

石油と水素インフラ

菊池和廣

財団法人石油産業活性化センター

〒105-0001 東京都港区虎ノ門4-3-9 住友新虎ノ門ビル

筆者が所属する財団法人石油産業活性化センター（略称PEC）では、今年度からJHFC事業に参画し、これまで取り進めてきた水素製造・輸送技術開発事業、低コスト化を目指した水素SSでの機器やシステム開発事業、水素の安全性検証と規制見直しのための基盤整備事業とあわせ、水素インフラ構築に関する技術開発及び実証事業等に一貫した体制で取り組んでいる。しかしながら、我々燃料電池・水素事業を推進する立場の人間にとっては誠に残念なことではあるが、今年度に入って厳しい逆風に見舞われている。そんな中、米国エネルギー省（DOE）は5月7日、水素・燃料電池プログラムの予算を約60%カットすることを提案した。更に追い打ちをかけるように我が国でも、6月26日、総務省は、「2010年度までに燃料電池車を5万台普及」とした政府目標に対し、07年度の国内保有台数はわずか42台にとどまり、目標設定や普及促進策の見直しを勧告した。

このような状況に至った原因を探るべく、過去をひもとき以下に私見をまとめてみた。

1. 「燃料電池実用化戦略研究会」報告

「燃料電池実用化戦略研究会」は1999年12月第1回目が開催され、その後9回の開催を経て2001年1月にかの「2010年約5万台、2020年約5百万台」の普及見通しが報告されている。この報告書を取り纏められた当時の有識者の方々がどうのお考えをお持ちであったかを、もう一度じっくりと読み直してみた。燃料電池の実用化への課題として、燃料電池スタックや改質器の高効率化、高耐久性、低コスト化、標準・安全基準等の整備、現行制度の見直し、燃料供給インフラの整備と量産効果によるコスト低減等、更には社会受容性の整備など、正に今実行されている施策につながる的確な指摘が成されていることにまずは敬意を表させていただきたいと思う。

その中で、何がこの普及シナリオを狂わせたかと言う

原因を恐れながら見いだしてみようとしたが、燃料電池本体では、革新的な高効率、耐久性を有する膜の開発、貴金属触媒担持量の大幅低減、量産化によるシステム全体の低コスト化などの遅れが生じていると思われる。また自動車技術においては「我が国自動車業界の燃料電池自動車開発の取組は1996年頃以降本格化し、2003～2004年頃実用化を目指している」と記載されており、2008年6月発表されたトヨタFCHV-advのカタログ値によれば、最高速度155km/h、出力90kW、水素搭載6kg、水素タンク容量156Lで航続距離830km（自社測定値）を達成し、低温始動性、走行性能の技術課題は大幅に改良されており、ほとんど完成車と言ってもよい水準に達している。問題はFCスタックの耐久性向上と「出力1kW当たり5,000円目標」と唱われたFCシステムのコスト低減にはまだ程遠いと推定されるところにある。ただいずれにしろこれら燃料電池本体や自動車技術からは筆者は門外漢であり、一応自分のテリトリーである水素インフラ分野についてコメントしたい。

2. 水素インフラに於ける課題

「燃料電池実用化戦略研究会」の報告でも、「燃料電池自動車の燃料として何が選択されるかが普及の重要な要素」とされており、燃料供給インフラの整備が整わないことには本格普及に至らないことが、CNG自動車の導入・普及の経験からも述べられている。このことは既に燃料供給インフラがほぼ整った環境で登場している、ハイブリッド車（HEV車）や電気自動車（BEV車）の普及が燃料電池車に比べて優位であることから実感している。更に報告書を読み進めば、「燃料電池自動車の燃料選択については、当面は圧縮水素又はメタノール、近未来はオンボード改質技術が実用化される前提で、クリーン・ガソリン（サルファーフリーガソリン）が主要な燃料となる可能性が高い。」「再生可能エネルギーを

用いた水素製造や、CO₂の固定化を伴う大型施設での改質による水素が主要な燃料として使用されるのは長期的将来となる」と記載されている。現在、早期実用化を優先し、超高圧縮水素供給技術を中心に自動車側もインフラ側も開発を進めているが将来的にもそれだけで十分であろうかとの疑問を覚えた。

3. 有機ハイドライド方式の優位性

報告書では「既存インフラを活用できることにより、燃料電池自動車の普及拡大の可能性が高まる。」更に「エネルギー密度の高い液体炭化水素系燃料が望ましい。」

「長期的将来では技術ハードルの高い車上で水素貯蔵技術の開発は重要」と記載されているが、改質器を載せたオンボードシステムは過去の開発の経緯をみれば確かに技術課題が多すぎて実用化のきざしを見いだすことが難しい。一方、既存インフラを最大限活用できる液体系燃料システムとしては、有機ハイドライド方式がある。PECでは平成17年度から経済産業省の委託による「将来型燃料高度利用研究開発」事業、更にその後継の補助金事業として「将来型燃料高度利用技術開発」事業に取り組んでいる。ケミカルハイドライドは理論的には重量比で7~10%程度可能とされており、PEC将燃戸田第三研究室にて、トルエン-メチルシクロヘキサンを使ったシステムの要素技術を開発し、平成19年度末理論水素貯蔵率6.17%に対し、脱水素反応転化率94.9%、水素精製の水素回収率90.8%、水素貯蔵率5.3wt%以上を達成した。また石油製油所副生水素を活用できる技術を開発し、水素純度80%以下の副生水素を水素化反応転化率95%以上で回収できることを確認している。また別のグループであるPEC将燃横浜第一研究室及び将燃日立研究室は共同で有機ハイドライドオンボード水素発生システム開発に取り組む、平成19年度末で水素発生システム容積46L、起動性1分以内が達成できることを確認、またシミュレーションではあるが、10・15モードで航続距離859Km(タンク容量100L)を確認した。20年度からはここで築かれた技術を基に、水素SSIにても実用可能な、小型(ディスプレイ並の大きさ)水素発生システムの開発を目指している。これらは今の自動車各社が有する技術と比べるとまだ初歩的なものであることは否めないが、有機ハイドライドによるオフサイト水素供給システムやオンボードシステムもが実用可能な範囲であることを示して

いるものと思われる。

2015年に燃料電池車の普及開始目標を達成し、いち早く燃料電池自動車を世の中に送りこむ為には、まずは高圧水素充填方式によるシステムを完成させねばならない。8月5日の米国ミシガン州でのトヨタ自動車株式会社豊田社長の「米国で2012年に電気自動車を投入、今後6年以内に燃料電池車も商業生産する」との方針表明は大変心強いものであり、これに一步も遅れを取らぬよう準備を進めるのが我々インフラ側の役割と考える。有機ハイドライド技術はそれを一部補完するもの、或いは材質の壁、法規制の壁などにより将来に渡ってインフラコストが普及のネックとなって残ることが懸念された場合の代替手段として、「燃料電池実用化戦略研究会」の答申にもある、「既存インフラを活用できる、液体炭化水素系燃料技術としては是非自動車各社にも本技術開発に着目していただきたいと期待するものである。

4. 石油需給と有機ハイドライド

昨今の著しい景気後退により、国内石油需要は近來にないほど急速な落ち込みを示している。しかし世界に目を向ければBRICs諸国を中心に、引き続き石油需要は旺盛であり、環境対策はいくら講じようとやり足りない状況が続くと思われる。そこで極めて大胆な発想で今後の世界の石油需給を想定してみた。石油は連産品であることより各留分に分けて考えると、LPG、ナフサ留分は石油化学原料としての需要は引き続き維持できるものの、環境対策車の普及拡大によりガソリン基材としての需要が著しく減退する。灯油留分は家庭用燃料としての需要は限りなく減少するが、世界に目を向ければジェット燃料需要として存続する。軽油留分は欧州や途上国では引き続き燃料として重要なポジションにあり、今後高効率な軽油ハイブリッド車等が開発されればその需要は堅調に推移すると思われる。最も需要が減少すると思われるのは重油留分であり、分解ガソリン基材としての需要、工業用燃料としての需要は一段と減少する。これらガソリンと重油の減少を補う意味で今後の水素需要に大いに期待したい。日経新聞2009.7.4朝刊によれば、サウジアラビア王国元石油相ヤマニ氏は「太陽光や風力エネルギーがより実用的になってきており、原子力発電も増加している。なかでも最も影響があるのは水素エネルギーだ。ハイブリッド技術やバイオ燃料は石油の消費量

を減らすだけだが（燃料電池などの）水素エネルギーは石油を不要にする。水素エネルギーが実用化された時に石油の時代が終わる。」と自虐的な発言に近いコメントを述べているが、一方では中東産油国も水素需要増大に新たなビジネスチャンスと捉える考えも芽生えつつあることも伝わってきている。今後ナフサや重油から高効率に水素を製造する技術を開発し、産油国現地にて大量の水素を製造し、随伴して発生する二酸化炭素はすべてEORとして油層にCCS処理することは合理性ある考え方であり、その大量の水素を我が国を始め世界各国に運ぶ輸送手段としても有機ハイドライドが有望であることを、最後に期待を込めて付け加えておきたい。

参考文献

1. 燃料電池実用化戦略研究会報告（2001年1月22日）
燃料電池実用化戦略研究会
2. 将来型燃料高度利用研究開発報告書（平成20年3月）
財団法人石油産業活性化センター