

## 水素関連インフラの整備状況（米国・カナダ）

NEDO 海外レポート「燃料電池・水素特集」では、北米及び欧州の水素関連インフラの整備状況について取り上げる。第一回目の本稿では、北米の米国・カナダについて述べる。

欧州の状況、またスマートグリッドについては、次号（1042号）の個別特集欄で掲載する予定であるので、本稿と合わせお読みいただきたい。

### 自動車用の燃料電池・水素インフラ

燃料電池の自動車への適用は、将来の燃料電池用途の一つとして極めて重要な目標であるが、現段階では不確実な要素も多い。これまで自動車産業は、石油依存の低減、および地球温暖化の一因と考えられている排ガス削減に取り組む各政府の後押しと助成を受けて、燃料電池に大規模な投資を行ってきた。実際に、大手自動車メーカーは皆、路上走行試験用の自動車を保有している。それらの多くは、製造に約100万ドルのコストがかかっている。ゼネラル・モーターズ(GM)社は、各メーカーの研究開発開始から大量生産への展開までにかかる投資額を、約60億～80億ドルと見積もっている。しかし、技術的な課題が依然としてあり、もし大量生産期が到来するとしてもそれがいつになるのか、懐疑的になっているメーカーもある。ただし本田技研工業のように、大衆消費者市場で販売するにはまだ十分ではないが、燃料電池自動車の製造コストを大幅に削減してきた企業例もある。

燃料電池自動車(FCV: fuel cell vehicle)のロードマップとして多くの国がよく挙げるのが、日本の目標である「FCVを2012年に数千台製造、2015年には大量生産」である。しかしこれに対して懐疑的な見方をする自動車メーカーもあり、かなり先ではないにしても、2020年より前に大量生産期がくることはないとの予測を立てている。FCVのコスト課題の解決に確信を持つ自動車技術者達でさえも、2015年の目標は言うまでもなく、2020年の目標に間に合わせて水素インフラを整備できるかどうかについては、極めて慎重な意見が多いようである。

米国州知事やカナダ州首相達は、温室効果ガスを規制し代替エネルギー技術の開発を促進するために、地域のイニシアティブを策定している。このような共同の組織的取り組みがなければ、たとえ研究者達が燃料電池の技術的な課題を解決しても、水素インフラの不足と規制の不備のために、消費者は燃料電池自動車を受容しないだろう。2007年6月には、米国カリフォルニア州、オレゴン州およびワシントン州の州知事、ならびにカナダ・ブリティッシュコロンビア(BC)州の首相が、2010年までにメキシコのカリフォルニア半島からBC州までの水素インフラを共同で構築することに仮合意したと伝えられた。また、同年、米国アイオワ州、ミネソタ州、サウスダコタ州、ノースダコタ州、およびカナダ・マ

ニトバ州が、エネルギー移行ロードマップ(Energy Transition Roadmap)に署名した。

このロードマップには水素製造の目標に関する提案が含まれており、これは、風力発電により製造する水素(これらの州には大変強力な風力発電の回廊(corridor)がある)と、バイオマスから製造する水素の双方にとって重要なものとなるかもしれない。例えば、ミネソタ州の電力の半分を供給している Excel Energy 社は積極的な風力発電プログラムを実施中であり、同州の「2007 年再生可能エネルギー基本計画(2007 Renewable Energy Objective plan)」の下で、2020 年までに再生可能エネルギー源からエネルギーの 30%を供給することを義務付けられている。

カリフォルニア州のアーノルド・シュワルツェネッガー知事は、2007 年のフロリダ会議において、ブッシュ政権(当時)の再生可能エネルギーと水素に対するリーダーシップ不足を批判した。フロリダ州政府は、600 の市庁とともに、カリフォルニア州型の規制の採用(排出量の低減、州のエネルギー利用量のうち再生可能エネルギー源の割合を 20%に増大、州政府の機関に対して燃費の良い車両の使用と、緑の建築(green building)基準の義務付け)に合意した 34 番目の州となった。さらに同州は、2008 年にも新たな法案を可決した。この法案の内容は、「Fuel Cells2000」のウェブサイトに、「2008 年の燃料電池・水素に関する政策の要約(2008 Policy Activity Wrapup – FUEL CELLS & HYDROGEN)として掲載されている<sup>注1</sup>。2007 年にシュワルツェネッガー州知事は次のように述べている。「連邦政府に、もはやリーダーシップを求めている州は増加している。米国がリーダーシップを示さなければ、急成長している中国やインドなどの国々が環境保護対策を取ることとは期待できない。」

同知事は、2008 年も新法の制定を推進した。同州の再生可能エネルギー使用基準(Renewable Energy Standard)では、2020 年までに再生可能エネルギー由来電力の割合を 33%に増加させることを目指している。ブッシュ大統領が京都議定書に署名しなかったことによって米国と先進国の関係がこれまでぎくしゃくしてきたと述べる観測筋もいる。

一方、米国エネルギー省(DOE: Department of Energy)はオバマ新政権の下、2009 年 5 月 18 日～22 日に、バージニア州アーリントン(ワシントン D.C.近郊)にて、例年通り「DOE 水素プログラム及び自動車技術プログラムに係る年次成果評価会議(Hydrogen Program and Vehicle Technologies Program Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting)」を開催する。毎年開催されるこの会議は重要であり、一般に公開される<sup>注2</sup>。

注1 <http://www.fuelcells.org/2008StatesH2FCWrapUp.pdf> この文書には連邦政府と、各州政府の政策の要約が掲載されている。

注2 2008 年、及び 2007 年の本会議の内容については、下記 NEDO 海外レポートで取り上げている。  
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-01.pdf>  
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1004/1004-03.pdf>

## 水素補給ステーション

Fuel Cell Today<sup>注3</sup>によると、2007 年末時点で稼動中もしくは計画中の水素補給ステーションは世界で約 160 カ所であった。そのうち約半分は米国とカナダに設置されており、その半数以上がカリフォルニア州（環境保全運動が盛んな地）とカナダの BC 州（燃料電池開発が盛んな地）に設置されている。残りはほぼ全てが、ミシガン州、ニューヨーク州、および、エリー～オンタリオ湖近辺の地域に設置されている。ごく少数ではあるが、ケベック州、米国ペンシルベニア州、オハイオ州、インディアナ州及びイリノイ州にも設置されている。これらの地域は、米国とカナダで自動車製造と自動車部品製造が盛んな地域である。

これらの補給ステーションの多くは、車両実証プログラムを実施する自動車産業が保有、もしくは運用している。いくつかのステーションは、石油会社や産業ガス会社（BP 社、Shell Hydrogen 社、Air Products 社、Praxair 社）が運用している。Fuel Cells 2000<sup>注4</sup>のウェブサイトに掲載されているステーションのリストによると、2008 年末時点で新たに設置されたステーションは殆どなかった。同ウェブサイトには、カリフォルニア州の 34 カ所、欧州西部 33 カ所（内、ドイツ 26 カ所、デンマーク 6 カ所）が掲載されている。計画中的の新ステーションは、カリフォルニア州 16 カ所と、欧州 23 カ所（内、デンマーク 9 カ所、ノルウェー 6 カ所）である。

これらのステーション用の水素のほとんどは、ステーション外から搬入されている。その水素は、電力を使用して水から製造されるか、もしくは、天然ガスを原料として、オンサイト<sup>注5</sup>で製造されるなどである。水素は一般的に圧縮水素ガスで販売される（通常 5,000psi<sup>注6</sup>もしくは 3,600psi、10,000psi の場合もある）。これらの燃料補給ステーションのうちの何カ所かは、試験車両フリート用（特に、カリフォルニア州トランスに主要ステーションを数カ所保有しているホンダの試験フリート用）の可動式設備である。また、それ以外のカリフォルニア州南部・北部地域にも可動式設備がある。消費者が将来、FCV を受け入れるためには、燃料が現状よりも便利で確実な場所で、また安価に広く入手できる必要がある。

ところで、GM 社が自社の新しい燃料電池試験車両プログラムを展開していたのと同じ時期に、燃料を供給する予定だったカリフォルニア州の何カ所かの水素補給ステーションが閉鎖され、新ステーションの建設業者が建設を再考し始めた。電気自動車(BEV: Battery-powered Electric Vehicle)の支持者達は勢いづき、FCV の構想に異を唱えた。また、BEV と FCV の双方に反対する人々は、これは、政府がこのような技術に対するあら

注3 <http://www.fuelcelltoday.com/>

注4 <http://www.fuelcells.org/>

注5 「補給ステーションで製造される」という意味。

注6 psi は圧力の単位で、重量ポンド毎平方インチのこと。1psi=約 6895 パスカル

ゆる資金援助を終了させる兆候ではないかと述べた。水素とFCVの支持者達は、BEVのマイナスの側面についての意見(例えば、FCV水素タンクへの水素充填時間は5分ですむのに対し、BEVの充電時間が6時間かかるなど)を述べ、ステーションの計画が何ヵ所か変更されても殆ど影響はないのではないかと指摘した。自動車製造業者達はFCVの商業化実現にかかる期間について、様々な意見を持っている。

2009年は引き続きカリフォルニア州の「水素ハイウェイ(hydrogen highway)」の規制と助成についての議論が行われると予想される。シュワルツェネッガー知事は2010年までに200ヵ所の水素補給ステーション建設を求めている。一方、カリフォルニア大気資源委員会(CARB: California Air Resources Board)は、2015年までに配備されるステーション数は、50~100ヵ所程度と予想している。自動車製造業者は自社独自のステーションを提供もしくは建設しなければならないと予測する人々もいる。

### GM社の「プロジェクト・ドライブウェイ(Project Driveway)」

GM社は100台のEquinox FCVを使用した「プロジェクト・ドライブウェイFCV試験プログラム(Project Driveway FCV test program)」を開始した。Equinox FCVは、スポーツクロスオーバー車の「Chevrolet Equinox」がベースとなっている。試験ドライバーは、車を3ヵ月間(水素を含めて無料で)使用し、性能評価および車が気に入ったかどうかについて定期的に報告する。GM社はこの方法によって、ごく短期間で大勢の試験ドライバーがEquinox FCVを使用することを期待している。報道によると、GM社は、様々な気候の下での試験、水素補給ステーションの配備状況を考慮し、ワシントンD.C.、ニューヨーク市、ロサンゼルス、およびカリフォルニアから最初の試験ドライバーを選ぶ予定である。試験ドライバーは、GM社燃料電池ウェブサイトのコミュニティで活動を活発に行っている会員の中から選ばれる。

試験車両にはGM社のOnStarナビゲーション・システムが装備されているため、ドライバー達は最寄りの水素補給ステーションの位置を知ることが可能である。ワシントンD.C.のドライバーは利用可能な補給ステーションが一ヵ所しかないが、ロサンゼルスドライバーは市民が利用できるステーションが何ヵ所もあり選択ができる。既存のステーションは大部分が5,000psi(34.5MPa)で水素補給が行われているが、GM社とその他の自動車会社は10,000psiで補給する設計の車を増やしている。「Hydrogen & Fuel Cell Letter」誌には、GM社がプロジェクト・ドライブウェイの試験地域にGM社独自の水素補給ステーションの設置を計画していると記載されている。

## ホンダは 2008 年に「FCX Clarity」のリース販売を開始

本田技研工業（ホンダ）は、2008 年末までに日本とカリフォルニア州で FCV「Clarity（クラリティ）」の一般向けリースを開始した。リース価格は 3 年間で月額 600 ドル、水素 1kg 当たり 5 ドルである。Clarity は水素フル充填で 270 マイル（約 430km）走行できるとみられている。東京地域には水素補給ステーションが 12 ヶ所あるのに対し、顧客が利用できるカリフォルニア州のホンダのステーションは 5 ヶ所である（ロサンゼルスおよびサンフランシスコに各 1 ヶ所、トランスに 3 ヶ所）。ホンダは今後 3 年間で最大で 15 ヶ所以上のステーションが利用できるようになると見込んでいる。

ホンダとその子会社のホンダソルテックは、太陽電池式の家庭用水素補給ステーションの開発に共同で取り組んでいる。ホンダソルテックは、2007 年 10 月に日本で CIGS（銅、インジウム、ガリウム、セレンからなる半導体材料）の薄膜 PV モジュールの販売を開始し、2008 年末までに年間製造能力を 27.5MW に増加させる計画を発表した。3kW システムの販売価格は約 18,200 ドルであり、27.5MW では、売上が最大で 1 億 6,700 万ドルとなる。ホンダはこれにより、家庭用発電市場に参入し、ゼロエミッションの FCV 用の水素製造への道を開いた。ホンダが発表している短期目標の一つは、FC 車 Clarity を使用して試験を行う予定の米国の水素補給ステーションで、ホンダの太陽電池を用いて水素を製造することである。

## PG&E 社の水素補給ステーション（カリフォルニア）

計画中の補給ステーションが中止された例を紹介する。これはパシフィック・ガス・アンド・エレクトリック(PG&E: Pacific Gas & Electric)社が建設する予定のものであったが、これまで水素に強い関心を示してきたこの大手電力会社の州政府との契約は合意期限切れとなった。

PG&E 社のステーションは、サンカルロス（カリフォルニア北部、最も既存ステーション数が多い地域）に建設される予定であった。予定建設コストは少なくとも 250 万ドル、うち 150 万ドルは州政府からの助成予定であった。このステーションは、GM 社の試験プログラムのカリフォルニア北部への拡大、及び 2009 年にカリフォルニア北部で開始される予定のメルセデス・ベンツ(Mercedes-Benz)の FCV リースプログラムにとっても、重要な拠点になるはずだった。同社は、当初の合意通りに、2008 年末までに常設ステーションを建設して水素をオンサイトで製造するよりも、他所で製造され搬入された水素を利用して、より低コストの一時的なステーションを設置したいとしている。また、プラグインハイブリッド車(PHV: Plug-in Hybrid Vehicle)の評価に時間と資金を費やすことを決めている。

PG&E 社に対し、長期的解決策として BEV を支持するコンサルタントもいる。彼らは、もし天然ガスを水素製造に用いる場合、燃料として水素が供給される以上に、水素の製造の方にエネルギーが必要となると主張している。つまり、グリッドからの電力を使用して直接 BEV に充電する方が良いのではという意見である。実際には、このような議論では、経済状況と、様々な経済的・環境的・世界的な政策とのトレードオフが単純に捉えられすぎている側面もある。

## カナダの状況

北米の水素補給ステーションのうちの 10 カ所はカナダに設置されており、計画中のステーションがさらに 3 カ所ある。カナダは燃料電池(FC)技術の拠点であり、Ballard Power Systems 社が独自に投資を行っている。カナダが FC に関心を持つ理由は様々である。ブリティッシュ・コロンビア(BC)州の 50 以上、カナダ全域の 300 以上のコミュニティは、グリッドやガスパイプラインに接続されていない。最近発表されたプロジェクトでは、Ballard Power Systems 社の製品「Mark1020」燃料電池が、システムインテグレーターの Dantherm Power A/S 社（デンマーク、Skive）設計のシステムに提供される予定である。このシステムにより、Bella Coola 地域（BC 州沿岸部の孤立した人口 2,500 人のコミュニティ）に補助的な電力供給が行われる。

同システムは BC Hydro 社の子会社である Powertech Labs 社により運用される予定である。Dantherm A/S 社（産業用空気管理システムの専門企業）は、燃料電池・水素を使ったコージェネ(CHP)システム市場に焦点をあて、2003 年に Dantherm Power 社を設立した。この Bella Coola のプロジェクトは北米市場への参入を試みたものである。50 カ所のオフグリッドコミュニティの全てが、近郊に水力発電資源を保有していないわけではない。しかし、水力発電資源は季節的変動で流量が変わる可能性がある。このプロジェクトでは、世界の僻地において補助的なディーゼルエンジンや電池を導入するよりも、水素を製造・貯蔵するための複数のシステムを組み合わせた手法（太陽光量や気候で変動する太陽光発電、風力発電由来の電力を利用して水素を生産）の方が、持続可能で汚染が少なくすむ可能性があることを実証している。

BC 州 Bella Coola 地域の FC システムは、BC Hydro 社の「水素による再生可能エネルギー発電イニシアティブ(HARP: Hydrogen-Assisted Renewable Power initiative)」の一環である。このケースでは、同 FC システムによってディーゼル予備電源システムの使用増加が抑えられており、水力発電所の近郊に設置されるこうしたシステムにより、クリーンで再生可能なエネルギー資源の使用が増加するだろう。水力発電電力を用いて水を電気分解することによりいつでも水素を製造でき、発電所全体の生産性も向上する。一方、このような大規模システムにおいては、補助電池システムに電力を貯蔵する場合に、徐々にエネルギーのロスが発生するが、水素貯蔵は同様のエネルギーロスで悩まされることがな

く（ただし水素貯蔵には、貯蔵材料の脆化<sup>注7</sup>、水素漏出などの独自の問題がある）、電池システムよりも経済的になると見込まれる。この BC 州の水素製造システムはカナダの Hydrogenics 社が供給する予定である。

編集・翻訳：NEDO 研究評価広報部

出典：SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program

---

<sup>注7</sup> 水素を貯蔵するための金属材料が水素を吸収し、割れやすくなる現象。