

発表No.B2-11

水素社会構築技術開発事業/
水素エネルギーシステム技術開発/
再エネ利用水素システムの事業モデル構築と
大規模実証に係る技術開発

発表者名 東芝エネルギーシステムズ 上滝 直樹

団体名 東芝エネルギーシステムズ株式会社

東北電力株式会社

岩谷産業株式会社

発表日 2024年7月19日

連絡先：東芝エネルギーシステムズ株式会社

エネルギーアグリゲーション事業部 水素エネルギー技術部

E-mail : naoki.koutaki@toshiba.co.jp

事業概要

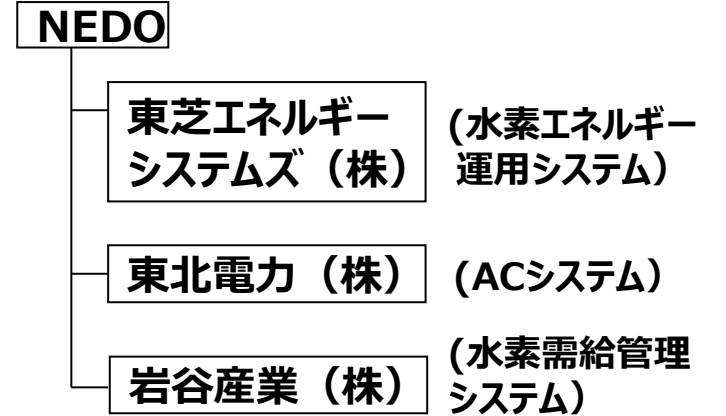
1. 期間

開始 : 2016年9月
 終了 (予定) : 2026年3月

2. 最終目標

最終目標
水素需給対応（製造・貯蔵・供給）及び電力系統の需給バランス調整対応（ダイヤモンドリスポンス：上げ・下げDR）の二つの用途に対応可能な制御システムの開発と、その制御システムを備えた大規模再エネ水素プラントの実現
再エネの利用拡大を見据えた電力系統の需給バランス調整のための水素活用／販売事業モデルの検討と構築

● 実施体制および分担等



3. 成果・進捗概要

実施項目	成果内容	進捗状況
①	FH2Rシステムにおいて、水素需要家を含めた水素サプライチェーン全体最適、ACシステムの複数リソース対応、系統最大受電電力制約対応、需給調整市場の将来仕様対応のための仕様やインターフェースの基本設計を完了。	○
②	実プラントの実証運用を通して、将来P2Gに向けた提供価値向上のために大規模P2Gのコスト試算ならびにコスト分析などの事業モデル検討を実施。 ※事業モデルの基礎検討は基礎検討（FSフェーズ）にて実施済。	○

◎ : 大幅達成、
 ○ : 達成、
 △ : 一部達成、
 × : 未達

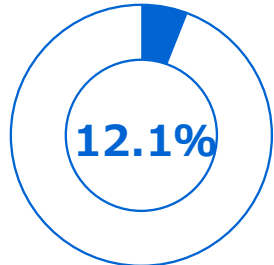
1. 事業の位置付け・必要性
2. 研究開発マネジメントについて
3. 研究開発成果について
4. 今後の見通しについて

事業の位置付け・必要性

1. 事業の位置付け・必要性 / 本事業を実施する背景

日本の抱えるエネルギー課題

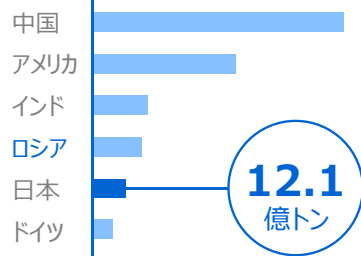
低いエネルギー自給率



OECD加盟国中35位

(出典)令和元年度(2019年度)におけるエネルギー需給実績(確報) 順位はOECD加盟国36か国中の順位

多いCO₂排出量



CO₂ 排出国 第5位

(出典) 2019年度の温室効果ガス排出量(確報値)について

国際的な温室効果ガス削減への方向性

京都議定書

先進国への温室効果ガス排出量削減義務

パリ協定

先進国・途上国への温室効果ガス削減目標に向けた努力義務

国内の温室効果ガス削減への方向性

カーボンニュートラル宣言

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

解決策

再エネ導入加速※1

再エネの主力電源化※2 ※3

ゼロミッション電源44%@2030 ※2

2030年度の温室効果ガス排出削減

目標の大幅引き上げ※3

二次エネルギーとしての

水素、水素社会実現※1※2※3

新たな課題

調整力※2

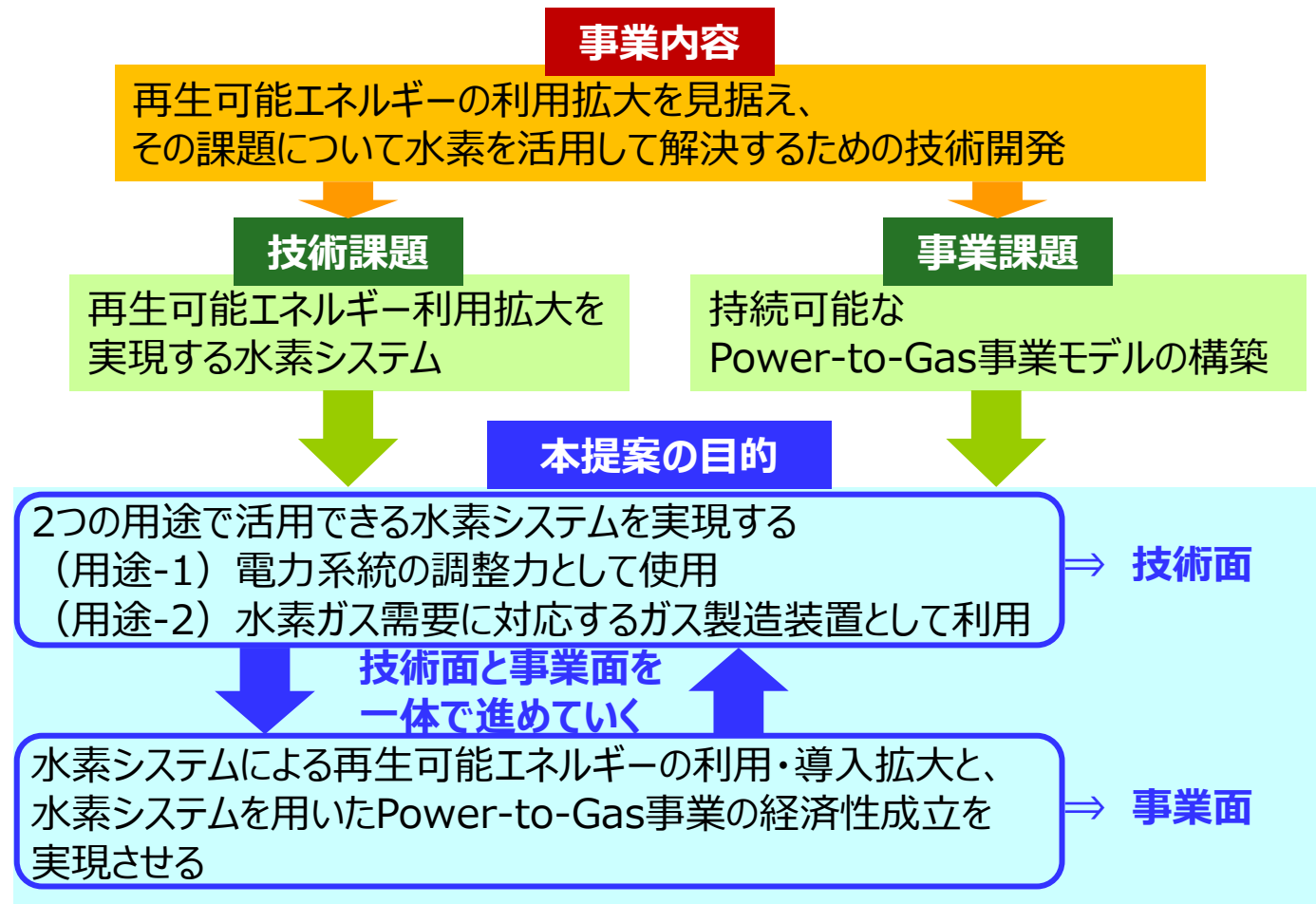
調整力の脱炭素化※2※3

再エネ余剰電力の貯蔵※2

※1)第四次エネルギー基本計画 ※2)第五次エネルギー基本計画 ※3)第六次エネルギー基本計画

日本のエネルギー課題解決に向けた再エネ導入加速 / 水素社会実現において、「調整力」としての水素利用が新たな課題

1. 事業の位置付け・必要性 / 本事業の目的



**「調整力」「水素製造」の両立、及び、
将来的な経済性成立に結び付く、水素システム実現が目的**

1. 事業の位置付け・必要性 / 本事業の位置づけ

エネルギー基本計画（第6次）

“水素社会”実現に向けた取組の抜本強化

- (1) カーボンニュートラルを達成するための水素供給コスト削減と多様な分野における需要創出
- (2) 海外で製造された安価な水素の活用と国内の資源を活用した水素の製造基盤の確立
- (3) 国際水素サプライチェーン及び、余剰再生可能エネルギー等を活用した水電解装置による水素製造の商用化の実現

FH2R実証の位置づけ

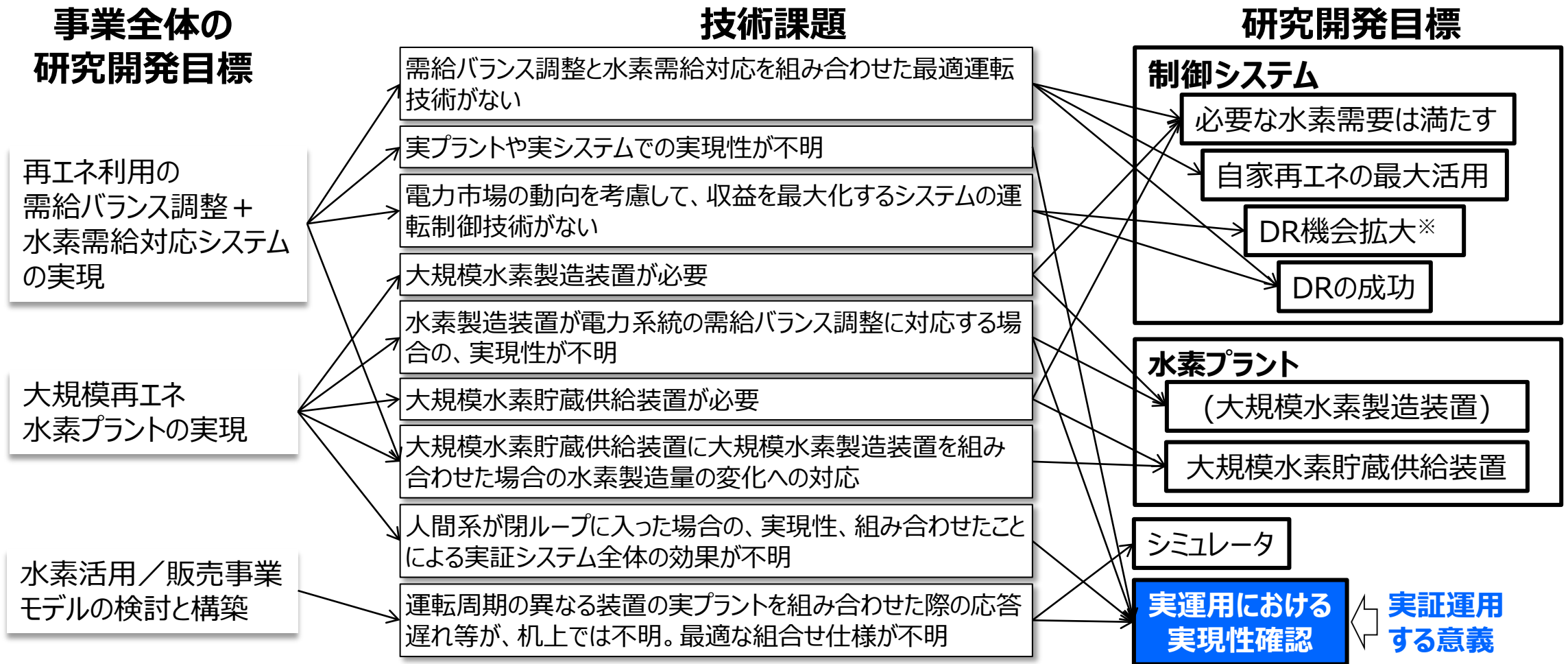
(4) 再生可能エネルギーを活用した大規模な水素製造の実証

⇒ P2Gシステムの事業化・社会実装に向けた取組を進め、2030年頃の商用化を目指す。

- (5) 水素需要量の拡大を実現するための各部門における取組を加速化、地域レベルでの先進的な水素社会モデルの構築
- (6) 国際水素サプライチェーン等による大量の水素供給と大規模な活用、既存インフラや需要と供給の隣接する地域特性を最大限活用した社会実装モデルを創出

研究開発マネジメントについて

2. 研究開発マネジメントについて / 技術課題・目標、及び、実証運用の意義



※) 市場動向の考慮については、本システムが水素需給対応と電力システムの需給バランス調整対応に活用できることを実証した後、市場や制度の動向を踏まえ検討する必要があるため、本実証では実施しない。今回は、市場やり取りを模擬した信号で実証を実施する。

事業全体の研究開発目標から、技術課題、研究開発目標を導出

2. 研究開発マネジメントについて / 研究開発目標の具体化 -制御システム-

再エネ利用の、需給バランス調整 + 水素需給対応システムの実現

DR機会拡大

DRの成功

自家再エネの最大活用

必要な水素需要は満たす

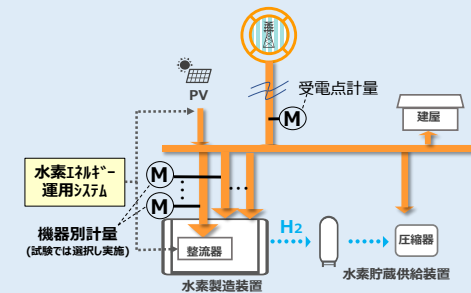
具体的目標

再エネ有効利用率86%※1

1日終了時点の
水素貯蔵不足0Nm³

- DRを予測し、DR可能な量を自ら探索（水素DR、需給調整DR）
- DR時の計画と制御の系統受電電力量誤差±3%（水素DR）
- DR時の計画と制御の機器別計量※2電力誤差±3%（需給調整DR）
- DR指令と実績との系統受電電力量誤差±20%（水素DR）
- PV出力制御指令と実績の逆潮流電力誤差±5%（PV出力制御）
- DR指令と実績との逆潮流電力量誤差±20%（経済DR）
- DR指令と実績との機器別計量※2電力誤差±10%（需給調整DR）

需給調整DRの計量箇所

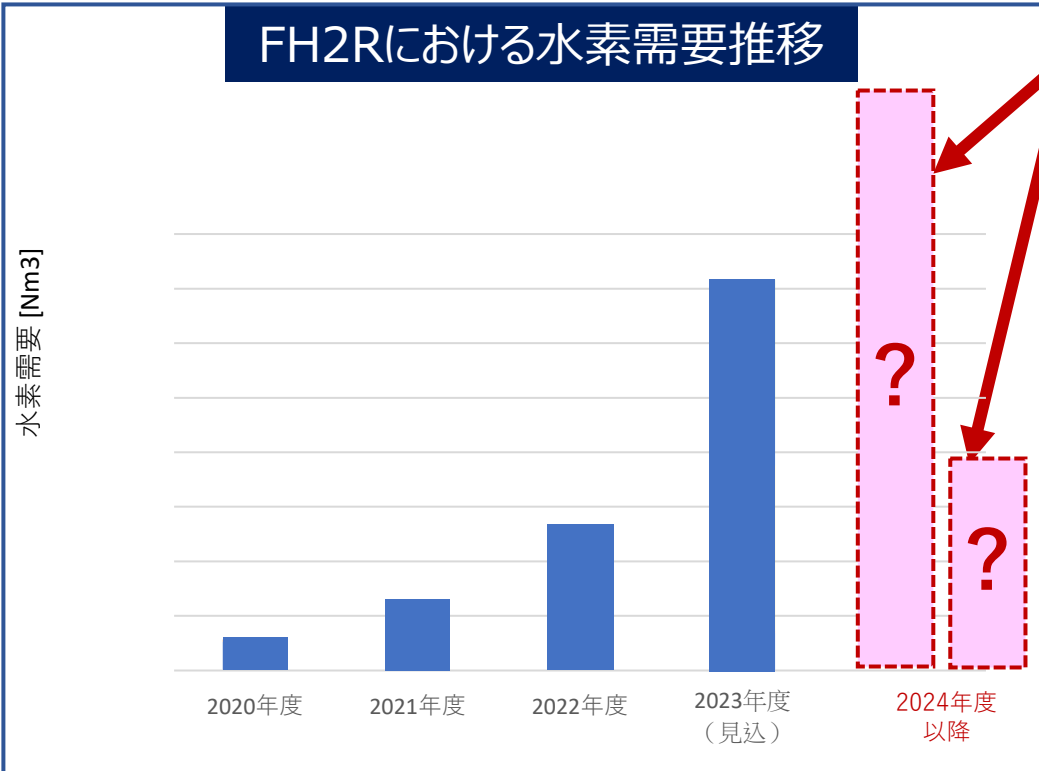


※1) 逆潮流不可・売電不可のP2G構成を想定。逆潮流可・売電可のP2G構成では、売電計画と実績との誤差評価を実施予定。
 ※2) 機器別計量は、現行市場ルールには無く、将来または再エネの無いP2Gを見据えた目標。

「需給バランス調整 + 水素需給対応システム」を実現するため、
具体的な研究開発目標を設定

2. 研究開発マネジメントについて / 制御システムの高度化に向けた目標の具体化

FH2Rにおける水素需要推移



水素需要が不確実な状況で、P2G事業者は実装した設備を活用して、事業を行う(水素供給と水素製造コストの低減)必要がある

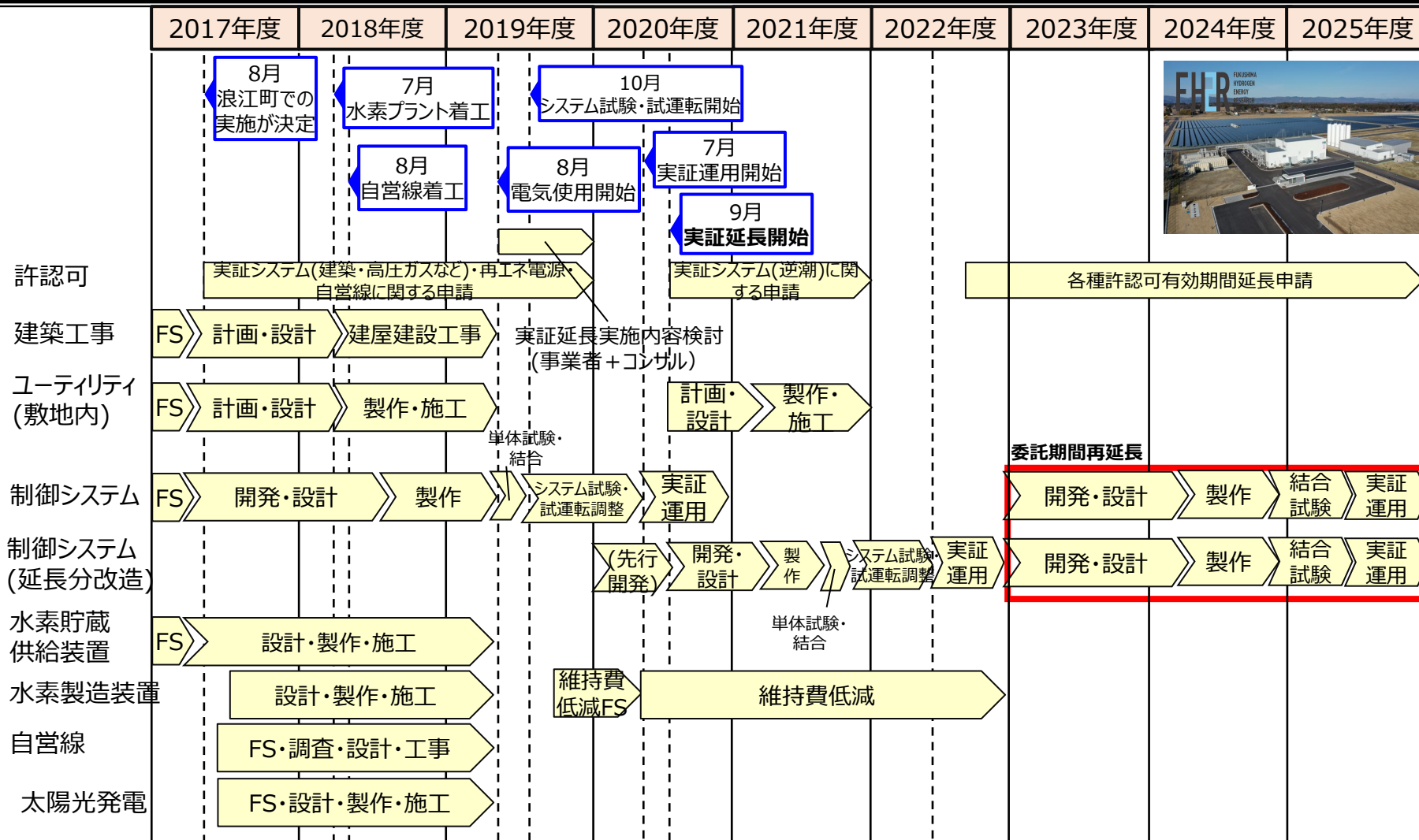
- 事業化に向けて必要な取組
- 効率的な設備形成・運用と応需を両立する制御が必要
- 水素需要の不確実性を制御する必要
- 再エネ余剰を最大限活用しつつ調整力の価値向上が必要

具体的目標

- 水素需給調整の結果、最終的に確定した需要量に対する水素不足量 0[Nm³]
- ACシステムにおいて複数リソース組合せの条件下で、制御性能が劣るリソースをカバーし、需給調整市場の商品要件適合

水素供給と水素製造コスト低減の両立を実現するため、具体的な研究開発目標を設定

2. 研究開発マネジメントについて / スケジュール



2025年度の実証試験に向けて予定通りに進捗中

2. 研究開発マネジメントについて / 実施体制

実施内容	主な実施項目	東芝 ESS	岩谷 産業	東北 電力
水素製造コストの 低減	最適運用計画策定機能、系統最大受電電力制約対応機能等の仕様検討・設計・実装・試験	◎		
	開発した機能の実証試験による検証	◎		
水素需給の 調整	需要先ごとの水素供給量・タイミング・価格設定機能等の仕様検討・設計・実装・試験	◎	○	
	水素需給 調整・管理 機能の仕様検討・設計・実装・試験	○	◎	
	開発した機能の実証試験による検証	◎	◎	
調整力としての活 用	複数リソースでの最適制御（リソース間での補完）機能等の仕様検討・設計・実装・試験	○		◎
	開発した機能の実証試験による検証	◎		◎

◎：主担当 ○：協力企業

研究開発成果について

3. 研究開発成果について / 実証コンセプト

主たる課題

- 「水素製造原価の低減」による水素価格の競争力向上
 - 水素の製造量(=供給量・需要量)について調整出来ないため、
製造コストが高い状況での水素製造を実施せざる得ない
- 「CO2排出量ランクに応じた水素の製造と販売の実現」による水素価値の競争力向上
 - CO2排出総量管理と、マスマランスを使用したCO2割当を考慮した水素の製造が出来ないため、水素のCO2排出量も考慮する必要があるほとんど全ての顧客に対応出来ない

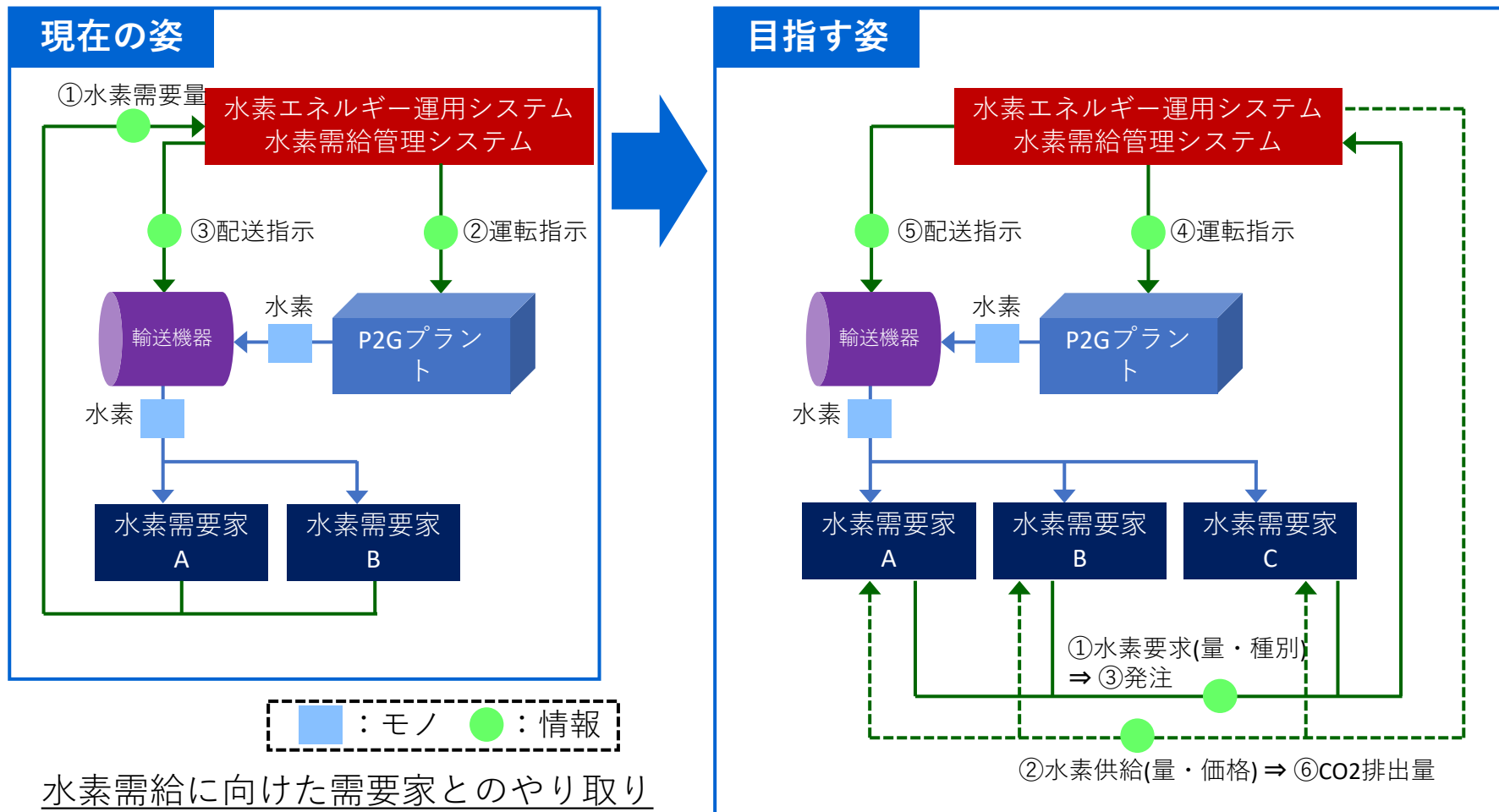


対処方法

- 技術による対処
 - 需要家と直接、CO2排出量ランクに応じた水素販売価格・販売量をやり取りし、
CO2排出量・販売価格・販売量を調整出来る技術を開発し、実需要家との間で運用することにより、実運用におけるノウハウを獲得する

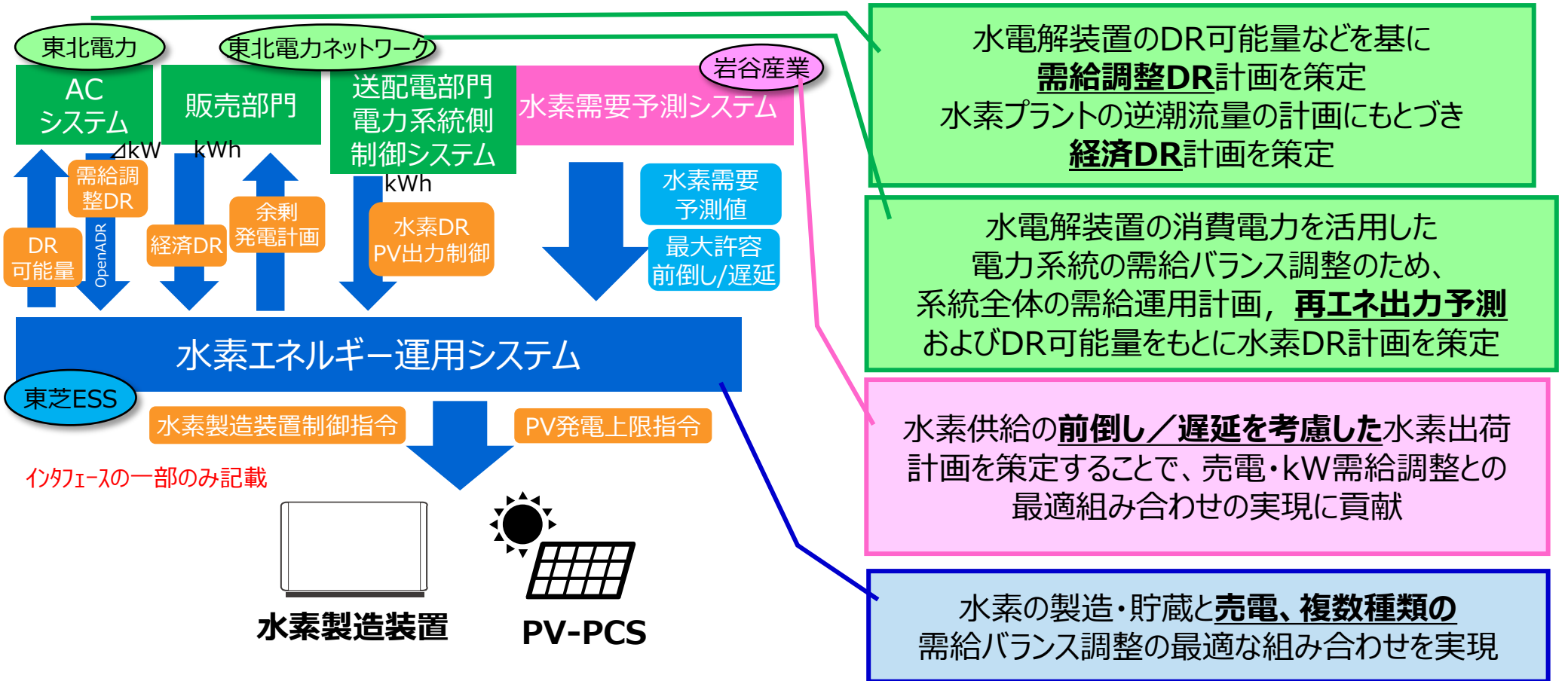
水素需給制御 + CO2排出量管理の技術構築と
ノウハウ獲得(需要家行動)の実証により、
水素製造コスト低減 + 水素供給価格制御による収益向上を目指す

3. 研究開発成果について / 実証コンセプト



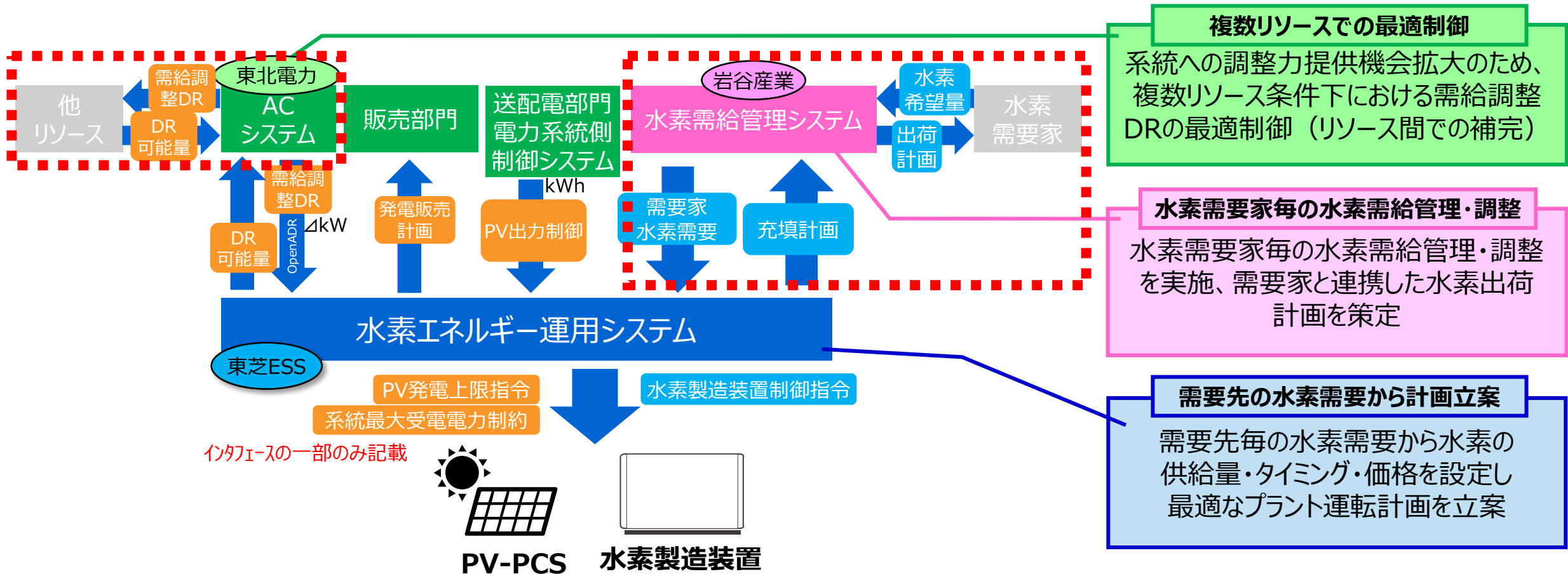
水素単価と供給可能量を需要家に提示し、需要家との連携を行いながら水素供給計画を作成する方法を検討。FH2RよりPV予測をもとにした水素製造量・価格を提示し、需要家から希望を募ることで、需要家を含めたシステム全体のコスト低減を目指す

3. 研究開発成果について / 制御システム(2020~2022年度)



2020~2022年度は、電力システム側への対応力向上を目指し、
逆潮流と需給調整に対応

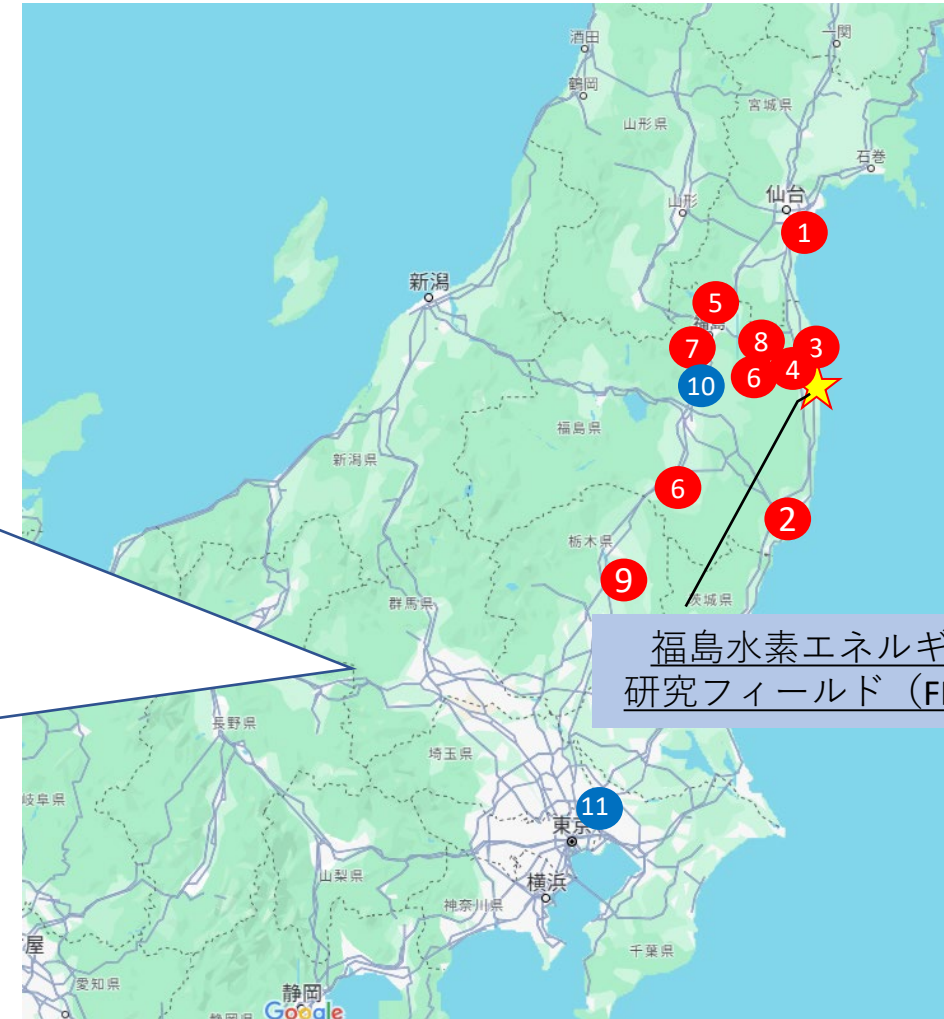
3. 研究開発成果について / 制御システム(2023~2025年度)



2023~2025年度は、複数リソース条件下の需給調整市場対応と水素需要家と連携したプラント運転計画の立案が可能なシステムを開発中

3. 研究開発成果について / 水素供給状況

FH2R水素トレーラー出荷先	
①	イワタニ仙台空港H2ステーション
②	いわき鹿島H2ステーション
③	ハイドロサプライ 移動式H2ステーション
④	伊達重機H2ステーション
⑤	ENEOS 福島北幹線H2ステーション
⑥	福島水素充填技術研究センター
⑦	あづま総合運動公園
⑧	いこいの村浪江
⑨	住友ゴム工業(株)
【2024年度新規追加先】	
⑩	日本エア・リキード 本宮H2ステーション
⑪	巴商会 新砂水素H2ステーション



福島水素エネルギー
研究フィールド (FH2R)

2023年度水素供給実績 26万Nm3

3. 研究開発成果について / 特許

	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	計
特許出願[登録分] (うち外国出願)	4 (0)	2 (0)	2 (0)	1 (6)	1 (2)	0 (2)	10 (10)

※2024年3月31日現在

(※)

2021年度の外国出願は2018年度のPCT出願を移行したもので、
今後も同様に移行する予定。

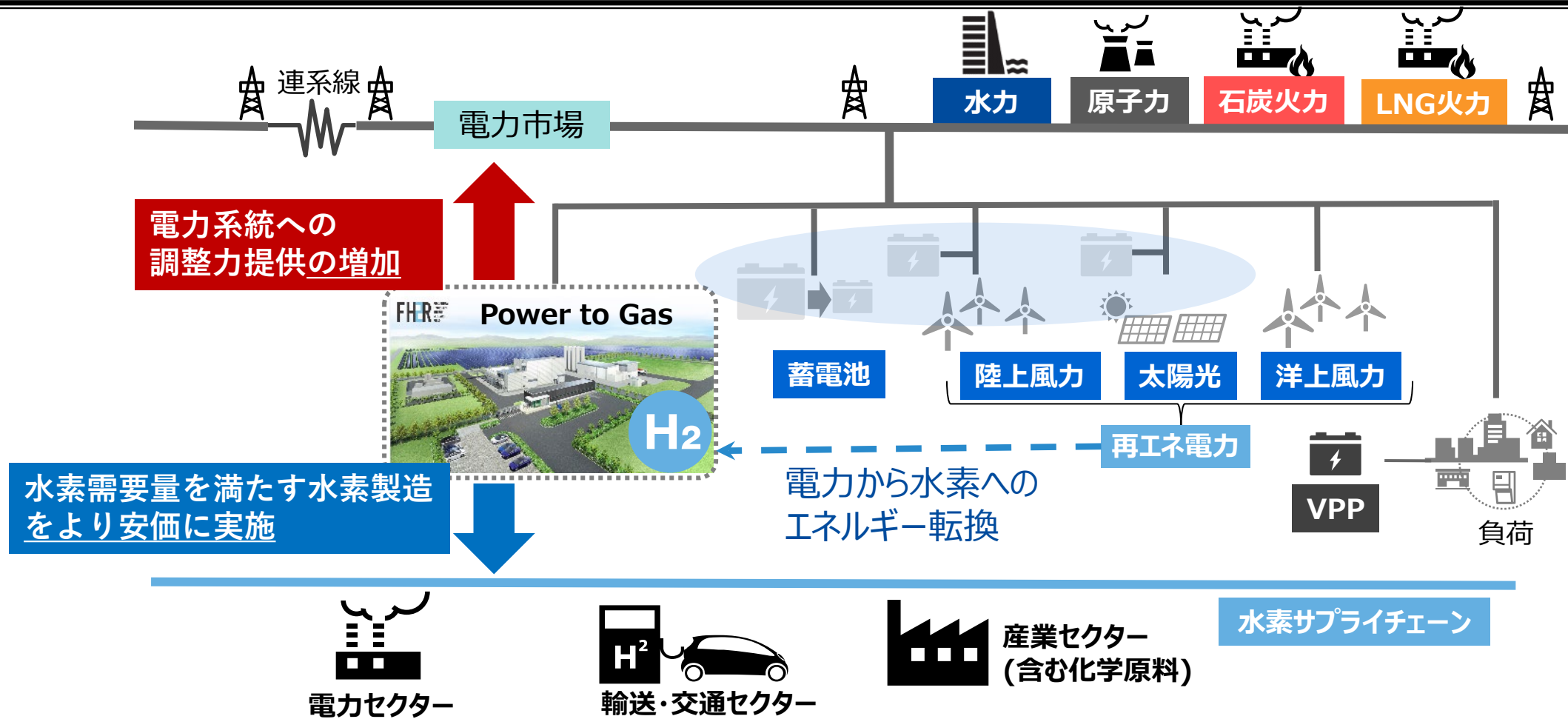
(※)

PCT出願とは

<https://www.jpo.go.jp/system/patent/pct/seido/kokusai1.html>

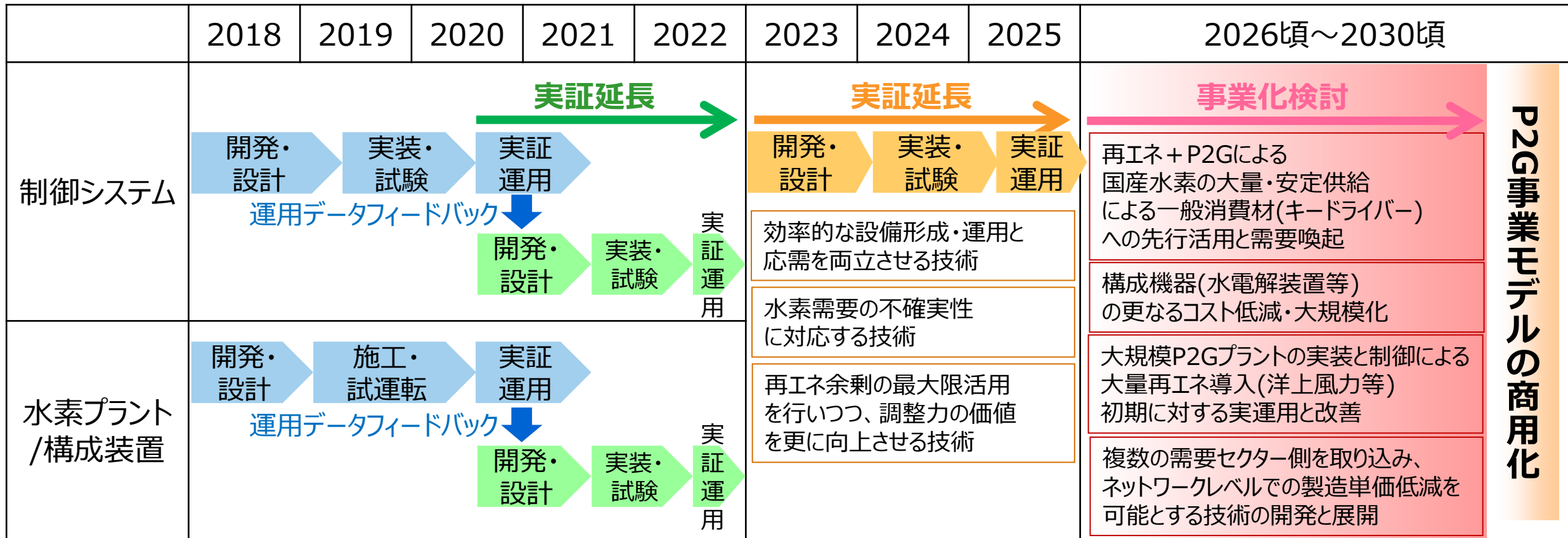
今後の見通しについて

4. 今後の見通しについて / 実用化・事業化のイメージ



最適稼働条件で無い場合においても、「電力系統への調整力提供の増加」と「水素需要を満たす水素製造をより安価に実施」の両立を実現する

4. 今後の見通しについて / 実用化・事業化に向けた具体的な取り組み



水素基本戦略
エネルギー基本計画目標

FH2Rを軸に研究開発を行い、Power to Gas実用化を達成し、
多面的・多層的にCNに大きな貢献が出来るように進めていく