

# 1. 巻 頭 言

## 原子力と水素

東海大学教授 上 田 隆 三

日本原子力研究所が原子力エネルギーを発電と同時に広く化学工業のプロセスヒートとして利用する多目的高温ガス炉の構想を立てたのは1969年の前半であった。この炉は出力50MW、冷却材Heの出口温度は1,000℃としVHTR (Very High Temperature Reactor) と称せられた。そして炉の概念設計を行うとともに関連した基礎的工学的研究が開始された。当時のわが国の工業界では鉄鋼業のエネルギー消費量が非常に多く、鉄鋼業界はこれを受けて1973年原子力製鉄技術研究組合を発足させ、高温還元ガス利用による直接製鉄技術の研究開発を行うことになった。

また、1973年8月、イスラ研究所のマルケッティ博士が来日し、いくつかの熱化学反応を組み合わせたサイクルを作り、水から水素を製造する方法を発表した。その熱源として原子炉熱を利用するのである。それ以来、わが国においても熱化学反応サイクルによる水素製造研究が活発に行われるようになった。通産省がサンシャイン計画の構想を立てたのもこの時期である。

翌1974年3月マイアミで3日間に亘りThe Hyarogen Economy Miami Energy Conferenceが開催され、原子力産業会議は“原子力熱利用関連技術調査団”を組織して、マイアミ会議に出席するとともに欧米の諸研究機関を訪門して、原子力熱利用、とくに水素エネルギーについての調査研究を行った。マイアミ会議はオイルショックの直後でもあり、25カ国から700名以上の研究者が集まり、世界各国の水素エネルギーに対する関心が非常に高く熱気をおびたものであった。またこの期間中会場で西独が自国のペブルベツト型の高温ガス炉AVR950℃達成のピラを撤いたことは非常に印象的であった。

オイルショック以後、各国とも省エネルギー政策に非常に力を入れたことや、世界的な経済事情とくに石油価格の低下などもあり、前述のわが国のVHTRも種々の工学的な開発研究を行い乍らも仲々炉を製作するまでには進展しなかった。しかし近年高温工学試験炉として少し規模の小さい原子炉(30MW、冷却材出口温度850℃、最終的には950℃)として実現に向って積極的な開発が進められている。

元来水素は化学工業の原材料として広く使用され、その歴史も古い。したがってその新しい用途の開発も比較的行き易いと思われる。しかし水素をエネルギー源として使用するには多量の水素を安価に生産することが必要である。現在水素は化石燃料を改質して生産する方法が主として採用されているが、化石燃料資源や環境問題など将来のことを考えると、地球上に非常に豊富に存在する水より生産するこ

とが望ましい。そのために熱化学反応法や効率のよい高温水蒸気電解法などの研究が進められている。元来化学反応とゆうものは反応式通りに進むとは限らず、その逆反応も起るし、温度、圧力、触媒の有無など多くの条件に支配されるものであり、多くの国々で多種の反応系が研究されているが、まだ決定的なものはない。またこれらの高温反応を行う耐熱性耐食性のすぐれた容器材料の選択・開発も必要である。

また水素は二次エネルギーであり、その製産のためには一次エネルギーが必要となる。高温水蒸気電解法もその効率が非常に高く、また電力が安価でないで経済性がなりたないように思われる。現在わが国の原子力発電が総発電量に占める割合は27.4%（昭和61年度実績）であり、1キロワット時あたりの耐用年発電原価（送電端）は原子力約10円程度で水力、石油、石炭、LNG発電より1~3円程度安くなっている。とくに発電原価に占める燃料費の割合は25%と水力、化石燃料に比して非常に低い（例えば石油火力では75%）。

しかし熱化学法による水素製造のエネルギーとしては現在の発電炉では不可能であり、高温ガス炉の開発建設が必要である。米国のTMIの事故、ソ連のチェルノブイリ炉の事故以来、反原子力運動が世界的にも、またわが国においても草の根運動的に拡まろうとしている。原子力発電炉の安全性には一層力を入れねばならぬことは勿論であるが、この反対運動には多くの誤解が含まれている。したがってその誤解を解き根気よくパブリックアクセプタンスをうる努力も必要となってきた。このような時期に新しい型式の高温ガス炉を設置するには今後多くの技術的以外の問題にも遭遇するかも知れぬが積極的な努力が必要であろう。

現在わが国の一次エネルギー消費は石油が50%以上を占め、その石油の99%以上を輸入に頼っている。石油資源の有限であることや産油国の政情不安定などから再び石油の入手が非常に困難になる時期がくることも考えねばならない。また化石燃料使用による酸性雨、温室効果などの被害が地球上のあちこちにおこっていることも環境上の重要な問題である。

最近水素エネルギーに対する一般の関心が薄らいできているように思われるが、原子力エネルギーと熱化学反応サイクルのコンビネーションで、多量の安価な水素を水から製産し、クリーンなエネルギーとして使用して、エネルギー問題と地球上の深刻な環境問題を解決するために研究開発をつづけて行く必要があると考える。なお下表に将来における水素需要量の試算結果の一例を示した。この表によると

第1表 水素需要量の試算結果\*  
(単位:  $10^9 \text{Nm}^3/\text{年}$ )

利用分野 / 暦年	重質油 改質	石油 質	石炭液化	燃料電池	水素燃料 航空機	その他 用途	合計
1980	-	-	-	-	235	235	
1990	-	-	-	-	300	300	
2000	-	-	-	9	370	379	
2010	34	88	5	60	370	557	
2020	31	260	20	86	370	767	
2030	27	420	300	116	370	1233	
2040	24	552	340	148	370	1434	
2050	20	727	380	183	370	1680	

現在の水素需要量約300億 $\text{Nm}^3/\text{年}$ から2050年では5~6倍の1680億 $\text{Nm}^3/\text{年}$ 程度へと増加するとみられている。なお核融合炉と水素については他の機会にゆずる。

\* 原研：高温工学試験研究の現状（1987年）より。