

エネルギーと環境

— 今なぜ水素エネルギーなのか —

佐賀大学副学長 門出 政則

1. はじめに

有史以来、人類はその生命を維持し経済活動を行うために、食物を摂取してエネルギーを得ている。この、体内でのエネルギー変換効率は他の全てのエネルギー変換機器と比べ最も高く、その効率良いエネルギー生成のおかげで、我々は何十年もの間生命を維持してきた。だが、その高い変換効率とされている生命維持ですら、食物の持つエネルギーを全て取り込めるように変換することは不可能だ。変換できなかった食物の一部は、排泄物として必ず体外に廃棄される。もし、この排泄物が上手く循環して再び食物（元の状態）になるプロセスが存在するならば、周囲（環境）には何の悪影響も残さないことになる。社会現象においてもこのようなプロセスが存在すれば、環境問題は生じない。しかしこのプロセスを実現することの難しさは、残念ながら熱力学第二法則の教えるところとなっている。

ところで人類の社会・経済活動は産業革命以降、科学技術の発達につれ飛躍的に発展してきた。それに伴って、この活動を支えるために重要なエネルギーの消費も、必然的に増大している。だが憂うべきことは、このエネルギー源の大部分がいずれは枯渇する石炭・石油などの化石燃料や核燃料であるということだ。結果、エネルギーを得るプロセスで排出される物質、例えば水蒸気や二酸化炭素、さらに二酸化硫黄や核廃棄物などが、周囲に大量に放出されるようになった。さいわい水蒸気に関しては地球の温度環境の中で上手く循環されているが、それ以外の排出物質は、人類の生存に多大なる影響を及ぼすようになってしまった。例えば大気中の二酸化炭素濃度は、産業革命以前の約 280 ppm から現在 400 ppm 近くまで増加し、大気温上昇の大きな原因と指摘されている。



この二酸化炭素をどう処理するか。植物や生物の中には酸素に変換あるいは固定化して循環機能の一助を担っているものもあるが、大量排出されている二酸化炭素をうまく処理する機能を持つ動植物は未だ見つかっていない。そのため産業革命以降、二酸化炭素が指数関数的に増加している現状がある。また核燃料施設からは新たな放射性物質も生成され、それらの放射線による直接的な影響も受けている。人類が現在の社会・経済活動をこのまま継続させる限り、多くの化石燃料や核燃料に依存し続けることになり、自然環境に大きな負荷を掛け続けることになる。

2. 再生可能エネルギー

太陽から地球に供給されるエネルギーは、地球上でいろいろなエネルギーの形態に変換され、最終的には熱と

なる。これまではこの熱を宇宙（地球外）に放出することができていたので、地球の温度は一定に保たれてきた。しかしそれが不可能となりつつある現在、人類は「再生可能エネルギー」というものに着目し始めた。

「再生可能エネルギー」とは、太陽からのエネルギーを人類が必要とするエネルギーの形態に変換したもののことだ。例えば電気に変換可能な光や熱エネルギー、また様々な天体運動によって誘発されている海流や偏西風などから生成される力学的エネルギーなどがそうだ。だがここで問題となるのは、これら自然界に存在する枯渇しないとされる再生可能エネルギーが、「必要なとき、いつでも、どこでもかつ十分なエネルギー量」を確保できるかということだ。エネルギー量の議論はさておき、風力や太陽光発電の場合などは特に天候に大きく左右され、「いつでも、どこでも」というわけにはいかないことが大きな問題点だ。これらの問題点を少しでも補完する方法としてまず考えられるのが、発電された余剰電気を直接「電池（電気化学物質に変換）」に貯蔵するという方法だ。もう1つの方法が、その余剰電気を利用して水素を製造し、その水素を貯蔵することだ。水素貯蔵は、貯蔵した水素から再び電気に変換する装置「燃料電池」の技術開発が急速に進展してきたため、近年産業分野でさらに広く利用されるようになってきている。

3. 水素を基盤とする、新しいエネルギー社会の形成に向けて

ではなぜ電池貯蔵でなく、水素貯蔵なのか。水素は核燃料を除くと、単位質量当たり最も大きいエネルギーを持つ物質である。加えて、水素から高い変換効率で直接電気に変換できる装置「燃料電池」の開発が近年急進展してきたため、全てのエネルギー源からのエネルギーをいったん水素に変換・貯蔵し、「燃料電池」によって直接電気に変換しようという試みが始まった。そうすれば、高いエネルギー変換効率でエネルギーを有効利用できるということであり、これこそが新しいエネルギー社会の創成だと注目されるようになったのだ。その1例が燃料電池自動車だ。これは走行中に二酸化炭素を排出しないこと、燃費が従来の自動車より高い（総合エネルギー変

換効率でも高い）ことなどで注目され、世界に先駆けて日本国内市場にいち早く投入されている。

だが水素という物質は単体では地球上に殆ど存在していない。従って、水素を含む物質から取り出す技術開発が必要となる。水素の最も簡単な製造方法は電気分解と呼ばれる方法で、電気を用いて水から水素を製造する方法である。しかしこの方法は、電気という最も高いエネルギー形態を用いて水素を生成することになり、エネルギーの観点からすると（やむを得ない場合を除いて）避けるべきエネルギー変換法である。他方水素を大量に製造するもう一つの方法は、熱を用いて水から水素を製造するという方法だ。まず水を約 600℃の水蒸気（H₂O）になるよう加熱する。生じた水蒸気中の酸素と、加熱に利用した化石燃料、例えば天然ガス（主成分：メタンガス（CH₄））の中の炭素とを化学反応によって結合させることで、水から水素と二酸化炭素を製造することができるのだ。このような化学反応を用いて水素を製造することはすでに水蒸気改質法として広く化学プロセスで利用されていて、水素を大量に製造する方法の1つとなっている。この水蒸気改質でのもう一つの利点は、二酸化炭素を同時に集中的に回収することができるという点である。

つまり、クリーンなエネルギーとされる再生可能エネルギーから生成された電気は、その特性上予備的に電気を貯蔵する装置が必要となる。エネルギー変換効率の点からみれば電気をそのまま電池に貯蔵することが道理である。しかし現在の技術では、電池として大量に貯蔵するということが難点となっている。一方多少効率的には劣るが、大量に貯蔵できかつ輸送が比較的簡単であるという点で、水素に変換して貯蔵するという2つ目の方法が現在世界的な動向となっている。特にドイツやデンマークでは、風力発電での電気をできる限りヨーロッパ域内の電気系統に供給し、それでも余剰となる電気を水素に変換して貯蔵するという方法をとっているのだ。

エネルギーの高効率利用と二酸化炭素排出の抑制という観点において、「環境にやさしいエネルギー社会の創成」を目指す水素を利用した新しい社会モデルが近年、世界中で注目を集めるようになってきている。

図は、水素を利用した新しい社会モデルの1例である。

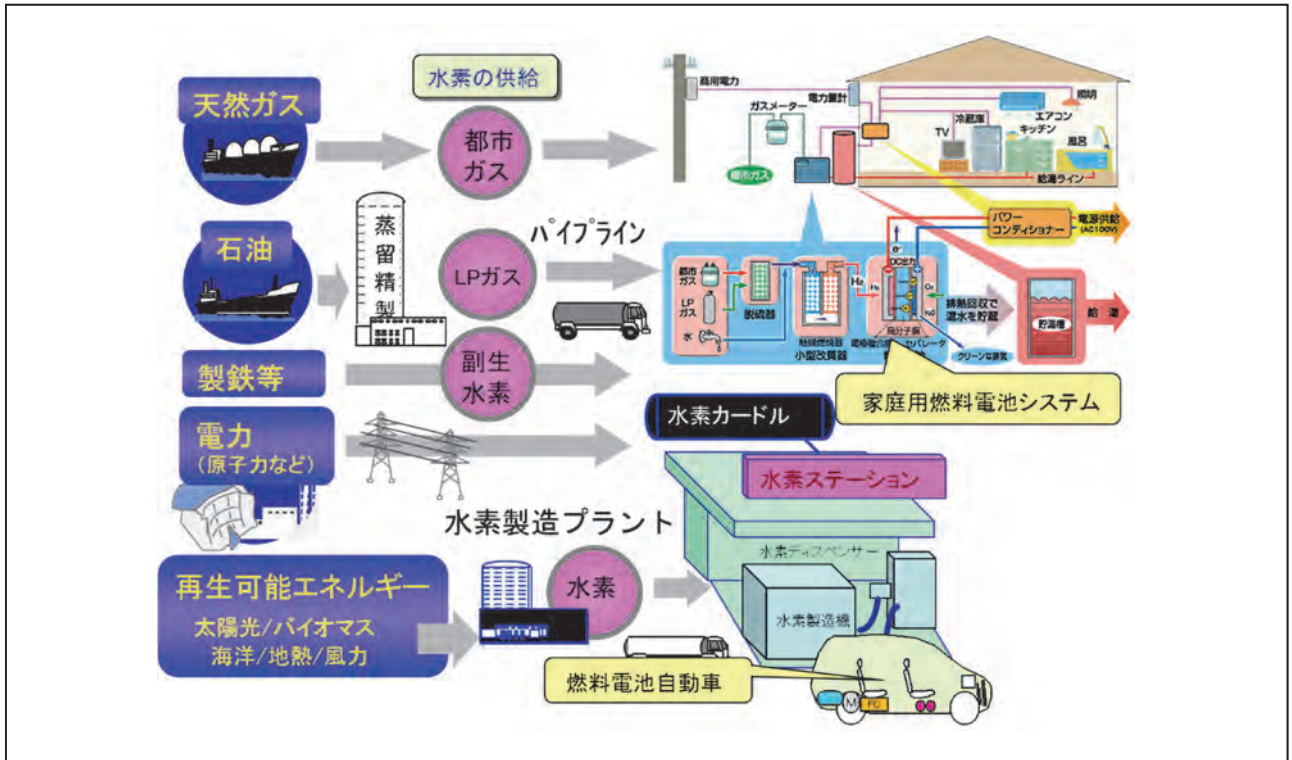


図 水素を利用した社会モデルの一例