

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画 (抜粋)

平成31年2月15日

経済産業省

第1章 メタンハイドレート

1. 1 背景

メタンハイドレートとは、低温高压の条件下で、水分子にメタン分子（天然ガス）が取り込まれ、氷状になっている物質である。メタンハイドレートは、よく「燃える氷」と称されているが、温度を上げる、ないしは圧力を下げるなどの変化を与えると、水分子と気体のメタン分子に分離する。分離されたメタン分子は天然ガスの主成分と同じものであり、メタンハイドレートは、近年北米で生産が拡大しているシェールガスと同様に非在来型資源として位置付けられる。

また、メタンハイドレートは、世界でも、水深の深い海底面下や極地の凍土地帯の地層に広く分布している。

我が国周辺海域に賦存するメタンハイドレートは、主に2つの賦存形態が確認されている。砂層型メタンハイドレートは、水深500m以深の海底面下数百mの砂質層内に砂と混じり合った状態で存在し、主に東部南海トラフ海域を中心に賦存が確認されている。表層型メタンハイドレートは、水深500m以深の海底面及び比較的浅い深度の泥層内に塊状で存在し、主に日本海側を中心に賦存が確認されている。

これらメタンハイドレートは、我が国周辺海域に相当量の賦存が期待されており、我が国のエネルギー安定供給に資する重要なエネルギー資源として、商業化に向けた技術開発に取り組んでいる。

1. 2 旧開発計画

(1) 砂層型メタンハイドレート

2013年度から2015年度は、「技術課題への集中的対応」段階として、第1回海洋産出試験結果の分析と技術課題の克服や、第2回海洋産出試験の実施に向けた準備等に取り組む。

2016年度から2018年度は、「商業化の実現に向けた技術の整備」段階として、2015年度末頃に実施する「方向性の確認・見直し」を踏まえ、第2回海洋産出試験の実施と総合的な検証等に取り組む。

我が国周辺海域におけるメタンハイドレートの有望賦存海域の抽出と賦存量の推定に取り組む。

(2) 表層型メタンハイドレート

2013年度以降の3年間は、「表層型メタンハイドレートの資源量把握に向けた集中的な取組」段階として、日本海側を中心に、地質調査や地質サンプルの取得等を実施し、これら調査結果等を踏まえ、資源回収技術に関する技術調査を開始する。

2016年度以降は、2015年度末頃に実施する「方向性の確認・見直し」を踏まえ、資源回収技術の本格調査等に着手する。

1. 3 進捗状況

(1) 砂層型メタンハイドレート

①「技術課題への集中的対応」段階（2013～2015年度）

a) 第1回海洋産出試験結果の分析と技術課題の克服

減圧法^(注3)を用いた第1回海洋産出試験で明らかになった出砂等の生産を行う上で障害となる技術課題について、装置・坑内機器の改良等の技術検討を行い、具体的な解決策を決定した。

また、生産量を増大させる技術として、氷の生成潜熱をメタンハイドレートの分解に利用する手法等について、室内実験や数値シミュレーションによる検討を進めた。

注3) 減圧法：

メタンハイドレートが埋蔵している地層中の圧力を下げることによって、地層内においてメタンハイドレートを水とメタンに分離し、地表から通したパイプを通じてメタンガスを回収する手法。

b) 生産コスト低減に貢献する研究開発

第2回海洋産出試験に向けて、海底機器の改良により装置の設置・回収に要する時間を大幅に短縮するとともに、より低コストで連続生産を実施できる改善策を検討した。

また、将来の商業化を見据えた開発システムの検討においては、要素ごとのコスト低減可能性の検討を行った。

c) 陸上における中長期の産出試験

試験実施地点の選定作業や機器等の設計、地質データ取得計画の策定等を経て、2018年に試掘に向けた準備作業を開始した。

d) 第2回海洋産出試験実施に向けた準備

第2回海洋産出試験の実施に向けた試験計画の策定や、装置の設計・製造等の準備を行った。また、海域環境調査を通じて、第1回海洋産出試験後と第2回海洋産出試験前に関するデータを取得した。

e) 民間企業への知見の共有

海洋・陸上産出試験に関する技術や長期の海洋産出試験・将来の商業化を見据えた開発システム等に関する検討を民間企業と協働することによって、民間企業への知見の共有を図った。

②方向性の確認・見直し（2015年度）

2015年度にプロジェクトの中間評価による研究開発状況の確認を経て、第2回海洋産出試験を実施することとした。

③「商業化の実現に向けた技術の整備」段階（2016～2018年度）

a) 第2回海洋産出試験の実施と総合的な検証

2017年度に減圧法を用いた第2回海洋産出試験を実施した。その結果、第1回海洋産出試験で生じた出砂対策等の技術課題への対応策はおおむね検証できたが、想定どおりに生産量が安定して増加しないなど、新たな課題が生じた。

第2回海洋産出試験後、技術課題や経済性評価、周辺環境への影響等を含めた総合的な検証を実施した。

b) 民間企業の参入を促すための仕組み作り

民間企業への研究開発業務の委託や研究開発成果の対外公表等を通じて、民間企業に対する技術の知見の共有を図った。

その結果、石油開発やエンジニアリングなどの民間企業間においても知見の共有がなされ、海洋産出試験等参画を目的とした民間企業が設立された。

④その他

既存の地震探査データを用いて有望濃集帯^(注4)の抽出を進めた結果、東部南海トラフの内外で複数の濃集帯候補を発見した。

注4) 濃集帯：

砂層中のメタンハイドレートが一定の厚さと広がりを持って密に存在する場。

(2) 表層型メタンハイドレート

2013年度から2015年度は、日本海を中心に資源量把握に向けた調査を実施した。その結果、調査した10海域において、1,742箇所を表層型メタンハイドレートの存在可能性がある地質構造（以下、「ガスチムニー構造」という。）を確認した。また、ガスチムニー構造の内部におけるメタンハイドレートの分布が不連続で広がりやの推定が困難であることや、個々のガスチムニー構造ごとに内部の様子が多様であることが分かるなど、多くの知見が得られた。

2016年度からは、資源量把握に向けた調査結果の外部有識者による検証等を経て、提案公募型による回収技術の調査研究を開始し、合計6提案を採択した。あわせて、表層型メタンハイドレートの分布や形態の特徴等を解明するための海洋調査を実施した。

1. 4 課題

(1) 砂層型メタンハイドレート

①次回海洋産出試験等に向けて解決すべき技術課題

a) 生産の安定性阻害要因の抽出と課題解決

第2回海洋産出試験では、生産量が想定とは異なり、安定して増加しないなど、新たに課題が生じた。このため、これまでの産出試験の取得データを見直し、生産の安定性阻害要因を抽出するとともに、その要因に合わせた解決策を検討する必要がある。

b) 生産量の向上、コスト低減の検討

メタンハイドレートの将来の商業生産を可能とするためには、装置・坑井の設計の最適化や増進回収技術の活用など、大幅な生産量の向上やコスト低減に向けた検討を行う必要がある。

c) 生産挙動予測と技術的可採量評価

生産挙動予測や技術的可採量評価に係る技術は、生産システムの設計や経済性評価を行う上で必要不可欠なものである。

一方、これまで実施された陸上・海洋の産出試験においては、数値シミュレーションによる事前の予測と実際の結果にかい離が生じており、その理由が明らかになっていない。

このため、過去の産出試験や地質調査等のデータを再解析し、かい離の原因を追及し、技術改良を行うことによって、本技術の高信頼化を図る必要がある。

d) 長期生産挙動の把握

これまでに実施された海洋産出試験は最長でも数週間であり、長期安定生産等に関する十分なデータが得られておらず、また、長期安定生産等に関する技術も実証されていないことから、より長期の産出試験が必要である。

e) 有望濃集帯の抽出

有望濃集帯を抽出するためには、最適な抽出条件を追求するとともに、既存の探査データの解析や三次元地震探査による探査データの取得・解析等が必要である。

また、それらの結果を踏まえ、次回の海洋産出試験の実施に向けた試験海域候補地点を抽出し、掘削作業（簡易生産実験を含む）を行う必要がある。

②長期的に取り組むべき課題

a) 新しい技術の取り込み（オープンイノベーション）

経済性の条件を満たす生産システム開発に当たり、生産量向上やコスト低減などの技術課題を解決するためには、既存の資源開発技術にとらわれないアプローチも必要である。

b) 我が国周辺海域の資源量評価

BSR^(注5) マップについては、新たな探査データが取得される都度、分析・評価を行い、改定を続ける必要がある。

また、これまでに抽出したBSRの範囲など、三次元地震探査データによる評価が実施されていない海域については、継続的に評価する必要がある。

注5) BSR :

地震探査で観測される海底疑似反射面（Bottom Simulating Reflector）の略で、砂層型メタンハイドレートの存在を示す指標として用いられる。

c) 経済性の確保や環境保全など、商業化に必要な条件の検討

将来の商業化に向けたプロジェクトで想定される開発システムは、需要家が求める条件や、経済性の確保、環境保全など、商業化に必要な条件を踏まえたものである必要がある。

(2) 表層型メタンハイドレート

①海洋産出試験等に向けて解決すべき技術課題

a) 回収・生産技術の確立に向けた研究開発

2013年度から2015年度に実施した資源量把握に向けた調査の結果、ガストムニー構造の内部におけるメタンハイドレートの分布が不連続で広がり、推定が困難であり、個々のガストムニー構造ごとに内部の様子が多様であることが判明した。

2016年度から開始した回収技術に関する調査研究では、上記調査結果を基に3種類の表層型メタンハイドレートの分布を仮定し、それぞれの回収に関する原理やエネルギー収支を含む経済性評価、商業規模での開発システムの検討等を行っているところである。

今後、これらの検討結果を取りまとめ、評価し、有望技術の特定に向けた検討を行う必要がある。

その上で、資源開発の可能性をより見極めるべく、回収技術に関する調査研究から、回収・生産技術の研究開発へとフェーズを移行させる必要がある。

b) 海洋産出試験の実施場所の特定に向けた海洋調査

表層型メタンハイドレートの賦存状況や海底の状況等を十分に把握するための海洋調査を実施し、それらの結果を踏まえて海洋産出試験の実施場所に関する検討を行う必要がある。

c) 環境影響評価

表層型メタンハイドレートは、海底面及び浅部の泥層内に存在している。

そのため、回収・生産の実施に当たっては、泥などの副次的生成物への対応や海底環境の変化に伴う海洋生態系への影響等、環境への影響を十分に考慮する必要がある。

以上のことから、表層型メタンハイドレートに適した環境影響評価手法の研究開発や海域環境調査によるデータ取得が必要である。

②長期的に取り組むべき課題

a) 経済性の確保や環境保全など、商業化に必要な条件の検討

将来の商業化に向けたプロジェクトで想定される開発システムは、需要家が求める条件や、経済性の確保、環境保全など、商業化に必要な条件を踏まえたものである必要がある。

1. 5 新開発計画

(1) 砂層型メタンハイドレート

①目標

将来の商業生産を可能とするための技術開発を進め、2023年度から2027年度の間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す。

②計画

a) 次回海洋産出試験等に向けた取組（2018～2022年度）

イ) これまでの研究成果の総合的な検証

2017年度に実施した第2回海洋産出試験を中心としたこれまでの研究成果について、技術課題や経済性・環境影響等の観点から総合的な検証を行う。

ロ) 生産技術の開発

これまでの研究成果の総合的な検証を踏まえ、減圧法を用いた生産技術に関する課題解決策を検討する。

生産挙動予測や技術的可採量評価に係る技術の信頼性を向上させるための研究開発を実施する。その取組の一つとして、多くの生産挙動データを低コストで取得できる簡易生産実験手法について検討・開発する。

海洋における長期生産技術の確立に向けて、生産阻害要因改善や経済性改善等に関する技術開発、生産システムの改良を実施する。

長期生産挙動のデータを得るため、比較的単純な条件の下で、低コストに実現できる陸上での長期産出試験を実施する。陸上産出試験の実施に当たって、長期生産技術の実証とガスの有効利用等についても検討する。

ハ) 有望濃集帯の抽出に向けた海洋調査

有望濃集帯の抽出に向けて、三次元地震探査及び解析を実施する。これまでの評価と三次元地震探査の解析結果を踏まえて、有望濃集帯の候補から対象を選定し、より詳細な地質データを取得するため、簡易生産試験を含む試掘作業に取り組む。

二) 環境影響評価

第2回海洋産出試験後の海域環境調査を継続的に実施する。

なお、次回の海洋産出試験の候補地点が決まった場合には、その地点における事前の海域環境調査も実施する。

b) 方向性の確認・見直し (2022年度頃)

「a) 次回海洋産出試験等に向けた取組」の終了時を目途に、生産技術の開発や有望濃集帯の抽出に向けた探査・試掘等、研究開発の進捗状況を検証し、2023年度以降の具体的な目標やスケジュール等の確認・見直しを行う。

c) 方向性の確認・見直しの結果を踏まえた海洋産出試験等 (2023~2027年度頃)

「b) 方向性の確認・見直し」の結果を踏まえ、我が国周辺海域の有望濃集帯における長期生産挙動の確認と生産技術の実証を目的とした海洋産出試験等を実施する。

d) 長期的な取組 (2019~2027年度頃)

イ) 生産量向上・コスト低減などの個別技術における新しい技術の取り込み (オープンイノベーション)

生産量向上・コスト低減などの個別技術課題について、民間企業・研究機関等の持つ技術とそれらの適用性を調査し、新しい技術の可能性を追求する。その結果、有望な技術が発掘された際は、研究に取り込む。

ロ) 我が国周辺海域の資源量評価

我が国周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存ポテンシャルを把握する観点から、物理探査データを用いて、有望濃集帯候補の抽出と賦存量の推定を実施する。

有望濃集帯候補を抽出した際は、より詳細な地質データを取得するための探査・試掘等の調査について検討する。

ハ) 経済性の確保や環境保全など、商業化に必要な条件の検討

経済性の確保や環境保全など、メタンハイドレートの商業化に必要な条件を継続的に検討する。

その条件を踏まえ、研究開発の内容や将来の商業化に向けたプロジェクトで想定される開発システムを柔軟に見直す。

エ) その他

研究開発を効率的に進めるため、組織・分野横断的なチームの設置や、民間企業・大学・研究機関の知見を取り込むための専門家の配置など、研究体制を工夫するとともに、他の研究分野との連携を図る。

また、次のステージに移行する条件を明確にし、その移行期には進捗や成果を検証して、方向性の確認・見直しを行う。

砂層型メタンハイドレートに関する研究活動を分かりやすく伝え、効果的な理解増進に資することを目的として、成果の普及・情報公開を推進する。

(2) 表層型メタンハイドレート

①目標

将来の商業生産を可能とするための技術開発を進め、2023年度から2027年度の間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す。

②計画

a) 海洋産出試験等に向けた取組 (2018～2022年度頃)

イ) 生産技術の開発

2016年度から開始した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引き続き行うとともに、その成果を取りまとめ、評価し、有望技術の特定に向けた検討を行う。

上記検討を踏まえ、回収・生産技術の確立に必要な掘削・砂泥分離・揚収に係る要素技術を中心に、陸上での実験やシミュレーションによる解析を行い、その研究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。

あわせて、海洋産出試験に向けて、掘削から運搬までを考慮した生産システムの検討を行う。

ロ) 海洋産出試験の実施場所の特定に向けた海洋調査

海洋産出試験の実施場所の特定に向けて、自律型無人潜水機（AUV）を用いた詳細地質調査や高分解能三次元地震探査など、表層型メタンハイドレートの賦存状況を把握するための海洋調査を実施する。

また、回収・生産技術の研究開発に必要な海底の状況（地盤、底層流、海底下のメタンガス、メタンブルーム等）を把握するための海洋調査を実施する。

さらに、これらの調査結果や海域環境調査の結果を踏まえ、海洋産出試験の実施場所に関する検討を行う。

ハ) 環境影響評価

砂層型メタンハイドレートや海底熱水鉱床等における環境影響評価に関する研究成果を参考に、表層型メタンハイドレートに適した環境影響評価手法の研究に取り組む。

また、上記の研究の進捗を踏まえ、実海域での水質・底質・生物相に係るベースライン調査等の海域環境調査を実施する。

b) 方向性の確認・見直し（2022年度頃）

「a) 海洋産出試験等に向けた取組」の終了時を目途に、回収・生産技術の研究開発や海洋産出試験の実施場所の特定に向けた海洋調査、環境影響評価の進捗状況を確認し、将来の海洋産出試験への移行の可否など、今後の具体的な目標やスケジュール等の確認・見直しを行う。

c) 方向性の確認・見直しの結果を踏まえた海洋産出試験等（2023～2027年度頃）

「b) 方向性の確認・見直し」の結果を踏まえ、我が国周辺海域の表層型メタンハイドレートを対象とした回収・生産技術の実証を行うことを目的とした海洋産出試験等を実施する。

あわせて、海洋産出試験前後における環境影響評価を行う。

d) 長期的な取組（2019～2027 年度頃）

イ) 経済性の確保や環境保全など、商業化に必要な条件の検討

経済性の確保や環境保全など、メタンハイドレートの商業化に必要な条件を継続的に検討する。

その条件を踏まえ、研究開発の内容や将来の商業化に向けたプロジェクトで想定される開発システムを柔軟に見直す。

e) その他

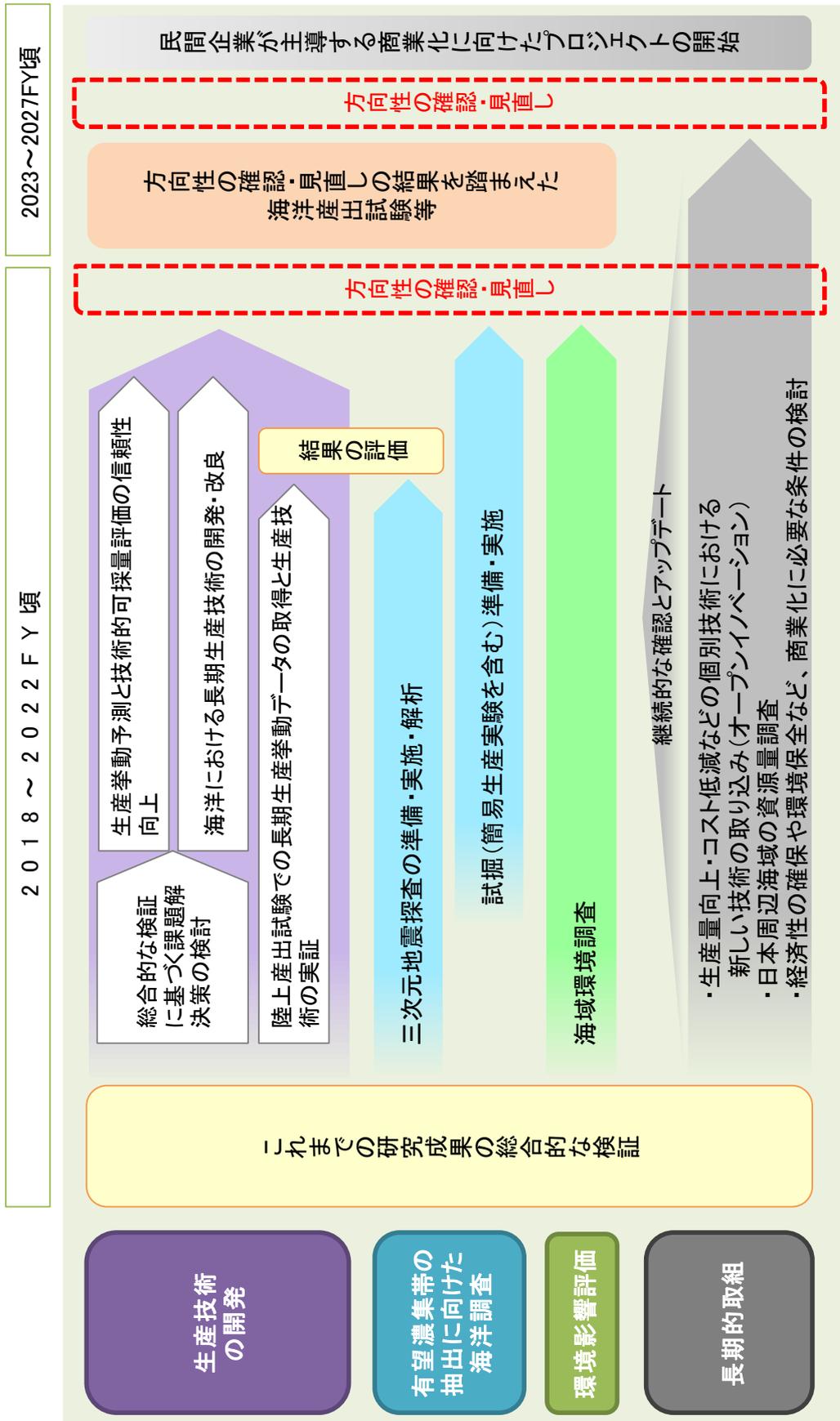
回収・生産技術の研究開発の体制や海洋調査データの共有のあり方等について検討する。

表層型メタンハイドレートに関する研究活動を分かりやすく伝え、効果的に理解増進に資することを目的として、成果の普及・情報公開を推進する。

砂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。



表層型メタンハイドレード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。

