

# 「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」

## フェーズ 2 及びフェーズ 3 総括成果報告書

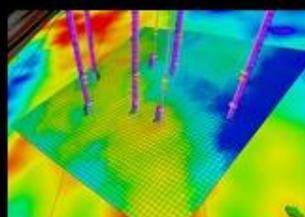


生産手法開発グループ



大型室内産出実験装置

資源量評価グループ



貯留層モデル

推進グループ環境チーム



環境モニタリングシステム

2019(平成 31)年 2 月

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム

表紙写真説明

上段： 2017年第2回海洋産出試験（フィールド開発技術グループ）

下段（左）： 大型室内産出実験装置（生産手法開発グループ）

下段（中）： 貯留層モデル（資源量評価グループ）

下段（右）： 環境モニタリングシステム（推進グループ環境チーム）

## 概 要

2001年に策定された「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」（経済産業省）のフェーズ2（2009-2015年度）及びフェーズ3（2016-2018年度）は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託を受けて、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）と国立研究開発法人産業技術総合研究所（AIST）が組織した「メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム（MH21）」が実施した。

東部南海トラフにおいて、メタンハイドレートが高い飽和率で集積した砂層の広がりである「メタンハイドレート濃集帯」が発見され、人工的な熱の投入なしでハイドレートを水とガスに分解させる「減圧法」が有効な手法であることを、室内実験、数値シミュレーション、及び陸上産出試験で確認したフェーズ1（2001-2008年度）に引き続き、フェーズ2及びフェーズ3では、東部南海トラフ・第二渥美海丘において二度にわたる海洋産出試験を実施して、減圧法の海洋坑井への適用による生産の実証と長期生産挙動予測に資するデータを収集した。

2013年の第1回海洋産出試験では、出砂によりガス生産実験が6日間で終了したものの、海洋坑井に減圧法を適用してメタンハイドレート貯留層からのガス生産が可能であることを世界で初めて示すことができ、119,000 m<sup>3</sup>のメタンガスを生産した。出砂等の技術課題への対応策の検討の後に実施された第2回海洋産出試験では、1坑目では再び出砂に見舞われたものの12日間の連続生産を実現し、出砂原因の究明と対策強化を行って臨んだ2坑目では、悪天候による産出試験一時中断を挟んで24日間の生産を実現し、合計36日間で263,000 m<sup>3</sup>のガスが生産された。また、それぞれの試験に際して、ガス・水生産レートの計量とサンプリング、生産井・モニタリング井における温度等の計測、物理検層、圧力コアの取得と分析など、多くのサンプルとデータが取得され、地下におけるハイドレート分解現象の究明に供された。

一方、第2回海洋産出試験のガス・水生産挙動には事前の予測との差異が見られ、地下の現象に関する理解をさらに進める必要があること、また、得られた生産レートも経済性の要求を満たすには十分であるとは言えず、現象の理解と予測精度の向上、生産レートの安定化と向上などの課題が残された。

また、フェーズ2及びフェーズ3の期間中、我が国周辺海域の資源量評価が継続され、新規に利用可能となった地震探査データを加えた解釈から新たな濃集帯候補も抽出された。加えて、将来の商業生産を目指した海洋開発システムの検討、圧力コア分析技術の開発と我

が国及び協力国のサンプルの分析、海洋産出試験を通じた環境影響評価手法の検討などの成果も得られた。

この期間中、中国が海洋産出試験を実施し、インドも我が国の協力により資源探査を実施して現在海洋産出試験の実施を計画中であり、米国も我が国と協力して陸上でメタン・二酸化炭素置換実験を実施するなど、実験室やコンピュータの中から実際のフィールドに研究の現場が広がっている。その結果、現実の地層の複雑さに研究者・技術者が直面しているのが現状である。我が国は、より長期の生産挙動のデータを取得すべく、長期陸上産出試験の実現を目指している。メタンハイドレートの商業生産には依然高いハードルが存在しており、フェーズ 2 及びフェーズ 3 の期間中に得られた知見を基にして技術開発を継続することが必要である。

本報告書では、第 I 章（はじめに）に引き続き、第 II 章においてフェーズ 2 及びフェーズ 3 の期間中の我が国及び諸外国のメタンハイドレート研究の進展を概括する。また第 III 章では、我が国周辺のメタンハイドレート資源量評価について述べ、第 IV 章でメタンハイドレートからのガス生産技術に関して、海洋産出試験に使用した技術とその結果を含めて示す。第 V 章では関連して実施された基礎的技術検討について述べ、第 VI 章では商業化を目指した開発システムの検討について述べる。第 VII 章では、海洋産出試験に関して実施された調査を含めた環境影響評価について述べ、最後に第 VIII 章で MH21 推進業務を紹介する。

最後に、本報告書は MH21 が内外の民間企業、大学等と実施した研究の成果であり、各自治体、地域関係者の協力で実現できたものである。全ての関係者に感謝いたします。

2019（平成 31）年 2 月

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム

---

## 目 次

### 概要

#### I はじめに

#### II メタンハイドレートの研究開発の現況

1. メタンハイドレートの基礎…………… II-1
2. フェーズ2及び3におけるMH21研究開発の概要と最近の海外の研究開発動向…………… II-6
  - 2.1 フェーズ2及び3におけるMH21研究開発の概要…………… II-6
  - 2.2 最近の海外の研究開発動向…………… II-7

#### III 我が国周辺のメタンハイドレートの資源量評価

1. 資源として成立しうるハイドレート（BSRと濃集帯のコンセプト）…………… III-1
2. 日本周辺海域のメタンハイドレート賦存状況の評価…………… III-3
  - 2.1 BSRの分布…………… III-3
  - 2.2 日本周辺海域のメタンハイドレート濃集帯賦存状況の評価…………… III-5
3. メタンハイドレートシステムの検討…………… III-6
  - 3.1 微生物・遺伝子分析によるメタン生成要因の検討…………… III-6
  - 3.2 堆積盆シミュレータによるメタンハイドレートシステム評価…………… III-7
  - 3.3 まとめと今後の課題…………… III-8
4. 資源量評価のまとめ…………… III-9

#### IV メタンハイドレートからのガス生産技術

1. 生産手法の基本的な考え方と実証の進展…………… IV-1

---

2. 第1回及び第2回海洋産出試験の経緯と使用したシステム	IV-7
2.1 ロケーションの選定と地質条件	IV-7
2.2 試験概要と坑井コンセプト	IV-10
2.3 生産システム（坑内、船上）	IV-17
2.4 出砂対策装置	IV-21
2.5 モニタリング装置	IV-28
2.5.1 坑内モニタリングに関して	IV-28
2.5.2 4成分地震探査	IV-37
3. 第1回及び第2回海洋産出試験で得られたデータと知見	IV-42
3.1 検層・コアのデータと貯留層性状	IV-42
3.1.1 第1回及び第2回海洋産出試験における物理検層とコアリング	IV-42
3.1.2 検層・コアデータからみたメタンハイドレート貯留層の特徴	IV-43
3.1.3 メタンハイドレート貯留層性状のまとめ	IV-44
3.2 ガス・水生産挙動とモニタリングデータ	IV-48
3.3 サンプルの分析	IV-60
3.3.1 生産ガス分析の概要	IV-60
3.3.2 生産水分析の概要	IV-62
4. 海洋産出試験から得られた知見のまとめ	IV-65
5. 長期陸上産出試験を目指した検討	IV-68

## V 基盤技術の開発

1. コア取得技術と実績	V-1
2. コア分析取得技術	V-5
2.1 概要	V-5
2.2 圧力コア解析装置について	V-6

---

---

2.3 分析作業について	V-7
3. モデリングと数値シミュレーション技術	V-8
3.1 MH21-HYDRES	V-8
3.2 COTHMA	V-15
3.3 地層力学（ジオメカニクス）に関する検討	V-19
4. 出砂現象の研究	V-33
4.1 大型室内試験装置	V-33
4.2 CT スキャナによる出砂現象の可視化とメカニズムの解明	V-36
4.3 微生物地層固化の研究	V-43
4.4 出砂シミュレーション	V-47
5. フローアシュアランスの研究	V-51
5.1 可視化実験	V-51
5.2 管内流動に関する実験	V-54
6. 生産性向上の研究	V-58
6.1 坑井刺激と改修技術	V-58
6.2 増進回収法	V-61
7. 気象・海象及び海底地盤の安定性の研究	V-68
7.1 気象・海象	V-68
7.2 海底地盤	V-74
7.3 海底地すべりの研究	V-79
<b>VI 開発システムと経済性・エネルギー収支評価</b>	
1. 開発システムの基本案と課題	VI-1
2. 経済性とエネルギー収支の試算	VI-5

---

---

**VII 環境影響評価に関する研究開発**

- 1. はじめに ..... VII-1
- 2. 環境影響の予測と評価に関する検討 ..... VII-2
  - 2.1 環境影響要因の抽出とベースライン情報の取得 ..... VII-3
  - 2.2 各影響要因に対する影響予測と評価 ..... VII-8
- 3. 環境影響に係るデータ取得 ..... VII-18
  - 3.1 MH 開発で考慮すべき環境影響に係るデータ取得 ..... VII-18
  - 3.2 在来型開発と共通する環境影響に係るデータ取得 ..... VII-25
- 4. まとめ ..... VII-30

**VIII コンソーシアム推進業務**

- 1. 予算の経緯 ..... VIII-1
- 2. 広報活動 ..... VIII-1
  - 2.1 学会・論文発表 ..... VIII-2
  - 2.2 内部連携強化・成果普及・広報活動 ..... VIII-2
  - 2.3 受賞関連 ..... VIII-5
- 3. 知財関係 ..... VIII-6

英語略語表