

Mizuho Industry Focus Vol. 237

日本が水素を巡るグローバル競争を勝ち抜くために

～〈みずほ〉の考える水素の需給構造と打ち手～

(2023年2月)

みずほフィナンシャルグループ
リサーチ&コンサルティングユニット
みずほ銀行 産業調査部

[アンケートに
ご協力をお願いします](#)



One
シンクタンク

サマリー

- 2017年、日本は世界で初めて水素の国家戦略にあたる「水素基本戦略」を策定した。以降、日本はフロントランナーとして世界の水素産業をリードしてきたが、EUは上流権益の獲得やREPowerEUにより2030年で20百万トンの需要創出を見込む等、存在感を増してきている。本レポートでは、日本の水素需給見通しやコスト分析をもとに考察を行い、資源に乏しい日本がどうやって安定的に水素を調達すべきか、日本が水素を巡る国際的な競争で勝つための方策等について考察した
- 当部試算による水素の国内需要見通しは、2030年で約1.5百万トン、2050年で約24百万トンを見込む。2050年における国内水素需要は、発電(9百万トン)、ガスエネルギー代替(8百万トン)、自動車(3.5百万トン)が中心で、2050年に近づくにつれ急激に需要が伸びると予測している
- 国内の水素供給ポテンシャルは、2050年時点で4～5百万トン/年であり、20百万トン程度を海外から調達する必要がある。海外では水素製造プロジェクトが複数立ち上がっており、当面はアジア市場への輸出を目指す中東、オーストラリア、北米からの輸入が中心となる見込み。供給コスト試算においては、2050年時点で中東産ブルーアンモニア／水素はもっともコスト競争力が高く、米国産ブルーアンモニアや豪州産ブルー水素も競争力を有する
- 日本が海外勢との水素を巡る競争に勝ち抜くためには、着実な水素利用と水素の安定調達実現が不可欠である。日本としては、輸出国と輸入国がWin-Winとなる以下3点のような政策的支援を行うことが重要となる。①メリハリの効いた支援制度を構築すること、②局地的な水素ホットスポットを設ける「一点集中型」で水素需要を早期に立ち上げること、③水素調達先の早期囲い込みにより、水素輸出国との共同調達の枠組作り、先端技術の供与等を行うこと
- 一方、日本のエネルギー自給率向上や水素供給コストの観点からCO₂フリー水素の国内製造を進めることも重要だ。再エネ資源に乏しい日本にとって、再エネ由来であるグリーン水素の供給ポテンシャルは限定的であるものの、化石資源由来のブルー水素や原子力由来のイエロー水素等も選択肢になりうる
- 政府や関連事業者が一丸となり、水素需要の早期確立及び国内外両睨みによる水素供給先の確保に取り組むことで日本が水素を巡る国際的な競争に勝ち抜くことができると考える

目次

はじめに	P3
1. 日本の水素需給見通し	P7
(1) 日本における2030年、2050年時点の需要見通し (補論) アンモニア需要	
(2) 日本における水素供給量見通し	
2. 日本の水素調達適地	P31
(1) 一般的な水素供給適地	
(2) 国別・キャリア別・製造方法別の供給コスト比較	
(3) 地政学リスク・資源外交に関する考察	
3. 各国の水素戦略	P54
(1) 日本の水素戦略	
(2) 水素輸入国の戦略	
4. まとめ	P66
日本が水素を巡る競争で勝ち残るための方策について	
Appendix① 第2章_日本の水素調達適地	P81
Appendix② 第3章_各国の水素戦略	P90

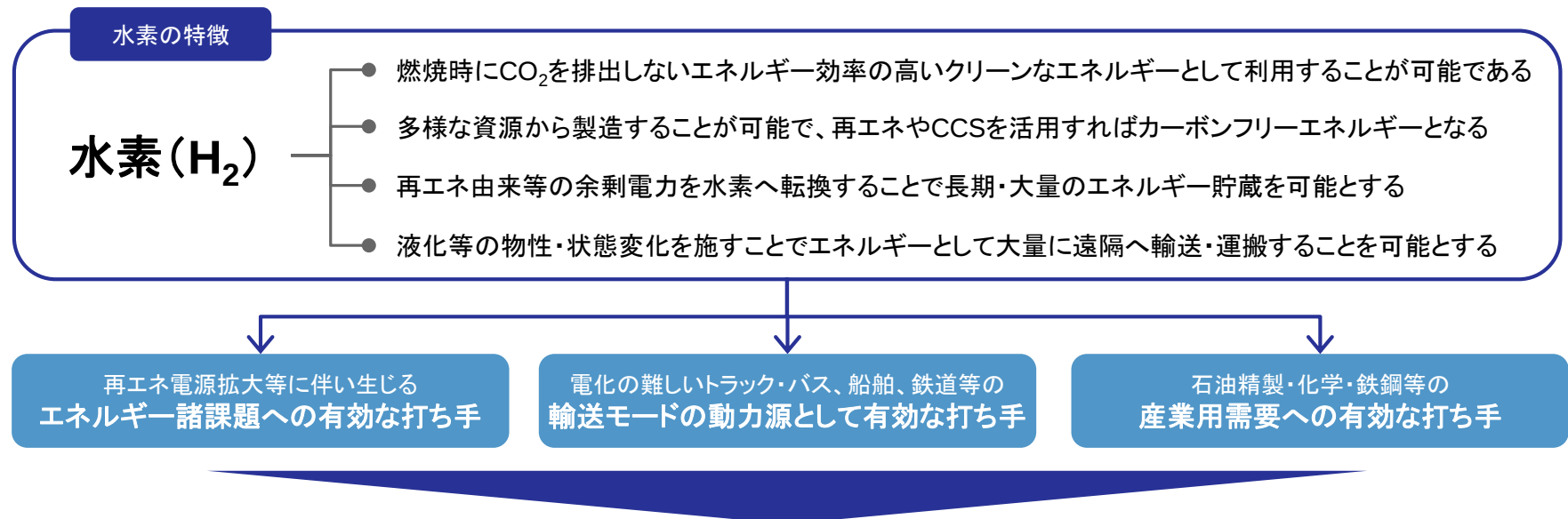
(※) 本レポート中「水素等」の表記は、特段の断りがない限り、アンモニア等の水素化合物も含む

はじめに

なぜ水素に着目するのか？

- エネルギー媒体としての水素は、利用段階でCO₂を排出せずクリーンで、再エネやCCS活用によりカーボンフリーを実現し、電力の貯蔵や大量かつ遠隔な輸送を可能とする
- 水素は、エネルギー諸課題、輸送モード(モビリティ)の動力源及び産業用需要への有効な打ち手、と期待されており、カーボンニュートラル実現に向けて鍵となるエネルギーとして世界的に注目されている

水素の特徴と水素に期待される役割



水素 = カーボンニュートラル実現に向けて鍵となるエネルギー

水素で世界の先頭を走って来た日本及び日本企業

- 日本は、2017年に世界で初めて水素の国家戦略「水素基本戦略」を策定し、それ以降も世界に先駆けて、水素の普及や事業化を推進してきた
- 日本企業は、トヨタ自動車の水素を燃料とした燃料電池車をはじめとして、あらゆる領域で世界初の水素関連製品を開発し、水素関連技術で世界をリードしてきた

日本及び日本企業の水素にかかるとのこれまでの主な歩み

日本政府のこれまでの主な取り組み	日本企業のこれまでの主な取り組み
2014年 「エネルギー基本計画」において、『水素をエネルギーとして利用する“水素社会”』に言及、戦略的な制度・インフラ整備の方針を表明	2014年 世界初 トヨタ自動車が水素を燃料とした燃料電池車(FCEV)「MIRAI」を販売開始
2014年 「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を策定	2018年 三菱日立パワーシステムズ(現・三菱重工業)が発電用大型高効率ガスタービン開発で水素30%混焼の試験に成功
2017年 世界初 府省庁を横断する国家戦略である「水素基本戦略」を策定	2018年 世界初 大林組と川崎重工業が市街地における水素燃料100%のガスタービン発電による熱電供給を達成
2018年 世界初 経済産業省・NEDO主催で「水素閣僚会議」を開催し、米国、欧州、アジア各国など21の国・地域・機関から、各国閣僚クラスをはじめ、政府関係機関、民間企業のトップなど300名を超える関係者が参加し、「東京宣言」を議長声明として発表	2019年 世界初 川崎重工業が液化水素運搬船「すいそふろんていあ」進水
2020年 「グリーン成長戦略」において、水素を重点分野の1つに位置付け、2030年及び2050年の年間導入量とコストの目標を発表	2020年 トヨタ自動車とJR東日本と日立製作所が燃料電池ハイブリッド鉄道車両の開発を発表
2021年 「エネルギー基本計画」において、『2030年の電源構成のうち1%程度を水素・アンモニア』とすることを明記	2021年 世界初 岩谷産業、川崎重工、シェルジャパン、Jパワー、丸紅、ENEOS、川崎汽船の7社がHySTRAとして、豪州で褐炭から製造した水素を液化水素運搬船で日本に海上輸送・荷役に成功
	2022年 世界初 リンナイが水素100%燃焼家庭用給湯器の開発に成功



日本は官民双方で水素における世界のフロントランナーのポジションを誇ってきた

(注)HySTRA:技術研究組合 CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構

(出所)各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

本稿の主な論点

- 水素は将来の有望なクリーンエネルギーとして各国・地域で事業化・社会実装が進められようとしているが、国家戦略策定で先行し、技術優位を有する日本及び日本企業が水素を巡るグローバルな競争を勝っていくためには、包括的で戦略的な取り組みが欠かせない
- 本レポートでは、日本における水素の需給見通し並びにコスト分析を基に、資源小国である日本が国際競争下でどこからどのようにして水素の安定・安価な供給を確保すべきか、日本が水素を巡る競争で勝っていくための方策等について考察する

本レポートにおける主な論点

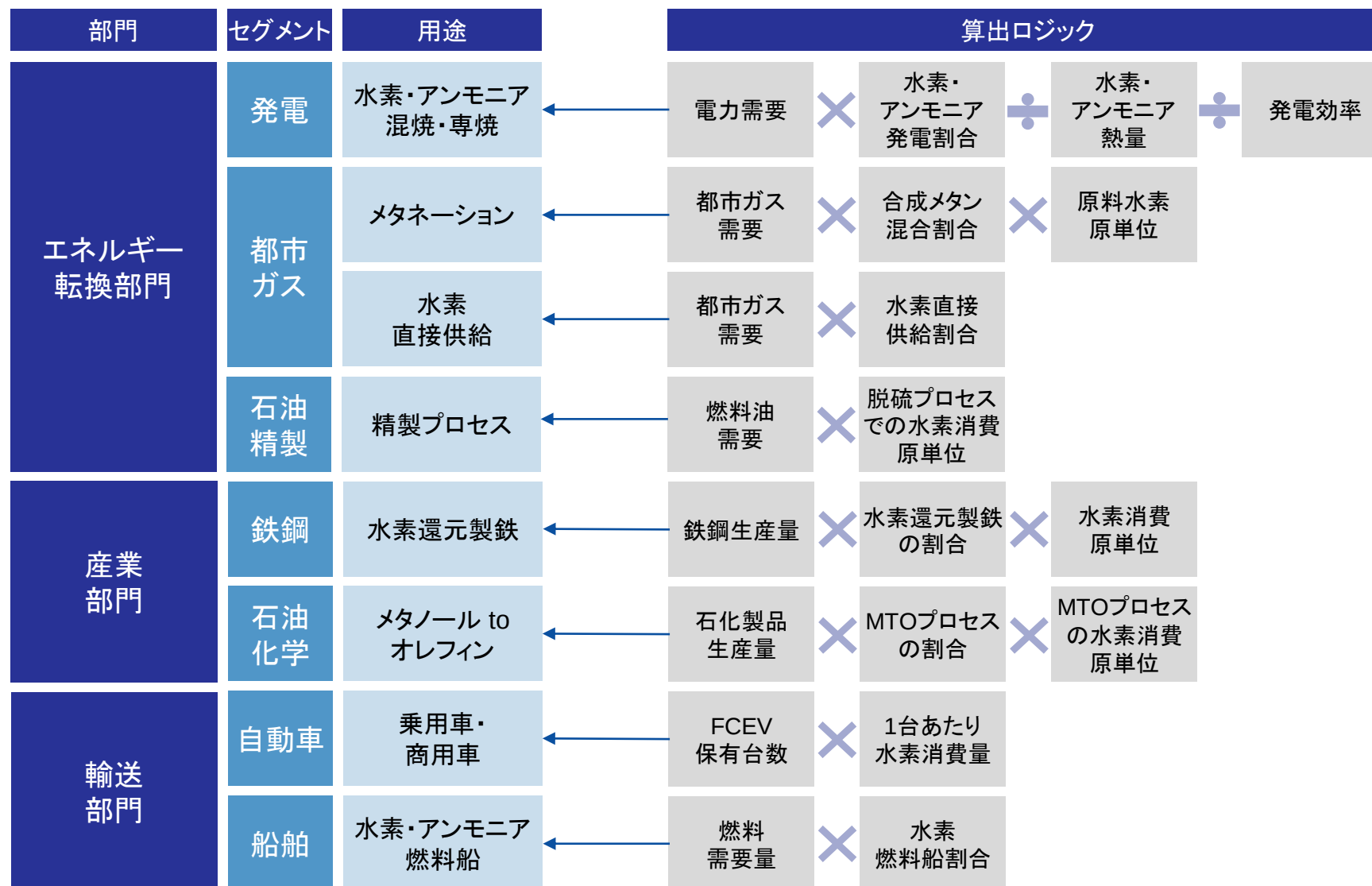
日本は、水素の国家戦略で先行し、技術優位を有する一方で、水素の純輸入国になると想定されているが、..

- 1 日本における水素・アンモニアの需要量と供給量は一体どの程度になるか？
- 2 日本はコストやエネルギー安全保障を踏まえてどこから水素・アンモニアを調達するか？
- 3 各国の水素政策の違いは？
- 4 日本が水素を巡る競争で勝つための方策は？

1. 日本の水素需給見通し

(1) 日本における2030年、2050年時点の需要見通し

国内水素需要見通しの算出モデル概要

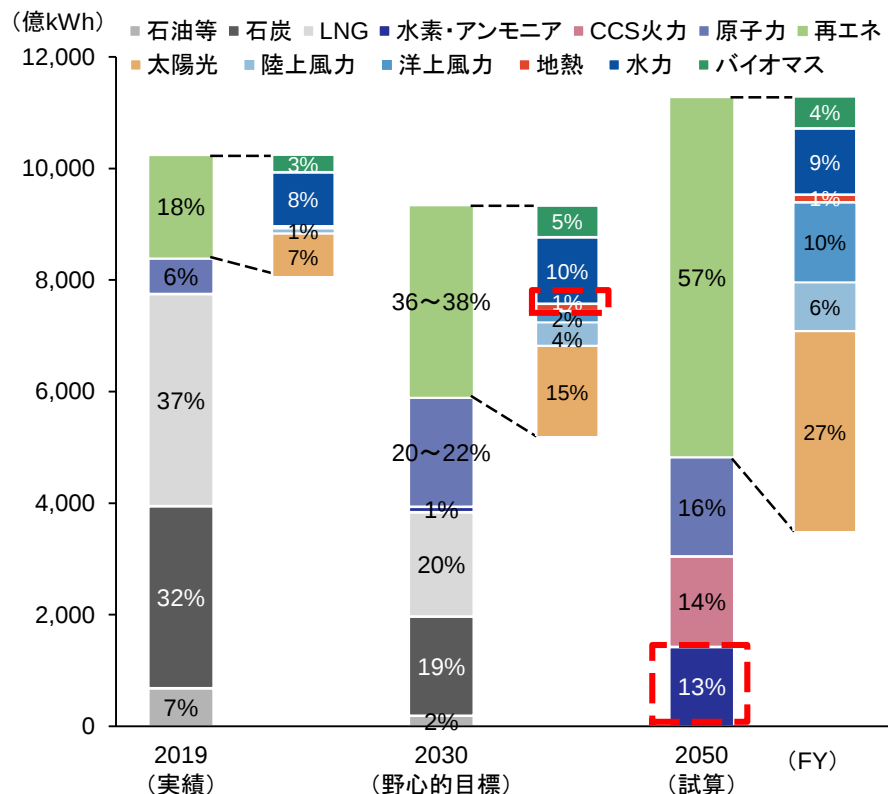


(出所)みずほ銀行産業調査部作成

将来の電源構成と水素・アンモニア利用の見通し

- 電力部門の脱炭素化を前提とし、2050年の電力需要および電源構成を試算
 - 再エネの最大限導入と原発の再稼働及び運転期間延長を前提とし、不足分を火力発電で補う想定
- 2050年時点で水素・アンモニア発電に利用する水素量は約600万トン、アンモニア量は約1,600万トンと試算

電源構成の見通し(2030年目標と2050年弊行試算)



(注) みずほ銀行「2050年の日本産業を考える～ありたき姿の実現に向けた構造転換と産業融合～」『みずほ産業調査70号』(2022年4月1日)

(出所) 各種資料より、みずほ銀行産業調査部作成

2050年の発電部門における必要水素・アンモニア量

① 水素・アンモニア発電による発電量

- ・ 左図試算に基づく、2050年の総発電電力量は約11,000 億kWh
- ・ 水素・アンモニア発電による電力量は11,000億kWh × 13% = 1,400億kWh

② 将来残存するガス・石炭火力発電の設備容量

稼働年数を40年(経過済発電所は50～60年)とした際に、2050年までに残存するガス・石炭火力発電設備容量は

- ・ ガス発電(≒2050年時点では水素専焼又はCCS付加): 約3,000万kW
- ・ 石炭発電(≒2050年時点ではアンモニア専焼又はCCS付加): 約900万kW

③ 水素・アンモニアそれぞれの発電電力量

残存するガス・石炭火力発電の設備容量と同割合で水素・アンモニア発電が利用されると想定すると

- ・ 水素発電: 1,400億kWh × 3,000万kW ÷ (3,900万kW) = 1,000億kWh
- ・ アンモニア発電: 1,400億kW × 900万kW ÷ (3,900万kW) = 400億kWh

④ 水素・アンモニアの需要量

発電に必要な水素・アンモニア量は

- ・ 水素: 発電量1,000億kWh ÷ 水素発熱量120MJ/kg ÷ 発電効率57% = 約600万トン
- ・ アンモニア: 発電量400億kWh ÷ アンモニア発熱量18.6MJ/kg ÷ 発電効率43% = 約1,600万トン(水素換算約300万トン)

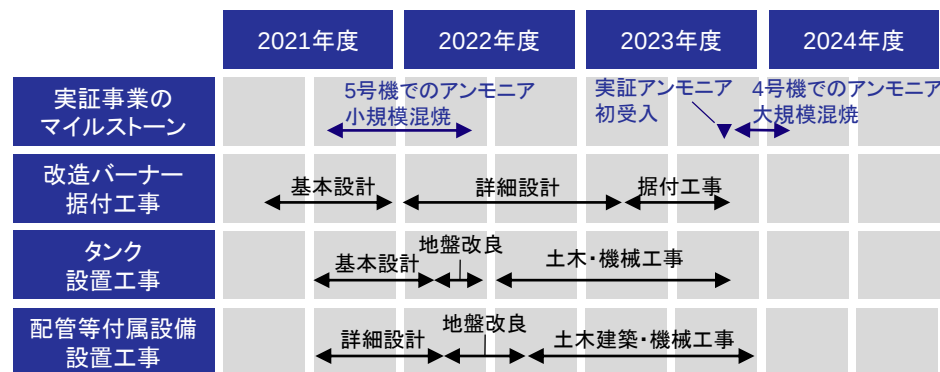
※1kWh = 3.6MJ

電力会社の水素・アンモニア発電の実用化に向けた取り組み

- 電力会社は火力発電のカーボンニュートラル化に向け、水素・アンモニア発電の実証に取り組む
- JERAは2023年度から碧南火力発電所における燃料アンモニアの大規模混焼を開始予定、並行して燃料アンモニア調達に向けた国際競争入札も実施
- 関西電力は既設発電所を活用した水素発電の実現に向けた取り組みを進める

JERAのアンモニア発電実現に向けた取り組み

【碧南火力発電所のアンモニア混焼実証事業スケジュール】



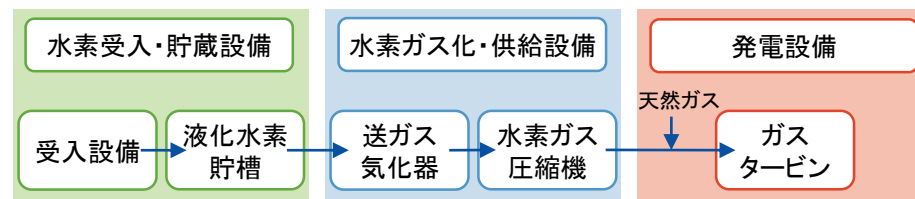
【燃料アンモニアの調達に向けた国際競争入札の実施】

- ・ 入札条件を記載した提案依頼書を約30社に対して送付
- ・ 供給期間： **2027年度～2040年代**までの長期契約
- ・ 数量： 最大50万トン/年
- ・ その他条件： ブルー・グリーンアンモニアであること
JERAに製造プロジェクトへの参画機会があること

(出所) 当社プレスリリースより、みずほ銀行産業調査部作成

関西電力の水素発電実現に向けた取り組み

【本事業の取り組み範囲(イメージ図)】



【研究開発期間】

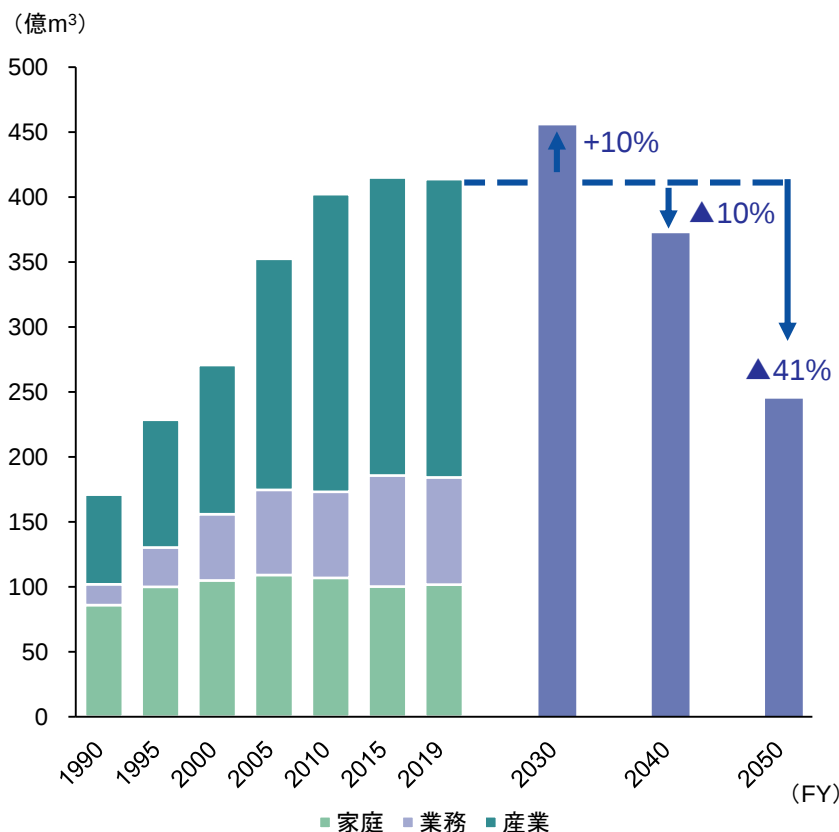
2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度以降
FSフェーズ		設計・製作フェーズ		実証フェーズ		商用化検討
・ 詳細検討を実施 ✓ 水素発電実証にかかる検証項目 ✓ 想定される技術課題 ✓ 既設火力発電所の改造範囲 ✓ 事業費		・ プラントメーカーの技術開発状況に応じ、関連設備の詳細設計や製作・据付を順次進行		・ 既設ガスタービン発電設備を活用して、水素発電全体の運用技術について実証		・ 実証結果を踏まえ、商用化を検討

(出所) 当社プレスリリースより、みずほ銀行産業調査部作成

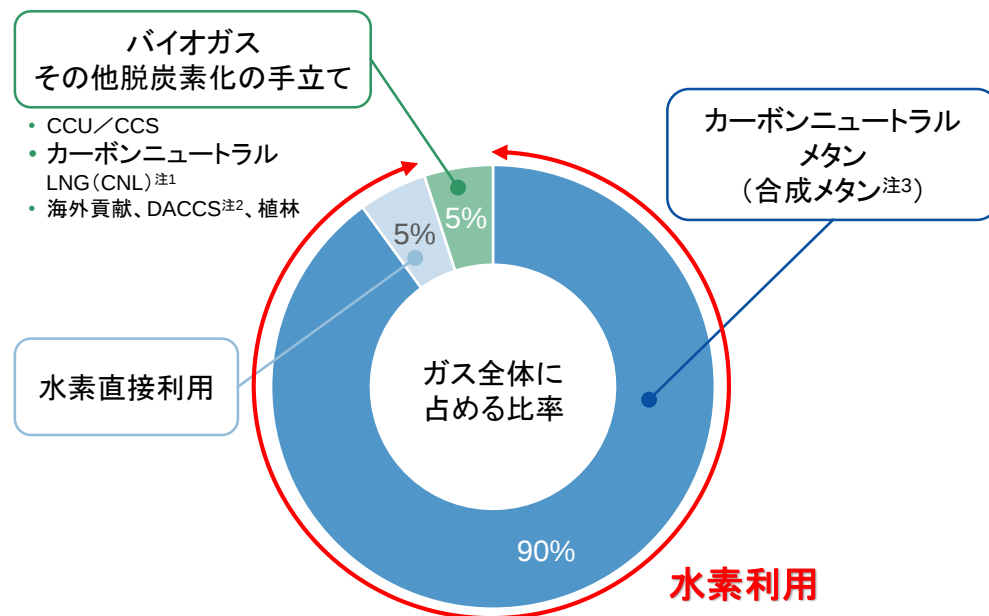
ガス業界の脱炭素化に向けた水素利用の見通し

- 国内都市ガス等需要は燃料転換需要を取り込み2030年に向けて増加するも、2050年に向けては脱炭素化の圧力を受け、2019年対比約4割減少すると予測
- 日本ガス協会は2050年において、供給するガス体エネルギーのうち、90%をカーボンニュートラルメタン、5%を水素とすることを目標

国内都市ガス等需要予測(弊社試算)



2050年におけるガスのカーボンニュートラル化目標(日本ガス協会)



(注1) 天然ガスの採掘から燃焼に至るまでの工程で発生する温室効果ガスを森林の再生支援などによるCO₂削減分で相殺したLNG(液化天然ガス)

(注2) Direct Air Carbon Capture with Storage (CO₂の直接回収・貯蔵技術)

(注3) 脱炭素製造された水素とCO₂を合成したメタン

(注4) グラフの数値はイノベーションが順調に進んだ場合の到達点の一例を示すもの

(注5) 水素やCO₂は政策等と連動し、経済的・物理的にアクセス可能であるという前提

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」等より、みずほ銀行産業調査部作成

(出所) 日本ガス協会「カーボンニュートラルチャレンジ2050」より、みずほ銀行産業調査部作成

石油・ガス会社の合成メタン導入に向けた取り組み

- 合成メタンは水素とCO₂を合成(メタネーション)して製造される燃料であり、再エネ・水素利用の一形態
- 合成メタンは燃焼時に排出されるCO₂を回収しているため、追加的に新たなCO₂が排出されず、低炭素・カーボンニュートラルに資すると整理される
- 石油・ガス会社が実証に取り組んでおり、最短で2025年に導管注入予定だが、大規模化には時間を要する

合成メタン製造のイメージ

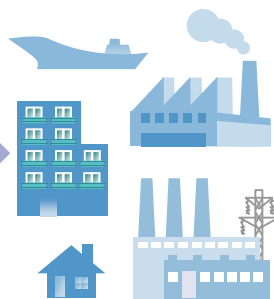
【再エネ由来等の水素】

H₂CO₂

回収

合成メタン

【産業、民生、船舶、発電】

CO₂

回収

【CO₂削減が困難な部門】

合成メタンの導入・利用拡大に向けた取り組み

NEDO事業
ロードマップ
イメージ

8Nm³/h

技術開発

400Nm³/h

実証

1万Nm³/h

商用化

6万Nm³/h

上記に
相当する
現時点の
事業者の
取組事例

東京ガスが
自社施設で
実証実験
(12.5Nm³/h)
に着手／
横浜市と連携

**INPEX・
大阪ガス**が
NEDO事業で
**2025年度に導
管注入予定**
(400Nm³/h
1万世帯分相当)

東京ガス・大阪ガスは
高効率な**革新的メタネーション**の
技術開発を実施中

- ・ **東京ガス・大阪ガスが2030年1%導入を表明**
- ・ **海外から国内への大規模供給に向けたFS調査を実施中**
 - 東京ガス・住友商事・ペトロナス(マレーシア)
 - 東京ガス・三菱商事(北米・豪州等)
 - 大阪ガス・ATCOオーストラリア(豪州)
 - INPEX・大阪ガス(豪州)【NEDO事業】
 - 東京ガス・大阪ガス・三菱商事(中東)
 - 東京ガス・大阪ガス・東邦ガス・三菱商事が米国LNG基地を活用した日本への合成メタン導入を検討

(出所) 資源エネルギー庁「第7回メタネーション推進官民協議会」資料より、
みずほ銀行産業調査部作成

(出所) 資源エネルギー庁「第7回メタネーション推進官民協議会」資料より、
みずほ銀行産業調査部作成

FCトラック／バスの普及見通しと水素利用の見通し

- 2030年時点では、車両価格差や維持コスト差からFCEVの導入量は僅少、大型トラック・バス等一部の導入にとどまり、ZEV車両としては、TCO(車両の総保有コスト)差の小さいBEVが先行して導入されていく
- 2050年時点では、水素燃料コストの低減により新車販売のほぼ全量がFCEVとなる想定も、水素燃費改善により水素消費量は、政府が掲げる潜在需要の半分程度となる見込み

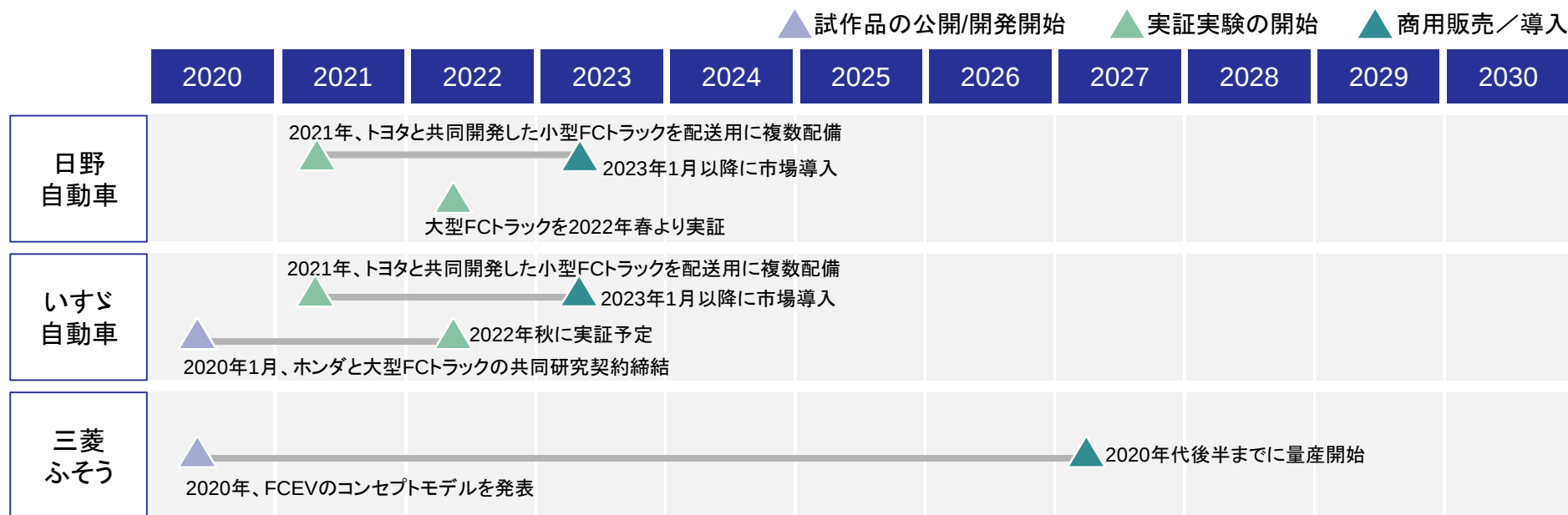
FCトラック／バスの普及見通しと水素消費量の見通し(弊社推計)

		大型トラック	中型トラック	小型トラック	大型バス	小型バス
FCEVのTCO パリティ時期	対ディーゼル	2033年	2035年	2043年	2033年	2047年
	対BEV	2030年	2032年	2043年	2029年	2040年
FC普及 見通し 2030年時点	販売台数シェア	24.1%	11.0%	0%	31.4%	0%
	保有台数シェア	1.4%	0.7%	0%	1.5%	0%
	水素消費量	0.7万トン/年				
FC普及 見通し 2050年時点	販売台数シェア	100%	100%	94.2%	100%	95.6%
	保有台数シェア	99.8%	95.9%	42.1%	89.6%	47.0%
	水素消費量	329万トン/年 (※トラックの潜在水素需要600万t)				

- ✓ 2030年時点では、大型トラック・大型バスで先行してFCEVが導入される見込みも、保有台数や水素の消費量は僅少
- ✓ 2050年時点では、水素燃料コストの大幅な低減が奏功し、FCEVがTCO比較で一番優位となり、新車販売のほぼ全量がFCEVとなる想定
 - － 他方で、輸送トンキロの減少による保有台数の減少、水素燃費の改善により、水素消費量は政府試算の潜在想定量の半分程度となる見込み

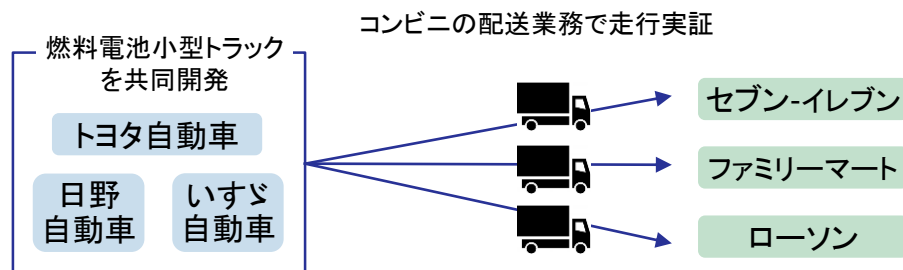
(出所)みずほ銀行産業調査部作成

トラックのFCEV転換に向けた動き



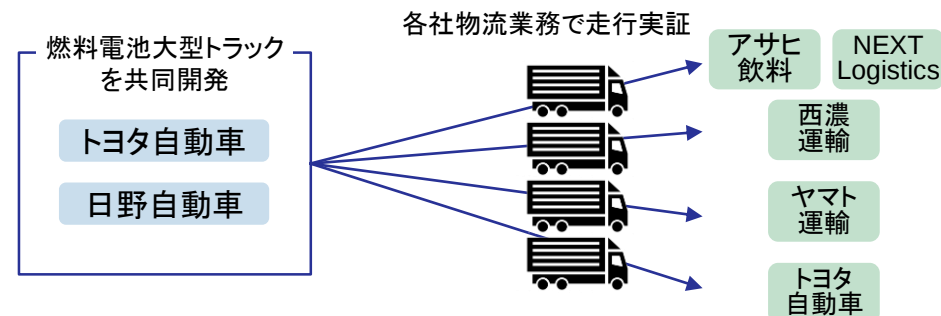
燃料電池小型トラックの走行実証を2021年夏より開始

コンビニ3社はFC小型トラックの導入検討にあたり、実用性・利便性を検証するために、2021年に走行実証を実施



燃料電池大型トラックの走行実証を2022年春より開始

国内商用車全体のCO₂排出量の約7割を占める大型トラック領域におけるCO₂排出削減を目指して、2022年春より実証開始



(出所) 各社公開資料より、みずほ銀行産業調査部作成

船舶における水素・アンモニア利用の見通し

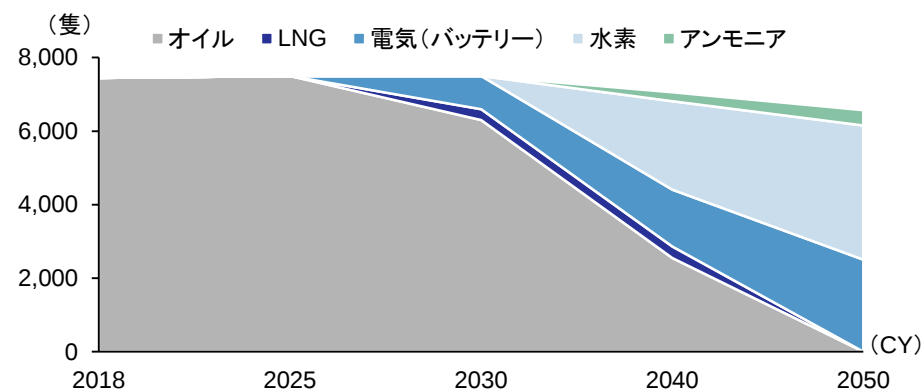
- 船舶においても、カーボンニュートラルに向け、船舶の動力を電力やゼロエミッション燃料に転換する必要
 - － それぞれにメリット・デメリットが存在し、ゼロエミッション燃料への移行は技術課題対応の進展に影響される
- 内航船では水素燃料船、外航船ではアンモニア燃料船が多くなると想定

船舶分野のゼロエミッションに向けた方向性(弊行仮説)

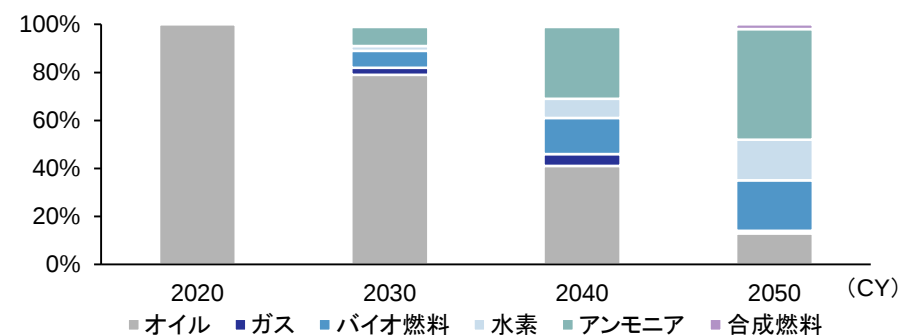
燃料	パワースource	内航船 (小型)	内航船 (中大型)	外航船	課題
電力	バッテリー	◎	△ (ハイブリッド)	-	✓ エネルギー密度が低い ✓ 充電時間が長い
水素	燃料電池(FC)	◎	高出力／低コスト 化の進展次第		✓ インフラ整備、 法整備の必要性
	内燃機関	技術課題対応の進展次第			✓ インフラ整備、 法整備の必要性
アンモニア	内燃機関	技術課題対応の進展次第		◎	✓ NOxの処理
カーボンリサイクルメタン	内燃機関	燃料供給／ CO ₂ フリー扱い次第			✓ 既存LNGインフラを転用可 ✓ CO ₂ フリー扱いとなるかが未定

(出所) 各種資料より、みずほ銀行産業調査部作成

内航船における燃料種類別隻数の見通し



外航船における燃料種類別シェアの見通し



(出所) 日本財団資料、IEA, Net Zero by 2050より、みずほ銀行産業調査部作成

大手造船会社によるゼロエミッション船開発に向けた取り組み

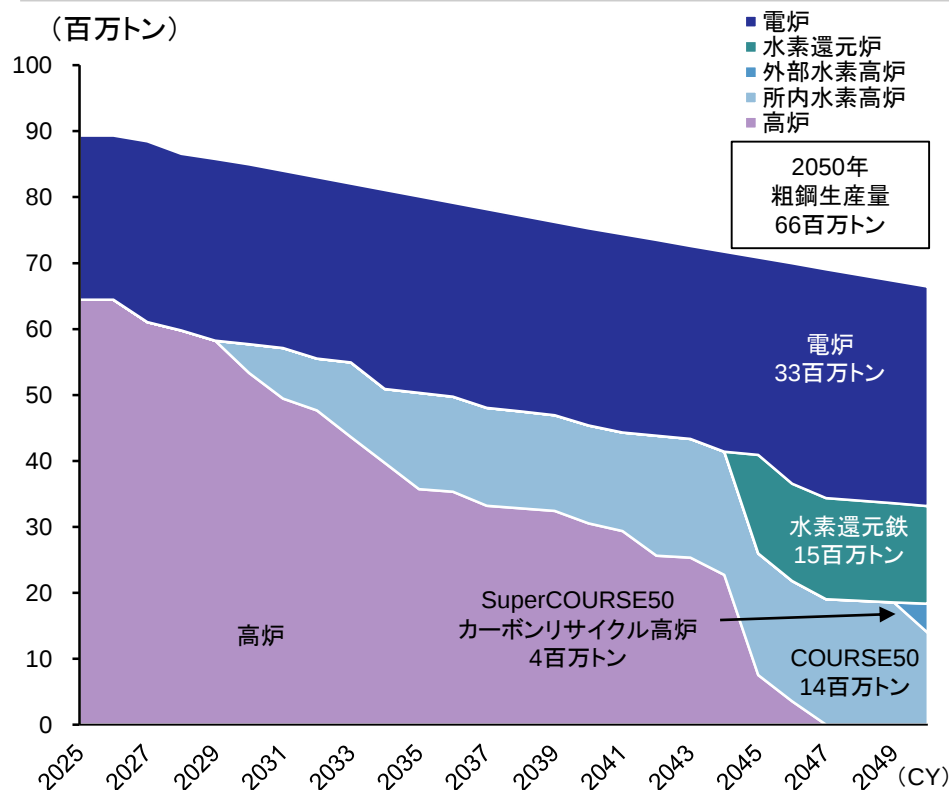
国	企業名	時期	取り組み事例
日本	今治造船	2020年4月	✓ アンモニア燃料船の共同開発を公表(MAN、三井E&S、伊藤忠エネクスほか／2024年に実用化)
	JMU	2020年8月	✓ アンモニアを燃料とする液化アンモニアガス運搬専用船及び浮体式アンモニア貯蔵再ガス化設備の実用化に向けた共同研究開発を日本郵船、日本海事協会と締結
	日本シッパード	2021年8月	✓ グリーンイノベーション基金事業(アンモニア燃料船)に参画
	川崎重工業	2016年2月	✓ HySTRA設立(岩谷産業、シェルジャパン、電源開発と共同)。日豪両政府支援の下、豪州の褐炭から水素を製造し、液化水素として日本に輸送する実証実験
		2020年9月	✓ 日本郵船、東芝エネルギーシステムズ、日本海事協会、ENEOSと共同でNEDOの助成事業採択を受け、「高出力燃料電池搭載船の実用化に向けた実証事業」を開始
		2021年4月	✓ ヤンマーパワーテクノロジー、ジャパンエンジンコーポレーションと船用水素燃料エンジンの共同開発に合意
		2021年8月	✓ 岩谷産業・ENEOSとの液化水素サプライチェーンの商用化実証PJがグリーンイノベーション基金事業に採択
	三菱重工業	2021年11月	✓ 商船三井、名村造船所と共同でアンモニアを燃料とするアンモニア運搬船の開発着手
	常石造船	2021年7月	✓ ベルギー船社Compagnie Maritime Belgeと水素燃料フェリー(19GT未満)を共同開発
		2022年6月	✓ 商船三井、三井E&S造船と、アンモニアを燃料とする外航液化ガス輸送船の建造に向けた共同開発を開始
	大島造船所	2019年6月	✓ 完全バッテリー駆動式運航船を開発・建造
		2021年12月	✓ 住友商事とアンモニアを燃料とするドライバルク船の共同開発を開始(2025年内に就航)
	名村造船所	2021年7月	✓ 水素燃料電池船と船舶用ステーションの開発を開始(岩谷産業、関西電力、東京海洋大学／NEDO助成事業で大阪万博における商用化を目指す)
		2021年11月	✓ 三菱造船、商船三井とアンモニアを燃料とする大型アンモニア輸送船の共同開発を公表
韓国	現代重工業	2020年7月	✓ アンモニアを燃料とするプロダクト船をMAN、英船級協会ロイド・レジスター(LR)と共同開発(2025年商用化)
		2020年7月	✓ 電気推進船の建造開始を公表(2022年10月頃に竣工)
		2020年10月	✓ 船社現代グロービスと共同で液化水素運搬船開発を開始
	サムスン重工業	2021年8月	✓ マースクからメタノールを燃料とする大型船を受注
		2019年7月	✓ サムスンSDIと船舶用バッテリーシステムの国産化に成功
		2019年7月	✓ アンモニアを燃料とするアフラマックスタンカーの開発開始(LRやマレーシア海運大手MISC、MANと共同開発)
		2020年7月	✓ SOFC開発ベンチャーのブルームエナジーと燃料電池船に関する共同開発契約を締結
中国	中国船舶集団	その他	✓ アンモニアとLNGの混焼エンジン技術開発と実証のため、韓国政府が2021～2025年の5年間で364億ウォンの国費を投入(中小型船用アンモニア・LNG混焼エンジンの開発や、海上試験・実証、安全性評価などの研究インフラを2025年までに構築することが目的)
		2021年2月	✓ 傘下の上海船舶研究設計院とイタリア船級協会が共同でアンモニアとメタノールを燃料とするタンカーの開発を公表(MANが開発サポート)
		2021年8月	✓ 傘下の江南造船がアンモニアを燃料とする液化CO2運搬船を開発
		2021年12月	✓ 傘下の江南造船がアンモニアを燃料とするアンモニア運搬船の建造に向け、投資会社JS&Co、仏の認証機関ビューローベリタスと提携
		-	✓ 内陸河川航行の水素燃料電池貨物船の実証開始

(出所)各社公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

鉄鋼業における水素利用の見通し

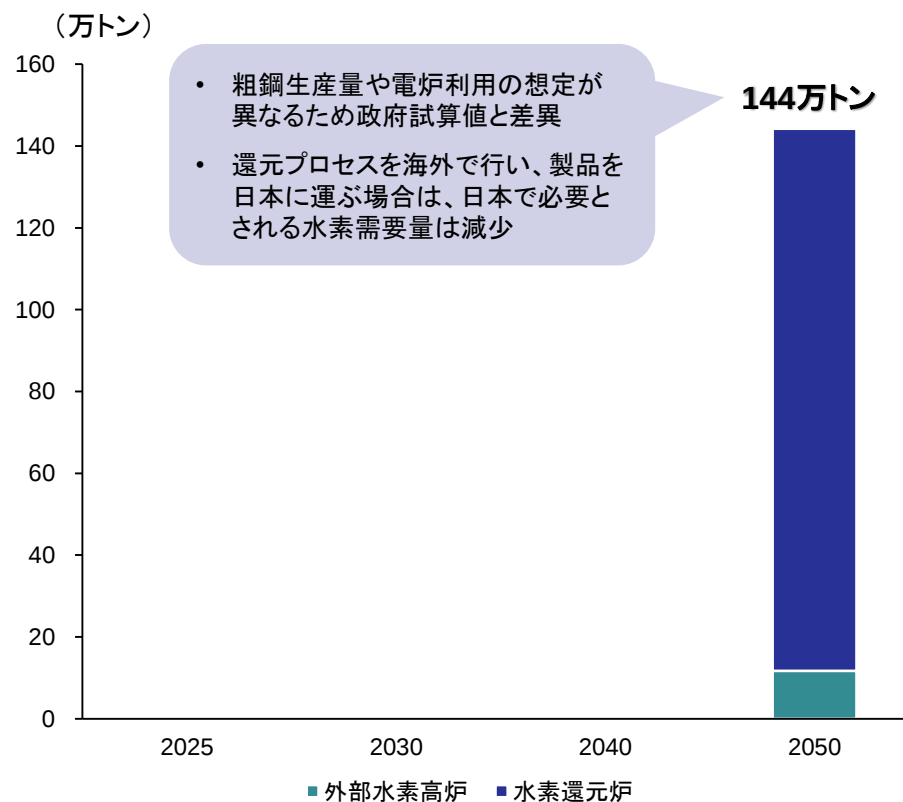
- 技術ロードマップ通りにカーボンニュートラルへの革新技術の開発・実機化が進み、高炉改修のタイミングで新技術に移行すると仮定すると、2050年には水素還元＋スクラップ電炉で48百万トン、高炉利用が18百万トン
- 2050年における還元剤分の水素調達量は144万トンと試算（水素還元は吸熱反応であるが、炉内の温度を高めるために利用する可能性のある熱源としての水素は考慮せず）

炉別粗鋼生産量シミュレーション



(注) 20年ごとの高炉更新タイミングで休止または開発済みの新技術に移行。石化コンビナート隣接またはCNポート隣接の製鉄所は水素還元へ、それ以外は電炉へ移行
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

外部水素調達量シミュレーション

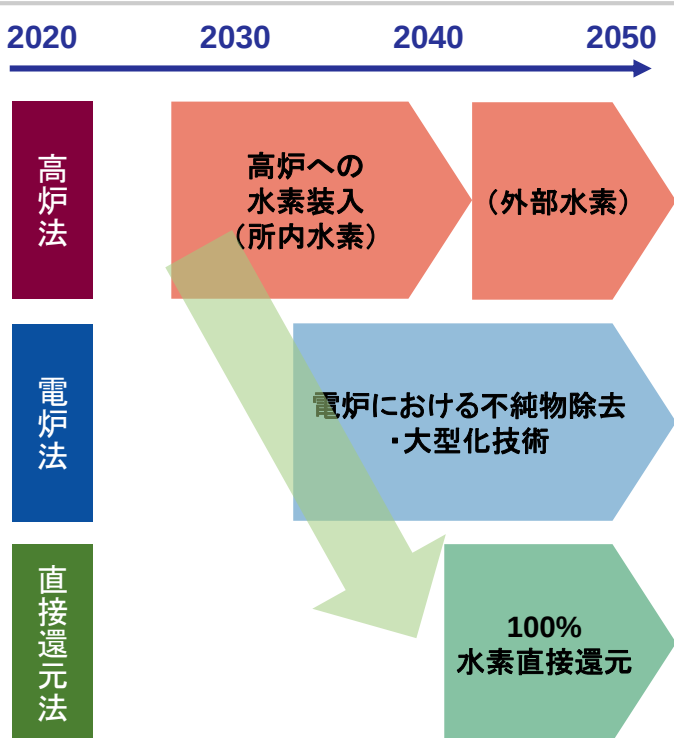


(出所) みずほ銀行産業調査部作成

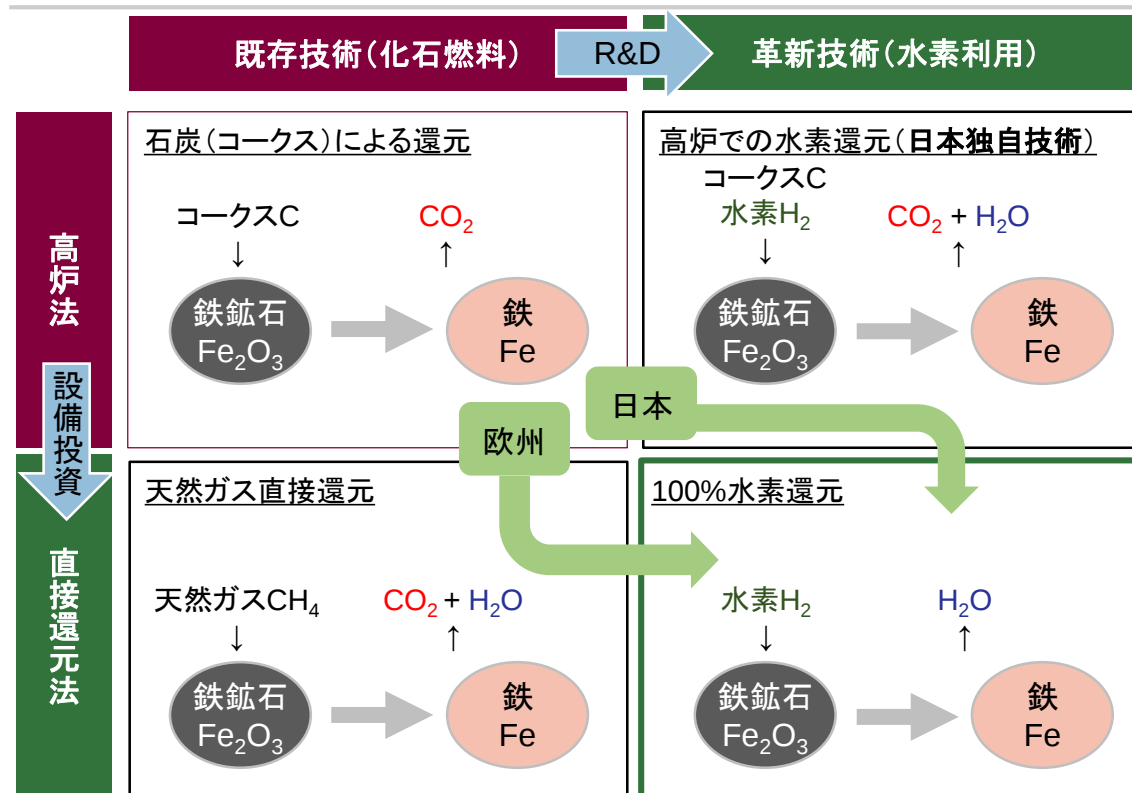
鉄鋼業のカーボンニュートラルに向けた取り組み

- 2050年カーボンニュートラルの実現は、高炉プロセスが生産量の8割を占める日本鉄鋼業にとって重要な課題
- 2021年10月、経済産業省は鉄鋼業カーボンニュートラルに向けた技術ロードマップを策定。既存高炉に水素を装入してCO₂排出量を削減する日本独自の革新技术を2030年以降実機化していく計画
 - － 天然ガスによる直接還元鉄プラント計画を相次いで立ち上げる欧州鉄鋼業とは異なるアプローチによりカーボンニュートラルを目指す

日本の技術ロードマップ(抜粋)



【参考】100%水素還元に向けた日欧企業のアプローチ

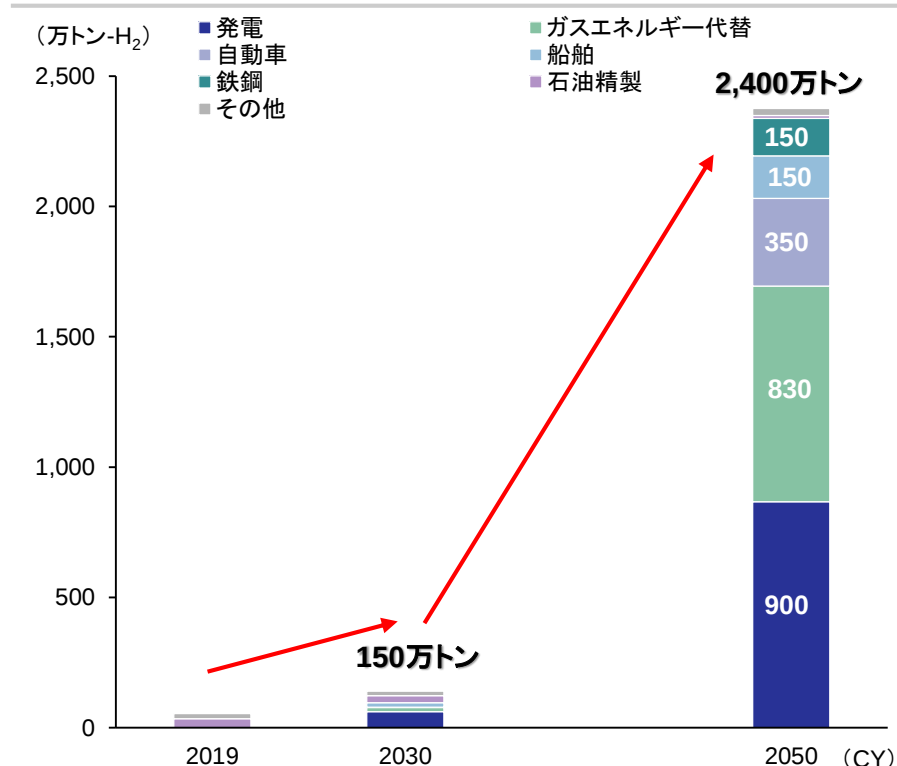


(出所)経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

2050年までの国内水素需要予測

- 国内では、発電・鉄鋼・自動車のみならず、その他ポテンシャルのある産業における需要を足し合わせれば、2050年に2,400万トン程度の需要となる見込み
 - － 2050年における国内水素需要は、発電、ガスエネルギー代替、自動車、鉄鋼、船舶が中心となる見込み
- 2050年に近づくにつれて急激に需要が伸びるテールヘビーな形となっており、2030年の需要はEU等と比較し低位

外部調達水素の需要見通し(用途別、概数)



(注1) アンモニアは水素の一形態と整理し、アンモニア需要は水素換算の上、合算

(注2) 船舶は内航船・外航船とも含む

(出所) 各種公開資料より、みずほ銀行産業調査部作成

2050年までの需要見通しのポイント

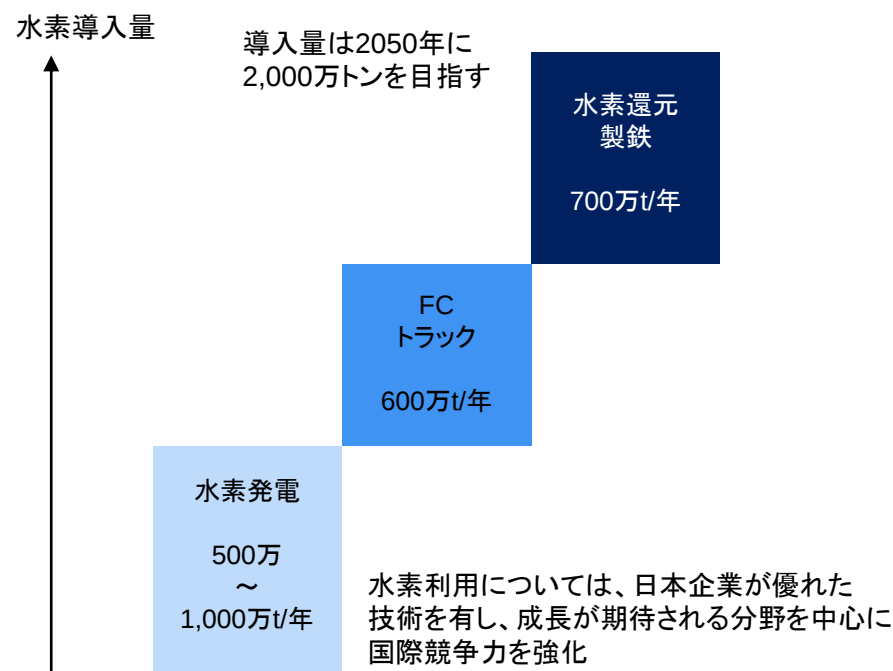
鉄鋼	石炭を利用する高炉からSuperCOURSE50カーボンリサイクル高炉や水素還元製鉄への一部移行により外部調達水素の需要が発生
船舶	水素燃料船及びアンモニア燃料船の転換により水素・アンモニア需要が発生
自動車	- ガソリン車及びディーゼル車等からFCEVへの一部シフトが見込まれる - 特にFCトラック・バスによる需要押上げが大きい
ガスエネルギー代替	日本ガス協会によれば、合成メタンを2030年に1%、2050年に90%を導管に注入する計画。2050年においては水素の直接供給を5%行う想定
発電	- エネルギー基本計画によれば、2030年時点で水素・アンモニア発電が電源の1%を占める 2050年は水素・アンモニア専焼発電が電源構成の13%を占めるものとして試算

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【参考】政府の描く水素需要拡大の道筋

- 政府は、輸送・発電・産業・民生用途での需要を想定し、2030年以降に飛躍的な需要拡大を見込む
- グリーン成長戦略における水素の導入量目標は、2030年に最大300万トン、2050年に2,000万トン程度
 - ― 特に水素発電タービン、FC(燃料電池)トラック等の商用車、水素還元製鉄の各分野について、国際競争力を強化する方針

2050年の潜在国内水素需要



日本における水素需要拡大の道筋

	短期 (～2025年頃)	中期 (～2030年頃)	長期 (～2050年)
目標量	約200万トン	最大300万トン	2,000万トン程度
輸送部門	FCEV、FCバス、FCトラックの拡大	水素燃料船等の市場投入	航空機等への水素等(合成燃料等)の利用
発電部門	定置用燃料電池、小型タービンを中心に地域的に展開	大規模水素発電タービンの商用化	電力の脱炭素化を支える調整力等として機能
産業部門 (工業用原料)	原油の脱硫工程で利用する水素のクリーン化、製鉄、化学分野の製造プロセス実証等の実施		水素還元製鉄、グリーンケミカル等
産業・業務・家庭部門の熱需要	水電解装置や純水素燃料電池の導入や、既存ガス管を含む供給インフラの脱炭素化等に伴い化石燃料を代替		インフラ整備や水素コスト低減を通じた供給拡大

(出所) 資源エネルギー庁資料より、みずほ銀行産業調査部作成

(出所) 資源エネルギー庁「第25回 水素・燃料電池戦略協議会 今後の水素政策の課題と対応の方向性中間整理(案)」より、みずほ銀行産業調査部作成

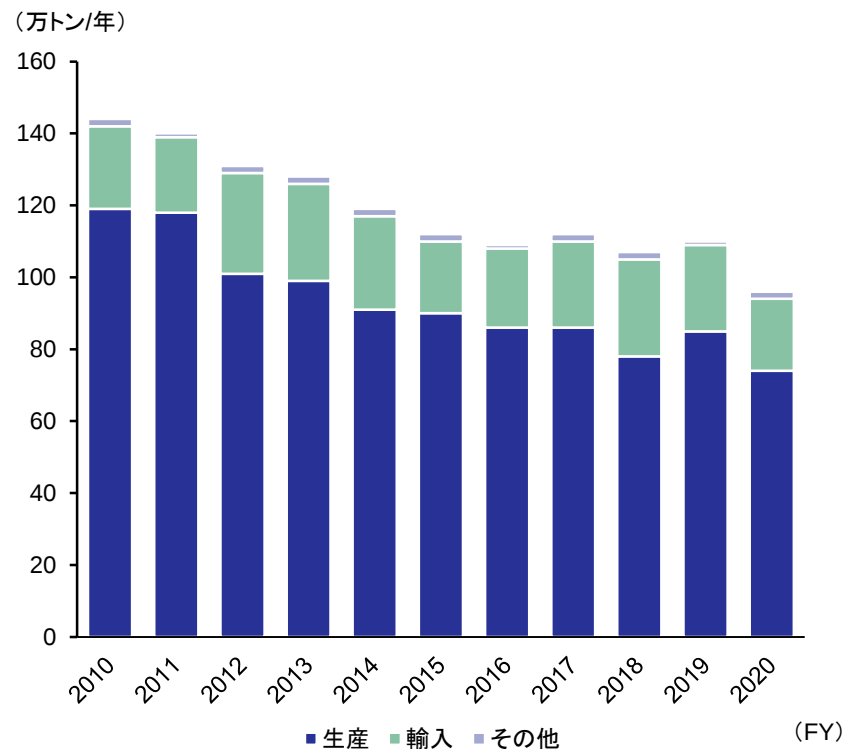
1. 日本の水素需給見通し

(補論) アンモニア需要

現状のアンモニアの需給動向

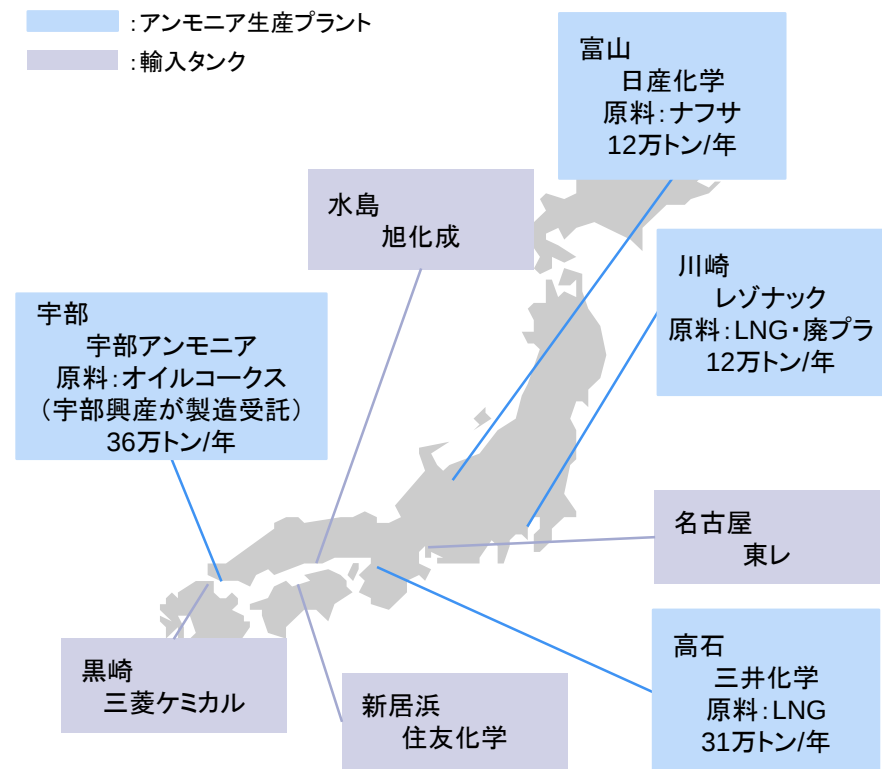
- 現在アンモニアは主に肥料等の化学原料に利用されており、需要の多くを国内生産で賄う
- アンモニア関連のインフラは化学メーカーが保有しており、ほとんどが化石燃料由来のアンモニアと推察される
- 今後は従来の用途と異なる、水素のキャリアや燃料としての利活用が期待される

アンモニア需要推移



(出所) 日本肥料アンモニア協会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

日本におけるアンモニアインフラの配置(2022年7月時点)



(出所) 日本肥料アンモニア協会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

水素キャリア及び燃料としてアンモニアが注目される背景と留意点

- アンモニアは水素のキャリアとしての利用やゼロエミッション燃料としての利用の観点から注目されている
- 燃料としてのアンモニアは、水素と比較して低コストでの利用が可能である点や、既に化学原料として小規模ながら国際的なサプライチェーンが存在している点が水素との差異
- 他方、有害物質である点や、安定的な燃焼が難しい点等が留意点

アンモニア利用が注目される背景

キャリアとしての利用

- 1 大量輸送が難しい水素を効率的に運搬するためのキャリアとして利用が可能

燃料としての利用

- 2 燃焼時にCO₂排出しないゼロエミッション燃料として利用が可能
- 3 国の試算によれば、アンモニア発電は水素発電よりもコストが低くなる可能性
- 4 既に化学原料として国際的なサプライチェーンが存在（一定のインフラとハンドリングのノウハウが既に有る）
- 5 電力会社や重電メーカーがアンモニア発電の実証を既に行っており、2020年代半ばには混焼技術に目途が立つ予定

アンモニア利用における留意点

キャリアとしての利用

- 1 水素として利用するには、水素を取出す「脱水素プロセス」が必要（追加のコストと作業工程が必要） → 脱水素のコスト低減が必要に

燃料としての利用

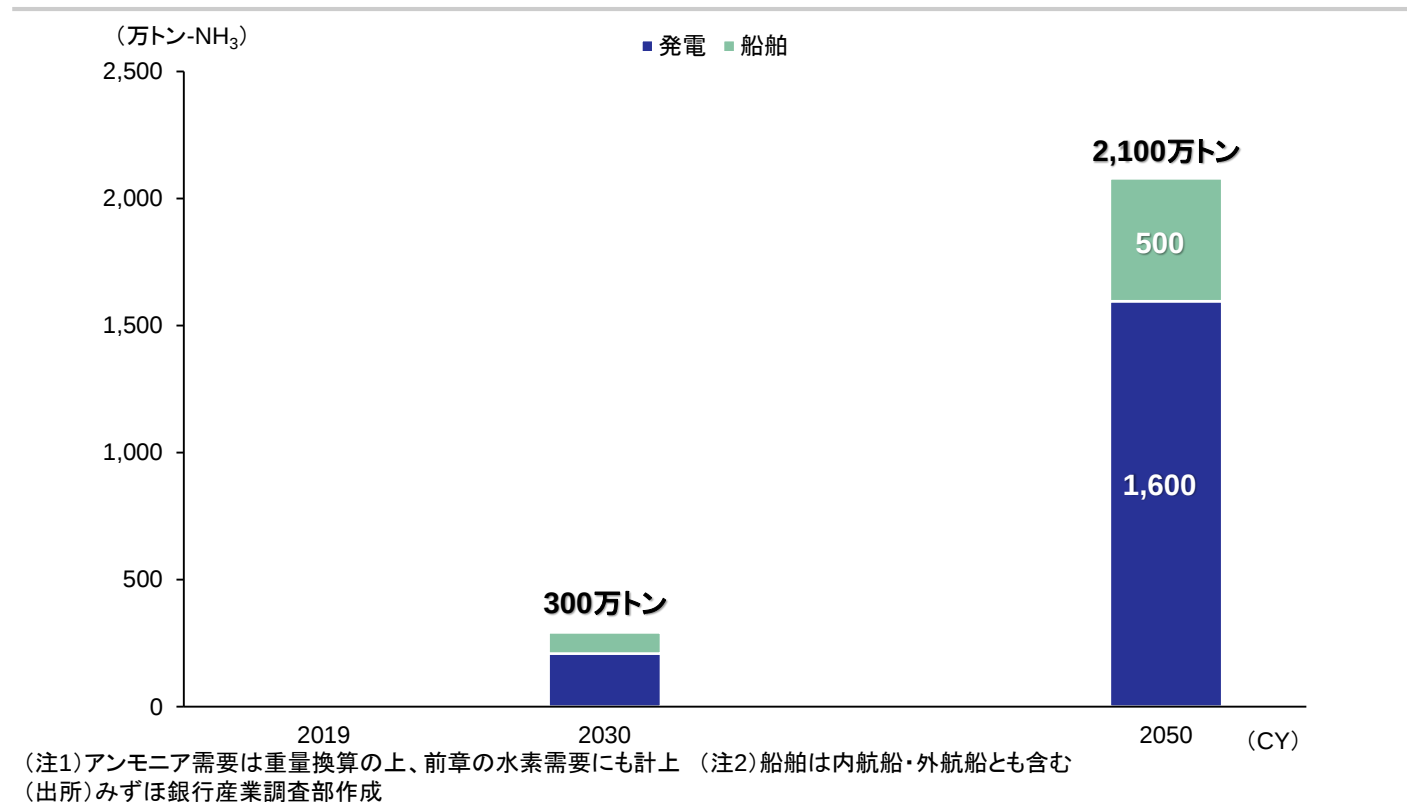
- 2 アンモニアは有害物質であり、利用に際して漏洩防止等の安全対策が必要
- 3 水素に比べて燃焼速度が遅く、安定的な燃焼が難しい
- 4 燃焼時に窒素酸化物が発生 → ハンドリングの技術力の確保が必要に
窒素酸化物の排出を抑える対策が必要に

脱水素のコスト、有害物質への対応等を勘案すると、アンモニアとして直接燃焼で利活用可能な「電力」・「船舶」が用途の中心に

2050年までの国内燃料アンモニア需要予測

- 日本国内では、燃料アンモニアは、主に石炭火力発電の脱炭素化を目的として利用され、需要は2050年には年間2,000万吨超まで増加する見通し
- 日本においては、再エネ適地が少なく、他国との連系線がないという地理的条件から、将来に亘って火力発電が必要とされ、アンモニア混焼・専焼のニーズは高い
 - － 特に電力会社が足下で商用利用に向け準備を進めており、大規模利用の早期立ち上がりが期待される

燃料アンモニアの需要見通し(国内、概数)



発電・船舶部門のアンモニア利用動向

- 水素・アンモニア発電は2030年に電源の1%、2050年に13%を占めると試算
- 船舶においても、カーボンニュートラルに向け、船舶の燃料を電力やゼロエミッション燃料に転換される

2050年の発電部門における必要水素・アンモニア量(再掲)

① 水素・アンモニア発電による発電量

- ・ 左図試算に基づく、2050年の総発電電力量は約11,000 億kWh
- ・ 水素・アンモニア発電による電力量は11,000億kWh × 13% = 1,400億kWh

② 将来残存するガス・石炭火力発電の設備容量

稼働年数を40年(経過済発電所は50~60年)とした際に、2050年までに残存するガス・石炭火力発電設備容量は

- ・ ガス発電(≒2050年時点では水素専焼又はCCS付加): 約3,000万kW
- ・ 石炭発電(≒2050年時点ではアンモニア専焼又はCCS付加): 約900万kW

③ 水素・アンモニアそれぞれの発電電力量

残存するガス・石炭火力発電の設備容量と同割合で水素・アンモニア発電が利用されると想定すると

- ・ 水素発電: $1,400\text{億kWh} \times 3,000\text{万kW} \div (3,900\text{万kW}) = 1,000\text{億kWh}$
- ・ アンモニア発電: $1,400\text{億kWh} \times 900\text{万kW} \div (3,900\text{万kW}) = 400\text{億kWh}$

④ 水素・アンモニアの需要量

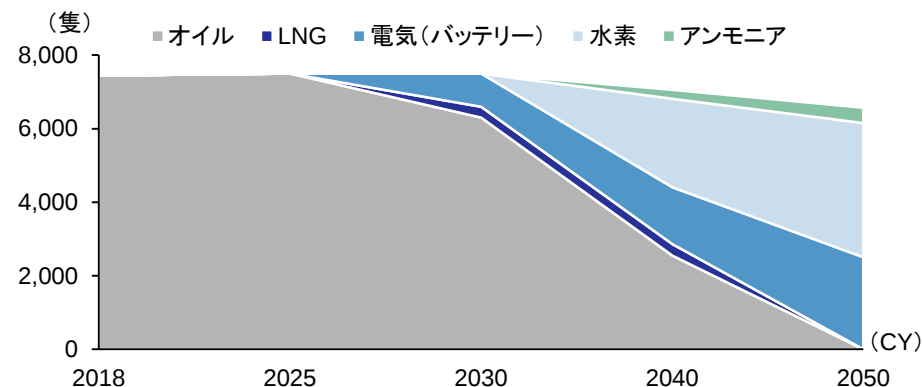
発電に必要な水素・アンモニア量は

- ・ 水素: 発電量1,000億kWh ÷ 水素発熱量120MJ/kg ÷ 発電効率57%
= 約600万トン
- ・ アンモニア: 発電量400億kWh ÷ アンモニア発熱量18.6MJ/kg ÷ 発電効率43%
= 約1600万トン(水素換算約300万トン)

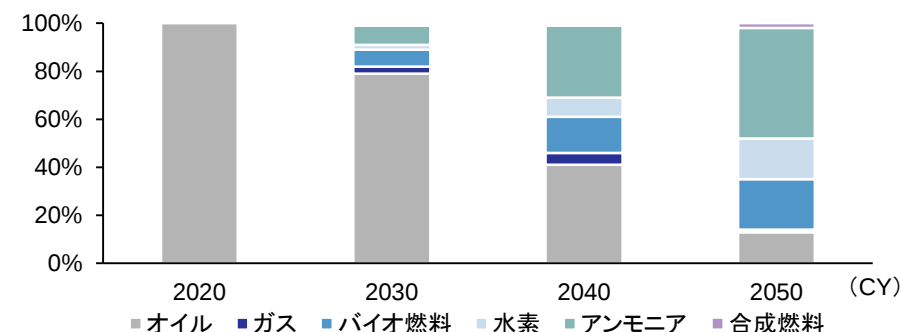
※1kWh=3.6MJ

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

内航船における燃料種類別隻数の見通し(再掲)



外航船における燃料種類別シェアの見通し(再掲)



(出所)日本財団資料、IEA, Net Zero by 2050より、みずほ銀行産業調査部作成

1. 日本の水素需給見通し

(2) 日本における水素供給量見通し

日本におけるグリーン水素供給ポテンシャル見通し

- 日本は化石資源や再生可能エネルギーの資源賦存量が少なく、国内のCO₂フリー水素生産ポテンシャルは限定的
- 資源エネルギー庁の試算によれば、余剰再エネを全て水素製造に利用した場合の規模は最大470万トン
 - 2050年時点の需要を賄うには大部分を海外からの輸入に頼る必要
- 実際には余剰再エネを全て水素製造に回すとは限らない一方、原子力発電を活用し水素を製造する場合（イエロー水素）等は更なる水素製造が可能
 - 国内でのブルー水素製造も可能性はあるが、CCS適地確保の状況に依拠する水素製造ポテンシャルは未知数
 - 2023年以降、原発再稼働や次世代原子炉開発の動きがあり、将来的に水素製造量が増加する可能性も

2040年以降の日本における余剰再エネを活用したグリーン水素製造ポテンシャル

	電源偏在シナリオ (30GW)	電源偏在シナリオ (45GW)	電源立地変化 シナリオ (45GW)	再エネ5～6割 シナリオ
系統増強の投資額	2.2～2.7兆円	3.8～4.8兆円	1.5～1.7兆円	2.0～2.6兆円
再エネ比率	37%	42%	42%	53%
再エネ出力制御率	2%	4%	4%	39%
余剰再エネ量	70億kWh	160億kWh	160億kWh	2,000億kWh ≒470万トンの水素が 製造可能

2050年時点の国内需要を賄うには海外からの輸入等で水素を調達する必要あり

- ✓ 余剰再エネを水素製造以外に使用する場合、水素製造量は減少する
- ✓ 原子力を活用した水素製造（イエロー水素）や水素製造専用再エネ設備の建設が実現した場合、水素製造量は増加する
- ✓ 国内でのブルー水素製造も可能性はあるが、CCS適地確保の状況に依拠するために水素製造ポテンシャルは未知数

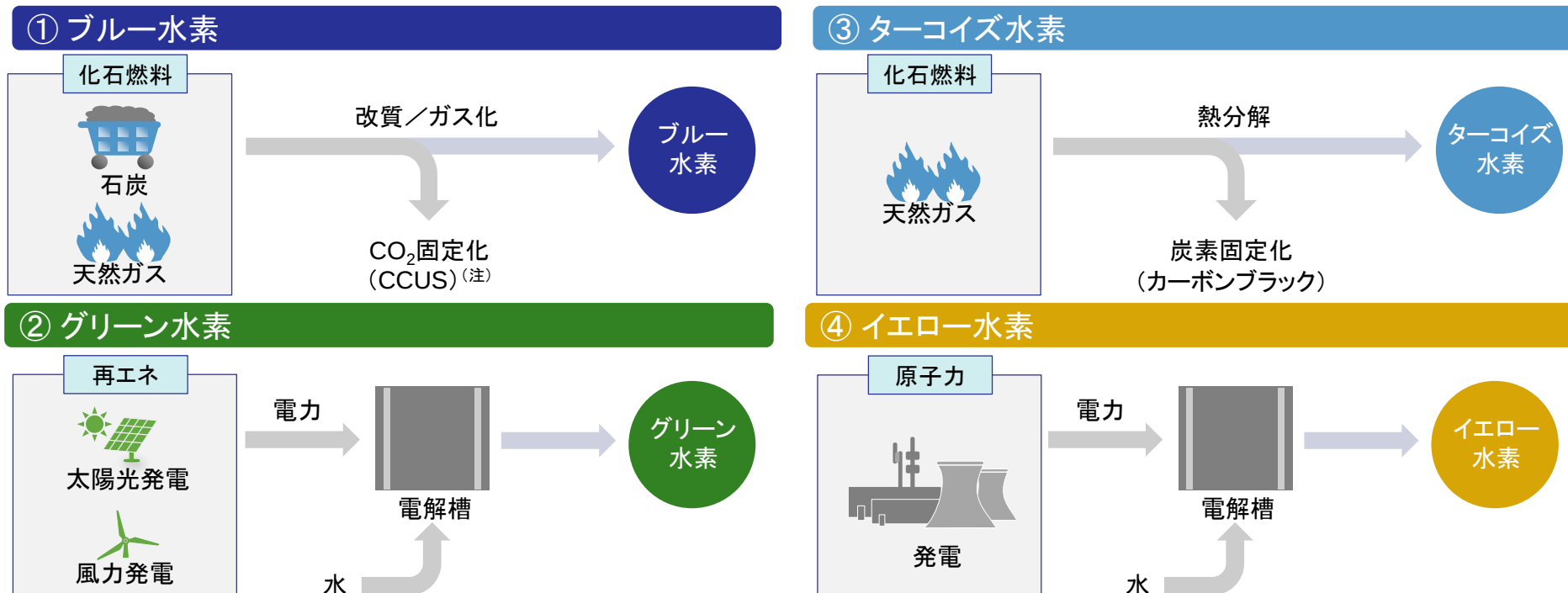
(注) 余剰再エネは、総発電量が各シナリオで不変と想定し計算

(出所) 電力広域的運営推進機関「マスタープラン 中間整理」、資源エネルギー庁「第2回水素政策小委員会」資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】CO₂フリー水素の色分け

- CO₂フリー水素の製造方法には複数の選択肢が存在し、製造方法に応じて色分けされる
 - ― ① 化石燃料改質／ガス化による水素製造と、発生するCO₂を固定化するCCUSの組み合わせ(ブルー水素)
 - ― ② 再エネ由来の電力を利用した水の電気分解(グリーン水素)
 - ― ③ メタンの熱分解によって生成される水素(ターコイズ水素)。炭素は固体となって生成
 - ― ④ 原子力発電による電力を用いた水の電気分解によって生成される水素(イエロー水素)
 - ― その他、高温ガス炉の熱を活用し、水から水素を製造する手法も研究が進む

CO₂フリー水素の製造方法に応じた色分け



(注) CCUS: Carbon dioxide Capture and Storage

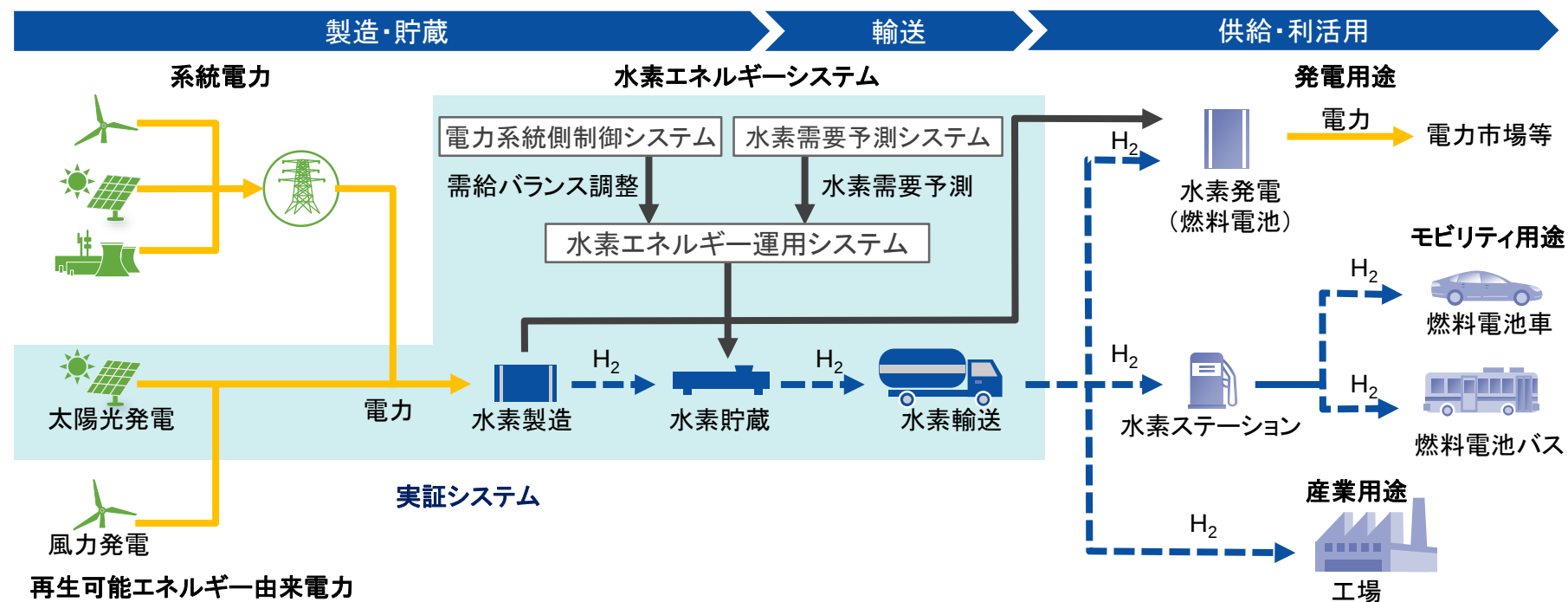
(出所) ドイツ連邦「国家水素戦略」、JOGMEC資料より、みずほ銀行産業調査部作成

国内での水素製造PJ事例：福島県浪江町「福島水素エネルギー研究フィールド」

- 福島県浪江町において、電力系統の需給バランス調整のための水素活用事業モデル、および水素販売事業モデルの確立を目指した技術開発プロジェクトが発足（NEDO事業）
- 2020年に当時世界最大級となる水素製造施設が完成、フル稼働で年間1,000トン規模の水素製造が可能

福島県浪江町の「福島水素エネルギー研究フィールド」概要

東芝エネルギーシステムズ / 東北電力 / 東北電力ネットワーク / 岩谷産業 / 旭化成

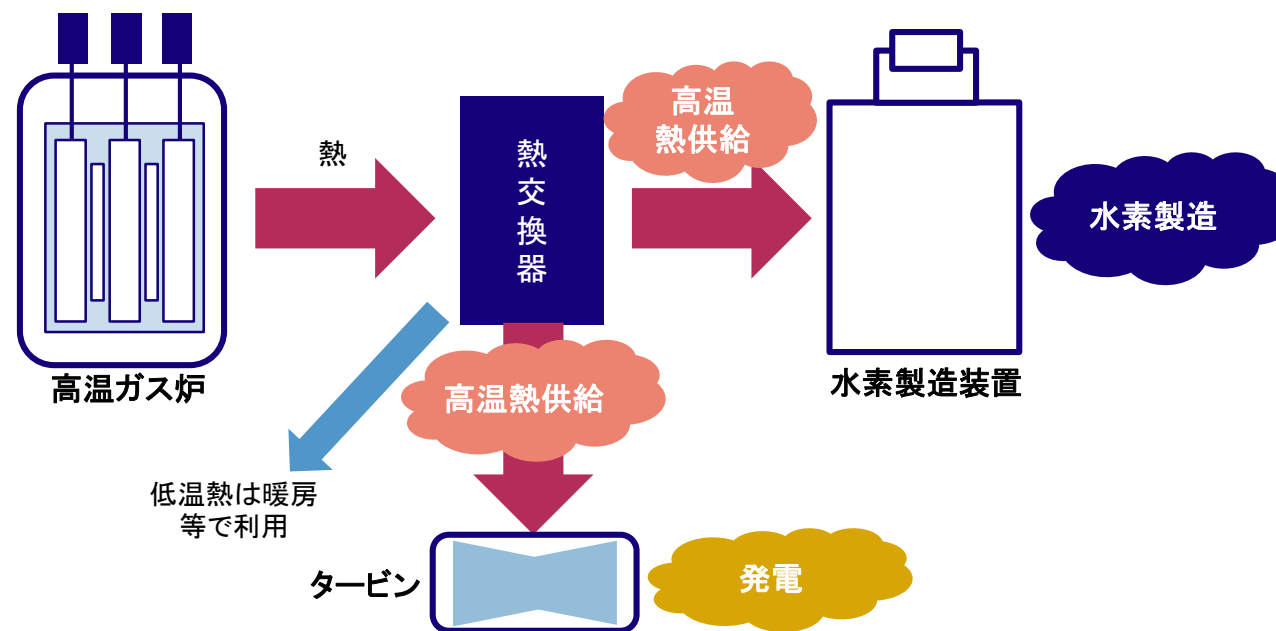


(出所) プレスリリースより、みずほ銀行産業調査部作成

国内での水素製造PJ事例：茨城県大洗町「高温ガス炉による水素製造実証」

- 三菱重工業と産業技術総合研究所が茨城県大洗町にて、新たに開発する高温ガス炉を熱源としたグリーン水素製造の実証実験を開始
- 「高温水蒸気電解(SOEC)」と呼ばれる技術により、製造時にCO₂を出さず水素を取り出すことが可能
- 高温ガス炉1基がフル稼働した場合、年間22万トン規模の水素製造が可能。2030年までに高温ガス炉を熱源とする水素製造技術を確立し、2040年代の実用化を目指す

高温水蒸気電解による水素製造の仕組み



(出所) 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所HPより、みずほ銀行産業調査部作成

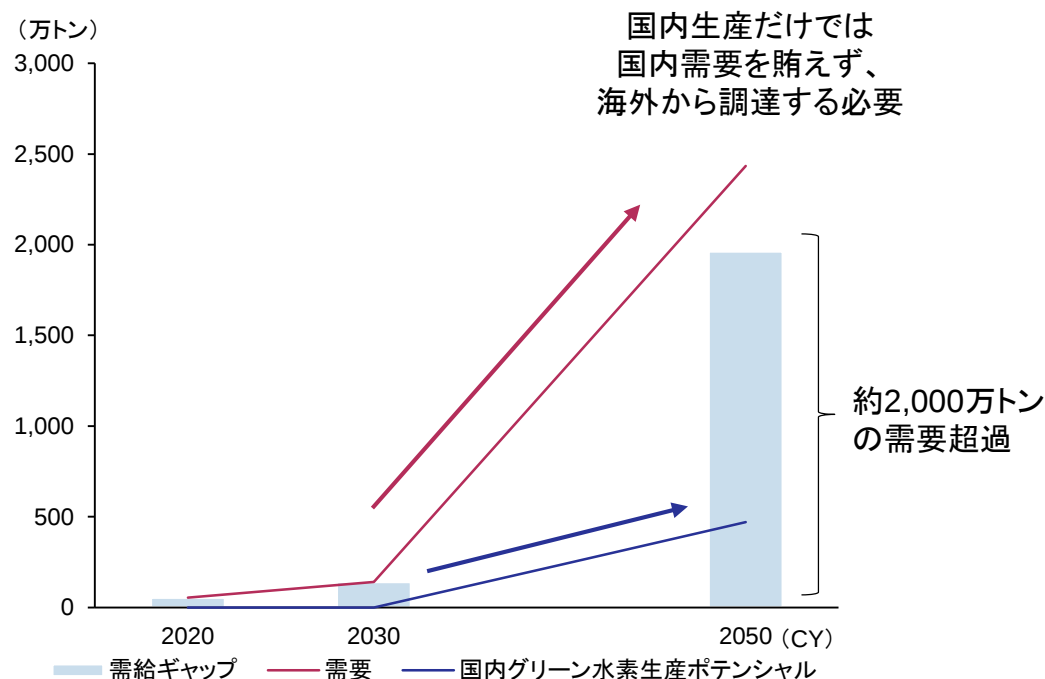
2. 日本の水素調達適地

(1) 一般的な水素供給適地

日本における水素の需給ギャップと海外からの調達に向け検討すべきポイント

- 日本においては、資源制約や再エネ利用の限界から、国内生産だけで国内需要をまかなうことは困難と見込まれ、2050年には少なくとも約2,000万トン程度の水素輸入が必要に
- 海外からの調達に際しては、「他国の水素需給・政策」「現時点で立ち上がっているPJ」「水素供給コスト」「エネルギーセキュリティ」といった観点を確認・検討する必要

日本における水素の需給ギャップ



海外からの調達で確認・検討すべきポイント

他国の水素需給・政策

- 輸入国と輸出国がどのように分かれるか
- 調達にあたり政策的支援が見込めるか

現時点で立ち上がっているPJ

- 既に立ち上がっている大規模水素製造PJの場所はどこか、生産量はどの程度か

水素供給コスト

- どこから調達するのが廉価か
- ブルー・グリーンどちらを選択するか
- キャリアは何を選択するか

エネルギーセキュリティ

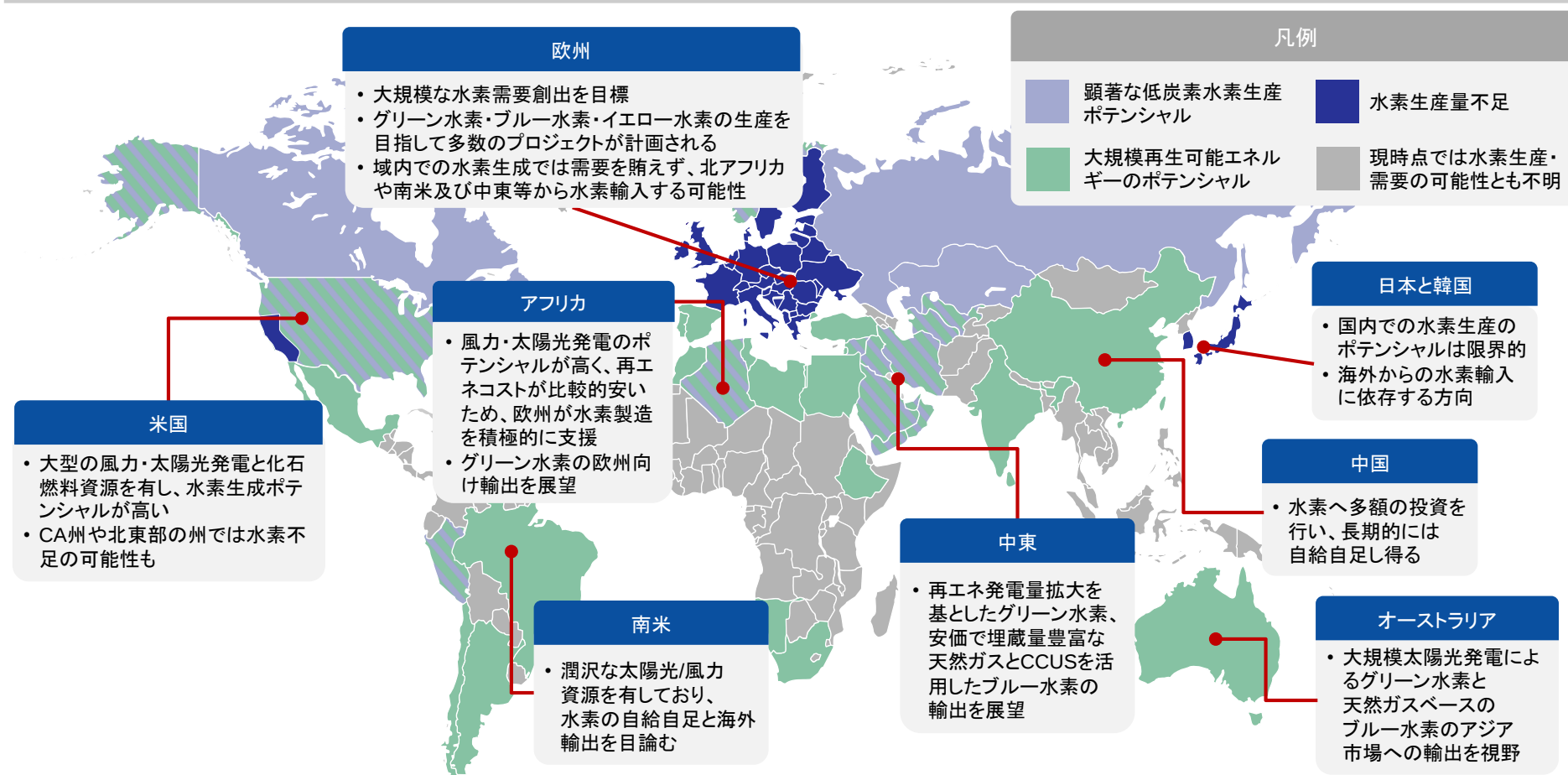
- 地政学リスクの高いエリアはどこか
- エネルギーセキュリティを確保するための分散調達が可能か

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

水素を巡るグローバル需給マップ

- 水素が将来の重要なエネルギーになっていくと見込まれる中、各国・地域で需給ギャップが生じる見通しであり、水素の輸出産業化を展望する国・地域と水素を安定的に安価に調達したい国・地域の攻防が今後想定される

各国・地域の水素の需給動向の見通し



(出所)カナダ「Hydrogen strategy for Canada」、各種報道資料より、みずほ銀行産業調査部作成

水素を巡るグローバル競争が本格化

- 脱炭素化の潮流を受けて、欧州をはじめとした様々な国・地域は水素戦略等を策定し、多額の政府予算を投じてエネルギーの水素シフトや水素産業振興を推進しており、水素を巡る競争が本格化

各国・地域の水素にかかる政策等の動向

EU (欧州連合)	✓ 2019年に「欧州水素ロードマップ」を、2020年に「欧州水素戦略」を策定 ✓ 2022年にロシア・ウクライナ情勢を踏まえて「RePower EU」を発表し、2030年までに域内での再エネ由来水素の製造量を1,000万トン/年、海外からの再エネ由来水素の輸入量(北アフリカ等を想定)を1,000万トン/年とする目標を設定の上、需要創出のために再エネ指令を改定へ	中国	✓ 現状はグレー水素(95%以上)により世界最大の水素生産国だが、今後グリーン水素の比率を2030年に15%に、2050年に70%に引き上げる方針 ✓ 自動車に加えて船舶や鉄道等の「水素ロードマップ」も策定し、2020年12月にはエネルギー法で水素をエネルギーと位置付けた上でグリーン水素認証制度を設定、地方政府レベルでも多数の水素発展計画が存在
ドイツ	✓ 2020年に「国家水素戦略」を策定し、2030年までに国内再エネ水素製造能力を5GWにする目標を設定 ✓ 国内市場創出に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2020年に採択	韓国	✓ 2019年に「水素ロードマップ」を、2020年12月に「2050年カーボンニュートラル推進戦略」を公表 ✓ 2021年には韓国大手15社が「コリアH2ビジネスサミット」を発足させ、2030年までに4兆円超の投資実行を発表
フランス	✓ 2020年に「水素戦略」を改定し、2030年までに電解装置を6.5GWにする目標を設定し、生産する水素については再エネ由来と原子力由来を想定	豪州	✓ 2018年に「水素ロードマップ」を、2019年に「国家水素戦略」を発表 ✓ 2030年までに水素産業で世界をリードするための57のアクションプランを示し、各州政府が資金供出等でプロジェクトを支援
英国	✓ 2021年に「国家水素戦略」を策定し、2030年までに5GWの低炭素水素製造能力を開発、2050年には英国の最終エネルギー消費量の20~35%を水素が占めると発表 ✓ 2022年にロシア・ウクライナ情勢を踏まえて「エネルギー安全保障戦略」を発表し、2030年の製造能力目標を10GWに倍増させ、うち少なくとも半分以上を電解水素で調達すると表明	サウジアラビア	✓ 2021年にエネルギー相が2030年までに400万トン/年の水素を生産し輸出する考えを表明し、サウジアラムコCEOが水素生産拡大に向け主要市場で長期供給契約締結を目指していると説明し、欧州等にパイプライン等で輸出することを展望 ✓ 2020年にACWAパワーと米・エアプロダクツ・地場事業会社の3社が20万トン超/年のグリーン水素と120万トン/年のグリーンアンモニアを製造するプラント建設で合意し、独・ティッセンクルップが水電解装置を供給予定
米国	✓ 国家レベルでは、エネルギー省(DOE)主導の「H2@Scale PJ」にて基礎研究から応用開発までの検討を進め、2020年に「水素プログラム計画」にて水素の製造コストと輸送コストを各2ドル/kg、産業用途や発電用途では1ドル/kgを目指すを発表 ✓ 州レベルでは、CA州が2020年に「再エネ由来水素製造設備の配備・構築ロードマップ」を策定し、グリーン水素需要が2030年に40万トン/年、2050年に400万トン/年に達すると発表	UAE	✓ 2021年に2030年世界水素市場シェア25%を目指すを発表し、欧州や東アジアに輸出することを展望 ✓ アブダビ国営石油(ADNOC)が水素生産量を現状の30万トン/年以上から50万トン/年への増産を計画

(出所) 各国水素戦略及び各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

グローバルにおける水素製造プロジェクトの動向(1)

- コロナ禍からの経済復興策として各国でグリーンリカバリー政策が打ち出され、水素の製造・供給網の早期確立を目指す動きが活発化している
- 水素の社会実装に向けて具体的な導入施策が動き出し、地域・企業・ユーザー等による本格的な実証事業が進むと水素社会の先行モデルが現れる可能性もあり、各国のプロジェクト動向に注視したい

北米の動向 ～グリーン水素の量産化と社会普及を目指した取り組みが加速～

- 米国でカーボンニュートラルの動きが加速。グリーン水素がクリーンエネルギーの第一候補に
 - バイデン政権は就任直後にパリ協定に復帰し、2050年までにカーボンニュートラルに取り組むことを発表
 - 2022年9月に公表した水素戦略の素案では、2030年に1,000万トンの年間生産量を計画
 - 米国西部では豊富な再エネ電力(太陽光・風力・地熱)のポテンシャルを活用。この余剰分で水素を製造し、岩盤内に長期間貯蔵するプロジェクトも進行中(Advanced Clean Energy Storage Project)
- カナダはアルバータ州を中心に豊富な天然ガス資源を活用したブルー水素製造プロジェクトが進行中
 - 2020年12月、2050年カーボンニュートラルと35万人の雇用創出を図る目的で水素戦略を公表
 - アルバータ州で採掘される天然ガス資源由来のブルー水素や風力・太陽光由来のグリーン水素の製造を計画しており、2050年までに水素生産量2,000万トン以上を目指す
 - 米国(カリフォルニア州や東海岸)、日本、韓国、中国、EUを水素輸出の主な市場と想定しており、三菱商事やShellがアルバータ州のブルー水素製造プロジェクトに参画

(出所)経済産業省 関東経済産業局資料、三菱重工業株式会社HPより、みずほ銀行産業調査部作成

グローバルにおける水素製造プロジェクトの動向(2)

南米の動向 ～チリは水素戦略を打ち出し、資源輸出国化を目指す～

- 再エネ発電コストの安さを活かして、水素を通じたエネルギー輸出国への転換を目指す
 - ― チリは砂漠地帯の太陽光発電や南部の風力発電等、再エネポテンシャルが高く、2020年11月に「グリーン水素国家戦略」を打ち出した
 - ― 現在のグリーン水素製造コストは1kgあたり4～5ドルであるが、今後10年で1.5ドルまでコスト低減が可能としており、原油等の化石燃料よりも価格面で競争力を持つようになるとの見通しを示している
 - ― 2050年までに水素や関連製品の輸出額で年間300億ドルを目指す計画を立てて、世界中から投資を募っている
 - ― チリ国内初のグリーン水素プラント製造プロジェクトにはドイツ企業(Porsche, Siemens)が参画し、ドイツ政府による金融支援も行われた

オーストラリアの動向 ～豊富な資源を活かして水素の輸出大国を目指す～

- ビクトリア州では褐炭ガス化・水素精製設備が稼働し、神戸港との間を水素輸送船が往復する
 - ― オーストラリアは太陽光や風力等の豊富な再エネ資源を持ち、石炭や天然ガス等の化石燃料資源にも恵まれていることから、これらを活用した水素を次世代のエネルギー産業に育てようとする戦略に国を挙げて取り組む
 - ― ビクトリア州では水素投資プログラムを策定し、州内で生産する褐炭を活用した水素サプライチェーン、CCS、再エネ活用プロジェクトを支援
 - ― 「Hydrogen Energy Supply Chain」実証では、豪州企業(AGL Limited)と日本企業(川崎重工業、J-Power、岩谷産業、丸紅)がコンソーシアムを形成し、褐炭をガス化炉によって水素ガスに精製した後、液化水素に変えて港から水素輸送船で神戸港に運ぶプロジェクトが進められており、神戸港とヘイスティング港との間で実際の輸送を開始

(出所)経済産業省 関東経済産業局資料より、みずほ銀行産業調査部作成

グローバルにおける水素製造プロジェクトの動向(3)

中東の動向 ～サウジアラビアで建設が進む大規模スマートシティ内でグリーン水素・アンモニアプラントの計画が進行～

- 中東諸国もグリーン水素・グリーンアンモニアの輸出プロジェクトをスタート
 - ― 産油国が豊富な再エネ資源を活かしてグリーン水素を製造・輸出し、石油に代わる新たな産業として育てようとする動きが進んでいる
 - ― サウジアラビアの紅海沿岸で建設が進む大規模スマートシティプロジェクト「NEOM」の一環となるグリーン水素プロジェクトでは4GWの再エネ電力をもとにグリーン水素を製造する計画が進む
 - ― 1日あたり650トンの水素を製造し、それをもとに年間120万トンのグリーンアンモニアを製造するプラントが2025年から稼働予定で、世界各地にグリーンアンモニアを輸出する

東南アジアの動向 ～マレーシアはグリーン成長を国家戦略の柱に、再エネ転換に注力～

- 東南アジアではマレーシアが再エネ転換に注力しており、地場企業と日本企業との連携で脱炭素化を進める
 - ― 地場企業では国営石油会社ペトロナスが日本企業との連携に積極的で、2021年2月にJERAと脱炭素分野での協業に関する覚書を締結
 - ― ENEOSと住友商事はサラワク州経済開発公社傘下のSEDCエネルギーと、再生可能エネルギーを活用したグリーン水素の製造及び輸送事業に関する覚書を締結

アフリカの動向 ～豊富な再エネ資源と距離の近さを活かし、欧州企業との連携が進む～

- 欧州委員会は風力、太陽光資源が豊富なアフリカ北部を「コスト競争力のある潜在的供給元」と位置づけ
 - ― モロッコはアイルランドのフュージョン・フューエル・グリーンと手を組み、8.4億ドル規模のグリーン水素・アンモニア工場を建設予定
 - ― エジプトは独シーメンス・エナジーとグリーン水素の開発に向けた覚書を締結。イタリア炭化水素公社とも事業化調査で合意済
 - ― チュニジアはドイツ国際協力公社と、グリーン水素の市場開拓に向けた覚書を締結

(出所)経済産業省 関東経済産業局資料より、みずほ銀行産業調査部作成

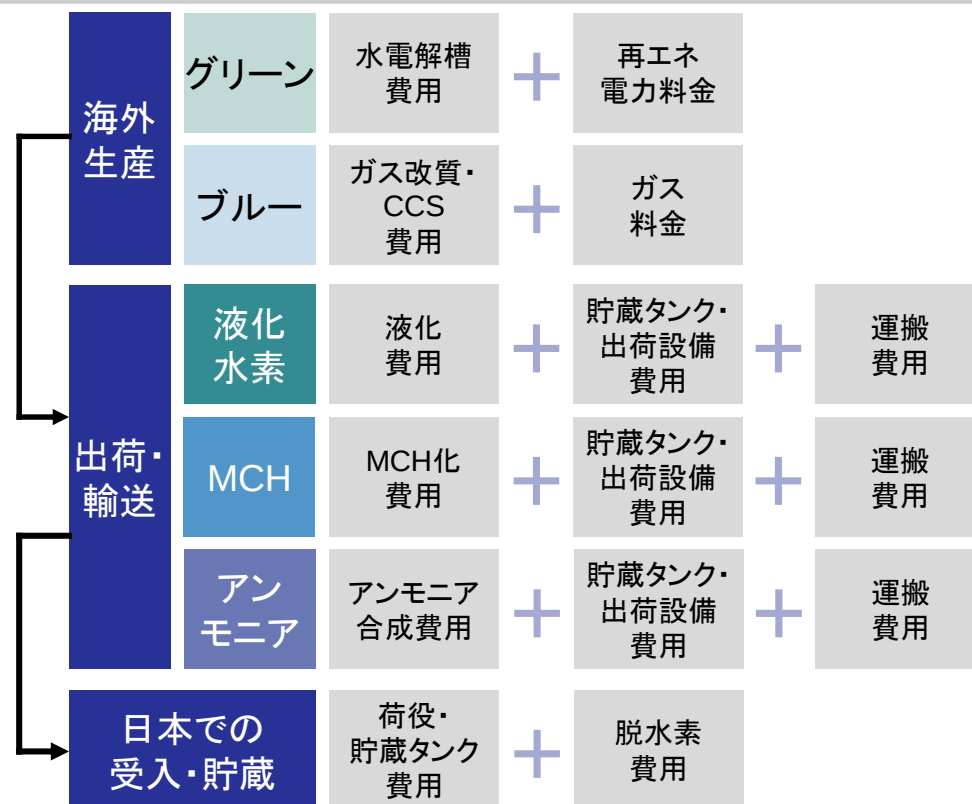
2. 日本の水素調達適地

(2) 国別・キャリア別・製造方法別の供給コスト比較

日本にとっての最適な水素供給地を考えるため地域別供給コストを試算

- 水素の調達にあたっては、供給コストが安い国からの調達を優先的に検討する必要
- サプライチェーンを生産、出荷・輸送、受入・貯蔵の三段階に分解し、費用を積み上げて供給コストを試算
 - － 今回水素生産地－出荷基地、水素受入地－需要地の輸送コストは勘案せず。国内生産では生産コストのみ勘案
 - － 既存インフラを転用する場合（特にMCH・アンモニア）や技術革新が発生する場合はコスト低減が進む点は要留意

水素供給サプライチェーン構造と考慮するコスト(輸入)



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

水素供給サプライチェーン構造と考慮すべきコスト(国内生産)

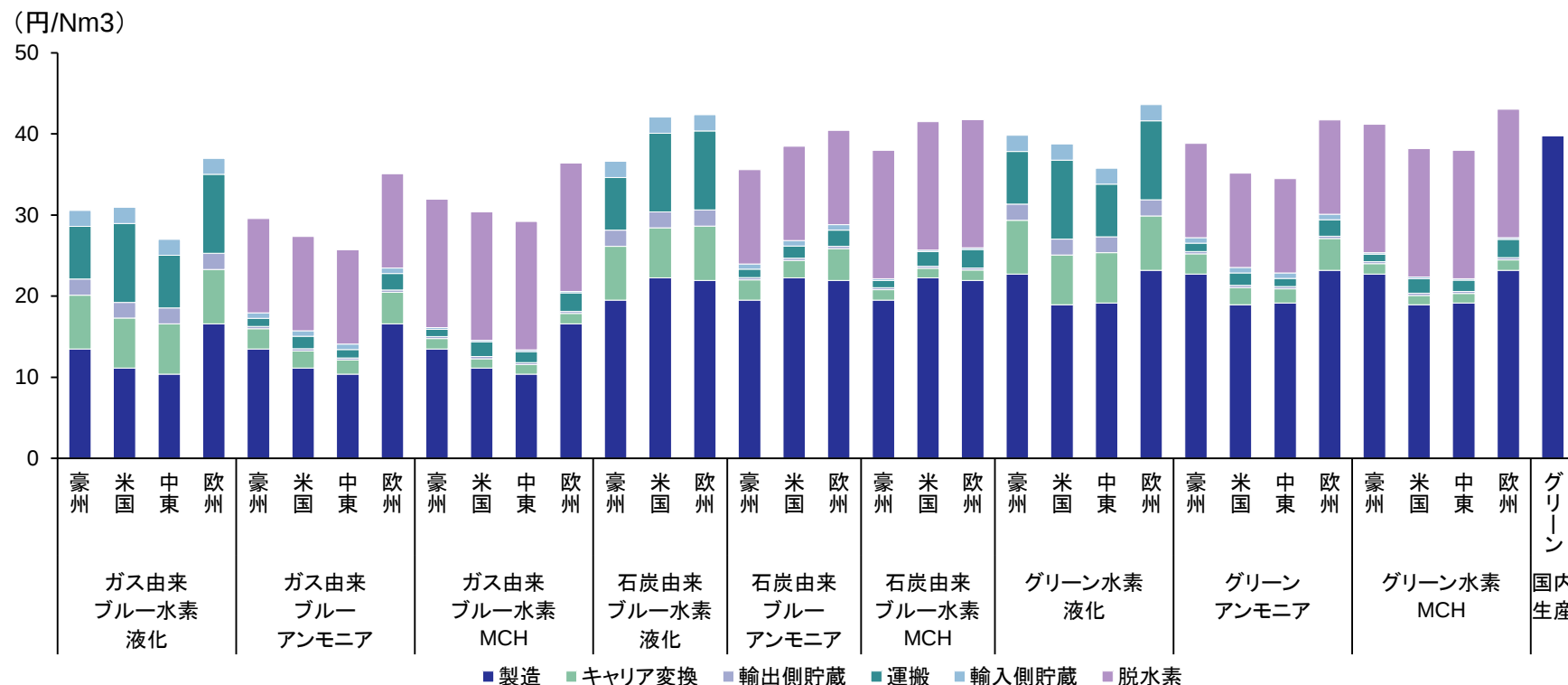


(出所)みずほ銀行産業調査部作成

2030年の水素供給コスト試算

- 中東産ブルーアンモニア・ブルー水素の競争力が高く、次いで米国産ブルーアンモニアの競争力が高い
 - － 欧州から日本への輸送は相対的に競争力が低い
 - － アンモニアを水素キャリアではなく燃料として利用する場合、脱水素のコストが不要となり更に競争力が向上
- 2030年時点では国内CCS適地の確保は難しく、国内におけるブルー水素生産は想定せず

生産地別の日本向け水素コスト比較(2030年)

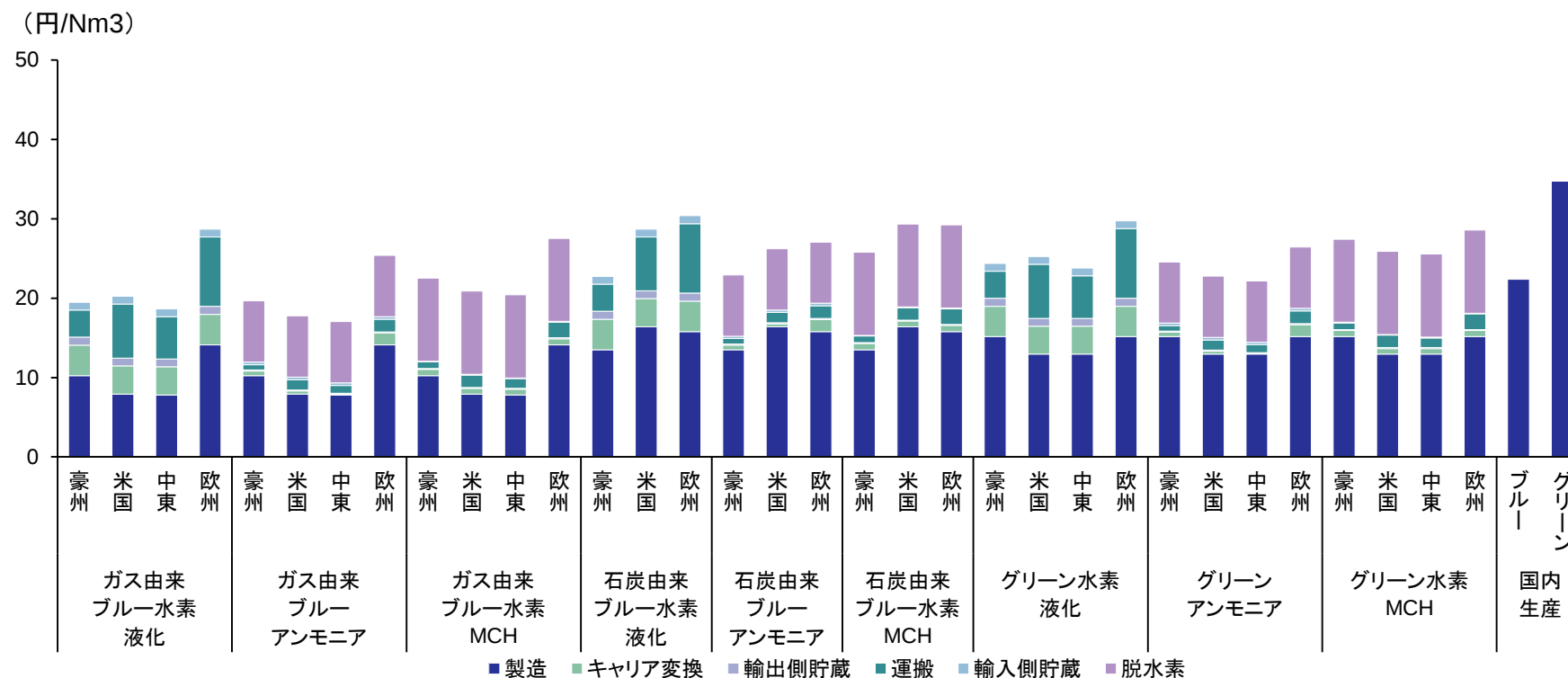


(注1) 水素生産地－出荷基地の輸送コスト及び水素受入地－需要地の輸送コストは勘案せず (注2) 国内生産は生産コストのみ考慮
(出所) IEA, *The Future of Hydrogen*等より、みずほ銀行産業調査部作成

2050年の水素供給コスト試算

- 量産効果やエネルギー価格の低下等により、全体的に水素供給コストは低下するが、中東産ブルーアンモニア・ブルー水素及び米国産ブルーアンモニアの競争力は変わらず優位。豪州産ブルー水素の競争力も向上
- 電解槽価格と再エネ電力価格の低下により、グリーン水素のコストがブルー水素の価格に接近
 - － 2円/kWh程度の廉価な再エネが確保できれば、ブルー水素と同等の価格競争力を持つ可能性

生産地別の日本向け水素コスト比較(2050年)



(注1) 水素生産地－出荷基地の輸送コスト及び水素受入地－需要地の輸送コストは勘案せず (注2) 国内生産は生産コストのみ考慮
(出所) IEA, The Future of Hydrogen等より、みずほ銀行産業調査部作成

主要諸元(設備費等)

生産設備コスト

設備	項目	ブルー(ガス改質)		ブルー(褐炭ガス化)		グリーン	
		2030年	2050年	2030年	2050年	2030年	2050年
水素 製造設備	CAPEX	\$1,380/kW-H2	\$1,280/kW-H2	\$2,502/kW-H2	\$2,026/kW-H2	\$200/kWe	\$100/kWe
	修繕費等	CAPEXの3%	CAPEXの3%	CAPEXの5%	CAPEXの5%	CAPEXの1.5%	CAPEXの1.5%
	CO2回収・輸送・ 貯留コスト	海外:\$44/t-CO2 日本:\$195/t-CO2	海外:\$44/t-CO2 日本:\$195/t-CO2	海外:\$44/t-CO2 日本:\$195/t-CO2	海外:\$44/t-CO2 日本:\$195/t-CO2	—	—
	耐用年数	40年	40年	40年	40年	10年	10年
アンモニア 製造設備	CAPEX	\$1,260/t-NH3	\$1,165/t-NH3	\$2,529/t-NH3	\$2,048/t-NH3	\$885/t-NH3	\$575/t-NH3
	修繕費等	CAPEXの2.5%	CAPEXの2.5%	CAPEXの5%	CAPEXの5%	CAPEXの1.5%	CAPEXの1.5%
	CO2回収・輸送・ 貯留コスト	海外:\$44/t-CO2 日本:\$195/t-CO2	海外:\$44/t-CO2 日本:\$195/t-CO2	海外:\$44/t-CO2 日本:\$195/t-CO2	海外:\$44/t-CO2 日本:\$195/t-CO2	—	—
	耐用年数	40年	40年	40年	40年	10年	10年

出荷・輸送・受入設備コスト

設備	項目	液化水素	アンモニア	MCH
キャリア変換設備	容量	26万t-H2/年	—	420万t-Tol/年
	CAPEX	\$1,400,000,000	—	\$230,000,000
輸出側タンク	容量	0.3万t-H2	3万t-NH3	5万t-Tol
	CAPEX	\$290,000,000	\$68,000,000	\$42,000,000
運搬船	容量	16万t-H2	5万t-NH3	11万t-Tol
	CAPEX	\$412,000,000	\$85,000,000	\$76,000,000
輸入側タンク	容量	0.4万t-H2	6万t-NH3	6万t-Tol
	CAPEX	\$320,000,000	\$97,000,000	\$35,000,000
脱水素設備	容量	—	1,500t-NH3/年	420万t-Tol/年
	CAPEX	—	\$460,000,000	\$670,000,000

(出所)各種資料より、みずほ銀行産業調査部作成

主要諸元(資源価格等)

資源価格等

項目	国・地域	2030年	2050年
ガス価格	豪州	\$4.7/MMBtu	\$3.5/MMBtu
	米国	\$3.1/MMBtu	\$2.0/MMBtu
	中東	\$2.5/MMBtu	\$1.6/MMBtu
	欧州	\$6.8/MMBtu	\$6.5/MMBtu
	日本	\$7.6/MMBtu	\$6.8/MMBtu
石炭価格	豪州	\$11.0/t	\$11.0/t
	米国	\$24.7/t	\$24.3/t
	中東	—	—
	欧州	\$20.6/t	\$20.3/t
	日本	—	—
再エネ価格	豪州	\$0.036/kWh	\$0.029/kWh
	米国	\$0.031/kWh	\$0.025/kWh
	中東	\$0.031/kWh	\$0.025/kWh
	欧州	\$0.040/kWh	\$0.030/kWh
	日本	\$0.074/kWh	\$0.068/kWh
日本からの距離	豪州	8,000km	8,000km
	米国	16,000km	16,000km
	中東	13,000km	13,000km
	欧州	22,000km	22,000km
	日本	—	—
1PJにおける水素製造量の想定	各地域共通	15万トン(政府目標の5%)	100万トン(政府目標の5%)

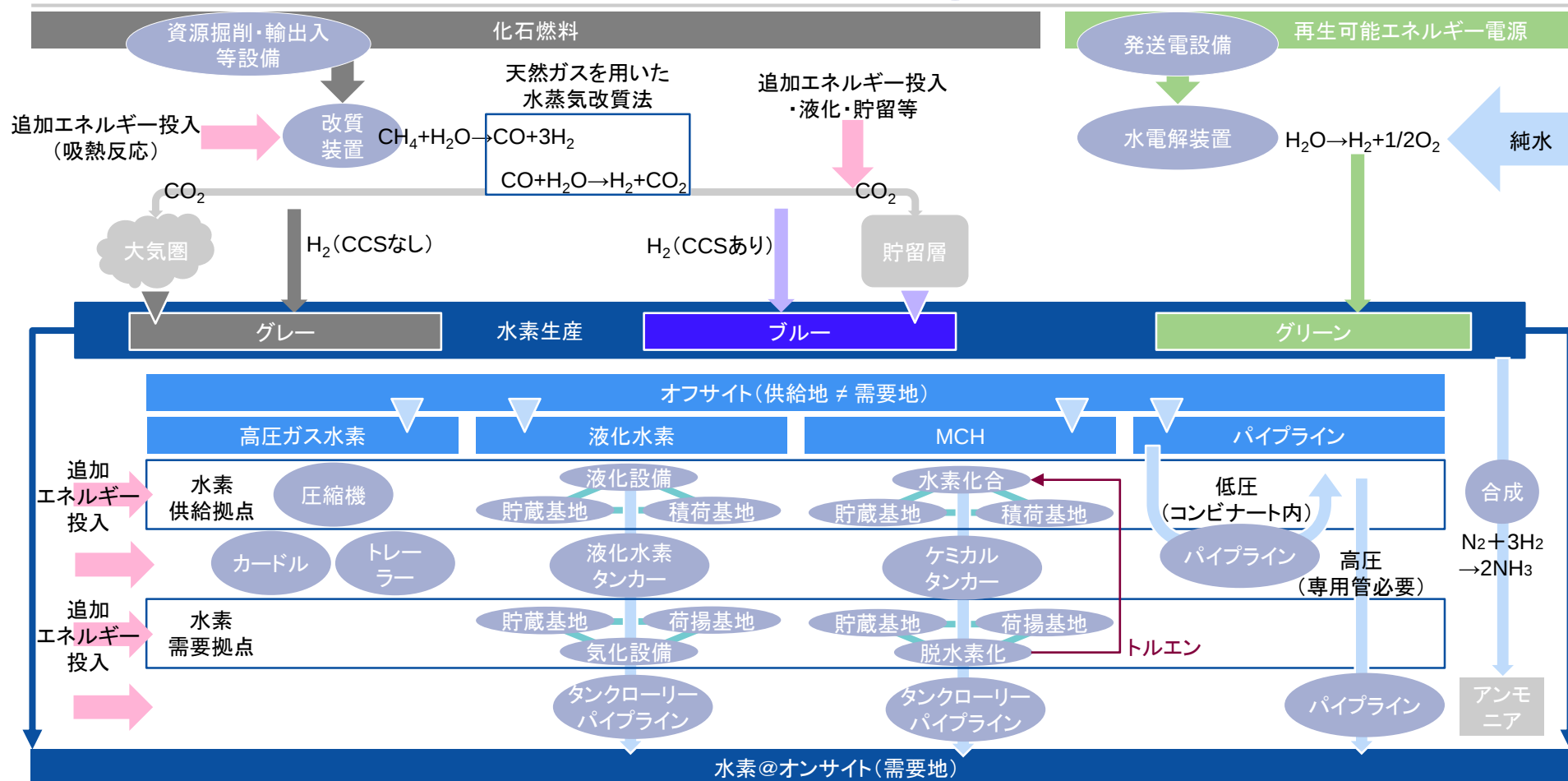
(出所)各種資料より、みずほ銀行産業調査部作成

水素利活用には多様なプロセスあり、製造・輸送等で追加エネルギー・コストが必要

- 水素カラー別の主要な利活用フローは下記の通りであり、製造・貯蔵・輸送等でそれぞれ設備投資や運営費が必要であると共に、主なエネルギー投入個所ではそのグリーン化が水素のLCA向上を図るうえで重要な論点となる

水素製造及び貯蔵、輸送の主要なフローと設備内訳

○ : 主な関連設備・処理工程(設備投資や運営費が必要な領域)



(出所) NEDO「水素エネルギー白書」より、みずほ銀行産業調査部作成

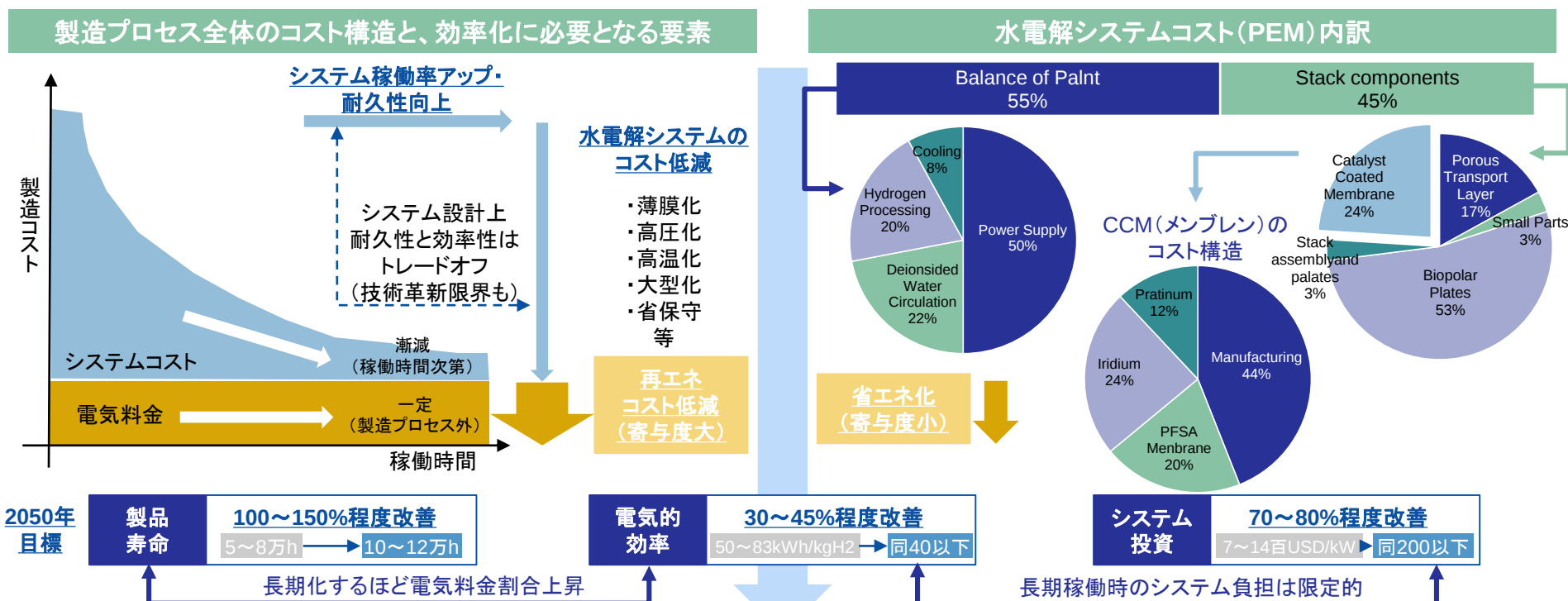
グリーン水素の価格競争力向上には、システムコストより再エネ料金がより重要に

- グリーン水素生産（水電解）における制約条件（理論値）は決まっている中、生産コストを下げるためには一定時間運転時に低減するシステムコストよりも、再エネ電気料金を下げていく重要度が高まっていく可能性が高い

グリーン水素生産・水電解における制約条件（理論値）とグリーン水素生産コスト低減に向けた課題

水電解理論値： 前提となる反応式： $\text{H}_2\text{O} + \text{電気} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$ ▶ 最小の電気エネルギー：約3kWh/Nm³ ◀ 最小の電解電圧：1.23V

自然科学的前提＝効率性追求の限界



グリーン水素普及における最重要ポイント 再生可能エネルギー発電の安定化及びコストダウン

（出所）IRENA、各種論文より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】現状と将来の技術水準における水電解槽の特性

- 現状主流の両水電解技術は今後大型化や高耐久化等による効率性拡大が図られる方向性にある一方、現状の倍以上の効率化を期待することは難しい見込みであり、システム効率化に合わせて潤沢な再エネ供給を可能とする電力システムの構築が重要性を増すと考えられる

アルカリ水電解

	2020	Target 2050	R&D focus
Nominal current density	0.2-0.8 A/cm ²	>2 A/cm ²	Diaphragm
Voltage range (limits)	1.4-3 V	< 1.7 V	Catalysts
Operating temperature	70-90° C	> 90° C	Diaphragm, frames, balance of plant components
Cell pressure	< 30 bar	> 70 bar	Diaphragm, cell, frames
Load range	15%-100%	5%-300%	Diaphragm
H ₂ purity	99.9%-99.9998%	> 99.9999%	Diaphragm
Voltage efficiency (LHV)	50%-68%	>70%	Diaphragm
Electrical efficiency (stack)	47-66 kWh/Kg H ₂	< 42 kWh/Kg H ₂	Catalysts, temperature
Electrical efficiency (system)	50-78 kWh/Kg H ₂	< 45 kWh/Kg H ₂	Balance of plant
Lifetime (stack)	60 000 hours	100 000 hours	Electrodes
Stack unit size	1MW	10MW	Electrodes
Electrode area	10,000-30,000cm ²	>10,000cm ²	Electrodes
Cold start (to nominal load)	<50minutes	<30minutes	Insulation(design)
Capital costs (stack)min.1 MW	USD 270/kW	< USD 100/kW	Electrodes
Capital costs (system) min.10 MW	500-1000 USD/kW	< 200 USD/kW	Balance of plant

PEM（固体高分子水電解）

	2020	Target 2050	R&D focus
Nominal current density	1-2 A/cm ²	4-6 A/cm ²	Design, membrane
Voltage range (limits)	1.4-2.5 V	< 1.7 V	Catalyst, membrane
Operating temperature	50-80° C	80° C	Effect on durability
Cell pressure	< 30 bar	> 70 bar	Membrane, reconversion catalysts
Load range	5%-120%	5%-300%	Membrane
H ₂ purity	99.9%-99.9999%	Same	Membrane
Voltage efficiency (LHV)	50%-68%	>80%	Catalysts
Electrical efficiency (stack)	47-66 kWh/Kg H ₂	< 42 kWh/Kg H ₂	Catalysts/membrane
Electrical efficiency (system)	50-83 kWh/Kg H ₂	< 45 kWh/Kg H ₂	Balance of plant
Lifetime (stack)	50 000-80 000 hours	100 000-120 000 hours	Membrane, catalysts, PTLs
Stack unit size	1MW	10MW	MEA, PTL
Electrode area	1500cm ²	>10000cm ²	MEA, PTL
Cold start (to nominal load)	<20minutes	<5minutes	Insulation(design)
Capital costs (stack)min.1 MW	USD 400/kW	< USD 100/kW	MEA, PTLs, BPs
Capital costs (system) min.10 MW	700-1400 USD/kW	< 200 USD/kW	Rectifier, water purification

(出所)IRENAより、みずほ銀行産業調査部作成

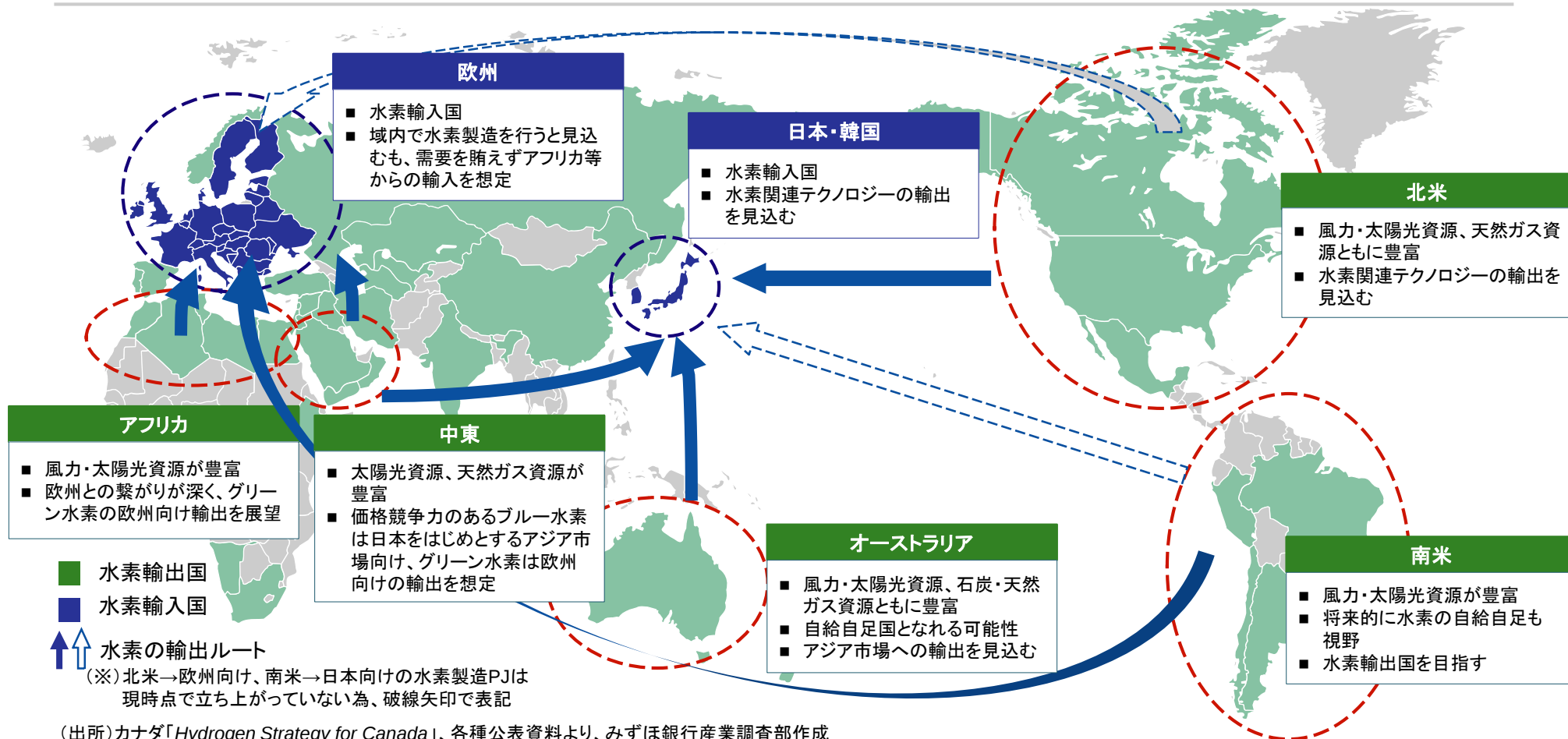
2. 日本の水素調達適地

(3) 地政学リスク・資源外交に関する考察

日本は中東、オーストラリア、北米からの水素輸入を見込む

- 日本は再エネ含む資源賦存量が国内需要対比少なく、長期的に輸入水素を調達することが想定される
- 当面はアジア市場向けの水素製造プロジェクトが立ち上がっている中東、オーストラリア、北米からの輸入を見込む

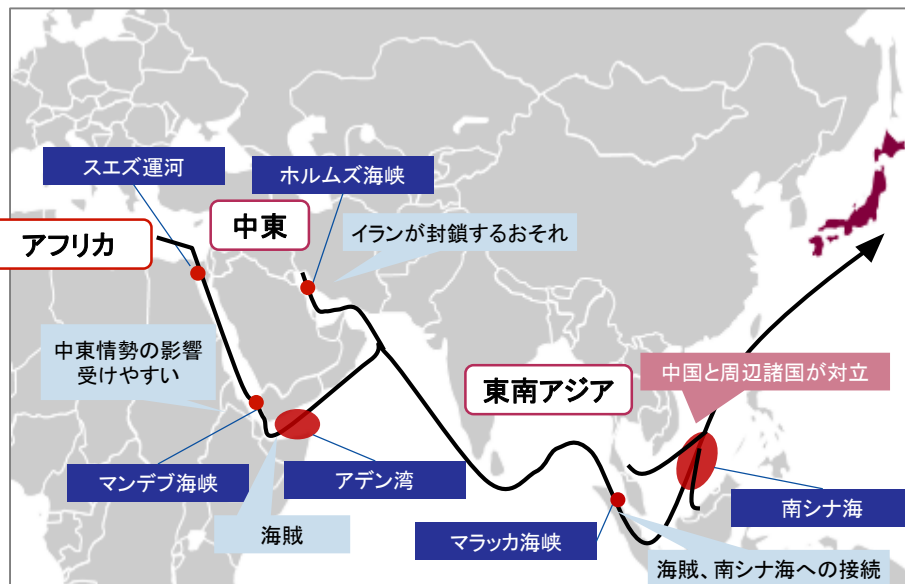
水素の調達ルート



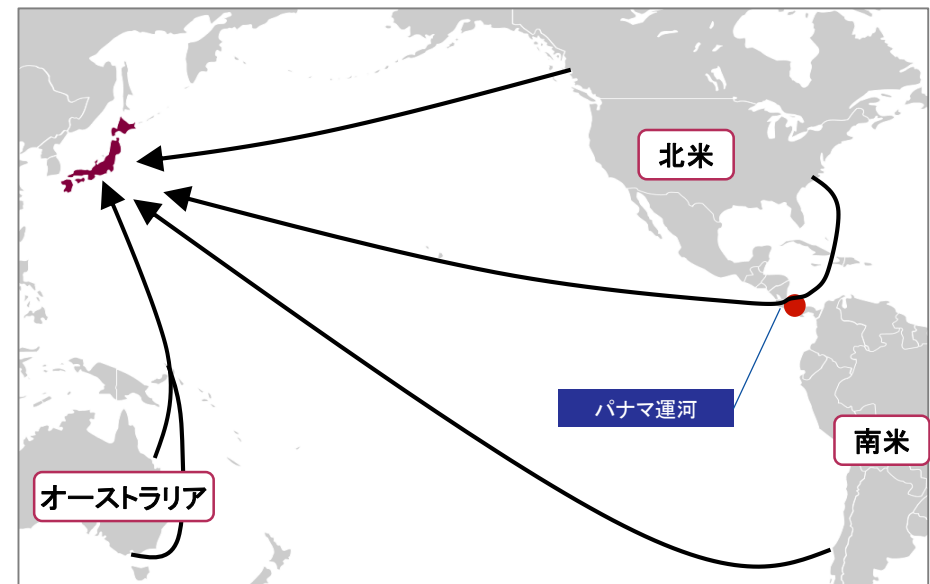
日本の水素輸入におけるチョークポイントリスク

- 輸入ルートにあるチョークポイント(=通商ルートが集中している狭隘な要所)の安全確保は、水素を輸入しようとしている日本にとって海運貿易上、極めて重要
- 水素調達先として想定される中東から日本へ水素を輸送する際、ホルムズ海峡、マラッカ海峡、南シナ海の3カ所のチョークポイントを通過

北アフリカ、中東、東南アジア航路におけるチョークポイント



北南米、豪州航路におけるチョークポイント



〈凡例〉

チョークポイント名称

顕在化しているリスク

(出所) 各種公開資料より、みずほ銀行産業調査部作成

日本向け航路のチョークポイントリスクに関する認識

- 北米やオーストラリアルートには顕在化しているチョークポイントリスクはない
- 中東やアフリカから輸入する場合、中東の地政学リスクの高まり(ホルムズ海峡)、米中対立のエスカレーション(マラッカ海峡、南シナ海)が海上輸送リスクを高める可能性あり

地域	日本向け航路における チョークポイント	各チョークポイントで 想定される地政学リスク	リスク事象発生時 日本の水素輸入に及ぼす影響	日本までの 航海日数(注)
北米 (東海岸発)	パナマ運河	顕在リスクなし	—	32日
北米 (バンクーバー発)	—	—	—	15日
南米	—	—	—	31日
オーストラリア	—	—	—	12～16日
中東	① ホルムズ海峡 ② マラッカ海峡 ③ 南シナ海	① 米国・イラン対立 ② 海賊、南シナ海への接続 ③ 中国と周辺国の対立	① ホルムズ海峡封鎖によりサウジ、UAEからの輸送ルートが遮断 ② 代替ルート利用により、輸送にかかる日数・コストが増加 ③ 中国の領有権が認められれば、代替ルート利用の可能性あり	18日 (代替ルート利用 時は+3日)
東南アジア	① マラッカ海峡 ② 南シナ海	① 海賊、南シナ海への接続 ② 中国と周辺国の対立	① 代替ルート利用により、輸送にかかる日数・コストが増加 ② 中国の領有権が認められれば、代替ルート利用の可能性あり	9日
アフリカ	① スエズ運河 ② マンデブ海峡 ③ アデン湾 ④ マラッカ海峡 ⑤ 南シナ海	① 顕在リスクなし ② 中東情勢悪化 ③ 海賊問題 ④ 海賊、南シナ海への接続 ⑤ 中国と周辺国の対立	① — ② マンデブ海峡封鎖により北アフリカからの輸送ルートが遮断 ③ 航行時の海賊対策が必要となり、輸送にかかる日数・コスト増加 ④ 代替ルート利用により、輸送にかかる日数・コストが増加 ⑤ 中国の領有権が認められれば、代替ルート利用の可能性あり	27日 (代替ルート利用 時は+3日)

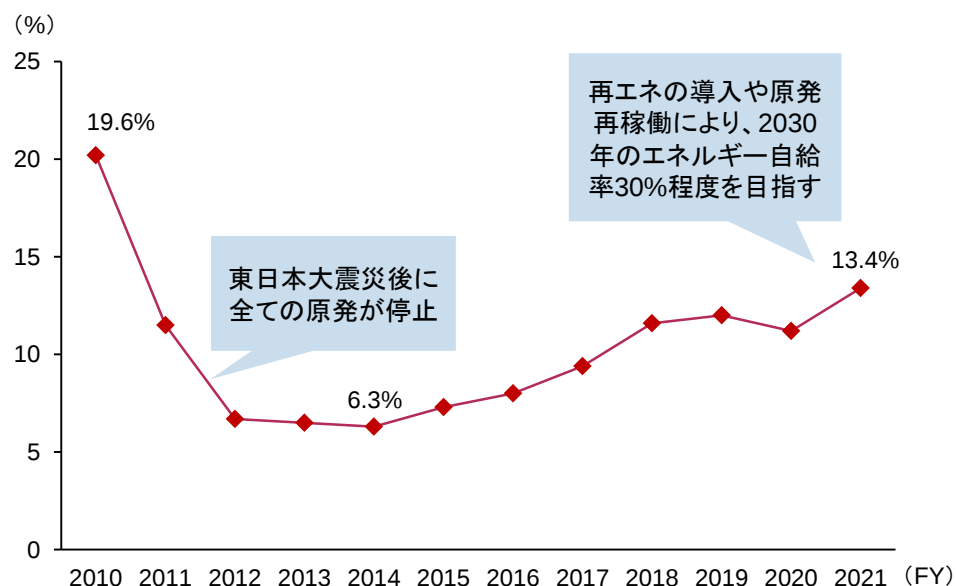
(注) すいそふろんていあの航海速力＝約13ノットを基に算出

(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

水素調達においてもエネルギー安全保障の確保が重要に

- 日本のエネルギー自給率は2021年度約13%と低位で、化石資源同様に水素調達も輸入が中心となる見込み
- 水素輸入において、既存の化石資源輸入と海上輸送ルートはおおよそ同一であり、水素の輸入においても引き続き積極的な資源外交や海上輸送ルートの治安維持に国として取り組むことがエネルギー安全保障上重要になる

日本のエネルギー自給率(IEAベース)



(注1) エネルギー自給率＝一次エネルギー国内産出／一次エネルギー国内供給

(注2) 一次エネルギー国内産出：石炭、原油、天然ガス、原子力、再生可能エネルギー、未活用エネルギーの国内産出量

(注3) 一次エネルギー国内供給：石炭、石炭製品、原油、石油製品、天然ガス、都市ガス、原子力、再生可能エネルギー、未活用エネルギーの国内産出量と輸入量の合計から輸出量を差し引き、供給在庫変動量を加減(取崩しは加算、積増しは減算)した量

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より、みずほ銀行産業調査部作成

地政学リスクが顕在化した際の水素調達に及ぼす影響について

想定される地政学リスク

- 1 ■ 中東情勢の悪化
- 2 ■ 米中対立の激化

リスク顕在化時に発生する可能性のある事象

- 1 ■ ホルムズ海峡の封鎖
— イランが米国に反発し海上輸送ルート遮断のおそれ
- 2 ■ 南シナ海の封鎖
— 中国の領有権が認められれば、中国は自国の権益保護を理由に、他国船の通航を許可しないおそれあり

日本の水素調達に及ぼす影響

- 1 ■ 中東やアフリカからの水素輸入が停止し、国内の水素供給量が不足する事態に陥るおそれ
- 2 ■ 中東、アフリカ、東南アジアからの水素輸入時に代替ルート(ロンボク海峡)を利用する必要あり
■ 日本までの輸送にかかるコスト・日数が増加

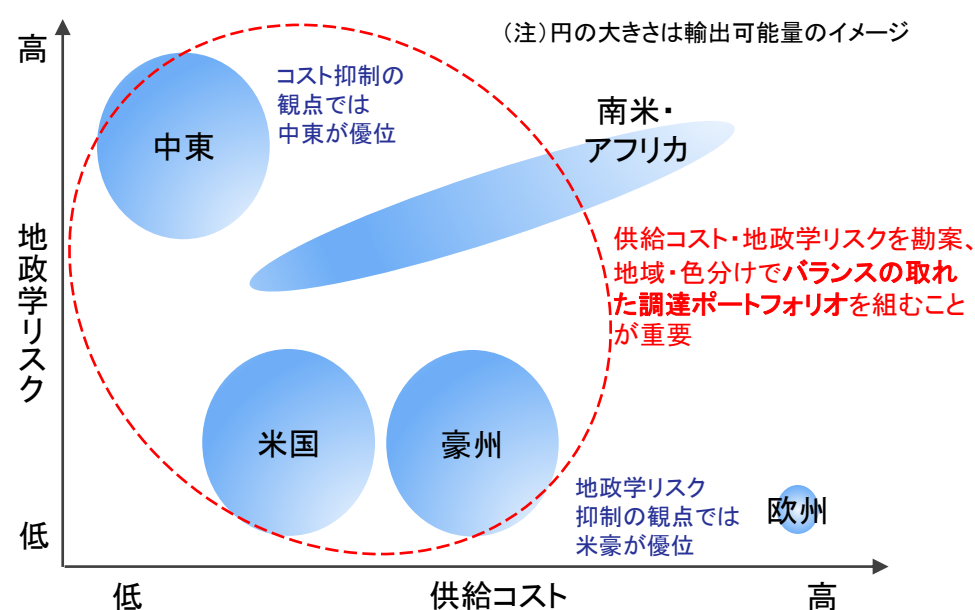
【まとめ】日本における水素調達の考え方

- 日本の水素調達戦略を考える上では、水素供給超過国の中で、供給コストの高低をベースとしつつ、地政学リスク抑制やColor Diversityの確保も勘案する必要
- 地域・色分けを分散し、バランスよく調達ポートフォリオを組むことが求められる

水素調達における国・地域別の特徴

国・地域	水素需給	供給コスト	地政学リスク
中東	供給超	低	高
北米	一部除き供給超	低	低
オーストラリア	供給超	やや低	低
欧州	需要超	高	低
その他	南米・アフリカは供給超	—	やや高～高

各国のマッピング



調達国の多様化に加え、Color Diversityを考慮した水素調達を進める必要あり

- 中東産ブルー水素はコスト面で優位性があるが、地政学リスクが顕在化した場合、日本向けの水素供給が停止する可能性
- 地政学リスク抑制の観点で、米国やオーストラリアからも調達し、調達国の多様化によるエネルギー安全保障を確保する必要あり
- Color Diversityの観点から、ブルー水素以外にグリーン、イエロー、ターコイズ水素の製造・調達を図る必要あり
- 地政学リスクの抑制及びColor Diversityの観点を考慮すれば、日本国内での水素製造量を拡充することも極めて重要

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

【参考】LNG導入時の政策にみるエネルギー転換のポイント

- 日本は世界に先駆けて1969年にLNGを導入。S+3Eのバランスに優れ、既存インフラの活用等も導入・拡大に寄与
- LNG導入時の政策を踏まえ、水素・アンモニア、合成メタンへのエネルギー転換の際もそれぞれの特性を踏まえた政策立案、官民連携によるイノベーション促進等の対応が必要

項 目			LNG導入当時	今後のポイント	
			石油・石炭 ⇒ LNG	LNG ⇒ 水素・アンモニア	LNG ⇒ 合成メタン
作 る	コスト 低減	スケール メリット	■ 電力・ガス業界で共同調達 ■ 既存ガス需要＋発電等の需要	■ 発電、ガス代替等の十分な需要の有無	■ 既存需要家が存在（拡大期には需要喚起が必要）
		価格・事業 予見性	■ 長期契約、Take or pay、油価リンク ■ 輸入関税20%の免除措置	■ 投資予見性が見込みにくい ■ 化石燃料より現状割高 ⇒ 予見性確保や値差補填の政策が必要	■ 投資予見性が見込みにくい ■ 化石燃料より現状割高 ⇒ 予見性確保や値差補填の政策が必要
運 ぶ	インフラ 整備	海上輸送	■ 電力・ガス業界で共同調達	■ 新規、もしくは追加のインフラ建設が必要 ■ エネルギー低密度化	■ 既存のインフラを活用可能
		受入基地	■ 最先端技術の結集 ■ 電力・ガス業界で共同運営		
		国内輸送	■ 既存導管網を活用 ■ 熱量2.2倍による効率向上		
使 う	消費機器 整備	熱量変更	■ 顧客の消費機器調整	■ 機器、システムの変更が必要 ⇒ コスト支援策が必要	■ 既存機器を活用可能
	リスク低減		■ 総括原価・参入規制 ■ 人口増で需要拡大	■ 自由競争 ■ 人口減で需要減少 ⇒ 需要喚起策が必要	■ 自由競争 ■ 人口減で需要減少 ⇒ 拡大期に需要喚起策が必要
	環境価値		■ 石油・石炭よりクリーン	■ 燃焼時排出CO₂ゼロ	■ CO₂カウントルールの制度設計
	安全性		■ 原料にCOが含まれない	■ 各物性（アンモニア＝劇物等）に応じた対策が必要	■ LNGと同等

（出所）経済産業省「第2回 海外メタネーション事業実現タスクフォース」資料より、みずほ銀行産業調査部作成

3. 各国の水素戦略

(1) 日本の水素戦略

グリーンイノベーション基金では、水素への予算が最多

- グリーンイノベーション基金を活用したプロジェクトの全体像を見ると、最も多額の予算が確保されているのは水素分野であり、政府の支援姿勢は手厚い
- 燃料アンモニア分野においても多額の予算が配分

プロジェクトの進捗一覧

プロジェクト名	予算規模(億円)
①洋上風力発電の低コスト化	1,195
②次世代型太陽電池の開発	498
③大規模水素サプライチェーンの構築	<u>3,000</u>
④再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造	<u>700</u>
⑤製鉄プロセスにおける水素活用	1,935
⑥燃料アンモニアサプライチェーンの構築	<u>688</u>
⑦CO ₂ 等を用いたプラスチック原料製造技術開発	1,262
⑧CO ₂ 等を用いた燃料製造技術開発	1,152.8
⑨CO ₂ 等を用いたコンクリート等製造技術開発	567.8
⑩CO ₂ の分離・回収等技術開発	382.3
⑪廃棄物・資源循環分野におけるカーボンニュートラル実現	検討中
⑫次世代蓄電池・次世代モーターの開発	1,510
⑬電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発	420
⑭スマートモビリティ社会の構築	1,130
⑮次世代デジタルインフラの構築	1,410
⑯次世代航空機の開発	210.8
⑰次世代船舶の開発	350
⑱食料・農林水産業のCO ₂ 等削減・吸収技術の開発	159.2
⑲バイオものづくり技術によるCO ₂ を直接原料としたカーボンリサイクルの推進	1,767

大規模水素サプライチェーンの構築プロジェクト詳細

研究開発項目	提案者
国際水素サプライチェーン技術の確立 及び液化水素関連機器の基盤の整備	日本水素エネルギー 岩谷産業 ENEOS 川崎重工業 国立研究開発法人物質・材料研究機構
水素発電技術(混焼、専焼)を実現するための技術の確立	JERA ENEOS 関西電力

再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造プロジェクト詳細

研究開発項目	提案者
水電解装置の大型化技術等の開発 Power-to-X大規模実証	旭化成、 東京電力HD 山梨県企業局 日立造船 三浦工業 日揮HD 東京電力EP 東レ シーメンス・エナジー 加地テック
水電解装置の性能評価技術の確立	国立研究開発法人産業技術総合研究所

(出所) 経済産業省 グリーンイノベーション戦略推進会議資料、グリーンイノベーションプロジェクト部会資料、NEDO HP資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

カーボンニュートラルコンビナート(CNK)の構想

- 資源エネルギー庁は2021年より「カーボンニュートラルコンビナート研究会」を立ち上げ、コンビナートを起点とした脱炭素化を構想
- GHG多排出産業が集積しているコンビナートは、脱炭素ソリューションの利用ニーズが高く、水素・アンモニアの先行利用地域ないしは一大消費地となるポテンシャルが高いエリア

CNKの果たす役割

コンビナートは石油精製・石油化学・金属・発電など、GHG多排出産業が集積“立地”“土地”“設備”“人材”の活用で、新たな価値創出を目指す

役割①: 脱炭素エネルギーの受入／生産／供給

→ 水素・アンモニア・CO₂回収等の多様な手段でエネルギーの脱炭素化をサポート

役割②: 炭素循環マテリアルの受入／生産／供給

→ 水素やCO₂の効率的な利用により、炭素循環マテリアル製造をサポート

役割③: 脱炭素技術のテストベッド

→ 脱炭素化技術のテストベッドとなり、事業のスタートアップ・実証・スケールアップを支援

(出所) 資源エネルギー庁「カーボンニュートラルコンビナートの実現に向けた論点整理」より、みずほ銀行産業調査部作成

CNKの実現に向けた産業間連携ポテンシャル

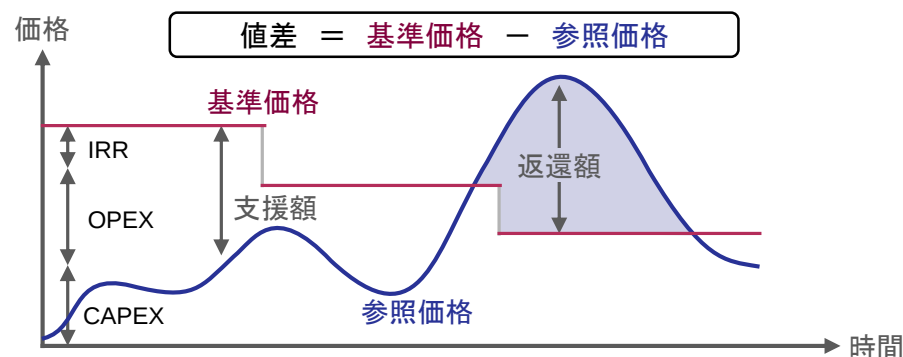
産業間連携ポテンシャル	実施事項
① 水素・アンモニアの共同調達・利活用	- 水素のガスタービン用発電燃料利用 - アンモニアの石炭混焼／専焼設備発電、ナフサクラッカーでの活用
② CO ₂ の共同回収・利活用	- メタネーションによる合成メタン製造 - 合成燃料製造
③ バイオマス原料の共同調達・利活用	- バイオ燃料製造 - バイオマス発電
④ 廃棄プラスチックの共同調達・利活用	- 廃棄プラスチックのケミカルリサイクル - ゴムのリサイクル
⑤ 省エネルギー・省資源の取り組み強化	- 副生水素活用 - オフガスメタン・水素の利活用 - 蒸気や廃熱の利活用
⑥ CCSの共同実施	- 火力発電所のCCUS活用(含EOR) - CO₂の埋設

(出所) 資源エネルギー庁「カーボンニュートラルコンビナートの実現に向けた論点整理」より、みずほ銀行産業調査部作成

今後の水素・アンモニアに対する支援の方向性～大規模サプライチェーン構築

- 今後はサプライチェーン構築及び供給拠点形成の観点での支援を推進する方向
- サプライチェーン構築では水素・アンモニアの基準価格と参照価格の値差を補填する支援策が目玉に
 - 支援期間は原則15年
 - 支援対象は原則としてクリーンな水素・アンモニア

値差補填制度の概要



基準価格: 単位販売量あたりの対価として、その水準での収入があれば事業継続に要するコストを合理的に回収でき、かつ適正な収益を得ることが期待される価格（一定期間ごとに見直される見込み）

参照価格: 既存燃料のパリティ価格（注）を基礎として設定される価格。水素はLNG価格、アンモニアは石炭価格をそれぞれ参照する。

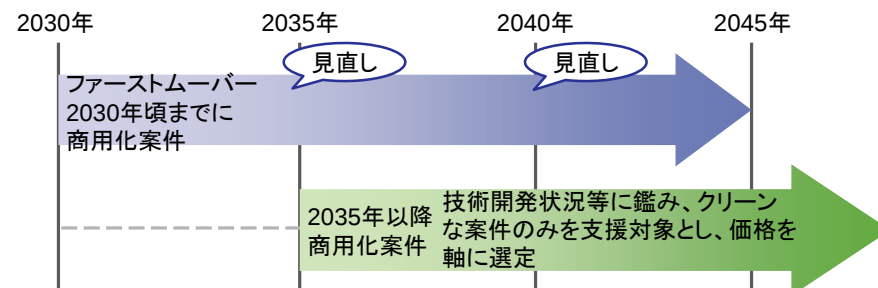
- 事業者が供給する水素に対し、基準価格と参照価格の差額（の一部または全部）を支援。また、一定年数経過時点ごと基準価格を実績と見直しに合わせて見直す機会（例：5年）を設ける

（注）水素等と比較して、同じ熱量もしくは仕事を得るのに必要な燃料の市場価格

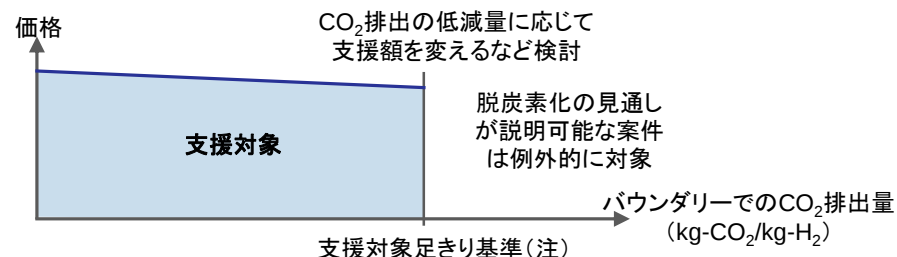
（出所）資源エネルギー庁「第7回水素政策小委員会/アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会合同会議」中間整理より、みずほ銀行産業調査部作成

値差補填制度の期間と対象

- 選定されたファーストムーバーについて、支援期間は15年（状況に応じて20年）



- 原則としてクリーンな水素・アンモニアが支援の対象



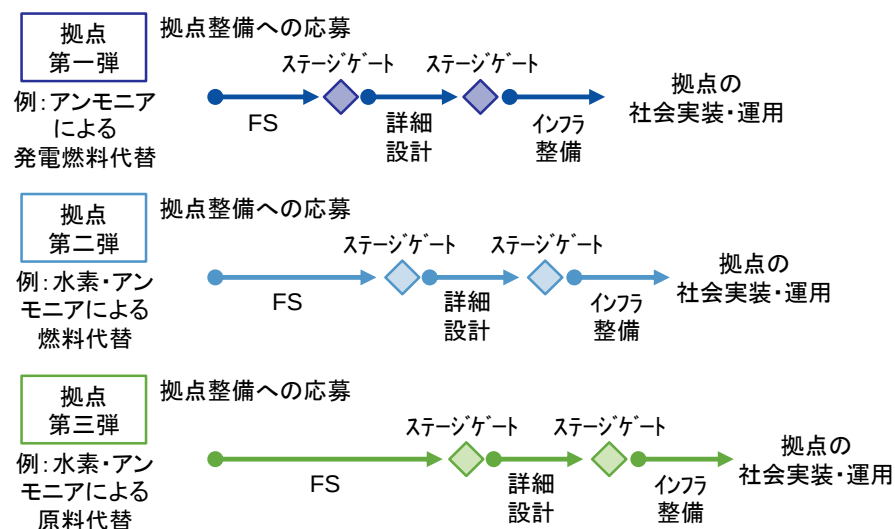
（注）国際的に遜色のない基準を設定する方針

（出所）資源エネルギー庁「第7回水素政策小委員会/アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会合同会議」中間整理より、みずほ銀行産業調査部作成

今後の水素・アンモニアに対する支援の方向性～供給インフラ整備

- 供給インフラ整備については、国際競争力のある産業集積を促す拠点整備を支援
- 今後10年間で、大都市圏を中心に大規模拠点を3カ所程度、地域に分散して中規模拠点を5カ所程度整備予定
 - 支援対象は複数社での共用インフラが念頭に

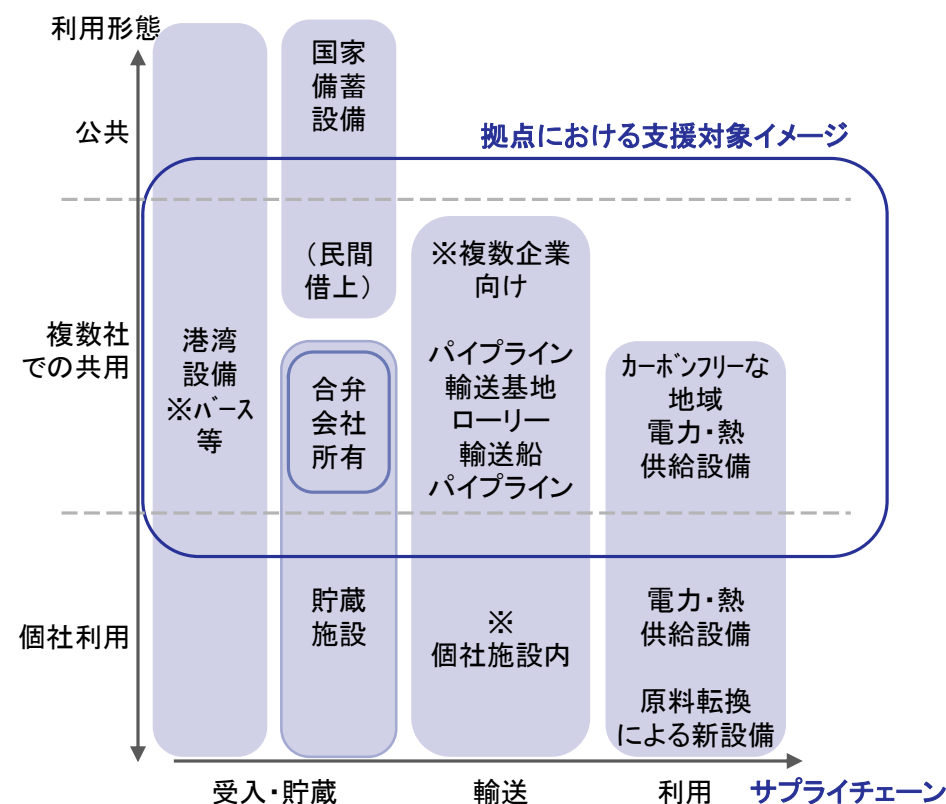
供給インフラ整備に向けた支援



- 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

(出所)資源エネルギー庁「第7回水素政策小委員会/アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会合同会議」中間整理より、みずほ銀行産業調査部作成

拠点形成に必要なインフラ・設備の利用イメージ



(出所)資源エネルギー庁「第3回水素政策小委員会・アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会合同会議」より、みずほ銀行産業調査部作成

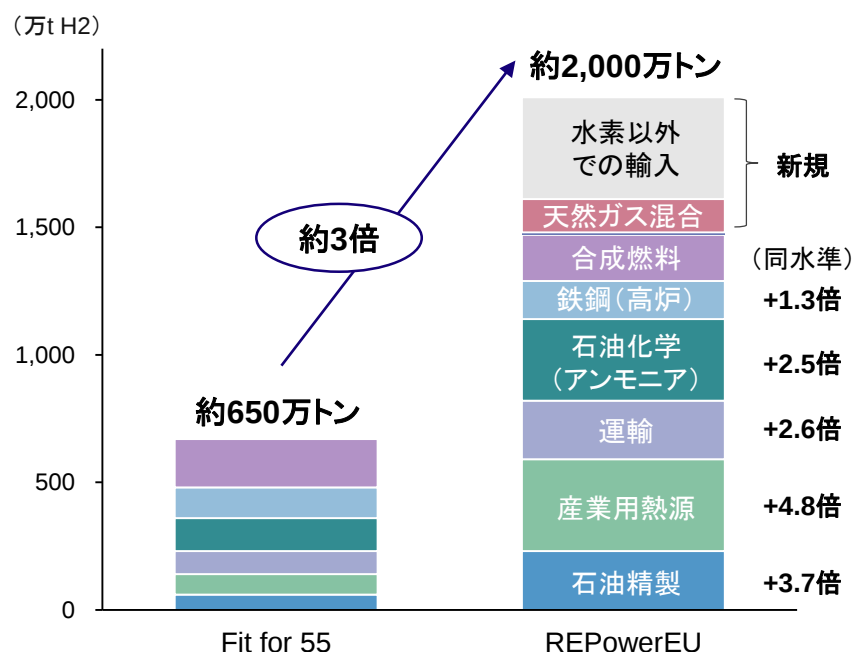
3. 各国の水素戦略

(2) 水素輸入国の戦略

欧州：REPowerEUにより水素需要の大幅増を見込む

- REPowerEUにおける2030年のセクター別水素需要はFit for 55(注)対比で約3倍の2,000万トン/年を見込み、供給面では域内製造と輸入のそれぞれで1,000万トン/年のグリーン水素確保を目指す
- 欧州委員会はタクソノミーにて、製造から消費で生じるCO₂を7割超減らした水素をクリーンとする規則を施行
 - クリーンな水素製造(主にブルー水素を想定)において、EUタクソノミーの基準が国際標準化する可能性も

セクター別水素利用の見通しの変化(2030年時点)



グリーン水素の供給については、2030年までにEU域内製造1,000万トン/年、輸入1,000万トン/年の確保を目指す

クリーンな水素製造に係る環境基準

- CO₂をどれだけ減らせばクリーンとみなせるか、包括的な国際標準は現時点で存在しない
- CO₂を減らす技術に投資マネーを呼び込むべく、EUや英国、米国が世界に先駆けて基準を明示し、国際標準作りで先行したいとの思惑がある

環境基準	内容
サーティファイ(欧州)	製造段階までに出るCO ₂ を6割削減。今後基準引き上げを見込む
EUタクソノミー規則	製造から輸送、燃料消費までに発生するCO ₂ を7割超削減
低炭素水素法案(英国)	製造時までに出るCO ₂ を85%程度削減
【参考】インフラ法(米国)	製造時のCO ₂ を8割以上削減

国内企業はサーティファイが定める6割削減を意識しているケースが多く、欧米の基準に満たない水素事業は将来的に投資を呼び込めなくなるリスクあり

(注) 2021年欧州委員会が発表した2030年の温室効果ガス削減目標。1990年比、55%削減が目標

(出所) 欧州委員会「Implementing The REPowerEU Action plan」資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

韓国: 2021年10月に水素先導国家ビジョンを策定

- 2022年5月、国内外のクリーン水素（グリーン水素とブルー水素）の先導、インフラ構築、日常での水素活用、サプライチェーン基盤強化の為、水素先導国家ビジョンを策定。水素経済のマイルストーンを公表した

削減目標	中期目標(NDC) 2030年までに ▲40%(2018年対比)	長期戦略 2050年までに カーボンニュートラル	水素の 位置づけ	電力、輸送、産業部門の低炭素化に水素を 利活用可能												
水素・FC 政策の 全体像	■ 産業通商資源部が「水素経済活性化ロードマップ」(2019年1月)にて水素・燃料電池政策の全体像を定める — 2018年6月産業通商資源部が、水素燃料電池産業の創出へ2.6兆ウォン(2,500億円)を予算計上(2022年まで) — 2019年に第三次マスタープランを公表。水素をエネルギーミックスの重要な役割と位置づけ。燃料電池技術へ注力 ■ 産業通商資源部が「水素輸入タスクフォース」(2020年6月)と「水素委員会」(2020年7月)を発足 ■ 「水素経済の育成および水素安全管理に関する法律」を施行(2021年2月) ■ 水素インフラの構築と水素SCの基盤強化の為、「水素先導国家ビジョン」を策定(2021年10月)															
定量目標	■ FCEV等の利用アプリケーションや水素ステーション等の導入目標を示す <table><tr><td></td><td>2022年</td><td>2040年</td></tr><tr><td>FCEV</td><td>8.1万台</td><td>620万台</td></tr><tr><td>FCバス</td><td>0.2万台</td><td>6万台</td></tr><tr><td>水素ST</td><td>320カ所</td><td>1,200カ所</td></tr></table> ■ 水素コストやSC全体の定量目標も定める		2022年	2040年	FCEV	8.1万台	620万台	FCバス	0.2万台	6万台	水素ST	320カ所	1,200カ所	施策例 (予算詳細)	■ 産業通商資源部 — バスの耐久性向上に向けた実証 — 天然ガス等との統合水素ST実証 — 既存STにおける実証実施のための特例法設置 — 水素・アンモニア発電実証推進団発足(2021年11月) ■ 産業通商資源部、環境部 — 再エネ水素ステーション技術開発実証	
	2022年	2040年														
FCEV	8.1万台	620万台														
FCバス	0.2万台	6万台														
水素ST	320カ所	1,200カ所														
新政権の 動向	■ 2022年7月5日、国務会議にてユン新政権における「新政権のエネルギー政策方向」を議決 — 2030年エネルギーミックスのうち、原発の割合を30%以上に拡大(前政権時は23.9%) — クリーン水素のサプライチェーンを構築し、世界一の水素産業を育成する ■ 2022年10月～12月に「第10次電力需給計画」を策定し、2023年3月に「国家カーボンニュートラルグリーン成長基本計画」を策定・公表予定															

(出所)環境省「脱炭素化に向けた水素利活用に係る国内外の動向」より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】米国：近年で最も積極的な環境法であるインフレ抑制法(IRA)が成立

- 2022年8月、エネルギー・気候対策に3,910億ドルを歳出するインフレ削減法が成立
- その財源として、法人最低税15%課税中心に7,380億ドルを捻出し、財政赤字の削減を狙う

Inflation Reduction Act Summary (2022年9月7日最終計)

予算(2022～2031年)		(10億ドル)	財源(2022～2031年)		(10億ドル)
エネルギーと気候変動対策		391	ヘルス関連節約		281
クリーン電力の税額控除		161	前政権の処方薬リベート・ルール撤回		122
大気汚染と有害物質対策費用		40	特定薬品価格の交渉		96
個別のクリーンエネルギー促進費用		37	薬品価格インフレ上限キャップ		63
クリーンな製造税額控除		37	歳入		457
クリーン燃料と車両税額控除		36	15%法人税最低税		222
農地保全と農村開発、森林		35	IRS税金取締ファンディング		101
エネルギーインフラ投資		27	1%自社株買い課税		74
その他のエネルギー及び気候変動歳出		18	超過事業損失制限の2年延長		53
医療保険		109	メタン排出費、Superfund課税等		7
ACA(オバマケア)補助金の3年延長		64	総収入		738
メディケア・パートDの見直し		44	純財政赤字削減		238
総支出		499	(注)ACA補助金の恒久的延長の場合		90

(出所) Committee for a Responsible Federal Budget、Congressional Budget Office (CBO)公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】米国：IRAの税額控除

- 水素製造に対して、Inflation Reduction Actでは税控除を付与
 - よりクリーンな水素製造に対して、税控除額が増額

水素関連の税控除等

- 2022年以降に水素が生産された設備、もしくは、2033年1月1日までに建設された設備が対象
- 10年間の税控除(PTC)の享受が可能／ITCへの転換も可能
- 賃金等の規定された要件を満たした場合、得られる税控除が5倍
- 45Qの税控除を享受している設備は当該税控除の対象外

Carbon Intensity	Tax Credit amount	5倍
4 kg of CO ₂ e>	\$0	\$0
4-2.5 kg of CO ₂ e	\$0.12	\$0.60
2.5-1.5 kg of CO ₂ e	\$0.15	\$0.75
1.5-.45 kg of CO ₂ e	\$0.20	\$1.00
.45 kg of CO ₂ e	\$0.60	\$3.00

(注1) PTC=Production Tax Credit 再生可能エネルギーに関する生産税額控除
 (注2) ITC=Investment Tax Credit 再生可能エネルギーに関する投資税額控除
 (出所) 各種公開資料より、みずほ銀行産業調査部作成

その他のエネルギー関連の税控除等

- 再エネへの税控除(PTC／ITC)を拡充。国内生産比率を増額した場合、税控除をボーナスとして追加
- バイオ燃料製造への税控除を拡充
- 蓄電設備への税控除を追加
- SAF製造への税控除を追加

CCSの税控除(45Q)等

- 2032年12月31日までに建設された設備が対象
- 12年間の税控除(PTC)の享受が可能／ITCへの転換も可能
- 最低貯留量がDAC:1,000MT 発電:18,750MT その他:12,500MT
- 賃金等の規定された要件を満たした場合、得られる税控除が5倍

Technology	Tax Credit amount (Base)
Carbon captured and used for enhanced oil recovery (EOR) or utilization	\$12
Industrial Source (direct sequestration)	\$17
DAC (used for EOR or utilization)	\$26
DAC (direct sequestration)	\$36

(出所) 各種公開資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】中国：2025年のFCEV／再エネ由来水素／脱炭素効果の目標を設定

- 政府は2022年3月23日に「水素エネルギー産業中長期計画（2021年～2035年）」を発表し、2025年、2030年、2035年に向けた発展目標と対応する取り組みを設定
 - － 特に2025年に向けては、具体的な数値目標、並びに応用示範事業（交通／貯蔵／発電／利用）を例示
- モデル事業を含め、決して真新しい内容が示されたわけではないが、「水素」にフォーカスした中長期政策として、今後の具体的な政策をつなぎ合わせる中核を担うことが期待される

政策で掲げられた主要発展目標（2025年、2030年、2035年）

2025年：コア技術・プロセスの掌握と各種インフラの整備

- コア技術と製造プロセスの基本的な掌握
 - － 燃料電池車保有台数：約5万台
- 水素燃料補給ステーション建設第1段の配備
 - － 再エネ由来水素の規模：10～20万トン/年
 - － 二酸化炭素削減効果：100～200万トン/年

2030年：カーボンピークアウト目標の達成を強力に下支え

- 水素産業技術イノベーション体系の完備
- クリーンエネルギー（≡再エネ）製水素生産・供給体制の形成

2035年：エネルギーの「緑色転換」における重要な役割の発揮

- 水素エネルギー産業システム・多様な応用エコシステムの構築
- 末端消費に占める水素活用比率の大幅な増加

政策で言及された具体的な取り組み事項

2025年までに注力する「水素産業イノベーション応用モデル事業」

- | | |
|----|--|
| 交通 | <ul style="list-style-type: none"> □ 鉱業・港湾・園區等での固定ルート走行トラックでの実証 □ 都市バス、配送車両、衛星車両等の公共分野での実証 □ 船舶、航空機、その他分野での実証 |
| 貯蔵 | <ul style="list-style-type: none"> □ 再エネ資源／水素需要に優れる地域での商業運用事業の探求 □ FCEV実証路線等における、分散型再エネと連携した低コスト水素の地産地消モデル |
| 発電 | <ul style="list-style-type: none"> □ マイクログリッドにおける熱電併給燃料電池活用の促進 □ 基地局併設燃料電池を活用した[公・民]各施設での応用 |
| 利用 | <ul style="list-style-type: none"> □ 水素冶金、合成アンモニア／メタノール、石油・ガス生成への応用 |

中長期目線での各取り組みの方向性

- イノベーション体系の完備
 - － コア技術の改善／産業支援プラットフォームの構築／国際協力の推進
- インフラ構築の統一的な促進
 - － レイアウトの合理化／貯蔵・輸送体系整備／ステーション網の統一計画
- 多様な示範応用事業の着実な推進（上記、示範事業もその一部）

（出所）政府政策文書等より、みずほ銀行産業調査部作成

主要国の水素関連政策比較

- 欧米日は各国の強み・地理的条件・政治・社会的特性に適した水素関連政策を採用
- 日本は地理的条件や水素関連の強みが欧州に類似する一方で、政策の方向性は米国に類似していると言える

各国と日本の政策比較

	地理的条件	水素関連の強み	政治・社会的特性	水素政策の方向性
日本	- 国内のエネルギー賦存量では需要が賅えない - 近隣にエネルギー供給を頼れる友好国が少ない	- 水電解槽や水素運搬、水素発電タービンに代表される技術力 - 世界に先駆けて水素戦略を発表	安定的な資源調達政策と、それに支えられたモノづくりを中心とした産業振興を志向	- 水素サプライチェーン構築に資する技術を磨くためのR&D支援が中心 - 近年では海外での供給適地確保や国内受入地の確保を企図
欧州	- 域内のエネルギー賦存量では需要が賅えない - 域内間や近隣諸国との間のエネルギー輸送が容易	- 再エネに注力 - 水素製造技術とPEM型燃料電池に優位性	歴史的に規制の強化を通じた環境問題対応への意識が高い	- 域内の再エネや電解槽技術を活用できるグリーン水素へ重点的に支援 - IPCEI等へのCAPEX支援を通じ、製造のスケールアップを企図 - 規制的措施を通じ需要を創出 - 産業界におけるグリーン水素利用促進に向け、CfDの導入検討も - 輸入に向けた外交を積極展開
米国	- 化石資源及び再エネが豊富に賦存しており、エネルギー需要を国産資源で賅うことが可能 - 一部近隣友好国からエネルギー輸入	- 化石資源・再エネともに安価 - CCS適地が豊富	- 二大政党制の下、政策の一貫性に不確実性が存在 - 州政府の権限が強い - その結果、全国大の規制導入に一定の制約が存在	- 第一の目標はコスト低減を通じた水素の価格競争力の強化 - 水素製造・輸送・利用それぞれの段階でR&Dを支援 - 当面は、水素ハブを選定することで局所的な利用を志向

地理的条件や水素関連の強みは欧州に類似する一方、政策の方向性は米国に類似
 今後は早期の社会実装実現に向けた政策が求められる

(注) IPCEI: 欧州共通利益に適合する重要プロジェクト
 (出所) みずほ銀行産業調査部作成

4. まとめ

日本が水素を巡る競争で勝ち抜くための方策について

本レポートのまとめ

日本における 水素の需要量 (弊行試算)

- **日本の2050年の水素需要量は約24百万トン/年**(グリーン成長戦略で試算された約20百万トンを上回る)
- 発電・自動車・鉄鋼での水素利用は期待されるが、グリーン成長戦略で試算された程の水素需要量には至らない見込み
- ガスエネルギー代替の水素需要量は発電に次ぐ規模と見込まれ、水素の大口需要家として期待される
- 日本の水素需要量は、2030年から2050年に掛けて急激に増加するテールヘビー型を想定

日本における 水素の供給量 (弊行試算)

- **日本の2050年の水素供給量は約4～5百万トン/年と限界的で、約20百万トン/年の水素海外輸入が必要**
- 2050年時点では、**中東からのブルー水素・アンモニアの輸入が最も経済性が高い**が、水素・アンモニア輸入を特定の国・地域に依存する**一極集中型はエネルギー政策上のリスク**
- 米国や豪州のブルー・グリーン水素も相応の価格競争力を有し、CCS適地確保と運搬網が整えば国内生産のコスト競争力も輸入水素に大きくは見劣りしないため、**バランスを考慮した水素調達**が日本にとっては肝要

各国・地域の 水素戦略と 水素外交

- **欧州の2030年の水素需要量は20百万トン/年、域内生産量が10百万トン/年と輸入量が10百万トン/年の目標で、域内並びにアフリカ・中東・中南米・豪州等でのグリーン水素製造**を官民で推進し、水素圏確立、グリーン水素主流化、スケールアップによるコスト低減を推進
- 韓国は官の明快な政策の下での民の総額4兆円超の投資で早期大規模商用化を推進、独国・仏国・英国・豪州といった国々が水素の国家戦略を策定・改定しており、水素を巡る国際競争は激化の様相
- 日本の取り組みは水素サプライチェーン構築に資するR&Dと実証が中心、近年は海外供給適地や国内受入基地の確保を企図した政策支援・実証に着手



日本が水素を巡るグローバル競争を勝ち抜くための方策は？

論点

- 日本の水素需要は、欧州等に比して、量が少なく、普及期が遅い
- 日本の水素供給は、海外からの輸入が中心となる
- 諸外国の水素普及に向けたスピードとスケールは、日本を大きく凌駕する計画となっている
- 日本及び日本企業は、水素関連技術で先行しており、着実なR&Dと実証で技術優位を発揮し得るポテンシャル有り

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

水素需要拡充に向けた現在地

- 技術的課題、技術開発動向、価格競争力、パリティコストの各要素より、現行エネルギー源から水素・アンモニアへの転換に向けた現在地を整理

	技術的課題・テーマ	技術開発動向				価格競争力 (2022年4月時点)		パリティ コスト
発電	■ 水素発電技術の早期実用化 — 水素-ガス火力発電: 混焼・専焼 — アンモニア-石炭火力発電: 混焼・専焼	水素・ アンモニア 混焼	水素・ アンモニア 専焼	水素・ アンモニア 燃料サプライ チェーン	水素(専焼) 52円/kWh 水素(10%混焼) 20.9円/kWh	>	LNG火力 10.7円/kWh	LNG火力 14.3円/Nm3
ガス 代替	■ メタネーション技術の早期確立 ■ メタネーションによる大規模製造 — 国内外サプライチェーン構築	メタネ- ション技術	合成メタン 大規模 製造	CO2・水素 サプライ チェーン	合成メタン ガス導管 投入	>	LNG(都市ガス) 40~50円/Nm3	工業用 都市ガス 15.1円/Nm3
自動車	■ FCTラック・バスの早期商用化 ■ 水素ステーション(商用車用途)の 開発・整備	FC商用車 実用化	FC商用車 量産化	水素充填 インフラ 整備	水素燃料 サプライ チェーン	FCEVとHEVの車両価格差解消 現状300万円(将来的に70万円へ)		
					水素 7.2円/km	<	ガソリン 10.9円/km	ガソリン 90円/Nm3
						≒	軽油 7.4円/km	軽油 50円/Nm3
鉄鋼	■ 水素還元製鉄技術の確立	水素還元製鉄技術		水素燃料 サプライチェーン	製鉄用水素 単価未定	>	製鉄用コークス 8円/Nm3	製鉄用 コークス 8円/Nm3
船舶	■ 水素燃料船・燃料電池船・アンモニア燃料船の開発 ■ 港湾における水素供給設備の普及	水素燃料船	燃料電池船	アンモニア 燃料船	水素 228,103円/t	>	A重油 94,400円/kl	A重油 23.3円/Nm3

(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

水素需要拡充に向けた想定シナリオ(1)

- 日本においては、規制的措置導入の蓋然性が低いことを踏まえると、水素エネルギーへの早期転換を図るには、早期の技術確立と既存エネルギー対比価格競争力を持つことが前提に
- 2030～2050年に向けた水素用途毎の普及シナリオは以下の通りだが、水素の需要量が大きく、水素導入の蓋然性が高い、「発電」と「ガス代替」、「自動車」での早期拡充がカギとなる

水素用途毎の2030年～2050年に掛けての普及想定シナリオ

発電	■ 2022年時点では水素専焼(52円/kWh)、混焼(20.9円/kWh)ともにガス火力(10.7円/kWh)よりコストは割高 ■ ガス・石炭火力発電は、2030年時点では一部で水素・アンモニア混焼が商用稼働し、2050年時点では全てが水素・アンモニア専焼またはCCS付となっている公算
ガス代替	■ 2022年時点ではLNG(40～50円/Nm3)対比合成メタン(120円/Nm3)は割高、実用化には更なる技術開発と低コスト水素の調達が不可欠 ■ 2030年時点では試験的に少量の合成メタンが導入され、2050年に掛けて合成メタンが大量導入されると見込む
自動車	■ 2022年時点で軽油と燃料水素のkmあたりコストはほぼ同等(ただし、FCEVの車両価格がエンジン車対比かなり割高で、現在は水素が燃料税の課税対象外のため今後燃料税が賦課される可能性あり) ■ 商用FCEV(トラック・バス)の実用化に伴い、水素ステーションの更なる普及、FCモジュールのパッケージ化による車両価格の引下げ、燃料水素価格の低減が進めば、2030年以降に商用FCEVが普及する見通し
鉄鋼	■ 経済産業省の技術ロードマップ通りに技術開発が進めば、2040年以降の高炉改修時期で粗鋼生産量の40%程度が水素還元鉄に移行する見通し
船舶	■ 船舶の動力源は、電力(蓄電池)、水素(燃料電池、燃料)、アンモニア(燃料)、カーボンリサイクルメタン(燃料)、と複数選択肢の開発が並立 ■ 技術開発、インフラ整備、低コスト化が前提だが、水素は小型内航船で、アンモニアは大型外航船(国際海運)での利用が見込まれる

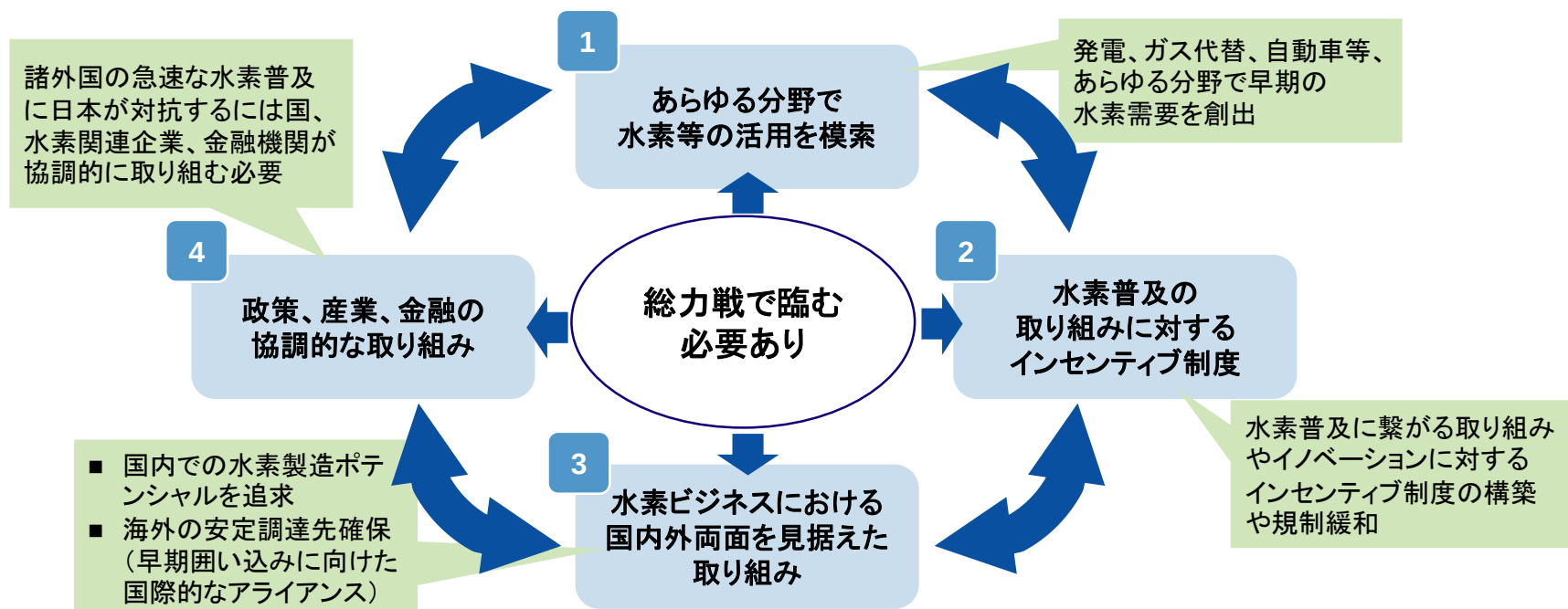
 水素需要量の大きい、水素導入の蓋然性の高い、水素普及時期の比較的早い、「発電」・「ガス代替」・「自動車」がカギに

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【小括】水素普及に総力戦で取り組むことがS+3Eの実現に繋がる

- 日本が欧州をはじめとする諸外国と水素を巡るグローバル競争を戦うには、「総力戦」での対応が不可欠

水素のグローバル競争を勝ち抜くには、政策・産業・金融の好循環の実現が必要



上記取り組みにより、自給率・経済効率性・環境適合の3E向上に繋がる

- ✓ 水素関連技術の早期開発を進め、2030年に向けて需要と供給の拡大を同時並行的に進める
- ✓ 地域の実情に応じた自立型水素エネルギー供給システム構築により、レジリエンスの強化が可能
- ✓ 輸入水素に頼るだけでなく、国内の水素製造ポテンシャルを高めることでエネルギー自給率の向上が図れる
- ✓ 水素権益確保に向け、国際的なアライアンス構築も一案。水素移行後も自主開発比率を下げないことが重要

〈エネルギー政策の基本方針〉

安全性 (Safety)

自給率
(Energy Security)

経済効率性
(Economic Efficiency)

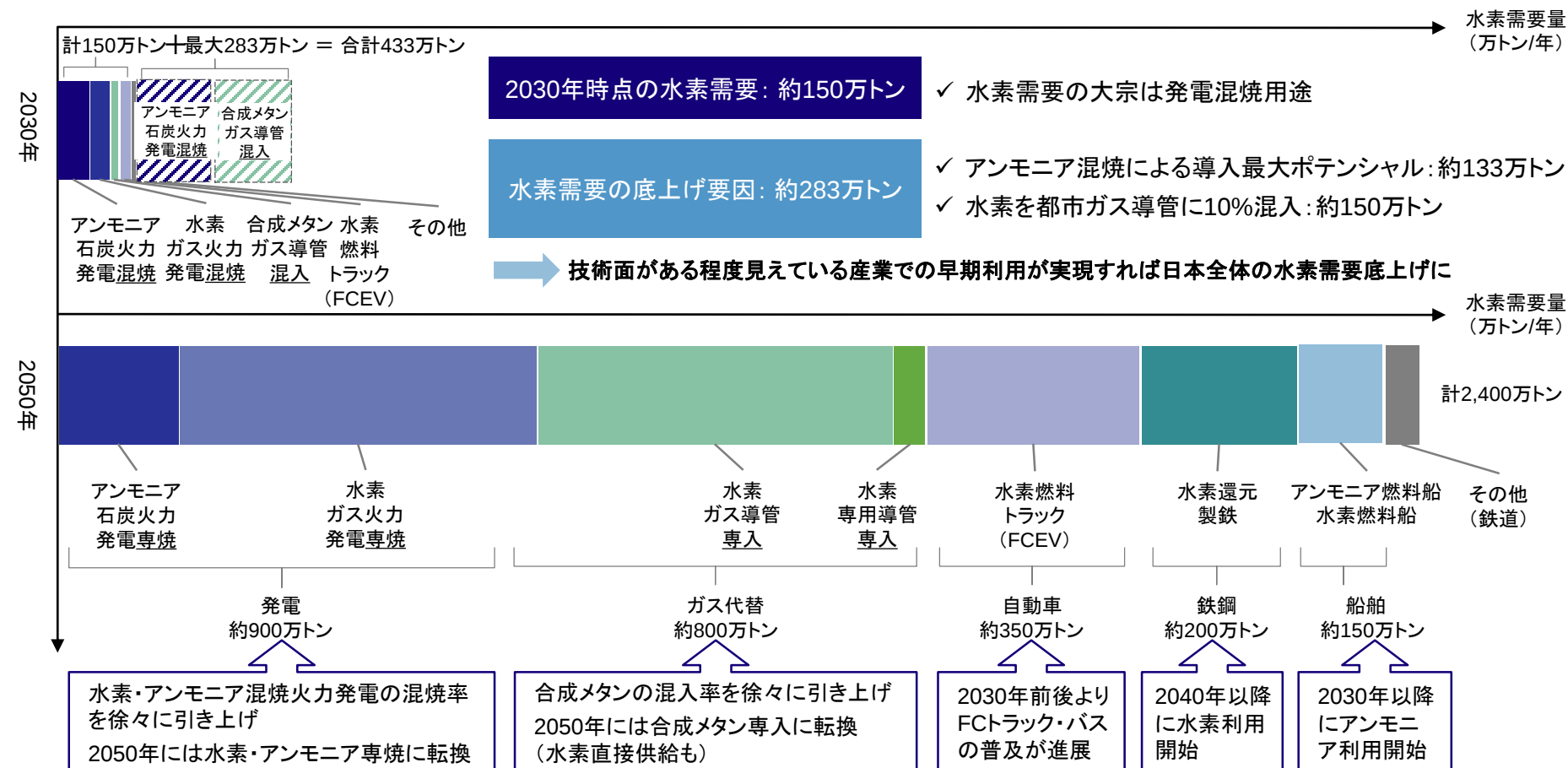
環境適合
(Environment)

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

水素需要拡充に向けた想定シナリオ(2)

- 日本の水素需要は、2040年以降にしか水素需要が生まれない用途もあり、2050年に向けたテールヘビー型を想定するが、2030年時点の技術の延長線で需要が大きく伸びる発電・ガス代替・自動車での早期需要創出が重要に

日本における水素の用途別需要拡大の時間軸（弊行試算を基にしたイメージ図）

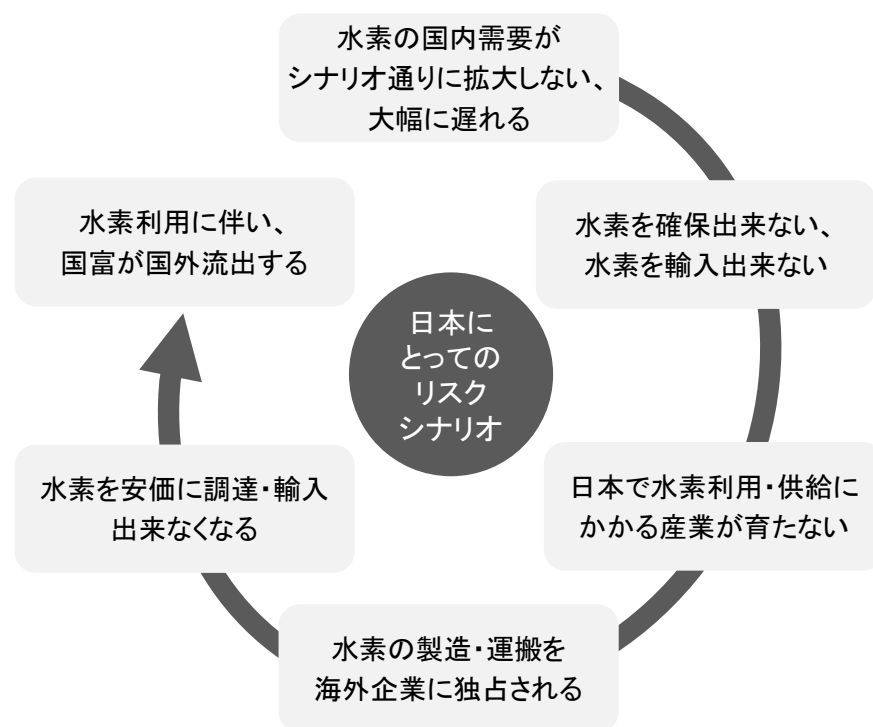


(出所) 資源エネルギー庁「今後の火力政策について」より、みずほ銀行産業調査部作成

日本にとってのリスクシナリオ

- 水素の国内需要拡大が進まず、大幅に遅れると日本にとって様々なデメリットが生じ得る
- 日本がリスクシナリオに陥ることを回避するためには、国内での技術開発、国内での需要喚起とサプライチェーン構築、輸入を展望した海外の水素製造・運搬プロジェクト等に日本企業が積極的に参画するための政策支援が必要に

水素の普及が進まない際の日本にとってのホラーストーリー



日本がリスクシナリオに陥ることを回避するための論点

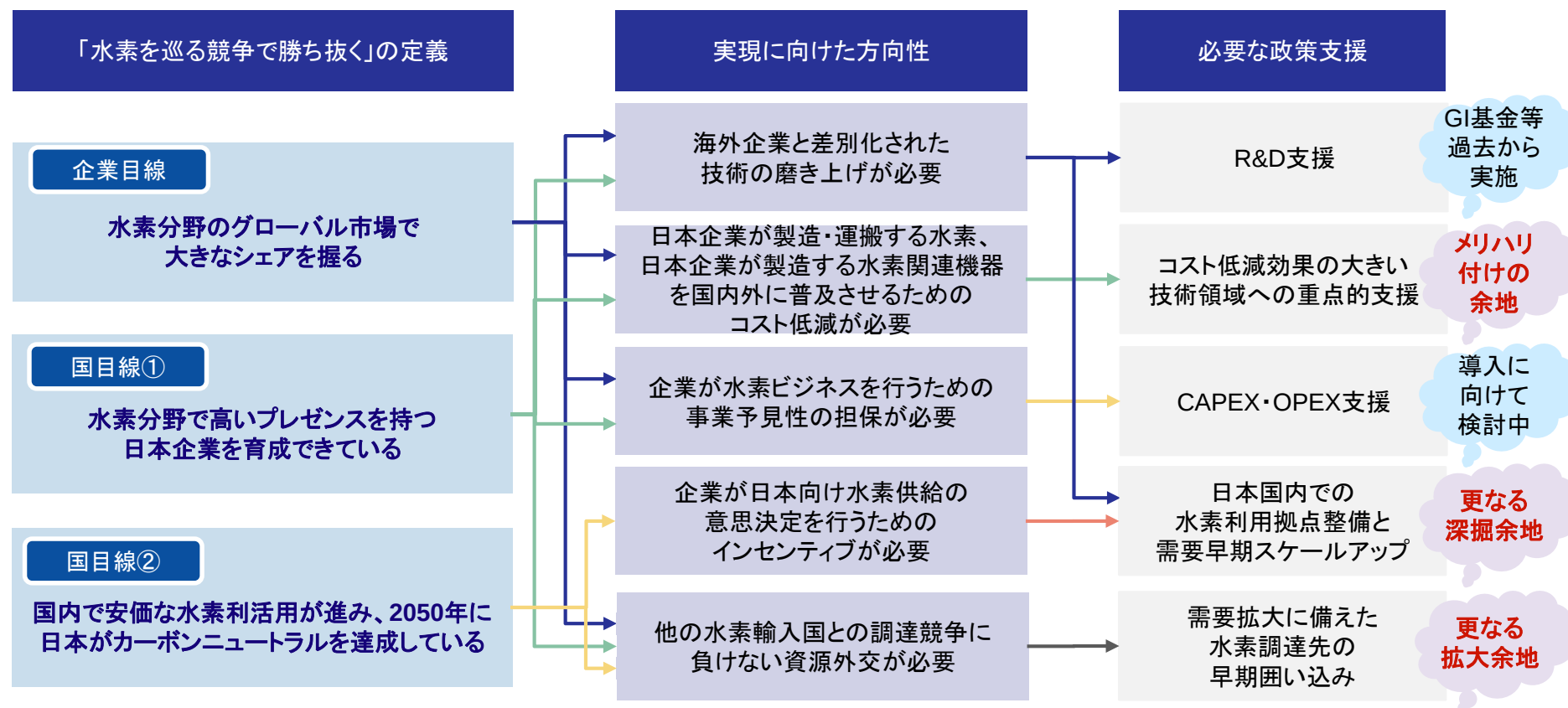
- ✓ 国内需要拡充に資する戦略的な政策支援
- ✓ 輸入を展望したエネルギー外交
- ✓ 国内供給網整備(含む水素・アンモニア受入基地)に向けたセクターを超えた協業・連携と政策支援
- ✓ 海外の製造・運搬プロジェクトへの日本企業の参画と政策支援

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

日本が水素を巡る競争で勝ち抜くための方策

- 「日本が水素を巡る競争で勝ち残る」には、「水素市場で高いプレゼンスを持つ日本企業が育成できている」や「国内での安価な水素利活用が進み2050年に日本がカーボンニュートラルを達成している」といった状態を実現する必要
- 様々な政策が実行・検討されているが、更なる深掘の余地のある支援施策も考えられる

「勝ち」の定義と方向性

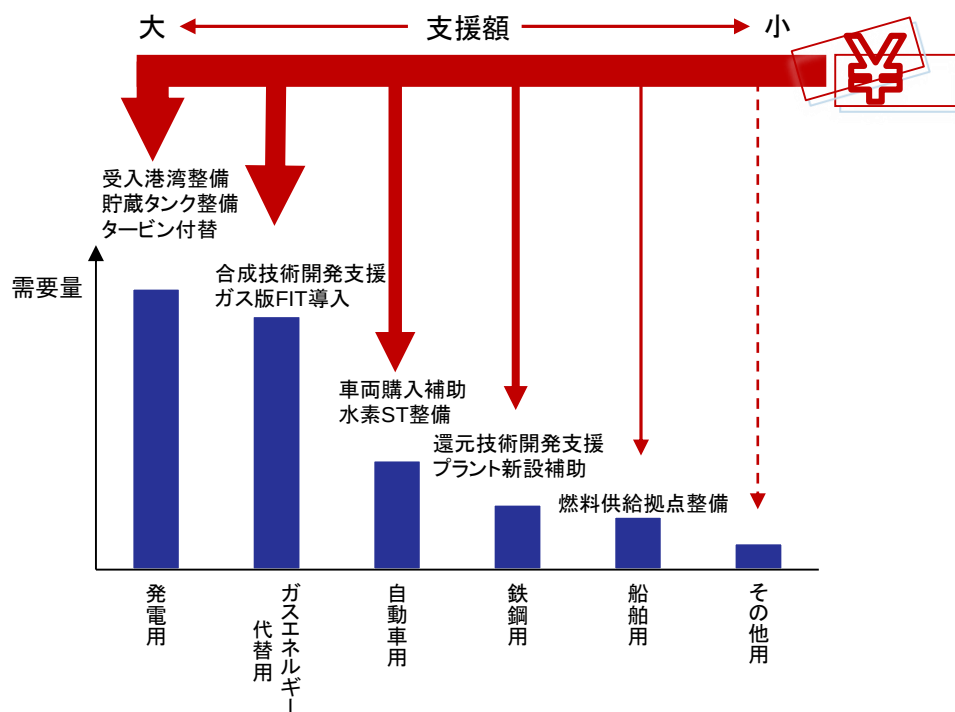


(出所) みずほ銀行産業調査部作成

今後期待される政策：メリハリの効いた支援制度構築

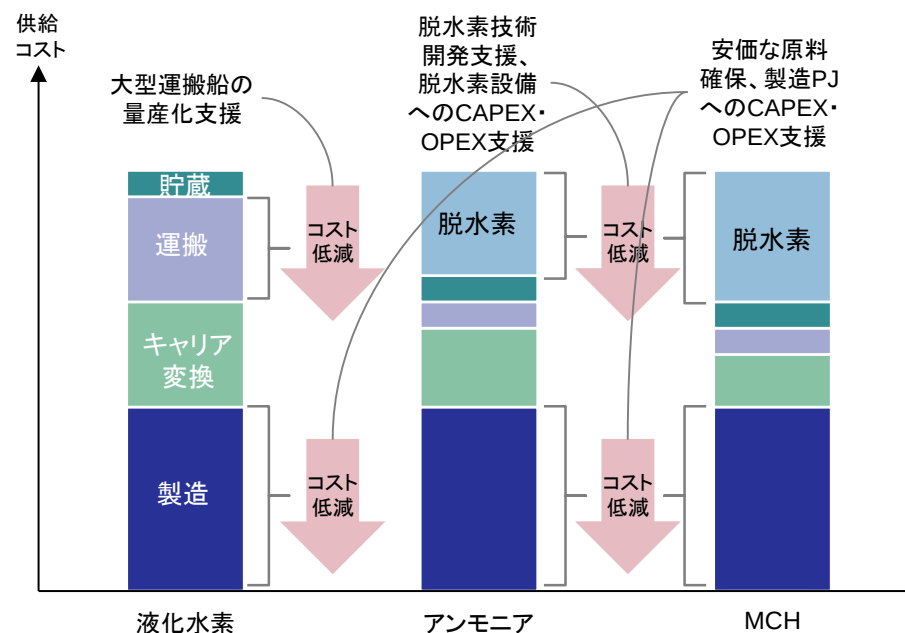
- 需要面では、特に大きな需要が見込まれ、技術確立しつつあり、商業化の蓋然性が高い「発電」、「ガス代替（特に産業用熱エネルギー用途）」、「商用車」に重点的に水素利用のインセンティブ付けを行うことが効率的で効果的
- 供給面では、水素は製造段階のコスト比率が高いため、「製造技術開発」や「海外での安価なブルー・グリーン水素の確保」に優先的に取り組むことで、効率的で効果的なコスト低減が実現し得る
- 輸送手段別では、液化水素では液化・運搬のコスト、アンモニアとMCHでは脱水素のコストの低減への支援が重要に

水素需要増大のための優先順位付け



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

水素コストの低減のための優先順位付け

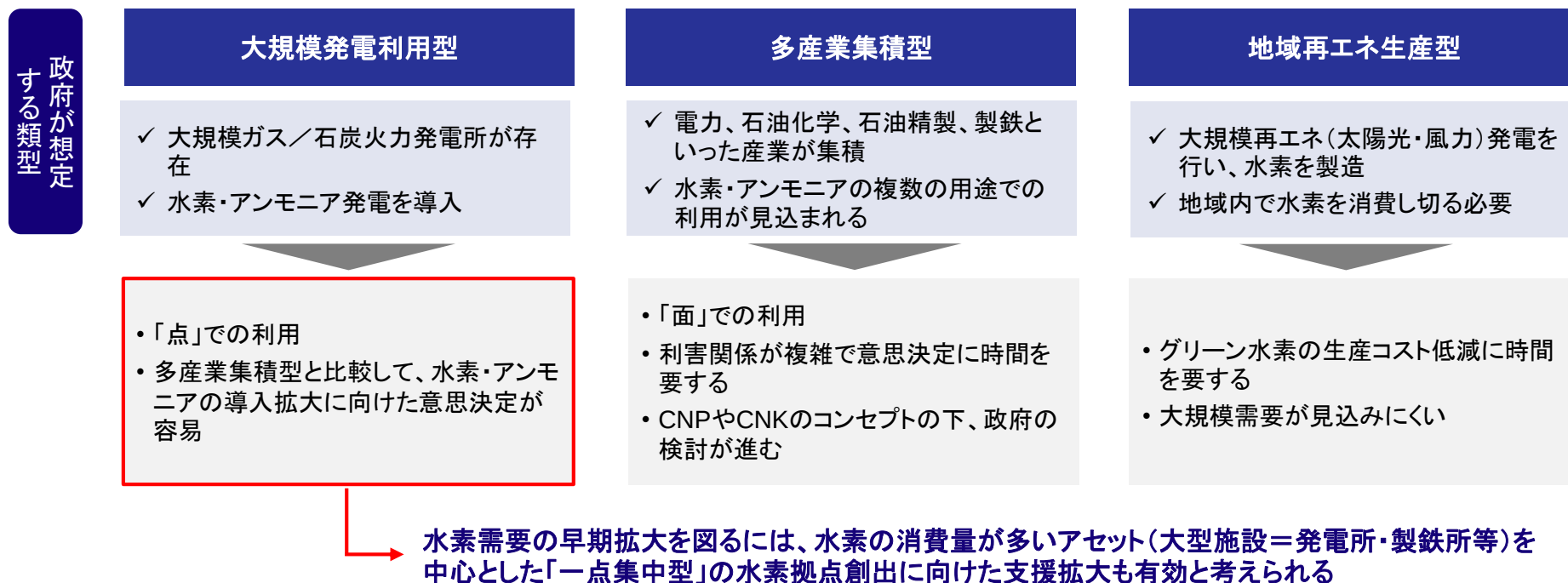


(出所)みずほ銀行産業調査部作成

今後期待される政策:「一点集中型」による水素需要早期立上げ

- 水素・アンモニアの需要拡大に向け、潜在的需要地における拠点整備の検討が進む
 - CNPやCNK等の面的利用のコンセプトの検討が進むが、利害関係が複雑で検討に時間を要する等の課題も
- 需要の早期拡大には、発電所や製鉄所といった水素の大規模利用が見込まれるアセットを中心とした特定のエリアを指定し、国策のモデルPJとして拠点整備費用の大半を公的資金で賄うといった「一点集中型」での手厚い支援も有効と考えられる

水素・アンモニアの潜在的需要地の類型に対する弊行理解

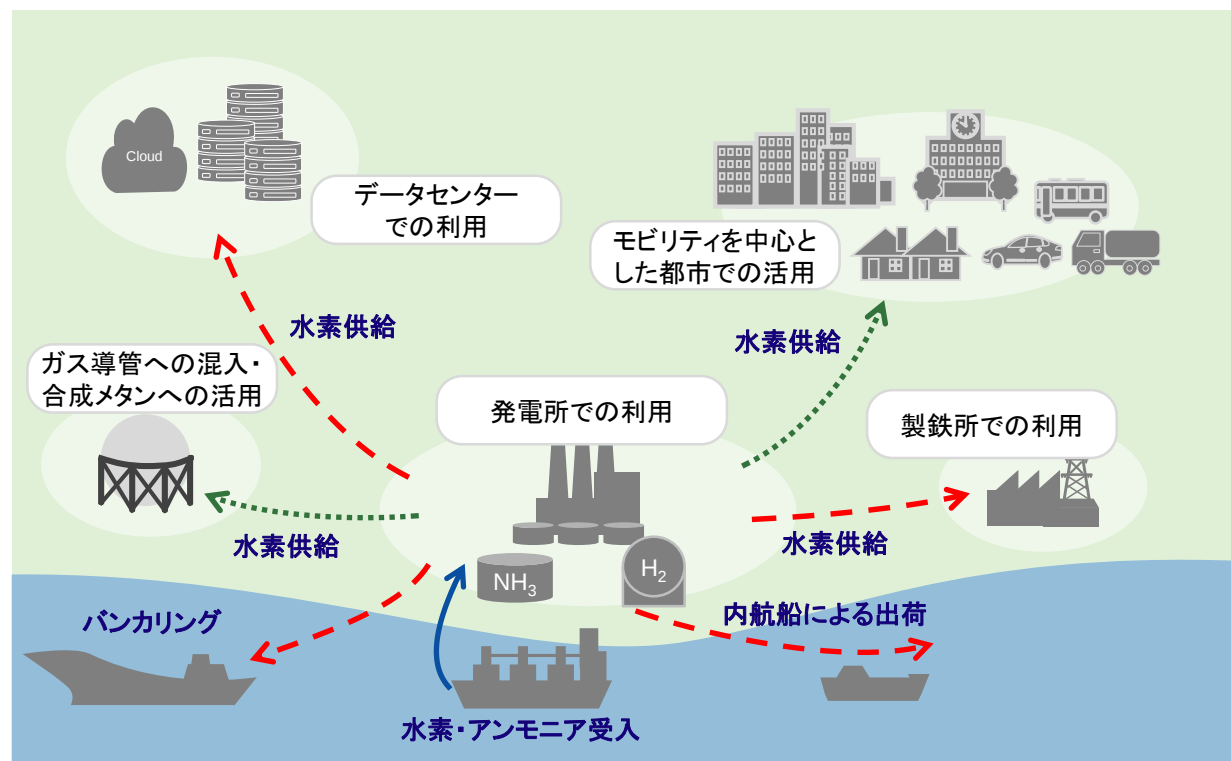


(出所)資源エネルギー庁「第三回水素政策小委員会」資料より、みずほ銀行産業調査部作成

今後期待される政策:「水素等臨海特区」形成による水素需要早期立上げ

- 海外から輸入されて来た水素等を、大規模利用が見込まれる発電所を起点に導入すべく、「一点集中型」として特定のエリアを「水素等臨海特区」に指定し、国策モデル事業として公的支援を行うことが有益な選択肢に
- 将来的には、モビリティを中心とした都市での水素利用、バンカリング拠点の設置、水素活用データセンターの誘致等により、水素の多面的な利用を展望した総合的な設計も有効か

「一点集中型」の「水素等臨海特区」の形成（イメージ図）



- ✓ 国策モデル事業として、岸壁工事、荷役設備等整備、水素・アンモニアタンク設置を公的に支援
- ✓ First Moverを後押し、規制緩和も行い、迅速な水素・アンモニア需要の拡大を誘発
- ✓ 長期的には、「水素臨海特区」をハブとした製鉄所への供給、ガス代替利用、商用車への供給なども展望

- ① まずは、水素需要量の大きい、水素導入の蓋然性の高い（技術確立が先行する）、水素普及時期の比較的早い、「発電」用途を想定
- ② その後に、その他の用途への展開を想定

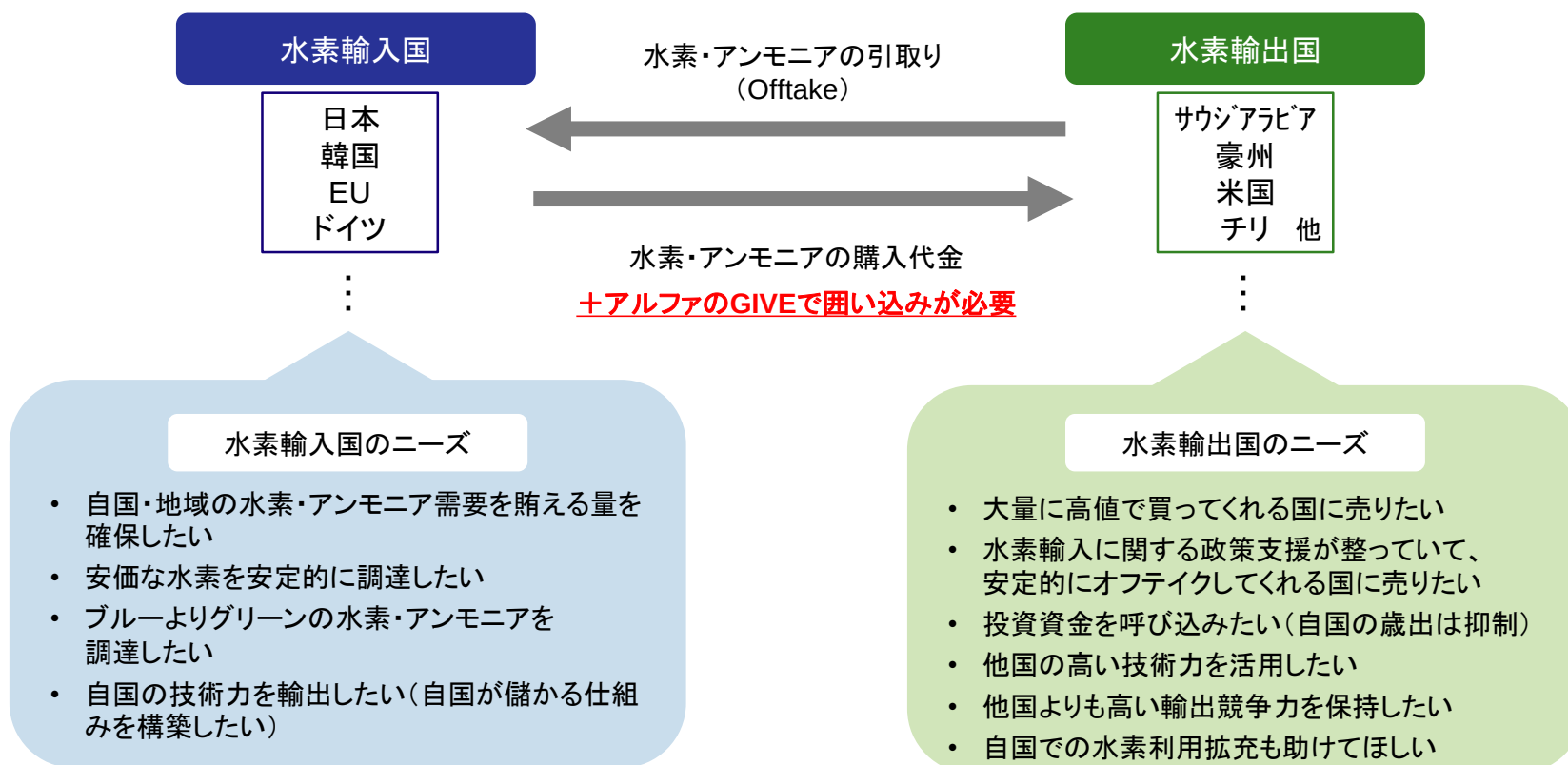
- 短期的な水素等の流れ（2030年まで）
- 中期的な水素等の流れ（2030年代）
- 長期的な水素等の流れ（2040年代）

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

今後期待される政策：水素調達先の早期囲い込み(1)

- 水素の社会実装を実現するには、需要の早期立ち上げと同時に、調達先を確保しておくことが肝要
- 欧州はポテンシャルな水素輸入国に積極的にアプローチしており、日本も調達競争に負けないよう、調達先の早期囲い込みが求められる

水素の輸出国と輸入国のニーズ



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

今後期待される政策：水素調達先の早期囲い込み(2)

- 水素・アンモニアの輸出国を囲い込むためには、輸出国のニーズを充足する必要がある
- 具体的には、アジア諸国との共同調達の枠組作り、金融支援及びリスクマネー供給、先端技術の供与などが挙げられ、輸出国と輸入国がWin-Winとなる政策的支援が有効に

輸出国の早期囲い込みに向けた日本の政策支援の方向性

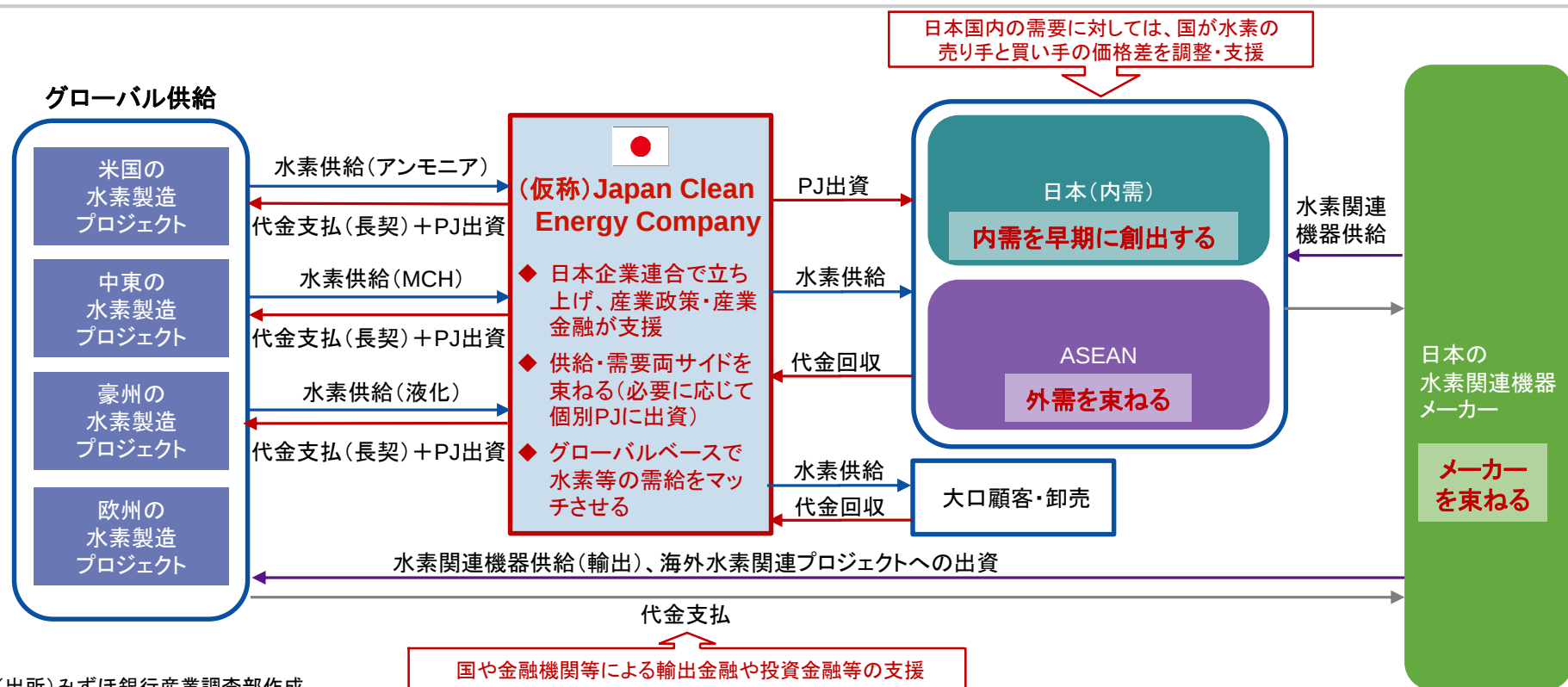
日本が検討し得る打ち手	打ち手の補足説明
水素以外の資源とパッケージでの支援も 例：レアメタル調達にかかる各種支援も同時実施 調達量拡大 安定的な輸入を実現するための支援制度整備 リスクマネー供給 技術供与	✓ 日本一国での水素消費量は限界的なため、同様の課題を有するであろう、韓国や東南アジアの各国との共同調達の枠組み作りを通じた、バーゲニングパワーの強化 ✓ 水素輸出国側の、製造から輸出までのインフラ整備に資するMOU締結、金融面での支援（含むJBIC・NEXIIによる制度金融の拡充） ✓ グリーンのみならず、ブルー・イエロー・ターコイズ水素の環境価値認証 ✓ JOGMECによる出資・債務保証等の支援 ✓ 水素・アンモニア関連インフラファンド創立を通じたリスクマネー供給 ✓ 技術輸出促進（再エネ発電プラント、CCUS、水電解槽、液化プラント、貯蔵タンク、ローリー・トレーラー、港湾輸出基地、海上輸送船、発電タービン、メタネーション、FCEV、水素ステーション、水素鉄道車両 等） ✓ 日本企業の水素輸出国への進出支援

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

水素サプライチェーン構築を担う中核企業(フラッグシップ・カンパニー)設立も選択肢

- 個別企業の散発的な取り組みで終わらせないために、設立当初から兆円単位のスケールを有する「フラッグシップ・カンパニー」を日本企業連合で組成することも選択肢
 - 供給・需要の両サイドを束ね、グローバルベースで需給をマッチさせる機能を果たすことで、市場の早期立ち上げとその囲い込みを図ることで、グローバルに事業を展開するクリーンエネルギー企業を創造
- 海外で先行する水素関連プロジェクトのミッシングピースはオフテイカーと水素関連技術であり、早期の仕掛けが重要

水素サプライチェーン構築を担う中核企業のビジネスモデル(イメージ)

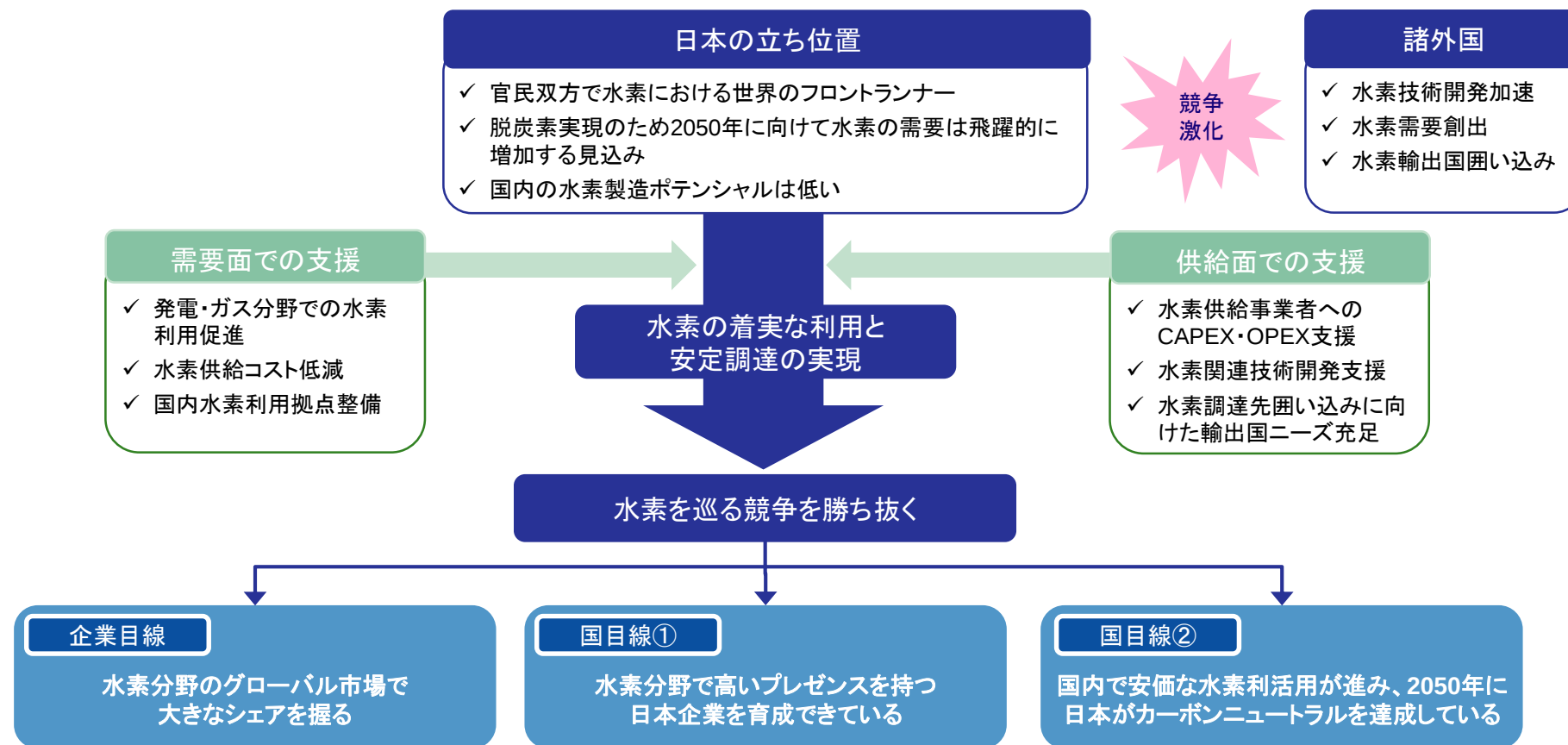


(出所) みずほ銀行産業調査部作成

おわりに

- 日本が諸外国との水素を巡る競争に勝ち抜くためには、着実な水素利用・安定調達の実現が必要
- 足下から需給両面での多面的なアプローチが求められる

日本水素再興戦略



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

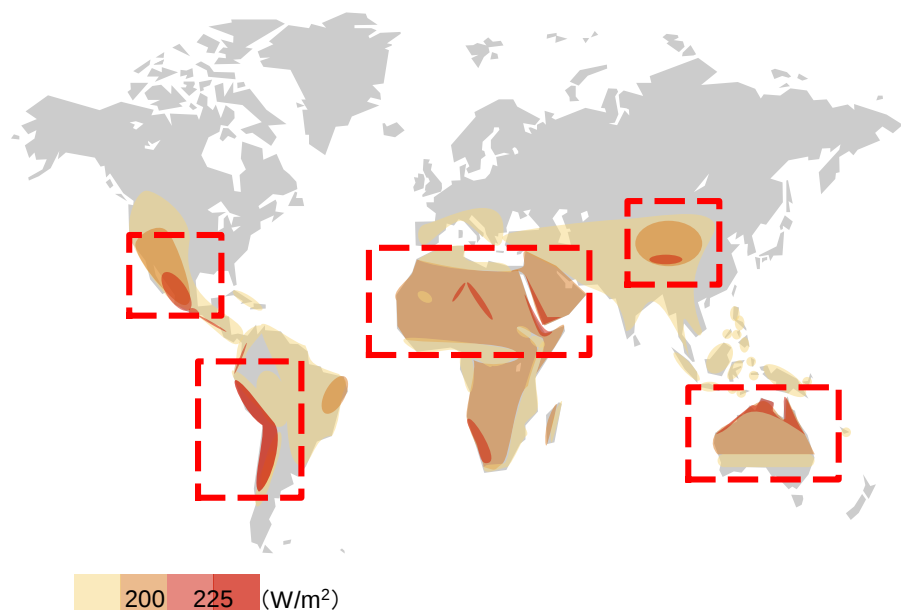
Appendix①

日本の水素調達適地

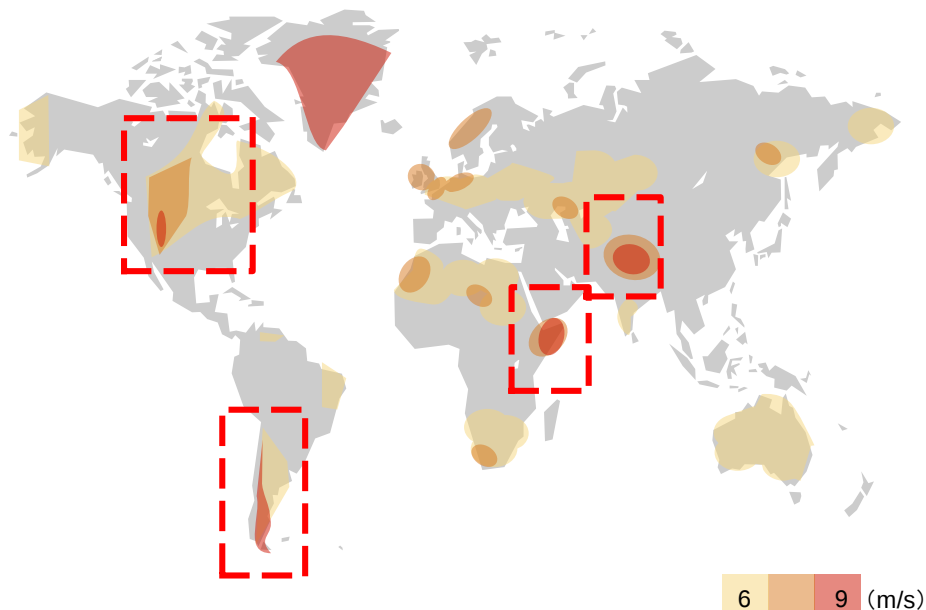
世界の日射量・陸上風況マップ

- 日射量は、米国南西部、中東、アフリカ、豪州、中国、南米等で大きい
- 風況は、陸上においては米国中部、中国、アフリカ東部、南米等で良好
- グリーン水素製造を志向する場合、低廉な再エネ電力の確保がコスト競争力につながるため、上述の地域におけるプロジェクト参画が一案

世界の日射量マップ



世界の風況マップ(陸上)



(出所) Vaisala Inc. 公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

(出所) Vaisala Inc. 公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

世界の風況マップ(洋上)

- 洋上における風況は以下の通り
 - 世界銀行によれば、欧州では8～9m/sのエリアでのプロジェクトが多い
- 洋上風力発電由来のグリーン水素製造を志向する場合、赤色部分に塗られた地域でのプロジェクト参画が一案

世界の風況マップ(洋上)

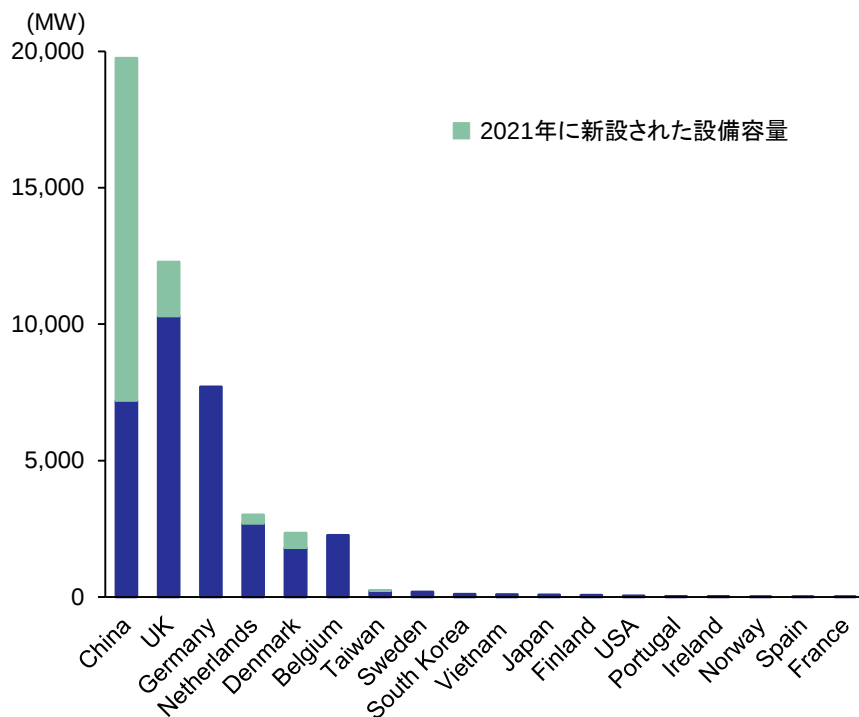


(出所) World Bank資料より、みずほ銀行産業調査部作成

世界の洋上風力発電の導入状況

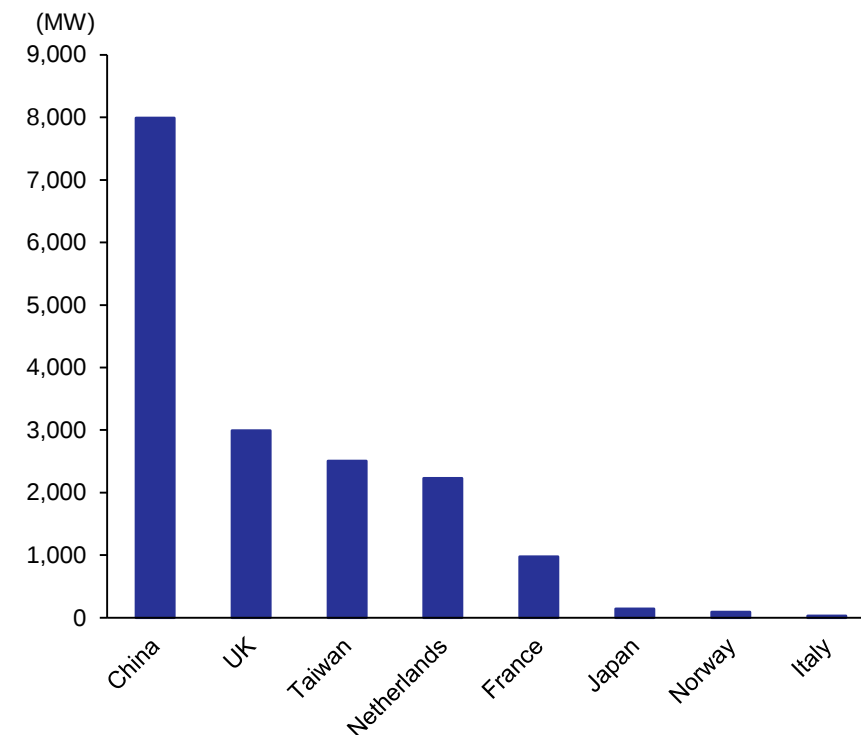
- 世界の洋上風力発電設備容量は、中国及び欧州が多い
- 中国、台湾、欧州では建設中の設備も多く、更なる発電設備容量の増強が見込まれる

洋上風力の設備容量ランキング



(出所) World Forum Offshore Wind、Global Offshore Wind Report 2021より、
みずほ銀行産業調査部作成

建設中の洋上風力発電設備

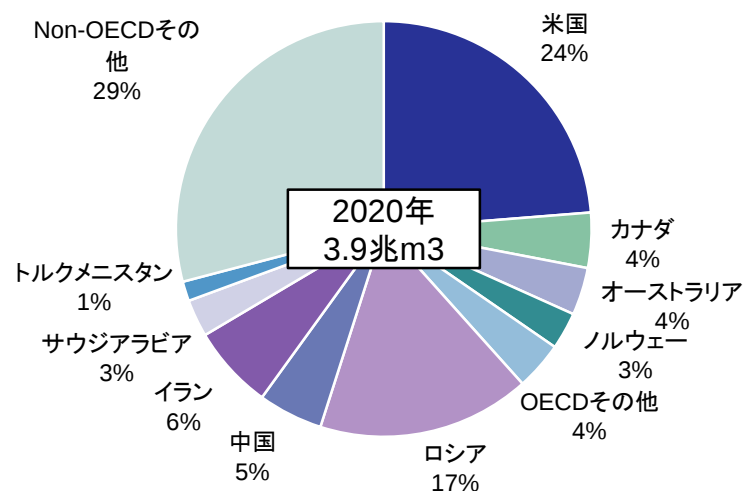


(出所) World Forum Offshore Wind、Global Offshore Wind Report 2021より、
みずほ銀行産業調査部作成

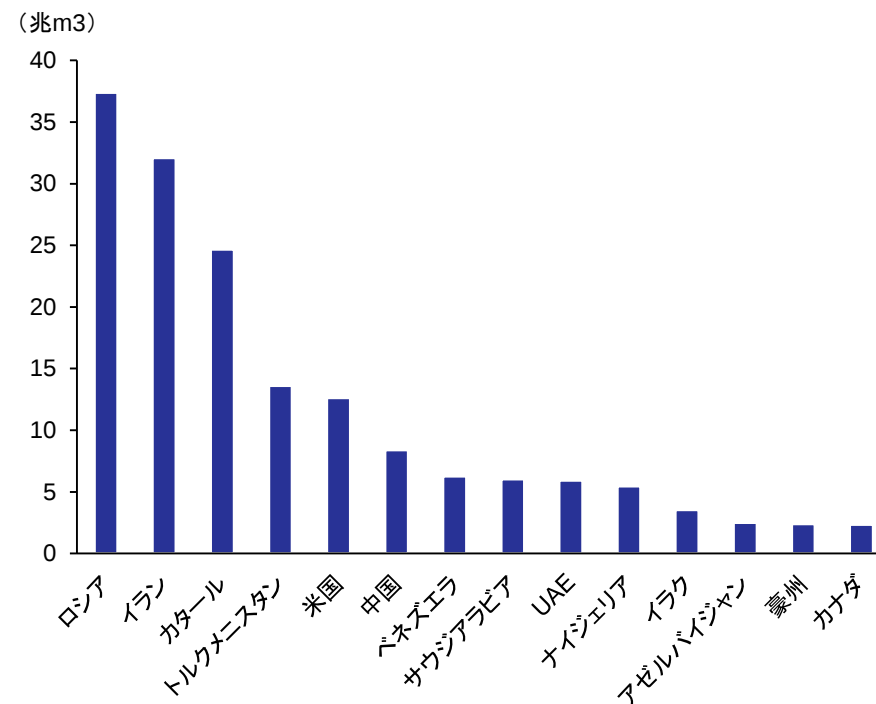
世界の天然ガス生産量・埋蔵量

- 現在の天然ガスの生産量は米国、ロシアが多い
- 他方、埋蔵量を見ると、ロシア、イラン、カタールが多く、次いでトルクメニスタン、米国が多い
- ブルー水素の製造を志向する場合、化石資源の安定的な確保が重要となるため、中東や米国のポテンシャルは高い

天然ガスの生産量(2020年)



天然ガスの埋蔵量(2020年)



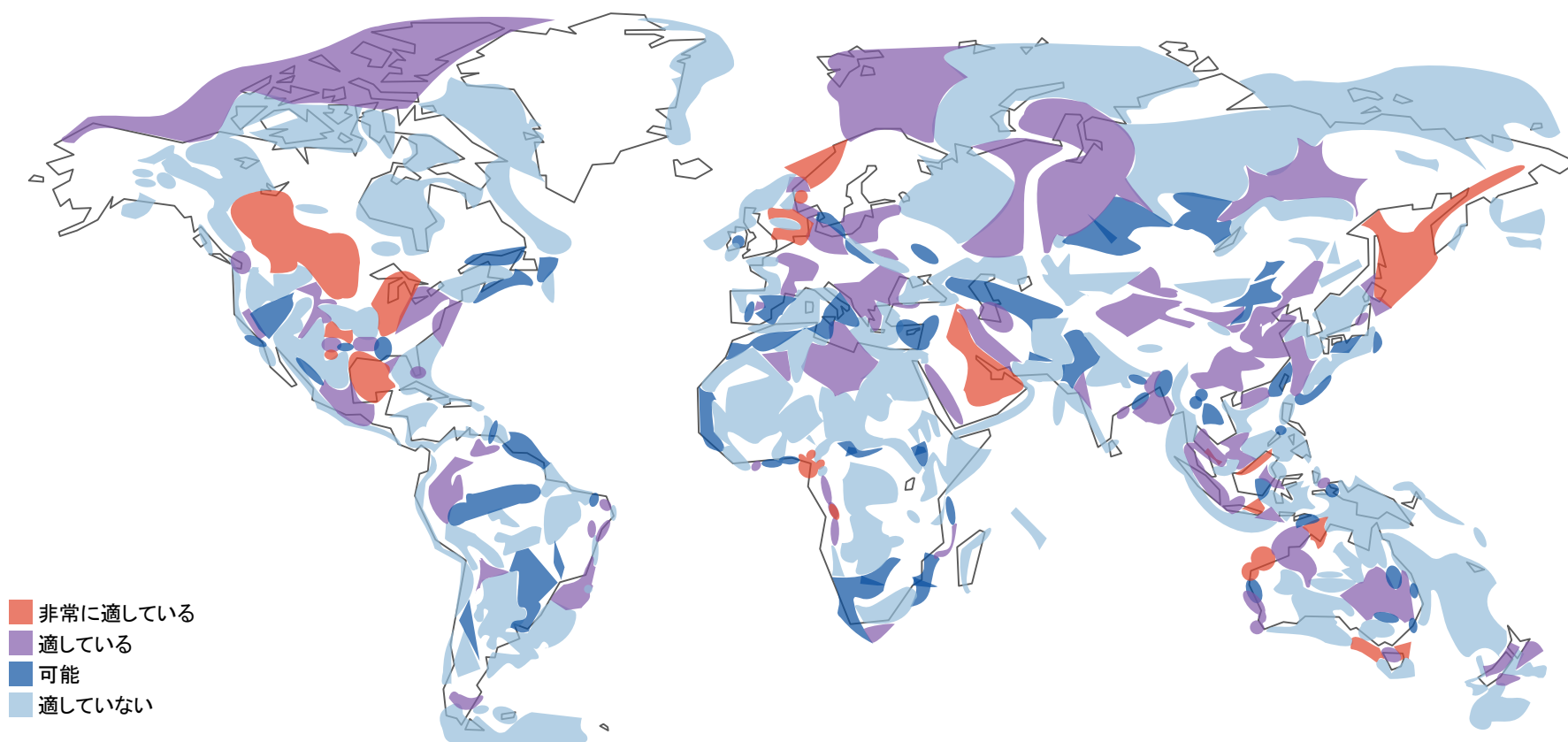
(出所)BP統計より、みずほ銀行産業調査部作成

(出所)BP統計より、みずほ銀行産業調査部作成

世界のCCSポテンシャル

- ブルー水素の製造には、化石資源の調達とともにCCS適地の確保が必要
 - CCS適地の条件としては、孔隙率の大きい地層が広く厚く分布すること、圧入したCO₂が漏洩しないこと、自然活動により地層が著しく変動するおそれが少ないこと、自然環境への影響が少ないこと等が挙げられる

世界のCCSポテンシャル

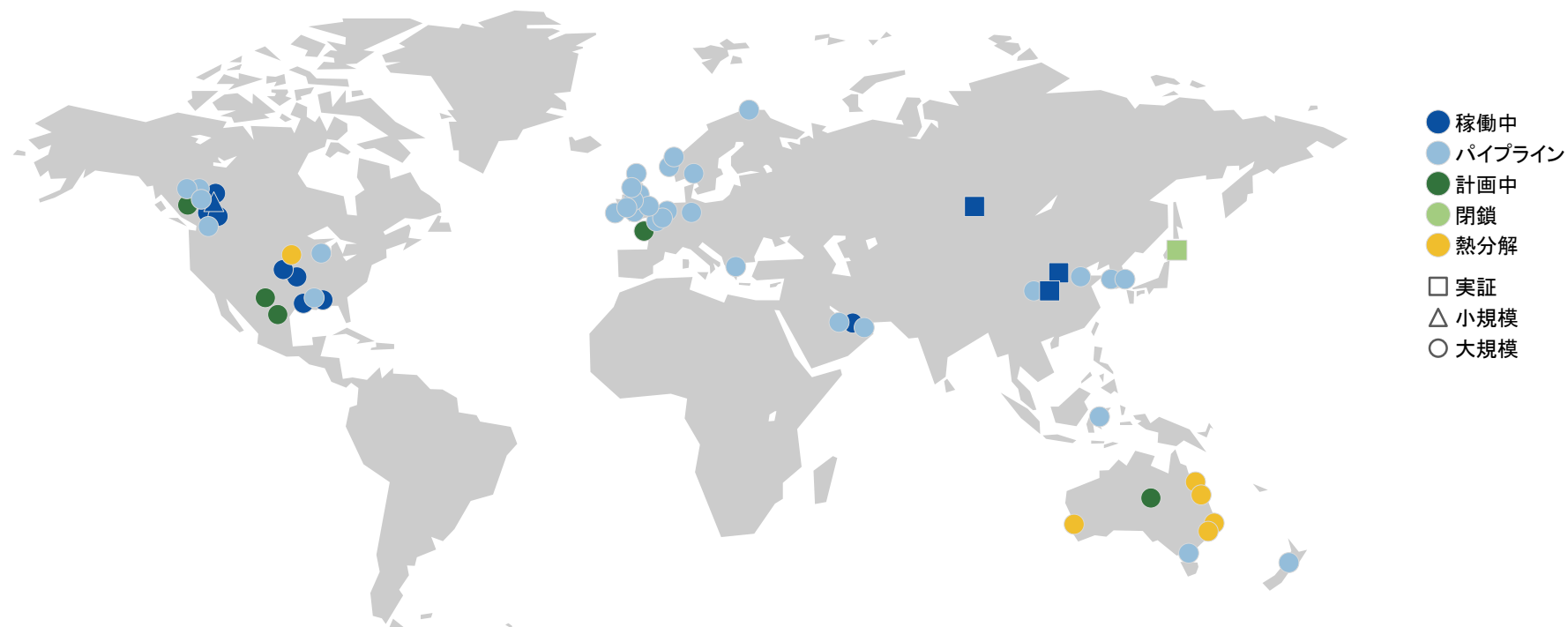


(出所) Global CCS Institute、*Global Status of CCS 2021*より、みずほ銀行産業調査部作成

CCUSを用いた水素製造が立ち上がりつつある

- 世界では、CCUSを用いた水素製造プロジェクトが各地で開始

進行中のCCUSを用いた水素製造プロジェクト

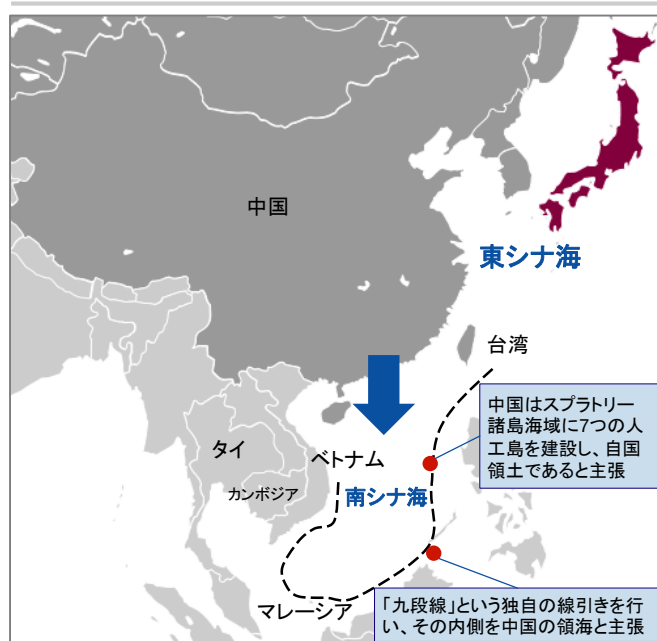


(出所)IEA, *Global Hydrogen Review*より、みずほ銀行産業調査部作成

米中対立 ～南シナ海問題～

- 南シナ海は北東アジアとインド洋を結ぶ海上輸送の大動脈であり、世界の貨物の3分の1が行き交う重要な航路
- また、温暖な海域は豊かな漁場であり、海底には膨大な化石燃料(原油・天然ガス)が埋蔵しているとされる
- この膨大な利益を手中に収めるべく、中国は1950年頃から南シナ海の領有権を主張しており、周辺国と対立
- 2017年には中国が南シナ海に人工島を建設。滑走路やレーダーといった軍事施設を建設し、中国の海洋進出を警戒する米国を強く刺激することとなった
- 中国は米国からのけん制に臆することなく、対立国に向けた示威行動を続けている

南シナ海を巡る動向



(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

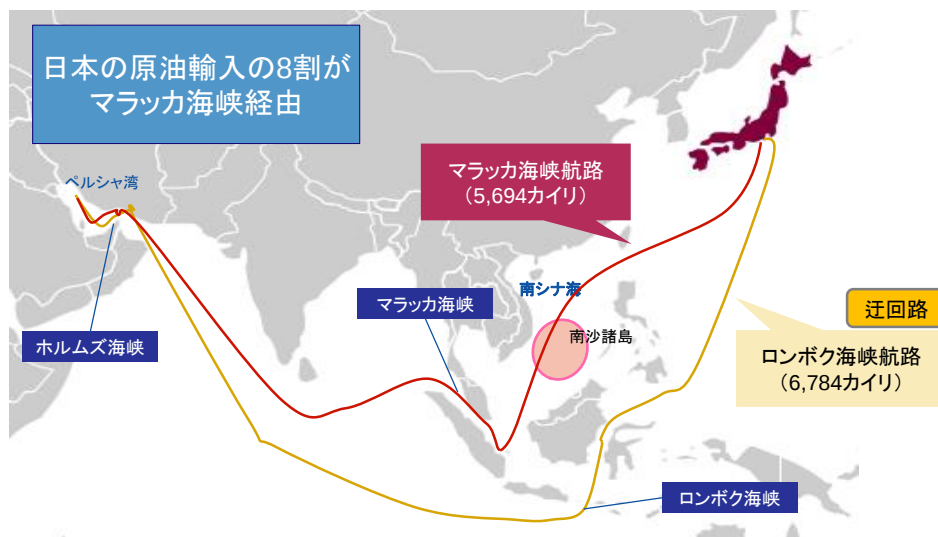
これまでの経緯

年代	トピックス
1950年頃	「九段線」という独自の境界線を設定し、中国が南シナ海の領有権を主張
1974年 1988年	南シナ海を巡って中国とベトナムが武力衝突
2012年	ベトナムが南沙諸島と西沙諸島を自国領とする海洋法を成立
2012年	中国が海南省に南沙諸島と西沙諸島を含む「三沙市」を設置
2016年	オランダ・ハーグの仲裁裁判所が中国の領有権主張を退ける判決を示す
2017年	中国が滑走路やレーダー施設を備えた人工島を建設 この人工島が軍事基地に準ずる施設として米国が強く反発
2020年	中国の巡視船がベトナムの漁船に体当たりして沈没させる

米中対立 ～日本のエネルギー安全保障への影響～

- 南シナ海の米中の緊張関係は、日本のエネルギー安全保障にも影響を及ぼす可能性がある
- 現在、日本が輸入する原油は中東産が9割を占める。原油タンカーはペルシャ湾からホルムズ海峡を抜け、マラッカ海峡を通過。南シナ海を抜けた後、日本に輸送されるのが一般的なルート
- 喫水制限のないロンボク海峡を平時から利用している一部の超大型タンカーを除き、日本の原油輸入の約8割がこのマラッカ海峡を経由するシーレーンを通っている
- 米中対立の激化で南シナ海が危険海域となった場合、マラッカ海峡ルートは遮断され、日本の輸送網が絶たれると再びオイルショックに繋がる可能性も想定される

中東からの原油輸送ルート



(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

ペルシャ湾⇄日本航路で代替航路を選択した場合の比較

	距離 (マイル)	距離差 (マイル)	所要時間差 (船速度15ノット)
マラッカ海峡経由	5,694	—	—
ロンボク海峡経由	6,784	+1,090	+72.7時間 (約3日間)

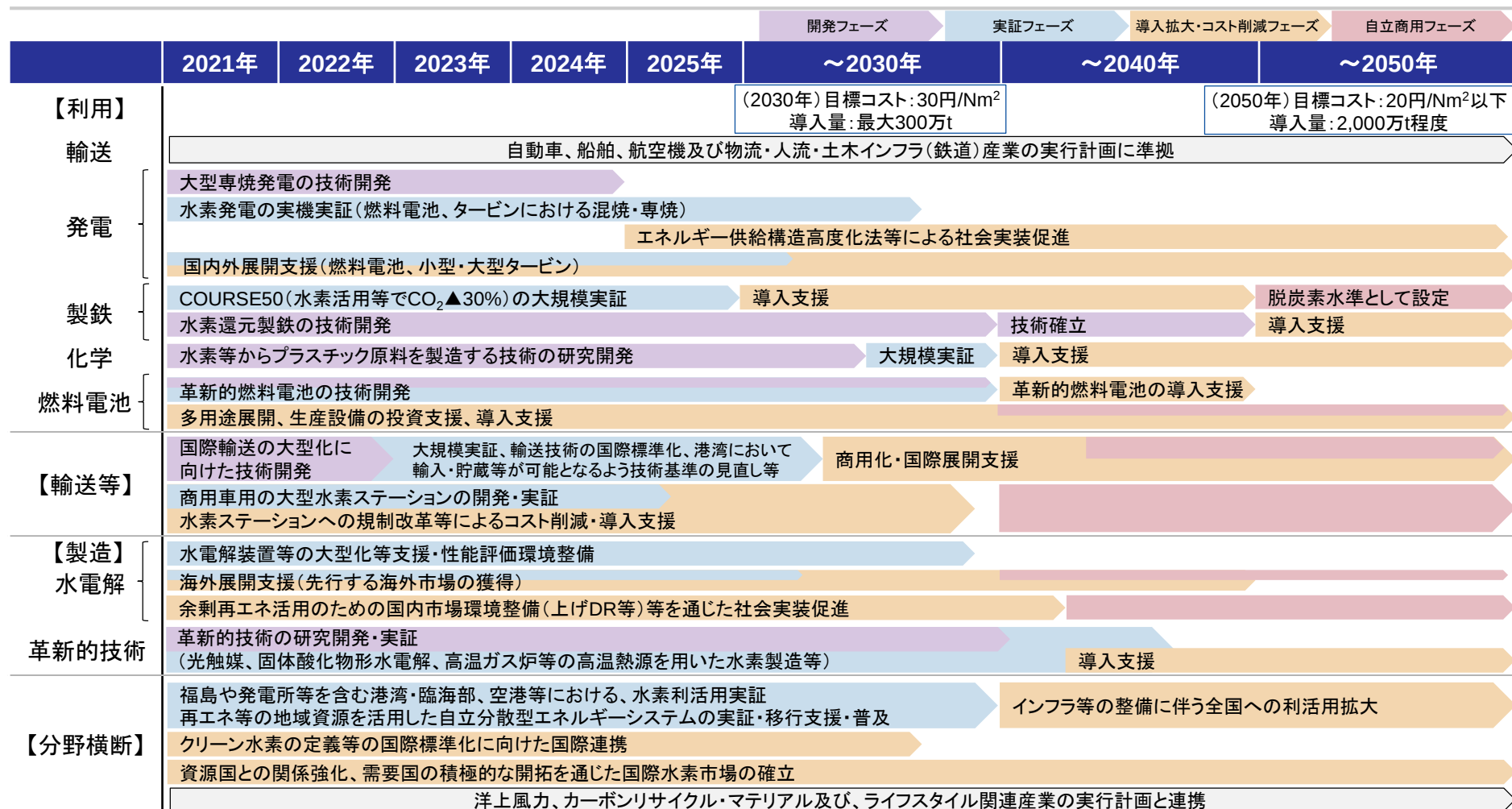
- 代替航路を選択した場合、航行距離の増加は不可避
- 航海日数の増加に伴う運賃や保険料の上昇や原油供給の遅延がもたらす経済的・社会的インパクトは大きい
- 代替航路にはレーダーや航路標識のような航行援助施設・設備が整備されておらず、船舶集中による混雑や二次災害的な事故リスクも高まる

Appendix②

各国の水素戦略

日本:グリーン成長戦略における工程表(水素)

- 2030年までは開発・実証フェーズが主であり、輸送用は2040年、その他用途は2050年を目途に社会実装される絵姿
- 水素の成長戦略工程表

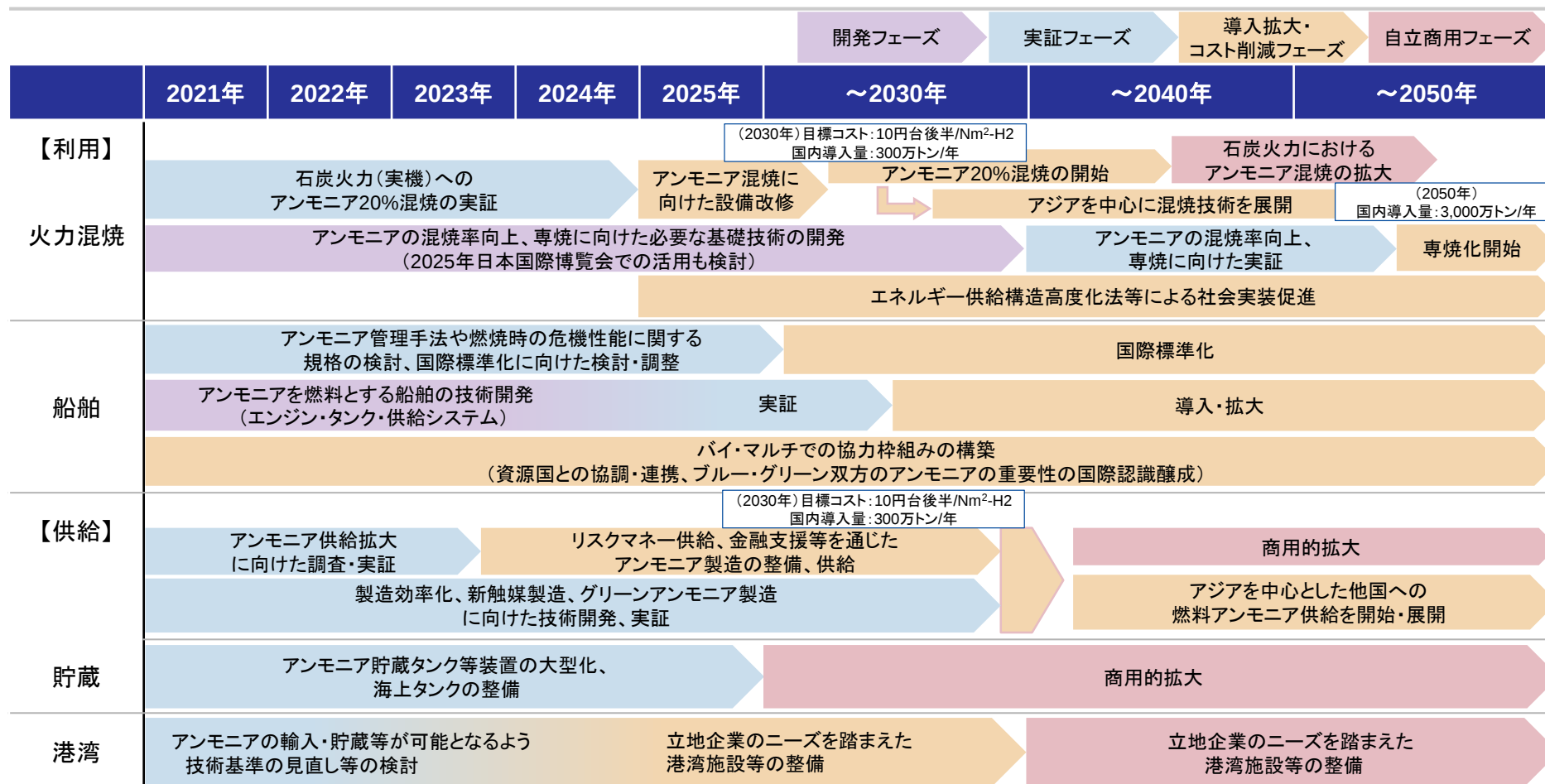


(出所) 経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」より、みずほ銀行産業調査部作成

日本:グリーン成長戦略における工程表(燃料アンモニア)

- 技術の実証はおおむね2030年には完了し、以降は社会実装に向け規模の拡大や国際的枠組みの構築が重要に
- 水素よりも早い時間軸で社会実装が想定されている点の特徴

燃料アンモニアの成長戦略工程表



(出所)経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」より、みずほ銀行産業調査部作成

日本:カーボンニュートラルポート(CNP)の構想

- カーボンニュートラルポ^oートが水素またはアンモニアの受入港灣として想定される

カーボンニュートラルポータル一覧

赤字:2020年度から先行する港湾

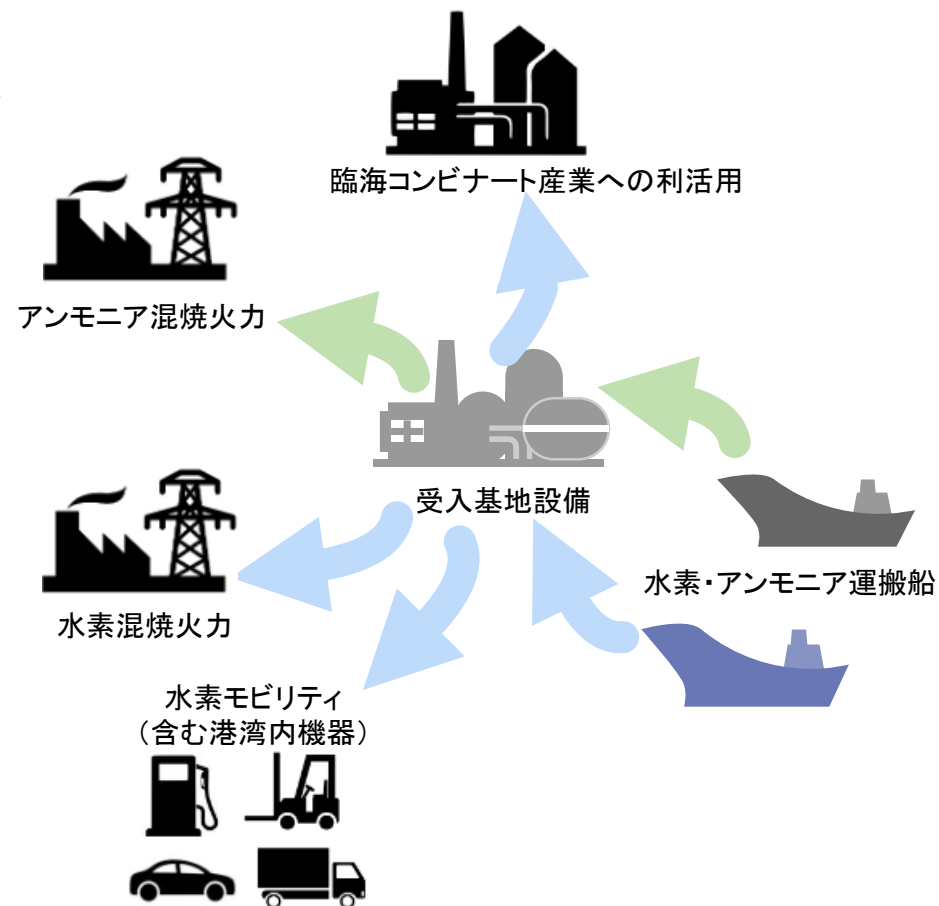
青字:2021年度から協議会を開催し、
2021年度内に3回以上協議会を実施している港湾

緑字:2021年度から協議会を開催し、
2021年度内に2回以下の協議会を実施している港湾



(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

受入港湾と港湾内・近隣利用のイメージ

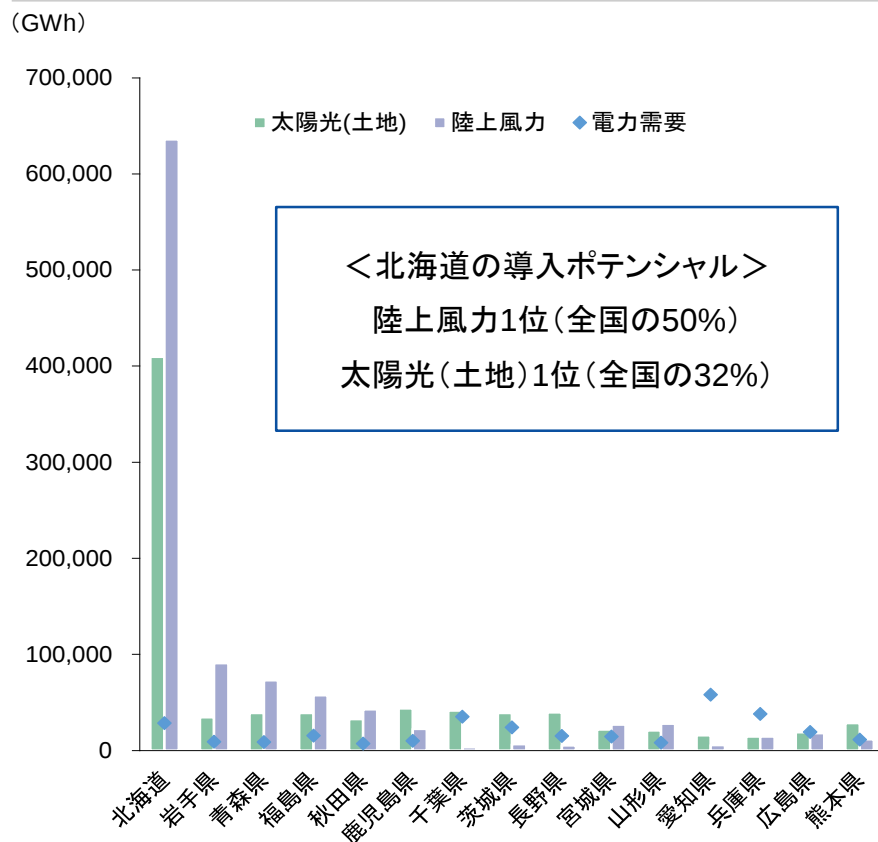


(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】北海道は再エネポテンシャルが高く、余剰再エネを活用したグリーン水素製造も一案

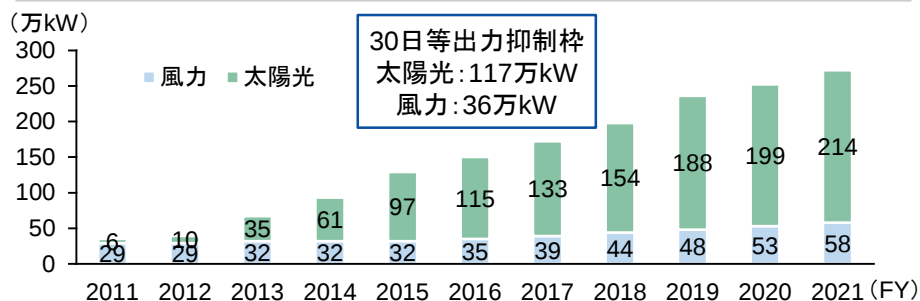
- 北海道は土地面積の広さ、風況の良さから、北海道の電力需要を全て再エネで賄える程のポテンシャルが存在
- 北海道は年間30日間の出力制御を前提にした接続可能量を超過する状況で、今後の再エネの導入量次第では約50%の出力制御率にまで達するとの試算もあり、余剰再エネを活用したグリーン水素製造も一案

都道府県別再エネのポテンシャル発電量(太陽光・陸上風力)



(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

北海道の再エネ導入量の推移



(出所) 公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

再エネ出力制御率(2030年見通し)

	北海道	東北	東京	中部	北陸
出力制御率	49.3%	41.6%	6.3%	5.8%	3.7%
	関西	中国	四国	九州	沖縄
出力制御率	8.8%	28.6%	2.1%	34%	1.7%

(注) 太陽光と風力は2030年度の導入量の見込みを更に各社で伸ばしたシナリオ

(出所) 各種公表情報より、みずほ銀行産業調査部作成

米国：インフラ法における主な水素の関連法制

- インフラ法における主な水素関連法制は、以下の通り
 - － 水素バリューチェーンの多様な可能性を模索しつつ、水素製造の経済性向上及びクリーン化を目指す方向

インフラ法における主な水素の関連法制

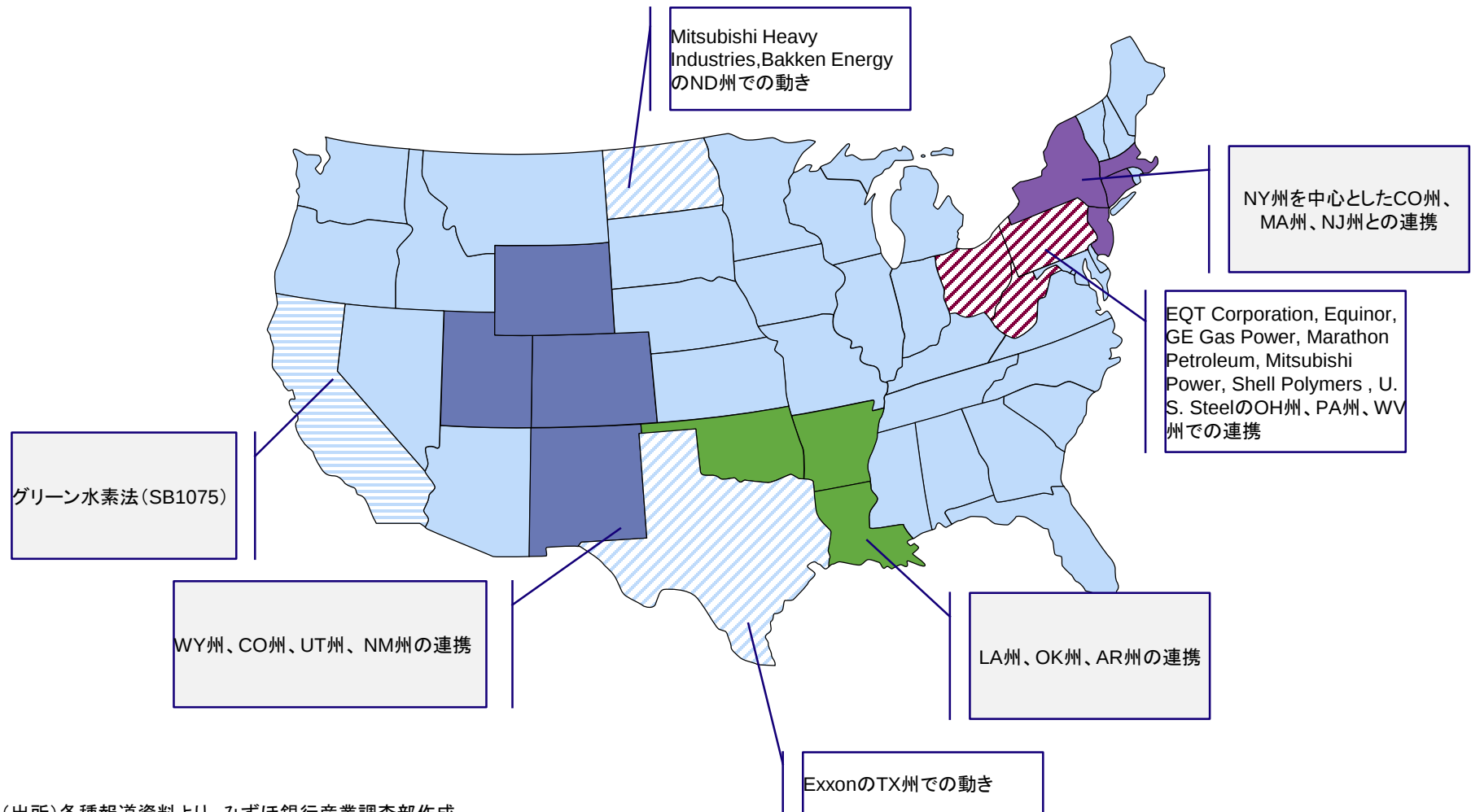
	予算額(\$)	概要
Regional Clean Hydrogen Hub	8Billion (2022～2026年)	最低4つの水素ハブを選定 A) 化石燃料由来、再エネ由来、原子力由来から一つずつ以上選定 B) 利用先として発電セクター、産業セクター、家庭・商業の熱利用、運輸セクターから一つずつ選定 C) 地域的多様性を担保しつつ、資源が多様にある地域を選定 D) 2拠点以上は天然ガス資源のあるエリアを選定 施行後、180日以内に、水素ハブの候補を提出
National Clean Hydrogen Strategy and Road Map	—	施行後180日以内に水素戦略を提出。3年に一度見直しを実施。 由来別の水素製造の課題等を整理しつつ、既存天然ガス関連設備の利用可能性も分析
Clean Hydrogen Manufacturing Initiative	500Million (2022～2026年)	コスト効率性、米国内でのサプライチェーン構築、天然ガス生産地で経済的ダメージがあるエリアへ優先的に賦与を目指す
Clean Hydrogen Electrolysis Program	1Billion (2022～2026年)	2026年までに2ドル/kgH ₂ 以下の製造コストを目指す
Clean Hydrogen Production Qualifications	—	H ₂ 1kg製造あたり2kg-CO ₂ 以下をClean Hydrogenと規定(5年に一度見直し)
Charging and fueling infrastructure grants	2.5Billion (2022～2026年)	EV充電、水素充填、天然ガス充填設備に対する補助金。2022年度：\$300Millionから徐々に増額され、2026年度：\$700Millionの補助金が付与される

(出所) 米国議会HPより、みずほ銀行産業調査部作成

米国:水素ハブ選定に向けた州レベルの動向の例

- インフラ法における水素ハブ選定に向けて、州レベルの連携等の動きが活発化

州レベルの動向

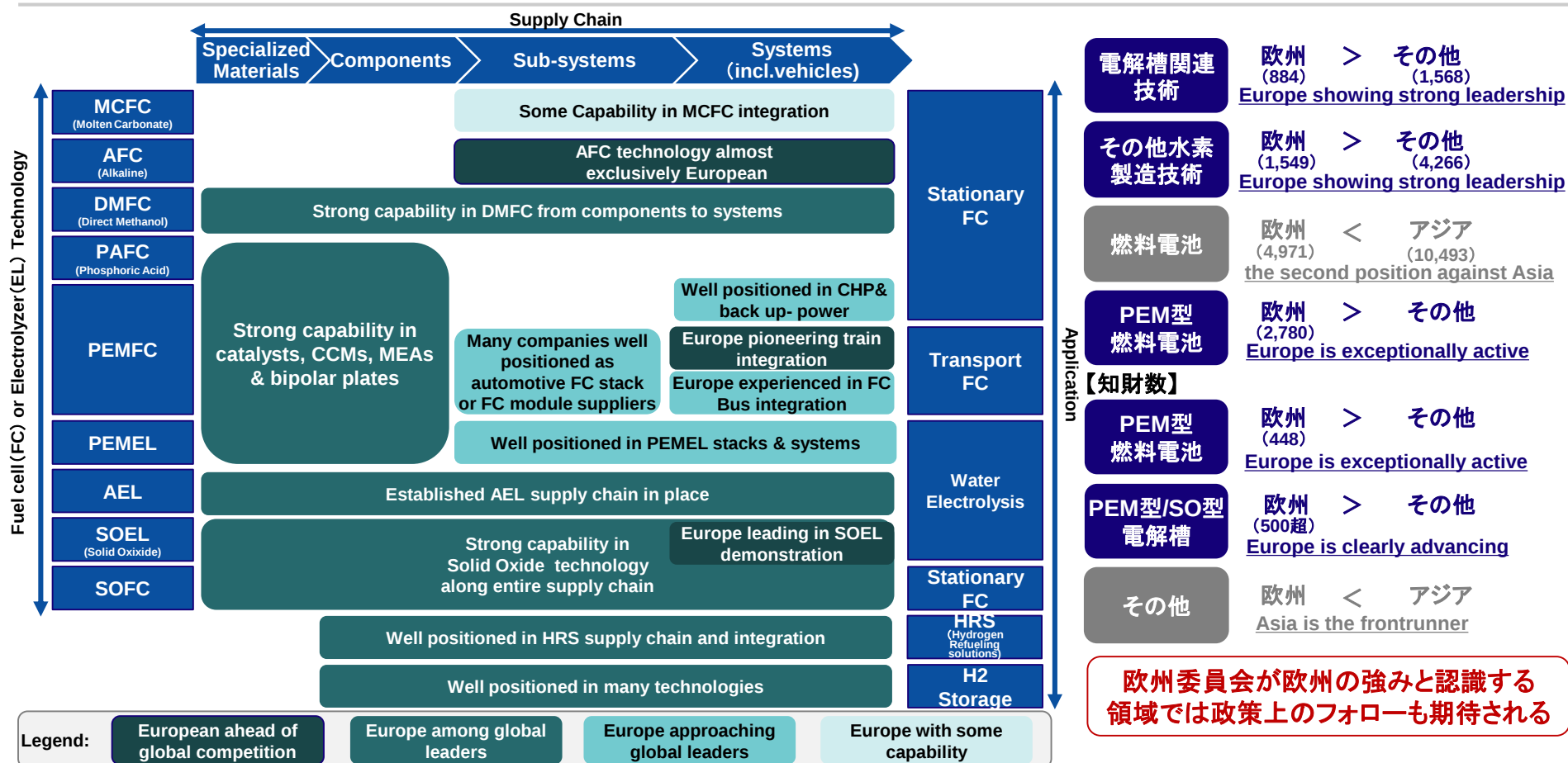


(出所)各種報道資料より、みずほ銀行産業調査部作成

欧州：自己評価によれば強みは水素製造とPEM型の燃料電池

- 2021年3月に欧州委員会が発表したレポートでは、水素バリューチェーンにおける欧州の強みは、水素製造、PEM型の燃料電池関連という評価を行っている

欧州が強みとする水素関連の技術



欧州委員会が欧州の強みと認識する領域では政策上のフォローも期待される

(出所) COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT Accompanying the document Proposal for a COUNCIL REGULATION establishing the Joint Undertakings under Horizon Europe European Partnership for Clean Hydrogen より、みずほ銀行産業調査部作成

欧州：“Fit for 55”パッケージにおける水素関連政策と主要国の水素戦略

- “Fit for 55”では、再生可能エネルギー指令の改正等、カーボンフリー水素の活用推進に向けた政策見直しも実施
 - 2021年12月15日公表の“Fit for 55”政策パッケージ第2弾において、政策フレームワークが追加された
- EUに加え、欧州各国は、2020年中に水素関連の戦略等を発表しており、多くの国がグリーン水素にフォーカス

“Fit for 55”における水素の取扱い

水素に対する評価	・ 水素、特に再生可能エネルギー由来の水素のような革新的なエネルギーキャリアの使用は、欧州グリーンディールアップ政策において重要な役割を果たす ・ 水素は、燃料、エネルギーキャリア、または供給原料として使用することができ、特に製造業・輸送分野のように削減が困難な分野で排出量を削減可能
----------	---

【“Fit for 55”パッケージでの水素関連政策のポイント】

再生可能エネルギー指令改正	・ 再生可能燃料に関するEU全体の認証制度を水素にまで拡大 ・ 輸送分野・製造業における水素の目標導入 【輸送分野】再生可能燃料の使用目標:2.6% 【製造業】水素消費における再生可能由来水素の比率目標:50%
EU-ETS改正	・ 水電解槽を無償割当の対象に追加
エネルギー税制改正	・ 再生可能・低炭素の水素の使用を優遇税率対象に
代替燃料インフラ指令改正	・ 水素ステーション整備に関する拘束力のある目標の導入(150kmごとに設置)
FuelEUイニシアティブ	・ 海運の燃料のクリーン化に取り組む ・ 水素を含む再生可能燃料と低炭素燃料が対象

欧州各国の水素戦略の動向

発表時期	フォーカス		投資規模 (2030年、 ユーロ)	電解槽の設置目標 (GW)
	グリーン水素	ブルー水素		
EU	2020/07	○ △		40
Germany	2020/06	○ -	9Bn	5
France	2020/08	○ -	7.2Bn (1.5Bnが電解槽)	6.5
Netherlands	2020/04	○ ○		0.5 3 ~ 4
UK	2021/08	○ ○	12Bn	1 5
Spain	2020/10	○ -	8.9Bn	0.3 ~ 0.6 4
Italy	2020/11	○ -		5
Portugal	2020/08	○ -	7Bn	2 ~ 2.5

(出所) 欧州委員会・各国政府HPより、みずほ銀行産業調査部作成

欧州：天然ガス市場の脱炭素化に向けた追加政策で水素等の利用をさらに後押し

- 2021年12月、域内消費が5%未満にとどまる再生可能なガス（バイオメタン・水素）・低炭素ガスの利用拡大に向けた政策パッケージを発表

－ 足下のエネルギー価格高騰を踏まえ、ガス貯蔵施設の共同使用等、エネルギー安全保障対策も併せて提案

ガス市場の脱炭素化に向けた政策パッケージのポイント

ガスの 低炭素化	方向性	2050年のカーボンニュートラル(CN)実現に向けて、ガス消費の大部分を再生可能ガス(renewable gases)や低炭素ガス(low carbon gases)へ移行することを目指す - 再生可能ガス：バイオマスから生産されるバイオガスや再エネから生産される水素が該当 - 低炭素ガス：天然ガスと比べて温室効果ガスの排出量がライフサイクル全体で70%以下となるガスが該当													
	水素	- 再生可能ガスへの移行において、水素の活用を重視し、水素市場の確立に向けたルールメイクを提案 - 水素の供給量の増加が見込まれる2030年以降は、現在のガス・電力市場と同等の規制を課す想定 【主な提案項目】 <table><tr><td>水素供給ネットワークの運営</td><td>資金調達の取り決め</td><td>天然ガスとの混合割合 -2025年以降上限5%</td><td colspan="2">既存の天然ガスネットワークの 利用促進</td></tr><tr><td>生産・輸送・供給等の 事業の経営分離 (アンバンドリング)</td><td>低炭素ガスの 認証システムの導入 -2024年に測定方法確定</td><td>再生可能ガスや低炭素ガスに 向け供給ネットワークの利用 料等の値下げ・廃止</td><td colspan="2">欧州水素ネットワーク運営者 ネットワーク(ENNOH)設立 -水素ネットワークの最適管理</td></tr></table>				水素供給ネットワークの運営	資金調達の取り決め	天然ガスとの混合割合 -2025年以降上限5%	既存の天然ガスネットワークの 利用促進		生産・輸送・供給等の 事業の経営分離 (アンバンドリング)	低炭素ガスの 認証システムの導入 -2024年に測定方法確定	再生可能ガスや低炭素ガスに 向け供給ネットワークの利用 料等の値下げ・廃止	欧州水素ネットワーク運営者 ネットワーク(ENNOH)設立 -水素ネットワークの最適管理	
	水素供給ネットワークの運営	資金調達の取り決め	天然ガスとの混合割合 -2025年以降上限5%	既存の天然ガスネットワークの 利用促進											
生産・輸送・供給等の 事業の経営分離 (アンバンドリング)	低炭素ガスの 認証システムの導入 -2024年に測定方法確定	再生可能ガスや低炭素ガスに 向け供給ネットワークの利用 料等の値下げ・廃止	欧州水素ネットワーク運営者 ネットワーク(ENNOH)設立 -水素ネットワークの最適管理												
天然 ガス	- 天然ガスについて、具体的な廃止時期は明言せず 2049年末を超える、削減対策がなされていない天然ガスの長期(1年超)供給契約を締結することを禁止														
エネルギーの 安全保障対策	- 足下のエネルギー価格高騰を踏まえ、中長期的なエネルギー安全保障対策の観点から、ガス貯蔵施設の共同使用や加盟国間のガス備蓄の任意の共同調達に関する規定を提案 - EU域内のガス貯蔵施設が一部の加盟国に集中していることが背景 - 本提案の確定までには時間を要するため即効性は低い														

(出所)欧州委員会資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

欧州: REPowerEUでガス供給多角化と従来のグリーン化路線を加速

- 2022年5月、欧州委員会は、3月に発表していたREPowerEU計画の詳細を発表
 - ①省エネの推進、②エネルギー供給の多様化、③クリーンエネルギーへの移行加速、の3つが軸
 - 本計画の達成のためには、2027年までに2,100億ユーロ、2030年までに3,000億ユーロの追加投資が必要と試算
- REPowerEU計画の概要**

省エネの推進		エネルギー効率化指令見直し	・ 2030年目標引き上げ(2020年比▲9%⇒▲13%)
		「EU省エネルギー」の発表	・ 天然ガスや石油需要の5%減に向けた短期的な行動変容の促進策と中長期的な効率化策
エネルギー供給多様化	エネルギー輸入	EUエネルギープラットフォームの設置	・ エネルギー(含むグリーン水素)輸入の際に加盟国間の調整を行う機関を設置 ・ エネルギープラットフォームの発展形として、自主的に参加する加盟国を代表して、欧州委員会 が輸入交渉・契約を直接実施する仕組みを導入することを検討
	再生可能ガス増産	「EU対外エネルギー戦略」の発表	・ ガス供給の多様化・グリーン水素の貿易体制の構築(特に北海・地中海南部からの輸入を想定)等の方向性を示す
		グリーン水素の目標見直し	・ 2030年目標引き上げ(追加で1,000万tを輸入、400万tを域内製造し、規制・補助金の見直し)
		バイオメタンの目標見直し	・ 2030年目標引き上げ(350億m ³ に倍増)
クリーンエネルギーへの移行加速	再エネ(風力・太陽光)拡大	再エネ指令見直し	・ 2030年の再エネ比率目標引き上げ(40%⇒45%)
		再エネの許可制度の見直し	・ 再エネに適した地域を特定、環境への潜在的リスクを最小化し、許認可プロセスを迅速化
		「EU太陽光戦略」の発表	・ 2025年までに320GW新設(現在の2倍以上)、2030年までに約600GWの新設を目標に設定 ・ ①EUソーラールーフトップイニシアティブ(建物へのソーラーパネル設置の義務付け)、②EU大規模スキルパートナーシップ(パネルの製造・設置・維持に必要な熟練労働者の育成)、③EU太陽光産業同盟(EU域内での生産を推進)、の3つのイニシアティブを展開
	ヒートポンプ拡大	導入目標見直し	・ 現在の普及率を倍増させ、今後5年間で累計1,000万台の導入を目指す
	産業界の電化・水素活用	PPA活用ガイダンス発表	・ 電化の推進のために、PPAの活用を拡大させるためのガイダンスを発表
		炭素差額契約の導入	・ 水素製造を天然ガス由来から再エネ由来に移行させるため、炭素差額契約を導入

【欧州委員会試算】必要追加投資額 2027年まで: 2,100億ユーロ、2030年まで: 3,000億ユーロ

想定される 原資	復興基金のうち「RRF」の枠組みを活用			+	EU・加盟国レベルの 財政措置	(EUのプログラムを契機とした) 民間投資
	2,250億ユーロ 未使用枠の利用	200億ユーロ EU-ETS排出枠の余剰分売却	最大350億ユーロ 他の基金からの転用			

(出所) 欧州委員会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

フランス：原子力発電を活用した「カーボンフリー水素」を導入

- フランス政府は、2020年9月8日に、2030年までに70億ユーロを投資する水素国家戦略を公表
 - － 70億ユーロのうち20億ユーロは、同年9月3日に発表した経済復興策(総額:1,000億ユーロ)から投資
 - － 2030年までに6.5GWのカーボン・フリー水素製造設備の設置と600万トンのCO₂排出量の削減を目指す

フランスの水素国家戦略概要(2020年9月発表)

- ・ 2030年までに70億ユーロを投資する計画
- ✓ **2021年11月発表の投資プラン「フランス2030」で水素産業振興に19億ユーロを追加投資することを発表**
- ・ 2030年までに6.5GWのカーボン・フリー水素製造設備(注)の設置と600万トンのCO₂排出量の削減を目指す
- ・ 以下の3つを柱に投資を行う
 1. 製造業の脱炭素化を実現するのに十分な電解槽の設置(2030年に6.5GWの電解槽を設置)
 2. カーボンフリー水素を燃料とする大型モビリティの開発
 3. 水素エネルギー分野の研究・イノベーション・人材育成支援による雇用創出(5万人～15万人)

水素の取り組みに関する条例(2021年2月発表)

- ・ **水素の定義を設定**
 - ✓ 再生可能水素、低炭素水素(CO₂排出量の閾値は今後規定)、その他
- ・ **トレーサビリティ制度の導入(2023年4月)**
 - ✓ ①原産地保証:天然ガスネットワークに注入された再生可能水素のシェア・量を保証、保証のみを譲渡可能(再エネの仕組みと同様の制度)
 - ✓ ②トレーサビリティ保証:生産された水素が消費までの間に別の種類の水素・ガスと混合されない場合に適用される
 - ✓ 保証は独立した機関が実施
- ・ **再生可能水素・低炭素水素プロジェクト支援システム導入(2022年～)**
 - ✓ 入札方式、投資及び事業運営に関する助成、最大20年の支援を実施

(注)カーボン・フリー水素は製造・使用でCO₂を排出しない水素を指し、原子力による製造を展望

(出所)両図ともに仏政府HPより、みずほ銀行産業調査部作成

2020年-2023年の投資計画(総額:34億ユーロ)

項目	金額(Bn)
1. 水電解によるカーボンフリー水素製造セクターの創出と製造業の脱炭素化	18.36 (54%)
・ IPCEIを活用した大規模な電解槽プロジェクト(ギガファクトリー)の支援による 水電解装置セクターの創出 ・ 化石燃料由来の水素の代替による製造業の脱炭素化	15 -
2. カーボンフリー水素を燃料とする大型モビリティ(トラック・バス・列車・船舶・航空機等)の開発	9.18 (27%)
・ 長距離移動や非電化地域での移動等のニーズに適応した水素エネルギーの製造・輸送にかかわる機器やシステムの開発 ・ 地方自治体と企業がコンソーシアムを組んだモビリティ普及プロジェクト(地域水素ハブ)への投資	3.5 2.75
3. 水素エネルギー分野の研究・イノベーション・人材育成支援	6.46 (19%)
・ 次世代水素技術(バッテリー・タンク・原材料・電解槽)の開発プロジェクトへの投資 ・ 水素エネルギー分野における教育・訓練システムを整備	0.65 0.3

(出所)仏政府HPより、みずほ銀行産業調査部作成

中国:「水素」に特化した政策を本年初めて発表。掲げた目標の確からしさも重要に

- 「水素」は2006年頃から産業・エネルギー・自動車政策等で頻繁に言及されるも、水素に特化した政策は少なかった
- 2022年3月に中国として初めて「水素エネルギー産業の中長期計画」が発表され、2025年、2030年、2035年に向けた中央政府としての政策推進の大きな方向性が示された
 - － 「交通／貯蔵／発電／利用」の各側面での全体像が示されたことで、個別施策の具体化・加速が期待される
 - － 他方、関連事業者にとって重要性の高いFCEV普及目標は、毎回調整されており信頼性は必ずしも高くない
- 地に足の着いた目標設定となった中長期計画を発射台に、各領域で着実に実績を積み上げていくことが期待される

時期	主体	分野	政策名など	対象領域など
2006	国務院	全般	国家中長期科学・技術発展綱要 (2006年～2020年)	□ 水素エネルギー、燃料電池技術を未来のエネルギー技術発展方向の1つに設定
2010	国務院	全般	戦略的新興産業の育成加速・発展	□ 燃料電池関連フロンティア技術の研究開発を提案
2012	国務院	自動車	省エネ・新エネ車産業発展計画 (2012～2020年)	□ 2020年に向けてFCEV及び自動車用水素エネルギー産業を海外の進展と同調的に進めて行く
2014	国務院	エネルギー	エネルギー発展戦略行動(2014～2016年)	□ 水素エネルギー、燃料電池を充填イノベーション領域の1つに設定
2015	国務院	全般	中国製造2025	□ 「①コア材料・部品の国産化／②FCスタック・FCEVの性能向上／③FCEV運行規模」の3つを目標設定。③については 2020年時点で1,000台 と設定
2016	汽車工程学会	自動車	省エネ・新エネ車技術ロードマップ	□ FCEV普及目標を 2020年5,000台、2025年5万台、2030年100万台 と設定 (中国製造2025より上方修正)
2020.10 2020.11	①汽車工程学会 ②国務院	自動車	①省エネ・新エネ車技術ロードマップ2.0 ②新エネ車産業発展計画(2021～2035年)	□ FCEV保有台数を 2025年約10万台、2030年・2035年約100万台 と設定 □ FCEVの技術ボトルネックを打破し、FCEVの商用化、水素供給システム建設を推進
2021.3	全人代	全般	第14次五カ年計画 ・2035年遠景目標綱要	□ 水素や蓄電などの先端科学と産業変革領域で、インキュベーションと発展加速計画を実施し、未来産業のレイアウトを定める
2022.3	発改委	エネルギー (水素)	水素エネルギー産業中長期計画 (2021年～2035年)	□ 2025年までにFCEV保有台数約5万台 、再エネ由来水素の規模10～20万トン/年、CO2削減効果100～200万トン/年と設定

(出所) 政府政策文書等より、みずほ銀行産業調査部作成

中国：地方政府による水素関連政策・目標

- 華北地区：清華大学等の研究機関や、河北省西部の風力発電が強み。北京五輪を契機に発展
- 華東地区：山東淄博市のプロトン交換膜のほか、上流～下流までフルラインでカバー可能なエコシステムを形成
- 華南地区：2013年頃から仏山市・雲浮市で取り組み開始。広州市・深セン市も加わることでR&D能力にも強み
- その他：資源に恵まれる「四川省」や、自動車産業で強みを有する「武漢市」、「重慶市」などが今後水素普及に注力

【四川省】	(2020年)	(2025年)
□ FCEV普及台数:	220台	⇒6千台
□ 水素ステーション数:	5カ所	⇒60カ所
□ 水素貯蔵施設:		⇒2カ所
□ FC分散電源・予備電源:		⇒5カ所
□ 国内上位企業:		⇒25社※
※重要原材料生産(2社)、水素製造(7社)、貯蔵・輸送・充填企業(6社)、水素電池完成車製造(10社)		

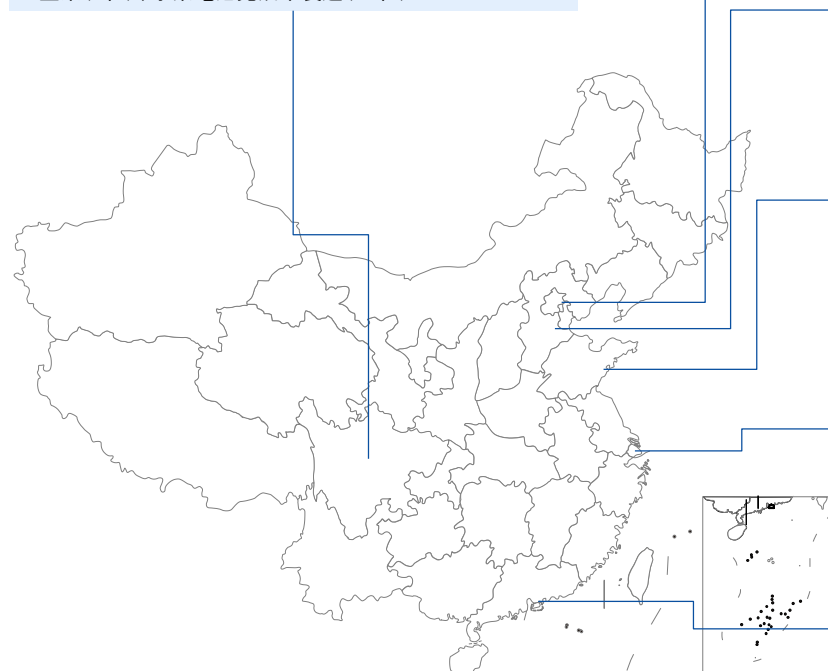
【北京市】	(2020年)	(2023年)	(2025年)
□ FCEV普及台数:	370台	⇒3千台	⇒1万台
□ 水素ステーション数:	2カ所	⇒37カ所	⇒74カ所
□ 関連産業生産高:		⇒85億元	⇒240億元
□ 国際先進企業:		⇒3～5社	⇒5～10社

【河北省】	(2020年)	(2022年)	(2025年)
□ FCEV普及台数:	360台	⇒1千台	⇒1万台
□ 水素ステーション数:	6カ所	⇒25カ所	⇒100カ所
□ 関連産業生産高:	50億元	⇒100億元	⇒500億元
□ 技術先進(中国)企業:			⇒10～15社

【山東省】	(2022年)	(2025年)	(2030年)
□ FCEV普及台数:	⇒3千台	⇒1万台	⇒5万台
□ 水素ステーション数:	⇒30カ所	⇒100カ所	⇒200カ所
□ 関連産業生産高:	⇒200億元	⇒1千億元	⇒3千億元
□ 関連企業数:	⇒100社超		
□ 国内モデル企業:		⇒約10社	
□ 定置型FC発電設備容量:		⇒200MW	⇒1千MW

【上海市】	(2020年)	(2023年)	(2025年)
□ FCEV普及台数:	1,455千台	⇒1万台	
□ 水素ステーション数:	10カ所	⇒30カ所	⇒70カ所
□ 関連産業生産高:		⇒1千億元	
□ その他:		⇒四化実現	⇒一環・四化・六帯の配置
※四化:コア技術国産化、コア製品産業化、応用モデル規模化、インフラ利便化			
※一環:上海の一つの輪(環状区域)の中で、関連の全サプライチェーンを形成			
※六帯:主要6地区にFCEV関連クラスターを形成			

【広東省(※仏山市)】	(2025年)	(2030年)	(2035年)
□ FCEV普及台数:	⇒6千台	⇒1.2万台	⇒1.8万台
□ 水素ステーション数:	⇒30カ所	⇒60カ所	⇒80カ所
□ 関連産業生産高:	⇒300億元	⇒1千億元	⇒1.5千億元
□ 定置型FC発電設備容量:		⇒10MW	⇒30MW



(出所)各省市政策文書等より、みずほ銀行産業調査部作成

産業調査部
資源・エネルギーチーム
戦略プロジェクトチーム

野村 卓人
熊倉 孝介
豊川 晃範

takuto.nomura@mizuho-bk.co.jp
kousuke.kumakura@mizuho-bk.co.jp
akinori.toyokawa@mizuho-bk.co.jp

<各論主筆>

欧州調査チーム
米州調査チーム
香港調査チーム

長谷川 諒
岡本 伊織
鈴木 晃祥

欧州政策
米国政策
中国政策

産業調査部
発刊レポートはこちら



Twitter公式アカウント
「みずほ産業調査」はこちら



Mizuho Industry Focus／237 2023 No.1

2023年2月14日発行

© 2023 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。
本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

編集／発行 みずほ銀行産業調査部

東京都千代田区丸の内1-3-3 ird.info@mizuho-bk.co.jp