

Mizuho Short Industry Focus

革新的技術シリーズ¹ 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～

野村 卓人

【要約】

- ◆ 水素はカーボンニュートラル実現に向けて重要な役割を果たすエネルギーである。水の電気分解によって水素を製造するための装置である水電解槽は今後市場拡大が見込まれ、メーカー間の競争が始まっている。このような状況で、日本政府は、2023 年 6 月に改訂した水素基本戦略で、水電解槽を戦略分野の一つに位置づけ、2030 年までに 15GW を導入することを目標に設定した。
- ◆ 水電解槽の方式は複数あり、それぞれ得意とするメーカーや特徴が異なる。日本企業は世界トップクラスの国際特許数を有するものの、製品の大型化や生産能力の強化は海外企業と比較してやや遅れをとっている状況である。
- ◆ 世界全体での水素利活用の普及を契機として、水電解槽ビジネスの振興を図るためには、日本企業が製品の大型化や生産能力の強化といった課題を解決し、ファーストムーバーたるユーザーを見極めて密に連携することで、競争力を高めることが求められる。官民一体となって課題を乗り越え、水素産業で日本がプレゼンスを発揮することが期待される。

1. はじめに

水電解槽市場におけるシェアを巡る企業間の競争が始まっている

日本がリードして水電解槽価格を低減し、市場で大きなシェアを獲得できれば、経済発展と水素利活用促進に寄与

改訂版が示された水素基本戦略では、水電解槽等 5 類型 9 分野を戦略分野に位置づけ

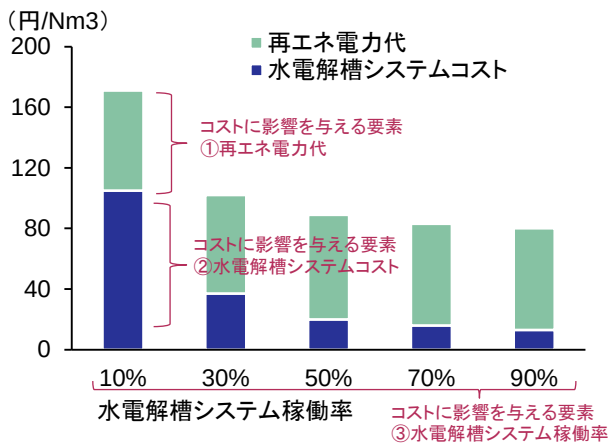
水素はカーボンニュートラル達成に向けて不可欠なエネルギーである。中でも、再生可能エネルギー由来の電力を使い、水を電気分解して製造した水素はグリーン水素と呼ばれ、製造量が大きく伸びていくと予想される。グリーン水素の製造に必要な水電解槽の市場も拡大が見込まれ、シェア獲得に向けメーカー間の競争が始まっている。

日本における水素利活用を進める中で海外から水素を輸入するだけでは、国富流出のおそれがある。Mizuho Industry Focus vol.237「日本が水素を巡るグローバル競争を勝ち抜くために」では、水素サプライチェーン構築の遅れが日本の国富流出につながるリスクシナリオについて述べた。脱炭素化の潮流を奇貨として経済発展を図るためには、「水素を海外から調達し使う」ことに終始せず、「国内で水素を作る」「日本企業が水素ビジネスで稼ぐ」ことが求められる。また、グリーン水素の供給コストは、再エネ電力代、水電解槽システム稼働率、水電解槽システムコストの影響を受ける(【図表 1】)。再エネを活用する場合、発電量は風況や日照状況等に左右され、稼働率を大きく高めることは難しい。他国に先んじて水電解槽のコストを低減し、グリーン水素の価格を抑えられれば、水素ビジネスでシェアを拡大して収益を上げるだけでなく、日本における水素利活用が促進され、2050 年までの国のカーボンニュートラル目標の達成に近づくと考えられる。

2023 年 6 月に改訂版が示された水素基本戦略においても、「市場の立ち上がり早い」「市場規模が大きい」「日本企業が技術的優位性を持つ」という条件を満たす、水電解槽を含む 5 類型 9 分野を戦略分野として位置づけ、2030 年までの日本企業による水電解槽導入目標を 15GW とした(【図表 2】)。本稿では水電解槽の市場見通しや技術動向、個社の動向を概観し、日本企業がシェアを獲得するための方策について考察する。

¹ 日本産業の競争力強化や社会課題の解決に寄与しうる技術・イノベーション領域をとり上げるレポート

【図表 1】グリーン水素のコスト構造イメージ



(出所) 日本エネルギー経済研究所「再生可能エネルギーからの水素製造の経済性に関する分析」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 2】改訂版水素基本戦略における水電解槽の位置づけ

4-2 水素産業戦略

- ・ 市場の立ち上がりが相対的に早く、市場規模も大きいと考えられる分野
- ・ 日本企業が技術的優位性を持っていると考えられる分野

重点分野	1. 水素供給(水素製造、水素サプライチェーンの構築)
	2. 脱炭素型発電
	3. 燃料電池
	4. 水素の直接利用 (脱炭素型鉄鋼、脱炭素型化学製品、水素燃料船)
	5. 水素化合物の活用 (燃料アンモニア、カーボンリサイクル製品)

地域内で各産業が有機的につながっていることに着目して、一体として水素産業の普及支援を図る

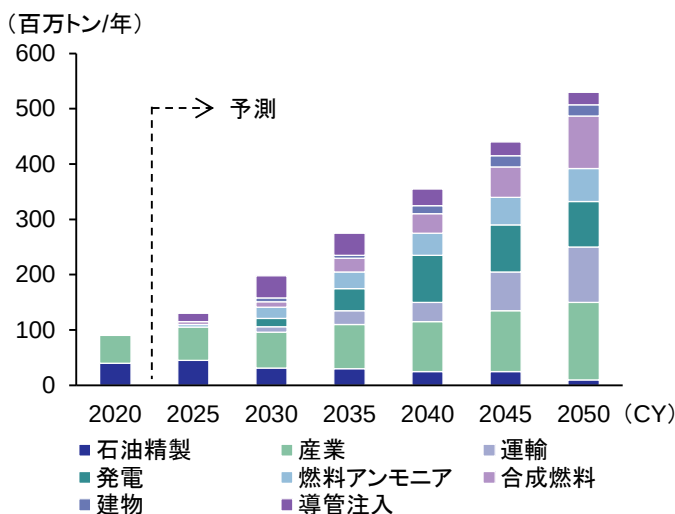
(出所) 内閣官房「水素基本戦略」より、みずほ銀行産業調査部作成

2. 水素の需給と水電解槽市場規模見通し

水素需要の拡大に
 応えるため水電解槽容量の強化が求められるが、現状の容量は NZE シナリオにおける必要量に対して不足

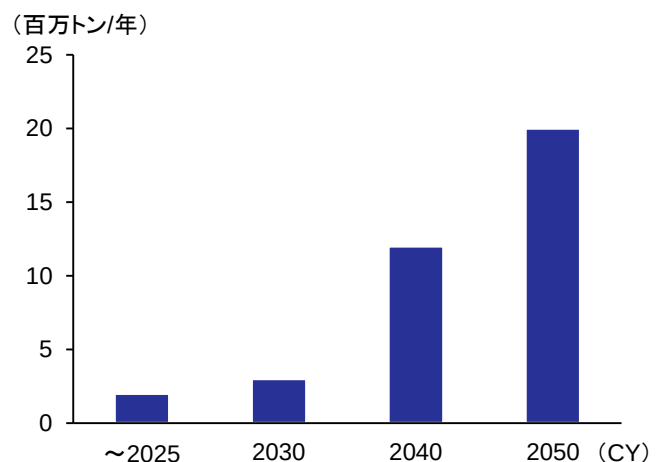
国際エネルギー機関(IEA)の Net Zero Scenario (NZE シナリオ)²によれば、2050 年には世界の水素需要は現在の約 6 倍に増加する見通しである(【図表 3】)。また、日本でも水素需要の飛躍的拡大が見込まれており、政府は水素の導入目標を 2030 年 3 百万トン、2040 年 12 百万トン、2050 年 20 百万トンと置いている(【図表 4】)。足下は化石燃料由来の水素(グレー水素)が供給の大宗を占めるが、2050 年に向けては、グリーン水素が供給の中心的な役割を担うと予想される。2030 年時点で、NZE シナリオにおけるグリーン水素生産量から、必要な水電解槽容量は約 800GW と試算される(【図表 5】)。他方、現在進行中のプロジェクトに基づいた 2030 年時点での水電解槽設置容量の予測は欧州やオーストラリアを中心に 134GW にとどまるが、今後脱炭素化の潮流が世界で加速するにつれ、水電解槽の設置容量は増加していくと考えられる(【図表 6】)。

【図表 3】用途別・世界の水素需要量見通し
(IEA、NZE シナリオ)



(出所) IEA, Global Hydrogen Review 2021 より、みずほ銀行産業調査部作成

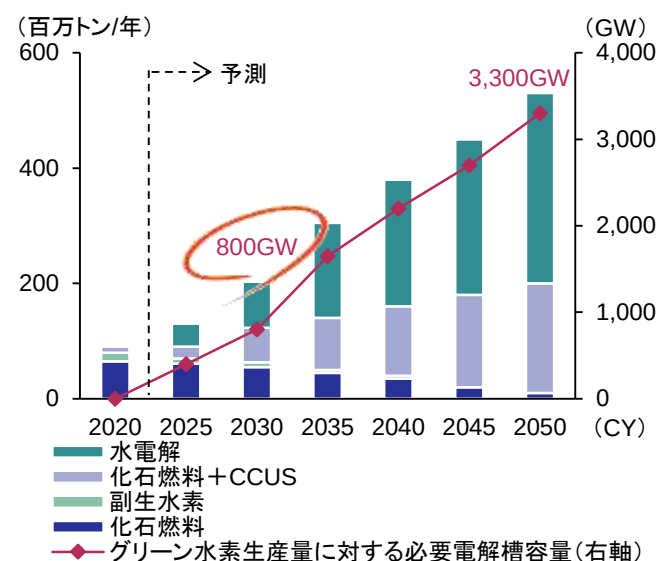
【図表 4】日本の水素導入量目標



(出所) 資源エネルギー庁「水素・燃料電池戦略協議会」資料より、みずほ銀行産業調査部作成

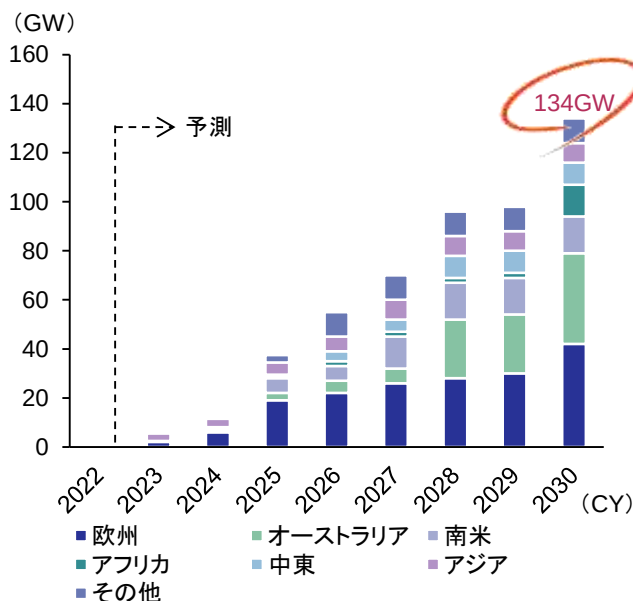
² 世界全体として 2050 年に CO2 排出ネットゼロが達成されるシナリオ

【図表 5】世界の水素供給量見通し(IEA、NZE シナリオ)と必要電解槽容量試算



(注) 水電解槽 1GW あたりの水素製造量は 10 万トン/年と想定
(出所) IEA, Global Hydrogen Review 2021 より、
みずほ銀行産業調査部作成

【図表 6】現在進行中のプロジェクトに基づいた電解槽累積設置容量見通し



(出所) IEA, Global Hydrogen Review 2022 より、
みずほ銀行産業調査部作成

市場規模が大きく
拡大する水電
解槽ビジネスは
企業の収益拡大
の機会に

日本の水素・燃料電池戦略ロードマップ(2014 年策定、2016 年・2019 年改訂)では、水電解槽のシステムコスト目標(変圧器や整流器も含んだコスト)はアルカリ型水電解槽が 5.2 万円/kW、プロトン交換膜(PEM)型水電解槽が 6.5 万円/kW であり、単純平均値は 5.85 万円/kW となる。この単価を 2030 年時点の累積設置容量にかけ合わせると、世界の累積市場規模は、現在進行中のプロジェクトに基づいた積み上げベースでは約 8 兆円、IEA の NZE シナリオベースでは約 47 兆円と試算される(【図表 7】)。2050 年時点では、水電解槽単価を横置き、水電解槽の寿命を 10 年と仮置きして計算すると、リプレイスも含めた 2050 年時点の世界の累積市場規模は、NZE シナリオベースで約 368 兆円と見込む。このように水電解槽は市場の拡大が見込まれるため、水電解槽に関わる企業にとって大きなチャンスとなる。

【図表 7】水電解槽の累積市場規模試算

	2030年までの 累積市場規模	2050年までの 累積市場規模
世界 (積み上げベース)	8兆円 (導入容量:134GW)	—
世界 (IEA NZEシナリオ ベース)	47兆円 (導入容量:800GW)	368兆円 (新規導入193兆円、リプレイス175兆円) (導入容量3,300GW)

(注 1) 水電解槽システム価格は 2030 年時点・2050 年時点とも水素・燃料電池ロードマップにおける

2030 年時点アルカリ型及び PEM 型の目標値の平均値(5.85 万円/kW)を採用

(注 2) 水電解槽の寿命は 10 年と仮定

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

3. 水電解槽の仕組みの整理

水電解槽の方式は大きく4つあり、アルカリ型が最も利用されている

水電解槽の方式は、アルカリ型、PEM 型、アニオン交換膜 (AEM) 型、固体酸化物 (SOEC) 型の 4 つに大きく分けられる(【図表 8、9】)。アルカリ型は技術的に成熟し商用化が進んでおり、大型化が比較的容易な点で優れるが、変動電源に対する応答性が低く、専有面積が大きい点が課題である。PEM 型も実用化されており、変動電源に対する応答性が高い点で優れるが、貴金属系の部材を用いることで設備コストがかさむ傾向があり、大型化の実績が少ない点が課題である。なお、現在、設置済水電解槽の 60%はアルカリ型、30%が PEM 型となっている(【図表 10】)。アルカリ型、PEM 型の課題を補うため、AEM 型、SOEC 型といった新たな方式が開発されている。AEM 型は PEM 型と類似する構造であるがプロトン(水素イオン)ではなくアニオン(水酸化物イオン)が膜を移動する点が異なり、電極に貴金属が不要となるが、膜の劣化が早い点が課題である。SOEC 型は高温の水蒸気を電解する方式で、他の方式と比較し高効率であるが、装置の耐久性が課題である。また AEM 型、SOEC 型とも研究開発段階であり、商用化に時間を要する点も留意が必要である。

【図表 8】各方式の特徴

		アルカリ型		PEM型		AEM型		固体酸化物(SOEC)型	
		現況	評価	現況	評価	現況	評価	現況	評価
性能	技術的成熟度	商用化 (TRL9)	○	商用化 (TRL9)	○	研究段階 (TRL6)	△	研究段階 (TRL7)	△
	水素製造効率 ¹	70%	△	75%	△	>80%	○	80%	○
	寿命 ²	60,000時間	○	50,000～80,000時間	○	>5,000時間	△	<20,000時間	△
	コスト ¹	8.5万円/kW	○	13.5万円/kW	△	10万円/kW以下	○	—	—
	触媒における貴金属利用 ³	無 (Ni/Ni,Co)	○	有 (PtC/IrO ₂)	△	無 (NiMo/NiCrMo)	○	無 (Ni-YSZ/LaSrMnO ₃)	○
その他	メリット	大規模化が容易		電圧変動応答が早い		電圧変動応答が早く安価		エネルギー効率が低い	
	デメリット	電圧変動応答が遅い		貴金属使用により高価触媒劣化が早い		膜の劣化が早い		起動時間が長い劣化が早い	
	主な将来の想定利用環境	水力発電や系統電力等安定電源を利用した大型水素製造プラント		太陽光発電や風力発電等変動電源を用いた水素の製造		太陽光発電や風力発電等変動電源を用いた水素の製造		原子力発電所等高温の排熱が供給される設備の近隣での稼働	

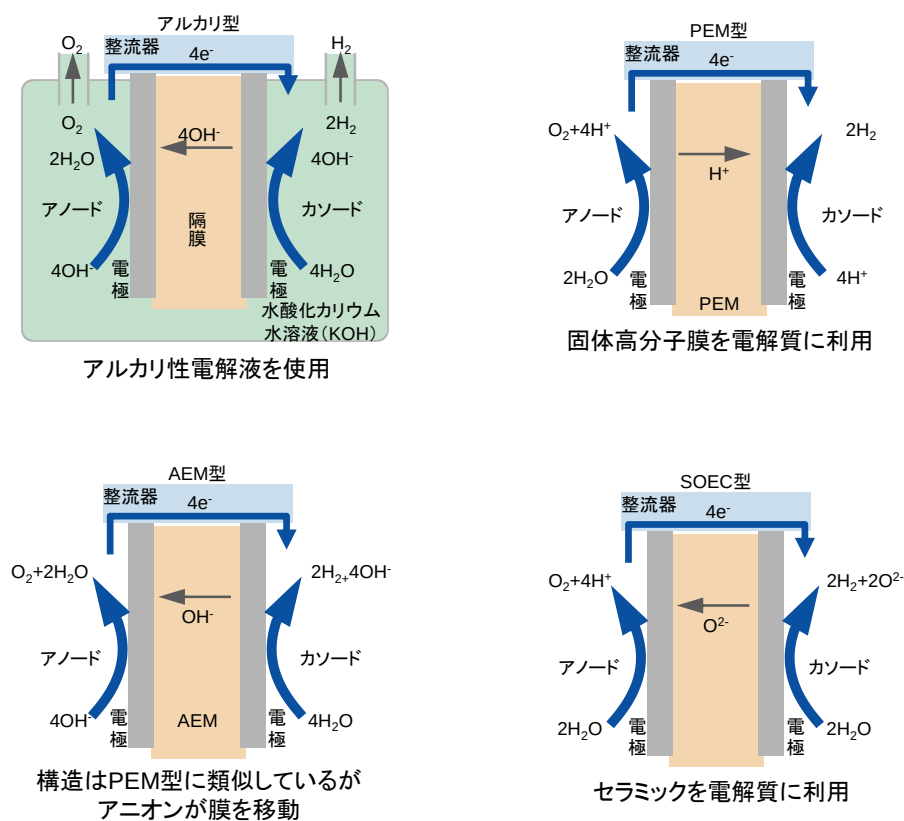
(注 1) ○と△の評価は、4 方式のうち好ましい性能を持つ 2 方式に○、○以外の 2 方式に△を付与
(同性能の場合は○を 3 方式に付与する場合もあり)

(注 2) TRL: Technology Readiness Level の略。技術開発がどの段階まで進捗したかレベル 1 から 9 までの数値で示す定量的尺度

(注 3) Ni: ニッケル、Co: コバルト、PtC: 白金担持カーボン、IrO₂: 二酸化イリジウム、NiMo: ニッケルモリブデン合金、NiCrMo: ニッケルクロムモリブデン合金、Ni-YSZ: ニッケル-安定化ジルコニアサーメット、LaSrMnO₃: ランタンストロンチウムマンガンナイト

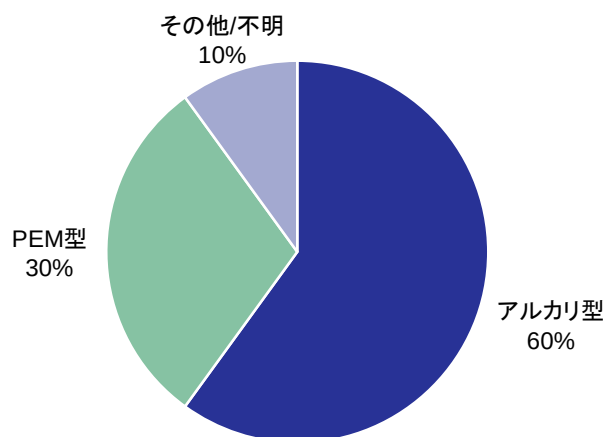
(出所) 1. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 水素・燃料電池成果報告会 2022「水電解水素製造技術高度化のための基盤技術研究開発 / 高性能アニオン膜型アルカリ水電解のための材料開発と膜電極接合体に関する研究開発」、
2. 国際再生可能エネルギー機関 (IRENA), *Making the breakthrough: Green hydrogen policies and technology costs (2021)*、
3. 経済産業省「2050 年カーボンニュートラルに向けた若手有識者研究会 水素関連プロジェクトの今後の取組みに関する提言」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 9】 各方式の仕組み



(注) アノード: 陽極、カソード: 陰極
 (出所) IRENA, *Green hydrogen cost reduction (2020)* より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 10】 設置済の水電解槽における各方式のシェア

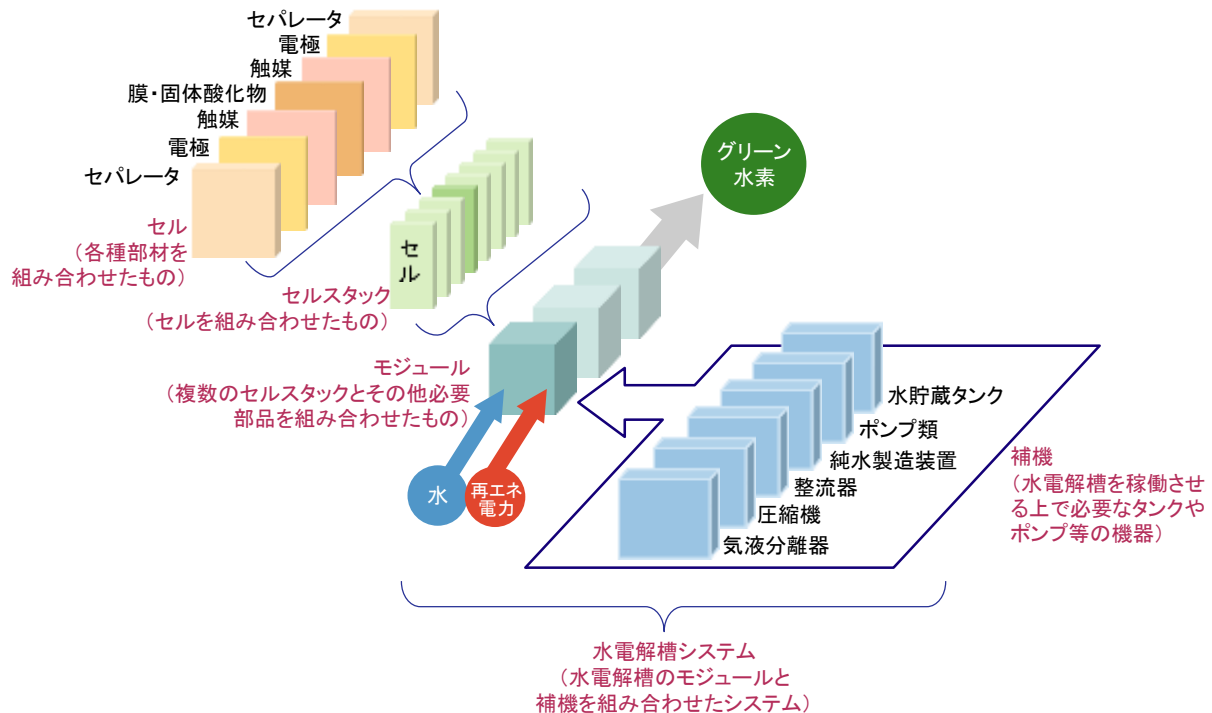


(出所) Hydrogen Council, *Hydrogen Insights 2023* より、みずほ銀行産業調査部作成

水電解槽の稼働には部材や補機が必要

水電解槽は、膜や電極、触媒等の部材からなるセル、複数のセルを組み合わせたセルスタック、複数のセルスタックとその他必要部品を組み合わせたモジュールにより構成される。さらに、稼働させるためには、モジュールと補機を組み合わせた「水電解槽システム」を構築することとなる(【図表 11】)。水電解槽システムを作り上げるには、部材メーカー、補機メーカーと連携し水電解槽メーカーが必要な部材・機器を組み上げる必要がある。

【図表 11】 水電解槽システムの大まかな仕組み



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

4. 主要企業の戦略動向

グローバルには、水電解槽事業の分社化、外部とのパートナーシップ活用、国のバックアップを得た開発・生産推進等の取り組みが行われている

企業動向に着目すると、水電解槽市場におけるシェア獲得のため、欧州企業は外部の資金・技術の活用や再エネ関連機器とのセット販売等を行い、中国企業は国と一体となって事業化にまい進するなど、グローバルに様々な取り組みが進む。Thyssenkrupp(独)は、電気化学工業企業である De Nora(伊)と合弁会社 Thyssenkrupp Nucera を設立(旧社名: Thyssenkrupp Uhde Chlorine Engineers)し、水電解槽事業をスピンアウトしてアルカリ型水電解槽の事業拡大に取り組んでおり、更には足下、同社の IPO も実施するなど、外部資金をうまく活用した迅速な事業化を行う。また、Siemens Energy(独)は、膜技術に強みを持つ東レと、PEM 型電解槽向け膜を共同開発したり、産業ガス大手 Air Liquide(仏)と大規模電解槽開発・製造のための合弁会社を設立したりするなど、外部とのパートナーシップを活用している。加えて、Siemens Energy は風力発電を活用した合成燃料の製造を目指すチリの Haru Oni プロジェクトにおいては、プラント設計を担い、水電解槽システムのみならず、子会社 Siemens Gamesa Renewable Energy の風力タービンの納入を担当するなど、再エネ関連機器とセットになった売り込みを展開している。Nel(ノルウェー)はコスト削減の取り組みとして、ヘロヤ工場において世界初の完全自動化生産設備を稼働させている。Plug Power(米)は、水電解槽とともに燃料電池(FC)システムを手掛け、FCフォークリフトの納入や自社の水電解槽を活用したグリーン水素供給をセットで行っており、Amazon(米)と契約するなど物流業界との紐帯を強めている。中国では、国営の中国船舶工業集団傘下で特殊ガス産業等に強みを有する七一八研究所が、その傘下に抱える Peric 社を通じ、国家研究機関として国のバックアップを得ながら、水電解槽や化石燃料改質水素製造装置など多様な水素製造装置事業に取り組んでいる。

日本では、2025年以降の事業化を見据え技術を持つ企業が研究開発を進める

日本は 2020 年代後半以降の事業化を目標に、様々な企業が製品開発を進める。食塩水を電気分解し苛性ソーダ等を製造する食塩電解プロセスに強みを持つ旭化成はアルカリ水電解槽の技術を持ち、2025 年の事業化を見据えている。サプライチェーンの上・下流のパートナー企業との連携を推進するとともに、モノ売りにとどまらず、遠隔管理やデータドリブンサービスの提供を通じたソリューションビジネスの展開を掲げる。トクヤマも食塩電解事業で培った技術を活かして常圧法・高圧法のアルカリ水電解槽を開発しており、常圧法は 2025 年度までの実用化を目指している。高圧法においては日本触媒が開発するセパレータをパイロット設備に組み込み、研究開発を進めている。日立造船は PEM 型水電解・メタネーションを含む Power to Gas ビジネスに注力しており、2030 年までの大規模水素製造(想定容量 100MW〜)を目指す。東芝は PEM 型でレアメタルを削減した電極部材を開発している。また NEDO 事業にて SOEC 型の研究開発にも取り組んでおり、PEM 型、SOEC 型両輪での市場シェア獲得に取り組んでいる。部材技術を持つ企業も競争力のある製品を開発している。東レは、PEM 型水電解槽に使用される部材の中で、高性能な炭化水素系電解質膜やカーボンペーパーなどを開発しており、触媒付電解質膜(CCM)、膜・電極接合体(MEA)の生産能力拡大を進める。

海外企業と日本企業の戦略には差異が存在し、日本企業にとって参考となる点が多い

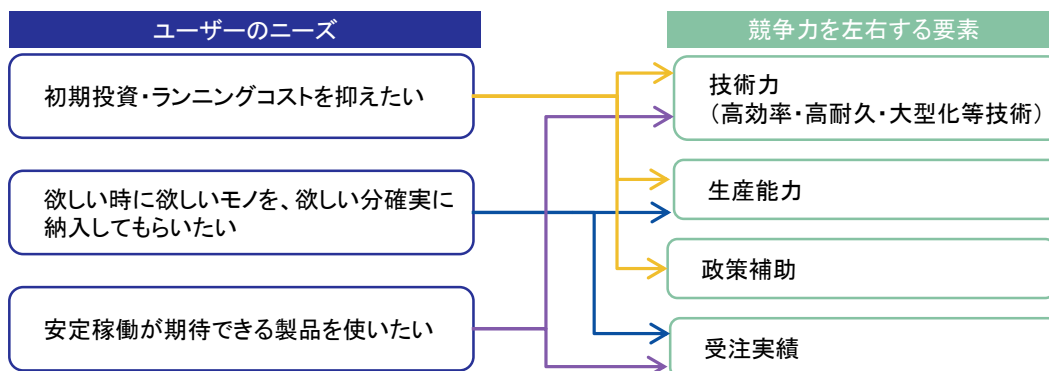
海外企業は他企業との連携や事業の切り出しなどを通じて迅速にビジネス化を進めており、既に事業化フェーズに入っている。他方、日本においては自社での製品開発に重きを置く傾向が強く、事業化の時間軸を 2025 年以降と想定している企業が多い。こうした戦略の差異は次章で述べる産業競争力にも影響を与える。海外企業による水電解槽事業の分社化及び IPO による外部資金調達や、水電解槽の調達を確保したい水素供給企業の資金や水電解槽への部材供給を志向する素材メーカーの技術力を活かしたビジネス化推進、コスト低減の取り組みは日本企業に参考となるだろう。

5. 日本の水電解槽の産業としての競争力分析

水電解槽メーカーの競争力は、低コスト・安定稼働を実現する技術力、生産能力、受注実績により左右されると推察

このように、グローバルに企業間の競争が始まっている。本章では、グローバルな市場の中での日本の水電解槽の産業としての競争力について分析したい。水電解槽メーカーは、ユーザーである水素製造プロジェクトオーナーや、プラントの基本設計を担うプラントエンジニアリング会社に、自社製品を採用されることが必要となる。購入者は製品に「投資額・ランニングコスト抑制」「確実な納入」「安定稼働」といった点を求めると推察される。こうしたニーズに応えるためには、水電解槽メーカーの競争力を左右する要素として、「高効率化・高耐久化・大型化を実現しつつ安定的な稼働が実現できる製品を供給する技術力」「生産能力」「コストを低減するための政策補助の有無」「受注実績」といった点が重要になると考えられる(【図表 12】)。

【図表 12】水電解槽メーカーの競争力を左右する要素



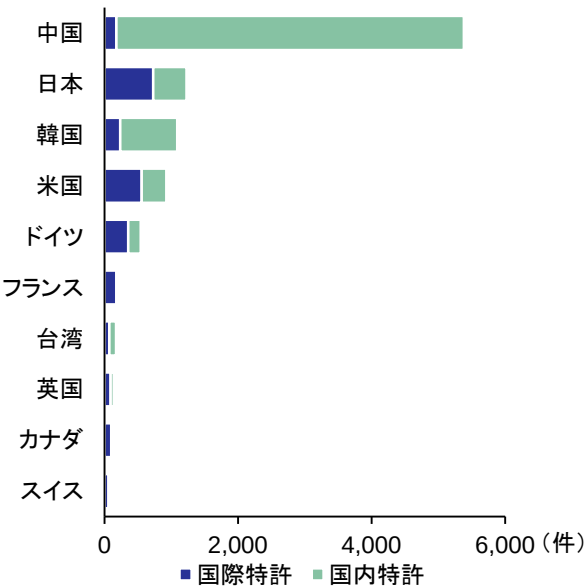
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

日本は多くの国際特許を持つ一方、製品の大規模化に遅れ

競争力を左右する要素についてそれぞれ見ていく。まずコスト低減につながる技術力について取り上げる。直近 15 年間で水電解槽に関する特許承認が多かったのは中国・日本・韓国・米国・ドイツである。中でも日本・米国・ドイツは国際特許が多く、中国は国内市場での展開を念頭に置き国内特許が多い(【図表 13】)。電解方式別に見ると、日本

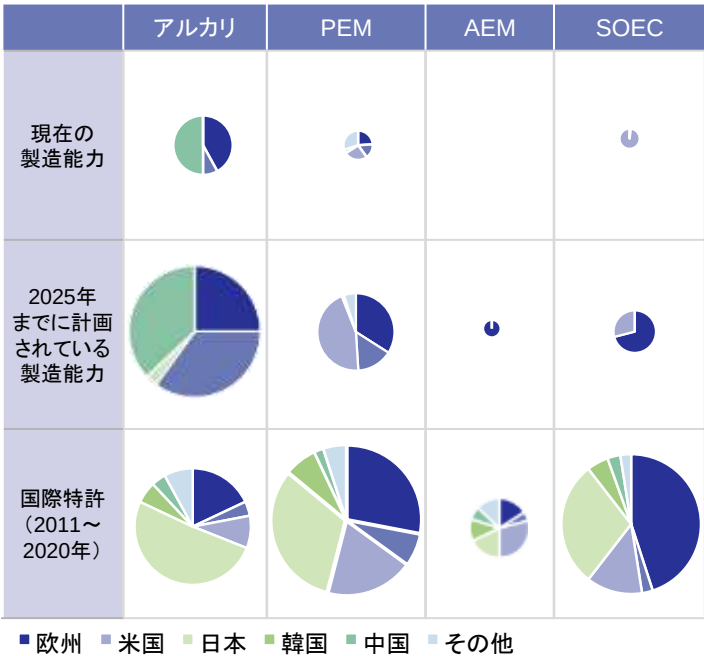
は4方式全てで一定割合の特許を有している。欧米は特定の方式に強みを持つ企業が多いと推察され、欧州は PEM 型と SOEC 型の特許が他国・地域に比べて多く、米国は AEM 型の特許が多い(【図表 14】)。国際特許保有上位企業を見ると、日欧の企業で占められている(【図表 15】)。他方、製品の大型化の状況を見ると、少しずつ製品サイズを大きくしながら稼働実績を積み上げる傾向のある日本メーカーと比較し、欧米メーカーは1製品あたりの大型化が進んでいることがうかがえる(【図表 16】)。

【図表 13】 水電解槽に関する特許承認上位国
(2005～2020 年累計)



(出所) IRENA, *Innovation trends in electrolyzers for hydrogen production* (2022)より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 14】 国・地域別の水電解槽製造能力と
近年の国際特許取得状況



■ 欧州 ■ 米国 ■ 日本 ■ 韓国 ■ 中国 ■ その他
(注) 円の大きさは製造能力または特許数の比較感を示す
(出所) IEA, *Hydrogen patents for a clean energy future* (2023)より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 15】 水電解槽に関する近年の国際特許保有
国際特許取得上位企業

	アルカリ	PEM	AEM	SOEC
CEA (仏)		18		63
旭化成 (日)	21	17		
パナソニック (日)	4	14		15
De Nora (伊)	20	1	8	
東芝 (日)	7	2	8	10
Siemens (独)	3	1	13	8
Topsoe (デンマーク)		1		19

(注) 2011～2020 年に承認された特許の総数
(出所) IEA, *Hydrogen patents for a clean energy future* (2023)より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 16】 日本企業と海外企業の1製品あたり容量

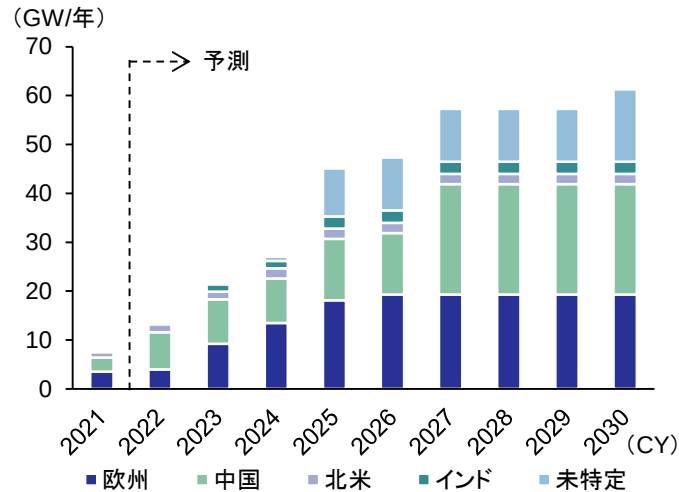
企業	製品名	1製品あたり容量(最大)
旭化成	Aqualyzer	10MW
日立造船	HydroSpring	1.5MW
Thyssenkrupp Nucera(独)	—	20MW
Siemens Energy(独)	Silyzer	17.5MW
Nel(ノルウェー)	M5000	20MW
Cummins(加)	HyLYZER	20MW
Plug Power(米)	Plug EX-4250D	10MW

(出所) 各社公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

水電解槽の生産能力は欧州・中国が大きい

次に生産能力に着目する。世界の水電解槽製造能力は2021年時点で約8GW/年であり、2030年までに約60GW/年へ達すると見込まれる。2021年時点で製造能力の8割を欧州と中国が占め、2030年にかけても欧州・中国の製造能力は増強される見通しである(【図表17】)。日本はメーカーが製品の大型化に慎重であるほか、投資予見性が見えない中、大きな設備投資に踏み切れていないなどの要因により、現状は生産能力の大きな拡大は見込みづらい状況である。

【図表17】水電解槽の地域別年間製造能力(2021～2030)



(出所) IEA, *Planned electrolyser manufacturing capacity by region, 2021-2030 (2022)* より、みずほ銀行産業調査部作成

各国は水素利活用及び供給への支援を行う

また、政府からの支援を活用できればコスト低減につながる。前述の Mizuho Industry Focus vol.237 でまとめた通り、日本・欧州・米国・中国は水素に関する政策を相次いで打ち出しており、水電解槽を含めて各種支援を行っている。欧州・米国・中国はエネルギーセキュリティ確保や運搬コスト抑制の観点から、水電解槽の R&D への支援にとどまらず、域内クリーン水素生産目標も設定しているなど、水電解槽が域内で利用される環境を積極的に整えようとしている。他方、日本では今のところマザーマーケットたる日本国内での水素生産目標は打ち出されていない。

受注実績は海外メーカーが先行

さらに、水電解槽メーカーの主な受注実績を下図にまとめた。日本の水電解槽メーカーと比較し、欧米や中国の水電解槽メーカーは、受注数が多く受注容量も大きい。日本企業と比べて事業化の時間軸が早く、製品の大規模化・生産能力の拡大を大胆に行っている海外企業の方が受注実績で先行する結果となっている(【図表18】)。

【図表 18】日本及び海外メーカーの主な受注実績

企業名	生産能力	主な受注実績					
		公表時期	発注企業	受注容量	型	設置場所	用途
旭化成	—	2021年8月	— (日揮と共同実証)	数十MW	アルカリ	福島県 浪江町	グリーンケミカル プラント実証
		2018年8月	東芝エネルギー システムズ	10MW	アルカリ	福島県 浪江町	グリーン水素製造 実証
		2017年10月	— (h2hertenと共同実証)	最大 10MW	アルカリ	独 NRW州 ヘルテン市	グリーンケミカル プラント実証
日立造船	—	2019年7月	山梨県企業局	1.5MW (GI基金で 16MWも)	PEM	山梨県 甲府市	グリーン水素製造実証
		2018年4月	IHI	1MW未満 (45Nm³/h)	PEM	福島県 相馬市	グリーン水素製造実証
Thyssenkrupp Nucera(独)	1GW/年 ⇒5GW/年	2022年1月	Shell (英蘭)	200MW	アルカリ	オランダ ロッテルダム	石化用 グリーン水素製造
		2021年12月	Air Products (米)	2,000MW	アルカリ	サウジアラビア NEOM	グリーン アンモニア製造
		2021年1月	Hydro-Quebec (加)	88MW	アルカリ	カナダ ケベック州	パイオ燃料製造
Siemens Energy (独)	0.25GW/年 ⇒3.25GW/年 (3GW/年は Air Liquideと協業)	2021年7月	Air Liquide (仏)	30MW	PEM	独 NRW州	産業・輸送用 グリーン水素製造
		2020年12月	Porche(独)、 ENAP(チリ)等	最大 2,000MW	PEM	チリ マガジャネス州	合成燃料製造
		2019年10月	Hydrogen Renewable Australia(豪)	4,000MW	PEM	豪 西豪州	グリーン水素製造
Plug Power(米)	0.5GW/年 ⇒2.5GW/年	2022年9月	New Fortress Energy (米)	120MW	PEM	米国 テキサス州	産業用 グリーン水素製造
		2022年5月	H2 Energy Europe (スイス)	1,000MW	PEM	デンマーク エスピアウ	輸送用 グリーン水素製造
		2021年10月	Lhyfe (仏)	50MW (5MW ×10台)	PEM	—	輸送用 グリーン水素製造
隆基緑能(中)	0.5MW/年 ⇒5GW/年	2023年4月	国家電力投資	1000Nm³ ×15台	アルカリ	中国 吉林・白城	合成アンモニア
		2022年5月	SinoPec	1000Nm³ ×4台	アルカリ	中国 新疆・庫車	発電+産業用 グリーン水素製造

(注)生産能力における矢印の前後は、現状と能力拡張計画反映後の生産能力を比較

(出所)各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

日本は優れた技術を持つも大型化等で遅れ

以上より、水電解槽産業の競争力を分析すると、日本企業は国際特許数で優れる一方、製品の大型化、生産能力強化、受注実績で海外企業にやや遅れをとっている状況である(【図表 19】)。

【図表 19】日本及び海外の水電解槽産業の競争力比較

	日本	欧州	米国	中国
国際特許数	多	比較的多	比較的多	少
装置容量	最大 10MW級	20MW級	20MW級	10MW級
生産能力	小	大	小	大
政策補助	GI基金等で R&Dへ補助有り (値差支援検討中)	R&D・水素PJへ 補助有り 域内生産目標有り	R&D・水素PJへ 補助有り 域内生産目標有り	R&D・水素PJへ 補助有り 域内生産目標有り
受注実績	少	多	多	多

強み

課題

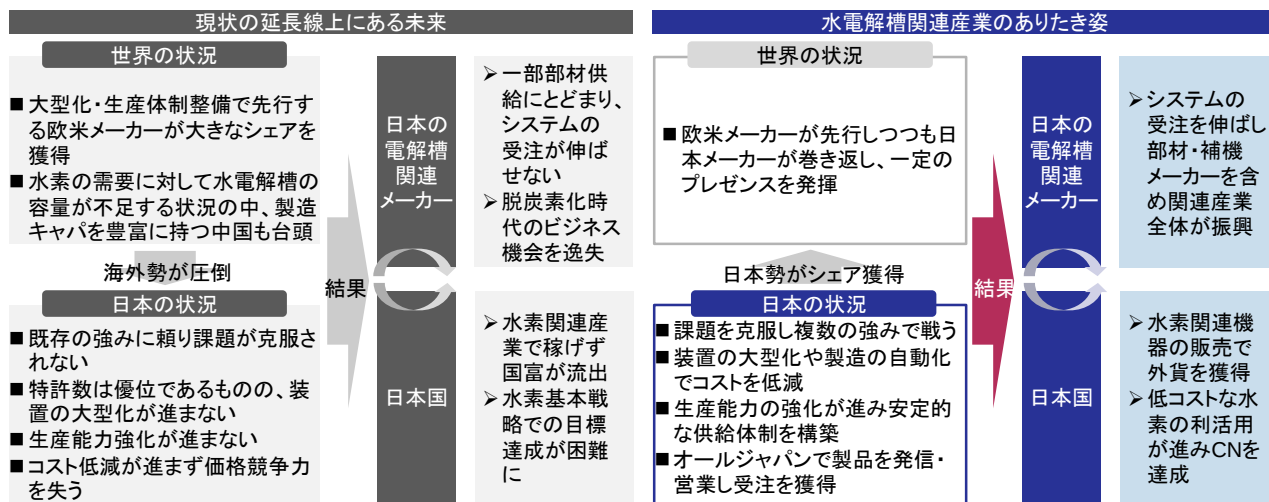
(出所)みずほ銀行産業調査部作成

6. 日本の水電解槽関連産業の振興に向けて

一部の部材供給にとどまらず、水電解槽システム全体の受注を伸ばす必要

前章の競争力分析を踏まえると、現状の課題を克服できなければ、日本企業は一部の部材供給にとどまり、水電解槽システムの受注が伸ばせず、稼働できる収益が限定的になるおそれがある。水素関連機器からの収益を極大化するためには、水電解槽システムの受注を伸ばし、部材・補機を含む関連産業全体を振興することが求められる（【図表 20】）。

【図表 20】現状の延長線上にある未来とありたき姿



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

コスト削減に向け製品大型化・製造自動化・高価な材料の削減の実現が求められる

課題克服のためには、いくつかの打ち手が考えられよう。まずは製品の大型化を含め、生産コスト削減に向けた取り組みである。水電解槽の単価低減はユーザー企業にとって初期投資額の抑制につながるため、生産コストの低減は水電解槽メーカーの競争力を向上させる要因となる。コスト低減を図るためには、製品の大型化、貴金属など高価な材料を使った部材の削減、製造工程の自動化などが考えられる。日本企業は各社が保有する技術・ノウハウを活用して製品の大型化や部材の改良といった技術開発に取り組むが、海外企業が事業化で先行していることを踏まえると、自社のみの開発だけでなく、部材メーカーや補機メーカーなどのサプライヤーを含め、他社との連携による早期の課題克服も求められる。

生産能力拡大のためには外部資金や国の出資の活用が一案

また、積極的にシェア獲得・デファクトスタンダード化を狙い、稼働実績を積み重ねるためには、大量の受注に応えられるよう部材・補機を含めた水電解槽システム全体の生産能力の早期拡大が不可欠である。しかしながら大規模な水電解槽製造工場の建設には投資が必要となり、水電解槽メーカー単独ではリスクを取り切れない場合もある。投資負担を軽減しリスクを分散するために、水電解槽メーカー、部材メーカー、ユーザー（エネルギー企業や商社など）等複数社が連携して新会社を設立し新たな工場を建設すること、または、水電解槽メーカーが電解槽事業を切り出して部材メーカー、ユーザーや投資家などから外部資本を募り、意思決定を早めながら資金調達し生産能力を拡大すること、などは選択肢となろう。なお、日本のエネルギーセキュリティ向上や水素産業振興に向けた国策プロジェクトとして、国も一部出資する形で、水電解槽のギガファクトリーを建設することも考えうるだろう。

投資回収予見性を高めるためファーストムーバーの見極めが重要、政府のコミットにも期待

企業がコスト削減や生産能力拡大といった課題の克服に取り組むためには、事業の投資回収予見性を高める必要がある。現在は市場の黎明期であり、海外水電解槽メーカーはまだ利益を創出できる事業規模を確保できていない中、初期投資の負担がかさんでいる状況のため、特に専門メーカーの業績は良好とは言えないが、生産能力拡大に向けた投資を継続している（【図表 21】）。これは、欧米ではエネルギー企業や産業ガス会社等を中心に水素製造プロジェクト検討が数多く発表されており、マザーマーケットでの水電解槽のニーズが強く見込まれ将来的に黒字化する絵姿が描けているためである。

と考えられる。また、EU などが強力に推進するグリーン政策を背景に、将来の水電解槽市場拡大を見込んでいるとみられ、こうした点も投資回収予見性を高めていると推察される。翻って日本の目線では、政府の水素サプライチェーン構築支援（いわゆる値差支援）の対象となる国内外の案件が、日本企業が主導するプロジェクトとして最初に実現することとなる。日本企業はそうした案件のオーナー（＝ファーストムーバー）を見極めて緊密に連携することで、2030 年頃までに自社の水電解槽を導入してもらう予見性が高められるだろう。大型機の受注実績がゼロのままでは、いつまで経っても大型プロジェクトを進めるユーザーに製品が受け入れられず、事業化で先行する海外企業との競争のスタートラインに立つことができない。一度納入・稼働に成功することで、海外企業に実績面でキャッチアップでき、更なる受注につながる好循環が期待できる。また、日本政府においても、国内グリーン水素製造・利用目標の設定や、水電解槽導入目標の引き上げ、水素サプライチェーン構築にかかる予算の拡充などで更なるコミットを示すことで、企業の投資予見性が高まるのではないだろうか。

【図表 21】海外水電解槽メーカーの業績

社名	上場	決算期 年/月	時価総額 (Million USD)	売上 (Million USD)	EBITDA (Million USD)	EBITDA マージン
Nel(ノルウェー)	上場	2022/12	2,187	95	▲112	▲118 %
ITM Power(英国)	上場	2022/04	2,532	8	▲59	▲769 %
McPhy Energy(仏)	上場	2022/12	239	17	▲39	▲228 %
Thyssenkrupp Nucera(独)	非上場	2021/09	—	355	33	9.4 %
Siemens Energy(独)	上場	2022/09	8,014	31,447	1,309	4.2 %

(注) 1 ノルウェークローネ＝0.1 米ドル、1 ポンド＝1.3 米ドル、1 ユーロ＝1.1 米ドルで換算

(出所) Thyssenkrupp Nucera は公表資料より、その他は SPEEDA より、みずほ銀行産業調査部作成

オールジャパン
での海外ビジネス
展開体制構築
も有効

コスト低減や生産能力強化を実現した上で、官民一体となったグリーン水素製造ポテンシャルの高い海外地域での展開強化を行うことも有効である。グリーン水素製造ポテンシャルは、地元メーカーが強い欧米中のみならず、豪州、南米、中東、アフリカなども高いといわれている。そうした地域で製品を売り込むことができればプレゼンス向上が期待できる。グローバルにユーザーからの受注を獲得するためには、海外現地でのエンジニアリング・メンテナンス体制の構築やユーザーへの認知度向上・積極的な売り込みが必要となるが、水電解槽関連企業の中には、今までグローバルにエネルギー関連事業を手がけてこなかった企業や、海外でのエンジニアリングノウハウに乏しい企業も存在し、事業規模も様々である。日本企業が海外市場でのプレゼンス向上を目指すにあたっては、例えば、グローバルな拠点網を有する商社や、製品の量産化を得意とする自動車やエレクトロニクスメーカーなどとの連携を通じて不足するノウハウを補完することが有効であろう。また時には政府と一体となったトップセールスを海外で行い、日本製品への認知度を向上していくことが打ち手となる。このように、オールジャパンで海外企業と伍して戦える体制を整えることが重要である。日本企業はマザーマーケットたる日本市場のみをターゲットとしていては受注獲得・シェア拡大を通じた収益拡大並びにコスト低減に限界があるため、グローバルなプレゼンス向上を志向することを期待している。

7. おわりに

日本企業の課題
克服と水電解槽
市場でのプレゼ
ンス向上を期待

水電解槽は今後市場が拡大すると見込まれ、大きなシェアを獲得できれば日本にとっての経済効果は大きい。また、水電解槽のコスト低減を通じてグリーン水素の供給コストが下がれば日本における水素普及の進展にも寄与する。日本企業は数多くの特許を保有し、優れた技術を持つものの、製品の大型化や生産能力の強化、受注実績などの課題を抱え、ビジネス化では海外企業にやや遅れをとっている面がある。水電解槽の事業化を、メーカーのみが主導する形から、メーカー・ユーザー・政府が一体となって推進する形とすることで、業界構造から起因する事業化の遅れを打開し、海外市場でシェアを獲得できる体制構築を図ることが有効と推察する。日本として水素を調達・利用するだけでなく、水素関連産業で収益を獲得するため、水素サプライチェーンの一翼を担う重要な分野として官民が一体となって課題を克服し、日本企業がグローバルに競争を勝ち抜き、プレゼンスを発揮することが期待される。

みずほ銀行産業調査部
資源・エネルギーチーム 野村 卓人
takuto.nomura@mizuho-bk.co.jp

[アンケートに
ご協力をお願いします](#)



Mizuho Short Industry Focus／209 2023 No.10

2023年7月25日発行

© 2023 株式会社みずほ銀行

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

編集／発行 みずほ銀行産業調査部

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