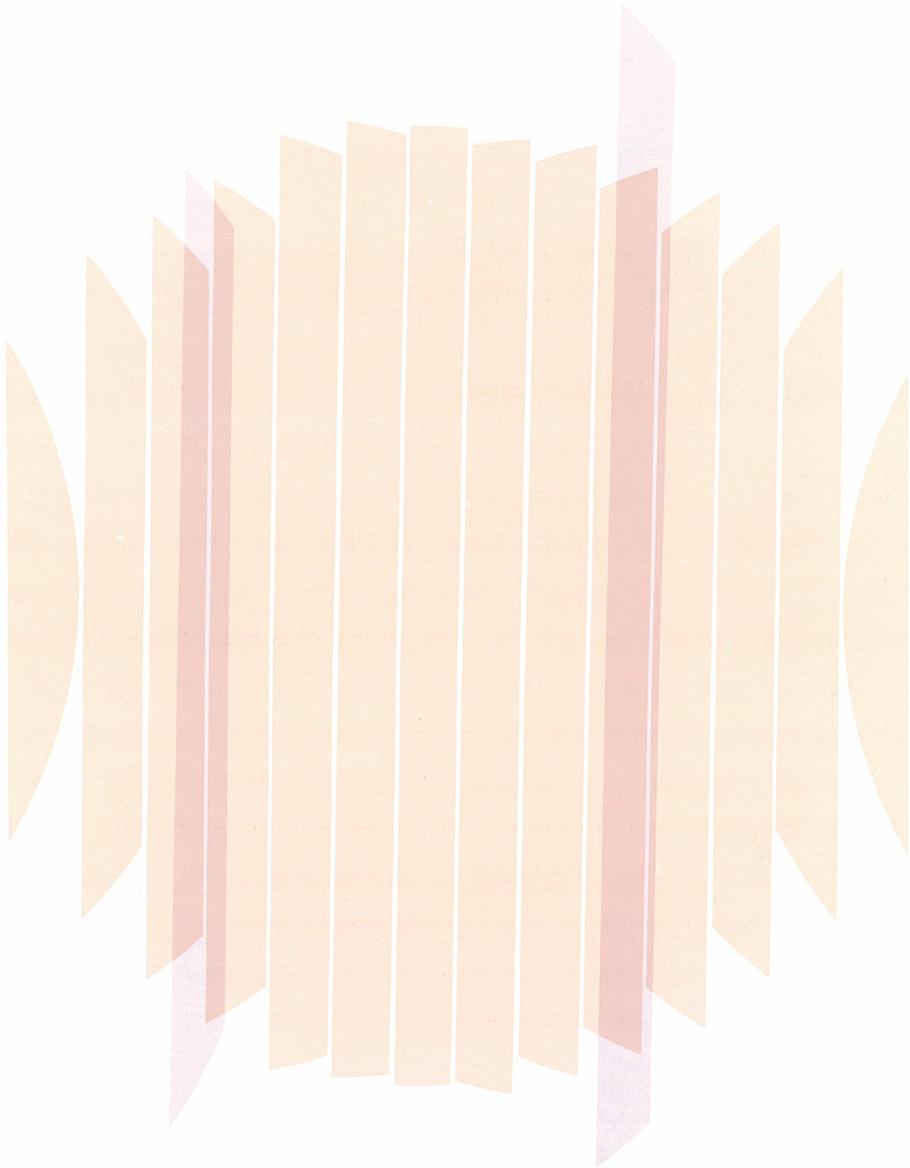


季報 エネルギー総合工学

Vol. 15 No. 1 1992. 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】 科学・技術の倫理性	依 田 直	1
【理事長対談】 ライフスタイルとエネルギー	田 村 和 子 山 本 寛	2
【寄稿】 原子力発電安全分野の国際協力について	藤 井 隆 宏 西 村 仁 志	14
【調査研究報告】 電気自動車と内燃機関自動車の エネルギーおよび環境面からの比較.....	蓮 池 宏	26
【調査研究報告】 ガソリンを巡る最近の動向について	片 山 優久雄	37
【随想】 エネテクトリーム21（その1） 夢から現実へ、近づく水素エネルギーの実用化.....	与 志 耶 劫紀	42
【訪問記】 夢の島熱帯植物館	I A E 女性研究員取材チーム	50
研究所のうごき.....		54
第14巻通巻目次.....		59
編集後記.....		60

科学・技術の倫理性

(財)電力中央研究所

理事長 依田 直



先頃、歴代のノーベル賞の受賞者による討論会をテレビで見る機会があった。その内容は、今日の人口爆発と地球環境の悪化に対して、先進国文明の在り方と科学、技術の果すべき役割の重大性についてであった。人類はこれまでひたすら経済発展を願い、資源、エネルギーの大量消費を進めて来たが、最早、それを無制限に続けていくことがかなわないところに来つつあるとの認識が一般であった。

効率向上をめざしての科学・技術の進歩はわれわれに繁栄と豊かさをもたらしたが、その反面において、かけがえのない地球の環境に大きな負担をかけるとともに生態系の変化が人類の生存にまで脅威をもたらすほどになっている。

確かに科学技術の進歩のお蔭で人知は限りなく宇宙の彼方にまで広がっており、また逆の微小な世界ではナノテクノロジーへの挑戦とともに生命の謎にも迫ろうとしている。こうした現代の科学技術文明は、その進歩の方向として、ますます極限技術へと向って突き進んでいるが、それが果して人類を、人間を幸福に導くものであるかどうか、あらためて問題にされている。われわれ人類は、これまで多くの問題を科学技術の力で克服してきたが、いまこそ人類の幸福のために科学技術の力を如何に有効に活用していくかが問われており、それは科学技術の開発、発展を人類愛の名の下に一つの目標に向って組織化していくことにはほかならないであろう。

一般に技術開発にたずさわる人にはオプティミストが多いと言われているが、自らの研究開発、技術開発がもたらす社会的インパクトの大きさを常に考え、謙虚に取り組んでいくことが大切であろう。

産業革命以来、これまでの200年余にわたって科学技術は人類にとって手段として大きな成果をもたらし効率向上と物質文明の発展に寄与してきた。しかしながら軍事技術での高度な発展も同時に生み出し大量殺戮兵器の恐怖に戦く人々のいかに多いことか。兵器のように直接的に人類に脅威をもたらすものでなくとも、技術開発の結果が人類に思いがけない危険を及ぼす事例もないわけではない。

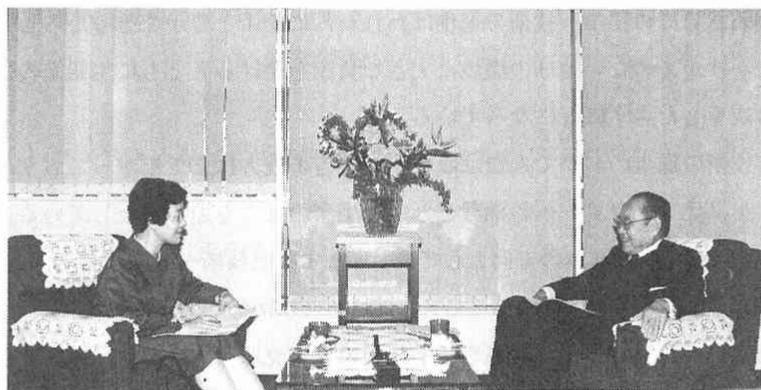
いまや限りなく進歩する科学技術を人類の幸福増進のためにいかに役立てるかを真剣に考えるべきところにきており、技術の倫理性ということが、あらためて提起されている。

テクノロジー・アセスメントの重要性にしみじみと思いを致す昨今である。

ライフスタイルとエネルギー

田村 和子 (共同通信社科学部長論説委員)

山本 寛 (財エネルギー総合工学研究所理事長)



山本 最初にご挨拶を申し上げます。既にご存知かもしれませんが、私共の研究所はエネルギーについての調査研究を行っている全くの民間組織ですから、どうぞお気軽にお話をして頂きたいと思います。

エネルギーの問題は国民の生活に非常に深く関係したことなので、国民の皆様にもっと深刻に考えてもらいたいと思っている訳ですが、私共が非常に不満に思っておりますことは、学校の教育では特にエネルギーということで教えていない訳でございますね。私共はエネルギーの恩恵なしにはやっていけない訳ですから、ちゃんと学校で教育してくれない

かということを考えている訳でございます。

今日はお話の相手が田村さんでございますので、女性に一番関係の深い生活面での省エネルギーということでお話をさせて頂きたいと思います。

省エネルギーというのは非常に大事で、今の国のエネルギーの需給見通しを見ましても、省エネルギーは政策の一番の基になっているんですね。その一番根っこの省エネルギーは中々掛け声だけで実際出来ませんね。政府あるいは国が掛け声をかけて、「やれ！」と言ったって出来ることでもございませんしね。あるいは電気・ガスの値段を極端に高く

すれば、家庭で使われるエネルギー量が減るかもしれませんが、それもなかなか難しいことです。ですから、取り敢えずやはり国民の各自がエネルギー問題に対する深い認識をもって、エネルギーを大切に使うことをしないとこの問題は解決しないように思います。今日お話をさせて頂きたいと思ふことは、ことに生活面におけるエネルギー、これはライフスタイルとも密接な関係があると思ふので、ライフスタイルということを考えながらいろいろ伺わせて頂きたいと思っている訳でございます。

田村 省エネルギーとか、ライフスタイルといった問題を考えますと、やはり教育の問題が一番根幹ではないかと私も常々考えております。今地球環境問題に関心が集まって、地球全体の存続、あるいは人類の存続が心配されてきていますが、それもまさに言われている事と、それではどうやって私達が具体的に守っていくのか、という意識との間に大きな差があります。私たちが生活の仕方とかものの考え方をどうやって培ってきたのかというと、やはり小さい時からの親とか社会とか学校での感化と言いますか、教化と言いますか、によってではないかという感じが致します。

私たちの世代は、物のない時代に育ちましたので、今の若い人々のように、まだ使えるものでも不要になればすぐ捨ててしまおうとか、食事を大量に食べ残すとか、何時間も電話でおしゃべり、といったことはどうしてもできないんです。

日本の今の教育制度は高度な教育制度だと思ふのですが、受験教育に労力を注ぐだけで国として大事な問題、エネルギーの問題も然

り、それから日本は自然災害の多い国ですから防災の問題も然り、毎日の生活にとってもとても大切な事が幼児の時から大学生に至るまで、どの段階でも十分教育されていませんね。

山本 田村さんは、戦後の物のない時代をお過ごしになってよくその頃の事情はご存知だと思うんですが、日頃私がとすると感じますことは、戦後日本はアメリカ、ヨーロッパに追いつけということで一生懸命やってきた訳ですが、あまりにアメリカ型になりすぎたのではないかと。アメリカというのは昔から物を消費する国でございまして、日本人もすっかりそれが身につけてしまった。これは決して望ましい姿ではないと思ふ訳です。

例えば女性ですと、今年の流行色は何であるかというと皆同じ色。それから、スカートが短くなれば皆短くなる。外国もその傾向があるかもしれませんが、そのためにエネルギーの面から見ましてもずいぶん無駄なエネルギーを使っているのではないかと思ふんです。それから、例えばスーパーマーケット辺りへ行きましたが、全くアメリカ式のものの売り方で、魚や肉も皆包装してありますし、ヨーロッパでもないことはありませんけれども、アメリカみたいにはひどくはないですね。日本人というのは、元々そうなんだからしょうがないといってしまうのか、何か考える必要があるのかどうかですね。

田村 私なども、貧しく育った世代なものですから、今の日本の社会状況が怖いというか、あまりにも物があり過ぎて、このままずっと続いて行く訳がないと思ってしまうのですね。とにかく質素に暮らそうということ、私はこの10年前からいつも頭に入れて暮らし

てきているつもりなんですけれどもなかなか難しゅうございます。日本の経済力は世界一になり確かに物が豊富に出回り、手頃な値段で買えるんです。先年ヨーロッパに取材にまいりまして、帰りにお土産を買ってきてくれと言われても、行ってみますとブランドを物凄く大事にする人は別なんですけれど、私はあまり大事にしないものですから、物の質と値段を見ると何ひとつ買いたい物がないんですね。大体この値段なら日本の物のほうがちょっと良い物を買えると思って。それなのとにかく有名ブランドの店には日本の観光客の方がワッと買いに走るのを見て、何となく不思議な国民だなという感じがしました。

やはりアメリカナイズするということが私たちの憧れではあったと思うんですが、今になって考えますと、あまりにもアメリカの後をそっくり追っておりますね。ですから、エネルギーの使い方がどんどん増え、今に至ってもまだ増え続けているというのは、やはりエネルギーを使えば使うほど便利で楽ができるが、そうすると、人間はどうしてもそちらの方に流れていってしまうからなのでしょうね。例えば二十四時間営業のコンビニエンスストアがあったり宅配便があったりということで、エネルギーの面から見たらおそらく相当たくさん使っているんだろーと思えますが、非常に便利でつい利用してしまうんです。ただ、私達がそれほど努力した実感がないのに円が高くなって良い時代が来たのでこのままの状態が続く訳はないな、ということがいつも頭にあるものですから、子供の後ろからくっついて回って電気を消したりするんですけれど。ヨーロッパに行った時に一番感じましたのは、ビルの廊下とか出入口とか人が来

て3分くらい経つと電気が自動的に消える仕組みになっていることでした。ああいうことが戦時とかエネルギー危機の時だけではなくて今日でもずうっと普及しているのです。ところが、日本はエネルギー危機の時だけ駅や街路の電灯を暗くしたりしましたけれども、それが喉元過ぎると物凄く明るくなってしまふ。これは国民性によるのでしょうか、このエネルギー多消費型の生活は何か違うぞというところに皆が気づいて変えていきかけは…例えばニューヨークの大停電みたいな、そういう大事件でも起こらないとダメなのかなと非常に気になっているんです。

山本 ソ連は崩壊しましたがけれども、ソ連では家庭の暖房などは非常に安い費用でしたので光熱費の支出というものを考えずに生活出来たものですから、1人当たりのエネルギー消費量は非常に高いんですね。あとは石油産出国ですね。中東の。これはやはり石油が出ますから多いのは当然なんですけれども、あとは北ヨーロッパ辺りの寒い所ですね。ソ連の家庭ではエネルギーの節約なんていうのはまだ、国民の念頭にないらしいんですけれども、その他の北欧の国々は何としてもエネルギーの節約をしなきゃならないと考えている訳ですし、教育もしっかりやっているそうです。

田村 ただ、一番私が今日伺いたいなと思っているのは、例えば電気エネルギーですけれども、いったい電気エネルギーを供給しておられる電力会社は国民にもっと、電力を使ってほしいと思っているのか、使わないでほしいと思っているのか、どちらなのでしょう。このことが国民から全く見えないんです。

山本 そうなんです。これは痛し痒しで、

両面なんですよ。

田村 今のような免許事業で、電気事業者は地域の需要に応じて電気を供給しなさいということになって営業している会社としては、「供給出来ません」とは言えないんですけども。電気を作るのが大変難しくなるという一方で、大容量の配電機器を各家庭につけ、新しい家電製品や大型テレビ等が大宣伝で売られているのでは、電気の需要を抑制できるわけはありません。私は昭和40年に結婚しまして、親の隣に住まなくてはいけない事情があったものですから、庭に小さい家を建てて住みました。その頃の電力の引込線の容量は初め10アンペアくらいで、今は20アンペアが付いているんですが、使える電気の容量が非常に小さい。これ以上必要なら本線からの引込線全体を取り替える必要があるというんです。一方、隣は父親が亡くなったものですから母親のために家を建て替えまして、今度はプレハブなんですけど、そちらは最初から冷暖房用にと40アンペアが付いているんです。老親に火を使わせるのが危ないものですからエアコンを付けました。自分の方にも今度はボーナスで買おうかと言って、付けるとヒューズが飛んでしまうんですよ。そう致しますと、電気のリミットというのを常に考えながらしないと生活が成り立たないものですから、エアコンとテレビを一緒につけたらダメとかいって、一騒ぎです。子供が「いまどきこんな家はない」と文句を言うんですね。だけど、私はそういう事があると、自分たちがこれだけ電気を使ったな、というのがわかると思います。これが大容量の配電機器があって、後自由にお使い下さいということになりますと、便利だから次々家電機器が増え

ていくんです。今、たぶん皆がそんな感じで自由に使える容量の電気が供給されているものだから使ってしまうのでしょうか。日頃電気をどれだけ使ってるか、というのを考える機会があまりないのではないかと思います。

山本 非常に耳が痛いんですけど、私も息子たちが一緒に住むというものですから一昨年家を建て替えましたが、空調が各部屋に皆くっついているんです。

田村 今日それが普通になっていますね。私の家なんかは木造ですからよいのですが、都会のコンクリートの家に住みましたら、日本の気象では空調がなくては暮らせないですよ、今は。

山本 やはり冬となれば暖かいと言ったってちょっと暖房を使います。今は非常に技術が進んで、エアコンも1機当たりの電気の消費量はずいぶん少ないし、電気冷蔵庫も昔よりうんと少ないらしいんですけども、しかし今まで小さな冷蔵庫で我慢しておられた方が皆大きなのを買います。それから、空調も各部屋に皆くっついていると。そんな事で、電気の消費量がどんどん増えている訳です。

田村 電気の需要はここ5年ぐらい連続して5%ずつ伸びているそうですね。

山本 GNPの伸びより伸びているんです。やはり、これは先程伺いましたように、電気は使い易いし、クリーンだしということでしょう。でも伸びの大きいのは家庭よりも、情報関係のいろんな機器が入っているオフィスや商業関係などですが。

田村 オフィスの情報化はここ10年間ぐらいの間にとっても進みましたからね。

山本 でも、家庭の方の伸びも大きい訳です。これはやはり使いやすしい、快適な生活



が楽しめるからそうなってくるんでしょうけれども……。

田村 これから高齢化社会になってまいりますと電気が一番安全なものですから、たくさん使うようになると思います。私事ですが私も半分寝たきりの親を残して、朝出て夜帰る生活をしています。空調があれば適当にちゃんと温度も設定されて、とても安心して外出していられます。高齢化社会が進んでくると、ある程度電気を使わざるを得ないと思うんです。だからやはり、今からもう少しきめ細かく電気の使い方を押さえる方法を考えてほしい。例えば、一定量以上の電気の使用料は高くする、といった政策が必要ではないかと思うのですが…。需要の多い夏と冬は高くするとかね。高くするというのは、省エネルギーを実行している人と差をつけて、高くして使ってもら。何かそういうインセンティブがつくような事が出来ないかなという感じを持っています。それから、例えば太陽光発電のような電池パネルですね。まだ今は高うございますけれど、それでも例えばビルとか住居などで使っている人の中では、決して高くないと言いつけている人もいます。それはつまりいろんな事を含めて考えると、最初100万円とか200万円とか投資しても、毎月の経費がかからない。積もり積もれば非常に、

リーズナブルになっていると。ですから、この辺で新しいエネルギー利用の試みにもう少し積極的に助成をひろげて、エネルギー源の多様化に力を入れてほしいと思います。それから、自家発電の余った電気を公共用に売電するとか、技術的にできないのでしょうか。高性能のコンピュータを使うような電気と、そういう売電をつないだ電気では品質が違うのでしょうか。うまく品質を整えるようなことが出来るのかどうか、私には全くわかりません。

山本 難しい問題ですね。同じ電線の中を電気は通る訳ですからね。

田村 これまではだいたいコストに合わないということで、いろんな代替エネルギーによる発電の仕方は研究はされているんですけども、実際に使ってみようというシステムがないような感じがするんですけども。

山本 これからは順々に入ってくると思いますけれども、大きく頼れるかどうかは別としまして、入ってくることは間違いないと思いますし、使う方が増えてくれば当然の事ながらコストが安くなる訳ですね。最初の所だけ補助金を出すとか、税を安くするとかですね。

田村 電気エネルギーを確保するのが大変なんだということを国民に広く知らしめるためにも、石油や原子力に頼るだけでなく、発電量は少ないけれども、風力発電にももっと力を入れる必要があるのではありませんか。

山本 あとで東京一極集中とか、大都市への一極集中についてのご意見を伺いたいと思うのですが。今仮に東京を見ますと、東京は自分の所に発電能力をちょっとしか持っていないので、皆周りの東京以外の発電所で発

電した電気を東京に送ってきている訳です。送電線の容量が限界にきていまして、またその送電線を作るというのが、大変に困難なんです。何故かと申しますと、送電線というのはちっちゃな面積の土地を数多く確保しまして、そこに鉄塔を立てて引くんです。ちっちゃな土地をポツンポツンと買うというのは至難の技で、しかも住宅圏内に入ってきますと土地が買えないんですね。そこで、好むと好まざるとにかかわらず東京の場合、小さな発電設備を東京の中に作りまして、そこから電気を供給するような手立ても採らないといけない。一方、太陽の光発電ですけど、技術的にはまだとり組まなければならない問題もありコストの問題もありますけれども、屋根にでも太陽電池をのっけてやってもらえれば、かなり助かるのではないかと……。

田村 例えばピーク時電力がものすごく大きいそうですが、家庭発電機につなげてのりきるとか出来ないかなと思ってしまうんですけど……。

山本 今はまだ商品として市場に出ているかどうか存じませんが、太陽光発電で動かす空調ですね。これなどは、電力会社も助かるのではないかと……。

そのような商品が出てきて、そんなに高い値段でないとするとやはり相当つける家もできます。

田村 やはり代替エネルギーの新しい良い機器とかシステムができたら、助成とか何かしてつける人に動機づけのようなものを作ってほしいですね。勉強していないでそんなこと言ったら失礼なんですけれども、今まで電化製品のPRなど使え使えで、電気を使わないでくれというPRはあまり成されていな



い。電力会社など、やはり電気を使わないのは困るのでしょうか。その辺のところはわからないんですけど。

山本 そのへんのところは難しいところなんです。

田村 しかも、そういった新たな電源をたくさん作ることに、電力会社はやはり困るのかなという感じがあって、日本の国の行き方も省エネルギーなのか大量消費経済の方がいいのか、どっち向きかなという感じがするのです。

山本 電気・ガスをあまり節約しない原因の1つは、この頃ほとんど銀行で自動的に引き落とされて、ですからどこのご家庭も今月電気をいくら使って、ガスをいくら使っているかわからない。ですから、あまり節約しないのではないかと……。その辺いかがでございましょうか。

田村 確かに実感がわかりませんね。電話なんかも特徴的です。自動引き落としで金額の多さに驚いています。先程申し上げたように、自由に使えるものを自分の意思で使わないようにしようというのは、日本人がもっとも不得手なところなんだろうと思うんです。自分の暮らし方を変えるということをしないうまく行かないのではないかなと思うんです。特にガスでも電気でもそうですが、今の若い

方は、家庭でエネルギーをどんどん使って料理を作るということではなくて、ちょっと高い外食とか、作られた物を買うというケースが結構多いのではないのでしょうか。

山本 ……ずいぶん売れるらしいですから。

田村 それを電子レンジでチンと温めて食べるというのが、便利と言えば便利ですけど、どれだけエネルギーを使っているかということについて、実感がないでしょう。昔の日本の料理はエネルギーを非常に無駄なく使うことに長けていたんですね。例えば炭団とか練炭なんかで豆をコトコト煮るといのは暖房と両方一緒になって、省エネでしかもおいしく煮えるという……。今ガスで煮物をしようと思っても、弱火にならないんですよ。煮えるんですけども違うんですね、味が。子供なんか見ていると、髪を洗ってはドライヤーを長々と使っている。家を出れば、風が吹けば変わってしまう程度のヘアスタイルなのに、コンセントに差せばすぐ使えるし、電気を使うのが空気のようにになっている。だから、私はいつも子供たちに電気代取り立てる、と言うんですが……。

山本 100円入れるとある時間つくなんていうことに家庭でもなっていると、やめようかということになりますね。

田村 ヨーロッパで廊下の電気がすぐ消えるというのは、行った時はなんだかみみっちいなと思いましたけれども、ああいう省エネ機器をいつでもつけて平然と皆が暮らしていくということは、省エネルギーをいつも意識させるし非常に合理的でしょう。生活の潤いという問題もあって中々難しいと思うんですけど、日本でも社会全体にもう少し配慮があっ

てもよい。ついこの前エネルギー危機の時には1本おきに点いていた駅や地下街の照明なんか、いつの間にか元どおり眩いほどに点いていますね。日本人は教育程度も高いのですから、もう少しシミュレーションをして、これだけ使ったらどうなるか、これだけ節約したらどうなるとか、そういう計算や予測をもっとしばしば、いろんな場面で教育、啓蒙してもらえないかなと、私はいつも思うんです。最近も出産率が減って、これから人々がどんどん減ってしまうから大変大変だと、大騒ぎなのですけども、環境やエネルギーの問題からいくと、日本の人口は減った方が絶対に楽になる筈なんです。それではどれだけ減ったら国力がどれだけ落ちて、どのようになり行かないのか、コンピューターでいろいろ予測してみても、皆にどれを選ぶのかを提示するようなことを考えられないのかなと思うんです。すぐ、たくさん産めばいいといって3人日から児童手当を出すか、というのではなくて、日本の適正人口はどれだけであって、そこまで行く間にどれだけ労働力が足りなくなって耐えられないのか。どれだけGNPが落ちても何とか成り行くのか、人の足りないところを機械化でまかなえるか、あるいは外国人を受け入れたらどうなるかというような事とか……。その場その場で手当てするだけでなく、もう少し長期的展望や予測をたてて政策の指標にするといいのではないかなと思うのです。

山本 今のお話で、全体的な長期に亘っての計画性がないと……。私も日本という国は個々の計画はあるけれども総合的な計画性がないというようなことを感じますね。話は少し違いますが、この頃スピードのえらい速い

新幹線が出てきましたが、とにかく大阪へ行くか、あるいはもう少し遠い所までならそれでもいいかもしれませんけれども、東京の周辺の都市にまでそんなに速い列車を運行しますと、今までは無理だった所も通勤圏内に入ってきますね。今新聞にも出ていますように、例えば宇都宮とかそのような所からも通って来ている訳ですね。結局、通勤圏が広がっている訳です。これは、一極集中の弊害が云われているのに、かえってそれは拍車をかけているようになるんですね。これは政策的にも非常におかしいと思うんです。それに、また通勤圏を広げるということは、エネルギー的に言いましても非常に浪費が大きいと思うんです。その辺の詮索を抜きに、「とにかく東京は人が一杯だから少し遠い所まで通勤圏にしましょう」なんていうんでは、どうも納得出来ないんです。

田村 首都圏でも通勤圏が広がると、お父さんたちは非常に疲れる訳でしょう。2時間もかけて通う、これが一生の何十年分というふうに考えますと、やはりそんなに長い距離を毎日往復してはいけないうんです。最近ではUターン現象というようなこともあり、若い方が職住接近の地元に帰られるというケースもあると思うんですが、国の政策として一極集中しないように考えるべきだと思います。高密度の情報ネットワークがあれば、今や何も顔を見なくても会議もできデータのやり取りも出来る訳ですから、なんで東京にだけ集中するのか本当に意味がないんですね。

私が記者の仕事をしているときに、筑波学園都市の建設というのがありました。あれも最初は主務官庁が移るということで、首都圏の機能分散が実現すると非常に大きな期待が

かかっていたのに、すり替えられて国立研究機関だけが移転ということになりました。その研究機関の移った都心の跡地はどうなったかと言えば、やはりそれほど上手に利用しているとは思えません。地震災害などの問題から考えますと、東京というのは将来大きな壊滅的な地震が必ずある所なんです。

200年とか100年とかいろいろ周期が言われていますが、1つは関東大震災に匹敵する大きなもので、これはまだしばらく間がある。もう1つはそれほど大きくないんですけども、首都圏地下で起こる直下型の地震です。これは震源域が山手線内側程度の数十キロで済むと思うんですが、それでも重要な情報が集中した所を襲って、電気が止まりパイプラインが壊れればもう大変なことになる訳です。それは過去の歴史からみて70年程度の間隔で必ず起こるということがわかっている。これまでずっとなかったのに、まあ明日にもあるかもしれない。この間も東大地震研の茂木先生が国会で言われたそうですけれども、必ずあるということがわかっている所に人口や行政、経済機能を集中させて都市を作っているというのは、非常に問題があります。日本は非常に自然に恵まれていて災害に襲われても何とか耐えるという感じで暮らしてきた歴史があります。こんなに人も増え、物も豊かになり、暮らし方が変わったのにその気分だけが残っているというような感じがするのです。だから、例えば高層ビルになって高い所に住んでいるのに、暮らし方は昔と同じで、ガラスの人形箱をタンスの上に置いている。震度4ぐらいの地震で一面ガラスだらけになったという話もよく聞きます。

山本 さっきちょっと仰った2時間も片道

にかけたり、1日3時間も通勤にかけるのは……人間らしい生活といえないのではないのでしょうか。

田村 ええ、本当にそう思います。子供たちと暮らすには、なるべくだったら自然に親しむような所に暮らしたいと思うと、どんどん遠くなってしまふ訳です。マスコミの世界の男の人たちの仕事ぶりを拝見しております、やはりこれでは家族もたまらないし、男の方も辛いなあという感じが非常にしますね。

山本 これはやはり国民性なんではないか。どうもその……とにかく晩の11時、12時まで会社の仕事をしている。例外ならよいのですが、そのような人が多いのではないのでしょうか。

田村 昨日も家で省エネのために何をすればいいかという話をちょっとしてみたら、やはり週休2日でなくて、3日ぐらいにして生産性を落としたりいいのではないかという声が若い者から出てくる訳ですね。そうして、主人なんかは、それでは国が成り行かないではないか、とかと言うんです。日本の国の成り行きから見て、今までの働き過ぎとかいうようなことを言われたりしています。私は必ずしも働き過ぎということではないんだろうと思うんですが。

山本 どうでしょうかね。私が思うには、石油危機の前は、石油を中東から入れなくてはならない、それには外貨が要る、外貨が要るんだから輸出をどんどんやって石油を買うための外貨を稼ぐと。それは意味があったと思っていますんですよ。ところが、石油の値段は昔に比べますと第一次石油ショック以前は別としてこのところそんなに変わりませ

ん。むしろ、相対的な値段は安くなっている訳ですよ。一方で外貨を稼ぐ方はどんどん稼いでますね。これはやはりちょっと行き過ぎなのではないかと私は思っています。日本が極端だということを批判された最初はボールベアリングなんですね。とにかくダンピングしても世界市場を抑えてしまえとなった訳です。その昔はスウェーデンなどに有名なボールベアリングのメーカーがありましたのを皆席卷して日本が市場を取ってしまった訳です。それと同じようなことが繰り返して行われてきた訳ですね。

田村 以前どなたかに伺ったのですが、ヨーロッパの人たちの批判の中でそういう声がありあって、日本の商品を売るのはよいが、我々もつぶれずに一緒に暮らしてゆけるだけの売り方をしてほしいというのだそうです。日本の商売の仕方というのは、少しでもチャンスがあればもう全部自分の利益にしないと我慢ができない。今度のバブル現象などを見ていると、お金持ちになったらお金の使い方もあろうに稼ぐだけ稼いで後は知らないよというやり方が出てきている。もう少し利益を分けあって、皆が成り行くようにという方法を考えないといけないのではないのでしょうか。このあたりで世界をよく見て方向転換というか方法論を考え直すことが非常に大切な問題だと思いますね。

山本 エネルギーの話にまたなりますけど、テレビの放映なんか、あんなにやる必要があるのだろうかと思うんですね。明かりもこうこうと点いておりますしね。省エネルギーの1つに昔ちょっとやったことがある、夏時間についてはどうお考えでしょうか。

田村 ああ、サマータイムですね。私の子

供のころ何年間か……

山本 あれはやっても、エネルギーの節約という意味では大きな効果はないということですね。ですけど、私はメンタルには効果があるだろうと思うんですよ。ところが反対する人は、夏時間になってもどうせ夜更かしするのは同じだから、疲れがたまるだけだ、と言うそうですけどね。やはり朝早ければ疲れが溜まって早く帰って寝る……それでいいのではないかと思うんですがね。そういう象徴的な意味で、夏時間というのをやってもいいのではないかなと思うんですがね。いかがなものでしょう。

田村 そうですね。昔、夏時間があった時、記憶もさだかではないんですが、そんなに具合悪いことはなかったと思うんですね。一度やってみてはどうでしょうか。非常に大事だと思うのは、人間の長い進化の歴史から見て、日の出と共に起きて、日没になったら眠るという生活のリズムが、私たちの体の中にしみ込んでいてホルモンの分泌とか、脳の働きとかそれに適合している筈なんですよね。ところが、私たちの今の生活はすごく夜の方にシフトしている。私なんかもそうですけど、毎日2時近くに寝てまして朝6時半頃起き、だいたい昼と夜が自然とは半分ぐらい食い違っています。たまに仕事で徹夜して朝5時頃帰る時があるんですけど、車で帰る時に高速道路から見たこの東京の朝焼けなんか本当にすがすがしい。ああこの時間から起きてスッキリ仕事をすればずいぶん違うなと思います。サマータイムなども、私たち現代人の生活と自然環境のずれを少し取り戻すという積極的な意味もあるのではないかと思うんですね。電気の節約にはそう大きな力にならないとし

ても、省エネルギー国民運動というか、どんな手だてでも行われていいと思うんですね。

日本のような国では、どうも国や自治体が態度をはっきりさせないと、話が進まないでしょう。そこでいつも思うんですけど、例えばエネルギーの問題でも環境の問題でも、首相とか環境庁長官とか、政治の中枢にある人が、事ある毎に国民にテレビや新聞で呼びかけるということがもっと行われなくてはいいと思うんですね。防災の問題もそうなんですが、1度として首相が「実はエネルギー問題が大変なんだ」ということを国民に率直に仰ったことがないと思うんですよ。ところが、フランスなんかは原子力をたくさん使っておりまして、米国やソ連で大きな事故なんかあった時にすぐに大統領や首相が出てきて、「フランスはこうだから原子力を使っているんで、安全をちゃんと確保しているから安心してほしい」というようなことを仰っていますよね。一番上に立つ人がどういう認識を日頃もっているかにもよるけれど、言うと言わないとではだいぶ違うと思うんです。それを電力会社の社長が言ったって通産省の局長が言ったってダメで、やはり変な話ですけど首相が率直に国民に訴えることだと思う。実際は、いま目先の石油が安いから国全体としてそういうことに関心が薄いのではないかな。したたかに民力で何とかなっていくだろうと思うので、あまり考えてないのかなと思うんですけど。

山本 それはものによっては極めて大切なことですね。また、元に戻りますが、生活での省エネルギーにつきましては、先程申しましたように、政府が「やれ！」と声をかけるだけではダメだと思うんですね。これは草の

根運動ではないか。ですから、やはり女性の方々がいろいろな会合の折りなどにそういうことを話題にして下さって、お互いに努めて進めていく以外に方策はないのではないかと考えているんですが、どうでしょう。だいたい男の方はあまり関心がないようです。

田村 男性が関心がないというのは困るんですけどね。やはり生活者として地に足が着いているのは女性の方ですから、特に省エネルギーの問題、ゴミの問題、環境の問題、これはエネルギーという面では同じ根の問題なんです。これからは草の根の運動が、非常に大きな力を持たなくてはいけないと思います。ところが、女の人たちの運動は単純に良いか悪いかというふうな決め方で動いてしまうことが多いんですね。例えば、添加物なんかでも「添加物は悪い、だから止めろ」という方だけ運動をしておられるんですけども、添加物というのは、全部なかったら非常に困る訳ですね。私たちがそういう指摘をしても聞く耳を持たないというようなことがあります。

ところが、省エネルギーとかゴミの問題になってきましたら誰が悪いのでもなく自分たちの問題なんですね。それで、リサイクルしようということになると要するに、紙を集めて空き缶集めてというだけになってしまって、もう少し広がった生活改善の運動にならないところが非常に困るんです。

例えば、自分が出すのだからゴミ処理に金を払うべきだと思うんです。省エネルギーを考えて、ゴミを出さないように暮らしを工夫している人は払わなくていい訳ですから一定の基準を決めてそれ以上出す人からは必ずお金を取るというふうなことにしないと、皆が

気がつかない。税金で当然やってくれると思っている。これからの草の根運動が大切というのは、住民がいかに行政を動かしてゆくか、行政はいかに運動を支持して上手に繋げてゆき、省エネルギーなどの目標を達成するか。それが大事ではないかと思います。

しかし、フルタイムに働いている女性がどんどん増えてくると、地域住民の運動からみ出すという問題があります。私なんか戦後アメリカからの救援物資を貰って…小学校の頃靴を貰ったり、シャツを貰ったり……アメリカのお古を頂いてとてもお世話になったのです。日本は今すぐく満たされていますけれど、満たされていない所がたくさん世界にはあるので、そういう所にもっと日本から皆で救援するというのもっと組織的にやってもいいと思いますね。商売にするのではなくボランティアでやる。いろいろなやり方で世界の国々、特に発展途上国等への援助となると、個人の運動、でないと思いたいです。自分もやりたいがどこに送ったらいいかわからないという人には、情報ネットワークを作って広げてゆく。既に各地で活発な運動もありますが、やはり、そういう奉仕みたいな、社会のために自分が無償であるいは持ち出してでも動くということの価値をもう少し皆で考えたいですね。……つまり今までだと時間があつたら、お母さん達はすぐパートなんですね。そして、病人の付添いとか地域のお年寄りのケアとか、そういうことに対しては日本の人は中々力を貸さない。これもそのエネルギーの節約と同じで、どんな小さい試みでも実行してゆくことが大切だと思います。独り住まいをしているような年寄りに皆が手を貸すというようなことも、もう少し何

気なく実行する社会にしたいですね。

山本 教育も極めて大事なんだけど、国民性というのは変えられないですね。この頃新聞に出ています学校の週休2日というのは、1日休みが増えるというので、塾の方ではもう手ぐすね引いて待っている訳ですが、これではよくないですね。お父さん、お母さんの意識の改革をしなくてはいけないですね。

田村 何かちょっと年寄りじみたことになってしまって嫌なんですけど、私の場合年寄りが一緒にいてくれたものですから、仕事を続けられたし子供も年寄りと一緒に生活して大きくなったものですから、年寄りの世話をみるというのも普通に出来ますし、近所にそういう方がいても普通にお世話出来る。当たり前ですよ。これからは男性も女性も仕事の他にそういうことをするというのが良い事だという社会にしたい。このままGNPも上げエネルギー消費もどんどん増えていったらどうでしょうか。本当に地球環境に破綻がきますよ。

山本 水だってお金を払っている訳ですけど、意識がないんですよ。とにかく、皆銀行から自動的に払われていってしまいますからね。だから、空気・水・エネルギーというのは皆同じような感じで……。

田村 これまでは、エネルギーの対価を1円でも引き下げることが消費者運動の大義だったんですけど、これからは環境をよくする

という運動も必要です。私、前に円高差益でガス代と電気代が少し下がった時に、このお金を環境を汚さないために使うんだとどうして言えないのかなと思って、論説なんかに書いたんですけど、チャンスをとらえて、そういうことを教育していくというのが大事ですよ。中々難しいことが多いのですが。先生は、何とか乗り切るだろうと考えておいでになりますか。

山本 エネルギーですか。いやいや、先々大変だと思います。

田村 国でいろいろ研究や試算したものを公表していかにはエネルギーを使いすぎているか具体的に知らせて欲しいものです。省エネを働きかけるために最近、通産省とかいろいろ省エネポスターがあるんですけどね。あれを見てもあまり感じない。スマートすぎてショックを受けたり、なるほど大変と思わないんです。だから困ったことだなと思いがら、どうすればいいのかなぁなんていつも思って歩いている。やはりそれぞれが自らの意思で生活を合理的、省エネ的に変えていくということでしょうかね。

山本 そうですね。意識の改革がやはり一番の出発点だろうと思うんですが、難しゅうございますね。本日はどうも長い時間有り難うございました。

(1992年2月25日)

原子力発電安全分野の国際協力について

藤井隆宏[※]
西村仁志^{※※}



(まえがき)

我が国の原子力開発に関連する国際協力は、IAEA、OECD/NEA、先進国首脳会議(サミット)等の場における多国間協力、並びに特定の国との二国間協力が、政府間協力及び民間協力を適宜組合せた形で積極的に展開されている。

本稿は、このように多角化かつ緊密化する国際協力のうち、主として原子力安全分野の国際協力の現状について、平成4年3月31日現在で取りまとめたものであり、関係者の利便に供することができれば幸いである。

原子力安全分野の国際協力について

資源エネルギー庁
(平成4年3月31日現在)

国際協力の現状	我が国の協力状況、課題等
<p>I. IAEA (国際原子力機関)</p> <p>1956年10月、世界平和、健康及び繁栄のための原子力の貢献を進めることを目的として81カ国で構成された国連の特別会議によりIAEA憲章が承認され、1957年7月29日、国連システム内の自主的な政府間機関としてIAEAが正式に発足。現在加盟国は115カ国。</p> <p>IAEAは、統会、理事会などの会合及び事務局より構成される。第1図にIAEA事務局の組織を示す。事務局長(DG)の下に5名の事務局次長(DDG)が5つのDepartment(局)を担当・運営。各Departmentの下にはいくつかのDivision(部)があり、それぞれDirector(部長)が統括。原子力発電に関連を持つのは、Department of Nuclear Energy and Safety及びDepartment of Safeguardである。中でも原子力発電所に直接関係するのが、Division of Nuclear Power(原子力部)とDivision of Nuclear Safety(原子力安全部)の2つ。Division of Nuclear</p>	<p>・(途上国を中心に)原子力発電の安全レベルの向上に資する活動に我が国として積極的に貢献していく方向。</p>

※ 資源エネルギー庁 公益事業部原子力発電安全管理課 原子力発電企画官

※※ 資源エネルギー庁 公益事業部原子力発電安全管理課 課長補佐

国際協力の現状	我が国の協力状況，課題等
<p>Power(原子力部)では、原子力発電所に関する技術的問題を取り上げて検討を行うと共に、全加盟国の原子力発電所の運転データをまとめて、P R I S (Power Reactor Information System) というデータベースを設置し、毎年定例的にデータの見直し追加を実施。また、原子力発電所に関する経済評価も実施。</p> <p>Division of Nuclear Safety(原子力安全部)では、O S A R T, A S S E Tなどのプロジェクトを中心に作業を進めている。</p> <p>1. O S A R T</p> <p>(1)O S A R T (Operational SAfety Review Team：運転管理調査チーム)とは、世界の原子力発電所の安全性向上を目指し、I A E Aが加盟国からの要請に基づき、要請国の原子力発電所に派遣する、原子力発電所の運転履歴、運転手法等運転管理面のレビューを行う専門家のチーム。</p> <p>(2)O S A R Tは、国際的な水準に照らして要請国の原子力発電所の運転管理状況を客観的に評価し、実務者レベルで運転管理上の安全性、信頼性のより一層の向上のために意見を交換すること及び、I A E A 専門家と発電所職員間相互の知識及び経験交流を行うもの。</p> <p>(3)O S A R Tは、1983年から始まっており、現在までに25ヶ国、47調査団を派遣。欧米先進国の中で、O S A R Tを受け入れていないのはスイス、ベルギーのみ。</p> <p>(4)派遣チームは通常10～15名(I A E A 職員、各国専門家)。開発途上国からのオブザーバー2～4名。調査期間は約3週間。レビュー項目は、管理、組織及び運営、訓練及び資格認定、運転、保守、技術支援、放射線防護、化学管理、緊急時計画の8項目。レビュー手法は、プラントの記録及び文書の確認、個人インタビュー(運転員等)、作業の視察などによって行う。結果は報告書にまとめられる。報告書の公開、非公開は要請国の判断によるが、ほとんどの例が公開されている。</p>	<p>・現在我が国はI A E A に対しO S A R T 調査員として18人の専門家を登録済み。</p> <p>・派遣実績及び予定は次のとおり。</p> <p>1989年4月、中国・秦山、品質管理</p> <p>1989年5月、米国・パイロン、化学</p> <p>1989年9月、チェコスロバキア・デュコバニー、保守</p> <p>1989年11月、スウェーデン・オスカーシャム、放射線管理</p> <p>1991年10月、フランス・ルブレイエ、教育訓練</p> <p>1991年11月、ドイツ・グラウフェンラインフェルト、化学</p> <p>1992年8月、米国・グラントゴルフ、運転</p> <p>・我が国は、1988年10月、関西電力(株)高浜発電所にO S A R T を受け入れた実績がある。また、1992年3月23日～4月9日の日程で東京電力(株)福島第2原子力発電所(3,4号機)へ受け入れた。</p> <p>・現行のO S A R T は、レビュー項目が原子力発電所の運転、保守等のソフト面に関するものが中心であ</p>

国際協力の現状	我が国の協力状況，課題等
<p>2. ASSET</p> <p>ASSET (Assessment of Safety Significant Event Team：安全性重要事象評価チーム)は、原子力発電所の事故・故障など安全性の面で重要な事象の発生に際し、先進国のメンバーで構成される調査チームを派遣し、当該事象の分析・評価、原因の特定、対応策の提案などを行うもので、1986年から実施されている。</p> <p>3. VVER 440/230型炉の特別安全評価調査</p> <p>(1) IAEAは、1991年から、旧ソ連、東欧に存在する旧ソ連型旧式炉(VVER 440/230型炉)の安全性評価のため、メンバー国からの特別拠出金を基に、当該炉を有する原子力発電所にミッションを派遣、運転、設計を調査し、必要に応じて安全性向上のための方策を勧告すること等を内容とする5年間の特別プログラムを実施。</p> <p>(2) VVER 440/230型炉は1950年代中ごろから70年代始めにかけて開発された旧ソ連型第一世代軽水炉で、格納容器がない、圧力容器が脆化し易い、ECCSなどの配管の多重化が不完全などの設計上の問題点を有している。現在旧ソ連・東欧に10機が存在。</p> <p>(3)以下のとおり安全性評価ミッションを派遣。</p> <p>1991年4月 チェコスロバキア・ボフニチェ1, 2号機 6月 ブルガリア・コズロデユイ1～4号機 8月 旧ソ連・ノボボロネジ3, 4号機 10月 旧ソ連・コラ原子力発電所1, 2号機</p> <p>(4)調査結果</p> <p>現在IAEAが各ミッションの結果を総合的にまとめているが、各ミッション毎のレポートも一部まとめられている。このうちコズロデユイは、設計、運転管理面とも予想以上に状況が悪く、IAEAにより緊急支援会合が開催された。</p> <p>4. INSAG</p> <p>INSAG (International Nuclear Safety Advisory Group)は、「可能な限度において、国際的に共通する安全の概念を確立する」ために、事務局長に直属する諮問機関として設立された。規則・政府関係者だけでなく、産・学も加えたメンバーからなる。各メンバーはあくまで個人であって、国または機関を代表するものではない。任期はだいたい3年。</p>	<p>我が国の協力状況，課題等</p> <p>り、原子力発電所の安全性・信頼性をハード面からレビューするという観点からみると十分ではないと言う批判もある。</p> <p>・我が国から専門家を派遣 (1990年12月17日～12月21日、スペイン・バンデロス、運転分野)</p> <p>・1992年度も旧ソ連等を対象に何回か調査が行われるが、我が国から専門家を派遣する予定。</p> <p>・IAEAに対する特別拠出金としてVVER 440/230型炉安全評価プロジェクト (1991, 92年分予算総額300万ドル)に対し、平成4年度約44百万円(33.8万ドル)を拠出の予定(外務省)。また、上記プロジェクト等の結果、早急に改善の必要が認められた原子力発電所に係るより詳細な評価・調査活動、具体的改善策の検討を行うため、別途、IAEAに対し平成4年度約36百万円を特別拠出(通産省)。</p> <p>・本プロジェクトには、わが国からボフニチェとノボボロネジにそれぞれ電力会社の専門家1名を派遣。</p> <p>・第1期INSAGでは熊沢正雄氏がメンバー。第2期では佐藤一男氏(原研理事)がメンバー。</p>

国際協力の現状	我が国の協力状況、課題等
<p>第1期INSAGは、1985年秋に最初の会合を開催。発足間もない1986年4月にチェルノブイル事故が発生。INSAGは、最初の報告書「チェルノブイル事故の事故後検討会議の概要報告書」(INSAG-1)の中で、安全確保の最重要条件として、Safety Cultureと言う概念を初めて提唱。また、1988年暮れに公表された「原子力発電所の基本安全原則」(INSAG-3)は、世界各国に大きな影響を与えた。第2期INSAGは、1989年11月に最初の会合を開き、「Safety Culture」(INSAG-4)などを刊行、また、旧ソ連・東欧の原子力安全の憂慮すべき事態に鑑みて「コスロデュイ発電所に関する勧告」などの勧告を発表し、1992年1月の会合を持って終了。INSAGは、必ずしも永続的組織として位置づけられている訳ではないが、現在、第3期INSAGに向けてメンバーの選定が始まろうとしている。</p> <p>5. NUS S A G</p> <p>IAEAは、1974年にNUS S (NUclear Safety Standards)計画と呼ばれる熱中性子型原子力発電所に関連する安全上のガイダンスを加盟国に提供することを目的とした推奨基準策定計画を作成し、1975年から5ヵ年計画で作業を開始した。IAEAは、作業を進めるに当たり、上席諮問委員会(SAG: Senior Advisory Groupe)、技術検討委員会(TRC: Technical Review Committee)、作業グループ(WG: Working group)を設けた。基準類の作成作業は1985年まで延長して行われ、5つの安全基準と55の安全指針が作成・発行された。1986年のチェルノブイル事故を契機としてNUS S基準類の改訂が決定された。改訂作業の組織は、作成時とほぼ同じだが、SAGが、NUS S A G (NUclear Safety Standard Advisory Group)に、TRCがTC (Technical Committee)に呼称変更された。現在のNUS S A Gの改善と不断の見直しとIAEAの安全部門の活動方針に対して勧告を与えることであり、選ばれた10余ヵ国の代表により1988年4月に第1回の会合を開催した後、年1回定期的に会合をもっている。現在NUS S A Gは、安全原理(Safety Fundamentals)の作成に最も力を入れている。INSAGが事務局長直属の諮問機関であるため構成メンバーも政府関係者、学者、メーカーと多様であるのに対し、NUS S A Gは、IAEAの常設諮問機関であり、構成メンバー各国の規制行政に何らかの責任を負った人の集まりである。</p> <p>6. 原子力安全条約</p> <p>(1)経緯</p> <p>1991年9月2日～6日にウィーンで開催されたIAEA原子力発電に関する国際会議で原子力安全について枠組みとなる条約への段階的なアプローチについて潜在的な重要性を認識。これ</p>	<p>我が国の協力状況、課題等</p> <p>・現在NUS S A Gでは、石川迪夫氏(北大教授)がメンバー。</p>

国際協力の現状	我が国の協力状況、課題等
<p>を受けて1991年9月16日～20日にウィーンで開催された第35回 IAEA 総会では、「1992年2月の理事会での検討のために、関係する国際機関及び政府間国際機関の活動と役割を考慮し、また国際原子力安全諮問委員会 (INSAG)、原子力安全基準諮問委員会 (NUSSAG) 及び国際放射性廃棄物管理諮問委員会 (INWAG) のような常設機関の助言や加盟国及び有能な国際組織による専門的経験も引き出して、原子力安全条約に盛り込まれる可能性のある要素の概要について準備することを事務局長に要請する。」ことを決議。</p> <p>(2)原子力安全条約WGの設置</p> <p>IAEA 事務局は原子力安全条約に盛り込まれる可能性のある要素について事務局長案を作成するため、加盟17カ国、4国際機関、4議長に参加を呼びかけ原子力安全条約WG (議長Mr. E. A. Ryder : NUSSAG 議長, 英) を設置し、1991年12月9日～13日に第1回会合がウィーンで開催された。</p> <p>(3)第1回原子力安全条約WG会合(1991年12月9日～13日)結果の概要</p> <p>13カ国(アルゼンチン、白、加、仏、独、印、伊、日、西、スウェーデン、ソ連、英、米)、3国際機関(CEC、ILO、NEA)、3議長(INWAG、NUSSAG、SAGSTRAM)から36人の専門家が出席し、報告書が作成された。その内容については、1992年2月24日～28日に開催される理事会において事務局長より報告される。各国とも条約には前向きに対応。各国とも、原子力安全責任は当該国に帰属するという基本的認識では一致。原子力安全条約のもとでIAEA事務局が特別の権限を持つことには各国とも否定的。</p> <p>II. OECD/NEA (経済協力開発機構/原子力機関)</p> <p>NEAは、1957年12月に欧州原子力機関(ENEA)として発足。日本、カナダ、オーストラリア、米国の4カ国の加入に伴い1972年にNEAとなった。加盟国は23カ国である。OECD/NEAは、IAEAのように核不拡散政策や開発途上国に関する技術協力といった問題を直接扱うことはせず、例えば運転特性の向上といった政策課題に対し、技術的な面からの検討を加え、これを基礎として各国の政策に役立つ情報を提供するという運営が行われている。</p> <p>OECD/NEAは全体が委員会組織を中心に運営されている点がIAEAと異なる点であり、第2図(A)、(B)にOECD/</p>	<p>我が国の協力状況、課題等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力安全条約WGには、わが国からも資源エネルギー庁及び科学技術庁の代表が参加。 ・検討スケジュール(実績及び予定)1991年 <ul style="list-style-type: none"> 9月2日～6日 原子力安全に関する国際会議 9月16日～20日 第35回 IAEA 総会 12月9日～13日 安全条約検討WG 1992年 <ul style="list-style-type: none"> 2月25日～28日 IAEA 理事会 5月 安全条約検討WG ・先進国間の意見交換の場として極めて重要であり、我が国として積極的に貢献していく。 ・事務局長は植松氏。

国際協力の現状	我が国の協力状況、課題等
<p>NEAの組織図を示す。組織そのものはデータバンクを除いて委員会事務局の機能を果たしているため事務局員の数は約80名(うちデータバンク約30名)とIAEAに比べて極端に少ない。</p> <p>1.規制活動委員会(CNRA) 規制活動の重要性が増してきているため、従来CSNIに所属していた許認可小委員会を格上げして、1989年11月から規制活動小委員会(Committee for Nuclear Regulatory Activities-CNRA)を発足させ、許認可を含む規制情報などの交換を行うこととなった。1989年11月、第1回の年次会合が開催され、本委員会の扱う事項の内容、今後の進め方などについて検討が行われた。現在、定期的安全評価、原子炉停止時または低出力時のリスク、SG、将来炉(ABWR等)の規制に関する活動を行っている。また、CNRAの下に、中東欧支援上級規制者グループの設置が決定。</p> <p>2.原子力施設安全委員会(CSNI) 本委員会は原子力施設の安全性研究に関する情報交換、合意の形成を目的とする委員会である。CSNIは1965年に創設されたCREST(Committee on REactor Safety Technology)の活動を拡大し、1973年に設立された。その後、1980年からは軽水炉を中心として5つの主ワーキンググループ(Principal Working Groups-PWG)が設置され、現在に至っている。5つのPWG(運転経験と人的因子、一次冷却材システム挙動、一次系の健全性、事故時の放射能放出の封じ込め、リスク評価)は常設のものであるが、適宜案件について特別グループが設けられている。</p> <p>III. 欧州エネルギー憲章の概要 欧州エネルギー憲章の目的は、旧ソ連・東欧の市場経済への移行を促すため、エネルギー分野における貿易と協力の枠組みづくりを行うことである。政治宣言である憲章本体は、1991年12月に調印されたが、その下に法的拘束力を有する基本協定といくつかのプロトコールが置かれる予定で、現在その策定作業中。作業部会5(原子力)では原子力プロトコールの策定作業を行っているが、原子力プロトコールには原子力安全に関する協力推進も検討されている。</p> <p>IV. サミットにおける原子力発電安全についての位置づけ 1.ヒューストンサミット(1990年7月11日)経済宣言(環境)での原子力発電安全の取り上げられ方 「エネルギー関連の環境破壊に対処するには、エネルギー効</p>	<p>我が国の協力状況、課題等</p> <p>・CNRAの中・東欧支援上級規制者グループのメンバーとして、資源エネルギー庁及び科学技術庁より1名づつ推薦。</p> <p>・佐藤一男氏(原研理事)がCSNI議長 ・資源エネルギー庁及び科学技術庁より委員1名づつを登録。 ・羽田幹夫氏(原工試)がPWG-1の副議長。</p> <p>・我が国として作業部会5に積極的に参加していく。</p>

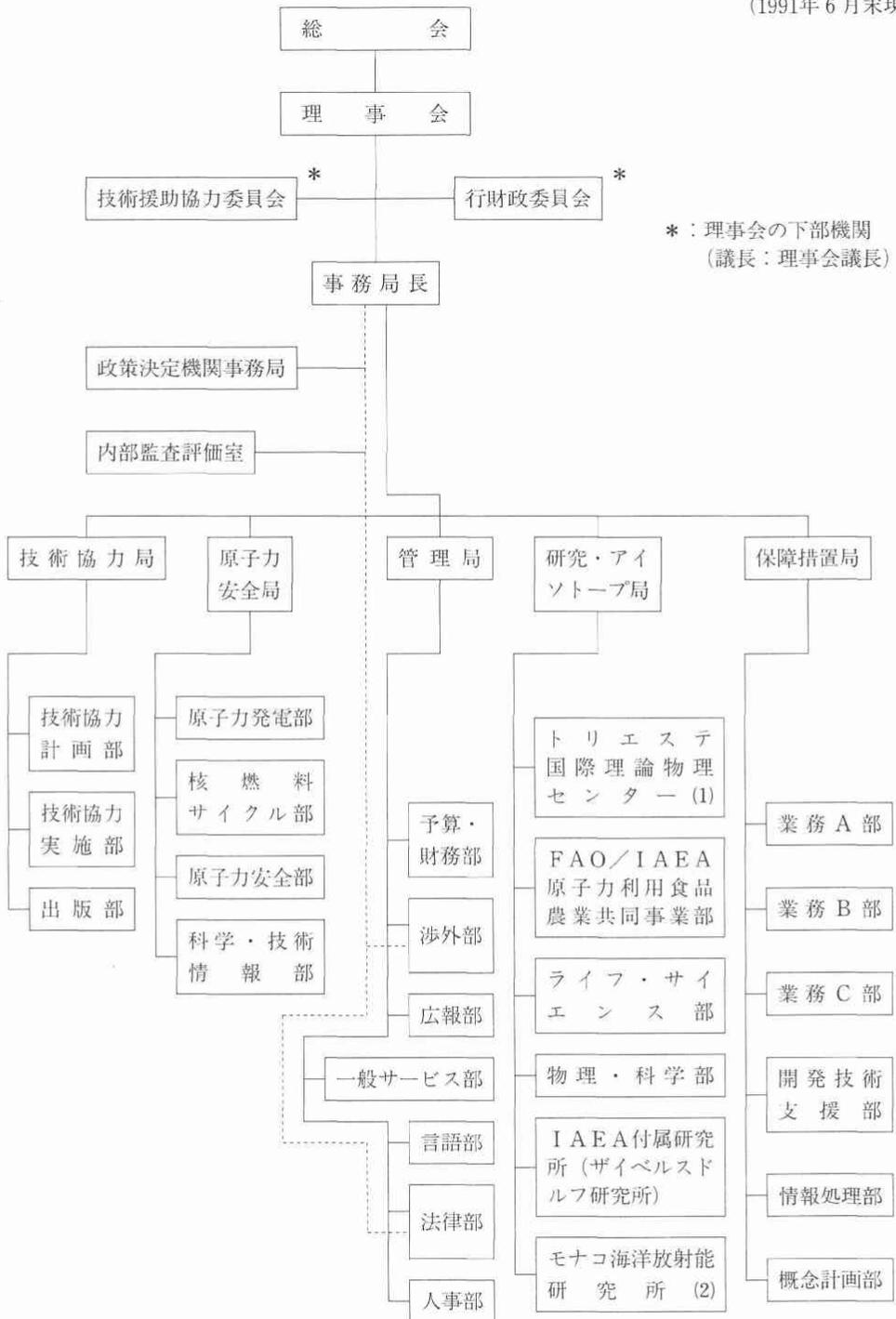
国際協力の現状	我が国の協力状況、課題等
<p>率の改善と代替エネルギー源の開発に優先度が与えられねばならない。そのような選択を行う諸国にとって原子力は、我々のエネルギー供給の上で引き続き重要な貢献を行うものであり、温室効果ガスの排出の伸びを減少させる上で重要な役割を果たすことができる。各国は健康と環境を守るために原子力及びその他のエネルギーについて最高の世界的運用基準を確保する努力を続けるとともに、最大限の安全性を確保すべきである。」</p> <p>2. ロンドンサミット(1991年7月17日)経済宣言(エネルギー)での原子力発電安全の取り上げられ方 「(前略)原子力発電は、エネルギー源の多様化及び温室効果ガスの排出削減に貢献する。経済的なエネルギー源として原子力を開発する際には、廃棄物処理を含め利用可能な最高の安全基準を達成し維持すること、及びその目的のために全世界で協力を推進することが不可欠である。中・東欧及びソ連に置ける安全性の状況は、特別の関心に値する。これは緊急の問題であり、我々是对応策を調整するための有効な手段を策定するよう国際社会に要請する。」</p> <p>3. ミュヘンサミット(1992年7月)での取り上げられ方 今回のサミットでは、独が旧東独地域に安全性に問題のある原子力発電所を有することや、従来から独が旧ソ連、中・東欧支援に積極的であった点に鑑み、原子力関係では特に中・東欧の安全問題が議題として取り上げられるものと予想され、引き続きサミットにおいても原子力安全は重要な問題として位置づけられると考えられる。</p> <p>V. G-24の活動における原子力発電安全に関する協力 EC委員会は、旧ソ連・東欧の原子力発電所の安全性向上のため、資金援助を含む協力を行ってきたが、バイあるいはマルチで様々な形態の中・東欧支援を総合的に調整することを目的とし、原子力安全に関するG-24環境作業部会を開催した。中・東欧支援についての各国の支援内容を調整するためにG-24の枠内にタスクフォースを設置することとなった。</p> <p>VI. C I S 支援調整国際会議における原子力発電安全に関する協力 C I S 支援調整国際会議は、各国が実施している対C I S 支援を調整するために、米国が提唱して開催されることになった会議で、エネルギー、医療、技術支援など5つの分科会があるが、C I S 支援調整国際会議ワシントン会合(1991年1月21日～22日)の結果、原子力安全については技術支援分科会で検討す</p>	<p>・今後原子力安全がどのように取り上げられていくか注視する必要がある。</p>

国際協力の現状	我が国の協力状況，課題等
<p>ることとなった。</p> <p>VII. 原子力発電に関する2国間協力</p> <p>1. 原子力発電運転管理等国際研修事業 旧ソ連・東欧，発展途上国の原子力発電所の安全に関する管理監督者，保守・検査員，設計者などを中心として，技術レベルの向上，原子力に関する安全意識の向上を図るため，管理組織・体制の整備，機器のメンテナンス，安全設計などに関する教育訓練を実施する。規模としては，10年間に1000名程度を想定。（平成4年度予算原案2.2億円）</p> <p>2. 米国 ①日米原子力協定（1988年7月17日締結）原子力の平和的利用のため，情報の交換，資材・設備・装置の移転等の協力を行うことに合意。 ②日米原子力安全協力実施取極（1974年5月3日締結）通産省資源エネルギー庁，科学技術庁及び米国原子力規制委員会との間で，技術情報交換，規制基準の交換及び安全研究協力を行うことに合意。</p> <p>3. 仏国 ①日仏原子力協定（1972年9月22日締結）原子力の平和的利用ため，専門家の派遣，情報の交換等の協力を行うことに合意。 ②日仏原子力発電安全協力実施取極（1983年3月18日締結）通産省資源エネルギー庁と仏国研究工業省原子力施設安全本部との間で，情報交換会議の開催，専門家の交換等の協力を行うことに合意。</p> <p>4. 独国 ①日独原子力発電安全協力実施取極（1985年10月21日締結）通産省資源エネルギー庁と独国研究技術省との間で情報交換会議，特定テーマの専門家会議の開催等の協力を行うことに合意。</p> <p>5. スウェーデン ①日瑞原子力協力行政取極（1973年3月27日締結）原子力の平和的利用のため，情報の交換，専門家の交換等の協力を行うことに合意。 ②日瑞原子力発電安全協力実施取極（1988年3月28日締結）通産省資源エネルギー庁と瑞国原子力検査庁との間で，情報交換会議の開催，専門家の交換等を行うことに合意。</p>	<p>・平成4年度については，年度後半からの事業開始を目指し，現在受け入れ先の選定，受け入れ可能人数及び研修プログラムについて検討中。</p> <p>・日米原子力発電安全情報交換会合（これまでに6回開催。次回は，1992年10月開催予定。）</p> <p>・日仏原子力発電安全情報交換会合（これまでに7回開催。次回は，1983年秋に開催予定。）</p> <p>・日独原子力発電安全情報交換会合（これまでに4回開催。）</p> <p>・日瑞原子力発電安全情報交換会合（これまでに3回開催。次回は，1992年6月開催予定。）</p>

国際協力の現状	我が国の協力状況、課題等
<p>6. 中国</p> <p>①日中原子力協定(1986年7月10日締結)原子炉の平和的利用のため、専門家の交換、情報の交換等の協力を行うことに合意。</p> <p>②日中原子力発電安全協力実施取極の締結準備中。通産省資源エネルギー庁と中国国家核安全局との間で、原子力発電所の安全に関する年1回程度の情報交換会合の開催、技術専門家の交換等の協力を実施する予定。</p> <p>③秦山原子力発電所(30万kW、1991年末運開予定)の安全確保のための協力。</p> <p>7. 韓国</p> <p>①日韓原子力協力行政取極(1990年5月25日締結)原子力の平和的利用のため、原子力発電所の活動における安全性、放射性廃棄物の処理及び処分等の分野での情報の交換、専門家の交換等の協力を行うことに合意。</p> <p>②日韓原子力発電安全協力実施取極(1991年2月11日締結)通産省資源エネルギー庁と韓国科学技術処との間で原子力発電の安全に関する年1回程度の情報交換会合の開催、技術専門家の交換等の協力を実施することに合意。</p> <p>8. インドネシア</p> <p>JICA専門家の派遣(原子力安全規制セミナー)</p>	<p>我が国の協力状況、課題等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所の使用前検査に係る研修生の受け入れ(1990年6月18日～7月12日、中国国家核安全局の職員6名) ・我が国の原子力発電所の試運転経験提供のための専門家の派遣(1990年12月6日～1月6日、当庁職員2名、電力専門家3名) ・(注)海外電力調査会は、秦山原子力発電所の試運転協力のため、中国側からの要望により専門家を派遣(1992年2月)。 ・原子力発電所の運転員指導員の研修(予定)(1992年、中国国家核安全局顧問1名) <ul style="list-style-type: none"> ・第1回日韓原子力発電安全情報交換会合(1991年11月7日～12日)通産省資源エネルギー庁と韓国科学技術処との間で原子力発電所の安全性に係る規制活動、運転経験等について、意見交換。 <ul style="list-style-type: none"> ・1988年11月7日～19日 当庁職員1名、電力専門

国際協力の現状	我が国の協力状況、課題等
<p>9.台湾 原子力発電所のポンプに関するセミナーへの専門家の派遣</p> <p>10.ソ連 日ソ原子力協力協定(1991年4月20日締結)原子力の平和的利用のため、原子力発電所の活動における安全性、放射性廃棄物の処理及び処分等の分野での情報の交換、専門家の交換等の協力を行うことに合意。</p> <p>11.イタリア イタリアは、1987年から5年間原子力発電を停止、現在モラトリアム期間中。モラトリアム終了後の原子力政策には不透明な部分もあるが、イタリア原子力・代替エネルギー研究開発委員会／原子力安全・保健局は、原子力安全関係を中心に我が国に協力を求める意向。</p>	<p>家1名を派遣。 ・1990年2月17日～24日 当庁職員1名、電力専門家1名を派遣。</p> <p>・1990年9月9日～18日 (財)発電設備技術検査協会4名を派遣。</p>

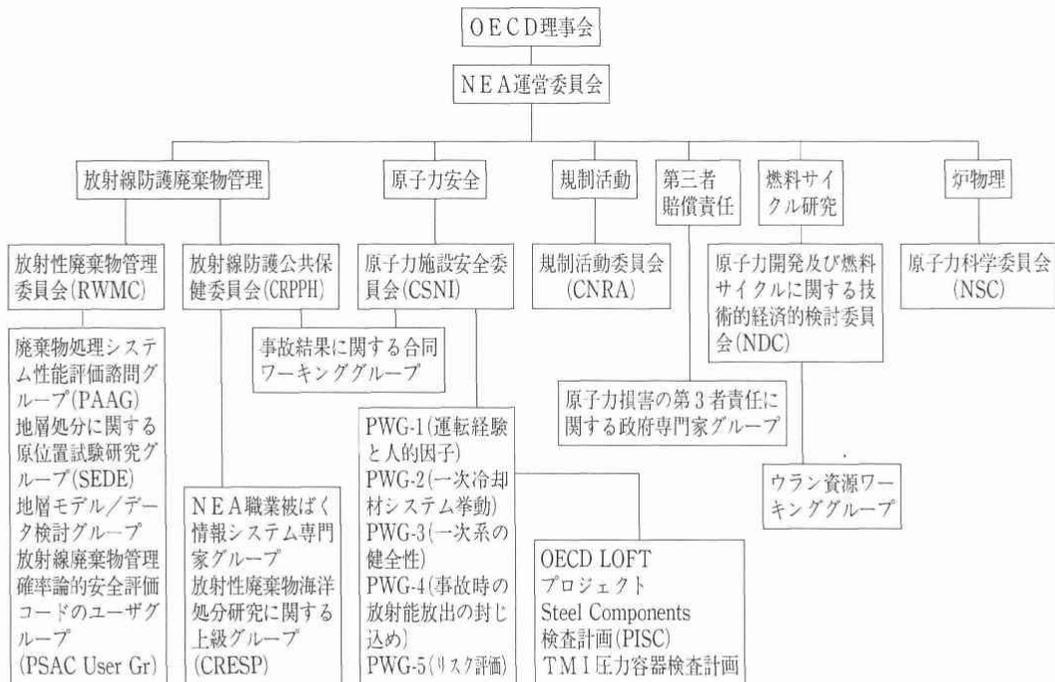
(1991年6月末現在)



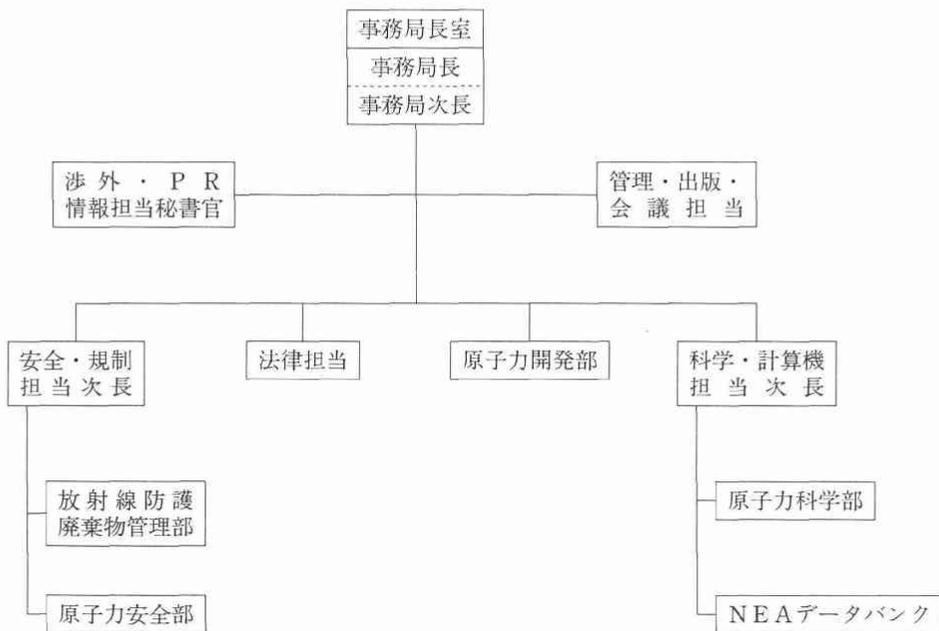
*：理事会の下部機関
(議長：理事会議長)

第1図 国際原子力機関 (IAEA) 機構図

- 1) IAEAおよびUNESCO
- 2) UNEPも参画



第2図 (A) OECD/NEA委員会組織



第2図 (B) OECD/NEA組織図

電気自動車と内燃機関自動車の エネルギーおよび環境面からの比較



蓮池 宏*

1. はじめに

近年、各方面において電気自動車が注目されている。その主たる理由は都市部における大気汚染の低減対策としてであり、この点に関して電気自動車の導入が有効であることは直観的に理解できる。

最近はこれに加えて、地球環境問題との関係からCO₂の排出削減策としても関心が持たれている。また、エネルギー問題との関係も当然、関心の対象となっている。電気自動車は既存の内燃機関自動車と比較して、どのくらいのエネルギーを消費するのか、トータルとしてのCO₂排出はどの程度か、という問題になると話はやや複雑になり、定量的な評価が必要になる。しかしながら、海外ではこの問題についての試算結果がこれまでにいくつか発表されているが、わが国ではほとんど公表されていない。

本稿では、海外での検討結果を紹介するとともに、わが国の諸条件に基づいた試算を示す。

2. エネルギー利用効率の考え方

まず、電気自動車と内燃機関自動車のエネルギー利用効率の比較について考える。

ここでは走行に要するエネルギーのみを考えるが、本来は自動車の製造・廃棄に係わるエネルギー等も考慮に入れる必要がある。ただし走行用のエネルギー消費量は、図1に示すように、自動車の生産段階と走行段階を合計したエネルギー消費量の約80%を占めるという試算[1]もあり、概略の検討としては走行用のエネルギーのみで十分と思われる。

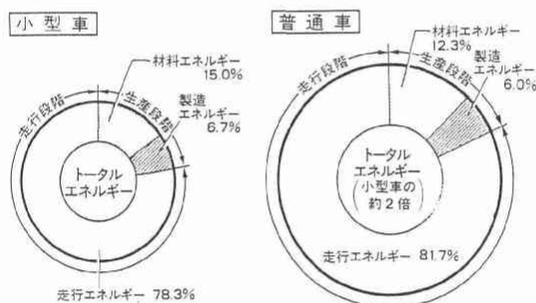


図1 自動車のエネルギー消費割合
(10万km走行時) (出所) 文献[1]

相互比較を行うためには、同一の一次エネルギー源を想定する必要がある。電気自動車はさまざまな一次エネルギーが利用でき、わが国の場合、石油火力発電は主流の座を譲りつつあるが、内燃機関自動車と比較するため

* (財)エネルギー総合工学研究所 主任研究員

〈内燃機関自動車〉



〈電気自動車〉



図2 電気自動車と内燃機関自動車におけるエネルギー変換プロセス

原油を一次エネルギーとして考える。この原油の持つエネルギーは、それぞれ図2に示すプロセスを経て、最終的に走行用エネルギーとして消費される。

次に、エネルギー利用効率をどのように定義するかが問題となる。以下に3つの考え方を示す。

①
$$\frac{\text{走行のために使われるエネルギー}}{\text{原油の保有エネルギー}}$$

(単位(例)：%)

②
$$\frac{\text{走行距離}}{\text{原油消費量 (又はその保有エネルギー)}}$$

(単位(例)：km/l, km/kcal)

③
$$\frac{\text{旅客輸送量 (乗車人員} \times \text{走行距離)}}{\text{原油消費量 (又はその保有エネルギー)}}$$

(単位(例)：人km/l, 人km/kcal)

または

$$\frac{\text{貨物輸送量 (貨物積載量} \times \text{走行距離)}}{\text{原油消費量 (又はその保有エネルギー)}}$$

(単位(例)：トンkm/l, トンkm/kcal)

①は、各エネルギー変換プロセスの効率の積として計算される、いわゆる総合エネルギー効率である。わが国では、この総合エネルギー効率に関する議論が多く行われている。当研究所でも、その値を試算したことがある[2]。

しかし、この総合エネルギー効率による評価は必ずしも適当ではない。

電気自動車と内燃機関自動車の重量、形状等が全く同一であれば問題はない。しかし、一般的に同一車種では電気自動車の方が車両重量が大きく、走行のために使われるエネルギー

量が同じ場合でも、走行距離は電気自動車の方が短くなる。したがって、自動車を移動手段としてとらえるならば、「走行のために利用できるエネルギー」ではなく、そのエネルギーにより「走行できる距離」が重要である。つまり②の定義の方が適当である。これまでに発表されている海外の試算例は、②の評価を行っている例が多い。

さらに、旅客や貨物の輸送効率をも考慮するならば、③の考え方をとる必要がある。現在のところ電気自動車は、主として2名以下の人間と少量の荷物を移動させる用途に使用されており、この機能のうえからは内燃機関自動車と変わらないので、②の評価で十分である。しかし、バスやトラックのように人や荷物の輸送能力が問題とされる場合には、③の定義により評価する必要がある。

3. エネルギー利用効率の試算例

電気自動車と内燃機関自動車のエネルギー利用効率の比較に関しては、いくつかの試算例が発表されており、さまざまな結論が得られている。すなわち、電気自動車の方がエネルギー利用効率が高いとしている検討例もあれば、その逆の例もある。これまでに報告されている試算として、二つの例を示しておく。

評価例(1)：Maphan[3]は、ガソリン車と電気自動車の原油の利用効率を、米国における諸条件を用い乗用車をモデルにして計算している。そして、1バレルの原油を使って走

行できる距離は、ガソリン車1,045マイルに対し、電気自動車はいくつかの技術進歩を見込んだうえで1,545マイル、としている(表1参照)。

評価例(2)：Wangら[4]は、米国の諸条件に基づいて、Sub Compact Car, Small Van, Large Vanについて電気自動車とガソリン車の走行距離当たりの一次エネルギー消費量

を比較し、1995年時点で電気自動車はガソリン車より10～30%多くの一次エネルギーを消費すると結論づけている。しかし、2010年までに予想される技術進歩を考慮に入れると結論は逆転し、電気自動車による一次エネルギー消費はガソリン車のそれより30～40%少なくなると試算している。表2にはSmall Vanについての試算結果を示した。

表1 エネルギー利用効率の比較 (米国における検討例(1))

	電 気 自 動 車		ガ ソ リ ン 車	
	原油の保有エネルギー	1,700 kWh/バレル		
原油精製効率	87 %	実績, 石油会社ヒアリング	74 %	実績, 石油会社ヒアリング
発電効率	40 %	将来見込み	—	
輸送効率	91 %	実績	95 %	実績推定
充放電効率	70 %	Zn/Cl電池の将来見込み	—	
車両効率	80 %	将来見込み	14.7%	実績, 下式による
走行に使われるエネルギー	308.8kWh		175.7kWh	
50mph 走行所要パワー	10.0 kW	車両重量2800ポンド	8.4 kW	車両重量2400ポンド
走行距離	1,545マイル		1,045マイル	

$$\text{ガソリン車の車両効率} = \frac{\text{output power}}{\text{input power}} = \frac{8.4 \text{ kW}}{\frac{50 \text{ mi/h} \times 36.6 \text{ kWh/gal}}{32 \text{ mi/gal}}}$$

(出所) 文献[3]

表2 エネルギー利用効率の比較 (米国における検討例(2))

	電 気 自 動 車				ガ ソ リ ン 車			
	1995年		2010年		1995年		2010年	
原油精製効率	95.2%	実績	←←		87.4%	実績	←←	
輸送効率	99.3%	実績	←←		—			
発電効率	31.5%	将来見込み	34.5%	将来見込み	—			
輸送効率	92 %	実績	←←		99.2%	実績	←←	
充電器効率	80 %	現状技術	92.5%	将来見込み	—			
充放電効率	75 %	鉛電池・現状	80 %	ナトリウム硫黄電池見込み	—			
走行時のエネルギー消費率	444 Wh/mi	ガソリン車効率の5.5倍	244 Wh/mi	ガソリン車効率の6.5倍	21.0 mpg	実績の傾向から推定	25.4 mpg	実績の傾向から推定
走行距離あたりの一次エネルギー消費	9,467 Btu/mile		4,032 Btu/mile		7,150 Btu/mile		5,992 Btu/mile	

(出所) 文献[4]

4. 日本における条件に基づくエネルギー 利用効率の試算

日本における諸条件に基づいて、電気自動車とガソリン車のエネルギー利用効率を比較すると、表3のとおりである。車種は、電気自動車として最も普及している軽貨物車を想定した。下記のとおりエネルギー変換効率等は基本的に現状技術に基づいた実績値を用いた。

表3 わが国の実績値に基づいた
エネルギー利用効率の比較

	電気自動車	ガソリン車
石油精製効率	0.94	0.94
発電効率	0.38	—
輸送効率	0.94	0.97
電力消費率	0.43kWh(AC)/km (370 kcal/km)	—
燃料消費率	—	0.09 ℓ/km (756 kcal/km)
一次エネルギー消費率	1,100 kcal/km	829 kcal/km

- ・石油精製効率：石油精製部門全体についてエネルギー損失や石油製品自家消費等[5]からエネルギー効率を計算し、重油、ガソリンとも、この値を用いた。(表4参照)
- ・発電効率：60万kW級プラントにおける最近の実績値(送電端)[6]とした。(表5参照)
- ・輸送効率：電力9社合計の送電端供給量と需要端供給量[6]の比とした。
需要端供給量(654×10⁹kWh)／送電端供給量(695×10⁹kWh)≒0.94
- ・ガソリン輸送効率：わが国に関する実績値が入手できなかったため、Maphan と Wang らが用いた数値の中間の値とした。
- ・ガソリン車の燃料消費率：営業用軽貨物車の実績値[7]。

$$\frac{1日1車当たりのガソリン消費量(8.93 \ell)}{1日1車当たりの走行距離(101.72km)} \approx 0.09 (\ell/km)$$

- ・電気自動車の電力消費率：使用者へのアンケート調査結果の平均値(図3参照)

表4 石油精製効率の算出

石油精製部門への原油, NGLの供給 ①	190,088×10 ¹⁰ kcal
石油精製部門のロス	2,324×10 ¹⁰ kcal
原油, NGL, 石油製品のエネルギー部門自家消費	9,737×10 ¹⁰ kcal
小計 ②	12,062×10 ¹⁰ kcal
石油精製効率1-(②/①)	0.94

(注) いずれも平成2年度実績。(出所) 文献[5]

表5 発電効率の算出

発電所	発電端熱効率	所内率	送電端熱効率
A	39.76	3.5	38.37
B	39.73	3.7	38.26
C	39.34	3.8	37.84
D	39.97	3.8	38.45
E	39.46	4.2	37.80
F	39.46	5.8	37.17
平均			37.98

(注) いずれも平成2年度実績。(出所) 文献[6]

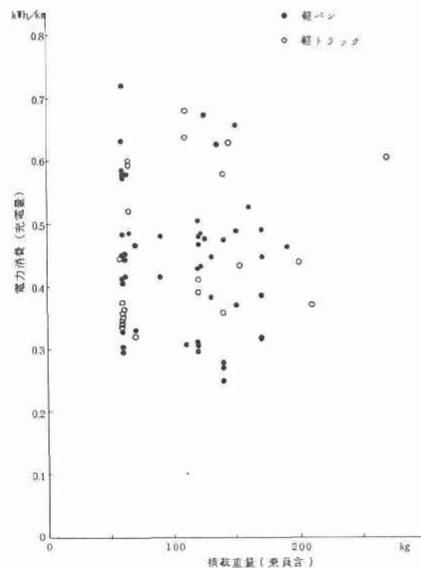


図3 軽貨物電気自動車の電力消費率
(出所) 文献[8]

表6 エネルギー変換プロセスの効率の値の比較

出典	電気自動車				ガソリン車			
	[3]	[4] 1995年	[4] 2010年	本稿	[3]	[4] 1995年	[4] 2010年	本稿
原油精製効率 (%)	87	95.2	95.2	93	74	87.4	87.4	93
輸送効率 (%)	—	99.3	99.3	—	—	—	—	—
発電効率 (%)	40	31.5	34.5	38	—	—	—	—
輸送効率 (%)	91	92	92	94	95	99.2	99.2	97
車両における エネルギー 消費率 (kWh(A C)/km)	0.223	0.462	0.206	0.43	13.5*	8.9*	10.7*	11.1*
(kcal/km)	192	397	177	370	662	943	785	756

(注) 下線をつけたのは、技術進歩を見込んだ推定値。その他は実績値。*単位：km/ℓ

以上のデータを用いて計算すると、表3に示されるように、電気自動車はガソリン車よりも多くの一次エネルギーを消費するという結果になる。

計算に用いた各エネルギー変換プロセスの効率の値を、前項で紹介した米国での検討例と比較して表6に示した。異なる結論になったのは、①原油精製効率と②車両におけるエネルギー消費率の評価の違いによるところが大きいことがわかる。

原油精製効率に関しては、ガソリン、軽油、重油などの石油製品は1カ所の石油精製プラントで製造される連産品であり、プラントの中では多くの反応装置が熱や副製ガスをやり取りし合っているため、製造過程で消費されるエネルギーを各油種ごとに明確に区別してカウントすることは容易でない。そこで本稿では、石油精製部門全体について、エネルギー損失や石油製品自家消費等[4]からエネルギー効率を計算し(表4参照)、重油、ガソリンとも、この値を用いることとした。

車両におけるエネルギー消費率(すなわち燃費)の評価は最も注意を要する点である。言うまでもなく、自動車の燃費は走行条件によ

って大きく変わる。表7に示すように、わが国で公表されているデータは、内燃機関の乗用車については60km/h定速走行燃費と10モード走行燃費、小型貨物車については60km/h定速走行燃費、電気自動車については40km/h定速走行での一充電走行距離、といった具合に、その測定条件が異なっており、これらのデータを用いて相互比較することはできない。

表7 内燃機関自動車と電気自動車のエネルギー消費率に関連する公表データ

車種		公表データ
内燃機関自動車	乗用車	軽、小型 普通
	貨物車	軽、小型
電気自動車	全て	40km/h一充電走行距離と電池の諸元

電気自動車の60km/h一定でのエネルギー消費率は比較的容易に推定できるが、そのような走行条件がわが国の自動車利用の実態を代表しているとは思えない。また電気自動車にとっては、回生制動によるエネルギー回収や停止中のアイドリングが不要という利点が反映されないといううらみがある。

本稿では、実情を評価するという観点から、実際の使用者へのアンケート調査から得られ

た燃料（電力）消費率の実績値（図3参照）を用いた。この場合、電気自動車とガソリン車の実際の走行条件が同じでなければ適正な比較とは言えないが、この点の確認は取れておらず問題が残っている。また、ガソリン車のデータは1990年度の実績であるのに対し、電気自動車は1981年に行われた調査であり、電気自動車に不利になっている可能性もある。実際、二、三のヒアリングによれば、最近の電気自動車の電力消費率は少し良くなっているようである（これについては後述する）。しかし文献[8]以降、電気自動車の電力消費率についてのまとまった調査結果は報告されていないため、最近の電気自動車の実績データについては今後の調査を待つこととしたい。

電気自動車とガソリン車の車両におけるエネルギー消費率を他の報告と比較すると（表4参照）、文献[2]では0.31：1（電気自動車：ガソリン車）、文献[3]では1995年は0.42：1、2010年は0.23：1であるのに対し、本稿では0.49：1となっている。文献[2]や文献[3]の2010年ケースは、電気自動車に関して希望的な推測を含んだ値を使っているため、現在の市販車ではそこまでの高効率化は達成されていない。

5. 電気自動車の一次エネルギー消費削減の可能性

実際の使用において電気自動車の電力消費率が多くなっている原因の一つは、電池の過度な充電にあると考えられる。つまり、電気自動車は一充電走行距離が短いため、充電不足を恐れあまり、必要以上に充電（過充電）を行い、充電効率の低下を招いているケースがあるのではないかと思われる。過充電の

可能性は、文献[8]のなかでも指摘されている。すなわち、充電量と補水量の関係を分析したところ、調査サンプル全体の傾向として、補水量が充電量から導き出される理論値の約1.5倍になっており、必要以上の充電が行われていることが示唆されている。

以下、充電効率について、簡単な試算を行ってみる。

文献[8]の調査が行われた当時の代表的電気自動車の性能と電池は表8のとおりである。

表8 1980年頃の代表的な電気自動車の性能

車種	軽バン
一充電走行距離（40km/h一定）	70km
搭載電池（5時間率放電）	120Ah, 12V, 8個
電池のエネルギー保有量（同上）	11.52 kWh

実走行での一充電走行距離は40km/h一定走行の場合の約60%と言われており、実走行における電池保有エネルギー消費率は0.27kWh（DC）/kmとなる。先の表3で用いた値（0.43kWh（AC）/km）は充電器入力端での値であり、両者を比較すると、（充電器効率）×（電池の充放電効率）は0.63程度、すなわち、充電器効率が90%程度、電池の充放電効率が70%程度と推測される。

これに対し、最近では充電器の効率や充電の制御方法が改善されてきている。充電器効率は92～93%程度まで向上しており、充放電効率も、充電末期の水の分解を抑えるような制御を行えば、75～80%の効率が可能である。したがって、この点を改善するだけでも、電気自動車のエネルギー消費率はかなり少なくなると予想される。

一方、車両自体も改良の積み重ねにより効率が向上している。

表9には、市販電気自動車の最新モデルの性能と電池の容量を示した。40km/h一定走行での一充電走行距離は100kmとなっており、実走行の一充電走行距離は60km程度と推定される。電池は150Ah/12Vのものが8個積まれており、14.4kWhのエネルギー保有量となる。これにより、実走行でのエネルギー消費率は0.24kWh(DC)/kmとなり、以前より10%以上、改善されていることになる。

表9 最近の代表的な電気自動車の性能

車種	軽バン
一充電走行距離(40km/h一定)	100km
搭載電池(5時間率放電)	150Ah, 12V, 8個
電池のエネルギー保有量(同上)	14.4 kWh

ここで、充電器効率と電池の充放電効率をそれぞれ93%と78%と仮定すると、充電器入力端での電力消費量は0.33kWh(AC)/kmとなる。この値に基づいて一次エネルギー消費量を計算すると845kcal/kmとなり、ガソリン車とほぼ同等(表3参照)になる。

さらに今後は、充電器や電池の充放電効率の向上に加えて以下に示すような技術開発により電気自動車の高効率化は一層進むと予想される。

- ①モーター(制御装置を含む)の効率向上
- ②回生制動によるエネルギー回収率の向上
- ③トランスミッションの省略または簡略化
- ④電池の軽量化
- ⑤車体の軽量化
- ⑥車体の空気抵抗の低減
- ⑦タイヤの転がり摩擦の低減

このうち、⑤～⑦は内燃機関自動車にも共通のテーマであり、これらの技術の進歩は、電気自動車の効率向上と同時にガソリン車の効率向上にも寄与する。ただし車体の軽量化については、現在の市販電気自動車はガソリン車の改造車なので、電気自動車専用の車両設計が行われれば軽量化の余地はガソリン車より大きいと推測される。

また、電気自動車の特徴として、車両の省エネ化が進むと、同じ走行条件でも電池の放

表10 高効率技術を採り入れた試作電気自動車

開発者/車名	GM/インパクト	新日鉄/NAV	日産/FEV	東電/IZA	市販EV(比較)
発表年	1990	1990	1991	1991	—
車種	2座席乗用車	4座席乗用車	2+2乗用車	4座席乗用車	軽4輪バン
空車重量 kg	1,048	1,295	900	1,573	1,105
モーター効率%	Max. 95	Max. 90			Max. 80
トランスミッション効率%	94~98	100		100	90
空気抵抗係数(Cd)	0.19	0.25	0.19	0.19	0.68
転がり摩擦係数	0.0048	0.008	0.005		0.018
一充電走行距離 km	193(88km/h)	240(40km/h)	250(40km/h)	548(40km/h)	100(40km/h)
電池容量 kWh	13.6	18.0	11.6	28.8	14.4
エネルギー消費率 kWh/km	0.070	0.075	0.046	0.053	0.144

(注) 空欄はデータ未公表。(出所) 文献[10]~[13]

電流が小さくて済むようになり、電池の内部抵抗によるロスが減って実質的に利用できるエネルギーが増えるという副次的効果もある。

個々の技術の進歩によってどのくらいの効率向上がもたらされる可能性があるかは、文献[9]等において定量的な分析がなされている。これらの対策を全面的に採り入れた電気自動車は表10に示すようにすでに開発されており[10~13]、試作車レベルでは大幅な効率向上(電力消費率でみて市販車の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$)が可能であることが実証されている。

同様にガソリン車においても効率向上(燃費改善)は大きなテーマの一つとなっており、モーターショーなどにおいても大幅な低燃費を実現した車が発表されている。

こうしてみると、電気自動車とガソリン自動車のエネルギー利用効率は、どちらか一方が本質的に優れていると断定することはできない。将来については、まさに今後の技術開発の進展にかかっているといえる。

6. 石油消費量およびCO₂排出量の比較

以上みてきたように、電気自動車のエネルギー利用効率は、わが国において実用化された技術に基づいて試算する限り、ガソリン車よりも低いとはいえないしは同程度であり、高くなるという結論は得られない。

しかしこのことは、電気自動車のエネルギー問題や地球環境問題の対策としての価値を否定するものではない。現在、課題となっている事柄は、

- ・エネルギー問題においては、一次エネルギーの多様化(とりわけ石油消費の低減)
- ・地球環境問題においては、CO₂の排出低減

であり、一次エネルギー消費量を熱量換算してそれを低減させることではない。エネルギー効率は上記の課題に対する効果を試算する際の重要なファクターであるため、本稿でも多くの紙数を割いたが、一次エネルギーの消費量そのものには、実はあまり意味はない。問題は一次エネルギーの種別が何であるか、またその利用過程でCO₂ガスがどれくらい排出されるか、ということである。

(1) 石油消費量

石油消費という点からみると、日本における石油火力発電のシェアは29%(1988年)であるので、電気自動車による石油消費は318 kcal/km(一次エネルギー消費率の29%)となり、ガソリン車によるそれより少ない(ガソリン車の約40%)ことになる。したがって、一次エネルギー消費率が表3の結果であっても、ガソリン車を電気自動車に置き換えることは、石油の消費削減には効果があるといえる。

(2) CO₂排出量

CO₂排出量は、前述の一次エネルギー消費率と一次エネルギーのCO₂発生率とから容易に試算できる。わが国における諸条件に基づいて、電気自動車とガソリン車からのCO₂の排出量を比較した結果を表11に示す。

電気自動車からのCO₂排出量はガソリン車の75%と試算される。したがって、わが国においてガソリン車を電気自動車に置き換えることは、CO₂の排出削減にも効果があるということになる。

これらの評価に大きな影響を与える要因は①走行距離当たりの一次エネルギー消費量と、②各発電用エネルギーの構成比である。

走行距離当たりの一次エネルギー消費量に

表11 電気自動車とガソリン車からのCO₂排出量の比較

発電方式	電気自動車				ガソリン車
	石油	石炭	天然ガス (ボイラ)	天然ガス (コンバインド)	
走行距離当たり所要一次エネルギー (kcal/km)	1,100	1,050	1,170	1,030	829
一次エネルギーのCO ₂ 排出率 (g/kcal)	0.295	0.366	0.211		0.295
走行距離当たりCO ₂ 排出量 (g/km)	325	384	247	217	245
構成比 (%)	29	10	19	2	—
平均 (g/km)	184				245

関しては、それを見積もる過程でさまざまな問題があり、データの選択によって結論が変わってくることはすでに述べた。もし、電気自動車とガソリン車の走行距離当たり一次エネルギー消費量が「5.電気自動車の一次エネルギー消費削減の可能性」で試算したようにほぼ同等であるとすると、電気自動車の利用に伴う石油消費量はガソリン車の約30%、CO₂排出量はガソリン車の約60%という計算になる。

発電用エネルギーの種類(電源構成)については、大きく分けて次の3つの考え方がある。

- ①年間トータルの電力供給構成
- ②電気自動車は主として夜間に充電されるので、夜間に運転されている電源の構成
- ③充電用の電力需要が付加されたときに供給増となる電源

表11では①の考え方を採用しているが、②の考え方を取ると、現在のわが国では化石燃料の割合は①の場合より小さくなるのが、図4から推定される。③の考え方を取った場合は、短期的には主として火力発電の供給増により対応することになるので、①の考え方より化石燃料の割合は大きくなる。長期的にみた場合はどちらの可能性もあり、それは今後の発電所建設の動向に依存する。

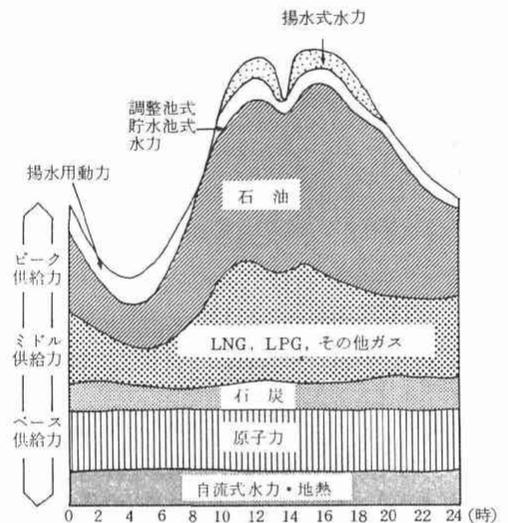


図4 電力需要パターンと供給電源の構成例 (出所) 文献[14]

また、ここでは日本全国の平均値を用いているが、より厳密には、充電が行われている地点に電気を供給している電力会社の燃料構成を用い、全国大の値は、各電力会社の供給地域別の普及台数により加重平均して求めるべきである。

なお、本稿の最初の部分でも触れたが、こうした評価は、本来は自動車の製造、廃棄、あるいは海外での資源の採取やそこからの輸送、発電所や製油所の建設、電力・石油の流通設備の建設などにかかわるエネルギー消費もすべて含めて考える必要がある。また、地

表12 電気自動車と内燃機関自動車からの NOx 排出量の比較

発電方式	電気自動車				内燃機関自動車
	石油	石炭	天然ガス (ボイラ)	天然ガス (コンバインド)	
走行の際の電力消費率	0.43 kWh(A C)/km				—
所要発電量	0.46 kWh(A C)/km				—
発電時の NOx 排出量 (g/kWh)	0.0881	0.302	0.0557	0.114	—
走行距離当たり NOx (g/km)	0.041	0.139	0.026	0.052	0.35
構成比 (%)	29	10	19	2	—
平均 (g/km)	0.032				0.35

球温暖化問題に対する対策という面からは、CO₂以外の温室効果ガスの排出も含めた評価が必要である。

7. NOx 排出量の比較

最後に、NOx の問題について簡単に触れる。

わが国において NOx 濃度が問題となっているのは、都市部の特に道路沿いの地域である。電気自動車の利用は、火力発電所からの NOx 排出を考慮する必要はあるが、都市部の特に道路沿いの地域における NOx は確実に減らすことができる。

念のため、電気自動車の利用に伴う火力発電所からの NOx 排出量と、ガソリン車からの NOx 排出量とを比較してみると、表12のようになる。ここで、火力発電所における NOx 排出量は電力会社へのヒアリング結果であり、ガソリン車からの NOx 排出量は排ガス規制値の70%とした。

電気自動車の利用に伴う NOx 排出量はガソリン車の約1/10であり、絶対量としても少ないと言える。

8. まとめ

本稿では、わが国の諸条件に基づいて軽貨物タイプの電気自動車と内燃機関自動車のエネルギー利用効率、石油消費量、CO₂排出量、NOx 排出量の比較を行った。結論をまとめると以下のとおりである。

- ① 自動車のエネルギー利用効率は、総合エネルギー効率ではなく、単位一次エネルギー消費量あたりの走行距離または、旅客輸送量、貨物輸送量として評価すべきである。
- ② 電気自動車のエネルギー利用効率は、わが国における過去の実績データに基づいて試算すると、ガソリン車よりも低いと推定される。電気自動車に関して最新の実用技術の利用を前提とすると、そのエネルギー利用効率はガソリン車と同程度になる。将来については、電気自動車、ガソリン車それぞれの今後の技術開発の進展にかかっているとと言える。
- ③ 電気自動車の導入は、わが国における石油消費量の削減、CO₂排出量の削減に対して効果があると推定される。もちろん、NOx 対策としても効果がある。

④ 地球温暖化問題に対する対策という面からは、より広範囲の評価を行う必要がある。

この種の評価は、データを採用する際の裁量によって結論が大きく変わってくる。本稿で採用したデータについても、考え方によっていかようにもなる部分がある。今後、より客観性が高く、実情を反映した評価を目指していくことが必要である。

補 足

本稿では、内燃機関自動車としてガソリン車を取り上げたが、ディーゼル車についても同様の考え方により試算することができる。ディーゼルエンジンはガソリンエンジンより効率が10～20%高いので、エネルギー消費、CO₂排出ともそれに見合った分だけ少なくなる。

また、わが国の石油火力発電では、重油と同程度の量の原油が直接燃料として使用されている。この場合、原油精製によるロスがなくなるので、電気自動車のエネルギー消費、CO₂排出は、その分だけ少なくなる。

文 献

- [1] 沼澤, 季報エネルギー総合工学, Vol.11, No.2 (1988).
- [2] 財エネルギー総合工学研究所「昭和63年度電気自動車用電池調査報告書」(1989).
- [3] Maphan, SAE Paper 741071 (1974).
- [4] Wang, et al., "Proceedings of The 10th International Electric Vehicle Symposium" (1990).
- [5] 通産省「総合エネルギー統計(平成3年度版)」(1992).

- [6] 通産省「電力需給の概要(平成3年度)」(1991).
- [7] 運輸省「自動車輸送統計年報(平成2年度分)」
- [8] 財日本電動車両協会「電気自動車の経済性評価報告書」(1982).
- [9] 清水, 「新しいEV—高性能電気自動車—」, オーム社, (1987).
- [10] Dunning, 低公害車国際シンポジウム'90 論文前刷集, (1990).
- [11] 鈴木, 低公害車国際シンポジウム'90 論文前刷集, (1990).
- [12] 吹野, 堀江, 自動車技術会シンポジウム「電気自動車—その技術の現状—」資料集, (1992).
- [13] 東京電力パンフレット「I Z A」.
- [14] 財エネルギー総合工学研究所「ゴミ発電に関する技術開発課題調査」(1991).

注

本稿は、平成4年2月5～7日に開催された資源・エネルギー学会主催「第8回エネルギーシステム・経済コンファレンス」の講演論文集の原稿をもとに、加筆ならびに若干のデータ更新を行ったものである。

ガソリンを巡る最近の動向について

片山 優久雄*



1. はじめに

1990年11月、米国では新大気浄化法が成立し、ガソリン車の排出ガス浄化及び給油中の炭化水素漏洩による大気汚染の軽減を目的とした種々の規制が施行されるに至っている。

一方、1992年の経済統合が目前の欧州においては、ガソリンの無鉛化の実施を目指している最中である。欧米諸国と比べわが国では、1983年にガソリンの完全無鉛化が実施されており、且つガソリン車の排出ガスは、窒素酸化物以外の物質については環境許容値を達成しており、窒素酸化物の低減に向けた告示が1990年2月に出されている。

現在、有効なオクタン価向上剤としては、MTBE（メチルターシャリブチルエーテル）が一般的であり、アルキル鉛の代替として世界規模で使用され始めている。この世界的な規模でのMTBEの導入傾向及び石油製品流通の国際化の拡大によって、我が国の輸入ガソリンへのMTBE混入の可能性が増大してきており、MTBEの導入を認めざるを得ない状況になってきた。

この様な状況を受け通産省資源エネルギー庁石油部は、「MTBEの導入に係わる技術的

調査」を実施し、ガソリンへのMTBEの混入上限値7%で導入を認めるに至った。

そこで、ガソリンを巡る国内外の動向について紹介する。

2. 国内外の現状と今後の動向

2.1 米国

1979年にアルキル鉛に代わるオクタン価向上基材として、ガソリンに対しMTBE 7 vol. %の混入が初めて認められ使用が開始された。

当時、アルキル鉛に代わるオクタン価向上基材としては、製造のし易さからアルコール類が有望視され、TBA（ターシャリブチルアルコール）も用いられたが、親水性が高く含水率が高くなると、ガソリンとの相溶性が無くなり、相分離を起こすことから利用が敬遠され、1981年にはMTBEを含むエーテル類の混入量の引上げ（7 vol%から11 vol%へ）が行われた。1986年のアルキル鉛の添加制限（鉛添加量0.1g/gal）によってMTBEの使用が本格化してきた。1988年にはMTBEの混入量が15 vol%まで許可されるに到っている。

1990年11月の新大気浄化法（表1参照）によって、自動車排気ガスによる大気汚染の著

* 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・副主席研究員

しい大都市部では、含酸素ガソリン(リフォーミュレイテッドガソリン)の使用が義務付けられ、さらに、蒸発し易いブタンはオゾン生成の要因物質となるため、ガソリンの蒸気圧規格が下げられ、n-ブタンがガソリンより排除されることとなった。

n-ブタンは92オクタン (= (リサーチ・オクタン価+モーター・オクタン価)÷2) のため、オクタン価向上基材の使用が不可欠となる。これらの理由により、米国においては、今後 MTBE の需要が大きく伸びるものと予測されている。また、使用中のガソリンの蒸発による大気中の炭化水素濃度の増加を抑えるためにガソリンの蒸気圧についての規制も含まれており、1992年10月より夏期の蒸気圧 (RVP ;100°F) を9.0psi 以下としている。

2.2 欧州

MTBE を含む含酸素化合物のガソリンへ

の混入は、1973年の石油危機による石油価格の高騰に端を発しており、代替燃料としての導入が最初であった。その後、ガソリンの低鉛化に伴うオクタン価向上基材として使用され始め徐々に混入割合が増してきたために、EEC (European Economic Communities) は、MTBE 等の含酸素燃料のガソリンへの混入上限値を定めるよう EC加盟各国に指令を出した。

イギリス、フランス、ギリシャ、スペインでは MTBE 混入上限値が10%、西独、オランダ、ベルギー、デンマーク、ルクセンブルグでは15%となっており、現在アルキル鉛に代わるオクタン価向上基材として用いられている。

2.3 アジア

アジアでは、ガソリン無鉛化の動きが始まったばかりで、アジアでの MTBE 最大手

表1 米国の大気浄化法 (ガソリン関連のみ)

	上院案	下院案	最終合意結果
芳香族分	'92 30%max '94 28%max '96 25%max	30%max 28%max 25%max	30%max 28%max 25%max
ベンゼン	1%max	0.8%max	1%max (1995)
揮発性留分	15%削減 1992 ^{a)}	15%削減 1995 20%削減 1997 25%削減 2000	15%削減 1995
鉛含有量	0 g/gl 1991 ^{b)}	0 g/gl 1994 ^{b)}	0 g/gl 1992
酸素含有量	'92 2 %min ^{c)} '94 2.5%min '96 2.5%min	2 %min ^{c)} 2.5%min 2.5%min	CO対策 2.7%min 1992 オゾン対策 2.5%min 1995
蒸気圧	9.0 psi max	9.0 psi max	9.0psi max 1992

注) : a) 夏期のみ, b) 国内全域, c) CO排出基準値未達成地域においては1992年より冬期の酸素含有量を3.1% min とする。

ユーザーは、台湾である。台湾の無鉛ガソリンのシェアは10%を僅かに上回る程度で、大韓民国は約5%である。アルキル鉛の混入量は各国で異なっており、タイの0.45g/lを筆頭に、シンガポール、マレーシア、香港、台湾が0.15g/lとなっている。これらの国々も、ガソリンの無鉛化・鉛低減化を進めており、1990年代前半にその動きが積極化するものと考えられている。

2.4 我が国の動き

既に述べた様に、我が国では1983年にガソリンの無鉛化を終了しており、諸外国とは全く異なった立場に立たされている。近年、石油製品輸入が増加しており、平成2年度における輸入ガソリン量は消費ガソリン量の約5%を占めるに至っている。

前節で述べたように、世界のガソリンはMTBE混入ガソリンが主流となってきており、輸入ガソリンへのMTBE混入を防ぐことは困難な状況となってきている、また、MTBEガソリンの国内販売を拒み続けるこ

とは、自由貿易の旗手としての我が国の立場を危うくすることにもなるため、通商産業省資源エネルギー庁石油部は、平成2年度に「MTBE混入ガソリンの導入に係わる技術的検討」を実施した。

MTBEの自動車の燃料系統に使用されている材料への影響試験、自動車の高温運転性に与える影響、自動車排気ガスに与える影響等について試験し、MTBE混入率の違いによる影響評価を行い、欧米においてもガソリンへのMTBE混入率に上限値を設定していることから、MTBE7%以下の混入は技術的に問題ないと評価した。7%を超える混入率については、排気ガス浄化装置の耐久性に与える影響データを蓄積した上で、再評価を行う必要があるとし、平成3年11月1日からMTBE混入ガソリンの導入を開始することを決定した。

参考として表2に日米英のガソリン性状を示した。

表2 日米英のガソリン性状比較例（レギュラーガソリン）

	日 本	米 国	英 国
オクタン価 (RON)	88.1	87.3	91.5
密 度 (15°C, g/cm ³)	0.736	0.749	0.723
鉛含有量 (g/l)	0	0.1 (max)	0.15 (max)
蒸留性状			
IBP°C	33.5	32.8	30
FBP°C	212.0	212.8	193
蒸気圧 (kgf/cm ²)	0.615	0.612	0.816
炭化水素組成 (FIA)			
芳香族分 vol. %	23.8	32.0	16.9
オレフィン分 vol. %	20.9	9.2	16.1
飽和分 vol. %	55.3	58.8	67.0

3. ガソリンへのMTBE混入による影響について

ガソリンへのMTBEの混入による影響評価は、米国において1989年10月より、自動車メーカー3社(GM, Ford, Chrysler)と、石油会社14社(Amoco, ARCO, Ashland, BP, Conoco, Exxon, Marathon, Mobil, Phillips, Sun, Texaco, Unocal, Shell)による共同研究で進められており、1990年12月

にその研究成果の一部が公表されている(表3参照)。

また、これら3社(GM, Ford, Chrysler)は、MTBEの混入率が15%以下では、自動車の燃料システムの部材(VITON AのみがMTBE混合ガソリンとの適合性が悪い)や運転性能への影響についてはガソリンとはほぼ同等と評価している。

わが国におけるガソリンへのMTBEの混入による影響評価は、平成2年度に通商産業

表3 燃料組成変化が排気ガス性状に与える影響 (Auto Oil Programより)

(1) 燃料組成の1989年型車排出ガスに与える影響

Main Effects of Changes in Fuel Variables On Mass Exhaust Emissions Current Vehicle Fleet (Percent Change)				
Emission Constituent	CHANGE IN FUEL VARIABLE			
	AROMATICS 45%→20%	MTBE 0%→15%	OLEFINS 20%→5%	T ₉₀ 360°F→280°F
HC	-6.3±1.8	-5.1±1.8	6.1±2.0	-21.6±1.7
CO	-13.6±2.9	-11.2±3.1	1.5±3.4	0.8±3.9
NOx	2.1±2.0	1.4±2.0	-6.0±1.9	5.0±2.4

Note: Values are shown with 95% confidence Intervals. Changes less than the confidence Interval are not significant
 Note: An "effect" is the difference in a response (HC, CO, NOx) computed using all experimental design data as particular variables (aromatics, MTBE, olefins, T₉₀) change.

(2) 燃料組成の1983—85年型車排出ガスに与える影響

Main Effects of Changes in Fuel Variables On Mass Exhaust Emissions Current Vehicle Fleet (Percent Change)				
Emission Constituent	CHANGE IN FUEL VARIABLE			
	AROMATICS 45%→20%	MTBE 0%→15%	OLEFINS 20%→5%	T ₉₀ 360°F→280°F
HC	-9.8±4.1	-7.3±3.5	6.1±4.0	-1.6±3.7
CO	-4.8±5.4	-13.0±5.0	0.8±5.7	13.1±6.5
NOx	-8.4±2.8	-0.6±3.0	-8.9±2.8	3.4±3.1

Note: Values are shown with 95% confidence Intervals. Changes less than the confidence Interval are not significant
 Note: An "effect" is the difference in a response (HC, CO, NOx) computed using all experimental design data as particular variables (aromatics, MTBE, olefins, T₉₀) change.

省資源エネルギー庁の委託により実施された MTBE の導入に関する技術的調査の結果は、次の通りである。

(1) 燃料システムの部材への影響について

MTBE 15%以下の混入ガソリンについての浸漬試験では、フッ素ゴムについて引っ張りの強さ、伸び、硬さの若干の減少、膨潤が観測されたが10%程度までは影響なしと評価している。

(2) 運転性能に関する影響について

MTBE 10%以下の混入ガソリンの低温・高温運転性能については、通常ガソリンとの差は無いと評価している。

(3) 触媒の耐久性に関する影響について

三元触媒装着車及び酸化触媒装着車共、MTBE 7%混入による耐久性能への影響は、認められなかったと評価している。しかし、MTBE 10%混入ガソリンについては、触媒浄化性能が低下傾向を示した車両があったために、MTBE 7%以上の混入ガソリンについては、排気ガス触媒浄化装置の耐久性についてのデータ蓄積が必要としている。

(4) 排気ガスに与える影響について

排気ガス試験方法は、「ガソリン自動車10モード及びアイドリング排出ガス試験法 (TRIAS 23 : Traffic Safety & Nui-

sance Institute Automobile Type Test Standards)に基づいて行われた。その結果は、下記の様に評価されている。

①O₂センサー付触媒装着車

排気ガス中の炭化水素、一酸化炭素、窒素酸化物の各排出量ともに、MTBE 混入による影響は殆ど無い。

②O₂センサー無し触媒装着車

MTBE の混入により、排気ガス中の一酸化炭素は減少し、炭化水素については変化が見られず、窒素酸化物については、MTBE の混入が多い場合にのみ若干の増加傾向を示した。

③触媒無しの車

MTBE の混入により排気ガス中の一酸化炭素は減少し、炭化水素、窒素酸化物の排出量については MTBE 混入による影響は殆ど見られなかった。

これらの検討結果を踏まえ、我が国におけるガソリンへの MTBE 混入比率は 7%を上限とし、平成3年11月1日より販売が許可されている。

4. おわりに

今回の MTBE の導入は、石油精製のフレキシビリティを増すことに繋がっており、我が国としては望ましい事と考えられる。

夢から現実へ、近づく水素エネルギーの実用化

与志耶 劫 紀

§1 はじめに

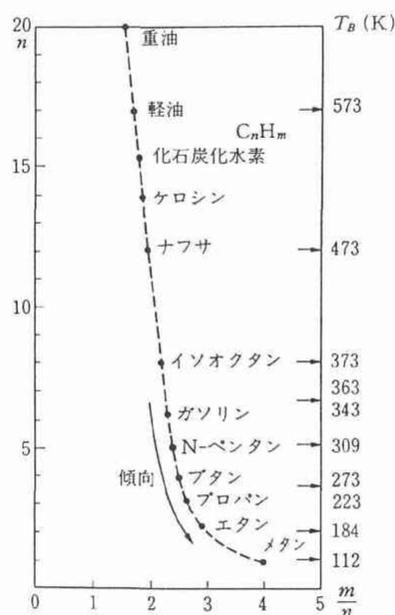
(1) 水素は21世紀の夢のエネルギー

水素 (H_2) は酸素 (O_2) と結合して燃焼した場合、水分 (H_2O) を生じるのみであるから、他の化石燃料と比較して SO_x , NO_x , ばいじんを発生させず、「大気汚染防止対策上無公害なクリーンエネルギー」として従来からその実用化が期待されて来た。

最近では、地球環境問題の高まりに伴い、 CO_2 を発生させないことから、「地球温暖化防止対策上最も有効なエネルギー」として、水素には太陽、風力、水力エネルギーや原子力発電と並んで、非 CO_2 型エネルギーとしての期待が高まっており、「21世紀には実用化できるであろう夢のエネルギー」から、「21世紀には実用化しなければならない夢のエネルギー」として、人類共通の目標に変わったことは明らかである。

(2) 化石エネルギーの遷移の法則と水素エネルギー

水素が21世紀の夢のエネルギーとして期待される理由のもう1つは、「化石エネルギー遷移の法則」から、天然ガスの主成分メタン (CH_4) の枯渇化の将来に想定される炭化水素エネルギーの究極が、炭素分=0の水素 (H_2)



第1図 化石炭化水素 C_nH_m の炭素成分 n 対 (水素成分 m / 炭素成分 n) 比、 T_B (K) は絶対温度で表した沸点

(太田時男「水素エネルギー」(森北出版株式会社)より)

エネルギーであることが明らかであることである。

横浜国立大学学長太田時男先生は、著書「水素エネルギー」の中で、化石炭化水素 C_nH_m の炭素成分 n 対比 (水素成分 m / 炭素成分 n) をグラフ化し、産業革命以降における人類の化石燃料の使用が石炭→石油→LPG→LNGへと、逐次軽質化の方向へ進んできた「傾向」を示され、これを「化石エネルギーの遷

移の法則」ともいえるとされている。(第1図参照) また、このような化石燃料の利用の傾向について、その理由として、次の点を挙げておられる。

- ①きれいだること
- ②単位重さ当りのカロリーが高いこと
- ③資源量も豊富なこと

第1図において $m/n=4$ はメタン(CH_4)で天然ガスであり、 $m/n=\infty$ という燃料は $m=2$
 $n=0$ (炭素分=0)の水素(H_2)であることは明白である。

(3) 水素エネルギー利用上の技術的課題とその打開策について

「大気汚染防止対策上無公害なクリーンエネルギー」、「地球温暖化防止対策上最も有効なエネルギー」であり、「化石エネルギーの遷移の法則」からも、21世紀の夢のエネルギーとして研究者を魅きつけて止まない水素エネルギーであるが、現在のところ実用化はロケット用燃料、水素電池等に限られ、エネルギーとしての本格的実用化には至っていない。それは何故なのか、どこに本格的実用化のネックが存在するのか、工学的見地から適確に「つぼ所」を示してくれる論文は少ない。

本稿では、水素エネルギーの21世紀における実用化を期待して、本格的利用上の技術的課題とその打開策を体系的に探り、「エネルギーテクノロジーの夢」を描くこととしたい。

§2 水素は既に大量に使用されている

水素は、エネルギーとしてはロケット燃料、水素電池等一部利用に限られているが、国内では化学工業用原料等としては年間120~130億 m^3 (昭和63年は約126億 m^3)が生産され、アンモニア合成用(約32%)、石油精製脱硫用(約

41%) BTX生産用(約13%)等に自家消費されている。(外販用は1%以下にすぎない。) これら水素の原料は、ブタン(LPG)約36%、石油化学廃ガス(約26%)等炭化水素であり、従ってエネルギーと見た場合は相当割高であるのは明らかである。

一方、世界について見ると、天然ガスからの水素が約70%と主流であるが、出力10万~20万kW級の水力発電所の電力により、水を電気分解して得た水素からアンモニア肥料を生産するアンモニア肥料プラントが4基稼働している。

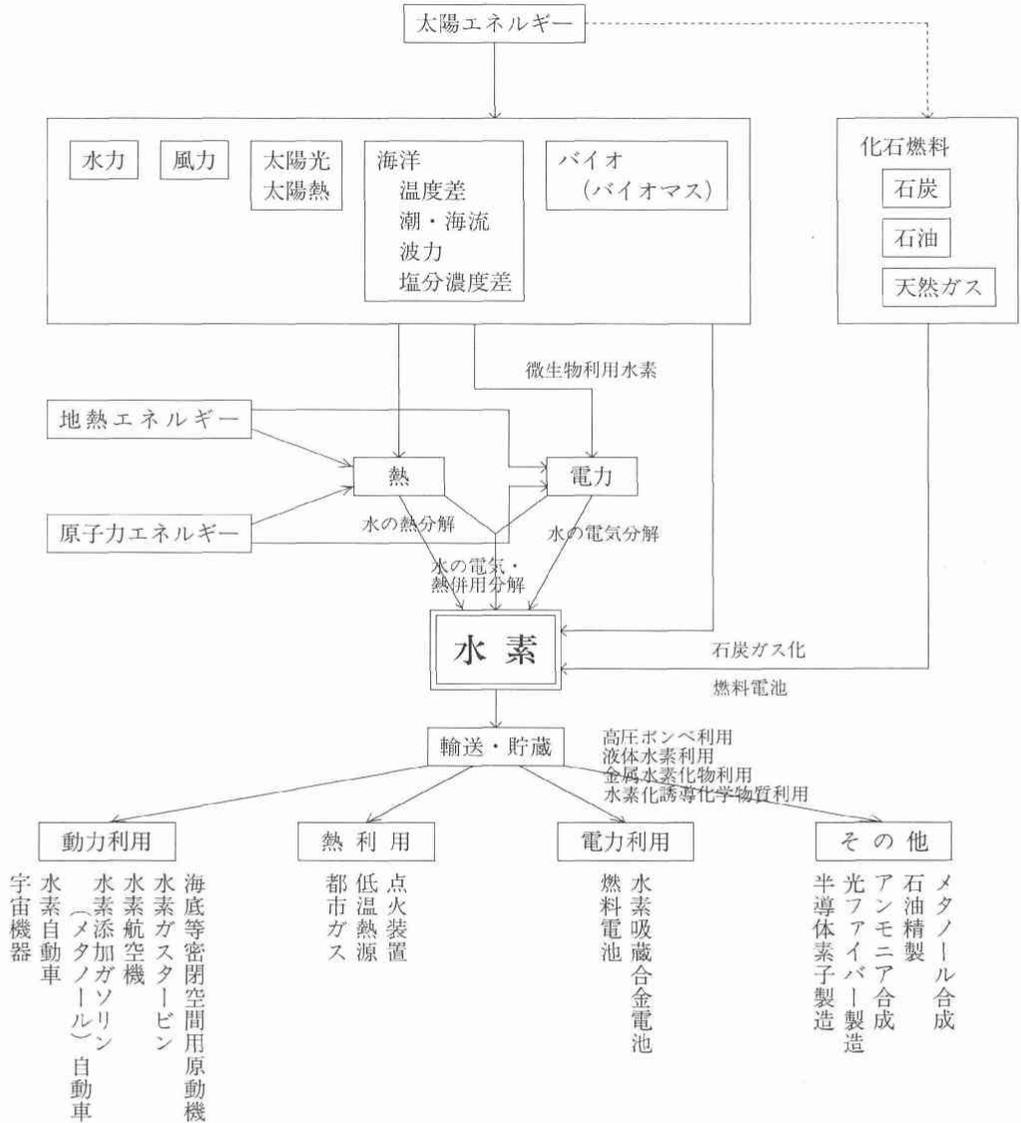
従って、水素製造技術については、効率は65~80%程度に止まるが実用技術が存在しており、水素の安全管理についても技術は既に確立されていると言える。

§3 水素エネルギーの特徴

(1) エネルギー媒体としての機能が大きい2次エネルギー

水素エネルギーシステム(水素をエネルギーとして使用する技術体系をいう。第2図参照)が優れている主な理由は、次のとおり。

- ①化石燃料、太陽、風力、水力等の1次エネルギーから2次エネルギーである水素を製造することが極めて高い効率で可能
- ②水素の燃焼は、反応が早く、仕事率が大きいいため、発生するパワーが絶大で、かつ効率が高い
- ③電力等のエネルギーに比べ、輸送、貯蔵が容易
- ④水素の利用分野は動力利用(宇宙ロケット、水素自動車、水素燃焼タービン等)熱利用(都市ガス、低温熱源等)、電力利用(燃料電池、水素吸蔵合金電池)、化学工業用等



第2図 水素エネルギーの体系図

と極めて広汎でエネルギー媒体としての機能が極めて大きい。

今後、質量を伴わない電力エネルギーと並んで、エネルギー媒体としての機能の大きい2次エネルギーとして、地球環境時代の21世紀のエネルギーシステムにおいて水素エネルギーが重要な役割を果すことは明らかである。

(2) 単体エネルギーとして使うことの難しさ
水素を単体で特に民生用として使う場合、その烈しさ、軽さから、(1)で述べた特長の裏返しに見合う難しさが伴う。主なものを3点挙げれば、次のとおり。(第1表参照)

① 燃焼炎が無色である

無色であるため炎を見ながらの出力調整

第1表 水素の物性

(1). 分子量	: 2.016
(2). 沸点 (1atm下)	: 20.3°K (-252.8°K)
(3). 気体密度 (標準状態)	: 83.764g/m ³
(4). 液体密度 (標準沸点)	: 0.0708g/cm ³
(5). 蒸発熱	: 445.6J/g
(6). 自動引火温度	: 858°K
(7). 空中の燃焼速度 (標準状態)	: 2.7m/sec
(8). 燃焼温度	: 水素と空気との燃焼 2,130°K 水素と酸素との燃焼 2,800°K
(9). 爆発限界 (空气中)	: 18.3~65H ₂ vol %
(10). 燃焼炎	: 無色
(11). 可燃限界 (空气中)	: 4~75% (参考) メタン 5~14% プロパン 3~10%
(12). 最小点火エネルギー (空气中)	: 0.02mJ
(13). 化学的特性	: 水素はヘリウム等の希ガスを除く、ほとんど全ての元素と反応し、水素化物を作る。その反応力は極めて強力で、鉄等の金属の精練等に應用することもできる。
(14). 人体への影響	: 無色・無臭で、人体に対して無毒。

ができず、かつ炎の境界が不明であることによる火傷等の危険性がある。

可視化のためには、複合アルカリ塩装置ノズル等が必要である。

②空中の燃焼速度が大きい

空中の燃焼速度が標準状態で2.7m/sと大きく、バーナー逆火の可能性が大きく、焼損しやすい。

③燃焼温度が高く、NO_xの発生を伴う

水と空気の燃焼の場合で2,130°Kと高温であり400ppm程度のNO_xが発生する。

都市ガスに対する規制は60ppmであるから、NO_x対策が必要となる。(なお、水素を低温燃焼させるには、低温触媒反応とする方法がある。)

また、水素と酸素の燃焼の場合は2800°Kの高温が得られるため、入口温度2000°K発電効率60~70%を目標とする「水素燃焼タービン」の開発が平成3年度からサンシャ

イン計画において着手されている。

以上のように、水素を単体で民生用エネルギーとして使用することには、他の電力、都市ガス、LPG等と比べると、相当に困難が伴うことが明らかであり、実現性は少いと判断される。

(3) 水素の都市ガスへの混合により、夢のエネルギーを使いこなす

これまで都市ガスの原料は天然ガス(LNG)への転換が進んでおり、今後とも全国的にLNGへの転換が進展するものと予想される。LNGの主成分はメタン(CH₄)であり、これに2~3割程度の水素を混合しても、C₃、C₄等の安定成分を添加すれば、既存のガス燃焼機器の燃焼特性を十分安全範囲に維持できるとされている

従って、安価な水素が大量に供給される場合、民生用の分野では、水素を都市ガスの供給系統に混合することにより、「21世紀の夢のエネルギー」を家庭等で使いこなすことが可能となる。

都市ガスの供給源は以前は石炭ガスであり、主成分はCOとH₂であったことを考えると、都市ガス分野での水素利用は、十分な実績があり技術的基盤は確立されていたわけである。

§4 水素エネルギーの本格的利用上の技術的課題とその打開策について

水素の製造、輸送・貯蔵、利用の各段階における本格的利用上の技術的課題とその打開策について、私見を述べることとする。(第2図参照)

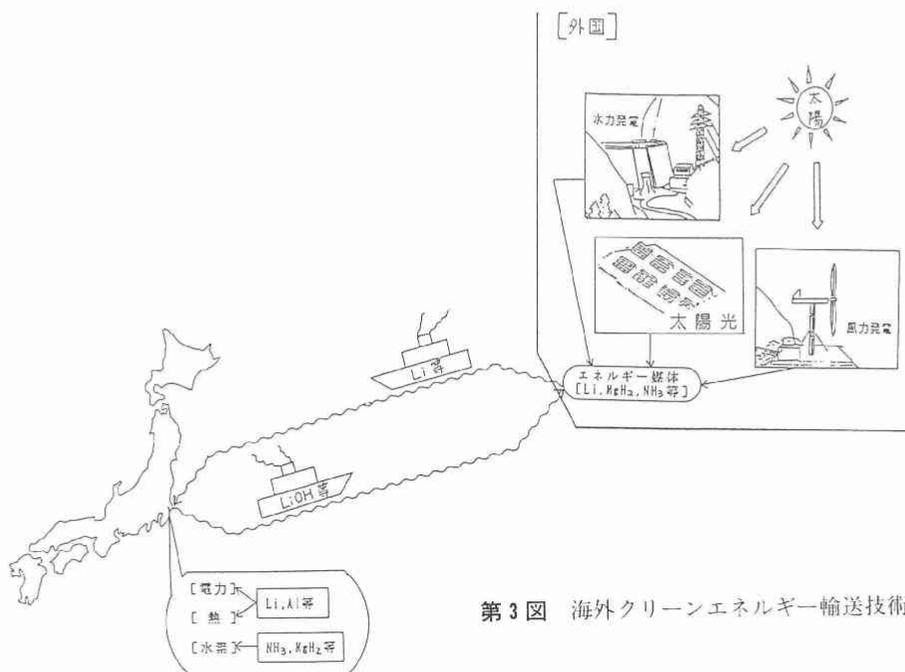
(1) 水素の製造段階における技術的課題とその打開策

水素は、§2 で述べたとおり、化学工業用原料等として我が国では年間120～130億m³が生産されているが、エネルギーとしての利用が宇宙ロケット燃料、水素電池等に限定されているのは、主としてコストが高いためである。国内における水素製造の原料は、ブタン（LPG）、石油化学廃ガス、石油（ナフサ等）、天然ガス等であり、製造される水素がエネルギーとしてはコスト高は明白である。従って、これら原料以外に、「安い水素エネルギー源」「地球環境対策上優れた水素エネルギー源」を求めなければならない。

①水素エネルギー源——海外の水力発電が主力

「安くて、地球環境対策上優れた水素エネルギー源」となりうる可能性を有すると見られるものは、①太陽、地熱、風力、水力等の再生可能エネルギー、②原子力エネルギー並びに③石炭のクリーンユースとしてのガス化水素製造である。（第2図参照）

④再生可能エネルギーについては、利便性の高い2次エネルギーである電力を得るために技術開発が行われ、しかも水力発電を除いては国内では未だ経済性の確立が達成されていない状況にある。従って、これら再生エネルギーからの水素エネルギー供給は将来ともありえないと考えるべきである。しかし乍ら海外にエネルギー源を求めるとすれば立地条件、気候条件に恵れた地域において水力発電、太陽光発電及び同熱発電、風力発電等は特に優れた経済性を有することが出来る。特に水力発電は、経済的に開発可能量15兆kWhに対し、現在の開発量は2兆kWhに過ぎないから、開発率は14%未満にすぎず、膨大な開発可能量が残されている。この水力発電の電力を水素に転換し、我が国に運んで来れないものか。ここに、水の電気分解による水素製造技術と、水素の輸送技術が技術的課題となる。（第3図参照）



第3図 海外クリーンエネルギー輸送技術の概念図

②石炭ガス化による水素製造

サンシャイン計画では、従来の多目的ガス化炉の開発の成果を受けて、昭和61年度より「石炭利用水素製造技術開発」として酸素吹き噴流床ガス化炉による容量20t/Dのパイロットプラントの建設が開始され、平成元年度から運転段階に入っている。これは石炭に酸素を加えて反応させ、都市ガス、メタノール合成等広範囲な用途に用い得る水素に富んだ中カロリーガス（発熱量2,000~4,000kcal/Nm³）を製造するものであり、今後実証プラント、商業プラントの建設に進むことが可能である。

将来、石油、天然ガスの価格が高騰し、且つ資源量的に限界が顕在化した段階では、最も資源量的に豊富で（石炭の可採埋蔵量は約300年）、経済性を有するものと見通される。

また、アンモニア合成用水素製造プラントとしての石炭ガス化炉は我が国でも既に稼動している。

③原子力からの水素製造

将来の実用化に備え研究開発が続けられて来ている高温ガス炉では、800~900℃の高温エネルギーが取出される。この高温エネルギーを利用して水を熱分解し水素を製造する技術（熱化学法）も同時に研究開発されており、基本的に可能との見通しがえられている。しかし乍ら、高温ガス炉を国内に設置する場合は、水素エネルギーの形で取出しても利用のための輸送貯蔵の問題、コスト面での他のエネルギーとの競争の問題が生じ、有利とは考えられない。従って、今後高温ガス炉の研究開発は、水素エネルギーとしてではなく、これを化学工

業用原料として利用し、アンモニア、メタノール、等の2次製品迄製造するプラントとの併設立地型もしくは石油精製コンビナートとの直結立地型へと方向を具体化していくものと考えられる。

④水の電気分解による水素製造技術

§2で述べたとおり、水の電気分解による水素製造技術では、アルカリ水電解法が従来から実用化されているが、エネルギー変換効率は60~70%に止まる。このため、効率向上を目指して団体高分子電解質水電解法（SPE法）の技術開発が進められ、86~96%の効率が達成されており、今後は大型化と電解槽のコスト低減の達成に研究開発の重点が置かれている。また、800~1,000℃で水蒸気を電気分解する高温水蒸気電解法も研究開発が進められており、従来の電解法に比して10%程度効率が向上するものと期待されている。

以上のとおり、水の電気分解による水素製造技術については、エネルギー変換効率90%以上の技術の実用化は将来十分可能と見通される。

(2) 水素の輸送・貯蔵段階における技術的課題とその打開策

①高圧ボンベ法

水素は、分子量=2.016、沸点=20.3K（-252.8℃）、気体密度（標準状態）=83.764g/m³であり、そのままでは体積当たり貯蔵できるエネルギー量は小さい。最も一般的に用いられている200気圧の高圧ボンベの場合、7Nm³の水素を貯蔵するボンベの重量は55kg程度となり、効率的ではない。

②液体水素法

液体水素は体積は約1/1800となり、200

気圧の水素の4倍の体積エネルギー密度を持つが、高純度の水素が必要で、水素1kg当たりの液化に10~14kWhの電力を消費することに加え「断熱性の容器を必要とすることから宇宙ロケット燃料等特殊な用途に限られている。

このため、水素の本格的実用化のためには液体水素より高いエネルギー体積密度で水素を貯蔵できる新技術が研究開発の課題とされた。

③金属水素化物(水素吸蔵合金)法

金属あるいは合金の中には、水素と可逆的にかつ速やかに反応して水素化物を作るものがあり、この種の合金は通常「水素吸蔵合金」あるいは「金属水素化物」と呼ばれている。金属水素化物の特徴としては、

(i)水素吸蔵密度が高い(液体水素に匹敵)

(ii)水素含有率が高い(高压ポンペの2倍以上)

(iii)反応速度が速い(数分以内に反応が完結)

(iv)水素化物が安定

等があげられる。

現在迄に金属水素化物として開発され、その特性がよく知られているものが約60種類あり、今後とも各用途に適した種類の金属水素化物が開発されていくものと見通される。

金属水素化物に求められる条件としては、

(i)安価なこと(資源的に豊富で合金が容易に作れること)

(ii)水素含有率が大きいこと

(iii)大量の水素を吸蔵できること

(iv)軽い合金であること

(v)合金の劣化や微粉化の程度が少なく、安定であること

(vi)生成熱が小さいこと

等があげられている。

サンシャイン計画では、その発足当初から水素の輸送貯蔵技術として、金属水素化物の研究開発が進められて来た。輸送技術では、水素自動車用の燃料タンク等への応用を目標として、Mg系を中心とする軽量で高密度の水素吸蔵合金の研究開発が行われている。しかしながら、水素の放出温度が高い等の問題があるため、より低温で水素を放出する合金の探索研究が続けられている。

また、貯蔵技術では、吸蔵特性の向上、長寿命化及びその利用技術に重点が置かれており、希土類の水素吸蔵合金が対象とされている。

今後の研究開発により水素吸蔵合金の特性は逐次向上していくものと期待されるが、自動車用燃料としてガソリンや軽油と比較した場合に、比肩できるような性能や利便性を有するには相当に困難と予想され、また水素エネルギーの大量輸送の面でも効率的輸送技術には程遠いものと考えられる。

従って、水素の大量輸送技術としては、

①水素をアンモニア、メタノール、メチルシクロヘキサン等に変換して我が国に輸送してエネルギーとして使用する方法、②Li、Mg等の軽金属を海外で還元して輸送し、我が国で酸化させて再びエネルギーを取出す方法等を開発する必要がある。(第3図参照)

サンシャイン計画では、平成3年度より

「海外クリーンエネルギー輸送技術」として、技術体系確立のための研究開発が着手された。

従来、電力エネルギーの輸送は送電線による方法しか考えられず、海外の大規模水力開発計画に対しても技術支援に止まっていた。電力エネルギーを化学エネルギーに変換して輸送するこの「海外クリーンエネルギー輸送技術」の実用化により、水力開発地点を抱える相手国政府と住民の理解を得て海外水力開発に参加し、相手国のエネルギー供給に貢献するとともに我が国に対しCO₂を放出しないクリーンエネルギーをもたらすことが可能となるのである。ここに「エネルギー・テクノロジーとしての夢」がある。そしてそのための要素技術はいずれも揃っているといえるのである。

(3) 水素の利用段階における技術的課題とその打開策

①動力利用

(i)水素自動車の実用化のためには格段の軽量高性能の水素吸蔵合金の開発が必要である。

(ii)水素燃焼タービンの実用化のためには、入口温度2000℃に耐えるC/C複合材料の開発が課題である。各国において超耐環境性材料として研究開発が急がれており、表面処理技術の進歩等から見て、今後10年内には材料開発には目途がつくものと見通される。

②熱利用

§3(3)で述べたとおり、海外より安価な水素エネルギーがメタノール、アンモニア等の形で輸送されるようになれば、これを再び水素に戻して都市ガスの供給系統に混合

することにより、民生用の分野で21世紀の夢のエネルギー水素を使いこなす体系が実現するのである。

③電力利用

水素吸蔵合金電池は既に実用化が始まっており、燃料電池も実用化段階に到達している。

④その他エネルギー以外の分野への利用

メタノール合成、アンモニア合成、石油精製脱硫用等として、今後更に需要は伸展するものと予想される。

§5 むすび——水素エネルギーの実用化をもたらしエネルギーテクノロジードリーム

21世紀の夢のエネルギー水素の実用化は、海外の安価な水力発電、太陽光発電等から水素を製造し、これを化学エネルギーに変換して我が国に輸送する「海外クリーンエネルギー輸送技術」体系が確立したとき、実現できる。そして、この輸送体系は、水力発電等の地点を抱える相手国の政府並びに地域住民の同意により社会的に成立しうるのであり、開発に伴う環境破壊の防止に留意しつつ、国際的共同開発体制と相互協力体制を確立することがドリームを実現する夢工場となるのである。更に次稿において補論したい。



Yumenoshima

夢の島熱帯植物館 訪問記

IAE女性研究員取材チーム

去る2月14日、IAE女性研究員取材チームは、ゴミ処理
余熱を利用した施設であり、デートスポットとしても静か
な人気を呼んでいる、東京都夢の島熱帯植物館を訪れまし
た。“女性の視点から見たエネルギー関連施設”訪問の記、
その第1回目、ということでお送り致しますので、どうぞ
リラックスしてお読み下さい。



Tropical Plant Dome

熱帯植物はわたしたち地球の仲間

熱帯植物と私たち日本人とのかかわりは意外に深いということをご存じですか。例えば、主食のお米。これは熱帯が原産です。ほかにもイモ、トマト、カボチャ、綿、天然ゴム、…数えきれない位です。そして、どれもこれも身近なものばかりです。

熱帯雨林は、こんなにたくさんの資源を供給してくれると同時に地球を宇宙の刺激から守るオゾン層を作る大量の酸素を排出してくれています。ところが近年、森林伐採や酸性雨のために、その面積が減少しているという話をよく聞きますが、これは自分たちの家の屋根に自分で穴をあけているようなものではないでしょうか。

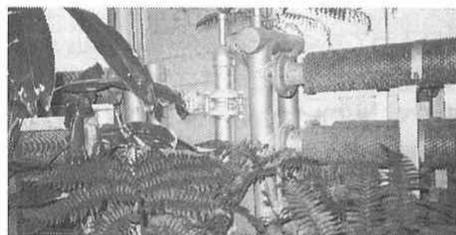
ここ熱帯植物館の植物達は、改めて熱帯の大切さを教えてくれているような気がします。(こうした熱帯植物とのかかわりが、映像ホールやイベントホールで紹介されています。)

余熱利用のしくみ…ゴミのおかげ?

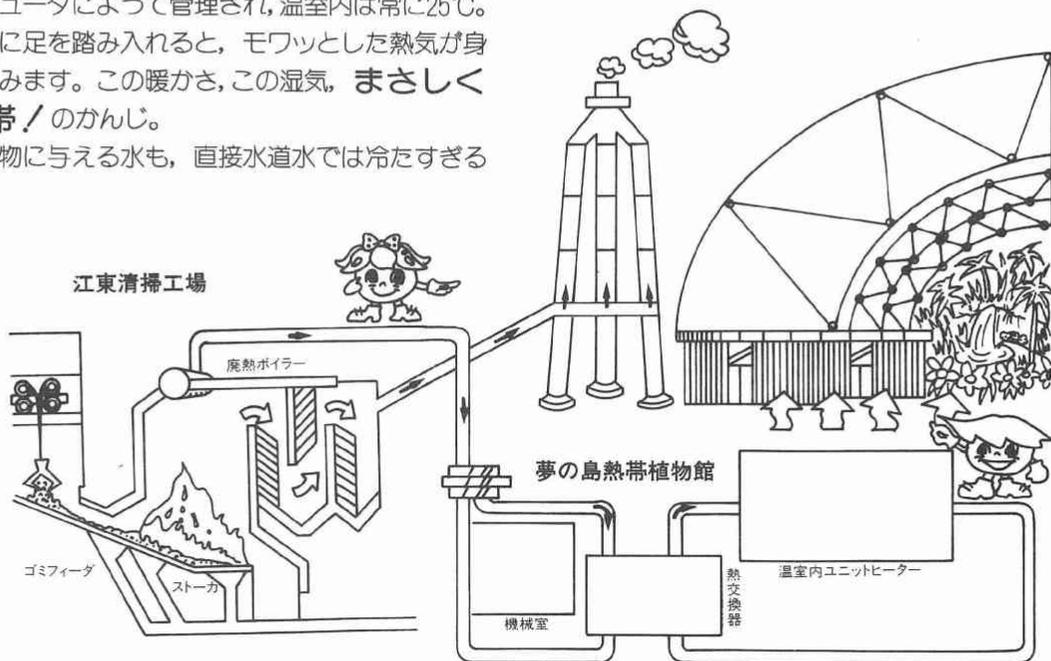
さて、そんな植物館を支えるエネルギー源は隣の江東清掃工場のゴミ焼却熱です。まず、その熱で125°Cの高温水を作り、地下のパイプで植物館の熱交換器へ運びます。ここで水道水に熱の移替えがおこなわれ、70°Cの温水が作られます。この温水を温室内の自然対流型放熱器(右写真)を循環させて、暖房しているのです。(下図)

放熱器を流れる温水の流量調節や窓の開閉はコンピュータによって管理され、温室内は常に25°C。温室に足を踏み入れると、モワツとした熱気が身を包みます。この暖かさ、この湿気、まさしく**熱帯!**のかんじ。

植物に与える水も、直接水道水では冷たすぎる



温室内の自然対流型放熱器



(なお、清掃工場休止中は真空式温水ボイラーを稼働させます)

ため、熱交換器で30°C前後に温めて使用している
そうです。植物への優しい配慮がうかがわれます。

そして、館内の冷暖房にもこの高温水が使われ
ているそうです。では、電気はどこに使われてい
るかといえば、照明等と、設計当初の予想を上回
る入館者があつたことや、最近の外気温度の上昇
のために後から取り付けた冷房機に使われるだけ
なのだそうです。まさに **ゴミのおかげ** とい
うわけです

この、江東清掃工場の余熱を利用した熱帯植物
館は、清掃工場建設の計画が出た段階で、江東区民
への福利厚生施設として同時に企画されました。
同じ余熱利用のプールや運動体育館などの施設も

あり、夢の島に來れば1日楽しめます。夢の島とい
うと“ゴミの島”と、イメージが悪いかもしれま
せんが、実際に行ってみると緑が多く、一帯は広々
とした公園となっていてジョギングしている人達
や散歩をするカップルなど健康的なかんじです。

近年ではこのようなメリットを期待し、またゴ
ミ増加による、ゴミ処理施設の必要性から、清掃
工場建設の誘致をする地方自治体もあると聞かま
す。館長さんのお話では、植物館建設の計画があ
るので参考に見学したい、という申し出が結構あ
るということです。

これから各地に植物館ができて、私たちの目を
楽しませてくれるのかもしれないね。

見どころ紹介

A^{■Aドーム} Dome

大温室に入つてすぐ、そこは熱帯の水辺。シダ
が大きな葉を広げ、水面にはオオオニバスが大
きな葉を浮かべ、トロピカルムード満点！滝をバツ
クに記念写真が撮れます。右のページがそうです。



オオオニバス

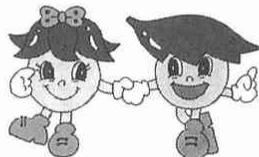
B^{■Bドーム} Dome

滝をくぐり、トンネルを抜けると熱帯地方の人
里に入ります。ここには聞き慣れた名前の作物(例
えば、バナナ、コーヒー、ヤシ、マンゴー等)や、
色鮮やかな花が咲いています。

リョウリバナナ



さあ、いってみよう！



このみちゃん

このはくん

みてみよう！

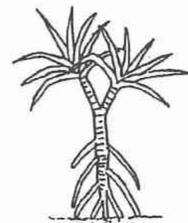
C^{■Cドーム} Dome

ここで一番目につくのは、何
といつてもオオギバショウで
す。一言でいえば巨大うちわ。
こんな植物が地上にあつたの
が、と思うことうけあい。昔、旅
人がこの葉の付け根にたまった
水を飲んで渴きをいやしたこと
から“旅人の木”とも呼ばれて
いるそうです。その大きさの割
に随分ロマンチックな名前が付
いているものだと思います。

また、ここでは小笠原諸島の
植物も必見です。というのも小
笠原は大陸から孤立しているた
め、小笠原にしかない植物が沢
山あるそうです。例えば……ム
ニンノボタン、タコノキ、ヒメ
ツバキ、などなどをここで見る
ことができるのです。ムニンと
は無人の意味で、その歴史を感
じさせます。



ムニンノボタン



タコノキ



流れる滝をバックに館長さんと取材チーム

「最近では、草花が消耗品のように使
い捨てにされていて、とても残念です。
植物を育てることに興味を持って欲しい
です。そのためにも、是非多くの人にこ
の植物館を利用して欲しいですね。楽し
みながら植物に親しめると思います。」

と本間館長さん

取材地に近づくにつ
れ、緊張でこわ張って
いくY.Kさんの顔を
を新鮮な気持ちで拝見
したのでした。

♣K.I

確かに緊張していま
したが、温室に入ると、
森林浴にも似た気持ち
のいい空気のおかげ
で、リラックスできま
した。

♡Y.K

壁の様に広がるオオ
ギバショウ。その葉の
1枚1枚を下から見上
げると、まるで“巨大
生物の島”へ迷い込ん
だ様な錯覚に陥りま
す。夢の島の名のとおり、
現実を忘れること
しばし…

♣N.M

“夢の島”のイメージ
が今回の訪問で全く変
わってしまいました。
ゴミは物の終わりの姿
ではなくて別の物に活
かされる前の仮の姿な
んですね。

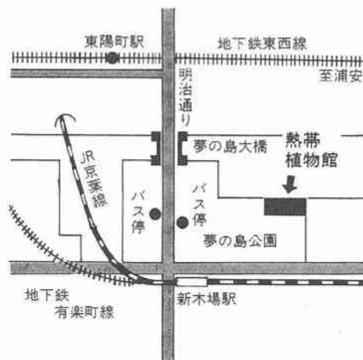
◇A.T

最後に、取材に快く応じて下さった植物館の皆様、本当にありがとうございました。

〈取材メンバー一同〉

インフォメーション

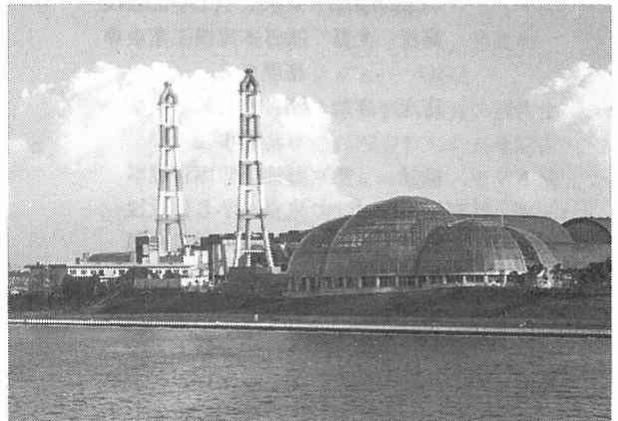
交通案内



- 営団地下鉄
有楽町線新木場下車徒歩15分
- JR京葉線
新木場駅下車徒歩15分
- 都営バス
東陽町から新木場ゆきの夢の島下車徒歩7分

- 入館時間 / 午前9時30分～午後4時
- 料 金 / 一般200円、中学生100
円、小学生以下及び65
歳以上は無料
団体(50人以上)は料
金の80%の額

- 休 館 日 / 年末年始(12月29日～
翌年1月3日)、毎週月
曜日(月曜日が祝日・都
民の日にあたるときは
その翌日)



問い合わせ 東京都夢の島熱帯植物館 東京都江東区夢の島3-2

☎ 03-3522-0281~2

研究所のうごき

(平成4年1月1日～3月31日)

◇ 新役員の選任

任期満了に伴う新役員の選任が、3月19日開催の第34回理事会で行われ、下記のように新役員を選任した。

(任期：平成4年4月1日～同6年3月31日)

新役員

理事長	山本 寛	東京大学名誉教授
(所長)	山本 寛)	
専務理事	吉澤 均	
常務理事	柴田 誠一	
理 事	秋山 守	東京大学工学部教授
"	飯田 孝三	関西電力(株)副社長
"	生田 豊朗	(株)日本エネルギー経済研究所理事長
"	植田 守昭	(株)日本鉄鋼連盟副会長兼専務理事
"	正親 見一	日本原燃サービス(株)相談役
"	窪田 雅男	(株)日本産業技術振興協会副会長
"	近藤 俊幸	電気事業連合会副会長
"	近藤 駿介	東京大学工学部教授
"	柴崎 芳三	(株)日本瓦斯協会副会長兼専務理事
"	鈴木 篤之	東京大学工学部教授
"	鈴木 胖	大阪大学工学部教授
"	関根 泰次	東京大学工学部教授
"	高屋 光吾	(株)日本電機工業会専務理事
"	富永 孝雄	(株)日本自動車工業会専務理事
"	能登 勇	石油連盟専務理事
"	平川 誠一	東京大学名誉教授
"	三井 恒夫	東京電力(株)最高顧問
"	吉野 照蔵	(株)日本建設業団体連合会会長
監 事	加野 英資	(株)日本興行銀行常務取締役
"	長澤 和夫	中部電力(株)副社長

◇ 理事会開催

第34回理事会

日 時：3月19日(木) 12:00～13:10

場 所：経団連会館9階906号室

議 題：

第1号議案 平成4年度事業計画および収支予算(案)について

第2号議案 平成4年度運営費借入について

第3号議案 理事および監事の選任について

第4号議案 その他

◇ 月例研究会

第88回月例研究会

日 時：1月31日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館6階 中ホール

議 題：

1. 平成4年度エネルギー関連予算等について
(通商産業省資源エネルギー庁総務課課長補佐 平野正樹氏)
2. 平成4年度地球環境対策予算について
(通商産業省立地公害局環境対策課課長補佐 川本明氏)

第89回月例研究会

日 時：2月28日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館6階 中ホール

議 題：

1. 原子力による海水の淡水化について
(電力中央研究所原子力総合推進室課長 湊章夫氏)
2. 世界のFBR開発状況
(主管研究員 津久井豊)

第90回月例研究会

日 時：3月31日(金) 14:00～16:00

場 所：霞山会館 うめ・さくら

議 題：

米国の環境問題とエネルギー分析について
(スタンフォード大学教授 ジョン P. ウェイアント氏)

◇ 主なできごと

- 1月10日(金)・第1回CGTハイブリッドシステム調査ワーキンググループ開催
- 13日(月)・第3回原子力発電国際協力懇談会開催
・第5回中小型軽水炉検討委員会開催
- 14日(火)・第1回新型電池電力貯蔵システム導入普及調査委員会開催
・第2回石油の再資源化に関する調査・ワーキング開催
・第2回未利用エネルギーを利用した高効率エネルギー供給システムモデル調査・分科会開催
- 16日(木)・第1回電気自動車用電池：亜鉛-臭素分科会開催
・第2回電気自動車用電池：ナトリウム-硫黄分科会開催
・第4回エネルギー需要予測検討委員会開催
・第2回未利用エネルギーを利用した高効率エネルギー供給システムモデル調査・委員会開催
- 20日(月)・第3回A重油製品品質の適性化調査・海外調査打ち合わせ開催
- 21日(火)・第9回「電力と技術」懇談会・スタディグループ開催
・第2回家庭用電力最適運用機器システム検討委員会開催
・第3回高度負荷集中制御システムシステム分科会開催
・第2回A重油製品品質の適性化調査・委員会開催
・第4回A重油製品品質の適性化調査・海外調査打ち合わせ開催
- 22日(水)・第3回未利用エネルギーを利用した高効率エネルギー供給システムモデル調査・ワーキング開催
- 23日(木)・第2回日本における原子力発電のマネジメントカルチャーに関する調査委員会開催
・第2回高度負荷集中制御システム

- ム検討委員会 専門部会開催
- 24日(金)・第1回原子力熱エネルギー利用基盤研究調査委員会開催
・第2回A重油製品品質の適性化調査・エンジン分科会ワーキング開催
- 27日(月)・第8回原子炉総合数値解析システム実用化調査委員会開催
・第2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開催
- 28日(火)・第4回FBR新技術F/S要素技術評価検討W/G開催
- 29日(水)・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開催
・第10回「電力と技術」懇談会・スタディグループ開催
・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・幹事会開催
・第4回A重油製品品質の適性化調査・エンジン分科会開催
- 30日(木)・第2回HLW制度調査検討委員会開催
・第3回石油の再資源化に関する調査・調査分科会開催
- 31日(金)・第78回原子力プラント運転の信頼性に関する研究会開催
- 2月3日(月)・第6回FBR新技術F/Sプラント概念評価検討W/G開催
- 4日(火)・第2回石油の再資源化に関する調査・委員会開催
- 5日(水)・第11回「電力と技術」懇談会・スタディグループ開催
・第5回A重油製品品質の適性化調査・海外調査打ち合わせ開催
- 6日(木)・第3回「駅ビル型導入モデル構築促進調査」作業会開催
・第3回EDB石炭技術分科会開催
・第5回A重油製品品質の適性化調査・燃料分科会開催
- 7日(金)・第4回未利用エネルギーを利用した高効率エネルギー供給システムモデル調査・ワーキング開

- 催
- 2月10日(月)・第2回CGTハイブリッドシステム調査ワーキンググループ開催
- 12日(水)・第2回電気自動車用電池に関する検討委員会開催
・エネルギーの効率的使用に関する調査・打ち合わせ開催
- 13日(木)・第4回原子力発電国際協力懇談会開催
- 17日(月)・第3回「火力発電プラントからのCO₂回収システムに関する調査」委員会開催
- 18日(火)・第2回原子力熱エネルギー利用基盤研究調査委員会開催
・第8回構造材料の経年劣化特性に関する調査研究委員会開催
- 19日(水)・第5回固体電解質型燃料電池発電システム調査委員会開催
・第4回高度負荷集中制御システム・システム分科会開催
・第4回石油の再資源化に関する調査・調査分科会開催
- 20日(木)・第3回実用発電用原子炉廃炉技術調査廃止措置物量等分科会開催
- 24日(月)・第3回実用発電用原子炉廃炉技術調査廃止措置廃棄物再利用分科会開催
・第2回レーザー濃縮新技術経済性調査委員会開催
- 25日(火)・第3回日本における原子力発電のマネジメントカルチャーに関する調査委員会開催
・第3回高度負荷集中制御システム・ロードマネジメント分科会開催
・第4回非在来型天然ガス調査・コールベッドメタン調査分科会開催
- 26日(水)・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・幹事会開催
・第1回廃棄物発電に係る技術検討会開催
・第5回未利用エネルギーを利用した高効率エネルギー供給システムモデル調査・ワーキング開催
- 27日(木)・第5回石油の再資源化に関する調査・調査分科会開催
・第1回低品位炭から新燃料油の製造技術に関する予備調査・ワーキング開催
- 3月2日(月)・第9回原子炉総合数値解析システム実用化調査委員会開催
・第1回コールベッドメタン資源導入システムの可能性調査委員会開催
・第2回電気自動車用電池：亜鉛-臭素分科会開催
・第3回電気自動車用電池：ナトリウム-硫黄分科会開催
・第2回低品位炭から新燃料油の製造技術に関する予備調査勉強会開催
・第6回A重油製品品質の適性化調査・燃料分科会開催
- 3日(火)・第3回未利用エネルギーを利用した高効率エネルギー供給システムモデル調査・分科会開催
・第4回非在来型天然ガス調査・メタンハイドレート調査分科会開催
・第1・2回非在来型天然ガス調査・打ち合わせ開催
- 4日(水)・第6回中小型軽水炉検討委員会開催
・第3回CGTハイブリッドシステム調査ワーキンググループ開催
- 5日(木)・第3回HLW制度調査検討委員会開催
・第4回「駅ビル型導入モデル構築促進調査」作業会開催
- 6日(金)・第12回「電力と技術」懇談会・スタディグループ開催
・第1・3回非在来型天然ガス調査・打ち合わせ開催
- 9日(月)・第7回FBR新技術F/Sプラント概念評価検討W/G開催
・第5回A重油製品品質の適性化

- 調査・エンジン分科会開催
- ・第6回未利用エネルギーを利用した高効率エネルギー供給システムモデル調査・ワーキング開催
- ・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開催
- ・第3回未利用エネルギーを利用した高効率エネルギー供給システムモデル調査・委員会開催
- 3月10日(火)・第5回原子力発電国際協力懇談会開催
- ・第5回高度負荷集中制御システム・システム分科会開催
- 12日(木)・第4回高度負荷集中制御システム・ロードマネジメント分科会開催
- ・第3回次世代ハウスエネルギー供給利用システム専門委員会開催
- 16日(月)・第3回原子力熱エネルギー利用基盤研究調査委員会開催
- ・第13回「電力と技術」懇談会・スタディグループ開催
- ・第2回廃棄物発電に係る技術検討会開催
- 17日(火)・第5回FBR新技術F/S要素技術評価検討W/G開催
- ・第9回構造材料の経年劣化特性に関する調査研究委員会開催
- ・第2回新型電池電力貯蔵システム導入普及調査委員会開催
- ・第3回高度負荷集中制御システム検討委員会 専門部会開催
- 18日(水)・第6回固体電解質型燃料電池発電システム調査委員会開催
- 19日(木)・第2回コールベッドメタン資源導入システムの可能性調査委員会開催
- 23日(月)・第4回FBR新技術F/S検討委員会開催
- ・第3回メタノール火力発電所の環境影響評価実証調査委員会開催
- ・第3回電気自動車用電池に関する

- 検討委員会開催
- 24日(火)・第2回高度負荷集中制御システム検討委員会開催
- ・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開催
- ・第79回原子力プラント運転の信頼性に関する研究会開催
- 25日(水)・第10回原子炉総合数値解析システム実用化調査委員会開催
- ・第4回「火力発電プラントからのCO₂回収システムに関する調査」委員会開催
- 26日(木)・第3回レーザー濃縮新技術経済性調査委員会開催
- ・第4回HLW制度調査検討委員会開催
- 27日(金)・第4回日本における原子力発電のマネジメントカルチャーに関する調査委員会開催
- 30日(月)・第3回家庭用電力最適運用機器システム検討委員会開催

◇人事異動

○3月31日付

(退任)

プロジェクト試験研究部

主任研究員 牧内達夫 (出向解除)

プロジェクト試験研究部

主任研究員 矢島宏一 (出向解除)

◇海外出張

- (1) 吉江照一主管研究員は、海外の非在来型天然ガス・コールベッドメタンに関する開発動向の調査のため、1月5日から1月19日の間、オーストラリア、ニュージーランド、ベネズエラ、アメリカへ出張した。
- (2) 赤田卓己主管研究員は、欧州における内燃機関用A重油相当油の使用実態及び当該油使用のディーゼルエンジン技術開発動向の調査のため、2月9日から2月21日の間、イギリス、ドイツ、オーストリア、フィンランド、フランスへ出張した。
- (3) 黒沢厚志研究員は、原子力シミュレータの

研究開発動向調査のため、2月18日から2月26日の間、フィンランド、スイスへ出張した。

- (4) 栗山和重主任研究員は、IAEAシンポジウム打合せのため、2月24日から3月2日の間、オーストリア、スイスへ出張した。

- (5) 蛭沢重信主任研究員は、放射性廃棄物対策に係わる法制面等に関する調査のため、3月9日から3月20日の間、スウェーデン、フランス、スイス、カナダ、アメリカへ出張した。

第 14 卷 通 卷 目 次

VOL. 14, NO.1 (1991. 4)

水素エネルギー技術文明時代を目指して

.....日石テクノロジー(株) 代表取締役社長 鹿 島 實.....	1
欧米における自動車の大気汚染防止対策の動向	古 沢 貴 和..... 2
——ガソリン自動車編——	
欧米における自動車の大気汚染防止対策の動向	田 村 啓 一.....12
——ディーゼル自動車編——	
わが国の新しい自動車排出ガス規制について	片 山 優 久 雄.....25
平成3年度のエネルギー関連政府予算の概要	渡 辺 弘 美.....36
地球環境産業技術研究開発について	新 井 憲 一.....40
ウィーン便り	辰 田 昌 功.....43
研究所のうごき	44
第13巻通巻目次	48

VOL. 14, NO.2 (1991. 7)

若者にとって力あるエネルギー産業へ

.....資源エネルギー庁 長官官房審議官 末 広 恵 雄.....	1
米国における原子力発電プラントの許認可更新の動向	敷 地 明..... 2
“シミュレーション・マルチコンファランス1991”に参加して	黒 沢 厚 志.....16
リン酸型燃料電池の開発動向	松 葉 明
	加 賀 城 俊 正.....25
自動車安全規制と電気自動車	宮 崎 拓 郎.....44
平成3年度通商白書の概要	那 須 野 太.....61
研究所のうごき	74

VOL. 14, NO.3 (1991. 10)

21世紀への松明をかざして	財エネルギー総合工学研究所 専務理事 吉 澤 均..... 1
地球温暖化の防止技術—CO ₂ 回収・処理技術を考える	加 賀 城 俊 正..... 2
ウェイト・フォーラム'91パネル討論会	
高レベル放射能廃棄物の処分と長期の安全確保—科学とコモンセンス—	蛭 沢 重 信.....15
リスク・マネジメント—コミュニケーションの「場」と決定の「場」—	浅 見 政 江.....26
わが国の開発途上国協力の現状—エネルギー分野を中心として—	山 崎 宗 重.....33
研究所のうごき	77

VOL. 14, NO.4 (1992. 1)

【巻頭言】 玉と石	財エネルギー総合工学研究所 理事長 山 本 寛..... 1
次世代高性能電気自動車の開発可能性	石 谷 久..... 2
インドネシアの現状と科学技術政策	松 井 一 秋.....22
電気自動車普及計画について	上 戸 亮.....32
平成4年度のエネルギー関連政府予算の概要	福 永 哲 郎.....40
平成4年度の地球環境技術関連予算の概要	守 屋 猛.....42
「グランドソーラーチャレンジ」事業の展開について	吉 澤 均
	板 本 直 樹.....46
研究所のうごき	51
行事案内	55

「季報エネルギー総合工学」の充実刷新 について（編集後記）

季報編集委員会

当研究所は、お蔭をもちまして、平成4年4月1日をもって、設立14周年を迎えました。これを機会に当研究所の調査研究等事業の更なる発展を期し、平成4年度より機関誌「季報エネルギー総合工学」の編集刊行について充実刷新を図ることにしましたので、概要を紹介いたします。

1. 編集方針の充実

(1) 刊行の目的について

季報刊行の目的については、従来どおり、

① 賛助会員に対する当研究所の調査研究等事業の報告、紹介

② 官公庁、学術団体、エネルギー関係機関等に対する当研究所の調査研究等事業の紹介、周知

とします。

(2) 記事編成について

従来は機関誌としての性格から、当研究所の調査研究等事業の報告、紹介関係の論文が中心でしたが、今後これらの論文記事に加え、エネルギー情勢に関する対談や随想等ソフトな読物記事を適宜掲載することとしました。

掲載する記事の項目及び内容は次のとおりとし、適宜選択して各号を編成します。

① 巻頭言

斯界のオピニオンリーダーの方々、主に当研究所事業への期待、抱負等を述べて頂くものですが、粹取りを行い、執筆

者の顔写真を掲載させていただきます。

② 国、NEDO等における関連施策を紹介する論文

③ 所内調査研究事業の内容を紹介する論文

④ エネルギーを巡る内外情勢、エネルギー技術研究開発動向等についての紹介、解説

⑤ 当研究所所員の海外出張報告

⑥ 対談ないし座談会

エネルギー情勢やエネルギー技術研究開発動向等に関連するテーマで、有識者による対談ないし座談会を企画します。

⑦ 施設訪問記、随想その他

この記事こそ、前記⑥のなかの理事長対談と並んで大塚益比古編集責任者の発案による編集刷新（ソフト化）の目玉でありまして、当研究所の誇る8人の女性研究員（通称「エイト・ピーチズ」）の完全自主企画による「エネルギー関連施設訪問記」であります。回を重ねる毎に充実したものになるものと期待されています。

随想は「エネテクトリーム21」シリーズとして、その時点でのエネルギー分野の難題について、技術突破のアイデアを探ろうとするものです。「タラ・レバ」を置いたとき、如何なる夢が描けるか勇敢にチャレンジしてみるものです。

⑧ 「研究所のうごき」

従来どおり、当研究所における人事異動、月例研究会、エネルギー総合工学シンポジウム準備状況、各種会議の開催状況等について紹介します。

⑨その他

(3)表紙・背表紙等について

- ①表紙のデザインは、当誌が当研究所のイメージ伝達手段であることから、当面変更しないこととしました。
- ②背表紙には、機関誌の名称、巻番号、発行年月を入れることとし、整理の便を図ります。
- ③各論文、記事に関し原則として執筆者の顔写真、所属名を掲載することとします。勿論、若干ながら原稿料もお支払い致しますので、外部の方もふるって寄稿して下さいをお願いします。

2. 本号(Vol. 15, No1.)における新企画

(1)巻頭言

当研究所と密接な関係にある財電力中央研究所理事長依田直氏より巻頭言を寄せて頂き、身のひきしまる思いです。

なお、題字「巻頭言」は前号(Vol. 14, No4)より当研究所山本理事長夫人種子様の筆によるものです。

(2)山本理事長のエネルギー対談

充実刷新第1号である本号では、まず嚆矢として、「山本寛理事長のエネルギー対談」(その1)を企画しました。「ライフスタイルとエネルギー」をテーマに、共同通信社科学部長田村和子さんとの知性溢れた対談をまとめることができました。

なお、編集委員会としては「山本理事長のエネルギー対談シリーズ」として今後とも企

画を重ねていく考えです。

(3)IAE女性研究員取材チームによるエネルギー施設訪問記

第1回は東京都夢の島熱帯植物館訪問記です。「女性の視点から見たエネルギー関連施設訪問記」と銘打つように、その「超感性的」記述は極めて新鮮な感動を与えるものとなっています。第2回以降のシリーズが更に楽しみです。

3. 編集刊行体制の確立

(1)所内編集委員会の発足

「季報エネルギー総合工学」の編集刊行を所を挙げて遂行していくため、所内編集委員会が、平成4年1月発足しました。

・委員長：専務理事

・委員：総務部長、経理部長、企画部長、プロジェクト試験研究部長及び同部各部長、エネルギー情報センター長

また、委員の中から「編集責任者」としてエネルギー技術センター長(大塚益比古)が指名されました。従来同様、編集の実務の指揮に当たります。

(2)企画部による編集業務の支援

①対談、座談会等の企画立案とその実施の支援

②外部執筆者の内諾取得の分担

等において、企画部は編集業務の支援を行うことになりました。

なお、季報の編集刊行に係る具体的実務(所内外の執筆者への執筆依頼状の作成、発信、印刷会社との折衝、季報の発送等)は従来どおり総務部で行います。

4. おわりに

お蔭をもちまして、「季報エネルギー総合工学」は、本号 (Vol. 15, No1.) をもって通巻第55号 (昭和53年度は2号のみ, 昭和54年度以降は毎年度4号を刊行) となりました。

編集委員会一同, 工夫をこらしながら季報の編集刊行に取り組んでいく決意でありますので, 皆様方の御高覧, 御叱正の程よろしくお願い申し上げます。

(文責: 季報編集委員会委員長

専務理事 吉澤 均)

季報エネルギー総合工学 第15巻第1号

平成4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