

2014年11月11日 全11頁

## 水素社会の兆し 第8回

## 水素サプライチェーン、実証から実装へ

環境調査部 主任研究員  
町井 克至

## [要約]

- 水素のように関連する産業の裾野が広い場合には、要素技術を組み合わせた実物大レベルでの実証試験が不可欠となる。日本は水素・燃料電池に係る社会実証を30年以上にわたって積み重ね、着実に技術やノウハウを蓄積してきており、実証から実装へとフェーズが移行する時期となっている。
- 水素の需給を見ると、水素の需要は当面FCVが牽引すると想定される一方、国内の水素供給量は当面は十分であると試算されている。四大都市圏を中心に水素を供給するための水素製造拠点、FCVに水素を供給する水素ステーション、水素製造拠点と水素ステーションを繋ぐ輸送ネットワークの整備が各地で進められている。FCVと水素ステーションは非常用電源として利用することもできるため、自治体と連携して地域住民の理解を得ながら、地域一帯で水素社会の実現を盛り上げることが重要であろう。
- 日本は水素・燃料電池に関する技術と最終製品普及で世界をリードしている。2020年の東京オリンピック・パラリンピックは、水素利用のモデルケースを世界に示す好機である。世界に先駆けて、日本で水素社会が実現することに期待したい。

「水素・燃料電池戦略ロードマップ<sup>1)</sup>」(以下、「水素ロードマップ」)が公表され、水素社会が始まろうとしている。具体的には、需要側である燃料電池自動車(FCV)の年度内発売を控え、供給側である水素サプライチェーンの整備が広がりつつある。水素サプライチェーンは製造、輸送・貯蔵、供給の各段階で、それぞれに特徴的な技術がある<sup>2)</sup>。日本では30年以上にわたって研究開発や社会実証が行われてきたが、普及に向けた水素サプライチェーンの整備について、現在の実装状況を紹介する。

<sup>1)</sup> 経済産業省「『水素・燃料電池戦略ロードマップ』をとりまとめました」(2014年6月24日)

<sup>2)</sup> 水素サプライチェーンにおける技術の詳細については、大和総研「水素社会の兆し 第5回 水素技術の現状と課題」(大澤秀一、2014年7月14日)参照。

## 1. 日本における水素・燃料電池の社会実証

日本は30年以上前から、水素・燃料電池に関する研究開発を行っている。国家プロジェクトとしては、「ムーンライト計画」で1981年度より燃料電池の研究開発が開始され、その後「ニューサンシャイン計画」（1993～2000年度）に引き継がれて推進された。そして、1999年度に策定された「ミレニアム・プロジェクト<sup>3</sup>」において、3分野の一つである「環境対応」の中で「燃料電池」が取り上げられたことから、水素・燃料電池への取組みがさらに拡大することに繋がった。ミレニアム・プロジェクトでは、燃料電池技術は「従来の内燃機関と比較して効率が高く、静粛性に優れるほか、CO<sub>2</sub>の排出やNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>の排気を大きく低減することが可能な環境特性に優れた技術である」とされ、2007年度の「Cool Earth-エネルギー革新技术計画<sup>4</sup>」にも開発計画が盛り込まれている。

このように研究開発の目標設定と推進が図られる一方で、水素のように関連する産業の裾野が広い場合には、要素技術を組み合わせた実物大レベルでの実証試験が不可欠となることから、研究開発に並行して社会実証が継続して実施されている（図表1）。水素・燃料電池関連の主な

図表1 水素・燃料電池に関する主な社会実証



プロジェクト	主な実証内容	主な成果
FCV 関連	WE-NET ・日本初の水素ステーションを設置	・日本初の水素ステーション運用実績 ・都市ガス改質、水電解による水素ステーションの運用検証
	JHFC1 ・水素ステーション実証(首都圏10箇所、愛知県2箇所) ・水素圧力35MPaの供給、液体水素供給(有明水素ステーション) ・愛・地球博、東京ベイエリアでのFCVバス運用実証 ・水素ステーション間のFCV走行実証	・35MPa下での水素充填実績、走行距離実績 ・FCV、FCバスの燃費性能検証 ・水素ステーションの水素製造効率検証、水素製造コスト試算 ・総合効率(Well to Wheel)評価 ・FCVや水素ステーションの広報啓発
	JHFC2 ・水素ステーションの地域拡大(全国15箇所) ・FCV140台導入、各地で走行実証 ・水素圧力70MPa水素ステーション実証(首都圏4箇所) ・地域からの協賛による水素ステーション実証(日光、福岡)	・70MPa化に係る技術仕様等の策定、3分間で5kgの水素充填実現 ・仕様・設備の違いによる水素ステーションコスト及び水素価格の試算 ・水素インフラに係る規制見直しの道筋策定、工程表へ ・地方における理解促進、地方独自の実証活動
	JHFC3 ・水素圧力70MPa水素ステーション実証継続 ・大規模水素出荷・輸送に係る技術実証	・米国SAE規格に適合する水素充填実証 ・低コスト化ステーション、高頻度運転、高稼働運転、耐久性の検証 ・1,500Nm <sup>3</sup> 規模の出荷設備、45MPa水素トレーラーでの出荷・輸送実証
エネ ファーム 関連	PEFC 実証 ・全国累計3,307件で、PEFCの実証(家庭用1kW級) ・燃料種:LPG 1,615件、都市ガス 1,378件、灯油 314件	・事故ゼロ、商用化に必須の安全性を検証 ・省エネ・環境保全性能、信頼性・耐久性の実証、認知度の向上
	SOFC 実証 ・全国累計233件で、SOFC実証(0.7、2、8kWの3種) ・燃料種:LPG 44件、都市ガス 185件、灯油 4件	・懸念された耐久性の検証 ・家庭用0.7kW級システムの省エネ・環境保全性能、信頼性の実証

(出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「WE-NET 報告書概要」(各年度)、「地域水素供給インフラ技術・社会実証事業評価(期中評価) 報告書」、「『固体酸化化物形燃料電池実証研究』事業評価(事後評価) 報告書」、財団法人自動車研究所・財団法人エンジニアリング振興協会「固体高分子形燃料電池システム実証等研究(第1期 JHFC プロジェクト) 報告書」、財団法人石油産業活性化センター・財団法人日本自動車研究所・財団法人エンジニアリング振興協会・社団法人日本ガス協会「燃料電池システム等実証研究(第2期 JHFC プロジェクト) 報告書」、財団法人新エネルギー財団「定置用燃料電池大規模実証事業報告書」より大和総研作成

<sup>3</sup> 首相官邸「[ミレニアム・プロジェクト\(新しい千年紀プロジェクト\)について](#)」(2014年11月11日閲覧)

<sup>4</sup> 経済産業省「[Cool Earth-エネルギー革新技术計画について](#)」(2008年3月5日)

社会実証としては、1993年より実施されたWE-NET（World Energy Network、水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術研究開発）が知られている。

WE-NETの第1期（1993～1998年度）では、「再生可能エネルギーを水素等の輸送可能な形に転換し、世界の需要地に輸送し、発電、輸送用燃料、都市ガス等の広範な分野で利用するネットワークの導入を可能とすること<sup>5</sup>」を目的として、関連技術の研究開発が進められていた。第2期（1998～2001年度）からはプロジェクトの全体構想が見直され、「実用化を図ること、水素エネルギーの社会への導入促進をすること」を目指して、水素源の多様化、水素分散利用技術重視等の諸施策が取り込まれ、より実用的な研究開発に主眼が置かれた。

FCV関連では、2001年度末にWE-NETによる実証の一環として、日本初の水素ステーションが大阪に設置されている。また、2002年度から「固体高分子形燃料電池システム実証等研究」が開始された。この事業は通称JHFC（Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project、水素・燃料電池実証プロジェクト、第1期JHFCまたはJHFC1）と呼ばれ、FCVや水素ステーションに関するさまざまな実証試験が4年間にわたって行われた。期間中に開催された愛・地球博においては、会場周辺に水素ステーションを設置し、FCバスによる定期運航が実証試験として実施されている。その後、「燃料電池システム等実証研究」（第2期JHFCまたはJHFC2）、「地域水素供給インフラ技術・社会実証」（第3期JHFCまたはJHFC3）といった事業によって社会実証が継続された。これらの実証において、FCVへの水素充填に要する時間を短縮するために重要とされる水素圧力70MPa設備の実証、大規模水素出荷・輸送に係る技術の検証、商用化を念頭に置いた高頻度・高稼働運転や耐久性の実証などが実施されている。

エネファーム関連では、研究開発及び小規模な実証研究を経て、2005年より行われた「定置用燃料電池大規模実証事業」（2005～2008年度）において、全国累計3,307件の家庭で固体高分子形燃料電池（PEFC）の社会実証を大規模に実施した。家庭用1kW級PEFCについて、実際の使用条件下で実証運転、運転データの評価分析、商品化に必要な技術課題の抽出、市場導入の基盤形成などを実施し、その成果を得て、2009年よりエネファームの本格的な一般販売に繋がっている。また、「固体酸化物形燃料電池（SOFC）実証研究」（2007～2010年度）では、PEFCを追いかける形で、全国累計233件においてSOFCの実証が行われた。SOFCについては0.7kW、2kW、8kWの3種類が実証され、2011年に家庭用（0.7kW）が一般販売されている。なお、経済産業省の2015年度概算要求に組み込まれている「燃料電池利用高度化技術開発実証事業<sup>6</sup>」では、業務・産業用SOFCの技術実証が含まれており、PEFCより発電効率が高く連続運転に向くSOFCを事業用として活用するために、さらなる技術開発が期待されている。

このように、日本は水素・燃料電池に係る実証を重ねることで、着実に技術やノウハウを蓄積してきた。これらの成果を経て、水素利活用技術を社会に取り込むための短・中・長期の取

<sup>5</sup> 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「[WE-NETプロジェクト終了](#)」（2014年10月27日閲覧）

<sup>6</sup> 経済産業省 平成27年度概算要求のPR資料（資源エネルギー庁 エネルギー需給高度化対策）「[省エネルギー・新エネルギー部 政策課、国際室、新産業・社会システム推進室、制度審議室、燃料電池推進室、省エネルギー対策課](#)」（2014年8月29日）

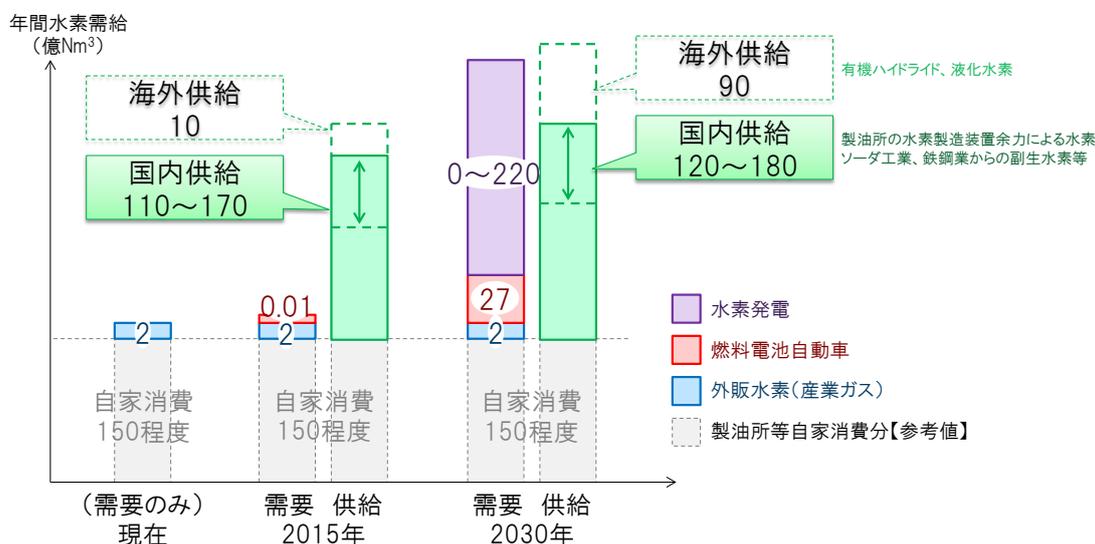
組み方針を示した水素ロードマップが2014年度に公開されている。今後は普及に向けて、まさに実証から実装へとフェーズが移行する時期となっている。

## 2. 水素需要とサプライチェーン

### 2-1. 水素ロードマップにおける水素需給の見通し

水素ロードマップにおいて、水素需給量の試算の一例が示されている(図表2)。この試算は、2012年度に行われた事業「水素需給の現状と将来見通しに関する検討」において調査されたものである。

図表2 水素需給ポテンシャル(試算の一例)



(出所) 経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ」(2014年6月23日)

水素供給については、現在においても国内では年間150億Nm<sup>3</sup>の水素が供給されているが、ほとんどは自家消費に用いられているとされる。しかし、製油所の水素製造装置を用いた追加的な水素製造や、苛性ソーダ製造に伴って発生する副生水素の外販、さらには追加的に導入される水素製造設備による水素製造等によって、2030年頃の追加の供給ポテンシャルは120~180億Nm<sup>3</sup>程度になると試算されている。

一方の水素需要については、FCVのほか、水素発電が導入されて大量の水素需要が発生した場合、2030年には最大で249億Nm<sup>3</sup>の需要が発生する可能性もあると試算されている。水素を利用するアプリケーションとしてはエネファームもある。エネファームは、世界に先んじて日本で家庭用が普及しつつあり、2014年9月には家庭用の累計販売台数が10万台を突破した<sup>7</sup>。水素ロードマップでは2014年に140万台、2030年に530万台(全世帯の約1割に相当)という数

<sup>7</sup> エネファームパートナーズ(事務局:日本ガス体エネルギー普及促進協議会)「[家庭用燃料電池『エネファーム』累積10万台突破について](#)」(2014年9月29日)

値目標を掲げており、さらなるコスト低減や既存住宅等への拡大を目指している。また、業務・産業用や海外への輸出を想定した研究開発も行われている。しかしながら、日本で普及するエネファームはほとんどが都市ガス・LP ガスを改質するタイプのもので、直接水素を供給するタイプは実証実験が行われているところである。直接水素利用型のエネファームが普及すれば、水素需給に影響を及ぼす可能性がある。

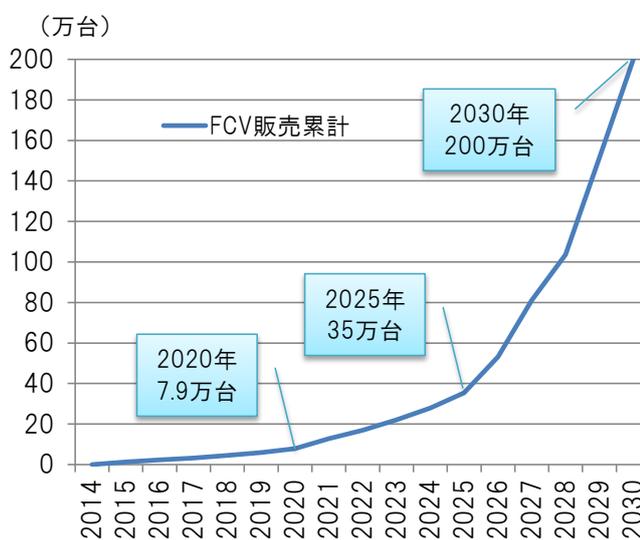
## 2-2. 水素需要

FCV は、国内自動車メーカーからセダン型乗用車の一般販売が年度内に予定されている。その他の車種では、水素ロードマップにおいて FC バスが 2016 年に市場投入される目標となっており、実証実験が実施されている。米国で普及が進みつつある FC フォークリフトについても、日本で実証実験が進められているが、水素タンク使用材や屋内での水素供給などに課題があり、規制の見直しも含めて検討が進められている<sup>8</sup>。

FCV の利用が広がるためには、タクシー、コンパクトカー、トラック等といった車種の拡大や、配送などの業務用途を想定した長時間稼働、多頻度の起動・停止にも耐えうる耐久性の確保などが重要となる。業務用の FCV 利用が増えれば社会的受容性を広げるための視覚的な効果も期待されるため、自動車メーカーによる今後の開発が待たれる。

FCV の普及は、今後の車種開発や水素インフラの整備状況等に左右されることが想定されるが、ハイブリッド自動車 (HV) の普及経緯になぞると、FCV が 2030 年に 200 万台普及すると仮定した場合、FCV 販売量の推移は図表 3 のようになる。2020 年に累計約 7.9 万台、2025 年に累計約 35 万台の FCV が販売される見込みとなり、FCV1 台あたりの年間水素使用量を約 1,336Nm<sup>3</sup> とすると、水素需要量は 2020 年に約 1.1 億 Nm<sup>3</sup>、2025 年に約 4.7 億 Nm<sup>3</sup>、2030 年に約 27 億 Nm<sup>3</sup> ということになる<sup>9</sup>。FCV 向けの水素供給を担う水素ステーションでは、このような需要を満たすだけのサプライチェーンの構築が求められる。

図表 3 HV 販売推移から推測する FCV 販売推移



(出所) トヨタ自動車「ハイブリッド車のグローバル累計販売台数が700万台を突破」(2014年10月14日)を参考に大和総研作成

<sup>8</sup> 経済産業省 水素・燃料電池戦略協議会 水素・燃料電池戦略協議会ワーキンググループ (第4回) 配布資料 (株)豊田自動織機 資料「燃料電池 (FC) フォークリフトの取組みについて」(2014年3月26日)

<sup>9</sup> FCV の燃費 100km/kg-水素、年間走行距離 12,000km、水素密度 0.0898kg/Nm<sup>3</sup> で換算

水素を大量に利用するアプリケーションとしては、水素発電も想定されている。水素発電は、ガスタービン発電または火力発電（ボイラーで燃焼して蒸気でタービンを回転）の燃料として水素を用いる方式であり、水素のみを燃焼させる専焼と、水素と他の燃料を混ぜて用いる混焼がある。水素ロードマップでは、2015年頃に水素発電ガスタービン用燃焼器（混焼）が市場投入される見込みとなっている。

水素発電については、電力業界などから導入目標等は示されていないものの、発電燃料としてCO<sub>2</sub>フリー水素を用いることで、発電部門の温室効果ガス排出抑制に繋がることが期待される。2014年10月23日のEU首脳会議においては2030年までに温室効果ガスを1990年比で40%削減する目標を合意したほか<sup>10</sup>、2015年のCOP21では京都議定書に代わる新しい世界的な削減目標の合意が期待されている。そのような背景から日本においても、例えば発電部門への温室効果ガス排出制約が高まることなどによって、CO<sub>2</sub>フリー水素による水素発電の導入が推進される可能性もある。水素ロードマップでは、2030年までに新設・リプレースされるLNG火力発電に50%の水素が混合された場合、その需要量は最大220億Nm<sup>3</sup>になると試算している。

## 2-3. 水素サプライチェーン

### ①製造

水素は、石油・化学・鉄鋼業界における生産プロセスに伴って発生する副生水素のほか、都市ガス改質による製造が見込まれている（図表4）。

図表4 水素供給ポテンシャル

		(億 Nm <sup>3</sup> /年)			
	分野	2015年		2030年	
		低位	高位	低位	高位
既存製造源	石油	34	67	43	73
	化学	7	12	0	14
	鉄鋼	0	23	0	23
新規製造源	都市ガス	67		84	
	海外	6		87	
合計		114~175		214~281	

(注) 低位：各業界から最低限見込める水素供給量の推計

高位：各業界から水素を供給できる最大限の量（ポテンシャル）の推計

(出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成24年度成果報告書 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／次世代技術開発・フィージビリティスタディ等／水素需給の現状と将来見通しに関する検討」（平成25年2月）より大和総研作成

<sup>10</sup> European Council (23 and 24 October 2014), [Conclusions on 2030 Climate and Energy Policy Framework](#)

石油業界では、製油所にはナフサ水素化生成装置、灯・軽油水素化生成装置、水素製造装置、潤滑油水素化装置などがあり、副生水素の融通や生産設備の増強による水素供給が見込まれる。横浜市中区では、国による「水素供給設備整備事業費補助金」（以下、「水素設備補助金」）を活用して、JX 日鉱日石エネルギーが水素製造拠点を整備している。首都圏の定置型水素ステーションや移動式水素ステーションへの水素供給を行う拠点とすることを想定しており、運営を円滑に行うために新会社を設立している<sup>11</sup>。

化学業界では、山口県周南市において、岩谷産業がトクヤマと合弁会社を設立し、苛性ソーダ生産時の副生水素を活用した液化水素製造工場を竣工した<sup>12</sup>。生産能力が3,000L/h（約2,400 Nm<sup>3</sup>/h）と大規模なもので、中国・四国・九州地方を中心とした供給エリアをカバーするとしている。同市においては、液化水素を活用した水素ステーションの設置について、水素設備補助金の採択が決定している。なお、岩谷産業は大阪府堺市、千葉県市原市においても液化水素製造プラントを設置しており、それぞれ西日本エリア、東日本エリアをカバーするとしている<sup>13</sup>。

製鉄所の副生水素や内部で製造される水素は大半が自家消費されているが、水素の外販ビジネスに見込みがあれば、生産を増強するインセンティブが働くことも考えられる（その場合は代替燃料を用いなければならないため、代替燃料の価格にもよる）。新日鐵住金は、JHFC1において製鉄所からの副生水素を活用して液化水素を製造する実証<sup>14</sup>を行った（当時新日本製鐵）ほか、北九州市で副生水素を直接供給する実証を行っている。ただし、北九州市における実証実験は今年度をもって終了する予定となっており、製鉄所からの副生水素については、今後どの程度商用として利用されるかは未公表である。

このほか、水の電気分解によって水素を製造する方法もあるが、1Nm<sup>3</sup>の水素を発生する電気分解反応のために5~6kWhの電力が必要とされていることから、比較的安価に電力が得られることが前提となる。このため、負荷変動があったり地域によっては系統接続が不便であったりする[再生可能エネルギー](#)を活用する場合や、安価な夜間電力を活用する場合など、主にエネルギー貯蔵を目的としての水素製造が想定されている<sup>15</sup>。大規模化やコスト低減などに課題があり、実証実験が行われているところである。

## ②輸送・貯蔵

製造した水素を需要地まで輸送するには、物流網による方法と水素パイプラインによる直接輸送の2通りがある。

<sup>11</sup> JXホールディングス「[水素事業運営会社『株式会社ENEOS水素サプライ&サービス』の設立について](#)」（2014年7月16日）

<sup>12</sup> 岩谷産業、トクヤマ「[国内3拠点目となる液化水素製造工場が竣工](#)」（2013年6月11日）

<sup>13</sup> 岩谷産業「[『株式会社 hidroエッジ』4月1日いよいよ営業運転開始](#)」（2006年3月23日）、「[岩谷瓦斯千葉工場 液化水素製造プラントが7月7日竣工](#)」（2009年7月7日）

<sup>14</sup> JHFC「[液体水素製造技術開発 実証設備](#)」（2014年10月17日閲覧）

<sup>15</sup> 水素による電力貯蔵については、大和総研「[水素社会の兆し 第7回 再生可能エネルギーの大量導入を支える水素～Power to Gas～](#)」（平田裕子、2014年10月28日）参照。

物流網による方法では、トレーラーやローリーによって水素を運搬する。水素の大量輸送においては、常温で気体であって嵩張る体積を小さくするために、液化水素、圧縮、有機ハイドライドの三つの方法が主に考えられている。

このうち液化水素及び圧縮は、産業ガスとして水素を運搬するために、既に実用化されている方法である。ローリーの積載量は、圧縮水素の場合は 19.6MPa の圧力でおおよそ 3,000 Nm<sup>3</sup> であるが、液化水素の場合はその 12 倍を積載することが可能であり、より効率的である<sup>16</sup>。液化水素については、液化水素製造工場を手掛ける岩谷産業が、液化水素運搬車両による物流ネットワークと連携させており、同社の水素ガス工場及び圧縮水素運搬車両による物流ネットワークと合わせて、四大都市圏を中心とした水素供給ネットワークを築いている。同社では、オーストラリアなどの褐炭<sup>17</sup>を用いて水素を製造し、液化水素によって輸入する構想も持っている<sup>18</sup>。

有機ハイドライドについては、2013 年 4 月より実証プラントを用いた実証実験が行われている。脱水素触媒を開発した千代田化工建設によると、商業第 1 号案件を川崎市で開始する予定となっている。当初の水素供給は 8 万 Nm<sup>3</sup>/h を予定しており、まずは川崎臨海部における工業原料としての利用を想定している。媒体にトルエンを用いた場合におけるローリーの積載量は、理論上は液化水素の 5/8 程度となるが、常温常圧で取り扱うことができ、トルエン・メチルシクロヘキサン（トルエンに水素を結合して生成される液体）ともにガソリンと同じ危険物第 4 類第一石油類であるため、既存の石油物流網の活用が可能である。同社では、中東や東南アジアなどの副生水素（化学工場、苛性ソーダ随伴ガス改質、製油所随伴ガス等）を、有機ハイドライドを用いて船舶輸送する構想を持っている<sup>19</sup>。

水素パイプラインによる方法は、前述した北九州市における隣接製鉄所からの副生水素を活用する実証実験において採用されている。水素パイプラインを用いて製鉄所から水素ステーションに直接水素を供給し、さらに水素ステーションから商業施設や実証住宅に水素パイプラインを延伸している。商業施設や実証住宅では、直接水素利用型のエネファームによって水素をエネルギーとして使用している。

水素パイプラインについては、経済産業省が水素パイプラインの保安に関する調査事業を 2011 年度から継続して行っている。調査事業の目的は「一般需要家向けの水素のパイプライン供給に際して、保安確保のために必要となる導管等のガス工作物<sup>20</sup>について、そのネットワークとしての運用にかかる安全基準や工法等の具体的措置を明確化し、また、これに有用な基盤技術、知見を整理し、ガス事業法の技術基準等の見直しに反映させることで、水素ネットワー

<sup>16</sup> 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成 24 年度成果報告書 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／次世代技術開発・フィージビリティスタディ等／水素需給の現状と将来見通しに関する検討」（平成 25 年 2 月）

<sup>17</sup> 世界の石炭可採埋蔵量の約半分を占める低品位炭のひとつであり、低発熱量、高水分。さらに自然発火性が高いため、用途や利用できる地域が限られるとされる。（[独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構ウェブサイト](#)より、2014 年 10 月 17 日閲覧）

<sup>18</sup> 岩谷産業「[水素供給システム](#)」（2014 年 10 月 17 日閲覧）

<sup>19</sup> 東京都 水素社会の実現に向けた東京戦略会議（第 3 回、2014 年 7 月 30 日） 千代田化工建設（株） 資料「[SPERA 水素 千代田の水素供給事業](#)」

<sup>20</sup> 都市ガスの「製造段階」と、家庭のガス栓までの「供給段階」の設備のこと。ガス事業者が管理責任がある。

ク社会構築における保安確保を図ること」となっており、パイプラインを活用した水素社会を想定した調査となっている<sup>21</sup>。例えば、都市ガス用の供給設備もしくは工具であっても適したものを選定すれば水素にも使用できる可能性が高いこと、水素の大気中の挙動に関しては水平方向に比べて垂直方向への広がりが大きいため、ガス工作物と火器等の危険物との離隔距離等は都市ガスの安全規制<sup>22</sup>の範囲を逸脱しない範囲で設定できる可能性が高いこと、などが報告されている。この調査では、水素ステーションを基点とした一般需要家（戸建・集合住宅、オフィスビル、商業ビル等）への水素パイプライン供給について、都市ガス網を利用することの可否がその企図の一つとなっている。

また、水素を充填したFCVから家庭や電化製品等へ電力を供給する「V2H (Vehicle to Home) /V2L (Vehicle to Load)」と呼ばれる取組みについて、実証実験が行われている<sup>23</sup>。将来の水素社会において最終消費地である家庭に水素を届けるのは、都市ガス網を活用した水素パイプラインやFCVとなることもあり得よう。

### ③供給

水素を供給する水素ステーションについては、水素設備補助金が2013年度（予算45.9億円、交付決定18箇所）及び2014年度（予算72億円、交付決定24箇所）において実施されており、交付決定案件は2014年6月30日時点で累計42件となっている（図表5）。

図表5 水素設備補助金の交付決定案件数

事業年度	(件)			
	オンサイト	オフサイト	移動式	水素製造
2013年度	1	17	0	0
2014年度	3	8	12	1

(出所) 一般社団法人次世代自動車振興センターウェブサイトより大和総研作成

水素ステーションには、他の拠点で製造した水素を輸送して貯蔵・供給する機能のみのオフサイト型と、その場で水素を製造する機能を持つオンサイト型がある。

オフサイト型は、水素製造機能がないため構成機器が少なく済むことから、オンサイト型より安価に設置できるとされており、現在設置が進められている水素ステーションの多くがオ

<sup>21</sup> 水素拡散挙動調査、水素導管圧力解析調査、施工方法の安全性評価調査、供給設備の安全性評価調査など、平成25年度までに8つのテーマで調査が行われている。例えば、経済産業省「[平成25年度水素ネットワーク構築導管保安技術調査事業（総合調査）調査報告書](#)」（平成26年3月）。

<sup>22</sup> 経済産業省「[都市ガスの安全 詳しい内容](#)」（2014年10月17日閲覧）

<sup>23</sup> 例えば、北九州市「[燃料電池電気自動車からいのちのたび博物館へ 電力を供給する実証実験を開始](#)」（2014年2月14日）。V2H/V2Lや規制改革については、内閣府 規制改革会議第3回環境・エネルギーWG資料2-3「[トヨタ自動車株式会社・本田技研工業株式会社・日産自動車株式会社提出資料](#)」（2013年3月28日）

フサイト型となっている。また、圧縮機、蓄圧器、プレクーラー、ディスペンサーなどの水素ステーション構成機器をパッケージに一体化して、トレーラー等でパッケージごと移動可能とした移動式水素ステーションも開発されている。移動することで複数の需要地をカバーでき、水素需要が少ない FCV 普及初期でも一定の供給量を確保することが可能である。地価が高く空き地が少ない都市部において、移動式水素ステーションの活用が期待されており、2014 年度の水素設備補助金では、交付決定先として移動式の比率が高くなっている。

オンサイト型では、水素を製造する方法として化石燃料改質と水電解が用いられている。化石燃料改質を用いるものでは、主に都市ガスや LP ガスから水素を製造する改質器を備えている。前述したようにオフサイト型より高価であることもあり、水素設備補助金の交付決定案件は累計 4 件と少ない。総合エネルギー企業や都市ガス企業によって整備が進められている。

水電解を用いるものでは、主に再生可能エネルギーから電力を得る方式の実証実験が実施されている。例えば、国土交通省の下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）を活用した福岡市の水素創エネ技術の実証<sup>24</sup>、廃棄物発電とパッケージ型水素ステーションを組み合わせたさいたま市の実証<sup>25</sup>、木質バイオマスのガス化によって水素製造を行う佐賀県の実証<sup>26</sup>などがある。大規模化やコスト低減、太陽光などの再生可能エネルギーを用いている箇所では負荷変動に対応するシステムの開発などに課題があり、実証実験や研究開発が継続されているところである。

水素ロードマップにおいて、2015 年に四大都市圏を中心に水素ステーションを 100 箇所整備する方針が示されている。水素設備補助金は 2015 年度概算要求にも含まれており、112 億円に増額されている。2013、2014 年度の予算合計から 1 件あたりの平均補助金額を算出して 2015 年度の概算要求に適用すると、約 40 件の案件数が見込まれる。これらに過去の実証ステーションのいくつかを商用に転用することができると、100 箇所という数字が見えてくることになる。ただし、今年度に交付決定案件として多数採用されている移動式は 300 Nm<sup>3</sup>/h 未満の供給能力であるため、FCV の普及に伴い、より供給能力のある定置型水素ステーションが必要となることも想定される。

水素ステーションの設置に関して、積極的な支援を打ち出している自治体もある<sup>27</sup>。水素研究や実証で先行する福岡県では、福岡水素エネルギー戦略会議が「北部九州燃料電池自動車普及促進構想」を策定し、産学官が一体となって導入促進を図っている。福岡県は、福岡水素エネルギー戦略会議の事務局として関係者の連携を促し、水素ステーション配置シナリオ・配置イメージの実現に向けて、用地選定や用地取得に向けた支援などを積極的に行うという。

水素社会に向けた東京戦略会議においては、インフラ事業者からの提案もなされている。LP

<sup>24</sup> 三菱化工機・豊田通商・九州大学・福岡市「[水素リーダー都市プロジェクト始動!](#)」(2014 年 4 月 4 日)

<sup>25</sup> 本田技研工業「[スマート水素ステーションを、さいたま市東部環境センター内に設置](#)」(2014 年 9 月 18 日)

<sup>26</sup> 佐賀県「[『水素ステーションの開所式』を開催します](#)」(2011 年 3 月 8 日)

<sup>27</sup> 地域における水素への取組みについては、大和総研「[水素社会の兆し 第 6 回 地域に広がる水素社会](#)」(町井克至、2014 年 7 月 25 日) 参照。

ガススタンドに水素ステーション機能を並置する案をベースに、特別投資組合によるファイナンス、フランチャイズによる水素ステーション拡大、FCV タクシーを起爆剤とした普及拡大などについて具体的な数値目標と助成費用の試算が挙げられ、協議されている<sup>28</sup>。

水素ステーションは FCV 用だが、水素を用いた燃料電池による電力供給は、非常用電源として利用することもできる。そのため、水素ステーションを社会インフラの一つとして街づくりの構想に組み込み、BLCP も含めてその地域に役立つように配置することが重要となる<sup>29</sup>。インフラ事業者による個別の整備に任せるだけではなく、街の機能としてどのような場所にあると都合が良いか、自治体と事業者が連携して最適な配置を検討することも必要であろう。地権者への説得も、自治体が前面に出ることで信頼を得られる場合もあるかもしれない。水素設備補助金の申請時には自動車メーカー・自治体等との協議が必要になる<sup>30</sup>。地域住民の理解を得ながら、地域一帯で水素社会の実現を盛り上げるのが重要であろう。

### 3. 水素社会の実現に向けて

これまで 8 回にわたって、水素・燃料電池に関する技術、産官学の取組みや課題を紹介してきた。日本は 30 年以上にわたって燃料電池の研究開発を継続しており、技術的にも最終製品の普及においても優位に立っているほか、世界的な標準化活動にも積極的に関与しており、この分野で文字通り世界をリードしている。また、2020 年の東京オリンピック・パラリンピックは、水素利用のモデルケースを世界に示す好機であることから、産官学でさまざまな取組みが進められている。国の水素・燃料電池関連の予算も、2014 年度当初予算の 165 億円から 2015 年度は 401 億円（概算要求）に増額されており、その取組みは加速している<sup>31</sup>。世界に先駆けて、日本で水素社会が実現することに期待したい。

以上

<sup>28</sup> 東京都 水素社会の実現に向けた東京戦略会議（第 2 回） 垣見油化（株） 資料 [「FCV と水素スタンド普及に向けた具体的提言」](#)（2014 年 7 月 4 日）

<sup>29</sup> 社会における FCV の位置づけについては、大和総研 [「水素社会の兆し 第 3 回 FCV のある社会」](#)（小黒由貴子、2014 年 7 月 1 日）参照。

<sup>30</sup> 申請時の添付書類として「水素供給設備設置調査表」が必要となっており、「事業性の検討」の項に、自動車メーカー・自治体等との協議による計画を踏まえること、とある。

<sup>31</sup> 経済産業省 [「平成 27 年度 資源・エネルギー関係概算要求の概要」](#)（2014 年 8 月 29 日）