

発表No.B1-4

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

山田 和弘  
ENEOS株式会社  
2024/7/18

連絡先：ENEOS株式会社  
(045-625-7275, [yamada.kazuhiro@eneos.com](mailto:yamada.kazuhiro@eneos.com))

## 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

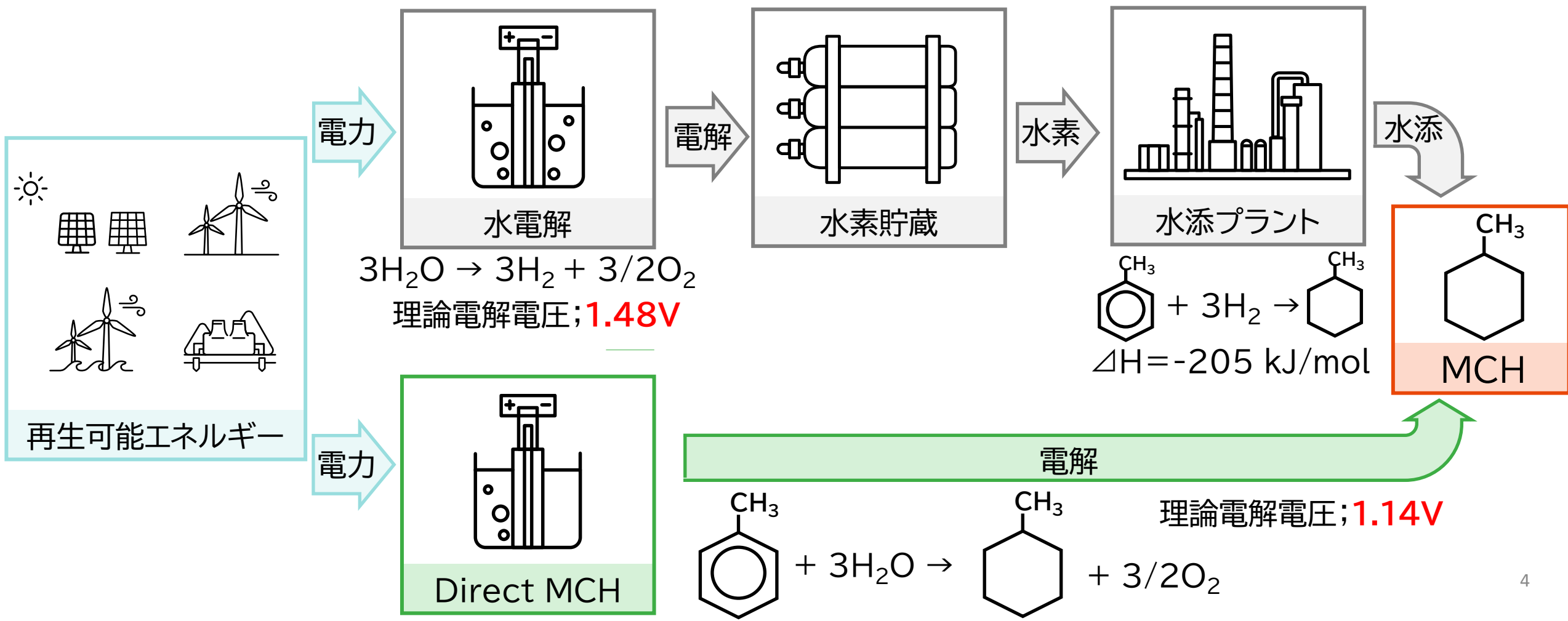
## 3. 成果・進捗概要

- 中型電解槽を用いた22年度豪州実証を完了  
(Direct-MCHプロセスを用いたグリーンMCH製造、運転データ取得、課題抽出)
- 電力変動試験ではプラント、電解槽ともに追従性に問題無きことを確認  
(電流変動応答性評価、太陽光発電との連動模擬試験)
- 中型電解槽の電解特性・劣化評価を実施。得られた知見から電解槽タイプを見直し。



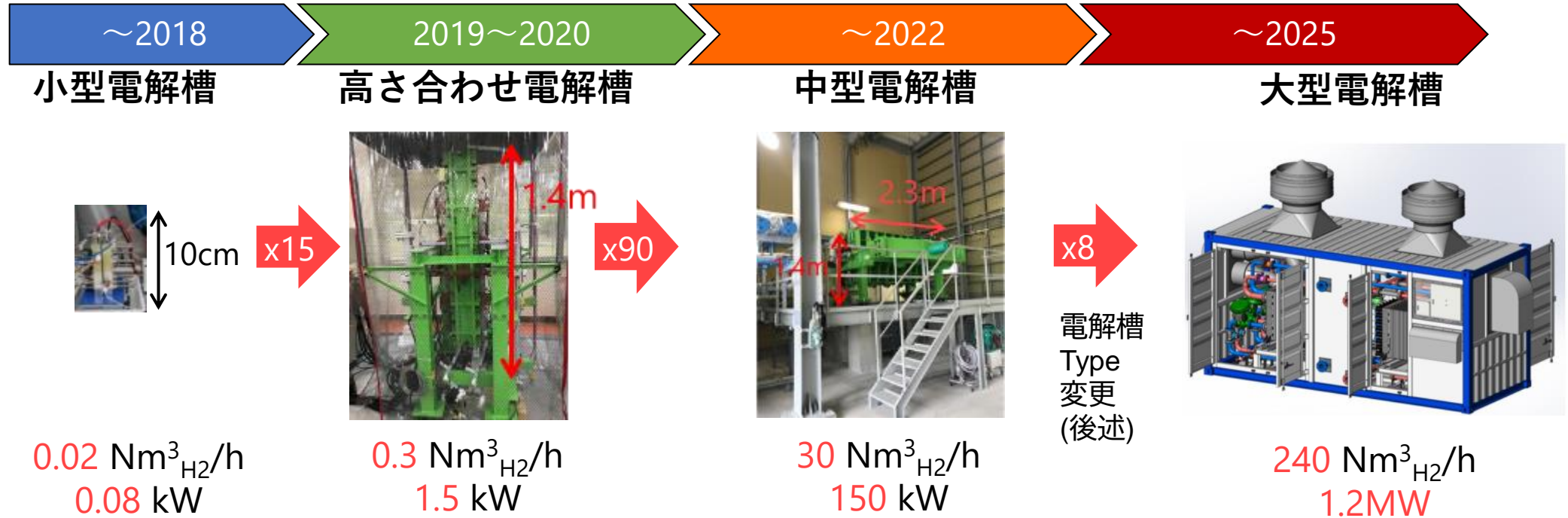
## 2. 研究開発マネジメントについて：Direct MCH<sup>®</sup>について

- 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<sup>®</sup>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。
- 23年度は中型電解槽電解槽を使用した豪州でのグリーンMCH製造、電解性能評価を目標とした。



FCVミニカー  
(2019.03.15済)



FCV充填/走行  
(2021.11.02済)



水素ST規模実証  
(2023.06済)



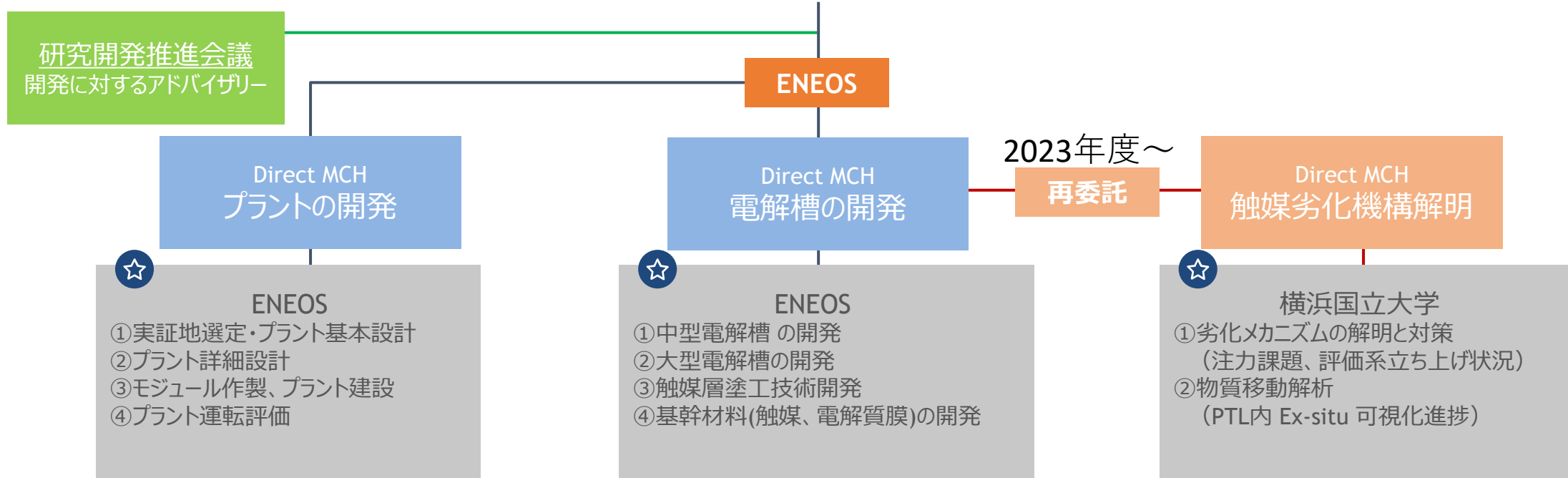
今回の報告

実証  
(豪州再エネ利用)

## 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 所長代理  
古谷 博秀 氏  
→ 再エネ利用の観点での助言

22年度に引き続き、2回(8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：22年度豪州実証の概要・実施項目と検討結果

中型電解槽プラント実証：豪州での中型電解槽プラントにおける運転データ取得、課題抽出完了

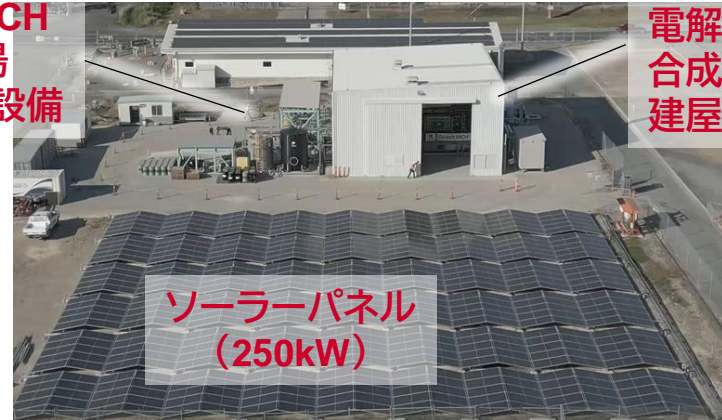
Direct-MCHプロセスを用いたグリーンMCH製造、運転データ取得・課題抽出を完了



BP Bulwer Island



トルエン/MCH  
入出荷場  
排ガス処理設備



電解  
合成  
建屋

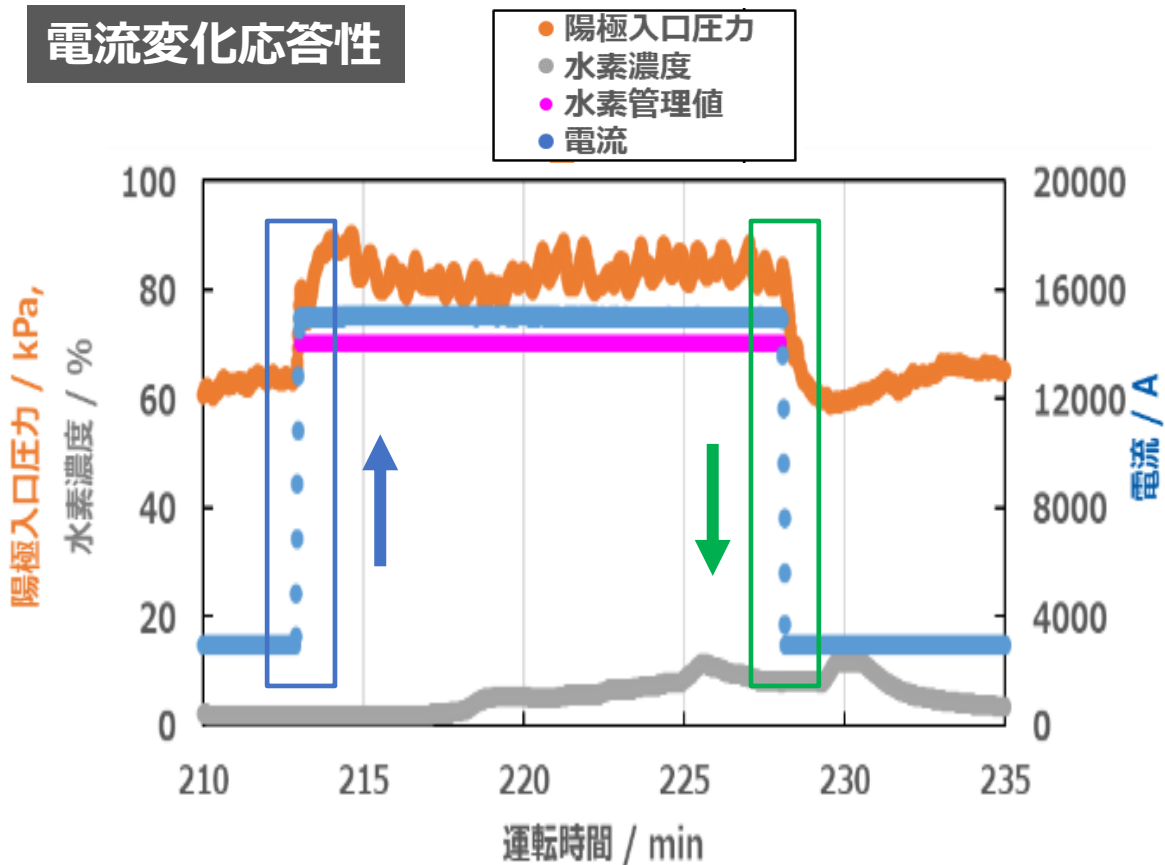


	主な実施項目	確認事項/取得データ	検討結果	25年度実証/商用機検討へのFB
1	デイリー運転	基本電解性能評価 (エネルギー効率, 反応選択性)	エネルギー効率：電極腐食に伴う電圧上昇あり 反応選択性：問題なし <b>グリーンMCH製造達成</b>	長期的な電解性能に及ぼす影響評価
2	電流変動追従性	PEM水電解対比での性能比較	プロセス追従性、電解性能ともに問題なし (PEM水電解と同等性能)	長期的な電解性能に及ぼす影響評価
3	PV模擬運転	現地PVデータに即した運転	<b>PV発電パターンに合わせた運転を達成</b>	自動運転アルゴリズムの検討
4	トルエンリサイクル	キャリアリサイクルによる性能影響	<b>リサイクルトルエンでも電解影響なし</b>	原料コンタミ副生物の影響検討と対策

### 3. 研究開発成果について：電流変動追従性

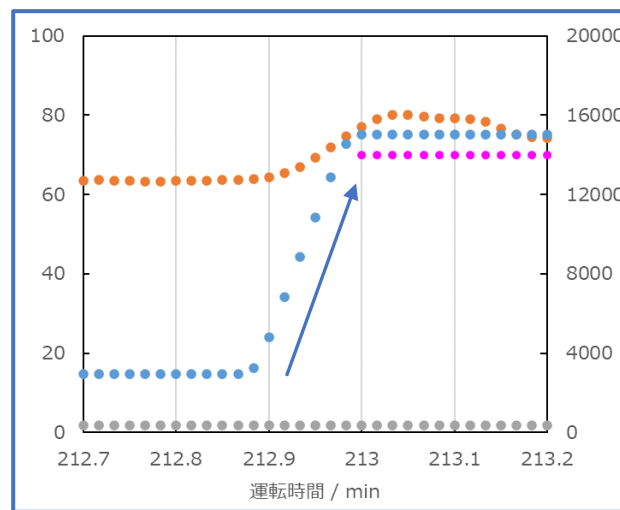
- 豪州PVデータ解析にて電流変化速度は最大20A/sec (@250kW)
- 2,000A/sec (9sec in 0-100%相当) の変動試験で、プラント、電解槽ともに追従性に問題なし  
⇒PEM水電解の一般的な許容値 (0-100%相当：10-30秒) に対しても同等レベル

#### 電流変化応答性

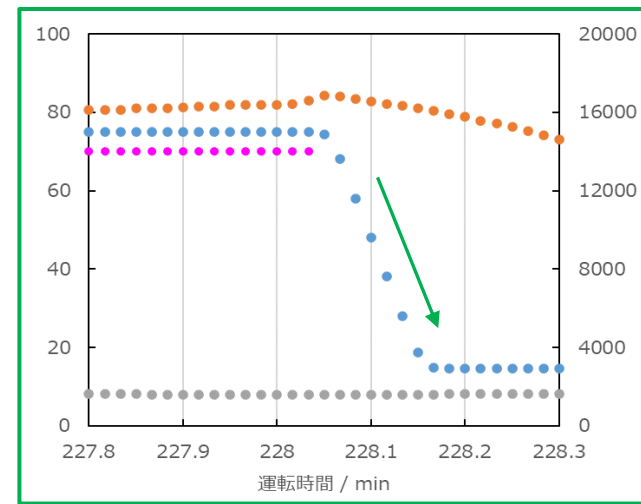


#### 拡大図(電流昇流時)

2,000A/s (9s in 0-100%相当)時の挙動



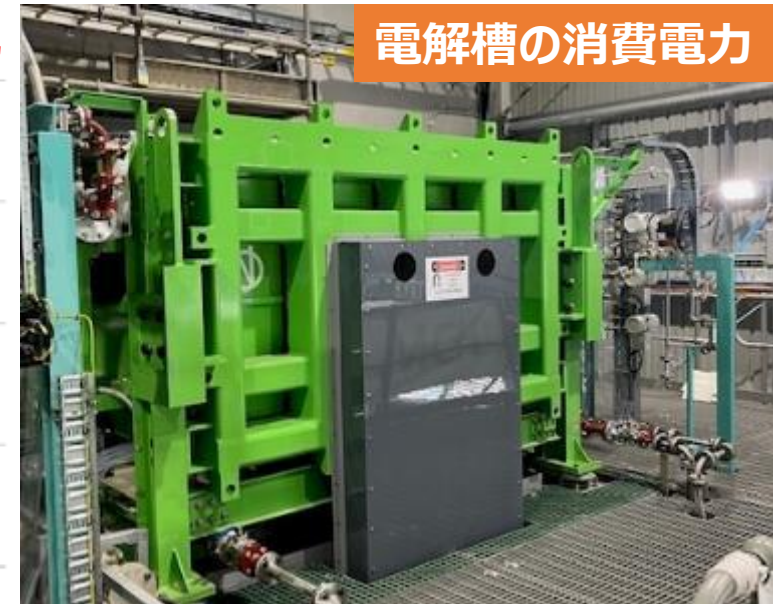
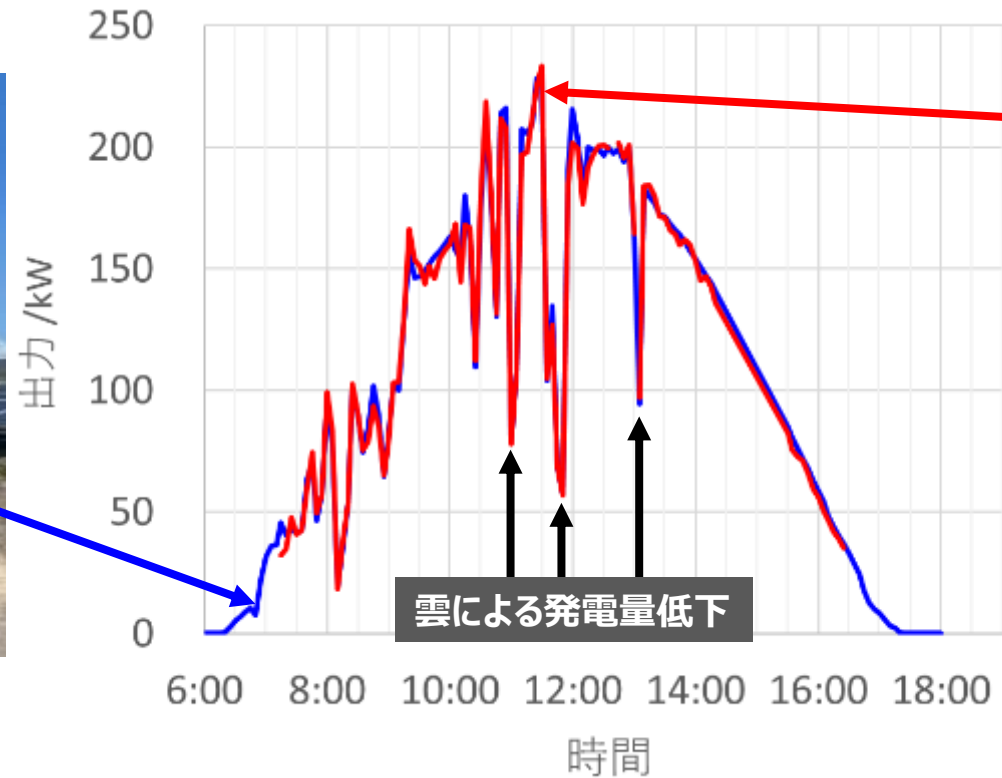
#### 拡大図(電流降流時)





### 3. 研究開発成果について：PV(太陽光)発電との連動模擬試験

- 電解槽における電解電力をPV発電量に合わせた変動試験を実施  
⇒電解槽、プラントともに問題なく**発電量に追従した運転を達成**



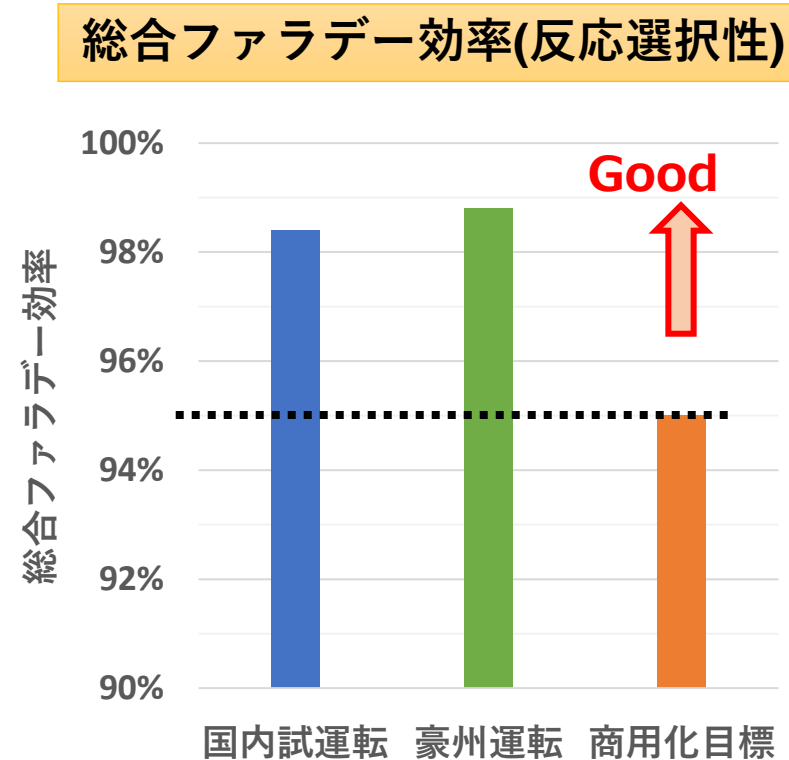
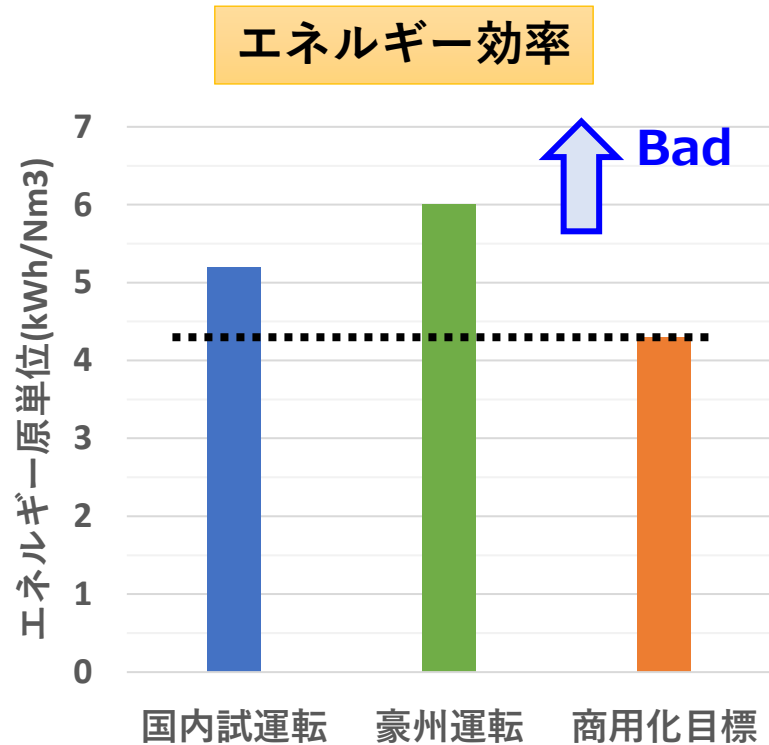
### 3. 研究開発成果について：豪州運転時の中型電解槽の電解特性

#### ■ エネルギー効率：

商用化目標値との差：当初から過電圧が大きい。陽極触媒の表面積UPにより解決を図る必要。

国内試運転時との差：陰極金属材の腐食発生に伴う抵抗増大起因と推定。

#### ■ ファラデー効率(反応選択性)：商用化目標値はクリア。今回の実証期間では性能低下は見られず

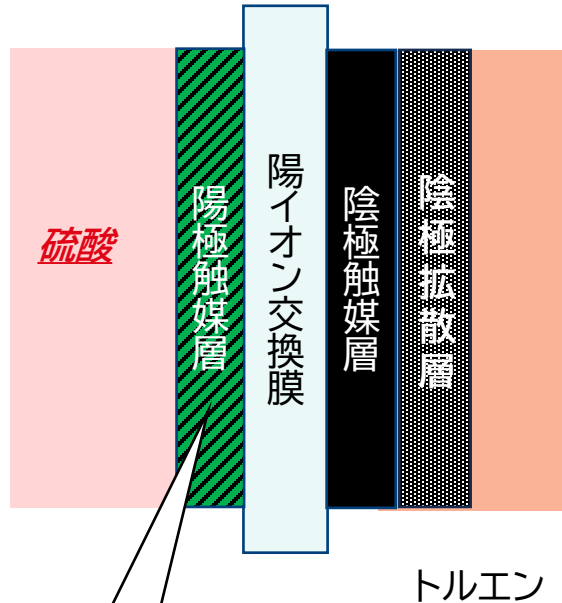


### 3. 研究開発成果について： 電解槽Typeの変更

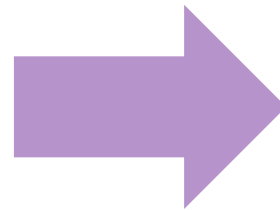
- 25年度実証での大型電解槽(MW級)：22年度実証で得られた知見から電解槽タイプを見直し、**PEM型水電解タイプ（両面CCM+陽極純水方式）に変更予定**
- 陽極触媒の表面積拡大によるエネルギー効率改善、及び純水化による金属部材腐食抑制を図る

※高耐久金属材料への変更も検討

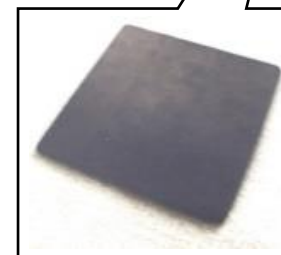
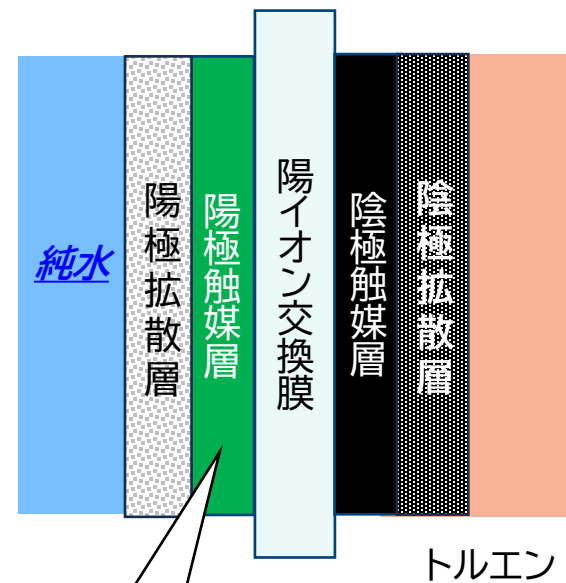
<22年度中型電解槽>



Tiメッシュ上に  
IrO<sub>2</sub>を塗工した  
DSE®電極



<25年度大型電解槽>



IrO<sub>2</sub>粒子をアイオノマー  
と混ぜて電解質膜上に  
塗工した三次元多孔質  
電極

### 3. 研究開発成果について：23年度外部発表・受賞実績

年	月	タイトル	イベント名等	発表者	形態
2023	6	グリーン水素サプライチェーン構築に向けたENEOS研究開発進捗	第12回JACI/GSCシンポジウム	佐藤 康司	発表・講演
2023	6	Hydrogen-related activities in ENEOS	Junior Experts Exchange Program 2023	下山 雄人	発表・講演
2023	6	グリーン水素サプライチェーン構築を目指したDirect MCHプロセスの開発	Direct-MCHによる豪州産水素のFCV充填式	佐藤 康司	発表・講演
2023	8	Business Strategies for Hydrogen and Carbon neutral fuels	2023 Powertrain, Energy and Lubricants International Meeting	高野 香織	発表・講演
2023	9	再エネを利用したグリーン水素サプライチェーンの構築	産第132回触媒討論会	松岡 孝司	発表・講演
2023	10	カーボンニュートラル技術開発最前線！Direct MCH <sup>®</sup> 豪州実証	第13回 CSJ化学フェスタ2023	永塚 智三ほか	発表・講演
2024	1	グリーン水素サプライチェーン構築を目指した新規電解技術の開発と海外実証	令和5年度新エネ大賞審査委員長特別賞受賞	松岡 孝司ほか	受賞実績
2024	2	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	2023年度日本エネルギー学会賞受賞	松岡 孝司	受賞実績 発表・講演
2024	2	新規な水素キャリア電解合成法の開発と海外実証	電解技術と水素製造に関する要素技術・開発動向・展望セミナー	山田 和弘	発表・講演
2024	3	有機ハイドライド電解合成を利用した日豪グリーン水素サプライチェーン実証	第133回触媒討論会特別シンポジウム	松岡 孝司	発表・講演

## 4. まとめと今後の見通しについて

- 22年度豪州実証において、Direct-MCHプロセスを用いたグリーンMCH製造、および予定の運転データ取得を無事に完遂、課題抽出を完了
- 電力変動試験では、プラント、電解槽ともに追従性に問題なし  
PEM水電解の一般的な許容値に対しても同等レベルであることを確認
- 電解槽のエネルギー効率は国内試運転時に比べて劣化。陰極金属材の腐食に伴う抵抗増大起因と推定。  
一方でファラデー効率(反応選択性)は今回の実証期間では性能低下は見られず。

今後)

- 電解槽：25年度実証での大型電解槽(MW級)では22年度実証で得られた知見から電解槽タイプを見直し。  
PEM型水電解タイプ（両面CCM＋陽極純水方式）に変更する。
- プラント：22年度実証で得られた知見を大型プラント設計にフィードバック中。  
25年度実証に向け24/上期にFEED完了後、詳細設計に移行予定。
- 基盤技術開発：PEM型水電解タイプに適合する電解質膜,拡散層,金属材等の選定、耐久性評価を実施中。  
横国大(再委託先)にて、劣化メカニズム解明、陰極物質移動解析を進めていく。