

科学技術におけるATの試み-エネルギー問題を中間として-

著者	橋爪 健郎
雑誌名	鹿児島大学理学部紀要. 数学・物理学・化学
巻	14
ページ	31-36
別言語のタイトル	Trials for alternative technology about the energy problem
URL	http://hdl.handle.net/10232/00003978

科学技術におけるATの試み

—エネルギー問題を中間として—

橋爪健郎*

(1981年9月30日受理)

Trials for alternative technology about the energy problem

Takeo HASHIZUME

Abstract

The history of the development of human civilization tells us that, if the scale of a civilization becomes too big in physical meaning, the civilization can't coexist with the natural environment. And finally the civilization itself will perish. Science and technology are the core of the present civilization. And they are unlimitedly growing big in energy consumption. Petroleum is the main energy source of the industrial countries. It is believed that the petroleum reserve is getting small so we must depend on nuclear power for the most reliable alternative energy source. However, there are many big conflicts in the theory. This paper studies about the possibility and character of some renewable sources of energy. Recently, refusing the way of unlimited energy-consumptive society, new trials are beginning for the new non-energy consumptive and recyclic society and alternative technology, everywhere in the world. Some experimental cases are introduced and discussed. The philosophy of the new technology is quite different from the established technology.

はじめに

人類が地上に出現して世界各地に独自の文化を築きはじめてから既に数千年たつと言われる。過去数千年の文化は好むと好まざるにかかわらず、太陽をエネルギー源として生態系を媒介して宇宙空間へ放出されるエネルギーフローと共生し、その一部を部分的に分岐して生産活動としてきた。しかし時として巨大文明が発達しすぎて生態系との共生がうまくいかず、その地を砂漠化した例は多い。

今日科学技術の中核とした文明も一方向に巨大化への道をたどっており、生態系の許容量の範囲を逸脱しつつあると言われている。それは過去の文明のように、たんに一地域の範囲にとどまらず全地球的危機として認識されつつある。そして科学技術の進歩の方向性の意味が真剣に検討されるべき時期に来ている。それは単に科学技術にたずさわる者のみでなく、あらゆる分野の叡知が求められている。

* 鹿児島大学理学部物理学教室 (Department of Physics, Faculty of Science, Kagoshima University)

核エネルギーの虚構

生活水準が上昇すればエネルギー消息の増大はさげられない。エネルギー源の石油は有限な地下資源である。石油に代るエネルギー源は核エネルギーしかない。故に原子力の開発を急がなくてはならない。という三段論法で現実に原子力開発が進められているが、実はこの論理は虚構であることが各界から指摘されている^{1),3),8),12)}。

従来の化石燃料では燃焼による生成物の主成分は炭酸ガスと水であり、副産物として各種の公害物質が生成される。しかるに核分裂現象では生成する主成分自体が、人類が未だ扱ったことのない程の強毒性のある核分裂生成物である。実用技術として核反応を使いこなすには反応させる原子炉やその生成物（廃棄物）を生態系から完全に隔離する技術が必要である。それは従来の化石燃料を制駆する技術とは本質的に異なる完璧さを要求する。ところが現在設計され運転している原子炉は従来の技術の延長である。せいぜい従来の技術システムを多重に重複させるシステム、多重防護システムが採用されているにすぎない。これはコモンモードの故障に対して全く無力であることがここ数年の大小の原発事故で実証された。

物理学をはじめ自然科学では実証科学であり、最終的に実験により確認されてはじめて真理として認められる。生物学における「進化論」もそれを実験するにはあまりに時間のスケールが長すぎるので未だ仮説の段階をこえることができない。核分裂生成物は放射活性の期間は数十万年に及ぶ。せいぜい100年の近代技術の歴史からすれば、これだけの時間的スケールを保証する技術は存在しない。つまり実証技術としての原子力はもともとありえないのである。

また核反応は環境に一方的に熱の放出源として作用する。もともとエネルギーフローとして定常性を保っている生態系であるが、そこに非定常な要素が入り込み、許容量以上によれば、生態系全体のバランスの破壊を招く。その点では化石燃料の多消費も全く同様である。ポスト原子力と言われる核融合技術についてはその総合効率の悪さを考慮すれば、さらに深核な熱汚染を招くことが予想される。

以上のような理由で核反応によるエネルギーを実用技術としてとり入れることは本質的に無理であることがわかる^{2),10)}。

仮にそのような完璧な技術が完成したとしてもはたして原子力が正味のエネルギーを生み出すのかという疑問が残る。つまりウランの採掘、発電所の建設、運転、廃棄物の管理に要する投入エネルギーを考慮に入れたら、発電所の総発生電力より上まわるといふ試論がなされている。ここに至っては何のための発電か全く意味をなさなくなる。

また日本の場合総エネルギー需要のうち電力需要は約1/4であり、原子力は発電しかできないからいくら原子力の割合を増やしてもエネルギー問題の解決にはなりえない⁹⁾。

自然エネルギーの可能性¹¹⁾

日本における太陽エネルギーの入射量は平均110万Kcal/m²であり日本全土では日本の一年分の総エネルギー需要の100倍にあたる。これだけ拡大した日本のエネルギー需要ですらその絶対量は太陽エネルギーに比べればわずかであるとも言える。いろいろ問題の多い化石燃料や核エネルギーでなく、人類の生産活動はこの太陽の巨大なエネルギーフローを分岐し、利用すべきであるという議論が今日真剣になされている。

どれだけの量が分岐可能であるかについて、現代の消費水準のままでも可能であるという論もあるが、くわしくは今後の実験や試みや研究に待たなければならない。恐らく有史以来完全に自然エネルギーに依存していた時代の消費水準よりかなり上まわり、現在の化石燃料、原

子力エネルギー多消費時代よりかなり下まわる水準に落ちつくのが予想される。エネルギー多消費社会が環境に与える害より、エネルギー多消費社会が人間性自体の劣下を招くという危険性も指摘されている⁷⁾。

自然エネルギーを分類すると太陽エネルギーとそれに誘起された風力、波力、生物（バイオマス）・地球内部の放射性物質の崩壊熱などに起因する地熱、月と地球の引力に起因する潮汐エネルギーなどに分類される。

太陽エネルギーは 5700°C の熱源からの副射であり、エネルギーの質としては極めて高いので生態系のリサイクルの原動力となりえている。ただ単位面積当りのエネルギー密度は化石燃料に比すれば低いので現代工業文明ではあまりかえりみられていない。

現在のところ太陽エネルギー利用の最高形態は農林業である。つまり一たん生物エネルギーとして化学的に変換蓄積することである。その効率 $0.2\sim 2\%$ とされている。これはもとの絶対量の大きさからすれば極めて大きい。

一般に工学的にエネルギー形態を変換すればどんなに優れたシステムでも約 10% が廃熱として失われる。熱エネルギーを他種のエネルギーに変換するとすれば、作業物質の温度によって変換効率の絶対的上限が押えられるのは言うまでもない。

一般に電力みたいなより便利なエネルギーに変換しようとするれば、より複雑な変換過程を要し、総合効率の低下はさげられない矛盾がある。太陽エネルギーの場合、農林業を別とすれば、利用の形態に太陽熱温水器（それも最も単純な屋上貯水兼受熱式のものから、より複雑なシステムまで各種ある）から太陽光発電までである。太陽光発電は直接電力変換であるが、多量の高純度シリコンが必要になる。そしてシリコンの純度を上げるために多量の電力が必要である。原子力の場合と同じくはたして太陽電池が寿命期間に発電した総量がシリコン精製に要した電力を上まわるかどうか疑問視されている。現在のところ太陽電池は特殊な用途にしか用いられず、社会の生産活動の基本的なエネルギーとなれるかどうか全く未確定である。実験の段階を当面出る見込みはない。

太陽熱発電も集光、熱交換、蓄熱等々極めて複雑であり、総合効率が 10% と極めて低く、エネルギー収支の点でも問題は多い。

将来部分的には技術の進歩というのはいえざるにても、一般的に高エントロピー（低質）のエネルギーを扱う技術においては最終的用途までの迂回度は短かければ短かい程優れている。例外的に特殊な用途のみ迂回度の高い過程が許されるという一般法則がなりたつ。

風 力^{13)~17)}

地球に達する太陽エネルギーの 2.5% は風に変る。風力は運動エネルギーという点は低エントロピーであるが、空間的に希薄であり時間的変動がはげしいという点では高エントロピーである。ただ太陽光と同じく、比較的偏在せず環境に与える影響もほとんどない機械エネルギーであるのでこの利用は将来のエネルギー源として最大の課題の一つである。

最も効率の高い利用法は従来からあったように機械的エネルギーを直接、積分型の負荷（必ずしも時間的に定常である必要はなく、時間的に積分した仕事量が問題になる負荷）で利用する法である。しかしこれは風の吹く場所と利用する場所が一致するという極めて好条件が必要である。風力発電法はやや迂回したエネルギー伝達手段であるが、これを用いることによりエネルギー採集と使用場所が別になるという利点がある。風力施設は規模がある程度大きくなると大トルク低速回転になり、機械エネルギーとしての伝送は極めて困難になる。その点でも発電は有利である。

水 力

水力は運動エネルギーであるという点に加え、空間的エネルギー密度も高く時間的に定常であり変化の予想がしやすいという極めて良質低エントロピーのエネルギーである。これが今日の産業社会を築く原動力になり、今なお他の自然エネルギーをさしおいて工業社会のエネルギー源の一部になっているゆえんである。しかしダム式の大規模な施設は生態系の重要な一部である河川を寸断し、魚類への影響がいちじるしい。また風力に比べれば利用できる地点は偏在している。

小規模な利用であれば環境にあたえる害も少なく良質なエネルギーとして直接動力として、あるいは簡便なタービンにより発電し、小規模の集落の需要をまかなうことは十分可能である。

生 物 エ ネ ル ギ ー

他種の自然エネルギーがフローであるに対してストックである点に特徴がある。太陽エネルギーを多量に蓄積しているのも潜在量は多い。畜力も生物エネルギーの一種であるとみなされる。日本においてはほとんど石油に駆逐されて見られなくなったが、農耕や土木作業における畜力の役割は農村における耕作リサイクルの面でも再評価すべき点が多い。

化石燃料は生物エネルギーの一形態であるとみなせないこともない。生物燃料は化石燃料に近い性能も得られる。アルコール発酵により内燃機関の運転も可能であるし、木炭ガスエンジンは一時石油の代替品として実用されていた。メタンガス発酵の技術は日本各地に実用化された実績をもつ。これらのすたれ唯一の理由は石油価格の下落による。

A.T. (Alternative technology) の試み

これらの自然エネルギーを主体とした社会にするには現在の科学技術とは全く性格の異なるもう一つの科学技術が求められている。

西欧から数 100 年前に科学技術を輸入した立場の日本の場合、現在の科学技術と言われるものが唯一のものであるという信念は疑われたことはなかった。西欧の場合、もう一つの可能性を模索する動きは 19 世紀にさかのぼることができるが、やはり表面化し運動化したのは、工業化社会が頂点に達し各種の矛盾が顕在化しだした 1970 年代である^{5),6)}。仮に既成の科学技術をハードテクノロジーとし、それに代るのをソフトテクノロジーとすれば、それぞれの特徴は以下のようなものである⁴⁾。

ハードテクノロジー	ソフトテクノロジー
生態学的に不健全 汚染 リサイクルしない	生態学的に健全 低汚染ないし魚汚染リサイクル可能
エネルギー多消費	省エネルギー的
一定期間のみ機能	永遠に機能
大量生産中心	手工業中心
専門家依存	素人中心
核家族型	共同体単位
都市に重点	村落に重点
自然からの疎外	自然との一体化
上意下達 (コンセンサス) による政治	民主的政治

これらの性格づけをしたもう一つの技術 AT が西欧やインドなどで試みられている。

イギリスの C.A.T. (Center of Alternative Technology) はウェールズの山中にあり、太陽熱温水器、手づくりを中心とした大小の風車、水車（発電用も含む）等々の小規模で生態的な技術をめざし、有機農業とも組み合わせられている。

デンマークの自由大学 Tvind は自校のエネルギー需要を自給するため自力で風力発電所を建設した¹³⁾。当時世界一の 2000 KW という巨大風車でありながら建設にあたっての原則は徹底して AT の思想が貫かれた。

つまり・原子力政策に対する牽制

- ・生態的な自然エネルギーによる自立
- ・専門家依存でなく素人が働きながら学習する
- ・仕事の進め方の徹底的民主化、(相互討論、男女の区別をつけない等)
- ・手づくりを重んじ、できるだけ重機械に頼らない
- ・資材はなるべく安い再生品を用いる
- ・建設に従事することが自己学習につながる
- ・全員が能力に応じて参加する

1976年6月に建設が開始され、1977年12月に完成、現在 900 KW の出力で運転中である。これは学校の総エネルギー需要の 40% にあたる。アメリカでは New Alchemy Institute という民営のグループが新しい生態学的な科学技術をめざして実験中である。

インドにおいては西欧の技術輸入によって人口の 10% を占める都市のエリートと地方の貧しい 90% の人びととの間に大きな生活水準の格差が生じた。インドの AT はこれらの反省の上にたち、「不平等を減らすためのテクノロジー」といった性格をもって進められている。国立の AT センターの他民間の AT センターも各地につくられている。この AT の戦略としてめざしているのは、

- ① 地方における労働の場の創生
- ② 小規模生産設備を広く地方に分散する
- ③ 大衆の消費のための安価な製品を生産すること

技術の選択の基準としてはつぎのような原則が立てられた。

- ① 資本集約的、省力的ではなく省資本的で雇用をつくり出す
- ② 大型でなく小型の技術を優先する
- ③ 個人のぜいたく品でなく大衆の必需品の生産
- ④ 特殊な技巧を要しない技術、ないしこれまでの各種の職人の技術をあまり大きく変えないで生かせる技術を優先する
- ⑤ 輸入原料や長距離の運搬を必要とせずなるべく地域の原料を使って行うことのできる技術を尊重する
- ⑥ 省エネルギー技術を優先する
- ⑦ 太陽、風力、生物など地域で得られるエネルギー源をえらぶ
- ⑧ 工業都市にみられるような大型の大量生産工場でなく、小型の工場施設に適用できるような生産技術を重視する。
- ⑨ 農村の労働に寄生して都市が栄えるといったあり方でなく都市と農村が共栄できるような技術のあり方を重視する
- ⑩ 環境を十分大切にしながら発展していける工業技術を優先する

日本における AT の思想の芽ばえは新しい。それは 70 年代の巨大開発に抵抗する住民運動の思想から発した。鹿児島県においては建設中の川内原子力発電に対置して住民は附近の山頂に風車発電機を設置し将来の実用化にそなえている。これは巨大科学技術がもっている環境や地域社会の破壊に抵抗する住民の表現形態の一つでもある¹³⁾。

参 考 文 献

- 1) 科学は変る 高木仁三郎 東経選書。
- 2) 科学と人類の生存 パリー・コモナー 講談社。
- 3) 石油と原子力に未来はあるか 樋田敦 亜紀書房。
- 4) オルターナティブテクノロジー D. ディクリン 時事通信。
- 5) ユートピアへの途 ブーバー 理想社。
- 6) 技術と文明 ルイス・マンフォード 美術出版社。
- 7) エネルギーと公正 イヴィンイリッチ 晶文社。
- 8) エネルギーとエントロピーの経済学 室田武 東洋経済。
- 9) 原子力の経済学 室田武 日本評論社。
- 10) 熱汚染 西沢利栄 三省堂選書。
- 11) ソフトエネルギーパス エイモリー・ロビンズ 時事通信。
- 12) スリーマイル島原発事故の衝撃 高木仁三郎 社会思想社。
- 13) 風車と自立 橋爪健郎 技術と人間 1979. 5 月。
- 14) B. Sørensen. Science 189 (1975), 255
- 15) B. Sørensen. Energy policy June (1977), 87
- 16) B. Sørensen. Renewable energy, Academic Press
- 17) Daniel Simmons. Wind Power, Noyes Data Corporation