

### 3. 団体会員特別研究会

#### エネルギー媒体としての水素の地位

東工大名誉教授 斯波忠夫

#### 近い将来のエネルギー需要

ここでいう「エネルギー」とは物理学的意味ではなく、所要目的にエネルギーを利用することのできる媒体である。その量はこれらから容易に取出し利用できるエネルギー量、あるいは相当する石炭、石油などの量で表わされる。需要量を $10^{15}$  kcal単位で示すと、全世界で1970年に50.6～53.5であったのが1990年に84前後、2000年には約200と予想され、日本では1975年の実績が3.7、1990年に6.2～6.5と推定され、2000年には8.7位になると考えられている。この値は米国の1977年2.16、1990年3.40、2000年4.35に比べて経年増加を押えようとしているのであろう。

日本での人頭当り所要量(kw/人)を示すと

1970	1975	1985	1990
2.6	4.3	6.6	7.3

となり、世界水準(1970年1.6)よりは高いが、米国での値(同11.3)よりはかなり低い。日本で生活活動を維持するにはこの位は必要であらう。

#### エネルギー資源

人類が利用しているエネルギーの大部分は燃料資源から得られているので、その欠乏が心配されている。燃料資源量を石油換算値( $10^9$  m<sup>3</sup>単位)で示すと

	使用済 (1972)	可採	総量
石油	46.9	117	316
天然ガス	18.7	65.8	300
オイルサンド油 (アサバスカの分のみ)		33	
シェール油		320	
石炭・亜炭		5600	

現在日本のエネルギー需要の86%が輸入で、その85%が石油であるが、可採燃料資源の約2%が石油で、その40%が使用されたことになる。しかし石油の可採量は開発の進展、油価の上昇、技術開発によって増大する、石油以外の燃料資源および太陽、地熱、海洋のエネルギーも膨大な量があり、さらに各種核燃料資源があるので、核融合技術開発までに一次エネルギー資源に不足が起るとは考え難い。しかし一時的禁輸、採取利用技術開発の遅れが問題になりうる。燃

料資源以外の一次エネルギーを利用して製造できるエネルギーとして水素が考えられた一つの理由は、熱エネルギーによって比較的容易に、豊富な原料から得られることであろう。

#### 水素の適性

従来の燃料はそれぞれに適する燃焼機器の開発によって有効に利用され、好ましい性質として次の「 」内のことが考えられる。水素はどうであろうか。

「原料が豊富に得られる」水素の原料を水にすれば日本では豊富に得られる。熱化学法で製造すると、これに用いる資材の完全循環は不可能で、損失分の補給を考えなければならない。電解法でも多少の副資材は必要である。

「一次資源からのエネルギー変換効率が高い」熱化学法でサイクルがきまれば理論値は容易に求まるが、各段階での熱回収、動力等を含めた効率を算出するには今後の開発が必要である。電解法では電力原単位の低下が研究されていて2000年に3.6 kWh/Nm<sup>3</sup>を目標にしている。これが実現できれば極めて高い効率になるが、一次源から電力への変換効率が50%程度となっても燃料資源からの水素製造に比べるとかなり低い。将来石油の価格が現在の4倍以上にならないと競争できないと考えられる。しかし石油の入手が困難になったとき、あるいは場所で電力が安価ならば最も有利となる。

「利用に当って必要とするエネルギーを効率よく再生できる」燃料電池は一種の燃焼装置で、効率が火力発電より高いが電池の資材および耐用年数にまだ問題があり、電極に白金を用いるとすると10g/kw以上必要なので多数の大規模発電を考えると資源的に問題があるが、局地的小規模発電には好適である。他の電極の開発が望まれる。

加熱炉用の直接燃焼法は熱エネルギーの再生という点では最もよいが、空気または空気分離による酸素を用いると逆火性と酸化窒素の発生があり、ときには劣質重油より遙に多い酸化窒素を生じる。バーナー噴射速度を大きくすると酸化窒素は減少するが高音の発生があることなど燃焼方法の技術的开发が必要である。炎の光輝ならびに熱放射が弱い欠点はあるが改善は十分可能であろう。高温発生にも問題がなく、なお技術開発は必要であるが気体である利点もありすぐれた燃料になりうる。自動車用として実車試験が行なわれ十分使用でき、また燃料電池との組み合わせによる電気自動車も考えられている。ジェット燃料として航空機用に有利とされているが、騒音その他試験が必要であろう。

「容積または質量当りの発熱量が大」水素は気体、液体または金属水素化物の形で輸送貯蔵が可能であるが、一得一失があり概して他の燃料に比べ有利とはいえない。いくらかのエネルギー損失を許すならば水素を用いていわゆる化石燃料資源以外からの燃料製造は現在でも可能で、実現は遠い将来のこととしても実施に問題はない。

「適当な取扱いをすれば危険がない」水素は種々の形で取扱われるであろうが、とくに危険ということはない。気体水素については化学工業で永い経験があり、液体水素を含めて安全基準が十分に検討されている。水素の燃焼下限はメタン以外の可燃性気体のより高いが、漏洩時に流出速度が著しく大で屋内では短時間に爆轟範囲の濃度にも達し、大きな事故例もある。また災害時対策の準備も必要である。

#### 水素を燃料とするときの量

現在水素は化学用に燃料資源を用いて製造され、大形設備は1基1～2×10<sup>8</sup> Nm<sup>3</sup>/日の規模で、日本の年間使用量は1.8×10<sup>10</sup> Nm<sup>3</sup>、2000年には7～9×10<sup>10</sup> Nm<sup>3</sup>と予想されている。この程度を取扱うには問題はほとんどないが、熱量として1基当り3～6×10<sup>9</sup> kcal/日、石油にして3～6×10<sup>2</sup> m<sup>3</sup>/日に過ぎない。2000年の原子力発電量は1.9×10<sup>15</sup> kcalと予想されている。このとき利用可能のオフピーク率を10%として電解法によって製造できる水素量は6×10<sup>10</sup> Nm<sup>3</sup>となり化学用と同程度の量になる。2000年の石油の推定輸入量の10%を水素で置換えるとする1.6～1.8×10<sup>11</sup> Nm<sup>3</sup> (3.9～4.4×10<sup>5</sup> t/日)となり、液体水素として輸入するとして現在最大級のLNG船で1航海約9×10<sup>3</sup> tしか運べないから輸入するとしても少量に限られよう。価格も燃料資源よりはかなり高いと考えられるから大量の使用を考えるより、水素の特性を生かした用途に使用し、順次拡張するのがよいと思われる。使用の時期は方法が確立さえすればその時点で価格と利点とから判断すればよい。したがって水素の特性を活かすことのできる用途と、豊富、安価な製造法の開発によって水素エネルギーの地位が高まり、核エネルギー時代になればもちろん、その以前でもエネルギー資源の有効利用が促進されることになる。