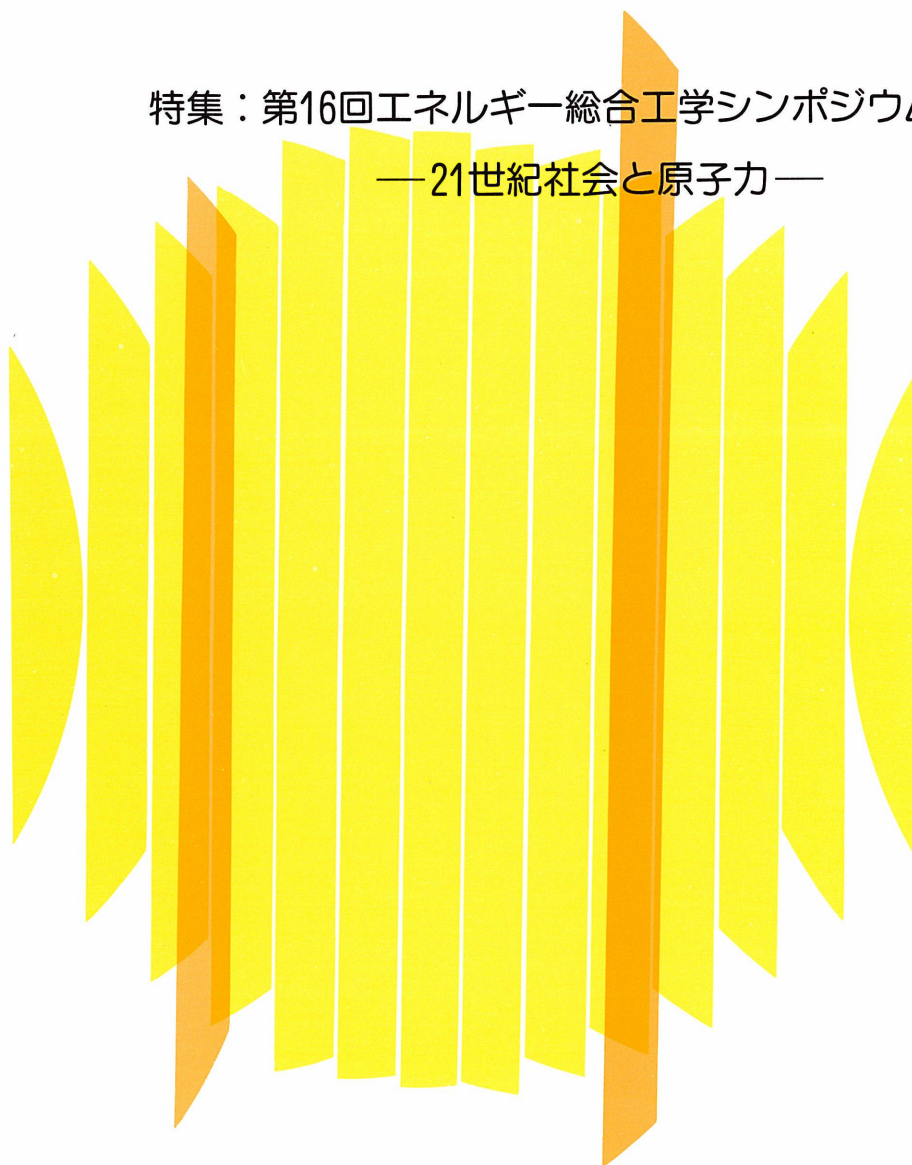


季報 エネルギー総合工学

Vol. 22 No. 3 1999. 10.

特集：第16回エネルギー総合工学シンポジウム
—21世紀社会と原子力—



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

第16回 エネルギー総合工学シンポジウム

—— 21世紀社会と原子力 ——



挨拶を述べる 資源エネルギー庁 佐々木宜彦 長官官房審議官(当時)

日 時：平成11年7月12日（月） 10：00～17：00

場 所：東商ホール（東京商工会議所ビル4F）

総合司会：プロジェクト試験研究部 部長 松井 一秋

目 次

【開会挨拶】	理事長 秋 山 守…	1
【来賓挨拶】	通商産業省 資源エネルギー庁 長官官房審議官(当時) 佐々木 宣 彦…	4
【基調講演】	21世紀社会における原子力 ― 期待と責任 ― 東京大学 大学院工学系研究科 教授 近 藤 駿 介…	7
【特別講演】	21世紀の日本社会における原子力広報のあり方を考える 学習院大学 法学部 教授 田 中 靖 政…	18
【講演】	電力自由化と原子力 財団法人電力中央研究所 研究参事 矢 島 正 之…	30
【講演】	21世紀の原子力技術戦略 東京大学 大学院工学系研究科 附属原子力工学研究施設 教授 岡 芳 明…	41
【パネルディスカッション】	テーマ：21世紀の原子力を語る…	52
	司 会 鈴 木 篤 之 東京大学 大学院工学系研究科 教授	
	パネリスト 榎 本 聰 明 東京電力㈱ 常務取締役 原子力本部長	
	(五十音順) 末 次 克 彦 アジア・太平洋エネルギーフォーラム 代表幹事	
	谷 口 富 裕 東京大学 大学院工学系研究科 客員教授	
	鳥 井 弘 之 日本経済新聞社 論説委員会 論説委員	
【総括とりまとめ・閉会挨拶】	専務理事 稲 葉 裕 俊…	76
【研究所のうごき】		78
【編集後記】		80

開 会 挨拶

秋 山 守 (財)エネルギー総合工学研究所
理事長



本日、私ども研究所の「第16回エネルギー総合工学シンポジウム」を開催いたしますに当たり、ひと言ご挨拶申し上げます。

今回のシンポジウムは、「21世紀社会と原子力」をテーマといたしました。3年前の「拓けるか原子力の未来像」と銘打ちましたシンポジウムに続き、今回も再び原子力のテーマを取り上げて企画させていただいた次第であります。

ちょうど現在、新しい原子力長期計画策定の検討が始まっており、また、総合エネルギー調査会の原子力部会でも重要な諸課題について審議が始められた折でもあります。間もなく21世紀が幕を開けようとしており、まさに20世紀を総括し21世紀の姿を展望すべきこの時期は、原子力にとりましても、その役割や課題を深く、広く考えるべき、極めて重要な時期にあると思います。

当研究所は、これまで、原子力エネルギー、化石エネルギー、新エネルギー、省エネルギー、さらに地球環境の問題につきまして、それらを総合工学の観点から取り上げ、調査研究を鋭意進めてまいりましたが、本日の主題の原子力エネルギーは、その中の大きな柱の1つであります。

ところで、100年にわたる21世紀全体の長期的未来を、そして更に新たな1000年間にわたる極めて超長期的な未来を展望しますとき、全地球的観点から人口、食糧、そしてエネルギー、環境などの深刻化が予想され、これら問題にどう取り組むかを真剣に考えていかねばなりません。その際、わが国は、アジアに位置する近隣諸国の情勢に一段と注目しながら、あわせて、さらに広くグローバルな視野の中で問題を適切にとらえ、積極的に行動していくことが望まれます。

原子力のエネルギー利用は、原子力発電として、既に約半世紀に及ぶ歴史をもっています。約40ヶ国にわたる世界の国々において、原子力は相当量の電力

を供給してきています。しかし、原子力を巡る考え方や評価には、なおいくつかの論点が残されているのが現状です。21世紀、さらにそれ以降を見わたしながら、全エネルギー供給に占める原子力の役割について、いくつもの研究が進められています。それによりますと、原子力に大幅に期待致すのが妥当とする見解がある一方で、例えば国際応用システム解析研究所のスタディに見られるように、原子力を含めて多様な各種のエネルギーにおしなべて期待する、とした見解もあります。

このような状況の中で、原子力の将来像を予想するときのスタンスとして、社会学者ロバート・マーターの言葉に見られる「セルフ・フルフィリング・プロフェシー」すなわち「自己充足的予測」という観点が参考になるかと思えます。

彼は、未来を考える際に2つの見方があるとしています。1つはこうあってほしいという希望ないしは強い願望を込めて未来を目指していくスタンスと、もう1つは過去に学べば将来はこうなるだろうという淡々とした予測です。この2つが交錯していくのが現実の社会の姿であり、「自己充足的予測」は物事を強く願い、それに向けて積極的に努力しますと、例外はあるにせよ、ある程度はその期待に沿う結果に向かうことを示しているようです。

そして、これに加えて私がここで申し上げたいことは、原子力のみならずあらゆる分野で、わが国が21世紀の中で国際的に何をリードしていくのか、また何を残していくのか、強く自問すべき時期にあるということです。

いささかおおげさな表現をしましたがけれども、これからの国際社会の中で、原子力分野も含めて、グローバルかつ超長期的に望ましい姿に向けての国際的な流れを、わが国がぜひつくってほしいと願う次第であります。

本日はこの後、ご案内のとおり、わが国原子力界リーダーであられる先生方に登壇していただきます。通商産業省資源エネルギー庁の佐々木審議官様のご挨拶に続き、「21世紀社会における原子力 一期待と責任」と題しまして東京大学の近藤駿介先生から基調講演をいただきます。そして、特別講演として学習院大学の田中靖政先生から原子力広報のお話を承わることになっております。

午後には電力中央研究所研究参事の矢島正之様から「電力自由化と原子力」につきまして、また、東京大学の岡芳明先生からは「21世紀の原子力技術戦略」につきましてお話を承る予定であります。引き続きまして、東京大学の鈴木篤之先生に司会をお願いしましたパネルディスカッションでは、東京電力常務の榎本聰明様、アジア・太平洋エネルギーフォーラム代表幹事の末次克彦様、東京大学の谷口富裕先生、そして日本経済新聞社論説委員の鳥井弘之様をお招きしております。それぞれのお立場からの日頃のお考えを伺える絶好の機会と、ご期待を申し上げる次第です。

最後に、ご来場の皆様方にいま一度厚く御礼を申し上げまして、私からの開会のご挨拶とさせていただきます。誠にありがとうございます。

来賓挨拶

佐々木 宜彦 (通商産業省 資源エネルギー庁
長官官房審議官〈当時〉)



資源エネルギー庁の佐々木でございます。

本日は、第16回エネルギー総合工学シンポジウムにお招きいただき、ありがとうございました。今回、「21世紀社会と原子力」というテーマを選ばれ、議論いたしますことは、まことに時宜を得たものと思っております。

また、会場にご来場の皆さまは、日頃、原子力に何らかの形で携ってみえる方々とお見受けしますが、現在の難しい局面の中、数多くの面で払われているご努力に、心より敬意を表させていただきます。きょうのシンポジウムが、盛会裡に、かつ実り豊かなものでありますよう祈念いたしております。

行政の立場から若干申し上げますと、ここに来て、原子力を巡るもろもろの問題が、少しずつ前進しつつあるとの感を懐いております。また、原子力を将来のエネルギー源選択枝の1つとして位置づけていく上でも、この1～2年がまことに重要な時期に差し加かっており、身に余る責任の重さとともに、強い緊張感をひしひしとを感じる次第であります。

動き始めたとの思いは、1つが使用済燃料輸送容器のキャスク製作データ改竄問題がようやく山を乗り越えましたこと。2つ目が六ヶ所再処理工場に設ける使用済み燃料貯蔵用プールの較正試験が再開になり、使用済み燃料の搬入に向けた交渉が本格化したこと。3つ目が核燃料サイクル計画の要になる再処理工場が、2005年7月竣工の日程で動き出し、国内再処理の原則が改めて確認されたこと。4つ目がプルサーマル計画においてMOX（ウラン・プルトニウム混合酸化物）燃料の軽水炉装荷が年内開始の見通しが立ち、今後2010年に向け電力会社合計で16基から18基の軽水炉によるプルサーマル実施が見込める状況になったこと。5つ目が、使用済燃料を原子力発電所の敷地外で中間貯蔵を可能にする法改正が成立し、具体的にサイト建設に向けて動き出しつつあること

です。これらにより、核燃料サイクルの確立に向けて第一歩を踏み出し、着実に前進し得る状況になったと思っております。

私も、この1年間、度々立地地域に伺って、自治体や地元住民の方々に原子力を説明する機会がありました。その際、地元の皆さま方から聞かれるのは、バックエンド対策としての高レベル放射性廃棄物の処分問題、高速増殖炉の将来路線、そして第二再処理工場建設の有無など、原子力政策全体像についてのご質問です。これらには、着実に、一步一步前進させていくとお答えしておりますが、原子力の政策全体像を明確にしていく努力の積み重ねが、今後の我が国の原子力路線を定着させる道と思っております。

また、地元に参加すると、お会いする議員の方々には、原子力発電所の誘致、建設に熱心に携ってこられた第一世代の方から、生まれた時には既に原子力発電所があったという第三世代の方までみえます。この中で、これから原子力を強く支えていただくのは、間違いなく第三世代の方々です。そのためには、先人のご苦勞の足跡を学ばれ、新しい路線をリードしていく努力をお願いしなければならないと考えております。

逆に第三世代の方々から原子力を見ますと、原子力だけがすべてではなく、原子力の論理ですべてを語るわけにはいかない。原子力も普通の産業との発想が必要である。これが第三世代の考え方の特徴かと思われまます。

そういう意味では、第三世代の方々と今後いろいろな議論を続けていくに際しては、フラットに、かつフレキシブルに考え、そして、世界の動向や技術の進歩に合わせた中で最適な方策の選定をしていくことを、国民に生のままの形で訴え、選択の議論の輪を拡大していただく手法が求められている、という気がしております。

多くの課題があります中で、原子力政策円卓会議も2年目に入り、原子力長計の作業も本格的に着手する時期になりました。そして、高レベル放射性廃棄物の処分に関する法案も、来年の通常国会に提出するところにきています。原子力を巡るこれらの議論に大局的な討議がなされ、間違いなく新たな選択がなされる基盤を整備していく必要がある、というのが最近の率直な感想です。

このような状況のもと、これまで我々が積み重ねてきた様々な努力にもかかわらず、なお情報公開の不足を訴える声が絶えません。これは、大変に難しく、重要な問題だと思っております。確かに、原子力の技術は、極めて難しい中身のものですが、説明する側のアカウンタビリティ、熱意といいますか、相手にわかってもらうための努力が、いまだ適切になされてきたかが一つの問題です。

一方、行政の意思決定プロセスをオープンにするのであれば、そこには比較考量により、プラスとマイナスが出るわけです。中村政雄先生が先日電気新聞に載せられた、「『もんじゅ』の立ち上げの条件」という随筆の中で、物事のプラスとマイナスを正確にわかりやすく情報公開していく努力とともに、マスメディアとの関係を正常化していく努力が大切だと指摘されてみえました。私も、地方の会合などに出席したときの経験から、中村先生のご意見に全く同感です。また、参議院議員になられた加納時男先生は、国会で、原子力政策の全体像を明らかにしていきますと、そこには光と影があるとも、しばしば言ってみえます。

行政改革は、現在、2001年1月の省庁再編成に向けて動いており、新しい経済産業省の中に原子力安全・保安院という組織を独立部隊として設け、原子力の安全に的確、厳正に対応していく構想を練っております。新組織については、一つは危機管理への対応、人材基盤の強化を十分に考えていく必要があります。また、今後日本から発信する規格基準への体制整備も重要ですし、併せて国際関係への対応も十分に考えて行かなければなりません。いま、新しい組織の理念、哲学の構築に、いろいろ議論を展開しているところであります。

最後になりましたが、私は本日のご挨拶の冒頭、今後の原子力に新しいレールを敷いていく上で、この1～2年が極めて大事な時期になっていると申しました。恐らく、会場の皆さま方も同じ思いをお持ちのことと思います。そのような折、エネルギー総合工学研究所が、シンポジウムという形で活発な議論がなされ、また参加された一人ひとりの方がその重要性を考える機会を提供されましたことに対し、心より敬意を表したいと思います。

以上をもちまして、私の挨拶とさせていただきます。

〔基調講演〕

21世紀社会における原子力

—期待と責任—

近 藤 駿 介 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)



はじめに

近藤でございます。

きょうは、まず、21世紀初頭には一体なにが問題になっているのか、必ずしも私の専門ではありませんが、多くの方々のお考えを総括してみたいと思います。

何故21世紀論が熱心になされるのかといいますと、おそらく、技術や知恵が爆発的な進歩をして、言葉どおりの知価革命という状況が、ある意味では期待され、ある意味では畏れられているからという感じがします。

そのような期待を実現する支配的要因については、これまた多くの説があります。要約してみますと、それは原子力というある意味では遅れてきた巨大児、あるいは早過ぎた巨大児かもしれませんが、その原子力が今抱えている問題、今後に解決しなければならない問題、直面しなければならない問題に類似の問題が多数浮上してまいります。その意味では原子力に対する期待と責任は明確なのですが、最後にそのことについて若干の考察をいたしてみたいと思います。

略 歴

昭和40年東京大学工学部原子力工学科(現、システム量子工学科)卒業。講師、助教授を経て、63年より東京大学工学部教授(システム量子工学科)、平成11年東京大学原子力研究総合センター長(併任)、現在に至る。工学博士。専門分野は、原子炉システム工学、原子力安全工学、ヒューマン・インターフェース工学。

政府関係活動は、原子力委員会・原子力安全委員会・文部省学術委員会それぞれの専門委員、通産省総合エネルギー調査会委員(原子力部会長)、その他。

主な著書は「私はなぜ原子力を選択するのか」「エネルギーイア」(93エネルギーフォーラム賞優秀作)「やさしい原子力教室Q&A」など。

21世紀初頭の世界

21世紀初頭に見られる主要な変化

21世紀はどうなるかについては、多くの方がさまざまな予言をしています。目につくものの1つは、いわゆる知価経済への移行でして、労働人口の多くがサービス産業にシフトすることが続きます。2つ目が、いわゆる経済のグローバル化、貿易障壁の低減による国際交易規模の拡大でして、これを人はグローバル・インテグレーションと呼んでいます。

なかんづく、そこでは Big Five といわれる中国、インドネシア、インド、ブラジル、そ

してサハラ南部アフリカの諸国が国際経済に占める地位の増大が予想されています。

また、OECD（経済協力開発機構）諸国では知価革命が進行し、失業率の増大に苦しむ可能性がわれています。

21世紀の展開の鍵 ― 技術進歩

こうした21世紀における展開の鍵は技術です。どんな技術か、それぞれの分野の人がいろいろな技術を挙げています。大きく分けると、1つは計算機を使った計算技術、遺伝子工学技術、脳科学、それからマイクロ物質、スマート複合体のような新物質、日本ではインテリジェント・マテリアルと呼んでいます。それから、エネルギー技術、輸送技術、環境技術等々があります。

このうち、特に計算機技術や遺伝子工学は、技術の設計、利用のあり方を大きく変えていく可能性を秘めています。

情報技術は、朝起きてから寝るまで、さらに寝ている間の睡眠自体も管理できる時代がくるということで、我々の生活のあり方を24時間にわたって変えていきます。勤労、生産、輸送、エネルギー、商業、教育、健康管理のあり方を変えるのは勿論です。

遺伝子工学については、環境管理から製造過程、新物質、それこそ計算機にまで遺伝子工学の成果を取り入れたものができてくるかもしれません。また、疾病の治療、健康管理、食料、農業などに革命をもたらすのは申すまでもありません。

望ましい姿の1つ ―

New Global Age in 2020

“New Global Age”という言葉があります。

これが1つの理想形として考えられています。

これは、世界経済が3%の安定成長を遂げていくことにより実現が期待されるものです。OECDの予測により、この姿を2020年の断面で切ってみますと、指標は次のようです。

GDP（国内総生産）は、OECD諸国が1995年のおよそ180%に、非OECD諸国の方は270%に増大します。非OECD諸国の個人所得は、OECD諸国平均の15%の現在から30%に増加します。これは人口増加の中での倍ですから、実に大きな飛躍です。

全世界のGDPに占める非OECD諸国のその割合は67%になり、彼らが世界貿易に占める割合も現在の1/3から1/2に増加します。

この状態が実現することにより、世界が直面するさまざまな問題、なかんづく、環境問題、都市化問題、社会問題などの解決への挑戦能力が生まれるとされています。“New Global Age”と呼ばれるゆえんです。

技術利用の発展／阻害に

ミクロ、マクロ、グローバルの3要因

問題は、こうした発展のキーファクターと考えられる技術が予想どおりに発展していくかどうかです。これが重要な関心事になります。

これには、ミクロ、マクロ、グローバルの3レベルの視点が考えられます。ミクロのレベルとは、家庭、社会、企業、政府の組織論理と、それらレベルにおける個々人の意思決定のありようです。2番目のマクロレベル、これは社会のインフラストラクチャーでして、組織が活動する社会的・経済的状況ですし、財政、金融、規制政策によって形成され

ます。3番目が、グローバルレベルでして、国のバウンダリーを超えた貿易、投資、技術移転、環境に係る相互依存などの国際システムです。

これらが技術を発展させ、あるいは阻害する要因と考えられます。

ミクロレベルの要因 ―

求められる創意工夫と自発的行動

ミクロレベルでは、我々が実はすでに毎日経験し、あるいは戸惑いを感じているところですが、知的生産技術、応用情報技術、遺伝子技術により、いわゆるフォード方式といわれる高度の大量生産を基本とする20世紀型の技術経営習慣が破壊され、そこで働く人々が20世紀に形成してきた基本的知識や期待、人間関係、社会のインフラなどが重大な変質を受けざるを得ないとされています。

問題は、我々がそうした変化に耐えられるかです。ここでは、生産と消費の直結によるdisintermediation、すなわち仲介者がなくなってしまうことです。例えば、家屋なら不動産屋さんがなくなって造り手と買い手が、株の売買でも何でも同様に、コンピューターを通した直接取引をするようになります。仲介者があるとすればコンピューターの画面なのです。したがって、起床から就寝まで、その間すべて、責任ある個人として振舞わねばなりません。こういう生活が、皆さんの理想とする情報技術の応用社会とすれば、そういう社会にあなたは耐えられますかというのが、ミクロレベルの技術進展にかかわる障壁であり、問題点だといわれています。

そこでは、これまでの社会のリスクマネジメントのシステム、例えばリスクの認識や管理とか、そういう手段がすべて変わってしまうわけです。画面に出てきた情報をどうやってこれは信用できると決めるのか、それが信用できないとすれば、ほとんど何もできません。したがって、現在の社会の上部機構、下部機構の中にある個人のリスクマネジメントのツールや環境に代わる、しかし、この技術に適したそうした機能を用意しないと、消費者が創意工夫を尊び、自発的に行動し、オープンに振舞うようにはなりません。

それにしても、現在のそれなりに安心できるトップダウン社会、誰かが教えてくれてまあ間違いのない社会、あるいは決まっている標準を守っていれば何とかかなるという世界、そこからこうした新しい機能に賭けて、我々は飛び出すことができるかどうか、これがミクロレベルで我々が当面しなければならない問題です。

マクロレベルの要因 ―

問題解決に市場重視型か新社会型か

今、わが国でも、経済構造改革の中でイノベーションをいかにして促すかという、多くの改革議論があります。

この議論の核心を煎じ詰めますと、この改革の成否は、さまざまな革新的知識のスピルオーバー効果*と申しますか、いい経験をすぐさま応用し、すぐさま人に伝える形で社会経済組織にブレイクスルーをもたらしていく、あるいはそれを受け入れるというダイナミズムを、我々が継続できるかにあります。

* スピルオーバー効果：spill-over effect, 漏出(拡散)効果とも訳される。ある領域の便益が、費用を負担していないほかの領域にまで拡散する現象のこと。外部効果の一種。

あるいは、先ほどミクロレベルで申しましたように、生産組織、収入、雇用、消費、あるいは公私関係の新しいパターンの登場を促したり受け入れたりする、柔軟性なり革新性を促す社会的環境を確立できるかです。これに関しては、既にさまざまな議論があります。

大きな論点は、そうした社会の発展／展開力として、民間セクターの自由を重視する「市場重視型」と、公共セクターのリーダーシップを重視する、いわゆる「新社会型」のいずれを期待すべきかということです。なお、この後者の表現は、社会主義が終ったことでOECDでの議論に出てきた“new society”です。

先ほど申しました、さまざまな革新的な技術なり社会システムが持つ破壊力は、市場重視型の方が強いと思われます。一方、公共セクターのリーダーシップを重視する新社会型では、公共的なミッションに関して、それなりにオープンな知識が開発されることから、例えば教育、健康、エネルギー、輸送、通信の領域では、技術のダイナミックな展開が政策的に期待できる可能性が高いという主張があります。両者のどちらを選ぶか、長所をどううまく生かしていくかが、マクロレベルのインセンティブ浮揚の観点からの課題になるかと思います。

グローバルレベルの4つの要因

グローバルレベルの課題、これはキーワードだけ申しますと、新しい技術なり知識が普及発展していくには、4つの要因が重要と考えられています。

1つは、継ぎ目のないグローバルスタンダード、要するに世界中どこでも同じスタン

ダードが整理されている社会経済システムがあることが、新しい世界発展に望ましい投資環境とされています。

2つ目は、知識の共有・公開性が保証されていること。これが創造的な活動の利益を保証し、したがってそうした活動を促進するとされています。

3つ目は、世界的な規模で価格、品質、基準、市場構造、税制の透明性があること。これが民間レベルでの絶えざる競争を可能にし、それにより革新が促進されます。

4つ目が、技術とか環境とか、そうした人類の生存に関わる共通課題に資源を投入することについては、国際共同行動をとることの合意が決定的に重要です。

これらの要因というか仕組みの有無により、グローバルレベルのインセンティブ浮揚の成否が決まってくると考えられています。

グローバリゼーションがもたらす

3つのリスク要因

しかし、このようにグローバリゼーションを進展させることに対しては、次のようなネガティブな側面が指摘され、そのリスクの大きさの認識に応じて、今申しました4つの仕組みの実現を阻む力が大きくなります。

1つは、技術・社会のグローバルスタンダードに則った変革が既存の社会の文化、価値、システムと衝突する要因を内在している可能性があり、その顕在化は保護主義の台頭を招く危険性をはらんでいます。

2つ目は、技術や知識への接近容易性が国防上の脅威やテロ活動のリスクを増大させ、社会の脆弱性が増大する可能性があることです。そこで、逆に、こうした観点から透明性、

公開性、共有可能性に対する障壁が用意される懸念もあるとされます。

3つ目に、今申しました社会経済的進歩がもたらす、既存の社会システムに対する大きな破壊力に注目する必要があります。国は民生の安定というローカルな問題を考えるには大き過ぎ、世界の問題を考えるには小さ過ぎるとよく言われますけれども、それにもかかわらず、国は非常に重要なシステムです。このフレームワークが分裂していく可能性が増大することに対しては強い反対が表明されるでしょう。

このようなことが、グローバリゼーションのもたらすリスクとして注目されています。

New Global Age 実現のために

南の国の数ある問題

ところで、新しい地球社会の時代が直面する課題は何か。

南の国では、多数あります。例えば、経済面では、2015年までに世界の極貧困層を半減すること。社会開発面では、世界にあまねく初等教育を普及すること。男女平等、女性の教育機会の改善。環境保護と再生については、現在の環境劣化の傾向を何とか押し留める環境政策の整備。政治的發展では、より安全、参加可能かつ公正な社会をつくることです。

食糧政策：80億人を飢えさせないこと

— OECD の視点 —

世界の食糧事情を見ますと、貿易障壁の低下により農産物はそれぞれの生産に適したと

ころでつくられるようになり、今や先進国の農業生産国が専ら後進国に食糧輸出する構造があります。OECD ではその点をかなり強く意識して、各国が食糧自給を追求するのが合理的かという問題を提起しています。例えば、韓国では農業政策費用はGDPの1.3%~2.2%であり、国家予算の13%が農業政策に注入されています。今や食糧輸入国になった中国が、もし自給を目指すとするれば、輸入関税を100%にする必要があります、そのとき2020年のGDPは10%もの低下が予測されます。OECD的な感覚からすれば、食糧の自由な流通の確保が必要な食糧生産量を確立する観点から重要になります。

増産ということでは注目すべき地域は、むしろアフリカのサハラ南部です。不在になっている農業政策を確立し、さまざまな社会インセンティブメカニズムを用意し、教育を施し、肥料、輸送、経験交流などの安定した政策により、増産を追求することが人類の共通課題とされています。

食糧政策：80億人を飢えさせないこと

— レスター・ブラウンの視点 —

これに対して、ワールド・ウォッチ研究所所長のレスター・ブラウン博士は、著書の「食糧危機」、英語のタイトル“Tough Choices”の中で、激しく警鐘を鳴らしています。

彼によれば、OECDの視点は、とんでもない誤りであると。食糧生産に関して、今や世界は変曲点に達し、1人あたりの穀物生産量、漁獲量、耕地面積は減少傾向に転じている。その理由は、1つはもちろん人口増加ですが、他にも工業化および自動車の普及によりやたらにつくられた道路による耕地の減少、穀物

から肉食への食生活の変化、帯水層が枯渇し始めたことによる水不足、肥料効果の限度と気温上昇に由来する土地生産性の限界が顕在化し始めていることであると。

このような状況になれば、将来的には生産国の食糧の禁輸が非常に強い武器になると。核戦争の時代の次に食糧戦争の時代が到来すると。皆さまご存じのとおり、既にいくつかの地域で、漁場と水利をめぐる国際紛争が発生しているわけですが、これのますますの激化が予想されるというのです。

このような観察を基にして、彼は次のように提言しています。第1に人口の安定化、第2に温暖化も食糧問題の原因の1つであることから、再生可能エネルギーへのシフト、そして第3に食糧、環境、エネルギー問題のインテグレーション、総合的問題解決を考えましょう。そして、何が何でも農業用地は確保して、できるところはすべてに食糧生産に利用する。穀物は、豚や牛の飼料にすることなく人間が直接食べる食糧にすることを提唱して、いわゆるグローバリズムに対する警鐘を鳴らしています。

興味深いのは、このようなアメリカの小さな研究組織が極めてグローバルな視点からローカルな取組みについて発言していることで、いわゆる“Think globally, act locally”という言葉を地でいくようなものです。余談ながら、これもグローバリズムの1つではないかと、OECD視点との対称性に面白味を感じています。

エネルギー政策：安定供給の確保

エネルギーについては、2020年の断面で、あまり大きな問題はないというのが、OECD

レポートの立場です。

問題は、Big Fiveの大幅な経済成長の中で、エネルギー投資が巨額になっていくことです。例えば、94年から2020年までのBig Fiveの発電設備投資だけでも8000億ドルになり、全GDPの1%、全投資の3～4%を占めるほどです。したがって、需要の抑制、エネルギーの効率的利用の重要性を理解してもらい、電気税による無駄の排除や設備の近代化を進めるのが鍵と思われます。

インド、中国については、今後とも主要なエネルギー源が石炭であり、経済成長の継続には、年率3%～4%の増産確保が極めて重要になります。

石油は、原油の流通が整備されていること、中小火力の多くが石油火力であり、今後も利用されること、輸送部門において独占的地位を占めていること、これらから、引き続き重要なエネルギー源であり続けると見られます。

エネルギー価格は、緩慢な上昇をたどり、その結果、新エネルギーに次第に競争力を与えて移行が起こるという、ソフトランディングのシナリオが考えられます。また、石油にしても、タールサンドなどエキゾチックな資源のニッチが生じると見られます。

問題は、一時的な供給途絶の可能性があるので、供給の分散化と備蓄を集团的に追求するのが合理的といえます。

環境：非OECD諸国の課題

非OECD諸国では、高い経済成長に伴い、化石燃料の消費、窒素酸化物気体の放出、有害廃棄物の放棄などが増加し、農業は化学肥料依存度が高まり、漁業は乱獲が拡大し、水

不足が進んでいます。

解決すべき課題としては、産業活動と交通・運輸により悪化した大気汚染があり、北京では大気汚染の原因の75%が車です。水不足は、現在28ヶ国にあり、都市化により産業用水、農業用水の需要が増大して、2020年には50ヶ国、水に困る人が30億人と見込まれています。水質の問題では、現在でも毎日水が原因で2万5,000人の方が地球上で亡くなっており、さまざまな疾病の最大原因は水に起因しているとの指摘があります。

このような身近な環境問題の解決が、非OECD諸国の課題です。しかし、これは高い経済成長の実現によってのみ解決可能と考えられています。

地球温暖化対策に関する国の基本方針

環境問題の中に、地球温暖化対策があります。これについては、本年4月、わが国が閣議で取りまとめた「地球温暖化対策に関する基本方針について」があり、そこに大胆なことが書かれています。最初の下りですが、「地球温暖化問題は、大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会経済活動や生活様式の見直しを迫るもの」さらに「これは、社会を構成するすべての主体が取り組むことによって初めて実現される」と、現代社会の我々に対し強い警鐘を鳴らし、「その手法は、規制的なもの、市場メカニズムを活用するもの、国民のライフスタイルの変更につながる社会的な仕組みや社会資本を整備するもの、環境教育や情報開示の中で自らが努力するもの等多様である」としています。さらに、「これらの過程で、新たな投資や技術革新、ビジネス等を創出して、活力のある持続可能な社会経済の発展を

目指していく必要がある」と言っていて、私はこれは非常に抱括的に政策の方向性を示していると思います。今後これをいかにして具体的に実現していくかは容易ならざる課題だと思います。

環境：持続的な発展を目指す課題

—— 国際共同活動 ——

地球規模の環境問題にはさまざまな国際共同活動が必要になります。そういうことで、リオ地球サミットのアジェンダ21、温暖化防止京都会議の議定書のような超国家的な性格の国際統治の新しい枠組みがつくられ、制度と法が整備され始めています。これからどのような具体策について合意が得られるか、問題の多様性、国情の不統一のゆえに、前途多難を思われます。

リオ宣言には“common but differentiated responsibilities”(共通だが差異ある責任)、つまり、問題の認識は共通にし、しかし、当座とるべき責任に関してはそれぞれの国の事情、生い立ち、あるいは歴史を踏まえた差を設けてよろしい、という国際協力を進める上での現実的な原則によるアプローチが出されています。そして、ご承知の地球環境賢人会議で竹下登元首相が地球環境の基金に何百億円かの拠出を提言したのを皮切りに、

- Compensatory Financing

(財政補償：アジェンダ21の財政支援約束等)

- Preferential Technology Transfer

(選択的技術移転：輸出をCFCフリー技術に限定)

- Differential Obligational Schedule

(差異ある達成スケジュール：国別に達成

スケジュールを変える)

• Joint Implementation/Tradable Permit

(共同実施/排出権取引)

などのコンセプトがその枠の中で考案されたわけですが、問題解決には、このような知恵と人間味のある政策が必要になってきているのだと思います。

どうなる2020年の世界の姿

以上を要約しますと、2020年の世界は、1つには非OECD諸国の人口増加率が極めて大きな問題で、持続的発展への脅威になりかねず、その抑制が安定的発展への鍵を握っています。他方、OECD諸国では人口の高齢化が進展していきます。

2つ目は、人的資本、経済、技術の相乗効果により繁栄している可能性があります。その場合、特に影響が大きいのは情報技術、バイオ技術、新物質、新エネルギー技術、新輸送技術でしょうから、その成否は政策次第という気がします。

3番目は、世界経済が3%/年の成長を達成して、地球規模の統合に基づくNew Global Ageを実現できているかどうかです。これは、競争と革新を大事にしつつの、各国の創造性のある政策運営により決まります。それが現状維持ということでは、世界大の崩壊に至る危険もあり得ると思います。

持続する発展を目指すには

地球環境問題の解決を見据えつつ、持続する発展を目指すとするれば、グローバルなレベルでの社会・技術の進歩が必要です。つまり、地球環境問題がもたらすゼロサムゲーム的状况を克服して、人類の生存条件を持続的発展

を可能にするように変革していくには、各国において社会改革、技術革新が必要なのです。これを導く政策は、国境を越えた負の外部経済を意識して正の外部経済をもたらそうとするものですから、グローバルな取り組みによってのみ意味があるものになります。

しかも、グローバルな取り組みは、変革への効果的なダイナミズムに駆動力を提供する点からも重要と考えられます。

それには、さまざまな工夫が必要です。要約的にポイントを1つだけ申しあげるとしても、こうした取り組みが遭遇する既存の組織、社会の阻害要因を、グローバルな問題解決という観点から1つ1つ取り除いていく努力を、それが結局のところ、相互依存の強まった地球においてグローバルな問題の解決につながる、という確信をもって行っていくべきだと考えます。

以上が21世紀社会に関する私の予想です。

原子力に対する期待と責任

社会の新たなダイナミズムに乗ること

そこで、原子力をどう考えればいいのかになります。

原子力は、これまで述べてきました諸問題に対応する優れた特質があるにもかかわらず、多くの地球規模のエネルギー需給見通しでは、原子力の寄与が増加するとは考えていません。わが国でも、地球温暖化対策に関する基本方針の決定に当たって、原子力の役割をめぐり激しい意見対立がありました。このことは皆様の記憶に新しいところでしょう。

それではどうすればよいかですが、原子力発電が新しい社会・技術システムの構成要素となるためには、先ほど申しましたミクロ、マクロ、グローバルな観点から、新しい社会の構成要素、つまり社会の新しいダイナミズムに乗らなければならない、と思います。

念頭におくべきこと

そうした変革の駆動力は4つあります。

1つが国、地域、さらに世界の各種市場における競争です。2つ目が知識社会への移行、3つ目が経済、社会、環境の地球規模での相互依存の意識、4つ目がよりよい生活に対する、変わらぬ人々の願望、これらが働いてはじめて変革が起こることを、原子力開発利用を進めるに際して念頭に置くことが大事です。

次に、今後、社会の意思決定がどうなるのかの問題です。この特徴をある種の願望、期待、理想も含めて述べますと、1つが、個人と組織の創造性を重視する決定、2つ目が、社会・技術のダイナミズムを大事にし、その便益を共有するような意思決定、そして3つ目が、その場合に、当然ながら、新しい技術、システム、ライフスタイルを、文化的摩擦を最小限にして受け入れていく創造的な政策立案、これらが重要視されるようになるでしょう。したがって、このような社会において求められる存在となることが重要です。

安全性——安全操業に掛かる原子力の将来

そこで、以上申しました観点で、原子力界が直面すべき問題をお話したいのですが、安全性1つとってもなかなか難しい問題です。

例えば、放射性物質の環境放出に関して、

TMI（スリー・マイル・アイランド原子力発電所）やチェルノブイルの事故の再発の可能性が人々の関心事です。専門家は学習効果こそ極めて重要で、原子炉の安全性能は向上したと説明していますが、非専門家は2度あることは3度あるという経験則に基づき不安を継続させているのは明らかです。

廃棄物処分についても、事故時放出の有無が関心事でして、専門家がその確率は極めて低く、あり得ないほどの低さと言っても、非専門家は専門家のそうした言説に懐疑の念を隠さず、無条件には受け入れられないとしています。

このような状況を踏まえつつ、いかにして新しい状況を切り拓いていくかですが、第1には世界の原子力施設の将来は、世界の原子力施設の安全な操業の継続に掛かっています。必要な技術と知識は存在しており、それを使った安全な運転を行うこと、そして、そうしていることを世界にあまねく広めて、届くべき人に届かせることに創造力を発揮しなければなりません。

このため、規制活動は形式的であってはならず、効果的かつ効率的であるべきであり、また国民の信頼を得る観点から独立性が重要です。

プラント運転者は、第一人者としての責任を自覚し、WANO（世界原子力発電事業者協会）など未来先取り型の組織を活用して、同業者の運転評価作業を効果的に実施すべきです。

経済性——

競争力ある新型軽水炉システムの開発を

原子力には、バックエンド対策や核不拡散

対策などの多くの重要課題がありますが、ここでは次に経済性について簡単にお話しします。

原子力は、現在、化石燃料、特に天然ガス火力発電との厳しい競争環境にあります。また、新エネルギー技術の価格低下が進めば、この競争に参入してくるでしょう。一方、炭酸ガスの排出に対し課税することになれば、原子力発電の優位性は向上します。

そこで大切なことは、長期的観点に立って、経済的にも社会的存在としても、天然ガス火力や新エネルギー技術に対して、競争力のある新型軽水炉システムを開発していくことが重要になります。勿論、全てのニッチにおいて有利である必要はないわけですが、重要な供給力であり続けるためには、大部分の市場で有力な選択として存続することを目指すべきです。

公衆の理解の増進 —

信頼性と長期経済性を

これは、次に登壇される田中靖政先生のご専門の分野ですが、結局のところ、公衆の原子力に対する信頼性は、安全性に対する確信によります。先ほど申しましたように、個人のリスク評価の仕組みが変革期にあることを踏まえるのが、まず重要です。

例えば、ライフ・サイクル・アセスメントの重視も1つです。この言葉が出てきたとき、原子力関係者は原子力の世界では昔からやってるじゃないか、ウラン鉱山のことから廃棄物処分まで落ちなくきちんと考えていると思ったのですが、それが広く一般の方々に知られていなかったこと、また、特に国防施設を中心にそうとは言えない事例がいくつも明る

みに出たことは、極めて残念なことでした。そうした内なる論理ではいけないのであって、あまねく届くべき人に届かせることのできる内容を備え、かつそれを届かせるよう努力することが極めて重要であります。

もう1つは、原子力が長期的に経済的利益をもたらす技術であることを示していくのが重要です。そういう意味で、例えば、北東アジアのエネルギー・環境問題の解決の共同設計作業の実施に日本が力を出す、その中に原子力を組み入れることの是非も含めて関係者と議論をしていくという作業があります。また、多国間でさまざまなエネルギー部門と協力して原子力の長期的役割を含む世界のエネルギーの未来像を議論し、その過程であるべき姿といいますか、所要の技術改良を明らかにしていくことが必要と考えています。

ま と め

最後に結論を申しますと、21世紀における世界の発展は、物量で見ると、Big Fiveを中心に途上国をコアとするグローバル・ネットワークのダイナミズムに依存すると覚悟すべきと考えます。

地球環境問題は、グローバルな取り組みが最も合理的であって、そこでは“common but differentiated responsibilities”という柔軟なアプローチで、先進国は卒先して義務を果たしていく取り組みが必要だと思います。

原子力の再生、日本はともかく世界的にみますと、原子力は再生という言葉を使うべき対象になっていますが、それは結局、新たな

個人主義と新たなグローバリズムを基調とする21世紀社会のあり方、アジェンダと整合する姿が設計されたときに始まり、その実現可能性は、その実現に向けた創造力とグローバルな承認を得る努力の大きさにより決まると思います。

その具体的な努力として、わが国の原子力関係者にとって今一番重要なのは、放射性廃棄物処分についての現実的な取り組みを国民の前に示していき、その理解を得ていくことに努力を惜しまないことと思います。

また、New Global Ageといわれている途上国の時代において我々がなすべき作業として重要なのは、北東アジアの発展に貢献する多国間の枠組みで、原子力を生かしていく方途を柔軟に追求していくことであり、それが地球環境問題の解決にも貢献できるかと考えている次第です。

大変駆け足になりましたが、これで終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。
(拍手)



〔特別講演〕

21世紀の日本社会における 原子力広報のあり方を考える

田 中 靖 政 (学習院大学 法学部 教授)



20世紀はどんな時代だったのか

戦争と戦争技術の時代

歴史に残る核兵器の出現も

田中でございます。まず、20世紀がどんな時代だったのか。演題にあります21世紀の話に入る前に、皆さまと一緒に考えてみたいと思います。

20世紀は、しばしば、「戦争の時代」という評価を受けます。確かに、20世紀には2つの世界大戦と、数多くの局地戦争が起きました。少し前にも、戦争という名前でこそ呼ばれませんでしたけれども、コソボやチェチェン、その他の地域で激しい武力衝突が発生しています。

20世紀の歴史でもう1つ忘れてはならない大事なことは、1940年代に戦争技術が格段に進歩し、核兵器が出現したことです。つまり、原子力が軍事利用という形で初めて登場したのです。20世紀に出現した核兵器は、21世紀、22世紀になっても、おそらく無くならないのではないのでしょうか。

略 歴

昭和29年学習院大学政経学部卒業。昭和36年米・イリノイ大学大学院修了・政治学修士。昭和38年同大学大学院修了・哲学博士。昭和47年関西学院大学・文学博士（心理学）。職歴は、昭和38年学習院大学法学部助教授。教授、政治学科主任、大学院政治学研究科委員長等を経て現職に至る。昭和57年エネルギーフォーラム賞優秀賞を受賞。

政府関係活動は、原子力委員会バックエンド対策専門部会委員、同高レベル放射性廃棄物処分懇談会委員、原子力安全委員会原子力発電所等周辺防災対策専門部会委員、資源エネルギー庁原子力広報評価検討会座長、その他。

主な著書は、「コミュニケーションの科学」「原子力の社会学」「21世紀の政治デザイン」（共著）など。

バラ色のエネルギー源

1960年代の原子力

戦争の原因としてよく言われるものに「エネルギー」があります。1990年初頭の湾岸戦争は、石油をめぐる争われた「資源戦争」という意味付けもなされています。また、20世紀は「石油エネルギーの時代」だったという評価も、一部ではなされています。

確かに歴史家が指摘するように、産業革命以来、人類は石炭を有効に使って工業を発展させました。しかし、第2次大戦が終わった頃、時代は石炭から石油に切り換わりました。20世紀の半ば頃から、取り扱いも便利、価格

も安く、しかも熱量も豊富で、大量供給が可能となった石油製品が、石炭に代わって、発電所でも工場でも住宅でも大量に使われるようになったのです。石油は工業の発展にも個人生活の向上にもなくてはならないもの、と位置づけられるようになりました。事実、1974年の「石油ショック」が世界を震撼するまで、石油は空気のように、無尽蔵で使いたいだけ使えと信じられていました。エネルギー消費の多いことが文明進歩のバロメーター、と考えられていた時期もあったのです。

1953年のアイゼンハワー大統領の国連演説「アトムズ・フォー・ピース」以降、原子力の秘密が公開され、平和利用が可能になりました。ということは、軍事秘密のベールが外され、原子力に係わるさまざまな情報が解禁になったということです。1960年以降、原子力は、特に日本のようにエネルギー資源に乏しい国にとっては前途有望なエネルギー源として期待されました。当時は、内外の新聞も、政治家や行政官も、一般の市民も、原子力を次の時代を担うバラ色のエネルギー源として大変に大きな期待を寄せました。今とは大きな違いです。

資本主義批判から生まれた

環境保護主義と環境科学

1950年代の日本で原子力が平和利用に向けて初めて蓄をもったということ、これもまた歴史に残る大切な事実と思います。1960年代には、原子力は国にとって、あるいは産業や国民生活にとって、極めて有用という評価がなされるようになりました。なぜかといいますと、1つには、1960年代に環境と人間との関わりの重要性が初めて指摘され、環境科学

といわれる新しい学問領域が体系化されたことと無縁ではありません。

もともと、産業革命以来の経済体制は、資本主義に根差すものでありました。これに対して、『共産党宣言』が1848年に出され、共産主義が資本主義のアンチテーゼとして生まれて成長し、特に1945年の第2次大戦の終結後、東西の間の「冷戦」を生み出すに至りました。ゴルバチョフのもとで「ソ連」が「独立国家共同体」に変移を遂げたときに「冷戦」は終わり、「イデオロギー」の時代は終焉を迎えることになりました。20世紀の歴史は大変に日まぐるしい、変化と動乱の歴史でもありました。

さて、1960年代のアメリカで「環境保護主義」や「環境科学」が発達したのは、資本主義に対する自己批判、あるいは反省からであったと言われます。日本ではこの点を歴史的に詳しくとどる学者や知識人が多くないことを、私は大変残念なことだと思っています。

つくりっぱなしの資本主義に

くさびを差した環境保護

欧米における1960年代の環境保護主義の台頭は、資本主義そのものに内部的な変革を生む大きなモチーフとなりました。その前後で、資本主義は質的に変化しているという評価があります。しかし、日本にこの評価があまりにも希薄にしか存在していないことが、21世紀を目指して、日本の資本主義の行き方、行き先にささやかな危惧を懐かせます。

1つの重要なポイントは、環境破壊に端を発した環境保護主義が、資本主義の「無責任なつくりっぱなし」という従来の産業政策（これは国、産業ともにあったのですが）に対して、一種のくさびを打ち込むことになったと

いう点です。つまり、もろもろの環境破壊 — 有害な排気ガスによる空気の汚染、投棄された産業廃棄物による土壌の汚染、垂れ流しの有毒化学物質による河川・海洋の汚染などは、つくりっぱなし、使いっぱなしの資本主義の後始末の悪さから発生したものですから、政府と産業は後始末に対しても責任をもつべきである、という考え方が、環境保護運動や消費者運動という形態をとりながら次第に欧米諸国に広がりを見せるようになっていったのです。

リスク情報の植えつけに

活躍あらわな世界の環境保護団体

その結果、アメリカにもヨーロッパにも、さまざまな環境保護団体が生まれました。現在では、このうちいくつかの主要な団体は、ワシントンに強力なロビーをもち、また各国にも力のある支部をもっています。日本にも、そういう支部がたくさんあります。そして、ワシントンで起こったことは日本に、日本の環境庁や通産省が決めた措置や政策はすぐワシントンにという形で、電子メールやファックスを使ってやりとりしているのが現状です。

目的は何かといいますと、無責任な政府や産業の措置が、環境をいかに劣悪化し、その結果、人間が最も重要と考える生命、健康、財産に対してどういう被害を与えているのかを明らかにすることです。

この2～3年を見ても、日本だけで血液製剤の問題、環境ホルモンの問題、地球温暖化の問題。さらに、関西大震災におけるさまざまな杜撰な工事の傷跡、崩れるはずのないような高架高速道路が見るも無残に倒

壊した事実。かつてのロサンゼルスやサンフランシスコ地震のときに、日本ではそんなことが起こるわけがないと言ったにもかかわらず、そのような倒壊が日本で実際に起こってしまったという不様な事実。それから、忘れ難い「もんじゅ」の事件。追い打ちを掛けるようにして起きた旧動燃東海事業所における再処理工場の火災事故。今年になってからは新幹線のトンネル内でコンクリート剥脱落下事故。さらに新しいところでは、東京でも関西でも起こっている高架高速道路からの標識落下による自動車の破壊や傷害事件に見られる手抜き工事の数々。

これらは、起こる筈のない出来事が実際に身近な所で起きているということの認知を通じて、我々の周辺に実在するリスクの大きさを、改めて我々に知らせてくれるものであります。

他方、こうした自然的あるいは社会的な環境破壊のリスクの存在は、今に始まったことではありません。欧米の社会では、1960年代には既に指摘され始めた事象だと言えるでしょう。先ほど申しましたように、世界中にインターネットやファックスの情報網をもつ主要な環境保護団体は、ヨーロッパでもアメリカでも、無責任さの内容と無責任さが及ぼすリスクに関する情報を、さまざまな啓蒙活動を通じて国民に伝える努力をしているように思われます。

覆えされた

デトロイトの「非誤謬性」の論理

環境保護運動についてもう1つ付け加えますと、環境保護主義の台頭とほぼ同じ頃、大企業の「非誤謬性」の神話が崩壊しました。

それまで「我々が間違っていることはない」ことを自他ともに認めてきたデトロイトの自動車産業に、「実は我々が間違っていた」ことを暗に認めさせるという出来事が実際に起こりました。これもまた、1960年代の画期的な出来事の1つとして記憶されています。

皆さんの大多数の方は、ラルフ・ネーダーの名前をご存知だろうと思います。当時はまだ30歳代の若い無名の弁護士でしたが、1963年、“Unsafe at any speed”（『どんなスピードでも危険』）という本を著わしたのがきっかけとなって世界的に有名になり、いわゆる「ネーダー主義」の始祖となった人です。実際、この本は、アメリカの自動車業界を震撼させました。ご記憶の方もいらっしゃると思いますが、シボレー社がつくった当時の最新型の「コルベア」というリアエンジン車が、横転して死傷者を出すという事故が何回も続きました。それまでは、自動車事故はすべて運転手の過失というのが、アメリカのみならず世界の常識でした。

しかし、ラルフ・ネーダーは、さまざまな状況資料と現場の証拠に基づいて、そうではない、これは基本的に設計ミスであり、責任のすべてはシボレー社にあると断じて、裁判所に告訴しました。シボレー社も長引いた裁判を最後まで継続するのをきらい、示談になりましたが、この訴訟により、それまであったデトロイトの非誤謬性の論理は崩壊することになったのです。神でない限り、誤りを犯すのは当たり前という論理がある一方で、産業界や政府は時として非誤謬性の論理を表にあらわに出します。政府や大企業の非誤謬性の論理が成り立たないのは、今ではいわば当然のことですが、その発端が、1963年、ラルフ・

ネーダーが著した小さな本であったこと、世界一強大なデトロイトに対する無名な一弁護士ラルフ・ネーダーの挑戦であったことは、アメリカ文化の先取的特徴の一端を象徴しているのかもしれませんが。

私がアメリカから日本への帰途、たまたま面白そうな題名の本だと思って買ったのが、“Unsafe at any speed”でした。その小さな本がミリオンセラーになって、デトロイトの非誤謬性を覆すほどの力をもつとは、買ったときも、読んだときにも、全く想像できませんでした。しかし、その本は、実際にそういう大役を果たすことになったのです。

明るい希望が残るアジアの原子力

「戦争」に「エネルギー」に「環境」。これらが20世紀を特徴づけるキーワードと言うことができます。そして、それらは単なる抽象的なキーワードではなく、いろいろな影響を世界に及ぼしました。日本も例外ではありません。

1960年代にはバラ色だった原子力は、今や残念ながら灰色の原子力となりました。灰色からは「どんよりとした冬の景色」を連想します。もしアメリカでこれからも灰色の原子力が続けば、30年あるいは40年の耐用年数を過ぎた原子力発電所は、1基また1基と消えていき、おそらく再度補充されることはないでしょう。少なくとも現状では、NRC（原子力規制委員会）が新規に原子力発電所を認める気配はありませんし、電力会社にも原子力発電所を新設するという動きは全くありません。ヨーロッパにおいても、フランスを除けば、イギリスは頭打ち、ドイツは明らかに後ろ向き、北欧諸国も同様です。

最近、訪問してみて、原子力の将来がバラ色とはいえないまでも、いくらか明るさを感じるのがアジアです。台湾、韓国、日本では強い反対はあるものの、原子力発電所の開発計画が進められています。比較的最近に原子力発電国となった中国では、昨年来の新5カ年計画で9基の原子力発電所の建設を予定しています。また、21世紀には、インドネシア、タイ、ベトナムなどでも原子力開発計画を立案する公算が高いと言われています。インドネシアとベトナムは、21世紀の比較的早い時期に原子力発電を実現したいと考えているようです。

このように、20世紀の終わりにヨーロッパとアメリカが撤退したあとの原子力は、時と場所を変えて、21世紀のアジアに引き継がれることになるかもしれません。21世紀の人口増加が特にアジアの発展途上国で起こることが予想されており、それゆえに、産業においても、国民生活においても、エネルギー需要の急増が予期されているアジアが、これからの原子力を引き継ぐことになるということは、極めてロジカルな展開であるように思われます。

原子力広報の基本的考え方

戦略的目的――

国民の原子力理解に役立つもの

さて次に、日本の原子力を21世紀を越えて延命させるために求められる原子力広報のあり方について、話を進めてみたいと思います。

原子力広報を考え直す気運が出てきたのは、比較的最近のことです。平成10年夏から、資源エネルギー庁に「原子力広報評価検討会」が組織され、以来今日まで各界有識者の方々をメンバーに迎えて原子力広報のあり方の研究がなされています。

では、何のための原子力広報なのでしょう。一言で申しますと、原子力広報の戦略的な目的は、適切な情報の提供によって、原子力に反対する人たちの気持ちをできるだけ和らげ、原子力を支持する人たちの気持ちをできるだけ強固にしていくことにあり、と考えて差し支えなからうと思います。

原子力を愛せと申しまして、国民は原子力を愛するはずがありません。愛するには、あまりにも原子力のリスクが大きすぎます。ですから、人びとが原子力を愛してくれなくてもいいのです。せめて原子力が役に立っていること、原子力がなければ電力不足に陥ってしまうことを分かってもらえばよいのです。また、できれば、日本は今後も原子力を必要とし続けることも理解してもらいたいことの1つです。

しかし、一方的に国民にこうして欲しい、ああして欲しいと望むだけでは、虫がよすぎます。広報は謙虚でなければならないし、上から下へ流れるものでもありません。役所であれ事業者であれ、受け手の信頼と信用があって初めて、広報は国民の心に訴えかける機会を得ることができる、という単純な事実を忘れるべきではないのです。

戦術的目標――

「危なくない」の認識の普及

もう少し身近なところに、原子力広報の戦

術的な目標があります。「原子力は、一般に考えられているほど、危ないものでもないし、無用なものでもない」という認識を国民にもってもらうために、さまざまなメッセージを国民に対して発信し、理解を促進していくこと、これが原子力広報の戦術的な目標です。

日本人が不得手なコミュニケーション

欧米では学問扱いまでも

効果的な広報を考える際に、日本人のコミュニケーション行動の特徴を考えることが必要です。日本人は、コミュニケーションがあまりうまくありません。おそらくこれは、文化的なものだと思います。なぜなら、コミュニケーションはもともと自分の意図を人に伝える手段で、誰でも赤ん坊のときから学んできているスキル（技量）なのです。しかし、コミュニケーションが学問として体系的に研究されたのは残念ながら日本ではなく、欧米の知的な風土においてでありました。

日本人の文化は同質的と言われます。このような同質的な文化の中では、「以心伝心」的なコミュニケーションで事が足ります。「以心伝心」的なコミュニケーションが支配的な社会では、コミュニケーションが客体化され、学問の対象になることはありません。その必要がないのです。相手が異質である際に初めて相手に「説明」する必要、あるいは相手に「理解」してもらう必要が生まれます。また、ある場合には、相手に「納得」してもらうような特別なコミュニケーションが必要になることもあります。

事実、日本にはコミュニケーションを学問として扱う大学はひとつもありません。日本語で「新聞学」と翻訳されている「ジャーナ

リズム」の研究や教育を行っている大学、あるいは「広報学」の研究や教育を行っている大学は、日本では極めて少数しかありません。日本で「コミュニケーション」というと「通信」を意味することになり、電気（あるいは電子）通信工学の話となってしまうがちです。しかし、欧米で「コミュニケーション」といえば、人間と人間、組織と組織、あるいは国と国のコミュニケーションの話で、社会学、心理学、政治学、人類学など、社会科学の扱う人間現象を指すのが普通です。

広報に大事な3つの情報——

Know-what, Know-how, Know-where

次に、情報の機能を理解する上で便利な、3つの類型についてお話しします。

第1の類型は「何を知るか」、いわゆる「Know-what」と呼ばれる情報です。普通、我々がマス・メディア、教育、会話などから最も頻繁に得る知識や情報の中身がこれです。

第2の類型は「いかに知るか」、いわゆる「Know-how」と呼ばれる情報です。日本語では「技術情報」と訳されることもあるようですが、もともとは「ものごとのやり方に関する情報や知識」を指します。

第3の類型は「どこで知るか」、いわゆる「Know-where」と呼ばれる情報です。これは「欲しい情報（「know-what」情報や「know-how」情報）をどこで得られるか」に関する情報です。例えば、「目次」や「索引」は典型的な「know-where」情報です。インターネット時代の情報活動との関連でいえば、私もごたぶんに漏れず、しばしばインターネット上で新たにホームページを探す必要にせまられます。インターネットを使う場合、「リンク」集

がホームページに備わっていると大変に便利なのですが、日本人の文化にはどこで情報を得るかという情報が貴重であるという認識が欠けているせいでしょうか、リンクという概念が未発達ようです。

面白いことに、原子力反対派の人たちのホームページを見ますと、科技庁、原子力委員会、原子力安全委員会、あるいは通産省のホームページへの「リンク」があるケースを頻繁に発見します。つまり、クリックするだけで、望む所（ホームページ）にネットサーフィンしていけるようになっています。世代的なギャップがあるせいなののでしょうか。この点、体制側あるいは推進側の方がはるかに遅れを取っているようです。

いずれにせよ、インターネットの発達と普及により、世界のどこからでも、またいつでも情報が入手できるようになっていることを考えますと、必要な（あるいは欲しい）情報がどこで手に入るかを知るか知らないかが、情報の能率的な入手に決定的な相違を生ずることは疑いありません。「Know-where」情報の重要性について、これ以上付け加える必要はないと思います。

広報に必要なコミュニケーションの作法

原子力広報、つまり原子力を代表して当事者側の思いを国民に伝えるには、守るべき作法がいくつかあります。作法とは、コミュニケーションのプロセスを知り、そのプロセスに固有な方法に従って思いをメッセージ化して国民に届けることに他なりません。この認識がなければ、広報の発信者の思いを相手に届けることはできません。

恋人の間でしたら、目くばせ1つでも自分

の思いは相手に伝わるでしょう。友だち間でしたら、目くばせやちょっとした略字でも思いを伝えることが可能かもしれません。また、専門家同士の間でしたら、専門用語を1つ2つ並べるだけでも、意味を通ずることが可能となるでしょう。

しかし、相手が完全に異質な人たちだったら、そう簡単に思いを伝えられるでしょうか。専門家の発信者に対して受信者が非専門家でしたら、専門家同士でのコミュニケーションの約束ごととはまったく成り立ちません。つまり、外国人に話すのと同じような覚悟とサービス精神がなければ、自分の思いは相手に伝わらないのです。そのためには、表1にありますようなコミュニケーションの作法を知った上で、メッセージをつくっていく必要があります。

表1 コミュニケーション・モデル
に基づく合理的計画性

- | |
|---|
| <p>(1) コミュニケーションの基本的構造：
3W (Who, What, To Whom) + How + E
(With What Effect)
「誰が」(送り手), 「誰に」(受け手), 「何を」(メッセージ), 「如何にして」(チャンネル/メディア)
「どのような効果を及ぼして」(効果)
「言うか」</p> <p>(2) 「送り手」の「クレディビリティ」
ひとたび「嘘つき」というレッテルが貼られれば、その「送り手」の言うことは誰にも信用されなくなる。この不信の状態はかなり長く続く。</p> <p>(3) セグメント化された「受け手」に対応した「メッセージ」特性
「受け手」は一枚岩でも同質でもない。広報の「メッセージ」は、「次世代層」「女性層」「有権者」など「受け手」の特性に合わせて作られねばならない。</p> |
|---|

期待される原子力広報の「効果」

広報を行う4つの目的

原子力広報を行う目的は、4つあります。それをコミュニケーションでは「効果」と呼んでおり、短期的なものと長期的なものがあります。表2にありますのは中期的な効果に当たります。

表2 期待される原子力広報の「効果」

- | |
|-------------------------|
| (1) 意識喚起
(関心を向けさせる) |
| (2) 認知向上
(情報や知識を広げる) |
| (3) 理解増進
(納得を得やすくする) |
| (4) 信頼向上
(安心感を高める) |

第1の目的——意識の喚起

大多数の日本人にとって、原子力はあまり関心の高い対象ではありません。どのような世論調査を見ても、ごく普通の日本人の関心は身の周りのことに向けられています。例えば、生活、税金、職業(失業)、健康、老後などはほとんどいつも上位の関心事ですが、原子力発電やエネルギー問題などは100中50番目ぐらいか、もっと下位の関心ということになるでしょう。関心度の低いことについて語りかけようとするのですから、聞いてもらえないのが当たり前、聞いてもらえれば望外の幸せという気持ちからスタートしなければならないのが、原子力広報なのです。

そこで、関心の低いことに対して少しでも意識を向けてもらうということが重要となります。「意識の喚起」というのは、そういう意味で広報の第一歩と言ってよいでしょう。とにかく意識を向けてもらわなければ、何を言っても馬耳東風、聞き流されてしまい、なんの甲斐もありません。

「意識の喚起」が成功して初めて「認知の向上」や「理解の増進」への道が開かれることになります。そして、その結果、情報や知識の伝達やフィードバック、つまり「対話」が可能となるのです。

最重要の目的——信頼の向上

原子力広報の最重要課題は、何といたっても安心感の向上にあります。ところが、これがなかなか捗りません。原子力広報のメッセージが思うように浸透しないし、また信頼されないのです。何故でしょうか。

原子力広報にとっての最大の障害は、これまで起こった原子力関連の事故に原因を見つけることができます。原子力広報のメッセージが信頼されないのは、過去の事故の際に「うそ」「意図的な隠蔽」「データ改竄」などの「社会的事件」を起こした前科があるからです。こうした「社会的事件」は、一回一回起こるたびに、マスコミによって大々的に報道され、事故そのものよりも一そうの不信感を一般の人びとに植えつけます。マスコミを通じて、何千万の人びとが同じように、そういう不信の気持ちを持つように傾きます。

ひとたび不信が植えつけられまると、何を言っても、これまた「うそ」に違いないという猜疑心が働くようになり、情報や、情報の発信者を拒否する心理が人びとの中で働くよ

うになります。こうした強い猜疑心、あるいは不信が払拭されるまでには、心理学的には数年かかります。ある情報が頭の中に入ってから完全に忘れられるまでの時間的減衰のカーブを心理学では「忘却曲線」と呼んでいますが、それにほぼ合致しているわけです。

最近の原子力には、皆さんもご承知のとおり、類似した「悪しき」出来事が次から次へと起こっています。前の「悪しき」出来事を忘却する前に、もう次の「悪しき」出来事が起こっているといった具合です。こうした状況で人びとが最も陥りやすい心理状況は、「疲労」(fatigue)と呼ばれるものです。繰り返される状況への「飽き」と言ってもよいでしょう。「もういい」「もう沢山だ」「もう結構だ」というような一種の心理的拒否反応です。政府や事業者の当事者あるいは関係者がよほど頑張らなければ、当分の間、原子力は国民の不安を払拭することはできません。そして、その間、原子力に関連するすべての事業が停滞を余儀なくされることになるでしょう。

「受け手」に「メッセージ」を伝達する 「チャンネル」の選択

ファックス、インターネットとともに

顔が見え、議論が聞ける集会を

情報化社会には、豊富なメッセージの伝達手段があります。

原子力広報には、マスメディアを使うことができます。パンフや小冊子も、今までどうり、原子力広報の媒体として生き残るでしょう。しかし、これからは、電子媒体のファッ

クスやインターネットが非常に有望な広報媒体となるでしょう。アメリカでは選挙運動にファックスを使う時代は過ぎ、インターネットがふんだんに使われるようになりました。未だ日本ではインターネットはアメリカほど普及していませんが、将来の有望な広報媒体として、もっともっと使うことを真剣に考えていいと思います。

先程も申しましたように、概して原子力反対派の方がインターネットの利用に熱心です。また実際、巧みです。推進派の方はおそらくパソコン世代よりも昔の世代の人が多いせいか、インターネットの利用にはあまり熱心でも好意的でもないようです。反対派のホームページには結構読みごたえがある記事が載っていることがありますし、また、ごく普通の読みやすい口語で書かれている点が、国や原子力関連団体のホームページに特徴的な難解な専門家相手のメッセージと対照的です。人に読まれるようなメッセージの制作については、推進派は反対派から学ぶものが多いと言えましょう。

集会、講演会、シンポジウムなども、広報活動の一貫として重要と考えられます。原子力委員会主催の原子力政策円卓会議や、総合エネルギー調査会が地方で行っている集会やシンポジウムなどは、いろんな立場の人たちが顔をあわせ、議論を戦わせるという意味で、これからも推奨されてしかるべき集会の1つだと思います。

信頼感の醸成は

人間対人間のコミュニケーションで

コミュニケーションには、対面的に話し合うチャンスのあることが重要です。こうした

機会が、企業の合理化という名のもとに減る方向に向かっていることは残念です。

電力会社の身近な例をとりますと、かつてはメーターの検針にくるおばさん、あるいは配線などの安全点検のための見回りにきてくれる点検員の方と立ち話、噂話をする機会がありました。最近ではすべてが自動化してしまったために、電力会社と消費者間の接触がほとんどなくなってしまいました。

これでは、電力会社に対する親しみとか信頼感を醸成するチャンスは失われる一方です。親近感や信頼感をつくり出すには、やはり血の通った人間対人間のコミュニケーションが一番適しています。会話とか対話が減少するのは大変残念なことで、今後、対人的な接触を維持する方法を再考する必要があります。うです。

メディア・ミックスに必要な

オペレーションズ・リサーチ

効率的な選挙運動や広報活動を計画するに際して必要な戦略の1つに、「メディア・ミックス」という考え方があります。選挙媒体あるいは広報媒体としてマスメディアを使うときに、どのようなメディアを、誰に対して、どのように仕向けるかを、事前に計画しなければなりません。それにはオペレーションズ・リサーチの手法を使い、潜在的な情報需要の発掘と発信の目的を達成するに要する費用対効果を事前に計算することが必要となります。

原子力の領域で、オペレーションズ・リサーチに基づく広告や広報の費用対効果の計算がなされているという話をあまり聞いたことがありません。他の業界、例えば自動車業界、

アパレル業界、ファッション業界などに比べますと、このような人を対象としたコミュニケーションに対して原子力業界はあまり関心を持たないように思われます。おそらく前者においては消費者が「見える」のに対して、後者においては消費者が「見えない」、あるいは、そもそも「見る必要がない」からかもしれません。

参考にすべき

アパレル・ファッション業界の市場調査

例えば、アパレル業界、ファッション業界では市場調査が必須となります。人びとの「好み」とか「嗜好」とかいったものは、いわば目に見えない「風」のようなものです。強さも方向も常に変わるのが「好み」や「嗜好」です。これらを「創り出す」のがアパレル業界、ファッション業界であるならば、消費者の心理傾向を「読む」のもアパレル業界、ファッション業界なのです。消費者のトレンド、欲求、欲望、好みを、性別、年齢別、職業別、地域別に、変化や差異を時系列的に時間をかけて追跡していくのも、アパレル業界、ファッション業界ならではの仕事です。

業界というのは、大体1兆円以上の規模を持つ産業のことですが、少なくともメジャーなアパレル業界、自動車業界ですと、1社で10数億円もかけて市場調査を行っているといわれますし、またもちろん広告費も同様に巨額にのぼるといわれます。

電力事業は公共事業の一種ですから、完全な意味での私企業とは言えないかもしれませんが、しかし、企業である以上、消費者の欲求や必要、消費者心理の動きを知ることことが当然、必要になります。国や電力事業者は、消費者を知ること、消費者を理解することが、

実は、自分を消費者に知ってもらうこと、自分を消費者に理解してもらうことのための必要条件であることを、まず知るべきでしょう。

セグメント化による

情報需要調査と情報提供

資源エネルギー庁の原子力広報評価検討会では、まず国民をセグメント化してみようと考えています。セグメント化するということは、国民全体を一枚岩的に考えるのではなく、男性と女性、都市の人と地方の人、原子力発電所のある地域とない地域、電源3法の恩恵を受けている市町村とそうでない市町村というように、全体を細かく区切って、それぞれの区切りの中で人びとの特徴を分析してみようという考えに基づいています。

広報は、受け手の情報需要を満たすために、積極的に情報を提供することを目的としています。そこで問題となるのは、国民全体の情報需要というものは実際には存在せず、実際に存在するのは細かくセグメント化された人びとの情報需要であるという事実です。これまでのところ、セグメント化された国民の情報需要に関する体系的な分析は行われていません。こうした地道な「受け手分析」は、これからの日本の原子力広報の出発点として、特に重要な課題であると思います。

EDFの広報について

マスコミ発表に関するEDFの哲学——

イニシアティブは常に発電所側に

ここで、EDF（フランス電力公社）が持つ

ている「広報哲学」をご紹介します。おきたいと思えます。

私はこれまでに5回ほど、フランス各地の原子力発電所を視察したことがあります。いつも印象的に感じますのは、「広報哲学」とでも呼ぶのがふさわしいような、どこの発電所にも共通したEDFの広報原理です。一言で言ってしまうと、マスコミへの情報開示のイニシアティブは常に発電所、より具体的には広報担当部長が取る、ということに尽きると言ってもよいでしょう。

第1のイニシアティブは、原子力発電所における広報担当部長の権限の強さに見られます。原子力発電所で何か異常や事故が発生したような場合、広報担当部長は全ての関係者から必要な情報の提供を求める強大な権限を与えられていると言われます。発電所長といえども例外ではないそうです。さらに、広報担当部長がマスコミに発表したことの内容については、EDFのパリ本部は一切事後の責任を問わないことになっているということです。広報担当部長がプロだからこそ、プロにふさわしく、このような強大な権力を与えられているということを、私は繰り返してEDFの役員や広報担当部長その人の口から聞きました。

マスコミにも信頼あるEDF

第2のイニシアティブは、どんな些細なことでも詳しく積極的にマスコミに発表するという、徹底した情報開示の姿勢に見られます。例えば、ボヤが起って消防車が構内に入ったという状況を考えてみましょう。そもそも消防車は何かの異常や事故が起こらなければ入って来ないでしょうし、消防車が来たこと

は付近の住民が見て知っています。誰の眼にも何らかの異常が発生したことは明白ですから、発電所のほうからマスコミを呼んで、異常についての発表をしてしまうのです。ある原子力発電所の広報担当部長は、「われわれ広報の役目は、マスコミに取材される前にマスコミに情報を与えることだ」と語ってくれました。マスコミが取材に来るのを待つまでもなく、進んで情報を与えることにイニシアティブを発揮するのが、EDFの「広報哲学」と言えましょう。

ですから、EDFは、マスコミの受けが結構いいのです。EDFはマスコミに信頼されています。事故が起こったとしても、マスコミは事故そのものに対して追及することはあっても、事故を発表するEDFは信頼していると言えるでしょう。

マスコミと相互的な信頼関係を築いていくことは、これからの日本の安全文化を考えていくとき、極めて重要な課題のひとつだと思います。

お わ り に

日本の安全文化 —

見直しを要する危機管理

最後に、日本の原子力安全文化の見直しについて若干触れておきたいと思います。

これは単に原子力だけの問題ではなく、我々を取り巻く自然環境、社会環境の中のリ

スクをどう考えていくかを基にして、これから我々が考慮すべき重要事項の1つと考えられます。それには、日本の安全文化全体のフレームの中で、「危機管理」の在り方を考え直す必要があるように思われます。

ご案内のように、アメリカにはFEMA(連邦危機管理局)という政府組織があり、ここに「C³I」(Command, Control, Communication and Information; 指揮, 統制, コミュニケーション, 情報)の専門家たちを集めています。もちろん、FEMAが対象とする危機管理は原子力だけではなく、ハリケーンのような自然災害、また最近ではテロリズムのような高度に政治的な災害まで含まれるようになっています。

原子力災害が起こった場合、FEMAは各省庁を統括する特別な危機対策本部としての役割を果たします。今年の2月にワシントンのFEMA本部を訪問してみて、関係政府省庁、州政府、FEMA支部などを結ぶコミュニケーション・ネットワーク・システムが整っているのに驚きました。

このような21世紀の危機管理の問題と、危機管理の一環としてのリスク・コミュニケーションを含めて、わが国の原子力広報が成長、発展していくのを、私は祈念して止みません。

きょうは、話しがあちこちに飛び、とりとめのものになったのではないかと思います。時間がまいりましたので、この辺で終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございます。(拍手)

〔講演〕

電力自由化と原子力

矢島正之 (財電力中央研究所 研究参事)



はじめに

わが国では、1995年、電気事業法が31年ぶりに改正され、1996年度より新規電源の競争が導入されました。1997年には電気事業審議会基本政策部会が設立され、電力市場への更なる競争導入の検討が始まり、1999年1月、同部会の報告書が提出されております。これに基づき、電気事業法が5月に再改正され、2000年3月より小売の一部自由化がスタートすることになりました。

一方、エネルギー・セキュリティの確保および地球規模の環境問題解決の観点から、原子力は今後とも積極的に推進していくことになっています。そのため、電力市場の自由化に際しては、競争導入が原子力発電の開発に及ぼす影響や、原子力発電開発と調和しうる市場自由化モデルの検討が必要と思われます。

本日は、まず、電力市場自由化の動向を紹介し、つぎに原子力発電固有の特徴点と投資リスクを検討したのち、競争導入が既存・新規の原子力発電へ与える影響を明らかにします。これらの考察を踏まえ、各市場自由化モデルの下での原子力発電開発の可能性について検討し、わが国における今後の電力市場自

〔略歴〕

昭和47年国際基督教大学大学院行政学研究科卒業。行政学博士。昭和45年電力中央研究所経済研究所（現経済社会研究所）入所。平成10年より研究参事、現在に至る。また、平成11年より一橋大学商学部（公益事業論）非常勤講師を務める。

専門分野は、公益事業論、電気事業経営論。

政府関係活動に、自治省「公営電気事業の今後のあり方に関する検討委員会」委員、国際協力事業団「電力分野知的支援に係る連携促進委員会」委員がある。

著書に、「電力市場自由化」（第15回エネルギーフォーラム賞優秀作受賞）、「電力改革」（1999年、公益事業学会賞受賞）など。

由化のあり方についてのインプリケーションを述べたいと思います。

電力自由化の動向

総仕上げをなす

電力分野の規制緩和

企業活動への規制を緩和し、経済活動の活発化を図る動きは、1980年代の世界的潮流となりました。

米国では、1981年、レーガン大統領が政権の座につきますと、既に着手されていた陸上輸送、航空、電気通信などの分野における規制緩和を一層促進するとともに、電力・ガスの分野にも競争を導入しました。また、イギ

リスでは、1979年、サッチャー首相が登場しますと、それまで非効率的といわれてきた国有産業の民営化を行い、競争の導入を行っています。

わが国では、1981年から83年の臨時行政調査会において、3公社の民営化が行財政改革の目玉として掲げられ、それ以降、臨時行政改革審議会、行政改革委員会等々、今日まで規制緩和の流れが続いています。

このような経済分野の規制緩和の流れの中で見られる大きな特徴は、従来、典型的な自然独占が成立すると考えられていた、ネットワーク型の公益事業の分野にも、競争が導入されたことです。図1は米国の例でして、70年代の後半に航空、80年代前半に電気通信、80年代後半にガス、そして90年代の前半に電力、このような分野に競争が導入されました。興味深いのは、イギリスもこの順序で規制緩和がなされています。いずれにせよ、電力は経済分野における規制緩和のいわば総仕上げの性格をもっており、この動きは21世紀まで続くと思われます。

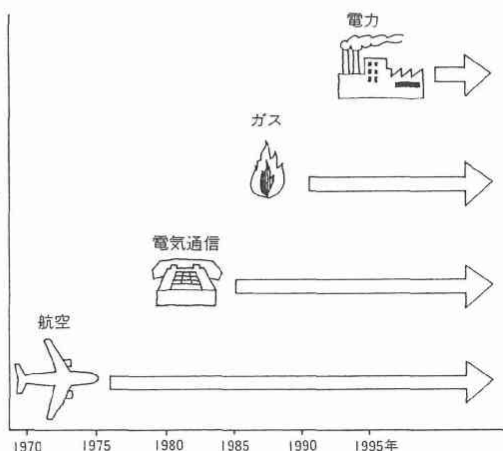


図1 ネットワーク型公益事業への競争導入
（米国の例）

電力市場自由化のオープナー

米国の法律PURPA

図2は、電力市場自由化の潮流を示したもので、1990年を境に、世界的な広がりを見せています。わが国では、1995年、電気事業法の一部改正があり、卸売市場の一部が自由化されました。

興味深いのは、先進国における電力市場自由化に先立って、南米のチリが、イングランド・ウェールズ型の自由化である、プールモデルを採用していることです。

電力市場自由化の端緒になったのは、米国のPURPA（Public Utilities Regulatory Policy Act、公益事業規制政策法）でして、既存の電気事業者は、この法律によりいわゆる分散型電源、すなわち再生可能エネルギーを使った電源やコジェネレーションからの余剰電力の購入が義務づけられました。PURPAは、自由化を意図した法律ではありませんが、結果的に分散型電源の普及を招き、自由化への門戸を開いた、罐オープナーの役割を果たした画期的な法律といえます。

図2から、90年以降、電力自由化が世界的な潮流になっていることが読み取れます。

電力市場自由化の3つの背景

電力市場の自由化は、先ほど話しました経済分野の規制緩和と密接な関係にあります。すなわち、規制緩和によって産業の競争が激化しますと、投入コストの低減が産業の重要課題になります。エネルギー価格は産業にとって重要な投入要素であり、電力価格への関心が高まったことが第1の理由です。

第2に、主として天然ガスを使用する分散

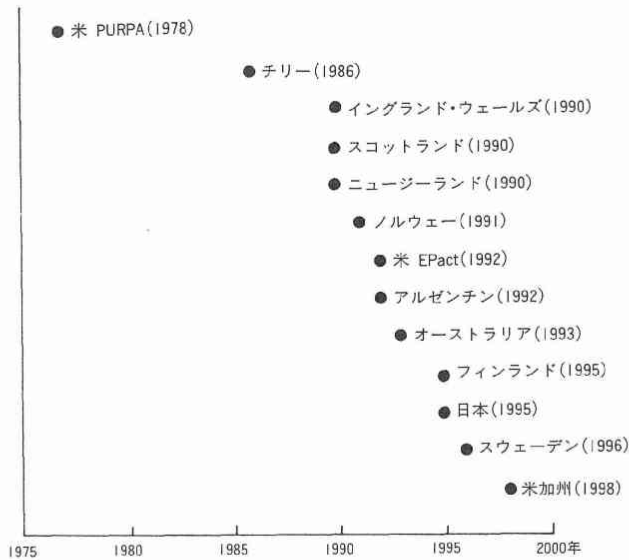


図2 電力市場自由化の潮流

型電源の経済性の高まりです。これは技術革新もありますが、特に化石燃料の価格が、実質的には、現在既に第1次石油ショック以前のレベルに低下していることによります。これによる分散型電源の経済性向上が第2の理由です。

第3の背景は、ネットワーク型産業における規制緩和の潮流です。通信は、電力に先行して規制緩和が行われました。通信で可能なことがなぜ電力でできないのか。また、アメリカでは、先行したガスでできて、なぜ電力でできないのか。とりわけ、エコノミストによりこのような主張がなされました。

競争導入が可能な発電・小売

独占に残るネットワークの分野

次に、電力市場自由化の特徴として、競争が世界的にどこまで入ってきているのか、また、競争に伴い電力事業再編がどれだけ行わ

れているのかをお話します。

電気事業の機能を大きく発電、送電、配電、小売に分けますと、競争導入が可能な分野は発電と小売です。送電や配電、さらに細かいと、送電系統の運用の分野は、自然独占と見られています。ネットワークは規模の経済の面から、また系統運用はこれが何カ所もあるとは考えられず、そのものの性格から自然独占と考えられています。

電気通信業では、既に長距離の分野で、企業自らネットワークをもって参入してきています。しかし、電力では、ネットワーク部門は自然独占であるとの前提のもとに、各国さまざまな自由化モデルが展開されています。

発電・小売での全面自由化が増加

発電の自由化ずみの国、もしくは意図している国では、すべての電源が競争導入の対象になっています(表1参照)。

表1 競争導入の程度

競争導入の程度		国*
発電	小売供給	
導 入	全ての 需要家	ノルウェー (1991～)
		スウェーデン (1996～)
		イングランド・ウェールズ (1998～)
		スコットランド (1998～)
		北アイルランド (1998～)
		フィンランド (1997～)
		ドイツ (1998～)
		オランダ (2007～)
		スペイン (2007～)
		イタリア (計 画)
		ベルギー (2007/2010～)
		オーストラリア (1999～)
		ニュージーランド (1994～)
		米・アリゾナ (2003～)
		米・イリノイ (2002～)
		米・ミシガン (2002～)
		米・ペンシルベニア (2001～)
		米・ロード・アイランド (1998～)
		米・バーモント (1998～)
		米・コネチカット (2000～)
導 入	大 口 需要家	米・カリフォルニア (1998～)
		米・マサチューセッツ (1998～)
		米・メイン (2000～)
		米・ニューハンプシャー (1998～)
		米・ネバダ (1999～)
		米・オクラホマ (2002～)
		チリ (1982～)
		アルゼンチン (1992～)
		フランス (1998～)
		ポルトガル (1995～)
		日本 (2000～)

* カッコ内は、需要家に供給事業者の選択を可能とするダイレクト・アクセスが認められる年。

わが国は、1995年、電気事業法を改正して卸供給の入札を導入しました。正確には、新規電源の競争的な調達ということにして、競争は新規電源に限定され、既存のプラントは競争の対象外になります。卸発電の自由化といっても、卸供給の入札は卸の全面的自由化ではありません。

このような新設プラントのみを対象とした卸供給入札は、5年ほど前までは規制緩和モ

デルの1つとして考えられていたものでした。しかし、現在では、このようなモデルをメインなものとして採用する海外先進国はもはやありません。電源は、新規も既存もすべてが競争にさらされることになっています。

小売供給の方は、表1にありますように、海外諸国や米州の中には、すべての需要家に供給事業者の選択を認める、すなわち、すべての需要家を対象に小売託送を認めるといった競争導入を計画中、あるいは実施ずみのところが多いといえます。大口需要家のみに競争を限定しているのは、南米でチリとアルゼンチン、ヨーロッパでポルトガルとフランスぐらいです。

フランスは、原子力を主軸エネルギーと位置づけ、今後とも維持していく考え方です。で、全面自由化は不適切としています。

内部相互補助防止のための

独占分野の分離

電力市場に競争が導入されますと、多くの国で発送配電の分離または垂直統合の分離、さらには事業の再編が行われます。その理由は、先ほども申しましたように、電力分野への競争導入には、最後まで自然独占となるネットワークの分野が残ります。その結果、1つの事業者が独占的なネットワークと競争的な発電の2分野をもちますと、経済学者は、競争分野の発電コストを安くして独占分野の送電コストを高くつける、いわゆる内部相互補助を行う誘因が事業者に働くと考えます。発電コストを安くすれば、そこから系統への投入がしやすくなります。また、送電コストが高ければ、託送料金が高くなるのと同じです。ネットワークにアクセスしようとする

る第三者に対してバリアをつくることができます。

差別のないネットワークへのアクセスを保証するには、独占分野を何らかの形で切り離すのがよい、と経済学者は考えるわけです。この方法もいろいろあり、まったく別会社にしてしまう方法のほかに、別会社化はしないけれども、内部的に会計上とか部門上の分離を義務づける方法があり、これをアンバンドルといっています。

配電と小売供給の分離が増加

独占分野であるネットワークには、送電と配電とがあり、送電は、表2にありますように、多くの国で既に完全分離されています。

欧米には多数の配電会社が存在しますが、そのサービス機能を分別しますと、配電ネットワークと小売供給の2つの機能があります。先ほど申しましたように、狭義の配電は独占ですが、小売供給は競争導入が可能です。1事業がこの2機能を持つのは好ましくなく、何らかの形の分離が必要と考えられ、その動きが出ています。

多くの国は、これまで会計上の分離にとどまってきました。しかし、最近の傾向は、会計上の分離だけでは内部相互補助を十分に防止できないとの考えから、完全分離に向かっている国もあります。イングランド・ウェールズでは、2000年には配電と小売供給の2社に分かれると思われます。また、ニュージーランド、オランダ、スペインでも、現在分離の方向で再編が進んでいます。

このように世界的に自由化の動向を見ますと、小売にも競争が入ってきています。全面自由化を計画中の国、もしくは既に実施済み

表2 垂直統合の分離

ネットワークの分離		国
送電	配電	
分離	分離	ニュージーランド(1998～) イングランド・ウェールズ (2000～)
分離	アンバンドリング	ノルウェー スウェーデン フィンランド オランダ スペイン オーストラリア
分離	統合	チリ アルゼンチン ポルトガル
アンバンドリング	統合	米 国 フ ラ ン ス
統合	統合	日 本

の国が多く、それに伴って事業の再編も行われています。

わが国を部分自由化にとどめた

公益的課題と競争導入の両立

わが国が部分自由化に当面とどまった理由には、公益的課題と競争導入との両立があり、公益的課題としては、信頼度、環境保全、エネルギー・セキュリティの確保が挙げられます。

しかし、これらの公益的課題は、すべての国、すべての米州においても挙げられていると思います。

信頼度に関して言いますと、わが国では同時同量の原則とか、事故緊急時における優先的給電指令に関する規定の設定により、その確保を図っています。欧米では系統運用者を任命して、系統安定化に必要な権限と責任を付与しています。確かに、アメリカでも自由化市場における信頼度の確保についてかなりの議論がなされましたが、部分自由化でなけ

れば確保できないということではありませんでした。

環境保全については、わが国では原子力、水力の系統への優先的投入が定められました。欧米では、むしろ新エネルギー、コジェネレーション、エネルギー利用効率の向上などの方策促進により、環境保全を確保する考えです。

エネルギー・セキュリティの確保に関わる電源ベストミックスについては、欧州のいくつかの国で、国内一次エネルギー源を使う発電と、新エネルギーやコジェネからの系統への優先的投入が、一定限度内ではありますが、定められています。しかし、将来の電源ベストミックスを明確にして、その義務づけをしている国はありません。わが国においては、こちら原子力、水力の系統への優先的投入が定められています。

原子力発電に及ぼす電力市場自由化の影響

十分な議論が望まれる

新規原子力の開発と全面自由化との調和

欧米でも、今申しましたように、公益的課題はあるわけです。しかも、全面自由化に踏み切っている国があるのであれば、わが国も全面自由化が可能ではないかという単純な疑問が湧いてきます。

そこで、実は電気事業審議会でも十分議論されないままになっている、わが国にとって非常に重要な公益的課題について申します。それは、新規の原子力開発と、競争導入、とりわけ全面自由化との調和ができるか、できな

いのか。もしくは、新規の原子力開発を可能にする自由化モデルとはどのようなものなのかの問題です。本来ならば、これらに関するきちとした議論があるべきですが、十分なされなかったと思います。

電力供給見通しに見られる

圧倒的な原子力シフトの姿

まず、わが国における環境・エネルギー政策の特徴を確認しておきます。わが国はエネルギー資源に乏しく、エネルギー・セキュリティの確保の観点から、原子力発電の開発を積極的に推進してきました。また、最近では、グローバルな環境問題への対応面からも、原子力推進は支持されています。

表3は、昨年の電事審需給部会が策定した電源別電力供給量の見通しです。原子力のシェアは、96年度の35%から2010年度には45%へと10%の上昇です。これに対して、他の主要電源は、シェアが横這い、ないしは低下しています。

設備容量は表4のとおりでして、原子力は96年度から2010年度までに2,300万kWから2,700万kWの増設になっており、他の主要電源と比べますと、圧倒的な原子力シフトの姿が見られます。

原子力発電に関する固有の特徴

わが国では、このように、エネルギー・セキュリティの確保と地球環境問題対応の観点から、今後も原子力の積極的増設を見込んでいますが、果たしてこれが自由化市場において可能なかであります。この問題を論ずる前に、原子力発電に関する固有の特徴についてお話しします。

表3 電力供給目標（電力量）
（電気事業審議会需給部会）

（単位：億kWh）

	1996年度		2010年度	
		構成比 (%)		構成比 (%)
原子力	3,021	34.6	4,800	45
石炭	1,237	14.2	1,360	13
L N G	2,037	23.3	2,130	20
水力	838	9.6	1,190	11
一般	713	8.2	980	9
揚水	126	1.4	210	2
地熱	36	0.4	120	1
石油等	1,547	17.7	870	8
新エネルギー	13	0.1	90	1
合計	8,729	100	10,560	100

（注）1. LNGには天然ガス、燃料電池及びメタノールを含む。
2. 石油等にはLPG、その他ガス及び歴青質混合物を含む。
3. 新エネルギーとは廃棄物、太陽光及び風力をいう。

表4 年度末設備容量
（電気事業審議会需給部会）

（単位：万kW）

	1996年度末		2010年度末	
		構成比 (%)		構成比 (%)
原子力	4,255	20.5	7,000 ～6,600 (注1)	28 ～26
石炭	2,028	9.8	3,600	14
L N G	4,914	23.6	6,450	25
水力	4,297	20.7	4,800	19
一般	1,978	9.5	2,120	8
揚水	2,318	11.2	2,680	10
地熱	52	0.2	150	1
石油等	5,243	25.1	3,590 ～3,990	14 ～16
合計	20,788	100	25,590	100

（注）1. 原子力7,000万kWは、最近の実績と同程度の設備利用率83%を維持すると想定した場合、6,600万kWになる。（この場合、構成比は26%）
2. LNGには天然ガス、燃料電池及びメタノールを含む。
3. 石油等にはLPG、その他ガス及び歴青質混合物を含む。

第1が、何よりも投資コストが高いこと。

第2が、将来コストの不確実性。バックエンド対策費は依然未確定です。

第3が、長期に亘る投資と運転管理。投資決定から運開に至る、いわゆるリードタイムが10年から20年かかります。次に運転期間が40年、最近これを60年ぐらいに延長しようという動きもあります。炉の閉鎖から廃炉までが30年。それから高レベル廃棄物の中間貯蔵が50年、最後の廃棄物処分場での管理が1万年という年数で、極めて長期の投資運転管理が必要です。

第4が、キャッシュのイン・フローとアウト・フローの時間的ラグ。原子炉が閉鎖され、収入がなくなった段階で、廃炉や廃棄物処分の支出が始まりますので、炉の運転期間中にこれらの資金の準備が必要です。

その上、研究開発、安全規制、処分場の管理、それから物的防護等々、国の強い関与があります。

原子力発電に伴う投資リスク

その結果、どのような投資リスクが生じるかをお話しします。

経済的リスクとしては、繰り返しになりますが、何十年も先の発電原価や競合電源の価格は、予測不可能です。さらに、バックエンド費用も未確定であり、投資コストも高く、投資期間、リードタイムが長く、償却に長期間を要するなどの経済的リスクがあります。

技術的リスクとしては、何らかの技術的な理由による、事故の発生と稼働率の低下。これに伴う追加投資が必要になるかもしれません。

政治的リスクとしては、世論や政治的压力による許認可手続きの不確実性があります。

また、わが国ではありませんでしたが、既存設備の改修命令とか早期閉鎖命令があります。アメリカでかなり見られましたし、ドイツでは現存する原子炉19基が段階的に閉鎖されることになっています。

競争環境下にも

存続可能な既設原子力

原子力発電にはこのような投資リスクがありますので、競争が導入されたとき、もはや存続不能かといいますと、必ずしもそうではありません。既存のものと、新設のものの2つに分けて考える必要があります。

既存の原子力は、競争環境下においても、十分存続するといえます。例として、イギリスのブリティッシュ・エナジー社、かつてのニュクリア・エレクトリック社の原子炉がありますし、また、アメリカの一部の原子力はむしろ経済性があると評価され、ペコエナジー社の子会社などが積極的に買収しているということです。

競争条件がもっとも整備されているプール・システムを考えると、ここでは基本的にメリット・オーダーにより系統に給電されますので、可変費が安い原子力は、確実に給電指令の中に入ることができます。プール価格は、イギリスの場合30分ごとという短時間の競争入札ですけれども、その時間帯の統一価格は最後の落札者が提示した価格となっています。

図3では可変費は原子力が一番安く、石炭火力、天然ガスの順と仮定しています。需要が高い X_1 のとき、天然ガスが最後の落札者になって、その提示価格 P_1 がこの時間帯の統一価格になります。そうしますと、原子力は線ABを下回る範囲の可変費を賄った上、AB

FEの部分を固定費回収に回すことが可能です。また、需要レベルが少し低い X_2 のときは、同様に石炭火力が統一価格の P_2 を決めます。原子力は、この場合にも給電指令に入り、ABを下回る可変費を回収し、かつABCDの部分を固定費回収に回せます。

そうなりますと、既存の原子力発電所のパフォーマンスがよく、将来のバックエンド対策費の手当もできている、もしくは国がそのかなりの部分を面倒を見てくれる、さらに、償却もかなり進んでいるようなときには、競争的環境下において、既存の原子力発電所はむしろ競争力を発揮し得ることになります。

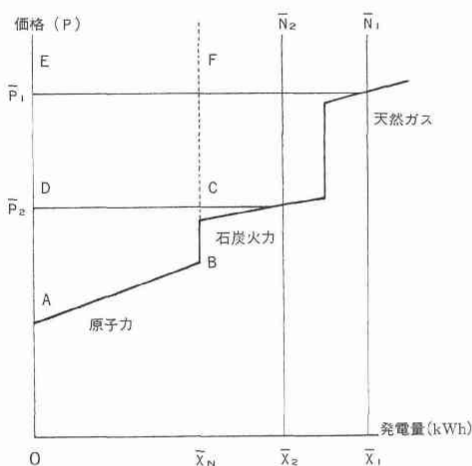


図3 メリット・オーダーによるプールへの投入

実際に、イギリスのブリティッシュ・エナジー社は、競争導入の当初には化石燃料課徴金という補助金をもらっていましたが、今は補助金なしでもプールで十分競争できるようになっています。表5にありますように、稼働率は約20%向上、従業員は23%ほどの減員、問題の発電単価では35%ほど低減されており、補助金なしでも、競争的環境下において

表5 ブリティッシュ・エナジーの効率改善

年 度	1991	1992	1993	1994	1995	1996
稼働率 (%)	59	69	73	74	72	79
従業員数 (人)	8,197	7,947	7,476	6,881	6,516	6,310
従業員1人 当り発電量 (GWh/人)	5.0	6.3	7.3	8.0	9.4	10.6
発電単価 (ペンス/kWh)	3.27	2.77	2.54	2.37	2.37	2.11

も十分存続しうるといえます。

仮に、パフォーマンスや稼働率が悪い、将来のバックエンド対策の資金手当も十分にできていないような原子力発電所の場合であっても、政府から補助金が出るのであれば、競争的な環境下において十分存続しうるといえます。

電源投資はリスクの小さい

短期・小規模もののへ

問題は、さまざまな投資リスクをもつ新規の原子力発電所を、競争環境下で誰がつくるのかの話になります。

原子力の不確実性には、先ほど申しましたように、将来における発電価格や競合電源の価格、バックエンド対策費があり、世論とか政治的圧力による立地の不確実化、さらにアメリカ、ドイツに見られた設備の改修命令などがあります。

競争導入により、不透明性が顕在化する経営環境下では、アメリカなどの既存の電気事

業者は、投資のタイミングをなるべく遅らすような経営行動をとっています。不確実性が高まれば高まるほど、サンク・コスト*が発生し得るような投資、もしくは減価償却期間中に運転中止になる場合に回収不能なコストの発生がありうるような投資は、可能な限り先のばしの現象が起きています。

このような点から、設備投資をしない、あるいは設備投資をなるべく繰り返す手段として、DSM（需要家側管理）が見直されていますし、設備の寿命延伸も用いられています。

投資期間については、リードタイムが長ければ長いほど不確実性が増しますので、リードタイムの短い電源が選択されます。

投資規模については、リスクを少なくするため、小規模な投資が選択されます。その結果、自由化以降、イギリスでは新設電源はすべてガスタービンであり、また、アメリカでもますますガスタービンの採用が盛んになってきています。最近では、ガスタービンよりさらに小さなマイクロ・タービンも注目されはじめています。

原子力の新規開発が可能な部分自由化

このように考えてきますと、どのような自由化モデルのもとで原子力発電の新規開発が可能なかであります。

まず、従来型の垂直統合された独占では、開発可能といえます。しかし、効率化のインセンティブに問題があり、そのため、いま規制緩和がなされているわけです。次に卸供給入札、このときも可能です。これは、原子力

*サンク・コスト：sunk cost, 埋没費用。事業に投入された資本のうち、生産を縮小または撤退したときに回収することが不可能な資産の額。（経済辞典、有斐閣より）

と他の電源を分けて、原子力だけでの卸供給入札にすれば開発可能になります。その場合には、他電源による入札との間に公平な競争確保が問題として残ります。

小売託送とかプールというシステムを全面的を導入しますと、先ほど申しましたように、原子力発電への投資リスクが顕在化して新規の開発は難しくなるといえます。

これらの点から、部分自由化が、原子力発電の新規開発を可能にするモデルとして考え

られます。これは、フランスが実際に選択しているモデルであります。

以上をまとめますと表6のとおりです。

日本へのインプリケーション

資源状態が左右する

各国のセキュリティ確保と電力自由化

図4は、各国のエネルギー自給率を示したものです。棒グラフのアミの濃い部分は、その国が持っている経済性のある安いエネルギー資源で、ノルウェーでは水力、オーストラリアでは石炭、イギリスの場合にはガスになります。薄い部分は原子力、白抜きの部分は価格が高い国内炭です。

これを見ますと、エネルギー資源の豊かな国は、比較的早期に思い切った自由化やプー

表6 市場自由化モデルと原子力発電開発

市場自由化モデル	原子力発電開発の可能性と問題点
規制された独占	・開発可能 ・効率化インセンティブの問題
競争入札	・開発可能 ・入札者間の公正な競争確保の問題
小売託送	・開発困難 ・原子力発電への投資リスクの顕在化
プール	・(同上)

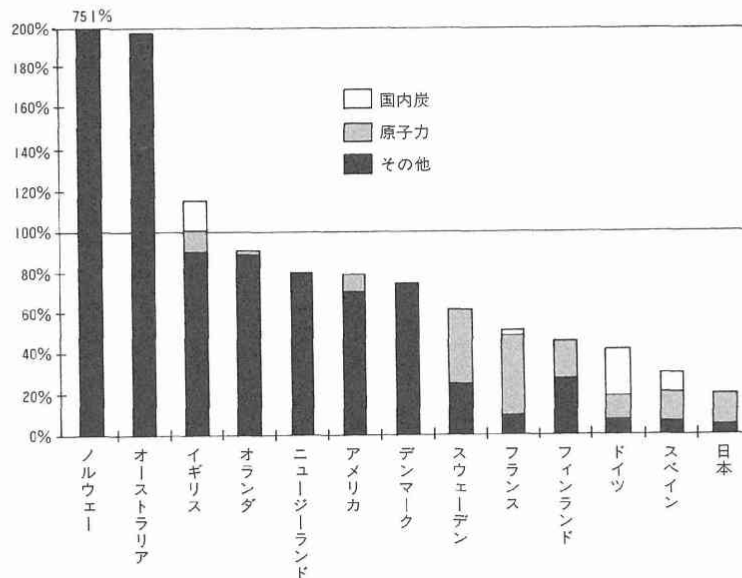


図4 エネルギー自給率

ルシステムを導入しています。しかし、棒グラフの濃い部分の自国資源がほとんどない国のフランス、ドイツ、スペイン、日本は、自由化にはかなり慎重な姿勢を見せてきたか、もしくは依然その姿勢を続けています。

ドイツは、エネルギー資源が少ないが、既存の原子力も廃止していく方向ですので、セキュリティ確保の手段として原子力は選択できず、国際協調とか、輸入燃料多様化の方法をとっています。この場合には、全面的自由化とエネルギー・セキュリティの確保とは必ずしも矛盾しません。したがって、ドイツは昨年思い切った自由化を行ったのですが、結果としてうまくは機能していません。

フランスは、エネルギー資源には恵まれていませんが、原子力というオプションがあります。このような国では、長期の電源計画と競争導入が調和できるような自由化モデルを採用しています。

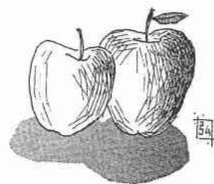
その一方で、自国に豊富なエネルギー資源を持つ国には、原子力というオプションは存在していません。例えば、アメリカには新規の原子力開発はなく、徹底的な競争原理に任せていくことになります。

わが国に相応しい自由化モデルの選択には、いま述べましたような、国が置かれている状況を考慮する必要があります。

さらに、わが国にとって、エネルギー・セキュリティとは一体何なのか。そして、その確保の手段として、原子力が数ある代替手段の中で最も効率的なのかを十分に検討する必要がありますと思われる。

わが国にふさわしい自由化モデルの選定は、まさに、エネルギー・セキュリティに関する政策次第といい得るのではないのでしょうか。

これをもって、私の話を終りにいたします。どうもありがとうございました。（拍手）



〔講演〕

21世紀の原子力技術戦略

岡 芳 明 (東京大学 大学院工学系研究科
付属原子力工学研究施設 教授)



はじめに

東京大学の岡でございます。

本日のお話は「21世紀の原子力の技術戦略に関する一考察」、そんな感じの気軽なテーマとして聞いていただければと思います。

さて、電気事業の規制緩和の状況は、国により地域により様々ですが、21世紀にはさらに進展するものと思われます。また、火力発電の技術革新が目ざましく、21世紀の原子力発電は、ビジネス環境の変化と火力発電との技術競争にどのように対応できるかが重要と考えます。本日は、少々過激な意見を述べますが、21世紀の原子力技術を考える際のご参考になれば幸いです。

本日お話する項目は、

- ①21世紀の原子力発電に影響する要素
- ②稼働中の原子力発電所の課題
- ③イノベーション・ダイナミクス
- ④軽水炉の改良
- ⑤日本の原子力技術開発の方向性
- ⑥火力発電の技術革新
- ⑦高性能開発目標の必要性
- ⑧原子力技術開発に望まれる

新たな環境づくり

略歴

昭和44年東京大学工学部原子力工学科卒業。助手、助教授を経て、平成元年より東京大学大学院工学系研究科付属原子力工学研究施設教授。工学博士。専門分野は、原子炉設計工学。

政府関係活動は、原子力委員会部会委員、通産省原子力発電技術顧問などを努める。

著者は、「原子工学概論」など。

でして、あくまで私の個人的な意見です。

21世紀の原子力発電に影響する要素

規制緩和、技術革新と地球環境問題

まず、原子力発電の利点を申しますと、第1に発電に伴うCO₂排出がなく地球環境保全に役立つこと。第2には、燃料備蓄が容易で、燃料費の割合が低くその変動に強いこと、エネルギーの安定供給性に優れること。第3には、はっきりとはあまり言われていませんけれども、化石燃料の輸入費用を産業振興に当てうることから、国内経済の活性化と雇用確保につながるという日本にとって大きい利点がある、と考えています。

さて、21世紀の原子力発電に影響する要素には、まず矢島さんのお話にありました電力の規制緩和が影響すると思います。

技術革新も、当然ながら影響します。長期的に見ますと、社会のニーズに応じて技術革新が進んでいます。火力発電、分散型電源、再生可能エネルギー、送配電変電技術、探鉱採掘技術などの技術革新が、原子力発電に影響します。

3つ目は、明らかに地球環境問題です。途上国については、経済発展、人口増、電力化率の増大が予想され、GDP（国内総生産）に比例して増加するエネルギー需要をいかに満していくかが、21世紀前半の大きな国際的課題になると思います。日本については、温暖化防止京都会議で約束したCO₂排出6%削減を果たすには、原子力発電の増設が必要とされています。

稼働中の原子力発電所の課題

安全を第一に

稼働率の向上と長寿命化

稼働中の発電所は、申すまでもなく安全第一です。トラブルを起こしますと、原子力を巡る現在の環境下では、発電所の稼働率に大きく影響します。原子炉の安定・安全な運転実績を積み重ねて行くことが重要です。

2つ目の課題は、いま申しました稼働率の向上です。方法には、原子炉運転サイクルの長期化、定期検査期間の短縮、予定外停止の防止、高燃焼度化、生産性の向上などがあります。先ほど、英国のブリティッシュ・エナジー社の稼働率が規制緩和後に大きく向上したことが紹介されましたが、アメリカの発電所でも、規制緩和後、経営の合理化を進める中

で安全指標が向上しています。これは、生産性向上により、組織が締ったためと考えられ、厳しいチャレンジではありますが、将来の大きな課題と思います。

注意すべき点は、大きい事故を起こすと企業の経営自身が影響を受けるので、合理化にあたっては安全性の確保が最優先であることを欧米の経営者がよく認識していることです。

3つ目が設備の長寿命化です。原子力発電のコストは、火力に比べて燃料費の割合が低いので、長寿命化がその利点を生かす有効な方策になります。

イノベーション・ダイナミクス

ドミナント・デザインの確立以降は

製造プロセスの革新が重要

ハーバード・ビジネス・スクールのアターバック教授は、著書「イノベーション・ダイナミクス」（日本語訳あり）の中で、次のように述べています。

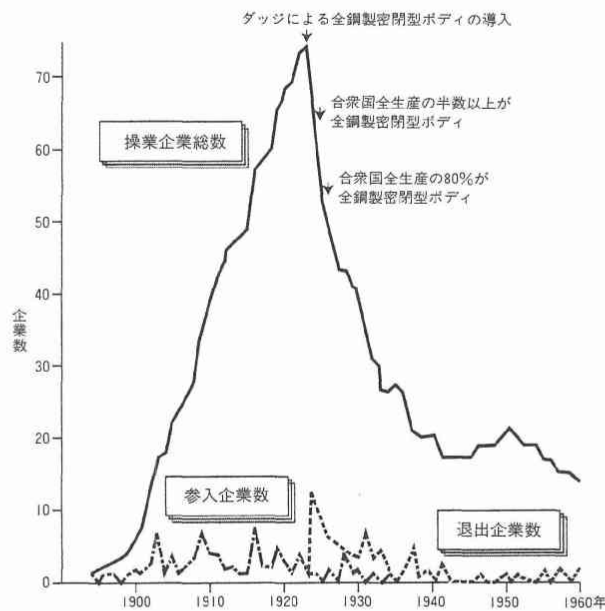
技術革新の流れを歴史的に見ますと、組立型産業では初期には製品イノベーションの発生率が高く、いろいろな設計が行われる。市場支配を果した設計（これをドミナント・デザインという）が確立すると、重点は生産工程の改善やイノベーションに移行する。素材型産業では、生産プロセスのイノベーションに重点が置かれ、プロセスが単純化されていく。

自動車の例を述べますと、1920年代に自動車の特徴づける全鋼製密閉型ボディというドミナント・デザインが確立した後は、フォードのT型から始まって最近のトヨタの看板方

式に至るまで、製造プロセスのイノベーションが行われてきました。図1は、米国自動車産業の参入・退出企業数の推移とその背景を示しています。タイプライターのケースは表1で

して、手動式から電動式になり、そのあとワープロ専用機が開発されましたが、すぐパーソナル・コンピュータに負けています。

図2は、厚板ガラスの製造工程の進化です。



出典：J. M. アターバック，「イノベーション・ダイナミクス：事例から学ぶ技術戦略」，有斐閣，1998。
原典：R. Fadrin の博士論文 “Product Innovation in the Automobile Industry” (University of Michigan, 1966) のデータに基づく，Brude Guile and Harvey Brooks, eds., *Technology and Global Industry*(Washington, D. C., National Academy Press, copyright 1987) 所収，James M. Utterback, “Innovation and Industrial Evolution in Manufacturing Industries” より許可を得て再録。

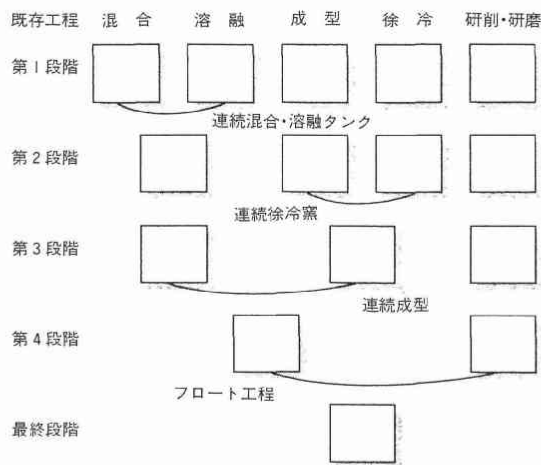
図1 合衆国自動車産業における企業数推移（1894～1962年の合衆国自動車産業への参入と退出）

表1 タイプライターの技術革新の歴史

手 動 式	レミントン1型機 →アングウッド5型機 (手動式の完成機)
電 動 式	IBM (手動式時代にはアウトサイダー)
ワープロ専用機	多数の企業が参加したがすぐにPCに負ける
パーソナルコンピュータ	IBM-PC (OSの公開と提供でシェア拡大，ブレークスルー技術なし。ただし，利潤の重点はソフトウェアに移る。例，マイクロソフト)

素材型産業ですので、数あるプロセスがどんどん単純化されて、最終段階では、溶融スズの上にガラスを流して、研磨などを省く工程になっています。

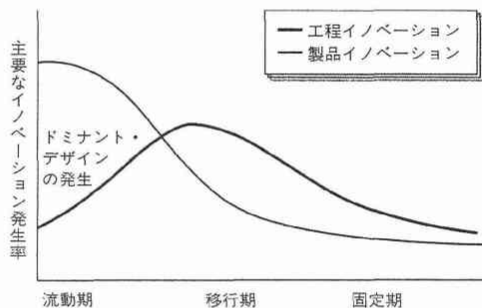
以上をまとめたのが、図3でして、組立型製品では最初はいろいろな設計が試みられますが、ドミナント・デザインができますと、製造工程のイノベーションに重点が移ります。素材型製品ですと、工程の単純化がなさ



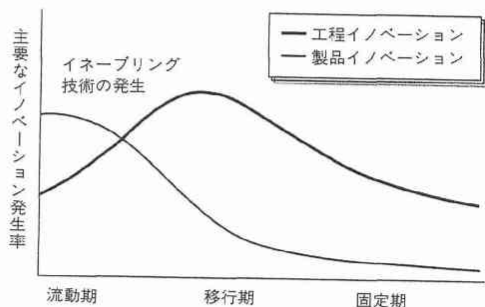
出典：J. M. アターバック，「イノベーション・ダイナミクス：事例から学ぶ技術戦略」，有斐閣，1998

図 2 厚板ガラス製造工程の進化

a. 組立型製品



b. 素材型製品



出典：J. M. アターバック，「イノベーション・ダイナミクス：事例から学ぶ技術戦略」，有斐閣，1998

図 3 組立型製品と素材型製品のイノベーションのパターン

れます。

当該産業の主要企業は既存の製品を守りがちなので，2 回目の製品イノベーションは，タイプライタ，照明，コンピュータの例に見られるように，主要企業によって開発されたり産業化された例は少ないことも述べられています。これは，主要企業が心理的戦略的に保守的になることが原因と思われます。

軽水炉の改良

軽水炉に重要な

製造と建設プロセスの改良

この観点から軽水炉を見ますと，軽水炉は，圧力容器，燃料集合体，制御棒，格納容器，ECCS（非常用炉心冷却装置）系などから構成されています。軽水炉を特徴づけるこれらの設計（ドミナント・デザイン）はほとんどそ

の開発の初期に確立されていることがわかります。従って、軽水炉の改良で今後重要なのは、製造プロセスの改良や革新ではないかと思えます。

原子力発電所のCAD（コンピュータ援用設計）による設計システムは、私が開催させていただいた92年のANP（新型原子力プラントの設計と安全）の国際会議で、わが国の軽水炉メーカーが世界で初めて展示していたのですが、今は製造を超えて保守にまでCADが使われています。製造と建設工法の工夫もなされており、柏崎のABWR（改良型沸騰水型原子炉）の建設はその典型だと思います。これらの点だけを考えても、日本の原子力技術は世界の最先端にあるといえます。

ここで原子炉改良方策の例を挙げますと、これまでの軽水炉改良で最大の要素でした大出力化、製造の工夫による建設期間の短縮、あるいは標準化、それから要素技術の改良（計装制御盤の改良は要素技術の改良のよい例）。さらに、運転保守費と燃料費の低減。廃炉、廃棄物対策を想定した建設などと思えます。

軽水炉や次世代軽水炉は確実に発電するという重い使命があり、技術的な冒険はしづらいと思いますので、標準化を念頭に入れつつ今後も少しずつ改良を進めるのがよいのではないかと思います。後で述べる技術革新の話とこれとは、フェーズの違う話であることをお断りしておきます。

グローバリゼーションが進む中であって、企業として世界のトップに立つのが目標としますと、日本は軽水炉をつくり続けており、その技術も世界最高レベルにあり、その可能性が高いと思われ、一層の推進が望まれます。

日本の原子力技術の将来見通し

革新的・独創的分野に弱点

国際市場は長期拡大の見込み

日本の原子力技術は、他の分野もそうであるとよく言われますが、産業生産力の面では優れていますが、革新的・独創的分野に弱点があります。これは、今までそのような要求が少なく、また根本的技術が輸入されたもので基礎技術に弱かったことも大きく関係しているのではないのでしょうか。また、これまで技術の国産化が目標でしたので、技術開発の競争環境が不足していたことや、さらに技術開発投資効果の分析が不十分だったと思います。

今後の国際市場の見込は、短期的には小さいかもしれませんが、長期的にはアジア諸国の化石燃料資源への高度依存からの脱却、および地球環境問題への対応から、原子力は増大に向う可能性もあります。

長期的には、原子力への期待は大きいと思います。

原子力開発の方向性――

世界のフロントランナーとして開発を

将来、発電事業を取巻く環境が競争的になって、原子力への投資が低下しますと、長期的な競争力向上に重要な技術開発は、民間だけによる推進が困難となり、国による支援がより求められます。

これに対して、これまでなされてきたような海外技術の導入は、日本がすでに世界の先端に位置しており、いくつかの要素技術では

あり得ても、軽水炉のような全体システムではあり得ぬと考えます。

日本の原子力開発の方向性としましては、世界のフロントランナーとしての開発を確実に進めること、海外との連携により研究資源の効率的利用を図ること、追試の開発から革新的開発へ発想の転換をすべきことと思います。

また、より現実的な研究開発へ、火力発電との競争も念頭に入れながら、研究資源の配分をシフトすることも必要と思います。

さらに、原子力利用に関する社会的受容性がより重要視される傾向になると思いますので、技術開発とともにこの方面の改善に、より一層の努力が必要です。

国の役割：環境整備と

市場競争下で困難な研究開発

国による環境整備には、試験研究施設の整備、国際協力の推進など、技術開発を円滑に実施するために基盤整備があります。また、大学、試験研究機関、民間の3者間の役割分担と情報交換があり、どのような原子力開発体制にするのかは、省庁統合とも関連し、原子力の大きな問題と思います。国から民間への技術移転の円滑化も1つの要素です。

環境負荷、リスク、エネルギー安定供給等のメリット、デメリットを客観的に評価して、原子力の経済性の中で考慮することも、これからの課題と思います。

技術開発のうち民間主導で行うものに、既存炉対応と次世代炉開発があります。国は、これに関しては安全性を中心に民間を支援していく立場と思います。新型炉や核燃料リサイクルなどは民間企業が開発費を負担できる

範囲をこえていますし、長期的な課題でもあるので国主導による開発となりますが、効率への留意が求められます。

また、今後は、市場原理がますます作用する時代になりますので、市場原理の下では実施しにくい技術開発、例えば安全規制のための基盤整備、ハイリスクな低環境負荷追求などの技術開発、さらに多様な選択肢確保のための調査研究は、国の役割と考えております。

火力発電の技術革新

熱機関相互の競争と技術革新

ここからは、私の個人的なやや過激な意見です。火力発電の技術革新の経緯をもとに、原子力技術開発の長期的な進め方を述べたいと思います。

熱機関は、現在、蒸気機関が火力発電と原子力発電に、内燃機関が自動車や船舶などに、ガスタービンが航空機に、ロケットエンジンがロケットにと、それぞれ役割分担しているようにみえます。

しかし、過去に蒸気機関が使われた分野を振り返ってみますと、19世紀の自動車、1960年以前の船舶などがあり、船舶では小型船から大型船へと順次ディーゼル化が進みました。また、機関車も、1970年以前はSLでした。

このように長期的に見ますと、熱機関相互に激しい競争があり、技術革新による変遷があることがわかります。今は、ガスタービンが複合サイクル発電プラントとして、蒸気機関の伝統的領域だった火力発電に進入しつつあります。

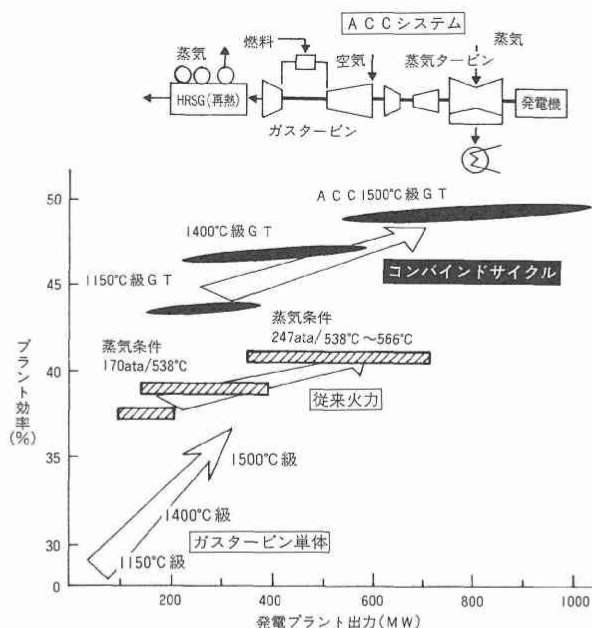


図 4 ガスタービン・コンバインド・サイクルの高効率化

技術は実際に使われて改良が進むので、短期間には変化が目立ちませんが、30年、40年の長期スパンで見ますと、大きな変化があることがわかります。

火力発電・分散型発電に見られる技術革新

図 4 はガスタービン・蒸気タービン複合サイクル発電の高効率化の状況です。ACC (改

良型コンバインド・サイクル発電) システムは、同図にありますように、ガスタービンの排気で蒸気をつくり、蒸気タービンを回します。ガスタービン単体ですと低い熱効率が、複合サイクルにしますと高くなります。図の中ほどにあるのが、従来型火力の効率です。

近年の火力発電や分散型発電システムの技術開発は、まとめますと表 2 のとおりで、目

表 2 火力発電・分散型発電の技術開発

区 分	特徴・用途先など
新型複合サイクル火力発電	高効率高出力化 (60%, 480MWe) モジュラーユニット, 資本費少, 建設期間短, 低O&M費
超々臨界圧火力発電 加圧流動床石炭火力 (PFBC) 石炭ガス化複合発電 (IGCC)	>30MPa, >600℃ 1300℃級, 1500℃級
小型タービン (1~10MW) マイクロタービン (数10~数100kW)	コジェネ, 病院, 大学, ホテル等 コンビニ, ファストフード店, ビル等
燃料電池	家庭 (電気と給湯, 天然ガス利用)

ざましいものがあります。

ジェットエンジンの技術として発達したガスタービンとは、前に申しましたように、蒸気タービンとの複合発電システムとして、高い熱効率と小さな投資を売り物に世界各国で導入されています。

超臨界圧火力発電については、日本は化石燃料の輸入国ですので、熱効率を上げれば、使用燃料ひいては燃料費が少なくなることから、世界最先端の高温高压の火力プラントが開発されています。それをさらに高温高压化する超々臨界圧火力の技術開発が進んでいます。さらに、加圧流動床石炭火力発電(PFBC)、石炭ガス化複合発電(IGCC)なども開発あるいは導入されつつあります。

小型のガスタービンは、騒音も設置場所も小さくなり、コージェネ・プラントとして、病院、大きいビル、大学のキャンパスなどに導入されつつあります。マイクロタービンと呼ばれる超小型のガスタービンは、コンビニなどへの導入が進むと期待されています。

燃料電池の技術革新の進展も目覚ましく、家庭への導入に向けての開発が進んでおり、2003年の実用化を目標としているメーカーもあります。

これらの分散型電源の普及が進めば、大規模集中電源である火力発電や原子力発電は大きいチャレンジを受けることも考えられます。原子力発電にとっても、長期的には技術革新の推進が重要なゆえんです。

ここで資源面に触れますと、前回のこのシンポジウムの話にもありましたが、化石資源は、採掘採取技術の革新により可採年数が延びています。かつては枯渇まで20～30年と言われていた天然ガスは、深海底からの採取技

術の開発により、数10年の可採埋蔵量といわれています。

実際に、すでにメキシコ湾の2000mの深海底からの採取が実用化され、大河川が注ぐ西アフリカ沖、ベンガル湾などの深海底にも資源の存在が見込まれており開発が進んでいます。

このように、発電技術だけでなく、関連技術にも革新や進歩が見られます。

高性能の開発目標の必要性

火力発電にこのような技術革新があることを考えますと、原子力発電も高性能の開発目標を持つべきと思います。火力発電の技術革新は、発電市場としてやや特殊な日本の事情に関係なく世界中で進みます。また、20年、30年後には、日本の電力市場も大きく変わっている可能性もあります。原子力に新技術の開発が重要になるゆえんです。

このように考えますと、日本が次世代軽水炉と高速増殖炉のみを主な開発目標としており、両者の間が抜けているのは不思議です。増殖炉は、ウラン資源の枯渇を念頭においた開発であり、火力発電との競争を目標としたものではありません。

原子力発電も火力発電との競争を想定した様々な技術革新を試みるべきと考えます。次世代軽水炉の導入が10年～20年先ですので、その必要はないと考えるのは、これも日本特有の事情でして、火力発電の技術革新はそれには関係なく進展すると考えるべきではないでしょうか。

現在の日本の原子力ビジネスの境界条件だけをもとに、長期のビジョンを考えるのは誤りです。境界条件の方が変わる、あるいは変えうると考えるべきではないでしょうか。例えば、日本で厳しい立地の制約は、欧米や途上国ではあまりありません。

長期的な境界条件、制約条件の変化に対応するには、基盤技術の振興と、技術革新への指向、よい目標が必要と考えます。

原子力技術開発に望まれる 新たな環境づくり

トラブルに過敏にならない 研究開発の環境づくりを

日本で重要なものに、トラブルを許容する技術開発の環境づくりがあります。あらゆる技術は、実際に使われて経験の積み重ねにより改良が進み発展するものです。最初から完成している技術はありません。

欧米の原子力開発では、日本のようにトラブルで大騒ぎすることはありません。「もんじゅ」のナトリウム漏れをロシアやドイツの方と話しますと、「もんじゅ」はなぜこれほど長期間止まっているのかと言われます。

ロシアでは、ナトリウム冷却の高速炉に何回も漏洩や火災があり、その都度手直しをして経験を積み、最近になりやっと80%台の高い稼働率を達成している状況です。過去にあった原子力船「むつ」のケースも同様でして、諸外国の原子力船ではトラブルを手直しして運転したのが実情です。

技術開発だけでなく、トラブルに神経質に

ならない技術開発の環境づくりが求められます。日本の方が進んでいる分野が多いので、外国の原子力技術を導入するという過去の方法は採れません。自ら先頭にたって技術開発を進める文化、社会体制、広報、専門家意識などのソフトを、ハードとともに構築する必要があります。ファースト・ランナーはリスクも背負うものであり、日本が原子力で世界に貢献するためにも、その覚悟と用意が必要です。国際協力や情報交換はもちろん必要ですが、人がやっていることを知るのに多くの努力を払うより、おのれの頭でニーズに合わせて考え、実行するほうが、結局早道と考えます。

火力と同じ土俵で 競争できる環境づくりを

幸い、日本も含む西欧型の原子力発電は、一般の方々が原子力に対して持つ印象とは異なり、公衆に1名の急性死亡もない素晴らしい実績を持っています。

安全研究は、申すまでもなく重要なのですが、安全は多くの要素からなり、ハードだけでは担保できません。組織、運転、訓練、教育、情報交換などによって確保されると思います。これまでに得てきた様々な経験を、安全性と製品の改良に具体的に生かしていく時ではないでしょうか。

また、原子力の利用に伴う諸々の負担を軽減する努力が必要です。例えば、規制と許認可の効率化、民間の基準、設計認証などが考えられます。さらに、原子力には廃棄物処分コストが外部化されていないこと、発電所の運転終了後に廃炉コストが発生すること、規制の安定性や投資リスクなど、火力にない問

題があります。

原子力が他の発電技術と同じ土俵で競争するには、技術面だけでなく、これらの問題の処理も重要であることをつけ加えたいと思います。

お わ り に

様々なアイディアの検討を

幸いにも日本の原子力開発機関には、国、民間ともに多くの優秀な人材が揃っています。これらの方々から、技術革新のダイナミックスや原子力の置かれたビジネス環境を考慮に入れて、原子力の競争力を向上させる様々なアイディアを集めてはいかがでしょうか。原子力の中の問題だけを見て考えた自己目的化した研究目標は困ります。計画の詳細をつめなくても、アイディアの適否はおよその評価ができます。

有望な概念には小型の実験炉を 基盤実験設備の整備も

技術は、実際に設備を作り、運転経験を積み重ねることで進歩するものです。机上の検討でレポートばかりを積み上げても、実際の技術進歩にはなりません。有望と評価されたアイディアは、小型でよいので実際に炉を作り、様々なテストを行うのが望ましいと思います。発電機を備えない小型の実験炉でもよいと思います。実際に新しいものを作ることは、技術の真の継承という点でも有意義です。

先人のノウハウがあるうちに

次の技術革新のスタートを

これから10年たちますと、日本でも原子力創始時からの関係者は、ほとんどリタイアか、現場から転出されるかと思います。原子力の創始にあたった先人はゼロから始めた経験があり、それがなんといっても貴重です。そのノウハウが残っているうちに次の技術革新をすることが重要です。これにより、その経験を次世代に継承することもできます。部分の改良だけでは、すべてのノウハウは引き継ぎません。今から10年後でも、現在の原子炉技術はなお安泰とは思いますが、リタイアしつつある先人のノウハウを引き継ぐという点では10年後では遅すぎます。今からスタートする必要があります。

基盤実験設備を充実し、新技術の核は自ら実験して基礎からデータを積みあげることも必要と考えます。

以上をもちまして、私の話を終わらせていただきます。長い時間、どうもご清聴ありがとうございました。(拍手)

(追 記)

シンポジウムから約2カ月後に東海村で臨界事故が生じた。規則違反による事故で、原子力関係者が予想もしなかったものであったが、前述したように、安全は人や組織も関係する多様なものであることを改めて思い知らされた。

今回の事故は企業の安全文化も問題であるが、作業員が臨界の概念や危険を知らなかったのが原因である。日本企業は終身雇用で職

人気質も残っており、習うより慣れろで、教育のシステムや本当の意味のマニュアルがきちんとできていないのではないか。欧米の企業は途中でやめる社員も多いので、教育研修のシステムはしっかりしている。もちろん、この他に検査の改良やハードの対策も必要であろう。

リストラを進める場合は、原子力では経営上も安全が最優先であることを経営者や現場の責任者がよく認識する必要がある。原子力に対して厳しい現在の環境下では、大きい事故をおこすと企業の経営自身が深刻な影響を受けることになる。

日本の社会システム、組織、人に特有の問題がこの事故の背後にあることを考えると、それぞれの原子力施設において教訓が引き出せるはずであり、この事故をよく分析して、まずそれぞれの施設で対策をとってほしい。

過去の原子力施設の事故を人や組織の問題まで含めて改めてよく分析することも必要であろう。MIT(マサチューセッツ工科大学)の

故トンプソン教授が1964年にまとめた“The Technology of Nuclear Reactor Safety”という本には、第11章に溶液系の臨界事故も含めて原子力事故の概要とその教訓のまとめがあり、参考になろう。

一方、言い訳のしようもない事故なので、いささか述べるのも憚られるが、米国のスリーマイル島原発事故の後の規制強化と最近のNRC(原子力規制委員会)の改革をみると、きちんとした対策をとる必要があることはもちろんだが、多くの安全運転を続けている原子力施設に過重な負担をもたらさないような配慮も必要であることを今から指摘しておきたい。事故の後地元心理的に不安定な人が増えたり、風評被害が広がったことを考えると、低線量被曝の影響に対する正しい理解も進める必要があるのではないか。

いずれにしても、原子力利用を進めるためには、このような事故を2度とおこさないよう関係者が努力する必要があることを痛感している。



パネルディスカッション

テーマ：21世紀の原子力を語る

司会 鈴木 篤 之 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)
パネリスト 榎 本 聡 明 (東京電力㈱ 常務取締役 原子力本部長)
(五十音順) 末 次 克 彦 (アジア・太平洋エネルギーフォーラム 代表幹事)
谷 口 富 裕 (東京大学 大学院工学系研究科 客員教授)
鳥 井 弘 之 (日本経済新聞社 論説委員会 論説委員)



はじめに

司会 東京大学の鈴木です。

ただ今から、パネル・ディスカッションに入ります。パネリストには、このテーマでお話いただくのに相応しい4人の方々にお集まりいただきました。また、パネルの進め方は、最初にパネリストの方からそれぞれのお考えを伺い、その後に相互の意見交換を、そして最後に会場の皆さまからご意見、ご質問を考えています。

最初に、パネリストの方にどのような立場

からお話しいたいかを申します。

東京電力の榎本さんには、供給責任を持つ電気事業者の立場から、21世紀の原子力に今後一層求められる市場競争力と、そのための原子力技術開発のあり方についてお願いします。

末次さんは、電気事業の規制緩和、自由化等々の国の審議会で中心的な役割を果たしてみえます。本日は、そこでの動向と、ご専門の国際問題やアジア協力などについてのご意見をお示し願いたいと思います。

東京大学の谷口先生は、現在 IPCC (気候変動に関する政府間パネル) の副議長をなされ、



鈴木 篤之氏 (東京大学 教授)

〔略歴〕

昭和41年東京大学工学部原子力工学科(現、システム量子工学科)卒業。助手、助教授を経て、昭和61年より東京大学工学部教授(システム量子工学科)。工学博士。専門分野は、原子力・核燃料サイクルのシステム工学。

政府関係活動は、原子力委員会・原子力安全委員会専門部会委員、総合エネルギー調査会原子力部会委員、通産省・科学技術原子力安全技術顧問などを務める。

著書には、「プルトニウム」「90年代のエネルギー」「原子力の燃料サイクル」など。

地球環境問題をめぐる国際的議論の中心にあってご活躍中です。当然、そのお立場からのお話と、同時に、先生は21世紀は情報の時代であり、知識ベース、情報ネットワークの一層の充実を主張されてみえますので、この点にも言及したいと思います。

日本経済新聞社の鳥井さんは、日本の科学技術政策に関連するいくつかの審議会等の委員を務められ、独自のご意見をもって活躍されてみえます。最近は「科学技術立国というよりは、科学技術をベースに存在感のある国を目指すべき」と述べられて、関係者に大きな励みを与えられました。その辺のお考えをもとに、今春上梓された著書『原子力の未来』の中で述べられた原子力の新しい開発の進め方についてもお話ししたいと思っています。

〔プレゼンテーション〕

21世紀の原子力の課題

榎本 聡明 (東京電力㈱ 常務取締役)

人間活動に当面欠かせぬ原子力

電力会社は、これまで、わが国の原子力開発に一定の寄与をしてまいりました。そのことを前提に、今後も従来のような機能を持ち続けるのか、持ち続けるとすれば何が問題なのかを提起して、今後の方向性を模索してみたいと思います。

最初に、エネルギー利用面から見た原子力発電の特徴を簡単にお話します。第1は、原子力発電は、国のエネルギー・セキュリティという課題と、炭酸ガス排出量削減という環境政策とに、長期に亘り重要な関わりがあることです。

これには、大きく分けて2つの意見があります。その1つは、現在の経済活動、生活水準の維持に必要なエネルギーとして、原子力は欠かせぬとする意見です。もう1つは、今日の高レベルの人間活動は、かりに原子力により必要エネルギーを供給できたとしても、環境との共生はできず、いずれは自然エネルギーの利用とか、環境との調和可能な規模への人類活動の収斂とかが必要です。しかし、今明日に直ちに移行できるわけではなく、その間、原子力が一定のエネルギー供給を担わざるを得ないという意見です。

いずれの立場にしても、ここ当分、原子力の必要性は変わりません。その意味で、原子力の位置づけをしっかりと議論しておく必要があると思います。



榎本 聡明氏（東京電力㈱ 常務取締役）

〔略歴〕

昭和40年東京大学工学部原子力工学科卒業、東京電力㈱入社。福島第一原子力発電所技術課長、原子力建設部原子力計画課長、福島第一原子力発電所技術部長、原子力業務部部長を経て、平成7年柏崎刈羽原子力発電所長、平成9年取締役原子力本部副本部長兼技術開発本部副本部長、平成11年常務取締役原子力本部長、現在に至る。工学博士。

この間、昭和59年～63年および平成2年～3年東京大学工学部非常勤講師を務める。

私企業に限界ある社会的問題への対応

不確実性ある長期問題には国家政策を

電力会社は、私企業として、完成度が高く収益性を見込める設備を導入して電力の供給をしてまいりました。同時に、公益的事業者の立場から、国の長期エネルギー問題を視野に入れつつ、低廉な電力の供給と技術開発にも励んできました。

しかし、私企業であることには変わりなく、電力自由化が世界的な潮流となりつつある現在、市場競争の場に巻き込まれつつあるのも現実でして、今後の価格競争や社会情勢などの変動に対し、一層柔軟に、臨機応変に対応することが求められています。最近の原子力に対する社会的要請への対応には、一私企業としての限界に直面することも、少なからず

あります。

これと関連する、あるいは相克するものに、次のことが考えられます。

1つは、事業の長期性と費用回収の長期化です。先ほど電中研の矢島さんから詳細なご講演がありましたので、私は説明を省略しますが、原子力の場合は特に固定費となる初期投資が巨額になり、これが大きな問題です。

2つ目に、これも矢島さんが触れておられた原子力廃棄物の処分事業と管理期間の長期性の問題があり、3つ目が田中先生が述べられました放射線安全に関する、国民皆さまのご理解の必要性です。

さらに、計画の遂行、とりわけ立地ですが、その長期化と不確実性の増大があります。具体例では、地域との関連において、事業者による短期的地域共生策、税制等による長期的地域振興策の追加もしくは増額の要求。国家政策であることを前提とした国の対応の要請、および地域の住民活動など、いろいろあります。

最近の例には、私どもが長い間努力してまいりました、地元へのプルサーマル計画の説明活動があります。先般、許可認可をいただき、ようやく一步前進しましたが、この過程で多くの関係者の方々にご協力を賜り、特に国の皆さまには、度々自治体の方にもご足労をお願いし、地域の方々のご理解を得るのに努めていただきました。まさに前例がないほどの前向きなご協力をいただいたわけですが、私がここで敢えて申し上げたいのは、現在の状況下において、これまでのような、どちらかといいますと対症療法的な対応でもって、今後の高レベル放射性廃棄物処分や使用済み燃料の貯蔵問題をうまく解決できるか、ということでもあります。

脆弱な競争基盤の解消と

原子力に平等な競争市場の整備を

これには、いくつかの要因があります。原子力が高度な総合技術であること、開発に巨額の資金が必要なこと、核不拡散問題に関連し、機密性を有していること、このようなことから技術の広がりがなく、産業の中に競争基盤がないことがあげられましょう。

最後に申しました脆弱な競争基盤を解消するには、今後2つの面からの取組みが重要です。1つは、現産業体制の合理化とともに、今後は、さらに多数の産業が参入し得る技術体系に改変していくことです。また、電力自由化が進行して市場競争が激化し、発電サイドに価格競争によるしわ寄せがきます。しかも、競争は短期的です。

2つは、原子力が果たすであろうエネルギー・セキュリティの確保、地球環境対策という国の政策への長期的寄与を考慮し、また他電源の外部コスト等を正當に評価して、原子力発電が平等な条件で市場競争に参加し得るよう、適切な条件の整備を行う必要があると思っています。

これらの条件整備がなされた上での自由競争であっても、なお「原子力エネルギーの位置づけ論」をもう少し詰める必要があると思っています。国家エネルギー基本法の制定を求める声も聞かれますが、基本法制定の是非を云々するよりも、その発想のバックグラウンドをよく理解し議論することが大事です。

研究開発に必要な

コスト意識と持続性

原子力発電は、わが国のエネルギー対策に今

後も大きく寄与すると見込まれますので、これからの研究開発の進め方に触れたいと思います。

原子力開発は、仮に国主体の推進になったとしても、市場を意識に入れた開発が必要です。研究開発では、これまで、実用段階に近づくにつれて経済性が議論される傾向にありましたが、開発の初期段階から経済性を念頭に置いた開発でなければ、完成時に経済性の優れたものはできません。

今後の原子力は、短期的には、技術革新によるコストダウンが進む火力発電との競争激化が予想されます。長期的には、持続可能エネルギー、例えば太陽光、バイオマス等の新エネルギーとの価格競争になると思われます。

したがって、かりに前述のような原子力の競争条件が整備されたとしても、やはりコストダウンによる厳しい生き残り作戦が要求されると見ています。そのためにも、持続した研究開発が必要です。その要点をこの後にお話しします。

資源の効率的運用、革新的技術の導入、

選択肢の拡大および競争原理の導入

持続的研究開発に求められる視点の1つは、原子力の研究開発に使える資源の人・物・金にはそれぞれの限度があり、資源の効率的運用が重要であることです。そのため必要なことは、官・民共同開発体制、交流を含めた産学協同国際協力、および研究開発テーマの思いきったスクラップ・アンド・ビルド、研究評価のシステムに経営的視点と社会的感覚も注入することです。

2つ目は、革新的・先進的技術の導入です。研究開発には常にこだわりが伴ない、いい面もあるのですが、今はこだわりから脱却して、

うずもれた技術の発掘が大事だと思います。他産業分野の技術動向の調査も必要です。

3つ目に、選択肢の拡大です。といいますのは、今後の動きには不明確な点が多数あります。原子力の位置づけが、仮に役割が一時的で、どこかに軟着陸するまでの過渡的なものであるとしても、その期間は不明確です。このことを始めとし、エネルギー問題の将来には、あまりにも予測困難な要素が多過ぎます。やはり、選択肢をたくさん用意しておくことが、極めて大切と考えます。

4つ目が、競争原理の導入です。これは、研究開発の分野においても大事なことです。

最後に、ここまでの私の話には、今後の原子力の位置づけ、社会的受容性等の考察をベースにして、研究開発をどのような方向に向けていくかの議論が残っています。一言で述べますと、経済性が重要なファクターと見ています。経済性の指標や視点は、絶えず変わり得るものですが、発展性のある技術に欠かせぬ要件であり、同時に、世界に受容されるに必要な基本条件、つまりグローバル・メジャーであります。これは、今後の課題として、十分議論を交わす必要があると思います。

以上をもって私のプレゼンテーションを終わらせていただきます。ご静聴どうもありがとうございました。(拍手)

〔プレゼンテーション〕

APECにおけるCO₂排出削減と原子力

末次 克彦 (アジア・太平洋エネルギーフォーラム 代表幹事)

本日は、まず、電力・エネルギーの世界的

な潮流である競争化の波が押し寄せる中で、来世紀に向かって原子力発電セクターに一体何が起こり得るのかという点と、ますます重要性を増しつつある世界の中のアジア、アジアの中の日本という位置関係のもとで、原子力発電の問題をどう考えるのかの2点について触れたいと思います。

CO₂ 絡みで不確実な

抱え難い原子力の位置づけ

21世紀に、原子力発電を含めた電力・エネルギーセクターの動向を左右する最大の要因は、申すまでもなく、地球温暖化に対する世界の取り組みです。具体的には、炭酸ガス(CO₂)の削減、広くは地球温暖化ガスの削減に、どういうキャップをかけていくのか、京都議定書の枠組みをもとに各先進工業国がどこまでコミットしていくのか、そして、今のところコミットしていない発展途上国、なかんずくアジア諸国がどのような態度をとるのか、などがあります。

キャップの問題と絡みますけれども、来世紀に入り、CO₂ 排出が最も多いエネルギーセクター自体の削減取り組みの他に、いわゆるシンクの問題、あるいは柔軟性措置といわれている温室効果ガスの排出権取引のような、グローバルな、あるいは地域的、国内的な枠組みがどのように出来上がっていくのかに関係します。

これにより、原子力と他の電力セクターとの競争関係が規定されてきます。このような、ある意味では不確定要素、未知数要因を抱えつつ進むと思います。

榎本さんのお話にもありましたが、原子力、電力をめぐる外部経済、外部不経済の要素を、

社会がどれくらい明確に内部化をしていくかが、原子力発電の運命、ポジションを大きく決めていくと思います。したがって、CO₂とエネルギー市場、CO₂と原子力発電、この不確実性の高い要素について、ソフトパワーを駆使していろいろなシナリオ・メイキングと試算をしませんと、原子力の位置づけが把握にいくと思います。



末次 克彦氏 (アジア・太平洋エネルギーフォーラム 代表幹事)

世界のCO₂排出削減に

貢献困難な APEC 地域

図1は、APEC（アジア太平洋経済協力会議）メンバー国すべてを合計した、非CO₂電源による発電比率の予測です。

APECは、北米アメリカに東アジア、オセアニアなどを入れて、一種の政治的なくくり方をした、世界の中でも大きな影響を持つ地域です。将来の電力需要予測と電源ミックスのシナリオで考えてみましても、北米メンバー国では、電力需要は著しく増加する一方で、CO₂を排出しない原子力、再生可能エネ

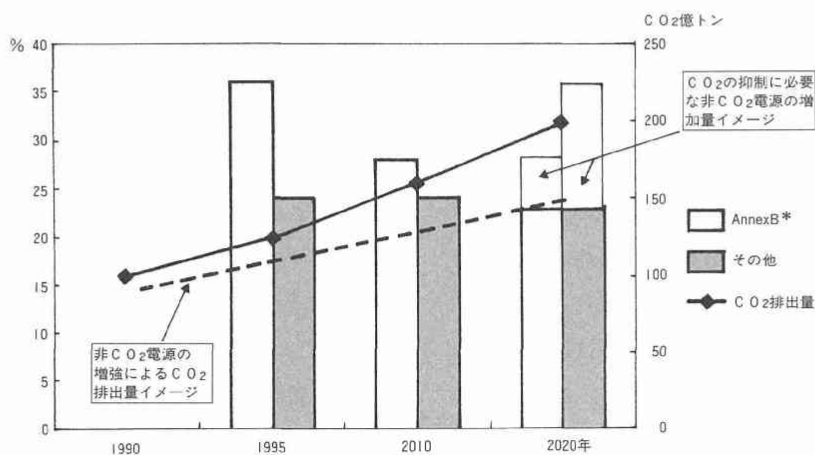
〔略歴〕

昭和39年早稲田大学第一政治経済学部経済学科卒業、日本経済新聞社編集局入社。昭和46年日米自動車資本自由化報道で日本新聞協会賞受賞。昭和47年日米自動車提携報道で日本経済新聞社長賞受賞。昭和54年～平成6年日本経済新聞社論説委員。

この間平成2年～平成3年芝浦工業大学非常勤講師。平成6年ハーバード大学ケネディスクール経営政策研究所フェロー、平成8年帰国後アジア・太平洋エネルギーフォーラム（APEF）を設立、現在に至る。

政府審議会委員として、電気事業審議会基本政策部会及び基本政策小委員会、石油審議会・流通小委員会、総合エネルギー調査会需給部会および都市熱エネルギー部会委員などがある。

主な著書には「エネルギー改革」、「資源リサイクル」(共著)、「エネルギー戦国時代」、「転機に立つエネルギー産業」(共著)など。



作成：アジア・太平洋エネルギーフォーラム

* Annex Bとは、気候変動枠組条約の付属書に列記された先進国。APECメンバー国では、日本、アメリカ、カナダ、オーストラリア、ニュージーランドとなる。

図1 APEC電源ベストミックス：非CO₂電源による発電比率予測

ルギーおよび水力が全体の発電量に占めるシェアは、間違いなく低下します。

一方、中国、ASEAN(東南アジア諸国連合) 諸国を入れました東アジアでは、電力需要、エネルギー需要は、これまた急速に増えます。その中で、CO₂を出さない非CO₂電源はかなり増えますが、電力需要がそれ以上に伸びるという展開です。全体の発電量に占める非CO₂電源のシェアはほぼ横這いか、増えないという見通しです。

APEC 諸国におけるこの展望は、ダイナミックなCO₂の排出権取引を入れてない標準的なケースのものです。電力の需給展望を見る限り、世界の中でAPEC地域が、CO₂削減への貢献が難しいという展望を今のところ持たざるを得ません。

アメリカのCO₂削減策に見込まれる

炭素バリューの導入

21世紀になりますと、政治的に、そのような推移でいいのかという問題が発生します。APEC地域における非CO₂電源をどのように増加させるかの方策は、間違いなく、政治的にかなり重要なターゲットになります。

アメリカでは、電力需要、エネルギー需要は増えますけれども、いろいろなファクターを考慮に入れても、原子力発電の進展は見込めません。問題はCO₂削減のための費用が社会的にどのように認識され、取り込まれていくのか、炭素バリュー、あるいは炭素プライスの問題が出てくると思います。もちろん、排出権メカニズムと裏腹ですが、プラクティカルにいろいろ炭素バリューを計算する必要があります。

アメリカの場合、電力セクターでCO₂発生

を2010年、2020年に向け、1990年比3%削減するのは、極めて厳しい目標です。これには、現在の主流を占める石炭火力を半減、あるいは3割強削減をせざるを得ないようなシナリオになります。その場合、炭素トン当たり240ドルぐらいの炭素プライス、炭素バリューというもの、つまり炭素削減のための費用がかかる計算になります。

この場合、アメリカで一体何が起こるのか。原子力発電では、廃炉期限がきた原子炉を20年ほど運転延長してフル操業を続け、現状の原子力による発電電力量を何とか2010年、2020年まで維持していくシナリオが必要です。

増大するエネルギー需要を賄うのに天然資源に恵まれたアメリカは、身近にある天然ガスをフル使用し、技術革新によりコンバインドサイクル発電のコストダウンを誘発して、電力需要を賄うと見込まれます。また、豊富なバイオマス等の再生エネルギーをフル利用して何とか電力セクターでのCO₂3%減を具現化するというシナリオです。

原子力によるCO₂削減

アジア独自のイニシアチブで

原子力を中心に非CO₂電源の増加が期待できるのは、APEC地域内でアジアの側しかありません。天然ガス資源や、バイオマス資源が豊富なアメリカ側の対応に、原子力を期待することはできません。せめて、廃炉延長による現状維持のシナリオどまりです。

したがって、原子力発電によるCO₂削減でアジアが独自のイニシアチブをとるという、政治的、社会的、経済的なモメンタムが働かなければ、APECでのCO₂削減は望み薄とい

えます。

まだまだお話したいことはありますが、後ほどまた時間がいただけたらと思いますので、とりあえずこれで終わりにします。(拍手)

〔プレゼンテーション〕

21世紀の原子力が内生化するべき10ヶ条

—Internalization と Integration—

谷口 富裕 (東京大学 客員教授)

重要な視点となる言葉 —

Internalization と Integration

鈴木先生からご紹介がありましたように、私は、いま、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の副議長をやっています。そこでの経験を生かしながら、また大学にいるという私にとっての新しい立場から、21世紀の原子力の展望に多少なりともお役に立てればと、問題点を整理してみました。

欧米の原子力開発は、先ほどから紹介されましたように、基本的には停滞しています。これは、フランスでは原子力のつくり過ぎといいますが、シェアが十分高く追加の需要が当面期待しにくいことがあり、EU(欧州連合)全体では、統合の中で政治的な複雑な絡みがあると思われます。いずれにしても、わが国の戦後の発展を見ますと、欧米追随型の日本では、ある程度の時間遅れで同様な状態が起こるのが常でした。特に、最近の情報化、グローバル化、あるいは高度大衆民主主義といわれる政治システムを前提にしますと、原子力開発が停滞するリスクが心配されます。

反面、これまで先行してきた欧米が足踏み



谷口 富裕氏 (東京大学 客員教授)

〔略歴〕

昭和43年東京大学工学部原子力工学科卒業、通商産業省入省。資源エネルギー庁公益事業部原子力発電安全管理課長、同部原子力発電課長、同部技術課長を経て、平成5年大臣官房審議官(通商交渉担当)、平成8年資源エネルギー庁長官官房審議官。

この間、昭和60年英国王立国際問題研究所客員研究員、昭和61年OECD科学技術工業局次長、平成5年IEA石油市場・緊急事対策局長を務める。

平成10年6月通産省を退官。以降、現職。

また、平成10年10月よりIPCC副議長。

状態にあり、しかも末次さんが話されましたように、アジアでは原子力導入の必然性がかなり高まっており、ここを上手に対応すれば、日本の原子力にとって、21世紀は逆に大きな発展、飛躍のポテンシャルがあるとも見られます。このような観点から、「21世紀の原子力技術が内生化するべき10ヶ条」という表題により、何をやっていいか、思いつくままに申し上げます。

副題に“Internalization”と“Integration”という言葉を入れました。これは、IPCCの地球温暖化議論の中のキーワードです。ここでは同じ意味で使っているわけではありませんが、いずれにしても、先ほども出ています外部の経済・不経済、エクスターナリティズを内生化するのは、環境分野の「インター

ナリゼーション」です。私がここで申し上げたいのは、21世紀へ向けて原子力技術そのものを変革していくためには、従来、外生変数として受け身にとられていた社会的要素を、積極的に内生化していかなければなりません。原子力問題を複雑な多元方程式と考えますと、いわば社会的・人間的な外生変数をできるだけ内生変数化、「インターナリゼーション」することです。

もう1つの言葉の「インテグレーション」も、IPCCでは、地球環境問題という複雑で、非線形で、不可逆的な現象を扱うのに、社会との関わり合いや政策的な評価になりますと、自然科学と社会科学の総合、あるいは統合したインテグレートド・アプローチが強調されています。これは、言うは易く、行うのは難しいのですが、大事なポイントは、「インテグレーション」という言葉がもっている、単なる足し合わせ、寄せ集めではなくて、ものごとをできるだけ一体化していく、あるいは全体としてまとめて統合化していくという意味にあります。

いずれにせよ、21世紀へ向けて原子力技術を自ら変革する新しい機会を求める、あるいは挑戦するという観点で、この「インターナリゼーション」と「インテグレーション」は、極めて重要な視点と考えています。

若いブレインを引き付ける

パイオニアの先端性を

次に、具体的にどういう視点を述べていきます。

第1に、先端性。原子力開発の原点に戻って、パイオニア的な先端性が極めて大事だと思います。特に大学の現場にいて感じますの

は、原子力工学科は、今はシステム量子工学科と名前は変えていますけど、教養学部から本郷への進学時に、大学の中で人気が落ちている工学部の中でもとりわけ学生の希望者が少い学科です。次世代を担う若い人を引き付け、育てるには、やはりパイオニア性、先端性が何より大事です。

また、産業に競争力をつけ活性化を図る観点からも、原子力の技術は、蒸気タービンやガソリンエンジンの技術に比べますと、まだまだ開発の初期、中期の段階にあります。かつて流行ったシステム裕度という意味での、1つの技術システムを利用する大きなポテンシャルが残っているにもかかわらず、社会的な理由により、何とはなしに行き詰まりの閉塞状態に陥っています。これは、関係技術者や専門家の責任も重いと思います。原点に戻り本来の先端性やパイオニア性を取り戻せば、大きなシステムのマージンなりポテンシャルを生かせるのではないかと考えています。

そういう意味で、原子力の技術が、技術体系あるいは産業技術の中で後衛に甘んじることなく、再度前衛に飛び出して、優秀な若いブレインを引きつけていかなければいけないと思います。

海外企業や他種電源と競える経済性を

国に望まれる踏み込んだ対応

2番目は、経済性。これまでの皆さんが強調されましたので、私は繰り返しません、実質上、これが一番大事なポイントだと思います。

先ほど、榎本さんのお話で、原子力の重要性和同時に難しさ、特にセキュリティや環境

面、長いリードタイム、資本の還流期間等を考えますと、民間企業では対応しきれず、もっと国の政策的なリードが大事だと述べられ、私もそのとおりと思います。

ただ、私が若干の異和感を感じるのは、けさほど佐々木審議官が、原子力は今こそ普通の産業にと述べられ、榎本さんは政府の支援をと申されましたのは、両方とも正しいのですが、言ってる人が逆ではないかという感じがします。民間の方の意気込みとしては、まずは技術の力により経済性を改善して、アジア市場も含めて海外の企業に負けない体質にし、また最近のACC(改良型コンバインドサイクル発電)、マイクロ・ガスタービン、燃料電池とか、特に天然ガススペースの技術に対抗できる力を目指すべきだと思います。一方、政府としては、今や原子力がこれだけけわしい苦境にあるので、普通の産業よりは、もう少し踏み込んだ対応が要る、というのが率直な感じです。両方とも言ってる立場が何か逆だということに、かなり基本的な問題点があるような気がしています。

技術に求められる

本質の追求と社会性の内生化

3番目は社会性です。私のところは、原子力エネルギー社会工学科ということで、実は社会性を工学の中にどうしたら取り込めるか、内生化できるかに取り組んでおり、その中で、社会的受容性、地域との共生は、当然大事なテーマです。

同時に、例えば、規制の高度化は、経済性にも深い関わりがある一方、社会的な信頼や安心にも深く関わりがあり、やはり技術自身に規制の高度化を可能にするような社会性の

内生化が必要だと思います。

具体例で申しますと、私もかつて通産省で規制にはずいぶん関わっており、役人の性を克服するのは難しいと痛感した1人です。規制の現場、審査の現場に立ち会っていると、審査する方もされる方も本当に技術屋なのか、このような取り組みで新しい技術が生きるのかと思うぐらいに、必ずしもエンジニアリング・ジャジメントのぎりぎりの判断について議論が戦われているわけではありません。

審査する方は、何となく形式に合っているか、万一何か特別な仮想的なことでおかしなことにならないか、あるいは手続き的な瑕疵につながらないかという観点でいろいろ聞いていますし、さらには個人的な好奇心も加わって細々としたことも聞いてるわけです。一方、答える方とはいいまして、私はやはり申請する方が自信と責任をもって技術の本筋を通すべきだと思うのですが、審査や設計・建設のスケジュールが優先する、あるいは官を含めて先生方の言うことに、長いものには巻かれろ式で妥協に妥協を重ねています。

その結果、日本の原子力、とりわけバックエンド対策費は、えらい高いものになってきて、よくいわれますように、国際価格の濃縮3倍、再処理5倍、低レベル廃棄物の処理処分には10倍、といったような状況が平気でまかり通っています。

これは、規制の問題、社会の問題であると同時に、技術の基本的な問題でして、やはり経済性の問題とあわせて、本気で取り組む必要があります。これから、サイクルをめぐる議論、特に社会的議論が難しくなればなるほど、技術の基本を通さない限り、技術は衰退して生き延びられないと思います。

親近感ある技術と

信頼感ある安全性の追求を

4 番目、5 番目が、人間性と安全性です。話したいことはたくさんありますけれども、それぞれについて1つだけ申します。

従来、特に TMI（スリー・マイル・アイランド原子力発電所）やチェルノブイルの事故の後、運転サイドに立ったヒューマン・ファクターとかユーザー・フレンドリネスについては、大幅な改善が行われてきています。しかし、共生するべき地元・地域の住民や国民全体にとって親近感を感じるシステムという意味での技術のクオリティは、必ずしも十分洗練されてないのではないかと感じています。

安全性は、これだけで十分パネルのテーマになり得ますが、一言で申しますと、人間性、経済性、社会性を十分踏まえた、規制の体制も国民の信頼も考えた、より高度の安全性の追求が重要となります。

核不拡散抵抗性に厳しい技術的工夫を

6 番目は、核不拡散抵抗性です。これは、話がちょっとずれますので深入りしませんけれども、今後はアジアで原子力の利用が進み、また世界の中にも広がっていきます。例えば、小型炉は、この後鳥井さんから話があると思いますが、魅力的な特性を備えている反面、核不拡散抵抗性については、予期せぬ軍事利用への転換が、国レベルに限らず、最近では国よりサブナショナルレベルで行われるところがあり、特段の技術的工夫が必要と思います。

セキュリティに重要な

情報入手のネットワークづくり

7 番目がセキュリティ指向性です。既にいろいろ述べられていますので、1つだけ申します。これは、特に原子力に限らず、エネルギー全般のセキュリティ議論の中で、私がいささか異和感を持っていますのは、次の点です。

日本では、2 回の石油危機のときの大きな心理的影響があって、1 国内で何とかエネルギー・セキュリティを確保しよう、改善しようという懸念になっています。エネルギーが政治商品であり、国と国とのぎりぎりな利害対立の中にあっては、そういう改善は必要です。しかし、けさほどの近藤先生のお話を初めとして、最近のグローバル化、情報化、知恵の勝負という観点からしますと、むしろそれ以上に、世界の動きについて早め早めの情報や兆候をしっかりと捉えて、即座に対応できるような情報入手の人的、知的ネットワークづくりの方が、グローバル化の中で生き残りの競争力を維持していくのに、セキュリティ上はるかに重要と考えます。

しかし、日本の場合、ネットワークづくりなどはあまり得意ではなく、また日常生活があまりにも快適で、そういうことは面倒くさいという人が多いこともあり、なかなか進展していないのが現状です。

原子力従事者自身に

より重要な内部の情報透明化

8 番目が情報性。今申しましたことと深く関わりがあり、PA（社会的受容）の観点から透明度が高く開かれた情報性も、もちろん大

事です。しかし、それ以上に重要なのは、原子力を実際につくったり動かしたりしている人たちが、内部に向かって情報を本当に透明化しているのか、あるいは世界の今の情報の動きに対して双方向に透明感をもって仕事しているのかということの方が、長期的にははるかに重要と感じています。

借りものの知識の感を与える

原子力人の環境論

9番目が環境調和性。IPCCの議論を含めて申し上げたいことはたくさんあります。

いわゆる地球温暖化現象は、自然現象というよりは、大気の温度変化、あるいは海面上昇が社会に与える影響、特に世界の弱い国々に与える影響にどう対応するかが大きな問題でして、その意味では、社会や文化の問題に深い関わりがあります。いわんや原子力に伴う環境問題になりますと、社会性、人間性のところで申しましたように、幅広い環境の観点が要ることがまず1点です。

2点目は、地球環境問題に直接関わるようになり、環境サイドの人たちと議論を戦わす場でしばしば痛感したことは、原子力の人たちがCO₂や地球温暖化などの環境問題を話するとき、原子力の専門分野での知識や厳密性に比べて、何となく借りものの取ってつけたような話が多いことです。環境に懸命に取り組む、原子力を心情的にいかがわしい技術と見ている人たちには、これは明らかに悪乗りと見えたり、後から来てうまく横取りされた感じを与えています。

おそらく、一般国民から見ても、環境問題を原子力技術の中に本気で内生化し、原子力の他の分野、例えば安全解析と並ぶような深

い分析、あるいは知識を踏まえて地球環境論を述べない限り、原子力の人たちの言うことは、またいかがわしい話ではないかの不信感を呼びやすいと思います。

これが、日頃、環境派と称される人たちに接触を多くしての実感です。

ヨーロッパの近代合理主義に加えて

日本の多様性と柔軟性を

最後の10番目が世界性、グローバル性です。これも皆さんからいろいろお話が出ていましたので、簡単にします。

普遍性と並んで重要なのは、大きな変化に今後対応していく上での多様性と柔軟性の問題です。しなやかな対応、あるいは俊敏な対応とよくいわれますけれども、言うは易くして行うは極めて難しい課題です。ただ、やはり挑戦する価値のある、なすべき課題と考えています。

特に、近藤先生が話された、OECD(経済協力開発機構)の長期展望の紹介を伺って私が強く感じましたのは、OECDの作業は、どうしても、ヨーロッパがアメリカに対して持つある種の被害・競争意識を中心に、近代合理主義、あるいはヨーロッパの文化や発想法が色濃く残っています。やはり、これから多様性、柔軟性を考えるとき、ヨーロッパ流の優等生的な世界以上に、アジアとか日本の中にある多様で、かつ従来の合理性で割り切れないところをどう取り組んでいくかが大きな課題と考えます。

おわりに

甚だ大学的に、抽象的なお話になりましたが、この10ヶ条を、実際に新しいシステムの設計、運転、建設、保守において、いかに「イン

テグレーション」を具現化するか、これが21世紀の原子力技術の基本的な課題と考えます。

そういう観点から新しい原子力学とか、エネルギー学というのが必要でしょうし、エネルギー総合工学研究所が持つ、まさに総合的なエネルギー研究の深まりと広がりが強く期待されると思います。

どうもありがとうございました。(拍手)

【プレゼンテーション】

世界に通用する原子力技術を語る

鳥井 弘之（日本経済新聞社 論説委員）

自分のことだけしか考えなかった日本

日本の物事のやり方には、何事によらず、日本だけよければいい、という姿勢が一貫してあったような気がします。言い換えますと、世界全体の問題を自分自身の問題として真剣に取り組んでこなかった、ということです。

最近でこそ世界貢献とかいいますが、これも誰かがお膳立てしてくれたら、それに協力しますというニュアンスに聞えてきます。原子力もご多分に漏れず、日本で利用することだけを視野に入れて様々な技術開発が行われてきました。きょうも、エネルギー安全保障という言葉が出ていますが、これも普通に考えますと、日本が必要なエネルギーを確保できればいいという発想が根底にある考え方ではないかと思われます。

グローバルな問題の解決に

世界一丸で取り組む状況づくりを

しかし、今になってみますと、こういう考

え方は世界の中で通用しなくなってきました。

第1に、国際社会における日本の存在感は著しく大きくなっており、しかも、日本は多くの国のおかげで今日の繁栄があります。自分だけよければいい、と言ったのではだめです。世界に対して責任をもつ、つまりグローバルな問題を自分の問題として真剣に考えることが要求されるようになりました。

第2に、日本だけが十分なエネルギーを確保しても、近隣の国が困り、アジアの経済が混乱すれば、日本経済にも影響します。アジアで人々が飢えたり困ったりすれば、難民も増えます。今は2,000人ぐらゐの難民が来ると日本中大騒ぎをしています、これが200万人ぐらゐ来ようになったら、どうなるでしょうか。

さらに、中国の軍事力強化も、1つにはエネルギー確保が根底にあるような気がします。日本が自分だけよければいいよといったら、今度は中国の軍事力増強を誘発するかもしれません。

第3に、人口爆発や地球環境問題などのグローバルな課題が山積するようになり、このような問題は一国が努力しても本質的な解決に結びつきません。例えば、日本が省エネルギーに成功して石油の消費を大幅に削減できたとします。もちろん、COP3(温暖化防止京都会議)の約束を守る点からは、また一国いい子主義でしたら、大変意味があります。しかし、石油価格は国際的な需給関係で決まりますから、日本が石油消費を少なくすれば原油価格が下がるのが原理です。下がれば、今まで石油を十分買えなかった地域が大量に使うようになり、その結果、世界全体の二酸化

炭素の発生量は減りません。下手をすると、日本の発電所には高性能の脱硫装置がついていますが、そういう装置がついてない近隣の国がたくさん使うようになりますと、日本が酸性雨で冒されることもありうるわけです。SO_x 対策が進み、エネルギー効率が高い日本が石油を使う場合より、地球環境という意味では、より悪い状況になるかもしれません。

つまり、グローバルな問題は、世界全体が一丸となって取り組まないと意味がなく、それが可能な状況をつくり出すことが極めて大切です。日本がよければいい、それだけでは済まない状況です。

たとえば、中国市場に日本が 進出していないと

中国の秦山原子力発電所ができたころ、訪れたことがあります。当時の中国核工業総公司（CNNC）の案内であり、また秦山原子炉が中国の自前のものでしたから、中まですべて見せてくれました。しかし、フランス製の炉を使用している大亜湾発電所に行ったときは、CNNCの人の案内にもかかわらず、フランスが拒否して中を見せしてくれませんでした。

当時の模様はそうでしたが、今では秦山でも大分トラブルがあるようです。しかし、正確な情報はなかなか日本へ入ってきません。中国は、どこまで具体化するのはともかく、信じられないほど多数の原発計画をもっています。チェルノブイル事故は、原発事故が国境を越えて被害を隣国に与えることを実証しました。今のままでは、隣の国で何が起こっているか、日本は正しく知る手段をもっていないのです。

実態を正確に知るには、中国の原発市場に



鳥井 弘之氏（日本経済新聞社 論説委員）

[略歴]

昭和42年東京大学工学部工業化学科卒業。昭和44年同修士課程修了、日本経済新聞社入社。昭和59年同産業研究所主任研究員、日経ハイテク情報編集長、昭和63年～平成6年同論説委員兼日経産業消費研究所研究部長、平成6年より同論説委員、現在に至る。他に文理情報短期大学客員教授を務める。

政府関係活動は、原子力委員会専門委員（科学技術庁）、石炭審議会専門委員（通産省）、産業技術審議会臨時委員（通産省）、学術審議会委員（文部省）…など多数。

主な著書は、「原子力の未来」、他。

ある程度日本が入りこんでいないと駄目なのです。国外から見ている、例えば安全の支援を少々します程度の話では無理です。中国マーケットの少くとも20%ぐらいを握ってはじめて、中国の自前の原子炉に発生した問題を聞きに行ったときに、またフランスと何かをちゃんとやろうといったときに、対等な立場に立てるわけです。

つまり、例えばの話で中国を挙げているのですが、中国のマーケットに日本の原子力産業が入っていることが、日本の安全に直接つながってくるのです。

世界に通用する、世界が頼れる

原子力技術の開発を

これまでの話から考えますと、日本が

開発をする原子力技術は、商品として世界に通用するものでなければなりません。果たして、これまで日本が国を挙げて取り組んできた技術は、世界に通用するのでしょうか。

新型転換炉は、日本国内でも通用せず、電力業界から実証炉の建設を拒否されました。高速増殖炉も、「もんじゅ」の延長線上に実用炉がつかれるのか、危うい状態になっています。再処理も、日本だけが特別に米国から許されている状況です。発展途上国が日本と同じような再処理をするといっても、国際的に許されるはずはありませんし、おそらく日本も反対すると思われます。

要するに、日本は自国のことだけを考えてきましたから、世界に通用する技術を開発してきませんでした。

これからは、世界が頼れるエネルギー源としての原子力技術に取り組んでいくことが求められます。そのことが、広い意味での日本の安全保障につながりますし、グローバルな問題を克服する糸口にもなるはずです。

世界に通用する原子力技術の条件

世界に通用する原子力技術が備えるべき条件とは何なのでしょう。条件はいくつかあり、その中には先ほど谷口先生が示された条件と一致するものもあります。列举しますと、次のとおりです。

- 資源的な制約をある程度克服できる核燃料リサイクルに立脚していること。
- 深い安全性を実現し、異常事態にも人間がコントロールするのではなく、物理的な原理で停止する、固有安全な炉であること。
- 設置場所の特性にかかわらず、地震などに対して強いこと。

- メンテナンスやオペレーションに人手をかけないで済むこと。これは実現可能かどうかは別問題ですが。
- 核不拡散性を考えますと、設置場所で燃料交換しないこと。
- トータルシステムとして、つまりライフサイクルのトータルとして、経済性が成立すること。

上に挙げました条件を満たす技術が本当に存在するかどうか、疑問視される方は多いと思います。しかし、日本のことだけしか考えなかった人たちが、実現不可能と唱えて現状に留まり、これらの条件克服に動かなければ、なんの意味もないと思います。

おわりに —

「決意」なくして原子力に技術開発なし

先ほどから議論がありました経済性の問題をどう考えたらいいいのか。最後に、最近到達した結論をまとめますと、次表のとおりです。

- | |
|--|
| • きょうの課題：
すべて「マーケットメカニズム」 |
| • あしたの課題：
「予測とマーケットメカニズム」
の組み合わせ |
| • あさっての課題：
「決意と予測とマーケットメカニズム」の結合 |

日本の原子力に一番欠けているのは「決意」だと思います。あすの「予測」までは何とかやったのですが、あさってのことを、例えば高

速増殖炉はあさっての話だといってやってるわけ。「決意」がなくして「マーケットメカニズム」といってるのであれば、技術開発ができるわけがありません。そのところを十分考えて、日本はこれからの体制をつくらなければいけません。

部外者の失礼な発言をご容赦願ひ、私の話をこれで終りにします。(拍手)

プレゼンテーションのまとめ

司会 鈴木 篤之(東京大学 教授)

21世紀型に向けた制度変革と

新しい技術体系の構築を

大変高いレベルの、広い観点からのお話をいただきました。まず、私なりの感想を申し上げます。

4人のお話から伺える共通点は、大きく分ければ2点かと思います。

その1つとして、原子力に関わる制度は、例えば税制にせよ許認可の制度にせよ、これまで進めてくる過程の中でいろいろな工夫がなされてきましたが、長期的な観点から、徐々に21世紀型に変革していく必要があると述べられたと思いました。原子力の分野では、例えばプルサーマル計画のように、ともかく地元の理解を得て一步でも進展させたい当面の課題が大きいために、21世紀型の制度設計を腰を据えて行う余裕がなかったこともあり、他分野に比べ遅れています。そういう意味で、4人の方々が示されたご意見は非常に重要なことと思います。

2つ目に、21世紀に向けた新しい制度設計

の中で4人の方が等しく述べられたことは、社会的な制度問題だけではなく、さらに重要なことは技術的問題であり、原子力に関わる新しい技術体系の再構築が必要ということです。

榎本さんは、それを革新的な研究開発であり、競争原理を研究開発段階にも導入する新しい方式が必要であると。末次さんは、アジア市場でリーダーシップをより発揮できる原子力を目指すべきであると。谷口先生は、規制緩和、あるいは環境問題のようなグローバルな問題の中で、あるいは日本自身が最優先に取り組むべき課題の流れに乗るために、技術の内部構造が変革される必要があると。そのことを内生性の必要性と言われたと理解しました。鳥井さんは、日本だけしか通用しない技術は21世紀には向かない、世界に通用する技術を目指すべきであると。

これ以外にも重要なことをたくさん述べられましたが、まとめますとこのようなことと思いました。

【ディスカッション】

いかにあるべきか今後の原子力産業

司会 鈴木 篤之(東京大学 教授)

司会 これからパネリストの方々の間で意見交換をお願いします。

本日も来場の多くの方は、原子力産業に関係され、何らかの課題を抱えてみえるかと思っています。それらの問題を克服し、将来に夢ある原子力を目指すには、今後いかに考えるべきかについて、パネリストの方に、順次ご意

見を伺いたいと思います。

原子力の海外進出の要件 ―

経済性とオリジナル性ある日本技術を

榎本 先ほど、頼られる技術のお話がありました。谷口先生からは、重要な技術要素を何項目か挙げられ、そのインテグレーションが原子力技術に重要とのお話でした。鳥井先生は、最近上梓された『原子力の未来』の中でも、示唆に富んだ将来の原子力技術像を書かれています。

従来の原子力路線は、大型化により経済性を追求する方向にありましたが、原点に戻って、本日取り上げられた問題を再考することは重要だと思っています。

しかし、世界への進出に何が大切かを大きな輪切りの視点で考えますと、やはり1つは経済性です。今の世界では、どこへ出しても競争で、中国には、フランスを始めヨーロッパのいろいろなメーカーが進出してくると思います。いずれにせよ、経済性を出さなければなりません。

次に、外国に日本の技術売り込むには、日本の技術という旗を立てていかないとできません。我々は、本日話されたことの原点に戻って、これは日本が考案した技術です、皆さんのお役に立ちます、そういうオリジナリティーのある、日本の旗が立った技術をつくり、売り込むことが大事と思っています。

国情が出て当然の原子力への競争導入

末次 榎本さんの今のお話は、よく理解できると思います。やはり21世紀には、皆さんが触れられたように、競争、自由化、あるいは分散型のアプローチがあり、例えば内燃機関

から水素エコノミーへ、あるいは燃料電池のような技術革新が浮かび上がってきています。一番古い規制産業であったエネルギーにも、来世紀に入れば競争の世界への移行を技術的に可能にするモメンタムが加速してくると思います。

規制的な枠組みで事実上成り立っている原子力発電に、どの程度競争を導入するのか。別の言葉で言いますと、競争はそれぞれの国の所与の条件で、国民的な理解の問題もあり、とことんまで競争体制を入れるのが善であり、価値観だという社会もあれば、そこまでいかない国民性をもっている社会もあります。競争原理を生かすための資源、ソフトの資源、ハードの資源を含めて、いろんな意味の資源の所有状況が違いますから、どの程度競争が入り得るか、入れた方がいいかについては、各国間に差があって当然と思われます。この原理は、恐らく21世紀になっても不変だと思います。

将来の原子力産業を決定する要素 ―

市場メカニズムと規制体制の接点

末次 では一体、どこまで競争を入れるのか、逆に言いますと、競争の導入を制御しながらいけるのかということです。

アングロサクソンの世界は、市場価格の形成のため競争メカニズムのフルなる導入を求めています。他方、アジア的な社会は、ある程度競争を入れて競争のメリットも享受しながら、さはさりながら規制的社会秩序のメリットもあると認めています。世界的には大きな違いが出てきます。そういう中で、自分たちの経済システム、すなわち競争と規制について、どこに社会的なコンセンサスをつ

くっていくか、ここのところに、原子力の問題も大きく関わっているのです。

原子力は、出力の大型化とそのフル回転とを実現できれば、間違いなく競争力を発揮します。

それに対して、規制的な世界に甘んじて、先ほど谷口先生がおっしゃった、濃縮3倍、再処理5倍のコストという、イギリスやフランスに比べて明らかに国際競争力が劣る原子力産業に対して、競争的な刺激をどのようにして与えていくのかという課題があります。

原子力がどこまでいけるかの問題は、自由市場経済のメカニズムの導入と、規則的要素をどのように按配していくか、競争化の中でこのような混合経済を維持していけるかどうか、原子力の将来を決める大きな要素であると見ています。

司会 私も末次さんにまったく同感です。競争と規制、あるいは秩序のバランス、これはこれからアジア対ヨーロッパ、あるいは日本対欧米の問題といえますか、いずれにしても日本にとって、原子力に限らず極めて重要な課題です。

しかし、今、末次さんのご指摘のように、そのバランスが原子力では際立って重要なポイントになります。そういう意味で、この議論が、原子力の分野で他分野に先取りする形で解決されるか、あるいは新しいイメージの形成になればと思っています。

海外市場での主導性発揮に

ダイナミックな戦略と

機先を制した情報入手を

谷口 日本のオリジナリティー、独自性の光

る技術というものは、先ほど榎本さんの言われたとおり、是非欲しいと思います。

しかし、現実論として、中国市場あるいは世界市場にどこまで競争力をもって進出できるかになりますと、今の産業体制にはもともと高コスト構造が定着しており、やれる限界が存在します。思い切って、国内のリストラだけでなく、グローバルな戦略提携とか業務委託をやり、それこそ合併・吸収まで含めてダイナミックに動いていくことで、世界の市場の動き、さらには政治的動きまで含めた情報を早め早めにキャッチして、かつそれに適応していくことが、セキュリティ上でも、また21世紀のグローバル市場で日本が主導的役割を演じるためにも、大事と見ています。

もう1つは、今、原子力反対派の人々に大分たたかれています。COP3で約束した2010年の温室効果ガス削減を守るための原子炉約20基の増設ができたとしても、発電電力量はせいぜい千数百億kWhでして、電気料金を大まかにkWh当り20円にして計算しても、せいぜい数兆円の売上相当額です。そういう売上高でもってどこまでできるかは、やはり今のサイクル戦略も、国の役割も、セキュリティ、環境対策も含めて、よく冷静に考えなければいけないところかと思っています。

原子力産業に求められる

市場向けの説明能力

鳥井 もし原子力産業というものがあるとしても、それは独自に商品を開発しマーケットを切り開いていく存在のはずです。

ところが、今の日本の原子力産業を何かといえますと、電力会社の下請けです。ですから、例えば経済性云々の話をするとき、これ

は電力の論議で判断されるわけです。

ですけど、ものの使い方が全然違いますと、経済性の考え方がまったく変わってくる可能性があるわけです。原子力産業は、そこを自分できちんとユーザーに説明できる能力を備えなくてははいけません。そのような産業に、これからいかにして育てていくかは、日本にとって大変大きな課題だと思います。

背反しない2つの概念——規制と競争

鳥井 ほかに、規制と競争の話がありました。私は、規制と競争が相反する概念だとは思っていません。細かく仕様を規制しますと、これは競争をまったくなくすわけですけども、要求性能の水準を示す規制のやり方しますと、競争してその水準を達成するわけです。ですから、規制か競争かというもののとらえ方は好ましくないというのが私の考えです。

「決意」があっても決定するのは

社会市場に働く規制と競争

司会 これまでのご意見を伺って、私なりに理解しましたのは、競争と規制、あるいは秩序は、先ほど鳥井さんが言われましたが、短期的には「マーケット」、これは「競争」です。中期的には「予測とマーケット」、長期的にはさらに「決意と予測とマーケット」であると。ある意味では、「競争」は短期的、せいぜい中期的です。しかし、「規制」あるいは「秩序」は、やはり長期的、あるいは中期的で、そういう意味では、鳥井さんがおっしゃっている「決意」がどうしても必要になります。

ところが、「決意」というのは、特に原子力の場合に、特定の人、特定の企業が決意をしても、それでいけることにはなかなかなりま

せん。これは、末次さん、鳥井さんがご専門の分野ですが、長い目で見ますと、社会が決めていると思います。

そうしますと、「決意」の意味が曖昧になり、拡散していったら、原子力産業であれば、商品を開発する個人、あるいは企業がリスクを負って市場に出ていくことになると思います。その辺を、別の表現で言いますと、結局、市場といいますか、競争と規制ということをや、末次さんはおっしゃったのではないかと思います。

会場からの質問

司会 パネルで取り上げたいテーマには、国際問題その他いろいろありますが、時間の制約もあり、ここで会場からご意見、ご質問をいただきたいと思います。

〔質問〕 日韓・日ロ間の

電力国際自由化について

質問者 鈴木（日本製鋼所）

ヨーロッパでは既に実施されている電力の国際自由化について伺います。

地勢的な問題はありますが、日本と近隣の韓国、ロシアとの間に電力の輸出入の自由化ができますと、電力が必需品であるゆえに、国際関係がより密接になり、ひいては国の安全確保につながるかと思います。その辺、今後の動向についてお聞きかせ願います。

〔回答〕 近隣関係国の

政治的、社会的な成熟度次第

末次 21世紀をにらんで大変に示唆に富んだ

ご質問だと思います。北東アジアのよき善隣友好関係が、セキュリティ対策に優先する1つの大きな国民的課題ですから、それに向けた政治体制、経済体制を構築していくのは、極めてグレードの大きな21世紀の我々の課題です。

その中で、電力の共同体、共同市場は構想できるのかというご質問かと思えます。電力は、供給が遮断したら社会的影響、経済的ロスが大きく、極めてセンシティブな商品です。ヨーロッパや北米では既に始めていますが、このような商品を国家間で取引するところまでいくには、その地域が政治的、社会的に相当成熟度を増す必要があります。

技術的には、韓半島、あるいは極東ロシアの資源を使って発電をし、送電をすることが経済的競争の優位性があるのであれば、可能性は出てきます。いま使用できる直流送電システムを導入すれば、かなり遠距離でも、ロスの少ないネットワークは可能です。技術的には丸きり夢物語ではありません。

問題は、そのペースにある近隣関係国の政治的、社会的な成熟度でして、その関わりが極めて大きいと思います。

〔質問①〕原子力発電には独立電源に必要な
負荷追従性があるか

質問者 平戸（八戸工業大学）

化石燃料は有限なるがゆえに原子力が必要である。また、化石燃料は炭酸ガスを出すけれども、原子力はほとんどゼロであり、環境面で優れている、と原子力関係者がよく言われます。

これを聞いて、常日頃疑問に思っておりますのは、それでは原子力は独立した電力源に

なり得るかということです。というのは、原子力発電所は、いま、ベースロードとしてフル稼働させています。電力全体の負荷率は、夏季に昼間100%でも、夜間は極端には40%まで低下します。原子力発電所単独で、そのような負荷変動に対応できるのでしょうか。さらに、負荷追従に向けた技術開発は試みられていますか。

〔質問②〕各電源の発電コストに関する
負荷率を含めた数字の公開を

前の質問に関連しますが、電力のコストは、石油火力が高く原子力の方が安く発表されています。これには先ほど申しました稼働率が、原子力はフル稼働ですが、石油火力は極端に言えば半分です。結局、稼働率の差がコスト差に出ているのではないのでしょうか。情報公開とよく言われますが、その辺の情報の正確さが何となく納得できないのですが。

〔回答〕経済性の比較に必要な
ベストミックスからの制約

榎本 大変に重要なご指摘をいただいたと思います。当社では、セキュリティの観点から、エネルギー源の多様化、エネルギー源のベストミックスを行っており、原子力、石油、天然ガスを一定の割合で入れています。

それぞれのコストを考えますとき、今おっしゃったことは大変大事な点になります。原子力は、固定費が高い施設で、設置後はできるだけ利用率を上げることが、経済性に寄与しますので、一定運転をしています。一方、火力の方は、一定運転しているものもありますが、かなりのものは負荷追従をしています。

原子力も、技術的にはもともと負荷追従で

きる設計になっていますので、やろうと思えば可能ですが、火力でやった方が、全体としての経済性がいいということです。

したがって、火力と原子力の経済性を比較するとき、今ご指摘のとおり、火力の平均負荷率56%を入れて計算しますと、火力の発電費は見かけ上高くなったりしますので、その値と比較して、原子力が安いとはいえません。

ですから、原子力・火力の経済性の比較には、ベストミックスという運営上の制約による利用率を考えて比較する必要があると思います。

なお、通産省から定期的に出されている各種電源の発電費比較の中には、利用率が合せて比較されています。

〔回答〕温暖化防止に

原子力100%ではなく

バランスあるエネルギー使用で

谷口 おっしゃるとおりだと思います。私が理解しているのは、電力供給を炭酸ガスの排出面から原子力100%がいいと主張しているのではなく、各エネルギー間のバランスがいるということだと思います。つまり、発電電力量の30数%を占める原子力をやめれば、その分CO₂が増えることになるので、原子力をバランスよく使用することが、温暖化防止上、重要な意味があることと思います。原子力がCO₂を排出する発電のすべてに代わり得る可能性を持つとまでは、考えられていないと思います。

〔質問〕原子力関係者への意見と要望

発言者 久野

天然ガスと原子力をコジェネすると、効率

は50%ぐらいに上るといふ、平田賢教授（芝浦工業大学）の論文があり、アメリカのパッテル研究所からも出されています。わが国がこれまで原子炉50数基つくってきた中で、このような方法が取り入れられなかったのは、なぜでしょうか。

もう1つは、先ほどの岡先生のお話に、原子力の創始期から苦勞を重ねながら開発に携ってみえた方々が、遠からずリタイヤのお年を迎えるとのこと。このような方から、忌憚のない貴重な意見を伺う機会がほしいと思います。また、21世紀に入る前にいろいろな問題の整理をお願いします。

最先端で、未知の技術がいっぱいあるのに、東大では人気落ちて、成績の優れた学生が学科に集まらないのでは、原子力の将来が危ぶまれます。優秀な学生が集まる、魅力ある技術分野に育て上げてほしいし、それは関係者皆さんの責任だとも思いますが。

〔回答〕大事なことは、意欲ある人が

必要数集まってくること

鈴木 時間がなくなりましたので、私から今のご意見に対してお答えします。

最後の点ですが、将来の世代が原子力の大変重要な役割を担うのはご指摘のとおりです。ただ、私ども大学にいる者が感じますのは、今の状況は、原子力の仕事に興味を持つ学生が少なくなっていることです。人気のある学科に成績のいい学生が集まる傾向は確かにありますが、本当に適性があるのか、しばしば問題になっています。むしろ大事なことは、意欲のある人が必要数だけ集まってくれる状況を、今後もつづけていくことと思っています。

そういう意味で、できるだけ情報を開示し、

より広く多くの人々が原子力に関心を持たれ、また適切な、先ほど鳥井さんがおっしゃったような意味で長期的な取り組みについての合意といいますか、理解が得られるようにすることが大事と思っています。

パネリストからの補足意見

司会 時間がないので、お一人ずつ補足をお願いします。

再整理がほしい各エネルギー源の役割

鳥井 ベストミックスという言葉がよく使われます。しかし、どのエネルギーがどういう役割を果たすのかについて、必ずしも明確になっていません。

そこをはっきりしないまま、原子力関係者は、例えば新エネルギーはあまり役に立ちませんねといい、新エネルギーの人たちは、いやいや、こんなに役に立ちますよと主張し、社会的に未整理の状態のまま、それぞれが自己の枠組内で勝手な議論をしてきたきらいがあります。

21世紀を迎えるにあたって、また今度の原子力長計の場においても、エネルギー源のそれぞれの役割をどう考えていくのか、きちっとした整理をする必要があると思います。

国際的共同体づくりに必須な

国内市場ベースの技術

末次 先ほど、谷口先生から、原子力の世界はグローバルな戦略的提携をどう考えるべきかという、大変に重要な問題提起がありまし

た。

機器メーカーであれ、発電会社であれ、あるいは核燃料サイクルのどこかに位置する企業群でもいいのですが、これらが戦略的共同体を指向したとき、原子力発電市場が今後に伸び得る地域は、アジアになります。

そのとき、50数基の原子炉をつくり上げ動かししているという、世界屈指の原子力発電市場に立脚したわが国のプレーヤー達が、どのようにしたら戦略的共同体体制を目指せるのか、そのメリットを体现できるのかは、大変に大きなテーマと思います。

やはり、国内市場がベースになります。国内市場が空っぽの状態の世界に出ていった産業は、産業革命以来ありません。ナショナルリズムといわれるかもしれませんが、自前の国内市場に立脚した技術の萌芽と発展があつてこそ、初めてリスクをかけた対外チャレンジが可能と思います。

フランスに学ぶべき

国際競争力の意図的形成

末次 わが国では、確かに50基を超える原子炉をつくりましたが、フランス型にある国際競争力のつくり方ができてきたかが問題です。

フランスは、130万kWと90万kWの軽水炉しかサイズを許可していません。限定したサイズと炉型に集中し、その上に立つ原子力産業も寡占化しています。このフランスモデルのよしあしは別にして、少なくとも産業を育成し、国際競争力をつけていく意図は明白です。そして、原子力発電を支えるロードカーブは、原子力発電が大きなシェアを占めても動くシステムをつくり上げており、ここにも

優れた意図が見られます。

我々は、このような産業的、市場的な土壌をつくらない限り、戦略的共同体制の具現は難しいと思います。自由化、競争化でこれをやるデザインを急ぐ必要があります。

優秀な人材を集めるためにも

技術に社会性・人間性の内生化を

谷口 先ほど、東大の本郷進学で原子力、いやシステム量子工学科希望者の人気が低いと申しましたが、大学に奉職する者として、私はこの問題を深刻に受けとめなければいけないと思っています。先ほどの先端性とかパイオニア性も含めて、大学の知、知識、知恵のレベルで、大学関係者は精いっぱい、必死の努力が求められます。

私も、人生の半分以上を原子力関係の仕事に過ごしてきましたから、次の世代の優秀な人たちに、是非とも原子力に興味をもってほしいと願っています。ただ、学生は、別に先生の言うことを聞いて進学学科や将来を決めるわけではなくて、メディアも含めて社会が何を考え、何を期待しているのか、何に価値を置いているのかにより決めています。先ほど来いろいろ出てきました社会的な合意形成、特にこれから情報化が進む、地方分権化が進むという流れの中で、いわゆる高度大衆民主主義的な社会のいい面を生かしながら、どうやって原子力のアクセプタンスを高めていくかになります。

まさに、この社会性や人間性を技術の中に内生化させなければいけないのはこの点です。学生はそういうことにとりわけ敏感ですから、特にメディアと政治の世界を初めとし、産業界が何を望んでいるのか、大学と産業界

の新しい協力関係はいかにあるべきかも含めて、これから是非ともそういった社会的な側面を取り込む努力をしなければいけない、と痛感しているところです。

新しい原子力技術に

あわせて内生化すべき世界性

谷口 原子力の受容性を高めることに関連してもう1つ。

最近、学生もメディアも、情報化の反映により世界の情勢も考慮に入れますので、合意形成は、国内、あるいはローカルな自治体や地方分権の中だけではなく、そういうマイクロレベルとグローバルレベルとあわせて進めねばならないという、難題に直面しています。

欧米で原子力が足踏みしている間に、日本が地球環境やセキュリティの分野で貢献しようとするのであれば、足元、地元とともに、世界的な合意形成や理解が必要です。この点も、新しい原子力技術の中に是非内生化していくべき課題、世界性の問題だと思います。

ま と め

司会 時間が参りました。ここで本日の討論会を簡単にまとめたいと思います。

1つが、21世紀の原子力を考えるとき、世界的に通用するエネルギー源であらねばならないこと。それには、経済性の抜本的向上は当然ですが、革新的技術の開発が不可欠という指摘がありました。

2点目が、エネルギー・セキュリティの重要なこと。鳥井さんも申されましたように、エネルギー・ベスト・ミックスとよく言われ

ますが、どのようなバランスにあるべきかの、深化した議論が必要なこと。その点に関して、競争と規制、秩序のバランス、外部不経済の内部化のご指摘もありましたし、地球温暖化対策上のメリットなどを考慮した他電源との平等な競争条件の整備が必要との話が出ました。

3点目が、革新的技術開発です。榎本さん、鳥井さんが指摘された点は、多様な選択肢を可能にする開発戦略でした。特に複数の選択肢を示すこと。また、それに必要な知識基盤、技術基盤を構築する必要があるということでした。

4点目が、新たな視点に立った国際的展開を図るべきということ。特に、アジア市場を考えたとき、日本の原子力によるリーダーシップが必要だということ。そういう意味では、時間がなくてあまり触れられませんでした。アジアにおける核不拡散対応について、わが国からの原子力機器や核不拡散型原子炉の輸出、あるいは燃料サイクルの開発、これらのこともご意見の中にありました。

5点目が、原子力・エネルギー問題に関する総合的学問体系を考えていくべきということ。その意味は、自然科学はもとより、人文科学、社会科学を包含するいわゆる原子力学、あるいはエネルギー学というのでしょうか。そのような体系の構築を指向すべきという提言があったと思います。

最後になりましたが、私の記憶によりますと、本日のシンポジウムを主催されたエネルギー総合工学研究所の設立趣旨の中に、エネルギー・環境問題に取り組む産官学連携の重要性と、その推進に関する同所の役割が述べられていますが、本日ご指摘いただいた点は、多様な知恵を糾合する場としてのシンクタンク、具体的にはエネルギー総合工学研究所の役割が、まさに浮き彫りになったのではないかと思います。

これをもちまして、パネル討論会を終了させていただきます。長時間にわたるご清聴とご協力をいただき、ありがとうございました。

(拍手)



総括とりまとめ・閉会挨拶

稲葉 裕 俊 (財)エネルギー総合工学研究所
専務理事

エネルギー総合工学研究所専務理事の稲葉でございます。

本日は、400名を超える皆様に、朝から長時間にわたり熱心に第16回エネルギー総合工学シンポジウムをご聴取いただきまして、誠にありがとうございました。

本日のシンポジウムは、「21世紀社会と原子力」をテーマとして開催させていただきました。

午前中の基調講演には、「21世紀社会における原子力 一期待と責任」と題しまして、東京大学の近藤駿介教授から、21世紀の社会の展開、新たに中核となる技術の見通し、エネルギー、環境問題についてのグローバルベースの広範な展望をお話いただくとともに、それを踏まえて21世紀において原子力が引き続き重要な役割を果たしていく可能性と、そのための条件について総括的に語っていただきました。

続きまして、「21世紀の日本社会における原子力広報のあり方を考える」と題しまして、学習院大学の田中靖政教授から、原子力の平和利用のスタート、環境問題のクローズアップされた20世紀をふりかえっていただいたのち、原子力広報の戦略目標から情報伝達手段、原子力広報に期待される効果について述べていただくとともに、より能動的なと申しますか、積極的な情報発信型の広報の必要性など、原子力広報のあり方につき、明快にお話をいただきました。

午後になりまして、電力中央研究所の矢島正之研究参事から、「電力自由化と原子力」と題しまして、競争導入が原子力発電の開発に及ぼす影響や、各種の市場自由化モデル下での原子力開発の可能性など、わが国における今後の電力市場自由化のあり方についてのインプリケーションにつき、ご講演をいただきました。

続きまして、「21世紀の原子力技術戦略」と題しまして、東京大学の岡芳明教授から、21世紀の技術開発戦略につき、規制緩和の進展というビジネス環境の変化への対応と、火力発電との技術競争力を今後の重要課題としつつ、わが国の原子力技術開発の基本的なあり方とあわせて今後検討すべき具体的原子力技術につき、斬新、かつ野心的なお話をいただいたところでございます。

いずれのご講演も大変興味深く、多くの示唆に富んだ、誠に有意義なものであったも

のと存じます。講師の方々に厚く御礼を申し上げる次第でございます。

これらの講演に引き続きまして、本日のプログラムの最後に、「21世紀の原子力を語る」をテーマに東京大学の鈴木篤之教授の司会のもと、パネルディスカッションをただいまお聞きいただいたところであります。東京電力(株)の榎本聡明常務取締役、アジア・大平洋エネルギーフォーラムの末次克彦代表幹事、東京大学の谷口富裕客員教授、及び日本経済新聞社の鳥井弘之論説委員をパネリストに、ご討議いただきました。

各パネリストの方々には、おのおののバックグラウンドをベースに積極的にご発言いただき、また司会の鈴木先生には、各パネリストのご意見を的確に分析、整理されたうえでの司会進行ならびにとりまとめをしていただき、誠にありがとうございました。

パネルの展開は、今後の原子力問題全般をめぐって重要な、基礎的横断的テーマにつき広範にご議論をいただきました。原子力をめぐる課題は多岐にわたっており、個別テーマ、いわゆる各論につきましては十分にご議論をいただく時間的な余裕を設けてございませんでしたが、そうした問題を考える際の拠所やヒントも多分に提供されたことと存じます。午前中からの講演ならびにただいまのパネルディスカッションを含む本日のシンポジウムを、皆様方の今後の事業活動、あるいは研究活動にお役立ていただければ、主催者として大変幸いに思う次第でございます。

21世紀に向かい、地球環境問題がますます重要化するなかで原子力への期待が高まる反面、電力自由化の進展、コスト低減への要請も強まり、依然として難航する原子力発電所の立地問題と国民的合意形成の必要性、さらには原子力の研究開発利用における世界のトップランナーの一員としてのわが国の役割への期待の増大などから、今後原子力をめぐる取り組むべき課題は、ますます複雑かつ難しくなっており、関係者の一層戦略的な対応が望まれております。

私どもエネルギー総合工学研究所では、従来から多岐にわたる原子力のテーマに関する調査研究を、技術面はもとより、経済的側面、社会心理学的側面、制度的側面など、多面的な総合的観点から実施してきております。複雑化する原子力エネルギー問題に当研究所の特色を生かしつつ今後も積極的に取り組み、お役に立つ成果を提供してまいり所存です。

皆様方におかれましては、私ども(財)エネルギー総合工学研究所の事業の運営に一層のご支援、ご協力を賜りますよう最後にお願ひ申し上げまして、閉会のご挨拶とさせていただきます。

本日は誠にありがとうございました。

研究所のうごき

(平成11年7月2日～10月1日)

◇ 第8回評議員会

日 時：7月30日(金) 12:00～13:10

場 所：経団連会館9階 906号室

議 題：

- 第一号議案 理事および監事の一部改選について
- 第二号議案 評議員の委嘱について
- 第三号議案 平成10年度事業報告書および決算報告書について
- 第四号議案 その他

◇ 第16回エネルギー総合工学シンポジウム

日 時：7月12日(月)

場 所：東商ホール(東京商工会議所ビル4階)

テーマ：「21世紀社会と原子力」

◇ 月例研究会

第171回月例研究会

日 時：8月27日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館 5階 501・502会議室

テーマ：

1. 循環型経済社会の構築に関する最近の動向
(株)三菱総合研究所 地球環境研究センター 循環システム研究部長 中條寛氏)
2. PFI導入の動向とエネルギー・環境問題との係わりについて
(株)日本総合研究所 創発戦略センター 副所長(産業インキュベーションセンター マネージャー) 井熊 均氏)

第172回月例研究会

日 時：9月24日(金) 14:00～16:00

場 所：航空会館 5階 501・502会議室

テーマ：

1. 平成12年度エネルギー関係予算等の概要について

(通商産業省 資源エネルギー庁 総務課
課長補佐 技術審査委員 村上傳之氏)

2. 電力業界における西暦2000年問題の対応状況について

(電気事業連合会 情報通信部長 早坂栄二氏)

◇ 主なできごと

7月5日(月)・第1回エネルギー経済環境予測検討委員会

13日(火)・第1回原子炉総合数値解析システム実用化検討委員会

14日(水)・第7回原子力社会科学に関する検討会

・第5回システムニーズ・評価委員会

22日(木)・第1回原子力関連研究総合調査WG

28日(水)・第2回エネルギー研究開発戦略検討会

8月2日(月)・第3回エネルギー学に関する検討会

4日(水)・第6回BWRサブチャネル解析コード(NASCA)のポスト沸騰遷移への適用性の研究委員会

9日(月)・第1回高速増殖炉利用システム開発調査検討委員会

16日(月)・第1回温室効果ガス実測調査委員会

24日(火)・第2回高温ガス炉プラント研究会

・第2回原子力関連研究総合調査WG

26日(木)・第1回電力負荷平準化用キャパシタシステム実証調査作業会

26日(木)・第1回DSM技術検討委員会
～27日(金)

27日(金)・第1回WE-NET研究リーダー会議

31日(火)・第1回WE-NET革新的・先導的技術に関する調査・研究WG

9月1日(水)・第4回エネルギー学に関する検討会

6日(月)・第1回IPCC等における地球

温暖化対策技術に関する調査検討委員会

9月7日(火)・第8回原子力社会科学に関する検討会

・第1回WE-NET安全対策WG

8日(水)・第1回WE-NET革新的・先導的技術に関する調査・研究委員会

14日(火)・第6回システムニーズ・評価委員会

21日(火)・第1回超重質燃料油利用技術調査委員会

22日(水)・第9回原子力社会科学に関する検討会

◇ 人事異動

○9月30日付

(出向解除)

広瀬八州雄 (プロジェクト試験研究部 主管
研究員)

真弓 正美 (プロジェクト試験研究部 主管
研究員)

○10月1日付

(出向採用)

小林 芳照 プロジェクト試験研究部 主管
研究員

毛呂 達 プロジェクト試験研究部 主管
研究員

小林 紀 WE-NETセンター 主管研究
員

編集後記

本号は、7月に開催したシンポジウムの特集号であります。本シンポジウムは、わが国の原子力エネルギーに関する産、学、官のそれぞれの分野におけるリーダーの諸先生方に参加願い、講演とパネルディスカッションにおいて「21世紀社会と原子力」について語っていただいたもので、20世紀を終わろうとするにあたり21世紀を望んで原子力発電を会衆の皆様とともに考えたいという企画によるものです。

その後、9月30日に誠に残念な東海村のJCO 臨界事故が発生し、原子力エネルギーに対する国民の信頼を覆すような出来事がありました。同シンポジウムで語られた内容は、わが国における原子力発電の将来におけるあり方を論じたものであり、同事故に関係なく現時点でも、いささかもその意義に変わりはないと考えています。

さて、本年のノーベル化学賞は、米カリフォルニア工科大学のアーメド・ズベイル教授に授与されると発表されました。同教授の研究では、レーザ光によるノフトム秒

(千兆分の1秒)という極めて低いパルスを送って数百兆分の1秒に起こる化学反応時の原子の振舞を、スローモーション映画のように目に見える形で観測することに成功した画期的なものといわれます。これによれば、化学反応、例えば物が燃える燃焼反応でもその着火から燃焼が終了するまでの原子の振舞を可視的に見れるということになり、反応現象の新たな理解に随分と役立ちそうです。ところで、原子核の分裂を基礎とする原子力発電の場合には、原子レベルよりも微小な世界であり同様の観測は多分できないと考えられますが、将来もし可能となれば、筆者のような原子力エネルギーを専門としない者が懐く「核分裂と臨界現象とは?」「水を抜いたら臨界が何故止まる?」「また緊急時に非常用炉心冷却装置として水が使われる訳は?」などの初歩的な疑問にたいし、よりわかりやすく応えてくれることにならないかと21世紀への期待も込めて思いをめぐらせております。

小川紀一郎 記

季報 エネルギー総合工学 第22巻第3号

平成11年10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

〒105-0003 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