

水素を取り巻く環境について

～ブームの終焉と真価発揮の見通し～



国際協力銀行
資源ファイナンス部門 次世代エネルギー戦略室 室長
豊田 康平

はじめに

2024年は観測史上最も暑い年となり、世界の平均気温が工業化前と比べて初めて1.5℃を超えたことが報告された。気候変動問題に対する取り組みの加速が求められる一方、カーボンニュートラル実現に向けた鍵のひとつとして注目されてきた水素（アンモニア等の水素化合物を含む。以下同様。）市場では、2024年に入って事業の撤退・縮小・遅延など悲観的な報道が続き、水素バブルがはじけたとの声も聞かれるようになった。水素を取り巻く環境に何が起きているのか、株式会社国際協力銀行が2022年7月に設立した次世代エネルギー戦略室の初代室長として国内外の水素関係者と協働を続ける筆者が自らの経験（および独断と偏見）を交えて解説する¹。

次世代エネルギー市場における水素の役割

エネルギーとして利用してもCO₂を出さない水素は、カーボンニュートラルを達成するための重要なエネル

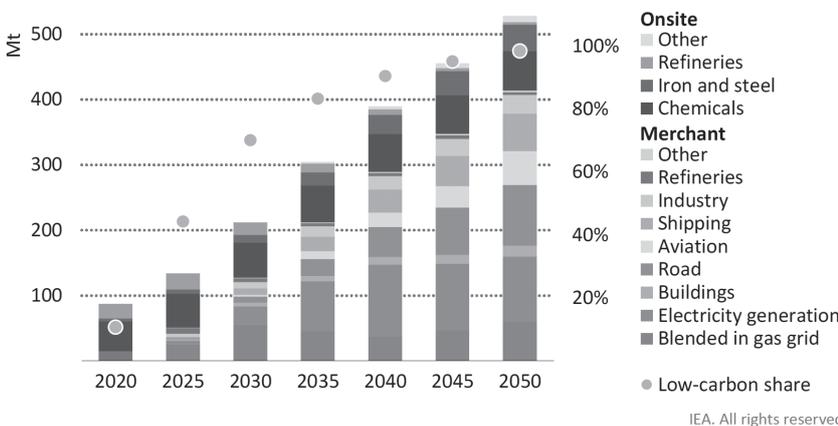
ギー源として注目されてきた。鉄鋼・化学・航空・海運などのhard to abateセクターやモビリティ・発電分野などでの利用が見込まれている。国際エネルギー機関（IEA）が2021年に発表したレポート「Net Zero by 2050」で示した2050年までに世界のエネルギー部門のCO₂排出量をネットゼロにするシナリオ（NZEシナリオ）では2050年の世界の水素需要量は528百万トン、2020年から約6倍とされた（図表1）²。

主要各国の水素導入・製造目標

各国は、カーボンニュートラル実現のための水素の重要性を踏まえて、また産業政策としての観点からも、水素戦略を策定・公表している。日本、米国、EU、英国および豪州の水素政策は図表2で示したとおりであるが、この他にも、中国・韓国・インドなど60を超える国と地域が水素戦略を公表している。

各国は、このような目標に向けて巨額の公的資金を投じて支援策（アメ）を導入すると同時に、クリーンエネルギーの利用を促進する規制（ムチ）の導入・強化を通じて、クリーン水素の需要と供給を創り出す政策を進めている。アメの代表例が2022年に米国が導入したインフレ削減法（IRA）の水素製造税額控除（45V）であり、条件を満たせば水素製造1kg当たり最大3ドルの補助金（税控除）を提供する大胆な政策で世界中の水素関係者の注目を集めた。また、これに対抗すべく各国も次々と大胆な支援策を打ち出し、水素市場は大いに盛り上がりを見せた。

図表1：NZEシナリオにおける水素需要の見通し



(IEA Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector (2021))

図表 2：主要国の水素政策

						
戦略	<ul style="list-style-type: none"> 2021年11月超党派インフラ 2022年8月インフレ削減法 (IRA) 2023年6月クリーン水素戦略 	<ul style="list-style-type: none"> 2020年7月水素戦略 2021年7月Fit for 55 2022年5月Repower EU 2023年2月Green Deal Industrial Plan 2025年2月Clean Industrial Deal 	<ul style="list-style-type: none"> 2017年12月水素基本戦略 (2023年改訂) 2020年12月グリーン成長戦略 2023年2月GX基本方針 2024年5月水素社会推進法 2025年2月GX2040ビジョン 	<ul style="list-style-type: none"> 2021年10月ネットゼロ戦略 2022年4月エネルギー安全保障戦略 2023年4月Powering Up Britain 	<ul style="list-style-type: none"> 2019年11月国家水素戦略(2024年改訂) 	
目標	供給量 (万t) (2030/50)	1,000/5,000	2,000/— (域内1,000、輸入1,000)	300/2,000	100(10GW)/—	50~150/1500~3,000
	コスト (2030/50)	\$ 1/kg	—	30円/Nm ³ (334円/kg)/20円/Nm ³ (222円/kg)	—	2豪\$/kg
支援策 (アメ)	<ul style="list-style-type: none"> 水素製造税控除(132億\$) CCS税控除 (32億\$) 地域クリーン水素ハブ(80億\$) エネルギー省・Loan Program/研究開発支援 	<ul style="list-style-type: none"> 産業脱炭素バンク IPCEI(Hy2Tech 54億€ / Hy2USE 52億€) 水素バンク(30億€) H2 Global(独・蘭)(47億€) Hydrogen CfD(仏)(40億€) イノベーション基金(380億€) EIB・KfW等によるリスクマネー供給 	<ul style="list-style-type: none"> 価格差支援 (3兆円) 拠点整備支援 長期脱炭素電源オークション GI基金 (2兆円) JOGMEC・GX推進機構・NEXI・JBIC等によるリスクマネー供給 	<ul style="list-style-type: none"> Hydrogen Allocation Round (HAR) Net Zero Innovation Portfolio National Wealth Fund等によるリスクマネー供給 	<ul style="list-style-type: none"> Hydrogen Headstart (40億豪\$) 水素製造税優遇(67億豪\$) 水素ハブプログラム ARENA・CEFCによるリスクマネー供給 	
規制 (ムチ)	<ul style="list-style-type: none"> 州レベルで導入の動き (例：CA州でのゼロエミッション車規制) 	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ指令 (RED3) Refuel EU Aviation Fuels EU Maritime 代替燃料インフラ規制 EU ETS 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ法・高度化法 GX ETS 炭素賦課金 	<ul style="list-style-type: none"> UK ETS 	<ul style="list-style-type: none"> セーフガードメカニズム 	

(各種資料より筆者作成)

計画の増加と投資決定(FID)の伸び悩み

このように各国が水素分野に力を入れるなか、世界中で水素プロジェクトの計画も急増。Hydrogen Council³が毎年発表する「Hydrogen Insights」では、2021年に世界で計画・公表されていた水素プロジェクトは228件であったが、翌年には680件、2023年には1418件まで増加した。

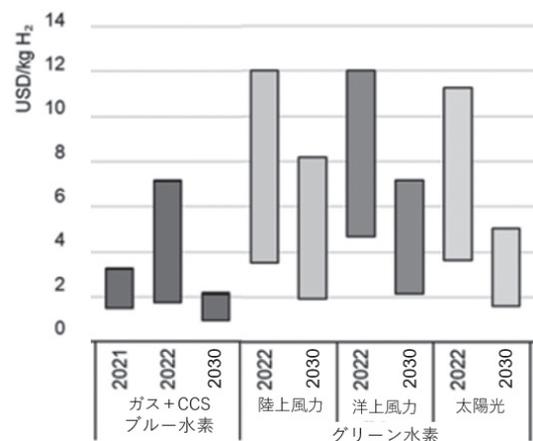
しかしながら2024年になると増加ペースが鈍化して1572件に留まったほか、2030年までに稼働するプロジェクトの投資総額6800億ドルのうち、投資決定 (FID) したのは750億ドル (11%) に留まった。この傾向はほかのシンクタンク・コンサルティング会社が公表するレポートにおいても同様であり、計画は数多く存在するが実現のハードルが高いことが徐々に明らかになった。

FID 伸び悩みの背景

このように足もとで水素事業が行き詰まりをみせている最大の理由はクリーン水素⁴のコストの高さである。図表 3にあるとおりNZEシナリオでは、再エネから製造するグリーン水素の製造コストは2030年にかけて低下し、最適地では水素 1 kg当たり 2 ドル程度となり、用途によっては化石燃料と等価 (パリティ) となるとされたが、実際には世界的なインフレ (資機材価格・人件費の高騰) や金利上昇等により、2021年以降、クリーン水素製造コストは逆に上昇しており、筆

者が複数の水素関係者から聞いている限りでは、当初見込みから50%以上上昇したケースも珍しくない。また、コストの上昇は水素製造事業に限った話ではなく、貯蔵・輸送・受入・利活用いずれの事業もコスト増に直面している。一方で、ウクライナ侵攻後に急騰した化石燃料価格が徐々に落ち着きを取り戻した結果、既存燃料と比較した水素導入コストは大幅に高くなり、足もとでは (カーボンプライシングを考慮しても) 2030年頃にパリティを達成することは困難な状況になっている。この結果、需要が確保できずFIDに至らないプロジェクトが増加し、最終的に事業から撤退するケースも発生している。

図表 3：NZEシナリオにおける2030年の水素製造コスト (LCOH)



(IEA Global Hydrogen Review 2023を基に筆者が加工)

水素が抱える課題の考察

インフレや金利上昇の影響を受けてコストが上昇して苦戦しているのは水素だけではない。エネルギーの脱炭素化を進めるためには一定のコスト増は避けられないが、産業競争力の低下や家計のひっ迫といった影響を実際に感じるなかで、気候変動への取り組みに揺り戻しが起きており、水素と同じくカーボンニュートラル実現に向けた鍵のひとつとされる洋上風力事業や電気自動車（EV）でも市場の不振が報じられている。しかしながら、この1～2年の水素に対する評価の変化は特に大きい。たとえば、世界の水素技術関連企業で構成されるGlobal X Hydrogen ETFの価格は過去2年で70ドルから15ドル近くまで下落している⁵。この水素に対する期待の低下の理由について、筆者の経験と偏見を交えて、深掘りして考察したい。

1. 一時期の政府目標が楽観的・野心的過ぎた

- ・2022年2月のロシアのウクライナ侵攻を受けて同年5月にEUが発表したRePower EUでは、2030年のグリーン水素導入量を20百万トン（うちEU域内製造10百万トン）とし、1年半前に発表した水素戦略の2倍に引き上げた。ロシアのウクライナ侵攻に対抗し、ロシアのガスに依存した過去のエネルギー政策から脱却するため大胆な目標を打ち出したものだが、当時から関係者の間では実現は困難とみられていた。当時、筆者が欧州の主要電解装置メーカー幹部を訪問した際に「EU域内で年間10百万トンのグリーン水素を製造するために100GW以上の水電解装置が必要だが供給は到底間に合わない。RePower EUは政治声明。実現可能性を精査してつくられたものではない。」と断じていたことが印象に残っている。
- ・一方で、EUがこのような大胆な目標を発表した結果、各国もこれに追随するかたちで野心的な目標を次々に発表し、市場に過大な期待が生まれたことは否定できない。また、NZEシナリオは、（一定の前提を置いた）バックキャスト手法によりロードマップのかたちで提示したもの⁶であり、「こうなるだろう」という予測ではなかったが、多くの企業がこれに沿って戦略（目標）を打ち出した結果、自己実現的に期待が形成されていった。なお、この時期には民間のシンクタンク・コンサル・メディアも（政府やIEAほどの水準ではないものの）多くが水素市場の急拡大とコストの大幅低下を見込んだ「予測」を発表していたことも付言しておきたい。

- ・この市場の期待をさらに加速させたのが2022年8月に発表された米国のIRA（前述）である。水素製造1kgあたり3ドルの税控除によって、当時は米国ではほぼコストゼロでクリーン水素供給が可能となると期待された。しかしながらその後発表された規則（Guidance）（2023年12月ドラフト公表／2025年1月最終決定）において、追加性・同時性等の厳しい条件が課された⁷ことで市場の期待は大きく後退した。
- ・なお、日本は2017年の水素基本戦略で定めたコスト目標（2030年30円/Nm³（約334円/kg））を見直していないが、インフレや円安の進行によって実現は困難との見方が一般的である。筆者が海外関係者に日本の目標を紹介する際には、110円/ドルの時代に設定した目標だと補足しているが、首をかしげる相手も少なくない。

2. 新規事業立ち上げの難しさ（悪魔は細部に宿る）

- ・事業者（企業）の多くは事業検討に際して、まず政府目標やIEAの公表資料等を基に将来予測を立て、過去の実績を踏まえてコストを概算して計画をつくる。過去10年以上にわたって再エネのコストが大幅に低下したことを踏まえ、クリーン水素も今後大幅にコストが低下すると見込んで計画を練り、パワーポイントで企画書をつくり、一歩目を踏み出す。この結果、前述の要因から多くの企業の計画が初期段階では楽観的なものとなり市場の急拡大を裏付けるような計画が次々と発表される。
- ・しかしながら実際にフィージビリティスタディ（F/S）、FEEDへと段階が進み、一つひとつのコストを精査してエクセルに打ち込んでいく段階になると、初期段階の見込みが楽観的であったことが明らかになっていく。水素ブームのなか、一時期に多くの事業者が機器サプライヤー・EPCコントラクターに引き合いをかけた結果、需給がタイトとなり、見積価格が上がるという悪循環も発生。パワーポイントからエクセルへと段階が進むなかで、期待と現実のギャップが徐々に顕在化し、計画は増加するもののが大半がFIDIに至らない状況となった。
- ・さらに、化石燃料からクリーン水素へと燃料転換するには、製造以外にも貯蔵・輸送・受入・利活用と上流から下流まで（周辺インフラ整備を含めて）多額の投資が必要となり、これらをすべて足し上げると燃料転換にかかる初期投資が大きく膨れあがる。多くの国で政府支援の対象が「製造」に偏重するなかで、誰がどのようにしてそれらのコストを負担

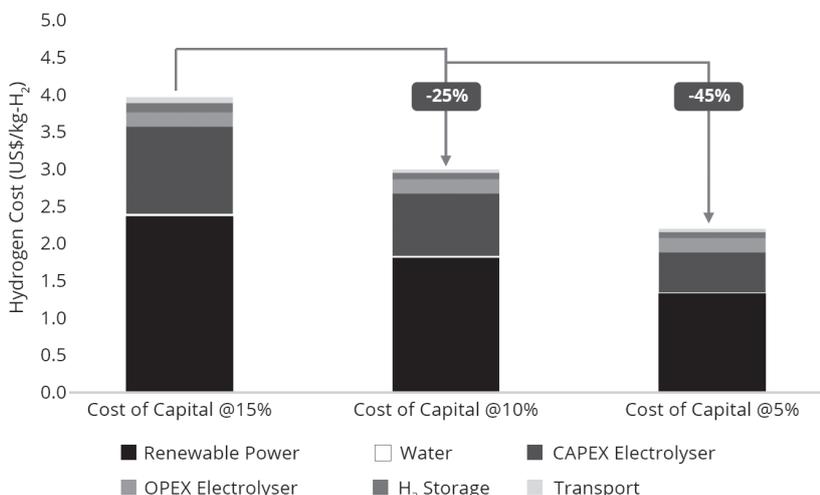
するのか、資金調達を含めた課題も顕在化した⁸。

- 再エネとの比較で考えると、太陽光発電 (PV) が急拡大したのは2000年代後半になってからだが、それまで何十年にもわたる技術開発・事業経験が蓄積されていたことに加え、再エネは (グリッドに占めるシェアが低い間は) グリッドにつなぐだけで追加インフラを必要としないため導入は比較的容易であった。また、PV・風力発電ともにコストが過去10年以上にわたり下落を続けた背景には、(技術革新や規模の経済が存在したことは間違いないが) この時期が世界的な金利の低下局面と重なり、事業投資の資本コストが下がり続けていたことも指摘しておきたい。再エネのように運営費 (OPEX) と比較して設備投資 (CAPEX) の比重が大きい事業では、資本コストが生産物の価格に与える影響は大きい。これはグリーン水素にも当てはまる。2024年2月に世銀が発表したレポート (Scaling Hydrogen Financing for Development)⁹ では、資本コストが15%から10%に下がるとグリーン水素のコストは25% (4ドル/kg→3ドル/kg) 低下するとの分析結果が記載されている (図表4)。水素が市場拡大に向けて進み始めた時期にドル金利 (FFレート) が0.25%から5.50%へと上昇した影響は大きい¹⁰。

3. エネルギー問題が政治アジェンダとなり政策の振れ幅が大きくなった

- エネルギー事業は、多くの場合、巨額の投資を長期にわたって回収するビジネスモデルのため、投資決定に際して長期の予見可能性が重要である。これは水素事業も例外ではない。

図表4：資本コストがグリーン水素コストに与える影響



(The World Bank Scaling Hydrogen Financing for Development (2024))

- パリ協定からの離脱と復帰を繰り返す米国の政策の振れの大きさについては指摘するまでもないが、世界の脱炭素をリードしてきた欧州でもウクライナ侵攻後のエネルギー価格高騰による家計や産業競争力への影響から、野心的な脱炭素戦略を掲げるEU委員会と各国政府との間に温度差が生じており、英国でも野党保守党が2050年までのネットゼロは不可能として党の政策見直しを発表するなど、政策の不安定さが高まっている。2025年3月にドイツが財政規律緩和のために基本法 (憲法) 改正¹¹に合意したことは驚きだが、2025年2月に筆者が欧州各国を訪問してEU委員会・各国政府・IEA・シンクタンク等と意見交換を行った際には、脱炭素 (含むグリーン水素) を加速するための財政支出の拡大は容易でない一方、産業競争力の低下につながる規制強化にも消極的¹²にならざるを得ず、グリーン水素導入を広げていく方向性は変わらないもののスローダウンは避けられないとの印象を受けた。なお、EUはパリ協定で義務付けられている排出削減目標 (NDC) の提出期限 (2025年2月) に間に合わず、執筆時点でも引き続き加盟国間での調整が続いていることも付言しておきたい。
- このような環境のなか、各国の政策に対する長期的な信頼が低下。政府が旗を振っても企業が投資を決断しにくい状況となっている。
- なお、筆者は、2023年12月にドバイで開催されたCOP28に参加し、2024年3月にヒューストンで開催されたエネルギー業界のダボス会議ともいわれるCERA Weekにも参加した。COP28で「化石燃料から脱却 (Transition Away) し、2030年までに

再生可能エネルギー容量を3倍にし、かつ省エネ改善率を2倍にする」ことが合意された3カ月後、CERA Weekの初日に中東の国営石油会社 (NOC) の幹部が登壇して「石油とガスから脱却するという幻想 (fantasy) を捨て、現実的な需要想定を反映した適切な投資を行うべき」と発言して会場から拍手喝采を受けていた。野心的な脱炭素目標をつくるグループと実際のエネルギー供給を担うグループのギャップを縮めない限り、民主主義のエネルギー政策はその間で振れ続けるだろう。日本政府が第7次エネルギー基本計画で2040年

度のエネルギー需給の見通しを、複数シナリオを設定して（脱炭素目標が達成されない場合も含めて）示したことは、適切な判断であると同時に、問題の難しさを象徴しているといえよう。

- ・もうひとつ、中国との関係も指摘しておきたい。中国の太陽光パネルや風力タービンのサプライヤーは巨大な国内市場での熾烈な競争のなか淘汰を繰り返して規模を拡大して価格を引き下げ、世界シェアを拡大してきた。環境・人権・経済安全保障上の懸念は別として、**再エネの大幅な価格下落に中国サプライヤーが果たした影響は無視できない**。世界最大の水素消費国である中国は、**水電解装置でも圧倒的な価格競争力を持ち始めており、アルカリ型の水電解装置では他国サプライヤーの3分の2から半額の見積りが提示されていると聞く**。このような状況のなか、EUでは域内産業を保護するために、水素バンクの第2回の入札において実質的に中国製を排除するルールを導入した。米中対立や経済安全保障の観点から中国技術の導入に懸念が生じるケースもある。少しでもコストを引き下げて競争力を確保したい**水素事業者にとって、中国サプライヤーとどう向き合うかも難しい課題**となっている。
- ・このように**水素事業を取り巻く政策・環境の予見可能性が悪化し、企業にとって投資決定のハードルはさらに上がっている**。

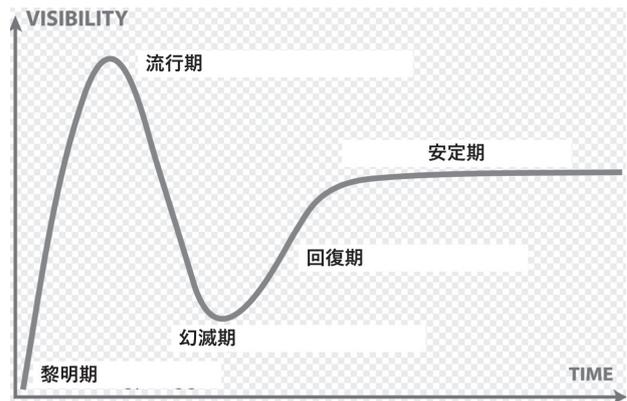
今後の見通しについて

各国政府の目標設定や計画段階における事業者の見込みが楽観的であったこと、またその結果として水素ブームが過熱していたことは先に述べた通りである。前述のCERA Weekでは、IRA発表後の2023年は水素がメインテーマとなるほどの盛り上がりを見せたが、2024年にはアジェンダとしては多く取りあげられるものの、「水素バブルは去った」という声が多く聞かれ、2025年には、水素は話題の中心からも外れ、期待通り進まない脱炭素事業の象徴として言及されるようになった。

このようなブームと落胆の流れは、**新技術のハイブ・サイクル理論¹³**に当てはまる。水素は、黎明期から流行期を経て、今、**幻滅期**に入っているといえるのではないかと。メディアの注目度は下がり、ブームに乗って参入を計画した事業者は撤退を始めている。しかしながら日本企業をはじめとして、水素ブームが始まる前から技術を開発して、事業化を進めてきた水素関係者は、規模の縮小や時間軸の後ろ倒しは行ったとして

も、方向性は変えずに取り組みを継続している。今後、政府支援を受けて事業を実現していくなかで、技術開発が実を結び、規模の経済や経験曲線効果を発揮し、インフレ・金利も落ち着けば、**クリーン水素のコストは低下していく**。そのような回復期を経て**安定期**へと移行し、最終的には**脱炭素の鍵のひとつとしての役割を果たしていく**だろう。

図表5：ハイブ・サイクル



〔「ハイブ・サイクル」・ウィキペディア (Wikipedia): フリー百科事典〕

現時点でのCO₂削減コストを比較すれば、再エネ・電化の拡大を優先的に進めるべきとの結論となることは当然だが、それだけではカーボンニュートラルの達成は不可能。**Hard to Abete**セクターの**脱炭素化にはクリーン水素が不可欠**である¹⁴。また再エネ導入が進み、グリッドの再エネ比率が高まるなかで、調整力として一定の火力発電が必要であり、その脱炭素化にも水素が必要となる。

前述の欧州での意見交換・情報収集のなかでは、水素がスローダウンすることは避けられないと感じた一方、**水素活用を進める方向性は変わらない**ことも確認できた。欧州をはじめ各国は水素支援制度のもとで支援対象を順次決定しており、さらに次の支援対象の選定も進めている。キャンセル・撤退が報じられる一方で、**実現する水素事業も着実に増加**している。

日本でも水素支援制度としては**世界最大規模となる予算3兆円**を投じて、「**価格差に着目した支援**」を進めており、**2025年度中にも支援対象が決定**する見込みである。この動きには世界が注目している。

水素ブームが去って、ふるいにかけて選別された**有望な事業が残り、今後、水素の真の価値が徐々に発揮されていく**だろう。

最後に

2017年に日本政府が水素基本戦略を発表した後、欧州や韓国なども次々と野心的な計画を発表。日本は、研究開発・実証・事業実施に着実に取り組む一方、必ずしも海外への発信に力を入れなかったがゆえに、水素ブームのなかで存在感が低下しているとの指摘を何度も受けた¹⁵。2022年8月のIRAの発表後は市場の関心が米国に移り、筆者自身も日本が他国の後塵を拝していると感じる時期もあった。しかしながら欧米がスローダウンするなかで、ブレることなく水素の導入を進めてきた日本が水素市場をリードする環境が再び巡っている。振り返れば2014年に乗用車として世界初の燃料電池量産車となる「MIRAI」を発売したトヨタは、その20年以上前から燃料電池の開発を続けてきた。世界初の液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」を建造した川崎重工は、40年以上にわたって水素技術を磨き続けてきた。国内水素シェアトップの岩谷産業は、80年以上の間、水素の製造・供給・研究開発を行ってきた。三菱重工・IHIは、水素・アンモニア混焼・専焼発電技術の開発で世界をリードしている。この他にも最先端の水素技術をもつ日本企業は多い。水素を取り巻く逆風のなかでも歩みを止めずに前に進むことであれば、日本が水素市場をリードすることは可能だ¹⁶。

ただし、一時的に技術・政策で世界をリードしたとしても、その後のビジネス化で他国に追い越されては意味が無い。水素と化石燃料の大きな違いは（水素がCO₂を排出しないことはもちろんだが）、賦存量に偏りと限りがあり資源国（供給側）がバーゲニングパワーをもつ化石燃料とは異なり、水素は、再エネ等による水電解、化石燃料の改質、バイオ技術・高温ガス炉の利用などさまざまな方法で製造することが可能であり、技術革新・規模の経済を通じて供給源を無尽蔵に拡大することができること。このため需要を創出し、供給源とつなぐサプライチェーンを構築できるプレイヤーが競争力をもつことができる。すなわち日本企業が強みをもつ水素の輸送・利活用技術と国際サプライチェーン構築能力が競争力の源泉¹⁷となる。エネルギー安全保障の観点からは、日本国内で完結する水素サプライチェーン構築も重要であるが、産業政策の観点からは、まずは①国内需要に向けた国際サプライチェーンを構築して、海外からコスト競争力のある水素を大規模に調達する。次に②アジアをはじめとする海外市場に水素需要を広げて、国際サプライチェーンを活用して供給源とつなぐ。その際に③アグリゲー

ターとして需給調整機能¹⁸を果たして商流を押さえるという発想も重要ではないか。これが実現できれば上流から下流までサプライチェーン全体で利益をあげることが可能となる。

このためには、不確実性を乗り越えて、上流から下流まですべての事業を実現し、これらをつなげてサプライチェーンを構築する必要がある。リスクを取って事業を進める企業の胆力に加えて、政府による政策面の継続的な支援も不可欠だ。国際協力銀行も政策金融機関として、不確実性を乗り越えて前に進む企業をファイナンス面からしっかりと支えていく所存である。国・地域に関わらず、上流から下流まですべての水素事業に関して、初期段階からぜひご相談いただきたい。

注1：トランプ関税の影響について、執筆時点（4月18日）で見通すことが困難であり、十分に考慮・反映できていないことをご容赦いただきたい。

注2：2023年に発表されたIEAのNet-Zero Roadmapにおいては2050年の世界の水素需要量は4億3000万トンと2年間で約1億トン下方修正されている。

注3：世界の主要水素関連企業が100社以上参加する水素業界団体

注4：2024年に世界で消費された水素は約1億トン。その大半は化石燃料由来で水素製造過程において大量のCO₂を排出する。カーボンニュートラル達成には、再エネ電源による水電解でCO₂を排出せずに製造される「グリーン水素」および化石燃料からの製造過程で発生するCO₂を回収する「ブルー水素」などグリーン水素の導入が鍵となる。

注5：クリーンエネルギーセクターのグローバル株式で構成されるiShares Global Clean Energy ETFの同時期の下落率は40%程度。

注6：NZE シナリオはCO₂排出量がネットゼロとなるための前提条件（インプットデータ）をバックキャスト方式にて明らかとし、その結果としてすべてのセクターの活動内容（アウトプット）を描き出すというもの。開発中の新しい技術や脱炭素を促進するための経済社会制度等は、可能性のあるものはすべて利用できると仮定。このようにして描かれたシナリオをIEA自身は「狭いながらも実現可能な道筋（Narrow but feasible pathway）」と呼んでいる。

注7：追加性（Incrementality）：水素施設の稼働開始から3年以内に商業運転を開始した電源のみが有効。

同時性（time-matching）：発電と水素製造の同時性を2030年までは年単位で、それ以降は時間（Hour）単位で求める。

地理的相関性（Deliverability）：電力は水素製造と同一グリッドの電源から供給される必要がある。

注8：日本のガス会社等が中心となって導入を進めているe-メタンは既存のガスインフラをそのまま活用できるという点で市場からの注目が徐々に高まっており、2024年10月に7社によってe-メタンの国際的な連合「e-NG Coalition」が設立され、2025年3月時点で会員企業は20社まで拡大。

注9：筆者もワーキンググループメンバーとして参加。

注10：米国の政策金利、フェデラルファンド（FF）レートは2020年3月の米連邦公開市場委員会（FOMC）で（それまでの1.00～1.25%から）0.00～0.25%に引き下げられて以降、2022年3月に0.25%の利上げ（0.25～0.50%）が行われるまで、2年間0.00～0.25%で据え置き。これ以降継続的な利上げにより、2023年7月には5.25～5.50%まで上昇し、約1年後の2024年9月には利下げが開始されたが、2025年4月現在も4.25～4.5%と数年前と比較すると4%程度高い状況。また10年債利回りは2020年央に0.5%程度まで低下した後、上昇に転じ、2023年10月頃には5%まで上昇。

注11：改正案の主な内容は次のとおり。気候変動対策の実効性については検証が必要。

- ・GDP比で1%を超える防衛費を債務ブレーキ（連邦政府の債務をGDPの0.35%未満に抑える）の適用対象外とする。
- ・インフラへの追加投資のために5000億ユーロの特別基金を創設して12年間にわたって運用し、うち1000億ユーロは気候変動対策に充てる。基金活用により2045年までにカーボンニュートラルを実現するという目標も明記。
- ・これまで債務が許されていなかった州予算で、GDPの0.35%までの債務を可能とする。

注12：2022年9月にEU議会で可決された再生可能エネルギー指令（REDIII）の各国での法制化期限（2025年5月）には、多くの国が間に合わず、内容も大きく後退したものになる見込み。

注13：米・ガートナー社が造り出した用語。同社によるとハイブ・サイクルは次の5段階から構成される。

黎明期 (Innovation Trigger)：ハイブ・サイクルの最初の段階は、「技術の引き金」またはブレイクスルー（飛躍的前進）から始まる。新製品発表やその他のイベントが報道され、関心が高まる。

流行期 (Peak of Inflated Expectations)：次の段階では、世間の注目が大きくなり、過度の興奮と非現実的な期待が生じることが多い。成功事例が出ることもあるが、多くは失敗に終わる。

幻滅期 (Trough of Disillusionment)：技術は過度な期待に応えられず急速に関心が失われ、「幻滅のくぼ地」に入る。そしてメディアはその話題や技術を取り上げなくなる。

回復期 (Slope of Enlightenment)：メディアでその技術が取り上げられなくなった一方、いくつかの事業は「啓蒙の坂」を登りながら継続し、その利点と適用方法を理解するようになる。

安定期 (Plateau of Productivity)：広範に宣伝され受け入れられるようになると、技術は「生産性の台地」に到達する。その技術は徐々に安定し、第2世代、第3世代へと進化する。その台地の最終的な標高は、その技術が広範に適用可能かあるいはニッチ市場のみかによって、さまざまである。

注14：国際海事機関（IMO）は2025年4月11日に船舶が排出する温室効果ガス削減の新ルールを承認。今後、船舶分野でも水素需要の増加が期待される。

注15：筆者が2019年から22年まで中東諸国を管轄するドバイ首席駐在員として赴任していた際の経験。

注16：2025年4月9日JERAおよび三井物産は米肥料大手のCFインダストリーズと共同で事業会社を設立し、2029年に米ルイジアナ州で世界最大規模（年間生産140万トン）の低炭素アンモニア工場を稼働すると発表。生産したアンモニアは日本を含むアジアや欧州に輸出する計画（日本経済新聞およびJERA・三井物産プレスリリースより）。

注17：水素製造コストを下げるための水電解技術等が重要であることは言うまでもない。

注18：需要と供給の期間のミスマッチの調整を含む。

（筆者略歴）

1997年日本輸出入銀行（現国際協力銀行）に入行、2006年ロンドン駐在員、2010年資源ファイナンス部調査役、2014年電力・水事業部ユニット長、2017年経済産業省通商政策局企画官、2019年ドバイ首席駐在員、2022年7月現職に至る。

