

エネルギー問題と地球環境問題 真実はいずこに？



随筆

水谷幸夫*

1. はじめに

まず、始めに代数式を一つ。

$$S_n = a(r^n - 1)/(r - 1)$$

これは、数列 $a, ar, ar^2 \dots$ の初項から第 n 項までの和である。 $r < 1$ ならば、 $n \rightarrow \infty$ で $S_n = a/(1-r)$ となるが、 $r > 1$ ならば $S_n \rightarrow \infty$ となり、発散する。

この式をエネルギー消費に当てはめると、人類のエネルギー消費が年々減少しない限り、有限のエネルギー資源はいずれ消費し尽されることを意味する。現代社会は成長なくしては成立たない仕組みになっているから、遅かれ早かれ、地球上の化石燃料や核燃料は完全に消費し尽されて、地球環境も大幅に変化し、人類は終焉を迎える。

これは、人類が化石燃料と核燃料に頼り続ける限り、疑問の余地のない真理である。それでは、われわれはこの事実を甘んじて受入れ、せめて子どもには、できれば孫にも破局を見せないように、かりそめの省エネルギーと地球環境保全にいそまなければならないのであろうか。

始めに提示した数式で、ある程度の成長も許した上で ($r > 1$)、破局を避けようとするれば、無限大へと発散する累積消費量 S_n を長期間カバーできる巨大なエネルギー資源か、増え続ける消費量を余裕をもってカバーしてくれる尽きせぬエネルギーの泉が必要である。前者が莫大な資

源量を期待される核融合であり、後者が人類の消費量の1万倍以上のエネルギーを地球に送り続けている太陽であることは、賢明な読者は感づいておられるであろうが、事はそう簡単には運びそうにはないのである。その理由は、核融合を無公害で実用化できる可能性が見通せないこと、また、地上における太陽エネルギーの密度が 1m^2 当り約 1kw と希薄で、時刻や天候によって変動するということである。それに、無限に増え続けるエネルギー消費は環境を変化させずには置かないということも、考慮しておく必要がある。

2. エネルギー論と地球環境論への疑問

筆者は1992年よりスタートした、カリフォルニア大学アーヴァイン校のサミュエルソン教授が主宰するエネルギー・燃焼・大気汚染に関する環太平洋協議会(PARCON)に参加している。この協議会にはカリフォルニア、日本、韓国、台湾の企業技術者ならびに大学と政府研究機関研究者が各国数名づつ参加している。年2回、持回りでワークショップを開くが、3日半の日程が非常にハードで、しかも宿題を伴うので、やむなくエネルギー・環境関係の統計書、白書、参考書類をかなり勉強した。その中に1冊、内容の異質な、気にかかる本があった。それは「別冊宝島101 地球環境・読本」(1989)である。この本の著者は、少なくとも一部は長年、環境保護運動にたづさわってきた人たちで、彼ら特有の論理の飛躍や数値の偏向(たとえば太陽電池の効率が1%以下というような)が目についたが、耳をふさぐのではなく、論破してから次へ進むべきであろうと考えて、最後まで読通してみた。

そこで、注意を惹かれたのが「すべての代替



*Yukio MIZUTANI
1935年1月23日生
1964年大阪大学大学院工学研究科
博士課程修了
現在、大阪大学工学部機械工学科、
教授、工学博士、燃焼工学
TEL 06-877-5111(内線4216)

エネルギー開発は石油のムダ使いである」という樋田氏の記事であった。これを、例えば雑誌「先端人」3-1(1994-1)〔三田出版会〕の特集「新火論(新エネルギーに未来はあるか)」と比べてみると、驚くべきことに、すべての結論が逆になっている。樋田氏によれば、すべての代替エネルギー発電は、総発電量が建設からスクラップ化までの消費電力量(消費熱量ではない)を上回ることはないという。

ここで、以前から心に掛けていた疑問が頭をもたげてくる。それは、第一次オイルショックの頃、様々な新エネルギーや代替エネルギーのコストが試算され、石油がバーレルいくらになれば、石油と競合可能になると言う予想が立てられたが、これまで化石燃料、原子力、水力以外に、注目に値する地位にのし上がったエネルギー源が、一つも存在しないと言う事実である。もし、樋田氏の言うように、新エネルギーや代替エネルギーによる発電量が消費電力量を下回るのであれば、これは当然のことで、石油価格がどのように変動しても、これらの採算がとれるようになるはずがない。

また、最近の話題に、ロシア海軍の原子力潜水艦の老朽炉体と放射性廃棄物の処理がロシアの経済能力をはるかに上回るという報道があった。筆者も昨年9月に台湾で開かれたPARCONワークショップのタイパワー(台湾電力公社)見学会において、「放射性廃棄物はどのように処理しているか」という質問をしてみた。その答は、「高濃度廃棄物は発電所内に保管している。また、低濃度廃棄物は離島に保管しているが、できれば中国本土に(有料で)引取ってもらえないかと思っている」とのことであった。これらの事実から、老朽炉体と放射性廃棄物の処理コストまで考えた場合に、核エネルギーの採算がとれるのかどうか、疑問が湧いてくる。

最近、地球温暖化防止対策に関連して、燃焼で発生した二酸化炭素を回収・液化して深海に投棄する；エネルギーを与えて元の炭素と酸素に分解する；生物の光合成の原料とする；炭素は燃焼させずに煤として回収する、といった議論が行われている。しかし、我々は炭素と水素を二酸化炭素と水にまで酸化することによって

熱エネルギーを得ており、その逆の過程を行うために、たとえ太陽エネルギーと言えども、他のエネルギー源を使うことは無意味であること(直接、発電に回した方が合理的である)、二酸化炭素の発生量は消費燃料量の4倍にも上り、全量を処理するには、とてつもないコストとエネルギーを必要とすること、化石燃料の80%以上を占める炭素を二酸化炭素にまで酸化しなければ、化石燃料から十分なエネルギーを取出せないこと、等を考えれば、上記諸案の現実性は疑問に感じられる。ところが、この種のプロジェクトに巨額の予算がすぎ込まれ、世の注目を浴びているのである。

3. 本当に森林を切っただけではいけないのか

最近、森林は大切に保存すべきもので、木を切ることなど、もつてのほかというような議論がなされている。しかし、我々科学・技術者の常識として、定常状態にある系(生育しきった森林など)においては、系に入る物質と出る物質とは等しいはずである。従って、成長中はともかく、生育の終わった後は、光合成により取込まれる二酸化炭素量と、植物の呼吸や落葉・倒木の腐敗・発酵によって発生する二酸化炭素量とは、バランスしていなければならない。とすれば、成長しきった森林を大事に抱えていても、二酸化炭素の減少には何の役にも立たないということになる。

ここで、前述の太陽エネルギーの利用の問題を考えてみる。太陽エネルギーは、地上においては $1\text{kw}/\text{m}^2$ と希薄で、かつ変動が大きく、利用しにくいと言うことは、すでに述べた。これを地価の高いエネルギー需要地で、効率の低い太陽電池を使って電力に変換することは、得策ではない。もし、この太陽電池を、陸地全体に広がっている森林や畑地に置換えたら、どうなるであろうか。

森林を含めた陸上バイオマスの年間成長量は、人類が1年間に消費するエネルギー量の10倍以上にのぼると言われている。これには、落葉、樹皮、雑草といった、我々にとって使いにくいものも含まれるが、いずれも腐敗・発酵して、二酸化炭素に戻って行く。せめてこの1割でも

燃焼によってエネルギー化できれば、環境に余分な二酸化炭素の負担を掛けることなく、化石燃料と核燃料で得ていたエネルギーの全量を得られることになる。落葉や雑草といった使いにくいものは肥料として残すとして、主として間伐材と農産廃物をエネルギー化することになるが、それでも現在の産業システムに組み込むことには相当な困難が予想される。

しかし、人類が自然の二酸化炭素循環サイクルに参加できる唯一の方法とあれば、使用済み廃木材や農産廃物のエネルギー化、大規模植林計画、砂漠の緑化計画も含めて、今後検討して行くべき課題であろう。その際、長期的に見て化石燃料の消費量が増えるようなことのないよう、チェックを怠らないことが大切である。

4. 21世紀社会の課題

人類が末永くこの地球上で栄えて行くためには、恐らく、成長を前提とした現在の社会・経済システムから脱皮しなければならないのであろうが、そこまで飛躍する前に、たとえ時間稼ぎではあっても、やるべきことはたくさんあるはずである。新エネルギー源の開発、省エネルギー、地球環境保全、廃棄物の無公害処理と有効利用などがそれである。

ここで、困難さの故に、これまで等閑にされてきたことがある。それは、国際的な連携活動である。一国では困難であったり、十分な効果を発揮できないものであっても、国際規模で実施すれば容易になったり、効果を発揮したりするものがある。

例えば、水力はもっとも現実的な再生可能エネルギーであるが、わが国ではほぼ開発し尽くされている。ところが、外国では事情が異なり、カナダなどでは水力発電のコストがわが国の数分の1と言われている。とすれば、直流長距離送電や水素化などの手段でエネルギーの国際間融通が実現すれば、水力の開発余地は飛躍的に拡大する。実際、通産省では、2020年を目標に「水素利用クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET)」開発計画を発足させ、巨額の予算を計上している。もちろん、この計画には太陽光発電等の新エネルギーの利用も含まれている。

省エネルギーについても、わが国の省エネに対するマージンは5%程度と言われている。唯一増大の著しいのが民生用エネルギーで、これにはかなりの抑制マージンがあるが、これを抑制し過ぎると、世界中から要求されている内需拡大が達成できないという状況にある。ところが、世界にはアメリカを初めとして、20%以上の省エネマージンを持つ国が数多くあるから、国内で省エネ運動を強化するよりは、省エネ技術のテクノロジー・トランスファーに励む方が有効ということになる。

大気汚染は局地汚染と広域汚染に分けられ、後者は一国での対応は効果薄と言われている。これも、普及対策まで織込んだテクノロジー・トランスファーによって対応すべきであろう。というのも、中国大陸などでは、ボイラや工業炉の輸入価格を抑えるために、排煙脱硫・脱硝装置を取外した状態で輸入するという話も聞かれるからである。

国際的な視点だけでなく、全く新しい視点、総合的な考え方が効力を発揮するケースも考えられる。例えば、大都市における局地汚染を抑制するため、ディーゼル車や小型ボイラーに極度に厳しい規制の枠をはめようと言う動きがある。その一方で、室内に直接排気する家庭用のファンヒーターやガスコンロには何ら規制がなされていない。それに、本人の肺に直接吸入され、同時に室内を汚す喫煙は野放しである。ところが、これらのNO_x排出濃度は知る人ぞ知るである。家庭の内部から都市の物流・交通システムまで再点検することの方が、我々の健康を維持する上で有効なように思われる。

5. おわりに

以上述べてきたように、この世の中にはエネルギー問題や地球環境問題に関して、誤った議論や胡散臭い施案が多過ぎるように思われる。前述の「別冊・宝島」にしても、石油の可採年数がいつまで経っても30~40年を維持しているから、石油が無くなることはないのだとか、逆に可採年数が30~40年だから、来世紀前半には石油が使えなくなるとか言った、誤った(わざとかも?)記述がみられる。可採年数とい

うのは、経済的に成立つ範囲で確実に採取できる量を最新の年間消費量で割った値であるから、石油が不足して値上りすれば探査努力と採掘技術の改良が行われ、一定値に保とうとするのは当然の動きである。しかし、地球が有限である限り、努力しても可採年数が増えない時期がやってくることも当然で、それが来世紀前半に起るであろうと言われている。

筆者の専門は燃焼工学である。燃焼は材料開

発や宇宙技術といった新しい分野へ広がりを見せているが、エネルギー、地球環境といった従来分野においても、中心的な役割を果し続けるであろう。純酸素燃焼による無公害コジェネレーション、蓄熱バーナによる画期的な省エネルギー、水素利用システムの最適化等、新しいテーマには事欠かない。この分野へのご理解とご声援をお願いして、筆を置くことにする。

