

「エネルギー転換の時代に生きて」

大成建設（株）技術開発部
宇宙開発室長 森 正人

既に15年が経過した。劇的な変化の時代に生きていることを幸運に思った時からである。自分の生きている間に、エネルギー形態のドラスティックな変化が起こり、その結末を自分で確認できるのだという喜びを一人胸に秘めていた。

私と水素とのつながりは、二つの時期に分けられる。第1は二度にわたる石油ショックを受けてからの暫くの時期であり、第2は宇宙開発との関連で水素を捉えるようになった数年前から現在に到る時期である。

当時、私は技術研究所の計画室に勤務しており、建設業の将来の課題を必死に探索していた。建設業は周知の通り、多くのエネルギー関連の仕事に携わってきた。そこで、私はエネルギー問題と建設市場との関係について調査を進めていた。

2回に及ぶ石油ショックを通し、将来も石油需給が逼迫し、我が国のエネルギーは原子力、石炭、LNGへの依存を高めるべきだとの政策が打ち出された。その中には、サンシャイン計画に基づく新エネルギーへの期待も込められており、この中に水素エネルギーの開発も含まれていた。

昭和54年6月の東京サミットでは、エネルギー問題が最重要課題になり、数年の間、世界中がエネルギー問題で沸き返っていた。私は、こうした調査を進めながら、厳しいが変化の時代に生きているのだという感慨に浸っていた。これからは、産業構造も変わるし、我々の生活も変わらざるを得ないと思いながらも、こうした変化の時代に立ち会うことができ、その結末を確かめることができるという一技術者としての興味をそそられていた。

しかし、暫くするとエネルギー問題は熱が冷めてしまった。省エネ技術の向上と使用抑制の効果によって当初の予想より需要が減少すると同時に、新油田の発見、産油国の政情安定により、石油需給は逼迫しなくなった。しかし、長期的には、石油枯渇に端を発する前回のエネルギー問題は解決されていないはずだ。不勉強の所為か、何故そのままになってきたか私には未だに分からない。

最近になってエネルギー資源の量からではなく、環境問題の観点からエネルギーを見直そうとしている。前回のエネルギー危機の際にも、水素は新エネルギーの中の一つに数えられたのではあるが、全体の熱が冷める中で一緒に忘れ去られてしまった。もともと、水素エネルギーシステムは、クリーンなシステムであり、最近の環境問題の中で再び見直されてはいるが、今日の環境問題がもう少し早く叫ばれていたならば、水素に対する熱も冷めずに緊張した努力が続いていたであろうと思われる。その点、大変残念に思う。

しかし、ともあれ、水素エネルギーが再び注目されてきたことに安堵している。私は、水素を究極の二次エネルギーと理解しており、真に良いものが求められるのは自然の理であると考えている。

今までは、社会、産業全ての価値基準が目先の経済性に置かれていたが、これからは異なる。エネルギー消費による環境への負荷を経済に換算する試みもなされようとしている。従来の価値基準では高くても、自然や環境にやさしいものが使われる時代になる。エネルギーに関しても、そうした観点から一次エネルギーが選ばれなくてはならないし、二次エネルギーとしては、水素と電力になるであろうと確信している。

以上のように、第1の時期はエネルギー危機の中で個人的には希望に燃え、次

にその希望が萎んだ時期でもあった。

第2の時期は、昭和64年から現在に到る宇宙開発業務の中での水素とのつながりである。

一般に、宇宙開発と水素のつながりを考えれば、ロケットの燃料としての液体水素を思い浮かべるが、建設業がロケットに手を延ばすまでには到っていない。宇宙開発と水素との関係で、私が今一番関心を持っているのは、SPS、LPSからの電力の貯蔵手段としての水素であり、電力の別の利用形態としての水素である。SPS (Solar Power System) は、地球の静止軌道上で太陽電池により発電した電力をマイクロ波で地球に送電しようとする計画であり、LPS (Lunar Power System) は、月面上に設置した太陽電池により発電し、その電力をマイクロ波で地球に送電しようとする計画である。何れも地球のエネルギー問題、環境問題を救うためのプロジェクト構想であり、今すぐ実施とまでは行かないが、要素技術の開発は進められている。

以下に米国、Lunar Industriesで検討されているLPS¹⁾の概要を紹介する。

- ・ 21世紀のエネルギー需要：現在のエネルギー消費は、先進国の人口が約10億人で6.7KW/人、発展途上国が約43億人で0.8KW/人であり、2050年の人口を約100億人と想定し、省エネ技術等の進歩を考慮して1人当たりのエネルギー需要を電力換算で2KWeと仮定すると、世界全体では約20,000GWeの電力が必要になる。
- ・ 既存エネルギー供給の可能性：化石燃料は、供給量の限界および公害問題のために、再生可能エネルギーは、立地難、エネルギー密度が小、気象の影響等のために、原子力エネルギーは、難しいPA、ライフサイクルコスト・燃料費の上昇、使用済み核燃料・放射性廃棄物の処理等の問題のために量的に供給不可能という検討結果がある。
- ・ LPS, SPSの可能性：SPSについては不可能とは言えないが、軌道上施設のため製作、修理が容易でなく可能性については不確かであり、20,000GWeを供給できるのは、LPSしかないという結論に達している。
- ・ 月面発電システムの主要構成、月面発電基地の概念を図1、2に示す。マイクロ波周波数は2.45GHz、マイクロ波電力密度は1~23mW/cm²。
- ・ 電力貯蔵施設については特に原案では

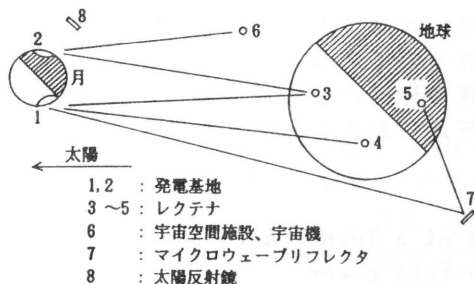


図1 月面発電システムの主要構成

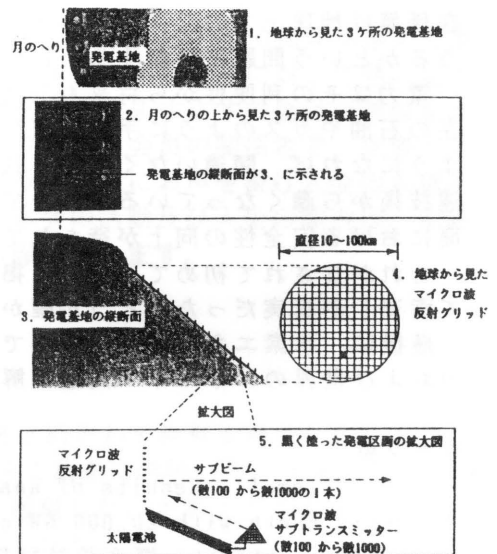


図2 月面発電基地の概念

言及されていないが、地球上の受電施設を4000ヶ所と仮定すると、1ヶ所当たり5GWの受電設備となり、最大5GWの水素製造設備が必要になる。また、水素を電力に戻すための燃料電池の設備も必要になる。

電力貯蔵の論議で必ず比較されるものが、超電導コイルを使ったSMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) である。将来、電力貯蔵のあらゆる分野において水素によるエネルギー貯蔵とSMESは競合すると思われる。

LPSは、NASAのSPS計画を発展させたものである。NASAのSPS計画はリファレンスシステムと呼ばれ、SPS研究の原型となっている。歴史は古く、1977年から4年の歳月と\$2000万の費用をかけて調査研究を行い、リファレンスシステムを発表した。これは、高度約36,000kmの静止軌道の上に60基の発電衛星を打ち上げ、約3億KWの電力をSPSで賄おうとしたものである。しかし、技術的に未確立な点が多く実現されずに到っている。

最近、文部省の宇宙科学研究所がNASAの成果を継承しつつ、より現実的なSPSを構築することを狙いとしてSPS2000²⁾プロジェクトを推進している。これは実験プロジェクトであり、実利用のSPSに先駆けてその可能性を実験的に追求するものである。一辺330mの三角柱の2辺にソーラーパネル、他の一辺に直径150mの送電アンテナを取り付けた衛星は、地上1100kmの赤道上空を90分に1回の割合で周回する。送電アンテナはフェイズド・アレイ・アンテナを使用し、電氣的に送電角度を前方30度、後方30度まで変えることができる。地上の一基の受電設備への送電時間は90分毎に3分間となる。送電アンテナの出力は10MWであり、レクテナ(受電側の整流アンテナ)の直径が2050mの場合には、3分の間、8674kwの受電が可能となる。このプロジェクトでは、赤道周辺のまだ電力を利用していない国々に、実験で送られる電力を利用してもらうと言う計画も検討されている。電力利用方法としては、灌漑揚水用の電源、照明・通信用の電源等に加え、他のエネルギー媒体としての利用、貯蔵も検討されており、その有力候補として水素への変換が検討されている。

以上、宇宙発電と水素との関連について述べたが、これは先にも触れたように地球のエネルギー問題および環境問題に絡むテーマであり、この中でも水素の存在価値は地球上での二次エネルギーになりうるか、エネルギーの貯蔵手段になりうるかという問題に帰着するわけである。

電力はその利便性から将来も二次エネルギーから外れることはない。水素も現在の石油やガスのように手軽に携行ができ、家庭で手軽に燃料として利用できるようになれば、間違いなく電力と共に二次エネルギーになりうる。最近、水素関連技術から疎くなっているが、今でも特に、効率よい水素製造技術の確立や利用面における安全性の向上が待たれていると思われる。

これがなされて初めて、冒頭に掲げた私の言葉「劇的な変化の時代に生きていて幸運」が真実だったかどうか確かめられるのである。

最後に、水素エネルギーの分野でご活躍の皆様の弛まざる努力が実を結び、我国および世界のエネルギー問題に解決を与えられんことをお祈りする。

参考文献

- 1) D.R. Criswell, Results of analyses of a lunar-based power system to supply Earth with 20,000 GW of electric power.
- 2) 長友信人：SPS2000 概念設計結果について、第12回宇宙エネルギーシンポジウム、1993年3月