



グリーンイノベーション基金事業／再エネ等由来の 電力を活用した水電解による水素製造

2022年度 WG報告資料

2022年6月23日

スマートコミュニティ・エネルギーシステム部

目次

- 1．プロジェクトの概要
- 2．プロジェクトの実施体制
- 3．プロジェクト全体の進捗
- 4．実施企業等の取組状況
- 5．プロジェクトを取り巻く環境
- 6．NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

（参考1）プロジェクトの事業規模

（参考2）研究開発進捗のマイルストーン

1. プロジェクト概要

研究開発項目 1

水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証

研究開発内容①

水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

研究開発内容②

優れた新部材の装置への実装技術開発

研究開発内容③

熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

研究開発項目 2

水電解装置の性能評価技術の確立

研究開発概要

アルカリ型水電解装置及びPEM型水電解装置を対象とし、実用規模（遅くとも、2030年においてアルカリ型100MWシステム、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定し、量産可能かつスケーラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。

低コスト化、高効率化に繋げる、膜や触媒などの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。

水素の需要家と緊密に連携しながら、水電解装置を用いた、産業プロセス等における化石燃料・原料等を水素で代替する最も効率的なシステム運用方法を確立する。
特に、水電解装置をオンサイトで直接需要家の工場等に設置し、当該施設内で製造した水素を消費する場合は、そのモデル性を重視し、熱の脱炭素化や基礎化学品等の製造過程で水素の過半を燃料・原料として活用するものを実証対象とする。

アルカリ型水電解装置及びPEM型水電解装置を対象とし、500kW程度のスタックで、様々な運転条件下（再エネを模擬した出力変動、高圧運転）において性能（効率、耐久性等）を評価する技術を開発する。



アウトプット目標

- 2025年までに水電解装置の性能評価基盤を整備
- 2030年までにアルカリ型水電解装置の設備コスト 5.2 万円/kW、PEM 型水電解装置の設備コスト 6.5 万円/kW を見通せる技術の実現

2. プロジェクトの実施体制

研究開発項目1：水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間	事業規模
<u>大規模アルカリ型水電解装置の開発、グリーンケミカル実証</u> ・ 旭化成株式会社（幹事）（※） ・ 日揮ホールディングス株式会社	研究開発内容①、②、③	2021年～2030年	約750億円
<u>大規模 PEM 型水電解装置の開発、熱需要の脱炭素化実証</u> ・ 山梨県企業局（幹事）（※） ・ 東京電力ホールディングス株式会社（※） ・ 東レ株式会社（※） ・ 日立造船株式会社 ・ シーメンス・エナジー株式会社 ・ 三浦工業株式会社 ・ 株式会社加地テック	研究開発内容①、②、③	2021年～2025年	約140億円

研究開発項目2：水電解装置の性能評価技術の確立

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間	事業規模
<u>水電解装置の性能評価技術の確立</u> ・ 国立研究開発法人産業技術総合研究所（※）	—	2021年～2025年	約30億円

（※）WG出席企業

大規模アルカリ型水電解装置の開発、グリーンケミカル実証

事業の目的・概要

- 余剰再エネ等を活用した国内水素製造基盤を確立するとともに、先行する海外市場を獲得するために、アルカリ型水電解装置コストを2030年までに5.2万円/kWまで引き下げることを目指す。
- そのためにまず福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）を第一候補地として、既存事業*等の知見を活用しつつ、水電解装置の大型化・モジュール化等に係る技術開発とともに、アンモニア製造プロセス等と組み合わせ、全体プロセス等を最適化して運転する統合制御システムの開発を行う。 *産業活動等の抜本的な脱炭素化に向けた水素社会モデル構築実証事業 等
- その後、開発した水電解モジュールを連結させた大型水電解装置（40MW規模）を設置し、マルチモジュール運用を行いつつ、基礎化学品を合成する実証を行う。

実施体制

※太字: 幹事企業

- **旭化成株式会社**、日揮ホールディングス株式会社

事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

事業規模等

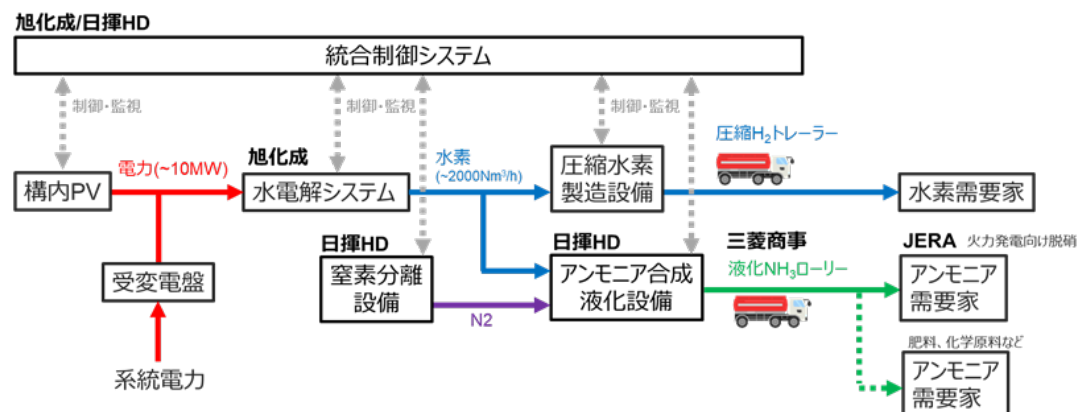
- 事業規模: 約750億円
- 支援規模*: 約540億円

*インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせて合理化見込み

- 補助率等: 2/3 → 1/2（インセンティブ率は10%）

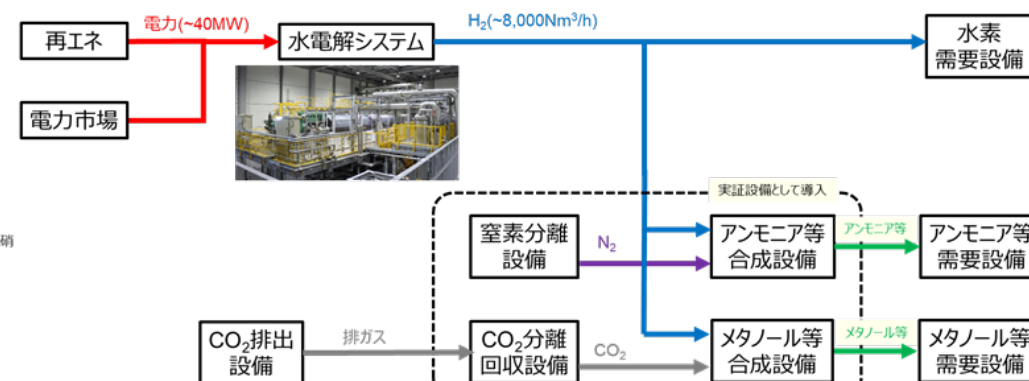
事業イメージ

〈フェーズ1〉中規模グリーンアンモニアプラント



出典: 旭化成（株）、日揮ホールディングス（株）

〈フェーズ2〉大規模グリーンケミカルプラント



大規模PEM型水電解装置の開発、熱需要の脱炭素化実証

事業の目的・概要

- 余剰再エネ等を活用した国内水素製造基盤を確立するとともに、先行する海外市場を獲得するために、固体高分子（PEM）型水電解装置コストを2030年までに6.5万円/kWまで引き下げることを目指す。
- そのため、既存事業*等の知見を活用しつつ、PEM型水電解装置の大型化・モジュール化や、耐久性と電導性に優れた膜の実装、水素ボイラーの燃焼効率向上等に関する技術開発を行う。
- また、16MW級の水電解装置を関連設備とともにモジュール化して、パッケージとして需要家に設置。水素ボイラーを用いて熱の脱炭素化に向けた実証を行う。

実施体制

※太字:幹事企業

- **山梨県企業局**、東京電力ホールディングス株式会社・東京電力エナジーパートナー株式会社、東レ株式会社、日立造船株式会社、シーメンス・エナジー株式会社、三浦工業株式会社、株式会社加地テック

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

事業規模等

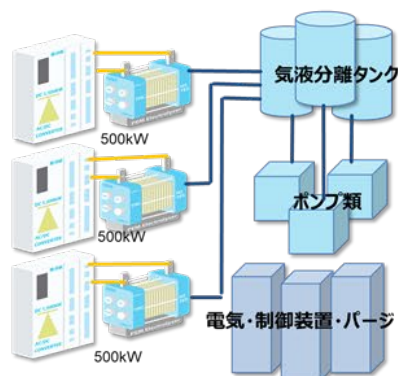
- 事業規模:約140億円
- 支援規模*:約100億円

*インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み

- 補助率等:2/3 → 1/2（インセンティブ率は10%）

事業イメージ

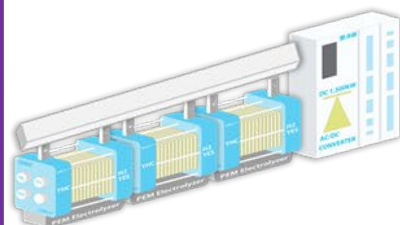
米倉山1.5MW装置



出典:山梨県企業局等

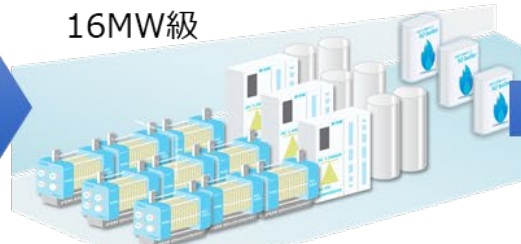
本基金事業の開発内容

数MW標準モジュール開発



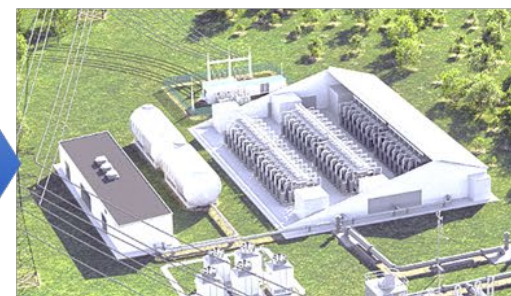
標準モジュールイメージ

モジュール連結式装置の
プロトタイプを製作・実証試験
16MW級



モジュール連結式システムイメージ

100MW級モジュール連結式システム



大規模モジュール連結式
システムイメージ

水電解装置の性能評価技術の確立

事業の目的・概要

- ❑ 成長が見込まれる海外市場への進出も見越しつつ、水電解装置の統一的な性能評価を実現することで、開発の方向性を明確化し、日本企業の開発力強化を図るとともに、国内にこうした評価基盤を整備することで、日本企業の新規参入を促す。
- ❑ 具体的には、海外機関等とも必要に応じ連携して欧州の運転環境の再現も可能としつつ、①大型水電解スタック（500kW級）の加速劣化試験、②高圧状況下（1MPa以上）における水電解スタック（50kW級）の試験、③海外の再エネ等を模擬した電力条件における大型水電解装置（MW級）の試験を総合した評価手法を確立し、それらの国際標準化も目指す。

実施体制

※太字：幹事機関

- ❑ 国立研究開発法人産業技術総合研究所

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

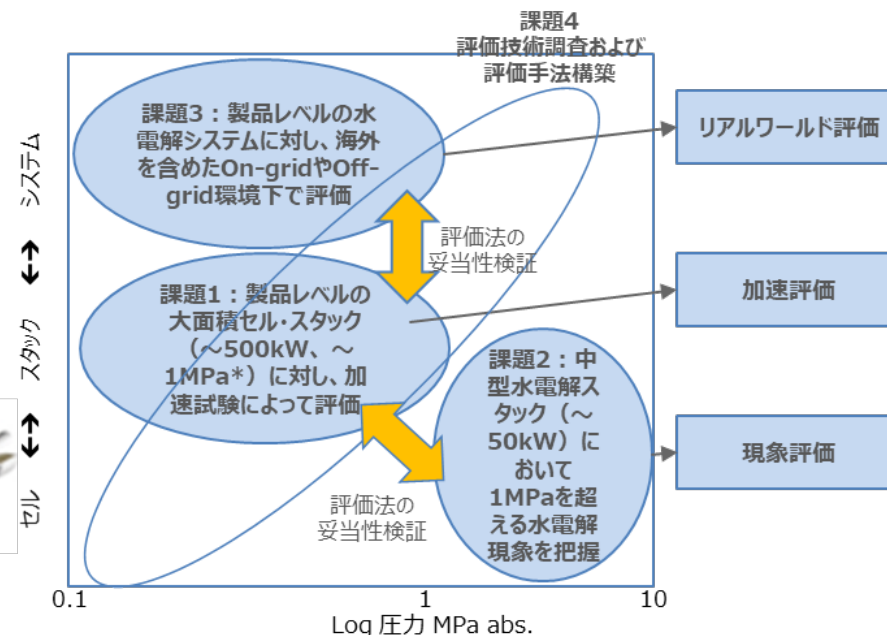
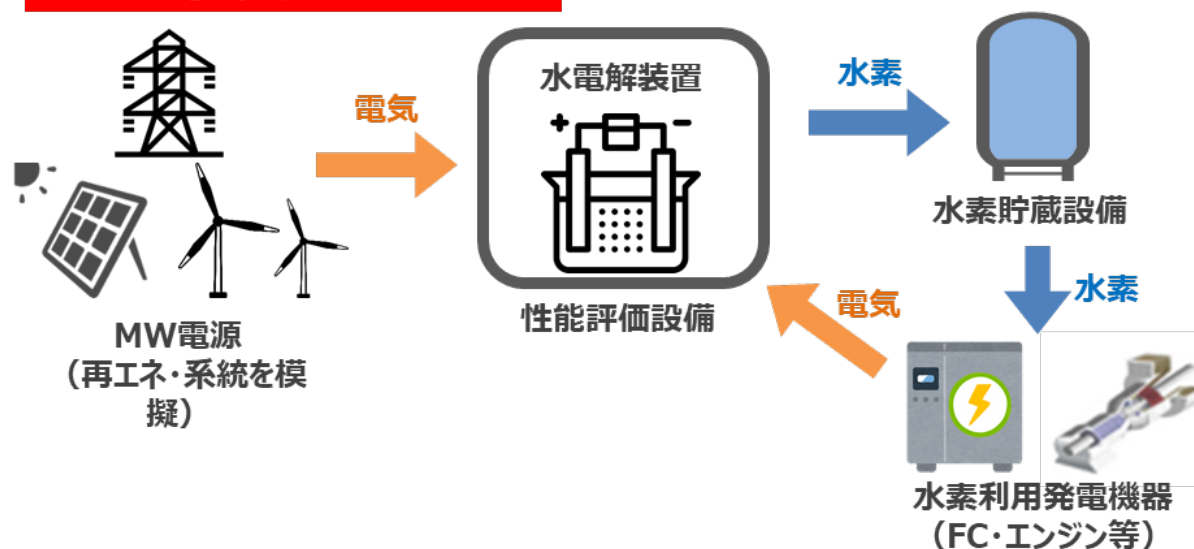
事業規模等

- ❑ 事業規模：約30億円
- ❑ 支援規模*：約30億円

*今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み

- ❑ 補助率等：委託

事業イメージ



Log 圧力 MPa abs.

出典（右図）：（国研）産業技術総合研究所

3. プロジェクト全体の進捗

プロジェクト全体の進捗

- 部材の需給逼迫による納期遅れ等の原因で一部のテーマについて若干の遅れがあるものの、全体として研究開発・社会実装計画に示された計画通りに推進中である。
- 研究開発項目1「水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証」は、パイロット試験設備や要素技術実装のための評価試験設備の構築の他、実証の候補地企業や自治体と協議を実施。
- 研究開発項目2「水電解装置の性能評価技術の確立」については、水電解メーカーへのヒアリング結果を基に評価設備の基本設計を行い、2022年3月に評価設備の建設に向けたステージゲート審査を実施し、通過した。

今後の予定

- 研究開発項目1については、2022年中に実証試験設備の建設開始可否を判断するステージゲート審査を実施する予定。
- 研究開発項目2は、2022年度中に水電解装置評価設備の詳細設計を完了し、2023年度の完成に向けて着工予定。



産業技術総合研究所 F R E A 内 水電解装置の評価設備配置案

4. 実施企業等の取組状況

研究開発項目 1：電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証

<u>大規模アルカリ型水電解装置の開発、グリーンケミカル実証</u> ・旭化成（幹事） ・日揮ホールディングス	<u>取組状況</u> ・100MW級水電解システムの設計に向けて必要な検証試験を行うパイロット試験設備の建設について、建設資材・部材の需給逼迫による納品遅れの影響で、運用開始が2023年8月→2024年3月にずれ込む見込み。既存のFH2Rで要素技術検証を先行実施すること等でパイロット検証期間の短縮を検討。 ・水電解システムにアンモニアプラントに接続したシステムを計画するとともに、再エネ由来の変動電力に対応し各種設備の運転条件を最適化する統合制御システムを開発中。また、アンモニアプラントの設置場所候補の自治体と協議中。 <u>委員からの助言</u> ・競争力を持つ上でどこがキーテクノロジーなのか、海外での使われ方も含めて他メーカーと差別化し、早期に明確化することを期待する。その上で、100MW規模の水電解システムの実現や設備コスト5.2万円/kWを達成するための課題を明らかにされたい。 ・マーケットを早期に獲得し、規模の経済を活かしながらコスト競争力を得て更なる競争優位を得るという好循環を築くために、信頼性に留意しながら実証等を駆使して的確かつ迅速にマーケットインし、顧客と連携の上で世の中の変化に対応できる柔軟な研究開発と事業計画が重要。
<u>大規模 PEM 型水電解装置の開発、熱需要の脱炭素化実証</u> ・山梨県企業局（幹事） ・東京電力ホールディングス ・東レ ・日立造船 ・シーメンス・エナジー ・三浦工業 ・加地テック	<u>取組状況</u> ・大規模熱需要家の脱炭素化を促すスケーラブルなP2Gシステムのコストダウンに資するモジュール化の設計方針を決定、新部材実装のための評価実証設備の設計・発注の完了等の他、大型P2Gシステムを実証可能な大規模工場と協議が進展。 ・主要三社（山梨県・東京電力グループ・東レ）で、我が国初のP2G事業会社である株式会社やまなしハイドロジェンカンパニー（YHC）を設立。 <u>委員からの助言</u> ・系統の電力需要と工場内の熱需要ではエネルギー規模が異なり、実証試験において双方のニーズを満たす需給調整の有効性をどのように検証できるかを明らかにし、競合他社に対し優位性や信頼性を得る道筋を明確にされたい。 ・電化困難な用途の精査（電気ボイラ、蓄電池等での対応の比較）や再エネ変動吸収の最適な在り方等の検討を踏まえ、提案するP2Gシステムの境界を具現化させることを期待する。

4. 実施企業等の取組状況

研究開発項目2：水電解装置の性能評価技術の確立

<u>水電解装置の性能評価技術の確立</u>	<u>取組状況</u> - 再エネ条件への適応性、高圧環境下での性能、海外電力条件での評価についてメーカー8者、ユーザー7者にヒアリングを行い、評価ニーズを把握。 - 評価ニーズを元に試験項目や水電解評価設備の基本仕様を決定し、これに基づく設備の概念設計を完了。その後、2022年3月にステージゲート審査を実施。
・産業技術総合研究所	<u>委員からの助言</u> - 将来的な計測対象装置諸元・運転モードの設定等を考慮し、適当な規模の試験装置を設置するよう留意いただきたい。小規模試験と大規模試験のすみ分けや連携、またシステム評価にあっては蓄電池との組み合わせ等も考慮すべき。 - 既に進めている他2テーマとの連携を更に深めて欲しい。特に標準などのルールメイキングにあっては、海外動向を注視しつつ、事業戦略に沿った取組が必要。

その他共通事項に係る委員からの助言

- 水電解のデマンドレスポンスによる調整力の供出を行う場合等の水素のカーボンフットプリントの確認・分析も行えれば、今後の水素認証制度において非常に重要な視点となり、関係省庁等も含めて検討されたい。
- 欧州の技術開発や標準化の流れが急加速する中で、マーケットをどのように創出し、またどのようなビジネスモデルで参入していくのか、世界の動きや標準などのルールメイキングも併せて絶えず戦略的に検討を重ね、これに即して技術開発内容を柔軟に見直していくことを期待。

5. プロジェクトを取り巻く環境

政策動向

米国

- エネルギー省が2021年6月7日 Hydrogen Shot発表。クリーンな水素の製造コストを10年間で1キログラム1ドルにすることを目指す。
- 水素エネルギーの活用に約1兆1千億円を投じる戦略を発表。内、地域水素ハブに9600億円、クリーン水素製造（水電解）に1,200億円。

欧州

- 2024年までに水電解水素製造装置とグリーン水素の導入量をそれぞれ6GWと100万トン、2030年までに40GWと1,000万トンに定め、市場の方向性を明確にした。
- 2022年5月に「REPowerEU」を発表し、2030年までにグリーン水素を域内生産1,000万トン、域外からの輸入で1,000万tと目標を定め、260億円追加投資。

企業動向

北米

- Plug Powerは、ニューヨーク州に120MW水電解装置施設の建設を発表。
- ティッセンクルップは88MWの水電解プラントをHydro-Québecに納入する契約を締結。
- Air Liquideが、ケベック州でPEM電解槽ユニットの建設が完了（2021年1月）Cummins製20MW級PEM型水電解

欧州

- 独シェルで実施するPower to Gasプロジェクト(REFHYNE：10MW水電解)が運転開始、将来は100MWへ拡張。
- スペインで2022年5月にNelの20MW水電解プラントが竣工（肥料工場）。
- 港湾エリアなどで数百MWクラスの水電解導入が発表（ロッテルダム港にて導入予定の200MW電解装置をティッセンクルップが受注）。
- ITM、McPhy、Cumminsなどが電解装置製造工場拡張を発表。

その他

- 中国：北京郊外でシェルと現地企業の合併が20MWの水電解装置の運転を開始、この先2年で60MWまで拡張予定。
- ティッセンクルップがサウジアラビアにて2GWの水電解装置を受注（NEOM）

6. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

プロジェクト間の連携促進、展開支援

- 産業技術総合研究所の実施テーマ（水電解装置の性能評価技術の確立）の円滑な実施に向け、水電解の材料・セルレベルの電気化学的な解析・評価（他NEDO事業）を主導する横浜国立大学光島教授を産総研プロジェクトの委員とし、技術情報の共有を行う体制を構築。

※横浜国大の事業では海外連携（米NREL、独Fraunhofer等）を行っており、その知見も活用。

- NEDOの国際実証事業を活用し、海外市場の開拓に着手（山梨県GrのPEM型水電解及び熱利用技術について、インドで市場適合性の確認等の基礎的な調査を実施）

技術動向の情報提供、方向性共有

- 水電解技術分野におけるロードマップ策定に着手（年度内策定）。政策目標を実現するための技術的課題の明確化と時系列での整理を実施。

水素の社会受容性向上

- NEDO事業で製造した水素のイベントでの活用を通じ、水素への関心度を高めるとともに、社会受容性の獲得に努める（例：福島県FH2Rや山梨県米倉山の実証設備で製造した水素を、レーシングカーの燃料として提供。その際、他の企業と連携して水素に関する展示を実施。）

(参考 1) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額（事業終了後の期間を含む）	12,162億円
-----------------------------	----------

グリーンイノベーション基金事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目 1 水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証	890億円	640億円
研究開発項目 2 水電解装置の性能評価技術の確立	30億円	30億円

(参考 2 - 1) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証

テーマ名・事業者名

大規模アルカリ型水電解装置の開発、
グリーンケミカル実証

- ・ 旭化成株式会社（幹事）
- ・ 日揮ホールディングス株式会社

アウトプット目標

- ✓ 設備コスト5.2 万円 /kW を見通せる大型水電解技術の実現
- ✓ カーボンニュートラルな基礎化学品を供給する商用規模のグリーンケミカルプラントの実用化

実施内容

①アルカリ水電解システムの大型化・モジュール化技術開発

②大型アルカリ水電解槽向け要素技術開発

③グリーンケミカルプラントのFSおよび技術実証

マイルストーン

【2022年】

- ①パイロット試験設備の基本設計と投資決定を完了し、建設フェーズに移行する
- ②100MW水電解システムの現状コストを試算する

【2022年】

製品寿命として4年以上を見通せる水電解槽部材を開発する

【2022年】

中規模グリーンアンモニア検証プラントの基本設計が完了する

(参考 2 - 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証

テーマ名・事業者名

大規模 PEM 型水電解装置の開発、 熱需要の脱炭素化実証

- ・ 山梨県企業局（幹事）
- ・ 東京電力ホールディングス株式会社
- ・ 東レ株式会社
- ・ 日立造船株式会社
- ・ シーメンス・エナジー株式会社
- ・ 三浦工業株式会社
- ・ 株式会社加地テック

アウトプット目標

- ✓ 2030 年までにPEM 型水電解装置の設備コスト6.5 万円/kW を見通せる技術の実現
- ✓ 大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発

実施内容

①水電解装置の大型化・モジュール化技術
開発

②優れた新部材の装置への実装技術開発

③熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

マイルストーン

【2022年】

- 1,050千円/Nm³/hを見込む6MW装置の設計完了
- 中型スタック評価において、電解電圧1.75V@2A/cm²を見通す
- モジュール基本設計完了

【2022年】

- 実用規模を想定した電解質膜・CCM製造設備を設計・製作する(セルのアッセンブリの影響(材料と構造の接続領域の技術)の擦り合わせ開発を実施する。)
- 中型スタック評価実証設備を設計・製作する
- 中型スタック評価において、電解電圧1.9V@2A/cm²を見通す
- 除湿圧縮機の要素開発完了

【2022年】

- フィールド選定完了、詳細設計完了
- ボイラ効率向上試験と燃焼範囲向上のための燃焼バーナ開発試験を開始する。
- 整流器のモジュール評価を開始

(参考 2 - 3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 水電解装置の性能評価技術の確立

テーマ名・事業者名

水電解装置の性能評価技術の確立
・ 国立研究開発法人産業技術総合研究所

アウトプット目標

✓ 国内の水電解装置メーカーの海外展開に資するため、システム環境下での性能を統一的に評価することを可能にし、様々な電力と水電解装置の後段の貯蔵や利用の条件を模擬し、性能評価するための拠点を整備するとともに、評価手法を確立する。

実施内容

①再エネ条件への適応性評価技術

②高圧環境下での性能評価技術

③海外電力条件での水電解評価技術

④評価技術調査および評価法構築

マイルストーン

【2023年】
500kW級水電解装置の再エネ環境下での劣化評価を可能とする設備の構築

【2023年】
高圧（最大5MPa）環境下での評価を可能とする設備の構築と予備試験の開始

【2023年】
海外電力の模擬システムで 1 MW級の大型水電解装置のパッケージを評価する設備の構築

【2023年】
評価項目に関するヒアリング調査、現地ヒアリングによる海外での再エネ水電解の使用環境および導入状況の調査