

水素システム社会の実現

2021年6月29日

一般財団法人日中経済協会 専務理事

東京工業大学特任教授

杉田 定大

◇更なるコンビナートの発展に向けて

- 電力、蒸気、水素、廃棄物のエネルギー活用、原料多様化等、コンビナート全体の連携強化と拡大による更なる発展を期待
- 石油・化学・電力・ガス・鉄鋼等産業、地域共生

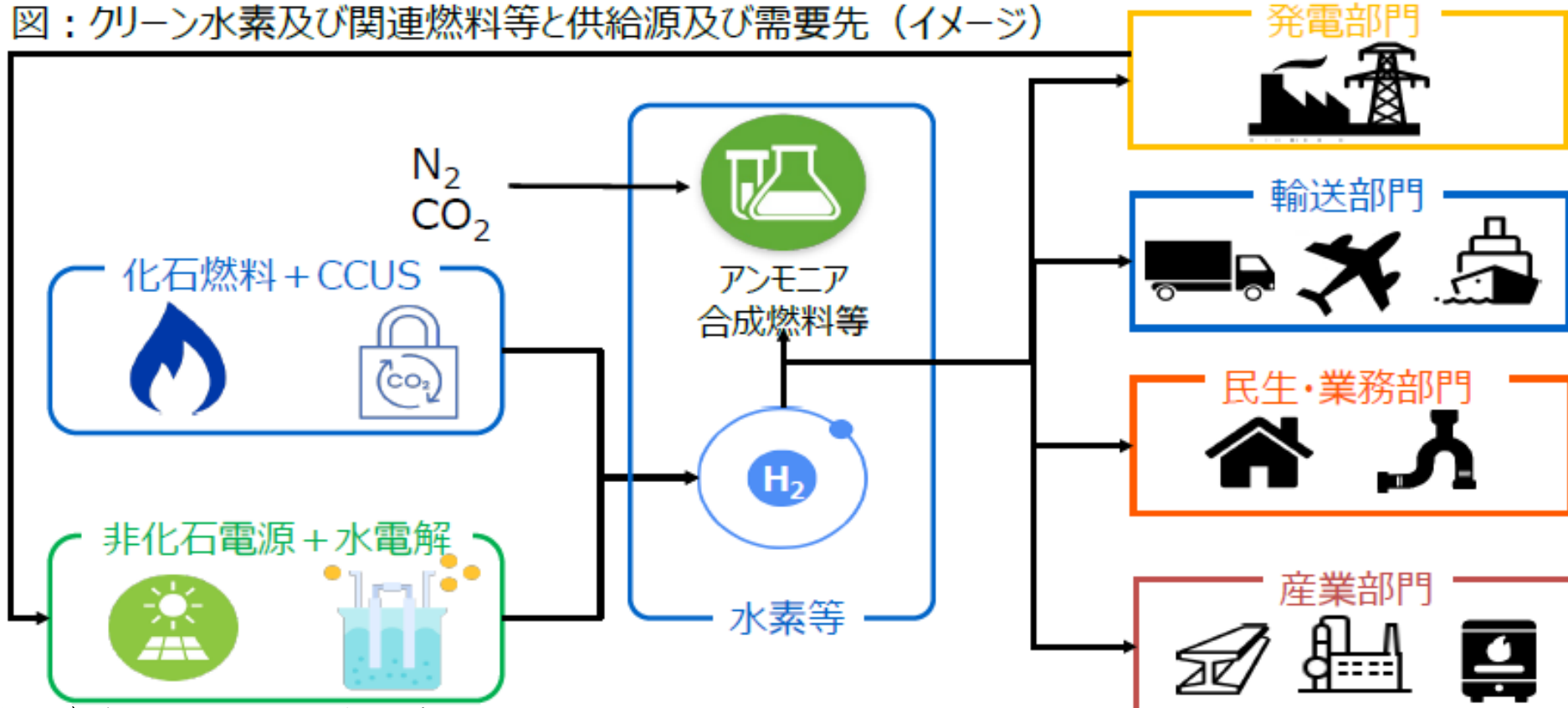


1、世界・欧米の水素システム

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）

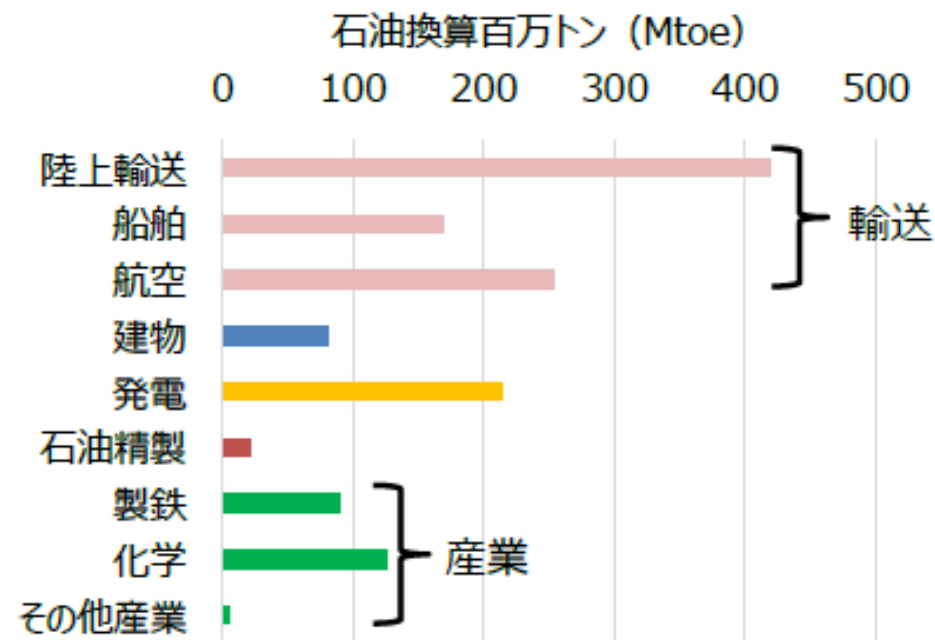
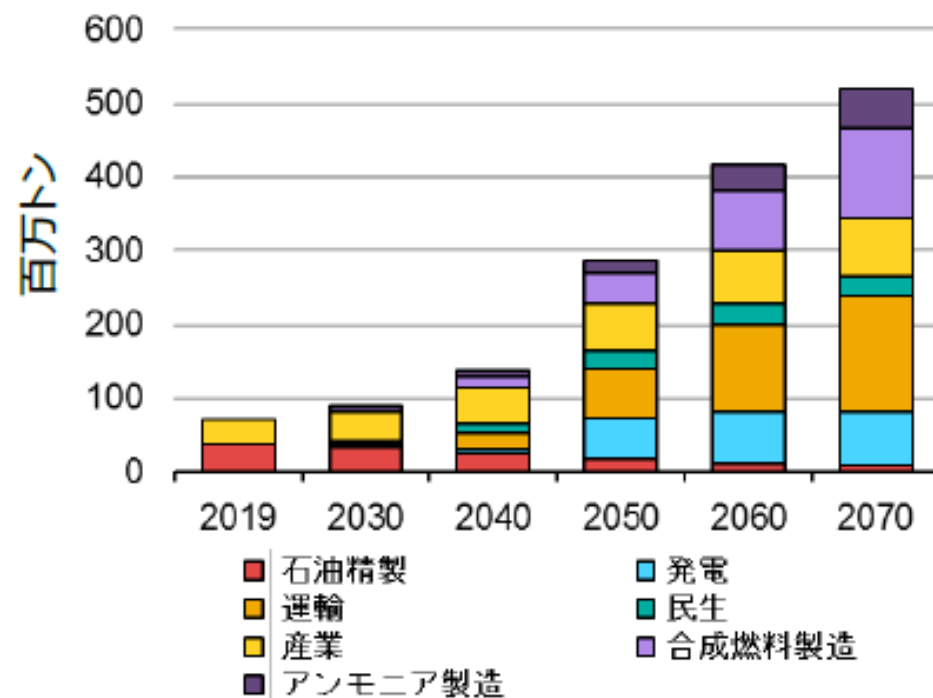


(出所)資源エネルギー庁HP

IEAの世界水素需給予測（需要側）

- IEAはパリ協定を遵守等するシナリオ（SDSシナリオ）においては、2070年にカーボンニュートラルを達成する必要があり、その際の世界の水素需要は約5.2億トン(最終エネルギー消費に占める水素関連シェア:約13%)を見込む。
- 特に、電化等による脱炭素化が困難な輸送部門や産業部門に加え、発電部門での水素の大規模実装が重要と考えられている。

IEAによる水素需要の推移と2070年の各部門における水素関連*需要（SDSシナリオ）



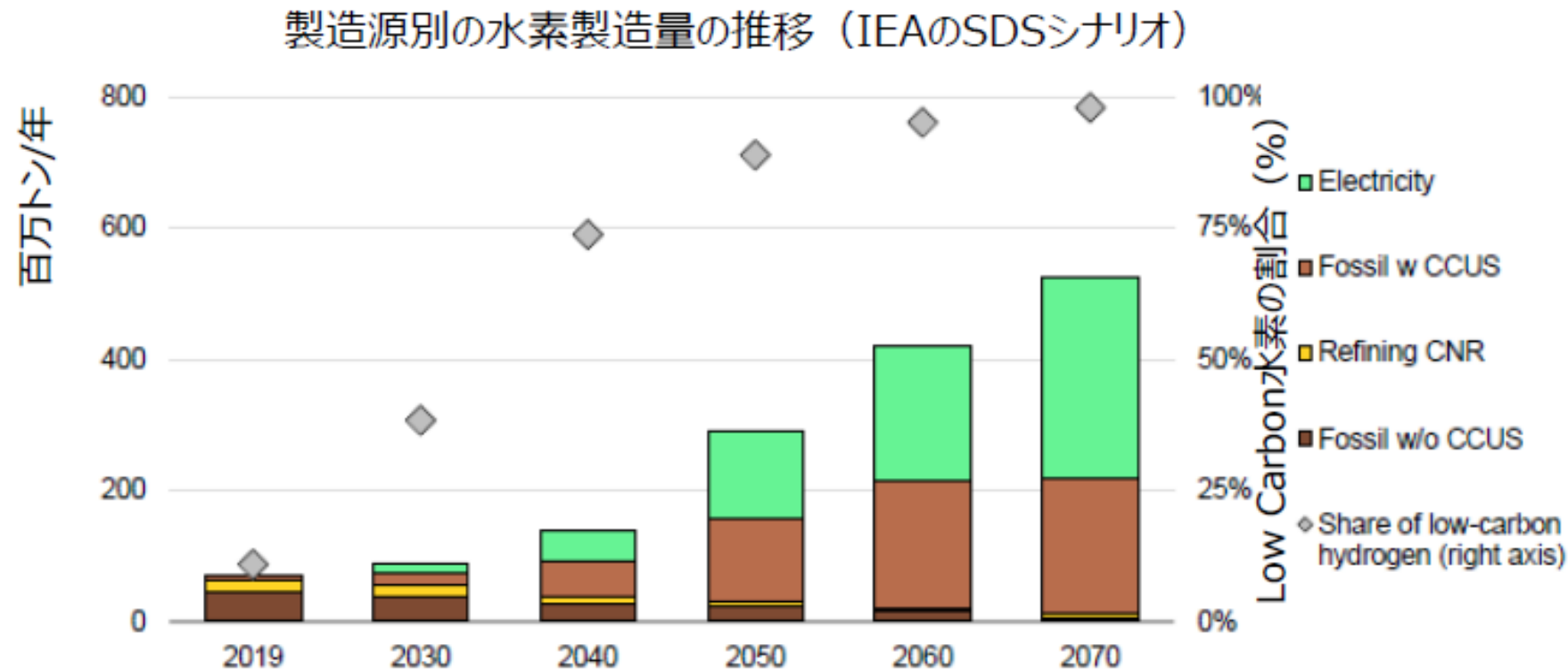
*水素関連：アンモニア、メタネーション等を通じた合成燃料を含む

(出典) IEA, Energy Technologies Perspectives 2020

(出所)資源エネルギー庁HP

IEAの世界水素需給予測（供給側）

- IEAのSDSシナリオの予測では、2070年時点では、再エネ由来水素が約6割、化石燃料由来水素が約4割となる見込み。2070年時点の水電解装置の総容量は3300GWを見込む。
- また、当面（少なくとも今後10年は）はCCUSを実装しないグレー水素等が供給の大きな割合を占めることが予想される。



IEA 2020. All rights reserved.

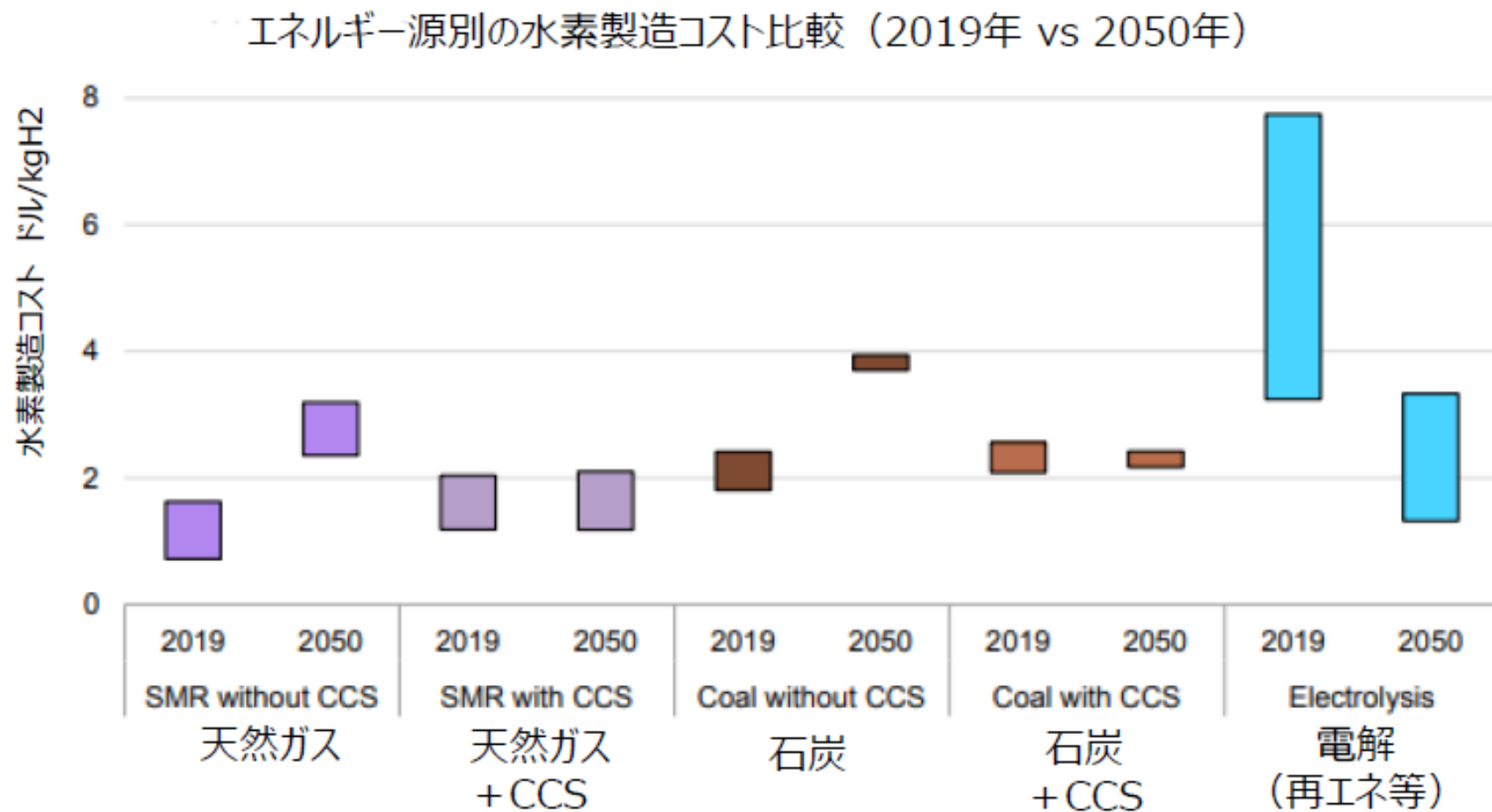
Note: CNR = hydrogen as by-product from catalytic naphtha reforming in refineries.

(出典) Energy Technology Perspectives 2020

(出所)資源エネルギー庁HP

(参考) 世界の水素製造コストに関するIEA予測

- 再エネ電源がコスト競争力を有するにつれ、2050年には一部地域において化石燃料+CCUSで製造されるCO₂フリー水素に対して、電解(再エネ等由来)水素がコスト競争力を有する見込み。



(出典) IEA, Energy Technology Perspectives 2020

(出所)資源エネルギー庁HP

世界の水素需要

- 世界では、2018年時点で年間50GtのGHGが排出されており、削減していくには、今後、水素の役割が大きいとされるが、これまでの水素の用途は、製油所における精製用途と肥料製造（アンモニア）が主であり、2018年の世界水素需要74百万tのうち、約94%を占めた。需要伸長は年間+1~2百万tで推移してきている。今後、水素は、低炭素及びゼロ炭素エネルギーとして、貯蔵運搬媒体、合成燃料や化学原料等としての用途拡大が見込まれる。クリーン水素は2050年までに世界のエネルギー需要の24%を占め、年間売上高は€6,300億に達するとの推定もあるとされる。

世界の水素戦略

2017年12月	日本「水素基本戦略」
2018年6月	フランス「水素展開計画」
2018年8月	米国（カリフォルニア州）「カリフォルニア州FC革命」
2019年1月	欧州燃料電池水素共同実施機構「欧州水素ロードマップ」
2019年6月	IEA技術レポート「The Future of Hydrogen」
2019年11月	オーストラリア「欧州水素戦略」
	米国（民間）「水素経済ロードマップ」
2020年4月	欧州（民間）「2 × 4 0 GWグリーン水素イニシアティブ」
2020年6月	ドイツ「国家水素戦略」
2020年7月	欧州委員会「気候中立のための水素戦略」
2020年9月	フランス「カーボンフリー水素開発のための国家戦略」
	（中国補助金政策から都市クラスター戦略へ）
2020年10月	スペイン「水素ロードマップ・再エネ水素へのコミットメント」

(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、2040年10GW）。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。
- 中・長期的な大規模水素輸入に向けたサプライチェーン実証プロジェクトを実施予定。
- 連立与党が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。
- 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。
- ユタ州のIPPが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。（MHPS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。



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。水素の製造、輸送・貯蔵、利用に向けて取り組む。
- 官民連携によるグリーン水素アライアンスを立ち上げ。
- 輸送分野では、商用車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、年間60万トンのグリーン水素生産を目標として設定。
- グリーン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。
- 産業の脱炭素化に加え、大型FCTラックの開発が優先項目に。



中国

- 2016年省エネ・新エネ車の技術ロードマップにおいてFCVの普及目標を策定。現在は商用車中心に普及が進む。
- 2020年4月にFCV産業のサプライチェーン構築への助成を発表。水素関連技術の競争力確立を目的とし、モデル都市を選定し、FCVや水素ステーションの技術開発・普及に奨励金を与える。

欧州の水素戦略

欧州委員会（EC）より2019年12月12日に発表された「欧州グリーンディール」では、2050年までの気候中立と2030年までの温室効果ガス（GHG）排出削減目標を1990年比で少なくとも50%削減とし、55%削減に向けて取り組むという目標が定義された。その後一年が経過し、2020年12月の欧州理事会にて、2030年までのGHG削減目標は、1990年比で現行の40%から55%へと引き上げることが合意されるに至った。しかし、現在の欧州連合（EU）のGHG排出量は、1990年対比で23%削減されたレベルに止まっており、その間、水素への取り組み加速の為、2020年7月8日に、ECは「A Hydrogen Strategy for a climate-neutral Europe（欧州気候中立を達成するための水素エネルギー戦略）」を公表し、EUの水素戦略は、経済発展を確保しつつ、経済の脱炭素化という主要な目標を追求する、より広範な環境戦略、産業戦略の一部であるべきであるとした。

- 欧州需要としては、**FCH-JU**（燃料電池水素共同実施機構）が2019年2月に策定した「Hydrogen Roadmap Europe」によると、2030年の最終エネルギー需要のうち、水素は665TWh（水素量換算1,700万トン/年）を占める可能性があるとされている。また、そのうち238 TWh（水素換算610万トン/年）は、発電、運輸、熱利用や産業用原料としての新規需要となっており、その60～70%を電解装置によって供給するには40GWの容量が必要とされている。この必要容量が、その後の欧州水素戦略における導入目標の目安。

欧州基幹パイプライン構想

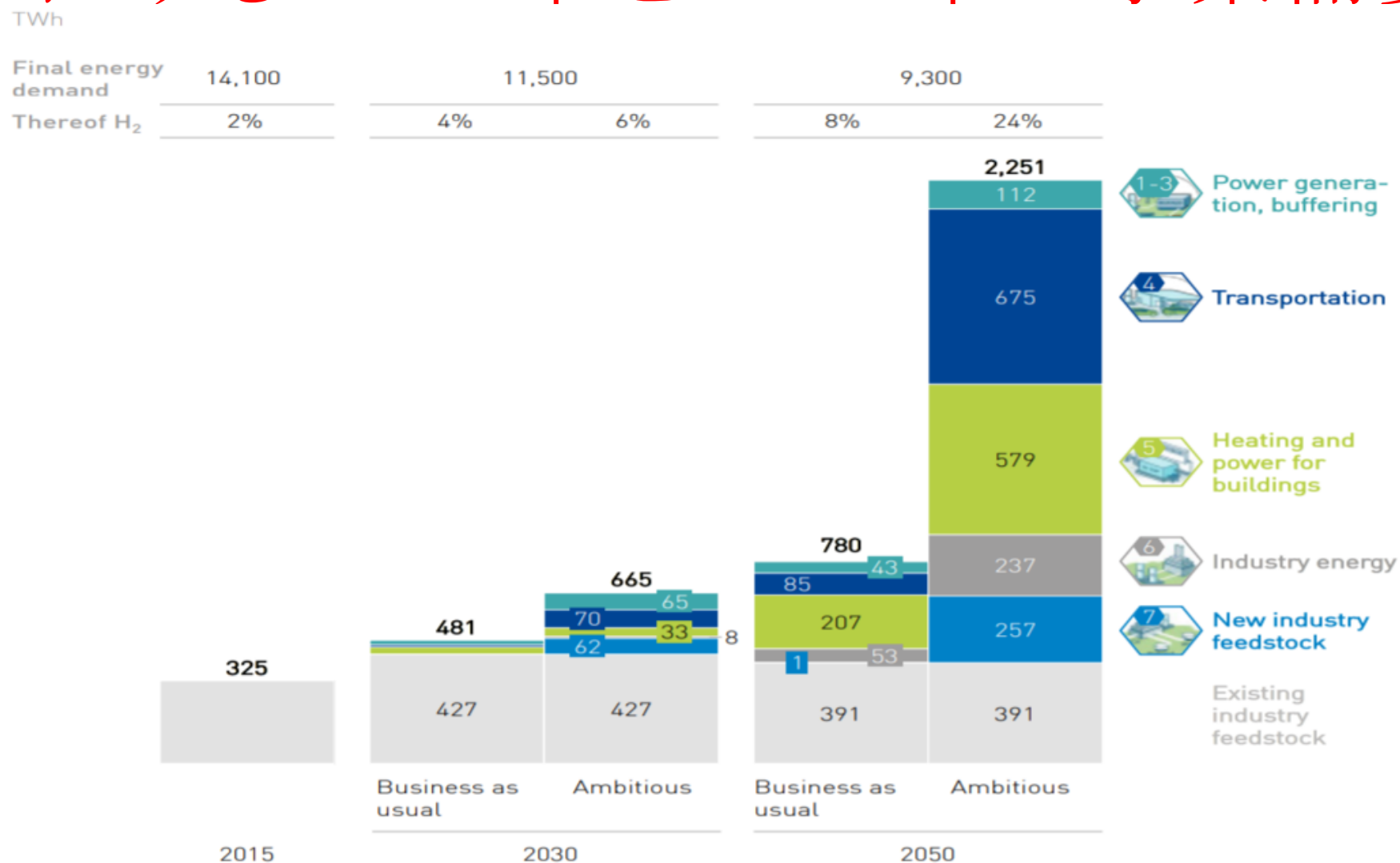
既存天然ガスパイプラインの一部活用による水素長距離輸送への活用：

低発熱量ガスの段階的廃止により、2030年以降、天然ガス需要減少が見込まれることから、既存ガスインフラの活用と再利用は費用対効果の高い手段を提供する可能性があると考えられる。欧州横断エネルギーネットワーク（TEN-E）の見直しや今後10年間のネットワーク開発計画（TYNDP）の策定が必要であり、欧州委員会は取り組みを進めるとしている。

天然ガスへ一定割合の水素混合は効率が悪いが、限られた地域ネットワークにおける再生可能水素生産を促進する可能性はある。また、近隣加盟国が異なる混合基準を設けることで、各国内市場が分断されるリスクがあるため、解決策として、現在のガス基準（国家及び欧州標準化委員会）を見直す。

天然ガスへ一定割合の水素混合は効率が悪いが、限られた地域ネットワークにおける再生可能水素生産を促進する可能性はある。。

欧州における2030年と2050年の水素需要予測



欧州の水素供給（ブルー・グリーン水素）

- 世界における水素供給量の増加予想は様々であり、輸送や暖房需要の想定に大きく左右されるが、電解技術の実用化には今後10~15年はかかるとの見方が多く、2030年までの供給増加量は、**ブルー水素**を主体として2020年対比+約50百万t（例：MacKinsey見通し）とされ、その後、**グリーン水素**の供給シェアが高まると見込まれている。
- 2030年時点では、40GWの電解容量から440万tの水素（既存市場向け100万t(6GW)、新規市場向け340万t(34GW))を生産し、欧州市場の需要予測1,700万トンの約25%をカバーすることが想定されている（表1）。併せて、欧州域外（北アフリカとウクライナ）にも40GW電解装置が設置され、そこから、欧州向けに300万t(欧州市場の約17%)の水素が、輸入される構想が示されており、欧州全体の水素戦略の一部となっている

欧州水素関連投資金額内訳～2050年 累積投資額

- 水素生産能力投資（EU域内）：2050年までに500GWの電解容量
€1,800～4,700億
- 水素生産能力投資（EU域内）：2030年までに40GW電解容量と5百万トンの低炭素水素
生産能力
€240～420億
- 太陽光、風力発電（80～1,200万KW）の電解装置への直接接続
€2,200～3,400億
- 既存水素製造装置の50%に炭素回収貯蔵機能を追加 €110億
- 水素輸送、流通、貯蔵、再充填設備建設（サプライチェーン） €650億
- 最終消費部門の水素適合改造：
- 小規模水素ステーション（400カ所）展開 €8.5～10億
- 水素製鉄設備改造（年産40万トン） €1.6～2.0億
（1ユーロ124円）

米国の水素戦略

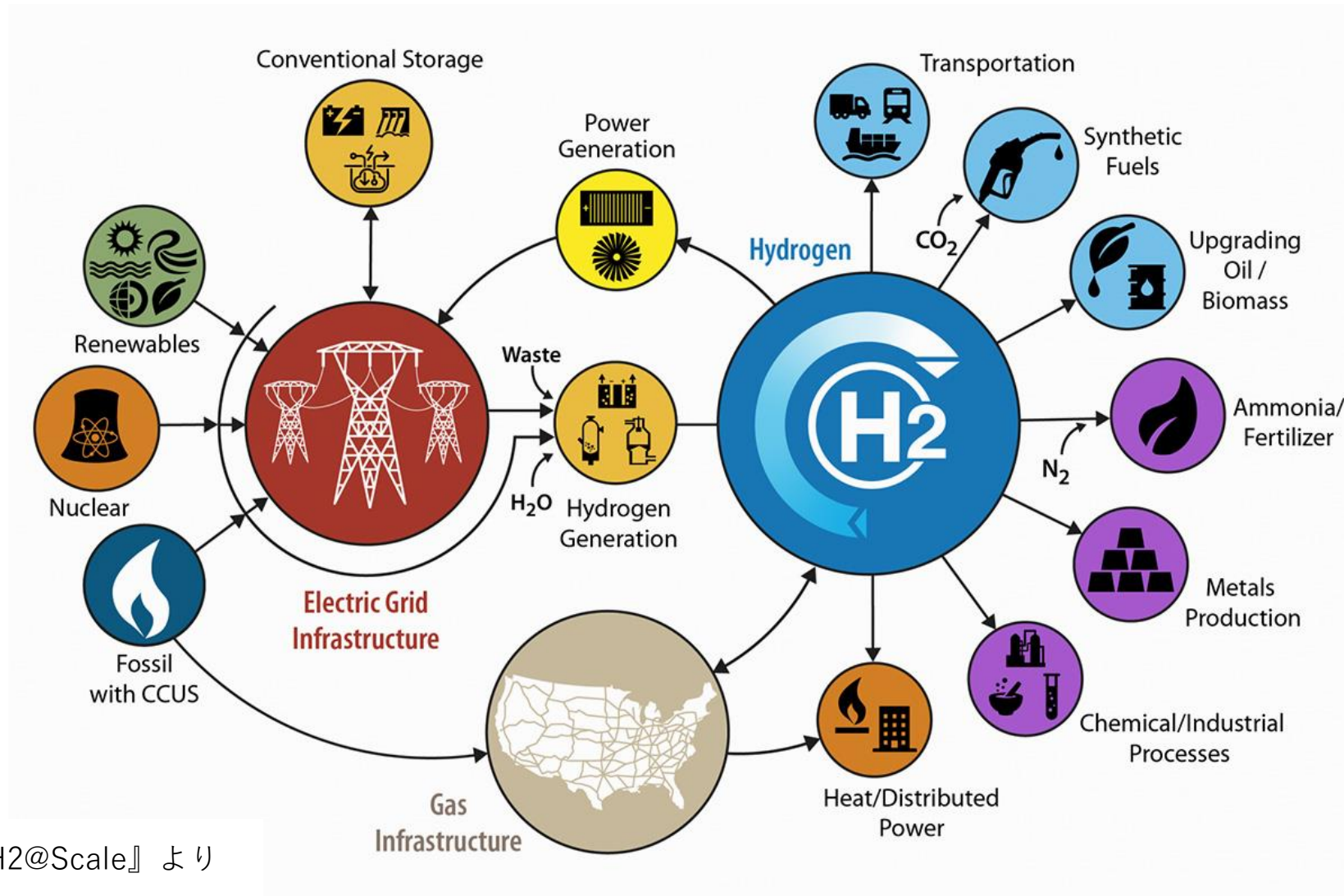
- 米国エネルギー省（DOE：The U.S. Department of Energy）は2020年11月12日、水素研究の開発・実証計画である「[Hydrogen Program Plan](#)」を発表した。政府はエネルギー部門をはじめ、組織横断的に水素研究に取り組む。水素の生産や輸送、貯蔵や使用を強く後押しする目的だ。この計画は、これから数年にわたりアメリカの水素研究の戦略的方向性を示す柱となる。
- エネルギー源としての水素には、多くの利点がある。アメリカ国内の資源を原料として生産でき、多用途に使えること。また、重量あたりのエネルギー密度が高く、ガソリンの約3倍だ。さらに、CO₂排出量も非常に少ない。ギガワット単位のエネルギー貯蔵を可能にし、システムの安定化に貢献する。さらに、製鉄やセメント業など、国内産業界での汎用性も高い。
- 企業が主体となって立ち上げた燃料電池・水素エネルギー協会（FCHEA：The Fuel Cell and Hydrogen Energy Association）が、2019年に発行した「[米国の水素経済へのロードマップ](#)」では、低炭素型エネルギーミックスを実現するためには水素が欠かせないと主張している。
- 水素ビジネスが発展すれば、2050年までに年間7,500億ドルの経済効果と340万人の雇用が生まれると提言した

米国水素プログラムの課題

新しい「**Hydrogen Program Plan**」では、引き続きH2@Scaleビジョン達成のため、以下を主要な課題と位置づけた

- 1, コスト削減と製造や変換システムのパフォーマンス、及び耐久性向上
- 2, 水素と従来のエネルギーシステムとの統合と、輸出障壁への対処
- 3, 供給源の集約による大規模化
- 4, 水素による統合エネルギーシステムの開発と検証
- 5, 革新的で新しい価値提案

業界横断的な水素ビジョン「H2@Scale」



**商用水素ステーション31 が稼働中。
First Elementがトップシェア**

日本の水素ステーション



水素ステーション整備状況

燃料電池自動車（FCV）の燃料を補給するための水素供給設備（水素ステーション）は、「首都圏」「中京圏」「関西圏」「九州圏」の四大都市圏と、四大都市圏を結ぶ幹線沿いを中心に整備が進められています。
詳細情報は、各地域の数字をクリックしてご確認ください。

現在、水素ステーション一覧画面の地図閲覧に不具合が出ております。
地図情報は各ステーション画面にてご確認ください。

NEWS 新着情報

2020.12.21 **NEW**

新たに整備した水素ステーション情報を追加しました。
（令和2年12月現在）

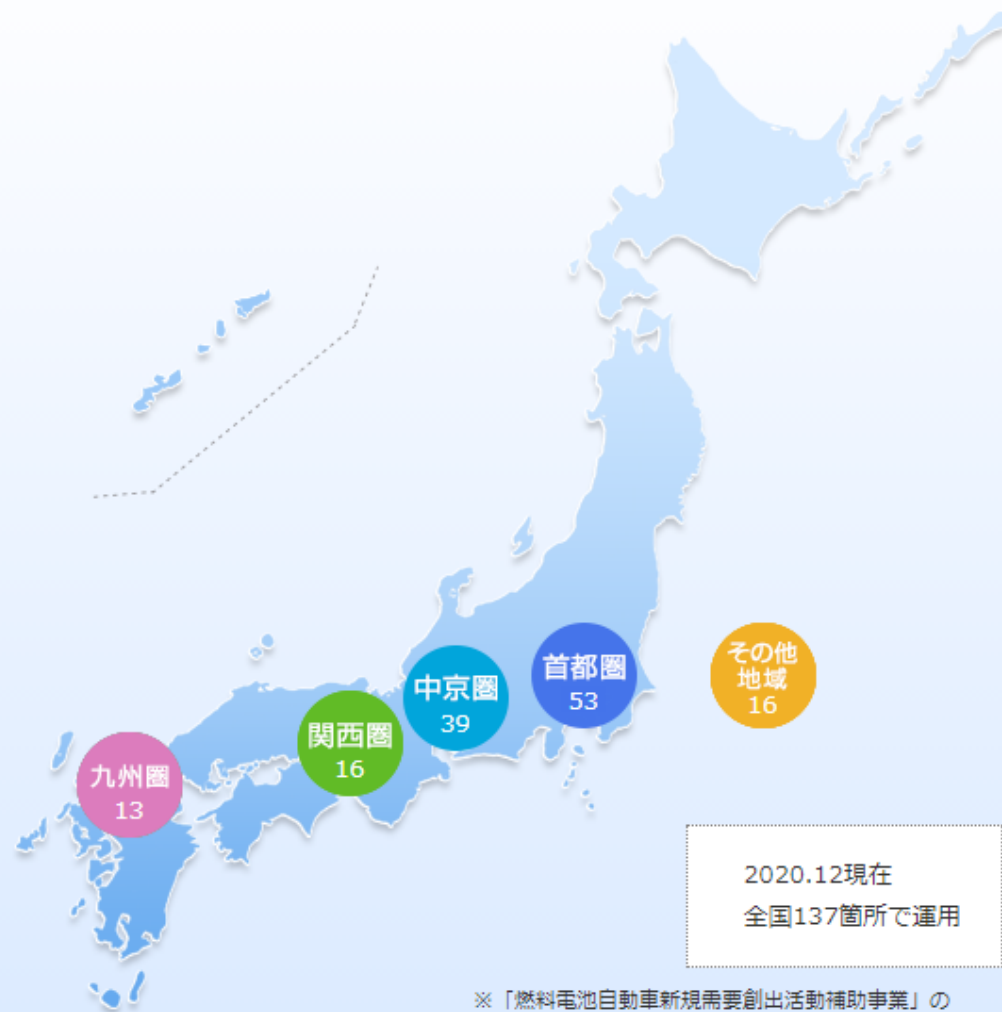
2020.10.9

新たに整備した水素ステーション情報を追加しました。
（令和2年10月現在）

2020.8.17

新たに整備した水素ステーション情報を追加しました。
（令和2年8月現在）

[補助金情報はこちら >](#)



※「燃料電池自動車新規需要創出活動補助事業」の
交付決定を受け、運用している箇所を示しています。

日本のEV充電スタンド

- 電気自動車（EV）充電スタンド情報サイト GoGoEVは、充電スタンド情報を共有するサービス。
- 日本全国 19,300拠点のEV充電スタンド。
- 充電スタンド登録拠点数
- CHAdeMO（急速） 7,728
- 100V/200V（普通） 13,973
- TESLA（テスラ） 192

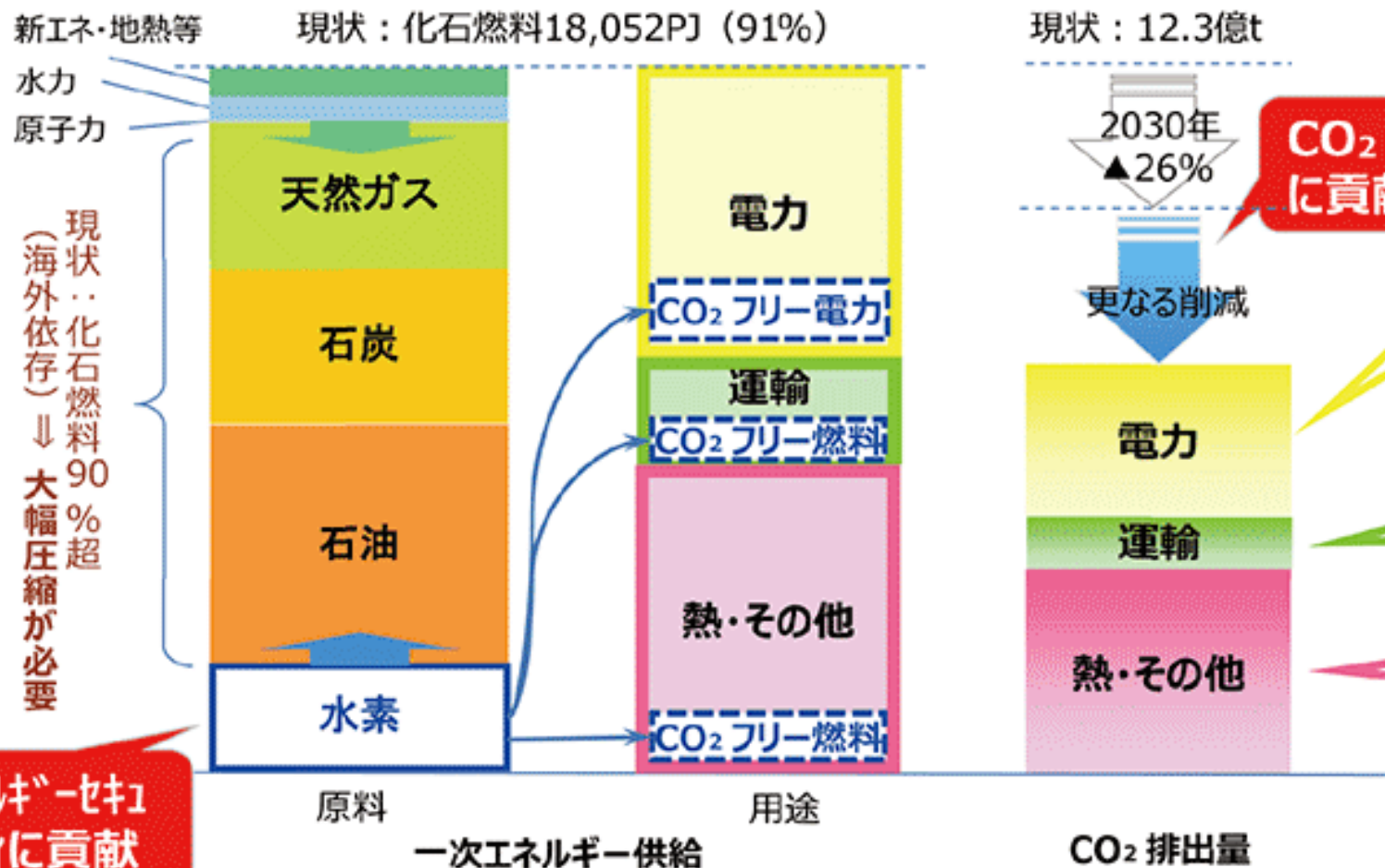
（2021年3月31日時点）

2、日本の水素システム

水素システム社会



水素による一次エネルギー供給構造変革とCO₂ 排出削減



(出典) 第11回水素・燃料電池戦略協議会資料

水素利用の方向性

- 水素発電による火力電源の低炭素化
- 再エネ大量導入に必要となる変動吸収・電力貯蔵
- 運輸部門のCO₂ 排出量の大半(85%)を占める乗用車・貨物車の低炭素化
- 産業分野等での熱利用・プロセスの低炭素化 (鉄鋼、石油精製等)

(出所)資源エネルギー庁HP

水素社会に立ちはだかる3つの壁

1、価格 水素の流通量の拡大を目指す

(現在) 年間1万トン (30年)300万トン (50年)2000万トン

価格 100円／Nm³ 30円／Nm³ 20円以下

2、GREEN 水素(製造時に出るCO₂をなくす)

再生可能エネルギー(太陽光や風力など)での水の電気分解

3、サプライチェーンの構築

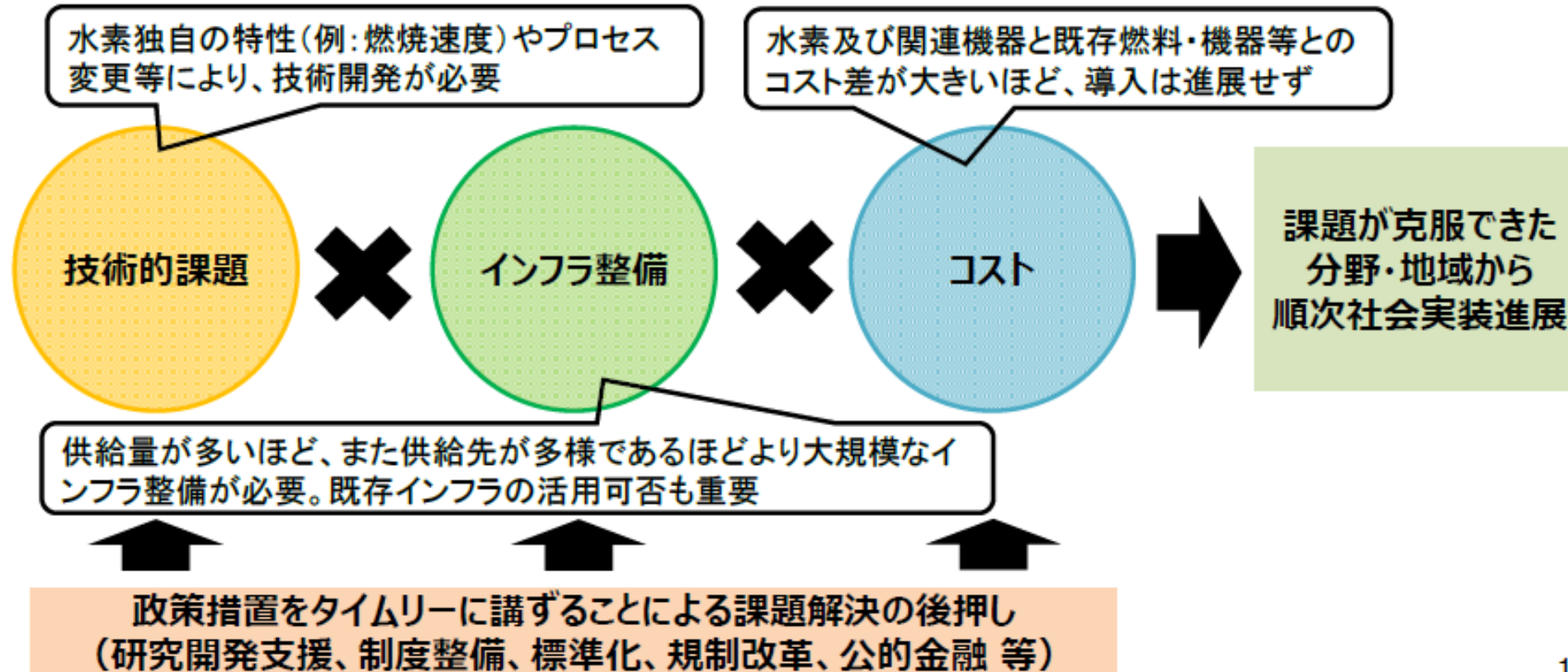
CO₂を出さないサプライチェーンの構築が難しい

CCS(CO₂の固定化)によって地中深くに封じ込め

液化水素運搬船による輸入

アンモニア化による運搬

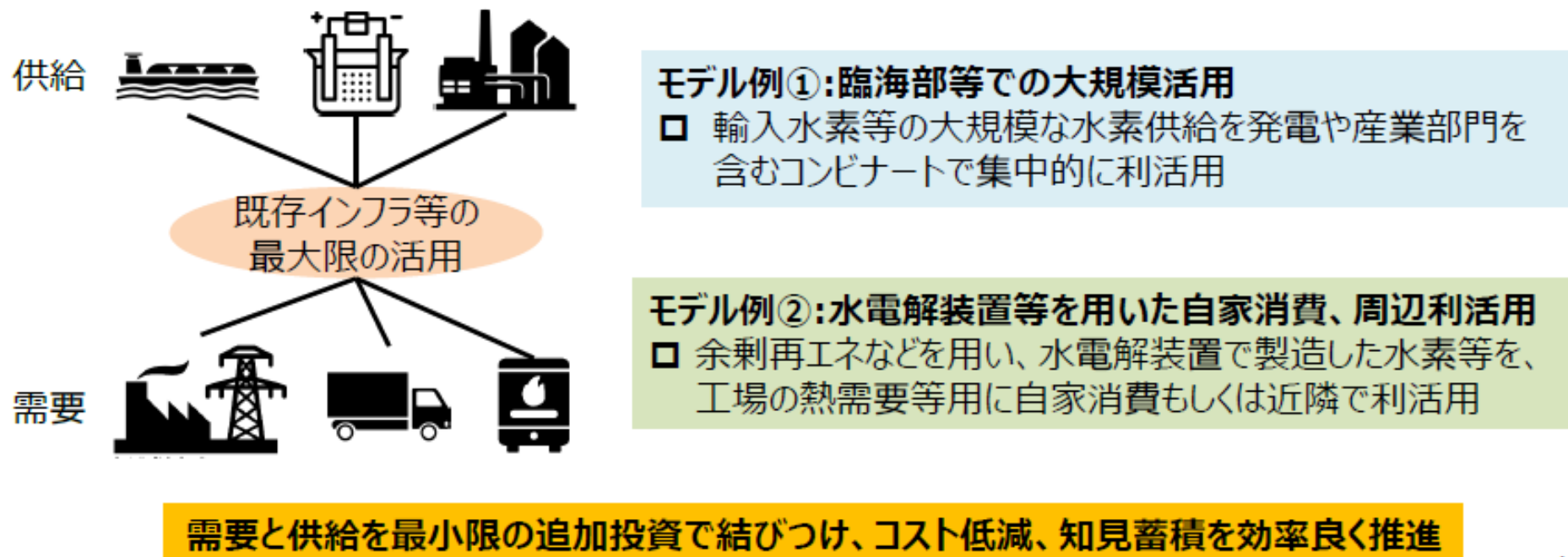
- 水素の社会実装に向けては、①技術的課題、②インフラ整備、③コストの3つの課題を克服する必要。研究開発が進展し、社会実装が近づくに連れ、②及び③に対処すべき課題がシフト。
- また、分野・地域毎に置かれた状況、課題の大きさが異なるため、現状と理想のギャップを正しく分析した上で、そのギャップを2050年までに埋めるべく、需給一体での取組に加え、課題解決を後押しするための最適な政策の組み合わせを個別に検討する必要がある。



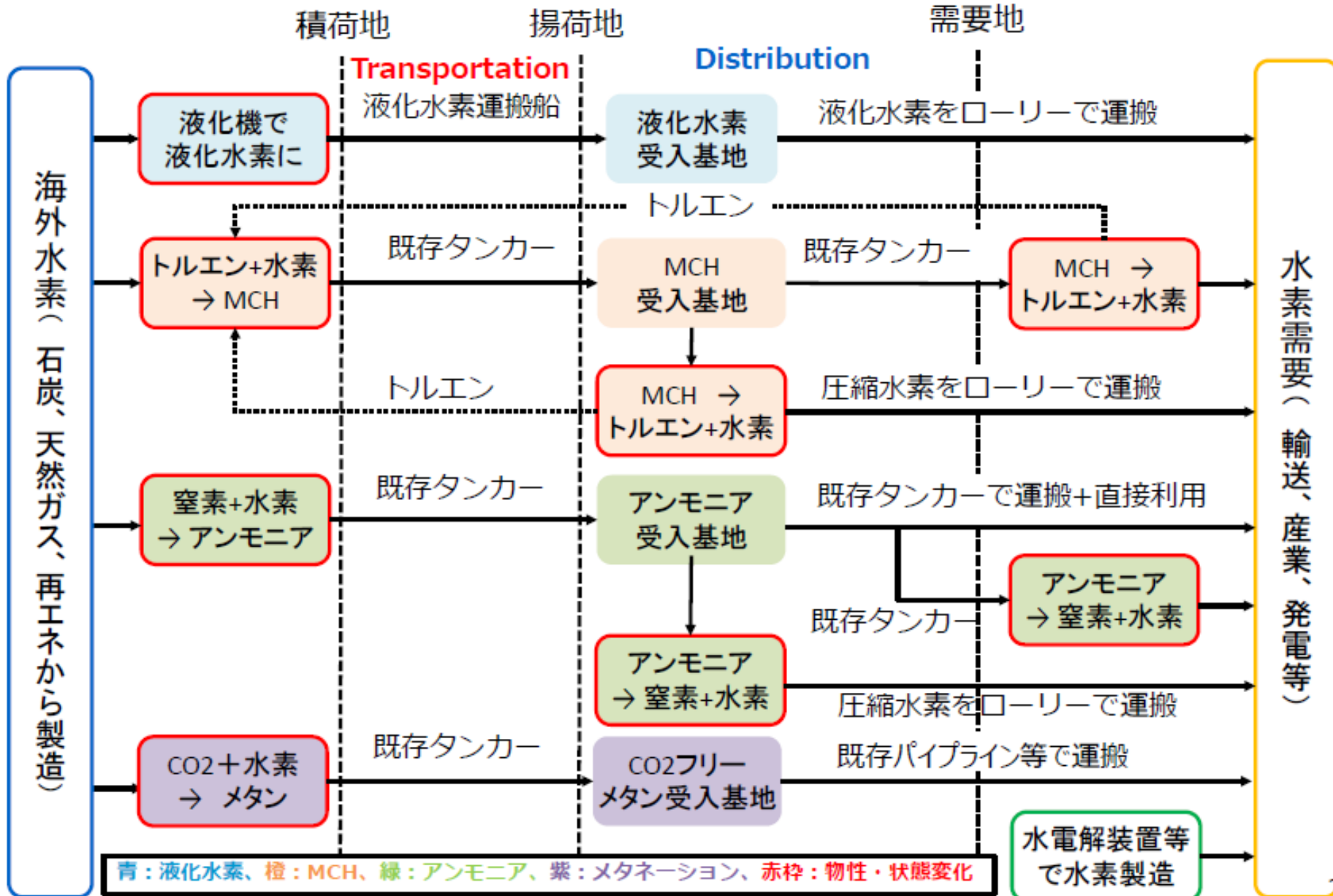
社会実装モデル創出の意義

- 長期の水素需要に不確実性が伴うなどし、大規模なインフラ投資に踏み出しにくい中でも水素供給を拡大するには、既存インフラを最大限活用しつつ供給拡大が可能で、極力、需要と供給が隣接する地域等をモデルとし、水素利用をまず促していくことが望ましい。
- 蓄えた知見を生かしながら、モデルを横展開し、更に各地でのインフラ整備も戦略的に進めることで、水素の社会実装が効率的に促進することが期待されるため、こうしたモデルの構築を国も積極的に支援していく。

【水素の社会実装モデルのコンセプトとモデル例】



(参考) 国際輸送と国内配送の一体的なインフラ整備の必要性 (一例)



(出所)資源エネルギー庁HP

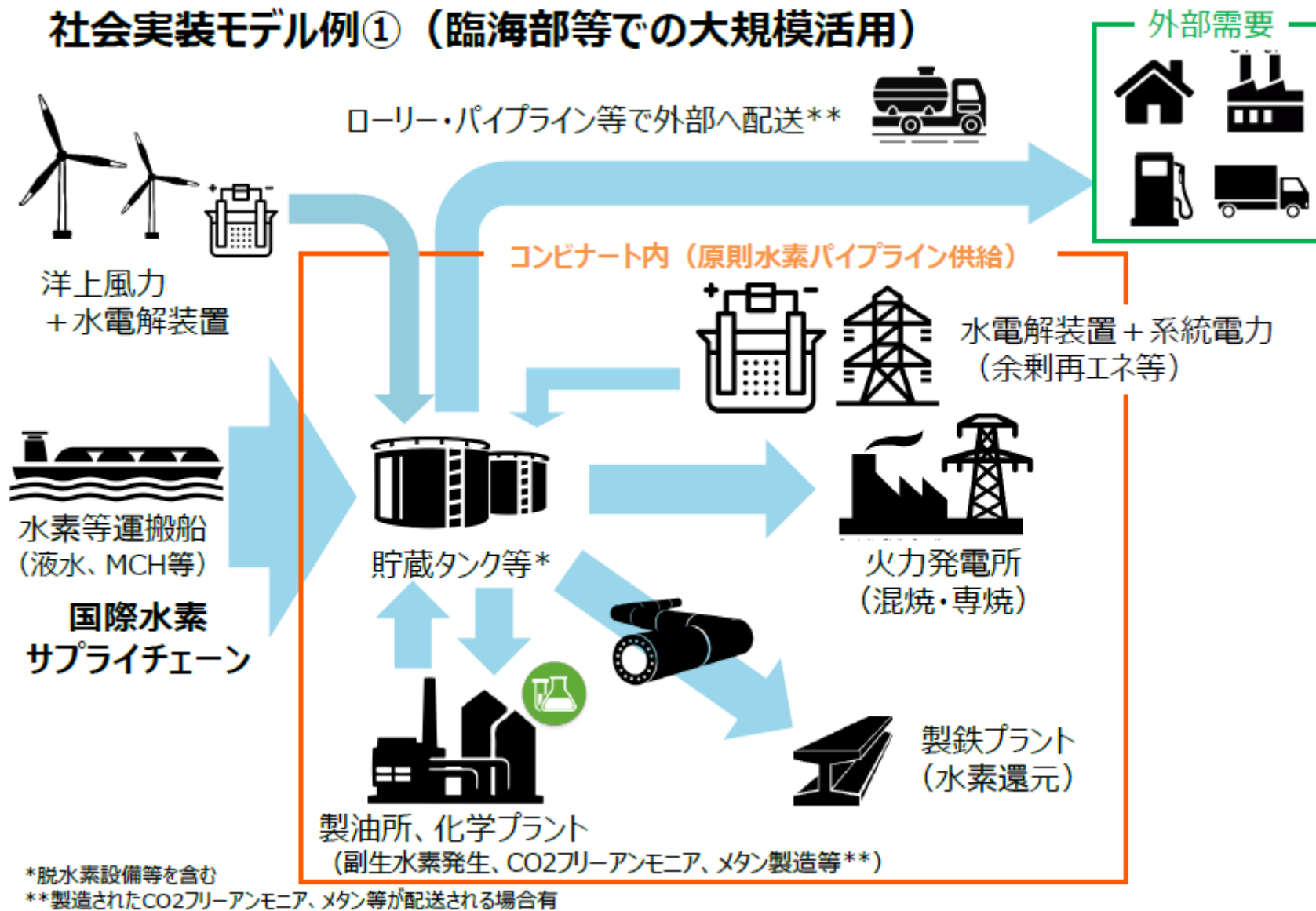
水素キャリアの選定と今後の支援方針

- 水素キャリアの選定は、水素社会の在り方を決める重要な論点であるが、それぞれ異なる課題を抱えており、長期的にどれが総じて優位となるか現時点で見極めることは不可能。
- 加えて、化学的な特性や既存インフラ等の活用可否により、用途等の棲み分けも長期的に行われると考えられるため、現時点でキャリアを絞り込まず、競争を促しつつも各々の技術的課題克服等を支援。
- また、キャリアの評価に当たっては、水素化、脱水素化のコストに加えて、輸送（国際輸送）、配送（国内配送）のコストなども加味し、総合的に評価することが重要。

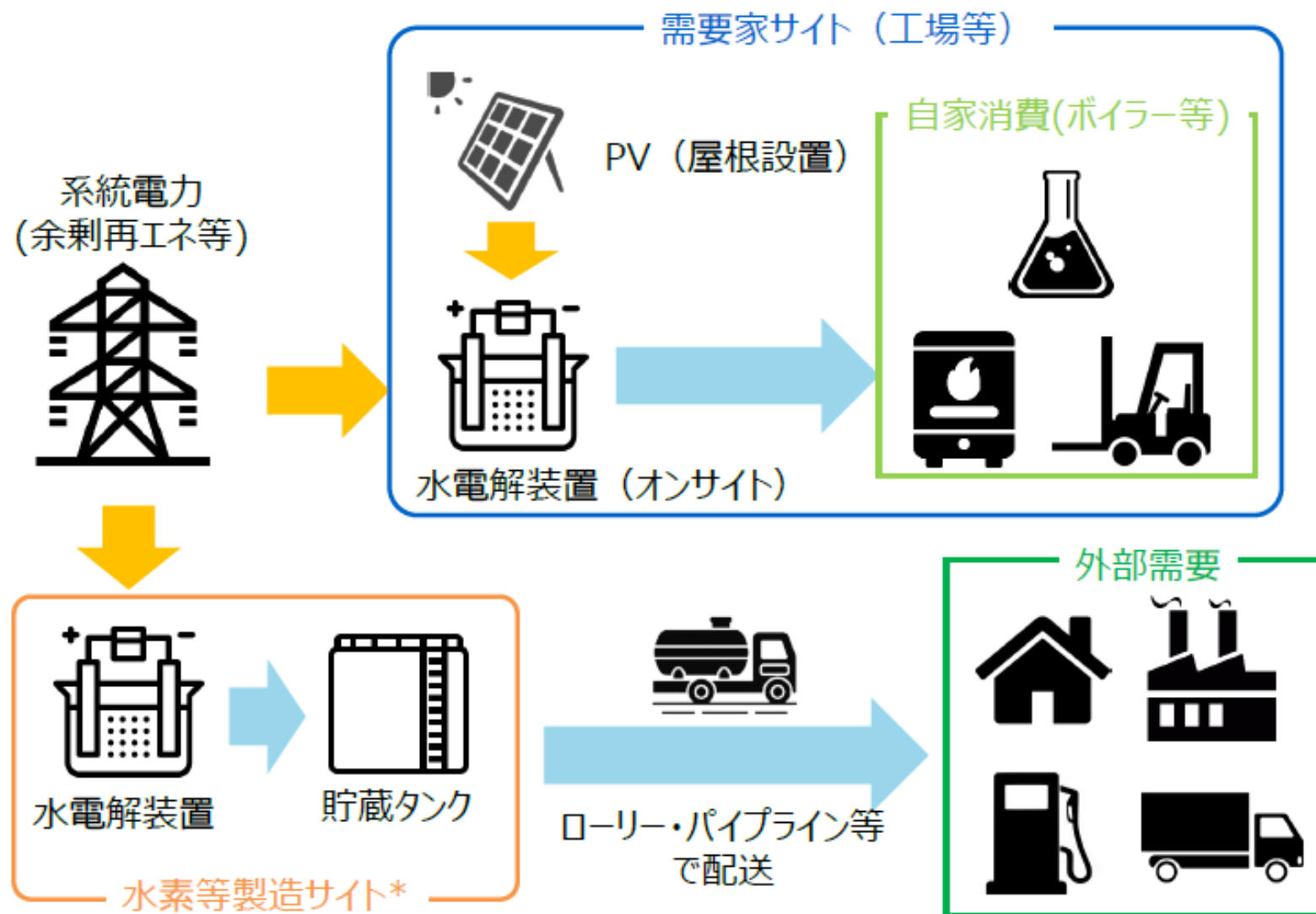
キャリア	液化水素	MCH	アンモニア	メタネーション
体積(対常圧水素)	約1/800	約1/500	約1/1300	約1/600
液体となる条件、毒性	-253℃、常圧 毒性無	常温常圧 トルエンは毒性有	-33℃、常圧等 毒性、腐食性有	-162℃、常圧 毒性無
直接利用の可否	N.A.(化学特性変化無)	現状不可	可（石炭火力混焼等）	可（都市ガス代替）
高純度化のための追加設備	不要		必要（脱水素時）	
特性変化等のエネルギーロス	現在:25-35% 将来:18%	現在:35-40% 将来:25%	水素化:7-18% 脱水素:20%以下	現在：-32%
既存インフラ活用、活用可否	国際輸送は不可（要新設）。国内配送は可	可（ケミカルタンカー等）	可（ケミカルタンカー等）	可（LNGタンカー、都市ガス管等）
技術的課題等	大型海上輸送技術（大型液化器、運搬船等）の開発が必要	エネルギーロスの更なる削減が必要	直接利用先拡大のための技術開発、脱水素設備の技術開発が必要	製造地における競争的な再エネ由来水素、CO2供給が不可欠

(出所)資源エネルギー庁HP

社会実装モデル例①（臨海部等での大規模活用）



社会実装モデル例②（水電解装置等を用いた自家消費、周辺利活用）



*アンモニア、メタン等の基礎化学品が水素から製造・配送される場合有

国際水素サプライチェーン構築の現状①：液化水素

- 液化水素による国際輸送実証を実施中（実施主体：技術研究組合CO2フリー水素サプライチェーン推進機構“HySTRA”）。
- 2019年12月11日に液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」の命名・進水式を開催。
- 褐炭ガス化炉(豪州)、液化積荷基地（豪州）、荷役基地（神戸）が竣工し、実証運転を開始している。「すいそ ふろんていあ」は、本年秋頃にも、世界初の液化水素の大規模海上輸送による褐炭水素を日本に輸送する予定

液化水素運搬船 命名・進水式の様子



2019年12月11日 川崎重工 神戸工場
・一般参加者を含め約4000人規模の式典

その他の施設の進捗

① 褐炭ガス化
施設の完成
2020.10



② 豪州液化基地
の完成
2020.6



③ 神戸荷役基地
の完成
2020.6



2

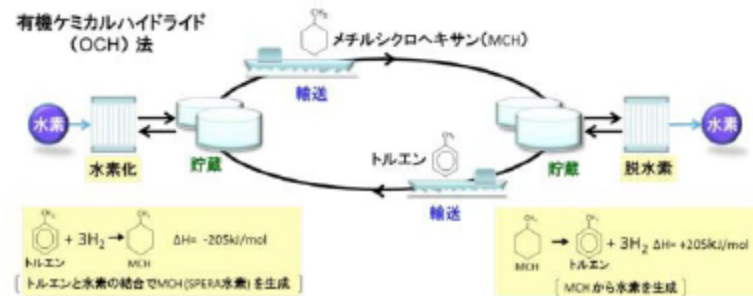
(出所)資源エネルギー庁HP

国際水素サプライチェーン構築の現状②：メチルシクロヘキサン（MCH）

- MCHによる国際実証事業を昨年度まで実施（実施主体：次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合“AHEAD”）。
- 2019年11月にブルネイの水素化プラントが開所。2020年4月、川崎の脱水素プラントが竣工し、同年5月に世界初となる国際サプライチェーンの実証運転が開始。
- また、シンガポールやマレーシアなどにおいてMCHを用いた水素の輸送・貯蔵、利活用の検討が行われている。



水素化プラントにおいて水素とトルエンを化学反応によりMCHに変換。MCHは海上輸送により日本に送られ、川崎の脱水素プラントにおいて、再び水素とトルエンに変換される。



（シンガポール）2020年3月、三菱商事、千代田化工建設、シンガポールの民間5社（City Gas社、Jurong Port社、PSA Corporation Limited社、Sembcorp Industries社、Singapore LNG Corporation社）との間で、シンガポール共和国の持続可能な水素経済の実現に向けた相互協力について覚書を締結。



（マレーシア）2020年10月ENEOS、SEDC Energy Sdn Bhd、住友商事との間で、再生可能エネルギーを活用したCO₂フリー水素サプライチェーン構築に向けた協業検討に関する覚書を締結。

AHEADのHPより引用

24

水素発電の現状

- ①大規模火力発電（500MW級）②地域における熱電供給のコジェネ発電（1MW級）のそれぞれの分野で、燃焼器の技術開発、実機での実証（小型のみ）を実施。
- 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。

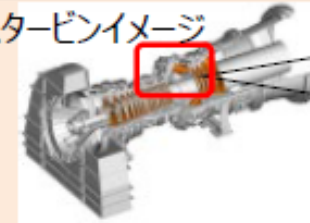
①大規模火力発電（500MW級）のR&Dの流れ

既存大規模火力発電所における水素混焼のための技術開発を実施。**2018年に水素混焼率30%を達成。**



2020年より、水素**専焼**発電の技術開発を実施中。

ガスタービンイメージ



燃焼器



②地域における熱電供給のコジェネ発電（1MW級）のR&Dの流れ

水素を天然ガスに0～100%まで自在に混焼可能な技術を開発。**2018年には水素専焼による市街地への熱電供給を世界で初めて達成。**



昨年度まで、高効率な水素**専焼**発電の技術開発を実施。



神戸市のポートアイランドに整備された水素発電施設（水素CGS）

③世界の水素発電の主な動き



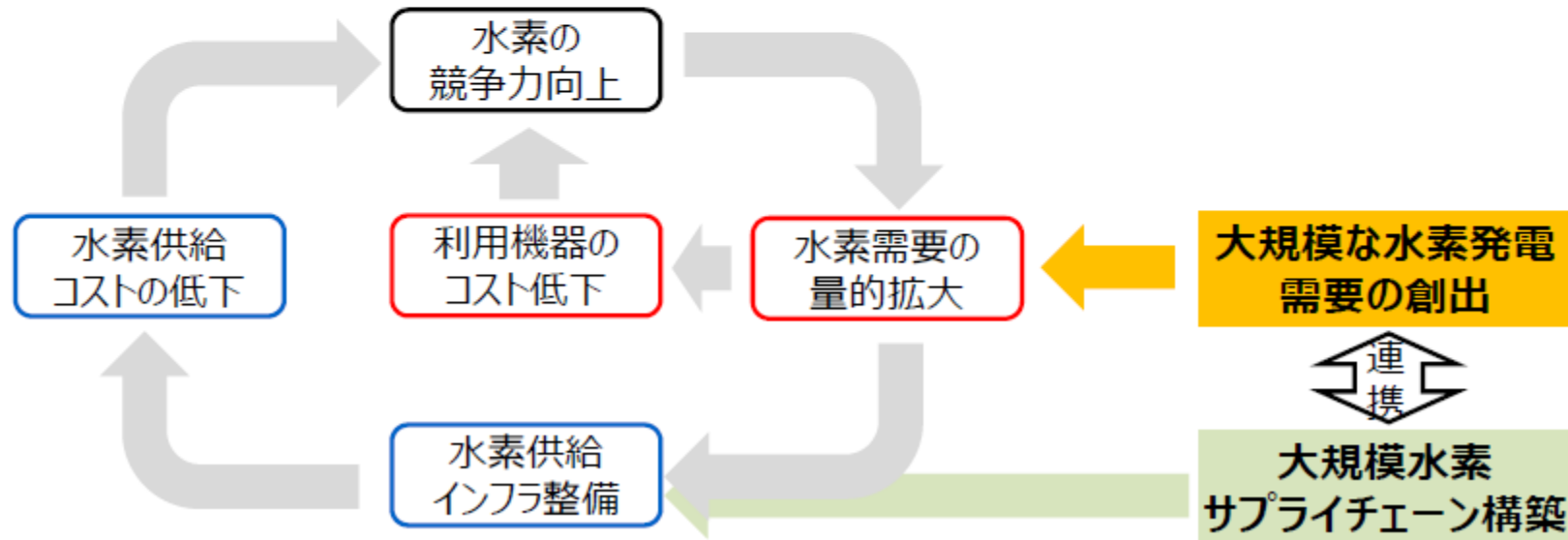
三菱パワーがオランダのマグナム発電所（天然ガス焚き）を水素焚きに転換するプロジェクトに参画（出力44万kW）。**2025年頃に世界初となる大型水素専焼発電の商用運転**を計画。



三菱パワーが米国ユタ州において計画される**大型水素発電プロジェクト**で、GTを受注（出力：84万kW）。**2025年に水素混焼率30%で運転を開始し、2045年に100%専焼運転**を目指す。

大規模発電需要を契機とした水素の社会実装に向けた好循環の創出

- 他エネルギー源に対する水素の競争力を強化し、水素の社会実装に向けた好循環を作り出すべく、民間の取組を後押しする各種政策を一体的に講ずることが重要。
- 現在の水素需要は、一部を除き、FCVや燃料電池など小規模なものに留まるが、2030年までに発電で大規模需要を創出することが出来れば、商用水素サプライチェーンの構築を促進し、好循環創出を通じた自立的な水素普及を促すことが可能。
- また、2050年時点で水素発電が電力システムの中で主要な供給力、調整力の一つとしての役割を果たすためには、2030年前後に水素発電の商用化を果たすことが重要。



(出典) みずほ銀行産業調査部等の各種資料を基に資源エネルギー庁作成

(出所)資源エネルギー庁HP

水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証（液化水素）

- 液化水素の場合、30円/Nm³の供給コストを実現するためには、現行実証スケールよりも最大32倍、各種設備を大型化する必要がある。しかしながら、極低温や脆化といった過酷な条件に対応できる限られた材料しか活用できないため、技術的なハードルは高い。
- 例えば、-253℃の液化水素を適切に貯蔵等するための各種タンクは、現行実証における断熱構造（真空断熱）や形状（球状）では対応できないため、断熱材の活用や平底円筒型への再設計を行う必要があり、更なる技術開発及び実証を通じた検証を実施。

大型化の必要がある設備と技術的な課題（例：液化水素タンク）

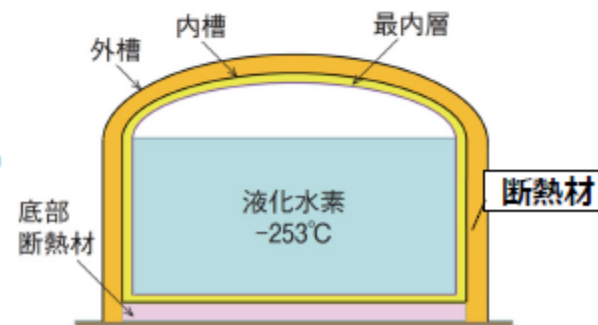
	現行サイズ		商用スケール
水素運搬船搭載タンク	1,250m ³	32倍	4万m ³
陸上タンク	2,500m ³	20倍	5万m ³

技術開発要素

- ① 真空断熱+断熱材の最適組合せの追求
- ② 自重に耐えられる新構造（球型 → 平底円筒型）



大型化



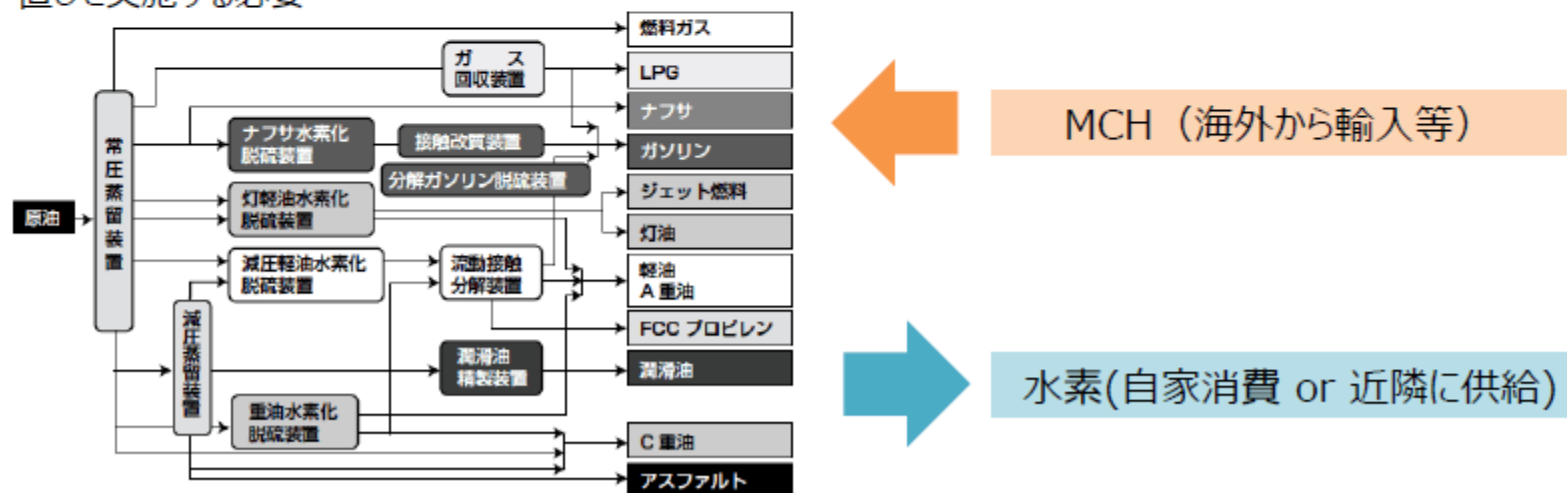
(出所)資源エネルギー庁HP

水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証（MCH）

- MCHの場合、製油所の既存設備を活用することで、クリーン水素から製造した大量のMCHの海外からの受入、脱水素（MCHを水素とトルエンに分解）、原油の脱硫プロセスへの水素利用、及び近隣での利活用のための供給等を一気通貫で出来る可能性がある。
- そのため、製油所はカーボンニュートラル時代において、水素供給拠点に生まれ変わる可能性を秘めているが、輸送部門の電動化等による需要の減退の状況を踏まえながら、現在の原油の精製プロセスとの最適な併存方法を模索するための技術開発を実施。

【原油精製プロセス】

- 原油精製に最適化されたプロセスをMCH受入やガソリン需要の変動に対応するための設備の改造や、運転見直しを実施する必要



(出典) TOCOM

既存の大規模設備の最大限の活用を通じた大規模化、コスト削減の実現

(出所)資源エネルギー庁HP

水電解装置に関する国内外の動向

- 我が国は世界最大級の水電解装置を福島に有するなど、世界最先端の研究開発を実施。
- しかしながら、欧州などは高い導入目標を掲げるなど、再エネと両輪で水電解装置の早期導入に前向きな姿勢。今後の再エネコストの下落に伴い、グリーン水素のコスト競争力が向上すれば、世界的に大きな市場(約4.4兆円/年)が形成されることが見込まれる。
- 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。

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)

【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

各国等の導入目標(2030年時点)



40GW



6.5GW



5GW

※EU域内・域外の
合計では80GW



25GW



5GW

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 Scenario₂

(出所)資源エネルギー庁HP

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

出所：経済産業省HP（2020年12月25日成長戦略会議資料より）

- 温暖化対応を成長の機会ととらえ、「経済と環境の好循環」を作る産業政策
⇒ **「グリーン成長戦略」**
- 成長が期待される**14分野の産業**について、具体的な見通しと高い目標を設定し、あらゆる政策を総動員
→ 洋上風力、燃料アンモニア産業、**水素産業**、**自動車・蓄電池産業** 等
- **水素産業**では発電、**輸送（自動車、船舶等）**、産業（製鉄、化学等）などの分野での脱炭素化を期待。
- 特に日本が優位な水素発電タービン、**FCトラック等の商用車**、水素還元製鉄等の分野を中心に国際競争力を強化。
 - FCトラックは2050年時点で累計1500万台導入、約300兆円を見込む。
 - 商用化のための実証や導入支援策の検討、大型水素ステーションのインフラ整備を進める。
 - 自動車・蓄電池産業の面からも、投資や技術開発・実証等を支援。

1（2）．2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

● 電力部門の脱炭素化は大前提

再エネ … 最大限導入。系統整備、コスト低減、周辺環境との調和、蓄電池活用。

→ 洋上風力・蓄電池産業を成長分野に

水素発電 … 選択肢として最大限追求。供給量・需要量の拡大、インフラ整備、コスト低減。

→ 水素産業を創出

火力+CO₂回収 … 選択肢として最大限追求。技術確立、適地開発、コスト低減。

→ 火力は必要最小限、使わざるを得ない（特にアジア）

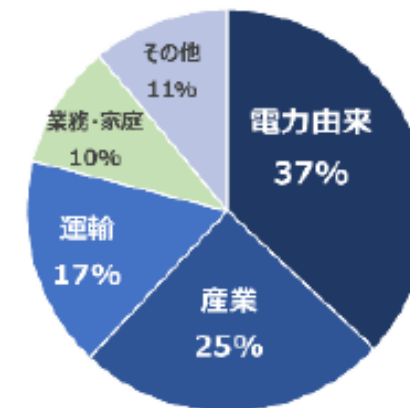
→ カーボンリサイクル・燃料アンモニア産業の創出

原子力 … 確立した技術。安全性向上、再稼働、次世代炉。

→ 可能な限り依存度は低減しつつも、引き続き最大限活用

→ 安全性に優れた次世代炉の開発

【CO₂の部門別排出割合】



1 (3) . 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

- 電力部門以外は、「電化」が中心。熱需要には、「水素化」、「CO2回収」で対応

→ 電力需要は増加 → 省エネ関連産業を成長分野に

産業 … 水素還元製鉄など製造プロセスの変革

運輸 … 電動化、バイオ燃料、水素燃料

業務・家庭 … 電化、水素化、蓄電池活用

→ 水素産業、自動車・蓄電池産業、運輸関連産業、住宅産業を成長分野に

- 蓄電 … カーボンニュートラルは電化社会

→ グリーン成長戦略を支えるのは、強靱なデジタルインフラ＝「車の両輪」

→ デジタルインフラの強化 → 半導体・情報通信産業を成長分野に

電力 … スマートグリッド（系統運用）、太陽光・風力の需給調整、インフラの保守・点検等

輸送 … 自動運行（車、ドローン、航空機、鉄道）

工場 … 製造自動化（FA、ロボット等）

業務・家庭 … スマートハウス（再エネ＋蓄電）、サービスロボット等

→ 全ての分野において、技術開発から、社会実装 + 量産投資によるコスト低減へ

→ 機械的な試算によると、この戦略により、2030年で年額90兆円、2050年で年額190兆円程度の経済効果が見込まれる。

グリーン成長戦略の水素産業と自動車・蓄電池産業

出所：経済産業省HP（2020年12月25日成長戦略会議資料より）

③水素産業

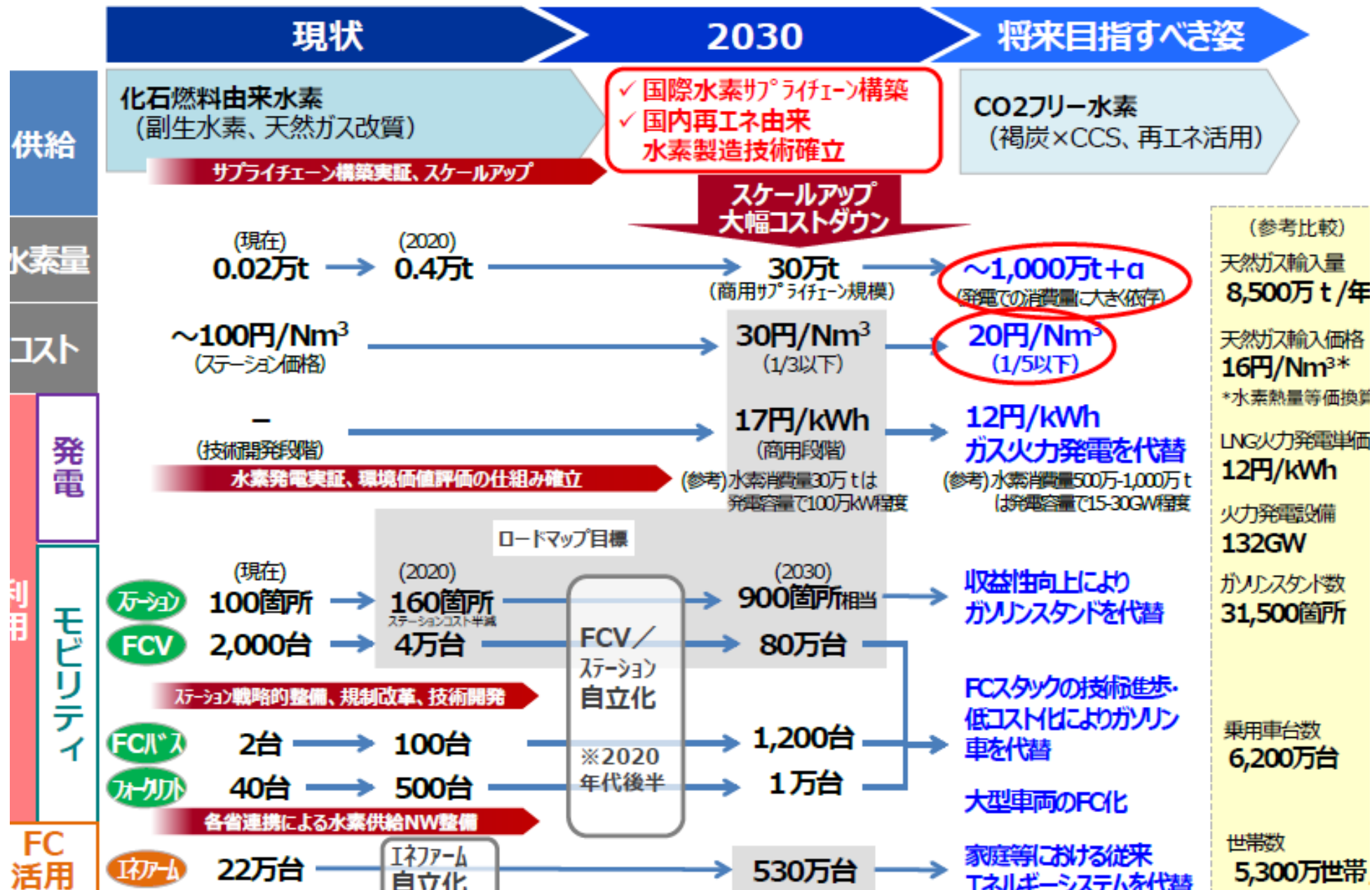
- ◆ 水素は、発電・産業・運輸など幅広く活用されるカーボンニュートラルのキーテクノロジー。日本が先行し、欧州・韓国も戦略等を策定し、追随。今後は新たな資源と位置付けて、自動車用途だけでなく、幅広いプレーヤーを巻き込む。
 - ◆ 目標：導入量拡大を通じて、水素発電コストをガス火力以下に低減（水素コスト：20円/Nm³程度以下）。2050年に化石燃料に対して十分な競争力を有する水準を目指す。導入量は2030年に最大300万トン、2050年に2,000万トン程度を目指す。
- ※ うち、クリーン水素（化石燃料＋CCUS、再エネなどから製造された水素）の供給量は2030年の独自の再エネ由来水素供給量（約42万トン/年）を超える水準を目指す。

	現状と課題	今後の取組
利用 ①水素発電タービン ②FCトラック ③水素還元製鉄	①水素発電タービン：実機での実証がまだ完了しておらず、商用化が課題 ・日本企業が発電タービンの燃焼技術（燃えやすい水素の燃焼をタービンの中で制御する技術）で世界的に先行。 ・潜在国内水素需要：約500～1,000万トン/年 ②FCトラック：実機実証中。商用化が課題 ・日本企業が企業間連合を組み、世界に先駆けて乗用車を商用化した知見も生かしつつ、開発中。海外企業も開発を加速。 ・潜在国内水素需要：約600万トン/年 ③水素還元製鉄：技術未確立、大量かつ安価な水素の調達課題 ・欧州の鉄鋼業界も含めて、各国企業が技術開発を実施中 ・潜在国内水素需要：約700万トン/年	①水素発電タービン：先行して市場を立ち上げ、アジア等に輸出 ・世界市場展望：2050年時点で累積容量は最大約3億kW（タービン市場は最大約23兆円） ・実機での安定燃焼性の実証を支援し、商用化を加速 ・電力会社へのカーボンフリー電力の調達義務化と、取引市場の活用。再エネ、原子力と並んで、カーボンフリー電源としての水素を評価し、水素を活用すればインセンティブを受け取れる電力市場を整備 ②FCトラック：世界と同時に国内市場を立ち上げ、各国にも輸出 ・世界市場展望：2050年時点でストックで最大1,500万台（約300兆円） ・FCトラックの実証による商用化の加速、電動化の推進を行う一環での導入支援策の検討 ・水素ステーション開発・整備支援、規制改革（水素タンクの昇圧）によるコスト削減の検討 ③水素還元製鉄：世界に先駆けて技術を確立 ・世界市場展望（ゼロエミ鉄）：2050年時点で最大約5億トン/年（約40兆円/年） ・水素還元製鉄の技術開発支援 ・トップランナー制度による導入促進 ・国際競争力の観点から、内外一体の産業政策として国境調整措置を検討
供給 ④液化水素運搬船等	④水素運搬船等：技術開発・実証を通じた大型化が課題 ・ドイツ等が水素の輸入に関心。今後の国際市場の立ち上がり期待される。 ・日本は当初から輸入水素の活用を見越し、複数の海上輸送技術・インフラの技術開発・実証を支援。その結果、世界ではじめて液化水素運搬船を建造するなど、世界をリード。	④水素運搬船等：世界に先駆けて商用化し、機器・技術等を輸出 ・世界市場展望（国際水素取引）：2050年時点で約5.5兆円/年（取引量：最大5,500万t/年） ・更なる水素コスト低減に資する大型化を実証や需要創出で支援し、2030年までに商用化（2030年30円/Nm ³ の供給コスト目標達成） ・関連機器（液化水素運搬船から受入基地に水素を移すローディングアームなど）の国際標準化 ・海外での積出港の整備に対する出資の検討並びに国内港湾における技術基準の見直し等の検討
製造 ⑤水電解装置	⑤水電解装置：欧州企業が大型化技術などで先行 ・日本企業は世界最大級の水電解装置を建設するとともに、要素技術でも世界最高水準の技術を保有。 ・しかし、更なる大型化を目指すための技術開発では、欧州等、他国企業が先行。	⑤水電解装置：再エネが安い海外市場に輸出し、その後国内導入 ・国際市場展望：2050年までに毎年平均88GW分（約4.4兆円/年）の導入が最大見込まれる。 ・大型化や要素技術の製品実装を通じたコスト低減による国際競争力強化 ・海外市場への参入障壁を低下させるべく、欧州等と同じ環境下における水電解装置の性能評価を国内で実施（欧州は日本よりも装置内の水素を高圧化） ・一時的な需要拡大（上げティマンドレスポンス）を適切に評価し、余剰再エネなどの安価な電力活用促進

◆ 2050年の自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラル化を目指すとともに、蓄電池産業の競争力強化を図る。

	現状と課題	今後の取組
電動化の推進	EV等の低価格化・インフラ整備 ・欧中では戦略的にEV・PHEV普及 ・EV・PHEV販売台数（2020年第3四半期） - EU全体：約27万台（前年同期比3倍以上）※速報ベース - 日本：約6千台（前年同期比約5割） ・車両価格低減、充電インフラ・水素ステーションの整備 ・電池・燃料電池・モータ等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーン強化（特に軽自動車・商用車） ・欧州：「持続可能でスマートなモビリティ戦略」 ⇒環境負荷低減と都市交通最適化を同時に実現 + 大規模実証プロジェクト - 日本：MaaSを大規模に事業化できている事例は少、米中に比べ公道実証を通じた自動走行データ収集は困難	EV等の電動車の普及加速 →電池など電動車関連技術・サプライチェーン強化と一体的に、成長を実現 ・遅くとも2030年代半ばまでに、乗用車新車販売で電動車100%を実現できるよう包括的な措置を講じる。商用車についても、乗用車に準じて2021年夏までに検討を進める。 ・この10年間は電気自動車の導入を強力に進め、電池をはじめ、世界をリードする産業サプライチェーンとモビリティ社会を構築。この際、特に軽自動車や商用車等の、電気自動車や燃料電池自動車への転換について、特段の対策を講じていく。 ①電動車・インフラの導入拡大 例：燃費規制の活用、公共調達の推進、充電インフラ拡充、導入支援や買換え促進 等 ②電池・燃料電池・モータ等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーン強化 例：大規模投資支援、技術開発・実証、軽自動車・商用車の電動化、中小サプライヤの事業転換とそれを支えるデジタル開発基盤の構築の支援検討、ディーラーの電動化対応・事業転換支援検討 等 ③車の使い方の変革 例：ユーザによる電動車の選択・利用の促進、持続可能な移動サービス、物流の効率化・生産性向上実現に向けた自動走行・デジタル技術の活用や道路・都市インフラとの連携 等
燃料の	合成燃料※の低価格化と製造技術・体制の確立 ・商用化に向けた一貫製造プロセス未確立 ※発電所や工場等から回収したCO2と水素を合成して作られるエンジンで利用可能な液体燃料	合成燃料の大規模化・技術開発支援 ・2050年にガソリン価格以下のコストを実現することを目指す。 ・革新的新規技術・プロセスの開発、商用化に向けた一貫製造プロセス確立のための応用研究を実施する
蓄電池	研究開発でリードも、スケール化苦戦 →大量生産と性能向上が課題 ・EVは、HVの50～100倍の電池搭載 ・欧州などで電池産業政策・規制 ・「バッテリーアライアンス」に約3900億円（～2031）の研究費支援 ・電池工場投資支援（仏：1000億円など） ・バッテリー指令改正：電池ライフサイクルのCO2排出量ラベル規制など ・車載用電池：中韓がシェア増加、日系の世界シェア低下 ・電池技術：中韓追い上げ ・全固体電池特許：日本37%、中国28% ・国内家庭用電池市場：韓国系約7割、日系約3割	大規模化・研究開発支援、蓄電ビジネス創造 →2030年に向け世界で、約2倍（8→19%円）、車載用は約5倍（2→10%円）とも言われる成長市場取込み ・2030年までのできるだけ早期に ・電気自動車とガソリン車の経済性が同等となる車載用の電池パック価格1万円/kWh以下、 ・太陽光併設型の家庭用蓄電池が経済性を持つシステム価格7万円/kWh以下（工事費込み） ・2030年以降、更なる蓄電池性能の向上が期待される次世代電池の実用化 ①電池のスケール化を通じた低価格化 例：蓄電池・資源・材料への大規模投資、定置用蓄電池導入の支援 等 ②研究開発・技術実証 例：全固体リチウムイオン電池・革新型電池の性能向上、蓄電池材料性能向上、高速・高品質・低炭素製造プロセス、リユース・リサイクル、定置用蓄電池を活用した電力需給の調整力提供 等 ③ルール整備・標準化 例：蓄電池ライフサイクルでのCO2排出見える化や、材料の倫理的調達、リユース促進等に関する国際ルール・標準化、家庭用電池の性能ラベル開発・標準化、調整力市場（2024年開設）への参入に向けた制度設計、系統用蓄電池の電気事業法上の位置付け明確化 等

水素基本戦略のシナリオ



(出所)資源エネルギー庁HP

(参考) 水素・燃料電池戦略ロードマップ～水素社会実現に向けた産学官のアクションプラン～

- 基本戦略等で掲げた目標を確実に実現するため、(2019年3月策定)
- ① 目指すべきターゲットを新たに設定(基盤技術のスペック・コスト内訳の目標)、達成に向けて必要な取組を規定
- ② 有識者による評価WGを設置し、分野ごとのフォローアップを実施

	基本戦略での目標	目指すべきターゲットの設定	ターゲット達成に向けた取組
モビリティ	FCV 20万台@2025 80万台@2030	2025年 ● FCVとHVの価格差 (300万円→70万円) ● FCV主要システムのコスト (燃料電池 約2万円/kW→0.5万円/kW) 水素貯蔵 約70万円→30万円	● 徹底的な規制改革と技術開発
	ST 320カ所@2025 900カ所@2030	2025年 ● 整備・運営費 (整備費 3.5億円→2億円) 運営費 3.4千万円→1.5千万円) ● ST構成機器のコスト (圧縮機 0.9億円→0.5億円) 蓄圧器 0.5億円→0.1億円)	● 全国的なSTネットワーク、土日営業の拡大 ● ガソリンスタンド/コンビニ併設STの拡大
	バス 1200台@2030	20年代前半 ● FCバス車両価格 (1億500万円→5250万円) ※トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める	● バス対応STの拡大
発電	商用化@2030	2020年 ● 水素専焼発電での発電効率 (26%→27%) ※1MW級ガスタービン	● 高効率な燃焼器等の開発
FC	グリッドパリティの 早期実現	2025年 ● 業務・産業用燃料電池のグリッドパリティの実現	● セルスタックの技術開発
化石+CCS 再生水素	水素コスト 30円/Nm3@2030 20円/Nm3@将来	20年代前半 ● 製造：褐炭ガス化による製造コスト (数百円/Nm3→12円/Nm3) ● 貯蔵・輸送：液化水素タンクの規模 (数千m3→5万m3) 水素液化効率 (13.6kWh/kg→6kWh/kg)	● 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化 ● 液化水素タンクの断熱性向上・大型化
	水電解システムコスト 5万円/kW@将来	2030年 ● 水電解装置のコスト (20万円/kW→5万円/kW) ● 水電解効率 (5kWh/Nm3→4.3kWh/Nm3)	● 浪江実証成果を活かしたモデル地域実証 ● 水電解装置の高効率化・耐久性向上 ● 地域資源を活用した水素サプライチェーン構築

水素基本戦略（概要）

2050年を視野に入れ、将来目指すべき姿や目標として官民が共有すべき大きな方向性・ビジョンを示すもの

1. 我が国のエネルギー需給を巡る構造的課題

（1）エネルギーセキュリティ／自給率

- 一次エネルギー供給の約94%を海外化石燃料に依存。自動車は燃料の98%が石油系、うち約87%を中東に依存。
- エネルギー自給率は6～7%で低迷。OECD34か国中2番目に低い水準。

（2）CO2排出制約

- 30年度、13年度比26%減（05年度比25.4%減）が目標。
- パリ協定を踏まえ、長期的には2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。

2. 水素の意義と重要性

（1）供給・調達先の多様化による調達・供給リスクの根本的低減

- 水素は、**再エネ含め多様なエネルギー源からの製造・貯蔵・運搬が可能**。特定のエネルギー源に依存しない多様な構造に変革。

（2）電力、運輸、熱・産業プロセスのあらゆる分野の低炭素化

- 水素は利用時にCO2を排出しない。製造段階でのCCSや再エネの活用で、**トータルでCO2フリー**のエネルギー源に。
- 燃料または燃料電池との組合せであらゆる分野での究極的な低炭素化が可能。

（3）3E+Sの観点からの意義

- **水素社会の実現は手段**。水素社会を実現することで3E+Sの達成を目指す。

（4）世界へ先駆けたイノベーションへの挑戦を通じた国際社会への貢献

- **日本の水素技術を海外展開**し、世界の低炭素化を日本がリード。

（5）産業振興・競争力強化

- 日本の水素・燃料電池技術は世界最高水準。国内外での積極展開により、**新たな成長産業の一つ**に。

（6）諸外国における水素の取組を先導

- グローバルな動向を常に把握し、**日本が世界の水素社会実現のトップリーダー**に。

3, 水素システム社会構築のための日中協力

燃料電池自動車やE-pallette システムにも注目

(参考)

李克強・中華人民共和国国務院総理の訪日
(トヨタ自動車北海道訪問)

(外務省HP)

https://www.mofa.go.jp/mofaj/a_o/c_m1/cn/page4_003996.html

トヨタのE-Palette

(参考)

トヨタ自動車、モビリティサービス専用EV
“e-Palette Concept”をCESで発表

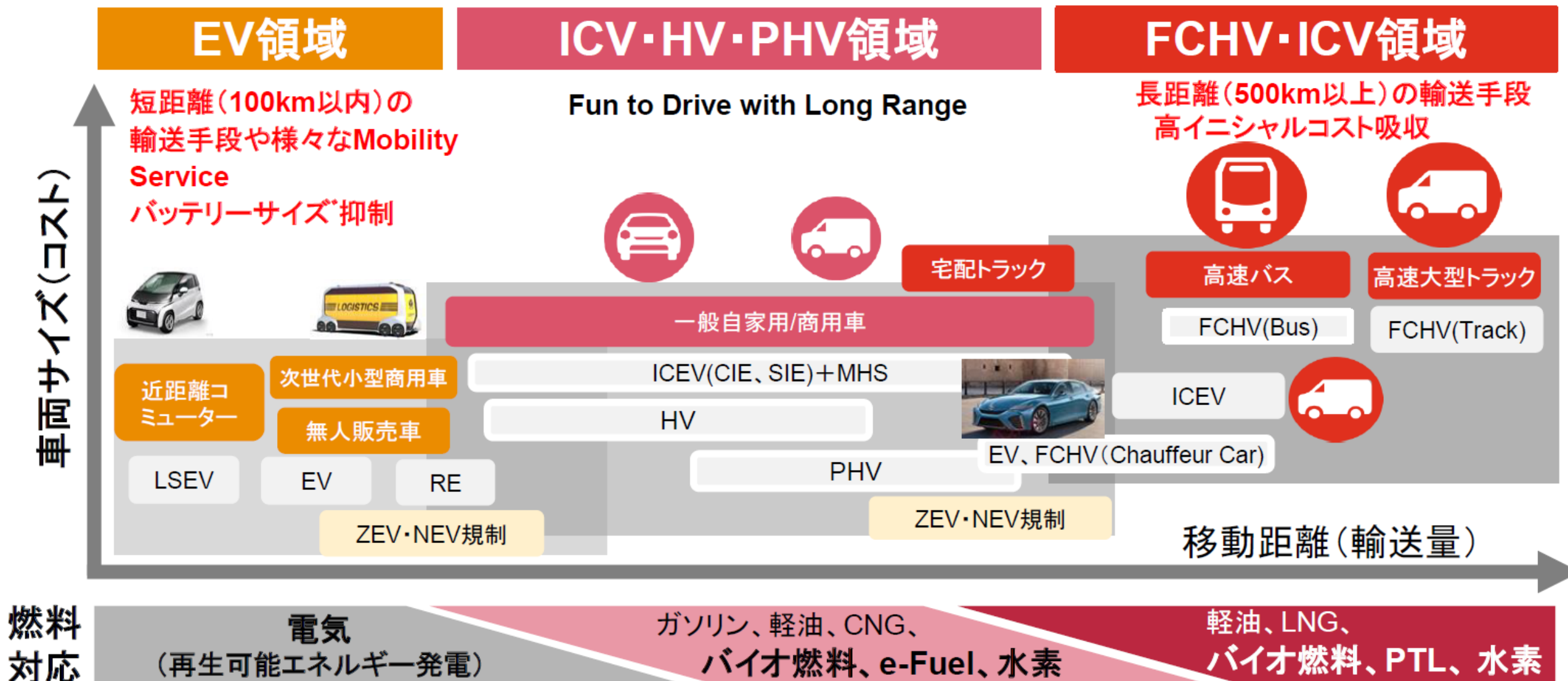
<https://newsroom.toyota.co.jp/jp/corporate/20508200.html>

カーボンニュートラルへの自動車産業の対応

地域や用途に合わせた最適な車両でカーボンニュートラルに貢献



日本の自動車メーカーのXEV取り組み～2030年



新型STACK (TOYOTA MIRAI)

(参考)

トヨタ自動車株式会社

新型MIRAI発表会

https://www.youtube.com/watch?v=_ipfuWeXHFE

トヨタ・いすゞ・日野が商用車の脱炭素化に向け協業

(2021年3月24日、各社発表)

- トヨタが80%、いすゞと日野が10%ずつ出資して**商用車の脱炭素化**に向けて新会社「コマーシャル・ジャパン・パートナーシップ・テクノロジーズ」を設立。
 - 背景：「2050年カーボンニュートラル社会」実現に向け、CO2削減には**乗用・商用ともに車両の電動化と省エネ技術が重要に**。
 - いすゞ・日野は商用車のCASE対応を進め、トヨタは両社の商用事業を通じてCASE技術の社会実装を加速。
 - ⇒ **輸送業が抱える課題解決やカーボンニュートラル社会の実現を目指す。**
 - ※CASE… Connected（コネクティッド）、Autonomous/Automated（自動化）、Shared（シェアリング）、Electric（電動化）の4領域を示す。
- ⇒ **小型トラックを中心にEV・FCV、自動運転技術、電子プラットフォームを共同開発へ**

トヨタが中国自動車メーカー5社と商用FCVの日中連携会社設立

(2020年6月15日、トヨタ等発表)

- トヨタと一汽、東風、広州、北京、北京億華通科技の日中6社で「連合燃料電池システム研究開発（北京）有限公司」を北京市で設立。
- 6社協議で商品企画、中国での性能ニーズを満たすFCスタック等のコンポーネント、FCシステム制御、車両搭載まで一気通貫で技術開発。

⇒**中国の商用FCV普及をスピードアップへ**

中国政府 FCVのモデル事業等に奨励金制度

(2020年9月21日、財政部、工業信息化部など5部門)

FCV技術は難度が高く、累計販売台数は2020年で約7200台とEVに比べて普及率が大きく伸び悩む。

→2009年から実施してきた新エネ車への販売補助金制度を廃止

→FCVの産業チェーンの構築やコア部品・重要技術の研究開発などに取り組む地域を選定（その地域内の企業を包括）し、奨励金を支給。

第14次5か年計画・2035年長期目標要綱（概要）

- 1. 経済成長**：21年のGDP成長率は「6%以上」。5か年計画・2035年ビジョンはGDPに係る数値目標がなく、5か年計画で成長率目標の提示が見送られたことは極めて異例。①今後の経済政策が数値目標に縛られることを避けたい、②早ければ2028年にはGDP規模で米国を超えるという予測もある中、米国の対中警戒感を下手に刺激したくない、③数値目標が金科玉条となり、地方政府等が過剰投資に走る恐れがあること、等が背景にあると考えられる。
- 2. 経済の「双循環」**：「国内大循環に立脚して、強大な国内市場の整備と貿易強国の建設を調和させながら推進し、国内の経済循環体系を拠り所にして世界の要素・資源をひきつける強力な重力場を形成し、国内・国際双循環を促進」と5か年計画の中でしっかりと位置づけ。
- 3. 科学技術イノベーションに政策の重心**を置き、**科学技術の自立自強**を国の発展の戦略的支えとして、**自主・制御可能なサプライチェーンの能力を強化**することを明記。
- 4. 環境**：2030年の温室効果ガス排出量のピークアウトや2060年のカーボンニュートラルの実現等の既定路線の記載はあるが、具体性がなく、詳細は今後のピークアウト行動計画や各分野の14次5計を要注視。他方、5か年計画の数値目標は**拘束性のある必達目標**となっている。
- 5. 対外政策**：CPTPPについて「加入を前向きに検討する」とあり、これまで通りのもので新味なし。米国についての表現は「中米の平等互惠の経済・貿易関係の深化を進める」と関係強化に向けた表現。
- 6. 香港**：「国家安全維持のための法律・制度とその執行メカニズムを実施しなければならない」と記載。また、海外からの香港の民主化運動への支持等に対して「香港・マカオの事柄に対する外部勢力からの干渉を断固として防ぎ、食い止める」と反発。

水素・燃料電池産業に関する行政機関



- ・ 水素・燃料電池関連政策には、大きく分けて3つの官庁が担当。
- ・ ただし、ほかにも関係する省庁はあるほか、水素ステーションのように担当省庁が決まっていないものも多い。

工業信息化部

- ・ 新エネルギー自動車に関する政策を担当。
- ・ 中国製造2025に基づく技術ロードマップの策定。
- ・ 自動車産業中長期発展計画（2017年）などを策定。

科学技術部

- ・ 早くから燃料電池の技術開発を支援。
- ・ 前科学技術部長（大臣）の
万鋼氏は元アウディの技術者であり、FCV開発を推進したとされる。



万鋼・前部長

国家能源局

（国家发展改革委員会）

- ・ エネルギーとしての「水素」を担当。
- ・ 風力発電電力から水素を発生させる実証実験、水素パイプライン実証実験などを実施。
- ・ エネルギー技術革命革新行動計画（2016～2030）に水素ステーション・燃料電池などの研究開発を位置づけ。

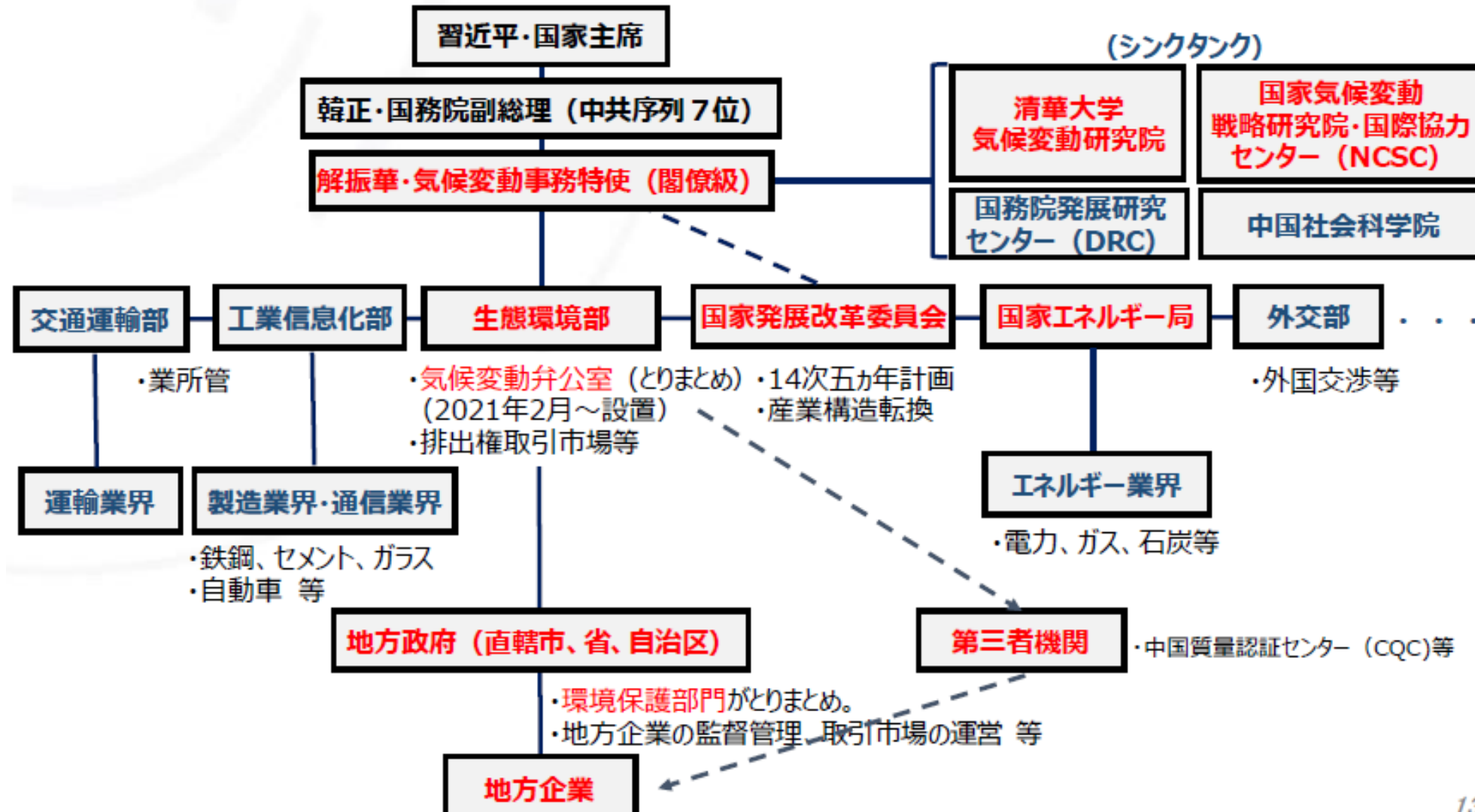
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

15

気候変動政策の執行体制（イメージ）



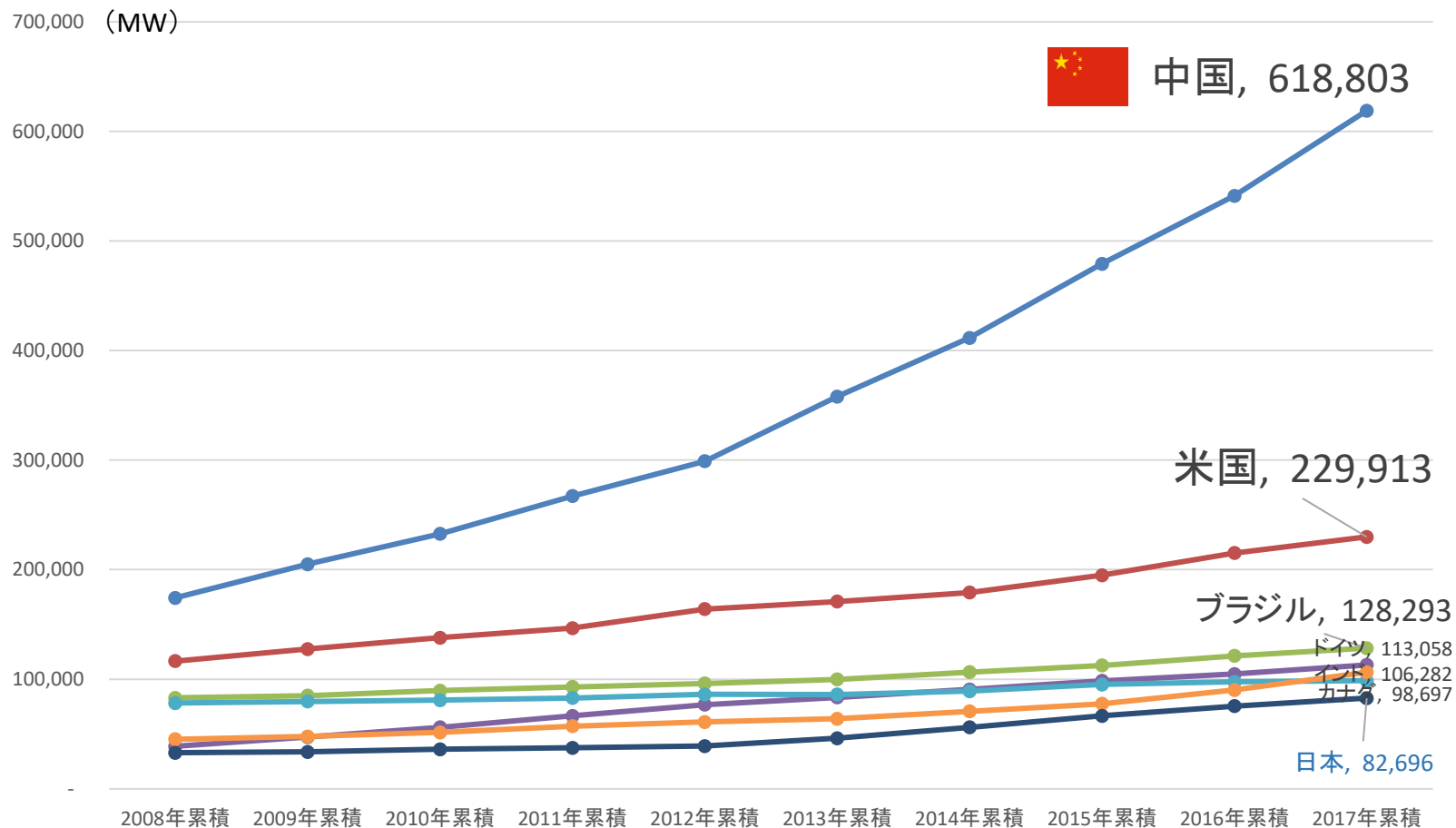
- ・ 解振華特使を中心に、政府機関と清華大学研究院等のシンクタンクで練られていると考えられる。



世界の再生可能エネルギー累計設備容量

- 世界の中の再生可能エネルギー分野で、中国は大きな存在感。

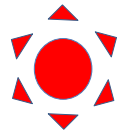
世界の再生可能エネルギー累積導入容量の経年比較 (MW)



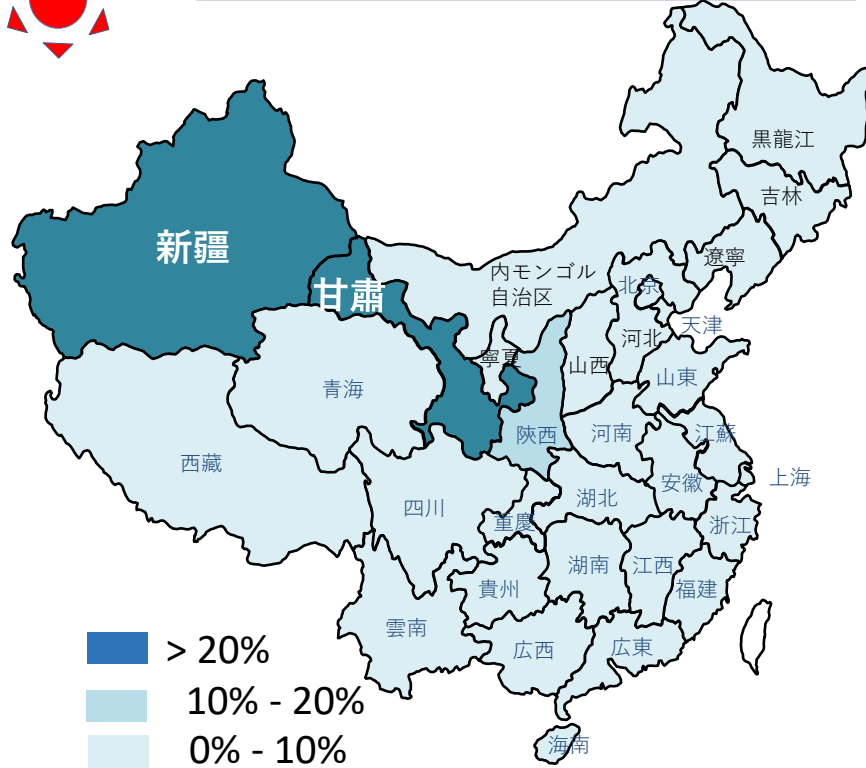
出典：IRENA: Renewables 2018 Status Reportより

再生可能エネルギーの課題 棄風、棄光、棄水

- 風力、太陽光、水力による発電電力は、発電能力があるものの送電能力が足りないなどの理由により利用されないことがある。（「棄風」「棄光」「棄水」）



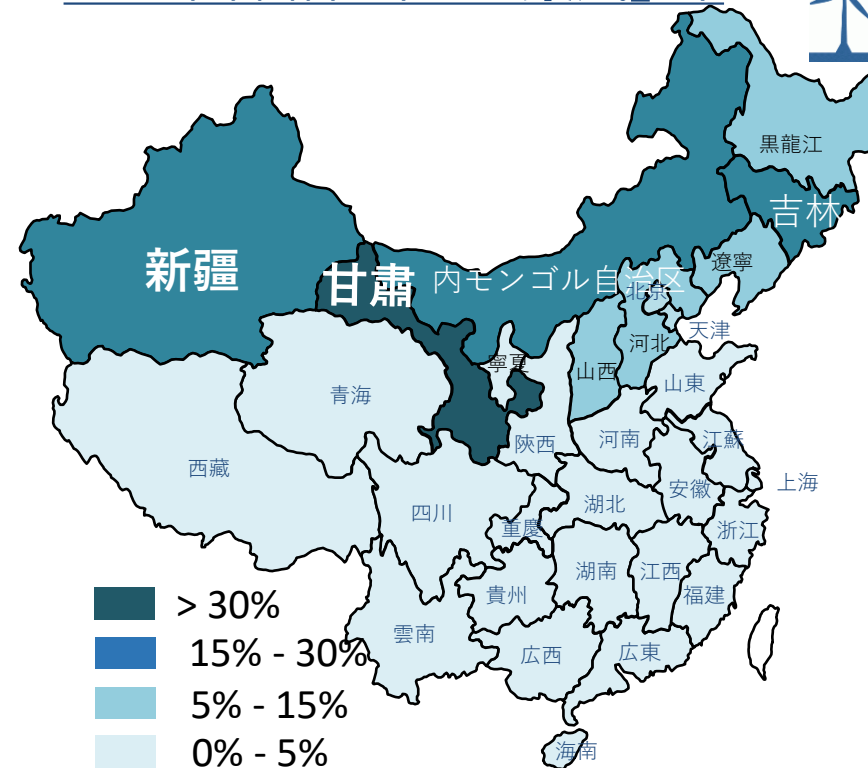
2017年中国省・市の「棄光」率



出典：2018～2020年清洁能源消耗行動計画



2017年中国省・市の「棄風」率



出典：風力発電第13次五力年計画

再生可能エネルギーの促進の取組み 特に棄風・棄光・棄水対策

① 電力ネットワークの整備

- 中国西部の電気を東部の需要地に送付する「西電東送」の電線を2.7億kWに。（13・5期間に1.3億kW追加。）
- 500kV以上の交流送電線を9.2万km追加。
- 省をまたぐ再エネ電力受け入れの促進

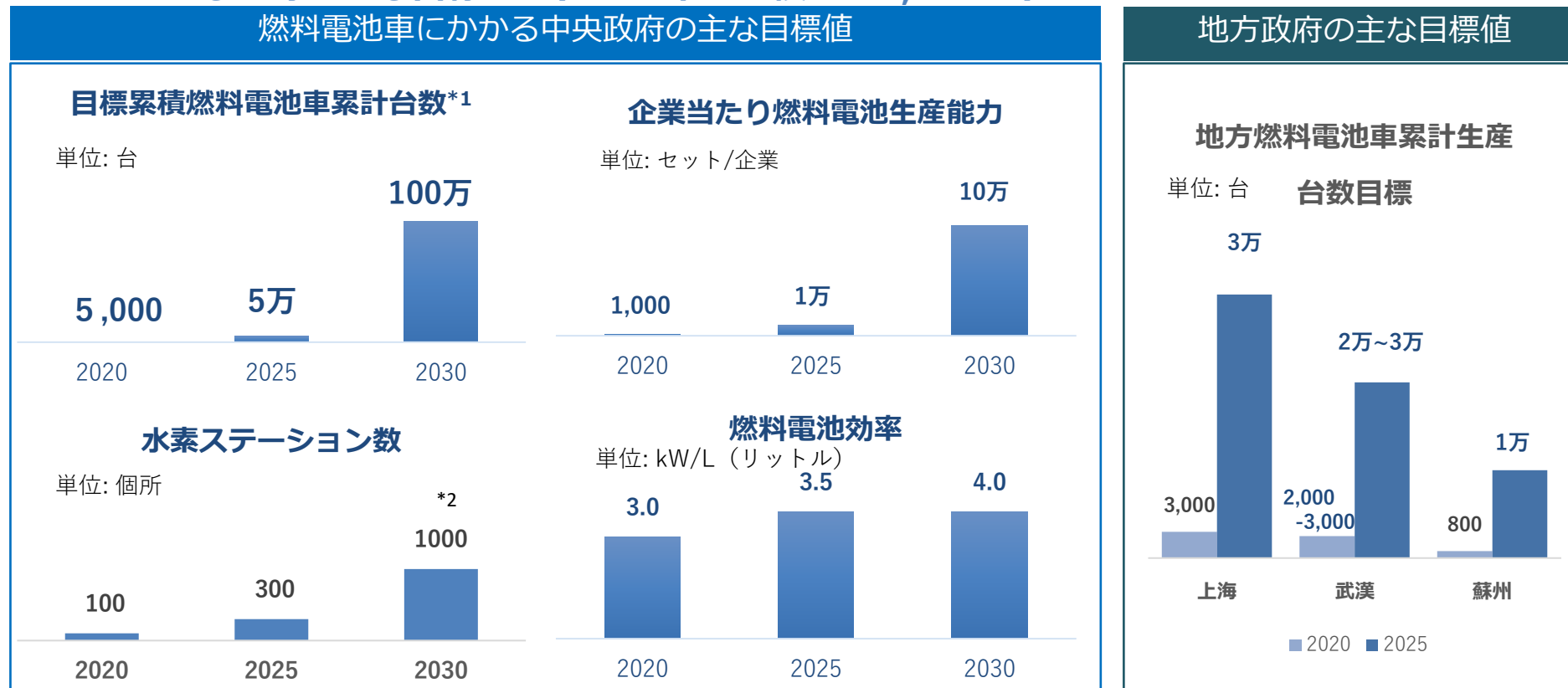
② 蓄エネルギーの促進

- 揚水発電などの既存蓄エネ能力の拡充。
13・5期間に揚水発電を6000万kW着工する。また約1700万kW追加し、4,000万kW前後にする。
- 蓄エネ技術の開発（再エネからの水素製造、その他様々な蓄エネ技術開発）
- 蓄電に対する価格保証制度の検討（蓄電版のFIT？）等

政府による燃料電池車のロードマップ

「中国製造2025」新エネ・省エネ自動車技術ロードマップ

- 「新エネ・省エネ自動車技術ロードマップ」は中国汽车工程学会（SAE-China）が工業信息化部の委託を受けて策定し、2016年10月に発表。**2030年に100万台の燃料電池車を普及させるなど野心的な目標。（2017年の実績値は1,901台）**

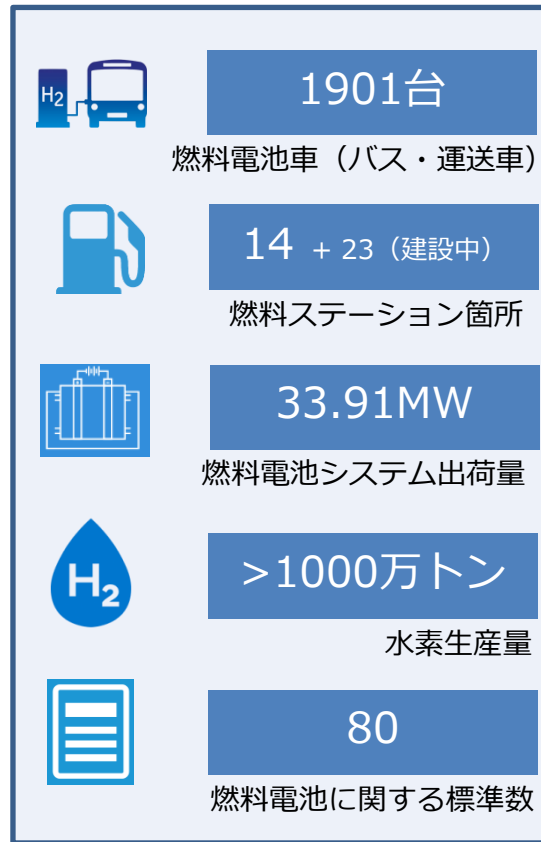


* 1 燃料電池車累計台数目標は、「科学技術及び産業発展戦略」を参照したもの。

* 2 2030年の水素ステーション1000か所のうち50%以上は再生可能エネ由来の水素を利用。

中国の水素・燃料電池産業の概況

2017年中国概況



燃料電池産業の主要開発エリア

遼寧省大連

北京・河北省張家口

江蘇省如皋市水素経済モデル都市

上海嘉定区安亭

湖北省武漢経済技術開発区

広東省仏山（雲浮）産業移転工業パーク

約1800億人民元*

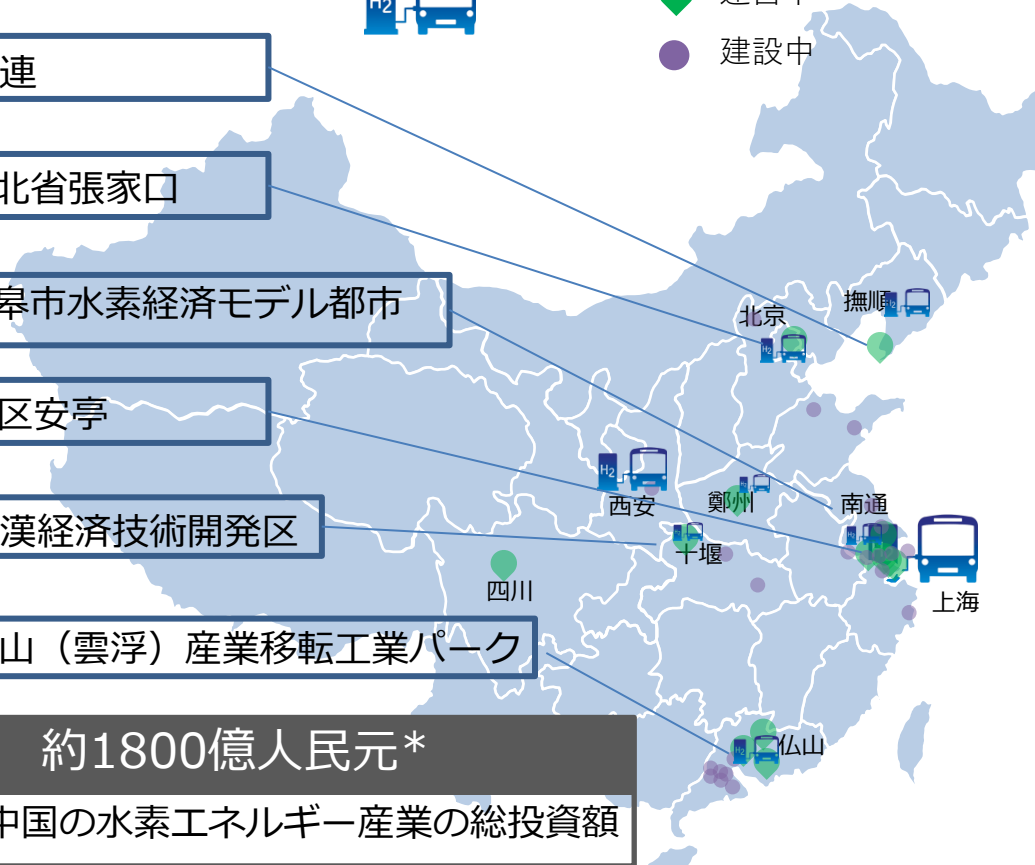
2016年中国の水素エネルギー産業の総投資額

燃料電池車分布



水素ステーション分布

-  運営中
-  建設中



*中国水素エネルギー産業基礎施設発展ブルーブックの公表データより

出所：公開各種の数値データからNEDO北京事務所作成

華北エリアの燃料電池車産業

河北省張家口：張家口イノベーション産業パーク

- 2017年11月、2022年の冬季オリンピック開催地である河北省張家口市で風力発電の余剰電力を利用して水素を発生させる大規模実証実験施設の風力発電部分が完工。
- 設置された風車は90基、総容量200メガワット。中国で1カ所目、かつ、世界最大の風力発電利用電解水素製造システム。全体が完成すると、毎年1752万m³（約1564トン）の水素生産が可能
- 2018年3月に6つの燃料電池バスが北京-張家口間で運行開始。2018年5月には北汽福田が49台の燃料電池バスを市に納入し、市内中心部での運行を開始している。



入居企業		
燃料電池車メーカー	燃料電池車部材メーカー	研究機関
北汽福田(Foton) 吉利汽車(Geely) 等	億華通動力(SynoHytec) 海珀尔 等	北京市水素燃料電池エンジン技術研究センター 清華大学

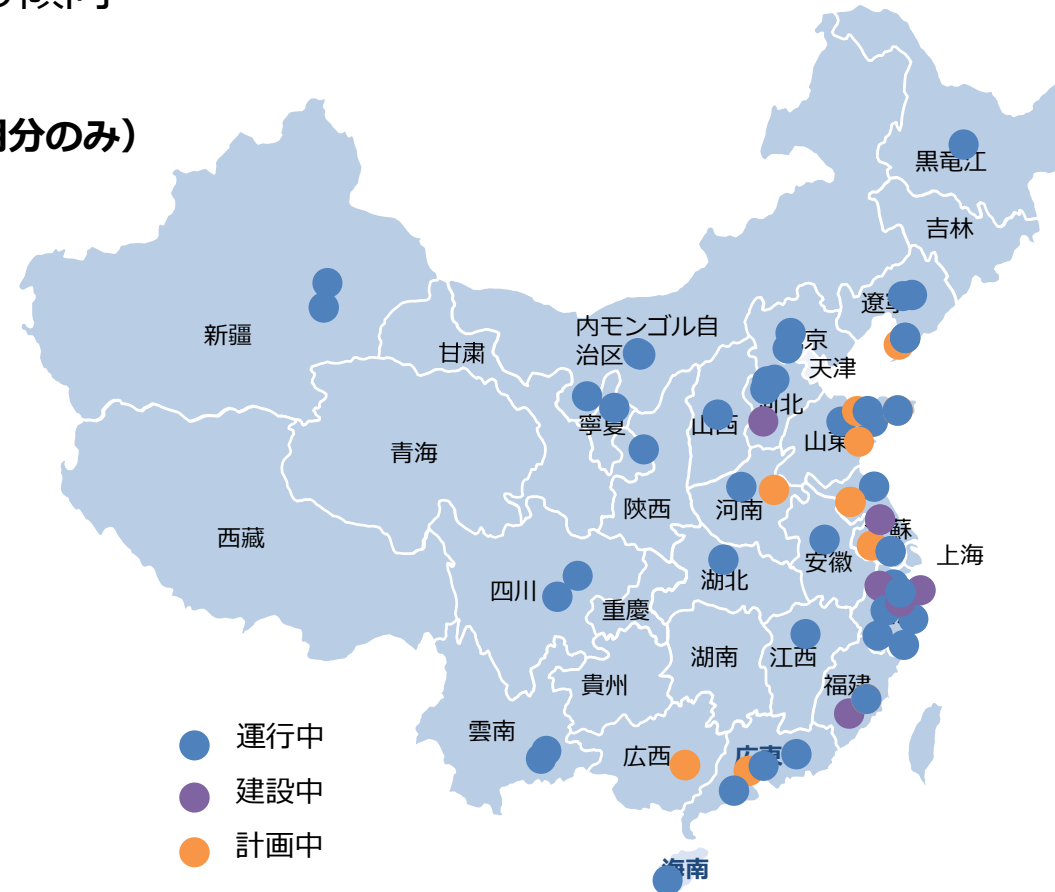
出所: 図、情報「張家口日報」（2017年11月21日）よりNEDO北京事務所作成

工業副生物ガスからの水素生産

- 判明している限りで中国の工業副生物ガスからの水素生産能力は年間430万トン
- 生産地は沿岸部に集中している傾向

工業副生物ガスからの水素生産能力（判明分のみ）

	生産能力 (万トン/年)
石炭化学工業 副生物	300
コークス炉からの 排ガス	75.63
塩素アルカリ製造 副生物	36.8
プロパン脱水素 (PDH)	17.1
合計	430



出所: TrendBank（勢銀）公開データよりNEDO北京事務所作成

第14回省エネ・環境フォーラム日中提言

(2020年12月20日)



梶山弘志・経産大臣

- 中国では、工場などから副生物として発生する水素の利活用が拡大している。今後、世界で水素の社会実装を進めていくためにも、安価な水素を活用したプロジェクトの実施など、両国の特徴を活かした更なる協力が期待される。
- カーボンリサイクルについても、日本は技術開発・実証から将来の社会実装に向けて、着実に取組を進めている。他方、中国は、この分野の技術で多く用いられる水素に関して高いポテンシャルを持っており、日中が連携して取り組む可能性が広がっている。

出典：『日中経協ジャーナル』2021年2月号



何立峰・国家発改委主任

- 2060年までにカーボンニュートラル実現という目標を達成するには大きな努力が必要だが、中国は有言実行だ。日中両国はポストコロナの「グリーンな復興」を推進し、力を合わせて国連の「持続可能な開発のための2030アジェンダ」実現のために努力していく。
- そのために、日本との省エネ・環境分野における産業協力を深化させ、グリーン技術のイノベーションにおける協力の展開や、菅義偉総理が発表した「2050年までにカーボンニュートラルを実現する」という目標を含めた気候変動対応の協力強化が必要である。また、パリ協定やRCEPなどの多国間の枠組みを契機とし、世界の環境対策により大きな役割を果たし、グリーンな発展を推進していきたい。

水素分野における日中協力

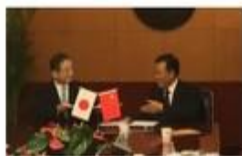
- クリーン電力と水素エネルギーの分野での日中協力
- 工業副生物としての余剰水素、余剰再エネ電力を抱える中国は、国内に膨大な水素生産のポテンシャル。
- 環境対策やエネルギーセキュリティの観点、「何より次世代産業の育成という産業政策の観点」から、政府は燃料電池車産業を「発展進行する新エネ自動車の1つ」として位置づけ。
- 近年水素（燃料電池自動車）の利用、供給（ステーションの整備）が急速に拡大しており、今後水素製造、輸送（パイプライン／タンクローリー）についても検討
- 日本の技術優位（スタック、輸送等）を活用した連携の可能性の検討。
- 中国の標準策定、日中間の安全基準など国際標準化における協力の重要性。

ChaoJiの概要

ChaoJi Project経緯

■ 次世代高出力規格協力に関する覚書

- 2018年 8月28日 チャデモと中電連で2020年の規格制定に向け覚書締結
- 2018年10月26日 第3国への普及拡大に向け覚書締結
- 2019年 2月27日 インド普及への協力について覚書締結



■ 開発は順調に推移

- 18年プロトタイプ完成⇒ 参加各社にて実証試験実施中
- 19年2月、6月、11月試験+デモ実施（11月上海でのIEC要人に向けたデモ風景↓）
- 次回は20年3月中国でデモ実施予定



■ 国際展開の経緯

- 19年 7月 日中以外の国と # 1 ChaoJi国際会議開催（次回は20年3月中国にて実施予定）
- 19年10月 インド規格標準化に反映することに成功
日印政策対話で充電規格普及に言及
- 19年11月 IECにて国際規格として提案を開始（一部確定部のみ）
- ASEAN等各国での政府会談への参画、講演
（19年実施国；タイ、インドネシア、マレーシア、シンガポール、チリ、コスタリカ、ニュージーランド、韓国、ベトナム、台湾）



日中で開発中のChaoJiは2022～2023年に実用化する見込み。

出所：CHAdemo協議会

充電規格

	CHAdemo	GB/T	US-COMBO CCS1	EUR-COMBO CCS2	Tesla	ChaoJi
Connector						
Inlet						
IEC	✓	✓	✓	✓		
IEEE	✓		SAE			
IEC	✓			✓		
IEC	✓	✓	✓	✓		
GB		✓				
Protocol	CAN		PLC		CAN	CAN
最大出力	400kW 1000x400	185kW 750x250	200kW 600x400	350kW 900x400	?	900kW 1500x600
市場出力	150kW	125kW	150kW	350kW	120kW	-
基数	22,500	300,000	2000	7,000	15,000	-
初号設置	2009	2013	2014	2013	2012	2020 Target

参加企業

- 参加要望あれば、貢献するなら受け入れる方針
- 欧米もTop企業は開発、普及推進、採用を前提に参加



水素分野での欧米との協力

①Air Liquide（仏）・四川中核国興科技有限公司（中国核工業集団（CNNC）傘下企業）

2020年12月四川省雅安市で合併会社を設立し、共同で「水素エネルギー産業クラスター」プロジェクトの構築。水力発電を活用した大規模な水素製造、水素液化、空気分離工場プロジェクトを建設し、再生可能水素の生産と貯蔵輸送を実施予定。水素ステーション事業分野でも提携し、同時に水素エネルギー技術と設備製造分野の研究開発を行う

②Air Liquide（仏）・鴻達興業集団（Hong Da Xing Ye Group）

2020年11月、水素液化プロジェクトの技術設備の研究開発。

③張家口市交投シェル新能源（米）・河北省張家口市橋東区政府（全国初の国家級再エネモデル区、風力・太陽光が豊富）

2020年11月、「水素一体化モデル基地建設プロジェクト」に関する提携覚書を締結（水素ガスの製造、貯蔵、輸送、充填、利用に至るまで幅広い内容が含まれる）。豊富な再エネによる電力を利用し、電解法によるグリーン水素を製造（年間3,000トン製造、400台超のFCVバスに供給）で、シェルが中国で実施する初の商業化水素事業。総投資額5.8億元（約97億円）

④Air Products（米）・久泰集団(China JiuTai)・フフホト市政府（内モンゴル）

2020年11月、3者は水素エネルギーモデル都市建設の戦略的提携協定を締結。
戦略的提携パートナーシップを正式に結び、水素エネルギーモデル都市の建設を共同検討

⑤The Linde Group（独）・浙江省嘉興市嘉興港区管理委員会・上海華誼（集団）公司

2020年11月、水素エネルギー産業チェーンプロジェクトに関する提携枠組協定に調印
（水素エネルギーの生産と供給、精製と液化、貯蔵と輸送、水素ステーションの充填等の面で深い提携を展開）。
The Linde Groupの中国初の液体水素プロジェクトで、投資総額1億ドル以上（約109億円）

⑥シーメンス（独）・Beijing Green Hydrogen Technology Development（中国電力(China Power)傘下企業）

2020年8月、水素ステーション向けの水素製造システム提供に関する協定を締結。
シーメンスエナジーが中国で最初のグリーン水素製造施設を稼働（2021年5月に供用開始予定）。2022年の冬季五輪開催期間中及びその後も、公共交通機関向けに水素を供給。
シーメンスエナジーCEO「国家電力投資集団（※中国電力国際発展の親会社）とともに、気候変動に取り組み、炭素排出量を減らす」。

⑦AREVA（仏）・晋煤集団（Shanxi Jincheng Anthracite Coal Mining Group）

2019年10月、AREVA、晋煤集団（Shanxi Jincheng Anthracite Coal Mining Group）、中仏エネルギー協会（AFE）は協力の強化

⑧BALLARD（カナダ）

2015年から中国市場に活発に参入。30%の中国資本受け入れ。燃料電池スタックのOEM製造を中国で実施。