

水素を取り巻く国内外情勢と水素政策の 現状について

2022年6月23日
資源エネルギー庁

国内外情勢と水素政策についてのアップデート（ポイント）

- 2021年10月に第6次エネルギー基本計画が閣議決定。水素が新たなエネルギー源としてエネルギー政策的にも位置づけられ、水素社会実現に向けた取組の抜本強化が謳われた。
- 諸外国も引き続き、水素に注力しているが、昨今のウクライナ情勢を受けて、特に欧州各国は脱ロシア依存に向け、水電解を軸とした国内水素製造基盤を拡大し、エネルギー安全保障を強化することを狙っており、水電解の重要性は上昇。
- 国内でも、大型化は本基金事業で支援する一方で、より小型の水電解装置でオンサイトで水素を製造し、熱需要の脱炭素化などに活用することで、工場の脱炭素化を図るニーズも出てきているため、こうした先行事例を実証を通じて支援する。
- また、再エネの出力制御も複数エリアで発生しているため、余剰再エネの吸収等を目的に、令和3年度補正で系統用蓄電池とともに、水電解装置の導入を支援した。
- 本基金事業を中心とした研究開発・実証支援に加え、制度整備も着実に実施。供給側では本年5月、JOGMEC法等の改正により、国内外の水電解等を活用した水素製造プロジェクトに対する、同機構の出資・債務保証を可能とした。また、需要側では省エネ法の改正により、水素化も含む非化石エネルギーへの転換をエネルギー多消費事業者に求めていく。
- 加えて、今年3月より、水素の社会実装を加速化していくべく、水素が当面既存燃料よりも割高であることに着目し、その値差を縮小させつつ、商用水素サプライチェーンの構築を支援する方策を、諸外国の先行検討事例なども踏まえて検討すべく、新たに審議会を立ち上げて開始するとともに、今後、水素保安の全体戦略も早急に検討していく予定。

(参考) 水電解装置の位置づけと国内外の動向

- 水電解装置は、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、①再エネの大量導入時に安価な余剰再エネ等を活用（国産再エネ由来水素の確保）し、②非電力部門の脱炭素化を進める上での基幹製品。
- EUでは、2030年40GWという野心的な目標を掲げるなど、各国で再エネと両輪で積極的な導入姿勢（国内最大の福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）4,000基分（※））。
- そのため、先行する海外市場獲得や、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。
(※) 水素製造量年間200トン。FCV約2000台に相当。

福島水素研究フィールド(FH2R)における実証



外観

(出典) 東芝エネルギーシステムズ（株）



10MWの水電解装置

(出典) 旭化成（株）

各国等の導入目標(2030年時点)



40GW

※EU域内・域外の
合計では80GW



6.5GW



5GW



25GW



10GW**

**IEA SDS*シナリオにおける2070年時点
での導入容量は約3,300GWの見込み**

*Sustainable Development Scenario

**化石燃料+CCUSの水素製造容量を含む

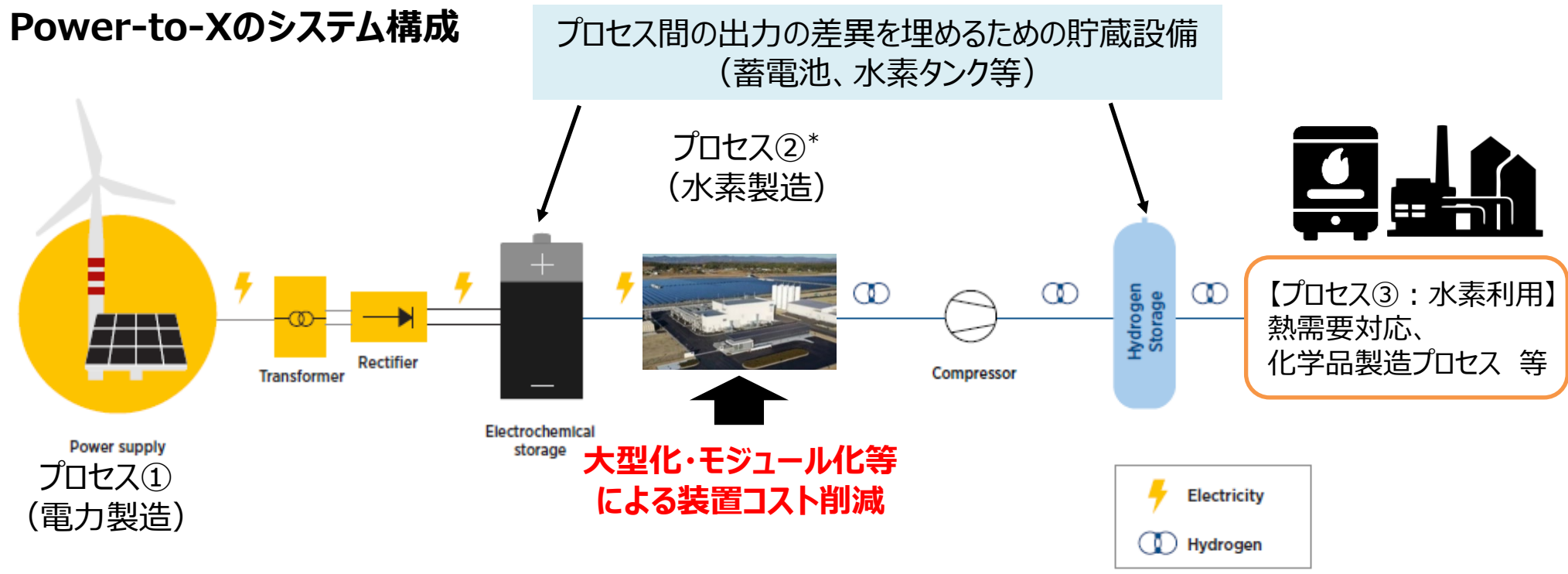
【実証内容】

- 商用化に向けた水素製造効率の向上
- 低コスト化に向けた研究開発
- 電力、水素の需給に対応する運用システムの確立

(参考)GI基金：再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造（国費負担額：上限700億円）

- 日本は世界最大級の水電解装置を福島に有するものの、開発は欧州勢が先行。市場も再エネが安い欧州等が先に立ち上がる。
- 余剰再エネ等を活用した国内水素製造基盤の確立や、先行する海外の水電解市場獲得を目指すべく、複数のタイプの水電解装置（アルカリ型、PEM型）の大型化やモジュール化、膜等の優れた要素技術の実装、水素利用と一体でのPower-to-Xのシステム実証等を強力に後押しし、装置コストの一層の削減(現在の最大1/6程度)を目指す。

Power-to-Xのシステム構成



水電解装置の開発と合わせて、ボイラー等の熱関連機器や基礎化学品の製造プロセスとを組み合わせ、再エネ電源等を活用した非電力部門の脱炭素化に関するシステム全体を最適化する実証を行う予定

*写真は福島水素エネルギー研究フィールド (イメージ)

水素分野における戦略等の策定状況・各種目標について

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定。EU、ドイツ、オランダなど各国も、昨年以降、水素戦略策定の動きが加速化するなど、水素関連の取組を強化。
- 2020年10月の菅総理(当時)のCN宣言を受け、グリーン成長戦略でも重点分野の一つに位置づけ。需給一体での取組により、導入量の拡大と供給コストの低減を目指す。

国内外の情勢変化、戦略策定の状況

2017年12月
水素基本戦略策定

2019～2020年
各国水素戦略策定
及び、経済対策で
水素に注力

2020年10月
菅総理（当時）
による2050年
CN宣言

2020年12月
グリーン成長戦略策定
（水素の位置付）

2021年
第6次エネルギー基本計画決定、
水素基本戦略見直し
を見据えた検討

グリーン成長戦略における量及びコストの目標

□ **年間導入量***：発電・産業・運輸などの分野で幅広く利用

現在（約200万t） → 2030年（最大300万t） → 2050年（2000万t程度）

※水素以外にも直接燃焼を行うアンモニア等の導入量（水素換算）も含む数字。

□ **コスト**：**長期的には化石燃料と同等程度の水準を実現**

現在（100円/Nm³*）
ノルマルリユース
→ 2030年（30円/Nm³） → 2050年（20円/Nm³以下）

※ 1Nm³=0.0899kg

第6次エネルギー基本計画において設定した新たな定量目標

2030年の電源構成のうち、**1%**程度を水素・アンモニアとすることを旨とする。

2030年に向けた政策対応のポイント【水素・アンモニア】

- カーボンニュートラル時代を見据え、水素を新たな資源として位置付け、社会実装を加速。
- 長期的に安価な水素・アンモニアを安定的かつ大量に供給するため、海外からの安価な水素活用、国内の資源を活用した水素製造基盤を確立。
 - 国際水素サプライチェーン、余剰再エネ等を活用した水電解装置による水素製造の商用化、光触媒・高温ガス炉等の高温熱源を活用した革新的な水素製造技術の開発などに取り組む。
 - 水素の供給コストを、化石燃料と同等程度の水準まで低減させ、供給量の引上げを目指す。
コスト：現在の100円/Nm³→2030年に30円/Nm³、2050年に20円/Nm³以下に低減
供給量：現在の約200万t/年→2030年に最大300万t/年、2050年に2,000万t/年に拡大
- 需要サイド（発電、運輸、産業、民生部門）における水素利用を拡大。
 - 大量の水素需要が見込める発電部門では、2030年までに、ガス火力への30%水素混焼や水素専焼、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に、混焼・専焼の実証の推進や非化石価値の適切な評価ができる環境整備を行う。また、2030年の電源構成において、水素・アンモニア1%を位置付け。
 - 運輸部門では、FCVや将来的なFCトラックなどの更なる導入拡大に向け、水素ステーションの戦略的整備などに取り組む。
 - 産業部門では、水素還元製鉄などの製造プロセスの大規模転換や水素等の燃焼特性を踏まえたバーナー、大型・高機能ボイラーの技術開発などに取り組む。
 - 民生部門では、純水素燃料電池も含む、定置用燃料電池の更なる導入拡大に向け、コスト低減に向けた技術開発などに取り組む。

(参考) ウクライナ情勢を踏まえた諸外国の動き

- 諸外国も引き続き、水素に注力しているが、昨今のウクライナ情勢を受けて、特に欧州各国は脱ロシア依存に向け、水電解を軸とした国内水素製造基盤を拡大し、エネルギー安全保障を強化することを狙っており、水電解の重要性は上昇。

欧州各国の主な政策目標・取組（例）



【英国：British Energy Security Strategy】

- 水素戦略で掲げた国内低炭素水素製造能力の2030年目標値を倍増（5 ⇒ 10GW）。その半分以上（5GW以上）を電解水素由来とする
- 2025年に1 GWの水電解装置の導入を目指し、既存燃料との値差を縮小させる Hydrogen Business Model等を実施。2025年までに競争的なメカニズムに移行。



【EU：REPowerEU等】

- 2030年までに国内での再エネ由来水素の製造量を1,000万トン/年、海外からの再エネ由来水素の輸入を1,000万トン/年で計2,000万トン/年とする目標を設定
※ 主な輸入ルートは地中海、北海、（状況が整い次第）ウクライナルート进行想定
- 需要拡大のための再エネ指令の改定、研究開発・実証資金の積み増し（2億€）、欧州大補助金（IPCEI）の早期執行などを行う。
- また、別途検討が進む炭素国境調整措置などにより、Scope2までが対象となる場合、再エネ由来水素が、各種製品の燃料として使われる際、競争優位になる可能性。

(参考) 水素に係る海外動向

- EUやドイツやオランダ、豪州など多くの国で水素の国家戦略が策定されるなど、世界中で取組が本格化。
- 脱炭素化が困難な商用車（HDV）や産業分野での水素利用や、水素発電の導入、水素輸入に向けたサプライチェーンの検討等の動きが進展。

ドイツ

- 2020年6月に国家水素戦略を策定。国内再エネ水素製造能力の目標を設定（2030年5GW等）。
- 2020年6月3日に採択した経済対策において、国内の水素技術の市場創出に70億ユーロ、国際パートナーシップ構築に20億ユーロの助成を予定。
- 水電解による水素製造設備に対して、再エネ賦課金を免除。加えて、再エネ由来水素等の大規模輸入に向けたサプライチェーン構築事業（H2 Global）を実施予定。
- 大型FCTラック向けの水素充填インフラ構築を支援。

米国

- 新車販売の一定割合をZEVとする規制の下、カリフォルニア中心にFCVの導入が進展（8000台超）。2024年からは商用車もZEV規制適用開始。
- ユタ州でグリーン水素を活用した大型水素発電プロジェクトを計画。2025年に水素混焼率30%、2045年に100%専焼運転を目指す。（三菱重工がガスタービン設備を受注）
- ロサンゼルス港のゼロエミッション化に向けた構想の一環で、大型輸送セクターでの水素利用の検討が進む。
- DOEは大型FCTラックの開発を支援。
- 2022年2月に地域クリーン水素ハブや、クリーン水電解プログラムなどに総額約100億ドルを拠出することを発表

EU

- 2020年7月に水素戦略を発表。
- 2030年までに電解水素の製造能力を40GWを目指す。
- 暫定的に、低炭素水素(化石+CCUS)も活用を志向するが、長期的には再エネ水素のみを「クリーン水素」と定義。
- 水素パイプラインの整備に必要な制度改革に着手。
- 官民連携によるクリーン水素アライアンスを立ち上げ。
- 輸送分野では、HDVでの水素利用を重視。

フランス

- 2020年9月に水素戦略を改訂。
- 2030年までに電解装置6.5GWの設置を目指す。
- 水素の生産に使用する電力としては、再生可能エネルギーおよび原子力発電由来の電力を想定。
- 産業に加え、FCTラックが水素活用先の優先項目に。

中国

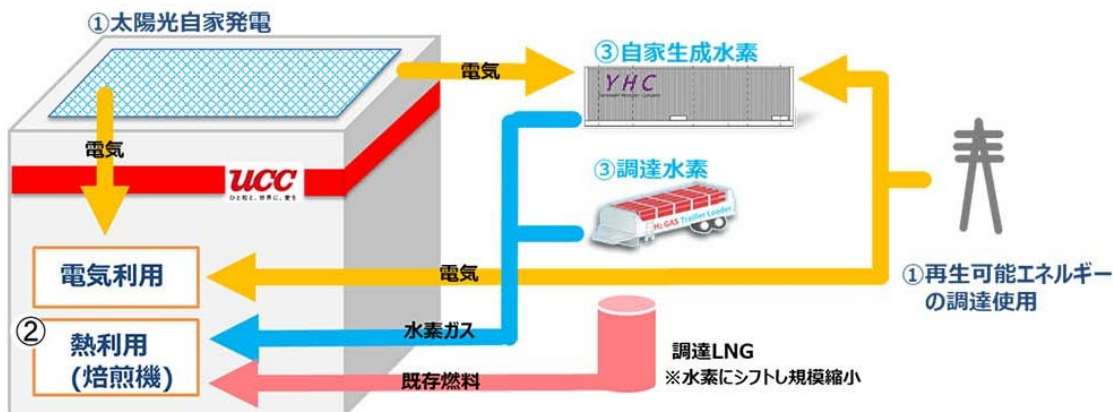
- 2020年に業界団体(中国汽车工程学会)が、野心的なFCVの普及目標を策定(2030年100万台)。
- 商用車中心に、約9000台が導入済(21年末)。また、水素ステーション数は世界最大の178箇所(22年1月)
- 燃料電池等のサプライチェーン整備を目的とし、中央政府がモデル都市(5都市群)を選定し、FCV等の技術開発・普及状況に応じて奨励金を与える政策を実施中

(参考) 水素を活用したCN工場化に向けた取組

- 余剰再エネ等を活用した、オンサイトでの水素製造をより容易にする、**数百kW級の小型水電解パッケージの開発**とともに、**産業プロセスにおける熱需要の脱炭素化（CN工場化）**に向けた取組が複数進展しており、政府等もこうした実証等を支援。

UCC山梨焙煎所（新設）における取組

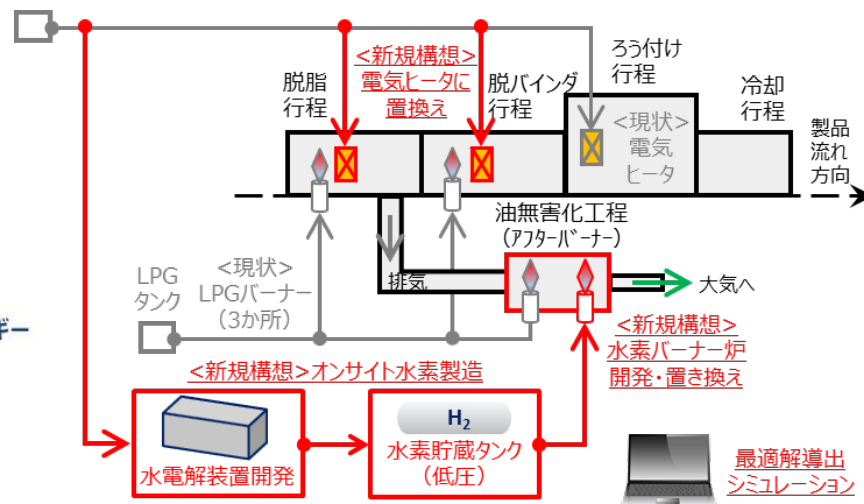
- 参画企業：山梨県企業局、東京電力EP、巴商会、UCCホールディングス、東レ
- 小型パッケージ型水電解装置システム(出力:500kW)の開発
- LNG等の化石燃料に代わって、水素を熱源としたコーヒー焙煎を可能とする水素焙煎機の開発



図：焙煎所におけるエネルギーフロー（イメージ）

デンソー福島における取組

- 参画企業：デンソー、トヨタ自動車
- FCV開発で培った技術や知見を応用し、水電解装置を開発。再エネ等を活用してオンサイトで水素を製造
- 製造ラインのガス炉にて、電気ヒーターと水素バーナーを活用することで、化石燃料を代替



図：工場の生産プロセスにおける水素等の導入（イメージ）

こうしたモデル事例で効率的に知見を蓄積し、官民一体でこうした取組を横展開することを目指す

再生可能エネルギー導入加速化に向けた系統用蓄電池等 導入支援事業 令和3年度補正予算額 130.0億円（新規）

資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギーシステム課

事業の内容

事業目的・概要

- 2050年のカーボンニュートラル達成のためには、再生可能エネルギー（以下再エネ）の導入をさらに加速化させる必要があります。
- 一方、太陽光・風力等の再エネは、天候や時間帯等の影響で発電量が大きく変動するため、大量導入が進むと電力系統の安定性に影響を及ぼす可能性があります。実際に北海道等の再エネ導入が先行する地域では、これらの変動に対応できる調整力等が不足しており、再エネ導入の律速になっています。
- そのため本事業では、電力系統に直接接続する大規模蓄電池（系統用蓄電池）等を導入する事業者等へ、その導入費用の一部を補助することで、再エネの大量導入に向けて必要な調整力等の確保を図ります。

成果目標

- 再エネポテンシャルを最大限発揮するための調整力等を確保し、2030年の再エネ比率目標36～38%の達成に貢献します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

補助(定額)

補助(1/2以内、1/3以内、2/3以内)

国

民間団体等

民間事業者等

事業イメージ

系統用蓄電池等の導入支援

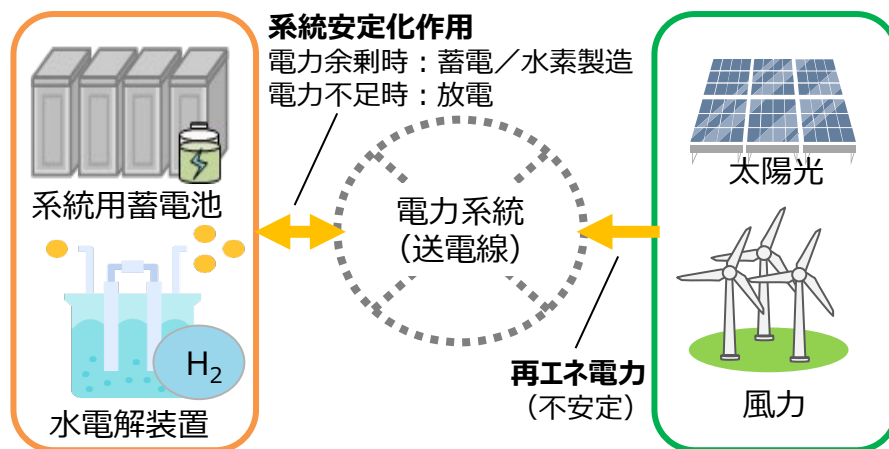
- 再エネの出力変動に対応できる調整力等の供出や再エネ余剰電力の吸収が可能な、蓄電池や水電解装置を導入する際にかかる費用の一部を支援します。

<蓄電池> 補助率：1/2以内又は1/3以内

- 充放電の応答速度が速く、優れた調整力の供出が可能
- 再エネの余剰電力の吸収（蓄電）も可能

<水電解装置> 補助率：2/3以内

- 出力制御により調整力の供出が可能
- 再エネの余剰電力の吸収（水素製造）が可能



(参考) 余剰電力の最大限の活用による国内水素製造コストの低減

- 電力広域的運用推進機関が、現在検討中の広域系統長期方針のシナリオ分析に基づくと、再エネ5～6割シナリオにおける再エネ出力制御率は、今後の系統増強を見込んでも、**約39%**となり、**抑制される電力量は約2,000億kWhとなる**見込み。
- こうした余剰再エネを安価に調達し、最大限活用することが出来れば、**約470万トン/年の水素を追加*で製造**することが出来るだけでなく、**国内電解水素の製造コストをより一層低減することが可能**。*電解効率:4.3kWh/Nm³と仮定

シナリオ 分析項目	官民協議会ベース (洋上風力の電源ポテンシャル考慮)		ケーススタディ	
	電源偏在シナリオ (30GW)	電源偏在シナリオ (45GW)	電源立地変化 シナリオ (45GW)	再エネ5～6割 シナリオ
系統増強の投資額 (NW増強コスト)	約2.2～2.7兆円 (約0.2～0.26兆円/年)	約3.8～4.8兆円 (約0.36～0.45兆円/年)	約1.5～1.7兆円 (約0.13～0.16兆円/年)	約2.0～2.6兆円 (約0.19～0.24兆円/年)
再エネ出力制御率 (増強後、太陽光・風力)	約2%	約4%	約4%	約39% (約2000億kWh)
再エネ比率	37%	42%	42%	53%

注) 偏在する電源等を大消費地に送電するための連系線等の背骨系統の増強コストのみを記載。また、調整力確保、慣性力・同期化力低下等の対策コストは含んでいない。HVDC送電の海底ケーブル工事は漁業補償費を含まず、水深等を考慮したルート変更によるコスト増の可能性あり。

※機械的試算による

(参考) 供給サイドの投資リスク低減 (改正JOGMEC法)

- JOGMEC法を含む「安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律案」を本年 5 月13日に可決。
- 改正JOGMEC法では、JOGMECの機能に新たに国内/海外での水素・アンモニアの製造・貯蔵等への出資や債務保証を追加することで、事業者が大規模なプラント投資等をする際のリスクの低減を目指す。

JOGMEC法改正の方向性案

海外

既存の支援
(例: LNG)



開発から利用までの流れ

CO₂

CCS

(製造の一環)

製造・液化等 (※)

※ 製造には、電力の製造、製造後のMCH化が必要となる場合もある。

輸送

(水素・アンモニア輸送船)

国内

貯蔵

(陸上タンク、気化設備等) (ガス火力発電)

利用

CCS

(製造の一環)

CO₂

製造

(例: 水電解)

貯蔵等

(陸上タンク、脱水素プラント等)

利用

(水素・アンモニア
火力発電等)

(参考) 需要サイドの非化石エネルギーへの転換の促進 (改正省エネ法)

- 非化石エネルギーの普及拡大により、供給側の非化石化が進展。これを踏まえ、省エネ法におけるエネルギー使用の合理化の対象に、非化石エネルギーを追加し、化石エネルギーに留まらず、エネルギー全体の使用の合理化を求めていく。
- また、カーボンニュートラルの実現に向けては、供給サイドのみならず、需要サイドでの非化石エネルギーへの転換を進めていくことが必要。このため、エネルギー多消費事業者に対し、非化石エネルギーへの転換に関する中長期計画の作成や、非化石エネルギーの使用状況の定期報告等を求めていく。

現
行

省エネルギー

- ◎ 省エネ法に基づく化石エネルギーの使用の合理化
 - ・ エネルギー消費効率の年1%改善、業種別ベンチマーク目標、工場等における省エネ取組の実施
- ➡ 必要に応じて指導・助言、罰則等
(制度的に担保)



改
正
後

- ◎ 全てのエネルギーの使用の合理化
 - － 省エネ法に基づく規制と補助金等のインセンティブを組み合わせ、省エネを更に深掘り

非化石エネルギーへの転換

- ◎ 省エネ法の努力義務達成のための非化石エネルギーの一部活用
- ◎ 低炭素社会実行計画、チャレンジゼロ、RE100、EV100等
- ➡ 事業者の自主的な取組



- ◎ 非化石エネルギーへの転換の促進
 - － 非化石エネルギーの利用割合の向上
 - － 製造プロセスの電化、水素化等
 - － 購入エネルギーの非化石化

大規模サプライチェーン構築に向けた課題と政策の方向性

供給者（エネルギー会社）の事業安定性確保の必要性

- サプライチェーンの立ち上げには、足下での多額の初期投資と、将来に渡る多額の運営費が必要
- プロジェクトファイナンスで資金調達を行う場合、一定程度の安定収入が見通せる必要



需要家による大規模・安定調達の躊躇

- 市場が未成熟な中で、事業を安定させるには需要家の大規模・安定調達が不可欠
- しかし、発展途上のエネルギー源・技術であるため、大半の既存燃料と比して当面高い
- さらに、各企業が個別にインフラ整備を検討する場合、需要の集積が生まれず、サプライチェーンも最適化が図られない。結果的に、価格低下が進みにくい



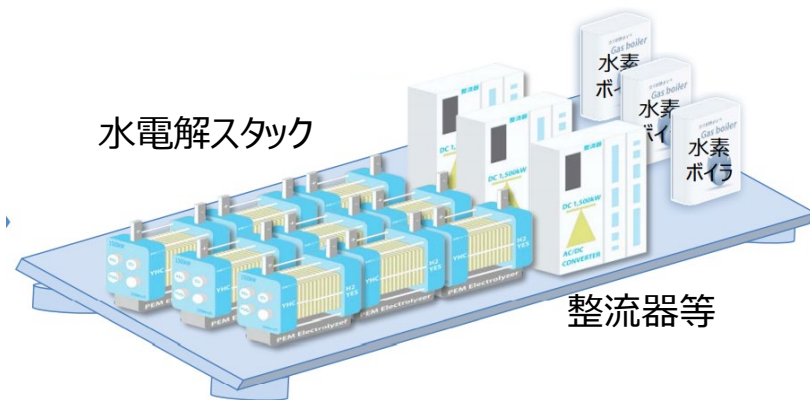
政策の方向性と期待される政策効果

- GI基金などに加え、需要家による水素・アンモニアの大規模・安定調達を促し、サプライチェーン構築のための大規模投資を行うのに必要不可欠な、事業安定性を確保する仕組みを、海外の先行検討事例にも学びつつ、早期に整備していく必要がある。
- また、大規模な需要の創出が期待される潜在的な需要地において、共通インフラの整備等を通じ、最適なサプライチェーンの構築を図ることが必要。
- 初期のサプライチェーンの構築・需要創出を政府が支援し、中長期的な市場拡大に向けた方策の提示を行うことで、事業者による予見可能性が高まり、その結果、水素等の市場が形成されるとともに、更なる技術革新によるコスト削減効果を通じて、最終的には民間企業を中心とした自立的な投資促進と需要拡大への移行が期待される。

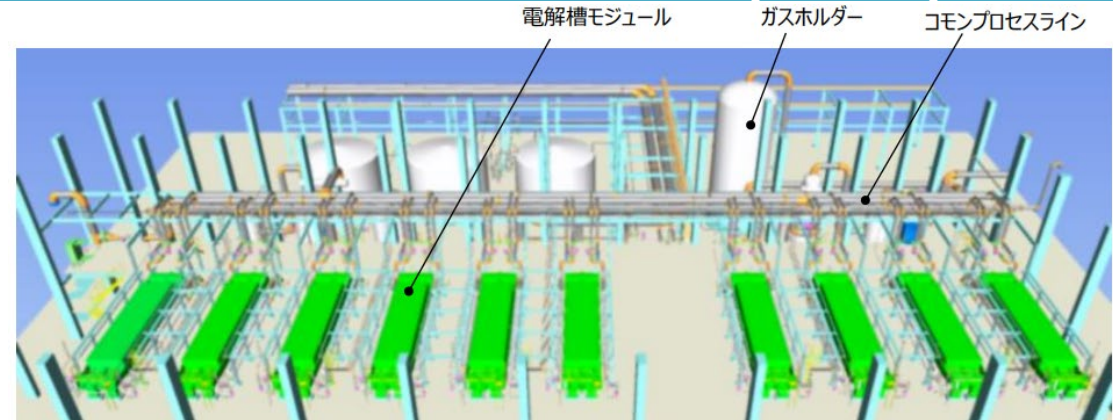
(参考) 大型水電解装置のイメージと投資の規模感

- 山梨県企業局は水素ボイラー等と組み合わせた**10MW級のPEM型水電解システム**、旭化成は**100MW級のアルカリ型水電解システム**をグリーンイノベーション基金を活用して、それぞれ開発中。
- 仮に2030年に1GWの水電解システムが国内に導入される場合、一定の前提下での機械的な試算に基づく、**約1,500億円の投資額**と試算される。

10MW級 水電解システム(イメージ)



100MW級 水電解システム(イメージ)



投資額試算前提・試算結果

【試算前提（山梨県企業局のGI基金事業戦略ビジョン等より作成）】

- 投資額試算対象：水電解スタック、補器類（変圧器、整流器、受変電設備、制御装置、除湿システム等）、各種工事費
- 単価：水電解スタック：6.5万円/kW、システム全体：15万円/kW ※累計生産1GW以上の時の目標値
- 投資規模：1GW

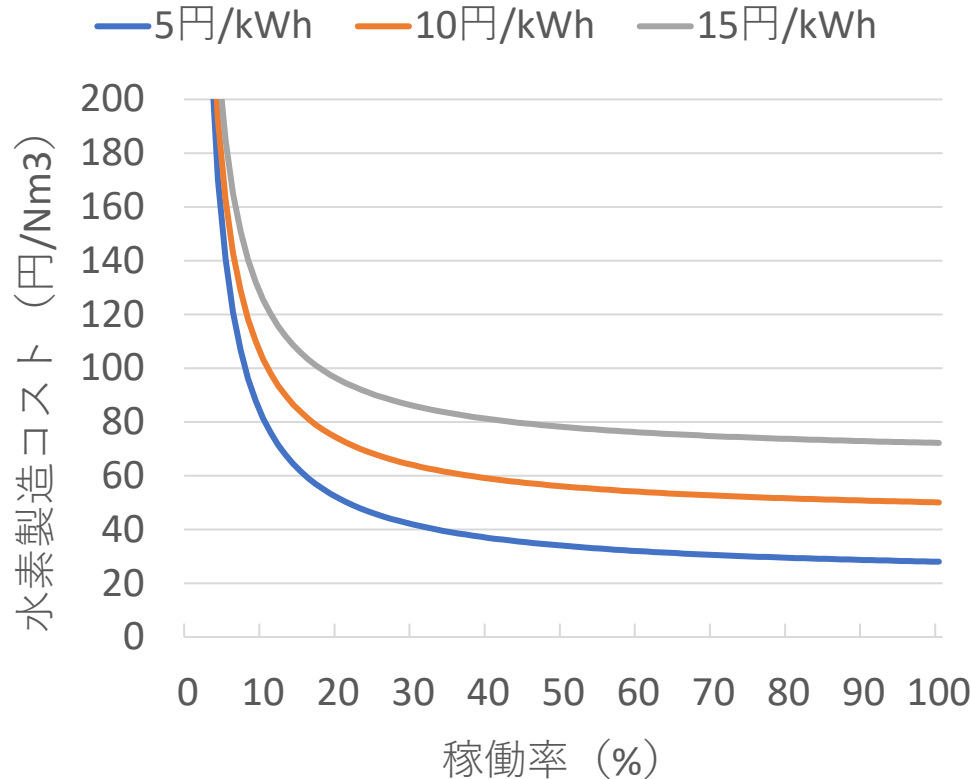
【試算結果】

- $15\text{万円/kW} \times 1\text{GW} = \mathbf{1,500\text{億円}}$

水電解装置を用いた水素製造コストの感度分析（電力コスト・稼働率）

- 電力コスト及び水電解装置の稼働率が水素製造コストに与える影響は以下のとおり。
- 電力調達は系統電力、再エネ直付けの2パターン及びその組み合わせが考えられ、**事業者が水素製造コストを最小化するべく、水電解装置の最適な運転**を行う。

平均電力コスト・稼働率・水素製造コストの関係



<試算前提>

水電解システムコスト：15万円/kW（水電解スタック、補器、工事費等を含む）、電解効率：4.42kWh/Nm³、事業年数：20年、残存価値：10%、固定資産税：1.4%、メンテナンス費用：水電解スタックコストの5%（スタック交換引当金も含む）、利子および一般管理費等は考慮せず

出典：山梨県企業局より資源エネルギー庁作成

シナリオ別の水素製造コスト（試算）

①系統電力

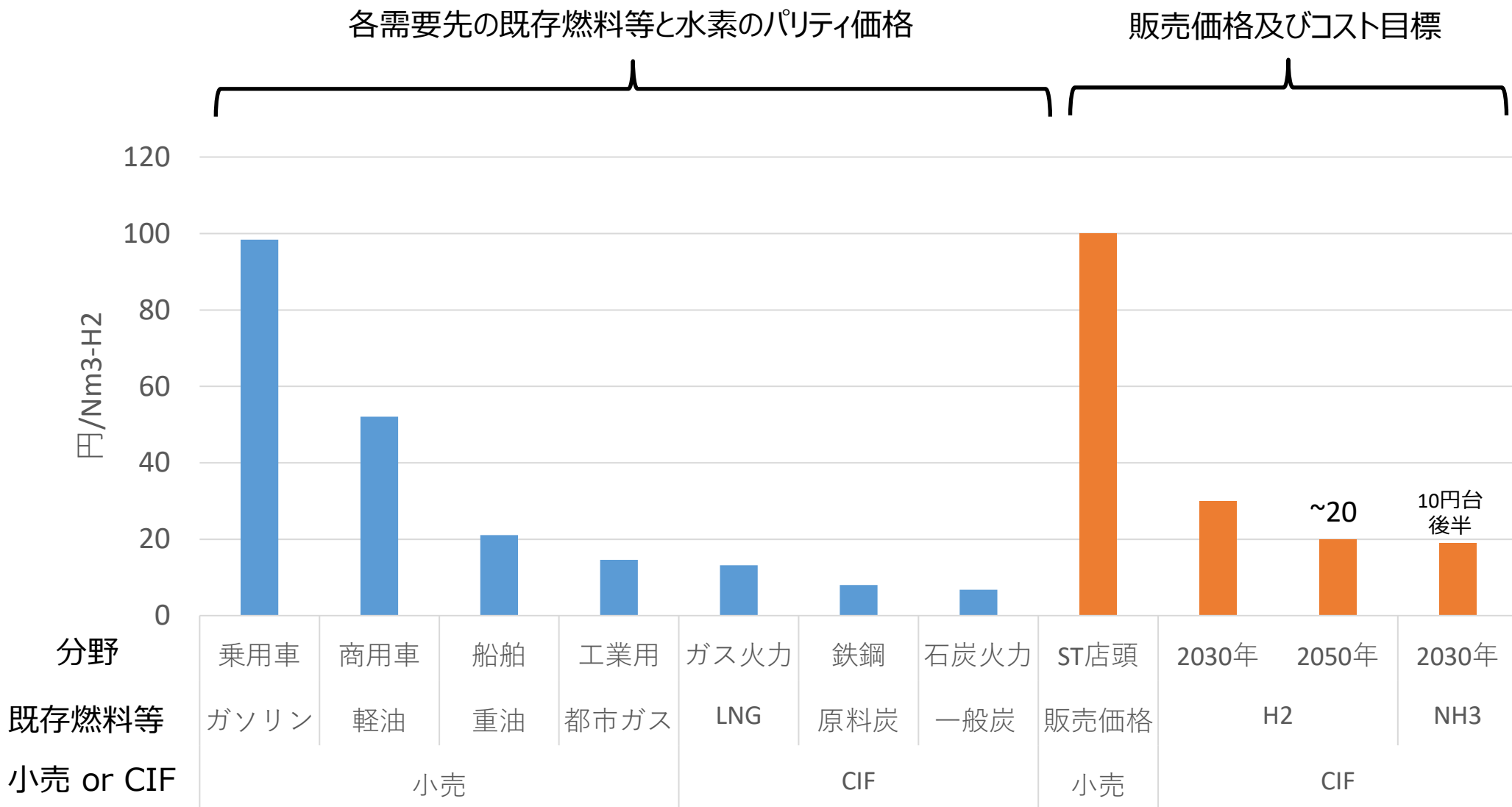
- 電力コスト＝JEPX価格＋託送料金（特別高圧）＋FIT賦課金（2021年度実績）
 - 20年度実績（東電管内）でJEPX価格が5円/kWh以下の時のみ稼働（稼働率：29%）
 - 平均電力コスト＝10.0円/kWh
- ⇒ **水素コスト＝64.6円/Nm³**

②再エネ直付水電解

- 電力コスト＝再エネ電源コスト
 - 洋上風力産業ビジョンのコスト目標（8～9円/kWh）、稼働率は発電コスト検証WGの2030年の数値を採用（30%）
- ⇒ **水素コスト＝55～60円/Nm³**

※水電解が稼働している時間が異なるため、両者のコストを単純比較が困難である点については留意が必要。

(参考) 多様な需要先と既存燃料等とのパリティ価格



※第25回水素・燃料電池戦略協議会 資料1等より資源エネルギー庁作成

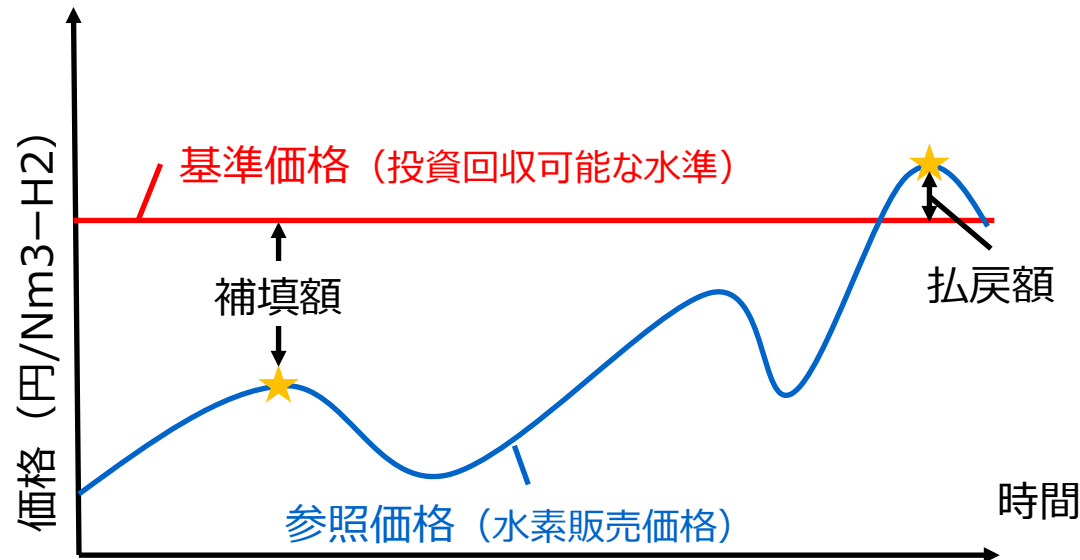
※想定燃料等価格：ガソリン（144円/L）、軽油（124円/L）、A重油（70,200円/L）、工業用都市ガス（55円/m3）、LNG（60,420円/ton）、原料炭（200ドル/ton）

※水素ステーションの店頭販売価格は、正確には店舗により異なる点に留意が必要

(参考) 海外の水素等取引支援の基本的アプローチ

- 英国・ドイツの先行検討事例とも、サプライチェーンの投資回収が出来る水準で基準価格が決定。同価格と参照価格（水素販売価格等）との差額を長期で補填する仕組(Contract for Difference)を想定。
- 電力でも同様の制度（例：英FIT-CfD）を活用するが、系統が整備され、市場に十分な流動性のある電力とは水素は異なり、量的リスクも、価格リスクに加えて何らかの形で長期で軽減することを想定（そのアプローチは英・独で異なる）。
- こうした取組を通じて、各分野・事業期間の推移による水素の価値の変動を反映しつつ、水素供給事業の長期の予見可能性・事業安定性を確保することで、大規模な水素等のサプライチェーンへの投資を促すとともに、水素を既存燃料と比して競争的な価格で供給することを可能とし、水素需要の拡大を目指す。

価格リスクの軽減:CfDスキーム*



*英国だけでなく、独も仲介会社であるHINTを対象とし、CfDスキームを採用しており、各P to X事業の基準価格と販売価格の差をそれぞれ補填する（払戻を受ける）

量的リスク軽減（独、英国案の比較）



全量取引仲介機関が買い取り、リスクを軽減（仲介機関が買い手を募る）



政府等が水素を引き取らない代わりに、基準単価を販売量に合わせて傾斜をつけ設定（少ない販売量で初期投資を回収可能に）

第2章 産業保安分野における当面の制度化に向けた取組

第4節 気候変動問題とカーボンニュートラル実現に向けた保安規制面における取組

2. カーボンニュートラルの実現を踏まえた水素等の保安規制面での利用環境整備

(1)水素の利用に関する今後の保安規制面における取組（水素保安の全体戦略の策定）

水素社会実現のためには、水素の供給量の拡大、需要の喚起、インフラ整備に資する取組を一体的に講ずることが必要であるが、これに際し、保安規制面からも適正な制度整備を行うことが必要である。

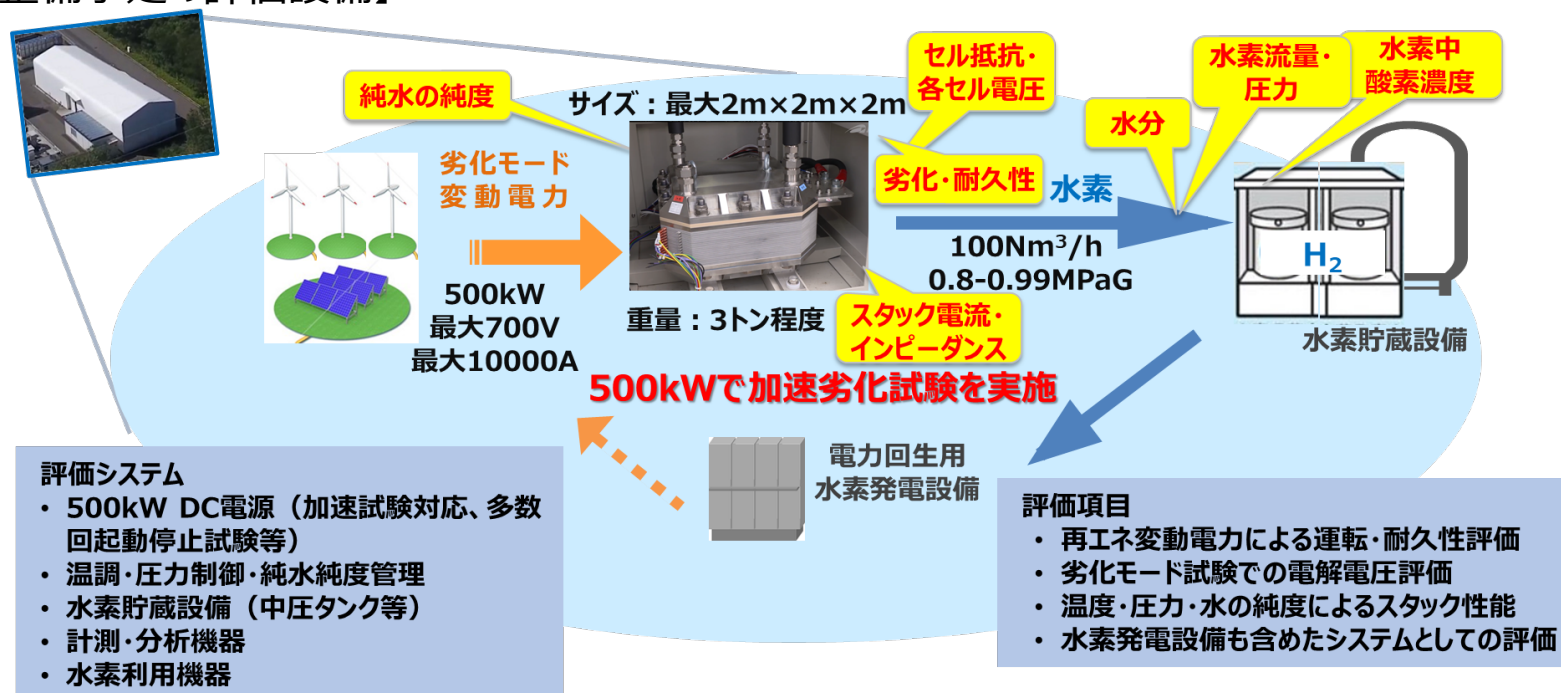
具体的には、安全を前提としつつ、水素利用に関する規制の合理化・適正化を通じ、保安力の向上、保安人材の枯渇への対応、コスト負担の軽減、手続の簡素化等を図り、水素利用を促す環境整備につなげることが重要である。

今後、水素社会の実現を見据え、水素のサプライチェーン（製造、輸送・貯蔵、利用）の各段階において、保安規制の面から、安全を前提としつつ、利用環境の整備を着実に実施していくことが重要である。その際には、**2050年カーボンニュートラルの実現等を見据え、水素社会の実現のため、個々の規制の改正だけではなく、水素保安の全体戦略を策定していく必要がある。そのため、例えば、2022年度中を目途にしつつ、水素社会実現に向けた全体の動きも踏まえながら、早急に検討する。**

国際展開を見据えた標準化戦略の重要性

- 水電解については、当初は再エネが安価な欧州等で市場が立ち上がる見込みであり、こうした市場での用途を意識した事業戦略・標準化戦略が必要不可欠。政府としても、経営戦略としての標準化戦略の検討を支援。
- 例えば、欧州各国の需給調整市場で求められる出力変動要件などをベンチマークし、そうした出力変動下で連続して運転する中で、応答性や耐久性、電解性能を評価。こうした指標を改善する技術開発を促すことで、先行市場において、水電解装置・部材メーカーが競争優位を確保することを支援する。
- そのためにも、GI基金を活用し、FREAに水電解装置の開発段階に応じ、各種データの取得を可能とする評価設備の整備・評価技術の確立を実現し、一元的にデータを収集しつつ、必要に応じて今後TC197等で国際標準化を進める。

【例：FREAで整備予定の評価設備】



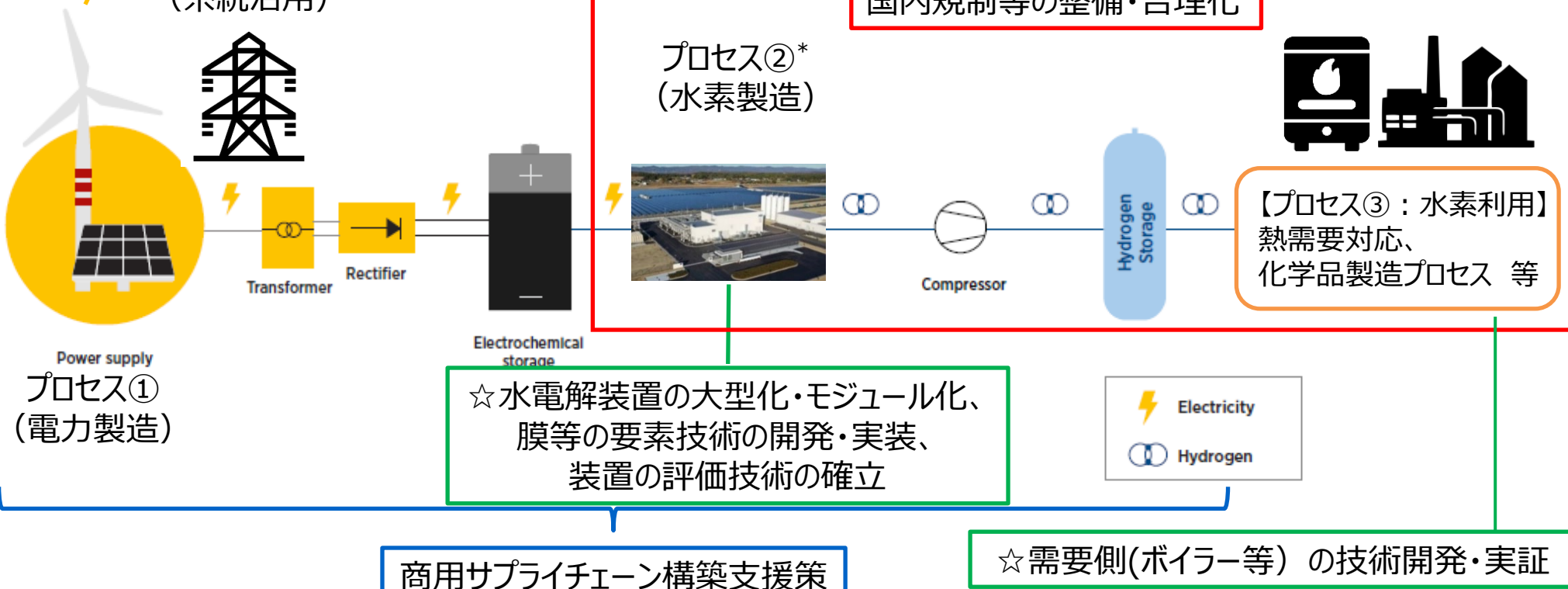
(参考) 国内水素サプライチェーン等の商用化に向けた政策措置イメージ

- 再エネ等の発電コストの更なる低減・導入拡大
- 安価な余剰再エネ等にアクセス出来る環境整備
- 水電解装置を調整力として活用する環境整備

※検討中の政策も含む
☆：GI基金の支援対象

☆全体システム最適化実証（設計・運用）

（系統活用）



參考資料

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

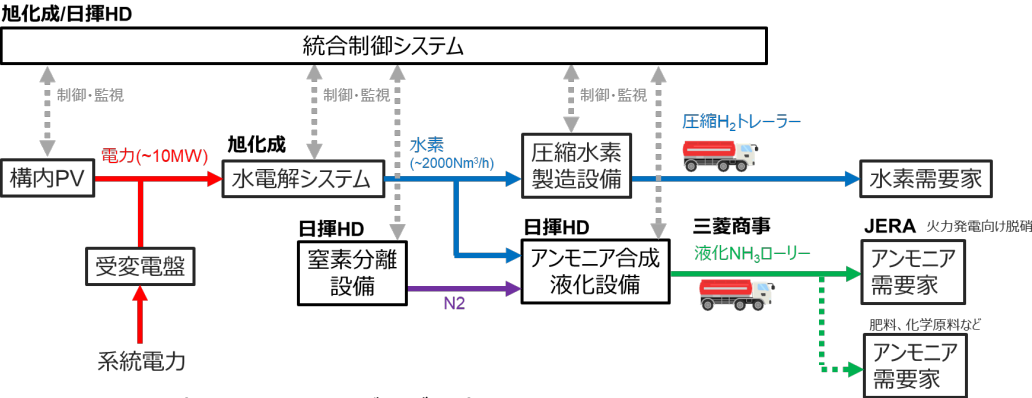
2021年度～2030年度（10年間）

事業規模等

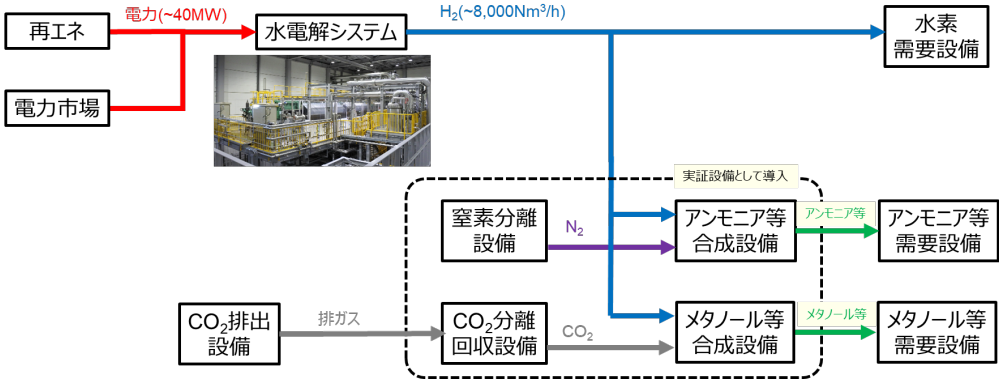
- ❑ 事業規模: 約750億円
- ❑ 支援規模*: 約540億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせ合理化見込み
- ❑ 補助率等: 2/3 → 1/2（インセンティブ率は10%）

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



〈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

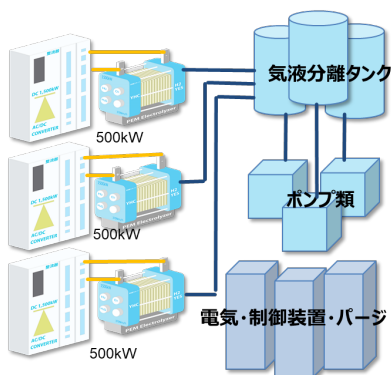
- ❑ 事業規模：約140億円
- ❑ 支援規模*：約100億円

*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

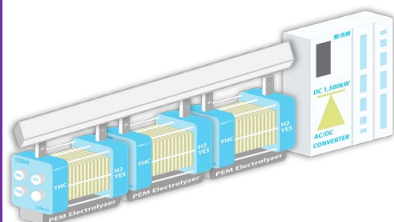
米倉山1.5MW装置



出典：山梨県企業局等

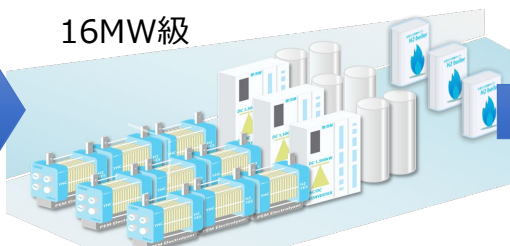
本基金事業の開発内容

数MW標準モジュール開発



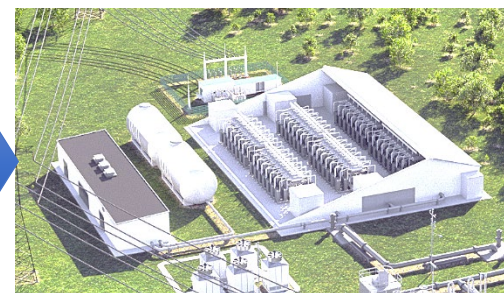
標準モジュールイメージ

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

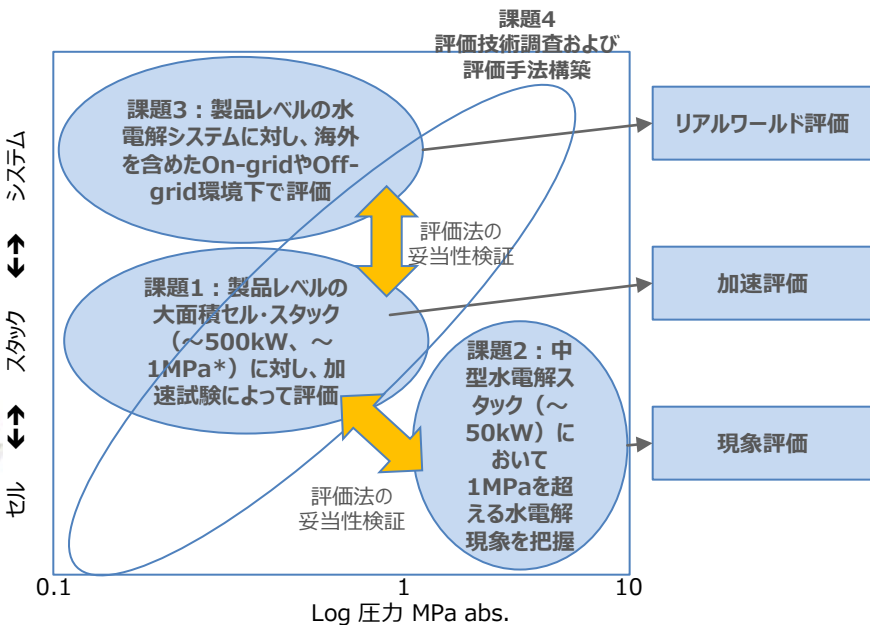
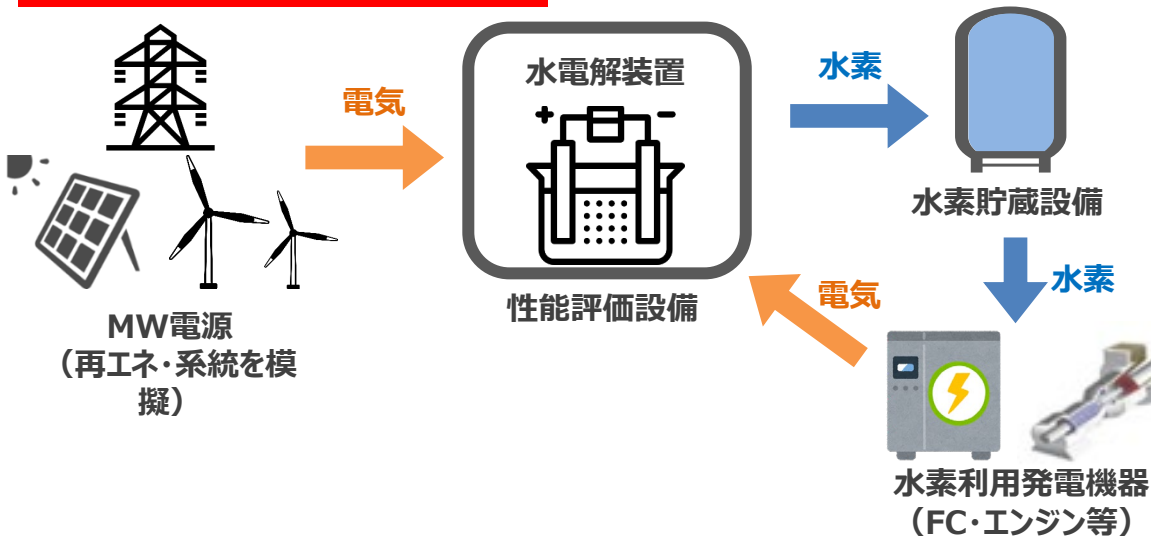
2021年度～2025年度（5年間）

事業規模等

- 事業規模：約30億円
- 支援規模*：約30億円
- 補助率等：委託

*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

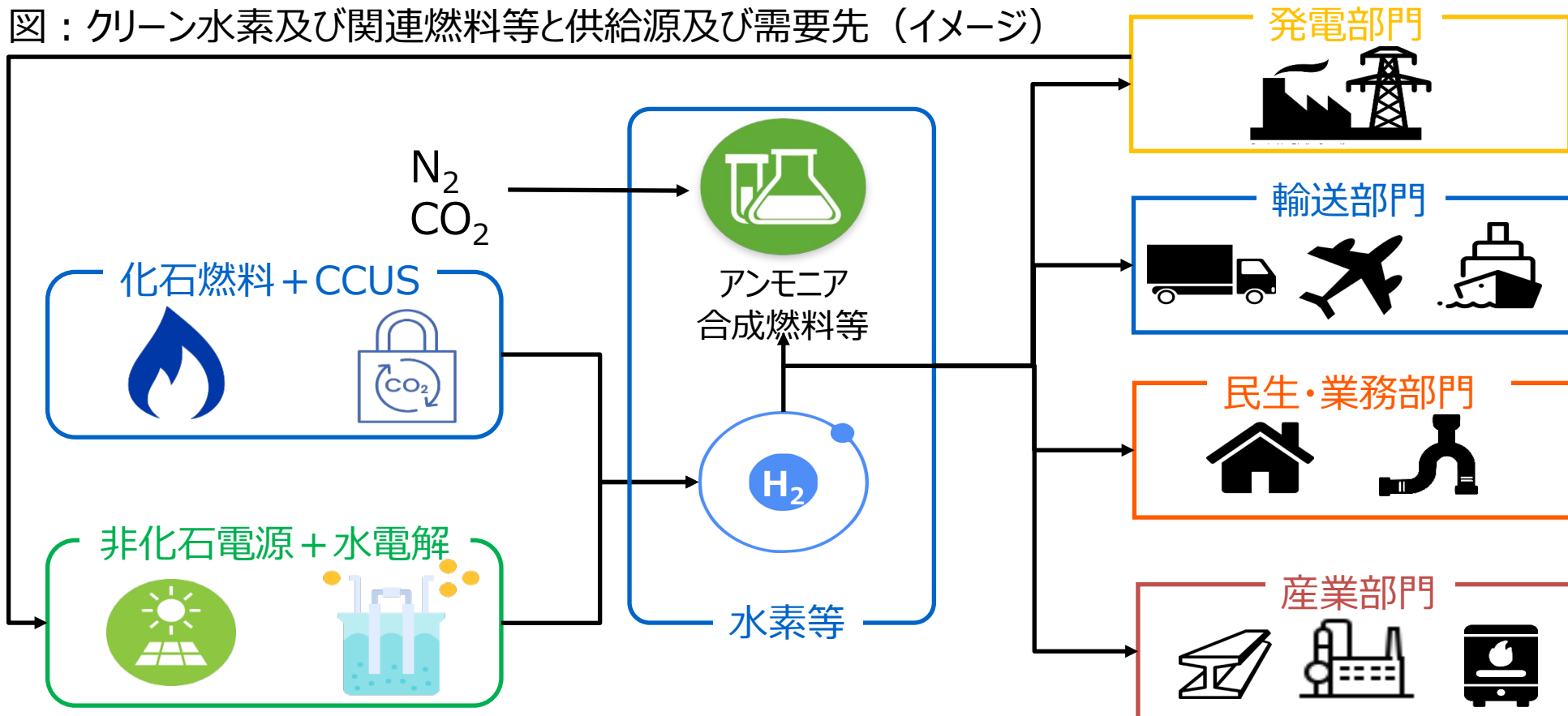
事業イメージ



カーボンニュートラルに必要な不可欠な水素

- 水素は直接的に電力分野の脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを最大限活用することも可能とする。
- 加えて、電化による脱炭素化が困難な産業部門(原料利用、熱需要)等の脱炭素化にも貢献。
- また、化石燃料をクリーンな型で有効活用することも可能する。
- なお、水素から製造されるアンモニアや合成燃料等も、その特性に合わせた活用が見込まれる。

図：グリーン水素及び関連燃料等と供給源及び需要先（イメージ）

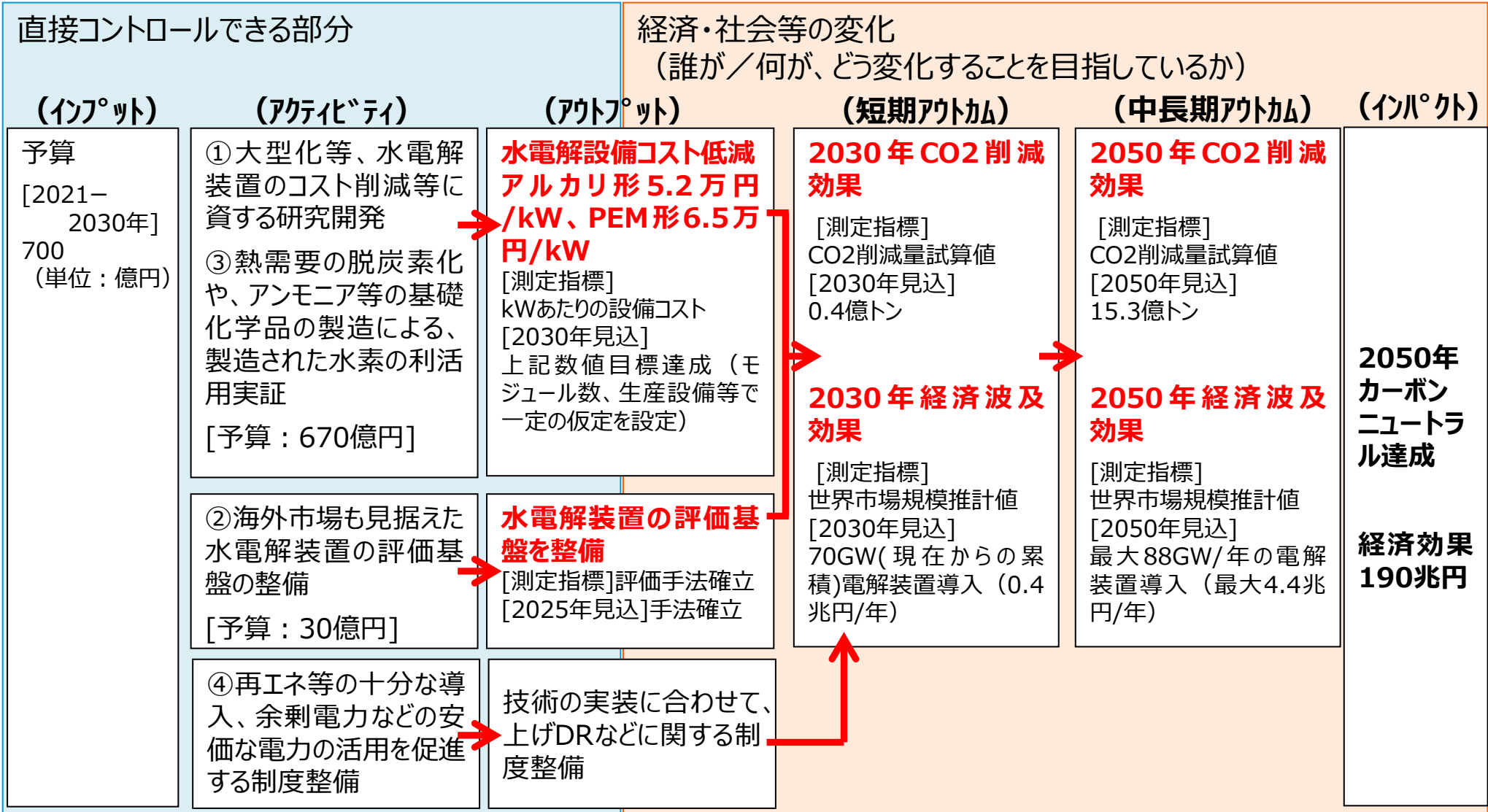


カーボンニュートラル時代の水素輸入国

- 日本は再エネ含む資源賦存量が国内需要に比べ小さく、長期的にも海外水素を輸入することになる見込み。そのため、エネルギー安全保障上の観点から、資源外交が引き続き不可欠。



再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造



アウトカム（国際水電解装置市場の規模推計）試算の考え方

- 2030年までの10年間に世界で70GW（主要国等の導入目標の合算値）の水電解装置が導入された場合に、平均設備単価が5.85万円/kW（アルカリ型とPEM型の2030年時点のコスト目標の平均値）として仮定して推計した累積値
- IEA Energy Technology Perspectives 2020 Faster Innovation Caseに基づき、2050年までの30年間に世界で88GW/年の水電解装置が導入された場合に、平均設備単価が5万円/kWとして推計（グリーン成長戦略と同一の仮定を設定）

本事業の目標等と関連する研究開発内容について

- 本事業では水素製造装置の更なるコスト削減を通じた、その装置及び部素材の競争力を強化するとともに、海外市場への参入障壁を下げることを目的として以下の目標、研究開発内容を設定。
- 水電解装置の性能評価基盤の確立は協調領域であるため委託事業で実施することを想定。

研究開発目標とその考え方等

- 目標①：アルカリ型の設備コスト**5.2万円/kW**、PEM型の設備コスト**6.5万円/kW**を見通せる技術の実現
 - 欧州公的機関（FCH-JU）の目標を参考に設定した、海外と遜色無い数値目標
 - 現状はアルカリ型（14.4万円/kW）、PEM型（37.9万円/kW）とも大きく上回っている状況
- 目標②：**2025年までに**欧州等と同じ環境で水電解装置の性能を評価する手法を整備
 - 国内で開発を行いつつ、先行する海外市場等への参入障壁を早期に下げる観点から年限を設定

目標①

内容①:水電解装置の大型化・モジュール化技術開発（補助）

内容②:優れた新部材の装置への実装技術開発（補助）

内容③:熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証（補助）

予算上限

670億円

目標②

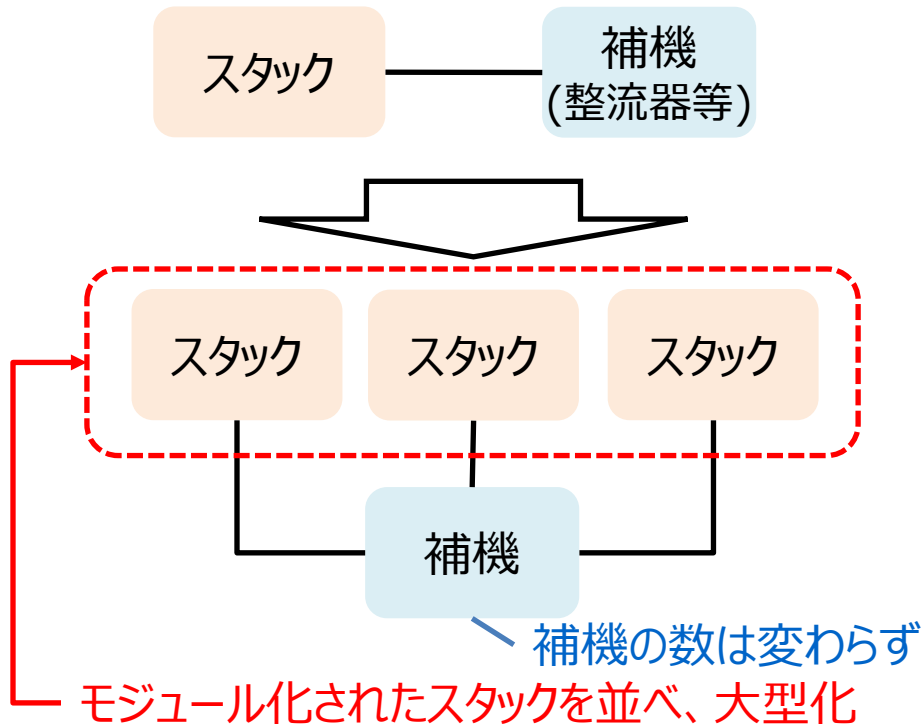
内容①:水電解装置の性能評価技術の確立（委託）

30億円

水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

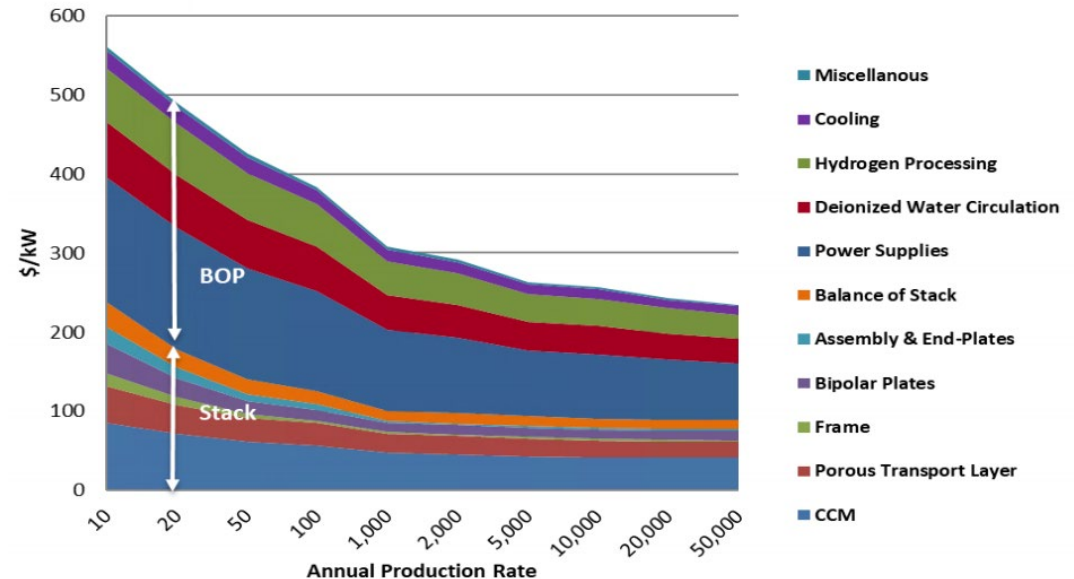
- 先行する欧州等のプレイヤーは、複数のモジュール化されたスタックを並べ大型化するとともに、システムに必要な補機（整流器等）の数を増やさないことで、①組み立て工程の簡素化や、②単位容量あたりに必要な設備量の減少を通じて、装置コストを削減。
- 更に長期的には大量生産を通じ、更なる装置コストの低減が見込まれるため、量産効果を高める観点からも、今後の需要増大も見越し、日本の水電解装置メーカーの大型化・モジュール化の取組を支援することは重要。

装置の大型化・モジュール化（イメージ）



PEM型電解装置の生産量とシステムコストの関係

※ 1 MWのシステムのコストを仮定、BOP：補機、2015年USD換算



機器毎に量産効果の程度が異なる

優れた新材の装置への実装技術開発

- 膜や触媒などの要素技術の改良は、電解効率向上等を通じたコスト削減などにも寄与。
- そのため、日本の部素材メーカー等の要素技術の基礎研究だけでなく、水電解装置への実装に向けたすり合わせも含めた技術開発から実証等までを支援していくことが重要。

要素技術開発の例（PEM型の場合）

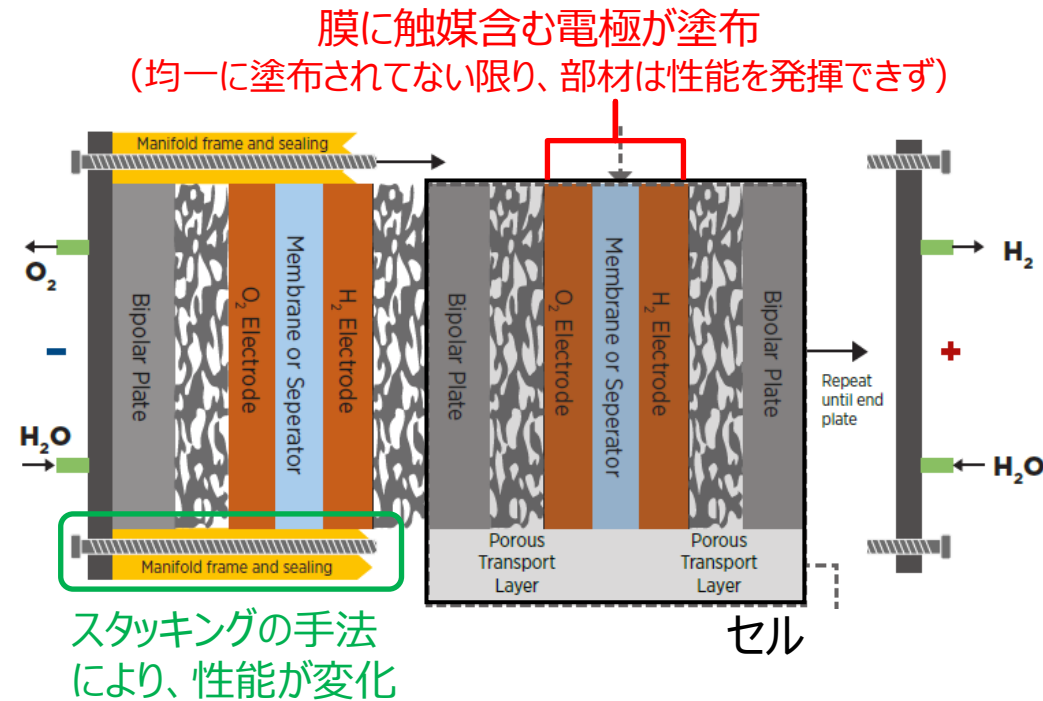
□ 電極等における触媒量の低減

→ 電極等で触媒等として使われる希少金属（Pt, Ir 等）の使用量を電解効率等を維持して低減できれば、装置コスト削減に繋がる

□ 膜の薄膜化

→ 耐久性やガス透過性を維持しつつ、膜を薄くすることができれば、抵抗を少なくすることで、高電流密度を効率良く実現することができる。結果、必要な設備量の減少を通じ、装置コスト削減に繋がる

PEM型スタックの構造と擦り合わせの例

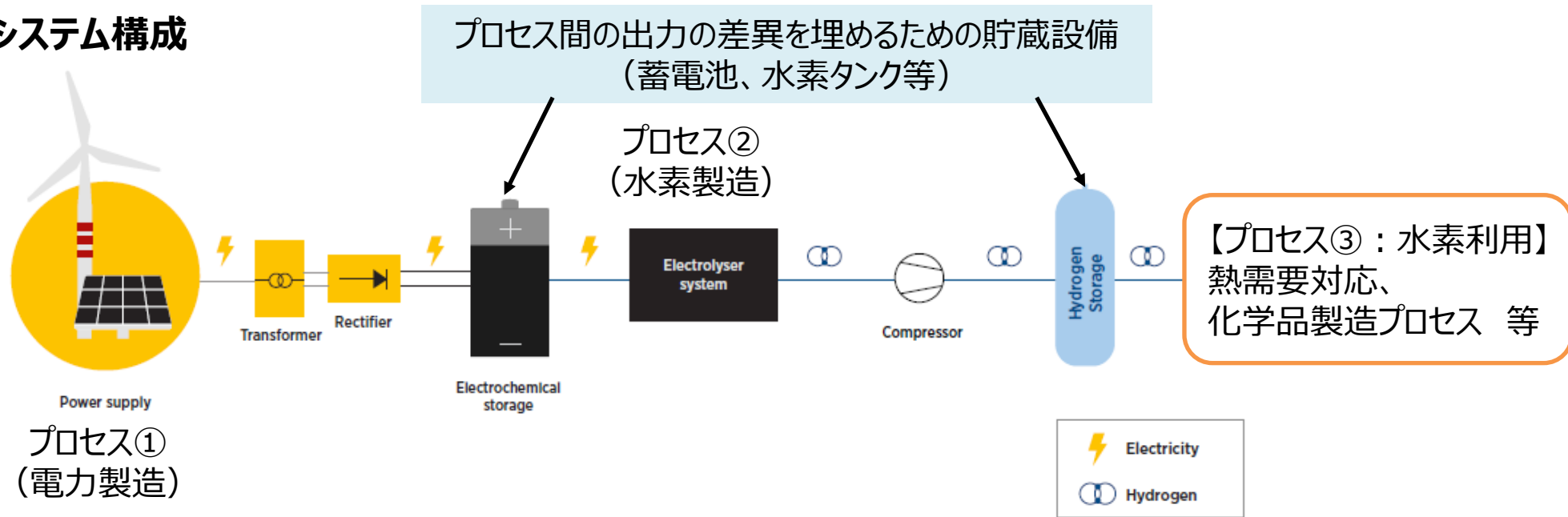


どれだけ優れた要素技術でも単一では効果を発揮することができず、
各種部材等との擦り合わせを通じて、はじめてシステムの中でその性能を発揮することが可能

熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

- 電化が困難な熱需要や、基礎化学品の製造を含む化学分野等では、燃料・原料として水素の利活用が見込まれる。
- しかしながら、再エネ等の変動電源と水電解装置を組み合わせる場合、その後工程も含めた全体システムの最適な運用方法については、検討すべき技術課題が残っている。
- このため、本プロジェクトでは、水電解装置を用いた、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設計及び、運用方法を確立する。その際、モデル性に鑑み、需要家と緊密に連携し、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事業を実証対象とする。

システム構成

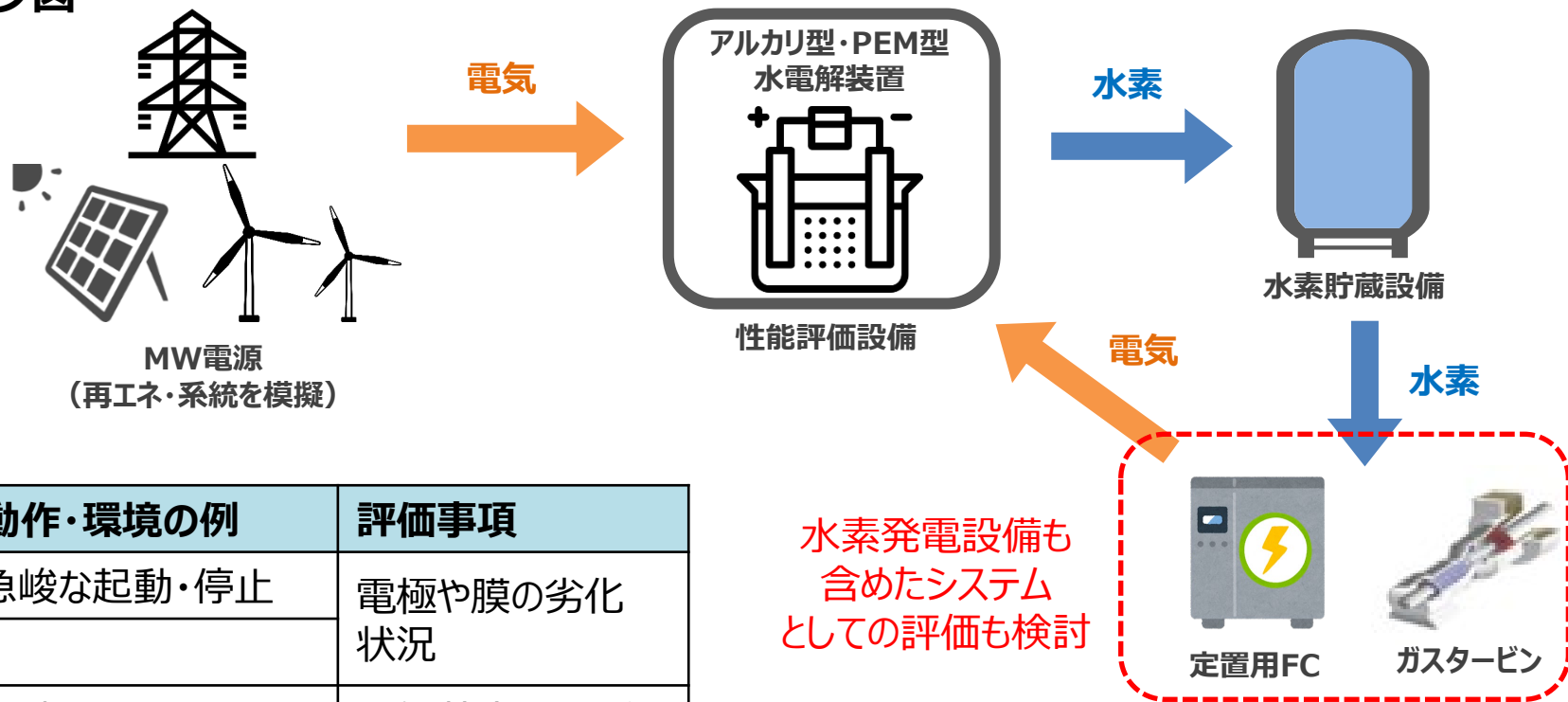


バッファを最小化することによる設備コストの低下、出力変動に合わせた最適運転による運用コストの低下を実現するためには、各プロセスを予測し、制御する技術開発が重要

海外市場も見据えた水電解装置の評価手法の確立

- 欧州では日本と異なる運転条件で水電解装置を運用しており、海外の機関等とも必要に応じて連携しつつ、こうした環境の違いにも対応した、**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に繋がる**ことが期待される。
- また、成長が見込まれる海外市場への進出も見越し、国内での評価基盤を整備することで、本分野への**日本企業の新規参入を促す**ことが期待される。

評価設備のイメージ図



水電解装置の運転動作・環境の例	評価事項
再エネ出力を模した急峻な起動・停止	電極や膜の劣化 状況
スタック内の高圧化	
異なる周波数帯での運転	電解効率への影響
低負荷運転	ガスの純度

(参考) 英国 Low Carbon Hydrogen Business Modelの仕組み

- 英国は初期投資を回収出来る水準で基準価格を設定。多様な需要家への販売価格を参照価格とし、その両者の値差を供給事業者に長期間補填し、価格リスクの低減を図る。 ※補填上限は天然ガス価格に設定
- また、量的リスクについては、政府等が買い取ることはせず、初期販売量をより手厚く支援することで、少ない販売量でも設備投資も回収できる仕組みとする予定。

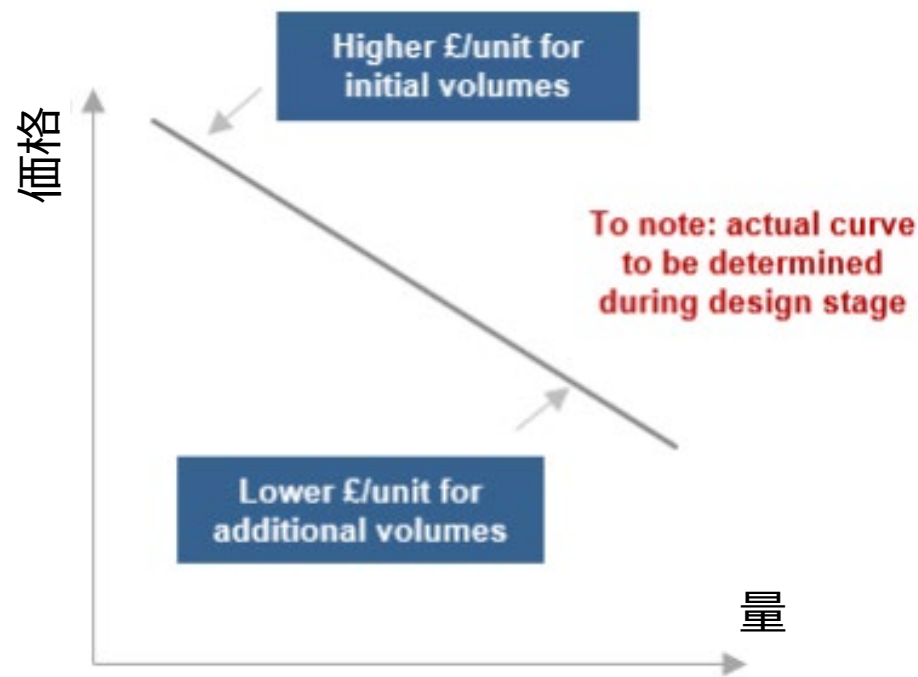
価格リスク緩和のための価格補填策（政府案）

- 補填額 = 基準価格 - 参照価格
- ※ 基準価格はガス価格などをIndex化する可能性有



量的リスクの緩和策（政府案）

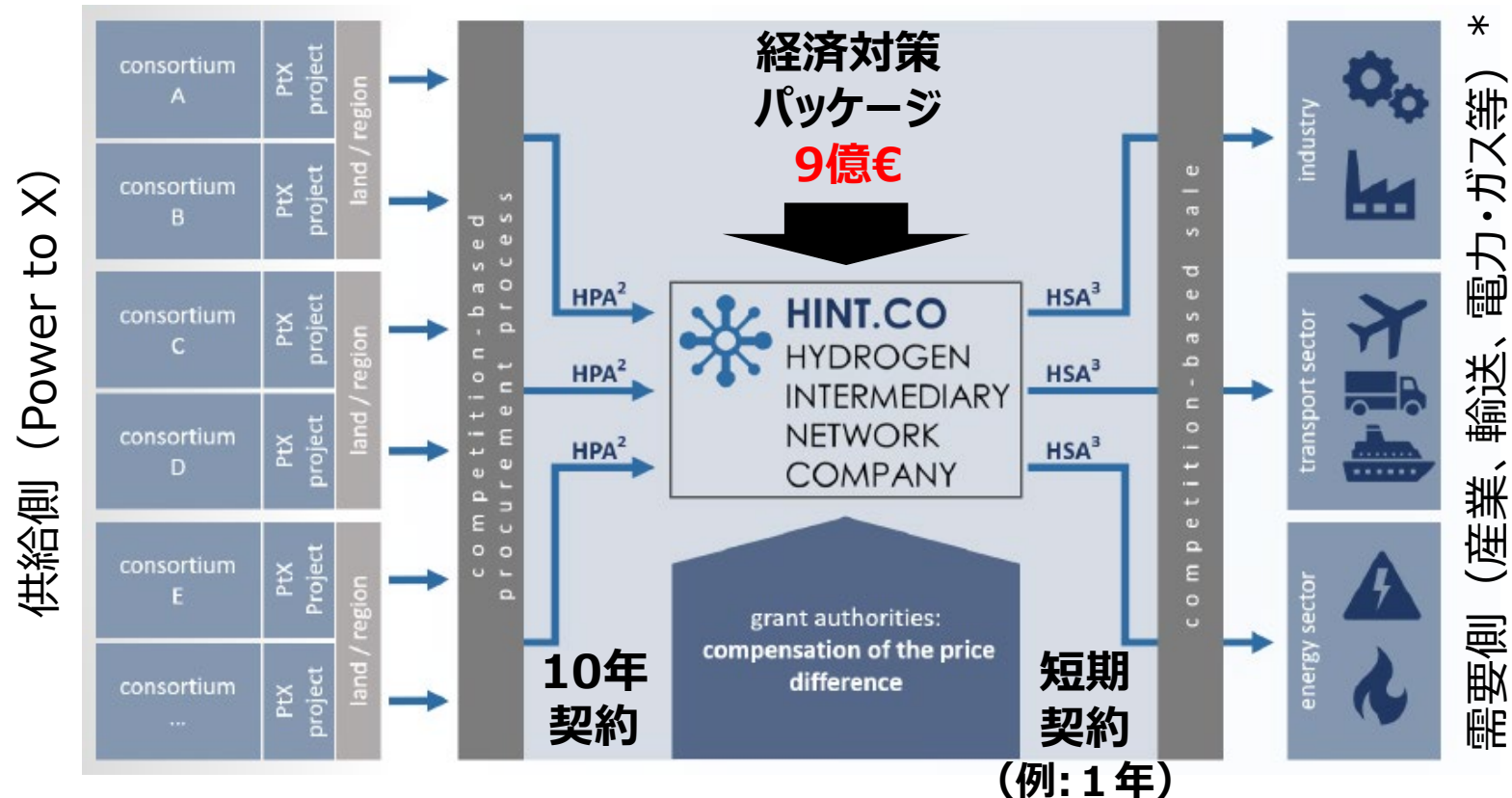
- 買い上げはせず、支援価格に傾斜をかけることで、販売意欲を減じることなく、固定費回収を支援



(参考) ドイツH2 Globalの仕組み

- 独は基準価格で10年間、全量を取引仲介会社（HINT）が購入することで、水素供給事業者の価格リスク及び量的リスクを低減。多様な分野の水素購入者には、短期の販売契約を締結し供給。いずれも、競売で売買できる事業者が決定。
- HINTによる需要家販売価格と基準価格との差額を埋めるために、政府がHINTに資金を投入。

【H2 Globalの仕組み（イメージ）】



*P to Xの製品の陸揚げ地については独・ベルギー・オランダの北海沿岸とデュイスブルク内陸港をターゲットとしたトライアングル地域を要件と設定することを検討