

事業戦略ビジョン(2024成果報告会)

提案プロジェクト名 : 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
提案者名 : 山梨県企業局 (幹事企業)

共同提案者 :

山梨県企業局	(幹事企業)
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	(主要企業1)
東レ株式会社	(主要企業2)
日立造船株式会社	(主要企業3)
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	

事業概要

1. 期間

開始 : 2021年9月
終了(予定) : 2026年3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

- ✓ 再エネや水電解装置のコスト低下に伴い、2050年には化石燃料+CCUSで製造する水素よりも安価に水素を製造することが可能となる地域が出てくる見込みである。こうした予想を受け、域内への再エネ導入に積極的な欧州などは、水電解装置の導入も併せて実施することを目指している。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、前半5年間のうちを事業期間として、大規模P2Gシステムの技術開発を進める。
- ✓ 研究開発内容ごとに開発を進め、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実スケールでの試験を開始できた。また、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ている。

1. 事業の位置付け・必要性

研究開発目標

2020年10月、我が国は「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする目標を掲げた。この目標は、従来の政府方針を大幅に前倒すものであり、並大抵の努力で実現できるものではない。エネルギー・産業部門の構造転換や、大胆な投資によるイノベーションといった現行の取組を大幅に加速することが必要である。

本基金事業により、日本の企業等がカーボンニュートラル関連市場の国際競争で優位なポジションを確保するとともに、産業競争力の強化につなげていくことも重要である。

また、世界的に水素及び関連市場が今後拡大していくことが見込まれており、こうした国内外の市場を獲得することは、我が国の経済成長、雇用維持や、世界の脱炭素化にも貢献することに繋がる。水素の社会実装を促すためには、供給設備の大型化等を通じた供給コストの削減と両輪で、大規模な水素需要の創出を同時に行うため、既存のインフラを最大限活用し、供給量の増大と水素需要の創出を行うことを可能とする社会実装モデルを構築する必要がある。

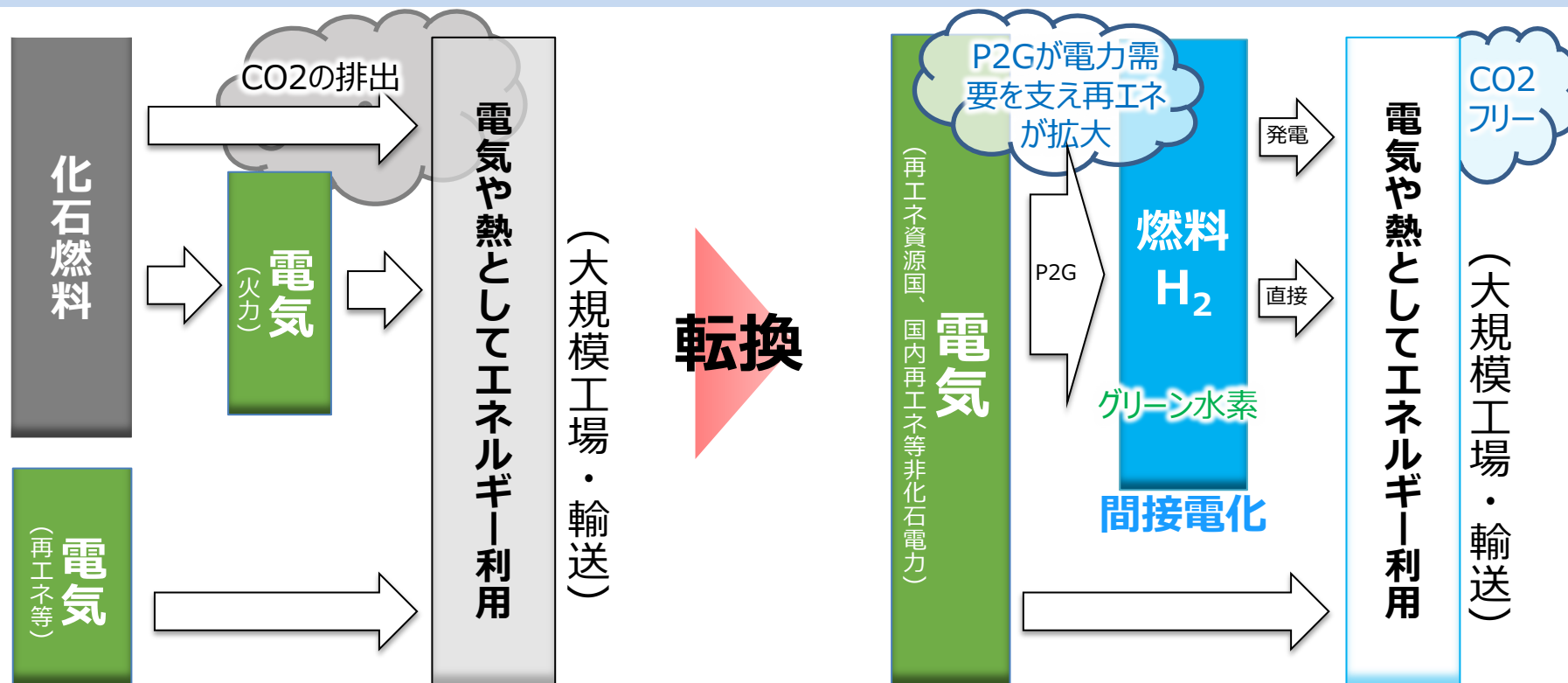
本プロジェクトについては、こうしたモデルを構築し、各要素の技術的な課題の解決を図るとともに、水素の需要側と供給側の取組を特定エリアで統合的に実証することで、技術的な知見を蓄積し、将来的なインフラ整備とともに効率良く水素の全国普及を達成することを目指す。他方で、欧州は再エネと両輪で水電解装置の導入を積極的に推し進め、日本よりも先行しているほか、欧州に留まらず、今後は再エネコストが安価な地域を中心に、世界的に大きな市場が形成されることが見込まれている。

このように拡大が見込まれる世界の市場獲得や、今後導入される国内再エネポテンシャルを最大限活用等すべく、水電解装置の競争力強化や国内市場形成に資する取組を強化する必要があり、具体的には、水電解装置を用いた水素製造コストを削減し、製造された水素を有効活用し、目指すべき社会実装モデルを構築する観点から社会実装計画の中から次の2点に関して取り組みを実施する。

- I 大型化等、水電解装置のコスト削減等に資する研究開発
- II 熱需要の脱炭素化や、アンモニア等の基礎化学品の製造による、製造された水素の利活用実証(Power to X)

これら2つの取り組みに関する具体的なアウトプット目標として、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を掲げ、これを達成するための研究開発内容は次のとおりとし、それぞれに具体的な目標を設定し技術開発ならびに実証を進める。

P2Gシステムによる「カーボンニュートラルの実現」



今日のエネルギー供給構造

カーボンニュートラルのエネルギー供給構造

プロジェクトの目的：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

2. 研究開発マネジメントについて

研究開発内容

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

（実用規模（遅くとも、2030年において、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。）

- ✓ 2025年にて1,050千円/Nm³/h（25万円/kW）、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h（6.5万円/kW）を見通す
- ✓ 2025年にてシステム効率77%（4.6kWh/Nm³）、2030年にてシステム効率80%（4.4kWh/Nm³）を見通す
- ✓ 6MW級水電解装置を製作し、実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）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

研究開発内容〔2〕優れた新材の装置への実装技術開発

（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。）

- ✓ 2025年にて1,050千円/Nm³/h（25万円/kW）、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h（6.5万円/kW）を見通す
- ✓ 2025年にてシステム効率77%（4.6kWh/Nm³）、2030年にてシステム効率80%（4.4kWh/Nm³）を見通す
- ✓ 実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）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。
- ✓ P2Gから生産されるフルウエット水素の1MPa級大規模除湿・圧縮システムの開発

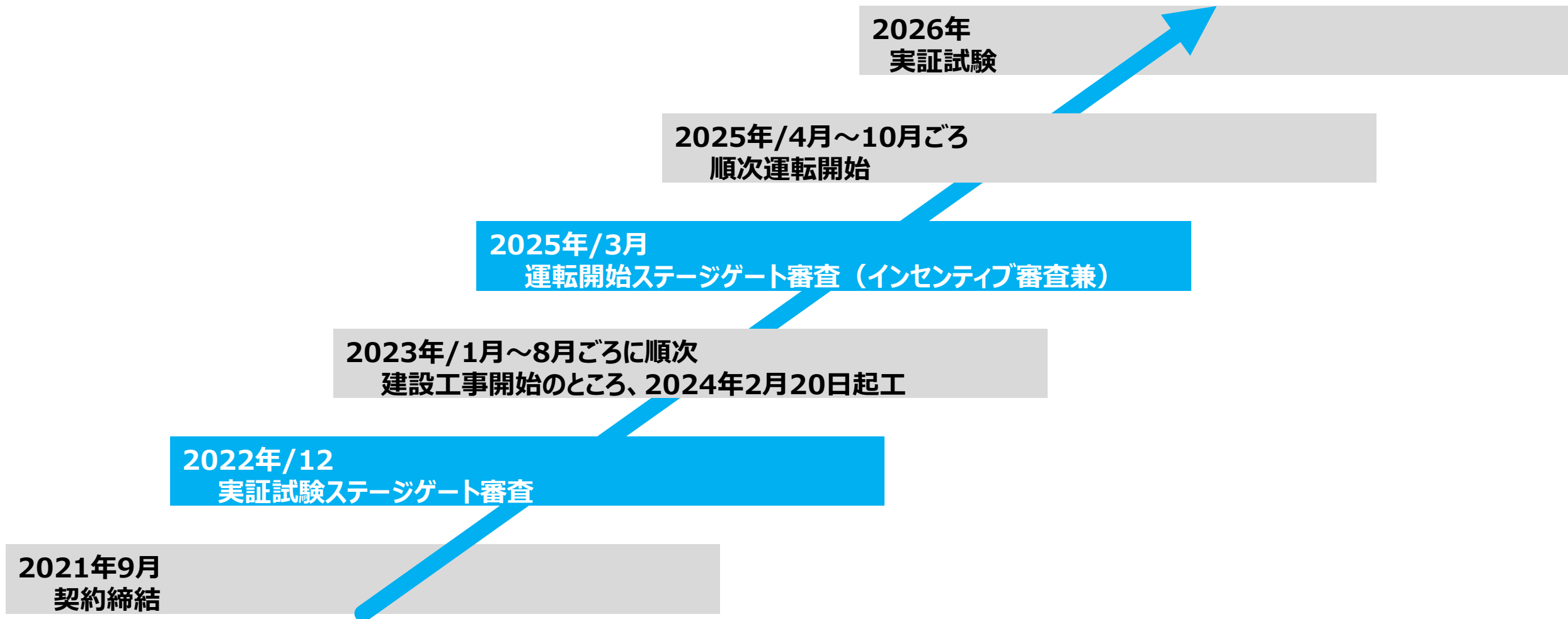
研究開発内容〔3〕熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

（大規模P2Gシステムによる化石燃料からのエネルギー需要転換・利用技術モデル開発）

- ✓ 電化が困難な工場の熱需要の化石燃料代替パッケージ技術をモデルを確立させる。
- ✓ 地域の再エネ電気を有効活用するために、導入対象を地場産業に根付いた工場規模の化石燃料の使用を削減し得るモデルを実証する
- ✓ 経済合理性と再エネからのエネルギー転換を両立させる水素製造・利用のオペレーションシステムのパッケージ化

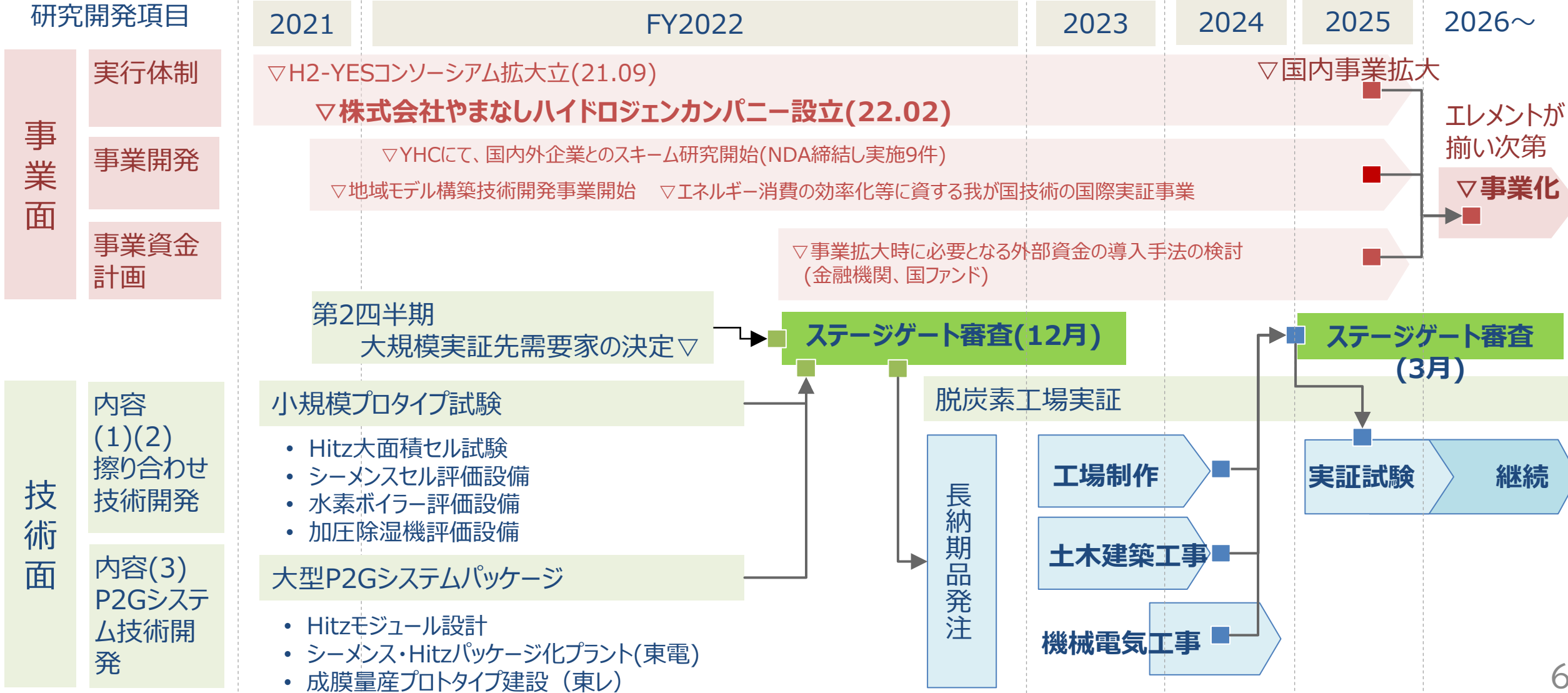
2. 研究開発マネジメントについて

ステージゲート審査のスケジュール案



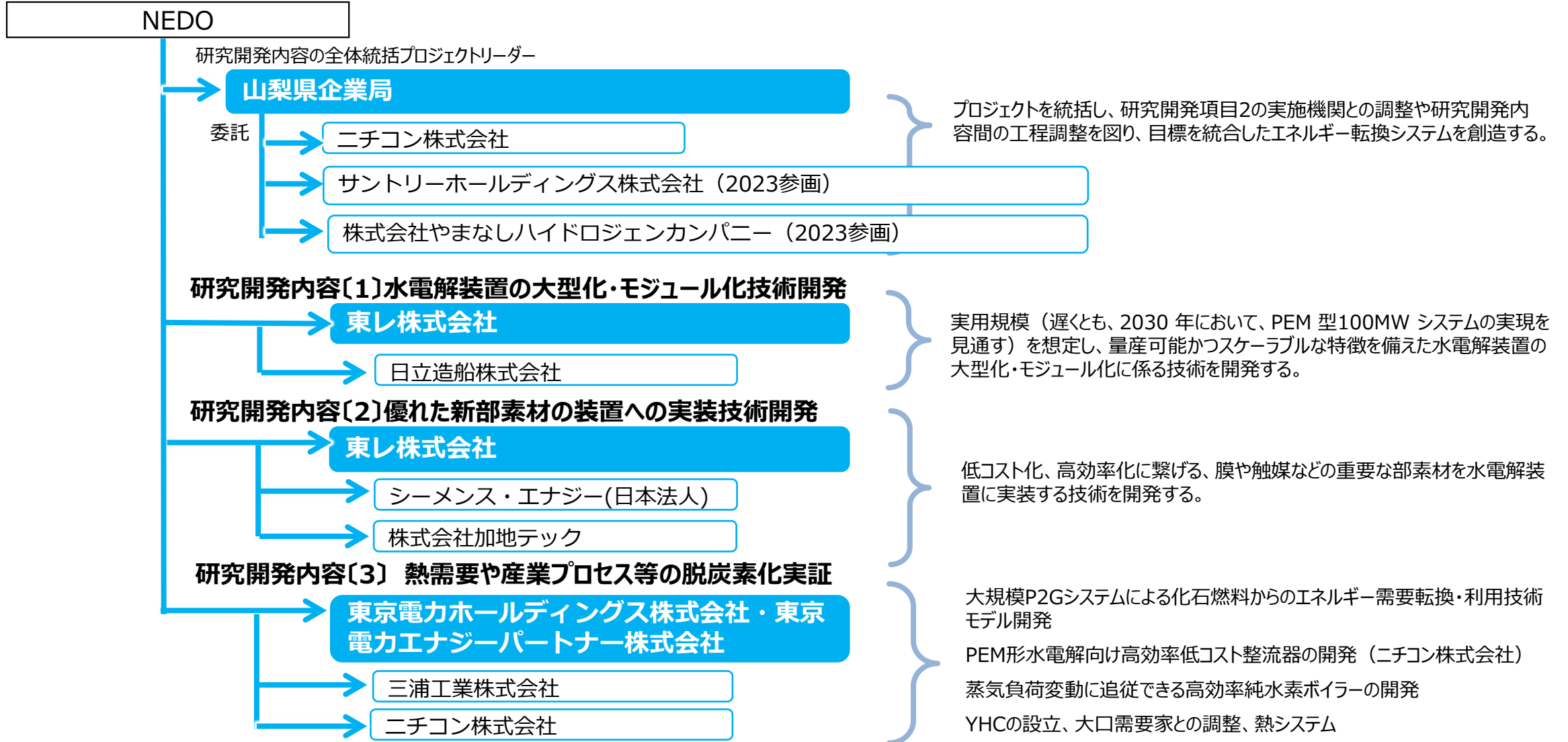
2. 研究開発マネジメントについて

基金事業進捗説明



2. 研究開発マネジメントについて

プロジェクト体制表



2. 研究開発マネジメントについて

役割分担表

	日立造船	東レ	シーメンス エナジー	加地テック	山梨県企業局 (幹事会社)	東京電力HD・ EP	三浦工業
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	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 100MW システムの実現を見通す PEM形6MW級モジュール式連結水電解システム開発 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2025年にてシステム効率77%、2030年にてシステム効率80%を見通す。 			<ul style="list-style-type: none"> ✓ 大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換のための事業者間調整・技術インテグレーション ✓ 水素利用、貯蔵、熱コントロールシステムの設計 ✓ エネルギー需要家との調整並びにビジネスモデル検討 ✓ 共同事業体「YHC」の設立運営 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電力設備、電解装置、補器、建築を総合的技術力で統合 ✓ 再エネの利用促進と水素の製造・利用における経済合理性を追求する EMSの導入 	
研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 膜やCCMの重要な部素材を10MW級の水電解装置に実装する技術を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 膜やCCMの重要な部素材を10MW級の水電解装置に実装する技術を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ P2Gから生産されるフルウエット水素の大規模除湿・圧縮システムの開発 			
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						<ul style="list-style-type: none"> ✓ 大規模P2Gシステムによる化石燃料からのエネルギー需要転換・利用技術モデル開発 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電化が困難な工場の熱需要の化石燃料代替向け水素ボイラー技術を確立させる。
社会実装に向けた取り組み内容	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 世界市場で活躍する国産大規模水電解装置の成立 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 高性能・高耐久 PEM形水電解材料の開発・実装、世界展開 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 優れた部素材の導入による我が国の電解技術の世界展開 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 電解槽の圧力・湿度をよる需要の非適合性の解消技術の提供 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ P2Gのやまなしモデル構築とその展開のための事業体の転換 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 電化が困難な工場の熱需要の化石燃料代替パッケージ技術をモデルを確立 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 化石燃料の併用から、水素単独へ変化してくボイラーシステムの提供

3. 研究開発成果について

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

1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

- 25万円/kW@2025年、量産コスト6.5万円/kW@2030年、システム効率77%@2025年、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。

2 優れた新材の装置への実装技術開発

- 膜やCCMの重要な部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@2025年、量産コスト6.5万円/kW@2030年、システム効率77%@2025年、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。

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緊密に連携しながら開発すること。
- 水素専焼ボイラーの多缶設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンドウンレシオの拡大により実運転効率を高め、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。

KPI設定の考え方

※1 「FCHJU Multi - Annual Work Plan 2014 - 2020」で目標を設定。

- 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。
- 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
- 大型実機において小規模同等の性能を発揮するためには、部材及び水電解装置メーカー間での摺り合わせ開発が必要。部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。
- 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を効率的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。
- 既存設備からのシームレスな切り替えを進めるとともに、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にコストを低減する必要があるため。

3. 研究開発成果について

研究開発計画／研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

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

目標	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	これまでの開発進捗 (研究開発成果)	進捗度
低コスト化	1,050千円/Nm ³ /hを見込む6MW装置の製作完了	<ul style="list-style-type: none"> ・機器数量低減などのコストダウンにより目標を達成し、6MW装置設計を完了した。 ・装置のフロー、電解モジュールを設計完了し、コストダウンを見込んだ。 	○（理由）コストダウン目標を見込んだ6 MW装置設計を完了した。
高効率化	<ul style="list-style-type: none"> ・モジュール試運転にて、システム効率77%を見通す。 ・中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000hを見通す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・差圧運転対応の中型スタック評価装置の改造を完了した。 ・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、2024年度中間目標達成の見通しを得た。 	○（理由）中型スタックでの性能・耐久性目標を達成した。
大型化・モジュール化	6MW級水電解装置の製作、据付、試運転完了	<ul style="list-style-type: none"> ・3Dモデリングを使用したモジュール配置案の検討、改善レビューにより連結式装置の設計を計画通りに完了した。 ・6MW級水電解装置、モジュール型電解槽の部材や機器等を購入し、計画通りに実証装置の製作を開始した。 	○（理由）量産可能かつスケラブルなモジュール連結式装置の設計を完了した。

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容

目標

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

これまでの開発進捗
(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

高効率化

- MW級システム効率77%を見通す。
- 中型スタック評価において、耐久性0.15% /1000hを見通す。

- 中型スタック評価において、東レ開発MEATS22-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年度中間目標達成の見通しを得た

○（理由）
中型スタックでの性能・耐久性目標を達成した。

社会実装

- 実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。
- 水電解装置16MW級に実装する原材料～ポリマー・電解質膜5000m²およびCCMまで一貫した製造技術を開発する。

- 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、実用規模を想定した電解質膜、およびCCM製造技術の開発を開始した。

○（理由）
スケジュール通り。

- 10MW級水電解装置を設計・製作する。

- 設計が完了し、製作や外注先への発注が進められている。

○（理由）
若干の遅れは見られるものの全体工期への影響なし

- 1MPa×1,500Nm³/h級の圧縮機、除湿システムの実証機を製作する。

- 要素試験を行い、ヒートポンプ用圧縮機、及び圧縮機ノンリーク構造の評価を実施した。
- 評価結果を踏まえ、実証機の詳細設計に着手した。

○（理由）
要素技術評価実施、詳細設計着手。

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	目標	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	これまでの開発進捗 (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	据付工事完了及び試運転開始	<ul style="list-style-type: none"> モジュール連結式の大型P2Gシステム向けのパッケージ化の検討を進め、設計を完了 フィールド選定では需要場所から設置場所について合意取得 連系制約がないことを確認完了 自治体へ開発許可等の申請手続き完了。 起工式実施し、土木造成工事を着工した。 	○（理由） スケジュールどおり完了。
	風力発電との連携	実証試験選定先および実証試験内容の検討を開始	<ul style="list-style-type: none"> フィールド近郊の風力実績より、変動特性を把握した。 選定先の蒸気使用量状況を確認し、基本構想に織こんだ。 基本構想検討（概念設計）連系制約がないことを確認完了 実証試験選定先変更 	○（理由） スケジュールどおり進捗。
	水素ボイラーの開発	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。	<ul style="list-style-type: none"> 水素ボイラの試験設備の準備が完了 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。 	○（理由） スケジュールどおり完了。
	高性能整流器の開発	整流器のモジュール評価を開始	<ul style="list-style-type: none"> 評価設備の基本設計が完了 モジュールを試作し、評価を開始し、計画を前倒しし詳細設計を完了した。 	○（理由） スケジュールどおり完了。

3. 研究開発成果について

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

KPI 低コスト化：2025年にて1,050千円/Nm³/h（25万円/kW）、2030年で量産コスト290千円/Nm³/h（6.5万円/kW）を見通す。

直近のマイルストーン（2024年度 中間目標） 1,050千円/Nm³/hを見込む6MW装置の製作完了

電解モジュール: 量産化によるコストダウン

共通モジュール: 個別機器をスケールアップすることで大型化、コストダウン。

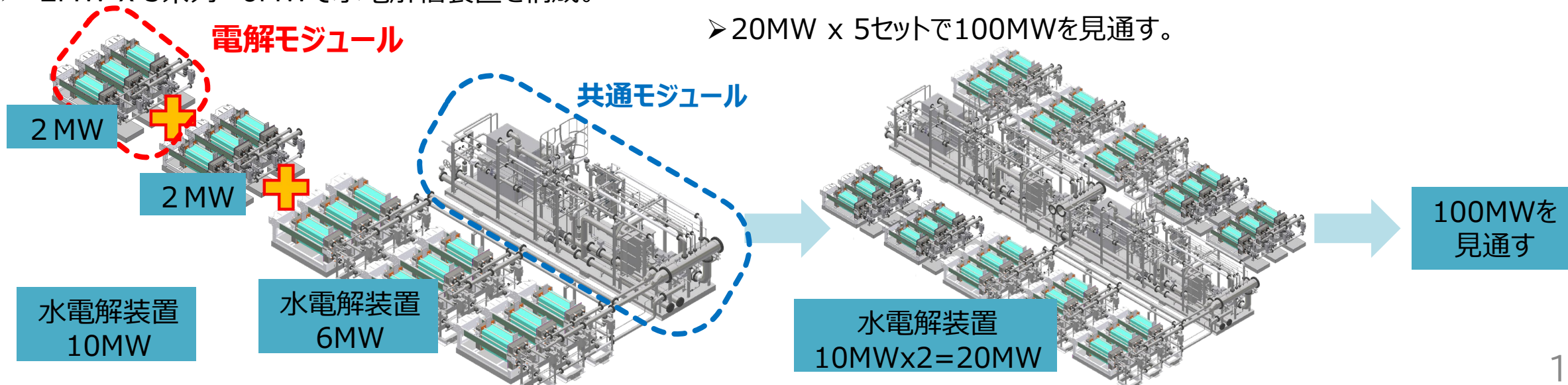
1,050千円/Nm³
@ 6 MWの見通し

KPI 大型化・モジュール化：6MW級水電解装置を製作し、実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）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。

直近のマイルストーン（2024年度 中間目標） 6MW級水電解装置の製作、据付、試運転完了

- 2MWを電解槽の単位モジュールとして構成。
- 2MW x 3系列=6MWで水電解槽装置を構成。

- 10MWまでを共通機器のユニット単位とする。
- 10MWを点対象として配置 → 省スペースで20MWにスケールアップ。
- 20MW x 5セットで100MWを見通す。



3. 研究開発成果について

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

2022年度 中間目標

中型スタック評価において、電解電圧1.75V@2A/cm²を見通す。

2024年度 中間目標
(直近のマイルストーン)

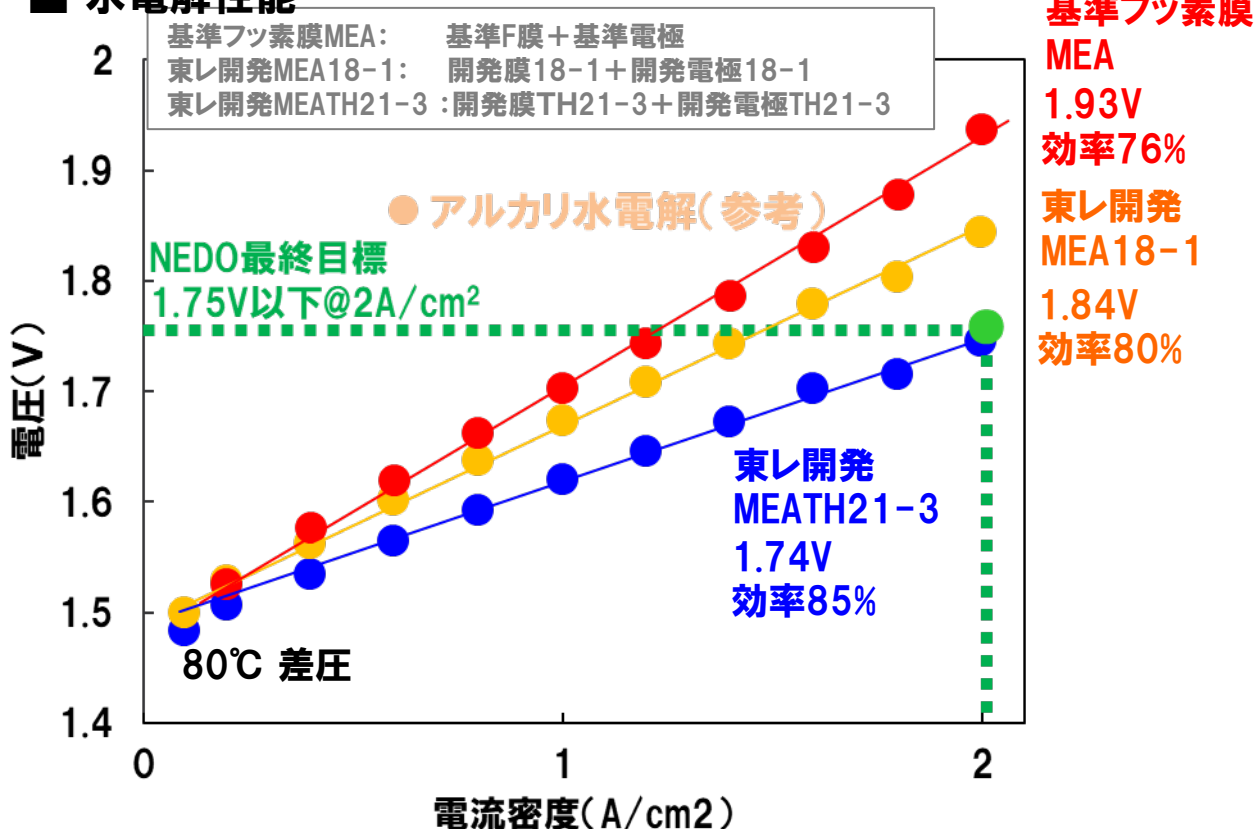
中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000hを見通す。

KPI

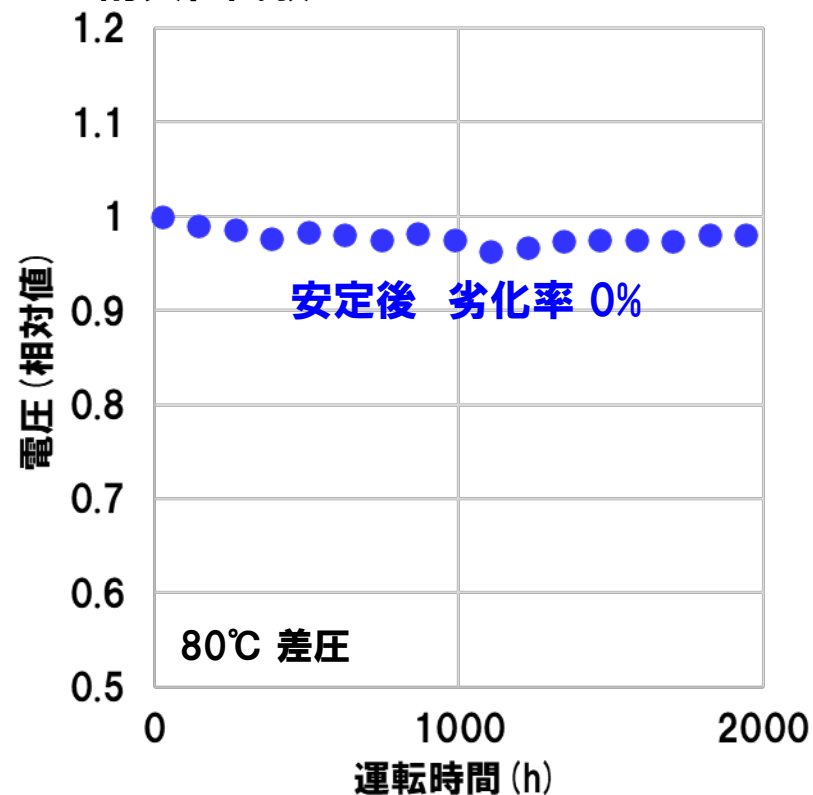
高効率化：2025年にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す。

日立造船の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、2024年度中間目標達成の見通しを得た

■ 水電解性能



■ 耐久性試験



日立造船殿製
スタック開発機@東レ

3. 研究開発成果について

研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

直近のマイルストーン
(2022年度 中間目標)

中型スタック評価において、
電解電圧1.9V
@2A/cm2を見通す。

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

中型スタック評価にお
いて、耐久性0.15%
/1000hを見通す。

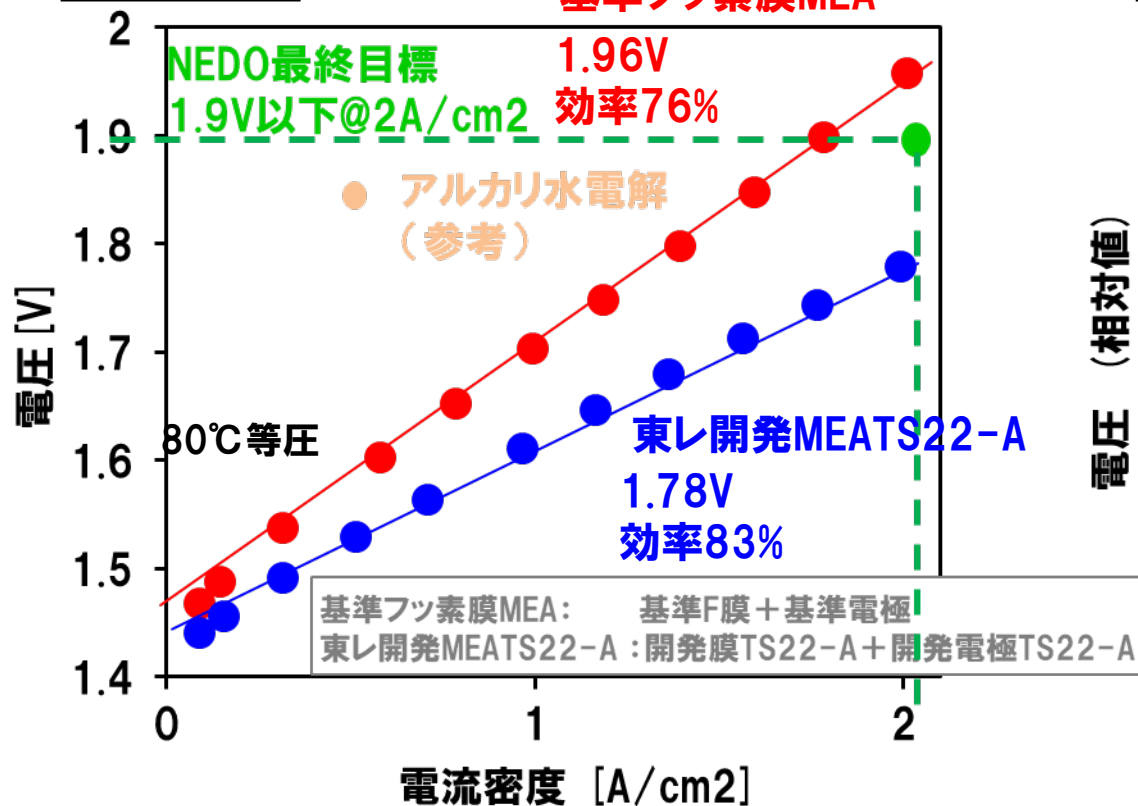
KPI

高効率化：2025年にてシステム効率77%
(4.6kWh/Nm3)、2030年にてシステム効
率80%(4.4kWh/Nm3)を見通す。

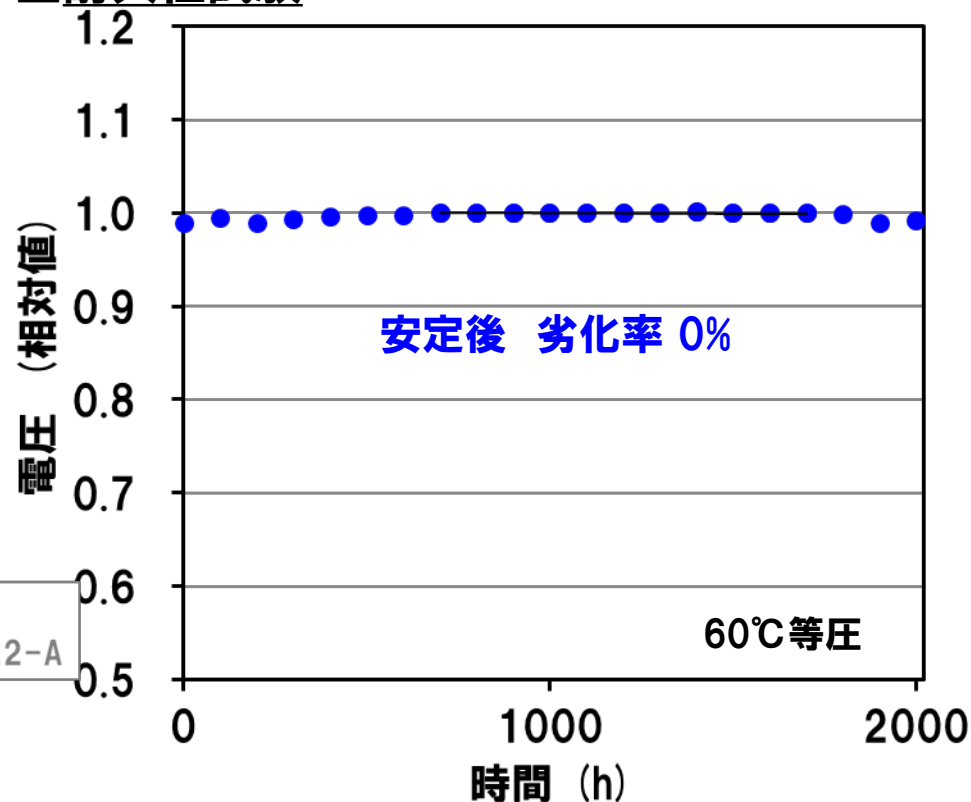
シーメンス・エナジーの中型スタック評価において、東レ開発MEATS22-Aにより、水電解性能1.78V@2A/cm2、および、耐久性（劣化率）0.15%/1000h以下を達成し、2024年度中間目標達成の見通しを得た

■水電解性能

基準フッ素膜MEA



■耐久性試験



中型スタック
評価実証設備@東レ



3. 研究開発成果について

研究開発内容〔2〕 優れた新材材の装置への実装技術開発

直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)

- ・実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。
- ・水電解装置16MW級に実装する原材料～ポリマー・電解質膜5000m2およびCCMまで一貫した製造技術を開発する
- ・10MW級水電解装置を設計・製作する。

KPI

実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定し、ポリマー・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。

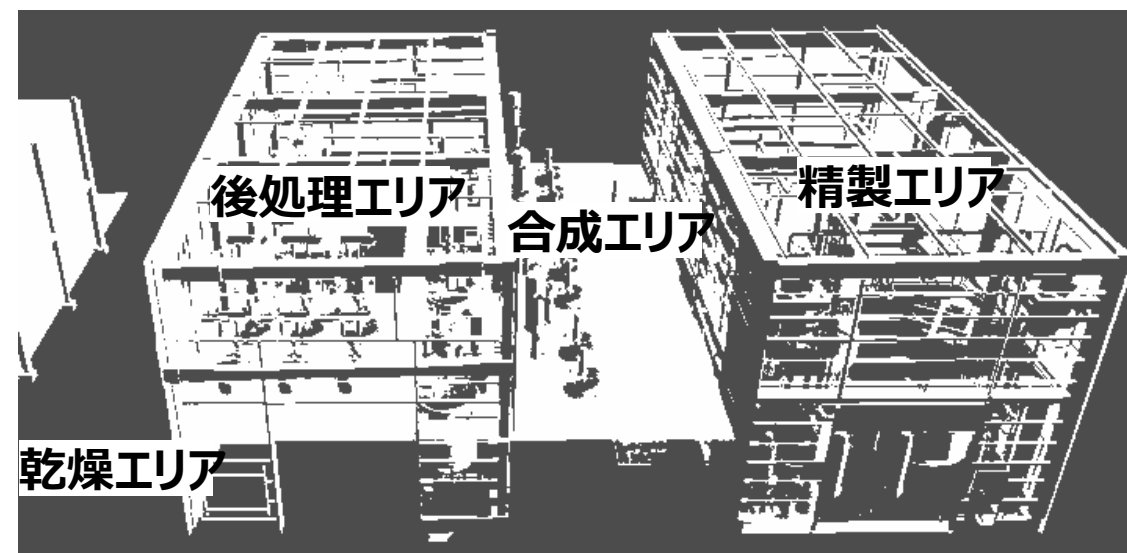
世界各国でGW級検討、水電解装置・部素材の国際競争が激化しており、日本の国際競争力確保が大きな課題である。2024年度中間目標として、実用規模を想定したポリマー製造設備の設計・製作を追加し、水電解装置16MW級に実装する原材料～ポリマー・電解質膜5000m2およびCCMまで一貫した製造技術の開発を進めたい。

ポリマーパイロット試作設備の位置づけ

設備	原材料～ポリマー製造	電解質膜製造	CCM製造	スタック製造
ラボ試作設備	NEDO実用化	NEDO実用化	—	日立造船
パイロット試作設備	本プロジェクト(GI基金追加)	GI基金(実施中)	NEDO多用途(実施中)	日立造船SE
量産工場	今後、設備投資検討			日立造船SE

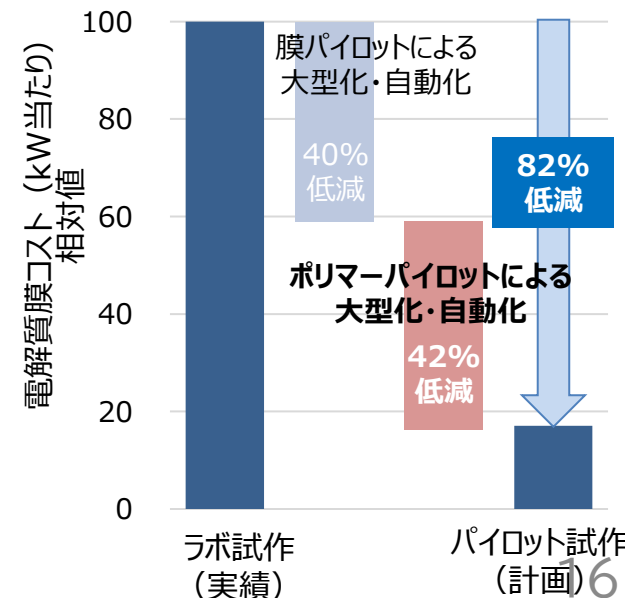
追加事業規模：33.5億円（2/3助成）

ポリマー製造プロセス



ポリマーパイロット試作設備

電解質膜の製造コスト低減



3. 研究開発成果について

研究開発内容〔2〕優れた新材の装置への実装技術開発

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

1MPa×1,500Nm³/h級の圧縮機、
除湿システムの実証機を製作する。

KPI

P2Gから生産されるフルウェット水素の1MPa級大規模除
湿・圧縮装置を開発する。

要素試験を実施し、その結果を踏まえ実証機詳細設計に着手した。

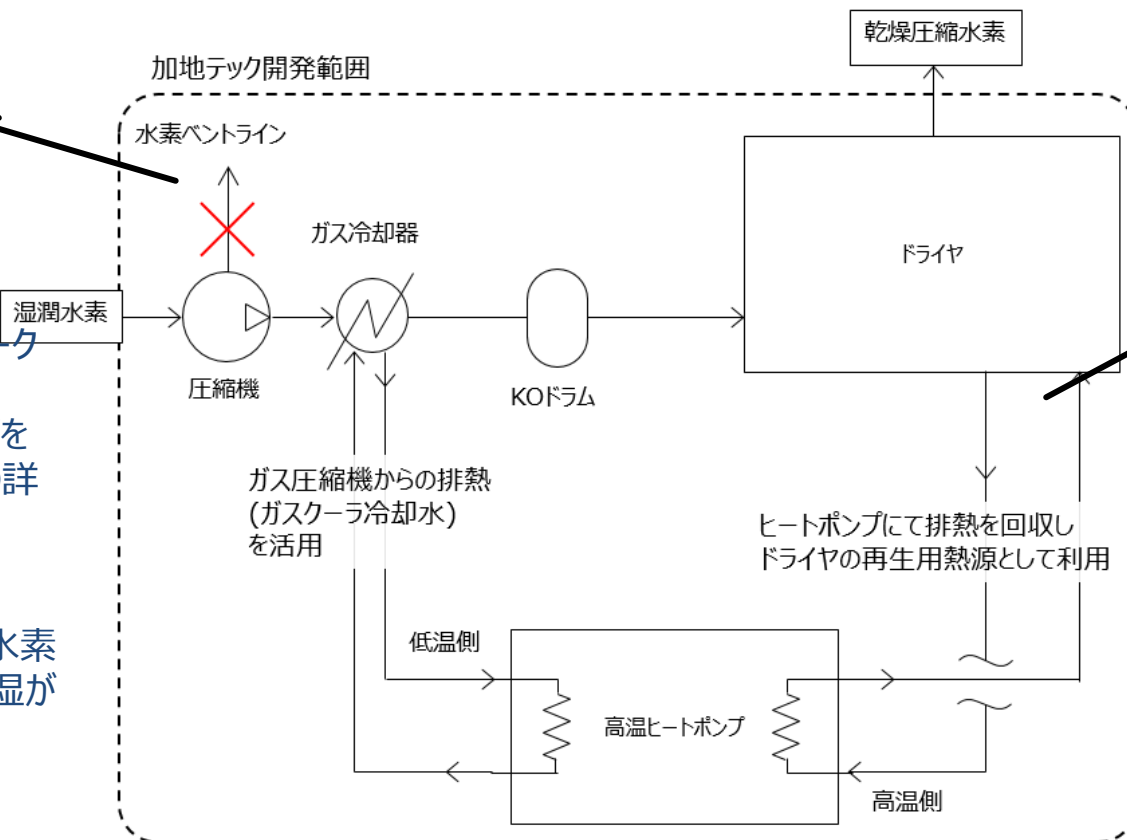
< 圧縮機 要素技術検討 >



- 圧縮機からの水素ベントをなくし、ノンリーク構造とすることで圧縮機の効率を改善
⇒2023年度は要素試験を行い、評価を実施した。またその結果を元に実証機の詳細設計に着手した。

- 本技術により、電解槽に負担が少ない水素製造圧力においても高効率に加圧・除湿が可能となる。

< 除湿装置 要素技術検討 >



- 通常は捨てられる水素圧縮機からの排熱(ガスクーラ冷却水からの熱)をヒートポンプにて回収し、ドライヤ吸着材の再生熱源として利用
⇒2023年度は要素試験によりヒートポンプ用圧縮機の小型・低コスト化の目途を得た。



ヒートポンプ用圧縮機試験機

3. 研究開発成果について

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

直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)

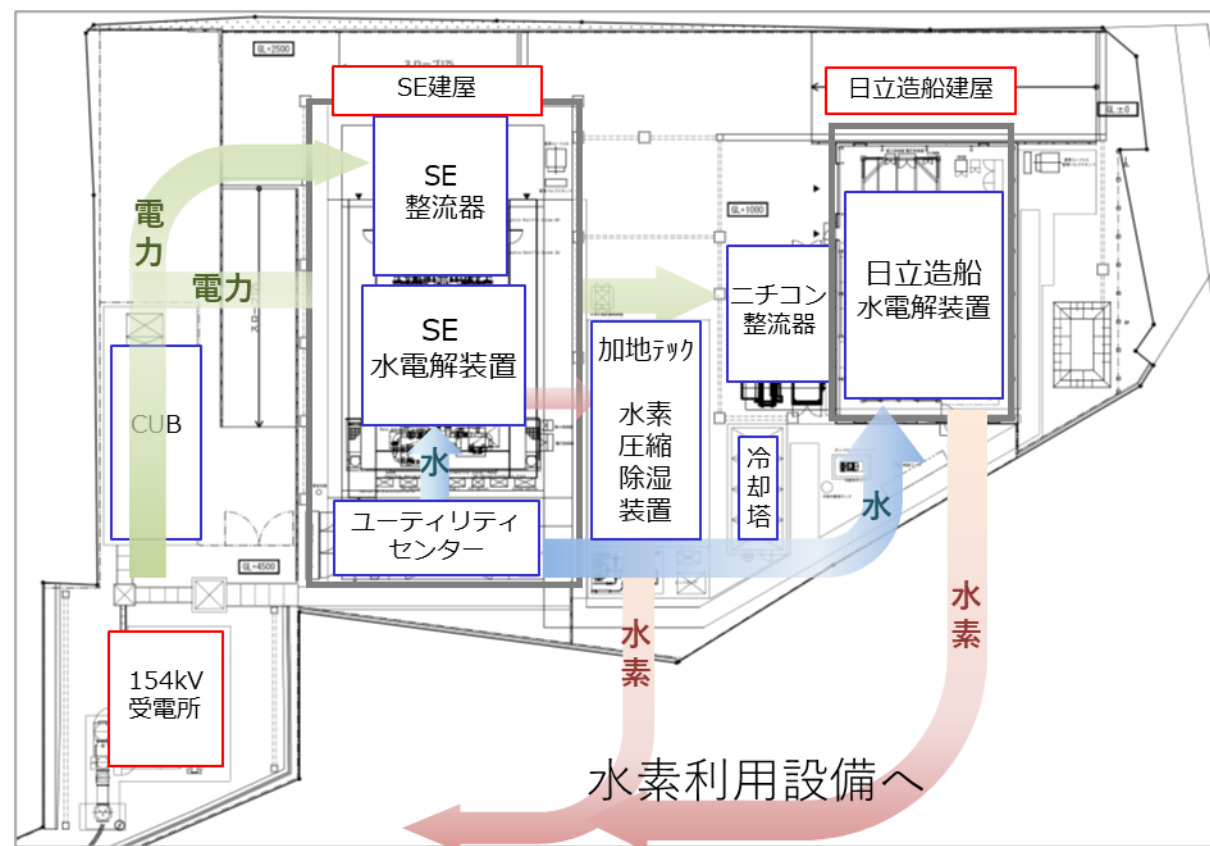
- ・各機器の設計完了、工場制作及び各機器の単体で性能を達成
- ・土木造成、受電設備、建屋建設、機器据付工事完了
- ・一部試運転開始

KPI

- ・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。

モジュール連結式の大型P2Gシステム向けのパッケージ化の検討を進め、設計を完了した。

< 水素製造設備配置計画 >



3. 研究開発成果について

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

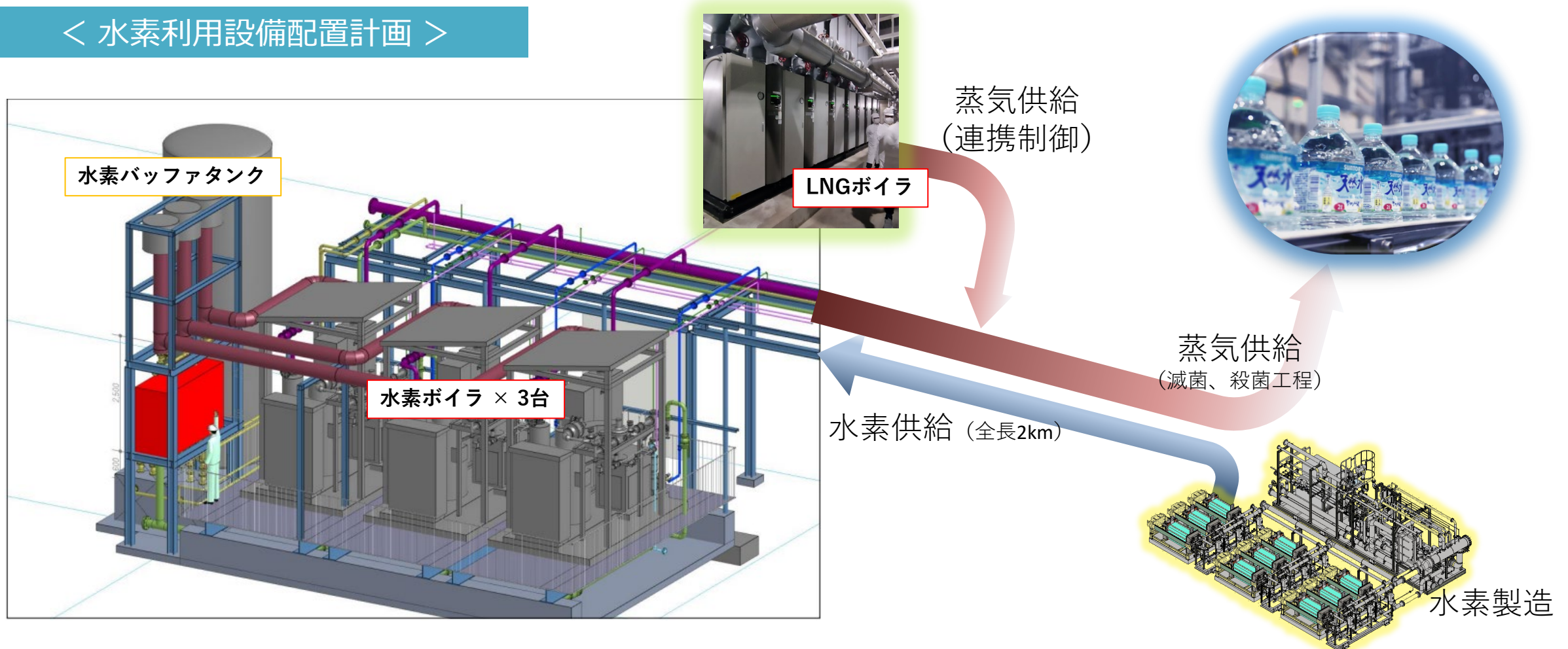
直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)

- ・各機器の設計完了、工場制作及び各機器の単体で性能を達成
- ・水素供給配管、機器据付工事完了
- ・一部試運転開始

KPI

- ・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緊密に連携しながら開発すること。

< 水素利用設備配置計画 >



水素から熱への変換効率の高い蒸気供給システム

KPI

産業用蒸気ボイラの主流となる相当蒸発量2 t/h小型貫流水素専焼ボイラーの多缶設置システムで、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実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発して実証する。

- 要素試験で確認をしたボイラ性能を、ボイラ製品レベルにおいても達成できることを確認した。開発目標を満足する開発が完了
 > ボイラ効率 105% (LHV)、ターンダウン比 1 : 5
- さらなる改良として、燃焼バーナの低NOx化に取り組み、ターンダウンレシオ 1 : 5 の全負荷領域において、O₂ = 0%換算で、NOx = 40 ppm以下を達成（この技術により東京都の低NOx認定・グレードHHを取得）
- P2Gと複数台水素ボイラ（実証先では3台設置）、既設ボイラとの制御システム開発を行っており、2024年度も開発は継続する



開発したボイラの仕様

項目	単位	内容
ボイラ種類	—	小型ボイラ（多管式貫流ボイラ）
取扱資格	—	事業主による「特別教育」受講者以上
最高圧力	MPa	0.98
相当蒸発量	Kg/h	2,000
ターンダウン比	—	1 : 5
燃焼（メイン／パイロット）	—	水素／13AまたはLPG
ボイラ効率（LHV基準）	%	105
排ガスNOx濃度	ppm	40以下（O ₂ =0%換算）

3. 研究開発成果について

研究開発内容〔3〕 PEM形水電解向け高効率低コスト整流器の開発

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

- 設備設計完了・製作開始
- 設備製作完了・据付

KPI

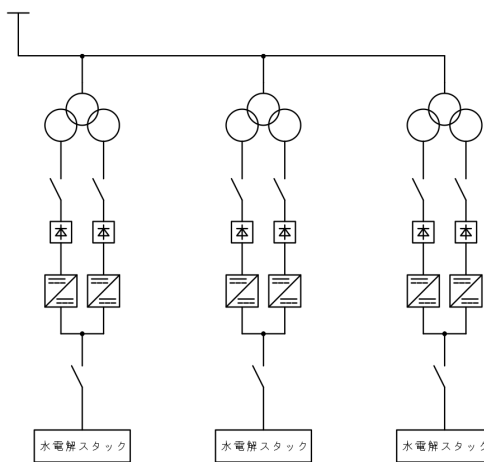
電解槽のモジュール式連結システムに最適となる、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器を開発する。

モジュールを試作し、評価を開始し、計画を前倒しし詳細設計を完了した。

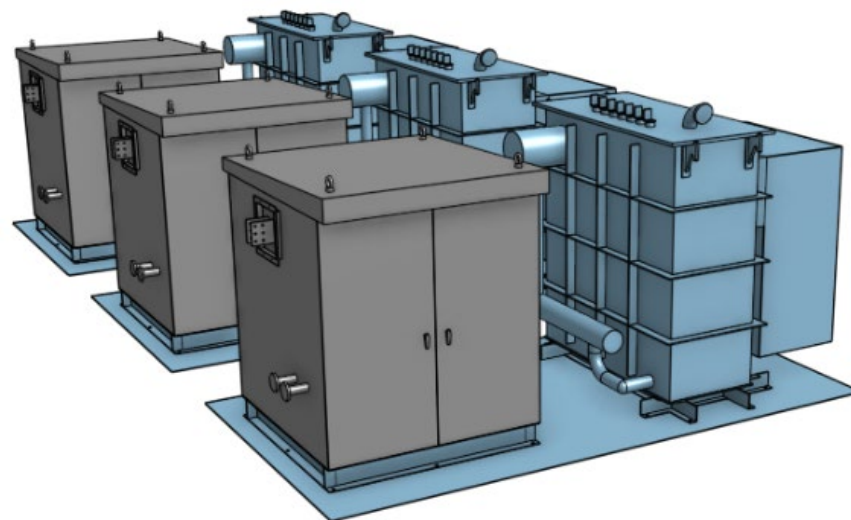
- 最大効率99%のDCDC変換器を試作した。
- 各種電力変換器と水電解装置の性質を吟味し、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器の設計手法を見出した。
- 上位制御系となるEMSと連携し、幅広い市場要求に対応できる設計とした。
- 2025年においてコストに目途を立てた。また、フットプリント6分の1、屋外別置きを可能としたことで、建築コストの大幅な低減を図ることができた。



試験装置



整流器構成概略



整流器3D図

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

サントリー白州蒸溜所

に、大規模水素燃料供給・利用システムが誕生します。



2024年

グリーンイノベーション基金事業

2月20日起工



SUNTORY



TEPCO



Innovation by Chemistry

Hitz



MIURA



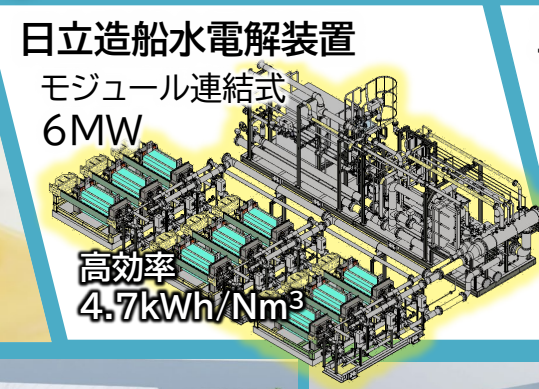
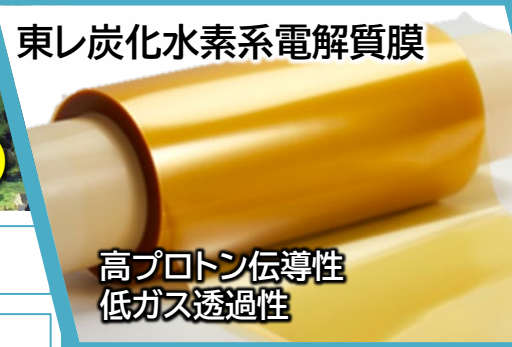
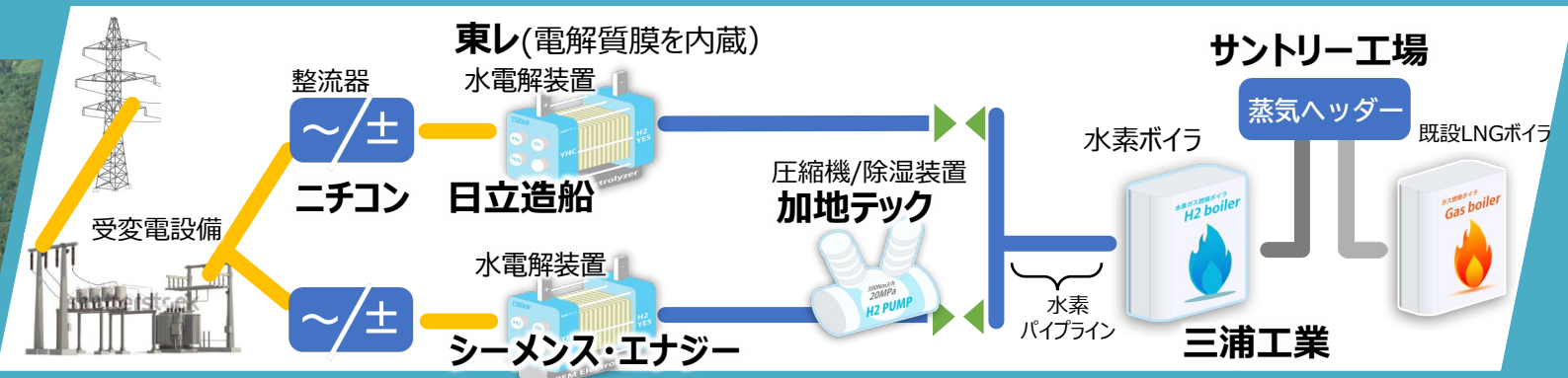
nichicon



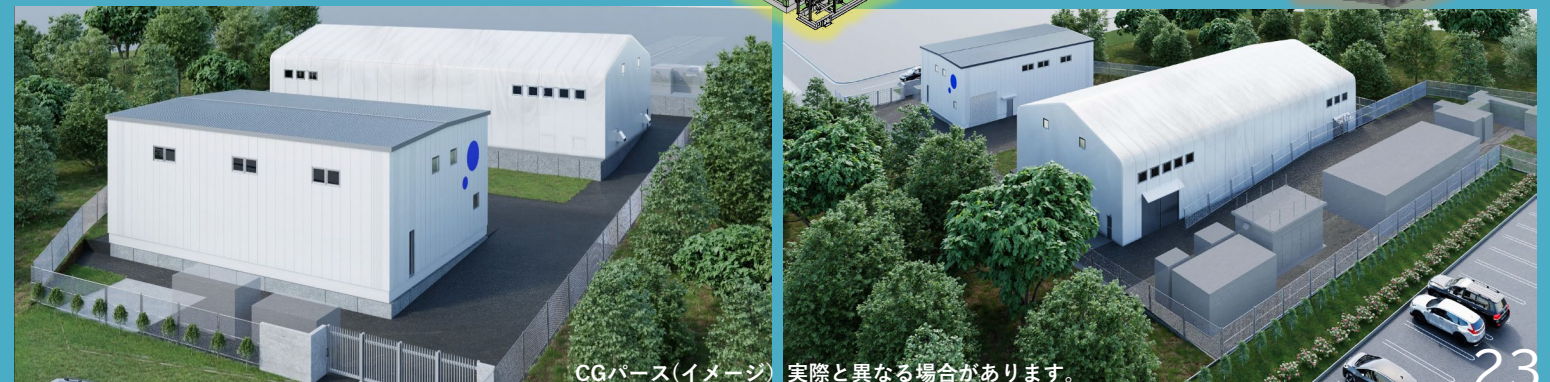
22

- ✓ 我が国最大！16MW 固体高分子形水電解システムをサントリー天然水 南アルプス白州工場・サントリー白州蒸溜所に隣接する県有地に設置
- ✓ 地域の再生可能エネルギーを集約し、大規模な工場で、次世代燃料「水素」に転換
- ✓ 天然水工場にて高性能水素ボイラーによる蒸気供給

全体システム



水素製造規模	16MW(最大)
水素パイプライン	約2km
水素製造能力	2,500Nm ³ /h(2,200ton/年)
工事	東京電力グループ
設置場所	隣接の山梨県有地 3,000m ²
CO2削減量	16,000トン/年(見込)



3. 研究開発成果について

完成予想図

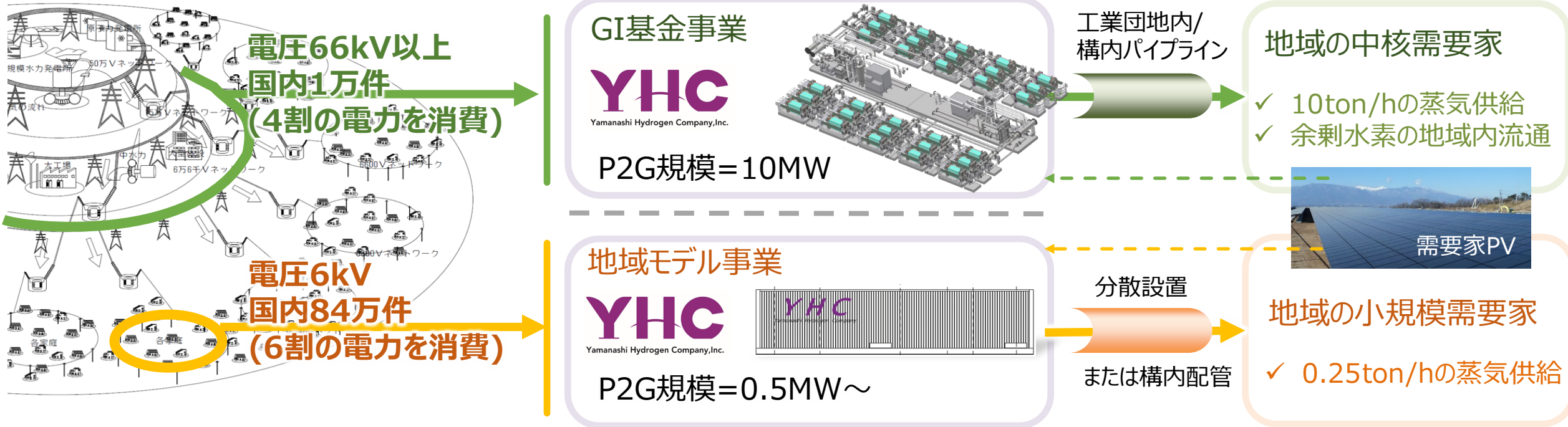


4. 今後の見通しについて

強みを念頭においた需要開拓・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

- 電力網のレギュレーションに合わせて2パターンのモデルを創造し、デファクト標準を確立していく。

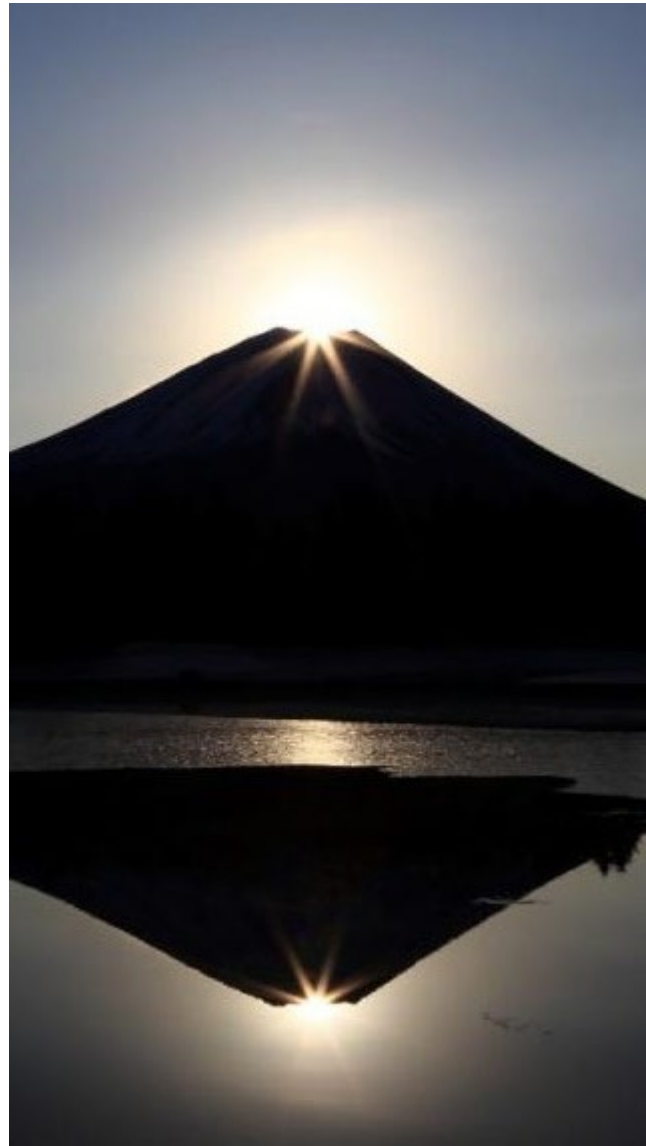
地域再エネ生産型モデルの推進



- ✓ 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

4. 今後の見通しについて

我が国で初めてのPower to Gasの専門企業を設立



TORAY
Innovation by Chemistry

TEPCO

YHIC

Yamanashi Hydrogen Company, Inc.

事業戦略ビジョンに則り
2022年2月に設立
出資金2億円
山梨県50%, 東25%, 東レ25%

解決すべき課題(事業目標)

産業分野におけるカーボンニュートラル

- 電化が難しい領域における化石燃料からのエネルギー転換
- 2022年8月 国産初のグリーン水素を販売開始
- 2023年度決算にて黒字化達成

4. 今後の見通しについて

ポリマーの量産パイロット技術開発により、やまなしモデルのP2Gシステムを用いた燃料の脱炭素を大きく前進させる

- やまなしモデルのP2Gシステムは、サントリー白州工場での実証成功後ただちに福島をはじめ海外事業を通じて数多く普及させなければ、水素基本戦略にて示された15GWの目標を達成できない。
- ポリマー工程を含めた電解質膜関連部素材技術がパイロット規模で確立し、この量産技術で製造したものがサントリー白州工場で実証できることにより、信頼性、経験性、効率性といった性能に関し、これまでの小ロットで精密に製造したものと同等であることを証明することで事業化を大きく前倒しできる。

水素基本戦略の改定のポイント

水素産業競争力強化に向けた方向性

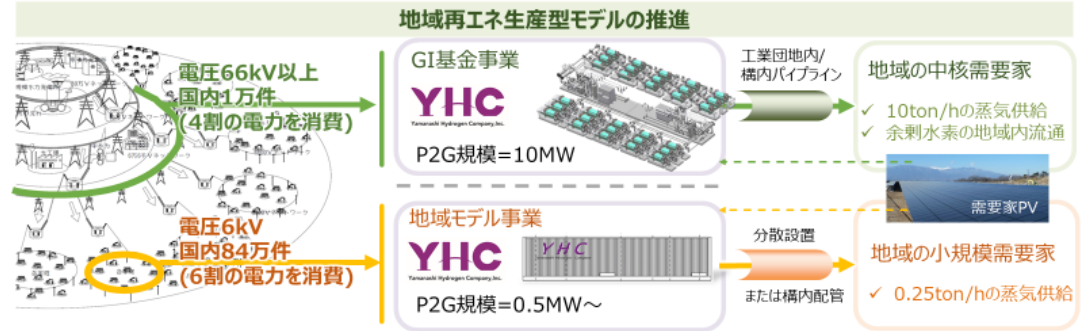
- ①脱炭素、②エネルギー安定供給、③経済成長の「一石三鳥」を狙い、**水素産業戦略を策定し、日本の技術的な強みを生かし、我が国産業の世界展開を図る。**

	つくる	はこぶ	つかう
現状	<ul style="list-style-type: none"> 電解膜、触媒などの部素材、次世代水電解装置の開発において優位性あり。 大規模な水電解の実証で世界をリードするものの、大規模プロジェクトの組成において海外から遅れ。 アンモニア製造技術のライセンスは、限られた海外企業が保有し寡占状態。 	<ul style="list-style-type: none"> 日本は世界初の液化水素、MCHによる海上輸送に成功 生産の担い手が限定的。国内生産設備の増強や人材育成が課題 アンモニアのキャリア利用や、運搬船の導入拡大及び供給基盤の確立も必要 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料電池や水素・アンモニア発電の技術力・品質に強み。家庭用燃料電池の導入も加速 世界に先行し、工場での水素の熱利用が始まる。 鉄鋼や化学製品の製造過程の脱炭素化において大規模な水素・アンモニア需要が見込まれる。 カーボンサイクルは国際競争力を有する。
主な方針	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までに15GW程度の導入を目指し、水電解・部素材の生産設備増強支援を検討 大規模プロジェクトを国内外で組成 希少金属を減らす水電解や部素材等の革新的技術の開発 GI基金を活用した国産の効率的なアンモニア合成技術の開発・実証 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模なサプライチェーン構築に向けた価格差に着目した支援や供給インフラ整備への支援 運搬船の供給基盤の確立 関連する水素等の品質規格の標準化 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料電池自動車の商用車への導入支援を重点化、港湾や空港等へのFC機器導入 水素・アンモニアの高湿焼・専焼の技術確立と海外展開 水素還元製鉄、脱炭素型化学製品等の技術確立と海外展開 船舶や産業分野における水素・アンモニア等の燃料利用に関する技術開発

電解質膜関連部素材を量産技術で製造(パイロット規模)

グリーン水素による熱・燃料分野の脱炭素化モデル
信頼性、経験性、効率性がやまなしモデルのP2Gシステムの実装が加速

山梨県は、東京電力及び東レとP2G会社「やまなしハイドロジェンカンパニー(YHC)」を設立し、
 YHC自らが製造・輸送し産業向けの需要家に販売するサプライチェーンを構築

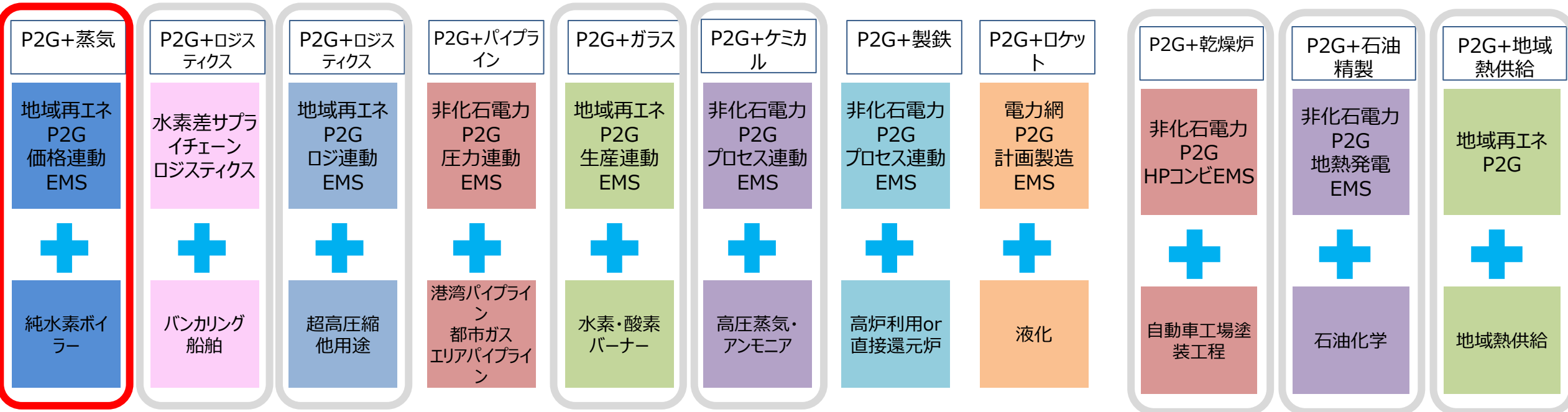


4. 今後の見通しについて

将来的な需要の成長性やビジネス面での協力の可能性なども念頭に、アジアを含む地域戦略やアライアンスなどに取り組む

- スケラブルな10MW級のP2GシステムをGI基金事業で成立させ、国内外の先駆的(ファーストムーバー)なオプテカーと協業することにより地域・業界での先導的なポジションを確保

GIで作る技術を用途に合わせてチューニングし、各地域・産業領域における先導的なポジションを獲得する戦略



標準化

国内展開

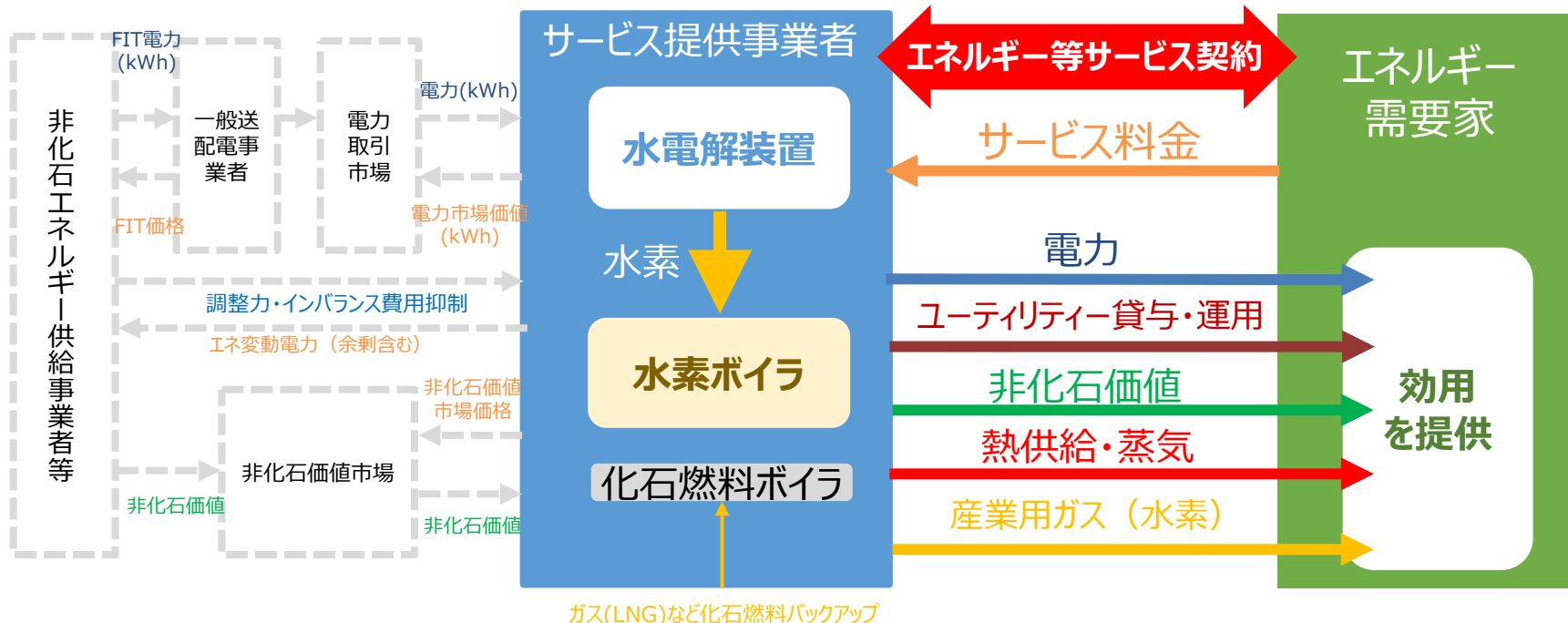
アジア
海外展開

4. 今後の見通しについて

PEM 型電解のターゲットとなる用途や需要家を明確化にして開発を進め、技術をパッケージ化し、運営や保守まで引き受けられるようなソリューション型のビジネスの創出

- 地域再エネ生産型モデルは熱燃料の脱炭素化の強力な対策であるが、需要家にノウハウがないことが導入阻害要因の一つ。
- 設置から運用までコミットするYHCのような事業者による第三者保有モデルが導入促進の一つの手段として効果的。さらに導入加速を図るには第三者保有モデルへ支援するなど対象の拡大も重要。

電解コア技術とカーボンフリーの熱サービスという、TPOビジネス



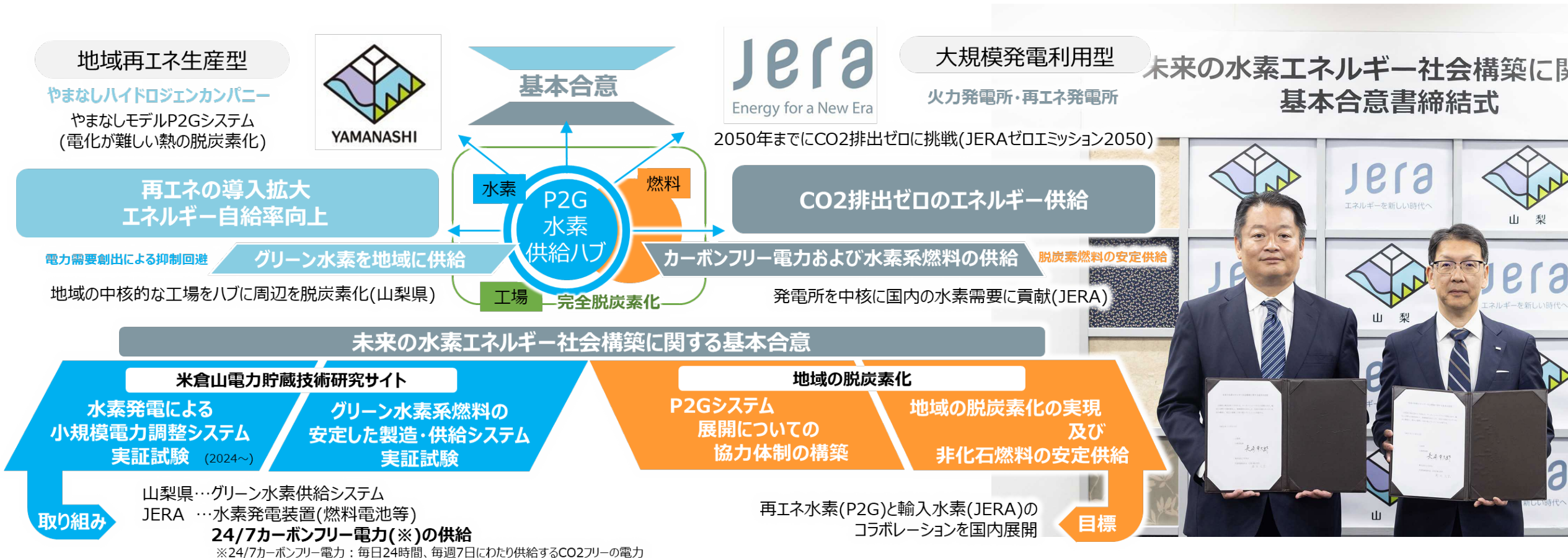
発展型TPOモデル

- 水素は取扱いやオペレーションが難しいことから、パッケージング化や標準化を図り、サービス提供型で普及モデルを構築していく。
- カarbonフリー蒸気など「効用」を売るモデル
- LNG供給や受電設備強化など燃料やインフラのバックアップも必要のためパッケージング型で提供

4. 今後の見通しについて

地域再エネ生産型と大規模発電利用型のコラボによるバリューチェーン構築を共同で推進

- 山梨県は、地域水素供給・利用の社会システムおよび優れた水素技術開発テストベッドを提供
- JERAは、小規模電力網の調整システム実用化および非化石燃料の安定供給を目指す

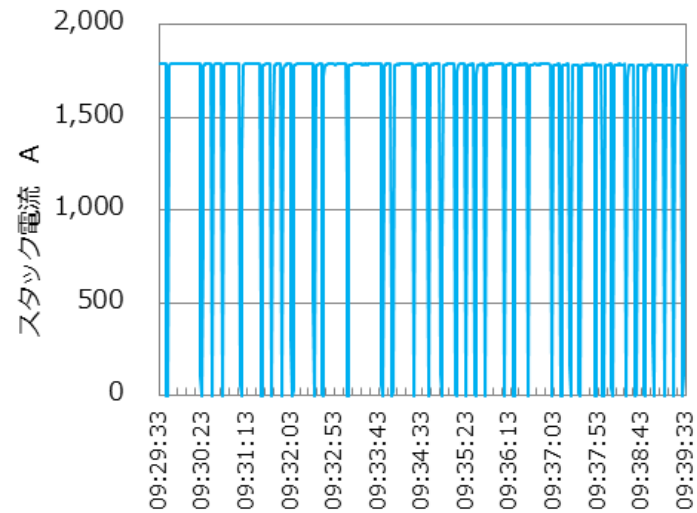


4. 今後の見通しについて

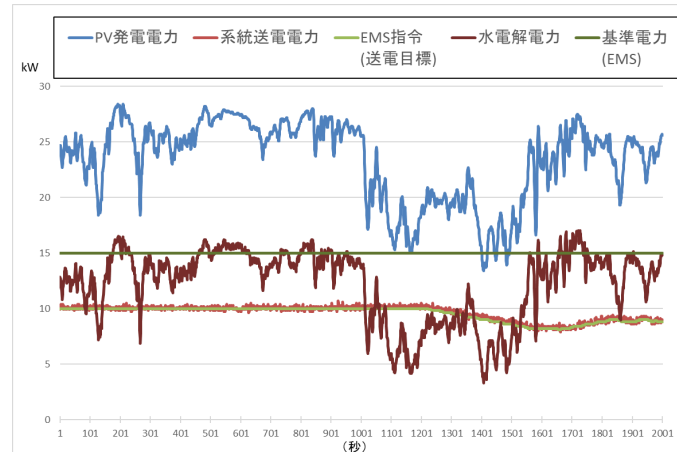
電力需給調整市場向けの取り組み

- PEM形電解は変化に対する応答速度が速い。
- 電力を大きく電力を吸収し、また、急な電力変動には瞬時に対応

最大変動瞬時応答連続試験



電力系統への安定送電試験



TEPCO
東京電力エナジーパートナー

Energy Pool
Smart energy management

YAMANASHI

経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

P2Gシステムによる電力需給調整の
ポテンシャル調査等に係る基本合意書締結式



高い基本性能



電力網のコントロールに活用

(20220617)

4. 今後の見通しについて

オフテーカーを県で研修し、拡大を進める研究実施体制の構築を推進

- 山梨県が進める実証事業を通じ、やまなしモデルP2Gシステムの構築実務経験を企業からの出向派遣職員に積んでいただきオフテークを推進

石油業界(2023~)

ガス業界(2023~)

電力業界(2022~)YHC

金融業界(2023~)

ガラス業界(2023~)

東京電力(実質専属)(2024~)

東京都(2024~)

群馬県(2024~)

電機大手(2024~)

飲料大手(2024~)

スペシャリスト1(2024~)

スペシャリスト2(2024~)

研修
派遣

山梨県企業局
新エネルギーシステム推進室

P2Gプロマネ育成

GI基金事業
地域モデル事業
海外実証事業
自治体間連携事業
ETC...
にて実務を経験

事業化

コラボレーションによる
「やまなしモデル
P2Gシステム」
の全国・全世界への
展開

4. 今後の見通しについて

やまなしモデルのP2Gシステム水素の価格差支援制度活用に向けた山梨県との水素利用共同事業実証パートナーの募集

やまなしモデルのP2Gシステム水素の価格差支援制度活用に向けた山梨県との水素利用共同事業実証パートナーの募集

水素エネルギー利用の拡大に向け、国では2023年12月に中間とりまとめとして既存の燃料と水素の間の価格差に着目した支援および拠点整備支援に関連する方向性を整理しました。2024年の夏季には価格差を支援する制度の対象となるプロジェクトが選定されていく見通しです。

山梨県は、国の価格差支援制度に対応していくため、やまなしモデルのP2Gシステムを用いた水素製造から需要にまたがるサプライチェーン構築を共同で目指していく水素需要パートナーを広く募集するものです。

【スケジュール】

- 2024年2月 山梨県による公募開始
- 2024年4月 提案書の受付開始
- 2024年5月10日 17:15 締め切り（メールの送信タイムスタンプにより確認）
- 2024年6月 採択審査会の実施、結果連絡
- 2024年7月～ 国への申請資料作成
- 2024年夏 国の支援制度へ申請
- 2024年秋～冬 価格差支援制度採択
- 2024年冬～ 山梨県知事とオフィサーの長による基本合意書の締結

詳細はファイルを参照してください。

- ・ [PDF](#) [やまなしモデルのP2Gシステムパートナー募集要項 \(PDF: 409KB\)](#)
- ・ [Word](#) [提案書 \(ワード: 28KB\)](#)
- ・ [提出資料 \(PPT: 83KB\)](#)



4. 今後の見通しについて

グリーン水素証書の発行

- 山梨県はグリーン水素による熱のエネルギー転換を後押しするためグリーン水素証書を発行
- 需要先にグリーン水素の価値付きで水素を供給し、さらに運搬時に排出されるCO2をカーボンプレジットでオフセットすることで、製造から運搬までトータルでグリーン化を提供

「グリーン水素」で環境経営を加速!
100%自然エネルギーで環境負荷ゼロへ

グリーン水素 "HyGI" をお届けします

- グリーン水素利用の証明**
グリーン水素へのエネルギー転換プロジェクト [H2-YES] で製造された水素の出荷量に応じて、「グリーン水素証書」が発行されます。証書付きのグリーン水素は巴商會から販売・供給され、燃料の非化石燃料化を推進いたします。
- グリーン水素の導入で、運搬時のCO2排出も実質ゼロ**
グリーン水素運搬時に排出されてしまうCO2を、巴商會が取り扱う「カーボンプレジット」でオフセット。グリーン水素の製造からお届けまで、トータルでグリーン化を提供いたします。
- 国内初、グリーン水素で脱炭素化を支援**
YHC (やまなしハイドロジェンカンパニー) と巴商會が、国内初のグリーン水素製造・販売で企業のGX実現に向けた取り組みをサポートいたします。

グリーン水素証書

次のとおりであることを証明します。

証書番号	GH20000	
製造方法	電気分解	固体高分子形水電解
	使用電力	トラッキング付非化石証書 No. 0000000002402
グリーン電力割合	100%	
生産国	日本	
生産地域	山梨県	
生産場所	米倉山電力貯蔵技術研究所	
販売管理番号	TOME00002(仮)	

2023年 月 日
山梨県知事
長島 幸太郎

H2YES
Yamanashi Hydrogen Energy Society

■ グリーン水素の価値

- ・グリーン水素は100%自然エネルギーの電力（水力・風力・太陽光）を使用して、水を電気分解して造られます
- ・グリーン水素は燃焼時に水のみを生成する究極のクリーンエネルギーです
- ・グリーン水素は燃料の非化石化（自動車、発電分野、ボイラー燃料の代替）
- ・グリーン水素は合成燃料（e-fuel、メタネーション、クリーンアンモニア）の原料としての活用が期待されます

グリーン水素製造

水 + 電 = H₂

グリーン水素自体に「環境価値」

グリーンエネルギー利用「CO2排出削減に貢献」

グリーン水素 + グレー水素 = 産業用で使用されている水素ガス

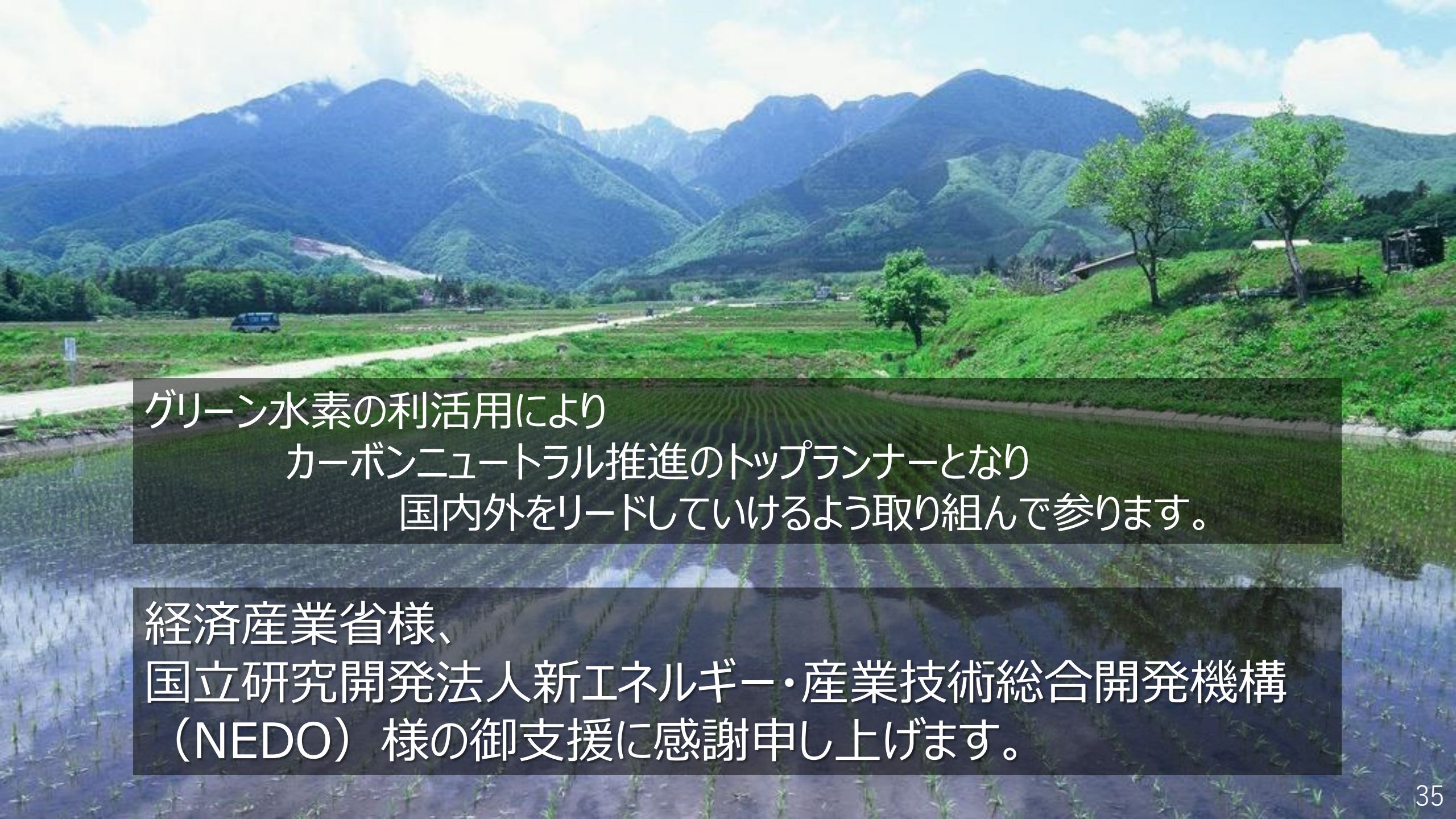
「グリーン水素証書」の購入でグリーン水素とみなして使用する権利

■ グリーン水素証書の発行
グリーン水素の「環境価値」を切り離して「グリーン水素証書」として発行します。本証書の価値を第三者機関の認証を得て市場で取引できる様グリーン水素の環境価値を構築する取組みです。

■ みなしグリーン水素利用
「グリーン水素証書」を購入すれば既往の産業用水素の物流網に付加することで、全国どこでもグリーン水素を利用することが可能となります。

製造された量に応じ「グリーン水素証書」を発行

グリーン水素とは？
燃焼時に水のみを生成する極めてクリーンなエネルギーである水素は現在、最も注目されているエネルギーのひとつ。その水素は製造方法によって3つの種類（色）に分けられ、環境負荷量の指標となっています。中でも「グリーン水素」は、水素の製造過程においてもCO2を排出しない、ゼロ・エミッションのグリーンエネルギーです。



グリーン水素の利活用により
カーボンニュートラル推進のトップランナーとなり
国内外をリードしていけるよう取り組んで参ります。

経済産業省様、
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
(NEDO) 様の御支援に感謝申し上げます。