

日本の水素社会実現に向けた 取組について

令和5年11月24日

資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部

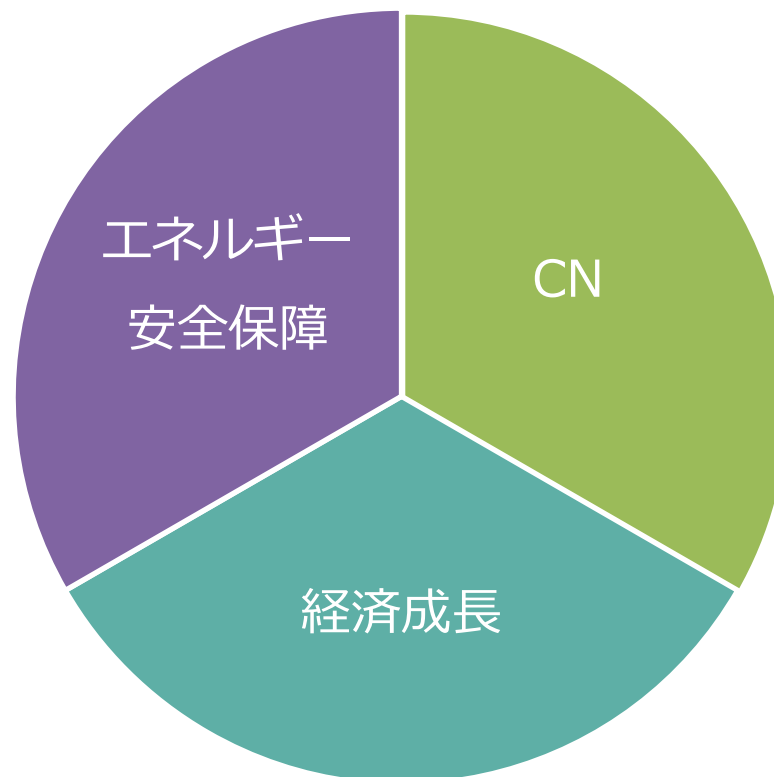
水素・アンモニア課 課長補佐

乾 俊輔

- 1. 水素社会実現に係る政策的な位置づけ**
2. 水素基本戦略の改定とその取組内容
3. 地域における水素利活用の促進

水素社会の実現は「一石三鳥」

- 水素に対する国際的な注目は近年特に高まっている。
 - 化石燃料に代わるクリーンなエネルギーとして**CNへの突破口**という位置づけ。
 - **脱ロシア産ガス**のための代替エネルギー／次世代エネルギーとして主に先進国が大規模投資を計画。
 - **産業転換**による経済成長の機会および豊富で安価な再エネ発電（ポテンシャル）活用による主に「**グローバル・サウス**」諸国の重要な**輸出戦略**という位置づけ。

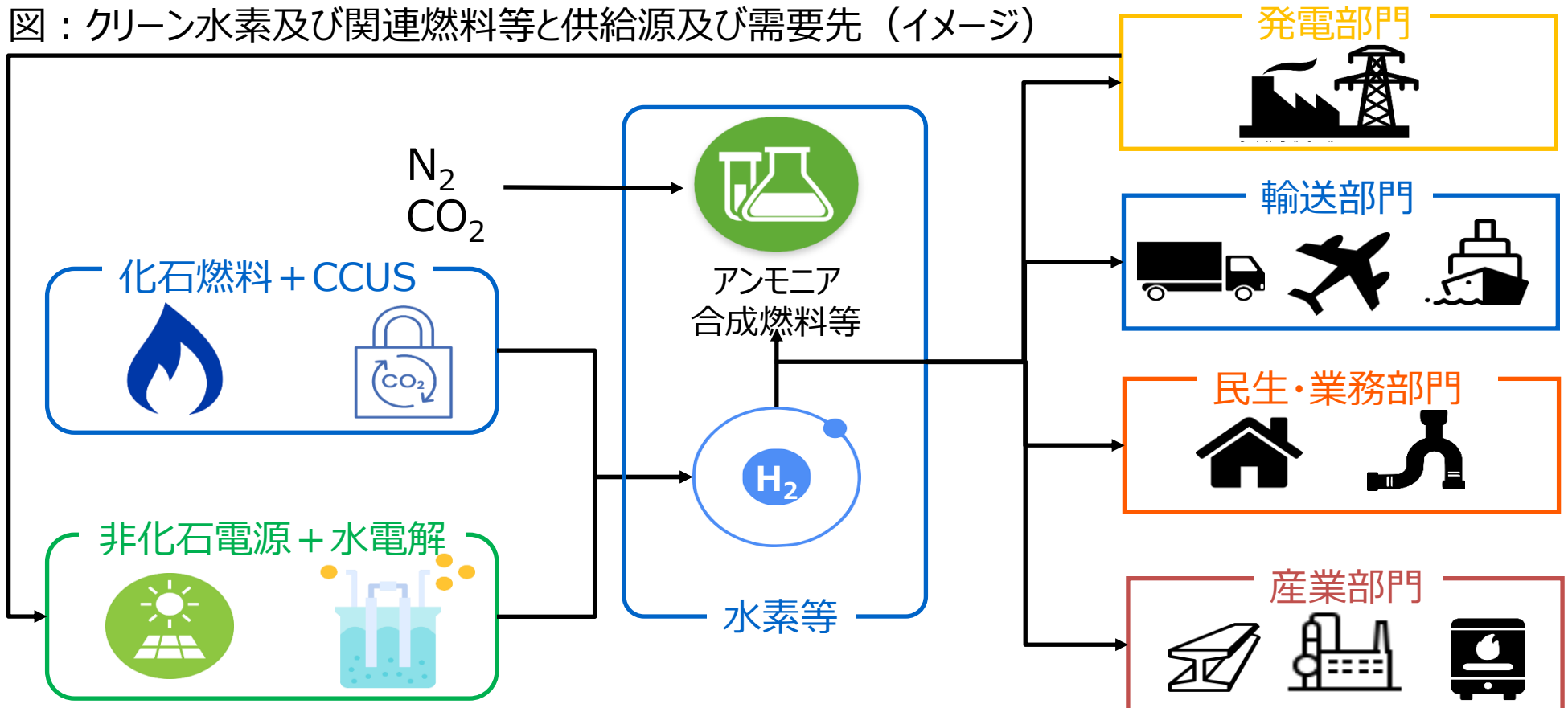


脱炭素 x 経済成長 x エネルギー安保の「一石三鳥」を狙う

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：ク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）

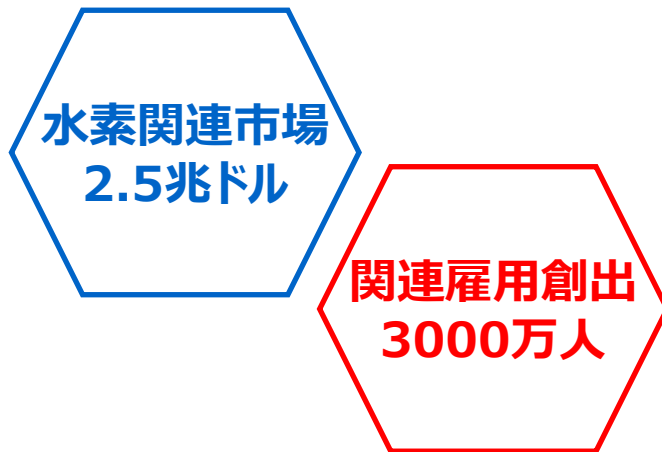


産業政策的観点から見た水素の重要性

- 現在、日本企業は水素分野で優れた技術・製品を有するが、今後、各国がエネルギー転換・脱炭素化を推し進めることになれば、**世界的に水素関連製品の市場が拡大する見込み**。
- こうした中で、日本の技術・製品を国内外の市場で普及させることは、**我が国の経済成長・雇用維持に繋がつつも、世界の脱炭素化にも貢献**することに繋がる。
- そのため、技術開発や社会実装のための制度整備等を通じ、**日本企業の産業競争力を一層強化**することは、産業政策的な観点から極めて重要。

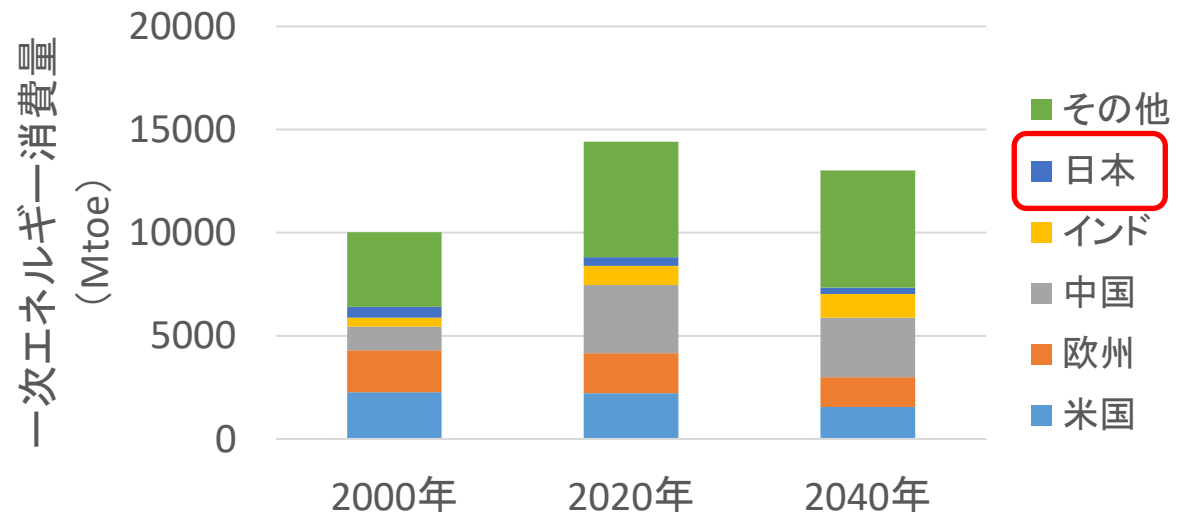
2050年の世界展望

*Hydrogen Councilの試算



日本のエネルギー需要のシェア推移(WEO2020 SDS)

日本のシェアは2000年の5.1%から2040年には2.3%まで低下見込み



規模の経済を最大限に生かすためにも、世界市場の取り込みが今後はより重要に

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、2020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。
- 2023年6月に水素基本戦略の改定を実施。2040年に水素導入量を1200万トンとする等の新たな目標を設定

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

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次エネ基閣議決定、
水素基本戦略見直し
を見据えた検討

2023年
GX実現に向け
た基本方針
水素基本戦略改定

水素基本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) → **2040年(1200万t程度)** → 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実現

現在(100円/Nm³*) → 2030年(30円/Nm³) → 2050年(20円/Nm³以下)

※ ST販売価格。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。

1. 水素社会実現に係る政策的な位置づけ
- 2. 水素基本戦略の改定とその取組内容**
3. 地域における水素利活用の促進

水素基本戦略の改定

- 2017年に世界初となる水素の国家戦略として「水素基本戦略」を我が国が策定。
- 水素の技術を確立し、世界に先駆けて国内水素市場をつくり上げることを念頭に置いて策定。
- 策定から5年経過し、この間に①2020年のカーボンニュートラル宣言、②ウクライナ侵略によるグローバルなエネルギー需給構造の変化などがあり、水素等をとりまく環境も大きく変化。
- こうした情勢も踏まえ、令和5年6月6日、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議にて、水素基本戦略を改定。

水素基本戦略（初版）のポイント

- **2050年を視野に入れたビジョン + 2030年までの行動計画を提示**
- **水素を再エネと並ぶ新たなエネルギーの選択肢として提示**
⇒ **世界最先端を行く日本の水素技術で世界のカーボンフリー化を牽引**
- **目標を提示：ガソリンやLNGと同程度のコストの実現**（現在: 100円/Nm³ ⇒ 2030年: 30円/Nm³ ⇒ **将来: 20円/Nm³**）

<水素の低コスト化のための3条件>

| | | |
|---------------------|-------|--|
| 供給と利用の両面 での取組が必要 | 【供給側】 | { 安価な原料 （= 海外褐炭、余剰再エネなどの活用） 大量に製造・輸送するための サプライチェーンの構築 |
| | 【利用側】 | |

水素基本戦略（改定版）の概要

「水素基本戦略」の改定

<主なポイント>

- ① **2040年における水素等の野心的な導入量目標**を新たに設定し、水素社会の実現を加速化
～2030年300万トンより先の目標として、水素需要ポテンシャルの見通し等から、**2040年1200万トン程度**を軸に検討～
- ② **2030年の国内外における日本企業関連の水電解装置の導入目標**を設定し、水素生産基盤を確立
～2030年の世界の水電解装置の導入見通しの約1割に当たる、**15GW程度**を軸に検討～
- ③ **大規模かつ強靱なサプライチェーン構築、拠点形成**に向けた支援制度を整備
～2030年頃の商用開始に向けて、大規模かつ強靱な水素・アンモニアサプライチェーンの早期構築を目指す。
現時点で、官民合わせて**15年間で15兆円**の投資計画を検討中～
- ④ **「グリーン水素」の世界基準を日本がリードして策定し、グリーン水素への移行を明確化**
～水素の製造源ではなく、**炭素集約度***で評価する基準の策定、グリーン水素へ移行するための規制的措置～

* 合成燃料等水素化合物を含む

水素等のサプライチェーン例

| | |
|--------------|------|
| □ 電力 | :82% |
| □ 製鉄・金属 | : 8% |
| □ 石油精製 | : 3% |
| □ 化学 | : 3% |
| □ その他 | : 4% |
| (空港等での利用を含む) | |

長期水素需要（2030～）
（川崎・横浜周辺地区）
約42万トン/年

* 単位当たりの水素製造時に発生するCO₂排出量

※NEDO事業「東京湾岸エリアにおけるCO₂フリー水素供給モデルに関する調査」を参照し、作成。

事業者等から挙げられた課題：①水素社会実現への投資に向け予見可能性を高めるための目標の提示や政府支援（水素や水電解装置等の導入目標、水素関連製品の製造設備投資への支援）、②特に、国内外の大規模水素製造や輸送に関するインフラ構築・製造輸送に要するコストへの支援、③水素の利活用に繋がる規制・支援一体型での包括的な制度整備、④資源国との関係強化、⑤水素パイプラインにまたがる適用法令の明確化、⑥水電解装置に対する安全基準等の合理化、⑦地域での水素製造・利活用、自治体連携等

「水素産業戦略」の策定

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、日本の技術的な強みを生かし、世界展開を図る。

- | | |
|-----------|--|
| 生産 | 水電解装置の生産設備増強、水電解膜等のコア技術の開発支援 |
| 輸送 | 輸送設備の国内生産設備増強・人材育成、液化水素・MCHの海外普及（欧州等へのトップセールス）、水素等品質規格の標準化 |
| 利用 | FC（燃料電池）商用車導入、水素STのマルチ化、港湾や空港でのFC機器導入、発電技術の開発・国内外への普及加速、熱需要機器の導入促進 |

「水素保安戦略」の策定

大規模な水素利用に向け、**サプライチェーン全体をカバーした法令の適用関係を合理化・適正化**を図る。

- ①水素の安全性を裏付ける科学的データ等の戦略的獲得
- ②共有領域等に関するデータ等の共有
- ③技術基準の統一的運用を通じたシームレスな保安環境の構築
- ④第三者機関の活用（水素のノウハウ・経験を集約した中核拠点）
- ⑤人材育成・大学の活用等（リカレント教育等による水素保安の人材の推進）

規制・支援一体型での包括的な制度整備

支援

大規模なサプライチェーン構築支援（既存燃料との価格差支援）

- ・ S+3Eの観点からプロジェクトを選定する評価の枠組みを構築
- 安定供給（Energy Security）：国内製造、供給源の多角化等調達上のリスク耐性
- 経済性（Economic Efficiency）：供給事業者の経済的な自立化見通し
- 環境性（Environment）：CO₂削減度合いに応じた評価

需要拡大に向けた拠点整備支援（効率的な供給インフラ整備支援）

- ・ 大規模な需要の立ち上げや産業集積を促す枠組みを構築

規制

グリーン水素（Environment）への移行と適用法令の整理・明確化

- ・ グリーン水素を定義するとともに、今後の技術の進捗や国際動向等を踏まえ、黎明期における水素の導入拡大を阻害しないように十分配慮しつつ、国内で供給される水素を中長期的にグリーン化していくための誘導措置を検討する。
- ・ 現行の保安を含む適用法令全般の関係を整理・明確化。

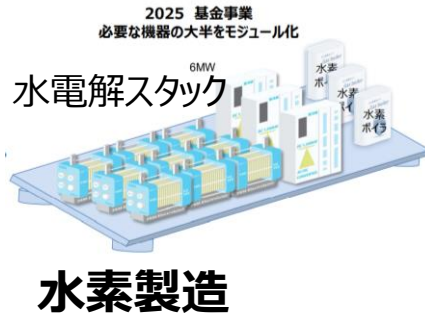
水素の安全な（Safety）利活用に向けた環境の整備

- ・ 大規模な水素利活用に向けて必要な保安規制の合理化・適正化を図る。

水素産業戦略

- 我が国の技術・製品を国内外の市場に普及させ、日本企業の産業競争力の強化に繋げることは、**産業政策の観点**から重要。
- 「技術で勝ってビジネスでも勝つ」ため、**市場の立ち上がり**が相対的に早く、**市場規模も大きい**と考えられる分野、**日本企業が技術的優位性を持っている**と考えられる分野として、**5類型、9分野**を中核となる**戦略分野**を決定し、重点的に取り組むことで、**世界で水素サプライチェーンを構築**していく。

① 水素供給



水素サプライチェーン



② 脱炭素型発電

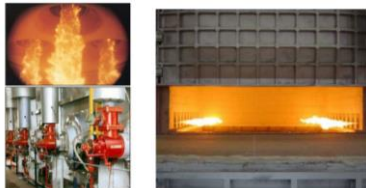


③ 燃料電池

2020年末発売の新型「MIRAI」



④ 水素の直接利用



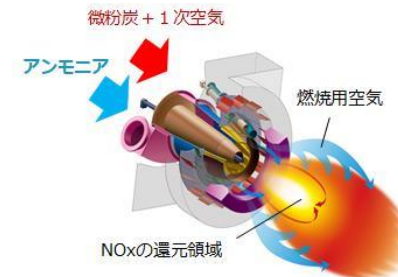
脱炭素型鉄鋼
脱炭素型化学製品

水素ガス燃料船



水素燃料船

⑤ 水素化合物の活用



燃料アンモニア

カーボン
リサイクル製品

①水素供給（水電解装置）

- **水電解装置**は、2050年CN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（再エネ由来の水素を製造）**し、②**非電力部門の脱炭素化**を進める上での基幹製品。
- 例えば、EUでは「2030年までに域内再エネ水素の製造能力1,000万トン」という野心的な目標を掲げるなど、積極的な導入姿勢。
- 日本の水電解装置が世界市場を獲得できるよう、更なる**コスト低減**を図るべく、**グリーンイノベーション基金等で技術開発・実証**を支援するとともに、**水電解装置の導入拡大**を進めていく。

福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R)※における実証 (東芝・旭化成等)

- 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**



外観

(出典) 東芝エネルギーシステムズ(株)



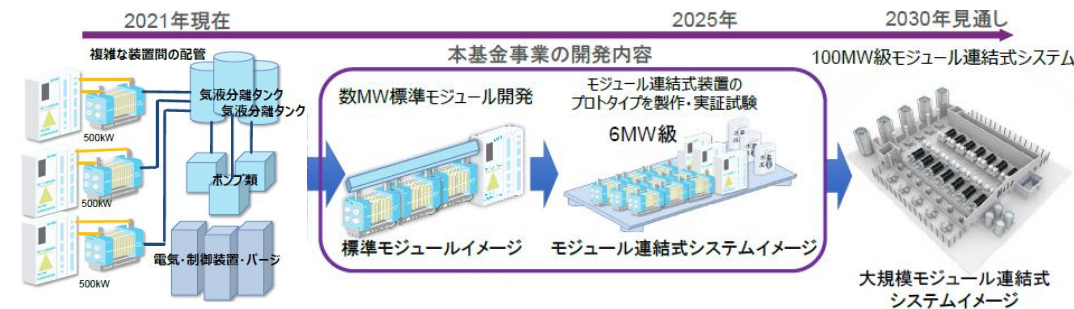
10MWの水電解装置

(出典) 旭化成(株)

(※) 水素製造量年間約200トン。FCV約2000台に相当。

GI基金での技術開発例 (山梨県企業局、日立造船、東レ等)

システムコスト削減に必要な**大型化**を、各種機器の**モジュール化**とともに進めることで、**2030年に欧州等と遜色ないコスト水準（6.5万円/kW）**を目指す。



(出典) 山梨県企業局等

①水素供給（水素サプライチェーン）

- 液化水素：①豪州において褐炭から水素を製造、②液化基地で液化水素にし、③日本（神戸）の荷役基地まで輸送する、**世界初の液化水素による水素の大規模海上輸送に成功**（2022年2月）。また、日豪間で**大規模実証プロジェクト実施計画発表**（2023年3月）。
- メチルシクロヘキサン（MCH）：①ブルネイにおいて天然ガスから水素を製造、②水素化プラントでMCHに変換し、③日本（川崎）の脱水素プラントで水素に変換する、**世界初の国際輸送実証を完了（2020年12月）**。
- いずれのキャリアも、2030年までに**商用大規模サプライチェーン**を構築すべく、船舶や貯蔵タンクの大規模化（液化水素）※1、製油所の既存設備等を活用した脱水素技術開発（MCH）※2を進めている。※1 実施主体：日本水素エネルギー、ENEOS、岩谷産業 ※2 実施主体：ENEOS

日豪サプライチェーン完遂記念式典

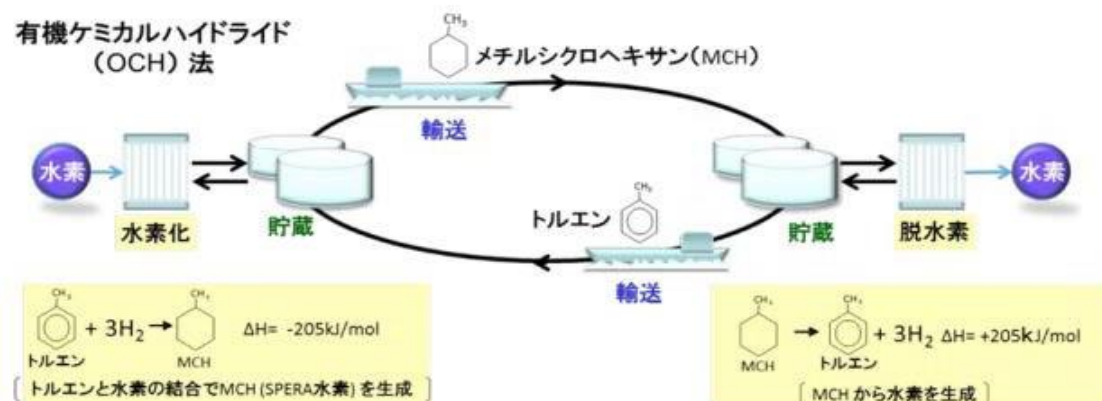


2022年4月9日 官邸HPより



液化水素運搬船
「すいそ ふろんていあ」

MCH（メチルシクロヘキサン）の脱水素化

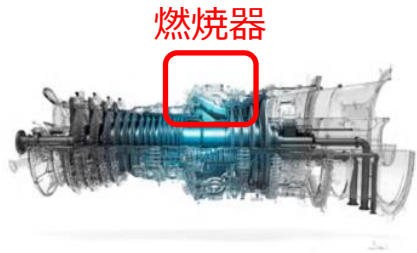


AHEADのHPより引用

②脱炭素型発電

- 日本企業は水素発電の分野で技術的に先行。既に、大型タービンで天然ガスより燃えやすい水素を混焼する燃烧器を開発し、現在、高効率な水素専焼を行う燃烧器の開発を実施中。
- この技術的優位性を維持するためにも、実機での実証、及び水素のカーボンフリーの価値を適切に評価することで、水素発電の商用化を達成し、国内の大規模需要を喚起する。
- また、既に日本企業が米国やオランダなどで、大型水素発電の具体的なプロジェクトを受注しており、更なる海外案件への参画を目指す。

大型水素発電の開発動向



【燃烧器の開発動向】

- 混焼用は開発完了
- 専焼用は開発中
(2025年完了見込み)

【今後の方針】

- 実機での燃烧性実証
- 水素のカーボンフリーの価値を評価する市場整備

海外での案件参画動向

蘭マグナム

出力：44万kW

運転開始：2025年

備考：当初から専焼発電を志向

米ユタ州

出力：84万kW

運転開始：2025年

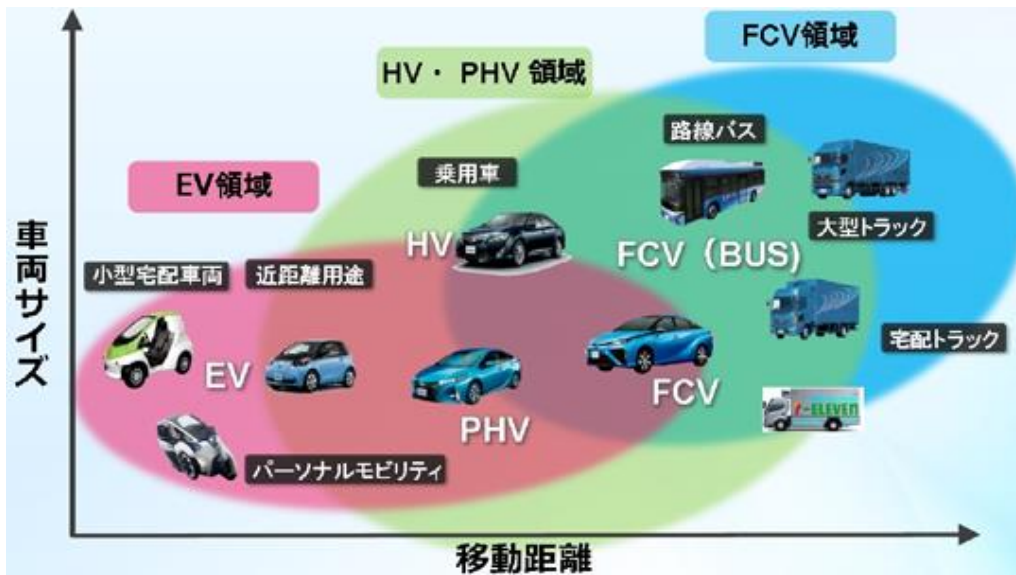
備考：当初は混焼で開始、2045年頃に専焼化することを目指す

燃烧速度が速い水素は天然ガス、遅いアンモニアは石炭との混焼が想定されている

③燃料電池

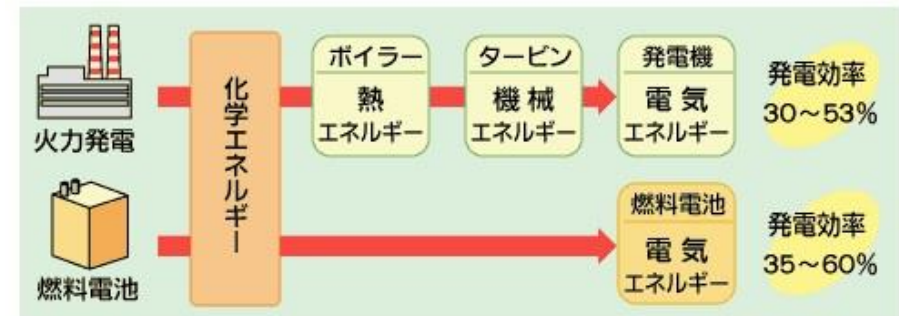
- 燃料電池は主にモビリティと定置用の2つの用途が想定。
- モビリティは水素が電気よりもエネルギー密度が高い特性を生かし、**長い走行距離等(※)、短い充填時間などを実現することが可能。** ※高性能なタンクとの組み合わせ等により実現
- 定置用は高い発電効率及び電熱供給が可能であることによる高い総合エネルギー効率の達成、ガス体を燃料とするため、**エネルギー源の多角化が図られ、レジリエンス向上にも資する。**

電動車間の棲み分け (イメージ)



新型MIRAIの性能
航続距離：約850km、燃料充填時間：3分

定置用燃料電池の発電・総合効率



③燃料電池（モビリティ）

- 乗用車に加えて、**燃料電池トラックもGI基金も活用しながら2022年度から走行開始**。FC商用車の普及を見据え、**水素ステーションも人流・物流を考慮した最適配置、大型化を進める**。
- 水素STから、パイプライン等を通じて車両以外の近隣の水素需要に供給する取組を一部企業が開始。今後、**水素ステーションは近傍の水素需要への供給拠点としてマルチ化していく可能性**。
- 将来、船舶や飛行機などで、水素やアンモニア（燃料電池、エンジン）の活用も期待されている。

FCV・水素ST整備



FCV : 7,692台 (23年3月末時点)
FCバス : 132台
ST : 179箇所 (整備中含む)

トラックターミナル内へのST整備

- ✓ 岩谷産業とコスモ石油マーケティングは合同会社を設立し、京浜トラックターミナル内にFC商用車向けの水素STを整備予定。
- ✓ **トラックターミナル内での水素ST整備は全国初。**



FC商用車の普及・水素STのマルチ化

FC商用車の普及（グリーン成長戦略）

- ✓ 8トン以下の小型の商用車
 - ◆ 2030年までに、新車販売で電動車 20~30%
 - ◆ 2040年までに、新車販売で、電動車と合成燃料等と合わせて100%
- ✓ 8トン超の大型の商用車
 - ◆ 2020年代に5,000台の先行導入
 - ◆ 2030年までに、2040年の電動車の普及目標



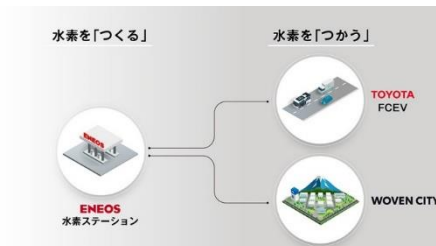
FC小型トラック（イメージ）



FC大型トラック（イメージ）

水素STのマルチ化

- ✓ Woven City近接の水素STの例（右図）
 - ◆ 水素STから、乗用車や商用車などに水素を供給するとともに、**パイプラインでWoven Cityに供給**
 - ◆ 水素ステーション内に停電時用のFC発電機を設置



船舶など



小型・近距離
→ **燃料電池船**



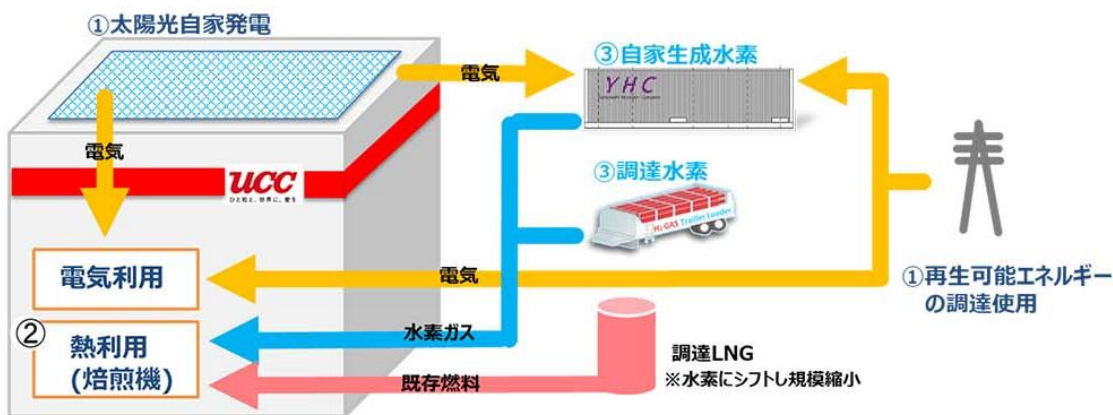
大型・遠距離
→ **水素ガス燃料船**

④水素の直接利用

- 鉄鋼分野では、炭素ではなく水素を還元剤として利用する水素還元製鉄を技術開発中の他、産業プロセスで必要となる**高温の熱源**としても水素は期待されているところ。
- 水電解装置を活用し、オンサイトで製造等した水素を活用し、**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

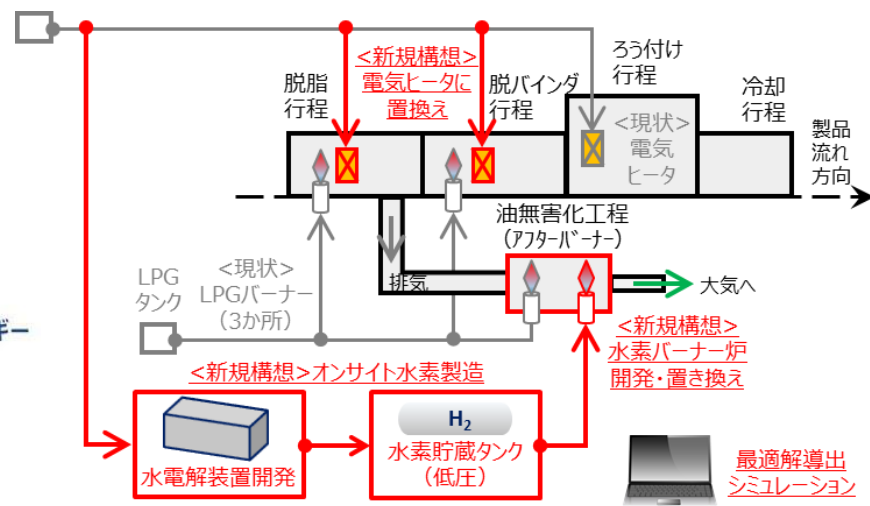
- 参画企業：山梨県企業局、東京電力EP、巴商会、UCCホールディングス、東レ
- 小型パッケージ型水電解装置システム(出力:500kW)の開発
- LNG等の化石燃料に代わって、水素を熱源としたコーヒー焙煎を可能とする水素焙煎機の開発



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

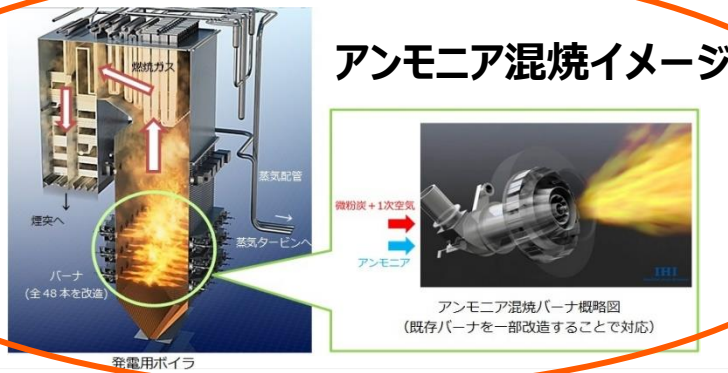


図：工場の生産プロセスにおける水素等の導入（イメージ）

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

⑤水素化合物の活用（燃料アンモニア）

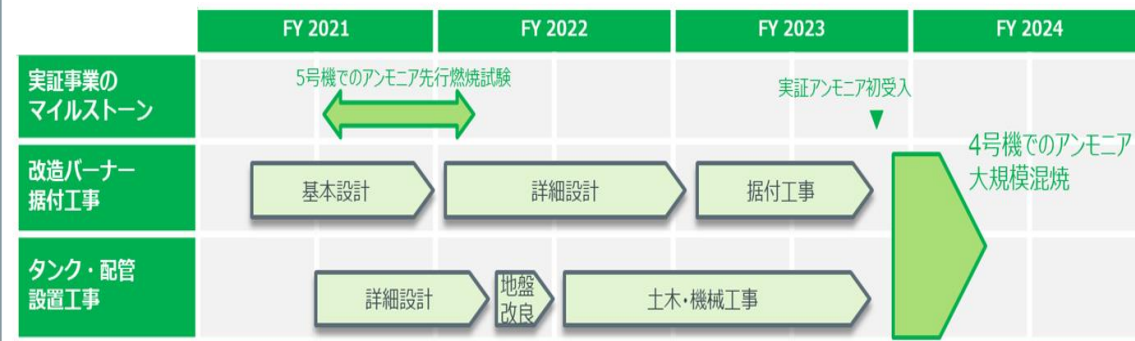
- 1万kWの燃焼試験炉での実証試験を通じて、既にNOxを抑制した混焼の基礎技術は確立。
 - 基礎技術を踏まえ、NEDO支援によってJERA碧南火力発電所における実機実証を開始。
- (第1段階) アンモニア供給ノズルの材料選定のため、従来の微粉炭バーナー（2本）にアンモニア供給ノズルを追加し、アンモニア混焼バーナーとしての試験運転を行う。
- (第2段階) 100万kW級商用石炭火力において、アンモニア20%混焼の実証運転を行う。全バーナーをアンモニア混焼バーナーに改造し、20%混焼時の燃焼特性等を把握するための実証運転を行う。
- 2022年5月に、燃料アンモニアの20%混焼の開始時期の約1年前倒し（2023年度から実施）を発表。



碧南火力発電所外観



実証事業のスケジュール

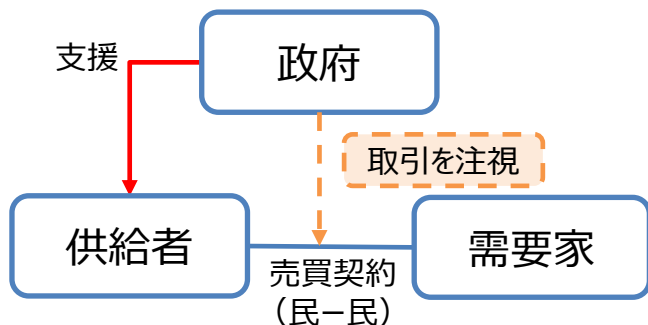


水素・アンモニア大規模サプライチェーン構築に向けた支援制度

- 水素・アンモニアの供給コストと需要家への販売価格の差に着目した支援制度を創設することで、供給事業者の投資予見性を高め、民間ベースでの大規模なサプライチェーン構築を目指す。
※様々な国や地域で水素・アンモニアの大規模な社会実装に向けた支援策導入が活発化。

支援スキーム (イメージ)

水素等供給コストと需要家への販売価格の差に着目。事業者の投資を促すスキーム。



支援の対象となる水素・アンモニアプロジェクトの選定

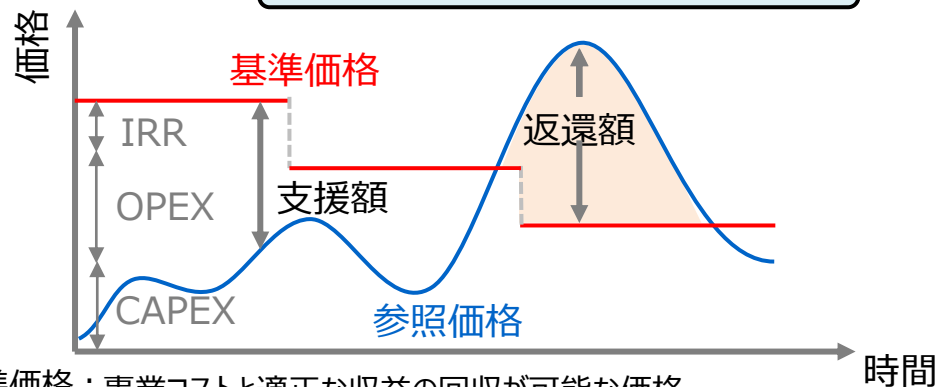
- ① **中立性、透明性**が担保される環境で、**S+3E**を前提とした総合的な評価軸のもと、戦略的に案件を選定。

【評価項目 (案)】

- 単位量あたりの水素等供給コスト
- 支援終了段階での**経済的自立性**
- 製造から運搬に係るサプライチェーンの安全性 (**経済安全保障**の観点)
- CO2削減度合いに応じた評価 (環境性)
- **保安基準**のクリア
- 事業実現の確実性 (技術レベル・オフテイカーの確保や多様性・最低供給量等) 等

制度の骨格

$$\text{値差} = \text{基準価格} - \text{参照価格}$$



基準価格：事業コストと適正な収益の回収が可能な価格
一定期間 (例：5年) ごと見直し、支援額を適切な水準に合わせる。

参照価格：既存燃料とのパリティ価格を基礎として設定される価格
*パリティ価格：比較となる燃料が水素等と同等の熱量を得るのに必要な燃料価格

- ② 水素・アンモニア供給に係るCO2排出量の提出を求め、**国際的に遜色のない基準**を満たす案件を支援。

| 目指す姿 |
|---|
| 2030年を目途に ~3.4kg-CO2/kg-H2* を達成する水素等を支援 |

*第6回水素アンモニア小委でJH2Aより提案

| 基準 (国・地域) | GHG排出原単位 [kgCO ₂ /kgH ₂] |
|----------------------------------|---|
| RED/RFNBO (EU) | 3.4 |
| CertifHy Low Carbon (EU) | 4.4 |
| EU taxonomy | 3 |
| Low Carbon Hydrogen Standard (英) | 2.4 |
| CHPS (米) | 4 |
| IRA (米) | 0~4 |

(参考) 国際的なCO2排出量基準

効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備支援制度

- 水素・アンモニアの安定・安価な供給を可能にする大規模な需要創出と効率的なサプライチェーン構築を実現するため、国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備。

(水素・アンモニアの潜在的需要地のイメージ)

大規模発電利用型

- 大規模なガス/石炭火力発電所が単独で存在。



碧南の例

多産業集積型

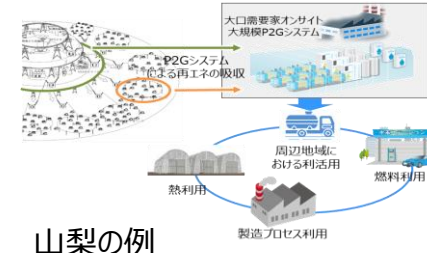
- 石油精製・化学、製鉄等の産業集積。



川崎の例

地域再エネ生産型

- 再エネから水素・アンモニア製造を行う。



山梨の例

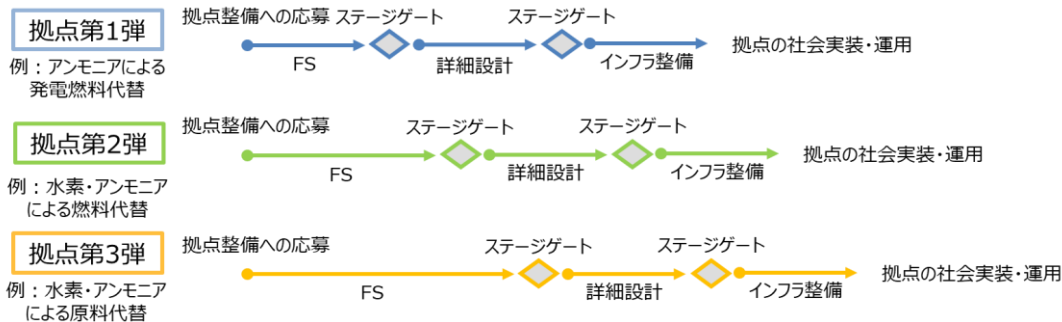
＜今後10年間程度で整備する拠点数の目安＞

大規模拠点：大都市圏を中心に3か所程度
中規模拠点：地域に分散して5か所程度

制度イメージ

■ ①拠点整備の事業性調査 (FS) ②詳細設計 (FEED) ③インフラ整備 の3段階に分けて支援。GI基金の例を参考に、ステージゲートを設け、有望な地点を重点的に支援。

■ 利用される技術の技術成熟度レベル (TRL) が実装段階を超えてから一定の期間内に③インフラ整備の支援を行うものとし、それ以前に①FS支援、②詳細設計支援の期間を用意。



支援範囲

■ 多数の事業者の水素・アンモニア利用に資するタンク、パイプライン等の共用インフラを中心に支援。

＜支援対象例＞



他制度との連携

■ 水素・アンモニアの大規模な商用サプライチェーン構築のためには、サプライチェーン構築支援から拠点整備まで連携して支援を行うことが効果的。そのため拠点整備を活用する際には、サプライチェーン構築支援においても優遇するなど、制度間の連携を図る。

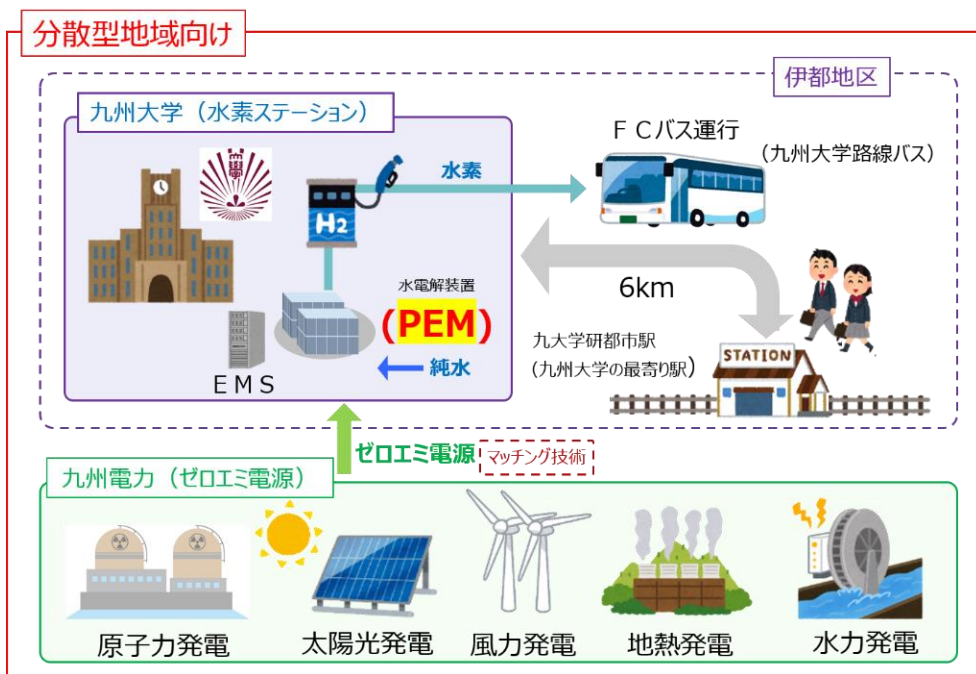
■ 国交省で推進するカーボンニュートラルレポートや、GX実行会議で検討が進められている製造業の燃料転換等の支援策とも連携し、切れ目のない支援を実現する。

1. 水素社会実現に係る政策的な位置づけ
2. 水素基本戦略の改定とその取組内容
- 3. 地域における水素利活用の促進**

地域における水素利活用の促進

- 地域における水素製造・利活用は、地域資源を活用した水素の製造、貯蔵、運搬、利活用の各設備とインフラネットワークの整備を通じた地域水素サプライチェーン構築が重要。
- 地域政策の核となる地方自治体のリーダーシップの下、地域内の企業や関係団体との連携・共同、地域間の連携推進により、ベストプラクティスや知見の共有・横展開を通じ、水素利活用が促進されることを期待。

水素社会モデル構築実証



H2 Twin Cites

神戸市と英国アバディーン市との連携



浪江町と米国ランカスター市、ハワイ郡との連携

ご静聴ありがとうございました