

Mizuho Industry Focus Vol. 248

脱炭素の潮流を踏まえた世界の水素市場見通し ～日本にとってのビジネスチャンスを探る～

みずほ銀行

産業調査部

2024年6月11日

ともに挑む。ともに実る。



- 水素は脱炭素に不可欠なエネルギーとして、世界的に需要拡大が見込まれる。他方、市場は黎明期であり、日本が技術力を活かしてプレゼンスを示すことが期待される。2023年に発刊したレポート^(注)では、日本の水素需給見通しやコスト分析を実施した。本稿はその続編として、主要国・主要産業の水素需給見通しを基に水素の社会実装のプロセスについて考察するとともに、日本が技術優位性を持つ分野を整理し、日本にとってどのようなビジネスチャンスが存在するか、また事業機会の捕捉のために必要な打ち手について分析した
- 本稿では、新規需要を生む主要産業として発電・自動車・SAF(持続可能な航空燃料)・鉄鋼・船舶・海運に着目。既存需要に主要国・主要産業における新規需要を加えた水素需要見通しは、2030年で111~118百万トン/年、2050年で301~430百万トン/年を見込む。また地域ごとに社会実装のプロセスは多様になると予測
- 現在アナウンスされているグローバルなクリーン水素生産プロジェクトの総量は、2030年時点で約80百万トン/年、2050年時点で約90百万トン/年。2030年時点での供給可能量とマッチさせるには、新規需要だけではなく既存需要でのクリーン水素の利活用が必要となる
- 日本は水素サプライチェーンの上流から下流まで、技術優位性を数多く有する。技術で勝ってビジネスでも勝てるよう、各地域ごとの特性を踏まえて水素の社会実装に寄り添い、日本が得意な技術を普及させることが期待される。また日本企業が水素取扱量を拡大し、グローバル市場での影響力を強化することも産業振興の観点で重要である。ただし、水素関連技術を活かした事業化や水素取扱量拡大に課題があり、そうした課題を乗り越えるためには事業の切り出しや水素版ポートフォリオプレーヤーの創出が考えられよう
- また、水素需要国として影響力を増すためには、日本国内での早期の市場立ち上げが必要となるため、国による土地確保によるサプライチェーン構築加速化やセカンドムーバー以降の事業者支援、事業者による水素利用の利便性向上に向けたサービスの磨き上げなどが求められる。またエネルギーセキュリティ確保のため、国産水素生産量極大化にも取り組む必要がある
- 政府や関連事業者が一丸となり、グローバル水素需要の取り込みと水素関連技術の普及に取り組むことで、日本が水素を巡るビジネスチャンスを取り込むことが可能となる

(注) 詳細はみずほ銀行「日本が水素を巡るグローバル競争を勝ち抜くために ~くみずほ~の考える水素の需給構造と打ち手~」『Mizuho Industry Focus Vol.237』(2023年2月14日)をご参照

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

目次

1.	はじめに	3
2.	主要産業の主要国における水素需要見通し	6
3.	グローバルの水素供給見通し	20
4.	日本が技術優位性を持ち得る分野	26
5.	おわりに	37
	(補論) 主要国の水素関連政策アップデート	48

(注) 本稿中「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

1. はじめに

水素は脱炭素に向けて不可欠かつ日本が技術で優位性を持つ領域

- 日本が今まで主なエネルギーとして利用してきた化石燃料は権益・技術ともに海外に依存する部分が多い。近年拡大している再エネは国内での設備容量の積み増しが続くが、適地には限りがあり、部材は海外が強みを有する
- 水素は脱炭素の鍵として期待される中、大規模利用は緒についたところで、日本がプレゼンスを発揮する余地あり

主要なエネルギーの歴史的経緯と足下の事業環境整理

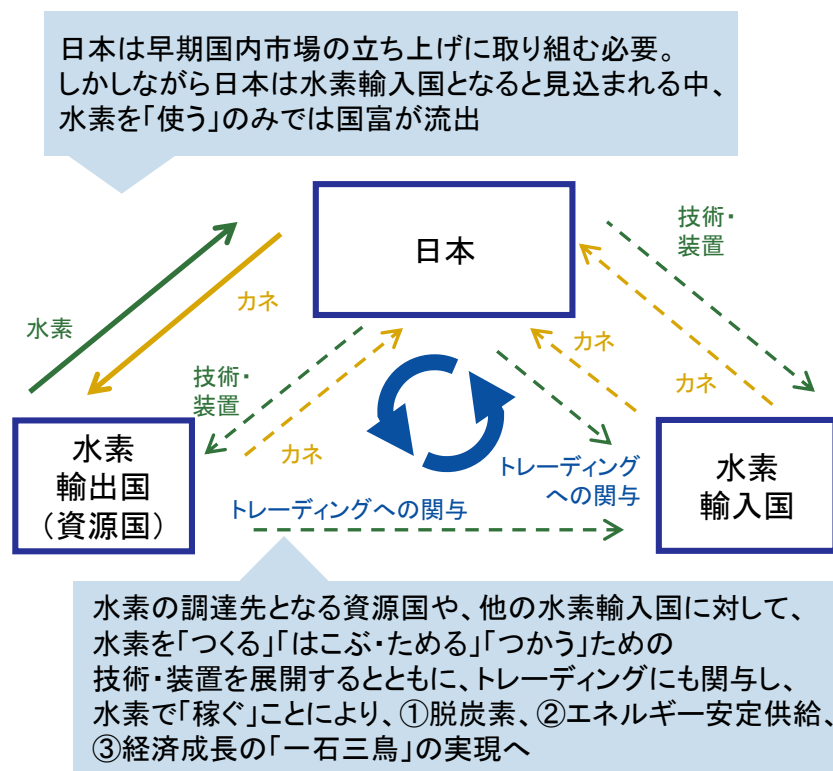
	歴史的経緯	足下の事業環境	利用時のCO2排出原単位
石炭	18世紀初頭から産業利用開始。国内炭鉱も開発 - 石油の普及で需要が減少するとともに海外炭の流入も相まって国内炭鉱は閉山	<u>上流開発は海外資源メジャーが強く</u>、日本企業は電力会社や鉄鋼メーカー等が一部権益を保有	2.33 kg-CO2/kg (24.3 kg-CO2/GJ)
石油	1900年代から動力エネルギーとして本格普及 - 戦前は国内産原油で需要の多くを賄う - 戦後石油開発公団の設立等により海外自主開発原油の確保を志向 - オイルショックを契機に脱石油が進む	<u>上流開発は欧米石油メジャーや国営石油会社が強く</u>、日本企業は石油会社や商社等が一部権益を保有 <u>自主開発比率は天然ガスと合わせて33.4%</u>	2.67 kg-CO2/kl (19.0 kg-CO2/GJ)
天然ガス (LNG)	- 都市ガスは石油・石炭を原料としたものから利用が始まり、後に天然ガスを原料としたものへ転換 1969年に世界に先駆けてLNGの導入を開始	- 日本企業はプラントEPCやLNG船オペレーション、発電用タービンなどの技術で一定の強みを有する <u>上流開発は欧米石油メジャーや国営石油会社が強く</u>、日本企業は都市ガス会社や商社等が一部権益を保有 - 自主開発比率は石油と合わせて33.4%	2.79 kg-CO2/kg (13.9 kg-CO2/GJ)
再エネ	- サンシャイン計画やFIT制度を契機に太陽光発電の導入量が増加 2000年代初頭には日本が世界最大の太陽電池生産拠点に	- 国内では陸地への再エネ導入は適地に限りがあり、洋上風力の開発が進む <u>太陽電池は中国、大型風力発電タービンにおいては欧州や中国のシェアが高く</u>、日本は劣後	0 kg-CO2/kWh (0 kg-CO2/GJ)
水素	- 石油精製や産業プロセスにて利用 - 脱炭素に向けた機運の高まりを受け、クリーンエネルギーとしての必要性が高まる	- エネルギーとしての大規模利用は世界的に黎明期であり、<u>主要プレーヤーが固まっていない</u>(オフテイクを梃子に上流権益を確保する余地が残されている) - 日本は製造から利用に至るまで<u>複数の技術で優位性を持つ</u>	0 kg-CO2/kg (0 kg-CO2/GJ)

→ 水素は脱炭素に向けて不可欠なエネルギーであるとともに、上流開発や製造～利用技術導入で日本がプレゼンスを発揮する余地がある領域
(出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書」、石油技術協会ウェブサイト、環境省「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」等より、みずほ銀行産業調査部作成

本稿では、グローバルな水素需給を概観し、日本にとっての機会を考察

- グローバルに脱炭素の潮流が加速する中、水素は不可欠なエネルギーとして注目。産業振興につなげるには日本で水素を「使う」だけでなく、グローバルに水素関連産業で「稼ぐ」ことが求められる
- 地域ごとに水素の用途や需要量は異なることが予想される中、本稿ではグローバルで主要産業における水素需要を予測しつつ、需給の地域特性を踏まえ、日本にとってのビジネスチャンス进行考察

水素関連産業振興の重要性



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

本稿のポイント

- 1 主要産業・主要地域における水素・アンモニアの需要量と供給量はどの程度になるか？
- 2 日本が技術優位性を有する領域はどこか？
- 3 日本が水素で「稼ぐ」ためのビジネスチャンスはどこか？

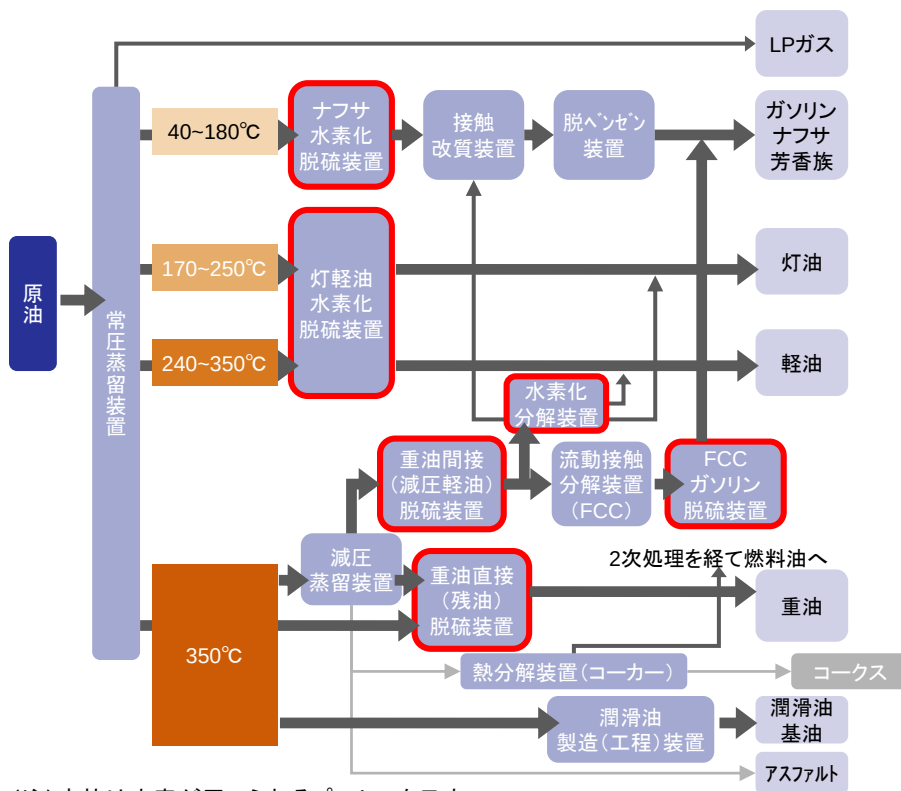
(出所)みずほ銀行産業調査部作成

2. 主要産業の主要国における水素需要見通し

水素の既存用途は大宗が石油精製と肥料製造

- 水素は主に石油精製のプロセスと肥料の原料に利用されている
 - 石油精製では硫黄分を除去する脱硫プロセスや、製品の性状をアップグレードする水素化分解プロセスで利用
 - 肥料用途ではアンモニア合成の原料として活用
- 現在消費されている水素は、CO₂を排出して作られるグレー水素が大宗

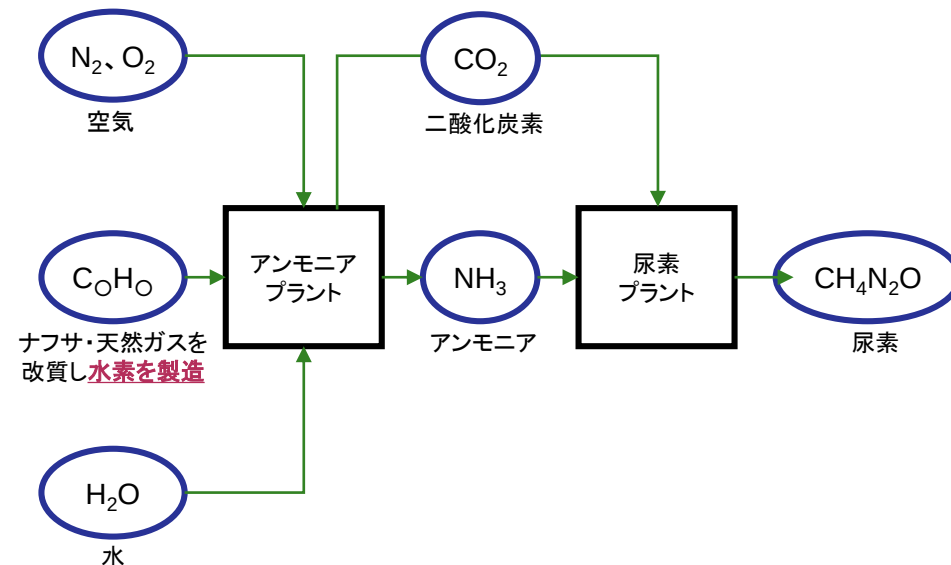
代表的な石油精製フローと水素利用



(注) 赤枠は水素が用いられるプロセスを示す

(出所) JOGMECLレポートより、みずほ銀行産業調査部作成

肥料に用いられるアンモニア・尿素製造の代表的なフロー



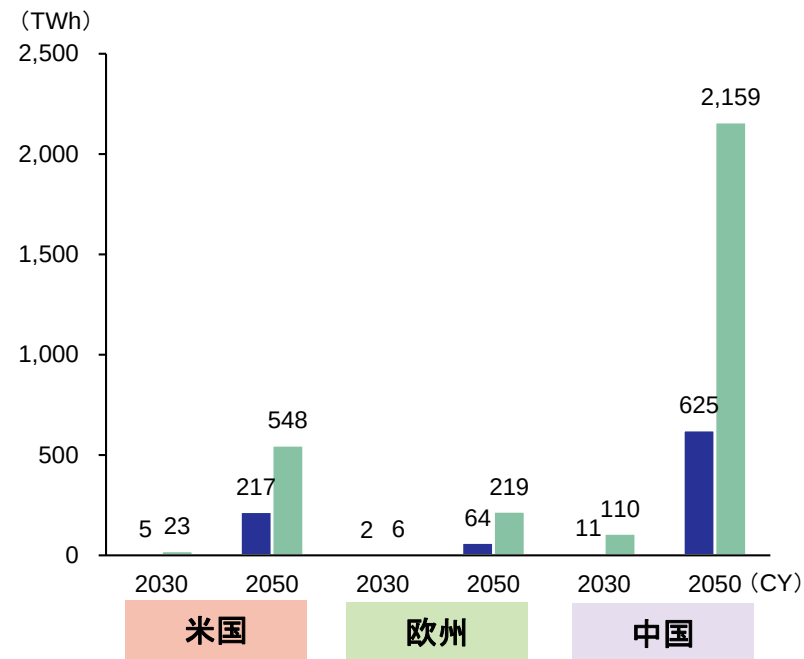
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

火力発電の脱炭素化のため、欧・米・中の発電用水素・アンモニア需要は増加を見込む

- 火力発電の脱炭素化のためには水素・アンモニア混焼、専焼が必要となる
- 米国・欧州は2050年、中国は2060年に電力部門の脱炭素化を達成することを前提に水素・アンモニア発電量を試算
— 再エネ導入が目標と比べて停滞した場合に、水素・アンモニアで補うケースも試算（水素・アンモニア大量導入ケース）
- 脱石炭を掲げる欧米はアンモニア発電を行わず、石炭の依存度が高い中国はアンモニア発電を活用すると想定
— 2050年時点で各国の目標通り再エネ導入が進んだ場合（ベースケース）に、水素換算ベースで必要量は米国で1,100万トン、欧州で330万トン、中国で4,050万トンと試算

水素・アンモニア発電の将来ポテンシャル

【弊行試算】将来必要な水素・アンモニア量



■ ベースケース ■ 水素・アンモニア大量導入ケース

(注) アンモニアは水素換算し計上

(出所) 両図とも、みずほ銀行産業調査部作成

将来の石炭発電(アンモニア発電)の利用に対する考え方

米国	欧州	中国
----	----	----

×

→アンモニア混焼は活用せず

△

→アンモニア混焼活用

水素・アンモニアそれぞれの発電電力量(TWh)

	米国	欧州	中国
水素	2030年: 5~23 2050年: 217~548	2030年: 2~6 2050年: 64~219	2030年: 1~7 2050年: 179~344
アンモニア	-	-	2030年: 10~103 2050年: 445~1,815

水素・アンモニアの需要量(万t)

発電に必要な水素・アンモニア量は以下の通り算出

➢ 水素: 発電量(億kWh) ÷ 水素発熱量(120MJ/kg) ÷ 発電効率(57%)

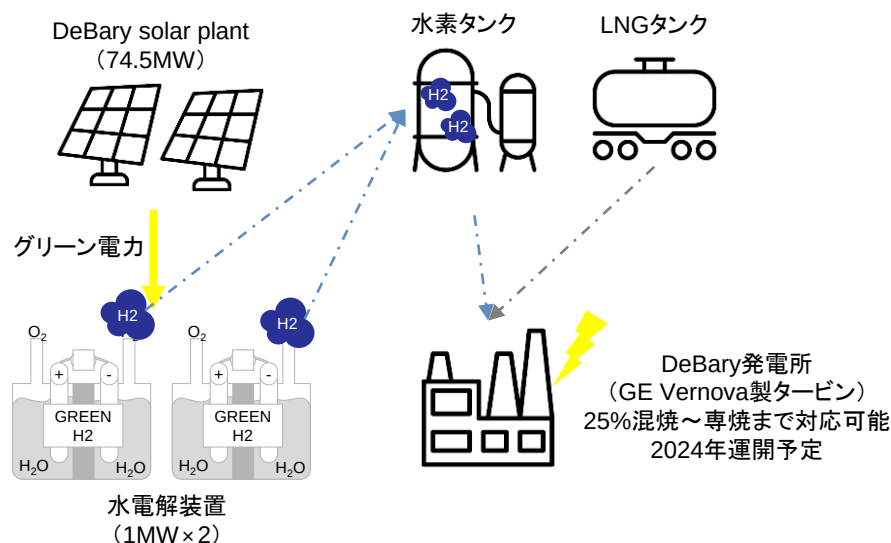
➢ アンモニア: 発電量(億kWh) ÷ アンモニア発熱量(18.6MJ/kg) ÷ 発電効率(43%)

	水素	アンモニア
2030年	28~116	11~26
2050年	1,125~2,837	331~1,134
2030年	4~35	463~4,627 (水素換算後72~717)
2050年	943~1,813	20,049~81,680 (水素換算後3,108~12,660)

グローバルで水素・アンモニア混焼への取り組みが進展

- グローバルで実際に水素・アンモニア発電への取り組みが進展。一例として米国ではDuke社がグリーン水素の製造～発電に至るまでのシステムを構築
 - ― 水素の貯蔵性を活用し、エネルギー需要の高いタイミングで発電し、安定供給に寄与させる方針
- APACにおいては、日本企業が優れた混焼技術の提供に動いており、各国の排出量削減に貢献することを目指す

米Duke社によるグリーン水素の製造・貯蔵・発電実証

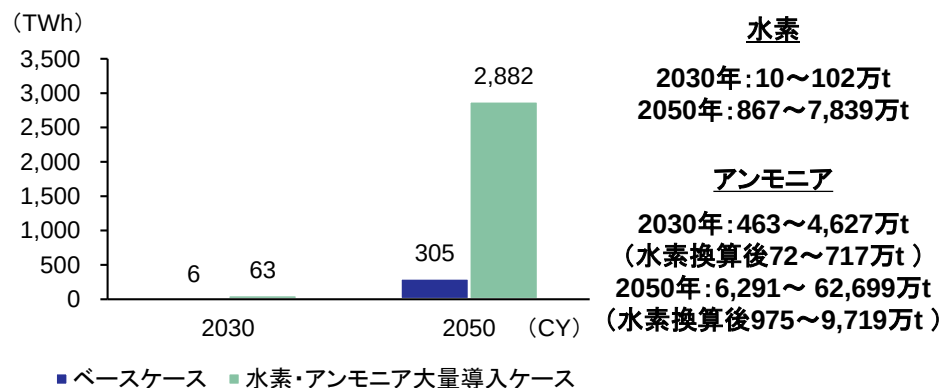


- ✓ 太陽光発電所からのクリーンな電気を使ったグリーン水素製造から、貯蔵・発電まで行う、エンドツーエンドシステムを確立
- ✓ 米国初の水素専焼可能な発電所を建設
- ✓ 水素の貯蔵性を活かし、電力需要の多いタイミングに発電を行う運用とすることで安定供給に寄与可能

(注) 2023年10月27日Duke Energy社リリースより引用

(出所) 公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

APAC(中国・日本除く)における水素・アンモニア発電の将来ポテンシャル



日本企業はAPAC企業に対して混焼技術を提供

IHI
興和

- インドのAdani Power Mundra石炭発電所において、アンモニア20%混焼の実施を前提にインドのAdani Power社と技術的な検討等を開始

三菱重工業

- インドネシアのPLN社と、同社保有の発電所に対し、水素・アンモニア・バイオマスの混焼に関する技術的な検討を開始するMOUを締結

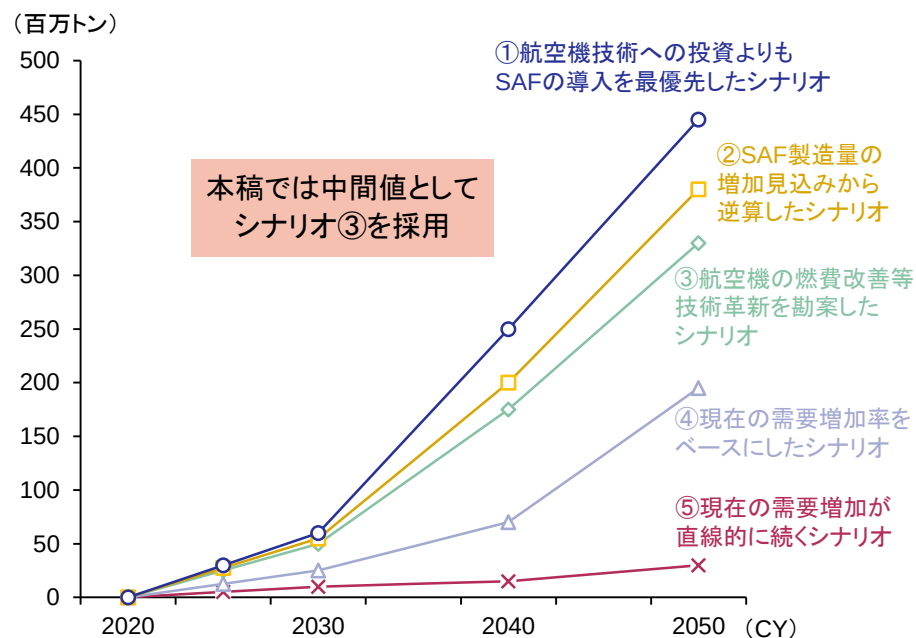
(注) APAC: アジア太平洋(豪州や東アジア、東南アジア、南西アジア各国を含む)

(出所) 上下図表とも、公表資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

欧・米・中におけるSAF需要の伸びを受け、製造プロセスで必要となる水素需要は増加

- 航空業界においては、SAF利用が脱炭素化の主な手段
 - シナリオにより幅があるものの、需要は右肩上がりで増加すると見込まれる
- 本稿ではAir Transport Action Group (ATAG)によるSAF需要見通しの中間値を基に、一定の原料・触媒・製法の場合における製法ごとの必要水素量を勘案し、SAF向け水素需要を試算

グローバルSAF需要見通し

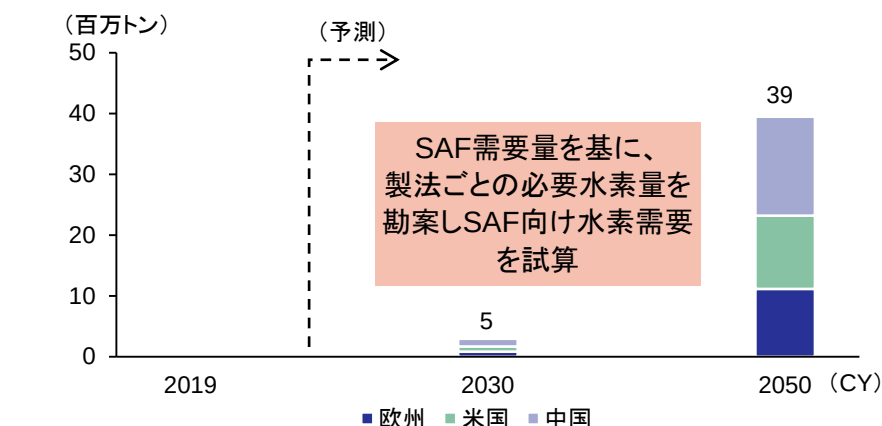


(注) SAF: Sustainable Aviation Fuel、持続可能な航空燃料のこと
(出所) Air Transport Action Group (ATAG), Waypoint 2050より、みずほ銀行産業調査部作成

SAFの主な製造方法

主な製法	概要
HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids)	廃食油等を水素化処理して製造
ATJ (Alcohol To Jet)	エタノールを原料に、触媒反応で製造
ガス化FT (Fischer-Tropsch)	バイオマス等をガス化し合成して液体燃料を製造
合成燃料	グリーン水素とCO2を合成して製造

SAF向け水素需要予測

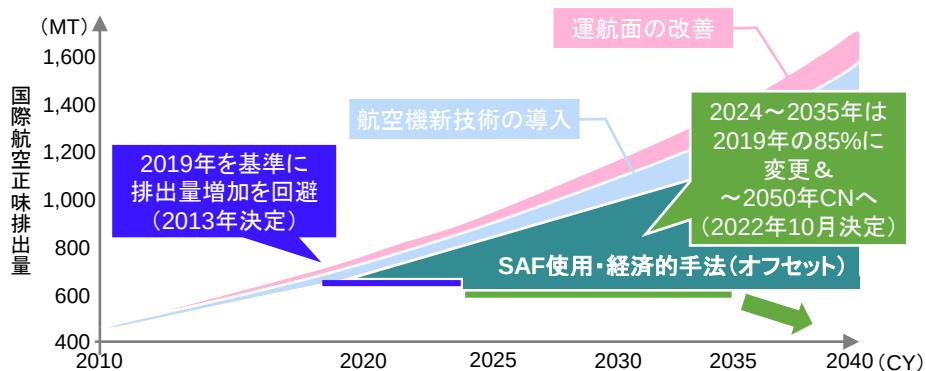


(出所) 上下図表とも、みずほ銀行産業調査部作成

CO2排出削減のため、世界の航空会社はSAF調達を進める

- 「国際航空におけるCO2排出量削減対応策(CORSIA)」の運用が2021年より開始しており、航空会社はSAFの調達や製造企業への出資を行う

グローバル規制「国際航空におけるCO2排出量削減対応策(CORSIA)」



目標達成適用の対象とGHG排出量オフセット制度(CORSIA)の主なポイント

参加国	2021年から2026年: 自発的に参加した88カ国(国際線の約8割を占め、日米欧などの主要先進国の多くが参加) 2027年以降: 全ての義務対象国が参加
対象運航者	最大離陸重量5.7t超の航空機による年間排出量1万t超の国際線運航者 →主要航空機・フルサービスキャリアのほぼ全てが対象に
対象路線	参加国間の路線のみに適用(運航者の国籍問わず) →参加国の範囲を踏まえれば、多くの主要路線が対象に
対象運航者の義務	2019年以降、年間CO2排出量をモニタリングし、ベースラインを算出・設定(需要急減考慮)。2021~2023年のベースラインは2019年単年、 2024~2035年は2019年の85%に変更 2021年以降、カーボンオフセットが必要な割当量の通知に基づき、該当量についてクレジットによるオフセットまたはSAF使用での削減を実施

(出所) ICAO、IATA等各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

航空会社によるSAF利用等の事例

ANA

- ✓ 「SAF Flight Initiative」を立ち上げ、加入企業がSAFのコストを一部負担することでCO2削減証書を受領できるプログラムを提供
- ✓ 「ANA Green Jet」にSAFを搭載し利用

JAL

- ✓ Shell AviationとSAF調達に関する契約を締結しロサンゼルス空港で搭載する燃料をSAFに置き換え
- ✓ SAF製造技術を有するFulcrum社へ出資

Air France-KLM

- ✓ Neste、DG Fuels、SkyNRG、TotalEnergiesとSAF調達契約を締結
- ✓ アムステルダム・スキポール空港発のすべてのフライトに対し、同空港の燃料システムに1%のSAFを追加

ユナイテッド航空

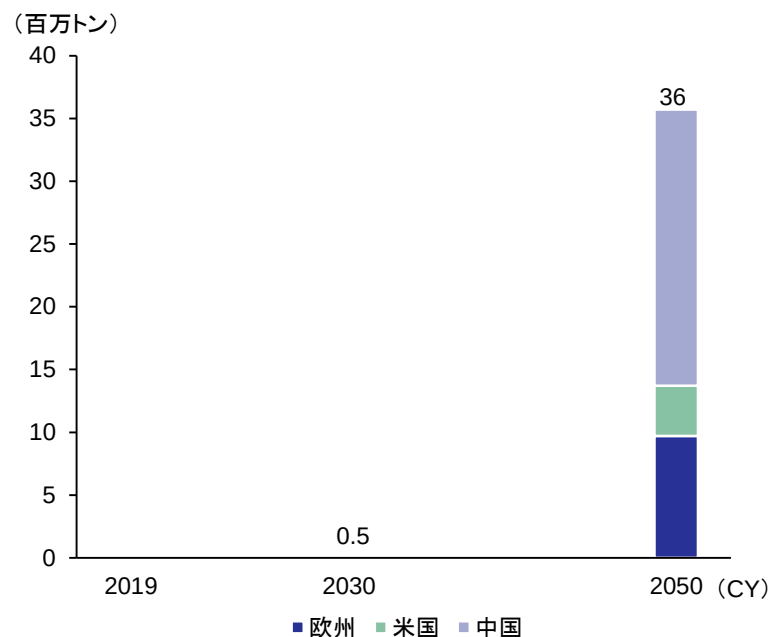
- ✓ シカゴ発ワシントンD.C.行のフライトで、世界で初めてSAFを100%使用した旅客便を運航
- ✓ エネルギー会社と合併でエタノール由来SAFを製造するブルー・ブレード・エナジー社を設立

(出所) 公表情報より、みずほ銀行産業調査部作成

自動車では中大型トラック用途での水素需要の増加を見込む

- 自動車においては、乗用車はEVへの転換が主流と想定するものの、商用車においては、長距離を走行しエネルギー充填時間がEVよりも短いFCVが有効なソリューションに
- 燃料価格の違いを背景に各国・地域のFCVの普及率は大きく異なる見通し
 - ― 水素と電気の価格差が小さいと想定される欧州においてはFCVの普及率が比較的高くなる可能性
- 主要国・地域における中大型トラック用途での水素需要は、2030年で0.5百万トン、2050年で36百万トンとなる見込み

中大型燃料電池トラックに必要となる水素需要見通し(欧・米・中)



(注) 対象は欧・米・中の中大型トラックのうちFCV(欧州においては水素エンジン車両も含む)の走行に必要な水素量
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

2030年・2050年時点のFCVの販売・普及台数

		2030年	2050年
欧州	水素需要(百万t)	0.19	9.7
	販売台数(台)	21,330	150,146
	販売台数シェア(%)	6%	53%
	保有台数(台)	38,442	2,614,652
米国	水素需要(百万t)	0.19	4.0
	販売台数(台)	11,058	82,213
	販売台数シェア(%)	2%	13%
	保有台数(台)	35,801	868,967
中国	水素需要(百万t)	0.14	22.0
	販売台数(台)	31,661	603,791
	販売台数シェア(%)	3%	40%
	保有台数(台)	56,323	5,239,437
合計	水素需要(百万t)	0.5	35.7
	販売台数(台)	64,049	836,150
	保有台数(台)	130,566	8,720,056

(注) 水素需要は、各国・地域のFCV保有台数×想定水素燃費×年間走行距離で算出。
保有台数、水素燃費、年間走行距離は各国・地域で異なる
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

欧米の大型トラックメーカーはZEV投入戦略を進める

- 欧米の大型トラックメーカーの多くはEVとFCVの両者を投入する戦略を展開、現状はEVの製品化が先行しているが、将来的には長距離向けにFCVを投入していく方向性
 - 水素エンジンに関して明確な開発方針を有するのはDaimlerのみ、ただし活用用途は鉱業・建設等向けのニッチソリューションと位置づけ

欧米の大型トラックメーカーのZEV^(注1)投入戦略

	EV	FCV	水素エンジン	概要
Daimler Truck (欧州系)	✓✓✓ 地域輸送	✓✓ 長距離輸送	✓ 鉱業・建設等	□ EVと水素の双方を重要なZEVと位置付けるデュアル戦略 □ EVは地域輸送、FCVは幹線輸送、水素エンジンは高出力を求められる鉱業・建設・農業等向けニッチソリューションとして活用。水素エンジンの短所はランニングコストの高さにあると言及 □ EVはeActros シリーズの投入を既に開始しており、複数ラインナップを展開 □ FCVは航続距離1,000km超の25トントラック(GenH2)を2027年頃に投入予定で、2024年よりドイツでAmazonとトライアルを開始する計画 □ 水素エンジンの投入時期は示されていないが、23年7月に開発方針を発表
Volvo (欧州系)	✓✓ 地域間・市内輸送	✓✓ 長距離輸送	✓✓ EV/FCV非対応条件等	□ EVと水素(燃料電池・水素エンジン)、再生可能燃料を3つの柱として電動化を進める □ 2040年時点で大半(約8割超)をEV、FCVとし、残りをBioLNG、HVO、水素エンジン等の内燃機関で構成 □ 長距離輸送はFCVを、地域間・市内輸送はEVと位置づけ □ EVはFHシリーズ等の6モデルを投入中 □ FCVは20年代後半に航続距離約1,000kmの大型トラックを投入予定(ただしモデルは未決定) □ 水素エンジンではカナダWestport社の水素対応直噴式エンジンの開発プロジェクトへの協力を発表
Traton (欧州系)	✓✓✓ 全方位	✓ 長距離、充電網不足対応等	✓ 建設等の特殊用途	□ ZEV化に向けてはEV投入を重視。EVのエネルギー効率がFCV対比で優れる点を強調(発電から走行までのエネルギー効率はEVが75%、FCVは電解・輸送・充填工程のエネルギーロスにより25%程度と主張)しており、FCVは長距離や充電網不足等の限られた範囲での活用を想定 □ EVはScania(P・Lシリーズ)で投入済みである他、MAN(eTruck)でも量産・投入を予定 □ FCVは欧州で傘下のScaniaがCumminsと、米国では傘下のNavistarがGMと燃料電池トラックの共同開発中 □ 傘下のMANが欧州初の水素エンジンを搭載トラック「hTGX」シリーズを2025年に発売する計画
Paccar (米国系)	✓✓✓ 地域間・市内・港湾輸送	✓✓ 長距離輸送	N/A 戦略言及無し	□ 2021年よりEVトラックの製品化をはじめ、地域間・市内・港湾輸送用途を中心にこれまでに9車種をラインナップ □ FCVは走行距離が長く、燃料補給時間が比較的短いことから、長距離用途に有望なパワートレと位置づけ □ FCVはトヨタとの共同開発を進めており、早ければ2024年にも発売を開始し、2025年には量産化を計画

(注1) ZEV: Zero Emission Vehicle、走行時にCO2等の排ガスを出さない自動車のこと

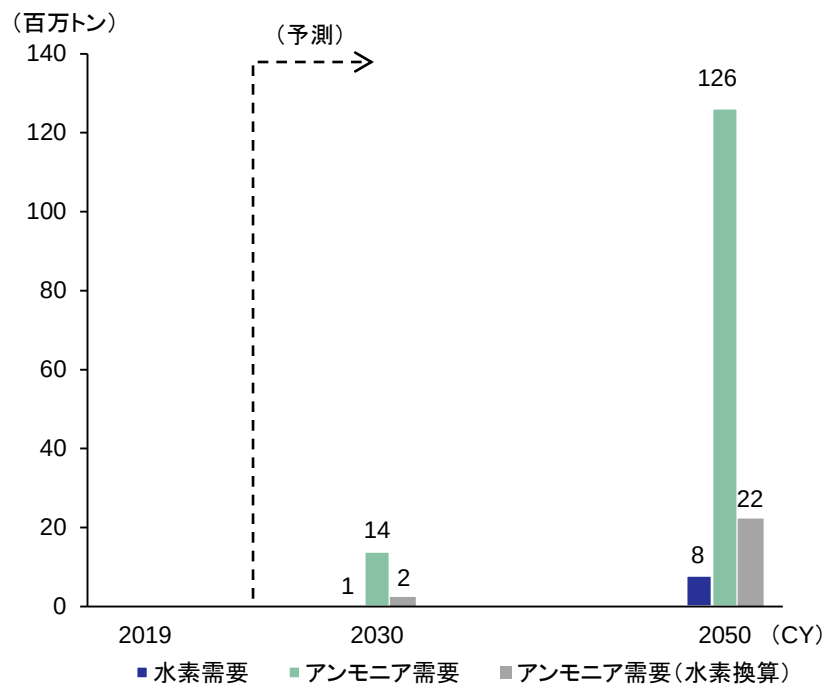
(注2) チェック数は、公表情報やIR資料等から、各社のパワートレイン別の取り組み姿勢を定性的に評価して付与(チェック数が多いほど積極的)

(出所) IR資料より、みずほ銀行産業調査部作成

船舶・海運においてはIMOの目標が水素・アンモニア需要を押し上げる見込み

- 船舶・海運においては国際海事機関(IMO)によるネットゼロ目標前倒しにより2050年までに燃料を石油からCN燃料に転換する必要
- 船舶・海運領域におけるエネルギー需要や利用エネルギーの割合等一定の仮定を置いて計算すると、2030年時点では欧州・米国・中国で水素1百万トン、アンモニア14百万トン、2050年時点で水素8百万トン、アンモニア126百万トンの需要が生まれると試算

欧州・米国・中国における船舶・海運の水素・アンモニア需要見通し

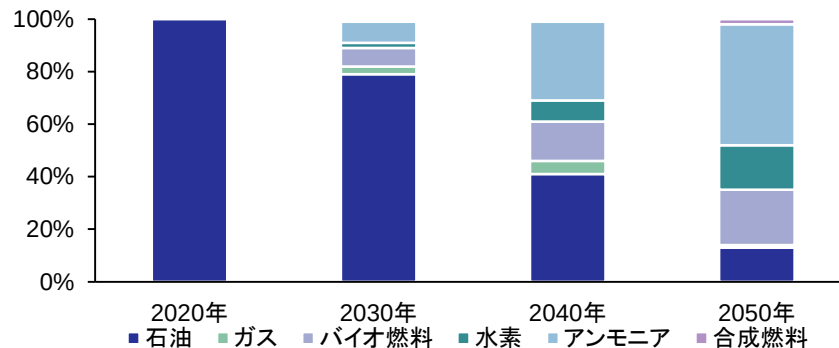


(出所) IEA, World Energy Balances, Net Zero by 2050より、みずほ銀行産業調査部作成

算出の考え方

- ✓ 人口一人当たりエネルギー需要が不変と仮定し、将来の人口見通しから世界の船舶・海運全体の需要を予測
- ✓ IEAのNZEシナリオにおける利用燃料の割合に準拠し世界の船舶・海運分野における水素・アンモニア需要を算出
- ✓ 算出値をGDP割合で按分し欧州・米国・中国の需要を算出

IEA NZE^(注)における船舶・海運の利用燃料の割合



(注) NZE: Net Zero Emission Scenario、世界全体で2050年に温室効果ガス排出ネットゼロとなるシナリオ

(出所) 上下図表とも、IEA, Net Zero by 2050より、みずほ銀行産業調査部作成

海運業界においては、脱炭素化に向けて燃料転換の検討を進める

- 2023年7月、IMOは「GHG削減戦略」を改定し、国際海運からのGHG排出量を2050年頃までに実質ゼロとする目標を採択
- CN実現には燃料転換は必須であり、外航海運のゼロエミッション燃料としてアンモニアが期待されている状況

IMOのGHG削減目標の改定

<IMO GHG削減戦略(2018年版)>

目標年	内容
2030年 (2008年比)	✓ 輸送効率最低40%改善
2050年 (2008年比)	✓ 輸送効率最低70%改善 ✓ GHG総排出量の最低50%削減
今世紀中	✓ GHG排出ゼロ

2023年7月改定

<IMO GHG削減戦略(2023年版)>

目標年	内容
2030年 (2008年比)	✓ 輸送効率最低40%改善 ✓ GHG 総排出量の最低20%削減(30%削減を目指す) ✓ ゼロエミッション燃料等の最低5%普及(10%普及を目指す)
2040年 (2008年比)	✓ GHG 総排出量の最低70%削減(80%削減を目指す)
2050年頃	✓ GHGネット排出ゼロ

海運会社の取組方向性

省エネ技術(例: 風力推進)や運航効率化の取り組みも重要であるものの、
CN実現には燃料転換は必須

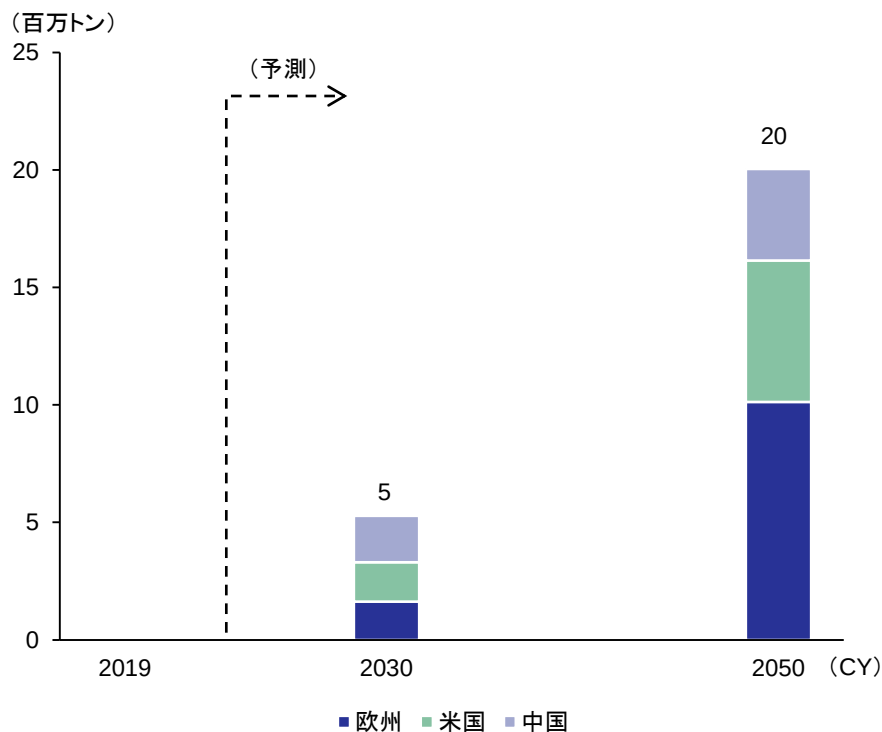
国	取組方向性
日本	LNG → メタノール、アンモニアの検討 ✓ 商船三井: LNG/メタノール燃料船を90隻(～2030年)、ゼロエミ船130隻導入(～2035年) ✓ 日本郵船: LNG燃料船31隻、アンモニア燃料船3隻、LPG燃料船8隻、メタノール船3隻(2023～2030年度)、アンモニア燃料船12隻、LNG燃料船7隻の導入(2031～2033年度) ✓ 川崎汽船: ゼロエミ船20隻(～2030年)、同130隻(～2040年)、同200-250隻導入(～2050年)
グローバル	邦船社と同様の方向性も、Maerskのように、LNGは導入せずメタノール、アンモニア燃料船を増やす企業も存在 ✓ Maersk: ゼロエミ船200隻超導入(～2026年)

(出所) 両図とも、各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

鉄鋼分野では、水素還元製鉄の拡大で水素需要が増加する見通し

- 鉄鋼分野では従来石炭やガスを用いて鉄鉱石の還元が行われてきたが、低・脱炭素化の実現に向けて還元剤が化石燃料から水素に置き換えられ、欧・米・中において水素需要は2050年に合計20百万トンに達する見通し
- 特に欧州では水素還元製鉄（水素還元炉＋電炉）の割合が飛躍的に高まり、大きな水素需要が創出される見込み

鉄鋼分野における水素需要量見通し（欧・米・中）



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

想定条件

	年	粗鋼生産量 (百万トン)	電炉比率 (%)	水素需要 (万トン)
欧州	2030	154	52	142
	2050	165	100	1,125
米国	2030	100	75	109
	2050	131	81	465
中国	2030	1,003	25	169
	2050	898	43	239

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

欧州企業が直接水素還元技術で先行、日本も水素還元技術開発の前倒しを発表

- 日本の高炉3社は2022年6月に水素製鉄コンソーシアムを組成し、企業横断でCN技術に関する情報共有、技術開発・利用を行う方針なるも、欧州企業は直接水素還元技術などで一部先行(他、中国や韓国企業も技術開発を進める)
- かかる状況を受け、2023年9月、第18回産業構造審議会において、ロードマップの改定(技術開発を2～5年前倒し)とGI基金配賦額の増額(+2,564億円)が提示。国内鉄鋼業が競争力を失わないためにも、今後も技術開発スピードで海外企業に劣らない取り組みや、水素や電力の調達コスト競争力を高めていくことが求められる

海外企業の水素還元技術開発事例

欧州／Arcelor Mittal
✓ 直接水素還元の実証プラントを独に建設し、2025年末までに操業開始予定 ✓ 他、独や仏を中心にDRIプラントと電炉の新設を進める
欧州／Thyssenkrupp
✓ 高炉水素還元と直接水素還元の両技術開発を行う「H2Stahl」PJ開始 ✓ 2025年頃までに120万トン/年規模のDRIプラント建設を計画
中国／宝武鋼鉄
✓ ハー鋼鉄にて小型高炉を用いた水素還元の研究開始(2024年末稼働予定) ✓ 湛江製鉄所にて100万トン/年のDRIプラント建設決定(2024年稼働予定)
韓国／POSCO
✓ 独自の製鉄技術「FINEX」を用いた直接水素還元技術「HyREX」の開発を進める

(注) DRI: Direct Reduced Iron、鉄鉱石を還元性ガスで直接還元する製法で作る鉄のこと
(出所) 各種資料より、みずほ銀行産業調査部作成

脱炭素に向けた日本における企業横断でのコンソーシアム組成

水素製鉄コンソーシアム(2022/6発足)					
日本製鉄／JFEスチール／神戸製鋼所／JRCM ^(注1)					
GI基金 1,935→4,499 億円(増額)					
情報共有／共同技術開発・利用					
		【技術開発内容】	【使用する炉】	【ロードマップ改定案(概要)】	【予算改定案】
高炉水素還元	①	所内水素を活用した水素還元技術等の開発(COURSE50)	高炉＋転炉	2025年下期、実機実証試験開始 2028年までに 技術実装を目指す	436億円 (+296億円)
	②	外部水素や高炉排ガスを活用した低炭素技術等の開発(Super COURSE50/CR高炉 ^(注1))	高炉＋転炉	2025年までに要素技術開発、小規模試験高炉での試験開始 2040年までに 技術実装を目指す	2,386億円 (+1,172億円)
直接水素還元	③	直接水素還元技術の開発	水素還元炉＋大型電炉	2025年までに要素技術開発、小規模試験炉での試験開始 2040年までに 技術実装を目指す	1,141億円 (+796億円)
	④	直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発	(水素還元炉)＋大型電炉	2025年までに要素技術開発、小規模試験電炉試験 2030年までに 技術実装を目指す	306億円 (+70億円)
	⑤	電気溶融炉(スメルター)を用いた水素還元技術の開発	(水素還元炉)＋スメルター＋転炉	2026年頃に中規模試験電炉試験 2030年までに 技術実装を目指す	230億円 (新規追加)

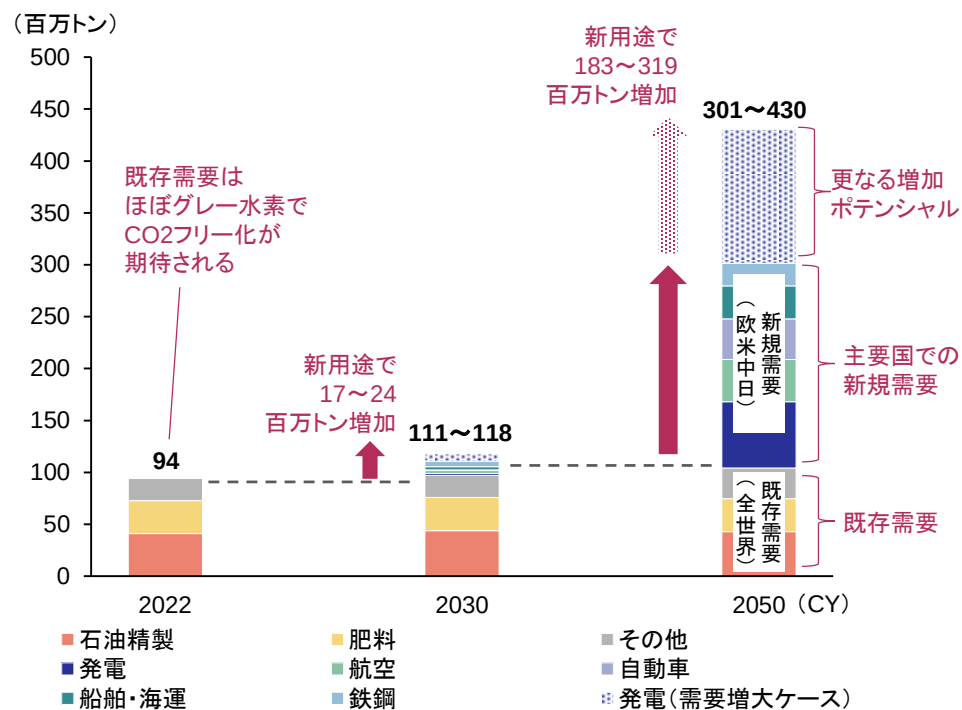
GI基金
1,935→4,499
億円(増額)

(注1) JRCM＝(一財)金属系材料研究開発センターの略称 (注2) CR高炉＝カーボンリサイクル高炉の略称
(注3) ③のみ神戸製鋼所は不参加、(注4) ④⑤は水素還元鉄を海外輸入することも視野
(出所) 水素製鉄コンソーシアム資料、経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

主要産業・主要地域のグローバル水素需要は、2050年に向けて拡大する見込み

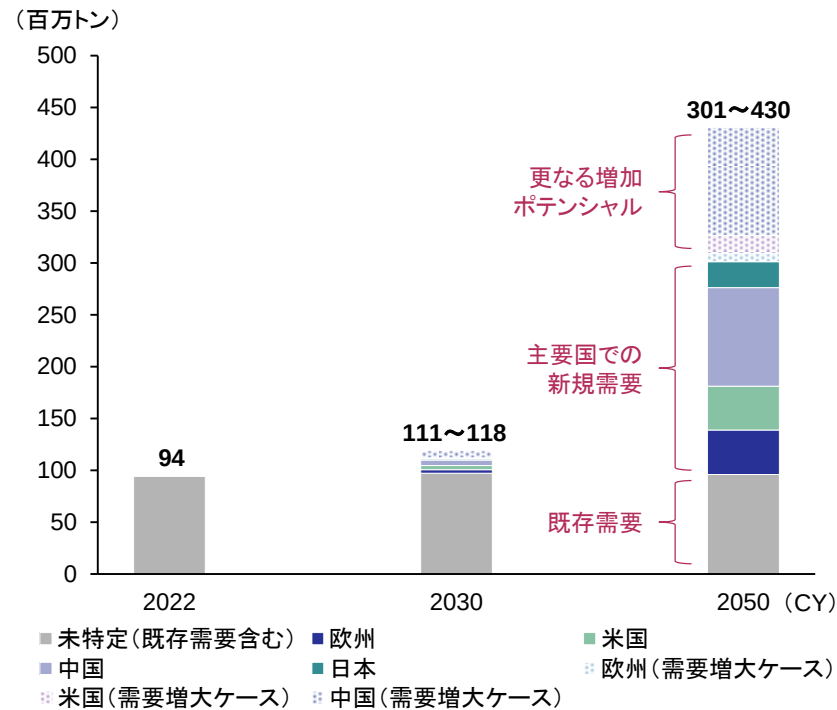
- 水素は既に石油精製や肥料用途等で利用されているが、2050年にかけては低・脱炭素を目的とした新たな分野での利用がドライバーとなり、需要が拡大
- 既存用途のCO2フリー水素転換と、新用途におけるCO2フリー水素利用促進が、需要拡大の鍵に。天然ガス代替や燃料電池等、アップサイドの可能性も存在

主要産業・主要地域のグローバル水素需要見通し(用途別)



(注) 既存需要(石油精製・肥料・その他)以外は水素利用の蓋然性が高い産業及び地域にフォーカスして試算しており、各時点での世界全体の需要を予測するものではない
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

主要産業・主要地域のグローバル水素需要見通し(地域別)

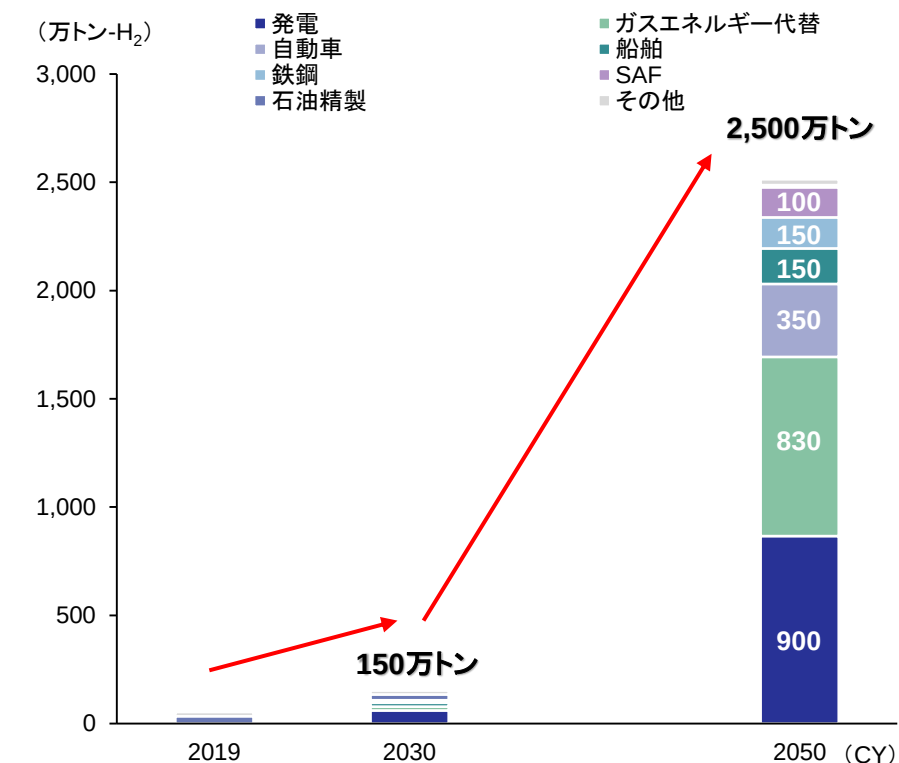


(注1) 既存需要(石油精製・肥料・その他)以外は水素利用の蓋然性が高い産業及び地域にフォーカスして試算しており、各時点での世界全体の需要を予測するものではない
(注2) 「未特定」には、既存用途分と船舶・海運用途を含む
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【参考】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2,500万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、船舶、鉄鋼、SAF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) みずほ銀行「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～」『Mizuho Industry Focus Vol.237』(2023年2月14日)の需要見通しにSAFを加えたもの

(出所) 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

SAF	ジェット燃料がSAFに置き換わるにより、SAF製造に用いる水素の需要が拡大
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FCV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

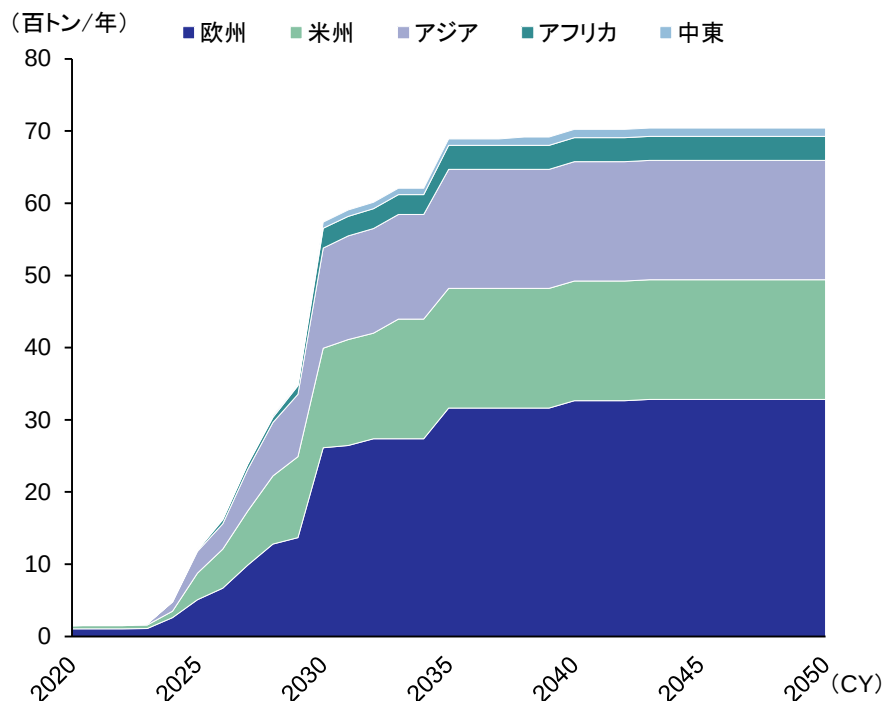
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

3. グローバルの水素供給見通し

水素製造プロジェクトは積み上がっているが、FIDに至る案件は少ない

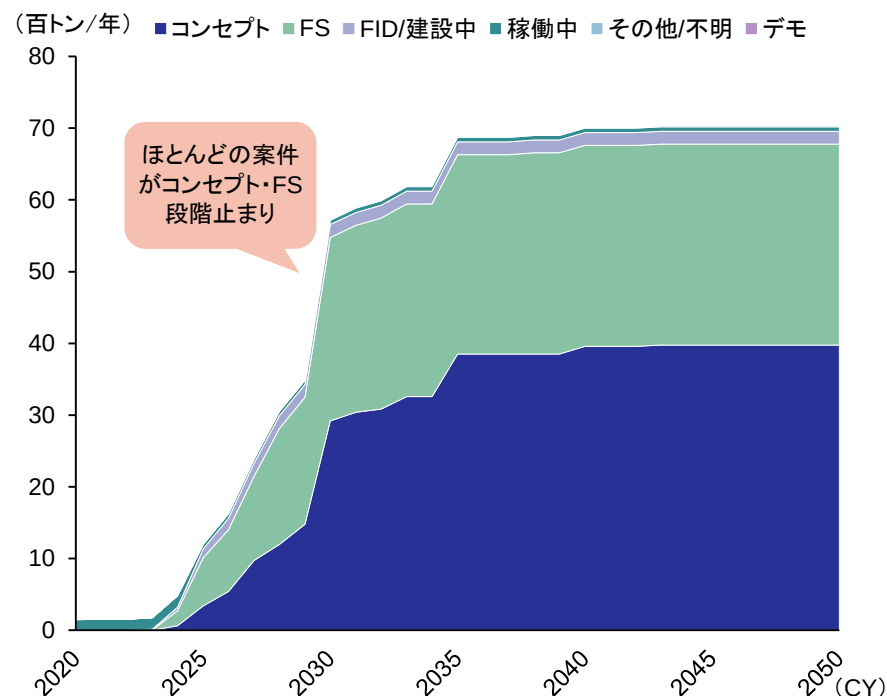
- 2020年以降に稼働が見込まれているクリーン水素製造プロジェクトの規模(稼働時期不明のものを除く)は2030年時点で約60百万トン
 - ― 他方、FID・建設中・稼働中のプロジェクトは、2030年時点で約1百万トンにとどまる

クリーン水素プロジェクトの地域別製造容量見込みの推移



(注1) 2020年以降のプロジェクトの積み上げ
 (出所) 両図表とも、IEA, *Hydrogen Projects database* (2023/10)より、
 みずほ銀行産業調査部作成

クリーン水素プロジェクトのステータス別製造容量見込みの推移

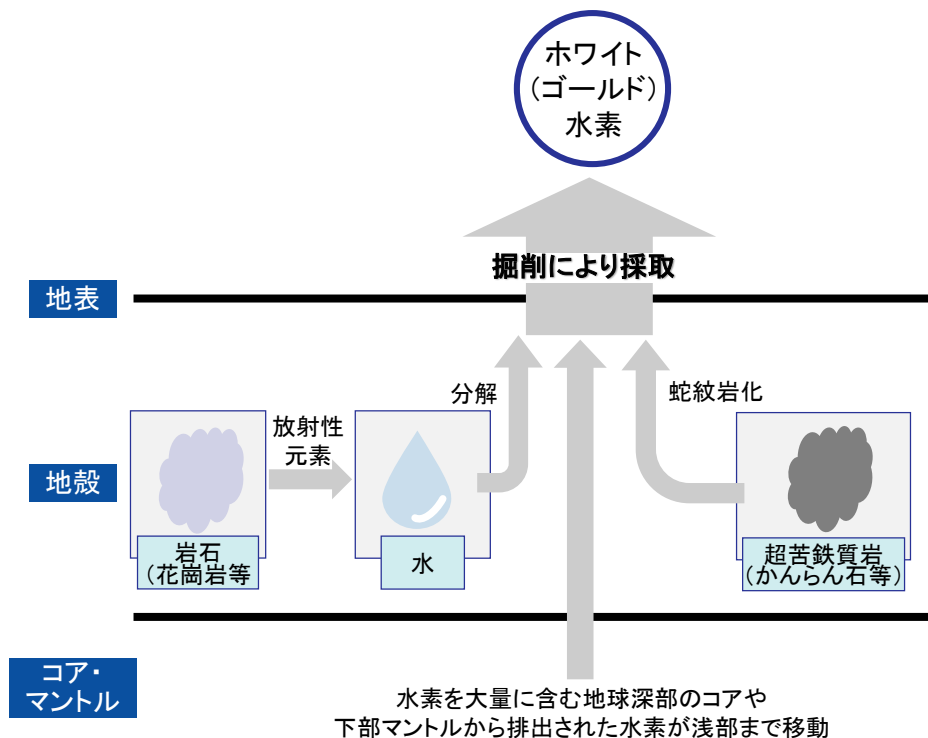


(注1) FID: Final Investment Decision、最終投資決定のこと
 (注2) FS: Feasibility Study、実現可能性調査のこと

【参考】地下に自然に蓄積された天然水素にも注目が集まる

- 天然水素は地下に自然に蓄積された水素で、初期的推定では、現在の需要を上回るポテンシャルがあるとの示唆も
— 岩石由来の生成や地球深部からの噴出で蓄積され、ホワイト水素またはゴールド水素と呼称される
- 商業開発まで至った例はないが、政府機関やスタートアップを中心に探鉱開発の案件が複数存在

天然水素の概要



（出所）JOGMEC「天然水素の動向」より、みずほ銀行産業調査部作成

主な天然水素生産プロジェクト

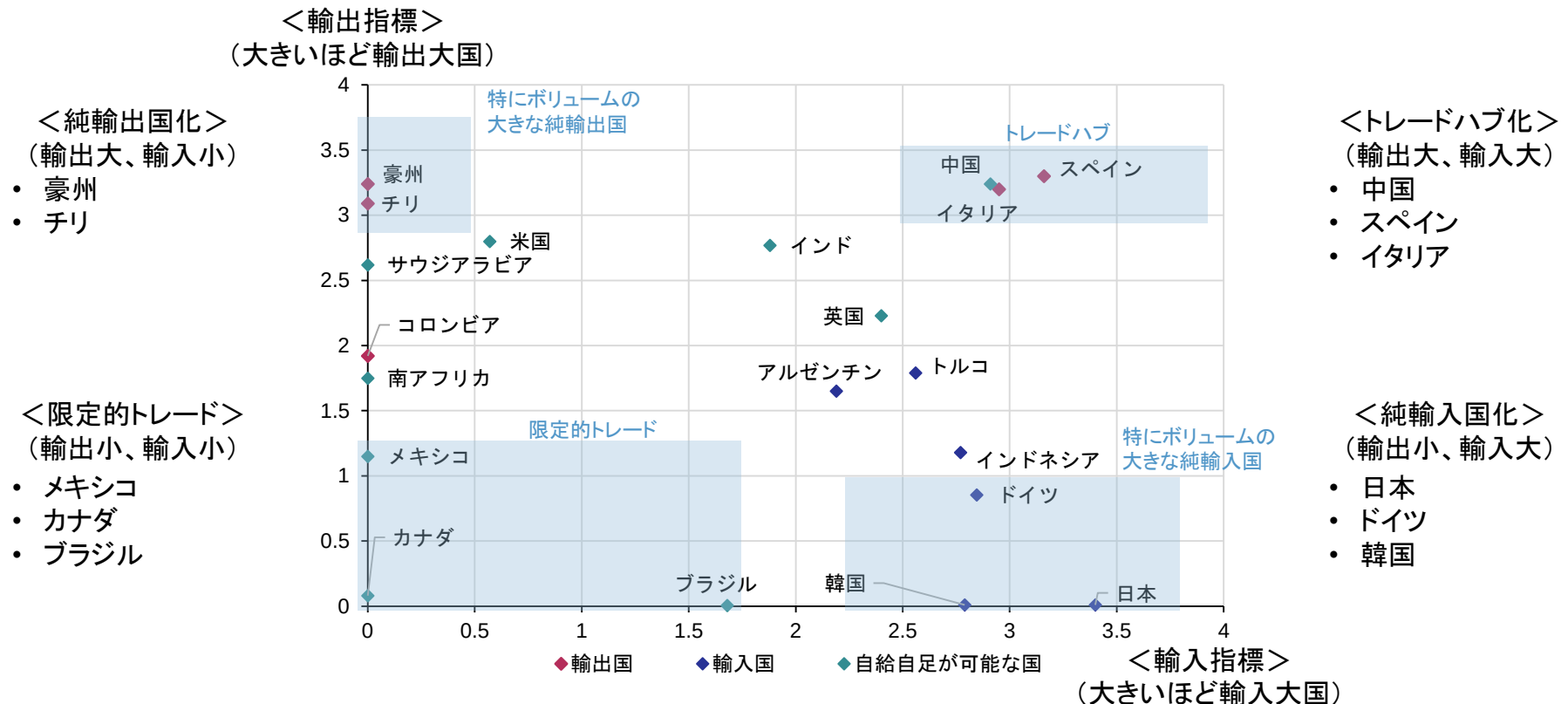
国	場所	開発者	ステータス
豪州	ヨーク半島	Gold Hydrogen	掘削許可取得。 2023年10月より探鉱
豪州	エア半島	H2EX	許認可取得
豪州	アマデウス盆地	Santos	埋蔵量評価のための 試掘中
フランス	ロレーヌ盆地	La Française De l'Énergie	独占探鉱の 許認可申請
マリ	ブーラケブグー	Hydroma	2012年より操業
スペイン	ピレネー	Helios Aragon	掘削許可取得。 2024年より炭鉱
米国	アリゾナ	Desert Mountain Energy	探鉱許可申請
米国	カンザス	Natural Hydrogen Energy	2019年に試掘完了
米国	ネブラスカ	Hy Terra	掘削完了。2023年 より生産可能

（出所）IEA, *Global Hydrogen Review 2023*より、みずほ銀行産業調査部作成

国内の需給ポテンシャルに基づき、グリーン水素のトレードが生まれる見込み

- International Renewable Energy Agency (IRENA)によれば、自国内の需給ポテンシャルに基づき、グリーン水素のトレードが生まれる見込み
 - 純輸出国としてオーストラリア、チリが挙げられ、その他米国、サウジアラビアも高い生産ポテンシャルを有する
- グリーン水素の生産ポテンシャルが高い国には複数国がアプローチしている状況であり、日本も適地確保で乗り遅れないことが重要

グリーン水素のトレードフロー

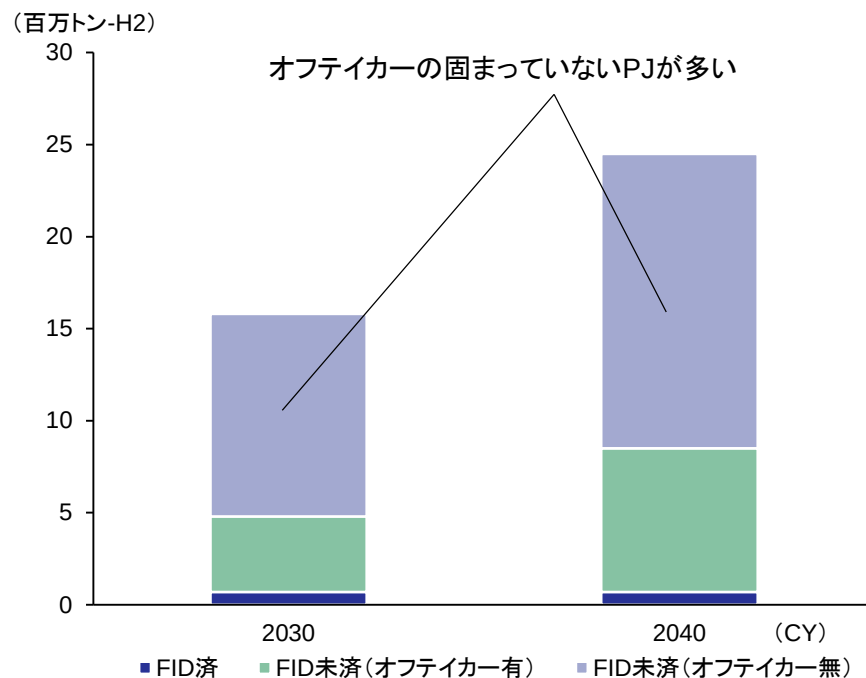


(出所) IRENA, Global hydrogen trade to meet the 1.5℃ climate goalより、みずほ銀行産業調査部作成

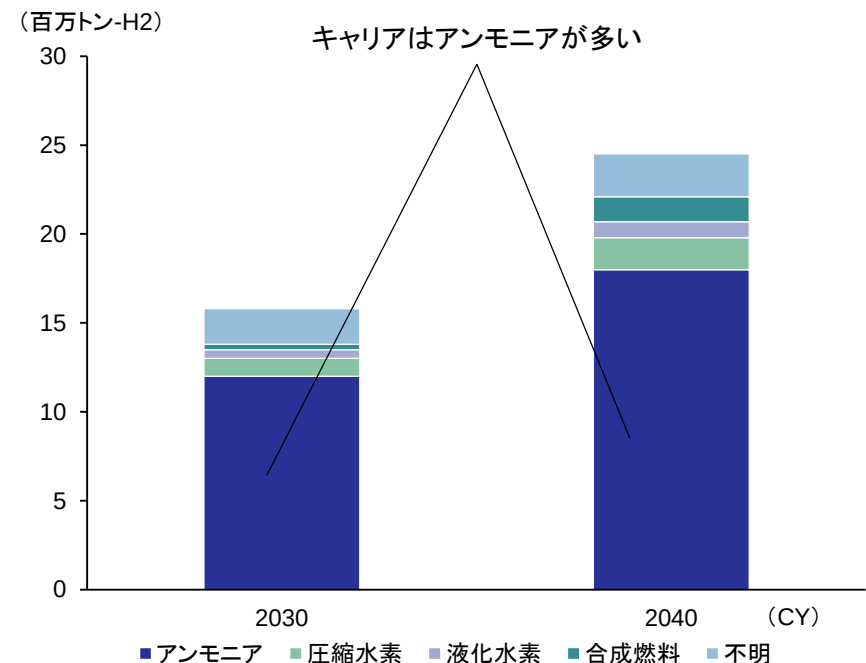
検討中の水素輸出プロジェクトはオフテイカー未定の案件が多い

- 輸出を前提とした製造プロジェクトに着目すると、FID前、かつポテンシャルオフテイカーが存在しない案件が多い
 - 世界各国で様々な案件がアナウンスされているが、需要家の探索に課題が存在することが示唆される
- 輸出に用いるエネルギーキャリア（エネルギーを運搬する物質や方法）はアンモニアが大宗
 - 既にサプライチェーンが存在し、輸出入のインフラも整備されており、ハンドリングが他キャリア対比容易であるためと考えられる

ステータス別輸出見通し



キャリア別輸出見通し

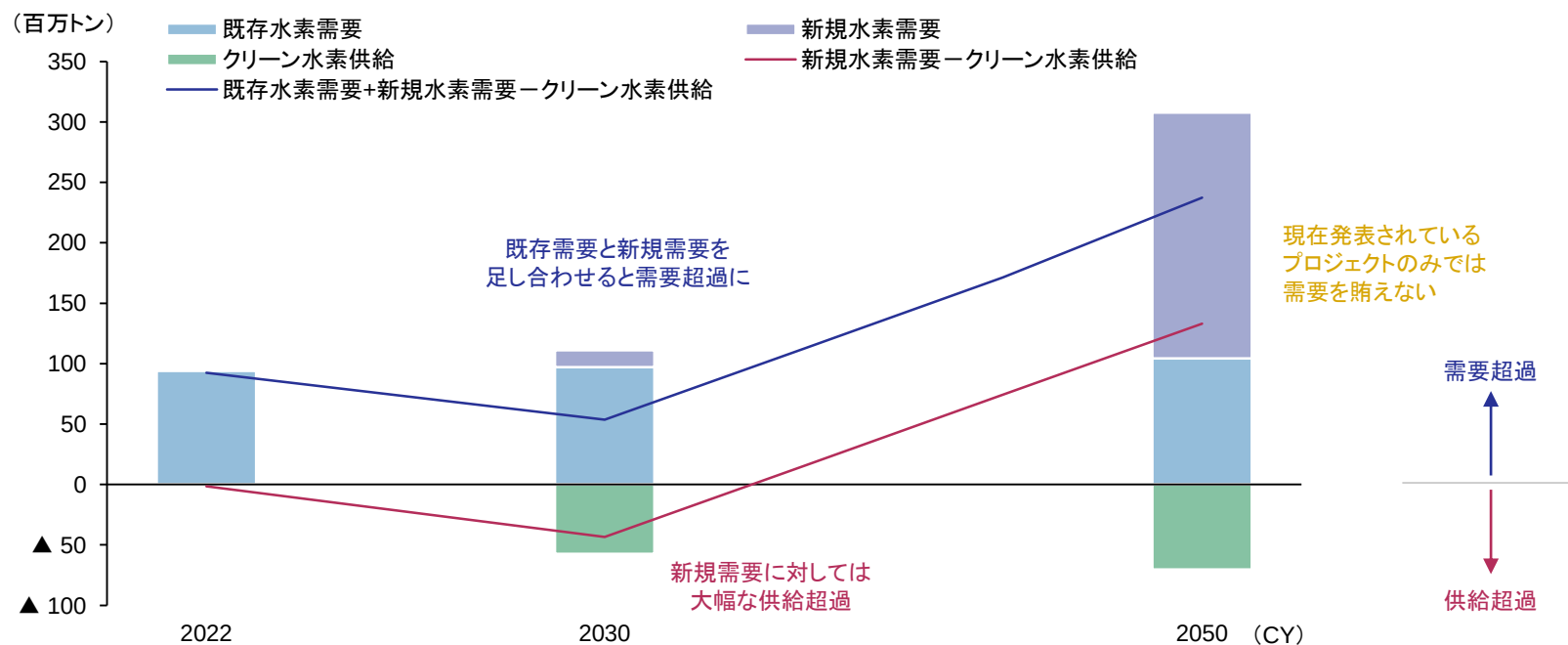


(出所) 両図表とも、IEA, *Global Hydrogen Review 2023*より、みずほ銀行産業調査部作成

需給バランス見通し～将来的には需要超過となる可能性

- 2030年時点では、新規需要に対しては供給超過、既存需要も含めて需給バランスを計算すると需要超過
- 短中期的に需給をマッチさせるためには、新規需要の開拓に加えて既存需要のクリーン水素転換促進が重要
— 需要がうまく立ち上がらない場合、FIDに進む案件は絞られることに
- 2050年時点では、現在発表されている製造プロジェクトのみでは需要が賅いきれない計算

需給バランス見通し



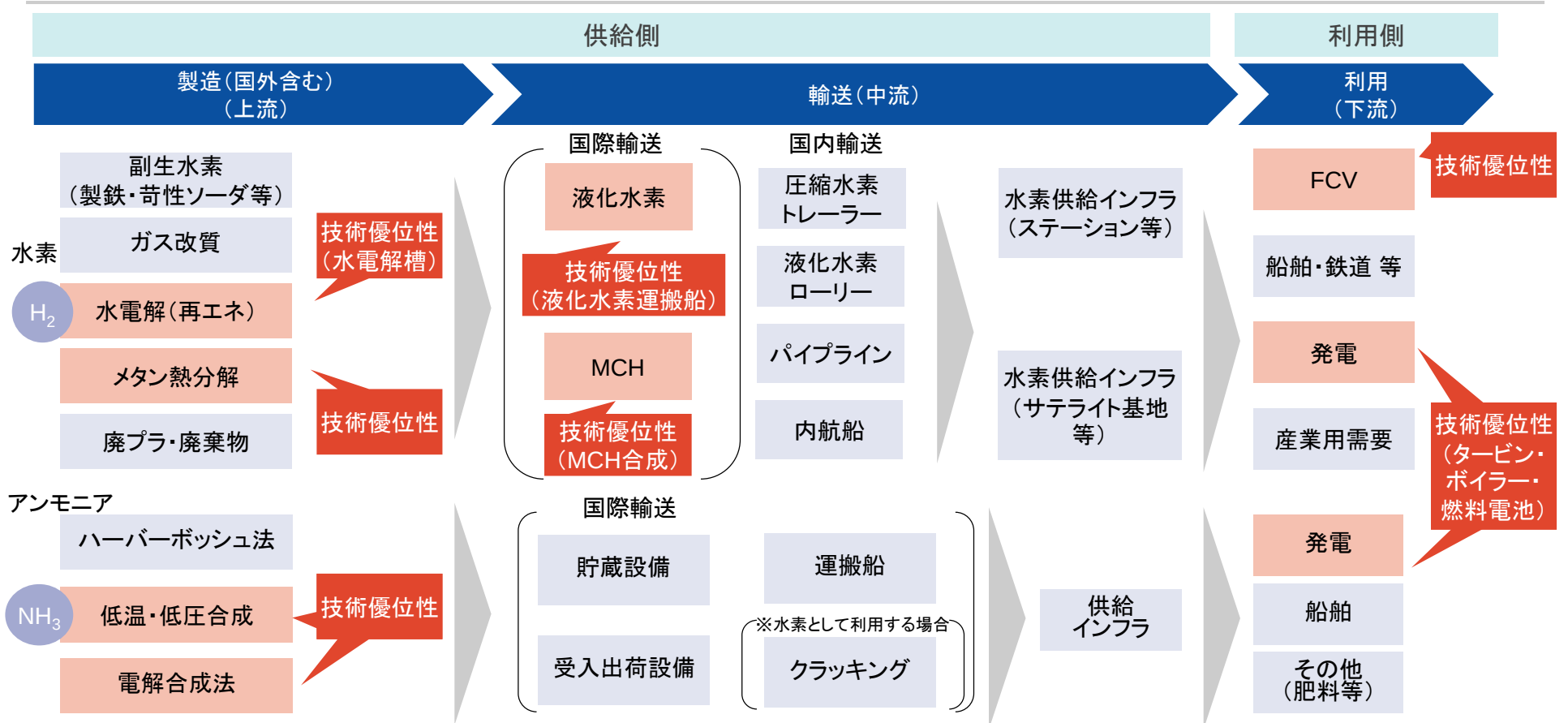
（出所）みずほ銀行産業調査部作成

4. 日本が技術優位性を持ち得る分野

日本が「水素で稼ぐ」ために優位性を持ち得る技術は上・中・下流で複数存在

- 水素・アンモニアサプライチェーンは大きく分けて上流・中流・下流に分けられ、日本企業は各段階で水素を効率的に製造・輸送・利用ができる優位性を持ち得る技術を保有
- 日本企業が随所で持つ技術をいかに売り込みビジネスにつなげるかが、「水素で稼げる」体制を構築できるかの鍵に

水素サプライチェーンと日本が技術優位性を持ち得る領域（一部）

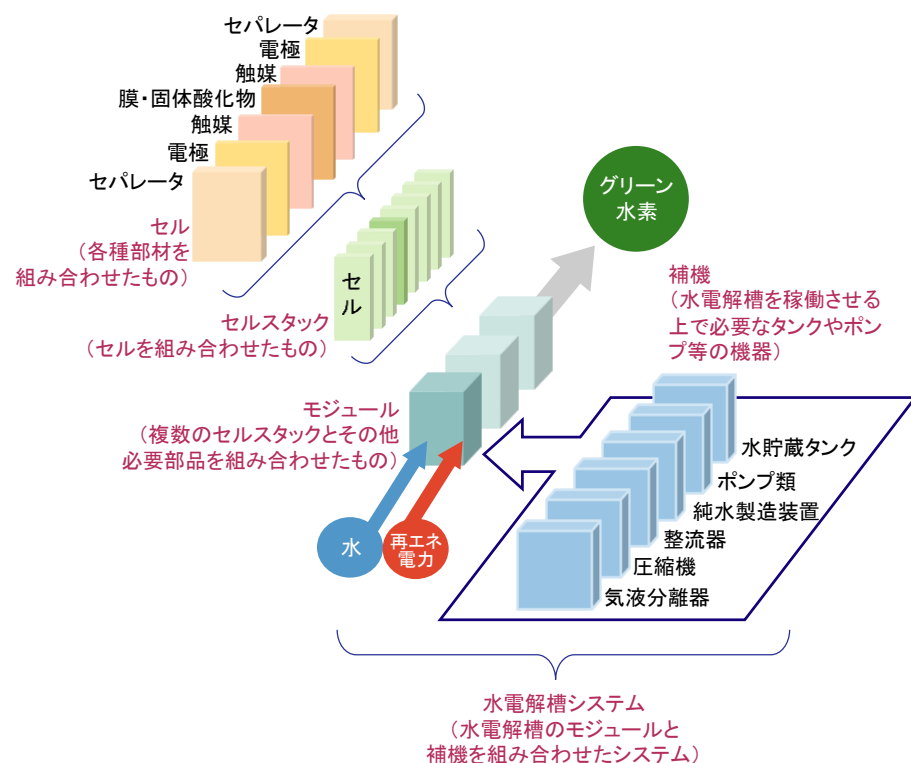


(注1) 水素基本戦略で言及されている技術を中心に記載 (注2) MCH: メチルシクロヘキサン、トルエンに水素を付加して作る液体 (出所) みずほ銀行産業調査部作成

製造技術① 水電解槽

- 水電解槽は、水を電気分解して水素を製造する際に必要となる機器
- 日本、欧州、米国、中国等のメーカーがプレゼンス拡大を目論んでいる中、日本は国際特許を多く有し、技術力を持つ

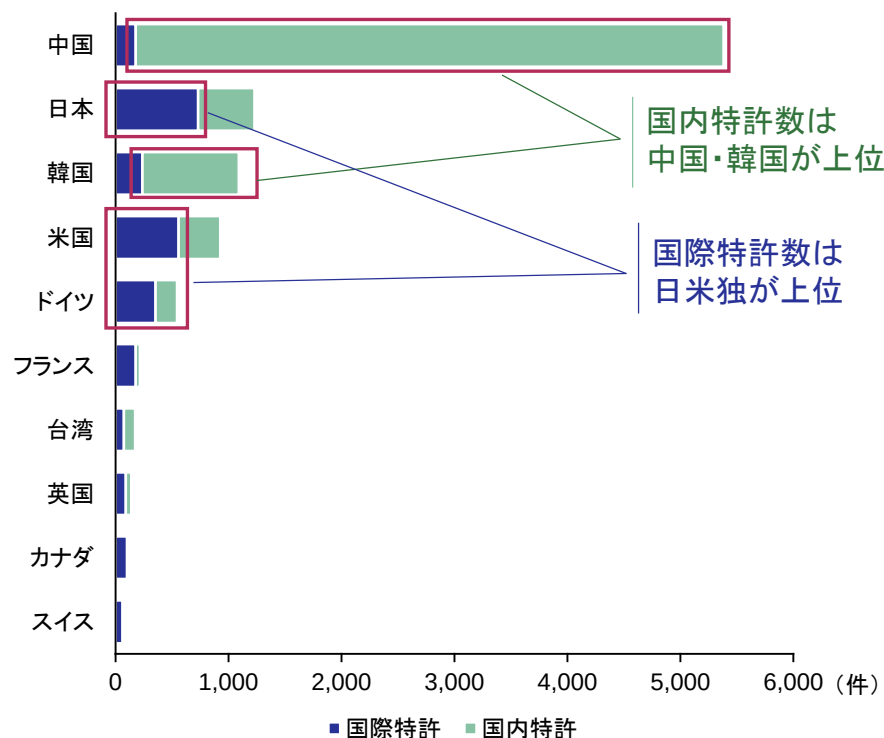
水電解システムの大まかな仕組み



(注) 詳細はみずほ銀行「【革新的技術シリーズ】水素産業で日本が存在感を示すための方策～水電解槽を題材に～」『Mizuho Short Industry Focus 第209号』（2023年7月25日）をご参照

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

水電解槽に関する特許承認数上位国(2005年～2020年)



(注) 2005～2020年に承認された特許の総数

(出所) IRENA, *Innovation trends in electrolyzers for hydrogen production*より、みずほ銀行産業調査部作成

- 革新的水素製造技術として、メタンに熱を加えて水素と炭素に分解するメタン熱分解技術が研究されている
- メタン熱分解は、熱を加えることで、メタンを水素と炭素に分解し製造する手法であり、①水を使用しないこと、②二酸化炭素を排出せず固体炭素が得られること、③既存のガスインフラを活用できることが特徴
 - ― メタン熱分解で製造された水素はターコイズ水素と呼称され、低炭素水素に分類される
- 複数手法が存在する中、日本企業は、触媒を使うことにより消費エネルギーが抑制できるメタン熱分解技術に注力しており、当該領域での優位性獲得を企図

メタン熱分解による水素製造技術の概要と取り組みを進める企業

手法	概要	事業者など	
		非日系	日系 灰色は出資、()内は出資先等
プラズマ 【試運転段階】	- プラズマを用いたメタン熱分解 - 高速起動が可能 - プラズマ生成に多くのエネルギーを要することが課題	Monolith(米) HiiROC(英)	三菱重工業(Monolith)
触媒 【実証段階】	溶融金属・溶融塩	C-Zero(米) PARC(米)	三菱重工業(C-Zero)
	その他	Hazer(豪) Hycamite(フィンランド)	荏原製作所、戸田工業、伊原工業、IHI、三菱重工業 千代田化工建設(Hazer)・中部電力、双日(Hycamite)
熱 【開発段階】	触媒を利用することなく反応を起こす	BASF(独) Modern Hydrogen(米) Ekona Power(加)	三浦工業(Modern Hydrogen) 三井物産(Ekona Power)

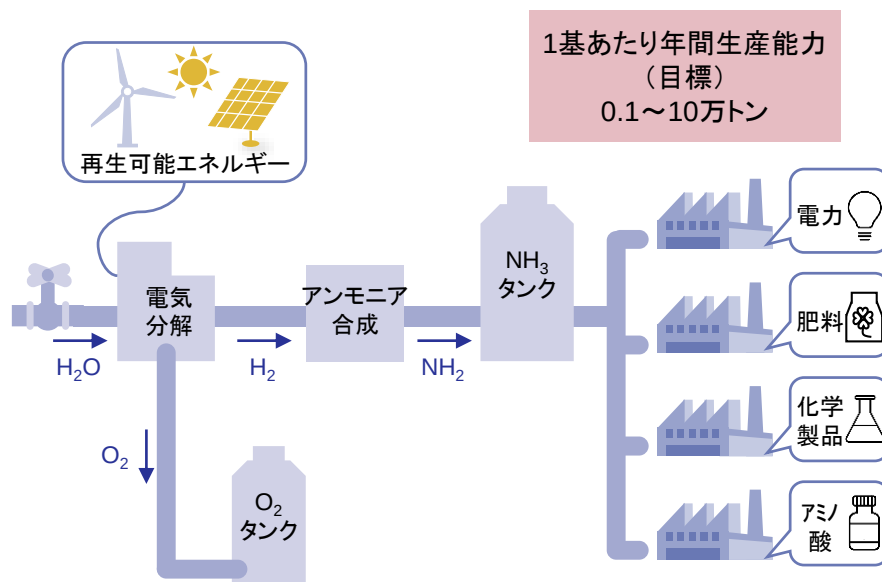
(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

製造技術③ 革新的なアンモニア製造技術

- アンモニアの製造プロセスはハーバー・ボッシュ法として確立されているが、クリーンアンモニアの利用拡大を見据え、世界で革新的製造方法の開発が進む。しかしながらいずれも商用化に時間を要しており、日本も優位性を持ち得る分野と言える
 - ― 東京工業大学発ベンチャーであるつばめBHBは、新たな触媒を用いて製造の小規模化に成功
 - ― IHIは、アンモニアの直接電解合成技術の開発に取り組む

コンパクトアンモニア合成装置(つばめBHB)

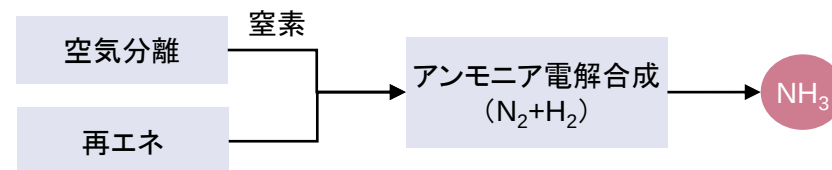
- ・ ハーバー・ボッシュ法に使用される鉄触媒と比較して、より低温・低圧でアンモニアを合成できる、エレクトライド触媒を用いたアンモニア製造に加え、プラント設計の最適化によりオンサイト生産を可能に
- ・ 輸送、貯蔵コストを抑え、環境負荷の抑制及びコスト低減に寄与



(出所) つばめBHBホームページより、みずほ銀行産業調査部作成

アンモニアの電解合成

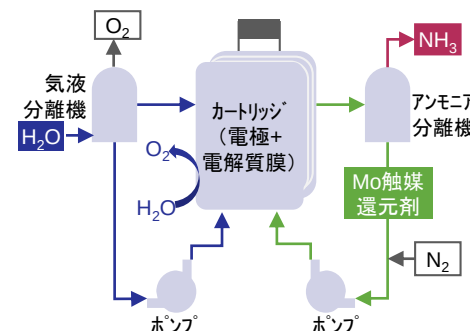
- ・ IHI、北海道大学、福岡大学、東京大学、金属電極専門メーカーであるデノラ・ペルメックは、NEDO事業により、水と窒素からCO₂フリーのアンモニアを直接合成する革新的な技術の開発を実施



(出所) IHIホームページより、みずほ銀行産業調査部作成

常温、常圧下アンモニア製造技術の研究開発

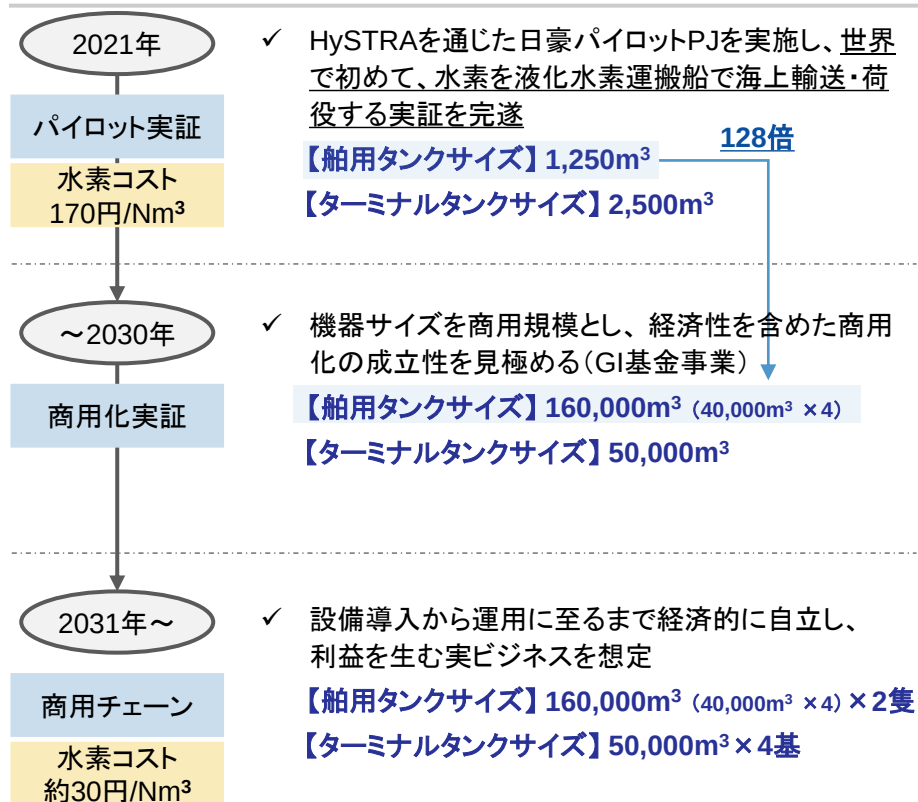
- ・ 出光興産は、NEDO事業により、東京大学、東京工業大学、大阪大学、九州大学、産総研、日産化学、東芝と、常温・常圧の温和な反応条件下でアンモニアを製造する新技術の確立と、コスト競争力が高い量産化技術開発を実施



(出所) 出光興産ホームページより、みずほ銀行産業調査部作成

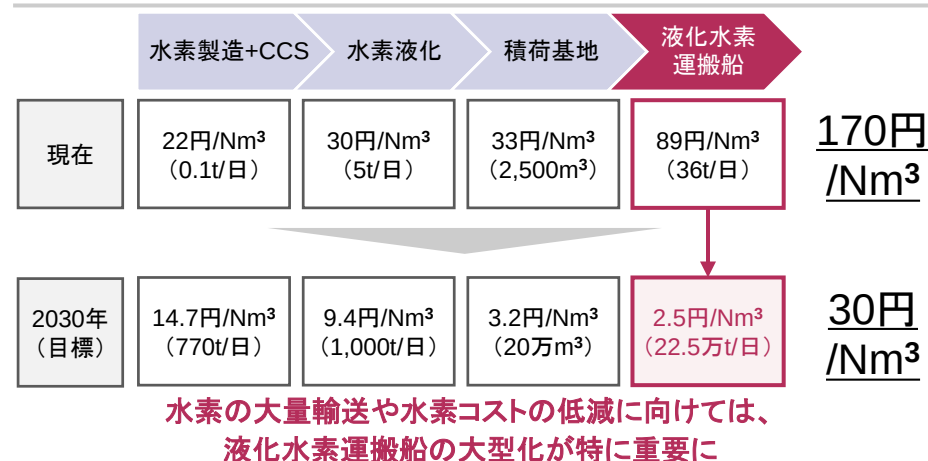
- 日本の造船会社では川崎重工業が液化水素運搬船を開発・建造しており、グローバルでも先行している状況
 - 韓国造船海洋(HD現代G)は、基本設計承認の取得(2020年)や複数の実証に関与するなど積極的に展開しているものの、既に実証船で輸送・荷役まで完遂している点で川崎重工業の取り組みの方が先行しているものと推察
- 液化水素は-253℃で輸送することから、真空断熱二重殻構造の高いタンク技術が求められる船種であり、参入障壁は高い。水素コスト低減に向けては船舶大型化が重要であり、大型の液化水素運搬船の開発・建造が急がれる状況

川崎重工業による水素プロジェクトの展開



(出所)川崎重工業公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

水素コストのイメージ



競合国の開発状況

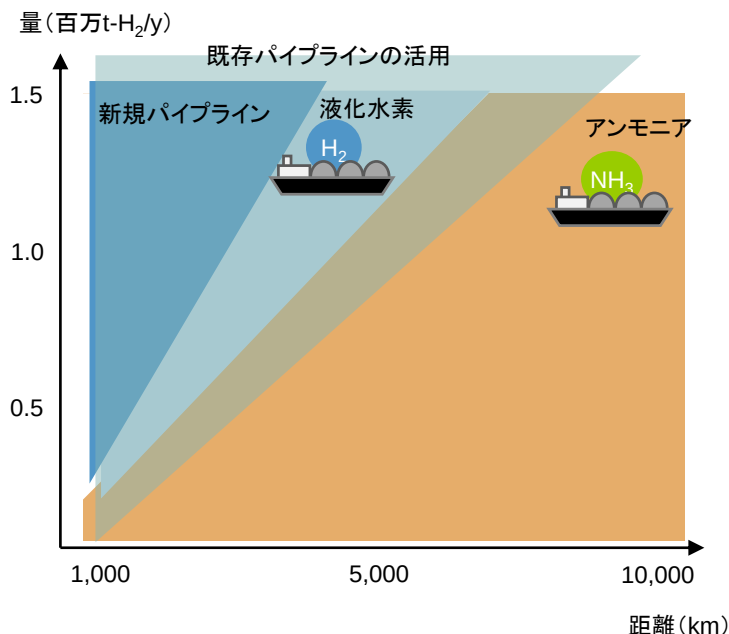
造船会社	タンクサイズ	商用化時期
韓国造船海洋 (現代重工業)	20,000m³	2030年
サムスン重工業	20,000m³	—
C-Job Naval Architects, LH2 Europe (蘭)	37,500m³	—
サムスン重工業	160,000m³	—

(出所)上図は川崎重工業資料、下図は経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】液化水素は中距離輸送に適しているとされ、CO2排出集約度で競争力を有する

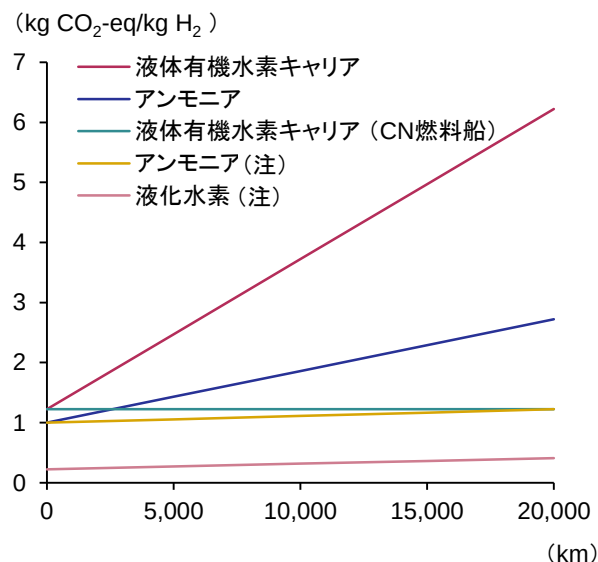
- IRENAによれば、短距離の輸送はパイプライン、中距離の輸送は液化水素、長距離の輸送はアンモニアがコスト競争力を有し、距離に応じて適する輸送形態が異なる可能性
- 排出集約度の観点からは、液化水素に競争力があるとされる

航行距離・輸送量別の最もコスト競争力の高い輸送方法



(出所) IRENA, Geopolitics of the Energy Transformation The Hydrogen Factor 2022より、みずほ銀行産業調査部作成

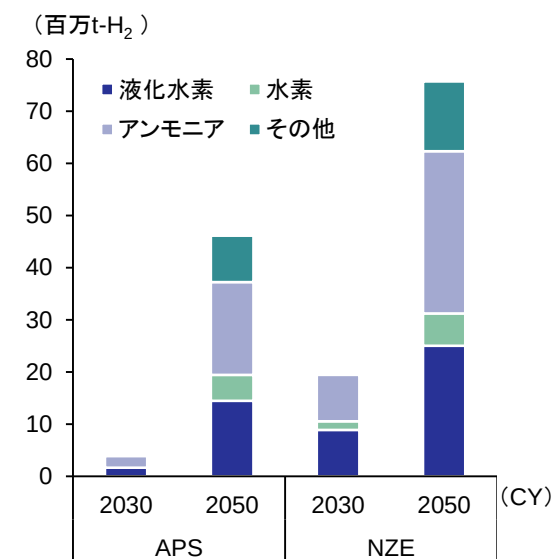
水素輸送キャリアの排出集約度



(注) 輸送燃料を、船舶燃料として用いる場合

(出所) IEA, Towards hydrogen definitions based on their emissions intensityより、みずほ銀行産業調査部作成

水素輸送のキャリアの予測



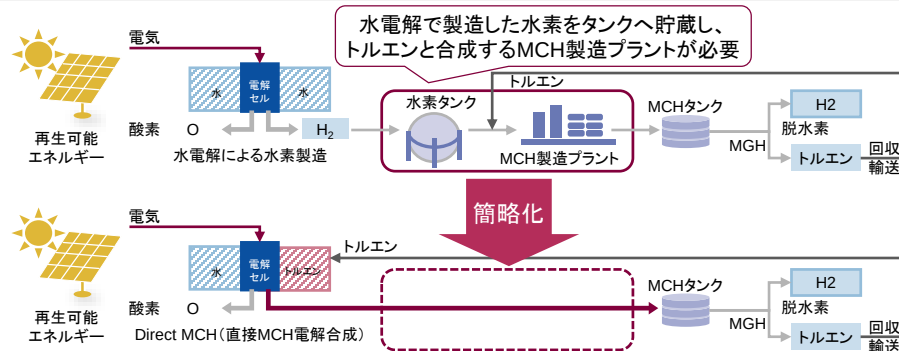
(注) APS: Announced Pledges Scenario、政府の発表済み公約が仮に全て実施された場合のシナリオ

(出所) IEA, Towards hydrogen definitions based on their emissions intensityより、みずほ銀行産業調査部作成

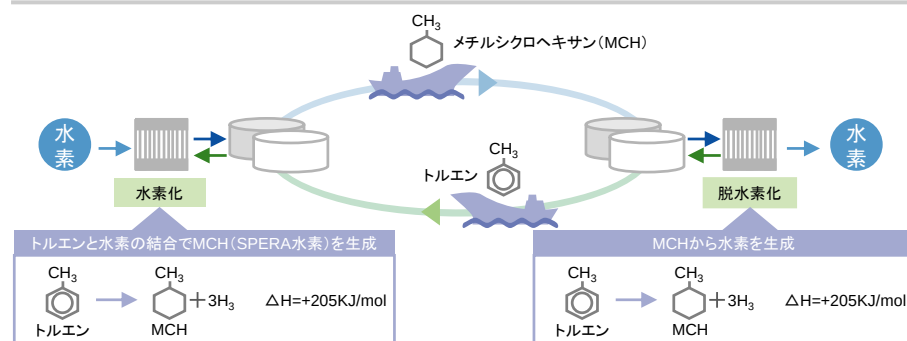
輸送技術② MCH

- MCHではENEOSと千代田化工建設が独自の技術を持つ
 - ENEOSは電解セルでMCHを直接合成する技術を世界で初めて検証に成功。水素タンクやMCH製造機が不要に
 - 千代田化工建設は、水素を貯蔵・輸送するためのMCHをSPERA水素と商標登録しグローバルに展開
- MCHの輸送や脱水素のコストは石油アセットの転換により抑制できるため、特に石油の海上輸出入インフラが整備されている地域を中心に本格的な社会実装が期待される

ENEOSのDirect MCH技術

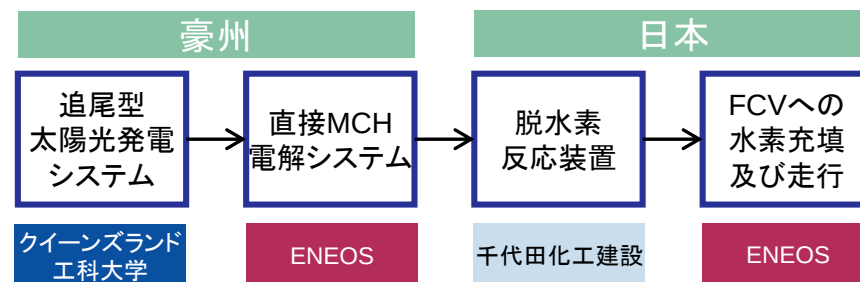


千代田化工建設のSPERA水素



(出所) 上下図表とも、公表情報より、みずほ銀行産業調査部作成

ENEOS・千代田化工建設等による日豪間水素サプライチェーン実証

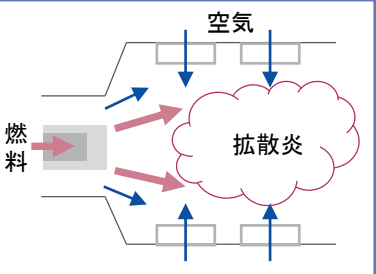
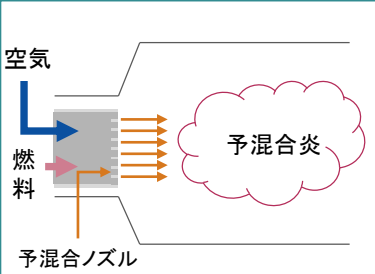


- ✓ ENEOSのDirect MCH技術により水素を介さずトルエンを直接MCHに還元。MCH製造に関わる設備費を約50%低減することが可能
- ✓ 千代田化工建設が独自技術により開発した脱水素反応装置と触媒を使用した脱水素反応プロセスにより、水素の収率を高めることが可能に

(出所)公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

- 水素燃焼においては、燃料と空気を別々の噴射孔から噴射する拡散燃焼方式と、燃料と空気をあらかじめ混合した上で噴射する予混合燃焼方式の二種類が存在
 - ― 三菱重工業が世界で初めて大型ガスタービンにて水素30%混焼に成功したほか、川崎重工業は世界初の技術が活用された、水素専焼可能な小型ガスタービン・コージェネレーションシステムを販売開始

水素ガスタービンにおける形式毎の特徴

形式	拡散燃焼	予混合燃焼
形式		
低NOx化の方法と特徴	✓ ウェット方式：水または蒸気の噴射 ― 水分が燃焼エネルギーの一部を吸収するため、燃焼効率の向上が困難	✓ ドライ方式：あらかじめ空気と混合させた燃料を多数の小さな噴射孔から噴射し、微小火炎にて燃料を燃焼させることで局所的な高温部分をなくし、NOx排出量を安定して低く保つ手法 ― 燃焼温度のコントロールが困難
燃焼特性	✓ 燃料と燃焼用空気を別々に噴射 ✓ 高温スポットが生じやすい ✓ 火炎の位置が安定	✓ 燃料は空気と混合され噴射 ✓ 高温スポットが生じにくい ✓ 火炎が不安定。燃焼振動やフラッシュバック(逆火)の発生懸念
特徴	✓ 燃料性状変動への許容範囲が大きい ✓ 燃料系統が簡素	✓ CO2削減と低NOx化を両立 ✓ 燃料系統が複雑

(注) NOx: 窒素酸化物
(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

三菱重工業：大型ガスタービンにて水素30%混焼に成功

- ✓ 2023年11月、三菱重工業は高砂製作所内のGTCC実証発電設備(定格出力:56.6万kW)にて、JAC形ガスタービン(入口温度:1,650℃)を使い、部分負荷および100%負荷において、都市ガスに水素を体積比30%混合した燃料による実証運転に成功した旨を公表
- ✓ 同実証では、ドライ式低NOx燃焼器が使用され、水素は高砂製作所内で製造されたものが使用された
- ✓ 同一敷地内で製造・貯蔵された水素を使用した、地域の電力網に接続された状態で、水素30%混合燃料による大型ガスタービンの発電実証運転は、同実証が世界初

(出所) 三菱重工業公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

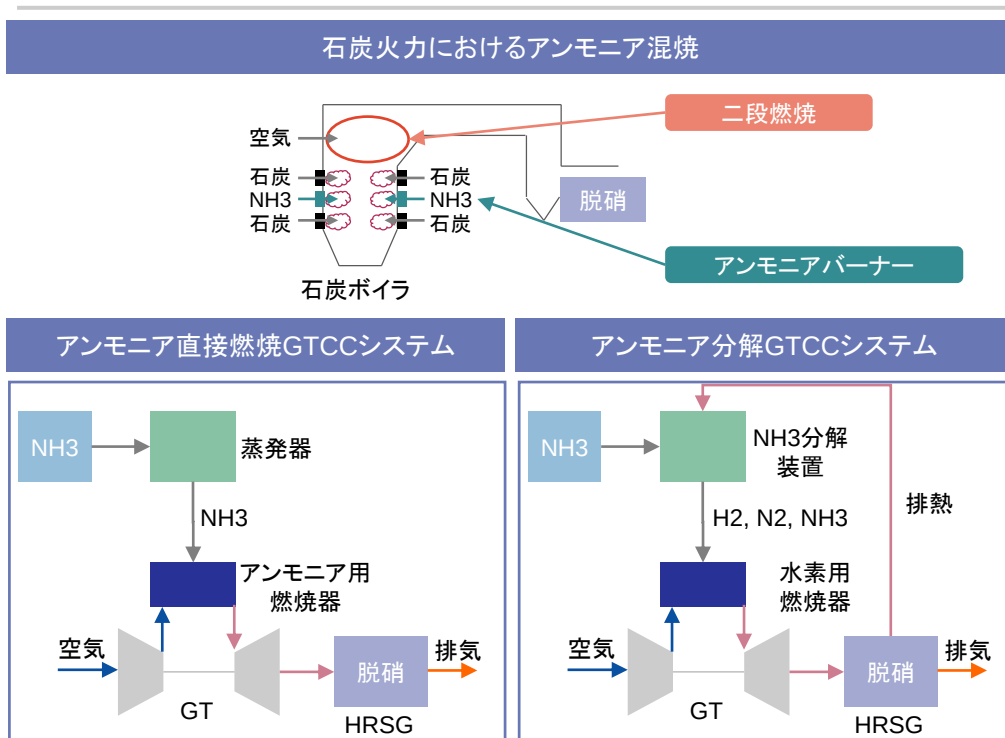
川崎重工業：小型水素専焼ガスタービン・コージェネシステムを販売開始

- ✓ 2023年9月、川崎重工業はドライ方式で水素専焼が可能な燃焼器を搭載した1.8MW級ガスタービン・コージェネレーションシステムを販売開始した旨を公表
- ✓ 同燃焼器には、微小な水素火炎を用いた燃焼技術であるマイクロミクス燃焼を生かし、川崎重工業がNEDOの技術実証の中で世界で初めて開発に成功した、ドライ低NOx水素専焼ガスタービンの技術が活用されている
- ✓ 同システムは、水素専焼のほか、天然ガスとの混焼運転にも対応しており、水素を体積比で50%から100%までの任意の割合で利用でき、水素の供給量に応じたフレキシブルな運用が可能

(出所) 川崎重工業公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

- アンモニア燃焼技術においては、石炭火力におけるアンモニア混焼／専焼とアンモニアガスタービンの二種類が存在し、日本企業ではIHIと三菱重工業が中心となり開発を進める
 - ― IHIはJERAと協業し、2024年4月より碧南火力4号機にて、大型商業炉では世界初となる、石炭火力へのアンモニア混焼における実証を開始。また、GE Vernovaと協業し、アンモニア専焼ガスタービン向け燃焼器の開発に取り組む予定
 - ― 三菱重工業は2023年11月に燃焼試験炉にてアンモニア専焼試験に成功したほか、世界的でも例のない中小型のアンモニア専焼ガスタービンを開発中

アンモニア燃焼関連技術



(注) GT: ガスタービン、GTCC: ガスタービン・コンバインドサイクル、HRSG: 排煙脱硝装置
(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

IHI: アンモニア燃焼関連の取り組み

石炭火力のアンモニア混焼／専焼	✓ IHIはGI基金事業の一環で、石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術の開発・実証についてJERAと共同して実施。2024年4月より、碧南火力発電所4号機にて燃料アンモニア20%混焼の大規模実証を開始(大型商業炉では世界初)
アンモニア専焼ガスタービンの開発	✓ IHIとGE Vernovaはアンモニア専焼ガスタービンの開発に向けた覚書を締結し、GE Vernovaのガスタービン6F.03型、7F型および9F型でアンモニアを燃料として使用する燃焼器の開発において協業

(出所) IHI公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

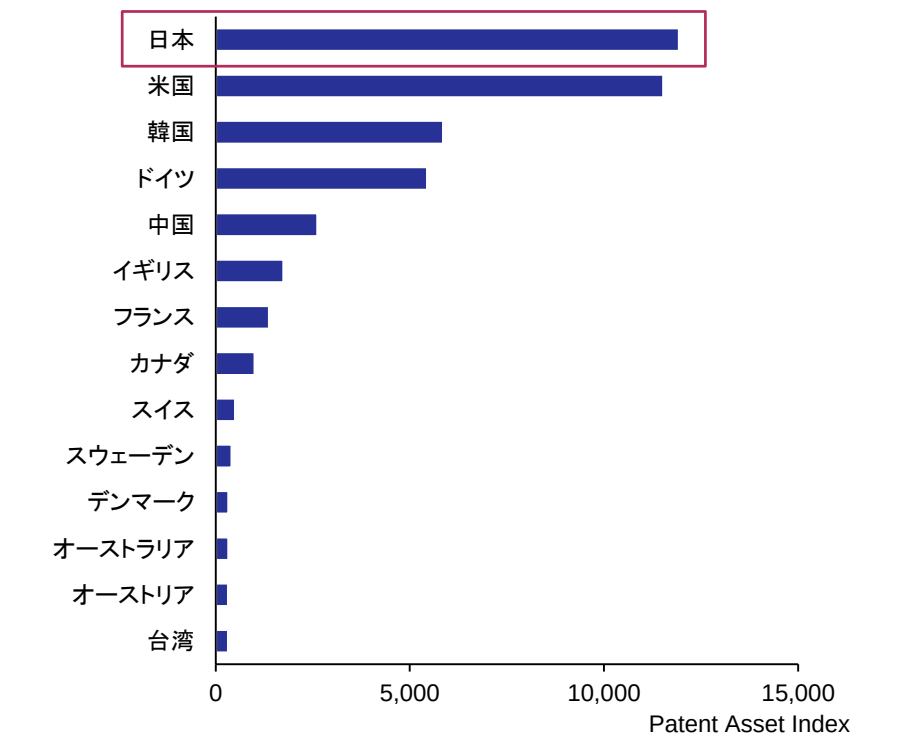
三菱重工業: アンモニア燃焼関連の取り組み

石炭火力のアンモニア混焼／専焼	✓ 2023年11月、三菱重工業は燃料消費が0.5トン／時の燃焼試験炉において、アンモニア専焼バーナーを用いた専焼試験および石炭との高混焼試験に成功した旨を公表
アンモニア専焼ガスタービンの開発	✓ 三菱重工業は、2021年よりH-25ガスタービン(出力: 41.0MW)を対象に、世界初となるアンモニア100%直接燃焼ガスタービンシステムの開発を継続中。また、アンモニア分解GTCCシステムについても開始予定

(出所) 三菱重工業公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

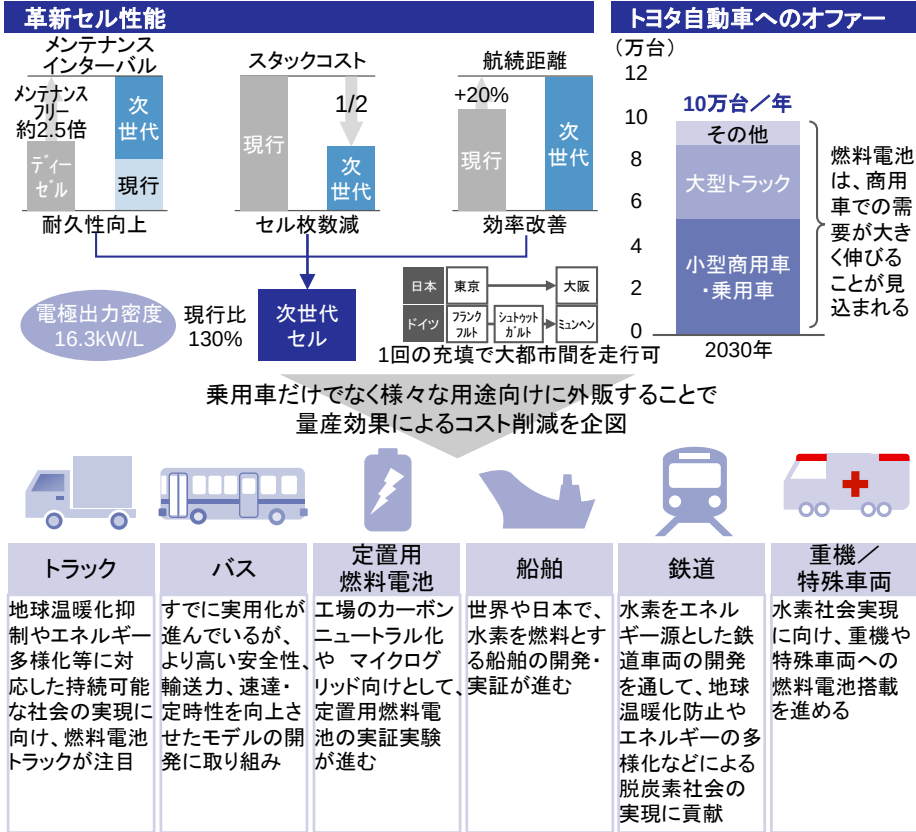
- 燃料電池分野において、日本は競争力の高い特許を多く保有し、技術優位性を有する
- トヨタはFCVのメーカーとして燃料電池システムのコンパクト化に成功し、世界トップレベルの出力密度を実現。更に革新的な次世代燃料電池システムを開発中で、トラック・バス、船舶、鉄道、特殊車両、定置用など様々なパートナーと連携し外販にも注力

Patent Indexを基準にした燃料電池関連特許の競争力比較



(注) Patent Asset Index: 保有している特許全体の総資産価値を表す指標で、特許の被引用数と市場規模から算出した特許の相対的な価値をポートフォリオ全体で足し合わせたもの
(出所) PatentSightより、みずほ銀行産業調査部作成

トヨタ自動車の燃料電池拡販戦略



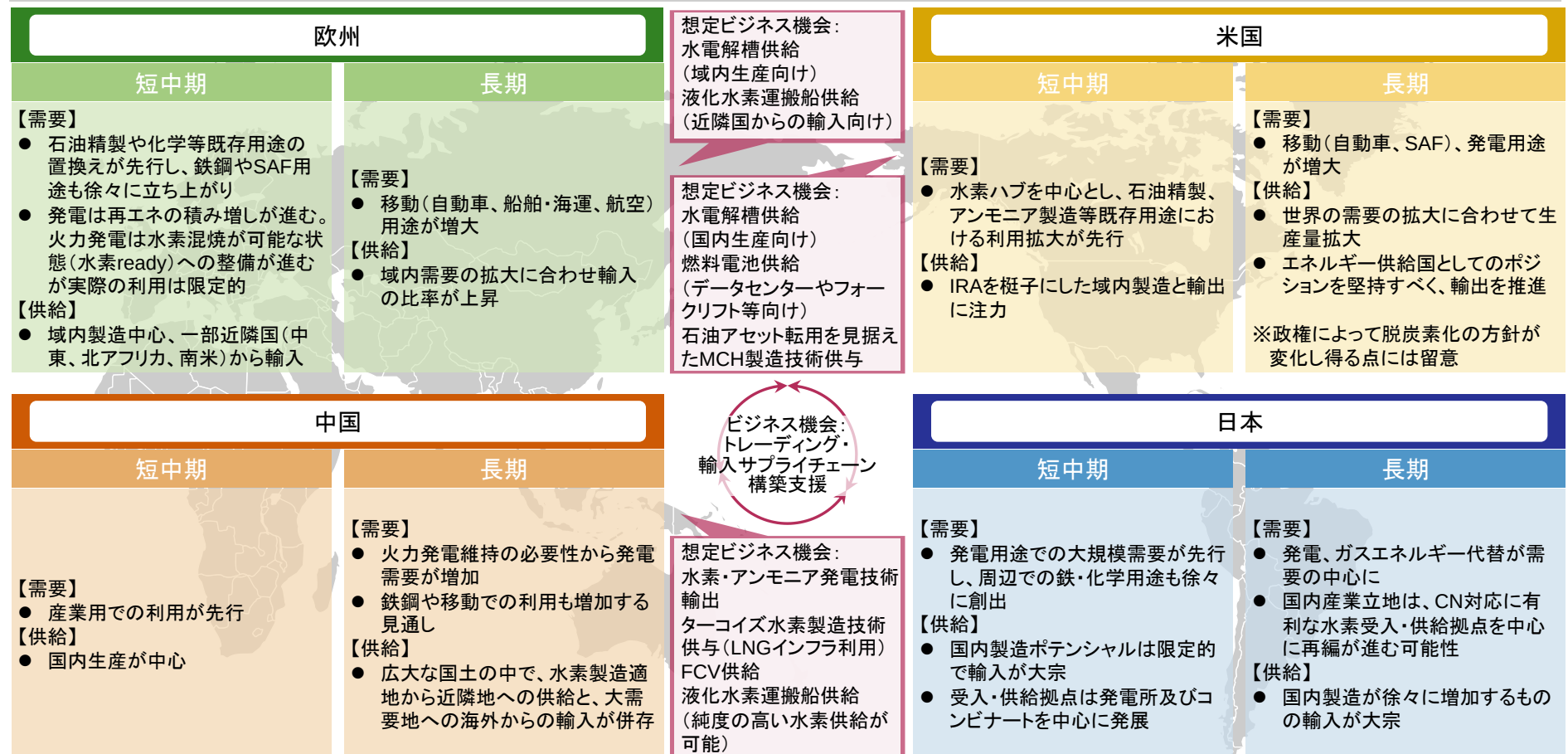
(出所) 公表情報より、みずほ銀行産業調査部作成

5. おわりに

グローバルでの社会実装のプロセスやビジネス機会は地域ごとに異なる見込み

- 各国・地域のエネルギーポテンシャルや経済構造に応じて、需給状況や中心用途は差異が生じる見通し
- 社会実装のプロセスに寄り添い、現地の状況に沿ったビジネス機会創出が有効

グローバルでの水素社会実装のプロセス



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

日本がグローバルに目指すべき姿～日本の技術の普及と水素取扱量の拡大

- グローバルを一括りにとらえるのではなく、地域特性を踏まえながら、日本の技術の普及と水素取扱量の拡大を目指すことで、水素分野においてグローバルなプレゼンス強化が見込めるものと拝察
- ただし、水素関連機器メーカーの事業化が遅れている、アンモニア混焼等日本の得意な技術がグローバルで理解が得られていないまたは知名度が低いなど、現状とギャップが存在し、克服に向けた戦略が求められる

グローバルな理想像と課題

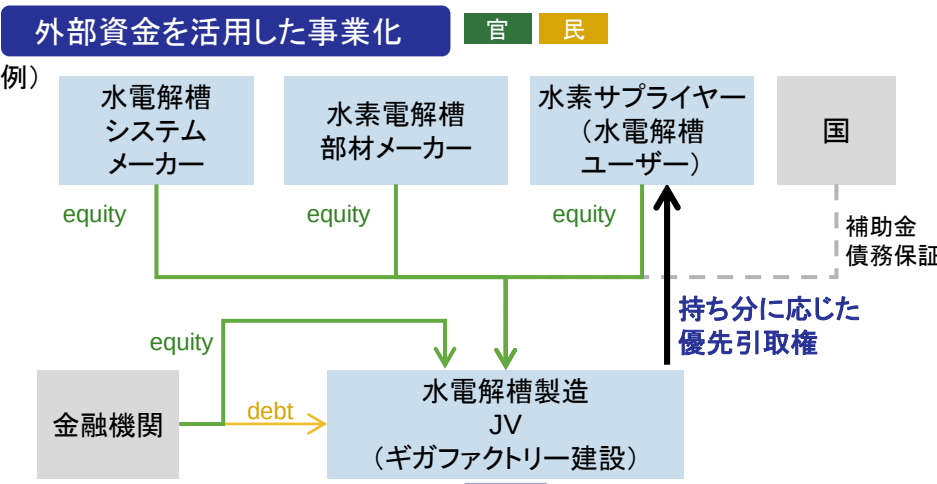
ありたき姿	具体例	現状とのギャップ(課題)
1 地域特性を踏まえて日本が得意な技術を普及させる	■ 日本製水電解槽の設置容量を水素生産国で拡大 ■ LNG輸入国(中国等)でのターコイズ水素製造を普及 ■ 中距離輸送に適する液化水素は日本への輸入のみならず、北アフリカ→欧州や、東南アジア→中国等の航路にも活用 ■ アジア及びグローバルサウスを橋頭保に水素・アンモニア発電を広げ、グローバルに普及 ■ 生成AIやコネクテッドカーの普及を見据え拡大するデータセンターのバックアップ等、環境意識の高い需要家に燃料電池を拡販	■ 他国企業に比べて日本メーカーの事業化が遅い 例)水電解槽 等 打ち手: P40左図 ■ 日本企業が優位性を持つ技術が、グローバルなスタンダードのポジションを確立しきれていない 例)MCH、液化水素、アンモニア混焼発電 等 打ち手: P40右図
2 日本企業の水素取扱量の拡大	■ 日本以外の大需要地をターゲットとしたトレーディングビジネスや輸入サプライチェーン構築支援の強化 ■ 海外権益の拡大	■ グローバル向けではなく日本向け供給を念頭に置き水素ビジネスに参入する企業が多い ■ 投資額の不足 打ち手: P41~44

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

技術の普及のためには意思決定の迅速化や認知度向上が有効

- 水素関連製品の事業化が進みにくい状況は、マザーマーケットである日本の需要が不透明であることや、投資資金捻出の困難さが一因。官民一体で外部資金をうまく活用し意思決定を早めるスキームの構築推進が打ち手に
- 日本の得意技術をグローバルに普及させるには、共通の地理的特性を持つ国・地域との連携や、オウンドメディアを通じた世界に向けた正確な情報の発信が有効

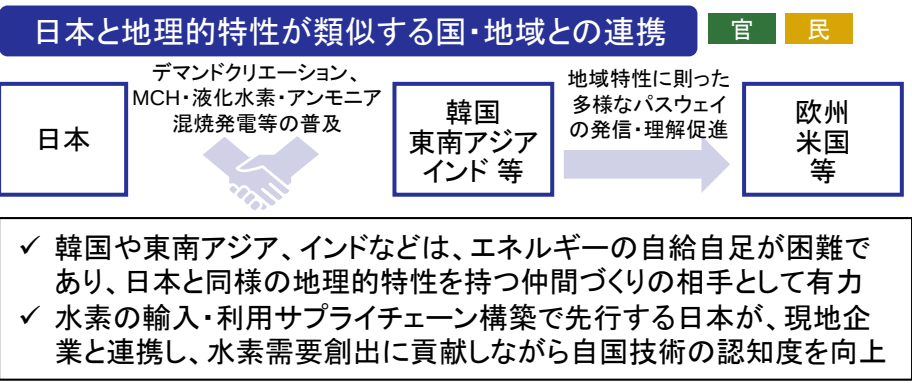
水電解槽を例としたメーカーの事業化促進のための打ち手



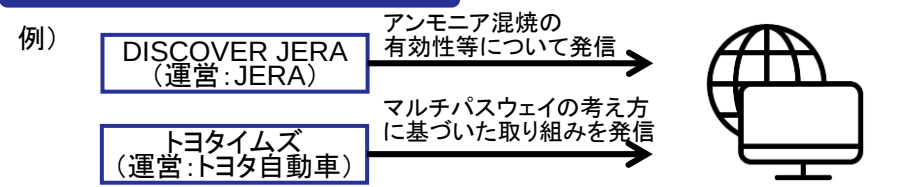
- ✓ 優れた技術を有するメーカーが事業を切り出し、複数社で分散して投資資金を捻出することで、リスクを低減しつつ意思決定を迅速化
- ✓ メーカー・ユーザーが共同で参画することで、双方にとって中長期にわたる安定した取引が可能に

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

日本の得意技術の認知度向上・理解促進の打ち手



オウンドメディアでの情報発信



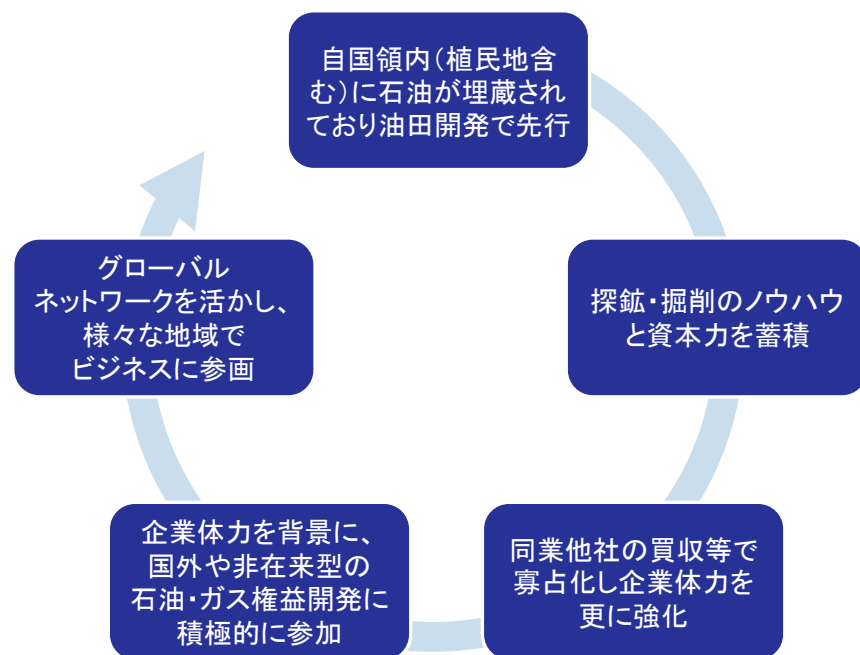
- ✓ 認知度を高めたい技術を持つ企業が自社の戦略や理念を発信
- ✓ プレスリリースやマスメディアでは限界がある個々の施策の背景情報を深く説明可能

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

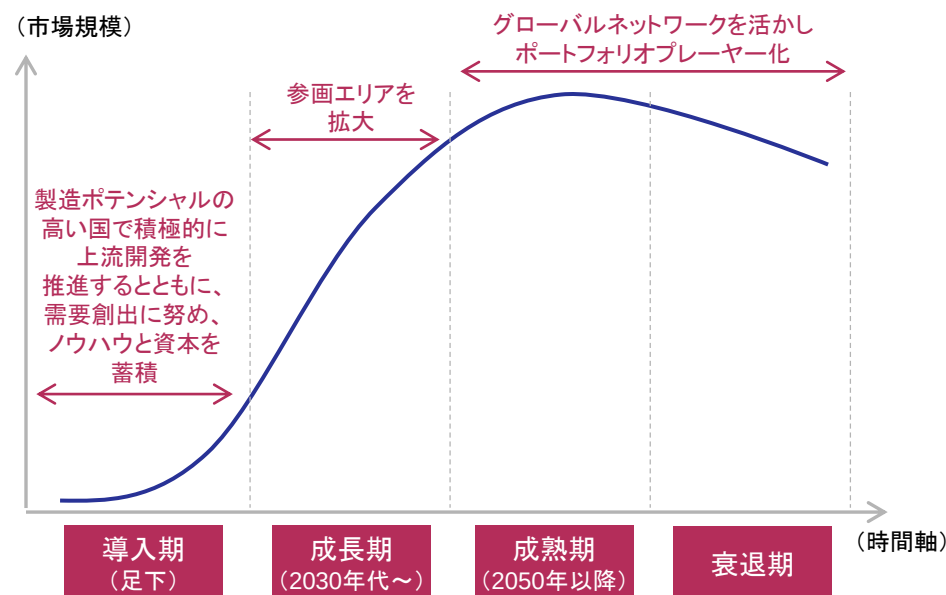
石油メジャーの成り立ちは今後の水素事業への示唆に

- 石油メジャーは、自国領内(植民地含む)に石油が埋蔵されていたことから先行的に油田開発に取り組み、探鉱・掘削のノウハウと資本力を蓄積。同業他社の買収等で寡占化して強化した企業体力を背景に、国外でのネットワークを拡大。現在でも資源開発ビジネスにおいて、グローバルに圧倒的プレゼンスを発揮
- 水素に当てはめると、製造ポテンシャルの高い地域で積極的に上流権益を取得し、先行者としての地位を確立することで事業ノウハウとキャッシュを獲得、市場拡大に合わせてその他地域にもネットワークを拡大することが重要

石油メジャーの成り立ちと競争力の源泉



水素事業への示唆



(出所)両図とも、みずほ銀行産業調査部作成

LNG市場ではポートフォリオプレーヤーが活躍

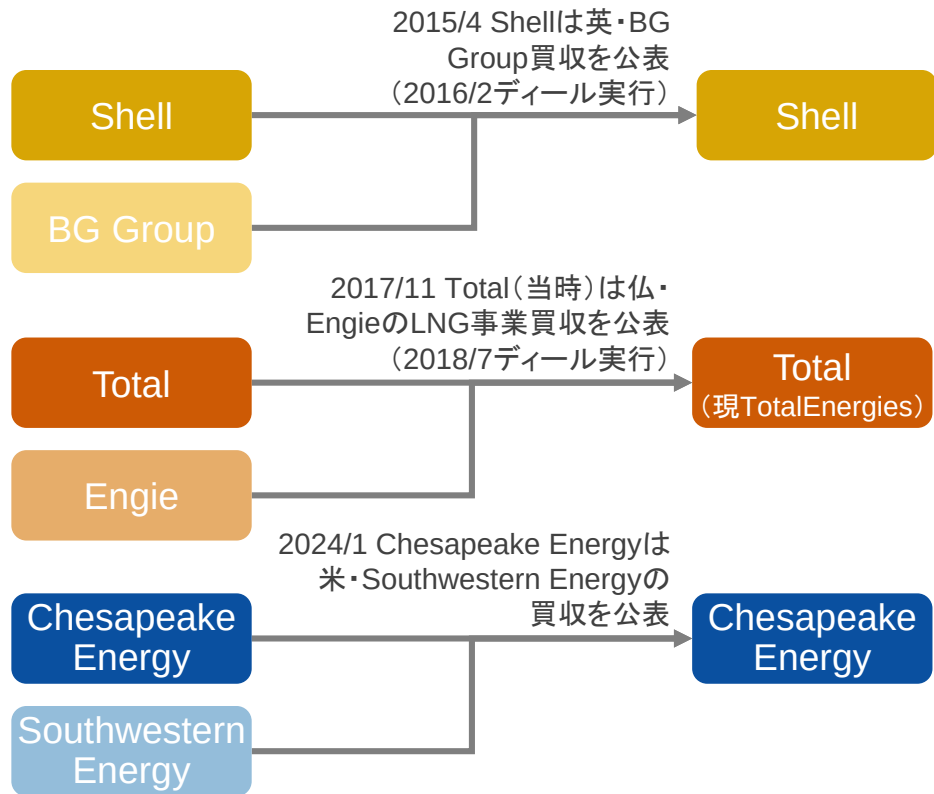
- LNG市場においては、日本企業も基地建設・利用等でノウハウを有するが、最も収益性の高い上流権益は石油メジャー等が押さえており、近年では一定の複数の供給リソースを束ねて複数の需要家に玉を販売するポートフォリオプレーヤーが活躍
- ポートフォリオプレーヤーは販売力・資金調達力を確保し多様なLNGポートフォリオを構築するために一定の規模が必要となるため、近年は天然ガス・LNGサプライヤーの集約が進展

LNG市場におけるポートフォリオプレーヤーの役割

LNG市場におけるポートフォリオプレーヤー	
複数の供給源からLNGを調達し、自社のLNG船団を活用して、複数の買主に販売する石油・ガス会社	
ポートフォリオプレーヤーの必要条件	ポートフォリオプレーヤーの代表例
● 大西洋（北米・欧州）、インド洋（中東、アフリカ、インド）、太平洋（東アジア、東南アジア）の3市場全てに、多くの供給、需要拠点を持つこと ● 供給を確保できる前提で、継続的なマーケティングを展開すること ● 需要が確保できる前提で、健全かつ大規模な財務体質を背景に、長期売買契約なしに、最終投資決定しLNG供給を確保すること	● Shell: 世界最大のポートフォリオプレーヤー。BG、Repsol LNGの買収を通じマーケティングとトレーディングの地位を確立 ● Total Energies: 世界第二位のポートフォリオプレーヤー。欧州に大きな基地容量を確保 ● BP: 世界各地の液化基地からの買取によるLNG調達に重点。欧州基地容量が大きい ● コモディティトレーダー: コモディティのインフラやノウハウを活用しLNGトレーディングに参画

(出所) IEEJ、JOGMEC資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

近時の天然ガス・LNGサプライヤー再編事例



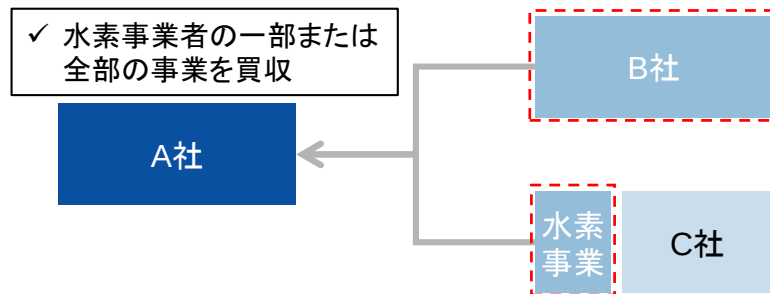
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

中長期的には日本市場にとどまらない水素版ポートフォリオプレーヤー創出が期待される

- 水素においては、幅広い技術を売り込むとともに上流部分でも稼ぐべく、日本発のポートフォリオプレーヤー創出が期待される。中核的企業は事業統合を推し進めることで、販売力・調達力の強化が求められる
 - また、日本が水素取引のハブとなることで、水素取引の活発化を展望
- 自らも水素を大規模に需要するとみられる日本は、黎明期から輸出・輸入国双方への関係を深めやすいと推察
 - オフテイクを梃子にした上流権益確保も積極的に検討すべきと思料

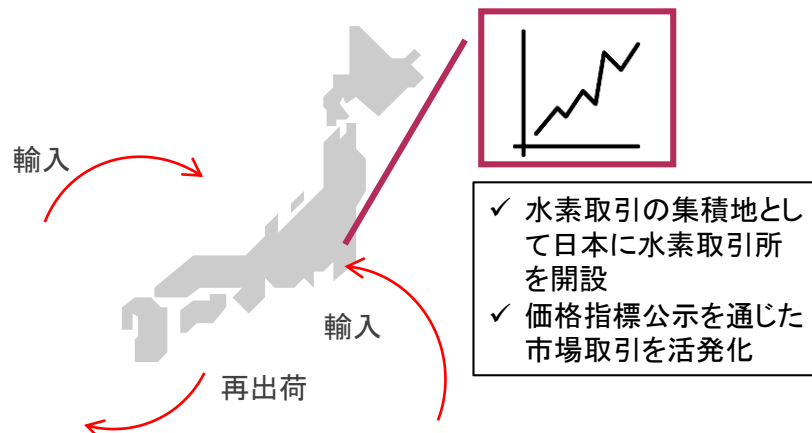
水素版ポートフォリオプレーヤー創出に向けた企業統合

民



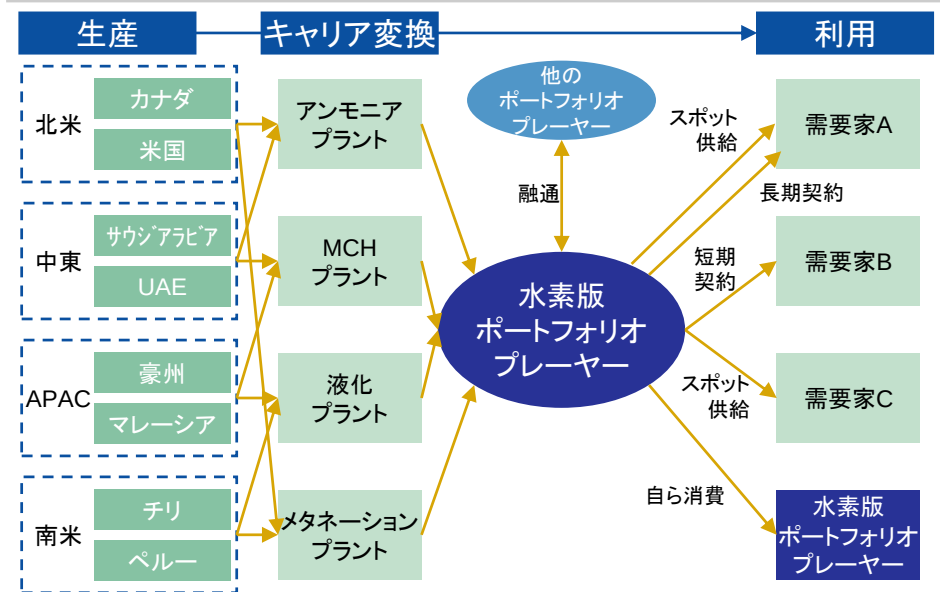
日本での取引活発化に向けた水素取引ハブ化

官 民



(出所) 上下図表とも、みずほ銀行産業調査部作成

水素版ポートフォリオプレーヤーの役割イメージ



- ✓ 市場の黎明期から輸出国・輸入国との関係を深め、水素市場の拡大において主導的役割を担いながら、複数の権益・複数の需要先・タンクや船団等のインフラを確保することで、日本発の水素版ポートフォリオプレーヤーを創出
- ✓ 自身も一定の需要を持っている場合、それを梃子に権益参画や調達量確保を展望

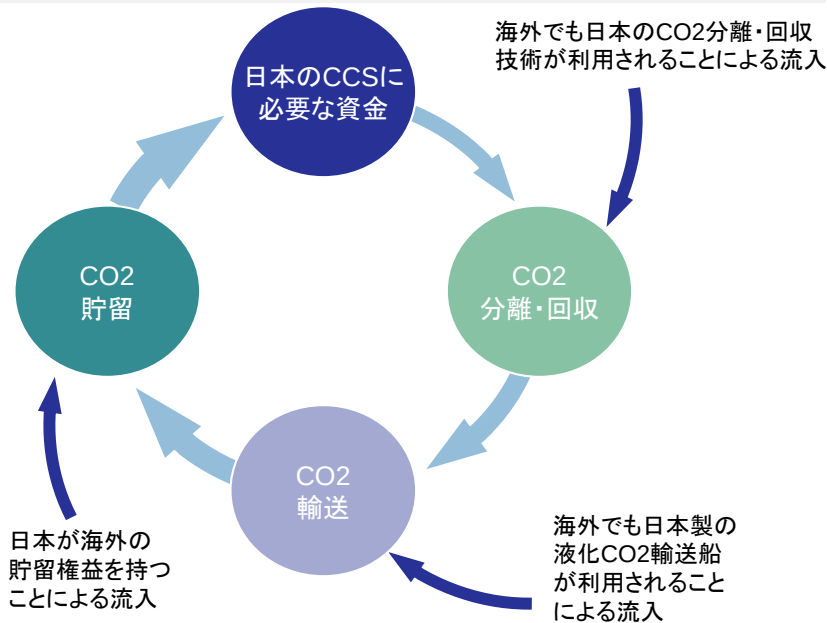
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【参考】日本のCCS産業の「ありたき未来像」

- ブルー水素製造に必要となるCCS貯留地も権益とみなすことができ、適地確保も重要。水素領域に関連する事業として、CCS産業におけるありたき未来像の実現にも期待
 - ― 詳細はみずほ銀行「【革新的技術シリーズ】日本のCCS事業の発展と将来像(2023年10月)」『Mizuho Industry Focus 第242号』(2023年10月24日)をご参照

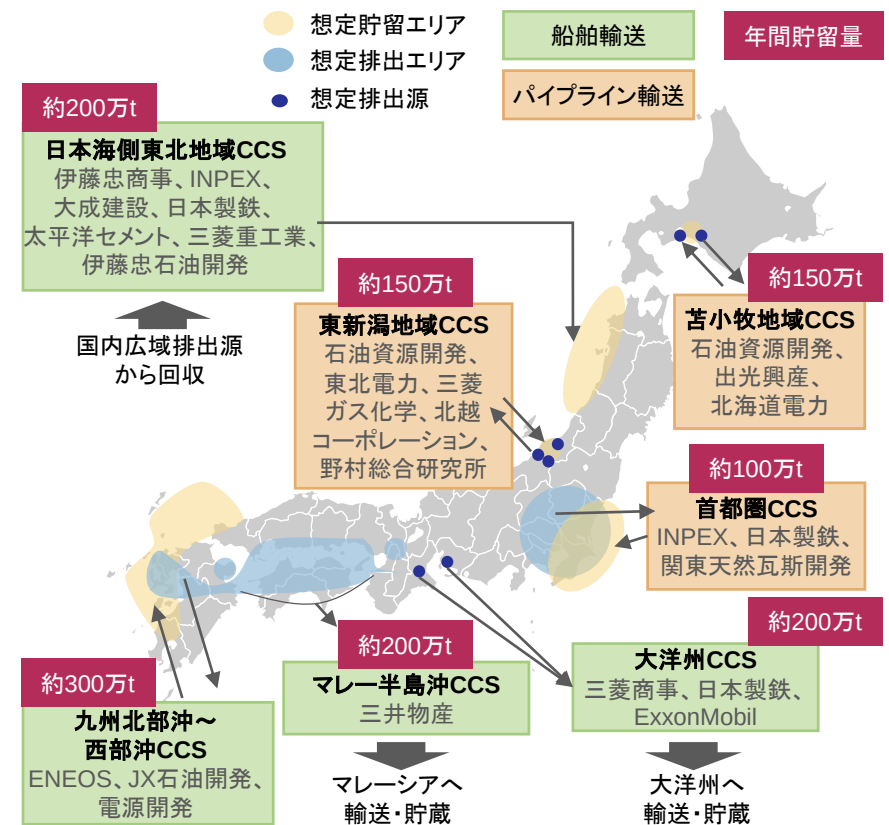
【弊行仮説】2050年 日本のCCS産業のありたき未来像

- ・ 日本は国内の産業・製造業維持、エネルギーセキュリティ確保のため、日本に有益な形でCCS産業を育成・構築
- ・ 国内需要の強さと政策的支援により、国内CCSリーディングプレイヤーの育成に成功。日本国内のCCSプロジェクトは、日本企業がそれぞれ強みを発揮して受注を獲得。また、分離・回収技術、液化CO2輸送船は海外にも展開。さらに、海外の貯留権益も日本企業が一部確保することで、貯留時の資金流出に対応(日本以外の国のCO2を貯留する際には資金の流入が発生)
- ・ CCSバリューチェーンを運営する資金とCCS関連事業の海外展開による資金流入分が日本の中で循環し、産業の更なる発展に繋がる



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【参考】令和5年度のJOGMECによる先進的CCS支援事業

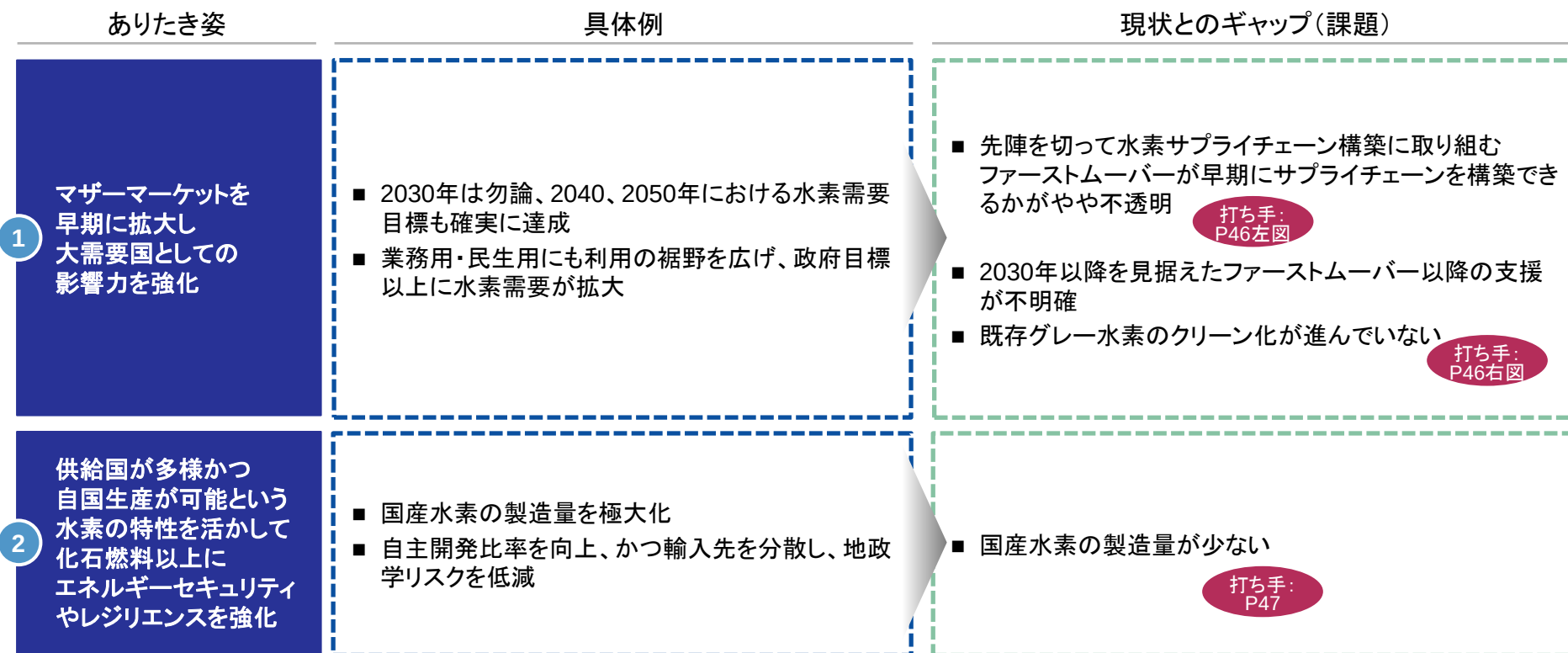


(出所) 資源エネルギー庁資料より、みずほ銀行産業調査部作成

日本が国内で目指すべき姿～早期の市場拡大と供給安定性向上

- 国内において早期に水素利用の市場拡大を進め、サプライチェーンへのグローバルな影響力を高めると同時に、化石燃料以上にエネルギーセキュリティやレジリエンスを強化することが重要
- ありたき姿の実現に向けては課題が存在し、グローバルと同様に、克服に向けた戦略が求められる

日本における理想像と課題

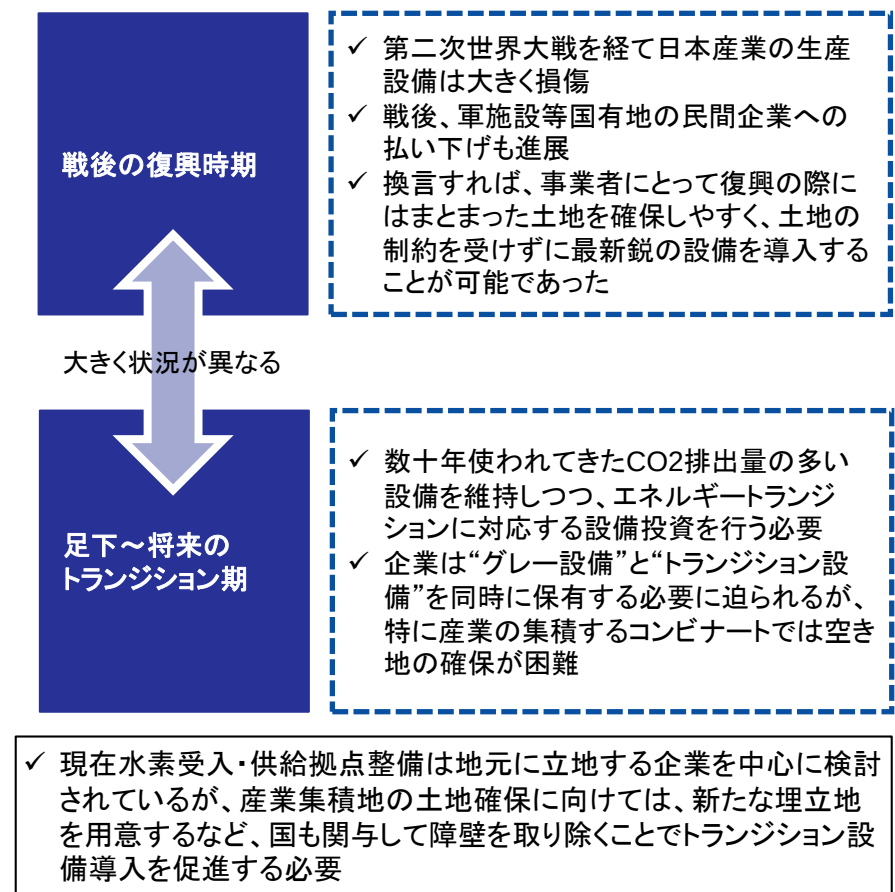


(出所)みずほ銀行産業調査部作成

土地確保によるサプライチェーン構築加速化とセカンドムーバー創出支援が有効

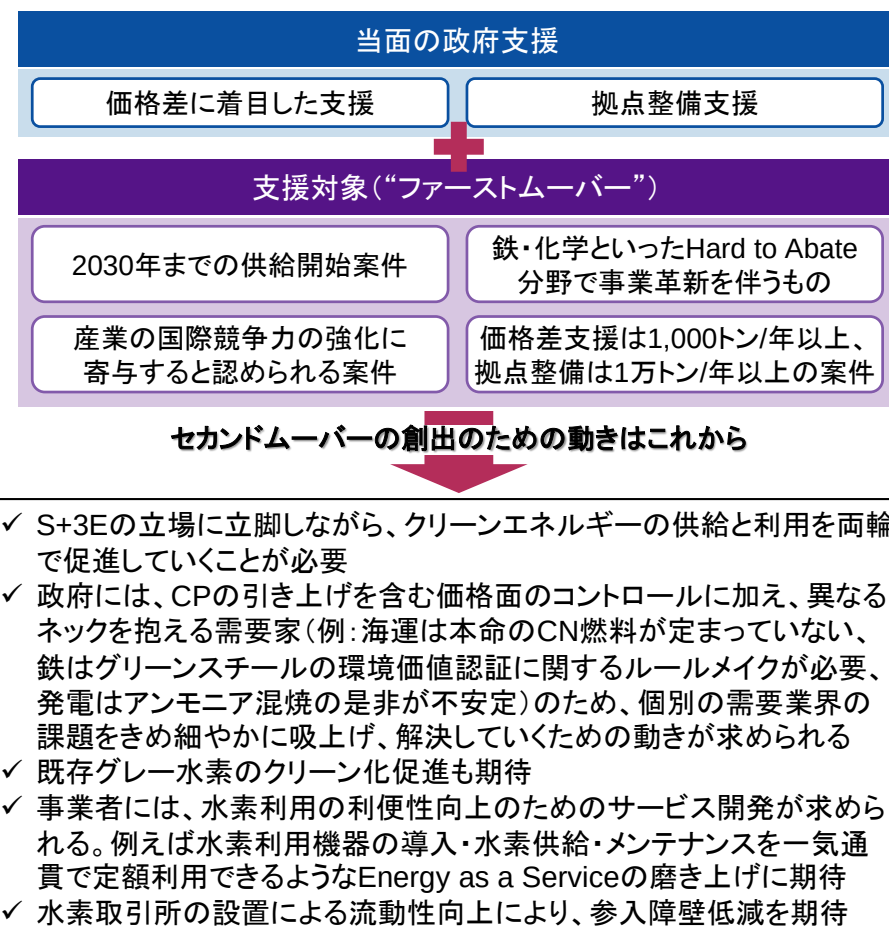
- 国内では、土地確保によるサプライチェーン構築加速化や、2030年以降にも確実に市場を拡大していくためのセカンドムーバー創出支援が必要となると思料

トランジション期における土地確保の重要性 官



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

2030年以降の市場拡大に向けたセカンドムーバーの創出 官 民



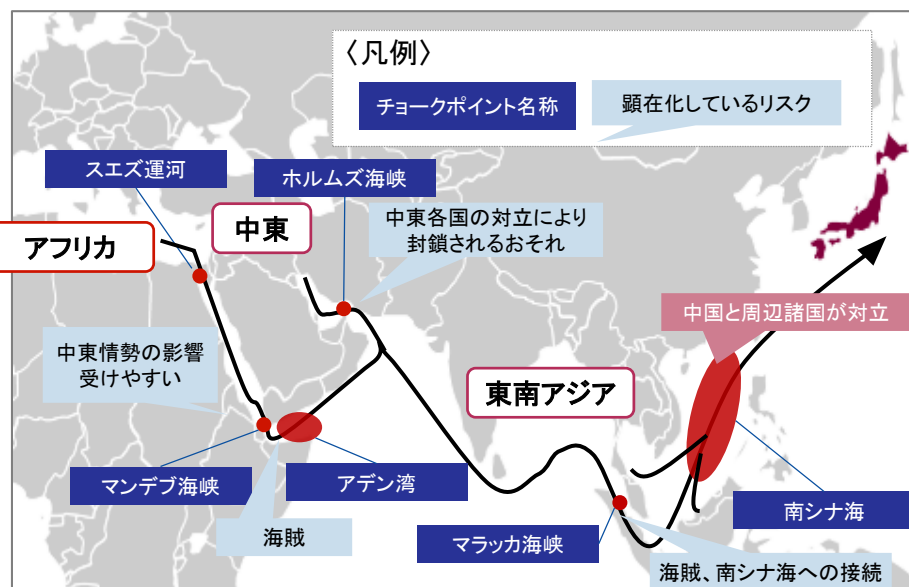
(出所) 水素・アンモニア政策小委員会資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

エネルギーセキュリティ確保のため水素調達源の多様化が必要

- エネルギーセキュリティ確保のため、調達先分散とともに国産水素の最大限の活用が重要と推察
- 再エネ・原子力由来電力を活かしたグリーン・ピンク(イエロー)水素や、LNGインフラを活かしたターコイズ水素製造量の極大化が有効

日本にとっての代表的チョークポイントと分散調達の重要性

官 民



エネルギーセキュリティ確保のためには
輸入先の分散化とともに国産水素の最大限の活用が必要

再エネ由来電力を活用した水素(グリーン水素)や
原子力由来電力を活用した水素(ピンク水素／イエロー水素)、
メタン熱分解による水素(ターコイズ水素)の生産量極大化が有効

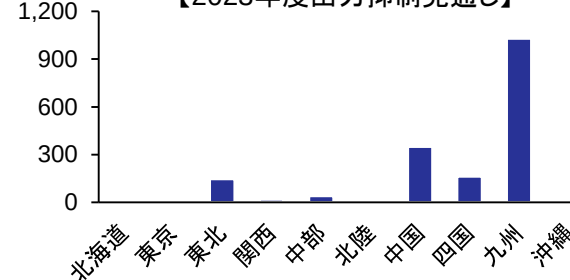
(出所)各種公開資料より、みずほ銀行産業調査部作成

国産水素生産量極大化

官 民

余剰再エネを活かした水素製造・地消の推進

(百万kWh) 【2023年度出力抑制見通し】



- ✓ 出力抑制が大きい九州・中国・四国で水素製造を重点的に推進
- ✓ ただし変動電源活用による水電解槽稼働率低下はネックに

原子力発電を活かした水素製造の推進

- ✓ 原子力発電は発電コストが低く安定的に電力を得られるため、安価な水素製造に適する
- ✓ 原子力発電の最大限の稼働を追求することで、電源の脱炭素化及び国産水素の生産量拡大に寄与

ターコイズ水素製造の推進

- ✓ 日本は現在多様な国から70百万トン前後のLNGを輸入しており、LNG輸入インフラを保有。ターコイズ水素の推進は、分散調達を行いつつ既存インフラを活用したトランジションに適する
- ✓ ターコイズ水素を日本にとって重要なエネルギーと位置づけるとともに、製造技術を有する日本企業の育成や副生炭素の有効活用を推進する必要

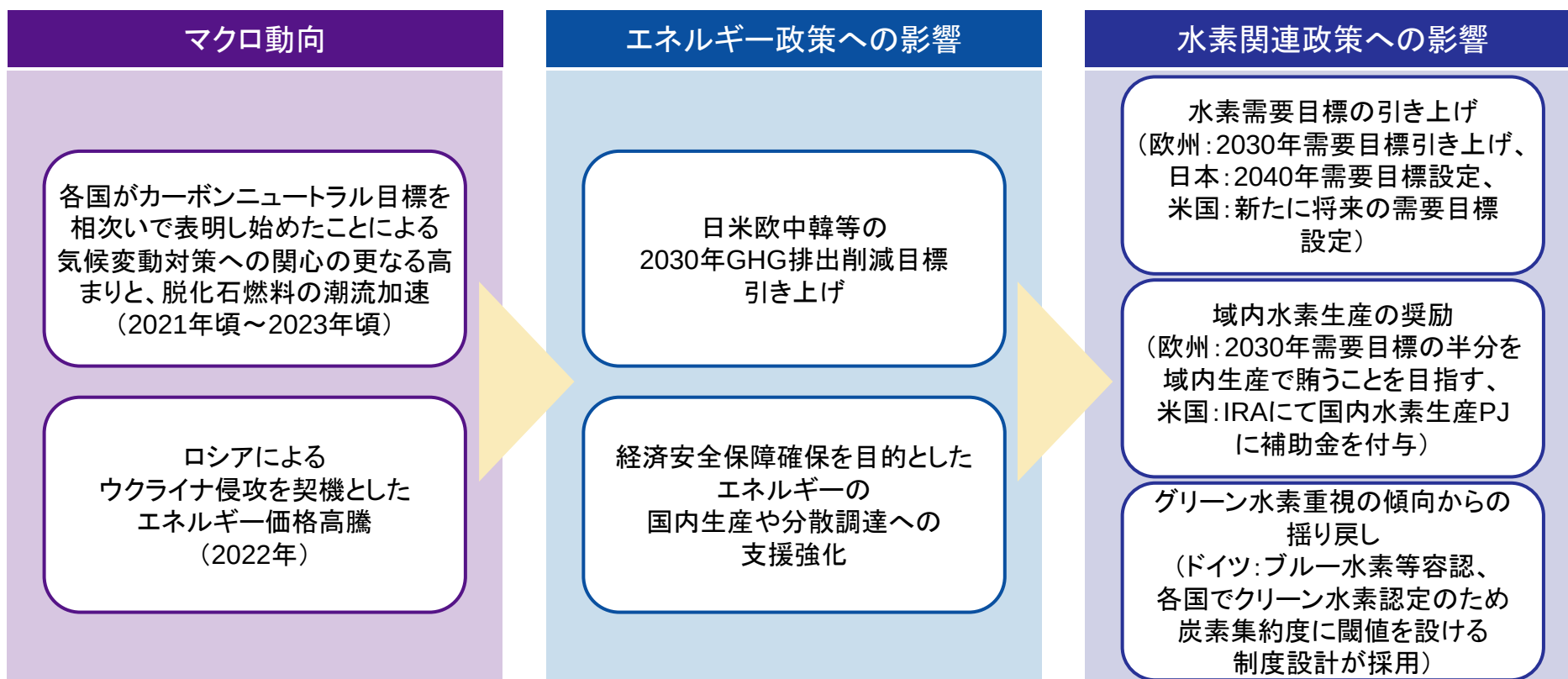
(出所)資源エネルギー庁系統WG資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

(補論) 主要国の水素関連政策アップデート

水素関連政策を巡る直近2～3年で潮流が変化

- COP等国際会議の場での気候変動対策への関心の高まりや、ロシアによるウクライナ侵攻は、各国のエネルギー政策や水素関連政策に影響
- 足下、各国・地域は水素需要目標の引き上げや新規設定、及び水素の国内製造奨励といった形で、各国は水素への注力を強める

水素関連政策を巡る2020年頃からの潮流変化



（出所）みずほ銀行産業調査部作成

2023年6月水素基本戦略を改定し、産業戦略・保安戦略を策定

- 2023年6月、日本政府は水素基本戦略を改定し、2040年の需要目標を1,200万吨程度、国内外における日本企業の水電解槽の導入目標15GW等とした数値目標を設定

水素基本戦略の概要

<水素基本戦略改正の主なポイント>

- ①2030年の水素等導入目標300万吨に加え、2040年目標を1,200万吨、2050年目標は2,000万吨程度と設定
- 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の実現～

「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
国内市場に閉じず、国内外のあらゆる水素ビジネスで、日本の水素コア技術が活用される世界を目指す

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

はこぶ

- 海上輸送技術（液化水素、MCH等）

つかう

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

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～

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
- ・ 効率的な供給インフラ整備支援
- ・ 低炭素水素への移行に向けた誘導的規制の検討
- ・ 上流権益への関与等による安定したサプライチェーンの確保

需要

- ・ 需要創出に向けた省エネ法の活用
- ・ 燃料電池ビジネスの産業化
- ・ 港湾等における塊の需要等への重点支援
- ・ 地域での水素製造・利活用と自治体連携、国民理解

海外市場 の獲得

- ・ 規模・スピードで負けないよう大胆な民間設備投資の促進
- ・ 大規模サプライチェーン構築支援の有効活用

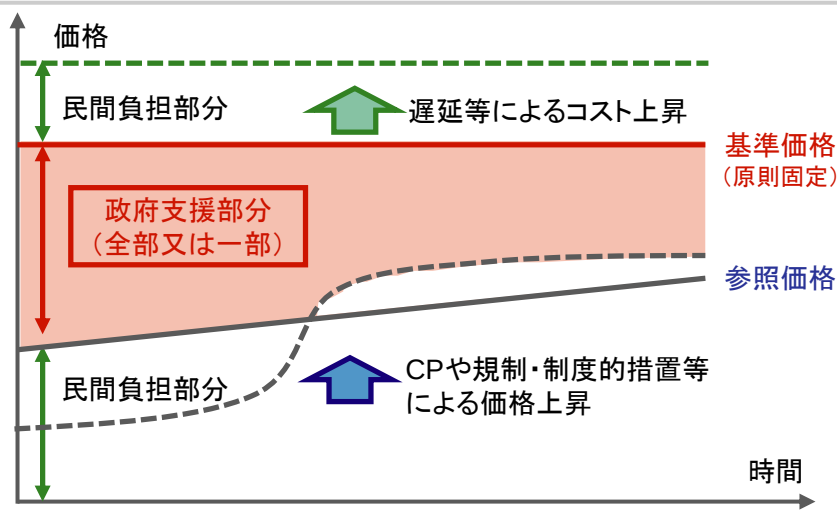
- ・ 海外政府・企業との戦略的提携、トップセールス
- ・ AZEC構想等の枠組みを活用したアジア連携

（出所）第4回再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議（令和5年6月6日）資料より、みずほ銀行産業調査部作成

水素・アンモニアに対する支援の柱①～価格差に着目した支援制度が需要拡大を促進

- 低炭素水素等の国内製造及び海外製造・海上輸送に関し、低炭素水素等の供給事業者を支援する制度
 - ― 基準価格は、日本着時点の水素等の製造・供給コスト、プロジェクト費用、利益を考慮し事業者が事前に算定
 - ― 参照価格は、用途ごとに、代替される既存原燃料との価格面の等価性の妥当性に照らして、個別に設定
- 低炭素水素等の供給事業者は、単に輸送または供給するだけでなく、製造、輸送、供給のサプライチェーンを一定程度コントロールできる地位を有することが求められる

価格差に着目した支援制度のイメージ



- ・ 水素等の実販売価格と、代替物(天然ガス等)の市場価格の高い方
- ・ カーボンプライシング(CP)や将来の規制・制度的措置等の導入により、将来的に参照価格が上昇すると見込まれ、政府支援を逡減
- ・ 参照価格が基準価格を超えた場合には、超過した分についての補助金を国に返還

(参照価格の例)

発電：既存原燃料の輸入価格における熱量等価＋環境価値等

鉄・化学：製品の生産に要する既存原燃料の輸入価格等価＋環境価値等

- ・ 事業者が、プロジェクトコストを回収できる水準として、基準価格を提示
- ・ 為替の変動や、原料費等の変動の一部については、算定式を用いて基準価格に反映(事業者が予見し難いリスク)
- ・ 工事遅延等によるコストオーバーランについては、基準価格に反映しない(事業者がマネージすべきリスク)
- ・ 原則、基準価格は一定とし、合理的な理由により価格低減が見込まれる場合には、例外的に基準価格の見直しを求める

$$\begin{aligned} \text{基準価格} &= \text{OPEX} + \text{CAPEX} + \text{IRR} \\ &= \text{A1} \times \text{原料価格} + \text{A2} + \text{B} + \text{利益} \end{aligned}$$

OPEX
(A1, A2)

A1: 原料価格に依存

水素製造やキャリア返還等関連

A2: その他(※)

オペレーション、メンテナンス、保険、委託費等

CAPEX
(B)

製造、輸送、キャリア変換、CCS 等に必要の設備費や、EPC 費用等(予備費含む)

(※) 海外製造の場合は為替の変動の調整を、原料価格が一般的に公表されている参照可能な指標に基づき変動する場合は、原料費等の変動に基づく調整(一部)を認める

(出所) 総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会 水素・アンモニア政策小委員会(第11回)資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】価格差に着目した支援の“中核となる条件”

- 価格差に着目した支援の“中核となる条件”を設定した上で、単純な価格比較のみならず、政策的重要性や、事業完遂の見込みの観点から評価項目を設け、総合評価を行う
 - 製法・生産国・技術などによって、事業の性質も様々であることを考慮

案件選定における中核となる条件

①エネルギー政策(S+3E)の観点

1. S+3Eそれぞれの観点、すなわち、**安全性を大前提として、安定供給(利用)に貢献し、低廉で、脱炭素化に資する取組**であり、かつ、**経済的に合理的・効率的な手法で脱炭素資源が活用される事業**であること。

②GX実現の観点

1. **鉄・化学といった代替技術が少なく転換困難な分野・用途に関し、新たな設備投資や事業革新を伴う形での原燃料転換も主導するものであること。**
2. 1.の結果、**低炭素水素等の供給及び利用に関する産業の国際競争力の強化に相当程度寄与すると認められること。**
3. 国際的な算定ルールと整合的な考えの下、**国内の排出削減に資するとともに、炭素集約度が一定値以下になると見込まれること。**

※1.を確認するため、**事業計画は支援を受けようとする供給者・利用者の双方による連名で**一体的な計画を作成することとする。

政策的重要性の観点

③自立したパイロットサプライチェーンの構築

1. **2030年度までに供給開始が見込まれるプロジェクト**であって、それ以降の後続サプライチェーンの構築へとつながる、先行的で自立が見込まれるプロジェクトであること。
2. 経済的な自立を担保する観点から、**15年間の支援期間終了後、一定期間(10年間)の供給を継続すること。**
3. 当該支援で得られた知見を適切に還元するため、**支援対象事業のノウハウ等を活用して、新産業・新市場開拓のため、国内外で新たな関連事業を実施する等の取組を予定していること。**

※価格差に着目した支援については、低炭素水素等を取り巻く将来の見通しが不透明な状況においても、他の事業者に先立って自らリスクを取った上で投資を行い、低炭素水素等のパイロットプロジェクトを立ち上げていく供給事業者(低炭素水素等を製造又は輸入し、供給する事業者)を支援する。

事業完遂見込みの観点

(出所)総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会 水素・アンモニア政策小委員会(第13回)資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】価格差に着目した支援の“個別の評価項目案”

■ 「政策的重要性」と「事業完遂」の評価項目で構成

- 「政策的重要性」では、価格差に着目した支援の政策目的に照らし、「エネルギー政策」と「GX 政策」の2軸で評価
- 「事業完遂」では、事業計画の確度の高さ、国と企業のリスク分担の妥当性を評価

案件選定における評価項目（総合評価）

	エネルギー政策(S+3E)	GX政策(脱炭素と経済成長の両立)
評価項目1群 政策的重要性	<u>(1) 安全性(Safety)</u> ①保安基準に適合していること <u>(2) 安定供給(Energy Security)</u> ①低炭素水素等を1,000t(水素換算)以上供給すること ②国内における低炭素水素等の製造 ③価格差に着目した支援の採択案件全体を通じた、供給源の多角化、生産地・技術・燃料の多様性 ④上流権益の参入比率・価格安定性が高いこと <u>(3) 環境性(Environment)</u> ①炭素集約度が、相対的により低いこと <u>(4) 経済性(Economic Efficiency)</u> ①支援終了後に自立可能なレベルまで供給価格を低減 ②合理的・効率的な手法での脱炭素資源の活用 ③同種事業での供給コスト優位性や自立時点でのコスト水準、政府支援額当たり供給量等の事業効率、支援総額	<u>(1) 産業競争力強化・経済成長</u> ①鉄・化学といった代替技術が少なく転換困難な分野・用途における波及効果、拡張性の大きさ ※新規設備投資・事業革新を伴う形での原燃料転換向けの需要開拓、国際競争力の強化への寄与、新産業・新市場開拓 等 ②供給側・利用側双方における、産業競争力強化に資する強靱なサプライチェーンの形成促進 ※産業競争力強化に資する製品・技術の活用促進 等 ③国際規制が未整備で、需要開拓が困難な分野・用途であること ④同種事業間での投資決定・供給開始の早さ ⑤国内における低炭素水素等の製造 ⑥国内における低炭素水素等の製造による地域貢献 ※地域貢献、雇用創出、余剰再エネの活用 等 ⑦市場の将来を見据えた成長戦略に基づく、自立・支援額抑制のための事業者相応のリスク負担・工夫 ⑧技術的革新性・競争優位性 <u>(2) 排出削減</u> ①炭素集約度が、相対的により低いこと
評価項目2群 支援実施中の事業完遂	<u>(1) 事業計画の確度の高さ</u> ①オフテイク確保の確実性・妥当性 ②設計・工事・運転計画、資金計画の確実性・妥当性等 ※上流権益の取得状況や、原料・電力供給等の長期計画の確保、CCSを行う場合の貯蔵地の確保、自治体との協調 等 <u>(2) 国と企業のリスク分担の整理に基づく計画の妥当性(採択後、補助契約の中で個別に明確化)</u> ①ファイナンスリスクや供給開始リスクへの対応のため、基準価格・参照価格が、定められた基本的な考え方に基づき、設定されていること ②製造・調達国の地政学的リスクと対応の妥当性 ※コア部品・素材など、サプライチェーン調達上のリスク耐性のチェック 等	

(出所)総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会 水素・アンモニア政策小委員会(第13回)資料より、みずほ銀行産業調査部作成

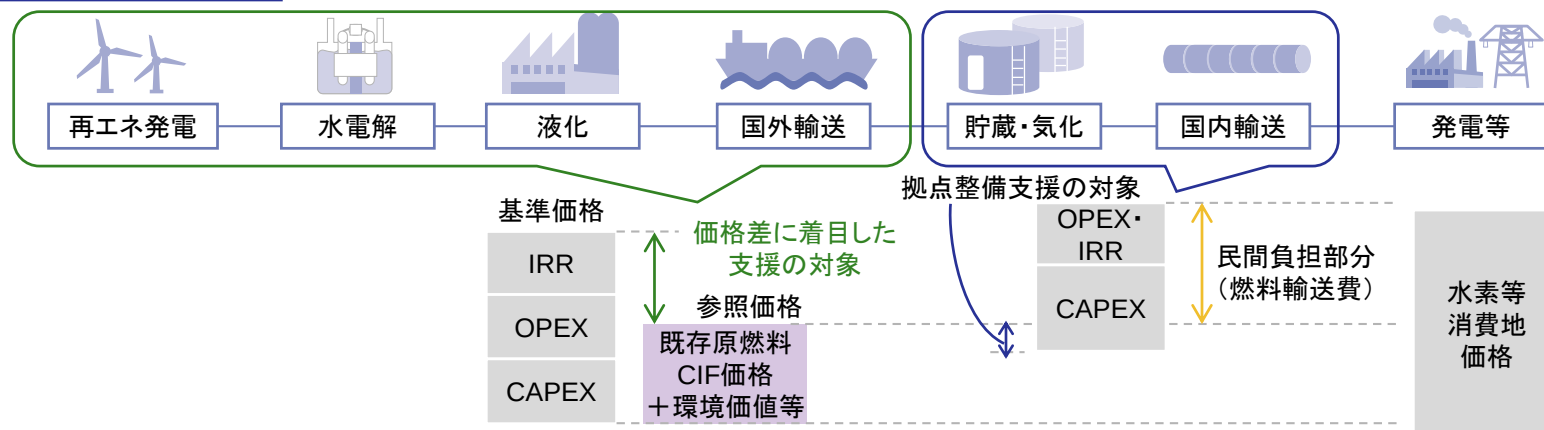
水素・アンモニアに対する支援の柱②～拠点整備支援が水素供給インフラの形成を後押し

- 周辺の水素・アンモニア潜在ニーズの発掘・集積を促す発展可能性を持った拠点群の形成を支援
 - 今後10年間で、大規模3カ所、中規模5カ所程度を整備するため、①FS、②FEED、③インフラ整備の3段階に分け支援
- 対象は複数事業者で共用するパイプライン・タンクで、水素等の利用・転換設備、不特定多数の利用者への供給設備、CO₂処理設備・輸送パイプラインは対象外

拠点整備支援の支援対象の考え方

- ✓ 今後10年間で、大都市圏を中心に大規模拠点3カ所程度、地域に分散した中規模拠点5カ所程度を目安として整備していく。そのために、①事業性調査(FS)、②詳細設計(FEED)、③インフラ整備の3段階に分けて支援していく
- ✓ 本支援では、「低炭素水素等を、荷揚げする受入基地から利用者が実際に利用する地点まで輸送(拠点とその周辺地域を海上輸送などによりハブ・アンド・スポークとして結ぶ場合は、二次受入基地も対象)するに当たって必要な設備であって、民間事業者が複数の利用事業者と共同して使用するもの(共用パイプライン、共用タンク等)」に係る整備費の一部を支援する
- ✓ 水素等の利用・転換設備(共同火力や自家発電設備等)、不特定多数の利用者への供給設備及びCO₂処理設備・輸送パイプラインについては、本支援の対象外とする

支援対象の原則イメージ



(出所) 総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会 水素・アンモニア政策小委員会(第12回)資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】拠点整備支援の“中核となる条件”及び“評価項目案”

評目		中核的条件	評価項目
大分類	小分類		
政策的 意義	拠点到 集積する 個別企業の 優位性	1. GX に向けて先進的な取組を行う企業の存在、効率的な脱炭素技術の実装予定 2. 鉄・化学などの GX 転換が困難な企業による、競争力強化につながる低炭素水素等の利用の見込み、国内外での関連事業の実施予定 3. 国内の排出削減に資する事業	① 脱炭素技術の革新性・競争優位性 ② 産業構造変革の道筋が計画に反映されていること ※鉄・化学といった代替技術が少なく転換困難な分野・用途における波及効果、拡張性の大きさ ※新規設備投資・事業革新を伴う形での原燃料転換 等 ③ CO2削減量・削減割合が多いこと
	拠点全体 での優位性	1. 低炭素水素等の最低利用量年間1万t(水素換算) 2. 合理的・効率的な手法での脱炭素資源の活用・インフラ整備 3. 一定値以下の炭素集約度 4. 地域経済への貢献	① 低炭素水素等導入量／CO2削減量に対する投下資本の効率性(政府支援額当たりの供給量等の事業効率、支援総額) ② 合理的・効率的な手法での脱炭素資源の活用 ③ 低炭素水素等の炭素集約度が相対的に低いこと ④ 地域の産業構造を踏まえた将来の道筋を示していること ⑤ 具体的な地域経済への投資規模、雇用・訓練機会の規模が示されていること ⑥ 既存産業の競争力強化にも資すること
	中長期的な 発展可能性	1. 周辺地域の利用ニーズの立ち上がりや、カーボンリサイクル・CCUS を含む新規技術を柔軟に取り込める中長期的見通しを持ったインフラ整備を予定していること 2. 産業全体の競争力強化への寄与の見込み 3. 国内の大幅な排出削減に寄与する見込み	① 周辺地域の利用ニーズの立ち上がりや、カーボンリサイクル・CCUS を含む新規技術を柔軟に取り込める中長期的な見通しを持ったインフラ整備計画となっていること ② 柔軟な拡張に資する用地が確保されていること ③ 市場の将来を見据えた成長戦略に基づく、自立・支援額抑制のための事業者相応のリスク負担・工夫(環境価値等)があること ④ 供給側・利用側双方における、産業競争力強化に資する強靱なサプライチェーンの形成促進 ※産業競争力強化に資する製品・技術の活用促進 等
事業完遂 の見込み	実現可能性	1. 拠点形成に関する明確なビジョンがあり、それにコミットし強力に推進するリーダーシップを有する企業と、それを中心とした適切な体制があること 2. 関係者・地域の合意に基づく拠点整備計画 3. 財産取得後一定期間(10年間)の供給を継続すること 4. 2030 年までの供給開始、安定供給	① 拠点形成に関する明確なビジョンがあり、それにコミットし強力に推進するリーダーシップを有する企業と、それを中心とした適切な体制があること ② 拠点形成までの具体的な計画が策定されていること。整備時期が明確化されていること ③ 供給・輸送・利用等を担う関係者の特定と関係者間での合意形成の見通しが立っていること。自治体等との協調及び住民理解を得ていること ④ 低炭素水素等の輸入に利用する港湾の港湾管理者と十分な調整を行っていること。拠点が位置する港湾内の周辺施設と整合的に、気候変動に伴う潮位上昇等への対策が計画されていること ⑤ 支援終了後に自立可能な計画となっていること ⑥ 供給者による供給見通しがあること ⑦ 保安基準に適合していること

(出所)総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会 水素・アンモニア政策小委員会(第13回)資料より、みずほ銀行産業調査部作成

省エネ法等は水素・アンモニアを含む非化石エネルギーへの転換を推進

- 省エネ法では、工場等の設置者、輸送事業者・荷主に対し、省エネの取り組みを実施する際の目安となるべき判断基準を示すとともに、一定規模以上の事業者にはエネルギーの使用状況等の報告等を課す
 - ― セメント製造業や化学等の主要5業種に関しても2030年度の非化石目標の目安を設定
 - ― 運輸事業者にも非化石の定量目標が示される

産業分野における2030年度の非化石目標の目安

事業者	燃料の非化石転換	電気の非化石転換
セメント製造業	焼成工程(キルン等)における 燃料の非化石比率 28%	—
鉄鋼	粗鋼トンあたり石炭使用量 原単位の削減率 (2013年度比) ▲2%	—
電炉普通鋼	—	—
電炉特殊鋼	—	—
化学	【石炭ボイラーを有する場合】 石炭使用量の削減率 (2013年度比) ▲30%	59% ^(注)
製紙	洋紙・板紙	—
自動車製造業	—	—

非化石
エネルギー

黒液、木材、廃タイヤ、廃プラスチック、水素、アンモニア、太陽熱・
太陽光発電電気等の非化石熱・非化石電気等

(注) 電気の目安が主である業種(自動車製造業・電炉普通鋼・電炉特殊鋼)については、使用電気全体に占める非化石電気の割合を59%とする。電気の目安が主でない業種(化学工業・製紙業)については、外部調達電気に占める非化石電気の割合を59%とする
(出所) 経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

輸送事業者に対する非化石転換の2030年度目標の目安

事業者	保有台数に占める非化石エネルギー自動車の割合等
トラック(8t以下) 【貨物】	5%
バス【旅客】	5%
タクシー【旅客】	8%
鉄道 【貨物・旅客】	59% (使用電力全体に占める非化石電気の割合)
航空 【貨物・旅客】	10% (燃料使用量に占めるSAFの使用料割合)

(注) 非化石エネルギー自動車とは、EV、PHEV、水素燃料車両(FCVを含む)、専らバイオ燃料・合成燃料を使用する自動車
(出所) 経済産業省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【参考】小売電気事業者に対する非化石電源比率

非化石電源比率(2030年度)
44%以上

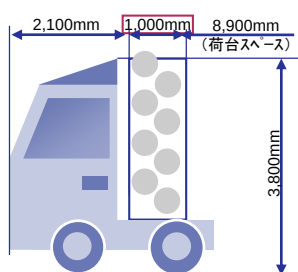
(注) エネルギー供給事業者によるエネルギー源の環境適合利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律による
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

モビリティ分野においても規制緩和及び補助拡大の動きがみられる

- 経済産業省は2023年7月に「モビリティ分野における水素の普及に向けた中間とりまとめ」を公表
- 車両規制の緩和、水素ステーションにおける常用圧力上限の見直しや遠隔監視による無人化容認、水素ステーションへの支援拡充等を盛り込む

車両規制の緩和検討

FCV化に伴う、荷台スペースの減少

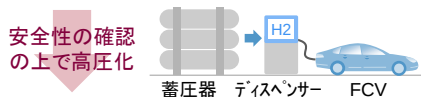


- ✓ ディーゼルから水素へ転換するにあたり、エネルギー密度の関係から同量のエネルギー確保のために必要な体積が増加し、商用車として重要な積載量が減少
- ✓ 運転手不足等を考慮すると、全長規制についての緩和検討が求められている
- ✓ 今後1年以内に、一般的制限値の規制緩和が必要かどうか踏まえ検討

水素ステーションにおける規制緩和検討

常用圧力上限の見直しについて（機器の低コスト化）

【現状】 常用圧力:82MPa



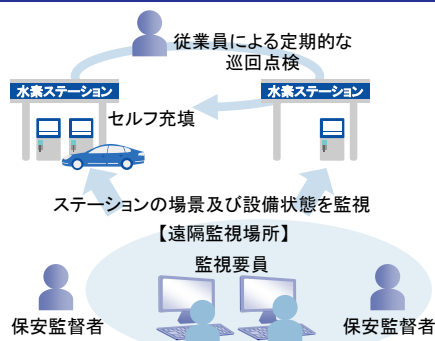
【見直後】 常用圧力:89~93MPa(例)



- ✓ 蓄圧器の一本当たりの水素貯蔵量が増えることにより、本数の削減（建設費の低減）が可能。

（出所）上下図表とも、経済産業省「モビリティ分野における水素の普及に向けた中間とりまとめ」より、みずほ銀行産業調査部作成

遠隔監視による水素ステーション運転の無人化（人件費の低コスト化）



水素ステーションへの支援拡充

予算措置

(1) 整備費支援

設備規模 (供給能力)	種類	補助率	補助上限 (百万円)
大規模 (500Nm ³ /h以上)	定置式	1/2 ⇒ 2/3	350 ⇒ 450
レーン追加(大規模) (圧縮機、蓄圧器、 ディスペンサー等)	オプション	1/2 ⇒ 2/3	150 ⇒ 200

(2) 運営費支援

設備規模 (供給能力)	補助率	補助上限 (百万円)
大規模	2/3	28 ⇒ 30

(3) 税制措置

設備規模 (供給能力)	期間	固定資産税の 課税標準
大規模 (取得価格5億円以上の設備)	設備取得から 3年間	3/4 ⇒ 1/2

（出所）経済産業省「モビリティ分野における水素の普及に向けた中間とりまとめ」より、みずほ銀行産業調査部作成

欧州：ネットゼロ産業法を策定

- 2023年3月16日、欧州委員会はネットゼロ産業法案を発表。「戦略的ネットゼロ技術」として8つの技術領域を明確化し、同技術関連の域内生産を2030年までに40%へ高める方向性
- 許認可プロセスの合理化やCCS導入目標の設定といった支援策によって、「戦略的ネットゼロ技術」の域内実装加速を図る
— 新たな資金投入は打ち出されず規制改善に主眼

ネットゼロ産業法案の概要

「ネットゼロ産業法」の目的

温室効果ガス(GHG)排出ネットゼロ実現に貢献する技術の、EU域内での生産能力拡大を支援
指定する「戦略的ネットゼロ技術」について、2030年までにEU域内で年間に必要な**40%を域内生産**

8つの戦略的ネットゼロ技術		主要な支援策	
太陽光・太陽熱発電	許認可プロセスの合理化	□ 各加盟国で単一窓口での行政手続き対応を可能にする ワン・ストップ・ショップ を導入 □ ネットゼロ技術の完成製品や部品、生産で主に使用される機械の生産拠点の 許認可プロセスの審査に時限性を導入 一年間製造能力が1GW未満のプロジェクトは12カ月以内、戦略的ネットゼロPJは同9カ月以内 年間製造能力が1GW超のプロジェクトは18カ月以内、戦略的ネットゼロPJは同12カ月以内	□ 2030年までに域内における CO2の圧入能力を年間5,000万トンにすると目標設定 □ 域内の 石油・ガスの生産事業者 は 生産量に応じた目標への貢献が義務付けられる
陸上・洋上風力発電			
バッテリー・蓄電技術			
ヒートポンプ・地熱発電	CCS導入目標設定	□ 公共調達先の選定基準に、「持続可能性およびレジリエンスへの貢献」という項目を導入し、ネットゼロ技術の導入と民間需要創出を促す	□ ネットゼロ関連技術者を育成するための専門の欧州アカデミーの設立を支援
電解槽・燃料電池			
持続可能なバイオガス・バイオメタン	市場アクセス促進	□ 革新的なネットゼロ技術の導入に際し、レギュラトリーサンドボックスを導入	
CCS	職能強化・雇用創出		
グリッド技術	イノベーション創出促進		

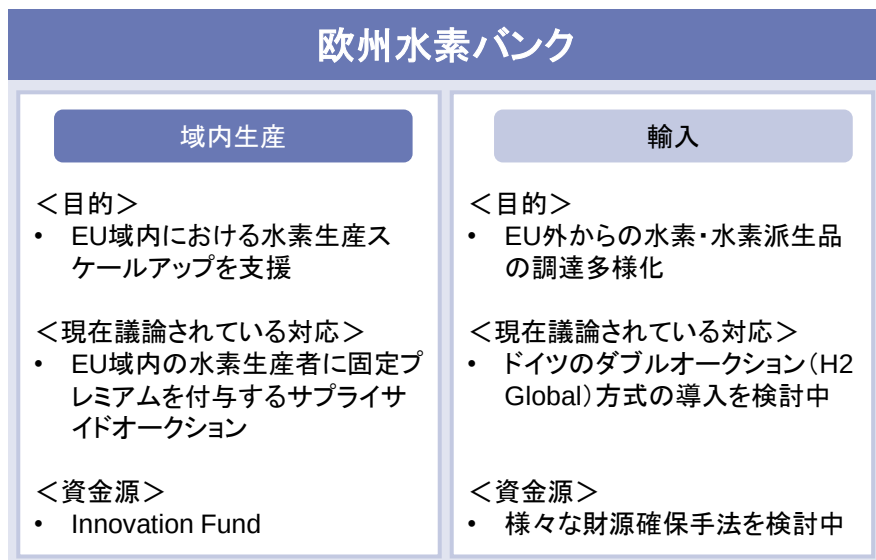
その他ネットゼロ技術(SMR等)

(出所)欧州委員会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

欧州水素バンク～2024年4月30日、初回オークション落札PJが確定

- 2024年4月30日、初回パイロットオークション(域内グリーン水素生産へ固定プレミアムを付与)の落札PJが決定
— 132件のPJが入札へ参加し、7件への補助金付与が決定
- 予算規模を22億EURに拡大した第2回のオークションは2024年末までに立ち上がる見通し

欧州水素バンク(European Hydrogen Bank/ EHB)の概要



グリーン水素市場の初期的市場の創出と本格形成促進
(EUは2030年までに1,000万トンの域内生産、計2,000万トンのグリーン水素市場創出を目指す)

(出所)欧州委員会資料より、みずほ銀行産業調査部作成

第1回パイロットオークション(域内生産)の概要

補助内容	❑ 水素製造1kgに対して固定プレミアム(最大€4.5/kgH₂)を付与 ❑ 補助期間は最大10年間
対象・条件	❑ EEA(欧州経済領域)で生産されたグリーン水素(RFNBO) ❑ 5年以内に生産を開始するプロジェクト ❑ (上記未達の場合の)完工保証額は補助金額の4% ❑ プロジェクト規模は5MW以上 ❑ 一件あたり最大でもオークション予算の1/3が上限 ❑ その他に、再エネ調達先やオフテーカーについて、PJ全体の取扱量の60%相当分のMoU/Lol等の提出等が必要
予算	❑ 本パイロットオークションでは8億EURが予算
スケジュール	❑ 2023年11月23日に初回入札開始 ❑ 入札応募は2024年2月に締め切り、132件のPJが参加 ❑ 2024年4月30日、落札PJ7件(総額€720mn)が公開 -プレミアムのレンジは0.37EUR/kg～0.48EUR/kg
第2回オークションについて	❑ 2024年末までに第2回オークションを開始を予定 ❑ 予算は22億EUR(初回と合わせて合計30億EUR)になると、欧州委員会委員長が宣言

(出所)欧州委員会資料、報道より、みずほ銀行産業調査部作成

欧州主要各国: 主要各国の2030年の水素導入目標～足下で目標が引き上げられる

	水素(製造装置)導入目標	概要
ドイツ	2030年までに 10GW の水素製造装置を導入	□ 2020年に発表された「国家水素戦略」では2030年までに5GWとすると明記 □ 2021年のドイツ新政権誕生後、2030年目標を10GWに大きく引き上げる方針をアナウンス。2023年7月に発表した新たな国家水素戦略にて10GWへ引き上げを正式発表
フランス	2030年までに 6.5GW の水素製造装置を導入	□ 2020年に発表した「国家水素戦略」にて、2030年までに6.5GWのクリーン水素生産設備の設置を目指すと発表 □ 再エネ由来水素のみならず、原子力由来水素の活用も推進している点が特徴
オランダ	2030年までに 4GW の水素製造装置を導入 2032年までに12GW導入 目標の設定も検討	□ 2020年に公表した「2030年までの水素戦略」において、2030年までに4GWの水素生産設備を導入する方針を発表。2023年5月、2032年の水素製造装置の導入容量を12GWへ引き上げる案があることを公表 □ 欧州最大の港であるロッテルダム港を水素輸入ハブへと転身させる方向性。2030年の水素輸入量は4百万トン、水素製造規模は2.5GW/0.25Mton-H₂を目指す
スペイン	2030年までに 11GW の水素製造装置を導入	□ 2020年に発表した「水素ロードマップ」にて2030年までに4GWの水素製造装置を導入する方針を発表 □ 2023年6月28日に発表した新たな気候変動政策ドラフトにて、約3倍となる11GWの導入目標を提示
英国	2030年までに 10GW の水素製造装置を導入	□ 2020年に発表された「グリーン産業革命のための10項目の計画」では、2030年までに5GWの低炭素水素製造能力を獲得するとしていたが、2022年4月に発表された「エネルギー安全保障戦略」では、その目標を10GWへ引き上げ □ 生産する低炭素水素のうち、少なくとも半分はグリーン水素とする方針

(出所) 各国資料、JETRO、環境省、各種報道 よりみずほ銀行産業調査部作成

【参考】ドイツ改訂版国家水素戦略(2023年7月26日公表)

ドイツ新国家水素戦略の概要

1. 十分な水素利用可能性の確保

- 2030年の水素総需要は約95～130TWhと見通す
- 2030年の電解槽の国内導入目標を少なくとも10GWへ引き上げ
- 2030年の総需要のうち約50～70%は水素・誘導品の輸入

2. 効率的な水素インフラの開発

- 2028年までに全長1,800kmの国内水素パイプラインを整備
- 早ければ2030年に開発中のEUパイプラインを介し、他国へ接続
- 船舶輸送による水素・誘導品の輸入ターミナルを整備

3. 水素の活用分野の確立

- 産業分野では鉄鋼産業や化学産業で利用される(～2030年)
- 交通分野では、FCVや航空燃料向けの利用(～2030年)
- 電力分野、ガス火力は水素readyとすることを求める

4. 効果的な法的枠組みの制定

- 計画と承認手続きの迅速化
- 国内生産及び輸入品の承認基準・システムの確立
- 研究開発・イノベーションの支援

ポイント・解説

ドイツには現在約55TWh(約170万トン)の水素需要が存在。アンモニア、メタノール、合成燃料等のクリーン水素新規需要も加わり総需要は40～75TWh追加される想定

従来目標の5GWから2倍に拡大。ただし10GW目標は現政権が誕生した2年前に公言されていた規模であり、英国やスペインの導入目標とも差はなくサプライズなし

ドイツの水素供給は輸入中心。「需要見合いの国内生産は経済性がない」、「2030年以降も輸入シェアは拡大」と戦略文書内でコメント。国家輸入戦略は2023年中に公表

2030年までの水素・誘導品の輸入は船舶によるアンモニアが中心。中長期的には、グリーンメタン、合成メタノール、LOHC、液体水素が役割を拡大と想定

EU非加盟国も含め欧州のネットワークを強化。既に協業を開始するノルウェー、デンマークの他、フィンランド、スウェーデン、オーストリア、イタリア、フランスとも協議開始

新たに作られるLNGターミナルは水素・水素派生品の受入を可能に

- ・2045年頃は特に基礎化学品向けが大きくなると見込む
- ・暖房分野は2030年までの広範な応用は見込まれないが、将来的にはガス供給ネットワークの水素転換等による活用が見込まれる
- ・Climate protection agreement(気候保護契約)による支援の方針

現在発電向け需要はないが、石炭火力の停止(2038年より前に停止を計画)以降は水素発電は調整電源の役割を担いうる。2045年に80～100TWhへ拡大する想定

- ・グリーン水素が利用可能になるまでの期間においては、ブルー水素(グレー+CCS)、ターコイズ水素(メタン熱分解)、オレンジ水素(廃棄物由来)の使用を明言
- ・現在EUはブルー水素の基準ができていないが、EUにおいてもブルー水素の導入やCCSの評価の枠組みが作られるよう推奨



従前のスタンスを覆しブルー水素(グレー+CCS)の使用を明確化、欧州のCCS議論が勢いづく可能性

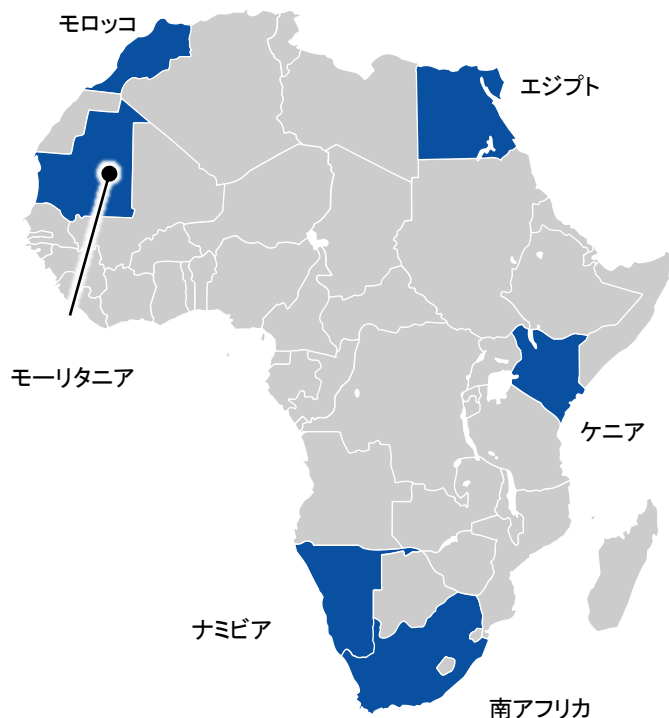
- ・ 北海油田におけるCO2圧入能力高いノルウェー等との協業を深める方向か。水素最大需要国のドイツの方針明確化や、2023年3月にEU(欧州委員会)より提案されたネットゼロ産業法における「CO2圧入義務化」も相まって、今後欧州におけるCCS推進議論が勢いづく可能性
- ・ 日本・アジア勢の目線としては、ドイツが輸入依存・船舶輸送は2030年まではアンモニアをメインキャリアと見ていることもポイント

(出所)ドイツ政府資料より、みずほ銀行産業調査部作成

アフリカ: グリーン水素アライアンスを立ち上げ

- 2022年5月、南アフリカ、ナミビア、エジプト、モロッコ、モーリタニア、ケニアの6カ国は、2022年5月に「アフリカ・グリーン水素アライアンス(GH2アライアンス)」を立ち上げ、アフリカ大陸グリーン水素産業の発展に取り組むことを発表
- 本アライアンスのもと、グリーン水素の国内利用および輸出に向けて、政策立案や設備形成、ファイナンス、認証制度等で加盟国間での協力を進めていく方針

アフリカ・グリーン水素アライアンスの加盟国と目的



アライアンス目標

1 政治的リーダーシップと意欲を示す	➤ 国内および大陸のグリーン産業への意欲、計画努力、進捗状況の発表、協力の必要性を伝える
2 重要なパートナーシップを結ぶ	➤ 海外の官民組織に対し、各国共同で技術支援、資金援助、市場参入を要請する
3 法規制の枠組みの確立	➤ グリーン水素開発の利益を最大化するため、関連規制や輸出の枠組みを整備する
4 市場開拓の加速と改善	➤ グリーン債やファンドの仕組み、土地・プロジェクト入札など、地域社会や経済に有利なプロジェクト開発、資金調達モデルを構築し、改良する
5 技術開発の強化	➤ 地域内での最終用途に最適化された国内サプライチェーンとインフラを構築するため、研究開発における技術や発見を共有する
6 事前認証と基準	➤ 最先端の認証基準の定義、テスト、整備を行う

(出所) Green Hydrogen Organisation公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

中国：水素エネルギー産業中長期計画を策定

- 中国政府は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年に向けた目標に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、並びに活用モデル事業（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・多様なエコシステムの構築
- 最終エネルギー消費に占める水素利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「水素産業の革新的活用モデル事業」

- | | |
|----|--|
| 交通 | <ul style="list-style-type: none"> □ 鉱業・港湾等の区域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、衛生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追求 □ FCV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・ガス生産への応用 |

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
- 多様な活用モデル事業の着実な推進

（出所）政府政策文書等より、みずほ銀行産業調査部作成

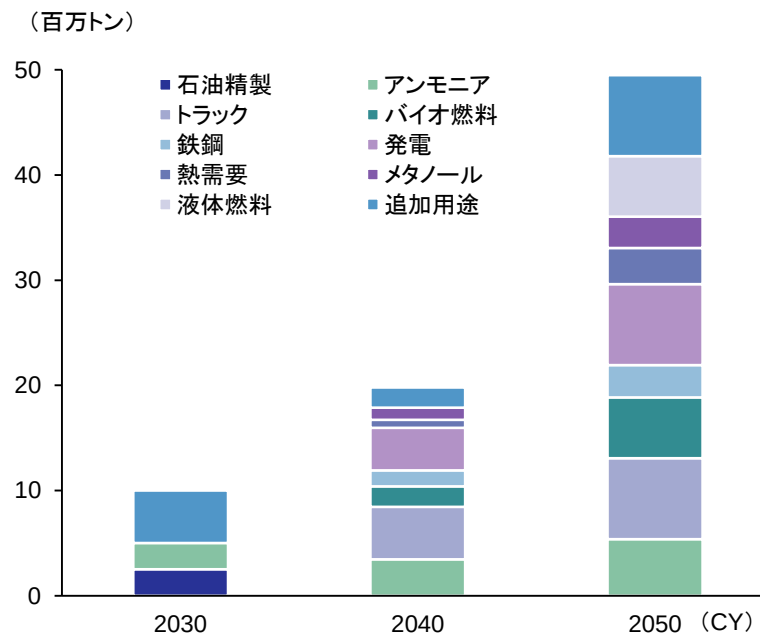
米国:2030年までに年間1,000万トンのクリーン水素市場の創出を目指す

- 米国エネルギー省(DOE)は、2023年6月、国家クリーン水素戦略を発表
 - 戦略的な水素需要の設定、製造コストの削減、地域ネットワークの整備を優先事項として設定
 - 2030年までに年間1,000万トン、2040年までに年間2,000万トン、2050年までに年間5,000万トンのクリーン水素の市場創出を目指す

国家クリーン水素戦略における優先項目

優先項目	関連制度		
① 戦略的で影響の大きい用途をターゲットにする 2030年までに500万トンのクリーン水素	IRA (実証補助等)		
② クリーン水素の製造コストを削減する 水電解由来水素の製造コストを 2026年までに\$2/kg、2031年までに\$1/kgとする	Hydrogen Shot	インフラ法 (クリーン水 素水電解に 10億ドル)	IRA (税額控除)
③ 地域ネットワークに焦点を当てる 地域のクリーン水素ハブを整備し、規模を拡大する	インフラ法 (ハブ整備 に80億ド ル)		

国家クリーン水素戦略における需要の想定



(出所)DOE, U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmapより、みずほ銀行産業調査部作成

水素ハブが選定され、国内での水素利活用を支援

- 2023年に、米国政府は下表の7か所を水素の生産拠点として選定したことを公表

水素ハブ一覧

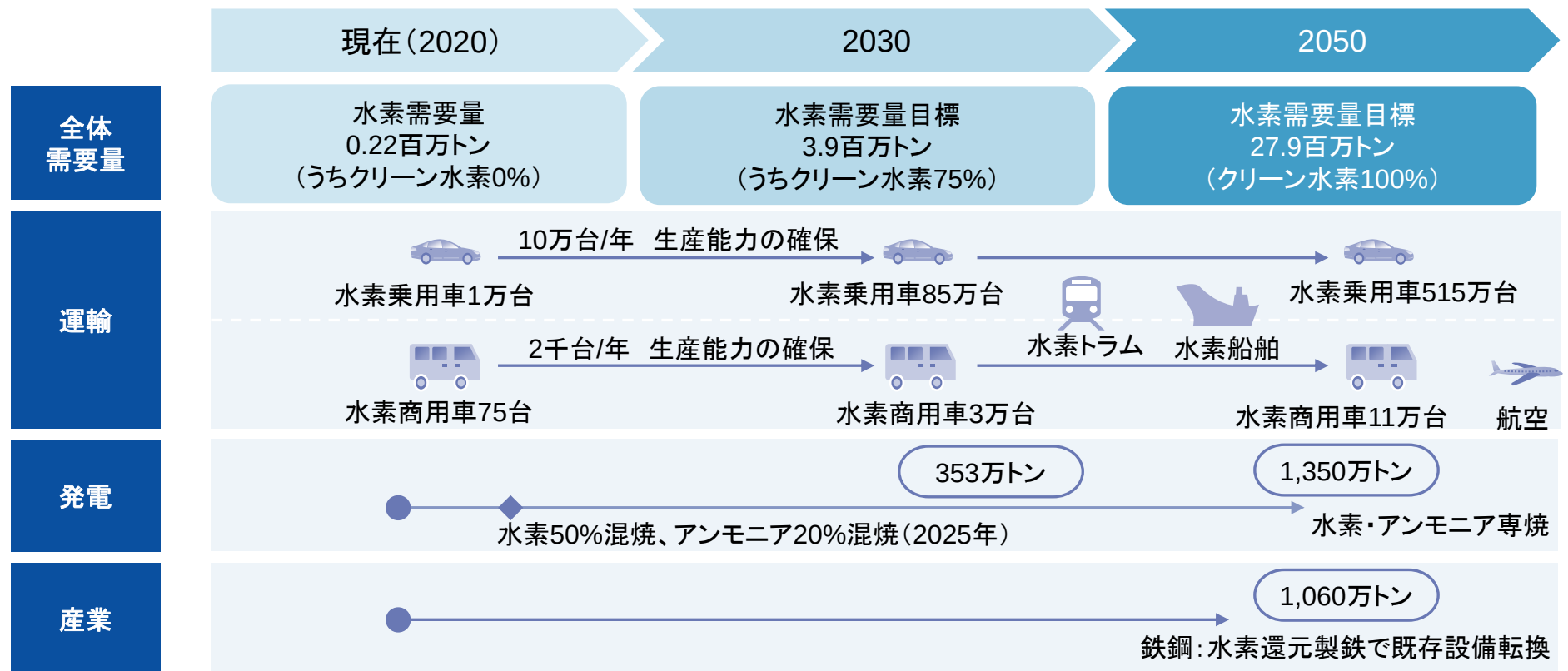
	立地	原料	主な用途	政府助成金 (上限)
Midwest Alliance for Clean Hydrogen / MachH2	イリノイ州、インディアナ州、 ミシガン州	再エネ、原子力、天然ガス	鉄、ガラス、発電、石油精製、 大型車両、航空燃料	\$1 Billion
Appalachian Regional Clean Hydrogen / ARCH2	ウエストバージニア州、 オハイオ州、ペンシルベニ ア州、ケンタッキー州	天然ガス	運輸、工業	\$925 million
Alliance for Renewable Clean Hydrogen Energy Systems / ARCHES	カリフォルニア州	再エネ、バイオマス	公共交通、大型車両、港湾、発電	\$1.2 Billion
Gulf Coast Hydrogen Hub / HyVelocity Hub	テキサス州	天然ガス、再エネ	燃料電池トラック、産業プロセス、 アンモニア、石油精製、石油化学、 船用燃料 (e-methanol)	\$1.2 Billion
Heartland Hydrogen Hub / HH2H	ミネソタ州、ノースダコタ州、 サウスダコタ州南部	再エネ、原子力、天然ガス、再 生可能ガス	肥料用、発電用(混焼)	\$925 million
Mid-Atlantic Clean Hydrogen Hub / MACH2	デラウェア州、ニュー ジャージー州、ペンシルベ ニア州南部	再エネ、原子力、 再生可能ガス	ハブに所在する3つの製油所がオフテ イカー、その後運輸や発電で利用	\$750 million
Pacific Northwest Hydrogen Hub / PNWH2 Hub	ワシントン州、オレゴン州、 モンタナ州	再エネ	大型車両、農業(肥料)、発電、 データセンター、石油精製、港湾	\$1 Billion

(出所) DOE HP、各製造プロジェクトHPなどより、みずほ銀行産業調査部作成

韓国：第1次水素経済移行基本計画にて複数分野での活用を推進

- 2021年に「第1次水素経済移行基本計画」を発表し、運輸・発電・産業分野での活用を推進
- 2050年には27.9百万トンの需要を目標とする

水素経済移行計画におけるロードマップ



(出所) 韓国政府公表資料より、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

自動車・機械チーム

素材チーム

戦略プロジェクトチーム

欧州調査チーム

米州調査チーム

香港調査チーム

野村 卓人

家山 健吾

豊福 亘

松尾 大樹

坂口 喜啓

河瀬 太一

豊川 晃範

元田 太樹

岡本 伊織

大澤 秀暁

鈴木 晃祥

takuto.nomura@mizuho-bk.co.jp

産業調査部
発刊レポートはこちら



X(旧Twitter)公式アカウント
「みずほ産業調査」はこちら



Mizuho Industry Focus／248 2024 No.6

2024年6月11日発行

© 2024 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