

グリーンイノベーション基金事業

カーボンニュートラル実現へ向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発

(2021/10～2026/12)

NEDO

Hy2ES

Hydrogen Energy

東京電力ホールディングス

受変電設備・トータルエンジニアリング

東京電力エナジーパートナー

電力エネルギーマネージメント

加地テック

除湿圧縮装置

三浦工業

水素ボイラ

2025年

10月11日

実証開始

南アルプスのふもと、雄大な自然に囲まれた

サントリー天然水 南アルプス白州工場と

サントリー白州蒸溜所の

隣地で大規模P2Gシステムが稼働

パイプライン

蒸溜所

水素ボイラ(天然水工場)

地産地消による脱炭素化への挑戦、ここに始まる

グリーン水素パーク - 白州 -

P2Gシステム (山梨県有地)

山梨県企業局

SUNTORY

TEPCO

TORAY

Kanadevia

SIEMENS ENERGY

MJURA

KAJI COMPRESSOR

nichicon

YHC

31

3. 研究開発成果について

コンパクトかつ機能的な実証設備（我が国最大の電解設備）

©三輪英久写真研究所

1. 事業概要

1. 期間

開始

終了(予定)

:2021年9月

:2026年12月

2. 最終目標

✓カーボンニュートラル実現へ向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換の実現させる。

✓水電解装置を2025年度に世界水準での普及モデルに仕上げる。

【研究開発項目】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

3. 成果・進捗概要

✓日本は、要素技術で世界最高水準の技術を有しているが、大型化の技術開発などでは欧州等、他国企業が一部先行する構図となっているため、基金事業期間である10年間のうち、本プロジェクトでは前半5年間で事業期間として、大規模P2Gシステムの技術開発を進める。

✓研究開発内容ごとの開発を進め、検討フェーズから実証フェーズに移行できたため、大型かつモジュール化された水電解装置及び、優れた新部材を実装する電解槽を実スケールでの試験を開始した。また、水素の需要設備である水素ボイラに関しては、基礎技術を確立した。2022年には熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証設備の建設を開始し、2025年10月11日に実証運転を開始した。

3

3. 研究開発成果		
アウトプット目標		
研究開発項目	アウトプット目標	
1.水電解装置の大型化技術の開発 Power-to-X 大規模実証	✓ 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	
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
1. 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発	・ 25万円/kW@2026年12月、量産コスト6.5万円/kW@2030年 ・ システム効率77%@2026年12月、80%@2030年、を見通す。 ・ 6MW級水電解装置を製作し、PEM 型100MW システム@2030年の実現、を見通す。	・ FCH-JUの2030 年設備コスト目標※1を参考に設定 500€ /kW、システム効率79%@2030 ・ 複数のモジュール化されたスタックを並べ大型化するとともに、システムに必要な補機（整流器等）の数を増やさないことで装置コスト削減を実施。
2. 優れた新部材の装置への実装技術開発	・ 膜やPCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術、および大規模除湿・圧縮システムを開発し、 ・ 25万円/kW@2026年12月、量産コスト6.5万円/kW@2030年、 ・ システム効率77%@2026年12月、80%@2030年、を見通す。 ・ 10MW級水電解装置を製作し、PEM 型100MW システム @2030年の実現を見通す。	・ FCH-JUの2030 年設備コスト目標※1を参考に設定 500€ /kW、システム効率79%@2030 ・ 大型システムにおいて小規模同等の性能を発揮するためには、部素材及び水電解装置メーカー間での協同開発が必要。部素材単一では効果を発揮できず、膜への触媒塗布方法や、スタッキング手法など最適化することではじめて、システムの中でその性能を発揮することが可能となる。
3. 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証	・ 12MW規模の水電解装置のオンサイトモデルを構築し、水素製造・利用装置のパッケージ化をすること。 ・ 大規模風力発電によるオンサイト型P2Gシステムの開発をすること。 ・ エネルギー需要家がシステム運用をせずに効率的なシステム運用方法を電力市場や水素の需要家と密に連携しながら開発すること。 ・ 水素専焼ボイラの多量設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により変運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発し実証すること。 ・ 電解槽のモジュール式連結システムに最適となる、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器を開発すること。 ・ 複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた統合制御システムを実現する。	・ 設置コスト削減のためのパッケージ化が求められるから。 ・ 風力発電におけるランプ出力など効率性に水素に変換し使用するシステムを確立することで、熱需要における化石燃料の置き換え、熱の脱炭素化につながるから。 ・ 既存設備からのシステムスワッチングを進めるとともに、水素価格に直結する再エネ余剰電力を効率的に水素に変換する必要があるため。 ・ 従来の都市ガスボイラを置き換えていくためには、幅広い容量に対応できる蒸気システムを構築することが必要なため。 ・ 整流器は、変換効率の高さのみならず、電解槽の電圧や交流変圧器との最適化など専用設計でダイナミックコストを低減する必要があるため。 ・ 実稼働する工場の生産を妨げないようグリーン水素の活用を拡大するシステムを構築する必要があるため。

3. 研究開発成果について 研究開発内容〔1〕				
各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（これまでの取組）				
研究開発内容	目標	直近のマイルストーン (KPI)	これまでの開発進捗 (2025年度現時点 研究開発成果)	進捗度
1. 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発	低コスト化	・ 2026年12月にて1,050千円/Nm3/h (25万円 /kW) を見通す。	・ 実証用電解モジュールについて、積層部材など構造変更、最適化を実施、さらに装置の大規模化によりまとめて部材購入することで数量効果による調達時のコストダウンを実施した。また、装置機器の大型化によるコストダウンを実施した。	順調に進捗した。さらにモジュールの機能拡充に必要な改造を継続的に施していく。
	高効率化・耐久性	・ 2026年12月にてシステム効率 77% (4.6kWh/Nm3) を見通す。 ・ 2030年にて、システム耐久性 5年を見通す。	・ 実証仕様電解モジュールを試作し、差圧運転による初期性能を確認。システム効率77%以上を見通した。 ・ 中型スタック評価において、東レ開発MEATH21-3により、水電解性能1.74V@2A/cm2、および耐久性（劣化率）0.15%/1000h以下を達成した。 ・ 構造変更した新型の電解槽において2024年に連続3000時間の耐久を確認し、2025年には実用運転に移行した。	予定どおり進捗した。さらに運転時間を延ばしていき新設計の課題があれば対応していく
	大型化・モジュール化	・ 6MW級水電解装置を製作し、実用規模を想定した、量産可能かつスケ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。	・ 6MW実証装置の機器、計器等の購入を進め、装置組立を完了した。 ・ スケジュールどおりに進捗し、試運転を完了、2025年10月にフィールド実証を開始した。	実証装置、電解モジュールともに予定通り製作を完了した。

3. 研究開発成果について 研究開発内容〔2〕				
各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（これまでの取組）				
研究開発内容	目標	直近のマイルストーン (KPI)	これまでの開発進捗 (2025年度現時点 研究開発成果)	進捗度
2. 優れた新部材の装置への実装技術開発	低コスト化	・ 2026年12月にて1,050千円 /Nm3/h (25万円/kW) を見通す。	・ これまでの研究成果をもとに、実証用水電解スタックの最適化を実施し、かつ量産工場での水電解装置の製造を開始したことでコストダウンを達成した。	予定どおり進捗した。
	高効率化・耐久性	・ 2026年12月にてシステム効率 77% (4.6kWh/Nm3) を見通す。 ・ 2030年にて、システム耐久性 5年を見通す。	・ システム効率77%達成見通しを得た。 ・ 中型スタック評価において、東レ開発MEATH22-Aにより、水電解性能1.78V@2A/cm2、および耐久性（劣化率）0.15%/1000h以下を達成し、2024年度中間目標を達成した。	予定どおり進捗中
	社会実装	・ 実用規模を想定し、膜やCCM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。 ・ 10MW級水電解装置を製作する。	・ 実用規模を想定した電解質膜・CCM製造設備の設計・製作・据付が完了し、水電解装置16MW級に実装する、原材料よりポリマー電解質膜5000m2およびCCMまで一貫した製造技術の開発を完了した。 ・ 10MW級水電解装置設計・製作が完了し、実証地での据付を完了し、ボイラ最大入力に合致する水素製造を達成した。	若干の遅れが生じたものの概ね予定通り進捗中
		・ P2Gから生産されるフルワット水素の1MPa級大規模除湿・圧縮装置を開発する。	・ フルワット水素1MPa×1,500Nm3/h級の大規模除湿・圧縮装置実証機の据付完了。 ・ 電気化学式水素ポンプの社内実証運転中。	若干の遅れが生じたものの概ね予定通り進捗中

3. 研究開発成果について 研究開発内容〔3〕				
各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（これまでの取組）				
研究開発内容	目標	直近のマイルストーン (KPI)	これまでの開発進捗 (2025年度 研究開発成果)	進捗度
3. 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証	システムモデルの構築	経済合理性と再エネ水素による化石燃料からのエネルギー転換を両立させる水素製造・利用装置のパッケージ化	・ モジュール連結式の大規模P2Gシステムの検討を進め、設計を完了した。 ・ 特別高圧受電設備を設置し、2025年4月に受電開始した。 ・ 水素製造・利用装置を設置し、2025年10月に運転を開始した。	スケジュールどおり運転を開始した。
	風力発電との連携	大規模風力発電のグリーン電力及び余剰電力利用による熱の脱炭素化を両立するエネルギー転換システム開発	・ フィールド近郊における風力特有の余剰電力の変動把握 ・ 需要量に応じて供給側の水素製造の需給バランスを試算し、需給バランスの不一致を埋める設備容量を算出完了 ・ 基本構想検討（概念設計）完了 ・ 目標達成のため、風力発電・P2G・水素ボイラの連系模擬について、経済性・脱炭素化の検証方法を整理した。	スケジュールどおり進捗。
	水素ボイラーの開発	ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高める蒸気システムを開発して実証する	・ 試験設備を建設し、開発試験を開始し、KPIの目標値を試験機において達成した。 ・ ボイラの試運転要領に沿って運転し、検査項目をすべて合格した。	スケジュールどおり完了
	高性能整流器の開発	変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器を開発	・ 整流器の試験設備が完成し、プロトタイプ整流器の運転開始 ・ プロトタイプ整流器の試験結果により、目標の性能の達成を見通した。 ・ 実証試験機を現地に据付け、試運転を実施し機能確認を完了した。	スケジュールとおり完了

3. 研究開発成果について		
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（今後の取組）		
研究開発内容	残された技術課題	解決の見通し
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3の工場の熱需要に応じたエネルギーマネージメントシステムからの指令に従う水素供給の実運用の実証 ・ 四季を通じて水電解装置の効率維持と劣化の悪影響の実証 ・ 実運用において見えていく、機器の改善 ・ 研究開発内容3の再生可能エネルギー・利用による水素製造およびエネルギーセキュリティへの貢献のために導入する電力需給調整市場適応試験への適合 ・ 水電解システム維持に要する管理コストの把握	・ 今後は、水電解装置の効率や安全性確認のための運転から、エネルギー供給システムとしての運用に移行していく。 ・ 実運用において生じる様々な課題に適用していくことは、事業者間のHAZOPスタディなどにおいて安全を確認した上で可能であると見込んでいる。
2. 優れた新部材の装置への実装技術開発	・ 工場の熱需要に応じた水素供給の実運用を実施 ・ 今回導入したタイプ異なる水電解装置を組み合わせた運用方法の確認 ・ 風力発電の出力に合わせた運転 ・ 四季を通じてシステム効率維持及び劣化の実証 ・ 水電解システム維持に要する管理コストの把握 ・ 実運用において見えていく、エネルギーマネージメントシステムの改善 ・ 再生可能エネルギー・利用による水素製造およびエネルギーセキュリティへの貢献のために導入する電力需給調整市場適応試験(DR、一次調整力)の実証 ・ 水素ボイラ多量設置システムと既存ボイラを組み合わせる高効率な運転制御の実証 ・ CI値の算定	・ 水電解装置の個別の動作試験に加え、山梨県による総合的な運用開始の前には、使用前自主検査を実施していくこととしている。 ・ 技術基準に適合した安全性の確認の範囲内でステップバイステップで実証試験を深化していくこととしている。 ・ 各ステップで検出される課題に対し着実に対応していくことで残された課題の解決は可能と見込んでいる。

4. 今後の見通しについて

今後の主な実証予定

東レ(電解質膜を内蔵)

水電解装置

ニチコン

カナデビア

シーメンス・エナジー

加地テック

三浦工業

サントリー工場

水素ボイラ

蒸気ヘッダー

2500Nm3/h

2500Nm3/h

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

・ エネルギーマネージメントシステムからの指令に従い工場の熱需要に応じた水素供給を実証を継続していく

・ 米倉山の試験設備では、大型スタックを用いた長期の運転を継続し、効率の変化を継続的に観測していく

・ 工場の熱需要に応じたエネルギーマネージメントシステムからの指令に従う水素供給の実運用を実施

・ 再生可能エネルギー・利用による水素製造およびエネルギーセキュリティへの貢献のための電力需給調整市場適応試験(DR、一次調整力)の実証

・ 水素ボイラ多量設置システムと既存ボイラを組み合わせる高効率な運転制御の実証

4. 今後の見通しについて

需要開拓・事業開発はもとより、知財戦略や標準化戦略を含め取り組む

✓ 地域の再生可能エネルギーで水素製造することで、出力制限を抑制し、さらなる非化石電力の導入を下支え。

✓ 需要家のオンサイトにて水素を製造する地産地消モデルは、内陸部を含む広範な地域における熱・燃料分野の脱炭素化

✓ 標準モデルを横展開の第一歩目として、水素社会推進法に基づく価格差に着目した制度に白州の実証サイトに白州の福島県内で事業認定を受けた。グリーンイノベーション基金事業の成果を積極的に活用し、広く「地域再生型モデル」を推進していきたい。

GI基金事業

YHC

P2G規模=10MW

工業団地内/構内パイプライン

地域の核需要家

✓ 10ton/hの水素供給

✓ 余剰水素の地域内流通

需要家PV

地域モデル事業

YHC

P2G規模=0.5MW~

分散設置

または構内配管

地域の小規模需要家

✓ 0.25ton/hの水素供給

山梨県企業局 新エネルギーシステム推進課

連絡先：055-234-5268