

エネルギー・資源研究会 新春座談会

エネルギーの今後の課題と対応



エネルギー分野の諸問題

茅：お忙しいところを大変ありがとうございました。きょうは「エネルギーの今後の課題と対応」ということで、各界の皆様にお集まりいただきまして、少し議論をいたしたいと考えています。

現在、我々はいろいろな問題を抱えているわけですが、そういった現状を踏まえて、これから将来2000年、さらにはそれ以後といった、やや長期的な形でエネルギーの各分野について、どんな問題があり、それに対してどのように対応しようと考えているかということについて、いろいろご意見を伺えたと考えております。

まず現在の諸情勢を見ますと、いろいろ気になる問題が出てきています。

1つは、どなたもよくご存じの石油情勢でございますが、これは悪い情勢だけではなくて、いい面もあるわけです。イラン・イラク戦争が終結して、中東の石油供給という点に少しいい面が出てきました。そのせいかどうか、石油価格が下落に転じて、先物では10ドルを切る相場が出ています。また、ショック療法という話もありますけれども、サウジがスイング・プロデューサーといえ感覚を変えて、生産増加に転じた。この

● 出席者

梅津 照裕

(財)電力中央研究所 常務理事

片岡 宏文

東京ガス(株) 専務取締役

佐々木史郎

東京電力(株) 取締役 原子力事業本部
副本部長

田川 重夫

新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事

(司会) 茅 陽一

東京大学工学部電気工学科教授

ことは需要家側から見ればみんなプラスの材料にも見えるわけです。しかし、一方においては、この間の北海事故のような悲惨な事故もありましたし、まだ石油の供給もすっかり安心だというわけにはいかないと思います。

2番目は、最近、地球環境問題というのが非常に大きな問題になっています。特に問題になっているのは温室効果です。温室効果に対して、従来は、こういうものが将来あらわれてくるのではないかということだけが議論されていたんですが、特に一、二年の範囲でその対策論が急浮上しています。これは当然、エネルギー政策に大きな影響を与えております。

3番目は、原子力の問題ですけれども、TMIとチェルノブイリという2つの大きな事故の背景に、欧米といいますよりは、特にヨーロッパを中心にして、反原子力という考え方が表面化しています。それが日本にも飛び火をしたのか、あるいは自然に出てきたのかわかりませんが、いわゆるヒロセ・タカシ現象といったものが生じて、これが原子力の開発に非常に大きな問題を投げかけています。

このほかにもいろいろあるかと思いますが、そういった状況の中で、今後のエネルギーをどのように進めていったらいいかというのは、各エネルギー産業の方々、あるいはエネルギー開発に携わるの方々にとって大きな問題だろうと思います。

そういうことで、まず、自分たちにとってはこれが非常に重要な問題であると思うということから、少しご意見を伺いたいと思います。最初に東京電力の佐々木さんのほうからいかがでしょうか。

原子力はやはりエネルギーの柱

佐々木: 今、先生のほうからお話がありましたヒロセ・タカシ現象、ヨーロッパの反原発の動きですけれども、日本で反対派の方が議論されている中で不思議に思いますのは、それでは日本のようにエネルギーのない国で、将来、原子力以外のどのようなものでエネルギーを供給していくかというお話が全然ないという点で、これが大きな特徴になっています。

ヨーロッパではイタリア、オーストリア、それぞれ原子力についてモラトリアムという形になっていますけれども、実際にそうなってきたところを調べてみますと、いずれも政治的な要因が非常に大きくて、エネルギー問題というよりもむしろ政治問題でそういうこ



茅 陽一氏

とになったということがはっきりしております。

スウェーデンは2010年までに今あります12台の発電所を全部とめるということになっておりますけれども、チェルノブイリの後には、原子力をやったことが「よかったか悪かったか」ということでの統計で、「よかった」という人がかなり少なく30%程度だったわけですけれども、最近の統計では「原子力発電をやったよかったと思っている」という人は50%以上に増加しています。

そういうことで、先ほど先生がおっしゃいましたけれども、ヨーロッパではチェルノブイリの大きな動揺から落ちついた状態に戻っているんですが、日本ではチェルノブイリの直後、あまり大きな騒ぎがなかったのに、その後、動揺が非常に大きくなってきた。これがさっきおっしゃいました『危険な話』という広瀬さんの書かれた本をめぐる、違った形の動きが出てきたということになるわけです。その中に、ご婦人層あるいは若い人のいろいろな原子力反対の動きがあります。

ただ、これも見方によりましては、現在の巨大技術、先端技術への批判や今の豊かな生活への反省というような文明論的な見方をされる方もおられますけれども、いずれにしても最初に申し上げましたように、それでは原子力なしで、将来のエネルギーを一体賄えるのかということになりますと、とても無理なので原子力が将来のエネルギーの大きな柱となっていくということは間違いのない事実だと思います。

もう1点、最近、不思議に思いますのは、昔は、例えば石油、石炭、あるいはLNGの資源は、地球上では当然有限であるということが議論されておりましたし、それに対してどういう代替エネルギーをつくっていくかというのが伝統的な議論だったんですけれども、最近はかなり豊富なエネルギーの供給があるということ



・ 佐々木史郎氏

から、そういう議論が皆様の口にも全然上がらないという、将来のエネルギー問題を真剣に論ずるには、前と少し違った環境にもあるかと思えます。

ですから、私どもの豊かな生活を続けるという点からいきますと、私は長年原子力をやっているせいもあるんですけども、原子力の大きなエネルギー源としての位置は将来にわたって当分揺るがないものではないかと思っております。

茅：片岡さんはいかがでしょうか。

長期的視野と技術開発

片岡：私も原子力は不勉強で、佐々木さんがおっしゃったことがたぶん一番当っているのではないかと思います。茅先生もおっしゃるように、イラン・イラク戦争が終わったということばかりではないんでしょうけれども、中東地区で今、油を経済拡大の源にしたいという国が多く、やや原油の生産をふやす方向に動き始めていて、何となく市況が軟化しているというか、油のプライスがややアブノーマルに下がっているというのが現実ですから、そんな条件が長期的な物の考え方を少し損なっているような時期にあるのではないかと思います。

本当に長期的に考えると、地球の温室効果にしても、環境汚染の問題にしても、我々技術屋としてはかなり謙虚に受けとめて、相当先を考えた手当てだけはおこななければならない時期にあると思います。原油の状況が今のような形でしばらく推移してしまうと、その辺の技術開発を含めた本当に大事なことが少しカモフラージュされてしまう恐れがあるのではないかと思います。実際的には気になっております。

茅：私も今伺って思ったんですけども、原子力P

Aの話はずいぶんあちこちで言っているんですが、資源の有限の話というのが出てきたことはほとんどないですね。どこで消えてしまったのかわからないんですが……。

梅津さんは電力技術の開発に携わっておられますが、そういった面から見ると、今の問題もそうでしょうかけれども、どういう問題が今後の大きな問題であるとお考えでしょうか。

エネルギーの制約条件

梅津：司会者の茅さんからご提案の、これからのエネルギー問題については、特に2000年、2030年、2050年という先を見たときの一番大きな制約要因は、やはり、石油資源問題、特に石油コストの問題、地球環境問題、原子力PA問題、この3つだと思います。

そのような問題の制約のほかには何かあるかといいますと、割に自主的に対策の立つような問題として、電力分野について言えば、電気の質の問題に関連して、例えば系統がかなり巨大化していますから、大規模停電のような信頼性の問題とか、瞬時停電の問題とか、日本では特に負荷率がどんどん下がっていくということに対応する問題がありますがこれらはすべてある意味ではかなり努力すれば解決がつかます。

しかしながら先ほど言われたビックスリーの石油資源と地球環境と原子力PAはなかなか先行きが不透明なところがあったり、経済的にそういった対策が立てられるかどうかという点では非常に難しい問題をはらんでいると思います。そういう意味で、この三つはビックスリーの制約条件ではないかと考えます。

特に石油資源問題は、最近あまり話に上らなくなってきたということですが、いろいろと乱高下をしていなが



・ 片岡 宏文氏

らでも、1995年以降になると、OPECの主導権は、ある意味では生産量との関係が高まってくるし、したがって、原油価格は、今バレル当たり10ドルを割るとかという乱高下はいろいろありながら、1995年ごろには当然急激な上昇をして、2000年で実質30ドルぐらい、2030年では50ドルぐらいになるのではないかという考え方はやはり妥当ではないかと思っています。

それから、地球環境問題については、一番解決のつかないのはCO₂問題だと思いますが、その前に酸性雨問題も控えている。酸性雨問題は日本は模範国で、ある意味では技術的な解決、方法論はめどがついている。ところが、CO₂の技術的解決はどうもまだめどがつかないし、どういう対策で解決していくかというのは幾つかのことが考えられております。

例えばサンゴなどを使いました海中の固定化の技術を用いるとか、直接化学的な回収法をとるとか、バイオテクノロジーを活用するとか、あるいはクロレラ生産にCO₂を積極的に活用しながら減らしていくなど幾つか考えられているけれども、いずれも経済的には成立性困難というのが現状だと思います。

では、省エネルギーで対処できるかということ、今、その限界について検討中ですが、省エネルギーについては日本がむしろ一番模範生で、アメリカとかソ連はかなり効率の悪い使い方であって、これを日本並みに持っていただくでも大変なことだと思います。茅先生が出席されたカナダ国際会議での提言のように、2005年にCO₂発生量を20%削減なんていうのは果して可能なのかどうか、この辺が実は我々も頭を痛めているところでございます。このCO₂問題は、ともかく日本としても本気になってどう対応していくか考えなければならぬ時が来ていると思います。ある意味でいうと、日本の最適電源構成はいかにあるべきかという問題に当然かかわってくるのではないかと思います。

原子力PAについては、佐々木さんのおっしゃるとおりで、私としては余り言うことはありませんが、技術開発の面からちょっと補足をさせてもらおうと、私自身の答えとしては、やはり原子力が日本でいえばエネルギーの中での主流の柱とすべきであり、フランスの条件と似ていると思います。

それにしてもパブリック・アクセプタンスは絶対に考えなくてはいけないと思います。それを技術開発面でのどのような問題としてとらえるかということですが、1つは、大きな意味では安全の問題として、将来は理想的な超安全炉の開発を目指すべきではないかと思



・ 梅津 照裕氏

ます。私が考えていますのは、将来の究極型としてはFBRで金属燃料の、かつ燃料無交換型の超安全性を持った炉という方向で将来を目指す。現状ではそれは無理ですから、そのような理想を持って技術開発すべきだし、一方、放射能の問題としては、長半減期核種の問題に対して群分離、消滅処理を技術的にもかく解決してしまう。

もう1つは、もっと積極的な意味合いで、多少の、つまり現在の自然放射能の100倍ぐらいまではむしろ放射能はプラスの効果を持っているというホルメシス効果のメカニズムがまだしっかりわかっていないようですが、この問題をはっきり理解してパブリック・アクセプタンスが得られるなら、この問題はぜひぶん変わってくるだろうと思います。これらは時間がかかる問題だと思いますが、ステップバイステップに研究開発しながら、今の問題に対処していったらどうだろうかと考えております。

茅：新エネルギー開発という立場でいっていらっしゃる田川さんのほうは、どのようにお考えでしょうか。

田川：将来のエネルギーを考えます場合に、茅先生がおっしゃいましたように、石油の情勢と環境問題の2つは大前提となる問題でございます。

石油情勢はご案内のように、オイル・ショックの後、グラツな状態が今なお続いているわけですが、その結果として、先進国は順調な経済的な発展をしますと同時に、発展途上国が油が安いということ急速な成長をしてまいりました。

殊に今後の状況を考えますと、NIES初め、中国、インドといった人口の多い国がこれから経済発展をするということ、そういった人々が先進国を見習って油を使われるということになりますと、将来、油の情勢は大変なことになるのではないかと考えられるわけです。

先ほどからお話が出ておりますように、1990年代の前半、あるいは1995年ぐらいからOPECの支配力が高まりまして、安定的なエネルギー需給に支障を来すのではないかと危惧するところです。

もう1つの環境問題でございますけれども、CO₂は皆さんご案内のように、トロントの会議で10%は省エネで、10%発生減で対処するということが言われたわけでございますが、殊にアメリカあたりではCO₂の影響を大きく受けるわけで、『ニューヨークタイムス』とか『ワシントンポスト』では、日本以上に大きな問題として取り上げられております。石炭でも何でも燃しますとどうしてもCO₂は出るわけでございますが、現在のエネルギー供給は、やはり経済性が中心になっておりますが、将来のエネルギー供給を、経済性だけで考えるとCO₂はどんどん増加しますので、経済性の他にCO₂発生量の多寡をエネルギー供給の評価基準に考えなければいけないのではないかと思います。

私どもの立場から申しますと、CO₂を排出しないレニウアブルエナジーの開発は一層高めなければいけないのではないかと考えています。

茅：今まで一わたり皆様に問題を出していただいたんですが、大体何が問題かということについてはほとんどコンサスがあるように思うわけです。

その前提に立ちまして、では、具体的に何をしていくのかということについていろいろお伺いしたいものですが、まず一番最初に出てまいりますのは、新エネルギーあるいは代替エネルギーの開発が研究開発という面から見れば非常に大きな問題だと思います。その面について少しご意見をいただきたいと思うんですが、先ほど原子力の話が幾つか出まして、梅津さんのほうから超安全炉という問題も出ましたが、まず原子力というのは今後どういう技術に中心を置いて持っていくべきか、佐々木さんのほうからご意見をいただけますでしょうか。

原子力の今後

佐々木：今、世界で発電をしています主流の原子力発電所の炉型は軽水型の炉で、普通の水を使っている炉ですが、この炉がやはりここ数十年は続くのではないかと思います。原子力の場合、計画にも時間がかかりますし、慎重に設計をレビューして発電所をつくっていくということになりますから、常にかなり長期の計画作業が行われております。先ほど梅津さんがお



・ 田川 重夫氏

しゃった高速炉は、コスト面で軽水炉の後で、現在ではだいたい先の2030年ごろに商業化するのではないかと、ということで、2030年ごろまでの炉の開発のシナリオは一応あるわけです。

今、非常に力を入れてやっていますのは、それをサポートする原子燃料サイクルですが、これは濃縮、再処理、廃棄物の処分ということになってきます。そういう形でのものができることで、最初に申し上げたように、軽水炉から高速炉へのシナリオの展開が可能になりますし、高速炉が展開することで、電気だけですけれども、数百年ぐらいのエネルギー需要は原子力で賄うというようなことを一応考えております。

今、先生からお話のありました、梅津さんもおっしゃった超安全炉——こういう安全炉は概念がたくさんあるんですけども、いずれにしても目標となるところは、炉に附属する固有のもので十分安全に反応をとめ、原子炉を冷やして、多量の放射性物質を事故の場合に出さないということだと思います。それは今の軽水炉でも実際にそんなんです。

ソ連でチェルノブイリのああいふ事故が起こった。炉が軽水炉とは非常に大きな違いがありますし、もともとソ連の炉は設計に問題があったわけですが、その辺の議論なしで、ソ連に起こったから日本に起こるということで、軽水炉そのものが心配だという方がふえておられますが、実際に軽水炉が今の時点でも十分に安全であるというのは断言できると思います。

ですけれども、これから遠い将来を考えましたときに、大容量のものをこれからもずうっと開発していくのが、本当に我々のエネルギー供給の上で一番いい道なのかどうかということで、もう1つの道が小型炉です。また安全性を容易に地元の方に理解していただけるようにするという方向が小型安全炉で、私はどちら

かという「汎用安全炉」という言葉のほうがいいのではないかと思いますけれども、そういう方向があると思います。

それをサポートするには、もう一つ、放射能の影響のメカニズムの研究を強力に進める必要があると思います。先ほど梅津さんもおっしゃったホルメシス云々ということもありますが、放射能の影響、あるいは障害が起こった場合に、そのメカニズムが判り、それを治していくということが将来できるとしますと、現在、ご婦人方がいろいろ心配されておられる放射能の影響が何も知らない子供に及ぶとか、あるいは孫にまで影響するとか、そういったことにはならないとはっきり具体的に言えることになります。そうなる、原子力も本物の形で社会に入ってくることになるのではないかと思います。

茅：原子力の問題はまだいろいろ議論が出てくるわけですが、ほかのことも少し伺いたいと思います。

田川さんは新エネルギー開発機構ということで、いろいろなエネルギーをやっているわけですが、ところが、私どもの目から見ますと、どれもこれもなかなか難しい面がある。例えば石炭は、先ほどの梅津さんがおっしゃったような酸性雨の問題とか、あるいはCO₂の問題がある。天然ガスはいいかもしれないけれども、量がそれほどあるわけではない。また、インフラストラクチャーが要る。太陽は大変きれいに見えるけれども、コストが高い。帯に短たすきに長しという感じがするんですが、この辺の開発の方向はどのように考えていらっしゃるのでしょうか。

新エネルギーの開発と実用化

田川：太陽はご案内のように、利用方法としましては直接熱を利用する方法と、太陽電池で光発電するのと2通りあるわけですが、熱利用のほうで申しますと、家の屋根に乗っけますソーラーシステムは現在30万以上普及しております、現状の油の状況ですと、経済的に成り立つとは言えませんけれども、将来を考えますと、非常に重要なエネルギーソースではないかと考えているわけです。さらに熱利用でございますと、15度の一定温度の倉庫技術は完成しまして、現在、研究をしておりますのは-5度とか-15度とか、あるいは高いほうの200度というような熱利用の方法です。

また、水素貯蔵合金で熱を蓄えるとか、あるいは水素貯蔵合金で熱を輸送するという研究もしています。

これも将来の油の価格いかんでございますが、十分実用化し得ると考えているわけです。

もう一つ、光発電のほうでございますが、これもご案内のように、10年前はほとんどなかったものが、昨年日本の生産量は1万2,800キロワットぐらいになり、最近ではアモルファスで10%以上、結晶型で15%以上という効率が得られているわけでございます。現在勉強しておりますのは、アモルファスと薄膜の多結晶、あるいはアモルファスと化合物半導体をタンデムにしまして、波長を幅広くつかまえて効率を大幅によくするという方法です。

更に、従来、分散的に光発電を設置することが普及しますと電源のない配電系統に電源が入ってくるといことで、系統技術上の制御とか、保護とか、高調波とか、の技術上の問題点を勉強しております。今日の油の情勢では、茅先生がおっしゃいましたように、いずれもすぐは実用化できませんけれども、1990年代以降のエネルギー源の一つとして重要になってくると考えているわけでございます。

梅津：日本だと一番実用化が見込まれるのは、住宅みたいな小規模のところと、電気事業者で考えれば離島ぐらいということですかね。

田川：ええ。現在、ドラム缶で油を運んでいるような離島等ではエネルギー価格は高いわけですが、このような所ではソーラーシステムの経済性はかなり高まっています。従って、そういった現在の供給コストの高い場所から徐々に普及していくと考えます。

それから、石炭でございますが、石油と違しまして、確認埋蔵量が多いということ、政情の安定した国に広く存在しているということで、将来の日本のエネルギーを考えます場合に、原子力と並んで必要欠くべからざるものだと思います。

現在、実用化されておりますのは、電力で見ますと微粉炭燃焼でございますが、これは公害問題を含めまして、ほとんど技術的問題は解明されております。しかし、それだけではなくて、CO₂にも絡みまして効率よく燃焼させるということで、流動床燃焼技術のパイロットプラントは現在順調に進んでおりまして、20万とか30万程度の中規模の火力発電用としてはすぐにも実用化し得る段階にあります。石炭と一口に申しましても、性質が多様でございますが、微粉炭燃焼にむくものもあれば、ガス化とか液化して使うのがいいという石炭もあるわけでございます。

ガス化につきましては、石炭ガス化複合発電（コン

バインサイクル)の200t/dayのパイロットプラントに現在着手したところですが、効率が在来の微粉炭燃焼よりいいということ、公害面で非常に有利だということで、電気事業におかれましても21世紀の主要な石炭利用技術の1つとして考えておられるということではないかと思えます。

もう1つ石炭液化でございますが、これもご承知のように、1913年だったと思えますが、ドイツで初めて液化の特許が得られまして、第1次大戦中のドイツの飛行機の燃料はほとんど石炭からつくっていたという事実があるわけでございます。戦争が終わりまして、その技術はアメリカとソ連に持っていかれまして、日本でも昭和30年代の前半までは石炭の液化技術は非常に勉強していたわけですが、30年代以降、油の全盛期に入りまして、中断していたわけでございます。

現在もそうですが、2000年以降のエネルギーの需給見通しで各方面の方が言っておられるのは、総エネルギー量の20%ぐらいは将来輸送用燃料としても必要でこれはどうしても流体でなければならず、ガソリン等々が必要であるわけですが、将来ともそれは全部油だということでございますと、OPECの支配力が高まりました場合に、石油がなくても代替供給の方法があるということで、OPECに対する交渉の武器になるという意味でも、石炭の液化技術は完成させておかなければいけないと考えます。

もう1つ、2000年以降、水素エネルギーはクリーンで重要だということに見られており、石炭から水素をつくるという技術も勉強に取りかかっているところでございます。

超電導の開発

茅：新エネルギー、代替エネルギーについて一わたりのご意見をいただいたんですが、こういうことに直接間接に絡んできそうなのが、最近話題の超電導です。最近、超電導工学研究所というのができて その開発に力を入れるという段階になっておりますが、超電導の開発という問題については、梅津さんはいかががお考えですか。

梅津：超電導をエネルギー分野、つまり電力分野で使うという面で行くと、大体5つぐらい利用の面が考えられているように思います。

第1に発電機、第2に、ケーブル、第3が変圧器、第4が、揚水発電にかわる大規模電力貯蔵、第5がこ

れも電力貯蔵ですが電力系統の安定度をよくするのに用いられる、小規模分散型電力貯蔵があげられます。このように大体5つぐらいの応用があります。

あるところでは、電力貯蔵が将来には一番活用できるのではないかという話がありますが、私の意見では大規模貯蔵という面で行くと、今の技術から見ると、岩盤の強いところで、しかもかなり大規模の面積がなくてはできないので、日本での適用は地盤的にある特殊地域に限られる。それ以外のケーブルとか、発電機、変圧器、といったものは、基本的には小型化できる、経済性が非常によくなる、という2つの長所で、見込みが出てくるだろうと思えます。

ケーブルは、従来のヘリウム温度領域のケーブルは日本では成立困難というのが結論として出るようで、最近できた高温超伝導、つまり液体窒素領域冷却の超伝導でない、経済性なるものが見込めない。これによると、都市内のケーブルは、かなり革新的な変化をもたらす。例えば27万5,000ボルトの都内地下変電所は省略できますから、ずいぶん経済性が出てくる。このためには、高温超伝導材料の線材化というのがブレークスルーすべき重要課題です。

ただ、ケーブルはその中でも比較的容易のようですが、変圧器とか発電機の交流超伝導材料の線材化がまさにこれからの挑戦領域ではないかと思えます。発電機について現在考えられているのは、発電機の直流励磁部分の超伝導化で、かつ液体ヘリウム冷却領域の超伝導であります。我々は将来交流部分も含め、かつ液体窒素冷却領域での超伝導化、いわゆる「全超伝導発電機」の抜本的な開発を目指しています。特にそういった技術は日本の最も得意とするところですから、これが突破できたら、電力システムの系統構成もかなり変わってくるだろうと思っています。

分散電源とコージェネレーション

茅：新しいエネルギー、新しい技術の開発は大変に興味のある問題ですが、それに絡んで、最近の流れの中で重要だと思われるのは、分散電源とか、分散エネルギーシステムとか、コージェネレーションという一連の問題です。これに関しては電力会社はもちろんですが、ガス会社が大変力を入れていらっしゃるわけです。これにはご承知のように電力とガスの競合という問題もございますし、系統とどうやって連携するかという問題もございます。それから、熱の需要と電気

の需要をどう整合させるかという問題もありますし、いろいろあると思うのです。こういった全体をひっくるめまして、ガス会社としてはどのような開発のやり方を考えていらっしゃるのか、片岡さんのほうからお話をいただけますでしょうか。

片岡：コージェネレーションはガス会社の側から見ると、ガスという燃料の潜在的な価値を、ただ燃焼して熱をとるということではなくて、熱機関を動かしながら、電力というエネルギーと熱エネルギーとあわせてとるという意味では、新しい付加価値が引き出せるということで非常に興味を持っています。

こういう熱機関は、ガスエンジンにしても、ガスタービンにしても、ハードウェアの技術が非常に向上してきて、リライアビリティが上がってきております。そういうニーズは昔からあったんですけども、現実的な商品として世の中に出るのは、ようやく今そういう時期が来たのかなという感じがしております。将来は、スターリングエンジンにしても、セラミックエンジン、セラミックガスタービンにしても、高温側で熱機関が動かせるようになれば、当然、仕事の効率の高い方向に向きますから、未来の可能性はさらに大きくなるかという期待もしているわけです。

我々のほうは、きょうは石油会社の方がいないので、欠席裁判で我田引水を言っっては申しわけないんですけども、天然ガスは、乱暴に言うとも2030年ぐらいまでは石油をかなり上回って、当面のエネルギーの需要を満たす現実的な方法だなというように確信していました。CO₂問題にしても、あるいは全体的な公害問題にしても、石油よりはいいわけです。ただ、それを超えた時点では、もう少し別のことを考えなければいけないと思っています。

そういうスパンで見ると、先ほど佐々木さんのおっしゃったように、将来の非常に合理的な原子力発電あるいは原子力エネルギーが利用できるまでのつなぎとしては、手近な天然ガスを使いながらコージェネレーションということで、電気も含めてトータルのエネルギーの合理化に寄与できるというところは、何とか担っていきたくて思っております。

ただ、電気という点では、最終的には東電さんとの協調体制といいますか、当然、その辺をよく考えながら、少なくとも系統に対して妨害を与えないということが大前提になります。また、我々のガスのパイプラインのインフラは、実際には今かなり余裕のある状態になっていますから、ガスを使っただけ側として、

場合によっては電力さんがそういうことをお考えになるのにも、我々のインフラを利用させていただくことも含めて、エネルギー全体の立場で貢献させていただきたいと思っています。

茅：この間、東電のある方に聞いて、なるほど思っただんですけども、現在、東京ガスさんの持っていらっしゃる配管網の余裕を電力に換算すると1,500キロワットになる。

そうしますと、これから先の電力の伸び次第にもよりますけれども、場合によっては東電さんのほうが容量を全然ふやさなくても、ガス会社さんのほうだけで電力の需要ののびを賄えるということになりかねないわけです。そういった意味で、今後、コージェネレーションの問題は、電力会社にとっても、ガス会社にとっても、大変興味深い問題だと思いますが、佐々木さんは何かご意見おありでしょうか。

佐々木：私どもでは、これからエネルギーそのものを競合した形の中でお客様に差し上げることになりまますから、結局、お客様の判断で一番いい使い方をしていただくような準備を私どもがするということになります。

さしあたり今は、熱需要でありますと、ヒートポンプをお使いいただくという方向で、防災の面とか、安全の面、あるいは効率的な面という利点からお勧めしております。

先ほど片岡さんがおっしゃいましたように、コージェネという形ですと、今、新東京火力で、小さな病院あるいは事務所でお使いいただくということで、200キロワットの燃料電池の開発をしております。さらに、さっきお話のございましたガスタービンとか、そういったほうでのコージェネについても、お客様が一番望んでおられるものを、東京電力としてもそれを差し上げられるという方向で、現在やっております。

先ほど茅先生がおっしゃった配管のインフラストラクチャーという点は、確かにコージェネがたくさん分散電源として存在する場合を考えますと、燃料の輸送の新たな設備が大変な金額になって、結局、電気で大電源で遠くから送電線を引くのとあまり変わらないという計算も1つあります。

ですから、さきほどの話は、コージェネに既存の配管を利用するというので、一定の電力が期待できるのではないかということだと思います。

方向としては、たぶん東ガスさんも同じだと思いますけれども、今、お客様のご要求の幅が広がっていま

すから、どんな形ででもこたえられる形でエネルギーを供給していくという方向です。我々のほうは基本的にはそういう考えで、さしあたりはヒートポンプ、それからコージェネとしては燃料電池ということですが、繰り返しになりますけれども、東ガスさんのほうでいろいろご検討なさっているガスタービンその他についても研究をしているという立場でございます。

茅：この間、たまたま東北のある新聞社で、潜熱蓄熱の蓄熱システムをみましたなかなかおもしろいシステムでした。それに気がついて、ほかを見てみますと、最近、蓄熱技術がかなり伸びてきているので、コージェネレーションの1つの問題である電気と熱需要の不整合といえ問題がかなりカバーできそうな気がするんです。その意味では、コージェネレーションは今後、電力、ガスに共通する技術開発の大きなターゲットになるのではないかという気がするんですが、一般的なことで結構ですから、梅津さん、田川さん、どちらでも何か御意見がありましたらどうぞ。

田川：将来のエネルギー供給を考えますと、大規模集中発電だけではなくて、分散型電源の投入というのは、送変電の問題もございますし、経済面からも有利になってくるのではないかと。そういった面で、分散型電源はどうしても考えなければいけない問題ではないかと思えます。

コージェネについては、先ほど来、我々も片岡さんのほうでお話が出ましたセラミックガスタービンとか、スターリングエンジンの技術開発もしておりますし、ロードレベリングにも役立ちます、エネルギー効率のいいスーパーヒートポンプも数年で技術的な開発のめどがつかます。

お話のございました燃料電池も、発電面だけですと効率が40数%ぐらいですが、熱まで使いますと80%以上になるということで、エネルギー供給の面から見ますと、どうしても分散型電源は将来考えなければいけないのではないかと考えます。

法的な問題もございますが、当面技術上の問題の検討ということでそういった電源が配電系統に入った場合のソフト面の勉強をしております。

法的な問題も、電気事業法とか、熱供給事業法とか、法改正が必要であるわけでございますが、その辺の必要性につきまして通産省のほうにお話をしているところでございます。

梅津：これからの問題は燃料電池がどれくらいの技術開発とコストダウンになるかによって、だいたい世の

中は変わってくると思います。現状でいえば熱と電気と両方が出てくるということのメリットからいって、コージェネの価値が出てくる。そういう意味でいうと、燃料電池もリン酸型、将来は熔融炭酸塩型さらには固体電解質型になってくると、電気に対する効率がどんどんよくなるから、熱電比率において、巾広い範囲でお客様に利用されることが期待されるので、少し姿が変わってくるかもしれないと思えます。しかし、それは電力会社もガス会社も両方とも手がけることになるわけで、両者の協調と競争は続くと思えます。先程茅さんがおっしゃったような、ガス管の余裕度などの条件その他を含めて国民経済的に見て、いろいろな協調が当然あるだろうと思えます。

問題は、先ほど田川さんがおっしゃった法的な問題に関連して、マクロに見ると、電力事業の一番いいところを食うことになるので、クリームスキミングの問題が電気事業者にとってもかなり問題になる。逆に言うと、コージェネを利用していない一般需要家に対しては、どうしても料金のコストアップにつながってきますから、その辺を含めたマクロな規制緩和問題が当然出てくると思えます。例えばアメリカのようにPURPA法で強制的に余剰電力を引き取られるというのは、これはアメリカでも問題になっている。

日本でこれを適用するとなると大変な問題となるでしょう。現在規制緩和で決められている同一建物内なら許可しようというところが、今のところは限度ではないかという感じがしております。

茅：確かに法的規制という問題は別な争点として、実は今月末のエネルギーシステム・経済コンフェレンスでも、特別講演はその問題に関するものです。今後を考えていくと、従来の電力あるいはガスのあり方に対して、自由市場的な争点を入れていくことについては、まだいろいろ議論をすべき点があるという気がしております。

それに絡んで、最近のもう1つの大きな傾向は、コージェネレーションもそうだと思うんですが、需要家に今まで以上に供給側が接近するという状況になってきていることです。ガス会社さんは従来から割とやっていたんですが、電力会社もだんだん需要を考えて、需要重視のほうに動くようになってきた。これにはいろいろな動きがあるんですけども、1つの動きとしては供給サービスを多様化するという動きがあるわけです。電力の200ボルト供給をふやそうというのもその1つの例かと思うんですが、需要家重視の時代に、

どのように需要に入っていくかという問題について伺ってみたいと思うのです。まず電力さんのほうから……。

需要の多様化と対応

佐々木：私どもの立場から申し上げますと、200ボルトの関係は、お客様がご選択いただけるように準備をしておくというのが現在の基本的なスタンスです。200ボルトをお使いいただければ、熱量の多いヒーターも使えますし、速い乾燥もできるとか、いろいろな面があるんですけれども、結局、そういう機器をお買いただくということもありますから、お客様が望まれる形で、いつでもそういうことを用意しておくというのが、現在、200ボルトの関係での立場になっております。

確かに残念なことですけれども、ガス会社の方に比べますと、電力のほうのお客様へのアクセスといえますか、近づきがどうも遠くなっていたようです。

しかし、最近ではボトムアップ、ピークカットといった形のものは、料金制度面でお願いしているのが主ですけれども、最近一部電力会社でもやっておられるような、温水器のオン・オフをリップルコントロールでやる方式は、家庭用の機器全体から見ても一番効率的な形で電気をお使いいただくように、お客様のご希望に応じた形で、双方で納得するようなコントロールをしていく考え方です。この辺は梅津さんのほうの研究開発の分野であると思いますけれども、そういうことで、お客様のもっと近くに、情報技術によって近づいていくという方向に現在ございます。

梅津：単相3線式200ボルト配電というのは、現在でもかなり使われているし、将来も単相の延長で簡単にできますから、今までの100ボルト配電をやっているところはあまり追加費用を要しないで直ちにできる。そういう意味で、あとは何が問題かというところ、新しい200ボルト用機器の開発がこれから一番重要になる。今まで欠けていたのはそこだろうと思います。今まで抜本的に考えられてきたのはビルなどで採用されている3相3線式の200ボルト・400ボルト配電でしたが、これを家庭用までもって行くのはこれは大変なことですが、今の単相100ボルト・200ボルト配電は、まさにタイミングのいい、まさに新しい日本の家庭の電気に対する革命を起こす1つの要素だと思うんです。

そういった意味で、これからはメーカーさんに、電力会社もそうですが、新しい200ボルト配電用の機器

の活用——電中研でいろいろ検討している例でいいますと、今の空調と給湯は、現在、大体別々のシステムでできているけれども、これを一本でやってしまうという方式であるとか、もう1つは、これもだいたい先の話になるかもしれませんが、夜間の電気を電気として蓄え昼間に使用する方式、我々はこれを「ロードコンディショナー」と名付けているものなどが考えられます。そのためには、電気を蓄える電池が安くなってはいけないのですが、現在なかなか難しいところがございます。新しいリチウム、あるいは高分子材料を使った電池は、軽くて安くなりそうな見込みもありそうです。これを用いて負荷率の改善とあわせて、家庭内の電気の効率運用ができるようなねらいを持った研究をやっておりまして、これから、このような動きは、電力として非常に大きなポイントになってくるのではないかと思います。

茅：今のお話を伺いますと、電力側では大容量の機器を家庭の中で使えるようにするというところで、需要家のユーティリティを高めるという考え方が多いわけですが、それに対抗してと言ってはなんですが、ガス会社さんのほうでもいろいろな試みをやっておられますね。例えばガスエンジンヒートポンプなんていうのは、私はビルに使うものだとかばかり思っていたんですが、最近は大いぶん小型のものも出しておられるようです。そんなことで、ガス会社さんのほうでも、需要家に対して新しい切り込み方の技術開発があると思うんですが、その辺、片岡さんに触れていただけませんかでしょうか。

片岡：ガス会社から見て、需要開発が非常におくれている部分は、冷房の特に小型の分野です。これが電力さんにとってはピークを非常に持ち上げる形になっているわけです。我々のほうも小型の技術をずいぶん前からやらなくてはいけないという気持ちだけは持っていたんですが、先ほどのコージェネの熱機関と同じように、技術の実態がやや競争力に欠けていたところが、だんだん最近になって周辺技術がいろいろレベルアップしてきて、それに手が届きそうなところに近づきつつあります。ですから、ガスエンジンを使った小型の冷暖房、あるいはガスエンジンを使わなくても、吸収式でも空冷方式による小型の冷暖房が商品化の領域に近づいてきましたから、これから開発としてはそこを加速していきたいと思っています。

東京ガスの場合は、ちょうど天然ガスの転換が昨年ようやく済んで、ガスのパイプラインというインフ

ラストラクチャーが約2倍ぐらいに有効利用できる状態にきたものですから、200ボルトに相当する容量拡大はそんなに急がれてはいないんです。ただ、特に量としては圧倒的に多い低圧のパイプラインの能力を将来上げる方法としては中間圧供給というのがあります。これは家庭なり末端のところまである程度圧力を上げてガスをお届けすれば、途中で圧力ドロップがあっても応じられますから、末端に信頼性の高い減圧弁を置けば、途中の圧力をもう少し上げることによって輸送量は非常に大きく伸ばせます。将来、そういう需要開発が本当に進んでくれば、パイプラインのインフラの能力を上げることも考えたいと思っています。

茅：NEDOは新エネルギー、代替エネルギーの開発をやっていると思うんですが、その意味ではこういった需要に関連したような問題もある程度やっていますか。

田川：先ほど来、佐々木さん、梅津さんからお話ありがとうございました。需要家と電力供給側と意思疎通をしながら電力供給をして、電力会社もロードレベリングに役立ち、需要家もそれだけ料金が安くなるという研究でございますが、我々も九州地区に1,000戸ばかりの需要家を対象にしまして、光ケーブルを張りまして、需要家と電力会社の変電所が相互に交流し合まして、例えば皿洗い機とか、温水器とか、電力会社のほうで負荷の状況を見ながらスイッチをオン・オフする。空調にしましても、あらかじめ温度を設定しておきまして、電力会社のほうで需要家の様子を見ながらオン・オフするシステムを研究しております。この研究もあと数年しますと、技術が完成するのではないかと考えています。

梅津：今のお話は負荷の集中制御システムといわれているものですね。もう1つは、家庭等での夜間電力最適運用機器システムといわれるものも新規に始まるうとしていますが、先ほど申しましたロードコンディショナーのシステムもその1つです。

おわりに

茅：最後に、言い足りなかったというのがもしございましたら、一言ずつで結構ですから、どうぞお願いします。

梅津：電力カードの問題があるんですが、今、電中研で盛んに勉強しております。趣旨は結局、消費者が使い勝手がよくて、サービスの向上を図りたいという

ことですが、イギリスの例とはちょっと違うようです。日本では電力料金は大体80%ぐらいが銀行振り込みで、あと20%は、新聞にも出ていましたけれども、セブンイレブンその他で支払いをやっている。これをもっと抜本的に変えて、最初にある値段でカードを買っておいて、買った範囲で自由に電力を使おうというのが電力カードです。

今のところの対象は、屋内に置く場合はアパート、学生寮、コインランドリー、貸しオフィスとか、そういうところで使う。屋外では、レジャー施設、テニスコートなどです。その他、自由に使えるようにということで、使う側の利便性をふやし、かつ電気事業側からいえば、検針、集金作業も合理化するというので、一挙両得というねらいです。今、電中研で試作をしたり、私のところの実験場で実際に使って改良・実用化を図るつもりです。あとは実際使われるのは電力会社さんですから、東京電力さん、東北電力さんその他ともいろいろお話ししながら、研究を進めている段階ですが、だんだんそういう動きもこれから出てくるのではないかと思います。

茅：イギリスではあまりポジティブな使い方はしていませんね。むしろ料金徴収の手段として使っていますが、今おっしゃったのはかなり前向きの使い方ですね。

梅津：そういうことです。

片岡：石炭のガス化ですが、これも田川さんのところで国を主導していただいているような感じはしていますけれども、先ほど申し上げましたように、天然ガスもたぶん2030年以降は別のことを考えなければいけないという中では、石炭も当然取り上げなければいけないと思っています。又、先ほど水素というお話もありましたけれども、我々ももしかするとガスは将来は水素になるかもしれないとも考えております。しかし、その装置としては、石炭のガス化というのでも、単純にガス会社だけが考える場合とか、単純に電力さんが考える場合というのが、利用の仕方として必ずしも一番いいとは限らないような感じがしています。例えば鉄鋼業、化学工業、電力、ガスがそれぞれの役割で、ある部分を担務すると、石炭のガス化ももっと付加価値が上がる方式があり得るかなという気がしています。日本のようにエネルギーをどうしても外国から持ってこなくてはならないというところでは、エネルギーの利用については産業分野を超えて協力するというのを、プライベートな企業でも強く行うべきではないか、

特に未来の問題に対しては行うべきではないかという気がしています。これは分散型電源とはちょっと違う方向ですけれども、そういう分野での業界を超えたコンセプトで新しい石炭のガス化を考えるとという方向が、ぜひ将来欲しいと思っています。

田川：その辺はまさにNEDOで考えなければいけない問題でございまして、ガス会社用の石炭ガス化技術は既に研究が終わったわけですけれども、今日のようなLNGの状況ではとてもガス会社さんに単独で使っていただけるような状況ではなく、おっしゃいました電力、産業、ガスとかを合わせた石炭のガス化は非常に重要な問題だと思います。

ただ、残念なことは、ガス化にしましても、液化にしましても、パイロットプラントをつくりますのに非常にお金が要りまして、現在の分だけで今のところは精いっぱいでございますが、次の問題としまして、産業界、電気事業、ガス事業を含めました石炭のガス化は大いに勉強しなければいけないと考えております。

茅：それに絡んだことですが、深層ガスはやはり見込みはなさそうですか。

片岡：何とも言えないと思いますけれども、深層ガスに限らず、アンコンベンショナルガスと言われているものは、まだ可能性は間違いなくありそうです。深層ガスにもしたどりつければ天然ガス利用は2030年を超えて可能だと思いますけれども、今はちょっと断定出来ませんね。

佐々木：これからのガス、電気というエネルギー需要は、好むと好まざるとにかかわらず、だんだん高齢化社会からのものがふえてきますね。かなりのお年寄りのカップルが単独で生活されるわけです。そうすると、よく言われるのは、医療関係とか、セキュリティとか、いろいろな今までなかったリクワイアメントが、出てくるのではないかと思うんです。これは電気だけではないんですけれども、そういう方向で、新しいお客様からの要望が出る前に開発をしておくというのが1つ重要なのではないかと思うんです。

もう1つ、これも単なる私の思い過しかもしれませんが、だんだん東京の中に家を持って生活することができなくなります。まあ、できている人もいますが、そうでない人は非常に遠くに住んでおられる。また逆に、それぞれの生活のパターンというよりも、好まれる生活のあり方が皆さんそれぞれ違って、むしろ地方の自然の雰囲気の中に住んでいたい。そうであっても、都会的なものが何かないと困るとか、生

活のあり方がだんだん分かれてくるのではないかと思うんです。都会の中に住んでおられて、実際に自然に触れないような形の生活に満足されておられるかという、下北のほうへ行って雪降ろしをやってみたり、そういうようなことをやられている。私どもの売り出す、買っていただく電気の需要を検討して、このようなお客さんに役立つような供給ができれば、将来はおもしろいのではないかという感じがします。

梅津：これ迄あまり議論に出ていなかったんですが、地球環境問題対応で考えてみると、自然エネルギーの太陽電池のほかに、地熱は、本当に出れば、日本としてもかなりの量を見込める。最近、深部高温岩体発電というのはだんだん見込みが出ているようですが、その辺は田川さん、どうなんですか。

田川：地熱技術は、実はNEDOの中でも最もお金を使っている技術でございまして、全国にどれだけあるとか、新しい探査方法等の勉強しているわけですが、現在、そういった芽は非常にできてまいりましたので、あと数年したら収穫の時期に入らないかと思えます。

在来、NEDOの研究対象は、新エネルギー、省エネルギーだけだったわけですが、63年10月1日から、産業技術という面で大型プロジェクト、次世代技術、医療福祉機器、研究開発基礎整備、国際研究協力等の新しい仕事がふえました。当面、じかにエネルギーに関係しますのは超伝導だけでございますけれども、新しいコンピューターとか、新しい素材とか、これからの成果を見ながらエネルギー開発に結びつけていかなければいけないということで、今、その模索を始めたところでございます。

茅：それでは、大変つたない司会でございましたけれども、時間もだいぶ過ぎましたので、本日はこれで終わらせていただきたいと思えます。どうもありがとうございました。

(了)