

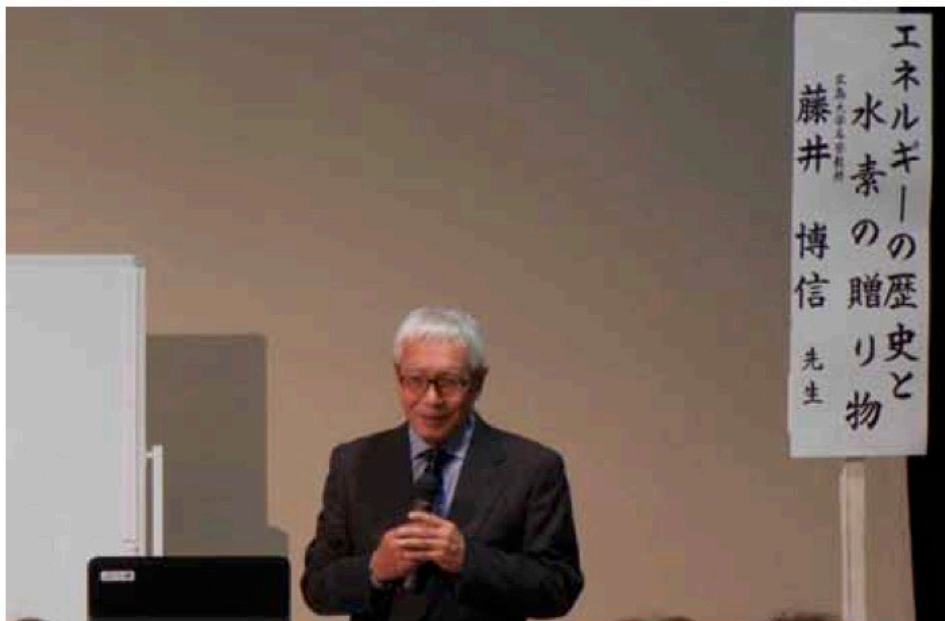
# エネルギーの歴史と水素の贈り物

[藤井 博信](#)

20世紀後半から始まった二酸化炭素ガス CO<sub>2</sub> の排出に伴う地球温暖化問題や化石燃料の枯渇に対処するため、水素をエネルギー媒体とする新しいクリーン・エネルギー・システムが提案されています。ここでは、これまで私達が利用してきたエネルギーの歴史を振り返った後、水素を将来どのように利用しようとしているかについてお話したいと思います。

## (1) はじめに

私達は、日常生活におけるエネルギー源として、主に、石油・石炭、天然ガスなどの化石燃料を使用しています (一次エネルギーの8割相当)。現在、それらの大量使用によって大気中の炭酸ガス CO<sub>2</sub> が増大し、地球温暖化やオゾン層の破壊など、地球規模の深刻な環境問題 (亜熱帯の砂漠化、ゲリラ豪雨、大型台風など)が発生しています。同時に、化石燃料は無尽蔵ではなく、80~100 年先には化石燃料の枯渇が迫っているのです。中でも、我が国は、エネルギーの多くを輸入に頼っており (原子力を除くとエネルギー自給率4%)、産油国の政変・戦乱やアジア諸国の経



TSS文化大学で講演する筆者

済変動によって、将来、エネルギーの入手が困難になることが予想されます。原子力エネルギーも東日本大震災において発生した福島原子力発電所の放射能もれに見られるように、安全性に課題を抱えています。エネルギー・セキュリティは、まさに危機的な状況にあると言えます。

こうした中、地球温暖化問題に端を発し、近年、低炭素社会の実現を目指して、再生可能エネルギーである太陽光発電、風力発電、小電力水力発電などの利用技術が急速な進歩を遂げていま

す。日本では、現在、再生可能エネルギーの利用は全消費エネルギーの数%にしか達していませんが、2020年までに~10%の利用を目標としています。ヨーロッパ共同体 (EU) では、2020年までに、全消費エネルギーの20%を再生可能エネルギーで賄うことが計画されています。日本のこれからの努力が必要となってきました。同時に、これら再生可能エネルギーより得た電力を貯蔵のための高容量高機能二次電池 (バッテリー) や大容量キャパシターなどの電気エネルギー貯蔵技術の開発研究が盛んに行われています。

## (2)水素エネルギーの位置付け

一方、水素は、様々な一次エネルギー (石油、石炭、天然ガス。原子力、太陽光、水力、風力など自然から直接取れるエネルギー) から、電気エネルギーと同様、比較的容易に生成できる便利でクリーンな二次エネルギー (一次エネルギーを変換・加工して使いやすい形にしたエネルギー) です (図1参照)。水素は、動力や電力としてエネルギーを取りだしても、出るのは水だけです。

それと同時に、電力との互換性に優れたエネルギーの担い手でもあることから、電力に加えて水素を組み込んだ二次エネルギーシステムの構築が、世界的な注目を集めているのです (図2参照)。つまり、石油、石炭、天然ガス、原子力など (再生不能な1次エネルギー源) や太陽エネルギー

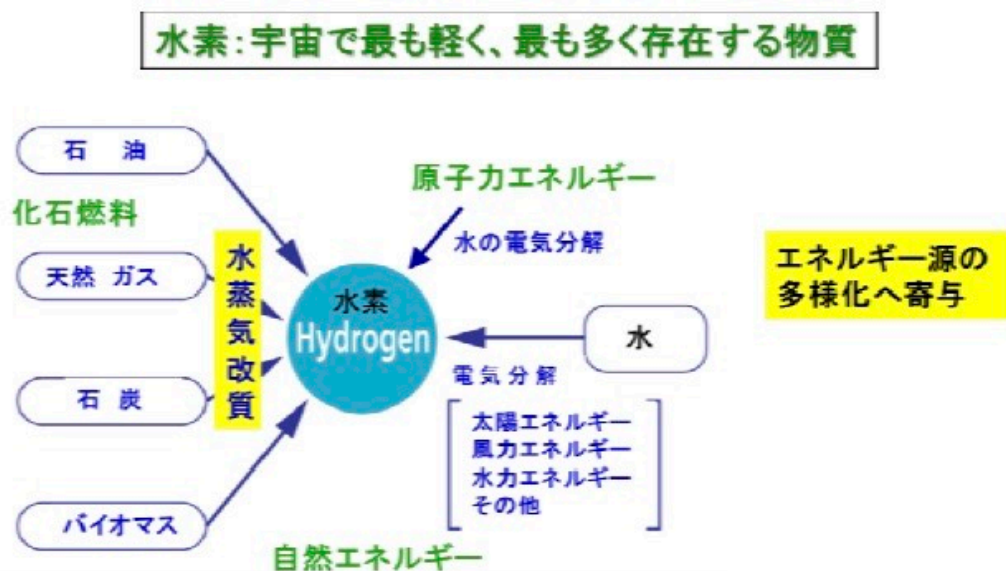


図1.水素の製造(様々な一次エネルギーから製造可能)

ギー、風力、水力など自然エネルギー (再生可能な1次エネルギー源) から2次エネルギーである電力又は水素に変換し、電力は、自動車、電車など大量輸送用の動力や通信照明、冷暖房用として主に利用し、水素は、自動車、航空機、船舶など分散型輸送のための動力や熱利用としての燃料、工業用原料などとして使用し、有機的なエネルギー利用に結び付けていくシステムが構築されていくと考えられます。ここで、電力と水素とは、極めて高いエネルギー変換効率で、電力は水の電気分解によって水素へ、また、水素は電気分解の逆反応を利用した燃料電池によって、あるいは水素燃焼タービンによって再び電力に変換し、利用するのです。この互換性がこのシステムの優れた点であると同時に際立った特徴です。特に、太陽光発電や風力発電などによって得た電力は、間欠性があり時間的変動が大きいので、電力エネルギーの平準化の点から、バッテリーに蓄電するか、水素に変換して貯蔵することが、重要となります。

## -電力・水素クリーンエネルギーシステム

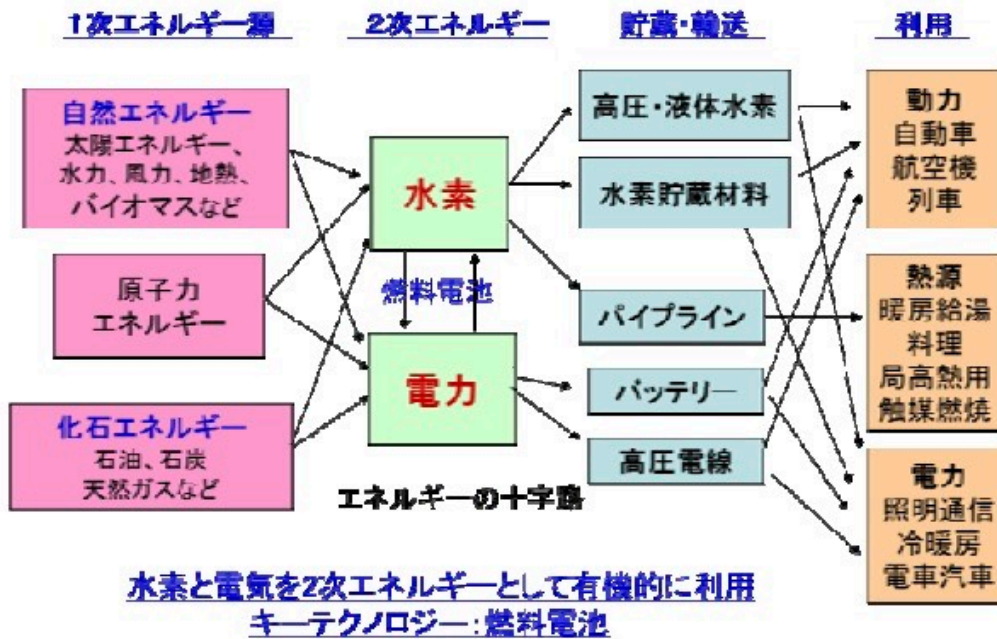


図2.水素と電気からなる二次エネルギー・クリーンシステム

### (3) 水素エネルギーの利用

水素を利用する際のキーとなる技術が燃料電池です。なぜなら、燃料電池は、水素の持っている化学的エネルギーを効率よく電気的エネルギーに変換できるからです。このエネルギー変換効率(投入したエネルギーの内、利用しやすいエネルギーへ変換できる割合)は、理論的には、～60%程度まで期待出来るのです。現状では、45%から50%程度まで到達されています。残りの～40%のエネルギーは熱として排出されます。そこで、熱まで有効活用(コジェネレーション化)出来れば、その利用効率は80%を越すことが可能です。家庭用燃料電池(1kW級)はコジェネレーション化(熱までも有効利用する)によって水素の持っているエネルギーを80%以上の効率で利用できる点(CO<sub>2</sub>に換算すると～40%の削減)から、今後の普及が期待されているのです。平成21年度から、世界に先駆けて、日本家庭用燃料電池エネファームの販売(図3参照)が開始され、普及が始まりました。これは、都市ガス又はLPガスを改質して水素を生成し、空気中の酸素とで燃料電池(0.7kW)を働かせ、それによって得た電力は家庭用電力として照明・通信・冷房用に用い、熱は、給湯・暖房用に用いる有効利用システムで、余った電力は電力会社へ売るので、平成26年度9月時点で、10万台が販売され使用されています。その結果、CO<sub>2</sub>削減効果は年間、皇居の10倍の面積を森林に変える程度に相当します。



図3.家庭用燃料電池エネファーム

(出典: 新エネルギー財団 定置用燃料電池大規模実証事業平成 21 年度報告書より)

一方、大出力を必要とする自動車用燃料電池 (20kW級以上) の開発は、日本・カナダ・ドイツ・米国が中心となって進められてきました。燃料電池車は、究極のゼロエミッション (CO<sub>2</sub> を全く排出しない) カーとして登場することが期待されていましたが、ついに、2015年、世界に先駆けて、トヨタ・MIRAI が発売開始されました。すでに、2万台の発注があり、納期は 2 年先になりそうです。電気自動車は、同じゼロエミッションカーですが、1充電で走行距離が~150kmと限られ、かつフル充電時間に 6 時間程度かかりますが、燃料電池車は、70MPa の高圧水素タンクを搭載することによって 600km以上の走行距離が得られ、かつ、水素充填時間も 3~4 分と短く、究極のゼロエミッションカーと位置付けられている所以です (図4参照)。しかし、課題は、水素ステーションのインフラ整備を必要とすることです。現在、2015 年中に、全国主要都市圏を中心に 100 か所、2020 年には、1000 か所の水素ステーションの建設が計画されています。現在、耐久性の向上や低価格化などの課題も解決し、燃料電池電気自動車は販売が開始されるに至りました。因みに、現在の燃料電池車は、723万円です。国が 200 万円補助し、東京都が 100 万円補助すると聞いています。まずは、環境にやさしい車のステータス・シンボルとして富裕層に浸透していくものと思われます。徐々に庶民への普及を期待したいものです。

更に、携帯電話やノートパソコンなど携帯情報端末機器への小型燃料電池 (1~50W) の利用は、すでに、技術的な課題は克服し、平成 22 年度から市場へ登場してきています。

徐々にではありますが、着実に“低炭素社会を目指した”水素エネルギーの利用が進みつつあることを実感しています。

(本稿は 2015 年 11 月 17 日に行われた TSS 文化大学における講演の概要です)





図4.燃料電池電気自動車トヨタ・MI RAI