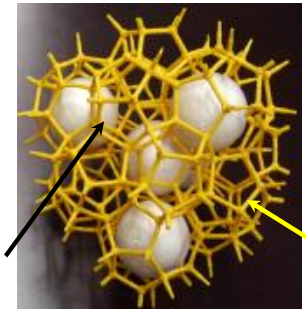
2019年11月29日

表層型メタンハイドレートの研究開発
2019年度　一般成果報告会

「生産技術の開発」
－「表層型MH回収技術に係る調査研究」に関する講演－

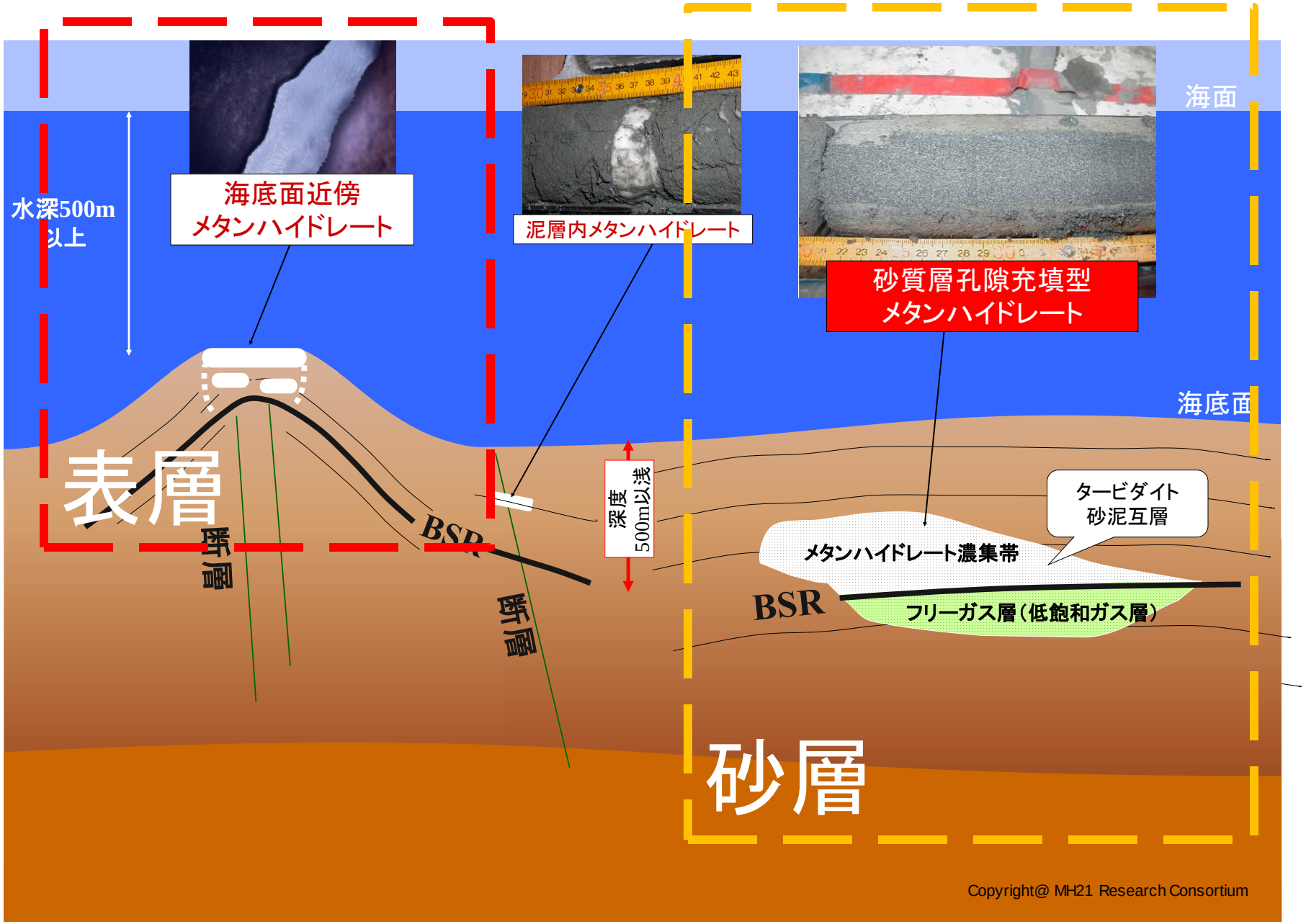


国立研究開発法人　産業技術総合研究所
エネルギー・環境領域　創エネルギー研究部門
メタンハイドレートプロジェクトユニット

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。

海域のメタンハイドレートの様態



表層型メタンハイドレートにおける回収技術の調査研究

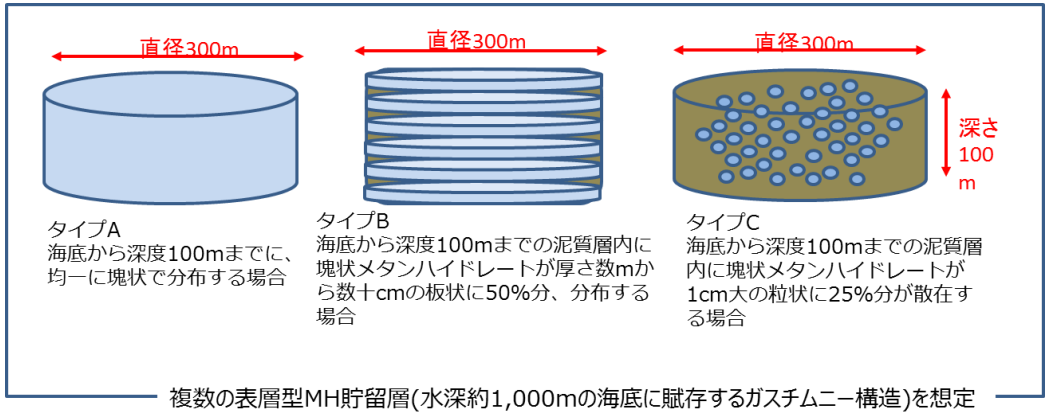
調査・検討内容：

（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：破砕、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

例えば、以下のような複数の表層型メタンハイドレートの貯留層(水深約1,000mの海底に賦存するガスチムニー構造）を想定し、各々に①の原理を適用してメタンハイドレートを回収、輸送するとした場合の回収率及び回収期間の提示と、その妥当性の吟味。



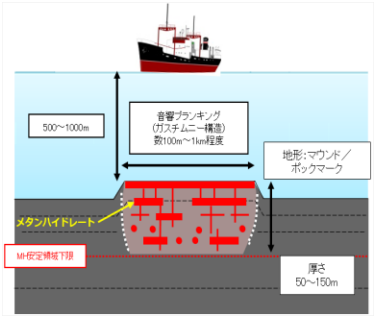
（２）回収に伴い想定される以下の事象への対応等に係る調査、検討について

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

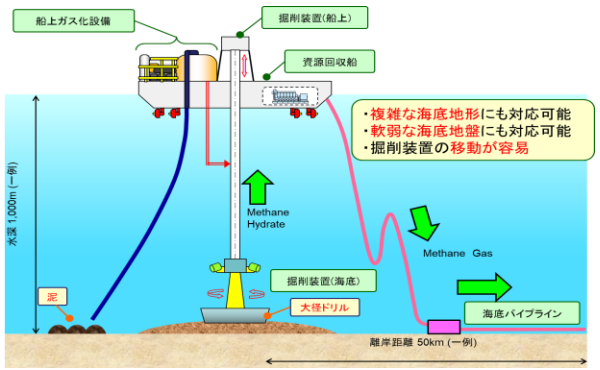
④ 表層型メタンハイドレートの回収時および回収後の地盤安定性の評価手法



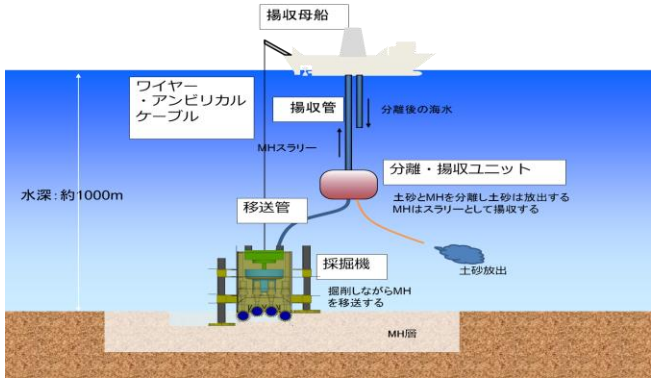
※平成28年度は、(1)表層型メタンハイドレートを回収する原理や(2)回収に伴い想定される事象への対応等に係る調査・検討を先行的に実施し、平成29年度には平成28年度の内容補充や深堀りを図るとともにエネルギー収支と経済性の検討を実施。平成30年度は、さらに調査研究の深堀として開発システムに関する検討や環境影響評価として必要な調査項目の検討を実施。

表層型メタンハイドレートにおける回収技術の調査研究

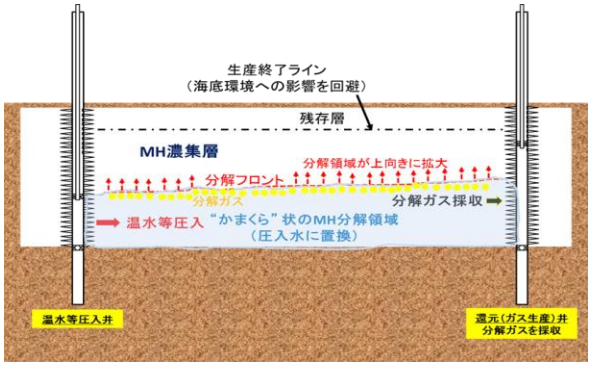
- 表層型メタンハイドレートの資源量把握に向けた調査の結果を踏まえ、平成28年度から、表層型メタンハイドレートの回収、利用方法の具体化に資するため、表層型メタンハイドレートにおける回収技術の調査研究を実施。
- 具体的には、①表層型メタンハイドレートを回収する原理等や、②回収に伴い想定される事象への対応等について、次の6提案の調査研究を実施。



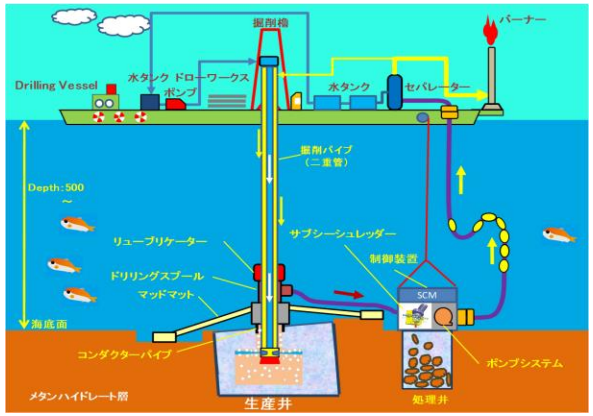
【㈱三井E&S造船・清水建設㈱・日本大学】



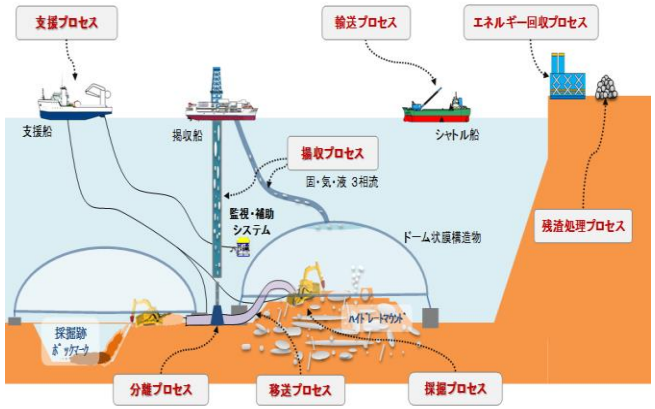
【三菱造船㈱・清水建設㈱・（国研）海上・港湾・航空技術研究所】



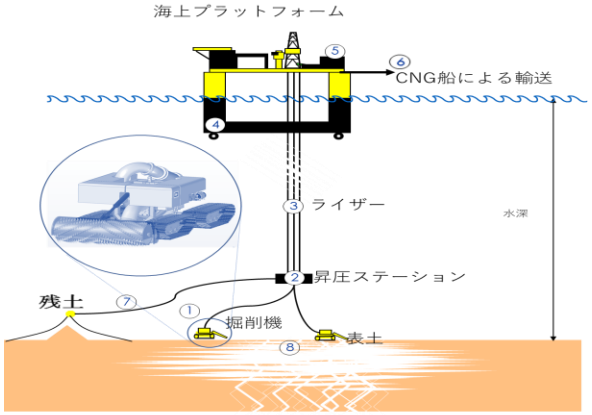
【鳥取大学・日本ミクニヤ㈱】



【石油資源開発㈱】



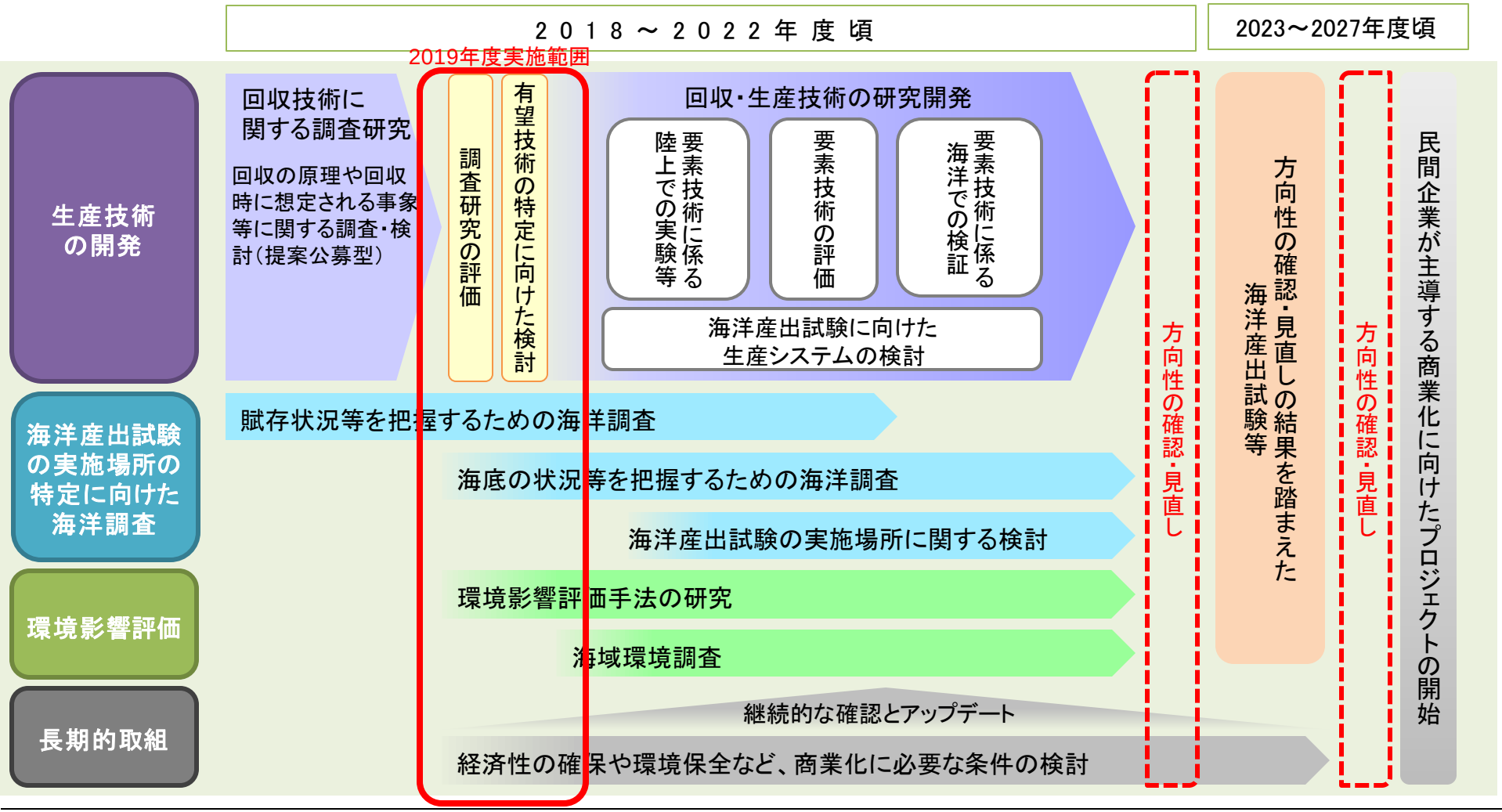
【東京海洋大学・新潟大学・九州大学・太陽工業㈱】



【シェルジャパン㈱・三菱商事㈱】

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。



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。

【実施内容】

1. これまでの調査研究の評価と有望技術の特定に向けた検討

2016年度に「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」を開始し、①表層型メタンハイドレートを回収する原理等、②回収に伴い想定される事象への対応、③環境影響に関する検討等の調査研究を行ってきた。

2019年度は、これらの調査研究結果を取りまとめ、評価し、有望な回収・生産技術を特定する。

2. 回収・生産技術の研究開発

① 要素技術開発

評価結果を踏まえ、表層型メタンハイドレートの回収やガス生産技術の確立に必要な、採掘・ガス分離・揚収等の要素技術を中心に、陸上での実験やシミュレーションによる解析等を通じた研究開発を実施する。また、その成果を評価するとともに、有望な技術については海洋での検証を行う。

② 生産システムの検討

海洋産出試験に向けて、表層型メタンハイドレートの回収・生産に必要な採掘・ガス分離・揚収技術等を統合する生産システムについて検討を行う。

【出典】第34回メタンハイドレート開発実施検討会資料 https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methane_hydrate/pdf/034_06_00.pdf

「生産技術の開発」に関する進め方

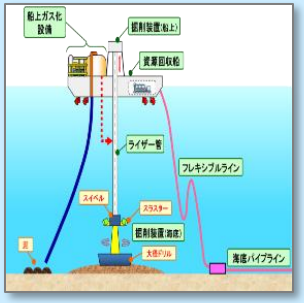
表層型メタンハイドレートの回収技術に関する調査研究

2016～2019年度
回収技術に関する調査研究

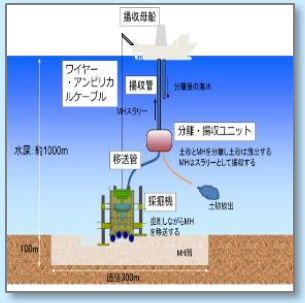
2019年度
調査研究成果の評価

2019年度
有望技術の特定

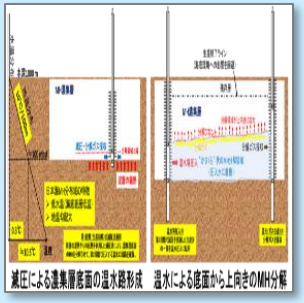
①資源回収船から垂直に掘削装置をつり下げて掘削する方法



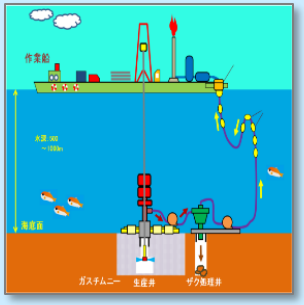
②改定鉱物資源採取システムの原理を基にした回収方法



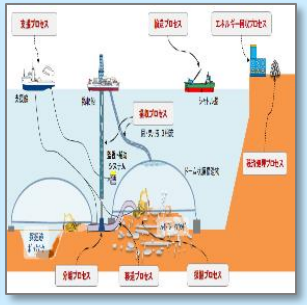
③地層内でメタンガスと水に分解させ、井戸からガスを生産する方法



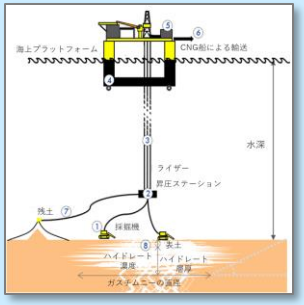
④閉鎖環境下でウォータージェットによってハイドレートを削り、回収する手法



⑤ドーム状の膜構造物を利用したメタンプルームを含めた回収手法



⑥既存の深海掘削技術による回収手法



表層型メタンハイドレートの回収・生産技術の研究開発

2020～2022年度
回収・生産技術の研究開発

- 採掘技術の開発
- 分離技術の開発
- 揚収技術の開発
- その他技術の開発

生産システムの検討

【出典】第34回メタンハイドレート開発実施検討会資料 https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/methane_hydrate/pdf/034_06_00.pdf

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

― 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 ―

2019 年 11 月 28 日

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

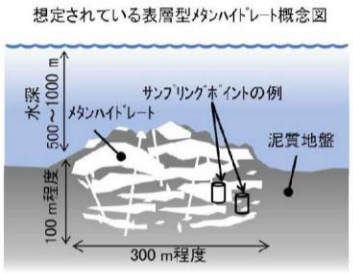
■ ポイント ■

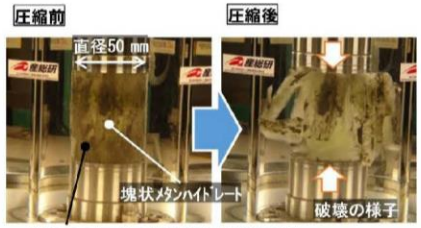
- 日本海上越沖から採取されたメタンハイドレートを含む地質サンプルを温度・水圧を保持したまま分析
- 塊状の天然メタンハイドレートの圧縮試験に初めて成功
- 海底表層に塊状で存在するメタンハイドレートの回収技術開発における地盤の安定性評価へ貢献

■ 概 要 ■

国立研究開発法人 産業技術総合研究所【理事長 中鉢 良治】(以下「産総研」という)創エネルギー研究部門【研究部門長 羽鳥 浩章】米田 純 主任研究員、神 裕介 研究グループ長、天満 則夫 副研究部門長、地質情報基盤センター【センター長 佐脇 貴幸】森田 澄人 次長らは、日本海上越沖で掘削採取された、塊状のメタンハイドレート(水分子とメタン分子からなる氷状の固体物質)の強さ(強度)や硬さ(剛性)を測定することに、世界で初めて成功した。メタンハイドレートは、低温高圧下では安定しているが、常温大気圧下ではメタンガスと水に分解してしまうため、天然のメタンハイドレートの強度や剛性を測定するのは極めて困難であった。産総研では、深海底の水圧を保持したまま採取されたメタンハイドレートの物性を評価する装置の開発を進めており、今回、産総研と明治大学が協力して採取した表層型メタンハイドレートの強度や剛性を測定する実験に成功した。深海底の泥の中に塊状で存在する表層型メタンハイドレートが、どのくらいの硬さで、また力学的にどのように安定しているのか、これまで明らかになっていない。メタンハイドレートの強度や剛性は、表層型メタンハイドレートの具体的な回収技術(砕く、壊す、集めるなど)の検討や、メタンハイドレート開発時の海底地盤の力学的安定性を評価する上で重要な物性である。今回の研究成果は、深海底の資源開発及び環境評価へ重要な役割を果たすことが期待される。なお、この成果は近日中に米国地球物理学連合の学術誌 *Geophysical Research Letters* に掲載される。

＿＿＿は【用語の説明】参照





※表面の灰色の付着物は掘削時の泥

日本海上越沖から採取された塊状の表層型メタンハイドレート
採取地点の水深は約900 m、海底下約14 m
温度4 ℃、水圧10 MPa環境下を撮影

表層型メタンハイドレートの概念図(左)と圧縮試験の様子(右)

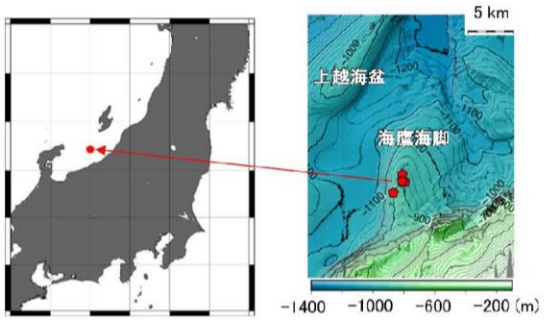


図 1 本研究で使用した圧力コアの採取地点(赤点)

実験室では、直径 50 mm の円筒形サンプルを X 線 CT 装置で撮影し、メタンハイドレートの性状観察行った。図 2 は、代表的なサンプルの X 線 CT 断面画像、および、CT 画像からメタンハイドレートのみ抽出した 3 次元観察画像である。塊状メタンハイドレート(図 2 左)の内部は、一様にメタンハイドレート存在しており、泥などの混在はほぼ確認できない。CT 画像や後述する実験の後に分解して排出されガス量から算出したメタンハイドレートの体積含有率は 92～100 %であった。ノジュール状メタンハイドレート含有泥(図 2 右)は、内部に数 mm から数 cm の板状あるいは塊状のメタンハイドレート片を泥の中に含有しており、個々のメタンハイドレート片の内部には泥などの混在は確認できない。メタンハイドレート部の 3 次元抽出画像では、メタンハイドレート片の配置に規則性や偏りは見られず、本サンプル中にランダムにメタンハイドレートが析出しているものと考えられる。本サンプルのメタンハイドレート片の体積含有率は約 20 %であった。

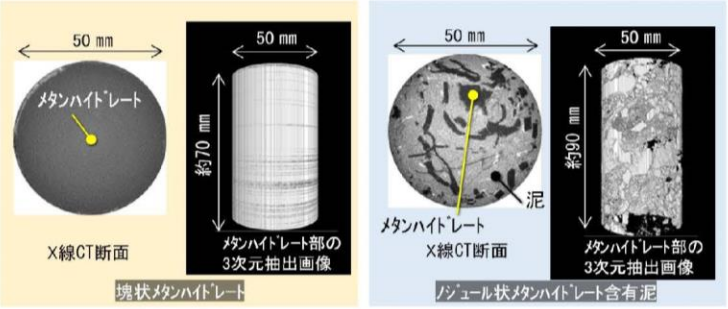


図 2 表層型メタンハイドレートサンプルの X 線 CT 断面画像とメタンハイドレート部の 3 次元抽出画像

予定について

13:15～13:20	開　会		
13:20～13:25	ご挨拶	経済産業省 資源エネルギー庁 石油・天然ガス課	山田 哲也
13:25～13:30	「実行計画」	産業技術総合研究所	天満 則夫
13:30～15:50	「生産技術の開発」		
13:30～13:40	「生産技術の開発」について	産業技術総合研究所	天満 則夫
	― 「表層型MH回収技術に係る調査研究」に関する講演　―		
13:40～14:00	ドーム状の膜構造物利用による回収技術の検討 （東京海洋大学・新潟大学・九州大学・太陽工業（株）） 閉鎖環境を前提としたメタンハイドレート回収技術の研究 （石油資源開発（株））	東京海洋大学	青山 千春
14:00～14:20		石油資源開発（株）	寺尾 好弘
14:20～14:40	広範囲鉛直掘削法による表層型メタンハイドレート回収システムの技術的検討 （三井Ｅ＆Ｓ造船（株）・清水建設（株）・日本大学）	三井Ｅ＆Ｓ造船（株）	望月 幸司
14:40～14:50	休　憩		
14:50～15:10	表層型メタンハイドレートを対象とした減圧・加熱併用法に関する調査・検討 （鳥取大学・日本ミクニヤ（株））	鳥取大学	海老沼 孝郎
15:10～15:30	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）・清水建設（株）・（国研）海上・港湾・航空技術研究所）	（代理報告） 産業技術総合研究所	天満 則夫
15:30～15:50	深海採掘による回収技術 （シェルジャパン（株）・三菱商事（株））	三菱商事（株）	辻　行介
15:50～16:00	休　憩		
16:00～16:20	「海洋産出試験の実施場所の特定に向けた海洋調査」	産業技術総合研究所	光畑　裕司
16:20～16:40	「環境影響評価」	産業技術総合研究所	鈴村 昌弘
16:40～16:45	閉　会		

本セッションでの予定について

13:30～15:50	「生産技術の開発」		
13:30～13:40	「生産技術の開発」について	産業技術総合研究所	天満 則夫
	ー 「表層型MH回収技術に係る調査研究」に関する講演 ー		
13:40～14:00	ドーム状の膜構造物利用による回収技術の検討 （東京海洋大学・新潟大学・九州大学・太陽工業（株））	東京海洋大学	青山 千春
14:00～14:20	閉鎖環境を前提としたメタンハイドレート回収技術の研究 （石油資源開発（株））	石油資源開発（株）	寺尾 好弘
14:20～14:40	広範囲鉛直掘削法による表層型メタンハイドレート回収システムの技術的検討 （三井Ｅ＆Ｓ造船（株）・清水建設（株）・日本大学）	三井Ｅ＆Ｓ造船（株）	望月 幸司
14:40～14:50	休　　憩		
14:50～15:10	表層型メタンハイドレートを対象とした減圧・加熱併用法に関する調査・検討 （鳥取大学・日本ミクニヤ（株））	鳥取大学	海老沼 孝郎
15:10～15:30	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）・清水建設（株）・（国研）海上・港湾・航空技術研究所）	（代理報告） 産業技術総合研究所	天満 則夫
15:30～15:50	深海採掘による回収技術 （シェルジャパン（株）・三菱商事（株））	三菱商事（株）	辻　行介