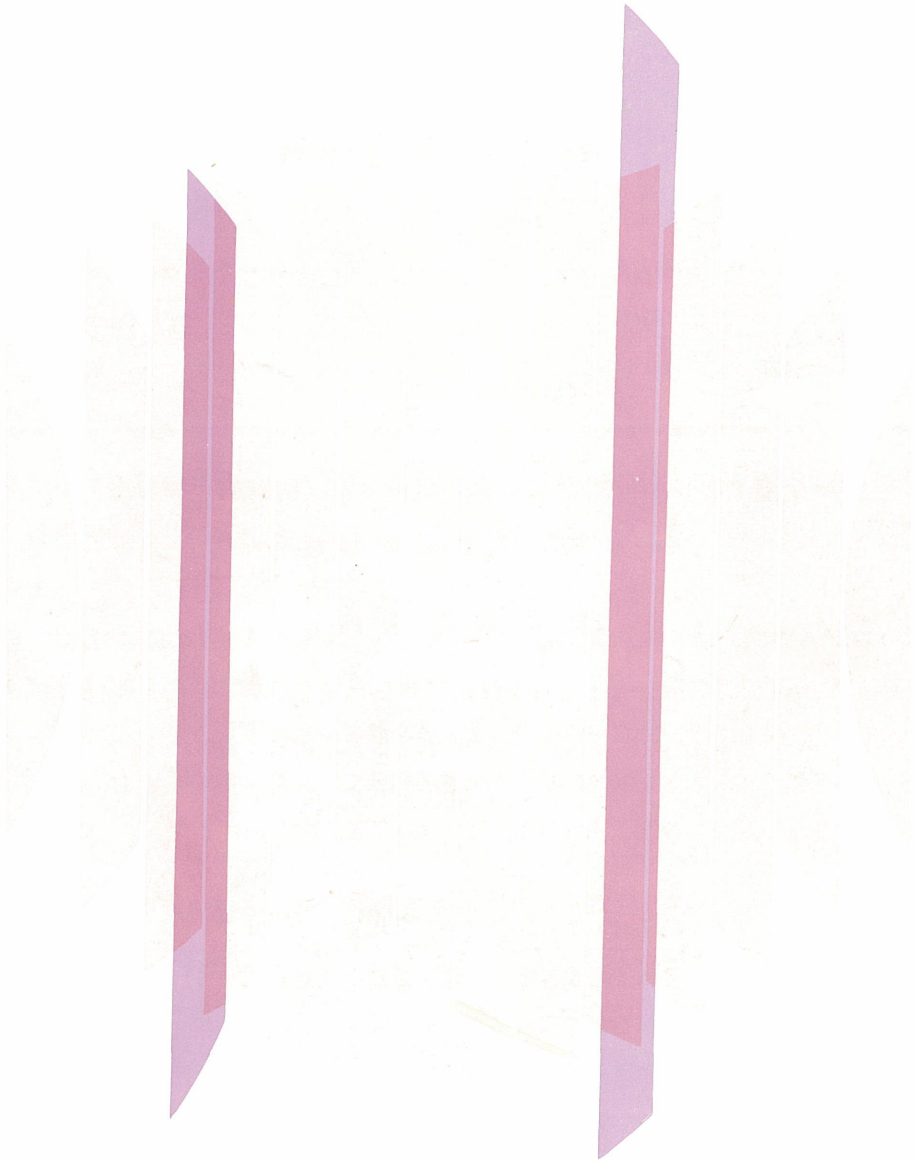


季報 エネルギー総合工学

Vol. 6 No. 1 1983. 4.



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

目 次

カロリーからジュールへ（国際単位系の採

用）……………理事・（財）日本産業技術振興協会副会長 朝 永 良 夫………… 1

エネルギー問題とわが国経済……………

…………… 監事・日本興業銀行顧問 田 島 敏 弘………… 2

わが国のソフトエネルギー開発の現状と課題

—太陽、風力、海洋エネルギーについて—

……………長谷川 正 悟………… 17

原子炉の熱利用……………横 山 二 郎………… 28

高速増殖炉開発の動向について

—海外調査から—……………山 本 彬 夫………… 38

研究所のうごき…………… 46

第5巻通巻目次

カロリーからジュールへ

(国際単位系の採用)

理事・(財)日本産業技術振興協会副会長 朝 永 良 夫

昭和47年に、工業標準調査会は日本工業規格(JIS)に使われる計量単位に国際単位系(SI)を採用する方針を決定し、既にその第一段階として、従来用いられている非SI単位の後に括弧して相当するSI単位の値を併記する改正を終った。そして現在は最終的にSI単位一本に切り換えるための経過措置につき検討中であり、その技術的指針が近く決定される運びである。

国際単位系はメートル条約に基づく国際度量衡総会の勧告による一貫した単位系であって、国際的にはISO-1000、国内ではJISZ 8203の規格ができています。SIは一つの量に対して一つの単位だけを採用するのを原則としている。エネルギー関係でいえば、仕事、エネルギー、熱量の単位はいずれもジュール(J)となり、従来の単位系で用いていた熱の仕事当量(J)はSIでは必要なくなる。カロリー(cal)はSIから除外されている。従来暖冷房装置の能力をkcal/hで表わしているのはW又はJ/hに切り換えられることになる。エネルギーバランス表等の統計資料に使われる単位のとり方と問題点については、日本エネルギー経済研究所の報告「エネルギー統計情報の体系的整備についての研究」(昭和53-3)の中に述べられている。現在いろいろなエネルギー源の共通単位としてはcalが用いられているが、SIに移行した場合にはJで表示することになる。カロリーは、「カロリー不足」というような言葉があるように、馬力とか尺・寸と同じく普通名詞としても馴染み深く使われてきているので、その廃止には多少の抵抗があるかもしれない。しかし単にカロリーといっても15度カロリー、ITカロリー、熱化学カロリー等と僅か値の異ったものがあって、単位としてはあいまいさを免れない。その点からいっても熱量の単位としてはジュール一本にすることが望ましい。EC諸国を始め多くの国がSI採用にふみきっている今日、わが国でもこれら国際的な動きをにらみながら、円滑に切換えられるよう国全体で努力すべきであろう。

(ともなが よしお)

エネルギー問題とわが国経済

監事・日本興業銀行顧問 田 島 敏 弘

本稿は、昭和57年11月10日開催の当研究所第3回評議員会での講演速記をもとにして、著者に修正、加筆していただいたものです。

1. エネルギーを巡る環境変化とわが国経済

1.1 わが国のエネルギー構造の特質

わが国のエネルギーを巡る環境変化と経済ということで、まず話を進めたいと思います。

ご承知のとおり、表1に示しますように、わが国は自由世界で米国に次いで2位のエネルギー消費国です。この表の出所は国連統計のOECD諸国のエネルギーバランスでして、百万トン単位ですから、ここにある数値に1.16倍するとキロリッターの数字となります。このように消費量が多く、しかも、表2に示すように石油依存度、海外依存度が非常に高くなっています。また、需要部門別のエネルギー消費構成を先進諸国と比較して示し

表1 先進諸国のエネルギー消費動向

(石油換算：百万t)

	米	日	独	英
1978	1,857	357	273	212
1979	1,871	378	284	221
1980	1,809	372	272	202

(資料) OECDエネルギーバランス国連統計月報

たのが表3ですが、産業部門での消費割合が非常に高く、民生部門のそれが非常に低いということがわが国のエネルギー消費構造の特徴であることを、この表は示しております。したがって、わが国の場合、産業部門のエネルギー消費のいかんが国全体のエネルギー消費に非常に大きく関連してくるということになります。

表2 エネルギー源の石油依存度及び海外依存度

(単位 %)

	一次エネルギーの海外依存度('80年)	エネルギー源中の石油依存度('80年)	石油の海外依存度('80年)
日	84.1%	65.3%	99.8%
米	14.5	43.4	38.4
英	2.7	40.0	▲ 0.7
独	54.4	47.9	96.4
仏	72.6	55.1	97.8

(資料) OECDエネルギーバランス

表3 各セクター別エネルギー消費(1980年)

(単位 %)

	米	日	独	英
産業部門	30.9	55.5	38.1	33.1
運輸部門	35.6	21.4	21.2	25.1
民生部門	33.5	23.1	40.7	41.8

(資料) OECDエネルギーバランス

現在、日本のエネルギー消費構造は、石油エネルギーへの依存度が非常に高いということで、これが日本経済の弱点になっています。しかし、かつての高度成長期には日本の産業は石油の方へどんどんシフトして、いわゆるエネルギーの流体革命が定着したわけです。その結果、非常に弱い体質を作りましたが、逆にいいますと、わが国が現在のような経済大国になれた大きな原因の一つには、安い原油をフルに使ったことがあるのではないかと思います。

ところで、最近は非常にオイル・グラットという世の中になりまして、大きな環境変化に直面しているわけですが、この場合にも適切な対応を行って経済基盤を強くするということが非常に大きな命題になっており、同時になんとかうまくいくのではないかと期待しているわけです。

1.2 オイル・ショック後の環境変化

そこで、オイル・ショック後の環境変化ということで、ここ10年程の原油価格の推移を示した図1をみて下さい。1973年と79年と二度のオイル・ショックをはさんだ丁度10年間で原油価格は約15倍ぐらいに上がりました。第一次の石油危機前、つまり72年以前では、スポット物でいいますと、バレル当り1ドル20セントぐらいでもなかなか売れなかったという状態でしたが、その後図に示すような勢いで二回の石油危機を奇貨として、OPEC諸国が値上げしたわけです。その結果、世界経済が現在のような非常に長期にわたる不況に陥らざるをえなかった、スタグフレーションの長引く基になった訳です。

こういう環境の激変で、世界的にエネルギ

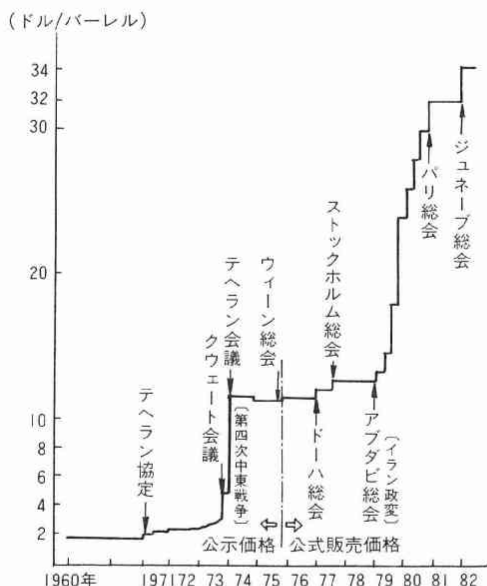


図1 原油価格の急騰

ー需給に大きな変化があらわれたことは当然ですが、その変化を一言でいえば石油を中心とするエネルギー消費の鈍化傾向ということです。表4と表5とでエネルギー消費の動向と経済成長率との関係がうかがえると思います。特に、第二次のオイル・ショック後世界的にエネルギー消費の構造変化がみられ、これが急激に石油の消費減退をもたらしたことが、これらの表から分かります。

変化の第一は、省エネルギーの進展であり、その第二は、各国の脱石油化の努力と石油代替エネルギーの導入です。表6に各国の省エネルギー及び石油代替エネルギー供給の状況を、1981年について示しました。表に示すように、消費原単位は依然として減少しつつありますし、代替エネルギーの供給量がふえるという状態が続いております。こういう点に加えて、わが国で特に顕著にみられますのは、産業構造の転換でして、これが素材産業に非常に大きく現われています。つま

表 4 先進諸国の経済成長率及びエネルギー消費の推移

		'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80
経済成長率(%)	O E C D	0.9	▲ 0.4	4.9	3.7	3.8	3.4	1.3
	(内)米 国	▲ 0.6	▲ 0.9	5.4	5.4	4.4	2.8	▲ 0.1
	(内)日 本	▲ 1.0	2.3	5.3	5.3	5.0	5.5	4.4
エネルギー消費対前年比(%)	O E C D	▲ 2.3	▲ 2.8	5.0	▲ 0.3	3.9	1.9	▲ 3.1
	(内)米 国	▲ 2.7	▲ 2.6	5.1	2.0	2.9	0.6	▲ 3.8
	(内)日 本	0.9	▲ 4.0	4.1	0.6	2.2	1.4	▲ 1.9
石油消費対前年比(%)	O E C D	▲ 4.9	▲ 3.7	6.4	2.0	2.3	0.1	▲ 7.8
	(内)米 国	▲ 4.3	▲ 2.2	7.3	5.4	2.7	▲ 2.4	▲ 8.9
	(内)日 本	▲ 3.4	▲ 5.8	4.1	2.4	1.2	0.8	▲ 9.1

(資料) B P統計等

表 5 各国のエネルギー動向 (1981年)

(単位 %)

国 名	項 目	実質経済成長率	エネルギー消費 増 加 率	石油消費増加率
ア	メ	2.0	▲ 2.4	▲ 4.4
日	本	3.0	▲ 1.7	▲ 5.6
西	ド	0.3	▲ 4.2	▲ 10.3
イ	ギ	▲ 2.2	▲ 4.0	▲ 7.7
フ	ラ	0.3	▲ 0.6	▲ 9.6
イ	タ	▲ 0.2	▲ 1.4	▲ 2.5

(資料) 資源エネルギー庁資料より

表 6 各国の省エネルギー及び石油代替エネルギー供給の状況 (1981年)

国 名	項 目	エネルギー消費原単位 (原油換算kℓ/GDP百万ドル)	石油代替エネルギー供給量 (原油換算百万kℓ)	(参 考) 石油依存度 (%)
ア	メ	1,140 (▲ 4.3)	1,251 (0.6)	41.1
日	本	627 (▲ 4.7)	152 (6.1)	63.4
西	ド	616 (▲ 2.5)	167 (1.6)	45.4
イ	ギ	937 (▲ 1.4)	143 (▲ 1.5)	38.1
フ	ラ	552 (▲ 0.7)	105 (11.8)	52.8
イ	タ	730 (▲ 0.7)	57 (0.8)	66.4

(資料) 資源エネルギー庁資料より

(注) 括弧内は対前年比増、減 (▲) の%。

り、エネルギー価格が非常に上がったため、エネルギーをあまり使わない組立加工産業が好況であったのに反し、エネルギー多消費型の素材産業が極端に不振であるという構図が明確に浮び上がってきているというのが、昨今の日本経済の姿です。要するに、非鉄金属、化学、紙パルプ、繊維といった産業が非常に不振に陥っています。一時的なものもありますが、構造的なものもかなり多いということです。一方、自動車とか工作機械、電機、電子等のいわゆる組立産業は比較的好況です。しかし、これらの産業も最近の世界の不況により、輸出が頭打ちになり、あるいは貿易摩擦を引き起していることは、ご承知のとおりです。

もとより世界経済の潮流に沿ってしか日本の経済も動けないわけで、日本経済の構造変化が進むのは当然であり、必要なことです。しかし、急激に素材産業が不況になっていること、—これがまたエネルギー消費の縮少をきたしているわけですが—素材産業が基盤を弱めていくということは、長期的にみると、わが国経済の体質をむしろ危くしている面もあるということで、エネルギー消費の減ったことが良いことだと必ずしも手離して喜べない状態になっているわけです。特に組立加工産業が新しい展開をしなければならないという、いわゆる先端技術産業にこれからだんだん重点を移していかなければならないという時には、やはりその基になる良質な素材の供給が前提になって、はじめて順調活発な展開が期待できるわけですから、素材産業といえども決して軽視はできないと思います。

現在、エネルギーの供給は余っています。しかし、わが国の経済にとっての課題は、依

然としてエネルギー構造の強化——省エネルギーとか石油代替エネルギー開発はこれまで成果を挙げましたが、さらに一層推進せねばなりません——と並んでもう一つの大きな問題として素材産業をいかにして活性化していくかという問題があるかと思います。ジャーナリスティックな言説によりますと、素材産業は面倒だから全部やめてしまって、外国に依存したらよかろうという説もありますが、なかなかそうはいかないということで、以下少しく素材産業の現状と課題にふれたいと思います。

2. 素材産業の現状と課題

2.1 素材産業の現状

先程もふれましたが、素材産業の不振の概況を示す一つの指標として図2に生産指数の推移を掲げました。製造業全体が真中の実線で示されており、素材産業はその下のほうに一点破線で示されています。上のほうの点線は加工組立産業ですが、二極分化が著しいことをこの図ははっきり示しています。図の一番右側の昭和56年度のところをみますと、昭和50年=100とした指数で、組立加工産業は約200(2倍)になっていますが、素材産業は下のほうで、55年の第1四半期に過去のピーク(48年)に漸く戻ったもののその後低迷しております。これは需要が非常に不振であるということで、不良在庫が依然として残っており、一部産業は構造的に不況に陥っており、ある程度縮少均衡を図らなければならない状況になっております。

素材産業の不振を示すもう一つの指標として、表7に主要産業の収支動向を示しました。

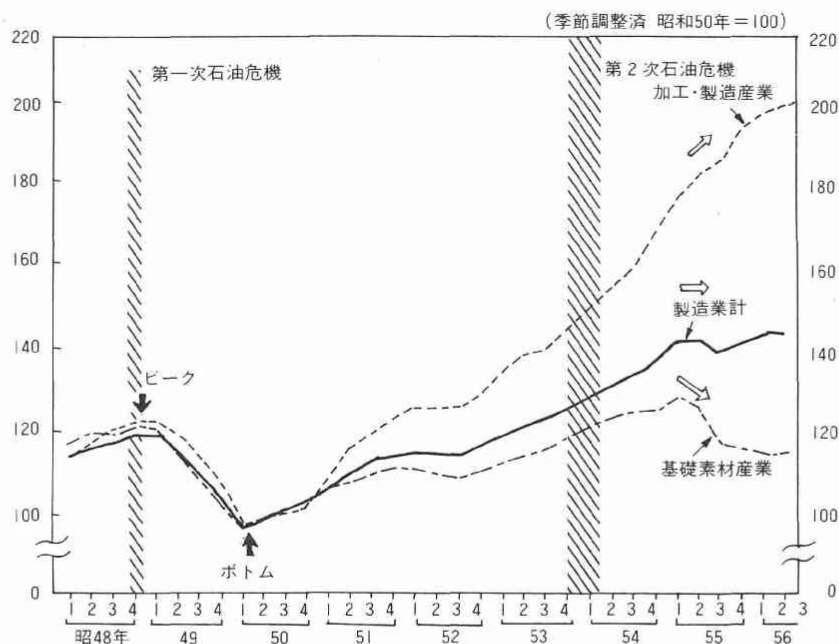


図2 生産指数の推移

(資料) 昭和50年基準鉱工業指数

表7 主要産業の収支動向

(単位 億円)

	55年度	56年度	57年度
鉄 鋼 (主要5社)	4,676	3,910	1,500
アルミ (6)	298 ▲	593 ▲	800
石油精製 (26)	2,960 ▲	3,327 ▲	3,900
石油化学 (7)	593 ▲	241 ▲	351
紙パルプ (8)	229	93	277
自動車 (11)	6,169	6,456	7,050
電機電子 (35)	7,307	8,300	8,600

表に示されるように、業界の規模からいいますと一番不振な産業はアルミで、57年度業界全体で800億円の赤字が見込まれています。石油精製も、円安の直撃を受け、また、設備が過剰で、そのうえ業界が複雑かつ過当競争体質になっているため、なかなか値上げが通らないということで、57年度には3,900億円の赤字予想となっています。石油化学も相当の

部分が赤字に転落しています。紙・パルプは設備過剰とはいいものの比較的傷は浅く、構造的とはいいいくいが、やはり不振です。このように、自動車、電機、電子産業が好況であったのに比べて、極めて対照的な状況にあります。そうはいものの自動車や電機、電子も油断はできません。VTRとか家庭電器製品の輸出ストックがたまり、非常に不振になっているという状況が最近現われています。まだ非常に高い水準にあるということも事実ですが。

以上、素材産業不振の概況を述べましたが、次に、素材産業の問題点について、まず供給サイドからふれてみようと思います。この面での第1の厄介な問題は、当然、エネルギーコストの上昇です。エネルギーコスト上昇の実態を示すものとして表8を掲げました。昭和47年度と56年度とを比較すると、原油の平

表8 エネルギー・コスト上昇の実態

	47年度	50年度	56年度
原油輸入価格(\$/b)	2.57	12.05	38.24
ナフサ価格(千円/kl)	6.40	26.20	58.50
大口電力料金(円/kWh)	3.55	7.46	14.71

均的な価格は約15倍になっています。この10年間で15倍にもなった物資は、石油危機以前にはなかったわけで、こういう無茶苦茶なことをOPECがやった結果、それが世界的にもまた日本にも大きな不況へのインパクトを与えたわけです。さて、同様にナフサ価格は9.1倍、電気料金（大口料金）は4.1倍と上がっています。

このようなエネルギーコストの上昇により素材産業全体のコストが上昇し、そのため非常に苦境に陥っているわけですが、エネルギーコストの占める比率の大きい産業が、特にコストの上昇率が高いということは当然です。図3はエネルギーコスト比率と総コスト上昇

率との相関を、産業をグループに大きく分類して図示したものです。図の注にありますように、石油系には石油化学、化学繊維、合成樹脂、プラスチック産業が含まれ、電力系にはアルミ精錬、合金鉄、カーバイド、ソーダ、電気亜鉛といった産業が属しています。図に示されるように、一番上に石油系がとび上がっており、電力系も上のほうにあります。つまり、これらのグループに属する産業ではエネルギーコストの上昇率が非常に高いものですから、国際競争力が低下することを免れえなかったわけです。その結果、輸入が増え、輸出が減るということで悪い影響を与えられたということです。

策三の問題としては、他の産業でもそうですが、素材産業は特に過当競争体制で、企業が乱立しているということが挙げられます。このことは日本経済における産業の特質で、企業が乱立してお互いに足を引張りあいながら、それが高度成長期には比較的推進力にな

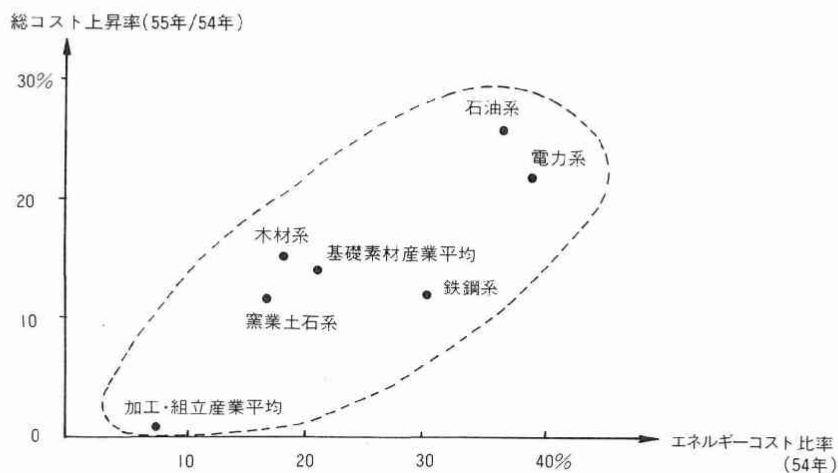


図3 エネルギーコスト比率と総コスト上昇率との相関

(注) 石油系：石油化学、化学繊維、合成樹脂

電力系：アルミ製錬、フェロアロイ、カーバイド、ソーダ、電気亜鉛

(資料) 昭和54年産業連関表(延長表)等

ったのですが、石油ショック以降需要が低迷している時代になりますと、悪い面だけが非常にあらわれてきて、その結果非常に苦境に陥るというわけです。その間、独禁法が外国のもの真似でできましたが、いったんできてしまうと非常に独自の動きをして、世界でも稀な過当競争社会で独禁法がいろいろの面で活躍しているわけで、甚だもっておかしな現象を呈しているわけです。要するに競争を制限して悪い結果がでるのを止めるのが独禁法ですが、過当競争社会に独禁法が同じような原理をあてはめるということは非常におかしいことです。いずれにしても過当競争体質でお互に潰し合いをやって苦境にあるという点は、また別の問題として今後なんとか直していかなければならない問題です。以上が供給サイドの問題点です。

次に需要サイドの問題にふれたいと思います。表9に主要素材産業の設備稼働率の推移を示しました。オイル・ショックを境にまず内需が低迷したということで経済成長率が鈍化したのは止むをえません。マイナス成長まで落ちこんだ後で5%ぐらいの輸出増による成長が続きましたが、最近では2~3%台の成長にまた落込んでいます。素材産業はおおむね内需への依存率が非常に高いものですから、特に内需が低迷したということの結果、

図9 主要素材産業の設備稼働率推移

	48年度	53年度	57年度上期
鉄 鋼	94.5%	73.0%	69.1%
紙 パ ル プ	91.6	75.8	74.8
石 油 化 学	81.5	76.4	62.0
石 油 精 製	89.7	72.3	53.7
ア ル ミ	86.3	62.3	44.6

素材産業が非常に低操業に定着してしまっているという状態が、この表からうかがえると思います。鉄鋼をとってみますと、57年度上期には69.1%ですが、最近では65%ぐらいになっています。新聞などによると60%割れという数字もありますが、これは公称能力のとり方の相異によるもので、公称能力を年産1億5,700万トンにとっています。表9では1億4,500万トンで計算しています。紙・パルプは同時期で74.8%、現在は73%ぐらいに落込んでいます。石油化学も現状は表に示すように62%ですが、最近ではさらにそれを割っています。石油精製にいたっては53.7%の稼働率となっていますが、極く最近の数字では、さらに低く50.8%という状況です。アルミも44.6%まで落ちていますが、さらに最近では、ここに示してありませんが、40.2%ぐらいに落込んでいます。こういうことで、資本費その他の負担が非常にかかってきて、皆赤字に苦しむというような状態になっています。それから値段が上がらないし、海外からの輸入圧力で非常に苦しんでいるわけです。

需要サイドの次の問題点は、需要構造が変化してきたということです。素材価格がオイル・ショックの結果相当上がりましたので、ユーザーとしては、やはり節約にこれ努めるというのもまた当然でして、これがまた原単位の改善その他になって、—そのこと自体は非常に良いことなのですが—素材の需要減少をひきおこし、素材産業には非常に辛いことになりました。

素材の原単位の変化を表10に示しましたが、原単位の改善が組立加工産業で非常に著しくあらわれています。従来、素材につきましては、重厚長大といわれていたのが、軽薄短小ということを一義とするということで、すべてのものにおいて軽くて、薄くて、短くて、

表10 素材原単位の変化

	53 年	54 年	55 年
組立加工産業	13.4%	13.1%	12.6%
素 材 産 業	39.9	39.9	39.4

(注) 生産に占める素材投入比率

小さいものを狙おうというのが大勢でした。その結果、素材の需要が減少することになりました。

第三の問題点は、仮需要がはげてきたということです。オイル・ショックによる石油価格の上昇期には、いろいろ思惑があり、需要がかなり増えています。買いだめをしたりして、その結果、相当の在庫を抱えたところが、その後、需要減少でこれが非常に悪質の過剰在庫になってしまったということです。

2.2 個別産業の現況とエネルギー価格の上昇

以上に挙げたようなことが、素材産業が苦境に陥った大きな原因ですが、これらの現われ方は素材産業の中でも業種によって異なっていますので、個別産業の現況をエネルギー価格の上昇とあわせて、次にみてみたいと思います。

表11に産業別エネルギー原単位の推移を指数で示しました。この表で、鉄鋼、セメントのグループは主として石油を熱源として使用

表11 産業別エネルギー原単位の推移

(48年度= 100)

	エネルギー原単位		石油原単位	
	54年度	55年度	54年度	55年度
鉄 鋼	90.5	88.0	61.3	43.0
セメント	83.1	79.1	80.2	31.8
石油化学	80.3	73.8	86.6	84.2
アルミ	92.2	90.0	—	—

していた産業ですし、しかも産業の特質上比較的石炭転換が容易でありますので、急速に石炭転換が行われたわけです。鉄鋼でいいますと、省エネルギーのための生産プロセスの開発に石炭転換を中心として成功しましたし、さらに連鑄（連続鑄造設備）比率が70%と世界でも最高になったというようなことであります。また、セメントではNSPキルンの導入もあって、そういう面からのエネルギー節約も行われました。石油消費の原単位を鉄鋼についていいますと、1トン当り重油消費量が昭和48年頃には58リットルだったのが、最近では1リットルぐらい、58分の1に減っています。セメントについては、石炭転換が90%を超えています。従って、48年頃に比べますと、約10年で年に700万キロリットルぐらいの石油節約に成功しました。また、先程ふれた New Suspension Preheater の普及により省エネルギーが非常にうまく達成されたわけです。

そこで、エネルギーコストの上昇率も鉄鋼などは非常に低く、第二次のオイル・ショックによるエネルギーコスト上昇なども比較的軽く済んだわけです。54年度と55年度のエネルギーコストの上昇率が表12にでていますが、鉄鋼系は素材産業の中ではその上昇率が一番軽微でした。しかし、鉄鋼系は、国内の需要が素材産業の中では比較的堅調でしたが、最

表12 55年/54年エネルギー・コストの上昇率

素 材 産 業	13.06%	(石油化学, 化学繊維) (合成樹脂) (アルミ地金, ソーダ) (フェロ etc) (鉄鋼圧延)
石 油 系	23.86	
電 力 系	21.59	
鉄 鋼 系	11.19	
組立・加工産業	4.24	

表13 アルミ製錬電力コストの国際比較

電力ソース	日 本	米 国	カナダ
石 油	76%	2%	—
水 力	12	41	100%
石 炭	12	39	—
天 然 ガ ス	—	18	—
電 力 単 価 (円/kWh)	16~17	4~5	1~2
トン当り電力費 (千円)	240~255	60~75	15~30

近は世界の不況により稼働率がさらに落ちて相当厄介な状態になっております。

次に、表13に示しましたが、アルミ製錬、フェロシリコンのグループについてみますと、これらは電力を経由して石油を消費しているといいますが、電力を原料にしているわけですが、電力のコスト高で国際競争力を失うということが極めて急速に現われてきたわけです。この表によりますと、日本の場合には、石油だきの共同自家発などを含め石油による電力への依存が76%、水力は12%しかありません。米国は水力41%、石炭—アメリカの国内では極めて安い石炭を大量生産で供給していますが—39%、天然ガス—これも非常に安いのですが—18%という構成ですし、カナダは全部水力依存で、これも非常に安い。表の下段に電力単価がでていますが、kWh当りカナダの場合1~2円、米国の場合には、石炭だき、水力等を含めて4~5円となっています。それに対し、日本のアルミ製錬での中心である共同自家発の平均コストは16円50銭です。従って、地金トン当りの電力費は、日本が24~5万円なのに対し、カナダは1万5千円ないし3万円と、10倍あるいはそれ以上の格差があるという状態ですから、到底国際競争力を確保できるわけがありません。なお、ア

ルミ地金の電力使用原単位は、動力用電力まで含めてトン当り1万5千kWhというのが、新鋭設備の現状です。フェロシリコンの場合、電力使用原単位はトン当り9千kWhですが、特にアルミは国際競争力を失ってしまって現在のような惨状を呈するに至りました。

そこで、アルミについてアメリカとかカナダからくる安い輸入地金におかれている状況を表14に示しました。地金の輸入は昭和56年度から急速に増えました。その中で一番多かったのは米国からですが、57年度には各国から合計で125万トンぐらいの輸入が予測されており、国内生産は30万トンぐらいに減っております。企業収支としては、各社合計で、800億円以上の年間の経常赤字がでるという状態です。

表14 アルミ地金輸入の推移

(千トン)

	54年度	55年度	56年度	57年度
地 金 輸 入	678	862	1,062	1,250
メーカー在庫	75	245	268	230
国 内 生 産	1,043	1,038	665	306
企業収支(億円)	250	298	▲ 649	▲ 800

昨年、産業構造審議会ではアルミ産業をどうするかということで、部会を盛んに開きました。私もそのメンバーで出席していましたが、その前の産業構造審議会で設備能力を110万トンに減らしているのに加えて、設備のスクラップ化と凍結により、これを70万トンぐらいに減らそうということで検討を進めてきました。すなわち、将来の需要のうち3分の1ぐらいはせめて国産で賄うことが安定供給のために必要であるということで、昭和60年度の需要量の3分の1を自給できる設備

能力として上述の数字がだされたわけです。ところが、現在、国内生産は30万トンを超えるような状態になっています。これに対する対策としては、昨年10月から電気料金の軽減措置をいろいろ考えて、kWh当り1～2円の低下になったわけです。それから関税の免除、これは製錬会社扱いの輸入地金40万トン分について関税を免除するというをやりました。しかし、この程度ではとても間に合いませんで、前述の800億円の赤字がでてきている訳で、結局業界を大幅に縮小するほか仕方がないでしょう。

次に、石油化学、塩ビとか化学肥料のグループに関連して、石油化学原料の国際比較を表15に示します。いま挙げた業種は石油、いわゆるナフサを主として原料としていますが、北米の天然のス系化学との間にエチレンの価格差が非常にできてきているということを表は示しています。エチレンの原料は、日本ではナフサが90%を占めていますが、米国では天然ガスからのエタンが主で50%、さらにLPGが20%、これもかなり安いのですが、このほか分解軽油をクラッキングして使っているのが15%という原料構成になっています。カナダでは天然ガスからのエタンが35%、ナフサは65%ですが、これもカナダの場合には特別価格で非常に安くなっています。その結

表15 石油化学原料の国際比較

エチレン原料構成	日 本	米 国	カナダ
エ タ ン	0 %	50 %	35 %
L P G	4	20	0
ナ フ サ	96	15	65
軽 油	0	15	0
エチレン価格 (円/kg)	170	110～130	70

果、エチレンの価格は、表の下段に示すようにkg当り日本が170円であるのに対し、米国が110～130円、カナダが70円となっていて、このままではとても太刀打ちできない、いわゆるポリオレフィン系の通常の製品では、とても太刀打ちできないわけです。そのため、エチレン系の中間材料の輸入が非常に増え、また東南アジアに從來でいた日本のポリオレフィンの市場がすっかり侵食されて後退しています。

表16は石油化学製品別輸入の推移を示しています。例えば、スチレンモノマー（SM）ですが、57年に輸入は17万トンで大部分は米国からです。エチレングリコール（EG）では9万トン、これは大体カナダからきています。アクリロニトリル（AN）は米国からが主で7万トンぐらいになっていますが、急増傾向にあります。エチレンジクロライド（EDC）は米国とカナダからで18万トン、塩ビポリマー（PVC）は9万トンで米国からだけでなく、韓国、台湾からもかなり輸入されています。

表16 石油化学製品別輸入の推移

(千トン)

	53 年	55 年	57年
S M 生 産	1,122	1,144	1,100
輸 入	29	109	170
E G 生 産	630	492	390
輸 入	24	81	90
A N 生 産	609	469	480
輸 入	3	63	70
EDC 生 産	1,837	2,060	1,690
輸 入	193	202	180
PVC 生 産	1,204	1,430	1,135
輸 入	32	35	90

表17 東南アジア市場における日米
シェアの変化

(%)

		1978	1979	1980
A N	日米	93% 7	84% 16	40% 60
E G	日米	94 6	94 6	81 19
S M	日米	37 63	19 81	2 98
P V C	日米	85 15	82 17	37 63
P S	日米	67 33	54 46	40 60
P P	日米	78 22	34 66	21 79
H D P E	日米	77 23	49 51	46 54

東南アジアで、日本の輸出が敗退している状況を表17に示しました。表は日本と米国の東南アジアでの各品目毎のシェアの変化を示したものです。例えば、アクリロニトリルですと、1978年には日、米の比率は93%対3%であったのに対し、1980年には米国が6割を占め、日本は24%と逆転しています。エチレングリコールはまだ比較的よい方ですが、スチレンモノマーにいたっては、日本は殆んど潰滅状態で、米国にとって代わられたといっ
てよいでしょう。また、塩ビのポリマー(PVC)は4割弱になってしまいましたし、ポリスチレン(P S)も同様です。さらに、ポリプロピレン(P P)は20%に、ハイデンシティーポリエチレン(中低圧ポリエチレン; HDPE)は46%に後退しているという状況です。今後
も一部を除き—比較的競争力のあるのはP PとHDPEとですが—輸入圧力は今後さらに

高まるであろうという見通しです。しかし、いわゆるポリオレフィン及びその誘導体については、アルミほど潰滅的にはやられていない、つまり、天然ガス系のシェアがアルミにおける水力発電ほど高くはないということで、国際競争力にアルミ程格差はないわけですから、まだなんとかやればやりようはあります。すなわち、大量生産の一般品ではとても太刀打ちできませんから、もう少し比較的複雑なデリバティブをつくっていくとか、製品を高度化していくような努力をする余地はあるわけです。—にかかって技術開発力に依存するわけです。

それから、企業努力をすると同時に政策の支援も若干ありました。例えば、ナフサは非常に高いので、特にヨーロッパに比べても高いのは困るということで、国産ナフサの価格を輸入ナフサの価格プラス2,000円の国産メリットをつけ、さらに横持ち費用として900円加えた値段にしました。900円というのは石油税1,800円の半分だけ、—58年からゼロにするということですが—という意味で、ナフサの値段を大体ヨーロッパ並みにする努力だけは行われました。しかし、それだけではうまくやっていけそうもありません。石油化学あるいは化学工業全体では産業の規模が非常に大きいわけですし、しかも石油化学は今後千変万化の発展をしなければならぬところもありますので、その浮沈が日本経済に大きな影響を与える恐れがあります。従って、この産業をなんとかしなければいけないということで通産省の産業構造審議会等で、その対策をいろいろ練っています。最近、四グループ化案などというのを通産省が考え、またこれについての調査団が派遣されたりしていて、

段々といろいろな方策がでてくるだろうと思います。

2.3 素材産業活性化のための政策上の課題

そこで、最後に、これまでに述べてきたように衰退しかかっている素材産業はいったいどうすべきか、要するに素材産業活性化の政策課題について考えてみたいと思います。

素材産業は非常に大きな分野でありますし、また将来重要性を依然としてもつ分野ですから、活性化していかなければいけないというよりも、なんとか生き残りを図っていかなければならないということだと思います。何故素材産業が必要かという、これをすべて外国に依存することになれば、価格、供給の安定が図れないとか、輸入するにしてもバーゲニング・パワーがなくなってしまうとか、といったことになります。さらにもうひとつには、技術連関という問題があって、技術的な基礎がありませんと、組立加工産業に寄与することができなくなってしまいます。組立加工産業も、従来は良質で安定的な素材の供給によって、これだけ伸びてきた面がありますから、さらに組立加工産業の性能の向上あるいは新規分野への進展ということを考えると、やはりある程度の核になるものとそれだけの技術開発力を残しておきませんと、日本全体の産業のバランスが非常に悪くなる、ということだと思います。

もちろん、企業も生き残るべくいろいろ自助努力を続けてきたわけです。まず省エネルギー、省石油を大いに進めましたし、一部では海外に立地を図ったりもしましたが、これもなかなかうまくいきません。例えば、石油化学ではアラスカとかカナダとかに海外立地

を計画しましたし、アルミではベナルム（ベネズエラ）とかアサハン（インドネシア）などのプロジェクトでいろいろ海外に新しい設備を開発し、そこから輸入することを計画しました（これらは設備もすでにできています）。その他、製品の高度化とか多角化の努力もしております。例えば、ファイン・ケミカルでいわゆるエンブラ（engineering plastic）という構造材その他にうまく使える新しいプラスチックの開発が進められています。しかし、このような自助努力だけではどうにもならないというようなこともまた基礎的にあります。

そこで、国が政策としてとった過去の対策例について振り返ってみてみましょう。昭和53年度の特安法（特定不況産業安定臨時措置法）により、独禁法に抵触しないように設備のスクラップダウンを進めることを図りました。また、56年度には先程述べたようにアルミ製錬に対する諸施策（電力料金軽減、関税免除）が行われました。さらに57年度にはナフサの新価格システムが実施されたことは先程述べたとおりです。

しかし、これだけではとても間に合わないということで、それではどうしたらよいかという素材産業対策に話を進めたいと思います。

その第一は、競争力強化策が必要であるということです。エネルギーコストの政策的引下げ、イクオールフットィング、これは先程いったように外国とのイクオールフットィングです。しかし、電力の政策料金、これは大変むずかしく、そう簡単にはいかない課題です。電力会社に政策料金といっても、自身のふところも非常に苦しくなっていますし、円安で燃料価格が値上がりしていることもあり、なかなかむずかしい問題です。しかし、なんら

かの施策が必要であることもまた事実です。税制の優遇その他直接的助成も、極めて必要なものについてはやらなくてはいけないことでしょう。

対策の第二は、産業組織強化策が必要ということです。つまり、前に述べましたが、過当競争体質を直すことが急務です。すなわち、過剰設備の処理とか共販あるいは生産受委託、その他価格形成力強化策が必要です。これらはいずれも独禁法に抵触しますから、それをどうするかという問題であります。

最後に、その第三には、景気浮揚策という全体のパイを大きくするマクロの対策が必要であろうかと思えます。

以上の三つが揃わないといけないということです。これらの対策について、以下に補足説明したいと思います。現在の特安法は来年度（58年）の6月で期限切れとなるため、新しい特安法が検討されています。現在の特安法は設備処理だけを目的としており、例えば造船のような業種には有効でしたが、アルミとかフェロシリコンに対して無力だったことは極めて明かです。そこで、特安法をもう少し改善した法律を作らねばいけないと思いますが、これがなかなかむずかしいわけです。しかし、この法律改正は本来やらねばいけないことだと思います。

さきに挙げた第二の対策に関連してですが、過当競争体質がありますと、第一の企業の競争力強化策を行っても、それによってコストが下った分だけまたユーザの方へ移転してしまいます。ユーザにとっては具合がよいわけですが、企業としては成り立たないことになりますので、この第二の対策がどうしても必要なわけです。石油化学を例にとりますと、

一般的な高压ポリエチレンであるとか、スチレンであるとか、そういった一般的なものは縮少均衡もやむをえないとおもいます。さらに根本的に、ナフサ・クラッカー自体大巾にスクラップダウンの必要があります。

第三にあげた景気対策は、一般的なマクロの問題ですが、これは非常に重要です。こういう産業構造変化、産業構造改善の対策を円滑に進めるためにも、あまりにも景気が落込んだままでは困るわけです。現状は2%台の経済成長率しか確保できません。昨（56）会計年度政府は4.7%の成長を考えていましたが、実際には2.8%の実質成長にとどまりました。本（57）年度政府は5.2%とっていましたが、その後修正して3%台とっていますが、3%台にものせられないでしょう。今年は2.5~2.6%どまりだと思います。特に今度の政変で政策がまとまらない期間が延びそうですので、来年も下手をすると2.7~2.8%の成長率に止まるおそれがあります。2%しか成長できないのだからしょうがないじゃないか、もともと日本は成長できない体質になっている、だから我慢だという説も多くあります。我慢というのは普遍的な哲学ですから、我慢するのは企業にとっても、個人にとっても常に必要です。しかし、政策として我慢といったのでは、なにもしないのと同じであるから、これはいけません。

本来、日本の経済はどのくらいの成長の実力があるのかということについて、いろいろ計算してみますと、ほかの国よりもかなり労働の質も良いし、経営もはるかに外国よりは良いし、生産設備も悪くないし、いろんな面で優れているわけです。これらの点から、OECD諸国あるいは先進諸国よりも若干高い

成長率が可能ということで、4%ぐらいの成長はできそうであるというのが結論です。政府の計画は5%ですから、そこまでは無理だろうけれども、4%台の成長が必要であるということです。

現在のような2~3%台の成長がつづきますと、昭和60年までに相当程度失業者が増えます。現在、稼働率が下がっているにも拘らず、労働協約や労働慣行が外国とちがっていますので、企業はレイ・オフができません。従って、2%台の失業率でなんとか支えています。それに対して米国の失業率は10%ですし、ヨーロッパもEC諸国平均して9%台の失業率です。日本は技群の良い成績ですが、しかし、2%台の成長を続けていくなれば、素材産業を中心に、あるいはその他組立加工産業でも、貿易摩擦で輸出が衰えてきましたから、企業としてももちこたえができず、失業が顕在化してきます。日本の場合には、外国と異なり、失業が増えたら恐らくいかなる政権ももたないことは確実です。さらに、開発途上国に対する責任としての政府の開発援助を、56年度から5カ年間でそれ以前の2倍ぐらいに増やす約束をしてしまっていますが、これの実現もなかなかむずかしい。国防の問題は別にいたしましても、こういったような問題があります。

この11月の米国の中間選挙では、反日派といえますが、要するに日本に対し輸出規制を行おうとする連中の数が増えました。また、ヨーロッパでは、ご存知のとおり、ECでいろいろな規制措置が強化されようとしています。特に、ガット23号の協議が行われていますが、実はこれは非常に危なくて、そのうちにこの協議が第三者を入れた審判的な

協議になろうとしています。第三者というのは別に日本人ではありませんから、どうせろくなことはやりません。向う側が、日本の市場は閉鎖的である、といろいろなことをいっているのは、非常に不当な理由で、事実無根だと思いますけれども、そういつても通らないわけです。これへの対応もなかなかうまくいっていないものですから、そうするといろいろな制限措置ができる恐れもあるということで、輸出ばかりに精をだしていると相手国の袋叩きになる、そういった問題が来年は相当程度でてくるのではないかと思います。

このような貿易摩擦の問題は、これまでもありました、なんとか支えてきました。例えば、米国に対して乗用車輸出は年168万台に規制してしのいできましたが、農産物の自由化その他いろいろなことをやっても、恐らく規制措置が強化される可能性があります。そうすると、輸出がだめなら国内需要を振興すればよいということになるわけですが、残念ながら政府はいままでなんにもやりませんでした。財界もこれに対してなんにも注文をつけず、行革、財政改革ということばかりをいつてきました。財政改革というのは、要するに昭和59年度までに赤字国債をゼロにしよう、国債依存度を11%にしようということです。現在国債依存度が30%ぐらい—米国では十数パーセントにすぎません—になって、国の財政の赤字が大きいわけですから、直さなければならいわけです。一方、行革も太いにやろう、この二つとも非常に重要なことですが、だからといって景気対策をしなくてよいということではありません。そんなことはなんにも関係のないことです。関係のないことをあたかも関係があるようなふうなフィクションをこし

らえてしまって、行革が大事だから景気対策はやらなくてもよいと、のん気なことをいっているものですから、鈴木内閣は結局なにもやらなかったというのがいままでの経過です。

この無為無策のため国内需要が非常に沈滞し、加えて輸出が外国からの袋叩きにあい、その影響が来年でてくるとなると、これはなかなか大変な問題です。そこで、鈴木内閣は、だれか代わりの人にやってくれということで投げだしたわけですが、どなたがおやりになるにしても、このように経済に対する考え方に政府と国民のコンセンサスがなくて非常に混乱しておりますから、非常に厄介な事態が来年でてくる恐れがあらうかと思います。

ちょっと脱線したようでもありますが、これは実は基本的に非常に重要な問題です。景気浮揚策が不在であったため、公共事業は3年間続いてゼロになる、住宅政策も一部はとられたが、従来190万戸ぐらいの着工だったのが、110万戸ぐらいしか着工しないという

状態になっているわけで、こういうところを早く手をうつとか、あるいは、設備投資減税とか所得税減税とかいろいろな政策を早く決めて実行しないと、産業構造の転換もあまりうまくいかないおそれがあります。物価だけは、卸売物価も消費物価も非常に下がっていて、世界で一番低いのです。従って、財政が赤字でも物価が世界で一番低いからいいじゃないかといっているにしても、それは不況の裏返しですから非常に具合が悪いのです。

そういうわけで見通しはよくありませんが、世界経済も来年後半からは少しは良くなるだろうということをあてにしまして、日本経済も新内閣がうまくやれば、もうちょっとよくなるはずだと思います。しかし、トンネルの先の出口がまだよく見えない状態であるという点が、最も遺憾な点であります。

(たじま としひろ)

わが国のソフトエネルギー開発の現状と課題

——太陽，風力，海洋エネルギーについて——

長谷川 正 悟

1. はじめに

オイルショック以降，石油価格の上昇とこれに依存するエネルギー供給システムの不安定さの認識により，省エネルギー化と同時にエネルギー源の多様化，代替化が強力に推進されてきている。その中で我々の身近にある自然エネルギーをその循環サイクルの中で上手に利用しようという動きがある。新聞や雑誌などでこれに関する記事を目にする機会が増えてきているし，また昭和55年度から全国各県でローカルエネルギーの調査が行われている。

いわゆるソフトエネルギーの特徴について考えてみると，ことばとしては自然エネルギー，あるいはローカルエネルギーと近い意味で使用されているが，エネルギー源と利用システムの面から次のような特徴があると考えられる。

(1) エネルギー源の性質

- ② 自然の中を循環している再生可能なエネルギーである。
- ② 環境へのインパクトが小さなエネルギーである。
- ③ 密度が小さな，間欠的エネルギーである。

(2) 利用システムの特徴

- ① 小規模システムであり，需要と供給が個別的あるいは地域的なシステムである。
- ② 管理・補修が容易なシステムである。
- ③ 最終エネルギー需要の規模および質に合致したシステムである。
- ④ そのシステムの導入により，エネルギー以外にいくつかのメリットがあるシステムである。

ソフトエネルギーの特徴は以上のようなものがあるのか考えてみたのが表1である。

この表にみるように，一般的に自然再生エネルギーといわれている太陽，風力，水力，地熱，海洋，バイオマスエネルギー源とするシステムがソフトエネルギーシステムとしてあげられている。このなかには，水力発電のように数十万kWの大規模なものから数kWの小川を利用した超小型のものまであるものや，また，太陽熱発電，地熱発電のように火力発電所と変らない複雑さをもっているシステムも含まれている。これらをソフトエネルギーと呼ぶことには疑問の余地があるかもしれない

表 1 ソフトエネルギーシステム

エネルギー源	形 態		利 用 シ ス テ ム
太 陽	熱 エ ネ ル ギ ー		温水器，ソーラーシステムなど 太陽熱発電
	光 エ ネ ル ギ ー		太陽光発電
風 力	運 動 エ ネ ル ギ ー		風力発電 風力多目的利用
水 力	位 置 エ ネ ル ギ ー		水力発電
地 熱	熱 エ ネ ル ギ ー		地熱発電 地熱多目的利用
海 洋	運動エネルギー	波 力	波力発電
	位置エネルギー	潮汐・潮流	潮汐，潮・海流発電
	熱エネルギー	温度差	温度差発電
	化学エネルギー	濃度差	濃度差発電
バ イ オ マ ス	化 学 エ ネ ル ギ ー		メタン発酵 下水汚泥ガス発電 アルコール発酵 薪 炭

い。しかし、それはともかく、ソフトエネルギーとは前述の特徴の項で述べたように小規模で簡素なシステムであると考ええる。

さて、表1にあげたソフトエネルギーシステム全てについてここで述べることは、ゆるされた紙面上からは不可能なので、ここではそのなかの太陽、風力、海洋エネルギーについてその現状と課題をとりあげてみたい。

2. 各システムの現状と課題

2.1 太陽エネルギー

1) 太陽熱温水器

集熱面積が1.5～4㎡程度、貯湯量150～300ℓ程度のものを一般に太陽熱温水器と称し、密閉汲置式と自然循環式がある。昭和30年以来使用され、昭和39～41年を頂点とした第1

次ブームで全国に約200万台以上設置されていた。その後減少したが、昭和48年以後需要が回復し、昭和55年には全国で約240万台が使用され、ソフトエネルギーの中では非常に普及しているシステムと言える。

従来、くみ置式が中心であったが、外気温の低下による貯湯槽からの放熱が少ない自然循環式が伸びている。また最近では、補助ボイラーと組み合わせて数ヵ所給湯可能なシステムも商品化されている。

今後さらに普及させるためには、降雪地域にも適したシステムの開発などが必要であろう。

2) ソーラーシステム

ここでいうソーラーシステムには、住宅や民生・業務用の給湯、暖房・給湯、冷暖房給湯システムのほか、農林・畜産・工業用とし

での煮沸、洗浄、乾燥などのさまざまな太陽熱利用システムが含まれている。昭和50年頃から設置され始め、昭和57年6月末で約8万件に達している。(表2)現在、実用化段階にあり、普及に国も積極的に取り組んでいる。

ソーラーシステムにとってもっとも重要な要素の一つである太陽集熱器は、平板形集熱器と集光形集熱器とに大別される。(図1、図2)一般的に、集光形は平板形と比較してより高温度を得る場合に採用される。

平板形は、太陽光を吸収する黒色の表面の集熱板を有し、その材質は高熱伝導率である必要から、アルミ、銅、ステンレス等が使用される。また、集熱板の表面は高い熱吸収率と低い熱放射率をもった特殊な化学被膜(選択吸収膜)を施し、集熱効率を高めたものもある。さらに、対流による熱放出を防ぐため、集熱板を真空ガラス管内に入れた構造のものもあり、高価格ではあるがすぐれた特性をもっている。(図3)

表2 ソーラーシステムの施工実績

(単位:件)

	昭和50~53年	54年	(ソーラー元年) 55年	56年	57年 (1~6月)	累 計
住 宅 用	1,841	2,305	24,420	30,525	21,866	80,983
民生・業務用	211	262	1,041	1,499	610	2,083
産 業 用	16	13	69	55	11	66
合 計	2,068	2,580	25,530	32,079	22,487	84,744

(注)ソーラーシステム振興協会調)

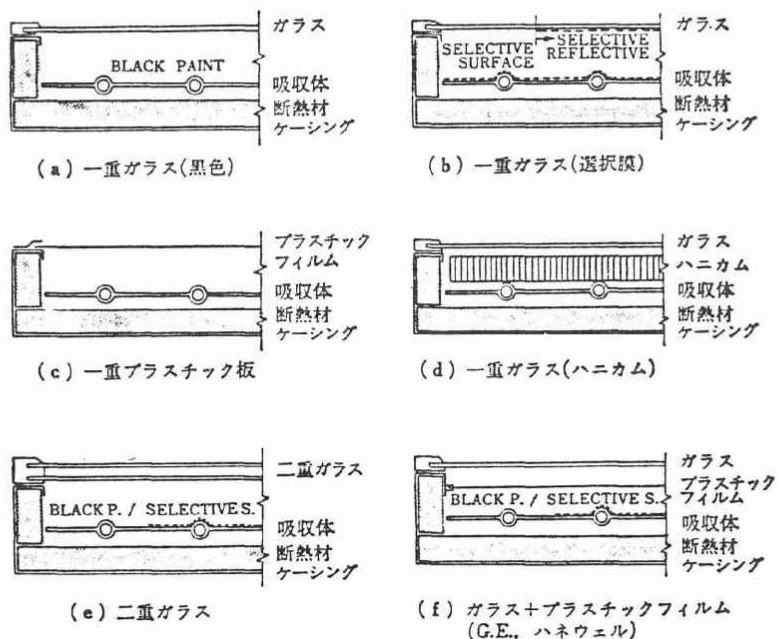


図1 平板形集熱器の例

出所: 田中俊六, 太陽熱冷暖房システム, オーム社

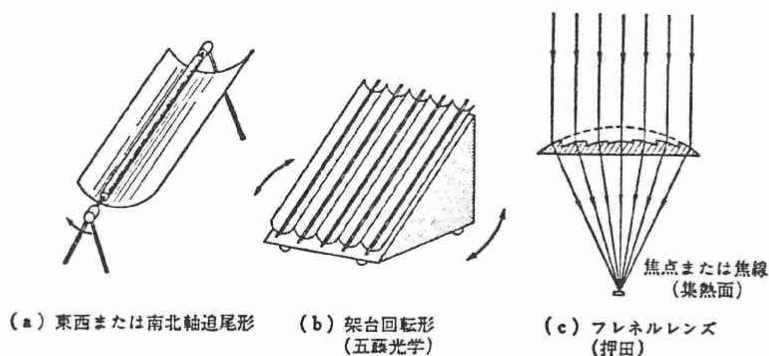


図2 集光形集熱器の例

出所：図1と同じ

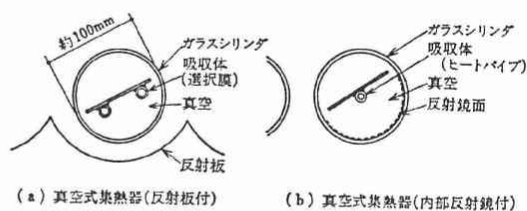


図3 真空式集熱器の構造

出所：図1と同じ

平板形集熱器の一種に屋根一体形のものがある。これは屋根材と集熱器の機能を合せ持たせたもので、建築費と集熱器の設置費のトータルコストを低減でき、建物の外観上からも今後増加すると考えられる。

一方、集光形はより高温を得ることができるが、太陽を追尾する必要があり装置が大きくなる。

ソーラーシステムは太陽エネルギーの間欠性を補完するため蓄熱機能をもたせる必要がある。実用化された技術では水や碎石などの顕熱による蓄熱法があるが、容積が大きい欠点がある。そこで、蓄熱槽の小型化と高性能化のため、潜熱蓄熱や化学反応を利用した方法が研究されている。また、四季を通した長期の蓄熱を目的として、床下などにパイプを介して土に蓄熱する方法が各所で研究されて

いる。

冷房システムとしては、吸収冷凍機を用いたものとランキンサイクル機関により冷凍機を駆動する二方式が一般的である。

今日までの研究により、高温用集熱器の開発、蓄熱槽の諸問題の解決、より低温で動作する吸収式冷凍機の開発、配管系の諸問題の解決が進められてきたが、ソーラーシステム設置にあたって建物自体の断熱、省エネ化は十分検討されなければならない問題である。

さて、ソーラーシステムの普及には、

- ① イニシャル・コストが高く、経済性を発揮するうえで、比較的長期間を要すること。
- ② システムの性能、信頼性等について、客観的に評価する制度がなく、適正な消費者選択が確保されていないこと。
- ③ 使用実績が少なく、国民一般に余りなじんでいないこと。

等の問題があり、円滑な普及を図るためにはこれらを補完する施策が不可欠であるといわれている。サンシャイン計画では、昭和65年までに全住宅の約20%に当たる780万戸への普及を目標にかかげている。このうち既設住宅への設置を360万戸としているが、既設住

宅へ無理なく採用できるシステムの開発こそ、今後の普及促進のための大きな課題であると考えられる。

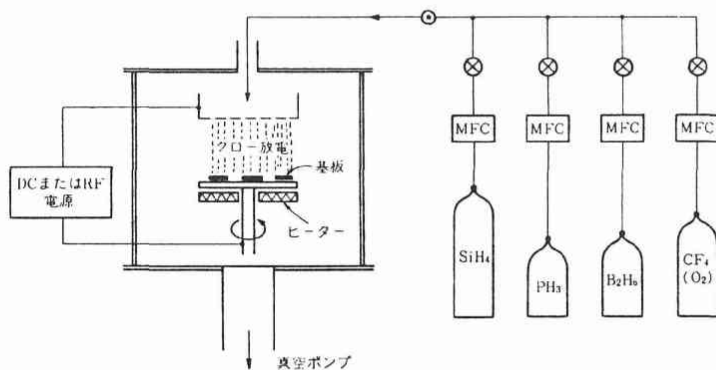
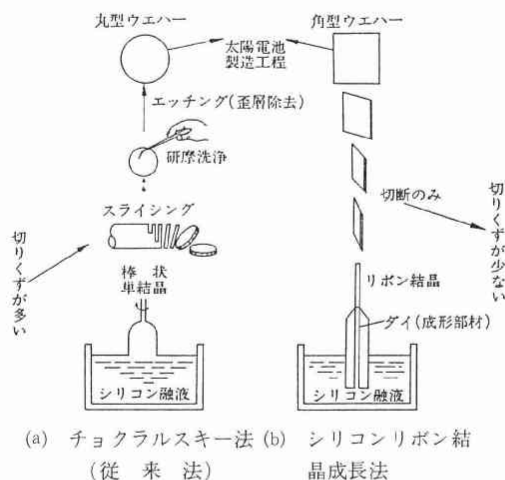
3) 太陽光発電

これまで、太陽光発電で実用化されているものは、無人灯台、無線中継局、航路標識など高コストを負担しうる限定された用途にとどまっていた。また近年、カメラ、時計、電卓など微小電力用として普及し、われわれに身近な存在となってきた。(表3)

さて、太陽光発電システムが一般的な電源として普及するための問題点は、そのコスト低減であるといわれている。すなわち、そのコストの大部分を占める太陽電池モジュールのコスト低減である。現在、わが国での太陽電池モジュール価格は2,500~3,000円/Wといわれ、その製造コストの低減のためサンシャイン計画を中心に積極的な研究が展開されている。

太陽電池材料としては、開発の段階、資源の量から考えて、しばらくのあいだはシリコンが本命であるといえよう。シリコンを材料とした太陽

電池の代表的なものとして、その製造方法により従来のチョクラルスキー法(CZ法)、リボン結晶生長法、アモルファスシリコンによるものがある。(図4)これらの製造法によ



(300~400℃の低温でモノシラン(SiH₄)のグロー放電分解により、ガラスや銅の基板にシリコンを付着させる。)

図4 シリコンを材料とした太陽電池製造法

表3 我が国における太陽電池の生産実績

(単位: kW)

	S 51	52	53	54	55	備 考
電 力 用	15.5	17.45	19.4	42.97	67.19	一般の太陽電池パネル
民 生 用	6.2	9.25	39.91	42.81	223.88	電卓用、時計用など
合 計	21.7	26.70	59.31	85.78	291.07	

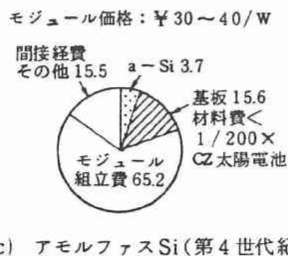
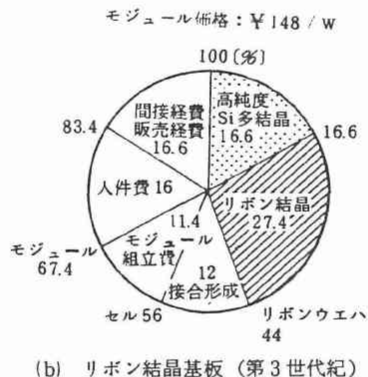
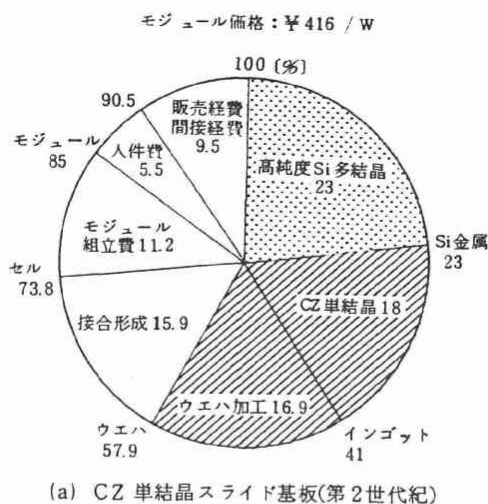
出所: 地福順人, エネルギー・資源, 3-6

るモジュール価格は、年産10万kW/年の規模において図5のように試算されている。サンシャイン計画によれば、太陽電池モジュール価格は昭和60年で400円/W、昭和65年50円/W、昭和70年30円/Wに低減することが見込まれている。

アモルファス太陽電池の開発は急ピッチで進められている。すでに、アモルファス太陽電池が組み込まれた時計や電卓が数社で製品化されている。また、一般電力用の素子面積10cm角のものは、7.02%の変換効率（昭和58年8月現在、素子面積10cm角で世界トップデータ）を実現しており、サンシャイン計画の基礎研究段階での目標（素子面積10cm角で変換効率8～10%）を昭和57年度中に達成するのではないかとわれている。

一方、サンシャイン計画では、要素研究と共に光発電システムも各地で建設され始めており、実用化への可能性を実証することになっている。（表4）これらのデモンストレーションシステムへの太陽電池の供給は、昭和57年度から製造を始める年産500kW級の実験製造プラントにより行われることになっている。モジュール価格100円/W程度を実現するためには年産10万kW/ラインの生産規模が必要と考えられ、500kW/年の次のステップでは年産1万kW/ライン程度の製造プラントの技術開発を行うことが適切だと考えられている。

以上太陽電池のコストを中心に述べてが、太陽光発電システムを構成するバッテリー、インバーター、保護装置などの周辺要素のコスト低減もシステム全体のコストを下げる意味で重要であろう。



(計算の基礎、量産スケール、太陽電池年産10万kW/年、原料多結晶5,000トン/年直接・間接経費は1975年水準ベース、またa-Siについては1979年水準ベースにした)

図5 シリコン材料基板太陽電池モジュール価格の原価構成の計算例

(出所：Y. Hamakawa, Present Status of Solar Photovoltaic R&D in Japan. 森北出版, 1980)

表 4 サンシャイン計画による太陽光発電システム

シ ス テ ム	容 量	場 所	状 況
個 人 住 宅 用 シ ス テ ム	3 kW	神奈川県逗子市	昭和57年度に完成
集 合 住 宅 用 シ ス テ ム	20	奈良県天理市	〃 〃
工 場 用 シ ス テ ム	100	静岡県浜松市 (松下電器)	昭和58年度 〃
学 校 用 シ ス テ ム	200	茨城県新治郡桜村 (筑波大学)	昭和59年度 〃
集中型太陽光発電システム (分散配置形)	200	千葉県市原市	昭和59年度 〃
〃 (集中配置形)	1,000	愛媛県西条市 (四国電力)	昭和61年度 〃
光・熱ハイブリッド 型太陽光発電システム	5	広島県安芸市	昭和57年度 〃

2.2 風力エネルギー

わが国では実用的風車の利用は明治以降とされており、第2次大戦前には、茨城、千葉、長野、大阪等で相当数揚水風車が使われ、戦後の混乱期には、北海道や東北の開拓地などで民家電力供給等に利用されていたが、電力事情の好転、電力供給網の整備とともに1960年代にはほとんど使用されなくなった。

しかし、石油ショック以降風車利用の気運が高まり、科学技術庁の「風トピア計画」を機に、各所で研究され試作機が作られている。

科学技術庁の調査によれば、昭和56年6月現在稼動している風車(500W以上)は全国で69台あり、その大半が関東、中部、近畿地方に設置されている。風車出力3kW以上の比較的大型の設備において、風車の種類はプロペラ型が主流で、グリウス型、サボニウス型もみられる。ブレードの材質としてはFRPとアルミ合金に二分されている。

また、風車エネルギー利用の一形態である帆船が見直されている。商船は全世界重油消費量の5～8%を消費しているといわれ、石油ショック以後エンジン主、帆従の帆装船が

開発された。現在、わが国では、共同組海運の“みさき丸”(490t、2,000馬力、貨物フェリー)と(株)愛徳の“新愛丸”(699t、1,600馬力、タンカー)が就航している。

現在大型風力発電の研究開発は、サンシャイン計画で進められている。昭和57年度中に三宅島で100kWのシステムが実験運転にはいり、並行して1,000kW級システムへのスケールアップのための研究が行われることになっている。また、九州電力が300kWの設備を沖永良部島に設置し実験を開始しているほか、北海道電力は50～70kWの設備を昭和60年度に完成させるべく、奥尻島で風速等の観測を始めている。

一方、農林水産省の「グリーンエナジー計画」の一環として、風力を熱に変換するシステムが研究されている。また、「地域エネルギー開発利用モデル事業補助金」などを受け、翼直径15m級風車の研究開発が進められており、地域振興の意味から、その実用化が期待されている。

このように当面はコスト上あるいは規模の制約から、離島などの遠隔地用として専ら考

えられている。今後わが国で風車発電がさらに広く実用化されていくための課題としては次のような項目が考えられる。

(1) 大型風力発電

- ① 風車ブレードの耐久性向上等大型化に伴う環境インパクトの低減
- ② コストの低減
 - ① 高効率風車技術の確立
 - ② 塔の柔構造化
 - ③ 風車ブレードの大量生産技術の確立
- ③ 蓄電システムを含めた総合的な利用システムの開発

(2) 中小規模風車

- ① 効率的エネルギー変換・貯蔵システムの開発
- ② システム構成要素の標準化と量産化によるコスト低減

2.3 海洋エネルギー

1) 波力発電

波の力を利用しようとする試みは、18世紀末頃から行われている。しかし、多くの考案がなされ実験も行われたが、実用性が乏しいものばかりであり、わずかに波力による霧笛ブイが実用に供されているだけであった。波力発電が実用化されたのは、空気タービンを応用するようになってからである。(図6)昭和40年頃から数十Wの小型灯標ブイ用電源として、世界にさきがけわが国で実用化され始

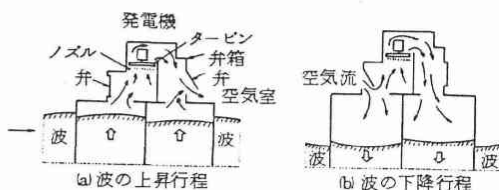


図6 2枚弁方式空気タービンの動作

め、現在数百基が使用され、国外にも輸出されている。

最近の大型波力発電をめざす研究開発は、海洋科学技術センターを中心に「海明」で行われている。空気タービン方式によるユニットを8基搭載して、昭和54年から55年にかけて山形県鶴岡市由良の沖合で陸上への送電実験を含む一連の実験が行われた。この海上実験はIEAの共同プロジェクトとして実験されたものである。

また、昭和55年に海洋産業研究会によって共振型沿岸波力発電装置が実施され、さらに北海道増毛町で油圧式の沿岸型波力発電装置の実験が行われているなど、沿岸型波力発電装置の実験が行われているなど、沿岸方式についても研究開発が行われている。(図7)運輸省でも昭和56年度から港湾構造物による波力の利用に関する研究を始めている。

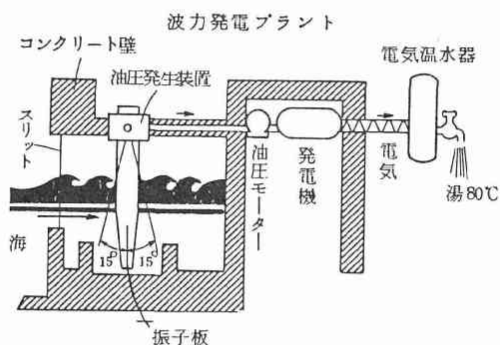


図7 増毛町での波力発電プラントモデル

海洋科学技術センターでは、今までの実験結果から空気取り入れ、排出用の弁の破損が大きいことが判明したため、昭和58年度から無弁式のウェールズタービン発電機(100kW)を開発し、昭和60年度に「海明」に搭載して実験を行う予定であるという。(図8)

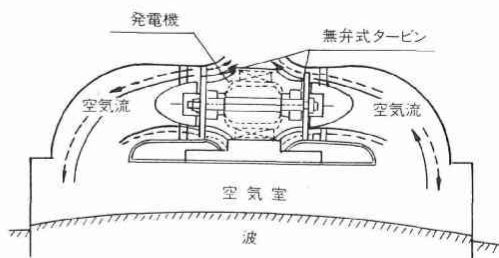


図8 タンデム無弁式タービン発電機の概略図

(出所：日本工業新聞 57. 10. 27)

2) 潮汐，潮・海流発電

潮汐発電については，十数年前に「新発電方式総合調査会」において，わが国で最大の潮位差（最大潮位差4.5m）を有する有明海で可能性が検討されている。しかし，潮位差が小さく，経済的に不利であるため，調査の段階にとどまっている。

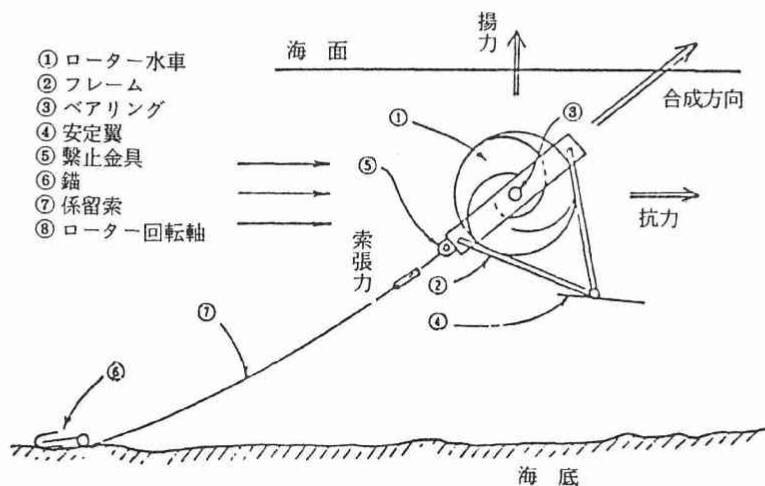
海流発電については，科学技術庁を中心として水産庁，海上保安庁，気象庁，地方公共団体，海洋科学技術センターおよび東海大学の協力により，昭和52年度から6ヵ年計画で

次の四つの課題を目標として黒潮の総合調査を行い，エネルギーとして利用するための基礎資料を得るとしている。

- ① 黒潮の変動機構の解明
- ② 黒潮の浄化能力の把握
- ③ 黒潮の生物生産の基礎機構の把握
- ④ 黒潮のエネルギーの把握

科学技術庁の資源調査会報告第82号「黒潮の運動エネルギーの段階的開発利用に関する調査報告 昭和54年1月」によれば，黒潮の運動エネルギーを有効に電力へ変換するためには，海流の流軸の安定と流速の大きいことが必要条件である，としている。

また，海洋開発審議会第2次答申では，とりあえず，プロペラ係留方式およびサボニウス方式の2方式の開発を進めるように推進しており，サボニウス方式については，昭和56年までに海洋科学技術センターを中心に実験が行われ，水車の基本特性等が明らかになるとともに，水車の設置についても簡単に行えることがわかっている。(図9)



側面図

図9 海法ローター方式（サボニウス方式）

(出所：海洋科学技術センターほか「海流発電の研究」報告書 昭和56年9月)

3) 海洋温度差発電

現在、各方面で熱交換器の特性の研究、海洋構造物についての検討、海洋環境下における機器材料等の特性、生物汚損等に関する実験などが行われ、システムの技術的可能性が明らかにされつつある。次に技術開発の動向をまとめて表5に示す。

サンシャイン計画によれば、海洋温度差発電が日本近海において経済的に成立するためには、とくに熱交換器の高性能化およびその低コスト化が重要な技術開発課題であるとしている。今後、これに関する研究開発を推進するとともに海洋構造物の大型化、係留索などの周辺技術の開発を行うとともに、熱電素子の基礎研究も並行して行う計画になっている。

4) 濃度差発電

わが国の年間降雨量は、平均6700億トンといわれ、このうちの約半分が河川水として海に流入している。この河川水（淡水）が海水に対してもっているポテンシャルは、約6000万kWである。

海水と河川水の濃度差エネルギーを電気に交換する方法はいくつか考えられる。これまでの技術的蓄積から、淡水化技術（逆浸透圧方式）の応用では浸透圧方式、電気透析の応用では濃淡電池方式が有望視されている。しかし、現状では開発研究はほとんど進んでおらず、ごく小規模な装置での実験にとどまっている。

浸透圧差方式は、千葉工業大、海洋科学技術センターで研究が行われている。

濃淡電池方式は、横浜国大で行われている。

表5 海洋温度差発電の開発動向

	開 発 動 向
佐 賀 大 学 九 州 電 力	●佐賀大学では伊万里湾から汲み上げた海水を用いて陸上で実験を行い20kW（20kWのうち15kWがポンプ等の動力に使用された。）の発電に成功している。 ●九州電力では佐賀大学の協力を得て、昭和57年に徳ノ島において50kWの実験運転を開始した。方式はクローズサイクル方式でディーゼル発電廃熱を利用した方式であり、作動流体はアンモニアである。 実用化へその後進むかどうかは実験運転の結果待ちである。
東 電 設 計	●ナウル島において陸上型従来方式で100 kWのプラントを開発し、昭和57年から運転実験を開始した。 東京電力（親会社）も伊豆諸島での実用化の可能性を検討している。
工 技 院	●電総研において1 kWの熱電発電モジュールを現在開発中である。 その一部分に相当する試作機により、温度差20℃で104 Wの発電に成功している。

昭和51年度から始められ、最終的に 200 cm²40 対規模で実験を行い、最大 0.5 W の発電に成功している。

今後の技術課題としては、①電極の反応抵抗の減少、②エネルギーの変換効率を30%程度まで上げうるイオン交換膜の開発、③溶液抵抗減少のための膜間隙の減少（しかし、流動抵抗の増大があり、又詰りの問題を生じるので、この辺の兼合を探る）④相互に漏れの少ないモジュール化があり、これらの課題を解決し、スケールアップをはかっていくことが期待される。

3. おわりに

以上、ソフトエネルギーのうち太陽・風力・海洋エネルギーについてその開発の現状と課題について述べた。

ソフトエネルギーは、その特質としてエネルギー密度が小さく絶えず変動している。現

状での技術開発課題は、その特質を技術的にどう克服するかということである。つまり、エネルギー集積の技術あるいは変換技術の開発であり、またエネルギー蓄蔵技術の開発である。しかし、ソフトエネルギーの利用のためにはこれらシステム全体の効率向上とともに、需要面での対応が必要であろう。一般住宅ならば、家屋の断熱性向上、電気製品の効率向上などである。また、一般的な利用では、エネルギー貯蔵は必要であるが、その必要のない使い方を考えたならば利用の可能性は高まるはずである。

ソフトエネルギーシステムは比較的小型で設置場所が多数存在するという特性をもっている。そのため、量産化によるコストダウンの可能性が大きく、今後この方面での技術開発が期待される。一方、わが国の自然条件は地域的に変化に富んでおり、これへの技術的対応も求められるであろう。

（はせがわ しょうご 主任研究員）

原子炉の熱利用

横山二郎

1. はじめに

エネルギー資源にとぼしく、かつエネルギーの海外依存度の高いわが国にとって、長期的にエネルギーの安定確保をはかることは、極めて重要な課題である。特に石油に関しては、他の先進国に比べてその依存度が高く、しかもそのほとんどすべてを海外からの輸入に頼っており、わが国のエネルギー供給構造の脆弱性の大きな要因となっている。したがって、将来ともエネルギー需要の増大が予想されるわが国においては、エネルギー源多様化の観点から、今後とも石油から他のエネルギー源への転換を強力に推進する必要がある、原子力、石炭、LNGを中心とした石油代替エネルギーの開発、導入が望まれる。このうち、原子力については、現在のところ、積極的にその導入が計画され、推進されているのは電力分野にすぎないが、さらに全エネルギー需要の約2/3を占める非電力分野についても石油代替源として積極的に活用していくことが望まれる。

非電力分野への原子力の導入については、軽水炉および高温ガス炉の多目的利用をはかるための検討が現在行われている。熱利用の温度レベルからみると、軽水炉の場合にはそ

の運転温度から、利用温度が約250℃以下に限られるが、高温ガス炉の場合には、利用可能温度が1000℃程度と軽水炉よりもはるかに高く、図1に示すわが国のエネルギー消費構造からみても利用分野はかなり広いものと予想される。一方、現在の原子炉の技術レベルから実用化の時期を考えると、高温ガス炉はこれから実験炉→原型炉→実証炉と開発が進められ、実用化時期は21世紀初頭になるものと予想されるが、軽水炉は既に原子力発電所としての建設、運転の経験があり、原子炉系と利用系の連結における技術的課題等の問題等はあるものの条件によっては、比較的早い時期に実現の可能性があるものと考えられる。

(財)エネルギー総合工学研究所では、昭和53年度来核熱の産業利用を主体に原子炉の熱利用について調査研究を進めてきた。ここでは、原子炉（軽水炉、多目的高温ガス炉）の熱利用について、需給両面からその実用化の可能性と、実現のための課題に焦点をあて調査結果の概要を紹介したい。

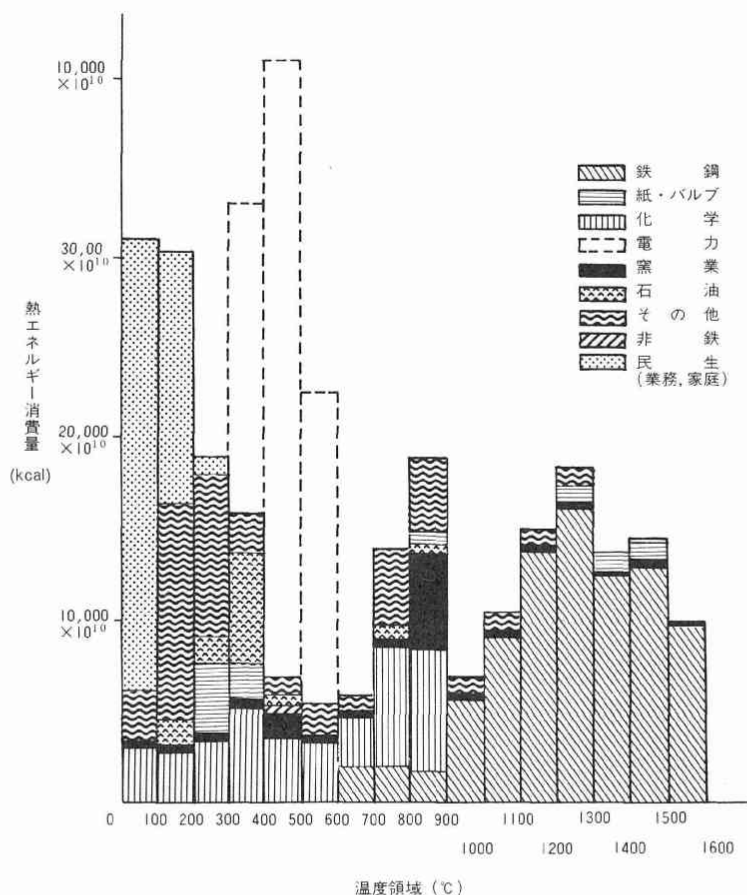


図1 部門別熱エネルギー消費量（昭和52年度）
（温度スペクトル）

出 典：(社)日本原子力産業会議

「原子炉熱利用懇談会報告書」（昭和56年10月）

2. 産業用エネルギーの現状と核熱利用の可能性

2.1 産業用エネルギーの需要形態

わが国の産業（鉱工業）用一次エネルギー需要量は、総一次エネルギー需要量の約60%を占めている。昭和55年の産業用一次エネルギー需要量は、約2.7億kl（石油換算）であり、そのほとんどが製造業で消費されている。このうち、約30%が原料として消費されてお

り、これを除いた純粋なエネルギーとしての需要量は約1.9億klである。また、この一次エネルギー需要は78%が燃料によって、残り22%が購入電力によって賄われている。

以上が、産業用エネルギーを一次エネルギー需要の面からみた場合であるが、これを需要端における二次エネルギー消費としてみると、昭和55年における製造業全体の二次エネルギー消費量は 119×10^{13} kcalであり、その約81%が燃料として消費され、残り19%が電力

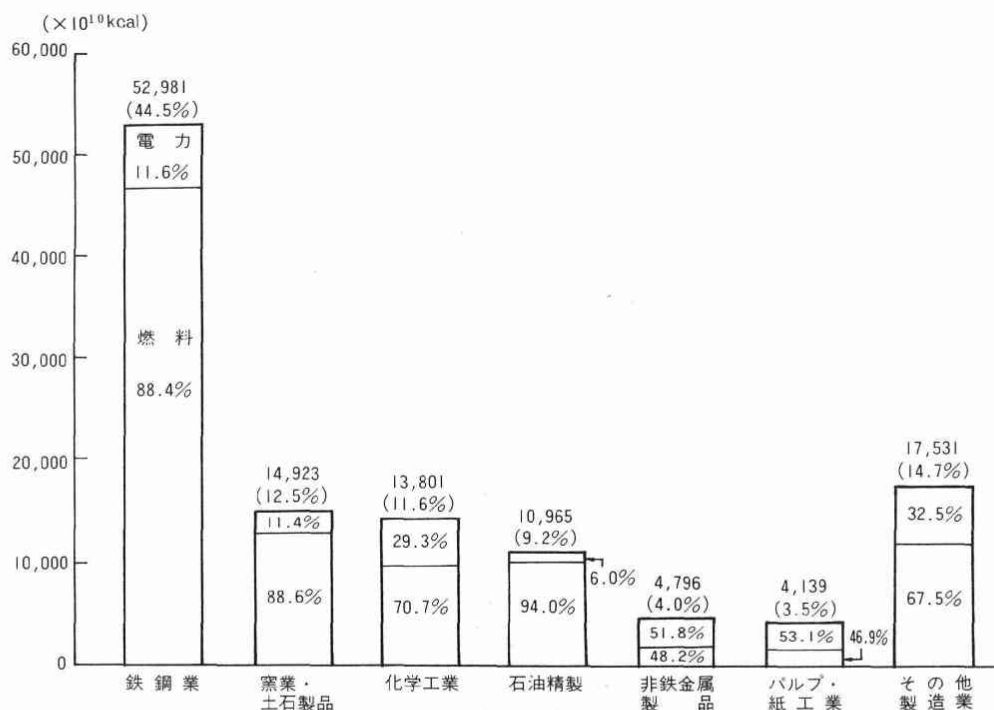


図2 各産業におけるエネルギー消費量

注) 電力 1 kWh は 860kcal として換算

資料: 「昭和55年エネルギー消費構造統計表」通産省, 昭和57年 3 月

の形で消費されている。これを業種別の二次エネルギー消費量として分類してみると、図2に示すように鉄鋼業が製造業全体のエネルギー消費量の44.5%を占め、最大のエネルギー多消費産業である。鉄鋼業のエネルギー消費量の86.9%は製鉄、製鋼部門で消費されており、これを消費量として示すと 40×10^{13} kcal となっている。次いでエネルギー消費の多い順に窯業（セメント、ガラス）、化学工業、石油精製、非鉄金属、紙・パルプ工業となっており、この6業種で製造業のエネルギー消費全体の85.3%を占めている。各業種のエネルギー消費の形態をみると、電気分解による電力消費の多い非鉄金属、および動力用として大量の電力を消費する紙・パルプを除けば、

エネルギー消費の70～90%が燃料の形で消費されている。

製造業における用途別二次エネルギー消費構造を図3に示す。製造業全体では、直接加熱と蒸気を合わせた熱としてのエネルギー消費が全体の約79%を占めている。これを業種別にみると、鉄鋼業、窯業および石油精製では直接加熱によるエネルギー消費が80%以上を占めているのに対し、化学工業および紙・パルプでは蒸気によるエネルギー消費の割合が相対的に大きくなっている。非鉄金属では、熱としてのエネルギー消費の割合が小さく、電気分解によるエネルギー消費が多いのが特徴である。

原子力の熱利用（核熱利用）という観点か

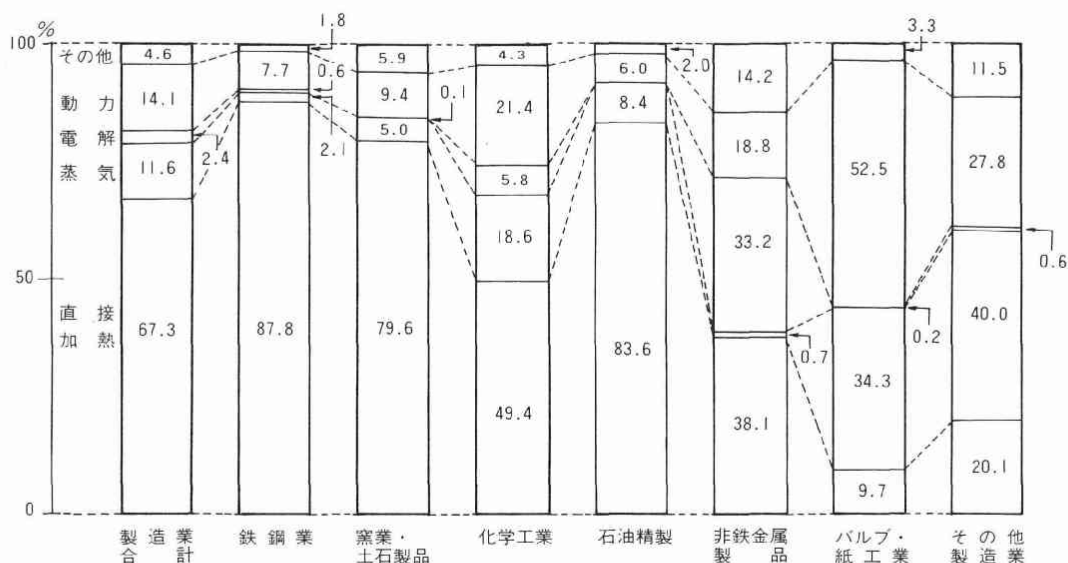


図3 各産業の用途別エネルギー消費構造

資料：「昭和55年エネルギー消費構造統計表」通産省，昭和57年3月

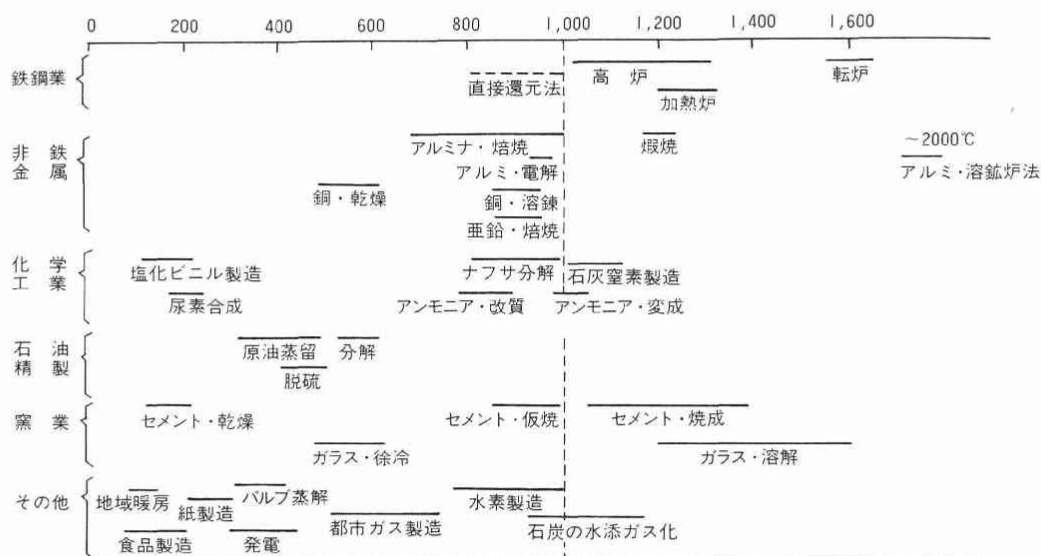


図4 各産業の必要温度領域

注) 日本原子力研究所資料，熱管理と公害 (1976年)，公害防止技術ハンドブック，工業窯炉 (化学工業社) 等より作成

ら以上の製造業におけるエネルギー需要をみると，直接加熱あるいは蒸気という形で熱と

して消費されている部分が，核熱利用の対象として考えられる。この熱エネルギー需要を

温度別にみると、図1に示すように100～200℃、700～900℃、1100～1500℃の3つの領域に需要のピークが存在する。このうち、蒸気形で消費される熱エネルギーの大部分は、200℃以下の温度領域であり、軽水炉による熱供給が適当であり、それ以上の1000℃までの主として直接加熱の温度領域は、高温ガス炉の核熱利用の対象として考えられる。現在、これらの熱エネルギーを必要とする産業あるいは製造工程としては、図4に示すように非鉄金属、化学工業、石油精製、窯業、紙・パルプ等が挙げられるが、さらに鉄鋼業において製鉄法が、現在の高炉法から直接還元法に転換されるならば、核熱利用の範囲はより広がるものと考えられる。

2.2 各産業における核熱利用の可能性

(1) 化学工業

わが国の化学工業は豊富、かつ低廉な輸入

石油に支えられ、大型化と技術革新によって急速に成長して来た。しかし、第一次オイルショック（昭和48年）以後の大巾な石油価格の上昇と、それに伴う電力料金の高騰によって石油依存度の小さい北米（天然ガス）、西欧（石炭依存）等との国際競争力を失ない、世界的な景気低迷の影響もあって極めて深刻な状況にある。

そのため石油化学、肥料、アルミニウム精錬などは、設備縮小と業界再編成にせまられている。しかしながら、現状の石油依存体系をより安定な資源・エネルギー源に変えない限り本質的な解決策はありえず、その意味で、電力分野ですでに他のエネルギー源よりも有利なことが実証されている原子力の化学工業への積極的導入は、国際競争力回復の一助となりうるものと考えられ、有効な活用方法が検討されるべきである。

なお、化学工業におけるエネルギー消費の形態を表1に示す。

表1 化学工業におけるエネルギー利用の形態

利用の形態	エネルギー源	温度(℃)	例	備 考
(1) 蒸 気 型	重油, ガス	～ 200℃	紙・パルプ 一般化学	大規模な場合、抽気又は背圧タービンで、電気を併産する。
(2)石油主原料 エネルギー 副 産 型	ナフサ分解時の副産不要成分	～1000℃	石油化学 アンモニア合成	ナフサ分解に利用した後、蒸気として回収する。
(3) 窯 炉 型	重油, ガス, 石炭	～1600℃	セメント ガラス 耐火物	石油系燃料から、石炭に転換しつつある。
(4) 電熱化学型	電力(交流)	500～4000℃	カーバイト 人造黒鉛電極	窯炉型で特殊な雰囲気が必要とするもの、超高温が必要なもの。
(5) 電気化学型	電力(直流)	～1000℃	苛性ソーダ アルミニウム精錬	他のエネルギーへの転換は困難

(2) 鉄鋼業

図2に示すようにわが国最大のエネルギー多消費産業である鉄鋼業は、オイルショック以後急速に石炭の導入など脱石油化が進んでいる。鉄鋼業における原子力利用の検討は、昭和48年から高温ガス炉の利用を目的とした「高温還元ガス利用による直接製鉄」、いわゆる原子力製鉄が通産省工業技術院の大型プロジェクトとして実施され、直接製鉄パイロットプラントの実現の基盤となるトータルシステムならびに主要要素技術開発について数多くの成果をあげ、昭和55年度に終了している。

(3) アルミニウム製錬業

アルミニウム製錬業では、年間に電力を160億kWh、重油（アルミナ製造用）を約41万kl（昭和55年度実績）を消費している。電力消費について全産業中に占める比率をみると3.3%で、鉄鋼、化学、機械、紙・パルプにつぐ電力多消費産業となっている。

このようにアルミニウム製錬業のエネルギー消費は全体の約90%が電力（ほとんどがアルミニウム電解用）で占められ、しかもその70%以上も石油火力発電に依存していることから、昭和48年以來の二度にわたる石油危機の影響は大きく、深刻な打撃を受けた。

アルミニウム製錬業における原子力の導入を考えると、熱利用が可能なものは極く限られた工程分野にすぎず、あくまでも発電を含めた原子力利用でないとメリットは少ない。また、その場合でも原子力でいかに安価な電気が保たれるかが原子力利用の最大の要点といえる。

一方、将来に目を向ければ、電気をほとんど使わず、約2000℃の炉内でのボーキサイト等から炭素による直接還元法、いわゆる溶鋇

炉法が注目されているが、原子力との結合については、今後多くの問題点の解決が必要であらう。

(4) 紙・パルプ工業

紙・パルプ工業は、年間に重油を約600万kl、石炭を約30万トン、電力を120億kWh（昭和55年度実績）消費するエネルギー多消費産業の一つである。

これら紙・パルプ工業のエネルギー消費は、燃料性物質を原料としていることから、産業廃棄物が燃料として使われ、そのエネルギー量が全体の1/4を占め、さらに自家発電にも努めている。エネルギーの利用形態としては、動力と熱に二分され、熱利用としては、重油がパルプ工程の工業炉で直接利用される他はすべて蒸気の形で利用されている。蒸気の使用温度としてはほとんどが200℃以下であり、動力利用としては電力（自家発、買電および水力）が用いられている。

(5) その他

この他に、核熱利用の可能性のある産業としては、図4に示すように銅、亜鉛等の非鉄金属や、セメント、ガラス等の窯業が考えられる。これらの産業で必要とする温度は、400～1000℃とほぼ高温ガス炉利用可能温度と対応できる。

3. 石油代替エネルギーと核熱利用

原子力の熱利用においては、熱の供給側（原子炉）と需要側（工場等）の規模、形態の対応や、熱輸送距離への考慮が必要であり、これらの検討が行なわれない限り、原子炉と利用系との対応が難しい状況にある。このため、高温ガス炉においては、利用系との直接

的な結合を考えるよりは、高温ガス炉の熱エネルギーにより石炭、石油などの化石資源あるいは水を原料とし、いったん二次エネルギーに変換して利用することが考えられている。このような利用分野として、現在サンシャイン計画で実施されている石炭の液化・ガス化あるいは熱化学法による水素製造が検討の対象とされている。

3.1 石炭の液化・ガス化

石炭液化反応は発熱反応であり、液化工程に外部から供給する熱量は比較的少なく、高温ガス炉導入の意義は少ない。しかし、石炭液化のためには多量の水素を必要とするので水素製造プロセスで高温ガス炉の熱を利用するという間接的な利用形態が考えられる。又、石炭ガス化反応は高温下（850～950℃）での反応であり、この高温状態を維持するために種々の方式が検討されている。

このような石炭液化・ガス化反応は、高温ガス炉の熱を利用するに適した温度領域にあるといえるが、現在のサンシャイン計画のプロセスは、石炭の一部を燃焼させて反応熱を補う方式をとっており、液化・ガス化の炉型もこれを基本とした開発を進めているので、そのまま核熱に結びつけることには問題が多い。

3.2 水素製造

水からの水素製造法としては、水電解法、熱化学的水分解法、高温直接熱分解法等があるが、このうち熱化学的水分解法は既存の技術でカバーできる1000℃以下の温度における反応を組合せて水を分解しようとするもので、多分に高温ガス炉の熱利用を念頭において研

究開発が進められている。

反応のプロセスとして、現在までに100以上のサイクルが提案されたが、現在も研究されているのは、ウェスチングハウス社、ゼネラル・アトミック社、原研（N I S法）などわずかである。

4. 原子力の民生利用とその可能性

わが国のエネルギー需要を部門別にみると、産業部門54.2%，交通部門22.2%，民生部門21.1%，非エネルギー部門2.5%（昭和55年度）となっている。民生部門を除く他の部門については、エネルギー統計データの整備、需要特性の把握も比較的充実している。しかし、民生部門については、産業、交通部門等に比べて構成内容が非常に複雑なこと等から、需要構造については不明な点が多いといえる。

4.1 民生利用の分野

民生用エネルギーの用途別需要は、冷暖房・給湯65.4%，厨房10.3%，照明・動力・その他24.3%（昭和54年度）となっており、冷暖房・給湯が大きな比重を占めている。民生部門で必要とする熱はほとんどすべてが200℃以下であり、熱レベル的には軽水炉での対応が中心となろう。しかし、実際の利用に際しては、経済性への考慮が必要であり、他産業の熱利用と併合して考えるべきである。また、地域冷暖房は、地域振興策としての効果があり、今後の原子力立地推進の一助としても期待される。

4.2 その他の利用分野

エネルギー統計上は、産業用に分類される

が、地域での熱エネルギー利用という意味で農林水産業における熱利用もあげられる。農林水産業のエネルギー需要はわが国全体のエネルギー需要の約3.3%を占めており、施設農業（ハウスや温室）の燃料等に使用されている。しかし、施設農業や養殖漁業においては、基本的には工場のような多量かつ高温の熱は必要としない。したがって、実際の利用にあたっては、原子炉の熱を直接に利用するのではなく、原子炉の温排水あるいは化学工場等で一度利用されて放出される廃水等を利用することが、エネルギー有効利用あるいは経済性の面からも重要である。

5. 核熱の利用技術

原子炉の熱利用をはかるに当たっては、原子炉と利用系の規模、利用形態、温度レベルの対応、環境、立地、熱輸送等の検討が重要となる。原子炉の熱を利用するシステムとしては、基本的には：

- ① 原子炉と利用系の近接立地を行い、原子炉の熱を直接あるいは蒸気の形で利用する（コンビナート）、
 - ② 原子炉と石炭液化・ガス化プラントあるいは水素製造プラントを同一敷地内に建設し、クリーンな二次エネルギーを需要先へ供給する（二次エネルギーセンター）、
- の二種類が考えられる。

5.1 直接熱供給

原子炉と熱利用プラントを近接立地させて、原子炉からの熱を直接あるいは蒸気の形で利用系プラントへ供給するシステムである。工業利用では、原子炉から電気とか熱（蒸気）を

供給するコンビナートを形成することになり、その回りに低温熱利用あるいは廃熱による民生利用等を配置することも考えられる。一般に、原子炉の規模は利用系プラントのそれよりも大きく、コンビナートを形成して利用をはかることになり、エネルギーの需給バランスが重要である。

この他、原子炉と利用系プラントの共同立地においては、地盤、環境等の技術的課題の検討も必要である。すなわち、現在の原子力プラントは人口過疎地の岩盤立地であるのに対して、化学等の工業コンビナートは輸送等の観点から消費地（都市）接近立地であり、埋立地のような軟弱地盤立地が多い。このように、原子炉と利用系プラントとの間には、現状では相反する要素があり、今後、技術および法規制等の検討が必要である。

一方、民生利用、あるいは農林水産業での利用は、熱需要の規模および温度レベルのいずれも工業利用よりも小さく、経済性の面から原子炉の温排水や工場廃熱等と組み合わせた熱のカスケード利用が考えられる。又、民生利用は、地域振興策としての効用が大きく、原子力立地推進の一助としての役割も期待される。

工業、民生いずれの場合も熱利用プラントの規模は原子力プラントの規模よりも小さく、利用側としてはコンビナートを形成したり、さらに民生利用と併合するものと考えられるが、原子炉側としても熱利用の規模に適した出力ということで中小型原子炉（100～300MW相当）の考えが打出されている。また、このように原子炉を中小型化することによって、設計、運転、保守等を簡易化し、ユーザーが原子力を導入し易くすることが考えられる。

20

(2) 開発体制

利用系の開発体制の先行例としては、高温ガス炉の場合、原子力製鉄技術研究組合（E R A N S）があり、化学工業、石炭の液化・ガス化等についてもユーザーが主体となった利用系の開発体制を確立する必要がある。具体的には、運営（人、組織）および資金の面から早急に議論されなければならないが、この際、ユーザーが参加を決断するには、当然、エネルギー需要の見極めと技術の実証が必要となる。

(3)PA (パブリックアクセプタンス)

原子力立地における大きな問題点の一つとしてP A（パブリックアクセプタンス）がある。現在の原子力発電所では、立地推進をはかる観点から、電源三法による交付金が着工後数年にわたり当該市町村および隣接市町村へ支払われている。但し、熱利用を目的とした原子炉については前例がなく、発電炉と同様の扱いでよいのかどうか今後法的な面での検討が必要である。また、地域への熱供給も、地域振興策としての効用が大きいものといえる。このような観点から大型原子力発電所の立地推進をはかるエネルギーフロンティア計画が検討されている。

(4) 經濟性

原子炉からの核熱を工業利用するためには、経済性が重要な要因となる。特に、熱利用の場合、需要規模等から中小型炉の方向に向った場合、いかにして経済性を維持するかということが重要である。その場合、民生利用という地域振興策をもって、経済性のデメリットを補い、立地推進の一助とする考え方もある。

(5) 運営のあり方

わが国の現在の原子炉はすべて発電専用であり、電気事業者が運営を行っているが、熱供給炉の場合、必ずしも電気事業者が運営するとは限らず、ユーザーとなる企業、民生利用における自治体、あるいは電力会社も含むこれらの共同体による運営が考えられる。このような実用化時期における運営のあり方についても資金問題とからめて検討する必要

がある。又、電力会社以外による運営が考えられる時、従来の大型炉のようなどちらかといえば複雑なものではなく、規模を小さくし、しかも運転、保守の容易性を打ち出した中小型炉は、ユーザーに原子力の熱利用を決断させる一因となるともいえる。

(よこやま じろう 主任研究員)

高速増殖炉開発の動向について

— 海 外 調 査 か ら —

山 本 彬 夫

はじめに

我が国の原子炉開発の基本路線は現在建設・運転が進められている軽水炉から、将来高速増殖炉（FBR）に移行するというものである。今後の原子力発電を軽水炉のみで続けていく限り、現在確認されているウラン埋蔵量では21世紀前半にはウラン資源が欠乏するものと想定されている（OECD・NEA / IAEA）。これに対して、FBRは軽水炉あるいはFBR自身の使用済み燃料中に生ずるプルトニウムを高度に利用できるため、ウラン資源を飛躍的に効率よく利用できるという特色を持っている。これは、FBRがウラン資源の供給制限に影響されるところが少なく、現在確認されているウラン埋蔵量によっても今後極めて長期間にわたってエネルギーを供給し得ることを意味する。

我が国のFBR開発の基本方針は、昭和41年原子力委員会から発表された「動力炉開発の基本方針について」の中に示されているように、早期にこれを自主開発することにある。この基本方針にもとづいて、我が国のFBR開発は現在までのところ動力炉・核燃料開発事業団（動燃事業団）を中心に進められてきた。動燃事業団は、昭和52年に実験炉「常陽」

（熱出力10万kW）を完成させたのに続いて、現在は原子炉「もんじゅ」（電気出力約30万kW）の着工にとりかかろうとしている。今後、これまでに蓄積された開発成果を踏まえてFBRの実用化を図っていくためには、FBRの技術及び経済性をよく見極め、具体的な開発方策を練っておかなければならない。このため、総合エネルギー調査会原子力部会においては、高速増殖炉実用化小委員会（委員長三島良績東大名誉教授）を設け、昭和57年2月から検討を進めている。

一方、当エネルギー総合工学研究所においても、通商産業省資源エネルギー庁からの委託を受けて、FBR開発方策を考える上で重要となる事項について基礎的データを調査し、FBRの早期実用化促進のための政策づくりに資することを目的として、昭和56年度から約4年間を目途に調査を進めている。

海外諸国におけるFBR開発の動向は、このところ流動的であるが、自由世界においては仏国が最も積極的であり、世界で最初の実証炉スーパーフェニックス（電気出力120万kW）を1984年に臨界とする予定である。英国は1974年に原子炉を完成し、次の実証炉及び実用炉に向かって開発の方針を検討中である。米国は、カータ前政権の核不拡散政策の影響

により開発計画が遅れたが、世界で最初にFBRによる発電に成功した国であり、レーガン政権になって再びFBR開発に取り組みつつある。

FBRの開発には膨大な資金と技術開発が必要であり、各国とも単独で開発するには負担が大き過ぎると考えている。そのため、FBRの開発を国際協力によって効率よく進めようとする動きが米英を中心に強まっており、我が国にも積極的に働きかけが行われている。

こうした状況の中で、これから原型炉の建設を始めようとしている我が国にとって、先進諸国のFBR開発の動向、経済性の見通し、国際協力への取り組み姿勢等をつぶさに調査しておくことが重要である。このため、高速増殖炉実用化小委員会ではこの度海外調査団を派遣してこれらの調査を行わせた。以下は、その調査報告の概要をまとめたものである。

なお、本文中の記載内容は、調査団報告書の紹介といった態のものではあるが、文責は筆者にある。

1. 調査団構成、調査項目、訪問先等

今回の調査団は、三島良績東京大学名誉教授を団長とし、高速増殖炉実用化小委員会ワーキング・グループのメンバーをベースとし、合計9名の構成である(表1)。

調査の内容は、

- i) 開発の現状及び計画
- ii) 開発体制及び資金分担
- iii) 建設費及び発電コスト
- iv) プラント運転状況
- v) 核燃料サイクルの開発

の各項目にわたっている。

訪問先は、仏国、英国及び米国の原子力行政機関、電力会社及び研究所並びに「スーパーフェニックス」建設現場で、合計8か所である。訪問先及び日程を表2に示す。

2. 各国のFBR開発の現状

2.1 仏 国

先に述べたように、仏国は最もFBR開発

表1 FBR海外調査団名簿

氏 名	所 属
(団 長) 三 島 良 績	東京大学名誉教授
(副 団 長) 近 藤 駿 介	東京大学工学部原子力工学科助教授
(団 員) 稲 垣 達 敏	電気事業連合会高速増殖炉開発準備室委員
(〃) 木 元 誠	東京電力(株)原子力開発研究所主査
(〃) 野 本 昭 二 (英・米のみ)	動力炉・核燃料開発事業団高速増殖炉開発本部副本部長
(〃) 見 立 宏	日本開発銀行調査部調査役
(〃) 森 本 征四郎	関西電力(株)原子力総合企画・研究室課長
(〃) 山 本 彬 夫	(財)エネルギー総合工学研究所副主席研究員
(特別参加) 高 橋 宏 (仏のみ)	資源エネルギー庁審議官

表2 訪問先及び日程

昭和57年	
9月14日(火)	成田発
9月15日(水)	パリ着
9月16日(木)	仏国原子力庁(CEA)にて、CEA、仏国電力庁(EDF)及 NOVATOMEの担当者と討議
9月17日(金)	移動(パリ→リヨン) スーパ・フェニックス現地調査
9月18日(土)	移動(リヨン→ロンドン)
9月20日(月)	英国エネルギー省(UKDOE)の担当者と討議 英国原子力公社(UKAEA)の担当者と討議 英国中央電力庁(CEGB)の担当者と討議
9月21日(火)	移動(ロンドン→ワシントン)
9月22日(水)	米国エネルギー省(USDOE)の担当者と討議 移動(ワシントン→サン・フランシスコ)
9月23日(木)	米国電力研究所(EPRI)にて、EPRI及びBurns and Roe社 の担当者と討議
9月24日(金)	サン・フランシスコ発
9月25日(土)	成田着

が進んでいるが、その開発の目的を、①PWRから生まれるプルトニウムの有効利用、②輸入ウランへの依存の抑制、及び③長期的なウラン価格上昇傾向への対応、の3点においている。

仏国が開発した最初のFBRは、「ラプソディ」と呼ばれる熱出力4万kWの実験炉であり、1967年に臨界を達成した。この炉はナトリウムコンポーネントが長時間の運転に耐えることを実証し、また高燃焼度が要求されるFBR燃料技術に確信を与えた。最近、ガードベッセルに窒素漏洩が検出され、現在は運転を停止している。原型炉フェニックスは1973年に臨界となり、その後平均約60%の設備利用率で運転を行ってきた。この間、機器及

び燃料性能の確認を行ったが、特に注目されるのは、運転員の被ばく量が15ミリレム/年以下、放射性気体放出量が130~230キュリー/年と低いことである。出力変化率も2%出力/分程度が可能で、PWRよりも運転性能がよいとしている。実証炉スーパフェニックスは1977年からクレイマルビルのローヌ河畔に建設中である。一昨年、ローヌ河対岸から何者かによってバズーカ砲が打ち込まれ、砲弾が格納容器を貫通したが、幸い工程上には何らの遅延も生じなかったようである。臨界は1983年12月、系統接続は1984年4月の予定である。

実証炉以降の計画は、当初1985年より1年半おきに150万kWの大型炉を2基ずつ、合計

6 基着工する予定であったが、ミッテラン政権登場によりこの方針は見直しされることとなった。FBRは巨大な投資を要するので、1986年以降、FBRコストが確定してから全体計画を決定することになる。

2.2 英 国

英国では、FBRの必要性については疑問の余地はないとしながらも、電力需要の伸び悩み、北海油田の開発、石炭産業の保護政策などによって、FBRを必要とする時期はまだ先であるとする意見が支配的である。その時期は、今後の石炭及びウラン価格の上昇を考慮して、2015年頃と思われる。

英国のFBR開発は比較的早期に始められ、1959年に実験炉ドンレー（電気出力1万5千kW）を完成し、原型炉PFR（電気出力25万kW）を1974年に完成している。「ドンレー」はPFRの運転開始に伴い現在閉鎖されており、PFRはプルトニウム燃料加工及びFBR燃料再処理のための実験施設を併設して運転が続けられている。PFRでは蒸気発生器で数多くの漏洩事故が発生したほか、タービン発電機系統でも種々のトラブルを経験し、1981年の設備利用率は14%となっている。原型炉に続く実証炉計画としては、電気出力約130万kWのCDFRが考えられているものの、英国の原子力政策は当面PWRの導入に重点がおかれており、1983年から1985年頃まではPWRの公聴会に忙しく、CDFRの建設は1987年以降になるとしている。今後、実用化に向けてFBRの政策を決める必要があるため、政府は委員会をつくって検討し、近く結論を出す予定である。

2.3 米 国

米国は、「最初にFBRを完成する国こそ、原子力エネルギーの競争において極めて優位に立つ」という、フェルミ博士の主張に沿って、世界で最も早く、1951年にFBRによる発電に成功した。しかし、その後の開発状況は必ずしも順調ではなく、米国より遅れてFBR開発に乗り出した仏国に追い抜かれている。

米国では、世界初の発電に成功した実験炉EBR-1の後も次々と実験炉が建設され、1970年代には電気出力38万kWの原子炉CRRを運転開始する予定であった。しかし、カーター前政権の核不拡散政策の影響を受けて、この計画は大巾に遅れ、1982年にやっとその建設に着手したところである。

FBRは、石炭とともに有力な長期的エネルギー源と考えられており、FBRを導入すれば石炭価格が抑制され、単一エネルギー源に依存することからくる不安定からも脱却できると期待している。ただし、FBRの開発にはこれまで莫大な資金を投資してきたし、これからもその投資を続けていくことになるが、商業化までにはなお20年程度の年月がかかるので、国際協力が不可欠であるとしている。

3. 開発体制及び資金分担

3.1 仏 国

仏国のFBR開発は、フランス原子力庁(CEA)の強力な指導のもとに始められ、実験炉の段階では研究開発、設計、製作、建設、運転と、殆んどすべての分野をCEAが担当して開発した。原型炉以降は、研究開発につ

いては一貫してCEAが担当しているが、漸次フランス電力庁(EDF)及び原子炉メーカーであるNOVATOME社に開発の責任が移ってきている。この開発体制の推移の中で、ノウハウの集中と連続性が配慮され、効率的なFBR開発を行っている。

スーパーフェニックスの建設では、CEAが研究開発を担当し、国際コンソーシアムNERSAが発注主体となっている。原子炉供給者はNOVATOME社及びイタリアのNIRA社である。

スーパーフェニックスの開発資金はNERSAへの出資割合に応じて分担するが、EDFが51%、イタリアの電力会社ENELが33%、及び西独のFBR原型炉の開発のために設立された国際コンソーシアムSBKが16%とそれぞれ負担する内訳になっている。このように、膨大な開発資金を国際的に共同負担することによって、仏国は自国の負担を軽減することに成功している。

スーパーフェニックスの後は、建設の効率化を計るため国際共同事業としての形態はとらず、EDFの単独事業として実施され、メインコントラクターはNOVATOME1社になる予定である。

燃料製造及び再処理については、CEA100%出資のCOGEMA社に技術移転が行われ始めている。

仏国の開発体制の特徴は、発注主体が国営のEDF、原子炉供給者がNOVATOMEと夫々単一に定められていること、そしてCEAはこれらの組織に資金と要員を出すことによって大きな支配力を有していることである。

3.2 英 国

英国のFBR開発は、英国原子力公社(UKAEA)が研究開発を推進し、NNC(National Nuclear Corporation)が原子炉を供給、BNFL(British Nuclear Fuel Limited)が燃料を供給、英国中央電力庁(CEGB)が発注者という形で進められる。NNCは英国メーカーを統合して生まれたもので、UKAEAがその株式の35%を保有し、かつ人も送り込んでいる。

CDFRの開発体制は未定であるものの、その資金調達においてはCEGBが大きな役割を果たすものと見られている。

CDFRの設計研究はUKAEAの発注でNNCが実施している。これらの設計研究やその他の会合には、将来規制側の立場にたつNuclear Installation Inspectorate(NII)がオブザーバとして参加し、FBRのスムーズな開発が行われるようにしている。

3.3 米 国

米国では、エネルギー省(DOE)が研究開発の実施責任を有しており、CRBRの建設もDOEのマネージメントで行われている。CRBRについては民間が若干出資しているので、その団体であるBRC(Breeder Reactor Corporation)がアドバイスできるようになっている。CRBRに続く大型炉については、これまでDOEが設計研究を実施してきた。しかし、今後は民間がその計画を推進することになり、政府は外国と協同することを条件にFBRのR&Dを継続するとの方針をとったため、EPRIが民間側のまとめ役をもって出て、設計研究の第4段階、いわゆるConsolidation phaseを実施するConsolidated

Management Office (COMO, 連邦の資金で行われる作業をマネージし、必要なR&Dをアドバイスする役割を有するといわれている)を設立した。

実証炉の発注主体は当然電力の連合ということになるが、公益事業に対する規制から、資金負担能力が限られているので、DOEでは政府保証の融資など各種の、予算によらない助成システムの検討が行われている。核燃料サイクルの開発については民間が出遅れているので、なお主体は連邦政府とされているが、この場合にも民間との協議機関を設けてその意向を反映させる体制としている。なお、現在Barnwell再処理プラントの建設を民間が継続するインセンティブを与えるべく、生産されたプルトニウムの買上げ保証、政策変更が行われた場合の投資家保護方策などの手段が検討されているが、これらはFBRに対する民間のインセンティブ付与という観点からも注目されよう。

4. 経済性について

4.1 仏 国

仏国でのFBR経済性評価は表3に要約される。

これは比較検討のために計算されたものであり、次の仮定にもとづいている。

- i) フランの価値は不変であり、1982年フランへの現在価値換算は年率9%とする。
- ii) 償却期間は20年とする。
- iii) PWRは130万kWプラントが4基発注されたとした場合の数字であり、大量生産によりかなり安くなっている。これに対し、FBRでは単独の建設であり、将来のユニットは18か月に1基のペースとしている。

仏国におけるFBRの経済性見通しは、スーパーフェニックスの安全審査と応札結果が判明し、再処理プラントPURRの設計がパイロットプラントTORの運開により確定す

表3 FBR, PWRコスト比較

[単位: サンチーム/kWh]

	PWR 1300MWe	SPX-I 1200MWe	SPX-II #1 1500MWe	SPX-II #2 1500MWe	将来ユニット 1500MWe
資 本 費	8.5	22.6 (2.66)	16.9 (2.00)	13.2 (1.55)	11.0 (1.29)
運 転 費	3.2	5.0 (1.56)	4.7 (1.47)	4.0 (1.25)	4.0 (1.25)
燃料サイクル費	5.3	10.0 (1.89)	8.7 (1.64)	6.8 (1.28)	4.5 (0.85)
合 計	17.0	37.6 (2.2)	30.3 (1.8)	24.0 (1.5)	19.5 (1.15)

() 内はFBR/PWR比

る1986年までは確定的なものではない。

3.2 英 国

NNCの評価によれば、実証炉CDFRの建設費はPWRの約1.4倍、発電コストは1.2倍となっている。FBRがいつPWRより経済的になるかは、建設費が不確かであること、長期間のウラン価格を予測する必要があることなどにより、正確に予測できないとしている。

3.3 米 国

CRBRのプロジェクト・コストは36億ドル、そのうちハードウェア・コストが10億ドルとされている。

CRBRに続く電気出力100万kW級の大型炉の設計研究では、30億ドルという建設費が試算されている。

初期大型FBRの建設費については、軽水炉の1.5倍程度とするメーカーの推定もある。

3.4 核燃料サイクル費

仏国では燃料成形加工費がPWRの7倍、再処理費は5倍としている。米国ではブランケット分もあわせて平均すると3.3倍と1.3倍というふうに推定している。

4. 国際協力に対する考え方

4.1 仏 国

仏国は、イタリア、西独、ベルギー、オランダ、英国と共同でスーパーフェニックスを建設し、西独及びイタリアとは政府間協定の下に研究開発成果を共有している。仏国は、政府間協定による長期目標の設定を行い、か

つ産業対産業の包括的協力関係を成立させるのが、望ましい国際協力の姿であるとしている。

米、英との協力については、両国が仏国のイニシアチブの下に入ることを嫌い、仏国との合意に達していない。日本との関係について仏側は、基本的には上の考え方をもって接してきているが、FBR開発のスローダウンに直面してやや柔軟に種々のアプローチを模索する様子も見られる。日本の自主開発の方針にも理解を示し、その枠組みの中で日本に役立つ協力をしたいとのことであった。

4.2 英 国

英国には、米、仏双方から共同開発の働きかけがあり、そのため政府内に委員会をつくり、協力の是非、あり方などについて検討しており、近く結論を出す予定である。英米協力を実現する場合には、日本の参加が重要視されている。CEGBでは、とりえず各国の電力事業者間だけでも共通仕様の検討を試みてはどうかと提案している。

4.3 米 国

米国の大型FBR計画(LSPB計画)は国際協力を前提としており、COMOを窓口に関国へ協力の働きかけをしている。日本に対してもCOMOのメンバーとして参加することを強く期待している。COMOによる国際協力の基本的考えは、

- i) 各国が全体計画に公平に資金、人材等を提供すること。
- ii) 各国の研究開発の重複をさけ、その費用を節減すること。
- iii) 各国はこれまでの研究開発の成果を公開

し、それを共有すること。

iv) 各国が全体計画に参加し、その成果を共有すること。
とされている。

おわりに

以上、仏、英、米3国を訪問し、各機関の担当者と討議した内容を、FBR開発の現状、経済性、国際協力の3点に絞って報告した。各国とも、FBRの必要性に対しては疑問の余地はないとしながらも、最近の経済事情及び政情を反映して開発のペースが鈍っている。実証炉スーパーフェニックスの運開を間近にした仏国でも、今後のスケジュールについては以前の威勢良さは消えて、スーパーフェニックスⅡの応札及び再処理プラントPURRの設計が確定する1986年までは明確にならない。英国は、原型炉を1974年に完成しながら、国内の経済事情から実証炉建設の時期は1987年以降となっている。米国では、1970年代に運開にする予定であった原型炉が、やっと着手できる運びとなっているが、まだ予断を許さない。これらの結果、各国のFBR開

発の現状は、昨年原子力委員会により改訂された我が国の「原子力研究開発利用長期計画」とそれ程の違いがなくなっている。

FBRが商業化される時期については、各国とも相当将来のことと予想しているので、その間、技術を継承し、効率よく開発を進めるためには国際協力を有効に利用する必要がある。特に、米国では政府が今後のFBRに関する研究開発を継続する条件として、外国と協同することをあげており、昭和57年に設立したCOMOを推進母体として各国に積極的に協力の働きかけをしている。言い換えれば、米国のFBR開発は、国際協力なくしては活力が出ない。国際協力の必要性は、国情によって相違はあるものの、仏、英についても同様に言えることであり、莫大な開発資金を一国で負担する重圧から、各国とも国際協力することによってまぬがれようとしている。

終りに、本調査に際しご協力をいただいた資源エネルギー庁原子力発電課、各国駐在の日本大使館、ジェトロ、海外電力調査会、等の皆様に感謝の意を表します。

(やまもと よしお 副主席研究員)

研究所のうごき

(昭和57年10月1日～12月31日)

◇ 評議員会開催

第3回評議員会

日 時：11月10日(水)15:00～17:30

場 所：東海大学校友会館東海クラブ望星の間

議 題：

- (1) 議長挨拶
- (2) 〔報告〕
昭和56年度事業報告および収支決算
昭和57年度事業計画および収支予算
- (3) 〔講演〕
最近の経済動向とエネルギー問題(監事・日本興業銀行顧問 田島敏弘氏)
- (4) 懇 談

◇ 企画委員会開催

第23回企画委員会

日 時：10月20日(水)14:00～16:00

場 所：当研究所第2会議室

議 題：

- (1) 2000年に至るわが国のエネルギー ビジョン
- (2) FBR海外調査報告
- (3) その他

第24回企画委員会

日 時：12月22日(水)17:00～19:00

場 所：東海大学校友会館東海クラブ富士の間

議 題：

- (1) 自動車用燃料の将来
- (2) 昭和57年度研究テーマについて

◇ 主なできごと

- 9月29日(水) 「LNG施設総合調査研究会」第2回開催
- 10月7日(木) 「中小型軽水炉構想設計・経済性検討」第1回委員会開催
- 15日(金) 「FBR実用化」第4回委員会開催
- 18日(月) 「海洋地熱」第2回委員会開催
- 「電気エネルギー貯蔵技術調査並びにフィージビリティスタディ、超電導電力貯蔵検討会」第2回委員会開催
- 20日(水) 第23回企画委員会開催
- 23日(土) 「環境評価モデル調査」第1回委員会開催

会開催

- 11月4日(木) 「バイオマス」第2回委員会開催
- 9日(火) 「FBR実用化」第5回委員会開催
- 「燃料電池エネルギーシステム」第2回委員会開催
- 10日(水) 第3回評議員会開催
- 17日(水) 「中小型軽水炉構想設計・経済性検討」第2回委員会開催
- 「エネルギーフロンティア」第1回委員会開催
- 19日(金) 「電気エネルギー貯蔵技術調査並びにフィージビリティスタディ、超電導電力貯蔵検討会」第3回委員会開催
- 「新技術研究開発基礎調査検討」第1回委員会開催
- 26日(金) 「環境評価モデル調査」第2回委員会開催
- 30日(火) 「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催(第26回)
- 12月8日(水) 「LNG施設総合技術調査」研究会第3回開催
- 14日(火) 「バイオマス資源によるアルコール生産・利用(57年度)」第1回委員会開催
- 16日(木) 「バイオマス」第3回委員会開催
- 17日(金) 「FBR実用化」第6回委員会開催
- 「電気エネルギー貯蔵技術調査並びにフィージビリティスタディ、超電導電力貯蔵検討会」第4回委員会開催
- 20日(月) 「石油製品需給不均衡解消に関するフィージビリティ調査」第5回アスファルト委員会開催
- 21日(火) 「中小型軽水炉構想設計・経済性検討」第3回委員会開催
- 22日(水) 第24回企画委員会開催
- 「プルサーマル(仮称)」第1回委員会開催
- 23日(木) 「新技術研究開発基礎調査検討」第2回委員会開催
- 24日(金) 「環境評価モデル調査」第3回委員会開催

◇ 人事異動

- 10月1日付
- (採用) 斉藤 晴通 副主席研究員、プロジェクト試験研究部長兼企画部長

に任命
(採用) 安藤 順康 主任研究員に任命, プロジ
ェクト試験研究部配属

○ 12月1日付

(採用) 中田 邦臣 常勤嘱託
戸田 庸三 〃
原 俊彦 〃

○ 12月15日付

(採用) 上田 隆 主任研究員に任命, プロジ
ェクト試験研究部配属

(退職)

主任研究員 神崎 直英 (出向解除)

◇ そ の 他

外国出張

(1) 三井英彦副主席研究員は, 「米国シャトルにて

開催される廃炉国際会議への出席及び各国におけ
る廃炉研究の現状と将来動向の把握と米国, カナ
ダにおける廃炉技術指針等を中心とする廃炉研究
の現状についての意見交換」のため, 10月9日よ
り同月25日の間, 米国及びカナダに出張した。

(2) 松井一秋主管研究員と田辺義雄主任研究員とは,
「各国における原子力開発の動向調査並びに国際
協力に関する基礎調査」のため, 11月14日より12
月5日の間, 大韓民国, フィリピン, インドネシ
ア, マレーシア並びにタイ国に出張した。

(3) 友沢孝主任研究員は, 「仏国で開催されるパッ
シブソーラに関する会議への出席及び欧州各国に
おける自然エネルギー利用技術の研究開発現状の
調査」のため, 12月5日より同月17日の間, デン
マーク, ノルウェー, 西独, 及び仏国に出張した。

第 5 卷 通 卷 目 次

VOL. 5, No. 1 (1982・4)

原子力発電の研究開発……………	監事・関西電力(株)専務取締役	飯 田 孝 三………… 1
昭和57年度予算におけるエネルギー研究開発の概要……………	井 上 市 郎………… 2	
昭和57年度予算にみる通商産業省のエネルギー技術開発の重点……………	土 井 哲………… 9	
代替エネルギーを中心とした国際研究協力の現状……………	山 本 敏 明………… 20	
米国におけるアスファルトガス化コンバインドサイクル発電……………	片 山 優久雄………… 28	
研究所のうごき……………		35

VOL. 5, No. 2 (1982・7)

エネルギー新情勢と研究開発……………	理事・東京大学名誉教授	大 島 恵 一………… 1
水力開発と今後の技術的課題……………	大 滝 克 彦………… 2	
自然エネルギー利用住宅システム技術の開発……………	友 沢 孝………… 10	
エネルギーセキュリティ確保から見た日本における		
石油を中心としたエネルギー産業の対応……………	岩 井 龍太郎………… 21	
「メタコール・メタノール研究会」		
海外調査に参加して—アジア・オセアニア・南ア班—……………	菅 野 一 郎………… 28	
研究所のうごき……………		37

VOL. 5, No. 3 (1982・10)

第 2 回 エネルギー総合工学シンポジウム (特集)

新燃料油の将来

<長期エネルギー需給見通しを踏まえて>

開会のあいさつ及び研究所活動報告……………	所 長 山 本 寛………… 1
〔招待講演 1〕 長期エネルギー需給見通し	
について……………	通商産業省資源エネルギー庁 長官々房総務課エネルギー企画官 雨 貝 二 郎………… 3
〔招待講演 2〕 新燃料油の将来	東京大学工学部助教授 吉 田 邦 夫………… 16

〔研究報告1〕 石炭液化, オイルシェール, オイルサンドの開発……………	主管研究員 松 井 一 秋……………	31
〔研究報告2〕 アルコール燃料への期待……………	主管研究員 高 倉 毅……………	44
〔研究報告〕 長期エネルギー需給見通しと 新燃料油の位置づけ……………	専 務 理 事 武 田 康……………	57
閉会のあいさつ……………	常 務 理 事 柴 田 誠 一……………	71
研究所のうごき……………		72

VOL. 5, No. 4 (1983・1)

カロリーからジュールへ

(国際単位系の採用)……………	理事・(財)日本産業技術振興協会副会長 朝 永 良 夫……………	1
エネルギー問題とわが国経済……………	監事・日本興業銀行顧問 田 島 敏 弘……………	2
わが国のソフトエネルギー開発の現状と課題 —太陽, 風力, 海洋エネルギーについて—……………	長谷川 正 悟……………	17
原子炉の熱利用……………	横 山 二 郎……………	28
高速増殖炉開発の動向について —海外調査から—……………	山 本 彬 夫……………	38
研究所のうごき……………		46

第5巻通巻目次

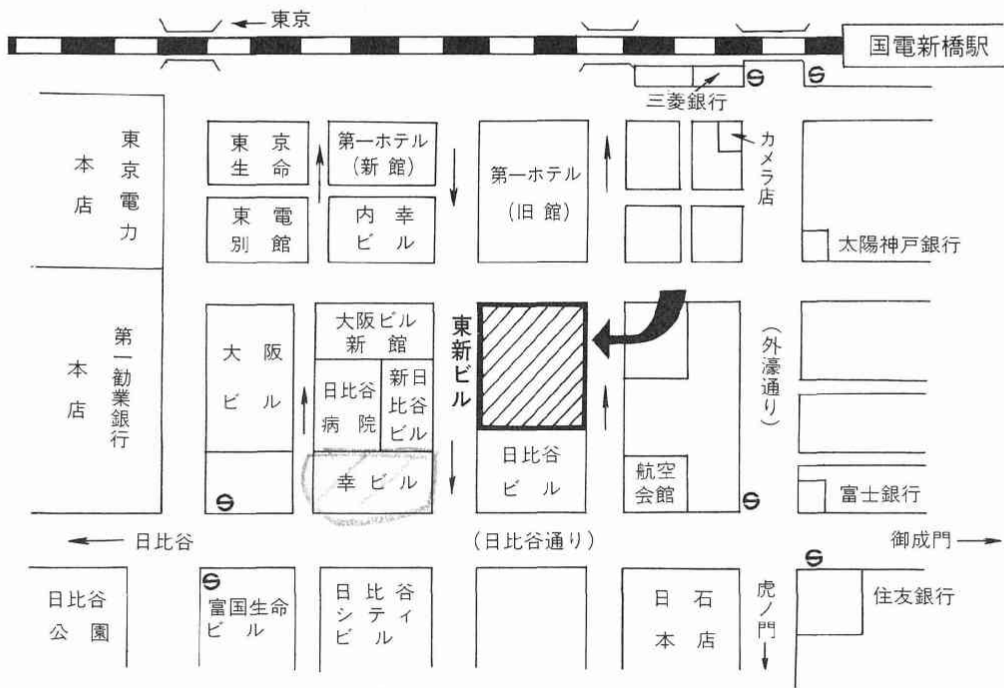
事務所移転のお知らせ

来たる2月26日(土)に、研究所事務所を下記に移転します。従って、現在の事務所(虎ノ門)では2月25日(金)まで執務し、2月28日(月)より新事務所で業務を行うことになります。

記

新所在地 (〒105) 東京都港区新橋1-1-13 東新ビル 7F

電話番号 (03) (508) 8891(代)(予定)



国電新橋駅 徒歩 5分
 営団地下鉄銀座線新橋駅 徒歩 3分
 都営 // 三田線内幸町駅 徒歩 2分
 営団 // 千代田線霞ヶ関駅 徒歩 5分

目 次

創立五周年を迎えて……………	理事長 山 本 寛…………	1
昭和58年度予算にみる通商産業省のエネルギー技術開発の重点…………	楠 田 昭 二…………	2
材料データベースの現状と課題……………	岩 田 修 一…………	15
韓国およびA S E A N諸国の原子力事情と 原子力国際協力の可能性（出張報告）……………	田 辺 義 雄…………	22
欧州におけるパッシブソーラー開発の現状……………	友 沢 孝…………	31
研究所のうごき……………		41
第1巻～第5巻総目次……………		43

第3回エネルギー総合工学シンポジウム（研究成果報告会）

——原子炉の多目的利用——

開催のご案内

（財）エネルギー総合工学研究所は、一昨年、昨年にひきつづき、第3回エネルギー総合工学シンポジウムを下記により開催いたします。

本年のメインテーマは、**原子炉の多目的利用**で、詳細はのちほどお知らせしますが、お誘い合せご来場下さいますようご案内申し上げます。（一般来聴歓迎、無料）

と き：昭和58年7月15日（金）13：30～17：30

と ころ：日本工業倶楽部 2階大会議室〔定員220名〕

（東京都千代田区丸の内1-4-6）

〔満員の節はご容赦下さい〕

問合せ先：（財）エネルギー総合工学研究所調査部 TEL：（03）508-8891

創立5周年を迎えて

理事長 山 本 寛

この研究所が創立を見たのは第1次の石油ショックによる影響が漸く収まり、経済的にも一応の安定を見た頃でありましたが、その後幾ばくもなく第2次の石油危機が到来して、産油国を除いては、先進国も開発途上国も共に再び前回にまさる困難な経済状況に落ち入りました。このため、わが国を含め、先進各国では省エネルギーや石油代替エネルギーの早期導入が声高に要望されました。その結果、先進各国の省エネルギーや、原子力、石炭、天然ガス等の石油代替エネルギーへの転換が進み、石油需要の急速な減少に伴って、昨年末以降状況が大きく変って来たことはご承知の通りであります。ここで、石油価格の当面の動向がどうなるかは大変気になる処ではありますが、少くとも第3次の石油ショックの発生が懸念されるような極端な価格の低下だけは将来の世界経済の安定からみて望ましいものでない事は明らかです。

一方、先進国における省エネルギーの進展や石油代替エネルギーの導入がOPECによる石油価格決定の主導権を失わせた一因である事を深く認識し、私共は今後ともこの切り札を確固として保持してゆく必要があります。石油価格が下落した事によって欧米先進国の石油代替エネルギー技術開発にブレーキがかかっていますが、国内エネルギー資源に全く恵まれないわが国としては、他の先進国の動向がどうであれ、安全保障の立場からも石油代替エネルギー技術開発に力を入れてゆかねばならないと思います。勿論、限りある国や企業の予算の中では優先順位をつけて技術開発を行う事が、今迄よりもっと厳しく要請されるのは当然の事であり、また、私共研究所の研究員一同も及ばずながら、今後とも少しでもお役に立ちたいと期している次第であります。（やまもと ゆたか）

昭和58年度予算にみる通商産業省の エネルギー技術開発の重点

楠 田 昭 二

1. 総合的な資源・エネルギー政策の考え方

今日我が国をめぐるエネルギー情勢は新たな転機を迎えている。

① 国際エネルギー情勢においては、第二次石油危機の経験を踏まえて、先進消費国が省エネルギーの推進、石油代替エネルギーの開発・導入の促進等の施策を積極的に推進してきたわけであるが、かかる諸施策の浸透に加えて、近年では石油価格の上昇に伴うデフレの影響に端を発した世界経済の停滞により、世界の石油消費は大幅な減少を示し、国際的な石油需給は緩和状態で推移している。しかしながら、我が国のエネルギー供給構造は依然脆弱であり、中東情勢も流動的である点にかんがみれば、我々が今エネルギー問題解決の努力を怠るならば、将来エネルギー需給が不安定化、逼迫化することは避けがたいと考えられる。むしろこのような需給緩和時においてこそ、中長期的な観点にたって、エネルギーの安定供給の確保を図る施策を着実に推進することが必要である。

② 一方、国内面においては、産業構造の変化、産業全般にわたる省エネルギーの進展、石油代替エネルギーの開発・導入等により、

一次エネルギー供給に占める石油依存度が急速に低下するなど我が国のエネルギー需給に構造的変化の兆しがみられつつある中で、基礎素材産業を始めとするエネルギー多消費型産業を中心として、原材料・エネルギーコストの低減が強く求められるに至っている。

このように我が国を取り巻くエネルギー情勢が激しく変動する時代にあっては、エネルギーの安定供給の確保を図りつつ、内外のエネルギー情勢の変化に適確に対応したエネルギー政策を展開していくことが要請される時代であるともいえよう。

③ 以上のような観点にたって、まず、今後ともエネルギー供給の大宗を占める石油について引き続き安定供給基盤の整備を図るため、石油産業の構造改善、石油備蓄及び石油開発を着実に推進する必要がある。また、石油代替エネルギーをめぐる新たな状況に積極的に対応するため、核燃料サイクルの事業化、原子力発電を中心とする電源多様化及び電源立地を着実に推進する必要がある。さらに、産業、民生、輸送の各分野において一層の省エネルギーに努めるとともに、石炭の安定供給の確保、石油代替エネルギーの技術開発等石油代替エネルギーの開発・導入を一層推進する必要がある。

④ 我が国としては世界有数の経済力を達成するに至った国民の叡智と活力を十分発揮して、エネルギー問題を克服し、日本経済の発展基盤を確たるものとするとともに、世界のエネルギー問題の解決に貢献するため、以上のような総合エネルギー政策を強力に推進していくこととしている。

2. 昭和58年度における資源エネルギー政策の重点事項

前節に述べた「総合エネルギー政策の考え方」にもとづく、昭和58年度における資源エネルギー政策の重点事項の要点は以下の通りである。（文末の表1参照）

2.1 石油の安定供給基盤の整備

1) 石油産業の構造改善の推進

石油の安定供給確保の担い手たる石油産業の構造改善を推進するため、民生用石油製品の安定供給確保を図りつつ、重質油対策技術実用化開発の拡充、軽質留分新用途開発への着手、中間留分の安定供給に係る原油関税軽減制度の創設等生産設備の高度化のための施策を講ずる。併せて、過剰設備の処理を進めるとともに、共同重質油処理センター設置のための調査の実施等企業間連携の強化を図る。

2) 石油備蓄の推進

民間備蓄については、引き続き90日の水準を維持するため、その助成制度を拡充・強化する。また、石油公団による国家備蓄については備蓄基地建設を推進するとともに、備蓄量の増強を図る。

また、LPG（液化石油ガス）の民間備蓄についても増殖（年度末目標25日）を図る。

3) 石油開発の推進

内外における石油開発を効率的に推進するため、開発の効率的推進、資金調達等石油開発に係る基本問題を検討するとともに、石油公団による探鉱等投融資事業、国内石油天然ガス基礎調査等の充実に図る。また、自主技術開発促進のための基本構想を策定するとともに、オイルシェール開発技術、石油二・三次回収技術等を推進する。

2.2 石油代替エネルギーをめぐる新たな情勢への積極的対応

1) 核燃料サイクル事業化の推進

ウラン濃縮の事業化、商業再処理工場の建設等核燃料サイクルの事業化を推進するため、技術開発、立地促進等の対策を充実する。また、放射性廃棄物処理処分対策については、低レベル放射性廃棄物の施設貯蔵等を推進する。さらに、核燃料再処理準備金制度を創設する。

2) 原子力発電を中心とする電源多様化の推進

(1) 原子力発電の推進

電源多様化の中核となる原子力発電について、より一層安全性・信頼性の向上を図るため、安全審査・検査及び運転管理監督体制、防災・被ばく低減化対策等を充実・強化するとともに、稼働率向上のための軽水炉改良標準化を推進する。

また、プルトニウムの早期利用の観点からも有意義なATR実証炉の建設を早急に進めることとし、資金面の措置等の対策を講じるほか、高速増殖炉等新型炉実用化のための調査を引き続き進める。

(2) 石炭火力、水力、地熱発電の推進

石炭火力発電所の建設及び既設石油火力の石炭への燃料転換に対する助成等により石炭火力発電を促進する。また、国産エネルギーである水力・地熱の開発を促進するため、資源調査、事業者に対する助成措置等を充実する。

また、電源開発促進税の税率引上げにより、これら電源多様化対策の所要財源の確保を図る。

3) 電源立地の推進

(1) 電源地域の振興

電源立地を着実に推進するため、電力移出県等交付金の充実、電源立地促進対策交付金の使途の拡充等電源地域の産業の振興に資する施策を推進する。

(2) 電源立地に対する国民的理解と協力の増進

原子力発電の必要性、安全性等に関する国民的理解と協力を得るための施策を充実する。

また、電源開発促進税の税率引上げにより、これら電源立地対策の所要財源の確保を図る。

4) 石油代替エネルギー技術開発の推進及び開発体制の整備

サンシャイン計画等石油代替エネルギー技術開発を重点化・効率化を図りつつ推進するとともに、新エネルギー総合開発機構の機能を情報収集・提供面、シーズ発掘面等において拡充し、石油代替エネルギー技術開発体制を整備・強化する。なお、新エネルギー総合開発機構において燃料用アルコール技術開発に着手する。

また、産業における石油代替エネルギーのより効率的な利用を促進するための革新的かつ共通的な技術の開発を引き続き積極的に推進する。

5) 省エネルギー及びエネルギー転換の推進

産業、民生、輸送の各エネルギー消費部門における省エネルギーを一層推進するため、技術開発等を促進するとともに産業における石炭、LNG等へのエネルギー転換を引き続き推進する。また、ソーラーシステムの普及を促進するため、住宅及び事業用施設に対する低利融資、公的施設に対する補助、統一的な性能評価の確立等の施策を推進するとともに、ガス冷房の普及の促進を図る。

6) 石炭の安定供給確保の推進

長期的な視点に立って海外炭開発輸入の着実な推進を図る。また、国内炭については、保安の確保を図りつつ我が国石炭鉱業の自立を目指して、効率的な石炭政策を引き続き推進する。

2.3 資源の安定供給の確保

1) 希少金属備蓄の推進

希少金属の重要性及び供給の不安定性にかんがみ、経済安全保障の観点で踏まえ、国家備蓄制度を創設する等、備蓄を強力に推進する。

2) 鉱物資源の探鉱開発の推進

鉱物資源を長期的かつ安定的に確保するため、減耗控除制度の延長、いわゆる「三段階方式」による探鉱助成等により内外資源の探鉱開発を進めるとともに、中小鉱山の総合的な振興対策を講ずる。

3) 深海底鉱物資源開発の推進

第3次国連海洋法会議における先行投資保護決議の採択、鉱区調整の本格化及び深海底鉱業暫定措置法の成立を踏まえ、探鉱開発法人に対する金属鉱業事業団からの出資を充実

するとともに、賦存状況調査及び採鉱・探査技術開発を一層推進する。

2.4 国際エネルギー政策の展開

厳しい世界エネルギー情勢に対応し、先進エネルギー消費国は、国際エネルギー機関（IEA）、サミット等の場においてエネルギー問題解決のため、緊密な国際協力体制を推進しているが、我が国としてはかかる国際協調に積極的に参加し、国内エネルギー政策に反映させるとともに、正確かつ迅速な情報収集・提供に努め、これに基づく的確な国際エネルギー政策を展開する。

2.5 その他

- ① 産炭地域経済の再建を図るため総合的かつ効果的な対策の推進を図る。
- ② 臨時石炭鉱害復旧法及び石炭鉱害賠償等臨時措置法の延長を踏まえ、石炭鉱害復旧のための所要の措置を計画的に進める。
- ③ 都市ガス事業におけるガス導管の管理技術の確立等ガス保安対策を強力に推進する。

3. 昭和58年度におけるエネルギー技術開発の概要

以上「総合エネルギー政策の考え方」及び「昭和58年度における資源エネルギー政策の重点事項」を紹介したが、このエネルギー政策基盤の安定強化を図る観点から様々なエネルギー技術に係る施策の展開が図られている。

以下に通産省におけるエネルギー技術開発の主なものとその概要を説明する。（括弧内は58年度予算で単位は百万円）

3.1 石油関連技術開発

1) 石油開発技術

我が国石油開発企業は、百年以上の歴史を有する欧米メジャー等に比べその経営基盤が脆弱であるばかりでなく、技術力においても大きく立ち遅れており、また我が国プラントメーカー等も石油開発企業からの技術情報フィードバックの不足等から、総じて遅れをとっている状況にある。特に、米国の石油・ガス開発関連機器に関する対ソ禁輸措置（一昨年12月発表、昨年6月同強化措置）がサハリン島陸域において進められているプロジェクトの推進に大きな影響を与え、我が国独自の技術を今後早急に確立する必要性に迫られたことは記憶に新しい。

さらに、石油開発利権を獲得するには、技術力の保有が重要な条件となっており、特に最近、開発対象地域の自然条件の悪化（極地、深海等）、二・三次回収等原油回収率の向上に対する産油国からの要請の高まりに対応するため、あるいは従来の原油に代わる有望な石油系資源であるオイルシェールの開発を進めるため、石油開発技術の開発が急務となっており、このため次のような施策を講じている。

(1) 二・三次回収技術の研究開発（771）

ケミカル攻法、熱攻法等の二・三次回収技術について、57年度から5か年計画で油田でのパイロットプラント規模で研究開発を行う。58年度は特に、ケミカル攻法についてパイロットプラントの設計・建設に着手する。

(2) オイルシェール開発技術の研究開発（1,543）

56年度から60年度までの5か年でパイロットプラントによる実験を通じ、オイルシェー

ルの採掘，粉碎，乾留にわたる開発技術の研究開発を行う。58年度はベンチプラントを中心に研究調査を行うとともにパイロットプラントの設計等に着手する。

(3) その他の石油開発技術

その他の石油開発技術として①海底石油生産システムの研究開発（5,153）②海洋石油生産プラットフォーム開発調査（104）③海洋石油開発高能率掘進技術開発調査（69）④衛星による石油等探査技術の研究開発（1,411）を行う。

2) 石油精製関連技術

石油は，現在なお我が国のエネルギー源の大宗を占めているが，我が国の輸入原油は産油国の軽質原油温存政策の影響等により重質化しつつあり，一方，国内石油製品需要構造は民生用灯油等中間留分需要の増大，B・C重油需要の減少等により軽質化しつつある。石油製品は原油を精製して得られる連産品であるため，このような状況を放置すれば石油製品全体の適正な需給バランスが失われる恐れがある。

このため，中間留分の安定供給確保を図る観点から既に多様な重質油対策を講じつつあるが，抜本的対策として，重質油分解技術を始めとする重質油対策技術の開発を54年度から予算措置を講じて推進しているところである。

(1) 重質油対策技術開発事業（325）

石油精製，鉄鋼，電力等関係業界の各企業により54年6月に設立された重質油対策技術研究組合が，54年度から58年度の5年計画で推進中の重質油分解技術の研究開発を行う。

(2) 重質油対策技術実用化開発事業（3,469）

現在技術開発が進められている中間留分増

産型の重質油分解装置の早期の商業的導入を図るため，57年度から61年度の5年計画で10,000B/Dクラスの実用化プラント段階での開発を行う。

(3) 重質油残渣物有効利用技術開発事業（2,786）

重質油対策技術研究組合が，56年度から60年度までの5年計画で，ピッチ，石油コークス等重質油の分解工程で副生する重質油残渣物を原料とする都市ガス用合成ガス・低廉水素ガスの製造技術開発を行う。

(4) 軽質留分新用途開発事業（1,692）

今後の中・長期的な国産ナフサの過剰傾向に対処し，安定的なナフサの新規需要分野の創出を図るため58年度から62年度までの5年計画で，

- ① ナフサ留分変換技術
- ② ナフサ留分の高付加価値化学品変換技術
- ③ ナフサ留分活用技術

について開発を行う。

更に現在の石油製品と同様の取扱が可能なことから早期導入が期待される新燃料油の開発・導入を特に中間留分代替という観点から推進しているところである。

(5) 新燃料油研究開発事業（2,841）

新燃料油開発技術研究組合が55年度から61年度まで7年計画で，

- ① 合成ガスからの炭化水素油・含酸素燃料油精製技術
- ② オイルサンド油，オイルシェール油等の改質精製技術
- ③ バイオマス利用技術

の開発を行う。

3) 石油備蓄技術

(1) 石油備蓄技術開発 (489)

国土利用の制約等から安全で経済的な新備蓄システムを実用化するため地下備蓄に係る実証実験を行うとともにワックス原油の固化備蓄技術についても実証実験を行う。

3.2 原子力関連技術開発

石油代替エネルギーの中核として位置付けられる原子力の開発利用については我が国は、従来からこれを積極的に推進してきたところであるが、今後とも安全性の確保に万全を期しつつ、信頼性の向上及び稼働率の向上を図るとともに、地元住民をはじめとする国民の理解と協力を得て立地の促進を積極的に図ってゆく必要がある。また、原子力の開発利用を円滑に推進していくためには、自主的核燃料サイクルの確立が不可欠である。

このような情勢の下で、原子力に関する技術開発をこれまで以上に推進していく必要があり、通商産業省としては次の諸点に重点を置いて進めている。

1) 原子力発電の安全性の確保・信頼性の向上対策

(1) 軽水炉改良技術確証試験等の推進(2,396)

原子力発電の安全性・信頼性のより一層の向上を図るため、我が国の国情に適した日本型軽水炉の確立を図ることが必要である。このため第三次改良標準化調査を推進するとともに、確証試験の実施によりインターナルポンプ設備、高性能燃料、大型炉心、高耐震構造立地技術の実用化を促進する。また、軽水炉へのプルトニウム実用規模利用のための設計調査を行う。さらに、運転経験データに基づき、主要な設備等の信頼性の定量的評価を行い、設備、機器の信頼性向上策の検討を行

う。

(2) 廃炉対策の推進 (101)

今後10数年後には具体化する原子炉の廃止措置に関して、安全性、信頼性の向上の観点から必要な技術調査を行うとともに、特に重要な遠隔切断技術及びコンクリート表層はく離技術についての確証試験を行う。

(3) 原子力発電支援システムの開発 (1,700)

原子力発電所の信頼性のより一層の向上を図る観点から、日常の運転管理等における運転員の負担軽減のための支援システムの開発を促進する。

(4) 原子力発電安全対策の充実・強化

(2,641)

安全解析についての行政庁によるクロスチェックを充実するため、実用発電用原子炉に係る既存の安全解析コードの改良・整備及びこれに必要な試験を行うとともに、原子力発電所の諸検査等に伴う放射線被ばくの低減化及びそれによる検査の効率化を図るため、安全性、信頼性の確保上特に重要な自動検査装置等の導入を促進する。

(5) 原子力発電施設信頼性実証試験の拡充 (6,890)

原子力発電所の安全性、信頼性に対する地元住民をはじめとする国民の理解を増進するため、信頼性実証試験を実施する。特に58年度は大型高性能振動台を用いて本格的な振動試験を実施する。

2) 自主的核燃料サイクルの確立

(1) ウラン資源安定供給確保 (609)

海外に全面的に依存しているウラン資源について供給源の多様化を図り、自主開発の推進等を行うとともに、純国産資源としての海水からのウラン回収システムの開発を推進す

る。

(2) ウラン濃縮役務安定供給確保(1,326)

ウラン濃縮役務の安定供給確保、核燃料サイクルの自主性の確保のため、ウラン濃縮原型プラントの建設と並行してウラン濃縮遠心分離機の製造技術の確立を推進しつつ、ウラン濃縮の事業化に関する技術・経済性等に関する調査を行う。さらに遠心分離法によるウラン濃縮を補完するものとして化学法ウラン濃縮技術の確立を図るための開発を助成する。

(3) 商業再処理工場の建設推進(2,825)

原子力の開発利用の推進のためには、核燃料サイクルのバックエンド部門の要である再処理事業の確立が緊急の課題となっている。このため、商業再処理工場の建設に必要な再処理主要機器及びプロセスについて確証調査を昭和55年度から61年度までの7年計画で実施する。

(4) 放射性廃棄物処理処分対策の推進(156)

今後、原子力発電規模の増大に伴い発生する低レベル放射性廃棄物の累計量は膨大なものとなると予想されており、また、使用済核燃料の再処理に伴い発生する高レベル放射性廃棄物は長期にわたり高い放射能を有するため、これらの処理処分体制を早急に確立する必要がある。

このため、放射性廃棄物の発生量の低減を図るべく減容処理技術に関する技術開発を促進するとともに、高レベル放射性廃棄物の処理、貯蔵、処分対策について国としての方針を確立するためフィージビリティ調査を実施する。さらに、低レベル放射性廃棄物の施設貯蔵の実施に際し、処理・輸送・処分の各段階の調査を実施し、総合システムを確立する。

3) 新型炉の開発利用推進

(1) 新型転換炉実証炉(ATR)の建設推進(1,095)

軽水炉の使用済燃料の再処理で得られるプルトニウムの有効利用を図るため、自主開発炉であるATRの建設を58年度より推進する。

(2) 発電用新型炉等開発利用調査(130)

高速増殖炉(FBR)及び新型転換炉(ATR)の実用化に係る技術的、経済的諸問題について調査を実施するとともに、新型転換炉の耐震性、原子炉特性、事故解析、構造等の技術的諸問題について調査検討を行い、新型転換炉の安全評価等の基本的な方針を確立する。さらに使用済燃料の再処理により回収されるウラン及びプルトニウムの利用を促進するため、プルトニウム等を燃料とした混合酸化物燃料加工の事業化方策及び回収ウラン利用方策について調査を実施する。

3 3 石炭関連技術開発

1) 石炭生産技術

(1) 石炭技術振興費補助金(290)

(2) 石炭生産利用技術振興費補助金(生産技術分)(669)

国内石炭鉱業の安定的な生産体制を確立し、国産エネルギー資源の供給確保を図るため、57年度に引き続き、急傾斜採炭の機械化、緩傾斜採炭の省力化、掘進運搬の省力化・自動化等の技術開発を進める一方、主として海外炭開発を目的とした緩傾斜中厚層採炭自動化技術、露天掘大型採掘機械等の研究開発を推進する。

2) 石炭利用技術(短中期開発)

石炭の利用拡大を図るため、短中期の開発が期待でき、かつ開発効果の大きい石炭利用

技術として通商産業大臣が指定した課題について研究を進めている。指定研究課題としては、流動床燃焼、排煙処理、COM、ハンドリング、成型コークス、石炭灰の有効利用、石炭を利用した下廃水処理があり、各テーマとも60年頃を実用化の目途としている。
(3,795)

3) 石炭のガス化技術(長期開発)

(1) 石炭ガス化技術開発委託費(1,927)

サンシャイン計画の一環として石炭を原料としてクリーンな発電用低カロリーガスを製造する技術及びこれと連携する複合サイクル発電システムを開発する。58年度は前年度に引き続き40トン/日ガス化パイロットプラントの運転試験及び1,000トン/日ガス化発電実証プラントの設計を行う。

(2) 石炭ガス化技術開発費補助金(1,680)

サンシャイン計画の一環として石炭に重質油及び酸素・水蒸気を加えて、または水素を反応させて高カロリーガスを製造する技術を確立する。58年度は7,000立方メートル/日プラントによりガス化実験を行う。

4) 石炭火力発電所関係技術の実証

(1) 石炭火力発電所乾式脱硫技術実証試験(1,156)

現在、実用化している湿式の脱硫技術と比べ、大量の用水及び排水処理施設の付設の必要がないこと、副産品が少ないこと等優れた特性を有する乾式脱硫技術を実証するため、大型石炭火力に乾式脱硫装置を設置し、試験を行う。

(2) 石炭火力発電所高性能集じん技術実証試験(530)

石炭火力発電所のばいじん対策としては、電気集じん器が完成された技術として広く用

いられているが、石炭火力においても石油火力並みのばいじん対策を確立するため、より高性能な集じん技術の開発・実証試験を行う。

(3) 石炭火力発電所COM転換実証試験(1,350)

既設石炭火力のCOM転換を推進するため既設石炭火力においてボイラーの改造、公害防止設備の増強並びにCOM製造設備の改良等を行い、燃焼特性、ボイラーの耐摩耗性等の実証試験を行う。

(4) 高性能石炭火力技術開発(530)

高性能石炭火力の技術開発のため、超高温材料の実缶要素試験による確証、高温タービン回転体試験及び超高温タービン実証試験を行う。

3.4 水力関連技術開発

1) 海水揚水技術実証(106)

我が国の自然特性からその確立が期待されている海水揚水発電について、金属、土木材料等の腐蝕問題、環境問題についての実証的な試験調査を実施する。

2) 発電ダム堆砂排除総合システム開発(50)

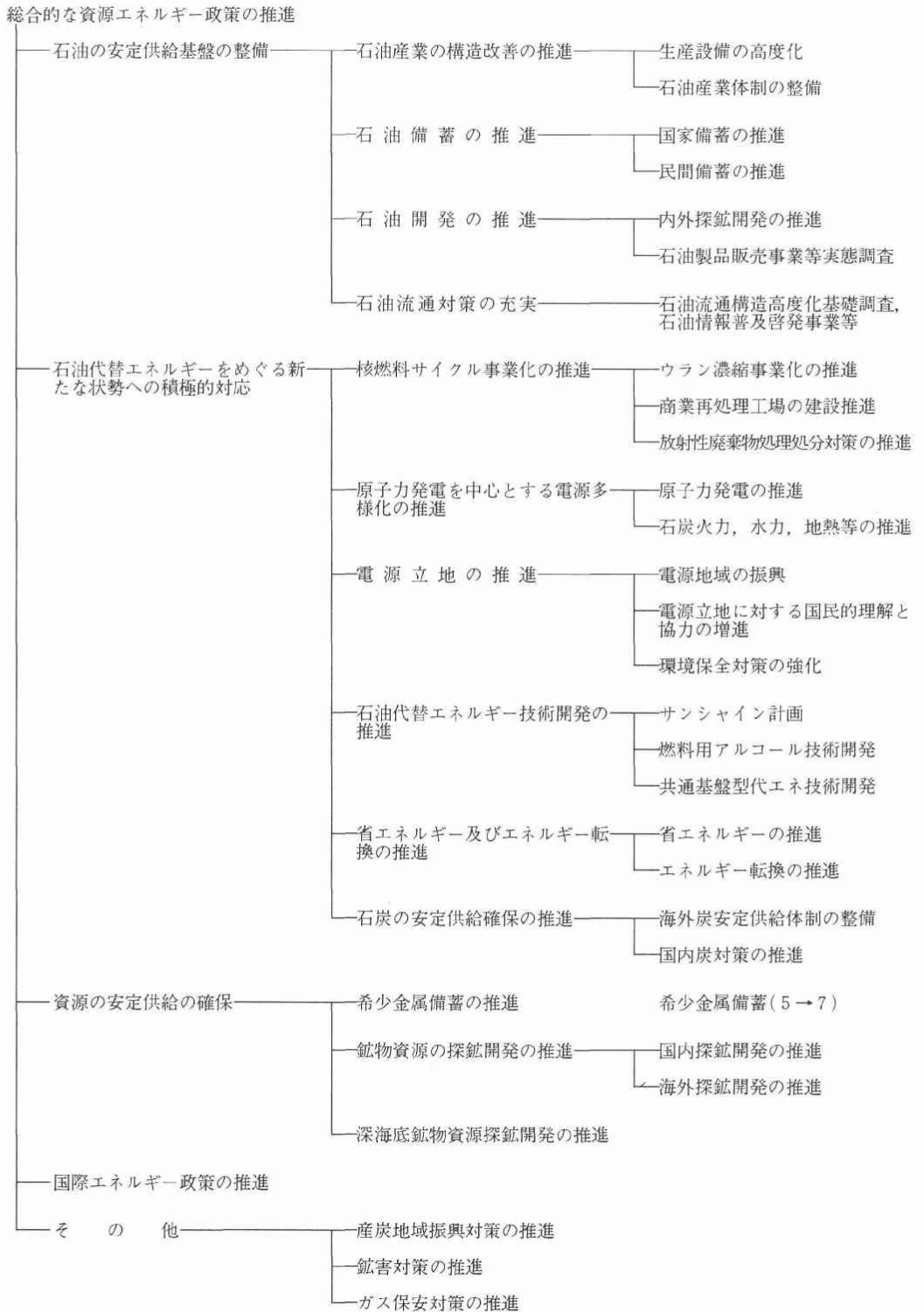
堆砂土砂の排砂処理とこれのコンクリート用骨材等へ有効利用するシステムの開発を行う。

3.5 地熱関連技術開発

1) 大規模深部地熱発電所環境保全実証調査(2,615)

将来の地熱発電開発の大宗を占めると予想される深部地熱(地下3,000メートル~4,000メートルに賦存)を利用した大規模発電所(25万キロ・ワット級)の開発を促進する
(14頁につづく)

表1 昭和58年度資源エネルギー政策の体系



重質油対策技術実用化開発(12→35)，軽質留分新用途技術開発(0→17)，共同重質油センター(1.5→1.4)

国家備蓄基地建設(224→296，事業規模1,333→1,581)，タンカー備蓄等(1,267→1,356)

民間備蓄利子補給(335→480)

探鉱等投融资(1,078→1,178)，国内石油天然ガス基礎調査等(89→87)，減耗控除制度の延長

オイルシェール開発(20→15)，石油2・3次回収(5→8)

ウラン濃縮事業化調査(1→1)，遠心分離機製造技術確立(2→2)

第2再処理工場技術確立調査(26→28)

放射性廃棄物安全性実証試験(1→2)，海外再処理返還固化体受入システム開発調査(5→5)

A T R実証炉建設費等補助(0→11)，軽水炉改良技術確証試験等(19→24)，安全解析コード改良等委託(20→21)

原子力発電施設等緊急時安全対策交付金(4→6)

石炭火力(67→133)，水力(52→57)，地熱(93→83)

電源立地促進対策交付金(379→364)，電源立地特別交付金(97→106)，水力発電施設周辺地域交付金(37→38)

電源立地推進広報対策等委託費(8→8)，原子力広報研修施設整備費補助(4→4)

広報・安全等対策交付金(9→9)

石炭液化技術開発(168→186)，太陽光発電技術開発(51→54)，燃料電池発電技術開発(4→16)

燃料用アルコール技術開発(0→2)

共通基盤型石油代替エネルギー技術開発(12→23)，うち溶鉱炉法新製錬技術(0→3)

エネルギー使用合理化・省エネルギー投資の推進，ムーンライト計画(95→96)

開銀貸付(59→60)，ソーラーシステム普及促進(61→62)

N E D O海外炭探鉱出融資(60→36)，海外炭開発可能性調査費等補助(8→8)

坑内骨格構造整備拡充事業費補助(124→127)，鉱山保安確保事業費補助(85→86)，石炭資源開発基礎調査補助(18→19)

広域・精密地質構造調査(19→17)，新鉱床探査(14→10)，特定中小鉱山総合振興(0→5)，減耗控除制度の延長

希少金属等海外鉱物資源基礎的調査(7→7)，資源開発協力基礎調査(22→23)

深海底鉱物資源の賦存状況調査等(15→13)，マンガン団塊探鉱システム(9→12)

(注) 括弧内は、57年度予算額→58年度
予算額を示し、単位は億円

表2 昭和58年度エネルギー関係特別会計予算について

原 重 油 関 税 640円/ℓ 暫定分 110円/ℓ延長		石 油 税 3.5%			
税 収 1,360(1,450)	99 (103)	石特繰入 4,250(3,850)			
剰余金等 82(16)	<石炭並びに石油及び石油代替 エネルギー対策特別会計>		剰余金等 122(120)		
1,261(1,347)					
石 炭 勘 定		石油及び石油代替エネルギー勘定			
		石油代替エネルギー対策 1,801(1,661) 8.4%up			
		(石油代替エネルギー対策)			
(石油対策)					
1. 合理化安定対策	455(481)	1. 開 発	1,457(1,346)	1. 石炭資源開発	62(86)
坑内骨格構造整備拡 充事業費補助金	127(124)	探鉱投融资等	1,188(1,088)	海外炭探鉱融資開発 債務保証	36(60)
鉱山保安確保事業費 補助金	86(85)	石油・天然ガス基礎 調査	87(89)	海外炭開発可能性調 査等	8(8)
鉱山保安技術調査委 託費	4(3)	オイルシェール採取	15(20)	石炭資源開発基礎調 査	19(18)
		2・3次回収技術	8(5)		
		国際石油交流センタ ー	11(10)		
2. 鉱害対策	588(580)	2. 備 蓄	2,274(2,002)	2. 導入促進対策	146(142)
鉱害復旧補助	512(502)	国家備蓄増強対策	1,652(1,491)	開銀貸付金	60(59)
		民間備蓄助成(石油)	445(313)	中小企業導入促進	9(7)
		民間備蓄助成(LPG)	40(24)	ソーラーシステム普 及促進等	62(61)
3. 産炭地域振興対策	88(87)	立地対策交付金	113(105)	ローカル・エネルギ ー	14(14)
産炭地域振興臨時交 付金	39(34)				
		3. 技術開発等	149(154)	3. 技術開発等	334(297)
		重質油対策技術開発	66(82)	石炭液化技術	186(169)
		新燃料油	34(39)	石炭生産・利用技術	45(41)
4. 労働省分	184(187)	軽質留分新用途開発	17(0)	燃料用アルコール	2(0)
				共通基盤型技術	23(12)
5. そ の 他	28(28)	4. そ の 他	35(33)	4. そ の 他	14(14)
合 計	△1.4% 1,343(1,363)	合 計	10.8% 3,915(3,535)	合 計	3.4% 556(538)
		石 特 合 計			
		7.0% 5,814(5,436)			
				特 会 合 計	
				6.7% 7,764(7,278)	

電 源 開 発 促 進 税			電 源 立 地 勘 定		
30銭/kWh → 44.5銭/kWh					
税 収	1,179(1,028)		税 収	578(407)	
剰余金等	66(95)		剰余金等	127(312)	
<電源開発促進対策特別会計>					
電 源 多 様 化 勘 定					
1. 供給確保対策	141(145)		1. 電源立地促進対策交付金	364(379)	
水力開発	57(52)				
地熱開発	83(93)		2. 電源立地特別交付金	106(97)	
2. 導入促進対策	127(65)		原子力発電施設等周辺地域交付金	67(64)	
技術実証	36(40)		電力移出県等交付金	39(33)	
石炭火力建設等補助	87(21)		3. 水力発電施設周辺地域交付金	38(37)	
3. 技術開発	196(198)		4. 原子力発電安全対策等委託費	142(152)	
太陽エネルギー関係技術	62(60)		5. 原子力発電安全対策等補助金	9(9)	
地熱エネルギー関係技術	41(42)		6. 原子力発電安全対策等交付金	32(31)	
石炭エネルギー関係技術	25(27)		7. そ の 他	15(14)	
高効率ガスタービン	39(51)				
燃料電池	16(4)				
4. 原子力	134(111)				
ウラン濃縮関係技術	13(12)				
軽水炉改良技術	24(19)				
新型転換炉実証炉	11(0)				
再処理関係技術	33(31)				
原子力発電支援システム等	23(21)				
5. 科学技術庁分	613(571)				
6. そ の 他	34(33)				
合 計	1,245(1,123)	10.8%	合 計	705(719)	△2.0%
電源特会計			5.8%		
			1,950(1,842)		

※ 58年9月1日実施予定(10月1日以降に料金の支払いを受ける権利が確立する販売電気等に適用)

め、従来の浅部地熱（地下1,000メートル～2,000メートルに賦存）とは量的にも質的にも異なる探査・利用技術及び環境影響等の事項について実証調査を行い、深部地熱の利用技術の実証を行うとともに環境保全上支障のないことを明らかにする。（4,000メートル級調査井1本のボーリング等実施。）

2) 地熱発電所環境保全技術調査（76）

地熱有望地域は自然景観の優れた地域である場合も多く、その開発に当たっては、自然景観との調和、温泉影響への配慮等環境保全に十分留意することが必要である。

このため、景観等に係る環境影響予測手法・環境保全技術等の開発を行う。

3) その他の技術開発

サンシャイン計画の一環として新探査技術による地熱有望地域の抽出、深部地熱等のための探査技術の開発、熱水利用発電プラント開発、深層熱水供給システム開発等を推進する。

3.6 省エネルギー関連技術開発（ムーンライト計画）

省エネルギー政策の推進に当たっては、技術の果たす役割が大きく、エネルギー供給部門及び産業、民生、輸送等のエネルギー消費部門の多岐にわたる省エネルギー技術を総合的に捉え、計画的に研究開発を促進する。

1) 大型省エネルギー技術研究開発（8,728）

研究開発に多額の資金と長期間を有するなど、民間企業では行うことが困難な技術研究開発課題について、国立試験研究所、民間企業等の力を結集して、研究開発を行う。

(1) 電磁流体（MHD）発電（239）

石炭等を燃焼させ、直接電気を発生させる高効率の直接発電技術の開発。

(2) 高効率ガスタービン（4,400）

総合効率55%以上の複合発電システム用高効率ガスタービンの開発。

(3) 新型電池電力貯蔵システム（1,103）

大容量の新型電池による電力貯蔵システムの開発。

(4) 燃料電池発電技術（2,031）

LNG等を燃料とする新しい分散型高効率発電技術の開発。

(5) 汎用スターリングエンジン（955）

多種燃料の使用が可能で、効率の高いスターリングエンジンの開発。

2) 先導的基盤的省エネルギー技術研究開発（186）

将来の省エネルギー技術の芽となるような課題について、研究開発を行う。

3) 民間の省エネルギー技術開発の助成（527）

民間企業が実施する省エネルギー技術開発に対して補助を行う。

3.7 その他の分野における技術開発

一般産業における石油代替エネルギーの導入を促進するため、「共通基盤型石油代替エネルギー技術開発補助金」によりエネルギー多消費型業種関連技術で技術の汎用性、技術の革新性を持ち合わせた石油代替エネルギー関係技術であって、複数の企業が共同して技術開発を行うものについて助成する。58年度の新たなテーマとして溶鋳炉法新製錬技術（アルミ製錬）を加える。（くすだ しょうじ 通産省資源エネルギー庁長官々房総務課）

材料データベースの現状と課題

岩 田 修 一

1. はじめに

(財)エネルギー総合工学研究所においては「エネルギー技術データベース」の名のもとに、エネルギー関連の技術データの収集・評価が進められてきており、筆者もエネルギー技術材料を対象として、作業の一部を分担してきた。国内においても、各分野で数値データベースが論議されるようになってきたが、実用規模のデータ量となり、国際的にも評価されるレベルとなったものは少ない。雰囲気だけは盛りあがっているが、データベース開発は地味に根気よく継続する必要があるし、しかも、労力は多大なものとなる割に評価されないため、そのような作業をするマン・パワーは必然的に不足がちである。

この小稿では、このような国内における状況をふまえながら、最近の主として海外における材料データベースの現状を点描し、今後の課題についての私見を述べたい。

2. 材料データワークショップ

データの収集、評価、応用、データベースなどを議論する場としては、ICSU¹⁾の下部組織であるCODATA²⁾が代表的であ

る。昨(1982)年10月にはポーランドで第8回のCODATA会議が開催されたが、米ーポーランド間の政治関係がよくなかったこともあって、米国からの出席者が少なく東側の発表が目立った会議となってしまった。

材料データワークショップはCODATA会議の議題を継続・発展させて討議を深め、材料データベースについて今後の課題を明らかにする目的で企画されたもので、CODATA、NBS³⁾、Fachinformationzentrum 共催で翌11月場所もテネシー(米)に移して開催された。参加者は75名と限定されていて、米国60名、欧州・カナダ14名、日本1名と、米国の材料研究者(民間、大学、研究所)、計算機専門家、出版社の編集者が主体となったものであったが、これまでの活動実績および今後の可能性をある程度反映したものといえる。

このワークショップのChairmanであるG.E.社のDr. J. H. Westbrookは彼自身の作った“Machine Readable Files of Engineering Data on Materials”への加筆・修正を参加者に求め、その結果、昨(1982)年

(注) 1) International Council of Scientific Unions

2) Committee on Data for Science and Technology

3) National Bureau of Standards

の11月現在の計算機可読な材料データベースの一覧をえた。その要約を表1に示す。

この表の第1番には、西独BFI⁴⁾の鉄鋼材料データベースの例が示されているが、これは、1970年より開発の続けられているデータベースで、D I Nスタンダード及びS E W⁵⁾データの inputs を完了し、材料選択、外国規格との比較や管理などへの応用に利用されている。Dr. Robert Badger (John Wiley and Sons 社)は、これまでのデータ探索の方法について、世界初の大きなハンドブックの作成された1919年にまで遡って、文献による材料データへのアクセスについて“Past”の総括を行ったが、“Present”については、B F IのD. Gert Datheによるこのデータベースの紹介があった。

DBMSはADABASで、これに統計解析プログラム・パッケージ、グラフィック・サブルーチン・パッケージ、および多種類のフィールドの扱いを簡便にするためのユーザーインターフェイスなどの機能を追加している。D I Nスタンダードのような規格値については、データ構造を変更することがまれで、データ記述言語が少々使いづらいものであっても、いったん作ってしまえば、あとは定型的な作業になるため、データベースシステムの開発は容易である。できるところから着実にやっけてゆこうというのが、BFIの方針のようで、ひとつひとつのデータはきわめてありふれたものであっても、これがある程度まとまってくると、非常に役に立つものとなる好例を示している。

データ表現の仕方が一意的でなく、実験者

の考え方、データの見方が微妙なニュアンスで異なることの多い実験データのデータベース化については、B F Iでも検討段階にあるらしく、実用規模のシステムは開発されていない。

材料データベースの将来展望については、N B Sの Dr. J. Fong からの問題提起があった。今後の計算機技術の進歩、ユーザーの拡大、データベース開発の経済などのダイナミックスについての議論があり、今後の材料データシステムにおいては、人工知能技術の適用が極めて重要であるとの指摘があった。ユーザーインターフェイスの向上やデータ記述機能の拡充など、既存の関係形式のデータベース管理システムの枠組の中では処理しきれない課題も多く、知識システムへの期待は大きい。

Dr. Fongは、講演の最後に、今後の材料データベース開発に要する費用についてのアンケート調査を行ない、大略、全世界で合金、複合材料、高分子、セラミックスなど材料全体のデータベース化に要する費用が年額1,000億ドル、データベースの広報に要する費用が10億ドル以下、データ評価にもほぼ同額の10億ドル以下との結果がでた。日本の場合には、人件費を入れないで算定することが多いため、マンパワーを必要とするデータベース開発の場合には相当に多額であるとの印象をうけるが、データベース化の費用の7割を人件費とすると、1人平均5万ドル/年の給与の人員が140万人雇用できることになり、材料全体を1万種類に分け、それぞれ140種類の特性に分けたとすると、各材料分類、特性分類毎に1人の専門家が担当する勘定になる。重複による無駄やあるいはダブルチェックの必要

(注) 4) Betriebsforschungsinstitut

5) Stahl-Eisen Werkstoffblätter

性などを考えると、この程度かかりそうな気がするが、情報量という観点からはもう少し上手なやり方が考えられそうで、筆者は上記の額の3ケタ程度低い額を示しておいた。

ハンドブック作成にしても、多数の経験をもつ国の研究者の算定値であるので、ある程度根拠のある数字であると思われるが、その1%も日本では困難であると思われる。

BFIの場合のように入力すべきデータが揃っていて、鉄鋼の標準データと範囲を限定しても、10年×10人強というマンパワーを必要とする作業であるので、“データベースを開発する”というからには、何らかの明確な方針のもとに継続性をもって作業を進める必要があることを痛感する。

この点、ソ連を中心にする東欧圏では方針がはっきりしていて、とにかく自国で扱っているデータだけはデータベース化することにして、人員を長期的に充当しており、今後の進展が期待されている。

このワークショップで議論された項目は以下の8項目で、10名程度の小グループで徹底した討論が行われた。

I. Barriers——これまで何故に材料データベースの開発は遅れたのか、そこではどんな障害があったのか、今後本格的な開発が進められるとしたらどんなことを注意しなければならないのか。

II. Economics——成立するか？ どのようなサービスをすればよいか。

III. User Identification——どのようなユーザーを前提にするのか；材料選択、CAD、プロセッシングでのニーズは；生産者が利用するのか、材

料の利用者か、一般か、教育にか。

IV. Scope Definition——どの特性か、どの材料か、アトラクティブな minimum size は、現状で満足されていないことは、

V. Development of the Data Base——開発のための戦略は、

VI. Specification of the Data Base——共同作業を前提とした場合、データをどのように記述するのか；標準化、特性データとふるまいデータとをどう扱うのか。

VII. User Interface——“Graceful”インターフェイスとは！

VIII. Data Application——オンラインシステムは、CAD、R&D、CAM、CAT、CAIなどの役に立つのか。

また討論を活発にするためと、“動く”システムが重要であるとの観点から、各国で開発した材料データベースのTELENET、TYMNETなどを使ったデモンストレーションも行われたが、中でも米国LLNL⁶⁾のProf. V. E. HampelのGATEWAYシステムは、コンピュータ技術を駆使したもので、情報を探して日本、フィリピン、ブラジル、米国内DOE関連の研究所へと自由に呼びだしてみせ、即座に必要な情報を検索し、所望の形式で出力してみせ、彼の情熱的な人柄とともに、非常に印象的であった。

Dr. Westbrookはこのワークショップの議長であるとともに部屋のパートナーでもあり、彼は、筆者が日本から持参した金箔入りの日本酒を飲み、彼が持ってきたJack Danielを筆者が飲むといった具合で、酒の違い、文

(注 6) Lawrence Livermore National Laboratory

化の違い、データの収集・評価に対する日米の歴史の違いなどについての議論を毎晩続けた。材料ハンドブックの作成、設計基準などの決定については、これまで日本からの寄与は殆んどなく、今後、日本が分担していかなければならない役割りについても考えさせられることが多かった。

ワークショップの後半は、今後の材料データベース開発の進め方や国際協力について議論され、米国科学アカデミーを中心にこのワークショップの結論として、今後の5年間の材料データベース開発計画が検討されることになり、その内容については、1983年4月1日付で公表されることになっている。国際協力については、それぞれ協力の対象となるような材料データベースをもっていることが大前提とされ、上述のGATEWAYシステムのようなシステムを利用して、相互のデータベースの実体についての理解を深め合った後、本格的な協力関係が可能となるとの意見が大勢を占めた。換言すれば、情報に関しては、“Give and Take”が原則であって、競走相手の場合には特にこの原則が厳しい、ということであるが、上述したようにデータベース開発の場合には、長時日の時間と質の高い専門家集団からなる多大のマンパワーを必要としているため、長期的な視点に立った開発体制の整備が必要で、この点に関する日本の遅れが懸念されてならない。

表1には日本製もいくつかとりあげられており、核融合炉材料データベース、川崎重工の疲労のデータベース、電総研の半導体、超電導材料データベースなどがあるが、他の60件近くは米国、西独などのものである。材料

データといっても、基本的な物性値のようなものから、クリープ、照射効果、疲労、腐食といったふるまい(performance)データまで範囲が広く、材料の種類も有機材料、金属材料、複合材料と種類も多い。このような広い対象を1国だけでカバーすることは、もともと不可能であり、この分野での日本への期待は大きい。

3. 今後の課題

材料データシステム全体については、文部省科研費「材料設計システムに関する研究」研究成果報告書の中で詳述したが、本格的な材料データベース開発への第一段階として重要なことは、範囲を限定してでもある程度ユーザーを引きつけるような内容をもった“image machine”ではないデータベースを構築し、ユーザーに実際に使用して貰って問題点を明らかにすることである。

材料データワークショップでは、データベース開発のための要件として、“Talent”, “Cooperation”, “Timeliness”ということがいわれたが、“Talent”, “Timeliess”については、ほぼ機は熟しているといつてよいと考えられるが、“Cooperation”特に“もうからない仕事”(Public Goods的)については、もともと日本は不得手のようである。当研究所では5年余りデータベース開発へ向けての作業を継続してきたが、このような“芽”をより大きく育てるための、評論するに止まらない人的支援を願ってやまない。(いわた しゅういち 東京大学工学部助教授)

表1 計算機可読な工業材料のデータベース一覧 (1982年11月現在)
 MACHINE READABLE FILES OF ENGINEERING DATA
 ON MATERIALS (by J.H. Westbrook)

No.	FILE	CUSTODIAN	MATERIALS	PROPERTIES	COMMENTS	REF
1	BFI	Butribsforschungsinstitut VDEh Düsseldorf, West Germany	a) measured values 300 grades steel b) standard values 1000 grades steel	mechanical props at room and elevated temperature + some wear & corrosion ~2000 data pts per grade	mostly German data	
2	?	AMMRC Watertown, Mass.	52 materials	mostly R.T. tensile prop.		
3	SACRD	Oak Ridge National Lab	Reactor Materials ~10 ferrous 6 nonferrous 3 other	mostly dosimetry, thermodynamics, heat transfer and fluid flow props, but some mechanical for structures & fuels		Greene, Forsberg et al
4	EPRI	Fracture Control Corp under EPRI sponsorship	60 heats of 7 base metals	tensile and toughness-related properties		Server & Oldfield
5	?	Institute of Materials Zagreb, Yugoslavia	58 tool steels	18 properties		Filetin
6	?	General Dynamics San Diego, Calif.	3 advanced composite materials	12-15 mechanical prop.		Wang & Spier
7	?	Fiat Milan, Italy	300 matls-ferrous, Cu, Al	6-8 incl. cost and density		Appoo, - Kyoto CODATA
8	?	Electrotechnical Laboratory Ibaraki, Japan	compound semiconductors			Yamazaki et al
9	?	Faculty of Engineering U. of Tokyo	materials for energy applications	18 records incl. history, ht trtmt, microstr. and other records		Iwata et al Kyoto CODATA
10	?	ICI, Ltd	100 plastics	12 properties		Gutteridge
11	?	Lawrence Livermore Lab DOE	fiber composites for flywheel technology			McMurphy & Quick
12	MPDC	Battelle Memorial Institute Columbus	several hundred	10-12 mechanical properties for each	defunct as of May 1, 1982	Gubiotte, Mindlen & Kovacs
13	CHAT	International Harvester	steels	hardenability and related properties		Breen et al
14	SINTEF	Trondheim Norway	26 Al alloys	20 properties relevant to casting & forming	pilot only	Svinning
15	?	Copper Development Assoc.	89 cast Cu alloys 121 w'ght	mostly nominal mechanical	limited access	-
16	?	GE Aircraft Engine Group	high temperature materials	high temperature mechanical mostly	private, partial computerization of 4 vol. hard copy	-
17	?	J. Deere & Co.	~600 mat'ls, mostly steel, some Al alloys	fatigue & monotonic tensile	tie to Ford & GKN	Galliat et al
18	CASIS	Minitech Ltd	~200 steels	hardenability and carburization data		Feldman
19	?	Ford Motor Co.	steels, Al alloys	mostly mechanical	tie to Deere & GKN	

No.	FILE	CUSTODIAN	MATERIALS	PROPERTIES	COMMENTS	REF
20	?	Rolls Royce	high temperature alloys	high temperature properties	no on-line access except to edit	—
21	INFOS	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule-Aachen		cutting and machining data, also grinding		
22	?	Bundesanstalt for Materialprüfung, Berlin				
23		Materials Research and Computer Simulation Corp.	~100 nuclear reactor structural materials	~25 mechanical properties		Oldfield et al report
24		Inst. of Leichtbau u. Ökonomische Verwendung v. Werkstoffen	steels, non-ferrous plastics based composites			Göttlich, K. Tsakhad-zor CODATA
25		Aluminum Association + MPC	2 alloys of Al	2 fracture toughness prop. derived fm ~8 raw data types		
26		GKN Wolverhampton, England	~400 mat'l's mostly steels, some Al alloys	monotonic tensile + fatigue	tie to Ford & Deere	Watson, Dabell & Hill W trip notes
27		Pure Carbon/Tribon Bearing	400 bearing mat'l's	friction & wear data as f (speed, load, T, etc)		Paxton et al
28	PEFAC	Power Eng. Associates England		machining, esp. turning milling & drilling		Potts, D
29	KAFSAS	Technical Institute Kawasaki Heavy Industries, Ltd Akashi, Japan		fatigue, crack propagation thermal fatigue, creep etc.		Uenishi et al
30	HYDROGEN DATA	CNRS-MIDIST Paris, France	metals and alloys	mechanical measures of hydrogen embrittlement plus some other	bibling, plus numerical full characterization of met'l	Talbot
31	EMIS	Institution of Electrical Engineers	22 electronic materials	up to 30 properties for most mat'l's, several 100 props for 4 core mat'l's constituting 90% of file Si, GaAs, InP, LiNbO ₃		
32	FMDB	U. Tokyo	materials for fusion reactors	mechanical & nuclear		Ishino et al Iwata et al
33	CEMP	CNRS-MIDIST	plastics	comparison and properties		—
34	?	Micro-switch Div. Honeywell	1000's of engineering polymers	mechanical & processing properties	mostly nominal	Travernicht
35	Polyprobe	Cordura Corp.	polymers	mechanical mostly	vendor claims	—
36	COMPAT	U.S. Army Plastics Tech. Eval. Center	various	explosives compatability		—
37	C-C composites	Battelle	carbon-carbon composites, composites	mechanical & processing related	classified access	—
38	?	Metcut Res.	ferrous & non-ferrous	machinability	AF sponsored	Zdeblick
39		Kaman-Tempo	metal-matrix composites	mostly mechanical some environmental electrical and thermal	access thru MMC info analysis center	

No.	FILE	CUSTODIAN	MATERIALS	PROPERTIES	COMMENTS	REF
40		Institute Textiles de France	textile fibers	composition and properties		
41		Royal Aircraft Establishment Fanborough	polymers	glass-transition temperatures		
42		Cambridge U	304 stainless steel	corrosion behavior f (T, pH, pO ₂ , Cl ⁻ , Fe ⁺³)	demo	Edeleanu ESN 36-6 (1982)
43		JRC Petten	800-type Fe-Ni-Cr alloys	tensile, creep fatigue	pilot	Petten internal memo
44		CINDAS Purdue U.	~3000, mostly element & cpds, some alloys	2-3 property secs per material; thermophysical, & electro-mag-optical properties		
45		Naval Ordnance	356 non-ferrous 173 ferrous	density, mechanical and acoustical	off-line, rank-ordered print for each property	Harlein et al report
46		U. Illinois for State Highway Dept.	structural steels welded and bolted joints therein	33 fatigue parameters	computer plotted S-N curves	Radziminski report
47		U. Dayton Research Inst.	ferrous and nonferrous structural mat'ls.	Damage tolerant design data 8 parameters	computer, general revision of printed handbook	Gallagher report
48	MIDAS	ASM/SDC	alloys ferrous nonferrous	properties and specifications	unevaluated data fm current literature	
49		Institute of Ferrous Metallurgy Gliwece, Poland	structural materials	corrosion as f (environment)		Dobrucki et al CODATA 1982
50	"MATERIALY"	Tekoma, Warsaw, Poland	~3000 structural materials	10-15 properties		Florczak CODATA '82
51		Czech. Inst. of Stdtn and Quality Bratislava	materials ? tool steels ? refractory steels 600 plastics	many properties 250,000 data pts 10,000 comp tests 200,000 data pts		Solcova CODATA 1982
52	SACDA	U. Western Ontario	?	engineering properties		Schewchuk
53		Hercules, Inc. Salt Lake City	polypropylene	mechanical	design algorithms for CAD	
54	PLASTICS SELECTOR	Northern Telecom Brampton Ontario	3000 plastic matls.	44 properties mechanical thermal, electrical processing, environmental		
55	Mech. Prop. Data Analysis Center	Oak Ridge Nat. Lab.	8 nuclear reactor structural	35 properties mostly mechanical matls.		
56	CAMS	Naval Research Laboratory	15 metals	13 properties mechanical and environmental	demo system	
57	Capricornia Materials Selector	Capricornia Inst. of Adv. Educ. Australia	31 materials	5 properties	commercial	
58		Chrysler Motor	steels	mechanical and hardenability and costs	algorithm to obtain hardenability at minimum cost	
59		Battelle	Nuclear Materials	Crack Propagation velocity		Mindlin
60	FPDB	EPRI	Fuel Element	Performance		Oldberg
61		JAERI	CTR Materials	Swelling Creep		K. Shiraishi

韓国およびA S E A N諸国の原子力事情と 原子力国際協力の可能性(出張報告)

田 辺 義 雄

は じ め に

原子力分野におけるわが国に対する開発途上国からの協力要請は、近年とみに高まってきた。原子力委員会においても、最近「発展途上国協力問題懇談会」を設置し、技術協力、機器輸出問題に関するわが国の基本姿勢を検討していくことになっている。

現在、わが国の開発途上国に対する協力は、I A E Aのアジア地域における原子力科学技術協力協定(I A E A/R C A)のもとでのラジオアイソトープ・放射線利用(食品照射、品種改良、非破壊検査等の工業利用、医療への応用等)分野程度にとどまっているのが実情である。さらにいえば、これら各国の原子力利用の現状、今後の計画、開発体制、日本以外の原子力先進国との国際協力の現状、わが国に対する協力要請の具体的内容等については、必ずしも十分な資料収集、整理が行われているとは言えないというのが現状である。

このような背景のもとに、今般科学技術庁からの委託研究の一環として、昨(昭和57)年11月半ばから約3週間韓国およびA S E A N諸国(フィリピン、インドネシア、マレーシアおよびタイの4カ国。シンガポールは除いた)の原子力開発の現状その他について調査

を行った。これらの5カ国は、いずれも核不拡散条約(N P T)を批准しており、N P Tを遵守する立場のわが国との国際協力についてはその可能性があると考えられる。アジアではこれらの各国の他に、中国、台湾、インド、パキスタン等が原子力発電所を運転中、または近々建設することを計画している。しかし、これらの国はいずれもN P Tを批准しておらず、わが国との協力は現時点では考えづらい状況にある。

上記5カ国についての調査結果は、中間報告書として科学技術庁に提出されたが、以下に記載する内容は同庁の許可を得て、同中間報告書の概要をとりまとめたものである。

1. 調査活動の概要

今回の調査団は、団長の日本国際問題研究所の金子熊夫主任研究員(前外務省原子力課長)、東京大学の安成弘教授、日本原子力産業会議の高橋誠一郎主任の3氏および当研究所の研究担当者2名(松井一秋および筆者)、合計5名の構成であった。なお、安教授は調査団の顧問として、韓国、フィリピン、インドネシアの3カ国のみ同行を願った。

調査方法としては、まず調査項目をリスト

表1 訪問先および日程

11 月 14 日 (日)	東京発, ソウル着
11 月 15 日 (月)	午前 原子力委員会および科学技術処原子力局 (ソウル) 午後 韓国新エネルギー研究所 (KAERI) (ソウル)
11 月 16 日 (火)	午前 韓国電力公社 (KEPCO) (ソウル) 午後 韓国原子力産業会議 (KAIF) (ソウル)
11 月 17 日 (水)	ソウルより大田へ移動 (汽車で約 2 時間)。 大徳工学センター (大田) 見学。 見学後, 釜山へ移動 (汽車で約 2 時間)。
11 月 18 日 (木)	釜山より古里 (釜山の北約 50km) へ移動。 古里原子力発電所見学。 見学後, ソウルへ移動 (飛行機で約 1 時間)。
11 月 19 日 (金)	板門店 (DMZ) 視察, 調査結果整理
11 月 20 日 (土)	ソウル発, マニラ着
11 月 21 日 (日)	休 日
11 月 22 日 (月)	午前 フィリピン原子力委員会 (PAEC) (マニラ) 午後 国営電力公社 (NAPCO) (マニラ)
11 月 23 日 (火)	パターン半島のモロン (Morong マニラより約 180 km) の 原発 1 号機 (PNPP-1) 見学。
11 月 24 日 (水)	午前 アジア開発銀行 (マニラ) 午後 マニラ発, ジャカルタ着
11 月 25 日 (木)	午前 インドネシア国営電力会社 (PLN) (ジャカルタ) インドネシア原子力庁 (BATAN) (ジャカルタ) 午後 パサジュマット原子力センター (ジャカルタ) 技術開発応用庁 (BPPT) (ジャカルタ)
11 月 26 日 (金)	入手情報の整理・分析, 出張報告書執筆
11 月 27 日 (土)	ジャカルタ発, シンガポール着
11 月 28 日 (日)	シンガポール発, クアラルンプール着
11 月 29 日 (月)	原子力研究所 (PUSPATI) (クアラルンプール)
11 月 30 日 (火)	午前 国営電力公社 (NEB) (クアラルンプール) 午後 科学技術環境省 (MOSTE) (クアラルンプール)
12 月 1 日 (水)	午前 クアラルンプール発, バンコック着 午後 国営電力公社 (EGAT) (バンコック)
12 月 2 日 (木)	午前 原子力委員会事務局 (OAEP) (バンコック) 午後 タイエネルギー庁 (NEA) (バンコック)
12 月 3 日 (金)	入手情報の整理・分析, 出張報告書執筆
12 月 4 日 (土)	バンコック発, 東京着

アップし、これを出発前にクエスチョネアの形で各国に提示しておき、現地で、これに基づき関係者から直接聴取した。調査項目は、

- i) 原子力関連の組織、法制、予算
- ii) 原子力発電および研究炉
- iii) 核燃料サイクル
- iv) 放射線・ラジオアイソトープ利用
- v) エネルギー・電力事情
- vi) 原子力産業の現状
- vii) 原子力分野の国際協力関係

と多岐にわたっている。

各国では、原子力局（または庁）、原子力委員会の要人と意見交換、懇談を行うとともに、国営電力会社も訪問し、特に原子力発電の現状、将来計画について調査した。また、主要な研究施設、原子力発電所（韓国、フィリピンのみ）では研究、運転、建設状況等を

つぶさに視察し、種々の有益な知見を得た。訪問先および日程を表1に示す。

2. 訪問5カ国の国情の比較

今回訪問した5カ国の実情はまちまちであり、まずこの点を十分理解する必要がある。このため表2に各国の国情を日本と比較して示す。

GDPをみると、インドネシアが最も高く約700億ドル（日本の約15分の1）であるが、1人当りのGDPではインドネシアは約1.5億の人口をかかえるため訪問5カ国中では最低の470ドル（日本の約19分の1）である。インドネシアと全く逆なのがマレーシアであり、訪問5カ国中ではGDPは最低であるが、1人当りのGDPは最高である。したがって国

表2 訪問5カ国の国情の比較（1980年現在）

	韓 国	フィリピン	インドネシア	マレーシア	タ イ	日 本
人 口（百万人）	38.2	47.91	147.49	14.01	46.46	116.8
面 積（10 ³ km ² ）	99	300	2,027	330	514	372
G D P（10億\$）	54.49	35.07	69.83	23.03	32.66	1,040
1人当りのGDP（\$）	1,426	732	473.5	1,643.7	702.9	8,904
発 電 量（10 ⁶ kWh）	37,239	15,095 [※]	6,656(a) ^{※※}	8,974	14,754	514,000
1人当りの発電量（kWh）	975	315 [※]	47.8(a) ^{※※}	640	317.6	4,409
1人当りの商業エネルギー消費（kg・coale）	1,473(a)	329(a)	225(a)	713(a)	353(a)	4,048(a)

(a) 1979年の値

※ フィリピン電力公社（NPC）分のみ、non-NPC分はこの他約15%ある。

※※ インドネシア電力公社（PLN分）のみ、non-PLN分はPLN分と同等と推定される。

出典 Key Indicators of Developing Member Countries of ADB (ADB Oct. 1981)

ただし日本については世界開発報告 1982

力ではインドネシア、国民の豊かさではマレーシアといった所と考えられる。

電力を含めたエネルギー全般では韓国が他の4カ国を断然リードしており（1人当りの発電量では日本の約4.5分の1）、文化程度および国力という面では中進国に属する。

これらの国情は原子力開発の程度にも当然反映されており、韓国は原子力分野でも中進国、インドネシアは現在かなり原子力に対して意欲的であり、地力をつけつつある国、その他の国々は原子力開発がやっとその緒についたばかりの国といえるであろう。ただし、フィリピンは後述するように現在バターン半島に原子力発電所を1基建設中であるが、地力のないままフルターンキー方式で「どろ縄式」に突き進んでいる感があり、国情でみる限りではやや急ぎすぎと思

われる。

あり、積極的に原子力発電の導入を図っており、今やアジアでは日本を除けば、台湾と並ぶ原発大国である。表3に示すように、第1号機（古里-1号、58.7万kW、PWR）は既に1978年4月より運転されており、第2号機（古里-2号、65万kW、PWR）も今年2～3月に初期燃料装荷、年内運転が予定されている。また第3号機（月城、67.8万kW、CANDU）は重水炉であり、調査団の訪韓中に臨界に達することになっていたが、いずれにしろ本年春にも運転予定である。

このほか更に、6基（5～10号機、いずれも95万kWでPWR。ただし4号機は欠番）がいずれも建設中であり、これら9基が運転すると原発の全発電設備容量は1989年までに761.5万kWとなり、韓国の全発電設備容量の34%を占める計算となる。

表3 韓国の原子力発電開発計画

(1982. 5. 4 現在)

3. 訪問5カ国の原子力開発状況

前述のクエスチョネアに示したように、本調査では原子力全般について包括的に調査した。しかし紙面の都合で、ここでは特に原子力発電関係を重点的に述べてみたい。

3.1 韓国

1) 原子力発電の現状

韓国は、日本と同様エネルギー資源小国で

	発電所名	発電容量 (MW)	原子炉型	運転(予定)
運転中	原子力発電1号機 (Kori (古里) -1)	587	米PWR (W. H社)	78年4月
建設中	原子力発電2号機 (Kori (古里) -2)	650	米PWR (W. H社)	83年3月
	原子力発電3号機 (Wolsung (月城))	678	加PHWR (AEC社)	83年初頭
	原子力発電5・6号機 (Kori (古里) -3, -4)	950	米PWR (W. H社)	84年9月 85年9月
	原子力発電7・8号機 (Gyaemari (桂馬里) -1, -2)	950	米PWR (W. H社)	86年5月 87年5月
	原子力発電9・10号機 (Bukuri (富邱里) -1, -2)	950	仏PWR (Framatome社)	88年5月 89年5月
計画	原子力発電11・12号機	900 class	未定	89年12月 90年12月
	原子力発電13・14号機	900 class	未定	91年5月 91年12月

韓国の電力需要の伸びは急激で、深刻な電力不足に見舞われている様である。確かに、ソウル市内の目抜き通りでさえ照明は極端に暗い。電力不足に対処するため、電力料金も累進料金制を採用しており、使用量に応じた料金単価（kWh当り）は最低と最大で10倍程度の差があるとのことである。

2) 原子力開発上の問題点

このように順調に原発計画を進めているように見える韓国であるが、多くの深刻な問題を抱えている。すなわち、巨額の外国借款、原発の安全性や事故時対策、マンパワーの不足等である。以下これらの問題点を概観してみよう。

巨額の借款をかかえる韓国では、新規原子炉導入の際海外のファイナンス条件が最優先に考えられている。前述のように韓国はPWRとCANDUの2つの炉型を導入しており、さらにPWR8基のうち6基は米国WH社製、残り2基は仏のフラマトム社製である。このように3国から3様の原子炉を導入せざるを得なかった最大の理由は、金融面での政策的判断ではなかったかと思われる。このように多種の原子炉をもつため、韓国は、安全規制面、核燃料サイクル面で将来多大の負担を担うことになる。

原子力の安全性については、「原子力安全センター」の新設、米NRCと古里原発を衛星中継で直結する緊急時援助システムの交渉等種々の安全対策を進めている。しかし、遠く離れた米仏などから専門家が駆けつけるのでは、どうしても2,3日かかってしまい、原発事故等の緊急時にはとっさの役に立たない。それよりも地理的に近接し、かつ原発大国である日本に協力してもらった方がはるかに確

実、効果的であるというのが韓国側の本音であろう。

マンパワー不足は、原発プロジェクトの発展に伴い深刻化しており、韓国は要員養成にやっきになっている。しかし、国内の教育・訓練機関はいまだ弱体であり、積極的に海外での訓練を実施している模様である。

3) 原子力開発の自立化

原子力開発が本格化するにつれて、韓国も原発プラントの国産化と核燃料サイクルの確立を目指しはじめている。既に1975年に国内の原発プロジェクトに対する建設エンジニアリング会社として「韓国原子力エンジニアリング・サービス㈱」（KNE、現在はKOP EC）が設立されている。またハードウェアの製造面でも、「韓国重工業㈱」が、かねてから原発プラント用機器の製造を手がけており、現在建設中の各原発の国産化率は、一次系、二次系共着実に上昇しつつあるようである。

一方、核燃料サイクル面については、まず核燃料の成型加工から着手することとし、「韓国核燃料会社」を設立し、年間200トンの成型加工工場を1988年までに完成させる計画である。さらに同社を通じて、外国企業との合弁会社の設立も計画している由で、このためのパートナー選定が現在進められていると伝えられる。

我々は、古里原発（釜山の北約50km）へ行く途中、韓国新エネルギー研究所（KAERI）の「大徳工学センター」に立寄った。同センターへの日本人の訪問は例外的にしか許可されていない由で、我々は貴重な機会を得たわけである。同センターは、わが国の動燃事業団大洗工学センターを模しているといわれ、



写真1 韓国原子力産業会議(KAIF)主催の夕食会(Silla Hotel)

前列左より 伊藤在韓国日本大使館書記官, 金子団長, 金 KAIF 会長, 安教授

後列左より 朴 KAIF 事務局長, 辛 KAIF 副会長, 田辺団員, 松井団員, 陸漢陽大学教授,
林原子力委員, 高橋団員, 姜原子力局長

ウラン鉱石パイロットプラント, ウラン転換設備, 核燃料製造プラント, 照射後試験設備, 炉外試験装置, 放射性廃棄物処理施設等を所有している。

ただ再処理, 濃縮については, 韓米原子力協定上の制約もあり, 全く行う計画はない旨関係者は強調していた。

4) 対日関係

韓国の原子力関係者の我々調査団に対する態度は極めて友好的であった。これは, ひとえに同国のわが国に対する期待の大きさを示すものと思われた。1977年, 両国の科学技術大臣会議が中断されて以来, 両国間の交流は, 主として「日韓原子力産業セミナー」を場とする民間レベルに限定されている。しかし, 韓国は, 原発の安全性や緊急時援助, 原子力全般にわたる技術交流について日本の協力を

熱望している。こうした韓国側の期待に対し, わが国が今後いかに対処してゆくかを本格的に検討していく必要がある。

3.2 フィリピン

フィリピンの商業エネルギー*) 消費のうち石油の占める割合は90%と高く, 政府は特に水力, 地熱の開発に力を入れている。また原発も1976年から, バターン半島に1号機PNP P-1(WH社62万kW, PWR)を建設しはじめた。

同原発は, TMI事故の余波を受けて一時建設中断に追込まれたが, 1980年9月に再開

注) *) 商品として経済活動に組みこまれているものをいい, 例えば, 農村での薪などのように自給自足し, 商業活動の対象にならないものは除かれる。

され、現在1984年末完成を目指して鋭意建設が進められている。しかし建設中断中の金利負担、TMI事故後の安全関係の仕様変更などに伴うコスト・アップのため、総経費は当初の11億ドルから一気に19億ドルにはね上ってしまった。

このような背景があるせいか、国営電力公社（NPC）はぜひとも工程通り完成させようと必死であった。我々はPNPP-1を見学する機会を得たが、現在約60%が完成しており、一次系の炉本体、压力容器等はすでに設置されていた。

PNPP-1が完成すると、1985年で全発電設備容量758万kWの8.2%、全電力量の7%を賄うことになる。2号機以降の計画は未定であるが、我々が面会したアジア開発銀行のエネルギー担当者は、90年代後半には2号機が必要になるのではないかとの見解を示した。

フィリピン政府は、原発事故などの緊急時対策について今から頭を悩ませているようである。PNPP-1運開までにはこの問題をぜひとも解決せねばならず、前述のIAEA/RCAの場合などで緊急時援助構想をわが国などへ提案してきている。建前としては、フィリピンと米国間で解決すべき問題と考えられるが、韓国の場合と同様に、緊急時に米国がどれだけ頼りになるかフィリピン政府は疑問を持っているようで、わが国に対して期待しているのではないと思われる。

3.3 インドネシア

インドネシアは石油、天然ガス、水力、石炭といったエネルギー資源をもち、ASEAN 5カ国中では最もめぐまれた国といえるが、

インドネシアとしては外貨収入源として、石油、天然ガスはできるだけ輸出にまわし、国内では水力、石炭を活用する考えである。しかし、全人口の6割が集中するジャワ島は、エネルギー資源が比較的乏しく、かつジャワ島での大量の石炭使用は環境汚染を引起すのではないかとの意見もあり、同島では原子力が遅くとも2000年までには必要になるのではないかという考え方が以前からある。

現に、インドネシアはイタリアのNIRA社と共同してジャワ島における原発の可能性につきフィージビリティ・スタディを実施し、NIRA社は60万kWクラスの重水炉を1988年から導入すべしとの勧告を行った由である。しかし、インドネシアは、この勧告には従わず、その代り当面後述する3万kWの多目的研究炉を建設するという道を選んだ。

この多目的研究炉は、現在ジャカルタ郊外のスルボンに建設中の国立研究科学技術センター（PUSPIPTK、日本の筑波学園都市に相当）の中に設置されるもので、遅くとも1986年頃には完成する見込みである。原子炉本体は1981年初め西独に落札したが、西独とインドネシアは技術開発応用庁（BPPT）のHabibie大臣他多くの人材が西独への留学経験をもつため、深い人脈があるといわれ、西独の受注にはこのような背景が影響しているといわれる。

因みに、いくつかある同炉周辺施設は、伊（NIRA社）、米（GA社）、仏（テクニカトム社）が受注している。さらに今後の計画としては、金属照射施設などがあり、これについてはBPPTは日本の参加を望んでいる模様であった。

3.4 マレーシア

マレーシアは、今回歴訪した5カ国の中では1人当りの国民所得は最も高く、かつインドネシアと並んで産油国であり、天然ガス、すず等の資源も豊富である。しかし、エネルギー需要構造は過大な石油依存型となっているため、脱石油化として天然ガスやサラワクの水力に期待する所大である。

このような状況下で政府は1974～78年にIAEAの協力を得て、原発導入に関する調査研究を行った。しかし、政府は、1980年に環境問題、国内天然ガス田の発見などを理由に「2000年まで原発は必要ない」との決定を行った由である。ただし、国营電力会社（NEB）は、1983年までに原発導入の可能性について再検討するよう政府から指示されており、現在その作業を進めているとのことであった。

マレーシアで原子力開発を実施している唯一の研究機関は国立原子力研究所（PUSPATI）であり、昨年6月TRIGA型研究炉（1MW、GA製）が臨界に達したばかりである。我々は今回Ghazali所長の案内で所内を見学する機会を得たが、炉本体と簡単なデータ収集システムがある程度でこれからという印象を持った。なお、研究炉付属の工作工場内の旋盤等の機械類は、日本政府のJICAベース援助によるものである。

確かに、同国は研究炉をもつのが他の歴訪4カ国より20年近く遅れ、原子力の基礎研究が弱体であることは否定できないが、逆にいえばそれだけ原子力先進国、特にわが国に対する期待が大きいともいえる。この期待は、マルティール首相の「Look East Policy」により加速されているようである。現在6

名のマレーシアの研究者がわが国で研修中であるが、さらにわが国に対しできる限り積極的かつ継続的な協力を実施してもらいたいと希望しているように感じられた。

3.5 タイ

タイは石油の99.8%を輸入に依存しており、貿易収支赤字がほぼ石油赤字に匹敵するという構造になっており、この意味において非産油開発途上国の一つの典型といえよう。

このため石油代替エネルギーの開発の必要に迫られ、早くから原発計画を立てていた。しかし、1979年シャム湾海底に天然ガスが発見されたため、とたんに同計画は無期延期された。したがって、我々はタイ政府関係者の原子力に対する関心はきわめて薄いのではないかと考えていた。

ところが国营電力公社（EGAT）としては、天然ガスがいつまでも出るわけでもなく将来計画として原子力を検討しているとのことであり、1996年にとりあえず原発（90万kW級）1基を運開するとの想定を立てている。また原子力委員会事務局（OAEF）とEGATは現在イタリアの協力を得て、サイト選定を含む原子力マスタープランを作成中とのことであった。

OAEF附属研究所では、研究炉（2MW）、コバルト60照射設備等を見学したが、あまり活発な研究はなされていない様子であった。放射線関係の研究は主としてIAEA/RCAにしたがって実施されており、たとえば、サイアム・クラフト・カンパニー（製紙会社）では、RCAの工業利用プロジェクト関係の活動が盛んに行われているとのことであった。なお、タイの医療関係者は日本の進んだ核医

療技術に注目しており、わが国に対して医療用加速器の供与を希望していた。

4. 原子力国際協力の可能性

以上、今回視察した5カ国の中でも、本格的な原子力発電を行っている韓国、第1号機を鋭意建設中のフィリピン、発電こそしないが、ミニ原発ともいえる3万kW多目的研究炉を建設中のインドネシア、基礎研究段階のマレーシア、タイとレベルはまちまちであり、一口に協力といってもその内容はかなり広範囲なものであろう。しかし、各国とも原子力を有力なエネルギー源として位置付けており、日本との交流、協力関係を強化したいとの希望は各国のいたるところで聞かれ、既に前章の随所において紹介した。

今回の訪問5カ国と日本との間には、いずれも原子力協定は締結されていない現状ではあるが、核不拡散上問題がない分野、すなわち、原発の安全性のソフト的技術交流、研究炉等の基礎研究での援助、人材養成等の協力等は現状でも十分可能ではないだろうか。特に韓国とわが国は一衣帯水のため、もし韓国に大規模な原発事故が発生した場合、わが国に対して深刻な影響を与える恐れは十分あり、韓国の原発の安全性問題についてはわが国も無関心ではいられないという事情もある。

いずれにしても、インドネシアの3万kW多目的研究炉を西独が受注した背景には、西独が多くのインドネシア留学生を受入れ、強力な人脈を築いていたという事実があることを想起すれば、日本もアジア随一かつ世界有

数の原子力先進国として長期的視野に立ち、将来大きなマーケットとも考えられるこれら諸国に対し、できる限り積極的な協力・援助を行うことが必要であろう。また、そうすることが、とりも直さずわが国自身の原子力産業の安全保障、さらにはわが国を含むアジア地域の安全保障にも裨益するものと考えられる。

おわりに

以上、訪問各国について原子力発電を重点的に述べた。韓国は別格としても、社会経済開発の全般にわたって人材と資金不足に悩むASEAN諸国にとって、とりわけ技術集約エネルギーである原子力開発のためのマンパワー養成とインフラストラクチャー整備は至難の業ではないだろうか。

他方、欧米諸国の原発売込み競争は今後益々激化すると予想されるので、これらアジア諸国がそうしたムードに踊らされることなく、あくまでもマイペースで研究開発を積上げてゆくことが肝要である。わが国もこの研究開発にできる限り協力し、「安全な原子力」を東アジアに定着させることが重要ではないかと思われた。

終りに、本調査に際し科学技術庁、外務省・関係在外公館、日本エネルギー経済研究所、アジア経済研究所、海外電力調査会の方々、その他関係各位から数々の有益な御示唆と御指導をいただいたことに対し、深く感謝の意を表します。(たなべ よしお 主任研究員)

欧州におけるパッシブソーラー 技術開発の現状

友 沢 孝

は じ め に

ここ数年来わが国においてもパッシブソーラー技術に対する関心が高まっている。設計技術に関する幾つかの書籍やパッシブソーラーと銘うった住宅を既に販売しているメーカーもある。パッシブ技術は、ややもすると住宅におけるエネルギー消費の幾分かを自然エネルギーで代替しようとする技術の一種とのみ受けとられがちであるが、もともとは快適な住宅内温熱環境を形成するために、周囲環境の条件に合わせて住宅構造、間取り、部材等を工夫しようとするのがその趣旨である。言わば住宅設計の思想そのものである。したがって、パッシブ技術への関心の高まりは、わが国の住宅における温熱環境を向上させる上でも喜ばしい現象と言えよう。

こうした情勢の中で、通商産業省では「新住宅開発プロジェクト」の中で、「自然エネルギー利用住宅システム技術の開発」を取り上げ、パッシブ技術のシステム要素開発、部材開発、シミュレーションプログラムの開発、温熱環境評価手法の開発などに取り組んでいる。当エネルギー総合工学研究所においても通商産業省の委託を受けて、各要素技術開発の情報交換を図りながらパッシブ技術の全般

的な評価に係る調査を行っている。今回その調査の一環として欧州4カ国の研究機関を訪問し、技術開発の動向、パッシブ住宅普及促進プロジェクトの状況などにつき調査する機会を得たので、その概要を報告する。調査期間は昭和57年12月5日～12月17日、訪問先と面会者、調査団のメンバーは表1、2に示すとおりである。

なお、以下の内容は筆者の理解と観察結果に団員のそれを加えたものであり、もし誤りがあればその責は筆者にある。

1. デンマーク工科大学 断熱研究室

当研究室は「ゼロエネルギーハウス」の実験で日本でも名を知られた研究室であるが、このハウスは既に研究実験プログラムを終了しており、現在は大学のゲストハウスとして用いられている。今回はこの研究室が参加した「6戸の省エネルギー住宅プロジェクト」を中心に説明を受け、その後大学内の実験施設、プロジェクトで建てられた6戸の家を視察した。研究室の名称は「断熱研究室」であるが、ソーラーシミュレーターや熱貫流率測定装置、各種のコレクター実験装置など設備、規模ともかなり充実しており、太陽熱利用

表1 訪問先と面会者

国名	訪問先	面会者
デンマーク	デンマーク工科大学内 Thermal Insulation Laboratory	Dr. Vagn Korsgaard
ノルウェー	ノルウェー工科大学内 SINTEF (産業科学研究所)	Dr. Johannes Gunnarshaug
西ドイツ	ランドシュトゥールプロジェクト現地	Ph.D. Günther Schüfer (ISI) Dipl. Thomas Krötz (ISI) (ISI : フラウンホーファーシステム技術研究所)
フランス	ナンディプロジェクト現地	Mr. B. Cornut (AFME) (AFME : フランスエネルギー庁)
	ソーラー建築カンヌ国際会議	

表2 調査団員名簿

氏名	所属
団長 伊藤直明	東京都立大学工学部教授
団員 板倉 潔	日本板硝子㈱ 第四技術開発部部长
〃 小林康彦	大和ハウス工業㈱
〃 友沢 孝	総合技術研究所所長代理 (財)エネルギー総合工学研究所 主任研究員

システムを含んで巾広い省エネルギー手法の研究が行われているようであった。

1.1 6戸の省エネルギー住宅プロジェクト

典型的な省エネルギー住宅の実証化を図るデンマーク商務省のプロジェクトである。1戸建て約120㎡の住宅で、暖房・給湯エネルギー消費量を5,000kWh/年程度に抑えるのが目標である。これは普通のデンマーク家庭で用いられる暖房・給湯エネルギー消費量の

20～30%に当る。ちなみに北欧諸国では家庭で消費されるエネルギーのうち80～90%が暖房・給湯エネルギーである。

プロジェクトは当研究室のマネジメントの下で、民間会社から成る6つのグループで推進された。このグループは建築家、ハウスメーカー、部材・材料メーカーから編成されており、興味深いことは6戸の省エネルギー住宅のそれぞれのオーナーになっていることである。したがって、商務省の予算額は4百万kr. (約1.2億円)であるが、このグループはそれぞれ自分の家が売れるまでは経済的にも責任を負うことになっていた。これらの住宅は、大学から車で約10分の閑静な住宅街(コペンハーゲン郊外でも高級な住宅地と思われる)の一角に建設されており、現在は既に6戸とも入居済みである。

各住宅の仕様、システムを表3に示す。省エネルギーの基本は何よりもまず断熱ということで、各戸とも徹底的に断熱性が追求され

表3 6戸の省エネルギー住宅の仕様, システム(デンマーク)

住宅	規模 デザイン	構造・断熱	窓	暖房 システム	換気	給湯
A	平屋建 125m ²	床—土間床 M.W.100mm C.C.200mm 基礎—両面断熱 外壁—レンガ, 木仕上げ M.W.200mm G.C.100mm 天井—M.W.380mm	選択透過型 複層ガラス	電気式表面 暖房システム	全室吹出コントロール 取入れ (冬…小屋裏 夏…外気直接 吸引—浴室, 台所 熱回収— (第1段…熱 交換器 (プレート型) 第2段…空 対空ヒート ポンプ	ヒートポンプ付電気ボ イラー ヒートポンプ熱源— 小屋裏暖気
B	平屋建 140m ²	プレハブパネル—床, 壁, 天井 床—M.W.300mm 外壁—内断熱レンガ M.W.250mm 天井—M.W.400mm	3重ガラス	低温輻射暖 房 • ヒートポ ンプシス テム • 熱源—地 中 (南庭に180 mのプラス チックチュ ーブ)	全室吹出コントロール サブライ—輻射器の背 後 熱回収—(A棟と同じ)	ヒートポンプ付電気ボ イラー
C	135m ² • G.F. 121m ² (居住面積) • 小屋裏 14m ² 屋根—南, 北面45°傾 斜	床—土間床 M.W.50mm C.C.200mm 壁—軸組, レンガ, プ ライウッド M.W.240mm 天井—M.W.400mm	Fix窓—3 重ガラスの 外に開閉の 単板 開閉窓—3 重ガラス	低温床暖房 • 電気式 • 補助熱源 —コレク ター(20 m ²)	全室吹出コントロール 吸引—浴室, 台所 熱回収—(A棟と同じ)	ヒートポンプ付電気ボ イラー • プレヒート—ソーラ コレクター用蓄熱タ ンク(1800ℓ)中に 150ℓの給湯用タンク
D	平屋建 139m ²	床—土間床 M.W.100mm C.C.200mm 基礎—2重G.C. ウレタンフォーム 130mm 外壁—150mmG.C.の中 間に M.W.200mm 小屋裏断熱—M.W. 400mm	複層ガラス 夜間断熱シ ャッター (サイドヒ ンジ式)	石油焚ボイ ラーからの 温風	全室吹出コントロール 吸引—2つの浴室, 台 所 熱回収—プレート型熱 交換器	石油焚ボイラーユニッ ト • プレヒート—9m ² の コレクター, 500ℓ貯 湯槽 • 加熱順序 1. 使用後給湯水から の熱回収 2. コレクター貯湯槽 でのプレヒート 3. ボイラーユニット
E	平屋建 130m ² (センター 基礎部に10 m ² の岩石蓄 熱)	床—土間床 M.W.300mm 外壁—軸組, 木仕上 M.W.300mm 内壁—2重プラスター ボード 小屋裏断熱—M.W. 400mm	選択透過型 複層ガラス 夜間断熱シ ャッター (サイドヒ ンジ式) (北窓—小 東, 西, 南 窓—大)	電気式温風 ヒーター • 補助熱源 —ダイレ クトゲイ ンによる 岩石蓄熱	(D棟と同じ)	電気ボイラー
F	2階建 88m ² ×2	プレキャストコンクリ ートパネル 壁— (外 80mmコンク リート 中 200mmM.W. 内 120mmコンク リート 床—M.W.200mm フラット天井—M.W. 300mm	(窓は全て 南面とし, ドアの機能) 3重ガラス, プラスチック サッシ 自動式夜間 断熱シャッ ター(スラ イド式)	低温床暖房 (温水式) • ガス焚ボ イラー • 補助熱源 —20m ² コ レクター	(D棟と同じ)	ガス焚ボイラー • プレヒート—ソーラ ーコレクター用蓄熱 タンク(1500ℓ)中 に200ℓの給湯タン ク

注) M.W.: ミネラルウール, C.C.: 発泡硬質レンガ, G.C.: 発泡コンクリート

ている。暖房と給湯が同じシステムになっている例、廃熱回収システムの例など、各需要用途の詳細な負荷割合は判明しないが、住宅全体での熱利用システムを考える上で参考となろう。なおデンマークでは暖房期間は8カ月で連続運転、平均気温は冬4℃、夏16℃、年平均8℃との事である。

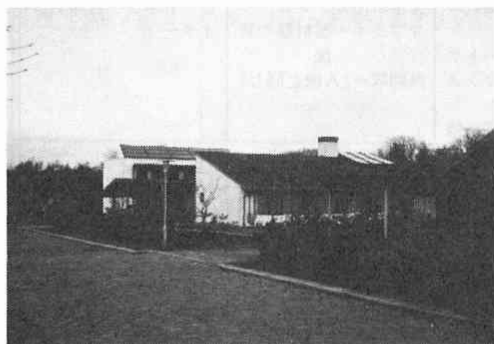


写真1 「6戸のエネルギー住宅プロジェクト」で建てられた住宅（デンマーク）

1.2 超省エネルギーハウス実験棟

住宅躯体の断熱の次は気密化ということで、超断熱、超気密化（自然換気回数0.004回/hr）した実験棟で各種の暖房方式の比較（床暖房、電気ヒーター、温水管によるペリメータ暖房など）実験を行っていた。換気量は70 m³/hr（0.5回/hr）でヒートポンプで熱回収を行っている。

2. ノルウェー工科大学付属産業科学研究所（SINTEF）

ノルウェー工科大学はオスロからはほぼ真北へ飛行機で約1時間のトロンハイム市にある。ここのSINTEFを訪れ、ダブルシェル住宅の研究開発状況を視察した。トロンハイムは北緯63.5°、訪問日は珍しく晴天であった

が日の出が午前10時半頃、日の入りが13時半頃で太陽は山の端にほんの少し顔を出す程度である。ここで研究されているダブルシェル構法は、単に外壁回りに断熱性を高めるための空気層を設けるといった考えではなく、居住空間としての室内空間と外界との間に擬似居住空間（ソーラースペース）を作り、そこでは太陽エネルギーのみを利用することにより、住宅全体として省エネルギーを達成しようとするものである。

2.1 実験家屋での測定

1977年、トロンハイム市のティーホルトで一連の実験が行われた。間口2.4mのノルウェー式平屋構造のテスト棟で、空調負荷の測定が行われた。図1に示すようにA棟は従来断熱、B棟は断熱性能強化、C棟は断熱強化と蓄熱容量付加型、D棟はダブルシェル（蓄熱槽有）構造である。エネルギー消費量（kWh/m²・年）は、A棟で84、Bが39、Dが26（Cは不明、但し、入手資料ではC棟が最良の結果を示したが、D棟との差はわずかであったと報告されている。）であった。B、C棟に比べて断熱仕様が低いにも拘らず、D棟の結果が良かったので、安価な方法で居住スペースの回りにsemiclimaticゾーンを作り、低温度にしか蓄熱されない太陽熱をそこでうまく利用できないかと考えられた。その後2～3の種々のダブルシェルシステムを経験し、ハイムダールのプロジェクトでは以下に紹介する住宅を建設したとのことであった。

2.2 ハイムダール プロジェクト

14戸の省エネルギー住宅が国のプロジェクトとして、大学内の幾つかの研究所の協力の



図 1 実験棟概念図（ノルウェー，SINTEF）

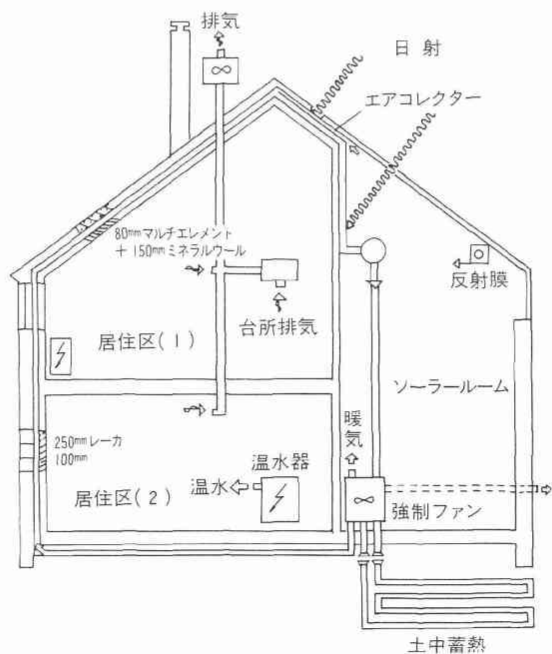


図 2 ダブルシェル住宅システム図（ハイムダール プロジェクト）

下に、トロンハイム市郊外のハイムダールに建てられている。SINTEFはその中心的立場にある。この内3戸は、構造的にはほぼ同一のソーラーハウスであり、その内2戸はダブルシェル住宅である（このダブルシェル住宅の一つは面会者のゲンナシュハウグ氏の自宅である）。1981年の3月から建設が開始され、氏の自宅は82年の春に完成したということであった。現在は14戸全て入居済みである。

14戸の家には暖房、熱回収等につきさまざまなシステムが入っており プロジェクトは、

- ① 省エネルギー手法のテストおよびデモンストレーション
- ② コストの把握
- ③ 操作の経験とデータ収集

を目的としている。3戸のソーラーハウスは空気式コレクターシステムのもの、ダブルシェルで床下蓄熱、自然循環方式のもの（アメリカタイプ）、ダブルシェルで土中長期蓄熱、強制循環方式もの（氏の自宅、図2、写真2参照）である。アメリカタイプは循環力が弱く、径路の必要巾が広すぎるとの事であった。今後色々な計測、分析を行う予定であるが、居住者が省エネルギー手法を生活スタイルとして使いこなせない面もあり、評価は難しい



写真2 ダブルシェル住宅外観
(ハイムダール プロジェクト)

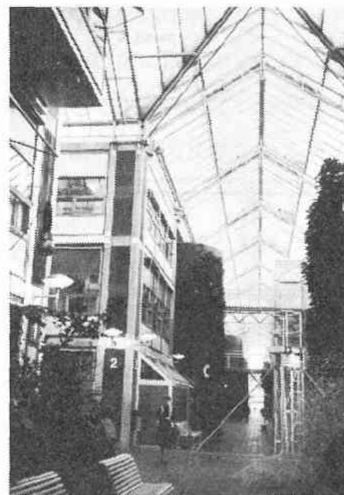


写真3 トロンハイムにある文系大学のガラスによる人工空間
(個々の建物をおおって、semi-climateゾーンを作っている。)

問題であるところばしていた。

3. ランドシュトゥール パッシブソーラー村プロジェクト

ドイツ中部の都市マンハイムから西へ約60 km、カイゼルスローテンの西にランドシュトゥールの街がある。小さな町であるがNATOの空軍基地があり、米軍関係者が約1万人住んでいるという話であった。ソーラー村建設予定地は市街を少し離れた丘陵地である。

3.1 プロジェクトの背景

ドイツでは住宅の形や色について、国、州、町、地区のレベルでたいへん多くの規制があり、自由にソーラーハウスを建てることは難しかった。そのため石炭・石油ボイラーヒーティングからソーラー暖房への転換の可能性を検討するのに、ソーラーシステムに合った建築様式を確立する必要があった。特にパッシブ

シブ建築は家全体が技術複合体となるので、今までの建築、暖房システムとの違いを目で見えてはっきりさせることが重要であった。このプロジェクトは西ドイツ連邦研究省のプロジェクトであるが、実際の業務はフラウンホーファーシステム技術研究所（ISI）が行っている。

ドイツでも一生に一度持家を建設することが多く、自分の好みや景観との調和を重要視する。一般に家を建てる際の手順は、まず土地を購入して建築士に自分の希望プランを説明し、設計を依頼する。建築申請が許可されると建築、設備、電気工事を別途発注し、入札が行われる。工事管理は建築士が行う。メーカーがモデルプランを提示する方法は、ドイツでは受け入れられないようで（メーカー主導の建売り分譲は12～15%のシェア）、オーナーの意向が強く、したがって、ソーラーシステムについて、どういった観点で受け入れる人がいるのか、またどうして反対するのか調べることが、その普及に当って重要な課題となっている。なお、1～2世帯住宅で、暖房費は生活費の約28%を占めているということであった。

3.2 目 的

住宅建築希望者や建築士、関連技術者を対象として、

- ① ソーラー住宅のデモンストレーション
- ② 情報提供：エネルギー節約、利用システム技術など
- ③ ソーラー住宅受け入れ条件の調査：ソーラーハウスを建てる理由、建てない理由

を目的とするものである。個人がソーラーハ

ウスを導入するきっかけは、1) 規則、2) 補助金、3) 情報があるが、ドイツ人の性格からは情報を与えることが重要なのだという説明であった。

3.3 経 過

1979年に設計コンペがあり、著名な8人の教授の指導の下で、それぞれ6戸のソーラー住宅が設計された。計48例の設計案につき、建築家、エンジニア、州政府から成る16人の委員会で21例の入選作が選ばれた。丁度その頃、ランドシュトゥールで5年計画で240戸の住宅を建設する計画があり、この地区ではあまり規制がなく、気象条件も一般的であったので（日照時間1700～1800hr/年）、ここを対象としてソーラー住宅の施主を募集することになった。当初は240戸の内60戸のソーラー住宅を建てるのが目標で、1戸当たり2万～4万マルク（約2百万～4百万円）の補助金が出される予定であった。多くのパッシブ技術が組み込まれた入選モデルをそのまま客に奨めるのではなく、アブストラクトな概念、考え方を説明する方法がとられた。

ところがここ2～3年極端な住宅不況で、240戸の計画がこの2年間でたった4戸しか



写真4 入選につきモデルで説明を受ける
（ランドシュトゥール）

施主を決定できず、計画は大巾に修正せざるを得ない状況となっている。この4戸のうち1戸がソーラー住宅で、現在建設中であり、最終的には15戸ぐらいのソーラー住宅が建設されるであろうと予想されている。

3.4 その他一西ドイツの住宅事情一

住宅総数は約2,200万戸で年間着工戸数は、24万～30万戸（景気のよい年は40万戸にもなった）でその内約40%が戸建てというのが平均的であった。それが1981年には15万戸／年まで激減し、1982年1月～9月の間に倒産した住宅会社は西ドイツ全体で約2,000社に及んだとのことである。

住宅の建設費は自分で建てた場合、敷地面積290～1,200㎡位で約3千万円～1億円であるが、ソーラー住宅については、新築、改造を問わずそのシステムコスト（屋根、窓、コレクター、ポンプ類等）の25%までの政府補助制度（最高12,000マルク／戸）がある。政府はここ4年間で4,800億円の予算を用意したが、古くなった窓の2重化など単純な部材改造にあてられ、ソーラー住宅の目的からはほど遠い結果に終るものが多いそうである。

4. ナンディ・パッシブソーラー村プロジェクト

ナンディはパリから南へ車で約1時間のところである。広大な農地の中に忽然とニュータウンが現われる。1990年には人口50万人の新都市にする計画とのことであるが、その一画にソーラー住宅が20戸建設されている。フランスエネルギー庁（A.F.M.E）のプロジェクトで建てられたもので、現在売り出し

中である。A.F.M.EはCOMES（太陽エネルギー庁）とA.E.E（省エネルギー庁）が統合・合体して1982年5月に発足した政府機関である。エネルギー政策に関連して、太陽、風力、バイオマス、土壌熱、廃熱等のエネルギー開発マネジメントを行っている。

4.1 プロジェクトの背景と目的

フランスでは数年前までソーラー住宅は高価であると言われていたが、このプロジェクトは一般の人でも購入できるような安価なソーラー住宅を建設し、効果を実証することにより、ソーラー住宅の普及促進を図ることを目的としている。ソーラー関係のオーバーコストは3万フラン（約120万円、通常建設費より約10%高い）でおさまるよう計画された。ソーラーによるエネルギー代替量もコンベの対象となっている。フランスでは一般に暖房エネルギー量の35～60%がソーラーでまかなうことができるということである。

4.2 経過と内容

当初COMESが設計コンペを行った。著名な建築家と高級官僚が審査を行い、20例を採用して、これを1つの建設会社がナンディに建設して売り出した。技術的にはどの建設

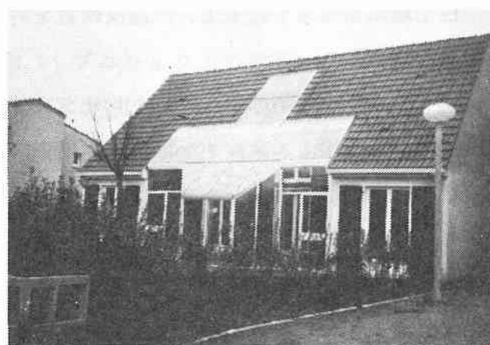


写真5 ナンディのソーラー住宅（1）



写真5 ナンディのソーラー住宅(2)

会社でもよかったが1社にまかせた方が安くなるというねらいがあった。建てられて1年半(1982年の7月まで)は一般に公開され、その後売り出されたが(8月から公開中止)、この間の銀行利子は政府が負担したとのことである。

これらソーラー住宅の基本タイプは、1) 南面窓を大きくする、2) 天井採光、3) サンルーム(外側張出し)、4) サンルームとトロンプ壁設置、5) 温風・温水コレクターの設置の5種類であり、住宅デザインによりこれらを組み合わせて活用している。

熱損失係数は $0.8\text{W}/\text{m}^2\text{C}$ (約 $2.1\text{kcal}/\text{m}^2\text{hrC}$ ぐらいに相当か)程度とのことであるが、プラスチック製サッシ、夜間断熱シャッターなどの工夫がみられた。

訪問日は霧が降りてくるような底冷えのする寒々しい日で、しかも冬はこうした日が多いとのこと、夏はともかくコレクターやサンルームの使用勝手はどんなものかと思われた。

4.3 その他

フランスの住宅総数は約2,000万戸で年間着工数は35万戸(戸建、共同約半々)程度である。断熱性能は新築のものはナンディと同

じ $0.8\text{W}/\text{m}^2\text{C}$ ぐらいあるが、一般住宅は $1.5\sim 2.0\text{W}/\text{m}^2\text{C}$ で省エネルギー性能はあまり良くない。

政府はソーラー普及のための補助として5,000戸分の予算をだす決定をしている(5,000戸以上は補助必要なしとのこと)。全建設費の内ソーラー関係のオーバーコストに対して7%の低利融資、設備費に対して3,500フランの補助、またソーラー住宅を建てると8,000フランの税金還元などの特典がある。1990年には50万戸のソーラー住宅を建設する目標がたてられている。

フランスのガソリン価格は4フラン/ ℓ で日本とあまりかわらないが、その内 $1.0\sim 1.2$ サンチーム(約 $0.4\sim 0.6$ 円)がソーラーの研究開発費にあてられており、今のところ予算が減るようなことはないそうである。

建築家の間ではソーラー技術の知識取得に対するニーズが大きく、AFMEは講習会、シミュレーション用のマイコンプログラムの借出し、TV・雑誌等での宣伝などを通じて、ソーラー住宅の普及促進に力を入れている。

現在、低開発国向けの非常に安いソーラー住宅の設計コンペを計画しているとのことであった。

5. ソーラー建築国際会議

AFMEの主催でカンヌにおいて、1982年12月13~16日にわたって行われた。参加者は欧州を中心に約250名で、発表は分野毎に4~6件程度にまとめられ、1件約20分でスライド中心に行われていた。内容は、概して理論解析は少なく、実務的な建築作品の紹介が多かった。こうした傾向も実務にたずさわ

る建築家層のソーラー建築に対する関心の高さを反映したものといえよう。

お わ り に

以上、訪問した欧州4カ国のパッシブソーラー技術開発について、それぞれの国で行われているプロジェクトを中心にその概要を報告した。ソーラー住宅の普及については各国とも力を注いでいるが、プロジェクトの進め

方にも国柄がでており興味深かった。パッシブ技術が住宅の熱的性能（主とし省エネルギー性能であるが）向上の方策として、住宅設計思想そのものに無理なく溶け込んでいるというのが全体の印象であった。今後わが国でもこうした視点を含めて、パッシブソーラー住宅の普及に努めてゆく必要があろう。（ともざわ たかし 前主任研究員、現在、大成建設（株）技術開発部）

研究所のうごき

(昭和58年1月1日～3月31日)

◇ 理事会開催

第13回理事会

日 時：3月29日(火) 12:00～13:30

場 所：経団連会館(9階)901号室

議 題：

- (1) 昭和58事業年度計画及び収支予算について
- (2) 昭和58年度運営費借入について
- (3) 理事の一部改選について
- (4) その他

◇ 企画委員会開催

第25回企画委員会

日 時：2月17日(木) 10:00～12:00

場 所：当研究所第2会議室

議 題：

- (1) 昭和58年度エネルギー関連予算の概要について
- (2) 韓国及びASEAN諸国の原子力開発の現状について

◇ 主なできごと

1月12日(水)「海洋地熱」第3回委員会開催

18日(火)「燃料電池エネルギーシステム」
第3回委員会開催

19日(水)「石油製品需給不均衡解消に関する
フィージビリティ調査」第6回アス
ファルト委員会開催

20日(木)「プルサーマル」第2回委員会開催

24日(月)「電気エネルギー貯蔵技術調査並び
にフィージビリティスタディ、超電
導電力貯蔵検討会」第5回委員会開
催

26日(水)「LNG施設総合技術調査研究会」
開催(第4回)
「FBR実用化」第7回委員会開催
「メタノール環境安全性検討」委員
会開催

2月1日(火)「原子力プラント運転の信頼性に関
する研究会」開催(第27回)

2日(水)「環境評価モデル調査」第4回委員
会開催

3日(木)「バイオマス」第4回委員会開催

8日(火)「中小型軽水炉構想設計・経済性検
討」第4回委員会開催

10日(木)「石油製品需給不均衡解消に関する
フィージビリティ調査」第5回ナフ
サ委員会開催

「電気エネルギー貯蔵技術調査並び
にフィージビリティスタディ、超電
導電力貯蔵検討会」第6回委員会開
催

16日(水)「プルサーマル」第3回委員会開催

17日(木)第25回企画委員会開催
「エネルギー技術国際比較」第1回
委員会開催

21日(月)「メタノール利用可能性調査検討」
第1回委員会開催

23日(水)「LNG施設総合技術調査研究会」
開催(第5回)

24日(木)「新技術研究開発基礎調査検討」第
3回委員会開催
「海洋地熱」第4回委員会開催
「ウラン濃縮関連技術並びにシステ
ム調査」委員会開催

25日(金)「FBR実用化」第8回委員会開催

26日(土)新事務所(港区新橋)に移転

3月2日(水)「環境評価モデル調査」第5回委員
会開催
「メタノール環境安全性検討」委員
会開催

4日(金)「燃料電池エネルギーシステム」第
4回委員会開催

7日(月)「電気エネルギー貯蔵技術調査並び
にフィージビリティスタディ、超電
導電力貯蔵検討会」第7回委員会開
催

9日(水)「中小型軽水炉構想設計・経済性検
討」第5回委員会開催

11日(金)「廃炉技術基準等確立調査」第2回
委員会開催

14日(月)「電気エネルギー貯蔵技術調査並び
にフィージビリティスタディ、超電
導電力貯蔵検討会」第8回委員会開
催

「エネルギー技術国際比較」第2回
委員会開催

- 3月15日（火）「プルサーマル」第4回委員会開催
23日（水）「バイオマス」第5回委員会開催
24日（木）「プルサーマル」第5回委員会開催
25日（金）「海洋地熱」第5回委員会開催
28日（月）「石油製品需給不均衡解消に関する
フィージビリティ調査」第7回アス
ファルト委員会開催
29日（火）「メタノール環境安全性検討」委員
会開催
31日（木）「原子力プラント運転の信頼性に関
する研究会」開催（第28回）

◇ 人 事 異 動

○ 3月31日付

（退 職）

総 務 部 伊 藤 せつ子（依願退職）
主任研究員 友 沢 孝（出向解除）

◇ そ の 他

外国出張

- (1) 桑原脩主管研究員及び善岡卓夫、竹下宗一両
主任研究員は、「新エネルギー（石炭液化、石炭
ガス化、太陽熱発電、等）の開発状況並びにプロ
ジェクトの今後の方向性を探るための米国の状況
調査」のため、1月23日から同月30日の間、米国
に出張した。
- (2) 室田健次主管研究員は、「アジア環太平洋地域
原子力発電会議に出席」のため、1月23日から同
月30日の間、米国に出張した。
- (3) 行松保則主任研究員は、「東南アジア諸国のバ
イオマス資源によるアルコール生産に関する調
査を行なうことにより、わが国の燃料アルコール
政策に資する」ため、2月28日から3月16日の
間、インドネシア及びシンガポールに出張した。

第1巻～第5巻 総目次

(1978. 10～1983. 1)

◇ 巻頭言

	巻(号)頁
挨拶……………土光 敏夫	1(1) 1
祝辞……………河本 敏夫	1(1) 2
エネルギー総合工学研 究所の発足に当って……山本 寛	1(1) 3
昭和54年年頭にあたっ て……………山本 寛	1(2) 1
エネルギー資源と技術 開発……………生田 豊朗	2(1) 1
エネルギー技術戦略確 立をめざして……………武田 康	2(2) 1
流体エネルギー資源開 発の技術開発課題に ついて……………平川 誠一	2(3) 1
年頭所感……………山本 寛	2(4) 1
エネルギー問題と温故 知新……………榎木 義一	3(1) 1
トレンド型思考からの 脱却……………百田 恒夫	3(2) 1
エネルギーの総合的有 効利用……………堀 一郎	3(3) 1
年頭のご挨拶……………山本 寛	3(4) 1
脱石油と創エネルギー……奥村 虎雄	4(1) 1
エネルギー技術開発に おける目標設定……………関根 泰次	4(2) 1
エネルギーの有効化に ついて……………築瀬 文雄	4(4) 1
原子力発電の研究開発……飯田 孝三	5(1) 1
エネルギー新情勢と研 究開発……………大島 恵一	5(2) 1
カロリーからジュール へ(国際単位系の採	

巻(号)頁

用)……………朝永 良夫 5(4) 1

◇ エネルギー総合工学シンポジウム特集

第1回エネルギー総合 工学シンポジウム(特集)……………	4(3)
ローカルエネルギー 開発への期待とその課題ー 開会のあいさつ……………所長 山本 寛……………	1
研究所の活動状況報告 ……………専務理事 武田 康……………	3
〔研究報告1〕ローカル エネルギーの開発利 用の可能性 ーエネルギー新時代 におけるその役割は 何かー……………主任研究員 安元 伸司……………	7
〔研究報告2〕ローカル エネルギーとしての アルコール ーバイオマスからの アルコール生産ー…………… 主任研究員 高倉 毅……………	21
〔パネル討論〕ローカル エネルギー開発への 期待とその課題……………	31
座長 東京大学工学部教授 (当研究所理事) 秋山 守	
パネリスト 地熱開発の立場から…… (財)新エネルギー財団地 熱本部本部付部長 青崎 毅	
ソーラー利用開発の	

立場から……………	新燃料油の位置づけ……
(社)ソーラーシステム 振興協会普及部長	専務理事 武田 康……………57
バイオマス開発の立	閉会のあいさつ……………
場から……………	常務理事 柴田 誠……………71
(財)エンジニアリング振興協 会技術開発部主任研究員	
徳山 文武	
中、小水力開発の立	
場から……………	
群馬県企業管理者 福田甲子男	
地域全般的な立場か	
ら……………鹿児島大学 工学部教授	
松村 博久	
広く社会全般的な立	
場から……読売新聞 解説部	
中村 政雄	
閉会のあいさつ……………	
常務理事 柴田 誠……………60	
第2回 エネルギー総	
合工学シンポジウム	
(特集)……………5(3)	
新燃料油の将来	
<長期エネルギー需給	
見通しを踏まえて>	
開会のあいさつ及び研	
究所活動報告……所長 山本 寛……………1	
〔招待講演1〕長期エ	
ネルギー需給見通し	
について……………	
通商産業省資源エネルギー庁長官官房 総務課エネルギー企画官	
雨貝 二郎……………3	
〔招待講演2〕新燃料	
油の将来……………	
東京大学工学部助教授 吉田 邦夫……………16	
〔研究報告1〕石炭液	
化、オイルシェール、	
オイルサンドの開発……	
主管研究員 松井 一秋……………31	
〔研究報告2〕アルコール	
ール燃料への期待……………	
主管研究員 高倉 毅……………44	
〔研究報告3〕長期エネ	
ルギー需給見通しと	
	◇ エネルギー問題一般
	エネルギーデータペー
	スについて……………班目 春樹 1(1)15
	エネルギーの価値……………鈴木 篤之 1(1)18
	IAEにおけるエネル
	ギー技術データペー
	スについて……………班目 春樹 1(2)2
	昭和54年度予算にみる
	エネルギー技術開発
	の重点……………岡田 泰 2(1)2
	21世紀からみた世界エ
	ネルギー情勢 国際
	応用システム分析研
	究所(IIASA)におけ
	る研究結果……………鈴木 篤之 2(2)2
	IEAのエネルギー研
	究開発概要……………中橋 一泰 2(3)2
	長期エネルギー需給展
	望を通して……………大江 康博 2(4)26
	昭和55年度予算にみる
	エネルギー技術開発
	の重点……………大滝 克彦 3(1)2
	いわゆるデータベース
	とIAEエネルギー技
	術データベース—筑
	波大学島内武彦教授
	にきく……………3(1)21
	材料データベースの考
	え方—エネルギー技
	術データベース材料
	技術分科会報告……………岩田 修一 3(1)30
	「電気事業が直面する
	技術開発課題に関す

る調査研究」の概要 について—UHV送 電導入の課題……………楠山 藤一	3 (2)16
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	3 (3)2
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	3 (3)14
第11回世界エネルギー 会議に参加して……………楠山 藤一	3 (4)10
昭和56年度予算におけ るエネルギー研究開 発……………石田 寛人	4 (1)2
昭和56年度予算にみる 通商産業省のエネ ルギー技術開発の重点……………横山 勝雄	4 (1)10
これからのエネルギー 問題……………大江 康博	4 (1)31
エネルギー技術データ ハンドブック「石炭 技術編（第一次版）」 を発行して……………古沢 健彦	4 (2)20
データベースに関する 米国の現状をかいま みる……………班目 春樹	4 (4)15
昭和57年度予算におけ るエネルギー研究開 発の概要……………井上 市郎	5 (1)2
昭和57年度予算にみる 通商産業省のエネ ルギー技術開発の重点……………土井 哲	5 (1)9
代替エネルギーを中心 とした国際研究協力 の現状……………山本 敏明	5 (1)20
エネルギー問題とわが 国経済……………田島 敏弘	5 (4)1

◇ 原子力関連

海水ウラン研究を中心 とした最近の中国事 情……………菅野 昌義	1 (2)13
ラスムセン報告をめぐ る最近の話題……………近藤 駿介	2 (1)21
ENC'79+FORATOM VIIに参加して……………石上 倅	2 (2)11
高レベル放射性廃棄物 処分に関する研究開 発の各国の動向……………徳下 善孝	2 (2)17
地質学的事象の発生頻 度の考え方 高レベ ル放射性廃棄物の地 層処分のリスク解折 に関連して……………小坂 和夫	2 (2)27
「原子力プラント運転 の信頼性に関する研 究会」昭和53年度活 動概況……………時枝 茂治	2 (2)32
ANSのトピカルミー ティング（54年9月 開催）に参加して……………鳥飼 欣一	2 (4)20
西独における核熱産業 利用の開発について……………伊藤 正己	3 (2)32
「放射性廃棄物の管理 と処分に関する第1 回EC会議」参加報 告……………徳下 善孝	3 (3)32
中小型炉をめぐるヨー ロッパの動向……………近藤 駿介	4 (2)12
欧米における廃炉研究 の動向……………西沢 靖雄	4 (4)23
OECD/NEAおよびUS DOE共同主催の「地 層処分場近傍の現象 に関する作業部会」 に出席して……………黄 明彰	4 (4)29

原子炉の熱利用……………横山 二郎	5 (4)28
高速増殖炉開発の動向 について—海外調査 から—……………山本 彬夫	5 (4)38

◇ 化石燃料関連

欧米の重質油処理技術 を視察して……………山本 寛	1 (2) 7
石炭利用技術欧米視察 記……………城塚 正	2 (1)12
石炭利用技術開発への 提言……………古沢 健彦	2 (1)16
重質油問題の背景と対 応……………平野 稔幸	2 (3)15
原油価格シミュレーシ ョン モデル—計量 経済学的な一つの試 み……………佐和 隆光	3 (2) 2
LNG 6 (京都) に参 加して……………原田 春洋	3 (2)26
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	3 (3)23
重質油対策技術に関す る海外調査について……………太田 佳宏	3 (4)21
石炭利用を中心とする 技術開発上のいくつ かの問題……………山本 寛	4 (2) 2
米国におけるアスファ ルトガス化コンバイ ンドサイクル発電……………片山優久雄	5 (1)28
エネルギーセキュリテ ィ確保からみた日本 における石油を中心 としたエネルギー産 業の対応……………岩井龍太郎	5 (2)21
「メタコール・メタノ ール研究会」海外調	

査に参加して—アジ ア・オセアニア・南 ア班—……………菅野 一郎	5 (2)28
---	---------

◇ 新・再生エネルギー関連

燃料用アルコールその 生産を中心として……………高倉 毅	2 (3)27
国産新エネルギー開発 の展望と課題：地熱……………川口 幸男	2 (4) 2
国産新エネルギー開発 の展望と課題：太陽 エネルギー……………並河 良一	2 (4)13
ローカル・エネルギー ・システムのケース ・スタディー鹿児島 県国分市をモデルと した場合……………松村 博久	3 (1)12
アルコール燃料に関す る海外調査参加記(I) —インドネシア—……………高倉 毅	3 (4)31
アルコール燃料に関す る海外調査参加記(II) —ブラジルと米国—……………松井 一秋	3 (4)38
インドネシアにおける アルコール燃料政策 と最近の石油事情に ついて……………小杉 英一	4 (1)22
「米国ソーラシステム 調査団」に参加して —自然エネルギーパ ッケージ利用技術調査……………田中 敏雄	4 (2)29
新エネルギー開発の課 題……………武田 康	4 (4) 2
水力開発と今後の技術 的課題……………大滝 克彦	5 (2) 2
自然エネルギー利用住 宅システム技術の開 発……………友沢 孝	5 (2)10

わが国のソフトエネルギー開発の現状と課題—太陽、風力、海洋エネルギーについて……………長谷川正悟 5(4)17

◇ その他

エネルギー総合工学研究所の長期構想……………大島 恵一 1(1)4
エネルギー総合工学研究所設立の趣意、そ

の経緯と当面の事業

計画について……………武田 康 1(1)7
新しい研究所の特質……………近藤 駿介 1(1)11
研究開発のリスク分析……………近藤 駿介 3(2)9
研究開発のリスク分析
(2)……………近藤 駿介 3(3)8
技術開発の経済学—最適投資配分並びに資金調達・コスト負担の論理を中心として
……………中村 貢 3(4)2

季報エネルギー総合工学 第6巻第1号

昭和58年4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 東京都港区新橋1-1-13
東新ビル(7F)
電話 (03) 508-8891

無断転載を禁じます。(印刷)和光堂印刷株式会社