

## どうなる水素

～日本の水素社会の展望と課題を浮き彫りにする～

### はじめに

2023年4月16日、日本が議長国として札幌で行われたG7気候・エネルギー・環境相会合（以下、G7環境相会合）がコミュニケを発表<sup>1</sup>した。石炭の段階的な廃止時期やEVの導入目標等意欲的な脱炭素目標の明示を迫る欧米の指摘<sup>2</sup>に対し、独自の個別問題<sup>3</sup>を抱える日本は、何とか交渉を重ね理解を求め、全体としては世界の脱炭素化を前進させる一定の成果をあげることができた。図表1は、G7環境相会合のコミュニケのポイントを抜粋してまとめたものである。この他にも重要鉱物のサプライチェーンの強化や回収リサイクルの推進等脱炭素に向けて取り組むべき課題が満載であることは言うまでもない。また、本会合終了後に行われた（一財）エネルギー経済研究所主催による速報報告会において、同研究所もコミュニケのポイントと同様に『炭素集約度に基づく水素製造のCO<sub>2</sub>算定方法の重要性を確認』を掲げ<sup>4</sup>、クリーン水素を定義する考え方を示したことを評価している。

図表1 G7気候・エネルギー・環境大臣会合 コミュニケのポイント（抜粋）

気候変動	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 温暖化ガスを2035年迄に19年比60%削減の緊急性を強調</li><li>・ 排出削減対策が講じられていない化石燃料のフェーズアウトを加速</li><li>・ 炭素市場及び炭素価格付けは、持続可能な経済成長を促進するため極めて重要な措置</li></ul>	
エネルギー部門	・ 再エネ	・ 各国既存目標等に基づく洋上風力150GW(21年実績の約7倍)の増加、太陽光1TWへの増加
	・ 電力	・ 35年迄に電力部門の完全又は大宗の脱炭素化の達成、対策なし石炭火力の最終的なフェーズアウト
	・ 水素 アンモニア	・ 産業、運輸部門、更に「ゼロエミッション火力」に向けた電力部門での脱炭素化に資する ・ 「炭素集約度」に基づく水素製造の温室効果ガス算定方法および国際標準や認証スキーム構築の重要性を確認
運輸部門	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 35年迄にG7保有車両からCO<sub>2</sub>排出を少なくとも共同で50%削減（2000年比）する可能性に留意</li><li>・ 水素、合成燃料・バイオ燃料等の脱炭素燃料への言及。バッテリーサプライチェーンの持続可能性に言及</li></ul>	

出所：環境省報道発表から筆者が作成

また、さらに同月16日、同会合への出席で訪れたケリー米大統領特使（気候変動問題担当）がNHK単独インタビュー<sup>5</sup>に応じ、『水素は、世界が頼ることになる非常に重要なエネルギー源の1つになり得る。日本等と連携して実用化に向けた研究開発を急ぐ必要がある』と強調。また、実用化に向けて製造コストを水素1kgあたり約1ドル（現在4～5ドル）に下げることが必要だと具体的な数値を掲げ、最後に『実用化に向けた研究開発が日本とアメリカの間で重複しないよう分担すべきだ』と、日米連携による水素の活用に向けた技術開発と社会変革の加速を訴えた。

<sup>1</sup> 環境省 報道発表資料（23.4.17） [https://www.env.go.jp/press/press\\_01474.html](https://www.env.go.jp/press/press_01474.html)

<sup>2</sup> 欧州は温暖化ガスの排出量が多い石炭火力発電の廃止時期を求め、アンモニア活用は石炭火力を温存する結果となるため反対した。欧米は、EV販売台数による数値目標の明記を要望。米国は日本のGX工程表の曖昧な記載内容を指摘等々

<sup>3</sup> エネルギー基本計画では30年度も石炭火力の電源構成は2割弱を占める。EV導入計画も欧米と比較して遅れている

<sup>4</sup> 第55回IEEJエネルギーウェビナー（速報解説） <https://eneken.ieej.or.jp/data/11050.pdf>

<sup>5</sup> NHKインタビュー（23.4.16） <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20230416/k10014040451000.html>

さて、水素は、燃やしても CO2 が排出されず脱炭素社会の実現に欠かせない次世代エネルギーであり、カーボンニュートラル（以下、CN）のキーテクノロジーとして、発電・輸送・産業等幅広い分野で活用が大いに期待されている。そのことは、今回の G7 環境相会合であらためて確認することができたと言えよう。一方、前述の通り具体的な数値目標を掲げ、脱炭素化の加速を日本に迫る欧米からの圧力が増大してきている。果たして水素分野において、日本の研究開発や社会実装への支援策は欧米のそれを圧倒するレベルにあるのだろうか。かつて、太陽光パネルや蓄電池を含む EV に関する技術は日本が先端を走っていたが、いつの間にか産業競争力を失い、中国や欧州企業に席卷されていたという二の舞を踏むことはないのか。

水素に関して、日本は燃料電池自動車など水素を活用する技術を世界に先駆けて実用化し、また水素発電や海上輸送技術の分野でも世界をリードしていると言われている。図表 2 は、欧州特許庁と IEA（国際エネルギー機関）が共同で世界の水素に関連する特許の動向を報告<sup>6</sup>した結果を示す。それによると、調査した特許出願期間は 2011 年から 2020 年の 10 年間で、水素関連の IPF<sup>7</sup>の出願件数全体に占める EU の割合は 28%でトップ、日本が 24%、米国が 20%と続いている。国別に見ると、全体および 3 分野のいずれのセグメントにおいても日本がトップクラスを占めており、特に、アルカリ型水電解装置と固体高分子型水電解装置の両技術の特許出願で最先端をいき、また自動車分野での技術革新の中心を走っていると分析されている。

図 2. 世界の水素関連特許のシェア（2011～2020 年）

地域・国	全体	分野別 ⇒	水素製造	貯蔵・輸送	エンドユーザー による活用
EU	28%		28%	33%	27%
日本	24%		20%	22%	28%
アメリカ	20%		19%	23%	19%
韓国	7%		6%	5%	9%
中国	4%		5%	3%	3%
(ドイツ)	11%		10%	14%	12%
(フランス)	6%		7%	9%	4%
(オランダ)	3%		4%	2%	3%
イギリス	3%		3%	2%	2%
スイス	2%		2%	1%	2%
カナダ	2%		2%	2%	1%

出所：『HYDROGEN PATENTS FOR A CLEAN ENERGY FUTUR 2023』から筆者作成

また、図表 3 は、最近の報道から水素の社会実装に向け国際的優位性を示す事例を、前述の特許分類における専門領域を意識して作成したものである。確かに世界をリードする日本企業の動向を反映したものになっており、特に輸入水素の輸送技術においては、日本に一日の長がありそうだ。しかしながら、果たして現在もこの状況は維持されているのだろうか。世界が水素社会の実装を目指す中で、日本の立ち位置は現状どこにあるのか。

<sup>6</sup> ジェトロ ビジネス短信(23.1.13) <https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/01/f06a0e72f294989d.html>

欧州特許庁 (23.1.10) <https://www.epo.org/news-events/news/2023/20230110.html>

<sup>7</sup> IPF(=国際特許ファミリー)：1つの発明を基に、世界の2カ所以上で特許出願している出願のまとめ

図表3 国際的優位性を示す社会実装に向けた最近の国内での注目事例<sup>8</sup>

公表	事例内容	領域分野
2021.2.2	AHEAD(次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合)は、ボルネオで水素から生成したメチルシクロヘキサン(MCH)を海上輸送し、日本で水素を供給するところまでの水素サプライチェーンを、 <b>世界で初めての国際間水素大量輸送、供給実証</b> (10か月間の実証で100トン超)を完了した。(千代田化工、リリース)	貯蔵・輸送
2022.4.9	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の略称)は、 <b>世界初の褐炭から製造した水素を液化水素運搬船で日豪間を海上輸送・荷役</b> する実証試験を完遂。(Jパワー、リリース)	水素製造、貯蔵・輸送
2022.2.14	水素を燃料とする水素ガスタービンの早期商用化に向け、 <b>水素製造から発電までにわたる技術を世界で初めて一貫して検証</b> できる「高砂水素パーク」を整備。25年に大型ガスタービンで30%混焼、中小型では100%専焼の製品を商用化。(三菱重工、リリース)	水素製造、エンドユーザーによる活用

出所：各種報道より筆者作成

筆者は、G7環境相会合をきっかけに、水素を取り巻く国内外の情勢が今後どうなるのか(“どうなる水素“の視点で)について報告したい。報告の構成は、最初に、国内の水素エネルギー政策から政府の本気度を確認した上で、クリーン水素製造とその市場獲得を巡る国内外の動向を示し、途中、水素社会を後押しする政府系機関等の動向を紹介するなどして、水素の今後を多面的に展望することとする。最近の水素事業の動向等を盛り込み、できるだけ国際競争力の視点を入れ、少しでも水素社会の展望が描ける参考になれば幸甚である。

## 1.日本が目指す水素社会への方向性の確認

### 1-1.日本が目指す水素社会への方向性の確認

#### (1)エネルギー政策における水素

脱炭素燃料である水素は、CN達成に必要な不可欠なエネルギー源である。2017年12月、日本は世界で初めて水素基本戦略<sup>9</sup>を策定し、利用・輸送・製造の各分野で脱炭素を推進する世界のリーダーを目指しスタートした。50年を視野に将来目指すべき水素社会のビジョンを示すと同時に、その実現に向けた30年までの行動計画を具体化させた。その後、20年10月、管内閣総理大臣の所信表明演説での「50年カーボンニュートラル宣言」、加えて21年4月、同氏は気候サミットにおいて、「50年目標と整合的で、野心的な目標として、30年度に温室効果ガスを13年度比46%削減。更に50%の高みに向けて挑戦する」ことを表明し、水素を活用したCNの機運は一気に高まることになった。

(グリーン成長戦略)

<sup>8</sup> 千代田化工 HP <https://www.chiyodacorp.com/media/210202.pdf> Jパワー [https://www.jpowers.co.jp/news\\_release/2022/04/news220409.html](https://www.jpowers.co.jp/news_release/2022/04/news220409.html)

ジェトロ ビジネス短信(22.1.24) <https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/01/da41e6967b57fa77.html> 三菱重工 HP <https://www.mhi.com/jp/news/220214.html>

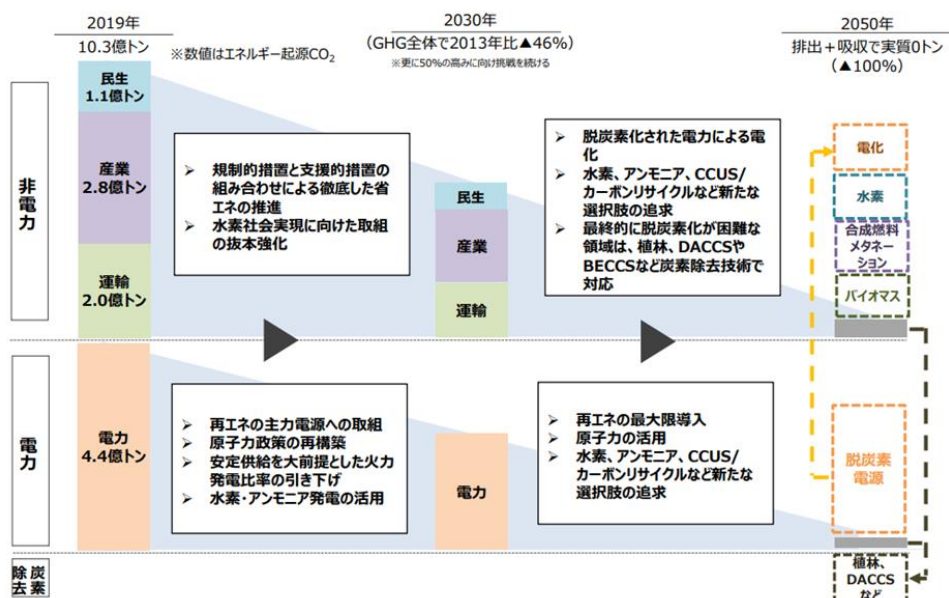
<sup>9</sup> 水素基本戦略 再エネ・水素等関係閣僚会議(17.12.26) <https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11646345/www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002-1.pdf>

これらの動きを踏まえ、21年6月、政府は、温暖化への対応を経済成長の制約やコストではなく産業構造や社会経済の変革をもたらす成長の機会と捉え、「経済と環境の好循環」に繋がる新たな産業政策を示す『グリーン成長戦略<sup>10</sup>』を策定した。グリーン成長戦略を実現する役割を担う水素に関する記述はこれを機に質量ともに増え、より具体化され重要性を増していくことになる。同戦略に記載された重要点を以下の通り2点に絞る。

① CN への水素の貢献

図表4は、非電力部門と電力部門での50年CNを実現するGHG削減施策のイメージ図である。非電力部門では、産業・運輸・民生（業務・家庭）部門の電化を進め、電化で対応できない熱需要は、水素、メタネーション等でCNを達成する必要がある。電力部門は、再エネの最大導入と原子力の活用、そして水素発電やCCUS等により脱炭素化を進め、脱炭素化された電力により、電力部門以外の脱炭素化を推進することになる。イメージ図を見るだけで一目瞭然であるが水素がCN実現に重要なポジションを担うことが明確に示された。

図表4 50年カーボンニュートラルを実現するGHG削減施策のイメージ



出所：グリーン成長戦略資料(経産省)

② 「水素・燃料アンモニア産業」は重要14分野の一つ

50年CNに資する成長が期待される重要14分野が指定され、水素は「水素・燃料アンモニア産業」としてリストアップされ、他分野と同様、足元の30年から将来50年のレンジでCN実行計画として工程表が示された。(ここでは内容の詳細は省くが)水素は、発電・輸送・産業と幅広い分野で活用が期待されるキーテクノロジーとして、利用(水素発電タービン、定置用燃料電池、FCトラック、水素還元製鉄)、輸送(液化水素運搬船等)、製造(水電解装置)の各部門で、自動車用途だけでなく幅広いプレーヤーを巻き込む新たなエネルギー資源として位置付

<sup>10</sup> 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 [https://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/global\\_warming/ggs/pdf/green\\_honbun.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/pdf/green_honbun.pdf)

けられている。また、供給コストおよび導入量の高い数値目標<sup>11</sup>が示される等、同戦略は、民間企業の前向きな挑戦と大胆な投資、そしてイノベーションを促す上で、重要な政策提言となった。

#### (第6次エネルギー基本計画<sup>12</sup>)

その後、21年10月、閣議決定された第6次エネルギー基本計画での、30年に向けた政策対応のポイントを以下の通り示す(図表5)。同計画の中で、政府は『各国で水素活用に向けた取り組みが活発化する中、水素の社会実装を見据え、技術的な課題の克服、インフラ整備、コスト低減を具体的に取り組む時期に入っている』とし、社会実装の加速を訴えた。具体的には、安価な水素を大量に輸入可能とする国際的サプライチェーンの構築、水電解装置の革新的技術開発の必要性を明記した。また、初めて電源構成における水素・アンモニアのシェアを1%にするとし、電源の脱炭素化を進める上で水素が有力な選択肢の一つであることを明示したことも重要なポイントである。

図表5 第6次エネルギー基本計画の30年に向けた政策対応のポイント

論点	ポイント(抜粋)
供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 安定的かつ大量に供給するため、<b>海外からの安価な水素活用、国内の資源を活用した水素製造基盤の確立</b></li> <li>・ 国際水素サプライチェーン、余剰再エネ等を活用した<b>水電解装置</b>による水素製造の商用化、<b>革新的な水素製造技術の開発</b>に取り組む。</li> <li>・ <b>供給コストを、化石燃料と同等程度の水準まで低減</b>、供給量の引き上げ (コスト：現在100円/Nm<sup>3</sup>⇒30円/Nm<sup>3</sup>(30年)、20円/Nm<sup>3</sup>(50年) 供給量：現在約200万t/年⇒最大300万t/年(30年)、2,000万t/年(50年)に拡大)</li> </ul>
需給	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電部門では、<b>ガス火力への30%水素混焼や水素専焼の導入目標</b>。電源構成において<b>水素・アンモニア1%</b>を位置付け。</li> <li>・ 運輸部門では、<b>FCVやFCトラックの更なる導入拡大</b>に向け<b>水素ステーションの戦略的整備</b></li> <li>・ 産業部門では、<b>水素還元製鉄</b>の製造プロセスの転換、バーナ、高機能ボイラー等の技術開発</li> <li>・ 民生部門では、<b>定置用燃料電池の導入拡大</b>に向け、コスト削減への技術開発</li> </ul>

出所：第6次エネルギー基本計画から筆者作成

#### (クリーンエネルギー戦略)

22年5月、政府は2050年までのクリーンエネルギー戦略の中間整理<sup>13</sup>を取りまとめ、GX<sup>14</sup>を加速

<sup>11</sup> 30年：供給コスト、30円/Nm<sup>3</sup>(現在の販売価格の1/3以下)。導入量、最大300万トン(内クリーン水素(化石燃料+CCUS/カーボンリサイクル、再エネから製造された水素)はドイツ目標の再エネ由来水素(約42万トン)以上を目指す。50年：供給コスト、20円/Nm<sup>3</sup>(ガス火力以下)。導入量、最大2,000万トン程度

<sup>12</sup> 第6次エネルギー基本計画(21.10.22 内閣閣議決定) <https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-1.pdf>

<sup>13</sup> クリーンエネルギー戦略の中間整理(22.5.13) [https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo\\_gijutsu/green\\_transformation/pdf/008\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/green_transformation/pdf/008_01_00.pdf)  
成長が期待される産業ごとの具体的な道筋、需要サイドのエネルギー転換、クリーンエネルギー中心の産業構造の変換に向けた具体的な政策対応について整理。特に、GXを実現するための5つの施策として「予算措置」「規制・制度的措置」「金融パッケージ」「GXリーグ」「グローバル戦略」を掲げ脱炭素戦略をより鮮明にした。

<sup>14</sup> グリーントランスフォーメーション：脱炭素社会の実現に向けた取り組みを通じた、経済社会システム全体の変革

するための方向性を示した。更に、同年12月、成長志向型カーボンプライシング構想を示し、今後10年間に150兆円超の官民GX投資を実行するため、期待される成長産業の今後の道行き案を明示した。水素についても、グリーン成長戦略、エネルギー基本計画での議論を経て、脱炭素化を実現する有力なエネルギーとして、また新たな産業を創出する投資予見可能性を高める“有望な成長分野（産業）”として、エネルギー政策における位置づけと重要性は一段と高まった。図表6は、クリーンエネルギー戦略の政府発表内容とこれまでの関連情報を踏まえ、水素産業のGXに向けた取組みの方向性を一覧表にしたものである。

水素は電力部門の脱炭素化を実現するだけでなく、運輸部門や電化が困難な産業部門等の脱炭素化を可能にするCNに必要不可欠な高いポテンシャルを有するエネルギーであることを確認した上で、導入量等の数値目標（変更なし）や共通の課題と各部門での取組むべき技術開発や社会実装等の方向性を明記した。また、戦略策定にあたり、岸田首相から『GX投資の進捗状況が見える仕組みと民間企業の投資意欲を最大限高める今後10年のロードマップを示すべし』との指示を受けたことから、需要拡大支援や新技術の研究開発のためのGX投資として、今後10年間で約7兆円（アンモニアを含む）の政府支援および既存燃料との値差に着目した支援制度の必要性を明記したことは、特に民間企業の投資可能性を高める意味で極めて重要である。

図表6 水素産業のGXに向けた取組みの方向性

主要目標		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓年間導入量：現在約200万トン(ほとんど化石燃料由来)を、発電・産業・運輸部門等幅広い部門での利用拡大を目指す。 2030年で最大年間300万トン ⇒2050年で年間2,000万トン程度</li> <li>✓供給価格(コスト)：長期的には化石燃料と同等程度のコストを実現する。 足元の100円/m<sup>3</sup>(水素ST販売価格) ⇒2030年に30円/m<sup>3</sup> ⇒2050年に20円/m<sup>3</sup></li> <li>✓電源構成：2030年に水素・アンモニア1%を目指す。</li> </ul>		
部門	水素の用途	取組みの方向性（技術開発、社会実装等）	共通の課題	GX投資
発電部門	電力 ガス火力への混焼・専焼	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型専焼発電の技術開発</li> <li>・水素発電の実機実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★製造コスト</li> <li>・海外展開支援(先行する海外市場獲得)</li> <li>・水電解装置の大型化・モジュール化および触媒等要素技術の実装</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★今後10年間で約7兆円(アンモニア含む)(政府支援の全体規模は約20兆円)</li> <li>規制・制度的措置</li> <li>・既存燃料の値差に着目した支援</li> <li>・拠点整備支援</li> <li>・保安等規制の合理化</li> </ul>
運輸部門	非電力(燃料) 船舶用エンジン 自動車(FCV,FCトラック) 定置用燃料電池	<ul style="list-style-type: none"> <li>・船舶導入への技術開発と支援</li> <li>・FCVおよびFCトラックの導入支援</li> <li>・大規模充填能力を有するインフラ開発・整備</li> <li>・燃料電池の技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クリーン水素の定義等の国際標準化</li> <li>・既存燃料との水素供給コスト差の低減</li> <li>★商用サプライチェーンの構築</li> <li>・供給インフラと産業集積を促す効果的な需要創出の戦略的拠点形成と支援</li> </ul>	
産業部門	非電力(原料) 水素還元製鉄 基礎化学品合成 高温熱源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素還元製鉄や熱需要の脱炭素化への利用技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★利用拡大</li> <li>・発電分野への実証支援</li> <li>・運輸部門へのインフラ整備</li> <li>・産業部門への利用技術の開発</li> </ul>	

出所：経産省公表『クリーンエネルギー戦略』から筆者が作成

(水素基本戦略の改定)

23年6月、政府は6年ぶりに水素基本戦略<sup>15</sup>を改訂した。改定ポイントの詳細は、内閣府ホームページに掲載の通りである(図表7)。国内の水素製造と海外からの水素の購入を合わせた水素導入量

<sup>15</sup> 水素基本戦略(23.6.6) [https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei\\_energy/pdf/hydrogen\\_basic\\_strategy\\_kaitei.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei_energy/pdf/hydrogen_basic_strategy_kaitei.pdf)

を、2040年までに年間1,200万トンに拡大するという目標を新たに設定し、2030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程度と設定した。また、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の整備に言及し、需給両面からの規制・支援一体型の制度化による水素普及の加速化をコミットした。また、G7で合意した炭素集約度に注目した低炭素水素等への移行を目指す。さらに、「水素産業戦略」が重要な柱として盛り込まれ、我が国の水素コア技術への重点的支援を示し、「脱炭素」、「エネルギー安定供給」に加え、日本の「産業競争力の強化」の実現を強く意識したものになっている。また、水素の安全な利活用に向けた方針である「水素保安戦略」を盛り込んだ点も評価すべきである。

図表7 水素基本戦略の改定ポイント

「水素基本戦略」の改定のポイントについて		
<p><b>水素基本戦略</b>（アンモニア等を含む）を改定し、関係府省庁が一体となって水素社会の実現に向けた取組を加速する。</p> <p>①2030年の水素等導入目標300万トンに加え、2040年目標を<b>1200万トン</b>、2050年目標は2000万トン程度と設定（コスト目標として、現在の100円/Nm<sup>3</sup>を2030年30円/Nm<sup>3</sup>、2050年20円/Nm<sup>3</sup>とする） ②2030年までに国内外における日本関連企業の水電解装置の導入目標を<b>15GW程度</b>と設定 ③<b>サプライチェーン構築・供給インフラ整備</b>に向けた支援制度を整備 ④<b>G7で炭素集約度に合意、低炭素水素等への移行</b></p>		
<p><b>水素産業戦略</b> ～ 「我が国水素コア技術が国内外の水素ビジネスで活用される社会」実現 ～</p> <p>①「技術で勝ってビジネスでも勝つ」となるよう、早期の産産化・産業化を図る。</p> <p>② 国内市場に閉じず、国内外のあらゆる水素ビジネスで、我が国の水素コア技術（燃料電池・水電解・発電・輸送・部素材等）が活用される世界を目指す。</p> <p>→脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の「一石三鳥」を狙い、大規模な投資を支援。（官民合わせて<b>15年間で15兆円</b>のサプライチェーン投資計画を検討中）</p>		
<p><b>つくる</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 水電解装置</li> <li>□ 電解膜、触媒などの部素材</li> <li>□ 効率的なアンモニア合成技術</li> </ul> <p>・A社（素材）は、国内外大手と連携、水電解装置による国内外の大規模グリーン水素製造プロジェクトに参画。          ・B社（自動車）は、燃料電池の技術力をベースに多くの共通技術を活かす水電解装置を開発・実装。          ・C社（ベンチャー）は、GI基金を通じアンモニア製造の新技術を開発・実証。</p>	<p><b>はこぶ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 海上輸送技術（液化水素、MCH等）</li> </ul> <p>・D社（重工）は、世界初の液化水素運搬技術を確立し、G7でも各国閣僚から高い関心。          ・E社（エンジニアリング）は、欧州でのMCHによる輸送プロジェクトの事業化調査に着手。</p>	<p><b>つかう</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 燃料電池技術</li> <li>□ 水素・アンモニア発電技術</li> <li>□ 革新技術（水素還元製鉄、CCUS等）</li> </ul> <p>・F社（自動車）は、燃料電池の海外での需要をみこして多用途展開を促し、コア技術としての普及を目指す。          ・G社（重工）は、大型水素発電の実証・実装で世界を先行。          ・H社（発電）は、アンモニア混焼の2020年代後半の商用運転開始に向け、実証試験を実施。</p>
<p><b>水素保安戦略</b> ～ 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 ～</p>		
<p><b>需給一体の国内市場の創出</b> <span style="float:right">規制・支援一体型の制度を、需給の両面から措置、水素普及の加速化</span></p>		
<p><b>供給</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 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             <ul style="list-style-type: none"> <li>-S+3Eの観点からプロジェクト評価</li> <li>-ブレンデッド・ファイナンスの活用</li> </ul> </li> <li>□ 効率的な供給インフラ整備支援 -国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備</li> <li>□ 低炭素水素への移行に向けた誘導的規制の検討</li> <li>□ 保安を含む法令の適用関係を整理・明確化</li> <li>□ 上流権益への関与や市場ルール形成による安定したサプライチェーンの確保</li> </ul>	<p><b>需要</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 需要創出に向けた省エネ法の活用             <ul style="list-style-type: none"> <li>-工場、輸送事業者・荷主等の非化石転換を進め、将来的に水素の炭素集約度等に応じて評価。</li> <li>-トランプナー制度を発展させ、機器メーカーに水素仕様対応等を求めることを検討。</li> </ul> </li> <li>□ 燃料電池ビジネスの産業化（セ/レター等の裾野産業育成）             <ul style="list-style-type: none"> <li>-国内外のモビリティ、港湾等の燃料電池の需要を一体で獲得することでコストダウン・普及拡大</li> </ul> </li> <li>□ 港湾等における「塊の需要」や意欲ある物流事業者等による先行取組への重点的支援</li> <li>□ 地域での水素製造・利活用と自治体連携※、国民理解 ※特に「福島新エネルギー社会構想」の取組加速</li> </ul>	

出所：内閣府 HP から一部抜粋

(2)押さえておきたい(=認識しておくべき)数字等の事実について

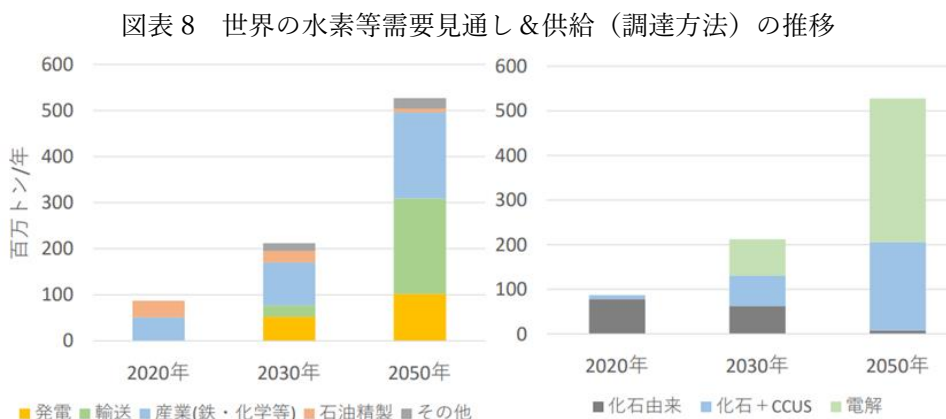
これから水素のGXについて報告していくにあたり、前提として認識しておいた方がよいと思われる水素に関する数字や基本情報をここで拾っておきたい。

●**需要見通し**（どうなる水素需給）

- ・世界の供給量 現状約9,000万トン/年 2050年需要見通し5億トン/年（図表8）
- ・日本の供給量 現状約200万トン/年 2030年目標300万トン/年 2040年1,200万トン/年 2050年2,000万トン/年

図表8は、IEAの『Net Zero Emissions by 2050 シナリオ』による「世界の水素等需要見通し & 供給（調達方法）の推移」を示す。需要については、30年は発電部門が需要を牽引し、輸送部門は乗用車、FCトラック等の商用車が需要を拡大する見込み。50年は、発電部門が堅調に増加し、加えて水素還元製鉄を始めとする産業分野での水素利用、船舶・航空機での利用等が進み、利用先の多様化により約5億トン/年の需要を想定している（左図）。製造・調達方法を見ると30年は化石燃料由来の製造・調達は未だ残るが、50年には化石燃料+CCS（CO<sub>2</sub>回収・貯留）と電解水

素（再エネ由来水素）が全体を占め、電解水素はコスト競争力を持ち約6割を占めると予測している（右図）。現在、日本国内においては、約200万トン/年の水素が原油の脱硫やアンモニア合成、熱源等として消費されており、将来水素発電、FCトラック、水素還元製鉄への需要に向けて約2,000万トン/年（世界の4%相当）程度を想定している。また、日本の場合、化石燃料の輸入依存度が高く、相対的に再エネコストが高い等、水素の製造方法の環境が海外と違うため、必ずしも右図の様な割合の傾向にはならないかもしれない。



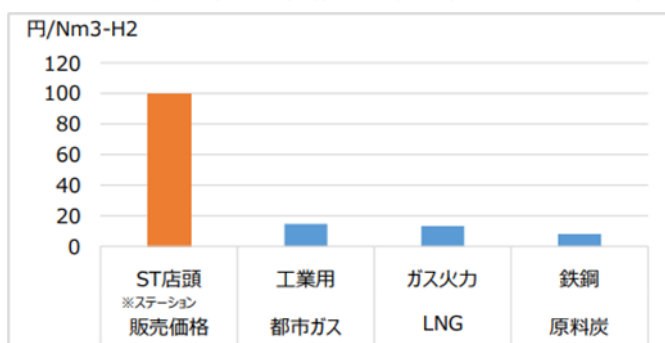
出所：経産省 水素政策小委員会/アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会 合同会議 中間整理(2023.1.4)

### ●既存燃料と水素のパリティ価格<sup>16</sup>（どうなる水素価格）

- ・足元の水素販売価格 100 円/N m<sup>3</sup> ⇒ 30 年価格目標 30 円/N m<sup>3</sup>（現在の販売価格の 1/3 以下）  
⇒ 50 年目標 20 円/N m<sup>3</sup>以下

図表9は、現行水素ステーション店頭の水素販売価格（100円程度/N m<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>）と各需要先の既存燃料を水素価格に変換して比較した表である。（燃料価格の前提条件の変動要因はあるが）現行水素コストは既存燃料と比較して最大で約12倍であることを示している。技術開発を含め幅広い部門での水素導入の拡大による大規模供給体制の確立を急ぎ、現行水素販売価格のコスト低減を図り既存燃料への競争力を高めていく必要がある。

図表9 現行水素販売価格と既存燃料とのコスト比較



<sup>16</sup> パリティ価格：既存燃料をすべて水素置換すると仮定したケースでのコスト等価（環境価値は除く）となる水素価格。例えば、ガス火力においては、将来の水素発電での必要水素量を想定し前提条件を置いてLNGの熱量と等価の水素価格を試算。鉄鋼では、銑鉄生産量に必要な水素必要量を想定し、原料炭コストと等価となる水素コストを試算した結果。



出所：経産省 クリーンエネルギー戦略 中間整理 (22.5.13)

想定燃料価格：工業用都市ガス (55 円/m<sup>3</sup>)、LNG (60,420 円/t)、原料炭 (200 ドル/t)

### ●水素のインフラ規模 (どうなる水素インフラ)

- ・水素は既存燃料と比べ、熱量が低いいため容量換算で約 2~7 倍のサプライチェーン構築 (=インフラ整備) が必要 (図表 10)。(アンモニアは参考まで)

図表 10 は、水素キャリアの種類により熱量や物的特性に差異はあるが、既存燃料 (重油、LPG、LNG) と同等の熱量を確保するためには、より多量の水素 (あるいはアンモニア) が必要になることを示している。これに伴うインフラ整備のコストアップ (例えば、貯蔵タンク、パイプライン増強等) をいかに低減するか重要な課題となり、供給インフラと産業集積を促す効果的な需要創出の戦略的拠点形成やその支援が水素利用拡大の鍵となっていく。

図表 10 燃料別の必要なインフラ規模の比較

燃料・キャリア		液化水素	MCH	アンモニア
熱量		120MJ/kg (8.50MJ/L)	7.33MJ/kg (5.5MJ/L)	18.6MJ/kg (12.7 MJ/L)
同じ熱量確保に要するインフラ規模 (容量換算)	重油比 43.4MJ/kg (39.0MJ/L)	約 4~5 倍	約 7 倍	約 3 倍
	LPG比 50.0MJ/kg (25.5MJ/L)	約 3 倍	約 4~5 倍	約 2 倍
	LNG比 49.1MJ/kg (22.59 MJ/L)	約 2~3 倍	約 4 倍	約 2 倍
液体となる条件、毒性		-253℃、常圧 毒性無	常温常圧 トルエンは毒性有	-33℃、常圧等 毒性、腐食性有

出所：経産省作成資料から (出典：日本自動車研究所資料、化学便覧、千代田化工公表資料、LP ガス協会 HP)

※MCH(メチルシクロヘキサン)とは、トルエンに水素を付加させた液体。水素キャリアの一つ

### ●3種類<sup>17</sup>の水素 (どうなる水素の色)

名称	製造方法
グレー水素	・石炭、天然ガス等の化石燃料から製造される水素。製造過程で発生するCO <sub>2</sub> は大気中に放出される。
ブルー水素	・化石燃料由来から製造される水素。製造過程で発生するCO <sub>2</sub> はCCSにより回収され貯留される。
グリーン水素	・太陽光や風力発電等再エネ由来の電気を使い、水を電気分解して得られる水素。

<sup>17</sup> イエロー水素 (原子力発電により水を分解して得られた水素)、ホワイト水素 (苛性ソーダ等、他の製品製造プロセスで副産物としての水素)、レッド水素、ターコイズ水素等、製法により多くの種類を色で区分して説明する資料もある。

燃やしても CO2 を発生しないことが水素の最大のメリットであり、電力部門や運輸部門等の非電力部門への幅広い「利用」拡大による CN の実現が大いに期待されている。一方、水素の「製造」過程においても CO2 を発生させない仕組みが必要である。例えば、FCV（燃料電池自動車）は確かに運転時 CO2 を排出しないが、燃料となる水素が石炭や天然ガス等の化石燃料由来で製造されたものであれば、それはグレー水素（CCS 処理がない場合）であり製造時に CO2 が排出され、FCV は真にクリーンな車とは言えないだろう。また、前述の図表 3 に掲載した液化水素運搬船の記事も水素は“褐炭から製造”されたグレー水素となり、脱炭素化への貢献度は薄まると認めざるを得ない。

現在、グレー水素は最も安価な製造法であるため、世界規模でその生産量のほとんどが化石燃料由来のグレー水素だと言われている。図表 11 で示す通り、理想的には再生可能エネルギー由来の電力による水の電気分解で製造されたグリーン水素が製造時、使用時にも CO2 を排出しない究極のクリーンエネルギーとなる。しかしながら、水素製造装置（電解槽）の技術開発など製造コスト低減の実現には多くの課題を克服する必要がある、グリーン水素が供給量の太宗を占めることは容易ではない。前述の図表 8 で示す通り、IEA は、当面グレー水素からブルー水素へ、そしてグリーン水素へと向かう絵を描いている。いずれにしても、CO2 削減効果を伴わない水素利用はクリーンではない（=環境価値を持たない）とみなされ、投資対象にならないリスクがあることを十分認識しなければならない。

図表 11 水素の製造法による色分け



出所：資源エネルギー庁 HP 「そもそもどうやって水素をつくる」(21.10.12)

ここまで、日本政府のエネルギー政策から『日本が目指す水素社会への方向性の確認』を行った。クリーンエネルギー戦略で示した『水素産業の投資拡大に向けたロードマップ』での具体的取組みの方向性や水素基本戦略の改定内容を見る限り、CN 実現に向けた政府の本気度は十分伝わってくる。

次は、前述の『水素の色分け』を足掛かりに、水素産業への投資予見性を高める上で、重要な考え方となる『クリーン水素の定義の国際標準化や認定』、そして、国際レベルで始まっている『クリーン水素の覇権争い』へ話題を広げていきたい。

## 2. 激化するクリーン水素の覇権争い

### 2-1. クリーン水素に関する国内外の動向

23年4月12日の日経新聞<sup>18</sup>に、『IEAが製造された水素がクリーンかどうかを示す指標をまとめた』との記事が掲載された。これによると、『1kgの水素製造で排出されるCO<sub>2</sub>が7kgを下回ればクリーンとみなす』とあり、言い換えれば『化石燃料からつくる水素でも、CO<sub>2</sub>回収という条件を満たせば環境に適合していると認める』ということである。しかしながら、水素製造時に排出されるCO<sub>2</sub>の量で評価するため、将来この基準は国際標準の名のもとに厳格化へと進むことは明らかである。再生可能エネルギーの導入が遅れている日本では、当面安価なブルー水素を輸入する考え方が主流であり、当面この指標が日本の水素戦略を後押しすることになるだろうが、一刻も早くCCSでのCO<sub>2</sub>回収率の向上、そしてグリーン水素への移行を加速しなければならない。また、この様なクリーン水素<sup>19</sup>の指標の国際標準化への動きは、企業や投資家にとって水素に投資しやすい環境整備へと繋がり、水素市場の拡大を加速させる原動力になることは間違いない。

(水素の製造コスト)

図表12は、IEA『Global Hydrogen REVIEW 2021』<sup>20</sup>を参考にして、筆者が作成した天然ガス、再エネ由来を想定した水素製造コストの将来見通しである。同レポートによれば、示した数値は、一定の前提条件<sup>21</sup>を置いたものであるが、例えば、(図中の赤字で示した通り)30年から50年までの天然ガス(CCUS処理済み)を利用したケース(=ブルー水素)での水素製造1kg当たりのコストが1ドルから2ドル掛かる一方、再エネを利用したケース(=グリーン水素)での同コストは1ドルから3ドル超となり、一見すると“ブルー水素はグリーン水素に比べて安価で優先すべき”という結論になる。

しかしながら、ブルー水素は、資源価格高騰のリスクを常に負っており、また、CCUSでのCO<sub>2</sub>の完全回収技術のハードルが高いというデメリットもある。また、そもそもグリーン水素は、化石燃料コストの影響を受けにくく、将来的に完全なゼロカーボン社会実現の可能性を有していることから、世界の潮流としては当然、再エネによる発電および水電解装置等の低コスト化が優先され、グリーン水素製造への取り組みがより強化されていくことが予想される。我が国にとっても、グリーン水素の製造コスト低減とその安定供給の確保が重要な課題であることを再確認するところである。

---

<sup>18</sup> 日経新聞(23.4.12)によると、『IEAは、水素がクリーンかどうかを水素製造に使うエネルギーの種類自体は問わず、製造時に出るCO<sub>2</sub>の排出量(=炭素集約度)で評価する指標をまとめた』とのこと。

G7環境大臣会合(23.4)においても、「炭素集約度」の概念を含む国際標準や認証スキーム構築の重要性を確認された。

<sup>19</sup> 一般的に、「クリーン水素」はグリーン水素およびブルー水素を含めた範囲で使用する。

<sup>20</sup> IEA “Global Hydrogen REVIEW 2021” <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2021>

<sup>21</sup> 水素製造コストは、天然ガス(IEAの50年価格想定は3.6~8.3ドル/mmbtu)等将来の資源価格、カーボンプライシング(炭素価格)、CCUSのCO<sub>2</sub>回収率、再エネコスト等に依存するため一定の幅で変動する。

図表 12 Net ゼロシナリオにおける水素製造コストの将来見通し等(20-50 年)

	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
<b>エネルギー</b>	天然ガス(CCUS処理なし)			天然ガス(CCUS処理済み)			再生可能エネルギー		
<b>USD/kgH2</b>	0.6~1.7	0.7~2.3	1.0~3.3	1.0~2.0	1.0~2.0	1.0~2.0	3.6~8.4	1.3~4.0	1.0~3.4
<b>水素の色</b>	グレー水素			ブルー水素			グリーン水素		

出所：IEA『Global Hydrogen REVIEW 2021』を基に筆者が作成

(最近の世界のクリーン水素に関連する報道)

さて、これからクリーン水素認定の指標の国際的な動向について述べる前に、まずクリーン水素（グリーン水素およびブルー水素を含む）について国内外の状況を見てみたい。図表 13 は、ここ数年の間に世界の企業や機関等がリリースしたクリーン水素の製造・利用に関連する記事（CO2 回収・貯蔵は除いている）を拾い一覧表にまとめたものである。

これを見ると、最近世界各国で、特に米国や欧州でクリーン水素に関する記事が多く公表されていることが分かる。そこでは、能力規模の差はあるが、水電解装置を使いグリーン水素を製造するプロジェクトが計画され実証段階にある。再エネの大量導入が進む欧州では水電解槽の能力を強化してグリーン水素の生産を推進する報道が目立っている。

中でも、オランダでは、北海やフローニンゲン・ガス田などから国内外の産業地帯に天然ガスを供給するネットワークが既に構築されているため、水素の製造や運搬でのコスト優位性が高く、グリーン水素プラントの建設が目立つ。さらに、ジェットロ地域・分析レポート(23.4.17)<sup>22</sup>によると、図表 14 の通り、オランダは水素大型プロジェクトが目白押しである。中でも、「NortH2」は、欧州最大級の水素プロジェクトと言われ、40 年に 100 万トンのグリーン水素が生産されると、年間 800 万~1,000 万トンの CO2 排出量削減が期待されている。また、当面は未だ化石燃料エネルギーに依存すると言われていた中国やインドにおいても、グリーン水素製造および利用に関する投資計画があることも見逃せない。インドは、30 年までに年間 500 万トン（70%は輸出市場向け）のグリーン水素を生産する目標を設定しており、最近の報道<sup>23</sup>によると、国内の肥料や製油所等の業界に対し、グリーン水素の使用義務を設ける可能性がある。

日本は、前述の通り MCH（メチルシクロヘキサン）による水素輸送や褐炭由来水素の液化輸送技術の実証等での高い技術力を示したが、ここでは、グリーン水素のサプライチェーンに関する欧州企業との協力連携のリリースが見られた。いずれにしても、ここ数年間で水素の製造・利用は社会実装に向けて欧米を中心に目を見張る勢いで進展している状況は、紛れもない事実である。

<sup>22</sup> ジェットロ地域・分析レポート（23.4.17）<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2022/0802/f37eb360278bbc4d.html>

<sup>23</sup> ロイター（23.7.7）<https://www.reuters.com/business/energy/india-may-set-mandates-green-hydrogen-use-by-industries-official-2023-07-07/>

図表 13 ここ数年の世界各国でリリースされたクリーン水素に関連した報道（抜粋）

地域	企業(機関等)	特記	報道	内容
米国	HyVelocity Hub*	DOEの広域グリーン水素ハブ助成を申請	23.4	HyVelocity計画は、CO2排出量を2kg-CO2/kg-H2生成以下に削減し、 <b>グリーン水素</b> コストを10年間で80%削減して1ドル/kgにすることを指す。 *メキシコ湾岸でのChevron/Sempra Infrastructure/Orsted AS/Air Liquide/GTI Energy/University of Texas at Austin/The Center for Houston's Futureで組織
米国	Plug Power	グリーン水素供給契約締結	22.12	燃料電池開発のプラグ社は、商用EVのニカラに <b>グリーン水素</b> 供給契約。25年までに北米で日量500トン、28年までに世界で日量1,000トンのグリーン水素製造を目指す
米国	Plug Power	北米最大級のグリーン水素製造施設を建設	22.8	LNG生産のNFEは燃料電池プラグパワーとテキサス州に120MWの <b>グリーン水素</b> 製造施設を建設する計画で合意。日量50トン以上の水素製造が可能。
米国	Plug Power	水素製造プラントの建設	23.5	フィンランドで2020年代末までに3件の <b>グリーン水素プラント</b> 開発(計850トン/年、電解槽能力2.2GW)を計画
米国	EPA(環境保護庁)	水素混焼の義務付けを提案	23.5	EPA、火力発電所運営者にCCSソリューションの導入と、水素の混焼許容義務付けを提案
豪州	ウッドサイド	ノルウェー開発の電解槽を受注	22.10	豪エネルギーのウッドサイド社が、ノルウェーの技術ネル・ハイドロジェン・エレクトロライザー社が製造する完全自動化電解槽(290MW)により日量90トンの液化水素を製造。 *H2OKプロジェクト:豪ウッドサイド社が行う米オクラホマ州アードモアでの <b>液化水素</b> 製造プロジェクト。燃料電池を搭載した商用車や大型輸送車の動力源に利用する計画。
中国	シノベック	グリーン水素輸送パイプライン建設	23.4	中国初、モンゴル自治区から北京への <b>グリーン水素</b> 輸送(400km)のパイプラインを建設。輸送能力は25年まで10~20万トン/年のグリーン水素、約5万台のFCV導入計画
オランダ	政府	7つの水素プロジェクトの財政支援	22.12	政府は合計1,150MWの電解能力を持つ7つの水素プロジェクトに約8億ユーロの財政支援。欧州共通の関心を持つ水素重要プロジェクト(IPCEIs)の第2ウェーブ
オランダ	Onyx Power	水素製造プラントの建設	23.4	ロッテルダム港で水素製造プラント(1,200MW)を建設し、低炭素 <b>ブルー水素</b> の製造を計画。製造能力は30万トン/年。随伴CO2約250万トン/年はCCS
オランダ	ロッテルダム港当局	大規模グリーン水素プラント建設計画	23.4	同港当局は、 <b>グリーン水素</b> プラント用地(11ヘクタール)確保。23年後半入札予定。稼働は2028年。30年までに2~2.5GWの水電解の実現
オランダ	ロッテルダム港当局	港湾当局間のグリーン水素開発提携	23.5	蘭ロッテルダム港とブラジル Pecem港、ブラジル→オランダの <b>グリーン水素</b> 開発で提携
オランダ	Gasunie	水素ネットワークの初期段階の投資	23.6	初期段階の投資(1億ユーロ超)を決定。2030年以降、オランダの主要工業地域とドイツやベルギーなどの周辺国を接続(総額15億ユーロ)。既存天然ガスPL利用
ノルウェー	HydrogenPro	豪Andritzと電解槽供給で合意	23.4	ノルウェーのHydrogenProと豪産業機械メーカー Andritz、欧州市場向け <b>グリーン水素</b> 製造のアルカリ電解槽供給で提携
ノルウェー	Hydrogen AS	圧縮水素での低コスト配送を実証	23.5	豪Provaris EnergyとノルウェーのHydrogen ASは、水素輸出の事前FS調査を完了。27年に開始のノルウェーから欧州への <b>グリーン水素</b> の圧縮水素での低コスト配送の可能性を実証
フィンランド	Flexens	国内最大のグリーン水素製造プラント	23.5	Flexens(フレクセンス)社、Kokkola市で27年末に、350MW相当の <b>グリーン水素</b> /アンモニアの生産を計画。政府目標の3分の1をカバー。
仏	Lhyfe	仏国内でグリーン水素製造	23.2	23年後半に操業開始で、プルトーニュ地域内の交通機関や工業プロセス向けに <b>グリーン水素</b> を供給(最大2トン)予定。
仏	Lhyfe	世界初の洋上施設でのグリーン水素製造	22.9	仏での洋上風力発電からの電力を使い、米プラグパワーの水電解槽を活用して <b>グリーン水素</b> を製造。
独	thyssenkrupp	IRENAとパートナーシップ契約	23.5	IRENAは、 <b>グリーン水素</b> ソリューションを通じてグリーン変革を推進するために、独企業thyssenkruppとパートナーシップ契約を締結
独	産業界(RWE等)	水素戦略の水素製造能力の増強へ	23.5	洋上電力・水素関連団体が、2035年までに洋上電解能力をさらに10GW増強( <b>グリーン水素</b> 製造量増倍・200万トン/年)を政府に求める
インド	政府	グリーン水素製造コストの1/5の削減	23.4	インドは、世界で最も安価な <b>グリーン水素生産</b> (現4-5ドル→1-1.5ドル/kg)地域を目指す。再エネ送電料金の25年間免除対象を水素製造プラントに拡大適用。
カナダ	Amp Energy	5GWの電解槽でグリーン水素製造	23.4	Iron Road(鉄鉱石採掘企業)と南オーストラリア州で、大規模な <b>グリーン水素</b> ・アンモニア開発提携に合意。今後10年間で最大5GWの電解槽容量を開発・構築により大量水素・アンモニアを製造
アブダビ	TAQA, JERA	グリーン水素製造に関する覚書	23.2	JERAはアブダビ国営会社TAQA社と、 <b>グリーン水素</b> ・アンモニア製造などの脱炭素分野におけるPJの共同開発に関する覚書を締結
日本	丸紅	パイプラインにグリーン水素を注入実証	23.3	太陽光発電由来の <b>グリーン水素</b> をボルトガルFloene社が所有する天然ガス配送ネットワークに注入する実証事業を開始
日本	関西電力	液化水素サプライチェーンに関する協業	22.10	関西電力とシェルは、液化水素サプライチェーンに関する協業に向けた覚書を締結
日本	三菱重工	南オーストラリア州の水素産業支援	22.10	三菱重工 豪州・南オーストラリア州政府と水素開発事業に関する共同声明
日本	双日	欧州内サプライチェーンに関する協業	22.10	双日は、欧州で <b>グリーン水素</b> サプライチェーン構築へ現地企業(仏ルピスターミナル、スペイン・レガノサ社)と協業

出所：各種報道や資料から筆者作成

図表 14 オランダの主要な水素大型プロジェクト（抜粋）

プロジェクト名	稼働時期	概要	参加企業
水素バレー	2020年1月	・助成金の総額は約9000万ユーロ。オランダ北部に本格的 <b>グリーン水素のバリューチェーン構築</b> を目的。欧州6カ国の31の公共・民間プロジェクトで構成する「HEAVENN」コンソーシアムが主導。	シェル(英国)、EBN(蘭)、ガスニー(蘭)等内外の65企業・団体
グリーンオクトパス2.0	2023年1月	・既存の天然ガスパイプラインを改築し <b>水素パイプライン</b> を新設。オランダ、ベルギー、ドイツ、フランスを跨ぐ水素ネットワークを構築する。	アルセロール・ミタル(ルクセンブルク)、ボッシュ(独)、エンセボ(ルクセンブルク)、フルクシス(ベルギー)、GRTガス(仏)、HyNorth(蘭)、イネオス(ベルギー)等
H2M マグナム	2025年稼働	・天然ガスから太陽光と風力を使って水素を製造( <b>ブルー水素</b> )。発電所の燃料にする。取り出した <b>CO2はCCS設備</b> を利用して回収・貯留。	ヌオン(蘭)、ガスニー(蘭)、RWE(独)
H2opzee	2022年共同開発契約	・北海に300~500メガワット(MW)の電解槽を建設し、 <b>洋上風力発電を利用してグリーン水素を製造</b> するという <b>実証プロジェクト</b> 。製造したグリーン水素は既存のパイプラインで陸上まで輸送する。当該パイプラインには10~12ギガワット(GW)の容量。2030年の実現を目指す。	RWE(独)とNeptune Energy(蘭)
NorthH2	詳細は未発表	・北海の洋上風力発電所で作り出したグリーン電力で海水を電解し、グリーン水素を製造。 <b>30年に水電解設備の容量を4GW、40年に10GW以上に増強。年間100万トンのグリーン水素を製造。</b>	フローニンゲン港湾局、エネコ(蘭、日本)、RWE(独)、エクイノール(ノルウェー)、シェル(英国)、ガスニー(蘭)等

出所：ジェットロ地域・分析レポート（23.4.17）より筆者作成

この様に、ここ数年の内に世界レベルで活発・顕在化するクリーン水素推進への動きは、言うまでもなく各国（あるいは地域）が策定する水素戦略がベースとなっている。ここからは、欧米における主要な水素戦略について、ポイントを絞って概説する。

#### （欧州の水素戦略）

図表 15 は、欧州主要国（EU 含む）における水素戦略のポイントを一覧表にしたものである。まず、20 年 7 月、EU（欧州連合）により、欧州グリーンディール（成長戦略）の一環として「クリーン水素戦略」が発表され、グリーン水素の生産目標が初めて明示された。欧州委員会は、同戦略の発表と同時に、戦略の推進を支援し投資を加速させるため、産業界、政府機関等から成る「欧州クリーン水素アライアンス」を発足させ、官民協同で 420 億ユーロ規模の投資を必要とした。欧州グリーンディールを包括的に推進する政策パッケージとなる「Fit for 55」（21 年 7 月）の策定を経て、22 年 5 月、30 年までにロシアとの完全決別を実現すべく「REPowerEU(リパワーEU)<sup>24</sup>」が公表された。それによると、これまで、グリーン水素の生産目標を 30 年までに 1,000 万トン（域内生産 560 万トン、それ以外は輸入）としていたが、これを 2,000 万トン（域内生産 1,000 万、輸入 1,000 万）に引き上げることになる。さらに、クリーンエネルギー転換を加速させるため、EU 域内での水素関

<sup>24</sup> 22 年 2 月 24 日のウクライナ侵攻から 2 週間後の 3 月 8 日、EU は脱ロシア策の方針を発表。3 か月を待たずに 5 月 18 日、方針の具体策となる“REPowerEU”を公表。これまでの各種目標は、一段とハードルの高い挑戦的なものとなった。

REPowerEU : [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_1511](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511)

連の IPCEI プロジェクト\*\*への EU による助成金の交付審査についてその時期が明示されている。EU の動きに呼応するようにドイツを始め欧州各国で水素戦略を策定している。

\*\* IPCEI<sup>25</sup>プロジェクトとは、EU 加盟国の共通利益に適合する重要プロジェクトの意。EU が水素分野の研究開発および実用化のためのプロジェクト「IPCEI Hy2Tech」を助成対象プロジェクトとして承認。15 か国、参加 35 社の 41 件の同プロジェクトに対し、最大で総額 54 億ユーロを助成。民間からの拠出金 88 億ユーロを合わせると総額 140 億ユーロ超の大型資金が投入される。助成対象となる開発分野は、①電解槽によるグリーン水素の製造に関する技術開発、②船舶用の水素燃料電池技術開発、③水素貯蔵および輸送運搬技術、④大型トラック・鉄道・船舶等モビリティ分野での活用技術開発となる。

図表 15 欧州主要国（EU 含む）における水素戦略のポイント

地域・国	公表	名称	概要
EU (欧州委員会)	20.7	欧州の気候中立に向けた水素戦略 (クリーン水素戦略)	水素の電解槽の設置規模とグリーン水素の生産量を、 <b>24年までに少なくともそれぞれ 6GW と100万トン、30年までに40GWと1,000万トン(輸入含む)</b> に引上げ(生産コストを天然ガス改質と同程度) ⇒投資を加速するプラットフォームとして「欧州クリーン水素アライアンス」が発足
同上	21.7	Fit for 55	・産業セクターでのグリーン水素比率を30年迄42%、35年迄に60%に転換 ・2025年までに加盟国の主要高速道路にEVステーション(60km毎に設置)、 <b>水素ステーション(150km毎に設置)</b> の目標を設定
同上	22.5	REPowerEU (リパワーEU)	(Fit for 55をベースに策定。再エネ比率は、更に45%に引上げ) <b>30年迄グリーン水素製造目標を2,000万t(域内1,000万t、域外からの輸入1,000万t)</b> に2倍の引上げ。
ドイツ	20.6	国家水素戦略	23年までの第1段階で、38の施策を実施予定。30年までの第2段階では <b>グリーン水素14TWhの供給</b>
フランス	20.9	国家水素戦略	30年迄に <b>6.5GWのグリーン水素製造設備</b> の設置と600万トンのCO2排出量の削減
スペイン	20.10	水素ロードマップ	<b>水素電解能力を24年までに300~600MW、30年までに4GW</b> 。産業分野では、 <b>水素消費の25%をグリーン水素に転換</b>
イタリア	20.11	水素国家戦略予備ガイドライン	<b>30年までに最終エネルギー需要の2%を水素で賄う</b> 、水素利用を通じて30年までに最大8メガトンのCO2を削減
チェコ	21.7	国家水素戦略	<b>50年に172万トンの国内水素消費</b> を想定(この内50%は運輸)。水素の輸入と国内輸送はガス管を利用
英国	21.8	国家水素戦略	<b>30年迄10GWの低炭素水素能力</b> 開発。CCSを戦略に明記。40億ポンド以上の民間投資

出所：各種資料より筆者が作成

### (米国の水素戦略)

23年6月、米国エネルギー省は、クリーン水素の製造・輸送・貯蔵・利用を加速するための枠組みである『米国国家クリーン水素戦略とロードマップ』<sup>26</sup> (以下、ロードマップ) を発表した。具体的には、30年までに1,000万トン/年、40年までに2,000万トン/年、50年までに5,000万トン/年のクリーン水素を国内で生産する戦略的事業機会を想定し、将来の需要シナリオを検討している。全体内容の詳細は省略するが、本ロードマップにおいて、特定する期間での水素関連技術開発の短中期目標(課

<sup>25</sup> IPCEIT とは Important Projects of Common European Interest の略。グローバルな産業競争に打ち克つため、EU が定める特定の分野において、欧州共通の利益があることを前提に、革新技術をベースとするプロジェクトに国家支援を認めるプロジェクトのこと。

<sup>26</sup> 米国国家クリーン水素戦略とロードマップ <https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/us-national-clean-hydrogen-strategy-roadmap.pdf>  
(参考)ジェットロ地域・分析レポート(23.6.9) <https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2023/0503/656c671a3b492ede.html>

題)を具体的に設定<sup>27</sup>する等、また、クリーン水素を使用することで国内 CO2 排出量を 05 年比 50 年までに 10%削減するとともに、30 年までに水素経済の構築で直接・間接的に約 10 万人の新規雇用の創出を実現するとコミットしている。米国政府の水素産業構築への強いメッセージと民間企業による高い投資実現可能性を彷彿とさせる。

本ロードマップは少なくとも 3 年ごとに更新される予定である。21 年に成立した『インフラ投資・雇用法』、22 年の『インフレ抑制法 (以下、IRA 法)』(後述) 発表後、間もないこのタイミングで、米国は畳みかける様に水素戦略を連続的に打ち出している。

## 2-2. クリーン水素の定義 (=低炭素の基準) について

さて、上記 1 でも述べたが、IEA の『Net Zero Emissions by 2050 シナリオ』による「世界の水素等需要見通し & 供給 (調達方法) の推移」で示した通り、水素の製造方法は、50 年ネットゼロに向けて、途中、化石燃料+CCS (CO2 回収・貯留) のブルー水素を経ながらも、世界は確実にグリーン水素へと向かうことは明らかである。特に、日本の様に、燃料資源を輸入に依存する国は、グリーン水素を増やせなければ燃料価格の変動や安定供給のリスクに晒されるため、グリーン水素の安定的確保への取組みの強化が求められる。

しかしながら、再エネコストの低減や水電解装置の技術開発の課題を考えると、一足飛びにグリーン水素への移行は容易ではない。一方、ブルー水素を確保するにも CCS による CO2 回収率向上の技術的ハードルは決して低くはなく、解決には一定の期間が必要である。そこで、水素をどのように作れば、環境に適合すると認定されるのか、クリーン水素の定義 (=低炭素の基準) が不可欠となる。言い換えれば、企業が安心してクリーン水素に投資できる環境を整備することが必要であり、そのために今、世界共通の基準 (=指標) が求められているということである。ここからは、クリーン水素の定義について、国内外の動向を概説していきたい。

### (クリーン水素の定義 (=低炭素の基準) に関する国内外の動向)

図表 16 は、欧州、英国および米国におけるクリーン水素の定義について、その根拠および基準値等を示したものである。基準値は、異なる根拠 (スキームあるいは法律等) によりそれぞれ異なる数値となっているが、水素を製造するために使うエネルギーの種類を問わず、1 kg の水素製造で出る CO2 排出量で評価する方法で統一・共通化されている。つまり、水素製造による CO2 閾値 (=炭素集約度) を示し、基準値の強化によりグリーン水素社会への誘導を意図している。また、基準値は、助成金の交付や税額控除の税制優遇措置あるいは投資支援の評価基準になる等、活用方法も国により様々である。

---

<sup>27</sup> 例えば、29-36 年の期間での技術開発における数値目標として、①大規模な多様な資源からの 1 kg あたり 1 ドルのクリーン H2 生産。②8 万時間の寿命効率を維持する高温電解槽の費用 200 ドル/kW。③重量トラックの燃料電池コストを 80 ドル/kW。④ 900 ドル/kW および 4 万時間耐久性・燃料柔軟性静止型燃料電池の開発などが明記されている。また、21 年 6 月発表の「水素ショット」での『10 年以内に水素コスト 1 kg=1 ドル』の目標達成を 26 年までに 2 ドル、さらに研究開発で目標実現の加速を明記。クリーン電気のコスト低減による電気分解の効率化、電解槽とプラントの資本コストの削減、グリッドへの最適統合等がキーポイントとなっている。



具体的に見てみると、欧州においては、欧州企業団体「CertifHy(サーティファイ)」が定めた低炭素水素の閾値が初めての基準となる。この基準は、化石燃料の採掘から水素を製造（天然ガス SMR(蒸気メタン改質)を想定) するまでの CO2 を 6 割減らせばクリーンな低炭素水素 (=当時“プレミアム水素” と言う) として認証した。その後、EU 欧州委員会は「タクソノミー」で、化石燃料の採掘から水素の製造、消費までに発生する CO2 を 7 割超減らした水素をクリーンとみなす規則を施行した。明らかにクリーン水素製造への積極的な投資を誘導するものであり、こうした基準値の動向が国際標準化に影響を及ぼしていく可能性をしっかりと想定しておく必要がある。この様に、ブルー水素がクリーンと認められるための水素製造時の CO2 削減基準は徐々に引き上げられ、ブルー水素の立場は苦しくなっている。

米国においては、21 年のインフラ投資・雇用法の成立により、クリーン水素の生産・加工・輸送・貯蔵・利用を一体的に実証するための「クリーン水素地域ハブの構築<sup>28</sup>」に総額 80 億ドルを助成する。クリーン水素生産基準は、表中の通り、ライフサイクルで 4.0 kgCO<sub>2</sub>e/kgH<sub>2</sub> (水素 1 kg の生産に 4 kg の CO<sub>2</sub> を排出する) 以下とし、必ずしも基準達成を助成の条件とはしないが、その達成に寄与することを実証する必要が求められる。クリーン水素の大規模な生産インフラと多様な分野での最終需要家が同地域に集積・拠点化することで、大量かつ低コストの水素市場が構築されることを目指している。

図表 16 クリーン水素の定義に関する欧州、英国および米国の状況

国・地域	時期	根拠(仕組み、基準、規則、法)	基準値(炭素強度)	特記
欧州	2015年PJ開始	CertifHy(サーティファイ)プロジェクト(低炭素水素認証スキーム)	・4.4[kgCO <sub>2</sub> e/kgH <sub>2</sub> ]	・天然ガスSMR(蒸気メタン改質法)でのCO <sub>2</sub> 排出60%削減をベンチマーク(=水素製造段階までに出るCO <sub>2</sub> を60%削減) ・プレミアム水素の定義および認証スキームの構築の実証事業を実施 ・REDに併せ見直し見込み
	2022	再エネ指令(RED)及び非バイオ由来再生可能燃料(RFNBO)	・3.4[kgCO <sub>2</sub> e/kgH <sub>2</sub> ]	・天然ガスSMR(蒸気メタン改質法)でのCO <sub>2</sub> 排出70%削減相当 ・26年1月末までに技術進展に合わせて30年目標について見直す
	2021	Taxonomy(タクソノミー)	・3.0[kgCO <sub>2</sub> e/kgH <sub>2</sub> ]	・天然ガスSMR(蒸気メタン改質法)でのCO <sub>2</sub> 排出73.4%削減相当(=水素製造から輸送、燃料消費までに発生するCO <sub>2</sub> を70%超削減) ・サステナブルな経済活動への投資を誘導するための基準
英国	2022	低炭素水素基準(Low Carbon Hydrogen Standard)	・2.4[kgCO <sub>2</sub> e/kgH <sub>2</sub> ]	・CO <sub>2</sub> 排出85%程度削減(=製造時まで発生するCO <sub>2</sub> 削減) ・国内案件の支援(補助金対象)評価基準として独自基準を提示
米国	2021	インフラ投資・雇用法(クリーン水素ハブ構想)	・4.0[kgCO <sub>2</sub> e/kgH <sub>2</sub> ]	・ライフサイクルで4.0 kgCO <sub>2</sub> e/kgH <sub>2</sub> 以下を必ずしも満たす必要はないが、達成の実証が必要 ・H2Hubsへの補助金(80億ドル)支援基準に活用(23年採択決定通知)
米国	2022	インフレ削減法(IRA)※	・0~4.0[kgCO <sub>2</sub> e/kgH <sub>2</sub> ]	・クリーン水素を「水素1kgあたりのCO <sub>2</sub> 排出量が4kgを超えない」と定義。バウンダリはWell-to-Gate(水素製造まで) ・クリーン水素製造者に対して税額控除※(二者択一)を導入 ・水素製造装置は33.1.1より以前に建設開始、製造稼働日から10年有効

出所：各種資料より筆者作成

<sup>28</sup> クリーン水素ハブ構想：予算規模は、60~70 億ドルを 6~10 か所の H2Hubs の支援に活用（残りは将来支援に確保）プロジェクト総費用の最低 50%は政府以外の資金で賄う必要あり。また、クリーン水素の製造規模は、少なくとも日量 50~100 トンを上回る必要がある。米エネルギー省(DOE)による審査を経て、採択結果を通知予定。

さらに、22年8月、大統領により署名されたIRA法により、クリーン水素生産に対して、3,690億ドルの規模となる税額控除を導入した。同法は、税額控除対象のクリーン水素を“水素生産1kgあたりCO2が4kgを超えない水素”と定義し、米国内で製造される水素に限定した。税額控除は、二者択一で、水素製造者は、水素の製造量に対して一定の税控除（Production Tax Credit）を受けるか、あるいはCAPEXの一定割合に相当する税控除（Investment Tax Credit）を受けるかどちらかを選択できる（図表17参照）。また、対象となる水素製造設備は、設備稼働から10年間（32年までに建設開始した設備が対象）にわたり税額控除を受けることができる。まさに、長期かつ大規模な政府の優遇措置である。

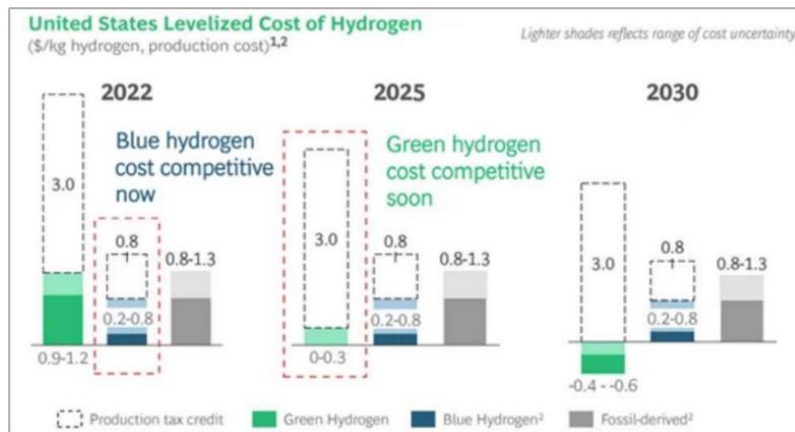
図表17 IRA法における税額控除の内容<sup>29</sup>

水素1kg当たりのCO2(炭素強度)	Production Tax Credit	Investment Tax Credit
2.5-4.0[kgCO2e/kgH2]	0.60ドル	6.0%
1.5-2.5[kgCO2e/kgH2]	0.75ドル	7.5%
0.45-1.5[kgCO2e/kgH2]	1.00ドル	10.0%
0-0.45[kgCO2e/kgH2]	3.00ドル	30.0%

出所：各種資料より筆者作成

図表18は、経産省が提供する、IRA法が水素製造コストに与えるインパクトを示す資料<sup>30</sup>であるが、極めて興味深いものとなっている。Tax Creditの数値が点線内に示されており、Production Tax Creditを活用すると、22年の段階では、ブルー水素コストは0.2~0.8ドル/kg-H2となり競争力を持っているが、25年頃になると、グリーン水素のコストは0~0.3ドル/kg-H2まで低下し、ブルー水素を凌ぎ最も安い水素として取って替わる可能性を示している。勿論、天然ガスの価格変動要素やCO2回収率など不確定要因を前提条件に置いているが、IRA法は水素製造者等に十分な投資予見性を与えていると思われる。

図表18 IRA法がもたらす水素製造コストへの影響



出所：Boston Consulting Group：US Levelized cost of hydrogen with IRA tax credits

(JOGMEC『米国におけるクリーン水素政策と民間投資の動向』から)

<sup>29</sup> JOGMEC『米国におけるクリーン水素政策と民間投資の動向』：設備により異なるが、目安として、炭素強度の水準ごとに、水素の種類(CO2回収率)を以下に示す。2.5-4.0 kg=ブルー水素(55-72%)、1.5-2.5 kg=ブルー(72-83%)、0.45-1.5 kg=ブルー(83-95%)、0-0.45 kg=グリーン or ピンク水素

<sup>30</sup> 経産省：JOGMEC『米国におけるクリーン水素政策と民間投資の動向』 [https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/suiso\\_nenryo/pdf/031\\_04\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/031_04_00.pdf)

(日本におけるアプローチ)

日本におけるグリーン水素の定義に関する動きとしては、水素バリューチェーン推進協議会<sup>31</sup> (JH2A) が、低炭素基準<sup>32</sup>を示している (図表 19 参照)。基本的には、前述の海外の考え方に沿ったものである。具体的には、Well to Gate (原料生産から水素製造まで) をバウンダリとして、2030 年までに、3.4kgCO<sub>2</sub>e/kg-H<sub>2</sub>(天然ガス SMR70%減相当)以下の達成と原料・製造多様化(ブルー、グリーン、輸入/国産)により、政府目標である“30 年・水素 300 万トン”の供給を目指している。但し、海外での基準見直しのタイミングに合わせ、5 年以内に技術開発、CCS・再エネ電力開発、資源開発、海外動向等を踏まえ、基準値の見直しは柔軟に対応するスタンスである。

図表 19 水素バリューチェーン推進協議会が提案する低炭素基準

目的	温室効果ガス低減に資する水素エネルギーの普及促進と安定供給
達成時期	2030年目途
基準値 (目指す姿)	~3.4kgCO <sub>2</sub> e/kgH <sub>2</sub> <sup>1)</sup>
算定境界	Well to Gate <sup>2)</sup> 水素製造工程(CCS含む)のScope1、2+Scope3の一部(上流工程) <sup>3)</sup>

出所：JH2A による低炭素基準の提案(22.11.16)

現時点で、日本における低炭素基準の考え方を見る限り、海外動向に沿った挑戦的な基準値を示していると言えよう。しかしながら、今後は、欧米との国際競争力に伍していくために、CO<sub>2</sub>削減 (CCS による回収率アップ等) に加えて、原料・製造の多様化 (ブルーからグリーン水素への移行を含め) による安定供給 (国内外からの調達) とコストダウン (水電解装置の開発等) の実現が一層重要な課題となってくる。

### 3. 水素社会の実装に向けて (NEDO、JPEC の活動紹介)

さて、第3項は、視点を変え、日本において水素社会の実装に向け、汗をかいて活動する 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (以下、NEDO) と一般財団法人 石油エネルギー技術センター(以下、JPEC)の最近の主要な事業活動の紹介を通して、水素社会実現の可能性を考察したい。

#### 3-1. NEDO の事業活動について

ご存知の通り、政府は 2021 年、2050 年カーボンニュートラルの実現に向け、2 兆円 (2021 年 3 月時点) の基金を造成し、野心的な目標にコミットする企業等に対して、最長 10 年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援する GI 基金事業を立ち上げた。NEDO は、本事業の推進主体として、基

<sup>31</sup> 水素バリューチェーン推進協議会：20 年 12 月、早期水素社会の構築を目的に設立。22 年 4 月、会員数も 3 倍を超え現在 270 超の社・団体で一般社団法人として活動。水素の需要拡大、安価な水素供給、税制支援、研究開発等の視点から政策提言を行う組織。

<sup>32</sup> JH2A による低炭素基準の提案(22.11.16) [https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene/shinene/suiso\\_seisaku/pdf/006\\_04\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene/shinene/suiso_seisaku/pdf/006_04_00.pdf)

金の管理・運用 ・「研究開発・社会実装計画」の作成支援 ・公募・審査・採択・契約／交付・検査・支払に係る事務 ・実施者に対する事業推進支援 ・プロジェクトに対する技術面・事業面での専門家の助言（年数回程度、「技術・社会実装推進委員会」を開催） ・WG へのプロジェクトの進捗報告 ・基金事業の実施状況・成果の把握、経済産業省への報告等を主要業務として担っている。

GI 基金創設後、NEDO 公募に対して、意欲ある企業や機関から応募があり、審査・採択等の手続きを経て、事業は順調に推移しているようである。経済産業省の産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会で決定された「分野別資金配分方針」に基づき、現在、図表 20 の通り、3 つの分野別 WG の下、20 のプロジェクト<sup>33</sup>が採択されている。

図表 20 GI 事業における分野別 WG のプロジェクト名（一覧）

分野別WG	プロジェクト名	
グリーン電力の普及促進等分野WG	・洋上風力発電の低コスト化	・次世代型太陽電池の開発
	・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	
エネルギー構造転換分野WG	・大規模水素サプライチェーンの構築	・再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造
	・製鉄プロセスにおける水素活用	・燃料アンモニアサプライチェーンの構築
	・CO <sub>2</sub> 等を用いたプラスチック原料製造技術開発	・CO <sub>2</sub> 等を用いた燃料製造技術開発
	・CO <sub>2</sub> を用いたコンクリート等製造技術開発	・CO <sub>2</sub> の分離回収等技術開発
産業構造転換分野WG	・次世代蓄電池・次世代モーターの開発	・スマートモビリティ社会の構築
	・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	
	・次世代デジタルインフラの構築	・次世代航空機の開発
	・次世代船舶の開発	・食料・農林水産業の CO <sub>2</sub> 等削減・吸収技術の開発
	・バイオものづくり技術による CO <sub>2</sub> を直接原料としたカーボンリサイクルの推進	
	・製造分野における熱プロセスの脱炭素化	

出所：経産省等関連資料を基に筆者作成

水素関連の主要プロジェクトは、『大規模水素サプライチェーンの構築（予算上限：3,000 億円）、『再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造（予算上限：700 億円）』および『製鉄プロセスにおける水素活用：（予算上限：1,935 億円）<sup>34</sup>』が採択されている。

例えば、『大規模水素サプライチェーンの構築』プロジェクトでは、水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証および革新的な液化、水素化、脱水素技術の開発を通じて、国際水素サプライチェーン技術の確立および液化水素関連機器の評価基盤の整備を、また、水素発電技術（混焼、専焼）の実機実証を通して、水素発電技術（混焼、専焼）の確立を目指している。さらに、『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』では、アルカリ型水素電解方式で 5.2 万円/kW、固体高分子 (PEM)

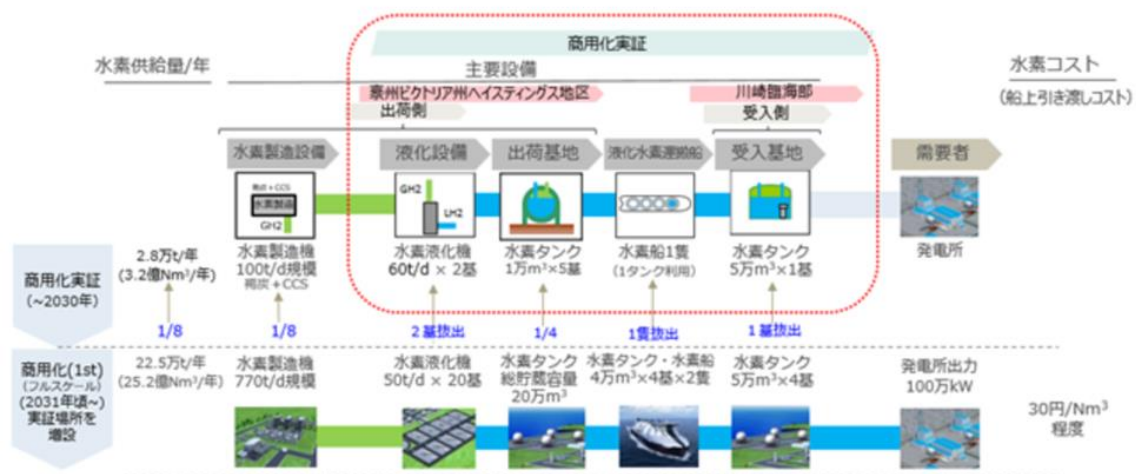
<sup>33</sup> 経産省 HP グリーンイノベーションプロジェクト部会 [https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green\\_innovation/index.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/index.html)  
各プロジェクトの概要 (NEDO HP) <https://green-innovation.nedo.go.jp/>

<sup>34</sup> 日経新聞 (23.9.16) によると、経産省は「水素還元製鉄」への支援額を 4,499 億円に倍増、実用化時期を当初 40 年半ばから 5 年程度前倒しの方針を示す。設備投資費用、石炭比高額な水素コストへの支援で鉄鋼業界の脱炭素化を後押し

型電解方式で 6.5 万円/kW と 2 種類の水電解方式において、それぞれ設備コストターゲットを設定し、2030 年までに水電解による水素製造の低コスト化を見通せる技術の確立を目指している。

既に、『大規模水素サプライチェーンの構築プロジェクト』の一環として「液化水素サプライチェーンの商用化実証の出荷と受け入れ地について」は、プレスリリース<sup>35</sup>の通り、既に、液化水素の出荷地は豪州ビクトリア州ヘイスティングス地区、受け入れ地は川崎臨海部に決定する等、具体的な進捗が見え始めている。この様に、GI 基金事業は、確実に大規模な水素サプライチェーン実現の一翼を担い、まさに水素の低コスト化（30 年:30 円/Nm<sup>3</sup>→50 年:20 円/Nm<sup>3</sup>）への好循環を生むドライバーとして、その社会的役割の重要性がますます高まっている。

図表 21 液化水素サプライチェーン事業イメージ



出所：NEDO HP(23.3.8 プレスリリース)

### 3-1. JPEC<sup>36</sup>の事業活動について

水素基本戦略の改定版の発表後まもなく、2023年7月、モビリティ水素官民協議会は、商用車に対応する水素ステーションの整備やマルチ化、水素ステーションの運営費低減等の課題を中心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<sup>37</sup>を発表した。

JPECの水素関連部署では、図表 22,23 に示す通り、これまで水素利活用に関する技術開発に取り組む中で、特に、超高压水素技術を活用した低コスト水素供給インフラ構築に向けた研究開発を実施し、ステーション整備・運営コストの低減につながる規制の見直しを行ってきており、まさに、政府の水素戦略のステーション周りの技術開発の推進において、格別な役割を担ってきたと言える。

さらに具体的な実績を挙げると、主に NEDO が実施する規制改革による水素ステーション整備の促進

<sup>35</sup> NEDO (23.3.8) 『液化水素サプライチェーンの商用化実証の出荷と受け入れ地について』

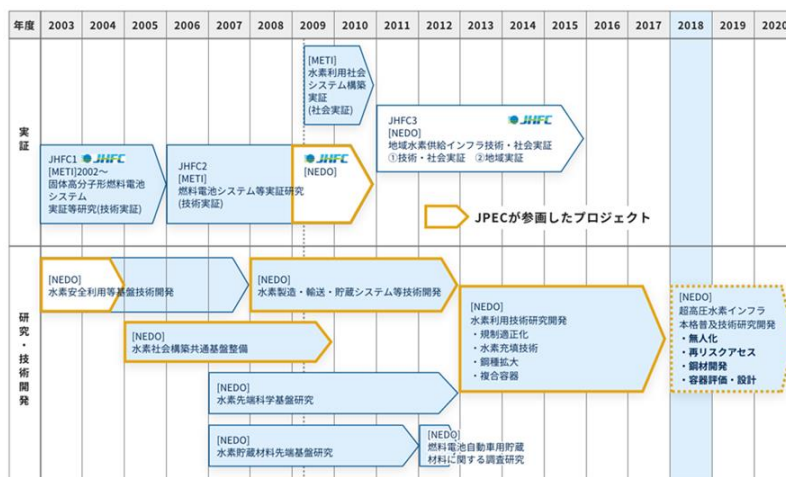
[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101612.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101612.html)

<sup>36</sup> JPEC HP 組織参照 <https://www.pecj.or.jp/outline/office/>

<sup>37</sup> エネ庁主催『モビリティ水素官民協議会』により FCV、FC 商用車の更なる普及拡大及び水素 ST 事業の自立化等に向け政策提言を実施 (23.7) <https://www.meti.go.jp/press/2023/07/20230711001/20230711001-2.pdf>

や建設・運営コスト削減等の事業に参画してきており、35MPa 充填対応の初期の水素ステーションにおける安全性検証から、より高圧の 70MPa 充填対応での安全性検証、さらには、液体水素ステーションでの安全性検証等を通じ、安全なステーション運営に必要な設備・仕様を明らかにしてきた。加えて、設備・運営費の低減を図るため、水素ステーションに用いる鋼材や容器に関する技術基準の制定や適用範囲の拡大等、様々な側面から水素ステーションの整備・普及へ向けた研究・技術開発を行ってきた。

図表 22 JPEC 水素関連部署が実施してきたプロジェクトの経緯



出所：JPEC HP

図表 23 水素ステーションの設備構成 (イメージ)



出所：経産省『FCV・水素ステーション事業の現状について』(21.3.18)

そして、2023 年度は、対象期間が 2023 年から 2027 年度の NEDO 事業として、新たに立ち上がった『競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発』に参画し、水素サプライチェーンにおける産業用水素品質の規格化と規格体系構築<sup>38</sup>や、商用トラック等大型車両 (HDV) への水素充填技術の開発等<sup>39</sup>新たな取組みに着手している。これまでの水素ステーション建設に関する規制緩和とコスト低減への事

<sup>38</sup> NEDO 事業『各種産業用途における水素性状の業界規格化と水素の品質規格体系の構築等』

<https://www.nedo.go.jp/content/100965905.pdf>

<sup>39</sup> 『HDV 用水素充填プロトコルの研究開発』を水素供給利用技術協会より再委託。他に『水素ステーション用蓄圧器

業に加え、水素利活用に向けた技術開発への参画、換言すれば、ビジネスで活用される「つかう」水素を強く意識した事業への参画をより鮮明に示したと言える。「技術で勝って、ビジネスでも勝つ」という水素基本戦略改定のコンセプトに沿った取組みを進めつつある。

この様な状況の中、FCトラックや水素ステーションに関する技術開発への取組みに、一段と追い風となる官民の最近の動きを紹介する。1つは、国土交通省が、2024年4月施行を目指し、高速道路のSAやPA内の「道路区域」でのFCV向け水素ステーションの設置を許可する規制緩和の動き<sup>40</sup>である。30年にFCV80万台、水素ステーション1,000基を政府目標に掲げており、水素インフラの整備を急ぎ普及を後押しする。2つ目は、国内大手運送会社の水素トラック導入を巡る動きである。日経新聞(23.11.24)によると、日本郵便がFCトラックを都内の郵便局間での運送業務に導入<sup>41</sup>、また、日本通運が配送業務に初めてFCトラックを2023年末までに合計20台導入<sup>42</sup>する等、物流業界で補給時間がEVに比べ短く、航続距離が長いFCVの活用の兆しが現れ始めている。

## おわりに

昨年末、低炭素水素等の供給・利用の促進に向けて、政策面での前進が見られた。23年12月、水素基本戦略の改定(同年6月)後、その具体的進め方について議論を進めてきた、経産省総合資源エネルギー調査会傘下の審議会が、中間とりまとめ(案)<sup>43</sup>を発表したのである。内容の詳細(脚注43参照)は省くが、これを見ると「既存原燃料と低炭素水素等との価格差に着目した支援措置<sup>44</sup>および拠点整備支援措置」や「国内企業による先行者利益の獲得を狙うためのパイロットプロジェクトの組成を進めていく支援」、また「支援対象とするプロジェクトの選定に必要な評価項目について」等、重要な課題に対する方向性と具体的な取組みが明記され、いよいよ官民共同によるGX実現に向けた準備が万端に整ってきたと言えるのではないだろうか。

前述の法整備の動向に合わせて、クリーン水素製造に関する国内企業の動き(図24参照)も活発化してきた。これを見ると、国内企業が独自の強み(技術力含む)をベースに、グローバルに水素事業を手掛ける海外の企業と連携して、水素生産のノウハウの蓄積や水素サプライチェーンの構築を急いでいることが伺える。「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、そして「技術で勝

---

等に係る国際規格案の策定等に関する研究開発』や『水素社会構築に向けた鋼材研究開発』のNEDO事業にも参画中  
<https://www.nedo.go.jp/content/100963204.pdf>

<sup>40</sup> 路法施行令及び建築基準法施行令の一部を改正する政令が閣議決定(23.11.7) [https://www.mlit.go.jp/report/press/road01\\_bh\\_001720.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_bh_001720.html)

<sup>41</sup> 日本郵便が小型FCトラックを導入 <https://www.lnews.jp/2023/11/p1130309.html>

<sup>42</sup> 日通が関東甲信越ブロックに6台、23年末までに合計20台の導入を予定 <https://www.nipponexpress-holdings.com/ja/press/2023/20231003-1.html>

<sup>43</sup> 水素・アンモニア政策小委員会等(23.12.6) [https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\\_shinene/suiso\\_seisaku/pdf/013\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/013_01_00.pdf)

<sup>44</sup> 製造から供給までにかかる経費は、水素と天然ガスで10倍の差があると言われている。政府は割高な水素製造コストと天然ガスとの販売価格差を支援するため15年間で3兆円を投じる。財源はGX経済移行債で賄う。同移行債は民間の脱炭素投資を後押しするため、23年度から10年間で20兆円規模の発行を予定。24年1月開催の通常国会で制度の新法案が提出され、法成立後に企業からの事業計画を公募し、24年度中に支援先を決める。価格差支援は30年までに水素の供給を開始し、支援終了後も10年間は供給を続けることを要件とする考えである。

ってビジネスでも勝つ」、まさに水素基本戦略改定版の中身を地で行く事例である。日本が液晶、半導体や太陽パネルで味わった苦い経験は決して繰り返してはならない。

図表 24 最近の水素製造に関する報道

発表	企業	内容
23.11.16	ENEOS、エアリキード(仏)	水素事業で協業。水素製造、水素液化設備の開発等で共同参画。
23.12.13	伊藤忠商事、大阪ガス	両社が24年共同出資会社を設立し、水素生産で世界大手のエバーフェュエル(デンマーク)に最大4割出資を計画。自前生産に向け水素生産ノウハウを蓄積。
23.12.18	ENEOS、住友商事、SEDC エナジー(マレーシア)	水力発電を利用し30年までに水素を製造(9万トン/年)し日本に輸入
24.1.10	三菱商事	同社と子会社エネコ(蘭)の合併会社が26年オランダに1,000億円を投じて、グリーン水素の生産プラント(能力8万トン)の建設開始。29年に生産開始予定。

出所：各種報道を筆者が作成

これまで、水素社会の展望が描ける様に、できるだけ多面的視点から水素事業の可能性を述べてきた。少なくとも、筆者は、水素エネルギー政策から政府の本気度を確認し、民間企業（関連機関を含む）の水素産業を創出しようとする熱い思いを感じ取ることができたように思う。また、そこから水素社会実現に向けて、克服すべき課題も明らかになってきた。次回、もし調査報告する機会があれば、どこか他人事に聞こえた『どうなる水素』でなく、今度は『どうする水素』で挑んでみたい。

(文責：ENEOS 総研(株)エネルギー経済調査部 木許正弘)