

カーボンニュートラル時代における 水素政策の今後の方向性

2022年9月

資源エネルギー庁

新エネルギーシステム課

2050年カーボンニュートラル宣言とエネルギー基本計画の改定

- 菅総理（当時）は2020年10月26日の所信表明演説において、我が国が2050年にカーボンニュートラル（温室効果ガスの排出と吸収でネットゼロを意味する概念）を目指すことを宣言。
- また、2021年4月の気候サミットで、2050年カーボンニュートラルの長期目標と統合的で、野心的な目標として、我が国が、2030年度において、温室効果ガスの2013年度からの46%削減を目指すことを宣言するとともに、さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく決意を表明。
- これらの目標の実現に向けたエネルギー政策の道筋を示した「第6次エネルギー基本計画」を昨年10月に閣議決定。

2020年10月26日総理所信表明演説（抜粋）

<グリーン社会の実現>

我が国は、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、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。

2021年4月22日総理スピーチ（抜粋）

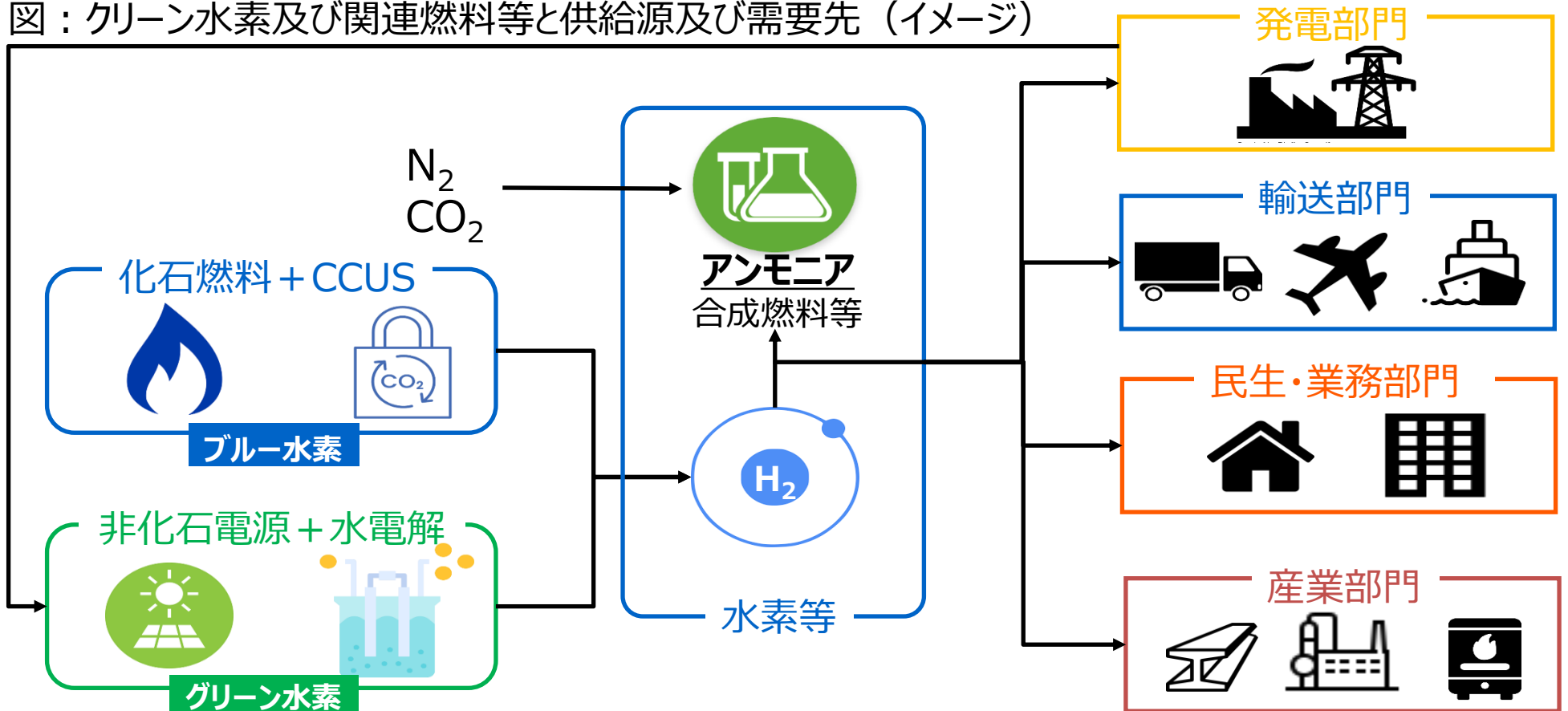
<2030年目標>

地球規模の課題の解決に、我が国としても大きく踏み出します。2050年カーボンニュートラルと統合的で、野心的な目標として、我が国は、2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指します。さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けてまいります。

エネルギー政策的観点から見た水素等の重要性

- 水素は化石燃料や再エネなど、様々なエネルギーから製造することが可能であるため、**エネルギー安全保障の強化に寄与**。特に余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することが可能であるため、**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。
- 加えて需要側では、**電力分野の脱炭素化に貢献**するだけでなく、電化による脱炭素化が困難な**輸送部門、産業部門(原料利用、熱需要)**等、**多様な分野の脱炭素化**にも貢献。
- また、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）

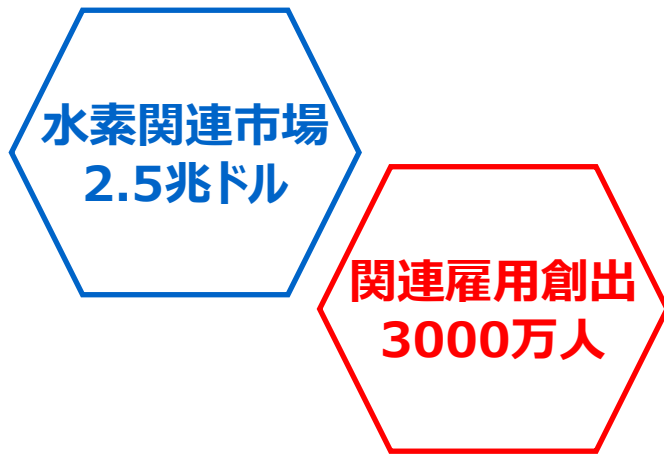


産業政策的観点から見た水素・アンモニアの重要性

- 現在、日本企業は水素・アンモニア分野で優れた技術・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。

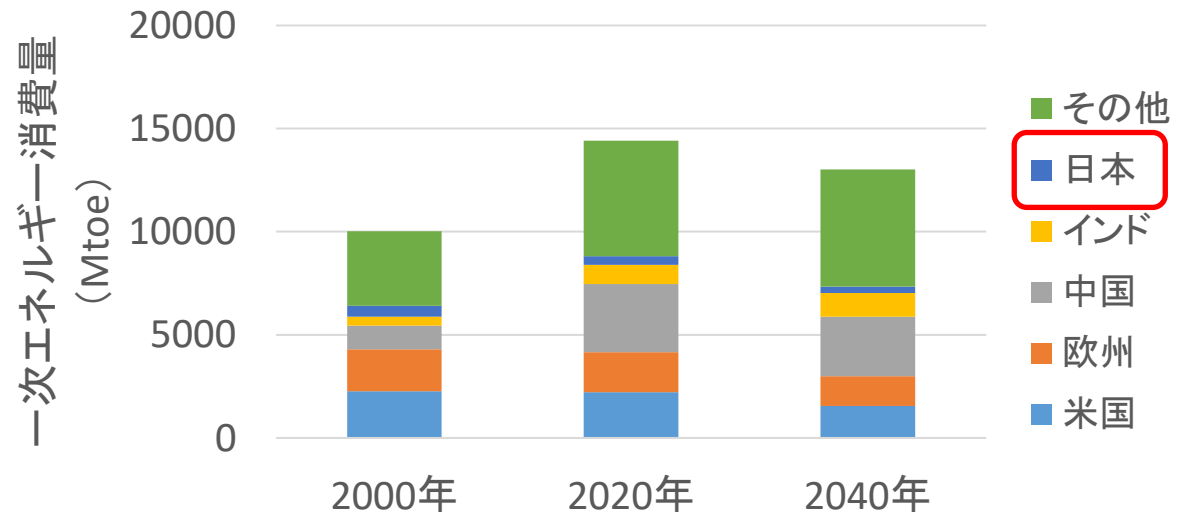
2050年の世界展望

*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



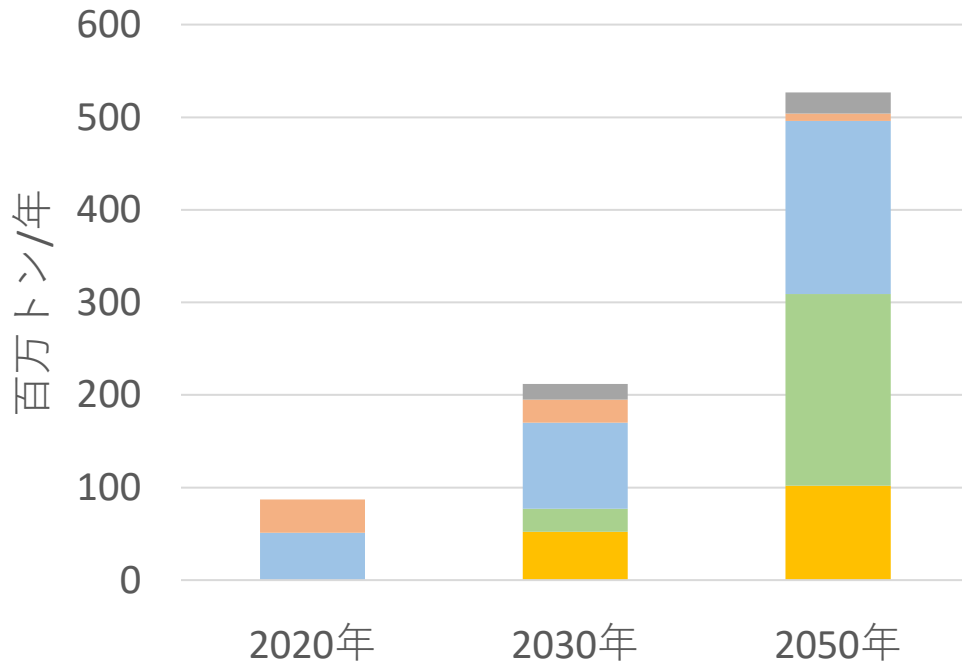
規模の経済を最大限に生かすためにも、世界市場の取り込みが今後はより重要に

水素・アンモニアの需要量の推移および分析

- IEAのNZEシナリオ（※）では2030年は**発電部門が需要拡大を牽引**。輸送部門は、**商用車（FCトラック等）でも水素の導入が拡大**する見込み。 ※NZE: Net Zero Emissions by 2050シナリオ
- 国内においても、既存の産業分野やFCV等による需要に加えて、**ガス火力での混焼、水素還元製鉄、メタノール等基礎化学品の合成**といった**産業プロセスの原料等様々な用途での利用が期待**されている。

【IEAのNZEにおける世界の水素等需要量の推移】

※アンモニア、合成燃料等水素化合物も含む



■ 発電 ■ 輸送 ■ 産業(鉄・化学等) ■ 石油精製 ■ その他

【国内における水素の潜在需要量】

分類	用途例	潜在需要量	備考
輸送	FCトラック	約600万トン	大型・小型トラック代替可能台数
	内航船	約111万トン	重油を液化水素全量置換
発電	水素発電	約578.2万～667.2万トン	電源構成比10%代替
産業	熱需要	3,400万トン/年	産業部門最終エネルギー消費量より算出
	化学	約695万トン	エチレン生産全量転換
	製鉄	約700万トン	水素還元製鉄100%

※第1回水素政策小委資料【資料3】より抜粋

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。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次エネ基閣議決定、
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*) → 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。

- 水素の社会実装を加速化するためには、**日本が強みを発揮できる5つの戦略分野**において、技術開発、導入支援・制度整備、インフラ整備、規制改革・国際標準化などの政策ツールを最大限動員する必要がある。

日本が強みを発揮できる5つの戦略分野

①輸送部門
(FCV・商用車・船舶等)

②国際水素サプライチェーン
(水素運搬船等)

③水電解装置

④水素発電
(燃料電池、大型タービン)

⑤産業部門での
燃料・原料利用

主な政策ツール



技術開発



導入支援・制度整備



インフラ整備



規制改革・国際標準化

- 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



7,418台普及

(7月末時点)



(7月末時点)

178箇所 (整備中含む)

(米国) 175箇所 (欧州) 186箇所
(中国) 178箇所 (韓国) 88箇所

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)

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**

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

水素を「つくる」



ENEOS
水素ステーション

水素を「つかう」



TOYOTA
FCEV



WOVEN CITY

②国際水素サプライチェーン

- 液化水素については、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4月）**。
- また、メチルシクロヘキサン（MCH）についても、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

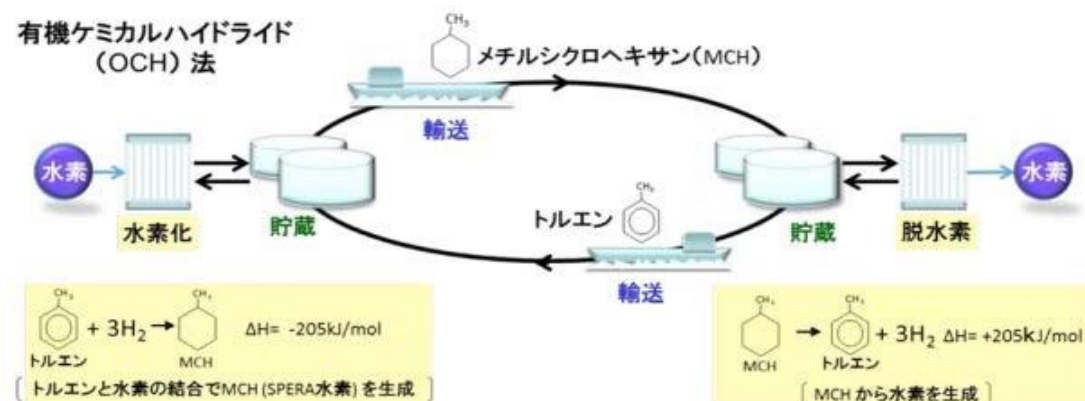


2022年4月9日 官邸HPより



液化水素運搬船
「すいそ ふろんていあ」

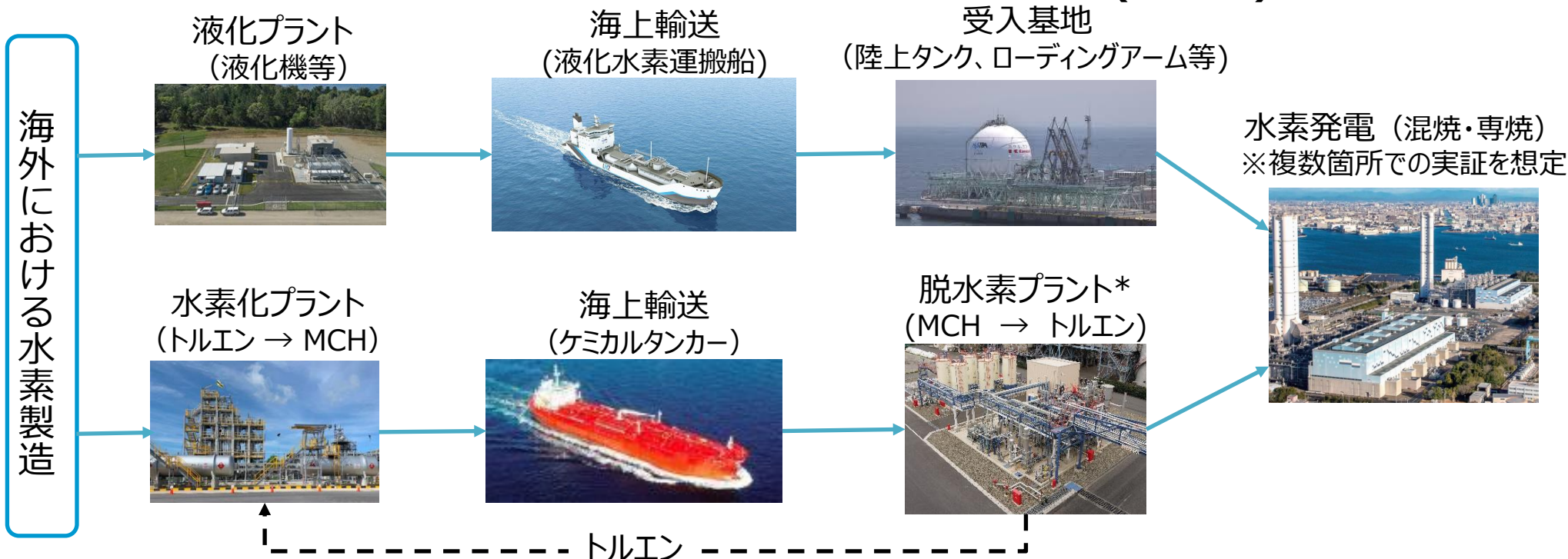
MCH（メチルシクロヘキサン）の脱水素化



(参考) GI基金：大規模水素サプライチェーンの構築（国費負担額：上限3,000億円）

- 水素社会の実現に向け、**大規模水素サプライチェーン構築と需要創出**を一体的に進めることが必要。
- 将来的な**国際水素市場の立ち上がり**が期待される中、日本は世界に先駆けて液化水素運搬船を建造するなど、**技術で世界をリード**。大規模需要の見込める**水素発電技術についても我が国が先行**。
- そのため、複数の水素キャリア（液化水素、MCH）で**①輸送設備の大型化等の技術開発・大規模水素輸送実証を支援**することに加え、**②水素発電における実機での水素の燃焼安定性に関する実証**を一体で進めるなどし、**水素の大規模需要の創出と供給コスト低減の好循環の構築**を推進し、**供給コストを2030年に30円/Nm³、2050年に20円/Nm³以下（化石燃料と同等程度）**とすることを旨とする。

液化水素、メチルシクロヘキサン（MCH）の大規模水素サプライチェーン(イメージ)



*製油所等、既存設備を最大限活用することを想定

出典：HySTRA、AHEAD、各社HPより資源エネルギー庁作成

③水電解装置（再エネ由来水素の利活用）

- 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**（※））。
- こうした新しい成長市場を日本の水電解装置が獲得することを目指し、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。

（※）水素製造量年間200トン。FCV約2000台に相当。

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）

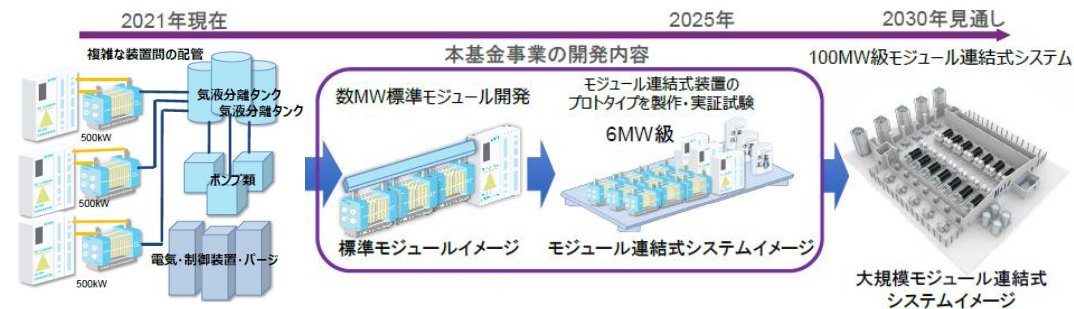


10MWの水電解装置

（出典）旭化成（株）

GI基金での技術開発例（日立造船、東レ等）

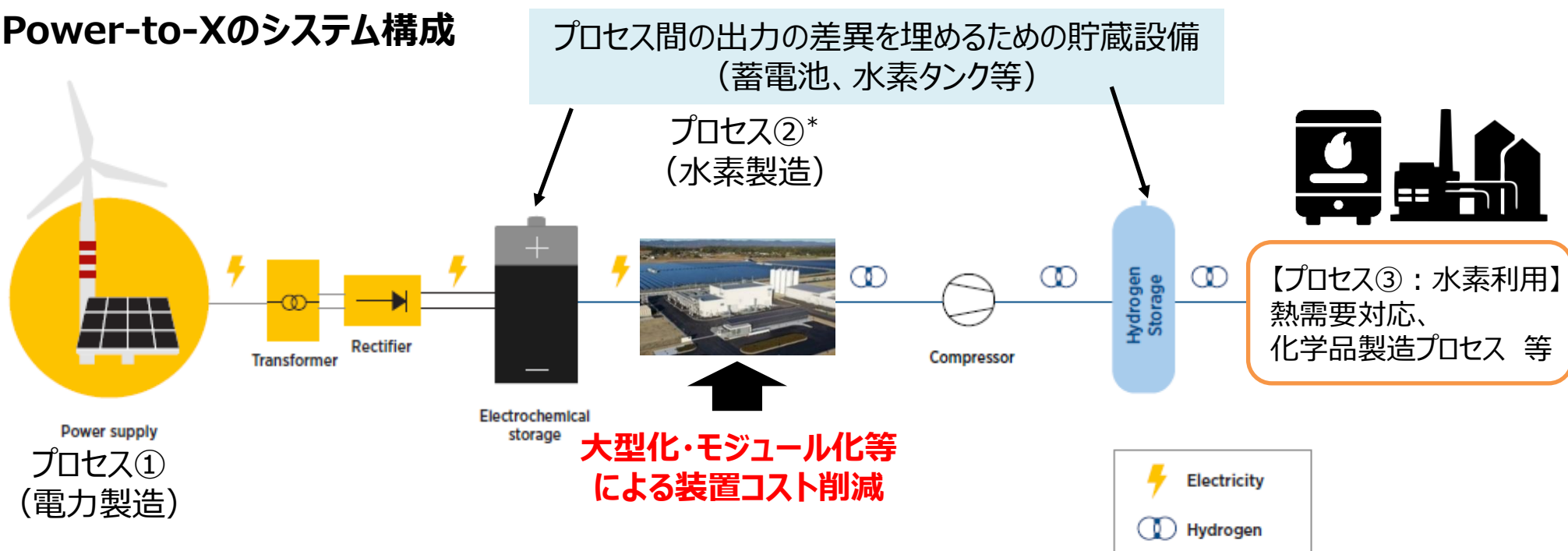
システムコスト削減に必要な**大型化**を、各種機器の**モジュール化**とともに進めることで、**2030年に欧州等と遜色ないコスト水準（6.5万円/kW）**を目指す。



（出典）山梨県企業局等

- 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)

④水素発電（大規模水素発電）

- 水素発電の社会実装には、混焼、専焼とも、**①天然ガスより燃えやすい水素の特性に対応した燃烧器の開発**と、**②実際のタービンでの長期安定運転の検証**を行う必要がある。
- 小型の水素発電においては、**既に専焼においても実機での検証まで終了**。他方、大型については、混焼は燃烧器の開発を終了し、専焼は開発中。
- 今後は、GI基金を活用し、残された技術開発を完了することで、**国内外での普及を加速する**。

国際水素サプライチェーンと一体的にGI基金で実施予定
（実施者：JERA、関西電力、ENEOS）

【水素タービンの技術開発動向】

	混焼(10%)	専焼
大規模タービン(1MW～) メーカー：三菱重工	①燃烧器開発：完 ②実機運転実証：未完	①燃烧器開発：未完 ②実機運転実証：未完
小規模タービン(～1MW) メーカー：川崎重工	①燃烧器開発：完 ②実機運転実証：完	

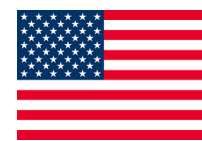
【世界の水素発電の主な動き（日本企業の受注）】

蘭マグナム

出力：440MW

運転開始：2027年

備考：当初から専焼発電を志向



米ユタ州

出力：840MW

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

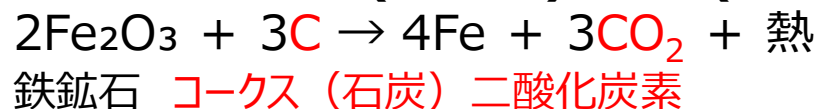
⑤ 産業部門での燃料・原料利用

- 鉄鋼分野の脱炭素化のために、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GI基金等も活用しながら技術開発中。
- また、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。
- 製造プロセスの転換や、水素の燃焼特性に合わせた技術開発等を行う必要。

原料としての水素（例：鉄鋼分野）

【還元剤毎の反応式】

① 既存技術：炭素(コークス)の利用(発熱反応)



② 革新技术：水素の利用（吸熱反応）



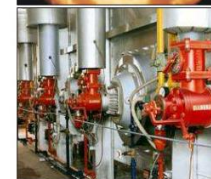
【普及のための課題例】

- 熱の補填の仕組みや高炉内の通気・反応促進等に関する技術開発
- 大量かつ安価な水素供給の必要性
（700万トン/年、8円/Nm³（※試算））

熱源としての水素

【電化が困難な高温熱の例】

- ガラス、アルミ、亜鉛溶解炉
- ガス溶接バーナー
- ナフサクラッカー



【普及のための課題】

- 燃焼速度が速い
 - NO_x 排出量の増加
 - 火炎放射が弱い
- 機器側の技術開発による対応
or メタネーション等の燃料合成による対応

商用サプライチェーン構築に向けた値差支援制度について（海外先行検討事例）

	英国案 Low Carbon Hydrogen Business Model	ドイツ案 H2 Global
①政策的位置づけ・役割	<ul style="list-style-type: none"> 水素戦略で2030年の目標として掲げた、低炭素水素製造能力を10GW（水電解で半数以上）確保 将来的な柔軟な制度変更を示唆、市場が十分成熟したタイミングで終了 	<ul style="list-style-type: none"> 経済対策予算(9億€、約1200億円)の範囲内で水素製品の供給と利用を早期に実現 2034年までの時限措置
②支援対象の水素等	<ul style="list-style-type: none"> 国内低炭素水素製造者 CO2閾値を設定し、低炭素水素を定義 	<ul style="list-style-type: none"> 海外再エネ由来水素を利用し製造したアンモニア、メタノール、eケロシンを輸入
③支援方法	<ul style="list-style-type: none"> 水素取引(多様な分野での水素利用を想定)における値差補填・量的リスク緩和 	
④考慮すべきリスク	<ul style="list-style-type: none"> 事業者の価格、量的リスクの低減を志向（具体的な手法は異なり、下図参照） 	
⑤供給コストの低減	<ul style="list-style-type: none"> 基準価格の決定に際して、入札を軸に個別査定も含め検討。 	<ul style="list-style-type: none"> 売り手・買い手の数量と値段決定をそれぞれで入札実施
⑥他政策との関係	<ul style="list-style-type: none"> 水素製造施設の開発費や建設費等を支援する別制度と共同入札を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 特段言及無し（ただし、国内再エネ由来水素など、支援対象外の場合は別途支援）
⑦開始時期	<ul style="list-style-type: none"> 2022年中に検討完了、23年3Qから契約締結 	<ul style="list-style-type: none"> 2022年中に入札開始、24年供給開始
支援スキーム図 (イメージ)		

水素・アンモニア等の燃料・産業の集積拠点の形成に向けた政策の方向性

- 効率的なCN燃料供給インフラの実現、コンビナート等の既存のインフラや産業集積の活用、炭素等などのマテリアル循環の最適化、周辺需要の効果的な発掘・集積などを視野に入れながら、国際競争力ある産業集積や拠点整備を促す措置について、制度的枠組みを含め検討。

水素・アンモニアの潜在的需要地のイメージ例

海外の拠点形成施策の例

多産業集積型



- 電力以外に石油化学、石油精製、製鉄等の産業が集積。
- 複数の用途で水素/アンモニアの利用が見込まれる。

(川崎市の例)

大規模発電利用型

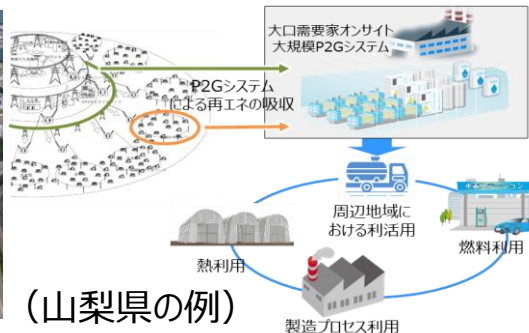
- 大規模なガス/石炭火力発電所が存在。
- 水素・アンモニア発電を中心に導入。



(碧南の例)

地域再エネ生産型

- 地域で再エネ生産を行い、水素・アンモニア製造を行う。
- 地域での需要創出が重要。



(山梨県の例)

	英国 (低炭素クラスター)	米国 (水素ハブ)
概要	<ul style="list-style-type: none"> ✓CCUS拠点と連携、相互に水素パイプラインで接続 ✓2030年までに10GW規模の水素生産を目指し、10MtのCO2を回収を実現 ✓先行する2か所を選定中 	<ul style="list-style-type: none"> ✓大規模なインフラと多様な需要家を同地域に立地させることで大量・低コストのクリーン水素を展開する構想 ✓2025年までに計画を選定 ✓その後、ハブの性質に応じ、5年+aかけ構築・展開
目標数	<ul style="list-style-type: none"> ✓2020年半ばまでに2か所 ✓2030年までに追加2か所 	<p>想定ケース①</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓大規模拠点を4か所 <ul style="list-style-type: none"> ・化石燃料由来2か所 ・再エネ由来1か所 ・原子力由来1か所 <p>想定ケース②</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓様々なスケールの拠点を6~10か所
予算規模	<ul style="list-style-type: none"> ✓約13億ポンド ・CCSインフラ基金：10億ポンド ・産業エネルギー移行基金：3億1500万ポンド 	<ul style="list-style-type: none"> ✓約80億ドル