

水素概論

石塚朋弘・加藤敦史

Introduction to Hydrogen

Tomohiro Ishizuka・Atsushi Kato

水素は様々な特異な性質を持つ、原子番号1番の最も軽い“金属”である。近年、この活用について注目が集まっており、特にエネルギー部門では、「環境負荷低減」、「エネルギーセキュリティ対応」の観点から、多くを中東に依存する化石燃料の代替として利用する取り組みが進められている。

本稿では、水素の特徴、我が国におけるエネルギー分野での水素利活用方針、技術開発の状況等について整理する。

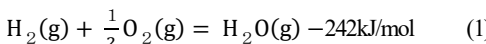
1. 水素の概要

1.1 水素とは

水素は原子番号1番の最も軽い元素であり、基本的に1個の陽子と1個の水素から構成されており、宇宙全体における原子構成において質量で全体の70%を占めている。地球表面では、質量でケイ素、酸素について3番目であり、約9%を占めている。しかしそのほとんどが海水の状態で存在するため、大気中における水素分子濃度はわずか1ppm以下である。

1.2 水素の燃料としての性質

水素は燃焼すると酸素と反応して以下のように発熱しながら水（水蒸気）を生成する。



近年、物質が持つ総エネルギー量である「エンタルピー」に対して、実際に使うことができるエネルギー量（仕事として取り出すことが可能なエネルギー量）として「エクセルギー¹⁾」という概念が生まれている。仮にエンタルピーが大きい物質があったとしても、エクセルギーが小さければ仕事として取り出すことができるエネルギーが少ないことから、効率的なエネルギー源とは言えない。主な物質、エネルギーのエクセルギー率（エクセルギー/エンタルピー）を表1に示す。

表1の通り、メタン、水素等の燃料はエクセルギー率が高い。一方で熱はエクセルギー率が低い。これは、熱は広く分散して回収

表1 エクセルギー率の比較

物質、エネルギー	エクセルギー率(%)
水素	83
メタン(天然ガス)	92
電気	100
熱	44(600°C)、11(100°C)

が難しくなってしまうためであり、質の低いエネルギーといえる。一方、電気はエクセルギー率 100%であり、どのような使い方もできる万能なエネルギーであるといえることができる。

一般的に、燃料からエクセルギー率 100%である電気を得る方法として、①燃料を燃焼し、②熱を得て蒸気を生成し、③タービンを回すという汽力発電方式が一般的に用いられているが、この方法では大量の熱を発生し、エネルギーを無駄にしている。コージェネレーション等の方法では低温の熱を回収し、温水供給等により総合エネルギー効率を向上させることもある。一方で電力会社等が系統用に用意している石炭火力や LNG 火力等の大規模電源では冷却水である海水を温めているだけであり、ほぼすべての熱は回収できない廃熱となっている。つまり、エネルギーを効率的に利用する（電気を得る）ためには、燃料の燃焼工程を排除する（熱を発生させない）ことが重要であることがわかる。

図 1 に汽力発電（ボイラ-蒸気タービン）に加えて燃料電池発電（ガス化-燃料電池、自己熱再生時）のエンタルピーフローを示した。理論上、汽力発電では一次エネルギーの約 30%しか電気に転換することができない。一方、後者では、燃料電池（この場合は高温で作動する固体酸化物形燃料電池を想定）をガス化炉内に組み込み、燃料電池で発生した 850℃程度の熱を、エクセルギーをロスしないようにそのままの温度でガス化に利用して水素を発生させることができる。その結果、エクセルギーロスを最小限に抑えることで 70%以上の発電効率を達成することが可能となり、効率的に一次エネルギーを二次エネルギーである電気へ転換、利用できることがわかる。

このため、水素は表 1 の通りエクセルギー率だけをみると化石燃料であるメタンより低い が、燃焼工程を経ないで利用可能であることから、化石燃料と比較して高品質な燃料として活用することができる。

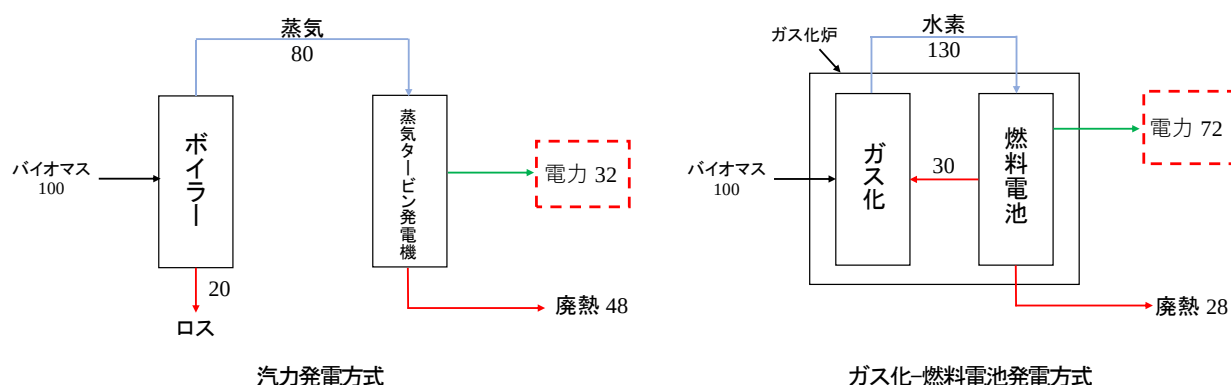
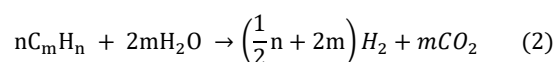


図 1 発電方式による発電効率

1.3 水素の製造方法

水素を得るにはいくつかの方法があり、その主な製造方法を図 2 に示す。現状、水素を得る方法としては、大きく「副生水素」、「目的生産水素（既存設備）」の二つがある。副生水素で最も多く水素を発生するのは、規模的観点から鉄鋼製造過程において発生する副生水素である。ただし、これは水素純度が 50%程度と低く、さらには硫化水素などの不純物を含んでいることから、その精製、高純度化に多大なコストが必要であり、利活用は進んでいない。一方、苛性ソーダ由来の副生水素は、電気分解により製造されていることから、水分以外の不純物がほとんど含まれておらず、除湿するだけで 99.99%以上の高純度水素を製造することが可能であり、広く利用されている。

このほか、必要に応じて新たに水素を製造する方法として、「目的生産水素（新規設備）」による水素供給が考えられ、化石燃料の改質または水電解装置により水素を製造することができる。化石燃料の改質は、主に石油精製企業によって実施されている技術を適用するものであり、(2)式のとおりプロパン等の炭化水素類を、触媒を使用して 800℃程度の温度で水蒸気改質することで水素を得る。



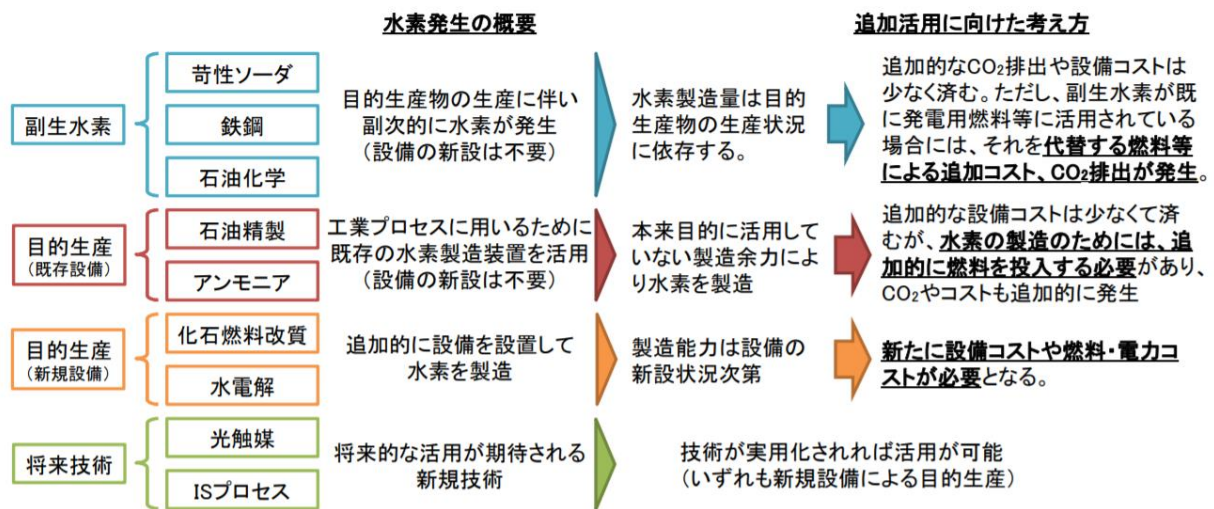


図2 水素製造方法²⁾

水電解装置は水を電気分解することにより水素を得るものであるため、電源として風力発電由来電力等の再生可能エネルギーを使用することでカーボンフリーな水素を得ることが可能である。水電解由来水素は苛性ソーダ由来水素と同様、比較的簡単に高純度水素を得ることが可能であるが、現状は装置コストが高額であることが普及上の課題となっている。

これらの水素製造方法のうち、現在、主な水素利用先である水素ステーション向けに水素を供給しているのは、苛性ソーダ由来副生水素である。理由は、目的生産の場合は必要に応じて水素を製造するために余剰水素がほとんど発生しないこと、また苛性ソーダ以外の副生水素は純度が低いために精製工程が必要になり、水素ステーション向け水素を製造、供給するにはコスト上見合わないことが挙げられる。しかし、苛性ソーダ副生水素に関しても、すでに余剰分の殆どを水素ステーション向けに供給しており、さらなる供給は難しい状況にある。換言すると、現状において水素を大規模、安価に供給できる方法は存在しないことになる。

2. 水素普及に関する我が国の動向

2.1 水素・燃料電池戦略ロードマップ

我が国は2019年3月12日に策定した「水素・燃料電池戦略ロードマップ³⁾」において、図3のとおり水素関連技術の開発、実用化目標を示している。

ここで重要となるのが水素製造価格である。水素を発電に利用する場合、LNG発電との比較が用いられることが多く、大規模水素発電の普及にはLNG発電と同程度の発電単価（17円/kWh）であることが必要であり、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」における水素価格は、この発電単価を目標に設定されている。水素の熱量は天然ガスの約1/4であることから、仮にLNG発電と水素発電の建設コスト、発電効率が同等とした場合、水素価格は天然ガス価格の1/4であることが求められる。

2020年7月現在における天然ガスの輸入価格は約4万円/t（天然ガス通関統計より）であるが、今後、脱炭素化社会構築に向けた化石燃料の使用量低減が進み、例えば炭素税の導入などによる化石燃料使用量抑制に向けた制度設計が進められることが想定される。これを加味し、2030年頃の天然ガス価格が現状より割高になり、10万円/tと推定した場合、水素価格は2.5万円/t（22円/m³）程度、高めに見積もったとしても3.5万円/t（32円/m³）程度の価格であることが必要になる。

これに対し、我が国は2030年頃を目標に水素価格を30円/m³以下に下げることが目標と設定し、具体的な方策として豪州において安価な褐炭を改質し、製造した水素を液体水素で日本へ大量輸送することを計画し、技術開発を進めている。なお、本計画において改質反応により発生するCO₂はCCS（Carbon Capture and Storage）により地下に埋め戻すことを想定していることから、本技術はカーボンフリーとの扱いである。概要を図4に示す。

水素・燃料電池戦略ロードマップ～水素社会実現に向けた産学官のアクションプラン～（全体）

- 基本戦略等で掲げた目標を確実に実現するため、
- ① **目指すべきターゲットを新たに設定（基盤技術のスペック・コスト内訳の目標）、達成に向けて必要な取組を規定**
- ② **有識者による評価WGを設置し、分野ごとのフォローアップを実施**

	基本戦略での目標	目指すべきターゲットの設定	ターゲット達成に向けた取組
利用	モビリティ	FCV 20万台@2025 80万台@2030 2025年 ● FCVとHVの価格差 (300万円→70万円) ● FCV主要システムのコスト (燃電池 約2万円/kW→0.5万円/kW) 水素貯蔵 約70万円→30万円) 2025年 ● 整備・運営費 (整備費 3.5億円→2億円) 運営費 3.4千万円→1.5千万円) ● ST構成機器のコスト (圧縮機 0.9億円→0.5億円) 蓄圧器 0.5億円→0.1億円) バス 1200台@2030 20年代前半 ● FCバス車両価格 (1億500万円→5250万円) ※トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める	● 徹底的な規制改革と技術開発 ● 全国的なSTネットワーク、土日営業の拡大 ● ガリスタボ/エビゴ併設STの拡大 ● バス対応STの拡大
	発電	商用化@2030 2020年 ● 水素専焼発電での発電効率 (26%→27%) ※1MW級ガスタービン	● 高効率な燃焼器等の開発
	FC	グリッドパリティの早期実現 2025年 ● 業務・産業用燃料電池のグリッドパリティの実現	● セルスタックの技術開発
供給	化石+CCS	20年代前半 ● 製造：褐炭ガス化による製造コスト (数億円/Nm³→12円/Nm³) ● 貯蔵・輸送：液化水素タンクの規模 (数千m³→5万m³) 水素液化効率 (13.6kWh/kg→6kWh/kg)	● 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化 ● 液化水素タンクの断熱性向上・大型化
	再生水素	2030年 ● 水電解装置のコスト (20万円/kW→5万円/kW) ● 水電解効率 (5kWh/Nm³→4.3kWh/Nm³)	● 浪江実証成果を活かした石川地域実証 ● 水電解装置の高効率化・耐久性向上 ● 地域資源を活用した水素サプライチェーン構築

図3 水素・燃料電池戦略ロードマップ概要

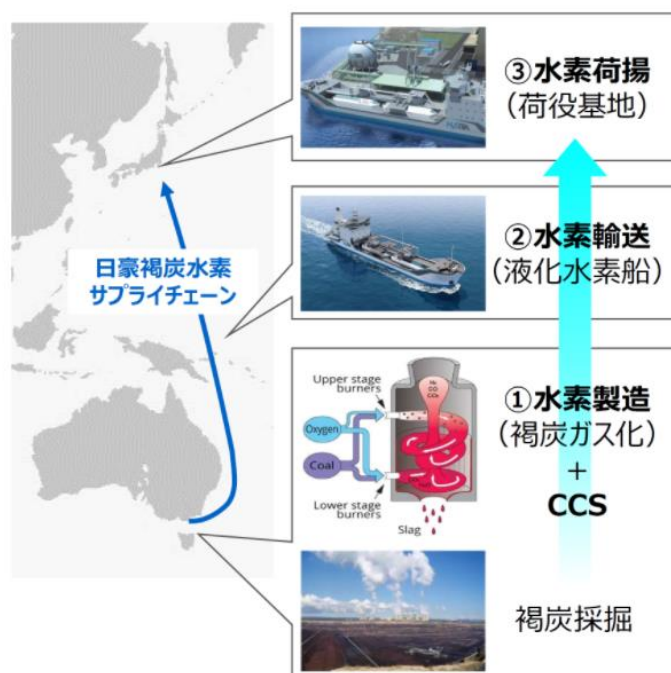


図4 日豪褐炭水素サプライチェーン概要⁴⁾

2.2 技術開発のための資金提供

我が国は、最近の他国における脱炭素化の急激な取り組みへの協調姿勢を示す一環として、2050年を目標にCO₂排出ゼロを目標にすることを表明した。これを達成するためには、多くを化石燃料に依存する運輸、エネルギー分野において、水素や再生可能エネルギー利用の強力な推進が必要であると考えられる。

本目標に向け、我が国は2020年12月4日に「脱炭素に向けた研究・開発を支援する2兆円の基金創設」を表明した。具体的な支援方法や対象分野は明確に示されていないが、今回の資金投入はこれまでにない規模のものであり、FCV（燃料電池車）や再生可能エネルギー発電機器の低コスト化に加えて、革新的な脱炭素化技術創出への資金拠出が期待される。

水素をエネルギーとして活用するにあたり、重要なことは安価な水素製造システムと高効率な発電機器の開発である。これらが一体化することにより、前述したように、より効率的にエネルギーを活用することが可能になり、脱炭素化につながる。

3. 当社における水素の位置づけ

当社では、2020年度に策定された「中期経営計画 iNnovate on 2023 go beyond!」（図5）において、成長戦略の一環として環境事業への挑戦を明記し、この中で水素を核とした環境事業創生に注力していくことを宣言している。今後、当社が水素に関してどのような取り組みを進めていくことが可能であるかは議論していくことが必要であるが、基本的な考え方として、環境貢献可能な技術であることが求められる。現在、当社が持つ水素関連技術に固体高分子形水電解装置があるが、その電源として再生可能エネルギーを使用し、カーボンフリー水素を供給することを一義的に考えていくことが最も当社として取り組みやすく、かつ強みを発揮できると考えられる。この一環として、当社は2020年度から水電解装置“Hydro creator™”（図6）の一般販売を開始した。また、主に国や地方自治体が進める再生可能エネルギー由来の電力を使ってカーボンフリー水素を製造、貯蔵し、利活用する実証事業等への導入も開始した。再生可能エネルギー由来の電力を用いた水素製造は、世界的に見てもカーボンフリー水素を製造する上での重要技術の1つと位置付けられており、Hydro creator™の販売開始は、当社が水素技術を用いた環境事業を創生していくための第1歩である。一方で水電解以外にもさらに安価な水素製造技術や高効率な水素利用技術を用いた製品のラインナップを増やす必要がある。

4 成長戦略③ 環境事業

高砂熱学

● 環境事業への挑戦：高砂熱学が培ってきた環境技術を拡大し、成長事業を創出

- 当社が培ってきた“環境技術”は、地球環境の改善に資するものであり、こうした技術を社会に実装していくことが、当社の使命である

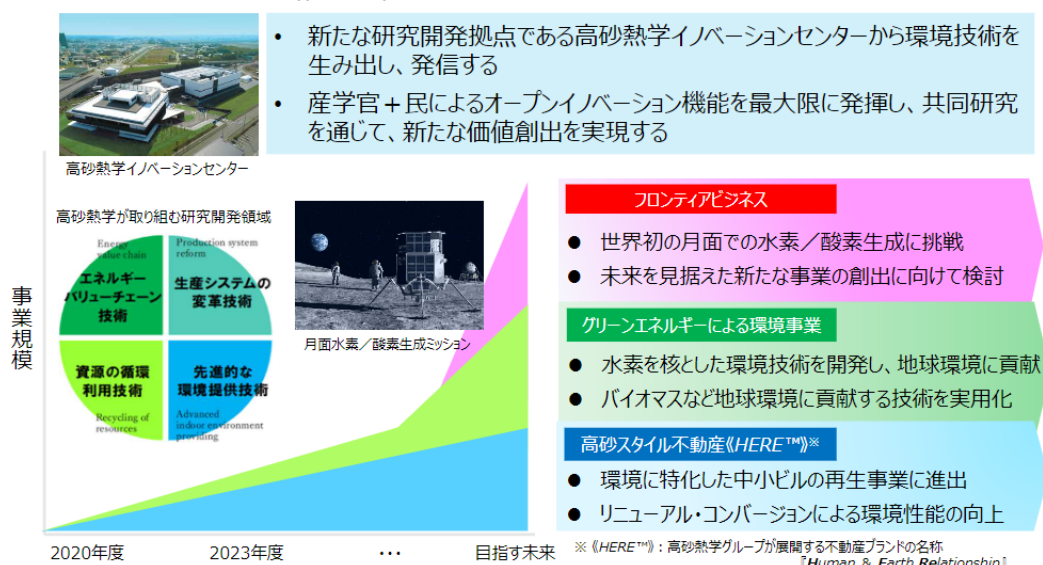


図5 当社における水素事業の位置づけ⁵⁾



図6 Hydro creator™ 外観

4. 技術開発動向

4.1 低炭素化の考え方

低炭素化とは何かをよくよく考えてみる。文字通り、炭素排出量を低減することであるが、2050年までは少なくとも炭素を排出する化石燃料にエネルギー供給の一部を依存せざるを得ないことは明白であり、脱炭素化を達成することは難しい。このため、当面は化石燃料を無駄なく活用することにより炭素排出量を可能な限り低減する低炭素化が先行して実施されることになる。例えば、現実的にはあり得ないことではあるが、現状40%前後の石炭火力発電の発電効率が80%になれば、同量の電気を得る際の炭素排出量は1/2になる。つまり、低炭素化と省エネルギーは同義であると考えられる。この観点に立った場合、1.2で示したエクセルギーの考え方が重要になってくる。回収できないエネルギーを生むことは省エネルギー化につながらず、低炭素化対応が難しい。これを解決する最も簡単な方法は、化石燃料等の一次エネルギーを、エクセルギーロスを抑えつつエクセルギー率100%の電気に転換することである。

東京電力ホールディングス㈱は、2018年に「Utility3.0[®]」という考えを表明した。これは、エネルギーの利用方法（電気事業の歴史）が3世代目に入ることを示すものである。1世代目は19世紀後半からの系統電力供給による電気事業の始まり、2世代目は現在の発送電分離に伴う事業形態の変容と競争の開始、そしてこれから予想される電気事業形態が3世代目にあたり、それは「他事業との連携・融合」がキーワードである。「Utility3.0」では3世代目の変革を促す要素として、「自由化」、「人口減少」、「脱炭素化」、「分散化」、「デジタル化」の5つが示されている。

このうち、「脱炭素化」を達成するには、現状、主に化石燃料に依存している電力以外のエネルギーを極力電化し、電化が難しい部分をカーボンフリー水素で補完することでことが必要としている（図7）。具体的には、「脱炭素化」を達成するためには「省エネルギー（低炭素）」が不可欠であり、「省エネルギー」を進めることで脱炭素化達成に必要な水素量を実現可能な量にすべきであることを示しているものである。これは、今後の日本のエネルギー供給の在り方を示す一つの方法論と考えられる。

以上のことから、脱炭素化を進めるには、化石燃料を再生可能エネルギー等のカーボンフリーエネルギーで代替し、省エネルギー機器の開発、特に燃料電池や水電解装置等の高効率化を進めることでエネルギー消費量を極力減らしていくことが必要であると考えられる。つまり、低炭素化に対応することは将来の脱炭素化を目指すうえで重要な取り組みであると考えられる。

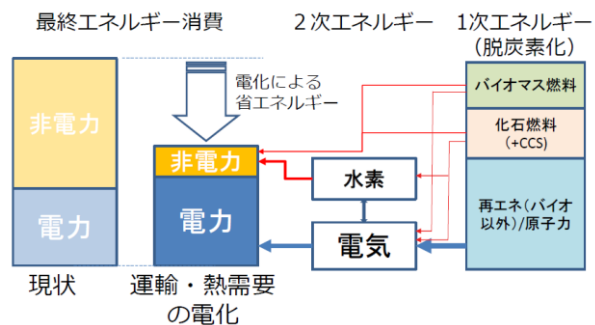


図7 Utility3.0における将来のエネルギー供給の予測

4.2 水素関連機器の開発状況

4.2.1 燃料電池

図8に、これまでに開発実用化されている燃料電池の原理と特徴を示した。現在、エネファームやFCV用で広く使われている燃料電池は「固体高分子形（PEFC）」および「固体酸化物形（SOFC）」である。PEFCは作動温度が常温に近く、早くから開発が進められている燃料電池であるが、発電効率が高くないこと、電極に貴金属を使用すること等が課題である。SOFCの発電効率はPEFCよりも高いが、作動温度が800℃程度と高温であること、温度低下を防止するために持続的運転が必要であること等の課題がある。発電効率だけで比較するとアルカリ形燃料電池（AFC）が最も高いことがわかる。これは作動温度が常温域であり、熱に転化されるエネルギーが比較的少ないことに起因しているが、一方でコストが非常に高く、宇宙開発利用などの限定されたニーズでのみ使用されている。今後の燃料電池開発の方向性としては、既存技術であるPEFCやSOFCの効率向上、またはAFCのコスト低減が必要と考えられ、前者についてはNEDOを中心に高効率化を含めた技術開発が進められている。

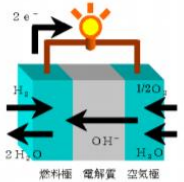
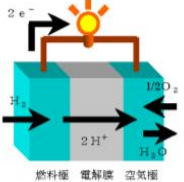
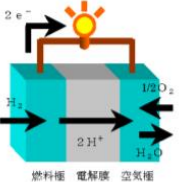
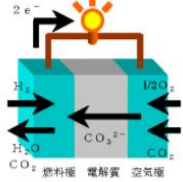
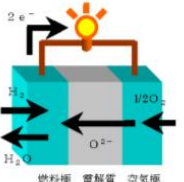
種類		アルカリ形 (AFC)	固体高分子形 (PEFC)	りん酸形 (PAFC)	溶融炭酸塩形 (MCFC)	固体酸化物形 (SOFC)	
電解質		水酸化カリウム水溶液	陽イオン交換膜 (フッ素樹脂系)	リン酸	リチウム・カリウム炭酸塩 リチウム・ナトリウム炭酸塩	セラミック	
媒体イオン		OH ⁻	H ⁺	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ²⁻	
作動温度		50～150℃	80～120℃	190～200℃	600～700℃	600～1000℃	
使用可能燃料		純水素	都市ガス、LPガス、石油、メタノール、石炭ガス、純水素、等				
動作原理							
反応式	燃料極	H ₂ + 2OH ⁻ → 2H ₂ O + 2e ⁻	H ₂ → 2H ⁺ + 2e ⁻	H ₂ → 2H ⁺ + 2e ⁻	CO ₃ ²⁻ + H ₂ → H ₂ O + CO ₂ + 2e ⁻	O ₂ ⁻ + H ₂ → H ₂ O + 2e ⁻	
	空気極	1/2O ₂ + H ₂ O + 2e ⁻ → 2OH ⁻	1/2O ₂ + 2H ⁺ + 2e ⁻ → H ₂ O	1/2O ₂ + 2H ⁺ + 2e ⁻ → H ₂ O	1/2O ₂ + CO ₂ + 2e ⁻ → CO ₃ ²⁻	1/2O ₂ + 2e ⁻ → O ₂ ⁻	
	全体	H ₂ + 1/2O ₂ → H ₂ O	H ₂ + 1/2O ₂ → H ₂ O	H ₂ + 1/2O ₂ → H ₂ O	H ₂ + 1/2O ₂ → H ₂ O	H ₂ + 1/2O ₂ → H ₂ O	
主な用途		・宇宙開発等特殊用途	・家庭用(小規模発電) ・携帯・可搬用 ・車載用	・産業・業務用 ・事業用(大規模発電) ・非常電源用	・産業・業務用 ・事業用(大規模発電) ・非常電源用	・家庭用(小規模発電) ・産業・業務用 ・可搬用 ・事業用(大規模発電)	
発電効率	HHV	60%(純水素の場合)	30～40%	35～42%	40～60%	40～65%	
	LHV	70%(純水素の場合)	33～44%	39～46%	44～66%	44～72%	

図8 燃料電池の種類と原理⁷⁾

水素を燃料とする燃料電池の普及にはもう一つ大きな課題が存在する。現在、人口が集中する都市部では概ね都市ガス導管が敷設されているが、そのようなエリアでは、改質器を使用することにより都市ガスを燃料電池の燃料として使用することができるため、水素を直接燃料として使用する燃料電池の普及が進む可能性は低い。また、都市ガス導管敷設エリアに水素導管を新たに敷設することは、コスト面に加え、二重導管敷設になり効率的ではないことから実現は難しいものと考えられる。

一方、地方部では都市ガス導管が敷設されていない地域が多く存在し、新たに水素導管を敷設することは可能である。しかし、人口密度が低いことに加え、もう一つの重要な水素利用手段であるFCVの普及が、人口が少ない地方部で拡大していくことは難しいと考えられる。このため、地方部では総合的な水素活用が進まないことが推察され、結果として燃料電池の普及も進み難いことが予想される。

今後、規制緩和や脱炭素社会実現に向けた都市ガス利用の縮小、さらには都市ガスの水素転換等が進むことにより、まずは都市部を中心に水素を燃料とする燃料電池の普及が進むことが期待される。

4.2.2 燃料電池車(FCV)

現在、日本では自家用車としてトヨタ自動車株式が「MIRAI」、本田技研工業株式が「CLARITY FUEL CELL」を販売しており、2019年時点での累積販売台数は国内で3,500台に達している（経済産業省調べ）。

政府は今後10年でFCVの普及台数を1000万台に増やすとしているが（2020.10.14、水素閣僚会議⁸⁾）これまでの販売台数、および今後のメーカーの販売計画から考えると政府目標の達成は極めて難しい。またFCV普及の障壁として、価格がガソリン車やハイブ

リッド車等と比べて割高であることに加え、水素ステーションの普及が進んでいないことも考えられる。2020 年 12 月現在、首都圏における水素ステーション設置台数は 53 カ所であるが（（一社）次世代自動車振興センター調べ⁹⁾）、首都圏で 1 万カ所程度設置されているガソリンスタンドとは比較にならないほど少なく、利便性という点で課題が存在する。

また、現状の FCV に搭載されている水素タンクの充填圧は 700 気圧であるが、これに水素を充填するためのエネルギー消費が大きく、結果的にガソリン車と同程度の CO₂ を排出していることも課題である。350 気圧程度の充填圧であれば CO₂ 排出量は格段に低減するが、走行距離が半分になることが課題となる。これを解決する方法は、高効率燃料電池を開発する他に見出すことは難しいと推察される。

5. 水素社会実現に向けて

我が国は資源に乏しい国であり、旧来、エネルギーのほとんどを海外に依存している。2011 年に施行された「固定価格買い取り制度（FIT 法）」により、再生可能エネルギーの導入が加速されているが、2019 年末時点におけるその発電量は全国発電量の 18.5%程度に過ぎず、原子力が停止している現状では、エネルギーの多くを依然として化石燃料に依存していることになる。

我が国で再生可能エネルギーの普及が進まない最も大きな要因として、そもそも、日本は自然変動電源（太陽光、風力）の適地ではないことが考えられる。風力に関しては例えば台風の影響、太陽光に関しては、梅雨、降雪などによる稼働率の低下がおこるため、化石燃料由来の発電方式と比較すると発電単価が高くなる。さらには風向きの変化、日照量の変化による発電量変動が起こるため、これを平準化するための調整力が必要になり、よりコストが高くなる。

日本における再生可能エネルギー電力の平準化は主に蓄電池で対応しているが、水素は水電解と燃料電池を組み合わせることで蓄電池と同じ機能を持つことができ、蓄電池の代替として調整力を担うことが可能である。現在における水素の利活用は、水素価格および関連機器のコストがともに高いことにより、事業採算性の面で我が国が期待するように進んでいない状況である。一方で水素の大量利用の道筋がつき、それに向けた供給方法が確立できればコストもそれに合わせて低減することが期待でき、調整力としての水素利用も加えた中で、そう遠くない将来に水素社会が実現できることが期待される。

当社もこの一助となるよう、革新的な技術開発を含め、水素関連技術の開発を進めていく。

文 献

- 1) 東京大学 エネルギー工学連携研究センターHP (https://www.energy.iis.u-tokyo.ac.jp/html_seminar/20080229/20080229tsutsumi.pdf、2021 年 2 月 10 日閲覧)
- 2) 経済産業省 HP (https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/suiso_nenryodenchi/suiso_nenryodenchi_wg/pdf/005_02_00.pdf、2021 年 2 月 10 日閲覧)
- 3) 経済産業省 HP (<https://www.meti.go.jp/press/2018/03/20190312001/20190312001-1.pdf>、2021 年 2 月 10 日閲覧)
- 4) 経済産業省資源エネルギー庁 HP (<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/kattansuisoproject.html>、2021 年 2 月 10 日閲覧)
- 5) 高砂熱学工業株式会社 HP(https://www.tte-net.com/ir/pdf/medium_term_plan_202011_1.pdf、2021 年 2 月 10 日閲覧)
- 6) 自然エネルギー財団 HP (https://www.renewable-ei.org/pdf/download/activities/S2_Hiroshi_Okamoto.pdf、2021 年 2 月 10 日閲覧)
- 7) 一般社団法人 日本電気工業会 HP (https://www.jema-net.or.jp/Japanese/res/fuel/images/syurui_01.pdf、2021 年 2 月 10 日閲覧)
- 8) 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 HP (https://www.nedo.go.jp/events/report/ZZHY_00007.html、2021 年 2 月 10 日閲覧)
- 9) 一般社団法人 次世代自動車振興センターHP (http://www.cev-pc.or.jp/suiso_station/area01.html、2021 年 2 月 10 日閲覧)

ABSTRACT

Hydrogen is the lightest "metal" of atomic number 1 with various unique properties. In recent years, attention has been focused on this utilization, and especially in the energy field, efforts are being made to use most of it as a fossil fuel alternative that depends on the Middle East from the viewpoints of "reducing environmental load" and "energy security measures".

This paper summarizes the characteristics of hydrogen, the hydrogen utilization policy in the energy field in Japan, the status of technological development, etc.
