

新エネルギー技術開発の 現状と問題点



安藤昌夫

新エネルギーの開発の必要性を述べる前に、現在および将来のエネルギー事情を述べたい。わが国では1973年まで石油エネルギーをエネルギーベースとして、例えば電力等は5年毎に倍増してきた〈第1図参照〉。これは他の先進国の2倍の増加率である。しかし、昨年末の石油問題以来、今後は外国並みかそれ以下にエネルギーの使用の伸びが停ると思われる。この要因の他の一つはわが国のような狭い人口過密地帯、特に都市では環境容量の点でも非常に条件が悪い。その結果公害の発生も著しく目立っている点も考慮して、今後限られた土地、空間ではおのずから発生消費されるエネルギーに限度があることを充分認識すべきである。

今世紀の中頃より石油多消費時代を迎え〈第2図参照〉、われわれは石油をちょうど水に近い考えでエネルギー源として浪費し、かつ公害を発生してきた。最近、ふたたび、石油の一滴が血の一滴にひとしいとの戦時下におけるスローガンが思い出される。

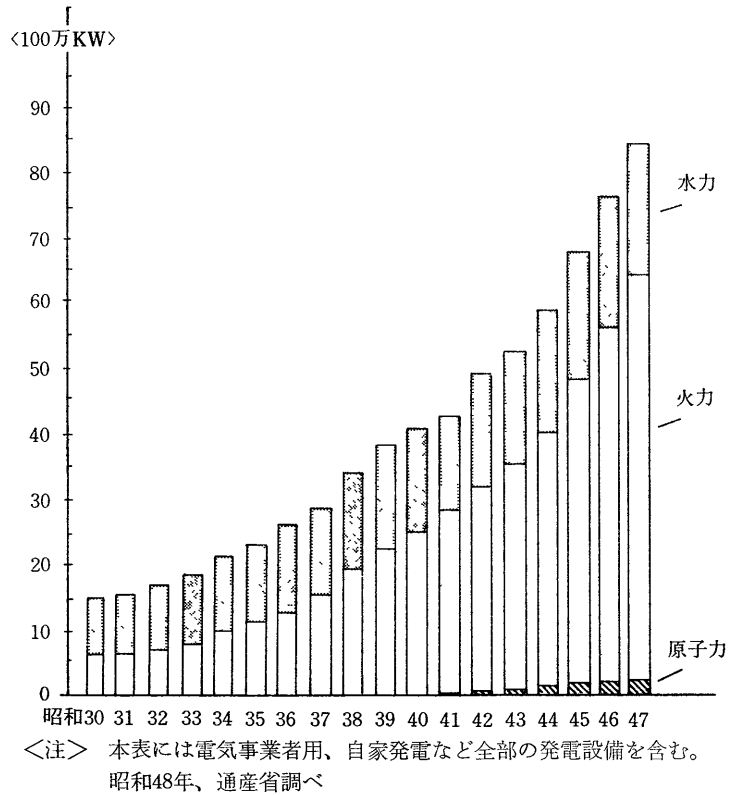
実例として、石油を直接熱源として燃焼したり、また、火力発電の80%、都市ガスのおお半が石油に頼るようになった。横浜市根岸工業地区の公害問題を契機として、東京電力KKや東京瓦斯KKが液化天然ガス〈LNG〉の導入にふみ切り、やがて天然ガス化が促進されるに至った。鉄鋼業界でもコークス用炭節減のため、重原油を水素の原料とした製鉄法が行われるようになった。

しかし、重油の入手難にともない、火力発電所は、わが国でもまだ埋蔵量のある石炭を利用しないわけにはいかなさう。ただ、炭山の開発対策には多額の援助資金を要する。最近石油産出国の石油資源に対する目覚めにより、消費国では従来の考えからの転換を迫られつつある。石油価格

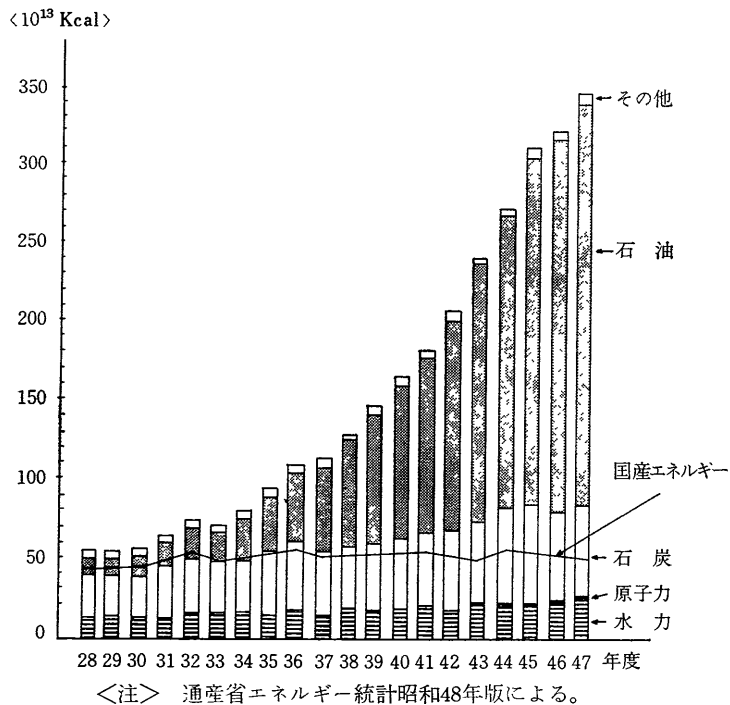
目次

- 1 —はじめに
- 2 —新エネルギーの開発について
- 3 —原子力エネルギー開発の現況と問題点
- 4 —太陽エネルギー利用技術の開発
- 5 —水素エネルギー利用の将来

第1図 わが国における各年度末発電設備



第2図 わが国の一次エネルギー供給量



第1表 原油価格の推移

<ドル/バレル>

年月日	70.8.31	71.2.15	73.10.1	73.10.1	73.12.22
アラビアンライト<公示>	1.89	2.18	3.01	5.12	11.65
〃 <市場>	1.30	1.65	2.80	3.65	8.40

第2表 エネルギー供給量の予測<最小限努力目標>

<単位：石油換算・百万kl>

区分	年度	47 <実績>	50	55	60	65
総エネルギー供給量		366	447	603	800	943
同伸比率<%>		10.7	6.3	6.2	5.8	3.3
原子力		<1> 2.4	<3> 13	<8> 48	<13> 103	<19> 180
石油		<75> 275	<72> 320	<69> 418	<66> 529	<58> 550
石炭		<17> 61	<17> 79	<15> 91	<13> 105	<13> 122
水力		<6> 23	<5> 23	<4> 26	<3> 28	<3> 29
その他		<1> 5	<3> 12	<3> 20	<4> 35	<7> 61

- <注> 1. < >内は比率
 2. 伸比率は各々過去5年の平均
 3. 稲葉秀三原子力委員「エネルギー需給と政策」の第1次案より

は今後も漸時上昇すると思われる<第1表>。金さえ出せば入手できようが、輸出すべき資源等に乏しいわが国では貿易収支が赤字になることが予見される。このため政策的には原油価格上昇をおさえるために、上質のクリーンエネルギーを実用化する必要がある。これによって間接的に原油価格上昇を牽制することができよう。世界の石油を牛耳っているメジャーのガルフオイル、シェル石油等の各社も核燃料の開発に多大の資金を投下している。ようやくわが国も石油資源開発での出遅れを核燃料資源確保では取りもどそうと先進国に仲間入りし努力中である。以上の点から、原油価格の上昇の最大の牽制要素は原子力の実用化であろう。今日、わが国の電力の70~80%を占める重油火力の燃料のコストが昨年来3~4倍に達し

た。そこで、電力費の上昇は不可避とみられる。電力側の話では火力発電でキロワット時あたり3円であったのが今度の石油ショックで7~8円になると推定している。また都市ガスも原油価格上昇の影響を受け、30~40%の上昇幅に停ればよい方といえよう。都市ガスと火力の一部は、LNGの輸入契約を以前に有利な条件で行い、現在安く入手しているが優れた燃料、原料としてのLNGの急需要に対しては今後全く不足するので、開発途上国との新規契約は高い価格を覚悟せねばならぬだろう。将来のエネルギー供給予想につき第2表を示す。

新エネルギーの開発に頼るとは云っても、今日までの石油依存から急転換はできず、従来のエネルギーに対しても脱硫その他の技術を駆使したり、ガソリン代用にメタノールを使用する等地味ではあるが実用度の高い改良を行い、新旧エネルギーの調和を図りながら、漸時移行していくことになる。さて、新エネルギーの定義ともいうべきものは、公害が発生しないこと、資源が豊富なこと、経済性において従来の石油エネルギーと競合できる可能性が大きいことなどである。

今後の新エネルギー開発に際し石油の価格の上昇は、実用化に対するよい刺激となっている。

新エネルギーの中でも地熱や石炭の液化等は、内外で昔から継続開発されてきているものもある。しかし、今回すぐに量と経済性の見地よりしては、石油の膨大なエネルギーに変るものは原子力以外は当分の間考えられないのではないか。この原子力設備も後述のように急に建設はできない。従って、その他のクリーンエネルギーとしては、経済的に実用化の可能性の極めて大きいものが選ばれている。しかし、原子力では昭和60年に6,000キロワット<KW>発電を行なう必要が叫ばれているが、これを完成させるためには、安全問題に関し、さらに慎重に検討すべきであろう。

以下原子力、太陽、水素等のエネルギーの概説を行う。他にも局所的ではあるが地熱、火山、風力、潮力等があるが、不安定性や量的にも問題があり今回は触れないことにする。

さて、石油代替エネルギーの本命は、原子力であろう。また、世間には絶対安全なものは存在しないが、より安全にする——実用的に零と見られる事故の確率として 10^{-6} 等の具体的数字もあげられている。しかし、原子力発電所はようやくこの数年の間に世界的に米国型の軽水炉が実用型として

普及し始めたばかりである。発電所の建設には、多大の資金と地域住民の諒解を得るために公聴会等で、従来火力の2倍以上の年数を要するので、急激な需要には間に合わない。

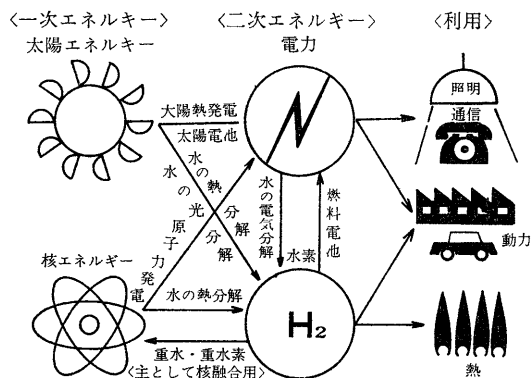
無公害の水力発電も、最近ピークカット用に揚水発電方式に改造または新設されたが、現在、有望立地点もわが国では少なくなり今後の需要増には全く期待出来ない。

従って、1980年中葉までは、発電は、重油、天然ガス、石炭、水力、原子力及びSNGの多様なエネルギーに依存することになり、一方、産業構造もエネルギー消費型より知識集約型に移らざるを得まい。そのことによって、公害発生も減少し環境も改善されよう。

大切なことは、今後ある程度必要なエネルギーとして太陽、エネルギー、水素エネルギーがどのくらい早く、どれだけ多く生活や工業に利用されるかが、最大の関心事である。これらのエネルギーは原子力も含め決して孤立したものでなく、たがいに技術・経済的にシステムループに組み込まれていることに注意をすべきで<第3図>、開発利用に特別の工夫が必要である。

さて、太陽エネルギーはたえず膨大なエネルギーを地上にそそいでいるが、この大部分は再び大気中に放散されている。しかし、地上へきているこ

第3図 クリーン・エネルギー・システム



のエネルギーは密度が低いことと不安定性のため、今までエネルギー源として好事家以外には余り関心が持たれなかった。その後のこれら新エネルギー技術開発と公害の皆無等で改めて見直されつつあったが、石油価格の上昇がさらに開発に拍車をかける結果となった。エネルギー密度の低いことは同一出力でも装置が大きく、重量当りの出力も低く設備が割高となる。とくに、不安定性要素の一部である夜間の問題は、初めから稼働率を半減する宿命にあり、さいわい夜間負荷は他の余剰エネルギー利用か何かで切抜けねばならず、結論的には集熱器や蓄熱器等如何に効率よく安く作るかが実用化の鍵を握っているといえよう。例として、先づ住宅・ビルの給湯、つぎに暖房・冷房用に、従来の電力、ガス、灯油の節減のため太陽熱利用を行い、将来は発電用として利用することが長期計画として考えられる。

次に、水素エネルギーは、エネルギーキャリアとして二次エネルギーに使う方が効率がよい。しかし一次エネルギーとして直接燃焼させると発熱量が多少低いため、無公害とは言え経済性が今の所悪い。水素が電力より優れているのは輸送、貯蔵、携帯の点である。今日、水素の原料は効率の悪い水の電気分解以外は、みな炭化水素とくに天然ガスを原料としているため、価格が高い。しかし、将来希望がもてることは、水を原料として、高温ガス原子炉の熱を使い、触媒を作用させ比較的低温で熱化学反応により、水素をつくる実験に成功し目下工業化の準備中である。電解以外に、水を原料とする製造法が工業化する前に、製鉄用や水素エンジン動力や燃料電池が天然ガスより作った水素で経済ベースで使用され始めよう。燃料電池は必要に応じ電力にしたり水素の形で貯蔵でき、電極触媒は今日白金を作っているが、代用の耐久性の材料が開発され、かつ水の熱化学反応による分解技術とで原子力に次ぐ工業革命となる

う。

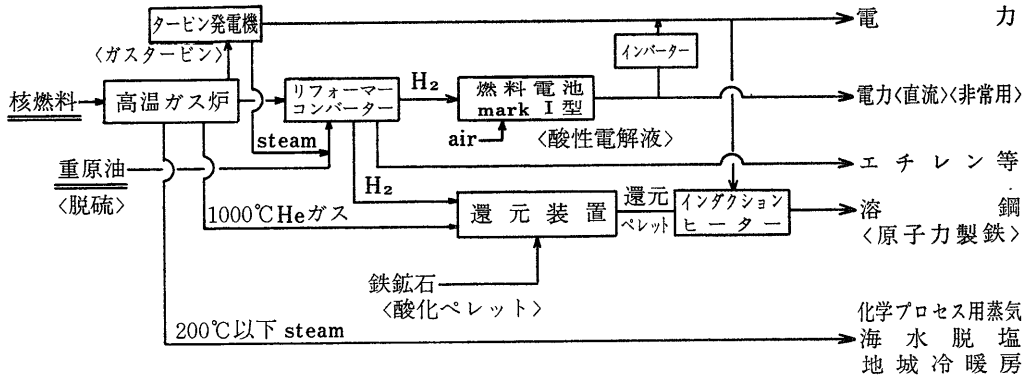
合性天然ガス〈SNG〉に関しては専門外でもあるが、地上で一番豊富な化石燃料の石炭とオイルシェール、オイルサンドを原料とするガス化や液化技術の開発であろう。実際には直接脱硫問題で苦勞するであろう。米国の鈹川局では、数年前超高温ガス原子炉を使い、 $1,500^{\circ}\text{C}$ の温度を出し石炭のガス化を行ったが、原子燃料や熱交換器材の高融点金属の耐食、加工に未解決の問題を残し、現在この原子炉は一応解体している。しかし、この結果が今後の高温金属工業の基礎技術に役立っている。

3 ————— 原子力エネルギー開発の現況と 問題点

今日までの原子炉はほとんど発電目的で開発建設されてきたが、将来は原子炉の多目的利用が具体化されよう。発電以外に効率のよい熱源として、例えば製鉄、海水脱塩、蒸気利用、地域冷暖房、さらに最近、水の分解による水素製造等が計画され、また一部実用化されていてユーザーは従来の電力会社のみにとどまらぬ傾向にある〈第4図〉。次に原子炉は当初天然ウランガス冷却炉の英国型が英、仏、日等で建設されたが、大型のわりに出力は低く建設費が高くなり、今日は米、ソ、西独、仏、英、日等みな米国式の軽水炉となった。さらに最近、ヘリウムの高温ガスを使う高温ガス冷却炉が英、西独、米で開発され、わが国でも軽水炉一辺倒から脱却して、原子力発電会社や電源開発KKにより高温ガス炉の採用が計画されている。この炉は単に高温を得ることができるのみならず液体・気体・固体の放射性廃棄物が軽水炉より著しく少なく、公害の点で優れていることや発電効率も新鋭火力並みで温排水公害も少ない。以上の

第4図

Case 1 核燃料，水素エネルギーによる多目的利用

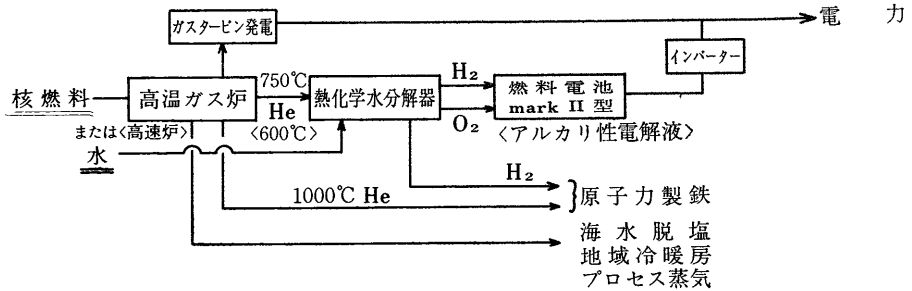


<注> 燃料電池mark I型とは、従来の方式で白金電極触媒を使い、これに炭化水素より水素を供給する方式

Case 2 同上

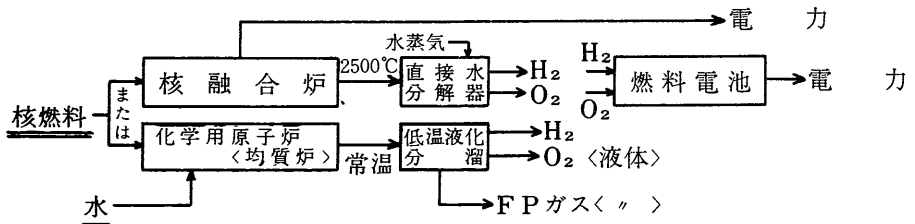
- { 重原油 → 天然ガス
- { <脱硫装置不用>
- { 公害も少く石油化学中間製品出来ず

Case 3 近き将来として水の熱化学プロセスによる水素製造



<注> 燃料電池mark II型は、水を原料として熱化学分解法で水素を作り供給し、電極板触媒は白金代用品と仮定したもの

Case 4 将来可能性の考えられる核融合炉の熱または核分裂反応の運動エネルギーによる水の直接分解



炉はみな熱中性子炉と呼ばれている今日の実証炉ともいえる。しかし、ウラン燃料の利用率が悪いがこれを2桁ぐらい高めたのが高速増殖炉で原型炉が仏、ソ連で稼動中で25万キロワット出力に近づいている。また中型のパイロットプラントは早くから英、米で実験を完了し、現在大型実用炉を英、米、西独で建設中である。日本では大洗の動燃事業団で炉のみ建設中でこれで発電の予定はない。使用済燃料より出る放射能もなく、資源も海水中の重水素を使う核融合炉は人工太陽ともいえる原子炉であるが、実用化は今世紀末か来世紀の初めと推定されている。

原子力の利用面は今日のところ核分裂の際発生する熱エネルギーを利用し、将来は核融合時の超高温高熱が利用されるが、他にエネルギー以外にラヂオアイソトープ〈R. I〉用の放射線源としての利用面は食品貯蔵、治療、医療器具の殺菌、材料の厚みや欠陥の検査、土中水分の測定、樹脂の常温瞬間重合反応等があり、さらにトレーサーとして放射性短半減期の標識化物質による研究、調査等広範囲に利用できる。

エネルギー発生面で他の燃料と異なる点は、燃焼時に全く空気を必要としないため通常の公害源の酸化物〈窒素、炭素、硫黄等〉の発生がない。しかも外気と遮断できるので潜水船や海底、地下工場のエネルギー源に都合がよい。燃料は大体今日の軽水炉で3～4年保つが、燃焼を均一化させるため毎年3分の1から4分の1づつ燃料の取替えを行っている。原子力発電所の現在の型は、火力発電所のボイラの代りに原子炉を置いたものと考えてよく、一般に軽水炉で摂氏300度の飽和蒸気が、高温ガス炉で摂氏550度位までの過熱蒸気が発生する。軽水炉では約70%の熱は排熱として捨てられていると考えてよく、高温ガス炉や新鋭火力では排熱の割合は効率がよいので少なく、60%ぐらいである。

次に、原子力公害の宿命ともいえるものは、放射能の問題である。使用済燃料より出るのが多いので燃料被覆管が破れたり溶けたりしないようにしてあるため、発電所よりは事故時以外の放射能は自然放射能程度であると云う。むしろ、燃料再処理工場での高レベル廃棄物の処理、処置、貯蔵等に問題が多い。しかし、発電所での事故を仮想し、燃料が破損したり溶けても放射能が飛散しないよう3重のバリヤがある。すなわち、燃料被覆管、圧力容器、格納容器〈コンテナ〉とさらに管理地区の空間である。ICRP〈国際放射線防護委員会〉では年間許容値500ミリレムとあるが最近では実際にはより低くして $\frac{1}{100}$ の値としている。この値は自然放射能の数十分の一で定期検診時のレントゲンでの照射量よりも少ない。地震による原子炉心の主冷却管の破断や循環ポンプやガス炉の際の送風機停止により燃料が溶けると放射能の飛散が起る。この対応策として炉心やコンテナ内に事故時に自動的に冷水をスプレーして燃料の温度を下げたり、ガスを液化させたりして放射能を飛散を防いでいるが、先般この炉心注水器が少し動作が不確実だといって問題を起した。しかし新型の炉ではそのようなことはないということで一応落ち着いたようである。また、一般には発電用原子炉の暴走即ち超臨界事故が心配されるが、原子炉は原爆と全く異なる性質があり、故意に原子炉を暴走させることは技術的にも難しい。

このさい問題点を指摘するとすれば、工事や補修の際放射能の出る機器の取扱いや使用済燃料の運搬等は、下請会社まかせでなく所有者自身による嚴重な管理が必要である。もう一つの問題は、許容値より1桁以上も低い値で放射性廃液を発電所より出した際、微生物による選択濃縮の問題がある。それで今日2桁以下に薄めているが、発電所が集中すれば当然総量規制をするか何等かの技術

的対策の研究開発が必要となる。しかし、気体、液体、固体の放射能排出量を完全に零にすることは技術的にも経済的にも今日では不可能に近いので、未だ運転実績は少ないが今後この積みかさねで放出放射能を極力零に近づけて實際上将来に禍根を残さぬようにするべきである。放射性廃棄物の固体は少なく貯蔵も簡単で余り問題はないが、気体のクリプトンは半減期が長く崩壊量より発生量の方が増加し勝ちで目下技術的除去方式を開発中である。その他液体等も含め、将来のため放射性物質をサイクロトロン等で安定元素に転換させる技術も考えられているが未だ経済ペースに程遠い。

今日の原子力工業を大別すると、現在濃縮ウランに依存しているので、ウラン濃縮工業、燃料採鉱精錬加工工業、使用済燃料を再生したり廃棄物を処理する燃料再処理工業、原子炉製造工業となる。将来、高速炉時代となればウラニウムの大部分がプルトニウムとなり、今日ウランの僅か0.7%しかないウラニウム 235 同様に使える人工核分裂燃料となる。また、高温ガス炉や溶融塩炉では、トリウムがやはり燃料としてウラニウムともに利用できる。以上のように核燃料はエネルギー需要増大に充分適応できる資源を有しているといえよう。

一方、発電装置も高温ガス炉では蒸気タービンよりガスタービンへ、また、核融合炉では直接発電方式が通常の形態となろう。

4 ————— 太陽エネルギー利用技術の開発

地上でのエネルギーの大部分は、太陽または核エネルギーの何れかに起因している。

今度のサンシャイン計画でも、4つのプロジェクト中で最も多くの予算を太陽エネルギーに組んで

ある。とくに、発電よりも冷暖房利用については、実用化の短期目的を樹てている。一方、米国では2,000戸のソーラハウスを政府の5,000ドルの資金で数年間に十数ヶ所に建設する予定であるとのことである。

つぎに、太陽エネルギーを利用する前に、問題点ともいえる注意事項を述べてみる。

先づ、エネルギー密度が低いことと気象、天象による不安定性の問題がある。しかし、年間地球に降り注ぐ太陽エネルギーは、人類の年間エネルギー消費量の2~3万倍と大きい。従って、資源は殆ど無限でしかも無料とはいえ、この薄いエネルギーを集めるには大型設備が必要となり、高価なものになりがちである。実用化の成否は、実に他の燃料を使った際との経済性で、今後の燃料費の上昇率と太陽熱集収器の設備費の開発量産による価格低下の問題の兼ね合いであろう。また、太陽エネルギー利用の希望的予測として、石油資源面また公害面よりの使用上の強い規制があれば当然太陽エネルギーに頼らねばならないが、少なくとも今日の石油、電力、ガス程度の新価格と競合するだけの技術開発が必要である。このための試算は実績が殆どほとんどないので難しく可能性の検討に過ぎない。

太陽熱利用については、実例として、集熱器と蓄熱槽とが一体になった簡単な型の温水器は250万台普及しているが、故障しているのが多いとのことである。筆者としてはこの廉価な普及型の温水器を設計し、品質改善をして住宅ビルの冷暖房用として使用し、従来の石油、ガスの使用量を半分以上に減ずることを念願として研究を進めている。このため先づ集熱器自体の集熱はともかくとして、せっかく吸収した熱の放散防止の設計のための各種実験を必要とし、同時に、効率のよい蓄熱槽の開発等、定置方式でも多くの研究テーマがあるが、もっとも重要な点は加熱管の熱の選択

吸収、放散面の問題、および選択、透過、反射用バリヤ板の問題などである。このような平板定置型の特徴は、直達日射以外に20~30%の何れの方
向からも来る天空日射が加わる点である。加熱管
材は、箱の内面積をできる限り利用するため、アル
ミ製のパイプをアルミ板で連結し、片面を黒色
としてこの面のエネルギーをパイプ内の流水に伝
える方式が多く、温水度は夏冬で異なるが50~30
°C 湯や風呂の燃料の節約が行われている。もっ
ともプリミティブな温水器はアルミまたは銅パイ
プを黒く塗り器の表面を硝子または樹脂で覆った
ものであるが、筆者は、これにパイプ面とバリヤ
等の改良によって放散熱を低下させて20°C ぐら
い温度を高めることが可能だと考えている。それ
で夏季で最高70°C、冬でも50°Cとし、風呂と暖
房用に使用したい。

また、屋上等に簡単な集光方式の追尾装置を併用
すれば、100°Cに近い高温水を得ることもできる
が、この高温水で従来の冷暖房器を作動させるこ
とも晴天には可能となる。

完全追尾方式は、発電用等のため高温を得るには
是非必要であるが、この際反射鏡に抛物凹面鏡を
使い常に焦点に光を集めるため、この部分には加
熱管がくるようになっている。この場合、凹面鏡
は太陽の位置に追尾させる。低圧高温の液体金属
やガスを用いた加熱管を通じて熱交換し高温高圧
蒸気に伝える方式がある。これはかなりの設備費
を要する。しかし、総熱入力はこの際反射鏡の開
口面積であり、定置平板型と同一面積なら入熱量
は同じであるが高温のため使い易く装置も同一出
力で小型となる。

太陽熱利用と同時に太陽光を電力とするため、
半導体の硅素<Si>の単結晶や硫化カドミウム
<Cds>が使われているが理論効率20%、実際は
15%のようで極めて効率が悪く、また、半導体が
高価なため地上では遠隔地、無人島や灯台の電源

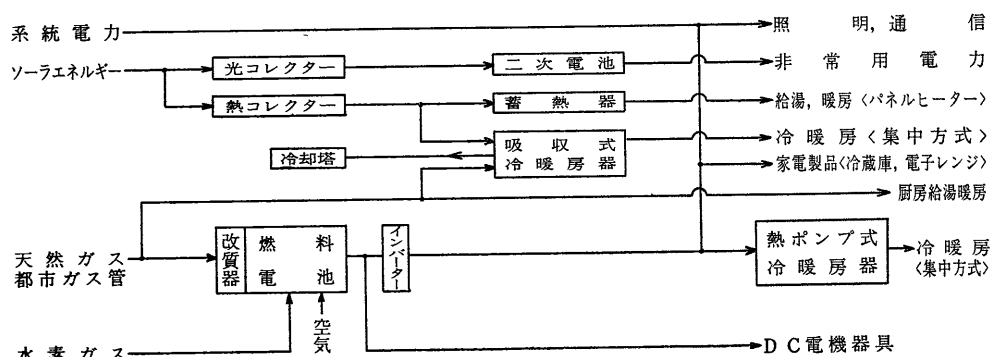
にしか実用価値はない。しかし、絶えず太陽に正
対し地上の15倍のエネルギー密度のある静止衛星
上にこの半導体を8キロメートル平方の大きさで
並べて、500万キロワットの超大型発電所が作られ
高周波電力で地上に輸送し、地上ではこれを受け、
商用周波電力とする超長期計画が二、三ヶ国
にあり、現在国際協力が考慮されている。とくに
最近の情報によると、英国の研究所で極めて内部
抵抗の少ない太陽電池の実験に成功し、出力が従
来の数百倍にできるという可能性が発表されてい
る。以上の宇宙発電所は今世紀末に実用化され
ると考えられる。また、中間案として成層圏に1マ
イル平方の光電池パネルを打上げ25万キロワッ
ト発電所をつくるという提案もあるが、夜のみは
地上と同様であるが、空気による透過度の減少や
気象条件にも作用されず、地上の5~10倍の出力
を出せるが、また逆にこれによる地上に対して日
照の面で悪影響のでるおそれも考えられる。

他の原理として真空管の加熱電極より電子流が流
れる方式もあるが、これは少なくとも800°C~
1000°Cを必要とするので太陽炉との中間的温度
範囲といえる。太陽炉は広い面積の多くの平面鏡
で太陽光を大型凹面鏡に集め、さらに焦点の所
の小さい面積に光を集めるので、焦点の温度は極め
て高熱となり高融点金属を純粋な雰囲気中で溶解し
たり、種々の実験に使われている。この際、焦点
の大きさは数センチメートル以内であるので工業
生産目的として熱エネルギーを利用するのは難し
く未だ試みられていないようである。

さて、早急に実用化が考えられていて、また、わ
たくしどもの日常生活にも関係が深いのは太陽熱
冷暖房器だが、水の代りに直接空気を加熱循環さ
せる方式もある。

前に温水器の温度につき述べたが、熱出力はわが
国で春夏の一番気象条件のよいとき大体1平方メ
ートル当り1キロワットの入力といわれ、気象デ

第5図 ソーラ・ガス エネルギーハウスのシステムダイヤグラフの例



〈注〉 天然ガスの代わりに石炭をガス化したSNGやメタノール、灯油なども考慮するが図には略す

ーターより夜も考え年間平均この五分の一として1平方メートル当たり0.2キロワットと考えたい。問題はこの効率すなわち出力であるが50%なら、1平方メートルあたり、0.1キロワットである。一般住宅の利用屋根面積〈南〉33を平方メートルとして、これにみな集熱器をつけたと仮定し、3.3キロワットの熱出力が確保できる。問題は、平板型1基の面積を仮りに2平方メートルとして16基が必要となる。この建設費だけで100万円を上廻り、毎年燃料を6〜7割づつ10年間節減できてもなかなか償却は難かしいので、今後設備コスト低下に努力と工夫を要する。これにはソーラハウスとして建物自身を初めより設計し、余分の屋根の材料等を節約せねば実用化は難しく、既設の建物の場合は屋根構造の二重投資は避け得ないこととなる。

第5図にソーラエネルギーハウスのシステムダイヤグラフを示す。

5 ————水素エネルギー利用の将来

水素エネルギーは、将来のエネルギーの本命とみるべきものであり、また、究極のエネルギーである。その利用にさいしては、エネルギー担体とし

ての水素を考えるべきである。将来、水素が廉価に多量に生産できるようになれば、一次エネルギーとして使用しても、無公害エネルギーとして使えるようになる。

水素の利用にさいしては、安全性をまず考えなければならない。その引火範囲は4〜94%であり、広いが、引火点濃度は、ガソリンより高い。漏洩のさい、拡散速度が大きいので、瞬間的に稀薄になり大事故とはなり難い。水素は、余分な炭素分子をふくまないから、一酸化炭素や炭酸ガスの公害はなく、燃焼温度の調整が容易であるから、窒素酸化物公害の発生を規制しやすい。しかし、発熱量が低く、天然ガスの三分の一しかない。携帯用とするさい、比重が空気の数百分の一だから、圧縮ガスか液化かの方法をとる。大量輸送にさいしてはパイプラインがよく、現在西独に300キロメートルのものがあつた、また米国にも敷設されている。最近、水素の軽い性質を利用してその飛行船輸送が考えられている。

水素利用のキー・ポイントは、如何に安く水素を生産することができるかである。

従来の製法に対し、今日は天然ガスをリフォームしたり、重原油を原子炉の熱等で水蒸気改質法等で水素に分解することや余剰電力によって水を分解し、水素エネルギーとして貯蔵する等種々の計

画がある。しかし、将来もっとも有望なのは水を原料として、やはり高温ガス原子炉のヘリウムガスの熱を直接使って熱化学反応により750°C以下で触媒の助けで水を分解する実験に成功した例がある。イタリアのイスプラ研究所<欧州共同原子力研究機関>また米国のオークリッジ原子力研究所でも同じ熱化学反応を起させることができた。米国のアルゴンヌ原子力研究所では、最近触媒の他に太陽の熱と光の助けによりさらに低温の500°Cぐらいで水の分解実験に成功している。

水素利用面では水を原料とし廉価に製造されない限りは一次エネルギーとして暖房等には無理であるが、例外として自動車用エンジンには公害面より優れ、また他の二次電池や燃料電池より重量当り瞬間出力と長時間の多量のエネルギーの発生が優れているので、今日のガソリンスタンドで水素化金属をポンベに詰めた水素エンジン車が1970年代末には天然ガスを水素原料として出現することであろう。そのさい、二次電池と燃料電池のそれぞれの特徴の出力密度とエネルギー密度の優れた点を組合せたハイブリッド方式でモーター駆動するのと競合するであろう。この燃料電池も、天然ガスを原料として水素を作ったものを空気中の酸素と共に利用している。また、航空機に従来のケロシンの代りに液体水素を使い、試作を進めている会社もある。工業的には水素で鉄鉱石を還元して、コークスを全く使わぬ直接還元法が高温ガス原子炉の熱で油を分解し水素としたり、1,000°C足らずで水素還元反応を行わせるものである。

水素エネルギーの利用で、もっとも身近かに起る問題は燃料電池であろう。燃料は水素と空気<酸素>を補充すると今日で40%、近き将来60%効率で電力となる。理論効率は驚く程高く90%ぐらいである。正確には、本体の効率は数年で60%になると思われるが、天然ガスを水素とするリフォーマーや発電した直流を交流とするインバーターの効

率がそれぞれ85%ていどであるから、総合効率40%と考えてよい。これは新鋭火力発電並みである。しかし、有害ガスも音も振動もなく完全無公害であるので用途は前の第4、第5図にもあるが具体的にはビルや地下街等には最適と思われる。これは当面非常用電源として使われよう。欠点としては、目下開発中であるが電極に使う触媒が白金でないと耐久性が悪いことである。従って、超大容量設備は白金の資源の点で問題がある。しかし、順調に開発が進んで10年以内に代用触媒ができれば大出力も可能となり、電力系統との併列も可能となる。普及化のための問題として今日でも意外に価格が安く未だ量産化してなくて400~500ドル/キロワット、数年後かつ量産化により150ドル/キロワットを目標としているが、これは現在の大火力発電設備の建設単価に匹敵する建設費が十数キロワットの小容量で実現できることは、優れたエネルギー発生器あるいは転換器といえよう。少なくとも、水を原料とし核燃料か太陽熱光を助けとし、熱化学反応で水素が安くできて、一方、燃料電池・電極材の経済性がよくなれば大都市の各所に数千キロワット級のサブパワステーションを作り、送変電ロスの少ない配電方式が実現しよう。以上、新エネルギー技術開発の現状と問題点を略述した。

<川本工業株式会社技術顧問>