

原子力平和利用の将来

河合 武

特集・原子力平和利用

① エネルギー源としての利用

エネルギー利用の中心・原子力発電

——原子力平和利用の主流——

原子力の平和利用は、ラジオ・アイソトープの医学・工学・化学への利用など、広範囲に及ぶが、その主流は、何と云っても、エネルギー源としての利用であろう。その中心は、いわゆる原子力発電、つまり、原子炉によって生じた熱エネルギーによって、タービン発電機を回して、電気を発生させるものであり、また同じ原理によって、船舶の推進に使うものである。

原子力発電という言葉が、わが国で使われ出してから、もう一〇年以上たった。そして、第一号の原子力発電所、東

海発電所は、すでに約一五万キロワットの電力を、東京を中心とした地域に配電している。

これについて、原子力発電会社が敦賀に、関西電力が福井県美浜に、東京電力が福島県大熊町に、三〇万キロワット級の発電所を建設中である。

東海発電所は、英国で開発された、天然ウランを燃料に使うコールドホール型、敦賀と東電・関西が建設中のものは、いずれも濃縮ウランを燃料に使う、いわゆる軽水型の原子炉を使っている。電力会社は、この両社が二号炉の建設を計画、他の中部・中国などの電力会社も統々と原子力発電所を建設する計画をもっている。

しかし、これらの発電所の電力コストは、まだまだ火力発電所のコストよりは高い。

一方、アメリカでは、この二年間に発注された発電所で、原子力発電所の方が通常の火力発電所よりも多いというほど

の、原子力発電ブームがはじまっている。いずれも、濃縮ウラン燃料の軽水炉の方が、火力発電所よりコストが安くなるという、楽観的な見通しに立ってのことである。

もっとも、現実に商業ベース——火力と太刀打ちできるコスト——で運転されている原子力発電所は、まだできてはいない。アメリカのブームのもととなり、わが国の電力業界が原子力発電所建設に積極的に乗り出すきっかけとなったオイスタークリークの原子力発電所も、はじめの予想より建設費は高くなっており、まだまだ「実用期」に入ったとはいえない。

それにしても、原子力発電所は、現在の軽水炉が経験を積み、一〇〇万キロワット程度まで大容量化すれば、一キロワット一円以下のコストになるだろうと予想されている。わが国の場合は、耐震設計の問題、大容量化の限度の問題、金利などの経済上の問題で、そこまで行くかど

うかは問題としても、しだいに火力発電所を追い抜くことは確実とみられる。

したがって、原子力委員会の長期計画では、一九七五年には六〇〇万キロワット、一九八五年には三〇〇〇ないし四〇〇万キロワットが原子力発電によってみたされ、一九八五年には総電力量の一〇%が原子力になるものとみている。

こうした濃縮ウランを使う軽水型発電炉のブームは、世界的にみて、燃料の枯渇という問題を提起した。

アメリカの調査によると、世界的に、一九七五年に六六〇〇万キロワットから九三〇〇万キロワット、一九八五年には三億二〇〇〇万キロワットから五億キロワットにまで、原子力発電所が建設される見通しになる。

このぼう大な量の原子力発電に必要なウランは、アメリカ原子力委員会の発表によると一九八〇年までに四〇万ショート・トン(83酸化ウラン)ということになり、欧州原子力機関の発表によると、そのころまでに採算ベース(ポンド当たり五ないし一〇ドル)で採掘可能なウランの埋蔵量は六九万ショート・トンということになっている。

もち論、国際的な探鉱活動によって、埋蔵量はもっともふえるものとは予想されるが、ウランの需給バランスは、しだいに苦しくなり、安いウランがどこでも手

に入るとは限らなくなるというおそれがある。

その上、軽水型発電所ということになれば、燃料は濃縮ウランであるが、その供給国は、自由世界では、まずアメリカ一国に限られている。

エネルギーの原則である低廉性と供給の安定ということを考えると、この軽水炉だけに頼るといふことは、一国の経済としても、きわめて不安な状態を続けることになる。

もうひとつ考えなくてはならないことは、現在の形の原子力発電で消費されるウランは、天然ウランのわずか〇・七%しか利用していないということである。

天然のウランには、ウラン235とウラン238がふくまれているが、濃縮ウランにしても、その〇・七%のウラン235を濃縮しただけのことで九九・三%を占めるウラン238は利用されていないわけである。

したがって、原子力の平和利用を、有効にするためには、ウラン238を利用することを考えなくてはならない。

ところが、幸いなことに、ウラン235を原子炉中で分裂させると、その時生まれる中性子によって、ウラン238が、プルトニウム239になるといふことがある。

軽水炉を動かすと、その使用済みの燃料の中にはプルトニウムができていて、これを抽出して、ウランとまぜて、

再び燃料として使うことができる。そうなれば、かなり有効ではあるが、燃やしたウラン235の六割程度の量にしかならないため、くり返えずごとに減ってくるので、ウラン全体の二ないし三%しか利用することができない。

ところが、高速中性子で連鎖反応を起こさせる高速炉になると、燃やしたウラン235より、できてくるプルトニウム239の方が多量ということになるので、全ウラン資源を有効に利用できることになる。そこでこれを高速増殖炉と呼ぶのだが、

ウランを資源的に考えると、高速増殖炉が利用されるようになって、はじめて、原子力平和利用は、「本物」になるといふことができる。

また、この高速増殖炉を利用できるようにになれば、濃縮ウランのようにアメリカにだけ依存しないでもいいことになるから、わが国のような国にとつては、どうしても開発しなければならぬ炉型なのである。

スタートする「自主開発」体制

——ビッグ・サイエンスへの初の試み——

わが国の原子力開発は、始めから、海外依存の風潮が強かったために、原子力発電も、前述したように、英国から一基、それ以後はすべてアメリカから導

入」という名のもとで「輸入」されて建設されるという形をとってきた。そして、電力会社のこれまでの体質からみて、こんごも、当分の間は、この筋道は変わらないとみられる。

しかし、それでは、いつまでたっても、アメリカに、濃縮ウランという肝心のところを抑えられることになる。

そういう反省もあって、ようやく、動力炉の「自主開発」という目標をかかげての「ナショナル・プロジェクト」がスタートすることになった。

ソ連、英国、アメリカ、仏、ドイツなどでは、かり早くから、将来の動力炉という意味での高速増殖炉の研究開発が進められていたから、遅きに失するものではあるが、ようやくそこに到達したわけである。

このナショナル・プロジェクトは、十年間に約二十億円の巨費を投じて、高速増殖炉の原型炉までを建設しようという文字通りのビッグ・サイエンスである。

このプロジェクトは、二つの計画がふくまれている。もちろん、最終の目標は、高速増殖型の動力炉を完成することであるが、それにはまず、熱出力一〇万キロワット程度の実験炉を建設し、そこで燃料照射などをして次の原型炉のための資料を得、その間に、電気出力二〇ないし三〇万キロワットの原型炉の建設を進めるといふ道である。

だが、高速増殖炉が実用化するまでには、まだ二〇年近くかかると予想されるが、その時代まで、濃縮ウラン一本槍の軽水炉建設を続けているわけにはいかない。そこで、中間的なものとして考えられているのが、いわゆる「新型転換炉」と呼ばれている炉型である。

これは、増殖炉までとはいかなくても、消費ウランの八ないし九割のプルトニウムを生産することのできるような、プルトニウム生産効率のよい発電炉で、できうる限り核燃料の自給体制を確立して行こうというのが、狙いである。

この新型転換炉は、一九七〇年には建設にとりかかり、一九七三年ごろには、電気出力二〇万キロワット級の原型炉をいっきに建設しようという計画である。

新型転換炉は、天然ウランを燃料として使えるもので、重水によって減速し、沸とう水を冷却材に使う炉型が考えられている。最初の燃料にはわずかに濃縮したウランを使うが、二回目以降は、プルトニウムと天然ウランを混ぜた燃料、または天然ウランだけで運転し、プルトニウムの備蓄をはかることが考えられている。

一方、高速増殖炉の方は、熱伝達がよく、熱容量が大きく、高温低圧の運転が可能なので、ナトリウムを冷却材に使うことを考えている。

政府は、このナショナル・プロジェクトを進めるために、昨春秋、これまでの原子燃料公社を改めて、動力炉・核燃料開発事業団として発足させて、本格的に取り組みはじめている。

もちろん、この計画には、原研、原子力発電をはじめ、わが国の原子力メーカーが、共同して研究開発に取り組みねばならないが、一〇年を通じて、三〇〇〇人の専門科学技術者が必要とされているので、人材養成の面にまで、考慮を払わなくてはできない仕事である。

しかも、これらの研究開発には、世界の先進諸国は、ほんとうに地道な基礎研究から手をつけて、着々と成果をあげている分野である。追いつけ、遅れるな、ということばかりで進んだのでは、またもや軽水炉のような「導入」技術になってしまっておそれもある。

しかし、このようなビッグ・サイエンスを自主技術で開発するということは、わが国にとってははじめての経験であるから、これに本気になって取り組むならば、あらゆる科学技術分野の進歩にとって、はかりしれないスピンの・オフを生むことは明らかである。

それだけに、十数年目にして、ようやく立ちあがった「自主開発」の火は、大事に育てあげなければならぬであらう。

エネルギー利用の第二・原子力船

——原子力商船時代にそなえて——

原子力のエネルギー利用のもう一方の面は、原子力艦船への利用である。これは、米国の原子力潜水艦にはじまり空母に至るまでの軍事利用に端を発している。

平和利用の方では、デモンストレーション用として、アメリカがサバンナ号を、ソ連が砕氷船レーニン号を建造しただけであった。

しかし、スピードアップと航続力の長さという点で、やがては原子力商船時代がやってくるだろうという予測もあり、わが国も、第一船の建造にとりかかっている。第一船は、八〇〇〇総トン、主機出力一萬馬力、一六ノットの海洋観測船である。

造船海運業界と政府との間の出資問題などで、ずい分遅れ、ドイツのオットー・ハーン号にさきを越されてしまった。

そして、現在のところ、世界各国では、まだ次の時代の具体的な建造計画はできあがっていないようだ。しかし、アメリカでは三〇ノット、一〇万五〇〇〇馬力の原子力商船三隻建設、ソ連は六万トンの第二の砕氷船などの話が浮かびあがっているので、やがては、原子力商

船時代の幕が切って落とされることになるであろう。

② 原子力の総合利用をめぐって

海水脱塩とその综合利用

——「海水から真水」——

このような、原子力の発電、船舶への利用のように、原子力解放当時から本命とされてきた利用のほかに、最近になって、「もつと総合的な利用を」と叫ぶ科学者が多くなってきている。

その筆頭にあげられるのが、アメリカのオークリッジ国立研究所長のワインバーグ博士である。同博士は、IAEA（国際原子力機関）の第一一回総会での特別講演で、「核エネルギー時代の将来」と題して、非常に雄大な構想を述べている。

その第一は、最近日本でもようやく話題にのぼってきた「海水から真水」という脱塩への利用である。

海水の脱塩の技術には、多段フラッシュ法、イオン交換法、電気透析法などがあるが、大量生産には多段フラッシュ法が最もよいとされている。だが、この方

法では、熱エネルギーのコストがかんによって経済性がなり立つかどうかをきめられるので、コストが安くなりそうな原子力発電の利用は非常に有望なわけである。

この技術の開発に最も熱心なのは、ソ連とアメリカである。ソ連は、黒海沿岸に高速増殖炉と脱塩を組み合わせ、日産一萬二〇〇〇トンの真水を生産する装置を、来年はじめに完成させる予定で進めている。さらに最近ではドン工業地帯に日産三萬八千トンというぼう大な建設計画を発表するほどの力の入れ方である。

アメリカもロサンゼルス郊外に人工島を作る計画を進めていた。これは中止になったが、この計画では、電力は一キロワット時当たり九七銭、水はトン当たり二二円という計算だった。

ワインバーグ博士は、規模を大きくすればトン当たり一四円四〇銭から九円八〇銭までに下がるだろうといっている。

アメリカでは、この海水脱塩によって砂漠を沃野に変えることが目標とされていて、インドやパキスタン、あるいはイスタールなどの開発に大いに利用できるものとみている。

ワ博士によれば、メキシコは、日本の遺伝学者によって作られた病気に強い高収獲の小麦の品種を使った結果、輸入国から輸出国に変わったほどだが、海水脱塩で灌漑用水がたっぷり使えるようになる

るなら、他の後進国でも同様の「奇蹟」が起こりうるという。

また、この海水脱塩の時に同時に生ずる電気の利用法は、まだいくらでもある。わが国のような工業国は別として、これら後進国では、その使い途まで考える必要があるわけだが、電気分解による水素の生産が有望だという。これによれば、電力コストが一キロワット時当たり七六銭になれば日産一〇〇〇トンの工場

で、トンあたり三〇ドルのアンモニアが生産できるが、これはナフサからとる二ドルのものと競争できるようになるだろう。水とアンモニアの組み合わせを砂漠地帯に作れば、世界の食糧事情の改善に大きな力を与えることになるだろう。

このようにワ博士は、砂漠農業までに夢を發展させ、さらに食糧工場にまでつなげる。

電気分解による水素の生産からは、アルミニウム、苛性ソーダ、苛性カリ、塩素、塩化ビニールの生産にまでつながる。

二〇〇万キロワットの軽水炉と日産五ガロンの海水脱塩プラントは、九億ドルの投資でできるが、これによって、一〇〇万エーカーの農場とこれらの工場ができて、年間三億三〇〇〇万ドルの生産が見込まれるというのである。

そうして、原子力発電の進歩は、高速増殖炉の時代になれば、三六銭から五〇

銭ぐらいにまで下がることは十分考えられるとみているので、二一世紀には、これらの夢の工場はもっともっと大きな夢が託せるというのである。

近い目標で実現可能なもの

——製鉄・直接発電など——

もうちょっと近い目標で考えてみると、その他の利用法が、最近かなり注目を集めている。それは製鉄業への利用である。

日本では、全電力消費量の二二%が製鉄工場で消費されているが、これに原子力を組み込むことによって、鉄鋼生産のコスト・ダウンをはかるというのである。

その方法には電力コストを安くする方法と高熱ガスを直接製鉄プロセスに送り込む方法との二つがある。

この研究は西ドイツが最も興味を示しているが、現在の電気が、もし九〇銭下があれば、粗鋼のトン当たりコストは二七〇円から三六〇円下がる。もしコストが一キロワット時当たり二円二五銭下がれば、年間四〇〇万トン規模の製鉄所で、二七億円も節約できるとしている。

一方、高熱ガスを利用する方法は、冷却材にガスを使う「高温ガス炉」を使い、その高温ガスを、高炉の中に直接送りこ

んで銑鉄を作り、さらに製鋼炉内の加熱にも使うというやり方である。

冷却材を水素にして、還元ガスに使うのと、高温ヘリウムガスを熱風炉へ還流させて溶鉱炉ガスのかわりに使うという考え方で、高温ガス型原子炉の研究が進んでいるドイツでは、真剣にこの問題に取り組んでいる。

このほかにも、いわゆる直接発電といわれるMHD発電への利用が考えられている。これも高温ガス炉から出たガスを磁場内で走らせると、ちょうど普通の発電機で銅コイルが磁場の中を動くのと同様の原理で、直接電気をとり出せるというのである。

このように、原子力の平和利用には、単に「原子炉の利用」ということに限っても、ずい分と限らない広い範囲にわたる。さらに、「核融合」の平和利用ができるようになれば、エネルギーの資源は無尽蔵の海水であるから、それこそ限りなくひろがるであろう。

そして、そのコストが安くなれば、いまでいう技術革新とは別のまた技術革新時代が訪れるかも知れない。

しかし、そこにいたるまでには、まだまだ、研究開発しなければならぬことが多い。

とくに「死の灰」を内蔵している原子炉の平和利用の場合には、安全性の研究の重大性を忘れることができない。諸外国の増殖炉開発の実情は、その開発費の三分の一ないし二分の一が、安全性確保のために使われている。自主開発するからには、安全性の研究を怠りがしるにはできないのである。

「安全」という問題もち出すと、すぐ経済性とのかね合いがもち出される。しかし、安全の確保のための研究は技術を進歩させ、大きな目でみれば、経済性にもなるものである。

そのことは、産業公害が、近視眼で見れば企業にとっては経済性を害うかも知れないが、アメリカのような国では損害賠償によって、かえって大きな損失を招くという事実もあるくらいだし、国民経済の立場から見れば、安全を確保するための投資の方がずっと安くつくのである。

わが国も高速増殖炉という「夢の原子炉」をめざして第一歩を進める時代を迎えた。世界各国では、さらにその多彩な利用法を目ざして、研究開発が着実に進められている。原子力平和利用の将来はたしかに「バラ色」である。

だが、そのバラ色の夢を実現させるためには、安全についての研究開発に十分力を入れなければならない。

(かわい・たけし 毎日新聞社会部)