

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／
革新的な液化、水素化、脱水素技術の開発／
直接MCH電解合成（Direct MCH）技術開発

西川 洋介
ENEOS株式会社
2025年7月15日

連絡先：ENEOS株式会社
(050-1737-6454,
nishikawa.yosuke.426@eneos.com)

事業概要

1. 期間

開始 : 2021年10月
終了（予定） : 2031年3月

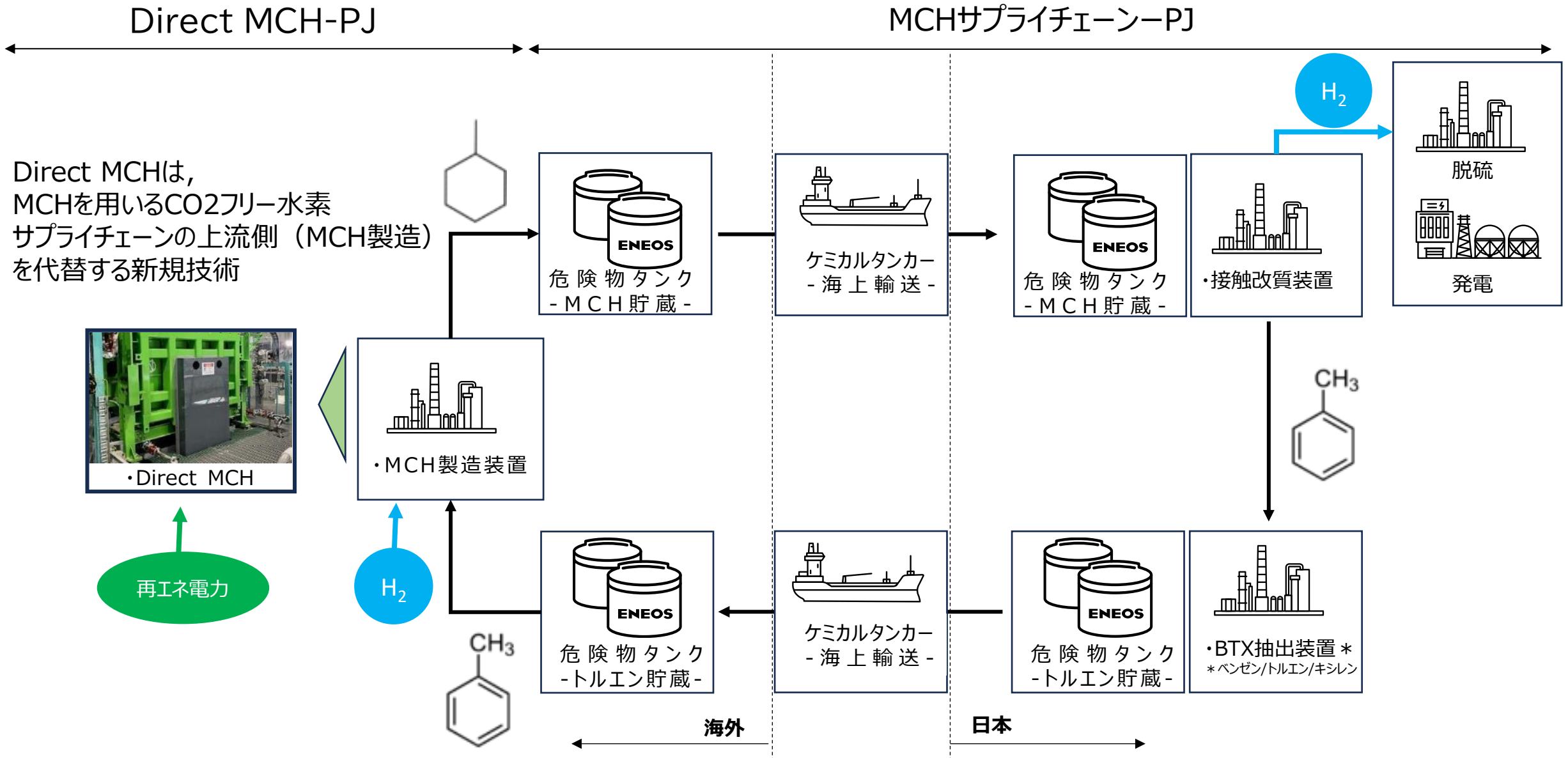
2. 最終目標

- 商用プラント概念設計の完了
- 商用電解槽の発電コストおよびエネルギー原単位の見通し達成

3. 成果・進捗概要

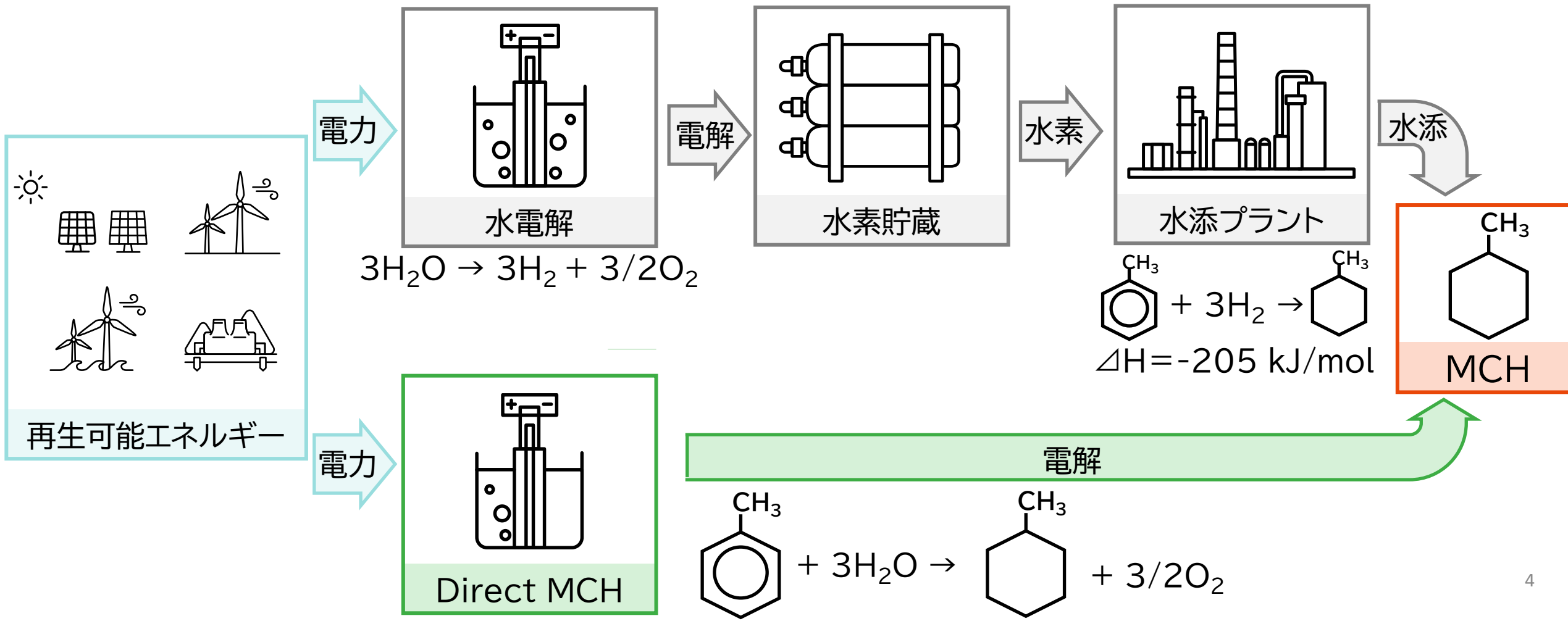
- 25年度実証用コンテナ型電解槽、実証プラントの基本設計を完了
 - ・ 小型試作機で繰り返し30回の電解に成功、電解槽コンテナ設計に反映。
 - ・ 実証電解槽用CCMを製造完了。電解槽製作フェーズに移行済み。
 - ・ 実証プラントのFEED業務完了しEPCフェーズに移行済み。
- 大面積型電解槽は純水型への変更を実施。
 - ・ 試作機で良好な初期性能を確認。
- Spring-8や可視化セルによるIn-situ観察を実施
 - ・ CCM近傍の移行水を核として水素ガス気泡が析出という新知見を獲得

1. 事業の位置付け・必要性



2. 研究開発マネジメントについて：Direct MCH[®]について

- 従来、水素キャリアとしてのMCHは水素製造⇒(水素貯蔵)⇒トルエンの水素化の2段階反応で製造
- Direct MCH[®]は再生可能エネルギー(電力)を用いて電気化学的にトルエンを1ステップで水素化
⇒反応ステップが少なく、設備コスト、運用コストが削減できる。



2. 研究開発マネジメントについて:本プロジェクトの開発目標

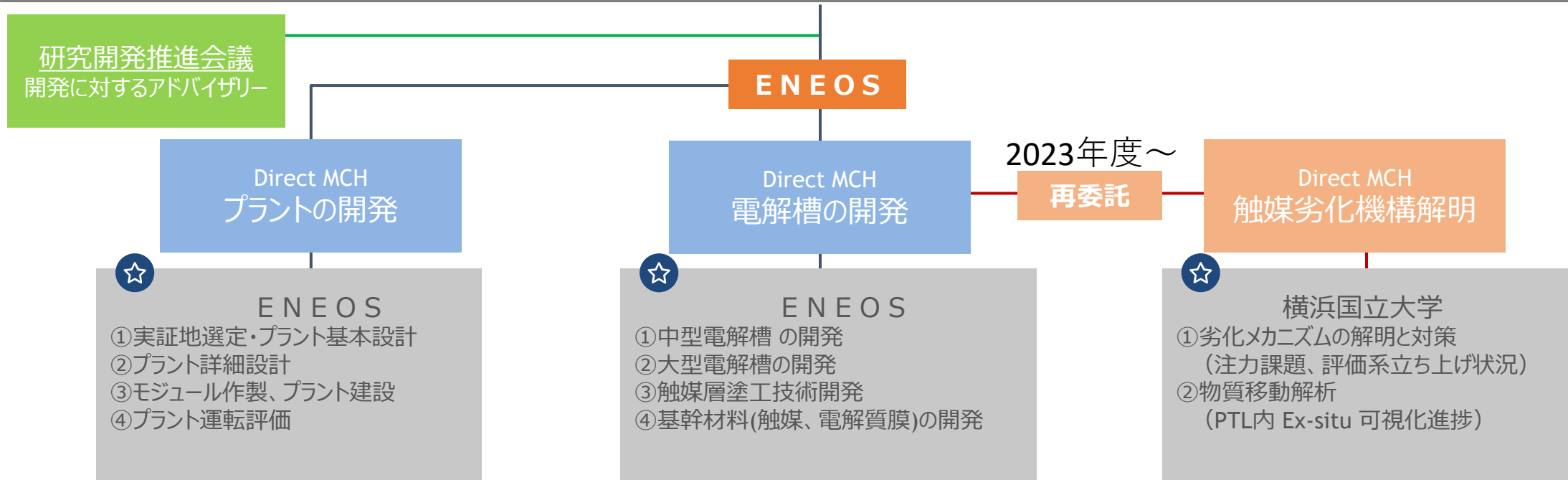
- 2030年の商用プラント概念設計完了を目標とし、22年度に中型電解槽(150kW)、25年度に大型電解槽(MW級)を段階的に開発。再エネ適地(豪州)での実証も実施し、課題抽出・開発へのフィードバックを行う。
- 24年度は25年度の豪州大規模実証に向けた**大型電解槽とプラントの設計完了および製作開始を目標**とした。



2. 研究開発マネジメントについて

- 外部有識者(登録委員)を入れた研究開発推進会議を2回/年 開催
⇒ 社外からの様々な視点でのアドバイスを取り入れながら研究開発を加速

アウトプット目標：革新的水素化技術の開発



登録委員

東京大学先端科学技術研究センター 教授/所長
杉山 正和 氏
→ 豪州での再エネ、水素の利活用の観点での助言

福島再生可能エネルギー研究所 所長
古谷 博秀 氏
→ 再エネ利用の観点での助言

23年度に引き続き、2回(9月、2月)研究開発推進会議を開催

3. 研究開発成果について：25年度豪州実証の概要・実施項目と検討結果

大型電解槽プラント実証準備：豪州での大型電解槽実証用電解槽コンテナおよびプラントの基本設計完了

コンテナ型電解槽の小型試作機製作、評価を実施、電解槽コンテナの設計に反映。プラントのFEED完了しEPCフェーズへ移行

電解槽コンテナ 3Dモデル



電解槽コンテナ

実証プラント 3Dモデル

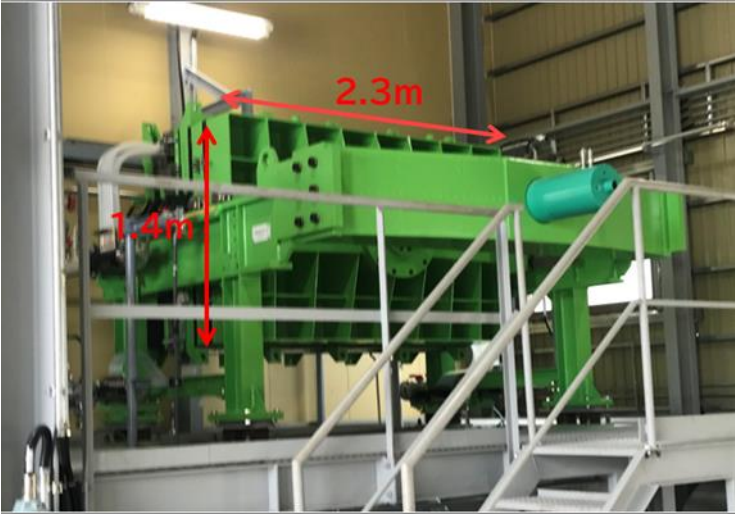


25年度豪州実証における主要検証項目	
1	MW級電解槽における最大2A/cm2 平均ファラデー効率 $\geq 95\%$ の達成確認
2	豪州での電解槽の2年間運転
3	BOP(Balance of Plant)の耐久性確認
4	負荷変動した時の電解槽・CCM耐久性確認
5	現地オペレーション費用、電解槽以外の メンテナンスコスト算出

ACTIVITIES	2023												2024												2025												2026											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stage Gate	● Gate1												EPC契約												Today												● Gate2											
Contract	FEED Contract																																															
竣工（MC）/実証運転開始																																																
FS																																																
FEED																																																
Government Approvals																																																
EPC+Commisioning (22カ月)																																																
Construction																																																
実証期間（24カ月）																																																
Procurement（電解槽）																																																

3. 研究開発成果について：改良電解槽の概略

- 大面積型：前回実証電解槽における劣化（陽極硫酸による部材腐食・抵抗増）を踏まえ、純水型へType変更。
30,000cm²と非常に大きな電極サイズによるコストダウンを志向。
- コンテナ型：開発当初から純水型であり、電極サイズ・電流密度ともに、大型PEM水電解槽と同等レベル。
現地設置の時間短縮、コストダウンを志向。

	大面積型	コンテナ型
イメージ		
実証場所	横浜市	豪州 BP(22年度実証跡地)
電極サイズ (1セルあたり)	30,000cm ²	1,600cm ²
陽極流体	硫酸→純水	純水

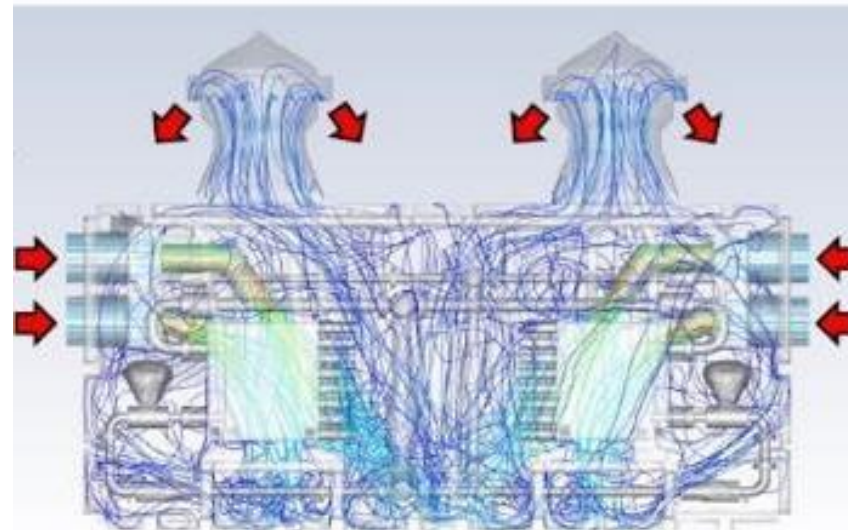
※一般的な大型PEM水電解槽の電極サイズ：1500～5000cm²₈

3. 研究開発成果について：コンテナ型電解槽開発状況

- 小型試作機で30回の繰り返し電解に成功、実証用電解槽コンテナの設計に反映
- 換気量のシミュレーション結果より安全操業が可能であることを定量的に確認
- 豪州エンジ会社とのリスクアセス、電解槽・コンテナの基本設計設計を完了。製作フェーズへ移行。



コンテナ内気流シミュレーション(換気防爆設計)



22年度実証：
電解槽建屋内を換気防爆
⇒大風量の換気が必要

25年度実証：
コンテナ内換気のための必要風量が大幅減

3. 研究開発成果について：豪州実証用プラント準備状況

- 25年度豪州実証用プラントのFEED完了、24年10月よりEPCフェーズへ移行し、進行中。
- 25年7月の工事開始に向け、各種官庁申請実施中

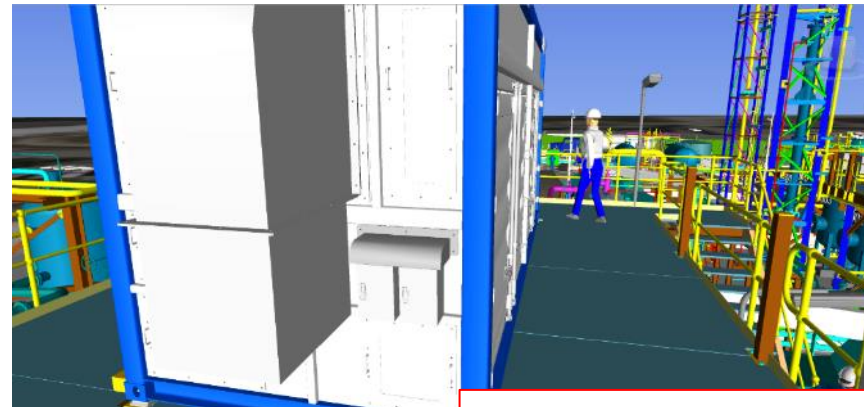


➤ 実証サイトのリース契約完了
(前回実証と同じエリア)

電解槽コンテナ



25年度実証プラント3Dモデル



電解槽コンテナ周辺

VRヘッドセットで
オペレーションの確認



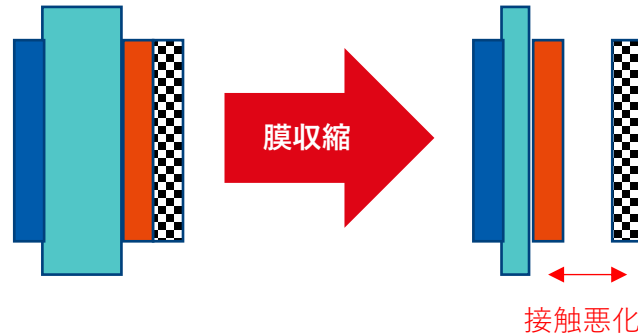
3. 研究開発成果について：基盤技術開発

- 従来のセルでは部材の膨張収縮の影響で、CCMのみの耐久性評価が困難

⇒改良セル（YNUセル）を用いることで、セル内部の接触影響を除外したCCM耐久評価が可能。

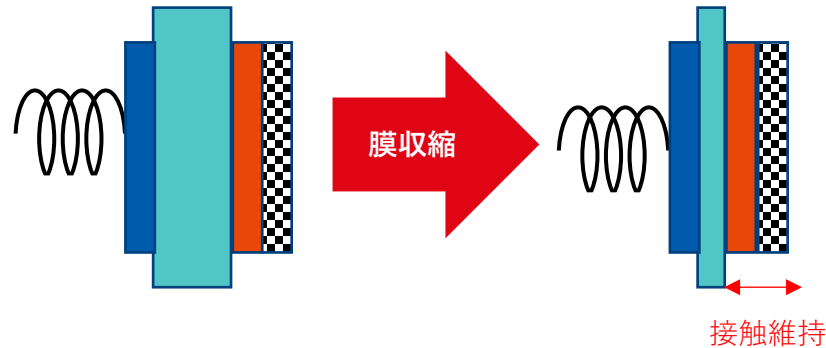
⇒CCM劣化メカニズム評価を実施し、開発を促進する。

●従来



膜の膨潤・収縮で拡散層と触媒層の接触が悪化
⇒**CCMのみの劣化を評価できない**

●改良セル（YNUセル）

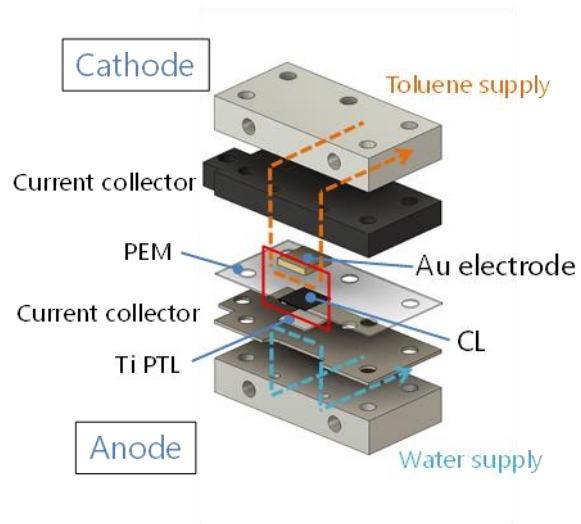


外部からばねでCCMを押すことで、膜の変動に追従。
⇒**CCMのみの劣化を評価可能**

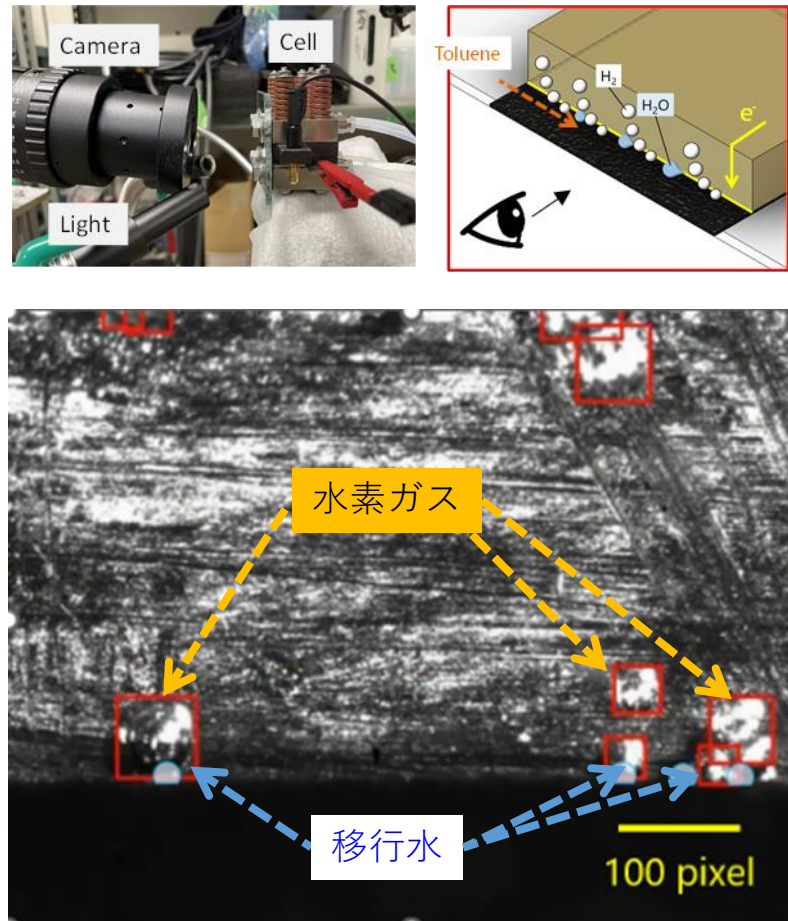
3. 研究開発成果について：基盤技術開発

- 目的：電解性能(ファラデー効率)を左右する陰極拡散層内での物質輸送状態を解明し、拡散層材料設計・電解槽流路設計に反映する
- 今年度、可視化セル & Spring8 によるIn-situ観察により【CCM近傍の移行水を核として水素ガス気泡が析出】という新知見を獲得
⇒トルエン中で、CCM近傍から早く水を除くような拡散層材料設計が重要であることを示唆（ex.毛管力の積極活用・レイヤー最適化）

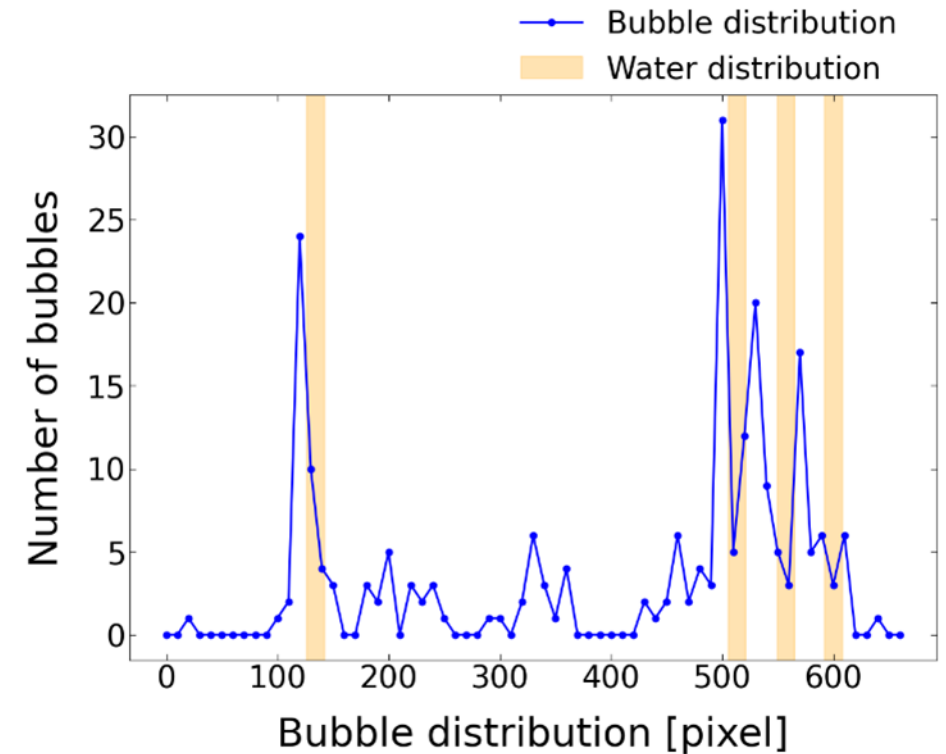
【可視化セル構成】



【可視化セルによる観察】



【気泡・水の発生分布】



水と気泡が隣接して分布
⇒水が起因となって水素気泡が発生

3. 研究開発成果について：24年度外部発表実績

研究発表・講演…21件
論文…3件
特許…1件
プレスリリース…1件

(1) 研究発表・講演

発表者	所属	タイトル	学会名・イベント名等	発表年月
久保 浩一	ENEOS株式会社	ENEOS's unique technology "Direct MCH ₉ " process for Green Hydrogen Supply Chain	第17回日中韓石油技術会議	2024.1
山田 耕生	ENEOS株式会社	グリーン水素サプライチェーン構築の取り組み	RD20東京シンポジウム2024	2024.1
大井 翔太	ENEOS株式会社	再エネから直接水素キャリア製造! Direct MCH ₉ 社会実装に向けた研究開発最前線	CSJ化学フェスタ	2024.1
松岡 孝司	ENEOS株式会社	有機ハイドライド電解合成を利用したグリーン水素サプライチェーン実証	CSJ化学フェスタ	2024.1
松岡 孝司	ENEOS株式会社	Innovative Technologies for a Green Hydrogen Supply Chain Using Methylcyclohexane	Breakthrough Energy Fellows Workshop Series	2024.12
藤山 優一郎	ENEOS株式会社	Overview of ENEOS Group and R&D Initiatives	CES2025	2024.12
三須 頼竜	ENEOS株式会社	再生可能エネルギーを利用した水素キャリア合成法~Direct MCH ₉ ~	第34回 日本MRS年次大会	2024.12
宇田 圭祐	ENEOS株式会社	トルエン直接電解合成 (Direct MCH ₉) 電解槽の技術開発	第31回燃料電池シンポジウム	2024.4
松岡 孝司	ENEOS株式会社	カーボンニュートラルに向けたENEOSの取り組み	第31回燃料電池シンポジウム (招待講演)	2024.5
松岡 孝司、西川洋介	ENEOS株式会社	New Method for Producing Hydrogen Carrier: Direct MCH ₉ for Renewable Energy Use	Asia Pacific Green Hydrogen 2024	2024.6
松岡 孝司	ENEOS株式会社	Green Hydrogen Supply Chain Using Methylcyclohexane as Hydrogen Carrier	HYPOTHESIS XIX Hiroshima 2024	2024.7
松岡 孝司	ENEOS株式会社	カーボンニュートラルに向けたENEOSの取り組み	水素・燃料電池部会 第292回定例研究会 講演会	2024.7
松岡 孝司	ENEOS株式会社	有機ハイドライド電解合成を利用したグリーン水素サプライチェーン実証	第14回CSJ化学フェスタ2024	2024.7
高橋 政	ENEOS Australia	ENEOS Hydrogen Technology Development in Australia	ASIA-PACIFIC HYDROGEN 2024	2024.8
藤山 優一郎	ENEOS株式会社	ENEOS's Strategic Approach to Hydrogen Society	ASIA-PACIFIC HYDROGEN 2024	2024.8
三須 頼竜	ENEOS株式会社	Toluene reduction electrolyzer powered by renewable energy "Direct MCH ₉ "	第34回 日本MRS年次大会	2024.8
松岡 孝司	ENEOS株式会社	グリーン水素サプライチェーン構築に向けた取り組み	愛媛県新エネルギー導入促進協議会・令和6年度第1回水素エネルギー部会	2024.8
松岡 孝司	ENEOS株式会社	グリーン水素サプライチェーン構築に向けた取り組み	電気化学会関東支部第60回学術領域セミナー	2024.8
竹下 彩乃	ENEOS株式会社	海外の再エネを使って水素キャリアを製造! 「Direct-MCH ₉ の開発」	CSJ化学フェスタ	2024.8
永塚 智三	ENEOS株式会社	グリーン水素サプライチェーン構築に向けたENEOSの水素キャリア技術	化工学会第90年会	2025.1
瀧本 陽生	横浜国立大学	トルエン直接電解水素化電解槽カソード触媒層近傍における水素気泡および随伴水の可視化	第52回伝熱シンポジウム	2025.2

(2) 論文

発表者	所属	タイトル	発表誌名	ページ番号	発表年月
山田 和弘	ENEOS株式会社	有機ハイドライド電解合成を利用したグリーン水素サプライチェーン実証	燃料電池 Vol. 24 No. 3 冬号	P24-29	2024.12
永塚 智三 ほか	ENEOS株式会社	再生可能エネルギーを利用したグリーン水素サプライチェーンの構築	日本エネルギー学会機関誌「えねるみくす」	P400-405	2024.5
李 真和 ほか	ENEOS株式会社	直接MCH電解合成法の開発と実証	月刊『クリーンエネルギー』24年7月号	P52-57	2024.5

4. まとめと今後の見通しについて

■ コンテナ型電解槽(25年実証用電解槽) 開発

小型試作機で設計性能目標を達成、約30回の電解運転で非常に高い安定性を確認。

実証電解槽用CCM製造完了。3月より実証用大型電解槽製作に着手。

■ 実証プラント準備

前回22年実証と同じく豪州に実証サイトの土地契約完了、実証プラントのFEED業務完了し

EPCフェーズに移行済み。実証に関連した各種官庁申請実施中。

■ 大面積型電解槽

純水型への変更に合わせて、商用化時のメンテナンス性を考慮したセル構成へ変更。

試作電解槽(1500cm²)で良好な初期性能を発現。

■ 基盤技術開発

Spring-8や可視化セルによるIn-situ観察によりCCM近傍の移行水を核として水素ガス気泡析出を確認

今後)

■ 豪州大規模実証：26年9月の実証運転開始に向け電解槽製作、プラントEPCを進める。

■ 大面積型電解槽：長期性能の得られる電解槽設計を進め、電極面積3m²サイズの電解槽を製作し
国内評価サイトでの評価を実施する。

■ 基盤技術開発：材料の影響や劣化メカニズムの解析を通して、加速劣化手法の検討を実施する