

生産手法開発グループ 平成29年度事業報告 平成30年度事業計画

MH21生産手法開発グループリーダー

天満 則夫

MH21生産手法開発グループ

後藤 秀作

平成29年度事業報告

フェーズ3の実施内容概要（生産手法開発グループ）

MH層からメタンガスを長期的に大量かつ安定的に生産するための生産技術の整備

【生産性増進化技術の開発】

- ◎生産増進法(回収率60%以上)の開発と想定される商業規模での適用性の検討
- ◎貯留層障害対策技術の検証・整備や安定な坑底圧制御のためのMH再生成等の流動障害抑制技術の整備
- ◎大型試験装置や数値シミュレーションなどによる実証



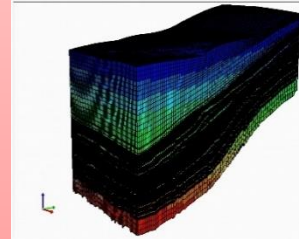
大型室内産出試験装置

【生産性・生産挙動評価技術の高度化】

- ◎生産増進法等の解析ルーチンの開発・改良
- ◎保圧コア解析等を適用したモデル構築技術の信頼性向上や海産試験等の生産性予測・検証等を通じた解析技術の精度向上
- ◎貯留層特性に応じて経済性を最大化させる生産手法と生産システムの総合的な評価



保圧コア用キャビネット



貯留層モデル

【地層特性評価技術の高度化】

- ◎長期・広域の地盤挙動をより高精度で取り扱えるような構成式の最適化や操作性の向上
- ◎メタンハイドレート開発における出砂現象の解析と対策技術の検証、生産時の坑井安定性や広域の地層変形等に関する評価



出砂評価試験装置

海洋産出試験でのガス生産挙動の把握・予測技術の高度化

商業化のための基盤技術整備

参考：第31回開発実施検討会 資料6「フェーズ3実行計画案について」

<http://www.mh21japan.gr.jp/mh21wp/wp-content/uploads/84078ab69c0404c55bf22caa0caa9b7.pdf>

平成29年度の研究実施内容①

1. 生産性増進化技術の開発

①生産性増進技術開発

- ・ 強減圧法などの生産増進法の想定される商業規模での適用性検討
- ・ **超音波照射法などの貯留層障害対策技術の検証**
- ・ 礫層等非砂層メタンハイドレート貯留層に対する生産手法の検討

②坑井内流動障害対策技術開発

- ・ 安定な坑底圧制御のためのMH再生成等の流動障害抑制技術の開発

③大型室内試験装置による実証

- ・ 生産増進法ならびに貯留層障害対策技術の検証
- ・ 地層変形挙動の解析

2. 生産性・生産挙動評価技術の高度化

①生産シミュレータの機能強化・改良

- ・ 入出力の改良などによる操作性の向上
- ・ 生産増進法ならびに貯留層障害等の計算ルーチンの導入
- ・ 実証データの検証を通じた数値解析の精度向上

平成29年度の研究実施内容②

2. 生産性・生産挙動評価技術の高度化（つづき）

②高精度貯留層モデルの開発及び産出試験の予測・検証

- ・ 第2回海産試験等の生産性予測、検証
- ・ 砂層および礫層等非砂層保圧コアの解析を適用した貯留層モデルの信頼性の向上
- ・ 礫層等非砂層メタンハイドレートの回収技術に関する調査研究および海洋調査

③商業規模生産の生産性評価

- ・ 想定される商業規模生産における経済性評価のための生産性評価

3. 地層特性評価技術の高度化

①地層変形シミュレータの機能強化・改良

- ・ 入出力の改良などによる操作性の向上
- ・ 長期地層変形予測のための構成式の最適化

②坑井周辺力学挙動・広域地層変形評価

- ・ 減圧法適用時の坑井周辺の応力解析
- ・ 出砂対策技術の検証
- ・ 長期生産時の濃集帯全体にわたる地層変形挙動評価

●生産性増進化技術の開発～超音波照射法などの貯留層障害対策技術の検証

- 坑井周辺で形成される貯留層障害の1つである細粒砂蓄積による低浸透率層(スキン層)の除去対策技術として、坑井内から地盤に振動を与えて浸透率を改善する技術を開発している。
- 数百Hz～40kHzの間で加振周波数を変化させて、室内実験を行った結果、10数kHzの周波数が透水性の改善を行う上で最も効果が高いことを確認した。

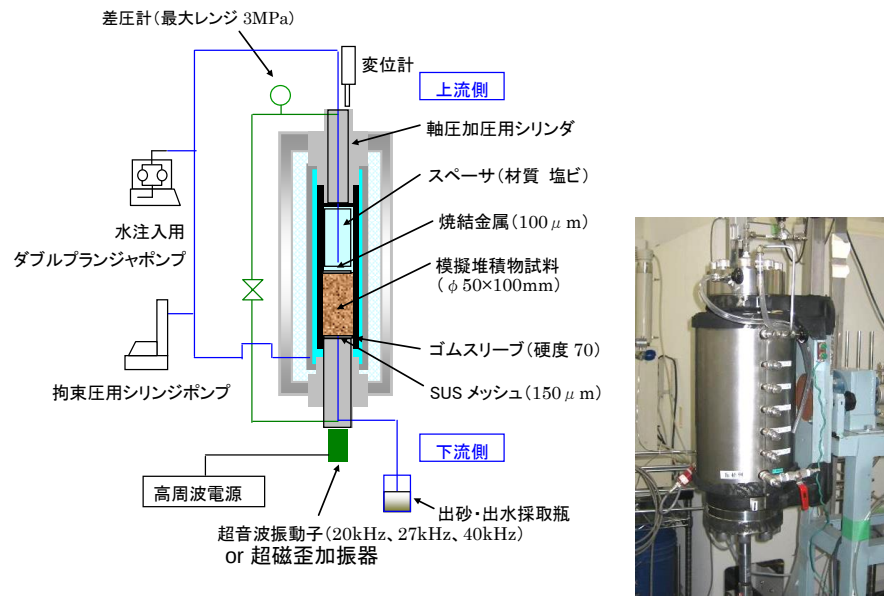
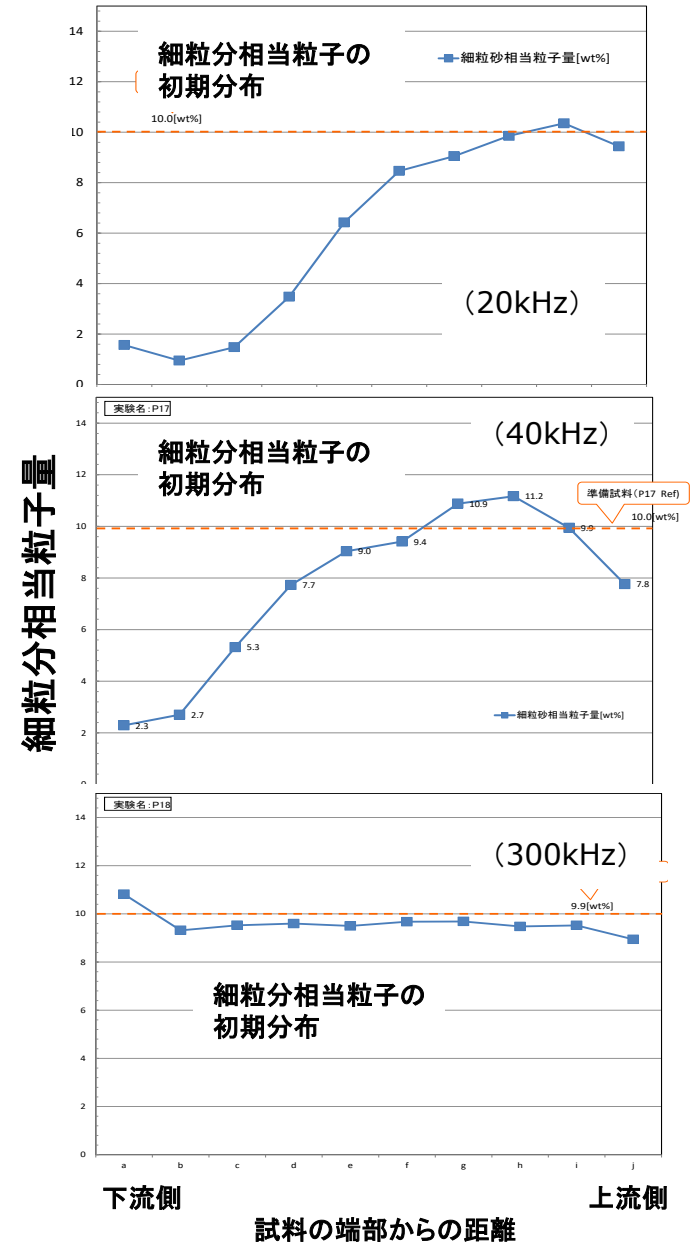
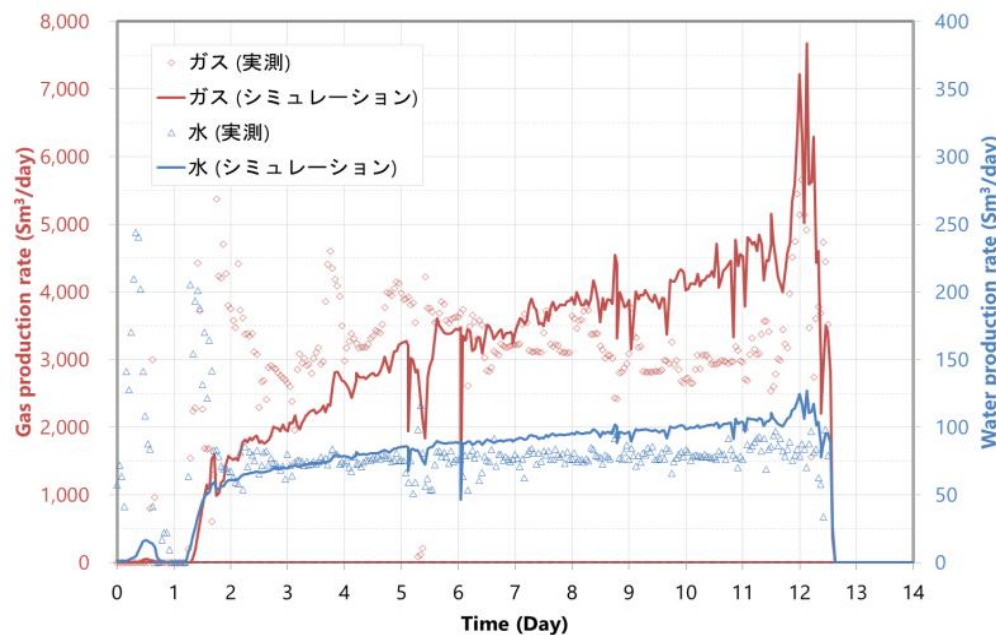


図1 小型実験装置(今回実験で使用)
(試料寸法: ϕ 5cm $\times$ 10cm、1次元流れの透水実験用)



●生産性・生産挙動評価技術の高度化～第2回海洋産出試験の生産挙動検証

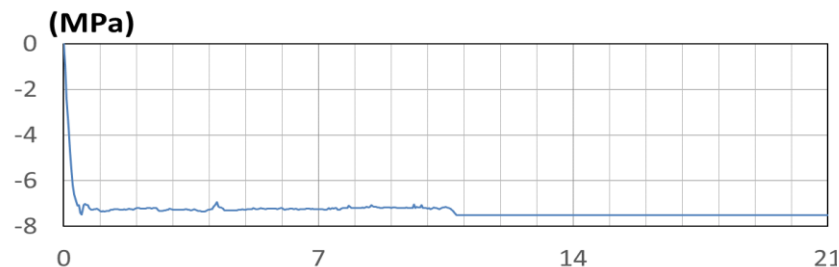
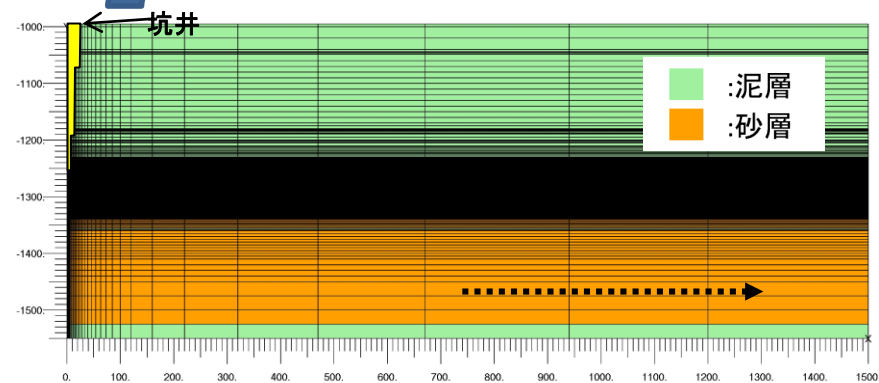
- 円筒座標系による事前予測と、海産試験で得られた生産挙動は異なっており、P2/P3井でも生産性が大きく異なっていた。
- 海産試験の結果より、地層・ハイドレート濃集状況の不均質性や貯留層内の流動特性などの再検討が必要となった。P2井では、P3井の試験による干渉やジアセテートなどの影響など、初期の条件が複雑なことから、まずはP3井の生産挙動に関する検証を先行的に実施。
- 第2回海洋産出試験地における不均質性をモデル化する試みとして、貯留層の層数を1/10程度にまとめたアップスケールモデルや、最新の貯留層モデルを用いた様々な円筒座標系での解析を実施。さらに、側方方向に不均質なMH飽和率分布を与えた3次元モデルによる解析も実施。



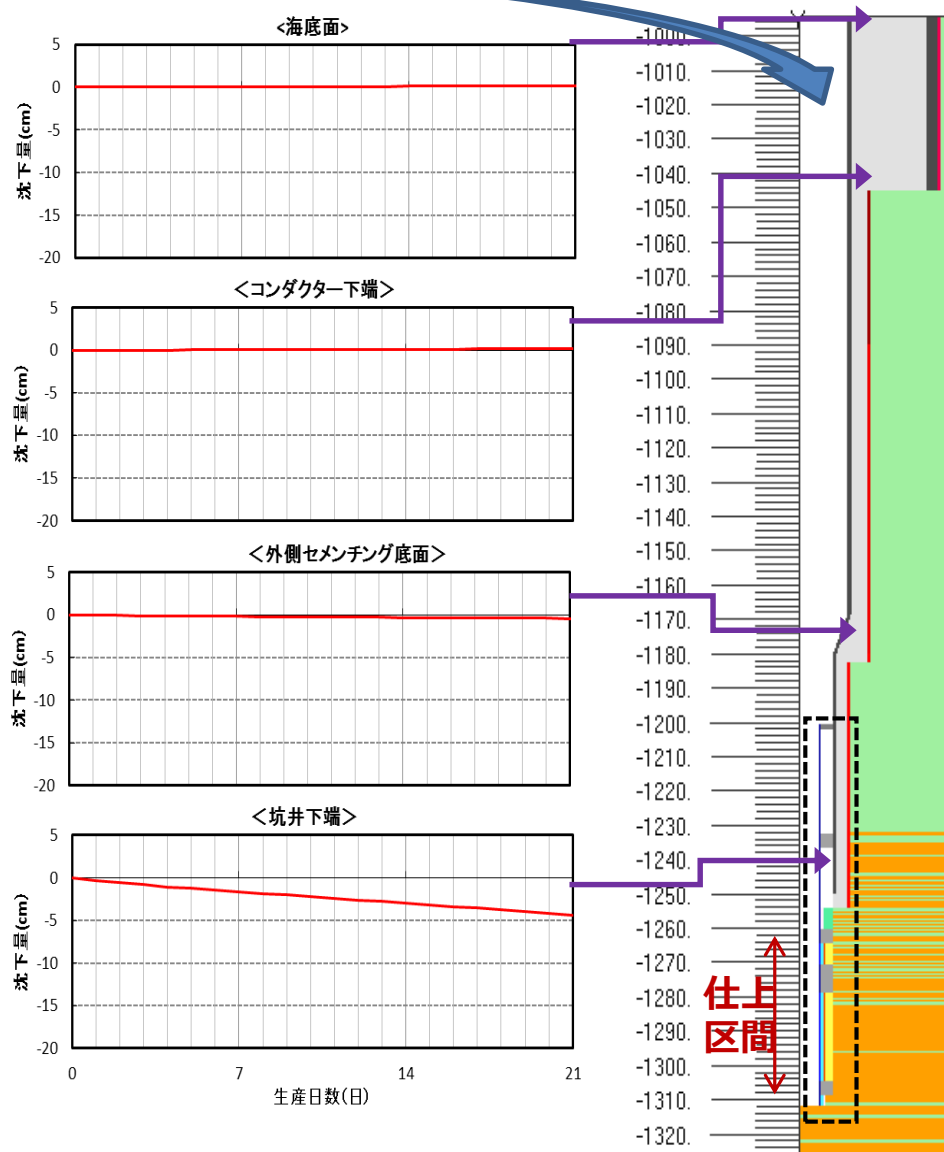
最新の貯留層モデルを用いて、実測の坑底圧で計算したヒストリーマッチング前の計算結果と実測値の比較(P3井)

第2回海洋産出試験地の坑井仕上げに合わせたモデル化を行い、解析を実施

◆解析モデル(P3井)-円筒座標系



今回の解析条件下では、海底面沈下はほとんど見られない結果が得られた。

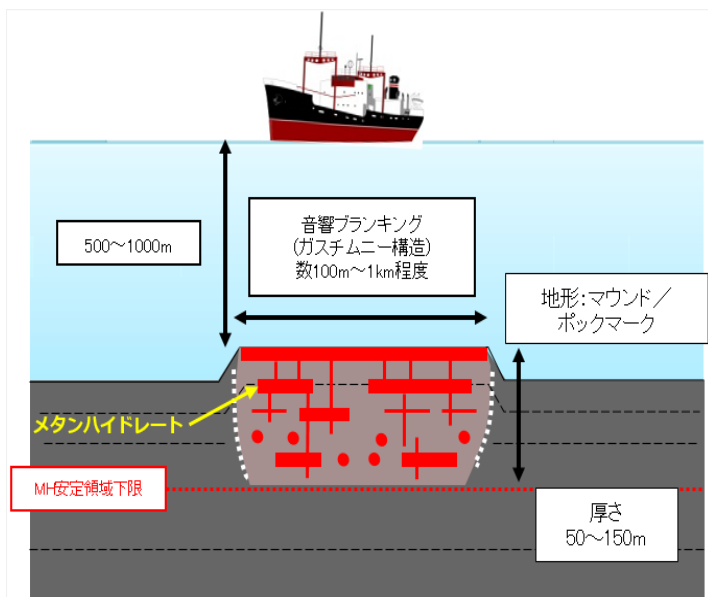


●生産性・生産挙動評価技術の高度化～表層型メタンハイドレート資源量調査①

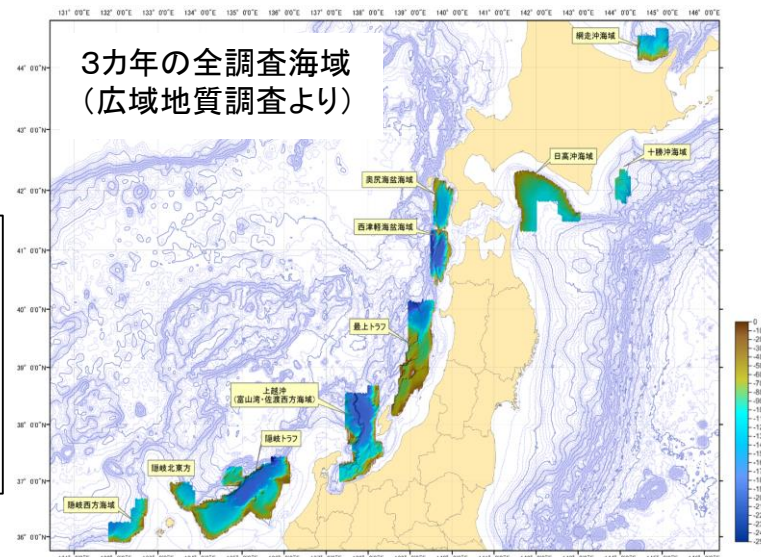
●海洋基本計画（平成25年4月閣議決定）に基づき、平成25年度～平成27年度の3年間にわたり、日本周辺の複数の海域を中心に、（国研）産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門が経済産業省より受託して調査を実施。

実施した調査項目：

- | | | |
|---------------------|-------|-----------------|
| ①広域地質調査（広域マッピング） | ．．．．． | 特異点の探索 |
| ②詳細地質調査（AUV音響探査） | ．．．．． | 特異点の超音波構造探査 |
| 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） | ．．．．． | 海底下比抵抗分布の探査 |
| ⑤掘削同時検層（LWD） | ．．．．． | 坑井の物性測定 |
| ⑥掘削地質サンプル採取（コアリング） | ．．．．． | メタンハイドレート・堆積物採取 |
| ⑦環境調査（ROV探査＋モニタリング） | ．．．．． | 環境ベースライン調査 |



ガスチムニー構造は音響ブランキング(シャドー)のため、内部の様子が不明だったが、様々な調査を通して明らかとなった。



3年間にわたる研究の成果

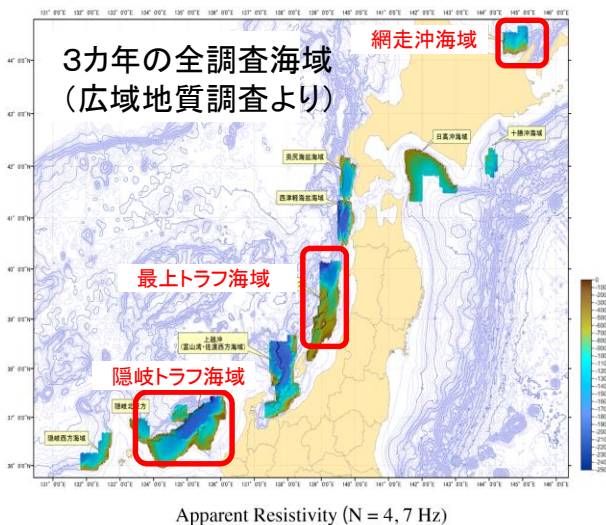
- ・表層型MHの分布指標となる音響地質構造（ガスチムニー構造）を1700余り確認し、その一箇所において、ガス換算で6億 m³ 相当のMHが分布すると推定した（※）。
- ・表層型MHが、音響ブランキング内で塊状、板状、脈状、粒状など様々な形態で分布することを解明した。
- ・3年間の集中調査を終え、第三者有識者による検討委員会において、調査の手法、データの精度および資源量推定に関する妥当性が承認された（H28年8月）。

※注意：分布形態や濃集度は場所により著しく異なるため、この数値を全体に反映させることは不可能と判断した。

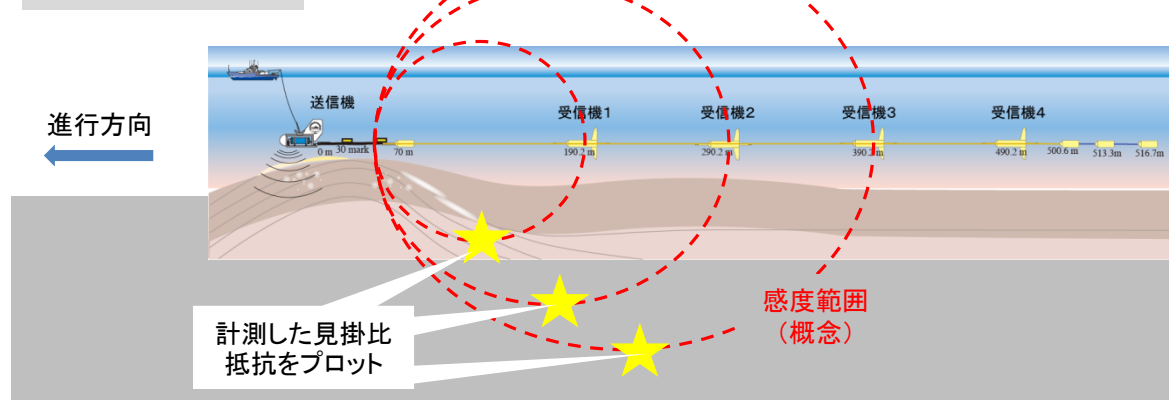
●生産性・生産挙動評価技術の高度化～表層型メタンハイドレート資源量調査②

●平成29年度
表層型メタンハイドレートの賦存状況を把握するため海洋電磁探査（CSEM探査）を実施

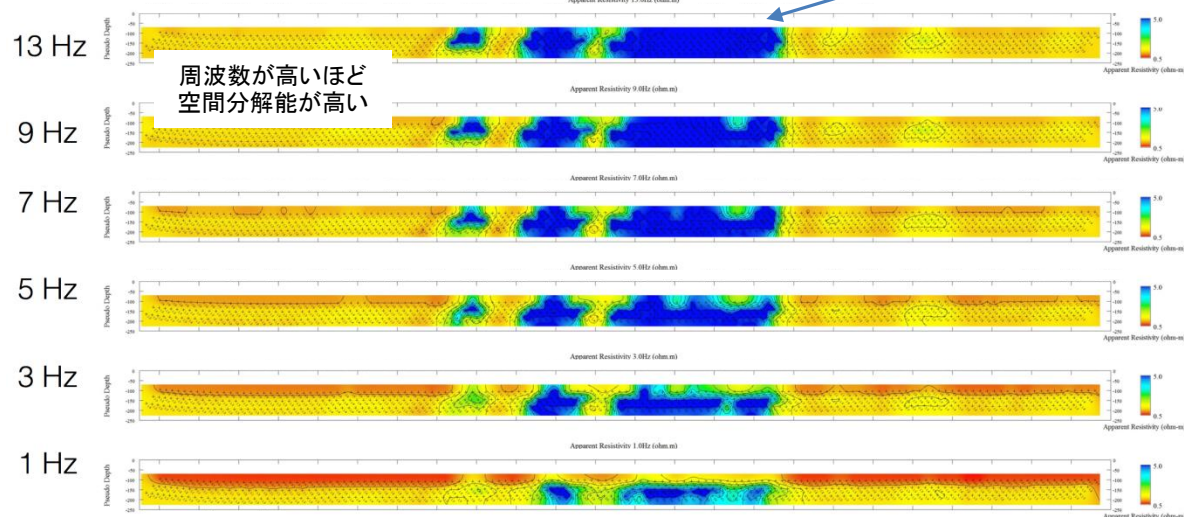
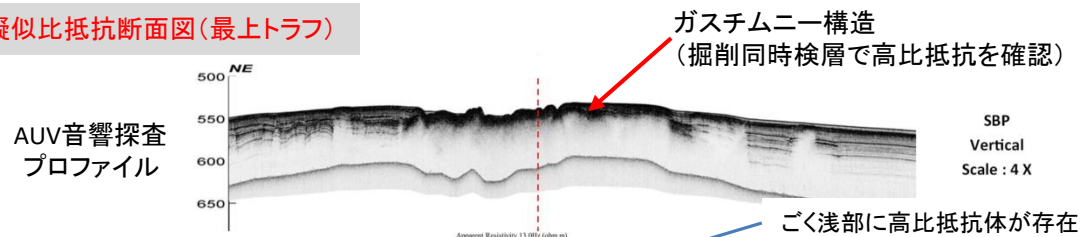
比抵抗値：メタンハイドレート ≫ 堆積物



海洋電磁探査概念図



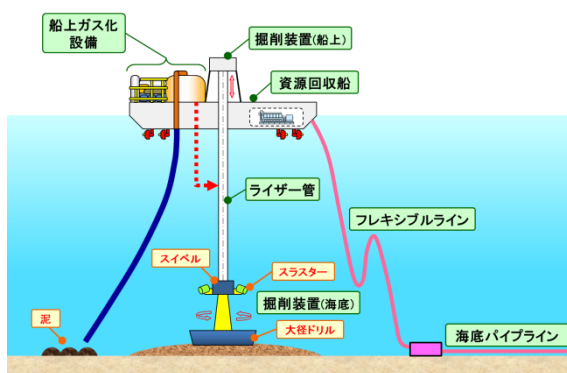
疑似比抵抗断面図(最上トラフ)



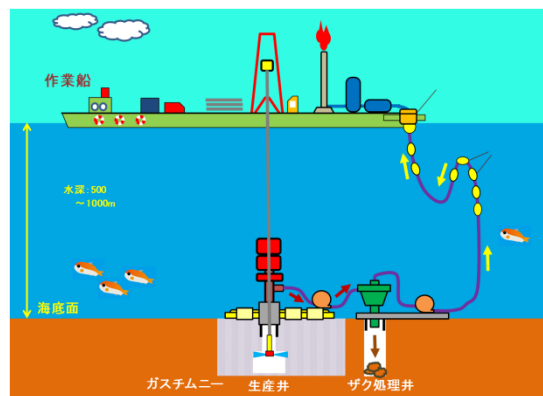
海底面に近い深度にメタンハイドレートが存在していることを示唆

●生産性・生産挙動評価技術の高度化～表層型MH回収技術開発に関わる調査研究①

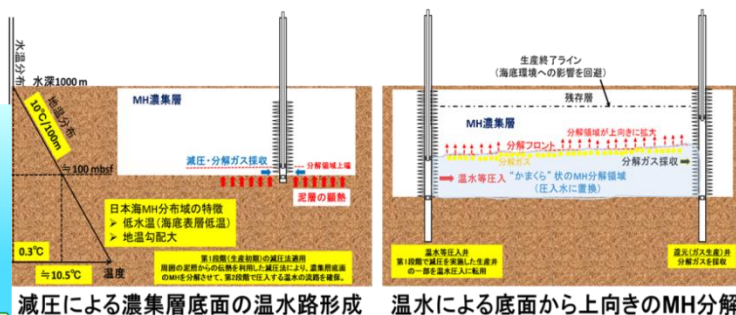
平成25年度から27年度まで実施した表層型メタンハイドレート（MH）の資源量把握の調査の成果を踏まえて、表層型メタンハイドレートの回収、利用方法の具体化に資するために実施している。具体的には、**①表層型メタンハイドレートを回収する原理等**や**②回収に伴い想定される事象への対応等**に係る調査・検討を行っており、現在は6機関が調査研究を実施している。



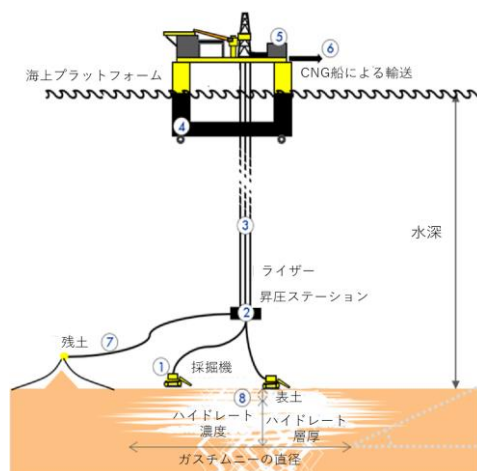
【三井造船(株)・清水建設(株)・日本大学】広範囲鉛直掘削法による表層型メタンハイドレート回収の基礎的検討



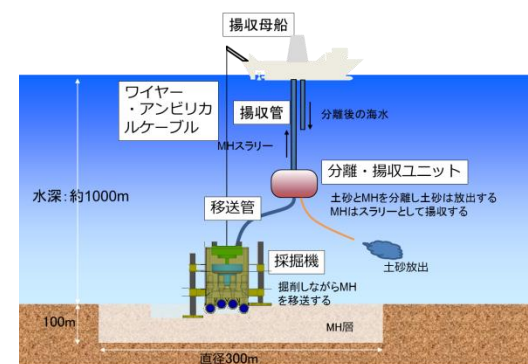
【石油資源開発(株)】閉鎖環境を前提としたメタンハイドレート回収技術の研究



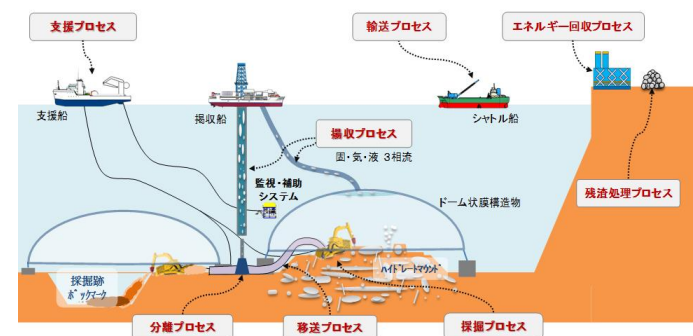
【鳥取大学・日本ミクニヤ(株)】表層型メタンハイドレートを対象とした減圧・加熱併用法に関する調査・検討



【シェルジャパン(株)・三菱商事(株)】深海掘削技術による回収の可能性について

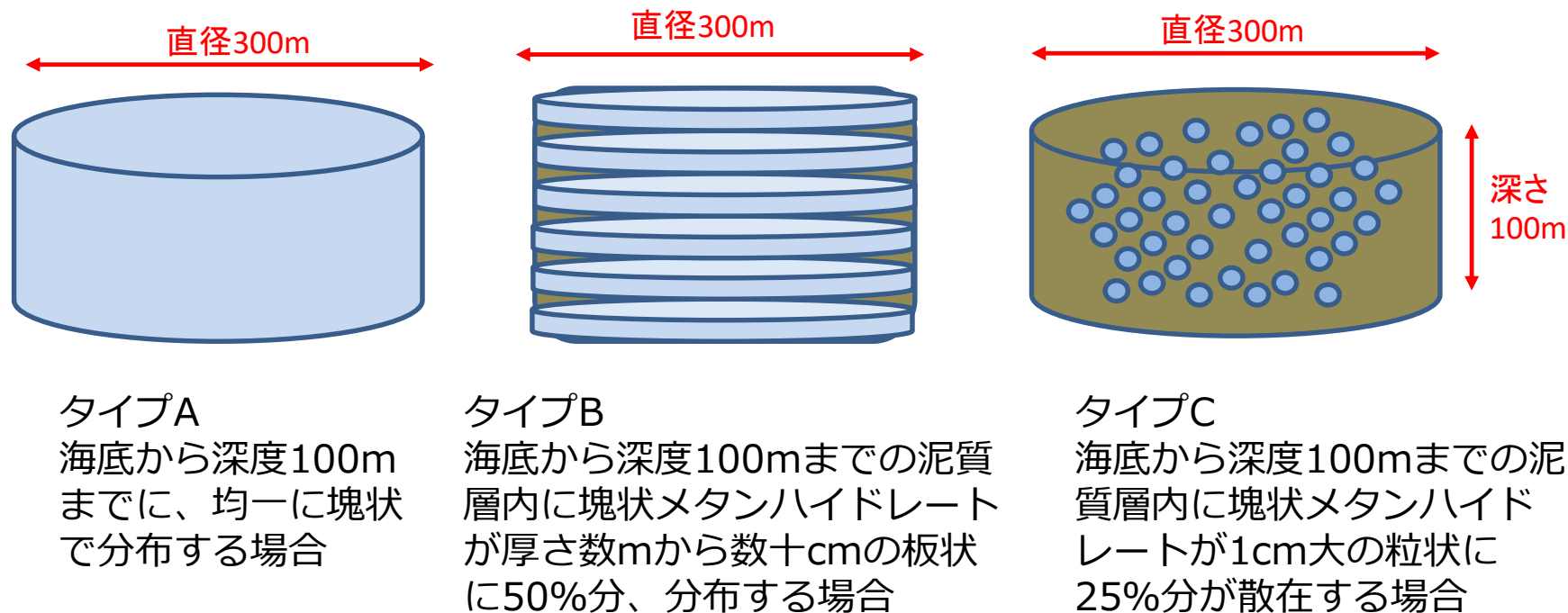


【三菱造船(株)・清水建設(株)・(国研)海上・港湾・航空技研】採掘機と分離装置を用いた回収システムの検討



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

- 各機関からは、高圧ジェット、採掘機、大径ドリルなどによる掘削、減圧・加熱併用法や膜構造の利用などによる回収技術に関する提案が行われており、回収技術開発に必要な新規課題や既存技術の適用などに関する調査研究を進めている。



複数の表層型MH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

- 各機関によって条件設定に多少のバラつきがあるため整理が必要ではあるが、MH採取時に消費するエネルギーに対して、得られるエネルギーの方が大きい結果になっている。

平成30年度事業計画

平成30年度の研究実施内容①

1. 生産性増進化技術の開発

①生産性増進技術開発

- ・ 強減圧法などの生産増進法の適用可能な貯留層特性の整理
- ・ 超音波照射法などの貯留層障害対策技術の中規模実験装置などによる検証
- ・ 礫層等非砂層メタンハイドレート貯留層に対する生産手法の検討

②坑井内流動障害対策技術開発

- ・ 安定な坑底圧制御のためのMH再生成等の流動障害抑制技術の開発

③大型室内試験装置による実証

- ・ 生産増進法ならびに貯留層障害対策技術の検証
- ・ 地層変形挙動の解析



図2 中型実験装置
(試料寸法: $\Phi 70\text{cm} \times 50\text{cm}$)

2. 生産性・生産挙動評価技術の高度化

①生産シミュレータの機能強化・改良

- ・ 入出力の改良などによる操作性の向上
- ・ 生産増進法ならびに貯留層障害等の計算ルーチンの導入
- ・ 実証データの検証を通じた数値解析の精度向上

平成30年度の研究実施内容②

2. 生産性・生産挙動評価技術の高度化（つづき）

②高精度貯留層モデルの開発及び産出試験の予測・検証

- ・ 第2回海産試験等の生産挙動の検証
- ・ 砂層および礫層等非砂層保圧コアの解析を適用した貯留層モデルの信頼性の向上
- ・ 礫層等非砂層メタンハイドレートの回収技術に関する調査研究および海洋調査

③商業規模生産の生産性評価

- ・ 想定される商業規模生産における経済性評価のための生産性評価

3. 地層特性評価技術の高度化

①地層変形シミュレータの機能強化・改良

- ・ 入出力の改良などによる操作性の向上
- ・ 長期地層変形予測のための構成式の整理

②坑井周辺力学挙動・広域地層変形評価

- ・ 減圧法適用時の坑井周辺の応力解析などの整理
- ・ 出砂対策技術の検証
- ・ 長期生産時の濃集帯全体にわたる地層変形挙動評価