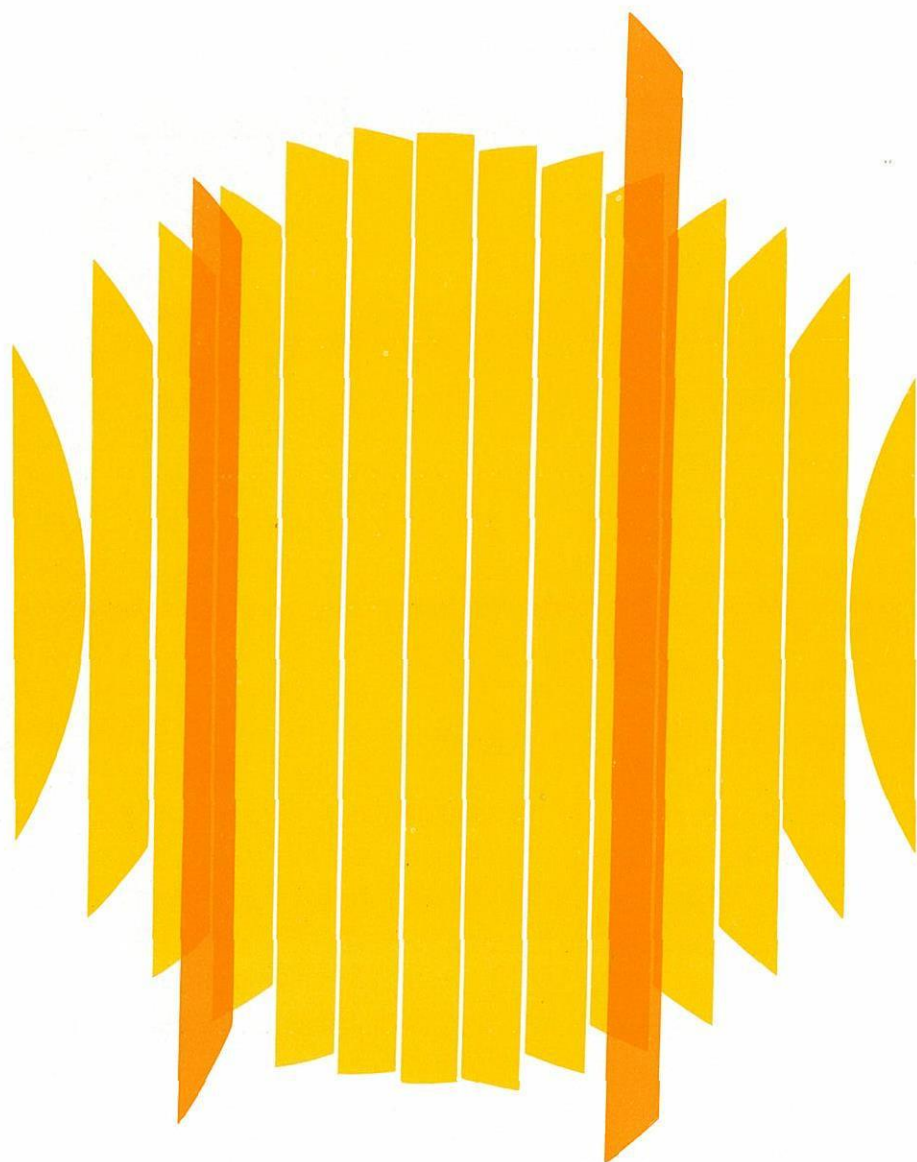


季報 エネルギー総合工学

Vol. 3 No. 3 1980. 10.



財団法人 エネルギー総合工学研究所
THE INSTITUTE OF APPLIED ENERGY

目 次

エネルギーの総合的有效利用.....

理事・東京電力株式会社副社長 堀 一 郎..... 1

アメリカにおけるエネルギー情勢の長期分析

ーフォード財団の報告書を中心としてー鈴木 篤 之..... 2

研究開発のリスク分析 (2).....近 藤 駿 介..... 8

エネルギー技術データベース機械技術分科会報告成 合 英 樹.....14

石油連盟「アルコール混合ガソリン海外調査」

に参加して平 野 稔 幸.....23

「放射性廃棄物の管理と処分に関する

第1回E C会議」参加報告..... 徳 下 善 孝.....32

研 究 所 の う ご き37

エネルギーの総合的有効利用

理事・東京電力株式会社副社長 堀 一郎

80年代に入ってわが国を取巻く厳しい諸情勢の中にあってエネルギー問題の解決は、最重要課題といっても過言ではない。脱石油を目指す代替エネルギーの開発を推進せねばならないが、電力にとって輸入による石炭火力、地熱発電の増加を図ること、量的には僅かであるが、太陽、風力、海洋温度差等の新エネルギー開発を推進することも必要である。しかし、エネルギー需給を確保するための本命は、省エネルギー方策の工夫と、原子力発電の開発であろう。

ここで視点を替えてエネルギー問題の原点に立返ってエネルギーの総合効率化を図る余地はないかと検討することも重要と思う。われわれの利用するエネルギーは、大部分は資源エネルギーから一度熱エネルギーか電気エネルギーの過程を経て仕事を行ない、其の際のロスの主として熱エネルギーとなって廃棄されている。

熱と電気の比率は現在7対3の割合であるが、次第に電気エネルギーの比率が高まり、2000年代には半々となると予想されている。そこで、熱と電気のエネルギーを如何に総合的に有効に利用するか、又廃棄されるロスエネルギーを如何に回収するかということが、大きな問題として残されている。

北欧に於ては、熱併給発電が古くから行なわれているが、昨年10月コペンハーゲンで開催された世界トータルエネルギー会議には、各種の熱併給に関する論文が多数発表され興味深い。発電に於けるエネルギーの総合効率化の事例としては、この他、コンバインドサイクル、LNGの冷熱発電、多目的高温ガス炉等があり、コンバインドサイクルについては、200万kWの計画を東電で決定している。

又鉄鋼産業に於いては、高炉炉頂圧発電、熱水タービン発電、フロンタービン発電等が一部実施され熱回収に貢献しており、化学工業でもアルミニウム溶解炉、石油精製時の排熱利用等が行なわれているが、最近苛性ソーダ工業で、副生水素を利用して燃料電池による発電を行い、直流のまま電解用に回収する方式が電気化学協会より提案され、電力貯蔵の効果もあり発電コストも安くなるので、電力、化学工業界で注目されている。

以上の様な、エネルギーの総合的有効利用の途はまだ多く残されていると思われるので、斯界の一層の協力を切望するものである。（ほり いちろう）

アメリカにおけるエネルギー情勢の 長期分析

— フォード財団の報告書を中心として —

鈴木 篤 之

1. フォード財団のエネルギー研究

フォード財団は、1974年の「選択の時 (A Time to Choose)」, 1976年の「原子力問題と選択 (Nuclear Power Issues and Choices)」に続いて、エネルギー研究グループの第3弾ともいえるべき報告書「エネルギー：今後20年間 (Energy : The Next Twenty Years)」を昨年発表した。近いうちに、(財)日本エネルギー経済研究所の手による邦訳が刊行される予定といわれるが、多くの示唆に富む指摘が含まれているので、簡単に紹介したい。

2. 7つの基本認識

報告書では、その結論として、まず今日及び将来のアメリカのエネルギー情勢に関する分析の結果を7項目に整理し、次いで、それらの認識のもとに、現行アメリカのとるべき道として9項目の提言を行っている。

7項目の分析結果とは、次のようなものである。

- (1) 世界はエネルギーを使い果たす訳ではない。
アメリカ及び世界は現在、尚、多くのエネ

ルギー供給量を有している。量的には、今後100年間あるいはそれ以上の需要量を十分賄い得るものと考えられる。今日の供給制約は物理的量の問題ではなく、政治的及び環境上の要因に基づいている。特に、特定の種類のエネルギー源に偏って依存している点や、エネルギー需給構造を変化させることに臆せず立向うことを避けている社会の仕組に問題があるのであって、適切な方策と計画、そしてある程度のコスト増はやむを得ないとする合意ができれば、今後とも穏かな需要増は可能であり、物理的量の不足に基づくいわゆる需給ギャップはおきない。

- (2) 中東原油には大きなリスクを伴う。しかし、世界的にみてエネルギー源の中東依存は当分続けざるをえない。

使い易い安価なエネルギー源は限られている。しかも、それは政治的に極めて不安定な地域に偏在している。このために、アメリカばかりでなく多くの国々が「突然供給停止に見舞われるかも知れない」という恐怖に常にさらされている。アメリカ及び同盟国が、この大きなリスクを今後の20年間に解消することができると、あるいはそうすべきであると

いう主張を信ずることは誤りである。このリスク負担から逃れることは徐々に行なわれるべきであり、また、コストのかかることである。突然の供給停止は急激な価格つり上げよりも重大な影響を与えるであろう。高価格の原油を輸入せざるをえないということは、代替源がそれでもなお経済的ではないという事実に基づくものである。アメリカに限って言えば、高価格原油の輸入が貿易収支へ及ぼす影響は軽視できないが、適切な施策があれば大問題という程のことにはならないであろう。いずれにせよ、輸入原油が国産の代替源、あるいは省エネルギーより安価である限り、原油の輸入は経済的に意味のあることである。世界の石油価格の上昇を減速させる最善の方法は、原油を輸入することに伴う社会的限界費用が国内のエネルギー需給構造に反映されるような仕組みをつくることである。反面、その社会的限界費用以上のコストを払ってまで、原油の輸入を抑えようとするのは好ましくない。

(3) エネルギーの高コスト化は避けられない。

しかし、それが価格に反映されるようにしておけばある程度はけん制できる。

使い易い安価なエネルギー源は限られているのであるから、OPECによる独占価格設定がなくても、エネルギー源の高コスト化は避けられない。しかし、高コストとなっても、経済成長や生活様式に深刻な打撃を与えることがないようにできる途は残されている。高コストとなることによって、GNPの伸びや個人所得の伸びが低下することはあっても、その低下の度合は相対的な鈍化に止まり、生活条件を基本的に変化させることは意味しない。要は、原油価格の急騰に対して、いかに

適切に対応するかということ、すなわち、失業やインフレが極端に、かつ、不必要におこらないような政策準備をしておくことである。このことに関連して、1973年の経験が十分な教訓を与えており、制度的に最適な調整が可能であるという見解もあるが、これは楽観的にすぎるであろう。エネルギーが高コストとなることは、まぎれもない事実であるから、価格をコントロールすることによって、高コスト化を中和することができると思えるのはまちがっている。かえって需給のアンバランスを生み、結果的に高価格化を助成する。従って、価格のコントロールは行うべきでなく、真のコストや安価な石油資源の稀少性が価格に反映するように市場メカニズムにまかせることが大切である。低所得者層の問題は、別の観点からの個別の政策をとるべきである。

(4) 環境問題は深刻、かつ管理が難しい。

環境問題には2種類のものがある。1つは規制すること自体決して容易でない問題であり、他の1つは規制することはできてもコストのかかる問題である。前者の例にいわゆるCO₂問題があり、後者の例に大気汚染の問題がある。この両者を比較した場合、本質的には前者の方が深刻である。CO₂問題については、その環境へのインパクトを科学的に明らかにして行くこと、そして、化石燃料以外のエネルギー源の開発に努力することが肝要である。後者については、技術的、経済的に解決できないという程の問題であるとは思われない。問題はアメリカのとっている環境政策にある。環境問題、例えば大気汚染問題では、現在なお多くの環境生態学的にみて不明な点があり、また、現象自体複雑で同定が困難であるという側面をもっている。にもかかわら

ず、現在のアメリカの環境政策は、問題は科学的に究明されることであり（あるいは、されたことであり）、厳格にかつ詳細に規制値が設定されるべきであるとの前提にたっている。この結果、現在のアメリカにおけるエネルギーと環境との相反性は、ある意味で益々深刻化しており、また、ある意味で不当に厳しい条件が課せられているという状況におちいっている。より大切なことは、いつ、いかにして、どこまで環境規制を行なうかということについて、社会的な意志決定を行なうような状況をつくることにあり、より融通性に富んだ社会が、常に環境保全を行なうことにインセンティブを感じるような仕組みをつくることである。

(5) 省エネルギーは量的にも十分意味のあるエネルギー源と考えられる。

省エネルギーとは、基本的には、高エネルギー価格に対して弾力的、かつ理性的に対応した結果表われるエネルギー需要の減少とみなしうる。エネルギー需要の減少によってエネルギー供給量を実質的に下げられるのであるから、これは1種の「エネルギー源」と考えることもできる。アメリカの社会は、低価格のエネルギーに慣れっこになってしまっている結果、急激なエネルギー効率の向上は期待できない。価格弾力性を通じて、エネルギー需要減がもたらされ、効率的にエネルギーを利用することの重大さは徐々に認識されていくこととなろう。もっとも、市場メカニズムばかりでなく、政府による教育、訓練や電気製品にエネルギー効率の表示を義務づけるなどの啓蒙的活動は、消費者の注意を喚起する上で有効である。自動車の燃費については、規格化すると種々の摩擦を生じ易いので、む

しろ、税制措置の方が好ましい。しかし、ここで大切なことは、省エネルギーによって、エネルギー問題が解決できるという錯覚をもってはならないことである。たしかに、過去におけるアメリカの今後20年間の需要予測例がいずれも過大評価であったことは、高価格化に伴う省エネルギー努力があることを見おとしていた点にあった。この結果、需要減によって供給への圧力も予期された程ではなかった。しかし、省エネルギーにもコストのかかることを忘れてはならない。要は、コスト／ベネフィットであって、経済的に保証される範囲において、省エネルギー努力は徹底的に追求されるべきであるが、それはエネルギー問題解決の1つの手段でしかない。

(6) 将来、深刻なショックや不測の事態があることを覚悟しておくべきである。

このようなショックや不測の事態、状況の変化には2種類のものがある。1つは、世界石油市場の不安定性、すなわち、突如の供給停止や価格の不当な急騰である。また、1つは将来のシステム全体に係わる不確実性に起因する問題である。世界の石油市場の不安定性については、前にも述べたように極めて深刻である。もし、そのような事態に対して適切に対応できなければ、その結果予想される経済的混乱は深刻である。過去においてアメリカ政府のとってきた政策、すなわち、石油価格のコントロールと配分システムは不当にコストがかかることを露呈した。大切なことは、より適切な非常時体制を築くこと、高価格化への長期的対応策である。そして、これら2者の政策は基本的に別個の政策として取扱われるべきである。システム全体の不確実性に起因する問題には、例えば、CO₂問題や研究

開発リスクの問題がある。CO₂問題についていえば、その環境影響は果してプラスかマイナスかも現在のところ明らかでない。研究開発リスクでは、代替源の開発に成功するかしないか、すなわち、研究開発資金の回収ができるかどうかという不確実性がある。我々はこの第2のリスクについて、好ましくない事態や状況の変化に対して、保守的に対処するばかりでなく、好ましい事態の変化を事前に知りうるような機会をできるだけ多くもつという努力が必要である。

(7) 健全な研究開発努力は不可欠である。しかし、**「単純な技術的固定観念」にとらわれてはならない。**

エネルギー問題は、特定の技術の開発によって解決できる訳ではない。その意味で、宇宙計画や軍事技術の開発計画との類似性はない。問題は、技術的に利用可能なエネルギー源をクリーン・エネルギーにかえて利用することにはコストがかかるということであり、物理的なエネルギー不足は存在しないという点である。エネルギー源の開発とは、利用可能なエネルギー源を実際に用いる場合のコストをより低減させることを意味する。研究開発投資は、エネルギーの生産、消費をより安く行ないうるようにすると同時に、その環境へのインパクトをより明らかにすることに対して行なわれるべきものである。ある1つの特定の技術が、今後20年間のエネルギー問題を、一挙に解決することはありえない。むしろ、個々の小さな技術革新の積み重ねに期待するところが大きい。しかし、だからといって、エネルギー生産や省エネルギーの方法をより多く開発していくことが大切なのではなく、より経済的な方法を明らかにしていくこ

とが大切であることを忘れてはならない。この点から研究開発努力では私企業の役割が大きい。政府のなすべきことは、最少限にとどめるべきであって、いわゆる基礎研究の援助と個々の新技術については、経済的、政治的、法的制度をつくる上で必要な範囲での技術援助などにとどめるべきである。研究開発(Research & Development)の第2段階、実証(Demonstration)と試作(Deployment)まで仮に助成が必要であったとしても、それは私企業の主体的参加が前提である。

3. 9つの提言

このような情勢分析と認識の上に立って、次のような9項目の提言を行なっている。

(i) エネルギー価格の決定と効率的な配分のためには、市場メカニズムを最大限に活用すべきである。そうすることによってエネルギー政策の他の多くの側面を簡素化できるからである。その意味で、まず石油及び天然ガスの価格規制は廃止すべきである。

(ii) 次に、消費者は石油製品、電気などのエネルギーを用いるに際して、その限界費用を負担し、生産者はそれに対応して利潤最大化生産計画をたてられるような仕組、すなわち、限界費用＝価格の原則をできるだけ適用すべきである。

(iii) 研究開発計画は、基本的には私企業の主体的参加が前提であり、政府の役割は初期の段階での競争や包括的判断を円滑にする範囲にとどめるべきである。大規模な実証計画への政府の参加は、仮にあったとしても、例外的なものと考えるべきである。たとえば、高速炉計画は既に大規模になりすぎており、計画も技術的に狭く考えすぎ

ている。今後20年間のうちに経済的になる
とは考えられず、今はより基礎的研究の段
階である。

(iv) 環境政策は基本的に改善すべきであ
る。現在の規制一辺倒の施策から、環境保
全に社会全体がインセンティブを感じるよ
うな、きめの細い柔軟性に富んだ施策に切
換えるべきである。

(v) きたるべき石油の供給制限に備えて、
非常時体制を準備しておくべきである。特
に、実効的石油備蓄計画が大切であり、備
蓄石油の価格の設定にも市場メカニズムを
導入すべきである。備蓄石油価格は供給制
限前と後の価格ギャップを埋め、短期間で
あっても破局的価格上昇を緩和する効果を
もたらす。

(vi) 原子力利用に伴う社会的問題について
は、継続的にそれを解決して行くという努
力が必要である。長期的にみた場合、軽水
炉はアメリカ及びその他の先進国で経済的
に重要な供給源である。廃棄物処分問題に
ついて、現在最終的判断を下す時期に来て
いるとは考えないが、核拡散の問題につい
ては、国際的枠組の中での対応策を、継続
的にみつけていく努力が大切である。

(vii) 石炭のより好ましい利用手段も検討に
値する。現在の石炭開発計画は、技術的に
可能なプロセスを示すことには役に立って
も、より経済的な方途を見つけることには、
必ずしも効率的であるとはいえない。より
クリーンな形態への変換利用という観点
に、より絞るべきであり、また、低コスト
の石炭が産業界一般で利用できるよう、連
邦政府による石炭のリースという考え方も
検討されてよい。

(viii) 省エネルギーは、経済的エネルギー
の供給手段として、精力的に追求されるべ
きである。エネルギー価格が、実際には限
界費用を十分反映できない場合には、省エ
ネルギーの気風が十分浸透するまで、ある
程度の一時的助成や教育、啓蒙は有効であ
る。

(ix) 太陽熱の利用も、その障害となってい
る点について、排除していくことが肝要で
ある。太陽熱は、今後20年間をみた場合、
重要な役割を演じていこう。しかし、特定
の太陽熱技術によってではなく、種々の利
用方法が地域、地域の場合に応じて利用さ
れよう。各個人にとっての割引率は、社会
全体のそれに比べて、明らかに高いので、
高額の設定費用を要する太陽熱利用装置は、
敬遠される傾向があり、この意味で一時的
な助成は必要であるが、省エネルギーと同
じく、基本的にはエネルギー価格の市場条
件によって、消費者が自主的に判断できる
よう方向づけを行ってゆくべきである。

4. ハーバード・スタディとの相異点

以上、フォード財団の報告書「エネルギー
：今後20年間」について、簡単に紹介したが、
ここ、1, 2年の間にアメリカでは、同様の展望
にたったエネルギー情勢の分析に関する報告
書が、この外にもいくつか刊行されている。

① リソーシズ・フォ・ザ・フューチャ研究
所(Resources For The Future)編、「ア
メリカの将来におけるエネルギー (Ener-
gy in America's Future)」

② ハーバード・ビジネス・スクール編(Prof.
R. Stobaugh & Prof. D. Yergin(ed.))
「エネルギーの将来 (Energy Future)」

- ③ 学術会議 (National Academy of Sciences) 『原子力及び代替エネルギーシステム』研究委員会編、「過渡期, 1985—2010 年のエネルギー (Energy in Transition: 1985—2010)」

上に挙げたものがその代表例である。このうち、②のハーバード大学の報告書は、最近日本経済新聞社から邦訳がだされ、③の学術会議の研究報告については、当エネルギー総合工学研究所の手による邦訳の計画がある。

これらについて、それぞれ紹介する余裕はないが、筆者の感じるところでは、大筋として、①と③はフォード財団の結論に極めて類似した結論を導いているのに対し、②のそれは、いくつかの点で際立った相異を示している。その相異点について、要約すると (*印は、部分的には、他の報告書でも指摘されている)；

- (1) 石油価格のコントロールをやめ、限界費用が価格に反映するような市場条件を編みだしたとしても、社会的限界費用は既に OPEC 石油価格の 2 倍以上に達しており、価格を上げるという方向より、むしろ基本的需給構造の変換が迫られている。
- (2)* 石炭は短期的あるいは中期的には伸びるであろうが、環境、輸送、管理、労働などの諸問題が山積しており、その解決には時間がかかる。
- (3) 原子力は、軽水炉を含めて、安全性、環境、コストの面から、行き詰りにきており、今後の有効なエネルギー源としては、期待できず、また期待すべきでもない。
- (4) アメリカの過去におけるエネルギー政策の基本的問題点は、化石燃料の供給を需要

に応じてふやすメカニズムとハード技術を開発するという点に、過大に依存しすぎてきた点にある。

- (5) 経済学者は、エネルギー問題を扱う上で、計量経済モデルに頼りすぎ、政治的あるいは制度的制約や市場の不完全性を無視してきた。

- (6)* 技術者は、技術的固定観念にとらわれ、ハード技術を指向しすぎてきた。

- (7) このような暗たんたる状況を解決する途は、結局、省エネルギーと太陽熱（木炭、水力等の再生エネルギー一般を含む）に頼る外はない。過去において、これらが利用され易いような経済的、制度的措置がとられていなかったが、もしそれらの措置がとられ、十分公平な機会が与えられるならば、今世紀末までに省エネルギーによって 30～40% の需要節約は可能であり、また、太陽熱によって全供給量の 20% 程度を賄うことができよう。

このハーバード大学のスタディを主宰した Stobaugh 教授は、フォード財団の研究グループの一員でもあった。従って、分析に用いられた情報の種類や量において決定的な差があったとは思はれない。にもかかわらず、このような著しい相異点がみられることは、少くとも筆者には、単なる見解の相異として看過してしまうわけにはいかないように思われる。一見、荒削りとも思われるハーバード大学のスタディが、大変な評判となったのに対し、客観的立場をできるだけ貫いているフォード財団のスタディがそれほどでもないことは残念なことである。（すずき あつゆき 研究嘱託、東京大学工学部助教授）

研究開発のリスク分析(2)

近 藤 駿 介

1. 序

研究開発のリスクは、目的を達成するための投資（時間、人、金）と目的を達成できない確率の関数である。前号では、リスク解析は、これらの投資と確率の関係を求め、リスク軽減の方策を探索することであるとし、このための方法論としてはGERTSが便利であると述べた。

前号 (Vol. 3 No. 2 (1980. 7))

掲載分の目次

1. 遠くはより遠くに、近くはより近くに
2. PERT から GERT へ
 2. 1 はじめに
 2. 2 PERT は R&D リスク分析に有効か
 - 1) アローダイアグラム
 - 2) 所要時間と所要費用の関係
 - 3) 所要時間は不確かな量である
 - 4) 研究開発からみたPERT
 2. 3 GERTS とは
4. GERTによる研究開発のシミュレーション

今回は、「この方法が実際に使えるか？」という疑問に答えてみる。この疑問は、「この手法で研究開発プロセスのモデル化ができ

るか？」、「もしできたとして必要なデータが入手できるか？」という疑問に分解できよう。そこで、2. で前者を、3. で後者を考察し、更に4. ではこのリスク解析で評価すべきリスク軽減策について考察してみる。

2. モデル化の可能性

研究開発過程は、一つのシステムとして理解できる。ところで、システムをモデル化するには、(1) システムを構成する要素の挙動が理解されていること、(2) システムが定義されていること、が必要である。第1の条件は、研究開発過程が各種の決定や判断、そして実作業の組み合わせであり、それらを結合しているのは情報であるから、これらの要素における入出力情報の関係をモデル化できればよいとするものであるが、GERTSにおいては、これらの要素をネットワークの枝やストカステックイベントノードでモデル化しているので、それが最良の方法か否かの疑問はあるにしろ、(1) の条件は満たされているといえる。

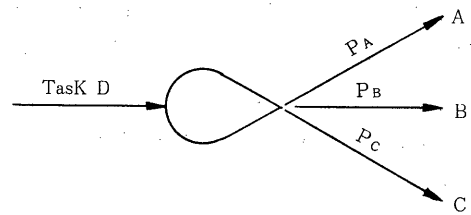
(2) の条件は、具体的には全ての要素の出力に対して、その後のプロセス、つまり要素の連なりが定められていることを求めるもので、たとえば、出力の有様によって対応が

異なる場合にも、それぞれに対応したプロセスがあらかじめ知られていることを求めている。

これに対して、研究開発においては、ある試行の結果思いもよらぬことが見出されることが多く、それに対してあらかじめ対応を定めておくことはできないとか、他の分野の思いもかけぬ発見発明が当該研究開発の様相を著しく変えてしまうことがありうるので、先のことを考えておくのは無理だ、と主張されれば、当然モデル化はできないことになる。研究開発、特に基礎的な研究開発にはそうした性格が強いことは否定できないが、一方、ある技術の現状がそういう段階で、明日何が飛びだすかわからないということであれば、計画的に投資を行って、特定の時期にエネルギー供給力の一翼を担うことを期待すべき対象ではあり得ず、従ってリスク解析の対象にもなり得ないであろう。このことから、リスク解析が要望されるような大規模研究開発では、研究開発の展開の巾が少くとも確率的に定められるべきであるということができ、従って、(2)の条件は満たされるものと判断してよいであろう。

3. 必要なデータが入手可能か

研究開発過程のモデルにおいて考察すべきシステム要素は、決定、実作業（実験、試作）、そして判断であると述べた。それらのうち実作業についてのデータが入手可能であることは明らかである。決定と判断は図1のようにモデル化されるものであるが、そこで重要な入力パラメータは、このプロセスに予測される出力のあり様、A、B、C……と、その発生確率 P_A 、 P_B 、 P_C 、……である。



図・1 決定、判断のモデル

A、B、C、……という決定や判断の内容は、システムの定義に係わるものであり、ここで特に述べる必要はないが、その選び方は、例えば、 $A = \text{Task D}$ の目的達成、 $B = \text{Task D}$ の目的達成できず、 $C = \text{Task D}$ の目的達成するも付加的な困難が予想外に増大しTask Dの内容を一部修正して再試行が必要、というように、その後に連なるべき研究開発活動が大巾に異なるようにするのがよい。

問題は、この P_A 、 P_B 、 P_C 、……なるそれぞれの様相の発生確率の入手法である。これは、これから行われることの結果についての値であるから、主観的確率であることは明らかである*。そこで、問題は誰の主観を採用するのが分析の目的に適するかということであるが、その前提として大切なことは、問題となる決定なり判断がそれぞれ専門家を見出し得る程度までに細く分析されていることである。そうすると上の問題の答は、「問題となっている決定なり判断の専門家の主観を尊重するべし」、ということになる。この場合は、その専門家の専門性を客観的に判断できる情報を同時に入手しておいて、これをその判断の重みづけに使うことも考えられる。これは、

(注) * ここに主観的な確率を使うことをもって、このリスク解析を否定する人がいるが、特に研究開発の関係者がそういうのは奇妙なことである。

当該研究開発に利害のかかった専門家が、専門能力の範囲を越えて他分野にまで耳学問で判断を下すことを避けるのに有効である。この場合には、判断でなく希望が提出されてしまうのであるが、現実には、意志決定者が、そうしたいわば主唱者の希望を専門的意見と取違えてしまうケースが少なくないといわれる。

具体的に専門家の意見を集める方法には、デルファイ法や面接法などがある。デルファイ法は、関連分野の多くの人に意見を聞き、意見の分析、偏りの原因を見極めつつ、収束をはかる方法であるが、とかく中間的な答が出力され易く、当該プロジェクトの特徴をつぶす結果になり易いといわれる。比較的有力な方法とされているのは、専門家の面接であるといわれている。面接では、face to face の意見交換により作業の趣旨の理解がえられたと判断してから専門的判断を提出して貰うので、解析者にとっても問題の本質を理解する絶好の機会であり、かつ、双方の対話が成立しているので、後にネットワークを修正した時の意見入手も容易となる。ただし、対象とする研究開発が多くの分野にまたがり、総合的な活動を要するものであれば、面接の労力は極めて大きなものになることは覚悟しなければならない。

4. リスク軽減策の評価

研究開発のリスクの変更のためには、プログラムの完了時間を早くしたり、達成確率を大きくしたりすることが考えられる。それらが具体的にどのように投資水準を変更すると達成されるかという risk cost 解析を行なわないとリスク軽減につながるか否かは不明で

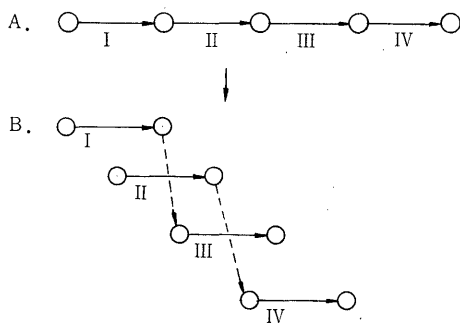
あるが、この2つの量の変更可能性を評価しておくことは首題の目的に必要である

4.1 プログラム完了時間の短縮

研究開発計画の完了時間の短縮法としては、PERT における cost slope data を利用して、critical path 上の作業の所要時間を追加投資により減少していく方法がある。この場合には、プログラム所要時間が投資の関数として得られることになる。この場合、各作業が予想される最少時間でなされる場合より短い達成時間を得ることはできないのは当然である。

更にプログラム所要時間を短くするには、研究開発における要素相互の関係を変える必要がある。この方向で使われる考え方の1つは、研究開発において通常とられる1つの分野の研究開発を他の分野の成果の達成をみて実施するという論理を部分的に放棄するものである。例えば、核融合研究開発においては、通常炉心プラズマの研究成果が上つて安定なプラズマが生成できることが証明されてから、これを動力炉として利用する技術開発を始めるというのが1つの開発戦術である。これに対して計画（すなわち核融合動力炉を得ること）をより早期に達成するためには、炉心プラズマ研究と動力炉技術開発を並行して進めるべしという主張があるが、これは上述の考え方に従ったものと言えよう。この場合、本来後に位置すべき技術開発を並行させるのであるから、少なくとも無駄な研究開発の発生する恐れ、つまりプログラムコストの上昇は否定できない。

これと似た考え方に leap frog 方式というのがある。これは、研究開発が図・2のよう



図・2 leap frog 方式

に何段かの開発段階から構成されている場合、通常はA方式のように前段の成果をみて、当該段の活動が開始されるのであるが、Bのように前段の活動途中で当該段に係わる活動を開始してしまう結果、前段の成果は次々段の活動開始に参考にされるものである。

このようにすれば、みかけ上は明らかにプログラム達成所要時間は短縮される。しかし、同時に成功確率が減少する可能性があるもので、注意が必要である。

このleap frog方式は原子炉開発ではよく提案されることがある。例えば、原型炉建設の途中段階で実証炉の建設にコミットするか、あるいは実証炉の運転結果を見ずして実用炉を発注（受注）してしまうという提案で

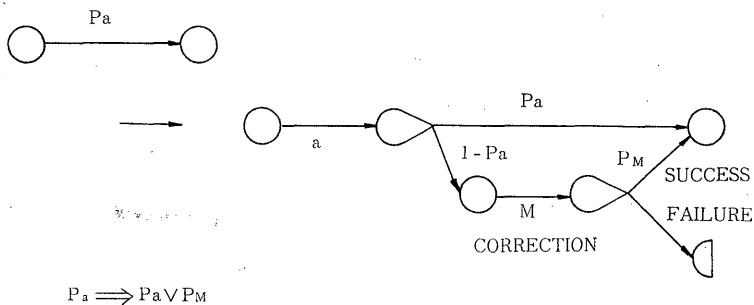
ある。後者の試みが失敗に終わった例としては英国のAGR実用化プロセスが著名(?)である。

4.2 失敗確率の減少策

研究開発におけるある目標の達成確率を上昇させる手段として、最も簡単なのは、図・3のように、失敗した時に修理(変更)してやり直すことをあらかじめ計画に織込んでおくことである。これは、日常的に行われている方法であるが、修正に要する時間をあらかじめ計画に見込むためには、このようにexplicitな表現をしておくのがよい。

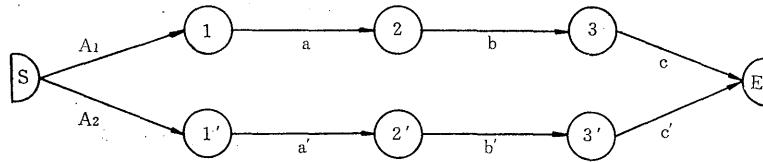
次に考えられるのは、同一の目標に対して2つ以上の計画を並行して走らせる方式である。図・4にその例を示すが、このようにすれば、目標達成確率が上昇することは付してある演算から明らかであろう。ただし、ここで注意しなければならないのは (a, a'), (b, b'), (c, c') の対について失敗の可能性が共通の困難によることのないような計画とすべきことである。もし a と a' が同一の原理的困難により失敗する可能性が高いとすれば (いわゆる共倒れである)、並行開発の

CORRECTABLE ACTIVITY



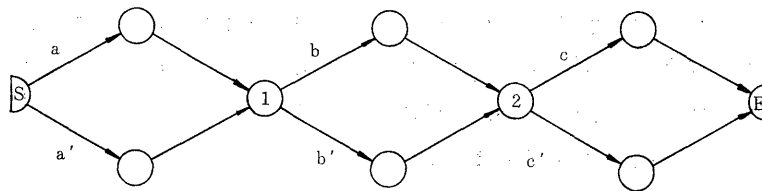
図・3 修正計画の導入

PARALLEL PROGRAM FOR PROJECT A



- $P_A = P_{A_1} + P_{A_2} - P_{A_1} \wedge P_{A_2}$
- $P_{A_1} = P_a \cdot P_b \cdot P_c$
- $P_{A_2} = P_{a'} \cdot P_{b'} \cdot P_{c'}$
- If $P_a \vee P_{a'} = P_{a''}$, $P_{A_1} \wedge P_{A_2} \geq P_{A_1} \cdot P_{A_2}$

図・4 並行開発モデル



図・5 交差並行開発モデル

有効性は減少してしまうことは明らかである。

更に達成確率を上げるためには、aの結果がb'にもつながり、a'の結果がbにもつながる交差並行型の計画とするのがよい。この具体例を図・5に示す。

5. 終りに

以上、大急ぎで前報の不足分を補ってみた。最初に述べたように、多少 Network 技法に肩を入れすぎて、その利用法という形で問題点を述べてしまった気もする。その点筆者の浅学をお許しいただきたい。

終りに関連文献を示しておく。御参考になれば幸いである。

参考文献

1. G. E. Whitehouse, "System Analysis and

Design Using Network Techniques", Prentice-Hall, Inc., 1973.

2. S. E. Elmaghraby, "Activity Networks", John Wiley & Sons, Inc., 1977 (邦訳: 加瀬滋男, アクティビティ・ネットワーク, 日刊工業新聞社, 1979).

3. R. Bushmann, "A Balanced Grand Scale Forecasting", Technological Forecasting, 1-2 (1969).

4. PERT については、例えば、刀根薫監修, PERT 講座, 東洋経済, 昭和41年, を見よ。

5. C. B. Chapman, "Large Engineering Project Risk Analysis", IEEE on Eng. Management, EM-26-3, Aug (1979) p.78.

6. System Dynamics の応用については、例えば、

D. L. Meadows, "Forecasting Errors in the Selection of R & D Project", J. R. Bright, M. E. F. Schoeman (Ed), "A Guide to Practical Technological Forecasting", (1973) p. 422.

GERT を大規模研究開発に適用して、現実の開発戦略に影響を与えたものとしては、次の2つが著名である。

7. J. H. Vanston, "Use of the Partitive Analytical Forecasting (PAF) Technique for Analysis of the Effects of Various Funding and administrative Strategies on

Nuclear Fusion Power Plant Development", Technical Report ESL-15, Energy System Lab., The Univ. of Texas at Austin, (1973).

8. S. Nichols, J. H. Vanston, "Evaluation of the long term Program Plans of the U. S. DOE, Division of Controlled Ther-

monuclear Research", Center for Energy Studies, The Univ. of Texas at Austin (1976).

(こんどう しゅんすけ 研究嘱託, 東京大学工学部助教授)

エネルギー技術データベース機械技術 分科会報告

成 合 英 樹

1. はじめに

IAEには、エネルギー技術データベース体系化法の開発研究委員会（以下本委員会という）の下に、実際にデータベースの構築作業を行うグループとしていくつかの分科会が設置されている。機械技術分科会は、材料技術分科会に続く2番目の分科会として昭和54年9月に発足し、1年間にわたる作業を終えこのほどエネルギー技術データハンドブック機械技術編第1次版のとりまとめを行った。ここでは、本分科会のこの1年の活動の概要を中心に、我々の考えている機械技術データベースとはどのようなものであり、また、今度発行されたデータハンドブック機械技術編とは如何なるものであるかを紹介したい。

2. 機械技術分科会の活動

（財）エネルギー総合工学研究所（IAE）のデータベースの目的や開発方法の概要については、すでに本誌 Vol. 1. No. 1 および Vol. 1, No. 2に記されており、また詳細は本委員会の第1, 2年度報告書を参照して頂ければよく、さらに、材料技術分科会の活動

報告（本誌Vol. 3, No. 1）にも材料技術を中心としたデータベースの概要が記され、かつハンドブック材料技術編第1次版が発行されている。機械技術分科会としては、これら全体のわく組みの中で如何なる形のデータベースを、如何にして開発するか検討しつつ活動を行った。

IAEのエネルギー技術データベースでは、本委員会第1年度報告書に記載されているように、データベースの主要座標軸が「技術開発主要課題」と「要素技術」の2つよりなるとして、開発方法に2つのアプローチの仕方を考えている。第1は、「主要技術課題」のリストを順番にあたり、その技術的問題点や工学的に必要なとされるデータの種別を明らかにすることによって、まずデータベースの引き出しを整備し、次いで各課題ごとに作られた引き出しの中にデータを収集してきて入れるという方法である。第2は、「要素技術」ごとに「主要技術課題」のそれぞれにどのような技術的問題点があるかを拾い出し、これをデータベースの引き出しとして用いる方法である。IAEの一般的方法として当初は、第2の方法を主とし第1の方法を従とした組み合わせ方式が考えられ、材料技術分科会で

は第2の方法によって第1年度の活動を行った。この第2の方法に従う場合、「要素技術」があらかじめ定まっている必要があり、材料技術分科会でこれが可能であった理由は、「高強度材料」、「耐熱材料」等々、すでにある程度要素ごとに分類が行われていたことによる。一方、機械技術に関しては、エネルギー技術という広範な分野に関し未だ十分な整理が行われていないと考えられるので、まず、「要素技術」の体系化から始める必要がある。そこで本分科会では、第1の方法によってデータベースの開発を行うことにした。すなわち、各「主要技術課題」ごとに、その技術的問題点や工学的に必要とされる基本的事項を機械技術の観点から明らかにしつつ、まず、「要素技術」の摘出を行い、次いで「技術の特性値」を定めてデータベースの引き出しとし、データの収集へとすすむ方法である。「要素技術」「技術の特性値」という引き出しの構築の仕方と、それらに入れるべきデータの選択に、本分会メンバーの個性が出るわけであるが、一面では専門家からみて適当と考えられる形につくられることがIAEのデータベースの特徴でもある。

それではエネルギー技術という分野における機械技術とは具体的に何を指すのであろうか。本分科会としては、「エネルギーの変換、貯蔵、輸送等のいわゆるエネルギー技術において、基本的な原理を実在のものとして実現するための、機器、装置等の設計や製造技術」として機械技術を定義することにした。この場合、エネルギー変換装置を例にとると、「プラント工学」と呼ばれる分野に近いと考えられる。すなわち、機械技術とは、エネルギー技術をプラント、機器、装置などの観点から

みることになる。

このような機械技術について、「要素技術」等の摘出や必要なデータの収集という活動を1年間にわたり行ったが、それらのうち主要なデータを選び出してハンドブック化したものが「エネルギー技術データハンドブック機械技術編第1次版」である。これは、データベース用に収集したデータのうち、有用性が高いと思われるものを選び出したものであって、これ自身でも有用な情報源であるが、さらに将来、データベースの利用に際しキーワードを利用者が選定するための手引きとしての役割り、すなわち、データベースのカatalog的な役割りを有するものである。

ところで、このデータベース又はハンドブックが如何なる人を利用者と考えているかというと、本委員会報告書にも記されているように、それは「当該事項の直接の専門技術者でなく、それを周辺事項として関心を持つ必要のある技術者」であり、どのようなデータかということ「IAEの諸活動に役立つようなデータ（必ずしも学術的に非常に精度が高いとか詳しいものである必要はなく、全体像を容易に把みうるようなもの）」である。このデータ類は将来公開されることを考慮して、できるだけ公開可能な資料からの収集が行われた。

3. 機械技術データベースの特徴

それでは、我々の考えている機械技術データベースとはいかなるものであろうか。それには、この研究のすすめ方の順序に従って説明するのがわかり易い。

まず第1に、本分科会では各技術課題ごと

に「要素技術」の抽出やデータの収集を行うという上記第1の方法をとることにした。そのためには、とり上げるべき技術課題の選定を行う必要がある。機械技術データベースとして最終的にはできるだけ広い分野（技術課題）をカバーする予定であるが、当面、機械技術が比較的主要な位置を占めているもので、かつ公開可能なデータが得易いものを選定することとした。選定に供する候補課題は、主に本委員会第1年度報告書33頁のエネルギー技術開発主要課題によることとし、これに科学技術会議の「エネルギー研究開発の長期目標（昭和50年7月）」の中のエネルギー技術開発課題などを参照して補足した。このようにして選定された技術課題は表1に示すように24課題である。

表1 取上げた技術課題

1. 原子力エネルギー	
1. 1	軽水炉
1. 2	重水炉
1. 3	高速炉
1. 4	高温ガス炉
1. 5	核融合炉
1. 6	海水ウラン採取
2. 化石燃料	
2. 1	石炭ガス化
2. 2	石炭液化
2. 3	オイルサンド・オイルシェール精製
2. 4	石炭流動層燃焼
2. 5	石炭石油混合燃焼（COM）
3. 自然エネルギー	
3. 1	太陽熱冷暖房システム
3. 2	太陽熱発電
3. 3	地熱発電
3. 4	波力発電
3. 5	海洋温度差発電

4. エネルギー有効利用

- 4. 1 MHD発電
- 4. 2 ガスタービン・蒸気タービン複合発電
- 4. 3 水素エネルギー
- 4. 4 排熱利用
- 4. 5 資源再生利用

5. 共通要素技術

- 5. 1 低温超電導
- 5. 2 ヒートパイプ

次に、選定された各技術課題ごとに、原理図、機器系統図、プラント仕様の収集が行われた。これらは、各技術課題の内容を理解する上で最も有用なものであること、特に機器系統図は、それ自体が重要なデータであるばかりでなく、「要素技術」の抽出に用いることができること、などの特徴を有するものである。そこで本分科会の基本的な作業として、「原理図」、「機器系統図」や「文献リスト」などの収集を行ったが、さらに、技術の現状と将来、および各機器システムの規模などを考える上から、「日本および諸外国における各プラント等の現状や開発工程」なども収集データに含めた。

以上の作業に引続いて「要素技術の抽出」がある。一般に各エネルギー技術課題ごとの要素技術という場合、大きな分類では、材料技術や機械技術などがそれぞれ要素技術となる。ここでいう要素技術は、そのうちの機械技術をもう一段詳細にみたものであって、機械技術における要素技術ということができる。我々の機械技術がプラント工学に近い分野であることを考えると、この場合の要素は各機器等であり、要素技術は各機器等の開発、設計、製造、保全などにかかわる技術ということができる。その際「機器系統図」の中であ

る程度主要な役割を果たしている機器類を1つの単位として「要素技術」を考えることにする。例えば、熱交換器、蓄熱器、ヒートパイプ、ボイラ、弁、ポンプなどである。

以上のように、各「要素技術」が抽出されたら、それらの技術上の主要な特性を抽出する必要がある。これを「技術の特性値」と呼ぶ。技術の特性値として第1に考えられるものは、システム全体あるいは主要機器類の仕様書に書かれている特性である。例えば、容量、効率、種類、使用流体、使用温度などである。次に、機械技術としてのそのほかの重要な特性を選び出す。これら技術の特性値がデータベースの引き出しとなるわけである。利用者が利用し易い形でデータを入手できるかどうかは、この技術の特性値の構成に依る部分が大きいと考えられる。

データベースの引き出しが用意されたら、次はデータの収集である。しかし、必要なデータがなかったり、あるいは集積されたデータを別の形の引き出しへ入れた方がよい場合もでてこよう。その時には、「要素技術」や「技術の特性値」にさかのぼって、より適当なものに構築しなおす必要がある。

以上のようにして、技術課題を縦軸に、要素技術および技術の特性値を横軸に書いたマトリックス表ができ上がる。このマトリックスのまず目にデータの番号を入れておけば、データ検索のインデックスの役割をすることとなる。例えば、「熱交換器の種類」というような技術の特性値のデータ表を、いろいろな技術課題について比較したい場合には、このマトリックス表中の該当するデータ番号を縦にピックアップしていき、選び出されたデータ表を参照すればよいことになる。

4. エネルギー技術データハンドブック機械技術編第1次版について

前にも記したように、データハンドブックは、データベースを構築する中から有用なデータを抽出してハンドブック化したものであって、将来のデータベースのカatalog的役割を果たすものである。ところで、本分科会の第1年度の主なる活動内容は、原理図、機器系統図の収集、プラントとしての仕様、開発工程の調査など、データベース開発過程の前半にあたるものであった。そこでこのハンドブックも、各技術課題の現状や系統図、主要仕様などのデータに絞ることにした。各技術課題ごとに集められたデータの項目を表2に示す。この中から各技術課題につき5～10項目のデータを選びハンドブック化を行った。

表2 データハンドブック機械技術編第1次版に取上げたデータ項目の種類

- | |
|----------------|
| 1. 形式・分類 |
| 2. 原理(図)/特徴 |
| 3. 系統/構成(図) |
| 4. システム主要仕様 |
| 5. プラント現状 |
| 6. 開発工程 |
| 7. 開発項目 |
| 8. 利用分野 |
| 9. 波及効果 |
| 10. 効率などの主な特性値 |

ハンドブックにはまた、「エネルギー技術のまとめ表」がのせてある。これは、各技術課題ごとに技術の現状、開発工程、研究課題をまとめ、さらにハンドブックに収められているデータの番号とデータの分類、およびデータの標題をのせたものであって、表3にその例が示されている。利用者は、このまとめ

表3 ま と め 表 (一部抜粋)

番 号	技術課題	現 状	開 発 工 程	研 究 課 題
1. 1	原 子 力 軽 水 炉	我国で現在運転中の発電炉22基のうち、20基までがBWRとPWRの軽水炉であって、発電容量約1,500万kWである。 1,100MWe クラスへの大型化とともに、改良標準化が図られている。 また、信頼性実証試験や安全性実証試験が行われている。	第1次標準プラントの概念にもとづいて建設される原子炉は、PWRで原電敦賀2号機、BWRで東電福島第二発電所2号機である。 昭和60年までに、約2,500万kWの発電容量になるよう計画がすすめられている。	稼動率向上や安全性の実証のため、原子力工学試験センターを中心に信頼性実証試験が、また原研を中心に安全性実証試験行がわれている。 また、TMI炉事故を契機として、基準、設計、運転管理面などから、安全性確保対策が見直されているが human factor を考慮に入れた対策が大きな課題となっている。
2. 2	石 炭 液 化	石炭を液状または液体の炭化水素に転換する技術で日本でも1945年までは盛んに研究されていた。 現在各国で研究が進められパイロットプラントにて実験中である。	国内ではサンシャイン計画にて、ソルボリス法、M-COAL法、STC法の研究の他三井、住友等でも開発が行なわれている。 1990年初実用化。 米国でもH-COAL法、SRC法、EDS法等のパイロットプラントが建設されており、日本との協同研究も開始予定である。	ガス化に比べ液化に適した炭種の幅も狭いため炭種の選定が必要である。又、高圧(数百気圧)高温で水素の存在下での反応であるため、反応器の設計や材料面の技術的検討が必要となる。

掲 載 デ ー タ		
データシート No	分 類	標 題
802001A	構 成	軽水炉の動力系主要部
〃 B	〃	軽水炉原子炉容器内部の構造
802002A	系 統	PWR主要設備概念系統図
〃 B	〃	BWR原子炉系の構成
802003A	システム主要仕様	わが国の軽水炉プラント仕様例（PWR）
〃 B	〃	わが国の軽水炉プラント仕様例（BWR）
802004A	プラントの現状	世界の原子力発電設備容量
〃 B	〃	わが国の原子力発電所の運転・建設状況
802005A	開発工程	4ループPWRプラントの変遷
〃 B	〃	BWRの変遷と米国における年別発注状況
802006A	〃	軽水炉の改良・標準化
〃 B	〃	軽水炉の改良・標準化の進め方
802007A	開発項目	信頼性実証試験（資源エネルギー庁）
〃 B	〃	信頼性実証試験（資源エネルギー庁）
802008	〃	蒸気発生器信頼性実証試験
802009	〃	安全性実証試験（科学技術庁）

802049	型式分類	各種液化プロセス
802050	系 統	SRC法 (SOLVENT REFINED PROCESS)
802051	〃	EDS法 (EXXON DONOR SOLVENT)
802052	〃	H-COAL法
802053	開発工程	日本／米国の開発研究の概要

番号	技術課題	現 状	開 発 工 程	研 究 課 題
3. 1	自然エネルギー 太陽熱冷暖房システム	工技院のサンシャイン計画が 1981 年に終了する。これは 1) 既存個人住宅用 2) 新築個人住宅用 3) 大型建築物用 4) 集合住宅用 4 テーマに分かれており、各システムとも初期の設計値通りの性能を発揮して終了する予定である。	実用期に入っており、広範囲の普及が期待される。	今後の課題としては、トータルシステムの最適化、自動化を通してのコストダウンと、蓄熱技術の開発が挙げられる。

4. 4	排 熱 利 用	国としては昭和 51 年度から準大型プロジェクトとして、また昭和 53 年度からムーンライト計画の一環として、研究開発を推進している。これは工場排熱の回収利用技術を中心としている。この他、地方自治体によるごみ焼却排熱の利用の推進や、民間企業による多目的排熱利用システムの開発など、各方面で並行して技術開発が進められている。なお、省エネルギー全般に関する指導機関として、(財)省エネルギーセンターが設置されている。	ムーンライト計画の一環としての研究開発は、当面昭和 56 年度末を目標としている。しかし、現在でも民間企業等で多くの開発努力がなされており、ムーンライト計画以降もその実用化に向けて民間中心に開発が続けられると考えられる。	ムーンライト計画では工場排熱の利用のための、熱回収・熱交換技術、熱輸送・熱貯蔵技術、トータルシステムの開発を研究課題としているが、この他回収可能な排熱源すべてにわたって利用技術を開発していくことが必要である。
------	---------	---	---	---

掲 載 デ ー タ		
データシート No	分 類	標 題
802080	原 理	ランキンサイクル冷暖房機
802081	〃	吸収冷凍機
802082	系 統	サンシャイン計画既存個人住宅用
802083	〃	サンシャイン計画新築個人住宅用
802084	〃	サンシャイン計画大型建築物用
802085A	〃	サンシャイン計画集合住宅用（夏期）
〃 B	〃	サンシャイン計画集合住宅用（冬期）
802086	システム主要仕様	システム仕様例

802134	型式分類	排熱利用技術分類
802135A	型式分類／開発項目	ムーンライト計画における排熱利用技術開発
〃 B	型式分類	〃
802136A	原 理	排熱利用熱回収・熱交換機器
〃 B	〃	〃
802137	〃	排熱利用用熱輸送・熱貯蔵機器
802138A	系 統	鑄造工場における多目的排熱利用システム実施例
〃 B	システム主要仕様	鑄造工場における多目的排熱利用システム実施例
802139	系 統	ごみ焼却排熱の利用例
802140A	〃	中低温度排熱利用発電の方式
〃 B	〃	〃
802141A	型式分類／系統	冷熱利用発電の方式
〃 B	〃	〃
802142	構 成	コミュニティエネルギーシステム の概念

表により各技術課題の現状等を理解できるとともに、詳しいデータを知りたい時には、データの分類と標題覧からほしいデータの番号を知り、データ表を参照すればよい。その意味で、このまとめ表はデータ編のインデックスの役割を果たすものである。

また、データハンドブックの巻末には、各技術課題ごとに参考文献を列挙してある。利用者はこれら原文献を参照することにより、さらに詳細な情報を得ることができよう。

5. む す び

機械技術分科会の発足以来約1年が経過した。機器系統図等の検討から始めて、要素技術を抽出し、技術の特性値を定めてデータを収集するというデータベース開発の基本方針は定まった。この方針に従いデータ収集作業を始めたが、統一のとれた形でデータベースとして完成させるには膨大な作業が必要であり、1年間という限られた期間で第1年度の活動を終結させるためには、ある特定の範囲に絞った方がよいということになった。そこで、具体的にハンドブック化を考え始めた後半には、データ収集の焦点を各技術課題ごとの開発の状況や、システムとしての総合的特性（系統図、主要仕様など）に絞った。でき

上ったハンドブックのデータには、精粗いろいろあり、今後共継続的に良質のデータと差し換える努力が必要である。

第2年度以降の作業としては、取り上げるべき技術課題の再検討、第1次版のデータの見直しなど、本年度の活動結果を一層充実させることも勿論含まれるが、さらに重要なことは、要素技術の抽出と技術の特性値の選定、およびデータの収集という、機械技術本来の特徴をもつデータベースの構築へとすすむことがあげられる。機械技術分科会としても、立派なデータベースを完成させるべく一層の努力をする積りであるが、是非皆様方の御意見、御援助をお願いする次第である。

終りに、広範なエネルギー技術課題につき、限られた時間にもかかわらず、資料の収集、そして活発な討論に参加された機械技術分科会の委員各位に深く感謝する次第である。

（なりあい ひでき 筑波大学構造工学系助教授）

（注）ここに紹介した分科会報告は、IAE-C 8003 “エネルギー技術データハンドブック—機械技術編（第一次版）—”（1980年7月）として刊行しました。ご関心をお持ちの方のご利用、ご批判をお願いします。

石油連盟「アルコール混合ガソリン海外調査」 に参加して

平 野 稔 幸

1. はじめに

このたび5月初旬より下旬までの約3週間にわたり、石油連盟から「アルコール混合ガソリン海外調査団」が欧米に派遣された。この調査団は、石油代替エネルギーの一環として最近各国で盛んに研究開発が行なわれ、一部では既に実用化に踏み切っているアルコール混合ガソリンについて、その製造および使用の実態を調査し、わが国で実施する場合の検討に資することを目的としたものである。

この調査団は石油会社のメンバーで構成され、A班（ニュージーランド、ブラジル、アメリカ）と、B班（スウェーデン、西ドイツ、イタリア、フランス）との2班が編成された。調査の対象としたのは、訪問国の政府関係機関、大学研究所、学協会、石油会社、給油所、化学会社、自動車会社など広い範囲にわたっており、いろいろな角度からの調査が行なわれた。その内容については、アルコール混合ガソリンに関する最新の情報として、調査報告書にまとめられている。

筆者は、B班の一員として参加する機会を得、欧州4カ国の実態を調査してきたので、その内容を紹介したい。なお、当エネルギー

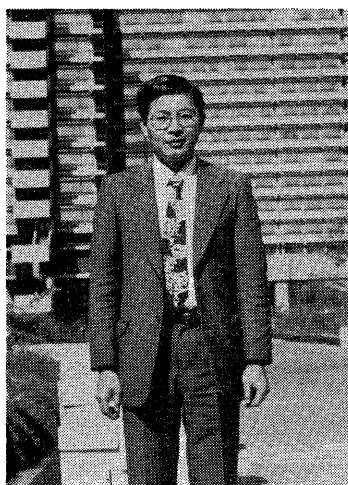


写真1. 筆者、ボンにある連邦研究技術省（BMFT）前にて、

BMFTは西ドイツにおけるアルコール燃料計画の推進母体となっている。

総合工学研究所においても、昭和54年度よりアルコール燃料に関する調査研究が行なわれ、その成果の一部が既に報告されている。したがって、さらに今後の研究を進めるうえで、このたびの欧米での調査内容が若干なりとも役立つことを期待したい。

2. 調査の目的

昨今のたび重なる原油価格の高騰と流動的

な供給状況により、アルコールの石油代替燃料としての用途に大きな期待が寄せられるようになってきた。このアルコール燃料については、わが国では新燃料油開発技術研究の一環として、本年度から大幅な国家予算を投じてフィージビリティ調査を含む技術開発が促進されている。

一方、諸外国での実情をみると、アメリカおよびブラジルでは既にエタノールを混合したガソリンを実用化しており、その他に西ドイツ、スウェーデン、ニュージーランドなどでも、実用化のための実車走行テストを行っている。したがって、日本におけるアルコール燃料のフィージビリティ調査の一環として、外国での実施状況および問題点の把握は不可欠である。石油業界としても今後のニーズに対処できるよう、欧米の実態を調査する必要があるとして調査団が派遣された。

国ごとに指向するアルコール燃料は異なり、おおむねA班の訪問国ではバイオマス資源から生産するエタノールに対し、B班の訪問国（欧州）では天然ガスや石炭などから生産するメタノールに主眼を置いているのが特徴といえる。また、アメリカ、ブラジルでは既にアルコール燃料を実用化しているが、欧

州ではまだ研究開発の域を脱していない。したがって、現在のところ欧州の状況についての報告は比較的少なく、これらの点からB班の調査結果も興味深いものがあると思う。

B班では、政府および研究機関、石油会社、化学会社、自動車会社の合計17カ所を訪問した。次に、訪問国ごとの調査概要を述べる。

3. 各国の概要

3.1 西ドイツ

EC（欧州共同体）のなかでも、とりわけアルコール燃料の研究に積極的なのが西ドイツである。この国は豊富な石炭資源を有しているところから、わが国と比較すると一次エネルギーの石炭依存度が約30%と高く、石油への依存度は50%程度にすぎない。しかしながら、石油のほとんどは輸入に頼っているもので、今後その依存度を2000年には40%程度までに下げようと計画している。代替エネルギーの中心は原子力であり、その他に太陽熱やバイオマス資源の利用の伸びも若干予想されている。

石油依存からの脱却の一環として、自動車用代替燃料に関するプロジェクトがあるが、

表1. 訪問国の一次エネルギー消費構成（1978年）

項 目 \ 国	スウェーデン	西ドイツ	イタリア	フランス	日本（参考）
石 油（%）	78	49	71	63	75
石 炭（%）	5	32	6	20	15
天 然 ガ ス（%）	—	17	19	12	4
原 子 力（%）	4	—	—	—	2
水 力、地 熱（%）	13	2	1	5	5
薪 炭、そ の 他（%）	—	—	—	—	—

プログラム	予	算	実用化時期
アルコール燃料	8,800万	ドイツ・マルク	1985年
水 素 燃 料	3,400	〃	2000年
電気およびハイブリッド自動車	1,300	〃	〃

そのプログラムはアルコール燃料、水素燃料、電気およびハイブリッド自動車の3つから構成されている。プロジェクトの推進母体は連邦研究技術省（BMFT）であり、政府補助金（約50％）は総額1億3,500万ドイツ・マルク（約190億円）で、この予算の内訳および実用化時期は上表のように計画されている。

以上のとおり、予算上はアルコール燃料が主体で、全体の65％が引き当てられることになっている。また、その実用化時期は1985年を一応の目標としているところから、研究開発期間は1979～1982年の4年間を見込んでおり、スケジュールは図1のとおりとなっている。

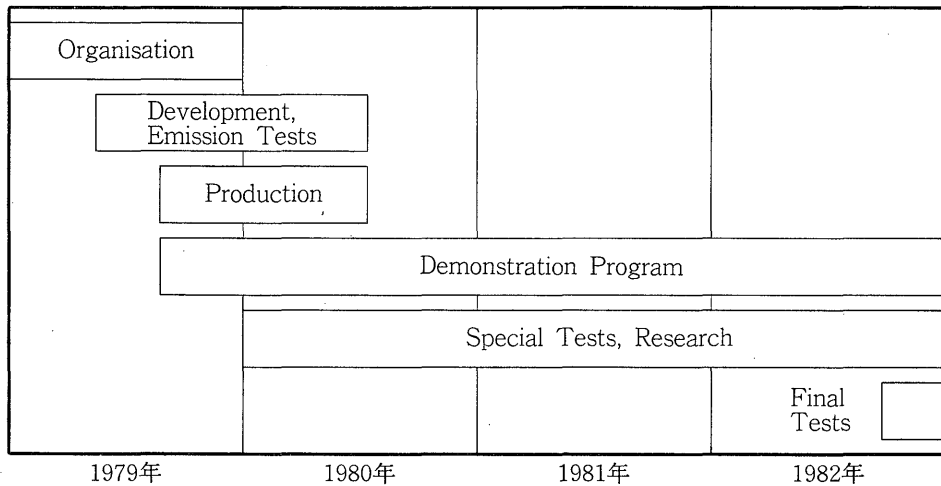


図1. 西ドイツにおけるアルコール混合ガソリンのテストスケジュール

アルコール燃料プログラムは燃料の製造、貯蔵、流通、配給に関する研究や、実車走行テストなど多岐にわたるので、これに参加する民間企業も石油業界、自動車業界数社に及んでいる。まず、実車走行テスト用のメタノール15％混合ガソリン（M-15）は、フェーバ社とシェル社の製油所で生産されており、夏季用（4～9月）のM-15生産はフェーバ社が、冬季用（10～3月）の生産はシェル社が担当している。混合方式は通常のガソリン

混合と変わらないが、いずれも夏規格あるいは冬規格に合格するよう管理されている。アルコールの特性上、とくに蒸気圧とオクタン価に充分配慮がなされているようである。

アルコールをガソリンに混合すると、蒸気圧が急激に上昇するため、ベーパーロック現象を生じて自動車の運転性に悪影響を及ぼすことが懸念される。その対策としてはメタノール混合前のガソリンの蒸気圧を低く管理することになるが、西ドイツではM-15の蒸気

圧に限って、現行のD I N規格をさらに高く設定しており、自動車工業界にこの規格に対応した耐高揮発性の車の開発を要求しているといわれる。

一方、西ドイツはアウトバーンとよばれる高速自動車道路網が整備されているため、車の高速性能、加速性能がとくに要求されている。そのために、ガソリンのモーター法オクタン価(MON)¹⁾が重要なファクターとなっている。それに対して、メタノール自体のMONはさほど高くないが、リサーチ法オクタン価²⁾(RON)が高いという特性を持っている。したがって、M-15はMONを規格の88に維持するために、RONが101~102と非常に高くなっている点が注目される。

生産されたM-15は専用ローリーで全国に配送され、国内30カ所の給油所から販売されている(図2参照)。このうちの11カ所はベルリンに集中しているが、残りの19カ所は西ドイツ全域に配置されている。そして、この5月現在でM-15使用のテスト車が400台走行中であり、またメタノール100%燃料(M-100)使用のテスト車もベルリンで数台走行中といわれている。近いうちにM-15用テスト車1,050台、M-100用テスト車130台、ディーゼル車30~50台で走行テストを実施する計画である。

注) 1) Motor Octane Number: 自動車ガソリンのオクタン価表示法の一つで、CFR (Cooperative Fuel Research) エンジンを用い、比較的高速回転(900 rpm)の条件下で測定した値。

2) Research Octane Number: 自動車ガソリンのオクタン価のもう一つの表示法で、CFR エンジンを用い、比較的低速回転(600 rpm)の条件下で測定した値。わが国では、現在このオクタン価が主として用いられている。



写真2. ハンブルク郊外にあるアルコール混合ガソリン(M-15)の給油所
シェル社の給油所で、中央の車はM-15テスト車である。

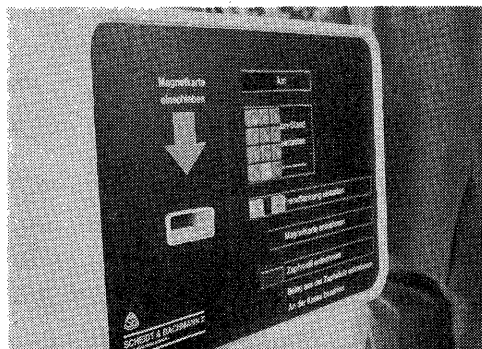


写真3. 実車走行テストのデータ伝送システム

テストに参加しているM-15仕様車は、給油前に走行距離、燃費などのデータを入力し、それが伝送されて集計されるシステムとなっている。

なお、実車走行テストに参加しているM-15用テスト車は、現在の市販車とは若干仕様が異なっているが、その主な変更点は次のとおりである。

- (1) 蒸発係数の違いのために、キャブレターの再調整および空燃比の再調整を行っている。

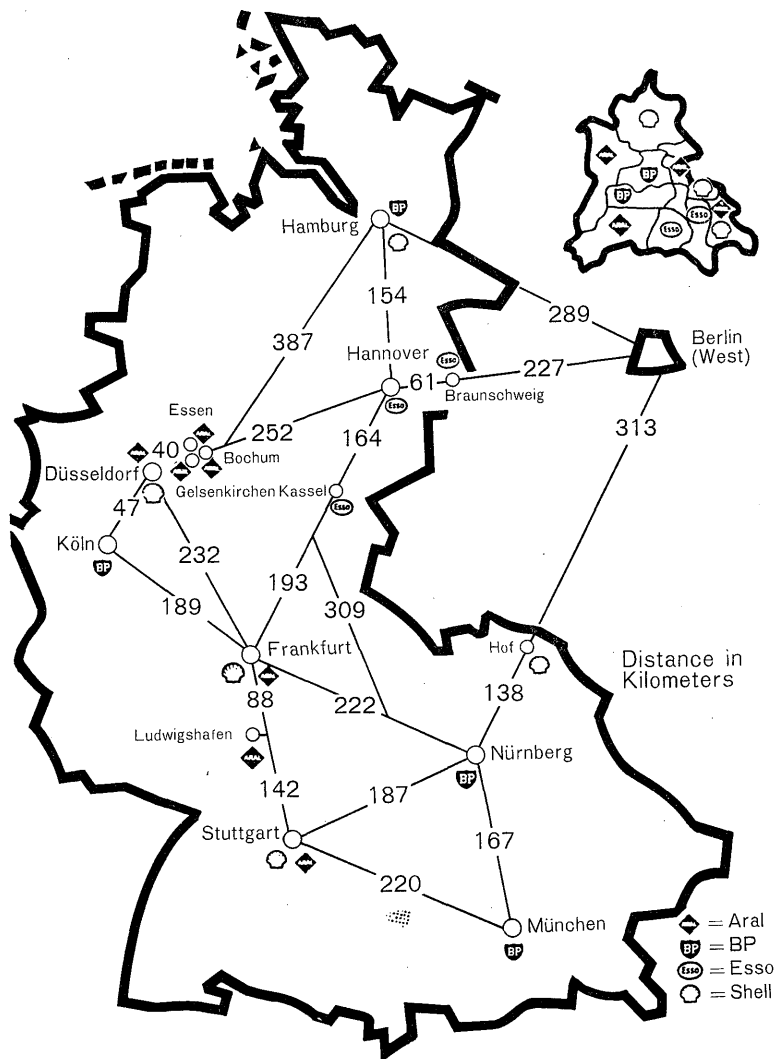


図 2. 西ドイツ国内のアルコール混合ガソリン (M-15) の給油所配置
M-15の給油所は西ドイツ全域に30カ所あり, Aral, BP, Esso
Shell の 4 社から販売されている。

- (2) 高揮発性対策として, 燃料ポンプの能力増加, 燃料系統のレイアウトの変更を行なっている。
 - (3) 低温始動性対策として, 点火装置の高エネルギー化を図っている。
 - (4) 燃料系統の材質をM-15に対して耐久性のあるものに変更している。
- このような仕様変更に対する自動車側の対

応として, 既に自動車業界が1981年夏頃までに, 燃料系統をM-15用に改造することを連邦政府に約束しているといわれ, したがってM-15導入に関する最大の障害の1つが解決されていることになる。

前述のとおり, 政府としては1980年代の半ばにメタノール燃料を実用化したい意向のようであるが, 1982年に4カ年計画のアルコー

ル燃料プログラムが終了するので、その時点でメタノール供給状況も考慮に入れて、その後の計画が決定されることになる。自動車用燃料としてのメタノール混合割合あるいはメタノール消費量は、主としてメタノール生産量および自動車の適応度によって定まると考えられるが、いずれにしても、政府、自動車業界、石油業界、その他を含む官民全体の意見によることになる。このような西ドイツのアルコール混合ガソリン計画の成り行きは、国内ではもちろんのこと、EC諸国も注目しているようである。

前述のとおり、西ドイツのアルコール燃料計画は豊富な石炭資源、とりわけ褐炭の利用と深い関連があるといえる。この国では、1973年の第一次石油ショックを契機として、1974年から石炭の利用研究を始めている。石炭の利用形態としては直接液化する方法と、いったんガス化してから液体を合成する方法とがあるが、西ドイツではメタノールを石炭から製造できる液体燃料のなかで、最も安価なものと評価している。

メタノール製造会社としては、フューバとUK (Union Kraftstoff) の2社を訪問したが、いずれも現在の製造は減圧蒸留残油を原料としたシェル式ガス化法を採用している。とくにUK社では30万トン/年のメタノール生産用原料を、数年後にライン地方の豊富な露天掘り褐炭に転換すべくパイロットテストの最中であつた。

一方、西ドイツではエタノールを燃料とする計画はほとんどないようである。自動車会社として、フォルクスワーゲン社を訪問したが、ここではメタノール燃料車の研究に積極的で、構内には数台のM-15車、M-100車

があつた。しかしながら、エタノール燃料車の研究開発には全くノータッチで、すべてブラジル・フォルクスワーゲン社に任せているということであつた。

3. 2 スウェーデン

この国では一次エネルギーに占める輸入石油の割合が80%近くにも達しているため、今後10年間にこの割合を極力減少すべく、重油に代替可能なエネルギーを重点的に開発しようとしている。本年3月の原子力発電の賛否を問う国民投票の結果、賛成派が勝利を収めたニュースはわれわれの記憶にもまだ新しいが、それだけにエネルギー問題を切実に受けとめている。原子力発電は現在の6基を12基まで増加することになったようであるが、さらに原子力以外にも豊富な森林資源や風力の利用、あるいは輸送用合成燃料の研究、調査を行なっている。

アルコール燃料の研究については、政府と自動車メーカーであるボルボ社とが折半出資して、1975年にスウェーデン・メタノール開発会社(SMAB)を設立し、メタノール混合ガソリンの実用化テストを行なっている。本年5月現在、国内4カ所の給油所においてM-15を販売しており、テスト車はガソリン車約50台、ディーゼルバス2台となっている。この夏からは給油所を17カ所に増加してほぼ全国をカバーし、さらに1,000台の車で2年間テストを継続する計画といわれる。これに投資する政府の予算は、1978~1981年の4年間で自動車用代替燃料の研究に2,400万スウェーデン・クローネ(約14億円)、メタノール供給源の研究に約2,200万スウェーデン・クローネ(約13億円)となっている。そして、



写真4...ストックホルム市内のM-15給油所
スウェーデン国内に4カ所ある
M-15給油所のうちの1つで、
NYNÄS社のもの。

1ℓ2.72 スウェーデン・クローネ
(約160円)と価格が表示されている。

国の助成金90%，産業界の出資10%で研究が実施されている。

政府としては1985年頃よりM-15の実用化を計画しているが、メタノールの確保を中心として多くの問題を抱えている。この国では現在の化学用メタノール13万トン／年のほぼ全量を主としてオランダから輸入しており、今後も短期的には輸入に頼らざるを得ない。したがって、自動車燃料に使用するだけの充分な量を確保できる見込みはない。なお、長期的には国内資源である泥炭、木材の利用を考えているが、技術的に確立されたものではなく、実用化は1990年以降になるものとみられる。

3.3 イタリア

この国の一次エネルギー構成も輸入石油に

70%程度依存しており、エネルギー供給が非常に不安定な状態にある。以前はもっと依存度が高かったが、第一次オイルショックを契機に一部輸入天然ガスに切り替えたため、その分だけ石油の比率は低下した。しかしながら、原子力の伸び悩みや国内石炭資源の乏しさから石油火力の比率は高く、重油を中心とする石油依存はしばらく続くものと思われる。

イタリアにおけるアルコール燃料計画は、1977年にCNR（国立研究評議会）がプログラムをまとめて、国家資本のENIグループが中心となってその具体化の検討を進めている。今の段階ではまだ商業化を目ざしたような具体的なものではないが、内容的には幅広く、かつ独自の思想に基づいて積極的に推進している。とくに、メチルフェューエルというアルコール燃料を基本にしているのが特徴である。

メチルフェューエルとは、合成ガスからメタノールを合成する過程で副生する高級アルコールが、そのままメタノール中に含有されるものを称しており、いわばメタノールを主体とする混合アルコールのことである。メタノール単体を混合するガソリンには相分離、蒸気圧上昇、発熱量低下などの問題があるが、高級アルコールを含有するメチルフェューエルでは、これらの問題を緩和する点が特長である。

メチルフェューエル20%混合ガソリンを使用した実車走行テストが、1977年から12台の車によって実施されており、昨年からはその数も40台に増加された。来年あたりからは、1,000～2,000台の車を動員するとともに、製油所から給油所までの広範なディストリビュー

ーション・テストを含む大規模なテストを計画している。

メタノール生産の原料として、将来は石炭を主力原料としたい意向のようであるが、前述のとおり国内石炭資源は乏しい。その他にもこれといった国内資源がないだけに、結局のところ天然ガス、石油系重質残渣、石炭、木材などガス化原料を多様化する考えである。

エタノールに関する研究は、その使用方法よりも、むしろ生産方法に主眼が置かれている。その一例として、てん菜を原料とするエタノール醸酵のフィージビリティ・スタディ結果の報告を受けたが、これは栽培したてん菜の一部を砂糖の生産に振り向けるという砂糖、エタノール併産方式をベースとしたものである。

3. 4 フランス

この国でも輸入石油への依存度は70%近くに達しているため、原子力発電の推進と石炭への切り換えを計画している。ただし、石炭も半分以上を輸入しているために、とくに原子力発電への期待が大ききようである。この点は国産炭の豊富な西ドイツとは状況が異なる点で、必然的にアルコール燃料開発への意欲も異なる。すなわち、現在のところ実用化を目ざす具体的なスケジュールはなく、研究にもあまり力を入れていない。わずかながら、合成ガスやセルロースなど種々の原料からメタノール、エタノールを製造する方法について研究している。たとえば、フランス石油研究所（I F P）では天然ガスを原料として、エタノールを主成分とする混合アルコールを製造するプロセスを開発し、現在パイロットテストの段階にある。そして、エタノールの

製造に関して、醸酵法と合成法との製造コストを比較検討している。

4. 欧州4カ国の総合評価

以上、4カ国の実態について紹介したが、いずれもわが国と同様にエネルギー資源、とくに石油に乏しいため、輸入石油に大きく依存しなければならないという共通した事情を持っている。そのために石油消費を極力低減しようと計画しているが、国内資源、石油製品需要構成、あるいはその他の国情の相異により、石油代替として何を最優先するかは当然異なる。したがって、アルコール燃料に対する基本的な考え方も、国ごとあるいは業界ごとに多種多様であり、集約することは難しいといえる。

西ドイツ、スウェーデン、イタリアでは、前述のとおり政府が推進母体となっており、政府の強い要望を受けた石油会社、自動車会社が研究に参画している。政府の意欲に対して民間企業の反応は複雑であり、一部にはやや否定的な考えもあった。それは主としてアルコールの確保や経済性、あるいは石油節約の効果などを疑問視していることによる。しかしながら、実用化の可能性は別として、現段階での研究の必要性は民間でも認識している。

各国とも政策的、経済的な観点から、国情に見合った形で研究開発が行なわれているが、アルコールの製造および原料の確保を中心に幾多の問題を今後解決せねばならず、最先端をいく西ドイツでさえも実用化は1980年代半ばになる見通しである。そして、スウェーデンなどの関心を持っている国も、西ドイツの

動向に追随するような感じを受けた。

自動車燃料として用いるアルコールはメタノールかエタノールにほぼ限定されるが、欧州ではやはりエタノールよりもメタノール指向型であり、混合割合も15%程度が一般的な考えのようである。これは量的なバランスおよび自動車エンジンその他の機器材質への影響の程度などを勘案した結果である。

また、エタノールについての研究は、てん菜の醗酵に関するフィージビリティ調査程度で、燃料としての実用化は今のところ考えていない。今回訪問した4カ国のうち、スウェーデン以外は国民1人当りのアルコール消費量が、世界1,2位を競うほどの飲酒王国である。それが原因というわけでもなからうが、エタノールは自動車燃料として使用するのではなく、あくまで人間が飲むものであることを強調していた。

その他に、メタノールに関連した問題として、オクタン価向上剤であるMTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) や、高オクタン価ガソリン製造のためのモービル法につい

ても調査した。いずれもメタノールを原料として製造されるもので、オクタン価向上への寄与という点で、メタノールと競合関係にある。各国ともプレミアム・ガソリンの比率が日本よりはるかに高く、その上にアルキル鉛の規制が年々厳しくなることにより、低鉛あるいは無鉛の高オクタン価ガソリン製造は重要な課題である。このような状況のなかで、MTBEは経済面、技術面で高く評価されており、各国で盛んに利用する動きがある。しかしながら、メタノールと並んでもう1つの製造原料であるイソブチレンの確保に限度があり、この点が最大のネックとなるものとみられている。

今回の3週間にわたる調査では、欧州4カ国におけるアルコール混合ガソリンの実情をかなり把握できたと思われる。わが国で研究を開始する場合に、この調査結果が参考になることを期待したい。

(ひらの としゆき、元研究員、現興亜石油(株)企画部)

「放射性廃棄物の管理と処分に関する 第一回 EC 会議」参加報告

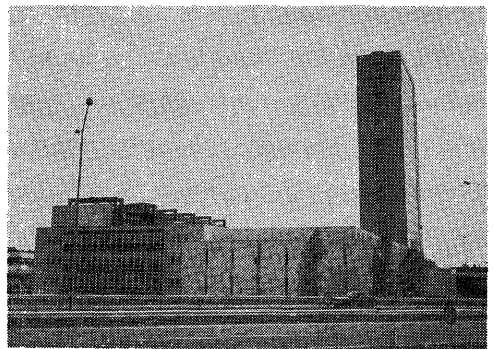
徳 下 善 孝

1. はじめに

今年（1980年）の5月20日から23日にかけて、ルクセンブルグ市で、「放射性廃棄物の管理と処分に関する第一回欧州共同体会議（First European Community Conference on Radioactive Waste Management and Disposal）」が開催された。筆者は、この会議に参加する機会をえたので、以下でこの会議の概要を報告する。¹⁾

本会議は、欧州共同体委員会（以下CECと略記）の研究・科学・教育局が主催し、1975年から始められたCECの放射性廃棄物に関する研究開発計画（第一次）の結果を討論する目的で開かれたものである。参加者は約350人で、前述の事情から、その大半はEC諸国からで、EC以外の国からの参加者は、米、加、日合せて30人程度であった。発表論文は、いずれもCECの招待論文であった。

話の順序として、まず、本会議の背景となっているEC各国の放射性廃棄物の管理に対



写真・1 ECの研究・科学・教育局がある建物



写真・2 「放射性廃棄物の管理と処分に関する第1回欧州共同体会議」の会場となった ニューシアター

（注）1）本会議への参加報告は、当研究所から下記報告書として刊行されている。

IAE-M8002「放射性廃棄物の管理と処分に関する第一回欧州共同体会議出席報告」（昭和55年6月）

する考え方及びCECの共同研究プログラムを簡単に紹介した後、本会議の議事概要を報告することとする。

2. ECの放射性廃棄物管理に対する考え方

EC各国の放射性廃棄物管理に対する考え方を知るうえで、本会議におけるCECのG.シュスター氏²⁾のオープニング・スピーチが参考となる。

彼の主張するところは次の3点に要約される。(1) EC域内のエネルギー情勢の下で、石炭の開発、省エネルギーの促進、新エネルギーの開発、等々広く石油代替案を検討すると、原子力がエネルギー供給源として最も重要な役割を担っており、今後その供給力を着実に増加させていく必要がある。(2) このような基本認識にたち、加えて、ウラン需要の80%がEC域外からの輸入という事実をはじめとする種々の事情から、原子力開発利用を進めるべく、

- ①パブリック・アクセプタンス
- ②ウラン資源の有効利用(FBR開発)
- ③核拡散に対する保障
- ④ウラン資源の安定確保
- ⑤核燃料サイクルのバックエンド

の5つの問題の解決が求められている。

(3) このうち、ECのエネルギー自立のためには、⑤の核燃料サイクルのバックエンドの問題解決に是非とも高いプライオリティを置くべきである。

ところで、ECではすでに1973年より放射性廃棄物の管理に関する研究を開始している。この研究は、1975年よりCECによる共同研究となり、三段階(Phase)に分けて実施されている。このような共同研究形式をとる

ことは、技術開発の総合性の確保、研究開発をどこまでやればよいのか、という程度についての判断基準の検討を各国個別でなく地域全体として行えること、諸問題についてのコンセンサスが得られ易いことなどの点で有益であるとされている。また、CECはEC内諸国だけに限らず、米国、カナダ、OECD/NEA、IAEAとも緊密な協力関係を保っており、日本も参加しようと思えばできる。

このEC各国の共同研究においては、現在のところ、廃棄物の管理・処分方法として、分散ととじ込めの2方法が考えられている。すなわち、①低レベル放射性廃棄物に対しては分散(希釈放出)の方法が採られており、②中レベル放射性廃棄物について減容固化後貯蔵の方式が、③高レベル放射性廃棄物については安定した物質にとじ込め、その後処分する方法が採用されている。

これらの管理・処分方法についての研究開発の要点を次章で述べよう。

3. CECの共同研究プログラム

CECの共同研究には、共同研究センター(JRC)が直接行なう研究と委託研究の二形態があり、研究計画は三段階に分けられている。すなわち、第I段階の研究開発は、①各国で適用・提案されている放射性廃棄物の管理の政策についての一般的な考察を行い、②軽水炉燃料サイクル関連施設から発生する放射性廃棄物の量と形態を詳細に検討し、そして③放射性廃棄物の処理処分技術のうち工業規模となりうるものを評価することを目的としている。次の第II段階では、現在開発中、または将来大規模化が予想されるような各種

(注) 2) G. Schuster, Director general of Research, Science and Education, C. E. C.

技術に関する検討と解析を行う予定であり、最後の第Ⅲ段階ではEC域内での原子力産業と原子力発電の開発計画を考慮しながら、各種放射性廃棄物への新技術適用のインパクトを評価するために、それまでに得られた諸結果を比較することになっている。

開発の現時点における各分野の問題意識を要約すると、次のようになる。

(1) 中・低レベルの放射性廃棄物

中・低レベルの放射性廃棄物 (MLW, LLW) は、その発生量が多く、減容処理が重要課題である。LLWについては、いわゆるすそ切り³⁾ (それ以下のレベルでは放射性廃棄物として扱はないとするレベルの設定) も重要な対策の一つである。MLWについては α 廃棄物³⁾を含むものについては十分減容した後長期貯蔵し、いずれ最終処分に移行することが望ましい。

(2) クラディング ハル等の処理について

クラディング ハルのような放射能レベルの高い固体廃棄物も減容処理が重要であるが、この場合には、圧縮減容、共晶融合、(Eutectic Fusion)、熔融ガラスによる除染、等によることが考えられる。

(3) 気体状廃棄物について

気体状の廃棄物としてはクリプトン-85、トリチウム、ヨウ素-129が問題となる。特にヨウ素-129は固化体に閉じ込めたとしても浸出率が高く、その扱いは今後の重要課題である。

(4) 地層処分における検討項目

(注) 3) α 廃棄物とは、 α 線を放出する核種およびそれを含む (それに汚染された) ものの総称したものである。

地層処分の対象は主に高レベル放射性廃棄物といわれる再処理過程から発生する廃棄物であるが、この場合、①地層のもつ閉込め能力、②処分場の安定性に対する熱負荷の影響、③深地層における地下水の挙動、④処分場の工学的実現可能性、⑤その環境インパクト (パブリック アクセプタンス) などについて検討する必要がある。さらに各種物質の特性、パラメータ諸量等に関するデータベースの作成が急がれる。

4. 会議の概要

この会議は8つのセッション (開会セッションと7つの技術セッション) と3つの技術パネル、そして最終パネルから構成されていた。開会セッションではCECの研究開発計画の要約が行われ、4人のスピーカにより、ECのエネルギー情勢の分析、廃棄物管理の研究開発の展開の現状と将来、が述べられた。ひきつづいて、技術セッションが順次開かれ、その途中にパネル討論会がもたれ今後の課題について、多くの議論がなされた。

第1セッションは、 α 廃棄物とクラディング ハルの管理技術が主題で、主として減容と固定についての技術開発における進歩が披露された。第2セッションでは、高レベル放射性廃棄物の工学的貯蔵、化学分離、核変換の概念とその可能性がテーマとしてとりあげられ、第3セッションでは気体状廃棄物 (クリプトン-85、トリチウム、等) について、その管理と研究開発の現状が報告され、引き続き技術パネル-1 では、これらの課題分野の今後の研究開発のあり方について討議が行われた。そこでは、ALARAの方針を追求す

る際のコストとリスクに関する最適化(optimization)が主なテーマとなった。しかし、技術的な問題よりも、むしろこの概念の政策的実現性に焦点があてられ、最適化を行うことにより、何をどこまでやればよいのか、という具体策については、必ずしもうまくまとまらなかったように思われる。

第4セッションでは、低レベル・中レベル放射性廃棄物の調整(conditioning)に関する技術開発の現状と問題点が報告され、第5セッションでは、高レベル放射性廃液の各種固化体の評価報告が行なわれた。このセッションの報告を受けて、技術パネル-2が開かれ、高レベル放射性廃棄物の固化体の設計条件について、活発に意見が出され、固化体の代替技術(リン酸ガラス)に対する認識が深められた。また、この席で米国のメンデル氏(BNWL⁴⁾)よりBNWLの材料特性センタ(MCC)⁵⁾が紹介された。このMCCは、原子力に係わる放射性廃棄物の安全な処分を確実なものとする為の材料データベースを整備することを目的としており、廃棄物の処理・処分に関連する材料仕様、試験基準、品質管理手順、および許認可のための基礎固めをしようというものである。収集するデータには、使用済燃料、超ウラン廃棄物、廃棄物の処分形態(工学バリア)と、それぞれについての環境との相互作用を対象としており、①放射線学的特性、②物理・化学的特性、③冶金学的特性、④組織の微細構造・浸出率・腐食率、

⑥化学反応度・安定度・揮発性、等々、についての特性値を含むことにならうとされている。なお、材料データとその試験の手順については、材料検査局(MRB)⁶⁾の承認を受けており、今後ハンドブックの発行⁷⁾を予定していることもアナンスされた。

続いて、第6セッションでは、各種地質媒体(岩塩層、結晶質岩、粘土堆積岩)への処分に関する研究開発の現状が述べられ、処分施設の概念設計が報告された。次の第7セッションでは、深地層内への処分に関するEC各国の研究開発の動向が紹介された。このセッションでは、リスク解析の面からの検討も報告され、①方法論の確立、②データベースの整備、③バリエーションシステムの確立、④アクセプタブルレベルの検討、といった課題のあることが結論としてまとめられた。

技術パネル-3は技術総括のパネルであり、各国の計画と技術判断の検討がなされた。このパネルでは、中レベル廃棄物の処分が量的見地から、高レベル廃棄物処分の先駆けという見地から、重要であること、地層処分については工学的障壁(Artificial Barrier)の必要性とその有効性の検討が今後の課題であることが強く指摘された。

最終パネルでは、EC各国の立場・考え方が発表された。この中で、パブリックアクセプタンスの重要性にふれて、Wedd氏(英国エネルギー省)は廃棄物の問題を考える時、次の三点が重要であることを強調した。

- ① 発電をする限りリスクがあり、電力を使うかぎりリスクを受け入れなければならないことを公衆に正確に伝えること。
- ② 原子力に係わる廃棄物は種々の産業その他の廃棄物の中では扱い易い方だと伝える

(注) 4) 米国、バテル ノースウェスト研究所
5) Material Characterization Center
6) Material Review Board
7) 1980年3月にBNWLよりPNL-3254 (Materials Characterization Center Program Plan) が発表されている。

こと。

③ 原子力技術をわかりやすく伝えること。

そのためには、国民と産業の間に通訳が必要であるが、原子力産業側は信じられていないので、媒介者として外部の人が必要である。

また、エッケルド氏（スウェーデン原子力規制部）は、「廃棄物の問題はクリティカルなものとは思わない。むしろ原子炉運転員の問題の方が重大である。しかし、廃棄物の問題は、1万年後に人が死なないことを言う必要があることから、重要な問題であることは確かである。」と述べ、現在スウェーデンが進めている核燃料サイクル管理プログラムの実施スケジュールを示した。

このパネルで印象的であったのは、廃棄物の処理処分においては、ALARAの観点から Cost/Benefit が問題のポイントであるという点をパネリストが一致して強調していたことである。

議長を務めたシュスター氏は最後に本会議は諸国民に対し次のようなメッセージを発すると述べ、会議はその全日程を完了した。

①「この分野に働く我々は廃棄物処分が可能なものと考えている。」

②「われわれはその実施のために、なお作業をつづける。」

（とくした よしたか 前副主任研究員、
現電源開発企画部）

研究所のうごき

(昭和55年7月1日～9月30日)

◇ 理事会開催

第7回理事会

日 時：9月5日(金) 15:00～15:30

場 所：当研究所第1会議室

議 題：

- (1) 昭和55年度運営費借入限度額の増額について
- (2) 理事の一部改選について

◇ 企画委員会開催

第10回企画委員会

日 時：8月11日(月) 14:00～16:00

場 所：当研究所第2会議室

議 題：

- (1) 技術開発政策の経済学
—最適投資配分ならびに資金調達・コスト負担
の論理を中心として—
- (2) 鉄鋼業の省エネルギー対策の成果と今後の課
題
- (3) その他

◇ 主なできごと

- 7月1日(火) 「原子力プラント運転信頼性」研
究会開催
「エネルギー技術データベース体
系化法開発研究」第5回委員会開催
- 4日(木) 「海水ウラン等回収システム技術
開発調査」第1回委員会開催
- 21日(月) 「ローカル・エネルギーシステム
標準化調査研究」第2回委員会開催
- 22日(火) 「バイオマス調査」第1回委員会
開催
- 25日(金) 「新・省エネルギー技術課題の評
価の調査」第3回委員会開催
- 8月7日(木) MITI-IAE 定例懇談会開催
- 11日(月) 第10回企画委員会開催
- 22日(金) 「放射性廃棄物輸送の安全評価」
第1回委員会開催
- 23日(土) 「国内バイオマス資源によるアル
コール生産の調査」第1回委員会開
催

8月26日(火) 「新・省エネルギー技術課題の評
価の調査」第4回委員会開催

27日(水) 「エネルギー技術データベース体
系化法の開発研究」及び「将来にお
けるエネルギー立地の構想と評価調
査研究」の昭和54年度研究成果を電
力中央研究所に報告

29日(金) 「廃炉技術基準等確立調査」第1
回委員会開催

9月5日(金) 第7回理事会開催

9日(火) 「高レベル廃棄物地層処分リス
ク解析」委員会開催

17日(水) 「ローカル・エネルギーシステム
標準化調査研究」第3回委員会開催

25日(木) 「燃料電池エネルギーシステム研
究調査」第1回委員会開催

26日(金) 「新・省エネルギー技術課題の評
価の調査」第5回委員会開催

29日(月) 「原子力プラント運転信頼性」研
究会開催

◇ 人事異動

下記の新入及び退所の人事発令が行なはれた。

(氏 名)	(発令月日)	(所 属)
〔採用〕		
松井 一秋	4月1日	主任研究員，プロジェ クト試験研究部
下岡 浩	〃	研究員，プロジェクト 試験研究部
黄 明彰	〃	〃
高岡 朋代	〃	〃
後藤恵美子	〃	研究員，調査部兼企画 部
田中 敏雄	4月21日	主任研究員，プロジェ クト試験研究部
西沢 靖雄	〃	〃
佐藤 綾子	5月15日	経理課
高橋 和雄	7月15日	プロジェクト試験研究 部課長(業務担当)
菅野 一郎	7月28日	副主任研究員，プロジ ェクト試験研究部
飯沼 孝正	〃	副主席研究員，プロジ ェクト試験研究部長
山本 彬夫	〃	副主席研究員，調査部 兼プロジェクト試験研

〔退 所（派遣解除）〕

徳下 善孝 9月1日

究部

副主任研究員，プロジェクト試験研究部

の依頼により、「海外バイオマ資源によるアルコール生産に関する現地調査」のため、8月25日～9月13日の間、インドネシアに出張した。

また、楠山藤一主任研究員は、第11回世界エネルギー会議に出席する等のため、9月6日～9月20日の間、西独、オーストリア、ベルギーに出張した。

◇ そ の 他

外国出張

高倉毅主任研究員は、日本エネルギー経済研究所

季報エネルギー総合工学 第3巻第3号

昭和55年10月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105 東京都港区虎ノ門3-8-21

第33 森ビル

電話 (03) 4 3 1 - 8 8 2 2

無断転載を禁じます。(印刷) 和光堂印刷株式会社