

脱炭素社会の形成に向けて

なぜ今水素か？ 普及に向けた力ギは？

2024年2月18日

Sustainable
Asia LCS



藤野 純一

Junichi FUJINO



fujino@iges.or.jp



COP28@ドバイの主な論点

- パリ協定成立後、初めてのグローバルストックテイクが行われ、**再エネ3倍・省エネ2倍**など、**1.5°C実現に向けた合意**が進む
- COP27で採択された「**損失と損害**」の**ファンド**がCOP28開催初日に決定
- 過去最大規模の8万6千人が参加、メイン会場（ブルーゾーン）およびそこを囲むエリア（グリーンゾーン）にも世界各国・企業・機関から多くの出展が行われながら**気候Expo**に
- 初めて都市のサミットが公式会合として開催され、企業のトップが多く参加し様々なイニシアティブや商談がまとまり、**実施のステージへ**



ISAP 2023

持続可能なアジア太平洋に関する国際フォーラム

IGES 公益財団法人
地球環境戦略研究機関

COP28の成果：気候変動緩和

気候変動とエネルギー領域
田村堅太郎

COP28速報セミナー

ISAP2023 PS4:COP28速報セミナー



ISAP 2023

持続可能なアジア太平洋に関する国際フォーラム

気候変動・気候変動とは、化石燃料の燃焼をはじめとした人間の活動を主な要因と...

2023年12月19日
15:20 - 16:50
ハイブリッドイベント
<https://isap.iges.or.jp/2023/jp/ps4.html>

共有

パラレルセッション 4 (PS-4)

COP28速報セミナー



「COP速報セミナー」は、数多いIGESのウェビナーの中でも毎年人気ナンバー1を誇ります。今年も、11月30日～12月12日にアラブ首長国連邦（UAE）・ドバイで開催された国連気候変動枠組条約第28回締約国会議（COP28）に参加した研究員から、どこよりも早い結果速報をお届け。COP28の総評、今年最も注目が集まったグローバルストックテイク、気候変動緩和、パリ協定6条、気候変動適応、損失と損害、そして気候資金の7つのトピックについて、現地で参加した、各分野を専門とするIGESの研究員が最新情報をお伝えします。

見る  YouTube

<https://isap.iges.or.jp/2023/jp/ps4.html>

ポイント

- パリ協定前の気温上昇予測 4°C であったが、現在、提出されている2030年国別削減目標（NDC）が実施・達成されれば $2.1\sim 2.8^{\circ}\text{C}$ へ
➡ パリ協定の野心引き上げメカニズムが機能し始めている。ただし、不十分。
- 190超の締約国による交渉・譲歩の結果、2050年ネットゼロの科学的根拠、化石燃料からの脱却、2030年までに再エネ容量3倍・省エネ改善率2倍に向けた努力を加速、等に合意
➡ 1.5°C 目標達成にいちろの望みをつないだ
- NDCの引き上げは依然不十分。分野別取組や非国家主体の補完・補強的な役割が期待
➡ すべての国における2030年までの国内排出削減の深掘り、そして、 1.5°C 目標に整合的な次期NDC（世界全体では2035年に19年比60%削減）を策定できるかがカギ
- 次期NDCの提出期限は2024年11月から25年3月。
➡ 日本も、再エネ導入を最大限かつ迅速に行い、同時に社会経済の変化を織り込むことで、35年に19年比60%以上の大幅削減も視野に。変化を恐れない議論を！

（パラレルセッション1「IGES 1.5°C ロードマップ」）

注目されるグローバル・ストックテイク成果文書のパラグラフ

25. パリ協定の気温目標達成に合致するカーボンバジェット（炭素予算）は小さく、急速に枯渇しつつあることに懸念を表明し、50%の確率で地球温暖化を1.5°Cに抑えようとした場合、過去の累積CO₂排出量がすでにカーボンバジェット全体の約5分の4を占めていることを認める

28. GHG排出量を1.5°Cの道筋に沿って大幅、迅速かつ持続的に削減する必要性を認識し、締約国に対し、パリ協定とそれぞれの国情、経路、アプローチを考慮し、国ごとに決定された方法で、以下の世界的な努力に貢献するよう求める：

(a) 2030年までに再エネ容量を世界全体で3倍、エネルギー効率改善率を世界平均で年率2倍にする；

(b) 対策が講じられていない石炭火力の段階的削減に向けた取り組みを加速すること；

(c) ネット・ゼロ・エミッションのエネルギー・システムに向けた取り組みを、ゼロ・低炭素燃料を活用して、今世紀半ばまでに、あるいは今世紀半ば頃までに、世界的に加速する；

(d) 公正、秩序ある、衡平な方法で、この重要な10年間の行動を強化しつつ、2050年までのネットゼロ達成を目指し、エネルギーシステムの化石燃料から脱却する；

注目されるグローバル・ストックテイク成果文書のパラグラフ

28. (続き)

- (e) 再エネ、原子力、特に削減が困難なセクターにおける炭素回収・利用・貯蔵などの削減・除去技術、そして低炭素水素製造などの、ゼロ排出および低排出技術を加速する；
- (f) 特にメタンを含めた非CO₂以ガスの排出削減を2030年までに世界的に加速し、大幅に削減する；
- (g) インフラの整備やゼロエミッション車・低排出車の迅速な導入など、様々な経路で道路交通からの排出削減を加速する；
- (h) エネルギー貧困や公正な移行に対処しない非効率な化石燃料補助金を可能な限り早期に廃止する

29. 過渡的燃料 (transitional fuels) が、エネルギー安全保障を確保しつつエネルギー転換を促進する役割を果たしうることを認識する；

水素とは？

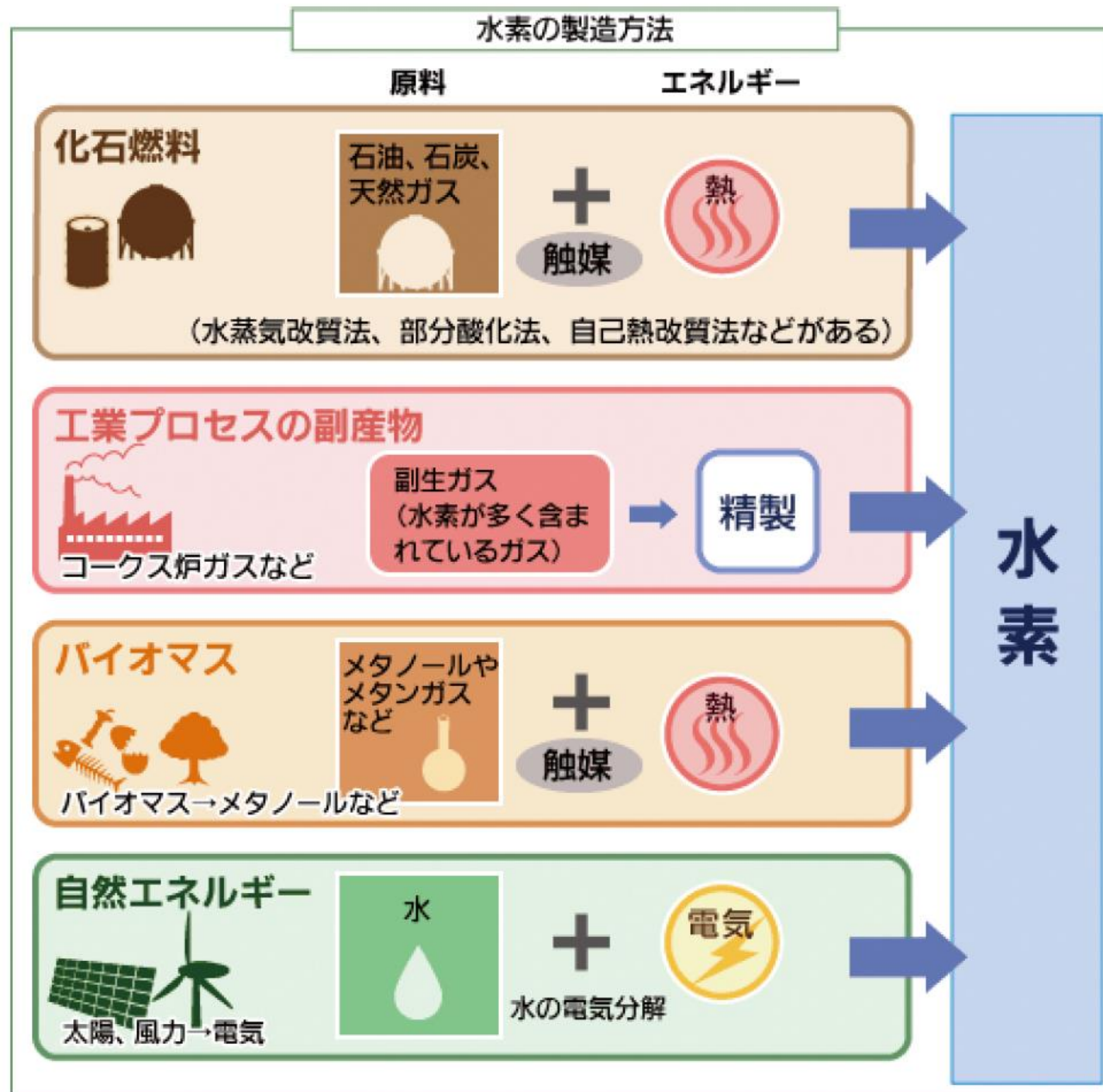


表1：水素の主な色と定義

色の種類	内容
グリーン	再エネなどを使って、製造工程においてもCO2を排出せずにつくられた水素
ターコイズ	天然ガスの主成分であるメタンの熱分解によって生成される水素。製造工程でCO2を排出しないが、副生物として生成される固定炭素が、廃棄物や燃料として活用される可能性があるためグリーンとブルーの中間に位置付けられる
ブルー	水素の製造工程で排出されたCO2を、「回収・貯留／有効利用」(CCS/CCUS) 技術で回収し貯留・利用するなど製造工程のCO2排出を抑えた水素
グレー／ブラウン／ブラック	いずれも化石燃料をベースとしてつくられた水素。グレーは天然ガス、ブラウンは褐炭、ブラックは石炭から生成される場合を指す。まとめてグレー水素と呼ばれる場合もある
イエロー／ピンク／パープル／レッド	原子力発電による電力を用いて製造される水素を指すことが多い
ホワイト	他製品の副産物として生成された水素
ゴールド	枯渇した油井内の微生物を発酵させることによって生成される水素
クリーン	低炭素水素と訳されるが、各国によって定義が異なる

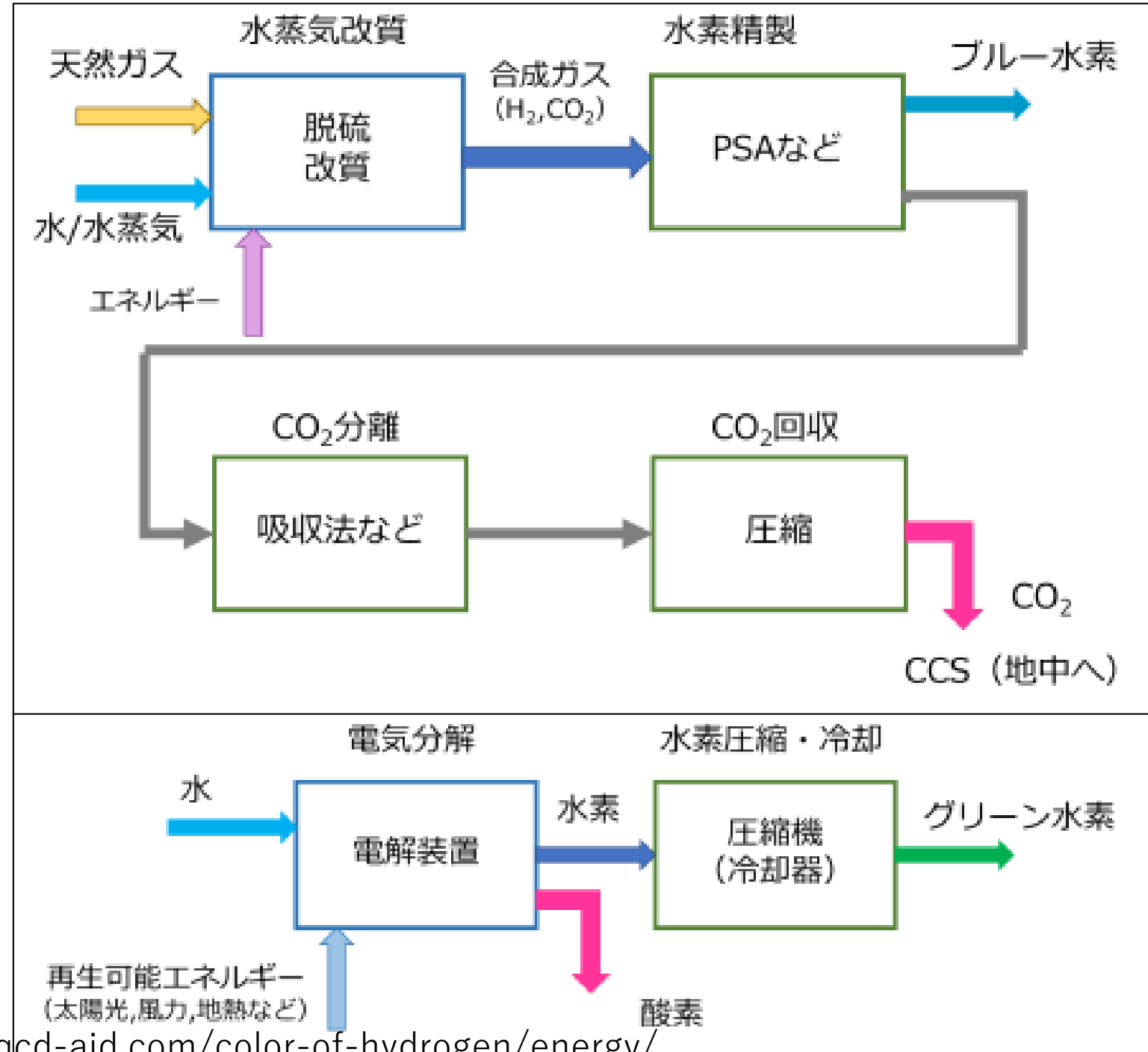




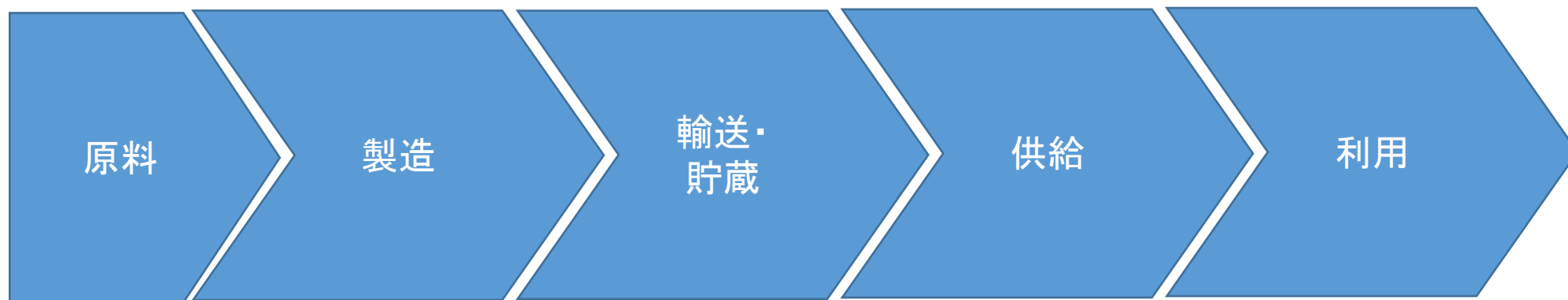
図 1-3 水素利活用技術の適用可能性

出典：資源エネルギー庁 燃料電池推進室「水素・燃料電池について」

第 1 回水素・燃料電池戦略協議会（2013 年 12 月 19 日）【参考資料 [3]】より NEDO 作成

水素サプライチェーン

- 水素サプライチェーンを考えたときに、原料の選定から利用先まで様々な要素(規模、立地、機器効率、コスト、規制等)を考慮した仕組みの構築が必要
- サプライチェーンの考えとしては、再生可能エネルギーの中でもバイオマス発電の検討フローと類似(複雑にならないフローが必要)



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月に策定したが、EU、ドイツ、アメリカなど各国も、水素戦略を策定するなど、水素関連の取組を強化。環境の変化に対応した戦略とするため本年6月に水素基本戦略を改定。
- 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。2021年第6次エネルギー基本計画にて、2030年の電源構成で水素・アンモニア1%を目指すこととしている。

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次エネ基策定
GI基金始動

2023年
GX推進法成立
水素基本戦略改定

水素導入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(1,200万t) → 2050年(2,000万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*)
ノルマルリユーベ
→ 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目指す。

METI「水素を取り巻く国内外情勢と水素政策の現状について」
(2023年8月) https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/014_04_00.pdf

なぜ水素か？

－移動・輸送－

● 燃料電池車の導入現状

国際エネルギー機関(IEA)の報告

国際エネルギー機関(IEA)によると、2022年の燃料電池車の普及台数は前年比40%増加して世界で7.21万台に達した。国別シェアは首位の韓国が41%で、2位米国(21%)、3位中国(19%)、残念ながら商品化で先行したは日本(11%)は4位で、5位ドイツは日本の約1/3に留まる。

また、燃料電池車の普及台数の約80%は普通乗用車(FCEV)で、10%がFCトラック、10%弱がFCバスである。2022年には、FCトラックはFCEVやFCバスを上回るペースで成長し、60%増加する。

●韓国の燃料電池車の普及台数は約3万台で、現在は世界の燃料電池車の半分以上を生産し、2022年には1.5万台の燃料電池車が発売され、その2/3は韓国である。背景にはFCEVの生産と販売を支援する政策が影響しており、**現代自動車**が**燃料電池車のトップメーカー**となった。

●米国の燃料電池車の普及台数は約1.51万台で、その多くが普通乗用車(FCEV)で、FCバスは 200 台強である。2022年には米国の燃料電池車の普及台数は20%以上増加したが、これは中国の60%増に比べてはるかに少ない。

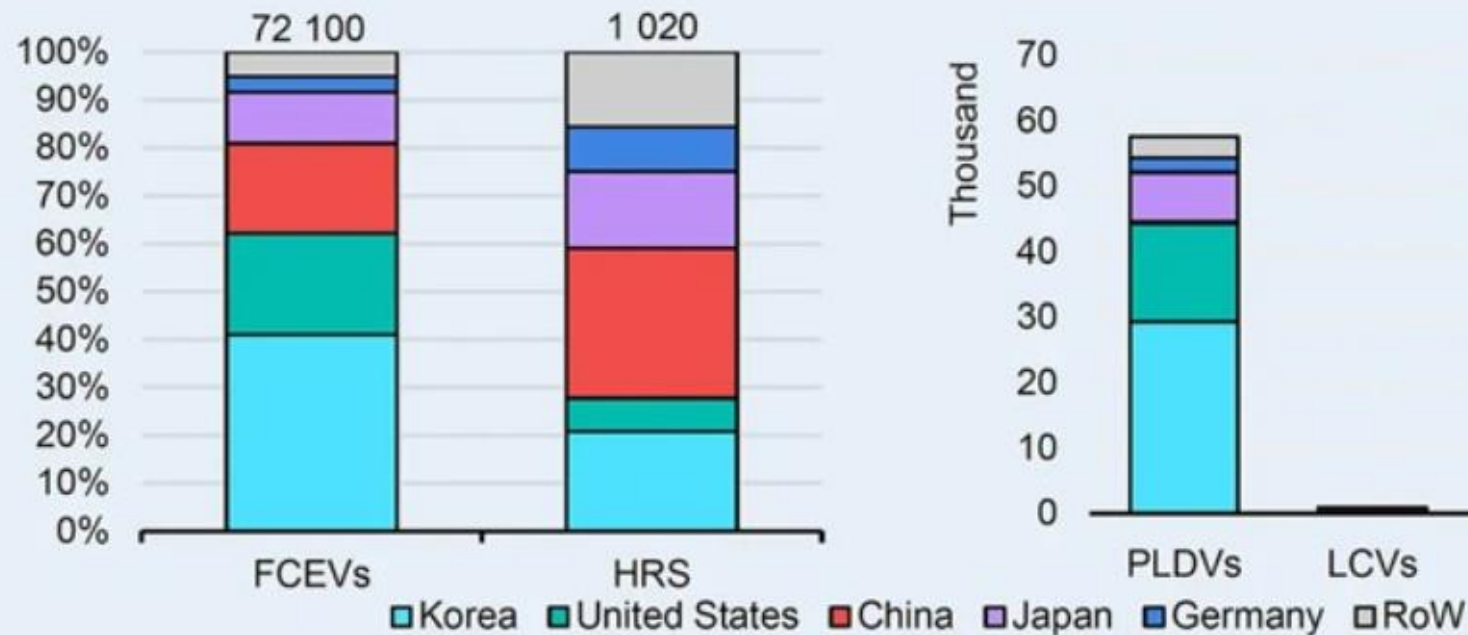
●中国の燃料電池車の普及台数は約1.37万台で、**その多くは大型燃料電池車セグメント(FCTラックとFCバス)**である。中国には世界のFCTラックの 95%以上と、燃料電池バスの 85%近くが存在する。2022年には200台以上の普通乗用車(FCEV)が加わる。

一方、水素ステーションは世界で1020基に達しているが、2022年の国別シェアは首位の中国が32%、2位韓国(22%)、3位日本(17%)、4位ドイツ(10%)、5位米国(7%)である。

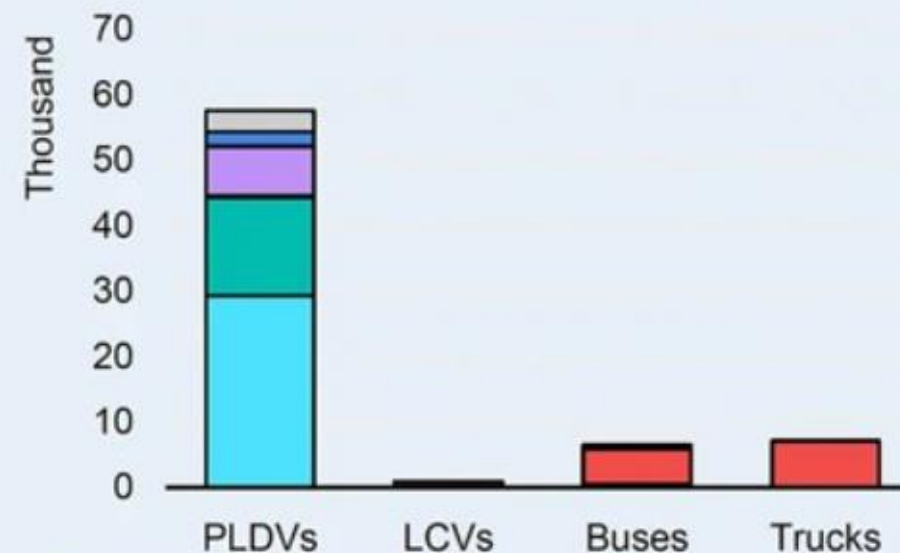
水素ステーション1基あたりの燃料電池車数は、水素ステーション普及の目安となる。ドイツが25台/基、中国が43台/基、日本が46台/基、韓国が132台/基、米国は213台/基であり、日本の水素ステーションの普及が他国に比べて遅れているとは言えない。

Fuel cell electric vehicle and hydrogen refuelling station stock by region, 2022

Share of FCEV and HRS stock by region, 2022



FCEV stock by region and mode, 2022



IEA. CC BY 4.0.

Notes: FCEVs = fuel cell electric vehicles; HRS = hydrogen refuelling station; PLDVs = passenger light-duty vehicles; LCVs = light commercial vehicles; RoW = rest of the world.

Source: IEA analysis based on the data submission of the [Advanced Fuel Cells Technology Collaboration Program](#).

図2 2022年の燃料電池自動車と水素ステーションの国別シェア

出典: :IEA「Global EV Outlook 2023」

国内の状況

2022年末の国内の燃料電池車の累積台数は7648台に達するも、2020年の目標である4万台の20%と未達に終わり、2025年の20万台達成、2030年の80万台の目標の達成が全く見通せない状況にある。

一方、水素ステーションは、2020年の目標である160基の設置はクリアしたものの、2025年の320基の設置は厳しく、水素基本戦略で改定された1000基の設置にはほど遠い。

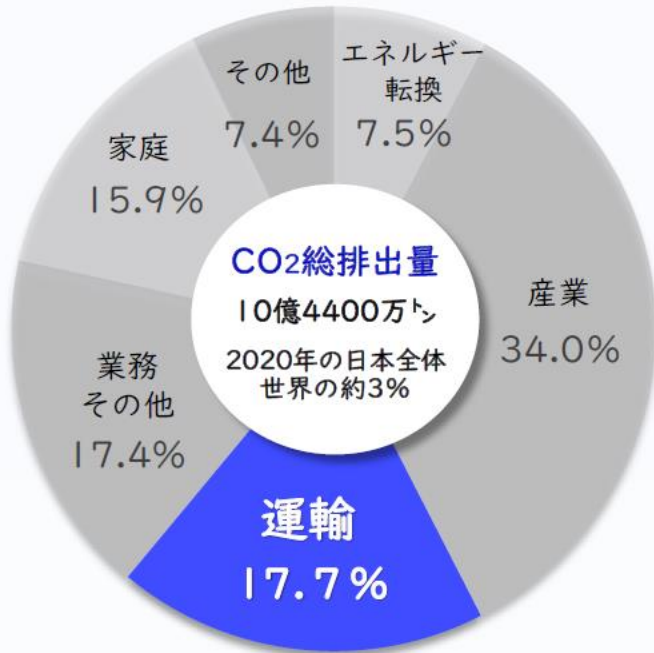
第30回水素・燃料電池戦略協議会

トヨタ自動車の 水素利用拡大への取り組み

2023年4月5日
トヨタ自動車株式会社

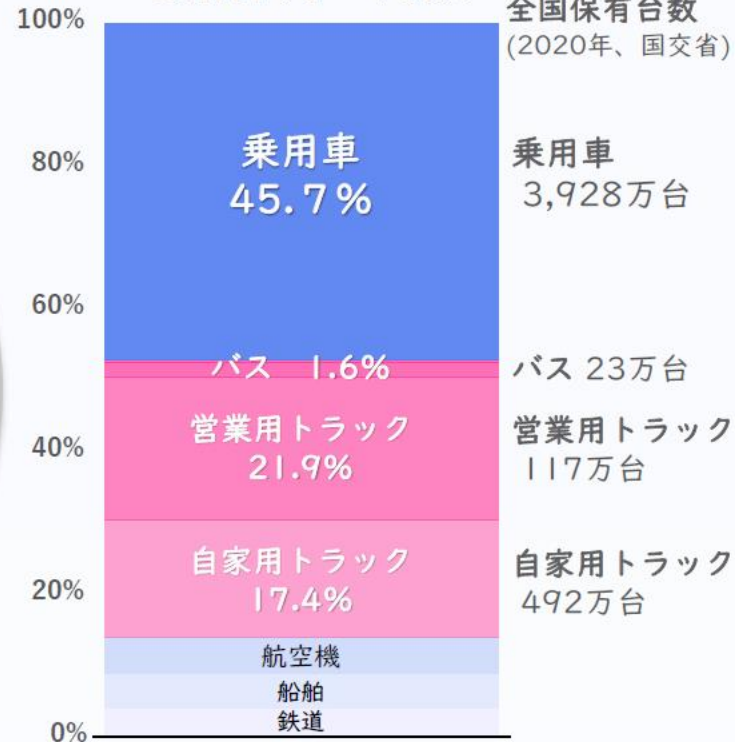
トヨタの取り組み①：商用車展開

■日本のCO₂排出量の割合（産業別CO₂視点）



国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス のデータを元に作成

運輸部門の内訳



■燃料電池技術の展開 2023年2月現在



日本でのCO₂総排出量に占める運輸の割合は2割で、約半分は商用車から排出している
世界でも商用車のZEV化が進む中で、トヨタも商用のZEVラインアップの準備を進めています

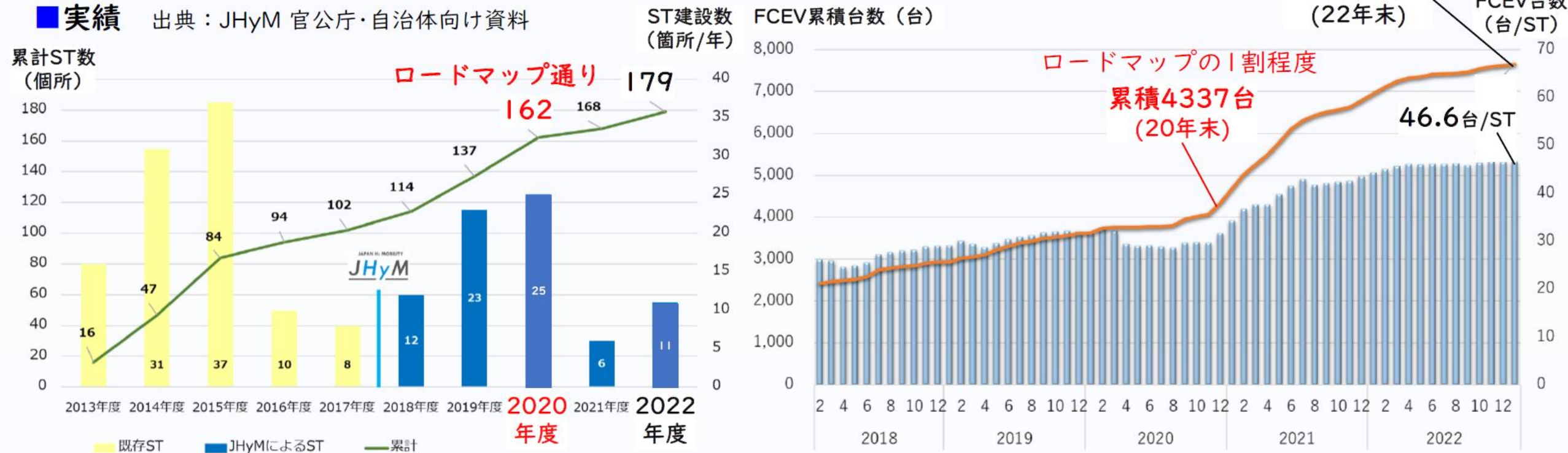
現在のロードマップと実績の乖離

■ロードマップ 出典：第6回水素・燃料電池等の普及に係る自治体連携会議



ロードマップ：20万台@25年達成には
約4万台/年の増加必要⇨8万台@22年末

■実績 出典：JHyM 官公庁・自治体向け資料

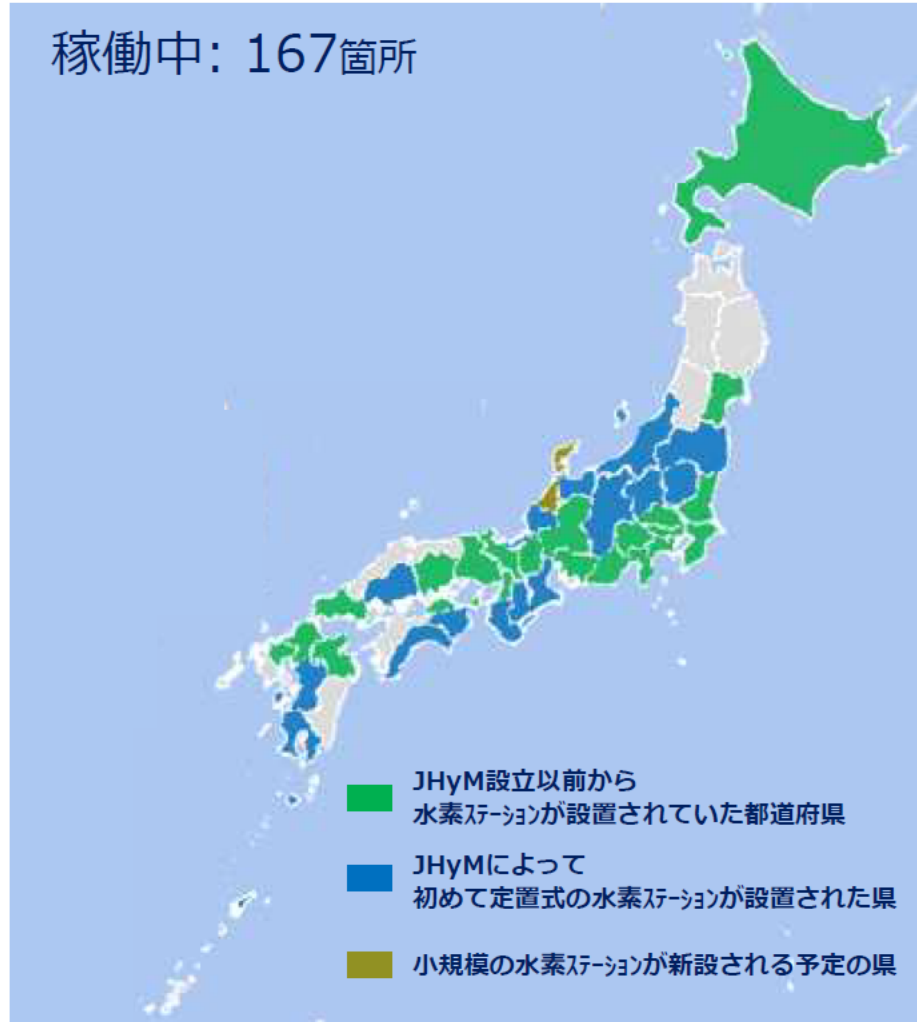


FCEV補助政策、大都市圏中心としたステーション整備を推進いただいているにも拘らず期待ほどのFCEV販売台数につながっておらず、CO2低減（⇨水素消費）の進み方が遅い

都道府県の水素ステーションの整備状況

2023年3月末現在

稼働中：167箇所



2022年度 設備補助金 第三次公募分までの合計

JHyM調べ

※建設中含む

179箇所 37都道府県 未整備：10県

地域	都道府県 赤字：未整備県 緑字：JHyM設立後定置式整備
S (9)	東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県 愛知県 大阪府、京都府、兵庫県 福岡県
A (21)	北海道、宮城県 茨城県、栃木県、群馬県 新潟県、山梨県 静岡県、岐阜県、三重県 滋賀県、奈良県、和歌山県 岡山県、広島県、山口県 徳島県、香川県 佐賀県、熊本県、大分県
B (17)	青森県、岩手県、秋田県、山形県、福島県 長野県、富山県、石川県、福井県 鳥取県、島根県 愛媛県、高知県 長崎県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県

赤字に下線：FCVの登録はある県

4 青字：小規模の水素ステーションが新設される予定の県

JHyM JAPAN H₂ MOBILITY

トヨタの取り組み②：水素消費のモデル化

■ 幹線モデル（東北-関東-関西）



■ 地方都市モデル（福島県）



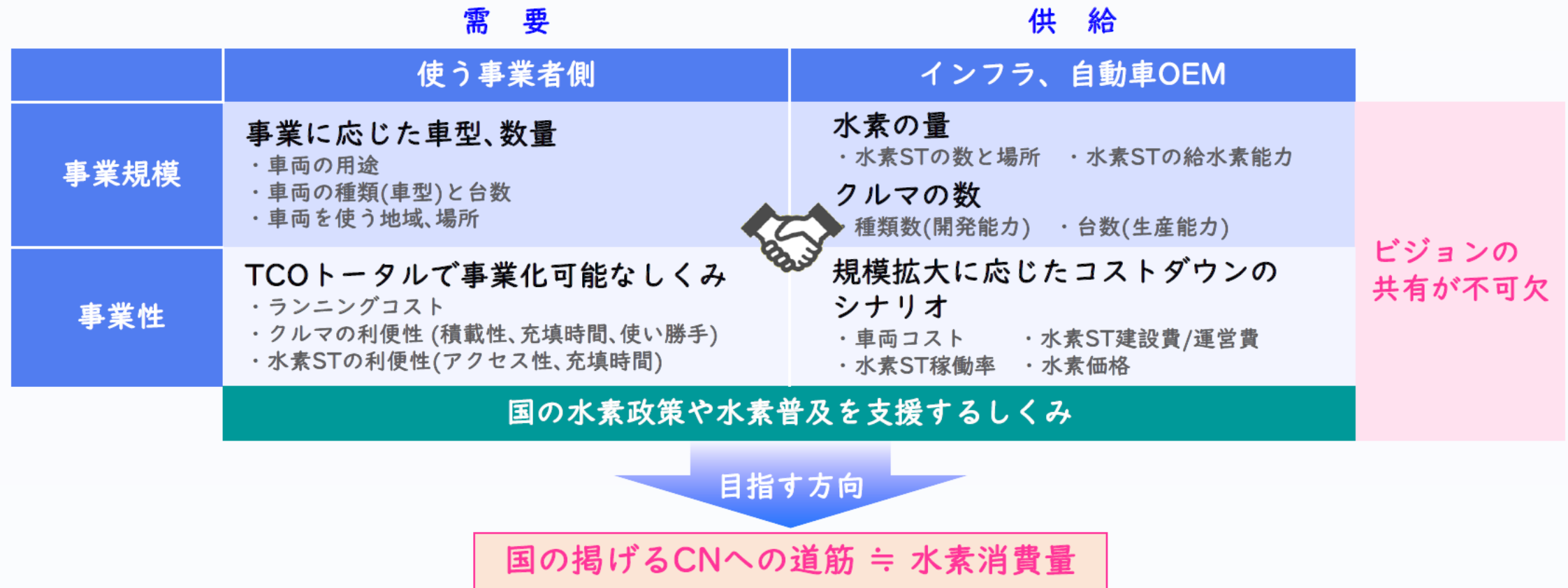
■ ラストマイルモデル（東京都）



FCEV		BEV		
大トラ	小トラ	小トラ積載3t	小トラ積載1t	軽バン
				
東北～関東～関西 幹線輸送	福島・東京	東京		
25年度～	‘23/2～	23年度～		23年末～
約50	約250 (福島60・東京190)	約280		

水素普及(≒CO₂低減)に向け“成功体験の連鎖”を生み出す為、水素消費の“モデル化”を推進中であり、実証→実装の第1弾として『福島・東京プロジェクト』を始めております

普及の加速に向け実現していきたいこと



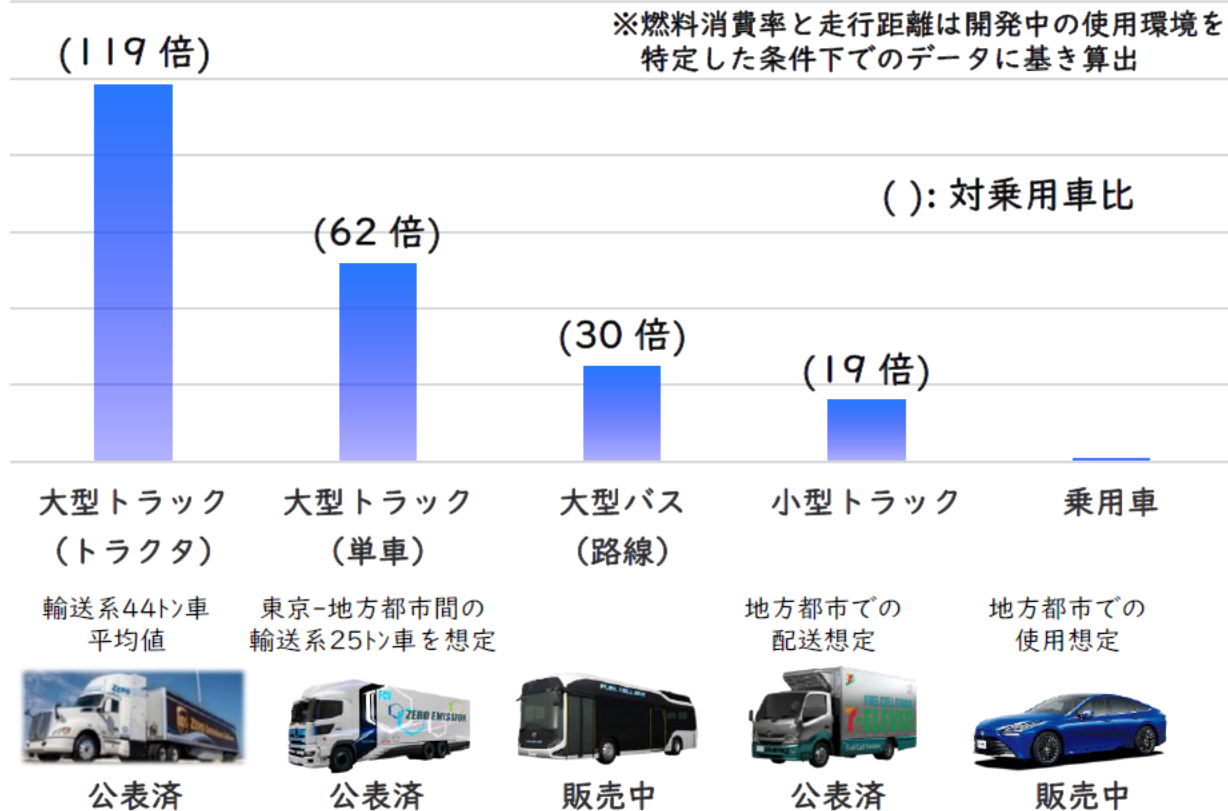
モビリティ水素官民協議会を立ち上げ、

- ・需要側と供給側のビジョンや課題の共有を進めていただいたこと、
 - ・規制と支援一体型での投資促進の大きな方向性を提示いただいたこと、に感謝申し上げます
- 水素普及の実装の具体化に向け、積極的に議論に参加させていただきます

トヨタの取り組み①：商用車展開

■ 台当たりの年間水素消費量の比較

燃料消費率 × 走行距離



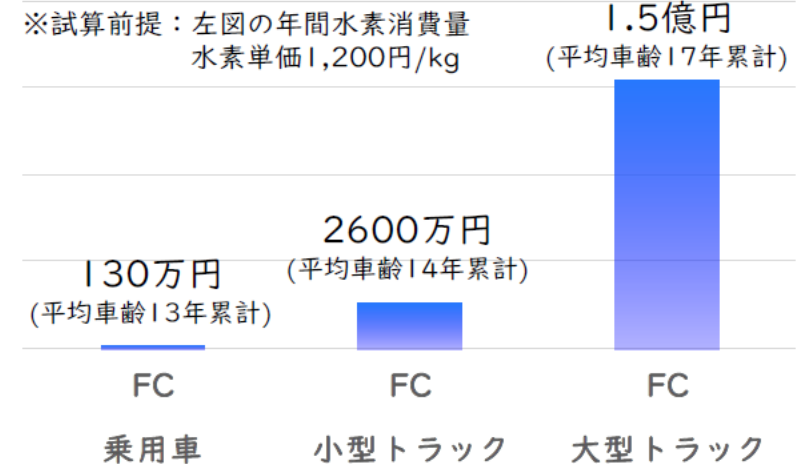
■ 課題：TCOの低減

運用効率を含むTCO※で事業可能なスキームが必要

※TCO：Total Cost of Ownership

- ・ 商用車の場合、車両価格と比べて燃料代が非常に高額になる
- ・ 水素充填の利便性（ダウンタイムの最小化）も事業性のため重要

FCモビリティ燃料代



商用車での水素利用は大量の水素消費(≒効率的なCO₂低減)の期待ができる一方、燃料代および水素充填の利便性などの向上も同時に解決する必要があると考えています

なぜ水素か？

－鉄鋼・化学産業－



NIPPON STEEL



NIPPON STEEL

資源エネルギー庁
第30回水素・燃料電池戦略協議会

製鉄業における水素活用に向けた取り組みと課題

日本製鉄株式会社
2023年4月5日

カーボンニュートラルビジョン2050

2021年3月公表

2030年にCO₂総排出量▽30%、2050年カーボンニュートラルを目指す
 2030年目標は海外競合他社と比べても野心的であり、かつ、確実に達成できる計画
 グリーン・トランスフォーメーション推進本部（本部長：副社長）にて企画・実行を行い、
 定期的に取り締役会・経営会議において報告・モニタリングを実施



社会全体の
 CO₂排出量削減に寄与する
 高機能鋼材とソリューションの提供

お客様における
 生産・加工時のCO₂削減

最終消費者における
 使用時のCO₂削減



鉄鋼製造プロセスの脱炭素化
 カーボンニュートラルスチールの提供

お客様のサプライ
 チェーンでのCO₂削減

高機能鋼材とソリューションを提供し、他国に先駆けて鉄鋼製造プロセスの脱炭素化を進め、
 カーボンニュートラルスチールをいち早く市場へ供給していく事で、
 お客様（国内約6千社）の脱炭素化ニーズに応え、国際競争を支えてまいります。
 第三者機関の認定を受け、CO₂排出低減効果を踏まえた、
 「NSCarbolex™ Neutral」の販売を2023年度上期より開始いたします。



NIPPON STEEL
 Green Transformation
 initiative

Make Our Earth Green

技術・商品力による社会全般の脱CO₂への貢献 ～電磁鋼板能力・品質向上対策

カーボンニュートラルに向けた社会的ニーズ

**EV用モーターの
需要拡大・高性能要求**
(高効率・小型化・軽量化)

**世界的な
変圧器高効率化規制の強化**

NO
無方向性電磁鋼板
⇒モーター用



これらのニーズを満たす
最も経済合理性のある手段として
高品質の電磁鋼板を提供



GO
方向性電磁鋼板
⇒変圧器用

モーター・変圧器のエネルギーロスを低減する
電磁鋼板の需要拡大とハイグレード化の要請に対応
するため、能力・品質向上対策投資（投資額1,230億円）
を順次実行中

既決定投資（2019.11～2021.11公表）

投資額：1,230億円

投資箇所：九州製鉄所八幡地区
瀬戸内製鉄所広畑地区

稼働時期：2024上期中フルアップ

生産能力：NO+GO 対現行1.5倍
うちハイグレード 対現行3.5倍

カーボンニュートラルに向けたEV化の動き、エネルギー転換の動きが
さらに前倒して進むことが想定される中、
需要拡大とハイグレード化に対応する追加能力対策を検討中

出典；2022年5月10日 決算説明会

技術・商品力による社会全般の脱CO₂への貢献 ～次世代型熱延新設・超ハイテン鋼板製造



超ハイテン鋼板

ハイテン（High Tensile Steel：高張力鋼）のうち、引張強度が1.0GPa以上の鋼板を超ハイテン鋼板という。高強度により車の衝突時の安全性を確保しながら軽量化により燃費を向上しCO₂排出量を削減。結晶構造のコントロールにより強度と加工性を両立。

カーボンニュートラルに向けた社会的ニーズ

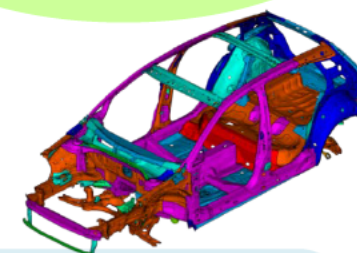
安全性への社会的ニーズ

従来からの内燃車における
世界的な燃費規制の更なる強化

電動車化に伴う
車体軽量化ニーズ
(走行距離、バッテリー重量)

衝突安全基準
厳格化

軽量化・高強度化と加工性を更に高次元で両立する
超ハイテン鋼板へのニーズ拡大

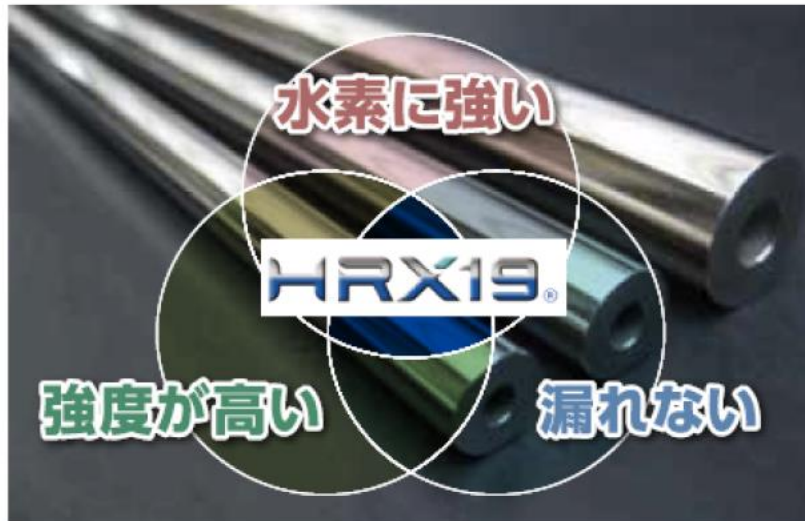


自動車鋼板製造の中核拠点である名古屋製鉄所において、超ハイテン鋼板等の高級薄板の生産体制を抜本的に強化するために、鉄鋼材料の可能性を徹底的に追求した技術開発部門の長年の研究成果を集大成し、世界最大の耐荷重の圧延機を備え、圧延制御性と温度制御性を飛躍的に向上させた**次世代の熱延ライン**を新設

投資額：約2,700億円 生産能力：約600万t/年 稼働開始：2026年度第1四半期（予定）
(2026年度中に現熱延ラインを休止予定)

出典：2022年5月10日 決算説明会

高圧水素用ステンレス鋼、国内の水素ステーションに広く採用



水素に強い

※ 日本製鉄 HRX19®カタログ

- オーステナイト系ステンレス鋼で最高の耐水素脆性
- Ni 当量(*) $\geq 32.09\%$
- 高圧水素環境下で長期間使用可能
- 機器の長寿命化および安全性向上に貢献

70MPa ガス 水素中引張試験後の試験片外観

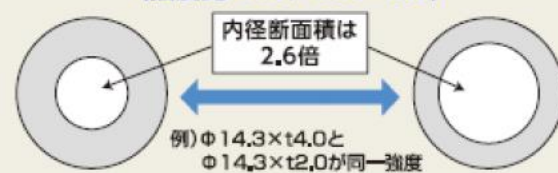


強度が高い

- TS $\geq 800\text{MPa}$
- SUS316(L) に比べ、約 1.5 倍の高強度
- 軽量化によるコスト削減および大流量、高速充填を実現

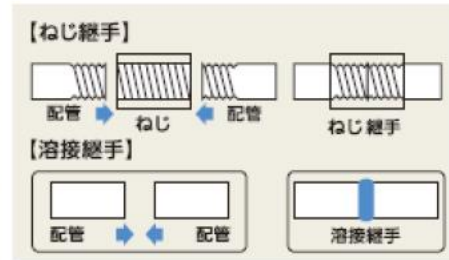


HRX19®はSUS316Lに比べて40%薄肉化可能
(強度比: $480/800=0.6$)



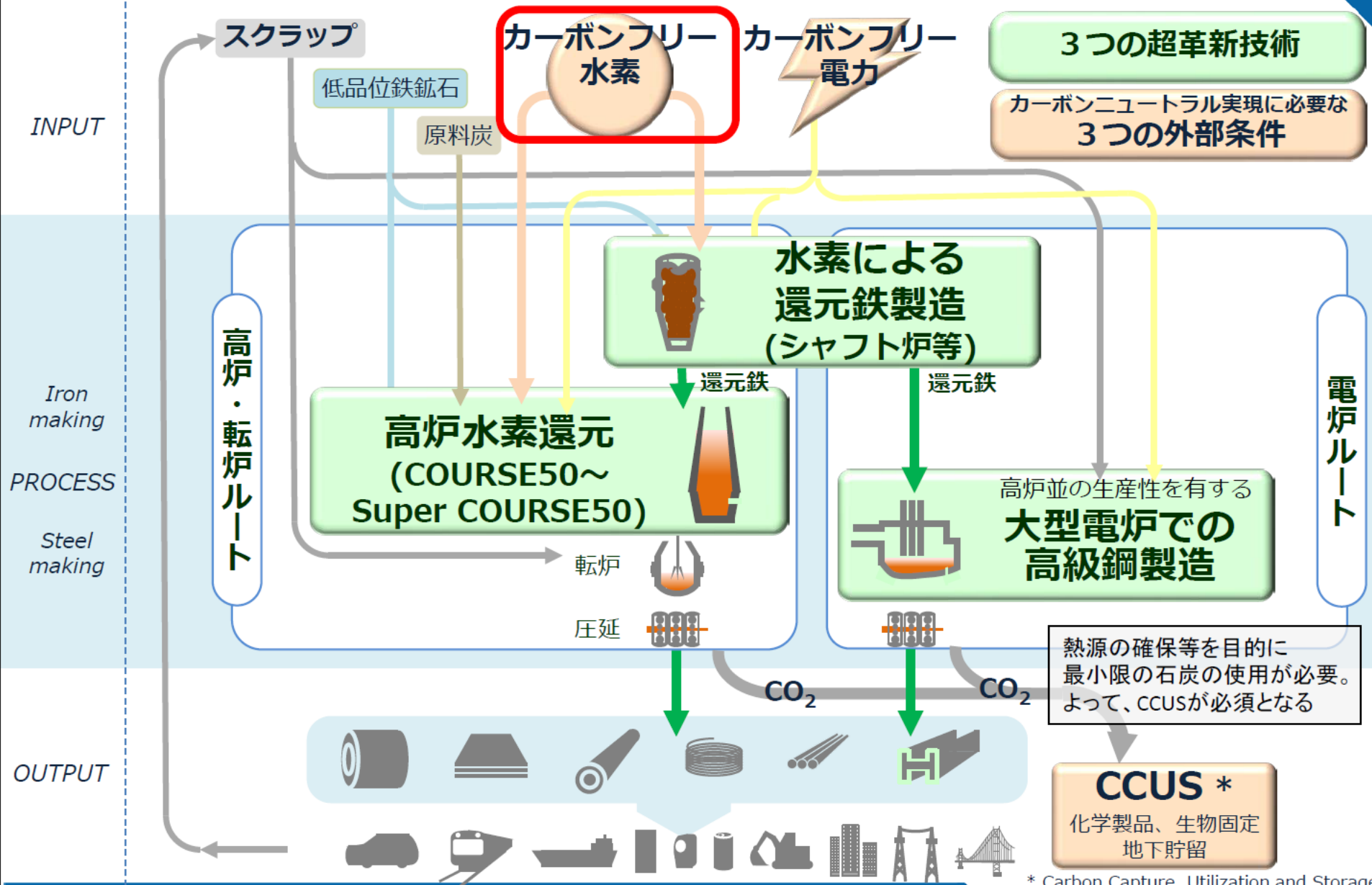
漏れない

- 溶接部も母材同等の強度、耐水素脆性を保有
- 溶接接手の実現による低コスト化、鋼材重量削減
- 施工およびメンテナンスコストの削減に寄与
- 安全性の飛躍的な向上



カーボンニュートラル生産プロセス

6



- ・鉄鋼業における水素利用としては、以下の用途あり

〔製鉄 還元用途〕 ①高炉水素還元

～2030年部分使用、～2050年本格導入

②水素による還元鉄製造

～2030年実機実証1号機、～2050年本格導入

〔製鉄 熱源用途〕 ③加熱炉、CO₂分離回収等

2050年までに順次実装の見込み

〔発電用途〕 ④電力低炭素化(自家発電等)

設備更新等に合わせ順次対応

〔CCU用途〕 ⑤CCUプロセスでの使用

2050年までに順次実装の見込み

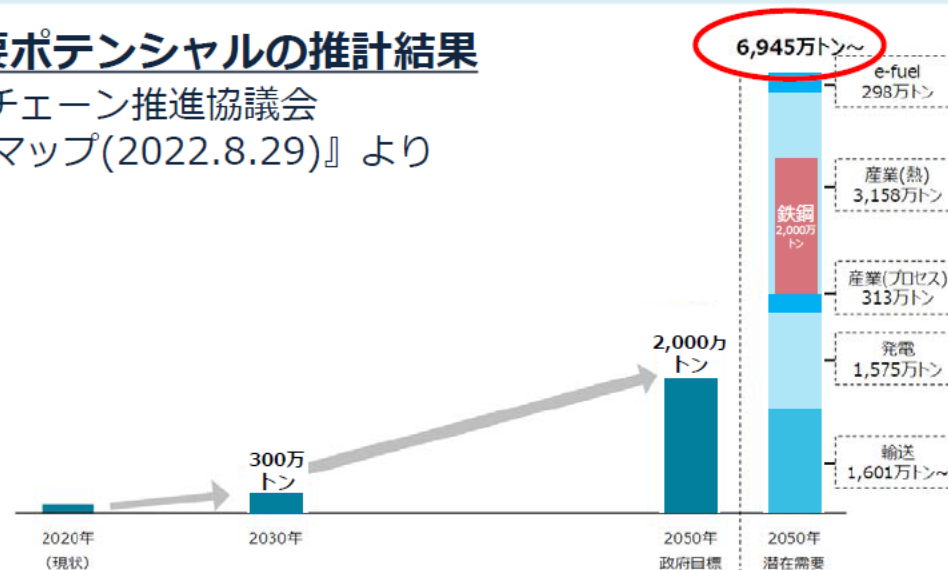
- ・当社の水素利用量は、2050年で800～900万t程度と想定

(鉄鋼業全体は2050年で2,000万t：水素バリューチェーン推進協議会(JH2A)推計)

(参考)水素需要ポテンシャルの推計結果

水素バリューチェーン推進協議会

『水素ロードマップ(2022.8.29)』より



うち、鉄鋼用途は
2,000万t

- ・ 2050年断面における政府の水素コスト目標（20円/Nm³）を前提としても、**現状コストとの比較においては大きなギャップが生ずる**
- ・ 我が国の産業競争力の源泉である国内製鉄業の競争力維持の観点からは、**現状コストとの値差解消が必要**

現状と比較した水素の価格面課題

～日本鉄鋼連盟によるパリティコスト試算～

現状(炭素還元)と等価にする場合の
水素価格は**約8円/Nm³*** (7.7 ¢ /Nm³)

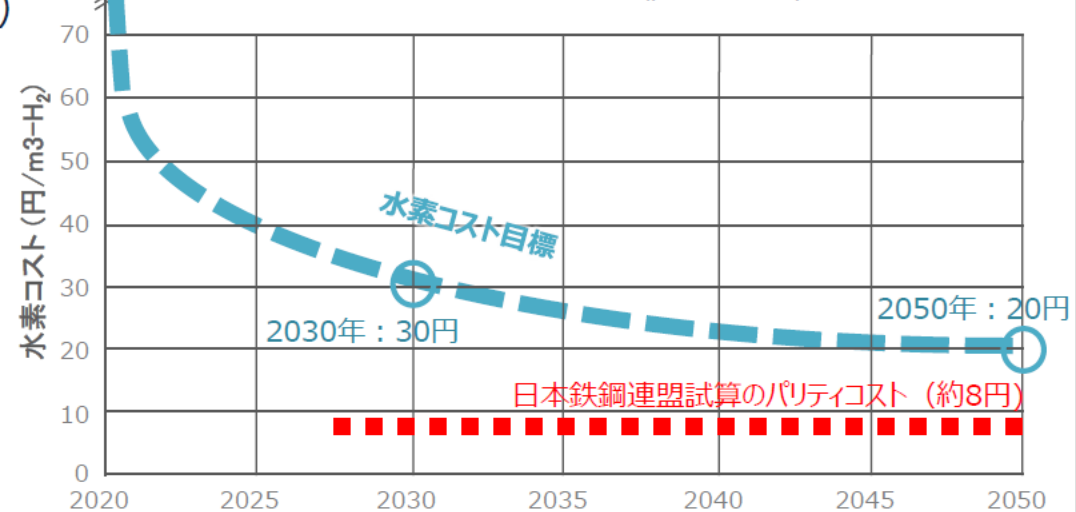
* 露のウクライナ侵攻前の水準前提

(試算条件)

- ・ 原料炭価格前提：\$200/t
- ・ 1tの銑鉄製造時の原料炭使用量
：700kg/t-p
- ・ 原料炭のうち還元機能で消費
される分のみ考慮(55%)
- ・ 新規設備コストは含まない
- ・ 為替前提：\$ = 100円

【参考】水素コスト目標と鉄連のパリティコスト

鉄連試算値を基に当社にて換算



「日本鉄鋼連盟 地球温暖化対策ビジョン」より

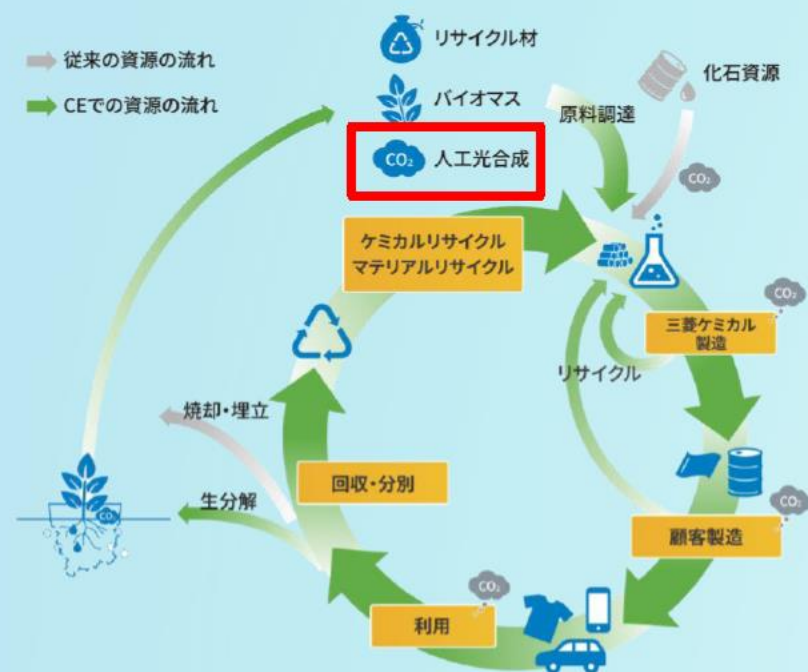
第30回水素・燃料電池戦略協議会

カーボンニュートラル社会の実現に向けた 三菱ケミカルの水素に関する取り組み

2023 年4月5日
三菱ケミカル株式会社

サーキュラーエコノミー実現への取り組み

カーボンニュートラル(CN)とサーキュラーエコノミー(CE)実現に向け、プラスチックのリサイクル、バイオマス由来原料活用に加えて、人工光合成技術等を用いたCO₂の活用を進めていきます



プラスチック循環

- ・プラスチック油化事業化検討 –ENEOSと
- ・PETケミカルリサイクル検討 –キリンと
- ・アクリル樹脂ケミカルリサイクル –ホンダと
- ・リサイクルのためのサプライチェーン構築の検討
- ・国内外の静脈産業への出資



バイオプラスチック活用

- ・バイオマス由来原料活用
- ・生分解による炭素循環

DURABIO™

BENEBIOL™

エコージュ

BiOPDS™

Forzeas™
by mcpd

GOHSENL™



CO₂の活用 +H₂

・人工光合成PJ

1. 光触媒等の開発
2. 水素分離法開発
3. 低級オレフィン合成の開発

・微細藻類利用PJ

・水素活用

1. 中部圏水素利用協議会
2. 水素バリューチェーン推進協議会



LCAの活用

バリューチェーン全体で環境負荷削減へ
貢献する製品・サービスの強化



オープンイノベーション、 ステークホルダーとの連携

AEPW, CE100, WBCSD, ICCA, Alliance for the Blue, WEF-LCET, GCNJ, CGC, CLOMA, JaiME, カーボンリサイクルファンド, SIP, Moonshot ほか



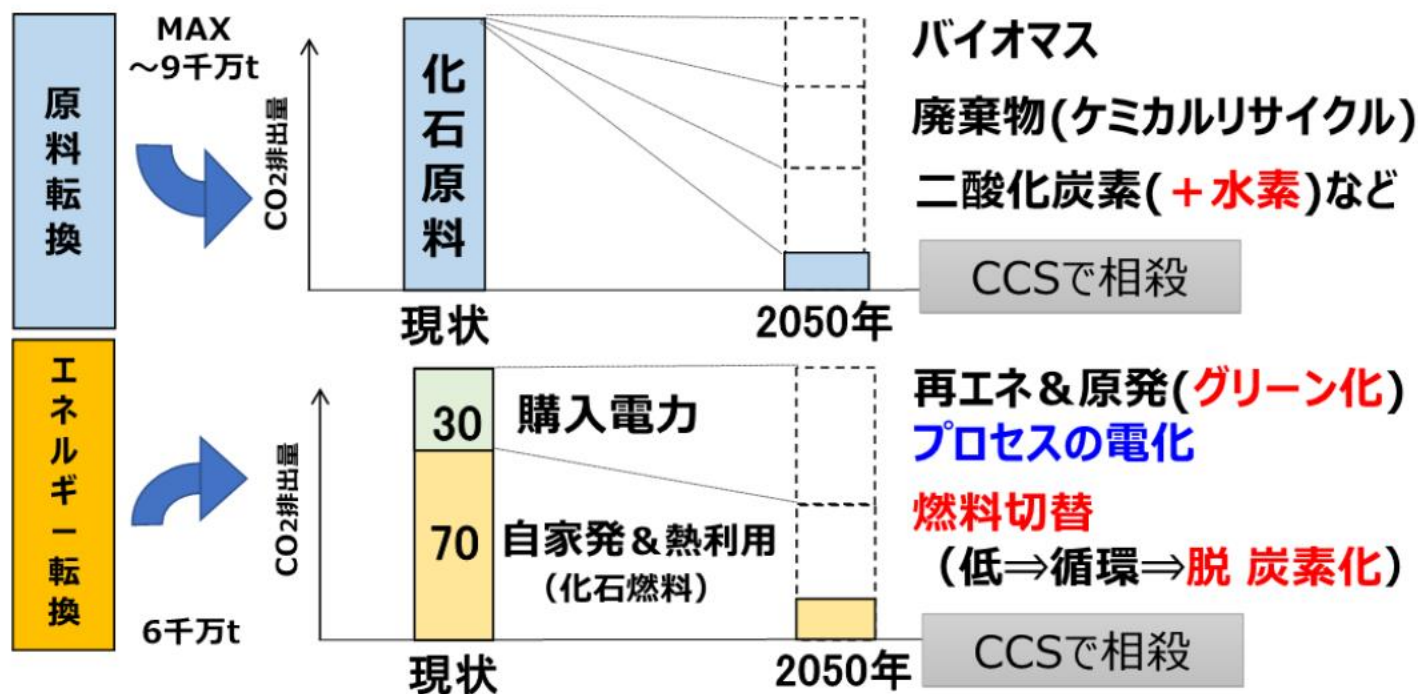
2-4 化学産業のCNに向けた取組（概念図）



【原料由来とエネルギー由来の2つのCO₂排出への対策】

- (原料由来対策) バイオマス、ケミカルリサイクルの導入など抜本的見直しが必要。
CO₂を削減する新たな原料プロセスへの大型投資を進めつつ、国際競争力の維持・強化を追求する、という大変革の時期に突入。

【イメージ図】



総合資源エネルギー調査会第6回省エネルギー・新エネルギー分科会水素政策小委員会／資源燃料分科会アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会合同会議
“カーボンニュートラルへの化学産業としての取組みと水素・アンモニア活用”日本化学工業協会 資料より

三菱ケミカル2050年カーボンニュートラルに向けたロードマップ

当社グループ GHG 排出量

16.6 MM tons



2019



プロセス
合理化

事業成長

-29%

2030

化学産業にとって水素は反応の還元剤のみならず、
クリーンエネルギー、カーボンリサイクル原料（CO₂固定化）
となる重要なアイテムである

主要施策

購入電力
排出係数
ゼロ

自社発電用燃料の転換 (LNG → H₂, NH₃)

バイオマス原料の活用

製造プロセスの改善

新技術の研究開発 (人工光合成、CCUS等)

再生可能資源への投資を通じた
オフセット

0 MM tons

2050

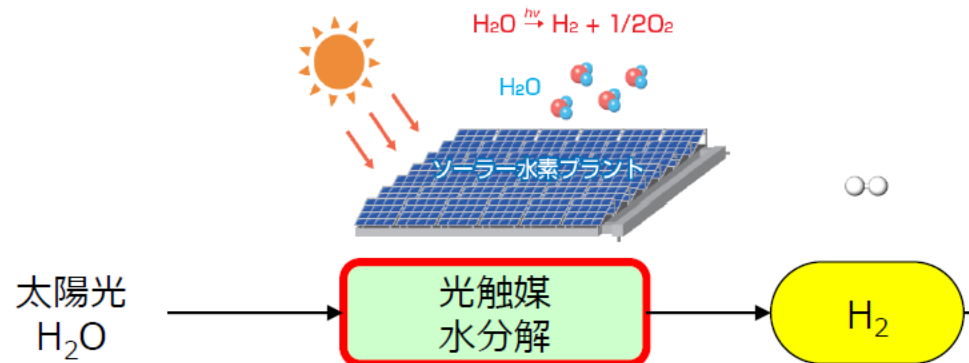
持続的な成長を達成しつつ、着実にカーボンニュートラルを実現

人工光合成型化学原料製造事業化開発

- ① 光触媒水分解によるH₂製造
- ② CO₂とH₂からのメタノール、オレフィン製造

① グリーン水素（人工光合成）等からの化学原料製造技術の開発・実証

光触媒水分解によるH₂製造



人工光合成化学プロセス技術研究組合 (ARPCChem)

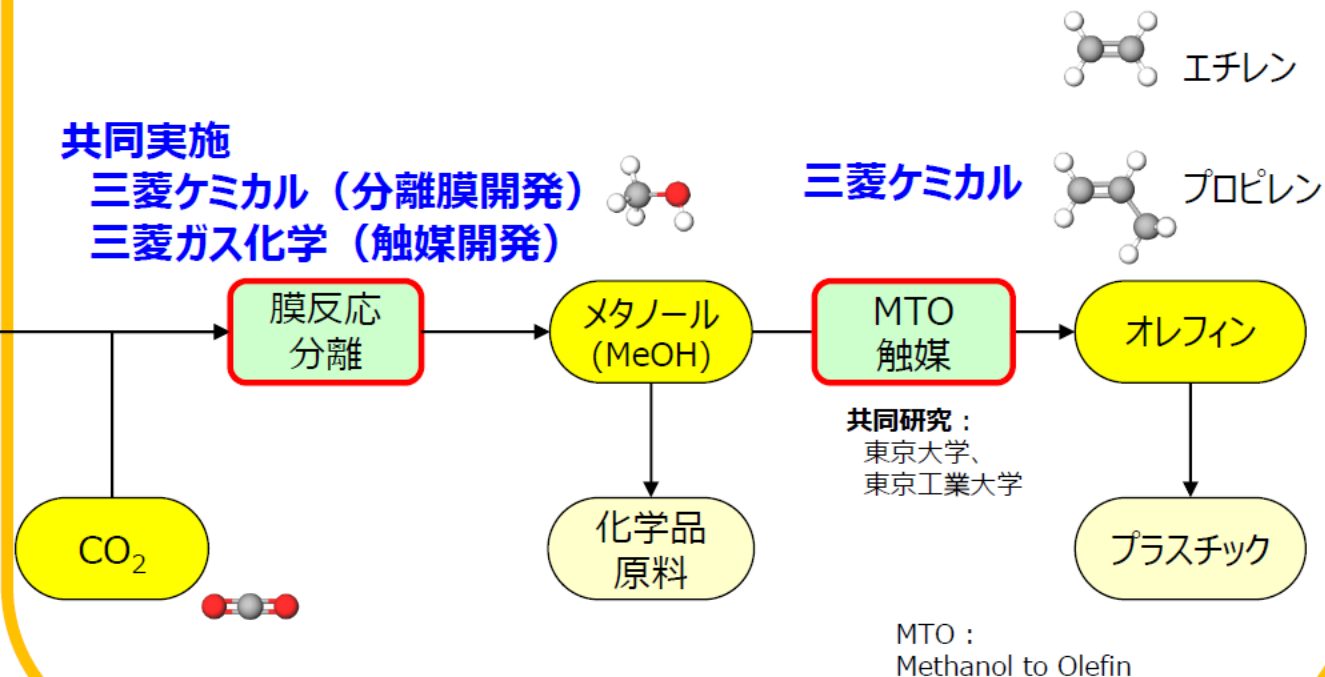
組合員（11社）：INPEX、JX金属、大日本印刷、デクセリアルズ、東レ、トヨタ自動車、日本製鉄、フルヤ金属、三井化学、三菱ケミカル、京セラ
共同実施（10機関）：東京大学、信州大学、東京理科大学、産業技術総合研究所、東北大学、京都大学、名古屋大学、山口大学、宮崎大学、岐阜大学

② CO₂からの基礎化学品製造技術の開発・実証

CO₂とH₂からのメタノール、オレフィン製造

共同実施

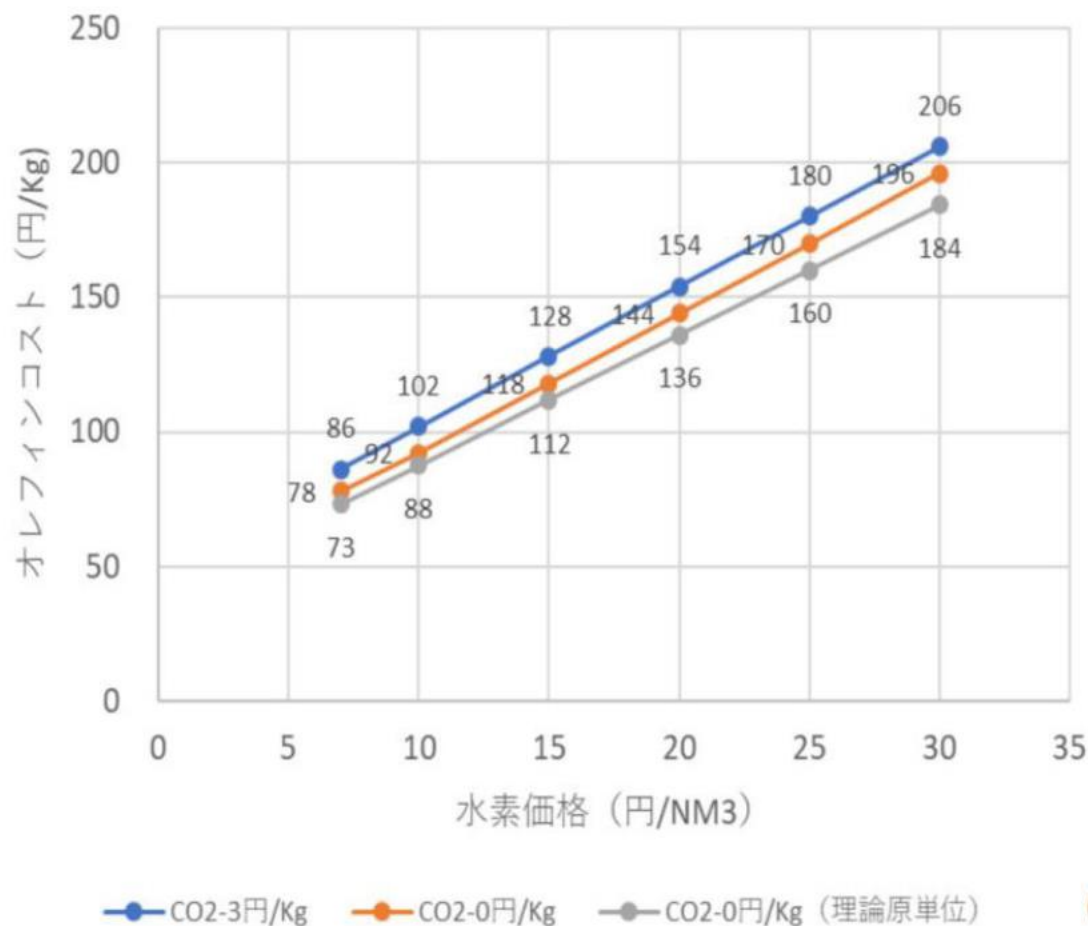
三菱ケミカル（分離膜開発）
三菱ガス化学（触媒開発）



オレフィン生産コスト推算

エネルギー源、原料のどちらの観点からも国際的に競争力を有する持続可能な水素の確保は大きな課題

出所：三菱ケミカル作成



- ◆ オレフィンコスト100円/kgの実現に必要な水素価格：約10円/Nm3
- ◆ 政府の2030年水素価格目標(20円/Nm3)からのオレフィン製造コスト：約150円/kg

水素価格が下がらない場合、
約50円/kgは製品価格の上昇に
(現行の約1.5倍)
⇒工業製品の価格水準上昇

6

三菱ケミカル株式会社

2050年CN達成のための化学産業での水素需要量の試算

- ・ 購入電力以外のエネルギーを水素に転換した場合、460万トン/年の水素が必要
- ・ エチレン、プロピレンを計338万トン(現在生産量の30%)をCO₂原料として生産する場合、145万トンの水素が必要となる。



3-1

2050年CN達成のための

化学産業での水素・アンモニア需要量の試算



- 購入電力以外の全エネルギーを水素に転換の場合、460～350万トン/年、アンモニアに転換の場合、2,900～2,200万トン/年との試算となった。
- クラッカーから排出のCO₂全量1,064万トンを原料化とした場合、145万トンの水素が必要。生産されるエチレン、プロピレン量はそれぞれ135万トン、203万トン。

仮定1. 化学産業での2021年度エネルギー消費量(フォローアップ調査より)をベースに熱量換算にて代替とする水素・アンモニアの必要量を試算

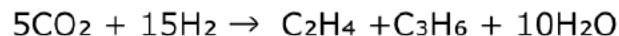
- ・ エチレン生産量を現状維持と25%減のケースを想定。

		2021		
		UNIT	熱量 pJ	CO ₂ 万T
石炭	万T	617	161	1,437
石油 計	万kl	383	108	837
ガス 計	百万m ³	3,808	175	914
クラッカー	百万m ³	4,553	204	1,064
購入電力	億kwh	282	264	1,228
総計			912	5,480
その他			41	195
再計			954	5,675

エチレン生産量維持		エチレン生産量25%減	
H ₂ 換算	NH ₃ 換算	H ₂ 換算	NH ₃ 換算
万T	万T	万T	万T
114	716	85	537
77	482	57	362
123	777	93	583
144	909	108	682
458	2,884	344	2,163

仮定2. CO₂を原料として化学品を生産する際の必要水素量を試算

- ・ MTOにより、エチレン/プロピレンが等量生産されるとして、水素の理論必要量を試算する。



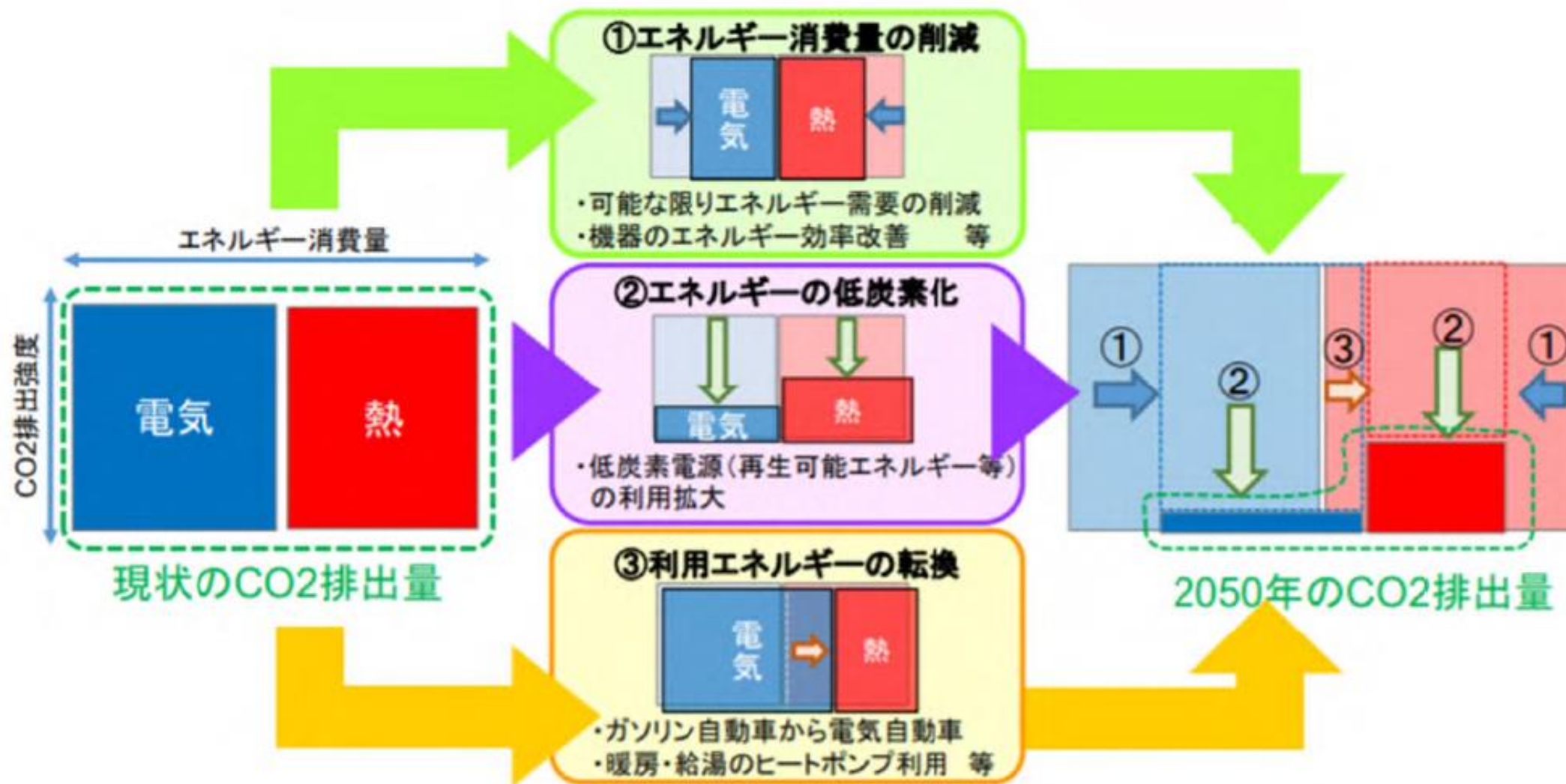
※ クラッカー熱源をオフガスからアンモニア等に転換し、さらにこのオフガスを有効利用することでCO₂が削減される。

総合資源エネルギー調査会第6回省エネルギー・新エネルギー分科会水素政策小委員会/資源燃料分科会アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会合同会議
“カーボンニュートラルへの化学産業としての取組みと水素・アンモニア活用”
日本化学工業協会 資料より

なぜ水素か？

－エネルギー－供給－

<脱炭素社会実現に向けた方向性について(イメージ図)>



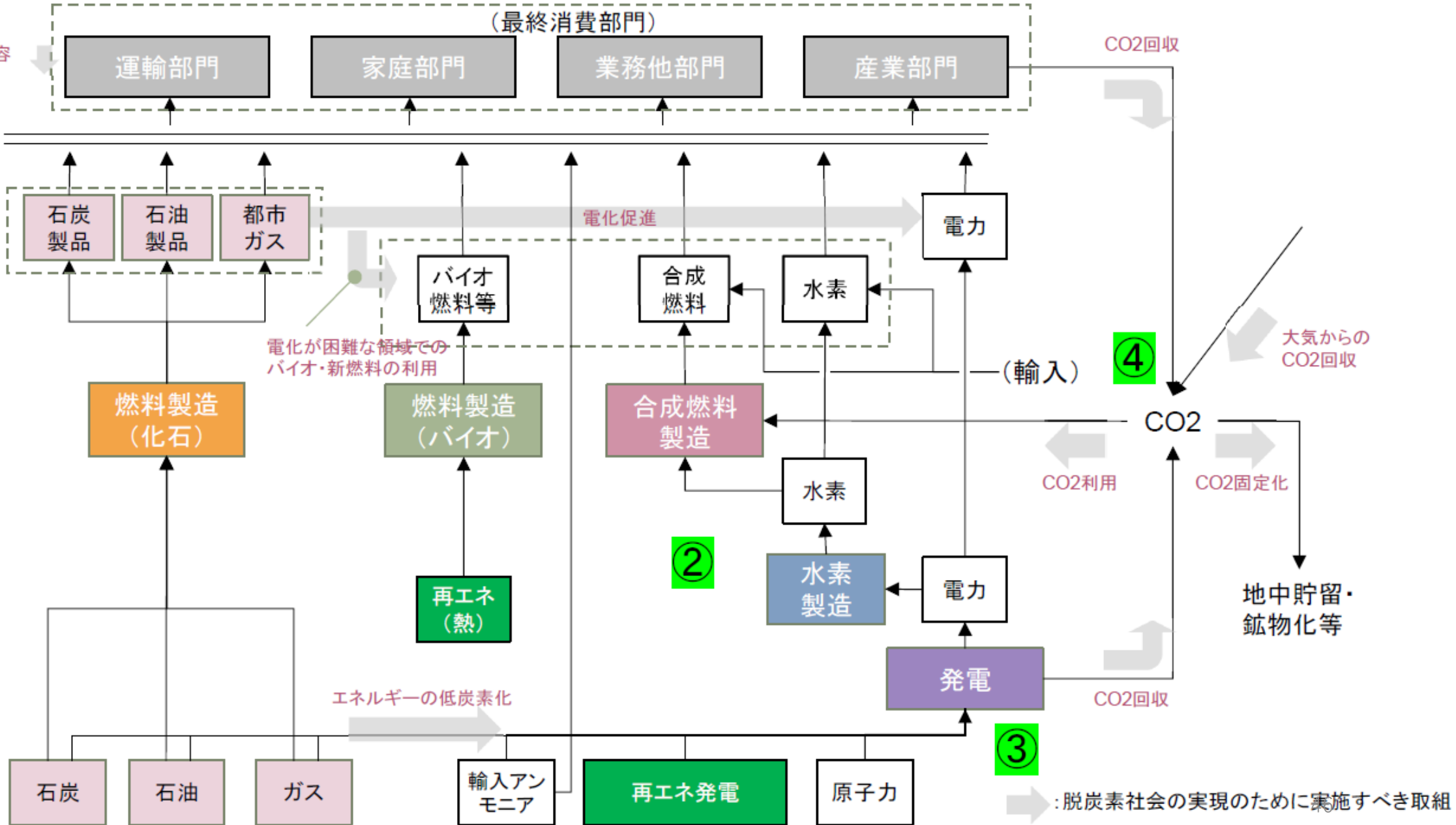
(出典)環境省(2015)温室効果ガス削減中長期ビジョン検討会 とりまとめ(破線までの図)

＜本分析において前提としてエネルギーシステム＞

https://www-iam.nies.go.jp/aim/projects_activities/prov/2021_2050Japan/20210630_NIES.pdf

脱炭素社会への社会変容
及び省エネ

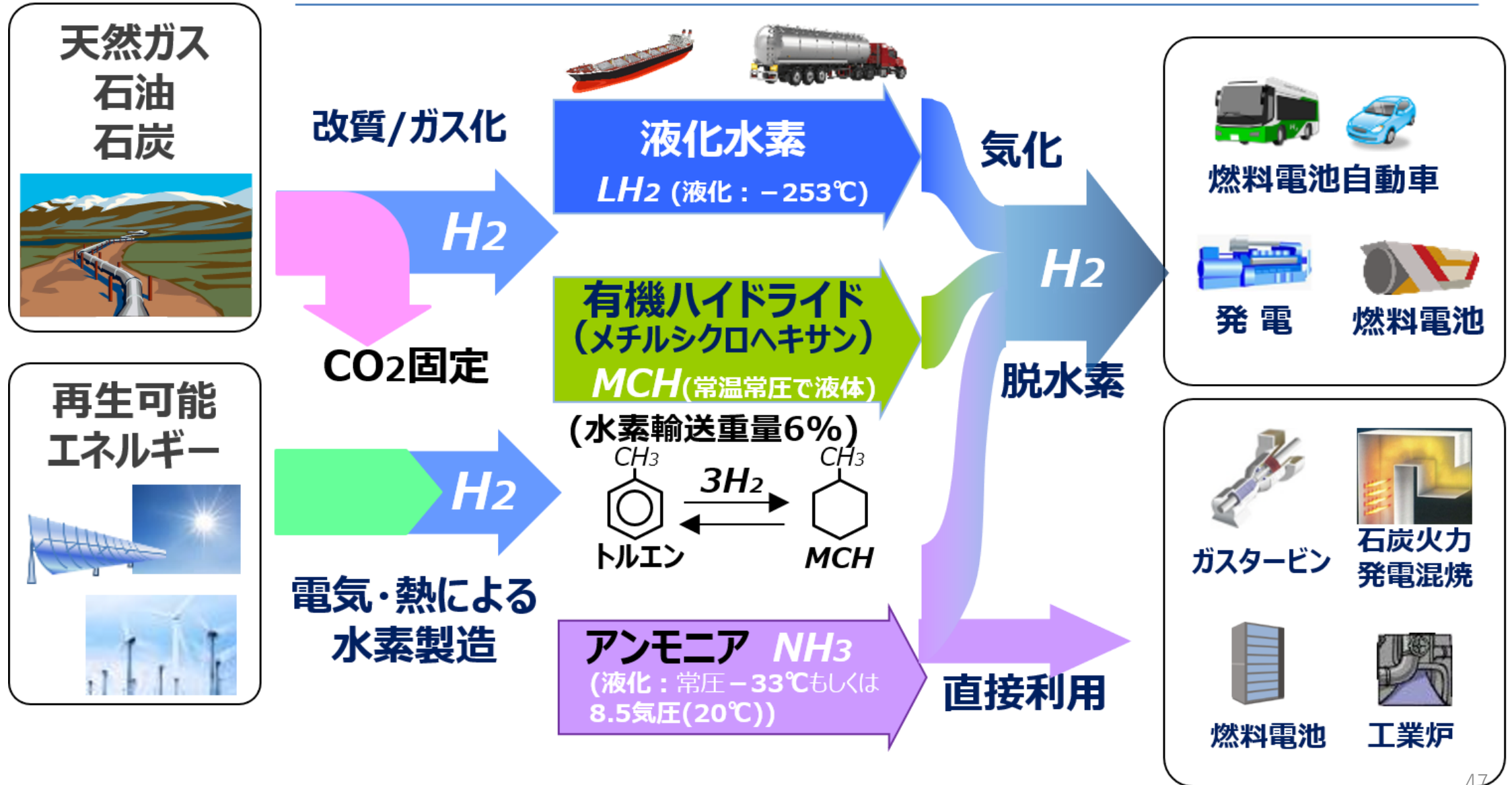
①



製造

輸送 (エネルギーキャリア)

利用



	水素密度	必要な インフラ	用途	利用技術開発の状況 特徴 課題		物性に起因する重要事項
液化水素	体積 : 70.8kg/m³ 重量 : 100% ・ -253℃ まで冷却することにより 気体水素の 1/800 の容積で 同重量の水素の輸送・貯蔵が可能	液化水素用の インフラが必要	発電	水素30vol% の混焼は実証	専焼は開発中	・ 小規模では実用化済。 ・高圧化のエネルギー小。 ・ 液化の際、水素の有する約12%(理論値)の エネルギーが必要。 (現状では30%以上必要) ・ LNGよりも低い-253℃の極低温での取扱い必要。 ・ ボイルオフによる損失対策が必要。 ・ 新規インフラが必要。
			水素 ST	精製不要。 輸送量増で圧縮水素より経済性向上	実用化	
MCH	体積 : 47.3kg/m³ 重量 : 6.2% ・ 常温で液体。 気体水素の 1/500 の容積で、 同重量の水素の輸送・貯蔵が可能	ガソリン用のインフラの利用が可能	発電	水素30vol% の混焼は実証	液化水素と同じ	・ 常温で液体。 ・ ガソリンのインフラが利用可能。 ・ 脱水素に比較的大きなエネルギー必要。 MCHが運べる水素エネルギーの約28%(理論値)のエネルギーが必要。 ・重量/体積水素密度が小さく、トルエンの貯蔵も必要となるので、貯蔵施設等のインフラが大きくなりがち。
			水素 ST	輸送距離増で圧縮水素より経済性向上	脱水素+精製が必要	
アンモニア	体積 : 121kg/m³ 重量 : 17.8% ・ -33℃又は8.5atm (LPGとほぼ同じ) で 1/1,350(-33℃) or 1/1,200(8.5atm) の容積のアンモニアで同重量の水素の輸送・貯蔵が可能	アンモニアの輸送・貯蔵インフラ存在 また、LPGと同様のインフラ技術の利用が可能	発電	脱水素不要 石炭混焼が可	20%ガスタービン混焼実証 石炭混焼技術にメド	・ 輸送、貯蔵インフラが存在。 ・ LPGと同様の取扱いが可能。 ・ 急性毒性、刺激臭がある。 ・ 脱水素する場合 には、脱水素にエネルギーが必要。 アンモニアの運べる水素エネルギーの約13%(理論値)のエネルギーが必要。
			水素 ST	脱水素により、対応は可能	脱水素+精製が必要	

第30回水素・燃料電池戦略協議会



日立造船グループのPower to Gasの取り組み (水電解・メタネーション)

日立造船株式会社
脱炭素化事業本部

2023年 4月 5日

2-1. 日立造船の水電解装置開発・事業化の取り組み

- 1970年代 : 高温・高圧アルカリ水電解装置の開発
- 1980年代 : 固体高分子(PEM)型水電解装置の開発
- 2000年 : 水素発生装置HydroSpring[®] 商品化
- 2018年～ : MW級水電解装置の開発

HydroSpring ^{H₂}

PEM型水素発生装置販売開始



1990

PEM型水電解装置開発

NEDO_RITEプロジェクト(1990～1999)

アルカリ水電解装置開発

NEDOサンシャインプロジェクト(1974～1983)

1974

2000

2020

装置大型化(～MW級)

MWコンテナ(2018)、1.5MW装置(2020)



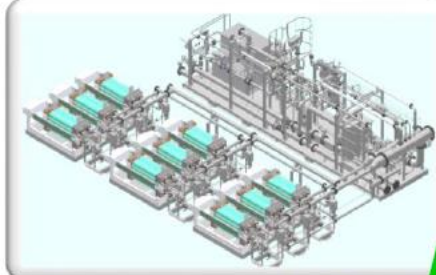
MWコンテナ水素発生装置

2023

モジュール連結式装置開発

GI基金事業参画(2021～2025)

6MW水電解装置



2026

2030



100MW水素発生装置

大規模水素製造(100MW～)

山梨県米倉山 P2G実証事業



1.5 MW水電解装置

<0.5MW水電解槽×3系列>

2-2. 大型水電解装置の実証(NEDO GI基金事業)



YAMANASHI



Innovation by Chemistry



Hitachi Zosen



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し、先行する海外市場を獲得するために、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

- 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

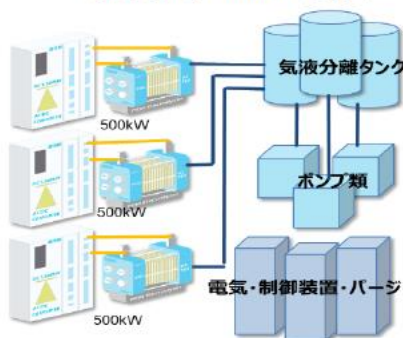
2021年度～2025年度(5年間)

事業イメージ

事業規模等

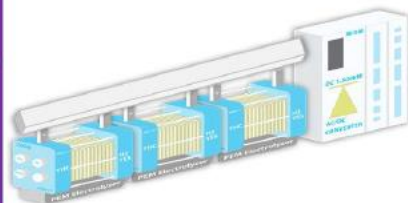
- 事業規模: 約140億円
- 支援規模*: 約100億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に合わせて合理化見込み
- 補助率等: 2/3 → 1/2 (インセンティブは10%)

米倉山1.5MW装置



本基金事業の開発内容

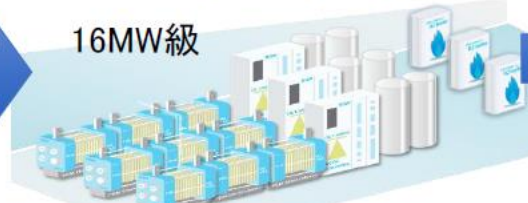
数MW標準モジュール開発



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

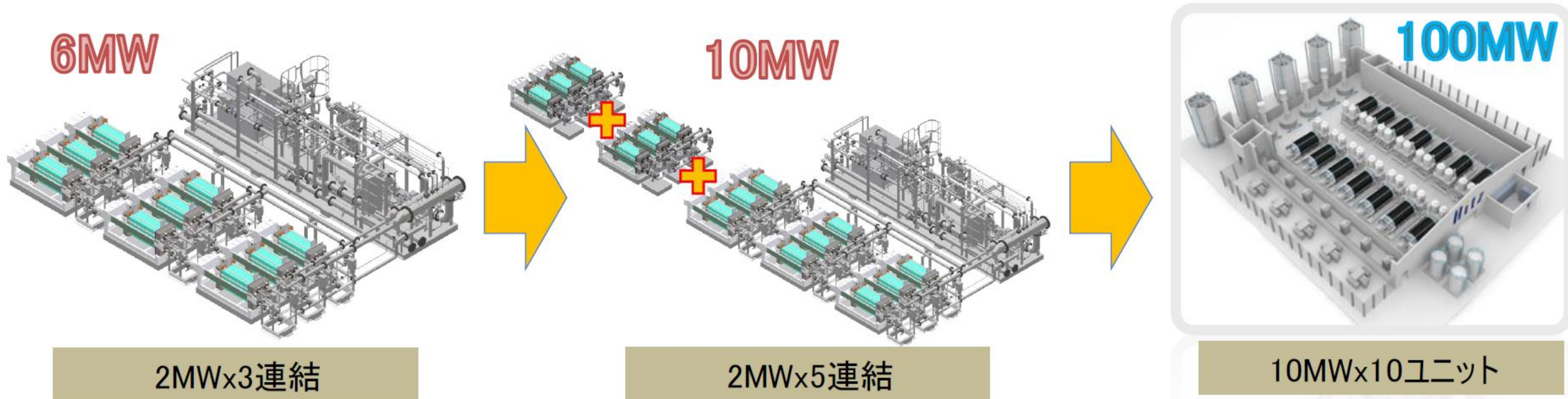


大規模モジュール連結式システムイメージ

出典: 2021年8月26日 NEDOニュースリリース
「グリーンイノベーション基金事業、第1号案件として水素に関する実証研究事業に着手」
(別紙2)事業概要資料 2-6

2030年目標

装置規模: 100MW, 装置コスト: 65千円/kW, システム効率: 80%



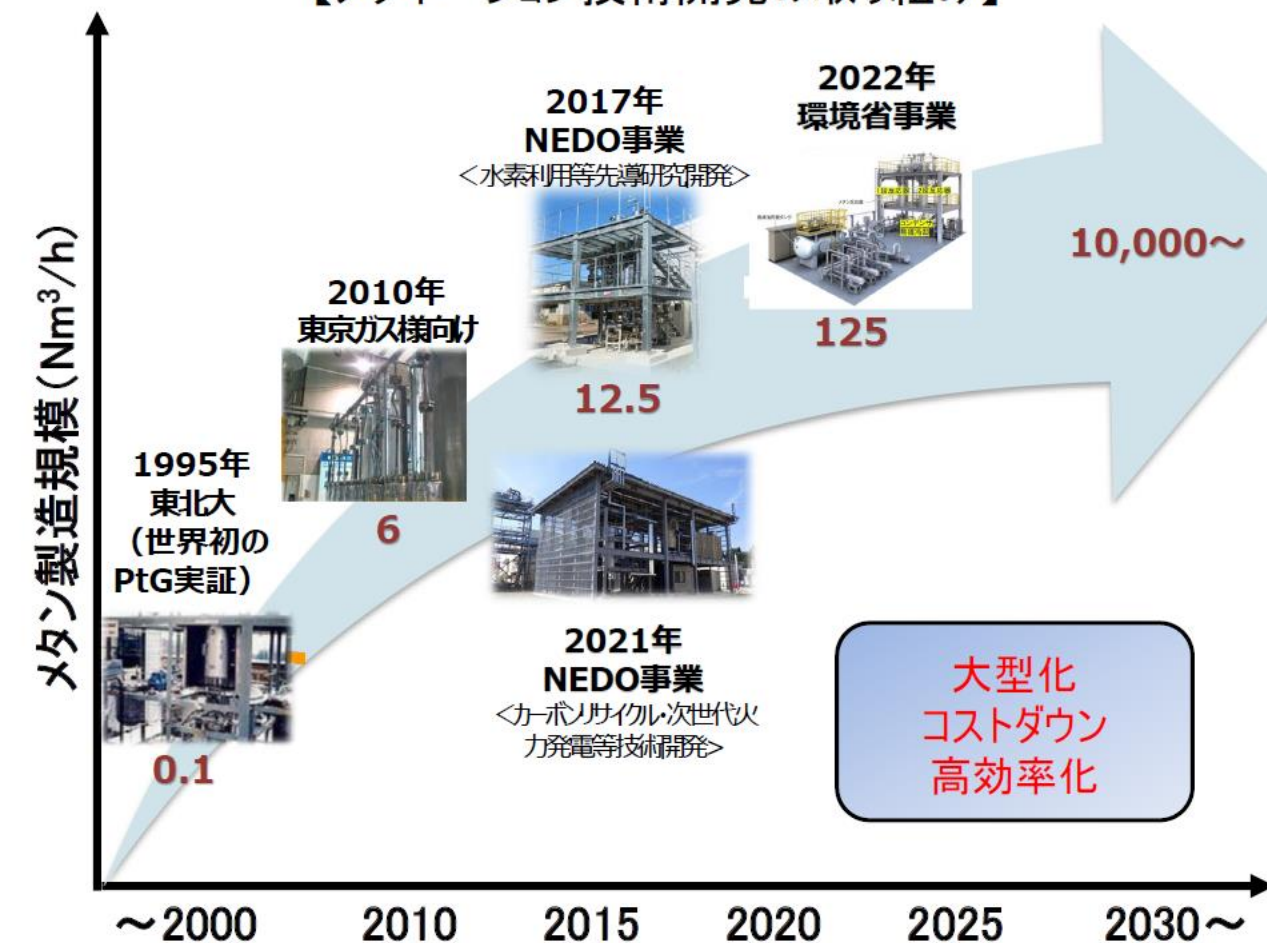
2030年目標達成に求められる環境

- ✓ GW規模のグリーン水素市場の創成 → 量産工場 & サプライチェーンの構築
- ✓ 100MWクラスのプロジェクト創成 → 再エネ電源とグリーン水素需要の両立

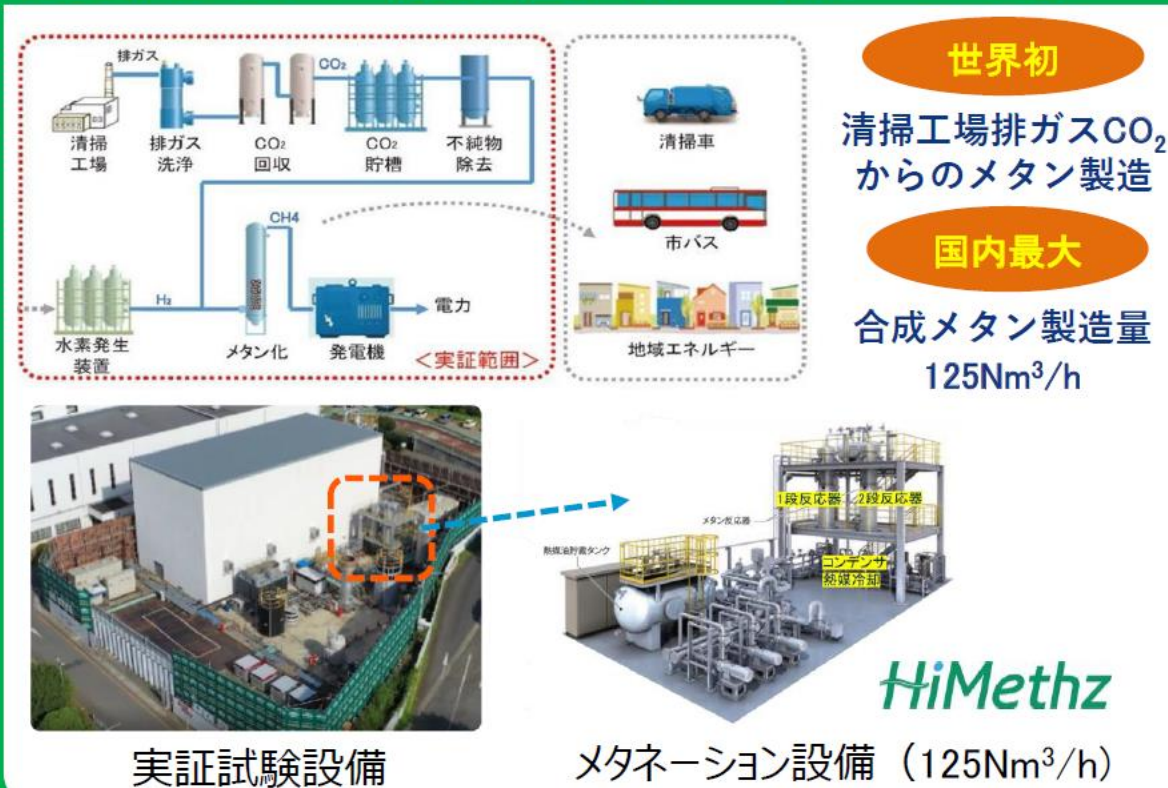
2-4. メタネーション技術の取り組み

- 独自の高性能触媒 (HiMethz) を含むメタネーションシステムの技術開発・実証を活かし、社会実装に向けた更なる高効率化・大型化・コストダウンに取り組んでいる。

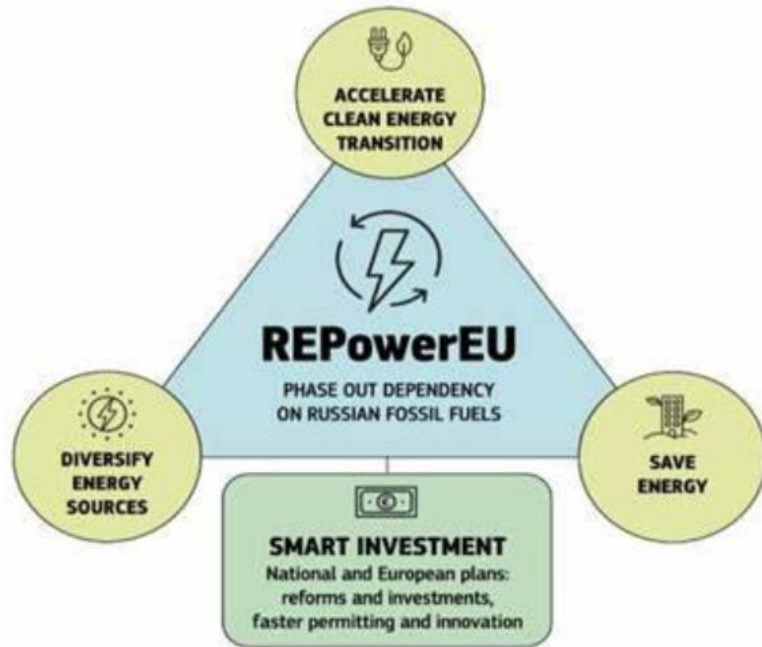
【メタネーション技術開発の取り組み】



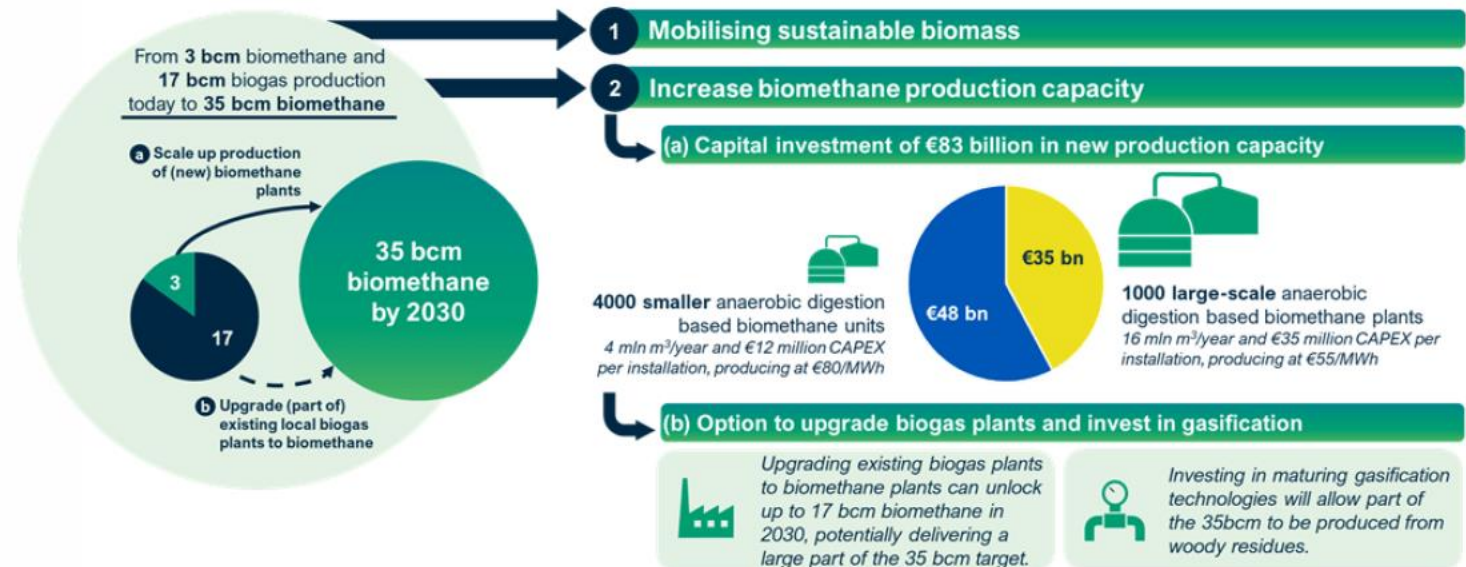
環境省委託事業「清掃工場から回収した二酸化炭素の資源化による炭素循環モデルの構築実証事業」2018年度～2023年度



- ロシア産天然ガスの依存脱却のため、グリーン水素およびバイオメタンの野心的な導入を加速。
- 2030年までにEU域内でのバイオメタン350億m³および水素製造1000万トン(水電解装置65GW導入)を標榜。
- 現状、10MW規模までの水電解装置が稼働。100MW～GWの大規模PJ(累計50GW)が計画中。
- REPowerEUの目標達成には2027年までに2,100億€、2030年までに3,000億€程度の追加投資が必要との試算。



What it takes to produce 35 bcm biomethane by 2030



出典：RePowerEU Plan, European Commission,
<https://eur-lex.europa.eu/>

出典：European Biogas Association ;<https://www.europeanbiogas.eu/commission-announces-groundbreaking-biomethane-target-repowerEU-to-cut-dependence-on-russian-gas/>

- 廃棄物を原料としたバイオガス製造プラントを多数納入
- グリーン水素利活用を含むバイオメタン製造市場形成が加速し、メタネーションのスケールアップ・社会実装に取り組む

Hitachi Zosen
INOVA

バイオガスプラント/アップグレーディング装置

湿式メタン発酵



ガスアップグレーディング



乾式メタン発酵



バイオメタン製造（メタネーション）装置

サバティエメタネーション

プレート型反応器システムスケールアップ

- 400Nm³/h設備unit化
- 400Nm³/h設備 × 3unit、1200Nm³/hのModule化
- カタログ販売開始



バイオメタネーション

BiON®プロセススケールアップ

- 15Nm³/h設備
(2014年ドイツAllendorf)
- 100Nm³/h設備
(2022年スイスDietikon)



3-3. 欧州Hitachizosen Inova社のとりくみ（水素発生装置）

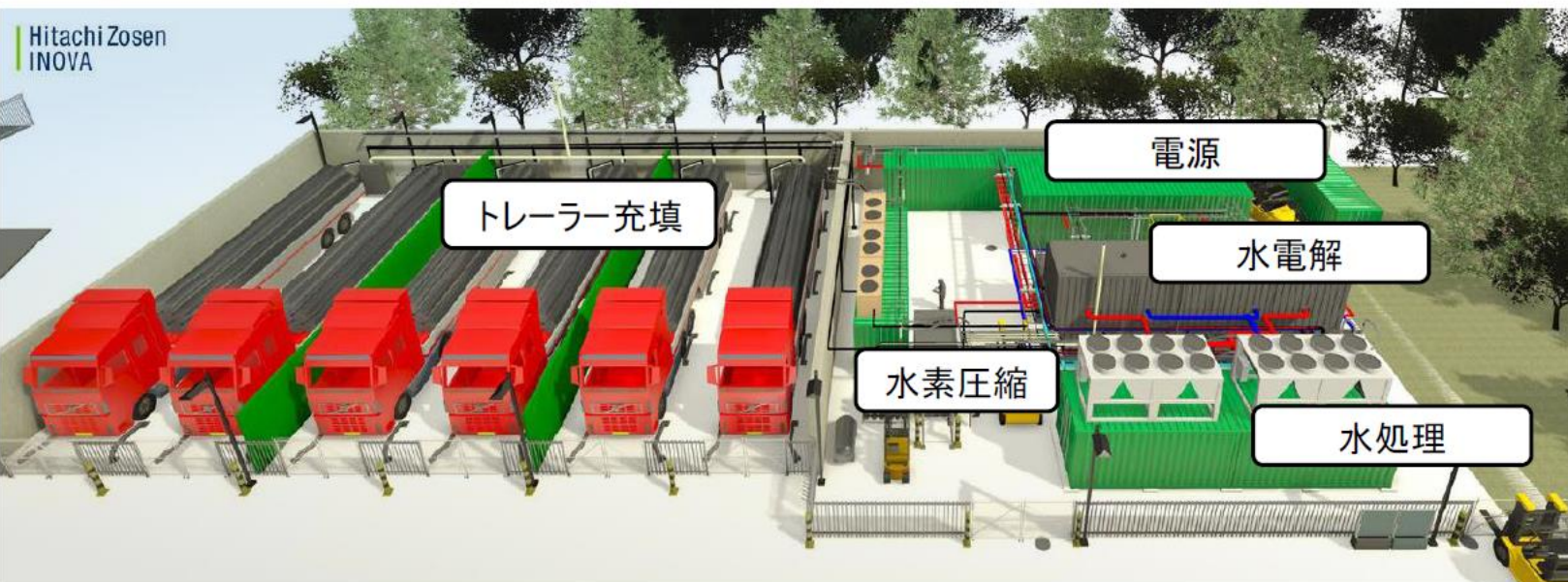
- 既存のごみ焼却施設KVA Buchs(スイス)にアルカリ型水素発生装置(2.7MW)を設置
- ごみ焼却発電電力からグリーン水素を製造
- トレーラにて年間200tonの水素を供給



水素製造量	550Nm ³ /h (2.675kW)
水素圧力	1.5MPaG (圧縮: ~90MPaG)
水素純度	99.999%
電力消費量	4.86 KWh-AC/Nm ³

General Product Data

Electrolysis	Module550	
Type	pressurized alkaline electrolysis	
Stack Pressure (H ₂ Output)	barg	15 (up to 900 as add on)
Output		
Hydrogen at 100% load BoL	Nm ³ /h	550
Oxygen at 100% load BoL	Nm ³ /h	275
Water at 100% load BoL	litres/h	250
Gas Purity		
Hydrogen	%	99.999
Input		
Power at 100% load BoL	MW	2,675
Tap Water at 100% load BoL	litres/h	800
Scope of Supply / Features		
Electrical load range	%	20-100
Dynamics in operation	%/s	0.7
Grid connection	kV AC	6-36
AC power consumption 100% load BOL:	kWh/Nm ³	≤ 4.86
Total Footprint Area	m ²	18 x 20
Temperature Range (Outdoor)	°C	-20 up to +40
Housing	3 x 40' container (core module) 2 x 20' container (cooling & water) 1 x 40' container (AC/DC conversion) 3.5 x 2 m outdoor with roof (purification unit)	
Design Standard	CE certificate	



【参考】水素サプライチェーン構築に向けた課題解決のための 実証について

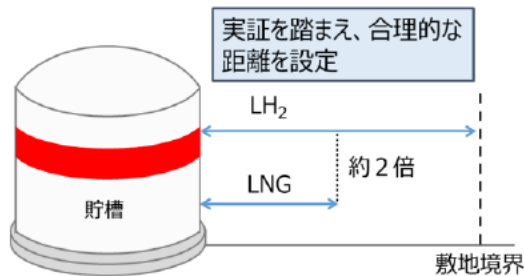
(KHK：特別民間法人高圧ガス保安協会)

◆KHKは、以下のような課題に対し、実証・評価・基準化を進め、水素サプライチェーン構築の土台となる保安上の課題解決を目指す。

大型液化水素貯槽導入に伴う課題

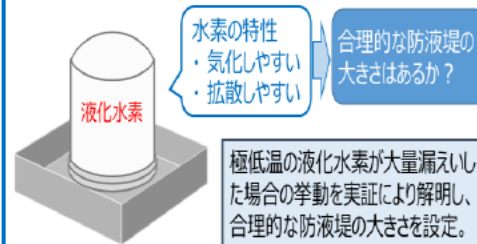
① 液化水素貯槽から事業所敷地境界までの距離の合理化

- ◆コンビナート等では、可燃性ガスの貯蔵設備から事業所の敷地境界まで、ガスの種類や貯槽の内容積に応じた適切な距離の確保が必要。
- ◆液化水素を大量に貯蔵する場合のより合理的な距離について実証を行い検討する。



② 液化水素貯槽に係る防液堤の基準の合理化

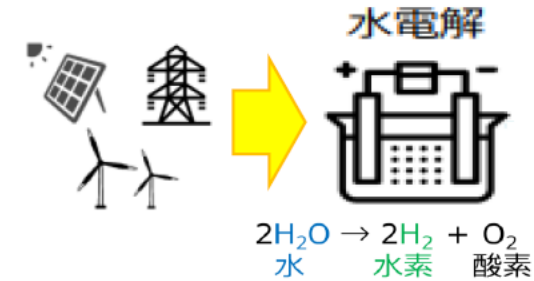
- ◆大規模な液化ガスの貯槽を設置する場合には、漏えいしたガスの流出を防止するための措置（防液堤）が必要。
- ◆極低温の液化水素が大量に漏えいすることを想定し、実証を踏まえた検討を行う。



水電解装置導入に伴う課題

③ 水電解装置に係る規制の合理化

- ◆再生可能エネルギーの余剰電力からのグリーン水素の製造や出力変動の吸収等の重要な要素となり得る水電解装置の普及が円滑に進むよう、安全確保の観点からルール整備を行う。



モビリティ等での水素利用に伴う課題

④ モビリティでの水素利用のルール化

- ◆ 水素を燃料とするモビリティをはじめ、これまで想定していない分野での水素利用法の開発が進められている。
- ◆ 安全に利用するためのルール整備等を検討する。

なぜ水素か？

－ 日本、世界は今 －

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月に策定したが、EU、ドイツ、アメリカなど各国も、水素戦略を策定するなど、水素関連の取組を強化。環境の変化に対応した戦略とするため本年6月に水素基本戦略を改定。
- 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。2021年第6次エネルギー基本計画にて、2030年の電源構成で水素・アンモニア1%を目指すこととしている。

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次エネ基策定
GI基金始動

2023年
GX推進法成立
水素基本戦略改定

水素導入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(1,200万t) → 2050年(2,000万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*)^{ノルマルリューベ} → 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目指す。

METI「水素を取り巻く国内外情勢と水素政策の現状について」
(2023年8月) https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/014_04_00.pdf

(参考) 水電解装置の位置づけと国内外の動向

METI「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8月) https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/009_04_00.pdf

- 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）

【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

※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

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。
- 国外でも水電解装置の野心的な導入目標を掲げ、これまでに類をみない大規模水素製造プラントの建設計画の発表や水電解装置の量産体制構築支援など、様々な取組がなされているところ。
- 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。
- また、本プロジェクト実施企業等が、海外における事業実施のための調査を開始するなど、海外市場への早期参入に向けた取組を行っている。

我が国の水素製造プロジェクト例

国内に新規導入された水電解装置



トヨタ自動車が開発した水電解装置を
デンソー福島工場内に実装
(2023年3月) (出典) (株)デンソー



北海道電力に導入した水電解装置
(2023年5月) (出典) 日立造船 (株)

国内企業の海外展開

- 欧州における数十MW規模の地産地消型グリーン水素の製造プロジェクトを検討、実現可能性を調査中。
- インドの工場において効率的な熱運用を実現するため、工場内に約10MW規模の水電解装置の導入を検討、実現可能性を調査中。

海外の大規模水素製造プロジェクト例



(出典) Air liquide社



(出典) Thyssenkrupp社

- Siemens Energy社（独）とAir Liquide社（仏）は共同出資し合弁会社を設立。
- ベルリン（独）に自動製造工場を建設し、2025年までに3GW/年の製造能力に拡大予定。
- Thyssenkrupp社（独）はShell社（英）と契約を結び、ロッテルダム港（蘭）に200MWの水電解装置を設置することで合意。
- 2024年頃着工。2025年頃から稼働予定。
- サウジアラビアにおける政府主導のプロジェクト「NEOM」では、2026年頃から稼働予定であり、Thyssenkrupp社（独）の2.2GWの水電解装置を導入予定。
- Air Liquide社（仏）のカナダの工場において、Cummins社（米）が20MWの水電解装置の稼働を2019年に開始している。

国際標準化の動き（グリーン水素の認証方法等）

- 水素等の定義付けを国際的に適切に行うことは、共通の指標で適切に評価することを可能とし、流動性・透明性を高めることで国際水素市場の形成に寄与することから、**国際的な標準化を図ることは極めて重要。**
- こうした検討は国際的枠組であるIPHEにて発表された水素製造した際のCO₂を含むGHG排出量を算出する方法論に基づき、**現在ISO/TC197/SC1においてTechnical Specification（技術仕様書）を検討中、2023年中に完了を予定している（国際規格化は2024~2026年に行われる予定）。**
- 加えて、「エネルギー利用を目的とした水素の製造、貯蔵、測定および利用に関するシステム・装置に関わる標準化」を日本が議長国となり推進しており、引き続き**日本の高い技術力を国際規格の反映**につなげる。

水素の認証基準に関する議論状況

- Well to Gate(原料供給～水素製造～キャリア変換～輸送)の範囲において、直接的に排出したCO₂及び使用したエネルギーに由来するCO₂の排出量の測定方法を対象。
- 水素製造方法としては、①石炭ガス化+CCS、②**水電解**、③水蒸気メタン+CCS、④バイオマス、⑤副生水素を想定し、その他、純度(99%以上)や吐出圧力(3MPa等)を特定のGate(払出)条件として想定し、測定方法の標準化を最大限志向（**閾値を設定することはせず**）。
- 現在、専門家を登録し議論に積極的に参画している。

ISO化のスコープ



水素製造のうち水電解装置の標準に関する動向

- 現時点では、水素製造にかかる機器、評価手法等の規格案件は4件（新規策定中、改訂中案件を含む）、うち、水電解装置自体に関わる規格は2件。

【水電解装置自体に関わる規格】

規格	内容	状況
ISO 22734-1	水電解水素製造装置 (安全性に関する規格)	調整中
ISO TR22734-2	水電解装置 (電力網に対する性能試験)	TSへ変更し、WG議論予定

TSCトレンド

COP28に向けたCNに関する 海外主要国（米・中・EU・英・独・インドネシア・ インド・UAE・サウジアラビア）の動向

～地球沸騰化時代のグローバルサウスの台頭と中東諸国のCNへの動向～



海外技術情報ユニット

技術戦略研究センター（TSC）

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

©NEDO 2023



主要国の政策動向概要②

※赤字は、COP27以降の主な動き



TSC Global Technology Research Unit

11

		米国	中国	EU	英国	独
主なCN政策 (関連予算)		インフレ抑制法 (3,690億ドル) インフラ投資雇用法 (620億ドル)	第14次5か年計画 (2021~2025年) 水素エネルギー産業発展計画 (2021~2035年)	欧州グリーン・ディール REPowerEU (3,000 億ユーロ) グリーンディール産業計画 (2,500億ユーロ)	エネルギー安全保障戦略 グリーンファイナンス戦略2023 Powering Up Britain (560億ポンド)	連邦気候保護法 気候保護緊急プログラム 2022 (80億ユーロ) イースター・パッケージ
炭素税等		加州は排出権取引実施 (上院では国境炭素税の議論が 進展中)	世界最大規模の排出権 取引市場 (国内)	排出権取引 (EU-ETS) 炭素国境調整メカニズム (CBAM) : 2023年10月から報告義務化、2026年 より排出量に応じた課税	国内排出権取引 気候変動税(CCL)、炭素税(CPS)	EU-ETSに加えて「燃料排出量取 引法」(BEHG)
化石エネルギー への対応		-	-	域内のガス備蓄を規則化し確保	国内北海の石油・天然ガス採掘権 を付与し生産拡大	LNG加速法によりLNG輸入インフラ 強化
クリーンエネルギー への対応	太陽光 (PV)	- (インフレ抑制法で導入促進、導入 数値目標は無し)	非化石エネルギー 消費の割合 2030年25%、 2060年80%	2025年までに320GW新設 2030年までに累計600GW	2035年までに70GW	2030年までに215GW
	風力	2030年洋上風力30GW 2035年浮体式15GW	再エネ・2030年目標 風力+PVで1,200GW	サプライチェーン整備と許認可の迅速化 洋上風力を2030年までに60GW、2050 年までに300GW	2030年までに洋上風力50GW (浮体式を5GW含む) 陸上風力解禁	2030年まで陸上風力を115GW。 国土の2%を風力発電施設設置用 に確保。洋上風力を30GW
	CCUS	炭素回収実証等に35億ドル、 炭素貯蔵検証等に25億ドル、 DACハブに35億ドルを予算建	-	CCUSを含む技術開発に10億ユーロ投資 2050年までに年間5,000万トンのCO ₂ 貯 蔵	2030年までに年間2,000万~ 3,000万トンのCO ₂ 貯蔵 CCUSの早期導入に200億ポンド	CCS/CCUに関する法改正検討開 始。「炭素管理戦略」の策定予定
	蓄電	インフレ抑制法でEV用電池の 国内製造投資を推進・支援 長期エネルギー貯蔵では商業化 への行程を公表	2025年新型エネルギー貯蔵 30GW以上	「欧州共通利益に適合する重要プロジェ クト (IPCEI)」での研究開発支援。 EU電池規則 (電池製品のライフサイクル 全体を規定) 制定	新エネルギー貯蔵技術開発に 3,290万ポンド支援 長期エネルギー貯蔵政策を 2024年までに策定予定	-
	水素	水素ハブに全米で7カ所を採択し、 70億ドルの供与を決定 商業化への行程、国家水素 戦略・ロードマップも公表	2025年グリーン水素生産 10~20万トン/年 FCV保有5万台	2030年までにグリーン水素の生産 2,000万トン (国内1,000万、輸入1,000万) 「欧州水素銀行構想」で民間資金呼び込み	2030年までに低炭素水素を 10GW	「国家水素戦略」改定。電解能力 目標 (2030年) を5GWから 10GWに引上げ。欧州外の生産・ 輸入を推進する「H2グローバル」プロ ジェクトを開始
	電気自動車	2030年全米でEV/PHV/FCV 50%を目標 同目標を上回る想定2027年 適用排ガス規制案も公表	2035年新エネ車50% (EV/FCV/PHV) 省エネ車50% (HEVを含)	2035年までの全新車ゼロエミッション: EV を基本。例外として合成燃料使用内燃機 関車は許容の方向	2035年には新車販売はすべてゼロ エミッション ガソリン/ディーゼル車新規販売禁止 を2030年⇒2035年に延期表明	EU目標に同じ
	航空燃料	2050年までに完全SAF化 SAFロードマップを公表	-	SAF割合を2030年に6%以上、2050年 に70%以上義務化。うち、合成燃料(e- fuel) 2030年1.2%、2050年35%	2030年にSAF使用10% 2040年に国内航空をネットゼロ	SAF製造ロードマップを 2021年に作成 (2030年までに 年20万トン製造)

PV: Photovoltaic DAC: Direct Air Capture SAF: Sustainable Aviation Fuel

LNG: Liquefied Natural Gas EV: Electric Vehicle PHV: Plug-in Hybrid Vehicle FCV: Fuel Cell Vehicle HEV: Hybrid Electric Vehicle

出典: 各国政府発表・各種報道等を基にNEDO技術戦略研究センター作成



主要国の政策動向概要③



※赤字は、COP27以降の主な動き

TSC Global Technology Research Unit

12

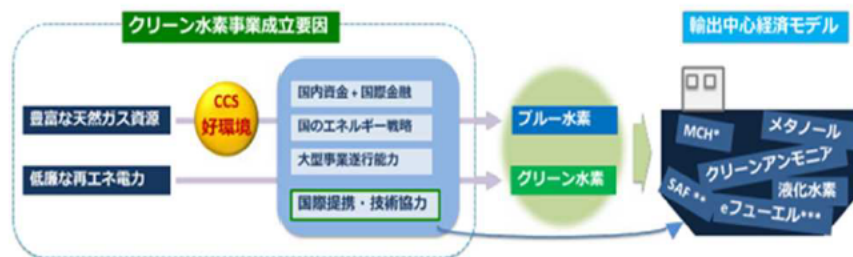
		インドネシア	インド	UAE	サウジアラビア	参考：日本
主なCN政策 (関連予算)		2050年低炭素・気候強靱化のための長期戦略 (LTS-LCCR 2050)	NDC (2022年8月改定) 国家水素ミッション (2023年1月) 国家電力計画 NEP2023 (5月)	UAEネットゼロ2050	NDC及び温暖化ガスの削減目標 (2021年10月公表) Vision2030 (2022年発表)	GX推進法 (20兆円) グリーンイノベーション (GI) 基金 (2.8兆円(一部上記と重複))
炭素税等		2023年9月より 排出権取引を開始	石炭に対する炭素税を2010年に 導入	パリ協定第6条に基づいた 国際ルールを元に導入を検討中	-	地球温暖化対策税 化石燃料賦課金(2028年より) 排出量取引制度(2026年より)
化石エネルギー への対応		2050年も引き続き石炭火力発電 を使用するが、その8割にCCS 設置を目指す	NEP2023で化石燃料発電 比率目標を新たに発表 2027年 2032年 43% → 32%	-	-	-
クリーンエネルギー への対応	太陽光 (PV)	2050年までに113GW導入				2030年に104~118GW
	風力		2030年までに 非化石起源の電源構成を50% 再エネを450GW導入 (PV、風力、バイオマス、小水力)	2050年目標 44%グリーンエネルギー 20%原子力		2030年に23.6GW
	水力、地熱	2050年までに水力68GW 地熱23GW導入		12%グリーンコール 6%原子力	2030年までに再エネで電力容量 の50%を達成するため、今後再エ ネと送電網の整備に2,660億ドル を投資すると発表	年30-45GWの案件形成
	CCUS	2050年までに石炭火力発電の 76%にCCSを導入予定	2030年に向けたCCUSのロードマップ 草案を公開	現在80万トンのCO ₂ 捕捉を8倍に増 加	国営企業サウジアラムコ社は2030 年までに年1,100万トンのブルーア ンモニア生産の目標を発表	CCS長期ロードマップは2022年度3 月に策定。カーボンサイクルロード マップは2023年度6月に策定
	水素分野	-	「国家水素ミッション」に基づきグリーン 水素2030年500万トン生産	水素戦略に基づき、セメント、鉄鋼な どの分野においてエネルギー転換と CCUSでの排出オフセットを図る。 2025年以降水素、アンモニア、SAF の輸出を開始、増大	水素を使ったグリーン製品の生産 (アルミ精錬・製鉄・肥料等を対象) して世界最大の水素輸出国 を目指す 全ての新設火力発電所はCCS設 備を備える	2030年最大300万トン/年、2050 年2,000万トン/年程度の水素等導 入目標に加え2040年1,200万トン/ 年程度 (アンモニア含む) の目標
	バイオマス等	2050年までにバイオマス発電 13GW、バイオ燃料14GW、 BECCS 23GW また、2050年までに電源構成の 8%をBECCSにする目標	2022年にバイオマス発電設備容量 10GW、2023年までに15Mtの圧縮 バイオガス生産、2025年末までにガソ リンにバイオエタノール20%混合			2030年にバイオマス8.0GW 2030年までの蓄電池・材料の 国内製造基盤150GWh確立 2030年頃の全固体電池の 本格実用化
	電気自動車	「電気自動車の促進に関する政 令」(2019)では2025年までに 生産台数に占めるEVの割合を 20%へ引き上げ	2030年までに商用車の70%、自家 用車の30%、バスの40%、二輪車と 三輪車の80%のEV化が目標	EV、HVのシェアを2023年の4%から 2030年には13%に、2050年には 53%に (UAE Energy Strategy 2050)	-	2035年までに乗用車新車販売で 電動車100%を実現
航空燃料		-	-	SAF製造と輸出を図る 2030年に7億リットルのSAF生産が 目標	-	2030年までに国内航空による 燃料使用量の10%をSAFに

BECCS : Bio-Energy with Carbon Dioxide Capture and Storage

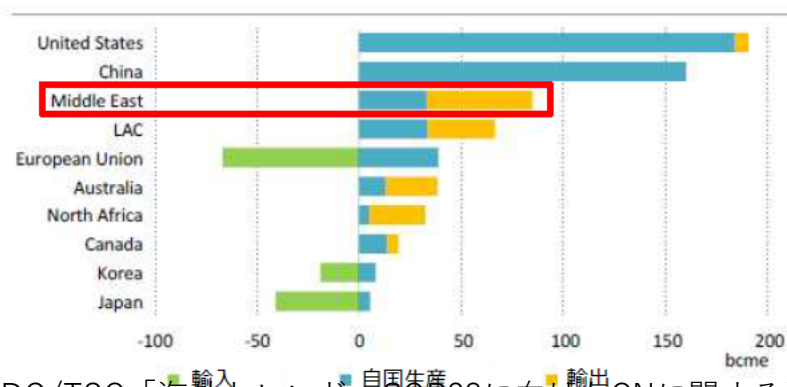
出典：各国政府発表・各種報道等を基にNEDO技術戦略研究センター作成

- 中東諸国は、再エネ由来のグリーン水素と自国の天然ガス資源由来（CCS技術を付加）のブルー水素の大量生産を目論んでおり、世界一の低炭素水素輸出地域になると予測されている。化石燃料から低炭素水素への輸出品目転換を促進することにより、自国産業の振興を模索。
- 2050年、米国・中国は低炭素水素の自給自足を達成できる見込みである一方で、欧州・日本・韓国は輸入が必要になると予測。

中東産油国の低炭素水素事業フロー（JOGMEC資料）



2050年での主な地域の
低炭素水素の自国生産、輸出入（APSシナリオ）



欧州における2050年での水素輸入予想

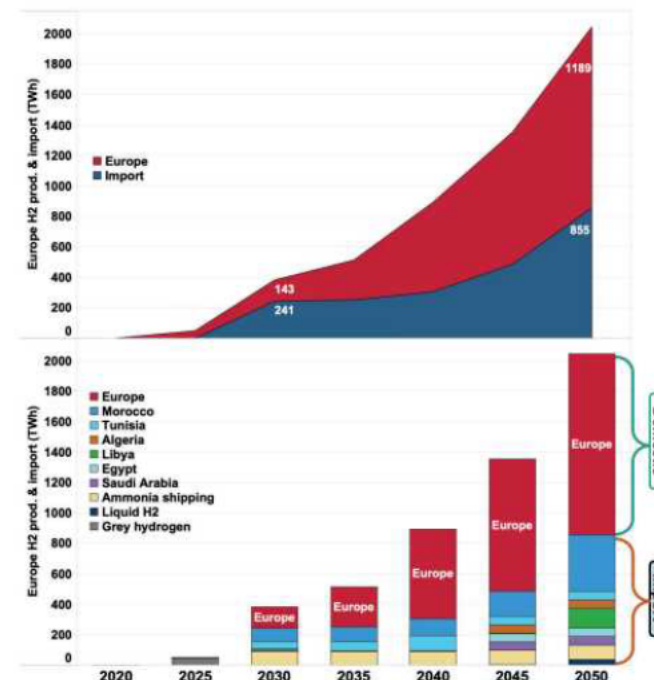


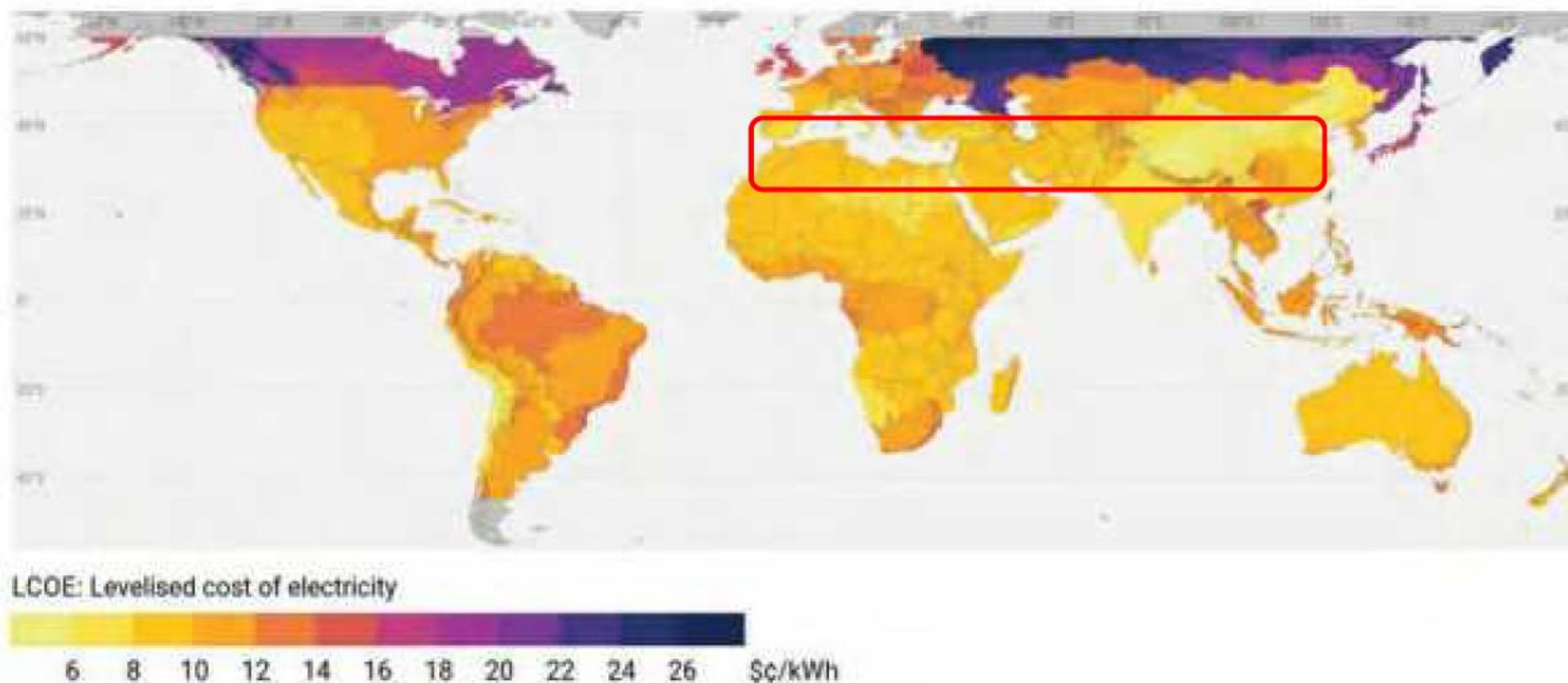
Figure 1: European hydrogen production and import from MENA countries (2020-2050)

Source: Authors based on the SCOPE SD and IMAGINE model linkage (2023)

NEDO/TSC「海外トレンド」COP28に向けたCNに関する海外主要国（米・中・EU・英・独・インドネシア・インド・UAE・サウジアラビア）の動向ー地球温暖化時代のグローバルエネルギーの台頭と中東諸国のCNへの動向ー（2023年11月21日）
 出典：JOGMEC, 20世紀型エネルギーの中心、中東産油国ー2050年、エネルギー覇権の座は誰の手にー、
 https://www.nedo.go.jp/library/ZZNA/1000911補加（World Energy Outlook 2023）
 Source: Authors based on the SCOPE SD and IMAGINE model linkage (2023).
 “Clean Energy Scenario (CES, Clean Development) in the Europe-MENA Region from 2030 to 2050”

- 日照量、投資などを勘案した際のキロワット時あたりの太陽光発電コストは、主に赤道近辺に所在する地域において安価となる。
中東諸国はこの地域に位置していることから、太陽光由来のグリーン水素を安価に生産できる点でも有利。

FIGURE 3.9: A SIMPLIFIED LCOE ESTIMATED FOR LARGE-SCALE GROUND-MOUNTED PV POWER PLANTS WITH EXPECTED LIFETIME OF 25 YEARS



 太陽光発電に係るコストの安い地域

- 世界有数の化石燃料供給側である中東諸国が、世界のCNへの潮流の中で、今後どのように国策を変えていくのかは、化石エネルギーを引き続き利用する側のエネルギー戦略にとっても重要。
- 中東諸国のGDPは石油・天然ガスから得られる収益に大きく依存している現状だが、将来IEAのAPS、NZEシナリオ共に今後、石油・天然ガスへの需要減退から価格も低下すると予測されており、脱炭素と自国経済構造の大変換を迫られている状況。
- その中で、UAE、サウジアラビアは、それぞれ2050年、2060年までのCNを宣言。日照量が豊富な地の利を活かし、再エネ導入を急拡大すると共に、再エネを利用した低炭素水素を大量に生産し、欧州や日本への輸出を図る動きが進み出している。
- 両国は、従来の化石エネルギー生産を担ってきたそれぞれの国策会社そのものを中心に据え、再エネ事業推進と化石燃料資源の新たな活用による炭素低減を進める計画。
- 他の中東諸国もCN実現に向け模索しているが、資金や技術の導入などが課題。COP28での同地域の国々の動向は要注視。

次々と定められる水素戦略

世界各国・地域は水素を2050年のカーボンニュートラル実現の切り札として捉えており、2017年に日本が世界で初めて国家レベルで水素戦略を定めてから、先進国や水素生産ポテンシャルを有する国々が次々と水素戦略を策定している（表2参照）。水素戦略のポイントは、（1）対象とする水素の種類（グリーン、ブルーなど）と製造方法、（2）水素の生産規模および輸出入規模、（3）水素の国内外への輸送・貯蔵方法、（4）水素の用途だ。例えば、オーストラリアは水素産業を資源輸出産業の新たな柱とする狙いがあり、水素の製造、消費、さらには輸出拠点を1カ所に集約しコストを削減する。かつ、送電線やパイプライン、貯蔵タンク、補給ステーション、港湾、道路、鉄道などの水素供給に必要なサプライチェーンを整備することで、需要と供給を同時に作り上げる。EUの水素戦略では、域内での生産では不十分な点を、輸入を積極的に行うことで補う方針を示しており、反対にナミビアでは、EUや日本への輸出を想定した水素戦略が立案されている。ドイツは、国内の水素需要が2030年までに90～110テラワット時（TWh）まで増加すると予想し、そのうち14TWhを国産のグリーン水素で賄う。大半は輸入に頼る構想のため、水素調達のためのプロジェクト「H2グローバル」のもと、アフリカなどでの水素生産プロジェクト向けの投資を促進している。

また、シンガポールは、水素を国内で製造する計画はなく、100%輸入に依存する。利用先として発電所や産業の燃料が計画されており、2026年には水素を燃料とする国内初の発電所が完成する見通しだ。これは、日本の水素発電導入見通しより4年早い。米国は、ドラフト段階にある水素戦略とロードマップにおいて、クリーン水素の年間生産目標を2030年までに1,000万トン、2050年までに5,000万トンへの拡大を掲げている。また、すでに「インフラ投資雇用法（IIJA）」で、クリーン水素の生産者と消費者を接続する輸送や貯蔵などのインフラ網を整備する地域クリーン水素ハブ（H2Hub）の拠点整備に総額80億ドルを充てている。カナダは、2030年までに水素の国内供給量を年間2,000万トンに拡大し、世界のクリーン水素製造国のトップ3以内に入ることを目指す。想定する用途は、輸送用燃料、発電用燃料、産業用原料など多岐にわたる。英国は、エネルギー安全保障戦略の一環として水素製造を位置付け、水素生産設備投資に約400億円を拠出する。用途としては、化学や石油精製における工業用原料をはじめとし、将来的には産業用熱源、運輸などでの利用を見込む。

なぜ水素か？

－ 米国の水素・生産拠点 －

米バイデン政権、全米7カ所で「水素生産ハブ（H2Hubs）」選定。総額70億ドル（約1兆円）を投資。三菱重工が2カ所のプロジェクトに参加。「Just Transition（公平な移行）」重視（RIEF）

<https://rief-jp.org/ct5/139779>

2023-10-14 20:59:50



（写真）は、7つの支援水素ハブの一つのワシントン州等での事業）

米バイデン政権は13日、全米7カ所を水素の生産拠点（H2Hubs）として選定、総額70億ドル（約1兆円）を助成すると発表した。米国内での低コストでクリーンな水素エネルギー市場づくりを促進すると同時に、投じられる連邦の投資資金の40%は、環境負荷の大きいコミュニティへの支援や、石炭事業改廃に伴う雇用対策等の「Just Transition（公平な移行）」を踏まえて投じられる。支援が決まった7拠点のうち、テキサス州での事業と、ワシントン、オレゴン、モンタナ3州での事業には、日本の三菱重工も参画している。

バイデン大統領は13日、北東部のペンシルベニア州フィラデルフィアで発表した。7拠点でのH2Hubsでの水素生産は全体で年間300万トンの水素を製造する計画で、2030年には米国内での水素生産量のほぼ3分の1をこれらの地域で生産できる。米国のCO2排出量の30%を占める石炭関連事業中心地域を水素エネルギー生産地に再生させることで、年間の最終消費段階でのCO2排出量を2500万トン削減できるとしている。



ハブ1カ所に対して、連邦資金が10億ドル前後を投じる。民間資金も含めると、官民合計で総額500億ドル近く（約7兆5000億円）を水素エネルギー開発に投じることになる。開発する水素は、再生可能エネルギーで水を電気分解する「グリーン水素」のほか、天然ガスを活用し発生したCO₂をCCSで回収する「ブルー水素」、原発電力で水素を製造する「ピンク水素」等、各地域のエネルギー資源に応じて開発を進めるとしている。

選定された7つのハブは次の通り。

- ①アパラチア州のアパラチア水素ハブ（Appalachian Hydrogen Hub : ARCH2）
- ②カリフォルニア州のカリフォルニア水素ハブ（Alliance for Renewable Clean Hydrogen Energy Systems : ARCHES）
- ③テキサス州のガルフコースト水素ハブ（HyVelocity H2Hub）
- ④ミネソタ、ノースダコタ、サウスダコタ3州の「ハートランド水素ハブ」
- ⑤ペンシルバニア、デラウェア、ニュージャージー3州の「中部大西洋岸水素ハブ（Mid-Atlantic Clean Hydrogen Hub : MACH2）」
- ⑥イリノイ、インディアナ、ミシガン3州の中西部水素ハブ（Midwest Alliance for Clean Hydrogen : MachH2）
- ⑦ワシントン、オレゴン、モンタナ3州の太平洋北西水素ハブ（PNW H2）

SELECTED REGIONAL CLEAN HYDROGEN HUBS



このうち、三菱重工は、テキサス州のガルフコースト水素ハブ（HyVelocity H2Hub）とワシントン、オレゴン、モンタナ3州の太平洋北西水素ハブ（PNW H2）の両プロジェクトに参画する。前者のHyVelocityでは、ブルー水素とグリーン水素の生産を目指しており、三菱（Mitsubishi Power Americas）を含め、AES Corporation、Air Liquide、Chevron、ExxonMobil、Ørsted、Sempra Infrastructureの7社がコア企業として参加する。

同事業が展開されるガルフコースト地域はすでに水素開発事業が集中している。HyVelocity事業は、総延長1000マイル（約1600km）の水素パイプラインを敷設し、40件の水素生産プラントを設置するほか、開発した水素エネルギーを使った48件の製造設備も併設する。同地域では水素開発の技術と設備、労働者が集積していることで知られる。PNWH2には、三菱のほか、Amazon、Air Liquide Hydrogen Energy等17社が参加する。

米バイデン政権は13日、全米7カ所を水素の生産拠点（H2Hubs）として選定、総額70億ドル（約1兆円）を助成すると発表した。米国内での低コストでクリーンな水素エネルギー市場づくりを促進すると同時に、投じられる連邦の投資資金の40%は、環境負荷の大きいコミュニティへの支援や、石炭事業改廃に伴う雇用対策等の「Just Transition（公平な移行）」を踏まえて投じられる。支援が決まった7拠点のうち、テキサス州での事業と、ワシントン、オレゴン、モンタナ3州での事業には、日本の三菱重工も参画している。

バイデン大統領は13日、北東部のペンシルベニア州フィラデルフィアで発表した。7拠点でのH2Hubsでの水素生産は全体で年間300万トンの水素を製造する計画で、2030年には米国内での水素生産量のほぼ3分の1をこれらの地域で生産できる。米国のCO2排出量の30%を占める石炭関連事業中心地域を水素エネルギー生産地に再生させることで、年間の最終消費段階でのCO2排出量を2500万トン削減できるとしている。

このうち、三菱重工は、テキサス州のガルフコースト水素ハブ（HyVelocity H2Hub）とワシントン、オレゴン、モンタナ3州の太平洋北西水素ハブ（PNW H2）の両プロジェクトに参画する。前者のHyVelocityでは、ブルー水素とグリーン水素の生産を目指しており、三菱（Mitsubishi Power Americas）を含め、AES Corporation、Air Liquide、Chevron、ExxonMobil、Ørsted、Sempra Infrastructureの7社がコア企業として参加する。

同事業が展開されるガルフコースト地域はすでに水素開発事業が集中している。HyVelocity事業は、総延長1000マイル（約1600km）の水素パイプラインを敷設し、40件の水素生産プラントを設置するほか、開発した水素エネルギーを使った48件の製造設備も併設する。同地域では水素開発の技術と設備、労働者が集積していることで知られる。PNWH2には、三菱のほか、Amazon、Air Liquide Hydrogen Energy等17社が参加する。

SELECTED REGIONAL CLEAN HYDROGEN HUBS



○中部大西洋岸水素ハブ（MACH2：Mid-Atlantic Clean Hydrogen Hub、ペンシルベニア州、デラウェア州、ニュージャージー州）：歴史的石油インフラの再利用や既存道路の利用などを通じて、中部大西洋岸の水素主導の脱炭素化を支援。電解槽の既存技術と革新的技術の双方を用いて、再生可能エネルギーと原子力発電による水素製造施設を開発予定（金額：最大7億5,000万ドル）。

○アパラチア地域水素ハブ（ARCH2：Appalachian Regional Clean Hydrogen Hub、ウェストバージニア州、オハイオ州、ペンシルベニア州）：同地の天然ガスへの安価なアクセスと、水素の製造工程で排出される二酸化炭素（CO₂）の回収・貯留を通じて、低コストでクリーンな水素を製造する。それに加え、水素パイプライン、複数の水素ステーションの開発により、水素の流通・貯蔵のコスト低減を目指す（金額：最大9億2,500万ドル）。

○カリフォルニア水素ハブ（ARCHES：Alliance for Renewable Clean Hydrogen Energy Systems、カリフォルニア州）：再生可能エネルギーとバイオマスのみを利用した水素製造に取り組む。同州の主な温室効果ガス（GHG）排出源で、脱炭素化が最も困難な大気汚染源の1つの公共交通機関、大型トラック輸送、港湾業務について、水素を活用した脱炭素化を目指す（金額：最大12億ドル）。

○メキシコ湾岸水素ハブ（HyVelocity Hydrogen Hub、テキサス州）：テキサス州ヒューストンを中心に設立。炭素回収を前提とし、メキシコ湾岸地域の豊富な天然ガスと再生可能エネルギーの供給による電気分解を活用した大規模な水素製造で、水素コストの引き下げを目指す（金額：最大12億ドル）。

○ハートランド水素ハブ（Heartland Hydrogen Hub、ミネソタ州、ノースダコタ州、サウスダコタ州）：地域の豊富なエネルギー資源を活用し、農業セクターの肥料生産の脱炭素化、クリーン水素の地域コストの削減、クリーン水素による発電や寒冷地での暖房利用を促進する（金額：最大9億2,500万ドル）。

○中西部水素ハブ（MachH2：Midwest Alliance for Clean Hydrogen、イリノイ州、インディアナ州、ミシガン州）：鉄鋼・ガラス生産、発電、精製、大型輸送、持続可能な航空燃料など、戦略的な水素利用を通じて脱炭素化を実現する。再生可能エネルギー、天然ガス、低コストの原子力エネルギーなど、多様で豊富なエネルギー源を活用して水素を製造する予定（金額：最大10億ドル）。

○パシフィック・ノースウエスト水素ハブ（PNW H2; ワシントン州、オレゴン州、モンタナ州）：再生可能資源だけからクリーンな水素を製造することを計画。電解槽の大規模な利用により、電解槽のコスト引き下げにつなげる（金額：最大10億ドル）。

バイデン政権が全米の「水素ハブ」7拠点に70億ドルを投資



Alan Ohnsman | Forbes Staff

著者フォロー

記事を保存

SHARE



フィラデルフィア港で演説をするバイデン大統領 (Photo by Mark Makela/Getty Images)

米国は、二酸化炭素を排出しない水素燃料の生産と利用を拡大するため、巨額の公的・民間投資を受ける「水素ハブ」を全米に7つ設置しようとしている。

米エネルギー省は10月13日、政府が16州にまたがる7拠点の水素ハブに、70億ドル（約1046億円）の補助金を拠出すると発表した。この補助金は、2021年のインフラ投資雇用法（IIJA）に基づき拠出されるもので、製油所や肥料製造のための水素プロジェクト開発を目指す企業の約430億ドルの民間投資によって増幅され、米国史上最大規模のクリーン製造への投資となる。

バイデン大統領は、13日にフィラデルフィア港でハブの計画を説明し、「水素は鉄鋼やアルミニウムの生産といった産業に電力を供給し、トラックや鉄道、飛行機などの輸送システムを革新する」と述べた。

水素は石油精製や化学・肥料製造、食品加工など、数多くの産業ですでに多用されているが、米国ではそのほぼすべてが、二酸化炭素を発生させる「グレーなプロセス」で天然ガスから抽出されている。新たな水素ハブは、再生可能エネルギーを使って水から水素を取り出す電解槽の使用など、よりクリーンな方法へと水素製造をシフトさせることを目的としている。

当局によると、ハブによるクリーンな水素の生産量は年間300万トンを超えると予想され、ガソリン車550万台分に相当する年間約2500万トンの炭素汚染をなくす効果が見込まれている。

すでに水素自動車や水素トラックが走っているカリフォルニア州と、石油精製工場で大量の水素を使用しているテキサス州のハブには、それぞれ12億ドルという最大の補助金が割り当てられる。さらに、ウェストバージニア州などのアパラチア地域や、テキサス州ヒューストンを中心とするメキシコ湾岸地域、ミネソタ州などを含むハートランド地域など、全米で7つの地域がハブに指定された。

これらのプロジェクトには、燃料を輸送するための新たなパイプラインの建設が含まれており、数十万人の新たな雇用の創出が期待される。投資の約3分の2は、水の電気分解による水素製造に充てられる。

カリフォルニア州は20万人の雇用を創出

カリフォルニア州のギャビン・ニューサム知事は、このハブへの指定にあたり「私たちの州では20万人以上の雇用の創出を見込んでいる」と記者団に語った。

エンジンメーカー、カミンズのクリーンテック部門であるアクセラのエイミー・デイビス社長も、ハブの創設と12月までに実施されるクリーン水素向けの減税措置が「業界に巨大なインパクトをもたらすことになる」とフォーブスに語った。アクセラは、連邦政府のプログラムによって需要が高まる見通しの電解槽と、大型トラック向けの水素燃料電池の生産を強化している。

化石燃料を置き換えるために水素の利用を拡大する米国の努力は、ヨーロッパや日本、韓国、カナダなどの主要経済国での努力と相まって、時間はかかるだろうが、大きな一歩になると世界最大級の水素製造業者のAir Products（エアープロダクツ）の副社長のエリック・グターは述べている。

「私は、気候変動への取り組みにおける世界的な協調において、水素が重要な役割を果たすことを非常に楽観している」とグターはフォーブスに語った。

なぜ水素か？

－改めて、日本は？－

「水素基本戦略」の改定のポイントについて

水素基本戦略（アンモニア等を含む）を改定し、関係府省庁が一体となって水素社会の実現に向けた取組を加速する。

- ①2030年の水素等導入目標300万トンに加え、2040年目標を**1200万トン**、2050年目標は2000万トン程度と設定（コスト目標として、現在の100円/Nm³を2030年30円/Nm³、2050年20円/Nm³とする） ②2030年までに国内外における日本関連企業の水電解装置の導入目標を**15GW程度**と設定 ③サプライチェーン構築・供給インフラ整備に向けた支援制度を整備 ④G7で炭素集約度に合意、低炭素水素等への移行

水素産業戦略 ～「我が国水素コア技術が国内外の水素ビジネスで活用される社会」実現～

- ①「技術で勝ってビジネスでも勝つ」となるよう、早期の量産化・産業化を図る。
 ②国内市場に閉じず、国内外のあらゆる水素ビジネスで、我が国の水素コア技術（燃料電池・水電解・発電・輸送・部素材等）が活用される世界を目指す。
 ➡脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の「一石三鳥」を狙い、大規模な投資を支援。（官民合わせて**15年間で15兆円**のサプライチェーン投資計画を検討中）

つくる

- 水電解装置
- 電解膜、触媒などの部素材
- 効率的なアンモニア合成技術

- ・A社（素材）は、国内外大手と連携、水電解装置による国内外の大規模グリーン水素製造プロジェクトに参画。
- ・B社（自動車）は、燃料電池の技術力をベースに多くの共通技術を活かす水電解装置を開発・実装。
- ・C社（ベンチャー）は、GI基金を通じアンモニア製造の新技术を開発・実証。

はこぶ

- 海上輸送技術（液化水素、MCH等）

- ・D社（重工）は、世界初の液化水素運搬技術を確立し、G7でも各国閣僚から高い関心。
- ・E社（エンジニアリング）は、欧州でのMCHによる輸送プロジェクトの事業化調査に着手。

つかう

- 燃料電池技術
- 水素・アンモニア発電技術
- 革新技术（水素還元製鉄、CCUS等）

- ・F社（自動車）は、燃料電池の海外での需要をみこして多用途展開を促し、コア技術としての普及を目指す。
- ・G社（重工）は、大型水素発電の実証・実装で世界を先行。
- ・H社（発電）は、アンモニア混焼の2020年代後半の商用運転開始に向け、実証試験を実施。

水素保安戦略 ～ 水素の大規模利用に向け、安全の確保を前提としたタイムリーかつ経済的に合理的・適正な環境整備 ～

METI「水素を取り巻く国内外情勢と水素政策の現状について」（2023年8月）
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/014_04_00.pdf

需給一体の国内市場の創出

規制・支援一体型の制度を、需給の両面から措置、水素普及の加速化

供給

- 既存燃料との価格差に着目した大規模サプライチェーン構築支援
 - ーS + 3 Eの観点からプロジェクト評価
 - ーブレンデッド・ファイナンスの活用
- 効率的な供給インフラ整備支援 ー国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備
- 低炭素水素への移行に向けた誘導的規制の検討
- 保安を含む法令の適用関係を整理・明確化
- 上流権益への関与や市場ルール形成による安定したサプライチェーンの確保

Energy Security : 国内製造、供給源の多角化
 Economic Efficiency : 経済的な自立化見通し
 Environment : CO2削減度合いに応じた評価

需要

- 需要創出に向けた省エネ法の活用
 - ー工場、輸送事業者・荷主等の非化石転換を進め、将来的に水素の炭素集約度等に応じて評価。
 - ートップランナー制度を発展させ、機器メーカーに水素仕様対応等を求めることを検討。
- 燃料電池ビジネスの産業化（セパレーター等の裾野産業育成）
 - ー国内外のモビリティ、港湾等の燃料電池の需要を一体で獲得することでコストダウン・普及拡大
- 港湾等における「塊の需要」や意欲ある物流事業者等による先行取組への重点的支援
- 地域での水素製造・利活用と自治体連携※、国民理解 ※特に「福島新エネ社会構想」の取組加速

世界市場の獲得

拡大する欧米市場で初期需要を獲得、将来のアジア市場を見越し先行投資

- 規模・スピードで負けないよう大胆な民間の設備投資を促す政策支援
- 大規模サプライチェーン構築支援の有効活用
- 海外政府・パートナー企業との戦略的連携、トップセールスによる海外大規模プロジェクトへの参画
- 『アジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）』構想等の枠組みを活用したアジア連携
- 日本の水素ビジネスを支える国際的な知財・標準化の取組（GI基金等も活用）
- 人材育成の強化・革新技术の開発

米国：インフレ削減法(IRA)により、低炭素水素製造に10年間で最大3ドル/kgの税額控除を実施予定（約50兆円規模 ※水素以外も含む）
 欧州：グリーンディール産業計画で、グリーン投資基金の設立や水素銀行構想を発表（約5.6兆円規模 ※水素以外も含む）
 英国：国内低炭素水素製造案件について15年間の値差支援や、拠点整備支援を実施予定（第一弾として約5,400億円規模）

METI「水素を取り巻く国内外情勢と水素政策の現状について」（2023年8月）
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/014_04_00.pdf

コンビナートのCN達成においても水素は重要な役割を果たす

鹿島港カーボンニュートラルポート形成計画（案）

◆ 鹿島港におけるカーボンニュートラル形成のイメージ案（将来像：2050年）

(鹿島港が担う役割・機能)

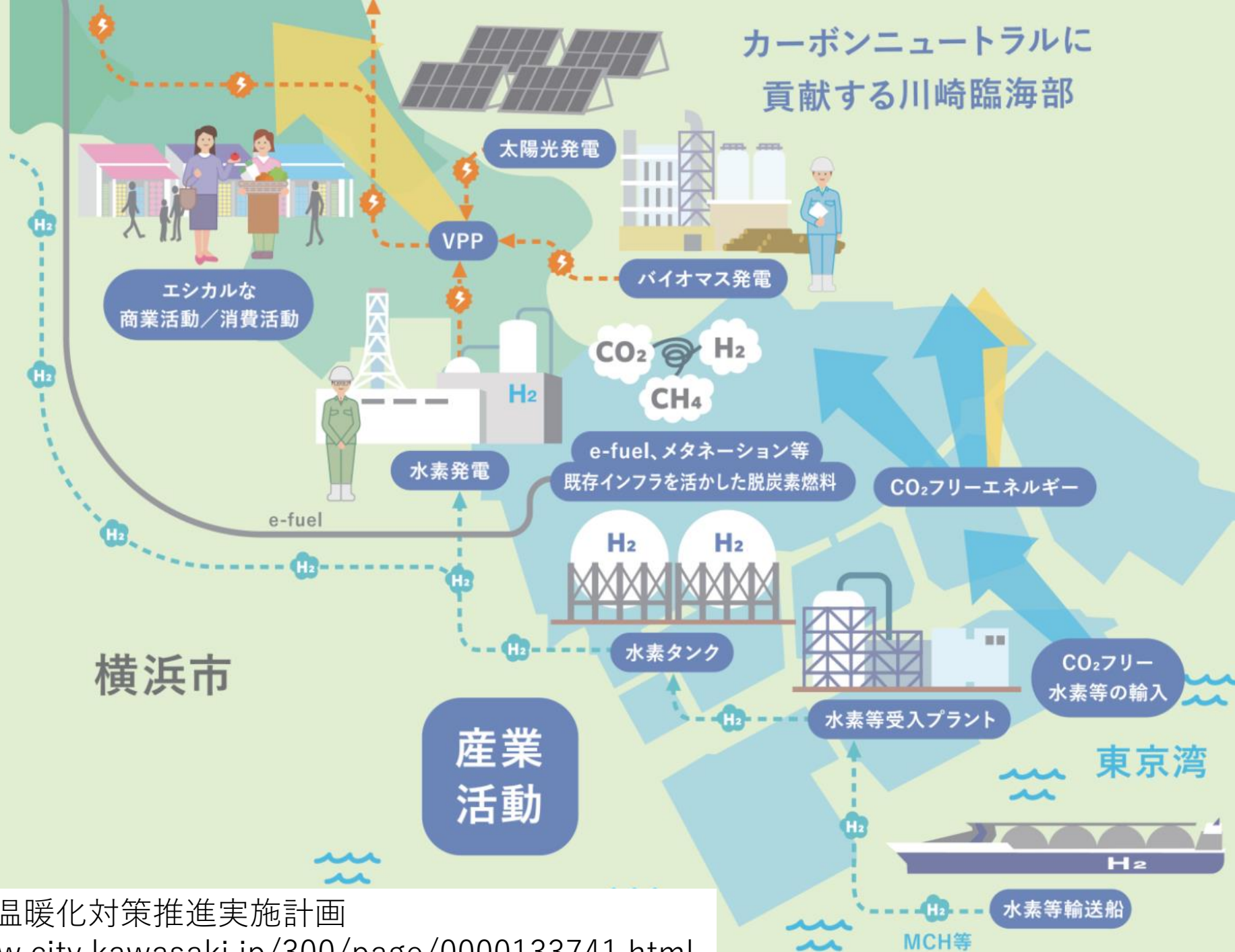
- 次世代エネルギーを活用したカーボンニュートラル・コンビナート
- 次世代エネルギーによるカーボンニュートラル発電



関東地域エネルギー・温暖化対策推進会議
茨城県におけるカーボンニュートラルへの挑戦

(出典) 第2回「いばらきカーボンニュートラル産業拠点創出推進協議会」2022.3.25

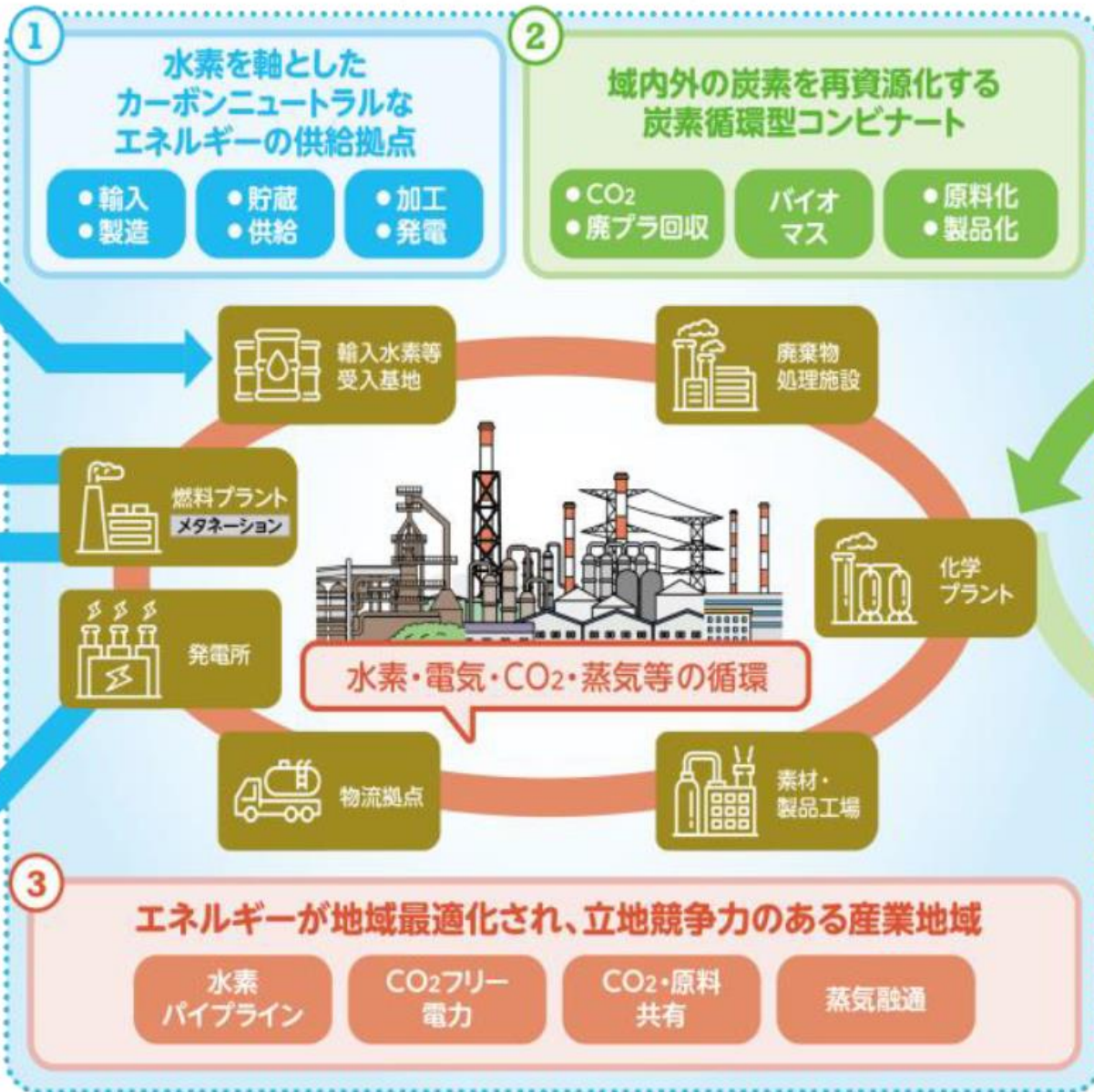
カーボンニュートラルに 貢献する川崎臨海部



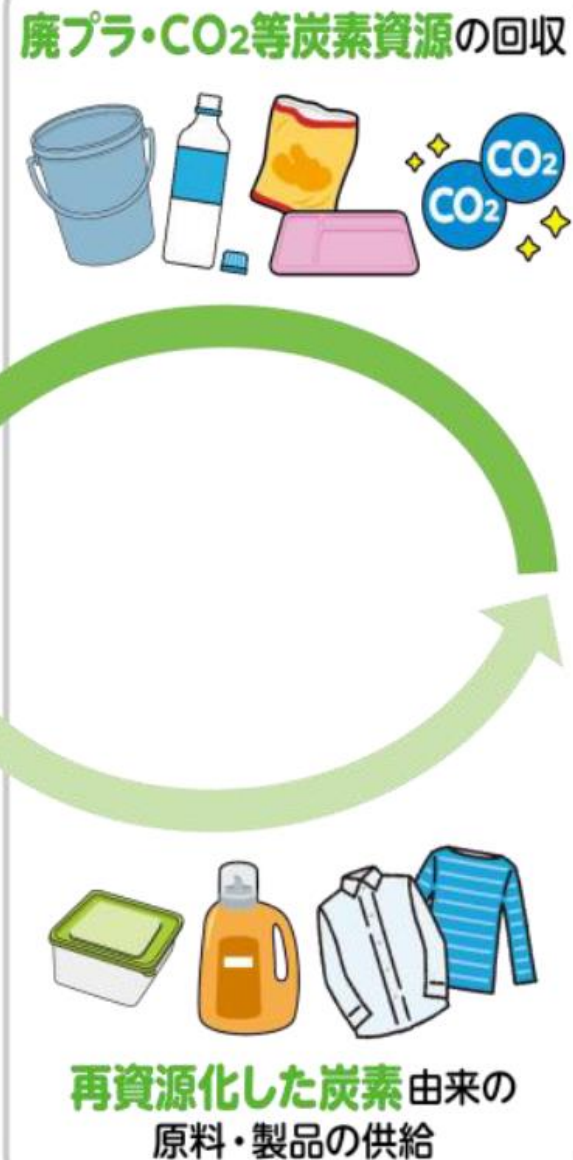
〈川崎臨海部域外〉



〈川崎臨海部〉



〈川崎臨海部域外〉



松江藩、借金返済への道なり

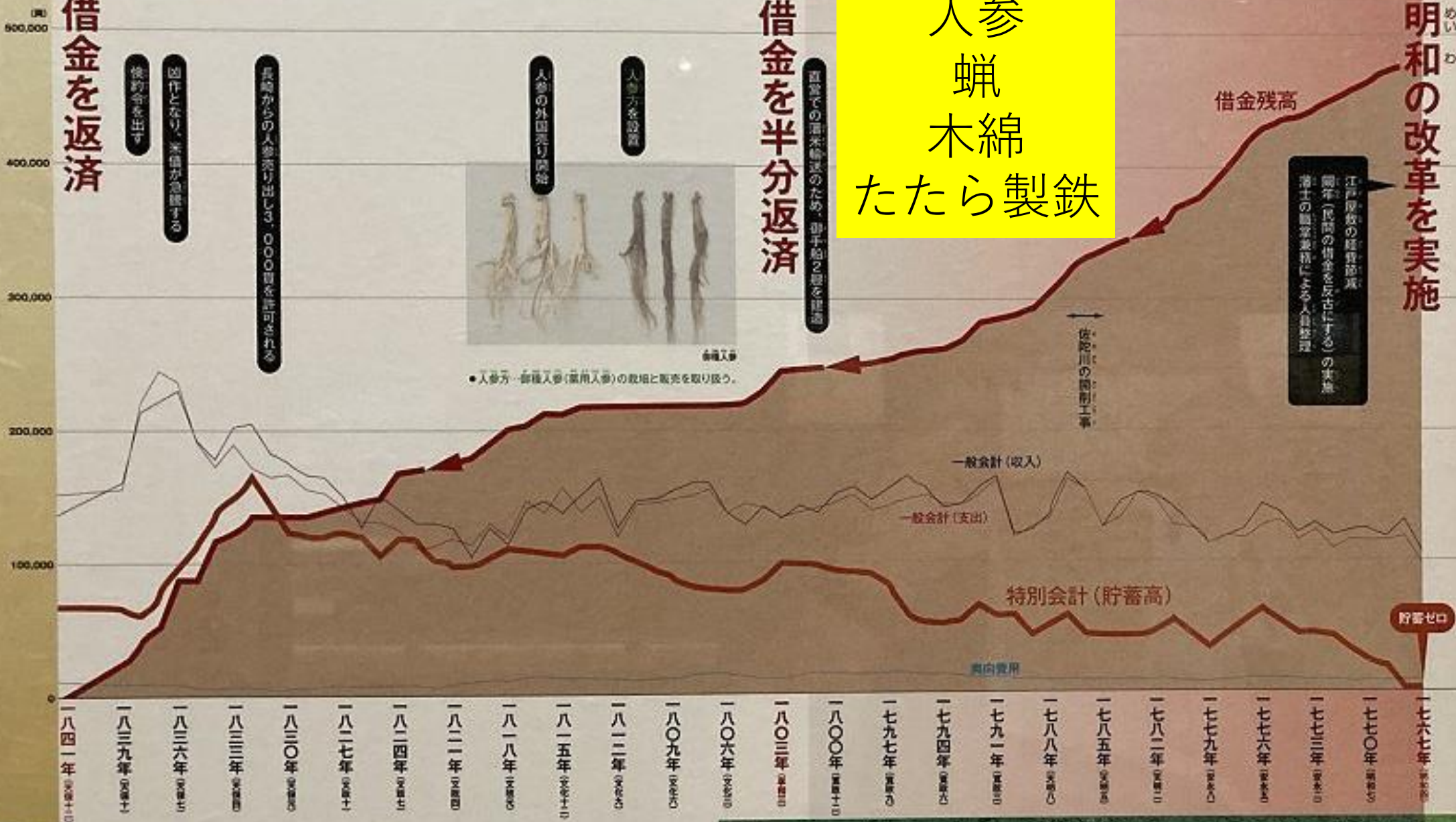
財政規模の約4倍にあたる借金を返済した

借金を返済

借金を半分返済

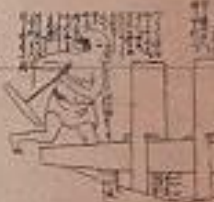
人参
蠟
木綿
たたら製鉄

明和の改革を実施



幕府から比叡山山門の修理を命じられる
さらなる出費

改革を行うも
結果は出ず



- 木更方 蠟の生産、売買取扱を扱う。
- 最良方 民間からの出資金を元手に一般に貸付業務と出資金で貯蓄する。しかし、の倒産に行き詰まり、1752年(宝暦二年)に倒産した。
- 最良方 御物の生産と販売を取り扱う。

Ⅰ 中海・宍道湖・大山圏域とは

鳥取県・島根県両県にまたがる、全国で5番目に大きい湖「中海」と、7番目に大きい湖「宍道湖」の沿岸の米子市、境港市、安来市、松江市、出雲市の5市と、中国地方の最高峰「大山」周辺7町村で構成されるエリアです。

本圏域には約65万人の人口集積があり、山陰両県の人口の半数以上が居住し、日本海側の都市圏の中でも上位の人口規模を誇ります。製造品出荷額も山陰両県の半数以上を占め、ものづくりにおいても地域を牽引しています。

また境港市、米子市には食料品、安来市には特殊鋼、松江市には農業機械・IT、出雲市には鋳物などといった特色ある産業集積がみられます。



(人口：平成27年国勢調査)

(製造業事業所数、製造品出荷額：平成28年経済センサス-活動調査)

(製造業事業所数、製造品出荷額：平成28年経済センサス-活動調査)

エリア	人口	製造業事業所数 (従業者4人以上)	製造品出荷額
中海・宍道湖・大山圏域	65万2千人	1,004社	9,885億円
出雲市	17万1千人	325社	4,184億円
松江市	20万6千人	252社	1,159億円
安来市	3万9千人	87社	1,674億円
境港市	3万4千人	85社	810億円
米子市	14万9千人	185社	1,507億円
鳥取県西部7町村	5万3千人	70社	551億円

エリア	人口	製造業事業所数 (従業者4人以上)	製造品出荷額
島根県	69万4千人	1,255社	10,856億円
鳥取県	57万2千人	891社	7,043億円