

<砂層型メタンハイドレート研究開発>

長期的な取組 商業化に向けた検討

MH21-S研究開発コンソーシアム 商業化に向けた検討チーム

2025年10月24日（金）

実行計画 目標・実施内容

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

<実施内容>

商業化に必要な要件について検討し、旧開発計画で整理した事業化シナリオ案等の改定を継続する。

① 旧開発計画で示された課題を基に商業化に必要な要件を抽出する。また、旧開発計画で整理した事業化シナリオ案を改定するための情報を収集し、開発システムを再検討し、経済性評価を実施する。（継続的实施）

<実施方法>

旧開発計画で示された課題を基に商業化に必要な要件を抽出する。また、要件に関する情報収集を行う。

また、多様な濃集帯条件、濃集帯周辺の自然・インフラ条件などを考慮して開発システムを検討するとともに、多様な濃集帯条件について経済性が評価できる手法もしくはツールを構築する。

更に、上記結果を基に、旧開発計画で整理した事業化シナリオ案を改定する

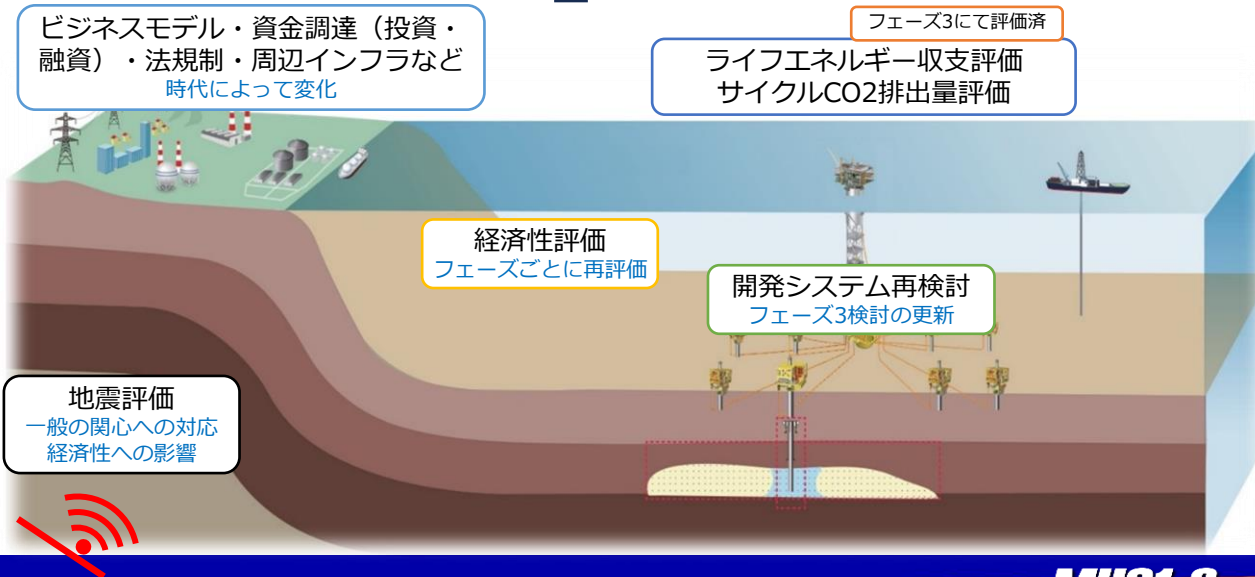
2.2 方向性の確認・見直し（2022 年度頃）

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。

砂層型メタンハイドレートの研究開発 フェーズ4（2019～2022年度）実行計画



図出典: 砂層型メタンハイドレートフォーラム 2019資料に一部加筆



フェーズ4の実施内容

		フェーズ4						
		FY2019（H31）	FY2020（R2）	FY2021（R3）	FY2022（R4）	FY2023（R5）	FY2024（R6）	FY2025（R7）
全体計画			サイトサーベイ	LWD掘削	LWD掘削	簡易生産実験	コアリング	
			CN宣言					
商業化検討	①開発システム再検討				洋上発電、水素・アンモニア製造可能性評価			開発システム再検討
	②ビジネスモデル（ステークホルダー分析）				ステークホルダー候補ヒアリング調査			
	③網羅的法規制調査		網羅的法規制調査	生産水処理に関する海外事例、国内法規制調査		生産水処理に関する種々調査（生産システム改良T主体）		
	④経済性評価	全体計画立案	開発意思決定支援ツール構築（経済性評価を含む）					
								CAPEX、OPEX調査
	⑤地震・ジオハザード		日向灘・志摩海脚・第二渥美海丘の解析		日向灘コアを用いた詳細解析			AUV海底地形地質調査
⑥事業化シナリオ案の改定						技術マップ案構築	事業化シナリオ案改訂	

カーボンニュートラル宣言の影響

カーボンニュートラル宣言前（フェーズ3での調査結果）

オフテイカー（購入先）候補	電力会社、ガス会社
販売物	生ガス※1、LNG ※1 99%以上メタン、硫化水素など不純物なし
オフテイカーの購入条件 （ヒアリング結果による）	● LNG CIF価格より低価格で販売 ● 長期安定供給（長期契約） ● 会社の天然ガスインフラ場所まで届けてほしい（新規設備なし）



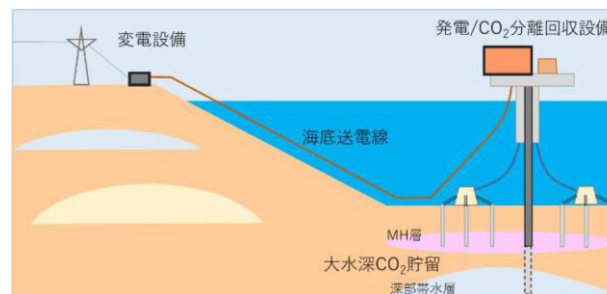
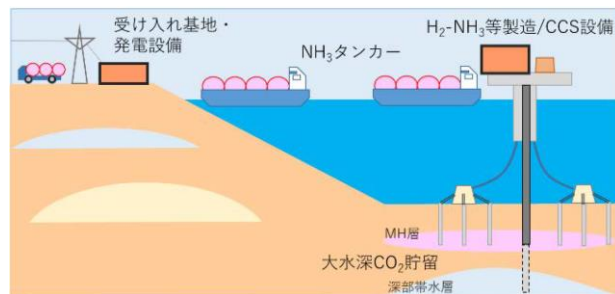
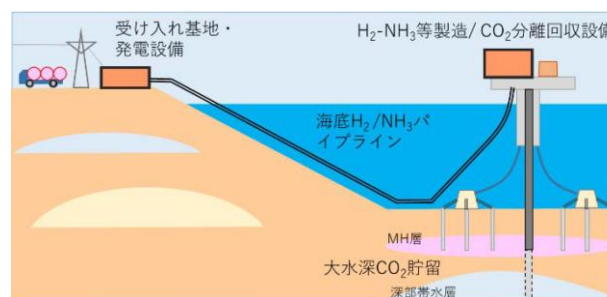
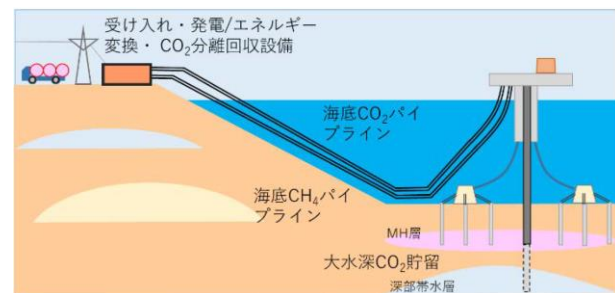
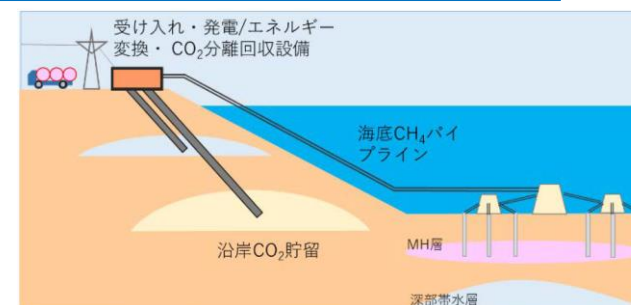
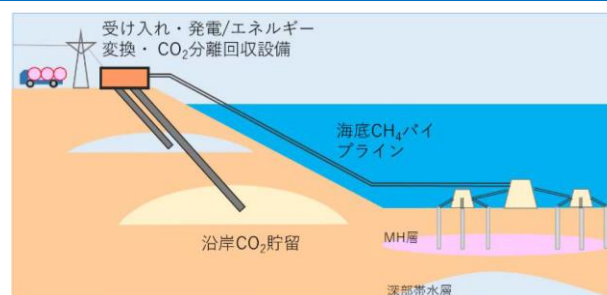
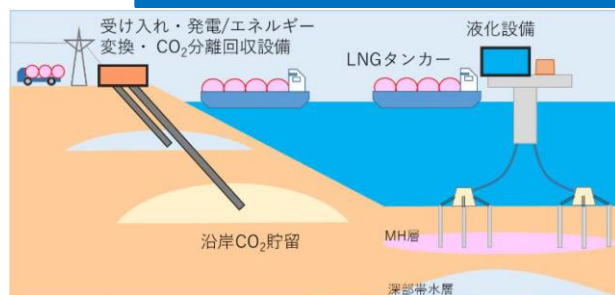
2050年カーボンニュートラル（CN）宣言と燃料転換



カーボンニュートラル宣言後

オフテイカー（購入先）候補	電力会社、ガス会社は買ってくれるのか？他の候補は？
販売物	生ガス、LNGの他に電力、水素、アンモニアは考えられないか？
オフテイカーの購入条件	オフテイカーの新しい考え方をヒアリングなどを通じて調査すべき

①開発システム再検討 – CN対応の7つの新しい開発システム案



課題は多くある

- 大水深洋上発電・プラント（水素・アンモニア製造）は現在、世界的にも見ても存在しなく技術的実現性、経済性があるか不明
- 日本の現法規制では陸上でのCCSは認められていない
- MH層が存在する場所にCCSに適した貯留層が存在するとは限らない

図出典:

山本晃司, 阿部正憲, 天満則夫

「日本近海のメタンハイドレート開発におけるカーボンニュートラルの達成に向けた課題」
第40回エネルギー・資源学会研究発表会 講演論文集(2021)

①開発システム再検討

－アンモニア・水素製造、洋上発電可能性技術評価

● 本検討の目的

- CNに対応したビジネスモデル構築に向け、下記ケースにおける技術的課題を抽出し、実現性を評価する。

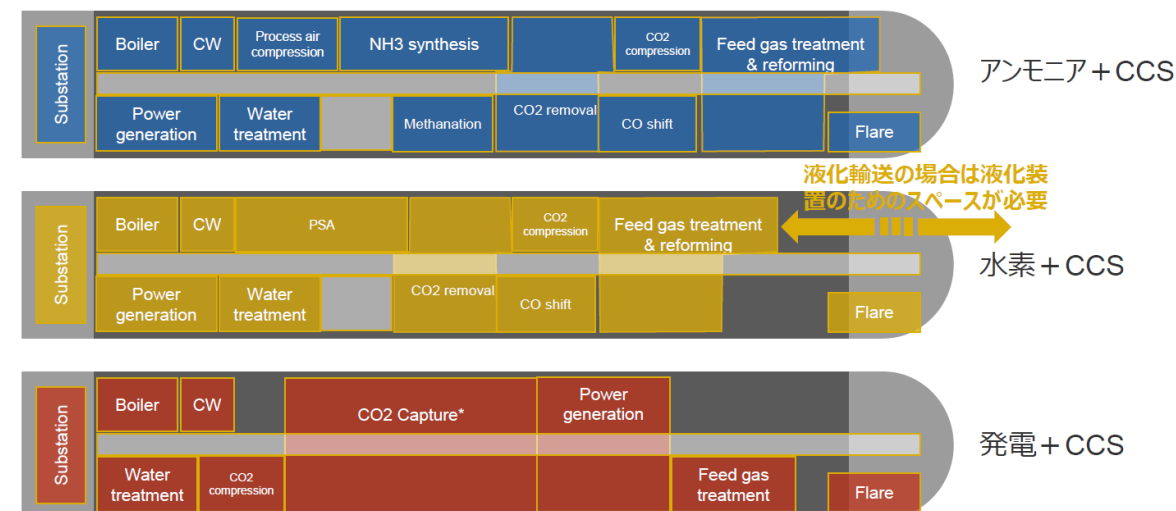
検討ケース	生産量	Aケース 150万m ³ /日	Bケース 300万m ³ /日	Cケース 500万m ³ /日
アンモニア+CCSケース	アンモニア生産量	1,550MTPD	3,100MTPD	5,170MTPD
水素+CCSケース	水素生産量	300MTPD	600MTPD	1,010MTPD
発電+CCSケース	送電可能量	280MW	560MW	1,060MW

	アンモニア+CCS	水素+CCS	発電+CCS
配置（共通）	- 安全性を担保した上での限られたスペースへのプラント設備の配置が課題。船倉スペースの活用や配置最適化等の検討が必要。		
配置（個別）、プロセス	- Cケースの場合は陸上でも実績がない為、Bケース規模の処理設備を2系統（2隻）もつことが現実的。	<u>液化輸送の場合</u> - 極低温（-253degC）とする必要があり、大量のエネルギーを要する。	- 排ガスからのCO2回収設備は、系列を分けて低い塔を複数持つ等の検討・開発が必要。
輸送・貯蔵	- 輸送・貯蔵技術は既に確立。	<u>パイプライン輸送の場合</u> - 長距離の海底水素パイプラインの開発が必要。 <u>液化輸送の場合</u> - 輸送船の大型化が課題。	- 高電圧に対応するライザーケーブルの開発が必要。

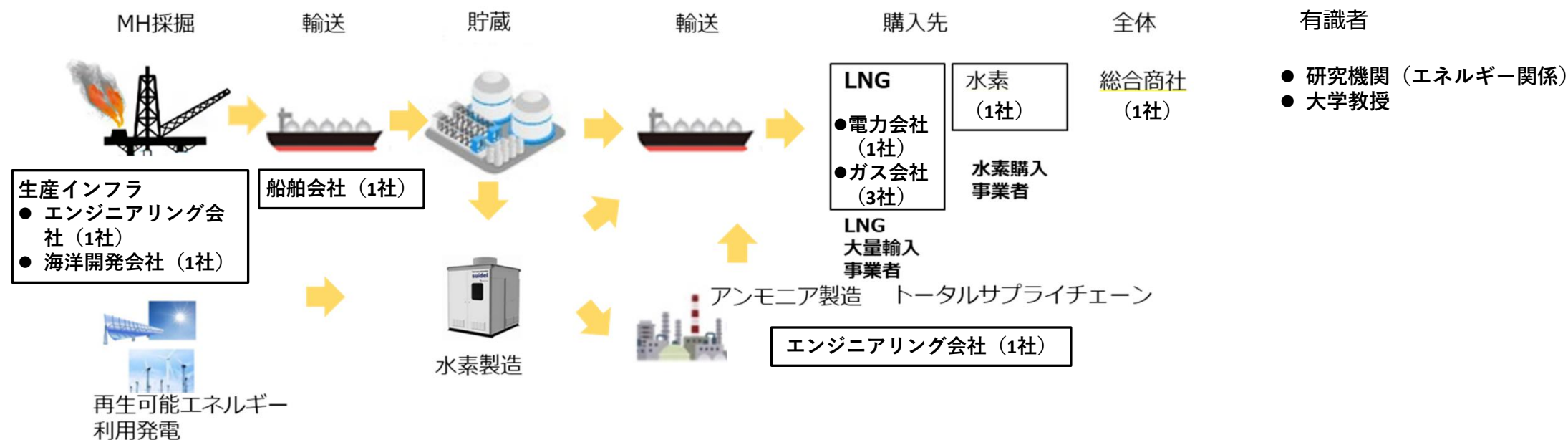
どのケースも世界最大級FLNG船の「Shell's Prelude FLNG」でも機器を搭載することは難しいことが分かった。

「Shell's Prelude FLNG」の建造費は兆円オーダーであり、**洋上発電、水素・アンモニア製造+CCSという選択は難しい。**

ただし、CO2貯留だけの設備であれば可能性がある。



②ビジネスモデル（ステークホルダー分析）



ヒアリング結果

- 2050年でも天然ガス（LNG）の需要はあり、MH生産ガスを天然ガスとして販売するビジネスモデルは可能であると分かった
- 洋上発電、水素・アンモニア製造の実現性が難しいこともあり、今後は陸上に生ガスを輸送して販売するビジネスモデルを中心に検討することとした
- 各社とも国内でのCO2貯留に期待を寄せているためMH開発とCO2貯留併用の可能性も探る

③網羅的法規制調査

分類	調査項目
開発	日本法が領海外の大陸棚及びEEZにおいても適用されるのか
	開発エリアにおいて占用権原を確保できるか
	開発エリアにおいて船舶・船員に関する規制が適用されるか
	開発エリアに所在する資産について担保権を設定することが可能か
	生ガスの取扱いに起因・関連する法規制
	生産水の処理に関連する環境法令の適用関係
	本事業における鉱山保安法令の適用関係
	プロジェクトファイナンスに係るストラクチャリングにあたっての留意事項
輸送・供給・販売	生ガスの輸送・管理・販売等に関する規制
	都市ガスの製造・販売・保安等に関する規制
	LNGの製造・輸送・管理・販売等に関する規制
	電気事業法に基づく許認可や規制
	LNGや生ガスの販売契約及び売電契約のあり方に係る法的問題
	港湾施設・埠頭の利用権原確保
	火力発電の建設・運営に係る環境法令上の規制
	輸送・供給・販売の段階を通じて事業に従事する労働者に対する規制
	ガス関連法令と鉱山保安法の適用関係
廃山	残置物に関する規制（環境法令を含む。）
	各種施設の撤去等に関連し、鉱山保安法の関連する規制

MH開発の開発・輸送・供給・販売・廃山に関わると考えられる現行法規制について網羅的に調査・抽出した

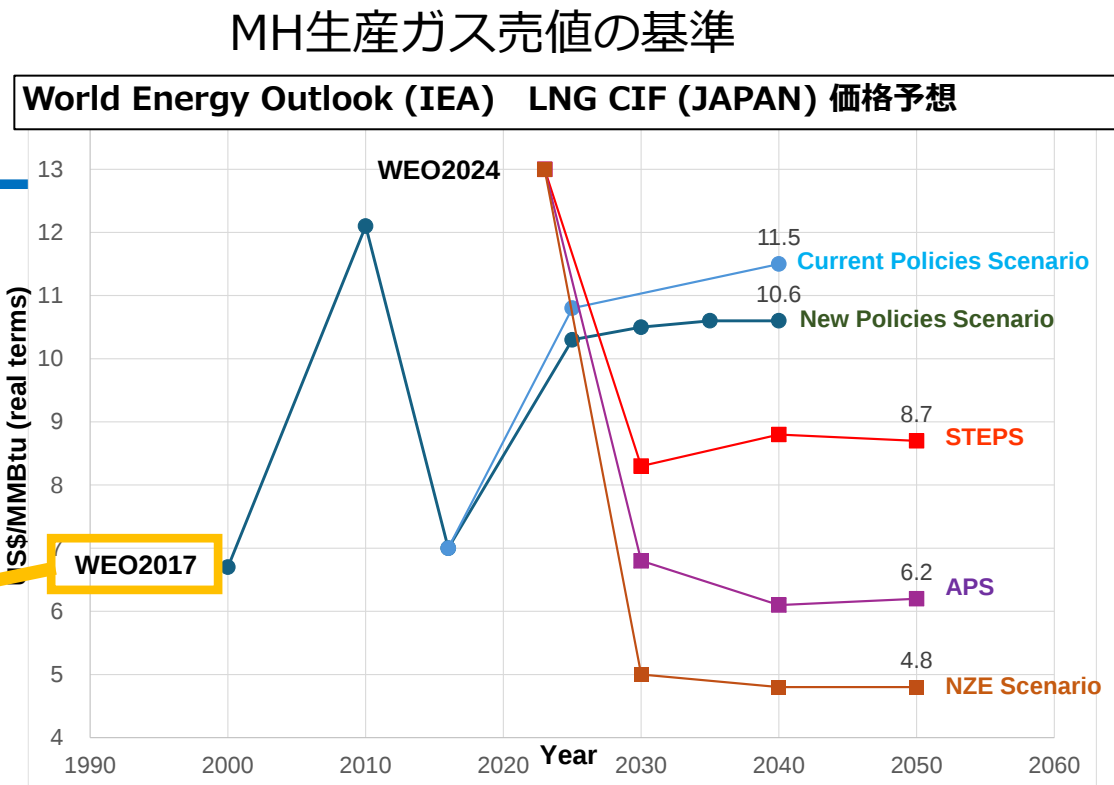
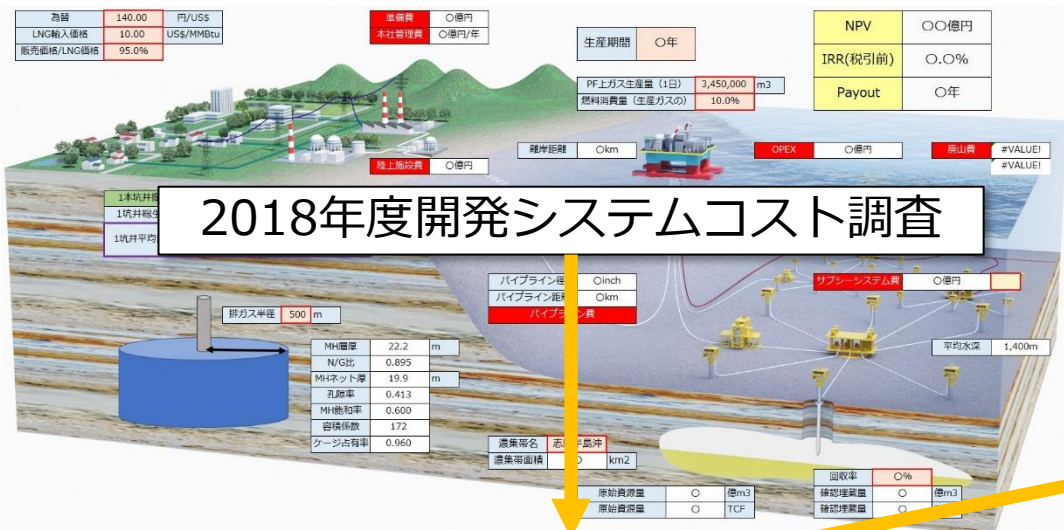
今後進める産出試験でも課題となる

生産水の処理に関連する環境法令

については、フェーズ4内で詳細な追跡調査を実施（生産システム改良T）

その他の項目は商業化が見えた段階で対応に向けて動けばよい

④経済性評価



約10\$/MMBtuを基準 約18\$/MMBtuを基準

原始資源量	大規模	中規模	小規模
坑井生産レート (8年平均値)	約500億m ³ (約2TCF) 以上	約100~500億m ³ (約0.4~2TCF)	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)

MH生産ガス売値 (将来の日本LNG CIF価格が基準)

- 2018年度経済性評価: 約10\$/MMBtu
- 2025年度経済性評価: 約8\$/MMBtu程度

開発システムコスト調査

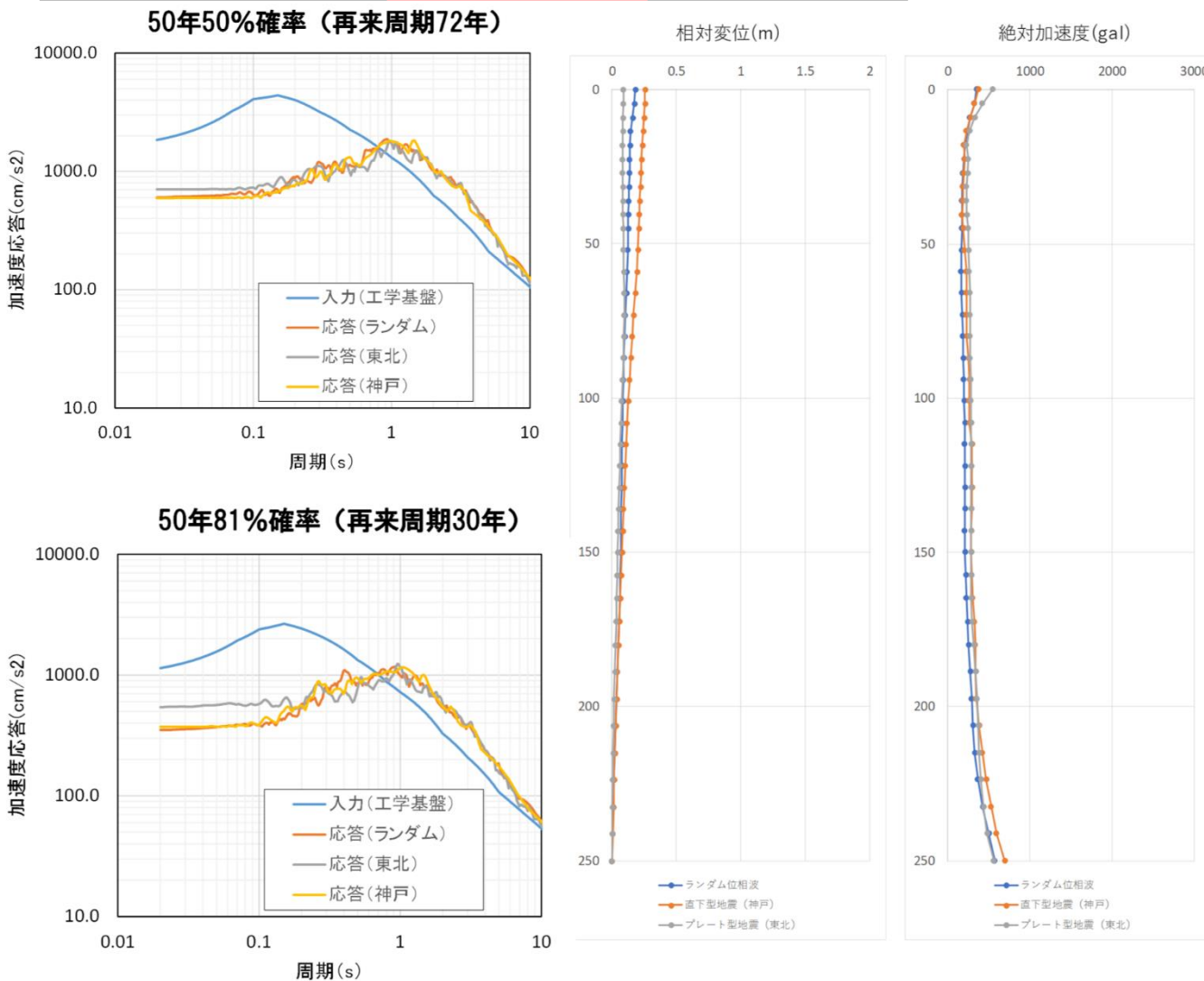
2018年度と同じ条件で現在評価中。インフレ率を考えれば、CAPEX、OPEXは上昇しているはず

経済性のハードルが上がっているため、**CAPEX、OPEXを**
下げる技術的工夫や生産性を向上させることが重要となる

出典: フェーズ2及びフェーズ3総括成果報告書 (2019)

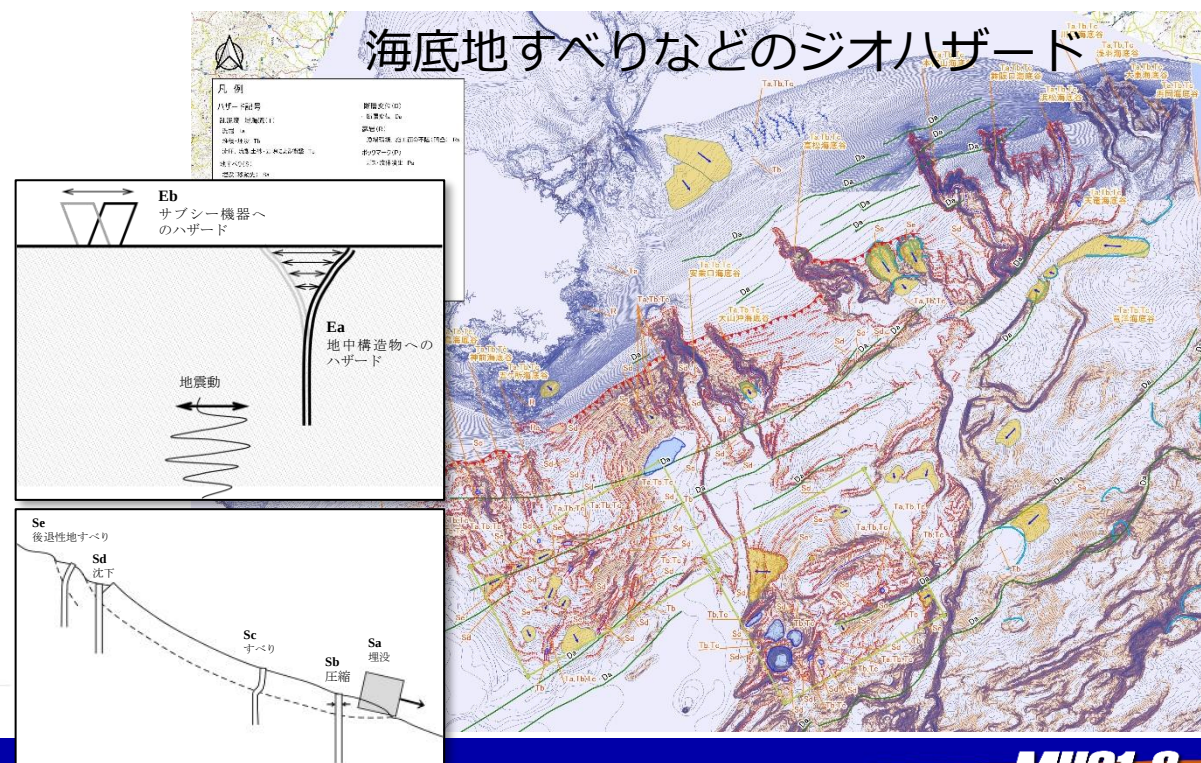
⑤地震・ジオハザード

志摩半島沖に近い第二渥美海丘での解析結果



- 開発海域における地震・ジオハザード（海底地すべりなど）解析を進め、開発システム設計の耐震設計やジオハザード対策に反映（これからの課題）
- 地震とメタンハイドレート開発に関する質問が多く、対応が必要（広報として）

志摩半島沖については浅層コアデータがないため解析途中であり、これからの課題



⑥事業化シナリオ案の改定

－外部環境の変化

フェーズ4開始当初

第5次エネルギー基本計画（平成30年7月）

第2章 2030年に向けた基本的な方針と政策対応

第1節 基本的な方針

1. エネルギー政策の基本的視点(3E+S)の確認：安全性を前提にエネルギー安定供給を第一とし、経済効率性を向上しつつ環境適合を図る。3E+Sの原則の下、2030年エネルギーミックスの確実な実現を目指す
2. “多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造”の構築と政策の方向：AI・IoT利用等
3. 一次エネルギー構造における各エネルギー源の位置付けと政策の基本的な方向：各エネルギー源の位置づけ、2030年ミックスの実現に向けた政策の方向性、再エネの主力電源化への布石等
4. 二次エネルギー構造の在り方：水素基本戦略等に基づき、戦略的に制度やインフラの整備を進める等

第2節 2030年に向けた政策対応

1. 資源確保の推進：化石燃料・鉱物資源の自主開発の促進と強靱な産業体制の確立等
2. 徹底した省エネルギー社会の実現：省エネ法に基づく措置と支援策の一体的な実施
3. 再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組：低コスト化、系統制約克服、調整力確保等
4. 原子力政策の再構築：福島復興・再生、不断の安全性向上と安定的な事業環境の確立等
5. 化石燃料の効率的・安定的な利用：高効率な火力発電の有効活用等の促進等
6. 水素社会実現に向けた取組の抜本強化：水素基本戦略等に基づく実行
7. エネルギーシステム改革の推進：競争促進、公益的課題への対応・両立のための市場環境整備等
8. 国内エネルギー供給網の強靱化：地震・雪害などの災害リスク等への対応強化等
9. 二次エネルギー構造の改善：コージェネの推進、蓄電池の活用、次世代自動車の普及等
10. エネルギー産業政策の展開：競争力強化・国際展開、分散型・地産地消型システム推進等
11. 国際協力の展開：米国・ロシア・アジア等との連携強化、世界全体のCO2大幅削減に貢献等

CN政策
世界の状況変化



現状

第7次エネルギー基本計画（令和7年2月）

2. 第6次エネルギー基本計画策定以降の状況変化

- 他方で、第6次エネルギー基本計画策定以降、我が国を取り巻くエネルギー情勢は、以下のように大きく変化した。こうした国内外の情勢変化を十分踏まえた上でエネルギー政策の検討を進めていく必要。
 - － ロシアによるウクライナ侵略や中東情勢の緊迫化などの経済安全保障上の要請が高まる。
 - － DXやGXの進展に伴う電力需要増加が見込まれる。
 - － 各国がカーボンニュートラルに向けた野心的な目標を維持しつつも、多様かつ現実的なアプローチを拡大。
 - － エネルギー安定供給や脱炭素化に向けたエネルギー構造転換を、経済成長につなげるための産業政策が強化されている。

<火力>

- 火力は、温室効果ガスを排出するという課題もある一方、足下の供給の7割を満たす供給力、再エネ等による出力変動等を補う調整力、系統の安定性を保つ慣性力・同期化力等として、重要な役割を担っている。
- 足下の電力需給も予断を許さない中、火力全体で安定供給に必要な発電容量（kW）を維持・確保しつつ、非効率な石炭火力を中心に発電量（kWh）を減らしていく。具体的には、トランジション手段としてのLNG火力の確保、水素・アンモニア、CCUS等を活用した火力の脱炭素化を進めるとともに、予備電源制度等の措置について不断の検討を行う。

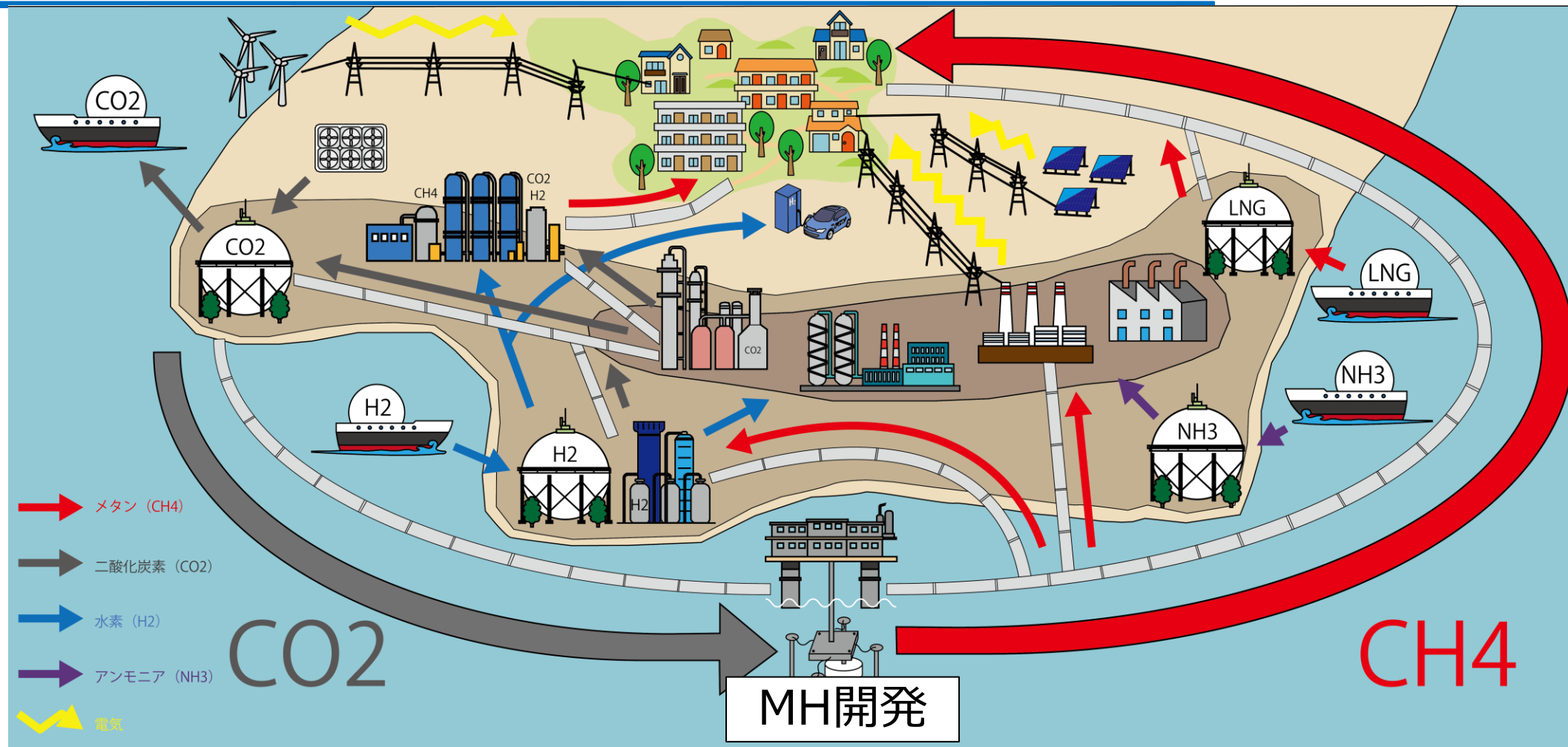
* CCUS : Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage (二酸化炭素回収・有効利用・貯留)

8. 化石資源の確保/供給体制

- 化石燃料は、足下、我が国のエネルギー供給の大宗を担っている。安定供給を確保しつつ現実的なトランジションを進めるべく、資源外交、国内外の資源開発、供給源の多角化、危機管理、サプライチェーンの維持・強靱化等に取り組む。
- 特に、現実的なトランジションの手段としてLNG火力を活用するため、官民一体で必要なLNGの長期契約を確保する必要。技術革新が進まず、NDC実現が困難なケースも想定して、LNG必要量を想定。

外部環境の変化を鑑み、MH開発の位置付けやビジネスモデルを検討して事業化シナリオを考えていくべき

⑥事業化シナリオ案の改定 ー2050年のエネルギーチェーン



2050年のエネルギーチェーン絵姿を鑑み、事業化シナリオを検討する必要がある

⑥事業化シナリオ案の改定



事業化シナリオ案改定（作業中）

現状、ギャップ、取り巻く環境を鑑み、フェーズ3で構築した事業化シナリオ案を改定する必要がある

これからの課題

● 残された基本技術課題（他Tの説明結果）

- ◆ 志摩半島沖の貯留層応答
- ◆ 出砂対策装置の最適化
- ◆ 海洋での安定操業実証
- ◆ 海底生産システムの実証
- ◆ 複数井同時生産の検証

● 経済性の向上

- ◆ 開発システムのCAPEX、OPEXを下げるような技術的工夫
- ◆ 生産性（生産レート、回収率）を向上させる生産促進法の検討

● 外部環境への対応

- ◆ 他国のLNG需要増による将来のLNG調達不足の懸念
- ◆ トランジション・エネルギー
- ◆ LNGスポット調達の価格不安定性
- ◆ カーボンニュートラル実現の不確実性
- ◆ メタンハイドレート開発とCO2貯留の併用可能性

まとめ

① 開発システム再検討

- CN政策に合わせて発電、洋上アンモニア・水素製造、CO2貯留ができる洋上プラットフォームを検討した。しかし、技術的には可能だが造船費が高く、経済性が保てないことが分かった

② ビジネスモデル（ステークホルダー分析）

- ステークホルダーヒアリングにより、CN政策下の2050年でも天然ガス（LNG）の需要はあり、MH生産ガスを天然ガスとして販売するビジネスモデルは可能である

③ 網羅的法規制調査

- 今後進める産出試験でも課題となるのは「生産水の処理に関連する環境法令」であり、現時点から対応が必要である

④ 経済性評価

- フェーズ3終了時の経済性評価よりMH生産ガスの売値が下がり、CAPEX・OPEXが上昇しているため経済性のハードルは上がっている。今後、CAPEX・OPEXを下げる、および、生産性を向上させる技術開発が必要となる
- 経済性だけでなく開発実現性も評価できる開発意思決定支援ツールの構築

⑤ 地震・ジオハザード調査

- 開発海域における地震・ジオハザード（海底地すべりなど）解析を進め、開発システム設計の耐震設計やジオハザード対策に反映するデータを得た（志摩半島沖は次フェーズ以降）

⑥ 事業化シナリオの改定

- CN政策以降の外部環境変化を鑑みた事業化シナリオの検討が必要である
- フェーズ4終了時の現状と商業化時のあるべき姿を見比べると、次フェーズ海洋産出試験前に解決しなければならない技術ギャップが顕在化し始めた。この技術ギャップを埋めるための新しい事業化シナリオ（技術マップ）案が必要である