

## 再生エネと蓄エネ技術 その2 (水素の輸送と消費)

(株) コベルコ科研 高橋知二

### 1. はじめに

2015年12月国連気候変動枠組み条約第21回締約国会議(COP21)にて採択されたパリ協定に基づき、全ての締結国において緊急かつ大幅な温室効果ガスの削減が求められている。

日本政府は、大幅な**省エネルギー**、**エネルギーセキュリティ**の向上、**環境負荷低減**に向け水素エネルギーの利活用による水素社会の到来に大きな期待を寄せている。

**省エネルギー**としては、燃料電池との組み合わせや直接燃焼で高いエネルギー効率での電気・熱供給ができること。**エネルギーセキュリティ**では、再生可能エネルギーを含む多様な一次エネルギー源から製造可能であるため、調達先の多様化や再エネルギー化によるエネルギー自給率の向上が実現できること。**環境負荷低減**では、利用段階でCO<sub>2</sub>を排出せず、製造段階でもCCS(二酸化炭素回収・貯留技術)との組み合わせによりトータルのCO<sub>2</sub>フリー化が達成できること。さらには、電気と比べ高いエネルギー密度での輸送および長期貯蔵も可能であることが大きな特徴となっている。

これらのことから、水素は二次エネルギーとして、電気、熱に次いで中心的な役割を担うことが期待されている。

水素の利活用では、大きく①製造⇒②輸送・貯槽⇒③消費の3つの段階がある。

今回は、②輸送、および③消費技術のごく一部であるが、2015年6月より2015年12月にかけて設備見学の機会を得たので報告したい。

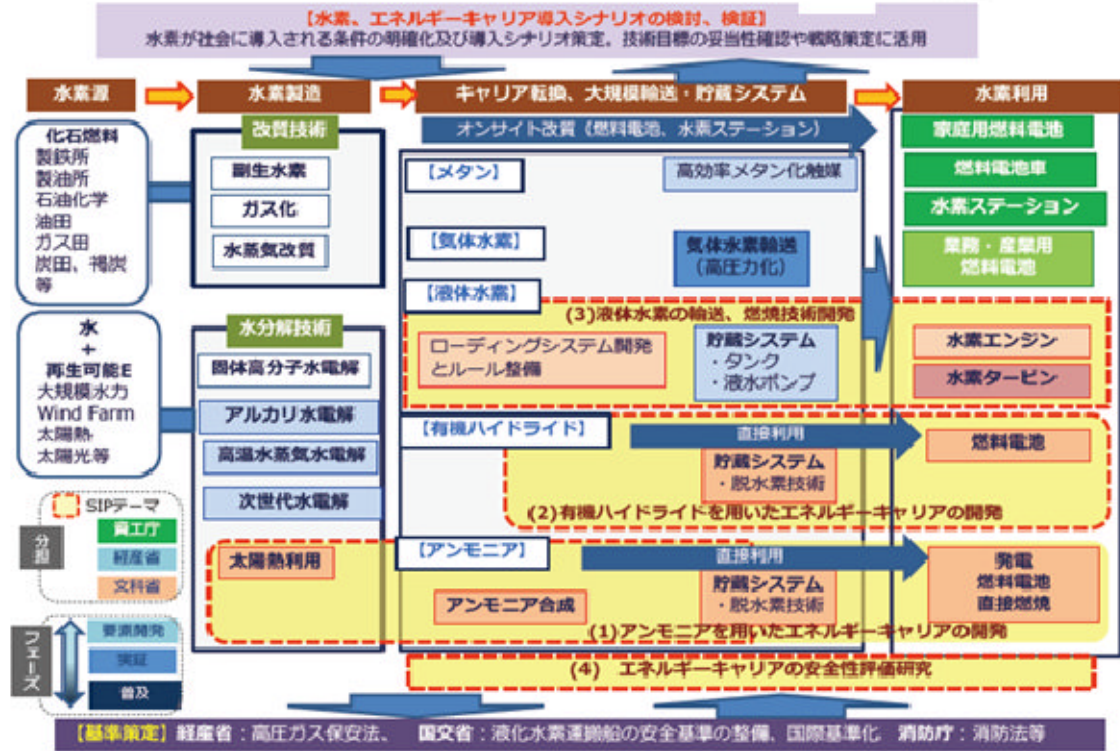
### 2. 水素エネルギーの概要

現状、日本における年間の水素需要は約150億Nm<sup>3</sup>とされている。そのほとんどが、自家消費であり産業用として外販されているのは全体のわずか1%にすぎない。これが2030年までに火力発電のLNGに水素を50%加えて混焼させた場合には、外販水素として最大220億Nm<sup>3</sup>が追加が必要となる。そのときには、国内供給のみでは不足が生じ、海外からの供給も必要となると想定されており、安定した水素輸送技術が必要となる。

輸送技術としては、①高圧水素、②液体水素、③有機ヒドライド、④アンモニア、⑤メタンの5つの方法が実用化に向け検討がなされているが、これらの内で有望と考えられているのは、②液体水素、③有機ヒドライドならびに④アンモニアとされており、内閣府としても積極的に技術開発をサポートしている。

水素製造では、原料を従来と同じ化石燃料に依存するものが現実的であるが、将来的には再生可能エネルギーから製造することが期待されている。

今回見学した設備3ヶ所は、各々役割が異なるためともに独立した個別報告としたい。

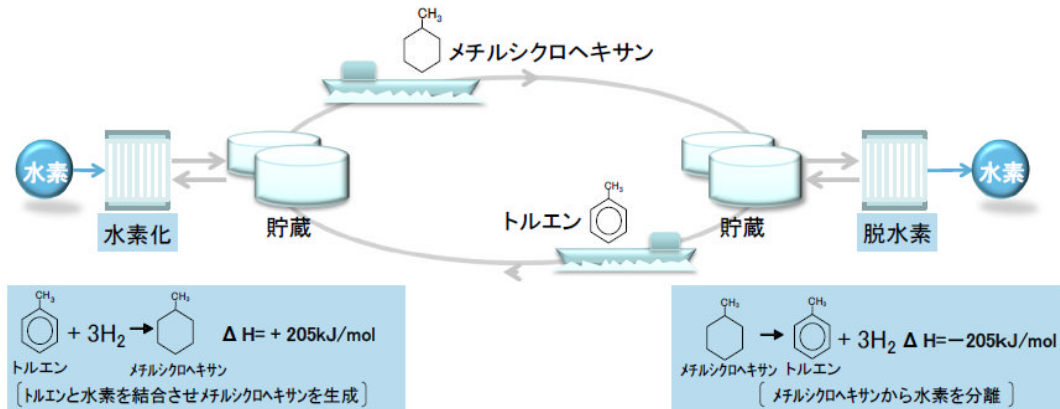


【図1】水素エネルギー及びエネルギーキャリア関連の研究開発プロジェクト  
出典：内閣府イノベーション創造プログラム資料(SIP)

### 3. 千代田化工機建設・SPERA 実証プラント（2015年9月15日訪問）

本プラントは、横浜市・新子安駅近くに建設され、有機ハイドライドとして水素を輸送する技術の実証プラントとして2013年4月より稼働している。

SPERA プロセスとは、水素供給源サイドでトルエンを水素化反応処理しメチルシクロヘキサン（MCH）を製造し、そのMCHを輸送、水素需要サイドで脱水素反応により水素を取り出すと同時にトルエンを再生する、一連のプロセスである。



SPERA プロセススキーム

最大の特徴は、輸送・貯蔵の段階では、水素を常温常圧の液体として取り扱うことを可能とした点にあり、従来のガソリンと同じインフラがそのまま使用できる。

キーとなる技術は、千代田化工が世界に先駆けて開発した脱水素反応を効率的に進行させる触媒とのこと。



**SPERA 実証プラント**

プロセス基本技術の検証がほぼ終了した段階。

実際にはこの脱水素化反応は水素の供給地現地で行う必要がある。そのため、ガソリンスタンド等で簡便に操作することの出来るコンパクトな設備とすべく更なる改良は必要と考えられる。

訪問時は NEDO 事業として、この実証プラントに隣接させて水素製造としての電気分解設備を建築中であった。これが完成すると、再生可能エネルギーの出力変動を含んだ形で水素製造から有機ハイロライドの製造まで、一貫した実証試験が可能となる。完成が待ち遠しい。

#### 4. いわたに・水素ステーション東京芝公園（2015年12月7日訪問）

水素利用の代表格は、燃料電池車であり、その燃料電池車への高圧水素供給技術が水素ステーションには集約されている。

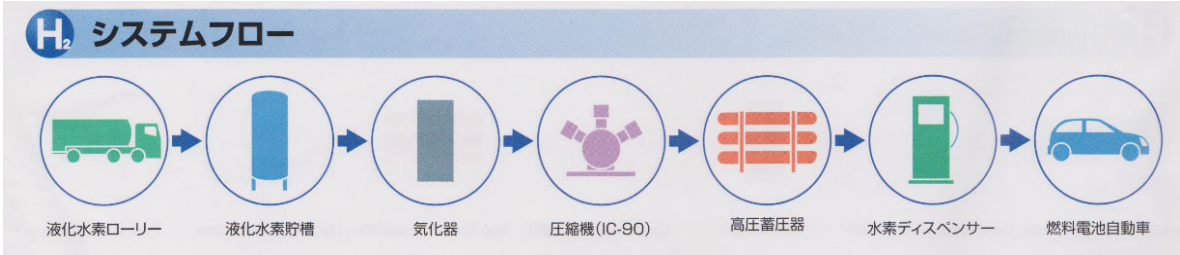
経済産業省は、燃料電池車の普及に向けて、4大都市圏に2015年までに100か所程度の水素ステーションを整備すると宣言し、年度末までの設置承認分を含めて81か所が計画されており、建設時の費用負担、規制緩和などの後押しを進めている。

また、大手自動車メーカー3社によるステーション運転資金の補助も始まっている。

既に、岩谷産業、JX日鉱日石エネルギーを中心に40か所以上で建設が進められている。

その中でも、今回訪問した『いわたに水素ステーション芝公園』は、トヨタとの共同運営で、燃料電池車のデモルームでもあり、全国水素ステーションの旗艦店的な役割も果たしている最も名前の通った実証ステーションである。2015年4月の開所式には安倍総理大臣も出席し挨拶をされた。

液体水素を受け入れ、液体のまま貯蔵、ついでその一部を水素ガスとし圧縮し高圧ガスとしてボンベに蓄える。燃料電池車に水素ガスを供給する際は、そのボンベから高圧水素を冷却して充填している。



### いわたに水素ガスステーション東京芝公園のシステムフロー

このステーションの技術的な特徴は、圧縮機にリンデ社製イオニックコンプレッサー（5段圧縮機）を採用していることであろう。イオン液体をシール材として用いており、圧縮能力は 340Nm<sup>3</sup>/h で、吸入圧 0.6MPa から吐出圧 82MPa まで 5 段で昇圧できる能力を有している。

圧縮水素は燃料電池車に充填する際、断熱圧縮により高温となってしまうため、予め水素ディスペンサーでマイナス 40℃まで冷却してから、車に供給している。これでも、全くの空の状態から満タンまでの充填は無理とのこと。例えば、MIRAI であればタンク容量は水素 5kg であるが、その 90% (4.5kg) でタンク内温度は 60℃まで上昇してしまい、それ以上の連続充填は難しい。一般的には燃料電池車を全くの残量ゼロまで運転することは稀で、ほとんどのお客さんは残量 30%位になると充填に来られるようである。

このステーションは、供給能力としては 1 時間当たり 6 台の満充填が可能となっているが、現状平均 1 日に 10 台程度の車が充填に来られるのみとなっている。

営業時間は、日曜・祝日・年末年始は定休、土曜日は 9 時から 13 時まで、平日でも 9 時から 17 時までと一般の人にとっては利用しにくい時間帯となっている。やはり、燃料電池車をもっと普及して効率的な運営になるまでは我慢という感じなのか。

### 5. 東芝/川崎市・再生可能エネルギーと水素を用いた自立型エネルギー供給システム共同実証（2015年6月24日訪問）

東扇島の川崎マリエンに設置されているこの共同実証システムは、地震等の災害時に帰宅困難者が一定期間滞在するに必要なインフラを提供することを目的とした緊急避難設備である。

太陽光発電による再生可能エネルギーを用いて水を電気分解し水素を製造、その水素を貯蔵しておき、必要に応じ燃料電池により熱および電気を発生させ利用することができる自立型設備が、コンパクトにコンテナ化され設置されている。

この地区で想定される帰宅困難者は 300 名、その 300 名が 1 週間滞在するに必要なお湯と電気を供給することができる設計となっている。



東扇島全景



実証施設遠景

主要な仕様を下記にまとめた。

- ・太陽光発電量 30 kW
- ・燃料電池出力 最大 3.5 kW
- ・燃料電池効率 95% (発電 55%、温水 40%)
- ・温水供給量 最大 75 L/h (60℃)
- ・水素消費量 最大 2.5 m<sup>3</sup>/h
- ・水素製造量 最大 1 m<sup>3</sup>/h
- ・水素貯蔵量 最大 33 m<sup>3</sup> (270 Nm<sup>3</sup>, 0.8 MPa)
- ・電力貯蔵量 350 kWh



#### 実証施設外観

先に述べた通り本施設は緊急設備であるため、費用対効果を述べるのはお門違いであろう。本設備は全て東芝の費用負担で設置され、運営されていることは、今後の水素社会実現に向けた東芝の期待度を伺わせるものである。まだ、運転データは公表されていないが、ここで得られる実証試験成果は、再生可能エネルギーと水素の貯蔵までを直接結びつけた際に生じる各種課題を明確にし、東芝が目指す『再エネ水素でつくる持続的で安心安全快適な社会』実現に寄与するものと期待される。

#### 6. まとめ

水素社会実現に向けては、まだまだ多くの技術課題が残されている。水素をつくる、運ぶ、貯める、使う、の各段階で、活発に技術開発が進められている。一部の技術は、コスト的な問題は残るものの、既に実用化に近づいており、実証試験設備による課題抽出段階にある。

さらに、二次エネルギーとしての水素を普及させるについて、技術的な問題以外にも、社会インフラや規制面でもまだまだ多くの課題が残されている。今後はこれらについても触れていきたい。

水素関連では、つくる技術についても、現場見学し報告したいと考えている。

以上