

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

評価用資料

平成30年11月21日

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油・天然ガス課

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

国立研究開発法人産業技術総合研究所

プロジェクト名	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			
行政事業レビューとの関係	平成30年行政事業レビューシート 0208			
上位施策名	主要政策・施策：海洋政策、科学技術・イノベーション、国土強靱化施策 主要経費：エネルギー対策 関係する計画、通知等： ○エネルギー基本計画（平成30年7月3日閣議決定） ○海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定） ○経済財政運営と改革の基本方針2018（平成30年6月15日閣議決定） ○未来投資戦略2018（平成30年6月15日閣議決定） ○科学技術イノベーション総合戦略2017（平成29年6月2日閣議決定） ○国土強靱化基本計画（平成26年6月3日閣議決定） ○海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（平成25年12月24日 経済産業省）			
担当課室	石油・天然ガス課			
プロジェクトの目的・概要 日本周辺海域に相当量の賦存が期待されるメタンハイドレートについて、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、将来の商業生産を可能とするために必要な技術開発を行う。				
予算額等（委託） （単位：億円）				
開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成13年度	終了予定なし	平成17~18年度 平成20年度 平成23年度 平成27年度 平成30年度	未定	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 国立研究開発法人産業技術総合研究所
H27FY 執行額	H28FY 執行額	H29FY 執行額	総執行額 (H28~30FY)	総予算額 (H13~30FY)
135 億円	87 億円	140 億円	362 億円	1,235 億円
※ 予算額及び執行額は、メタンハイドレートの研究開発に係る額を記載している。また、評価対象外である表層型メタンハイドレートの調査に係る額を含んでいる。 ※ 事業遂行の都合上、一部予算を翌年度へ繰越しているため、執行額が予算額を上回る年がある。				

I. 研究開発課題（プロジェクト）概要

1. メタンハイドレートの研究開発について

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。

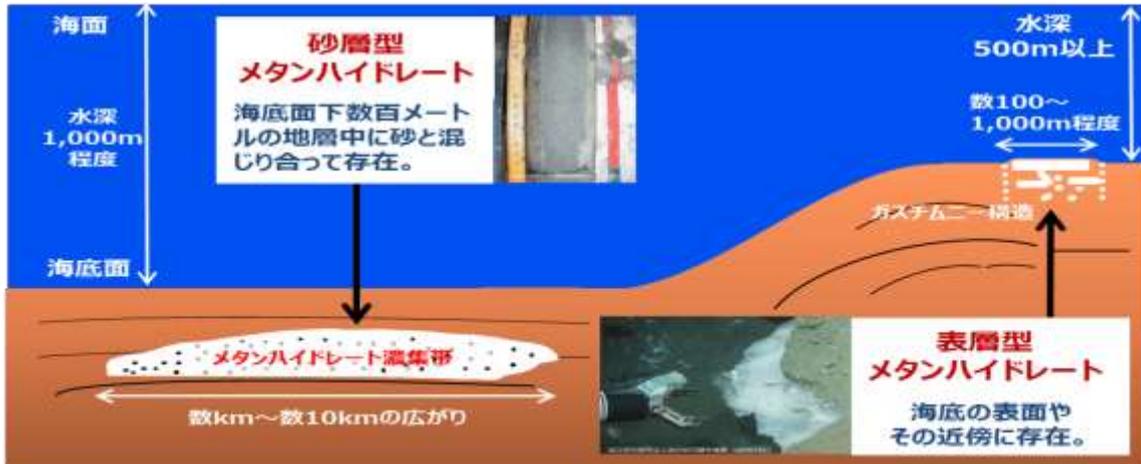
なお、表層型メタンハイドレートは調査段階であるため、国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業における今回の中間評価の対象は、砂層型メタンハイドレートが対象となる。

メタンハイドレートの研究開発は、エネルギー基本計画（平成30年7月閣議決定）や海洋基本計画（平成30年5月閣議決定）等において、政府の主要施策の一つとして位置付けられている。

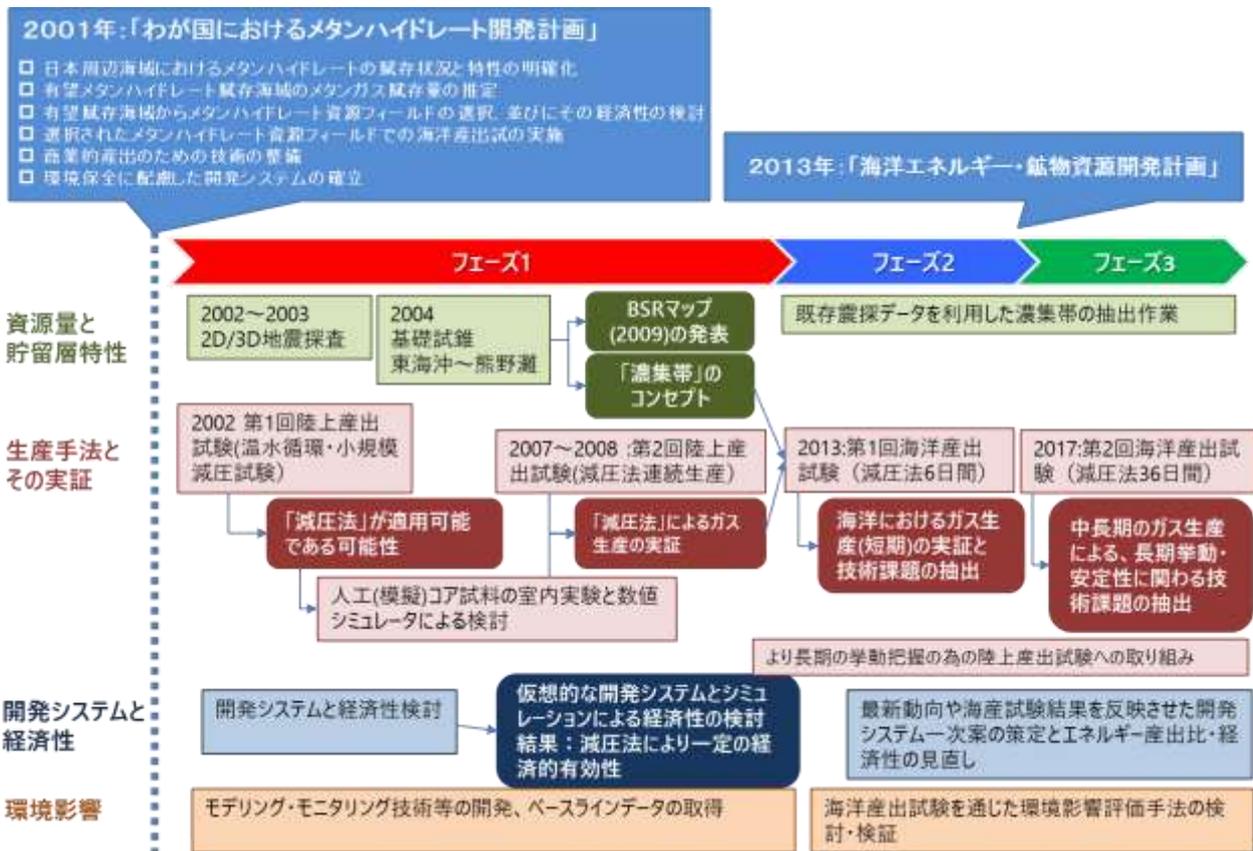
<メタンハイドレートの研究開発に関する海洋基本計画の書きぶり（概要）>

- 日本周辺海域に相当量の賦存が期待されるメタンハイドレートについては、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。
- 民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトが平成30年代後半（2023～2027年度）に開始されることを目指して、将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める。
- 砂層型メタンハイドレートについては、これまでの研究成果を適切に評価した上で、長期間の安定生産を実現するための生産技術の確立、経済性を担保するための資源量の把握、商業化を睨んだ複数坑井での生産システムの開発等について取り組む。
- 表層型メタンハイドレートについては、広く技術的な可能性に機会を与え、回収・生産技術の調査研究を引き続き行うとともに、有望な手法が見つかった場合には研究対象を絞り込み、商業化に向けた更なる技術開発を推進する。

- 我が国の国内資源
 - 在来型 — 原油、天然ガス
 - 非在来型 — 水溶性天然ガス、メタンハイドレートなど
- メタンハイドレート: メタンガスと水が低温・高圧の状態 で結合した氷状の物質 ⇒ 「燃える氷」



メタンハイドレートの賦存形態



砂層型メタンハイドレートの研究開発に係る進行状況

2. 事業アウトカム

砂層型メタンハイドレートの研究開発は、平成28年度から30年度をフェーズ3と位置付けている。

フェーズ3の成果として求められるのは、商業化の実現に向けた更なる展開が妥当か否かを適正に評価でき、かつ、将来的に必要となる知見が継承されるような技術の基盤を整備することである。

そこで、現状の技術レベルに鑑み、フェーズ3の達成目標を以下のとおり設定し、そのための取組を強化することとした。

事業アウトカム指標		
【指標】 民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトの開始		
【設定根拠】		
○ エネルギー基本計画（平成26年4月 閣議決定、平成30年7月 閣議決定）		
○ 海洋基本計画（平成25年4月 閣議決定、平成30年5月 閣議決定）		
中間評価時（平成30年度）	目標： I. 一定期間の生産実験を通じて、将来的に長期のガス生産が可能な技術基盤が構築しうると判断できる知見・データが蓄積されていること。	実績： ○ 第2回海洋産出試験を実施し、減圧法により合計36日間のフローを実現した。 ○ 第1回海洋産出試験で生じた技術課題を克服して、対策技術の有効性を確認するとともに、減圧法による長期生産を実現するための知見を蓄積した。一方で、生産レート向上の必要性など、新たな課題が生じた。
	目標： II. 一定期間の生産実験を通じて、ガスの生産挙動が把握されており、更に長期のガス生産挙動についても一定の精度で予測可能な技術レベルに達していると判断できること。	実績： ○ 長期の生産挙動予測につながるデータが取得できた。生産挙動は、事前予測と実際の結果には差が見られた一方で、多くの貯留層データ・モニタリングデータを取得することができた。

	<p>目標：</p> <p>Ⅲ. 技術検討等を通じて、実現可能性の高い開発システムの基本案が提示され、かつ、将来の商業化が可能と示唆されるような経済性の評価や、商業化段階での環境面の検討ベースとなる環境影響手法等が提示されていること。</p>	<p>実績：</p> <p>○ 生産挙動予測結果を前提とした開発システム基本案を提示したが、まだ不確実性が高い。また、海洋産出試験の環境モニタリング等を通じて、環境影響評価手法の妥当性を確認し、経済性に関する検討も進めた。</p> <p>○ 日本周辺海域の賦存量評価に関する多くの知見を得ることができた。</p>
終了時評価時（終了予定なし）	目標：－	実績：－
目標最終年度（未定）	目標：民間企業が主導する商業化に向けたプロジェクトの開始	

3. 研究開発内容及び事業アウトプット

(1) 主たる研究開発内容

イ. 第2回海洋産出試験の実施

平成25年に実施した第1回海洋産出試験において、海洋坑井（水深1,000m、海底面下300m）において減圧法の適用が実現可能であり、ハイドレートを分解させてガスが生産できることが証明できた。

しかしながら、出砂により作業が6日間で終了させざるを得なかったため、安定的なガス生産が可能であることは証明できず、また経済性の評価において最も重要である長期的なガス生産挙動に関する情報を十分に得ることができなかった。

そのため、その後、平成27年度までを技術課題に対する集中的対応期間として、出砂対策技術の改善や緊急離脱の可能性を下げるとともに再接続を容易にするための海底設備の改善、坑内機器の改善によるガス水分離効率の改善、取得データの質と量の改善のためのモニタリング装置の改良などの検討の研究開発を実施した。

その後、平成28年度から30年度までのフェーズ3においては、技術課題への対応策の検証し、長期的な生産挙動の予測のためのデータを取得するため、第2回海洋産出試験を実施することとした。

第2回海洋産出試験は、

- 出砂対策装置・生産用機器の機能の改良などによって、安定的な減圧を実現すること（海底での生産を実現するための技術的な課題の克服）
- それによって、ハイドレート分解挙動に関する中長期的な情報を得ること（貯留層の条件・応答の知識を得て、経済性の評価・今後の研究会開発目標の検討などに資すること。）

の2つを主目的として、2坑の坑井で合計1か月程度のガス生産実験を行うこととした。

また、第2回海洋産出試験は、第1回海洋産出試験との比較ができるようにするため、引き続き、第1回海洋産出試験の実施場所である第2渥美海丘で実施することとした。

作業オペレータは、日本メタンハイドレート調査（株）が担い、（国研）海洋研究開発機構の地球深部調査船「ちきゅう」を傭船して作業した。

なお、本試験は、可燃性天然ガスの試掘作業として、鉱業法や鉱山保安法を遵守して実施されている。

平成28年5～6月：事前掘削

- 調査井・モニタリング用坑井の掘削と物理検層データの取得（地層の状況の把握）
- 温度・圧力モニタリング装置の設置（×2坑井）
- 生産井の浅い部分（ハイドレート濃集帯より上部）の掘削（×2坑井）

平成29年4～7月：ガス生産実験

- 生産井ハイドレート濃集区間掘削（×2坑井）
- 出砂対策装置・坑内機器設置（×2坑井）
- ガス生産実験（×2坑井）

平成30年4～6月：追加データ取得と廃坑作業

- 出砂などのトラブル原因の追究や貯留層の特性をよりよく知るための追加データ取得（2坑井で圧力コア取得及び検層作業実施）
- 各坑井よりモニタリング装置を回収（長期計測データ取得）
- 廃坑作業と原状復帰

第2回海洋産出試験の実施にあたっては、フェーズ2（平成21年度から平成27年度）の研究成果を引き継ぎ、

- 出砂対策手法として、グラベルの欠点（グラベルが流出・移動する可能性）を克服し力学的にも安定な形状記憶ポリマーを使った出砂対策装置 GeoFORM™（Baker Hughes Inc.）に、金属ビーズインサートを追加した装置を開発し、検証の上で使用した。（坑底で膨張させるタイプと、膨張させたものを設置するタイプの2タイプを使用）
- 第1回試験で使用した掘削船の掘削用ライザーは設置・回収に時間がかかり、気象・海洋の影響も受けやすいため、改修作業用のワークオーバーライザーを使用して、作業時間の短縮、緊急離脱の可能性の低減、坑井の切り替えと離脱時の再接続の容易化を図る。
- 坑内機器の配置を改良し、坑内ガス水分離効率を改善する。

などの技術課題への対応策を適用した。

第2回海洋産出試験は、2坑の生産井を掘削し、2タイプの出砂対策装置の比較のためにそれぞれ異なる出砂対策装置（あらかじめ傍聴した GeoFORM と坑底で膨張させた GeoFORM）に設置し、試験中に坑井の切り替えを実施することとした。

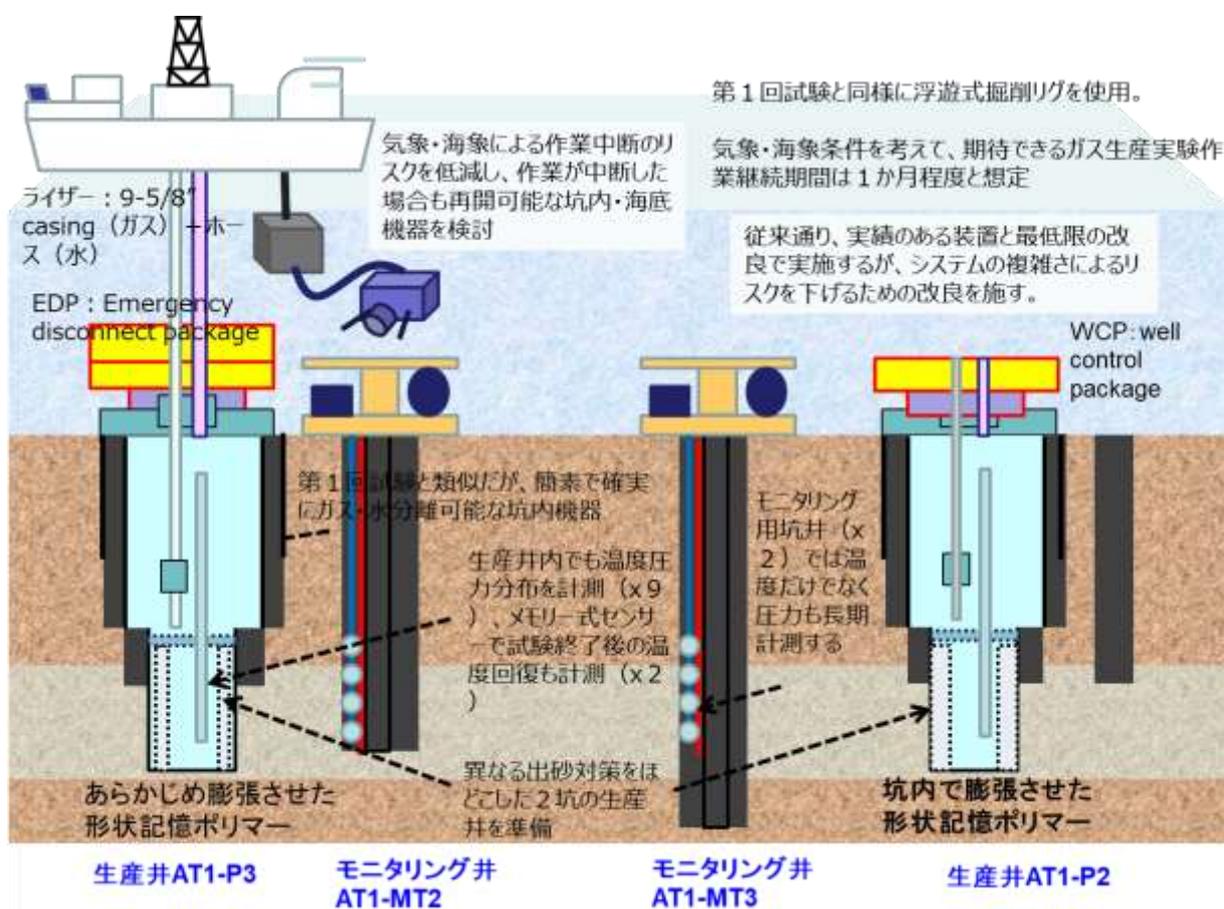
また、メタンハイドレートの分解をモニタリングするために、2坑のモニタリング井を設置して、長期（2年間）の温度・圧力計測を実施することとした。

試験結果の詳細は後述するが、1坑目では出砂により作業を12日間で打ち切ったものの一定圧力で継続的なデータを取得でき、追加の出砂対策を講じた2坑目では、天候悪化による計画離脱を行ったものの、24日間のフローを実現できた。

この試験において、生産井、モニタリング井において多くのデータ（ガス・水生産レート、温度、圧力、ガス・水・砂サンプルなど）を取得し、長期的な挙動を予測するための重要な情報を得ることができた。

また、平成30年度に実施した追加データ取得（2坑の坑井を新たに掘削しての物理検層及び圧力コア取得）、4成分地震探査、環境モニタリングなどで、ハイドレート分解範囲の広がりや物性変化、環境影響などの多くの情報が得られ、解析に供されている。

一方、ガス生産挙動は事前の予想と異なっており、取得したデータを利用して地下で起きた現象を理解した上で、予測精度を上げること、さらに生産の安定性と生産レートの向上が課題として残された。現在、フィールド開発技術グループ、生産手法開発グループ、資源量評価グループ、環境チームが一体となって、これらの課題に取り組んでいる。



第2回海洋産出試験の概念図

	AT1-P3	AT1-P2
試験期間*	2017年5月2日16:00~ 2017年5月15日11:00 #1 flow 5/2 16:00-5/3 7:30 (0d15h30m) (ESD誤作動による休止) #2 flow 5/3 21:10-5/15 11:00 (11d13h50m) 合計フロー期間: 12d5h20m	2017年5月31日20:30~ 2017年6月28日18:50 #1 flow 5/31 20:30-6/20 23:00 (20d2h30m) (荒天による計画切り離し) #2 flow 6/22 20:30-6/24 8:10 (1d11h40m) (管内ハイドレート除去作業) #3 flow 6/25 14:25-6/25 15:20 (0d0h55m) (管内ハイドレート除去作業) #4 flow 6/26 4:50-6/28 18:50 (2d14h0m) 合計フロー期間: 24d4h5m
最大減圧度	7.85MPa (13.0MPa - 5.15MPa)	瞬時値6.73MPa (13.0MPa - 6.27MPa) 安定期間 約5MPa (13.0MPa - 8MPa)
累積生産量	ガス: 40,849.9Sm ³ 水: 922.5m ³	ガス: 222,587.1 Sm ³ 水: 8246.9m ³
主要イベント	出砂検出期間 #1 5/4 4:30~5/6 6:00 #2 5/11 5:00~5/15 5:00	出砂なし 計画切り離し 6/21 6:15-6/22 11:30

第2回海洋産出試験の結果概要

ロ. 陸上産出試験

より長期（1年程度）の生産挙動を知るための長期産出試験を比較的低コストで、かつ柔軟性を持って実施すべく、長期陸上産出試験の実現を目指した。

米国との協力により、アラスカにおいて試験の実現性を探っており、これまでに試験候補地点を決定し、試掘作業に向けて準備を進めている。

また、出砂対策装置、坑内機器、モニタリング装置などについては、日本のこれまでの知見を活かせること、陸上での知見を海洋にフィードバックできることなどから、日本側が主導で研究開発を進めている。

(2) 事業アウトプット

事業アウトカムを達成するため、13項目の分野別課題を設定し、それぞれ目標を設定している。

	フェーズ3の目標 (事業アウトカム)	フェーズ3の分野別課題 (事業アウトプット)	研究分野
I	一定期間の生産実験を通じて、将来的に長期のガス生産が可能となる技術基盤が構築できると判断できる知見・データが蓄積されていること。	①海洋産出試験の実施	フィールド開発技術
II	一定期間の生産実験を通じて、ガスの生産挙動が把握されており、更に長期のガス生産挙動についても一定の精度で予測可能な技術レベルに達していると判断できること。	②メタンハイドレート資源フィールドの特性評価	フィールド開発技術
		③長期陸上産出試験に係る作業の実施	フィールド開発技術
		④生産性増進化技術の開発	生産手法開発
		⑤生産性・生産挙動評価技術の高度化	生産手法開発
III	技術検討等を通じて、実現可能性の高い開発システムの基本案が提示され、かつ、将来の商業化が可能と示唆されるような経済性の評価や、商業化段階での環境面の検討ベースとなる環境影響手法等が提示されていること。	⑦海洋開発システムの検討	フィールド開発技術
		⑧環境リスクの分析と対策の検討	環境
		⑨環境モニタリング技術の開発	環境
		⑩海洋産出試験における環境影響評価	環境
		⑪経済性の評価及びその他の取組	経済性評価・その他 (フィールド開発技術)
I～III以外の課題		⑫日本周辺海域のメタンハイドレート賦存状況の評価	資源量評価
		⑬メタンハイドレートシステムの検討	資源量評価

事業アウトカム達成のための分野別課題（事業アウトプット）

事業アウトプット指標		
①海洋産出試験の実施（研究分野：フィールド開発技術）		
指標目標値（計画及び実績）		
中間評価時（平成30年度）	<p>目標：</p> <p>a. 1ヶ月程度の安定した減圧が実現されること。</p>	<p>実績：一部達成</p> <p>2坑で生産を実施し、数週間程度の減圧状態の維持を実現。ただし、試験期間の都合上、目標である「1ヶ月程度の安定した減圧」までは検証できず。</p>
	<p>目標：</p> <p>b. 緊急離脱や計画切り離しが生じないか、生じても早期に復帰できること。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>生産試験中に悪天候による計画切り離しを実施したが、早期の復帰を実現。</p>
	<p>目標：</p> <p>c. 安定したガス生産が実現されること。</p>	<p>実績：一部達成</p> <p>P2井及びP3井において、多量の水生産、出砂等により生産停止を余儀なくされたが、一定期間フローをコントロールしながらの安定生産は達成。</p>
	<p>目標：</p> <p>d. 上記 a.～c.について問題が生じた場合、その原因が究明され、対策が立案されること。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>P3井にて出砂が発生したが、各種データからその原因はほぼ特定され、出砂対策について一定の見通しを得た。</p> <p>ガス・水分離については、P3井においては機能したが、水生産量の多かったP2井では十分に機能せず、その対策に関して新たな検討が必要。</p>
	<p>目標：</p> <p>e. ガス・水レートの計測、生産井・モニタリング井における圧力・温度計測などのデータ取得により、貯留層特性評価と貯留層応答に関するデータが取得され、課題②の特性評価、更には開発システム検討に利用できるようになること。</p>	<p>実績：達成</p> <p>ガス・水レートの計測、生産井・モニタリング井における圧力・温度などのデータ、圧力コアサンプルが取得され、課題②の特性評価、更には開発システム検討に資する多くの貯留層特性評価と貯留層応答に関するデータを取得。</p>

【目的と達成目標】

第2回海洋産出試験の目的は、第1回海洋産出試験で明らかになった海洋坑井に減圧法を適用する上での技術課題（出砂、坑内ガス・水分離、長期安定操業など）の解決策を検証すること、また、技術課題を克服した上で1ヶ月程度の期間の貯留層応答のデータを取得し、安定的な減圧の維持とガス生産が実現可能であることを示すことが目的である。

そのため、

- 1ヶ月程度の安定した減圧が実現されること
- 緊急離脱や計画切り離しが生じないか、生じても早期に復帰できること
- 安定したガス生産が実現されること
- これらについて、問題が生じた場合はその原因が究明され、対策が立案されること
- ガス・水レートの計測、生産井・モニタリング井における圧力・温度計測などのデータ取得により、貯留層特性評価と貯留層応答に関するデータが取得され、②の特性評価、更には開発システム検討に利用できるようになること

を目標とした。

【研究開発の実施内容】

平成27年度（フェーズ2）に実施された事前掘削に引き続き、平成28年度はガス生産実験を実施して、データを取得する。

平成28年度は、作業計画の立案・体制構築などとともに、技術課題への対応策である坑内機器、出砂対策装置などの設計・製造・試験を進め、ガス生産実験への準備を整える。

平成29年度は、取得データの評価・解析を進めて、技術課題の克服がなされたか評価する。新たな課題が明らかになった場合は、問題点の解明と、その課題への対策の検討を行い、陸上産出試験での対策技術の評価や、研究開発計画を策定する。

平成30年度は、より詳細な解析を継続して実施する。

【成果・達成状況】

平成29年度に第2回海洋産出試験を実施し、減圧法により2本の生産井（P2及びP3）において合計約36日間の生産を達成、ガス・水レート、坑内の圧力・温度データ、圧力コアサンプル等、貯留層特性、貯留層応答に関わる多くのデータを取得した。

2坑井で生産を実施したところ、出砂、出水、再ハイドレート化などの要因により目標とした減圧度にまでは達しなかったが、減圧を維持することはでき、一定期間フローをコントロールしながらの安定生産は達成できた。しかしながら、目標にある「1ヶ月程度の安定した減圧」が実現できたとまでは言えない。

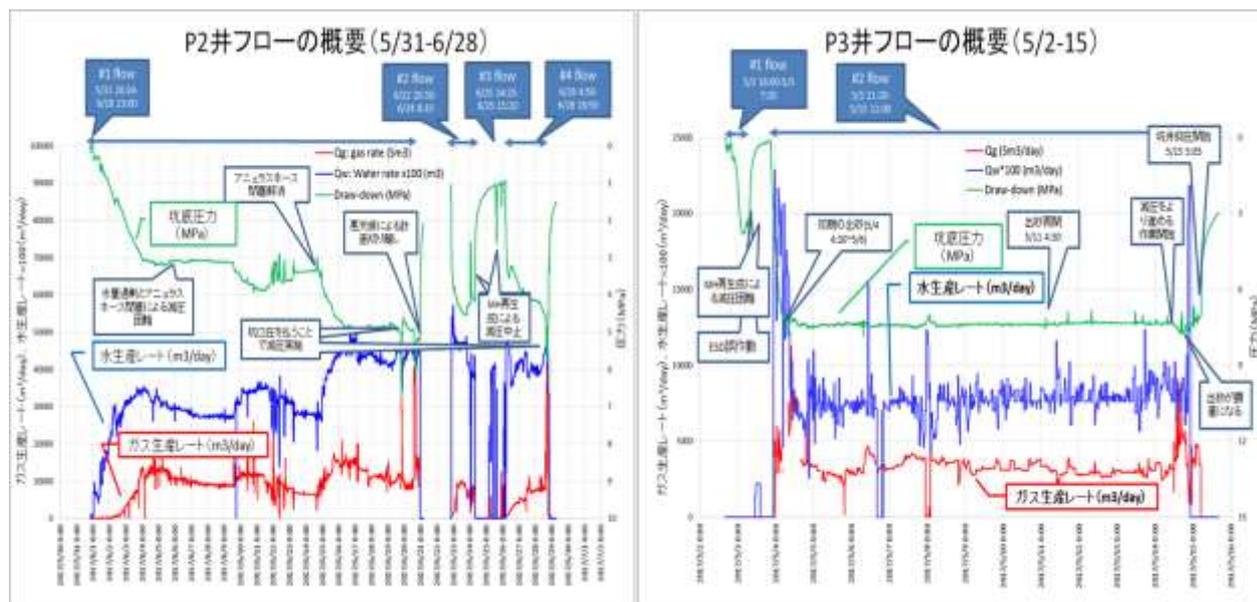
第1回試験で明らかになった技術課題の一つ「出砂」については、出砂対策装置そのものの見直しを実施し、2本の生産井に異なる手法で設置し試験を行った。P3井では、出砂が生じ試験を約12日間で終了したものの、事後の検討から、出砂は対策装置そのものではなく、坑井最下部に設置された逆止弁が原因である可能性が高いと判断している。また、P2井生産時には約24日間出砂は確認されなかったことから、出砂対策に関して一定の見直しは得られたと考えている。

「ガス・水分離」についても第1回試験の結果を踏まえて坑内機器の設計を見直し、P3井生産

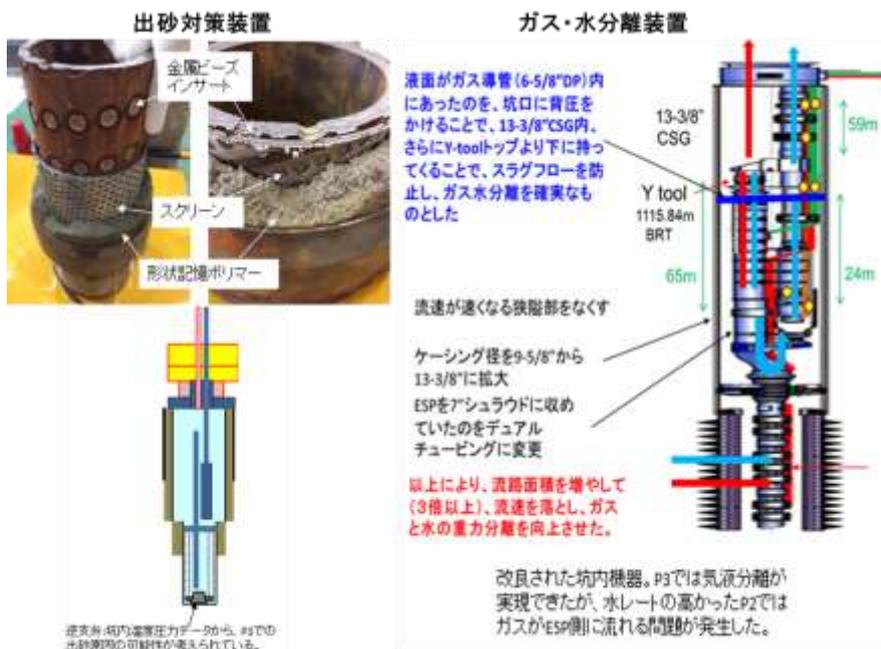
時には改良した機器は十分に機能し坑内でのガス・水分離をほぼ達成できた。一方、生産水の量が想定以上に多かったP2井では、坑内分離が適切に機能せず7割以上のガスが水ラインから生産され、分離効率が水生産量に依存することが分かった。

長期生産時には重要となる荒天待機等に対する対応については、P2井試験中に悪天候により海底坑口装置の計画切り離しを実施したが、早期に復帰させることができ、長期の操業にも対応可能である事が示せた。

上記から、出砂対策や長期安定操業時の技術課題については、一定程度見通しが得られたと考えているが、ガス・水分離などの課題については、新たな検討が必要である。



第2回海洋産出試験の結果（ガス・水レート、圧力等の推移）



出砂対策装置及びガス・水分離装置

事業アウトプット指標		
②メタンハイドレート資源フィールドの特性評価（研究分野：フィールド開発技術）		
指標目標値（計画及び実績）		
中間評価時（平成30年度）	<p>目標：</p> <p>a. 海洋・陸上それぞれについて検層・コア・試験結果等のデータを総合化して貯留層モデルを構築して、長期挙動の予測を行う。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>第2回海洋産出試験で得られた生産データは、シミュレーションによる事前予測とは異なる傾向を示したため、同試験で得られた検層・コア・試験結果等のデータを踏まえて貯留層モデル（及び物理モデル）の見直しを検討中。</p> <p>また、陸上の暫定的な貯留層モデルによって、事前予測（生産レートの規模感の把握）を実施。（暫定的な貯留層モデルは試掘で取得予定のデータを用いて見直す必要あり。）</p>
	<p>b. 信頼性のあるデータを海洋開発システムの検討や経済性・エネルギー収支評価に引き渡す。</p>	<p>実績：未達成</p> <p>信頼性のあるデータ（長期生産挙動予測）を海洋開発システムの検討や経済性・エネルギー収支評価に引き渡すことは、事前予測と実際の生産挙動に乖離がある現段階では困難と言わざるを得ない。</p>

【目的と達成目標】

海洋及び陸上のそれぞれについて、資源量評価グループ及び生産手法開発グループと共同で、長期の生産挙動予測や経済性評価が実現できることが目的である。

そのため、海洋・陸上それぞれについて検層・コア・試験結果等のデータを総合化して貯留層モデルを構築して、長期挙動の予測を行い、信頼性のあるデータを海洋開発システムの検討や経済性・エネルギー収支評価に引き渡すことが目標である。

【研究開発の実施内容】

平成28年度は事前掘削で取得されたデータの解析などから、第2回海洋産出試験実施地点の貯留層評価の高精度化を進めて、仕上げ区間の決定、作業上の地質リスク（出砂・出水等）の検討、試験計画の策定などを行う。

また、長期陸上産出試験に関して試験候補地点の貯留層評価、試掘におけるデータ取得計画の策定、取得データの分析などを進める。

平成29年度から30年度は、第2回海洋産出試験で取得されたデータを用いて、貯留層モデルの検証と評価を進めて、信頼性のある長期挙動の予測が実現できるように情報を整理して、資源量評価グループ・生産手法開発グループと共同で長期挙動の予測を行い、海洋開発システムの検討や経済性・エネルギー収支評価に結びつける。

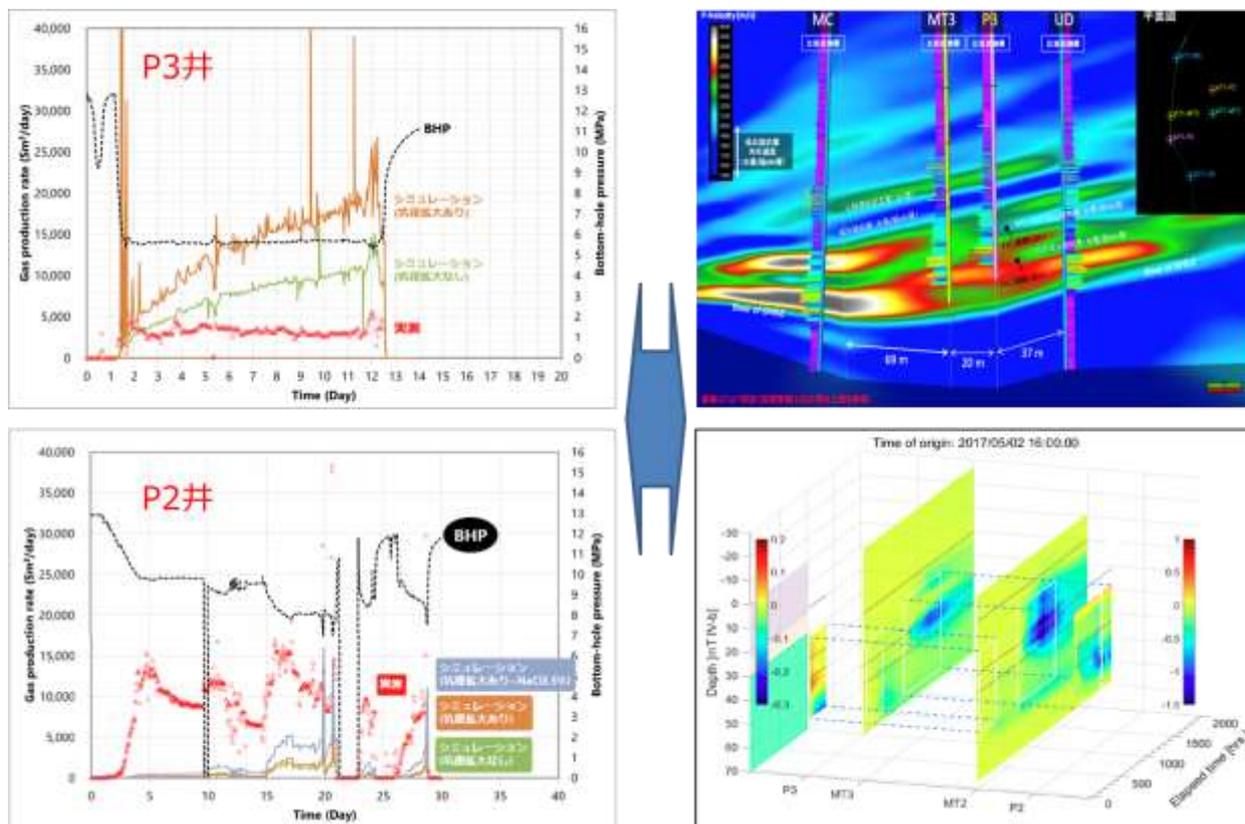
【成果・達成状況】

第2回海洋産出試験で得られたデータの解析を進めるとともに、試験後にもコアの取得や検層による追加データの取得を実施した。コアや検層については、現在も分析、解釈を進めている段階である。また、陸上試験候補地周辺の既存データに基づき、暫定的な貯留層モデルを構築した。

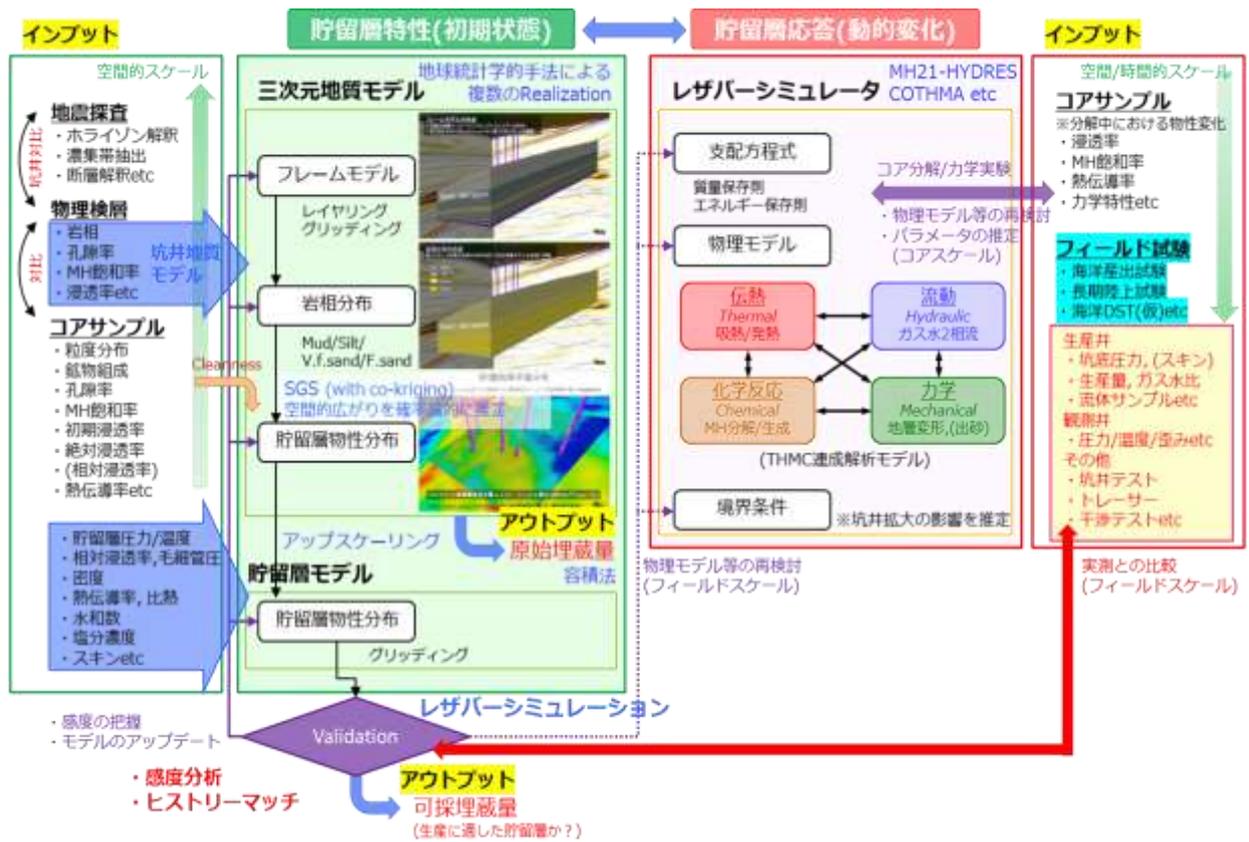
第2回海洋産出試験で得られた生産データは、シミュレーションによる事前予測とは異なる傾向を示した。

これらの結果をもとに、シミュレーションによる予測と実際の生産挙動の乖離の原因について検討しており、貯留層モデルの見直しに加え、物理モデル（シミュレータに組み込まれた物理変化を表現する数式）の見直しも検討しているところである。

前述の通り、現段階では信頼性の高い長期生産挙動予測が達成できているとは言えないため、「信頼性のあるデータ」を海洋開発システムの検討や経済性・エネルギー収支評価に引き渡すことは現時点で困難と言わざるを得ないが、より信頼性のあるデータを得るための検討を継続している。



シミュレーションによる生産予測と実績、地震探査・検層データとの比較



シミュレーションによる生産挙動・技術的可採量の推定概念

事業アウトプット指標		
③長期陸上産出試験に係る作業の実施 (研究分野: フィールド開発技術)		
指標目標値 (計画及び実績)		
中間評価時 (平成30年度)	<p>目標:</p> <p>適切な試験計画を立案し、実施体制を確立する。</p>	<p>実績: ほぼ達成</p> <p>陸上産出試験の試験計画を米国側と協議し策定中であり、試験の実施計画、実施体制についてはほぼ確立された。</p>
	<p>目標:</p> <p>1年程度のガス生産実験を実現して、ガス生産量の増大傾向が見られるか確認し、必要なデータの取得を行うこと。</p>	<p>実績: 評価せず</p> <p>1年程度のガス生産実験については、米国側との調整により、遅延中。近々実施予定の試験結果にも依存するが、実現までには早くても数年を要する見込み。</p>

	<p>目標：</p> <p>海産試験で明らかになった課題や、生産挙動がおもわしくない場合の対応策の検証や、生産量の増進策の適用・検証。</p>	<p>実績：一部達成</p> <p>海産試験で明らかになった課題や、生産挙動がおもわしくない場合の対応策の検証、生産量の増進策の適用・検証については、可能な限り生産試験のプログラムに盛り込むべく検討中。</p>
--	---	---

【目的と達成目標】

商業化の可否の検討に必要な年単位の生産が実現できて、生産挙動が予測できるようになることが目的である。

そのために、適切な試験計画を立案し、実施体制を確立して、1年程度のガス生産実験を実現して、ガス生産量の増大傾向が見られるか確認し、必要なデータの取得を行うことが目標である。また、海産試験で明らかになった課題や、生産挙動がおもわしくない場合の対応策の検証や、生産量の増進策の適用・検証も目標の一部である。

【研究開発の実施内容】

平成28年度は試験を実施する候補地点を確定させて、オペレータの選定など日米共同の実施体制を確立し、また、技術課題の検討と技術開発、データ取得計画の立案、機器の設計等を進めて、更に試掘を行って試験実施の可否を判断する。

実施が可能と判断された場合はただちに敷地造成・機器製造などの作業インフラ構築に着手して、平成29年度から30年度にガス生産実験を実現して、長期挙動に関わるデータを取得する。また、これらの作業を通じて、「長期安定的な生産や生産量の増大」を妨げる要因（海洋産出試験で明らかになった課題を含む）を検討し、対策を講じるための試験の仕様を立案して、可能なものは適用して評価する。

【成果・達成状況】

長期陸上産出試験については、米国エネルギー省（DOE）傘下の米国エネルギー技術研究所（NETL）と継続して協議を実施してきた。試験の候補地選定、試験計画策定にあたっては、NETL、米国地質調査所（USGS）、鉱区権者等の多岐にわたるステークホルダーと種々の協議が必要であったため、当初想定より時間を要したものの、試掘井（Stratigraphic Test Well）の掘削実施計画などに関してほぼ合意に至り、試掘井を年度内に実現できる見通しとなった。また、試掘井掘削時の実施体制についてもほぼ合意できた。

しかしながら、1年程度のガス生産試験の実現は、試掘井の結果にも依存し、早くてもまだ数年を要する見込みである。

現在、試掘井掘削計画の詰め作業と併せて、試掘井掘削後の生産試験に向けたプログラムの検討作業を継続しているところであるが、海産試験で明らかになった課題の検証や生産挙動が思わしくない場合の対応策、生産量の増進策等を当該プログラムに盛り込むべく検討を実施している。

事業アウトプット指標		
④生産性増進化技術の開発（研究分野：生産手法開発）		
指標目標値（計画及び実績）		
中間評価時（平成30年度）	<p>目標：</p> <p>a. 様々な生産増進回収法について、想定される商業規模での適用性について検証し、提示する。また、細粒砂蓄積、メタンハイドレート・氷生成などの貯留層障害対策技術に関して検証・整備する。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>様々な生産増進法に関して、室内実験や数値シミュレーションを用いた検討を行った結果、各手法の増進効果は確認されたが、貯留層条件によっては、適用性に違いがあることを明らかにした。また、地盤を加振する場合の効果が高い周波数を1次元流れの室内透水実験にて明らかにした。</p>
	<p>目標：</p> <p>b. 安定な坑底圧制御を実現するため、坑井内での気固液流動解析を通じた良好な気液分離法の開発やハイドレート再生成などの流動障害に関して想定される商業規模での対策技術の整備を進める。</p>	<p>実績：一部達成</p> <p>高圧・塩水下の気液二相流の流動状態を把握できるように、実坑井規模の流動実験装置を導入するとともに、生産時の坑井内の高圧下でのメタンガス・水の気液二相流流動解析用の数値シミュレータの開発を行い、様々な条件下での流動場の検討が出来るようにした。</p>
	<p>目標：</p> <p>c. 大型室内試験装置や数値シミュレータなどを用いて、開発した生産性増進技術、生産障害対策技術などの効果について提示する。また、減圧法適用時の地層変形挙動の実験的評価を実施する。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>大型室内試験装置を用いて減圧法適用時の地層変形の計測や強減圧法の実験を検証した。</p>

【目的と達成目標】

メタンハイドレート層からのメタンガスの商業的生産のための技術の整備を行うためには、メタンハイドレート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生産手法の開発が必要である。このような目的のもと、フェーズ3では、以下の目標を設定する。

砂泥互層からなるメタンハイドレート層に減圧法を適用した場合のメタンガスの生産性及び回収

率は、初期貯留層温度が高いほど増加するが、生産過程における貯留層温度の低下に起因して、徐々に生産量は低下する。そのため、氷の生成潜熱をハイドレート分解に用いる強減圧法など様々な生産増進回収法の目標回収率を60%以上と設定し、想定される商業規模での適用性について検証し、提示する。また、細粒砂蓄積、メタンハイドレート・氷生成などの貯留層障害対策技術に関して検証・整備する。

更に、安定な坑底圧制御を実現するため、坑井内での気固液流動解析を通じた良好な気液分離法の開発やハイドレート再生成などの流動障害に関して想定される商業規模での対策技術の整備を進めるとともに、大型室内試験装置や数値シミュレータなどを用いて、開発した生産性増進技術、生産障害対策技術などの効果について提示する。また、減圧法適用時の地層変形挙動の実験的評価を実施する。

【研究開発の実施内容】

地層温度を回復し二次回収する手法として開発してきた様々な生産増進回収法や、長期にわたるメタンガスの安定的な生産を行うためにスキン形成等による浸透性の低下などの貯留層障害対策の検証・整備や、メタンハイドレート再生成による流動障害などの対策技術の整備を行う。

また、生産増進回収法や生産障害対策技術などについて、大型試験装置や数値シミュレータなどの検証を通して、想定される商業規模での適用性について検証・整備するなど、生産性増進技術の開発、坑井内流動障害対策技術の開発及び大型室内試験装置による実証に取り組むこととする。

【成果・達成状況】

「生産性増進技術の開発」として、氷の生成潜熱をハイドレート分解に用いる強減圧法、2本の坑井間で電流を通して、その抵抗によって地層を加熱する通電加熱法、MH層内での部分酸化による発熱を加熱源とする部分酸化法など、様々な生産増進法に関して、室内実験や数値シミュレーションを用いた検討を行った。その結果、各手法では、増進効果が確認されたが、例えば、大水深海底下に存在する貯留層では強減圧法による増進効果が認められないなど、その貯留層条件による適用性に違いがあることを明らかにした。また、低浸透率層（スキン層）の除去対策技術である地盤に振動を与えて、孔隙内の細粒分を取り除き、透水性の改善を行う手法では、14～20kHzの加振周波数の場合に最も効果が高いことを室内実験にて検証した。

「坑井内流動障害対策技術の開発」として、坑井内を想定した高圧・塩水下の気液二相流の流動状態を把握できるように、実坑井規模の流動実験装置を導入するとともに、生産時の坑井内の高圧下でのメタンガス・水の気液二相流流動解析用の数値シミュレータの開発を行い、様々な条件下での流動場の検討が出来るようにした。

「大型室内試験装置による実証」として、原位置での貯留層の浸透率を再現した土層を用いて減圧試験を行い、地層変形挙動に関する知見を得るとともに、生産増進法の一つである強減圧法適用時には氷生成の現象を示唆する結果も得るなど、増進効果に関して検証した。これまでの研究開発では、室内実験や数値シミュレーションにより、その効果等が検証されてきた。今後は、これらの結果を基に、現場での適用性について、検討を進めていく必要がある。

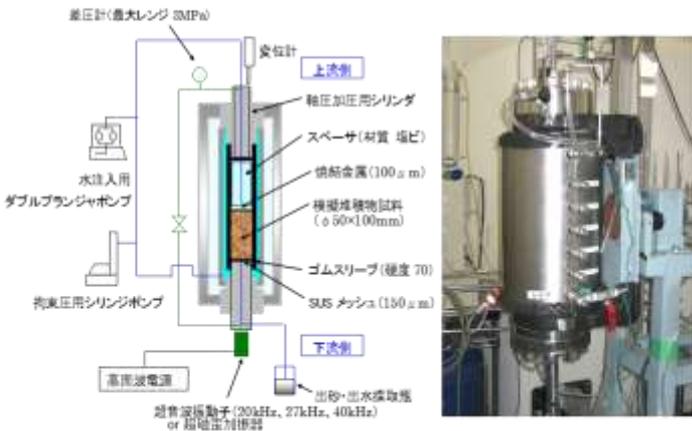
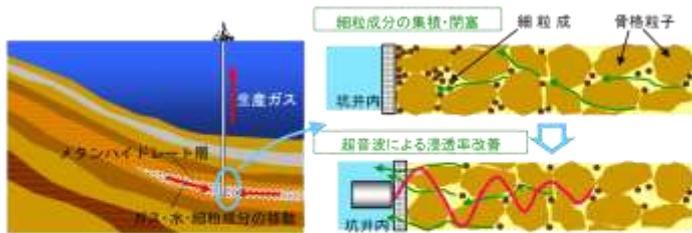
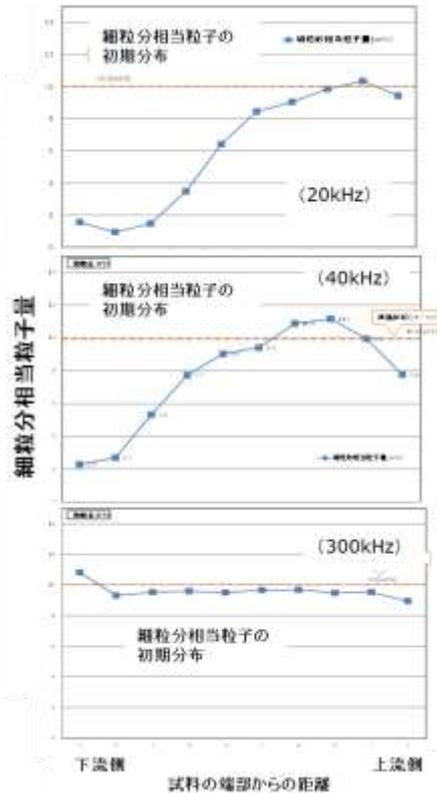


図 小型実験装置(今回実験で使用)
(試料寸法:φ5cm×10cm、1次元流れの透水実験用)



低浸透率層(スキン層)の除去対策技術

事業アウトプット指標		
⑤生産性・生産挙動評価技術の高度化(研究分野:生産手法開発)		
指標目標値(計画及び実績)		
中間評価時(平成30年度)	<p>目標:</p> <p>a. 生産シミュレータに対し各種生産増進法および貯留層障害が取り扱えるように生産シミュレータの機能拡張や、ユーザーインターフェースを改良して、操作性を向上させる。</p>	<p>実績:達成見込み</p> <p>生産シミュレータに対して生産増進法などが取り扱えるように機能拡張を行うとともに、シミュレータの操作性を向上させた。</p>
	<p>目標:</p> <p>b. 長期生産時の広域にわたる生産挙動および地層変形などを高精度に評価するために、海洋産出試験地などで取得した保圧コア解析を実施し、解析技術の高度化を図る。</p>	<p>実績:達成</p> <p>開発した保圧コア評価装置群によって、初期水浸透率、絶対水浸透率、浸透率異方性などの水理特性や、一軸圧縮強度、三軸圧縮強度、圧縮・膨潤係数などの力学特性などの精緻な貯留層パラメータの取得が可能となった。</p>

	<p>目標：</p> <p>c. 取得した高精度の貯留層パラメータを反映させた貯留層モデルを開発し、開発したモデルを用いて、海洋産出試験などの生産性・生産挙動予測を実施し、試験計画策定に反映させるほか、試験結果の検証から生産シミュレータの信頼性向上を進める。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>第2回海洋産出試験(ガス生産試験)に関して、坑井データを基に貯留層モデルを構築し、様々な2次元モデルや3次元モデルを用いた検証を行い、MH飽和率分布の不均質性が生産挙動に与える影響や、シミュレータに組み込まれているモデルの精度などについて把握した。</p>
	<p>目標：</p> <p>d. 海洋産出試験などの検証を通して得られた貯留層モデルを用いて、生産シミュレータによる解析から、想定される商業規模生産における生産システムについて経済性および合理性について評価する。</p>	<p>実績：一部達成</p> <p>生産休止期間を設けて数十年周期で繰り返し生産するサイクリック法では、長期的に安定的なガス生産レートが維持される解析結果が示された。</p>

【目的と達成目標】

メタンハイドレート層からのメタンガスの商業的生産のための技術の整備を行うためには、坑井のガスの生産能力及びメタンハイドレート資源フィールドの長期的な生産挙動を高い精度で予測・解析する評価技術の開発・改良が必要である。このような目的のもと、フェーズ3では、以下の目標を設定する。

フェーズ2までに開発を進めてきた生産シミュレータのさらなる実用性を図るため、産出試験や大型室内装置による実験から得られる実証データの検証を通じて、数値解析の精度向上を果たすとともに、生産シミュレータに対し各種生産増進法及び貯留層障害が取り扱えるように生産シミュレータの機能を拡張する。また、ユーザーインターフェースを改良して、操作性を向上させる。

長期生産時の広域にわたる生産挙動及び地層変形などを高精度に評価するために、海洋産出試験の実施地点などで取得した保圧コア解析を実施するとともに、解析技術の高度化を図る。

更に、取得した高精度の貯留層パラメータを反映させた貯留層モデルを開発し、開発したモデルを用いて、海洋産出試験などの生産性・生産挙動予測を実施し、試験計画策定に反映させるほか、試験結果の検証から生産シミュレータの信頼性向上を進める。

海洋産出試験などの検証を通して得られた貯留層モデルを用いて、生産シミュレータによる解析を行い、想定される商業規模生産における生産システムについて経済性及び合理性について評価する。

【研究開発の実施内容】

貯留層の浸透性、熱特性、圧密特性等の変化及び貯留層障害等を評価する解析ルーチンの開発・

改良を行い、海洋産出試験などの検証を通じた生産シミュレータの機能強化を達成する。

また、生産シミュレータに入力する三次元貯留層モデルについては、海洋産出試験地等で取得した保圧コアの解析、高精度の物性パラメータを取得するための解析技術の高度化を図るとともに、断層などの不連続性や不均質な貯留層パラメータ等の導入を検討し、海洋産出試験などで得られる長期生産時の広域にわたる生産挙動などを検証し、精度向上を図る。

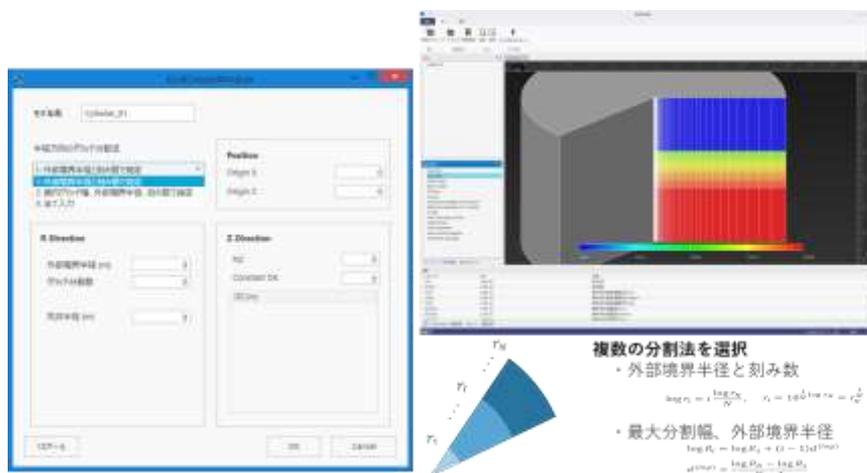
これらの成果を通じて、貯留層特性に応じて経済性を最大化させる生産手法と生産システムの総合評価を進めるなど、生産シミュレータの機能強化・改良、高精度貯留層モデルの開発及び産出試験の予測・検証及び商業規模生産の生産性評価に取り組むこととする。

【成果・達成状況】

「実用化生産シミュレータの改良・機能強化」として、通電加熱法やCO₂圧入法などが取り扱えるように機能を拡張するとともに、入力データ作成を支援するためのグラフィカルユーザーインターフェイス（GUI）プログラムの改良・機能強化を行い、操作性を向上させた。

「高精度貯留層モデルの開発及び産出試験の予測・検証」では、開発した保圧コア評価装置群によって、初期水浸透率、絶対水浸透率、浸透率異方性などの水理特性や、一軸圧縮強度、三軸圧縮強度、圧縮・膨潤係数などの力学特性などの精緻な貯留層パラメータの取得が可能となった。また、第2回海洋産出試験（ガス生産試験）に関して、坑井データを基に貯留層モデルを構築し、様々な2次元モデルや3次元モデルを用いた検証を行い、メタンハイドレート飽和率分布の不均質性が生産挙動に与える影響や、シミュレータに組み込まれているモデルの精度などについて把握した。

「商業規模生産の生産性評価」として、砂泥互層の比率など代表的なメタンハイドレート濃集帯の特徴を擬似的に反映した3次元貯留層モデルに対して、生産休止期間を設けて数十年周期で繰り返し生産するサイクリック法を適用した場合の商業生産の可能性について検討した。数値解析の結果では、休止期間を設けずに全坑井を稼働し続けた場合に比べて、サイクリック法を適用する方が総ガス生産レートのピークを抑え、より長期的にガス生産レートが維持される結果が得られるなど商業生産を検討する場合の安定的な生産手法の可能性が示唆された。これまでの研究開発によって、コア分析技術などモデリング技術の高度化が進んだ。今後は海洋生産試験にて得られた流体流動挙動の検証などのために、原位置にて取得された保圧コアを用いた分析等を進め、シミュレータに組み込まれている浸透性、熱物性などのモデルの見直し・更新を進める必要がある。



作成支援ツールの一例（円筒座標モデル作成画面）

事業アウトプット指標		
⑥地層特性評価技術の高度化（研究分野：生産手法開発）		
指標目標値（計画及び実績）		
中間評価時（平成30年度）	<p>目標：</p> <p>a. 長期の動的な地盤挙動を解析するための構成式の最適化などを図るための実験パラメータなどの取得を行う。また、ユーザーインターフェースを改良して、操作性を向上させる。</p>	<p>実績：達成</p> <p>室内実験結果を基に長期の変形挙動を取り扱えるように構成式の改良を行うとともに、入力データの作成支援や解析結果の後処理用に、プリ／ポストプロセッサの機能を追加し操作性を高めた。</p>
	<p>目標：</p> <p>b. 減圧法適用時の坑井周辺の地盤挙動に関して、圧潰などのリスク回避、坑井の健全性の確保のため、坑井仕上げ法や坑底圧制御などの最適条件を提示するとともに、海洋産出試験などの検証を通して、長期生産時の広域での地層変形などを評価し、地層変形シミュレータの精度向上を図る。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>地層変形シミュレータを用いて、第2回海洋産出試験時の地層変形に関する解析を通して、精度向上を図った。</p>
	<p>目標：</p> <p>c. 出砂評価装置を用いた出砂対策技術の検証を行う。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>出砂現象の検討のために導入した大型出砂評価試験装置を用いて、室内にて連続通水試験を行い、細粒砂の移動は生じやすいが、出砂現象には至らないことを本装置で確認した。</p>

【目的と達成目標】

メタンハイドレート層からのメタンガスの商業的生産のための技術の整備を行うためには、生産に伴う地層変形・圧密挙動について長期的な安全性を保証するための地層特性評価技術の改良が必要である。このような目的のもと、フェーズ3では、以下の目標を設定する。

フェーズ2までに開発を進めてきた地層変形シミュレータで地盤挙動をより高精度で取り扱えるように、長期の動的な地盤挙動を解析するための構成式の最適化などを図るための実験パラメータなどの取得を行う。また、ユーザーインターフェースを改良して、操作性を向上させる。

減圧法適用時の坑井周辺の地盤挙動に関して、圧潰などのリスク回避、坑井の健全性の確保のため、

坑井仕上げ法や坑底圧制御などの最適条件を提示するとともに、海洋産出試験などの検証を通して、長期生産時の広域での地層変形などを評価し、地層変形シミュレータの精度向上を図る。また、出砂評価装置を用いた出砂対策技術の検証を行う。

【研究開発の実施内容】

地層変形シミュレータに対して、長期・広域の地盤挙動をより高精度で取り扱えるように構成式の改良等による機能強化を図るとともに、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ついて総合的な評価が可能になるように、第2回海洋産出試験や室内実験などの検証を通して、地層変形シミュレータの精度を向上させる。

また、これらの成果を通じて、長期生産時の広域での地盤挙動や坑井近傍からのメタンガス漏洩の可能性などの評価を進めるなど、地層変形シミュレータの機能強化・改良と坑井周辺力学挙動・広域地層変形評価に取り組むこととする。

【成果・達成状況】

「地層変形シミュレータの改良・機能追加」では、長期の動的挙動が評価できるように、室内実験結果を基にMH飽和率や地層変形の時間依存性を考慮した構成式の改良を行った。また、入力データの作成を支援するプリプロセッサ及び解析結果の後処理を行うポストプロセッサの機能を追加し操作性を高めた。

「坑井周辺力学挙動・広域地層変形の評価」では、地層変形シミュレータを用いて、第2回海洋産出試験時の地層変形に関する解析を通して、精度向上を図った。また、出砂現象の検討のために導入した大型出砂評価試験装置を用いて、室内にて連続通水試験を行い、細粒砂の移動は生じやすいが、出砂現象には至らないことを本装置で確認した。これまでの研究開発によって、地層変形シミュレータに、長期の地層変形挙動を表現する構成式などが追加され、シミュレータの機能向上は進んだと考えられる。今後は、実フィールド規模での長期の広域での検証等を行い更なるシミュレータの検証を進める必要がある。



地層変形シミュレータ用の入力データの作成支援ツール(入力画面の一例)

事業アウトプット指標		
⑦海洋開発システムの検討（研究分野：フィールド開発技術）		
指標目標値（計画及び実績）		
中間評価時（平成30年度）	<p>目標：</p> <p>a. 開発システムの基本案が提示されて、その実現に必要な技術が提示されている。</p>	<p>実績：達成</p> <p>開発システムの基本案を提示し、将来の商業化を見据えて必要な技術を抽出、研究開発計画案を作成。</p>
	<p>目標：</p> <p>b. 経済性・エネルギー収支などの情報が示されている。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>経済性・エネルギー収支を評価し、将来の商業化の実現性の判断に資する情報が示された。 （ただし、現時点では技術的不確実性は極めて大きく、技術開発の進展に伴い継続的にアップデートすることが重要。）</p>
	<p>目標：</p> <p>c. 海洋におけるより長期のフローが実現できる見通しが示されている。</p>	<p>実績：一部達成</p> <p>海洋におけるより長期のフローが実現できる見通しについて、海洋産出試験を通じて課題解決を進めたが、現時点で確実なことを示すことは困難。</p>
	<p>目標：</p> <p>d. 我が国周辺海域における貯留層状況のデータが提示されている。</p>	<p>実績：一部達成</p> <p>我が国周辺海域における貯留層状況のデータは、限定的ではあるが可能な範囲で提示。</p>
	<p>目標：</p> <p>e. 気象・海象・ジオハザードなど作業の支障となる外的要因が抽出されてデータが得られている。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>第2渥美海丘周辺海域においては、気象・海象・海底土質などに係るデータを取得。</p>

【目的と達成目標】

実現性がある海洋開発システムのシナリオを提示し、商業化の実現性の判断と今後の研究計画立案に資する情報を提示することが目的である。

そのため、開発システムの基本案が提示されて、その実現に必要な技術が提示され、経済性・エネルギー収支などの情報が示されていることが目標である。

また、海洋におけるより長期のフローが実現できる見通しを示し、我が国周辺海域における貯留

層状況のデータを提示し、気象・海象・ジオハザードなど作業の支障となる外的要因が抽出されてデータが得られていることも目標である。

【研究開発の実施内容】

平成28年度から29年度で、それまでの検討（第2回海洋産出試験、3ヶ月から1年を期間とする海洋産出試験の基本計画策定作業、及び開発システム検討）に基づいて、実現可能性の高い開発システムの基本案を提示する。また、経済性向上のための改善策を示す。

平成29年度から30年度には、第2回海洋産出試験の結果も考慮して、海洋での長期挙動を実証するのに必要な、より長期の海洋産出試験の基本設計を策定して、実現可能性と費用、期間、技術開発要素等を示す。

また、より長期の試験を実現できる海域の候補を示し、気象・海象・海底地盤・貯留層特性・海域環境などの情報を示す。以上に基づき、平成31年度以降に検討が必要な技術開発課題と研究プログラム案を提示する。

【成果・達成状況】

海洋開発システムについては、現時点で考えうる複数のシナリオを提示し、これらに対し検討を実施した。

各シナリオ（開発システム案）に対し、開発コスト・操業コストの評価などを実施するとともに、システムの簡素化・最適化などによるコスト削減の可能性を検討するなど、より現実的な開発システムの検討を進めた。また、それに基づく経済性、エネルギー収支などに関する検討も実施した。

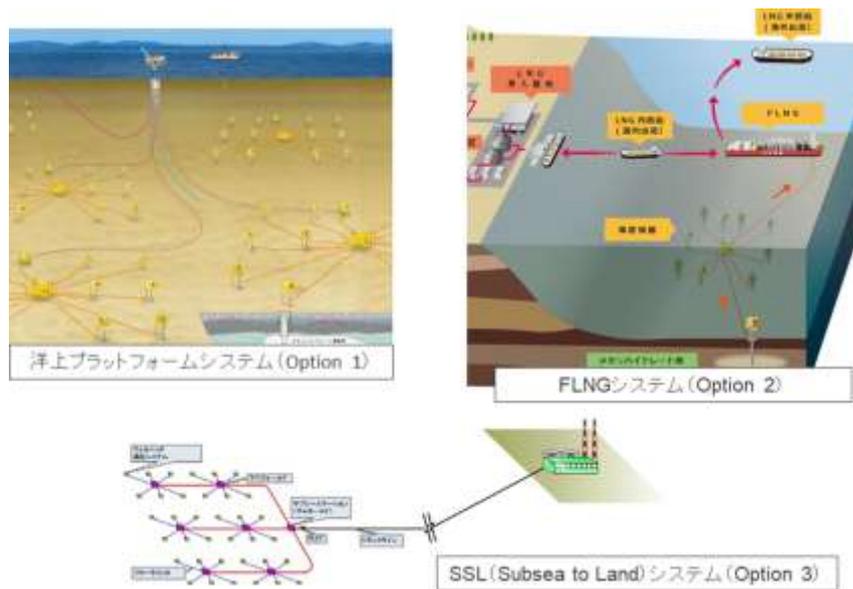
さらに、将来の商業化を見据え、必要な技術を抽出した「技術マップ」を作成し、商業化までの目標（技術レベル）に到達するための研究開発計画案を作成した。

現段階では従来の生産挙動予測に基づいた結果を得ているものの、前述の通り、生産挙動予測等の技術的不確実性は極めて大きいと認識しており、技術開発の進展に伴い継続的に開発システム並びに経済性、エネルギー収支等の評価をアップデートすることが重要と認識している。

「海洋における長期のフローが実現できる見通し」については、安定的な長期フローを達成できておらず、また信頼性のある長期生産挙動予測も達成できていないため、現時点では示すことは困難である。

我が国周辺海域における貯留層状況のデータについては、限定的ではあるが、可能な範囲で提示した。

気象・海象・ジオハザードなど作業の支障となる外的要因については、第2渥美海丘周辺海域においては、第2回海洋産出試験実施時も含めて気象・海象・海底土質などに係るデータが得られている。



開発システム一次案（候補）

事業アウトプット指標		
⑧環境リスクの分析と対策の検討（研究分野：環境）		
⑨環境モニタリング技術の開発（研究分野：環境）		
⑩海洋産出試験における環境影響評価（研究分野：環境）		
指標目標値（計画及び実績）		
中間評価時（平成30年度）	<p>目標：</p> <p>a. 第2回海洋産出試験を通じた環境影響の予測・評価を通じて、商業生産の最小単位と考えられる単一坑井でのガス生産を対象とした影響予測手法と影響評価手法を提示する。</p>	<p>実績：達成</p> <p>第2回海洋産出試験で想定される各種の環境影響要因を抽出し、それらの影響予測と評価を実施。</p> <p>予測・評価結果と海域環境調査等で取得した実データとの比較を通じて、予測・評価結果及び手法の妥当性を確認。</p>

	<p>目標：</p> <p>b. 小規模のガス生産に伴う環境影響の程度を適切に把握するための手法として、深海底環境において1年間程度の期間、安定した連続計測が可能な環境モニタリングシステムを構築するとともに、第2回海洋産出試験の前後にかけてモニタリングを行い、メタン漏洩及び地層変形に関するデータを取得する。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>第1回海洋産出試験で適用したシステムに一部改良を加えた環境モニタリングシステムにより、第2回海洋産出試験のガス生産実験前後にかけての十分な期間で連続計測を実施。</p> <p>試験時のメタン濃度の変化及び地層変形の検討に資するデータを取得している。</p>
	<p>目標：</p> <p>c. b.の結果を踏まえ、商業生産時の環境影響を把握するための計測手法について、コンセプトとして整理する。</p>	<p>実績：ほぼ達成</p> <p>環境モニタリングの知見から、各センサーの特性や長短所を確認。</p> <p>これらの知見もとに、各センサーの適用条件を整理し、ベースとなりうる計測手法の適正化を進めている。</p>
	<p>目標：</p> <p>d. 定期的に海域環境に関する調査を実施し、商業生産時の環境影響評価のベースとなる環境データを整理する。これらの結果を踏まえ、商業生産時の環境影響を把握するための調査手法について、コンセプトとして整理する。</p>	<p>実績：達成</p> <p>第2回海洋産出試験前後において定期的に海域環境に関する調査を実施し、環境影響を検討するうえで必要なデータを継続して取得。</p> <p>現在、試験海域をモデル海域として位置付け、試験海域の環境特性の整理や調査手法等の適正化を進めている。</p>

【目的と達成目標】

メタンハイドレートの商業生産に際しては、開発に伴う環境影響について適切に評価を行いながら進めることが重要であり、海洋産出試験を通じて段階的にそのための手法を検討する必要がある。このためフェーズ3では、以下を目標とする。

第2回海洋産出試験を通じた環境影響の予測・評価を通じて、商業生産の最小単位と考えられる単一坑井でのガス生産を対象とした影響予測手法及び影響評価手法を提示する。

また、小規模のガス生産に伴う環境影響の程度を適切に把握するための手法として、深海底環境において1年間程度の期間、安定した連続計測が可能な環境モニタリングシステムを構築するとともに、第2回海洋産出試験の前後にかけてモニタリングを行い、メタン漏洩及び地層変形に関する

データを取得する。同様に、定期的に海域環境に関する調査を実施し、商業生産時の環境影響評価のベースとなる環境データを整理する。これらの結果を踏まえ、商業生産時の環境影響を把握するための計測手法や調査手法について、コンセプトとして整理する。

【研究開発の実施内容】

環境リスクの分析と対策の検討として、フェーズ3では、第2回海洋産出試験を対象とし、環境リスクの見直しを行い、抽出された主要な環境リスク要因についてシミュレーション等による予測を行う。予測結果については、環境モニタリングや環境調査で得られるデータをもとに検証を行い、シミュレーション手法等の適正化を図る。

また、広域的かつ長期間に渡る将来の商業生産時の環境影響を予測するための手法に関する検討を進め、生態系への影響を評価するためのベースモデルを構築する。

環境モニタリング技術の開発として、フェーズ3では、第1回海洋産出試験時に実施したモニタリングにより抽出された技術課題への対策（システム形状の適正化やセンサーの信頼性向上など）を講じ、深海底環境において1年間程度安定した連続的な計測が可能なモニタリングシステムの開発を進める。第2回海洋産出試験では、同システムを用いてメタン濃度や地盤沈下についてのモニタリングを行い、変化の程度を確認するとともに、モニタリングシステムの検証を行う。モニタリングシステムに技術的な課題が生じた場合には、その対応策を検討する。

また、開発したモニタリングシステム等をベースに、広域的かつ長期間に渡る将来の商業生産時のモニタリングを想定した計測手法についてのコンセプトを整理する。

海洋産出試験における環境影響評価として、フェーズ3では、第1回海洋産出試験での影響評価結果や「環境リスクの分析」で実施する予測結果等を基に、第2回海洋産出試験を対象とした環境影響評価を実施する。また、試験に伴う環境変化についての検証データを取得するために、試験前後にかけて、試験海域及び周辺海域において、水質・底質・生物相についての調査を実施する。得られた調査結果と環境モニタリング結果と合わせて、予測結果及び評価結果についての検証を行い、調査手法及び評価手法について適正化を図る。最終的な評価結果や調査結果については、第1回海洋産出試験での評価結果と合わせて、小規模なガス生産試験の環境影響評価事例として整備する。

また、得られた結果等をベースに、広域的かつ長期間に渡る将来の商業生産時の環境影響を把握するための調査手法や評価手法についてのコンセプトを整理する。

【成果・達成状況】

環境リスクの分析と対策の検討として、第1回海洋産出試験での検討等をベースに、第2回海洋産出試験で想定される主要な環境リスク（生産水排出・メタン漏洩・掘り屑の堆積など）を抽出し、各種シミュレーション等により変化が生じる範囲や期間等を予測するとともに、環境モニタリング（地層変形、メタン濃度）や海域環境調査（水質、底質、生物等）で取得した実データと比較した。この結果、影響を評価するうえで顕著な相違が確認されなかったことから、試験規模のガス生産の影響の評価に資するための予測手法としては妥当であると判断した。

一方で、商業生産規模のガス生産を想定し、生物への影響検討のベースとなる生態系モデルの構築も進めた。生態系モデルの構築に際しては、海域環境調査等で取得した環境データを用いて各季節の代表的な環境状態の再現計算等を実施し、パラメータ等の適正化を進めベースとなるモデルを

構築した。

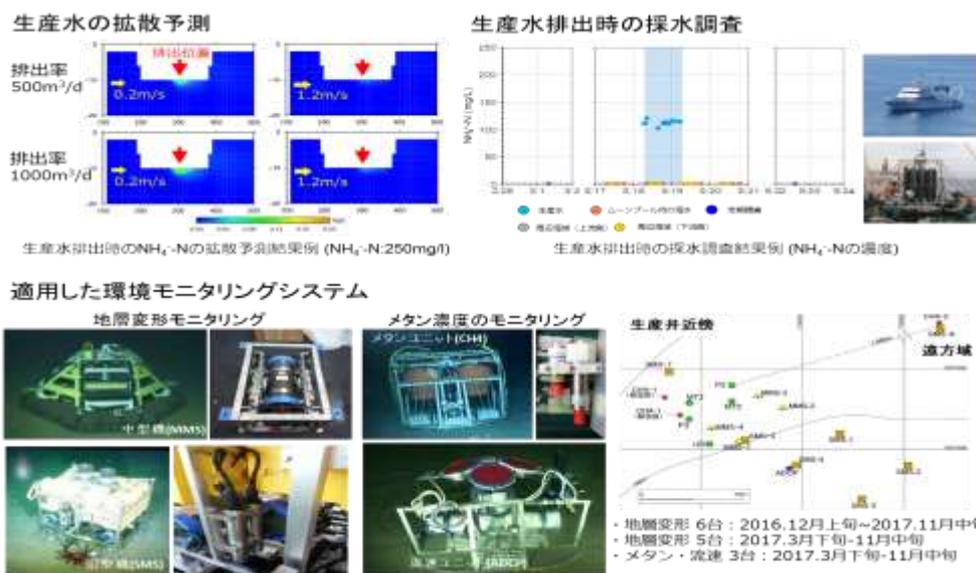
環境モニタリング技術の開発として、第1回海洋産出試験で用いたシステムを一部改良し（形状・センサー精度など）、第2回海洋産出試験のガス生産前後にかけて地層変形やメタン濃度の変化に関する連続計測を実施した。モニタリング実績として、地層変形については約1年間、メタン濃度の変化については合計約7ヶ月間の安定的な連続計測を実施できており、概ね正常なデータを取得している。モニタリング結果から、試験規模のガス生産で生じる環境変化は極めて小さい可能性があることが明らかとなった（データは現在精査中）。

加えて、これまでの環境モニタリングの知見から、各センサーの特性や長短所を確認できており、これらの知見もとに、ベースとなりうる計測手法の信頼性向上に資すべく、各センサーの適用条件を整理し、適正化を進めている。

海洋産出試験における環境影響評価として、第1回海洋産出試験で適用した評価手法を一部改善し、第2回海洋産出試験の一連の作業について、上記シミュレーション予測結果等をもとに環境影響の事前評価を行い、環境影響検討書として整理した。事後の見直しとして、試験時の実績データを用いた再計算を行うとともに、海域環境調査や環境モニタリング結果等をもとに評価結果の妥当性を確認した。最終的な評価結果として、第2回海洋産出試験の規模でのガス生産で生じうる環境の変化は小さく、周辺環境への影響は小さいことが推測された。

また、第2回海洋産出試験前後にかけて定期的に海域環境調査を実施し、環境影響に係るデータを取得し、予測や評価に反映するとともに、試験海域の水質・底質・生物相に関する季節的な傾向や地点別の特徴などの整理を進めるとともに、調査手法等の適正化を進めている。

なお、これまでに適用した各手法は第2渥美海丘近傍での海洋産出試験規模のガス生産作業を対象としたものであり、商業生産規模のガス生産に向けては、実際の生産海域の環境状態や生産方式、開発システムを考慮した見直しや適正化が必要である。環境データという観点では、実際の生産海域での環境データの取得とともに、より生産レートが高く長期間のガス生産時のデータを取得し、商業生産時の予測・評価に適用可能なデータを取得する必要がある。また、底生生物の回復過程など生物変化に係る一部のデータが不明確であるため、試験海域をモデル海域として位置付け、継続してデータ取得を行う必要がある。



環境影響評価に関する取組

事業アウトプット指標		
①経済性の評価及びその他の取組（研究分野：経済性評価・その他（フィールド開発技術））		
指標目標値（計画及び実績）		
中間評価時（平成30年度）	目標： a. これまでの研究開発の成果等をもとに、評価の見直しを行い、商業化に向けた道筋を整理する。	実績： ほぼ達成 これまでの研究開発の成果等をもとに、評価の見直しを行い、商業化に向けた道筋(事業化シナリオ)を整理。
	目標： b. エネルギー収支評価に加え、ライフサイクルでのCO ₂ 排出量の評価を行い、メタンハイドレートの政策的位置付け等を検討する際の指標の一つとして整理する。	実績： ほぼ達成 エネルギー収支評価に加え、ライフサイクルCO ₂ 排出量の評価を実施。
	目標： c. 開発に伴うリスク、実用化による副次的効果、技術項目も含めた、総合的な評価を行い、商業化段階及びそれへの過渡的段階において実施すべき事項をまとめる。	実績： ほぼ達成 開発に伴うリスク、実用化による副次的効果について検討、技術評価も踏まえた総合的な評価を実施し、各段階において実施すべき事項をまとめた。

【目的と達成目標】

将来的に民間企業がメタンハイドレートの開発事業を推進していくためには、リスク、経済性評価などの観点から、開発投資判断に資する知見・技術等についても整理する必要がある。このため、フェーズ3においては、以下を目標とする。

○ 経済性・エネルギー収支評価

これまでの研究開発の成果等をもとに、評価の見直しを行い、商業化に向けた道筋を整理する。また、エネルギー収支評価に加え、ライフサイクルでのCO₂排出量の評価を行い、メタンハイドレートの政策的位置付け等を検討する際の指標の一つとして整理する。

○ 総合評価

開発に伴うリスク、実用化による副次的効果、技術項目も含めた、総合的な評価を行い、商業化段階及びそれへの過渡的段階において実施すべき事項をまとめる。

【研究開発の実施内容】

○ 経済性、エネルギー収支再評価

海洋開発システム検討の結果に基づき、経済性評価・エネルギー収支評価の基礎データを見直し、また、第2回海洋産出試験から得られた知見も踏まえて経済性、エネルギー収支（含む、ライフサイクルCO₂排出量）の評価を行う。

○ 総合評価

環境影響評価、経済性評価、エネルギー収支評価の結果等に基づき商業化に必要な政策等を検討する。また、メタンハイドレートが実用化された場合の副次的効果（海外展開含む）の解析や、民間企業等との意見交換を行う。これらの結果をとりまとめ、商業化の実現に向けたさらなる展開が妥当か否かを評価する。

【成果・達成状況】

これまでの研究開発の成果等も踏まえ、商業化に向けた道筋（事業化シナリオ）を整理するとともに、現時点での想定に基づきエネルギー収支、ライフサイクルCO₂排出量の評価を実施した。また、開発に伴うリスク、実用化による副次的効果について検討し、現時点での技術評価を踏まえた総合的な評価を実施し、商業化へ向けた各段階において実施すべき事項をまとめた。

- メタンハイドレートの商業化とは、メタンハイドレート由来の天然ガスが、LNG由来の天然ガスの代替として利用者から選ばれる状態になることを想定する。
- 砂層型メタンハイドレートの商業化 : 2030年代（海洋基本計画に掲げる目標が順調に達成された場合）
投資回収期間 : 10～20年程度（想定）
⇒2030年代～2050年代LNG価格と競争。
- 2030年代～2050年代の我が国着のLNG価格見通し：\$11～12/MMBtu（IEA・EIA等）
⇒企業がビジネスを行う上での一定の企業利益も考慮すると、生産原価は\$6～7/MMBtuを目指すべき。
※ただし、これらの価格は現時点のデータから試算したものであり、将来のエネルギー情勢や国際環境を踏まえ、随時見直し。
- メタンハイドレートにはLNG代替としての価値の他に、『我が国EEZ内の国産資源』『エネルギーを取り巻く環境が大きく変化した場合のオプション』『海外からのエネルギー調達の際のバーゲニングパワー』といった重要な価値がある。これらの将来的な価値について、現時点で評価を行うことは困難であるが、今後商業化の見通しが具体化した段階で、これらの評価手法について検討していく。

価格・見通し（米国エネルギー情報局（Energy Information Center: EIA））

	油価 (brnnt)(\$/bbl)					北米産日本着価格 (\$/MMBtu) 想定値					HH価格 (\$/MMBtu)				
	2015	2020	2030	2040	2050	2015	2020	2030	2040	2050	2015	2020	2030	2040	2050
AEO 2017(2017年1月)	53.06	74.82	94.52	109.37	116.80	8.06	10.18	10.76	10.85	11.70	2.66	4.51	5.00	5.07	5.83
AEO 2012	113.97	115.74	126.51	-	-	-	-	-	-	-	4.29	4.58	6.29	-	-
AEO 2007	44.61	46.47	51.63	-	-	-	-	-	-	-	5.46	5.71	6.52	-	-

※原料ガス HH価格+15%、液化費用（\$5/MMBtu）、輸送費（\$2/MMBtu）として参考値を試算。FID前の2012年以前は、試算除外
※価格は、実質価格（2016年、2010年、2005年価格）

メタンハイドレートの商業化のイメージ

- 砂層型メタンハイドレートの生産原価は、十分な規模の原始資源量が存在する濃集帯において、高い生産性を確保出来るか否かに大きく左右される。
- JOGMECにおいて、これまでに得られた地質データやシミュレーション結果等に基づき、一定の開発イメージを想定した分析を行った結果、\$6～7/MMBtuの生産原価を実現するためには目安として以下の2つの条件を満たすことが必要。

- ・坑井当たり、15万m³/日以上以上の平均生産レート
- ・原始資源量が約500億m³以上の濃集帯の存在

商業化にあたって求められる濃集帯と生産レートの条件

原始資源量 坑井生産レート (8年平均値)	大規模 約500億m ³ (約2TCF) 以上	中規模 約100～500億m ³ (約0.4～2TCF)	小規模 約100億m ³ (約0.4TCF) 以下
高 15万m ³ /日程度以上	○ (優先順位：高)	○ (優先順位：中)	× (対象外)
中 5～15万m ³ /日程度	○ (優先順位：中)	△ (優先順位：低)	× (対象外)
低 5万m ³ /日程度以下	× (対象外)	× (対象外)	× (対象外)

注) 上記の数値はJOGMECにおいて、LNGの価格見通しや、これまでに得られた地質データやシミュレーション結果等に基づいて試算したものであるため、一定の幅を持って見るべき数値であることに注意が必要。

砂層型メタンハイドレートの商業化に必要な条件

事業アウトプット指標		
⑫日本周辺海域のメタンハイドレート賦存状況の評価（研究分野：資源量評価）		
⑬メタンハイドレートシステムの検討（研究分野：資源量評価）		
指標目標値（計画及び実績）		
中間評価時（平成30年度）	目標： a. メタンハイドレート濃集帯の評価エリアの拡充を図る。	実績：達成見込み 3海域のメタンハイドレート濃集帯の評価に加え、新たに2海域の濃集帯候補に二次元／三次元の堆積盆地シミュレーションを実施し、メタンハイドレート濃集帯の評価エリアの拡充を図った。 民間石油開発企業の活動時になる基礎資料については、BSR分布図の更新、現在までに解釈された主要な濃集帯候補の評価結果概要一覧表などについては、年度末にかけてまとめているところである。

	<p>目標：</p> <p>b. 2次元地震探査エリアなどのデータが少ない海域への資源量評価手法の適用を行うことなどにより、メタンハイドレート探査の評価精度を高める</p>	<p>実績：達成見込み</p> <p>四国沖などデータが少ない海域の評価において、地震探査の再処理・解析に加え、メタンハイドレート探査の評価精度を高めた。</p>
--	--	---

【目的と達成目標】

フェーズ3の終了時において、商業化に向けた技術の基盤が整備されていることによって、民間企業の参入意欲も増すことが期待される一方、資源量評価の観点からも将来の商業化プロジェクトの検討等を進めやすい状況になっていることが重要である。そのためには、経済性に見合うだけの規模・性状を有する濃集帯がある程度の数、分布しているという見込みが得られており、また、それらがどこに、どのくらい、どのように分布しており、更にどこから手を付ければ良いかと言った指針を与える基礎資料が整っていることが望ましい。

現状では、平成30年度までに解析対象となり得る三次元地震探査データは、物理探査船「資源」によって在来型の石油・天然ガスを対象として取得されたものが中心であり、メタンハイドレートの分布域には2次元地震探査データで評価した海域が未だに多い（東部南海トラフ海域の一部や西部南海トラフ海域の大半）。これらの海域においても、新規の見解・データの収集を試みつつ、民間石油開発企業が本格的にメタンハイドレート開発に着手するためのエリア選定に資するような基礎資料を完成させることを目標として、メタンハイドレート濃集帯の評価エリアの拡充を図るとともに、2次元地震探査エリアなどのデータが少ない海域への資源量評価手法の適用を行うことなどにより、メタンハイドレート探査の評価精度を高める。

【研究開発の実施内容】

フェーズ2までに確立した砂層型メタンハイドレート濃集帯の探査・資源量評価手法をベースとして、今後公開される三次元地震探査データを中心に新たに2海域以上で評価作業を行い、より広い海域を対象にしたメタンハイドレート濃集帯及びBSR分布の評価を行う。特に各濃集帯について、資源開発の可能性に重点を置いた総合的な評価を実施し、本邦石油開発企業が将来的に探鉱開発海域を検討・選定する上で必要となる基礎情報を整理する。

また、これまで2次元地震探査のみが実施されたなど、データが少ない海域において有効かつ精度の高いメタンハイドレートの評価手法を検討・提案する。

【成果・達成状況】

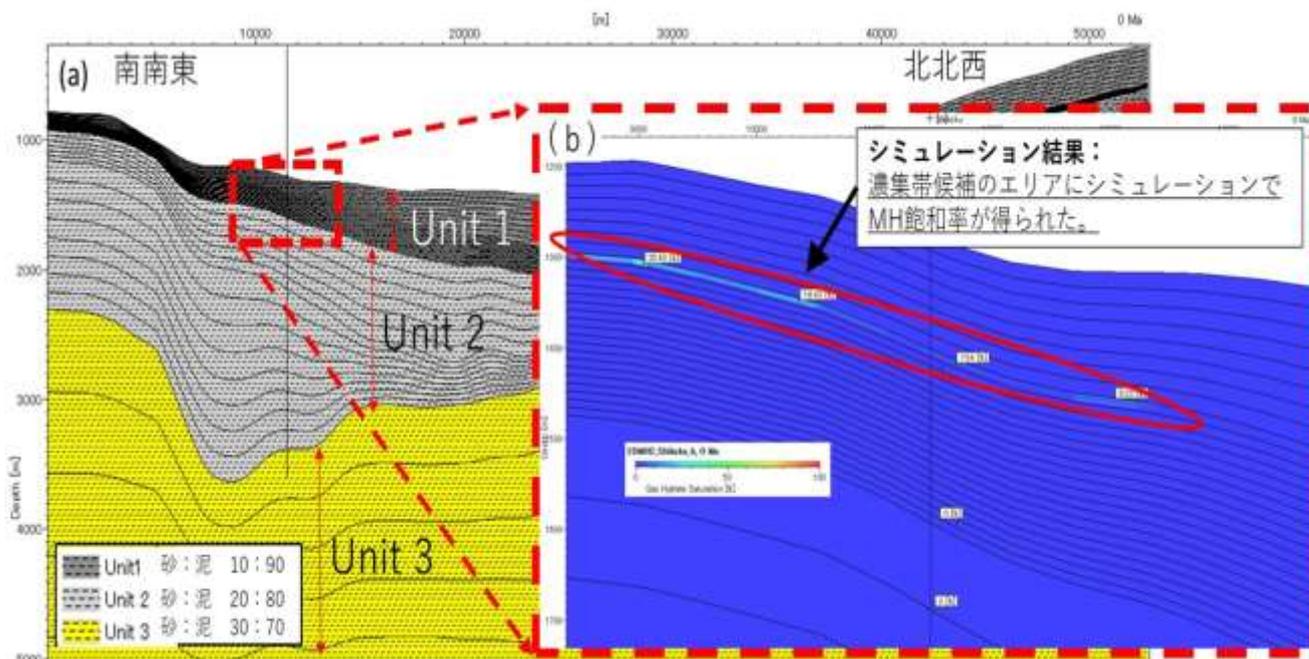
新たな海域として、西津軽沖・沖縄南方海域・日高沖の計3海域を対象として評価作業を行い、フェーズ2までに実施したメタンハイドレート濃集帯及びBSR分布の評価を拡充した。また、資源開発の可能性が見込まれる比較的大規模な濃集帯候補（遠州灘、四国沖）および背斜構造にみられる濃集帯候補（宮崎沖など）に対して、集中的な地震探査の再処理・解析を行い、評価の質を向上させた。

これらの結果をもとに、評価結果については一覧表にまとめているところ。また、上述の四国沖

等では2次元地震探査データのみのデータの少ない海域で濃集帯の評価に加え、メタンハイドレートシステム評価を実施し、評価手法としてまとめるところである。



BSRマップと資源量評価の状況



(a) B 海域における二次元 MH システムモデル

(b) そのプレリミナリーなハイドレート飽和率のシミュレーション結果

その他のアウトプット指標

<共通指標実績>

論文数	特許等件数 (出願を含む)	MH21ホームページ 質問コーナーへの 個別回答数	マスメディア等 取材対応数
89件	登録2件	160件	27 件

※平成28年度から30年度（平成30年度は10月末時点まで）の累計。

<対外発信>

プレスリリースやホームページによる情報発信のほか、毎年、一般向けの研究開発事業成果報告会として「メタンハイドレートフォーラム」を開催している。

(1) 平成28年度：メタンハイドレートフォーラム2016

日 時：平成28年12月6日

会 場：東京大学 伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール

参加者数：石油・ガス会社、大学生など、参加者は総勢299人

(2) 平成29年度：メタンハイドレートフォーラム2017

日 時：平成29年11月29日

会 場：東京大学 伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール

参加者数：石油・ガス会社、大学生など、参加者は総勢339人



講演の様子

3. 当省(国)が実施することの必要性

日本周辺海域に賦存するメタンハイドレートは、貴重な国産資源であり、商業化がなされれば我が国の自給率の向上に資する重要なエネルギー資源である。

メタンハイドレートの研究開発にあたっては、将来的には民間企業が営利事業として投資判断を行い参入する、いわゆる「商業化」の実現を目指す。そのための国の役割としては、商業化のために必要な基盤の整備であり、これを着実に推進することが求められている。

メタンハイドレート層からのメタンガスを経済的に採取し、利用するためには、未だ解決すべき多くの課題が存在している。今後の研究開発においても、資源開発に係るオペレーションの経験と技術を有する民間企業との積極的な連携の下で推進していく必要がある。

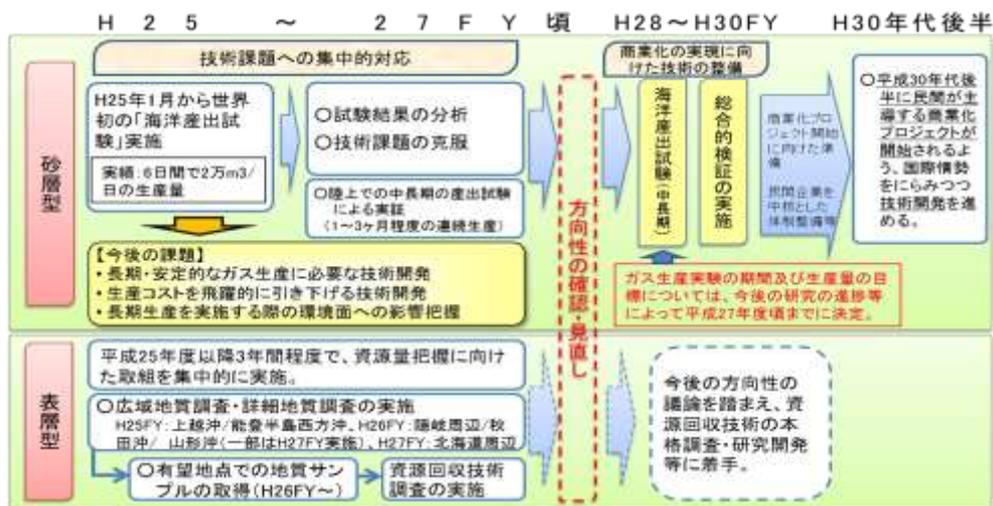
しかしながら、現時点では、民間企業の参入リスクの観点等から民間に委ねることが困難であり、国が率先して、民間企業と連携しつつ、商業的規模での生産システム等の設計や経済性評価までを行い、その成果を民間企業に引き継ぐことにより、民間企業による商業化を促進することが適切である。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

メタンハイドレートの開発は、エネルギー基本計画や海洋基本計画等において、政府の主要施策の一つとして位置付けられており、目標が設定されている。

経済産業省は、これら計画に基づき、メタンハイドレートの研究開発に係る計画を「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」で策定するとともに、海洋基本計画の改定を踏まえた見直し・改定を行っている。

事業実施者は、海洋エネルギー・鉱物資源開発計画を踏まえ、メタンハイドレートの研究開発に係るより具体的な計画や目標を盛り込んだ「実行計画」を策定している。

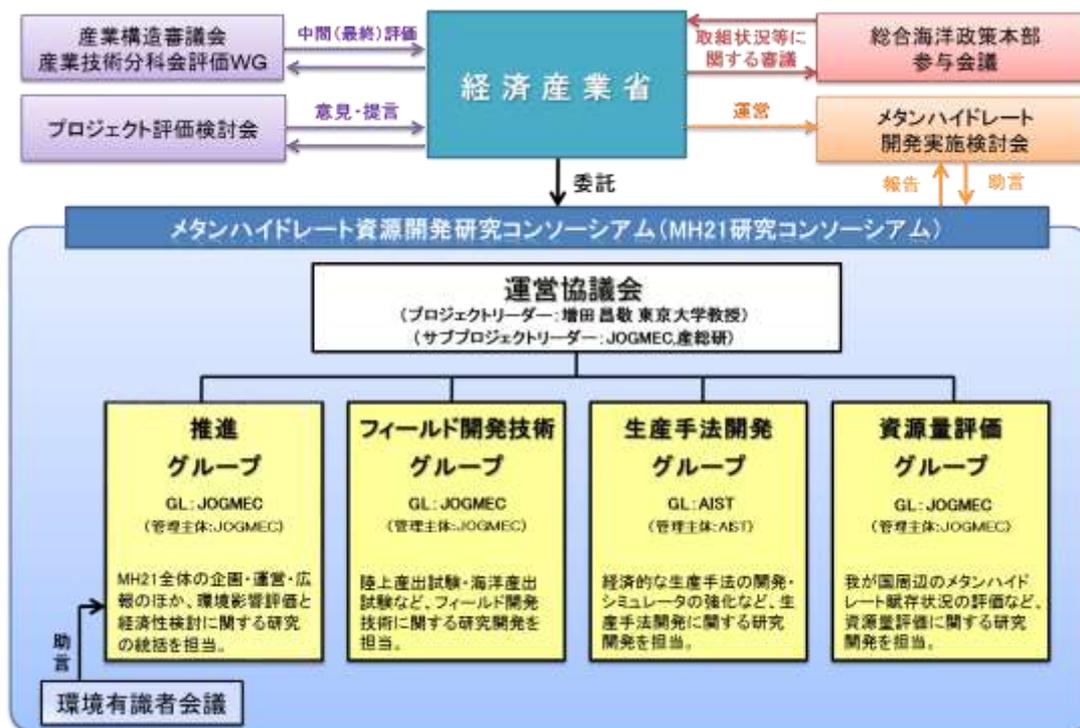


メタンハイドレートの商業化に向けた工程表

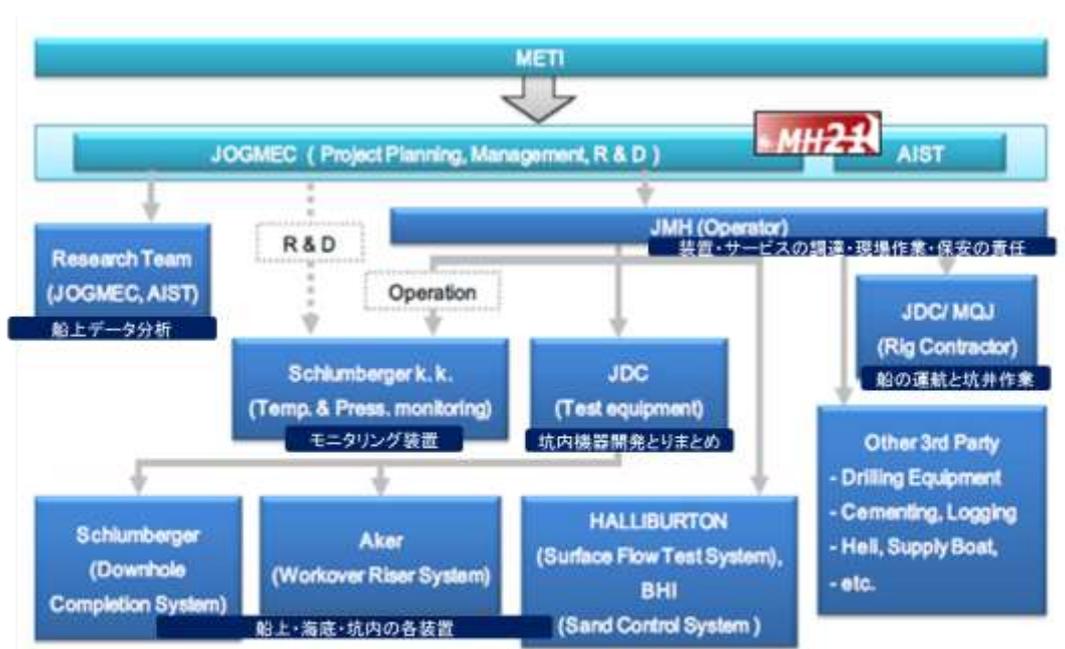
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等

フェーズ3は、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構と国立研究開発法人産業技術総合研究所で組織されたメタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム（MH21研究コンソーシアム）が経済産業省からの委託によって事業を実施している。

また、第2回海洋産出試験を効率かつ効果的に実施するため、第2回海洋産出試験専用の実施体制も構築している。



研究開発の実施・マネジメント体制



役割:

JOGMEC: 実施主体、MH21の一部として研究開発に責任を持つ。
 JMH(日本メタンハイドレート調査): オペレータ、鉱業法上の鉱業権者。作業と鉱山保安に責任を持つ。
 MQJ(日本マントルクエスト): 掘削コントラクター、船(ちきゅう)の運行と掘削作業に責任を持つ。
 JDC(日本海洋掘削): 坑内機器・ライザーシステム開発の取りまとめ。
 他コントラクター: 坑内機器、モニタリング装置、検層: Schlumberger、ライザーシステム: Aker solutions、出砂対策装置: Baker Hughes、船上試ガスシステム: Halliburton、他

第2回海洋産出試験における実施体制

6. 費用対効果

費用対効果については、既に平成27年度に実施したメタンハイドレート開発促進事業(フェーズ2終了時)の中間評価において試算を行っている。

<p>海洋基本計画に記述の「平成30年代後半に、民間企業が主導する商業化のためのプロジェクトが開始される」という目標時点における実用化のイメージに基づき、プロジェクト実施者として、以下のとおり試算した。(天然ガスの価格は貿易統計に基づく。)</p> <p>(注:事業化のメソッドが確立していないため、現段階では事業化されたときのイメージについて厳密な検討を行うことは難しい。以下は、これまでの研究開発の成果から類推できる範囲で試算したものである。)</p> <p>○メタンハイドレートガス田の商業化段階の生産量として下記の規模を想定 100万m³/日/1ガス田</p> <p>○この規模のガス田が合計10箇所(10ガス田)、操業を開始した状況を想定(1,000万m³/日)。これは、我が国のLNG輸入量(現在の輸入量が当面ほぼ維持されると仮定)の5%程度(熱量換算)に相当。 (仮定の前提:スライド14に示した「東部南海トラフ」エリアでは10箇所以上のメタンハイドレート濃集帯を既に確認。その他の調査箇所でも、今後、それぞれ複数の濃集帯が確認され、これらの濃集帯がのうち10箇所が操業開始すると仮定)</p> <p>○1ガス田の操業期間を15年とすると、これら10ガス田からのガス生産量は、 合計 約 54.750百万m³ と算出される。</p> <p>○日本エネルギー経済研究所の「アジア/世界エネルギーアウトック 2015(2015年10月)」によれば、日本市場の天然ガス実質価格(レファレンスケース)は2030年は12.8\$/MMBtu、2040年は14.1\$/MMBtuとの見通しであり、中間値として13.45\$/MMBtu(0.512\$/m³)をこの期間の近似値と仮定する。(1MMBtu≒25m³)</p> <p>○これを上記の15年間の合計生産量に乗じると総額約28.032百万ドルの売上高となる。円・ドルの為替レートを1\$=120円と仮定すると、総額約3兆3,638億円の売上高となる。</p> <p>(まとめ)</p> <p>○上記のとおり、計画に沿った開発が実現できた場合には、産出されるメタンガス(天然ガス)の売上高がメタンハイドレート開発促進事業のこれまでの予算総額約1,000億円に比して30倍を超える売上を期待することができる。 (注:本試算では、施設整備、操業費等、ガス田運営のためのコストについては除外している。)</p>

(出典)メタンハイドレート開発促進事業(フェーズ2終了時)技術評価結果報告書(中間評価)