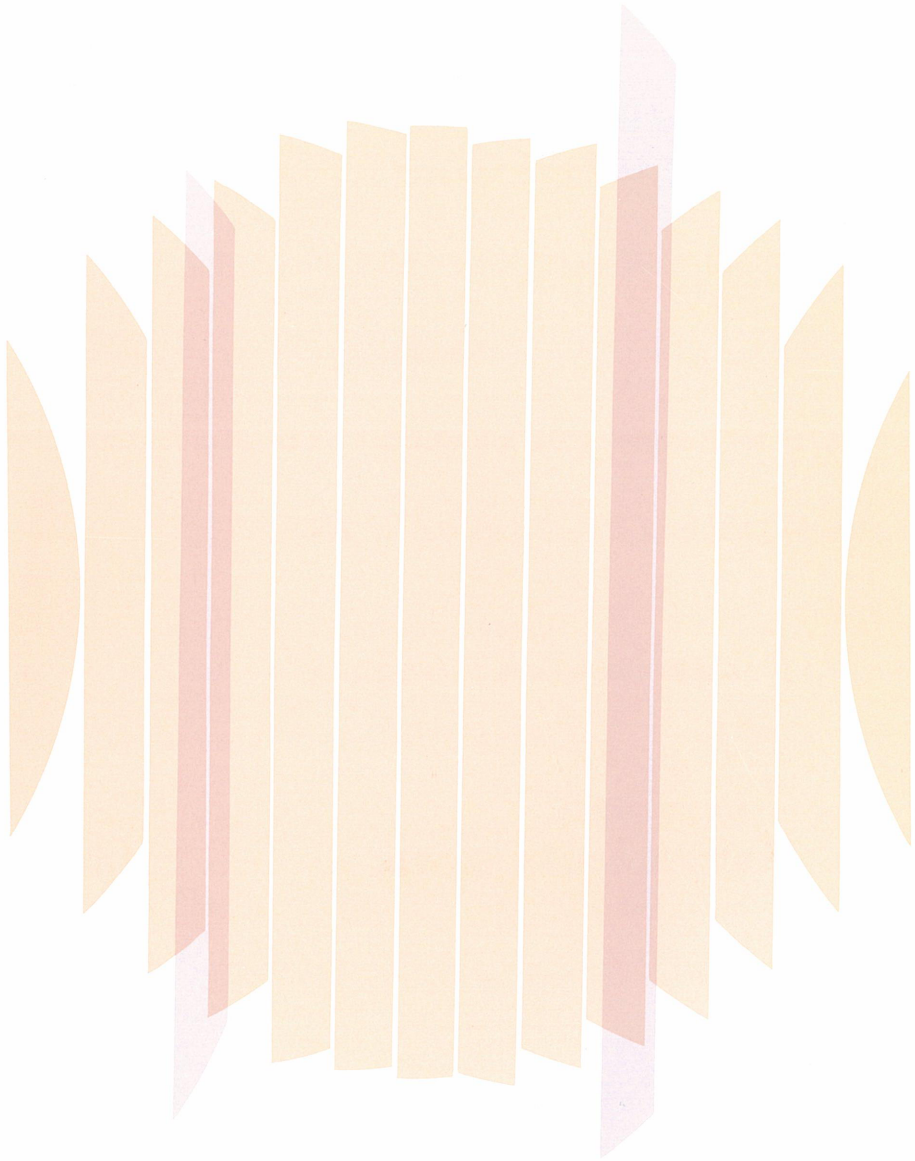


季報 エネルギー総合工学

Vol. 17 No. 1 1994. 4.



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

目 次

【巻頭言】 規制緩和について憶うこと	石油連盟 専務理事 能 登 勇	1
【理事長対談】 これからの新エネルギーと原子力を考える	林 政 義 山 本 寛	2
【寄稿】 総合エネルギー調査会総合部会 基本政策小委員会中間報告について	渕 上 善 弘	13
【関連施策紹介】 エネルギー総合工学研究所平成6年度事業計画の概要		20
【調査研究報告】 セーフティ・サイエンス国際会議に出席して	楠 野 貞 夫	24
【調査研究報告】 放射性廃棄物と非放射性有害廃棄物との比較評価	羽田野 祐 子	35
【調査研究報告】 「新水素エネルギーシンポジウム'94」概要報告	松 井 一 秋 大久保 憲 一	45
【海外出張報告】 ごみ発電の高効率化に関する海外調査結果	赤 田 卓 己	59
【随想】 エネテクトリーム21（その7） 「原子力電源（原子炉施設） 運転操作要領書の作成基本通則素案」	与志耶 劫 紀	73
研究所のうごき		85
第16巻通巻目次		90
行事案内		93
編集後記		94

巻頭言

規制緩和について憶うこと

石油連盟

専務理事 能 登 勇



・規制緩和が経済のあらゆる分野で検討されている。その当事者の一人として、議論の過程で考えていることが二つある。それを御紹介したい。

・規制を緩和し、経済の効率化、活性化を図ることは大事なことである。

しかし、無秩序、無政府状態が理想だと考えている人はいない筈である。自由競争とはいっても、そこには何らかの秩序がなければならない。そして、秩序を維持するためには、規制が必要である。

私は、その秩序の一つは「公正」であると考えている。自由競争は、公正な土俵の上で行われなければならない。エネルギー間の自由競争も、税、備蓄義務等の面でイコールフィッティングにして、行うべきである。これが第1点である。

・第2点は、「規制緩和、自由化」が、唯一絶対の価値判断基準ではない——ということである。

ウルグアイラウンドが成功し、貿易の自由化がほぼ実現した途端に、労働基準、環境基準が国際水準以下である国からの輸入を規制しようという動きが、国際的に、出て来た。国内をみても、平岩レポートが「社会的規制は“自己責任”を原則に」といっているにもかかわらず、PL法制定の動きが活発化している。今後、景気回復につれて環境問題が再燃し、そのための規制強化が、税の問題を含めて論議されることとなろう。

「規制緩和、自由化」というモノサシだけでは律し切れない課題があり、それらの課題は「規制緩和、自由化」と同等の優先度をもつ——これが第2点である。

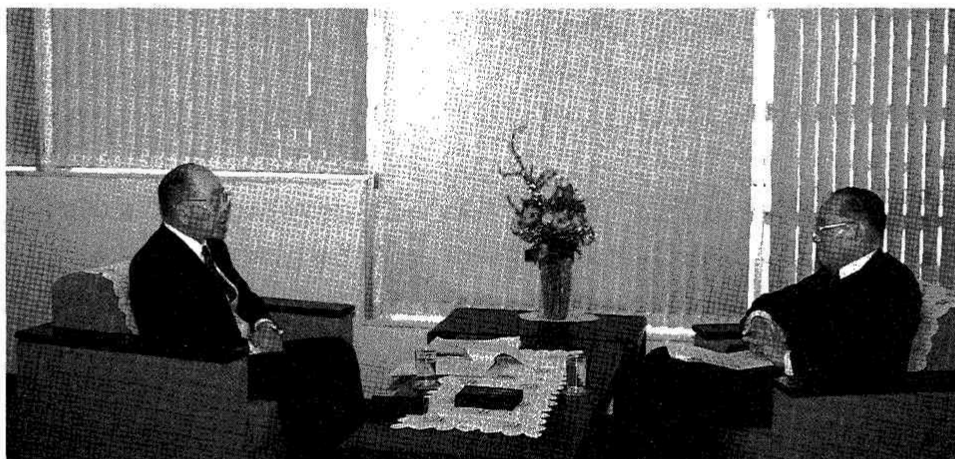
・石油産業についていえば、その課題は「エネルギー安定供給の確保」である。したがって、石油産業における規制緩和、自由化は、「エネルギー安定供給の確保」と両立するものでなければならない——これが私の結論である。

昨年12月1日の総合エネルギー調査会基本政策小委員会中間報告を引き継いで開始された石油審議会石油部会の審議に期待している。

これからの新エネルギーと原子力を考える

林 政義 (原子力委員会委員)

山本 寛 (財エネルギー総合工学研究所理事長)



1. NEDOでのお仕事と石炭の有効活用

理事長 どうもきょうはご多忙のところをありがとうございます。

林さんは、エネルギーについては、動燃事業団（動力炉・核燃料開発事業団）での原子力から始まり、それからNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）で原子力以外のエネルギーをやられ、また現在も原子力委員会の委員をおやりになっておられますので、いわばオールラウンドで、日本のエネルギー界ではほんとうに最高の、また、いろいろなことをご存知の方でいらっしゃると思います。

きょうはそのような意味あいから、なるべく平易に、難しいことは抜きにしてお話を伺わせていただきたいと思いますので、どうかよろしくお願いいたします。

今日は、最近話題になっている高レベル廃棄物の処分の問題についてもいろいろとお話を伺わせていただきたいと思いますのですが、これは一番最後に伺うこととして順序といたしましては、やはり化石燃料、ガスなどの在来エネルギー、それから、その次に新エネルギーのお話をいただきまして、原子力関係については最後に伺わせていただきたいと思います。

在来のエネルギーは主体は化石エネルギーでございますが、この頃はガスも非常に目の目を浴びてきております。しかし何といたってもやはり量的に多いのは石炭だと思います。石炭は依然としてこれから有効に使っていかなければならないエネルギーであることは間違いないと思いますので、石炭についての新しい技術の開発導入は是非ともやって行かねばなりません。そのひとつとしてクリーン・コール・テクノロジーというようなことが言われまして、NEDOも力を入れてやっておられます。

その一方、石炭液化ですが、「まだそんなことをやる必要があるのか」という人もいるわけですが、その辺、石炭液化も含めまして、石炭あるいは化石燃料についてどのようなお考えを持っていられるのか最初に伺わせていただければと思います。

林 先程先生がおっしゃられたように、動燃事業団、NEDOと、原子力・新エネルギーに関わることになりまして、私としては非常にありがたい巡り合わせだったなというように思っているところです。

ところで地球上の既存のエネルギーとして石炭は群を抜いて多いわけですから、やはりこれは貴重なエネルギー源として今後も大いに人類のために役立てる必要があるのではないかと思います。

NEDOでは、これは先生もご承知のように、オーストラリアのビクトリア州のモーエムというところで褐炭の液化を手がけてまして、これが1日当たりパイロットプラントで50トンに達しまして、1700時間以上の長期運転を重ね、その結果、非常にいい結果が出たのではないかと思います。50%以上の油の回

収率を得ましたし、初期の目的を達したのだらうと思います。それで現在、プラントの解体を実施いたしまして、商業規模を想定したプラントの設計手法についてまとめているところでございます。

どうして今頃石炭の液化だというようなお話をするのかと申しますと、やはり私が思いますには、油というのは非常に価格が不安定でして、ご案内のように、中近東や中東では非常に政情も不安定であり、かつてのオイルショック、その他の経験もしておりますので、やはりわれわれがこういう技術を拡幅しておくということが今後エネルギー生産にとって非常に有効ではないかということです。

褐炭はそのようなわけで無事に進んだわけですけれども、これと同時に、石炭の二つの大きな流れであります褐炭と瀝青炭とをやっておく必要があるということで、瀝青炭の液化にいま取り組んでいるところです。瀝青炭の方は最初は1日250トンという規模だったのですが、これの規模を1日150トンに縮小いたしました。本プロジェクトはNEDOを主体として、鹿島の住友金属の構内で現在実施しております。いままでに基礎工事を完了しまして、機器の据え付けを行う予定というように伺っております。

これは何度も申し上げるようですけれども、石油の可採年数が45年、石炭が200年以上ということで資源量は豊富です。従って、これ以外にも石炭ガス化複合発電、これは福島県の磐城で1日200トンの規模で行っておりまして、これの熱効率が43%以上、それから石炭を利用して水素を製造しようということで、これが1日20トンの規模。それから、石炭に水素を添加しますとガス化をするという



林 政義氏
(原子力委員会委員)

ようないろいろな事業をNEDOが中心となって進めているところです。

ただ、石炭の場合には、私が申し上げるまでもなく、いわゆるCO₂とか、NO_xとか、SO_xとか、そういう問題がございますので、クリーン・コール・テクノロジーということで、石炭を生産流通段階で高度に脱灰・脱硫をするというような、いわゆる燃焼技術分野、あるいは石炭の改質分野、あるいは熱分解分野ということに非常に一生懸命取り組んでおりまして、これからますますこういう技術を得ていくということが今後のエネルギー源の解決の一つの大きな意味ではないかというように考えております。

理事長 将来は、原子力に頼らざるをえない時代が来る事とは思っておりますけれど、いまは風当たりが強い状態で、一般市民の方々には新エネルギーについての関心が非常に強いわけですが、新エネルギーがいまのところやや力不足ということであり石油、天然ガスが枯渇してくれば、どうしても次には石炭を使用する事は現実的な話ですし、液体の炭化水素燃料はやはり石油がなくなってくるとすれば石炭液化が浮上する事もありうると考え

ますと私はNEDOがやっていらっしゃる技術開発に全面的に賛成なのです。林さんも大体同じようなお考えで……。

林 私は、こういう技術を持っているということがOPECの値上げの抑制に非常に大きな力を発揮するのではないかと思います。やはりこういう大きなプロジェクトは、国が真先になってやっていきませんと、民間に「やれ」と言われてもなかなか難しいと思いますので、いまの国の政策は極めて適切であるというように判断しております。

2. これからの新エネルギーを考える

理事長 どうもありがとうございます。

次は新エネルギーに話を移して伺いたいと思います。新エネルギーにはいろいろな種類がございますが、私は一般論としては新エネルギーも、値段が高いものは何とか安くしなければいけませんけれども、どうもあまり量的には一ヶ所でまとめて大規模には頼れないと思われます。しかしそれは、いまの原子力なり、あるいは石油なりに代わって大規模に使おうとするからそういうことになるのであって、おのおのの新エネルギーの特徴を活かした使い方をすればかなり使えるのではないかと思います。その辺いかがでございますでしょうか。

林 私も全く賛成でございまして、いわゆる地球温暖化問題とか環境問題、こういうものの解決の面から、やはりこの非化石エネルギーを使うウエートを高めていくということは非常に大事ではないかと思えます。これはいわゆる原子力、それから太陽光発電をはじめとする新エネルギーとあるわけですが、なかなか値段の問題で非常に難しい段階に差し

かかっていると思うのです。

それで、これも私が申し上げるまでもなく、新エネルギー推進の中核機関でありますNEDOは、コストダウンと技術開発に向けて全力を挙げて取り組んでいるわけです。たとえば、太陽電池は開発の当初は電池のみでワット2万円ぐらいしたのですね。ところが、それが皆さんの努力によってワット600円ぐらいにまで下がってきましたので、やはりこれからコストダウンに向けて全力を挙げて取り組むことが普及の最大の解決策ではないかと思います。

それから、特に燃料電池は実用化間近ではないかというように思われるわけで、原子力は原子力としての大量発生エネルギー源として、それから太陽光発電をはじめとする新エネルギーは、いわゆる分散型電源としてのメリットを発揮して、ベストミックスということが私は非常に大事ではないかと思います。やはり、新エネルギーを過大に評価をしてもいけないし、過小評価をしてもいけないのであって、お互いに原子力と新エネルギーのそのいい点を発揮し合って、地球環境の問題の改善その他に貢献をしていくことが私は非常に必要なのではなからうかと思っています。

理事長 後でまたお伺いいたしますけれども、大規模な発電所を立地する土地の確保が大変難しくなっています。

そして、また、東京、大阪、名古屋のような電気の大消費地へ電気を送り込む送電線を設備するのが次第に難しくなっているように聞いていますが、需要に見合った送電を遠方から行うのが難しくなっているということになりますと、大都市というのは、そういった特殊の立場を考えてやっていかなけ



山本 寛

(財)エネルギー総合工学研究所理事長)

ればいけないのではないかと思います。そうすると、いまお話になりました各種の小規模発電設備を適切に都市の中に設置して分散電源として使うこと、これについては電力会社も真剣に考えておられるわけでございましょうが、しかし、一方考えてみますと、各家庭の屋根に太陽光発電の設備が上がりまして小規模の発電所が沢山にできるわけですね。それは電力会社としても大変厄介なものを背負い込むことになるわけですが、これはやむを得ないことでしょうか。

林 これについては電力会社も諸手を挙げて太陽光発電の研究開発を導入し全力を挙げてやっているところでして、その姿勢というのは非常に結構ではないかと思うのです。しかし、さきほどお話がありましたように、太陽光発電は大量なエネルギー発生にあまり向かないわけですから、やはり需要家に密着したこの分散エネルギーという形でその特質を伸ばしていただいくことがあるいは必要ではないかと思います。

考えようによっては、こういう分散型のエネルギーというのは、電力会社にとっては望ましいことではないかもしれませんが、しか

し、これは大局的な見地に立っていただいて、やはり地球環境問題、その他の問題から、積極的に進めていただくことが、私は、全体のエネルギーの推進につながることでもあるし、電力会社の姿勢を正當に評価していただけることになるのではないかと思いますので、いまの電力各社が積極的にこのような新エネルギーに取り組んでいるよという姿勢を示しておられるということは非常に結構なことではないかと思っております。

理事長 太陽光発電に比べますと、燃料電池も含めたコゼネレーションというのはウエイトが大きく50キロワットないし100キロワットを超すとか、もっと大きいのは500キロワットとか、1,000キロワットもありますから電力会社としては、家庭の屋根の上での発電よりこのほうが扱いやすいと思います。やはりこういうものが入ってくることを電力としては考えておられるのでしょうか。

林 私もそう思います。申し上げるまでもなく、原子力発電所というのは非常に限定されたところに大容量のものを建設することになります。その場合送電コストというものはバカにならないのではないかと思います。したがって、地域に密接したところに、仮に太陽光発電は容量は小さいかもしれませんが、「塵も積もれば山となる」という言葉もごさいますように先程先生がおっしゃった、燃料電池ではこれは大阪のプラザホテルで200キロワットの燃料電池を設置し良好な運転実績をあげておりますし、また、六甲アイランドその他でも成功しております。そういうものが渾然一体となって電力を供給することは非常に私はいいことではないかと思うのです。

理事長 値段が安くなってくれば言うことはないのですけれども、まだどうしても値段が高いところに問題がありますが……。

それで、エネルギーの需要と供給ということを考えますと、やはり需要に見合った供給を行うというのはかなりの努力が要ることかもしれませんので、われわれの生活そのものについてもいろいろ考えていかなければいけないと思うのです。これは皆さん、ライフスタイルのあり方を考えようとか、あるいは貴重な資源をもっとリサイクルしようとか、いろいろ云っておられるのですけれども、それはなかなか言うは易く、行うのは難いわけですが、これをしっかりやらなければならぬのは当然のこととしてもその辺のところをどうお見通しでございましょうか。

林 なかなか難しい問題なのですけれども、私もエネルギー問題に関係して50年間取り組んでまいったわけですが、地球環境とエネルギー問題がこれほど密接に重要な問題として取り上げられたのは最近のことなのです。したがって、企業であるとか生活者、あるいは行政等の主体が、それぞれの生き方について環境への配慮を徹底するということが非常に必要になるのではないかと思います。

そのためにはライフスタイルの変換が重要なのですが、しかしながら、やはりこれが言うは易く、行うのは難い」と先生がおっしゃった通りで、仲々難しいと思います。やはり、われわれの使っているエネルギーというのは非常に貴重なエネルギーで大変な努力をして、電力会社その他がつくり上げているのだということを徹底していただいて、そういうことを十分認識してエネルギーの効率的な消費に協力をしていただくということが必要な

のではないかと思います。

そのためには、省エネルギーを積極的に進めていかなければならないわけですが、これは平成5年8月に省エネルギー法が制定されまして、総合的に進めるために必要な措置、たとえば、工場等において省エネルギーの努力が十分に顕著であるというような場合には、国が低金利の融資、減税であるとか、そういう支援措置を打ち出しておりますので、国と一般の国民とが一体となって意識の改革をして、いわゆるライフスタイルの変換に取り組む必要があるのではないかと思います。

理事長 それは、省エネルギーと申しますか……。広い意味では省エネルギーに入るわけですね。

電力の場合によく言われますように、有効にエネルギーとして使われているのは、供給



されているものの約4割で、残りの約6割は熱として捨てられている。最近では、その利用効率を上げるために、ガスタービンと組み合わせたコンバインドサイクル方式ができ、効率がだんだん上がってきて、そのうち50%ぐらいにいくのではないかと思います。もうそれ以上の、いま捨てられているエネル

ギーの回収利用というのは難しゅうございましょうね。

林 そう思いますね。石炭ガス化複合発電でも総合効率が43%で、いままでわれわれの火力発電所の熱効率が大体40%ですから、3%ぐらい上がったわけですが、さらに進めても、なかなかこの熱効率の向上というのはいろいろな面で難しい技術の問題もございします。しかし、熱効率を上げることによって、キロワットアワー当たりの炭酸ガスの量というのは減るわけですから、やはり一生懸命取り組まなければいけないことですが、なかなかそう一朝一夕には……。これはもう先生のご専門で、ご存知のことなわけですけれども、なかなか難しいのではないかと思いますね。

理事長 この頃、河川のある程度利用できる温度のある水からエネルギーを回収して使うとか、ずいぶんいろいろなことが出てまいっておりますが、これはやはりかなり実際にはやられていくものも出てくると思うのですが、昔ではちょっと考えられなかったことが……。

林 ほんとうですね。あれは東京電力さんでも、大々的に隅田川でやっているようだし、それから中部電力でも、堀川の排熱を利用してその回収に取り組んでいるようだし、ほんとうにひと昔前までは考えられないようなことが続々と実用化されてきますので、努力は続けていく必要があると思います。

理事長 まあ熱の消費地が隣に続いているところであればこれはできるわけですが、大きな発電所での排熱回収利用というのはちょっと難しいでしょうね。何かいいお考えでもあればまた一つお教えを願ひまして。

林 なかなかこれは難しゅうございますね。

3. これからの原子力を考える

理事長 それでは今度は原子力のことについてお聞かせいただければと思います。私も原子力の事は若干のことは知っているつもりで、日本の原子力は非常にうまくいっていると思っているのですが、このような考え方でよろしいのでしょうか。世界から見ると、日本は「うまくやっている」と言っているけれども、世界のほかの国では批判をしているところもあるかもしれませんが、その辺はどうでございましょうか。

林 私が申し上げるまでもなく、平成5年9月末で、現在運転中の原子力発電機が45基、3,736万キロワットでありまして、建設中とか建設準備を含めると53基で約4,600万キロワットになっているわけです。これは総発電電力の30%でして、しかも設備の利用率が74.2%という、世界で最も高い水準にあります。

この原子力発電を日本が採用した当初におきましてはいろいろな故障が頻発いたしまして、それを一つ一つ血の滲むような努力を重ねて今日のようなハイレベルの原子力発電になってきて、世界に誇る原子力発電の運転状況になったわけです。経済性を見ましても、原子力発電が10円ちょっと、石油火力発電が12円弱というようなことで、この原子力発電の長期安定性というのは私は当分続くのではないかと思います。

しかも、政府と電気事業者とがメーカーの協力を得て、自主技術により信頼性とか稼働率の向上に努めて参りました。即ち改良標準化を1次から3次まで取り組んでおりまして、これは先生もよくご存知のように、これ

の成果を踏まえて、日本型軽水炉の確立ということで、ABWR、APWRの開発が進められて、東京電力の柏崎・刈羽原子力発電所の6、7号機にこのABWRを採用するということになってきたわけです。

今後、原子力発電についてわれわれは、経験の蓄積——いままでも長い間経験を積んできたわけですが、これを積極的に活用して、それから安全性の原則の再確認を最重点として、故障・トラブル対策の高度化とか、ヒューマンファクター対策の高度化、安全設計の高度化、こういう性能の追究に全力を挙げて取り組んでいきたいと思っておりますので、チェルノブイリのような、あのような世界を震撼させるような事故というのは日本では絶対に起きないということを確信しておりますし、かなり長期にわたって軽水炉時代というのは続いていくのではないかと考えております。

理事長 原子力発電所の新規のサイトを求めるというのは大変難しいということを電力会社は言っていらっしゃるわけで、それはよく分かるのですが、考えてみますとすでに原子炉があるところのサイトには増設が進んでいるわけです。と申しますのは、すでに原子炉があるところの地域では、地域住民はそこに増設することに対して大きな抵抗を示していないということで、原子力発電所の存在をもう認めているというか、一緒に付き合ってみて、これは安心だと思っているのではないかと思います。その辺はいかがなものでございましょう。

林 ほんとうにおっしゃったとおりだと思います。それで、なかなか新規立地地点を求めることが難しいのですが、地点によっては明

るい兆しが見えてきました。われわれとしては新しい地点の開発に全力を挙げて取り組まなければいけないと思います。全体として考えますと、おっしゃられたように、増設はいいけれども、新規地点の立地が初期段階で非常に難航しているというのが現状でして、そのためには、原子力の必要性とか、安全性とか、こういうもののご理解をいただく必要があるのではないかと思いますし、われわれも含めて、やはりそういうような努力をいま、なお一層行う必要があるのではないかと思いますのです。

安全性については、やはり既設の原子力発電所の安全運転というのは地道に積み重ねていくことが一番大事でして、地元のご理解を得るためにも大変重要なことではないかと思うのです。

それで、地元のニーズに応じていくということも今後必要ではないかと思うのですが、いわゆる地域共生型発電所、これを実現することこそが地元のご理解を得るための必要条件ではないかと思うのですね。

それでは、地域共生型発電所というのは具体的にどういうものかということですが、いわゆる発電所から出ます排熱を利用するか、あるいは人の雇用の問題であるとか、そういうものを積極的に地元にご説明をして、地域と共存共栄をしていくということが必要ではないかと思います。

これについては、従来から国の支援も非常にいただいているわけでありですけど、やはり、増設はよくて新設は非常に難航しているということでは、今後の増大する電力需要をととてもまかない切れませんので、全力を挙げて新規地点の開発に取り組んでいかなければ

ならないということを痛感しているわけです。

それで、電源開発調整審議会で電源立地を「国を挙げて支援すべきプロジェクト」というように位置づけていただきまして、平成5年6月に総合エネルギー対策推進閣僚会議で最重要対策電源といたしまして珠洲の1、2号を指定していただきましたし、また東通、それから女川、志賀の3地点で基数の追加が行われまして、こういう新しい新規地点の指定は昭和61年以来のことであるというように私は承知をいたしております。やはり官民一体となって取り組んでいきませんと地球環境のためにも、西暦2010年には7,250万キロワットというような原子力目標を掲げておりますので、これの達成のためにも全力を挙げていきたいというように思っているところです。

理事長 まあ、できれば紀伊半島の東側、西側それは中部電力と関西電力ですが、このどこかにできるとよろしいんですけどもね。立地問題が少しやりやすくなってくれば、情勢も全く変わってくると思うのですけれども。

林 そうですね。これはわれわれも念願するところでして、また皆さん方のお力添えを賜って一生懸命やりたいと思っております。

理事長 しかし、これは考えてみますと、何も原子力発電所に限らずで、石炭火力発電所であっても、地元の反対は、新しくつくるとなるといって大きいわけですからね。

林 私も中部電力でいろいろな困難な立地になずっと関わってきたのですが、とにかく一つの地点に発電所を建設するためには20年、30年という非常に長い期間がかかるようになりまして、おっしゃったように、原子力発電所

のみならず、普通の火力発電所でも大変な期間がかかります。やはりそのためには、エネルギーの重要性ということを地元の方々にご認識をいただくというのがまず先決ではないかと思うのです。

理事長 日本の場合はこれから人口がどれぐらいの伸び率で増えてゆくかは知りませんが——そのうちピークが来るとかいう話ですが——やはり人口が増えますとどうしてもエネルギーが必要ですからね。

林 西暦2050年には、ある試算では世界の人口は100億を突破するだろうと言ってますので、これはやはりそれだけの膨大な人口を養うための電力というのは極めて大きくなるわけですね。

理事長 いまおっしゃったのは世界人口ですが、日本の場合も1億3,000万人ぐらいのところでは山があるのかどうか知りませんが、しかし、人口の都市集中がありますと、先程のお話のとおり、発電所ができて遠隔地から電気を運んでこなければいけないわけですね。これはやはり大変な仕事でございますから、やはり分散型の、都会に密着した燃料電池とか太陽光発電とか、そういうものと、それから原子力との融和というのは非常に必要になってくるのではないかと思います。

もう一つ、非常に大切と思うのは、負荷平準化と申しますか、昼と夜の需要の差、あれはやはり非常に大きな問題でございますね。

林 これもNEDOで十分力を入れて、九州電力の鹿児島の変電所でやっているようですが、ああいうものが積み重なっていけば、電力のピークのカットには有効な手段だと思います。

理事長 それだけ、余計な設備を投資しなく

てもいいということになるわけですね。

それでは、ここで人材確保について少し伺わせて頂きます。この頃、大学では原子力に限らず、工学方面への希望者が少なくなっておりまして、その中でもまた原子力の希望者が少ないようですが、そのほかにもやはり原子力関係の発電所で働く人たちの確保についても従事者の、年齢が年々上がってくるわけですのでございますから、現に原子力産業会議などでも一生懸命考えておられるようですし、各電力会社でも非常な関心事であるのではないかと思います。

林 原子力発電所といいますと、いわゆる放射線によって非常に危ないのではないかなというようなイメージがつきまとっているわけですが、これは私は現実とは非常に大きくかけ離れているのではないかと思います。そのためにこういう悪いイメージを打破していただくためには、現場をまず見てもらうことが必要ではないかと思うのです。聞きますと、原子力文化振興財団が、原子力発電所を希望する学生を現場に案内して見てもらうという計画があるようですけれども、まことに時宜を得た計画ではないかと思っております。

私は、電力会社に40年奉職いたしまして、その間、一貫して送変電、それから発電設備を手がけてきたわけですが、いまでも現場にまわりまして、自分が昔手がけた設備を見ることによって、自分が技術者としてよかったなという誇りを痛感しているわけです。どんな仕事でも立派な価値ある仕事ではありますけれど、こういう物をつくり上げる喜びというものは何物にも変えがたい、非常に貴重な喜びではないかと思っておりますので、原子力に対する誤ったイメージをぜひ捨ててい

ただいて、これからの日本の国のエネルギーを救う原子力の分野に進んで携わっていただくことを心から希望するわけです。

理事長 やはり、何はともあれ、どういう仕事なのかということを見てもらわないと。これが一番ですね。

林 ええ。見ていただくことが先決ではないかと思います。

理事長 それから、東京に出て来るばかりが能ではありませんので、それぞれの地元で働いていただくことも大事なことだと思いますね。

4. 高レベル事業推進準備会について

理事長 最後に、廃棄物のことになりますが、高レベル事業推進準備会というのは、いまだんなことをやっていらっしゃるんでございましょうか。

林 これは、使用済燃料の再処理をしまして出てきます廃棄物の処理・処分を確立するということは、原子力にとって最後に残された非常に重要な問題ではないかと私は思います。特に、高レベルの廃棄物をきちんと始末をするということが非常に大事でありまして、そのために高レベル事業推進準備会というものが昨年5月に発足したわけです。

これは、実は私が動燃事業団の理事長時代に痛感をしたのですけれども、いわゆる高レベルの地下研究施設で大変な苦勞をいたしまして、やはりこういう重要な事業を推進するためには一特殊法人ではとてもできるものではないので、国と電力会社、それから研究機関、こういうものが一体となってやらなければいけないということを非常に痛感して、関係の皆様方にもそのことを申し上げてきたわ

けですが、平成3年10月に科学技術庁、通商産業省、動燃事業団、電気事業連合会の4者で高レベル放射性廃棄物対策推進協議会というのが設置されまして、高レベル廃棄物を今後どういように対処するかということを国と電力と一体になって検討してきたわけであります。

そのためには、事業の準備を円滑に進めるためにやはり一つの事業体が要るだろうということで、先程申し上げた高レベル事業推進準備会というのが昨年5月に設立されたわけですね。

これは現在、私が会長を仰せつかっておりますが、私以下12名でございまして、どういようことをやるのかということなのですが、高レベルの事業化計画に関する事項、それから実施主体をどういう形でつくるのか、その業務内容はどういようことか、それから、一体この事業資金はどのくらいかかるのか、国が関与するための法律をきちんとする必要があるのではないか、それから広報——何といってもこれは広報が大事でありますので——こういうものを西暦2000年をめどにこの準備会でやれと、こういうことでできたわけです。

実は先般、私はヨーロッパ各国を回ってきたのですが、ヨーロッパ各国でも非常に真剣になってこの問題に取り組んでおりまして、やはりこういう大事業を遂行するためには国際協力ということが欠かせないのではないかとということを痛感いたしました。

日本で高レベルに関して一番豊富な知識を持っておりますのは動燃事業団でありまして、動燃事業団の仕事は地下研究施設をつくっていただくこと。これによって、安全性とか、きちんとやっているのだなということ

を国民の皆さんにご理解を得て、それから立地に取りかかっていくことが筋ではないかと思うのですが、われわれの準備会は立地業務はいたしません。立地までの準備機関ということで、さきほど申し上げた五つの点を地道に積み上げて、悔いのない高レベルの処理事業につなげたいと、こういうことでやっております。

理事長 西暦2000年というのは目前というこ

とでございますね。

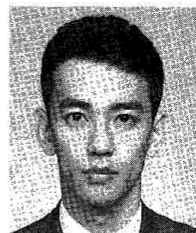
林 5年、6年などはまたたく間に過ぎますから、全力を挙げて2000年までに与えられた仕事をやり遂げたいと思っております。

理事長 そうでございますね。ほんとうに大変でいらっしゃると思いますが、これからもどうかよろしく願いいたします。本日は大変ありがとうございました。(1994. 2. 7)

総合エネルギー調査会総合部会基本政策 小委員会中間報告について

～強靱かつ、しなやかなエネルギー・ビジョン～

渕 上 善 弘[※]



はじめに

通商産業大臣の諮問機関である総合エネルギー調査会の総合部会基本政策小委員会（委員長：生田豊朗財団法人日本エネルギー経済研究所理事長）は、平成5年12月1日に、今後のエネルギー供給体制に関する中間報告をとりまとめた。同小委員会は、最近の我が国のエネルギーを取り巻く状況の変化を念頭に置いて、今後のエネルギー政策のあるべき姿を改めて検証することが必要であるとの認識の下、同年9月に新たに設置されたものであるが、小委員会では、エネルギー需給安定化対策のあり方、エネルギー供給体制に係る規制のあり方の2つの視点について検討を行った。

本中間報告は、石油危機後20年間のエネルギー政策の再検証という性格のものであり、エネルギーの安定供給、エネルギーの効率的供給、地球環境問題への対応という要請に応えるためのエネルギー政策の課題として、①エネルギー需給安定化を目指した包括的取り組み、②セキュリティ向上と地球環境問題への対応を目指したエネルギー政策の国際的展開、③一層の効率性を目指したエネルギー供給体制の柔軟化を挙げている。

以下に、中間報告の概要を御紹介する。

第1章. エネルギー需給をとりまく情勢の 分析

1. 総論（エネルギーをめぐるリスクの性格 の変化）

エネルギー需給をめぐるのは、従来、石油、中東地域に係る不安定要因が念頭に置かれ、これに対応した取り組みが需給安定対策の中核であり続けてきたが、今後も、石油、中東地域についての不透明要因は残り、予断を許さないものの、以下のような新たなリスクの重要性が増してきている。

第1に、冷戦後の国際情勢を踏まえると、世界の紛争地図について、従来とは異なる不確定要因が増し、中東以外の地域についても注意深い配慮が必要となっている点である。第2に、石油以外の化石エネルギーについても、安定供給上の懸念材料（供給インフラ整備の遅れ、開発の困難化等）が増大している点である。第3に、原子力について、旧ソ連における核管理、発展途上国において増大しつつある原子力発電の安全性、核不拡散政策に対する国際的な関心の高まりといった、我が国の原子力政策に影響を及ぼし得る国際的ファクターの重要性が増大している点であ

※ 通商産業省資源エネルギー庁 長官官房企画調査課

る。第4に、地球環境問題への対応が、エネルギー需給にとって、現在におけるよりもさらに重要な制約的要因となり得る潜在的可能性が存在する点である。

今後の政策展開に当たっては、このようなリスクの性格の変化や新たな課題を考慮していく必要があるが、中長期的なエネルギー需

給逼迫化、特に需要の急増が、日本を取りまくアジア・太平洋地域において顕著となる見込みであるということも同時に考慮する必要がある。

2. 国際エネルギー情勢

冷戦の終結に伴い、現在、国際政治情勢が

表1 エネルギー供給国の政治及び経済情勢の概要

	中 東	ロ シ ア	ア ジ ア																								
これまでの状況	(1)構造的に抱える要因 ①国境設定の経緯 ②複雑な民族・部族構成 ③宗教の対立が政治的対立に直結 (2)東西冷戦構造を背景とした要因 米ソ2大勢力の中東戦略が同地域の軍事的バランスを左右 (3)これまでの地域紛争 ①第1次～第4次中東戦争 アラブ諸国対イスラエル。 石油戦略の発動。 ②イラン・イラク戦争 イランのイスラム原理主義対イラクの「アラブ盟主」への野心。石油積み出し施設、タンカーへの攻撃、ホルムズ海峡封鎖への懸念 ③アラブ強硬派諸国の西側寄り軌道修正 エジプト、シリアの路線変更により、イラクが次第に孤立	(1)旧ソ連ブロックにエネルギー供給を行うことにより、域内の政治的・軍事的結束強化に貢献 (2)西欧に対してもパイプラインにより天然ガスを供給 (独・仏・独・フィンランドはロシア依存度高い) これまで旧ソ連は天然ガスを政治的武器として使用した例は無い (3)エネルギーに関して、我が国とはこれまで関係はほとんどなし	(1)長期政権下における経済成長 各国の成長率 (%) <table><tr><td></td><td>88</td><td>89</td><td>90</td><td>91</td><td>92</td></tr><tr><td>インドネシア (GDP)</td><td>5.7</td><td>7.4</td><td>7.4</td><td>6.6</td><td>5.5</td></tr><tr><td>マレーシア (GDP)</td><td>8.7</td><td>8.5</td><td>9.8</td><td>8.8</td><td>8.0</td></tr><tr><td>中国 (GNP)</td><td>1.2</td><td>3.9</td><td>5.0</td><td>7.0</td><td>12.8</td></tr></table> (2)構造的諸問題 ・貧富の差 ・債務増 ・民族間融和 ・民主化運動 (天安門事件等)		88	89	90	91	92	インドネシア (GDP)	5.7	7.4	7.4	6.6	5.5	マレーシア (GDP)	8.7	8.5	9.8	8.8	8.0	中国 (GNP)	1.2	3.9	5.0	7.0	12.8
	88	89	90	91	92																						
インドネシア (GDP)	5.7	7.4	7.4	6.6	5.5																						
マレーシア (GDP)	8.7	8.5	9.8	8.8	8.0																						
中国 (GNP)	1.2	3.9	5.0	7.0	12.8																						
近年の変化要因	(1)冷戦構造の終焉と中東パワーバランスの変化 湾岸戦争を経て、同地域における米国の軍事的プレゼンスが拡大 米国の中東政策に係る自由度が拡大 (中東和平プロセス進展) イラン脅威論、軍事支出の増大、等 (2)国内事情の変化 貧富の差の拡大 国内経済の不振 イスラム原理主義の台頭 国民の政治意識の高まり、等	(1)旧ソ連崩壊による情勢変化 イデオロギー対立の解消 ただし、政治的不安定、共和国間対立・民族対立、経済混乱が顕在化し、エネルギーセクターにも影響 (2)エネルギーセクターの動向 資機材の不足、経済悪化等によりエネルギーの生産は低下。一方有力な外貨収入源として、旧ソ連共和国より旧ソ連以外の東欧・西側諸国への輸出が増大 中長期的なエネルギー生産の拡大には外国投資の拡大が不可欠	(1)政治情勢 後継体制の不透明 (2)経済情勢 外国投資が大幅に増加し、各国の経済成長は引き続き高水準で進展 (3)国内の諸課題 貧富の差、インフレーション、国際収支悪化、環境問題 等 (4)冷戦構造の終焉 東南アジアの安全保障体制の見直しが必要 (南沙諸島問題、米国の外交政策の転換)																								
今後の展望	(1)意図的供給途絶の可能性は減少 (2)一方、地域紛争、国家間紛争の可能性は逆に高まりつつある (3)「偶発的かつ中規模」な供給途絶の可能性 (4)エネルギー供給地域として世界に占めるウェイトは一層高まる見込み。我が国のエネルギー安全保障上より重要な地域に	(1)旧ソ連における石油生産の減退は中東依存度を高めることとなる (2)我が国にとって将来重要なエネルギー供給源となる可能性 ・意図的供給停止の可能性なし ・外貨獲得のための西側諸国への輸出意欲大 ・外国投資誘致意欲大 (3)ただし、国内面、あるいは共和国間に不透明要因	(1)短期的にはエネルギー供給に与える切迫した危険性は小さい (2)中長期的国内課題の存在 (3)冷戦構造の終焉により、アジア地域での政治、軍事的安定の大きな要因であった米国のプレゼンスが低下 (4)中国の覇権の動きによるパワーバランスへの影響 (5)エネルギー供給面の役割が減退する一方、エネルギー需要が大幅増大の見込み																								

出典：資源エネルギー庁

流動化しているが、今後は、民族、宗教、国内問題等に起因する偶発的な地域紛争等が、エネルギー供給障害をもたらす可能性がある。このような事態が発生する可能性は、中東地域に限定されてなく、その他のエネルギー供給地域についても不透明要因が存在する。

3. 国内エネルギー情勢

需要面は、民生・運輸部門を中心として、「石油代替エネルギーの供給目標」を上回るエネルギー消費の伸びとなっている。一方供給面は、第1次石油危機以降、石油依存度は約20%低下し、その分天然ガスと原子力が増加したが、供給目標の達成のためにも、今後とも新エネルギーと原子力の一層の推進が必要である。

石油製品の動向としては、原油の重質化ともあいまって、二次精製設備の導入が十分に進まない場合、国内市場の需要面と供給面における石油製品のバランスにミスマッチが生じる可能性（C重油ネック）がある。

電力の動向としては、今後とも需要の拡大が見込まれるが、新規電源開発のリードタイムの長期化、電源の遠隔地化が進行している。

ガスの動向としては、需要の産業用・業務用エネルギーへシフトしており、LNG導入の進展により、地域限定的な供給形態から、広域的な供給形態の形成が進展している。

第Ⅱ章. 今後のエネルギー政策の基本的方向

1. エネルギー政策に対する要請

今後の我が国のエネルギー政策に対しては、①エネルギー需給の安定、②エネルギーの効率的供給、市場原理の重視、③地球環境

問題への対応、という3つの要請を達成できるような、総合的、整合的なエネルギー政策の展開が求められている。

2. エネルギー需給安定化を目指した包括的取り組み

(1)基本的考え方

今後は、石油以外のエネルギー、中東以外の地域が抱える課題をも念頭に置いて、複眼的視点に立った、総合的・包括的なエネルギーセキュリティ対策が必要である。

(2)化石エネルギーの安定供給対策

- ① 石油安定供給対策：備蓄、自主開発、中東産油国との連携強化
- ② LPG安定供給対策：国家備蓄基地建設の早期着手が必要
- ③ LNG安定供給対策：新規LNG開発プロジェクトに係るリスク軽減を図るための公的措置を検討、LNG供給中断に備えた、電源のベストミックスの構築、代替天然ガス製造設備の保有、業界間相互融通スキームの検討（石油審議会開発部会）
- ④ 石炭安定供給対策：アジア太平洋地域における石炭供給力拡大へ向けた協力、クリーン・コール・テクノロジーに係る国際協力の幅広い展開が必要（総合エネルギー調査会石炭部会）

(3)非化石エネルギーの開発導入策

- ① 原子力開発導入策：原子力発電の安全確保対策、プルトニウム利用のあり方、周辺国への原子力協力等の考え方等につき、内外の情勢変化を踏まえ、検討を行うことが必要（総合エネルギー調査会原子力部会）

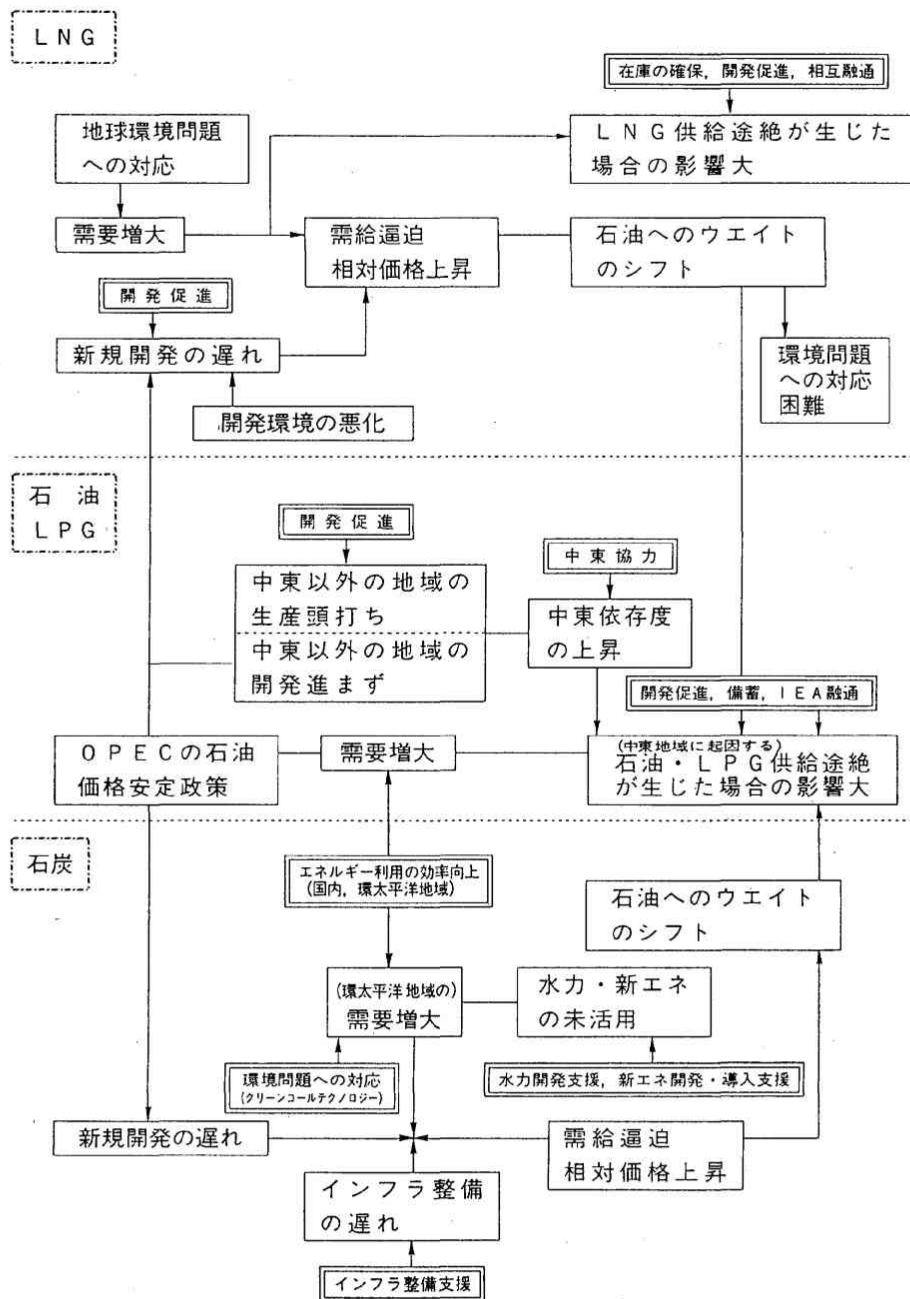


図1 エネルギー安定供給対策の考え方
(石油, LPG, LNG, 石炭関連)

- ② 新エネルギー開発導入策：太陽光発電，太陽熱利用，CNG自動車等については，普及シナリオの策定及びコスト高等の導入制約打開に向けた政策的対応が必要（総合エネルギー調査会石油代替エネルギー部会）
- ③ 水力・地熱開発導入策：クリーンなエネルギーであり，純国産で極めて高い供給安定性を有することから重要なベース電源として，今後とも着実な開発を進めることが重要
- ④ 省エネルギー政策：今後は，民生・運輸部門の省エネ対策の充実，社会システムからのアプローチが重要であり，サマータイム制度の早期導入へ向けた検討が必要

3. セキュリティ向上と地球環境問題への対応を目指したエネルギー政策の国際的展開

(1) 基本的考え方

国際エネルギー需給の安定確保（エネルギー安全保障），地球環境問題への対応は，もはや我が国一國で完結しうるものではないとの理解に立ち，エネルギー政策の国際的展開を重要な政策体系として位置付けることが必要である。

また，今後のエネルギー政策の国際的展開のあり方について，ODAの活用，政策対話の推進，国際的フォーラムの活用，エネルギー産業の国際的展開等の観点を含め，具体的な方策についてさらに検討を進めることが必要である。（総合エネルギー調査会国際問題小委員会等）

(2) 地域別の重点課題

- ① 先進国間協力：IEAの場における協力範囲の拡充（TREE構想等）
- ② 中東産油国との協力：
 - ・ 中長期的な中東依存度の高まりの見込みの下で，石油以外の分野も含めた，対中東投資促進等の幅広い協力を実施
- ③ アジア太平洋地域との協力：
 - ・ 域内のエネルギー効率の改善，新エネルギー等非化石エネルギーの開発，クリーン・コール・テクノロジーの普及等に係る協力の実施
 - ・ APECを，エネルギー政策協調を行う場へと発展させることを目指した議論喚起（いわば「アジア太平洋エネルギー協調構想」という性格のもの）

4. 一層の効率性を目指したエネルギー供給体制の柔軟化

(1) 柔軟化の基本的考え方

エネルギーの安定供給等の観点から行われている現行規制については，平時については市場原理に委ねることを原則とし，緊急時対応のための必要最低限の規制との考え方を明確にすることが必要である。

また，自然独占に伴う弊害からの需要家の保護を目的として行われている規制については，技術革新の進展，規制を通じた需要家保護の必要性の度合い等を踏まえ，できる限り市場原理，競争原理を導入し，効率性の向上，消費者利益の増進を図ることが必要である。

(2) 石油製品供給体制における柔軟化

石油製品の国際市場は，原油市場に比べて規模が小さく，量的，価格的にみて不安定であり，緊急時には安定的な供給は困難になることが予想されるため，消費地精製方式は今

後とも石油製品の安定供給上重要な役割を果たすものと考えられる。

他方、石油製品（特にガソリン）について内外価格差が存在している状況を踏まえつつ、高品質な石油製品の安定的かつ効率的な供給への期待に応えるべく、現行の制度を見直し、石油産業の一層の効率化と市場原理の一層の貫徹を図っていくための制度的な枠組みを追求することが重要である。

以上の観点から、石油製品の安定供給と効率的供給の要請との適切なバランスをとった今後の石油製品供給のあり方について、近隣のアジア地域を含む海外市場との関係の中長期的なあり方をも視野に入れて、更に詳細な検討を行うことが必要である。（石油審議会石油部会）

（3）電力供給体制における柔軟化

電力需要の着実な増大の見込みに対応して、大規模電源の開発に引き続き努力することが必要であるが、大規模電源の開発については、リードタイムが長期化し、立地地点が遠隔地化する傾向にある。また、最近の円高の進展の中で、電気料金の内外価格差について指摘がなされているところである。

こうした中で、近年の技術開発の成果を背景として、廃棄物発電、コージェネレーション、産業用リパワリング、新エネルギー発電等の、エネルギーの効率的な利用等の要請に応え得る分散型電源が出現している。

こうした状況を踏まえ、発電部門における市場原理の導入という考え方に立ち、分散型電源の一層の導入を図るべく、電力会社への売電の推進にとどまらず、電力会社による託送、需要家への直接供給のあり方、保安技術の進展等を踏まえた保安規制のあり方も含

め、全体として効率的な電力供給システムが構築されるよう、幅広く検討を行うことが必要である。また、電力利用の効率化や負荷平準化の促進のため、料金制度面での対応の検討や蓄熱槽等の導入促進等必要な対策について取り組むことが必要である。（電気事業審議会）

（4）ガス供給体制における柔軟化

近年、技術革新を背景に、ガスコージェネレーション、ガス冷房、天然ガス自動車等、都市ガスの利用分野が拡大してきたが、その内訳として、従来の都市ガス需要の中心であった家庭用が5割を切り、産業・業務用需要（大口需要）が大幅に増大している。

しかしながら、現在のガス事業規制体系の下で、大口需要家の選択には限界があり、需要家の要請に適切に対応することが困難な面も生じている。このため、料金等の供給条件について、個々の需要を反映した適切な競争を可能とするよう、より柔軟な仕組みの形成に努めるとともに、一般ガス事業者あるいは一般ガス事業者以外の者による柔軟な大口ガス供給機会を創出するための供給体制の構築を検討することが必要である。（総合エネルギー調査会都市熱エネルギー部会）

おわりに

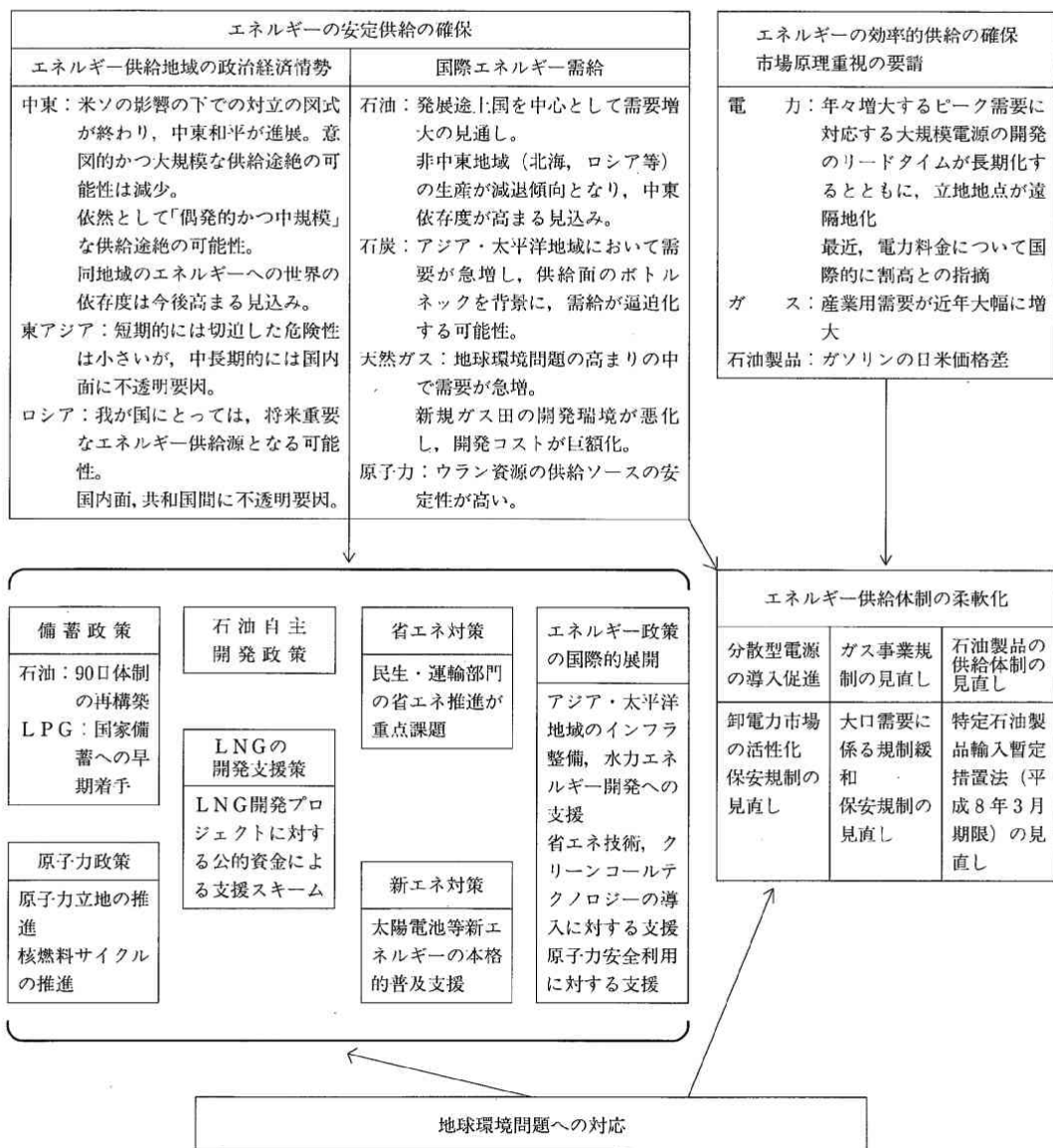
今回の中間報告により、石油危機後20年間のエネルギー政策の再検証を行い、エネルギー政策の今後の望ましい方向性が示されたわけであるが、今後は、中間報告で出された種々の課題について、関連審議会・関連部会等で専門的見地から検討を行うことが必要である。その際に、これらの課題の検討と並行して、総合エネルギー調査会で平成2年6月

に策定された「長期エネルギー需給見通し」についても、最近のエネルギー需給動向等を踏まえるとともに、中間報告で示された論点を踏まえ、改定の要否も含め再度検証すべき時期となっている。

このため、平成6年2月21日に、総合エ

ネルギー調査会総合部会基本政策小委員会を再開し、これを受けて、「長期エネルギー需給見通し」について、総合エネルギー調査会需給部会で3月から検証作業を行っているところである。

表2 エネルギー政策の課題と対応



エネルギー総合工学研究所

平成6年度事業計画の概要

(助)エネルギー総合工学研究所

本研究所は、エネルギーに関連する情報の収集、加工、提供およびプロジェクト調査研究を推進し、併せてエネルギー技術の普及啓発活動を進めることを基本方針とし、その事業活動の効率化を一層推進しつつ、平成6年度においては、次の各号の事業を行う。

1. エネルギーに係る科学技術に関する調査について

エネルギーに関連する各種情報を、国内および海外の諸機関との情報交流等を通じて広く収集し、技術的見地から区分、整理する。

- (1) エネルギー技術データベース基礎資料の情報収集・検索・処理
- (2) 地球環境基礎情報の収集

2. エネルギーの開発、供給、利用に係る科学技術資料・情報の分析法、評価法、体系化法の開発および応用に関する研究について

エネルギーの開発、供給、利用に係る科学技術資料・情報に関して、それらの分析、評価、体系化を行うための手法の開発研究を実施し、また、これら資料・情報の分析・評価、

動的な変動予測、相関性の評価、目的に応じた体系化などを行い、その利用価値の向上をはかることとする。

- (1) エネルギー技術データベースの体系化法の開発研究
- (2) 各種エネルギー・システムの技術的・経済的評価手法の開発研究

3. エネルギーの開発、供給、利用に係る技術上の基礎的事項に関する部門的、総合的な研究について

エネルギー新技術の萌芽の発見と将来展望、エネルギー技術要素の特性向上、安全性・信頼性の評価、エネルギー開発、供給、利用のための各種システムの評価研究、開発計画の立案と最適化など、部門的、総合的な技術的見地からの研究を行う。

- (1) 原子力に関する安全評価、ヒューマンファクター、PAに関する調査研究
- (2) 新エネルギー技術シーズに関する調査研究
- (3) エネルギー供給見通し等に関する調査研究
- (4) エネルギー変換システム等に関する調査研究

- (5) エネルギーと地球環境問題に関する調査研究

4. エネルギーの開発、供給、利用に係る技術上の応用的事項に関する専門的、総合的な研究について

刻々変化する社会的、経済的、技術的な多種多様な制約のもとで、エネルギーの開発、供給、利用に関して、安全性の確保を前提として、地球環境問題への対応を考慮しつつ、現実性のある最適なシステムを設計する。

さらに、これらの最適システムの設計研究の成果を具体的プロジェクトに応用する研究を行い、プラント設備や機器の開発に資する等専門的、総合的見地からの研究を行う。

〔原子力関係〕

- (1) 原子力開発利用政策に関する調査研究
 - ・原子力開発政策の支援システムの研究
 - ・海外の原子力開発政策の調査分析
- (2) 原子力多目的利用に関する調査研究（地域アメニティ構想等）
- (3) 新型原子炉の開発実用化等に関する調査研究
 - ・FBRの実用化に関する調査研究（新技術適用可能性）
 - ・軽水炉技術の洗練・高度化に関する調査研究
- (4) 核燃料サイクルに関する調査研究
 - ・プルトニウム利用に関する調査研究
 - ・使用済燃料管理システムに関する調査研究
- (5) 原子炉廃止措置および放射性廃棄物の処理・処分に関する調査研究
 - ・原子炉廃止措置実施の環境整備に関す

る調査研究

- ・日本型地層処分コンセプト研究
 - ・地層処分クライテリアの調査研究
 - ・放射性廃棄物基本情報資料の作成と伝達手法
 - ・超ウラン元素（TRU）廃棄物の処理処分対策に関する調査研究
- (6) 原子力リスク評価に関する調査研究
 - ・エネルギー源間の定量的リスク比較評価
 - ・確率論的安全評価（PSA）の利用に関する調査研究
 - (7) 原子力安全の社会科学研究および原子力分野における人材確保問題に関する調査研究
 - ・原子力に関する意識構造分析
 - ・原子力発電施設におけるセーフティカルチャ等の実証研究
 - (8) 原子力分野における数値シミュレーションに関する調査研究
 - ・プラントシミュレータ高度化研究
 - ・BWR熱水力挙動解析研究

〔化石燃料関係〕

- (9) 炭化水素系エネルギーに関する調査研究
 - ・非在来型天然ガスに関する調査研究
 - ・石油製品の合理的利用に関する調査研究
 - ・メタノールの製造・利用等に関する調査研究
 - ・低公害型自動車用燃料に関する調査研究
- (10) 石炭の利用技術に関する調査研究
- (11) 未来型製油所の在り方に関する調査研究

(12) 超重質油の利用技術に関する調査研究
〔新エネルギー・エネルギーシステム関係〕

(13) 自然・再生可能エネルギーに関する調査研究

(14) 省エネルギー技術に関する調査研究

(15) 電池およびその利用に関する調査研究

(16) 燃料電池に関する調査研究

(17) 負荷平準化・夜間電力有効利用に関する調査研究

(18) 電気自動車等代替エネルギー自動車に関する調査研究

(19) 廃棄物発電等未利用エネルギーの有効活用に関する調査研究

(20) メタノール発電に関する調査研究

(21) 次世代高効率火力発電技術に関する調査研究

(22) 水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術（WE-NET）に関する開発研究

(23) エネルギー変換プロセスにおけるエネルギー有効利用に関する調査研究

(24) 新水素エネルギーに関する実証研究

〔地球環境関係〕

(25) 炭酸ガス回収・処理システム評価等の地球環境技術に関する調査研究

(26) 環境調和型エネルギー・コミュニティに関する調査研究

(27) 地球規模からみたエネルギー需給構造の在り方に関する調査研究

(28) 低コスト酸性雨対策技術の開発評価

〔横断的研究〕

(29) 各種エネルギー間の競合に関する調査研究

(30) 各種エネルギー供給システムに関する総合的評価、ベストミックスの在り方に

関する調査研究

(31) 人口問題とエネルギー問題に関する解析、評価

5. 前三号の研究に係る試験について

新水素エネルギー実証ラボラトリーにおける実証試験を行うほか、前三号の研究に伴う電算機実験のほか、エネルギーの開発、供給、利用に資する材料、要素、機器等の試験も随時行うこととする。

6. 前各号の調査、研究、試験の成果に係る資料の作成、整備、提供について

前各号の事業で得られた成果のうちから、技術情報として有用度の高いものを目的に応じて速やかに編集し、利用者に提供する。さらに、これらの研究成果は出版、展示、講演会等により公表し、できるだけ広く利用に供することとする。

また、それぞれの目的に応じたエネルギーの開発、供給、利用に係る技術指導を行い、人材を養成するなどエネルギー技術に関する指導、普及、啓発に努めることとする。

(1) 技術情報の編集、整備、提供

(2) 定期刊行物の出版

(3) エネルギー技術普及講演会（エネルギー総合工学シンポジウム、月例研究会等）の開催

7. その他

エネルギーの開発、供給、利用の円滑な展開を図るためには官・学・民一体となった協

力体制を整え、効率的に機能させることが重要である。本研究所は、このような観点に立って、エネルギー技術上の諸問題について、各界の専門家による討論と情報交流を行う場を提供し、責任ある、しかも時宜に適した新しいエネルギー技術政策について提言を行うこととする。

また、エネルギー技術に関する国際協力の積極的な推進など、本研究所の趣旨にかなった諸事業を行うこととする。

- (1) エネルギー技術懇談会の設置および運営
- (2) 内外の関連研究機関との研究協力

セーフティ・サイエンス国際会議に 出席して

楠 野 貞 夫*



1. はじめに

「安全」(セーフティ)は我々の日常生活をはじめ、産業のあらゆる分野における重要な要件である。この反対語は「危険」であるが、これに関連して、「リスク」という言葉はかなりの日本人が日常的にも使用しているようである。

安全を維持する、あるいはリスクを回避するためには、その産業に特有な技術的対応(ハード)ばかりでなく、それに携わる人間によるミス対策もまた極めて重要である。この人間に関わる部分は、産業の違いを越えて人的因子や安全文化(セーフティー・カルチャー)の観点から共通の研究対象(セーフティー・サイエンス)として取り上げることができる。

また、一般に技術にはその利便と同時に何らかのリスクも伴うものである。与えられた利便に伴うリスクはどの程度までならば受け入れられるのか、すなわちリスクの受容性もまた一つの場合で検討すべき問題である。

セーフティ・サイエンス国際会議はこのような分野を「安全科学」という共通テーマとして認識し、取り組もうとするものである。この会議は第2回目である。

原子力では、社会的にその安全性が特に厳しく要求され、その結果として確率論的安全評価(PSA: Probabilistic Safety Assessment)という組織的で有効な手法が発達している。この手法を用いることによって、原子力発電によるリスクをできる限り小さくするための改良が行われている。

2. 会議の概要

[開催期間: 1993年11月21日~24日]

第1回はドイツのケルンで、今回はハンガリーの首都ブダペストで行われた。開催団体はThe World Conference on Safety Scienceである。副題は「生命、生産及び環境のための安全科学」となっている。

○参加者数: 402名(内、日本人は 11名)。日本人参加者の内訳は、鉄道関係6名、自動車メーカー1名、大学・研究所2名、プラントエンジニアリング関係2名であった。「安全目標」の研究でインタビューをしたことのある東日本鉄道の方だけが面識があった。

○会議言語: ハンガリー語、ドイツ語、英語。

○会議の構成: 4件の総合講演の他に、4件の個別分科会が併行して開かれた。四つの分科会のテーマは、以下のとおりである。

* (財)エネルギー総合工学研究所 副主席研究員

- A. 「人的リスク因子」
- B. 「リスク理論, リスク基準, および許容可能リスク」
- C. 「輸送分野における安全科学」
- D. 「エネルギー生産分野での安全の最適化」

各分科会には平均13件の口頭発表論文があり、この他にポスター発表もあった。

3. 主な発表内容

発表には、数行の簡単な要約が付いているものもあったが、それさえ無いものもかなりあった。また、OHPなど一切無しにドイツ語で論文を延々と読み上げるだけという講演もかなりあり、フォローの大変なものもあった。英語への同時通訳はプロによるものではなく、極めて聞き取りがたいものであった。従って下記の内容は私のメモをまとめたものであるから、誤解もあるかもしれないことを断っておく。ただし、発表内容に関しては、タイトルから判断するとは非聞いておきたい興味あるものばかりであったが。

まず総合講演から簡単にまとめる。

○エドワード・テラー

「ハンガリーにおける原子力発電」

E. テラーはハンガリー生まれの米国物理学者。ドイツの大学で学び、ゲッティンゲン、コペンハーゲン、ロンドンを経て、ナチスを逃れるように渡米。米国の水爆の生みの親として知られている。現在の所属はカリフォルニア大学ローレンスリバーモア国立研究所である。今回は里帰りであるが、魔法使いが持っていそうな大きな杖にすがって登場。他に二人の介添えが左右を支えないと足下がおぼ

つかない。マイクを叩いてこの種の技術のリスクについて話をするとの前置き。英語で少し話した後、自分はハンガリー語で考えるのと断ってハンガリー語に切り替えた。以下はその要約である。[] は著者注である。

東西対立の崩壊により秘密が減り、全面的な東西の協力が可能となった。原子力に関しては、安全性の誇張と放射能に対する恐怖がある。一般に進歩はある種の害をなすという恐れは疑問ではないか。確かに、環境破壊に関する初老の婦人 [レイチェル・カーソンのこと?] の本がある。他方、微量放射能は確かに有害ではないというユーリッヒの研究者もいる。日本の近藤宗平も全く同様の研究をした。放射線による消毒やガン治療は知られている。生物化学もまた農業への応用は進んでいる。

原子力発電に関しては、どんな種類の原子炉が良いのか、半世紀以上の研究をしてきた。第二次大戦中は運転中の原子炉はプルトニウムを生産し、良好に稼働した。チェルノブイリ型の原子炉はソ連以外では作られなかった [これは正確ではない]。チェルノブイリで起こったと同じ事故を既に我々は40年前に指摘していた。それは産業の事故ばかりではなく、人による事故でもあった。子どもを含めて大規模な放射能被害が起こった。しかし、もう一つの事故 TMI では、放射能は建物の中に保持された。

ダムでさえも有害である。これは新しい哲学である。何が有害なのか。ハンガリーでは第二世代の原子力発電プラント、既存の良い原子炉モデルであるが、パクス原子力発電所 [著者注: Paks-1~4。いずれもグロス電気出力46万kW。4基は1983~87年の間に次々と

運開した。加圧水型、軽水冷却、軽水減速 VVER-440, V-213] がある。これらは注意深く研究され、運転は優れている。バクス原子力発電所の能力を遅滞無く拡張し続けることが必要に思われる。現在のデザインを改良することは重要ではあるけれども、ハンガリーにおけるニーズと過去のハンガリー人の仕事の優秀性を考慮すれば、進歩への即積極的な意志決定が私にとっては最も高い優先度を持っているように思われる。

「原子炉は有害である」という流言があるが、ハンガリーでは低価格で原子力エネルギーを受け取ることができる。炭酸ガスも、二酸化硫黄も、NOX も出さない。私の心臓は弱く、そういうものには耐えられない。放射能は測定することができ、適切に食物のためにも使うことができる。

世界及びハンガリーの将来に対しては、新しい原子炉が必要である。それはどうあるべきか。それは安全で、いやもっと安全でなければならない。なぜか。起こりうる如何なる事故も防止し、かつフルプルーフが採用されなければならない。プルトニウムは核兵器に転用される。解決の可能性はある。原子炉のエネルギー密度はそれ程高くないものを。私は隔離された原子炉で土地とゆるく結合され、地震によって破壊されないものを想像している。将来は地下 100m に隔離された原子炉を。燃料にはトリウム-ウラン 233 系を採用する。ウラン 233 は第一級の核分裂性物質である。

世界全体にとって、誰によっても容易に理解することのできる明らかな安全は、最も重要なことである。将来のいくつかの安全手段は、地下に設けた小型炉によってもたらされ

る。これは電力の要求があるときには自動的に運転され、これによって人的エラーが除外される。一つのコメントであるが、小さな原子炉は大きなエネルギーを放出することはできない。放射能に関する研究を加速させよう。我々には、知識と研究とが必要だ。前進だ。注意深さと前進とのバランスである。

[なぜ、テラーがトリウムを持ち出したのか。偶然かもしれないが、11月27日のインターナショナル・ヘラルド・トリビューン紙の4頁には、CERN 所長のカルロ・リュビアが加速器によるトリウムからのウラン233生産を提案した記事があった。経済性は望めないし、技術的にも多難であるが。]

○アルバート・クールマン

「工業社界が安全科学から期待するもの」

アルバート・クールマンは本会議の議長。

微小周波数の電磁波、低レベルの放射能の安全因子は何か。生命は極めて技術的な機会に取り巻かれており、それをゼロにすることは不可能である。事故や環境に対する有害な影響。人間と投資されたシステムの関係。これらを解明するための適切な数学とユーザー志向の分析手法が必要である。それはリスクのリスク分析、主観的評価を行うものであり、信頼できる洗練された手法である。

ある適切な手法がチューリヒの大学で地域リスクマネジメントのために開発された。プロジェクトは1982年から始まり、1994年にはさらに洗練され単純化された利用者志向の国際的な基準に基づくものになるだろう。

デザインプロセスにおけるリスク因子を考えてみよう。デザイン技術は感情に基づく批判技術であり、今日では相対的リスク評価に

従う。経験を採用すれば、相互の知的発達
促進 (cross fertilization) を視覚化すること
ができる。人から独立するためには人にいか
に多く依存しているかを知る必要がある。人
の影響はいかに制限されるか。それは安全の
手段であり得るか。これを考えることはリス
ク低減のための古典的な方法である。

このほかに、社会における定量的リスク分
析が重要である。個人リスクを越えるものを
計算可能にする。最終的には、合理的な代替
案を見つけなければならない。原子炉の安全
性はコストにすれば回避された死亡に対して
10~20DM である。これに対してヘリコプタ
ーのリスクは一人の死亡に対して4千DM だ
る。このことから、後者のリスク限定コス
トははるかに大きい。

リスク評価の結果では、潜在的リスクもま
た重要である。ヨーロッパでは自動車によ
って5千人が死亡した。安全科学のチャネルは
多くの有用な経験を持っており、原子力から
他の分野への別の適用が考えられる。ただし、
データバンクの数が少ないことが問題である。
これは次の会議の主題になるであろう。

安全の他の分野として、人間に対する技術
の問題、すなわち両者の調和がある。それは、
Ergonomics (人間工学) である。しかし、そ
れは現在のところ貧弱な人間工学の装置であ
る。技術者はもっと人間について知るべきで
ある。より良い解決はより良く利用される。
そのためには、学際的なチェックリストが必
要である。心理学、社会学、等々のチェック
リストである。大きな産業システムはまだ適
切に考慮された技術を欠いている。人間との
調和と接点とを欠いている。オートメーショ
ンとは人間を自動化されたプロセスから疎外

するものである。このような問題に関して安
全科学者は行動することができる。

コスト有効性は次元の無いパラメータとし
て、またハザードは技術の発展で考慮される。

受容は問題である。主要な技術とともに、
人間の安全が減少しつつある。その受容性の
受容が問題である。それには調和が寄与する
ことが必要。学際的に理解可能な会話が求め
られる。ハザードという言葉がある。ハザード
は危険に対する生命の状態を意味する。これ
には人間としての基本的な要求、リスクを
除去しようとする努力がある。このような相
互の言葉を作ろうとすることが必要である。

原子力発電所はいかにしばしば有害な事象
を出したか。その確率が原子力発電所に対す
る基本的な見方になる。社会とはいかに技術
が共通の基盤を作ることができるかという複
雑な概念である。工業社会は死の自然原因よ
りも高いリスクを持っているだろう。鉱山は
技術的フィールドである。最近、理論的な値
を越えたリスクが問題になってきた。1980年
になって、大気汚染の問題が出てきた。ドイ
ツ環境省は工業プラントの有害な影響に直面
している。

技術的な受容について、安全の専門家は、
倫理的な挑戦が可能でなければならない。技
術から十分な利益を引き出しはしない。リス
クは避けることのできないものであり、個
人の要求、リスク低減に対する制約など、技
術プログラムの受容に関して挑戦しなければ
ならない。

○パル・ミヒエルベルガー

「技術者の新しい仕事としての安全科学」

講演者はブダペスト工業大学教授。

「防止は安全を作るためのより安価な道である。もしも、それは高価であると考えるならば、事故に遭うはめになる。」(オラフ・フリッシュ, ICAO)

科学とその境界を明確に定義することは決して容易な仕事ではない。

安全科学における最も重要な点は、それが理解しやすいもので、方法論的に統一され、組織立てられていることである。

1. 技術—リスク。安全科学の中心的な仕事は理解しやすいリスク理論を定式化することにある。リスク分析は技術的な手法及び定量的なリスク分析手法における中心的な役割を演じるべきである。

2. 人間の性質、行動。リスク分析においては、人間は損害の誘発者である。

3. 環境と生態学。人間の行動の有害な影響が地球規模で現れている。技術的なハザードが地球の問題になりつつある。小さいエリアにパワーと質量とが集中している。世界の危険にさらされている安全のリストを作ることは世界の新しいチャレンジである。

4. 技術者の責任。人間は創造したのか、破壊したのか？ 科学者は自分の発明の結果にどこまで責任があるのか？ 研究の境界はどこにあるのか？ 「安全」という概念は各時代、各社会において異なった要素を含んでいる。「安全」の概念の一部分はそれが適用され、また与えられた技術を用いる人間である。

リスク分析は財政と重大に関わっている。法的なアプローチとは各競争者は国際的な基準に従わねばならないということである。

(1) 技術。ゼロリスクはあり得ない。ダメジ、

リスク、ベネフィットが重要なパラメータである。リスク評価が重要である。機械の破損のリスクは、家庭内では命に関わる程ではないが、飛行機の場合には致命的である。装置の状態はモニタできる。これは異なる技術的挑戦である。

(2) 人間。ある技術的装置は専門家によって取り扱われてきた。

(3) 環境。経済的関心、炭酸ガス濃度、オゾン、危険な廃棄物などは不可逆過程によっては修復できない。我々は汚染の限界値が何であるかを知らない。生物の多様性、技術的責任、安全の政治的部分も研究対象である。

次に四つのセッションが同時に併行して開かれたが、出席できた部分について報告する。

セッションA. 「人的リスク因子」

議長はイエンス・ラスムッセン（リソー国立研究所、デンマーク）。

第一は、リスクには人的因子が70～20%あること。個々のチームワーク、リスクマネジメント等の問題に対して、この会議がどこまで役に立つか。第二は、人的安全因子。技術的システムと人間のシステムとの相互作用の問題。これには学際的研究が必要。

まとめとして、人間の特性を表すパラメータ、学際的研究、マネジメント過程の重要性が指摘された。

発表論文としては、マン・マシン・システムにおける人間行動に対する決定パラメータの可能性と限界を論じたものが2件あった。人間の認知の実験を行うことによって、閾値の問題、疲労に伴う反応の低下を測定した。

また、与えられた仕事に対する動機、仕事量、情報などの関係も検討された。

セッションB.「リスク理論、リスク基準、及び受容可能リスク」

議長はユルゲン・ザルツペーデル（ボン大学、水利経済法研究所）。

水と天然資源、土地、気候、空気、これらに対して、市民は何らかのリスクを受け入れなければならない。それが民主主義だ。放出量については、どんな種類が許容されるのか、どんな基準を設定することができるのか。飲料水のリスクの防止とベネフィットの経済性。放射線、喫煙などのガンを起こす物質の放出の割合。社会的リスクはどの程度許容可能か。リスクの確率評価。コスト・イフェクティブ分析。このような問題をここでは取り扱う。

ドイツでは年間200人が鉄道の踏切で命を失っている。それにも関わらず鉄道の存在は許されている。その尺度は経済性、利便、国の経済。尺度に限度があるのか否か。医学的には制限値は全く設定されていない。残留リスクは耐えなければならない。大都市の活動において、毒物によるガンのために一万人が死んでいる。政治的に許容できる限度があるのか。また、心理学的リスクを反映したものはない。過去十年間なんら新しいPSAは定式化されてはいない。PAは熟慮されるべきである。

リスクの認知及び許容されるリスクに影響する因子について、オランダの研究が報告された。個人が事故で死亡する確率の平均値として、許容できる基準は年間一万分の一であることが導き出された。しかし、自ら望むリ

スク、例えば危険なスポーツに参加する場合には年間千分の一でも耐えられることが分かった。

PRA (PSA) が原子力以外の分野にも重要である一例として遺伝子工学への適用の歴史が報告された。遺伝子工学は1970年にワトソンがDNAの構造を発見してから生まれたものである。しかし、1974年には米国の微生物学者がそのモラトリウムを提案した。1978年に米国ではリスク分析に基づいた実験は許可されることになった。1990年、ドイツではDNAの組み替えの応用に関してモデルが追加された。1970年から1990年までの間に千回のDNA組み替え実験が行われた。

遺伝子工学は自然科学と技術との視点から見ると、PSAを考慮する必要が出てくる。科学では最適なゴールのみが選択されるが、学際的な場面では絶対的な選択というものはありません。PSAは現実及び合理性に対するリスク因子を評価し、リスクをいかに低減するかにある。

セッションC.「輸送部門における安全科学」

議長は小林実（IATSS:交通安全科学国際協会、東京）。このセッションには出席しなかったが、議長の話だけは聴いた。人間は非常に優れた判断能力を持っている。しかし、人的エラーは高度に自動化されたシステムにおいてさえも存在する。古典的には、人間はブラックボックスとして取り扱われていた。

新概念の自動車の安全においては、受動的安全も考慮される段階になっている。頻度として一億分の一(10^{-8})が耐えられるレベルであろう。利用者志向または利用者に優しい

(USER-FRIENDLY) システムが必要である。

セッションD.「エネルギー生産部門の安全最適化」

議長はヨセフ・バルキー（人的因子技術委員会議長，ASME，米国）。

米国では、原子力はトピックスではない。石炭火力は天然ガス火力に置き換えられつつある。図1はシステム“A”の意志決定ツリーを表している。新しい手法は失われた利益を評価することも含んでいる。この意志決定ツリーは逆方向に見ることも可能である。

リスクのPA、汚染などの国際的登録が必要である。

○大規模プラント、環境リスク、環境基準についての倫理的正当性、透明性、合理性などについての議論があった。大衆の意見というものは、参加はするが決定はしないものである。リスクはより透明でなければな

らない。財政的基準は必ずしも必要ではない。環境に対するリスク基準から安全原理が出てくる。

○環境リスクの概念は環境法のまさに中心である。一般的に受け入れられている汚染の定義は汚染のリスクを含んでおり、また環境法の主目的は環境害の防止である。

リスク志向の手法には三つの視点が国際法の中に含まれている。

- a) オゾン層の減少、地球気候の変動、あるいは生物学的多様性の減少のような地球リスクの増加。最近持ち上がってきた予防原理は、決定された活動が潜在的に有害な結果をもたらす科学的確信が持てなくとも、防止の必要性を考慮するものである。
- b) 環境劣化のリスク評価の必要性に対応して、それが計画された活動あるいは事故によるものかということがある特定の

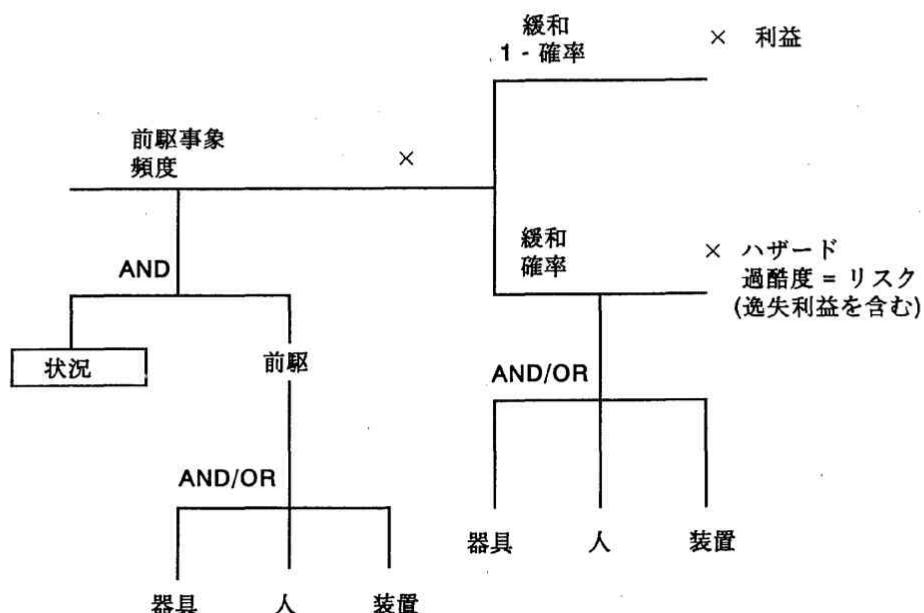


図1 システム“A”意志決定ツリー

法的手続きを生み出した。即ち環境影響申告である。

- c) 環境の緊急事態に対する準備及び対応は産業事故及び海洋汚染に対する国際条約とECの指針とによりしばしば予測される。両方の場合について、そのような緊急時に対する準備と、既に起こってしまった事故への対応とは区別される。

ポリューションの概念は1974年にOECDで定義された。

○EDF 原子力発電プラントの計装と制御における人間の役割についての報告は、比較的分かり易いものであった。

EDFの新型炉N4シリーズの最初のプラントCHOOZ Bは1995年に運開する予定。これらプラントの計装と制御(I&C)とは完全にコンピューターに基づいている。

人間の役割はプラント寿命の各レベルにおいて定義されている:デザイン(IEC 964基準により要求される), 運転と維持。

ヨーロッパ型加圧水型原子炉EPR-REP 2000シリーズの将来の計装と制御の役割の主要な特徴に関する考え方はつぎのとおりである:

- (1) オートメーション・レベルの増加
 - ・緊急時のグレース・ピリオド(猶予期間)は30分
 - ・通常の過渡対策は完全には自動化されていない。
- (2) マン・マシン・インターフェース改良
 - ・計算機化されたシステムの分類
 - ・稼働率の改善
 - ・運転員補助の改善

モックアップは1996年の予定である。この他にデザイン原理, アラーム・プロセス,

アラーム・プロセスの検証と確認(V&V), およびディスプレイ・フォーマットに関する報告があった。

○新型炉あるいは、将来炉の安全性に関する発表が他に4件ほどあった。能動的安全と受動的安全との違いはフィードバック・プロセスに人間が介在するか否かである。軽水炉は多重のバリエーションを持っており、過酷事故のリスクは既に米国の5つのプラントについて定量的に評価されている[米国原子力規制委員会1989, NUREG-1150]。将来炉については不確定性が重要である。一炉年当たり千万分の一の頻度(10^{-7})はなんら経験による根拠ではない。事故の防止に対する事故の影響緩和の組み合わせで同じレベルの安全性を達成することができ。図2はその考え方を示したものである。この図の破線で示した円は図3の多重防護(Defense-in-Depth)の考え方に基づくものであり、千万分の一の頻度に対応している。

このほかに、「固有安全炉」に関する論文。自明な(Obvious)安全とは、非常に安全であるため、誰もがそれを理解できることである。その一例として、TRIGA炉に基づいた炉心概念が提示された。これは燃料として、水素化ジルコニウム・ウランを利用しているため、非常に大きな負の温度係数を持っている。発電のための熱効率率は13%であるが、コージェネレーションにも使う。発電コストは上限値が0.13US\$/kWe, これは太陽光発電と比較できるとしている。

○少し変わった発表として、ロシア人により新型炉の安全のレベルを压力容器, 安全容器, 格納容器に分けた上で、構造材の局

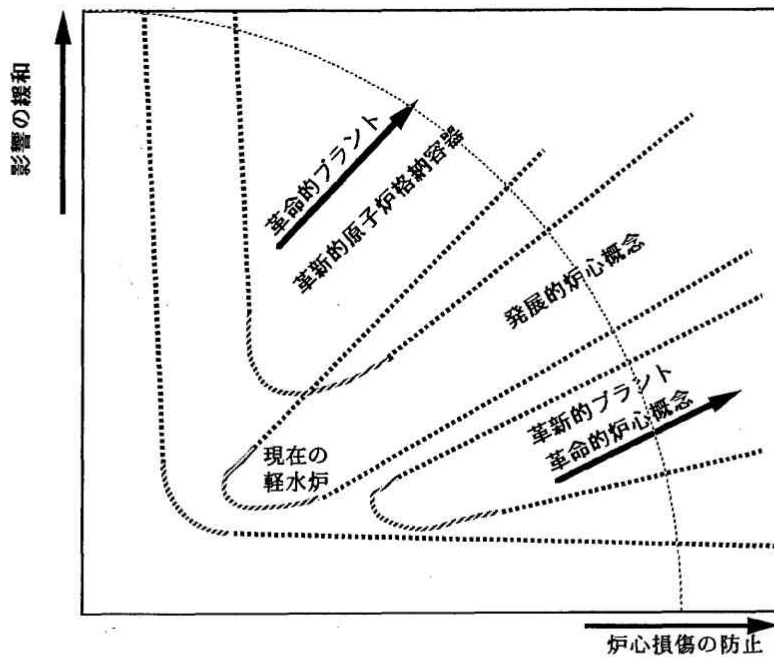


図 2 将来炉の安全性の方向

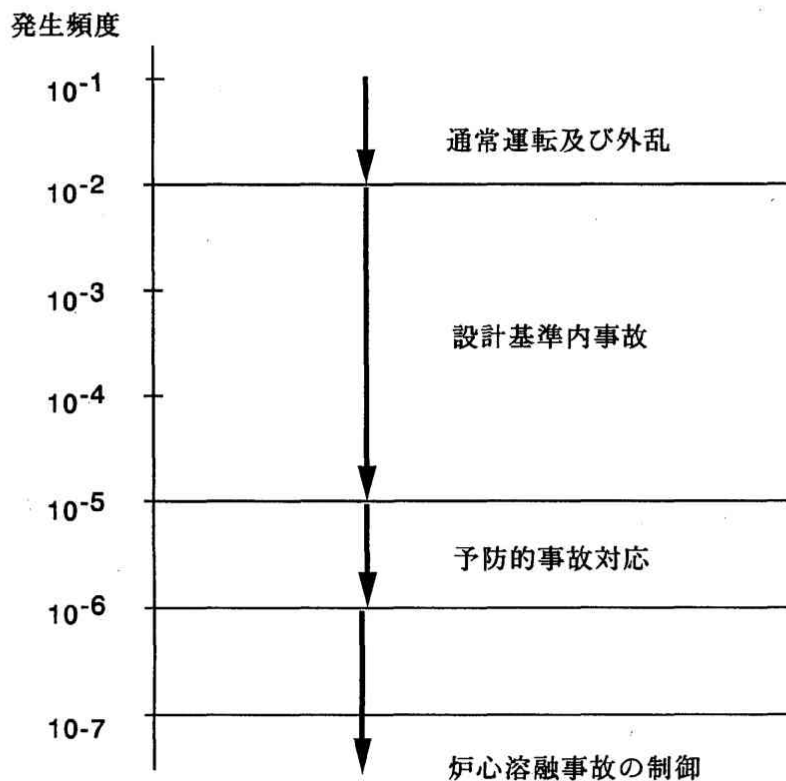


図 3 新型炉概念に関する多重防護の確率論的観点

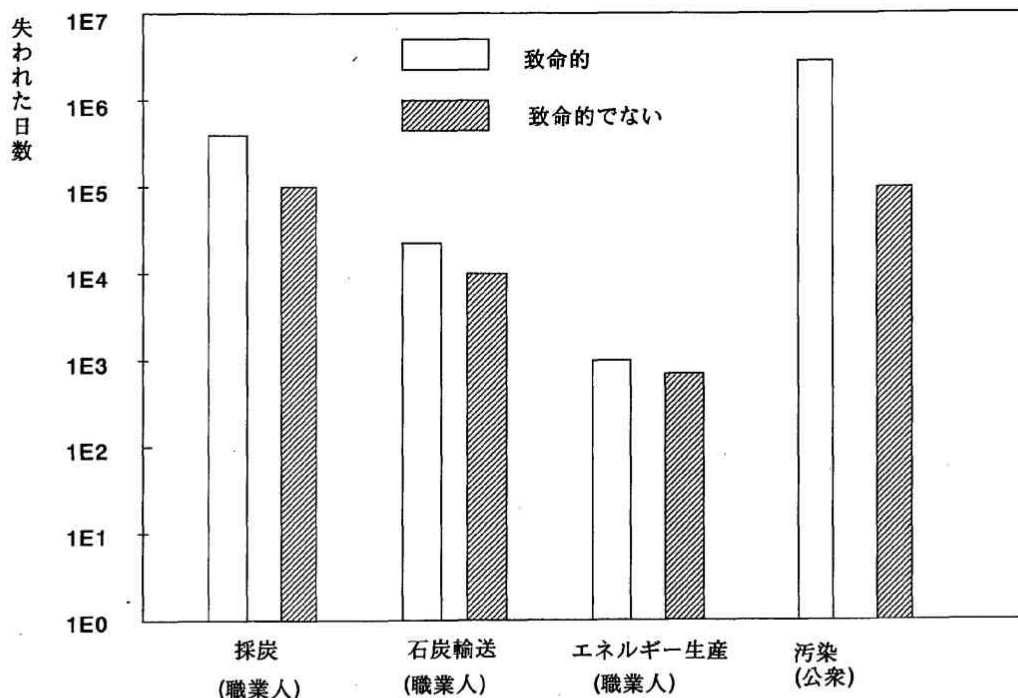


図 4 石炭燃料サイクルのリスク(1GWy 発電あたり)

所的強度を計算する一連のプログラムを示したものがあった。その具体例として表面クラック・アラーム、振動分析システムなどが実用化されているとの主張であった。

ポスター・セッション

38件の発表があったが、ここでは、石炭火力のリスクを評価したハンガリーの論文から一枚の図を引用しておくに止める。図4は、1GWyの発電をするときの石炭燃料サイクルのリスクを分析したものである。異なる電気エネルギーシステムのリスク評価の相互比較では、石炭火力が最大で、以下石油、ガス、原子力(PAKS 原子力発電所)の順に小さくなっている。

4. おわりに

原子力発電は既に世界の発電量の17%を供

給している(1992年)。これは水力発電(19%)に匹敵するものであり、石油火力(10%)や天然ガス火力(12%)よりも大きい。従って、既存プラントの保守・改良と新規プラントの建設という課題は、他の発電手段と同様に原子力発電プラントにおいても重要な研究開発の対象である。将来あるいは次世代のプラントの方向性については、セッションDで提案があった。その安全性については、PSAによる評価は当然であるが、一般の人にはそれだけでは割り切れないところがあるようである。他のセッションの発表によれば、学際的な考慮を進めた新しいPSAの展開が必要であるとの示唆を受けた。

5. その他

ハンガリー人の話す言語はマジャール語(Magyar=Hungarian)であるが、かなりの

人がドイツ語を理解し、話すことができるように見える。街中で道を尋ねるとき、英語で話しかけても通じないときはドイツ語に切り替えると、勢い良く言葉が跳ね返ってくるのがしばしばであった。タクシー運転手もそうである。講演が英語からドイツ語に替わると、同時通訳のレシーバーを外す人がかなりあり、付けているのはアジア人や米国人だけという印象を受けた。ドイツ語圏の広さを痛感した。

また、生活用品には隣国であるオーストリア製品が多い。例えば、同時通訳用レシーバーはオーストリアのジーメンス社製品。なお、同時通訳のプロはわずかで、残りはハンガリー人の退役技術者がボランティアでやって

いるようであり、講演者と時間差があり、またときどき途切れたりするため、非常に理解が困難であった。

最後に、開催場所のブダペストについて簡単に述べておく。ブダペストの市の中央には北から南に向かってドナウ河が流れており、西側はブダ地区で山がちの土地である。これに反して東側のペスト地区は全くの平野になっている。地下鉄は3本あり、乗り換ええない限り、どこまで乗っても値段は同じである。しかし、たとえ一駅でも乗り換えればその度に切符を購入しなければならない。ちなみに、ブダペストの地下鉄はヨーロッパ大陸では最初に開通している。

国際会議場の全景を下の写真に紹介する。

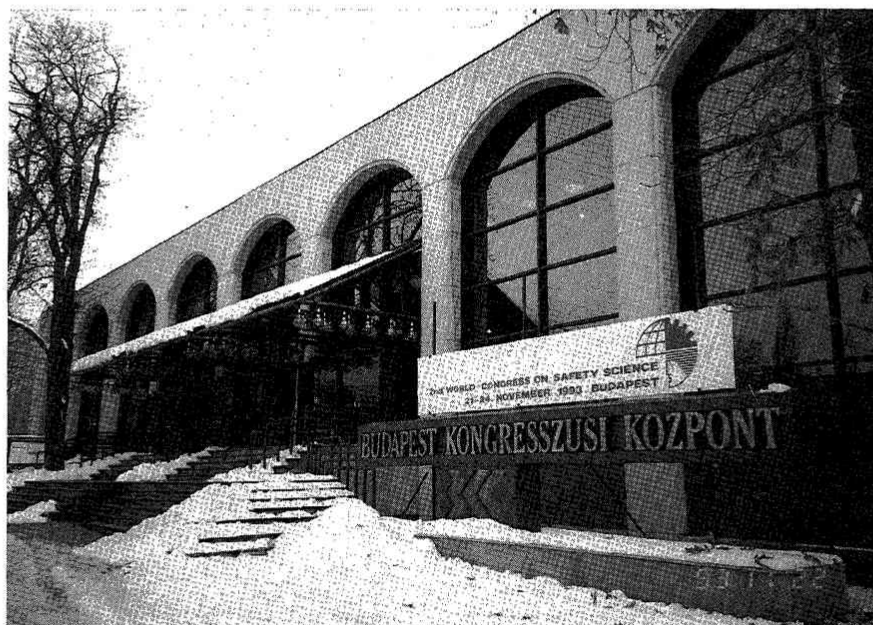


写真1 国際会議場入口

放射性廃棄物と非放射性有害廃棄物 との比較評価



羽田野 祐子*

1. はじめに

放射性廃棄物とその他の有害廃棄物とのリスクを同一尺度で比較する試みは、最近の傾向である。例えば、ブラジルの地球サミットで採択された「アジェンダ21」では混合廃棄物がとり上げられ、従来の個別的なリスクアセスメントの不十分性が示唆されており、Stockholmのワークショップ^{(*)1}においても、放射性廃棄物処分の原則が他の有害廃棄物にも適用可能かどうか検討されている。更に、今年になって日本原子力学会に混合廃棄物委員会が設置され、放射性廃棄物とその他の有害廃棄物の有害性の検討が始められている。このような解析を行なう目的は、最終的には、廃棄物が環境—人間系に与えるインパクトを定量的に把握し、それらを最適化することにあるように思われる。本稿では、このような共通尺度として、発ガンリスクを提案し、その有効性について論ずる。また、発ガンリスクを用いて放射性廃棄物と非放射性的有害廃棄物との比較を行なう。

2. 過去の研究例とその問題点

放射性廃棄物と非放射性的有害物質を比較

する試みは、放射性廃棄物の管理期間を決める目的で比較的古くから行われており、これらの研究は有害度指数評価と呼ばれている。有害度指数とは、ある廃棄物をその飲料水基準で割ったものであり、その廃棄物を希釈して飲用可能にするのに必要な水の体積に相当する。この体積を有害度指数と呼び、この値が大きいほど危険な廃棄物ということになる。式で表わすと次のようになる。

$$HI = \sum_i \frac{Q_i}{MPC_i}$$

HI：有害度指数

Q_i ：放射性核種 i の廃棄物中の量あるいは有害物質 i の量

MPC_i ：放射性核種 i の飲料水中の最大許容濃度、あるいは有害物質 i の飲料水基準に示される濃度

通常、MPCとして、放射性廃棄物については放射性核種の最大許容濃度が用いられ、その他の有害物質については飲料水の水質基準が用いられる。

評価の例^{(*)2}を図1に示す。縦軸は平均的品位のウラン鉱石の有害度指数を1として規格化した相対有害度指数（無次元）で、横軸は高レベル廃棄物処分後の経過年数である。

* (財)エネルギー総合工学研究所研究員

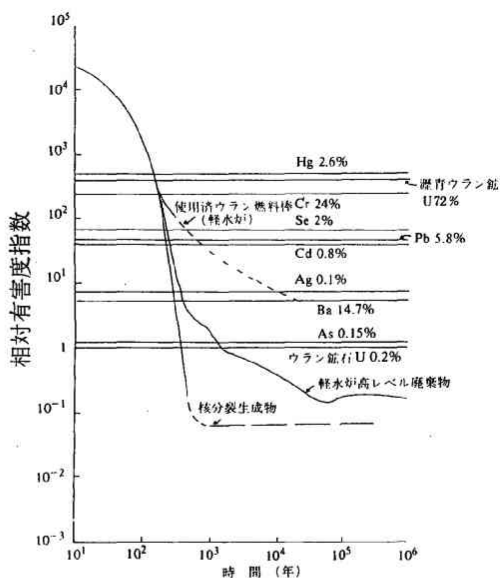


図 1 有害度指数による放射性廃棄物と地殻中有害鉱石の比較評価例：出典(3)

各種の有害鉱石には地殻中鉱石の利用度係数という一種の補正係数がかけられている。これによると、約 300 年後には使用済燃料の有害度は天然に存在する鉱石よりも小さくなることが示される。

しかしながら、有害度指数による評価の問題点は、MPC として用いた基準に見込まれるリスクが必ずしも明確でないことにある。例えば、放射性核種の最大許容濃度について言えば、大部分の核種については「発ガン確率を容認できるレベルに抑えられる濃度」が最大許容濃度として示されているが、核種によっては急性障害を防止する濃度が示されていたりする。

また、飲料水基準について言えば、一部の発ガン性物質を除き、その他の発ガン性物質や慢性障害を起こす物質については最大無作用量に某かの安全係数を乗じただけのものが基準値として示されており、定量的なリスクが明らかにされていないのが実状である。こ

れらの理由により、最大許容濃度や飲料水基準は共通尺度としてはあまり適当とは言えない。本稿で提案する発ガンリスクはこの点を改善するものである。

3. 放射性核種と非放射性有害物質の毒性

放射性核種は、その有害性の発現のしかたにより、しきい値がある影響としきい値がない影響とに分けられる。しきい値がある影響には、脱毛・皮膚の紅斑・急性放射線症等があり、しきい値以下の被曝ではこれらの影響は発現しない。しきい値のない影響とは発ガンと遺伝的影響であり、少量の被曝においてもこれらの影響が現れる確率が増加すると仮定されている。しきい値のない影響については、原点を通る直線状の線量-反応関係が仮定されることが最も多い。

一方、非放射性の有害物質についても同様に、しきい値のある影響（急性中毒・非発ガン性の慢性中毒）としきい値のない影響（発ガン）とに毒性の分類が行われている。近年、U.S.EPA が中心となり、有害化学物質の大規模なデータベースを整備しつつある^(*)3)。これによると、発ガン性物質については、放射性物質と同様に線形の量-反応関係を仮定し、直線の傾きを Slope Factor として発ガン性の指標とすることが提案されている。

以上により、その有害性の発現のしかたの違いから、放射性核種についても非放射性の有害物質についても、しきい値のある影響とない影響とに分けて評価する必要があることがわかる。最近ではリスクを表現するのに単一の指標ではなく、多くの基準に基づく複数の指標が用いられる傾向にあることも考慮すると、発ガンリスクを共通の指標とすること

が適当であると考えられる。

4. 放射性廃棄物の発ガンリスク

地層処分後の放射性廃棄物が人間に摂取される経路としては、地下水により核種の浸出・移行・拡散が行われ、飲料水として摂取されるケースが最もありそうだとされているため、ここでは経口摂取のリスクを考える。

本稿では、放射性廃棄物の発ガンリスクを以下のようにして求めることを提案する。

ある人が放射性核種を経口摂取した場合、一部は吸収されずに体外に排泄されるが、残りは特定の臓器に沈着し、崩壊が続く期間、組織に線量を与え続ける。この過程をモデル化し、1Bqの放射性核種の摂取により生涯（摂取後50年間）にわたって各組織に与えられる線量等量を計算したものが線量換算係数（Dose Conversion Factor）と呼ばれるものである。

線量換算係数は、各組織に与えられる線量等量と、それらを組織荷重係数で乗じて足し合わせた実効線量等量とについて求められている。線量換算係数はICRPも与えている^{(*)4}が、ここでは核種の種類が豊富なNRPBによる線量換算係数^{(*)5}を用いる。

また、単位線量等量当たりの発ガンの確率はリスク係数と呼ばれ、単位 $[1/S_v]$ で表わされる。ICRPによれば、最もリスクが大きくなる照射の場合においてもリスク係数は高々 $10^{-2}/S_v$ であることが仮定されている^{(*)6}。

そこで、放射性廃棄物中の各核種の放射能を線量換算係数により実効線量等量に換算し、さらにこれにリスク係数を乗じることによって、放射性廃棄物のもつ発ガンリスクを得ることができる。但し、リスク係数は最大

となる場合の値を用いているため、リスクは過大評価されている可能性がある。以下に評価例を示す。

・高レベル廃棄物の発ガンリスク

高レベル廃棄物としては、次の2つを対象とした。

(a) 1MTUの燃料を燃焼させて生じた使用済燃料

(b) (a)より除染係数1000でU, Np, Pu, Am, Cmを回収したガラス固化体

燃焼・崩壊計算はORIGEN 2-86^{(*)7}により行った。ORIGEN2-86の計算条件を表1に示す。(a)の結果を図2に示す。これによると、発ガンリスクを支配する核種はごく少数であることがわかる。埋設後100～1000年の期間は²⁴¹Amが全発ガンリスクの6割前後を占め、1000～10⁵年では²³⁹Puが支配的であり、10⁵年以降は²³⁷Npが最大寄与をする。また、埋設10年後の発ガンリスクは約 3×10^6 であり、これは埋設10年後の使用済燃料1tonをすべて経口摂取した場合、300万の発ガンが予想されるということである。使用済燃料の発ガンリスクは、長寿命のアクチノイドのため、1000年後も10年後の1/10になるに過ぎない。そこで(b)のようにアクチノイドを回収した場合の発ガンリスクを図3に示す。除染係数1000とは、使用済燃料に含まれる核種の99.9%を再処理により回収することである。これによると、1000年後の発ガンリスクは約600に下がる。これは(a)の1/1000であり、再処理の効果が示されている。

・1人で核種の摂取を行う場合と集団が摂取を行なう場合の発ガンリスクについて

ある核種のもつ発ガンリスクが x だとする。これをN人で分配し経口摂取したと仮定

表 1 ORIGIN 2-86の計算条件

(a)使用済燃料

炉型	PWR
燃料濃縮度	3.5w/o
比出力	30MW/T
燃焼度	33000MWD/MTU
燃焼モード	275×4サイクル 各運転期間90日停止
炉取り出しから処分までの期間	4年

(b)マイナーアクチノイドを回収したガラス固化体

炉型	PWR
燃料濃縮度	3.5w/o
比出力	30MW/T
燃焼度	33000MWD/MTU
燃焼モード	275×4サイクル 各運転期間90日停止
炉取り出しから再処理までの期間	1年
処分までの期間	3年
U,Np,Pu,Am,Cm回収率	99.9%
I 回収率	100%
稀ガス回収率	100%

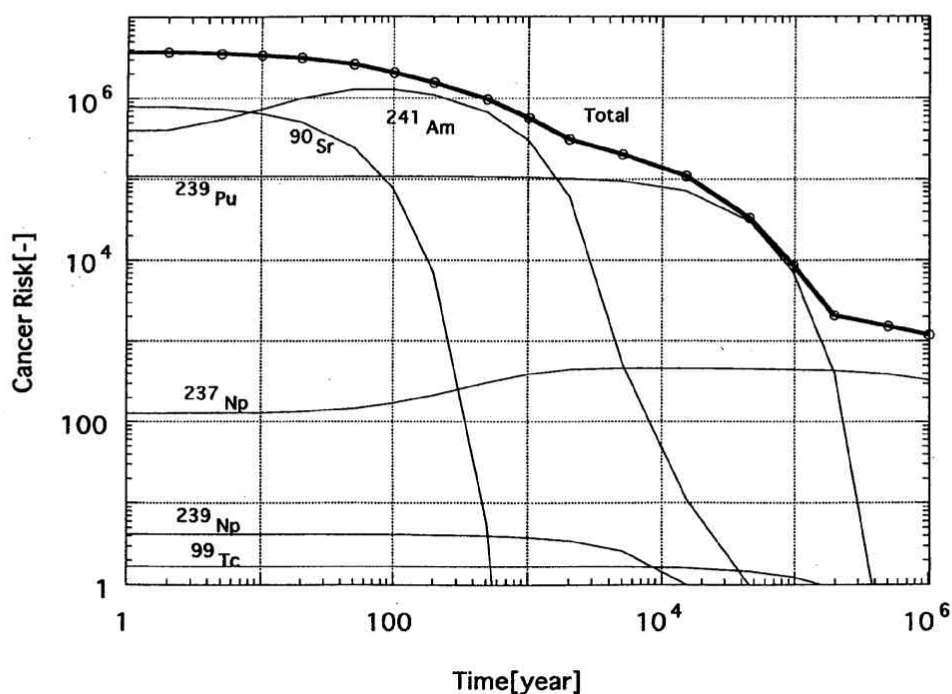


図 2 1 トンの使用済燃料の発ガンリスク

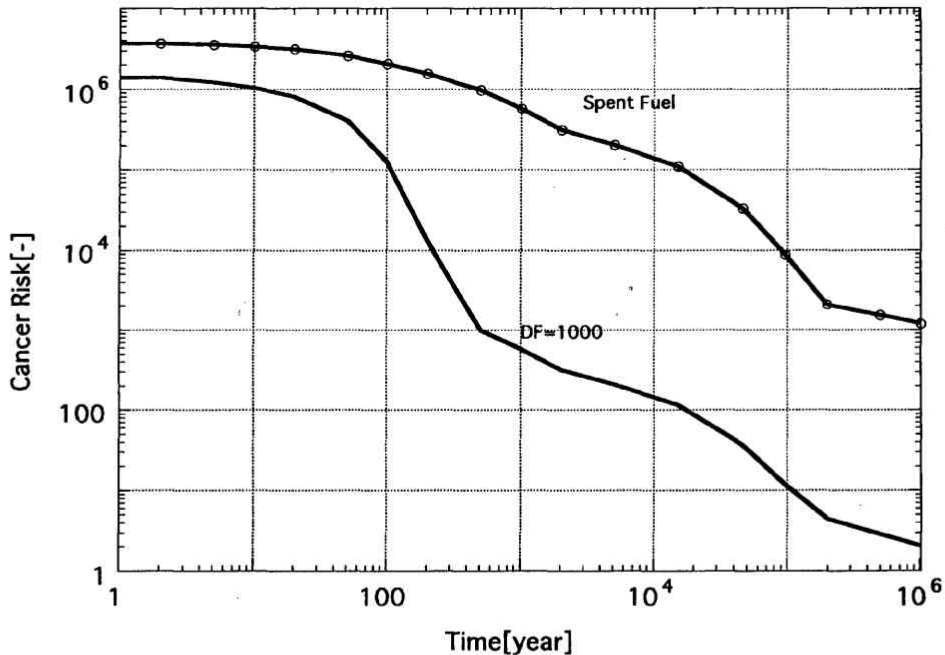


図 3 使用済燃料とマイナーアクチノイドを DF=1000 で回収したガラス固化体の発ガンリスク

した場合、1人当りの発ガンリスクは x/N になる。ところがその N 人の集団全体における発ガンリスクは $(x/N) \times N = x$ となって、発ガンリスクは分配される人数に依存しないことに注意すべきである。これは発ガンの線量-影響関係に線形を仮定しているためである。

5. 非放射性の有害廃棄物の発ガンリスク

非放射性の有害物質についても、放射性核種と同様に、発ガンリスクを計算する。3節で述べたように、近年、発ガン性物質については、Slope Factor という指標が用いられている。Slope Factor とは、量-反応関係に線形を仮定した場合の直線の傾きであり、1日当たり体重 1 kg 当たり 1 mg の物質を摂取した場合の発ガンリスクを示している。Slope Fac-

tor を用いて、ある物質を生涯にわたって摂取した場合の発ガンリスクを計算することができる。その例を以下に示す。

5-1 農業製造工場跡地の発ガンリスク

ここでは実際に米国に存在したサイトについて評価を行なう。農業製造工場跡地とは、約30年ほど前、DDT や 2,4-T のような殺虫剤を製造していた工場が放置されたものである。

Marshall らはこのサイトのダイオキシン（そのうち最も発ガン性の大きい 2,3,7,8-TCDD）等の土壤中濃度の測定を行い、サイト中に 2,3,7,8-TCDD が約44kg存在すると報告した^(*)8)。この量の 2,3,7,8-TCDD が持つ発ガンリスクは次のように計算される。

U.S.EPA によると、2,3,7,8-TCDD の発ガンの経口摂取の Slope Factor は $10^5/\text{mg}/\text{kg} \cdot \text{day}$ である。これは、毎日この物質を体

重1kgについて1mg摂取した場合、発ガンリスクは 10^5 になるということである。体重70kgの人については、毎日1mg摂取した場合、 70×10^5 が発ガンリスクとなる。この人が 70×10^5 だけの発ガンリスクを負うのに必要な生涯の2,3,7,8-TCDDの量は、毎日1mg摂取することより、 $1[\text{mg}] \times (365 \times 50[\text{days}]) \div 1.8 \times 10^4 \text{mg}$ である。サイト中の2,3,7,8-TCDDの量44kgはこの $1.8 \times 10^4 \text{mg}$ の約2400倍に相当する。従って、このサイトの発ガンリスクは $(70 \times 10^5) \times 2400 \div 1.7 \times 10^{10}$ であると推定される。

5-2 国内の産業廃棄物の発ガンリスク

現在、国内には1000以上の産業廃棄物処分場があり、様々な産業廃棄物が処分されている。産業廃棄物処分場には、安定型・管理型・遮断型の3種類があり、この順番に廃棄物の隔離性能が高い。前2者の処分場には、受け入れ廃棄物中の濃度基準が存在しているが、遮断型には前2者の濃度基準を越えるものが処分されるため、濃度基準は存在しない^(*)9)。

現在、国内の産業廃棄物は廃棄物の処理及び清掃に関する法律^(*)9)により次の19種類に分類されている。燃えがら・汚泥・廃油・廃酸・廃アルカリ・廃プラスチック・紙くず・木くず・繊維くず・動植物性残さ・ゴムくず・金属くず・ガラスくず及び陶磁器くず・鉋さい・建設廃材・動物の糞尿・動物の死体・ばいじん・その他。このうち有害物質の含有濃度が比較的高いものは、燃えがら・汚泥・ばいじんの3種類であると言われる。燃えがらとは、石炭火力発電所から発生する石炭灰、ボイラーの焼却残灰、有害物質を含む汚泥・塗料かす・廃酸・廃アルカリを焼却した残りの灰のことである。特に有害重金属を含むも

のを焼却した後の燃えがら中には、重金属が濃縮されて存在することが多い。汚泥とは、紙・パルプ製造工場・めっき工場・化学薬品製造工場等から出されるスラッジのことで、水銀・カドミウム・鉛・クロム・ヒ素等の有害物質を含んでいる。また、ばいじんとは、様々な燃焼施設・焼却施設の集塵装置によって集められたものであり、ダイオキシンを代表とする発ガン性物質が含まれることがある。

この3種類の産業廃棄物について、年間発生量^(*)9)及び有害金属含有量^(*)10)を表2に示す。この表に含まれる金属、カドミウム、クロム、ヒ素はすべて発ガン性が疑われているが、経口摂取のSlope Factorについては今のところ求められていない。そこで、Cohenが推定した発ガンリスク^(*)11)を用いることにする。これは吸入摂取の発ガンリスクを拡張し、経口摂取の場合に直したものである。例えば、カドミウムを吸入すると前立腺ガンになるが、その発ガンリスクは1gについて0.0038と見積もられている。吸入されたカドミウムは肺から血液に入り、前立腺に運ばれ、そこでガンを引き起こす。経口摂取の場合もカドミウムは血液中に入る。吸入されたカドミウムは15%が血液に入り、経口摂取されたカドミウムは5%が血液に入ることから、経口摂取の発ガンリスクは吸入摂取の1/3であると予想される。

即ち、経口摂取1gについての発ガンリスクは0.0013と推定される。クロム、ヒ素についても同様に求められる。これらの値により、上述の3種の産業廃棄物について発ガンリスクを求めた。結果を表2に示す。また、国内での年間の発生量について、高レベル廃棄物と産業廃棄物の発ガンリスクの比較を図4に

表 2 国内で1年間に排出される産業廃棄物の排出量,
有害金属の最大含有量, 及び発ガンリスク

	Cohen's estimate(*6) [deaths/g ingested]	Sludge total generation 1.1E+11 kg/year		Cinder total generation 2.4E+9 kg/year		Soot and Dust total generation 6.2E+9 kg/year	
		max. content [kg]	cancer risk [-]	max. content [kg]	cancer risk [-]	max. content [kg]	cancer risk [-]
Cd	0.0013	6.2E+8	4.8E+14	2.0E+3	1.5E+9	3.1E+3	2.4E+9
Cr	0.001	3.4E+10	3.4E+16	6.7E+3	6.7E+9	1.2E+5	1.2E+11
As	0.0001	5.4E+7	5.4E+14	1.7E+1	1.7E+8	1.4E+3	1.4E+10
Total	-	-	3.5E+16	-	8.4E+9	-	1.4E+11

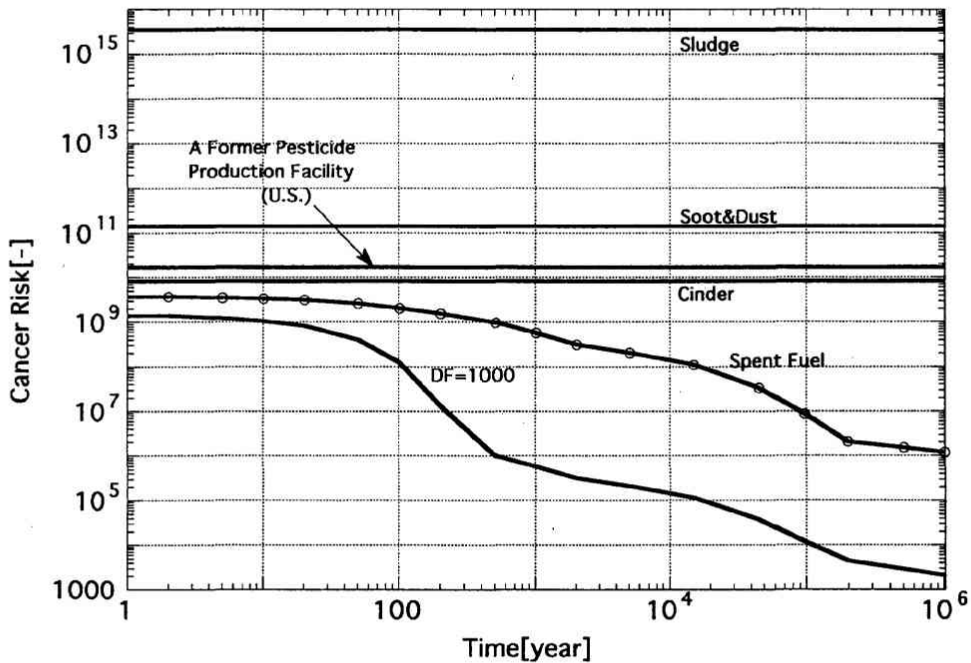


図 4 国内で1年間に排出される高レベル廃棄物と産業廃棄物の発ガンリスク

Radioactive waste generation rate per year is assumed to be 1000 MTU.
Cancer risk for industrial wastes results from maximum estimate of metal contents.

示す。高レベル廃棄物の年間発生量は1000ton
とした(*12)。これによると、産業廃棄物のもつ
発ガンリスクはかなり大きくなるが、産業廃
棄物については有害金属の含有量の最大値を
用いて評価したため、リスクの最大値を示し
たにすぎないことに注意すべきである。有害

金属の平均含有量が報告された後には、そち
らと置き換えるべきだと考えられる。

6. 比較結果及び考察

- ・高レベル廃棄物の人工バリア出口での評価
4節の結果は、潜在的な発ガンリスクであ

り、実際は人工バリア（オーバーバックと緩衝材）・天然バリア（岩盤）により隔離されているため、発ガンリスクはもっと小さくなると思われ。ここでは人工バリアの性能評価の結果を利用して、人工バリア出口における発ガンリスクを評価する。

中山ら（*13）は緩衝材とオーバーバックに包まれた高レベルガラス固化体について、埋設後1000年に人工バリアへの核種の放出が始まると仮定し、半径方向のみの1次元拡散方程式により解析を行った。それによると、埋設後約3000年後において放出率は定常状態に達し、定常時の核種の放出率は1年当り緩衝材の単位表面積当りで表わされ、 ^{99}Tc は 2×10^{-7} [mol/year/cm²], ^{135}Cs は 6×10^{-8} [mol/year/cm²], ^{237}Np は 3×10^{-8} [mol/year/cm²]である（図5参照）。これらの放出率を

4節と同じ方法で発ガンリスクで表わすと、 ^{99}Tc は32、 ^{135}Cs は3.2、 ^{237}Np は1430となる。これらを合計すると約1500となり、毎

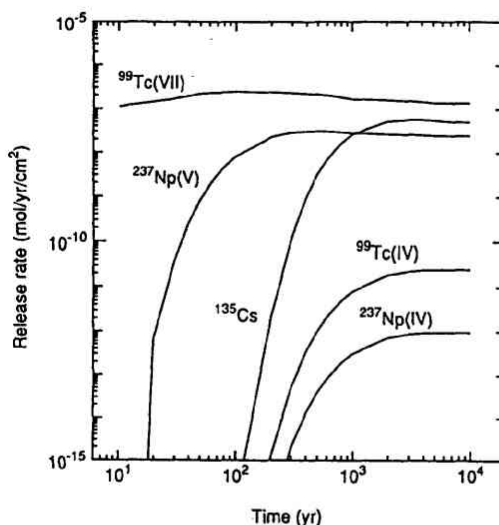


図5 緩衝材－岩盤の境界における核種の放出率：出典(13)

表3 各国・各機関の高レベル廃棄物処分にに関するクライテリア

Organization/Country	Main Objective/Criteria
OECD/NEA (1984)	Individual risk < 10^{-5} /year
ICRP Publication 46(1985)	Individual dose < 1mSv/year Individual risk < 10^{-5} /year
IAEA Safety Series 99(1989)	Individual dose < 1mSv/year Individual risk < 10^{-5} /year
CANADA AECB Regulatory Document R-104(1987)	Individual risk < 10^{-6} /year
FRANCE Basic Safety Rule(1991)	long-term individual dose < 0.25mSv/year
GERMANY Radiation Protection Ordinance(1989)	Individual dose < 0.3mSv/year
SWITZERLAND Regulatory Document R-21	Individual dose < 0.1mSv/year
U.K. NRPB(1992)	Individual risk < 10^{-5} /year
USA,EPA 40CFR Part 191 (1984)	chances of < 1 in 10 to exceed the following release limits or chances of < 1 in 1000 to exceed 10 times of this release limits; < 1000 deaths during 10^4 years for each 10^5 MTHM in spent fuel
USA,NRC 10CFR Part 60 (1983)	Waste package containment for >300(or 1000) years Release rate through engineered barriers < 10^{-5} /year of the inventory Groundwater travel time > 1000 years

年1500の発ガンリスクに相当する量が天然バリアに放出されることになる。一方、表3に示されるように、高レベル廃棄物の地層処分に関して各国・各機関が定めた目標は、個人に与えるリスクが 10^{-5} ～ 10^{-6} /年としており、この目標の達成のためには、埋設後約3000年以降、天然バリアに放出された核種を人が摂取する確率が 10^{-8} ～ 10^{-9} /年である必要がある。

7. まとめ

発ガンリスクにより放射性廃棄物と非放射性有害廃棄物の評価を行うことは、次の二つのメリットがあることがわかった。

- ① 放射性廃棄物と非放射性有害物質の潜在的な毒性の比較が可能になる。

- ② 高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価では、最終的な結果は核種放出率で表わされるが、これでは処分目標と照合した場合、目標値をどの程度満たしているかわからない。核種放出率を発ガンリスクに換算することにより、処分目標との関連がより明確になる。

8. 補足

ICRPはPublication 60において、大幅な改訂を行い、実効線量等量という言葉は使われなくなった。しかしながら、本稿では改訂前の用語を使用している。これはNRPBの線量換算係数が実効線量等量で表わされているため、こちらと整合性をとるためである。

参考文献

- (1) "PROCEEDINGS FROM WORKSHOP ON WASTE DISPOSAL", *Proceedings of an International Workshop on Principles for Disposal of Radioactive and other Hazardous Wastes*, Stockholm, June 7-10, 1988
- (2) Tonnessen, K. A., and Cohen, J. J., 1977, Survey of Naturally Occurring Hazardous Materials in Deep Geologic Formations: A Perspective on the Relative Hazard of Deep Burial of Nuclear Wastes. Lawrence Livermore National Laboratory Report UCRL-52119
- (3) U.S.Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System (IRIS)
- (4) International Commission on Radiological Protection. "Age - dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 1", ICRP Publication 56, Pergamon Press, New York, 1989
- (5) U.K.National Radiological Protection Board, NRPB - GS7, "Committed Doses to Selected Organs and Committed Effective Doses from Intakes of Radionuclides", 1987
- (6) The International Commission on Radiological Protection, Recommendations of the ICRP, ICRP Publication 26, 1977
- (7) A.G.Croff, RSIC COMPUTER CODE COLLECTION, ORIGEN2, CCC -371,

Oak Ridge National Laboratory

- (8) Marshall, T.C., Dubinsky M., Boutwell S., "A Risk Assessment of a Former Pesticide Production Facility", *The Risk Assessment of Environmental and Human Health Hazards: A Textbook of Case Studies*, Paustenbach D.J. ed. JOHN WILEY & SONS, 1989
- (9) 「産業廃棄物処理ハンドブック 平成元年版」厚生省生活局水道環境部産業廃棄物対策室編(株)ぎょうせい
- (10) T.Chiba, personal communication (1990)
- (11) Cohen, B.L., "Long term consequences of the linear no threshold dose - response relationship for chemical carcinogens", *Risk Anal.* 1, pp.267, 1982
- (12) 「原子力発電便覧 '93 年版」通産省資源エネルギー庁公益事業部原子力発電課編 電力新報社
- (13) 中山真一, 安俊弘, 池田孝夫, 大江俊昭, 河西基, 塚本政樹, 木村英雄, 宗像雅弘「高レベル放射性廃棄物の地層処分における人工バリアの性能評価モデル」日本原子力学会誌 Vol.34, No.4. pp.342, 1992

「新水素エネルギーシンポジウム'94」概要報告

松 井 一 秋 ※
大久保 憲 一 ※※



1. はじめに

財団法人エネルギー総合工学研究所（IAE）は、平成5年10月より、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託を受け、新水素エネルギーに関する研究開発を開始した。

同年11月に新水素エネルギー実証研究センターを創設するとともに、12月には北海道札幌市のテクノパーク内に新水素エネルギー実証ラボラトリー（以下「NHEラボ」と略称する。）を設置した。

NHEラボにフライシュマン・ボンズ型電解セル^{注1)}及びイムラ・ジャパン型電解セル^{注2)}を技術導入し、平成5年12月には実験装置の組立を完了し、平成6年1月、2月にかけて順次パラジウム電極を用いた重水の電気分解実験を開始した。

本研究開発は、北海道における研究基盤（北海道大学、イムラ・ジャパン株式会社）を活用しつつ、広く関連企業の技術力を結集して実施するものであり、とかく話題となりがちな、現在の科学では説明のつかない現象のメカニズムを明らかにしようとする試みにとど

まらず、エネルギーシステムの応用を模索するものである。さらに本テーマにおける現在までの議論を考えると、できるだけ外に開かれた形で実施すべきものという基本的な合意が、通商産業省担当者を含む関係者に存在していた。

そこで、本プロジェクト開始早々にも、未だ実験結果が出る以前に、この研究開発の意図、新しく取っているスタンスというものを公に理解していただく必要があった。

平成6年2月24日に、札幌市の新札幌アーキシティホテルで、NEDO主催、IAE及び熱・電気エネルギー技術財団共催、通商産業省資源エネルギー庁後援による「新水素エネルギーシンポジウム'94」を開催し、約150名の参加者を得た。

また、シンポジウム前日には、テレビ局、新聞社及びご興味を持った方々に、未 completionながらNHEラボの実態をみていただく機会を設けた。

以下に、本シンポジウムの概要について述べる。

注1) フライシュマン・ボンズ型電解セル：常温核融合の提唱者であるフラ

※ 財団法人エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部部長兼新水素エネルギー実証研究センター長（副主席研究員）

※※ 財団法人エネルギー総合工学研究所 主任研究員

イシュマン博士とボンズ博士が設計した開放型電解セル

注2) イムラ・ジャパン型電解セル：イムラ・ジャパン株式会社が設計した燃料電池方式電解セル

2. 開催趣旨

本研究開発を進めるにあたり、本研究開発事業の概要及び大学等で既に進められている新水素エネルギー研究の現状を紹介するとともに、今後の研究活動の方向性について討論することにより、新水素エネルギー研究に対するより正確な理解をしていただくことを目的として、本シンポジウムを開催した。

3. 開催概要

開催日：平成6年2月23日(木)・24日(金)

会場：(シンポジウム)

新札幌アーキシティホテル

札幌市厚別区中央2条5丁目6-2

(NHEラボ見学会)

新水素エネルギー実証ラボラトリー

札幌市厚別区下野幌テクノパーク
2丁目3-5

主催：新エネルギー・産業技術総合開発機構

共催：財団法人 エネルギー総合工学研究所

財団法人 熱・電気エネルギー技術財団

後援：通商産業省 資源エネルギー庁

講師：11名(実証技術開発事業関係者3名、大学等研究者8名)

4. 参加状況

国内の企業関係者、大学教官・学生、試験研究機関研究者、報道関係者、実証技術開発事業関係者等 約150名

5. シンポジウムプログラム

NEDO担当者の長谷川主査の開会宣言の後、NEDOの伊藤理事、通商産業省資源エネルギー庁の佐々木技術課長、本件における国際協力の相手先である米国EPRI (Electric Power Research Institute) パッセルプロジェクトマネージャー及びIAEの山本理事長の挨拶で幕が開かれた。

午前の部は、本研究開発事業計画の説明と、文部省核融合科学研究所の池上教授による新水素エネルギーに関する今までの経緯と展望、更にIAEの浅見プロジェクトマネージャーによるNHEラボの現状説明が行われた。

午後の部は、米国SRI (Stanford Research Institute) インターナショナルのマクブリ部長によるSRIにおける研究状況の基調講演から始まり、国内での研究者5名による研究状況の紹介、及び講演者による今後の研究活動の方向性についてのパネル討論が行われた。

最後に、NEDO濱野課長から閉会挨拶がなされ、幕を閉じた。

以下に、新水素エネルギーシンポジウム'94プログラム及び写真1にシンポジウムの開催状況を示す。

また、本報告の最後に別添資料として、シンポジウム当日、参加者に配布した講演アブストラクトの抜粋を掲載する。

新水素エネルギーシンポジウム'94プログラム

	(時 間)
1. 開会宣言 NEDO産業技術研究開発部 長谷川史彦 主査	9:30
2. 挨拶 ①NEDO 伊藤正昭 理事	
②通商産業省 資源エネルギー庁 佐々木宜彦 課長	9:30～9:50
③EPRIT, PASSELL プロジェクトマネージャー	
④IAE 山本 寛 理事長	
3. 事業説明 ①事業全体計画 (NEDO産技部 佐々木修一 部長)	9:50～10:05
②実証研究計画 (NHE 実証センター 松井一秋センター長)	10:05～10:25
③基礎研究計画 (東京工業大学 岡本眞實 教授)	10:25～10:50
④質疑応答	10:50～11:00
休憩 -----	11:00～11:10
4. 現状報告 ①これまでの経緯と今後の展望	11:10～11:35
文部省 核融合研 池上英雄 教授	
②新水素エネルギー実証ラボラトリーの現状	11:35～12:00
NHEラボ 浅見直人 プロジェクトマネージャー	
昼食 ----- 弁当 -----	12:00～13:00
5. 基調講演 米国SRI Int.における研究状況について	13:00～13:40
SRI Int. エネルギーリサーチセンター M. McKUBRE 部長	
6. 研究報告 ①電気化学から見たNHE研究	13:40～14:10
北海道大学 延与三知夫 教授	
②イムラ・ジャパンの研究状況	14:10～14:40
イムラ・ジャパン株式会社 國松敬二 社長	
③パラジウム中の水素(重水素)溶解挙動からのアプローチ	14:40～15:10
長崎大学 坂本芳一 教授	
休憩 ----- コーヒーブレイク -----	15:10～15:20
④固体電解質材料の研究状況について	15:20～15:50
名古屋大学 岩原弘育 教授	
⑤核物理からのアプローチについて	15:50～16:20
東北大学 笠木治郎太 教授	
7. パネル討論 (座長: 池上英雄 教授)	16:20～17:00
8. 閉会挨拶 NEDO産業技術研究開発部 濱野径雄 課長	17:00

写真1 シンポジウムの開催状況



6. 関連行事

関連行事として、NHEラボ見学会、レセプションを実施した。

(1) NHEラボ見学会

① 報道関係者

平成6年2月23日(水) 9:15~11:30に、新聞社、テレビ局、科学誌の記者等の報道関係者を対象にNHEラボ見学会を実施した。

NEDO濱野課長の本事業の主旨説明に続き、IAEの浅見プロジェクトマネージャーより、NHEラボの状況、実験装置、実験の進捗状況について説明が行われた。その後、質疑応答、実験装置の写真、テレビカメラによる撮影が行われた。

② 一般参加者

平成6年2月23日(水) 15:30~16:30に、一般参加者を対象にNHEラボ見学会を実施し、約100名の参加者を得て大変盛況であった。

IAEの浅見プロジェクトマネージャーによる実験の説明に続き、NHEラボの研究員により、パネル、実験装置部品、ならびに実験装置の説明、質疑応答が行われた。

見学者の中には、もう少しゆっくり、見たり、話をしたかったというご意見もいただいたが、当日のスケジュール上ご迷惑をおかけしたことを、ここで陳謝したい。

(2) レセプション

シンポジウム参加者及びNHEラボ見学者の交流の場を設け、本研究開発事業に対する相互理解を深めるために、平成6年2月23日(水) 17:00~19:00、新札幌アークシティホテルで、レセプションを実施した。

レセプションには約80名の参加を得て、盛

況に、かつ、和やかに行われ、参加者の交流に大変役立つものとなった。

写真2にレセプションの開催状況を示す。

写真2 レセプションの開催状況



7. おわりに

今回のシンポジウム及びNHEラボ見学会は、個々のささいな手違いはあったにしても、全体としては大変成功裏に終わったと考えられる。

NHKテレビ全国放送にしても、NHEラボの紹介があったように、多くの新聞がカラー写真を伴う記事を掲載し、内容に一部誤解があるものの、全体としては、極めて正確かつ好意的であり、新水素エネルギー研究に対するより正確な理解をしていただくという開催目的を十分に達成できたと思う。

今後、NHEラボの充実、実験の進捗に伴い、例えば、1年ないし2年おきに公開のシンポジウムを開催し、実状、実態を認識していただき、また、率直な意見、感想をいただける機会を設けたいと思っている。

今回は、この分野で先駆的かつ基礎のしっかりした実験を続けている米国EPR Iのパッセルプロジェクトマネージャー、SR-I インターナショナルのマクブリ部長の参加を

得て、その研究開発の概要を基調講演としてお話しいただいた。彼らの研究レベルにより早く到達させる必要性を再認識させられたものである。

各大学や研究機関での今までの研究内容を各先生からご紹介いただいたが、材料や核物理などと言った広い科学分野に関連し、また、それらへのインパクトを与える可能性をもった研究開発プロジェクトであるという認識をもっていただけたと思う。

最後に、本プロジェクトをここまで育ててこられた方々の勇気ある決断と行動に敬意を表すとともに、本シンポジウム、見学会を支えていただいた方々に多大なる謝意を表したい。

本研究開発プロジェクトの道は険しく、かつ、いまだその行くすえは見えていない。しかし、関係各位の御支援、御協力を基に、鋭意努力していく決意である。

事業全体計画「新水素エネルギー実証技術開発について」

新エネルギー・産業技術総合開発機構

産業技術研究開発部長 佐々木 修 一

1. はじめに

1989年に英国サザンプトン大学フライシュマン教授および米国ユタ大学ポンズ教授によって発表された、パラジウム金属を電極として重水を電気分解することによって発生する過剰熱の現象は、その後の数多くの研究者の検証試験により発熱現象の存在が確実視されている。この発生する過剰熱量は化学反応では説明不能なほど大量の場合があり、新しい反応形態が提唱されている。

本反応は、無尽蔵に存在する重水素を消費することによる発熱現象という点において、石油に依存しない新たなエネルギー源としてその実用化が期待される。

本事業は、この新しい過剰熱発生現象を“新水素エネルギー”としてとらえ、将来のエネルギー源としての可能性を明確にすることを目的とし、異常発熱現象を実証し、その反応機構の解明を行うことにより、熱発生を定量的に制御することを目標として推進するものである。

2. 研究開発実施体制

本研究開発は、図1に示すように通商産業省からの補助を受け、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が平成5年度から4年間の予定で財団法人エネルギー総合工学研究所に委託して実施する。

実施に当たっては、本研究開発の基本計画

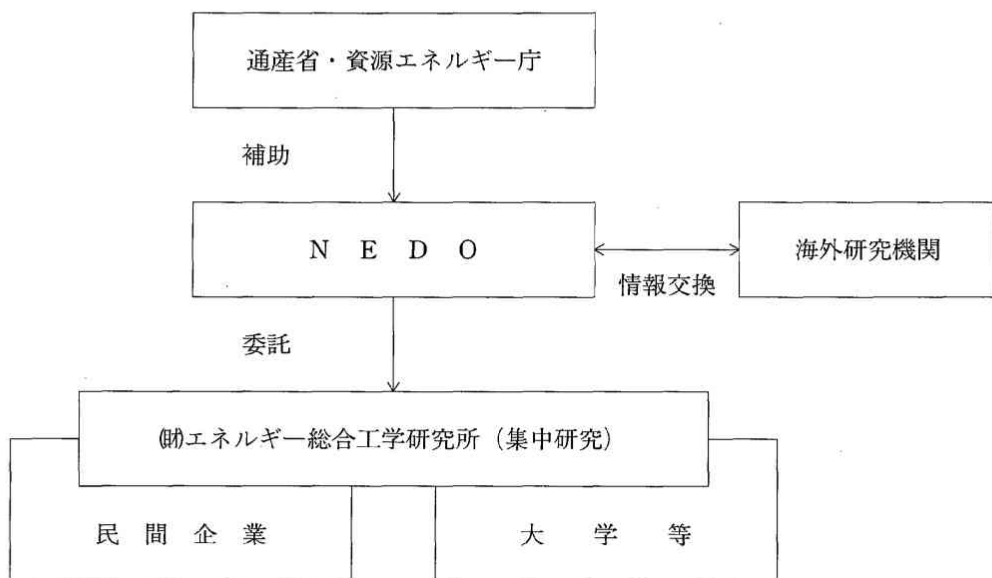


図1 研究開発実施体制図

及び実施計画の審議を行う新水素エネルギー研究推進委員会，研究開発成果の評価を行う新水素エネルギー開発調整推進委員会，及び実施計画の策定・管理を行う新水素エネルギー実証研究推進委員会（実証研究分科会）をNEDO内に設置することとした。

委託先である財団法人エネルギー総合工学研究所内には，新水素エネルギー実証研究センターを新たに組織した。東京にセンターオフィス，そして本研究に関して北海道大学をはじめ高い研究ポテンシャルを有する札幌（テクノパーク）に平成5年12月に実証ラボラトリーを設置して実証試験を開始した。

3. 研究開発内容

4年間の研究開発は以下の内容で進めることとした。

(1) 過剰熱発生実証モデル実験

①電解法による過剰熱の計測

再現性が確認されているいくつかの研究をベースとして熱発生の実証・定量化を行うとともに再現性，制御性，増幅度，持続性等について改良を検討する。

厳密な熱測定法の開発が必須であり，信頼性の高い測定技術の確立を図る。

②過剰熱発生時の反応生成物の検証

過剰熱発生時の反応生成物をその場観察で厳密に種類・量ともに計測を行い，過剰熱発生量との定量的相関を検証し，反応理論を構築する。

③電解法と真空法の結合による過剰熱の検証

電解法（湿式）と真空法（乾式）を結合し，重水素の高吸蔵状態における過剰熱発

生時の電極材料・反応生成物の精密な解析を行い，熱発生量の制御因子を解明する。

(2) 材料解析および材料開発

①材料解析

まず，発熱現象を再現するために必要な材料の資質を明らかにすることが必要である。この目的のために，既に発熱が観測された材料と非発熱材料との相違点を調査・明確化する。供試材としては，順次過剰熱実証モデル実験により使用されたものを用いることにより，発熱現象との定量的相関を図る。

②材料開発

次に，発熱現象のトリガーと目される因子を予め設定した材料を用いて定量的比較を行うことにより，熱発生量の制御因子を確認し，材料開発の指針とする。

(3) 情報の収集・整理

新水素エネルギーに関連する情報・データの収集・整理・分析を行い開発指針の参考とし，研究開発の効率化を図る。

4. 研究開発の進め方

(1) 本研究開発は，長期的なエネルギー分野における産業科学技術の基盤研究プログラムとして位置づけ，国内の本分野における充実した要素技術を持つ企業の研究者に参加を求めて集中研究方式により実施し，多角的な観点より効率的な研究開発を図るものである。

(2) 更に，諸外国の主要研究機関と国際ネットワークを結び，シンポジウム・研究者交流を通して基礎研究の情報交換及び新エネ

ルギー源としての可能性の検討を行う。

- (3) なお、民間企業の支援を受けて大学等では、新水素エネルギーに関する反応機構の解明等の基礎的研究を中心に、国の補助事業を補完する研究を実施する。

5. 全体計画

研究開発スケジュールの全体計画については、図2に示す。

	平成5年度	平成6年度	平成7年度	平成8年度
(1)過剰熱発生実証モデル実験				
①電解法による過剰熱の計測	←			→
②過剰熱発生時の反応生成物の検証		←		→
③電解法と真空法の結合による過剰熱の検証			←	→
(2)材料解析および材料開発				
①材料解析	←			→
②材料開発			←	→
(3)情報の収集・整理	←			→
(4)国際研究協力	←			→

図2 研究開発スケジュール

実証研究計画「新水素エネルギー実証研究センター 及び実証ラボラトリーの概要」

財団法人エネルギー総合工学研究所

新水素エネルギー実証研究センター センター長 松 井 一 秋

〔現状〕

1. 新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託を受け、財団法人エネルギー総合工学研究所（IAE）が、平成5年11月1日に「新水素エネルギー実証研究センター」を創設するとともに同年12月1日に「新水素エネルギー実証ラボラトリー」を札幌に設置。
2. フライシュマン・ポンズ型セル及びイムラ・ジャパン型セルを技術導入し、12月中にフライシュマン教授、ポンズ教授の実施指導を受け、装置の組立を完了。
3. 1月～2月にかけての熱測定系のキャリブレーションを終了後、熱発生試験を実施予定。

〔概要〕

(1) 新水素エネルギー実証研究センター（NHEセンター）

- ①創 設 平成5年11月1日
- ②所在地 東京都港区西新橋1丁目22-5
新橋TSビル2階
- ③業 務・NEDOから受託して行う新水素エネルギー実証技術開発に係る研究の実施、推進
・民間企業等から受託して行う新水素エネルギー基礎研究の実施、推進
・その他の付帯業務
- ④体 制 センター長、プロジェクトマ

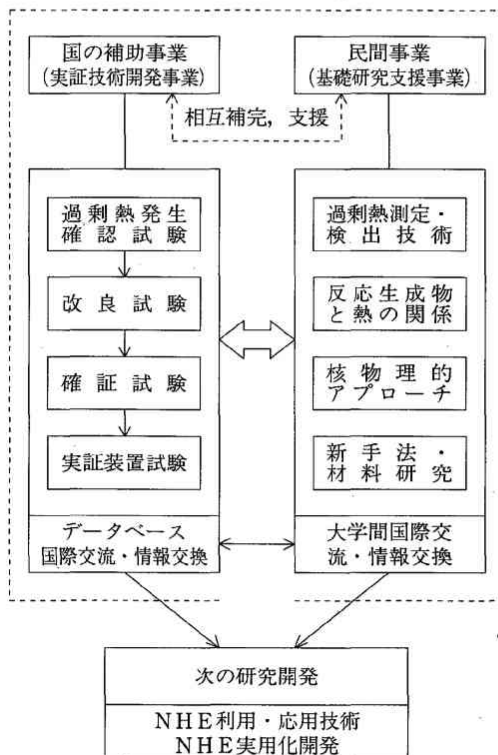
ネージャー、主任研究員3名

(2) 新水素エネルギー実証ラボラトリー（NHEラボ）

- ①創 設 平成5年12月1日
- ②所在地 北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク2丁目3-5
- ③業 務・NEDOから受託して行う新水素エネルギー実証技術開発に係る研究のうち、実証試験の実施
- ④体 制 プロジェクトマネージャー、主任研究員3名、研究員2名

NHE研究開発の枠組み

（新水素エネルギー（NHE）実証研究事業）



基礎研究計画「新水素エネルギー基礎研究計画」

東京工業大学 教授 岡 本 眞 實

はじめに

新水素エネルギー基礎研究は、国の推進する「新水素エネルギー実証研究」を、学術的に支援する研究として民間企業から研究費を仰いで推進されるもので、平成5年12月に正式に発足した。したがって、平成5年度は1月～3月が正式な研究期間となり、研究推進の著についたところであり研究成果は今後に期待されるものである。ここでは、研究推進のため、研究者組織と研究の目的・目標、推進方策について概略をご紹介しますことにする。

1. 研究者組織と研究目標

大学・公立研究機関に属し新水素エネルギー研究に従事しているあるいは研究を行いたいとする研究者（グループ）の数は、これまでになされた調査によれば60を越える。この状況を踏まえて本基礎研究を推進するために、大学研究者よりなる総括班を組織している。この総括班においては収集した研究者からの研究計画を主なベースとした全体計画を策定し、これを遂行するために個々の研究者（グループ）より具体的な研究計画を求め検討を加えた結果を基礎研究推進委員会に諮って当該年度の研究を推進する。

全体計画の目標は、

「新水素エネルギーに関わる諸現象を科学的に解明し、新水素エネルギー実証研究に学術的基盤を用意すること」にあって、そのため

に必要な不可欠な学理の追究を研究期間に行なうことにある。

総括班の構成は、下で述べる4つの研究班の研究代表者4名と学識経験者4名と班長の計9名よりなっており、今後は基礎研究推進委員会の役員数名が加わることになっている。

2. 研究班組織と研究課題

本基礎研究を合理的にかつ効率よく推進するための方策を検討した結果、本基礎研究を以下の4つの研究班をもって推進することになった。

第一班 電気化学反応系における過剰熱の検出と計測技術評価

（精密熱量測定手法を確立し、「真の過剰熱」であることの実証）

（班代表 横浜国立大学工学部 太田健一郎）

第二班 核生成物と過剰熱の相関

（過剰熱発生における核反応生成物の検出・同定を遂行し、核現象と過剰熱との相関を究め、過剰熱生起の機構を解明する）

（班代表 大阪大学工学部 高橋亮人）

第三班 核反応機構解明への核物理的アプローチ

（新水素エネルギー発生を中心とする核現象の成否の根幹としての核反応生起の可能性を追究し、科学上の

信頼性の確立)

(班代表 東北大学理学部 笠木治郎太)

第四班 新水素エネルギー用材料開発

材料中での水素同位体の異常集積と非常運動に注目し、十分な制御性と高度なエネルギー解放効率をもつ材料の開発)

(班代表 名古屋大学工学部 岩原弘育)

以上の4つの班に2～3グループが参画し

ている。

以上の実証的研究に加えて、情報収集・国際交流や新しい研究の萌芽・育成については、総括班が担当することになっている。

3. 各班の主な担当課題と目標との関係

図1に示すように各班の役割を明確にして目的達成を期し、真摯な討論を通して正確で学術的議論に耐える知見を集積し、目的を全うすべく努力を傾注している。

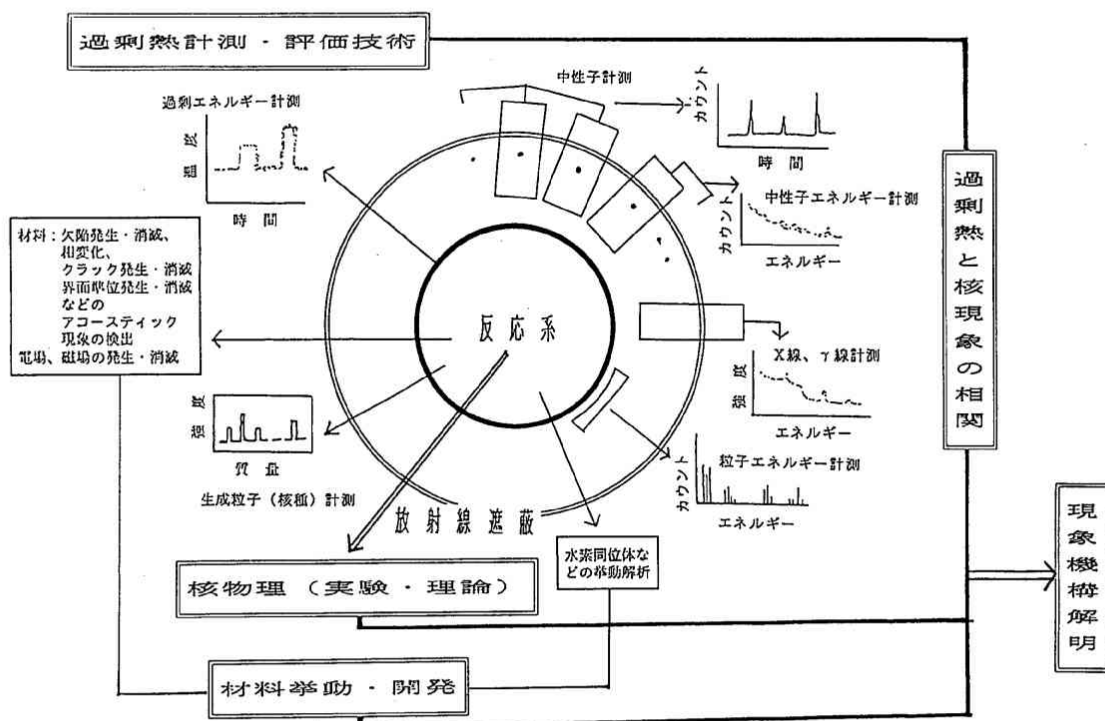


図1 研究四班の担当課題と目標との関係

「新水素エネルギー実証ラボラトリーの現状」

新水素エネルギー実証研究センター

プロジェクトマネージャー 浅見 直人

(1) 「事業全体計画」と「実証研究計画」の項でご報告申し上げた通りの計画・方針に基づき平成5年12月より、札幌市厚別区のテクノパークの一角にあるアイシン・AWの技術棟3階に「実証ラボラトリー」を設

置して、新水素エネルギー（NHE）実験研究を開始した。

(2) 同所で行う予定のNHE実証技術開発のマスタースケジュールを図-1に示す。

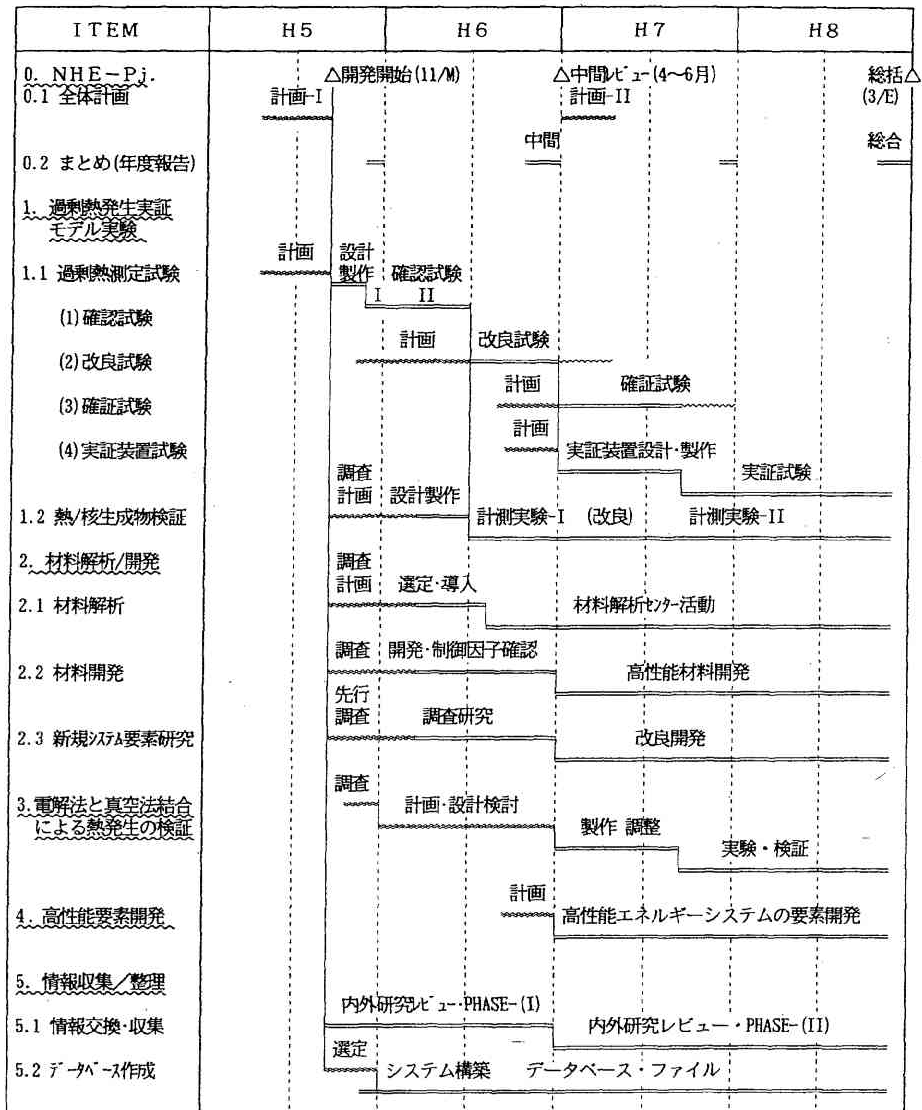


図-1 「NHE実証技術開発・マスタースケジュール」

本研究開発の進め方は、まず、既に公表されている実験例数種を選び、過剰熱再現実験「確認試験」を行う。次に再現性を確認した方式について熱測定方式等の改良を行い、制御性の追求等を行う「改良試験」を実施する。それらの成果を中間レビューで評価してその後の進め方を検討することとしている。

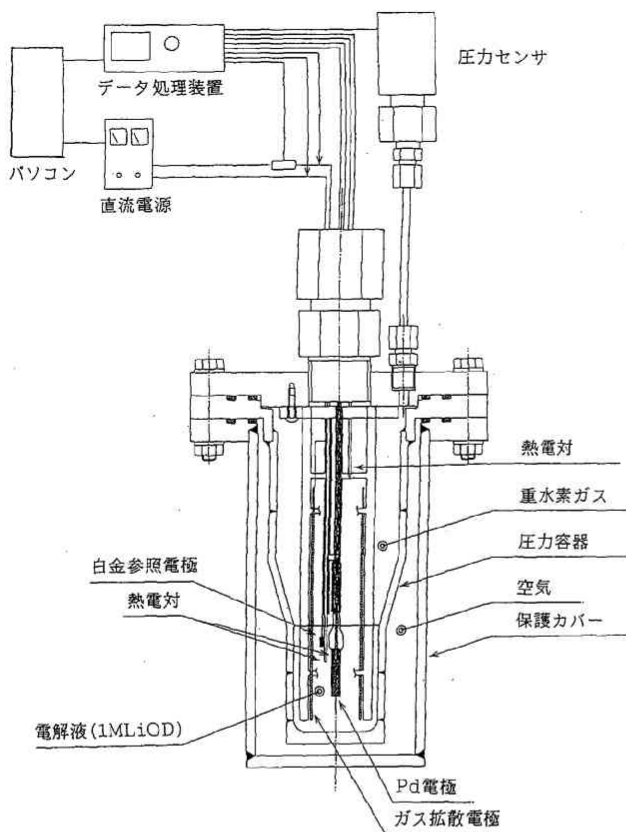
- (3) 平成5年度は4ヶ年計画の初年度であり、年度も残り少ないこともあって、研究事務室の整備、実験機器設備の準備を行いながら、「過剰熱発生実証モデル実験」に着手し、「電解法による過剰熱測定試験」を実施している。
- (4) 本年度は、現在まで過剰熱発生率が高く、実験の再現性が比較的良いとされている方式として、IMRA-JAPANの「燃料電池方式電解セル」と、フライシュマン・ポンス教授の「開放型電解セル」の2方式を選択し、可能な限り忠実にその再現試験を実施するとの方針により、両方式を購入する方式を採った。図-2及び図-3に両方式のセル断面図を示す。
- (5) 本年度の過剰熱実験のこれまでの経緯と大凡のスケジュールは以下の如くである。

- (6) NHE実証ラボラトリーでは、補完的研究と今後実証ラボで行う実験研究のための先行的調査研究を以下の様なテーマで再委託・外注調査研究として実施している。

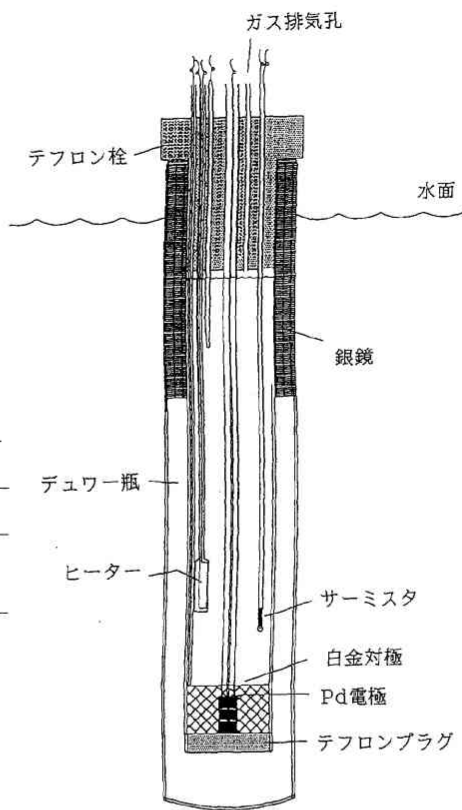
- a) 熱発生材料の解析に関する研究開発
- b) 国内外の研究情報調査とデータベースの作成法の検討
- c) 軽水系熱発生試験と改良型熱計測法の予備調査

- (7) ここではNHE実証ラボラトリーにおける立ち上げから約3カ月間の開発研究の準備作業のあらましと、実験研究の現状を報告し、今後の展開について述べたい。

		開始	完了
○実験装置 (F/P方式, I/J方式)	組立・調整	12月6日～12月13日	
○制御プログラムチェック・修正	I/J	12月14日～12月23日	
	F/P	12月15日～1月24日	
○作動試験・キャリブレーション	I/J	12月24日～1月13日	
	F/P	1月25日～1月31日	
○Pd-D系 (過剰熱) 実験	I/J	1月17日～約2カ月後	
	F/P	2月3日～約2カ月後	



図一 2 「燃料電池方式電解セル」 I/J 方式



図一 3 「開放型電解セル」 F/P 方式

ごみ発電の高効率化に関する 海外調査結果



赤 田 卓 己*

1. はじめに

将来の深刻なエネルギー情勢を踏まえ、また地球環境問題への対策の一つとして、従来から利用されていないエネルギー源からのエネルギーの積極的利用が推進されてきている。また一方、最近特に、廃棄物処理が重大な社会問題となってきている。ここで、ごみ焼却に伴って発生する高温排熱が利用価値の高いエネルギーであり、ごみ焼却施設における発電事業（ごみ発電）は未利用エネルギーの最も有効な活用方策の一つと注目を集めてきている。

しかし、ごみ発電は発電効率が低いという問題点がある。これを解決するため、清掃工場にガスタービンを設置して複合サイクルを組むことにより、総合発電効率を向上させることが考えられる。

そこで、平成3年度より通商産業省石油部精製課の「高効率石油エネルギー供給システム適用モデル調査事業」の一環として(財)石油産業活性化センター（PEC）からの委託により、当研究所でこのシステムの調査を実施した。その結果、このシステムは「スーパ

ーごみ発電」として広く知られるようになり、すでに実用化の検討がなされている。

今回、この調査の一環として海外調査を実施したので主要訪問先の概要を報告する。なお、海外調査は、平成4年度は欧州を、平成5年度は米国を調査した。

2. 調査の目的と調査項目

今回のごみ発電の海外調査の目的は、「石油活用型ガスタービン複合ごみ焼却発電システムの実用化調査」に役立つ海外情報の入手である。具体的な調査項目は、次の4項目に整理できる。

- (1) 海外の清掃工場の実態の把握
- (2) 海外でのガスタービン複合ごみ焼却発電システムの検討状況の把握
- (3) ガスタービンに関する最新情報の入手
- (4) 海外の電力事情(規制緩和の状況)の把握

3. 調査日程・訪問先・調査メンバー

(1) 調査日程

① 欧州

平成5年2月4日から2月16日までの
13日間

※ (財)エネルギー総合工学研究所 主管研究員

② 米国

平成5年11月27日から12月9日までの
13日間

(2) 訪問先

① 欧米の清掃工場

- ・ハンブルグ市清掃工場
- ・MVB (ドイツ ハンブルグ市)
- ・マコマ清掃工場
- ・SEMASS (米国)
- ・OGDEN (米国)

② 複合ごみ焼却発電関連

- ・ターボテクニカ (イタリア)
- ・C.H.GUERNSEY

③ エネルギー関連

- ・IEA
- ・(社)海外電力調査会ワシントン事務所
- ・FERC (米国)

(3) 調査メンバー

欧州、米国ともに調査委員会の平田委員長
(芝浦工業大学教授、東京大学名誉教授)に
団長としてご参加いただき、委員会メンバー
の団体から数名参加していただいた。なお、
当所から事務局として1名参加した。

4.調査内容

(1) 欧米の清掃工場の実態について

① ハンブルグ市清掃工場

ハンブルグ市清掃工場(MVA II STELLINGER MOOR)はハンブルグ市にある2
か所の焼却施設のうちの一つである。

ハンブルグ市は100万トン/年のごみを処理している。この内、埋立てが58%で、焼却が42%である。将来は、リサイクルを多くして埋立て分を無くしたいと考えている。またハンブルグ市のごみ質は日本のごみに似てお

り、紙、プラスチック類が多い感じがした。

MVA IIの焼却炉形式はマルチンのスト
ーカ炉であり、排ガス処理装置はフォンロー
ルが製作している。

MVA IIでは18万トン/年のごみを焼却
している。ごみ焼却の排熱で過熱蒸気(41
bar, 370℃)を発生して15,000kWの発電を行
っている。発電電力のうち65%を販売してい
る。なお、現状では他の熱利用は行っていない。

MVA IIにおける高温腐食対策について
は次の通りである。すなわち、MVA IIのス
ーパーヒータの材質はCr-Mo鋼を採用して
いる。HClによる高温腐食のためスーパーヒ
ータ1列目(最高温度)の交換を3回/年必
要としていたが、この配列を変更したため現
在は2回/年に減じている。

MVA IIでは排ガス規制の強化に追従し
て、排ガス対策のための改良を重ねている。
現在は電気集塵機と湿式処理を組み合わせ
ている。また最近ダイオキシン対策のために活
性炭吸着等を付加した。

なお、見学の子供達に対しごみ処理の教育
資料を用意するなど長い目で見たごみ政策を
考えていることがうかがえた。

② MVB (MVB [Müllverwertung Borsigstraße GmbH])

本清掃工場は家庭(都市)ごみの焼却を目
的にVKR (VEBA Kraftwerke Ruhr AG)
とハンブルグ電力が夫々20%、80%を出資し
て設立したものである。このようなJVによる
運営形態となっているのはハンブルグ市の財
政状態が良くないからとのことであった。

現在稼働中のMVA Iは1960年に建設され
たもので、老朽化のため1994年に廃止する。
現在建設中の焼却炉は既設のMVA Iの代替

炉として1994年1月に竣工の予定である。本工場は32万トン／年のごみを処理している。処理価格は、1989～91年の契約では1400 DM／トンである。

新設焼却炉の仕様は、処理能力：2×21.5トン／時、ごみの計画発熱量6500～9650kJ/kg、ごみの組成：家庭ごみ37～40%、事務所ごみ52～40%、粗大ごみ8～12%、建設廃材2～4%、熱出力57.8MW（熱供給のみ。発電は行わない）

本プラントは熱供給は行いが、ごみ発電は行わない。（現在稼働中のMVA Iも同様。）その理由について、原子力の導入による電力供給の余裕によるものか尋ねたところ、ごみ焼却により発電を行わないのは、原子力の導入とは違った観点（another aspect）であり、焼却する目的は別の有用物質に変えることであり、発電は効率が悪いとの回答であった。ごみ処理の目的は、第1は嵩を減らすこと（焼却減量）、第2はリサイクル、第3は有用物質の抽出・回収であるとのことであった。

（注：上記は質問に対するDr. ZWAHRの回答である。極めて先進的な内容であるが、①ハンブルグ電力の事業目的は電気と熱の供給であること（かつ、熱供給のための配管等のインフラが既に整備されていること）、②現在、西ドイツの電力供給はあまり逼迫していないこと（ハンブルグ電力に関していえば、需要の伸びは年率1%程度）。それに伴い、近年、ごみ発電プラントの蒸気条件は発電出力を優先していた時代より緩和する方向にあること（＝発電より信頼性の重視）等、他の要因を含めて判断する必要があると考えられる。熱供給のためのインフラが整備されているならば、本工場のように熱供給のみの計画

は熱効率面から最も優れている。しかしながら、熱の搬送手段がない場合は熱効率は低いが、電気に変換して搬送せざるを得ない。）

年間32万トン进行处理したときの焼却残滓は以下のとおりであり、使用できるものは可能な限り使用する。ストーカーからの灰95,000トン、鉄10,000トン、フライアッシュ（石炭灰と同等のもの、利用可）3,500トン、フライアッシュ（ダイオキシン含有）4,500トン、30% HCl5,400トン、石膏3,000トン、残滓16,000トン。

本焼却炉から発生する350℃、20barの蒸気は隣接のハンブルグ電力 Tiefstack 石炭火力発電所からの蒸気供給ラインに接続する計画である。（市街地に蒸気と温水の熱交換所がある。）現在稼働中のごみ焼却プラントは同発電所からの温水供給ラインに接続されている。温水供給系の仕様は往136℃、12bar／戻40～56℃であり、総延長は約600kmである。

なお、冷房はHCFC、FCKWの断熱膨脹を用いて行い、吸収式ではないとのことであった。

③ マコマ清掃工場

最近、サルディニア島（イタリア）中央部のマコマに、最新の流動床ごみ焼却炉を含む廃棄物処理プラントが建設された。前処理装置の工事が若干残っており1992年3月末完成の予定である。

マコマ廃棄物処理プラントの建設の経緯は次の通りである。従来サルディニア島中央部では、廃棄物は埋立てされたり、カリアリ市まで搬送したり、また一部不法処理されていた。この度、サルディニア島中央部の48市町村（人口11万人）が結成した「マコマ産業組合」はCTIPに依頼してマコマ廃棄物

処理プラントを建設した。

マコマ廃棄物処理プラントは、前処理設備、流動床ごみ焼却炉(処理能力72トン/日)、ごみ発電設備、コンポスト設備等から成る。廃棄物は都市ごみのような産業廃棄物を含み、分別して有機物をコンポストとして、他の可燃物を焼却する構成となっている。

この地方でも環境規制が厳しく、施設が周辺の景観に対してあまり目立たないようにするための配慮をしている。また、環境規制や運転面から、ごみ焼却炉として流動床炉を採用した。なお、コンポストのマーケットはあまり期待できないかもしれないとのことであった。

ごみ焼却により過熱蒸気 (11 t/h, 41bar, 370℃) を発生して2,000kWの発電を行う。その50%を売電して、本プラントのランニングコストの50%を賄う計画である。なお、売電価格は250リラ/kWhで、この地域の電気料金 (160~170リラ/kWh) に対し高く設定している。これは、イタリアの電力事情が厳しいために、買電価格を高く設定しているためである。また、スーパーヒータの材質はステンレスで24ヵ月毎に交換を予定している。

④ SEMASS PARTNERSHIP

Massachusetts 州のRochesterにある、米国東海岸の代表的な大型ごみ焼却発電設備であり、最近増設をしたばかりであり、米国のごみ発電設備の実態を把握するために訪問した。Massachusettsの南東 (South Eastern Massachusetts) にあることから SEMASS と名づけたとのことである。

本設備は、1988年に Energy Answers Corp, Albany, NY, 等の5社の共同出資で、ごみ焼却量1,900米トン/日の規模で建設された。本年、ごみ焼却量3,000米トン/日に増強され、

現在増設装置の最終試運転を実施中である。

今回の調査では、増設前の実績値についての情報を入手してまとめた。また、装置の運転はメインコントラクターの Bechtel 社が実施している。

設備設計の考え方は、ごみ焼却熱を出来るだけ発電で回収すること、分別ごみの再生使用を出来るだけ行うこと等である。

SEMASSプラントのフローを図-1に示す。ごみ処理は次のステップで処理される。収集されたごみはシュレッダーで6インチ (15 cm) 以下に裁断される。裁断されたごみはベルトコンベアーで運ばれ、途中で電磁石により、鉄分 (全鉄分の2/3) を除去される。鉄分を除去されたごみは燃焼炉に投入される。[ごみの発熱量は4,500~5,500Btu/lb (2,500~3,000kcal/kg) 日本のごみ発熱量より若干高め、見た感じで水分含有量が少ない] 軽いごみは炉中に浮遊して、重いごみは底部の移動火格子上に落ち堆積して燃焼する。炉高は82ft (25m) と高く設計されており、また、炉内温度は2,000°F (1093℃) である。焼却炉の底部の火格子部分はアルミニウムの融点を越えないように、また未燃の炭素が残らないように工夫されている。残留灰は、鉄分、非鉄金属 (銅、真鍮、ステンレス、アルミ等) とそれ以外の3種類に分別されている。燃焼炉からの排ガスは、燃焼炉の上部の加熱管で蒸気を加熱し、その蒸気で発電される。排ガスは、まず生石灰のスプレイドライヤー装置を通して中和したのち、電気集塵器 (最新の3号機はバグフィルターに変更) にかかけられ、煙突に導かれる。煙突には、排ガスの常時監視装置が設置されており、測定結果は関連部署に報告されている。電気集塵器とバグフィ

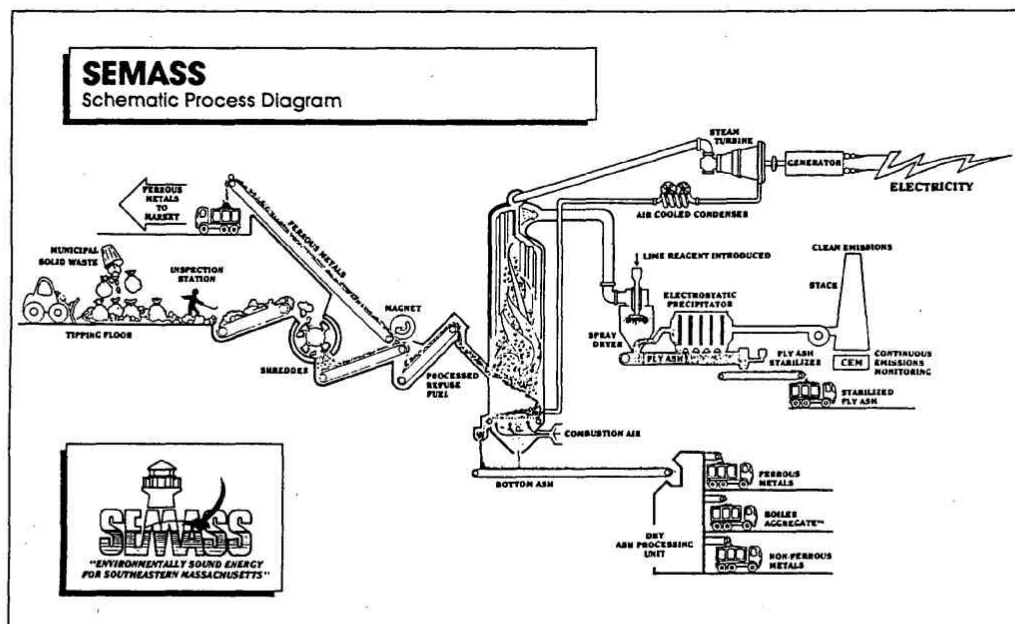


図-1 SEMASHプラントのフロー

ルターからの集塵灰はセメントキルンアッシュと混合され重金属が溶出しないように固形化して埋立て処理されている。

1913米トン/日のごみ処理ベースでの物質収支は以下の通りである。

ごみ (1913米 ³ /日)	エネルギー [約76%] (電力 52MW)
	埋立地へのゴミ [約10%] (処理不可能物質63 ^ト /日) (中和飛散灰固定加工処理 141 ^ト /日)
	再生物質 [約14%] (鉄 分 84 ^ト /日) (非鉄金属 6 ^ト /日) (コンクリート製造用碎石 165 ^ト /日)

発電関連については次の通りである。蒸気条件は、蒸気量 560,000lb/h (254t/h), 蒸気温度 750°F (400°C), 蒸気圧力 650psig (45.7

kg/cm²) である。発電量と所内処理はつぎの通りである。1号機+2号機—52MW, 3号機—25MW, 所内消費 6~8 MWで, 残りを Commonwealth Electric Co. に販売している。現状で〔3号機稼働前〕地元の電力の 9%を担っている。なお電力会社とは27年の長期契約を結んでいる。また, 会社の収入の 1/2は電力の販売収入である。なお, 加熱管材質は Inconel (ボイラー全水管長の 2/3に使用) (4年間稼働して, 腐食の徴候は認められない) である。

⑤ OGDEN MARTIN SYSTEMS, INC.

Florida州の Tampa市の東方20kmの所にある, 米国南部の代表的な大型ごみ焼却発電設備であり, その実態を把握するために訪問した。本設備は Hillsborough Countyの所有で, Ogden Martin Systems, Inc社 (Martin社〔本社: ミュンヘン〕の子会社) に施設的设计・建設及び20年の運転管理を委託して

いる。また、このプラントは37万米トン/年の処理を County にギャランティしている。

本設備は、1977年に計画され、1985年に着工され、1987年7月に完成した装置で、ごみ焼却量は、1,200米トン/日（400米トン/日×3）の規模である。

設備は、Martin 社のストーカ炉で、ごみ燃焼熱は発電により回収するシステムである。OGDEN MARTIN プラントで処理する都市ごみは、Hillsborough County の約60万人を対象として収集されている。輸送手段は、主としてトラックである。

ごみは、一般家庭ごみで組成としては紙が30～40%で、発熱量は4,300～5,200 Btu/lb（2,400～2,900kcal/kg）である。

OGDEN MARTIN プラントは、通常のMARTINの焼却炉である。ピット（1,000米トン）から、ごみはごみクレーンでホッパーに投入される。投入されたごみは、ストーカを徐々に落下しながら燃焼される。燃焼炉からの排ガスは、加熱管で蒸気を加熱して、排ガス処理装置に導かれる。この蒸気が発電に使用される。排ガスは、乾式スクラバーを経た後、電気集塵機で処理される。その後、煙突（高さ：63m）から大気に放出される。

物質収支は、都市ごみの24%は灰分（埋立地〔40km離れている〕で処分）、7%は鉄分（リサイクルへ）である。

発電関連における、蒸気条件は蒸気量94,000 lb/h（43 t/h）、蒸気温度 750°F（400°C）、蒸気圧力650psig（45.7kg/cm²）である。空冷復水式14段蒸気タービン（GE）1台で、30.5 MW発電している。地元の Tampa 電力に29 MW（料金2¢/kWh）販売している。加熱管材質は、T-11（JIS-G-3462 ボイラー熱交換器

用合金鋼鋼管クロムモリブデン鋼）である。

（7年間運転してきたが、特に腐食の問題は起きていない。蒸気、燃焼ガスの温度管理を十分していることで、問題の発生を起こしていない。）

運転管理面では、燃焼炉の温度と酸素濃度を極めて高度に管理しているとのことである。燃焼炉は、2回/年（停止日数：5～7日/回）停止する。その間は燃焼炉2炉の運転となり、その時の発電量は20MWとなる。タービンの定期検査は、1回/5年の開放点検（停止期間：2週間）と1回/年の無解放点検がある。

Countyにおける、ごみの Tipping Fee は56\$/米トンである。County はOGDEN MARTIN 社に、運転管理費として現在20\$/米トン支払っている。新たに埋立場を整備して、必要な経費を推定すると、30～40\$/米トンとなる。なお、ごみのリサイクルには、約150\$/米トンを要している。

(2) 複合ごみ発電

① C. H. Guernsey & Company

米国において、最初にガスタービン複合ごみ発電の検討を実施して、本件の米国における特許権（日本には出願していない）を有する C. H. Guernsey & Company とその共同出願者である APPLIED THERMAL SYSTEMS, INC. の担当者から、米国のごみ発電、ガスタービン複合ごみ発電設備検討に関する情報を得るため訪問した。

C. H. Guernsey & Company 社は、1928年に創立された都市工学関連のコンサルティング会社であり、創立以来の顧客数600社、手掛けたプロジェクト数5,000件以上、現在の従業員数180人、売上額1,400万\$/年である。

APPLIED THERMAL SYSTEMS, INC. は、1982年に創立された、Oklahoma 州 Tulsa に本社のある熱機関の施工会社であり、数多くの熱機関（各種熱交換器、最近特にガスタービンの熱交換器を数多く手掛けている）を施工している。

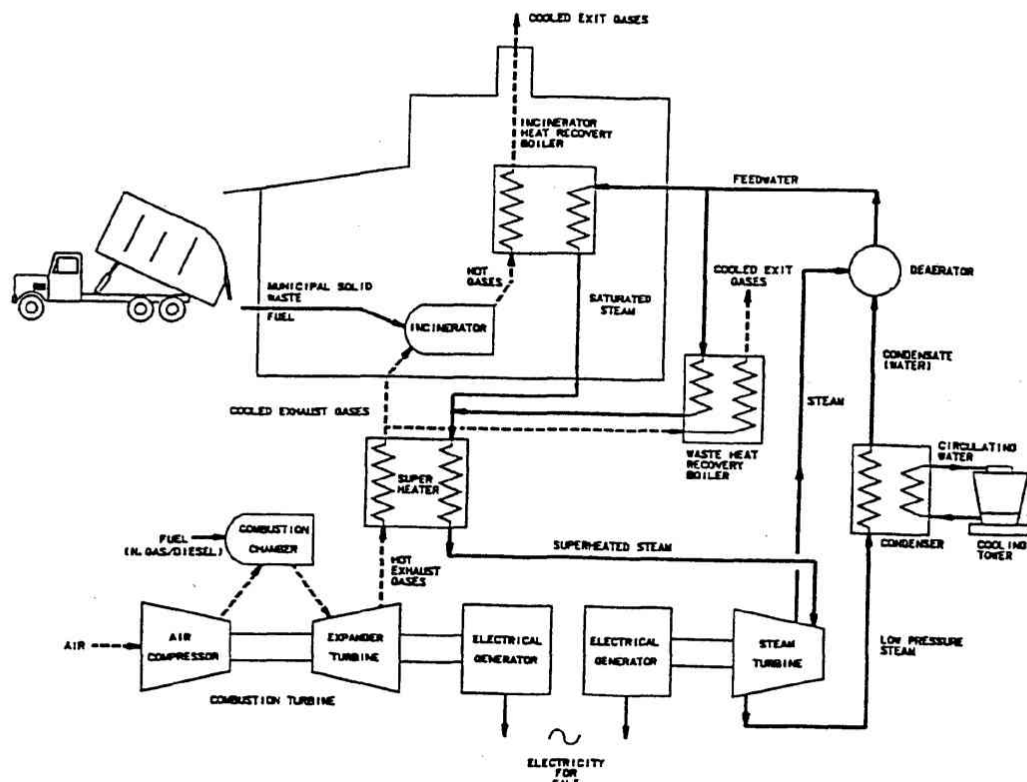
米国のごみ発電（Waste-to-Energy）は、経済性の原理に基づいており、ごみ処理コスト（Tipping Fee）と電力会社への売電価格により、その採用かどうかが決定される。このため当然のことながら、地域格差が大きい。

また、米国のごみ発電の場合、ごみ処理の当局、電力会社、蒸気の使用、プロジェクトのデベロッパの4者の利害の対立が生じる

ことがあり、その場合プロジェクトがなかなか進行しない。また、ガスタービン複合ごみ発電設備においても、各部署の利害が対立する場合には、なかなか進まないことが考えられる。

また、最近地域にもよるが、都市ごみのリサイクルへの関心が高まってきており、ごみを焼却してエネルギーを得るよりもリサイクルプラントへの注目もされつつある。

ガスタービン複合ごみ発電設備の検討結果は、"ECONOMICS OF COMBINED CYCLE WASTE-TO-ENERGY" (ASME FACT [AM SOC MECH ENG FUELS COMBUST TECHNOL DIV 9 31-37



COMBINED CYCLE WASTE-TO-ENERGY DIAGRAM

図-2 検討モデルのフロー

'90]) と、(GAS TURBINE WORLD [NARCH-APRIL '91]) に発表されており、"USP 4882903"で米国の特許を取得している。

検討モデルのフロー(特許にも同じフロー)を、図-2に示す。すなわち、ごみ焼却の排ガスは、焼却炉排熱ボイラを通して排気される。ガスタービン(燃料:天然ガスまたは軽油)からの排ガスは、過熱器を通り、一部はごみ焼却炉の燃焼用ガスとして使用する、また一部は熱回収ボイラを通して排気される。原料水の一部は、ごみ焼却炉の排熱ボイラをへて、ガスタービン排ガスによる過熱器を通りスチームタービンへ、一部はガスタービン熱回収ボイラを通ったのち、過熱器を経てスチームタービンに送られ、発電に使用される。

モデル調査における最適な組み合わせは次のようになる。

+ごみ焼却炉 5 基(各100米トン/日)(合計500米トン/日)

+ごみ焼却炉排熱回収ボイラ 5 基(蒸気量20 t/h)

+ガスタービン 3 基(各4,500kW)(合計13,500kW)

+ガスタービン排熱回収過熱器 1 基(蒸気量102 t/h, 温度400℃, 圧力45atg)

+ガスタービン排熱回収ボイラ 1 基(蒸気量14 t/h)

+スチームタービン 1 基(22,500kW)

この場合のガスタービンの燃料は天然ガス(1.25m³/s)である。蒸気の一部はプロセス蒸気として、利用し、PURPA の適用を受け、電力会社に Avoided Cost での電力購入義務を負ってもらう。

モデルの経済性の評価では、ニューヨーク

のように、Tippng Feeが高く(40\$/トン以上)、売電価格も高い(6¢/kWh)地域では、十分経済性は成り立つが、オクラハマのようにTippng Feeが安く(20\$/トン)、売電価格も低い(4¢/kWh)地域では、天然ガスの価格がいくら安くても成立しない。

現状では、実用化の予定はない。この理由については、米国のごみ発電は、蒸気条件がすでに優れており、発電効率もそれなりに高いこと、ごみのリサイクルの動きが活発になっており、ごみ発電への関心が少し低くなっている等が考えられる。

本モデルが、既に米国の特許を取得しており(日本への出願はしていない)、このような組み合わせ技術でも、米国では特許権が成立しており、今後注意を要する。

② ヌーボピニオネ/ターボテクニカ社 (NUOVO PIGNONE / TURBOTECNICA)

ヌーボピニオネ社は1842年、当初は鑄造工場として操業を開始し、現在ではコンプレッサー、ガスタービン、蒸気タービン、冷熱プラント、石油化学プラント等を製造している。ガスタービンに関しては1961年以来GEグループの一員である。ターボテクニカ社はヌーボピニオネ社のガスタービン製造の子会社である。ガスタービンの製品の系列は24MW機以下が自社設計であり、28~226MW機はGEのライセンス生産である。

GE系のガスタービンのシェア(世界)は約60%であり、ヌーボピニオネ社は8%である。

(ヨーロッパの他の大手であるAEG社(GE系)は約13%、ABB社(非GE系)は約11%。)

イタリアにおけるごみ発電のコンバインドサイクル化の検討については、イタリア北部のペローナとローマの検討があり、ペローナ

表-1 イタリアにおける複合ごみ発電の検討

建設地点	ペローナ	ローマ
焼却炉	RDFボイラ	RDFボイラ3台並列運転
	温度 380℃	380℃
	圧力 60 bar	60 bar
	蒸発量90トン/時	90トン/時
GT排気による加熱	445℃, 60 bar	490℃, 60 bar
タービン	GT 13MW×2台 (型式 PGT16)	40MW×2台 (型式 フレーム6)
	蒸気 22MW×1台	87~88MW×1台
	合計 48MW	160MW程度
熱消費率 (kcal/kwh)		
熱供給なし	2920 ($\eta=29.45\%$)	2600 ($\eta=33.1\%$)
熱供給あり	1540 ($\eta=55.67\%$)	1414 ($\eta=60.8\%$)

については既に建設中であり、ローマはFS (final studyphase) を行っている。(表-1 参照) ペローナの実用化のフローを図-3に示す。

イタリア電力公社 (ENEL) の買電単価は、ごみ発電は、220リラ/kWh (最大250リラ/kWh)、ガス化プラント (オイル、タール) 117リラ/kWh、ガス焚昼間85~90リラ/kWh夜間35リラ/kWhである。

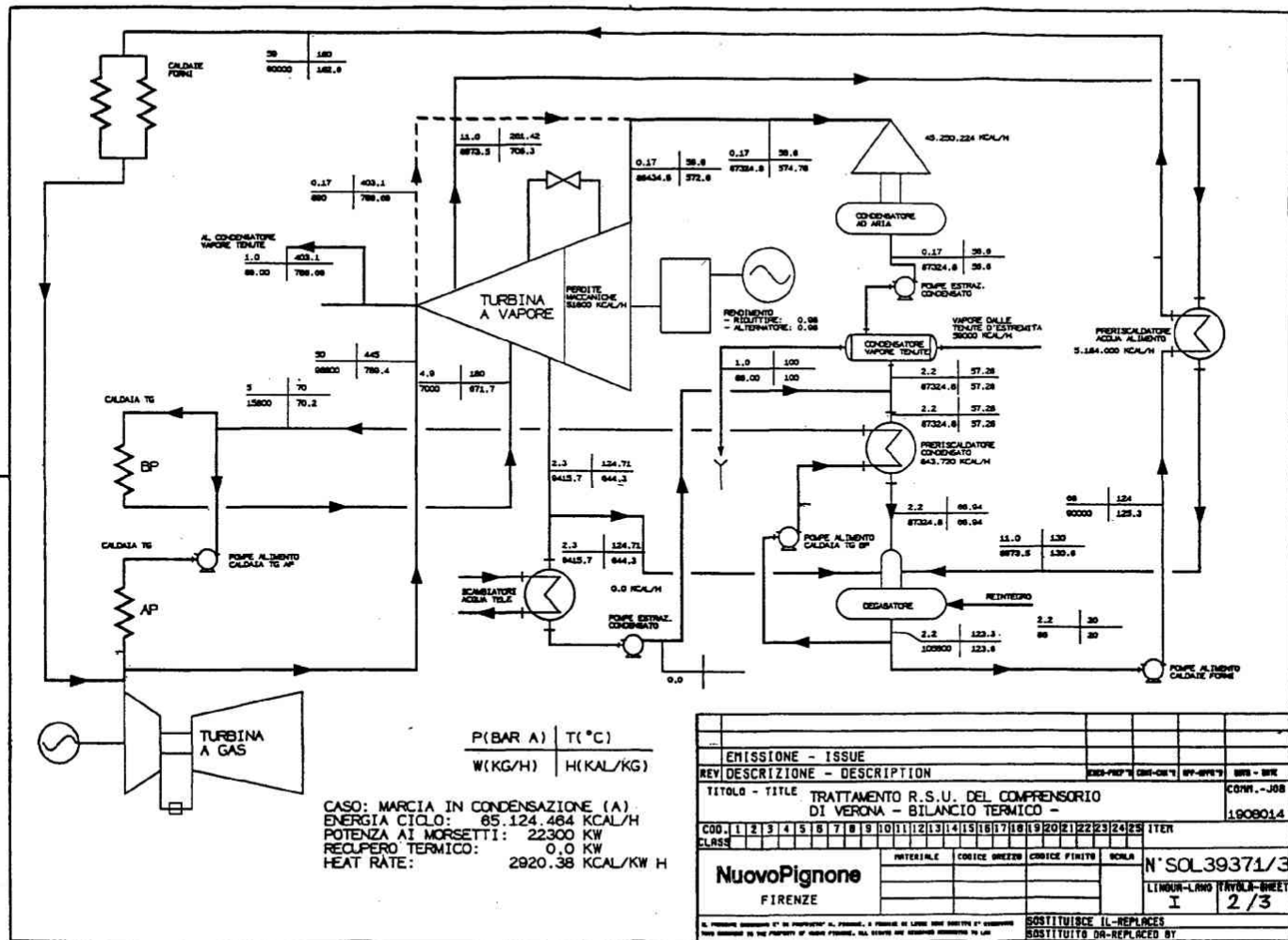
(3) エネルギー関連

① IEA

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY) は、1974年11月経済協力開発機構 (OECD) 理事会決定により「国際エネルギー計画 (INTERNATIONAL ENERGY PROGRAM)」の実施機関として設立された。

この機関の目的は、参加国が石油供給不足の事態に備えて、IEP 協定に基づき、備蓄・需要抑制、相互融通等の対応策の策定を行うとともに、長期的にはエネルギーの節約、代替エネルギーの開発等を行うことにより、輸入石油への依存度の低減を図ることである。また IEA加盟国は、OECD 加盟国24カ国のうち、フランス、フィンランド及びアイスランドを除く21カ国である。

炭素税と CO₂ 発生量の関係に関する IEA マクロモデル検討結果は以下の通りである。OECD地区とNON-OECD地区に分けて検討した。(NON-OECD地区はデータ不足の為 OECD 地区を北アメリカ地区とその他の OECD 地区に分けて検討。) 1991年時点での10ドル/bbl 課税でスタートし、2,000年時点



の原油価格を30ドル/bbl（1990年価格ベース）と想定しているが、最近の下落傾向によりこれより確実に下落するとの予測が増え、2,000～2,005年で25ドル/bbl（1990年ベース）説もある。G.N.P.，一定のアップ率見込み（全体で2.3%）及びエネルギー増加率：1.5% CO₂ 発生量：1.1%のアップ率を基準ケースとして炭素税のみでCO₂ 発生増加を抑える為にはどの位の炭素税が必要かとのモデルである。モデルの限界でもあるが、原油価格の上昇等によりエネルギー弾性値が変化することが、この点は盛り込んでない。

炭素税の試算結果（ドル／トンCARBON）は次の通りである。北アメリカ地区では1991年から、2005年に年率9%でアップして、2005年に176に達する。その他の OECD 地区では、年率15%でアップして、2005年に260に達する。従って2005年には原油価格が81ドル/bblになってしまうというショッキングな話となる。なお、発電所におけるガス使用量が増え（石油・石炭消費量を削減し）1990年のシェア9%，2005年の15%シェアをさらに上回り、20%に達するのではないか。（対基準ケース）

その他の情報として、OECD 環境局のグリーンモデルによると化石燃料から他エネルギー源へのシフトにより電力の延び3%位。石油は0%位、石炭が6%位 LNG4.5%位（但し設備的には4.3%の伸びしか可能でないと予想。）

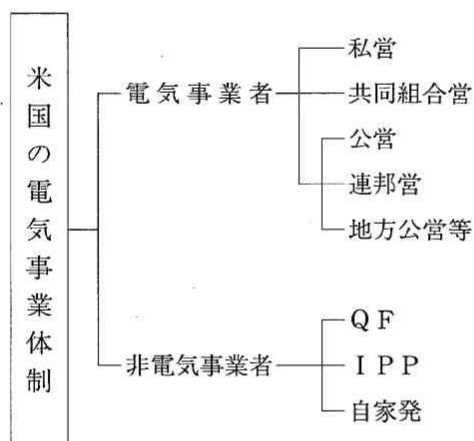
② （社）海外電力調査会（JEPIC）ワシントン事務所

（社）海外電力調査会は、欧米の電力事情を把握するために、昭和33年に電力会社を会員として設立された団体である。現在、港区に本部が置かれ、海外には、ワシントン事務所、

欧州事務所がある。

米国において、電気事業を営む電気事業者と公益事業規制政策法（PURPA）に基づく認定設備（Qualifying Facilities=QF）所有者、卸売事業の独立系発電事業者（Independent Power Producers=IPP）などの非電気事業者がある。ここで、QFでいう認定設備とは、小規模発電設備（地熱、バイオマス、都市ごみ、その他再生可能資源）及びコージェネ施設である。

米国の電気事業体制は以下の通りである。



電気事業者は、電気エネルギー販売のために、発電・送電・配電用に使用される施設を所有または運営する会社である。1990年現在、電気事業者の数は3,241、発電設備6億8800万kW、販売電力量2兆7130億kWh、料金収入7180億ドルである。私営が事業者数の8%にすぎないが発電設備、販売電力量、料金収入の77%を占めている。

非電気事業者の設備比率は、1986年で3.5%であったが、1990年で5.5%と増加している。発電電力量の比率は同様に、4.3%から7.7%になった。非電気事業者の設備容量は、1990年でコージェネが3,282万kW、小規模発電が

952万kW、その他279万kW合計で4,513万kWである。このうち、QFの設備容量は3,362万kWで、非電気事業者に占める割合は、74%である。

米国の電力に関する競争政策の導入状況については、前述のとおり、米国で非電気事業者の供給が増加しているのはいかなる理由によるものであるか。これは、米国では、電気事業の競争政策の導入により、発電の自由化が進んだことによるものであり、更に現在、送電の自由化政策が進められつつあり、今後、ますます非電気事業者の供給が増加するものと見られる。

競争政策導入の経緯は以下の通りである。

1978年カーター政権時代に公益事業規制法(PURPA)第210条により、電力会社に非電気事業者のQFからの買い取りを義務づけたことが発端である。QFの資格要件をクリアした発電設備のみが厳しい規制から免除され、多くの州で導入された競争入札制度により発電市場での競争が展開された。

1992年エネルギー政策法が成立し、IPPが従来公益事業持株会社法(PUHCA)により電気事業者としての規制があり、発電市場への参入障壁となっていたが、このPUHCAの適用除外となる新しいタイプの発電事業者EWG(適用除外発電事業者Exempt Wholesale Generators)が設けられ、これら卸電力発電事業者によって発電された電力が電気事業者の送電線を通うじて、電気事業者へ託送出来るようにすることを主な狙いとした連邦規制委員会(FERC)への卸電力託送命令権限の付与が定められた。実質的に連邦動力法の改正につながっている。

競争政策導入の効果は次の通りである。こ

れらの競争政策の導入により、前述のとおり電気事業者は自ら発電設備を建設するよりはIPPまたはQFより電力を購入するようになった。購入電力料金の算定にあたっては、算定基準が不明解であったAVOIDED COST方式より、入札方式を採用するところが増加してきている。1991年11月現在、26州56の電気事業者で実施され、合計83回、2,100万kW以上の入札が行われている。このうち、20州では応札者は非電気事業者に限定されたが、他の州では、DSM(DEMAND SIDE MANAGEMENT)方策まで含めた入札(ALL-SOURCES BIDDING)であったという。

電力の安定供給への影響については、全米で北米信頼度協議会(NERC: North American Electric Reliability Council)のもとに9ヵ所のブロックに分かれて、電力供給、送電線設備計画の立案を行っている。EWGの送電アクセスの増大は、これまで緊急時用の電力融通を行うために確保されてきた緊急時用送電容量まで電力託送用として使用される可能性がある。このことは緊急時での電力の確保が安定供給上の問題とされる。また、電力の系統運用に関して電力供給がメッシュになっているので、どこの送電線を経由して配電されたかの特定が難しい。

米国の電力需要の見通しは、1992年で最大電力(5億4871万kW)、年間電力量(2兆9429億kWh)は、2000年初頭まで1.7~1.8%程度の伸びが予想される。今後10年間に公的機関、民間の電源開発予測はいずれも8000万~1億kW程度に必要という結果を出している。

ごみ焼却施設増加の背景は、大都市におけ

る埋立処分場の延命化、獲得難や埋立処分場所の環境上の問題による中間処理や原料化の必要性などもあるが、むしろ、第1次オイルショックを契機としたエネルギー源の見直しによる公益事業規制法(PURPA: Public Utility Regulation Policy Act 1978年)の制定により売電が可能になったこと、焼却施設建設に当たって低金利の連邦工業債が可能だったことなどが挙げられる。(現在は、連邦工業債の利用は認められていない。)

ごみ発電の実態としては、ごみ発電は米国では農産廃棄物、林業廃棄物、都市ごみ発電、埋立地ガスをまとめてバイオマス発電に分類されている。1992年2月現在、農産廃棄物発電44.4万kW、林業廃棄物発電443.2万kW、都市ごみ発電243.5万kW、埋立地ガス発電39.6万kW、合計770.7万kWである。

③ FERC (FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION)

連邦エネルギー規制委員会は、米国の天然ガス産業、電気事業、水力発電プロジェクト及び石油パイプラインに関する監督を行う行政庁であり、これらの産業に関する料金が適正か否かを監督する権限を有している。1977年10月エネルギー省(DOE: DEPARTMENT OF ENERGY)が設置されるとともに、連邦動力委員会(FPC: FEDERAL POWER COMMISSION)が廃止され、その所管事項の中から電力と天然ガス事業の規制に関する部分がFERCに移管された。

電気事業に関しては、電気事業者が直接消費者に小売する部分に関しては各州のエネルギー規制委員会が所管しており、FERCは電気事業者間の卸売り部分について所管している。前者が電力の販売量の2/3、後者が1/3

である。

非電気事業者(主としてEWG)の動向において、QFとEWGの適格性については、電気を供給しようとする者が、公益事業規制政策法(PURPA)の認定設備(QF)施設の所有者となるか、独立系卸売電気事業者(IPP)として公益事業持株会社法(PUHCA)の適用除外発電事業者(EWG)になるかは、みずからの選択による。

QFは、事業者としての資格ではなく、連邦エネルギー規制委員会による資格認定を受けた認定施設(小規模施設、コージェネ施設)を対象にするとの適格性の制限があるのに対し、IPPとしてEWGになるのはQFほど資格要件が厳しくないもので、今後増加する見込みである。電気事業者が自らQFに参加しようとするときには、50%未満の資本参加が必要となる。

資格以外の面において、建設費、AVOIDED COSTの算定にしても州ごとにすべて条件が異なるので、すべてにおいてEWGの方が有利である。

電気事業者のQF、EWGからの購入については、QF施設を地元の電力会社が喜んですべて受け入れるかどうかは州によって異なる。CONNECTICUT州とかNEW YORK州、CALIFORNIA州などでは電力会社とQF側との間で料金設定を巡って激しい争いがあった。今後、EWGは、電気事業者の買電価格が引下げられても増加する見通しであり、新規の供給電力量のうち80~85%を供給する見通しである。

電気事業者は自分の発電所で電気をつくるよりは、調達コストが安いのでEWGからの購入を選択するとみられる。一方、電気事業

者が電気を他から購入することにより設備過剰の負担を背負うこともある。NEW YORK州がQ Fから購入する価格は9¢/kWhだが、自分のコストは4¢/kWhという例もある。

Q FやEWGからの電力を購入することによる一般顧客への電気料金への影響電気事業者のトータルコストに与える影響が小さいので、一概にいえないが、Q FやEWGの参入による競争は電気料金を引下げる効果がある。

1982年と比べると、電気料金は現在20～25%引下げられている。これは、1980年代に行われた石炭火力や原子力への設備投資額が現在のコストを押し上げているものであり、Q FやEWGの参入はこのコスト高の電気料金は正につながるものである。EWGには、電気事業者が子会社まで設立して参入してきている。ENRON 社、三菱、BECHTEL 社などが参入した結果、現在180社程である。10年後には倒産、吸収合併が行われ、100社前後に淘汰されることが予想される。

EWGの参入により電気の質や信頼度が低下することはない、むしろ、供給の信頼性を増す方向にある。現在、FLORIDA 州などには、供給制限 (BROWN OUT) が起きているが、これは、送電の能力の問題であって、EWGの責任ではない。かつて、ある討論会で電気事業者側からEWGの参入によって電気の質が低下するという意見がだされたことがあるが、誰も支持した人はいなかった。

EWGは電気を売らなければ、事業として成り立たないので、真剣に良質かつ信頼性の高い電気を供給しようと努力する。これが自由競争の真髄である。

ごみ発電の実態は、1978年の公益事業規制政策法制定以降、都市ごみ発電施設は、201施設、4,143MWがQ Fの認定を受けた。1施設当たりの平均設備容量は20.6MWである。(Q Fとして認定された既設備容量は、107GW) なお、認定された容量の設備が全て実際に建設されたものではない。

5. まとめ

今回の海外調査で、欧米の清掃工場の実態、欧米における複合ごみ発電の進捗状況、また、欧米のエネルギー事情等の各種の情報を得ることが出来た。

特に、米国では複合ごみ発電システムの特許が取得されており (幸い、日本への出願はなされていない)、また、イタリアでは複合ごみ発電システムの実用化の検討がなされていた。いずれにしても、海外でも未利用エネルギーとしての都市ごみが見直されている実態を把握できた。今後、更にガスタービン複合ごみ焼却発電システムの実用化調査を実施することにより、ごみ発電設備の設置が推進されることが期待される。そのようになれば、将来「都市ごみ」が重要なエネルギー源の一つと位置づけられるようになると考えられる。

「原子力電源(原子炉施設)運転操作要領書 の作成基本通則素案」

よしや こう き
与志耶 劫 紀

はじめに

(1) 原子力電源の社会性

原子力電源は「偏に社会性を有する技術」であるという宿命を背負っている。

即ち、核分裂生成物という潜在的危険性を内包しているがために、原子炉事故が発生すれば発電所敷地外の周辺公衆に対し、放射線による災害もしくは障害をもたらす可能性を有することから、原子力電源（原子炉施設）の設計・建設並びに運転管理における技術水準は、周辺公衆即ち地域社会の住民から「許容され信頼される技術体系」であることが求められる。常に社会との関連性において、その実現の可否が決定されるという「偏に社会性を有する技術」なのであり、水力、火力等其他の電源の技術体系とは大きく異なっている。

(2) 原子炉技術が達成すべき「洗練・高度化」

技術体系自体は、研究開発段階を経て実用化段階に至ったのちも、機能・性能レベルの向上、安全性の向上、環境保全性の向上、コスト低減の達成、新規原理の適用によるシステムの簡素化、革新的要素技術の採用による快適性の追求等により、時間的経過に伴い、「技術は洗練され、高度化されていく」とい

うライフサイクルを有している。概していえば、第二次産業革命ともいべき20世紀後半における「情報化・ハイテク化」の進展により、産業技術全体が「洗練・高度化の時代」に入っているといえる。21世紀社会においては、「洗練・高度化されていない技術」は、社会構成員の支持がえられず、当該技術は市場に入りえない。即ち、立地ができないのである。

我が国では、原子力電源が導入されてからまだ30年程度であり、定格運転が漸く確立された段階にあり、「技術の洗練・高度化」はこれからの課題であると考える。

例えば、原子炉技術が達成すべき「洗練・高度化」の課題としては、次のような事項が挙げられよう。

- (i) 負荷追従が容易に可能であること
- (ii) 安心して運転できる原子炉であること
- (iii) 「人にやさしい」原子炉技術であること
- (iv) 廃棄物の処理・処分がきちんとできること
- (v) 重圧感や煩わしさがなく、「快適に働ける」原子炉であること

(3) 「安心して運転できる原子炉」とは

原子力電源の出力は大きく、原子炉事故は

無論のこと小さな運転操作上の誤りを起しても、社会的責任は大きいから、原子力電源の運転員にかかるストレスは強い。また、放射線管理に伴う重圧感や煩わしさは、他の電源の場合に比べて偉かに大きい。21世紀の若い世代の支持を得るためには、「安心して運転できる原子炉」、更には「快適に働ける原子炉」の技術体系にまで、「技術の洗練・高度化」を達成する必要がある。

ここで、「安心して運転できる原子炉」の概念は、どのようなものであろうか。

「安全な原子炉」と、「安心して運転できる原子炉」とは概念は明らかに異なっている。

「安全な原子炉」の設計・製作のあり方については、工学の対象として、従来から大勢の研究者、学識経験者により論議がなされてきたが、**運転員の立場から見ての「安心して運転できる原子炉」の概念については、本格的な研究は未だなされていないのではなかろうか。**

「安心して運転できる原子炉」の概念には、原子炉施設の設計・製作に係る分野（ハード分野）と、事業者により制定される社内規則、規程類により権限を与えられ責務を課された運転員による運転管理に係る分野（ソフト分野）の両面がある。

後者（ソフト分野）は、本来、工学の対象にはなり難い分野である。しかしながら、**ソフト分野を「システム科学」の対象として捉え、論理的かつ方法論的に欠陥のない合理的体系を確立する作業であるとするなら、立派に「エネルギーテクノロジー」であるということができる。**

本稿エネルギー・テクノロジーの夢として、原子炉施設の運転管理を具体的に担保する第1次レベルの文書である「運転操作要領書（運

転操作手順書に同じ）」の作成（記述）に当たっての「基本通則」のあり方を立論する由縁は、ここにある。

§1. 原子炉施設の安全確保における「設計・製作（ハード分野）」と、「運転管理（ソフト分野）」の関係

(1) 急がれるべき両分野の相互関係の体系的分析

「技術は、科学の原理を実現し、実用化する手段」である。21世紀社会において、原子力技術が広く社会構成員に支持されるためには、エネルギー供給という有用性だけでなく、安全性の確保、環境適合性の確保、廃棄物処理可能性の立証等多くの課題を解決していかなければならない。とりわけ、「安全性の確保」は、原子炉による災害の防止の見地から、人類の文明社会における導入・実用化の前提条件となっている。

「原子炉施設」の安全確保は、「設計・製作」に係る分野（ハード分野）と、「運転管理」に係る分野（ソフト分野）の不可分な相互関係により担保されるものであることは、「技術は、科学の原理を実現し、実用化する手段である」との定義から明らかである。

即ち、原子炉施設の「設計・製作」の適否は、「適切な運転管理」がなされることを前提として、論議がなされており、逆に「運転管理」の方法は「安全確保のため適切な設計・製作」がなされたものであることを前提として論議がなされているのである。

しかしながら、**両分野の相互関係について体系的分析と整理は、まだ十分なされていないとはいえず、早急な対応が望まれる。**

即ち、原子炉施設の設計・製作において、
「適切な運転管理を可能とするためには、どの範囲までをハード分野で受持つべきか」についてシステム化されているとはいえないし、「設計・製作における安全確保のための配慮事項との相互関係における運転管理のあり方」について基本原則が確立されるには至っていないのである。

(2)「設計・製作」における運転管理への配慮

原子炉施設の設計・製作に当たっては、原子炉の運転に伴う安全性を確保するため、「多重防護の思想に基づく事故防止対策」が講じられる。

この多重防護の思想に基づく事故防止対策は、4段階の体系となっている。

A. 自然的、社会的条件に対する配慮

- ①台風、津波、地震等原子炉施設が設置される地点におけるいかなる自然的条件に対しても、耐えられるよう設計する
- ②火災、爆発、航空機事故等の外部からの事故要因（社会的条件）に対しても、十分耐えられるよう設計する

ことが主たる内容であるが、これらの事象については、すべて設計・製作において配慮すべきであり、「運転管理」に依存すべきものではないことは明らかである。

B. 異常の発生の防止

原子炉施設の運転において、各施設が所期の機能・性能を発揮して定常な運転状態を継続させるための、設計・製作上の配慮事項である。機械工学的見地から整理した設計行為の分野別に述べれば、およそ次の通り、

- ①機能・性能設計——安全余裕のある設計

の採用

②構造・強度設計

- i) 構造設計——i 余裕をもって機能・性能を発揮できる構造とする
- ii 自己信頼性（フェイルセーフ、単一故障基準適合性等）の賦与
- iii 試験、検査可能性を賦与する
- ii) 強度設計——機械的、熱的、環境的条件（化学的腐食、放射線）によって損傷しないよう十分な強度を持たせる

③計測制御設計

- i) 運転制御装置（自動制御及び手動操作）を設置する
- ii) 計測監視装置（核計装、プロセス計装等）を取付ける。
- iii) 誤操作防止インターロックを取付ける

C. 異常の拡大、事故への発展の防止

原子炉施設の運転中において、「自動制御」装置による自動修正にもかかわらず、通常の運転状態からずれた「異常」が発生すると、計測監視装置により直ちにその異常は検知され、警報が発信され、運転員による「手動操作」が督促され、運転状態の正常値への復帰が図られる。しかし乍ら、このような手動操作にもかかわらず、異常が拡大して事故への発展が起る場合に備え、その事故への発展を防止して原子炉施設を損壊から保護するための「安全保護装置」が各種設けられる。

即ち、「異常」が発生したことの検知・警報

の発信による運転員の「手動操作」の督促と、手動操作による復帰失敗に備えてのバックアップとしての「安全保護装置」の取付けという、二段構えによる運転員に対する配慮がなされることになっている。

この運転員に対する折角の二段構えの配慮が、運転操作において十分活かされるような運転操作要領書になっているかどうかについて検証し、その方法を確立することが本稿の主たる目的なのである。

④安全保護設計——各種安全保護装置の設置

- i) 異常の検知・警報の発信のため警報装置を取付ける
- ii) 誤操作、不適切操作防止（制御棒引抜き阻止等）のための「インタロック」装置を取付ける
- iii) 原子炉施設を事故による損壊から保護するための安全保護装置（安全弁、蒸気発生器補助給水系等）を設置する
- iv) 異常が発生し、更に事故への発展が明らかな原子炉施設を運転系列から解列し、停止させる安全保護トリップ装置を設置する
- v) 更に事故事象が拡大し、原子炉全体の運転の継続が困難となった場合には、運転員が手動により全制御棒を一斉に挿入して原子炉を停止させる「原子炉緊急停止装置」を設置する

D. 放射性物質の外部への異常な放出の防止

⑤安全防護設計

万一の事故に備え、放射性物質の外部への異常な放出を抑止するため、E C

C S（非常用炉心冷却設備）、格納容器等の「安全防護設備」を設置する

即ち、安全防護設備は、周辺公衆を原子炉災害から防護するための設備であって、その作動については完全な自動的作動が設定され、運転員の関与は事故様相の収束後の運転モードの切換え等に限定されるようになっている。極めて適切かつ必然的分担関係というべきである。

(3)「適切な運転管理」による安全性の達成

原子炉施設の運転において確実に安全性を達成していくためには、「適切な運転管理」がなされなければならない。

この「適切な運転管理」を実現していく体制については、原子炉設置者、即ち事業者側における責務と、実際の中央制御室において直接の運転操作を担当する運転員における責務の両面がある。事業者側は運転管理体制の整備確立、及び運転員に対する操作命令と権限付与の原典となる運転操作要領書等関連規程類の制定の責務を負っているものであり、運転員による適切な運転操作に対して全責任を負わなければならない。

即ち、「運転員が安心して運転できる原子炉」とすることは、偏に事業者側の責任なのである。

§2.「適切な運転管理」と「誤操作からの運転員の保護」

原子炉の「適切な運転管理」を実現するための要件について考察すると、次のとおり。

①運転操作対象物に対する十分な理解

- (i) 原子炉施設の技術的原理及び特性について十分深く理解していること
- (ii) 多重防護の思想に基づく事故防止対

策の体系を十分理解していること
(iii)計測制御設計，安全保護設計及び安全防護設計における運転操作への配慮事項について，十分理解していること

②原子炉の安全確保のための「設計・製作上の配慮事項」との相互関係における「運転管理の基本原則」が確立されていること
③運転員は運転操作に必要な技能を十分習熟していること
④適切な運転操作を担保する記述体系による運転操作要領書が制定されていること
更に，誤操作及び不適切操作から運転員を保護するためには，次の原則が担保されなければならない。

- ⑤運転操作において，誤操作や不適切操作が生じることのないよう，操作の指差確認及び第3者チェックが行われること
- ⑥運転操作は挙証能力と再現性が確保されるよう，記録がなされること
- ⑦運転操作はすべて運転操作要領書に記載されており，記載されていない操作を求められることがないこと
- ⑧運転操作による結果は事前にすべて解析がなされており，結果が未知なる操作又は不確定なる操作を求められることがないこと
- ⑨運転員は，常に高度に良い状態の意識と操作能力の発揮を求められるものではなく，かつ異常発生時及び事故時においても高度な知識と記憶力による判断操作を求められてはならない
- ⑩運転操作は，必ず運転責任者により指揮命令され，かつ必要と認められる場合に

は主任技術者，所長等により適切な助言と指揮が与えられるものであること
等

§3. 運転操作要領書の作成基本通則素案

§2において述べた原子炉の「適切な運転管理」を実現するための要件を充し，更に誤操作及び不適切操作から運転員を保護するための諸原則を担保する運転操作要領書の記述体系には，基本通則が確立していなければならない。運転操作要領書の作成基本通則素案を別紙1に示す。

〔別紙1 基本通則案に関する考察〕

①想定している運転員像

今回提案している基本通則案で想定し要求している運転員は，天才でもなく神童でもなく，工業高校卒程度以上の学理力を有する「普通人」である。従来の運転操作要領書の在り方に関する論議は超一流の大学を出た社内エリート（所長，部長等）である「優れた頭脳を有する者」によるものであった。優れた頭脳をベースに運転操作要領書の在り方を議論すれば，「マニュアルで詳細に規定することは，運転員に煩しさをもたらすだけで，実際の事故時には間に合わない。むしろ，マニュアルには操作の要点のみを記載しておき，訓練により体で覚え込んだ判断操作に委ねた方がよい。現場で熟練した運転員には，この方が適切である。」ということになる。

この結果は，どういうことになるか。エネテクトリーム21(その6)「人事を尽すための5つの“つば” 原子力電源信頼性向上対策の体系」表1「故障・トラブル等の原因分類」

で示したとおり、全数1,199件中、「運転・運転管理不良」に起因するものは合計170件（14.2%）に達しており、地域住民の信頼性獲得に大きな阻害要因となっているのではないだろうか。

原子力電源の運転員に対しては、火力電源の運転員に対する教育・訓練において習熟すべきとして与える情報に比して、5～10倍の情報が与えられているといわれている。逆に言えば、原子力電源の運転員は火力電源の運転員より5～10倍多くの技術的情報を理解し、記憶しておき、それらを運転操作において遺憾なく発揮することを求められるということになる。

年間を通じて、このように最高の頭脳の状態に維持することは、天才か神童でなければ不可能である。体調の好・不調もあり、風邪をひくこともあり、精神的に落ち込むこともあり、二日酔いの日もあろう。今回提案している基本通則素案で想定している運転員は、実はこのような人生を喜怒哀楽の中で生きる「普通人」なのである。普通人が普段のとおり操作すれば人為的ミスは必ず排除され、安全確保上適切な運転操作が担保されるものでなければならないと考える。

②原子炉安全レベルの確認評価

原子炉施設における異常・故障、各種事故の発生時等において、「当該事象が多重防護の思想に基づく事故防止対策上いかなるレベルの事象に該当するか」については、時間遅れなく評価確認を行い、操作の適切性を確保しなければならない。事象収束後1～2ヶ月経過したのちの評価は、当該事象に対する操作の適切性の確保には役に立たない。

一方、原子力電源の立地に当たっては、「多重防護の思想に基づく事故防止対策を実施しているので、放射能を外部に放出することはないから、安全である。」との説明を、地域住民に対して従来から強く行ってきた。そうであれば、実際の原子力電源（原子炉施設）の運転管理に当たっては、第1にこの事故防止対策の有効性を実証していくべきと考える。だが、事実は異なっている。

これまでの原子力電源における異常・事障や機器の損壊事故等に関する对外発表文を見れば、多重防護の事故防止対策の有効性の見地からの評価は少ないのである。地域住民からすれば、当該事象が原子炉の安全性確保上いかなるレベルの事象であるのか知らされないわけであるから、適切な理解が生じることは難しいと思われる。

今回提案している基本通則素案では、第11項（原子炉安全レベルの確認評価）において、当該事象に係る「原子炉安全レベルの評価の基準」について、多重防護の思想に基づく事故防止対策の体系との整合性を保つとの見地から、次のような各レベルの基準を提案している。

「安全レベル1の維持」

安全保護装置の作動に至らずに、当該事象が収束し、通常の場合運転再開が可能となるとき

「安全レベル2の維持」

安全保護装置の作動により、当該事象が収束したとき

「安全レベル3の維持」

安全防護設備の作動により、当該事象が収束したとき

「安全レベル4以上の事象」

安全防護設備の作動にもかかわらず、放射能の外部への異常な放出があったとき

当該事象に係る「原子炉安全レベルの維持」についての評価確認は、安全保護装置、安全防護設備の作動状況に加え、外部への放射能の放出状況に関する常時監視のデータ結果の組合せにより「時間遅れなく」判断されなければならないのである。

§ 4. 各原子炉施設で発生する異常、故障、事故の体系的整理と対応操作要領の用意の可能性について

①各原子炉施設で発生する可能性のある異常、故障、事故のモードは、当該施設を構成する部品、機械要素、又はサブシステム毎に、発生する可能性のある異常事象を分析整理することにより、リストアップすることが可能である。

②この分析整理事業の結果に基づいて、各故障モードに対応する「警報発生時の対応操作要領書」等をメニューとしてリストアップすることが可能である。

参考 1 及び参考 2 に、それらの事例を示す。

§ 5. むすび

運転員が「安心して運転できる原子炉」で

あれば、原子炉の運転における安全確保は必ず達成できる。

原子炉技術は現在、開発実用化の段階から「洗練・高度化の段階」を迎えようとしている。既に、原子炉施設の設計・製作における配慮事項（ハード分野）においては十分な高度化を達成しているのであるから、残りは原子炉施設の運転管理（メンテナンスを含む。）に係る事項（ソフト分野）における「洗練・高度化」である。

今まで述べたところにより、原子炉施設の適切な運転管理を担保する方法は明らかとなった。本稿で提案した「原子炉施設運転操作要領書の作成基本通則素案」は、文字どおり素案であるので、今後関係者各位における検討・充実、修正を期待するとともに、各原子炉の運転操作要領書が各事業者による基本通則に基づいて早急に改訂充実されることを期待したい。

原子力電源は人智により地上に創り出したものであるから、運転操作要領書作成基本通則もまた人智により制定することが可能である。人事を尽せば原子力電源における人為的ミスを限りなく zero に近づけるためのテクノロジーを確立することは十分可能な夢なのである。

〔別紙１〕

原子炉施設運転操作要領書の作成基本通則 素案

I. 通則

1. 原子炉施設の運転操作要領書（「運転操作手順書」と同義語とする。）の作成に当たっては、運転員に対して未知なる操作及び不確定なる操作は一切させないとの基本原則に立って、原子炉施設の運転におけるあらゆる状態を解析した上で、運転操作のすべてを網羅して、体系的かつ包括的に記載しなければならない。
2. 運転員による運転操作は、原則としてすべて運転操作要領書に規定されており、規定外操作を求めてはならない。
3. 運転員に対しては、原子炉施設の技術的原理及び特性についての知識、多重防護の思想に基づく事故防止対策の体系についての知識が十分与えられていなければならない。

また、計測制御設計、安全保護設計、及び安全防護設計における運転操作への配慮事項について、十分な知識が与えられていなければならない。

4. 運転員は、常に良い状態の意識と操作能力の発揮を求められるものではなく、かつ異常発生時及び事故時においても高度な知識と記憶力による判断操作を求められてはならない。
5. 運転員は、適切な運転操作能力を維持するとともに、異常発生時及び事故時の操作についてシミュレーターにより十分な訓練の機会が与えられなければならない。

II. 記載にあたっての基本的事項

1（対象とする運転操作のパターン）

原子炉施設の平常運転時及び事故運転時並びに運転停止中におけるすべての「運転操作のパターン」を対象にしなければならない。

（例）①起動時操作、停止時操作

②起動前準備操作、停止後管理操作

③平常運転時操作（燃焼パターン変更操作を含む。）

④出力変更操作

⑤試験操作

安全保護装置作動試験、機能・性能確認試験、負荷遮断試験、各測定試験

⑥原子炉停止中管理操作、定期点検時操作、燃料取替操作

⑦異常・故障時操作

⑧各種事故時操作

⑨緊急時操作
等

2（対象とする原子炉施設）

当該運転操作パターンにおいて、運転操作に関連する原子炉施設のすべてを対象として、記載しなければならない。

3（操作目的及び目標値の明示）

各運転操作について、操作の目的及び達成すべき目標値を明示しなければならない。

4（対象とする原子炉施設の運転事象）

当該運転操作に当たり、事前に確認すべき運転条件、原子炉施設の各運転状況等につき記載するとともに、運転操作に伴う原子炉施設の運転事象の変化の予測値が記載されていなければならない。

5（同時進行関連事象の明示）

当該パターンにおける一連の操作については、関連する原子炉施設の運転事象が同時に進行する関連事象として示さなければならない。

6 (安全確保上遵守すべき事項並びに禁止事項の明示)

原子炉施設の安全性確保上重要な事項は、一連の運転操作において遵守すべき条件として明示するとともに、原子炉事故防止の観点から運転操作上の禁止事項として特に強制する必要がある事項については、その旨明示しなければならない。

(例) 原子炉設置許可申請書本文記載事項
原子炉施設保安規定記載事項
安全保護装置作動条件
安全防護設備作動条件
反応度操作、反応度停止余裕に係る事項
操作前確立条件
等

7 (運転事象の判定評価方法の明示)

当該運転操作に伴い生じる原子炉施設の運転事象の変化について、良・不良等を判定評価する方法、基準値等を明示することにより、異常・故障の発生の有無、次の運転操作への移行の可・不可並びに安全性確保の確認ができるようにしておかなければならない。

8 (異常・故障発生時の操作)

運転操作に伴い、又は運転中に発生する恐れのある異常・故障を明記し、これらの事象が発生した場合における対応操作についても、派生事項として記載用意しておかなければならない。

9 (各種事故発生時の操作)

各原子炉施設の損壊等運転操作に伴い、又は運転中に発生する恐れのある各種事故を明記し、これらの事象が発生した場合における対応操作についても、事故時操作として記載用意しておかなければならない。

10 (原子炉事故発生時の操作)

外部に放射能を放出する恐れのある原子炉事故が発生した場合における対応操作についても、緊急時操作として記載用意しておかなければならない。

11 (原子炉安全レベルの確認評価)

異常故障、各種事故の発生時において、当該事象に係る原子炉安全レベルの維持につき、時間遅れなく評価確認できるよう、関連する運転状態値及びその評価の基準につき、示しておかなければならない。

(参考例) 案

安全レベル1の維持：安全保護装置の作動に至らずに、当該事象が収束し通常の場合運転再開が可能となき

安全レベル2の維持：安全保護装置の作動により、当該事象が収束したとき

安全レベル3の維持：安全防護設備の作動により、当該事象が収束したとき

12 (運転操作の対象となる原子炉施設の概要の明示)

当該運転操作の対象となる各原子炉施設の発揮すべき機能・性能、並びに寸法、構造等重要な事項を明示しておかなければならない。

13 (安全保護装置及び安全防護設備の概要の明示)

運転操作における安全性確保の拠所を与えるため、次の事項を記載しておかなければならない。

- ① 各原子炉施設を損壊等から保護するための安全保護装置について、その機能・性能、作動条件、構造・寸法、作動特性等重要な事項を明示しておかなければならない。

(例) ANN

安全弁、逃し弁、タービンバイパス系等

トリップインターロック、起動インターロック

プラントインターロック等

- ② 放射能の外部への放出を抑制して、運転員及び周辺公衆を放射線災害から防護するための安全防護設備について、その機能・性能・作動条件、構造・寸法、作動特性等重要な事項を明示しておかなければならない。

(例) ECCS

格納容器 等

14 (記載の方法)

- ① 運転操作要領書の各部の記載は、単なる文章記述としてではなく、図形、表、説明図等を利用して、十分な関連事項を配置したものであり、かつ派生事項については Index を付して記載箇所を明示するものとする。
- ② 運転操作要領書の表現方法、運転員の操作作業量及び作業性については、人間工学的見地から見て最適のものであり、

かつ誤操作を防止するものでなければならぬ。

15 (運転操作の妥当性の検証と誤操作の防止)

- ① 各運転操作について、原子炉システム解析モデル、過渡応答解析モデル等電子計算機を利用したシミュレーション解析、過去の運転実績等により、炉の特性を十分解析、検討して、その妥当性が検証されていなければならない。
- ② 運転員による誤操作の発生を防止するため、禁止する事項、特に注意すべき事項等について、明示しておかなければならない。

16 (通報、指揮命令体制の明示)

異常・故障発生時、各種事故発生時並びに原子炉事故発生緊急時における所内及び外部への通報、並びに指揮命令体制を明示しておかなければならない。

17 (法令との関係)

法令における報告義務、遵守義務のある事項、原子炉施設保安規程、電気工作物保安規程及び関係社内規程等により、遵守義務のある事項については、法令遵守の観点から、その旨明示しておくものとする。

また、地方公共団体との協定に係る事項にいても、これに準じて考慮するものとする。

III. 文書の体系

運転操作要領に関連する文書の体系は、付表1に示すとおりとする。

〔付表 1〕 運転操作要領に関連する文書の体系

(1)法令上の要求事項及び行政庁通達事項	原子炉施設保安規定, 電気工作物保安規程, その他消防法等要求規定
(2)自主保安上の要求事項	社内安全委員会及び発電所保安運営委員会指示事項
(3)運転操作上の基本的方針	運転操作要綱
(4)運転操作要領書正本(運転操作手順書)	運転操作要領書(主システム用) 現場盤運転操作要領書 (サブシステム用)
(5)同上携帯用(必要に応じ)	縮刷版又は関連頁抜刷版

〔参考１〕各原子炉施設における故障モードの分析例

系 統 名	原子炉再循環系
設 備 名	原子炉再循環ポンプ

構 成 要 素	異 常 事 象										故 障 モ ー ド	備 考
	疲 勞	腐 食	摩 耗	溶 接 割 れ	締 付 不 良	異 物 混 入	過 大 荷 重	変 質	絶 縁 低 下	断 線 他		
インペラ	○	○		○		○	○				振動，機能低下	
シャフト	○	○	○	○		○	○				振動，機能低下	
メカニカルシール	○	○	○		○	○	○	○			振動，温度上昇，漏洩（一次水）	
軸 受	○	○	○		○	○	○				振動，機能低下	
カップリング	○	○			○		○				振動，機能低下	
ケーシング	○	○	○	○	○	○	○				振動，漏洩（一次水），機能低下	
ボルト，ナット	○	○			○		○				振動，漏洩（一次水，RCW），機能低下	
ガスケット，パッキン	○				○			○			漏洩（RCW）	
冷却器	○	○		○		○					漏洩（一次水）	

〔参考２〕各原子炉施設における故障，事故時対応操作要領書の分類例

系 統 名	原子炉再循環系
設 備 名	原子炉再循環ポンプ

故 障 モ ー ド	故障，事故時操作要領書	警報発生時の措置要領書	備 考
振 動	再循環ポンプ軸振動大	ポンプ電動機振動大	
メカニカルシール温度上昇		ポンプ第１段シール異常	
		ポンプ第２段シール漏洩大	
		ポンプ電動機温度高	
一次水漏洩	ドライウェルドレン量増大	プロセス水放射線高	
	小破断	RCWサージタンク水位	
RCW漏洩	RCW漏洩	ポンプシール冷却水流量低	
	ドライウェルドレン量増大		
		ポンプ電動機温度高	
機能低下	再循環ポンプ１台トリップ	再循環ポンプトリップ	

研究所のうごき

(平成6年1月1日～3月31日)

◇ 理事会開催

第38回(臨時)理事会

日 時：2月10日(木) 13:00～13:20

場 所：新橋SYビル 7階会議室

議 題：

第一号議案 平成5年度運営費借入金限度額の増額について(案)

第39回理事会

日 時：3月18日(金) 12:00～13:00

場 所：経団連会館(9階) 906号室

議 題：

第一号議案 平成5年度事業計画および収支予算(一部補正)ならびに平成6年度事業計画および収支予算(案)について

第二号議案 平成6年度運営費の借入について

第三号議案 理事および監事の選任について

第四号議案 退任常勤役員に対し慰労金の贈呈について

——理事の改選——

(退任理事)

常務理事 柴田誠一

(新任理事)

常務理事 相馬昭典

◇ 財務委員会

日 時：2月1日(火) 13:00～13:30

場 所：経団連会館(11階) 1104号室

議 題：

1. 最近の当研究所の事業概要について
2. 最近の収支状況について
3. 借入金限度額の増額について

◇ 第39回企画委員会

日 時：2月10日(木) 10:00～13:00

場 所：新橋SYビル 7階会議室

議 題：

1. 最近の事業概要および中長期ビジョンの推進状況について
2. 今年度の自主事業について
3. 新水素エネルギー実証研究センターについて
4. その他

◇ 月例研究会

第110回月例研究会

日 時：1月28日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館6階 中ホール

議 題：

1. 総合エネルギー調査会総合部会基本政策小委員会中間報告について
(通商産業省資源エネルギー庁長官官房企画調査課 計画調整班長 洲上善弘氏)
2. 電気自動車普及のためのインフラ整備についてのモデル事業
(主任研究員 植村卓司)

第111回月例研究会

日 時：2月25日(金) 14:00～16:00

場 所：霞山会館 まつ・たけ

議 題：

1. 平成6年度エネルギー関連予算の概要
(通商産業省資源エネルギー庁公益事業部計画課 技術班長 吉岡賢治氏)
2. 発電システムの社会コスト(環境外部コスト)
(主任研究員 谷口武俊)

第112回月例研究会

日 時：3月25日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館6階 中ホール

議 題：

1. 新水素エネルギー実証研究について
(新水素エネルギー実証研究センター副主席研究員兼プロジェクトマネージャー 浅見直人)

2. 放射性廃棄物の一般廃棄物に対する相対
の有害度評価
(研究員 羽田野祐子)

◇ 主なできごと

- 1月10日(月)・第2回地層処分研究委員会開催
12日(水)・第2回高効率LNG複合発電シ
13日(木) ステム調査ワーキング
12日(水)・第9回エネルギー需給に関する
14日(金) 検討委員会開催
13日(木)・第1回重質油分解技術検討会開
催
14日(金)・第1回分解軽油の利用拡大に伴
うA重油品質のあり方に関する
調査WG開催
17日(月)・第5回原子炉総合数値解析シ
ステム実用化検討委員会開催
18日(火)・第2回含酸素燃料に関する調査
委員会開催
・第1回ディーゼル燃料の品質お
よびディーゼルエンジン排ガス
対策技術の動向に関する調査
ワーキンググループ開催
19日(水)・第2回次世代ハウスエネルギー
供給利用システムの研究専門委
員会
・第2回TRU廃棄物処分に関す
る調査検討委員会開催
21日(金)・第1回大型メタノールエンジン
発電プラントに関する技術開発
課題調査検討会
・第2回自動車用CGTハイブ
リッドシステム検討委員会
・第1回ディーゼル燃料の品質お
よびディーゼルエンジン排ガス
対策技術の動向に関する調査・
海外調査打合せ開催
24日(月)・第3回FBR新技術フィージビ
リティスタディ調査検討委員会
開催
・第10回エネルギー需給に関する
検討委員会開催
25日(火)・第3回含酸素燃料に関する調査
分科会開催
・第1回新水素エネルギー基礎研

- 究推進委員会幹事会開催
26日(水)・第3回石炭層ガス調査委員会開
催
・第6回製油所における電・熱有
効利用に関する調査分科会開催
27日(木)・第2回メタノール火力発電所の
環境影響評価実証調査委員会
31日(月)・第5回エネルギー環境予測検討
委員会開催
2月1日(火)・第2回高度負荷集中制御シス
テム検討委員会・システム分科会
・第2回重質油分解技術検討会開
催
2日(水)・第2回ディーゼル燃料の品質お
よびディーゼルエンジン排ガス
対策技術の動向に関する調査
ワーキンググループ開催
・第1回小規模燃焼機器に係わる
ばい煙低減技術調査委員会開催
・第3回分散型新発電技術実用化
実証研究に関する調査委員会・
幹事会
3日(木)・第3回地球環境保全型化石エネ
ルギー技術と炭酸ガス回収技術
調査委員会開催
・第5回実用発電用原子炉廃炉技
術調査手続分科会開催
4日(金)・第3回石炭技術に係わる技術
データ検索及び研究設備の体系
化調査研究委員会開催
・第2回高度負荷集中制御シス
テム検討委員会・ロードマネジ
メント分科会
8日(火)・第3回エネルギー環境予測検討
委員会開催
・第1回WE-NETサブタスク
3全体システム概念設計-安全
対策・評価技術委員会
9日(水)・第3回実用発電用原子炉廃炉技
術調査再利用分科会開催
・第6回原子炉総合数値解析シ
ステム実用化検討委員会開催
10日(木)・第5回石油活用型ガスタービン
複合ごみ焼却発電システムの実
用化調査分科会開催
・第3回都市エネルギーセンター

- 導入にかかわる調査・検討ワーキング・グループ
- 2月14日(月)・第6回軽水炉技術開発の方向に関する調査委員会開催
- ・第3回環境調和型エネルギーコミュニティ調査WG開催
- 15日(火)・第2回分散型新発電技術実用化実証研究に関する調査委員会
- 16日(水)・第7回非在来型天然ガス調査分科会開催
- 17日(木)・第2回自動車用メタノール燃料に関する調査小委員会WG開催
- ・第3回実用発電用原子炉廃炉技術調査物量等分科会開催
- ・第1回WE-NETサブタスク9革新的・先導的技術に関する調査・研究委員会
- ・第3回高効率LNG複合発電システム調査ワーキング
- 18日(金)・第2回高度負荷集中制御システム検討委員会・専門部会
- ・第3回石油活用型ガスタービン複合ごみ焼却発電システムの実用化調査委員会開催
- 21日(月)・第1回発電用新型炉プルトニウム等利用方策開発調査委員会開催
- ・第4回地球環境から見た総合的化石燃料サイクル分析評価手法の調査委員会開催
- 22日(火)・第12回原子炉安全数値解析高度化委員会開催
- ・第7回原子炉総合数値解析システム実用化検討委員会開催
- ・第3回環境調和型エネルギーコミュニティ調査委員会開催
- ・第3回既設火力発電所の高効率化可能性調査検討会
- ・第2回大型メタノールエンジン発電プラントに関する技術開発課題調査検討会
- 2月23日(水)・第7回製油所における電・熱有効利用に関する調査分科会開催
- ・第3回メタノール火力発電所の環境影響評価実証調査ワーキンググループ
- ・第6回実用発電用原子炉廃炉技術調査手続分科会開催
- ・新水素エネルギー実証ラボトリー見学会開催 (共催)
- 24日(木)・第1回WE-NETサブタスク1総合評価と開発計画のための調査・研究委員会
- ・第8回高効率発電技術調査委員会
- 25日(金)・第4回自動車用メタノール燃料に関する調査WG開催
- 28日(月)・第2回製油所における電・熱有効利用に関する調査WG開催
- 3月1日(火)・第3回実用発電用原子炉廃炉技術調査委員会開催
- ・第3回ディーゼル燃料の品質およびディーゼルエンジン排ガス対策技術の動向に関する調査WG開催
- 2日(水)・第11回エネルギー需給に関する検討委員会開催
- 3日(木)・第4回高効率発電技術調査・A-PFBC発電システム調査検討会
- 4日(金)・第4回含酸素燃料に関する調査分科会開催
- 7日(月)・第4回環境調和型エネルギーコミュニティ調査WG開催
- ・第3回地層処分研究委員会開催
- ・第8回非在来型天然ガス調査分科会開催
- 8日(火)・第5回分解軽油の利用拡大に伴うA重油品質のあり方に関する調査分科会開催
- ・第5回自動車用メタノール燃料に関する調査WG開催
- ・第4回FBR新技術フィージビリティスタディ調査検討委員会開催
- 9日(水)・第2回小規模燃焼機器に係わるばい煙低減技術調査委員会開催
- ・第2回新水素エネルギー基礎研究推進委員会幹事会開催
- 10日(木)・第3回自動車用CGTハイブリッドシステム検討委員会
- ・第4回都市エネルギーセンター

- 導入にかかわる調査・検討ワーキング・グループ
- 3月11日(金)・第4回分散型新発電技術実用化実証研究に関する調査委員会・幹事会
- ・第3回次世代ハウスエネルギー供給利用システムの研究専門委員会
- ・第3回高度負荷集中制御システム検討委員会・ロードマネジメント分科会
- ・第4回環境調和型エネルギーコミュニティ調査委員会開催
- 14日(月)・第3回メタノール火力発電所の環境影響評価実証調査委員会
- ・埼玉県東部清掃組合第一工場の建設状況報告及び見学会
- ・第3回含酸素燃料に関する調査委員会開催
- ・第3回自動車用メタノール燃料に関する調査小委員会WG開催
- 15日(火)・第3回高度負荷集中制御システム検討委員会・システム分科会
- ・第8回原子炉総合数値解析システム実用化検討委員会開催
- 17日(木)・第3回非在来型天然ガス調査委員会開催
- ・第2回高効率廃棄物発電技術開発・最適トータルシステム委員会
- ・第2回新水素エネルギー基礎研究推進委員会開催
- 18日(金)・第4回地球環境保全型化石エネルギー技術と炭酸ガス回収技術調査委員会開催
- ・第3回分解軽油の利用拡大に伴うA重油品質のあり方に関する調査委員会開催
- ・石炭技術に係わる技術データ検索及び研究設備の体系化調査研究委員会開催
- 22日(火)・第1回原子力発電の国際展開に関する懇談会開催
- ・第3回大型メタノールエンジン発電プラントに関する技術開発課題調査検討会

- ・第3回高度負荷集中制御システム検討委員会・専門部会
- 3月23日(水)・第9回高効率発電技術調査委員会
- ・第2回WE-NETサブタスク3全体システム概念設計-安全対策・評価技術委員会
- 24日(木)・第3回分散型新発電技術実用化実証研究に関する調査委員会
- ・第4回既設火力発電所の高効率化可能性調査検討会
- ・第5回地球環境から見た総合的化石燃料サイクル分析評価手法の調査委員会開催
- 25日(金)・第2回WE-NETサブタスク9革新的・先導的技術に関する調査・研究委員会
- 28日(月)・第2回WE-NETサブタスク1総合評価と開発計画のための調査・研究委員会
- 29日(火)・第5回FBR新技術フィージビリティスタディ調査検討委員会開催
- ・第2回高度負荷集中制御システム検討委員会
- 30日(水)・第2回家庭用電力最適運用機器システム検討委員会

◇ 人事異動

○1月1日付
(採用)

角 正夫 主管研究員に任命
新水素エネルギー実証ラボラトリーに配属

○2月1日付
(採用)

前田 修 主管研究員に任命
新水素エネルギー実証研究センターに配属

(異動)

プロジェクト試験研究部
部長(兼)副主席研究員 高倉 毅 WE-NETセンター準備室長兼務を任命
プロジェクト試験研究部
主管研究員 外川守人 WE-NETセン

ター準備室兼務を任命

企画部・プロジェクト試験研究部 森信一郎 WE-NETセンター準備室兼務を任命

○3月31日付

(退任)

常務理事 柴田誠一

プロジェクト試験研究部長(兼)企画部長
栗原史郎(出向解除)

◇ その他

新水素エネルギーシンポジウム'94の開催

日 時:平成6年2月24日(木)

場 所:新札幌アークシティホテル

◇ 海外出張

- (1) 黒沢厚志主任研究員は、エネルギーシステムモデル開発動向調査のため、1月10日から1月15日の間、アメリカ合衆国へ出張した。
- (2) 板本直樹主任研究員は、高効率廃棄物発電技術開発(最適トータルシステムの研究に関する調査のため、1月16日から1月29日の間アメリカ合衆国へ出張した。
- (3) 福井康博主任研究員は、高度負荷集中制御システムに関する調査のため、10月30日から11月14日の間、イギリス、フランス、スペイン、ドイツへ出張した。
- (4) 並木信夫主管研究員は、メタノール燃料仕様に関する調査のため、1月17日から1月27日の間、アメリカ、オランダ、ドイツへ出張した。
- (5) 佃 豊副主席研究員は、環境調和型エネルギーコミュニティ調査のため、1月19日から1月31日の間、アメリカ、ドイツ、オランダ、スウェーデンへ出張した。
- (6) 南雲利夫主管研究員は、環境コスト動向調査のため、1月23日から1月30日の間、アメリカ合衆国へ出張した。
- (7) 和久英樹主任研究員は、地球環境から見た総合的化石燃料サイクル分析評価手法の調査のため、1月23日から2月3日の間、アメリカ、イギリスへ出張した。
- (8) 片山優久雄副主席研究員と加藤吉伸主管研究員は、石炭ガス化複合発電技術に関する海外プラント情報調査のため、2月5日から3月2日の間、ドイツ、オランダ、アメリカへ出張した。
- (9) 寺崎太二郎主管研究員は、石炭層ガス資源開発基礎調査のため2月20日から3月3日の間、オーストラリアへ出張した。

第 16 卷 通 卷 目 次

VOL. 16, NO.1 (1993.4)

研究所創立15周年記念特集号

ご 挨拶理事長 山 本 寛..... 1

【第Ⅰ部 ご祝辞】

祝 辞資源エネルギー庁長官 黒 田 直 樹..... 3

創立の頃の思い出生 田 豊 朗..... 5

祝 辞近 藤 俊 幸..... 6

祝 辞柴 崎 芳 三..... 7

創立15周年を祝って関 根 泰 次..... 8

祝 辞平 川 誠 一..... 9

エネルギーの総合研究を期待して三 井 恒 夫.....10

エネルギー総工研15周年に当って茅 陽 一.....11

一層の発展を期待して吉 田 邦 夫.....12

祝 辞平 田 辰一郎.....13

【第Ⅱ部 寄稿】

15周年に寄せて武 田 康.....15

研究所再活性化への基盤づくり越 川 文 雄.....17

三代目の責任と、21世紀への挑戦吉 澤 均.....19

【第Ⅲ部 活動概要報告】

1 調査研究活動の動向（昭和63年度～平成4年度）21

2 研究所の業務概要（昭和53年度～平成4年度）38

【第Ⅳ部 座談会】

15周年を振り返って山 本 寛.....55

秋 山 守

近 藤 駿 介

鈴 木 篤 之

研究所の将来像を探る高 倉 毅.....63

松 井 一 秋

片 山 優久雄

大 塚 益比古

【随想】エネテクトリーム21（その4）

「ごみから夢と純水を、21世紀の夢工場“ごみ発電”」与志耶 劫 紀.....70

研究所のうごき83

第15巻通巻目次86

行事案内89

編集後記90

VOL. 16, NO.2 (1993.7)

【巻頭言】燃料電池について思うこと 東京ガス㈱代表取締役副社長 片 岡 宏 文..... 1

【理事長対談】今後のエネルギー政策の展開について末 廣 恵 雄..... 2

山 本 寛

【関連施策紹介】エネルギー総合工学研究所 中長期ビジョン（平成5年3月改訂）12

【関連施策紹介】エネルギー総合工学研究所 平成5年度事業計画の概要23

【調査研究報告】高レベル放射性廃棄物処分に係わる各国の動向	村野 徹	26
——ウェスト・フォーラム'93から——		
【調査研究報告】石油活用型ガスタービン複合ごみ焼却発電		
「スーパーごみ発電」システムモデル調査結果	赤田 卓己	36
【海外出張報告】高効率発電技術海外調査報告	松本 一彦	48
【訪問記】(財)海洋生物環境研究所中央研究所訪問記	IAE女性研究員取材チーム	62
【随想】エネテクトリーム21 (その5)		
「排除型立地から地域起し型立地へ、求められる		
電源立地対策技術における発想の転換」	与志耶 劫紀	66
研究所のうごき		78
編集後記		82

VOL. 16, NO.3 (1993.10)

(財)エネルギー総合工学研究所

創立15周年記念特別シンポジウム

——「21世紀社会のエネルギー技術戦略を探る」——

平成5年7月12日(月) 於東商ホール(東京商工会議所ビル4F)

総合司会

プロジェクト試験研究部部长 松井 一 秋

開会の挨拶 理事長 山本 寛 1

来賓の挨拶 通商産業省資源エネルギー庁長官 堤 富 男 4

【基調講演①】「21世紀におけるエネルギー技術と地球環境」

..... 東京大学工学部システム量子工学科教授 近 藤 駿 介 6

【基調講演②】「化学者から見た21世紀のエネルギー問題」

..... (財)化学品検査協会企画管理部長 北 野 大 17

21世紀社会のエネルギー技術戦略

——エネルギー総合工学研究所中長期ビジョン(平成5年3月改訂)から——

①中長期ビジョンの概要について 専務理事 吉 澤 均 31

②原子力の今後の動向と技術戦略 松 井 一 秋 34

③化石燃料の今後の動向と技術戦略 片 山 優久雄 43

④新エネルギーの今後の動向と技術戦略 高 倉 毅 50

⑤地球環境対策の今後の動向と技術戦略 佃 豊 57

* 今回の中長期ビジョンの改訂に関する所見

..... 東京大学工学部システム量子工学科教授 秋 山 守 67

【特別講演①】「次世代の原子力発電と核燃料サイクルの方向」

..... 東京大学工学部システム量子工学科教授 秋 山 守 73

【特別講演②】「21世紀中葉におけるエネルギー技術ビジョン」

——「21世紀の技術とエネルギービジョン」から——

..... 東京農工大学工学部機械システム工学科教授 柏 木 孝 夫 92

閉会の挨拶 専務理事 吉 澤 均 107

(資料) 21世紀の技術とエネルギービジョン報告書概要 108

研究所のうごき 129

編集後記 132

VOL. 16, NO.4 (1994.1)

【巻頭言】 創造的破壊—変革への挑戦—	
.....資源エネルギー庁長官官房審議官 並 木 徹	1
【座談会】「新水素エネルギー実証技術開発プロジェクトの進め方について」	2
	佐々木 宜 彦
	伊 藤 正 昭
	岡 本 眞 實
	國 松 敬 二
	松 井 一 秋
	浅 見 直 人
	栗 原 史 郎
【寄稿】 新水素エネルギー実証技術開発計画について	渡 邊 昇 治.....25
【寄稿】 天然ガス検討会LNG分科会中間報告(案)の概要について	甲 斐 宗 太.....32
【調査研究報告】 CO ₂ 回収・処理技術のシステム評価	加賀城 俊 正.....42
【調査研究報告】 メタンハイドレートに関する海外の研究開発動向	寺 崎 太二郎.....52
【調査研究報告】 大阪電気自動車コミュニティーシステム事業の現状	植 村 卓 司.....64
【海外出張報告】 ペラルーシにおける放射能汚染状況と対策	和 達 嘉 樹.....71
【随想】 エネテクトリーム21 (その6)	
「人事を尽すための5つの“つば” 原子力電源信頼性向上対策の体系」	
.....与志耶 劫 紀	79
【訪問記】 関西電力(株)宮津エネルギー研究所	I A E女性研究員取材チーム.....92
研究所のうごき	98
編集後記	102

行事案内

第12回エネルギー総合工学シンポジウム

◇テーマ：「幕開けしたエネルギー競合時代の技術戦略」

〈基調講演〉

「エネルギー競合時代と規制緩和の動向」

日本開発銀行 理事 山本 貞一 氏

他

〈基調報告〉

1. 本格化するエネルギー競合時代の構図

エネルギー総合工学研究所専務理事 吉澤 均

2. エネルギー間競合と外部コスト (Externalities)

エネルギー総合工学研究所主任研究員 谷口 武俊

〈特別講演〉

「ごみ発電の推進と自治体サイドの問題」

東京都清掃局工場管理部担当部長 寺川 隆一 氏

〈パネルディスカッション〉

「競合時代を迎えたエネルギー産業の技術戦略

～勝利者の条件を求めて～」

◇日時：平成6年7月11日(月) 10:00～17:00

◇場所：東商ホール 東京商工会議所4階
千代田区丸の内3-3-2

◇参加費：無料

◇問合せ：(財)エネルギー総合工学研究所 企画部主任 金子裕子
☎ 03-3508-8894

†プログラムをご希望の方は、上記までご連絡ください。なお、プログラムの発送は6月上旬の予定です。

編集後記

巻頭言は、能登 勇石油連盟専務理事から頂戴した。これからの大きな課題である規制緩和について、石油産業においては、エネルギー安定供給の確保と両立するものでなければならぬとのご所見を述べられている。

理事長対談には、林 政義原子力委員会委員にお願いした。林委員は中部電力副社長、動燃事業団、NEDOの各理事長のご要職を歴任されており、その豊かなご経験の中からこれからの新エネルギーと原子力に係わる諸問題について、自由にお話しいただきそのご見識から敬服すべき数々のご意見を頂戴した。

所外からは、総合エネルギー調査会総合部会基本政策小委員会中間報告について、洲上善弘氏（資源エネルギー庁）から極めてお忙しい中にも拘らずご寄稿いただいた。今後のエネルギー政策の基本理念とエネルギー政策の進むべき方向を示した報告であるので、是非ご一読いただきたい。

所内から楠野貞夫副主席研究員には「セースティ・サイエンス国際会議に出席して」を、羽田野祐子研究員には「放射性廃棄物と非放射性有害廃棄物との比較評価」について、松井一秋原プロジェクト試験研究部部長兼新水素エネルギー実証研究センター長と大久保憲一主任研究員には「新水素エネルギーシンポジウム'94概要報告」について、また赤田卓己

主管研究員には「ごみ発電の高効率化に関する海外調査結果」について、それぞれ内容のある報告を取りまとめていただいた。年度末で報告書作成の忙しい時期にもかかわらず、心よく執筆を引き受けられたことに心から感謝申し上げる。

今回のエネテクトリーム21は、運転員の立場から見て安心して運転できる「原子力電源運転操作要領書の作成基本通則素案」作成についての提案がその内容である。

さて、私が季報の編集に携わってから本号をもって1年になる。編集に当って、当初はそれなりの緊張感があったが、人間の性として時日とともにそれが失われ、心に弛みが出るのが今後心配である。

道元は、正法眼蔵随聞記において法嗣懐奘に対して明日なしと言うことを教えて、『念々止まらず、日々遷流して無常迅速なること眼前の道理なり。知識経巻の教へを待つべからず。只念々に明日を期することなく、当日當時ばかりを思ふて、後日は太だ不定なり。知り難ければ、只今日ばかり存命のほど仏道に随はんと思ふべきなり。』と説いている。諸行無常、念々止まらない人生においては、明日なきことを思つて今日只今の己の仕事に全力を尽くすことが、大切なのではなからうか。

（石崎 一夫記）

季報エネルギー総合工学 第17巻第1号

平成6年4月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105 東京都港区西新橋1-14-2

新橋SYビル(6F)

電話 (03) 3508-8891

無断転載を禁じます。(印刷) 和光堂印刷株式会社