



「水素社会」の到来は近いのか？

上席研究員 古金 義洋

○水素の製造、輸送、貯蔵には課題も

クリーンな次世代エネルギーとされる水素が石油などの化石燃料や原子力にとって代わる日が近いのではないかという期待が高まっている。政府は2014年6月に水素社会実現に向けた「水素・燃料電池戦略ロードマップ」をまとめ、トヨタ自動車は12月に水素を燃料とした世界初の量産型燃料電池自動車である「MIRAI（ミライ）」を発売した。

水素があればそれを燃料電池で酸素と反応させることでエネルギーが得られ、CO₂が発生することもない。ただ、水素をエネルギー源にしようとする場合、水素の独特の性質上、課題も多い。まず、水素は石油などと違って単体として自然界にはほとんど存在しない。そのため水素はエネルギーを使いながら新たに作る必要がある。水素を作る場合、現在、最もエネルギー効率が良いとされるのは、天然ガスや石油など化石燃料から水素を取り出す方法だ。天然ガスや石油燃料を高温下で水蒸気と反応させると、水素や一酸化炭素を含むガスが発生するが¹、そこで圧力変動吸着分離法という過程で他の物質と分離し、水素だけを取り出す方法だ。

この方法の欠点は、①反応を継続させるために外部から常に熱を送り続ける必要がある点、②結局は化石燃料を使う点（化石燃料が枯渇あるいは値上がりのリスクがある）、③水素の生産過程でCO₂が排出され、必ずしもクリーンとは言えない点、などがある。

一方、製鉄所で石炭からコークスが作られ

る際に発生するコークス炉ガスには水素が50%以上含まれ、苛性ソーダを製造する際も同様に副次的に水素が生成されるため、そこから水素を取り出すことができる。ただ、これらはあくまでも副次的な方法だ。当面はこうして生産された水素を利用することができるが、水素を本格的に利用しようとするれば、水素の生産を主目的とした方法が必要だ。

将来的には、単純に水を電気分解して水素を取り出す方法が普及する可能性がある。ただ、現状では電力の多くが火力発電で得られるため、それで電力を生産しその電気を用いて水素を製造するより、直接、化石燃料から水素を取り出す方が効率的だ。また、水素から電力を取り出すより化石燃料によって生産された電力をそのまま用いた方が効率的と言える。

もちろん太陽光や風力など生産された余剰電力による電気分解で水素を生産するということができるようになれば本当の意味でクリーンなエネルギーとなり理想的だが、そうした再生可能エネルギーを作ること自体、高コストでさほど普及していない現状を考えると、それもかなり先のことになりそうだ。

また、水素は地球上でもっとも軽い気体であり、拡散しやすいという性質がある。このため、燃料として利用する場合は、輸送・貯蔵などのために、天然ガスなどと同様に、冷却して液化する、などの方法が必要になる。水素は沸点温度が低くマイナス253度でなければ液化しない。マイナス162度で液化する天

1 水蒸気改質と呼ばれる。

然ガスに比べより多くの冷却のためのエネルギーが必要となる。そこで、水素をトルエン等の有機物に化合させて有機ハイドライドの形で輸送・貯蔵する方法などの実用化されているが、再度それを分離して水素を取り出す際にはやはりエネルギーが必要となる。

○燃料電池車普及にはインフラ面を含めた大幅コストダウンが必要

「水素・燃料電池戦略ロードマップ」は、2040年頃までに水素供給システムを普及させるため、3つのフェーズにわけて目標と重点施策を提示した。フェーズ1では定置用燃料電池や燃料電池車を普及させるなど水素関連製品の需要を高め、20年東京オリンピックで世界に先行する日本の技術アピールする。続くフェーズ2では20年代半ばから30年にかけて事業用の大規模な水素発電が導入できるよう、輸入を含めた水素供給システムを確立する、フェーズ3では再生可能エネルギーと組み合わせるCO₂フリーの水素供給システムを完成させる、というものだ。

ただ、実現には特にコスト面の課題が多いように思われる。小型の定置型燃料電池は「エネファーム」として知られているが、現在の普及台数は約8万台にとどまる。現在の設置費用は約150万円で5年前の約300万円から半値に下がったが、ロードマップで掲げた目標である2020年140万台、30年530万台（全世界の1割程度に相当）が達成されるには、設置

費用が40～50万円程度に引き下げられる必要があるとされる。

一方、燃料電池車については、ハイブリッド車あるいは電気自動車との比較から本体価格の割高感が拭えない²。また、燃料電池車の普及にはインフラの整備も必要だ。ガソリンスタンドに当たる水素ステーションについては15年中に大都市圏を中心に100か所の水素ステーションを整備するのが当面の目標だが、用地確保がしにくいという水素ステーションの建設費は4～5億円程度で、一般的なガソリンスタンド（約1億円）に比べ非常に高額なため、計画は想定通り進んでいないようだ。

さらに、ガソリンや電気に見合った値段で、燃料としての水素の供給が可能かどうかという問題もある。現在、水素ステーションでは燃料自動車の普及を後押しするため水素の販売価格³、⁴を1,000～1,100円/kgとしているが、高額な水素ステーションの建設費引き下げがなければ、水素の低価格も維持しにくい。

小型の定置型燃料電池については停電時の予備的な電源としての評価から、比較的根強い需要があり今後もある程度の普及が見込まれる。だが、燃料電池車は自動車本体、水素ステーションと水素の価格がそれぞれ大幅に下がっていく必要があり、ガソリン車や電気自動車と競合するなかでその需要がどの程度盛り上がっていくかについては疑問もある。

2 トヨタの「MIRAI」は723万円で補助金を活用しても520万円。電気自動車である日産「リーフ」は287万円、53万の補助金を活用し234万円、三菱「i-MiEV」226万円は補助金49万円を活用し177万円。

3 水素価格を1,100円/kgに設定した岩谷産業によれば、燃料電池実用化推進協議会において、ハイブリッド車の燃料代と同等の水素価格とはどの程度なのかという議論があり、100円/Nm³（Nm³は1気圧0度の水素1m³の意味）という数字が出され、その価格をそのまま採用したのだといわれる。1Nm³は約90gなので、1kgあたりに換算して1,100円となった。

4 トヨタ「MIRAI」の場合、水素を満タンにした場合の値段は4,300～4,700円程度で、650～700kmの走行が可能とされ、1km走行のための燃料単価は6.1～6.7円/kmとなる計算。燃料単価から言えばこれは燃費21～23kmのガソリン車に相当する。