

イワタニ水素エネルギーフォーラム

未来技術フォーラム神戸 板山克広

2015年2月12日にグランフロント大阪で開催された首記フォーラムに参加し、今話題の「水素」社会への取組みに関する講演を聴講した。本フォーラムは東京、大阪で日をずらして開催され、今回で9回となるが、トヨタの「みらい」発売、相次ぐ水素ステーション開設により水素社会への関心が高まる中、参加希望者が急増し満席の盛況となった。今回は、「2015年 水素元年スタート」と題して、近畿経済産業局、トヨタ、ホンダ、新関西国際空港、川崎重工から5件の講演があり、それぞれの機関、企業における取組の紹介が行われたので、その概要を以下に報告する。

1. 「水素社会の実現に向けた取組みの加速」 近畿経済産業局 市原秋男氏

エネルギー基本計画の概要が2014年4月に閣議決定され、その中で「将来の二次エネルギーでは、電気、熱に加え、水素が中心的役割を担うことが期待される」と“水素社会”の実現に向けた取組み加速が方針として示された。具体的な取組みとしては、エネファームの普及・拡大、燃料電池車（FCV）の導入加速に向けた環境整備、水素の大量利用に向けた水素発電の実現、これらを可能とするための水素供給（製造、貯蔵・輸送）技術の開発とロードマップ策定が挙げられているが、それら取組みの概要が紹介された。

この方針を受けて「水素・燃料電池戦略会議」がロードマップを策定し、2014年6月に閣議決定された。それによると、「東京オリンピックでの水素技術の世界への発信」をフェーズ1として、燃料電池の家庭用・産業用市場での普及、及びFCVの普及により世界の水素関連市場をいち早く獲得することを目標としている。フェーズ2では、「海外からの水素供給システムを確立」して、「水素発電の本格化等による水素需要の拡大」へと繋げ、あらたな二次エネルギー構造を実現することを目標とする。そして、水素製造プロセスに再生可能エネルギー（RE）あるいはCCS(CO₂回収・貯留)を組み合わせ、「完全なCO₂フリー水素供給システムを確立」するフェーズ3へと繋げる。

フェーズ1の柱の一つであるエネファームでは、購入補助金(222億円)の導入とともにマンション向け市場、欧州市場への展開により、設置台数を現状の10万台強から140万台まで伸ばす。更に業務用(数100kW級)・産業用(数10~1000MW級)の実用化にも取り組む。そしてFCVでは、2025年頃のハイブリッド車並み価格実現に向けて購入補助(100億円)による量産化支援を行うことに加え、水素ステーション設置に関わる規制の見直し、事業補助(ステーション100ヶ所、95.5億円)によりFCV普及の環境整備を行う。

水素ガスタービン発電の実用化への取組みは既に各国で始まっており、イタリアではEnel社による16MW規模の水素専焼発電（GE製）の実証実験も行われている。水素発電は100万kW一基でFCV300万台分に相当する770t/日という大量の水素を消費し、市場規模拡大による水素製造・流通の低コスト化の鍵となる偽医術として期待されている。しかしメタンに比較すると発熱量が低い(流量を増加する必要あり)、燃焼速度が7倍(逆火損傷対策)、火炎温度が高い(ホットスポット発生)などの特性があり、通常の水蒸気タービンではメタンへの混入は5%が限界とされる。ホットスポットによるNO_x抑制策として水蒸気噴射（拡散方式）により燃焼温度を抑える方策が採られるが、発電効率を阻害する。水素ガス専焼あるいは高濃度混入のためにはタービンの各種構造の最適化が必要とされ各社が開発に取り組んでいるが、川重は水素混入量0~100%の広範囲で発電効率を落とさない独自技術のバーナを開発したとのことである。なお水素の大量供給を可能にする海外未利用資源を活用した水素サプライチェーン構築については、次項に紹介する。

2. 「水素エネルギーサプライチェーン実現に向けた川崎重工の取り組み」 川崎重工 西村元彦氏

エネルギー総合研究所のまとめによると、現状の化石燃料由来の国内水素製造能力は約 356 億 Nm³/年であり、製油精製、鉄鋼産業などでの自家消費分を除くと国内水素外販可能量は約 65 億 Nm³/年とみられている。これは 100 万 kW 発電 2 基と FCV160 万台(保有台数の 3%弱)の消費量に当たり、将来の本格的な水素社会においては新たな水素供給源が必要と考えられている。また従来の化石燃料由来の国内水素製造量を増やすことは、本格的な CCS が国内で可能とならない限り、CO₂削減の観点から実現が難しい。将来的には RE 電力による水電気分解、人工光合成などの CO₂フリー供給システムの実現が期待されるものの、当面は海外の随伴ガス、副生ガスあるいは化石燃料改質で得られる水素を液化水素、有機ハイドライドの形で輸入する以外ない。

川重はオーストラリア南東部に位置するトブ・バレー褐炭炭田に着目し、現地での水素製造、液化、液化水素運搬船での日本への海上輸送というサプライチェーンの構築に取り組む(NEDO 実証事業)。同炭田は日本の総発電量 240 年分の埋蔵量を有するが、輸送が困難なことから現地での活用に限定されている褐炭に新たな利用の道を拓くことにもなる。また現地には 80km 先の海底に枯渇ガス田があり、連邦・ビクトリア州政府が進める CCS プロジェクト“CarbonNet”を活用した CO₂フリープロセスも実現できる。川重によると褐炭燃料、水素製造、CCS、液化水素海上輸送を併せたコストは 30 円/Nm³で、日本国内での陸上搬送費を加えても 60 円/Nm³程度のコストに抑えることが期待できるとしている。同社は LNG をベースとした液化水素の液化機、貯蔵タンク、陸上輸送コンテナの技術を既に有しており、オリンピック 2020 年におけるパイロットチェーン(10t/日)構築を目指して、2500m³液化水素輸送船の設計と国際認証取得に取り組んでいる。

3. 「トヨタの環境技術戦略と MIRAI の開発」 トヨタ自動車 田中義和氏

昨年 12 月 15 日に税込み 723.6 万円で発売された世界初の FCV 市販車「MIRAI」。発売開始 1 か月で 1500 台受注するなど注目を集め、岩谷産業、JX 日鉱日石エネルギー、各ガス会社などの相次ぐ水素ステーションのオープンも相俟って、一気に“水素”への社会の関心が高まった。このような状況を受け、トヨタは 2016 年に生産能力を 2000 台/年、2017 年には 3000 台/年にまで増強することを発表し、同社の FCV への取り組みの本気度を示した。今回のプレゼンテーションでは、車両コンセプトとともに商品化プロセスでの FCV に対する特別な思いが紹介された。

新開発の FC スタックは体積出力密度 3.1kW/L(重力出力密度 2.0kW/L)、最高出力 114kW という世界トップレベルの性能を誇り、小型コンパクト化による床下搭載も実現。セル数削減、3D ファインメッシュ流路採用、現行 HV エレクトロニクスを可能にする昇圧コンバータ導入などにより、旧 2008 年型スタックとの比較で性能を 2.2 倍に引き上げると同時にシステムコストを 1/20 以下にすることに成功した。また CFRP 層構成の革新(高角度ヘリカル巻等)によりタンク貯蔵性能 5.7wt%を実現し、タンク本数を 2 本(70MPa、122.4L、約 5kg)に半減している。講演後の質疑でも質問が集中した衝突安全性については、タンクが積載される後面への 80km/h 衝突試験でもタンクは全く損傷・変形せず、またクロスメンバー等の工夫により捻じり剛性を大幅に強化することにより安全性を確保しているとのこと。一方、走行性能については、HV、EV を上回る優れた加速性能(0→100km/h : 9.6 秒、40→70km/h : 3.0 秒)、操縦安定性/乗心地、静粛性により“Fun to Drive”の実現を目指したとしている。

FCV はトヨタにとっても「究極のモーター」との位置づけで、MIRAI の上市に当たってはその本気度を示す為には同社としては異例のプロセスを採ったとのこと。例えば、2013 年 10 月にプロトタイプ車の公開試乗会、東京モーターショーでの最終デザイン展示、発売開始半年前の開発進捗状況報告会開催とその場での販売開始時期・価格の公表、記者発表前の新城リデビュー(社長が

ドライバー)などこれまでに見られない前のめり気味の活動を行った。極め付きは燃料電池関連の特許 5680 件の無償実施権提供の発表で、FCV 市場開拓への強い意気込みを示す狙いという。

4. 「水素社会に向けた Honda の取り組み」 本田技研工業 岡本 英夫氏

ホンダ自身が認めるように、FCV 商品化で大きく後れを取るホンダの講演がトヨタに続いて行われるということで注目されたが、2015 年度内上市というこれまでの報道以上に踏み込んだ内容はなかった。同社は 2008 年より V Flow セル構造の FC スタックを搭載した FCX クラリティのリース販売を行っているが、今回の発売予定の FCV CONCEPT では、出力 100kW 以上、出力密度 3kW/L の新開発 FC スタックをフロントフード下に搭載したものとなる。同社によると、商品化の最大の課題はスタック製造工程でのコスト低減と量産における品質保証で、トヨタの FC スタック量産技術に対して高い評価を与えていた。同社の FCV 普及ロードマップでは、2015 年度に品質向上とコスト低減を両立させたモデルを一般ユーザー向けに上市するとなっているが、本格的な拡販は 2020 年と言われる GM との共同開発車を待つことになる模様。

そこで今回の講演では話題を「ホンダの描く水素社会のイメージ」に絞った。2020 年までは本格的普及に向けたインフラ拡充への取り組みが重要との認識で、FCV の分散型エネルギー社会やスマートコミュニティとの融合を目指した実証実験を各地で進めている。同社の取り組みの特徴は、嘗て同社が開発した CIGS 型 PV と水素ステーションを組合せること。PV 電力による水電気分解により水素を製造することで地産地消型の水素供給システムを構築し、平時の FCV への供給、そして非常時の FCV を介した電力供給を行う。米カフォルニア、埼玉県庁の実証実験で使われるソーラー水素ステーションは、6kW の PV システム、1.5kg/日(600kWh 相当)の高圧水電解システムと 35MPa 水素充填装置から構成されている。さらに水素製造部と充填部を一体化した同能力規模のパッケージ型“スマート水素ステーション”を開発。工場を組み立て・出荷することで設置工事が 1 日に短縮できるという。またごみ焼却発電などの外部電力を利用することで、全体システムのコンテナサイズは 3m×2m と非常にコンパクトなものとなる。

5. 「関西空港におけるスマート愛ランド構想」 新関西国際空港 加藤芳充氏

大阪国際空港での騒音等の環境問題を踏まえ、関西国際空港では「公害のない、地域と共存する環境先進空港」を目指し、2017 年までの 5 か年計画で「スマート愛ランド構想」を推進している。そのコンセプトは、クリーンエネルギー利用、省エネ、生物多様性保護などを内容とするスマートコミュニティの実現で、それにより「世界最高水準の安全・安心な空港運営」を目指す。その柱となるのが「水素グリッドプロジェクト」で、空港内のエネルギー源を水素に順次置き換えることを計画している。

堺市の液化水素工場ハイドロエッジから供給される水素をベースとして、水素ステーション、FC バス、FCV を運用する実証実験を HySUT 等の協力で 2007 年より行ってきたが、これを新たに 200 台保有するバッテリー駆動フォークリフトへと展開し、2025 年までの完全 FC 化を計画する。これにより予備バッテリー廃止(購入・補完場所削減、充電時間 8 時間→充填時間 3 分)に加えて CO₂ 排出 300t 削減が可能となる。将来的には同じく 200 台保有の荷物搬送ティンセル車へと対象を拡げ、更には関空・伊丹間の FC リムジンバスの運行も目指す。これらの為のインフラとして 2015～16 年に両空港における水素ステーションの整備を経産省の補助事業で行う。また 2 期ターミナル地区へ電気と熱の供給に向けて水素発電システムの整備を検討中とのこと。2 期ターミナルで使用する電気は通常、外部電源と 2 期貨物地区に設置された 11.6MW カソーラと 5kW 小型風力(いずれも 2014 年稼働)により賄われているが、水素発電システムは外部電源の一部代替と非常用電源として活用される。なお、空港特有の制約として大型風力の導入はできないが順次風力

の基数増強を進めるとのこと。

終わりに

最近連日、水素関連の記事が新聞紙上を賑わせている。一見、日本の動きは世界をリードしているかの如く写るが、既報の H₂EXPO(2014 年 Hamburg)の報告でも紹介したように、海外の取り組みはいささか様相を異にする。“エネルギーシステム”は地理・地政学的条件を色濃く反映するだけに、世界市場を睨んだ“水素”への取り組みは、自身の取り組みに酔いしれることなく、広く海外の動きも踏まえたものであるべきことを忘れないようにしたい。

以上