

NEDO水素・燃料電池成果報告会2024

発表No. B1-5

グリーンイノベーション基金事業／大規模水素サプライチェーンの構築/ MCHサプライチェーン実証

発表者名 前田 征児
団体名 ENEOS株式会社
発表日 2024年7月18日

連絡先：ENEOS株式会社
URL：<https://www.eneos.co.jp/>

事業概要

- 1. 期間** 開始 : (西暦) 2021年12月
 終了 (予定) : (西暦) 2026年 3月 ※交付決定済みのステージゲート1までの期間

2. 最終目標

- ・MCH (メチルシクロヘキサン) を水素キャリアとして、海外のCO₂フリー水素及びMCH製造、MCHの海上輸送、当社製油所を活用したMCH受入・貯蔵・水素製造について、年間数万トンの技術実証を実施し、2030年までにMCHサプライチェーンを構築する。

3. 成果・進捗概要

◆研究開発項目 1. 海外MCH製造技術の確立

- ・海外水素源及びMCH製造拠点の候補サイトとして、豪州及び東南アジアに絞込み完了。
MCH製造装置のライセンサー選定を完了。
- ・低炭素水素評価手法のISO化に参画し、昨年TSを発行。またその低炭素水素評価手法に基づくCI値算定ツールの作成を完了。
- ・海上輸送におけるMCH積載量規制について、規制緩和に向けた検討を開始 (NEDO事業へ応募実施)

◆研究開発項目 2. 国内MCH処理技術の確立

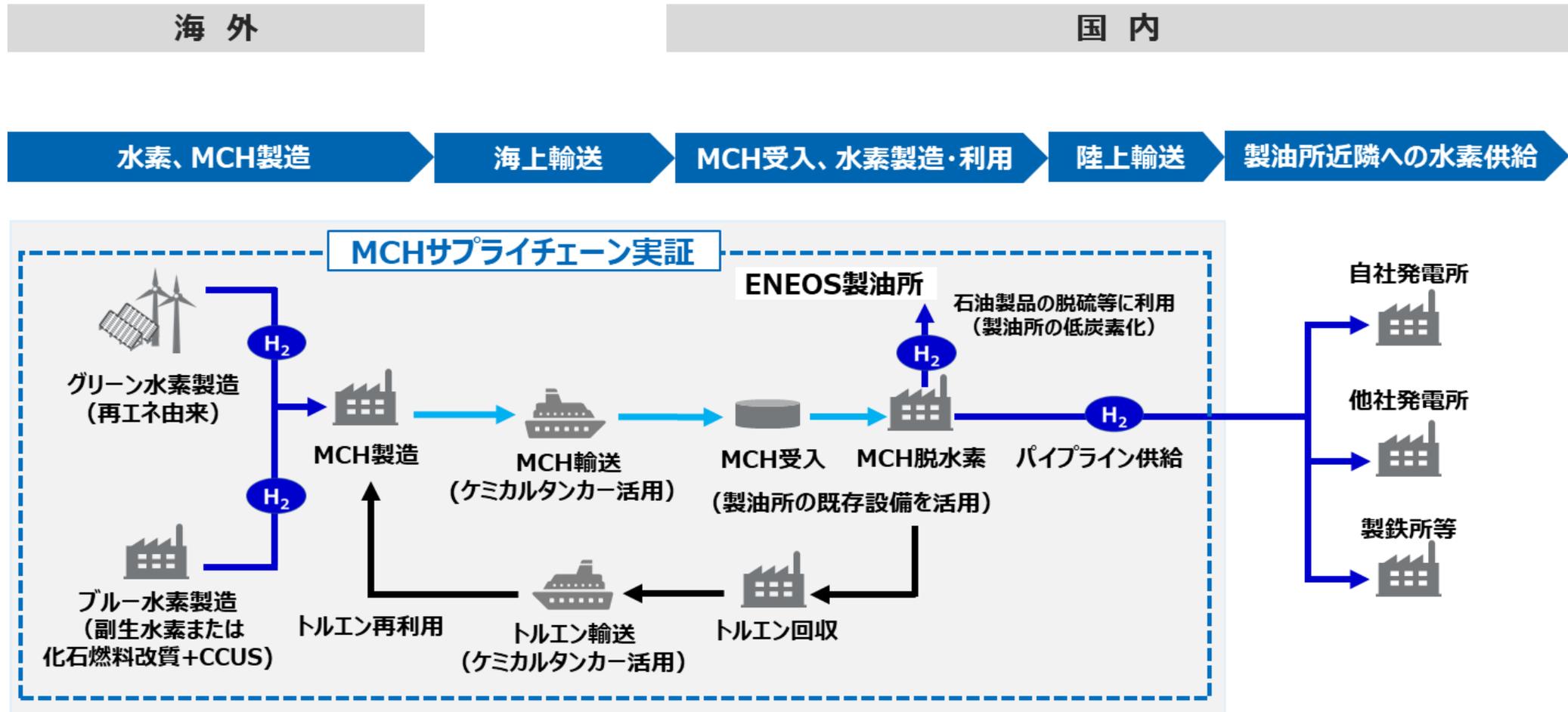
- ・MCH受入先の当社製油所については、川崎製油所に加え、水島製油所及び大阪事業所を加えFS検討中。
MCH脱水素装置のライセンサー選定を完了。

◆研究開発項目 3. 国際MCHサプライチェーン技術の確立

- ・FSを完了し、ライセンスパッケージの対象とする内容を精査中。
- ・MCH製造/MCH脱水素装置の原料に対する要求品質に基づき標準規格案を策定。

1. 事業の位置付け・必要性

- 2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、再エネ等から製造した低炭素水素の社会実装が求められており、2030年までに低炭素水素の供給網を構築する必要性がある。
- 当社は、石油・石化製品の製造販売を支えてきたノウハウ、インフラを生かし、低炭素水素サプライチェーンの構築に取り組んでいる。
- 本実証において、石油流通の既存インフラを生かし、常温常圧で安定的に水素を貯蔵できる水素キャリアにMCH（メチルシクロヘキサン）を活用し、低炭素水素サプライチェーンを確立する。



2. 研究開発マネジメントについて ～研究開発内容とKPIの設定～

【研究開発項目】 1. 海外MCH製造技術の確立

1 MCH製造に関するFSの実施	• 水素源となる候補場所を特定し、水素製造～MCH製造～貯蔵出荷までの基本仕様を決定しコストを積算する。
2 多様な水素源のLCA評価及び低炭素水素評価手法の確立	• 多様な水素源(副生水素、再エネ水素等)について LCA評価を実施し、ブルー水素・グリーン水素の評価手法を確立する。
3 MCH製造プロセスの確立・運転検証・コスト低減	• MCH製造プラントの建設、運転検証を通じたプロセス技術の確立 • MCH製造コストの低減 (CAPEX/OPEX低減、MCH製造装置標準化等)
4 MCH貯蔵・海上輸送コスト低減	• 海上輸送コスト低減 輸送量、タンクサイズ、輸送回数最適化、課題抽出と対策(トルエン及びMCHのロス 低減検討を含む)

【研究開発項目】 2. 国内MCH処理技術の確立

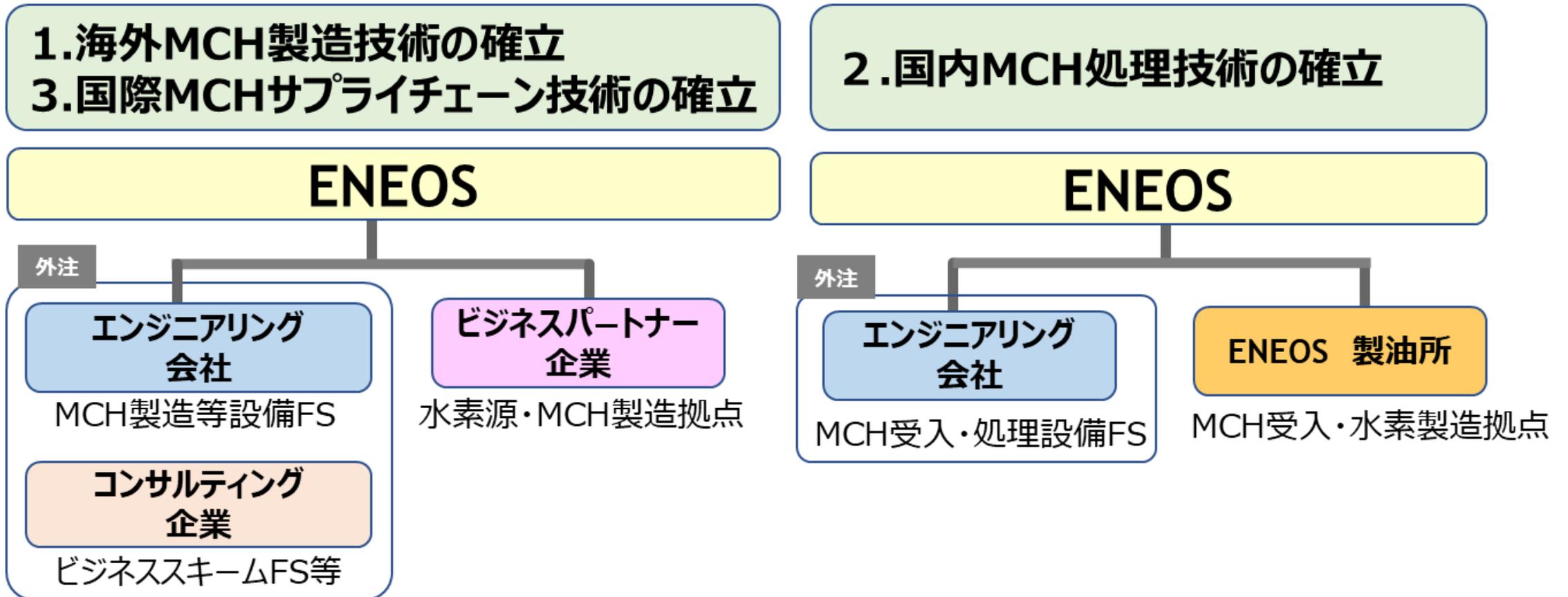
1 MCH脱水素に関するFSの実施	• MCH脱水素実証製油所を選定し、MCH受入～MCH脱水素～トルエン貯蔵出荷までの基本仕様を決定し、コストを積算する。
2 MCH脱水素技術の確立	• 既存プロセスに並列した、最適なMCH脱水素運転技術を確立する。 *上記最適運転検討には、製油所の排熱利活用検討も含む。
3 水素利活用技術の確立	• 水素供給コストの低減 • 接触改質装置の既存プロセスによる水素製造量と、MCH処理によるCO2フリー水素製造量のそれぞれを正確に把握する手法を確立する。

【研究開発項目】 3. 国際MCHサプライチェーン技術の確立

1 国際MCHサプライチェーンライセンスパッケージの構築	• MCHサプライチェーン技術 (MCH製造・脱水素技術等) について、国内外の主要なライセンサーを取込み、ライセンスパッケージを構築する
2 国際MCHサプライチェーン品質規格標準化	• 原料トルエン及び水素、製品MCHの品質規格の標準化を行う。

2. 研究開発マネジメントについて～実施体制～

- 研究開発テーマ毎に下図の体制で遂行。
- 研究開発の社内進捗管理体制は以下の社内会議体制のもと実施。
 - ①**経営会議**：社長、副社長、管掌役員等により構成され、当社の重要事項について協議・決定する会議
 - ②**水素サプライチェーン戦略会議**：PJの関係各部の部長により構成され、PJの重要事項について協議・決定する会議
 - ③**PMO**（Project Management Office）：PJ横断的に戦略策定及び推進をとり進める委員会



【研究開発項目】 1. 海外MCH製造技術の確立

① MCH製造に関するFSの実施

● 候補場所7サイトを選定し、それぞれPre-FS、FSを実施し、多様な水素源の供給ポテンシャル/コスト見通し、出荷港湾インフラ/プラント設置場所等を比較検討した結果、③豪州（オリジン社）、⑦マレーシア州経済開発公社の2拠点に絞込みし、FEEDへ移行。

【ブルー水素】

② UAE アブダビ・ルワイス港

- 水素源：①副生水素+CO2-EOR
②天然ガス+ATR+CO2-EOR
- 協業企業：アドノック
- 水素供給量：実証 5万トン/年
拡大期想定 30万トン/年

【ブルー水素】

① マレーシア ケルテ・ケルテ港

- 水素源：副生水素
- 協業企業：ペトロナス
- 水素供給量：実証 2万トン/年
拡大期想定 32万トン/年

【グリーン水素】

⑤ 西オーストラリア・ウィンダム港

- 水素源：再エネ（太陽光）
- 協業企業：フォーテスキュー
- 水素供給量：実証 5万トン/年
拡大期想定 30万トン/年

【グリーン水素】

⑦ マレーシア サラワク州・ピンツル港

- 水素源：再エネ（水力発電）
- 協業企業：マレーシア州経済開発公社
- 水素供給量：実証 5万トン/年
拡大期想定 10万トン/年

【グリーン水素】

③ クイーンズランド州 グラッドストーン港

- 水素源：再エネ（太陽光・風力）
- 協業企業：オリジン社
- 水素供給量：実証 4万トン/年
拡大期想定 15万トン/年

【グリーン水素】

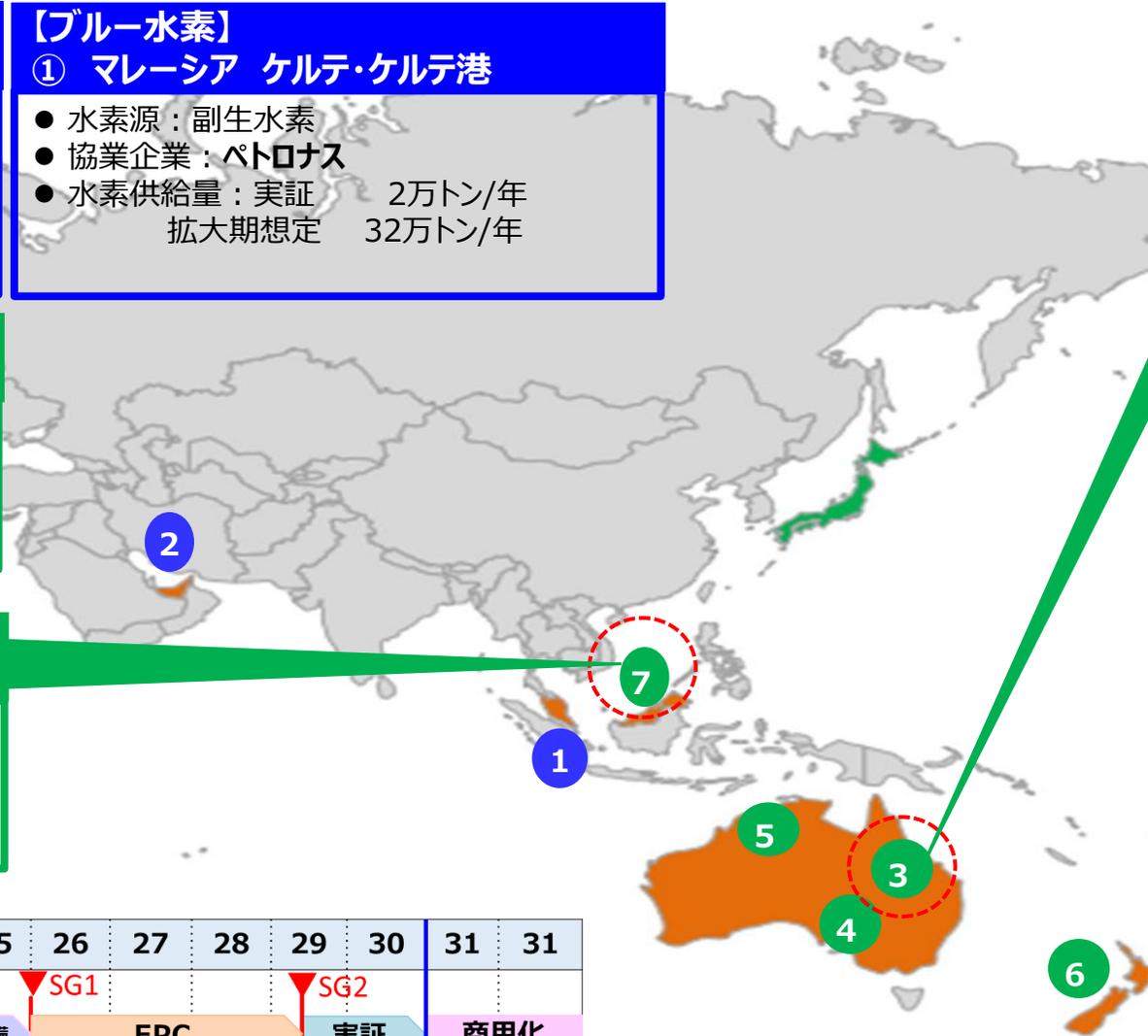
④ 南オーストラリア・ボナイソン港

- 水素源：再エネ（太陽光・風力）
- 協業企業：ネオエン社
- 水素供給量：実証 4万トン/年
拡大期想定 30万トン/年

【グリーン水素】

⑥ ニュージーランド・ティフポイント

- 水素源：再エネ（水力）
- 協業企業：メリディアン社・コンタクト社
- 水素供給量：実証 4万トン/年



研究開発項目/FY	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31
1. 海外MCH製造技術の確立	Pre-FS	FS	FEED	準備	SG1	EPC	EPC	EPC	SG2	実証	商用化	商用化

【研究開発項目】 1. 海外MCH製造技術の確立

① MCH製造に関するFSの実施

- 豪州クィーンズランド州において、オリジン社との協業による再エネ（太陽光・風力発電）を用いたグリーン水素製造PJ。太陽光発電及び風力発電を電源（変動電源）とすることによる日中の電力価格変動を想定し、安価な価格帯での水素製造を最大化するために水電解槽キャパシティを最適化してトータルコスト低減を志向。→ 年間4万トンの規模の水素供給サプライチェーンを2030年度までに構築し、国内需要家向けの供給を目指す。



項目	内容
(1) プロジェクト場所	豪州 クィーンズランド州 グラッドストーン港
(2) パートナー企業	オリジン社 (Origin Energy Limited)
(3) 水素製造規模	4万トン/年
(4) 水素製造方法	再エネ 100% (太陽光・風力発電/水電解)
(5) 水素種別	グリーン水素
(6) 水素キャリア	MCH (メチルシクロヘキサン)
(7) CI値 (炭素強度)	< 3.4kg-CO2/kg-H2 (Well to Gate)

水素製造・MCH製造エリア 機器リスト			
1	水電解装置	8	貯水槽
2	MCHタンク	9	消火設備
3	TOLタンク	10	変電所
4	MCH製造装置	11	フレア設備
5	水素コンプレッサー	12	水素タンク
6	エアフィンクーラー	13	計器室
7	ユーティリティ装置		

【研究開発項目】 1. 海外MCH製造技術の確立

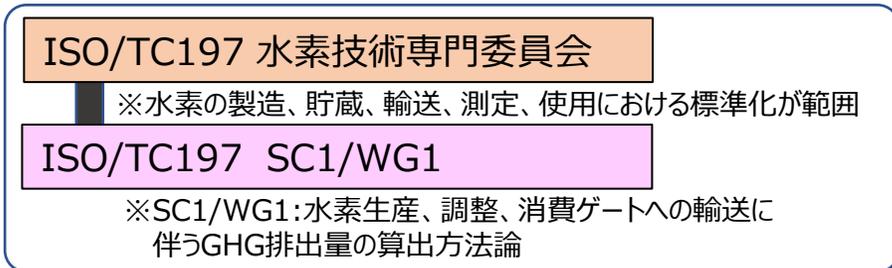
② 多様な水素源のLCA評価及び低炭素水素評価手法の確立

- ISO19870のTS (Technical Specifications : 技術仕様書) が発行された (2023/12) 。
 → 「ISO/TC197国内委員会※/国際会議にエキスパート・委員参画し、D-MCH法含むMCH関連のGHG排出量算定メソッドロジーを提案・採用される ※ISO/TC197国内委員会は (一社) 水素バリューチェーン推進協議会 (JH2) /CO2フリー水素委員会に設置
- 昨年度作成したGHG排出量算定ツール (※IPEHの評価手法をベース) の更新を実施。
 → 最新のIPHEガイドラインに基づいた、GHG量算定が可能。 ※IPHE (International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy)

1. GHG排出量算出方法の規格化(ISO19870)

● 体制

<国際会議>



↑ 国内意見をとり纏めエキスパートを派遣し ISO会議で各国と議論

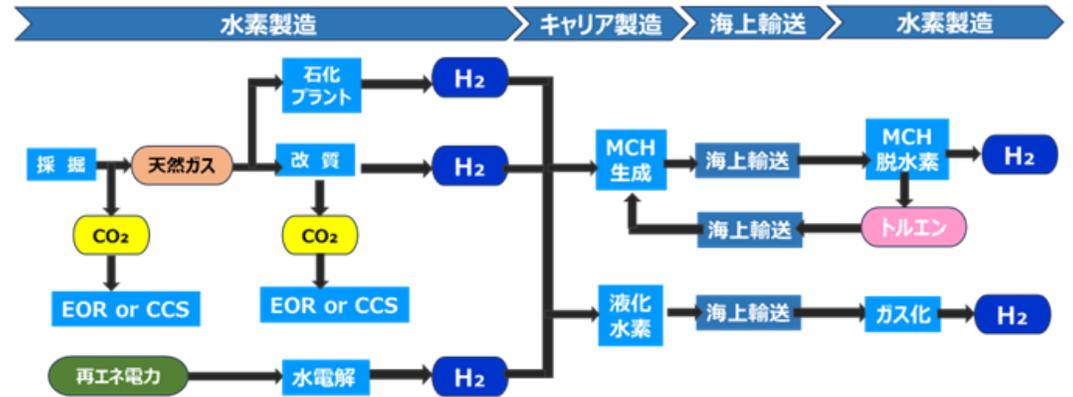
<国内委員会>



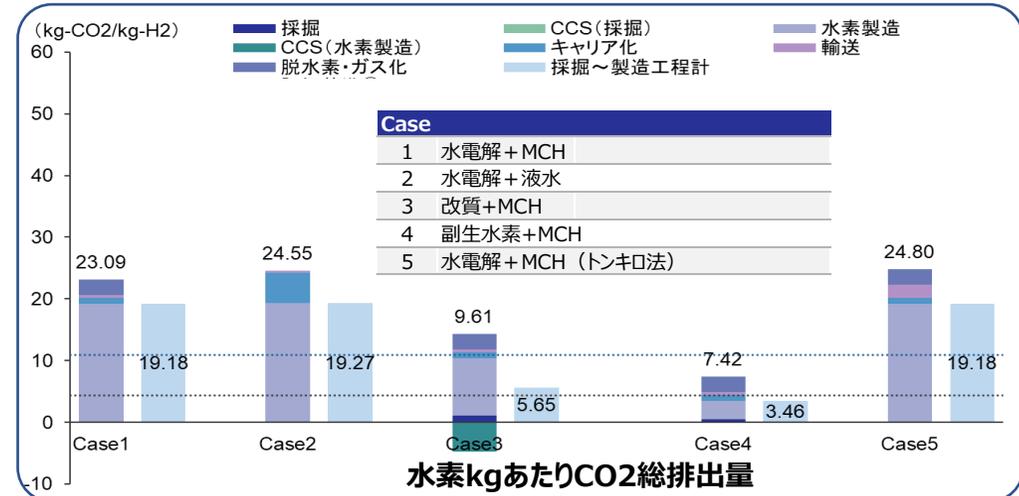
● スケジュール

ISO化スケジュール	年度									
	23		24				25		26	
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1H	2H	1H	2H
ISO GHG規格策定			DIS19870-1作成				IS化審議 25年中IS化		IS化審議 26年中IS化	
	▲TS19870発行		DIS19870-2,3,4審議							

2. GHG排出量算定ツール 算定範囲 (参考)

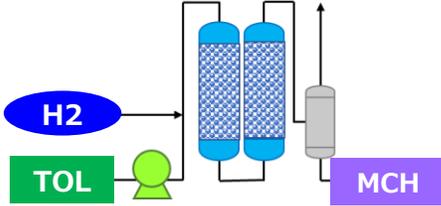
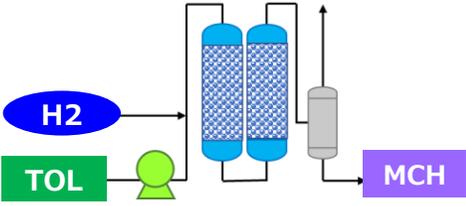
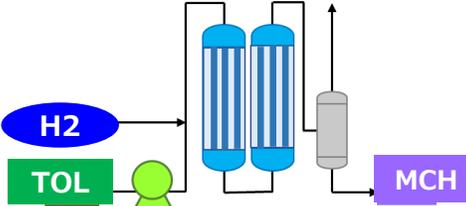


● 計算結果の一例



【研究開発項目】 1. 海外MCH製造技術の確立 ③MCH製造プロセスの確立・運転検証・コスト低減

• MCH製造装置ライセンサー候補3社より、触媒耐久性、メンテナンス性、拡張性、コストの総合評価により、A社をプロセスライセンサーとして選定。

ライセンサー候補	選定 A社	B社	C社
反応器構造	固定床 (固体触媒)	固定床 (液体触媒 & 固体触媒)	多管式熱交換型反応器 (固体触媒)
概略フロー (イメージ)			
反応条件 (温度・圧力)	○	◎	◎
触媒寿命	◎	◎	△
触媒ハンドリング (制御・交換)	◎	△	△
メンテナンス性	◎	△	△
スケールアップ	◎	△	△
CAPEX	○	◎	△
商用化実績	○	○	◎

- 昨年度のMCH海上輸送調査を元に、水素・MCH製造拠点を豪州、東南アジアに絞り込み輸送コストを試算、コスト低減の課題を抽出。
- 海上輸送コスト低減に向けた規制課題への対応として、IMO（国際海事機関）規定の改正を目指したNEDO事業を新規提案中。

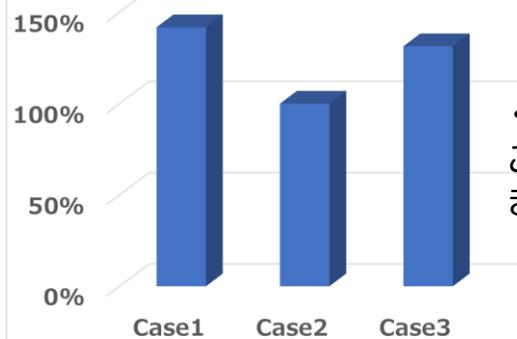
1. MCH海上輸送に関するFS調査

- 実証規模(4~5万t-H₂/年)における既存船及び新造船を活用したケースでのMCH/TOLの輸送コストを試算

【前提】

- 輸送区間：豪州（Gladstone港）～川崎製油所
- MCH満積（カーゴタンク容量上限）、TOLは同じ船で指定量を積載
- 必要船籍数/長期契約可能な既存船籍数
19KDWT（4隻/5隻）、25KDWT（3隻/2隻）、37KDWT（2隻/0隻）
- ※ 既存船で長期傭船できる船籍数は限定的。よって新造船も含め輸送コストを試算

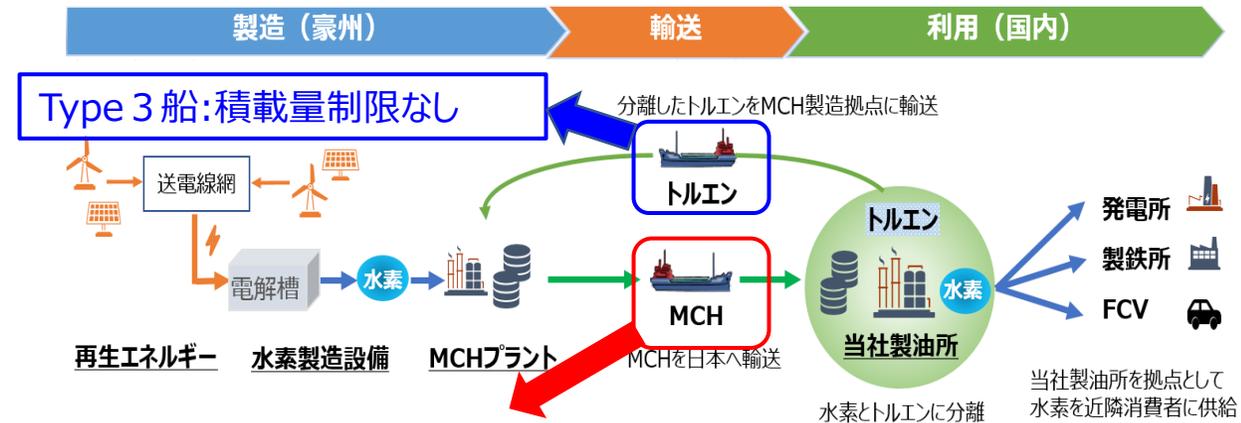
Case	既存船と新造船の組み合わせケース
Case1	・既存船19KDWT・・・1隻、 ・新造船19KDWT・・・1隻、新造船37KDWT：1隻
Case2	・新造船37KDWT・・・2隻
Case3	・新造船25KWDT・・・3隻



・積載量の大きな輸送船を利用することが必要船籍数を少なくすることができ、コスト低減となることが分かった。

2. MCH海上輸送に関する規制緩和への取組み

● MCH海上輸送の課題



ケミカルタンカーType2船 積載量Max 3,000m³/タンク

● 規制課題への対応

対応案	内容
案1 特例措置	社会的大義による規制緩和。海外関係国と情報共有、仲間づくり等啓蒙活動による長期戦略に向けたシナリオ検討。
案2 代替設計	既存設計と代替設計（3,000m ³ /TNK>）の漏洩シミュレーション結果に基づき、設計の妥当性を評価
案3 GESAMP 評価見直し	MCH海上輸送の船型を決定するGESAMP・水生生物への影響評価データにつき、MCH/TOL混合系にて再評価

【研究開発項目】 2.国内MCH処理技術の確立①MCH脱水素に関するFSの実施

- 当社製油所の既存設備状況と近隣需要をプレ調査。川崎、水島、大阪の3か所にショートリスト化しFSを実施中。
- FS検討を実施し、川崎では設備検討（仕様・コスト試算等）完了。水島/大阪についてもFS検討を実施中。
- ➔24年度中にFS検討結果を踏まえ、FEED移行対象を選定する。



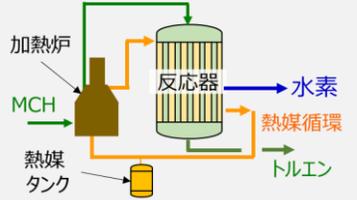
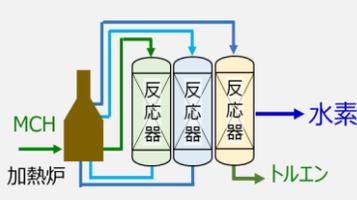
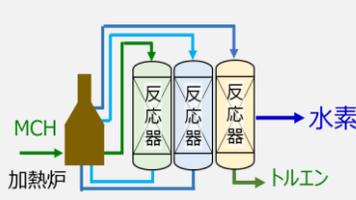
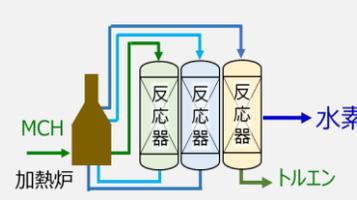
11

検討項目	詳細	川崎	水島	大阪
水素需要 (自社/近隣)	①自社需要(脱硫目的)を調査し、目的生産水素との振替有無を確認。	○	○	×
	②近隣需要を調査し、早期の水素需要ポテンシャルの有無を確認。	○	○	○
	③水素利用に関する需要家の関心度	△	○	○
MCH脱水素装置の改造/導入可能性の確認		○ (FS)	○ (FS)	○ (FS)
既存設備の活用 (棧橋、タンク、配管、ローディングアーム等)		○ (FS)	○ (FS)	△ (FS)

研究開発項目/FY	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31
2. 国内MCH処置技術の確立	Pre-FS	FS	FEED			SG1	EPC		SG2	実証	商用化	

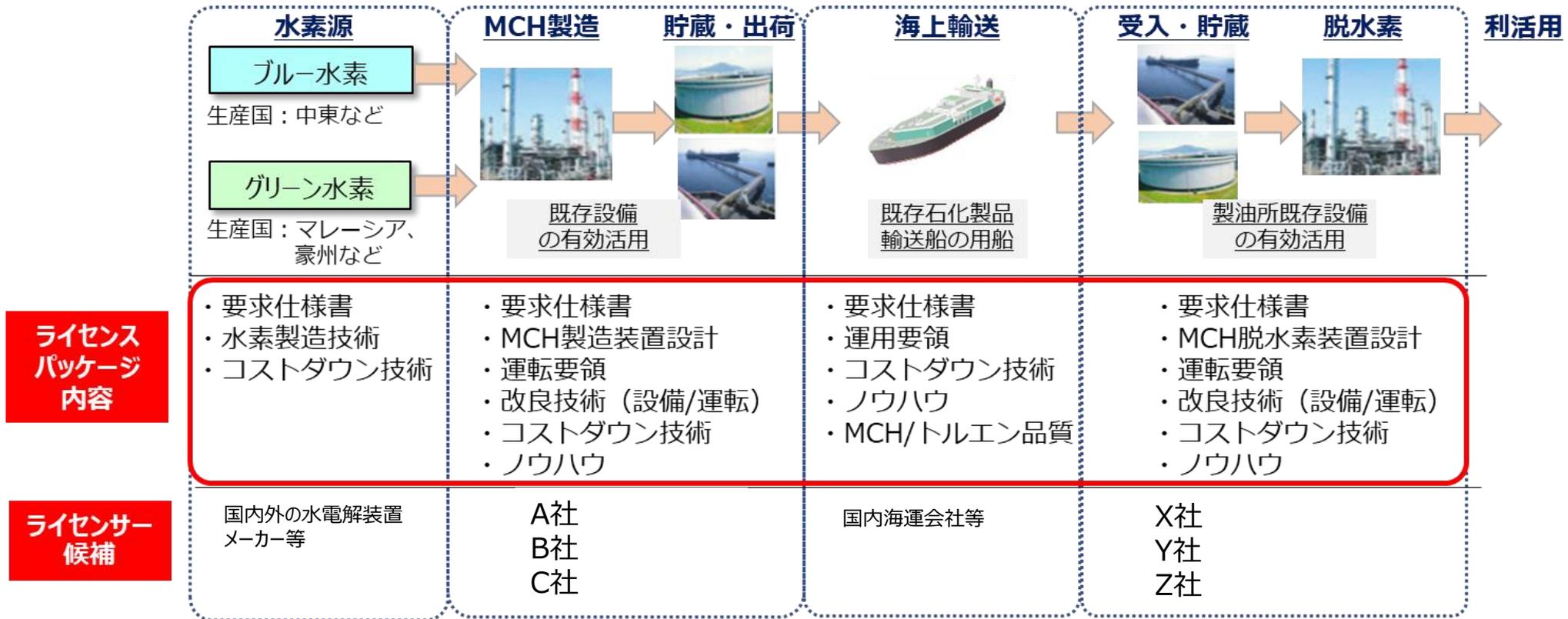
【研究開発項目】 2.国内MCH処理技術の確立②MCH脱水素技術の確立

- 既設、新設ケースのそれぞれについて、各ライセンサーのテクニカルプロポーザルに基づき触媒 / 装置の性能比較、既存事業への影響評価を実施
 - ➡ ライセンサーは“Y社”とした場合が、既設 / 新設共に優位性有と判断
 - “川崎ケース”でのFS検討の結果、接触改質装置のライセンサー仕様の違い等も有り、大多数の機器更新が発生する見込み
 - ➡ 稼働設備の振り替えによる事業影響 および 設備投資額の優位性も無いため、“川崎ケース”では脱水素装置の新設をリードケースとして検討実施
- ※ ライセンサーの統一 および 今後の製油需要減退により遊休した装置などは、改造ケースが優位となる可能性あり

川崎-FS結果	新設		既存設備活用	
	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④
MCH処理方法	MCH専用	MCH専用	MCH専用	MCH専用
ライセンサー候補	X社	Y社	Y社	Z社
反応器構造	多管式反応器 (大型：新規開発)	固定床反応器 (改質装置と同様)	固定床反応器 (改質装置と同様)	固定床反応器 (改質装置と同様)
概略フロー (イメージ)				
土地占有面積 (設備敷設)	× ※設備容量大 搬入困難	○	○	○
MCH転換率	○	◎	◎	○
稼働設備振替による生産ロス	○(無)	○(無)	× (影響あり)	× (影響あり)
総合評価	△	◎	○	△

【研究開発項目】 3.国際MCHサプライチェーン技術の確立①国際MCHサプライチェーンライセンスパッケージの構築

- FSを完了しライセンスパッケージの対象とする内容を精査中。また、ライセンスパッケージのメリットの明確化、コストとの関係を整理し、ビジネス成立性(ビジネスモデルの事業性評価)について検討中。
- ライセンスパッケージは自社活用に加え、他社へのライセンス付与も考慮する(狙い：MCH方式の普及促進、デファクトスタンダード化による先行者メリット享受)。



研究開発項目/FY	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31
3. 国際MCH水素サプライチェーン技術の確立		ライセンサー選定		対象技術検討 設備/運転技術		SG1	技術パッケージ構築		SG2	技術検証		

【研究開発項目】 3.国際MCHサプライチェーン技術の確立②国際MCHサプライチェーン品質規格標準化

- MCH製造/MCH脱水素装置の原料に対する要求品質に基づき標準規格案を策定
- 需要家(発電等)と製造水素に対する要求品質を協議・検討を開始

国際MCHサプライチェーン品質規格標準化

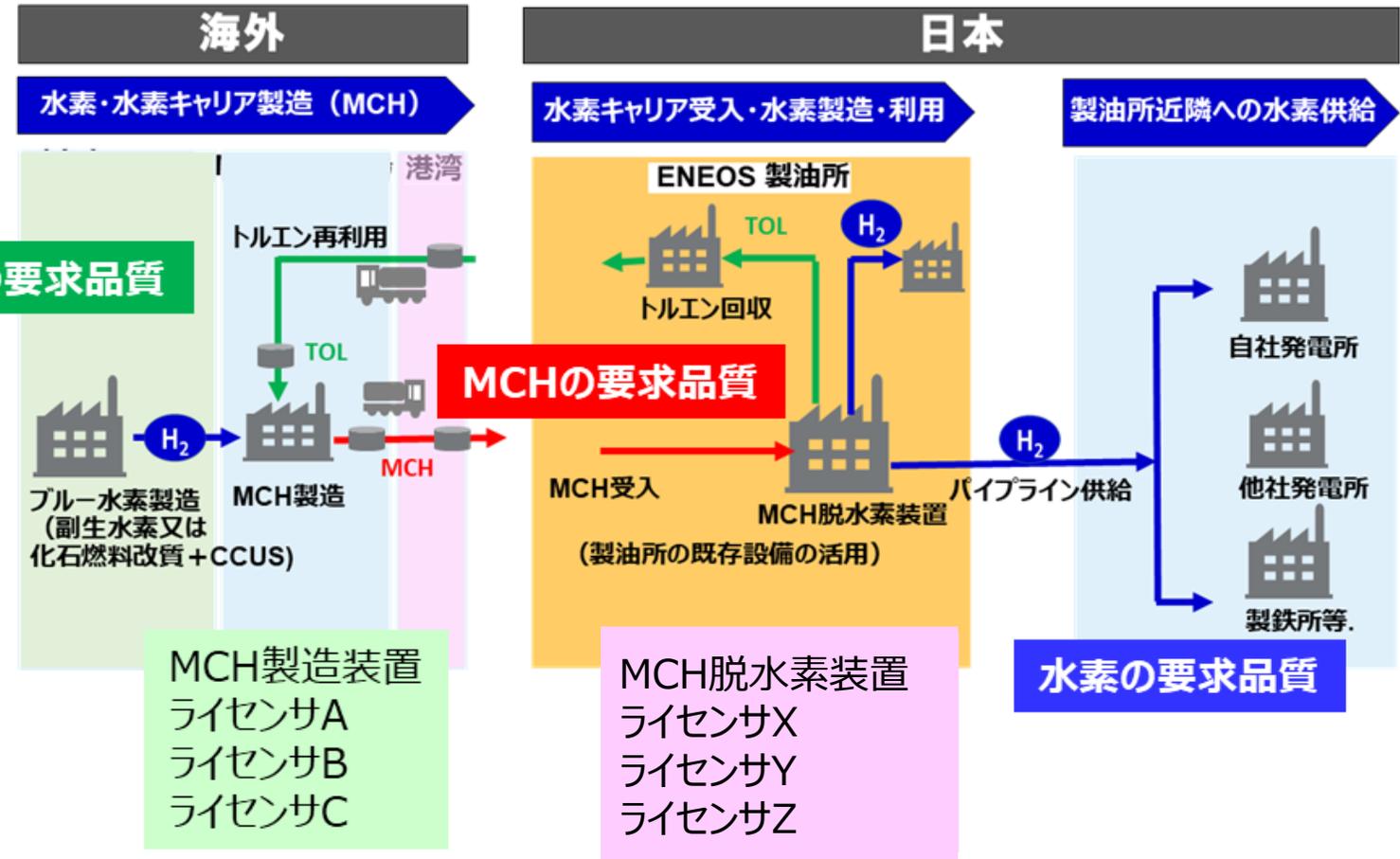
■ MCH/TOL品質規格標準化手順

- ①MCH製造とMCH脱水素に共通するライセンスについて、MCH/TOLの要求品質規格を把握する。
- ②上記品質規格をベースに製油所の規格を照合し、運用上の規格案を策定する。
- ③さらなる品質規格の緩和を検討（コストダウン）

トルエンの要求品質

MCHの要求品質

水素の要求品質

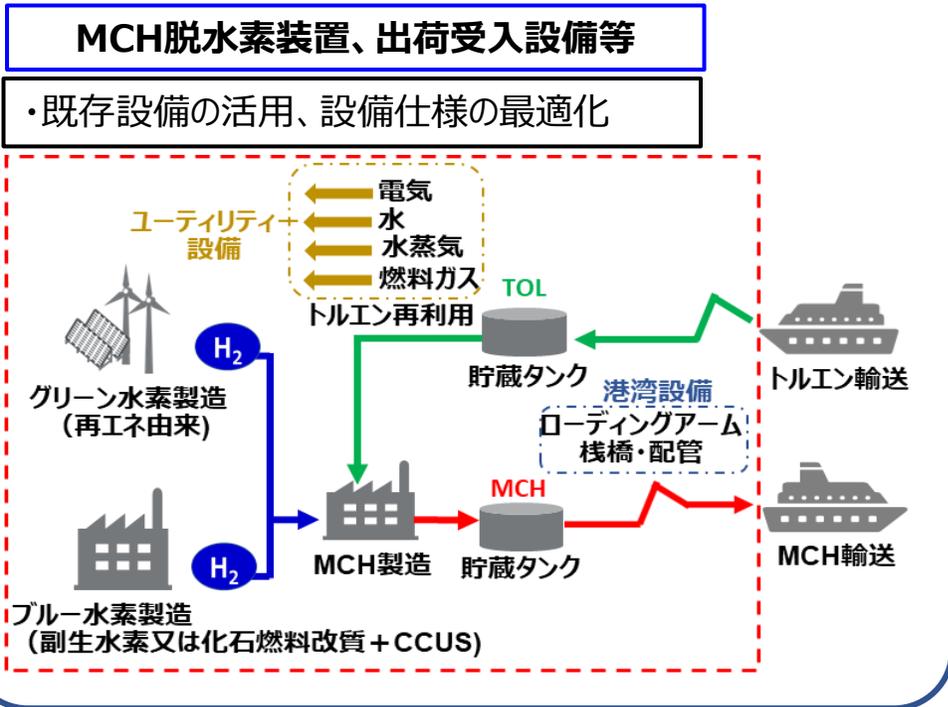


3. 今後の見通しについて

1. 海外MCH製造技術の確立

【ステージゲート1に向けて】

- ① FEED移行した2拠点から1箇所に絞込む。
- ② MCH製造装置ならびに付帯設備の基本設計を継続し、実証規模でのコスト試算を完了する。
- ③ 目標水素コストに向けた低減策を検討する。



2. 国内MCH処理技術の確立

【ステージゲート1に向けて】

- ① 各拠点のFS検討を完了させ、FEED移行する拠点の絞り込みを行う
- ② 脱水素装置以外の製油所既存設備の活用範囲の検討を継続し、CAPEXの低減を図る
- ③ ①、②の結果から脱水素コスト改善策の効果を確認し、更なるコスト改善策を検討する。

