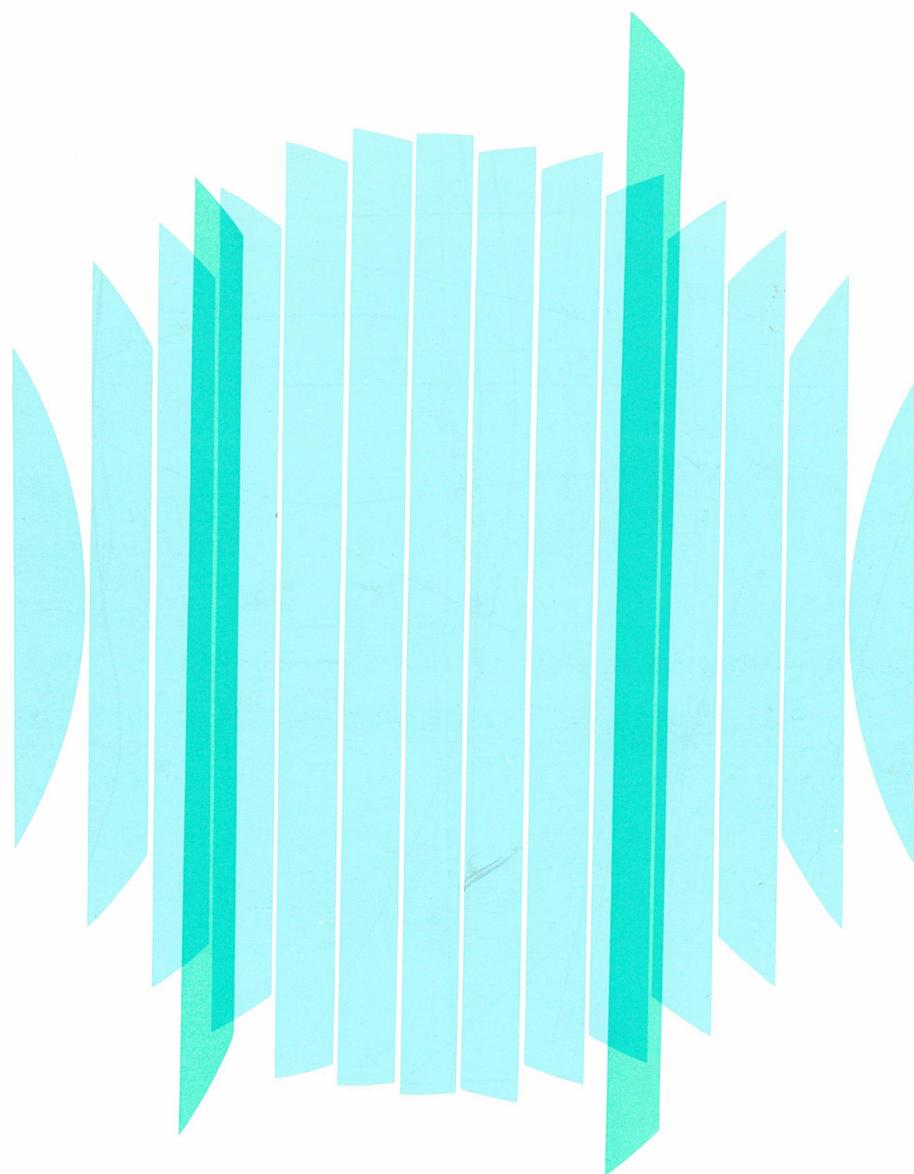


季報 エネルギー総合工学

Vol. 4 No.2 1981, 7.



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

目 次

エネルギー技術開発における目標設定……………	理事・東京大学教授 関根 泰次…………	1
石炭利用を中心とする技術開発上の いくつかの課題……………	理事長 山本 寛…………	2
中小型炉をめぐるヨーロッパの動向……………	近藤 駿介…………	12
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…………	20
「米国ソーラシステム視察団」に参加して —自然エネルギーのパッシブ利用技術の調査—……………	田中 敏雄…………	29
研究所のうごき……………		37

エネルギー技術開発に おける目標設定

理事・東京大学教授 関根泰次

経済、科学、社会等もろもろの分野において、日本の将来が今後のエネルギー事情によって支配される度合いは世界のどの国にくらべても他に例をみない位著しいものであることは論をまたない。また先進国の一員として今後の世界のエネルギー確保に果すべき日本の役割も今後ますます大きくなっていくであろう。

この責任を果し、日本の発展を確かなものにする一つの大きな柱はわが国がエネルギーの技術開発において相応の貢献をなすことであるが、問題はわれわれの利用しうる限られた人、金、時間の中でこれをいかに効率よく達成するかである。人も金も時間も十分にあれば、各人それぞれにまかせておいてよいであろうが、日本ではこのいずれもが極めて限られているし、特にエネルギー技術をものにするには国運を左右するほどの途方もない金と人と、10年20年という単位の長い時間を必要とすることを考えると、これは仲々容易な仕事ではない。

このような点からわれわれのまわりを反省してみると、日本ほどエネルギー技術開発の目標が総花的になっている所は少いのではないか。ヨーロッパでもアメリカでもそれぞれの国情を背景にきびしい選別を行っている。極端にいうと、これまではどちらかという、エモーショナルに、またエネルギーにむすびつけば何事につけ金が集るといふ一部の社会風潮にひきづられて目標設定が行われてきたきらいがないであろうか。このような事を反省し、遠い将来を見渡した上で技術開発の目標をたて、高い立場から人と金と時間の配分を合理的に行う必要があるように思う。このような観点から当研究所が公正な立場から虚心に日本のエネルギーの行く末を観望する足場をつくっていただくことをのぞんでやまない。

(せきね やすじ)

石炭利用を中心とする

技術開発上のいくつかの課題

理事長 山本 寛

1. はじめに

昭和55年度に当エネルギー総合工学研究所に新たに賛助会員会社の代表者で構成される評議員会が設けられ、今年(昭和56年)1月21日にその第1回が開かれました。本稿はその折に“エネルギー技術開発上のいくつかの課題”と題してお話した内容の一端をとりまとめたものでありますが、1月以降わが国をとりまくエネルギー事情にはいくらかの変化もありますので若干の修正も加えました。評議員会の場ということもあり、当研究所設立の趣旨にのっとり、技術的視点からのお話を中心に置きながらも、お話そのものはエネルギーの領域の広いことや、参会された方々が必ずしも技術関係の方だけではないこともあって、専門的なお話ではない事をお許しいただきたいと思います。またここではその中から、比較的近い将来、わが国のエネルギー供給の主力を担わなければならない石油、石炭、天然ガス(LNG)、原子力のうちの石油と石炭だけについてふれたものであります。それは上の4者のうち、天然ガスについては既存の技術で充分対応できますし、原子力については、その開発について既に膨大な国家資金が投入され、開発計画も概ねその概要がよく

知られているからであります。

また評議員会の席では、わが国の長期エネルギー需給暫定見透しと、昭和65年度のエネルギー供給目標についても触れましたが、現在はその後の石油輸入目標の変更もあり、また今年も暫定見透しの見直される年でもありますことから、ここでは省略しました。

2. 石油精製についてのこれからの課題

大きく分けると2つの課題に対処してゆく必要があり、その為の技術開発や対策がたてられねばなりません。その1つは製品需要の軽質化傾向で、他は軽質化に伴って生じる劣質残油のマーケットの開拓とその使用技術の確立であります。このことは輸入される原油の一層の重質化傾向を考え併せますと極めて大切な問題と云わざるを得ません。日本は欧米、特にアメリカに較べますと、石油製品需要の中に占めるガソリンの割合は図1にみられますように、かなり低い状況にあります。今後共わが国の石油製品需要の中に占めるガソリンの割合は図2にも示しますように、増加することはないと予想されますし、逆に世界的な傾向として今後はガソリン需要の比率は漸減し、それに代ってディーゼル用軽油の

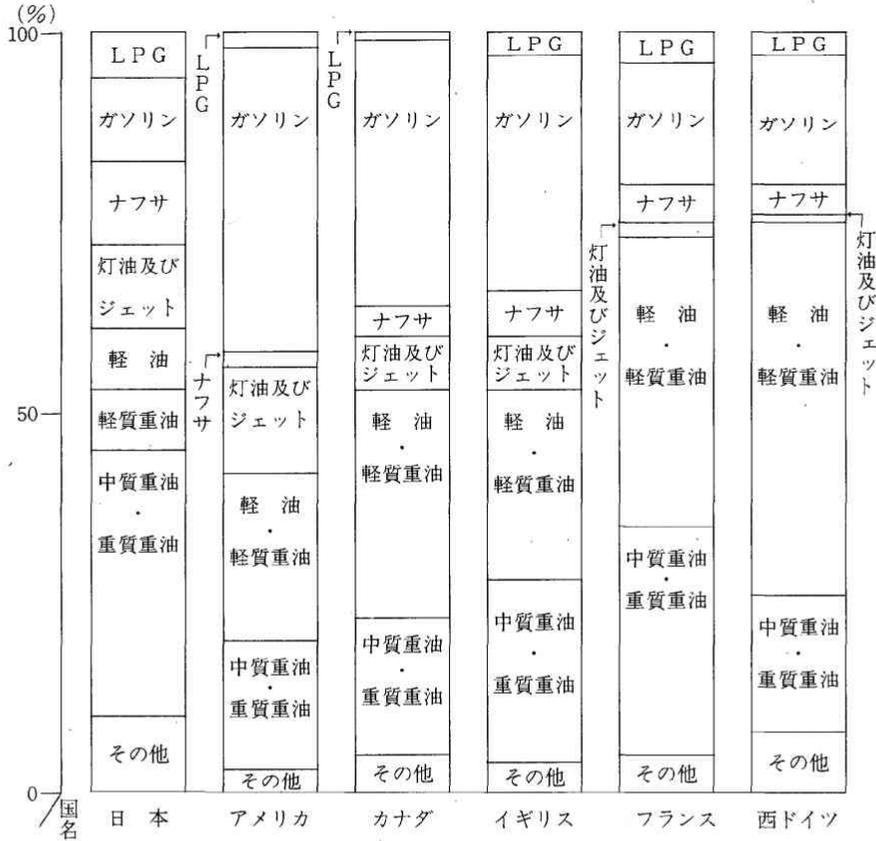


図1 欧米等の石油製品の需要構成(1979)
出所: OECD 4半期石油統計(1980)

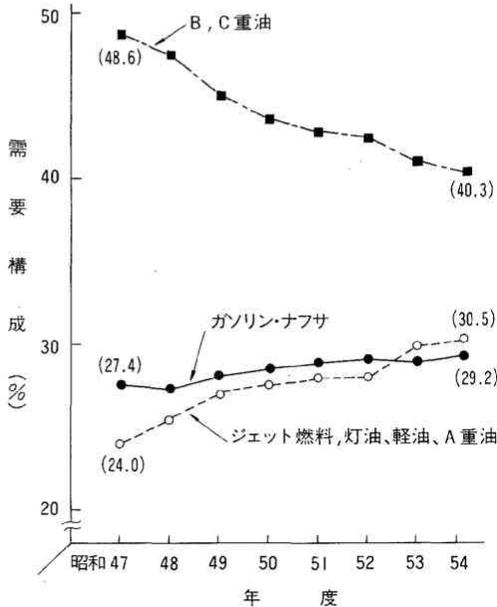


図2 国内石油製品需要軽質化の推移

需要割合が増大すると予測されております。

一方、厳しいわが国の環境規制に制約されてB, C重油, 特にC重油の需要が図2にも見られますように顕著に減少しており, その代りに中間油の需要割合が増えています。また鉄鋼をはじめとして, セメント, 電力などの大口B, C重油消費業界の石炭等への転換が強力に進められ, また進められつつある事はご承知の通りであります。これに対して石油業界の対応はまことに不十分であると云わざるを得ません。例えば, 去年は鉄鋼やセメント, 電力の脱石油に加えて, 夏季の水準以上の出水率による水力発電量の増加, 原子力発電所の稼働率向上, それに冷夏も加わっ

て、電力の重油需要が大巾に落ちこみ、そのために石油業界の重油在庫が極限に達しました。現在の石油精製では軽質留分を生産すれば、必ず一定比率の重油も生産されるところから、重油以外の石油製品の需要があるにも拘らず、また原油も充分に抱えているにもかかわらず、操業が思うにまかせないようになりました。当面は例えば電力に石油の代りに重油を使用してもらう事を懇請するなどしてきりぬけられるでしょうが、いつまでもこのようなことでは石油代替エネルギーへの転換をスムーズに進めるわけには行きません。その上、現在でも既に軽質油とだき合せで重質油を輸入させられておりますが、将来その比率が高まることは間違いないと見られていますので、重油分解もしくは重質油分解の技術確立とその導入方策の確立とは、そのための設備投資が膨大になるからといって、ゆるがせにして置けない問題となって来ております。このため昭和53年4月通商産業大臣の私的懇談会として「重質油対策懇談会」が設置され、その提言によって54年6月に「重質油対策技術研究組合」が発足して、政府の補助のもとに、わが国に適した残油の接触分解、水素化分解技術の研究開発、アスファルト等劣質残油の製鉄用原料への利用技術の研究開発、アスファルト等劣質残油の無公害型燃焼技術の研究開発が進められております。

ここで、わが国独自の技術を開発してゆかねばならない理由は、さきに述べたわが国の需要構成に見合った分解技術の開発が必要とされるためであります。例えば、図1に見られるように、アメリカでは石油製品の中で最も需要の大きいのがガソリンであり、そのためにはガソリン得率の大きい方法、平たくい

えば残油を力づくで分解する方法が適しているわけです。このことからアメリカではコーカーの建設が多く、分解の残物はコークスということになります。しかし、アメリカでも硫黄分の多い、特にフルードコーカーからのコークスはマーケットが充分ではないようです。一方、欧州では比較的ゆるやかな熱分解を行うビスプレーカーが増えています。得られる軽油の質が悪いことと、その得率が小さいので、わが国では石油製品の規格との関係や、需要構成とのかね合いの点などから問題があります。上記のコーカーやビスプレーキングの技術は既存のものではありますが、以上のことから、何れもわが国の目的にはそのままでは適合しないとみられますし、またわが国にそのままですぐ導入できる分解技術はまだ世界にないとも云えます。そのために先にふれました重質油対策技術研究組合では、接触分解については、わが国に要請される諸条件を満しうる適切な触媒の開発、またわが国の目的に今後最も適しているとみられる水素化分解については、高い建設費の不利を克服して魅力あるものになしうる前処理プロセスの開発や、触媒の開発などを進めております。一方、原料コストを下げるためにはできるだけ安い水素を製造するための合理的なトータルプロセスシステムの検討とか、劣質残油の部分酸化によるガス化、それをを用いた複合サイクルや、先に述べた製鋼産業等での劣質残油等の使用、無公害燃焼技術の確立などが同時になされなければなりませんから、鉄鋼や電力業界などの理解と協力なしには進めることができません。劣質残油のガス化については次に述べる石炭のガス化と共通する面が多多ありますが、特にテキサコ法は重油の

ガス化から出発したものだけに、パイロットプラント規模であるとは云っても、実績のある方法といえることができます。

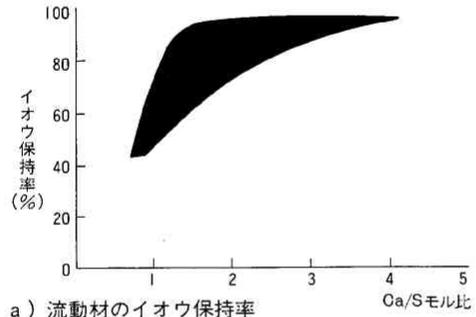
3. 石炭利用に当って当面する諸問題

3.1 直接燃焼

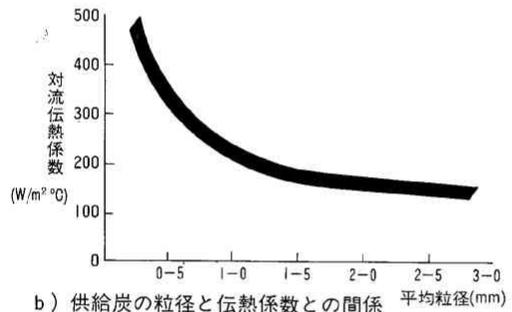
石炭の生焚きである微粉炭燃焼は石油が石炭の座を奪う以前にすでに一般に行われていたわけですから、別に新しいものではありません。ただボイラーの規模や、使用炭種が特定の国内炭から海外炭に変わること、環境規制面で当時とは状況が全く異なっていることなどの差異はあります。石炭火力などにとっては、燃焼技術そのものよりもむしろ、計画的石炭確保の問題、規模の大型化によって生じる、輸送、貯炭、灰対策等迄も含めた環境対策並びに技術などにかかわる諸課題の方が問題であります。然し、技術的には最も速かに導入が見込めるものですから、COMと並んで石油代替の第一陣に位することは間違いありません。既に大型石炭火力の運開したものもあり、建設中のものや電調審を通つたものもありますので、電力では原子力とならんで石油代替の主役としての姿が明確になりました。

微粉炭燃焼に続く直接燃焼は流動床燃焼ということになります。流動床燃焼には勿論短所はいくつかありますが、長所として挙げられる点も沢山あります。長所としては、燃焼温度が750~950℃と低く、また流動材として石灰石、ドロマイト等を使用するのでSOX、NOXの排出が抑えられること、使用できる石炭品種の巾が広いこと、低品位炭が使用できまた揮発分の少い炭でもよいこと、重金属などの影響が少ないことなどが挙げられます。図

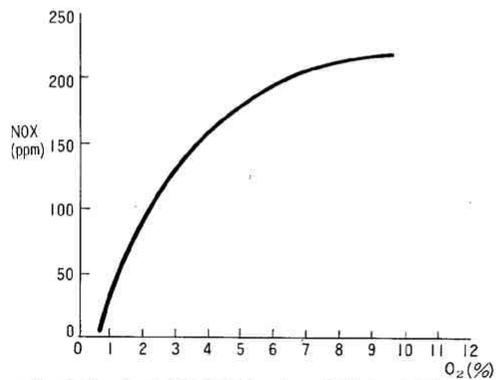
3に流動床炉のデータの1例を示しました。以上のほか流動床ボイラには同一定格について微粉炭ボイラ等よりも小型ですみ、建設費も安くなることなども利点として挙げられております。現在流動床ボイラの技術開発上の



a) 流動材のイオウ保持率



b) 供給炭の粒径と伝熱係数との関係



c) 排ガス中の酸素濃度とNOX濃度との関係

図3 流動床に関するデータの一例

(Fluidised Combustion (Combustion System, Ltd.) より)

大きな狙いの1つに加圧化燃焼があります。これによって複合サイクルへの適用を進めることが目標ですが、加圧化するためには石炭送入技術の開発や、高温・加圧下での除塵技術の開発が必要であるほか、微細粒子のキャリーオーバーによる未燃ロスの減少などの課題があります。

流動床炉の欠点には負荷変動の巾が小さいことが挙げられており、またわが国では環境規準を満足するためには、炉そのものもつ脱硫効果だけでは不十分で、多分排煙脱硫設備の附加が必要かもしれないとみられています。流動床燃焼に関する若干のデータは当研究所の資料である「エネルギー技術データハンドブック—石炭技術編(第1次版)—」にまとめられております。

3.2 ガス化

石炭利用で、直接燃焼について実用の域に達するのはガス化であると見られています。ガス化もその指向するところによって低カロリーガス化、中カロリーガス化、高カロリーガス化と分けられますし、使用する石炭の粒度によってルルギのガス化炉のような塊炭炉、ウィンクラ—炉のような細粒を使用する流動床炉、微粉炭を使用するあとに述べるような噴流式炉、またオート—法などでとられている熔融床炉というような分類もなされております。また常圧ガス化、加圧ガス化という分け方もできます。それらについては各々技術開発段階が異なりますので、一括して述べるわけには行きません。

ガス化の技術は第2次世界大戦前から存在し、わが国でも戦前、戦後にかけてドイツから技術導入した、例えば流動床方式のウィンクラ—炉や、噴流式のコッパーストチェック

炉が建設されて、それらの運転経験を持っていました。然し、これらは何れも化学工業用の原料ガスを製造するためのものでありましたのに対し、石油代替エネルギー源としてこれから指向してゆこうという石炭ガス化炉は、既存の技術をベースにしながらも、一層進んだものを狙っており、特に加圧ガス化がその狙いの1つでもあります。しかし、現在世界で商業用として稼働しうる加圧ガス化炉はまだルルギ炉唯1つという状況にあります。ただこのルルギ炉についても使用する石炭の制約、塊炭を使用しなければならない制約、1炉当りのガス化容量が小さい事、磨耗が激しいことなどの不利があり、現在世界で1工場当りで最も多くのルルギ炉を設置している南アのSASOL—I工場では30基以上の炉を設置はしておりますが、実に2台に1基の予備炉を置いているといわれます。また西独のSTEAG社でも複合サイクルのパイロットプラントにルルギ加圧炉を使っていますが、現在は運転を休止しているかと思えます。

石炭のガス化方式には上に述べましたようにいろいろありますが、原理はすべて石炭の部分酸化によるガス化でありますから、ガス化に際して大量の酸素を必要とすることは共通しております。従って、製品ガスのコストを下げる要因の1つとしての大きな課題の1つには、如何にして大量の酸素を安く作るかという事があり、隠れた大きな課題であるといえます。

わが国の石炭は近い将来、海外からの開発輸入によるものが軸になりますし、その際国のエネルギー安全保障の立場から、開発輸入先の多様化がはかられますので、採炭の山元でガス化する場合は別として、日本国内で

ガス化を行う場合には炭種による制約の少ない方法が選ばれる必要があると思います。この観点からすれば、噴流式もしくは熔融床炉方式に利があり、またガスの利用から考えれば、まだ技術的に完成されたものはありませんが、欧米の開発が指向している高温・加圧化の方向を求めることには合致していると思います。石炭の取扱い技術は、それが固体であり、また産地により、または同一産地でも大きな炭

田では採炭場所によって性状をそれぞれ異にしますから、経験が大きくものをいいます。特に加圧の技術は可成りむづかしいものと思われませんが、残念ながらわが国のこの方面での技術蓄積は西ドイツなどに較べて大巾に遅れているといわざるを得ません。

わが国で採用するガス化炉として注目されるのは、さきに述べた理由から現在の処では、今も技術開発が進められつつあるコッパース

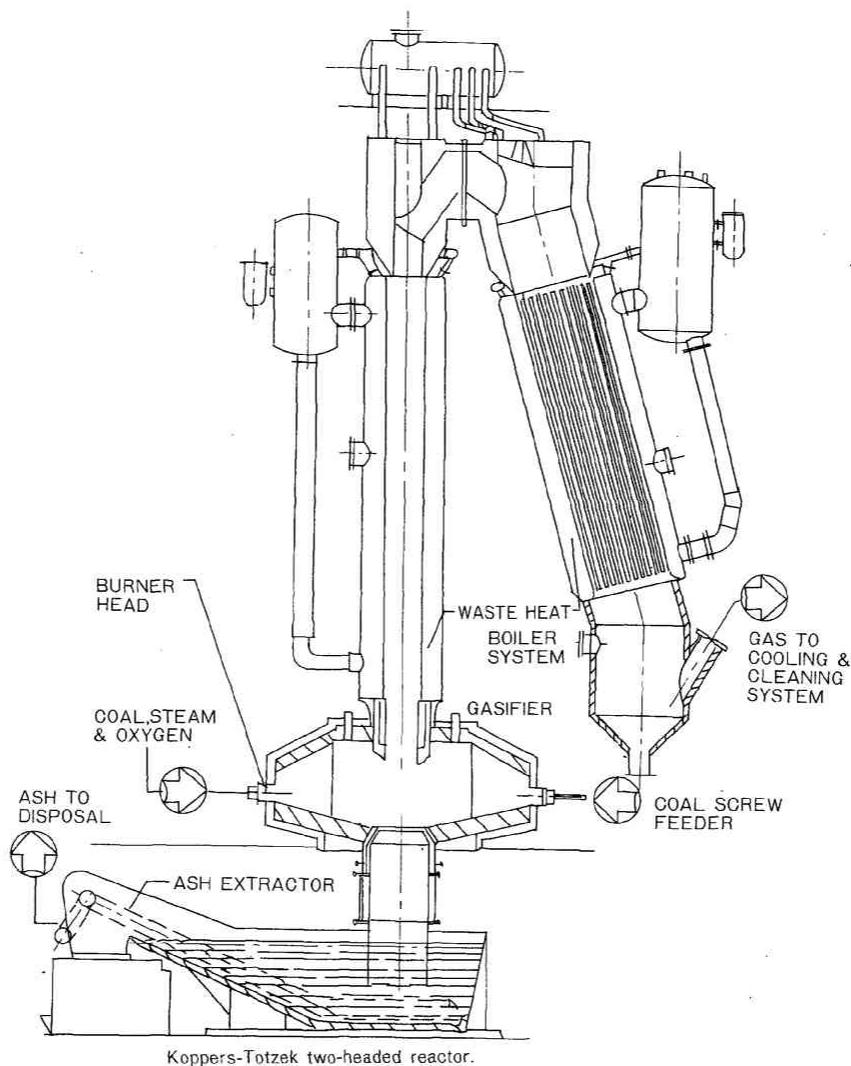


図4 コッパーストチェック炉の概念図

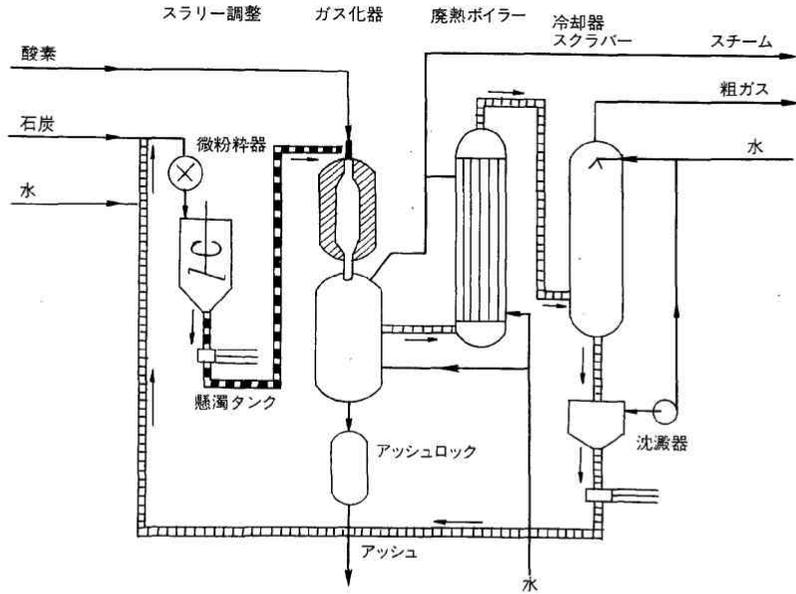


図5 テキサコ石炭ガス化プラントのルールヘミー/ルール
コーレ改良法フローダイアグラム

トチェックやシェルコッパース、テキサコ、ルールヘミー・ルールコーレなどではないかと思われます。また技術的には可成むづかしいのではないかと見られてはおりますが、オートー法などに見られる溶融床法も開発が進めばわが国向きであると見られ、国内でも技術開発が進められているのはご承知の通りであります。目新しいものではありませんが参考のためにコッパーストチェック炉とテキサコ炉の概念図を図4と図5に示しました。シェルコッパースの炉はガス化部分についてはコッパーストチェック炉に類似しております。これらのガス化法は何れも中カロリーの合成ガスを製造するものですが、メタン化を行うことによって高カロリーのSNGを製造することもできます。また加圧ガス化の一連の技術が確立すれば複合サイクルへの途が開けることになると思います。

3.3 液体燃料の製造

現在の液体燃料はすべて石油製品であります。それを種別によって大別すると、自動車燃料としてのガソリンを主体とする軽質留分、ジェット燃料、灯油、軽油、A重油などの中間留分、B、C重油などの残油になります。この他に燃料ではありませんが化学原料用のナフサがあります。これらの製品は勿論すべて石炭の水素添加による直接液化によって製造することができますが、ガソリンについては別の製造法もありますので、わけて述べたいと思います。

a) 石炭からのガソリンおよびガソリン代替品

(1) メタノール メタノールは現在化学原料や溶剤などに広く用いられておりますが、化学工業ではこれを石油代替としてもっと広く使用しようとして、いわゆるC1化学に力

を入れようとしています。メタノールがガソリン代替として使える事は既に知られており、ガソリンへの添加はもとより、そのままでも試用されていますし、西独、スウェーデンではメタノール専焼のエンジンを搭載した自動車も作られかけておることはご承知の通りであります。またガソリン代替ではありませんが、ボイラー用燃料としての調査も進められようとしております。

メタノール製造は現在では石炭のガス化コストが高いため、コスト的には天然ガスから製造されるものとの競合はむづかしいと見られてはいますが、メタノール合成技術そのものは既存であり、燃料として使う場合に要請される製造ユニットの大規模化を除いては、技術上の課題はないと思われまゝ。燃料として使うのであれば1プラント当たり少くとも、5000t/日位の規模は期待したいわけです。唯大量使用するのであれば、その前に環境影響調査などを行っておく必要があります。

現在の処ではメタノールはLNG化するには規模がや、小さいガス田からのガスや、不純物の多い天然ガスを原料として、現地で製造する方が石炭から作るよりは有利とみられています。将来石炭からのメタノールの値段が下れば、山元で製造してメタノールにすることや、あとに述べるモビール法によるガソリン製造へも途が開けることとなります。

(2) ガソリン 石炭からのガソリンの製造は既に第2次大戦中に、IG法による直接液化と、石炭ガス化による合成ガスを経るフィッシャートロプシュ法が行われ、わが国では後者については大牟田に工場が建設されて稼動しましたし、前者については多大の国力を注入して開発が進められました。第2次大

戦の終了と共に開発はすべてストップしましたが、ただ南アだけが石油の供給を断たれたために、後者の方法による大規模製造を行っております。しかし、コストの高いことと品質も余り良くないことから、南ア以外の国ではこれからもこの方法をとるところはないと思われまゝ。南アではSASOL-1に続いてIIの建設を進め、更にIIIの計画を持っておりますが、建設には膨大な資金を必要とします。SASOL-1ではルルギのガス化炉を使っていることは先に述べた通りであります。そこで触れた欠点のほかに、合成に当っては、ガスに含まれるメタンの除去を必要とする不利もあるため、SASOL-IIでは流動床ガス化炉に変更されております。

ガス化からメタノールを経て合成ガソリンを製造する方法にモビール法があります。合成ゼオライト系の触媒を使うことによって品質の良いガソリンが製造できると云われ、注目されていますが、これからの開発では性能の低下の極力少い触媒の開発とコストの低下に焦点が置かれております。現在企業化をはかる所が出ており将来が注目されます。石炭からガス化を経て合成されるガソリンのコストは現在の段階ではガス化のコストが高いため、あとに述べる直接液化で製造されるものよりも高くなると試算されています。しかし元来石炭のような環状の大分子構造を分解し、水素添加して液体にするについては、分解反応をコントロールして、欲しい構造をもつ製品を収率よく製造することはどんな触媒を使っても大変にむづかしい事です。一方、合成ガスを出発点とするのであれば、希望する反応を行わせうる触媒を見出せる期待が大きいので、化学者の見方をすれば後者の方

が遙かに魅力があるといえます。

b) 石炭の直接液化

石炭は太古の植物が地圧、地熱の作用によって長年月の間にその中のセルロースが分解され、残留したリグニンが基体になってできたものであります。従って石炭は複雑な環状化合物から構成され、その炭素と水素の原子数比は1対1以下であります。これに対し、石油の炭素と水素の原子数比は1対2近傍であると共に、軽質分になるに従って水素の比率が高くなります。この事は石油の所でも触れましたように、残油を分解して分子の小さな中間留分にするためには水素を加えてやる必要があります、また同様の事がこれからシェールオイルやオイルサンドからの超重質油を扱う際にもいえるわけであります。従ってガソリンのような更に分子の小さな製品を製造するには、重油相当品を製造するよりも多量の水素を必要とすることになります。このように石炭の直接液化には多量の水素を必要とすることから、直接液化の経済上の課題の1つは安価な水素を大量に製造する方策をたてることにあります。現在水素の値段は1立方メートル当り二十数円致しますから、液化油の中に占める水素コストの割合は大きなものになります。このような事から、勿論ガス化からの合成ガソリンとのコスト対比が基本ではありませんが、概念的にはガソリン分のような軽質留分まで直接液化によって製造する事を考えるよりも、むしろ中間留分以下を指向する方が合理的ではないかと思ひます。

直接液化の技術は先に述べたようにIG法が出発点であり、歴史的には新しいものではありませんが、個々の点では高度の技術開発を必要とする面が多々あります。これは石炭

が固体である事と、灰分の含有率が石油精製の残油や、オイルシェール、タールサンドからの超重質油に較べて格段に多いこと、また石炭中での灰分の存在の仕方が石炭によって極めて異なり、炭種によっては液化された重質油分との分離が困難なことなども起きるかとも思われるからであります。高温、高圧下で行う直接液化を工業規模で商業的に行えるに到るまでには、まだ可成の年月を必要とするのではないのでしょうか。この事は、工業技術、基盤、水準、材料等すべての面で第2次大戦中より隔世の進歩をとげていますから、現在と過去とを直接比較するわけには行かないとしても、当時苦心された方々のお話を聞くにつれ、石炭というもののむづかしさを強く感じますと共に、石炭液化の商業化が容易なものではないと感じる次第です。また技術は確立しても、膨大な建設費は私企業にとって相当の重みでありましょう。今わが国の企業が豪州で溶剤処理によって褐炭から、液化というよりもまず脱灰、脱硫黄した固体燃料を製造する計画を進めており、ついで若干の液化油製造へと進むようですが、石炭液化技術開発の1つの方向として首肯できるところと思ひます。この他国内でもいくつかの方法の開発が進められていますが、紙面の関係もあり触れるのは止めました。またここでいう液化には当りませんが、COMにも触れませんでした。これはそろそろ実用化の段階に来ているからであります。

4. あとがき

エネルギー技術開発上の課題は、石油代替エネルギーの多様さから、数多く存在します。

しかしここでは“はじめに”で述べましたように紙面の関係もあり、石油と石炭に関する課題のうちいくつかに限定して述べました。それは石炭が石油代替エネルギーの中で占める位置が極めて大きいことと、またそれが過去において大量に使われていたが故に、本紙を読まれる方々にはおられないわけですが、世の中には比較的容易に石油から石炭に転換できると思っている人が案外に多いからであります。本稿で述べましたように利用上の技術的課題に絞ってみても実に問題は山積してい

ます。これにこれからの需要増加の見透しに見合った海外での新規炭鉱の開発や基盤整備、環境対策や灰の処置など関係する問題を総合して考える時、わが国のこれからのエネルギー需要を充足するためには、石炭だけでその重荷を負うことは不可能で、原子力、LNGをはじめ自然エネルギー等の積極的な利用を進めつつ、省エネルギーへの一段の努力とあいまって、また膨大な資金のいる事をも覚悟しつつ、需給逼迫の谷間を越えなければなりません。

(やまもと ゆたか)

中小型炉をめぐるヨーロッパの動向

近藤 駿 介

1. 序

欧州各国の原子力事情、特に中小型炉の開発利用の現状調査のためスウェーデン、フランス、西ドイツ、イギリスを訪門した。メンバーは筆者の他 山田明彦（東京電力）、鈴木元一（原産）、神崎直英（エネ総研）の4人であった。

中小型原子炉については国際原子力機関（IAEA）が途上国のネットワークにふさわしい原子炉の必要性を説き、これまで数回国際会議を開催してきたが、現実には、これまで原子炉を受入れた途上国はいずれも大型炉を入れていることもあり、急速な展開はなかった。しかしながら、(1)近年の原油価格の上昇に伴い、中小型炉の他のエネルギー供給源に対する経済性が再評価される気運にあることを反映してか、各国で若干の動きがあるように思われたこと、(2)我が国においても中小型炉の特徴を生かした使い方の検討の気運があること、から今回特にヨーロッパの事情を調べて見ようということになったものである。

2. 新しい安全概念の創出—SECURE

最初の訪門国はスウェーデンである。この国の原子力産業会議会長 Gimstedt 氏の紹介でストックホルムエネルギー公社とアセアトム社を訪門することができた。ストックホルムエネルギー公社では、この国の地域暖房の実情、原子力事情などをうかがった。

この国ではよく知られているように原子力の将来に関する国民投票でどの提案も過半を制せず、妥協案として(1)建設中の原子力発電所は運開する、(2)2010年には原子力を廃止するの2つの方針を定めたところである。従って計画通り進めば1990年には全電力の50%以上が原子力により供給されることになる。その後順次原子力を他のエネルギー源におきかえていくというのが第2の方針だが、これは極めて政治的な妥協である。閑話休題、ところでこの国では過去50年間にわたって地域暖房の開発が進められて、その容量はストックホルム市だけでも約2,000MWに達しており電気、水道、温湯の供給が公共サービスとして定着しつつある。この給湯の熱源が前述のような事情で高価格化しつつあることに対処するべく、同公社では1980年代は電力がやや供給過剰になるという予想のもとに、隣接の（と

いっても150kmは離れているが) Forsmark-3 原子力発電所の蒸気を利用する計画を検討している。問題点は原子力をこれ以上新設できないので90年代になると電力需給がひっばくするから、この発電所を発電専用に使えないので、輸送管の投資効率がよくないことであるとのことであった。

アセアアトム社では、同社が設計している SECURE 炉について話をうかがい、模型実験を見学した。この炉は北・東欧には地域暖房が発達していること、それらは産炭国であるポーランド等を除けば長期的には燃料転換の問題に追われているので、そこに原子力供給力を適合させれば市場が開けることを理由に都市立地可能な原子炉として考案されたもので、従来の軽水炉が安全系による安全確保を追求しているのに対し、炉内プロセス自体が固有安全性を有することを追求した結果生まれたものである。

この原子炉は i) 低温・低圧 (115°C, 7気圧) で運転すること, ii) 炉心がボロン水にかまかれており、圧力バランスがくずれるとボロン水が炉心に入ることから、Shut Down と Core Cooling がいかなる事故下でも確保される P I U S (Process Inherent Ultimate Safety) のコンセプトを採用していること, iii) 事故後、運転員による操作は必要ない (ある程度長期間、炉をこのままにしておいても、Cooling は確保されている) こと, iv) 低出力密度なので F P 放出が非常に少ないという特徴がある。

以下にその概要を若干詳しく述べよう。

炉心は、低温の高ボロン濃度水プールの低部に置かれ、プールはアセアアトム社の特徴であるプレストレストコンクリート容器 (P C

V) でできている (図1)。この容器は若干加圧されている。この容器は Operating Floor のレベルより下に位置しており、炉心も当然一番下のレベルに位置することになり炉心冷却の面で好都合である。原子炉容器は高ボロン濃度のプール水と低ボロン濃度の炉水の流路を分ける役目をしている。P C V の外に1次冷却系のポンプと熱交換器 (Hx) がおかれており Hx としては板状タイプのものが使われている。Hx は、1次系と2次系の2つあり、中間ループは1次系より高圧になっている。

燃料はアセアアトム社の BWR で使われているものの長さを半分にしたものが使われ、出力密度は BWR の 2/3、PWR の 1/2 となっている。このため燃料温度を低くでき、燃料破損率の低下および F P 放出の低減が図られる。出力分布制御と燃焼度の調節は燃料中のガドリニアと PWR でもちいられている領域ごとのシャッフリングによっており、反応度の制御はボロン濃度の調節と1次系の流量制御によって行なわれる。

アセアアトム社としては、緊急停止系はこれ以上不要と考えていたが、規制当局との話し合いで、バックアップをして緊急時にボロン鋼球が炉心上部から落下するような装置をつけている。

SECURE は、地域暖房の温度が得られるように設計されている。工業用に使用するために温度を上げることは可能である。同社の、Helander氏は1980年の国民投票後の決定によって地域暖房用の原子炉も新設はできないので、現在はこの原子炉を国内に立地できる見込みはないこと、従来の原子炉よりは一段と安全なので、これを理由に数年後に巻返しを

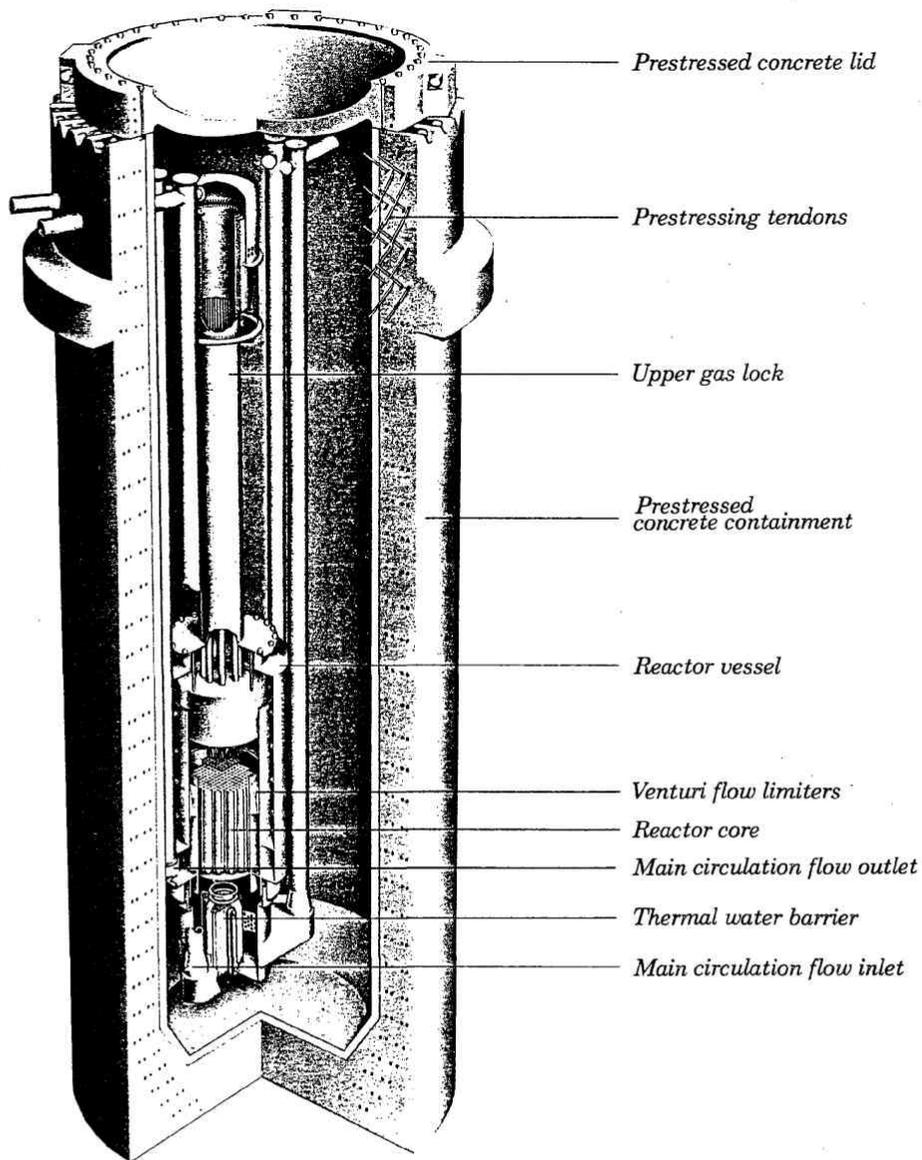


図1 SECUREの構造

狙うことも考えられるが、当面は第1号SECUREを国外特に東欧圏に建設する可能性を求め強力な売込みを展開していること、そして日本での需要や技術協力の可能性についておおいに期待していると述べていた。

3. 西ドイツ—石炭と原子力の共存を求めて

西ドイツでは研究技術省（BMFT）とクラフトベルクユニオン（KWU）社を訪門した。BMFTでは西独のエネルギー事情と原子力多目的利用について討論したが、i）石

炭の需要家に原子力利用の途を開くこと（石炭の用途を圧迫すること）は政治的に面白くない、しかも、ii) 原子力は訴訟つづきで発電用大型炉の建設だけで精一杯であり、従って多目的利用の国内市場はないに等しい。しかし、iii) 国外には中東、東欧に一定の小型炉市場が潜在することを認識している。iv) 中小型炉について研究開発上連邦が援助すべ

きか否かは今後の課題であるが、実証済の技術が大部分なので、するとしても安全とか極く一部であろう、というのが彼等の意見であった。

KWU社においては同社の設計している小型軽水炉について討議した。同社は従来よりその小会社であるインターアトム社に推進用原子炉の技術（オットハーンに使用された）

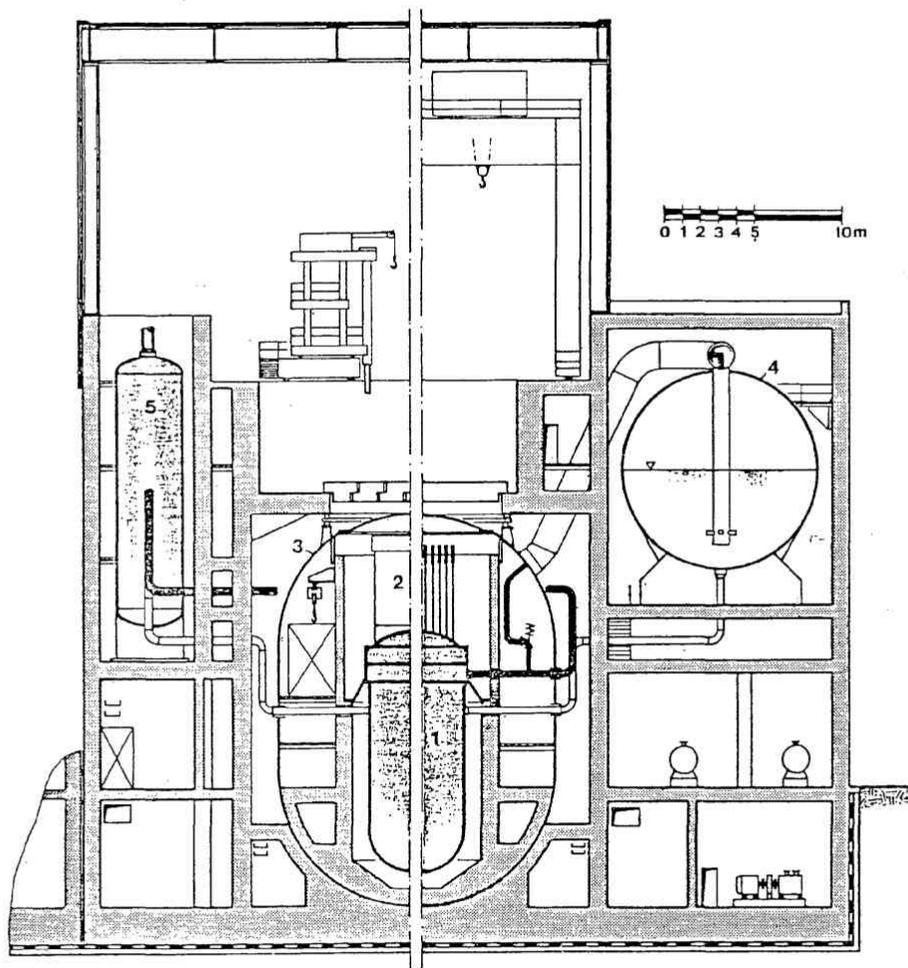


図2 KWUの小型炉構造図

1. 原子炉圧力容器
2. 制御棒駆動機構
3. 原子炉建屋
4. サプレッションチェンバー、非常用冷却タンク
5. 蒸気発生器

があるが、最近設計されたものは別の思想で設計されている。その設計目標は、

- (1) PWRとBWRの双方の長所を生かす設計
- (2) 保守が容易
- (3) 運転が容易
- (4) 技術的に簡単
- (5) 動的機器がほとんどない

の5つであり、設計条件としては1次系の条件が現在のBWRと同じ1000psi, 275°Cで、200~400MWeの出力としている。即ちスエーデンのSECURE等とは別の市場を考えているわけで、このことについては彼等は出口温度100°C前後の構想には賛成しない。原子力はまだ高いポテンシャルを有するものと考えたと述べていた。

設計された原子炉の特徴は以下のものである。

- (1) Closed Loop BWRであるが、制御棒駆動機構はRPV上部についていること
- (2) 蒸気から蒸気を発生させる熱交換器であること
- (3) 電気とプロセス蒸気を発生できる多目的利用が可能であること
- (4) 全ての設備をドイツ内で製造し、これを設置場所へ移送することが可能であること
- (5) モータ駆動による機器の数が少ないこと
- (6) 非常用炉心冷却が受動的に行われ、ポンプの運転を必要としないためジゼル機関の早期起動を要しないこと
- (7) サプレッションチェンバーが上部に位置していること
- (8) 原子炉出力制御に圧力変動と炉水位変動を採用しており、制御棒操作の複雑なプログラムを必要としないこと

また、コストはどのような質問に対しては、このようにBWRの圧力温度条件で出力密度を下げ固有安全性を極めて高くしようとするのであるから、必然的にコストは割高になるため国内には市場があるとは思っていない。ただ途上国のようにほんの少しの技術者しかいない場合、とても大型炉は運転できないので、このような原子炉の方が少なくとも導入期には適していると考えられる。KWUとしては軽水炉より明らかに高い重水炉の輸出にも成功していることもあるので、そうしたニーズに備えるのが方針であると述べていた。

この炉の将来については、現在はKWU社の自主研究でそろそろ設計を固める。その後必要な研究開発を行うが、現在西独政府に研究開発費を要求している。これに関してBMFTに委員会が設定される予定であるとのことであった。

4. フランス—早期実証をめざして

フランスではフランス電力庁(EDF)とテクニカトム社を訪ねた。EDFでは発送電部門のXavier Michon氏に熱供給に対する電力の考え方をうかがった。同氏によれば、(i)最近EDFの定款が変更され、熱を売ることができるようになった。(勿論その場合本業である電力の供給責任を阻害することがあってはならないとされてはいるが)、(ii)熱供給には高温と低温があるが、原子力による高温供給は発電所が熱の需要者から離れていることが多いので、現実的でないことが多い。低温利用については農業、漁業について考えられるが、いずれも構想やデモンストレーションの域を出ない、(iii)中型炉による供給と

いう考え方は系統から孤立している場所では成立するであろうが、フランスにはそのような必要はない、(iv) 都市の熱供給事業について協力するように大臣から求められているとのことであり、何よりEDFとしては当面の軽水炉計画の完遂に全力を注ぐが、需要があれば熱供給にに応じてよいという態度であるという印象であった。

テクニカトム社では同社の小型炉の開発現況を聞いた。同社はよく知られているようにフランス原子力庁(CEA)のノウハウを売るCEAの100%子会社である。この会社ではCEAで開発した艦船用のPATという小型炉についてCASシリーズの中型炉を開発(設計)しているものであるが、更に熱利用の市場を狙って研究炉やFBRの発想を取入れたTHERMOSという炉の概念も発表している。この炉の概要は以下の通りである。

- i) この炉は海水脱塩あるいは都市熱供給利用が可能のように設計目標が定められた。一部の蒸気を使ってタービンをまわし、所内動力用の電気を得ることが可能である。
- ii) THERMOSの出力は100MWt であるが200MWt まで出力上昇が可能である。しかしながら温度は上げることはできない。
- iii) フランスには都市暖房用のネットワークが多数あるが、規模の巾が広くしかもそれぞれ負荷の変化が大きいから、一種類の炉により地域暖房用の熱供給を完全に行うことは難しいし、経済的でない。
- iv) 例えば、グルノーブル市の場合には、一番寒い時には180°Cの温度が必要であるが、THERMOSでは130°Cを最高温度にしている。これは負荷曲線の検討の結果定められたものであり、短期の過大負荷には化石燃

料で対処することになる。

- v) THERMOS から発生する熱は石炭によるものより10%程度は安いと思われる。
- vi) THERMOS は運転が容易になるように配慮がなされているため運転員は25人程度になると思われる。そこで原子力に着手しようとする国にも訓練用として有用である。
- vii) 耐ミサイル用のドームがあるのは、フランスではこの種のドームをつけることが義務づけられているためである。

- viii) THERMOSの安全規制については、PWRと同じ規制を受けることになる。

THERMOS炉の特徴は以下のようにとめられよう。

- i) 信頼性の高いキャラメル状に区分された板状燃料を用いて燃料温度を低くし、破損確率とFP放出率の低下とをねらう。
- ii) 下部から入れるBWR型制御棒駆動機構により制御、バックアップとして炉心中部から電磁ラッチで落下する制御棒と液体毒物注入系がある。
- iii) プールの水を利用したPassiveなRHR Conceptを採用しているので事故時は、自然循環を利用でき数日間は外部からの冷却が不要である。
- iv) 炉心とRPVコンクリートの距離を大きくして大きな機器の放射化をさける。
- v) 水中ポンプを使用。
- vi) RPVは、SS製。
- vii) プール型FBRによく似て一次HxがRPV上部についている。

なお、CEAは原子力熱供給の重要性に鑑み、グルノーブル市にTHERMOSを建設することとし、現在その安全解析書の作成を完了していること、現在、関係者間で出資割合

を検討中であること、市当局は国のいわばデモンストレーションに協力するのだから国の主たる負担を期待していること、地域住民にとっては熱を安く買うことができるかが問題であり、とくに THERMOS だからといって P A 上の問題は無いとのことであった。また近い将来 Saclely にも THERMOS 炉を建設する予定である。この場合パリが供給対象になるとも述べていた。

小型炉を設計している国は、皆、実証方法について悩んでいるが、原子力研究所の敷地を利用してこれを解決していこうとしているフランスの行き方はユニークであるが、それだけに内外の熱利用市場にける期待も大きいと見るべきであろう。

5. イギリス—産業の維持が目標（小型炉計画なし）

イギリスでは U K A E A の新総裁になったマーシャル氏に会うことができた。マーシャル氏は熱併給一般についての研究をまとめたことがあり、その関係のメンバーを集めて待っていてくれたが、当方の関心が併給そのものではなく、原子炉利用であることを告げると、i) イギリスは北海の油とガスで工業や暖房熱は十分であり、かつその利用のインフラの整備に追われている、ii) そこで石炭の利用の動向が問題になっている状況であるから、そこに原子力が入り込むのはまずいとしイギリスとしては関心をもっていないことを述べ、日本では冬に田舎屋づくりの料亭に案内され、大変寒いと思ったことがあるから、暖房の必要が地方にはあるのかもしれないと思うが、インフラの整備が大変ではないか、

と冗談まじりのコメントを提出してきた。当方は、長期的には石炭と共存する途もあり得るのでイギリスとして熱利用についてのポテンシャルの開発をある程度心がけるべきではと述べたが、イギリスとしては自国ではほとんど使い切れない大きな再処理工場を（日本のために？）公衆を説得しつつ建設するなど原子力開発には引続き努力するもののイギリスの石炭はなお大きな資源であり、今関係者を刺激するのは利口ではないとのことであった。

6. おわりに

以上各国での討議事項の概略を述べた。すてにお気づきのように小型炉はそれなりの技術選択と市場戦略の上にメーカにより検討されているものであるもので、これが実用化するかどうかは次の実証のされ方に依存することが結論できよう。さらに全般的な所感を述べれば、ヨーロッパの原子力開発利用は、昨今フランスを除いては不順であるというのは、それなりに正しいが、それは結果であって基本的には社会が経済成長に以前ほど重点をおかなくなりつつあることが極めて重要な要素であろうと思う。そして、マーシャル氏が、「おい、君のところはまだあの Aggressive な戦略をかかげて走っているのか」と言うから、「資源の何もない我方じゃ原子力総体が sollen だからね」とウインクしておいたが、いよいよそれぞれの社会に適した原子力の位置づけを模索する時代に入ってきたという感じがするのであり、そのため原子力と共生していく時代の原子力に要求されるパフォーマンスについて関係者 1 人 1 人がそれぞれの考

えの誤りなきを確認する時期にあると思うのである。

終りに、本調査にあたりご協力をいただいた資源エネルギー庁原子力産業課，日本原子

力産業会議，海外電力調査会，東京電力株式会社，富士電機製造株式会社の皆様に感謝の意を表します。（こんどう しゅんすけ 研究嘱託，東京大学工学部助教授）

エネルギー技術データハンドブック 「石炭技術編(第一次版)」を発行して

古 沢 健 彦

1. はじめに

エネルギー総合工学研究所(以下「IAE」と略す)では、昭和53年以来エネルギー技術データベース体系化法の開発研究委員会のもとに、エネルギー技術データベースの体系化を目指し、データベースとしてどのようなものを、またいかにして整備していくべきかについて検討をつづけてきている。

その目標は、データベースと名付けていることから当然察知されるように、コンピュータ・ファイリング・システムの構築にある。しかし、直接コンピュータのシステムにとりかかるには、データ自身の蓄積と選択を行う必要があり、データの収集、整理等についての課題の抽出とその解決策の検討への手掛かりをえることを目的に、「エネルギー技術データハンドブック」の作成を試みることとなった。このハンドブック作成のため、昭和54年5月に材料技術分科会が、同年9月には機械技術分科会が、「エネルギー技術データベース体系化法開発研究委員会」の下に設けられ、ハンドブック作成の作業が開始された。そして、それぞれの分科会の1年間の成果が「エネルギー技術データハンドブック」の「材料技術編(第1次版)」及び「機械技術編(第

1次版)」として、55年3月及び55年7月にそれぞれ刊行された。

これらの分科会は、エネルギー技術全般に関するデータをそれぞれの立場から横断的に収集する立場をとっているが、これとは別に特定の分野についてのデータを深く収集する縦断的に収集する立場からの試みもあってよいとの判断から、「石炭技術分科会」が55年3月発足し、石炭利用分野のデータハンドブック作成作業を開始した。この分科会の1年間の作業成果が、「エネルギー技術データハンドブック-石炭技術編(第1次版)」としてまとめられ、刊行された。そこで、このハンドブックについての簡単な紹介を行うこととしたい。

2. 石炭技術分科会の活動

石炭に関するデータベースを考える場合、第一にエネルギー技術データベースとは何か第二にはその中で石炭のデータベースとはいかなる内容をもつべきかが問題となる。IAEのエネルギーデータベースについてはエネルギーデータベース体系化法の開発研究委員会の第1年度および第2年度の報告書にその目的と概要が記されているのでここには繰返

さない。石炭の分科会としてもこれに沿う方向で検討した。

しかし、これらの報告書にも記されているように材料、機械技術、石炭技術等の各技術毎にデータベースの構築の仕方がことなり、その結果出来上がったデータベースごとに異った特徴のであることが予想される。

しかし、ともかくデータの収集、整理等についての課題の抽出と解決策への手がかりを得るために、まず完全といえないものであってもデータベースを作ってみることが早道だと考えた。

一方、データベースを作った結果、当初想定したデータベースの考え方の問題点も明らかになってデータベースのあり方の検討に有効な情報がフィードバックされることもできると考えられる。このようにまだデータベースとしては不確定な要素があることも考えられたので、細部にわたっては上記の報告書の内容にとらわれない形で研究を進めた。

さきにも述べたように、IAEのデータベースでは、「技術開発主要課題」と「要素技術」という2つの主要座標軸を考えているので、データベースの作り方に2つのアプローチが考えられる。

第1は主要技術課題のリストを順番に検討しその技術的問題点や工学的に必要なデータを明らかにすることによって、まず、データベースの引き出しを整備し、その課題ごとに作られた引き出しの中にデータを収集して入れるという考えである。

第2は、「要素技術」ごとに「主要技術課題」のそれぞれにどのような開発課題があるかを拾いだし、これをデータベースのひきだしとして用いる方法である。IAEでは第2

の方法を主とし、第1の方法を従とした組み合わせ法が考えられている。材料技術データハンドブックは第2の方法に従って整理されている。一方機械技術では、広範なエネルギー技術の分野の要素技術は何かが十分に整理されているとはいえないので第1の方法によった例である。

石炭のデータハンドブックでは、石炭の利用技術を、要素技術というよりは重要な技術開発課題と考えて、これをさらに直接燃焼、ガス化、液化の3つの大きなサブ技術開発課題に分解し、これらを開発する上での技術的問題点や工学的に必要なデータは何かを考えたつ、データの収集を行った。

石炭の燃焼、ガス化、液化の各技術課題の中には、数多くのプロセスが提案されているので、これらのプロセス相互間の比較、あるいは新しく開発中のプロセス評価を可能とするに必要な工学的データを収集した。

3. 今回のハンドブックの特徴

このハンドブックの一つの特徴は、石炭のエネルギー技術のまとめ表を作ったことである。これは各技術課題ごとのデータ集の構成とそのストーリーを形成するもので、本ハンドブックに収められているデータの番号、そのデータの表題が見通せるようになっている。

利用者はこのまとめ表により各技術課題毎にその開発の現状からプロセスの概念、プロセスによってはその生成物、エネルギー効率など存在するデータのむすびつきを得ることができる。必要なデータはデータの標題と番号から求めることができる。その意味でこのまとめ表はデータベースのインデックスの役

(28頁につづく)

表1 まとめ表の例

4. 石炭液化

今年度は、石炭液化プロセスの代表的なものの、フローシート、操作条件、生成物とその性状、概念商業プラントの建設費、操業費、製品製造原価等についてのデータと、石炭液化プロセスの単位工程の技術的データとして、液化反応工程における反応機構、反応速度、装置設計のための基礎データ等を集めた。次年度以後では、これらのデータの最新なものや、固液分離や他の単位工程における技術データを収集する予定である。

4.1 石炭の構造と石炭液化反応

石炭構造(例4.1.1)は1~数環の芳香族環にナフテン環、アルキル基や含酸素官能基等が側鎖構造として置換した構造ユニットからなり、これらの構造ユニット間をメチレン、エーテル等の架橋結合によって高次に重合されて、石炭のマクロ構造が構成されている。

4.1.2は液化生成物のTHE(テトラ・ヒドロ・フラン)可溶分の溶出曲線であるが、反応温度が高くなると分子量750以上の吸光度が減少し低分子量側に分子量の分布が移る。4.1.3には液化油全体(ベンゼン可溶分)とオイル分とアスファルテン分の、4.1.4にはアスファルテン分とリアスファルテン分のGPC溶出曲線からの分子量分布を示した。石炭の液化反応過程におけるピリジン可溶物の収率と不活性酸素、OH、C=O基含量の変化を4.1.5に示す。不活性酸素は主にエーテル型酸素と見なせるので、リアスファルテン、アスファルテンの生成はエーテル型酸素の脱離と関係があることがわかる。

注1. THE: tetrahydrofuran, C_4H_8O

注2. GPC: gel permeation chromatography, ゲル透過クロマトグラフィー

4.2 石炭液化プロセスの概要

石炭液化プロセスは大きく分けて、その液化反応工程において直接触媒を用いるものと、用いないものがある。また触媒を用いる場合、触媒を石炭スラリーに懸濁させて反応を行わせるプロセスと固定床あるいは沸騰床で行わせるプロセスがある。ここでは、それらの代表的プロセスの反応条件、液化生成物およびその収率、開発の現状、プロセスフローシートをデータとして掲げた。現在、米国において大型パイロットプラントによって開発研究が進められているのは、EDSプロセス、SRC-IIプロセス、H-Coalプロセスである。我国においても、サンシャイン計画の下で、直接水添液化法、溶剤抽出法、ソルボリシス液化法、褐炭直接液化法等についてPDU規模の装置で開発研究が進められている。

(PDU: Pilot Demonstration Unit)

データ 標 題

データ番号

石炭モデル構造	04.01.001
反応温度による分子量分布の変化	04.01.002
オイル, アスファルテンの分子量分布	04.01.003
アスファルテン, プリアスファルテンの分子量分布	04.01.004
含酸素官能基の減少とピリジン可溶分の生成	04.01.005

溶剤抽出プロセス一覧	04.02.001
Direct Catalytic Hydrogenation プロセス一覧	04.02.002
Catalytic Liquefaction プロセス一覧	04.02.003
Consol Synthetic Fuel (CSF) プロセス・フローシート	04.02.004
SRC プロセス・フローシート	04.02.005
SRL プロセス・フローシート	04.02.006
Co-steam プロセス・フローシート	04.02.007
EDS プロセス・フローシート	04.02.008
H-Coal プロセス・フローシート	04.02.009
Gulf CCL プロセス・フローシート	04.02.010
Dow プロセス・フローシート	04.02.011

4.3 石炭液化反応機構および装置の基礎

石炭の液化とは、複雑な固体高分子物質である石炭を加熱して熱分解し、溶媒によって溶解抽出し、あるいは水素化、水素化分解することにより、低分子量のガス状、液状の生成物を得る反応である。液化反応が進行するにしたがって、石炭はプリアスファルテン、アスファルテン、オイル分へと低分子化し、液状となっていく。反応初期でのプリアスファルテンの生成はほとんどが熱分解によっておこり、水素や触媒の有無によらず極めて早い(4.3.8)。プリアスファルテンは水素供与性溶媒によって水素化熱分解や水素化分解を受けてアスファルテン、オイルへと低分子化していく。また石炭液化に用いられる触媒の主要なはたらきの1つは、この水素供与性溶媒の再生あるいは生成反応である(4.3.3,7)。

我が国では原料炭の大部分を海外に依存しなければならず、炭種の影響を速度論的な面からと液化油性状の面からと評価しなくてはならない。そこで炭種の影響の現われやすい反応初期過程の研究例を4.3.9—13に示した。

石炭液化プロセスの心臓部とも云える反応器の設計、あるいは液化反応条件の設定には先の反応速度論的研究の他に、水素の移動過程を含む物質移動や、伝熱係数の推算などもきわめて重要な問題である。一般に石炭液化反応器は固気液三相流動層として扱われるがこの三相の各々の物性値は液化油の性状とは関連するなど、三相流動層の流動特性に関してはさらに詳細な研究が必要と考えられる。

ここでは、4.3.14—15に各物性定数、伝熱係数、ガスホールドアップおよび物質移動係数の推算式の例を示した。

4.4 石炭液化油の性状

石炭液化油については、実験室規模の液化油の性状に関する報文は多く、我が国でも詳細に研究されている。プロセス液化油は米国のEDS、H—Coal、SRC—IIおよび西独のRuhrkohleを中心に報告されているが、ここでは主に、EDSから得られる液化油に関する資料を示した。プロセス液化油の性状は炭種、圧力、滞留時間などの操作条件により大きく異なり、液化油の後処理にも強く影響する。その例を4.4.1—3までに示した。石炭液化油は使用目的によりアップグレーディングしなくてはならないが、その際の水素消費量、脱硫脱硝の程度を明らかにしておく必要があり、その例を4.4.4—7に示した。4.4.8は石油系ナフサと石炭液化油との比較、4.4.9には炭種の違いによる液化油性状の相違を示した。アップグレーディングにおける水添苛酷度の相違によるSRC—II液化油性状を4.4.10—14に示した。

データ 標 題	データ番号
既住の液化反応モデル	04.03.001
液化に要する水素消費量	04.03.002
液化反応に対する触媒と灰分の効果	04.03.003
液化反応速度定数の例	04.03.004
液化反応への溶媒効果	04.03.005
Solvent Alkylation 機構	04.03.006
水素供与性溶媒の消失の概念図	04.03.007
水素供与性溶媒と石炭転化率の関係	04.03.008
液化収率に対する炭種, 反応時間の影響	04.03.009
石炭中の炭素の割合と転化率	04.03.010
石炭中の炭素の割合と生成物中の酸素含有量	04.03.011
石炭中の炭素の割合とメタン収率, SRC収率との関係	04.03.012
石炭中の炭素の割合と石炭転化率, CO ₂ 収率および水素消費率との関係	04.03.013
予熱器, 溶解器設計のための物性定数推算式	04.03.014
予熱器設計に用いられる伝熱係数の推算式	04.03.015
ガスホールドアップ, 物質移動係数の推算式 (予熱器)	04.03.016
ガスホールドアップ, 物質移動係数の推算式 (溶解器)	04.03.017
液化反応時間と蒸留塔底油粘度	04.04.001
液化反応収率とフレキシコーキングによる液収率	04.04.002
Solvent Quality Index と C ₄ -1000°F 留分液収率	04.04.003
350/1000°F EDS 生成物のアップグレーディング (水素消費量)	04.04.004
750/1000°F EDS 真空蒸留油のアップグレーディング (%HDS, %HDN)	04.04.005
EDS 中間留分の API 比重と芳香族環 vol %	04.04.006
EDS ナフサの水添処理と精製	04.04.007
石炭液化油と石油ナフサとの分析値の比較	04.04.008
各種石炭の EDS 中間留分の性状	04.04.009
SRC-II 液化油の水添処理 (High severity)	04.04.010
SRC-II 液化油の水添処理 (Intermediate severity) その1	04.04.011
SRC-II 液化油の水添処理油350°-550°F 留分の水添処理	04.04.012
SRC-II 液化油の水添処理 (Intermediate severity) その2	04.04.013
SRC-II 液化油の水添処理 (Moderate severity)	04.04.014

4.5 SRCプロセスの経済評価

SRCプロセスは鉄系硫黄を多く含む米国東部炭を対象としたプロセスで、硫化鉄の触媒作用を利用して石炭を液化する。SRCプロセスには室温で固体のSRC（溶剤精製炭）を製品とするSRC-Iプロセスと、液体液料を製品とするSRC-IIプロセスがあり、それぞれ、Wilsonville, Ala., と Ft. Lewis, Wash., でPDU規模のパイロットプラントで開発研究が進められている。また、製品としてSRCと液体燃料を併産するプロセス方式として、液化反応を2段で行わせるTSL（2段液化）法が提案されている。この方式では、一段目の反応でSRC-I法程度の水添を行い、2段目でLC-Fining法で更に水添を行わせる。この方式の特長は、SRC-IIプロセスと比較してガス状生成物が少ないことである。これらのSRC-I, SRC-II, SRC-I/LC-Fining プロセスの予備的な経済性の評価がAir Product & Chemical 社から発表されている。

4.6 各種石炭液化プロセスの経済評価

石炭から液状の製品を得る方法は、大きく分けて、直接液化法と間接液化法がある。石炭直接液化法はその名の通り、石炭と溶剤を混合したスラリーを水素存在下で、400~460℃、100~300気圧の反応条件で液状製品を直接得ようとする方式で4.2節で掲げたような種々のプロセスが提案されている。一方、間接液化法は、石炭を一旦ガス化して、得られた合成ガスを触媒存在下で反応させ液状生成物を得る方式で、Fischer-Tropsch法、Mobil法等のプロセスが提案されている。本節では、直接液化、間接液化法のプロセスとして、Fischer-Tropsch法、Mobil法、H-Coal法、EDS法、SRC法を取り上げ、石炭処理量25,000t/日を基準に各プロセスの建設費、熱効率、製品コストの比較を行ったデータを掲げた。

4.7 自動車用燃料製造プロセスとその経済性評価

ガソリンやディーゼル油の自動車用燃料のその殆んどは、現在石油から生産されている。一方、自動車用燃料は、石炭を原料として、4.2節で掲げたような直接液化法、あるいは間接液化法で得ることもできる。石炭の間接液化法の代表的なものはFischer-Tropsch合成法で、石炭のガス化で得られた合成ガスから、ガソリン、その他の製品を得る方法である。製品のうち約3分の1がガソリンの沸点範囲であり、他の高沸点あるいは低沸点範囲の生成物は適当な方法でガソリンあるいはディーゼル油として変換しなければならない。Mobil法は、メタノールからガソリンを合成する方法で、その生成物の約95%がガソリンあるいはLPGである。石炭の直接液化および間接液化法で得られる自動車用燃料の価格は、それらのプロセスで利用できる石炭の価格、自動車用燃料以外の副製品の売値によって影響されるので、本節で掲げたデータでは、これらのことを考慮して製造原価を試算している。

データ 標 題	データ番号
SRC-Iプロセスのブロック・フローダイヤグラム	04.05.001
SRC-IIプロセスのブロック・フローダイヤグラム	04.05.002
SRC-I/LC-Fining プロセスのブロック・フローダイヤグラム	04.05.003
SRC-Iプロセスの操作条件および生成物の収率	04.05.004
SRC-IIプロセスの操作条件および生成物の収率	04.05.005
LC-Fining プロセスの操作条件および生成物の収率	04.05.006
各SRCプロセスの水素消費量および熱効率	04.05.007
各SRCプロセス生成物中の硫黄および窒素含有量	04.05.008
各SRCプロセスの建設費	04.05.009
各SRCプロセスの操業費および製品製造原価	04.05.010
各種石炭液化プロセスの建設費の比較	04.06.001
各種石炭液化プロセスの製品と所要電力の比較	04.06.002
各種石炭液化プロセスの熱効率とコスト指標の比較	04.06.003
Fischer-Tropsch 合成, メタノール合成プロセス・ブロックフローダイヤグラム	04.07.001
ドイツ石炭直接液化プロセス・ブロックフローダイヤグラム	04.07.002
熱効率の比較	04.07.003
建設費の比較	04.07.004
製造コストの比較	04.07.005
液体燃料製造コストに与えるSNG売値の影響	04.07.006
SNG同時生産を伴うF-T合成法の経済性	04.07.007
ARGE合成から得られる自動車用燃料の性状	04.07.008
Mobil プロセスによるガソリンの収率と組成	04.07.009
石炭直接液化による自動車用燃料の性状	04.07.010

目をももつものである。

データの一例として、石炭の液化の項のデータの目次と概要を表1に示しておく。

石炭のデータハンドブックは本版に終ることはないので、網羅的にとらえることには、あえて努力を払わず、石炭の基本的性状、資源分布などの基本的データを加えるとともに、ここ数年極めて関心の高い灰の性状と利用技術についてはかなりのスペースをとった。したがって、直接燃焼のうち微粉炭燃焼、COM燃焼、石炭の選炭技術をふくむ Handling 特性、流動層燃焼のトレースエレメントと灰のとりあつかい、石炭ガス化技術では、ガス化炉の modeling、石炭液化技術では、固液分離機械技術要素、液化油の upgrading の問題、石炭利用の環境問題等重要でありながら全くふれていない部分もある。

4. おわりに

そこで56年度の研究では、前年度のサブ技

術課題に加えて石炭の資源、性状、キャラクターゼーション、石炭の直接燃焼、選炭技術および事前処理、石炭の複合利用を技術課題に加えて、これらの装置工学的データ、装置モデル、環境との関連、製品の用途、材料といった横断的項目で技術課題相互の関連をむすびつけながら、データの収集にあたりたいと考えている。

石炭の利用技術の開発も、そろそろ冷静な評価を加えて将来の代替エネルギー技術実用化の中での位置づけを考えつつ開発を行う必要がある段階にあると思われる。

このデータベースがさらにより高度のものに発展していくためには、まずこのハンドブックを実際につかわれてみてデータベースの利用の立場から有効な提言がなされていく必要がある。事務局にこれらの提言をよせられることを期待している。(ふるさわ たけひこ 東京大学工学部助教授)

「米国ソーラシステム視察団」に参加して

—自然エネルギーのパッシブ利用技術の調査—

田中敏雄

1. はじめに

1981年1月21日から2月1日の12日間にわたり「米国のソーラシステム視察団」に参加し、米国西南部を中心にソーラシステム関係の展示会および諸施設等を視察、訪門する機会を得たので、パッシブソーラシステムを中心にその概要を報告する。

なお、同視察団は(株)ソーラシステム研究所により企画されたものであるが、当研究所が昭和55年度に通商産業省住宅産業課から受託した「新住宅開発プロジェクト：自然エネルギー利用技術調査研究」の委員会活動の一環としての海外調査に、同上委員会の既存技術調査分科会委員である斉藤隆雄氏（(株)大林組技術研究所）と筆者が参加したものである。

2. 調査の背景と目的

2.1 背景

1973年の第1次オイルショック以後の我国をとりまく厳しいエネルギー情勢に対処するため、石油代替エネルギーの開発や省エネルギーの推進など官民あげての各種施策が行わ

れている。将来のエネルギー需要の想定において民生用エネルギー需要は生活水準、福祉水準の向上に伴い、かなりの伸びを示し、総エネルギー需要に占める割合も増大するものと見込まれている。従って、家庭用エネルギー消費についても今後一層の省エネルギー努力を進めると同時に、住宅における太陽熱や風などの自然エネルギーの利用の促進を図り、暖冷房給湯等に要するエネルギーの消費節約を進めることが必要である。

こうした背景のもとに通商産業省住宅産業課では、「新住宅開発プロジェクト」の1つの柱として、他のテーマである「居住空間拡大技術」、「耐久性、居住性向上技術」とならび「自然エネルギー利用技術」の調査および研究開発を55年度よりの5ヶ年計画として実施することにしたものである。

2.2 目的

住宅における自然エネルギー利用については、現在、太陽熱利用としての動力を用いた集熱器、冷凍機、補助熱源等の機器により構成される、いわゆるアクティブソーラシステムが実用化の段階に達しているものの、日射、昼間蓄えた熱の夜間放出、あるいは通風など

の自然エネルギーを積極的に利用して建屋に対する暖房、冷房効果を得ようとするパッシブシステム技術については、未だ十分な研究開発が成されているとはいえない。

当研究所が受託した「自然エネルギー利用技術の調査研究」は前述のパッシブシステム技術の確立を図ることを目的として、

- ①住宅におけるエネルギー消費実態
 - ②自然エネルギー利用に必要な気象上の諸特性
 - ③既存の自然エネルギー利用技術の現状
 - ④自然エネルギー利用効果の評価手法
- を調査し、現状における問題点を摘出するとともに今後の技術開発のすすめ方などについ

て検討したものであり、今回の米国のソーラシステム調査は、“既存の自然エネルギー利用技術の現状調査”の一環として実施したものである。なお、海外については米国現地調査の他に、実例の文献調査を、またわが国については寒地、暖地に建つ民家の現地調査を実施している。

3. 調査、訪問先概要

今回参加した米国ソーラシステム視察団の全日程と調査訪問先並びにパッシブシステムに関する調査内容等の概要は下記の通りである。なお、デービス市のソーラタウンとラス

月 日	場 所	調 査 内 容
1月21日	デービス (カリフォルニア)	・ソーラタウンの視察 Village Homes と呼ばれる 215 棟のパッシブソーラシステムを多用した木造住宅群 (詳細後述)
1月22日 ↓ 25日	ラスベガス (ネバダ)	・全米住宅建築展視察 (ホームビルダーズショー) 展示内容は住宅全般にわたるが、パッシブソーラシステムに関係する要素技術として下記の展示があった。 潜熱蓄熱材、空気式集熱器、日除けスクリーン、天窗、れんが、他、(詳細後述)
1月26日 ↓ 28日	シカゴ (イリノイ)	・国際冷暖房空調展視察 冷暖房空調に関する総合展。 アクティブソーラシステムが主であるが、パッシブソーラシステムとして次のようなものが見られた。 集熱暖房用の非金属パイプ、熱線反射ガラス、汲置き式温水器、日除け用のシェード、集熱面のカバーに使用可能なビニールフィルム、他
1月29日	フェニックス (アリゾナ)	・DSET社見学 太陽熱関連機器の世界的な規模と権威を有する民間の試験機関。パッシブ技術に関するものとしては、各種金属、非金属材料の暴露試験。(光沢面の変化、耐久性等) ガラス、プラスチック板等の光の反射、透過特性の試験等。
1月30日	ロサンゼルス (カリフォルニア)	・El Camino Real School の太陽熱利用システムの見学。 システムは真空管式集熱器と吸収式冷凍機によるシステム。 ERDA のプロジェクトの一環。 パッシブシステムとアクティブシステムの組合せとしてのハイブリッドシステムである。

ベガスの全米住宅建築展については、次項以降で多少詳しく報告する。

4. デービス (Davis) 市のソーラタウン

4.1 デービス市の地理的条件

デービス市 (人口約36,000人) は、カリフォルニア州の州都サクラメントの西方約20kmのところであり、地理的にはカリフォルニア盆地内に位置する (図1参照)。

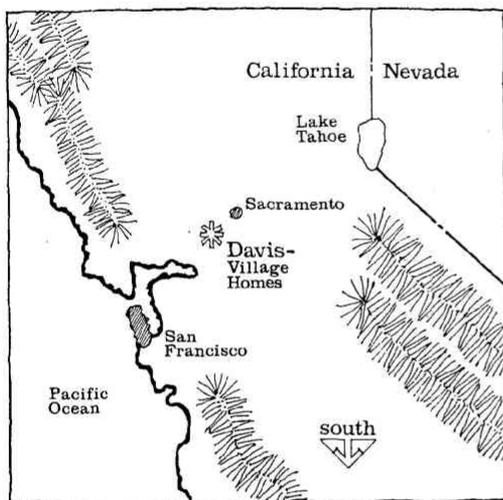


図1 デービスの位置

しかし、気候的には太平洋の影響を強く受けて地中海性気候に分類され、夏の日中の気温は35℃を越えるが、夜には海からの風によって12℃まで下がる。また、冬の気温は日中で15℃、夜間で3℃程度であり氷点下になることはまれであるが、暖房と冷房の両方が必要となっている。

なお、デービス市は静かな学園都市であり、現在カリフォルニア大学のデービス分校 (農学、医学、獣医学、芸術学の各学部)があり、周囲には広大な農場や牧場が広がっている。

4.2 Village Homes

Village Homes は、デービス市西縁の70エーカー (約28ha) の土地に地元の建築業者であるマイク・コーベット (Mike Corbett) が1975年から建築を始めた住宅群で、1981年1月現在、この区域の開発はほぼ終了し、215棟の住宅が完成している。

この一連の住宅は、市が省エネルギー政策の一つとして定めた“省エネルギー建築コード”にほぼ従ったものであり、さらに無公害で、省資源的で、住人相互の交流が効果的に行えるようなコミュニティ作りという、きわめて明確な意図をもった開発計画となっている。



図2 Village Homes 平面図

このため、街路、敷地の利用、公共のスペース、さらに住宅建築等すべてがこのような観点から計画されており、例えば、図2に示す街路構成や建物配置にみられるように車道は行き止まりになっており、歩行者および自転車用の細い通路が優先されている。また、建物の周囲に垣根、塀の類を設けることを極力避け、土地の共用と隣人との交流を図るよう配慮されている。

4.3 自然エネルギーのパッシブ利用

Village Homes の建物は、ほとんどアメリカカ杉(red cedar) を用いた木造であり、それぞれの建物において様々な形で暖冷房に対する自然エネルギーのパッシブ利用が行われている。

以下に Village Homes で用いられているパッシブ技術を紹介する。

温水器……蓄熱水槽を屋根裏に置いた屋上設置の自然循環型が多い。一部で、汲置型、強制循環型のものも使用されている。

窓・戸……南面の開口面積を大きくし、冬季に日射を室内に導き、熱取得量を大きくしている。そのため、ガラスの引戸の利用が多い。ダイレクトゲインおよびインダイレクトゲインの両方の方式が採用されている。南以外の3方向の開口部は極めて小さいか、あるいは全くなくして冬季の熱損失を小さくしている。

ウォーター…水を入れた容器を室内に置き蓄熱ウォール 体としての効果をもたせている。
地下埋設用の排水管を転用した蓄熱槽はVillage Homes 独得のもの

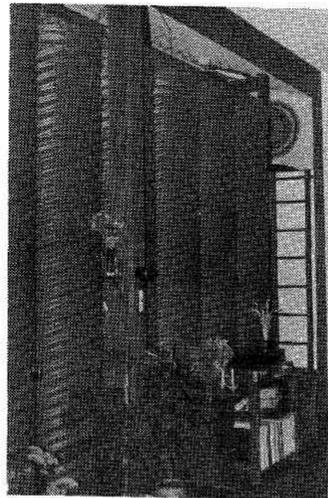


写真1 排水管利用のウォーターウォール
(1本に約1トンの水がはいる)

である(写真1)。他にドラムかん、鋼製の水槽なども使用されている。

岩石蓄熱…床のスラブの下に砂利層を設け、砂利の隙間に空気を通して蓄熱している。

床への……ほとんどすべての建物がコンクリートスラブの床を持ち、これが蓄熱体としても活用されている。

断熱……壁には2×6工法のものを用いて、断熱材を厚くしている。また屋根についてはさらに高い断熱性を持たせている。窓やガラス戸には複層ガラスを使用している場合もあるが、断熱シャッターあるいは断熱カーテンを有効に利用している。

土盛りに…Village Homes の建物の一つではよる断熱 南面以外のすべての外壁を防水シートで覆い、土を盛って断熱する Under ground housing または、 Earth sheltered housing とよばれ

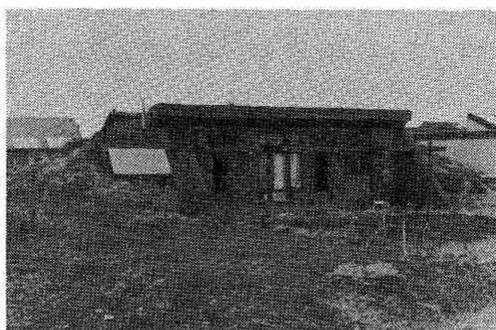


写真2 半地下構造の家

る方式を採用している。(写真2)
庇……………ひさしを適度に長く張り出すこと
(ひさし)により、夏季の日射が室内に入る
のを防ぎ、冬季には日射が室内に
差し込むようにしている。

植物の……ぶどう、つた等、冬に落葉する植
物を利用して、棚に絡ませておくこ
とにより、庇と同様に室内への日
射を調整している。(写真3)



写真3 植物による日射調整

高窓……………室内への日射量を増大させると共
に、建物の奥の方でも熱取得がで
きるため、ウォーターウォールを
北側に後退させることができる。
さらにこれにより南面への視野が
開放され、また開閉可能なものは
換気にもよく、採光の効果もあわ

せ持つなどの効果が期待できる。
しかし一般に断熱のためのシャッ
ターが必要となり、天井が高くな
るため、暖気が上にたまりやすく、
冬には天井換気扇でこれを下にも
どしてやるなどの対策が必要とな
る。(図3)

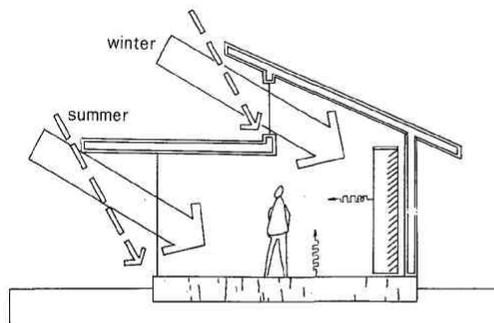


図3 高窓と庇の効果

天窓……………高窓とほぼ同じ性質をもつ。雨仕
舞に直接関係するので、設置前に
充分な点検を要する。断熱シャッ
ターは不可欠である。

反射板……………高窓のある建物のいくつかでは、
窓の南側の屋根と高窓の上のひさ
しの裏側に反射性の材料を用い、
高窓への日射を増加させている。
この場合、前の屋根は北下がりと
なるため、高窓の前に水がたまり
やすく、雨水の処理には注意を要
する。夏の断熱シャッターは必須
である。(図4)

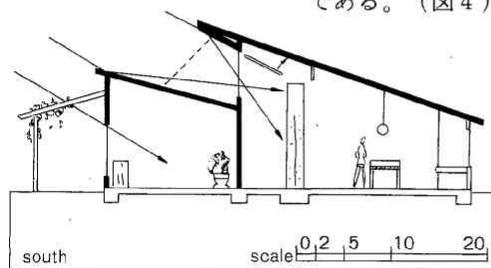


図4 反射板の利用

温室……温風を室内に入れ暖房に使うものと、温風を床下の砂利層に導き蓄熱するものがある。いずれも夏には無用の物となるので、開口を設けて換気を行ったり、シェードをかけて集熱を防ぐ配慮が必要である。(写真4)



写真4 温室の例

床下の岩石蓄熱の集熱に利用している。

換気……換気口を随所に取付け、夏季の換気を促進し、外気による自然冷却を行っている。また若干の電力を消費するが、無風の時にも有効なことから強制換気も併用されている。天井扇は夏に体感温度を下げるだけでなく、冬に上昇した暖気を床面近くにもどす作用があり、これを使用している家もある。

5. 全米住宅建築展におけるパッシブ利用技術

5.1 全米ホームビルダー協会 (NAHB)

全米ホームビルダー協会(National Association of Home Builders, 以下NAHBと略称する)は住宅産業に関係する個人または会

社によって構成され、技術、経営、販売、法律など多方面にわたるサービスを提供している。現在、12万2千の会員を有し、全米に、741の下部組織を持っている。

5.2 全米住宅建築展(ホーム・ビルダーズショー)

NAHBの主催する米国における住宅建築産業最大のショーで、住宅および設備機器から資材、部品まで広範な商品が出品される。

今回(第37回)の年会および展示はラスベガスのConvention Centerで行われ、出展者数は約680で展示と並行して、100以上の講演およびセミナーが開かれた。住宅展におけるソーラーシステムは展示効果などからアクティブシステムに関連した設備機器が多く、建物全体との組み合わせでとらえるパッシブシステム関連の展示は少なかった。

5.3 パッシブ利用技術

展示されたものの中で、パッシブ技術に関係あるものを以下に紹介する。

潜熱蓄熱体……27°Cで相変化を起こす物質

(塩化カルシウム6水化物に変化が安定になるような添加物を加えたものでPCMと称する)を容器に密閉し、これを蓄熱体として使用する。その特性は図5の通りである。製品の形状としてカン詰形のものとして長さ2m弱のロッド形のもので、2社から出品されていた。カン詰形(商品名・TEXXOR)のグリーンハウスへの応用例を図6に示す。

空気式集熱器……我国ではまだ製品化されていないと思われる、空気式集熱器が数社から出品されていた。

空気の自然対流式のものは、パッシブ利用が可能なものの一つである。プラスチック製で軽く、建物の壁面、屋根等に簡単にとりつけられる。

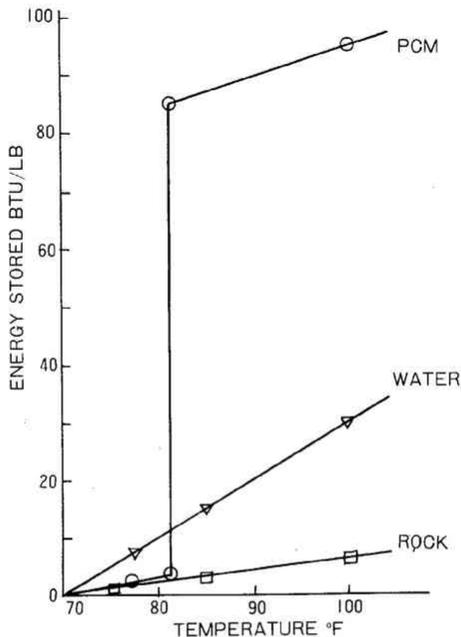
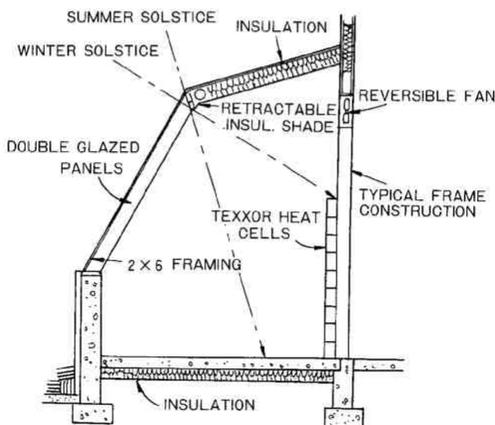


図5 PCMの特性



PASSIVE SOLAR GREENHOUSE

図6 潜熱蓄熱体の応用例

日除け……ルーバー状のアルミ製スクリーン、防虫網状のグラスファイバー製のスクリーンなどがみられた。いずれも、視界を妨げずに日射を防ぐ効果を持っている。設置した場合の効果と太陽高度との関係が数値で具体的に表わされている。

天窗……採光の面から省エネルギー的であることが強調されていた。断熱に細かい配慮のあるものがみられる。

れんが……壁、床に用いて蓄熱体として利用可能であるため、パッシブソーラーを大きくうたっている点が注目される。暖炉のうしろに通風路をれんがで作り、ファンで室内の空気を導いて、あたためるような、れんがの使い方も展示されていた。

温室……集熱部としてパッシブ利用に使われる。温度のあがり過ぎを防ぐため、温室上部につける自動開閉機構がみられる。

のれん状のカーテン……透明なプラスチックシートを短冊状に吊り下げたもので通行を妨げずに暖気あるいは冷気の流出を防ぐ。

断熱性のよい戸・窓……2重あるいは3重ガラスで構成され、金属枠の部分が断熱材をはさんで内外で分離されているものが数多く展示されていた。

天井換気扇……若干の電力を要するが、夏に

は体感温度を下げ、冬には天井近くの暖気を押し下げる効果を持つ、速度が切換えられるもの、照明器具と一体になったものがみられた。

6. 米国のパッシブソーラーシステムの動向

今回の視察団に参加した印象では米国、特に日射量の豊かな西南部では、太陽熱利用としてのソーラーシステムがかなり普及しており、一般の人々の関心もかなり高いと思われた。しかし、全体的にはアクティブシステムが中心であり、前述の全米住宅建築展においても一角に、NAHBのコーナーがあり、各種の展示や実演があり、ソーラーシステムについても、強制循環の密閉型と開放型、および自然循環型の3種の集熱システムの展示があったが、いずれもアクティブであり、パッシブシステムの展示はみられなかった。

一方、HUD (US. Department of Housing and Urban Development) のコーナーはソーラーシステム一色で埋められアクティブ、パッシブ両方の手法がパネルと住宅模型により展示されていた。ここでのパッシブ技術は、建物北側の半地下化 (Under-ground House) 温室の利用などであった。

住宅展と並んで連日開かれていた講演会の中でもソーラーシステム関係のテーマが多数みられ、他のテーマと比べどの会場も満員であり、関心の高さを示していた。特に "Passive Solar Design Opportunities for the '80s" と題する4人のスピーカーによる各ブ

ロジェクトの紹介には、立って聞いている人も多数でる程の盛況であり、パッシブ技術に対する一般 Builder 達の関心の高さをうかがわせていた。

また、会場の各所に "We're going solar" といった類の文句が見かけられ、住宅関連業界が省エネルギーの手段として、ソーラーシステムを大きな目玉商品にしていることが感じられた。

しかし、それらの大半はアクティブ利用であり、パッシブ技術の住宅への利用はかなり関心が高まっているとはいえるものの、まだまだ普及啓蒙段階にあるように思われた。

7. おわりに

今回の視察調査は、シカゴを除くと全て米国サンベルト地帯といわれる日射量の多い温暖な地域であり、しかも天候にも恵まれ、真冬とは思えない暖かい日が続く、太陽熱のありがたさ、有効利用の可能性の大きさ等を感じて帰国した。

しかし、今回の調査で得られた各種パッシブ利用技術に限って考えると、示唆に富むものは多いが、デービス市等のあるカリフォルニア、さらにネバダ、アリゾナ州ともに湿度が低く、暖房、冷房の温度調整のみを考えればよいことなどを考えると、高温多湿の日本には、そのままの適用は問題があろう。日本の住宅への適用に際しては、日本の気候風土を充分考慮して、日本の民家に既に生かされている各種のパッシブ技術も参考にしながら検討を進めていく必要があると思われる。

(たなか としお 主管研究員)

研究所のうごき

(昭和56年4月1日～6月30日)

◇ 理事会開催

第9回理事会

日時：5月27日(水) 12:00～13:30
場所：経団連会館 906号室
議題：昭和55年度事業報告および収支決算書(案)について

◇ 企画委員会開催

第14回企画委員会

日時：4月24日(金) 14:00～16:00
場所：当研究所第2会議室
議題：
(1) 原子力保修センターに関する諸問題と技術革新の定着策について

(2) 海外出張報告

- ① 米国のソーラータウン、ソーラーシステムについて
- ② 欧州諸国における中小原子炉の開発利用に係る現状調査
- ③ メタノール供給利用に関する海外調査(米国、欧州、東南アジア及びオセアニア)

第15回企画委員会

日時：6月26日(金) 14:00～16:00
場所：当研究所第2会議室
議題：
(1) 鉄鋼業と創エネルギーについて
(2) 当研究所の自主テーマに関する自由討議

◇ 主なできごと

4月24日(金) 第14回企画委員会開催
5月13日(水) 「エネルギー技術データベース体系化法の開発研究」第9回委員会開催
27日(水) 第9回理事会開催
29日(金) 「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催
6月11日(木) 「石油代替エネルギーの電力等への導入要因分析調査」第1回委員会開催
26日(金) 第15回企画委員会開催

◇ 人事異動

4月1日付で下記の人事発令が行われた。

- (採用) 下岡 浩 副主任研究員に任命、プロジェクト試験研究部配属
 - (採用) 黄 明彰 副主任研究員に任命、プロジェクト試験研究部配属
 - (採用) 友沢 孝 主任研究員に任命、プロジェクト試験研究部配属
 - () 伊藤せつ子 事務局総務課配属
 - () 金子裕子 研究員に任命、調査部兼企画部配属
 - () 狩野智子 研究員に任命、プロジェクト試験研究部配属
 - () 佐藤綾子 事務局経理課配属
 - 主任研究員 田中敏雄 主管研究員に任命
 - 副主任研究員 今川正二 主任研究員に任命
 - " 菅野一郎 主任研究員に任命
- また、6月23日付で下記の人事発令が行われた。
- 主任研究員 楠山藤一 退所(出向解除)
 - (採用) 善岡卓夫 主任研究員に任命、プロジェクト試験研究部に配属

◇ その他

外国出張

- (1) 安元伸司主任研究員は、「OECDのIEA主催の省エネルギー技術会議に出席」のため、4月4日～4月14日の間西独へ出張した。
- (2) 松井一秋主任研究員は、「第6回IIASA資源会議「世界のオイルシェールと潜在開発資源」に出席」のため、6月13日～6月23日の間米国へ出張した。
- (3) 今川正二主任研究員は、「エネルギー源の健康への影響に関するIAEA主催のシンポジウムに参加」のため、6月20日～7月2日の間米国へ出張した。

季報エネルギー総合工学 第4巻第2号

昭和56年7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) 431-8822

無断転載を禁じます。(印刷)和光堂印刷株式会社