

水素関連ビジネス市場動向の一考察 A Study of Hydrogen-Related Business Market Trends

藤井 享（日立製作所産業ソリューション営業本部営業企画部）
Toru Fujii

水素エネルギーは、高いエネルギー効率と環境にやさしい負荷特性により、将来的には二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待される。以上のことから、世界の水素インフラ市場規模は2015年で7兆円規模だが、2020年には10兆円、2025年には20兆円、2050年には160兆円規模に伸張すると予想されている。この爆発的な市場拡大の背景には、燃料電池車（FCV）と定置型燃料電池の進行があり、水素エネルギー普及の起爆剤となっている。

本稿では、以上のことを鑑み、将来の水素社会の実現に向けて、今後急激に伸張する水素関連ビジネス市場の概要と動向を紹介する。また、PEST分析を行い、FCV（燃料電池自動車）と水素ステーション導入に向けた水素社会実現に向けた課題点を抽出する。

キーワード：Hydrogen-Related Business, FCV (Fuel Cell Vehicle), PEST Analysis

1. はじめに

水素エネルギーは、高いエネルギー効率と環境にやさしい負荷特性により、将来的には二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待される。本稿では、今後急激に伸張する水素関連ビジネスの概要を紹介し、PEST分析を行い、FCV（燃料電池自動車）と水素ステーション導入に向けた水素社会実現に向けた課題点を抽出する。

2. 水素関連ビジネス市場動向

2.1. 水素エネルギーとは

水素エネルギーとは、燃料電池を使用して水素ガスと酸素ガスを反応させて電気エネルギーを発生させる。

この原理（燃料電池）は、水の電気分解の真逆の反応を利用したものである。また、排気ガスは水だけであり、環境にやさしいグリーンなエネルギーである。

さらに、燃料電池の優れた特徴としては、エネルギー利用効率が最大40%と非常に高く次世代の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待される。

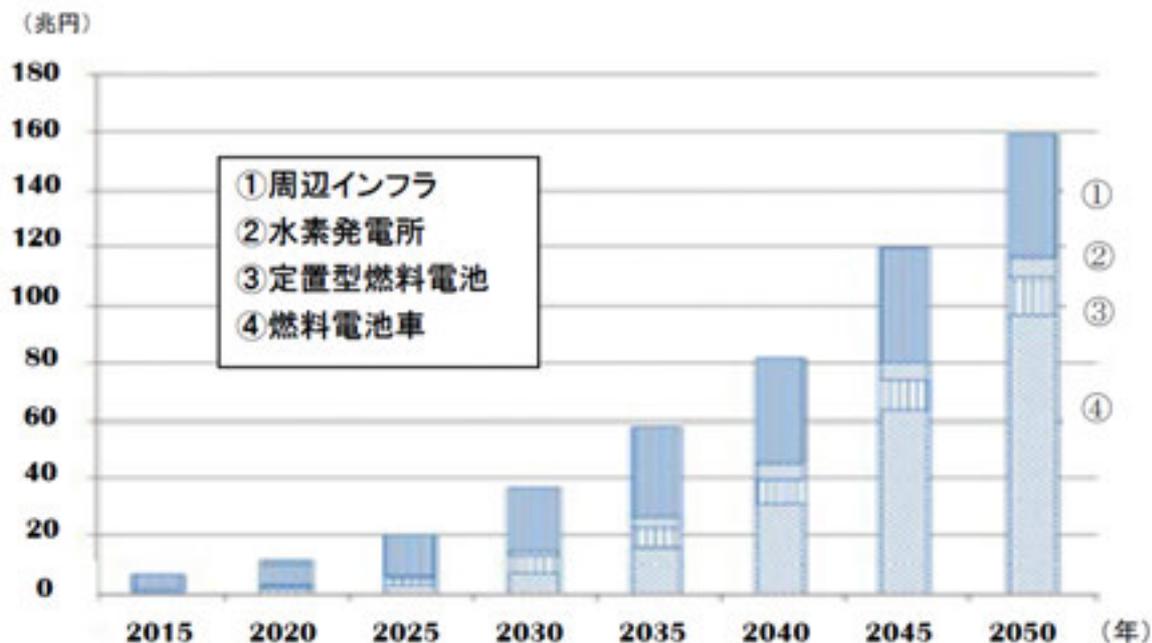


図1 水素インフラ市場動向

(出所) 日経 BP クリーンテック研究所「世界水素インフラプロジェクト総覧」より引用^[6]、一部加筆

2.2. 市場の動向

わが国の水素エネルギー導入に向けた取り組みを紹介する。2013年3月、経済産業省は、水素をエネルギー源として活用する「水素社会」の実現に向けたロードマップ作り着手すると発表した。同日、産官学のメンバーで構成する「水素・燃料電池戦略協議会」が発足¹¹⁾した。

また自民党議員による「FCV（燃料電池車）を中心とした水素社会実現を促進する研究会」も設立¹²⁾された。さらに、東京都は「水素社会の実現に向けた東京戦略会議」を設置し、東京オリンピックでの水素エネルギーの活用に向けた環境整備や、2030年までを見据えた水素利用・活用の可能性や課題について議論し、東京都長期ビジョンに反映していくと表明¹³⁾している。

その一方で、企業側の開発として、千代田化工建設は2015年度に川崎市で、世界発となる水素燃料の大型供給基地を建設予定である。¹⁴⁾トヨタ自動車は、2015年度に4人乗り水素自動車を市販する。また、産総研と日立製作所は、郡山で水素を使い電気大量貯蔵実験を開始する¹⁵⁾といった動きがみられる。

世界の水素インフラ市場規模は、図1の通り2015年で7兆円の規模だが、2020年には10兆円、2025年には20兆円、2050年には160兆円の規模に拡大すると予想¹⁶⁾されている。

この爆発的な市場拡大の背景には、燃料電池車（FCV）と定置型燃料電池の普及の進行があり、水素エネルギー普及の起爆剤となっている。

3. 水素社会とは

水素社会とは、水素エネルギーを媒体として、電力・石油・ガス等の既存のエネルギーシステムとの系統連携を図り、分散型のエネルギー供給の実現が可能となる社会である。系統連携とは、既存のエネルギー（電力・石油・ガス等）の需要・供給サイクルにおける水素エネルギーの利活用のことである。

また、水素エネルギーは、再生可能であり、クリーンな特性を持つことから、製造・運搬・備蓄といったサイクルを確立させることで、環境にやさしい次世代の都市（スマートシティやスマートコミュニティ）分野への応用が考えられている。

以上のことから、次世代型の水素都市社会の形成に向けて、電力・ガス・石油等のエネルギー産業、水素製造機器に係る化学機器製造業、及び運搬業者、FCV（燃料電池自動車）開発に関わる自動車製造メーカー等、燃料電池・家電・蓄電池・エネルギーマネジメント関連の電機メーカー等、多くの業界・企業が同分野に参画している。

4. FCV（燃料電池自動車）の特徴と水素ステーション導入に向けた開発動向

4.1. FCV（燃料電池自動車）とは

FCV（燃料電池自動車）は、燃料電池で水素と酸素の化学反応によって発電した電気エネルギーを使って、モーターを回転させ走行する自動車である。

従来のガソリン自動車は、ガソリンスタンドで燃料を補給するように、燃料電池自動車は水素ステーションで燃料となる水素を補給することになる。

燃料電池の仕組みは、内部に電気を蓄えるものではなく電気を作り出す装置で、燃料の水素は車載の高圧水素タンクへ充填され酸素は大気中の空気から取り入れる。モーター起動時は、燃料電池のマイナス極へ水素を供給し、ここで水素は内部の触媒と反応し活性化されることで電子だけが分離する。分離した電子がマイナス極とプラス極を結ぶ回路へと流れてこの回路を流れるときに電気を作り出し発電する。

FCV（燃料電池自動車）は、EVやハイブリッド車のモーター走行時と同じ点としては電気でモーターをまわす点が挙げられるが、水素さえ充填されていればすぐに走行に必要な電気を作り出すことが可能な点が最大の特徴である。そのためEVやPHV車のように走行のための蓄電池は基本的に必要としない。

さらに、FCV（燃料電池自動車）の主な特徴は以下の通りである。

（特徴1）大気汚染の原因となる有害物質の排出がない。

走行時に水素を直接燃料として使用する直接水素方式のFCV（燃料電池自動車）が走行時に排出するのは水蒸気のみであり、大気汚染の原因となる二酸化炭素

（CO₂）や窒素酸化物（NO_x）、炭化水素（HC）、一酸化炭素（CO）、浮遊粒子状物質（PM）、ベンゼンやアルデヒドなどの有害大気汚染物質の排出が一切ない。

（特徴2）高効率なエネルギー利用が可能

従来のガソリン自動車のエネルギー効率は20%程度であるのに対して、FCV（燃料電池自動車）は、約2倍の40%程度と非常に高いエネルギー効率の実現が可能である。

（特徴3）環境への負荷の軽減につながる。

石油以外のグリーンエネルギーを利用して水素を製造することが可能である。

（特徴4）充電が不要

	2011、2012	2014、2015	2020	2025
P (POLITICAL) 政治	2010 高圧ガス保安法 消防法の制定	2012 水素ステーションの立地規 制を緩和	2015 FCV 一般顧客へ普及	2025 FCV 普及 200 万台目標
	2011 自動車3社、及び エコパワ-事業者10社 によるFCV事業 の共同声明発表		2015 水素ステーション 全国100カ所	2025 水素ステーション 全国1,000カ所
E (ECONOMICS) 経済	2009 家庭用燃料電池 300~350万円		2016 家庭用燃料電池 70~80万円へ	
		2013 水素供給コスト 120円/Nm ³	2016 水素供給コスト 60円/Nm ³ (3'プラン並み)	
S (SOCIAL) 社会	2009 家庭用エネファーム 販売開始	2012 埼玉県庁水素ステ- ーション設置(ホンダ)	2015 川崎市に水素燃料供給基地建設 予定(千代田化工建設)	
	2011 杉並水素ステーション設置 (JXホールディングス)	2013 とよたエコタウ ン水素ステーション運 用開始	2015 4人乗り水素自動車市販化 (トヨタ自動車)	
T (TECHICAL) 技術	2011 羽田水素ステーション で回収したCO2 利用開始	2012 水素暗線貯蔵技術 2013 エコパワ-の水素燃料 電池部品の商品化 2013 SPERA 水素開発	2020 新技術・MCH(有機ハイドライド) 使用車向け供給網の整備 (JXホールディングス)	

図2 水素関連ビジネス市場のPEST分析

電気自動車とは異なり長時間の充電が不要である。また、FCV(燃料電池自動車)は1回の充填による走行距離は電気自動車よりも長く、近い将来はガソリン自動車と同程度になると考えられている。

4.2. 水素ステーションの開発動向

FCV(燃料電池自動車)には、水素ステーションから直接水素を補給する直接水素形と、水素以外の燃料を補

給して車載改質器で水素を製造する車上改質形の2つの種類があるが、エネルギー効率、二酸化炭素 (CO₂) 削減などの観点から比較すると直接水素形の方が理想的と考えられている。

水素の貯蔵・車載方法は、水素 (気体) を高圧に圧縮して専用的高圧タンクに貯蔵・車載し、水素吸蔵合金水素 (気体) を特殊な合金に吸蔵して貯蔵・車載し、加温により水素を取出す。液体水素タンク水素を極低温

(-253℃) にして、専用の遮熱タンクに貯蔵・車載する。

水素は燃料供給などの面で課題があるため、現在はインフラの整備や取扱い、価格、効率などの面で、各種燃料を比較、検討している段階にある。

5. PEST 分析

本章では、FCV (燃料電池自動車) の特徴と、水素ステーション導入に向けた開発動向の PEST 分析を行う。

PEST 分析とは、企業の経営戦略策定に関する外部の環境要因を考慮し分析する手法である。

企業を取り巻く環境は、大きく3つに分類することが出来る。

この3つの環境とは、①マクロ環境、②産業レベルの環境、③内部環境である。

その内、①マクロ環境とは、企業の事業活動の環境であり、企業にとって統制不可能なものであり、具体的には4つの外部環境要因にわけることができる。

PEST (Politics【政治・法律的环境要因】、Economy【経済的環境要因】、Society【社会的環境要因】、Technology【技術的環境要因】) である。これら4つの外部環境要因を分析するフレームワークが、PEST 分析である。

PEST 分析は、経営学者でマーケティングの第一人者である、ノースウェスタン大学ケロッグビジネススクールの教授、フィリップ・コトラーが提唱したものであり、『コトラーの戦略的マーケティング』¹⁷⁾の中で、環境分析の重要性を説いている。

コトラーによれば、売上を伸張させている企業や製品には、社会の変化や流行などのトレンドを味方につけており、マーケティング活動から、外部環境の変化を的確にとらえ、自社の組織や製品を時代のトレンドに合致させていくことこそが、生き残るための条件であると指摘している。

このようなマーケティング活動において、外部環境を把握して、自社への影響をはかるフレームワークとして「PEST 分析」が重要とされている。

では、水素ビジネス市場における取組みを PEST 分析で紹介する。

まず、P (政治) 的背景では、2010 年、高圧ガス保

安法や消防法など水素スタンドに係る規制の整備、2012 年、水素ステーションの立地規制の緩和、2015 年、FCV の一部ユーザーへの普及開始がある。

また、2025 年、FCV 普及 200 万台の目標を掲げ、2011 年、自動車 3 社、エネルギー事業者 10 社が、FCV と水素インフラ整備に向けた共同声明を発表した。

さらに、2015 年、水素ステーションを全国に 100 か所 (東京・名古屋・大阪・北九州を結ぶ) 設置することを目指しており、2025 年には、全国に 1,000 か所設置するとの施策が出されている。

E(経済)的には、2009 年、家庭用燃料電池価格 (300~350 万円)、2013 年、水素供給コスト (120 円/N m³程度)、2015 年、水素貯蔵機コスト (100~200 万円)、2016 年、家庭用燃料電池価格 (70~80 万円)、2020 年、水素供給コスト (60 円/N m³程度、ガソリン並み) と見込まれる。

続いて、S (社会) 的背景では、2009 年、家庭用エネファーム (PEFC タイプ) の販売開始、2011 年、家庭用エネファーム (SOFC タイプ) の販売開始があり、2012 年、埼玉県庁がソーラー水素ステーションを設置した。

さらには、2013 年、とよたエコタウンで水素ステーションの運用開始、2015 年、千代田加工建設が川崎市に水素燃料の大型供給基地を建設、2015 年、トヨタ自動車が 4 人乗り水素自動車を市販化する予定である。

最後に、T (技術) 的要素としては、2011 年、千葉大学が植物工業を建設し、羽田水素ステーションで回収した CO₂ の利用を開始した。2011 年には、JX が横浜旭区に日本発のオンサイト水素ステーションを開業、2015 年、水素貯蔵機コスト (100~200 万円)、2016 年、家庭用燃料電池価格 (70~80 万円)、2020 年、水素供給コスト (60 円/N m³程度、ガソリン並み) と見込まれる。

続いて、S (社会) 的背景では、2009 年、家庭用エネファーム (PEFC タイプ) 販売開始し、2011 年家庭用エネファーム (SOFC タイプ) 販売開始した。

6. 課題点

現在、水素エネルギーは、宇宙開発 (ロケット燃料) 分野で使用されている程度で、一般的ではない。

しかし、水素がエネルギーの中心となる可能性がある。まずはそのためのメリットを述べると、①水素は CO₂ 等の温室効果ガスを排出しないため、二酸化炭素 (CO₂) が削減できる。また水素エネルギーは、あらゆるエネルギーから作ることができる。例えば、太陽光発電や風力発電のような再生可能エネルギーによる電力使用時の水の電気分解で水素を製造することができる。

この水素エネルギーで発電を行うことで、電力消費のピークカットや、非常時や緊急時の BCP 対応等への利用が可能である。また、水素は、FCV の利用により車の燃

料にもなる他、生活に必要な様々なエネルギーを水素のみで賄うことも可能である。水素社会には上記の利点がある一方で、その実現には多くの課題がある。それは、使用者のニーズの合わせた安全で利便性がよく、安価での機器やサービスの提供である。

しかしながら、現段階では、機器の開発（技術）、経済性（コスト）、インフラの整備（プラットフォーム）において、いずれも課題点が多い。

では、水素社会の早期実現に向けた取り組みとして何をして行くべきなのかを述べる。まず、第一に重要なのは、水素エネルギーを大量、かつ安価に製造する技術を開発することである。次に重要なことは、水素エネルギーの運搬方法の簡素化である。それは、物性的に貯蔵、輸送が困難な水素を安全・大量、かつ安価に貯蔵、輸送する方向を確立することが急務である。

水素は、超低温（-253℃）で液化されるが、液化しても外部からの自然入熱によるボイル・オフ（自然蒸発）を止めることは不可能である。

また、水素は漏洩すると爆発する危険性がきわめて高く、さらに、臭いを付けるのが難しいため、漏れているか否かの判断が付きにくいという問題点もある。

以上のことから、水素社会の実現に向けた課題点としては、危険性の高い水素エネルギーを大量に取り扱うことができる水素の貯蔵設備や、輸送手段の確立といった技術と仕組みの開発が急務である。

以上のような水素社会実現に向けた取り組みとしては、図2の通り、政治的・経済的・社会的・技術的な取り組みがなされている。特に2015年～2025年に向けた今後10年間で、上記の課題点を解決して、一般社会への普及が期待されている。

7. あとがき

以上の通り、FCV（燃料電池自動車）とそれに伴う水

素ステーション導入や、他の水素関連ビジネスの市場規模は、2020年には10兆円、2025年には20兆円、2050年には160兆円規模と爆発的な成長市場になると予想されている。

しかしながら、これらの成長を継続させていく上で水素ステーション等のインフラ整備の問題等も考えられる。本稿では、同分野の市場動向について紹介したが、今後はこれらの課題解決に向けた施策（政府・自治体・関連企業の動向）を検討していきたい。

参考文献

1. 日本経済新聞 2013/12/20 記事
2. 日経産業新聞 2013/7/26 記事
3. 環境ビジネスオンライン 2014/5/13 記事
4. 日本経済新聞 2013/9/30 記事
5. 日経産業新聞 2014/4/8 記事
6. 日経 BP クリーンテック研究所『世界水素インフラプロジェクト総監』, <http://corporate.nikkeibp.co.jp/information/newsrelease/newsrelease20131021.shtml#ref1> (2015年2月20日確認)
7. Philip Kotler (著), 木村 達也 (訳): 『コトラーの戦略的マーケティング—いかに市場を創造し、攻略し、支配するか—』 (2000)

(原稿受付 2015/1/16、受理 2015/2/26)

*藤井 享, 博士 (学術)

株式会社日立製作所インフラシステム総合営業本部産業ソリューション営業本部営業企画部部長代理,
〒170-8466 東京都豊島区東池袋 4-5-2 email:toru-fujii@live.jp
Toru Fujii, Hitachi,Ltd.Infrastructure Systems General Sales
Division,Manager