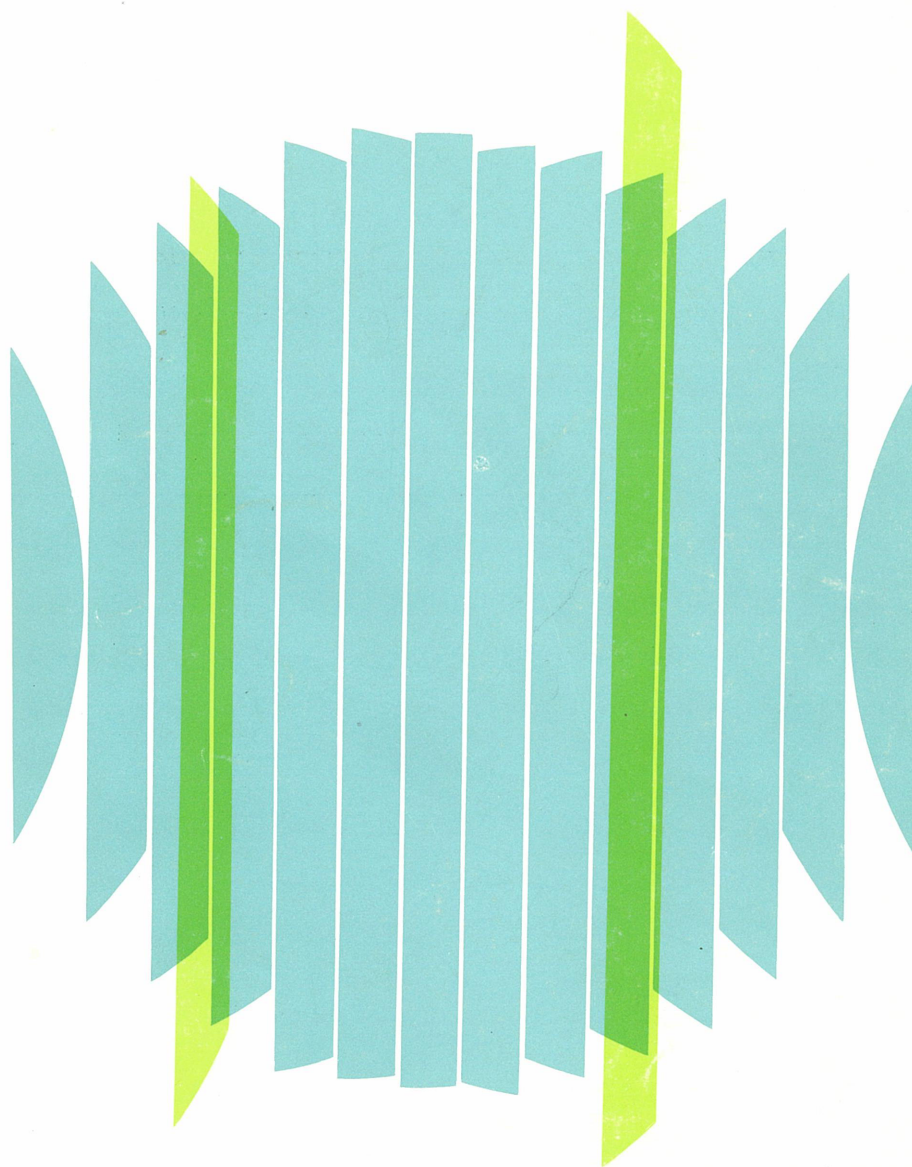


季報 エネルギー総合工学

Vol. 5 No.4

1983. 1.



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

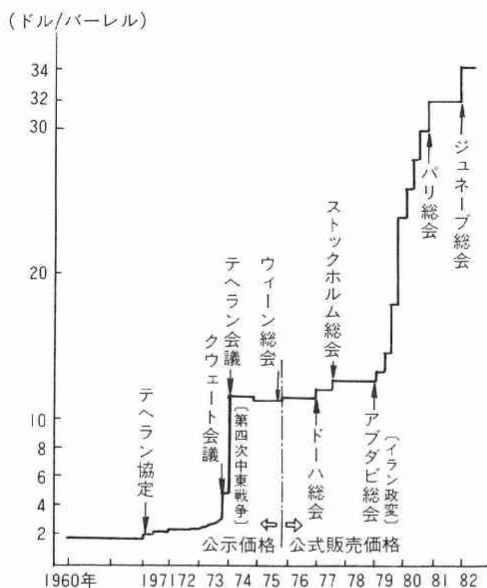


図1 原油価格の急騰

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 リ カ		2.0	▲ 2.4	▲ 4.4
日 本		3.0	▲ 1.7	▲ 5.6
西 ド イ ツ		0.3	▲ 4.2	▲ 10.3
イ ギ リ ス		▲ 2.2	▲ 4.0	▲ 7.7
フ ラ ン ス		0.3	▲ 0.6	▲ 9.6
イ タ リ ア		▲ 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 リ カ		1,140 (▲ 4.3)	1,251 (0.6)	41.1
日 本		627 (▲ 4.7)	152 (6.1)	63.4
西 ド イ ツ		616 (▲ 2.5)	167 (1.6)	45.4
イ ギ リ ス		937 (▲ 1.4)	143 (▲ 1.5)	38.1
フ ラ ン ス		552 (▲ 0.7)	105 (11.8)	52.8
イ タ リ ア		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。

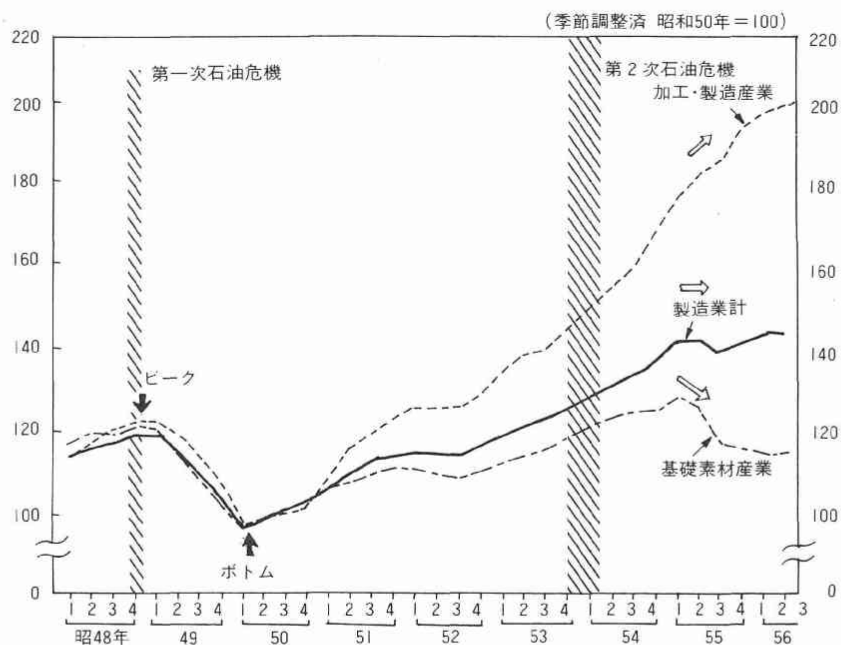


図2 生産指数の推移

(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

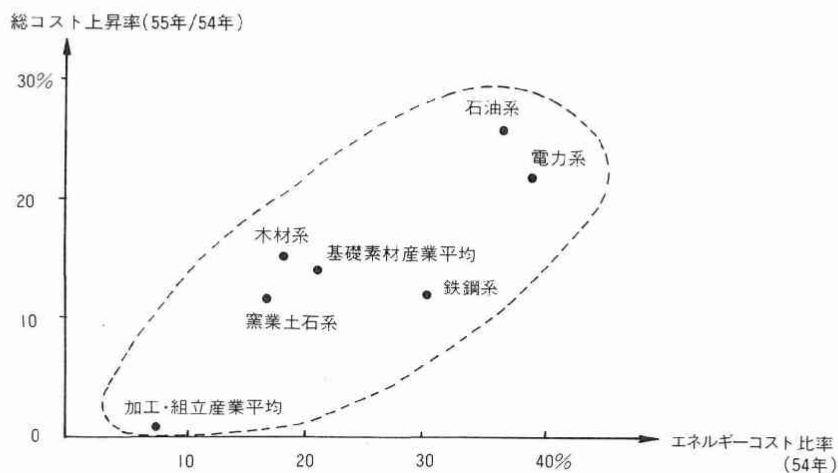


図3 エネルギーコスト比率と総コスト上昇率との相関

(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、その結果非常な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%とどまりだと思えます。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、反日派といますか、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)

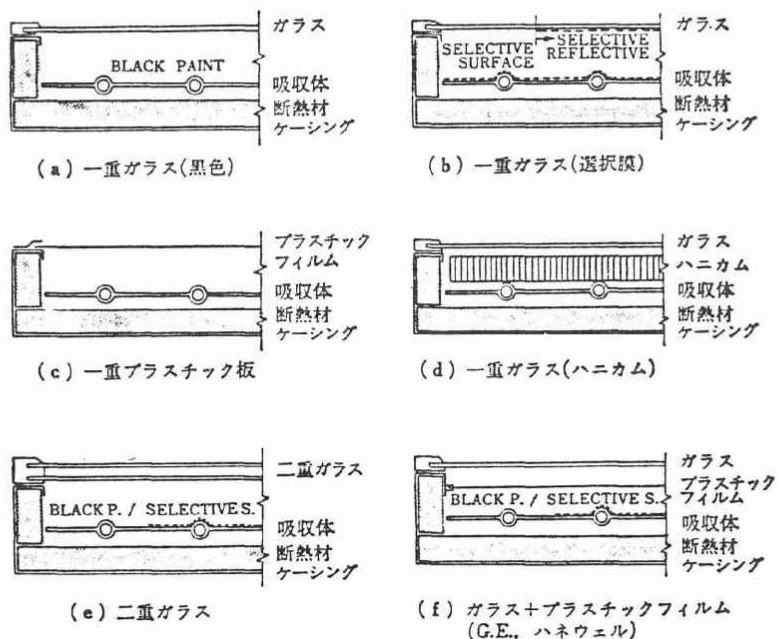


図1 平板形集熱器の例

出所: 田中俊六, 太陽熱冷暖房システム, オーム社

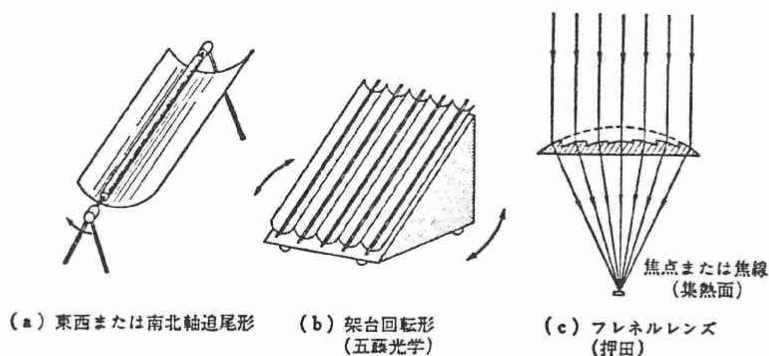


図 2 集光形集熱器の例

出所：図 1 と同じ

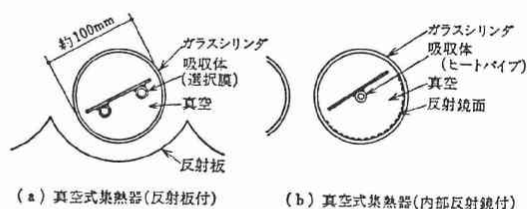


図 3 真空式集熱器の構造

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。

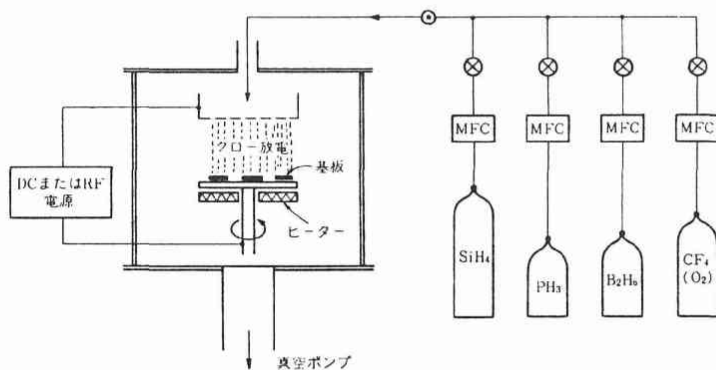
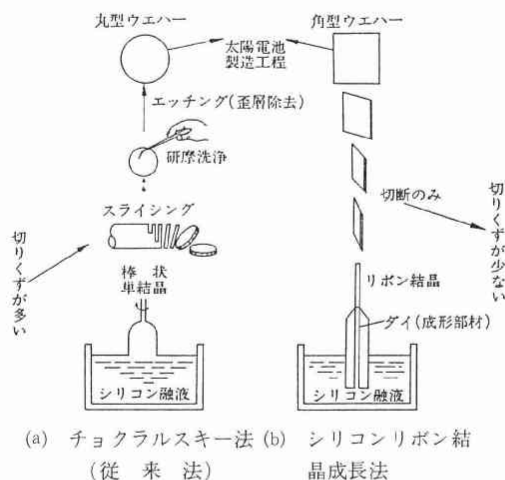
3) 太陽光発電

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	

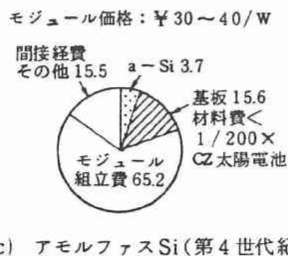
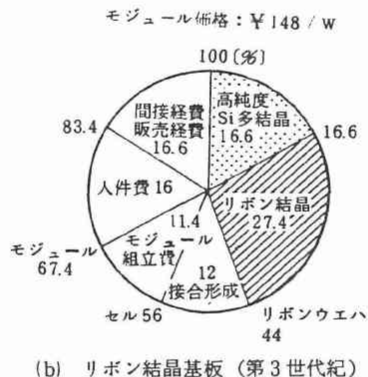
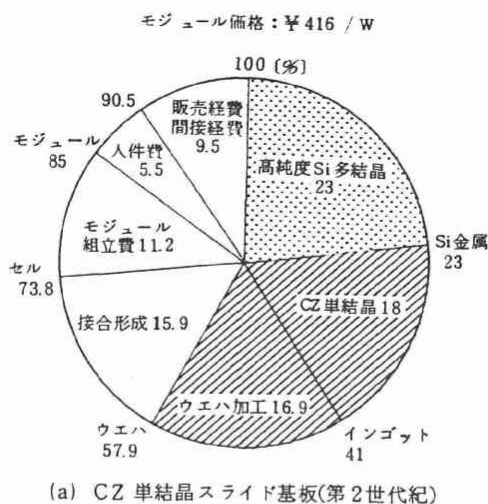
出所: 地福順人, エネルギー・資源, 3-6

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

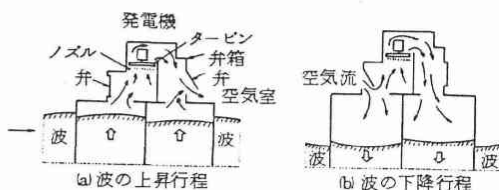


図6 2枚弁方式空気タービンの動作

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。

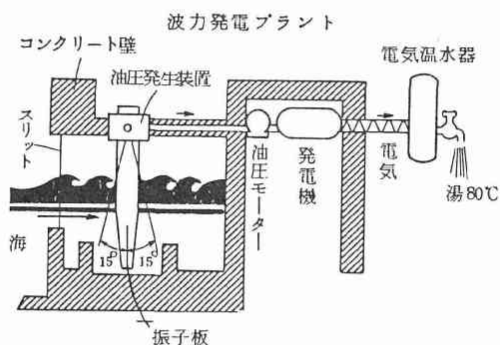


図7 増毛町での波力発電プラントモデル

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)

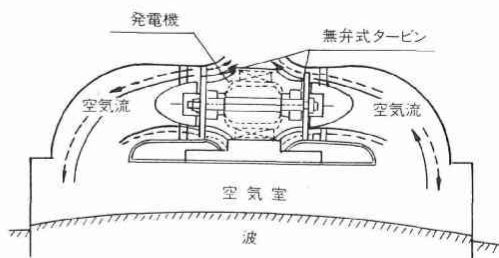


図8 タンデム無弁式タービン発電機の概略図

(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。

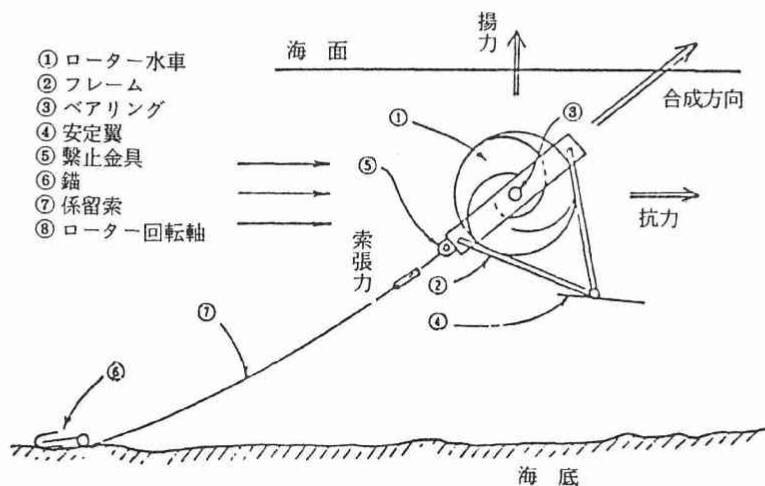
海流発電については，科学技術庁を中心として水産庁，海上保安庁，気象庁，地方公共団体，海洋科学技術センターおよび東海大学の協力により，昭和52年度から6ヵ年計画で

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100kW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1kW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104W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。

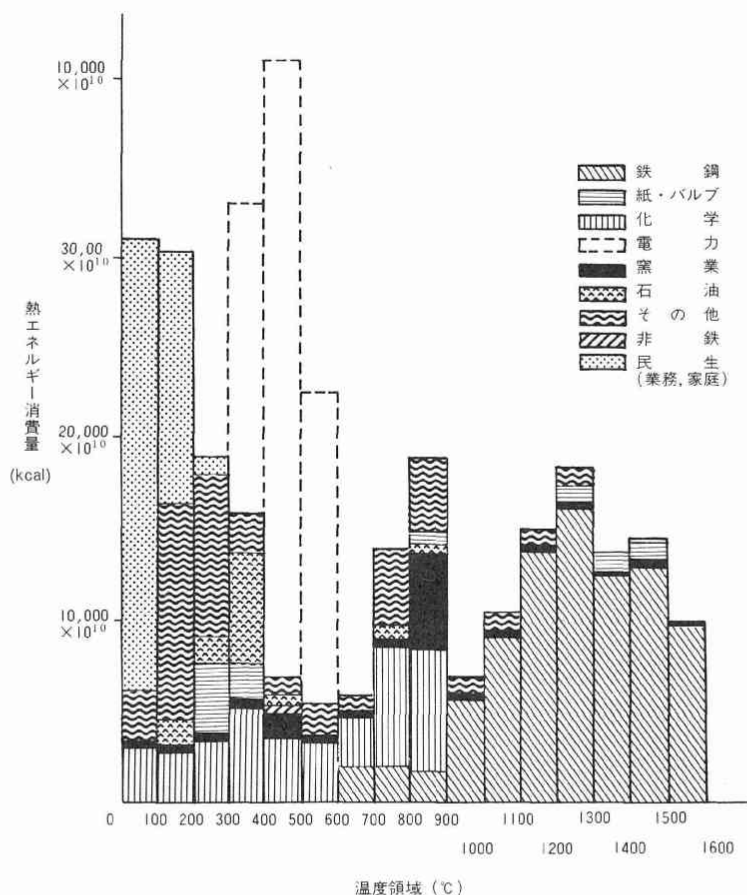


図1 部門別熱エネルギー消費量（昭和52年度）
（温度スペクトル）

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

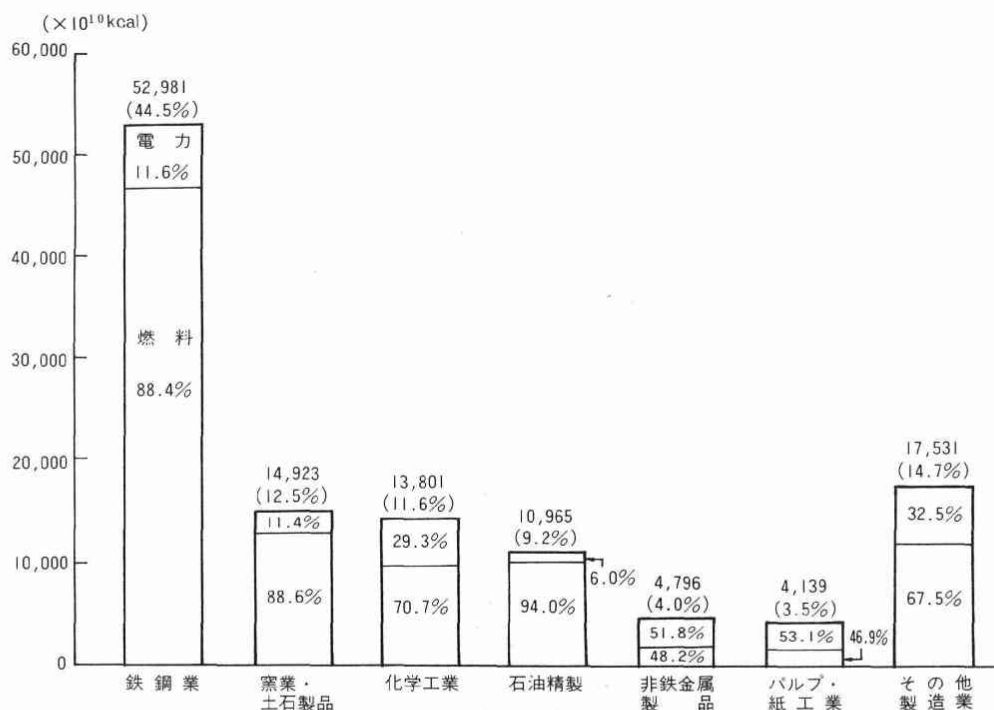


図2 各産業におけるエネルギー消費量

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

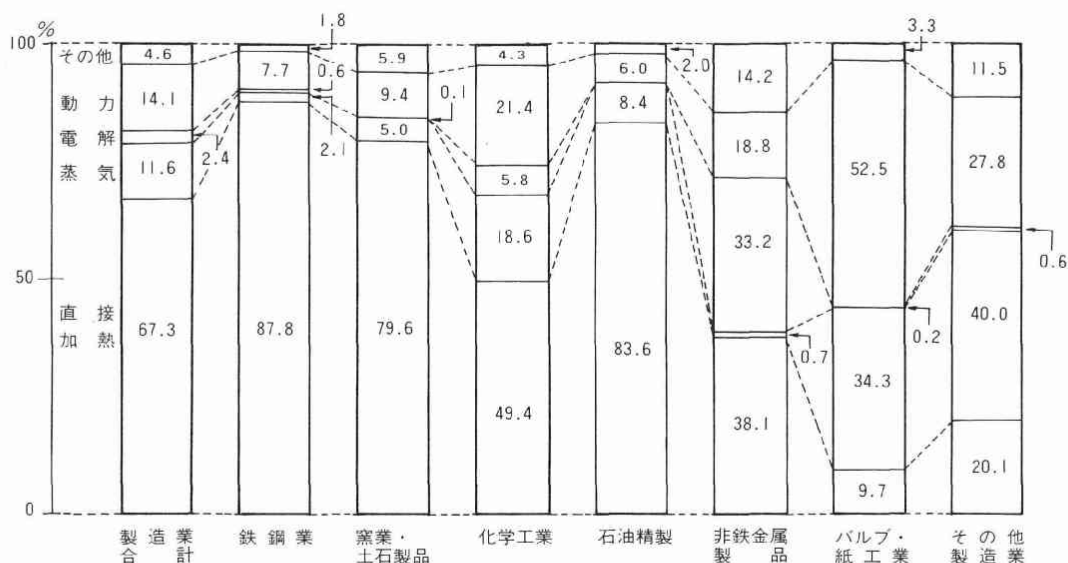


図3 各産業の用途別エネルギー消費構造

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

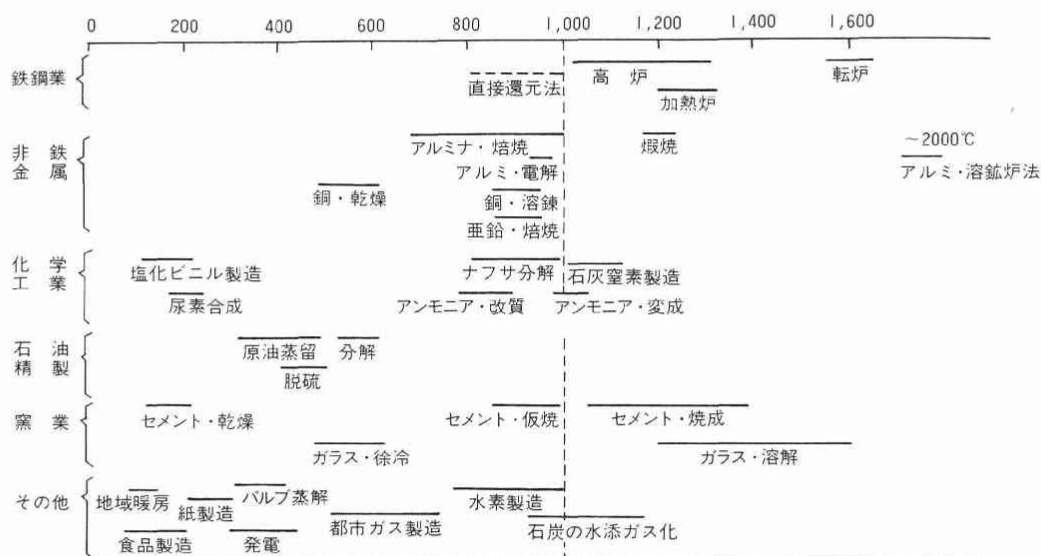


図4 各産業の必要温度領域

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（NIS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 F B R 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 F B R 開発に取り組みつつある。

F B R 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、F B R 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 F B R 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 F B R 開発の現状

2.1 仏 国

先に述べたように、仏国は最も F B R 開発

表 1 F B R 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立つ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基発注される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

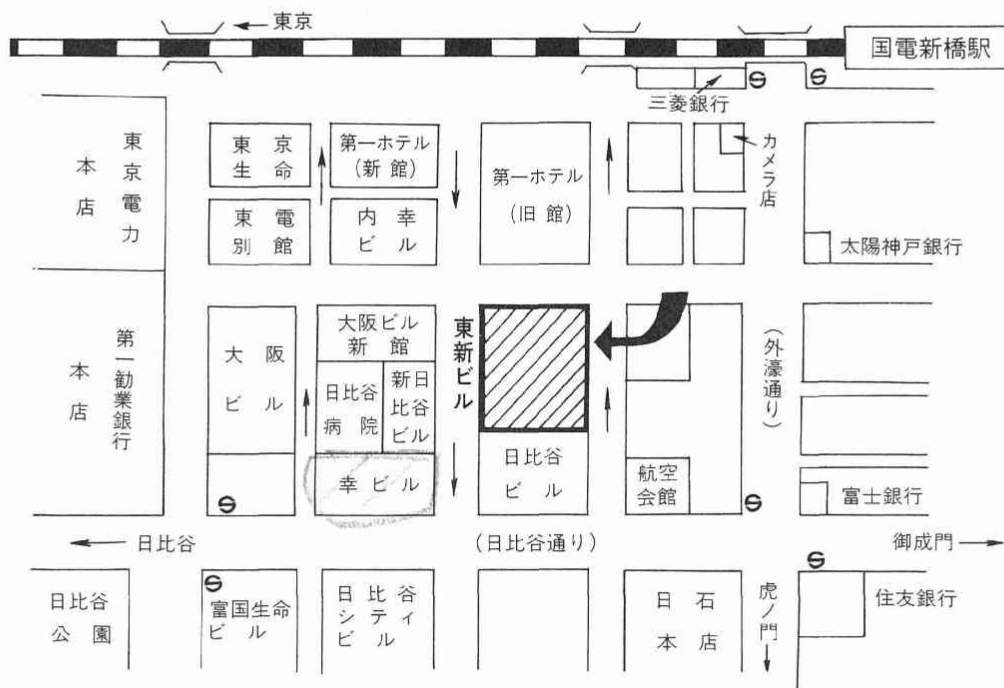
事務所移転のお知らせ

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

季報エネルギー総合工学 第5巻第4号

昭和58年1月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105 東京都港区虎ノ門3-8-21

第33 森ビル

電話 (03) 4 3 1 - 8 8 2 2

無断転載を禁じます。(印刷)和光堂印刷株式会社