出典：MHWirth) 大口径ドリル

評価委員会における主な評価コメント

- 本技術は、海底ダイヤモンド掘削で実績のある手法を応用したものであり、開発対象の物理特性は異なるが、有望な手法と考えられる。
- 採掘によって発生した掘削物を吸入するため、環境影響の観点からも優位性が高い。

吊り下げ式縦掘型掘削機方式

技術の概要

- 縦掘型掘削機でメタンハイドレートを掘削する手法。
- 掘削装置は、陸上土木工事の知見や経験から設計。また、掘削したメタンハイドレートを回収する浚渫（しゅんせつ）装置は、海底熱水鉱床パイロット試験の技術を応用。
- 縦掘型掘削機とし、掘削機の移動については吊り下げ式を採用している。軟弱地盤を考慮して機体沈下を防止できる構造とする予定。



縦掘型採掘機の3D図

評価委員会における主な評価コメント

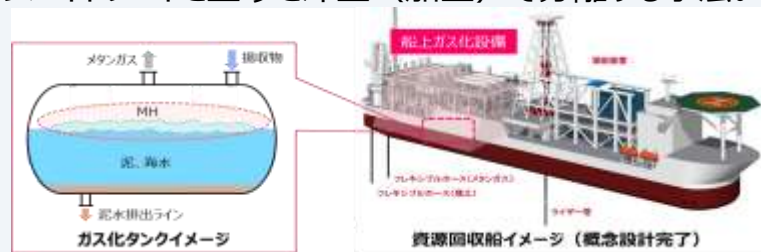
- 本技術は、他の海底鉱物資源でも研究されており、メタンハイドレートへの応用にも期待される技術である。
- 表層型メタンハイドレート賦存域で想定される比較的軟弱な地盤に特化した掘削機の開発になるが、新規に技術開発するよりも確実との印象を受ける。

分離技術

船上分離方式

技術の概要

- メタンハイドレートと土砂を洋上（船上）で分離する手法。



評価委員会における主な評価コメント

- 本技術のメリットは、船上で分離を行うことによって制御しやすい点である。

海底分離方式

技術の概要

- 海底で液体サイクロンの遠心分離によって、メタンハイドレートと土砂を分離する手法。
- 海底で分離するため、船上に揚がる土砂を低減させることが可能。



評価委員会における主な評価コメント

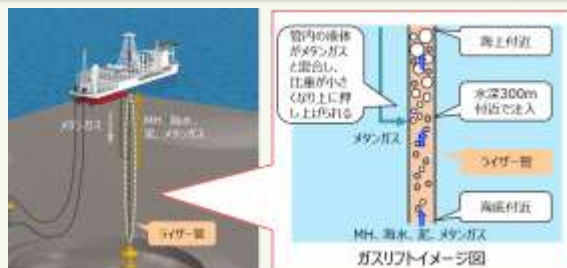
- 本技術のメリットは、海底でメタンハイドレートのみに分離させることによって揚収の負荷を低減させることができる点である。

揚収技術

ガスリフト方式

技術の概要

- ガスを利用して揚収管内の液体の比重を小さくし、メタンハイドレートを含むスラリーを母船まで揚げる手法。



評価委員会における主な評価コメント

- 本技術は、他の海洋鉱物資源においても研究されているが、メタンハイドレートに適した技術にする必要があり、研究開発の意義はある。
- 揚収管内は三相流になるため、その制御が的確にできるかが重要なポイントである。

水中ポンプ方式

技術の概要

- 海底に水中ポンプを設置し、揚収管を通じてメタンハイドレートを含むスラリーを母船まで揚げる手法。



海底熱水鉱床パイロット試験の水中ポンプ（JOGMEC提供）

評価委員会における主な評価コメント

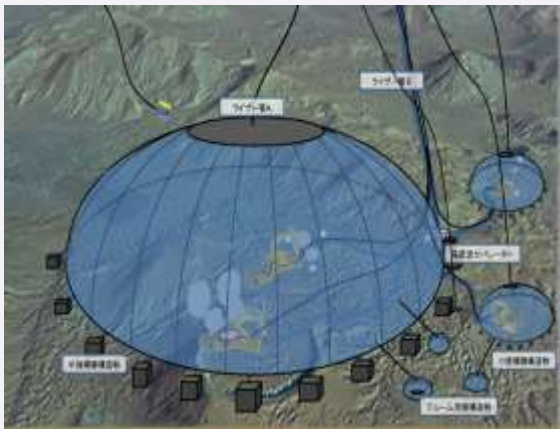
- 本技術は、他の海洋鉱物資源においても研究されているが、メタンハイドレートに適した技術にする必要があり、研究開発の意義はある。
- 揚収の制御がしやすいのがメリット。

共通基盤技術

膜構造物の利活用

技術の概要

- メタンハイドレートが賦存する海底面にドーム状の膜構造物を設置。
- メタンハイドレート回収時に湧出するメタンガス（メタンブルーム）を回収するとともに、泥や砂などの拡散を低減させることが可能。



評価委員会における主な評価コメント

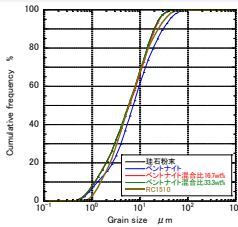
- 本技術は、他の実施機関が検討していない提案であり、メタンハイドレート回収時に付随するガスの処理技術として検討する価値が認められる。また、環境面においても、採掘時のガス回収や泥・砂等の拡散の防止を目的とした利活用が考えられる。

貯留層物性・メタンハイドレート分解挙動の検討

技術の概要

- 泥層内でのガス化になるため、表層型メタンハイドレート分布域特有の粘土質シルト、酸性ガス等と共存するメタンハイドレートの分解挙動の基礎的検討を実施。
- 天然及び模擬コア試料による表層型メタンハイドレート貯留層の物性、強度等の基盤情報取得。

泥層内での分解挙動の把握を目的に、高圧試験装置、レーザー粒度計等を用いて、細粒分から成り、炭酸塩鉱物等を含む表層型メタンハイドレート貯留層の特徴を踏まえた物性測定等を実施。



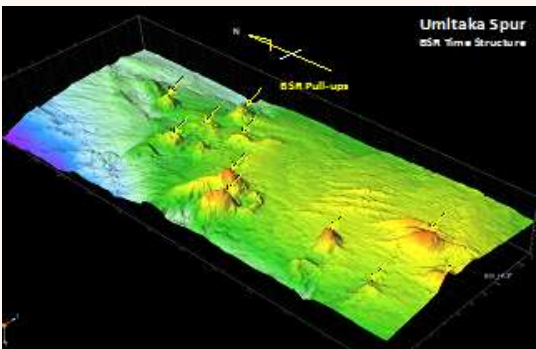
評価委員会における主な評価コメント

- 貯留層内での分解挙動に関する基礎的な検討が来ている。
- この分解挙動に関する知見は、分離・揚収技術における相変化の制御等に重要な知見を与えるため、今後の要素技術開発において必要な貯留層情報に関する寄与が期待される。

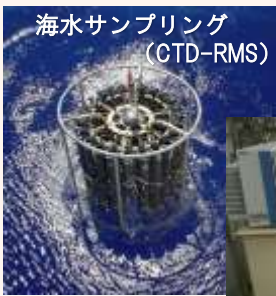
海洋調査・環境影響評価等

概要

- 国立研究開発法人産業技術総合研究所において、要素技術開発や生産システムの検討に必要な調査・研究を実施。
- 主にメタンハイドレート賦存状況や海底状況を把握するための海洋調査を実施。
- 表層型メタンハイドレートの要素技術・生産システム開発に連携した環境影響評価手法の研究と有望海域の環境特性（ベースライン）調査を実施。



精密地下構造探査の一例



分子レベルの同位体分析

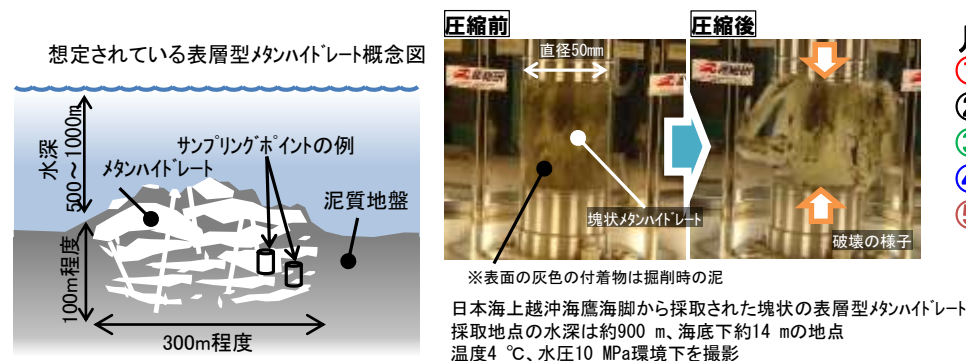
環境影響評価に係る調査・実験の一例

【参考】産総研における最新のトピック

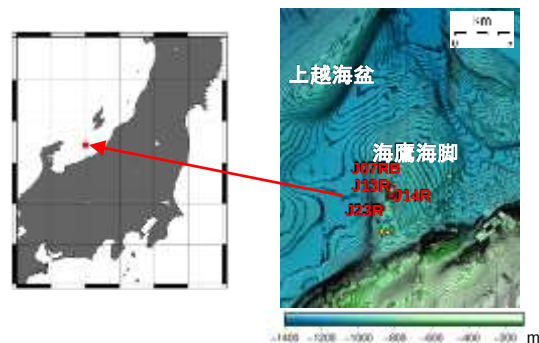
世界初、深海底に眠る塊状のメタンハイドレートの強さや硬さを測定 ー 海底表層のメタンハイドレート回収技術開発に関わる重要な物性の取得に成功 ー

- 日本海上越沖から採取されたメタンハイドレートを含む地質サンプルを温度・水圧を保持したまま分析
 - 塊状の天然メタンハイドレートの圧縮試験に初めて成功
 - 海底表層に塊状で存在するメタンハイドレートの回収技術開発における地盤の安定性評価へ貢献
- この成果は、米国地球物理学連合の学術誌Geophysical Research Lettersに掲載

表層型メタンハイドレートの概念図と圧縮試験の様子



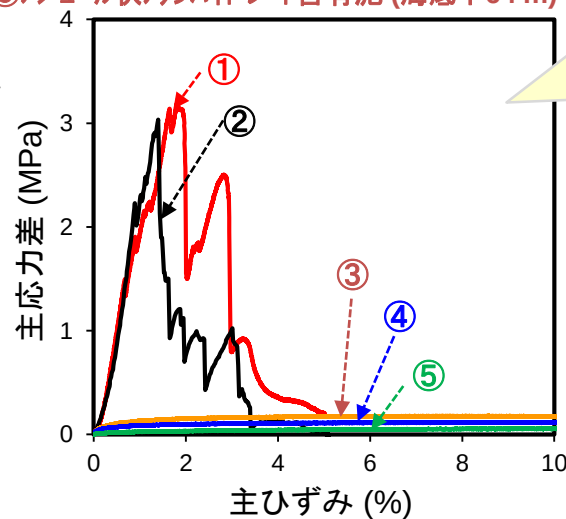
本研究で使用した圧力コアの採取地点



圧縮試験の結果

凡例: サンプル名 (採取深度)

- ① 塊状メタンハイドレート (海底下14m)
- ② 塊状メタンハイドレート (海底下14m)
- ③ バジュール状メタンハイドレート含有泥 (海底下12 m)
- ④ バジュール状メタンハイドレート含有泥 (海底下29 m)
- ⑤ バジュール状メタンハイドレート含有泥 (海底下64 m)



左図のピーク値
→ 強度

左図の傾き
→ 剛性

サンプル名	強度	剛性 (変形係数)
塊状メタンハイドレート	3 MPa (平均値)	320 MPa (平均値)
バジュール状メタンハイドレート含有泥	0.06 MPa ~0.2 MPa	3 MPa ~30 MPa