

特集・エネルギー—地球環境の中で考えるPART I ④

新エネルギーの導入を目指して

山梨晃一

一——新エネルギーの研究開発体制

わが国は、第一次石油危機が発生した翌年の一九七四年度に、エネルギー供給に貢献する可能性のある新エネルギー技術の、総合的な研究開発を進めるためのサンシャイン計画を発足させた。

また、新エネルギーの技術開発には、長いリードタイムと高いリスクが伴う。長期的視野に立つて計画的に推進する必要があることから、官民の総力を結集して新エネルギー技術開発を推進する中核機関として、一九八〇年に新エネルギー総合開発機構(NEDO・現在の新エネルギー産業技術総合開発機構)が設立された。

これと同時に、民間側の力を結集してサンシャイン計画に協力・支援し、新エネルギーの実用化・普及を促進する目的で(財)新エネルギー財団(NEF)が設立された。

サンシャイン計画の内容は、①太陽エネルギー技術(太陽熱発電、太陽光発電)、②地熱エネルギー技術(熱水利用、深層熱水、大規模深部地熱)、③石炭のガス化・液化技術、④海洋温度差発電、⑤風力発電、⑥水素エネルギー、⑦バイオマス等の新技術の実用化を目指すものであり、これらの技術の早期実用化に重点を置いた研究開発を加速的に推進してきている。

また、第二次石油危機が発生する直前の、一九七八年には、大型省エネルギー技術開発を総

- 一——新エネルギーの研究開発体制
- 二——実用化の近い各種の新エネルギー
- 三——実用化を進めるための各種の施策とその方向
- 四——今後の展望

合的、計画的に進めるため、ムーンライト計画が発足した。現在推進しているプロジェクトとしては、燃料電池、新型電池、スーパーヒートポンプ、エネルギー集積システム、超電導電力応用技術、高効率ガスタービン及び汎用スターリングエンジン等がある。

画計画が発足して以来現在(一九九〇年度)までに、約五千億円の研究開発費が重点的に投入されてきた結果、めざましい進展をみせ、特に、太陽光発電、燃料電池、風力発電等は、近い将来の実用化が期待されるに至っている。

これら新エネルギーの開発は、前にみたように、二度にわたる石油危機を契機に、石油代替エネルギーの開発によるエネルギーセキュリティ

の確保の一環として進められてきたものであるが、同時に今全世界に関心の高まりつつある地球環境問題への対応の見地から、その最大限の導入について大きな期待が寄せられつつある。

しかしながら、新エネルギーには、①エネルギー量が気候等の自然条件によって変動する、②平均エネルギー密度が小さい、などの問題点を有しているほか、未だコスト高であることは免れず、多くの開発要素が残されている。したがって、今後も引き続き技術開発を強力に推進して、効率、性能の向上とこれによる低コスト化を図るとともに、量産によるコスト低下を図るための初期需要の創出等を含めた、総合的な導入推進体制の確立が望まれている。

二——実用化の間近い各種の新エネルギー

次にこれら新エネルギーのうち、比較の実用化が間近いと思われるものについて、現状と問題点を列記してみる。

①—太陽光発電

太陽電池の製造コストは、この十年間に十分の一近くに低下しており、今後の研究開発の進展と、利用の拡大が実現すれば、更に大幅の低下が期待されている。太陽電池を独立した電源

として利用するためには、夜間や雨天の需要に備えて蓄電池が不可欠であるほか、太陽電池は直流のため交流での利用に供するためのインバーターや制御機器などの周辺機器が必要である。これらを加えると、設備費が電池本体の倍近くになるという点が今後の問題点の一つである。

その意味でも、発電効率の向上や量産化による本体のコストダウンと同時に、これら周辺機器の高性能化や、安全性を考慮したシステムの簡素化等が残された課題であろう。更に、後述するように将来既存の商用電源と連系することが可能になり融通出来るようになれば、周辺機器の大部分が不要になり、設備費が安価になるので、利用が大幅に進むものと期待される。

また、燃料電池や風力発電などのハイブリッド（複合発電）によって、それぞれの長所を生かし、相補完することも考えるべきである。

②—アクティブソーラーシステム

太陽集熱器を用いて太陽エネルギーを熱エネルギーに変換して、給湯や冷暖房、更には産業用熱源として利用するシステムで、一九八〇年頃から商品化され、比較的単純な自然循環式の太陽熱利用温水器（給湯のみ）を含めると、全国で四百三十万台が販売された実績があり、アクティブソーラーシステム全体の普及台数で

は世界一である。今後更にコストの低減が図られれば、給湯用以外の冷暖房や産業用ソーラーシステムの分野での普及の可能性は大きいと考えられている。

③—パッシブソーラーシステム

太陽エネルギーを、窓、屋根、壁面などから取り入れて太陽エネルギーの利用率を高めるシステムをいい、わが国には実験住宅や、実験システムはかなり作られているが、本格的な普及という段階には至っておらず、千件弱の実績があるのみであるが、欧米では近年活発に開発・導入されており、アメリカでは二十万棟以上のパッシブソーラー住宅および一万一千以上のビルが造られているという。また、IEA（国際エネルギー機関）の報告でも太陽熱利用に関しては、一九八〇年代半ばからは、パッシブソーラー技術の開発比重が高くなっているといわれている。

④—風力

オランダ等における風車利用のほか、欧米では早くから風力発電を中心とする開発と利用が国家的規模で行われており、現在二百五十kWクラスの中型風力発電機を主にして、実用化が進み、海外ではアメリカ、カリフォルニア州の

約一万六千台を含めて約二万台程度が稼働している。風況の良好な地域では設備稼働率も高く、kW当たり五セントの実績もあるという。カリフォルニア州の合計発電量は、サンフランシスコ市の需要を賄い得ることである。

わが国でも、特定の風況の良好な地域では競争力を持つと考えられ、現在鹿児島県の沖永良部島(三百kW)、^{コシキ}甕島(二百五十kW)、北海道の寿都町(一六・五kW×五台)などでテストが行われている。コストは立地地点の風況に依存しており、従って導入可能地点は風況などの条件が良好な地域に限定されよう。電源としては安定性に欠けるため、わが国では太陽電池、燃料電池等を補完する電源としての導入が考えられる。

⑤—地熱

地熱発電所はわが国に現在九カ所が操業し、合計二十七万kWの発電能力を有しており、更に数年後までに八発電所(合計三十万kW程度)が運転開始の予定である。わが国には温泉も含めて地熱資源が豊富であるが、開始段階のリスクが高いため初期コストが割高である上に、自然公園や既存の温泉との調整等立地上の制約があつて、現在これ以上の開発は具体化していない。

また、熱水の直接利用についても、浴用(温泉)としては全国にわたって利用されているが、暖房、給湯、施設園芸、魚の養殖、消融雪などに、多目的多段階の利用がされているのは全国十六都道府県にすぎず、今後、地熱熱水の有効利用を積極的に進める余地があると考えられる。

⑥—河川

河川水のエネルギー源としての利用形態は、水力発電のほか、河川に隣接した工場で、冷却水として利用する例が多くみられるが、昨年わが国で初めて、隅田川の水をヒートポンプの熱源に利用した箱崎地区の地域冷暖房が、実際の熱供給事業として操業を開始した。また、融雪に利用する実験も山形大学で行われている。河川水の潜在的エネルギー量は大きい。利用河川と需要地との距離の制約や、水温変動が生態系に及ぼす影響の確認、生物やスライム(固体微粒子の懸濁液)の付着防止、取水方法や熱交換方法の合理化など技術開発の余地も多い。海外における熱源としての利用例もまだ少なく、数例が知られている程度である。

⑦—海洋

海洋エネルギーには、波、潮、海流など比較的エネルギー密度が高いが制御し難いものと、

海洋温度差のようにエネルギー密度が低く、大規模化や多目的利用が必要なものがある。

このうち、実用化が進んでいるものは波力発電装置を備えた航路標識ブイで、わが国だけでも約九百六十基が使用されている。また、波力発電など海洋エネルギーを利用した発電は、現状ではまだコストが高いが、離島などでは蓄電池との併用などで、実用に耐えるシステムとなる可能性をもっている。

⑧—輸送用代替燃料

現在海外では、天然ガス自動車(六十万台強)、エタノール自動車(ブラジル等に約四百万台)、メタノール自動車(欧米等で約一千台のほか、代替燃料ではないが、電気自動車が四万台近く)実用に供されている。

特に、環境面での優位性と、石油と比較した経済性から、先進国の多くでメタノール自動車の開発、導入が検討されている。わが国では実証試験の段階で、一九八九年度末の登録台数は百九台である。

電気自動車は、限定された分野ではあるが実用の段階に至っており、現在わが国では六百三十台程度が登録されている。

⑨—燃料電池

燃料電池は、天然ガス、メタノールなどを改質して製造した水素などを燃料として、これに酸素（空気）を供給することによって、水の電気分解と逆の反応をさせ、発電と同時に反応によって発生する熱も利用する熱電併給（コージェネレーション）システムの一つで、りん酸型、溶融炭酸塩型、固体電解質型の三種類が開発されているが、このうち実証段階にあるのはりん酸型である。

燃料電池は、廃熱利用を含めて理論的には80%の総合効率が可能といわれているほか、次のような長所を有するため、近い将来、都市部における分散型の熱電併給システムや、離島用電源として導入されることが期待されている。

○天然ガス、アルコールなど多様な燃料の利用が可能である。

○NO_xの発生量が少なく、騒音、振動も小さい。

○電池であるため、負荷の変動（必要電気量の変動）に対して、速やかに対応できる。

○コンバクトで環境影響が少なく、立地が容易である。

利用面では、電気事業用とオンサイト用（需要地設置型）に大別され、りん酸型では電気事業用としては千ないし一万一千kW、オンサイト用としては四十ないし二百kWクラスのもの

の実証試験が行われている。現状ではまだコスト高は免れないが、近い将来にも量産化によってディーゼル発電と競争が可能と考えられており、特にオンサイト用のものは商用機登場の一步手前にある。また、大型の電気事業用や、離島用、車両用についても現在実証プラント等による研究開発を実施中である。

燃料電池の技術については、ムーンライト計画の成果もあって、アメリカと日本がリードしているが、前述のように多くの長所を有するほかクリーンなエネルギー源ということもあって世界各国の期待が高まっている。

⑩—廃棄物発電・熱供給

従来廃棄または燃焼によって処理されていたごみは、重要な国産エネルギーの一つとして有効利用することが望まれている。わが国では一九六五年に大阪市西淀清掃工場が四千九百kWのごみ発電所を併設したのが最初で、現在では全国に八十九カ所、総発電能力約二十三万kWが稼働している。

わが国の廃棄物発電の潜在的な能力は、産業廃棄物まで含めると一千万kWといわれているので、まだまだごみの有効利用の余地はあると思われるが、そのためには次の諸点の解決が必要である。

⑦ごみの高カロリー化への技術的対応と、スチーム温度・圧力の上昇

塩化水素ガスによる金属の腐食を防止するための、耐腐食材料の開発および焼却炉構造の改良が必要とされる。わが国では腐食防止のため蒸気の温度と圧力を下げているために、諸外国に比べてごみ処理量当たりの発電量が小さい（単位当たりにして、パリの例は江東清掃工場の二・五倍）といわれる。

⑧一般廃棄物と産業用廃棄物の混焼

一般廃棄物、産業廃棄物、下水汚泥の所管官庁が異なっているために、産業廃棄物等を地方自治体が処理することが困難である。

これらの課題が解決されれば、ごみ発電は、燃料電池と同様近い将来、エネルギー量においても大きな貢献が見込まれる熱電併給システムの一つとして期待されている。

⑨—下水、下水処理水排熱

全国で、下水、下水処理水として排出される水量は年間約八十六億トンに達するといわれ、その保有する熱量も、低温ではあるが莫大である。従来低温なるが故に見捨てられてきたが、最近のヒートポンプ技術の進歩等によって見直され、下水の持つ莫大な熱量と、温度および量の安定性（大気温度に比べて冬季は高く、夏季

は低い)が注目されるようになり、下水や下水処理水の排熱をヒートポンプの熱源として利用し、ビルの給湯、冷暖房および地域への熱供給などへの事業化が進められ始めた。現在までに、下水処理水の排熱利用が、幕張新都心のハイテク・ビジネス地区冷暖房など六件、生下水の排熱利用が三件実施されている。

海外では、スウェーデンで四件、ノルウェーで三件など計九件が、主として大規模な地域冷暖房用に採用されている。

⑫ 地下排熱(地下鉄・地下街)

大都市では、地下鉄の新設や、地下街の開発などが積極的に進められており、これら地下空間での環境維持や快適性の保持のために換気装置、空調装置などの導入が進められており、これらによる排熱量も増大している。このため、最近これらの排熱を利用した回収システムの導入が試みられるようになり、評価され始めている。

わが国で地下排熱を利用したシステムを導入したのは、一九八二年に札幌市で地下鉄排熱を駅舎の暖房とロードヒーティングに利用したのが最初で、その後一九八九年に同じく札幌で、地域冷暖房の熱源として地下鉄および地下街の排熱を比較的大規模に利用したシステムが導入

された。

海外では、一九八五年にパリ市で地下鉄排熱回収テストが行われ、今後集合住宅や行政センター、事務所などへの利用が検討されている。

⑬ 変電所、地中送電線排熱

変圧器の効率是非常に高いが、電気事業用の変圧器は、その容量および電力量が大きいため、かなりの熱が発生している。特に最近では都市部の地下に大容量の変電所や配電変電所が設置されており、その冷却排熱は大量で比較的安定しているため有効利用され始めている。また、都市部を中心として大容量の地中送電線が設置されるようになってきたが、この排熱も含めてヒートポンプの熱源としてビルの暖房や、地域の冷暖房に採用され、既に東池袋地区、光が丘団地、新川地区、銀座二・三丁目地区などで利用されている。

三 実用化を進めるための各種の施策とその方向

これら新エネルギーの実用化を進めるためには、なお一層の技術開発が必要であるが、それと並行して、公共施設等への積極的な導入の促進、種々の助成等の強化など初期需要創出のた

めの施策が望まれる。

また、新エネルギーによる発電については、従来主として個別の実証研究が進められてきたが、これらの実績を踏まえて、早期の導入が有望視される、離島、山間部、へき地などで実用規模での各種モデル事業が通産省(資源エネルギー庁、工業技術院)の主導で実施されようとしている。次に、そのうちの二例と、将来新エネルギー発電を実用化するに当たって解決が望まれる、既存の電力系統への連系にかかる問題点解明のためのテスト(同じく通産省からの委託)例を紹介する。

① 白馬山荘の太陽光発電と風力発電のハイブリッドによる電力供給システム

白馬岳の頂上直下にある日本で最大の白馬山荘では、従来軽油による自家発電機で需要電力を賄っていたが、燃料の運搬や騒音、排気ガスの発生等に悩まされてきた。今回木造二階建約二千三百 m^2 の屋根に太陽電池パネル(一・二 $m \times$ 〇・四 m)計千三百六十八枚による七十 kW の太陽光発電設備と、補助電源として一 kW の風力発電機を設置し、夜間使用電源としての蓄電池(百二十八キロワット時)を加えたシステムとして本年六月末から稼働中である。ポイラー、冷蔵庫などの必要電力すべてを賄っているは

か、従来は午後十時以降は消灯していたのに対して、今年には夜中の電力も十分に賄っているとのことである。

②—沖縄エネトピア・アイランド構想

沖縄の宮古島（具体的な立地点は現在検討中）に、太陽光、太陽熱、風力、波力、燃料電池、新型電池等を集中的に立地し、これら各種新エネルギーを相互に補完し合うハイブリッドシステムを建設するもので、独立分散電源としての機能を持たせると共に、既存の商用電力システムへの連系も実施する計画である。

現在具体的な検討を進めている段階であるが、この計画が実現することによって、このシステムの建設、運転、保守、管理等の諸技術の確立が期待され、これによって、宮古島（沖縄本島とは独立した電力系統である）の実電力供給の一定割合（最大一〇％程度）を担うことも目的としている。

③—六甲新エネルギー実験センター

神戸市の六甲アイランドの一面にある六甲新エネルギー実験センターでは、①家庭用太陽光発電システムを既存の電力系統に連系した場合、②太陽光、風力、燃料電池等複数の新発電システムを電力系統に連系した場合——の二課題に

ついて、技術的諸問題解決のための実証試験を開始している。

このうち、家庭用太陽光発電システムについては、一軒当たり二kWの発電システムが百台設置され、各模擬住宅内には、クーラー、冷蔵庫、洗濯機、テレビ等が置かれ、それぞれタイマーにより運転されるという、実規模の街を想定した実験が行われている。現在までの実績では、連系運転の安全性や、配電系統への影響は見られないとのことである。

また、複数の分散型電源の連系試験も今年度から開始された。設備としては太陽光発電が二kW×二十台、三kW×二十台のほか、五十kWの燃料電池一

表一 新エネルギー導入にかかわる制度整備について

	改正前	改正後
主任技術者の選任義務	新エネルギー電源については全て電気主任技術者の選任が必要	燃料電池発電所、太陽電池発電所、風力発電所のうち500kW未満のものについては、電気主任技術者の不選任（保安協会等への委託）を可能とする。
	燃料電池については、ボイラー・タービン主任技術者の選任を指導している。	圧力1kg/cm ² 以下の燃料電池設備については、ボイラー・タービン主任技術者の選任を不要とする。
工事計画の認可届出	新エネルギー電源については全て認可が必要。	燃料電池発電所、太陽電池発電所、風力発電所のうち500kW未満のものについては届出とし、さらに太陽電池については100kW未満を、また風力発電所については5kW未満を届出不要とする。
関連技術基準の整備	現在新エネルギーにかかわる大部分の設備については技術基準が定められていない。このため個別に審査を行っている。	燃料電池発電所、太陽電池発電所、風力発電所についても技術基準を整備。
通商産業局への権限委任	新エネルギーにかかわる権限は通商産業大臣。	太陽電池発電所及び風力発電所にかかわる権限については通商産業局長、燃料電池にかかわる権限は通商産業大臣とする。

（石油代替エネルギー部会中間報告より）

基と一六・五kWの風力発電機二基である。

更に、三年後には、太陽光発電の大出力設備や、大規模燃料電池の増設も計画され、最終的には最大出力千七百kW、一般家庭で九百戸分の需要を賄う規模に拡大される予定である。

太陽電池、燃料電池、風力発電の実用化を進めるに当たってのもう一つの問題点として、制度面の環境整備が挙げられる。従来、これらの設備を設けることはいずれも発電所の設置と見なされ、電気事業法に基づく一般の発電所としての手続きや保安規制の対象とされてきたが、今回、総合エネルギー調査会の石油代替エネルギー部会における審議の過程で、これら制度面の改訂の第一歩が踏み出されることになった。すなわち、本年六月から、表一の通り、申請手続や保安規則の適用が簡素化されることになった。

また、分散型電源として使用されていた従来型の発電機を商用電力系統に連系するに当たっての種々の技術的な問題を回避するために、既に一九八六年にガイドラインが設けられているが、燃料電池、太陽電池等の直流発電装置には適用されていなかった。これも、表二にあるように、前述の六甲アイランド等において現在進められている実証試験の成果を見ながら、連

系の形態別にガイドラインが作成されることになり、その時期、内容が明示された。

以上の二点が実施されることによって、新エネルギー発電の実用化を進めるに当たっての制度面の整備は大きく前進することになり、その普及にはずみがつくことが期待される。

四——今後の展望

総合エネルギー調査会の中間報告（長期エネルギー需給見通し）によれば、地熱を除く新エネルギーのウエートは、一九八六年度実績で一次エネルギーの一・三％にすぎず、今後意欲的に開発、普及につとめても、二〇一〇年度の努力目標値にして五・二％のウエート（実数で五・六倍）を占めるのが精いっぱいであるとされている。

他方、今後、発展途上国や東欧諸国のエネルギー需要の増加が避けられないとすれば、石油をはじめとする化石燃料の供給力は早晩限界に達することは明らかであり、エネルギー価格の高騰は不可避と考えられる。そうなれば、世界的に限

表一 新エネルギー発電の系統連系ガイドラインの主な技術的検討課題

- ・インバーターの保護機能と保護継電器との動作協調の検討
- ・低圧系統への連系について信頼性のある単独運転防止対策等の検討
- ・配電系統へ逆潮流する場合における電力系統異常時の系統保護対策や電力品質等の検討

連系の形態	ガイドライン作成の時期・内容
高圧以上の系統への連系 (逆潮流なし)	平成2年6月。現行ガイドラインを新エネルギー発電に適用。
高圧(専用線)及び特高系統への連系 (逆潮流あり)	平成2年6月。現行ガイドラインを新エネルギー発電に適用。
低圧系統への連系 (逆潮流なし)	平成2年度目途、低圧系統に連系した際の単独運転防止対策を検討し、ガイドラインを作成する予定。
高圧(一般配電線)・低圧系統への連系 (逆潮流あり)	分散型新発電技術実用化実証研究の結果を踏まえて、逆潮流のある場合の単独運転の検出・防止技術等を検討し、ガイドラインを作成する予定。

(石油代替エネルギー部会中間報告より)

られた化石燃料をわが国だけが安易に輸入することは困難になろう。

いうまでもなく、先進諸国の中でも極端にエネルギー自給率の低いわが国は、過去二回の石油危機や、古くは第二次世界大戦の戦中、戦後のエネルギー不足の経験を忘れることなく、あらゆる努力を払って自給率の向上をめざすべきではなからうか。

新エネルギーは、前述のようにエネルギー密

度が小さいとか、自然条件によって変動するなどの問題もあって、早急に利用度を上げることが出来ないが、一方で潜在供給力は莫大で、しかも総じて環境にやさしくクリーンな自給資源であるという他に替え難い長所を持つ。今後の画期的な技術開発の進展に期待するところが大きい。これらの問題点を克服すれば、太陽をはじめとする新エネルギーで将来の人類の必要とするエネルギーの大宗を賄うことが可能であ

る。

化石燃料による地球環境の汚染が深刻化する中で、新エネルギーが将来のエネルギー供給の一翼を担うことは夢ではない。大きな希望をもって新エネルギーの導入、普及に最大限の努力を続けていかなければならないと考える。

△(財)新エネルギー財団常務理事▽