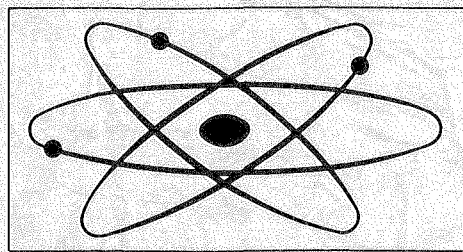


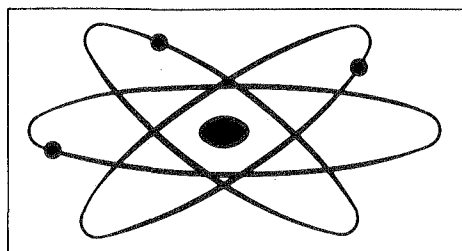
第17回
原産年次大会
報文集



昭和59年3月13日～15日（ニッショーホール）

日本原子力産業会議

第17回
原産年次大会
報文集



昭和59年3月13日～15日(ニッショーホール)



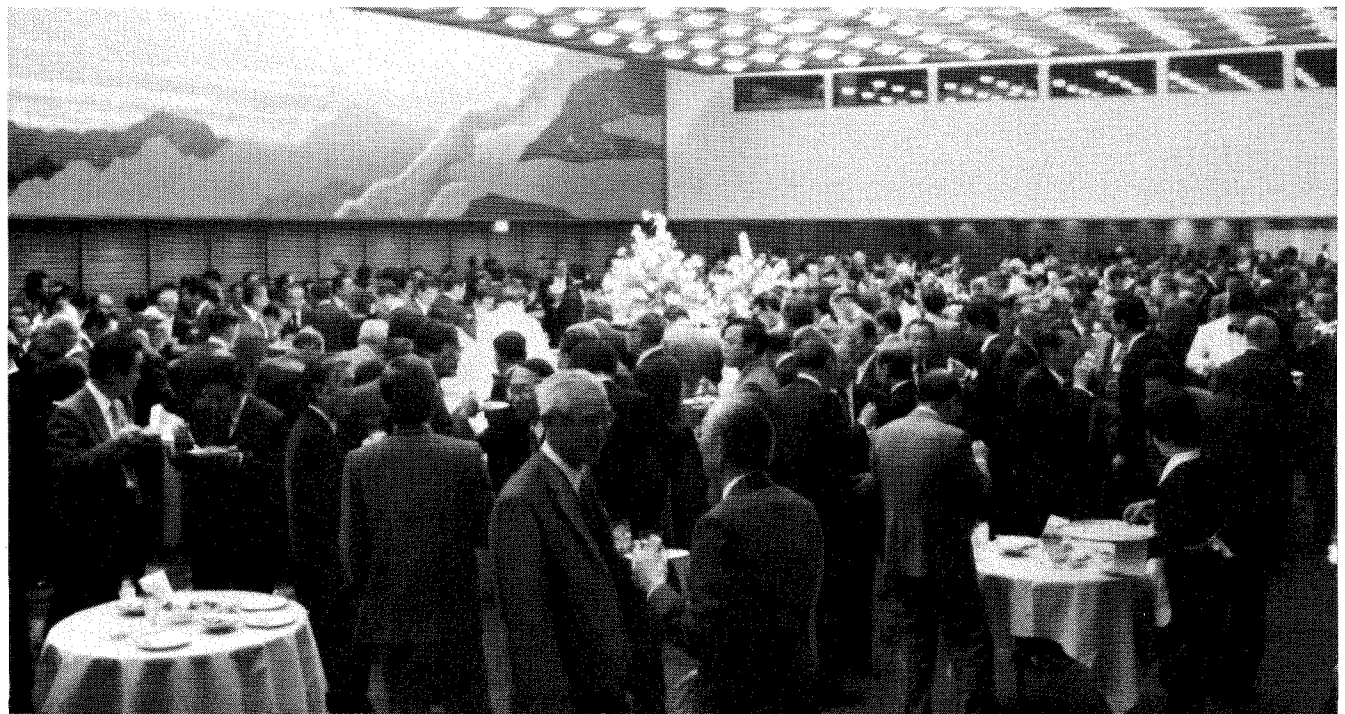
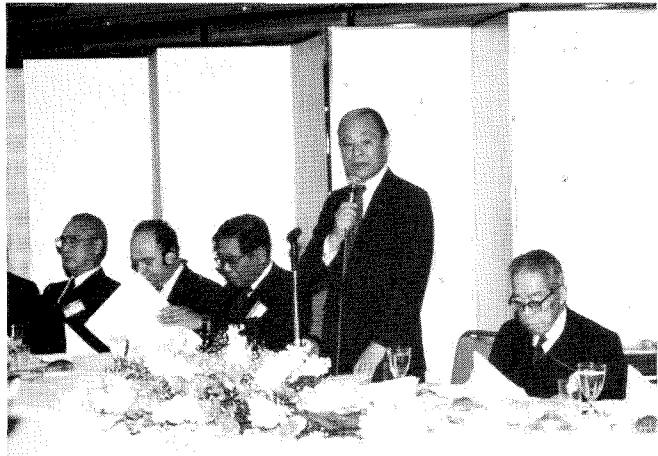
日本原子力産業会議

第 17 回 原産年次大会準備委員会名簿

(敬称略・順不同)

委員長	成 田 浩	(財)電力中央研究所理事長
委 員	青 井 舒 一	東京芝浦電気(株)専務取締役
	天 野 昇	日本原子力研究所副理事長
	安 成 弘	東京大学教授
	飯 田 孝 三	関西電力(株)副社長
	飯 田 庸太郎	三菱重工業(株)副社長
	江 見 耕 平	中国電力(株)副社長
	金 岩 芳 郎	動力炉・核燃料開発事業団副理事長
	川 上 幸 一	神奈川大学教授
	児 玉 勝 臣	電源開発(株)理事
	酒 田 哲	(株)野村総合研究所専務取締役
	佐々木 元 増	住友原子力工業(株)副社長
	高 市 利 夫	高速炉エンジニアリング(株)専務取締役
	高 橋 宏	(財)日本エネルギー経済研究所研究顧問
	武 部 俊 一	朝日新聞社論説委員兼科学部長
	田 宮 茂 文	日本原燃サービス(株)常務取締役
	豊 田 正 敏	東京電力(株)常務取締役
	長 岡 昌	日本放送協会解説委員
	長 橋 尚	電気事業連合会専務理事
	西 政 隆	(株)日立製作所副社長
	深 海 博 明	慶応義塾大学教授
松 田 彰	東北電力(株)副社長	
村 田 浩	(財)原子力安全研究協会理事長	
望 月 嘉 幸	(株)日本興業銀行常務取締役	
オブザーバー		
	高 岡 敬 展	科学技術庁前原子力局長
	宇 川 秀 幸	外務省科学技術審議官
	松 田 泰	通商産業省資源エネルギー庁長官官房審議官





目 次

プログラム

〈開会セッション〉

大会準備委員長挨拶	成田 浩	1
原産会長所信表明	有澤 廣巳	4
原子力委員長代理所感	向坊 隆	9

〈セッション 1〉 エネルギー問題の将来動向と原子力の役割

チェコスロバキアにおける原子力開発の重要性と展望 (英文)	S. ハーベル	13
フランスの原子力発電計画——石油危機から10年 (英文)	G. ルノン	33
中国の原子力開発と国際協力 (英文)	王 淦昌	46
アメリカにおける原子力産業の展望 (英文)	W. ベンキー	56
日本のエネルギー政策における原子力の役割	生田 豊朗	66
アメリカの原子力政策 (英文)	S. ブリュワー	76
西ドイツのエネルギー問題と原子力発電開発の展望 (英文)	G. レーア	92

〈セッション 2〉 原子力産業の活性化

原子力発電への期待	山口 恒則	107
INPOと原子力産業の活性化 (英文)	E. ウィルキンソン	113
フランスの PWR 運転経験 (英文)	B. メクロー	123
原子力機器産業の課題と展望	末永聡一郎	135
建設面からみた原子力発電	大崎 順彦	141

〈午 餐 会〉

通商産業大臣代理所感	豊島 格	151
科学技術庁長官挨拶	岩動 道行	154
特別講演 分散と収斂	加藤 秀俊	155

〈セッション 3〉 核燃料サイクルバックエンドの開発戦略

基調講演 世界のバックエンド開発戦略	S. ストローラー	163
パネル討論		169

〈セッション 4〉 原子力国際協力の新段階

基調講演 これからの国際協力の課題……………島村 武久……………209

パネル討論……………217

〈セッション 5〉 原子力パブリックアクセプタンス上の諸側面

原子力発電所と地域経済社会……………笹生 仁……………255

安全規制とパブリックアクセプタンス（英文）……………T. ロバーツ……………266

放射性廃棄物とパブリックアクセプタンス（英文）……………H. シェーパー……………281

技術開発とパブリックアクセプタンス……………柴田 俊一……………293

第 17 回原産年次大会プログラム

基調テーマ：低経済成長下における原子力産業の課題

【総括プログラム】

	第 1 日	第 2 日	第 3 日
	3月13日（火）	3月14日（水）	3月15日（木）
午前	<u>開会セッション</u> (9 : 30 ~ 10 : 40) 大会準備委員長挨拶 原産会長所信表明 原子力委員長所感	<u>セッション 2</u> (9 : 30 ~ 12 : 00) 「原子力産業の活性化」 [講 演]	<u>セッション 4</u> (9 : 30 ~ 12 : 30) 「原子力国際協力の新段階」 [パネル討論]
	<u>セッション 1</u> (午前 10 : 45 ~ 12 : 00) (午後 14 : 00 ~ 17 : 30) 「エネルギー問題の将来 動向と原子力の役割」 [講 演]	<u>午 餐 会</u> (12 : 20 ~ 14 : 15) 通商産業大臣所感 [特別講演] 於 ホテル・オークラ	<u>セッション 5</u> (14 : 00 ~ 17 : 00) 「原子力パブリックアクセプタンス上の諸側面」 [講 演]
午後		<u>原子力映画上映</u> (13 : 00 ~ 14 : 10) 於 ニッショーホール	
後		<u>セッション 3</u> (14 : 30 ~ 17 : 30) 「核燃料サイクルバックエンドの開発戦略」 [パネル討論]	
	<u>レセプション</u> (18 : 30 ~ 20 : 00) 於 ホテル・オークラ		

3月13日(火)

開会セッション(9:30~10:40)

- ★ 議長：平岩外四 東京電力㈱社長
- 9:30 大会準備委員長挨拶 成田 浩 ㈱電力中央研究所理事長
- 9:50 原産会長所信表明 有澤 廣 巳 日本原子力産業会議会長
- 10:20 原子力委員長所感 岩 動 道 行 原子力委員会委員長，科学技術庁長官

セッション1「エネルギー問題の将来動向と原子力の役割」(10:45~18:00)

[講演セッション]

- ★ 議長 吉田 登 動力炉・核燃料開発事業団理事長
- 10:45 「チェコスロバキアにおける原子力開発の重要性と展望」
- S. ハーベル チェコスロバキア原子力委員会委員長
- 11:15 「フランスの原子力発電計画——石油危機から10年」
- G. ルノン フランス原子力庁長官

◁ 休 憩 12:00~14:00 ▷

- ★ 議長 阿部 栄 夫 富士電機製造㈱社長
- 14:00 「中国の原子力開発と国際協力」
- 王 淦 昌 中国原子力工業省科学技術委員会副委員長
- 14:30 「アメリカにおける原子力産業の展望」
- W. B. ベンキー アメリカ・原子力産業会議会長
- ★ 議長 岡部 實 日本原子力発電㈱社長
- 15:15 「日本のエネルギー政策における原子力の役割」
- 生田 豊 朗 ㈱日本エネルギー経済研究所理事長
- 16:00 「アメリカの原子力政策」
- S. ブリュワー アメリカ・エネルギー省原子力担当次官補

16:45 「西ドイツのエネルギー問題と原子力発電開発の展望」

G. レーア

西ドイツ研究技術省エネルギー研究技術局長

レセプション

(18:30～20:00)

ホテル・オークラ別館 曙の間

3月14日(水)

セッション2「原子力産業の活性化」 (9:30～12:00) [講演セッション]

★ 議長 原谷敬吾 北陸電力(株)取締役会長

9:30 「原子力発電への期待」

山口恒則 四国電力(株)取締役会長

10:00 「INPOと原子力産業の活性化」

E. ウィルキンソン アメリカ・

原子力発電運転研究協会 (INPO) 理事長

10:30 「フランスの PWR 運転経験」

B. メクロー 国際発送配電事業者連盟 (UNIPED))

フランス電力庁原子力安全運転部部長

★ 議長 佐波正一 東京芝浦電気(株)社長

11:00 「原子力機器産業の課題と展望」

末永聡一郎 三菱重工業(株)社長

11:30 「建設面からみた原子力発電」

大崎順彦 清水建設(株)副社長

午 餐 会 (1 2 : 2 0 ~ 1 4 : 1 5)

< ホテル・オークラ別館 曙の間 >

通商産業大臣所感

〔特別講演〕 「分散と収斂」

加 藤 秀 俊 学習院大学教授

原子力映画上映 (1 3 : 0 0 ~ 1 4 : 1 0)

< ニッショーホール >

1. 日本の原子力開発利用 (科学技術庁, 27分)
2. よみがえる砂丘 — 柏崎・刈羽原子力発電所1号機建設最盛期編 —
(東京電力, 27分)
3. フランス再処理の30年 (COGEMA, 16分)

セッション3 「核燃料サイクルバックエンドの開発戦略」 (14:30~17:30)

〔パネルセッション〕

★ 議 長 高 島 洋 一 埼玉大学教授

【基調講演】

「世界のバックエンド開発戦略」

S. M. ストローラー ストローラー社社長

【パネル討論】 (五十音順)

上記発表者のほか

C. アイソベリ フランス・COGEMA再処理担当理事

植 松 邦 彦 動力炉・核燃料開発事業団理事

豊 田 正 敏 東京電力(株)常務取締役

W. マーシャル イギリス中央電力庁総裁

K. ヤンベルグ 西ドイツ・GNS社社長

G. レーア 西ドイツ研究技術省エネルギー研究技術局長
K. O. ローオン アメリカ・エネルギー省原子力局使用済燃料管理・再処理システム

3月15日(木)

セッション4「原子力国際協力の新段階」(9:30~12:30)〔パネルセッション〕

★ 議長 村田 浩 日本原子力産業会議国際協力センター
運営委員長

【基調講演】

「これからの国際協力の課題」

島村 武久 原子力委員会委員

【パネル討論】 (五十音順)

天野 昇 日本原子力研究所副理事長

鄭 根 謙 韓国電力技術(株)社長

C. ベレッツ,
オコーン 国際原子力機関技術協力担当事務次長

堀内 昭雄 科学技術庁長官官房審議官

G. ポン カナダ原子力公社筆頭副社長

L. マンツィング アメリカ原子力学会前会長

M. リドワン インドネシア原子力庁次官

セッション5「原子力パブリックアクセプタンス上の諸側面」(14:00~17:00)

〔講演セッション〕

★ 議長 長岡 昌 日本放送協会解説委員

14:00 「原子力発電所と地域経済社会」

笹生 仁 日本大学教授

14:40 「安全規制とパブリックアクセプタンス」

T. ロバーツ アメリカ・原子力規制委員会委員

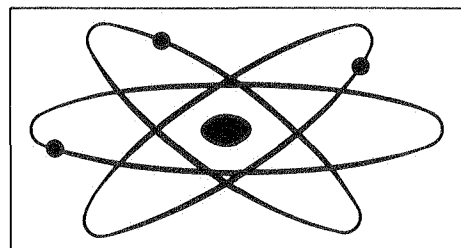
15：20 「放射性廃棄物とパブリックアクセプタンス」

H. シェーパー OECD原子力機関（NEA）事務局長

16：00 「技術開発とパブリックアクセプタンス」

柴田俊一 京都大学教授

開会セッション



大会準備委員長挨拶

電力中央研究所理事長

成田 浩

原産会長所信表明

日本原子力産業会議会長

有澤 廣巳

原子力委員長代理所感

原子力委員長代理

向坊 隆

大会準備委員長挨拶

電力中央研究所

理事長 成田 浩

第17回原産年次大会の開催にあたり準備委員会を代表して、ひとこと、ご挨拶を申し上げます。本日は向坊隆原子力委員長代理、ルノン・フランス原子力庁長官、ハーベル・チェコスロバキア原子力委員長、マーシャル・イギリス中央電力庁総裁をはじめとして、国内外の高名な方々の参加を得て、年次大会を盛大に開催する運びとなった。ここに、改めて、本大会における議長、スピーカーの任を快諾いただいた関係各位に、厚くお礼を申し上げますとともに、本大会に参加された方々、とりわけ、はるばる海外から参加された方々に、深甚なる感謝の意を表したい。

準備委員会は、本大会のプログラム編成にあたって、基調テーマを「低経済成長下における原子力産業の課題」と定めた。

周知の如く、わが国の原子力産業は着実な発展を遂げ、昨年暮れ日本原子力産業会議がとりまとめた「原子力産業実態調査」でも、昭和31年以来の累積収支が初めて黒字に転じるなど、産業としての基盤を確実なものにしている。

産業基盤とともに、とりわけ原子力発電については、関係者によるたゆまぬ努力と改良によって、今日では世界でも屈指の設備利用率を誇れるまでに成熟してきた。

現在、わが国の原子力発電設備容量は25基、1,800万kWを超える商業用原子力発電所が運転中で、その供給量は、全電力量の20%を超えている。試運転中の2基も、ちかく営業運転に入ることから、原子力発電のウェイトはさらに強まり、今後の経済社会にとって、欠くことのできない電力源として位置づけられていくことは間違いない。

しかし一方では、経済成長の鈍化等により、エネルギー需給の見通しは、若干の下方修正をしなければならないことも、また現実となってきている。

このようななかであって、ここまで成熟し、新しい技術の中核的な存在としても、他産業から注目されるまでに成長した原子力産業を、今後、さらに、どのように発展させていくのか、そのための方策は何か、国際協力はどうかあるべきなのか、などにつき論議することが、われわれに課せられている今日的命題であろうと思う。

準備委員会は、このような認識のもとに、今大会の基調テーマを「低経済成長下におけ

る原子力産業の課題」と定めた次第である。

本大会は、この開会セッションの後、3日間の会期に五つのセッションのもとで、わが国および国際社会における原子力開発上の重要な課題について論議することになっている。ここではそれぞれのセッションについて、簡単に紹介したい。

セッション1の「エネルギー問題の将来動向と原子力の役割」では、大会初参加のチェコスロバキアをはじめ、フランス、中国、アメリカ、西ドイツそして日本の6か国の代表から、それぞれのエネルギー情勢の展望と、そのなかでの原子力発電計画について見解を伺うことにしている。

経済成長の鈍化にともなうエネルギー需給の低迷、省エネルギーの浸透などにより、とりわけ先進国では、これまでのエネルギー計画の見直しを余儀なくされているのが実情かと思う。しかし、その見直しの基調にあるものは、低経済成長のなかで、いかにして安いエネルギー源を確保するのか、また、いかに安いエネルギー源にシフトさせていくのか、ということである。安いエネルギーを利用して、より安いモノを生産し、経済を再活性化するということにある。

私は、21世紀を展望するとき、今日、私たちが置かれている状況というのは、過去と未来をつなぐ「節目」にあると考える。これまでの、単なる延長線上には、21世紀はないと思う。新たな視点、新たな哲学から出発しなければ、実りある21世紀とはならないと考えるからだ。それぞれの国にとって、エネルギーの確保は、その国の進歩と繁栄を約束するばかりでなく、世界平和にも偉大な貢献をもたらすものと、私は信じている。その意味から、このセッションでは、各代表による長期的なエネルギー政策、とりわけ脱石油の中核をなす原子力について、具体的かつ示唆に富む見解が伺えるものと確信している。

次に、セッション2の「原子力産業の活性化」では、フランス、アメリカ、そして日本の代表からそれぞれ、活性化に向けての報告が行われる。

周知の如く、原子力発電の最大のメリットである経済性は、原油価格の引き下げによって、やや後退したのではないかとの見方がある。その原因としては、いろいろ指摘されているが、なかでも、原子力発電所の建設費の高騰が第一といえる。私たちは、コスト低減に向けて不断の努力を行っていかねばならないが、長い運転経験にもとづく貴重な情報をもとに、あらゆる面での合理化の推進が、きわめて重要であると考えます。これらの点を含めて、長年、原子力産業にたずさわってきた第一人者からの発言に、大きな期待を寄

せたい。

セッション3の「核燃料サイクルバックエンドの開発戦略」も、原子力発電国がかかえる今日の課題として、大いに注目されるところだ。

わが国では、再処理することにより、回収ウランとプルトニウムを利用し、高レベル放射性廃棄物は、固化処分するのが基本方針だが、このような、バックエンドを含めた核燃料サイクル全体を確立してこそ、原子力は、本当の意味で、準国産のエネルギーになるわけであると考ええる。

このセッションでは、アメリカ、西ドイツ、フランス、イギリス、そして日本からの8名の代表が、原子力発電規模の下方修正や、高速増殖炉の実用化が遅延傾向にあることをふまえた再処理、プルトニウム利用計画につき、活発な討論を行うことにしている。

次のセッション4の「原子力国際協力の新段階」では、韓国、インドネシア、国際原子力機関、アメリカ、カナダ、そして日本の代表が、原子力平和利用を積極的にすすめるには、いかにあるべきかについて率直な意見交換を行うことにしている。

原子力平和利用を円滑にすすめるためには、国際協力は不可欠。とりわけ、技術協力は、効果的な原子力利用の推進をはかっていく上で重要で、そのためにも、情報交流を組織的に行っていくことが大切だ。このセッションでは、国際原子力機関が中心となってすすめているプロジェクトを含め、二国間、あるいは多国間における国際協力のあり方につき、掘り下げた論議が展開されるものと期待したい。

原子力利用をすすめていくにあたって、もっとも大切なことは、国民の理解と協力であることは、原子力開発が四半世紀を経た今日も、変わっていない。しかし、合意を得ていく上でのカギとなる問題の所在は、その都度、その時々開発上の課題と直結しているのが実態だ。

そのような意味で、最終セッションの「原子力パブリックアクセプタンス上の諸側面」では、廃棄物をはじめ、多額の資金を要する原子力研究開発上での合意問題や、原子力発電所が、その地域に設置されることによって、その地域経済、人口動態などに、どのようなインパクトを与えるかなど、さまざまな側面から、専門家による見解を発表していただくことにしている。各発表者からは、それぞれ、データに裏打ちされた、示唆に富む見解が発表されるものと確信している。

原産会長所信表明

日本原子力産業会議

会長 有澤 廣巳

第17回原産年次大会の開催に当たり、私の所信を申し述べたい。

第一次石油ショックの翌年のこの大会で、私は原子力開発をこれまでも増して、早急に進めていくべきであると述べた。つまり、OPECの石油価格の値上げ政策に対抗する代替エネルギーの本命として、原子力開発の必要性を訴えたわけだ。

第一次、第二次と続いた原油価格の高騰にともない、原子力発電所は石油火力の六割程度の発電コストとなり、最も安い電源の地位を確保するに至った。こうした状況を背景に、わが国の原子力発電所は、今年二月に運転入りした福島第二の2号機を含め、この十年間にほぼ8倍の1,827万kWに達し、総発電電力量の20%以上を供給するまでに成長した。

このように、軽水炉が定着してきたことは、まことに喜ばしいことだが、それと同時に、原子力はいよいよ一人前として扱われるということでもある。ここ当分は、石油ショックの時のような化石燃料の高騰は考えにくい状況であることに加え、産業構造の変化や低経済成長時代を迎え、原子力といえども、需要に応じた開発目標を持ち、経済性を一層シビアに考えなくてはいけない時期にさしかかっていると考える。

こうした低成長下における国内のエネルギー需要全体の伸びが相当減少してきたことにもない、通産省の総合エネルギー調査会では、長期エネルギー需給見通しを昨年改訂した。それによると、原子力は、1990年に3,400万kW、95年に4,800万kW、さらに2000年には6,200万kW程度の開発を見通しており、前回に比べ20%以上、後退したものになっている。しかし、なおこの見通しでいっても、2000年には総発電設備容量のうち、原子力は27%を占め、発電電力量では、ほぼ40%を占めるようになり、電源構成中の原子力への依存率は最も高く位置づけられている。

経済性については、関係者の努力により、相当、コスト・ダウンが進められているが、今後も稼働率の向上、設計余裕度の見直し、さらに設備・機器の長寿命化に重点を置いて進めていくべきだ。なかでも稼働率は、欧米に比べ、わが国では90日以上と定検期間が長いこと、一般的に言って、年間で75%を上回することはなかなかできないのが実態となっている。つまり、稼働率向上にとって、定期検査の期間が大きな制約要因になっているわけ

だ。このため、定検作業環境の改善や機械化、自動化により、定検期間は、二カ月以内にもっていくべきだ。

設計余裕度の見直しについては、原子力発電所の運転実績を踏まえ、これまでの高い安全性を確保しつつ、新たな安全基準を設ける時期にきていると思う。むろん、このような安全基準は、安全性の後退に対する歯止めの役割をするわけでもある。こうした努力が、原子力発電コストの低減に大きく貢献してくることは言うまでもない。

わが国は、これまで原子力開発が最も進んだ米国から多くを学んできたわけだが、その米国で72年以降、これまでに100基を超える原子力発電所の建設がキャンセルされている。米国のこうした状況は、世界的にみて不幸なことだ。

しかし、米国では現在なお、6,500万kW分の原子力発電所が建設中で、これが運転入りすると、ほぼ二倍の原子力発電規模に達することになる。また、昨年の米国の原子力による発電電力量は、前年より10%近く増え、これまでの記録を塗り変えている。原子力発電所が、むしろ経済性を発揮し、実績を積み上げてきていると言えよう。その辺の事情については、米国原産のベンキー会長から、このあとのセッションで発表していただくことになっているので、興味深くお伺いしたい。

原子力発電所の開発見通しが下方修正されたことにより、核燃料サイクルのダウンストリームについても見直す時期にきている。

世界的に原子力開発は鈍化の傾向が続いており、ウラン資源は、今後数十年にわたり、軽水炉を中心とする原子力発電所の需要を賄い得ることが明らかになっている。また、その価格も当面、現在の水準を大きく上回ることはないものと予想される。しかし、再処理やプルトニウム・リサイクル等バックエンドの開発に遅れはあるにせよ、今後10年間は、核燃料サイクル、とりわけバックエンド問題に対し、重点的に取り組んでいく期間だ。

これまで、動燃事業団等によって開発された技術の円滑な民間への受け渡しなど、関係者の努力を要する課題があるが、その目的は、経済的な核燃料サイクルを国内に確立することだ。高レベル処分も含め、一貫したサイクルを完結することは、国民的、国際的信頼上も不可欠なことだ。その意味からも、この際まず、バックエンド全体の新しい構想を明確にし、それにもとづき再処理工場のサイトを早急に決め、使用済み燃料貯蔵プールや適切な規模の再処理工場などを順次、計画的に設置していくべきだ。

放射性廃棄物の処理・処分問題については、原子力発電所の増加とともに、その量も増

大している。海洋投棄の実施がこのまま延びるようであれば、陸地での処分、あるいは貯蔵を考える必要がある。わが国では、放射線管理区域内に置かれ、放射化されたものは、減衰し、事実上、放射能がゼロとみなされるものも、すべて放射性廃棄物として扱われている。どんなものでも、社会通念上でそれ以下は問題にしないという水準がある。諸外国で行われているように、極低レベルの放射性廃棄物についてもそのような水準を慎重に決め、それ以下のものは、普通の産業廃棄物として取り扱っていくべきだ。

低レベル廃棄物については、原子力発電所以外の敷地で長期的に貯蔵しておくべきで、そのための規準整備が必要だ。主要先進国では、低レベル廃棄物の処理・処分に対する管理機関が明確にされ、その対応がすでに実施されている。わが国では、処理・処分での対応が数年遅れており、許認可手続きをはっきりさせ、速やかに実施していくべきだ。

さらに、これから十数年後に対応しなければいけない原子力発電所の廃止の問題がある。原子力委員会は、「原子炉の運転終了後、できるだけ早い時期に解体撤去する」ことを原則としているが、古い原子炉を撤去した跡には、新しい原子炉を置くのが最もいい方法と思う。廃止コストは、今のところ発電コストにすれば3%程度と試算されているが、跡地の利用方法や低レベル廃棄物の基準、また発電所の大きさ等により大きく違ってくる。いつごろ、どのように廃止にもっていくのか、さらにこのほかの廃棄物の最終処分を含めたコストはいくらくらいになるのか、改めて見直していく必要がある。これまで、原子力のメリットの部分だけに取り組んできたが、今後は、このような廃棄物の処理・処分というデメリットの部分に対し、真正面から取り組まなければならない。

私は、これらのデメリットに対し、今後期待できる原子力発電所の建設費の合理化、高稼働率化、長期サイクル運転の確立等による発電コストの低減によるメリットにより、十分対応できると考えている。たとえば、100万kW級で稼働率を現在の70%から75%に上げ、30年間運転すれば、大ざっぱに言って1,000億円を超えるコスト・メリットにつながる。関係者は、少しでも稼働率を上げるため、故障や事故のないよう、これまで以上に、慎重に取り組んでいてもらいたい。

高速増殖炉については、ウラン需給の緩和に加え、軽水炉の建設コストなどと比べ相当高くなることが予想されることから、その実用化時期は遅くなるものと考えられる。一方では、「もんじゅ」の本格着工が来年から始まり、90年臨界を予定している。次の実証炉建設については、その経済性がどの程度確保できるかどうかにかかっている。そのため、

新たな組織を設け、炉型の選定、導入時期など経済性を追求したうえで、それぞれの段階において意志決定をしていくべきだ。現在の軽水炉だけだとウラン資源の1%以下しか利用されておらず、資源経済からみると、非常な無駄遣いになっている。これを数十%有効に使っていける FBRをなんとかして実用化していきたいものである。このためには、経済性を見出す努力が必要だ。昨年も申したように、単に動燃事業団と民間との分担方法を工夫するだけで、果して高速炉など大型技術の実用化を確実に成功させることができるのだろうか。

低経済成長下における限られた予算のもとでの今後の研究開発については、「むつ」問題に象徴されるように、これからは、原子力ならば少々無理をしても許されるという時代ではないことを頭において、進めていかなければならない。しかし、研究開発の効率化を図っていけば、原子力の特質から、将来は膨大なエネルギーというかたちで、全研究開発費を上回るメリットを国民に還元することはまちがいない。すでに軽水炉では、その安い発電コストによって、いままで官民が研究開発に投資した額を十分埋め合せている。

なお「むつ」に関しては、関係者自身、反省すべきところも大いにあるが、これ以上、政治問題化せず、原子力実験船としての役割をまっとうしていくことが必要だ。原子力船は、現時点では砕氷船や LNG船などの特殊船舶において、在来船に比べ経済性が見出されるものの、一般船との比較においては競合できる見込みは、まだたっていない。しかし、21世紀には原子力船時代がくるものと確信している。すでに完成している実験船「むつ」で船用炉技術の要となる重要データを取るとともに、在来船と比べ、競争力のある原子力船を開発していくことが必要だ。

国際協力については、まず中国との協力があげられる。中国は今年に入り、IAEAに正式に加盟し、IAEA憲章を尊重し、核拡散に荷担しないことを約束した。この中国で建設が始まった秦山原子力発電所の主要機器にわが国のものが用いられる。中国がめざしている近代化の意義は、中国自身の発展とともに、アジア諸国の平和と安定につながるものと確信し、わが国原子力産業界としては中国の原子力開発に対し、惜しみない協力をしていく所存だ。原子力発電所を導入していく国が今後増えていくものと思うが、かならずしも、これまでのすべての原子力参入国が、すべて、順調にいつているわけではない。これから参入する国に対して、大きな期待とインセンティブが与えられるよう、その意味でも中国の原子力平和利用開発は技術的、経済的に成功して欲しいと思う。

世界銀行が昨年とりまとめた「開発途上国のエネルギー変遷」と題する報告書によると、世界の商業用エネルギー消費に占める途上国の比率は、現在の20%から95年には25%以上に上昇し、途上国が国内エネルギー生産を高める開発を行わない場合には、途上国の財政難をさらに深刻なものにするばかりか、途上国の自然環境にも破壊的影響を与える恐れがある、と警告している。世界のエネルギー供給は落ち着きを見せているものの、2000年ごろの世界人口は60億に膨れ上がる見通しだ。途上国といえども、今日ではエネルギー消費が国民生活と密接な関係になりつつあり、食糧とエネルギー供給を満たしていかなければ、福祉と生活水準の向上が望めないばかりか、むしろ後退せざるを得ない状況にある。これらの国にとって、準国産エネルギーとして、安定的に供給できるのは、いまのところ原子力しか考えられない。

この点から私ども産業界は、ただ原子力発電機器や放射線機器を輸出するだけでなく、国際ルールにのっとったうえで、わが国のこれまでの経験に照らし、周到な手順、計画のもとに、それぞれの国に応じた方法で、原子力平和利用が確実に導入国に根づいていくよう協力していく考えだ。

原産は、途上国のさまざまなニーズに対応していけるよう、原子力の技術協力を目的とする国際協力センターを昨年設け、すでにマレーシアの研究炉利用計画への専門家派遣協力、RCA ワークショップの開催などの活動を始めている。わが国の放射線あるいは軽水炉など、原子力関係技術はすでに成熟期を迎えており、これまで国内エネルギー開発に打ち込み蓄えてきた力と、途上国のニーズが合致していくよう期待し、努力していきたいと思う。

最後に、この大会の開催に当たり、発表を快諾していただいた海外、国内の発表者の方々、ならびにこの大会に参加された皆さまに、心からお礼申し上げ、今大会での論議から、今後の原子力開発に有益な指針が得られるよう祈念している。

原子力委員長代理所感

原子力委員会

委員長代理 向坊 隆

今回、内外多数の専門の方々の参加を得て、第17回原産年次大会が、このように盛大に開かれたことに対して、心からお慶びを申し上げます。

今回の原産大会が「低経済成長下における原子力産業の課題」というテーマを取り上げたことは、まさに現在の社会情勢を反映した時宜を得た企画と考える。プログラムを拝見すると、非常に多方面の専門の方々が多彩に問題を取り上げられているので、特に申し上げることもないわけだが、現在の、低成長下といわれ、かつ政府予算等も非常に厳しい状況においては、きわめて多額の投資を要する原子力産業をこれから育てていくというのは、そう容易なことではないと思う。

この場合、現在の状況を何とか乗り切っていくということだけではない。原子力の開発は、長期的に見て、日本のエネルギー需給において非常に重要な課題であるため、どんなに苦しくても、推進していかなければならない問題が幾つかあるわけだ。

原子力委員会としても、周知のように、約5年ごとに長期計画を改訂してきた。その最新の計画は一昨年に出たわけだが、現在のところ、社会情勢に従って、数字的なもの、発電の規模だとか、あるいはタイム・スケジュールといったものに多少の変動が起きていると思っているが、大勢の方々の協力を得てまとめた事項については、基本的には変更する必要はないと考えている。特に将来のことを考えると、原子力開発は、どの分野をとってもリード・タイムの長い大変な仕事となっている。このため、そのときどきの経済情勢によって、大きく変わるということは好ましくないと考えている。

有澤会長からも指摘があったように、幾つかの、非常に大事な問題がある。たとえば経済性や信頼性の向上、あるいはバックエンドと呼ばれる、日本が遅れている分野については、今後大いに力を入れていく必要がある。それらを進めるに当たっても、従来、日本にとってきた基本方針は変えるべきではない。たとえば原子力利用を平和利用に厳しく限定するとか、原子力施設の建設に当たっては、安全性を最優先して考えていくといった基本線がその例だ。

ここで、われわれの努力の中で、幾つか感じている点を申し述べてみたい。わが国は外

国からの技術、あるいは知識を導入して、いままで発展してきたわけだが、国として、あるいはその国の産業としてみると、自立性というか、自主性がまだ確立しているとは言えない。そのことは、日本のこれからの発展の上で、いろいろ支障をきたす可能性がある。このため、何とかして日本の自主性を高めていくことが非常に大事なことではないかと考える次第だ。日本が何でも全部、自分だけでやらなければいけないとは決して思っていないが、大事なことを決めるときに自主性を持ち得ないということは、非常に情けないことだ。それを痛感するような場合がたびたび起きているわけで、そういうことに対しても、やはりこれから大いに努力していかなければならないのではないかと考えている。

原子力委員会の任務の一つは、原子力開発がバランスのとれた形で進むということを常にみていなければいけないということだ。バックエンドの分野が遅れているとか、いろいろなアンバランスな面も目立つわけだが、やはりバランスのとれた形でなければ、大きな発展というものは望めないと思う。

わが国の基本路線の一つに、プルトニウムは利用していくのだという考え方がある。だから原子力をせっかくやっても、ウラン資源がないわけだから、プルトニウムまで活用していかないと、日本としては十分に原子力を利用したことになる。何とか使用済みの燃料は再処理して、そこから出てきたプルトニウムは原子炉の燃料として活用していくという、この基本路線はまだ崩していない。それには、高速増殖炉を早く実用化することが一番望ましいわけだが、いまのところ、実用化は相当先になりそうであるということになると、それにかわって、できるだけプルトニウムを実際を使っていく方面の努力に、ほかの国よりも一層、力を入れていかなければならないということが浮上してくるわけだ。

今回の年次大会のプログラムの中でも、非常に重要な部分を占めているものに国際交流がある。国際交流は原子力に限らず、いろいろな分野で、これから日本が生きていくために非常に大事な問題だが、原子力でも、国際交流は幾つかの面からどうしても取り上げていかなければならないと考えている。

資金や人材の面から、一国の力ではそう簡単に解決できない問題が幾つかあるが、そういうものについては、わが国としても積極的に国際協力を進めていくべきだろうと思う。

開発途上国との協力問題については、わが国の貿易を伸ばすという経済的な面からのみこれを取り上げるということは、十分注意しなければならないと思う。エネルギーの確保は、それぞれの国にとっても大事なことだが、世界の人類の生存のために非常に重要な共

通の課題であるということを念頭に置いて、協力を進めていかなければならないのではないかと考える。

もちろん、わが国は平和利用に徹するという点では、国の内外を問わず、基本方針として堅持しているわけだが、世界における核の不拡散の努力にも協力してきたのは当然のことである。これはこれからも動かないとしても、協力の仕方については、一つの戦略のようなものがあるわけで、その戦略を考える上で経済を優先してはいけないのではないか。人類共通の問題を解決する上で、日本も協力していくのだということを常に考えていかなければならないのではないかと考えている。

たとえば、協力に当たって、施設の協力をするとすれば、一番先にくるのはやはり安全性についての協力だと思う。安全性を守るということは世界共通なことで、どの国で事故があっても、世界の原子力開発には大きな影響をこうむるわけだから、安全性を守るための協力というのは遠慮する必要はない。全く共通の課題として取り組んでいくべきではないか。

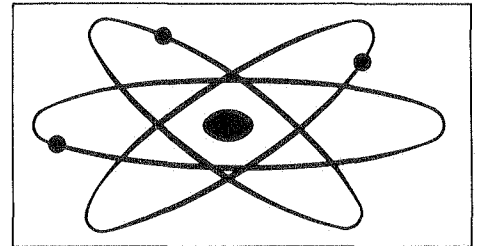
原子力協力といっても、これは広い目でみると、エネルギー全体についての協力の一環にすぎないわけで、原子力だけを切り離して協力を考えるということは、必ずしも適当な方法ではないと私は考える。このことは、石油危機以来、石油というものが一つの経済、政治に複雑に絡み合った問題として、われわれにかかってきたことからわかる。その結果、世界の経済に及ぼした影響は、非常に大きなものがあったわけだ。原子力の利用も同じで、世界の人類のために共通の課題として取り組んでいくという姿勢がないと、また石油の場合と同じような苦い経験を招くのではないかとということを心配している。

原子力開発は総合的な技術である。ただ原子炉を建てればよいというものではない。原子力開発がうまく進むためには、国の総合的な技術力あるいは経済力が深く影響するわけで、原子力について協力するということは、そういった広い面での総合的な協力でなければならないと思う。国際協力をする場合にまず一番大事なことは、相手国との間の相互理解が十分に行われるということだ。相手国の事情をよく理解することなしに協力を進めるということは、必ずしも成功に導かない。

この原産大会において、多くの国々の方が一堂に会し論議するということは、原子力に携わる国々の相互理解を深めるという点で役に立つことが多い。そういう意味からも、この大会の開催を高く評価している。

セッション1

エネルギー問題の将来動向と原子力の役割



チェコスロバキアにおける原子力開発の重要性と展望

チェコスロバキア原子力委員会委員長

S・ハーベル

フランスの原子力発電計画——石油危機から10年

フランス原子力庁長官

G・ルノン

中国の原子力開発と国際協力

中国原子力工業省科学技術委員会副委員長

王 滄 昌

アメリカにおける原子力発電——今日の評価

アメリカ原子力産業会議会長

コモンウェルス・エジソン社副社長

W・ペンキー

日本のエネルギー政策における原子力の役割

日本エネルギー経済研究所理事長

生田 豊朗

アメリカの原子力政策

アメリカ・エネルギー省原子力担当次官補

S・ブリューワー

西ドイツのエネルギー問題と原子力発電開発の展望

西ドイツ研究技術省エネルギー研究技術局長

G・レーア

**THE ROLE AND PERSPECTIVES OF NUCLEAR POWER
DEVELOPMENT IN CZECHOSLOVAKIA**

Stanislav Havel

Chairman

Czechoslovak Atomic Energy Commission

Introduction

Czechoslovakia is a small country in Central Europe. On the territory of 128,000 square kilometers, live 15.4 million inhabitants. Czechoslovakia has a developed industry and an intense agricultural production. The following figures are confirming the said facts:

Primary energy consumption	6.8 tons of coal equivalent per inhabitant
electricity production	4,750 kWh per inhabitant
steel production	994 kilos per inhabitant
sodium fertilizers production	40.4 kilos per inhabitant
plastic materials production	>60 kilos per inhabitant
concrete production	689 kilos per inhabitant
cereals yield	4.5 tons per 1 hectar
meat consumption	kilos per inhabitant

The economics of Czechoslovakia has a very high energy demand, this is caused first of all by the high percentage of energy consumption in industry, where metallurgical industry, heavy machinery, chemical and ceramical industry are prevailing. A high percentage of consumption is also due to the population, with respect to the climatival conditions,

the high portion of flats with central heating/about 64 percent/ and due to the level of motorization. The distribution of the final energy consumption in particular fields of the Czechoslovak economics is to be seen from the following figures:

1. Expected development of the fuel and power balance in
Czechoslovakia

At the present time the balance of fuel and power in Czechoslovakia (in terms supply/demand balance) is characterized by a high share of fossil fuels, mainly from the own mining of bituminous and brown coals and of lignite. The production of oil and natural gas is small on the territory of Czechoslovakia, most of oil and natural gas are being imported from the Soviet Union. The share of electricity generation from hydro and nuclear power plants is still relatively low.

The structure of primary energy sources consumption in Czechoslovakia in 1980 is shown in Figure No.1. One third of this consumption was secured by importations. The structure of these importations is shown in Figure No. 2.

A decisive share of own resources is nowadays brown coal; its production reached 92,5 million tons in 1980 and should amount to approximately 80 million tons in the year 2000. This production, despite its tends to decline, due to an expected growth of nuclear power share, is connected with

many technical problems and high investment costs. Furthermore, considering actual rates of mining, the reserves of brown coal will be exhausted in several next decades.

The production of bituminous coal, which reached 28,2 million tons in 1980, is to remain at this level till the year 2000, since it is necessary to mine a deeper levels under more difficult geological conditions. /In the year 1982 the quantity of 126,4 million tons of coal and lignite were mined in underground (deep) and open pit (surface) mines/.

The oil production on Czechoslovak territory is almost negligible and is not expected to reach more than 200 000 tons a year by 1990. Nearly all oil consumption is covered by importations from the Soviet Union. With regard to the development of prices at world market and to mining possibilities, a further increase cannot be expected.

Natural gas production in Czechoslovakia amounts to about 1 billion of cubic meters a year and could be doubled by 1990, provided the prospecting is successful in selected areas. The substantial share of natural gas consumption represent again the importations from the Soviet Union.

The hydroenergy capacity of Czechoslovak rivers is now being utilized approximately to one third of its potential. As to huge power stations, one important plant on Danube is to be built jointly with Hungary and Austria. Construction and/or reconstruction of small plants are being envisaged on upper

parts of rivers and on small aquaferries. Hydropower should account for 1,5 upto 2 percent of primary energy sources supply even in the future. There are, however, extraordinarily favourable conditions in Czechoslovakia to build up big pump-storage hydro power plants, which offer the most effective solution, as to provide electricity network for peak energy supply. There are many sites, where pump-storage hydro power plants of an output of several thousands of megawatts could be built.

A balance between the electricity export and electricity import belongs also to primary energy sources. Czechoslovakia is and shall be an importer of electricity first of all from the Soviet Union. For this reason, Czechoslovakia is participating in the construction of a large nuclear power plant in Ukraine that shall supply the joint electricity system of the CMEA member states by 750 kV lines. With respect to transmission limitations the electricity import may account only to 1 up to 2 percent of primary resources demand.

Figure No. 3 shows the expected shares of primary energy in Czechoslovakia

2. The rationalization programme aimed at decrease of energy demand in Czechoslovakia s economics

Figures No. 4 and 5 describe the expected development of energy demand of the Czechoslovak economics from the point of view first of primary sources consumption and second as to its relation to the national product.

3. The role of nuclear power

The conventional primary energy sources, both our own and imported ones, cannot meet energy demand in 1990, and still less in the year 2000. For the reason it is indispensable for Czechoslovakia to seek for new energy sources. Under our conditions is possible to utilize as new sources the solar, geothermal and nuclear power. Taking into account the actual state of technological development, the solar and geothermal energy might be used only as a source of low potential heat for water in agriculture and communal heating systems, and this means only an auxiliary source of energy. Utilization of solar energy for electricity generation or hydrogen production is actually at the stage of basic investigations. For the reason, it is only the nuclear power that may serve as a new source of energy and can substantially contribute in meeting the increasing consumption of primary energy sources in Czechoslovakia till the end of 20 and the beginning of 21 centuries. Nuclear power plants will take over a decisive percentage of the output and production balance of electricity generation. This is clearly shown in Figure No. 6, illustrating the expected structure of primary energy sources used for electricity generation in Czechoslovakia in the year 2000 in comparison to the year 1980.

Although the first steps in the field of nuclear power were done in early fifties, it is the April 1970 that may be considered as a historical milestone in using nuclear power

on an industrial scale. At that time an intergovernmental treaty between the Czechoslovakia and the Soviet Union was signed, on the basis of which the construction of nuclear power plants with Soviet light water reactors of VVER 440 MW type has been started.

The construction of the nuclear power plant V-1 at Jaslovské Bohunice has been completed as its first unit was put into experimental operation in March 1979, followed by the second unit in May 1980.

At present this power plant with both units is working at the nominal output level. It is possible to state that this power plant is contributing in a substantial way to the balance of the Czechoslovak power system. The Figure No. 7 shows the availability factor of this V-1 plant in the years 1981 to 1983.

10 more power plants with VVER 440 reactors are under construction at the localities of Jaslovské Bohunice, Dukovany and Mochovce.

It is assumed that at the beginning of nineties the more powerful reactor type with 1000 MW nominal output will be constructed.

The construction of the first nuclear power plant with a unit output of 1000 MW has been started at the locality of Temelín.

By the year 2000 - 12 VVER 440 units and at least 6 VVER 1000 units should be in operation, bringing a total of installed power output of 11 280 MWe.

Besides electricity generation, all these nuclear power plants are supposed to supply also hot water for heating purposes for communal heating systems to the distance of up to 50 kilometers from the power plant. The first town to get heat from a nuclear plant will be the district town of Trnava. Studies are being elaborated for providing other towns with heating from nuclear power plants, for example Brno from Dukovany, Nitra and Levice from Mochovce, České Budějovice and other towns in Southern Bohemia from Temelín. Czechoslovak and Soviet organizations are co-operating in projects of a nuclear power plant serving as a source of heat for industry and of a low potential nuclear heating plant for towns that cannot be supplied by heat from mentioned nuclear power plants.

An experimental agriculture-nuclear complex is envisaged to be built at the locality of Jaslovské Bohunice. It will use the cheap waste heat from the nuclear power plant for pilot cultivation of vegetables, fruits, thermophilic plants, mushrooms, fish and microbiological cultures. Experience gained at this complex will be utilized for construction of vast agro-nuclear facilities attached to all nuclear power plants aimed at decrease of negative influence of cooling towers on the environment and utilization of waste heat for an intense production of feeds and food.

The fuel for nuclear power plants in Czechoslovakia is supplied from the Soviet Union. The Soviet Union will also take back the spent fuel from our power plants for its further treatment after the agreed time of its storage. With respect to this, Czechoslovakia has not to solve the problem of separation and safe disposal of high-level wastes. Low-level wastes from nuclear power plants will be treated in bitumination units, produced by the enterprise Chepos, Brno, and wastes fixed in this way will be disposed in regional repositories in the vicinity of nuclear power plants.

4. Nuclear power engineering

The Czechoslovak nuclear power engineering has a long years successful tradition. A series of conventional condensation power plants have been completely produced and delivered to many countries in the world. Our nuclear power engineering is persuing this tradition; Czechoslovakia has become one of the few countries in the world not only producing but also exporting nuclear power plants components.

With a very efficient technical assistance of the Soviet Union, Czechoslovakia has succeedingly acquired ability of fabrication of VVER 440 reactors, steam generators, pressurizers, valves, pipings, special fittings, pumps and primary circuit auxiliary equipment. Our industry is securing as well the production of equipment for the secondary circuit, i.e. is

in a position to supply more than 80% of technological parts of VVER 440 nuclear power plants.

The first exportation of the VVER 440 reactor and of pressurizers was for the first two units of the Hungarian nuclear power plant at Paks.

For the preparation of this new production programme was utilized experience gained at the construction of our first nuclear power plant - A-1 - but furthermore it presented at the same time a challenge for solving new, rather complex metallurgical and technological problems.

The figure No. 8 shows the list of Czechoslovak enterprises participating in production of nuclear power plants components and their production programmes.

5. Research and development in Czechoslovakia - Facilities and co-operation within CMEA

The research and development basis for the Czechoslovak nuclear programme has been built up since the year 1955, when the first agreement between Czechoslovakia and the Soviet Union has been signed relating to assistance in the development of research in the field of nuclear physics and of the utilization of nuclear power for national economy. The original orientation of this basis was aimed at the development of a thermal reactor burning natural uranium metal, heavy water moderated and cooled by carbon dioxide. This reactor was one from a few industrial - experimental reactors that should be tested as to the technical

and economical parameters on the basis of an agreement concluded among Czechoslovakia, Soviet Union and GDR. Heavy water reactor, named A-1, was constructed at the locality of Jaslovské Bohunice and commissioned in 1972. The reactor proved itself as a reliable and safe one; the fuel burn-up reached up to 7000 MWd/t and the rate of uranium conversion to plutonium was rather high. On the other hand, however, there were several technical problems, first of all as to the corrosion. High investment costs per output unit and considerable demand for heavy water (0,7 l/MWe) led to the decision to abandon this type of reactor. For the reason the plant was shut down and its decommissioning is being prepared.

In 1970 Czechoslovakia decided to start construction of nuclear power plants with VVER-440 reactors and the research and development basis was oriented on light water reactors programme. The first stage of this programme was to acquire ability of materials and components production for nuclear power plants with VVER-440 reactors on the basis of the agreed specialization of production with the Soviet Union. This phase was successfully completed and the Czechoslovak industry is supplying nuclear power plants components both for Czechoslovakia and for other CMEA member states.

The research and development basis represent several thousands of specialists working in the institutes, subordinated to the Czechoslovak Atomic Energy Commission, the Federal Ministry of Fuel and Power, the Federal Ministry of Heavy Machinery and the Federal Ministry of Electrotechnical Industry. They are all

involved in a co-ordinated programme by the Standing Commission of CMEA for the co-operation in peaceful uses of nuclear power. The following tasks are considered in the R&D as most important ones:

- to improve the technical and economical parameters of nuclear power plants with VVER 440 reactors; first of all there are followed up possibilities of increasing the utilization of fuel by means of a more equal loading of the core. This task is being solved by an international team of CMEA specialists.
- to increase the safety and reliability of primary and secondary circuit components of nuclear power plants with VVER-440 reactors, to improve the measuring systems and the control by using micro-processor techniques.
- to improve the methods and to develop instrumentation for the production and operation testing of materials of all components exposed to radiation, high pressures and temperatures.
- to finalize the development and acquire the production capability of components for nuclear power plants with VVER-1000 reactors. This task is nowadays the most actual and complex one. All CMEA member states are expected to take part in this production programme according to the specialization agreed upon. The Czechoslovak industry shall start production of the same components that are being fabricated for VVER-440 reactors. Since the VVER-1000 reactors components are substantially more voluminous, have higher temperatures and pressures parameters,

new materials of higher quality must be prepared and the production basis has to be completed with the necessary equipment (new electric furnaces, equipment for vacuum casting and refining of steels, machine tools, welding machines, control instruments, etc.).

- to participate in the development work of selected components for fast breeders.
- to master the production of components for nuclear heating facilities, having the unit output of 150 up to 500 MWt for hot water supply and communal heating systems.

The Czechoslovak scientific, research and development basis has been integrated into the joint co-operation of CMEA member states under the scientific supervision of the Soviet institutes, even in the preparation of a next phase of the nuclear power development that is expected to reach the industrial stage at the end of 20 and the beginning of 21 centuries. This means the development of breeders with high unit output, cooled with liquid sodium, spent fuel treatment related to uranium regeneration, plutonium production and with separation, fixation and safe disposal of high-level wastes. The most successful field in this connection is the development of steam generators for fast breeders in Czechoslovakia, the prototypes of which proved themselves well in the Soviet Union on the BOR-60 reactor at Dimitrovgrad and on the BN-350 reactor at Schevchenko. The production of sodium

fittings for tubings up to the diameter of 350 mm has been mastered as well. A big progress has been marked in the field of fluorine technique for spent fuel treatment and in the field of vitrification of high-level wastes.

The Standing Commission of CMEA for the co-operation in peaceful uses of nuclear power is organizing the co-operation of countries involved in the field of fusion of deuterium and tritium on the Tokamak system. In Czechoslovakia the most important partner of the Soviet institutes is the Czechoslovak Academy of Sciences, co-ordinating the co-operation of basic research institutes and of industry in the field of cryogenics and high-frequency electrotechniques. The basic orientation of the activity of Czechoslovak institutes is the problem of a sufficient plasma heating by high-frequency current, superconductivity magnets techniques and plasma diagnostics.

6. Nuclear safety governmental organization

The Government of Czechoslovakia is fully aware of the necessity and importance of ensuring nuclear safety for the further development of nuclear programme in our country. Therefore next to strengthening and intensifying the activity of existing bodies of State supervision (supervision of radiation protection, supervision of technical safety). a decision was taken to establish a new organ, i.e. the State Regulatory Body of Nuclear Safety as a part of the Czechoslovak Atomic Energy Commission.

In this year the Act on State Supervision of Nuclear Safety of Nuclear Facilities shall be enacted. This Act deals with the competence of the new body and is treating in details the rights and duties of the supervising organ and of the responsible organizations (constructor and operator), inclusively of repressive provisions.

The existing systems of three regulatory bodies represent a complex approach guaranteeing an overall social control of compliance with nuclear radiation and technical safety requirements. Regulatory activities concentrate mainly on the following fields of activity which take place on the Czechoslovak territory (siting, quality assurance, operation); particularly in these fields the regulatory bodies can play an active role.

The specificity of nuclear safety requirements in siting of nuclear power plants is given by the specific conditions of the Czechoslovak Socialist Republic, which is a country in the centre of Europe with an advanced industry, a high population density, limited possibilities of through-flow water cooling, etc.

Experience has shown that the level of nuclear safety must be the same at all basic stages of the nuclear power programme: siting, design, the quality of equipment, the commissioning and operation and regulation of nuclear safety.

As the nuclear power plants constructed in ČSSR are the units of standard design including the concept of safety, the activity of Czechoslovak organizations and bodies of State

supervision is oriented to the use of Soviet regulations and guidelines as well as of experience gained in Czechoslovakia.

The regulatory bodies concentrate their activity mainly on inspecting and checking the prerequisites required for licencing process. In the implementation phase the regulatory bodies supervise that the manufacturing of components and the construction and assembly correspond to the design requirements. Amendments and changes are permitted only subject to the approval by the design organization.

In the field of design and operation of nuclear power plants information and experience acquired in the USSR are considered as basic data. The USSR is the author of the design of the power plant and of its equipment, manufactures the components of the power plants of the given type and has been for 15 years successfully operating these plants.

Assurance of high quality of nuclear power plants operation is based on a complex approach as depends on the quality of equipment, operating personnel and operation management.

The quality assurance of equipment is particularly significant because - as has been already said - Czechoslovakia within the framework of agreements on co-operation with other CMEA member states has become an important manufacturer of components of VVER type nuclear power plants, such as are steam generators, pressure vessels, pressurizers, pipings, etc.

Conclusion

Finally I would like to underline that the aim of my paper has been to show that even a small country may play an important role in such a complex scientific, technical and economical field, as is the nuclear power development, under the condition that such a country integrates its potential into a big economical system and tries its utmost as to cope with all tasks participating in, at the supreme quality level.

The experience of Czechoslovakia till this time is a positive contribution to the well known fact, that nuclear power, developed in accordance with international principles of peaceful utilization of nuclear energy, as stipulated by the International Atomic Energy Agency, when all the strict rules of nuclear safety are applied at all levels of governmental organization, is a safe and reliable new source of energy, serving to further dynamical development of economics of particular states, as well as for the environmental protection and thus for the increase of the standard of life of the population in the next centuries.

[S. ハーベル氏図]

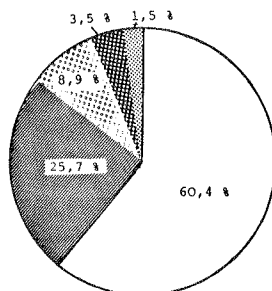


Fig. 1 Structure of consumption of primary energy sources in 1980

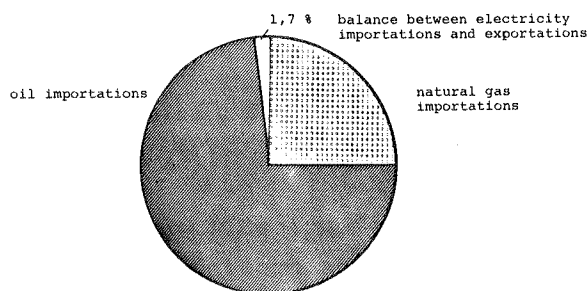
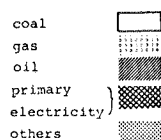


Fig. 2 Structure of import of energy sources in 1980

Figure No. 3 - Expected development of the structure of the used primary energy sources in Czechoslovakia %/

	1970	1980	1990	2000
solid fuels	73,9	60,4	52,0	44,7
natural gas	3,5	8,9	13,4	14,1
oil	17,9	25,7	21,3	18,9
primary electricity totally	3,3	3,5	11,3	18,4
(therefrom: hydro power plants	1,7	1,4	1,7	1,4
nuclear power plants)	-	1,5	7,9	15,4
others	1,4	1,5	2,0	3,9

[S. ハーベル氏図]

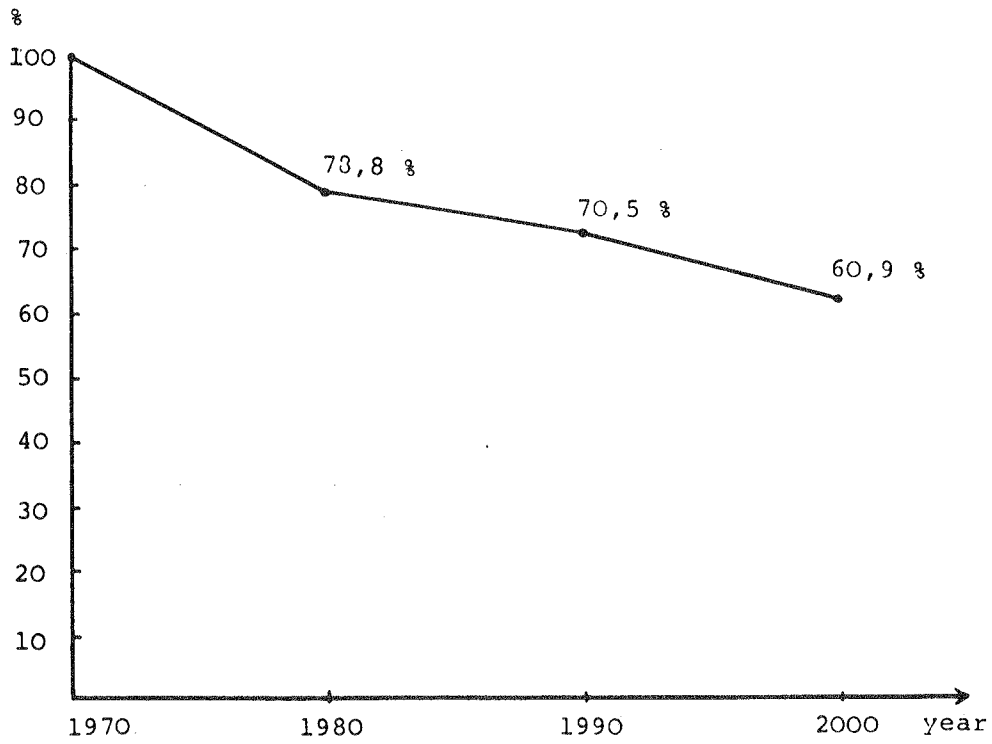


Fig. 4 - Energy demand of nationaleconomics from the point of primary sources consumption

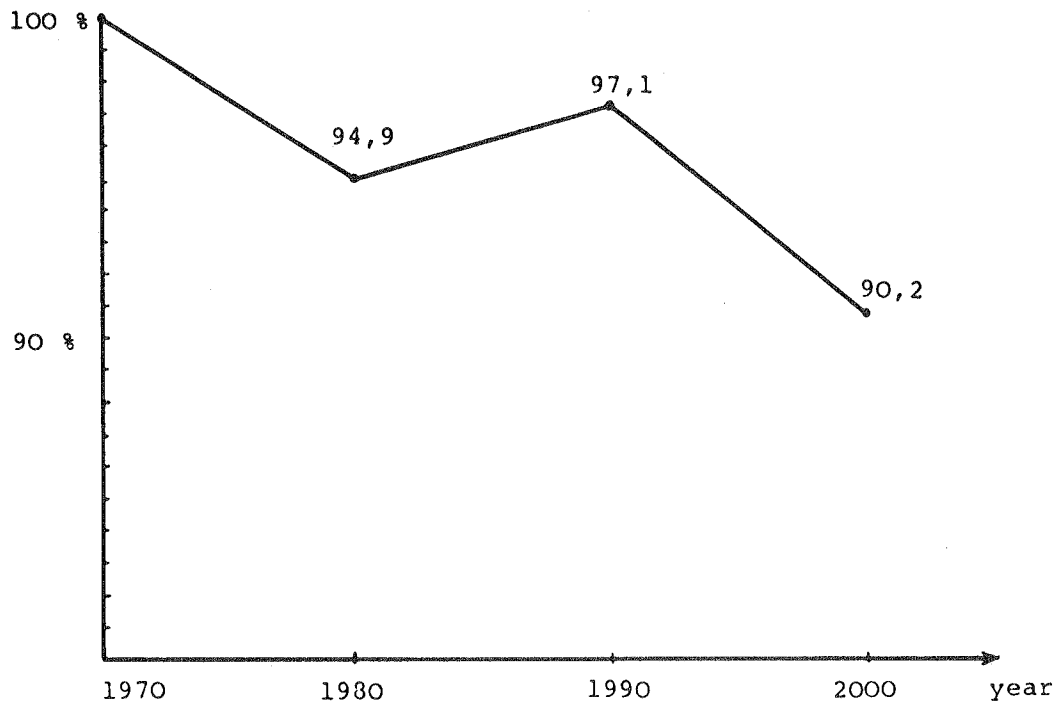


Fig. 5 - Energy demand of nationaleconomics from the point of electricity consumption

[S. ハーベル氏図]

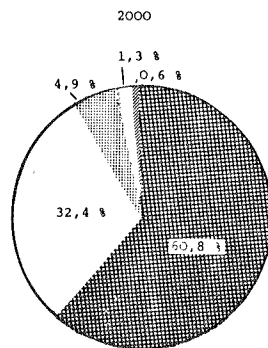
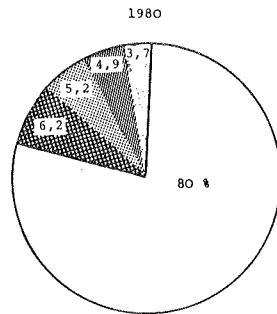


Fig.6 Structure of primary energy sources used for electricity production

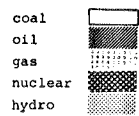


Figure No. 7 - Availability factor of the V-1 Nuclear Power Plant (in %)

	1981	1982	1983
Availability factor of the V-1 Nuclear Power Plant at Jaslovské Bohunice (installed output 880 MWe, nominal net output 789 MWe)	0,68	0,78	0,82

[S. ハーベル氏図]

Figure No. 8 - List of main Czechoslovak producers of nuclear power plants components and their production programmes

- ŠKODA, Plzeň
reactor assemblies (i.e. pressure vessels and their lids, inner equipment, control and protection systems), steam turbines with condensation and regeneration, alternates, block transformers and other equipment for secondary circuit;
- VÍTKOVICE, Ostrava
pressurizers, steam generators, subsupplies for pressure vessels and for primary circuit, fittings;
- SIGMA, Olomouc
fittings and pipings for primary and secondary circuits, feeding pumps and other pumps for the plant and its auxiliary parts;
- HUTNICTVÍ ŽELEZA, Praha
subsupplies, forgings and especially tubes from austenitic steel for steam generators and for primary circuit;
- ZAVT, Praha
measuring, control and automation techniques for primary and secondary circuits;
- TESLA, Brno
nuclear instruments for primary circuit;
- CHEPOS, Brno
stainless apparatuses and tanks for primary circuit auxiliary parts and equipment for low-level processing.

A DECADE OF NUCLEAR DEVELOPMENT IN FRANCE

Gérard Renon

Administrateur Général

Commissariat à l'Energie Atomique

INTRODUCTION

A little more than ten years ago, the first energy crisis, which continues to have a major impact on our national economies, and even on the world economy, burst out.

This crisis, the magnitude of which had been foreseen by only a few people has accelerated an in-depth evolution of our economic systems, in particular in countries which like France and Japan depended heavily upon oil imports to meet their energy needs.

So, ten years ago, facing the challenge thrown by the price increase of energy imports, the governments of the involved countries have defined new strategies to cope with it.

The broad lines of the strategy were clear for everybody. Improvement of energy use efficiency, which means lesser consumption for the same benefit, diversification of energy sources, development of domestic energy sources to be substituted to imported oil. This effort of creativity and imagination has been illustrated in France by a motto devised by the agency for energy conservation "since we have no oil, let's have ideas".

We know that the energy infrastructure is a heavy machinery which is difficult to manoeuvre. Ten years are required to begin to see clearly the results of a given policy in this area. In 1984, it is worth making a first evaluation of the French program over the past decade, in particular of its nuclear electricity production program.

The energy conservation policy developed during these ten years (1974-1984) allowed to maintain the 1983 consumption

to the level already reached in 1973 despite a 25% GNP increase. The corresponding energy savings are estimated at 33 to 35 MTOE (Million Tons of Oil Equivalent) and we hope to double this figure over the next decade.

Between 1973 and 1983, we experienced a reduction of our domestic coal output resulting from the structure of our coal deposits: we had also a reduction of our natural gas output due to the dwindling of our reserves. In spite of that, the national energy production which covered only 25.5% of our needs in 1973 covered 38.7% of them in 1983. The aim set in 1974 for 1985, between 40 to 45%, will be kept and we foresee to get over the 50% hurdle by 1990. This result is mainly due to the implementation of our electro-nuclear program whose contribution to the total energy consumption was only 2% in 1973 but more than 17% ten years later. This share will still increase in the coming years up to one third of the consumption by 1990. By then, nuclear electricity will account for more than 70% of the electricity produced in France.

This massive call on a new source of energy over such a short period of time deserves some more detailed analysis. I will start with the power plant program itself.

THE POWER PLANTS

Chart 1 shows program schedule as it has been carried out. Over the 10 reference years, 29 PWR units of 900 MWe and 17 PWR units of 1300 MWe have been launched, and over the same period, 27 units of 900 MWe each have been commissioned. (SLIDE 1)

A regular pace of implementation, a high level of standardization and construction lead times of about 6 years have allowed us to achieve low costs. Thus notwithstanding additional refinements in the safety area, the economic advantage of nuclear electricity over coal generated electricity remains very clear: the cost of the nuclear KWH remains about 2/3 (two thirds) of that of the coal generated KWH.

As can be easily seen, the average age of our nuclear power plants is still very low, roughly 3 years as compared to an average of 7 years for the Japanese power plants.

However, the cumulated production of our 900 MWe PWRs is already equivalent to 50 reactor-years at full power. After some difficulties in 1982 which have affected the availability of some units. The results obtained in 1983 show clearly that the problems have been solved since the average availability of the units has been 68% over the whole year and even 75% for the 13 reactors which are older than 2 years. Let me here congratulate our Japanese hosts for the excellent operating performances obtained with their plants.

We are now beginning to commission the first units of the 1300 MWe class and the experience already acquired with the previous class leads us to expect further success.

Chart 2 illustrates the results of the program and allows to draw some conclusions. (SLIDE 2)

First about the penetration of electricity in the energy balance in 1983, the energy consumption is equal to the 1973 one: but the electricity consumption level has increased by nearly 60%: the share of electricity in the energy consumption has gone up from 1/5 (one fifth) to 1/3 (one third). The efforts we are deploying to promote this flexible, safe, economic and reliable form of energy in particular in industry should allow this share to approach one half by 1990.

Considering now the share taken up by nuclear electricity, the fact that it covers now half of the total electricity generation leads to operate the nuclear units, on a load following mode, and also on a load frequency control mode. To this end, an operation mode called "gray mode" has been successfully tested in the course of the last years and will be extended to the majority of the nuclear units by the end of this year. Thus, nuclear plants will become as flexible as fossil fired ones, as far as load following is concerned.

The chart also allows us to better grasp the evolution of the launching pace of the new units, and to understand the decision of the French government to order only two units per year in 1983 and 84.

During the last ten years, an average 4 to 5 units were ordered each year to cope with the substitution of oil by nuclear energy, the penetration of electricity in the energy balance and an overall increase of primary energy consumption.

The figures for 1990 set by the program already under implementation, show that the main part of the substitution of fossile fuels by nuclear energy will be completed and hence that the coming units will be aimed at covering the increase of the overall electricity needs for domestic and export purposes.

Finally, Chart 3 spells out a very clear message about which the French public opinion is now convinced, namely: nuclear energy in France is now a fact whose concrete results can be measured in terms of oil import bill reduction, increase of the energy independence rate, lowest electricity cost in Europe which leads many of our neighbouring countries to request the possibility to draw on our cheap electricity sources. (SLIDE 3)

All this, however, would not have been sufficient to secure public acceptance of our program.

Besides the awareness of the need to have domestic energy sources public acceptance was built up from a broad dialogue which has developed between the population, and the authorities, both local and national, a deep confidence in the responsible institutions based on the information handed over, the good safety records and the mastery of the technology.

FUEL CYCLE

While accelerating the reactor program, it was essential to set up a complete fuel cycle industry to ensure the best security of supply for the nuclear units. As for natural uranium already in 1974, our mining companies were well established on the market and could supply more than what was required by the operating reactors. Over the last ten years, they have however increased and diversified their activities so that today, in this area, the French interests, essentially held by COGEMA, account for about one quarter of the world production.

Concerning uranium enrichment, the gaseous diffusion technology required large size facilities so that the EURODIF plant was launched in November 1973 with several European partners. EURODIF has soon got orders from Japan. This demonstrating once more the quality of the relations between the two countries in the electronuclear area. Ten years later, the plant operates perfectly and enables us to offer long term enrichment contracts at the most attractive conditions. (SLIDE 4)

The fabrication of fuel assemblies for the three reactor types in operation in France, gas-graphite, PWR and Fast Breeder (the first core of Superphenix has been completed in January) is carried out by French companies. In the PWR area, a recent reorganization will enable us to better manage the work schedule of the three plants in France and Belgium.

Finally, the reprocessing of irradiated fuel is an essential step since it allows to recover the remaining fissile materials and to process and store each waste category according to its specific features.

In 1972, the decision for the light water reactors for the French program led us to add a new head-end to the existing plant at La Hague for the reprocessing of this new fuel type. This facility named HAO (High Activity Oxyde) was put on line by 1976 and enabled us to acquire experience with this technology. Today, the difficulties are overcome. So, last year, the plant has successively carried out reprocessing campaigns with fuel from the three reactor types existing in France: gas-graphite, fast breeders and light water reactors. For the latter, the amount reprocessed was 221 tonnes in 1983. Since 1976, 730 tonnes of oxyde fuel have been reprocessed in this facility. That is more than half the amount ever reprocessed in the world.

THE IMPROVEMENTS

This summary of the last ten years could give the impression that the implementation of the French program comes to an end, that the efforts are behind us, and that we have now only to reap the fruit and make sure the plants

operate well. This would be a short sighted policy. We are convinced that one loses ground quickly as soon as one stops moving ahead, and we are determined to continue research and development efforts to improve the products and prepare the future.

In the reactor field, I have already indicated that after having started up 34 units of the 900 MWe class we would start-up units of the 1300 MWe class which incorporate, together with a higher power, improved features in the area of reactor control and safety.

In the near future, the first unit of a new standardized plant series with a slightly higher power (1400 MWe) will be ordered. It will incorporate improvements of some components among which the turbo-set, the steam generators and the primary pumps.

Generally speaking, the objectives aimed at by these improvements relate to the cost reduction. In particular through better performances, a higher availability, reduction of the irradiation of the personnel and strengthening of safety.

As an example, in pile experiments for increasing the burn-up of the fuel have been carried out, up to 45,000 MWD/T this will allow a reduction of the shutdown periods which in turn decreases the level of irradiation of the staff, will bear on the economy of the reactor, and also reduce the amount of fuel to fabricate and reprocess.

Along the same line, the development of a new dismantlable fuel assembly will allow to remove faulty pins individually. This new assembly also has better neutronic performances because of the use of zircalloy grids instead of inconel.

Work is also progressing on plutonium recycling in light water reactors. Such an option is an intermediate step until fast breeder reactors are deployed on a large scale.

In the reactor field, design activities are being carried out, on advanced pressurized water reactors aiming at a higher conversion ratio.

Improvements are also brought about in the fuel cycle field. Let me give you some examples in the reprocessing and waste managements fields. In those areas, the French government have, about 2 years ago, asked professor castaing to set up and chair a working group including knowledgeable persons with various backgrounds.

I will only recall that this group has unanimously concluded that France has the industrial mastery of reprocessing. The group made also some recommandations aiming at the enhancement of some studies, for instance about the long term behaviour of processed waste. These studies are being carried out right now and the French government will shortly launch the procedure to select a site for the construction of an underground laboratory for the investigation of storage conditions.

As far as spent fuel reprocessing is concerned, the construction of the new La Hague plants is progressing according to schedule. As of January first, close to 30% of the investment had been committed. This construction site where over 3,000 people are working is today the largest in Europe. About 300,000 M3 (cubic meters) of concrete have already been poured. The rate of completion of the various facilities is different as can be seen from the photograph of the site. (SLIDE 5)

THE LONGER TERM

These plants will be operating at full capacity at the beginning of the next decade. At the same time, the main improvements I have already mentionned concerning the reactors and the fuel cycle will also be implemented.

However, it is also necessary to prepare a slightly more distant future since we know that the lead times for development and industrialization and the cross-over to the commercial phase are long. For instance, in the field of enrichment, the present prospects of the market do not require additional capacities in the near future, but the development of new processes, which would allow important cost reductions remains

justified. This is the case for separation techniques using laser with atomic or molecular uranium and for ionic cyclotronic resonance. France is devoting an important effort to these processes. In parallel, to take into account the uncertainties which still remain about those processes under development and to be able to answer to possible specific needs, the development of chemical enrichment which has many specific advantages is being carried on.

I have mentioned before that we intended to recycle plutonium in pressurized water reactors, this scheme being an intermediate step before the large scale deployment of fast breeders. In fact, these two schemes are complementary.

The development of fast breeders is continuing and you can see on this view that the Superphenix prototype plant of 1,200 MWe built on the site of creys-malville has now its final outlook. (SLIDE 6)

Sodium will be placed in the reactor vessel shortly and the facility will reach criticality about a year from now.

This event will represent a great step forward. The satisfactory operation of Phenix gives us confidence for the start up. It is worth mentioning that the 250 MWe plant has already generated 12 billion kilowatthours over 10 years. Some steam generators elements have experienced a few difficulties which led to limit the power during the replacement of the faulty elements. The reactor has now been back to full power for six months over this period its load factor has been close to 90%.

Coming back to Superphenix as it well known, it is a multinational venture with much at stake. Indeed, the energy supply of our economies is at stake and we have here the possibility to free ourselves nearly totally from the shortage risks and high cost increases of our primary energy supplies. Facing that there is now an international consensus to recognise that the fast breeders reactor line is a trump card. But we know also that if the process is now well demonstrated, it will be time and money consuming to reach the commercial penetration. Aware of the fact that such an effort is very heavy to be borne by only one country, we

have proposed to our neighbouring countries to join forces with the view of promoting this commercial penetration. That is why a governmental agreement has been signed between Belgium, France, Germany, Great Britain, and Italy last January. This agreement paved the way for a set of specific agreements between research and development institutions between industrial partners and utilities. Some have already been signed and others will follow shortly about reactors and fuel cycle.

Such a strengthening of the cooperation between European partners must not be interpreted as geographically exclusive. Quite the contrary, it must be considered as a pole open to collaborate with other partners already working towards the same objectives, as Japan or The United States.

CONCLUSION

To sum up briefly, I would like to say that 10 years after acceleration our nuclear power program for electricity generation, the results are globally in agreement with the objectives we had set, and already contribute in a decisive way to the improvement of our energy situation. This allows us to be confident for the follow up of the program. The associated fuel cycle facilities allow us to offer services to other partners. Likewise, the gathered informations and the know-how accumulated in the course of the construction of these facilities can be used to help other countries wanting to build similar facilities like Japan. Finally, regarding the development of new technologies and in particular the introduction of fast breeders, we consider that international collaboration can help meet the challenge decisively, provided it takes place in a well defined framework, complying with each partners interests.

I would like to end with a few thoughts about the concepts underlying the notion of crisis in our different cultures. In their great wisdom, Japanese people associate two ideas in their calligraphy of the word crisis. The first one bears the idea of danger, instability, the second, the

idea of chance and opportunity. (SLIDE 7)

I think that this is the best summary of the way we should get through the crisis.

In the European languages the word is "crise" in French, "crisis" in English and gets its origin in a Greek word meaning decision, with a shift of its meaning when it was taken up in Latin to signify the moment of an illness when one or the other way is taken, either fatal evolution or recovery.

Synthetizing I would like to conclude. During a decade of everlasting crisis, France has taken the decisions deemed necessary to take the opportunity offered by the energy constraints and has thus developed a strong nuclear industry the benefits of which it is starting to reap.

[G. ルノン氏スライド]

FRENCH PWR PROGRAM

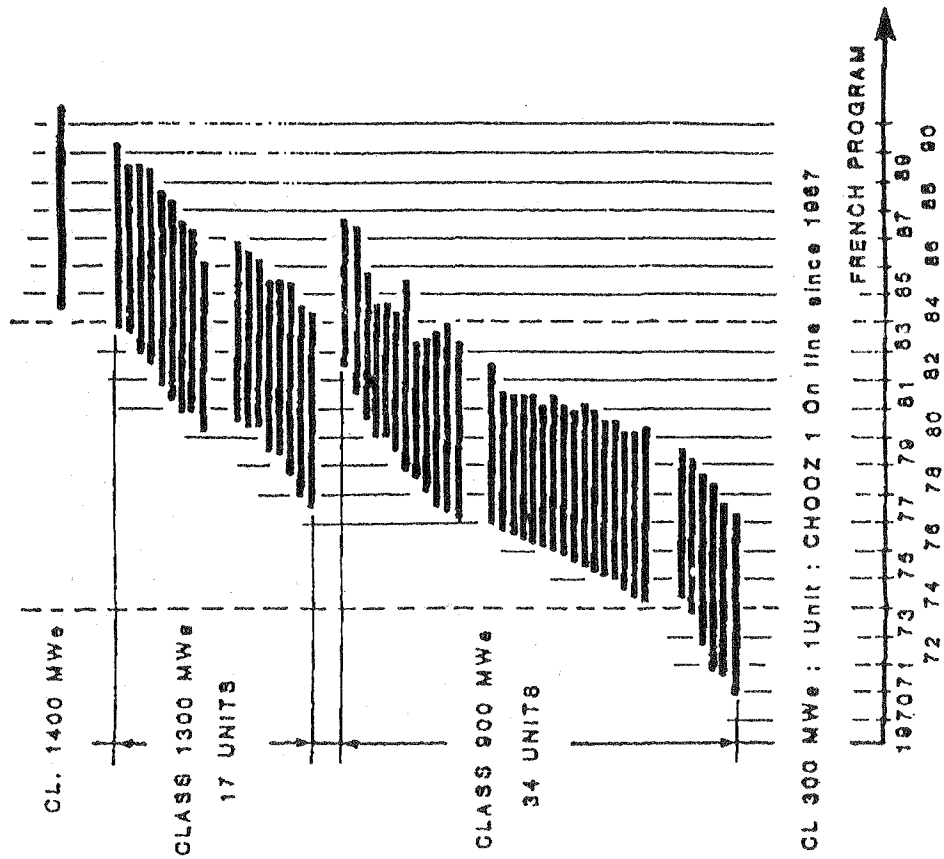


FIG.1

[スライド1]

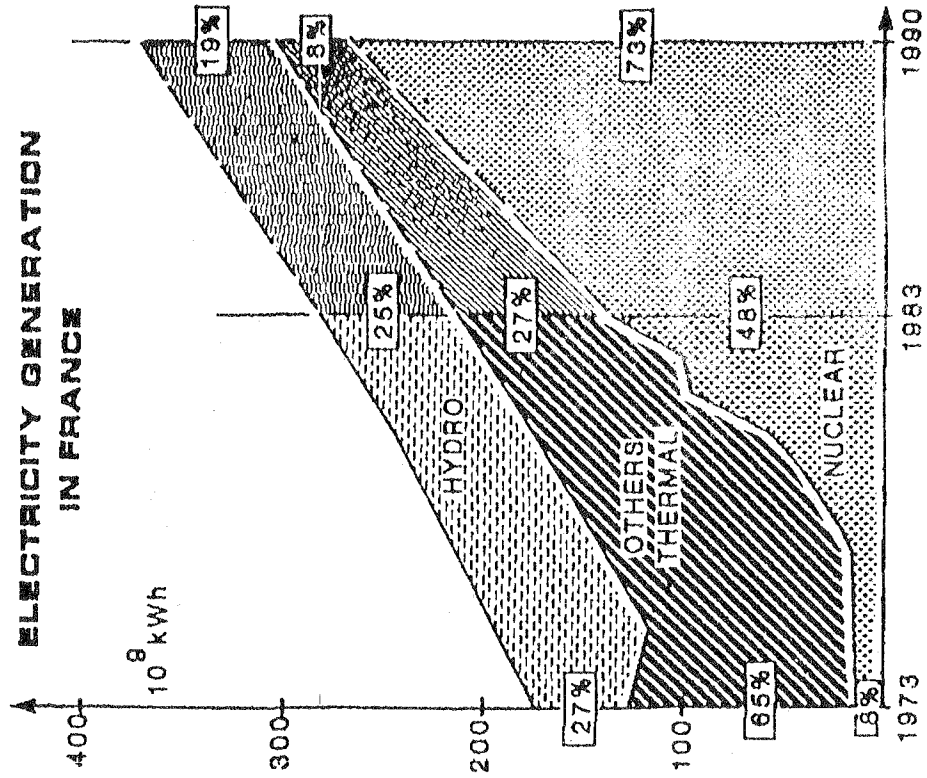
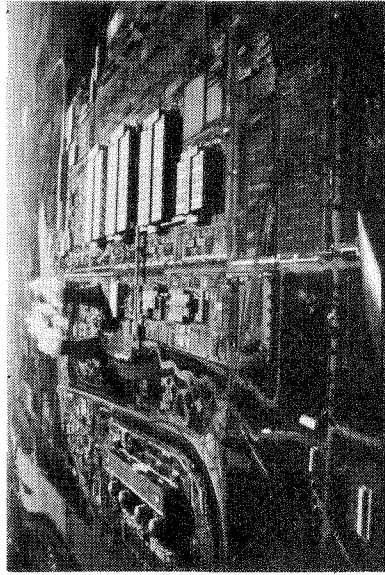


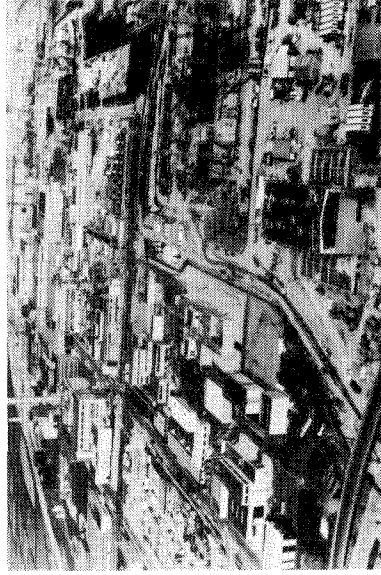
Fig.2

[スライド2]

[G. ルノン氏スライド]



[スライド4]



[スライド5]

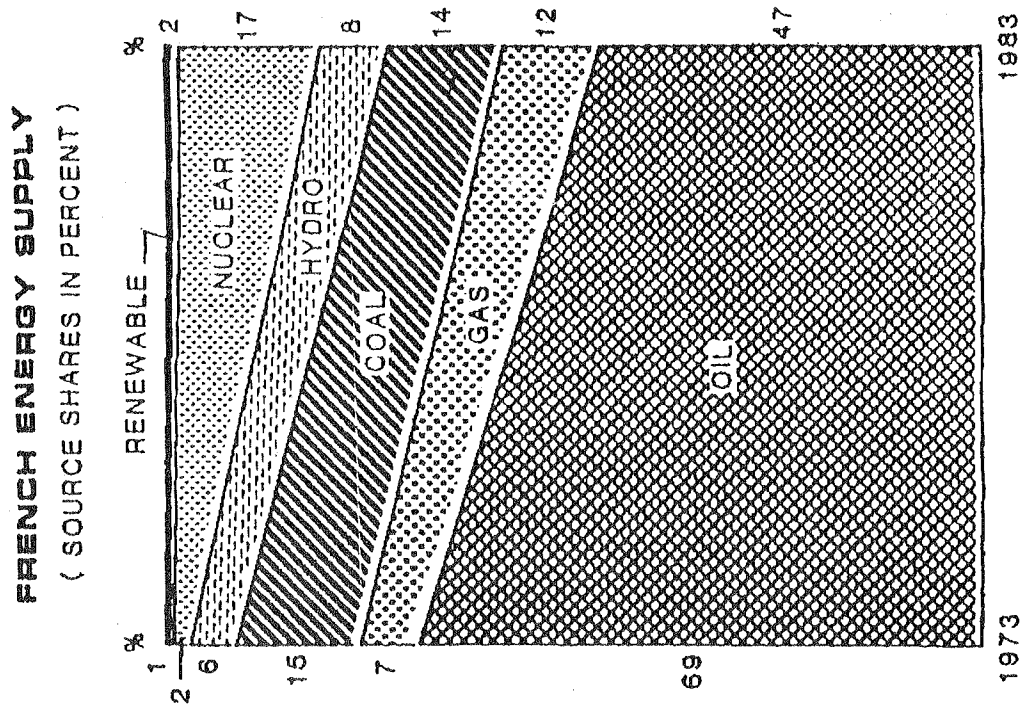


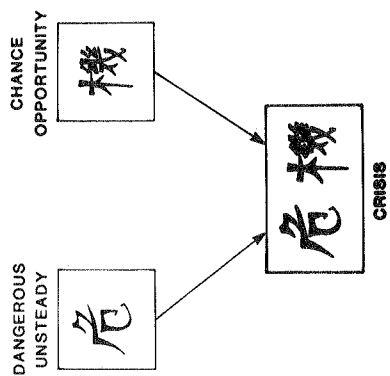
FIG. 3

[スライド3]

[G. ルノン氏スライド]



[スライド6]



[スライド7]

**THE DEVELOPMENT OF NUCLEAR ENERGY
AND INTERNATIONAL COOPERATION
IN CHINA**

Wang Ganchang

Vice-President

Commission of Science and Technology

Ministry of Nuclear Industry, China

Invited by JAIF, we are here to attend the 17th Annual Conference of JAIF. We would like to express our gratitude to Mr. H. Arisawa, Chairman of Japan Atomic Industry Forum, Inc. and wish success of this conference.

It is a pleasure to be with so many Japanese friends and specialists from all over the world to seek ways for nuclear international cooperation. I am going to give a presentation on the development of nuclear energy and the international intercoursues of China.

**NUCLEAR ENERGY, ONE OF THREE MAIN ENERGY SOURCES IN
MODERN CHINA**

China is a developing country with a vast territory. In the 20 years from 1980 to 2000, the overall strategic goal of gross national product is projected to quadruple. In order to keep pace with this economic growth, the energy production should at least be doubled in this period. China is a country of abundant resources, but the distribution of energy resources is very uneven. Lack of coal and short of electricity are characterized in Guangdong, East China and North-east China industrially concentrated regions. It has been gradually evident that to develop nuclear energy is the best and perhaps the only possible approach to solve the problem of energy uneven distribution. In view of the above understanding, a long term energy policy has been formed in the top government level adopting fossile, hydro and nuclear energy as the three main energy resources in

the foreseeable future. The long-term nuclear program is at the stage of drawing. Our tentative plan is to complete 2GW of nuclear power plants around 1990, with more nuclear power plants under construction. A nuclear power capacity of about 10GW completed by the year of 2000 is a tentative target.

URANIUM RESOURCES IN CHINA

In order to fulfill the requirement for the development of nuclear power, we must have quite large quantity of uranium (and perhaps also Thorium) not only for years before 2000, but also after that. Through decades of efforts by Chinese geologists and workers, many uranium deposits of various sizes and various provinces with favorable geological environments are known. But the methods of exploration of uranium are far from advanced and prospecting core drillings have been limited to shallow deposits only. Moreover, so far we have searched for deposits in granite and igneous rock only, now, we have to pay more attention in sandstone. There is evidence that new uranium deposits in China will be discovered in an ever increasing way as prospecting work with more advanced methods going on in a steady pace. We appreciate cooperation with foreign countries advanced in this field. The Sino-Japanese cooperation on prospecting of uranium deposits at Tengchong, Yunnan province, is a good starting point, the two parties are talking on the concrete matters concerned.

PRESENT STATUS OF NUCLEAR POWER DEVELOPMENT

Our basic policy to develop nuclear industry is to rely mainly on our own efforts. The transfer of advanced technology from foreign countries will be welcome. Their successful experiences of constructing nuclear power plants are valuable to us. We are willing to cooperate with them on the basis of equality and mutual benefit.

1. Qinshan Nuclear Power Plant

This will be a domestically built 300MWe PWR prototype plant to be situated at Haiyen Country, Zhejiang province. We were glad at the site receiving Japanese friends of nuclear circle in Nov. 1983. We discussed together some questions on Qinshan nuclear power plant design. Thanks to the Japanese specialists giving us constructive comments. In January, 1984, our state government formally approved the technical design of this nuclear power plant. This project is now one of the key construction itmes in China. The pre-constructional activities have been carried out successfully, including excavation, temporary water and power supply, and road engineering. We decided to import some equipment for speeding up the project construction. Some equipment purchase contracts have been signed. Our target is to complete this project in 1989.

2. Guangdong Nuclear Power Plant

This will be 2X900MWe PWR plant to be situated at Daya Bay, Guangdong province. The Guangdong Nuclear Power Investment Inc. and Hongkong Nuclear Power Investment Inc. have been established recently. The joint venture will soon be formed. The French and English Companies may be responsible for the design and equipment supply of the plant. The hydro-geological exploration work at site has been basically completed. It is expected to begin the work of temporary water and power, road engineering and excavation in the first half of this year. Relevant authorities of China are now making contacts with French and English Companies to investigate the construction cost, contractor scope, terms of technology transfer, participation of indigenou industries. One of our guidelines is that equipment import should be accompanied with technology transfer. The French side agreed on this viewpoint. Several contracts are expected to sign in first half of this year, such as design contract, nuclear island and conventional island supply contract etc. We hope to complete this plant by 1990.

2X900MWe PWR plants will be the main nuclear plant type in China. At present construction of East China nuclear power plant and North-east nuclear power plant are in active preparation.

3. Jinshan Nuclear Heat and Power Plant

This plant will be situated near Shanghai, and of 2 units of 450Mwt (125MWe) each. This project will pave the way to reduce oil consumption in China. The feasibility report has been accepted and the conceptual design is being carried out under firm grasp.

4. Research for Long Term

We have paid attention to the development status on fast breeder and fusion reactor technologies in the world. For the fast breeder, some lab researches have begun, such as on fuel elements and performance of sodium loops. A team of close to a thousand nuclear fusion researchers have been formed since last 20 years. Twenty odd medium and small sized magnetic confined and inertial confined fusion facilities were established one after another. A series of scientific achievements have been obtained. In the South-western Institute of Physics in Loshan, Sichuan province, there is a Tokmak named HL-1. Its major radius 102cm, and minor radius 20cm, Torodial magnetic field 50KG and plasma current 400KA. It is designed to have plasma density 10^{14}cm^{-3} , ion temperature 800 ev and confine time 40ms. Up to the present, this is the largest Tokmak in our country. It is now in the course of assembling and is expected to start experiment at the end of this year. It should have ohm heating and neutral beam heating. Besides, there are some small Tokmaks and magnetic mirrors in this institute.

In the Institute of Plasma Physics in Hefei, Anhui province, there are also some Tokmaks and Mirrors. One of them called HT-6 is a small Tokmak and worked very well. At present, it reached temperature 200ev which plasma density 10^{13}cm^{-3} .

In the field of inertial confinement fusion research, we have in the Shanghai Institute of Optics and Fine Machinery a Six Beam Nd-glass Laser having peak power of 10^{11} watts for each beam. We are working out a realistic and practical fusion research program to expand academic exchange with foreign countries, to the research on engineering technical base concerned and to lay up more scientific and technological reserves so as to overtake those of the advanced countries when allowable by national finance and material in the future.

STRENGTHEN INTERNATIONAL COOPERATION ON PEACEFUL USE OF NUCLEAR ENERGY

During recent years, the intercourses between China and foreign countries on peaceful use of nuclear energy are gradually increasing following the speedy development of China's nuclear power.

The scientific and technologic cooperation agreements on peaceful use of nuclear energy between China's Ministry of Nuclear Industry and Nuclear Commission of Italy and CEA of France were signed respectively. Memorandum of such kind has also been signed between China's Ministry of Nuclear Industry and JAIF. The State Scientific and Technologic Commission signed the nuclear safety research cooperation agreement with NRC, United States. The exchanges and co-operations have been in the fields of fast reactors, controlled fusion, radiochemical engineering, uranium exploration, nuclear safety, radiowaste processing, etc., in line with the agreements or memorandum. For example: we have begun cooperation with Italians on design of transplutonium hot cells and consultation of Chinese nuclear power plant equipment design. The cooperation with France on nuclear power plants construction has also begun. The above practices indicate that inter-government agreements are necessary for nuclear cooperation to promote the effective development of civil exchange activities. We are talking with the representatives from United States, Federal Republic of Germany and Japan on governmental nuclear scientific and technologic cooperation

agreements in which the talks with the Federal Republic of Germany is making good progress.

A substantial increase has been achieved in civil exchange on peaceful uses of nuclear energy between China and Japan in recent years, especially the beneficial technical exchange on Qinshan nuclear power plant engineering. Excluding the limitation imposed on nuclear equipment export licenses by the Japanese side, the nuclear trade and cooperation with Japan would proceed much more effectively.

It is well known that China will neither encourage, support, engage in nuclear proliferation, nor help other countries develop nuclear weapon as announced by Chinese Premier Zhao. China is now a member of IAEA and observes IAEA regulations and rules. China's position of peaceful use of nuclear power is clear, which is also the viewpoint of the Japanese side.

Japan is a friendly close neighbor of China separated only by a narrow strip of water. Each side has its own superiority and own needs in resources and technology respectively. It is necessary to strengthen the cooperation and get another side's strong points to offset one side's weaknesses. Former Atomic Energy Bureau Director of Scientific and Technologic Ministry of Japan Mr. Takaoka visited our country, thus launching nuclear energy associations between the governments of China and Japan. We pleasantly saw the Sino-Japanese Association's new proposal of widen the cooperation between our two countries on peaceful use of nuclear energy in 21st century.

China will make efforts to enhance the cooperation on nuclear energy with Japan. We believe that so will also do Japan.

Last year the general secretary of Chinese Communist Party, Mr. Hu Yaobang, visited Japan and had very friendly and successful talk with Japanese Premier Minister Mr. Y. Nakasone. The two sides confirmed the Four Principles Guiding Sino-Japanese relations, i.e., "Peace and friendship, equality and mutual benefits, mutual trusts and long term stability". On this basis, let us develop Sino-Japanese

nuclear energy cooperation to a wider and more effective level.

The following slides represent :

- 1 The output of energy in China in 1980 and 1983.
- 2 The development of national economy in China : In the period from 1980 to 2000 the gross national product is projected to quadruple. The energy production should at least be doubled in this period.
- 3 The energy reserves in China.
- 4 The tentative plan of construction of nuclear power plants in China.
- 5 Natural landscape of Qinshan.
- 6 Overall arrangement of Qinshan Nuclear Power Plant.
- 7 Scale model of Qinshan Nuclear Power Plant.
- 8 Scale model of Guandong Nuclear Power Plant.
- 9 The main building for Tokamak HL-1 device.
- 10 The vacuum chamber.
- 11 The toroidal magnetic field coils.
- 12 The motor-generator set of power supply system.
- 13 Panorama of the Institute of Plasma Physics in Hefei, Anhui Province.
- 14 Overall arrangement of HT-6 Tokamak.
- 15 ϕ 15cm Ion Sources for 1MW NB1 (neutral beam injection)
- 16 Six beam Nd glass laser in Shanghai Institute of Optics and Fine Machinery.
- 17 Target chamber of the six beam laser system.
- 18 Target area of the six beam laser system.
- 19 TEA CO₂ laser also in Shanghai Institute of Optics and Fine Machinery.

[G. ワン氏スライド]

PER CENT OF ENERGY IN CHINA IN 1980 & 1985

Total output of Energy (million TCE)	1980	1985
-Coal (million tons)	657	697
-Oil (million tons)	620	700
-Natural Gas (billion Cubic metres)	106	151
-Natural Gas (billion Cubic metres)	14.3	19.8
Total Electricity Generation (billion kw)	300.6	349
-Hydropower (billion kw)	58.2	85

[スライド 1]

THE 10-YEAR PLAN OF NATIONAL ENERGY IN CHINA

Year	Annual Gross Industrial & Agricultural Products	Total Consumption of Energy
1980	710 billion yuan	547 million TCE
1985	890 billion yuan	697 million TCE
1985	871 billion yuan	684 million TCE
2000	2600 billion yuan	1200 million TCE

The targets set in the 1985 plan have been achieved 2 years in advance.

[スライド 2]

THE ENERGY RESERVES IN CHINA

Item	Total Reserves
Coal	geological reserves 1500 x 10 ⁹ tons
	verified reserves 640 x 10 ⁹ tons
Hydropower	theoretical reserves 676 x 10 ⁶ kw
	harnessable reserves 378 x 10 ⁶ kw
Oil	geological reserves 60 x 10 ⁹ tons

[スライド 3]

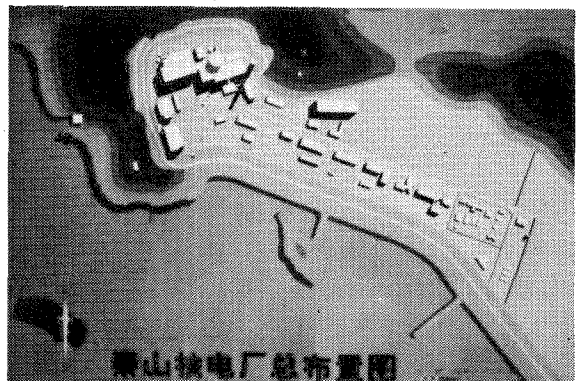
THE CONSTRUCTION OF NUCLEAR POWER PLANTS IN CHINA

No.	Location	Power	Type	Completion of Construction
1	Qinshan	300 MWe	PWR	1989
2	Guangdong	2x900 MWe	PWR	1990
3	Jinshan	2x450 MWe	PWR	
4	East China	2x900 MWe	PWR	

[スライド 4]



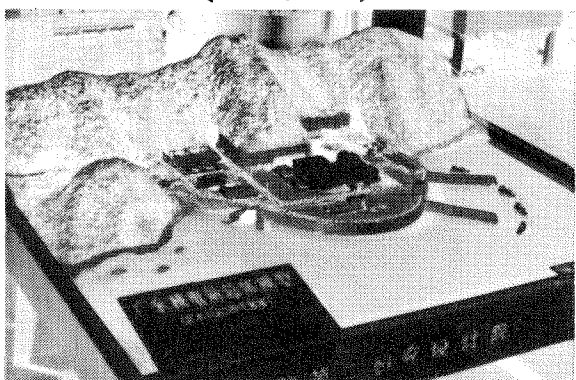
[スライド 5]



[スライド 6]

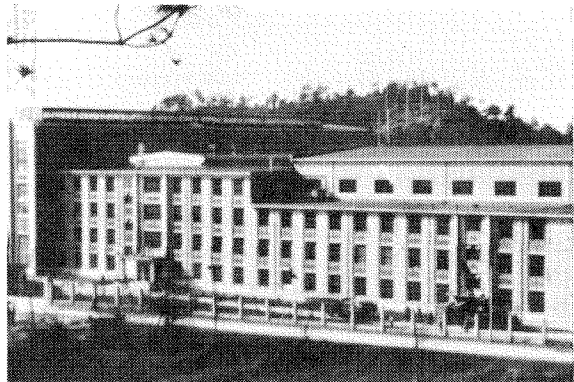


[スライド 7]

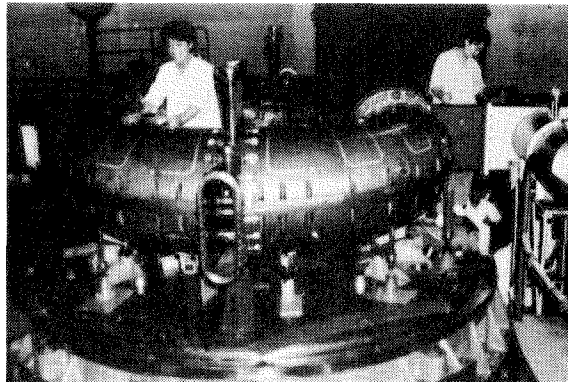


[スライド 8]

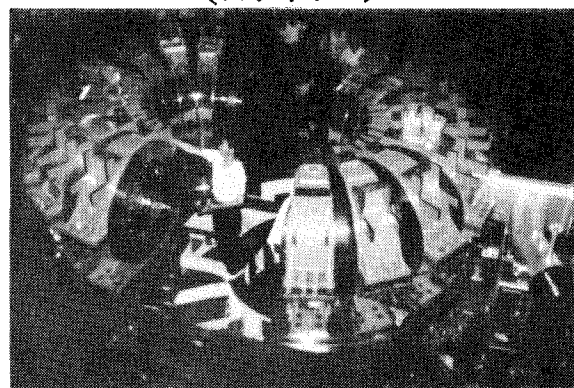
〔G. ワン氏スライド〕



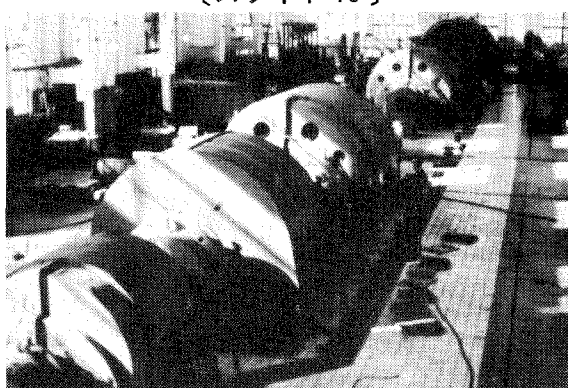
〔スライド 9〕



〔スライド 10〕



〔スライド 11〕



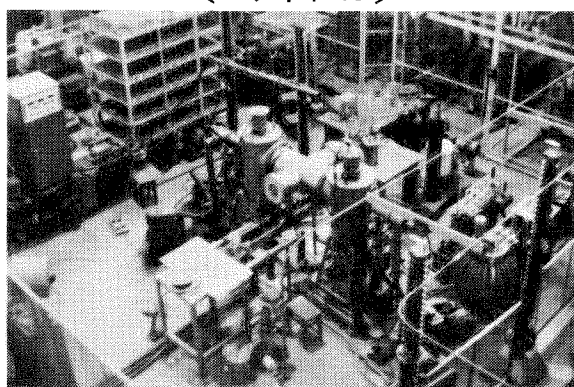
〔スライド 12〕



〔スライド 13〕



〔スライド 14〕

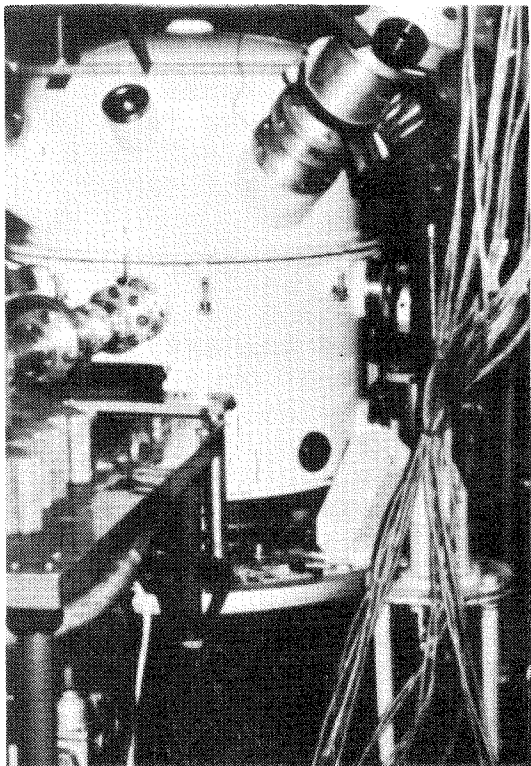


〔スライド 15〕

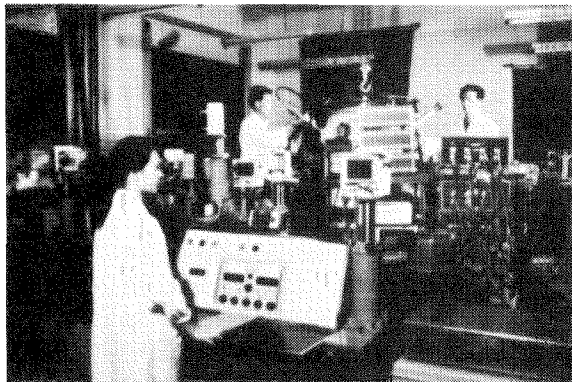


〔スライド 16〕

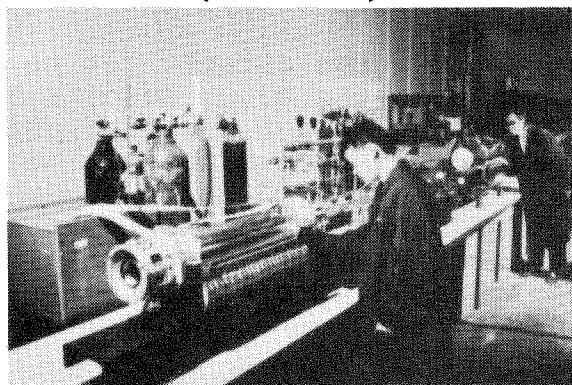
〔G. ワン氏スライド〕



〔スライド 17〕



〔スライド 18〕



〔スライド 19〕

NUCLEAR POWER IN THE UNITED STATES

A CURRENT ASSESSMENT

Wallace B Behnke, Jr.

Chairman

Atomic Industrial Forum

I am pleased to be back in Japan and to have this opportunity to provide an updated assessment of nuclear power in the United States.

At the outset, let me say that the nuclear option is not dead in the U.S., despite the recent news stories. Ironically, in the midst of all the headlines, there seems to be editorial acceptance of the fact that nuclear is necessary.

There are indeed problems with some nuclear projects, but to maintain perspective, let me outline where nuclear stands and its relation to electric power supply, now and in the future.

Nuclear Power - A Success

Nuclear power in the United States is a success. Last year, 12.6% of the nation's electricity was generated by nuclear power plants. Ten years hence, we still are projecting that figure to exceed 20%, with nuclear being surpassed only by coal as a fuel for our nation's essential electric power supply. We have more nuclear reactors in commercial operation -- 76 of them -- than does any other nation of the world.

Nuclear power has saved billions of dollars for the electric customers of our nation. If the electricity supplied by nuclear plants between 1974 and 1982 had been provided instead by coal or oil plants, consumers would have paid between \$13 billion and \$75 billion more, depending on the type of fuel substituted.

A survey conducted by the U.S. Atomic Industrial Forum (AIF) of the 1982 costs recorded by 43 electric utilities found nuclear power to have an 11% cost advantage at the bus bar over coal and to be 56% less costly at the bus bar than oil. The survey covered 62 nuclear, 51 coal and 14 large oil-fired units, all of which were 400 megawatts or larger, base loaded and in operation for all of 1982. Included in the cost comparisons were levelized carrying charges, fuel, operation and maintenance, insurance and taxes as well as allowance for decommissioning and waste management, where allowed by state regulatory authorities.

For units coming on line between 1970 and 1981 and having operated for at least one year, the AIF survey noted that the average cost of nuclear-generated electricity was 3.1 cents per kilowatthour, whereas the cost of coal-fired generation was 3.5 cents and the cost of oil-fired production was 7.0 cents. From the survey, it was clearly the cost of fuel that gave nuclear power the edge over both coal and oil. Nuclear fuel cost 0.6 cents per kilowatthour compared with 1.9 cents for coal and 4.7 cents for oil.

The experience of a number of utilities has been even more favorable. For example, the bus bar cost of power from Commonwealth Edison's six large nuclear units at Dresden, Quad-Cities and Zion is currently running about 2.35 cents per kilowatthour. This is about half the cost of power from our six largest coal-fired units and one-fifth the cost equivalent of our oil-fired generation. So far the aggregate fuel cost savings for these plants compared with coal is about \$3.9 billion or about three times their capital cost. Last year alone these six nuclear units generated over 24 billion kilowatthours, or 41% of our total production and saved about \$650 million in fuel costs compared with coal. When our new two-unit LaSalle County Station is fully operational, later this year, it should make power for about seven cents per kwh. This is about 40% less than the cost would be had we chosen to build a coal-fired plant of comparable size equipped with flue gas scrubbers.

Operation and Maintenance Experience

The on-line performance of large nuclear power units in the U.S. has, on the average, been roughly comparable to that of coal-fired units of capacities over 400 MWe, according to the latest information published by the National Electric Reliability Council (NERC), although there has been considerable variation between individual units.

Over the ten-year period 1972-1981, nuclear's gross capacity factor ranged from an annual high of 67.7% in 1978 to a low of 53.6% in 1974, according to the NERC published data. For the period, it averaged 61.5%. Capacity factors for coal units larger than 400MW ranged from a high of 62.4% in 1973 to a low of 55.5% in 1978, with an average of 58.8%. In comparison with coal units 400MW and larger, nuclear units experienced a lower forced outage rate in five of the ten years, a better equivalent availability in four years and a higher gross capacity factor in eight years.

A number of utilities with nuclear power have outperformed the national average. Beginning in 1980, the six large nuclear units at Commonwealth Edison's Dresden, Quad-Cities and Zion Stations have consistently bettered the national average in terms of both availability and capacity factor. For the 11 months ended November, 1983, the latest national data available from the Nuclear Regulatory Commission (NRC) shows a capacity factor of 59% for our units compared

with 56% for the nation. On availability, we scored 73%, well above the 64% nationwide average for the period.

Given the industry's experience with comparable state-of-the-art, coal-fired capacity built in the last two decades, the technical difficulties encountered with the first generation of large nuclear plants have not been excessive. The problems with steam generator tube leaks, cracks in stainless steel piping and reactor vessel embrittlement that have appeared in the course of continuing operation are being resolved in a systematic manner. Aside from hardware modifications, increased attention is being given to water chemistry. There seems little likelihood that these problems will lead to any significant number of premature retirements among the plants involved.

U.S. experience has shown that nuclear power requires a continuing in-depth top utility management involvement, and an absolute commitment to quality assurance, combined with a high skill level and a disciplined approach to engineering and operations. Human factors such as training and man-machine interfaces have proven to be extremely important to successful nuclear operations.

Individual utilities, assisted by the Institute of Nuclear Power (INPO), have given increased attention to training, operations and maintenance since the accident at the Three Mile Island nuclear plant in 1979. These efforts, together with improvements in plant instrumentation and control and greater emphasis on quality assurance in operations, are contributing to higher confidence in plant safety, improved economics and on-line performance.

In addition, the level of available property damage insurance has been increased to the \$1.0 billion level, and about \$200 million of coverage for replacement power costs incurred during prolonged forced outages is also available.

Plants Under Construction -- A Mixed Story

Turning next to the population of plants which are not yet operational, there are today 41 units that have construction permits and for which their owners list definite schedules for completion.

In 1984, as many as 15 of the 41 scheduled units could be ready for operating licenses. Several of these may slip over into 1985 before their licenses are obtained. The other 26 units have schedule dates extending from 1985 through 1990. Beyond that are no units with definitive completion schedules, although there are seven units with construction permits which have been indefinitely deferred.

There have been 105 cancellations to date, of which 86 were units on which construction had not started. For another eight, construction was less than 5% complete. Only 11 of

those involve any substantial write-off of construction investment.

Some nuclear plants were cancelled because their output would no longer be needed due to a slowdown in load growth. Others were cancelled because projected construction costs rose beyond the utilities' financing capabilities or would prove so large by the time the plant was completed as to make the output uneconomical compared with other sources of power. In no instance has a plant cancellation resulted from a technological, engineering or safety problem.

As to the problems which have been much publicized in the last few weeks, the key concern in every instance is, of course, cost, whether dramatic escalations have occurred because of additional regulatory requirements, delays, political maneuverings or whatever.

The plants which are having the principal problems were all begun ten and more years ago, when the decision-makers of that time felt circumstances demanded nuclear construction by their companies. Since that time, too, a majority of the contracts with architect-engineers have been on a full-cost reimbursable basis as the only means of getting the plants designed and built. And the contracts with the manufacturers provided reimbursement for any changes, as well as inflation factors. Then came added regulatory requirements, explosive inflation, skyrocketing interest rates, and, finally, the recession, with its dampening effect on electricity sales growth.

Construction of two units has recently been halted and another is to be converted to coal, even though these projects were well along toward completion. What we are now seeing is several utility managements making very tough decisions, rather than letting situations proceed to possible disaster. In addition, there are several other projects which are presenting their owners with serious financial difficulties. These situations, along with the unexpected denial of an operating license for Commonwealth Edison's Byron plant by an NRC hearing panel, have contributed to diminished confidence of the investment community in nuclear power. The higher financial risk being assigned to nuclear investments is reflected in substantial discounting of securities issued by nuclear utilities.

Unfortunately, the recent news stories on nuclear power have done little to distinguish among the few companies with serious problems and the many which are successfully operating and building nuclear plants. Therefore, it should not be surprising that an already skeptical public is becoming more apprehensive about the need for nuclear power and about its economics.

For a number of utilities with successful experience, nuclear power is proving to be the wise choice for the latest capacity additions to their systems. We at Commonwealth Edison have four nuclear units still under construction. Assuming we are successful in resolving current licensing problems for our Byron Station, no significant delays are anticipated in completing these units. What's more, the costs per kilowatt for these projects are projected to be on the low side of the national experience for units of comparable vintage. When all four of the units are in service, we expect to generate as much as 70% of our output with nuclear power. All four units are expected to produce power well below the cost of comparable coal-fired capacity.

Long Term Outlook

Turning next to the long-run prospects for nuclear power in the U.S., I believe there is good reason to be optimistic despite the bleak near-term outlook for new orders.

No one knowledgeable about the subject doubts that the U.S. will require substantially more nuclear generating capacity than that currently operating or under construction. Nuclear power has been demonstrated to be a safe and environmentally acceptable source of energy. U.S. commercial reactors have accumulated more than 700 years of operating experience without a single death or injury to the public. The Three Mile Island accident, as well publicized as it has been, has only served to confirm the basic safety of nuclear power; indeed, since that event nearly five years ago, the electric utility industry has made many significant steps to improve the already high level of reliability and safety of nuclear technology. What's more, we cannot afford to rely on a single source, whether coal or nuclear, for something as critical as electric power. Simple market place prudence, electric system reliability, and national security considerations are three obvious reasons for needing a sound mix of fuel sources.

Recent low growth in electric consumption has lulled the American public into assuming a sufficiency of electric power in the future, while regulatory and financial problems are discouraging utilities from building enough generating capacity to handle the higher demands that are bound to come with continuing economic growth in the decade ahead. Although utility customers will continue to find more efficient ways to use energy, the simple truth is that the economy cannot expand for any sustained period while the demand for electricity remains stagnant or falls.

The U.S. Department of Energy (DOE) estimates that to sustain a mere 3% annual GNP growth rate will require another 438 gigawatts of generating capacity by the year 2000. The capacity now under construction and on order is far short of meeting this requirement.

A number of factors have combined to put nuclear power at a disadvantage compared with coal in the choice for the next increments of generating capacity on most electric power systems in the U.S. These include delays in cleaning up the damaged Three Mile Island Unit, the lingering crisis in nuclear regulation, an incomplete nuclear fuel cycle, concerns about implementation of the federal nuclear waste legislation and the large cost overruns experienced on many nuclear plants under construction. Adding to the list is a public divided on expanded use of nuclear power. The inability of utilities to earn market returns on invested capital together with the greater financial risks stemming from uncertain licensing and excessive lead times will cause them to shy away from the more capital intensive nuclear alternative despite the prospect of lower long-run revenue requirements.

On the other hand, the institutional problems are being addressed. Collectively, utilities through existing institutions are encouraging and assisting individual utilities in achieving nuclear management excellence. As you know, we have in place the Institute of Nuclear Power Operations the Nuclear Safety Analysis Center, and the Electric Power Research Institute which have made extremely valuable contributions to the safe and efficient operation of nuclear power plants.

Regulation at both national and state levels continues to be a pervasive problem. Anti-nuclear forces have, of course, taken every possible advantage of the regulatory process and the judicial system to block and delay the completion of nuclear power plants.

Our efforts to reform licensing procedures and regulation at the NRC are not aimed in any way toward reducing the assurance of protecting the public health and safety. What we do seek is a process which is predictable and definitive in the licensing of a nuclear power plant, as well as one which concentrates on the real safety issues.

Assuming these institutional problems are corrected, then nuclear power is likely to be the economic choice, especially for the larger electric utility systems with extensive nuclear operating and construction experience.

Technological improvements also can be a major factor in improving the economics and performance of nuclear power plants. The more constructive approach, it seems to me, is to concentrate the limited resources available on improving the LWR concept, which has already proven its worth and about which we have the greatest knowledge and experience.

Fuel Cycle -- Adjusting to Slower Growth

Nuclear power plant cancellations and the drought in new orders are also forcing painful readjustments among uranium suppliers and DOE's enrichment operations.

A current oversupply of uranium has caused the shutdown of mining on all but the highest grade deposits and a substantial reduction in production capacity. A number of marginal suppliers have gone out of business.

These same factors have resulted in a substantial surplus of enrichment capacity. Among other things, this has accelerated the development of a competitive world market for enrichment services. We regard the intensified competition as a favorable development. This development has also caused DOE to lose a growing share of the enrichment market to lower cost overseas producers. In an effort to curb the erosion of its market share, the agency has begun offering a more flexible enrichment contract with more competitive pricing. It is also providing existing customers with an opportunity to convert their contracts to the new arrangement. At the same time, we in the industry are urging DOE to finish construction of its new lower production cost centrifuge enrichment facility at Portsmouth and to continue research on more advanced isotope separation technology.

Waste Disposal

While the slowdown in nuclear power growth has relieved concerns about uranium and enrichment shortages, it has not reduced the urgency for moving ahead with development of a nuclear waste disposal capability in the U.S. Here, the solutions are political, not technical.

The low-level Waste Policy Act of 1980 and the Nuclear Waste Policy Act of 1982 are regarded as important first steps toward this objective. The 1980 Act assigns responsibility for low-level waste disposal to the individual states while the 1982 Act assigns responsibility for high-level waste disposal to DOE and establishes a time table for development of a geologic repository as well as to provide interim storage of spent fuel. It also establishes a one mill per kilowatt-hour charge against nuclear generation to fund the program. Our concern now is focused on implementation of the DOE program which so far has gotten off to a slow start.

Breeder Development

Before leaving the subject of the fuel cycle, I will comment briefly on the status of breeder reactor development in the U.S.

The industry was, of course, extremely disappointed last fall when the U.S. Senate failed to approve funding for construction of the Clinch River Breeder Reactor project. Termination of this project, which had provided a focal point for the U.S. breeder program for over a decade, was a serious setback for the nation's highest priority advanced energy research and development program. Clinch River fell victim to a combination of Congressional budget concerns and the perception that the slowdown of the deployment of nuclear power in the U.S. had reduced the urgency for breeder development.

While Clinch River fell short of fulfilling its mission, it has contributed a substantial amount of valuable and unique technology, hardware and design experience to the world-wide base of breeder technology. The confidence in the success of these efforts was enhanced immeasurably by the successful operation of the Fast Flux Test Facility (FFTF), from which much of the Clinch River design evolved.

Clinch River, for example, laid the groundwork for use of a first-of-a-kind heterogeneous core configuration that will extend fuel life, ensure safe operation, and breed new fuel with greater efficiency than previous designs. Working with the American Society of Mechanical Engineers, Clinch River researchers have developed high-temperature design criteria for the reactor vessel and primary heat transport systems. These standards and code cases are also recognized as benchmarks for future domestic and international breeder designs. Extensive testing under plant conditions has confirmed the reliability of designs developed for the plant's most critical components such as the steam generators, sodium pumps, and reactor shutdown system. Also developed and confirmed through testing was a system to mitigate the consequences of potential sodium fires outside of inerted cells.

The project also made significant progress in achieving another of its major objectives -- to demonstrate the licensability of the liquid metal fast breeder reactor in the complex regulatory environment in the U.S.. Of particular significance for the future was the agreement reached with the NRC staff that hypothetical core disruptive accidents need not be included in the design basis. Also, the regulators have agreed that it is possible to design LMFBRs so as to limit the risks to the public health and safety from core disruptive and core melt accidents that go beyond the design basis.

The Clinch River termination notwithstanding, there can be no turning back in breeder development in the U.S. The reasons for developing the breeder are as compelling today as they were when the project was authorized by Congress in 1972. Limited and increasingly expensive fossil fuel resources, along with environmental constraints, make it inevitable that practical application of the LMFBR will eventually be needed. Only the timing is in question.

At the AIF, we are urging continuation of a strong, mission oriented U.S. breeder program, refocused in the light of the current realities to provide the strongest possible technology base leading to the domestic industrial capability to apply breeder technology early in the next century. We believe the main effort should be focused around large plant designs using mixed oxide fuel. There is a brief window of opportunity to reassess alternatives, including the innovative concepts that have emerged here and abroad. In this regard, it must be recognized that, given the current economic and political environment in the U.S., breeder R&D is unlikely to attract significant amounts of venture capital. The U.S. must

therefore place primary reliance on government for future funding of the LMFBR program. Moreover, it would be unrealistic at this point to think in terms of another large LMFBR demonstration being undertaken in the U.S. in the near-term.

Immediate measures are being taken by DOE to sustain the viability of the base technology program and preserve the value of the investment already made in Clinch River.

The focus of DOE's program has changed from the construction of Clinch River to the resolution of technological issues that are important to improving breeder economics and performance. The program will include work on advanced breeder concepts as well as investigation of smaller scale breeders, standard designs, and integrated fuel cycle facilities.

One of the lessons learned from Clinch River is that there is a need for stronger international collaboration on development and demonstration of large capital intensive advanced energy systems such as the LMFBR. At the AIF, we are calling for closer ties with such outstanding breeder programs as you have here in Japan. In our opinion, the cooperative breeder information exchange agreement reached last fall between our respective governments and the memorandum of understanding between the Electric Power Research Institute and the Federation of Electric Power Companies are constructive steps toward this objective. By combining resources, both nations stand to enhance their respective national programs and contribute substantially to world-wide development of this important advanced energy technology.

Conclusion

In summary, while nuclear power in the U.S. is under intense scrutiny today, there is simply no turning back on this important and growing element in the U.S. energy economy. The performance of plants in service is both good and improving. The overall costs of nuclear power from plants in service are lower by far than either of the two principal alternatives, coal and oil.

Experience has shown that most of the problems currently confronting the construction of nuclear power plants in the U.S. are institutional in nature, not technological. Moreover, when these institutional problems are stripped away, nuclear power remains the economic choice. Steps have been taken to reduce the financial risks of plant operation by making available additional insurance. At the same time, the problems associated with licensing, plant operations, nuclear waste disposal and public acceptance are being addressed.

As the U.S. economy continues to expand, the demand for electric power will grow. This growth will eventually call for new generating capacity. At some point, the factors of cost, safety, environmental quality and fuel availability will

combine to dictate nuclear power as the preferred option for base load electric power generation. For its part, AIF will remain committed to preserving the nuclear option. In this regard, our objectives are ranked in terms of four priorities: First, continuing operation of the plants now in service, second, timely completion of those under construction, third, preservation and improvement of the industrial infrastructure and fourth, lifting the road blocks to new orders.

I will close by saying how much we value our relationship with the Japanese Atomic Industrial Forum and appreciate the participation of Mr. Toshio Ito on our Board of Directors. We look forward to a long and productive relationship between our respective organizations.

日本のエネルギー政策における原子力の役割

日本エネルギー経済研究所

理事長 生田 豊 朗

日本原子力産業会議の今年の年次大会において発言をする機会を与えられ、大変光栄に思う。

実は、私は、2月末から約2週間、日本原子力産業会議の中山素平副会長を団長とする日本の財界の中東との交流ミッションに、エネルギーの専門家として参加し、ペルシャ湾岸の諸国を歴訪し、昨晚、サウジアラビアから帰ってきたばかりだ。このミッションはまだほかの国を回っているところだが、本日、この年次大会で発言の機会を与えられ、それに出席するために、私だけサウジアラビアからこちらへ引き返して来た。

そういう次第で、通訳のためのフルテキストを用意する時間がなく、テキストなしで今日は話をしたいと思う。大変恐縮ながら、なるべく正確に通訳をしてもらうために、先ほどから少しゆっくり話しており、これからも通訳者の英語を聞きながらゆっくり話すので、日本語で聞いている方は、少しテンポがスロー過ぎて聞き苦しいかとも思うが、その点、お許しいただきたい。

最初に、今回、中東諸国を回った印象を述べる。これは、今日の私の発表の結論ともつながる問題であるので、結論を先取りする形にはなるが、先に述べたいと思う。

中東地域、特にペルシャ湾岸は、日本エネルギー供給にとってきわめて重要な地域である。日本はエネルギー供給の約62%を依然として石油に依存しており、しかも、その石油の100%近くは輸入であり、その輸入の約65%は、ペルシャ湾岸から日本へ積み出されている。日本の一次エネルギー供給の約40%はこのペルシャ湾岸に依存していることになる。これは、世界の主要先進工業国の中において、最大の依存度だ。

アメリカあるいはヨーロッパ諸国においては、もともとエネルギー供給の中における石油依存度が日本よりも低いのに加え、これまでの二度のオイルショック以後、供給の不安定性が高いペルシャ湾岸の石油輸入をできるだけ減らしてきた。そして、その政策の効果により、1973年の第一次オイルショックの前と最近とを比較すると、アメリカ、ヨーロッパのいわゆるペルシャ湾依存度は格段に低くなっている。

しかし、残念ながら日本は、ヨーロッパにおける北海油田のような油田、あるいはアメ

リカにおけるような国内の石油生産，陸続きのメキシコのような産油国からの石油供給，これらのところに振り替える供給のソースがない。したがって，日本だけは，第一次オイルショックの前と現在とを比べても，ペルシャ湾依存度はほとんど変わらないという状態にある。これは日本のエネルギー供給における一番の弱点だ。エネルギー供給の脆弱性と言われるものが日本が依然として高いのは，この点にかかっている。

したがって，日本にとっては，これから先，石油の供給を確保するということが，エネルギー政策にとってきわめて重要なポイントであることは疑いを入れる余地がない。そして，そのためにはどういうことをしたらいいのかを，現在においても，また将来に向かっても，真剣に考える必要がある。

そのためには，石油の生産国，いわゆる産油国と，石油消費国との間の対話が必要であると私たちは考えている。しかし，この産油国と石油消費国との間の対話の試みはこれまでも何回も行われ，そしてことごとく失敗した。

なぜ失敗したかは明らかである。つまり，1973年の第一次オイルショック以後，世界の石油市場はいわゆる売り手市場の形にあり，OPECを中心とする産油国としては，自分たちが決定すれば，それで十分である。売り手市場では，産油国の決定がすなわちすべての決定になり，石油消費国の状況についても，あるいは石油消費国の政策についても，それを勉強する必要もなく，また石油消費国と意見を交換していく必要も感じなかったのである。

しかし，二度のオイルショックを経過し，石油の価格が余りにも高く上がり過ぎたため，世界の石油市場の状況は一変した。すなわち，これまでの売り手市場から明らかに買い手市場に変わったわけである。1980年以後，日本も含めて，世界の石油消費は毎年減少を続けている。そして石油価格も，ついに昨年の春には，1バーレル当たり5ドルの値下げを余儀なくされた。

このような状況において，産油国の考え方も，これまでのように自分たちがすべてのことを決定できるという考え方から，もう少し広い視野で物事を考え判断をしていかないと，石油の需要と供給，あるいは価格の安定を図ることが難しくなるという考え方に少しずつ変わってきている。

そういう状況を踏まえ，今度のミッションは，産油国の石油大臣あるいはそれに代わる人たちと会見をし，石油の需要供給，さらに価格の安定を図ることは，単に石油消費国にとって重要であるだけでなく，産油国にとっても非常に重要なことであると強調した。な

ぜならば、最近の世界の石油市場の買い手市場化—石油価格の下落によって、産油国の経済は非常に大きな打撃を受け、貿易収支、国際収支は赤字に変わり、各国の財政も、石油収入の減少によって大きな影響を受け、各国とも将来の経済計画を基本的に見直さなければならぬ状況になってきている。しかも、石油価格は今後さらに下がるかもしれない、石油の需要と供給も恐らく当分の間はなかなか回復しない。売り手市場の状態には戻り得ないであろう。従って今や、産油国と石油消費国との間の対話を始める時期が熟してきたというのがわれわれの判断であり、そういう判断に基づいて、これから石油の安定のために対話を始め、協力をしていこうと各国の石油大臣に提案をしてきた。

しかし、大変残念なことだが、この提案は必ずしも産油国側に歓迎されたとは言えない。たとえば一昨日会ったサウジアラビアのヤマニ石油大臣はわれわれのためはかなり長い時間をあけてくれ、私とヤマニ大臣とのディスカッションだけで約40分費やしたが、大臣は、産油国と消費国との対話は時期尚早であるという結論で、われわれの提案には賛成しなかった。

なぜかという、そこが私と大臣とのディスカッションのポイントであったが、これから先の世界の石油需要の見通しについて、かなり大きな意見の違いがあったからである。私は、「石油価格の割高さが、将来是正され、供給の安定が保証されなければ、今後とも石油消費は減少するか、あるいは増加しても、きわめてわずかな増加にとどまるであろう」と述べたが、大臣は、「そうではない。1986年ごろから石油価格は再び上昇するであろう。産油国としては、1986年以後、石油価格を引き上げることが可能だと考えている」ということだった。

見通しの違いが出てきた原因は、将来の石油代替エネルギー供給について石油に対する代替率の見通しが食い違っているからである。

私は日本の例を引き、これまでも急速かつ大幅に石油代替エネルギーへの転換が進んできた一方、エネルギー全体について、エネルギーの消費効率の上昇が大幅に行われたということの説明をした。たとえば1973年、第一次オイルショックの年と1983年、この二つの年には10年の歳月があるが、この間日本のGNP1単位当たりのエネルギー消費量は、45%少なくなっている。これは世界のほかの主要先進工業国のどこよりも大きなエネルギーの節約効果だと言うことができる。それと同時に、特に発電部門においては、原子力発電、LNGを利用する火力発電、さらに石炭火力発電のシェアが大幅に上昇し、その分だけ石油消費

が減少した形になっている。

私は、「今後ともこの傾向は続くであろう。あるいは、これまでのような急速な省エネルギー効果、あるいは代替エネルギーへの転換の効果はややスローダウンするかもしれないが、傾向としては今後とも続くものであり、日本の政府も、それから産業界も、この方向で協力して政策を進めていく」ということを述べた。特に原子力については、「今後とも拡大が予想され、また拡大に向かって強力な政策が展開されていくと考えている」と述べた。しかし、ヤマニ石油大臣は、「原子力は恐らく今後、あまり拡大しないであろう。それから石炭についても、価格とコストの問題、あるいは環境問題などを考えると、あまり拡大しないであろう。ということは、これから先、再びエネルギーの中における石油のウエートが増えていく可能性がある」という考え方であった。大臣の考え方は間違っており、私は同意できない。確かにアメリカにおいては、最近の原子力はかなり深刻な停滞の状況にあるが、日本においては、原子力発電は今後とも着実に拡大するだろう。私は大臣に対し、「あなたの考え方はアメリカのデータだけに依存して将来を予測しようとしているので間違っている。日本、あるいはヨーロッパ、特にフランスのような原子力発電が現実に拡大し、これからも拡大していく国の状況をもっとクールに分析し、それを知る必要がある。その点については、必要であれば、日本のデータをこれからも幾らでも提供するし、またディスカッションをしようではないか」ということで別れたわけである。

こう考えると、大変逆説的な言い方になるが、これから先、日本は相当多量の石油を輸入し続けなければならない。したがって、石油供給のセキュリティは日本にとって非常に重要な、バイタルな問題である。その石油の供給を確保するためにはどうしたらいいかという、最近、三、四年間のような買い手市場の状況を今後とも続けていかなければならない。これが、もし二度のオイルショックのときのように売り手市場の形に変わると、再び日本は石油供給の不安に怯えなければならなくなる。もし、最近のような買い手市場の状況が今後とも続くのなら、仮に中東地域、特にペルシャ湾岸において、戦争とか、革命というような政治的あるいは軍事的な変化が起きても、かつてのようなオイルショックには発展しにくい。もしも、石油市場が売り手市場の状況に変わると、石油の主要な供給国で戦争、革命などが起きた場合には、オイルショックに発展する可能性がある。オイルショックの可能性の話だけでなく、そういう異常な事態が起きない場合でも、石油の供給を中・長期的に確保し、しかも価格を安定させるためには、やはり買い手市場を維持しな

ければならない。つまり石油の供給と価格を安定させようと思えば、石油依存度を減らしていくという従来のエネルギー政策の基本を変えてはならないのである。

これまでと同じように、一方で省エネルギーを推進し、また他方において、石油から石油代替エネルギーへの転換を進めることは、結果的に石油の確保、供給の安定性を維持するために非常に有効であるというより、恐らく日本の場合には、石油の供給を安定化する唯一の方法であろうと思う。それ以外には、軍事力を持たず、国際外交の面においても力の弱い日本は、石油の供給を確保する手段を持たないので、これからも決して政策の手を緩めてはいけない。今後とも一層石油代替エネルギーの拡大を図り、一方で省エネルギーの推進を図るというこれまでの政策を続けなければならない。

昨日までペルシャ湾岸の産油国を回り、以上の点に改めて強い印象を受けたため、時間をとったが一番最初に述べた。

これから本論に入りたい。

日本のエネルギー政策の中における原子力の役割であるが、まず、それに触れる前に、日本のエネルギー政策そのものの変遷について触れたい。

第二次世界大戦後、日本のエネルギー政策は、幾つかの段階を経て現在に至る。まず最初の時期は、戦後から1960年ごろまでの時期である。この時期においては、戦争、特に敗戦によって荒廃した日本経済を復興する手掛りとして、石炭の増産が図られた。これは当時、石炭と鉄鋼の増産を踏み台として日本経済の復興を図るという考え方から、石炭と鉄鋼に傾斜をつける傾斜生産という言葉が使われたが、この政策を立案されたのは、日本原子力産業会議会長の有澤先生である。この政策は成功し、石炭の増産が着々として進行し、それをステップとして、日本経済は復興に向かった。

そしてその後、エネルギー政策は第2の時期、つまり石炭から石油へのシフトの時期に入る。これは1960年代の初めから1973年の第一次オイルショックまでの約10年間で、この時期、日本経済は世界に例を見ないような高度成長を達成したが、その一つの大きな原因は、安くて供給が豊かな石油を石炭に代わって大量に導入したことだと思う。つまり当時、安く、供給も豊富であった石油を経済的に、きわめて有効に活用することにより、日本経済は高度成長を達成したと言っても差し支えない。いわゆる世界的な石油の時代を日本経済は巧みに利用したと言っていると思う。この時期、日本の一次エネルギーの供給の主役は石炭から石油に移り、日本国内の石炭生産は、一時期、年間5,500万トンの記録を達成

したが、その後は石油に需要を奪われて、徐々に減少に向かっていった。

しかし、この石油の時代は、1973年の第一次オイルショックによって全く様相を変えた。そして、さらに6年後、1979年には第二次オイルショックが発生した。この2回のオイルショックを通じて、第1に、石油の価格は15倍近くまで上昇し、価格の上昇だけでなく、石油の供給そのものが、ある条件のもとにおいてはきわめて不安になる。最悪の場合は供給が途絶することもあるという教訓を、日本だけでなく、世界の石油消費国は身にしみて体験した。

したがって、第一次オイルショック後の10年間には、各国とも、先に述べたようなエネルギー政策、つまり省エネルギー、それから石油から石油代替エネルギーへの転換、さらに将来に向かっての新エネルギー開発に政策の重点を移行し、最近に至る。その政策の効果は世界的にかなり有効であった。特に日本では、先ほど説明したように、きわめて有効に働き、それが最近のような石油の供給過剰、価格の下落という状況をもたらしたのである。

このような時期になると、第三次オイルショックの発生する可能性があまり高くないということも併せ考え、これまでのいわゆる脱石油という方向を再修正するという考え方が徐々に広がってきている。しかし、これは初めに述べたように明らかに誤りで、これからの時代は、決してこれまでの脱石油政策を修正するものであってはならないと考える。

むしろ、これからのエネルギー政策というのは、私は「複合エネルギー時代」という名前をつけているが、いろいろのエネルギーを、それぞれの特性、あるいは価格その他の供給条件を考え、最も有効に活用できるような組み合わせを考えていく、いわゆるエネルギー供給のベスト・ミックスを考えていく時代であると思う。つまり、かつてのようにエネルギーの主要な部分を石炭に依存していた時代、あるいは、その次の時代のようにエネルギー供給の主要部分を石油に依存していた時代と異なり、これらはいろいろなエネルギー——その中には当然、石油も石炭も入るが——を組み合わせる。そのためには、それぞれのエネルギーの経済性だけでなく、供給のセキュリティーの問題も同時に考えていかなければならない。

そして、原子力については、一つ前の時期、すなわち1973年から最近に至るまでの時期において、原子力のエネルギーとしての重要性について高い評価が行われ、現実に各国とも、特に日本では、原子力発電の拡大がこれまで実行されてきた。そして今後もこの複合

エネルギー時代において、原子力の重要性はますます増えることはあっても、決して減ることはないと考える。

この複合エネルギー時代において、エネルギーのベスト・ミックスをどういうスタンダードによって作り上げていくか、組み合わせを考えていくかということであるが、これはそれぞれのエネルギーの供給セキュリティと経済性との両方を考えていくということである。政府が昨年行ったエネルギー政策の総点検においても、その結論として、エネルギー供給の安定性と、それから経済性とが両立するようにエネルギーのベスト・ミックスを考えていくということになっている。これは当然のことであり、過去をさかのぼって考えても、エネルギー政策を考える場合に、エネルギー供給の安定性と経済性の二つのファクターを考えなかった時期はない。ただ、過去のある時期においては供給の安定性にかなり重点が置かれ、また別の時期においては経済性に重点が置かれたという変化はあるが、決して、この二つの条件をこれまで考えなかったということではない。

しかし、これから先は、この二つの条件を同じようなウエートで考えなければならないが、これは決して簡単なことではない。コスト比較は、あるデータが準備されれば、難しいことではないが、供給のセキュリティの比較は、必ずしも経済性と同じように数字で計量的に比較することができない。この供給のセキュリティの問題は、計量的に数字で比較するということではなく、むしろ定性的に比較するしかないので、ある一つの計算式によって供給の安定性と経済性とを比較するということは、現実には不可能だと思う。

したがって、この二つのファクターをどういう形で考えていくかということとは、マクロ的に計数的に比較することではなく、それぞれのエネルギーについて具体的な条件を考えていくことではなければならない。その点を的確に判断しなければ、個々のエネルギーに対する評価は必ずしも正確には行われぬ。

原子力の場合、発電用燃料としての経済性は非常にすぐれている。これはいろいろの計算、あるいは将来の予測があり、また、国によっていろいろの違いはあるが、日本の場合、現時点において、原子力は最も安い発電用の燃料であり、この経済性は当分の間は維持されると考えられる。

ある条件を加えて将来の予測をすると、原子力発電コストが石炭火力発電コストを上回るという計算もできる。しかし、また別のデータをインプットして計算すると、今後、世界的に発電用の燃料を中心として石炭の需要が拡大していくという前提に立てば、限界的

な採鉱コストはかなり高くなり、たとえば紀元2000年における石炭火力発電と原子力発電のコストを比較してみた場合、原子力の優位性がさらに拡大するという予測もできる。これは、もちろんそれぞれのエネルギーについてのマーケット、あるいは需要供給条件の変化を組み合わせていかなければならず、違った結論を出すことも可能であるが、いま述べたような結論も十分に可能性のあるものとして考えられる。しかし、だからといって、これから先、原子力発電のコスト低下のための努力を怠ってもいいということでは決してない。さらに原子力発電のコストを下げるような方向での努力は、当然のことながら今後とも続けられなければならない。

しかし私は、エネルギーの供給について、特に先ほど述べたようなエネルギー供給のベスト・ミックスを考えて、その中における原子力の役割を考えていく場合には、経済性はもちろん必要なことではあるが、原子力については、供給のセキュリティー面をより重視すべきであると考えている。

なぜなら、もはやここで私が説明するまでもなく、日本のように国内にエネルギー資源を持たない国においては、原子力の供給安定性は、ほかの国よりもはるかに重要である。日本の場合、エネルギーの供給構造をこれからさらに変えていく、つまり石油依存度をさらに低下させ、石油代替エネルギーのシェアをさらに大きくしていても、それはエネルギーの輸入依存度を減らすことには必ずしもならないのである。たとえばアメリカで、国内の石油生産が増加し、あるいは石油から石炭へ転換する場合、これは国内の石炭に変換することになり、現実の結果が現われているように、アメリカはエネルギーの輸入依存度を大幅に減らしている。しかし、日本の場合には、石油依存度を減らすことは実現できても、それが石炭に転換された場合には、これから増加する石炭の需要はすべて海外からの輸入炭でカバーしなければならず、天然ガスへの転換も、海外からのLNGの輸入によってカバーされざるを得ないということで、輸入依存度全般についてはほとんど変化がない。

輸入依存度を実質的に低下させる唯一の方法は、やはり原子力しかなく、原子力の場合には、その特性からみて、ウランあるいは核燃料の供給がある時期途絶しても、それにもかかわらず、原子力発電所の運転は相当長期間継続し得るので、本質的に備蓄機能を持っていると言っても差し支えないと思う。これは原子力の持っているすぐれた特性として、今後とも高く評価されてしかるべきものである。したがって、日本のエネルギー政策の中における原子力の役割を考える場合、現在すでに実現されている経済性における優位を考え

るだけではなく、供給の安定性について、もっと高い評価が与えられるべきであると思う。ということは、非常に極端に言えば、たとえば経済性において原子力の優位性が全く失われてしまう、つまり、現在のような原子力の割安さが失われ、逆に割高なものに変わってしまうとしても、これは決して原子力の存在意義、重要性を損なうものではない。万一そういう事態になっても、やはり供給の安定性という意味において、日本のエネルギー政策における原子力の役割は依然として高いということになってくると思う。先ほど述べたことの繰り返しになるが、もちろん、それは決してこれから経済性をさらに高めていくことの努力の必要性を否定するものではない。

それに比べて、現在、石油の価格は明らかに割高である。ほかの競合エネルギー、たとえば原子力はもちろん、石炭と比べても石油は明らかに割高だが、これは将来、マーケット・メカニズムを通じて徐々に修正されていくと思われる。

しかし、仮に石油が十分な価格競争力、すなわち経済性を確保できても、やはり石油の場合は供給の不安定性という問題があり、原子力とは全く逆に、この供給の不安定性についての若干のディスカウントをしなければ、石油のエネルギーとしての位置づけは十分にはできないと思う。

これは全くの私見だが、それぞれのエネルギーの位置づけを、先ほど述べたようなベスト・ミックスという観点から考えていく場合、石油については価格競争力が対等であるとした場合においても、それを恐らく10%ぐらいさらにディスカウントしなければ、供給の不安定性というファクターを完全に解消することはできないであろう。原子力の場合は、その逆に、経済性においても現在すぐれており、今後とも多分、原子力の経済性における優位は変わらず、供給の安定性という点が逆に付加されなければいけないと考える。

したがって、今後とも原子力は拡大されなければならない。これが日本のエネルギー政策の基本である。日本政府の長期エネルギー需給見通し——私はこの長期エネルギー見通しを立案する専門委員会の委員長を務めており、昨年11月に報告をまとめた——によれば、1990年において、日本の一次エネルギー供給における原子力のシェアは11%、1995年には14%に上昇し、紀元2000年においては16%まで上昇することを考えている。

この政府の長期エネルギー需給見通しの数字、特に原子力の数字は十分に達成可能であり、これだけ原子力のシェアが増大していくということは、日本のエネルギー政策にとって、きわめて強い1本の柱が打ち立てられることになると思う。そしてそれから先、21世

紀においても、引き続き原子力の役割は、ますます大きくなっていくであろう。

その間、高速増殖炉の開発は、当然進められなければならない。将来、日本の高速増殖炉の開発計画は商業化の段階に向かっていくと思う。また、核融合の計画も現在進捗中であり、これも将来にわたって除々に実用化に進展していくと思う。

原子力以外の新エネルギー、たとえば太陽エネルギー、地熱、あるいは合成燃料の開発、これらの広い意味での新エネルギーの研究開発も並行して進めなければならないが、こうした新エネルギーが、現在の原子力が持っているような役割を持つようになるまでには、まだ相当の時間が必要だと思う。恐らく21世紀になって、かなりの時間が経過しなければ現在技術開発段階にある新エネルギーは、相当の供給量を確保できるという意味における実質的な商業化の段階にはなかなか到達しないだろう。それまでの間、恐らく21世紀の中頃近くまでの長い時間であるが、この時期をわれわれは現在と同じような、いわゆるコンベンショナルなエネルギーに依存していかなければならないことになる。そして、このコンベンショナルなエネルギーは、先ほどの話の繰り返しになるが、新しい時代のエネルギーのベスト・ミックスである。いろいろのエネルギーを組み合わせる時代、それを活用していく時代がかなり長く続いていくということを考えなければならない。

したがって、この観点から、原子力の今後の開発、利用の拡大というのは、現在だけでなく、将来にわたってきわめて大きな重要性を持つ、日本のエネルギー政策にとって非常に重要な柱であると思う。特に、最初に述べたような石油情勢との関連においても、原子力政策を推進していくことが結局、石油を確保する最も強い手段になる。現在のように石油価格が下落し、需給が緩和されても、これは決して原子力政策の手を緩めていいということではない。むしろ逆に、これから原子力政策をさらに強化し、推進していかなければならない。これが日本のエネルギー政策における原子力の重要な役割であると確信している。

OVERVIEW OF UNITED STATES CIVILIAN NUCLEAR POWER

Shelby T. Brewer

Assistant Secretary for Nuclear Energy

U.S. Department of Energy

GOOD MORNING. IT IS A PLEASURE TO BE HERE IN TOKYO ONCE AGAIN TO DISCUSS A SUBJECT THAT IS OF INTENSE INTEREST TO ME AND I AM SURE ALSO TO YOU--NUCLEAR ELECTRIC POWER. QUITE A LOT HAS OCCURRED ON THE U.S. NUCLEAR SCENE SINCE I WAS HERE LAST YEAR, AND I WOULD LIKE TO REVIEW THESE EVENTS WITH YOU TODAY, AS WELL AS TO PLACE THE PRESENT IN THE CONTEXT OF THE PAST AND OUR VIEW OF THE FUTURE.

ORIGINS OF THE U.S. CIVILIAN NUCLEAR PROGRAM

YOU ALL MUST REMEMBER THE FORMULATION OF THE NUCLEAR PIONEERS IN THE LATE 1940'S AND EARLY 1950'S--INITIAL DEPLOYMENT OF CONVERTER REACTORS; THEN LATER, BREEDERS, PROVIDING AN ESSENTIALLY INEXHAUSTIBLE ENERGY SOURCE. REPROCESSING WOULD BE THE GATEWAY TO THE BREEDER ECONOMY AND A KEY ELEMENT IN CLOSING THE ENTIRE FUEL CYCLE, TOGETHER WITH WASTE SOLIDIFICATION AND ULTIMATE DISPOSAL OF WASTES AWAY FROM THE BIOSPHERE. THIS FOUR-ELEMENT STRATEGY, DEPICTED IN FIGURE 1, WOULD DELIVER THE COMPLETE FISSION POTENTIAL OF THE ATOM.

FROM THE BEGINNING, THE U.S. GOVERNMENT, ELECTRIC UTILITIES, AND INDUSTRY HAVE COOPERATED TO DEVELOP AND DEPLOY NUCLEAR POWER. THE PRIVATE SECTOR HAS ASSUMED THE LION'S SHARE OF THE RESPONSIBILITY (APPROXIMATELY \$230 BILLION IN 1983 DOLLARS) FOR DEVELOPING THIS ENERGY SOURCE, COMMENSURATE WITH AN ACCEPTABLE DEGREE OF FINANCIAL

RISK AND AS ALLOWED BY THE ATOMIC ENERGY ACT OF 1954 AND SUBSEQUENT AMENDMENTS PERMITTING THE PRIVATE OWNERSHIP OF NUCLEAR FUELS. THIS IS IN ACCORD WITH THE PHILOSOPHY THAT AS MUCH ACTIVITY AS PRACTICAL SHOULD BE CONDUCTED WITHIN THE PRIVATE SECTOR.

THE U.S. CIVILIAN NUCLEAR ENTERPRISE HAD ITS POLICY AND LEGISLATIVE ORIGINS ABOUT 30 YEARS AGO, WITH THE PASSAGE OF THE ATOMIC ENERGY ACT OF 1954. AT ABOUT THE SAME TIME, A SPIRIT AND A POLICY OF INTERNATIONAL COOPERATION IN CIVILIAN NUCLEAR APPLICATION WAS BORN. IN ESSENTIALLY THE SAME BREATH THAT PRESIDENT EISENHOWER LAUNCHED OUR DOMESTIC PROGRAM, HE LAUNCHED A POLICY OF NUCLEAR TECHNOLOGY EXPORT AND INTERNATIONAL COLLABORATION THROUGH HIS ATOMS FOR PEACE PROPOSAL.

WE HAVE COME LIGHT-YEARS SINCE THEN, AND BY ANY STANDARD, IN THE LONG VIEW OF HISTORY, THE NUCLEAR UNDERTAKING HAS BEEN AN PARALLELED SUCCESS. AS WITH ANY HUMAN INNOVATION, THIS SUCCESS HAS BEEN MIXED, WITH TEMPORARY PERIODS OF FRUSTRATION ALONG THE WAY.

THIRTY YEARS AFTER PRESIDENT EISENHOWER'S BOLD COMMITMENT WE ARE STEPPING UP TO A NEW BEGINNING AND A RENEWAL OF THAT EARLIER COMMITMENT. IT IS A COMMITMENT TO VOUCHSAFE THE DEPLOYMENT OF NUCLEAR POWER IN THE UNITED STATES FOR OUR OWN DOMESTIC ECONOMIC BENEFIT, AS WELL AS TO PROVIDE THE TECHNOLOGY AND THE VAST EXPERIENCE WE HAVE GAINED FOR THE ENERGY SECURITY AND ECONOMIC BENEFIT OF OTHER COUNTRIES.

PRESIDENT REAGAN HAS, INDEED, RENEWED THE VISION AND THE COMMITMENT OF PRESIDENT EISENHOWER--A VISION REFINED THROUGH OVER 30 YEARS OF EXPERIENCE. PRESIDENT REAGAN'S CIVILIAN NUCLEAR POLICY STATEMENT OF OCTOBER 1981 REESTABLISHED THE GOALS IMPLIED IN FIGURE 1.

HIS POLICY STATEMENT OF JULY 1981 DEALS WITH THE EXPORT OF NUCLEAR TECHNOLOGY. ALTHOUGH PROTECTING THIS TECHNOLOGY AGAINST POSSIBLE MISAPPLICATION REMAINS A CENTRAL REQUIREMENT, AS IT WAS IN PRESIDENT EISENHOWER'S REMARKABLE POLICY OF "SWORDS TO PLOWSHARES," WE HAVE ABANDONED THE RECENT EXECUTIVE POLICIES OF DENIAL IN FAVOR OF POLICIES OF SUPPLY. NOTHING PRESERVES PEACE LIKE ABUNDANCE, PROSPERITY, LINKED ECONOMIES, COMMERCE, AND COMMONALITY OF PURPOSE; AND NOTHING DISRUPTS PEACE LIKE SCARCITY, WANT, DENIAL, AND BARRIERS TO NORMAL COMMERCE.

SINCE THE ATOMS FOR PEACE POLICY WAS LAUNCHED IN 1953, WE HAVE FOSTERED WORLDWIDE PEACEFUL APPLICATIONS OF THE ATOM BY MAKING OUR TECHNOLOGY AVAILABLE TO OTHER NATIONS. AS A RESULT, NUCLEAR POWER IS BEING APPLIED COMMERCIALY IN EUROPE, IN THE FAR EAST, AND ELSEWHERE.

INDEED, MANY OF OUR BENEFICIARIES HAVE BECOME NUCLEAR EXPORTING NATIONS. WE ARE NO LONGER A MONOPOLY SUPPLIER, ALTHOUGH WE HAVE SOMETIMES TENDED TO ACT LIKE ONE, PARTICULARLY IN THE LATE 1970'S. NEVERTHELESS, WE CREATED OUR COMPETITION, AND TODAY WE WELCOME THE CHALLENGE TO COMPETE FOR SALES OF NUCLEAR TECHNOLOGY, EQUIPMENT, FUEL, AND SERVICES.

U.S. NUCLEAR POWER TODAY

I SAID A MOMENT AGO THAT THE NUCLEAR PROGRAM UNDERTAKEN SEVERAL DECADES AGO IN THE UNITED STATES HAS BEEN AN UNPARALLELED SUCCESS. SOME HAVE ASSERTED THAT THE UNITED STATES HAS LOST ITS COMPETITIVE EDGE AND ITS COMMITMENT TO NUCLEAR POWER AND SOME ELEMENTS IN OUR OWN MEDIA HAVE CREATED AN IMPRESSION OF A DYING U.S. NUCLEAR INDUSTRY AND OF A FAILED OPTION.

IT IS TRUE THAT WE HAVE SUFFERED SETBACKS OVER THE PAST 10 YEARS. HOWEVER, THESE HAVE BEEN DUE NOT TO TECHNOLOGICAL FACTORS BUT TO INSTITUTIONAL, REGULATORY, AND FINANCIAL FACTORS, INCLUDING A RECESSION IN THE GENERAL ECONOMY IN THE 1970'S. IT IS ALSO TRUE THAT RECENTLY SEVERAL NEARLY COMPLETED PLANTS HAVE BEEN PUT ON HOLD. BUT DID YOU KNOW THAT IN 1983 FIVE U.S. NUCLEAR PLANTS, TOTALLING 5.3 GWE, WERE LICENSED FOR OPERATION, AND THAT BETWEEN NOW AND 1985 WE EXPECT 21 NEW PLANTS, TOTALLING 23 GWE, TO COME ON LINE? THAT IS AS MANY U.S. PLANTS COMING ON LINE IN A 24-MONTH PERIOD AS FRANCE NOW HAS ON LINE IN ITS TOTAL GRID. NOW THAT DOES NOT REFLECT A DEAD INDUSTRY OR A FAILED OPTION.

WE NOW HAVE MORE THAN 80 NUCLEAR PLANTS OPERATING IN THE UNITED STATES AND OVER 45 UNDER CONSTRUCTION. ABOUT ONE-THIRD OF THE WORLD'S NUCLEAR CAPACITY IS IN THE UNITED STATES (SEE FIGURE 2). THESE STATISTICS DO NOT REFLECT A DEAD INDUSTRY OR A FAILED OPTION.

NUCLEAR POWER SUPPLIES ABOUT 13 PERCENT OF OUR ELECTRICAL REQUIREMENTS, AND WE PROJECT THAT WHEN THE PLANTS IN THE PIPELINE NOW ARE COMPLETED, NUCLEAR POWER WILL SUPPLY ABOUT 20 PERCENT OF OUR ELECTRIC ENERGY. THESE STATISTICS DO NOT REFLECT A DEAD INDUSTRY OR A FAILED OPTION.

THE U.S. HAS MORE REACTOR OPERATING EXPERIENCE THAN THE REST OF THE FREE WORLD COMBINED (SEE FIGURE 3). CONSIDERING ONLY LIGHT WATER REACTORS LARGER THAN 500 MWE, U.S. EXPERIENCE AMOUNTS TO 578 REACTOR YEARS. EXCLUDING THE U.S. AND SOVIET-BLOC COUNTRIES, THE WORLD HAS 413 REACTOR YEARS OF EXPERIENCE. FRANCE, OUR MOST ACTIVE COMPETITOR, HAS 68 REACTOR YEARS OF EXPERIENCE. THE DEPTH AND BREADTH OF OUR REACTOR OPERATING EXPERIENCE DOES NOT REFLECT A DEAD INDUSTRY, OR A FAILED OPTION.

THE U.S. NUCLEAR SUPPLY STRUCTURE OFFERS ANOTHER UNIQUE ADVANTAGE TO THE CUSTOMER IN BOTH DOMESTIC AND FOREIGN MARKETS: WE HAVE A DIVERSE SOURCE OF SUPPLY FOR PLANT EQUIPMENT AND CONSTRUCTION. WE HAVE NOT ONE, BUT FOUR REACTOR EQUIPMENT MANUFACTURERS. WE HAVE NOT ONE, BUT ELEVEN ARCHITECT-ENGINEERING AND CONSTRUCTION FIRMS EXPERIENCED IN THE DESIGN, LICENSING, AND CONSTRUCTION OF NUCLEAR FACILITIES. WE HAVE THE CAPABILITY TO PRODUCE OVER 20 PLANTS PER YEAR. WHEN COMPETING IN FOREIGN MARKETS, NOT ONLY DOES OUR INDUSTRY COMPETE WITH OTHER SUPPLIER NATIONS--OUR REACTOR MANUFACTURERS AND ENGINEERS COMPETE WITH EACH OTHER. THIS IS REMARKABLE AND UNIQUE AMONG NUCLEAR SUPPLIER NATIONS, AND IN THE CURRENT BUYER'S MARKET, I URGE IMPORTING NATIONS TO TAKE ADVANTAGE OF THE AMERICAN COMPETITIVE WAY OF DOING BUSINESS.

THE UNITED STATES PIONEERED THE DEVELOPMENT OF LWR TECHNOLOGY, WHICH HAS NOW BECOME THE "WORLD STANDARD" FOR CIVILIAN NUCLEAR POWER APPLICATIONS. WE HAVE MAINTAINED A LEADERSHIP POSITION BY CONTINUING TO IMPROVE THIS TECHNOLOGY AND ITS RELATED SERVICES.

WE ARE CONTINUING TO MAKE IMPROVEMENTS IN THE DESIGN, CONSTRUCTION, AND OPERATION OF LWR'S. FOR EXAMPLE, IN 1982, THE AVERAGE AVAILABILITY FACTOR FOR THE FOUR PLANTS THAT ENTERED COMMERCIAL SERVICE IN 1981 WAS 81.4 PERCENT, CONSIDERABLY HIGHER THAN THE 1982 WEIGHTED AVAILABILITY FACTOR OF 58 PERCENT FOR THE FIVE PLANTS THAT ENTERED COMMERCIAL SERVICE DURING THE PRECEDING 3 YEARS, OR THE 68 PERCENT AVERAGE FOR ALL U.S. NUCLEAR PLANTS DURING THEIR FIRST FULL YEAR OF SERVICE.

THROUGHOUT THE U.S. NUCLEAR PROGRAM, MANY TIME- AND COST-SAVING CONSTRUCTION METHODS HAVE BEEN IMPLEMENTED. SOME EXAMPLES OF INNOVATIVE CONSTRUCTION METHODS SUCCESSFULLY EMPLOYED AT U.S. PLANTS INCLUDE ROBOTIC WELDING, CONCRETE FORMING AND PUMPING, COMPUTERIZED PIPE BENDING, AND THE USE OF HIGH-CAPACITY, SOPHISTICATED CRANES TO LIFT WHOLE PREFABRICATED ASSEMBLIES INTO PLACE.

THE ECONOMICS OF NUCLEAR POWER IN THE U.S., RELATIVE TO ALTERNATIVES, HAS BEEN AND IS FAVORABLE. THE ATOMIC INDUSTRIAL FORUM REPORTED THAT THE TOTAL COST OF PRODUCING A KILOWATT-HOUR OF ELECTRICITY AVERAGED 3.1 CENTS FOR NUCLEAR PLANTS IN 1982, COMPARED WITH 3.5 CENTS FOR COAL AND 7.0 CENTS FOR OIL. THE TOTAL COST FIGURES INCLUDE CAPITAL EXPENSE, FUEL, OPERATION AND MAINTENANCE, AND, IN THE CASE OF MOST NUCLEAR PLANTS, PROVISION FOR WASTE DISPOSAL AND DECOMMISSIONING. THE FIGURES FOR COAL VARY FROM REGION TO REGION WITHIN THE UNITED STATES, DEPENDING ON PROXIMITY TO COAL FIELDS.

MONETARY SAVINGS DUE TO THE GENERATION OF ELECTRICITY IN U.S. NUCLEAR POWER STATIONS RATHER THAN STATIONS POWERED BY ALTERNATIVE FUELS HAVE BEEN CONSIDERABLE. DOE'S ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION HAS ESTIMATED A SAVINGS OF MORE THAN \$7 BILLION IN TOTAL GENERATING COSTS FOR THE NEARLY 2.5 TRILLION KWH OF NUCLEAR-GENERATED ELECTRICAL ENERGY DURING THE 1974-1983 PERIOD, COMPARED WITH EQUIVALENT GENERATION IN COAL-FIRED PLANTS.

DESPITE THE DEPTH AND MATURITY OF THE U.S. NUCLEAR ENTERPRISE, AND DESPITE FAVORABLE ECONOMICS, THE U.S. HAS BEEN FOR THE PAST 10 YEARS IN A PERIOD OF WHAT COULD BE TERMED A "NUCLEAR RECESSION." THERE HAVE BEEN NO ORDERS SINCE THE MID 1970'S AND MANY PLANTS HAVE BEEN

CANCELLED. ALTHOUGH UTILITIES WITH NUCLEAR PLANTS ON LINE ENJOY RELATIVE FINANCIAL HEALTH (AND THEIR CUSTOMERS ENJOY RELATIVELY LOWER POWER BILLS), MANY UTILITIES WITH PLANTS NOW UNDER CONSTRUCTION ARE SUFFERING FINANCIAL AND REGULATORY DIFFICULTIES IN COMPLETING THEIR PLANTS AND THEIR CUSTOMERS ARE FACING SOME DEGREE OF "RATE SHOCK."

IN THE PAST SEVERAL MONTHS, WE HAVE WITNESSED TWO NEW PHENOMENA:
O THE CANCELLATION OR DELAY OF SEVERAL PLANTS WHICH ARE ESSENTIALLY COMPLETE OR WELL ALONG IN THE CONSTRUCTION CYCLE, AND
O THE RETRENCHMENT OF THE U.S. FINANCIAL COMMUNITY FROM NUCLEAR UTILITY INVESTMENT.

AND, QUITE FRANKLY, WE EXPECT MORE PAIN AS THE PLANTS NOW IN THE PIPELINE REACH THE OPERATING LICENSE STAGE.

OUR NUCLEAR RECESSION HAS SEVERAL UNDERLYING CAUSES:

- O FIRST, AN EXCESSIVE, COSTLY AND UNPREDICTABLE NUCLEAR REGULATORY PROCESS--A PROCESS DESIGNED DECADES AGO WHEN NUCLEAR POWER WAS DEVELOPMENTAL AND LICENSE APPLICATIONS WERE FEW; IT IS UNSUITABLE FOR REGULATING A MODERN INDUSTRY;
- O SECOND, A CAPACITY OVERHANG--ELECTRICAL DEMAND WAS OVER-PROJECTED WHEN MANY OF THE PLANTS IN THE PIPELINE WERE ORDERED; THIS FACTOR CAN BE TRACED TO THE RECESSION IN THE GENERAL ECONOMY DURING THE 1970's;
- O THIRD, ACUTE FINANCIAL CONSTRAINTS AMONG MANY OF OUR UTILITIES, DURING A PERIOD OF MAJOR ESCALATION IN CAPITAL COSTS--THESE FINANCIAL DIFFICULTIES HAVE RESULTED LARGELY FROM TWO PHENOMENA:
 - THE RECESSION IN THE GENERAL ECONOMY, HIGH INFLATION RATES AND HIGH INTEREST RATES, AND

- INABILITY OF UTILITIES TO FORM CAPITAL FOR NEW OR CONTINUING CONSTRUCTION; THEIR INABILITY TO FORM CAPITAL EITHER FROM EARNINGS BECAUSE OF RATE BASE CONSTRAINTS, OR FROM NEW INVESTMENT INSTRUMENTS BECAUSE OF ERODING FINANCIAL COMMUNITY CONFIDENCE.

o FINALLY, LOSS OF UTILITY MANAGEMENT CONTROL OF PROJECTS--THEIR INABILITY, IN MANY CASES, TO COPE WITH A NEW TECHNOLOGY AND WITH THE COMPLEX INDUSTRIAL AND REGULATORY BUREAUCRATIC APPARATUS THAT HAS ATTACHED ITSELF TO IT.

IT IS MY BELIEF THAT WE ARE AT THE CUSP OF THE U.S. NUCLEAR RECESSION. FOR ONE THING, PRESIDENT REAGAN'S ECONOMIC RECOVERY PROGRAM IS WORKING: INFLATION HAS BEEN BROUGHT UNDER CONTROL; INTEREST RATES ARE DOWN; UNEMPLOYMENT IS DOWN; AND THERE IS A RETURN OF GROWTH IN GNP. THE FINANCIAL HEALTH OF THE UTILITY COMPANIES SHOULD BE IMPROVED WITH THE IMPROVEMENT IN THE GENERAL ECONOMY. IN ADDITION, ELECTRICAL DEMAND GROWTH IS BACK, AND WHAT EVER CAPACITY OVERHANG EXISTS SHOULD BE TRANSIENT.

IN ADDITION, THE REAGAN ADMINISTRATION SUBMITTED COMPREHENSIVE NUCLEAR REGULATORY REFORM LEGISLATION TO CONGRESS LAST YEAR. THAT LEGISLATION IS NOW BEING CONSIDERED SERIOUSLY, IN THE CONTEXT OF THE RECENT DEFERRALS AND CANCELLATIONS. THE PRINCIPAL FEATURES OF THE PROPOSED LEGISLATION ARE A ONE-STEP LICENSING PROVISION; PREAPPROVAL POWER PLANT SITES; A MORE DISCIPLINED RETROFIT PROCESS; A REVISION IN NRC'S HEARING FORMAT; AND PRELICENSING OF STANDARDIZED PLANT DESIGNS.

RECOVERY IN THE GENERAL ECONOMY AND NUCLEAR REGULATORY REFORM WILL IMPROVE THE OUTLOOK FOR FURTHER DEPLOYMENT OF NUCLEAR POWER IN THE U.S.

WASTE MANAGEMENT AND URANIUM ENRICHMENT

ANOTHER IMPEDIMENT, THE HIGH LEVEL WASTE MANAGEMENT ISSUE--AN ISSUE WHICH HAS BEEN FESTERING FOR TWO DECADES--HAS BEEN FACED SQUARELY AND A SOLUTION HAS BEEN MOBILIZED, IN RESPONSE TO PRESIDENT REAGAN'S OCTOBER 1981 CIVILIAN NUCLEAR POLICY STATEMENT. ON JANUARY 7, 1983, PRESIDENT REAGAN SIGNED INTO LAW THE WASTE POLICY ACT OF 1982. THIS LEGISLATION ADDRESSES EACH LOGISTICAL ELEMENT OF THE WASTE SYSTEM: SPENT FUEL STORAGE, MONITORED RETRIEVABLE STORAGE, TRANSPORTATION, AND ULTIMATE DISPOSITION IN A GEOLOGICAL REPOSITORY. IT PROVIDES FOR FUNDING THROUGH A USER FEE SYSTEM, THEREBY RELIEVING THE GENERAL TAXPAYER OF THIS BURDEN. THE LEGISLATION ESTABLISHES A PROCESS FOR SOCIETAL DECISIONS ON SITING AND LICENSING; AND IT PROVIDES A STATUTORY SCHEDULE FOR DEPLOYING A COMPLETE WASTE MANAGEMENT SYSTEM.

THE IMPLEMENTATION OF THIS LEGISLATION WILL REMOVE A MAJOR INSTITUTIONAL IMPEDIMENT TO THE DEVELOPMENT OF NUCLEAR POWER IN THE UNITED STATES. IT WILL ALSO REDUCE THE SIGNIFICANCE OF THE NUCLEAR WASTE DISPOSAL ISSUE IN OTHER COUNTRIES.

ON THE BASIS OF THE PROVISIONS OF SECTION 223 OF THE WASTE POLICY ACT, THE UNITED STATES HAS ANNOUNCED ITS READINESS TO COOPERATE WITH--AND PROVIDE TECHNICAL ASSISTANCE TO--OTHER NATIONS IN THE AREAS OF AT-REACTOR AND AWAY-FROM-REACTOR TEMPORARY STORAGE OF SPENT FUEL, MONITORED RETRIEVABLE STORAGE, AND PERMANENT GEOLOGIC DISPOSAL OF NUCLEAR WASTES, AND THE HEALTH, SAFETY, AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THESE ACTIVITIES.

ANOTHER FEDERAL RESPONSIBILITY IN THE NUCLEAR FUEL CYCLE IS URANIUM ENRICHMENT. IN THE PAST YEAR WE HAVE TAKEN MAJOR STEPS

TO REVISE AND MODERNIZE BUSINESS PRACTICES IN THIS ENTERPRISE,
AND TO MAKE IT MARKET-RESPONSIVE.

IN THE 1940'S AND 1950'S, THE U.S. CONSTRUCTED THREE GDP'S. TO
DATE, ABOUT 95 PERCENT OF THE NUCLEAR ENERGY PRODUCED BY LWRs IN
THE FREE WORLD ORIGINATED IN FUEL ENRICHED BY THE UNITED STATES.
LOOKING TO THE FUTURE, THE U.S. IS DEVELOPING TWO ADVANCED ISOTOPE
SEPARATION TECHNOLOGIES:

- o ADVANCED GAS CENTRIFUGE.
- o ATOMIC VAPOR LASER ISOTOPE SEPARATION.

THESE TECHNOLOGIES PROMISE MAJOR REDUCTIONS IN COSTS--AND THESE
REDUCTIONS WILL BE PASSED ON TO THE CUSTOMER.

AT THE PRESENT TIME, DUE TO THE ENTRY OF OTHER COUNTRIES INTO THE
ENRICHMENT BUSINESS AND DUE TO THE FALL OFF IN THE GROWTH RATE OF
NUCLEAR CAPACITY, THE MARKET FOR URANIUM ENRICHMENT SERVICES IS
HIGHLY COMPETITIVE; THAT IS, IT IS A "BUYER'S MARKET." WE RECOGNIZE
THAT WE NO LONGER HAVE A MONOPOLY IN THE ENRICHMENT MARKET AND WE ARE
RESPONDING TO THE COMPETITION ACCORDINGLY. A STRONG SECONDARY
MARKET HAS EMERGED, SUPPLIED BY ENRICHED URANIUM PURCHASED PREVIOUSLY
BY UTILITIES, WHICH IS NOW IN EXCESS OF THEIR IMMEDIATE NEEDS. IN
ADDITION, A MAJOR SHIFT IN FOREIGN EXCHANGE RATES HAS IMPROVED THE
STRENGTH OF THE U.S. DOLLAR AND HAS PLACED OUR PRICE AT A
DISADVANTAGE WITH RESPECT TO FOREIGN PRIMARY OR SECONDARY SOURCES.
IN ORDER TO STABILIZE OUR SHARE OF THE MARKET, WE ARE OFFERING OUR
ENRICHMENT CUSTOMERS A NEW CONTRACT WHICH WE BELIEVE IS SUPERIOR TO
THOSE AVAILABLE FROM OTHER SOURCES.

MAJOR FEATURES OF THE NEW CONTRACT ("UTILITY SERVICES CONTRACT")
ARE:

1. FIRST OF ALL, THAT IT IS A "REQUIREMENTS" TYPE CONTRACT, BASED ON CUSTOMERS' ACTUAL ANNUAL REQUIREMENTS RATHER THAN ON A FIXED COMMITMENT FOR A NUMBER OF YEARS IN ADVANCE.
2. SECOND, THAT IT ALLOWS AN "OFFSET" OF UP TO 30 PERCENT OF THE CUSTOMER'S REQUIREMENT; THAT IS, UP TO 30 PERCENT OF A CUSTOMER'S REQUIREMENTS CAN BE SUPPLIED BY SOURCES OTHER THAN U.S. DOE.
3. THIRD, A PRICE CEILING OF \$135/SWU (FY 1985) AND ADJUSTED THEREAFTER BY KNOWN INDICES OR INFLATORS, RATHER THAN A PRICING FORMULATION BASED ON ESTIMATIONS OF FUTURE ENRICHMENT ENTERPRISE COSTS.
4. FOURTH, A VARIABLE TAILS ASSAY OPTION (VTAO), ALLOWING CUSTOMERS TO TAKE ADVANTAGE OF LOW COST ORE TO DISPLACE A PORTION OF THE SWU-COST COMPONENT.

THE CONTRACT IS DESIGNED TO MAXIMIZE CUSTOMERS' FLEXIBILITY (FEATURES 1, 2 AND 4) WHILE PROVIDING THE U.S. DOE A FLOOR, A MORE STABLE BASIS FOR PRODUCTION PLANNING. THE REQUIREMENTS FEATURE (1) WILL MEAN THAT THE U.S. WILL NOT BE PRODUCING INTO A "GLUT"-- THEREBY AVOIDING FEEDING THE SECONDARY MARKET WHICH HAS HAD SUCH DESTABILIZING EFFECTS ON THE ENRICHMENT MARKET. WE URGE OTHER PRODUCERS TO EXERCISE SIMILAR RESTRAINT. THE "OFFSET" FEATURE (2) WILL PROMOTE CLEARING OF THE SECONDARY MARKET AND FACILITATE A RETURN TO A COHERENT SUPPLY DEMAND BALANCE AND STABILITY. THE PRICE CEILING FEATURE (3) MEANS THAT WE WILL EXERCISE COST DISCIPLINE IN THE U.S. ENRICHMENT ENTERPRISE, THAT WE WILL "LIVE WITHIN OUR MEANS." THIS PROVISION ALSO ALLOWS PRICE PREDICTABILITY-- AS CONTRASTED WITH THE PRESENT PRICING SYSTEM IN WHICH THE

PRODUCTION PLAN DETERMINES COST WHICH DETERMINES PRICE. CUSTOMER'S KNOWLEDGE OF THE KNOWN PUBLISHED, ECONOMIC AND POWER COST INDICATORS WILL ALLOW THE CUSTOMERS TO FORECAST FUTURE PRICES AS ACCURATELY AS THE U.S. DOE CAN.

THIS NEW CONTRACT REFLECTS A FUNDAMENTAL SHIFT IN PHILOSOPHY AND BUSINESS PRACTICE. WE WILL BE RESPONSIVE TO THE MARKET. OUR PRODUCTION STRATEGY WILL BE DRIVEN BY MARKET REALITIES, NOT VICE VERSA. WE WILL COMPETE.

IN THE PAST YEAR WE HAVE MADE MAJOR ADJUSTMENTS IN OUR URANIUM ENRICHMENT BUSINESS STRATEGY. WITH THIS NEW STRATEGY, AND WITH OUR DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT OF NEW ENRICHMENT TECHNOLOGIES, AND WITH OUR OPERATING EXPERIENCE ACCUMULATED OVER THE PAST 30 YEARS, WE EXPECT THE UNITED STATES WILL CONTINUE TO BE THE PREFERRED SOURCE FOR ENRICHMENT SERVICES.

THE U.S. BREEDER PROGRAM

LET ME TURN NOW TO THE U.S. BREEDER PROGRAM. THE CANCELLATION OF THE CLINCH RIVER PROJECT WAS A KEEN DISAPPOINTMENT, BUT IT DOES NOT MEAN THE TERMINATION OF A PROGRAM MISSION. THE FIRST REACTOR PLANT DELIVERING POWER ANYWHERE IN THE WORLD WAS THE EXPERIMENTAL BREEDER REACTOR 1 IN 1951. SINCE THOSE EARLY DAYS, WE HAVE INVESTED MORE THAN \$5 BILLION IN BREEDER RESEARCH AND DEVELOPMENT AND THIS INVESTMENT HAS NOT AND WILL NOT BE WASTED.

MUCH OF THE EXPERIENCE VALUE OF THE CLINCH RIVER PROJECT HAS, IN FACT, BEEN REALIZED. MAJOR EQUIPMENT HAS BEEN DESIGNED, FABRICATED AND TESTED. THE LICENSING PROCESS, RESUMED BY THE REAGAN ADMINISTRATION IN 1981, YIELDED A LICENSING BOARD DECISION TO GRANT A CONSTRUCTION PERMIT. THE TECHNOLOGY BASE UNDERLYING THE

DESIGN AND UNDERLYING THE LICENSE IS INTACT. WE WILL PRESERVE AND BUILD ON THE CLINCH RIVER EXPERIENCE.

OUR REVISED PROGRAM WILL ALSO STRESS THE BREEDER FUEL CYCLE, WHICH HAD BEEN NEGLECTED IN THE PAST. WE WILL ALSO PLACE EMPHASIS ON SECOND GENERATION BREEDER DESIGNS AND TECHNOLOGY--DESIGNS WHICH WILL ALLOW CREDIT FOR INHERENT SAFETY FEATURES OF BREEDER REACTORS. IN THE PAST, LIGHT WATER REACTOR SAFETY AND LICENSING CRITERIA HAS BEEN APPLIED INAPPROPRIATELY, BY ROTE, TO BREEDERS AND THIS APPLICATION HAS GONE UNCHALLENGED BY THE BREEDER COMMUNITY IN ORDER TO SAVE SCHEDULE ON PARTICULAR PROJECTS. WITHOUT THE PRESSURES OF THE CLINCH RIVER SCHEDULE, WE NOW HAVE THE TIME TO ADDRESS THIS ISSUE.

THE BALANCE OF THE PROGRAM, WITHOUT CLINCH RIVER, REMAINS STRONG AND DELIBERATE. OUR BUDGET IS ABOUT \$300 MILLION FOR FY 1985. WE WILL, OF COURSE, BE REALIGNING PRIORITIES WITHIN THE PROGRAM.

WE PLACE GREAT IMPORTANCE ON THE BILATERAL ARRANGEMENT THAT WE HAVE ENJOYED WITH JAPAN OVER THE YEARS, AND MORE RECENTLY THE AGREEMENT ON MONJU. IN THE ABSENCE OF A U.S. INTERMEDIATE SCALE DEMONSTRATION, THE MONJU PROJECT IS OF GREAT INTEREST TO US, AND THE ACCUMULATED EXPERIENCE IN U.S. PROGRAM OVER SEVERAL DECADES WILL BE OF IMMENSE VALUE TO THE JAPANESE PROGRAM. IT IS CLEAR TO ME THAT THE FITFUL STARTS AND STOPS OVER THE YEARS IN NATIONAL BREEDER PROGRAMS, JAPAN EXCLUDED, AND THE EXPENSE OF LARGE DEVELOPMENT AND DEMONSTRATION PROGRAMS, UNDERSCORE THE DESIRABILITY OF SUBSTANTIVE AND COMPLEMENTARY INTERNATIONAL BREEDER DEVELOPMENT ARRANGEMENTS.

CONCLUDING REMARKS

I SAID EARLIER THAT WE IN THE U.S. ARE STEPPING UP TO A NEW BEGINNING-- A RENEWAL OF THE VISION AND COMMITMENT OF PRESIDENT EISENHOWER 30 YEARS AGO. WE ARE RENEWING OUR EFFORTS BECAUSE WE MUST--NUCLEAR POWER IS NOT AN OPTION, IT IS A NECESSITY.

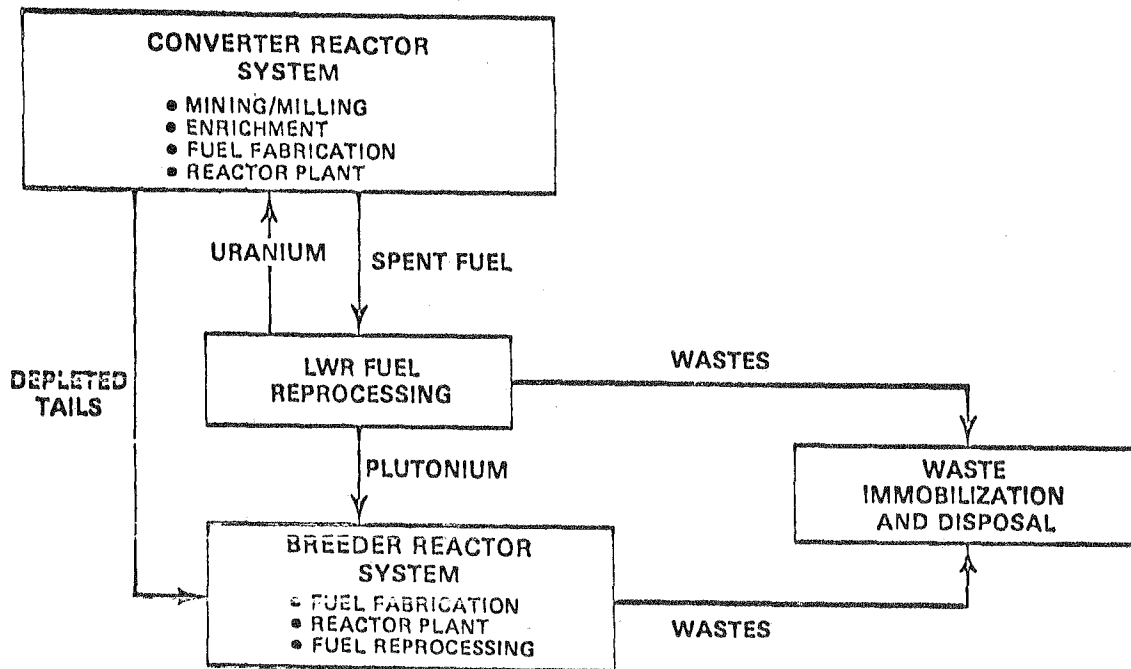
PRESIDENT REAGAN'S ECONOMIC RECOVERY POLICIES ARE WORKING AND ELECTRICAL DEMAND GROWTH HAS COME BACK FROM ZERO TO OVER THREE PERCENT. A SUSTAINED GROWTH OF THREE PERCENT MEANS THAT WE WILL HAVE TO DOUBLE OUR GENERATING CAPACITY OVER THE NEXT QUARTER CENTURY, THAT IS THE ADDITION OF OVER 400 GWE IN THE NEXT 25 YEARS, TO SAY NOTHING OF REPLACEMENTS FOR RETIRING UNITS. COAL AND URANIUM ARE THE ONLY SOURCES WHICH CAN PROVIDE THE BULK OF THIS NEW CAPACITY. THIS SHOULD MEAN A RESUMPTION OF NUCLEAR ORDERS SOMETIME IN THIS DECADE, AS WELL AS A SOCIETAL DETERMINATION THAT THOSE IN THE PIPELINE NOW WILL BE COMPLETED.

WE OBVIOUSLY HAVE THE NEED FOR NUCLEAR POWER AS A COMPONENT IN OUR ENERGY FUTURE. AS I HAVE INDICATED WE ALSO HAVE THE INDUSTRIAL MATURITY AND CAPABILITY IN OUR SUPPLY SECTOR. PRESIDENT REAGAN HAS RENEWED OUR COMMITMENT TO ENABLING NUCLEAR POWER TO DELIVER ITS COMPLETE PROMISE. OUR INTENSE AND FUNDAMENTAL ACTIONS IN NUCLEAR REGULATORY REFORM, WASTE MANAGEMENT, AND URANIUM ENRICHMENT REFLECT THAT COMMITMENT--A COMMITMENT TO A SHARPLY-DEFINED OPERATIONAL AGENDA TO REMOBILIZE.

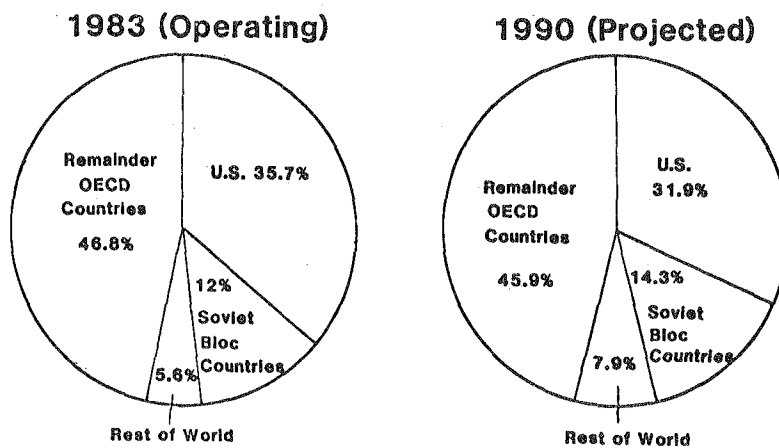
[S. ブリュウワー氏図]

FIGURE 1

THE COMPLETE FISSION ENERGY SYSTEM



OFFICE OF THE ASSISTANT SECRETARY
FOR NUCLEAR ENERGY



SOURCES: Update, Nuclear Power Program Information and Data, July-September 1983, DOE/NE-0048/4, p.6

Nuclear News, Vol. 27/No.2, February 1984, p.71-80

FIGURE 2 - WORLD-WIDE NUCLEAR GENERATING CAPACITY

[S. ブリュウワー氏図]



OFFICE OF THE ASSISTANT SECRETARY
FOR NUCLEAR ENERGY

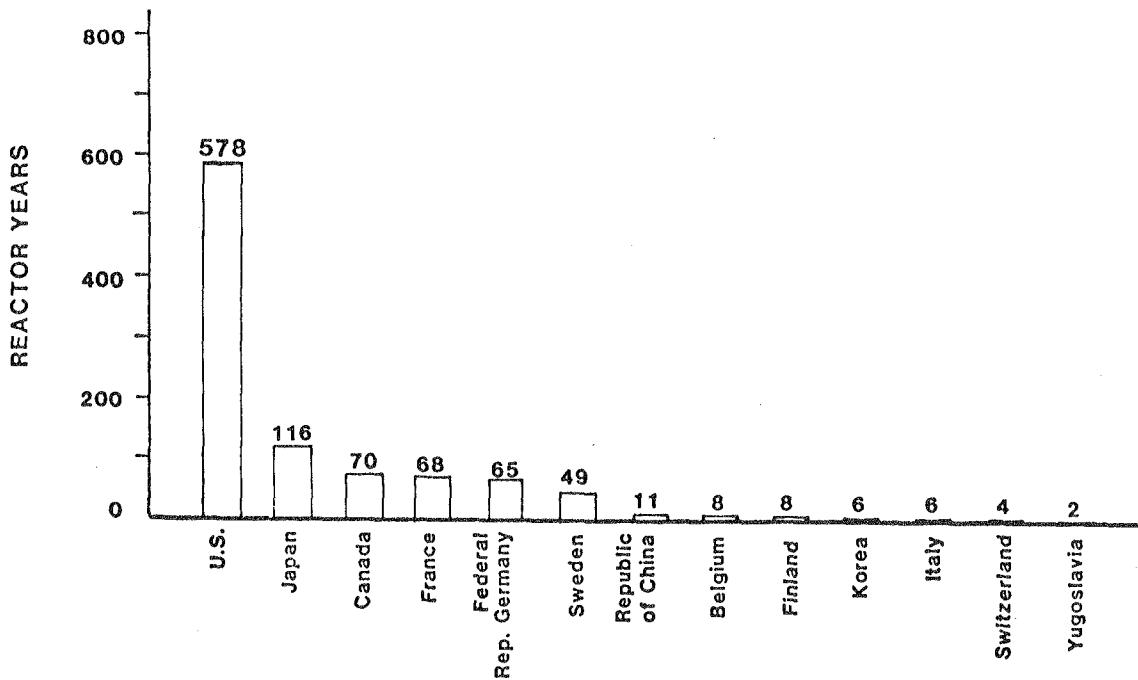


FIGURE 3 - US & FOREIGN REACTOR OPERATING EXPERIENCE

**The Energy Issues and Prospects of Nuclear Power
Development in the Federal Republic of Germany**

Günter Lehr

Director General

Federal Ministry for Research and Technology, Bonn

A. Status and Perspectives of Energy Consumption and Energy Supply

In 1983 total energy consumption in the Federal Republic amounted to 10,700 Petajoule which was covered by mineral oil (43.1 %), hard coal and lignite (32.3 %), natural gas (16.2 %), nuclear energy (5.9 %), and renewables (e.g. hydropower, 2.5%). This shows the same picture as in almost any other industrialized country of the Western hemisphere. Dependence on imported energy sources (mineral oil and gas) is still high, though reductions have been achieved during the last few years due to a worldwide economic recession and energy conservation measures.

The distribution of primary energy sources for utility power generation in the Federal Republic is modified as compared to the figures for overall energy consumption: hard coal and lignite make up for about 60 %, nuclear energy covers 21 %, then there are natural gas with 9 %, hydropower with 5 %, oil with 3 % and other sources with 2 %. This shows that Germany is in a particular situation because of its domestic resources of hard coal and lignite.

Experience so far has shown that it is difficult to develop a reliable prognosis for the future energy demand. Nevertheless one can predict that world energy demand will increase during the years to come, since developing countries will need much more energy and since it is expected that the industrialized countries will again enter into a phase of economic growth. For the Federal Republic of Germany different forecasts assume an increase in primary energy consumption of 11 16 % until 1995 — corresponding to average annual economic growth rates of

1 1.4 %. According to these forecasts natural gas, hard coal, lignite and hydropower will maintain their share in covering energy demand, while the share of mineral oil will be reduced to about 1/3 of the total energy consumption and the contribution of nuclear energy will increase. This means that present trends will continue. During the past ten years nuclear power has grown slowly but steadily, despite a long period of political discussions and difficulties. Today, nuclear energy meets more than 20 % of the country's electricity demand. According to the number of plants presently under construction, the installed capacity of 11,000 MWe today will rise to about 23,000 MWe in 1990. Then the share of nuclear energy in electricity generation will be about 35 %, meaning that nuclear energy will then be our most important primary source for producing electricity.

The Role of Nuclear Energy

In its overall energy policy the government advocates an extended utilization of nuclear energy for base load electricity generation. This is done for several reasons:

- Nuclear energy remains one of the cheapest sources of energy. Neither additional safety requirements, nor the demand for financial provision for future decommissioning, nor the full inclusion of the costs of the fuel cycle and of waste management, have resulted in reducing the economic attractiveness of nuclear power. The economic advantages of nuclear power are often questioned on the basis of developments in one or the other national nuclear programme in other countries. But neither the situation in the United States with its abundant supply of cheap fossil fuels, nor the slowing down of the very ambitious French nuclear programme can be generalized to form a lesson for other industrialized countries. We continue to believe that the further development of economics and industry will have to be based on a

steady development of nuclear power. The provision of economic base load power is considered an important aspect for industry in general.

- Nuclear energy utilization has a good environmental record, whereas the global problems of acid rain and other burdens on the environment as caused by the utilization of coal and other fossil fuels, today, lead to growing concern in public and in politics. A continued strengthening of environmental standards for the burning of fossil fuels therefore is to be expected. Even partial solutions, however, will bring along strong economic penalties, thereby further enhancing the attractiveness of nuclear power.
- Research and development on non-nuclear energy sources has not led to a new cheap and easily available source of energy, which could substitute coal or nuclear power for electricity generation or heating. After a period of ten years of non-nuclear R&D during which 1750 projects with a total amount of appr. 5 billion Deutsche Mark have been supported by the Federal Government, we are now in the process to concentrate the non-nuclear R&D on the remaining promising areas.

Apart from its economic and environmental attractiveness nuclear energy will also gain importance by expanding the range of application. While it is today nearly exclusively used for electricity generation, development trends are directed towards using heat from nuclear energy for district heating systems or as process heat for industrial purposes as well.

B. Strategy of Reactor Development

Though nuclear power stations are commercial plants and the relevant technologies are well-established, research and development remain important activities in this field. After 25 years of government-funded research, industry is getting increasingly involved in respective activities. As for the light water reactor technology it is since many years entirely up to industry to further develop this

technology as far as availability, standardization and maintenance requirements are concerned. The government is, however, still engaged in reactor safety research. During the past reactor safety research has made important contributions for better understanding and avoiding the risks of nuclear power utilization. High safety standards have thus been achieved in my country. Safety techniques must now be further developed in order not to enlarge the overall risk when nuclear energy utilization is expanded.

The field of nuclear research and development where government is most engaged still is the development of advanced reactor types such as the high-temperature reactor and the fast breeder. For both reactor lines prototype plants are under construction which are to a high degree government-funded.

The High-Temperature Reactor

High-temperature reactor development has already a long tradition in the Federal Republic of Germany. A pilot plant of the high-temperature reactor with a capacity of 15 MWe has now been operated in the Julich Nuclear Research Center for more than 15 years. A prototype, the THTR-300, is nearly completed. In September 1983 it became critical for the first time at zero energy. Test operations will start this year and the THTR nuclear power station will be handed over to the operating utility in 1985.

This prototype is a prerequisite for further application of the high-temperature reactor technology. A follow-up project will now have to be realized by industry. Utilities have already asked the respective manufactureres to develop a conceptual design and to describe the technical and economic conditions for further high-temperature projects. This is to understand as an important step to commercialize the HTR. A decision on a follow-up project is expected during the course of this year.

One of the designs is characterized by a 500 MW (electric) plant with the

possibility of discharging process heat at a high temperature level of 950°C. The HTR-500 power station is expected to be competitive to the 1,240 MWe convoy-PWR which is a commercial type.

Another design consists of an assembly of small HTR modules of approx. 200 MWth, which may be particularly suited for cogeneration of industrial heat and electric power.

In the long run, especially the high-temperature reactor has a remarkable potential for cogeneration, that means for producing electricity, district heat and process heat as well. Because of the particular domestic resources in Germany the Federal Government is interested in development and testing of using nuclear heat for gasification processes for lignite and hard coal.

The Fast Breeder Reactor

In Germany, more than twenty years ago the development of the fast breeder reactor technology started in collaboration between the Karlsruhe Nuclear Research Center and interested industrial enterprises.

Right from the start we intended to cooperate with other countries in this field. So in 1968 the German/Belgian/Dutch-group for the development of breeder reactors was founded. Since then the international cooperation has been strongly intensified and extended, especially with France and Italy.

This European grouping was joined by the United Kingdom on January 10th this year by signing a "Memorandum of Understanding for Cooperation in the field of Liquid Metal Fast Reactor" between the Governments of Belgium, France, Germany, Italy, and the United Kingdom. An opening clause allows the participation of the Netherlands by declaration. In another clause the participants declare their interest in extending the collaboration to include or associate other countries. Japan and the United States of America are explicitly named in this respect.

In the framework of the European breeder cooperation we will harmonize our research and development efforts. In order to optimize the use of the existing industrial capacities and to reduce the financial effort of the introduction of breeder power stations into the market the agreement foresees the sequential construction of at least three large breeder reactors of about 1,500 MWe in Europe. For that purpose the manufactureres will cooperate in planning and construction of breeder power stations. The European utilities have resumed discussions to extend their existing collaboration in sharing the cost of the sequential erection of breeder power stations. In this context I would like to mention that for the next demonstration plant in Germany, the SNR-II, a company was formed by European utilites with the aim of jointly financing and operating this plant. We expect an industrial order for the detailed planning of the SNR-II during this year. The planning of the SNR-II shall lead to a construction licence in the year 1988. Cooperation in the field of breeder reactor fuel cycle is intended as well.

We believe that the extension and intensification of collaboration in the field of breeder technology is a very important and decisive step. It will enable the participating countries to take full part in the development and introduction of the technology without significantly enlarging their respective budgets. Furthermore we hope that by joined efforts we will end up with largely identical components for breeder power stations which will make the breeder system cheaper than in case of separate development. By the way, it is for these reasons only that the next German breeder reactor power station — the SNR-II — may be of the pool-type and not of the loop-type like the SNR-300. A comparison of pool-and loop-design did not show any evidence that either one would be decisively cheaper or safer than the other, if developed separately under otherwise equal conditions. This is true for the European sites under consideration. For sites in Japan the loop-design may be preferable for geological reasons.

It is certainly not my business to tell you about all the achievements already made by the other partners of the European breeder group. But allow me to point out some of the progress achieved in my country.

In 1977 the compact sodium-cooled thermal nuclear reactor device KNK-I was equipped with a fast reactor core, and since then it is in operation under the label KNK-II. A considerable part of the German know-how concerning sodium technology and breeder fuel elements was developed at KNK-II. Some fuel elements were in operation up to 100,000 MWD/T, which is representative for the burn-up we hope to achieve at the SNR-300.

The prototype breeder reactor power station SNR-300 was ordered in 1972 by the German/Belgian/Dutch utility SBK. As you probably know the construction of the SNR-300 was delayed six years with a corresponding increase in costs. The main reasons for that delay have not been of technical but of political and juridical nature. After disposing at least of the political and financial difficulties we are confident that commissioning of the SNR-300 will start in 1985.

At KfK an experimental reprocessing plant for breeder fuel elements named MILLI is in operation. A number of special techniques were developed as for example electrochemical techniques which largely reduce the amount of radioactive waste. To demonstrate the whole cycle one fuel element was reprocessed and the recovered nuclear fuel was recycled in KNK-II. Another important example for new reprocessing techniques is a special puls column testing device (PUTE) with a capacity of 10 kg Pu/d which shows a comparably high plutonium recovery ability. So we think we do have a modern reprocessing technology at our disposal that would allow us to construct a plant to reprocess breeder fuel from large power stations. But we are interested to establish the breeder fuel cycle in close European cooperation.

Although breeders today are certainly not as urgently needed as we all thought them to be in the seventies we are sure that a worldwide increase of nuclear

power utilization will make the breeder technology a "must" for a secure supply with electricity for the industrialized nations.

Let me now say a few words on special developments in the field of "conventional" nuclear technologies.

During the past 20 years there was a trend to increasingly large nuclear power plants up to the now standardized size of 1,300 MWe. This is, however, not a convenient size for small countries, for developing countries and for small utilities in industrialized countries. Therefore nuclear power stations of small and medium size have been developed during the last few years on the basis of existing reactor concepts and components. German industry also followed this tendency. Small nuclear power plants have been developed on the basis of the light-water reactor technology as well as on the basis of the high-temperature reactor technology. High reliability, economy of operation, simplicity of design, low maintenance requirements, inherent safety and flexibility of application are characteristic features of these small power stations.

All developments in this field are either carried out and paid for by industry, or they are joint undertakings of state and industry. Since all major technologies in the field now have reached or are approaching commercial maturity, support by the government will be phased out during the next few years. Government funding will only continue for long term aspects such as advanced reactors.

C. Problems and Prospects of the Nuclear Fuel Cycle

The nuclear fuel cycle in the Federal Republic of Germany is characterized on the one hand by lack of raw materials and by international cooperation for most steps. This cooperation is based on bilateral and multilateral arrangements including the European Community. On the other hand, all steps of the fuel cycle are within the responsibility of private industry except nuclear waste disposal — planned in geologic formations — which is under governmental responsibility due

to its long term safety aspects. Besides that, the role of the Federal Government is generally limited to research and development, to risk-sharing and to political backing of industrial undertakings.

Supply with Natural Uranium and Uranium Enrichment

The German demand in natural uranium rises from 2,700 t in 1983 to about 4,000 t in the year 2000. This corresponds to about 10 % of the total demand of the world. Domestic resources of about 14,000 t are known, but in low ore concentrations of no commercial interest. Therefore, uranium supply is covered by long-term contracts of German utilities as well as production shares of German companies in uranium mines abroad to about 80 % of the national needs until 1990, and more than 50 % thereafter. Due to the still existing over-capacity of uranium mining, I do not expect any bottleneck in uranium supply until far into the nineties.

Diversification of sources is another aim of German Federal and Industrial Policy. The uranium supply between 1981 and 1990 is divided between Australia (32 %), Canada (15 %), South Africa (40 %), Niger (8 %) and USA (4 %).

Conversion of the uranium oxide to hexafluoride is done abroad, too.

The Federal Republic of Germany was among the first nations that developed the technology for uranium enrichment by gas centrifuge. Since the beginning of the 70s, this technology is used commercially together with the United Kingdom and the Netherlands, based on the treaty of Almelo.

The common enrichment capacities of URENCO in the plants of Almelo (Netherlands), Capenhurst (UK) and Gronau (FRG) amounted to about 1,000 t separative work per year at the end of 1983. This capacity allows the supply of 8 power plants with 1,000 MWe each. The customers are from Germany, United Kingdom, Netherlands, Switzerland and Brasil. The planning of the further extension provides for the doubling of the actual capacity, i.e. to about 2,000 t

SWU per year in the middle of the 80s.

The importance which has been attached to the centrifuge process in Germany can be measured by the efforts of two billion DM spent by government and industry during the last 10 years. The centrifuge process distinguishes on low specific energy consumption and on good economy already at low capacities compared to diffusion plants. According to the special necessities of each individual customer new capacities will be installed with lead time of only 2 to 5 years so that the most advanced technology with the highest degree of economy will be available.

On the basis of its advanced centrifuge technology URENCO is in a position to compete economically with all other producers of enrichment services by offering flexible conditions of pure requirement contracts and attractive prices.

Even if the present market situation may not be favourable to the establishment of new enrichment capacities, we expect that URENCO enrichment services will be able to cover an increasing share in the international market.

General Aspects of Waste Management in Germany

Waste management continues to be of central importance for nuclear energy utilization in the Federal Republic of Germany.

Politically, it is widely accepted that timely progress of the establishment of the back-end of the fuel cycle in all areas of spent fuel storage, reprocessing, waste management and disposal, as well as recycling is an important element of the credibility of nuclear energy policy. Legislation and jurisdiction, therefore, have led to the definition of conditions which have to be met by reactor operators. For the individual plant, licensing authorities require provisions for spent fuel management (storage and/or reprocessing) always six years in advance. In general, a certain schedule for site investigations and the establishment of waste

management facilities has to be met as a precondition to construction and operation of nuclear power plants.

Organizationally, the atomic energy law draws a line between the responsibilities of the nuclear industry and the government. Industry is responsible for spent fuel storage, reprocessing, and waste conditioning. For these purposes, the Deutsche Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (DWK) has been set up by all 12 utilities operating or planning nuclear power plants. Final disposal of radioactive waste remains in the responsibility of a governmental agency, the Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) at Brunswick. According to a provision in the atomic energy law, the PTB uses the services of an industrial operator, the Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern (DBE), set up to fulfill this task by three government-owned companies.

Financially, with the exception of R&D projects, the costs for the establishment of waste management facilities have to be born by the waste producers. The operation of the utility-owned DWK is a normal cost factor of nuclear generated electricity. The governmental costs for the establishment of waste disposal facilities are reimbursed through a special pre-payment ordinance from the waste producers.

The main political milestones for the waste management concept, as established in 1979, were as follows.

1. Extension of the storage capacities for spent fuel elements at reactor sites and construction and operation of away-from-reactor storage facilities as soon as possible.
2. Site selection for a reprocessing facility until 1985, operation before 2000.
3. Evaluation of the feasibility of the Gorleben salt dome for disposal of all types of radioactive wastes until 1990, operation of a repository until 2000.

4. Assessment of the feasibility and safety-related aspects of direct disposal of spent fuel until 1985.

At present, the establishment of the waste management concept proceeds according to schedule, in some areas well ahead of these political milestones.

As Dr. Janberg will present some technical aspects of waste management in session 3, I should like to concentrate in the following on three important political aspects of waste management:

- reprocessing,
- direct disposal of spent fuel,
- disposal of radioactive wastes.

Reprocessing

Reprocessing of spent fuel is the central part of German waste management policy as it has proved to be feasible, safe and economically justifiable. Moreover, reprocessing is deemed to be necessary in the longer term for nuclear energy supply, especially for fast breeder utilization.

The actual planning of DWK provides for the construction of a reprocessing plant with a capacity of 2 t heavy metal per day to become operational at about 1992. Two alternative sites are in an advanced state of the planning and licensing procedure, the final selection of the site is expected soon after the middle of this year, and construction will start next year.

All plutonium (and uranium to the extent possible) will be recycled in fast breeder reactors, but for the time being mostly in light water reactors. For this "thermal recycling", the Federal Republic of Germany has acquired valuable industrial experience in the fabrication of mixed fuel and its successful demonstration in LWR operation.

A German demonstration plant for vitrification of high level waste, PAMELA, nears completion in Mol/Belgium by the end of 1984 with hot start-up at the end

of 1985.

Direct Disposal of Spent Fuel

Direct disposal of spent fuel in a salt dome is under investigation in the Federal Republic of Germany since 1981, studying the aspects of feasibility and safety advantages compared to reprocessing. The final report will be published by the end of this year. It is expected that the technical feasibility of direct disposal can be proved and that there may be some advantages for example with respect to costs and short-term radionuclide release. However, these possible advantages must be seen in the context of the whole fuel cycle where they will most probably be of minor significance.

On the other hand, direct disposal cannot be a real alternative to reprocessing for the time being in the Federal Republic of Germany. First, it does not correspond to political and legal demands as long as its feasibility and licensibility has not been demonstrated. I think that another 8 to 10 years would be necessary for this demonstration. Second, the long term implications of significant plutonium accumulation in the repository will have to be judged politically with respect to renunciation of valuable resources, long-term safety and proliferation risk. The actual state of discussion does not allow to agree to this option except for special fuel elements not suitable for reprocessing, e.g. the present spent fuel of high temperature reactors.

Disposal of waste

For the disposal of radioactive waste, Germany has from the beginning committed itself to disposal in deep geological formations. Based on the good properties of salt, the occurrence of several salt domes in northern Germany, the experience acquired with salt mining, and especially the successful demonstration of nuclear waste disposal in the Asse salt mine from 1967 to 1978, Germany

follows the concept of a mined repository in a salt dome. The salt dome of Gorleben has been designated by the state government in 1977, and in the meantime an extensive drilling programme has been completed. The sinking of 2 shafts has begun last year and underground investigation is scheduled until beginning of the 90s. So the repository can become operational by the end of this century.

While the Gorleben repository is planned for all kinds of radioactive waste, the former iron ore mine Konrad has been investigated as repository for low-active and decommissioning waste. As results are very promising, it is expected that Konrad will become operational in early 1989.

Other disposal media like granite are not under special consideration in Germany. In this field we take profit of the programs and results in the frame of the European Community and of a cooperation with the Swiss underground laboratory in granite.

The further treatment of some gaseous wastes from reprocessing such as krypton as well as tritium-contaminated wastes has not been decided on. Even if radiological aspects would in a given case allow controlled release, the principle of minimizing radioactive effluents would require an operator to deal with possible separation, conditioning and final disposal methods. Thus, regarding the final disposal of tritium, it is being investigated to what extent injection in deep strata or use of tritiated water for waste cementation is feasible in Germany.

I would like to stress here that the Federal Republic of Germany expressly excludes some disposal methods from its concept which are considered admissible in other countries. Such methods are the shallow land burial of low-level wastes, the dilution of effluents with off-gas or discharge into water, as well as sea dumping. The reasons for not including these methods are, apart from general environmental considerations, connected with population density, site questions and the relatively favourable conditions for geological disposal in the Federal

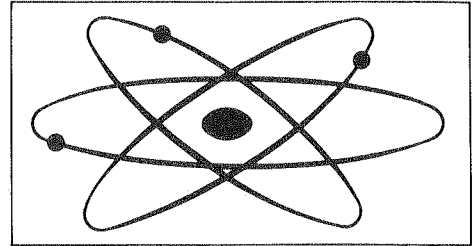
Republic of Germany.

Conclusions

Ladies and Gentlemen, this was a brief resumee of the problems and prospects of the nuclear fuel cycle in the Federal Republic of Germany. Summing up, the following conclusions are to be drawn:

- The supply of natural uranium and enrichment services is assured by international cooperation and the expected overcapacities in this field.
- For spent fuel and waste management, a firm concept with a given time schedule exists. All measures are taken from the political and technical point of view, so that this schedule can be met and the timely operation of the fuel cycle facilities will be assured before the turn of the century.
- The technical basis for waste management has been developed over more than 20 years and withstands all criticism from opponents.
- Any still open questions can and will be timely answered, ensuring the safety of the public and the environment.
- Therefore, the Federal Government concludes that the spent fuel management provisions for nuclear power plants as well as the disposal of the arising wastes can be satisfied on an industrial basis until the year 2000.

セッション2
原子力産業の活性化



原子力発電への期待
四国電力(株)会長
山口 恒則

INPOと原子力産業の活性化
アメリカ・原子力発電運転研究協会(INPO)理事長
E. ウイルキンソン

フランスのPWR運転経験
国際発送配電事業者連盟(UNIPEDÉ)
フランス電力庁原子力安全運転部部長
B. メクロー

原子力機器産業の課題と展望
三菱重工業(株)社長
末永 聡一郎

建設面からみた原子力発電
清水建設(株)副社長
大崎 順彦

原子力発電への期待

四国電力株式会社

会 長 山口恒則

1. 原子力発電の歩み

原子力発電にはじめて接したのは、1956年、建設中の軽水炉型の SHIPPING PORT 発電所を見学した時で、今から28年前のことである。この時、原子力発電は、将来、コストの低い電力を安定して供給する能力があることを聞き、非常に興味を覚えたものだ。

世界の原子力発電は、当初、ガス炉から出発し、わが国においても1961年に東海発電所のガス炉でスタート、1964年には、政府の審議会の一つである総合エネルギー部会が、軽水炉について「将来低廉なコストと安定供給という要請を満足させる新しいエネルギー源である」との見解を打ち出し、その後は、世界的な潮流に沿って、軽水炉の建設が促進された。

内外の原子力の現状をみると、世界的に軽水炉が中枢を占め、210基が運転に入っている。わが国でも24基、約1,800万kWの軽水炉が、年間約1,000億kW時の電力を供給し、代替エネルギーの中核となっている。四国電力においても、管内電力量の40%以上を供給する主力電源に成長するとともに、57、58年度は80%の設備利用率を達成、その経済性をもって、電気料金の安定化に大きく寄与している。

このように、いまやわが国の軽水炉は、設備利用率も上がり、電源として定着したといわれるまでになっている。低コスト電力の安定供給という当初の狙いは、ひとまず成功したといえよう。この成果は、軽水炉の開発に取り組んだ先進各国ならびに国内先発会社の努力の賜であり、敬意を表したい。

ところで、今後のわが国のエネルギー情勢を考えると、原子力発電にますます依存しなければならない状況にある。わけても核燃料の有効利用の観点から電力事業としては、軽水炉に引き続き、高速炉の開発実用化への路線を進めるよう強力に研究開発を進めてきた。しかし、高速炉に関する内外の情勢から、高速炉が商業的に登場するまでにはかなりの期間が必要と考える。したがって、今後おそらく30年以上にわたって、40%以上の電力量を軽水炉に頼らざるを得ないと思われる。このような意味で、今後30年を新たな軽水炉時代と位置づけ、この期間はバックエンドを含め、核燃料サイクルもあわせ定

軽水炉の一層の活性化に努力を傾注していくことを提案したい。
そのための目標として軽水炉全体を総合し23%程度のコスト低減を図るべきと考える。

2. 経験が教えるもの

軽水炉は、ここに至るまでに20数年かかった。今後の30年、軽水炉の開発をどのように進めるべきかを考えるにあたっては、いままでの経験を振り返ってみる必要がある。

まず第一に、軽水炉の定着化の問題についてだ。この問題には二つの要素があると考ええる。一つは、原子力に対する国民のパブリック・アクセプタンスの問題で、いま一つは、原子力技術の問題である。パブリック・アクセプタンスの問題は、関係者の地道なPR活動や軽水炉の定着化にともなって、近年著しく改善されているが、なお根深いものがある。この一層の改善には、軽水炉の安定運転が何よりの条件である。

このような意味合いにおいて、原子力技術はきわめて重要な問題であり、今日、軽水炉はわが国における代替エネルギーの中核にまで育ってはいるが、それでもなお、毎年、数百億円を投じて研究開発を行うべき分野を残している事実に着目する必要がある。

これは、原子力技術そのものが、その内容の深さ、範囲の広さ、いずれをとっても時間と金と労力を要する巨大産業であり、ビッグ・サイエンスであることからくるものと考えられる。たとえば、軽水炉の運転を定着させるためには、克服すべき種々の問題がある。その例を挙げると、スリーマイル島発電所事故への対応が記憶に新しいところだが、その他にも燃料棒の健全性、蒸気発生器細管の腐食、緊急時炉心冷却装置の有効性、あるいは放射線の生物影響などがある。これらはいずれも社会的な不安感をよぶ事項であり、国際的な実験、研究を通じて解決され、あるいは解決されつつあるものだ。

次に核燃料サイクルの問題がある。

今日、世界的な規模での核燃料サイクルは、一応完結されている。その特徴をみると、国際的なジョイント・ベンチャーであるウレンコ、ユーロディフの濃縮事業、あるいは欧州諸国や日本の電気事業者が建設資金と開発リスクを負担する方向で推進されている英国、フランスにおける新規の再処理事業と、いずれも国際的な協力で成立しているということである。これは、一国で開発するための開発リスク、経済性あるいは時間的要素などを考えると、当然の帰結であろう。

しかし、核燃料サイクルの確立という観点からすると、フロントエンドはともかく、再処理技術は、原子炉の技術に比べて、まだ定着したものとはいいいにくい。廃棄物の処

理・処分の技術にしても、各国で本格的に活用し、利用する段階に達しているとはいえ、その定着化には、原子炉の運転技術について経験したのと同じような、国際的規模での研究開発が、まだまだ必要であると考えられる。

ひるがえってわが国における核燃料サイクルの現状をみると、その確立は残念ながら先進国に比べて大幅に遅れているのが実態だ。すなわち、わが国で自給体制が確立しているのは成型加工の分野のみである。これは、裏を返せば、大半を海外に依存しているということで、このような状況からの脱却が、わが国における核燃料サイクルの質的向上につながると考える。

いいかえれば、わが国でも自給体制を高めることが必要不可欠であるが、自主技術か否かを問わず、わが国が自ら確信し、信頼し得る技術分野において自給体制を高めるとともに、国際協力の推進も忘れてはならないのであり、この両面を推進することによってわが国全体としての核燃料サイクルを確立すべきであると考えられる。

軽水炉が定着期を迎えたといわれる現時点に立ち、次の軽水炉時代を考えると、原子炉のみならず、核燃料サイクル全体の定着化がますます必要になる。そのためにも、国際協力が従来以上に必要になると思う。

3. 国際協力への取組み

これまでの原子力発電の歴史を振り返ってみるとき、国際協力の必要性を痛感する次第であるが、国際協力におけるわが国の立場は、原子炉の技術が輸入に端を発しているところから、いわば、もらう側の色彩が濃いものであったことは否めない。

しかし、わが国の軽水炉は、運転中に遭遇したトラブルの原因を徹底的に探求して、再発防止のための対策を入念に実施することによって、世界的にも誇り得る高い設備利用率を実現することができた。

四国電力においても、原子力技術者を増強し、国内外の事故、故障を貴重な教訓として、四国電力にあった運転、保守、放射線管理の方法を選び、その完成をめざすとともに、予防保全を徹底して長サイクル運転の実現を図ったことが、今日の80%の利用率獲得につながったと考えている。

このようにわが国においても、自らの努力の中で培われた原子力技術が蓄積されているわけで、そこではじめて定着化といわれ得るものになったのだと思う。今後は、こうした技術を海外へフィードバックし、また、海外からもフィードバックを受けることに

より、わが国だけでなく、広く海外での軽水炉のより一層の定着化に資するような国際協力のあり方を求めてはどうかと考えている。

また、今後は、途上国の軽水炉建設に適切な協力を行うことも必要になると思う。

次に、核燃料サイクルにおける国際協力について、その基本的な考え方、あり方については前述した通りであるが、少し具体的な事例を挙げて言及してみたい。

天然ウランについては、わが国にはみるべき資源がないため、今後とも全面的に海外に依存せざるを得ない状況にある。

しかし、その依存のあり方としては、国際的なウラン開発を促進し、あわせてわが国の安定確保の質を高める観点に立って、少なくとも今後の追加所要量の1/3程度は資源国の政策あるいは利益に沿う形で開発輸入を推進してはどうかと考えている。

ちなみに、四国電力は、すでにこのような考え方に立ち、天然ウランの調達をしているので、その事例を紹介すると、四国電力は、日豪間のウラン取引に先鞭をつけ、1972年末、豪州QM社とウラン売買契約を締結したが、当時は豪州のウラン政策がきわめて流動的で、QM社は資金問題から開発の見通しが得られず、正に契約が履行できないような状況にあった。そこで、四国電力が、わが国電力会社としては初の開発融資を直接QM社に行い、開発を成功させた経緯があるが、振り返ってみると、これは契約当事者だけでなく、豪州政府との信頼関係および友好関係を真に強固にすることができた点で、大いに評価し得るものと考えている。

また、多少余談になるが、四国電力は、日・仏間においてもウラン取引に先鞭をつけ、1970年3月、フランス原子力庁とウラン売買契約を締結した。当時、フランスは炉型戦略をガス炉から軽水炉に変更したため生じた余剰ウランの売却をわが社に求めてきた。これを契機とし、その後、核燃料サイクルにおける全面的な取引に発展しただけでなく、広範な原子力技術の交流にまでつながり、さらには、ニジェール、ガボンとのウラン取引にまで広がったことは、望外の喜びとするところである。

次に、ウラン濃縮の問題についてである。

現在、わが国は、ほぼ全面的にウラン濃縮を海外に依存していることから、国内での需給体制を図ることが必要で、そのための技術もある。しかし今日、ウラン濃縮は世界的に供給力過剰であり、また今後、濃縮技術の改良、あるいは開発が期待されることなどを考えあわせると、ある程度の安定確保とバーゲニングパワーを保持するとともに、

国際協力への余地を残す見地から、当面、わが国の自給率は30%程度にとどめてもよいのではないかと考える。

最後にバックエンドの問題についてである。

使用済み燃料の再処理および廃棄物の処理・処分を含む、いわゆるバックエンドは、フロントエンドに比べて世界的に遅れている現状にある。わが国としても、軽水炉から高速炉への移行を基本戦略としており、これをスムーズに実現するためには、再処理および廃棄物の処理・処分の問題に的確に対応することが重要な課題だ。

当然、わが国としても、バックエンドの最終的な確立を図らなければならないが、長期的な観点に立ち、自主技術の高揚を図り、また、海外諸国との技術交流を通して、わが国としての技術的確立に努めることが先決であると考え。そして、現実の措置として、再処理については50%程度の自給体制を確保するとともに、使用済み燃料あるいは廃棄物については施設外貯蔵を当面の対策とし、今後の確立に備えるべきである。

なお、今後、軽水炉時代がかなりの期間続くものと予想されるので、使用済み燃料からの回収物質の有効活用をめざす研究開発も重要である。

4. わが国が当面するその他の課題

次の軽水炉時代を展望し、資源そして技術の問題を中心に、これまで述べてきたが、この他にもわが国としての課題がいくつかある。なかでも、軽水炉の経済性と立地の問題がとりわけ重要と思われるので、若干触れてみたい。

まず、経済性の問題である。軽水炉はオイルショック以来、経済的な優位性を保っているが、近年、わが国では他種電源、特に石炭火力発電に比べて原子力発電のコスト・メリットが低下しつつあることが重要視されている。

このコスト・メリット低下の要因は、主として原子力発電所の建設工事費の上昇にあり、ここ3年ほど前から、その上昇率は一般の物価上昇を上まわる傾向を示している。このことはきわめて重大である。原子力発電のコスト・メリットを今後とも維持するためには、建設費、運転維持費、核燃料費等あらゆる面で低減化の努力を傾け、総合的にみて30%程度のコスト低減をめざす必要があると考える。

建設費の低減を図るためには、安全性、信頼性の高い、合理的で、効率的な発電所の設計を行うことが肝心である。このためには、先に述べた通り、毎年数百億円の資金を投じて進められてきた多くの試験研究の成果を十分に活用して、従来の設計を根本的に

見直し、ぜい肉のとれたプラントを作り上げることに努力すべきであると考え。また、これを実現するにあたっては、国内で進められてきた信頼性実証試験などの成果はもとより建設施工法の合理化、運転保守の効率化、さらにフランスにおける標準化の経験など海外での実績も積極的に学ぶ必要があり、関係者の迅速な対応を期待したい。

次に、立地の問題がある。

立地の問題は、すぐれて社会的な問題であり、安全性、信頼性に対する地域の人びとの理解と協力を得ることが重要である。原子力発電に対する人びとの意見の変化を注意深くみていくと、当初は、原子爆弾と結びつけた不安感や、原子力発電の安全対策の不備など安全性に対する不信感が中心であったと考えられるが、近年における原子力発電の安定運転の実績から、安全性、信頼性に対する理解も順次高まり、安全性を十分確認しながら慎重に推進すべきであるとの意見が多く聞かれるようになってきている。したがって、海外の発電所の事故でも、立地に深刻な影響を及ぼすので、国内ばかりでなく、世界各国の原子炉が安定運転を続けることが強く望まれる。

また、軽水炉の定着化にとまない、廃棄物処分や廃炉の計画に人びとの関心が高まる傾向があるようにも思われるので、これらの技術の確立、実証に向かって、現在進められている各種の開発努力を一層促進する必要があると考える。

いずれにしても、立地の問題は、一朝一夕に片付く問題ではない。地域の人びとの理解を得るためには、前述のような努力を着実に、辛抱強く進めることが最も近道と考えられるので、海外との交流を強めながら、安定運転の継続と技術開発の促進に期待したいと考える。

5. まとめ

原子力発電の歴史を振り返りながら、当面する課題について述べてきたが、要は、原子力はビッグ・サイエンスであり、ビッグ・ビジネスであって、必然的に国際協力を必要とする性格を持つものである。

わが国は、その固有のエネルギー事情から、今後ますます原子力エネルギーへの依存を深める必要がある。そのためには、わが国としての自主技術の開発をさらに推進する一方、必要に応じて国際的な技術協力をも求めて確固たる原子力技術を確立し、原子力発電だけでなく核燃料サイクルが抱えている課題を克服することで、新しい軽水炉時代を構築し、さらには高速炉時代へつなげるべきではないかと考える。

INPO AND THE VITALIZATION OF THE NUCLEAR INDUSTRY

E.P. Wilkinson
President
Institute of Nuclear Power Operations

It is an honor to be invited to speak at this conference. For me, it is also a special pleasure to return to Japan. When I was an admiral on active duty in the United States Navy, I served a tour of duty as chief of staff U.S. Forces in Japan. I was the United States representative on the joint committee with Japan. I learned great respect for Japan and its leaders in business and government for their honesty, integrity, and ability.

It is a particular honor to be invited to speak to you, the leaders and representatives of Japan's nuclear program. Your nuclear industry has supported Japan's strength in the international marketplace. Your industry shows every sign of health and vitality. I am sure it will continue to be an important source of energy for your nation.

U.S. nuclear utilities can learn much from you. Your plants have enviable trip and scram records. Your seismic engineering is second to none. And many U.S. utilities are curious about your successful management approaches to construction, maintenance and operations.

Conversely, I hope I can share some lessons learned by the U.S. nuclear utility industry with you. In the past five years, U.S. nuclear utilities have benefited significantly from self-evaluation and sharing of information. These practices have formed the basis for many improvements made in U.S. nuclear plant operation.

Needs of the U.S. industry were demonstrated dramatically by the accident at Three Mile Island five years ago this month. Investigations of the accident revealed a number of shortcomings within the U.S. nuclear utility industry. These

investigations also demonstrated that problems at any one unit have serious effects on every nuclear utility. The impact of Three Mile Island was not confined to the United States. The accident had worldwide implications, including raising safety concerns in the minds of people here in Japan.

U.S. nuclear utility leaders realized then that concerted and effective action was needed to resolve the questions raised by the accident. They realized that industry self-improvement had to come through collective self-evaluation and self-criticism. And U.S. nuclear utility leaders realized that all utilities had to share information on weaknesses as well as strengths to learn from the experience of one another.

The Institute of Nuclear Power Operations, or INPO, was developed to provide necessary self-evaluation, to provide a review of operating experience, and to help utilities apply the lessons learned from observation and experience. INPO was developed to serve as a catalyst for changes that had to occur: U.S. nuclear utilities could no longer afford to do business the old way.

U.S. utility leaders also realized that nuclear operating experience was not limited to the United States. That, in fact, more plant operating time was being gained outside the United States than inside. They also realized that this much wider base of experience should be included in INPO's evaluation of strengths and weaknesses. For this reason, an international participation program was formed, and the Japanese nuclear utilities were among the first to be included.

With that brief background on INPO's basic purposes and our understanding that we need a broad international information exchange to do our job, I would like to outline for you what all participating nuclear utilities are doing through INPO.

I best can sum up INPO's many programs and activities by saying that we work to help nuclear utilities achieve quality nuclear plant construction and safe and reliable plant operations. In short, the U.S. nuclear utilities made a pledge to achieve excellence, and INPO is supporting that goal.

From the beginning, the utilities made a unanimous commitment to meet that goal. Every nuclear utility in the United States is an INPO member. The utilities have provided us with the needed resources. This year, our budget is \$39.3 million.

Utilities also have demonstrated their commitment to INPO by lending us valuable, professionally competent technical personnel. Of our present 369 employees, 65 are on loan to us from member utilities or participants.

Japanese utilities, through CRIEPI, also have made a manpower commitment to us. Currently, Mr. Koichi Ikeda is working with INPO as part of our International Liaison Engineer program. His presence at INPO provides him with an opportunity to observe U.S. utilities, and it gives INPO the benefit of his experience and knowledge of your programs. His tour of duty recently has been extended until April 1985.

INPO supports the industry's goals with a number of programs.

One INPO program in which the Japanese utilities are involved actively is our International Program. It was established in 1981 to promote the exchange of information to and from non-U.S. utilities. CRIEPI for Japan and utility organizations in 12 other countries, Sweden, West Germany, Belgium, Great Britain, France, Spain, Italy, Canada, Mexico, Brazil, Taiwan and Korea currently are participating in the program. CRIEPI is an active participant and has made many contributions to the program's objective of achieving a worldwide pool of nuclear experience and expertise.

Our International Program is assisted greatly by an advisory committee consisting of an experienced management level representative from the participant organization in each country. An important committee function is to help INPO ensure that maximum two-way benefit is achieved from our information exchange--that is, that we truly are addressing each other's important needs.

CRIEPI also is active with our NUCLEAR NETWORK system. NETWORK is a

computer-based telecommunications system that links INPO's members and participants. CRIEPI and others use NETWORK to ask questions of the global nuclear industry and to share valuable operating experience. In fact, CRIEPI is one of the most active international NETWORK users, and the organization provided us with many helpful comments when we recently upgraded and made improvements to this nuclear communication system.

Additionally, CRIEPI is a contributor to INPO's Significant Event Evaluation and Information Network, or SEE-IN. SEE-IN performs a function similar to the Nuclear Information Center established at CRIEPI. SEE-IN is used by utilities as an early-warning system on operating events that potentially could have serious effects on nuclear plant operations.

Basically, SEE-IN works like this: Information on plant operating events is fed into the SEE-IN system from many sources. In 1983, INPO's analysis and engineering personnel screened more than 10,000 data inputs to the SEE-IN system. The international participants accounted for more than 500 of these inputs. These international contributions are important to the SEE-IN system. They help all utilities by providing a detailed look at our common experience. I want to emphasize the importance of the international data inputs to help keep everyone world-wide alert to any problem anywhere.

These events are analyzed, and significant events are identified. Information on these significant events is transmitted immediately to the industry on the NUCLEAR NETWORK telecommunication system.

These significant events then go through a second analysis process. If INPO determines that the event has generic implications for other plants or for the industry at large, we issue a second, more detailed report. This report contains recommendations that appropriate plant staffs should implement to minimize the probability of future such events or to mitigate the effects of the event should it occur.

Several other countries are embarked on a similar review of the off-normal events that occur in their plants. Japan also has reinforced its commitment to nuclear power excellence through a similar events identification program at the Nuclear Information Center. This forms a solid foundation for self-evaluation and continued improvements. As it grows, you will find that your nuclear information center demonstrates the benefits of industrywide cooperation.

Much of the success of our operating experience program in the United States is due to follow-up. INPO personnel take detailed looks at every plant's events analysis program to see if reports and recommendations that pertain to the plant have been identified and to see if the plant management is implementing the recommendations properly.

These follow-up examinations are conducted during our regular periodic evaluations of U.S. operating plants. The evaluations are not limited to these reviews of operating experience; in the larger sense INPO also evaluates each plant's organization and administration, operations, maintenance, technical support, training and qualification, radiological protection, chemistry and emergency preparedness. We also look at how plant operations are supported and monitored by the utility's corporate headquarters.

Evaluations are conducted at every U.S. plant. By pinpointing plant weaknesses and helping the utilities identify areas for improvement, the evaluations form a cornerstone for our activities in our domestic plants.

INPO evaluations are performance-based — evaluators look at the performance of people doing their jobs. When problems are observed INPO evaluators dig deeply to find the root causes of problems that could affect a plant's safety and reliability. INPO evaluators are often former utility personnel or personnel on loan from member utilities. Their utility experience gives credibility to their findings and recommendations.

The evaluations do not focus solely on problems at the utilities. Our evaluators

also note strengths and good practices. These are passed along to the entire nuclear industry so individual utilities can learn and profit from them.

INPO conducts similar evaluations for U.S. plants under construction. This program was established in 1982 by the INPO board of directors to help address concerns about construction quality and design control. Here again, the evaluations are performance-based and are aimed at identifying the root causes of construction problems and sharing good practices with the industry.

These evaluations have shown the supreme importance of chief executive officer and other senior management's personal involvement in overseeing the work in their nuclear plant construction projects.

Some of our participant countries are considering setting up similar evaluation programs. By providing criteria and methodology, information based on experience, INPO would like to help any country that decides to do so. My background is United States Navy where I was involved with the nuclear program since 1948. In the Navy we have inspected our nuclear plants from the very beginning. Over the years the plants and the ship became better thereby. In my opinion the utilities in Japan should set up a system similar to INPO's of inspection of their plants with experienced plant personnel from the utilities themselves.

One important item identified by post-Three Mile Island studies is the need for nuclear utilities to have an adequate number of well-trained people to operate and maintain their plants. The U.S. industry has made many improvements in the training and manpower areas since Three Mile Island. Utilities have improved and added new training facilities. The use of simulators has increased dramatically. Many informal or loosely run on-the-job training programs have been formalized and upgraded. Extra shifts have been added at most plants to permit more time for training. And utilities are developing programs to train needed personnel to help correct acute manpower shortages. These improvements have resulted in larger and better-trained staffs.

INPO has several programs to support members and participants in their move toward excellence in training. These range from job and task analysis--determining the actual skills and knowledge needed by plant personnel--to development of training guidelines for various positions within a plant.

INPO also conducts the U.S. utilities' training program accreditation. The accreditation process provides a thorough examination of a utility's training program. There is an independent prestigious accrediting board that determines whether the training program supplies the skills and knowledge needed by plant personnel. Accreditation is granted after detailed program review and board approval. All U.S. utilities are expected to achieve and maintain individual nuclear station training program accreditation. So far, programs at three nuclear stations have received accreditation, and most all utilities are in some stage in the process to achieve accreditation.

Concerns over chemistry, radiological protection and emergency preparedness also surfaced during post-Three Mile Island investigations. The importance of chemistry has been demonstrated by a new recognition and understanding by plant operators of how poor chemistry leads to component problems. INPO's chemistry programs support the utilities' efforts in determining and maintaining proper chemistry levels to reduce the likelihood of component failures.

In the area of radiological protection, utilities are trying to reduce the amount of exposure received by plant staffs during routine operations and maintenance. Sharing information on problems and good practices in this area has been very important to utilities. INPO is often a facilitator for this information sharing.

Nuclear plant emergency preparedness has received considerable attention in recent years. Utilities have applied significant resources to improving their preparedness and have made major efforts to coordinate planning with local and national government agencies. Emergency preparedness will continue to be a priority and a major licensing issue at some plants.

INPO emergency preparedness programs are designed to assist member utilities in quickly recovering from accidents if they occur and ensuring the safety of the public while doing so.

INPO's role in an emergency is to serve as a coordinator for help and technical assistance to the affected utility. We maintain an emergency response center that can be staffed quickly, and INPO personnel can help locate needed equipment, expertise and knowledge within the industry.

INPO has provided assistance visits in all of these areas, sending teams of qualified technical personnel to share information on ways to develop or improve chemistry, radiological protection or emergency preparedness programs.

INPO also conducts assistance visits to help utilities deal with issues ranging from administration and organization to preparing for a return to power after outages. The assistance visits provide us with an opportunity to share the strengths of the industry with plants that have special concerns.

Another type of assistance visit is conducted at plants that are preparing to begin operations. INPO helps these plants utilize and benefit from the collective experience of similar operating plants.

Earlier I mentioned that INPO evaluators look for strengths and good practices during our plant evaluations. Often, these are compiled into Good Practice documents and distributed to the industry. These documents comprise another type of assistance from INPO. To expand this effort, we also have begun a program of technical exchange visits with our international participants to learn about particular good practices that they are using and that INPO can add to its base of operating knowledge. Such visits depend, of course, on availability of appropriate specialists, but, so far, we have surveyed certain practices at plants in Belgium, France and Sweden. In the first half of this calendar year, we plan similar technical exchange visits to plants in Japan and England.

These Good Practice documents are available to Japanese utilities through

CRIEPI, as are documents and information on the other programs I've discussed. CRIEPI receives our evaluation criteria, training and qualification guidelines, and the reports of significant events, to mention a few. We receive back comments and advice that help us improve these and other similar documents.

Although we do not conduct evaluations at operating plants or construction projects in other countries, INPO is able to conduct assistance or information exchange visits on specific technical concerns. These visits depend on the availability of qualified personnel to make up a special team.

One other program I would like to mention covers INPO's relationship with major reactor plant suppliers and architect-engineer firms. It is called the Supplier Program and is open to nuclear steam supply system vendors and major nuclear architect engineers. All U.S. NSSS companies and the leading A/Es are participants. This program, although relatively new, already has one international participant, Framatome, the French reactor supplier. The Supplier Program reflects a mutual desire for a continuing and cooperative relationship in the collection, analysis and sharing of nuclear plant operating experience information. The NSSS vendors and the A/Es are essential to INPO's overall mission to establish and maintain industry standards of excellence.

I feel that there is a very healthy cooperative spirit between the U.S. and Japanese nuclear utility industries. This spirit allows us to work together for our mutual benefit.

In the United States, this same cooperative spirit exists between individual utilities. It has enabled our nuclear industry since TMI to make more effective responses to new and continuing issues facing it than in the past.

The improvement in the level of excellence of nuclear plant operation is a success story since January 1. I expect to see that increasing excellence result in a significantly higher capacity factor in the operation of our plants.

There is still much to be done in improving building quality plants on a definite

and shorter schedule.

One of the major elements needed is a better system of developing regulatory requirements. The old order is changing. As is the case in Japan, in the U.S. I expect to see in the future better coordination between industry and government and regulations that are based on sound engineering requirements.

There is still much hard work ahead. But the industry's progress and overall commitment to excellence is allowing us to look toward the long-term benefits we can achieve: better-constructed, safer and more reliable plants.

INPO stands ready to work together with our Japanese participants to achieve our mutual goals of safety and reliability.

The Operating Experience of French PWRs

Bernard Meclot

Chef de Division au Departement Exploitation
Surete Nucleaire Electricite de France
Member of UNIPEDE

It's a pleasure for us to present the operating experience of the French PWRs to this distinguished assembly.

I hope that I will be able to draw your attention to the major electro nuclear development program which France started in 1970. From March 1st 1984, 27 "900 MW PWR" nuclear units were connected to the French grid. As of now, with their installed capacity of 24,280 MW they constitute half of the thermal power plants of ELECTRICITE DE FRANCE.

The contribution of the PWR units can be particularly assessed in terms of energy production which amounted to 126 TWh in 1983 that is 68% of the thermal output of ELECTRICITE DE FRANCE.

So in 1983 the PWR units supplied half of the total French electricity production.

At the beginning of 1984, the 27 units totalled 87 reactor years of operating experience and 47 shutdowns for inspections and refuelling.

More than 150 TWh are expected in 1984 from those units, including the six new ones that are to come on stream during the year; two of these will be the first 1,300 MW units.

The cumulated operating experience makes it possible to set out an initial evaluation emphasizing the facilities' reliability. Caution must however be exercised in drawing conclusions from this evaluation. This is because whereas the two oldest units have had six years' experience, the units taken altogether average hardly more than three years of age.

In the following description we shall, first, analyse the overall performance

results, comparing them with the standard values used as a basis for the design of the French equipment programs.

Secondly we propose to deal with the most significant elements in the operation of our plants.

Overall performance results

Measuring the operability of a generating facility by the load factor alone, would be valid if the units under observation were base-loaded at maximum capacity, which was the case worldwide up to 1982.

When the proportion of nuclear plants becomes substantial, they are bound to get involved more and more in the load following mode: at certain times of the year and periods in the day, some nuclear units are no longer required to operate at full power.

Such a situation, starting as early as 1982 in France, was confirmed in 1983: During summertime, it may be considered that 5% of the energy available was not delivered to the grid, for reasons of load following.

This is why only availability factors are presented here: we regard load factor as a somewhat inadequate reflection of observed performance, since the difference between the two factors is found to increase distinctly, with greater and greater participation of nuclear power in the regulation of the grid load; we shall have the opportunity of dwelling upon this, later on.

The availability statistics are set out by age of the facilities. The references used (standard values of the operating availability) have been established on the basis of the results observed in an international sample of units of the same type.

Results were as follows as of February 1st 1984 (kd: availability)

one year old units availability factor:	(23 units) 55% (reference 45%)
two years old units availability factor:	(21 units) 56% (reference 60%)

three years old units	(16 units)
availability factor:	67% (reference 60%)
units in their fourth year of age and over	
availability factor:	66% (reference 71%)

The results recorded in the second year of age, which is 4% under the reference figure, is in fact offset by the better figures for the first and third year. This is due to the fact that almost all the shutdowns of about four months for complete inspection took place during this second year.

Such a situation is the result of satisfactory availability throughout the first fuel load stage. For the operating pattern to correspond to the standard availability figures, it would have been necessary to make this shutdowns for complete inspection overlap between the second and third years.

Since the first PWR unit was coupled to the grid, the cumulative availability for all the units of this type, up to February 1st 1984, was 62%. It would have reached only 59%, had each of the units closely matched the standard availability values.

The advantage derived from the series effect can be easily highlighted by comparing the number of months necessary for each unit to achieve an effective production of 7,000 equivalent nominal power hours. Here we use the approximation still valid in this case that load factor is equal to operating availability. This covers practically the whole of the first reactor stage, and it is during the start up phase that the differential gains resulting from the series effect are the most noticeable.

Such results appear very satisfactory. They show clearly that the experience gained has been shared both at site level and throughout the history of the plant series.

Main data in the units operation

As we have just seen above, the policy of standardized technical design has resulted in a very beneficial series effect. Such standardisation policy has allowed the implementation of an elaborated experience feedback.

This has been particularly valuable to help adjust the safety level of the facilities. Accordingly, systems for the collection, management, analysis and processing of data from the French plants have been set up, along with procedures to develop studies, classification and implementation of modifications required by experience.

All the collected data and their follow up are stored in a computerized file - called the Event File - which, as of March 1st 1984 had processed more than 7,000 events. All the departments of ELECTRICITE DE FRANCE dealing with the plants' operation have direct access to the file via terminals; the Safety Authorities can use it for safety-related events.

Also ELECTRICITE DE FRANCE takes into account the experience feedback from foreign nuclear power plants.

Not only does E.D.F. participate in INPO but we actively cooperate in the setting up of a computerized data processing system concerning incidents that occurred in the nuclear power plants of UNIPED member states.

The incident reports stored in the file will consist of important events in respect of safety or facilities availability. The selection criteria adopted should lead to the collection of 20 to 30 events per unit and per year. Such source of information will enable utilities to exchange very rapidly their opinion on the problems they encounter or have encountered and the lessons drawn from them.

Instruction derived from the TMI accident constitutes the most significant actual example of experience feedback being included in safety policy.

This has entailed the implementation of the following particular actions:

- complete rewriting of operating instructions for accident situations,

- arrangements for setting up a national emergency organisation in cooperation with the governmental authorities in the event of a possible nuclear accident,
- installation of an efficient safety control panel,
- after ergonomical study, substantial improvements to control room design.

The first effectively modified 900 MW control room was completed in 1983 on Unit 3 of DAMPIERRE nuclear power plant. In the upcoming months 27 control rooms will be thus modified in an identical way during the next shutdowns for refuelling. ELECTRICITE DE FRANCE being desirous of providing its operating staff with efficient working conditions has developed training and advanced courses. Since the beginning of 1984 a fourth 900 MW plant control simulator has been in service. Function simulators along with computer assisted training programs are available in the plants for personnel refresher courses or advanced sessions.

Not only have applications of the experience feedback enhanced or even made stricter the safety level of the facilities, but they have also proved specially useful in improving the plants' availability and performance with respect to health physics applied to workmen and women.

Among the main developments or well-advanced projects we may mention are the following:

- improvements provided in the PWR units with regard to their adequacy to power system regulation,
- studies for extension of the reactor stage,
- evaluation of the annual shutdowns for maintenance and refuelling.

Adaptation to power regulation

On this first point, we should recall that, as initially designed, the control system helps ensure the function of power regulation on the grid. "Load following" has been in operation for two years - over a range of 20% to 100% rated power. As to participation to frequency adjustment, the tests carried out

will permit a general implementation of the process in all the units of this type, before the end of 1984, with a maximum participation rate of plus or minus 50 MW in load regulation.

However, this form of control does not provide sufficient flexibility to achieve the management of the electricity generation system with maximum economy. Indeed, the maximum speed of load change, which is 2% of rated power per minute in the initial stage of the reactor cycle, rapidly decreases and falls down to zero point two, by the end of the reactor stage.

Consequently, as far back as 1977 studies were undertaken to devise a new and more efficient control system that would permit fast load recovery (5% of rated power per minute) independent of the fuel burn-up stage. The resulting new reactor control process utilizes "gray" control rods (i.e. not highly neutron-absorbing).

Tests that have been under way since 1981 have validated the theoretical studies, checked performance and manoeuvrability and verified that the associated equipment works properly. Industrial-scale implementation began on one unit in August 1983; Presently about 10 units participate in frequency adjustment. The process will be completed in all the units by the end of 1984.

The recorded performance data appear to conform to objectives. Throughout the reactor stage the PWR units are provided with an operating flexibility that should adequately satisfy the requirements of the grid: in forthcoming years they are going to play an important role in optimizing the operation of thermal power plants.

Extension of the Reactor stage

The trend of fuel evolution is developing currently in the field of extending the fuel cycle. Such a process is profitable to the plant operator in two ways: first by reducing the annual planned outage of the plants, then by allowing a reduction

in the annual dose received by the workers.

A program for base-loaded increase of the reactor stage up to 13.5 months is under way, in one unit. This first experiment is being carried out using fuel of current design, conventional burnable poisons and an enrichment slightly higher than the previous values (3.45% - enrichment). The on-going experimentation of gadolinium as a burnable poison mixed with uranium oxide constitutes a new step towards the realisation of fuel assemblies that would enable us to prolong the reactor stage up to 18 months.

Shutdown for maintenance and refuelling

The operating results set out in this graph per calendar year highlight the improvements achieved through actions resulting from experience feedback and solutions of "teething problems" of the nuclear program. Thus in 1983 unplanned availability rated only 11.7%.

On the other hand, planned outage amounted to 20.5%.

Various constraints, of a regulatory nature in particular, lead us to schedule the following two operations:

- first an initial shutdown for complete inspection, lasting about 4 months at the end of the first fuel load, and subsequently every 10 years,
- second further shorter shutdowns currently planned to cost about two months.

The resulting planned outage is severe; it adds to the outage from other causes, we should bear in mind in particular these three points:

- point one: the burden of the initial complete inspection which is prescribed by regulations and includes thorough metallurgical tests on the primary system and, as a rule, containment test and hydrostatic testing of the main primary system.
- point two: the relatively comprehensive policy of preventive maintenance esteemed necessary by E.D.F. for its nuclear installations. Safety considerations (and Government pressure) reinforce this position.

- point three: the scale of the adaptation and modification works carried out, some of them as a result of generic failures, such as the rupture of some of the centering pins in the tube guide of the control rod cluster. This generic effect has compelled us to schedule a repair protracted over 1983, 1984, 1985 to be carried out during refuelling on 14 "900 MW" units. Already units in which loading was started in 1981 had benefited from lessons drawn by Japanese utilities when they encountered the same types of incidents.

In 1983 four units were shut down for complete inspection and other 15 units underwent "normal" shutdown.

Studies are in progress to envisage eventual possibilities of reducing the duration of annual shutdowns. That would make it possible to achieve a goal of a six weeks "normal" shutdown (from 100% to 100% nominal power). This would comply with all the constraints and take into account the know-how acquired and the progressive reduction of shutdown time for modifications.

CONCLUSIONS

The lessons learned from the operating performance of the French reactors of this type appear to be distinctly promising. Analysis of the plant results emphasized a highly beneficial series effect.

What is more, with 27 "900 MW" units coupled to the grid as of January 1st 1984 our electronuclear plants now constitute the basis of the electricity-production system. On January 1st 1990 the 34 units of this 900 MW class, together with the 17 "1,300 MW" units that are currently in service or under construction, will offer a cumulative fund of experience of some 350 reactor years. Already, the operating performance of the initial years suggests clearly that this technology has been mastered: in this respect equipment standardization is a very favourable factor and an unmistakable sign of success.

This standardization has another favourable effect: that of the nuclear KWh

production cost.

The up to date average economic cost of the KWh can be obtained by:

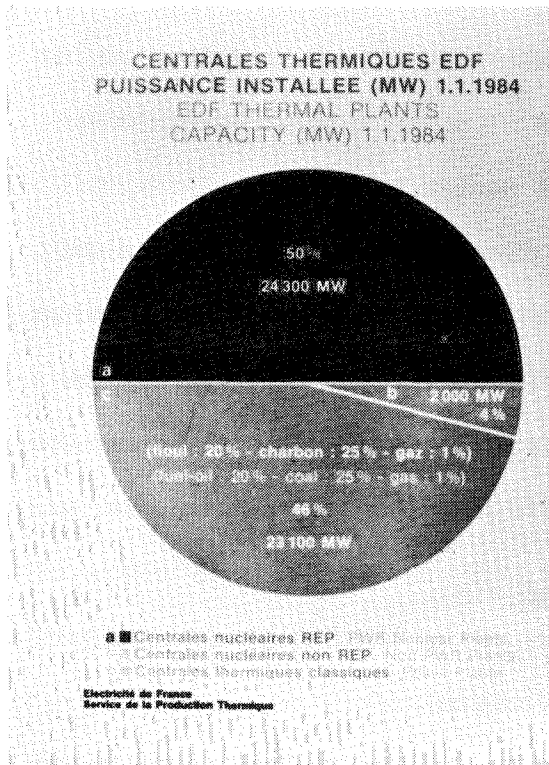
- dividing the up to date total cost of the whole investment, operating and fuel expenses, all along the life time of the plant,
- the quantity of up to date KWh given by the plant on its life time.

The production costs shown here concern plants to be commissioned in 1992. The slid-up of these costs that you can see on the projection corresponds to values which are given in centimes for the year 1982. The economic average cost for a base use of a nuclear power plant (here given in French cents for the year 1984) would raise to 23 c/kWh. Considering a 4,000 hours a year operation, the cost would be 40 c/kWh (in 1984 currency value).

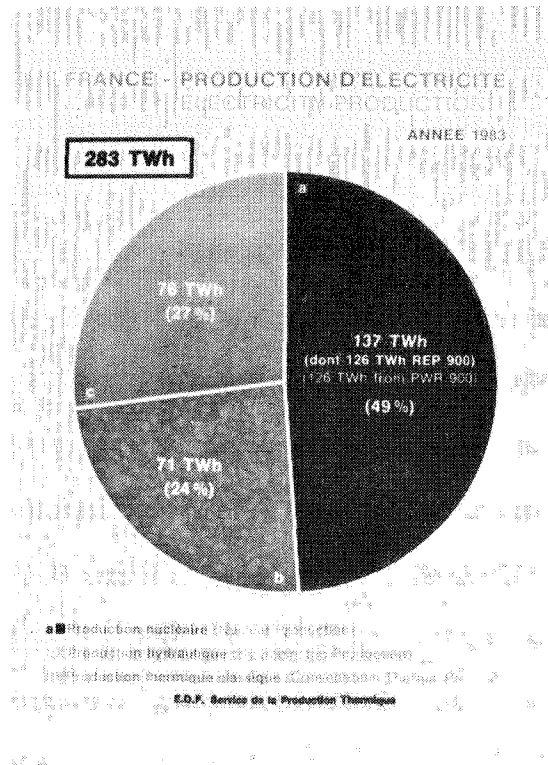
The life time of the nuclear power installation, which is taken into account with these values, is 21 years after commercial operation.

In conclusion, I would say that the obvious advantage of the nuclear production costs over other fuels is giving a new dimension to the results and to the improvements we presented in this paper.

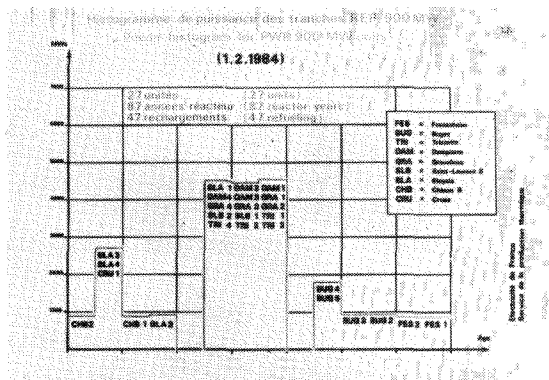
[B. メクロー氏スライド]



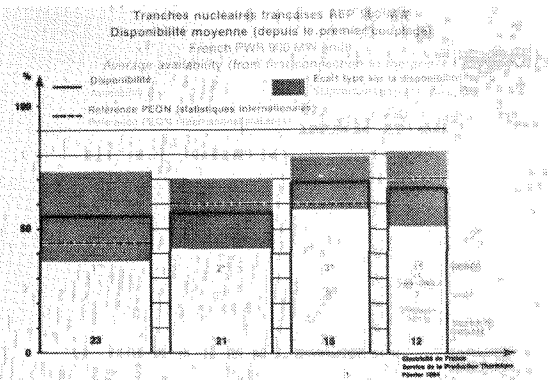
[スライド 1]



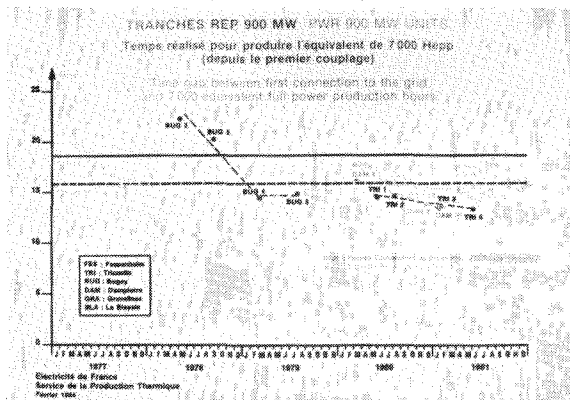
[スライド 2]



[スライド 3]

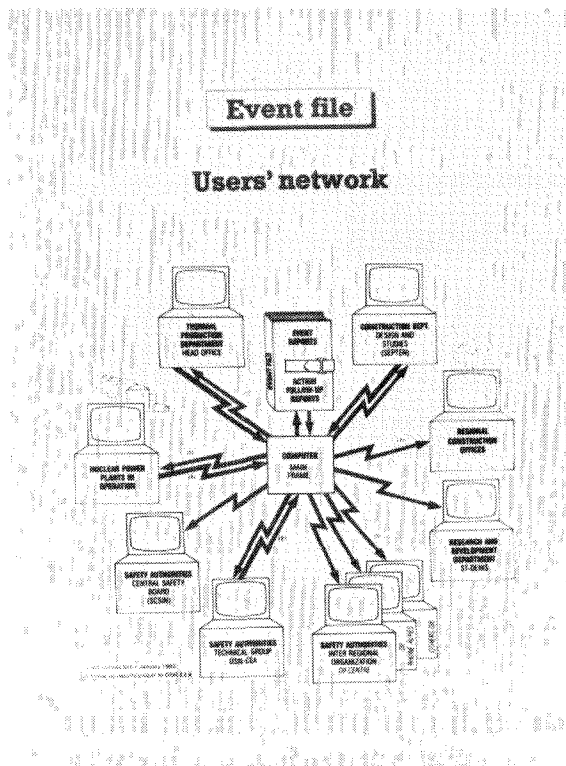


[スライド 4]

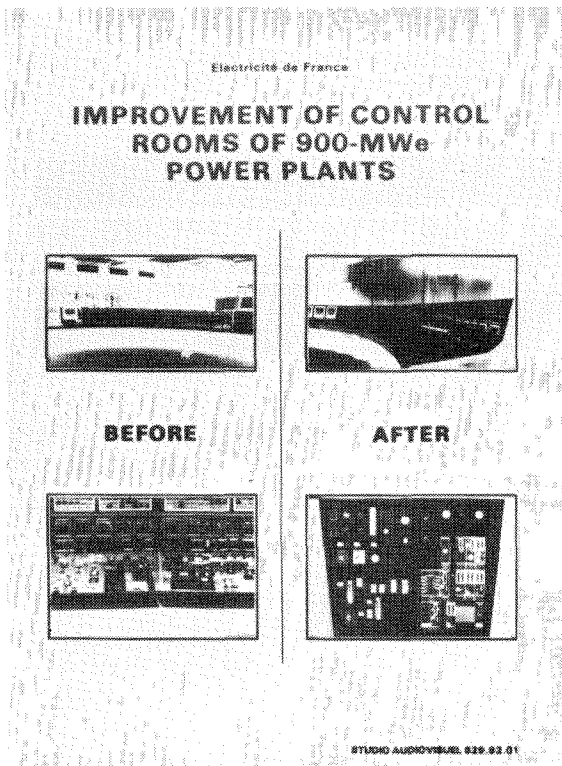


[スライド 5]

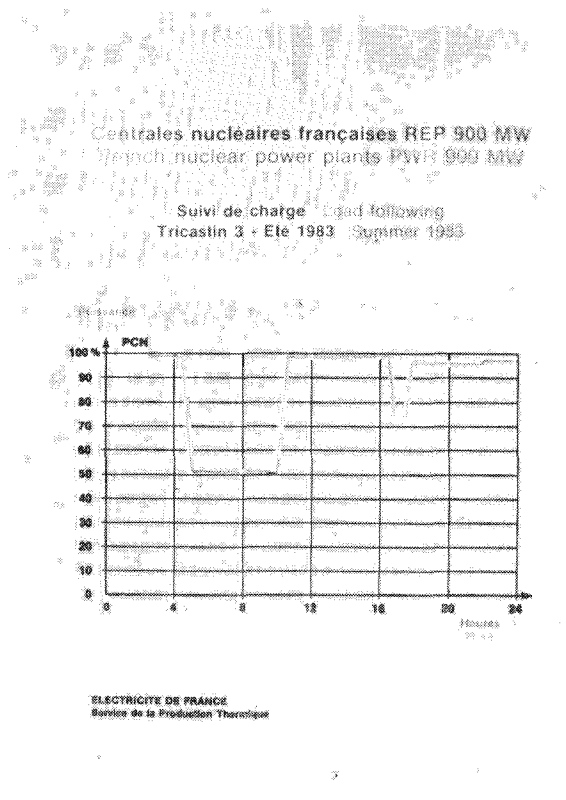
[B. メクロー氏スライド]



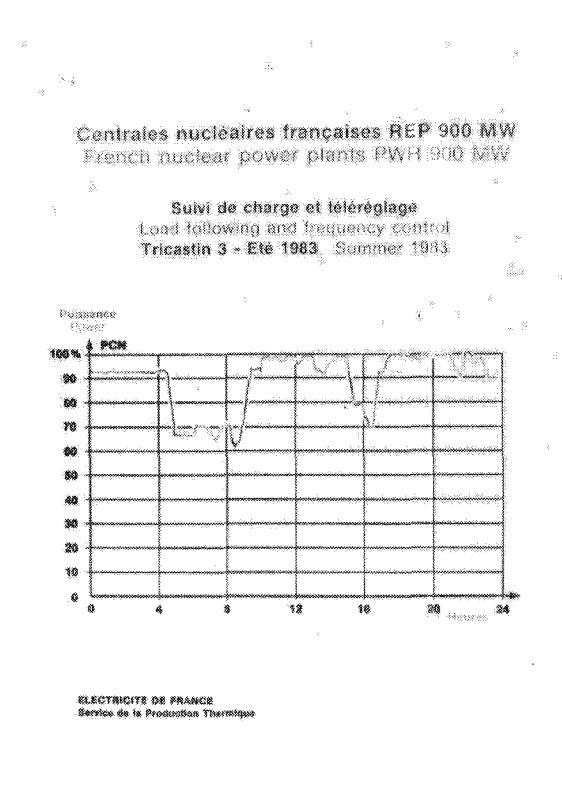
[スライド 6]



[スライド 7]



[スライド 8]



[スライド 9]

[B. メクロー氏スライド]

CONTRACTS RELATED TO PWR SERIES

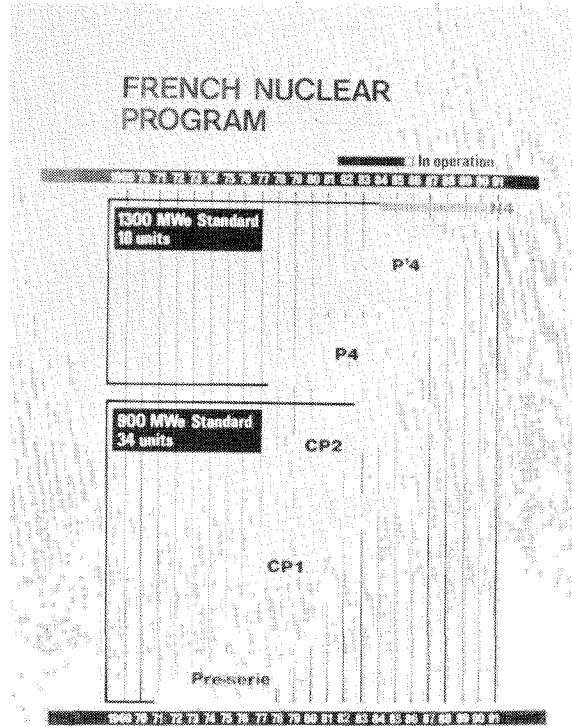
Pre-series	1970 1971	FESSEMERIE 2 x 900 MW DUSEY 4 x 900 MW
Series CP 1 CP 2	1974 1975	18 x 900 MW units 18 x 900 MW units
P 4 P' 4 N 4	1975 1980 1984	8 x 1300 MW units 10 x 1300 MW units

[スライド 10]

COST IN c/kWh FOR A NEW POWER PLANT IN OPERATION FROM 1992 (economical conditions 1982)

Base load	Number	Cost	Price/c/kWh
Investment	100	5.0	1.8
Operation	10	3.8	3.8
Fuel and decommissioning	10	20.7 + 2.1	4.4 + 1.1

[スライド 12]



[スライド 11]

原子力機器産業の課題と展望

三菱重工業株式会社

社 長 末永聡一郎

これまで四国電力の山口会長はじめアメリカの原子力発電運転研究協会のウィルキンソン理事長および国際発送配電事業者連盟のメクローさんより、それぞれの立場から大変有意義な指摘が行われたが、私は「原子力機器産業の課題と展望」について、メーカーの役割という観点から、とりわけ軽水炉については、PWR メーカーの立場から述べたい。

1. はじめに

周知のごとく、昨年11月に発表された「長期エネルギー需給見通し」中間報告では、原子力開発計画は前回の策定に比べスローダウンしているが、経済性、大量供給性等、多くの優れた特性を有し、準国産のエネルギーの中核として、その開発の必要性はいささかも変わらないことは言うまでもない。

わが国のエネルギー政策の基本方針は、エネルギーセキュリティの確保とエネルギーコストとのバランスに立脚した最適需給構造の実現にある。そのために、メーカーが原子力において協力する道は、軽水炉の定着化によりプラントの安全性、信頼性を確立し稼働率を向上させると共に、高度化対策の推進に努め、なかんずくプラントの経済性の維持確保を可能にすることにあると考えている。

2. 原子力発電の定着化から高度化へ

わが国の原子力プラントは周知のごとく運転中が24基、建設中と同準備中20基で合計44基であるが、そのうち三菱が手掛けているのは、運転中11基、建設中5基、同準備中5基で計21基となっている。美浜1号以来、これらのプラントの建設・運転において様々なトラブルを経験し、これを克服して導入技術を消化吸収し、国産化を達成し、さらに国情に適合した諸政策を進める一方、ニーズを先取りした日本型プラントのAPWR (Advanced PWR) 開発を推進し、今や定着化から成熟の段階に入り、さらに高度化に向かいつつあると言える。

この様な導入・改良・開発の過程で安全性、信頼性、さらに経済性の向上確保のためにメーカーがどのような対策を進めてきたか、また今後いかなる方策で臨むかをPWRプラントを中心に述べたい。

(1) 軽水炉プラント（PWR）の定着化対策

まず軽水炉プラントの定着化のため進め、かつ現在も進めつつある対策は、大別して、(a)信頼性向上策、(b)定検期間短縮、(c)被曝線量の低減、の三つの対策に分けられる。

- (a) まず信頼性向上策としては、初期のトラブルに鑑み、炉内構造物、蒸気発生器、燃料について構造、材料、加工法等、種々の面から改良、開発を実施した。
- (b) また定検期間短縮のためには、機器設備の構造や配置の改良とロボットの積極的使用による検査の迅速化等により、現状定検期間90日を大幅に減少し、最終的にはこれの半減を期待している。
- (c) 一方、被曝線量の低減については、材料の選定や機器構造の保守点検性からの見直し、遠隔自動機器の開発、1次クラッドの除去装置の開発、機器配置の改良等により、年間プラント当たり被曝量を従来平均の300人レムから100人レムまでの引下げを図っている。

(2) 原子力発電の高度化対策

以上の定着化の諸対策の次のステップとしてのいわゆる高度化対策だが、原子力発電高度化懇談会が昨年まとめた報告書によると、技術基盤整備の内容として情報の高度化、マンパワーの高度化および技術の高度化、ならびに建設費の低減をはじめとする経済性の向上の必要性が提起されている。

三菱では、この様な高度化の動きに対応して、従来からの対策をさらに進めて種々の改良、開発を進めているので、その対策のいくつかについて述べたい。

- (a) まず情報の高度化については、特別なシステム「MARIS」(Mitsubishi Availability&Reliability Improvement System)を開発し、内外の原子力プラントの事故・トラブルの情報をコンピュータで一括収集管理し、このデータの活用により、既設プラント対策あるいは新設計への反映を図っている。
- (b) また、マンパワーの高度化対策の一つとして、定検工事の合理化を期し、関連機器設備を備えた「原子力サービスセンター」を設立した。これにより定検要員の訓練と併せ、保修用の機器の性能テスト等を実施している。
- (c) 技術の高度化の方策としては
イ、マン・マシンインターフェースの中核となる中央制御盤にCRT表示装置の採用

と制御盤の機能的分割を行い、運転員の監視性、操作性の向上を図るため、新型中央制御盤（Advanced Control Room : ACR）を開発している。

ロ. また電源構成の中で原子力発電のシェアがアップするにつれ、負荷追従の機能が要求されるため、日間負荷追従運転、周波数自動制御運転を取り挙げ、各種運転において要求される性能、仕様を設定し、開発を進めている。

ハ. 次に長サイクル運転の実用化だが、現行法規解釈では最長13カ月は運転可能であり、燃料コスト上有利な3領域：3サイクルシステムを行い、長サイクル運転を達成するため、取出し燃焼度を引上げる必要があり、電力会社との協同研究等で各種照射プログラムに参加し、実用化を進め、60年度までには許認可の取得に必要な準備を完了する計画になっている。

ニ. 被曝低減策として、これのシステムティックな推進のため、三菱グループ内に委員会を設け、定検時の低減を中心に基本設計面での改良、線源強度の低減、機器設備および工具の自動遠隔化、ロボット技術の導入、作業環境の改善と作業時間の短縮等、あらゆる面からの検討を進めている。

ホ. 放射性廃棄物の減容

わが国の原子力発電所から発生する放射性廃棄物のドラム缶は、すでに35万本近く貯蔵され、今後逐年増加し、今後発生するドラム缶および貯蔵中のドラム缶の数を減らすことが極めて重要かつ緊急の課題となっている。

かかる状況に鑑み、電力会社の協力を得て、仮焼却装置を開発し、液体廃棄物、可燃性雑固体廃棄物、難燃性廃棄物を一元的に処理・管理するシステムの確立を図っている。

さらに大幅な減容と安定化を図るため、仮焼却と組合せ、空調用フィルターや保温材等の廃棄物も同時に熔融固化するシステムの試験を実施しており、実用化の目途がついている。

(d) 次に経済性向上策だが、

周知のごとく、経済性が重要課題とされ、メーカーにとって、建設費の一層の低減が必要となっている。このための諸対策について以下に触れてみたい。

イ. 第1, 2次改良標準化による設備および配置の標準化検討の成果を踏まえ、さらに重要機器の標準化が必要である。また建屋体積が初期のプラントに比べ、規

制，耐震等で大幅に増加し，許容範囲内での縮小も電力会社の協力を得て推進している。

ロ．次に設計の合理化も建設費低減の大きな要件で，各設計段階の余裕の累積で余裕が過大になっている場合がある。必要な安全性，信頼性を損なわずに，安全設計，耐震設計，系統設計，その他を合理化設計の観点から見直すことが必要で，メーカーとしては，基準・指針の対象外も含め，すべての面での設計の合理化を行い，海外コンサルタントとも提携し，作業を進めている。

ハ．建設工期の短縮も重要な項目で，格納容器組立て用大型クレーンの採用，機器据付には先入れのポーラクレーンを使用，建屋工事での仮設鉄骨の多用等の対策を実施している。

さらに設計に当たっては 1/25の寸法の配置配管モデルを作製し，設計の検討，保修作業等の検討を行っている。

ニ．品質管理の合理化では，設計・製作・据付・試運転・定検等の各段階で数多くの試験検査が行われるが，これもQCの適正さを損なわずに合理化する必要があるため，プラントを構成する機器，部品を安全性・信頼性の重要度から分類し，それぞれに適正なQCの方法を確立する作業に着手している。

3. 新型 PWR (APWR) の開発

(1) APWRの構想

以上 PWRプラントが第1，2次改良標準化を含む諸開発を行い，さらに高度化を進め，第3次改良標準化に至るプロセスを述べた。言い換えれば，米国からの導入技術の消化吸収から，その国産化の達成，さらに改良・開発を加え，日本型 PWRに至る過程とも言える。この中において，第3次改良標準化は日本型プラントの確立をめざし，PWR プラントではこれから建設するプラントもその対象になり，また開発中の新型

PWR (APWR) でそれを集大成する考えだ。APWRは，三菱主導でWHと共同で通産省と電力5社の支援の下に開発中で，炉心出力 3,800Mwt で，これはさらに増加の可能性もあるが，電気出力 1,350MWe の大型 PWRになる。

この開発の狙い，機器の特徴，開発スケジュール等については省略するが，原子炉本体を含めて全システム，全機器を徹底的に見直し，1990年代の真に国情に合った日本型 PWRプラントの決定版として玉成を期する。従来の改良，改善の集大成であると

同時に、将来のニーズを先取りし、安全性、信頼性の面のみでなく、経済性、資源戦略の上でも多くの改善を加えている。

(2) 今後の課題

原子力発電はいずれ FBRに移行するが、今後 2, 30年間は軽水炉主体で推移すると考える。今後の軽水炉の役割は、(a)安全性、信頼性の一層の向上、(b)発電コストの低減、(c)系統運用上の要求に応じられる運転性の向上、(d)稼働率の向上、(e)プルサーマルの実現等が期待されるが、APWRの開発目標は、まさにこれに答えるもので、昭和61年度には設置許可申請可能とするため、その玉成のため全力を傾注する。

4. 原子力機器輸出対策

原子力機器産業の今後の課題の一つとして、輸出の問題がある。原子力機器輸出は、わが国の輸出産業構造の高度化、原子力産業基盤の安定化ならびに平和利用面での開発途上国への国際協力等の重要な役割を持っている。

(1) 原子力機器輸出上の課題

原子力の輸出を行うに当たっていかなる点が今後の課題になるか、簡単に触れてみたい。

(a) NPT 等国際政治上の制約

原子力の輸出は、平和利用の担保の面から、NPT 問題、二国間協定等が現実問題として無視できない。これらに対し、輸入国側の意向ならびにそれらに対するわが国政府の方針等を十分踏まえた柔軟な対応が、メーカー側としては必要であると考ええる。

(b) 長期ファイナンスの問題

また原子力プラントは、その金額が巨額であり、かつファイナンス期間も長期を要求されるため、輸出側の民間企業のみでそのリスクを負担できるものではない。この点での国によるファイナンス措置と、適切な保険運用が望まれる。

(c) 相手国の体制

発展途上国に原子力プラントを輸出するに際し、港湾、道路、輸送手段、土木建築、機器据付、試運転からさらにさかのぼりフェージビリティスタディー、国内の原子力体制、法制度等に至るまで、多くの面で相手国の初期の段階からの協力が必要である。そしてそれら多くの点については、メーカー単独では解決できず相手国

およびわが国両政府の協力と理解が必要である。

(d) 核燃料供給の問題

当面、自前の燃料供給能力のないわが国の立場上、自前の燃料を含めたプラントの一括納入は困難だが、メーカーとしては現実に可能な方策、すなわち委託成形加工方式から着手し、長期的視野から徐々に対応を図りたい。

(2) 今後の対応方針

以上の様な課題を踏まえ、メーカーとしては、ヘビーコンポーネント類の輸出からプラントの輸出に至るまで内外の情勢を充分考慮しつつ、積極的かつ慎重に取組みたい。

周知のごとく、現在、中国秦山向けの圧力容器の輸出商談が具体化し、政府間の交渉等も解決の方向にあり、成約に至ると期待している。

5. むすび

以上、原子力発電の定着化から高度化の問題を輸出についてメーカーの立場から述べたが、安全性、信頼性と経済性に立脚した新たな最適化 (Optimization) については、政府および電力会社の指導の下に全力を傾注する覚悟だ。しかしながら、メーカーとしては、建設費低減等の諸対策推進のためには、コンスタントな受注が経営上の要件であり、この意味において、原子力開発が今後とも円滑に推進されることを期待する。

以上、軽水炉を中心に述べたが、高速増殖炉から核融合に至る新型炉開発については、別の機会に譲りたい。

また、核燃料サイクルのバックエンド開発は、わが国の現下の最重要課題であることは言うまでもないが、これについては次のセッションの討議に任せたい。これらの諸問題について、政府の方針、電力会社の指導に従って、メーカーの立場から十分協力したいと考えている。

建設面からみた原子力発電

清水建設株式会社

副社長 大崎順彦

はじめに

低成長時代のもとで、原子力産業を活性化するためにはどうすればよいか、というのが本セッションのテーマであります。私はこのテーマを技術の高度化という観点からとらえ、建設面からみた原子力発電の経済性向上について述べてみたいと思います。

原子力発電コストの動向

わが国の原子力発電は軽水炉を中心として開発が進められ、今や全電力供給の約20%を原子力がなうようになりました。低成長経済の下で原子力発電に対する投資は、再三下方修正されていますが、それでもわが国の原子力発電は、西暦2000年には現在の4倍に近い6,200万kwに達するものと見込まれており、資源小国のわが国では、今後も原子力の比重が着実に増大するものと考えられます。

ところで、ここ数年わが国の原子力発電所は高水準で安定的に運転されており、とくにこの2年は連続して70%をこえる高い運転稼働率を示しております。このことはとりもなおさず、軽水炉の技術がいよいよ定着の段階に入りつつあることを物語るものであります。しかしながら、このところ原子力の発電コストは上昇傾向にあり、このまま推移しますと、火力発電に対する経済的優位が損なわれる恐れがでて参りました。

ご存知のように、原子力発電はコストの中で資本費の占める割合が大きく、60%前後に達します。資本費は建設費に比例しますが、最近この建設費が高騰を続けており、これが原子力発電のコスト高の原因となっております。具体的に言いますと、キロワット当りの原子力発電所の建設費は、昭和54年に17万円程度だったものが、58年には30万円にはねあがっております。

これは1年当たり約15%の上昇率に相当しますが、この傾向は何らかの手を打たない限り、今後も続く予想されます。

先に述べましたように、わが国では今後、原子力が石油に代わり、エネルギーの主役になるものと期待されていますが、このためには原子力が火力とコスト的に競合できるよう、建設費を低減する努力が必要であります。

建設費高騰の原因

昨年、原子力発電高度化懇談会はその答申で、経済性向上のための基本方策を示しました。すなわち、国、電力、メーカーと建設会社の3者が協力し、標準化の拡大・徹底、設計の合理化、建設工期の短縮、品質管理の合理化、購買方法の見直しに努めるよう、提言しております。設計の合理化としては、機器設計と耐震設計の合理化があげられており、関連して規制・基準の合理化を図る必要のあることも述べられております。また、合理化実現のために必要に応じ、技術開発を進めるよう勧告しております。

私は、今やこの基本方策を踏まえて、3者が建設費低減のための具体的方策を検討し、これを実際のプラントに適用していく段階にいたったと思っております。幸い、このところ各所でコスト低減が叫ばれるようになりましたが、これこそ社会のニーズに応える当を得た動きであるかと思えます。と同時にこれが原子力産業活性化のための急務であると考えております。

さて、ではなぜ原子力発電所の建設費が高騰しているのか、その原因の主なものを探ってみますと、規制・基準のきびしいこと、設計余裕の大きいこと、機能上の要求で物量が多いこと、立地難、設計変更や設備改善の多いこと、発注が少ないことによる工場製作能率の低下、高い品質レベルが要求されること、土木建築工事と機器工事との干渉が多く、現場の作業効率が悪いことなどがあげられます。

これらの要因はお互いにからみあっていますが、つまるところは物量が多く、工期が長いこ

とに帰結いたします。従って、建設費低減のポイントは設計や構法等を合理化して、物量と工期を減らすことにあります。

建設費低減への提案

そこで、私は合理化を3段階に分けて実施し、建設費の低減を図ってはどうかと考えております。まず、第一段階の Phase I では、現行の規制・解釈・慣用手法のまま、可能な限り合理化を行います。つぎの Phase II では、従来きびしく判断されていた規制の解釈を再検討し、あわせて慣用手法の合理化を図ることとします。最終の段階である Phase III では、現行の規制を一部改正し、これにもとづいて合理化を行います。

ここでこのような分類に従って、建設面からみた合理化項目を具体的にあげてみることにします。Phase I に属する項目ですが、まず設計用の模擬地震動の合理化があります。従来の模擬地震動作成方法によりますと、低減衰、短周期の応答が不自然に大きくなる欠点がありましたが、このような欠点を改良し、不当にきびしかった機器・配管系の耐震設計を改善する手法が、既に開発されております。機器・配管等の減衰については、すでに官民の協力により合理化への成果がまとまったところであります。

原子炉建屋は、鉄筋コンクリートを主体にした剛な構造物ですが、これにも現行の規制・基準の枠の中で合理化の余地があります。連続体解析手法と全面壁式構造の考え方を採用すれば、建屋躯体の合理化、基礎スラブの改善が可能です。これには間仕切壁の耐力壁としての利用も含まれます。鉄筋コンクリートに代って、一部に鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄骨造を採用することも、重量軽減と工程短縮に効く方法です。プレファブ化工法の利用による工程短縮も、さらに積極的に進める必要があります。工事費の高いコンクリート格納容器にも、まだ改良の余地はありそうです。

Phase II には、地震応答解析に関する項目があります。建屋の振動エネルギーの地下逸散効果を取り入れた地盤・建屋相互作用解析の採用、基礎が浮き上がった場合の非線形挙動に関する解釈の再検討、限界地震時の弾塑性応答解析の合理化などです。これらは、いずれも地震力評

価の合理化につながる重要テーマで、単に建屋にとどまらず、機器・配管系の耐震設計の合理化も可能となり、建設費低減への影響の大きい項目と考えられます。

このほかに、Phase II として断層モデルの改良による地震動評価の合理化、原子炉建屋に対する保有耐力評価の合理化、杭、ケーソンによる地盤支持方法の多様化などがあげられます。

つぎに Phase III ですが、これには通称大崎スペクトルと呼ばれております、地震動スペクトルの見直しがあります。最近の知見によれば、剪断波速度で1,500m/sec 以上の硬質地盤では、スペクトルを低減することが可能と考えられます。耐震設計の手法として、現在要求されております静的地震力による設計の撤廃は、原子力プラント耐震設計の基本思想にかかわる改正がありますが、Phase II で提案しました地震応答解析の妥当性が実証されれば、きめの細かい解析を行うことにより近い将来、動的な耐震設計のみで原子力発電所の耐震性は、十分保証されるものと考えております。Phase III では、このほか土圧評価の合理化や、第四紀層立地の問題などがあります。

さて私は、Phase I の条件で原子炉建屋を対象に、建設費低減のための試設計とコスト試算を行ってみました。その結果、この段階でも、安全性を損なうことなく、工費にして約20%の低減、工期で約5ヶ月の短縮が可能であることが分かりました。これは最近とみに進歩の著しい解析技術や、実際の建設経験に裏付けされた新しい構法の採用による成果であります。

Phase II, III の段階では、実証データをもとに検討を行って、提案した合理化項目の妥当性を示す必要がありますが、最新の知見や、今までの経験の蓄積によれば、実証は十分可能と考えており、Phase II, III の段階に進めば、合理化は一段と促進されるものと思われれます。

ところで、このような実証には、国、電力、メーカー・建設会社の緊密な協力が必要であることは言うまでもありません。原子力工学試験センターをはじめとする国の実証研究、数々の電力共同研究や民間研究により、現在までにかかなりの有益な実証データが蓄積されており、今後も続々と貴重なデータが得られるものと期待されます。実証研究を実り多きものとするため、データを保有する各機関が積極的にフランクに協力し合うよう、この機会に強く提唱したいと思います。

ここで、軽水炉の改良標準化についても簡単に触れることとします。言うまでもなく、標準化の拡大・徹底も建設費の低減に大きく寄与いたします。昭和50年以来、官学民共同で進められております改良標準化は、現在第3段階にあります。軽水炉の安全性・信頼性の向上に著しく貢献いたしました。新型軽水炉へと進めば、これに加えて経済性の向上も大いに期待され、また、標準化と合理化が組合されれば、経済性は更に向上するものと考えられます。

技術開発の推進

以上述べましたコスト低減にとりまして、技術開発の推進は欠かすことができません。この中には、建設面に関連の深いテーマも少なからず含まれております。最も急がれるのは、先に述べました耐震合理化に関する実証研究であります。工程促進につながるロボット化、プレファブ化の技術開発も重要であります。ロボット化は、使用中の検査やあとに述べる廃炉技術にも深い関係があります。

新立地技術も、立地拡大につながる今後の重点テーマのひとつであります。これには、耐震合理化のところで触れました第四紀層立地のほかに、地下立地、洋上立地などがあり、すでに国や電力で研究開発が進められております。つぎに廃炉ですが、最近の報道によりますと、国は向う一年をめどに廃炉コストの検討を行うと伝えられていますが、廃炉の費用は建設費の10～20%を占めると予想され、いずれは発電コストに盛り込まれることになると考えられます。廃炉技術の開発はすでに着手されていますが、引き続いて安全で経済的な技術の開発に努める必要があり、廃棄物処理・処分の分野でも、今後、建設面の技術の果たす役割は大きいものと考えられます。

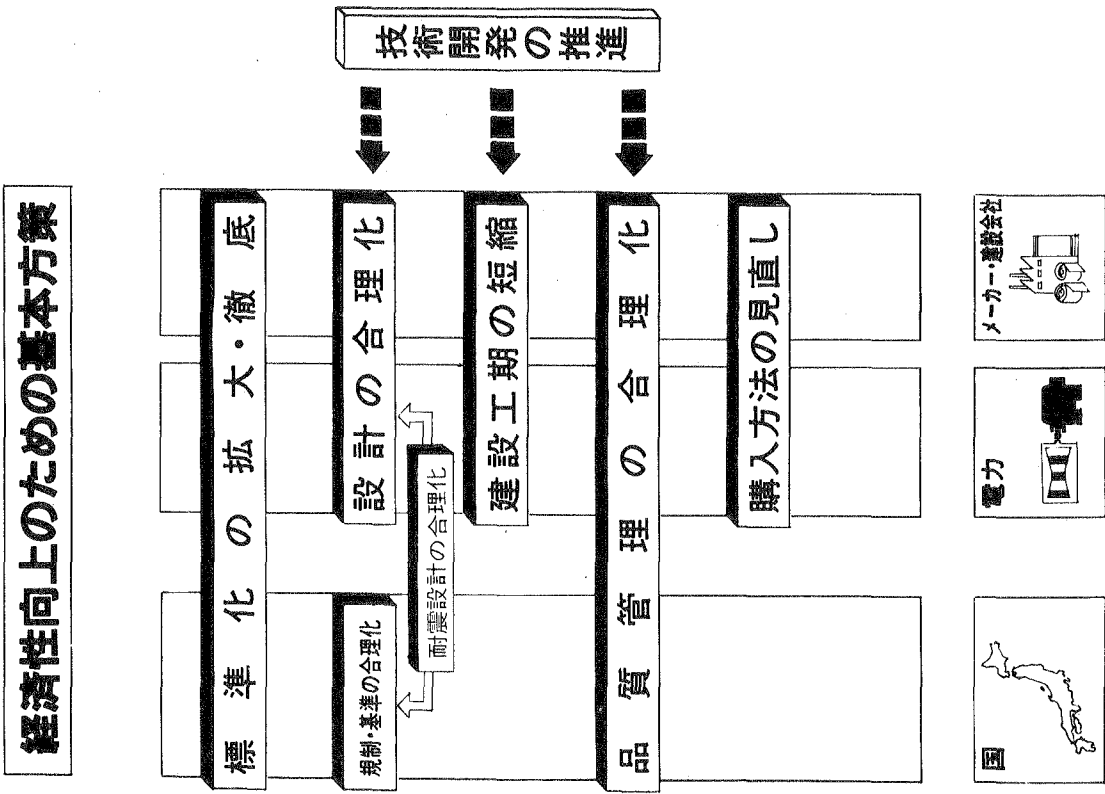
免震構造は、わが国ではまだ研究段階ですが、長期的展望に立ってみますと、地震時の安全性とコストの低減に結びつく有効な手法であると考えられ、是非共実用化を目指して、努力を傾注しなければなりません。確率論的地震リスク評価手法は、最近欧米で原子力プラント向けに用いられるようになって参りました。耐震安全性を定量的に評価し、バランスのとれたプラ

ント設計に役立つこの手法の開発は、わが国にとっても必要であり、今後この手法は、在来の決定論的評価手法を補う役割を果たすものと期待されます。

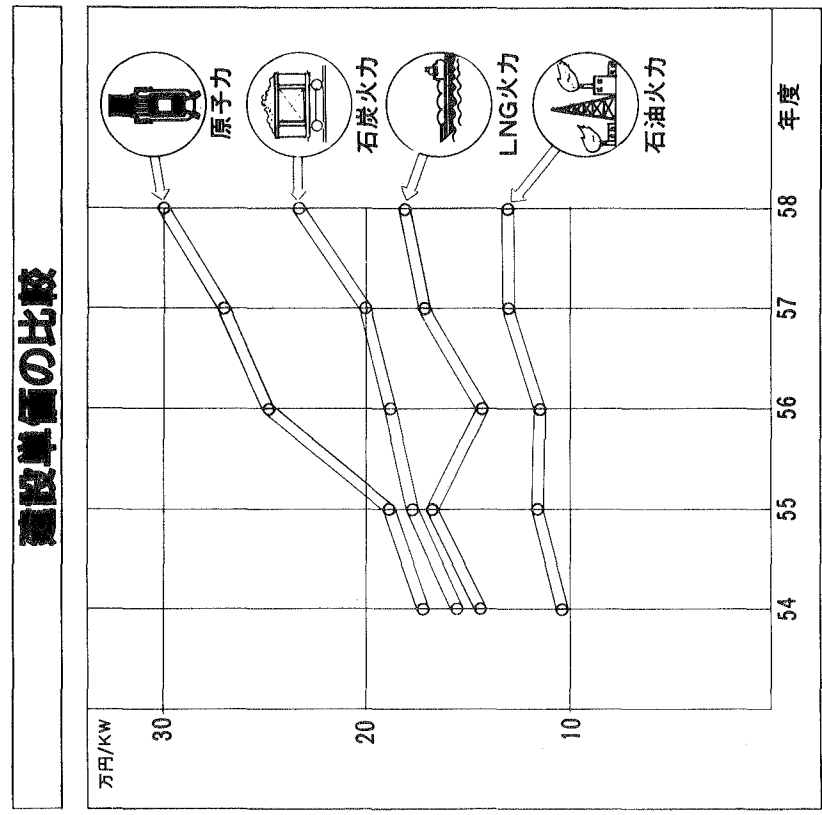
おわりに

以上、建設面から原子力発電技術の高度化の一端について私見を述べて参りました。言うまでもなく、原子力開発の基本は安全性、信頼性、経済性の調和を保つことにあります。再三述べましたように、原子力が引続きわが国の電力安定供給の中核的役割を果たしていくためには、安全性の確保を大前提としながら、国、電力、メーカー・建設会社が協力し、技術の進歩を背景に経済性の向上を図ることが、当面の私共の大きい課題であると考えております。

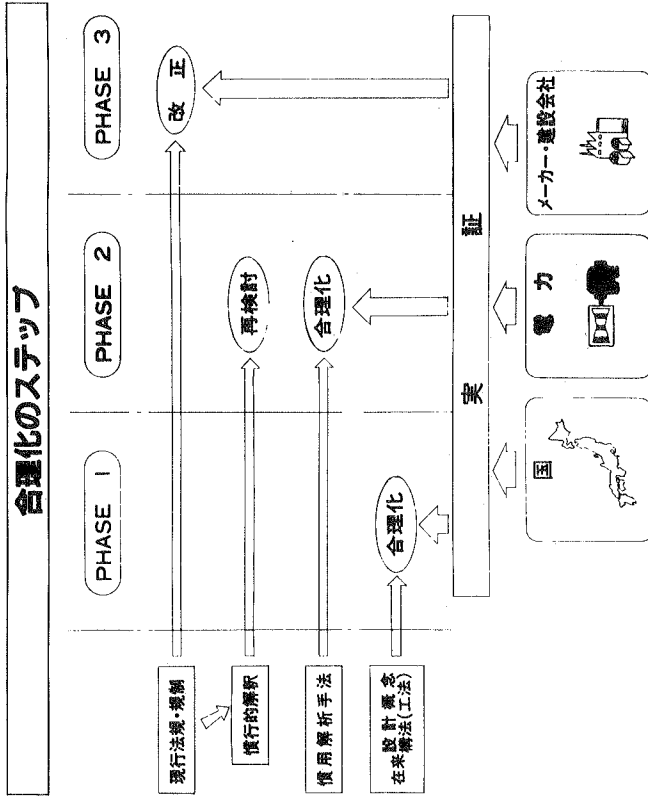
[大崎順彦氏スライド]



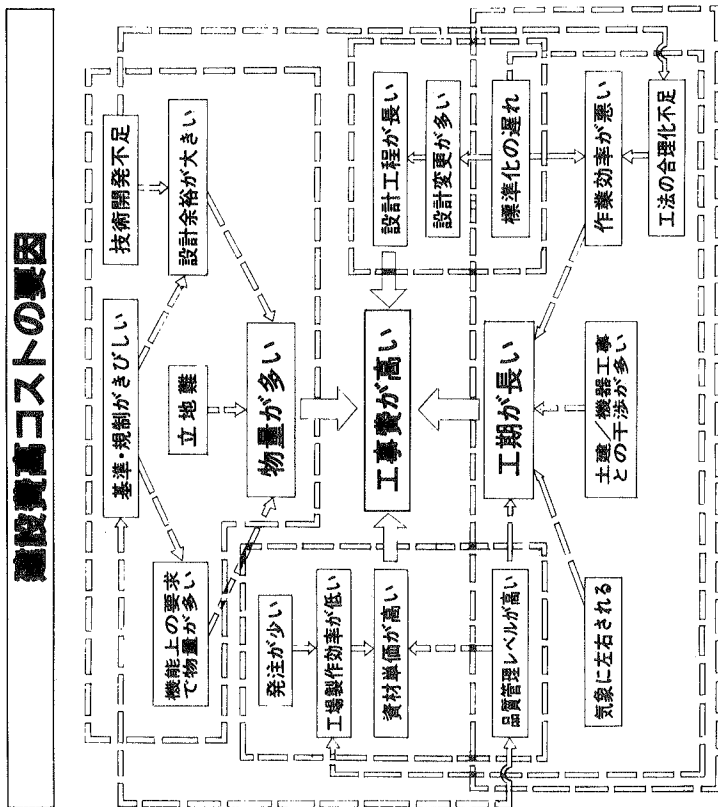
[スライド2]



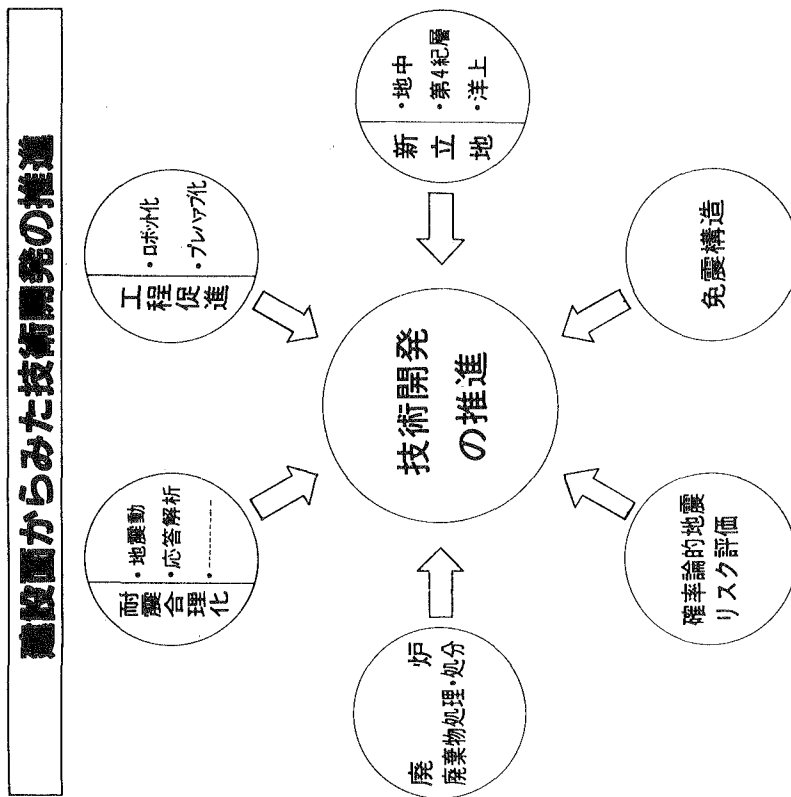
[スライド1]



〔スライド4〕

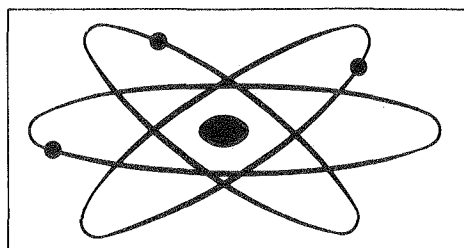


〔スライド3〕



[スライド5]

午餐会



通商産業大臣代理所感
通商産業省資源エネルギー庁長官
豊島 格

科学技術庁長官挨拶
科学技術庁長官
岩動 道行

特別講演 分散と収斂
学習院大学教授
加藤 秀俊

通商産業大臣代理所感

資源エネルギー庁

長官 豊島 格

原産年次大会の「低経済成長下における原子力産業の課題」という基調テーマは、時宜に適したテーマだ。このテーマのもと、内外の原子力関係者が一堂に会して議論することは、大変有意義なことだ。大会開催のために尽力された有澤会長、成田準備委員長に対し、心から感謝したい。

周知のように、エネルギー情勢は、第1次石油ショック、第2次石油ショックのころと最近では様変わりしている。国際的にみても、石油の需給は緩和基調にあるし、さらに昨年3月には、OPEC結成以来初めて、基準原油であるアラビアン・ライトの価格が5ドル下がった。ややもするとエネルギーに対する危機感というものが薄れがちだが、こういう状況がいつまでも続くかどうかは、だれがみてもわかることで、長期的には石油は逼迫してくる。

エネルギーの安定供給のため、石油代替エネルギーの開発は、省エネルギーの推進とともに行わなくてはいけない。石油代替エネルギーの中でいろいろあるが、わが国では、原子力を最重点として進めているところだ。

昨年の11月、通産大臣の諮問機関である総合エネルギー調査会で、1990年、95年、2000年という——これはいろいろニュアンスは違うが——一つの長期需給見通しが立てられたが、その中でも原子力が最重点であることは、周知の通りである。1990年の原子力の供給目標が4,600万kWから3,400万kWに下方修正されたために、日本は原子力について少しテンポを緩めたのではないか、あるいは取り扱い方のウエートが低くなったのではないかという疑問をもつ方もあるかと思うが、この点については、エネルギー全体の需要の伸びが非常に遅れたということだ。日本の場合、従来の計画に対して、大体10年ぐらい遅れているというわけだ。具体的に言うと、従来は1990年に原油換算で5億9,000万kl、つまり6億kl弱というのが、去年作られた需給見通しでは、2000年で6億klになるということだ。そういう中でも原子力の比重は着実に高まる。

現在、日本の原子力発電開発は、軽水炉・再処理路線ということで進められている。現在、25基、1,828万kWが運転中で、58年度では発電量の約20%に達している。その運転状

況も年々改善され、スリーマイルアイランド事故の起きた1979年までは大体50%台の稼働率であったわけだが、1983年には70%を超え、世界の原子力運転状況からみても、決してひけをとらないところまで成長した。フル回転に近い稼働をしているということで、今や軽水炉の安全運転については定着していると、技術的にも言えるのではないかと思う。

しかし、当然のことながら、われわれがこの分野でやるべきことは、非常に多い。安全性を大前提として進めていくことは当然だが、同時に、供給の安定性、あるいは経済性ということも、今後ますます重要になってくる。

いま述べた供給の安定、セキュリティーの問題、それから経済性の問題について、やるべきことは幾つかあるわけだが、私どもとして、いま当面、力を入れていることについて述べると、第一が核燃料サイクル確立の問題だ。原子力の発電に関しては相当うまくやっているが、いわゆる核燃料サイクル分野における濃縮、あるいは再処理問題については、相当遅れている。

濃縮については、動燃の実験プラント、あるいは最近ではようやくデモンストレーションプラントという段階だが、実際問題として、使っている濃縮ウランは、アメリカとヨーロッパからほとんど買っているのが実態だ。再処理についても、東海村で小規模の再処理が行われているが、これもヨーロッパに全部依存している。

準国産エネルギーとしての原子力の地位を確立するためには、何をおいても、この核燃料サイクルの確立が必要である。現在、国内における技術の蓄積と開発の成果をベースにして、海外の経験をも参考に、商業施設の建設を推進していくことに力を入れているところだ。特に再処理については、資源小国である日本にとって、ウラン資源の有効活用を図る、あるいは原子力の供給安定ということから、どうしても進めなければいけない。プルトニウムを使う高速増殖炉（FBR）の実用化も並行して大いに進めていくことになるかと思う。

なお、放射性廃棄物の問題について、低レベルは、現在、発電所の敷地内に貯蔵されているわけだが、今後の問題としては、これを永続的に貯蔵する施設の貯蔵方式ということで、その立地等も進めている。もちろん高レベル廃棄物の問題も核燃料サイクルの一つだが、これについても鋭意、技術開発を進めているところだ。

第二が軽水炉技術の改良、改善である。この問題については、安全性と信頼性ということに加え、コスト、経済性、そして高度化がある。同時に、新しい技術である光技術とか、

マイクロエレクトロニクスという先端技術を導入し、一層の効率化を図っていく必要があるのではないか。原子炉自身も相当期間経過していることから、いよいよ廃炉の問題にも取り組んでいかななくてはならない。

長期的な課題として、新型炉の開発があり、新型転換炉（ATR）とFBRについて、鋭意研究開発が行われているところだ。ウラン資源の有効利用ということになると、どうしてもこの観点から、いま述べたFBRの開発について、先ほどの再処理と同様、進めていかななくてはならない。特にFBRについては、その実用化に向けて、経済性を大いに向上させることが必要かと思う。今年11月には日本で、FBRの実用化のための経済性の向上ということを主要テーマとした国際シンポジウムが計画されている。これについては、各国のご協力、ご参加をお願いしたい。

なお、以上述べたような核燃料サイクルの問題、あるいは軽水炉の技術向上の問題、あるいは廃炉の問題等々については、総合エネルギー調査会の原子力部会において、大体5月までに、その検討を進めていく方針だ。

次に、原子力をめぐる国際協力につき、私どもの考え方を申し述べておきたい。あらゆる分野においても同様だが、原子力の分野においても、国際協力がますます必要となっていくことは、だれしも異論のないところだと思う。現在、原子力委員会、あるいは通産省においても、こういう検討の場を置くことを進めているところだ。一つは発展途上国との協力の問題で、これをどうやって進めていくか。もう一つは先進国の問題で、すでに軽水炉の技術につき、運転経験を踏まえ、いろいろな情報交換等を行っており、FBRについてもさらに進めていくことになろうかと思う。

最近の情勢として、中国が今年の1月から国際原子力機関（IAEA）に加盟し、その正式メンバーになったわけだが、非常に歓迎すべきことだと思っている。現在、政府間ベースで、中国との間に、原子力機器の平和利用の問題とか、あるいは原子力協定の問題についての話し合いが行われており、双方の理解を深めるための努力をしているところだ。

いま述べた問題のほかに、当然のことながら、原子力については、原子力産業の経済性、あるいは核燃料サイクルのバックエンド開発、あるいはパブリックアクセプタンスの問題といろいろあるわけだが、この大会でも、いろいろ議論されることになっているようで、非常に結構なことではないかと思っている。

科学技術庁長官挨拶

科 学 技 術 庁
長 官 岩 動 道 行

本日はこのような重要な午餐会に招待してもらい、心から感謝を述べたい。

昨日、開会に当たり、私が来て挨拶を述べるはずであったが、ただいま国会で予算の審議中のため出席がかなわず、向坊委員長代理が私に代わって挨拶をしたような次第である。したがって、本日は簡単に挨拶をさせてもらいたいと思う。

ただいまの有澤会長のお話のように、海外から重要な原子力関係の皆様を迎えて、日本原子力産業会議、そしてまた日本のエネルギーに対して極めて重要な位置を占める原子力エネルギーの会議で、その最も有用な会議が、このように盛大に催されて、心から喜んでいる次第である。

特に最近、原子力産業においては、いわゆる経済性ということが強く検討されなければならない時代になってきた。しかし、私どもはやはり、原子力の平和利用という基本理念のもとに、その安定供給とそしてまた安全性を最大の主張として、新しい時代に立ち向かっていかなければならないと思っている。その意味において、有澤会長から提起された経済性の問題、そしてまた安全性に対する検討の問題等は、極めて重要な日本の原子力政策にかかわることでもあり、また国際的にみても重要な課題である。私どもは、このような原子力産業会議のいろいろな貴重な議論を踏まえ、基本的には平和利用と安全性と安定供給を念頭におきながら、新しい事態に対応する政策をさらに展開をしていきたいと考えているところである。

どうか皆様方においては、今後、一層活発な議論をしてもらい、日本の原子力そしてまた世界の原子力の利用のために大きな成果を挙げることを心から祈念をして、挨拶としたい。

特別講演

分散と収斂

学習院大学

教授 加藤 秀俊

私は、原子力産業、あるいは原子力という物理学というものは、そのイロハからして知らないわけで、このような場所には場違いな人間と思っている。先ほど、ちょっとお見かけした私の大学の同僚の田中教授の方が大権威だ。そのようなわけで今日お話しすることは、多少気晴らしのつもりでお聞きいただきたい。

「分散と収斂」という題を思いついた直接のヒントというのは、融合と分裂である。しかし原子力という融合と分裂ということになると、これは余りにも専門的で、私にはわかりかねる。そこで自分の土俵の中で融合と分裂ということについて話をしたいと思う。

ここで別段、トインビー流の歴史観をくどくどと話すつもりはない。また西洋のプラトンからヘーゲルに至る弁証法の歴史について論じようとも思わない。さらに孔子に始まるころの東洋の弁証法についても話をするつもりはない。しかし、少なくとも私の素人なりの歴史解釈でいうと、どうやら人類の歴史というものは、収斂と分散という二つのモチーフを主軸にした弁証法的なプロセスであったという感じがする。

これを、たとえば政治ないし権力の問題の領域で考えてみると、われわれ日本にとって隣国である中国の歴史をみても、秦の始皇帝が中国の全土を統合したということは、ある意味では、一つの国という収斂現象がそこで行われたというわけだ。秦はやがて漢の時代を迎えるが、今度は逆に非常に分散型の強い社会になっている。その後また、唐代に至って統合の時代がやってくる。しかし、その次にはまた分散した地方連立型と申しますか、「三国志演義」などご存知のような小国分立の時代がやってくる。

西洋の歴史についても、素人なりにみると、たとえばギリシアにおける都市国家というのはきわめて分散的なものだった。それが、次のローマ帝国時代になると、ローマ帝国はスカンジナビア半島に至るまで——そこまでローマは強くなかったと思うのだが——少なくとも、現在のゲルマン諸国にまでローマの版図が広がった時代があった。ローマ帝国の後に、今度はそれぞれの諸民族を中心にした中世の封建社会という、きわめて分散型の強い時代がやってくる。

私は別段西洋史の教授でもない。西洋史についてこれ以上語れば、ぼろが出るだけだから、これ以上述べないが、そのようにして成立した西ヨーロッパの近代国家が、今日では、たとえばECという形でまた緩やかな結合をしているのも、これは収斂と分散の交代というものではなからうかと思うわけだ。

日本の歴史に即して考えてみても、例の群雄割拠の時代というのがあったが——その前は平安朝時代、つまり天皇家が日本国家を律令制によって統一する時期が一時期あったわけだが——室町以降、群雄割拠の分散型の国家に変貌していく。その分散型の封建国家としての日本というのを、今度は徳川家が調整機能を持つことになり、250年間にわたる徳川幕藩体制が続いた。これが、幕末になると、それぞれ分散した地方の幾つかの藩が、統一された幕藩体制に対する一つの反抗運動として明治革命というものを生み出す原動力になった。

ここで「明治革命」という言葉を、私は外国人の方々のために特に使わせていただきたい。一般には「明治維新」、レストレーションという言葉で呼ばれているが、私の解釈によると、どうみても、これは革命だった。つまり、この変革はレストアすべき何物もなかった。これは明らかに革命だ。この革命によって日本は統一国家として今日に至っているということにならうかと思う。

いまは時間軸の上で、一種の弁証法的プロセスとして、分散と収斂という二つのモチーフをお話ししてきたわけだが、今度は時間ではなくて空間の方で切り取ってみると、どういうことになるか。これは日本のみならず、世界のさまざまな地域ないし国家の国土計画ないし地域計画、あるいは計画されないでも、自然に人々が居住する居住の仕方というものを考えてみても、どうやら収斂と分散という二つのモチーフが常に緊張関係をはらみながら併存しているように思える。

ここにはアメリカからお見えになった方が多いかと思うが、少なくとも私の理解している限りで言うと、ワシントンにある連邦政府というのは、アメリカを一つの独立国家として、収斂の方向に持っていく大きな力になっている。しかし同時に、私がいままでアメリカで数年間過ごした経験から言うと、それぞれの州は、一つの独立国といった色彩がかなり強い。

昨年の秋、私はテキサス大学で講義をした。アメリカから来た方々は、テキサスという言葉を目にしただけで微笑みを浮かべるが、テキサスというのは、テキサス以外の部分の

アメリカというのではないに等しいというほどの、まさしく大独立国だ。要するに、テキサス人の描いたアメリカ地図というのがあって、これを見ると、テキサスというのがアメリカの真ん中であって、隅っこの方にニューヨークとかカリフォルニアとかが「くっついて」いる。テキサス大学で1カ月講義して、大変勉強になりました。

もっとも、テキサス大学はアメリカで一番給料のいいところなので、二、三年教えに来ないかと言われ、いま大変魅力を感じているところだが……。

このように、アメリカの場合をみても、そうした各州政府と連邦政府の間には、収斂と分散という二つのモチーフの緊張関係がある。その緊張関係が先ほどから申し上げている弁証法で、その緊張関係の中から進歩が生まれ、歴史は展開してきていると思う。

同じことは日本についても言える。確かに日本の首都は東京で、その限りで日本は統一国家であり、ここに明らかに一つの収斂現象が見られる。

同時に、日本にも地方自治体がある。これはこの年次大会の主体であるところの通産省、科学技術庁、環境庁とは違った自治省という役所がある。自治省という役所は日本で一番金持ちの省となっている。というのは、いったん大蔵省が集めた税金は、自治省を経由して再び自治体に戻って行くからだ。

日本は決して東京を中心にした中央集権的な国家ではない。むしろ、それぞれの県や府などが競争関係、あるいは緊張関係にあるとあってよいと思う。昨年、農村調査で岡山県へ出かけドライブをしたことがあるが、広島県の県境を越えた瞬間にスピード違反（時速43キロ）で逮捕されてしまった。これは日本の方も恐らくご存知ないかもしれないが、岡山県は1級国道であっても最高時速は40キロしかない。一応、建前はそういうことになっているわけだが、その点広島県警、兵庫県警は緩やかで、50キロぐらいで走っていても大体つかまらない。後で聞いたところによると、岡山県警というのは、日本では交通取り締まりの一番厳しい県なのだそうだ。私がそうした「りっば」な逮捕歴を持っているということは、日本がいかにか地方分散的国家であるかということ物語る一つのエピソードではないかと思うわけだ。

いま述べたのは、いわば空間上から見た収斂と分散現象だ。

情報という領域で考えてみると、ここでもどうやら収斂と分散という二つの現象が、とりわけ1980年代という現代の時点ではきわめて顕在化してきているような気がする。

情報における収斂というのは、マスメディアによって代表されるような、一つの国家な

いしは社会に共通に分かち与えられるものということができます。

現在、日本の公共放送であるところの NHKでは、朝8時15分から「おしん」という連続ドラマを放送している。この視聴率は50%である。残念ながら、働いている男性は8時15分に自宅にいるということはありません。ここに出席している方は見ることはできないと思うが、奥様やお子様方は「おしん」を見ていると思う。「おしん」を見ていないと、いま日本の国民的教養を分かち合うことができない程度に巨大な収斂現象をみせているわけだ。

日本の新聞は、「プラウダ」に次ぐ発行部数を誇っている。朝日、毎日、読売といった三つの新聞は日本全国を覆い尽くして、1紙当たりの1日の発行部数が800万という驚くべき数に達している。その点、ヨーロッパ、アメリカ、あるいはその他の諸国の新聞がおおむねローカルであるのに対して、これは日本の特異な現象と言ってもいいのかもしれない。朝日新聞なり読売新聞といった新聞は、北は稚内から南は南西諸島に至るまで、日本列島3,000キロの端から端まで、ほぼ同じ時間に配達され、人々は同じ記事を読むことができるようになってきている。こうしたNHKをはじめとする日本の放送ネットワークというのは、明らかに情報における一つの収斂のモチーフを代表するものと言ってよい。

同時に、今日、問題になってきているニューメディアというものがある。これは、ケーブル・テレビジョンとか、あるいは日本電電公社が開発して、現在実験中のキャプテン・システムという、いわばきわめて素朴な形だが、データ・ベースを家庭の電話で呼び出して——これはヨーロッパでテレテキストという言葉で呼ばれているものとほとんど似ている——一方的にテレビ局から送られてくる大量の情報を同時間に見るというのではなくて、自分の必要な情報を、必要なときに取り出せるというシステムが、だんだんでき上がりつつあるというわけだ。

キャプテン・システムは、いよいよ実用段階に入る。そうなってくると、好きなときに好きなデータないし情報を取り出すことができる。これは明らかに情報社会における一つの分散現象と言ってよい。日本だけでなく、およそ天気予報というのは当てにならないものだが、天気予報は、ラジオ、テレビなどで定時に放送される。朝7時に起きて「きょうの天気」というのを見なければならぬ。7時15分に起きた人間は天気予報を聞くことができないわけだ。しかし、新しいメディアは、7時23分に起きた人間が天気図が見たいといえ、天気図がすぐ画面に出てくるわけで、これはマスメディアとは全く違った性質だ。

昨年、アメリカのバッファローで学会があったが、そこで私が報告したのもまさしくそういう問題であった。

グーテンベルクの印刷術に始まる近代のコミュニケーションは、同一情報の大量生産をその基本にしている。東洋の名誉のために言っておくと、印刷術を発明したのは、活字印刷術はグーテンベルクだが、木版印刷は中国、朝鮮半島ならびに日本の方が先であった。別段そのことでナショナリズムをここで誇示するつもりは毛頭ないが、そのグーテンベルクの印刷術に始まる近代コミュニケーション技術というのは、同一情報の大量生産にほかならない。

ところが、いま述べたような、いわゆるニューメディアと日本で呼ばれているものは、いわばグーテンベルク哲学に対する一つの反革命である。もしグーテンベルクが革命を引き起こしたとするならば、それに反対する反革命であると言ってよいのではないかと思う。

映画もラジオもテレビも形態こそ違いますが、その基本思想はグーテンベルクと何ら違うところはない。それと全く違う情報伝達、あるいは情報へのアクセスの可能性が、いま目の前で見えている。一方で、非常に画一的、大衆的な情報伝達が行われると同時に、他方では、きわめて個別的、個人的な情報へのアクセスが可能になっている。情報の私化、プライベート化、あるいはディファレンシエーションという言葉を使ってもいいのかもしれないが、きわめて個別化された情報が一方ではある。

こうした情報における収斂と分散という傾向を加速化するような機能が、ここ20年ほどの間、顕著になってきたことも、ここでつけ加えておかなければならない。その加速現象を起こした原因にはいろいろあるが、一つは、いま述べたような新しい通信技術の発達がある。同時に、それと並行して忘れてならないことは、とりわけ日本の場合、高学歴化ということであろうかと思う。日本は19世紀の半ばで文盲率が50%ぐらいで、非常に読み書き能力のすぐれた国民であったが、戦後になってからは高等教育が非常に普及した。現在、助手以上という日本の大学の教員数をとってみると、合計12万人という数字が出ている。よく言う冗談だが、日本の床屋さんの数は8万人いる。つまり、頭の外側の手入れをしてくれる人が8万人で、内側の手入れをする人が12万人いるというわけだ。外側の手入れの方は歴然と目に見える。それぞれにきれいになり、要するに床屋に行ってきたことがきちんとわかる仕掛けになっている。まさしく床屋さんの成果はビジブルであるわけだが、大学教授が頭の中の手入れをしたと思っているのは、おおむね錯覚で、頭の中の手入れとい

うのは、あまりできていないのが普通だ。

しかし、それはともかくとして、多少は手入れができたおかげで、それぞれが自分の意見というものを持つようになった。これは大変なことだと思う。いまから1世紀前の日本人に意見というものが個別的にあったかという点、これは大いに疑わしい。日本だけではない。今日の文明諸国も1世紀ないし2世紀、時計を逆回ししてみると、個人個人について意見を言えと言われたとき、あまり意見は言えなかったと考える。しかし学校教育を受けると、少しずつ生意気になってきて、私はこう思う、私は反対だ、私は賛成だということを、一つ一つの事柄について言うようになる。

これは思想史で言えば、個人主義というありふれた言葉で片づけられることになってしまふかもしれないが、高学歴化によって、分散現象がいよいよ加速化されてきた。これが私たちの生きている現代というものだろうと思うわけだ。

こうしたことを念頭に置いた上で、しからば、こういう現代社会での合意形成はどのような形で可能なのかを考えたい。この大会でも、暗黙のうちに皆さんが問題にしていることは、原子力産業についての合意形成を、国民的規模あるいは地域的規模で、どのようにして達成できるだろうか、というような話題であろうかと思う。しかし、合意形成というのは、いま述べたような文脈でみると、人類史始まって以来、可能なことは一度もなかったという結論にどうやらなりそうだ。すべての人間が、ある一つの目標に向かって合意を形成することができた時期というのは、大部分の民衆が文字を読むことすらできない無知蒙昧な社会——そういう社会を100万年ほど前にわれわれの祖先は経験したわけだが——であった。今日では、口の上ではそう言っておく方が安全だから、一応賛成の手は挙げるけれども、実際は腹の中はむしゃくしゃして、帰りに酒の一杯も引っ掛けなければ務まらぬという人が大部分になってきている。

原子力産業というような巨大なプロジェクトではなくて、一つの家庭をとってみても、その中での合意形成がきわめて難しいことは、お互いよく日常生活の上で知っている。このことから、事柄の何であるかを問わず、合意形成は、きわめて難しいというよりも、むしろ不可能に近い。

ただし、冒頭に述べたように、収斂と分散という二つのモチーフの間に取り結ばれる弁証法によって、われわれの社会が進化してきたとするならば、現在に生きるわれわれもまた、その例外ではない。われわれが目標にするところは、一方では個人の自由というもの

であり、一方では、それを超えた合意形成ということである。この二つは、あれかこれかという選択の問題ではなく、常に緊張をはらみつつ、その緊張の中から進歩が生まれていくようなモチーフであろうと私は考えている。このことから、合意形成というのは、人類史を貫くところの、絶えざる収斂と分散の弁証法の一側面であり、かつ同時に一局面なのである。そうした緊張関係は今後もずっと続いていくであろうし、その中でこそ初めて、人類の進歩が生まれてくるに違いない。

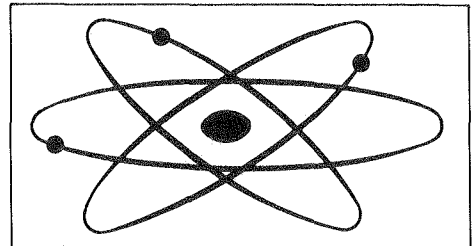
最後に一言、これは東洋の思想家だが、私の好きな荘子の大変おもしろい話を一つだけ手短につけ加えておきたい。荘子はちょっと隠遁的な中国の学者で、大変、形而上学的な人だ。荘子がある日、山に行くと、1本のりっぱな木がそびえていた。きこりに、あの木はいい木だから切って何かに使いなさいと言ったら、きこりは、あの木は使いものにならないと言う。要するに、枝振りはいいかもしれないが、材木として家を建てるには不適當だし、彫刻をしようとしても、ちょっと癖があり過ぎて、なかなか使いものにならない。荘子は、役に立たないなら、こうして命を長らえさせて、ずっとこのまま眺めているのがよからうと言った。

その翌日、荘子がある人の家に招かれた。荘子先生が来たというので、その主人が大いにご馳走をしようというので、しもべにアヒルを1羽殺して夕食を作るように命じた。そのしもべが帰って来て申すのに、家にアヒルが2羽いる、1羽はよく鳴く、1羽は全然鳴かない、どちらを殺すべきか。そのときの荘子の答えは、鳴かない方を殺せといった。

そこで、主人が荘子に、昨日あなたは山へ行ったときに、この木は役に立たないから生かしておこうとおっしゃったではありませんか、今日は、元気のいいアヒルを生かして、あまり元気がないアヒルを殺すように言った、一体これはどういうわけかと聞くと、荘子は、世の中というものはそんなものさ、と答えたそうだ。これは分散と収斂ということにほかならない。

セッション3

核燃料サイクルバックエンドの開発戦略



〈基調講演〉

世界のバックエンド開発戦略

アメリカ・ストーラー社社長

S. ストーラー

〈パネリスト〉

S. ストーラー

フランス・COGEMA再処理担当理事

C. アイソベリ

動力炉・核燃料開発事業団理事

植松 邦彦

東京電力(株)常務取締役

豊田 正敏

イギリス中央電力庁総裁

W. マーシャル

西ドイツ・GNS社社長

K. ヤンベルグ

西ドイツ研究技術省エネルギー研究技術局長

G. レーア

アメリカ・エネルギー省原子力局
使用済み燃料管理・再処理システム部長

K. ローオン

基 調 講 演

世界のバックエンド開発戦略

ス ト ー ラ ー 社

社 長 S.M. ストローラー

バックエンドの開発、そして歴史ということについて展望を述べたいと思うが、特にいままで米国の経験にかかわってきたわけであり、過去35年以上にわたり参画をしてきたが、この米国の経験に照らして話を述べたいと思う。この経験というのは、ある部分は米国だけのものもあるかもしれない。また、私の主観的な米国の経験に関する考えというのは、全員がそれに同意するものではないかもしれない。しかしながら、そうであっても、この話が何らかの形で、少なくともこの討論の背景としての情報を提出できれば、そして問題提起ができればよいと思う。

米国のバックエンド開発の歴史を見てみた場合に、特に過去、大きな影響を与えたものとして七つの要素があると思う。まず1番目は、原子力発電の伸びの予測の変化である。2番目は長期のウランのアベイラビリティ（入手可能性）に関する懸念、そして必然的に増殖炉が必要であるという点。そして3番目は、特に、軽水炉に関する閉じた核燃料サイクルの経済性という認識が変わってきているということ、4番は核兵器拡散に関する懸念である。そして5番目が高レベル廃棄物の処分に関する懸念、そして6番目が、一般的に原子力に関する政府の支持の度合、特にバックエンド開発における政府の支持の度合、そして7番目に、バックエンドの商業化に関する産業界の関心の度合ということになる。

このような影響力というのは、その条件下によって弱くもなり、また強くもなったわけであり、これを定量化することは非常に難しいわけだが、私はこのペーパーを書くに当たり、一つのチャートをこのように表してみた（図参照）。このチャートは非常に難しいということで申しわけなく思っているが、前述の7つの要素の影響力について1から10の尺度が出ており、こういった事実がどう変わってきたかというのを主観的に評価してみた。複雑な図であるが、このようにいろいろな交差する線があり、ここで言いたいことは、つまり米国で、バックエンドの考え方において、姿勢そして環境がいかに極端に変わったかということである。これは過去20年間における変化を示したものだ。

そして、この歴史を三つの期間に分けることができると思う。まず第1は、チャールズ・

ディッケンズの言葉を借りれば、「偉大なる期待の時代」というのがあり、これは1960年代の初期から1970年代の中期まで続いた時代である。2番目はいわゆる「制約の期間」、1970年代の半ばから後半までになる。そして、さらに3番目の時代は「縮小と不確実性の時代」、これは1970年代の後半に始まり、現在まで続いている期間である。

ここで、私はこの三つのフェイズに関して、簡単に一つずつ説明したいと思う。

米国においては、原子力発電は1960年代の初期の研究開発から生まれたものであり、1962年にケネディ大統領の特別な長期の研究によって、非常に好ましい結果が出た。そして、1964年に初めて商業用のオイスター・クリーク原子力発電所が販売契約に至ったということで、加速度的に成長した。60年代の終わりのころになると非常に大規模な産業になり、また1970年代の初期には、原子炉の販売という意味においてピークに達した。

もちろん最初は閉じた燃料サイクルが当然のことと考えられていた。すなわち使用済み燃料は再処理する、そして増殖炉に使うまで回収プルトニウムはリサイクルするということが当然のことと考えられていた。回収した廃棄物は固化して深層貯蔵することになっていた。そして、もう一つの問題だけがあった。すなわち、当時考えていたことは、残りの廃棄物は放射線源として有効に使うことができると考えられていたわけだ。

この閉じた燃料サイクルは、ウランの資源の節約という面で肝要であると考えられたわけだ。そして産業界も、また政府も、限られたウランの資源を、このような形によって、次の来るべき増殖炉時代まで節約をして使っていくことができると考えていたわけだ。そして、これは再処理とリサイクル両方に関して、経済性も非常にいいと考えられていた。大統領も行政府も、また議会も、米国においては、この分野に民間が投資することを強く主張し、業界もこれに強い関心を示していた。

そして当時、一つの再処理の事業が運転開始になり、あと二つは建設の段階まで至ったわけだ。そのほか、計画されたものはたくさんあった。1975年に出たGESMOの報告書によると、リサイクルというのは技術的に非常に可能性が高い、また環境という面でも受け入れられる、そして経済的な優位性を持つと考えられていた。

そして、今度は2番目の「制約の期間」に入った。これは1970年代の半ばから後半までであり、新しい制約がバックエンドの制約に入ってきたわけだ。産業界の再処理とリサイクルのコストの評価値が非常に深刻にエスカレートしてしまったということ、これは特に、安全また環境保護の規制が厳しくなったことに端を発しているわけだ。このことにより、

以前は閉じた核燃料サイクルにあった経済的優位性が損なわれてきたわけだ。そして、この期間を通じて、こういったメリットは全くない、あるいはわずかであると考えられるに至ったわけである。この結果、“ワンス・スルー”サイクルなどの代替案、ほかに何かないかという本格的な研究が始まった。

そしてまた、核兵器の拡散と高レベル放射性廃棄物の貯蔵という二つの問題が政策の焦点になり、国民の論議を呼んだわけだ。そして、特に原子力に反対する国民がこれを大きく取り上げるに至ったわけである。

それから、もう一つ非常に重要な後退としては、米国政府が核燃料サイクルのバックエンドにおいて、産業界がイニシアチブを取るという主張を退けたことである。これは1977年にピークに達し、このときカーター大統領は、リサイクルそして再処理を目的とするすべての産業界の活動を無期限に停止することを決定した。そして、その以前から、すべてのバックエンドに関するイニシアチブ、またプロジェクトは事実上ストップしている。

一方、ウランのアベイラビリティに対する認識もまた変わってきたわけだ。これは、一つはカナダ西部、そしてオーストラリアの非常に低コストのウラン鉱床が発見されたということ、そしてまた、原子力発電の伸びが鈍化してきたことにも端を発するわけである。そして、米国の原子力計画の遅れが起こってきた。

そして、第3の段階に入っていくわけだが、これは「縮小と不確実性の時代」である。この時代はスリーマイル島原子力発電所事故が起きた1979年の3月から始まった。この期間の米国における原子力発電の状況は、例えば新規原子力発電所の発注がゼロの状態が続いているなど、記憶に新たである。

特にバックエンドに関して、米国は非常に奇妙な状況にある。このような現在までのいろいろなマイナス要因にもかかわらず、現在の米国の政権は、原子力発電に関して支持をするということを示している。またさらに、再処理および高速増殖炉の開発に対しての支持を表明している。しかしながら、現在までのところは消極的な支持であったわけだ。そして、産業界がどのように動くかということに非常に多く依存している。

この段階において、米国の産業界はより消極的な態度しかとっていない。そして、産業界が大きな投資をすることは余り考えられないわけだ。現在の米国の状況下において、核燃料サイクルを閉じることの経済性というのは、現在のウランの供給を考えて見ると、それほど魅力的なものではないということが言えるだろう。

そして、バックエンドにおいては、1982年放射性廃棄物政策法が制定された。この法律は非常に複雑に見えるかもしれないが、そこから伝えられるメッセージは簡単である。

すなわち、米国政府ははっきりとしたタイムテーブルをいろんな活動に対して出している。1998年までに、使用済み燃料あるいは再処理の廃棄物を永久貯蔵あるいは処分用を受け入れるという政府のコミットメントを支持する行動及びイベントに適したタイムテーブルを確立したということであり、このための資金は、原子力発電電力量1kwh当たり1ミルの電力料金で賄われるということである。これは、使用済み燃料1kg 当たり 250ドルということになる。これは最もはっきりした形での廃棄物処分のプログラムであると言える。

また同時に、このプログラムにより、電気事業者は核燃料サイクルの完結に対してさらに消極的になり得るわけである。すなわちクローズド・サイクルのコストが、使用済み燃料1kg 当たり1,000 ドルにもなるということで、非常に消極的になり得るわけだ。

それでは、将来に目を転じてみたいと思う。私と同じく、米国の過去の歴史を見て、いままでのことは逸脱であり、そして悪夢であったと考える人は多いように思われる。

ここには二つの考え方があると思う。すなわち、長期的な需給関係を考えてみた場合に、原子力発電というのは国のエネルギー・ミックスに重要な役割を果たさなければならないというおかしい論理があるということ。そして、経済的な可能性、安全性及び環境適合性の観点から、原子力発電技術の内在的な一体性を考えてみなければならないという論理があるわけだ。

現在、NOx、SOx の排出であるとか、酸性雨に対しても、多くの懸念が示されている。そのようなことを考えてみると、原子力発電のいろいろな利点というものが、非常によい属性として考えられるかもしれない。そういったことから、米国においては、さらに原子力発電の成長があるかもしれない。もちろん1970年代の最高の年に比べれば、そのスケールは小さいかもしれないが、しかしながら、産業的に考えてみても、十分大きなスケールで起こり得るかと思う。もちろん、その時期がいつ、どうなるかということにはわからないが、こういったことが起こるのであるということには予測される。

そして、高速増殖炉に関して、商業化をするということは、現在どのくらいの努力が傾注されているかということに依存している。米国に関しては、現在、はっきり予測することはできないが、これからまだ20~30年先であるということにははっきり言えると思う。

次世紀に至るまでは、米国における一次エネルギーの中で、電力は50%を占めるように

なるであろうとすることができる。そのような展望のもとで、高速増殖炉の将来の役割を考察することのできる何らかの枠組をつくる必要がある。

この枠組の中において、皆様方にも認識してもらいたいのだが、高速増殖炉というのはユニークである。同炉は、国産のエネルギーの貯蔵庫の扉をオープンにするということだ。すなわち、高速増殖炉は、貯蔵中の使用済み燃料と劣化ウランに依存しているということだ。そして、これらから得られるエネルギーは、現在のレベルの米国の全電力需要を数世紀の間、満たすことができる。だから、もし高速増殖炉ができるならば、将来において、コントロールできないような一次燃料の増加を賄うことができるわけである。高速増殖炉を実用化するための何らかのはずみを得ることができるかと思う。

何年か前に、米国はそのようなことを考えてきた。もちろん、このような開発努力をこれからも継続していく。そして国際的な高速増殖炉技術に対する努力に対しても、これからもずっと参加を続けていきたいと考えている。

ここで、米国の経験が、他の国々のバックエンドの計画及び活動にどのような影響を与えるであろうか、もし何らかの関連性があるとするならば、そのような関連性は何であろうかということをお話したいと思う。

いままで、米国の経験というものはユニークである、ということであった。そして、米国と他の国々のバックエンドのプログラムとの差というのは、パネルリストの方々がいるいろいろな話をするとき、より明確になってくるであろうと思う。だから関連性の問題というのは、すべてのペーパーの発表が終わってから続けていきたいと思う。

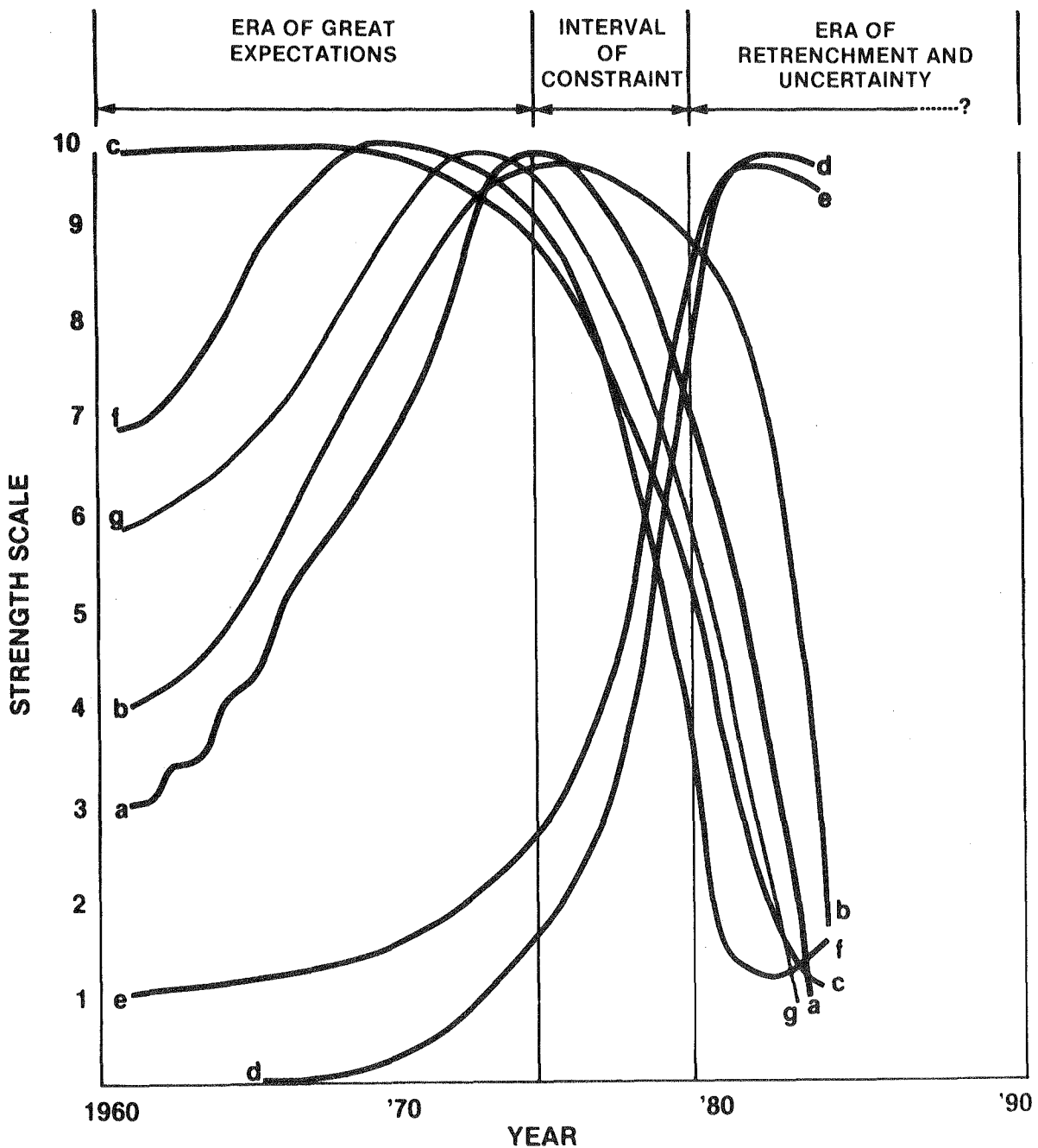
終わりに当たって、日本においても、自分自身の状況を考えて、いろいろなレビューをすることが必要だと思う。すなわち、現在までの再処理及びリサイクルから得られる経験というものがあるわけである。そしてまた、廃棄物処理に関するいろいろなはずみも考えていかなければならない。

また、日本においてはウラン資源の埋蔵量が限られている、そしてまた輸入に頼らなければならないことから、燃料及び使用の効率化、並びに現存及び潜在エネルギー源の転換と開発に関連する技術開発の計画などを行う際には、控え目にしなければならない点がある。もちろん、再処理、リサイクル、それから高速増殖炉の技術というのは、すべてこのようなカテゴリーに入ってくるわけである。そういった意味で、海水からウランを回収することの経済性に関するプログラムも非常に興味深いものである。

[ストーリー氏図]

SUBJECTIVE RATING, ON A SCALE OF 1 TO 10, OF STRENGTH OF FACTORS INFLUENCING PATH OF U.S. BACK-END DEVELOPMENTS

- A. Nuclear power growth expectations
- B. Long range uranium availability
- C. Economic merit of closed fuel cycle
- D. Nuclear weapons proliferation
- E. High-level radioactive waste disposal
- F. Governmental advocacy
- G. Industry interest in commercialization



パネ ル 討 論

議長 アメリカの事情について詳しい説明があったが、それを参考にして、これからパネル討論に移りたいと思う。最初に各パネリストから約10分ずつ、バックエンド開発計画や今後の課題について話をしてほしいと思う。

アイソベリ 1974年に、石油危機以来、フランスはエネルギーのチャレンジに対応しているという決定をしたということは周知の事実だと思う。すなわち、フランスは非常に重要な原子力発電プログラムを始めたのである。これは非常に野心的なものであった。

しかしながら、フランスの態度は首尾一貫しているとも言える。というのは、同時に、フランスはこのような原子炉の建設プログラムに伴って出てくる燃料サイクルのバックエンドの問題に対しても着手を始めたからである。

ここで選ばれた道は再処理の道であった。そして、その利点は非常によく知られているのである。プルトニウムとウランを使用済み燃料から回収し、エネルギー源を最適化する、そして、特に増殖炉に対するドアをオープンにするということである。また、長期貯蔵に適切な形で廃棄物を処理するという点で、フランスが現在の時点で必要なエネルギーの需要から出てくるような問題の解決策を、将来の世代にまで延長することがないという点である。

しかしながら、このような目的には、ある程度のコストがかかるわけだ。現在までの経験では、特にフランスにおいて、最初の計算を行い、この問題に対する次のような回答を得ることができた。

まず第1番目に、軽水炉燃料の再処理というのは、商業的に実証された活動であるという点だ。NFS プラント、ウィンズケールの軽水炉のヘッドエンドおよびモル・プラントが続いてシャット・ダウンされたということから、ここで何らかの懸念が出てきたかもしれない。しかし、カールスルーエ、東海村のプラントにおけるパイロット・プラントの運転およびラアグのプラントの運転——このラアグのプラントは1983年12月31日現在で、世界の使用済み燃料の再処理の半分を賄っているわけだが——では非常によい、前向きな答えが出てきていると考えられる。これは図1に示されている。

図2は、BWR とPWR の再処理量を表わしている。1976年から83年までラアグでどのぐらいの量が処理されたかということを示している。2日前に、この累積量が800メトリッ

ク・トンになった。

ガラス固化による高レベル廃棄物のコンディショニングも実証されたプロセスである。AVM のマルクールにある施設は1978年6月から運転を始めている。現在までのところ、核分裂生成物の 727m³がガラス固化されており、約 1,000のキャニスターで貯蔵されている。

再処理施設は最も高い安全基準のもとに運転することができる。環境への放出のデータというのがあり、この放出は非常に低いわけだが、それにも増して、従業員被曝のデータというものがある。それによると、ラアーグにおける被曝量というのは、1983年において 186ミリレムであったわけだが、これは法的許容限度の5レムと比較してみると、非常に低いということがわかる。これは図3を見ると、わかると思う。

第4番目に、再処理の経済的コストは妥当なものであるということだ。ここに、原子力の kWh当たりの発電コストと、それからフランスにおける再処理のコストが書いてある。これらの数値はすべて均等化されたディスカウント・プライスであり、この際のディスカウント・レートは9%である。原子力の kWh当たりの発電コストは19.3サンチームである。これは1982年1月現在の状態での数値である。(あるいは、1ドル当たり8フランという換算をすると、約24.1ミルということになる。)このうち、再処理は1.33サンチーム、すなわち発電コストの 6.9%を占めており、この場合は、回収されたプルトニウムの価格は計算に入れていない。

これはもちろん小さな額ではない。しかしながら、ほかの解決策をとっても、それ自体のコストは必ずかかるわけだ。このようなパーセンテージがあるからといって、原子力の競争性が弱まるということではない。石炭を考えてみた場合には、フランスにおいては、kWh 当たり32サンチーム、すなわち kWh当たり40ミルかかるということからわかると思う。

このように均等化されたディスカウント・コストでは、ウランのkg当たり 4,660フランが再処理にかかるわけであり、これは米国では 595ドルに換算することができる。このコストというのは、使用済み燃料の輸送および貯蔵、再処理、高レベル廃棄物のガラス固化および中間貯蔵、および低・中レベル廃棄物の処理と貯蔵のコストが含まれる。このような数値というのは、回収されたウランおよびプルトニウムの価格は入っていない。これは、ヨーロッパにおける再処理の展望とプルトニウムの使用に関する話である。

このようなすべての結果を見ると、UP2-800 を拡大するという決定を支持するものであり、UP-3プラントをラアーグに建設する決定を強化するものだ。これにより、ラアーグの

年間再処理能力が、LWR の燃料に関して 1,600 t になるわけである。

また、THORP の建設をするという英国の決断、およびWA-350のプロジェクトに関する西ドイツの決定が並行してなされたということも銘記すべきであろう。

それでは、このような状況下で、プルトニウムのアベイラビリティからどういった態度をヨーロッパは考えるであろうか。図4の左側は、今世紀末までに、これらの施設によって生産されるであろうプルトニウムの累積量を示したものである。フランスの電力会社 EDF、それから西ドイツの電力会社、そして日本の電力会社に関連する資料は、図4の右側に書いてある。

図5はフランスの状況を示すものである。スーパーフェニックス1と2に燃料を供給するための必要な量が示されている。フェニックスはクローズド・サイクルで何年間も運転されている。年間4 tのプルトニウムが入手可能になる。500 tのウランおよび、400 t SWU に匹敵する4 tの燃料をLWRにリサイクルすることを考えていかなければならないわけである。

EDF、CEA およびCOGEMAの共同研究の結論というのは、MOX 燃料サイクルのコストは標準の濃縮ウラン燃料よりも安い。そして、プルトニウム・クレジットがg当たり120フランないしは15ドルになるということである。そして、その処理コストはスタンダードのウラン燃料とほとんど同じであり、15年間にわたって償却される年間100 tの施設における成形コストも推定することができるということである。

この結論から、西ドイツにおける独立した研究によっても確認されていたが、それによると、プルトニウム・クレジットはg当たり約40ドイツ・マルクになる。

このようなことから、COGEMAはMELOXと呼ばれる施設のプロジェクトを始めたわけであり、その成型加工能力は混合酸化物燃料で100 tである。これは1990年代初頭に運転サービスを始めることになっている。これにつけ加えて、UP2-800のプロジェクトも少し修正され、その再処理能力と、そして再処理の値段が、MOX および濃縮ウラン燃料と同等になるというように計画が直されている。

結論として、このパネルの講演者の方と二つの考え方を共通にしたいと考えている。一つは、軽水炉におけるプルトニウムのリサイクルというのは、アベイラブルなプルトニウムを有効に使う方法であるということ。そして、これは高速増殖炉を待つ間、有効に使うことができる。そして、高速増殖炉は、全世界的な不況により、次世紀まで持ち越されて

いるのである。

もう一つは、燃料サイクルのバックエンドというのは、非常に難しいコースを走っていかねばならない非常に長いレースであるということ。そして、これを完走するためにはスタミナと決意が必要である。

議長 アメリカの話とは違い、大変頼もしいと言えるような話であった。それでは次に、日本の状況を話してもらいたいと思う。

植松 核燃料サイクルのバックエンドの開発戦略ということであるが、非常に時間が限られている関係上、主としてプルトニウムの利用と再処理の問題に限って、話をしたいと思う。

周知のごとく、日本では1982年6月に、原子力委員会が21世紀を展望して、今後の10年間に於ける原子力開発利用に関する重点施策とその推進方策を明らかにしていることは、日本の方は十分知っていることと思う。しかし、海外からいらした方は必ずしもそうでないと思うので、その長期計画の中から一部引用させてもらおう。使用済み燃料から回収されるプルトニウムおよびウランは、国産エネルギー資源として扱うことができ、この利用によってウラン資源の有効利用が図れるとともに、原子力発電に関する対外依存度を低くすることができるので積極的に利用していくものとする、というように原子力委員会の長期計画には書いてある。

また再処理についても、使用済み燃料は再処理することとし、プルトニウム利用の主体性を確実にする等の観点から、原則として、再処理は国内で行うというようになっているわけだ。この日本の基本的な考え方というのは、82年当時も現在も全く変わっていないと思わない。

現在、世界の原子力発電の伸びというのは非常に低迷しており、天然ウラン資源や、ウラン濃縮の能力を見ると、大変余裕が出てきている。したがって、軽水炉を中心とする原子力発電にとっては非常に有利になっていることは事実である。

したがって、当分の間、軽水炉だけを建設して運転することで十分ではないかという主張も生まれてきているわけである。しかし、この主張はエネルギー供給を余りにも金銭的な面、近視眼的な思考からとらえ過ぎているのではないかと思われる。

日本のように資源のない国にとっては、先ほどストラー氏も述べたように、国内に持ち込まれるまでの資源というのは、われわれの目から見ると、全く“絵にかいた餅”に過ぎ

ないわけである。幾ら海外にたくさん天然ウランがあったとしても、これらは“絵にかいた餅”だと表現するしか仕方がないと思う。

エネルギー供給のセキュリティを高めるには、国内に何らかの形で蓄積された資源、または純国産資源であるということが必要であると思う。日本は、純国産資源として、プルトニウムおよび回収ウランを積極的に利用することを推進しているところだ。

プルトニウムおよび回収ウランの利用技術の確立のために、動燃では、まずプルトニウムの転換に関して独自の技術を開発してきた。東海再処理工場から得られた硝酸プルトニウムを、すでに約1tばかりプルトニウム酸化物に転換し、燃料の確保に供給してきた実績がある。

また MOX燃料の加工については 1970年ごろから非常に小規模の生産を始めており、現在までに約70 t の MOX燃料を確保した実績がある。この70 t の燃料は高速実験炉「常陽」、新型転換炉「ふげん」に供給され、その運転を支えてきている。

動燃が加工した燃料は、これまでのところ、1本も破損やリークを経験しないという非常にりっぱな成績を残しており、動燃はこの事実を非常に誇りに思っている。

動燃では、FBR、ATRの燃料供給だけでなく、周知のごとく、軽水炉のプル・サーマル用の R & D 燃料も供給してきている。

いずれにしても、MOX 燃料の利用については、転換や加工、炉内での使用上の問題など残された技術的な問題というのは非常に少ないと思う。どちらかと言うと、残された問題は、いまアイソベリ氏が述べられたように、経済性の面にあると思う。この面についても動燃では自動化技術を全面的に取り入れて、量産化を確実にするプルトニウムの第3開発施設を、現在、建設中である。加工コストの面についても明るい見通しが得られる時期は、ごく近いのではないかと考えている。

また、再処理から回収される回収ウランの利用についても、すでに ATR「ふげん」の燃料として加工されて、近く「ふげん」に装荷され、実用試験に入る予定である。

このように、プルトニウムおよび回収ウランの利用に関する技術は急速に積み上げられており、われわれの技術は世界的に見ても第一流ではないかと自負しているわけだが、日本ではプルトニウムの供給に不足が生じている。日本では、「常陽」、「もんじゅ」、「ふげん」、ATR 実証炉の四つの原子炉がプルトニウムの確定需要者であるわけだ。しかしながら、たとえ動燃の東海再処理工場が予定どおり順調に運転を続けたところで、87年

末になると、プルトニウムの供給の絶対量に不足が生ずることが明らかになっている。

このプルトニウムの不足分は当面、フランス、イギリスに依頼している海外委託再処理から供給を仰がざるを得ないわけである。しかし、この海外再処理から得られるプルトニウムも、先ほどのウランの話と同じように、プルトニウムが日本国内に返ってくるまでは“絵にかいた餅”に過ぎないわけだ。非常に不安定供給源と言わざるを得ないと思う。

すなわち、プルトニウムが純国産資源と言われるためには、原子力委員会決定にもあるように、原則として再処理を国内で行うことを実現することが重要だと思う。

再処理について、動燃は、現在、東海再処理工場の運転に全力を挙げているところであるが、この東海再処理工場のトラブルで、再処理技術そのものについて、一般の方に非常に不信感を与える結果になっているということは、動燃として、深くお詫びしなければならないと思う。

東海再処理工場が全面的な技術導入によって建設された当時は、再処理は完成された技術であり、導入によって、商業化も直ちに可能と判断されていた節がある。先ほどアイソベリ氏も、東海再処理工場をパイロット・プラントと称したが、その東海再処理工場を建設した当時を振り返ってみると、軽水炉燃料の再処理というのは、決して経験豊かな技術でもなかったし、日本国内においても、導入してきた技術を十分消化できるほどのR & Dが行われていたとか、技術基盤が積み上げられていたとも思えないわけである。これが東海のその後のトラブルの原因の一つにもなっているのではないかとも思う。

その後、動燃は、周知のごとく、東海再処理工場の問題を自分の力で乗り越えるために皆が汗と油にまみれた努力を積み重ねてきたわけだ。この経験というのは日本にとってまことに貴重なものであり、これは日本の再処理にとって大きな学習の記録であったと言えると思う。東海再処理工場はまことに苦い経験をしているわけだが、これをもとに動燃は軽水炉、高速炉の燃料の再処理の面で非常に多くのR & Dを積み上げて、積極的にやってきたわけだ。それは、東海再処理工場以降の新しい技術に備えようとするものであり、また再処理工場の稼働率向上のためにも不可欠な技術の開発もいろいろ行ってきた。これらは日本の産業界の多大な協力を得て実施してきたものである。

この成果は、すでに世界に比べてもいいところまできているのではないかと思う。また国自体も、大型再処理のために、このところ再処理技術の実証試験に重大な決意を持

って取り組んできている。私見ではあるが、東海再処理工場で非常に困難な道を通じて蓄積してきた技術と、動燃が産業界と協力をして実施してきたR & Dの成果と、また国が行っている実証試験の成果とを有効に結合させれば、時期と規模にもよるが、日本は独自の技術をもってしても、次の再処理工場を建設、運転できる基盤を整えつつあると考えてもいいのではないかと思う。

しかし、日本の独自技術に海外諸国からの経験の深い技術が付加されれば、これは日本の表現で言うと、全く“鬼に金棒”と言えるのではないかと思う。

われわれは、MOX 燃料の利用の面では、もうすでに実用化に近い段階まで技術蓄積を行ってきたと考えている。しかし、国内で再処理を行うとの原則に照らして、再処理工場を早期に建設し、将来の再処理需要およびプルトニウムの需要にタイムリーに対処していくことが非常に重要なことではないかと考えている。

議長 大変前向きな話であった。“絵にかいた餅”というのをどのように訳したかちょっとわからないが、いま手元にないから当てにしていけないというのは誤解が生ずるかもしれないと、少し危惧したところであった。

マーシャル 英国において、核燃料サイクルのバックエンドを考えるとということは、私たちの原子力プログラムの歴史によって条件づけられ、また影響されているということを考えなければならない。周知のことと思うが、英国において、原子力発電というのは初期に始まっており、ほかの国とはまた異なったやり方を始めている。これが、ここで話している問題に対する英国の態度を考える、また理解する上で非常に重要な点である。

多くの国は、原子力発電を軽水炉あるいは CANDU 炉を作ることによって始めたわけである。このような原子炉に関しては、使用済み燃料は無期限に水中下で貯蔵することができる。そのようなことから、バックエンドに関するいろいろな問題を相当将来まで延期するということが、実際的には可能なわけである。

そして、このアプローチというのは、環境保護者たちによって批判されてきたわけであり、彼らによると、燃料サイクルのバックエンドを閉じるということをはっきりとした形で示してほしいということを行っている。

しかしながら、英国およびフランスの経験は少し異なっている。英国の原子力発電所はガス冷却炉を使っている。最初はマグノックス型で、次に改良型（AGR）を使った。燃料は CO₂によって非常に冷却され、そして原子炉内の非常に厳しい条件にさらされなければ

ならない。そういったことから、使用済み燃料を長い期間、水中下に貯蔵することが可能にならないわけである。マグノックスの燃料は水中下で腐食する。そして、これを二、三年以上、水中下に貯蔵するということは慎重なやり方ではない。

ステンレススチールの被覆管のもとで水中下にどのくらい貯蔵できるかどうかということは、まだはっきりわかっていない。そしてまた、AGR に関して、どのくらい貯蔵できるかということに対してははっきりした数字は出ていないが、このような貯蔵を10年以上延ばしてはならないと考えられている。

しかしながら、1950年代初期のマグノックス炉、そして10年後の AGRを考えた場合に、この種の考察は余り重要でないと考えられていた。というのは、再処理を行ってプルトニウムを回収し、それにより、高速増殖炉を建設するための準備をしなければならないというのは、全く当然であると考えられていたからである。

この原子力発電の幸福な時代において、科学者たちは、ウランは貴重な資源である、そして、ウラン 235の世界の埋蔵量はすぐに使い果たされてしまうであろう、熱中性子炉の時代というものは非常に短かく20~30年しか続かないのではないかと、そしてその後で、高速増殖炉が原子力発電の主な役割を果たすようになるであろう、と考えてきたわけだ。

しかしながら、このような初期の予想というのは実現されなかった。ウランは、その時代に考えたよりももっと豊富にあり、また入手が可能であることがわかってきた。そして、高速増殖炉の資本費は非常に高く、来世紀に至らないと、これが広範に使われることにならないということがわかってきた。

このような観点を考えてみて、英国が燃料のバックエンドをどのように考えているか、これは過去にどのように開発されてきて、今日どのような状況にあるのかということの説明したいと思う。

英国においては、軍事用の再処理施設を民間用の再処理施設に転換するということを初期に決定した。全体的にこれは成功をしたわけだ。そして、ウィンズケールにおける再処理というのは確立したものである。実際にウィンズケールにおける商用炉燃料の処理量は、世界の残りの全体量を集めたよりも多いという事実がある。

もちろん、いろいろ問題があり、また1970年にヘッドエンド問題があったということで、マグノックス炉においては2年間の再処理ができなかった。その結果として、マグノックス炉の燃料のある部分は貯蔵ポンドにおいて腐食を起こした。そして、ある程度の放射性

物質が海中へ排出されたわけであるが、これは政府の規制値以下だったわけである。

しかしながら、この新しいマグノックス発電所に対して非常に大きな投資がなされたこと、そしてまたBNFLが常に改善を行ってきたことにより、ウィンズケールからの放射性物質の排出は年々下がってきている。そして、来年には新しい廃液処理施設が運転されることになっており、これによって、環境への放出がもっともっと低いレベルになるわけである。

また、私どものAGR、それから日本やほかの国の電力会社からの酸化物燃料を再処理するためのTHORPの建設が現在始まっており、1987年あるいは88年にこれが完成することになっている。だから、再処理というのは、英国の原子力発電計画の定着した一部であると考えている。

しかしながら、私の個人的な意見であるが、過去においては、国民を十分に教育する努力をしなかったのではないかと思う。すなわち、国民が正しい観点において放射能のリスクを考えることができるようにしてこなかった。だから、将来においては、国民の理解をより多く得て、そしてそのアクセプタンスを得るためには、もっともっと努力をしていかなければならないと考えている。

再処理の主要な目的というのは、高速炉を開始するに当たってのプルトニウムを入手可能にするということである。何年間かの間、英国政府は高速炉に対する国家の政策を検討した。昨年、英国は国際的な協力を追求していくことを決定し、1984年の1月10日に最終的に高速炉の協力に関し、フランス、西ドイツ、イタリア、ベルギーとの間で合意覚え書に調印するに至ったのである。

そして、それに引き続き、電力会社間の協定がEDFとCEGBの間で行われた。これは2月7日のことである。そしてまた、UKAEAとNNCと、それからそれに対応するヨーロッパの会社との契約は今月行われた。

このように高速炉に対するヨーロッパでの協力体制が進んできているわけだが、これは次世紀における原子力発電に必須なものである。しかしながら、現在のところ、大規模な形で投資をすることは経済的ではない。そのために、国際的な協力を行い、競争性を上げ、そして各国が研究開発プログラムに払うべきコストをなるべく削減していくことが必要である。

現在、英国がこのような高速炉に対する協定を結ぶことができたことを非常にうれしく

思っている。そして、英国において、将来、商業規模の実証炉を作ることができると考えている。しかしながら、われわれが考えていたよりも、その時期はもっと延期されるであろう。いつそうなるかということ、いま予測することはできない。

英国が調印した高速炉に関する協定には非常に満足している。これによって、将来において、この問題に対する国際的な協調の基盤ができたものと私は思う。特に電力会社間の協定というのは、大きな実証プラントに対する総合投資を奨励するものであり、昨年のもとの原産年次大会のときにも述べたが、これは、より緊密な協力と理解を確保するために非常に重要なメカニズムであると思う。

いままで、再処理と高速炉について述べてきた。それではここで、廃棄物処理について、どういった考えを持っているかということ、述べてほしいと思う。

初期の時代に原子力産業は、高レベル廃棄物をガラス固化する必要はない、あるいは、それを固体の形に転換する必要は遠い将来までないと考えてきたわけである。しかしながら、1976年に環境汚染に関する王立委員会（ロイヤル・コミッション）がこれに対して批判を加えたわけである。すなわち、高レベル廃棄物をガラス固化し、この核廃棄物を地層あるいは海底へ処分する何らかの方法を実証すべきだと言ったわけである。そして、英国政府はこの勧告を受け入れて、地質調査を大幅に行い、燃料サイクルのバックエンドを閉じることができるのだということを実証しようとしたわけだ。

しかしながら、私の意見では、ロイヤル・コミッションは正しい勧告をしなかった、そしてまた、英国政府はこのような勧告に対して、もっと注意深い態度を払うべきだったと考えている。もちろんロイヤル・コミッションが、原子力産業がガラス固化というものをより早い時点で確立しなかったことに対して批判をするということは正しかったかもしれないが、しかしながら、その点でとめておくべきだったと思う。

このような高レベル廃棄物の処分をもっと早い時期に実証するのは賢いことではなかったと私は思う。最初にガラス固化されたときには、物理的にホットな状態であるわけである。それを早い時点において処分することになると、核分裂生成物の崩壊による熱がだんだんに集まり、それによって周りの岩を砕いてしまう。そして周りの地域に何らかの問題を与えてしまうということが可能なわけである。

したがって、この核分裂生成物がもっと安定して、熱の問題がなくなるまで長期的に保存すべきだと考えるわけである。ということは、地表に50年あるいは100年以上、貯蔵を

して、それから最終的な処分をすべきだと考えている。

それに気がついて、英国の政府においては、地質調査を一時中止して、低レベルおよび中レベルの廃棄物の処分ということに優先度を置いている。

燃料サイクルのバックエンドを考えていると、英国のあり方はアメリカのあり方とは非常に違うということに、たぶん、気づくだろうと思う。そして、日本におけるやり方と非常に似ているのではないかということがわかると思う。

議長 よくわかる話で、英国の状態を理解することができた。

ローオン ストローラー氏は米国の再処理に関する歴史、米国におけるバックエンドの問題、そして、そこにおける経済的な問題について述べられた。そこで、ここではそのうちの幾つかを取り上げて述べたいと思う。

まず最初に言いたいのが、ストローラー氏の述べたことはもっともな点もあるが、同意できないところもある。特に核燃料サイクルを米国で非常に論理的な形で閉じるという問題についてであるが、長期的に見ると、いま考えられるほど暗いものではないと思う。そしてここで、この話をさらに突っ込んで述べたいと思う。

レーガン政権の政策というのは、再処理というのは民間の部門がイニシアチブを取るべきであるというものであり、政府は単に一貫した長期の政策を再処理に関して策定していく、そして規制上の障害を撤廃する、そしてまた安定した保障措置を持っていくということである。政府の役割は最小限にとどめるとしても、やはり米国国内において、国内で再処理をすべきか、また回収プルトニウムを使うべきであるかということに関し、意見が二分されていることは確かである。

ここで述べたい結論というのは、現在米国の再処理の業界では、まだ数年は、イニシアチブが取れるかということに関しては期待薄である。これはいろいろな理由がある。いままで試みられたが、うまくいかなかったということ、そして許認可の見通しがはっきりしない、また短期の経済的なインセンティブが欠如しているということである。

このことについて特に述べたいのだが、これはいま非常に問題の焦点となっており、米国はウランがたくさんあり、濃縮能力も余っている。またガス、そして石炭もたくさんあるので、経済的にはこれが引き金にはならないわけである。そういったことで、再処理の問題に関しては、このようなイニシアチブということでは、短期的な意味では期待薄である。

また、同時に経済的なリスクがあるということで、純粋な商業ベースの再処理事業はうまみがないというのが業界の考えである。クリンチリバーの問題、特にこれの中止が一つのマイナスの要因になったわけである。

1978年と1983年の間において、米国政府が資金を援助したバーンウェルのプロジェクトだが、これは特に保障措置のシステムの開発研究に向けられているわけである。これによって、燃料サイクルの設備の保障措置の国際的な基準を決定するというものであった。

バーンウェルのプログラムには 200件以上の技術報告が出されており、これには保障措置、そして輸送あるいはPP、また燃料の再処理、燃料の貯蔵ということが出ている。これは表1に、その業績をまとめた形で出ている。

これは去年に終わり、実際に業界がバーンウェルを継続するか、ということが考えられたわけである。このように政府の支援もない、また業界からのバックアップもなくなったため、バーンウェルの所有者は1983年12月31日に工場を閉鎖してしまった。1983年の半ばには 300人ほどのスタッフがいたわけだが、これが3人になってしまった。残った3人が何をするかという、単に監視をし、そして、いろいろな書類の保管のために残ったにすぎない。

このような問題があるわけだが、再処理を長期にわたって考えた場合には、まだまだ楽観的な見通しを持っている。すなわち残ったエネルギーを回収するという、そして処分により適した廃棄物の形にするということ、また、特に核不拡散の努力において大きな影響力を保持するという、もちろん、これは再処理に関係していることだが——またさらに増殖炉に向けてプルトニウムを供給するという、そして使用済み燃料の貯蔵の代替を提供するという意味で、楽観的な長期の見通しがある。

そこで、次に、簡単ではあるが、「1982年放射性廃棄物政策法」について述べたいと思う。これは去年、可決された。この法律というのは前向きのステップであり、米国において、放射性廃棄物の処分を確固たるスケジュールにのっとって行うということ、そして意思決定のプロセスをはっきりさせたという意味で有効である。

この法律によって処分に対するルールができたわけで、商業ベースの高レベル廃棄物の処分をどうするか、そして実際の研究開発の計画を支援し、高レベル廃棄物、使用済み燃料貯蔵、そして処分の実証ということで枠組みが決められたわけである。米国の大統領、議会、州、インディアン部族、エネルギー省およびその他の連邦機関が協力をして、この

ような地層処分場を立地、建設、運転しなければならないわけである。

また必要なことは、放射性廃棄物基金というものである。これはこの法律によって設定が決まったわけだが、これによって原子力発電所を所有する電力会社から基金が徴収される。1983年4月に、エネルギー省は原子力発電の1kwh当たりに対して、1ミルの処分サービス料を課している。これにより、3億ドル以上の歳入が1984年度には見込まれている。そしてまた1985年度の予算の申請だが、これも3億ドル以上ということになっている。放射性廃棄物政策法によってこれまで実施された仕事の内容は表3に列挙されている。

そして、1985年の1月1日までに、大統領に対して三つの立地が勧告されて、処分のために放射性廃棄物を受け取るターゲット・デットは1998年の1月31日であり、現在、このプログラムは順調に遂行されている。

次に増殖炉についてであるが、ある意味では、増殖炉の問題は非常に廃棄物管理の問題に似ている。というのは、この問題が非常に変わってきたということであり、大編成が起こって、新しいスケジュールになってきているという点である。現在、クリンチリバーの建設から技術的な問題の解決へこの焦点が移ってきていて、まだ時間がかかるわけだが、よりよい経済性を持った増殖炉が求められている。増殖炉の計画は表4に出ている。

ここで、特にプログラムの優先順位であるが、これは特に国際的な協力を増加させるということであり、その中でも特に分業を行うということに大きな利益を見出している。また資源をプールするというのもそうである。そして、2カ国間の緊密な関係を達成するという点、特に日本と米国との関係は非常に重要であり、大変うれしく思っている。画一的であり互換性のある安全基準を設けるということ、そして物理的防護措置や保障措置に対してお互いに協力していくということが重要である。

最後に、増殖炉燃料サイクルでどこを強調するかという点であるが、再処理の技術の開発である。米国がやろうとしているのは、再処理のシステムを開発し、非常に燃焼度の高い増殖炉の燃料、特にプルトニウム含有量が非常に大きいものの再処理をどうするか、また非常に重い構造物である燃料集合体、そして金属ナトリウムの汚染という問題があるわけだが、いかにこの技術を開発するかということが肝要である。

現在、オークリッジ国立研究所のインテグレートッド・エクイプメント・テスト・ファシリティ（IETF）でコールド試験が行われているが、その後、またホット試験も行われる予定であり、これはFFTFから得られた照射済み燃料を使う予定である。現在、このよう

な状況下にあるわけだ。

以上のこと、そしてこれからの展望を手短かにまとめ、燃料サイクルの完結ということに関してもう一度述べると、米国の有名な作家であるマーク・トウェーンのことを引用すればいいと思う。これは1897年のことだがマーク・トウェーンはロンドンへ行く途中で死亡したという噂が流れたわけである。マーク・トウェーンは、このことを知ったとき、ニューヨークの方に電報を送り、その中で、私の死亡の記事は余りにも誇張されていると言ったわけだ。このバックエンド・サイクルに関して同じことが言えると思う。これは現在も生きている。ゆっくりとしたスピードで、また時間もかかるが、原子力において、米国にとって引き続き重要であるという点を最後に述べたいと思う。

議長 最後に、米国のバックエンドのサイクルは死んではいないのだということを述べられたことは、大変心強い限りである。

ヤンベルグ まず初めに、西ドイツの状況を説明する。

西ドイツでは、核燃料サイクルのバックエンドをエントゾルグングと言うが、西ドイツでのエントゾルグングの基本は、まず再処理を行い、プルトニウムをリサイクルすることで、特に高速炉で使用することが目標とされている。それと同時に、代替法として直接処分の研究もしている。ここでは、西ドイツのエントゾルグングの今日に至るまでの歴史的背景を振り返ってみたいと思う。

1970年代の中ごろ、西ドイツ政府は電力会社に対して、核燃料サイクルに責任を持つようにと強く要望した。この課題に対し、化学工業界は余り興味を示さなかったので、電力会社は自らそれを解決するため、DWK という会社をつくった。

当時の計画は、まず第1に、再処理プラントのバッファおよび受け入れ貯蔵用として、3,000 t 規模の大型水プール施設を建設し、その後、再処理の許認可をゆっくり進めようというものであった。

しかしながら、当時はまず施設全体についての安全性の見通しを立てることが要求され、最初に貯蔵プールを作り、次に再処理プラントを建設するというように、許認可手続きを分割することは認められなかった。また、原子炉でのコンパクト貯蔵も認められない状況にあったので、AFR（施設外貯蔵施設）プロジェクトへの方向づけが高まってきた。

そこで、DWK と STEAGの共同プロジェクトとして、アーハウスという場所に1,500tU のAFR を建設することになったが、1976、77年当時の状況から見て、まず最初は水プール方

式が採用された。これと並行して、この両社は、使用済み燃料の輸送と乾式貯蔵を兼ねた容器CASTORを開発してきた。

飛行機の落下衝突時の安全性、ゼロ・リリースの考え方、パッシブな冷却など、安全性に対する要求が厳しくなっていくにつれ、水プールによる AFRはコスト高になり、また建設期間も長くなっていく要因が増えてくることになる。そうすると、コジュマとの契約のバッファとしての役割にも直接に影響してくる。そこで、CASTOR容器については、安全性の確立に重点を置き、実物大の容器で実験を繰り返してきた。その結果、アーハウスのプロジェクトは1979年に乾式容器貯蔵方式へと変更することが決まった。

それに引き続いて、1980年4月には、容器を用いたもう一つの AFR貯蔵施設の建設がゴアレーベンに申請された。これも1,500tU の規模である。そして、この工事は昨年末に完成し、2023年まで貯蔵するための運転許可を取得できた。この間にアーハウスの AFRの建設許可も取得できている。

どうしてこのように早く、そしてほとんど摩擦もなく進められたのであろうか。この原因は DWK, STEAG, GNSの共同作業がよかったこともあるが、当局の求めに応じて代表実験を行ってきたことも影響している。すなわち、実物大の落下および飛来物影響試験を当局の見ているところで、そしてさらには一般公衆の参加のもとで実施した。これにより、パブリック・アクセプタンスを得ることができた。なぜなら、容器技術は非常にわかりやすく、また実験前後の製品の様子については、技術者でなくても容易に納得することができたからだ。

これまで多くのCASTOR容器に燃料が装荷され、輸送あるいは貯蔵の目的に使われてきた。すでに幾つかのCASTORが外国へも輸出されている。フランス、スイス、米国向けのほか、1983年12月にはソ連向けとして CASTOR-WWERが出荷された。

実用的な価値を高めるため、大型容器を開発してきたが、特にCASTOR-Vは、PWR 型で21体、BWR 型で48体から55体の燃料集合体を収納することができる。

このようなわけで、容器貯蔵方式は、水プール方式の AFRに比較して魅力的な条件を備えている。また使用済み燃料用の容器は、その使用後に、さらに高レベルガラス固化体用の容器としても使うこともできる。

しかし、きわめて当然のことであるが、1次貯蔵だけではエントゾルグングを行ったとは言えないということである。それゆえ、DWK の再処理は全力を尽くして推進されること

になるであろう。現在、すでに二つの立地候補場所で公開ヒアリングが行われてきた。このうち、一つの施設については年内にも認可されることが期待されている。

直接処分の検討結果については、1984年または85年中に議会で発表されることになるだろう。

高速炉の商業利用の時期はまだ明らかではないので、コジュマとの契約や西ドイツでの再処理より発生するプルトニウムは、まず軽水炉でリサイクルされることになっている。

以上のように過渡的な技術は確立されているが、核燃料サイクルを閉じるためには、もちろん本質的な要因が抜けている。それは再処理と高速炉を商業的規模で利用できるようにすることである。

豊田 日本における核燃料サイクルバックエンドの現状ならびに課題と、これに対する対応の問題について、概略を述べたいと思う。

まず第1は、使用済み燃料の再処理の問題である。

ウラン資源に乏しいわが国としては、使用済み燃料を再処理し、回収されるプルトニウムとウランとを再利用することとし、このうちプルトニウムについては、燃料効率のよい高速増殖炉で燃やすことを基本路線としている。

現在は、わが国唯一の再処理工場である動力炉・核燃料開発事業団の東海工場における再処理および英仏への再処理委託により、1990年ごろまでに発生する使用済み燃料の約7割方の手当てがなされている。そして、その後の使用済み燃料の再処理については、国内で再処理する計画のもとに、電力会社のほか、メーカー、商社等関連企業により設立された日本原燃サービスの手で、動燃事業団東海工場に次ぐ第2再処理工場建設の準備が進められている。

最近のOECD-NEA、IAEAの「ウラン資源報告書」によると、自由世界のウラン資源確認資源量および推定追加資源量は合計800万tと推定されており、仮に再処理によって回収されるプルトニウムおよびウランを再利用しないとしても、21世紀半ば近くまでの所要量を賄い得る見込みである。さらに高速増殖炉の実用化を図るためには、今後、積極的に技術開発に取り組むとしても、軽水炉と経済的に比肩するまでにはかなり時間がかかると考えられるので、40年ないし50年は軽水炉時代が続くものと考えられる。

次に、再処理技術については、動燃事業団東海工場の現在までの実績によると、200日稼働として、年間の処理容量が140tとなるのに対して、1977年の9月より今月までの合計

処理量は170t、年間最大 55tにとどまっております、信頼性をさらに高めることが必要である。特に安全規制面における要求の厳しいわが国において、期待される稼働率が得られるためには、技術開発面において、なお一層の努力が必要であると考えます。

再処理コスト面においても、従来考えられたよりもかなり高く、現在のところ、t当たり 1.5ないし2億円程度で、国内再処理の場合には、立地環境上の諸条件が厳しいため、さらにこれを上回ることが予想される。したがって、規制面の合理化とコストダウンを指向した技術開発が特に求められるところである。

さらに、プルトニウムの本格利用については、従来から米国の核不拡散政策との関連から厳しい情勢にあり、したがってプルスーマルの商業化についても予断を許さない状況にある。

またもう一つ、最近の電力需要の鈍化を反映して、原子力発電の開発規模が1990年、3,400万kW、1995年、4,800万kW、2000年に6,200万kWと下方修正されてきている。

これまでに述べたような状況のもとにおいて、現在、わが国では核燃料サイクルバックエンドの開発についての見直しが進められているが、いまだ結論を得るに至っていないので、以下、個人的な考え方ということで、今後の進め方について述べてみたいと思う。

今後の再処理の進め方としては、信頼性および経済性の確保を大前提として進めていくことを基本とし、まず第1に、原燃サービスが第2再処理工場の立地手配を強力に押し進め、立地手配の見通しがつき次第、原燃サービスにおいて、速やかに第2再処理工場、使用済み燃料プール、および英仏から返還廃棄物が返ってくるので、その貯蔵施設の立地手続きを進め、使用済み燃料プールおよび廃棄物貯蔵施設の早期完成を目指すことが必要かと思う。

第2再処理工場の建設に当たっては、信頼性、経済性の確保を目指した技術開発を積極的に進めるとともに、規制面における合理化についても、国に十分な働きかけをして、信頼性および経済性についての見通しを早期に得られるように努めていく必要がある。

第2再処理工場の建設に当たっては、東海再処理工場の経験、および国内で実施中および実施する計画となっている実証試験の成果を有効に活用することはもちろんであるが、さらにシステムエンジニアリングについて、海外の協力を得る必要があるのではないかと考える。これとともに、東海再処理工場での経験に鑑み、しっかりした国内プラントメーカーに手掛けさせる必要があり、ハード面を含み、国産技術によって設計、製作すること

が適切かと思う。このためには、国内におけるメーカー体制の整備を図っていくことが必要であると考ええる。

なお、再処理によって回収されるプルトニウムについては、高速増殖炉の実用時期が遅延する情勢にあるため、プルサーマルとしてリサイクルを考えざるを得ないので、現在の軽水炉で確認する技術開発を進めるとともに、プルサーマルの商業化について、国際的なコンセンサスを得るよう努めていく必要があると考ええる。

次に、使用済み燃料の中間貯蔵について述べたいと思う。

現在、再処理工場は世界的に見て容量が不足し、かつ稼働率の低いこともあり、2000年までに発生する使用済み燃料の半分以上しか再処理できないのではないかと見られており、したがって残りは貯蔵することになる。また、核燃料を原子炉から取り出した後、放射能を弱めることにより再処理を容易にし、再処理コストを下げる必要があることから、取り出し後、3年ないし7年程度貯蔵した上で再処理を行うこととしているので、第2再処理工場の場合にも、この点を考慮に入れる必要があると考ええる。

この中間貯蔵の方式としては、ドライキャスク、水プール、ボルト等があるが、3,000tぐらいまでならばドライキャスク、それ以上になると、水プールに貯蔵するのが経済的であると考ええる。

最後に、再処理に伴って発生する高レベル廃棄物の管理、処分について述べる。

高レベル廃棄物の管理、処分をどう進めるかはきわめて重要な問題であることから、日本においては国が責任を持って行うことになっている。もちろん処分が必要となる時期は今後40年から50年ぐらい先と考えているが、今日において処分の見通しを得ておくことが、国民の理解と協力のもとに、原子力開発を円滑に進める上にきわめて重要な課題であると考ええる。現在の計画では、1995年までに試験地を選定し、現地における諸試験を経て、2015年ごろに試験処分を開始する予定となっているが、原子力開発に対する国民の理解と協力を得るためには、2000年ごろまでには本格処分の見通しが得られるよう計画を早めることが必要ではないかと考えている。

以上、核燃料サイクルバックエンドの問題について概略を述べたが、この課題克服のために、国際的な協調のもとに、官民一体となって取り組んでいく次第である。

議長 以上のパネリストの方々の発表の中で共通している点を取り上げてみると、各国とも、商業化時期の見通しに違いはあるだろうが、FBR 開発を積極的に行っているという点

は一致している。少しずつ違いがあるのは、FBR の商業化に至るまで、当面、使用済み燃料のまま貯蔵しておこうという国、積極的にプルトニウム利用を図ろうとする国、それから、その両方をバランスを考えながら行おうとしている国があることだ。

初めに、基調講演でストロー氏から、バックエンドの路線に影響を与える七つのファクターが示された。この意味を一つずつ噛み締めて議論すると、これは大変なことになってしまうが、ストロー氏が図表を出しているので、そういうものを参考にしながら、どのようなバックエンド路線が最も適当であるのか、なぜそのように考えるか、そういったことについて、またご意見を述べてもらいたいと思っている。

先ほどは10分間話をしてもらったわけだが、少し焦点を絞って、各パネリストの方々には大体5分間を目安に発言してもらいたいと思う。

レーア ストロー氏が、いまバックエンドの路線に影響を与える七つの要素を挙げられた。これは過去においてどのような状況であったかということで、その考えに同意する。いろいろなものがそれぞれの国によって影響の度合は違ってはいたが、これまでの場合はこういったことが言えると思う。

西ドイツの場合には、次のような要因が大きかったと思う。5番目のもの、つまり高レベル廃棄物の処分という問題、特に環境保護論者からの問題があった。それから、一般的に言って、原子力の開発にもそれが影響を与えたということが言えると思う。

政府そのものというのは、西ドイツの場合には、議会での政治を見ても、余り大きな影響はなかったと思う。一つ論争となっているのは、一般大衆の意見が大きな問題になっていたということである。いろんな反対というのが出てきた。そして、ほとんどはバックエンドをどうするのかということに議論が集中したわけである。

普通の原子力発電の寿命というものがあって、そこから出てくるものに対しては、われわれは何世紀も影響を被るという点が述べられたわけである。うまくこういったバックエンドを処理するためには、将来には次のようなことを考えなければならないと思う。

どういった活動にしても、信頼を一般大衆から得ていかなければならないということである。再処理についても、廃棄物処分にしても、この信頼性ということ、技術的な解決、そういったものが必要であると思う。

一つの前提として、われわれが考えているのは、責任をはっきりさせるということ、そして、廃棄物を作り出す者——主として業界、電力会社ということであるが——と、それ

から政府の間での責任をはっきりと分けるということである。政府当局は監督をする、規制をするという責任を持っている。それはどういう点でかというところ、許認可というところで責任を持っているわけである。

しかし、業界と政府が同じ方向に向かっていくことが大切だと思う。つまり協力的な、そして首尾一貫した形でやっていく、一つの目標に向かってやっていくことが必要だと思う。つまり、原子力というものを、最もその国にとって最適な形で使えるようにしていく、そして人類全体にとっても使えるようにしていくということである。

最後に、もう一つ前提として必要だと思うことは、当初からはっきりとした規制の理解というもの、つまり、だれが何に対して支払いをするのか、どのようなバックエンドに対して、だれがどうやっていくのかということ、正しい時期にやっていかなければならないと思う。こういった点に関して、西ドイツの連邦政府においては、一つのルール、協定というものが作られているわけである。しかし、これはわれわれの誰にとっても問題であるが、正しいタイミングに正しいことをやっていくということは、難しいことだと思う。

ストローラー この七つの要素というのは、もうこれ以上述べなくてもいいと思うが、少し別のこととして、いま聞いたことの中でコメントしたいと思う。植松氏が述べたことは全く同感であり、米国で商業的な再処理が行われてから、もう15年ほどになっている。すでにそういった商業的な再処理をしているのであるから、われわれの燃料を手に入れることができるという段階になっているわけである。

その植松氏が述べているように、われわれは少し楽観的かもしれない。他方、再処理の技術ということ、あるいは国際協力という観点から考えてみると、確かにわれわれはその点に関して積極的なプラス、これまでの米国の努力というものをうまく使うことができると考えていくべきだと思う。

豊田氏が述べた再処理のコストという問題がある。専門家としてこれまで実際に設計の段階にも携わっているが、われわれの誰もが知っているように、すべて規制の問題であるということは余りにも単純化したものであり、もちろん安い価格で作ろうという気持ちはある。しかし、再検討をして、ずっと前に、たとえば小さな小型のモジュールを作るのはどうかというような、昔には考えていたが、もう捨て去っていた考え方をもう一度検討することも必要だ。ロボットに関して、そういったことが必要であると思う。

そうすることによって、そのコンポーネントの生産コストを低下していくことができる

と思う。1グラム当たり50ドルであるとか、そういったプルトニウムのコストというものにかかわってくるわけである。

だから、いま述べたいことは、技術的な協力というものがもっとよりよくなれば、信頼のおける再処理というもの、そしてコストも下がるだろうということである。日本でも言われると思うのだが、最初からはっきりと結果がわかっているということはないと思う。再処理というものは、始めたときから、どうなるかということを知っていたつもりであるが、しかし、そこまではまだ考えられなかった経済的な要因などがあるわけである。そういったことが、米国においていろいろな影響を与える。電力会社にとっても、もっとほかに優先すべき問題、たとえばいままだ実際に建設されていないが、それをどういうように持っていくかという問題がいま出てきている。技術的な点に関して、協力ということは非常にいいことだと思う。

アイソベリ ストローラー氏の話の中で、原点、座標軸みたいなことを得たと思うが、アインシュタインの相対性原理のようなものも入っているように思う。つまり、いろんな人が違った枠組み、異なった視点から問題を見ているわけである。

そしてまた、再処理に関して、どういうテンポでやっていくかということについての意見、考え方も違うわけである。業界の態度に関して、今日のそういった態度としては、経済の見通しが大いにかかわっているわけである。特に、増殖炉がいつごろ出てくるかということはどう認識するか、ということが一つのポイントになっていると思う。

こういったバックエンドに対してどう見るかということの態度の違いをちょっとまとめてみたいと思う。まずスウェーデン方式というのがあると思うが、スウェーデンは、原子力は徐々に2000年、2010年というような時点を考えて、段階的に考えていこうということである。これをフェイズ・アウトしてしまうということになれば、電力会社の方もはっきりとした利用の方法を考えることができない。自分たちのエネルギー源は一体どうなるのだろうか、ということをはっきり認識できないことになるわけである。そのエネルギー源をどうしようかということを考えなければならない。

それから、二つ目のものとして、当分の間、再処理というものをはっきり経済的だと言えることができて、見通しということになれば、そんなにはっきりしていないわけである。使用済み燃料を貯蔵する、これは貯蔵している間に経済の状況が変わるということが考えられる。そうすると、再処理のインセンティブも変わるということが考えられる。

三つ目の問題点として、再処理をいま始めるかどうかという問題があると思う。つまり、原子力の分野では、研究開発の段階から商業的な実用化までにリードタイムがあるわけである。処分ということを考えてみても、プルトニウムの十分な量を得て増殖炉に使うということに関しても、いま始めなければならないという時間の問題もあると思う。

もう一度、ここで念頭に置いてもらいたいのが、OXI の難しさという問題があると思う。それからまた、もう一つ言っておくと、東海村で PNCによる運転が難しいところに直面していると思うのだが、そういったことはラアグにおいても最初にわれわれが克服しなければならない問題であった。しかし、そういった難しさというのは、十分に苦しむに値するところがあると思う。この経験というものを得て、設計であるとか、実際の商業的なプラントを建てることができるわけである。

だから、一つの例として、フランスのタイムスケールを見てみたいと思うのだが、われわれは UP3、それからUP2 を作ろうということをして70年代末に決めたわけである。この二つのプラントが完全に操業するのは1990年代初めということになる。そこで結論としては、時間というのはもうこれ以上逃すわけにはいかない。20世紀末が近くなっているわけである。増殖炉に関しても、われわれはいまの問題として持っているということである。

植松 パネル発表者の方からストーリー氏の七つの因子についての分析がいろいろ述べられると思うので、少し違った面でコメントをしてみたいと思う。

ストーリー氏の分析というのは、非常におもしろいと思っている。しかしながら、ストーリー氏も「U.S. experience which are doubtless unique to the U.S.」と述べているように、これは米国にとってユニークな経験に基づいた分析の内容だと思う。したがって、すべての判断が米国の経験に基づくものであって、必ずしもファクターがそのままわれわれに適用されるかどうかわからない、という感じが一つある。

またファクターではなくて、時期を三つに分けて分析をしているわけだ。まず最初が、Era of Great Expectations（「大いなる期待の時代」）というところで、ここで述べたことは各国とも全く同じ考え方を持っていたので、ストーリー氏の言われたとおりだと思う。

しかし、その次のInterval of Constraint（「制約の時代」）というところでは、米国の原子力が非常に下降ラインをたどった理由として、カーター大統領の政策の問題、天然ウランの埋蔵量が非常に増えたということ、軽水炉の建設に非常に長い時間がかかるよう

になってきてしまったことなど、一つの下降ラインをたどる原因であると分析をしたわけだ。

しかし、その理由のどの一つをとってみても、日本には必ずしも適用できるものではないという感じがする。日本は、まず昔から平和利用に原子力を使うということに徹してきている。二つ目は、先程も述べたが、天然ウランの国内埋蔵量がゼロに等しいような状態であり、軽水炉の建設の期間はメーカーの努力によって非常に短縮されたわけだ。

したがって、ストーラー氏の言う米国のInterval of Constraintというのは、日本では逆に、原子力が伸びてもいいような状況にあったのではないかと思うわけだ。ストーラー氏が挙げられた制約のどれをとってみても、技術的な問題に基づくというよりは、どちらかというとな政治的な、もしくは政策的な理由に基づくものであるように思える。

もちろん私はこの席で米国の政策の批判をしようと思っているわけでは決してない。しかし、日本の原子力の計画の伸びがこのような状態で見直されなければならないことになってきた原因をよく考えてみると、一つは、もちろん低成長、エネルギー需要の低下ということにも原因があるのだが、それ以上に、日本のバックエンドの戦略については、米国の政策の変更が直接的、間接的に非常に大きな影響を与えたということを目指せざるを得ないわけだ。個人的な意見として述べれば、ストーラー氏の言うInterval of Constraintというのは、日本の目から見れば、Interval of Political Constraint Coming from Outside of Japan（「海外からの政治的制約の時代」）とでも表現せざるを得ないのではないかと思うわけだ。

ここで言わんとするところは、現在の世界において、原子力の世界というのは、一つの国だけで思い通りの決心をされては困るということだ。もうそのような時代ではなくなっていると思う。一国の原子力政策が、このように他の国の政策に対して予期しないほどの非常に大きな影響を与えているという事実があることを、米国にはよく考えてもらいたいと思う。

バックエンドの戦略を決める、特にプルトニウムの利用の戦略を決めるのは、高速炉をどうするかというところにあると思う。世界一の原子力発電量を誇る米国がもたもたしているというのは非常に困るわけだ。日本語で述べると、全く「はた迷惑」だと言わざるを得ないと思うわけだ。

ストーラー氏が最後の方で言われた言葉の中に「While it may be optimistic to

assume that the U.S. will maintain real momentum towards commercialization of the breeder」と言われている。こういう表現では、われわれは非常に困ると思う。このストーリー氏の表現の中で、thatより前を全部、すなわち、「While it may be optimistic to assume」というところを取ってもらって、「the U.S. will maintain real momentum towards commercialization of the breeder」という文章になってほしいと強く思うわけだ。

ローオン氏もマーク・トウェーンの話をしたが、それと同じように、米国で決められたことのニュースが非常に誇張されて日本に影響を与えていると思う。これはマーク・トウェーンの電報とは違うだろうが、米国から少し電報でももらわなければいけないと思うわけだ。

マーシャル ストーラー氏は七つの要素を述べたわけであり、これは特に米国に与えた要素ということのようだが、このうち二つだけが英国に当てはまると考える。

最初の要素は、特に原子力の伸びの予想である。周知のごとく、英国において、原子力の計画は三つの後退があった。非常に残念なことが三つあった。まず第1は、北海ガスを発見したということ。2番目は、やはり北海で石油を発見したということ。3番目は、石炭がどこでも地下にあるということがわかったということである。非常にこれは高くつくのだが、存在することがわかったということである。英国にとって非常に幸運であったことは、特に石油を生産することができたということ、これは原子力業界にとっては残念なことになってしまったわけである。

これにより影響が出るわけだが、特に一般大衆が原子力をどう受け入れるかということ、そして燃料サイクルのバックエンドをどう受け入れるかということに大きな影響を与えるに至ったわけである。

このような要素は実際にこのプログラムのスケジュールに影響を与えるが、基本的な原子力に対する姿勢には余り変更がないわけで、再処理というものは当然行うべき肝要な事項であると考えている。また増殖炉も絶対に必要であると、将来に関しては考えている。ただ、時間の枠組みが変わってきたということだ。

もう一つのファクターであるが、これは先ほど述べたが、一般大衆の廃棄物処分に関する懸念である。これは技術的な問題ではなく、放射線のリスクに関する大衆の教育問題であると思う。だから、確信を持って、英国における原子力を進めることが長期にわたって

は考えられると思う。ただ、時間のスケジュールが変わってきている。

これが現在、討議されていることであり、断固としてアイソベリ氏が先ほどの終わりの部分で述べたことに同意したいと思う。すなわち燃料サイクルのバックエンドというのは、長い間かかる。高いコストのつく、スタミナが必要で、また決意が必要なレースであるということ、そして、元気でなければ、また忍耐強くなければできないという点について、私は全く同意するものである。

再処理ということを考えた場合も、事故が全くないわけではない、そしてまた後退ということが考えられる。すなわち完全なものは世界にはないわけである。だから、もっと我慢強く、そして着実なコースを取るべきである。そして、数カ月ではなくて、10年、あるいはそれ以上の中で、進歩を図っていくべきであると思う。

ローオン 二つの点について述べたいと思う。

一つは、議長からご指摘があったストーラー氏の七つの点についてであるが、米国の核燃料サイクルのバックエンドについての状態と噛み合わせて述べたいと思っている。

述べなければならないのは、3年間努力をした結果——これは一つの目標を達成するために努力をしたわけだが、——バーンウェル再処理工場をどうするかという問題であったが、経済的なインセンティブを見つけることができなかった。あるいは、民間の企業で、積極的に年間数百万ドルを投下して、そのプラントを維持しようという会社が出てこなかった。つまり、長期にわたっては、このようなプラントが必要なわけだが、そのために、いまそれだけ必要な資金を投資しようという会社が出てこなかったわけだ。だから、ストーラー氏の七つのポイントの中にも入っているように、経済性というのが米国では非常に大きな要素となっている。

そしてまた、産業界が現在の環境下において、どれだけの関心を示すかということも大変重要な点である。政府の目から見ると、民間の力というものが大変重要である。

レーガン政権はそういう立場であるので、商業ベースでの再処理の可能性というものがなかなか出て来にくく、経済性のために、そしてまた産業界に対するインセンティブが少ないために、前に進みにくくなっている。これが、わが国の原子力産業の直面している問題点である。したがって、この二つのファクターが、ほかよりもはるかに重要であると思う。

それから2番目の点についてである。ほかのパネリストの方からも発言のあった点であるが、各国はそれぞれユニークなエネルギー事情に遭遇している。米国は大変恵まれた国

だと思う。大きい国で、そして比較的若い国である。短期間の間に急成長を遂げている上に、天然資源も持っており、石炭も、ウランも、石油もあり、ガスもある。太陽エネルギーということになれば、サンシャイン地帯と呼ばれるようなところもある。ということで、エネルギーの利用形態を、あるものに合わせていけばよいということである。だから、長期的にはエネルギー資源に合わせたエネルギー利用形態というものを開発していけばいいわけだ。

そのため、米国は現在、急いで、たとえば再処理を進めようとか、あるいはリサイクルをしようというようなことはやっていない。現在、総額 2,000億ドルに上るような軽水炉産業がある。ここにはかなりの資本が投下されているわけだから、軽水炉産業というのは大変大きな産業である。したがって、経済的な理由さえ見つければ、産業界は積極的に再処理の方向に向かって動いていくことになると思う。

そして、そのような時点になると、政府にとっても、理由のいかんを問わず、再処理をしていかなければならないような時代が来るであろう。現在は予想できないわけだが、ある時点において必要性が出てくると思う。だから、米国のプログラムの現在のペースが遅いということは余り問題にしなくてもいいと思う。逆に、これだけ時間があるということはあるがたいと受け取ってどうであろうか。

日本のような国では、エネルギー資源ということについては、事情がかなり違うと思う。ヤンベルグ ストローラー氏の話は納得のいくものであった。

実は、フランスで仕事をして、それからアメリカへ来て、それからフランスでまたスーパーフェニックス増殖炉の仕事をし、いままでは高速増殖炉用の燃料キャスクを作る仕事をしている。

核燃料サイクルのバックエンドの問題であるが、実は同じような経験をしてきたが、若干、ストローラー氏とはタイムラグがある。しかし、再処理というものは必ず実現するものだと思っている。わが国政府でも、また電力会社も、核燃料サイクルを閉じたいと考えている。これはレーア氏からお話のあったとおりである。

ただ、当面は経済的なニーズがないということだ。しばらくはそういうニーズがないかもしれない。したがって、勇気と決意を持ってやっていかなければならないと思うが、それは、つまりは資金が必要だということになるわけだ。

現在ある技術から中間貯蔵が可能になっている。長期にわたって中間貯蔵をすることが

できるようになっていることは疑いのないところである。

使用済み燃料というのはワインのようなものであり、時間がたてばたつほどよくなると言われている。その考え方には、ある程度まで合意できるのだが、西ドイツを見る場合には、特殊な事情があることを理解してもらいたいと思う。西ドイツには法律があり、電力会社は発電をする場合に、信頼ができ、安全に発電をしなければならないわけだが、あわせて理にかなったコストで発電をしなければならないことになっている。そうすると、直接処分というのが一番安いわけだ。西ドイツの電力会社は、政府からの厳しい指導がない限りは、いまずぐ再処理に踏み切るといふわけにはいかないのである。だから、民間としては政府からの何らかの手助けを必要としているわけだ。

それから安全性の問題については、アイソベリ氏の述べたとおりだと思う。再処理は言われたように、安全に大規模にやることができると思う。したがって、廃棄物の問題というのは、米国、西ドイツにおいて研究が進められているが、この方法というのはほぼでき上がっていると思う。これはパブリック・アクセプタンスの問題ではなくなっている。もうパブリック・アクセプタンスが云々された時代は終わっていると思う。

しかし、再処理を実際に軌道に乗せるには三つの要素を考えなければならない。第1がコスト、第2がコスト、第3がコストである。

豊田 ストローラー氏の七つの項目について、だいたい、私の考えは最初のステートメントの中で述べたが、特にCの「Economic merit of closed fuel cycle」とDの「Nuclear weapons proliferation」の二つについて補足したいと思う。

核燃料サイクルの費用、特に再処理費用の推定は従来考えられたよりも高くなっており、その上に、国内で再処理する場合には、装置をデュプリケートにするとか、あるいは、環境への放射能基準が厳しいとかということで、英仏の場合よりもさらにコスト高になることもあるのではなかろうかと危惧している。

ところで、現在、原子力発電所は他の電源に比べて経済的に優位にあるが、石油火力との差は縮まっており、したがって、今後とも原子力発電が経済的に優位を保つためには、再処理費用を低減することに努めるということも必要ではないかと考えている。つまり、再処理工場の建設費、それから再処理費をいかにして低減させるかということが課題であると思う。

これには、やはり運転経験および今後の技術開発を、建設費の低減とそれから信頼性の

向上の2点を中心に進めていく必要があると考える。それによって、建設費を下げるとともに、信頼性を向上し、稼働率を高めることによって、再処理費のコストダウンが図れるのではないかと思う。

この建設費の低減に関連して、環境への放射能の放出をどの程度に抑えるかという問題があるのではなかろうかと思う。現在、世界の再処理施設で、クリプトン、トリチウムを除去しているプラントは一つもない状況であり、したがって、やはり環境放出基準をどう決めるかが一つの問題ではないかと思う。

こういった問題を決める場合に、やはり「As Low As Reasonably Achievable」という考え方で決めるべきではないかと思う。そのために、国の規制当局による再処理施設の線量目標値の明確な基準を決めてもらう。それに従って、放射能の放出をどのように抑えるかを決めるべきではなかろうかと思う。これを決める場合には、やはり現在、線量目標値の設定されている米国や西ドイツの例なども参考にして、再処理施設に対して適切な線量目標値を設定してもらうように希望したいと思うわけである。

それから第2点として、再処理をするとプルトニウムが回収されるので、このプルトニウムの取り扱いが重要な課題になるわけである。これは当面、プルトニウムのまま貯蔵するか、あるいはMOX燃料として使用するかの二つに大別できると思う。ここで、プルトニウムのまま貯蔵しておくことは、核不拡散の観点からの制約条件がある上に、貯蔵過程で放射線レベルの高いアメリシウムが発生して、MOX燃料として将来、成形加工する段階で、これを取り除くということはコストが余計にかかるなどの理由から、経済的でないということで、直ちにリサイクルすることが望ましいと考える。

そのため、われわれとしては近く、MOX燃料2体ないし4体を試験的に軽水炉に装荷し、1990年ごろには炉心の3分の1程度にMOX燃料としてその実用性を見極める。1990年代後半には、軽水炉でのプルトニウム・リサイクルを実規模で実施する計画だが、この計画を実施するに当たっては、やはり国際的なコンセンサスが必要である。特に米国の理解を得ないとできないことなので、この点について米国の配慮を願いたいと思う。

議長 会場からの質問として、再処理に関する技術レベルについて聞きたいというのがある。第1として、すでに十分な信頼性を持って現在のままで満足できる稼働率が得られると考えているか。さらに設備の改善、多重化が必要かどうか。この辺については、技術的な問題であるが、ちょっと触れてもらえばと思う。

それから第2の質問は、トラブルの修理を容易にするために、補修の遠隔操作やロボット化の拡大をどの程度積極的に考えているかということについてである。

それからもう一つ質問がある。それは、使用済み燃料の取り扱いに関する考え方について聞きたいということだ。再処理をするのか、あるいは中間貯蔵をするのか、最終処分をするのか、そのいずれが本命の方向なのか知りたいというので、これは特に西ドイツの方に聞きたいということである。

それから、使用済み燃料を中国へ持っていくというニュースがあったが、その辺の真相はどうなっているのか教えてもらいたいということである。

アイソベリ まず第1番目の質問は、信頼性の問題であろうか。アベイラビリティということで少し数字を挙げてみたいと思う。多分、周知のごとく、223tが再処理されている。これは、日数に換算すると183日であり、235日のキャンペーン期間というものがあつた。すなわち、稼働率ないしはオン・ストリーミング・ファクターというのが77.9%であるということになる。ロード・ファクターが68.7%、そしてグロス・プロセッシング・レートが1.21t /日という数字になっている。この数値は非常に満足できるものであると私は考えている。

多分、質問は将来のことだと思うので、将来について考えてみたいと思う。再処理のコストの3分の2は建設費の償却にかかってくるのがわかっている。豊田氏とかヤンベルグ氏が述べたように、このようなコストを低減しなければならないということに全く賛成である。しかしながら、夢を抱くことはできない。新しいプロセスをいま予測することはできない。濃縮の分野のような形で新しいプロセスを見ることはできないわけである。すなわち、よりコストを下げるようなものは、現在では考えられていない。また安全規制という意味での規則の緩和というものも考えられないと思う。

そして、コストが下げられないならば、稼働率を上げていかなければならない。その場合にはスループットをより高くしていかなければならないわけである。このような目的のために努力を続けていくわけだが、ただ、この目標は不可能ではないかと思う。

ヤンベルグ 西ドイツのDWKは、電力会社が100%所有している会社であるが、DWKはアイソベリ氏が望んでいる方向、そして豊田氏が望んでいる方向、そしてコストを下げる目的でアベイラビリティを上げていくということを考えている。これを行うということは、ロボットのシェアを拡大していかなければならないと思う。そしてまた、遠隔操作によっ

てコンポーネントを動かすということも必要である。実際の状況がどうなっているかははっきり言えない。しかしながら、この方向で成功する可能性は非常に高いと思っている。

再処理の分野ではないが、特に高レベルのフィルターなどのハンドリングに関しては、こういったものが行われていると思う。アイソベリ氏の方からももっと詳しく述べると思うが、特に酸に耐性のあるシールドを開発している。これはチャンスが高いのではないかと。特に日本では、自動車産業などで非常に成功しているので、可能性が高いのではないかとと思う。

西ドイツにおいては、実証用のフル・スケールの施設が、現在、運転されており、電力会社の代表の方、またほかの方々もこれをすでに見たことがあるのではないかとと思う。

レーア 質問は、われわれの使用済み燃料に対する政策だと思う。昨日述べた通りであるが、繰り返すと、この使用済み燃料に対する政策の基本は原子力法である。この原子力法に基づくと、燃料も含めてすべての放射性物質を使う者は、それを処理、処分する責任を担っている。秩序正しい形で処理をしなければならないことになっている。現状では、経済的に使用済み燃料を再処理するまでにはなっていない。

このような観点から、原子力法に照らして、われわれは的確な解決策を模索していかなければならない。中間貯蔵については、長期にわたって中間貯蔵ができるようになってきているので、原子力発電所では6年間貯蔵することになっている。だから、そういう貯蔵ができることを確認した上で貯蔵することになっている。

現在は3年間の貯蔵になっているが、まず最初はプラントのそばで、そしてその後は、AFRでの貯蔵が考えられている。岩塩鉱の中に入れるだけでなく、ほかの中間貯蔵も開発されることになっている。現在、一つアーハウスに建設中のものがある。これはヤンベルグ氏から紹介されたとおりである。

また、中間貯蔵の時間については、柔軟に考えたいと思っている。西ドイツの原子力法では、使用済み燃料を最もよく利用するようにと述べられている。したがって、最終処分に持っていく前に、それをリサイクルする方法を模索したいと考えている。つまり、最終処分の前に中間貯蔵をするというのは、この精神にも合うものであり、当面、再処理プラントなどができるまでの間、中間貯蔵するのが適切な方策だと思っている。だから、基本的には再処理をするが、当面は中間貯蔵だということである。

使用済み燃料として出てくるものの中には、温度が非常に高くして再処理に向かないもの

もあるので、すべてを再処理するというわけではないが、一部のものを再処理したいと思っている。

こういう燃料が再処理され、そしてまた使われると、その後の廃棄物はガラス固化され、岩塩鉱の中に貯蔵される。これが21世紀に向かっての方針である。

それから、放射性廃棄物を中国へ持っていくという話は、これは連邦政府へ何も相談のなかった話であり、西ドイツの政策に沿ったものではないと思う。

議長 遠隔操作に関しては、何とんでも米国が大先輩で、サバンナなどでは大変成功裏にこれを使っているようなので、この点について、少しコメントしてもらいたい。

ローオン 世界で一番うまくいっており、この30年間にわたって稼働率が非常にうまくいっている再処理プラントは、1950年代につくられたものである。ここでは遠隔操作が行われているが、しかし、この遠隔操作という言葉は必ずしも的確ではないと思う。これは遠隔にリプレースメントのできるプラントである。だからこれは遠隔操作ではなくて、コンポーネントの取り替えを遠隔でやっていたということなのである。最近になって、電子技術を使った遠隔操作という話が出てきている。

遠隔操作によってメンテナンスをするプラントというものは、こんなものを作っても民間の企業としては高くつき過ぎるのではないかと考えられているようである。だから、いろいろな形で分散したような方法での建設が必要ではないかと思われているようだ。しかし稼働率を最大にしようとするれば、やはり遠隔操作のできるプラントを考えなければならぬと思う。日本の技術をもってすれば、あるいは西ドイツの技術をもってすれば、リモート・メンテナンス・プラントというのは決して夢ではないと思う。そして将来は、現在以上に実現性の高いものになるのではないだろうか。

したがって、リモート・メンテナンス・コンセプトというのは、通常のプラントの中で考えていけるものであると思う。機械的な技術に頼らなくても、ある程度は取り入れられるものだと思う。ただ、いまはまだ高くつき過ぎるということだ。私の知っている範囲内では、詳しく企画されたものはないように思う。

それでは、少しつけ加えて、経済性という点から言えば、必ずトレード・オフがあると私は思う。非常に高くつくルートもあるし、もう少し安く済むルートもあるだろうし、いろいろオプションがあると思う。米国では設計研究を数年前に行った。これは増殖炉を使った再処理計画の場合であるが、やはり遠隔操作をするものであり、年間の処理量を

150tに置いた研究であったが、コスト研究をしたところ、非常に高くつくということがわかったわけである。

ストローラー氏の述べたことをよく理解できているとすれば、技術ということだけに限れば、そしていままで小規模に行われているようなもの、またエレクトロニクスの開発状況など、コンピュータ化するというようなことをすべて斟酌すると、新たに非常にモダンな遠隔操作によるアプローチというものが可能であろうと思う。動燃と、こういうリモート・テクノロジーの開発の話も進んでいる。こういうオプションがあるとすれば、絶対にリモートでやらなければならないと思う。ですから、デザイン・アプローチとしては可能であるが、それなら、どれだけ資金を支出する気持ちがあるかということが問題だと思う。

豊田 アイソベリ氏に少し聞きたいのだが、環境への放出をこれ以上緩やかにできないという話だった。しかし、現在の日本で考えられているのは少し厳しくて、フランスで行っている放射線の放出は少し緩やか過ぎるのではないかと考えている。そこで、簡単に、再処理工場の線量目標値を幾らにされているか、それと、クリプトン、トリチウム、ヨウ素129の処理について、どのようにやられているか聞きたいと思う。

アイソベリ ヨウ素などの安全基準はまだトラップする形であり、ゼオライトのフィルターを使っている。廃棄物は何らかのものにまとめなければいけないことになっている。まず最初のセメント方式というのは余りよくなかったので、当面は樹脂に取り込むことを考えている。しかし、フランスの安全当局は、廃棄物について、どの方法を選ぶかということについてはまだ決定していない。問題であることは事実である。

豊田 現在、どういう処理方法をとっているのかを聞いているのだが。

アイソベリ 現在使っているのは、水酸化ナトリウムの中に取り込んでおり、これをエプリーの処理ステーションに送っている。これが現在の処理の方法である。

議長 ストローラー氏の話からもわかるように、この15年間の米国のバックエンドについての計画は、当初の予想から大幅に変わり、その影響は当然、各国にも及んでいるように思われる。すなわち米国の場合、当分、再処理を見送り、貯蔵のみ行って、燃料はワンス・スルーで終わりとし、クリンチリバー高速炉の建設も廃棄することになったというのは、いろいろな理由でやむを得なかったのだろうが、われわれにとっては大変なことだと思う。

幸いに米国では高速炉およびその燃料の再処理の開発研究は活発に続けられるようであり、再処理を含んだバックエンド路線というのは決して死んではない。多分、長い冬眠

に入ることになったと言えるのではないかと思います。しかし、いずれはまた再び活発に活動できるようになってもらいたいし、その下準備を着々とやっているものと思う。

一方、われわれの立場、エネルギー資源のない国から見ると、バックエンドをめぐる最近の状況は、経済的、政治的、国際的に非常に厳しいものがある。しかしそうだからといって、とても冬眠ができる余裕はなく、少なくとも21世紀の前半にそれが実現できるように、いまから適当な規模で積極的に再処理も行い、高レベル廃棄物の固化貯蔵も行っていくことができるように努力しなければならないのではないかと思います。

植松氏の話からもわかるように、日本では、バックエンド全般のR&Dは、プルトニウムの利用も含めて、かなり積極的に行われており、少しでも経済性が保てるような方向に、その努力が向かっているように思う。

ヨーロッパ各国は、以上の話でわかるように、皆かなり前向きである。特にフランスは燃料をすでにリサイクルし始めており、バックエンドの事業化に向かって、全般的に順調に進んでいるように思う。恐らくフランスの場合、たとえFBRの商業化が遅れるとしても、その前に、再処理および高レベル放射性廃棄物の固化処理、処分、プルトニウムの利用を含んだ最も望ましいバックエンド事業がいずれ実現するものと期待される。そうになると、日本もそれに大いに刺激を受けることになると思うので、ぜひ模範を示してもらいたいという感じがする。西ドイツ、英国の場合も、それぞれ国の事情にマッチした健全なバックエンド政策を持っており、われわれと似たところもたくさんあり、相互に協力できることがたくさんあるように思い、そういう意味では、大変心強いと思う。

要するに、低成長下におけるバックエンドのあり方は、ただ目標に向かってペースを落としながら進めればよいのだというものではなくて、むしろ、いまのうちに何を進めておくべきか、いろいろの路線の中から最適な道を積極的に探るべきである。再処理についての計画が余り遅れると、その結果、核燃料サイクルがついに始動できなくなってしまうようなことになりかねないので、冬眠も結構だが、決して死なないように、米国の方も大いに将来を期して密かに準備をしてもらいたいと思うし、米国で再処理の開始が少しでも早くなるような機運ができてくればと希望している。

日本あるいはヨーロッパの国々がバックエンドに対して前向きで積極的にやることが大変な刺激となって、米国の政策もわれわれの影響を受けて変わってくれば、大変ありがたいことだという気がする。

[C. アイソベリ氏図]

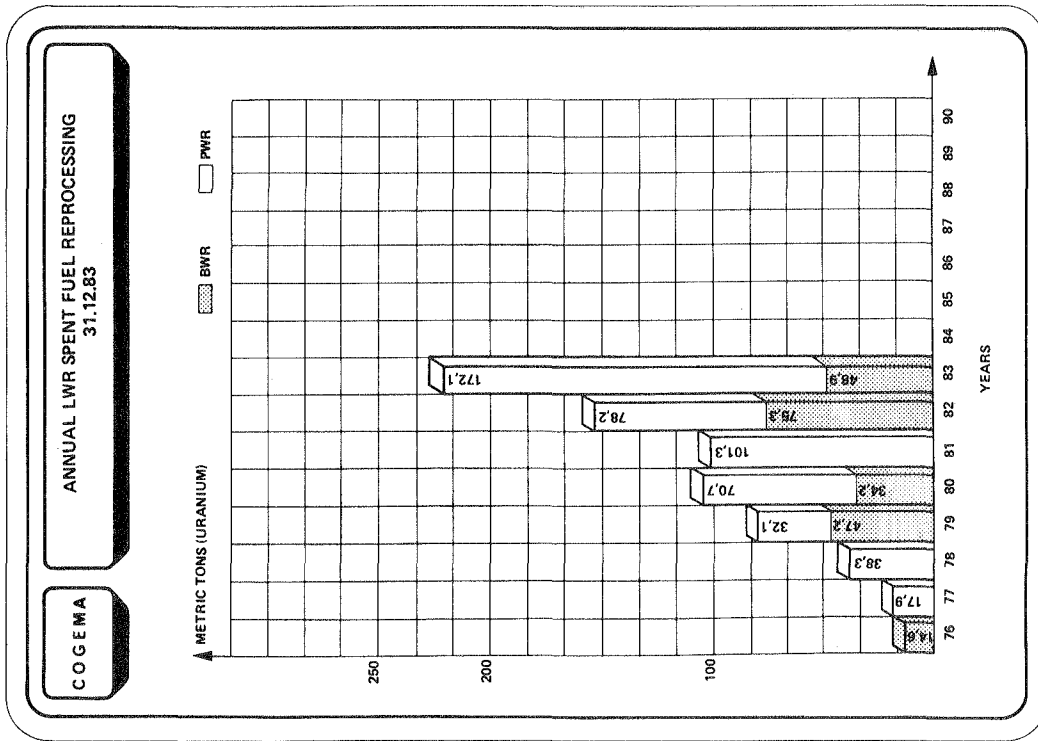


Figure N° 2

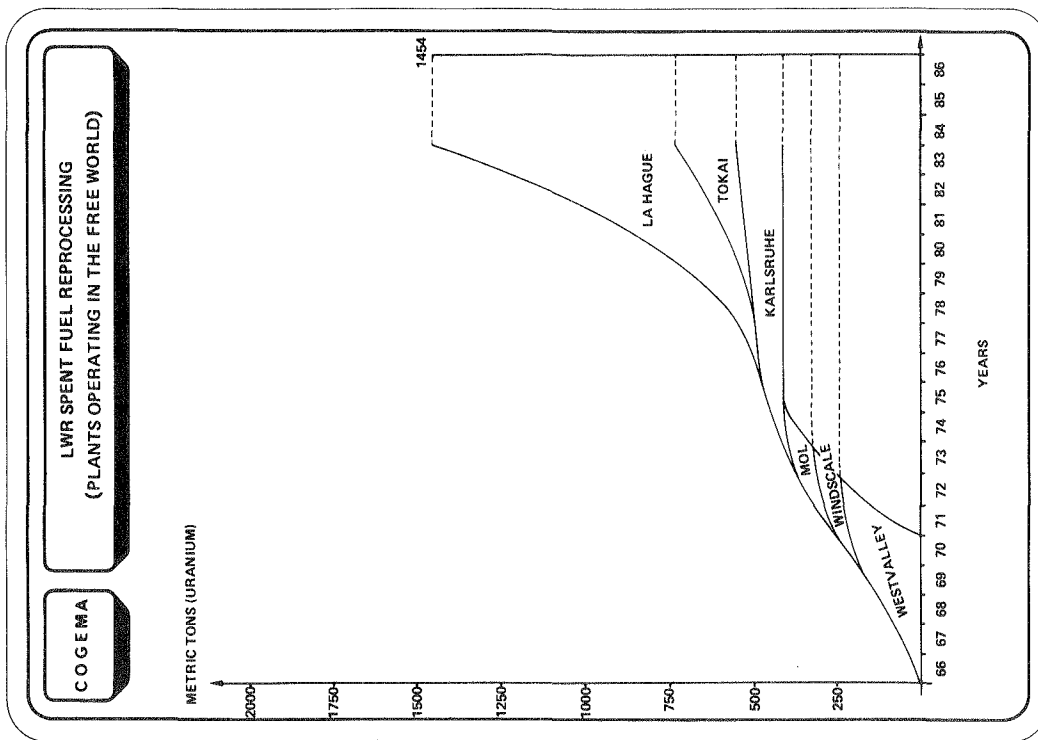


Figure N° 1

[C. アイソベリ氏図]

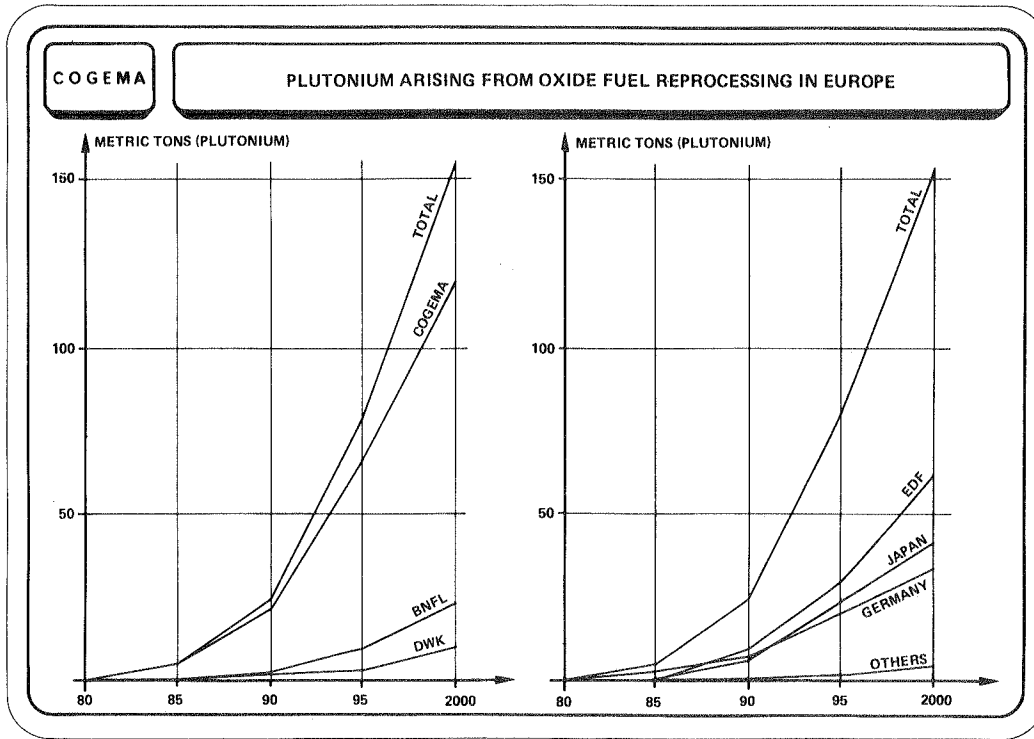


Figure N° 4

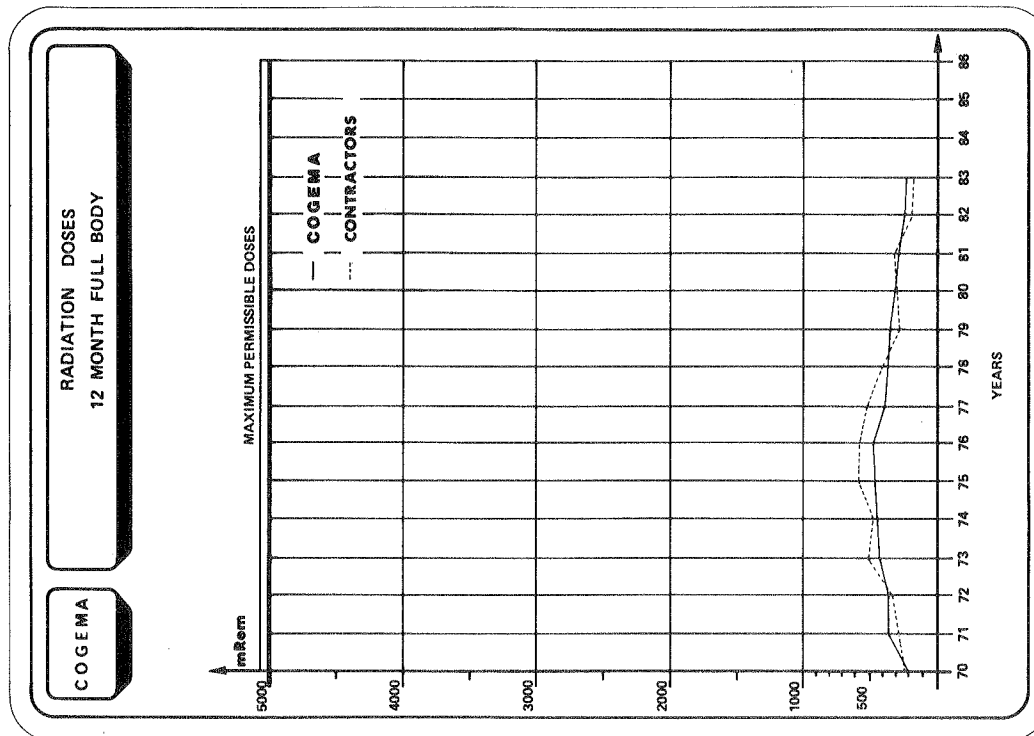


Figure N° 3

[C. アイソベリ氏図]

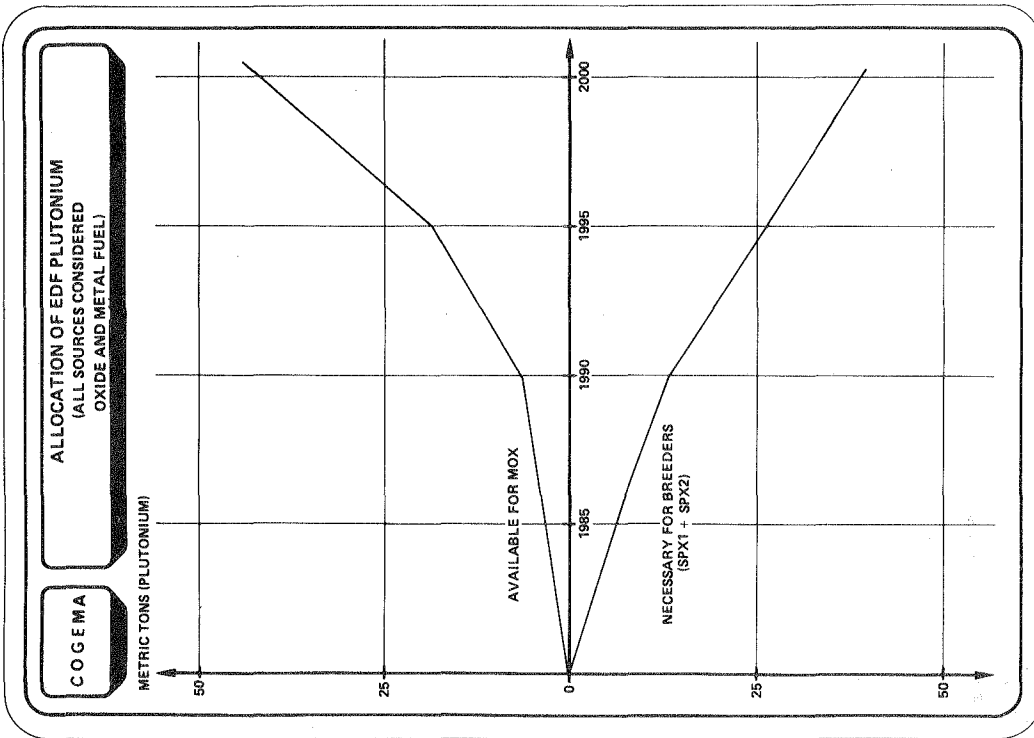


Figure N° 5

TABLE 1

BARNWELL DOE-SUPPORTED R&D ACCOMPLISHMENTS

- o Safeguards
 - Material Accountability System
 - Near Real Time Monitoring and Accounting for All Special Nuclear Material in the Facility
 - Safeguards System
 - Hands-on Training of Domestic and International Personnel
- o Fuel Reprocessing
 - Flowsheets and Laboratory Studies on Alternate Methods for Processing Uranium Fuel
 - Conceptual Design for Coprocessing Uranium-based Fuel
 - Updated Overall Site Plan
 - Cost Estimates for Additional Facilities
 - Design of Head-end to Enable Reprocessing of Breeder Fuels
- o Spent Fuel Storage and Transportation
 - Efficient Methods of Handling Spent Fuel
 - Assessment of Existing Fleet of Shipping Casks
 - Conceptual Design of Equipment and Servicing Facilities for Maintenance of Shipping Casks
 - Fuel Disassembly as a Means of Consolidating Fuel

TABLE 2

PROGRAM GOALS OF WASTE PROJECT

- o Site, design, construct, and operate one or more mined geologic repositories by January 31, 1998
- o Design and site an engineered Monitored Retrievable Storage Facility, on a schedule that will permit its timely construction, should the Congress determine such a facility is needed
- o Assist utilities in providing adequate, safe at-reactor storage of spent fuel prior to Federal acceptance and stand ready to deploy limited Federal Government storage to utilities on an interim basis, if they are determined qualified by the Nuclear Regulatory Commission
- o Manage the technical program and the funds collected for disposal and storage services in an efficient manner

TABLE 3

ACCOMPLISHED TASKS UNDER THE NUCLEAR WASTE POLICY ACT

- o Identification of nine potentially acceptable sites for the first repository in six states:
 - Louisiana
 - Mississippi
 - Texas
 - Nevada
 - Utah
 - Washington
- o Establishment of fee collection and payment procedures for financing the full-cost recovery program
- o Closure of contracts with nuclear utilities for disposal services
- o Submittal to Congress of a report describing research and development needed to develop a proposal for a monitored retrievable storage facility
- o Selection of three utilities to conduct cooperative demonstrations for storage of spent nuclear fuel
 - Dry Storage: Virginia Electric and Power Company
Carolina Power and Light Company
 - Rod Consolidation: Northeast Utilities Service Company

TABLE 4

GOVERNMENT BREEDER PROGRAM GOALS

- Overall Objective:
 - o To develop the technology for a safe, reliable, and marketable reactor that is competitive with alternative energy sources
- Program Goals:
 - o Competitive system economics, including reasonable and reliable schedules
 - o Improved safety through exploitation of inherent capabilities
 - o Ability to respond to market requirements
 - o Resilience to regulatory processes
 - o Improved fuel cycle technology

TABLE 5

BREEDER REPROCESSING ACCOMPLISHMENTS

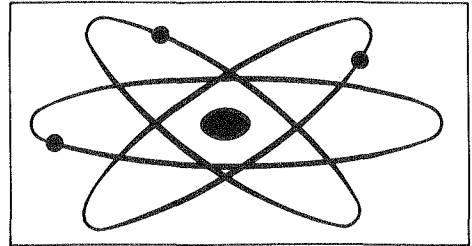
- o Integrated Equipment Test Facility for Cold Testing
 - Rotary Fuel Dissolver
 - Centrifugal Solvent Extraction Contactor
 - Automatic In-cell Process Sampler
 - Laser Cutting Component of Disassembly Machine
 - Prototype Process Equipment Module
 - Remote Servomanipulator

- o Breeder Reprocessing Engineering Test (BRET)
 - Preliminary Design Completed
 - Design Based on Installation in Fuels and Materials Examination Facility
 - Enables Closing Fuel Cycle--Demonstrates Fuel Cycle Park Concept

- o Demonstration Scale Breeder Reprocessing
 - Conceptual Design and Cost Estimate of Hot Experimental Facility

- o Technology Exchange Agreements
 - Japan: Remote Technology and Criticality Measurements
 - United Kingdom: General Technology

セッション4
原子力国際協力の新段階



〈基調講演〉
これからの国際協力の課題
原子力委員会委員
島村 武久

〈パネリスト〉
日本原子力研究所副理事長
天野 昇

科学技術庁調査国際協力課長
加藤 康弘

韓国電力技術(株)社長
鄭 根 謨

国際原子力機関技術協力担当事務次長
C. ベレツツ オコーン

カナダ原子力公社筆頭副社長
G. ポン

アメリカ原子力学会前会長
L. マンツィング

インドネシア原子力庁次官
M. リドワン

基 調 講 演

これからの国際協力の課題

原子力委員会

委員 島村武久

今回の第17回原産年次大会において、講演の機会を与えられ、光栄に思う。私に与えられた演題は「これからの国際協力の課題」である。そこで、私は出題者の意向にも沿い、主としてアジア地域における協力問題について話したい。そしてその前提として、原子力の国際協力というものの特異性と、日本がこれまでに行ってきた国際協力とその考え方について触れてみたいと思う。なお、現在、私は原子力委員会の委員を務めているが、きょうの話は全く個人的な意見だということを断っておきたい。

さて、今日、世界には大小数多くの国があるが、どの国もその存立を続けていくためには、国際協力を必要とする。日本は120年ぐらい前まで、300年ぐらいの長い間にわたり、外国とのつき合いをしない鎖国の政策をとっていたが、今日では、どの国でもそのようなことが許されるはずはない。もちろん、国際協力にもいろいろな種類がある。全世界的な協力と地域協力、あるいは多国間の協力と二国間の協力、さらに目的別に見ると、政治的な協力、軍事協力、経済協力、技術協力とさまざまである。

このようなもろもろの協力のカテゴリーとは別に、原子力に関する国際協力が論ぜられる理由は一体何であろうか。言うまでもなく、それは原子力が持っている放射能という独特の性格に由来するものであろうと思う。原子力の最初の利用は、不幸にして原子爆弾であり、そして日本だけが悲惨な経験を味わった。その後、核武装はエスカレートしていつているが、人類、あるいは地球の破滅をも招きかねない原子力の軍事利用を二度と繰り返さないためには、国際的な協力がなくてはならない。半面また、この偉大な力を秘めた原子力を、人類の繁栄と福祉のために役立てようとする崇高な理念を達成するためにも国際的な協力を必要とするのである。放射性物質を取り扱うということは、何よりもまず安全性が追求されねばならないが、利用の高度化とともに、スケールの大きな対応を必要とする。各国がバラバラにこれに取り組むことは、大きな無駄でもあり、今日では不可能と言ってもいいだろう。その上、原子力はまだまだ新しい分野の技術であるため、その知識と経験は、国によって大きな差異がある。経験の豊富な国は、乏しい国に対し、その知識を

惜しみなく分け与えていかなければならないと思う。1979年、アメリカのスリーマイル発電所の事故は、人身に被害を与えるほどのものではなかったが、全世界に衝撃を与えた。日本でも PWR型原子炉は、一時、全部運転を停止し、点検を行っただけでなく、PWR型原子炉ばかりか、新しいすべての原子力施設の立地問題に対しても、深刻な打撃を与えた。すなわち原子力の利用は、今日では一国だけの問題ではありえない。各国共通の問題として、国際協力によって進められなければならない。したがって、原子力に関する国際協力の必要性は、今後ますます重大化するであろうと思う。

さて、世界で唯一の被爆国である日本が、原子力の研究開発に乗り出すには、国民感情の上からいっても相当の決意を必要とした。そのため、国会は原子力基本法を制定して、原子力の利用は平和目的に限るという大方針を宣言し、国民の悲願にこたえた。それと同時に、同じ原子力基本法の中で、成果を公開し、国際協力に資するということもうたわれていることを忘れてはならない。つまり平和利用である限り、どの国とも協力していく、これが日本の基本的な姿勢である。それ以来、30年という歳月がたった。今日、日本はやっと世界的な水準にたどりつき、世界の注目を集めるようになってきた。それは日本みずからも一生懸命、研究開発に努力した結果ではあるが、私は先進諸国の協力によることが非常に大きかったと思う。まず最初に、原子力については西も東もわからないころから、日本は若い技術者、科学者を海外先進国の大学、研究所に受け入れてもらい、知識の吸収に努めた。民間の企業も、先進国の企業から技術の導入を図った。原子炉や関連機材も輸入し、今日でもウラン資源は全部海外に仰ぎ、ウラン濃縮も外国に頼っている。全く国際協力のおかげである。

しかしながら、このようなことが果たして原子力基本法にうたわれた国際協力と言えるだろうか。日本が必要とするものを、外国の協力によって得たというだけではないか。日本は、現在の地位にふさわしい積極的な協力を、世界に向かって、特にかつて日本が歩んできた道を、いま歩いている国々に対して行うべきではないだろうか。

もちろん、日本が今まで国際協力らしい協力をしなかったというわけではない。日本は1956年、IAEAに加盟して以来、一貫してIAEAの活動を支持し、技術援助のためにも応分の拠出をしてきた。古く1959年、カナダから天然ウランを購入する際には、直接購入せず、わざわざIAEAを通じて購入し、IAEAの保障措置を受ける最初の国となった。その後、NEAにも加盟し、さらに核不拡散条約に対しても、国内では不平等条約であるとか、主権の侵

害になるとか、内政干渉であるとか、いろいろな論議がなされたが、核の水平的拡散はもちろん、垂直的拡散の抑止にも寄与し得るものと期待して、これに参加している。もちろん、IAEAのフルスコープ・セーフガードを受け入れており、保障措置技術の開発についても、IAEAと協力している。また核融合、あるいは高速増殖炉等、将来に向かっての研究開発その他についてもIAEA、あるいは他国間、三国間の協定に基づく協定は数多い。こうした日本の協力は今後ますます拡大していくだろう。

ここで私は、アジア地域との協力問題に話を移したいと思う。いま述べた平和目的である限り、どこの国とも協力していくという日本の方針は、当然アジア地域にも適用されるものである。

最近、中国がIAEAの正式メンバーとなったことは、まことに喜ばしく、秦山原子力発電所の圧力容器の日本からの輸出について、両国政府間に合意が得られ、引き続き両国間に原子力協定の話し合いが友好裡に進められていると聞き、うれしく思っている。しかし、アジアの多くの国々が核不拡散条約に加盟しているのに、中国は加盟の意思のないことをはっきりと表明している。IAEAのいわゆるボランティア・サブミッションも受け入れぬという態度をとっていることは残念だ。私は、中国の主張にも十分理解を持つが、むしろ近い将来、中国が率先、核防条約にも加盟し、同条約第4条に基づく核兵器国としての義務、核軍縮の実現に向かって、米ソの間であって積極的にイニシアチブをとることを期待してやまない。

さて、皆様はもうすでにご記憶にないことと思うが、1963年、日本は東京においてアジア太平洋原子力会議を主催したことがある。当時、日本はまだ完全な後進国であった。西ヨーロッパのユーラトムをまねて、アジアトム、あるいはパシヤトムといったようなものをつくろうという野心があったわけではないが、何とかして、アジアの国々が協力し合って原子力平和利用の恩恵を受けたいという考えから、日本が提唱したものである。幸いにも、韓国、フィリピンはじめ14カ国の参加を得、またIAEAはじめ6国際機関、アメリカ、イギリスその他6カ国のオブザーバーの出席も得て、きわめて盛会に催された。そして、その会議の結論として、IAEAのアジア地域における活動の強化、アジアにIAEAの支部を設けること、次回会合はIAEAの主催によって行うこと等の要望を決議して終了した。しかし、機がまだ熟していなかったと思うが、残念ながらこうした会合は一回だけで終わった。

それから20年たった今日になって考えると、ほぼ事情を同じくする西ヨーロッパの諸国

と異なり、アジア各国の事情はきわめて複雑だ。たとえばエネルギーの分野で見ても、日本はすでに1,800万キロワットを超す原子力発電規模を持ち、政策の重点課題は核燃料サイクル、あるいは将来の発電炉の開発ということになっているのに対して、原子力発電は早くても21世紀に入ってからという国がいくつもある。韓国と台湾は、すでに相当な原子力発電国となっているが、新型炉の開発等については、まだ日程に上っていないようだ。このように、それぞれ事情を異にする諸国から成り立っているアジア地域での協力については、それにふさわしい対応がなされなければならないと思う。

現段階において最も適した協力は、20年前にアジア各国が要望したように、やはりIAEAの活動を中心とするものでありたいと思う。後ほどのパネル討論においてはベレッツ・オコーン氏からIAEAの活動についての発表があると聞いているので、詳細は省略するが、私はIAEAの技術援助活動を高く評価するものである。もっと拡大強化されねばならないとも思う。また、日本の参加したRCAは、世界的にも注目すべき地域協力のパターンであると思う。その成果は、単にそれぞれの国における原子力の研究開発を援助するだけでなく、情報の交流、あるいは相互連帯意識の向上にも貢献している。RCAは、従来アイソトープ・放射線利用というような特定の分野だけに活動の範囲が限られていたが、各国のニーズに応じて、もっとテーマも拡大されるべきである。IAEAに加盟した中国は、恐らくRCAにも近く参加し、この地域活動にリーダーシップをとるであろうと期待している。

しかし、IAEAの技術援助は全世界を相手とし、資金拠出の国々にも問題があり、IAEAのアジア地域に対する活動にも、おのずから限界があることは認識せざるを得ない。そこで私は、IAEAの活動を別として、二国間の協力が促進されなければならないと思う。私は昨年、ASEAN諸国、それに韓国を訪問する機会があったが、どの国でも、日本との間にバイララルな協力関係を持つことに強い関心を示していた。私は、この考え方に賛成だ。しかし、各国が、原子力協定が絶対必要であると考えていることは、いささか意外だった。繰り返し述べたとおり、その国の目的が平和利用に限られている限り、またIAEAの保障措置を受け入れているならば、協力上、日本側には何らの問題もない。日本では協定ということになると、通常、国会にもかける必要があるので、協定を結ばなくても十分協力できるということを縷々説明した。聞くところによると、インドネシアと日本の原研との間には、その後研究協力の話が進んでおり、近く取り決めができるということだが、それぞれの国の事情から原子力協定の締結を希望するのなら、もちろんそれを日本側としてためら

う理由はないはずである。要は、形式はともあれ、各国との間にどしどし協力の実を挙げることが望ましいと考えるのである。

次に、協力の内容として、いかなる協力が望ましいかという点、機材の供与あるいは技術移転とかの問題もあるが、私は人材の養成訓練をはじめとする人的交流が、まず最初に取り上げられねばならないと思う。アジア地域では、まだまだ原子力に携わる研究者、技術者の不足が見られる。日本では海外からの留学生や研究生の受入れは、国際協力事業団があらゆる分野にわたって一元的に行っている。もちろん原子力の分野も含まれ、IAEAを通じて研修生の受入れのお世話も行っている。ただ、その規模は、先進国に比べるとかなり見劣りがすると思う。先日の政府の公報紙に出ていた、留学生についての記述を見ると、アメリカは年間31万人、フランスが11万人を受け入れているのに対して、日本はわずかに8,100人程度ということになっている。この数字は国費による受入れを意味するものではなく、日本に対する留学志望が少ないことを意味するものと考えられる。その理由は、言葉の問題もあるだろうし、あるいは学費の問題もあるだろうし、一言に言えないが、いずれにせよ、日本はもっと受入れ体制を強化すべきであると思う。先に述べた国際協力事業団の受入れの実績を分析すると、これは留学生というよりは、むしろ研修生が多いかと思うが、その実績を見ると、原子力関係者はきわめて少なく、1%にも達していない。私は国際協力事業団のこうした事業の枠をもっともっとふやすことの必要性を認めるが、当面はその中でも原子力関係の比重を高めることが望ましいと考える。

また、こうした研修とか留学とかとは別にしても、もっと研究者の交流を図ることが有意義であると思う。1日や2日、研修機関を訪問、視察することは、現在でも頻繁に行われているが、1年、2年、3年という長い期間にわたり、研究者を相互に受入れ、研究活動に参加し合うことが望ましいと思う。かつて西ドイツのある原子力関係の研究所を訪問した折に聞いたことだが、その研究所には、数百人のオーダーで外国人が研究活動に参加しているということだった。これは原子力関係ではないが、先日の新聞に、ある大学で韓国人が助教授に任命されたと、それが珍しいこととして社会面に報道されていたが、このようなことが新聞の社会面に報道されるほど、日本はまだ閉鎖的であり、排他的であることを物語るものとして反省する必要がある。大学のことはさておき、日本原子力研究所も、いまや世界的レベルにあるというなら、近い将来には研究者の2割ぐらいは、アジアをはじめ各国の研究者の参加を求めるぐらいの目標で門戸を開く必要があると思う。ことに放

射線関係の高崎研究所などでは、国際研究所に性格を変えることを検討すべきであると思う。

次に、アジア地域における国際協力の対象について考えてみたい。共通の分野としては、やはり RCA が従来取り上げてきたようなアイソトープ・放射線利用とか、研究炉の利用に関する問題等がふさわしいと考えるが、ここでは原子力発電の分野における協力について述べてみたい。

日本は、当初、海外から発電炉を購入し、技術援助契約によって技術を学びながら国産化を進め、次いでその基盤に立って、独自の、あるいは海外との共同で研究開発に努力してきたが、ようやく実を結び、稼働率も近年は著しく向上して、世界から注目を浴びるようになった。前に述べた中国からの商談というものも、その一例であると思う。しかし、原子力発電関係の機材の輸出、あるいは技術の供与といったような問題は、むしろ商業ベースで取り扱われていく問題ではなからうか。しかし、機材の輸出とか技術の移転とは別に、韓国、フィリピンでは緊急時の対策について、日本の協力を求める声を聞いた。すなわち万一事故が発生した場合を想定すると、これらの国の原子炉の建設を請け負った国々は、いずれもあまりにも遠く、緊急時の対応に間に合わない恐れがあるので、距離的に近い日本の協力を得たいという要請である。私は、この要請はしごくもったもであると思う。先ほど述べたスリーマイルの例を引き合いに出すまでもなく、どこの国の原子炉であれ、事故を起こしたり、対応を誤ったりすると、その影響は決してその国だけの問題では済まない。まして近隣の国であれば、それだけ日本への影響もまた大きいと思わざるを得ない。日本の国内では、日本が輸出したのではないから、あるいは日本が建設に関係したものでないから責任を負う必要はない、また事情もよくわからないから、協力はできかねるとか、万一かかわり合いになって責任を負わされてはかなわないといったような消極的意見もないではないが、実際問題として、そのような場合に、日本が知らん顔をしてほうかむりで済ませておくことはできない。もしそうであれば、日本としても事前に政府、あるいは関係業界が一体となり、どのような協力ができるか、そのあり方を相手国と話し合っておく必要があると思う。それは相手国に安心感を与えるとともに、相手国を勇気づけ、また日本に対する信頼感を生む結果ともなるだろう。日本には、昔から“困ったときは相手互い”とか“お互いさま”という言葉がある。これが本当の協力というものではないだろうか。

しかし、事故の対策も重要ではあるが、何よりも事故を起こさないようにするための平素の協力が最も大事であり、日本としてもそのような協力を努めていきたいと思う。日本はサミット会談の決定に従い、軽水炉の安全研究プロジェクトについて、ECとともにリーダーの役を引き受けており、そのワークショップがちょうどこの原産大会と時期を同じくして、昨日から東京で開催されている。日本が、この会合をサミット・メンバーに限らず、関心あるアジア各国にも門を開いて参加を呼びかけたのも、このような考え方の一端であろうと思う。

最後に私は、日本が今日まで歩んできた後を振り返り、若干の感想を述べて批判を仰ぎ、できれば、引き続いて行われるパネル・ディスカッションにおいてもご議論いただきたいと思う。

第1は、各国ともそれぞれの国情に応じて何をなすべきか。つまりニーズをはっきりとつかみ、国内の理解と協力のもとに、それを国の方針にまで高めることが必要である。原子力はまだまだ新しい科学であり、学問的にはあれもこれもと、興味と関心の対象になることがたくさんあるが、単に資金的な問題にとどまらず、人材の面からも、漫然とこれに手を染めることは効果的ではないと思う。また、これに協力し、手を差し延べようとする側から見ても、その協力が相手国のニーズに合致し、その国の繁栄と福祉に役立つものでありたいと願うのは当然ではなかろうか。逆に、小さなことかもしれないが、留学生や研修生の受入れのために、各国政府に日本がその推薦を呼びかけた場合、推薦された中に原子力関係者を見出し得ないときには、原子力はまだその国では国家的なニーズにはなっていないのかと寂しく思う。

第2に、国際協力は絶対に必要なことであるが、協力を寄りかかり過ぎ、協力に甘えてはならないと思う。自国の原子力計画は、経済的事情も含め、自前で行うことを建前とし、他国との協力はそれを補完するものとすべきである。無理な計画は挫折のもとであり、協力に頼り過ぎてはみずからのニーズを見失う恐れがあり、実りもまた少ないと言わざるを得ない。日本もでき得る限りお手伝いしたいと思うが、基本的には各国が自分の責任において遂行する計画を対象としたい。ちなみに、日本が原子力に取り組むに当たって、多くの青年たちを海外に勉強に出したことは前にも述べた。当時、日本は経済力も決して十分ではなかったが、これらの経費はほとんど全部、日本自体の負担において行ったものである。

第3に、国際協力には相互の理解が必要であると思う。私は昨年、アジアの数カ国を訪問することにより、単にその国の原子力に関する事情だけではなく、物の考え方や、国の仕組みということなどについて従来の認識と違った、新しい知見を得て、非常に有益であった。日本についても同じような問題があると思われる。たとえば、日本における原子力の研究開発は、国は原則として基礎的あるいは先駆的な面に重点を置いており、応用面の研究開発は、民間会社によって行われている。国によっては、電力事業が国営となっているところも多いが、日本では民営である。機材や装置の製造は、ほとんど民間のメーカーによって行われている。国外から見た場合、日本に対する協力のアプローチをどのようにしてよいかわからない点が多々あろうかと思う。幸い、日本原子力産業会議は、先般、国際協力センターを設立し、本日の議長の村田氏が運営委員長を務めておられる。単に業界の問題だけでなく、政府あるいは政府関係機関に関することでも、センターは喜んで相談に乗ると思うので、せいぜいご利用をお願いしたい。

以上、いろいろ述べたが、要は今後、原子力に関する国際協力はますます活発化されなければならないこと、日本もその間にあって積極的に国際協力の実を挙げ、アジアをはじめとして世界に対し分に応じた貢献をすべきであるというのが私の意見である。

パネ ル 討 論

議長 パネル討論の進め方としては、最初にパネリストの皆様から、それぞれ10分間ほどのプレゼンテーションを行っていただき、その後で具体的な討論に入りたいと思う。それでは、最初にわが国の原子力行政に携わっておられる科学技術庁原子力局調査国際協力課長の加藤氏（堀内昭雄氏の代理）から発言していただく。

加藤 原子力分野における国際協力は、近年とみに活発かつ緊密なものになっている。国際協力の一つの方向は、先進国間において人材、資金の有効利用を図るため、核融合、高速増殖炉などの大型の研究開発プロジェクトに関する協力や、共同事業が指向されている。また、別の方向では本日の主要な議題である、開発途上国との協力促進が強く要請されている。

わが国は、自由世界第2位の経済力を持つに至っているが、貿易、資源、エネルギーその他の面で、開発途上国と深い相互依存関係を有している。このため、わが国は、開発途上国に対する経済・技術協力の拡充が、わが国が世界の平和と安定に貢献するための最も重要な方途の一つであると認識している。

その典型的なあらわれとして、政府開発援助の支出を1985年までの5カ年間に、過去の5年間、すなわち1976年から1980年の間の実績である約100億ドルの2倍以上とするという中期目標を掲げ、その達成に努力を傾注しているところだ。

一方、石油危機は、エネルギー問題が開発途上国にとって先進国以上に深刻な問題となっていることを明らかにした。

エネルギー問題への対応は、それぞれの国の資源の状況等によって異なるが、経済的で、かつ中長期的に安定なエネルギー源として、原子力開発の重要性が、開発途上国においても認識されつつある。エネルギー利用を目指し、原子力発電所の建設、運転をしている国、あるいはそれを計画している国は、まだ少ないかもしれないが、その将来性に着目し、研究や人材の育成に努めたり、放射線利用を進めようとしている国は多数に上る。各国とも研究、開発の程度の差はあるものの、積極的に原子力開発に取り組んでいる。このような状況から、原子力分野において、わが国によせられる協力の期待は、近年とみに高まってきており、原子力分野は、わが国の途上国協力の中でも、次第に重要な分野となりつつあると言える。

わが国が本格的に原子力分野における途上国協力に乗り出すことになったのは、1978年にIAEAの通称 RCAと呼ばれている「原子力科学技術に関する研究開発及び訓練のための地域協力協定」に加盟して以来と言える。RCAについては、IAEAの事務次長のベレッツ・オコーン氏から、後ほど話があると思うが、わが国はまず1980年から4年間の計画で、食品照射のプロジェクトに拠出し、また技術的な協力を始めた。

次のプロジェクトとしては、国連のUNDPの支援を受けた工業利用プロジェクトが1982年から5カ年の計画で進められている。この計画は、全体で1,200万ドルの経費が予定されているが、これには受領国政府がかなりの経費を負担すること、日本からは産業界を含めた協力が進められているという点で、画期的なものであると言える。

さらに医学や生物学に利用する技術を向上させるため、放射線治療、核医学等の分野の研究を進める「医学、生物学利用プロジェクト」が、わが国の支援により開始されることになっている。

このほか、わが国はIAEAの技術援助計画に協力する形で、あるいはIAEAとは別に、国際協力事業団の枠を使った形で、専門家の派遣、研修生の受け入れ等の協力を行ってきたが、先ほど島村原子力委員の指摘にあったように、非常にわずかなものであった。

このため1982年6月に原子力委員会が決定した原子力開発利用長期計画において、開発途上国との協力の重要性が唱えられた。わが国としては、先ほど述べたように、途上国協力の充実により、世界の平和と安定に貢献していくという基本方針に立って、今後、原子力先進国として、途上国協力を積極的に取り組んでいくべきことは言うまでもない。

それに加え、原子力発電が各国において広範囲に利用されていくにつれて、原子炉事故等が万が一起こった場合には、わが国を含む近隣諸国にも多大な影響があり得る。あるいは、これから開発途上国の国際場裡での発言力が強くなっていく中で、わが国との相互信頼関係が重要となっていくと考えられることなどから、原子力分野において途上国との関係強化を図ることは、日本の原子力開発利用を円滑に進めていく上でも大きな意義があると思う。

次に、今後、わが国が原子力分野の途上国協力を積極的に進めていくに当たって、重要なポイントと考える点について触れたいと思う。

まず第1に、協力は平和目的に限定して行われるべきだ。わが国は原子力基本法により、原子力開発を平和目的に限定して行うこととしており、諸外国との協力においても、この

原則は維持していくことにしている。その際は、核不拡散に対する配慮は、国際的に容認された適切な基準に従って行われるべきであろう。

第2に、協力は、できるだけ長期的な観点から行われるべきだ。原子力は高度かつ大規模な科学技術で、その健全な発展のためには、幅広く確固たる技術基盤、経済基盤を必要とする。そのような基盤なしには、早急な原子力発電の導入を図ることは、むしろリスクなことであると言える。途上国がみずから自国のエネルギー事情、科学技術水準を踏まえて、長期的な原子力開発計画を策定し、それに沿った形でわが国からの協力も行われることが理想的である。少なくとも協力が場当たりのものに終わらないように、わが国も協力受け入れ国も、長期的な観点に立って、適切な協力計画を策定していくことが重要であろうと考える。

第3に、協力の内容としては、当面は人材交流に特に重点を置くべきだと思う。途上国にとって、単に技術や資材の移転を受けるのみではなく、その技術や資材を十分に活用できる人を養成することが重要だ。また、わが国が途上国との協力を円滑に進めていくためには、人材の交流を通じ、お互いの理解を深め、信頼関係を築いていく必要がある。

こういった点から、今後の人材交流は、技術移転を目的とした研修性の受け入れや専門家の派遣にとどまらず、指導的立場にある技術者の相互訪問や、政府要人レベルの交流なども含めて、質、量ともに拡大していく必要があると思う。

以上、今後の原子力分野における途上国協力を進めるに当たって、重要であると思われる点について述べたが、わが国の途上国協力はいわば緒についたばかりで、体制の確立も、必要な資金の確保についても、これからの問題となっている。わが国で技術援助を一元的に勧めている国際協力事業団において、原子力の占める割合をもっと高めてもらうことや、先ほど島村原子力委員からの示唆もあったように、日本原子力研究所の役割強化の問題、さらには民間における協力体制の確立の問題等、今後、官民の関係機関がより密接な連携を保って、効率的な体制整備を図っていく必要がある。

また、途上国側にも、国内において原子力開発の重要性の認識を高め、自助努力の強化と、自己責任体制の確立を図っていく必要があると思う。

議長 突然のピンチヒッターとして出席していただいたが、大変、積極的な内容のある発言であったと思う。特に加藤氏の話の中で、最後に指摘されたことが三つあった。

一つは原子力の国際協力は当然ながら、平和目的に限るべきであること。これは当然の

ことだと思うが、特にその点を日本政府の考え方としてクリアにされたのだと思う。

第2に、原子力分野における国際協力は、その内容から見て、やはり長期的な援助計画、協力計画であるべきで、場当たりのなものでは実りが少ないということ。

第3には、いろいろ協力の方法、内容があるが、特に人材の交流が一番大事であること。これについて、これまでより以上の力を入れていくべきだろうということが、指摘された。リドワン インドネシアの国際協力に関する見解について、また、日本の原子力との協力関係について述べたいと思う。

輸送と通信にかなりのインパクトを持つ科学技術の進歩により、各国の距離はますます縮まってきたし、またそれによって国際関係がますます重要視されるようになってきている。現在、国際関係から独立することは考えられない時代になった。貿易、政治、社会、文化的な面において、国際関係、あるいは協力が不可欠である。また、科学技術の分野において協力をすることが現代世界の特徴とも言える。

20世紀後半の現象をみると、発展途上国は、先進国とのギャップを埋めるべく、懸命に開発に力を注いできた。そのために、近代技術や産業化のためのさまざまな知識を先進国から受けようとしている。発展途上国は、人口も多く、また生活水準も低く、天然資源に恵まれるという特徴を持っている。しかしながら、科学技術の面においてはおくらせている。国民の生活水準を上げようという努力が発展途上国で行われており、そのために産業化計画がつけられている。しかし、科学技術の面で能力が限られているため、産業化計画にもいろいろ複雑な問題がある。

先進国から発展途上国への技術移転は、思われているほどスムーズに行われているわけではない。特に原子力というセンシティブな分野においては、門戸はそれほど開かれていない。近年になって、国際機関、たとえばIAEAやUNDPといったところの協力を得て国際協力は改善されてきており、また二国間協力も盛んになってきている。

私どものBATANと言われている原子力庁は、1958年に設立された。その任務は、インドネシアにおける原子力の研究・利用を実際に実施し、また規制し、コントロールしていくということである。そして国民の安全と健康と福祉を増進するという目的のもとに、原子力の開発を推進していくことになっている。

BATANは、インドネシアの原子力推進の最高の権限のある当局である。このような任務を抱えたBATANは、原子力についてウランの探鉱、探査、処理、製錬、冶金学、あるいは

核物質の製造，核計装，原子炉の安全に至るまで，さまざまな事業を展開している。原子力の科学技術の分野においては，原子力を紀元2000年に向かって，エネルギー源の一つとして利用する計画と歩を合わせて進めている。

現在，行われている研究によると，紀元2000年には，ジャワ島において原子力の発電能力は，2,500MWから4,000MWになると言われている。しかしながら，ジャワ島における原子力発電計画の調査によると，これはIAEAの協力を得て行われたものだが，6,000MWから9,000MWまでの発電設備が可能であるとの結果が出ている。

ラジオアイソトープの医学への利用，あるいは農業，産業への利用，放射線による処理，放射線による滅菌という研究も，早く成果が上がるプログラムとして注目を浴びている。

科学技術の分野における人材が欠けている。したがって，国際協力により原子力計画の推進をしていかねばならない。当面，多国間協力がIAEAやUNDPを核として行われている。また，技術協力を受けており，この中には専門家のサービスやフェローシップなども含まれている。BATANが受けているIAEAの技術援助の中には，原子力科学技術開発の分野において，地球化学的な探鉱からウランの探査，ウラン鉱の処理まで含まれており，またそれ以外にも核物質の分析，核燃料の製造，あるいは燃料要素の技術，原子炉工学，炉物理，炉の電子計装，原子炉の安全性から原子力計画まで含まれている。

放射線及びラジオアイソトープの利用も，現在，IAEAの技術援助の中では注目を浴びており，動物学におけるラジオアイソトープの利用，養鶏におけるラジオアイソトープの利用，放射線の寄生虫学における利用，あるいは魚の照射による保存とか，アイソトープをラジオイムノアッセイに使うとか，あるいは放射線を使った加工などに利用する方法などが検討されている。

またRIキットの製造，あるいは標識化合物の面についても，技術協力が行われている。

原子力分野においては，イオン・インプランテーション・テクニックであるとか，X線蛍光分析，放射化学，TRIGA炉を用いた照射研究などが行われている。また放射性廃棄物の管理についての研究なども，多国間協力の形で進められている。

同じような多国間協力として，インドネシアは30MW多目的原子炉に対するQAプログラムやウラン資源評価，ニュークリア・メンテナンスについても協力を受けている。また，中性子ラジオグラフィ，核磁気共鳴，放射性炭素による年代測定などの研究も行われている。

また、国際協力のなかでも、地域協力が RCAのもとで行われている。RCAの計画では、放射線やラジオアイソトープを農業や食品の保存、家畜、滅菌、あるいはそのほかの産業に利用することが進められている。

アイソトープや放射線技術を産業に利用する RCAプロジェクトは、五つのプロジェクトとして運営されている。一つは、産業界におけるトレーサー技術、第2は非破壊検査、第3は放射線加工で、第4が製紙工業、鉄鋼業などにおける放射線計測器による工程管理、第5が核計装のメンテナンスで、現在進行中である。

このような多国間あるいは地域協力は、インドネシアにおける原子力開発に大きな影響を与えている。しかしながら、今後、原子力に関する科学技術開発を進めていくためには、BATANはさまざまな分野においてアジア、ヨーロッパの国々、たとえば日本、インド、パキスタン、西ドイツ、フランス、イタリア、カナダ、アメリカといった国々と、2国間の協力をしていきたいと思っている。

実は、イタリアのCNEN（原子力委員会）とすでに二国間協力を行っている。これにより、燃料要素の設計や製造、重水炉の実験的なエンジニアリング、レーザー技術などの協力、また安全性における研究であるとか、農業における原子力利用の研究なども行われており、科学者の交流も行われている。

また一方、西ドイツやフランスとの間においても、双方に興味のあるような分野での協力が行われる協定が結ばれている。たとえば、ウランの探査を西スマトラで西ドイツと行っているし、またフランスとはカリマンタンでウランの探鉱を行っている。両方の国とも、科学技術に関する専門家の交流をすることで合意している。西ドイツもフランスも、インドネシアに25名の科学者を派遣することで合意している。そしてまた、インドネシアの科学者をそれぞれの国に受け入れることも合意されている。

研究開発のインフラストラクチャーは、現在、次第に整備されつつあり、かなりの人材が蓄えられてきているので、インドネシアはこの時点にきて、具体的な商業ベースのものを展開しようとしている。そして、さまざまな産業分野において原子力を活用していきたいと思っているが、なかんずく、発電の分野における利用を進めたいと思っている。

現在、6件の契約が結ばれているが、その中で具体的には30MWの多目的原子炉を、西ドイツのインタアトム社と協力して開発することになっている。

第2は、研究炉用の燃料要素を生産する設備をつくることになっており、これは西ドイ

ツのニューケム社との協力である。

第3が、イタリアのNIRAとの協力で、これは実験ベースでの燃料要素の据え付けである。

第4は、アメリカのジェネラル・アトムック社との協力で、ラジオアイソトープと放射性医薬品の研究所をつくるという計画である。

5番目は、フランスのテクニカトム社との協力で、放射性廃棄物の管理のための施設をつくる計画である。

6番目の計画は、インドネシアのPBIがやっているプロジェクト・マネジメント・サービスである。

さらに現在、交渉中のものとして、材料試験研究所、エンジニアリング・安全研究所および原子力関係機械電子工学研究所の設立の3つのプロジェクトの話が進んでいる。

この5年間の間に、200名の科学者が多国間協力、あるいは地域協力、二国間協力の形により、海外に派遣された。このようなことを総合すると、国際協力によって、インドネシアはポジティブな影響を受けていると言える。そして原子力分野における科学技術の開発は、加速度的に進んでいると言える。結論として、原子力の分野における科学技術協力は、やはり協力によって、お互いの持ち得るリソースを分かち合うことが必要であると思う。

先進国は、技術移転について重要な役割を果たすことが期待されている。先進国が技術移転によって活発に参加することが、われわれにとって大変ありがたいことであると思う。さまざまな活動プログラムの情報のチャンネルは、それぞれの地域の参加国の関心に合ったものでなければならないと思う。技術協力、あるいはプログラムは、技術を十分に、適切なチャンネルから通して伝えることが重要であると思う。そして、ローカル・ベースを強化していくような方向で協力が行われることが必要であると思う。

また国際機関、たとえばUNDPとかIAEA、UNIDOというところが果たす役割も大変大きなものがあると思う。

いろいろの分野における国際協力、たとえば核燃料の国際的な流れは、受け入れ国が長期にわたって核燃料を受け取ることができる形でなければならない。これは原子力の安全性の問題であるとか、使用済み燃料の管理、あるいは放射性廃棄物の処分などについても同じようなことが言える。したがって、単に原子力の利用だけでなく、それ以外の分野における協力も望まれる。また、核燃料サイクルの国際的なセンター、あるいは地域センター

といったものがつくられることも必要ではないだろうか。

最後に、私はインドネシアの国際協力に対する立場がはっきりしているということを通じて述べたいと思う。私どもは国際協力を大いに歓迎し、サポートしたいと思う。互恵につながるような協力が行われることを心から希望する。

議長 インドネシアにおける原子力の研究、開発、利用が、1958年に設けられた BATAN という組織を中心に進められていることを大変手際よく紹介された。また、インドネシアにおいても、将来の一つの計画としては2000年までに相当の原子力発電を実施する可能性があるということ述べられたわけである。

しかし、それについてはいろいろな面での熟練した人材が十分でないということも反省しておられる。また、具体的な国際協力として、国際機関を通ずる RCA計画に種々参画している状況、特に放射線利用分野における実例を挙げられたわけである。

同時に、先ほど島村原子力委員も述べた各国との間の双務的協力も熱心に進めており、その事例も幾つか紹介された。その中でこういった双務的な国際協力においては、やはり発展途上国としては、先進工業国からの技術移転に深い関心があると述べ、6つの例が示されたものも、技術移転をベースにして考えているというわけである。そういった事例の中には、あるいはわが国において必ずしもインドネシアの事例をまだ十分に知らないこともあったかと思う。

そして、最後に原子力分野における国際協力によって、発展途上国の原子力計画を成功させるために技術移転の重要性を強調され、また同時に国際的な組織である国際原子力機関の役割にも注目されたわけである。

天野 わが国の原子力分野における国際協力は、先ほど島村氏、加藤氏が述べたように、核融合、高速増殖炉、高温ガス炉などの新型炉の開発あるいは安全性研究等の先端分野技術においては、先進諸国との間の協力が、年々活発に行われるようになってきている。

一方、原子力の開発利用で、すでに先進国の一つとなったわが国としては、開発途上国との国際協力においても、積極的な役割を果たすことが各国から要請されており、また果たす責任があると思う。

アジア諸国との協力は、先ほどからたびたび話題に出ているように、現在は I A E A の RCA計画の枠組みの中で、放射線利用分野を中心に進められている。しかし、今後は研究用原子炉の運転、管理及び利用、さらには原子力の安全性研究の分野における協力まで拡

大していく必要があると思っている。

先ほど加藤氏から、日本の政府の立場から、国際協力の諸問題についての話があったので、私は研究開発協力の実施機関の一員という立場から、アジア地域、開発途上国との協力の現状をレビューし、今後の課題について少し述べてみたいと思う。

第1が、まず放射線利用の分野である。RCA/UNDP計画の中で、最大のプロジェクトである放射線プロセッシングでは、私ども日本原子力研究所の専門家が設計して、わが国のメーカーが製作した天然ゴム照射装置（Co-60、22万Ciの照射装置）が、昨年12月にインドネシアで完成して、その後、順調に運転中だと聞いている。

さらに本年8月の運転開始を目指して、電子線照射による木材表面加工装置の製作も進められている。これらの活動においては、原研の専門家が長期あるいは短期にインドネシアに滞在し直接指導に当たっている。この分野での技術移転は比較的スムーズに進んでいるものと思う。

なお、先ほど島村氏からも指摘されたように、私ども原研では、この協力を一層効果的に進めるために、近くインドネシア原子力庁（BATAN）との間で、放射線利用分野での二国間協力協定の締結を予定している。当面は、放射線利用の分野に限られているが、これを基盤にして、いずれまた、次の広い分野への協力に発展させていきたいと考えている。

次に、食品照射の分野の問題である。食糧の確保は、開発途上国にとって重要な課題であることはいうまでもない。日本政府が特に支援しているRCAの食品照射プロジェクトは、タマネギ、熱帯性果実、香辛料、乾燥魚の照射研究が、原研並びに食品総合研究所等の指導によって進められており、照射効果に関する研究は、本年8月に終了する予定である。次の段階としては、パイロットスケールで行う第2期計画をどのように進めていくか、さらにはそれをもとに、いかに実用化を推進していくかが今後の課題と考えている。

第3の問題は、研究炉の利用である。皆様もご存じのとおり、アジアの多くの開発途上国がすでに研究炉を設置しているが、付属装置の不備とか、あるいは専門家、指導者の不足などの理由から、その利用は十分とは言えないのが現状である。これらの研究炉は、ラジオアイソトープの生産とか、放射化分析といった実用的な目的に利用されたり、あるいは原子炉物理、材料の照射損傷などの基礎研究などに利用されるが、そのほか研究炉の持つ役割を考えてみると、わが国の過去の経験からしても、人材養成を含め、原子力発電導入の基盤を整備するための重要な役割を担っていると思う。

これまでわが国では、この分野では見るべき協力を行っていないが、比較的取り組みやすい課題でもあり、今後、研究炉の運転保守と利用、放射線管理などについて、私ども原研及び大学を中心として、積極的に協力を進めていきたいと考えている。

次に、安全性研究の問題である。アジア諸国の中でも、韓国、インド、台湾などはすでに原子力発電施設を運転しており、その他の途上国においても、原子力発電導入の機運が高まっている。原子力発電を推進するに当たっては、安全の確保がきわめて重要であることはいままでもない。また、先ほど島村氏も述べていたように、安全の確保という問題は世界共通の命題であり、先進諸国の間でも、安全性研究についての研究協力がきわめて活発に行われている。

わが国の軽水炉についての安全性研究は、国際的にも非常に高く評価されるレベルにあるので、今後、軽水炉の工学的安全性研究、あるいは環境放射能の安全に関する研究、また放射性廃棄物の処理、処分の研究等の分野で、開発途上国に対して適切な指導協力をを行うことが必要であり、私どもも今後、積極的にこの分野での協力を進めていきたいと考えている。

以上、各分野における協力の現状について述べたが、最後に開発途上国との協力をより効果的に進めるために考慮すべき点を、二、三指摘したいと思う。先ほどの島村氏、あるいは加藤氏の話と重複するところもあるが、本協力の実施機関という立場から、思いつくことを二、三述べてみたい。

まず第1は、相手国のニーズ並びに技術基盤のレベルを十分に把握して、それに適した適切な協力をを行うこと。このためには、多国間協力のみではなく、二国間協力を進めることがきわめて重要であり、大切であると思う。

第2は、具体的な実施上の問題である。開発途上国では、機材の不足が研究開発の進展を阻害しているケースがきわめて多く見受けられる。したがって、必要に応じ、機材の供与と専門家の派遣を組み合わせる実施することが、協力の効果を高める上できわめて有効であろうと思う。

第3は、人材養成の問題である。開発途上国にとっては、人材養成は技術移転の基本的な要件であり、これに協力するために、わが国での研修生受け入れ体制を整備することが必要であろうと思う。私どもも、いままで研修生の受け入れに対しては十分な成果は得ていないが、今後、いろいろ努力していきたいと思う。島村氏からも、原研の研究員の20%

ぐらひは外国の方を受け入れるぐらひの意気込みでやれ、という話であった。私どもは、いままで特に門戸を閉じているつもりはなかったのであるが、今後、なお一層の努力をしていきたいと思う。

議長 天野氏は、先ほど加藤氏が政府としての考え方が示したのに対して、日本原子力研究所、つまり協力の実施機関の一つとしての立場から、これまでの経験を踏まえて、幾つかの点に触れられたわけである。

まず一つは、放射線利用の分野であり、この分野については RCA初め、これまでいろいろとやってきた実績があり、インドネシアとの間の協力の取り決めなども進んでいるとの話であった。第2の分野として、食品照射の協力が取り上げられた。さらに、今後の発展すべき二つの分野として、研究炉の利用並びに原子力発電等における安全性の研究分野における協力の必要性が指摘された。

それらの必要な協力分野の指摘とともに、今後の協力推進に当たっての考慮すべき諸点を三つ指摘された。

一つは、それぞれの国のニーズが異なっている。この点について、相手国のニーズを明確にすることから始めなければならないということだ。そうでなければ、努力したわりに効果が上げられないおそれがあるということだと思う。

少し手前みそになるが、実は昨年7月に設立された原産の国際協力センターの役割の一つが、政府等の依頼も受けて、各国のニーズ、特にアジア、太平洋地域の各国のそれぞれの原子力分野における協力のニーズについて調査することも加えられている。発足以来、余り間がないが、現在、営々として努力しているところである。

それから第2に、研究開発を推進するための機材の供与、これも国際協力の一環として行われてきているわけだが、ただ機材だけを供与する、ただ専門家だけを派遣するということでは、必ずしも効果が上がらないので、この二つを適切に組み合わせて行うことが大事ではないかという指摘だったと思う。

第3に、先ほど島村氏の講演にもあったことだが、わが国が海外からの研修生をもっとたくさん受け入れなくてはならないということに関連して、その体制づくりがぜひ必要だということである。原子力研究所は、わが国の原子力分野における研究開発のセンターとして活躍している機関であり、また幸い、これまで二十数年の歴史で、相当数、外国語に堪能な研究者、技術者もいるわけであるから、ただいまの天野氏の発言のように、今後、

そういった面での体制の整備が進むことが期待されると思う。

ポン 私の発表、発言は、表に言及しながら進めていきたいと思う。

まず、技術移転の基本原則について話したいと思う。技術移転がうまくいくためには、その背後には恩恵がなければならない。それは短期的なものであれ、長期的なものであれ、関係するものがすべて恩恵を得なければならないと思う。

ソース国としては、技術移転をすることによってマーケットの機会を高めるであろうし、それが研究開発の投資に対する見返りになる。また、名声が高まるということにもなるだろう。つまり、国際的に技術が認められるということになるだけだ。

他方、受け入れ国の側においては、技術は国内的な能力をつくり上げていくということである。以前には輸入しなければならなかったようなものを独自につくり出すことができる。それから、そういったサービス機器を輸出する潜在的な可能性も、そこで出てくることになる。また、技術的にその国の名声も高まるだろう。しかし、原子力の技術を考えてみると、最大の恩恵は、人材を養成し原子力技術をマスターすることによって各国が、自給自足的なエネルギー源を得るということである。

さて、カナダにおいては、基本的には政府間の協定が枠組みとなって、技術移転の協力をしている。つまり、政府ベースでそういった枠組みがなされている。その後、細かい取り決めが行われ、人の交換であるとかライセンスの問題、ジョイント・ベンチャーをつくるかどうかという問題がその後に出てくる。

しかし、そこで全体を通して大切な側面がある。それは、こういった技術移転を成功させる、そしてそれを増やしていくということは、関係者の意思が必要だ。一つのそういった重要なコミットメントとしては、非常に高い技術レベルを持った多くの人々を養成することである。

それでは、カナダではどういう経験があるかを話したいと思う。カナダでは、カナダ原子力公社（AECL）を通して、これまで5カ国の原子力発電所の建設にかかわっている。インド、パキスタン、韓国、アルゼンチン、そしてルーマニアの5カ国である。さらに高出力の研究炉をインドと台湾でつくっている。それぞれの場合に、ある程度の技術移転が行われる、もっとも、その技術移転がどの程度でどういうものかということは、国によって違う。

パキスタンのKANUPPおよび韓国のウォルソンの原子炉は、ターンキーベースでつくられ

たが建設あるいは発電所のコミッショニングに参加してもらうことにより、かなりの程度の技術移転が行われている。

たとえば韓国の場合、技術移転ならびに他の方法によって獲得した製造技術をもベースにして、韓国がAECLとともに、トルコに対する CANDU原子力発電所の建設のプロポーザルに加わるというところまで、技術移転がなされたわけである。

次に、インドである。インドに対してはこれまで最大の総括的な技術移転が行われている。つまり1963年、インドとカナダは、ラジャスタン原子力発電所の建設のための協力体制をとった。これは 220MWの CANDU炉 2基からなるが、その主たる目標は、設計、製造、プロジェクト・マネジメント、建設、コミッショニングの全体を通して、インドが能力を持てるようにしていくということだ。設計、製造、建設を将来自国でできるようにということである。

そのことを目標として、この企ては成功した。ラジャスタン 2号機では、インドの参画が高くなっており、また、その後の 6基からなるプログラムにおいて、実質的に自給自足的な体制を整えている。表 1 はインドの国産化率を示している。1号機の場合には、国産化率が55%、2号機では70%、3号機、4号機では88%、5号機、6号機では89%、そして7号機、8号機では、90%になっている。

ちょっとつけ加えると、CANDU炉に関してインドの国産化率は、カナダにおいての国産化率よりも高いということが言える。

このラジャスタンのプロジェクトにおいて、カナダは原子炉システム・デザインを提供している。最初は、ノン・ニュークリア・システムに対してのデザインも含んでいた。最初の1号機に関しては、カナダは原子炉以外のもの、つまりポンプであるとか蒸気発生器、燃料交換機をも供給した。インドは、主として建設、機器据付、コミッショニングの關係に携わった。

しかし、2号機の場合には大幅な変化があった。主要な原子炉部品、たとえば燃料交換機、蒸気発生器あるいは計装の多くの部分がインドでつくられた。興味深いことは、技術移転の助けをかりて、インドは2号機の燃料装荷だけでなく、1号機用の燃料（1/2炉心分）をも自国で賄うことができたわけである。表 2 では、ラジャスタン・プロジェクトにおける機器供給者が列挙されている。

技術移転計画の主要な事項は、人材の交流である。合計 107人のインドの人が、カナダ

に派遣され（148人・年相当）、カナダの原子力産業の各部門に配置された。これは表3に示してある。

それから、カナダからはインドへ101人が派遣された。原子力産業の各部門から、現地、あるいはボンベイに行ったわけである。総合計として、カナダからの派遣者は230人・年で、表4にはそれらが分野別に示してある。こういった人の交流は、設計、建設、製造、コミッシュニングなど広範囲にわたっており、広範囲の技術上のノウハウを提供したわけである。さらに研究レベルでも協力が行われ、インドの科学者がAECLのチョークリバー原子力研究所に派遣された。

多くの技術移転の場合と同じように、詳細な文書ならびに実施方法を提供することも重要な側面である。しかしながら、こういったことは現地の状況にあわせて措置しなければならない。つまり、どういう大きさのユニットが使われるのか、どういう機械があるのかということである。こういった手続きを調整することができるためには、両国の状況に通じた人がいなければならない。つまり両国において製造、据付、あるいは運転の環境はどんなものかということを知っている人がいなければならない。しかし、それだけで十分ではない。さらに意思がなければならぬ、つまり技術を提供しようという気持ちがなければならぬし、それを受け入れて使おうという気持ちがなければならぬ。カナダとインドは、そういった必要要件を満たして、そして成功した。

さて、次にアルゼンチンの場合である。アルゼンチンでは、エンバルセでCANDU炉が運転中である。原子炉の建設と併行して、われわれは技術移転協定を結び、それによってアルゼンチンに対して、設計、建設の技術を渡そうというものである。これは独自のCANDUの600MWのユニットをつくるためのものである。この協定は、600MWのCANDU炉に必要なとされる詳細な設計のデータ、文書やコンピューター・コードなど、全般的なエンジニアリング情報も含んでいる。これは非常に総括的なプログラムで、期間は1974年から1987年までである。

韓国ではウォルソンでCANDU炉が進展中である。それに対しては、ほかのプラントの場合と同様に、われわれは設計者や運転員の訓練を行った。これは、現在は必要に応じ、運転に必要な関連サービスを提供している。

それから、KAERIとの間で、CANDUの研究開発に関する共同計画のための協定が結ばれており、燃料、燃料サイクル、システム化学、熱水力学、レーザー同位体分離といった分

野についての共同計画が実施中あるいは折衝中である。

またライセンスや規制という分野においても、カナダと韓国の間での協力のプログラムがある。

ルーマニアでは、いま2基の CANDU炉が建設中である。ルーマニアとの協定では、150人・年の人材の訓練をカナダですということ、これはエンジニアリング、プロジェクト・マネジメント、建設、コミッショニング、運転の分野を含んでいる。さらに100人・年のカナダの技術援助をルーマニアでやろうということを考えている。600MWの CANDU炉の設計がルーマニアに移転されている。この場合のルーマニアの CANDUプログラムの国産化率は、大体インドの CANDUプログラムと同じようなものであると考えている。

これまでのカナダの技術移転の経験を通じて技術移転を成功に導く要因は何かということ、を考察したいと思う。これらの「教訓」は、われわれのアプローチに取り入れられている。

まず、技術の応用性ということである。そのいくつかの要因をあげれば、これは島村氏が、さきほど基調講演で述べたことを補うものだが、成功するためには、提供される技術が受け入れ国のニーズに合わなければならない。そしてその技術はその国の既存の、あるいは計画中の技術に適合するものでなければならない。インド、アルゼンチン、ルーマニアでの経験が示していることは、製造技術、機器、あるいは労働力に要求される熟練技術の調整が不可欠となるということである。

2番目に、訓練の量とタイプである。人的交流による訓練の必要性は、私の前にも他の方が強調されたことである。受け入れ国の人間の訓練はよくわかっているわけだが、余り認識されていないこととして、技術の提供にかかわっている人の訓練ということである。設計の意図の解釈とか、手続、手法を顧客側の必要性にあわせて調整することなどは現地の製造、設計その他の分野の状況がどんなものかを知らなければ、効果的に実施できないものである。

3番目として、潜在的に考えられる利害の衝突を認識するということである。目的が幾つかあることが考えられる。たとえば機器、サービスについて現地の供給者を用いることになればプロジェクトのスケジュール、全体のコストと利害が衝突することになるかもしれない。だから、両者があらゆる可能な目的について認識しどれに優先順位をつけていくかを合意しておくことは必須の条件である。インドの計画における国産化のペースと程度

はその目標に合致したものであった。その結果、スケジュールならびに管理を主要目的とする通常はカナダの場合とはかなり違うものとなった。

4番目には、環境の違いということである。設計変更は、明らかに必要である。つまり、立地の特徴が違えば変更しなければならない。しかし、もっと広い社会、経済、技術的な違いがあるわけで、人々の行動とか作業の仕方が違ってくるとも認識しなければならない。これは国によって違うが、絶対的の違いというよりも相対的なものである。というのは、結局のところ、技術移転はとにかく共通分母であるから、人は人とコミュニケーションを持つわけである。

5番目としては、誤解、あるいは誤った解釈ということである。双方の当事者が、意図はいいんだが、誤解がある、あるいは解釈の違いがあるということがある。つまり、技術移転で何が期待されているかということの認識のずれがあるかもしれない。そうすると、はっきりと文書で示す事が十分になされていないことを認識することが必要であるかもしれない。また、はっきり示されていないので、どういうことを訓練するかがはっきりしていないかもしれない。あるいは、どの程度まで技術提供するのかについても誤解があるかもしれない。

したがって、供給する技術の範囲をはっきりと定めるということ、そうすることによって、誤解であるとか誤った解釈を最小限にすることができるだろう。だから受け入れ国のそういったことがはっきりすると、そんながっかりすることもなくて技術移転ができることになる。

結論として、CANDU炉のシステムは、世界レベルの技術であり、いま手に入る技術である。そしてカナダは、またこの技術が効果的に相手国に移転されるような体制を整えている。これはいろんな状況に適合でき、技術移転の程度、あるいはタイミングは、相手国の目標に合わせていくことができる。カナダは長期的に、こういった技術の移転に対しての約束をしていくことができる。カナダは広い国であるが、工業的には余り超大国とは言えない。しかしながら、カナダはこれまでの自主の原子力プログラムに従事しており、経済的で、安全で、信頼のある製品をつくり出している。われわれの経験、CANDUシステムの経験というものがある。これは開発途上国が原子力発電をしようとするときに、非常に大切な道具になるだろうと思う。

議長 ポン氏は、特にカナダの経験に基づいて、国際協力にともなって問題となる技術移

転について、特にカナダの考え方、経験を述べられた。技術移転は、原子力国際協力において避けて通れない問題であるが、往々にして、それを供与する国の思惑と受け取る国の思惑とが必ずしも一致していないというところに一つの問題があるとの指摘が行われた。

しかし、受け取る国としての技術移転による最大のメリットは、それによって、その国の人材が養成され、レベルが高まるということと、原子力という新しいエネルギー源がその国に根づくことにあるのではないか、という意見であったと思う。

ポン氏の仕事である CANDU 炉の開発に関連して、これまで幾つかの国についての具体的な事例に基づいて、かなりくわしい説明があった。たとえばインドの協定とその実行上の問題、あるいはアルゼンチン、韓国、さらにルーマニアについての事例も紹介された。

そういったこれまでの具体的な実績から、カナダの当事者として受け取った経験が教えてくれるものを五つに要約された。

第1は、受け入れ国の技術との間の適応性の問題が国によって違うことに十分注意を払う必要があるということ。

第2には、トレーニングの研修、訓練の量が相当たくさん必要であって、その点が大事だということ。このトレーニングの問題は、それまでのパネリストからも種々指摘があったとおりである。

第3番目には、技術移転に伴って、往々にして協力国と受領国との間でコンフリクト、摩擦が起こるおそれがあるということ。それは協力国と受領国との間の認識の違いという点からくることが多く、たとえばインド等の問題について、その点が特に触れられた。

4番目には、これも当然のことだが、技術を受ける側の国の人文、社会的な環境が供与国との間で違っているということ。この点については、これまでの私のささやかな経験の中でも強く感じていることである。

第5番目に、ミス・コンセプションというか、ミス・インタープリテーションという問題、どういうふうに訳していいかわからないが、技術移転という一つの言葉からも供与国と受領国の間で、内容についての誤解があるようだということ。これも冒頭の指摘から出されてくることだと思うが、そういったケースをこれまでの経験から指摘されたわけであり、まことに示唆に富んだ指摘であったかと思う。

鄭 1カ月ほど前「タイム」誌は、原子力発電に関するカバー・ストーリーを載せた。そのレポーターによると、過去10年間に原子力の状況がどのように変わってきたかというこ

とを示している。成功と活気にあふれた時代から、闘争と懸念の時代が変わってきた。そして、いろいろな構造的な変化をしなければ生存していけない時代になったわけである。また、同時にこの記事は、多くの先進国及び発展途上国は、原子力発電の着実な拡大に向かっており、原子力は、世界エネルギーの主要源になるであろうと指摘している。

皆様方は、私どもの文明にとって原子力が必要であるということは、もちろん認識していることと思う。この世界的な原子力コミュニティの一員として、我々は原子力の将来に同じような興味を持っているわけである。最近のいろいろな後退などを克服して、さらに原子力を開発していく上で、国民の信頼を得ていかねばならない。

世界的な経済という観点からも考えていかねばならない、そして、情報とか技術の移転などが行われていることにより、一国の経済ではなく、世界の経済になってきているのである。ほかの国から独立して、隔離された形で自己の経済をエンジョイすることはできない。相互依存性はさらにさらに高まってきている。そして、お互いリンクされている時代になっているのである。

原子力の将来というのは、このような国際的な相互依存性をどのように発展させていくかに依存していると思う。このような考えをもとにして、国際協力を原子力の分野でどのように進めていったらよいかについての考えを述べたいと思う。

まず第1番目に、私どもは原子力の規制システムをできる限り早く、そしてできる限り確固としたものにしていかねばならない。特に供与国のプラクティスに従っていかねばならない国にとり、供与国の規制システムが不安定であれば、不可避の非常に大きな影響を受けてしまうわけである。

もちろん、この最終的な規制の責任は、各国の規制当局にあるわけだが、このような世界経済の現状では、新規参入国においては、先進諸国が採用している最新の規制を導入しなければならないわけである。

原子力技術は、相当進んだ技術であり、過去30年間にわたり相当の経験が積まれてきており、非常にはっきりとした規制システムを十分に確立することができる。それより、原子力発電所や他の原子力施設を安全に運転していくわけである。そうしたことから安全に関する国際的に一律の規制を求めていくという形で国際原子力安全委員会（ICNS）の構想がつくられたわけであり、この構想の実現を強く望む。一貫した原子力の安全性に関する考え方、そしてそれを基準及び規制に応用していくことができるならば、これは規制シス

テムの安定化に役立つだけでなく、国民の信頼を得る上にも大きく貢献するものと思う。
多分、マンツィング氏も、ICNSに関してもっと細かく述べられるものと思う。

第2番目に、品質保証と信頼性であり、これらはどのような原子力プログラムにおいても普遍的な要件である。このような分野においても、国際協力を密に行っていく必要がある。スリーマイル・アイランドの事故の際に経験したように、全世界の原子力プログラムは、最悪の運転及び事故の起こりやすい原子炉というもののとりこになった。私どもはさらにこのような事故を二度と繰り返すことはできない、またWUPPSあるいはジマー発電所を繰り返すこともできない。

原子力発電にこのような大きな投資をしていくことで、何らかの失敗が見られるとするならば、これは原子力発電を現実的な方途として採用することの厳密性を脅やかすものになってくるわけである。だから、建設中と運転中にかかわらず、原子力発電所の信頼性と品質を上げていくために、私どもは協力していかねばならない。この点について、ウィルキンソン氏が発表したINPO（原子力発電運転協会）の役割りを拡大していくことを支持したいと思う。INPOのサービス活動に多くの国が参加しており、現在のINPOのネットワークを使って、より組織化された国際プログラムをつくっていくことが望まれるわけである。

そしてまた、原子力に関するR & Dはリードタイムが長いということから、マンパワーと資金をプールしていくことが、開発途上国にとって非常に重要な問題になってくる。このような国際的なプールは、新しい又はこれまでとは劇的に異なる原子炉システムを開発する場合にも必要である。その例として、プロセス固有超安全炉（PIUS炉）のケースを挙げることができると思う。この“寛容な”原子炉というものは、原子力発電所を非常に複雑で高価なものにしてしまうような付加的な安全システムを排除してしまう。これによって、運転員は故障だけを見ていくことに時間をとられて、ほかのことに目を向けられなくなる状態を避けるわけである。この原子炉は、人間の誤操作に対しても安全性を保証できるというユニークなものであり、そして、このような原子炉ができるとするならば、初期投資が非常にかかるため、一国だけでやることはできない。

日本がAPWR及びABWRのプログラムにおいて、このような方向に進んでおり、非常にうれしく思う。そして、ほかの国々も、日本とこのような重要なプロジェクトに協力しており、非常にうれしく思う。これ以外にも、いろいろなプロジェクト、新しい原子炉システムの開発、あるいは現在のタイプの改善などについて、何らかの国際的コンソーシアムのもと

に行われる、それも近い将来行われるものと希望している。

第4番目に、不安定な規制システムと不十分な品質保証に加えて、原子力発電の健全な発展を妨げている最大の要因はプロジェクト管理システムが原子力発電のプロジェクトを実施する上で十分であるということである。

一つの原子力発電プラントをつくる場合、1500万以上の非常に精度の高いコンポーネントが必要で、8万以上の図面を書かねばならない。そして、そのうち幾つかは、何回も書き直さなければならない。これは熟練技術者の300~400人・日が必要であり、500万人・時に及ぶエンジニアリングになる。また、組織立ったエンジニアリングのノウハウが精密なスケジュールとコスト管理を行うためにも必要である。原子力のプロジェクトの遅れとか、混乱は、プロジェクト・マネジメント・コントロール・システムの欠如又は不十分さによるものである。

現在の非常に進歩した情報処理技術により、多くのデータベースを扱うことができるようになり、また、原子力発電所のデザイン、ドラフト、エンジニアリング及び管理において、いろいろなエレクトロニクスのデータ・プロセッシングを使うことができる。そういった観点から、このような大きなプロジェクトを扱うだけの十分なツールがあるということで、このような分野における国際協力は、非常に効果的であると考えている。

5番目に、地域協力は、国際的なアプローチという意味では非常に重要な手段である。環太平洋地域の多くの国々は、原子力プログラムに非常に積極的であるが、いまのところ、まだ重要な地域協力体制は原子力分野ではできていない。同じような社会的、文化的、経済的を特性をもった国々の間で協力をするというのは、理論的にはより簡単であろうと思う。運転員の訓練、緊急時体制、スペアパーツのプーリング、コードとスタンダードと、そういったような分野は、地域協力にとっても重要だと思う。

1985年5月に、韓国のソウルで、第5回環太平洋原子力会議が開催されるが、そこで、特に地域協力の問題が討議されることになっている。

第6番目である。前にも述べたように、私どもは現在、世界経済という規模の中で過ごしている。利率が非常に高い、また金融財政も非常にむずかしいということになると、国際的な貿易と技術移転は、財政上の制約が非常に大きくなっていく。このような財政上の制約を軽減するための一つの方法は、製品やサービスをカウンタートレードすることである。これはもう一般化しているものであり、多くの国際貿易は、カウンタートレードに非

常に大きく依存しているわけである。これは原子力の分野においては、比較的新しい考え方かもしれない。

しかしながら、これは国際的な原子力の通商において、非常に重要であり、私ども国際的な原子力産業を活性化していく上で非常に重要なやり方ではないかと考えている。

私ども、もちろんいろいろな私ども自身の課題を抱えている。廃棄物の問題、使用済み燃料の貯蔵、再処理といったような問題がある。しかしながら、現在、現実的な解決策はあるわけであり、ここで必要なのは決意と実施である、私どもの観点では、原子力の世界的役割は、これからますます大きくなっていき、また電力のベースロード供給源として大きな役割を果たしていくことになる。過去20年間、原子力発電は、現在のマネジメント能力を超えたような速い速度で進んできた、そして、そのため私どもは不平等な批判をうけてきたと思う。原子力は、より堅実で着実なベースで開発すべきであったと思う。

パフォーマンスだけでは公衆の信頼性を得ることはできない。十分な時間が必要である。原子力技術及びその利用の改善と拡大に着実な前進をしていくために、私どもが協力するということであるならば、十分な時間をとって、着実にやっていかなければならないであろう。

議長 鄭氏は、米国の「タイム」の記事に言及して、いろいろなことを述べ、韓国としてはこれからも原子力の開発が必要だという点については、何ら疑いを持っていないということ強調した。以下幾つかの今後の原子力発電計画を進めていく、あるいはその上での国際協力という点についての問題を指摘したと思う。

第1は、後ほどマンツィング氏が触れるものと思う、原子力の規制システムを国際的に確立する必要があるということ。簡単に言うと、原子力はどこまで安全であれば安全としていいかという問題についての国際的な問題を十分議論していく、ICNSと省略されているが、そういう提案について真剣に取り組むべしという話だった。

第2の問題は、QAと原子力発電の信頼性の確立である。この点はすでに、これまでのセッションでも何人かのスピーチから指摘されており、特に昨日、米国のINPOのウィルキンソン理事長からの講演について、鄭氏はそれをサポートしたわけである。

第3に、研究開発面における協力の問題、特に原子力発電の安全性に関連しての協力の必要性である。この点については、国際的に知識、経験をプールしていくことが大事だという指摘であった。

第4番目に、そのような技術的問題はいろいろあるが、やはり原子力発電は非常に巨大なプロジェクトであるから、よりすぐれたプロジェクト・マネジメントが重要である。そういった面での国際協力をもっと重視すべきではないか。特に情報処理技術が、マイクロ・エレクトロニクス発展に伴って非常に進歩しているので、そういったものも大いに活用すべきだということであったかと思う。

5番目に、ここでも問題にしている地域間の協力問題である。それについては幾つかの事例を述べて、特に来年5月ソウルで開かれる第5回環太平洋原子力会議の主題となろう、地域協力プロジェクトについての期待を指摘されたと思う。

第6番目に、これはちょっと耳新しい指摘だったと思うが、カウンター・トレードという点を主張された。いまの話を知りただけでは、その具体的内容が私にもまだよくわからないが、この点についての指摘があったと思う。

このほかにも多くの残された問題があるわけだが、原子力という巨大な科学技術の問題に取り組むに当たっての国際協力、地域協力の重要性を強調された点は、皆様の同感するところであろうと思う。特に原子力についての一般民衆の信頼が得られるように、みんなが努力することは非常に大事なことであろうと思ったわけである。

マンツィング 私は、きょうこのインターナショナル・コミッション・オン・ニュークリア・セーフティー（ICNS：国際原子力安全委員会）についての話をしてみたいと思う。

国際協力、それから技術移転は、原子力平和利用の発展にとって非常に重要であり、また効果的な方法でもある。しかしながら、このような国際協力をしていくということは、1982年にブエノスアイレスで開かれた技術移転国際会議のときに私が述べたような事項にかかわってくると思う。

原子力は、これからの将来にわたり、42カ国において非常に重要なエネルギーであると考えられるようになると思う。これは現在の活動レベルとは非常に違ったレベルになってくるわけである。そして、国民の安全を世界各国において得ることが非常に重要な問題になってくる。もちろん、各国はそれ自体の原子力の安全に関するアプローチをとることはできるが、全世界の国の人たちを守ることは、国際協力に基づいて行うほうがよりうまく行われるのではないかと思う。

というのは、多くの技術的な問題は、国境を超えた普遍的な問題だからである。この原子力の平和利用に関する経験については、国に格差がある。しかしながら、技術的に原子

力の分野で進んだ国においては、互いに協力するということが、公式の条約を結ぶようになってきたので、このような公式の条約の一員となっている人たちは、この原子力の平和利用からいろいろな恩恵を受けることになる。どこか1カ国で起こる問題は、すべての人々たちに対する問題になってくるわけである。だから、これから原子力を使う人たちは、できる限りよい技術的なコンセプトを使うことができるだけである。

また、お互いに専門知識・技術というものをシェアすることにより、多く得ることができるわけである。いろんな努力を重複することはお金もかかる。だから、国際協力によって、世界各国から最高の科学者及び技術的な考え方を集め、できる限り重複を避けなければならない。そして、すべての国は、何らかの形で貢献をして、いろいろな問題で経験を共通にすることができるわけである。そこで、国際的原子力学会グループが、スイスのクロード・ザンガー氏を委員長とする委員会を設置した、この委員会には、日本の都甲氏も参加している。ここで昨年8月にまとめられた同委員会のレポートから重要な点を話したいと思う。

過去においては、国際的な何らかのメカニズムをつくることに興味が集まってきた。それによって、より一律の安全性に対するアプローチをつくらうということが行われている。過去何年間各国がそれぞれのアプローチを出してきたが、これは国によって差がある。そのため、各国において、いろいろ違った規制、そして技術的な要求が出てきた。その結果、国際的に意見の一致した勧告であるとか、そういったものをIAEAが出すことは非常に難しくなっている。

このような一律性が抜けているということは、すなわち各国に対して、多くの重みを課すということになり、特に新しく原子力を始める国に対して、多くの荷物になってくるわけである。そして、国民の信頼を得るということに関しても、非常に悪い影響を与える。

このようななかで多くの研究が行われるようになってきた。そして、原子炉の安全性に関しての理解はだんだん高まってきた。そういった観点から、事故の頻度とその結果に対しても、ただ単に想定するだけではなく、より現実的な推測をすることができるようになってきた。これは原子力の時代を始めるに当たり、非常に重要な点である。

このリアクター・セーフティー・マネジメントに関しての運営組織をより強くすることは、非常に重要である。そして、このような原則と、原子力発電所の安全性をレビューするということが、現在それが行われているものが、将来にとっても適切であるかどうか

ということを考えていかなければならないと思う。国際的な能力を持った独立した組織として、三つのニードを出してきたわけである。

まず第1番目は、普遍的な価値をもった安全性に関するフィロソフィーを出していかなければならない。それにより各国が安全性の基準・規制を出す。そして、現実のリスクと想定
のリスクとの間をはっきりとして、現実をもう少しはっきりとして認識していかなければ
ないということだ。これはより定量的に、また方法論的な観点から行っていかなければ
ない。そして、ソースタームとか、画一的なリスクのアセスメントであるとか、セーフティ
ー・ゴール（安全目標）のアプローチとか、またエマージェンシー・リスポンス（緊急時
対応）といったいろいろなソースタームを使っていかなければならないわけである。

また、このような安全チェーンの技術的なエリアの重要な部分を確認していかなければ
ないわけだが、これは科学的・技術的な知識に基づいて行われる。その際には、今までに
蓄積された運転の経験などを参考にしていかなければならない。その中にはECCS（緊急時炉心
冷却装置）とか、ほかのATWS（スクラム無しの予知過渡現象）といったようなソースタ
ームも含めていかなければならないわけである。

それからもう一つ、政策に関して、たとえば立地基準とかセーフティー・ゴールについ
て、非常に科学的な原則に基づいたアセスメントをしていかなければならない。このレポート
はまだずっと続いているが時間がないので、これ以上の引用はしない。

このように国際原子力学会グループは、ザンガー委員会のレポートを受け入れたわけ
である。すなわち、より詳細な実施の点についての検討が必要だということである。これに
続いて、IAEAの事務総長、ハンス・ブリックス博士が1983年10月10日のIAEAの総会のスピ
ーチにおいて、つぎのようなことを述べている。ブリックス氏の言葉を引用したいと思う。

このような国際的な機関は、それに基づいて原子力の安全基準を打ち立てることができ
るような基本的な原子力の安全フィロソフィーを一致してつくっていかなければならない。そ
のため国際的な機関が必要である。もちろん、国際的なメカニズムはまだあるかもしれ
ないけれども、このようなディスカッションを行うに当たって、現在、存在するような既
成のアプローチの差を何らかの形で提言していくことが必要であるということだ。

この事務総長のスピーチに関しては、いろいろな反応があった。科学諮問委員会の中
でもいろいろな話があった。そして6人のエキスパートからなる諮問委員会をつくることを
決定したわけである。事務総長は、その委員会に次のような問題点に対して検討をしても

raitai to kouta wakede aru.

すなわち、現在の安全アプローチに共通の原理を見出すことができるかどうか。このような原理を取り入れた一貫したセーフティー・フィロソフィーを解決することができるかどうか。そして、新たな安全の慣習及びそのデータ及び分析的なテクニックから出てくる複雑な問題を扱っていく何らかの機構をつくることができるかどうか。京都大学の桂山教授などが集まって、1984年3月21日から23日に、ウィーンで会合を開いて、いろいろな討論をすることになっている。

現在の米国原子力学会の会長であるミルトン・レベンソン氏は、此の委員会は何をやるべきであろうかということをおのづから述べているので、ここでまた彼の話を引用してみたいと思う。

原子力発電所は非常に複雑なシステムである。すなわち多くのメカニカルなシステム、たとえば電氣的なシステムとか熱水学的なシステム、計器類とか、コンピューター・システムから成り立っている非常に複雑なシステムである。ハードウェアにつけ加えて、ソフトウェアと人間がこのシステムを完成するために必須である。設計、建設、運転に関して、このような複雑なシステムに対するために、唯一無二の解答などは決してない。そして、またすべての国が扱えるような許認可・規制上の唯一無二の解答も存在しない。ある国は経済的なことを考えるであろうし、またある国は信頼性を考えるであろうし、またほかの国ではマン・マシーン・インターフェースについては他の考え方をとるであろう。そして、ある国においてはR & Dの目的でデータを収集するであろうし、またある人たちは安全性以外の問題をも考えていくであろう。

そのような問題に関して、許認可と規制は、いろいろな考慮と、それから要求が必要で、国民の安全はもちろん考慮にいれていかねばならないが、ただ単に国民の安全の観点からだけでは解答を出せないものも含まれている。そして一つの考慮というのは、すべての国にとって共通な安全問題について、国際原子力安全委員会（ICNS）の設立が非常に重要になるかと思う。

ICNSの役割は、国民の安全に対して、科学的な重要な問題点を明確にするということである。そして、神話と現実、そして想定と事実の間の差を明確にしていかなければならない。また、些細な問題であっても、多くの人に対して影響を与えてくるわけである。

それでは、最後に結論を述べたいと思う。これはアルゼンチンでも述べたものである。

原子力のテクノロジーは健全であり、安全である。このベネフィットは、リスクをはるかに上回る。非常に短時間の間に、非常に大きな成果が出てきた。私どもの世代としては、創造性を持ち、かつ勇敢でなければならないと思う。

私どもは、ただ単に単純な形で国民の合意を得ることはできない。私どもは確固として科学的及び技術的な努力をしていかねばならない。また国際協力を行うに当たり、そのような方法をとっていかねばならない。

この国際原子力安全委員会、あるいはほかの国際協力において、私どもの信頼性をもたらし、すべてのやることにおいて優秀性をもたらし、そして私どものすべての知性をもたらし、それにより、私どもは原子力の安全使用について公衆の承認を得ていかねばならないと考えている。

議長 マンツィング氏は、国際協力並びにこれに関連しての技術移転が、非常に大事なことでであると指摘した後に、国によって、原子力を開発する理由とかその背景には違いがあるかもしれないけれども、やはり技術開発を進めるに当たっては、できるだけ重複を避けた方がいいというのもまた当然であろうと述べた。特に本日のプレゼンテーションでは、さらに一層徹底した国際的に一様なアプローチが安全問題について必要だということ、そういうものができると、たとえばIAEAで一つの方法が確立すれば、IAEAの勧告に従うということ、すべての国に共通した安全についての根拠ができる。こういう考え方を示された。

その具体的な方法として、まず第1には、これまで専門家でもいろいろ論議されているが、安全哲学を、さらに国際的に洗練されたものにして、それを実地的な安全運転へ適用できるように勧告する仕組みが必要ではないか。

それから第2には、セーフティーはいろいろな問題が繋がって発展するため、そういう意味でセーフティー・チェーンの個々の要素、ソースタームの問題、最終的にはセーフティー・ゴールに至るものについて、国際的に一様なアプローチが考えられないか。そういうものが必要ではないかという意見である。この点について、国際原子力機関の今年の総会で事務総長のブリックス氏が言明し、その後、IAEAの科学諮問委員会でも取り上げられた。私自身もそれに参加したわけであり、その点は、また後ほど時間があれば、私から述べてみたいと思う。

こういったアプローチを進めるについては、マンツィング氏の提案では、国際的な一つ

の新しいシステムというか、専門家によるシステムをICNSと名づけられ、そういうものの設立を強く希望したわけである。基本的な認識として、原子力は健全であり、安全なものなのだ。しかし、その点について各国の間の安全に対する考え方が食い違っていることは望ましくない。そういう意味で、国際的に統一される方向への努力をぜひ続けるべきだと提言されたものと私は理解している。

ベレッツオコーン 国際原子力機関（IAEA）の技術協力プロジェクトは、IAEAと同様、長い歴史を持っている。1957年にIAEAが設立されたときに、ごくわずかの先進工業国しか原子力技術を利用するノウハウを持っていなかった。発展途上国の加盟国の技術の伸びを助長するべく、IAEAは長年にわたり、80カ国以上で、数千にわたる技術協力プロジェクトを支援してきた。

技術援助は、IAEAの定期的なプログラムとして行われており、加盟国の自主的な拠出金と予算外の資金を充てて行っている。また、IAEAは、UNDP（国連開発計画）からの資金や、それ以外の国際的なソースからの資金を使っている。

IAEAの技術協力のための資金は、ここ数年ふえてきている。表から分るように、この5年間に1,200万ドルから2,760万ドル、つまり2倍以上になっている。資金は、アフリカ、アジア・太平洋地域、ラテン・アメリカの3地域に、それぞれ4分の1ずつ分配され、残りはヨーロッパや中東、地域間プロジェクトに回されている。この統計では活動の分野として原子力開発、核物理、核化学などが、資金の30%近くを占め、核物質の探査、探鉱・処理が約10%、原子力の安全性を含む原子力工学や技術が25%、農業や医学、生物、産業などへの放射線利用が残りの35%という内訳になっている。

地域的な分配率は比較的一定しているが、分野別の分配率は年によって異なっているが、発展途上国の原子力開発の状況をうまく反映した資金の分配状況となっている。発展途上国は、農業生産の拡大のため原子力を利用していかこうとしている。アイソトープや放射線の医学利用は先進国ではルーチンになっているが、発展途上国では医療を改善するのに、これを大いに取り入れていかねばならない段階にある。

地質条件に恵まれた国においては、ウランの探鉱が行われている。これは、国内に原子力発電の計画がなくても、ウランの探鉱は経済的に意味のある活動だと思う。

発展途上国の中でも工業化が比較的進んだ国では、原子力発電計画がすでに打ち出されており、したがって、IAEAでは原子炉技術、核燃料サイクル、あるいは原子力の安全面に

ついて援助を行っている。

一般に認識されているように、先進国と途上国との間の技術ギャップを狭めるという努力は、世界の安全保障と繁栄に寄与すると考えられているが、その一方で原子力技術を制約やコントロールなしに移転すると、核兵器の拡散を助長することになってしまう。したがって、技術援助を推進するに当たり、IAEAは、援助は決して軍事目的のために使われてはならないということをはっきりとうたっている。技術協力に関する1979年の改訂指針は、技術協力は原子力の平和利用のためにのみ行われるべきであるとうたっている。同指針によると、原子力の平和利用は核兵器の製造を除くと明示し、また、核爆弾の研究、開発、試験、製造など核兵器の拡散につながるような協力を、はっきりとIAEAの技術援助の中から除外している。

IAEAのアジア並びに太平洋地域における活動の重要なメカニズムは、いわゆるRCA（地域協力協定）と呼ばれているものである。10年以上にわたって、RCAは、IAEAとアジア及び太平洋地域の加盟国が手を携えて努力していく母体となっている。この地域において成功をおさめたため、世界のほかの地域、特にラテン・アメリカにおいても、同じような取り決めが生まれている。これはRCAの精神、すなわち地域の国々の恩恵をこうむることができるかということが認識されるようになってきたためである。

RCAプロジェクトの多くは、共同研究計画の形をとっている。対象分野としては、食品の照射、穀物あるいは野菜の品種改良、水牛の生産、あるいは水資源の管理などがある。共同研究は、資金源および実行形態において、技術協力プロジェクトとは互いに補完しあう形でうまく行われている。

RCAの枠組の中で、大型の産業プロジェクトが行われている。これはUNDPの援助を受けて、IAEAが実行しているものでオーストラリア、バングラデシュ、インド、インドネシア、日本、韓国、マレーシア、パキスタン、フィリピン、シンガポール、スリランカ、タイが参加している。この大型産業プロジェクトは、5つの分野において、アイソトープと放射線技術の利用を拡大、加速しようとするものである。5つの分野というのは、産業用トレーサー、非破壊検査、ニュークレオニクス・コントロール・システム、放射線プロセスング並びに核計装メンテナンスである。7年間のプロジェクトに充てられている予算は、1,250万米ドルで、この中にはUNDPの資金と、IAEAの資金並びに各国政府の拠出金が含まれている。

このプロジェクトは、最新技術を発展途上国に提供することを目的としており、産業的な基盤とマンパワーの開発の両方が不可欠である。専門家のサービス、フェローシップの提供、ワークショップ、セミナー、トレーニングコース、さらにはOJTにより、マンパワーの開発に力が入れている。実際のプラントや工場や商業規模に近いパイロット・プラントを用いたアイソトープ・放射線技術の大規模実証により、技術の移転が促進されており、プロジェクトの目的の支援が行われている。産業界の参加、また産業界からの寄付を受けて、研究開発及び訓練という努力が総合的に行われている。

原子力発電の分野においては、IAEA及びそのほかの国連の機関は、いま述べたようなアイソトープ・放射線の工業利用プロジェクトに似たような総合的な技術移転を行うような手段を持っていない。しかし、IAEAは、そのアドバイザー・ミッションや専門家の派遣により、原子力発電の計画段階、原子力発電所の立地選定、十分な法的規制体制の整備、安全基準の採択、安全問題のレビュー、あるいは運転中の原子力発電所のサーベイといったような点において、IAEAは手助けすることができる。

また時には、IAEAは個々の技術の移転（たとえば燃料要素の製造）に重要な役割を果たしている。このほか、IAEAは、マンパワーのトレーニング体制の確立や各国の規制機関の強化に貢献している。

また、技術援助プログラムの枠内で、IAEAは、1975年以来、計画管理、技術まで原子力発電に関するトレーニング・コースをシリーズで設けている。これまで65回のコースが設けられ約1,700名が受講した。このように、トレーニング・コースは1984年にも原子力発電について続けられることになっている。

IAEAは、これ以外に地域間の技術協力プロジェクトもつくっており、これは、これから原子力発電計画を始めようとしている国にとって興味あるものとなっている。このプロジェクトは、さまざまな分野における放射線防護の基本的な安全基準を取り扱っている。

もう一つのエネルギー並びに原子力発電の計画に関するプロジェクトは、加盟国がエネルギー、電力並びに原子力発電の計画について研究をする場合に、発展途上国に対して援助を行うというものである。つまり、将来のエネルギーや電力のニーズがどのようなものであるかということの評価し、また原子力発電がそのようなニーズを満たす上で、どのような経済的役割を果たせるかについての評価作業をIAEAが援助している。またそれ以外に、このような評価をするための専門家を各国で養成している。また、発展途上国に対して、

このような評価の計算方法についての技術を移転している。この点については、IAEAと国際復興開発銀行との間で協力を行っている。

さらにもう一つの地域間協力プロジェクトとしては、各参加国が立地の選定とか立地の精査に関して、長期にわたりどのようにそれぞれのサイティングの研究を強化していったらいいか、ということについての指導も行っている。

このような定期的な技術援助プログラム以外に、IAEAは、NUSSと略称している原子力の安全基準計画の実行面で加盟国を援助している。

25年以上、IAEAは、加盟国が経験、情報、材料及び機械を移転する仲介者としての重要な役割を果たしてきた。IAEAは現在 112の加盟国をもち、これらの諸国は、平和な世界における原子力技術開発協力において、IAEAを重要な構成要素としている。

議長 ベレッツ氏からは、IAEAの技術援助計画について包括的な、また具体的な事例を挙げての説明をうけた。その中で多くの開発途上国が要求する技術援助計画としては、最大のものが現在は農業生産の拡大である、さらに医学利用、また原子力発電の開発にタッチしている国々からは、安全性、原子炉技術、あるいは核燃料サイクル等についての情報の交流という点でも、要請があるという話があった。ただ、IAEAは、同時に核不拡散という大事な役割を持っており、それを大前提にして取り組んでいる。

続いて、先ほどのパネルリストからもいろいろ紹介のあった、RCAの10年以上にわたる実績並びにその経験からくるいろいろな問題の指摘があった。特に最近はUNDPからの資金援助によるRCA計画の拡大が進んでいるとの紹介があった。

最後に原子力発電分野については、放射線の利用分野におけるほど、まだIAEAとしては、たとえばRCAのような確立したシステム化は進んでいないが、多くの点でメンバーの国々へ、特にこれから原子力発電計画に着手しようとしている国々へのアドバイスを行っている。また、そういう国々への協力の方法として、インターリージョナルな協力計画にも着手している。また、安全の基準となるNUSSという国際的な基準づくりにも協力していることについても紹介があった。

以上で、一わたり各パネリストの発言をいただいたわけであるが、大変時間をとり、すでに現在でパネルをおわる時間がきている。しかし、これでは余りにも各パネリストに対して失礼でもあるので、皆様の協力を得て、若干時間をいただきたい。ただいままでに各パネリストから発言があった問題は、非常に多岐にわたっており、RI・放射線の利用の具

体的問題から原子力発電の問題，特に安全性の問題についてのマンツィング氏の提案，また韓国の鄭氏からのカウンター・トレードの提案もあったり，ここで問題を一つにしぼるのは大変むずかしいわけだが，人の訓練，人材養成ということ，それから地域間，あるいはインターリージョナルの協力をできるだけ促進すべきであるということ，そういった点について，ごく手短かに順次，追加発言いただければありがたいと思う。

加藤 マンツィング氏から国際原子力安全委員会の設立に関して，詳しい説明があった。それから，鄭氏からもそれを支持するような発言があったが，この際，私どもの基本的な考え方を述べたいと思う。

国際原子力安全委員会設立の構想が，米国の原子力学会から提唱され，現在では，IAEAにおいて，規制的な側面をなくし，安全上，基本的な原則を検討する場を設けようと検討されているわけである。原子力の安全性の基本といった場合，安全の目標については各国とも共通であるが，それに至る考え方は必ずしも同じではない。多分にその国の国民性とか思考方法，社会制度等によって異なってくる。しかも，各国における安全規制の体系は，過去20年ないし30年にわたり蓄積された経験によるものであって，科学的な知見とともに，その国における安全性の考え方に基づいて確立されてきている。

したがって，これを統一しようと考えると，かえって混乱を招く恐れがあり，しばらくは学会等で勉強するような性格ではないだろうかと考えられる。このような段階において，政府間あるいは国際機関で，この問題を取り上げることは適当ではないと思う。もし，これが今後新しく原子力発電所を導入する国を対象として，その原子力開発を促進するためのものであるならば，IAEAの中にNUSS計画とかいろいろな計画がある。そういう流れの中で取り上げていけばよいと考える。

リドワン マンパワーの訓練について述べたい。

インドネシアにおいては，たとえば私どもの政府は非常に注意深く行っている。もちろん，2000年に至って原子力をやることに非常に大きな反対をしている，またこれを憂慮している人もいる。しかしながら，原子力庁がマンパワーの訓練プログラムをつくった。これは2国間及び国際的に，あるいはいろいろな地域的な協力のもとに行うことになっている。そして，二国間協力を日本も含めて，いろいろな国とやっていきたいと考えている。

これはただ単にアイソトープだけではなく，ほかのいろいろな方面にもやっていきたいと考えている。そしてまた，原子力のプログラムにおいて，このような協力体制をしいて

いきたい、発電の分野もやっていきたいと思うが、マンパワーの訓練に特に強調をおいてやっていきたい。2000年にむかって、このようなトレーニングをもっと蓄積していきたい。そのための協力を行っていききたいと考えている。

天野 先ほどリドワン氏からはインドネシアのいろいろな事情を聞き、またボン氏から CANDU 炉を輸出するについての輸出先の技術者の訓練について聞いた。先ほど述べた中でも、われわれはいままで人材養成についての協力は貢献が少なかったと感じていたが、そのような話を聞いてなお一層これから努力していかなければならないという認識を非常に強くした。

ボン 私は原子力に関する規制の問題について、国際的なアプローチをとるという問題について触れたい。これは私の今の言葉の使い方に注意していただきたいと思うのだが、この問題についてはイニシアチブをとっていかねばならないと思うが、同時に慎重にやっていかねばならないと思う。こういう国際的なアプローチをとることについて、マンツィング氏が提案しているが、まず最初に基本的な原則について合意を得なければならないと思う。

こういう話をすると、議論が詳細にわたってしまい長きに至り、そういうふうに細かくやっても、高速増殖炉であるとか、重水炉であるとか、軽水炉がどうだこうだということも言っても、それは必ずしもすべての国に当てはまらないことがある。だから、むしろどの国にも一般的に当てはまるような原子炉型で考えなければならないと思うが、それだけでも大変な仕事だと思う。

鄭 1点、パブリック・アクセプタンス (PA) について述べたいと思う。一般国民が原子炉について、あるいはエネルギー問題全体について、十分に理解できるような努力をできていないのではないだろうか。一般的に我々は原子力の平和利用に力を注いできているわけである。このパネルでも、原子力はわれわれの中ばかりで話しているくらいがあるように思う。だから、もっと一般国民にも、原子力の問題を訴えていかねばならないと思う。つまり、もっと集合的に国際的に、一般の人々の理解を求めていく努力をしなければならないのではないか。

マンツィング、ボン氏と鄭氏から ICNS について、いい意見を聞き、大変うれしく思う。これまで、いろいろな意見を聞いているが、加藤氏の指摘した点は、確かにそのとおりだと思う。できれば前に進めたいと思うが、進めるならば、加藤氏の指摘した点を考慮しなけ

ればならないと思う。したがって、こういう視点に対しては、センシティブに対応していかなければならないと思う、さもないければ、成功をおさめることはできないだろう。

先進諸国が今後どうやっていったらいいかということを考える場合に、そして途上国が発展していく上において、先進国の知識をどういうふうに分ち合っていたらいいかを考える場合に、ヨーロッパ、アメリカ、日本において、何かやらねばならない。つまり発展途上国の計画が、直接的あるいは間接的に途中で頓挫してしまうことがないようにしていかなければならない。無論、こういう問題だけでなく、ほかの問題もある。そういうものを十分に討議していかなければならないと思う。私共の委員会でも審議をしており、今後とも十分に意見の交換はしていかなければならないと思う。賛否両論をおおいに議論すべきだと思う。そういう議論を通じて、何か創造的なものがつくれるのではないだろうか。

ベレッツオコーン 二つの点について簡単に述べたい。

私は、ポン氏のカナダの技術移転についての話を興味深く聞いた。この教訓の中で、政治的な要因についての話があった。国際的、国内的ないろいろな政治的要因があり、これが技術の移転を促進する、あるいは遅らせる要因にもなるわけである。したがって、このような政治的な意思決定が非常に大きな要因をなすものではないかと思う。

第2番目は、このマンパワーの訓練において、地域的な協力はどのように、またパブリシティーをどのようにやっていくべきかということ、IAEAに関しても、国際的なトレーニング・コースがあり、また国内でのプロジェクトも非常に重要なものがある。アルゼンチンであるとかブラジル、またニュークリア・エンジニア・エデュケーションがあり、これによってオペレータの訓練を行う、特に発電所の運転についてのトレーニングを行っている。そしてまた、このような援助をいろいろな加盟国に対して行っていることで、マンパワーにたいしてはいろんな訓練を行うことができる。

議長 パネリストの方々には、発言したいことが沢山あるかと思うが、残念ながら、時間が予定を大分オーバーしているので、ここで議長として簡単に、このパネルの要約をしたいと思う。

各パネリストも共通して認識していることは、幾つかあったと思う。

その一つは、各国のニーズ、供与国、受領国のいずれにしても、そのニーズをまず見きわめて、それに適切に対応する、そういった国際協力が大切であるということ。

第2は、何としても人材の養成というか、高い技術レベルの多数のマンパワーが必要な

わけであり。そういう意味で、国際協力によってこれが増進される、人的な国際協力が促進されることが大事であるということ。

しかしながら、一方において、これは島村委員の指摘にもあるように、あらゆる原子力分野の計画にしても、それをプロモートするのはその国自身である。やはり自分自身の努力がベースになるわけである。と同時に、そういった各国の努力に対しては、他の国々は尊重する姿勢が必要であろうと思う。

そういった点からして、いずれにしても、国と国との間、距離的にも離れており、色々なバックグラウンドも違っているが、国と国との相互の理解をいかにして促進するかということが、国際協力を実りあるものにするための基本的な要素ではないかと思う。その意味において、このような国際協力についての国際的な議論の場、意見の交換の場が、本日もそうだが、今後もより多く設けられることを希望し、期待したいと思う。

協力を進めるに当たり、幾つかのアプローチがあると思う。たとえば一つは小さな種をまくところからスタートして、それを漸次育てて枝を張らせ、花を咲かせ、実を实らせるといった、若干時間がかかるが、着実な協力の発展の方法もあろうと思う。

他方、最初に望ましい協力を見定めて、協力が正常に発展するにふさわしいような土壌、あるいは日本式に言うともまず土俵をつくる。その土俵に希望する人達を招く、土俵に上がりたい人をどんどん招いて増やしていくという進め方もある。先ほども話があった、国際的な安全についての基準をつくっていくのに、どのようにしていけばいいかということについての議論も、そういったアプローチの仕方にも、いろいろと関係があるかと感じたわけである。

Figure 2
Expenditures by Region of the 1982 IAEA Regular Programme
for Technical Co-operation

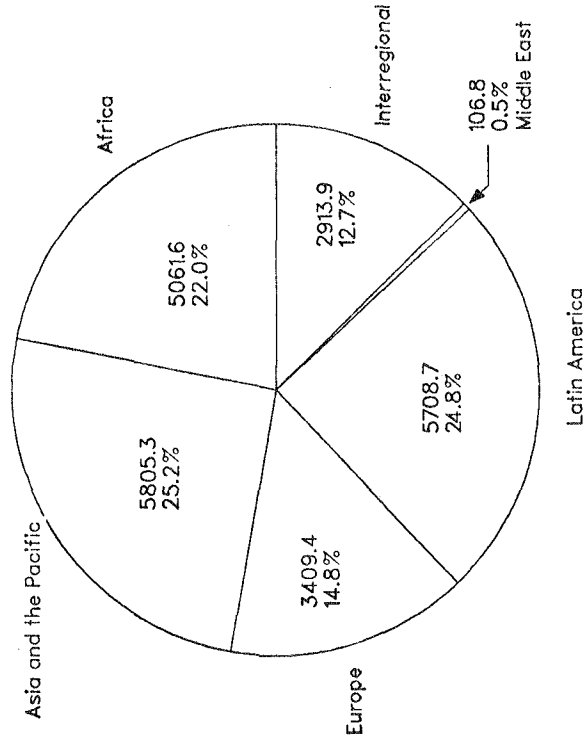
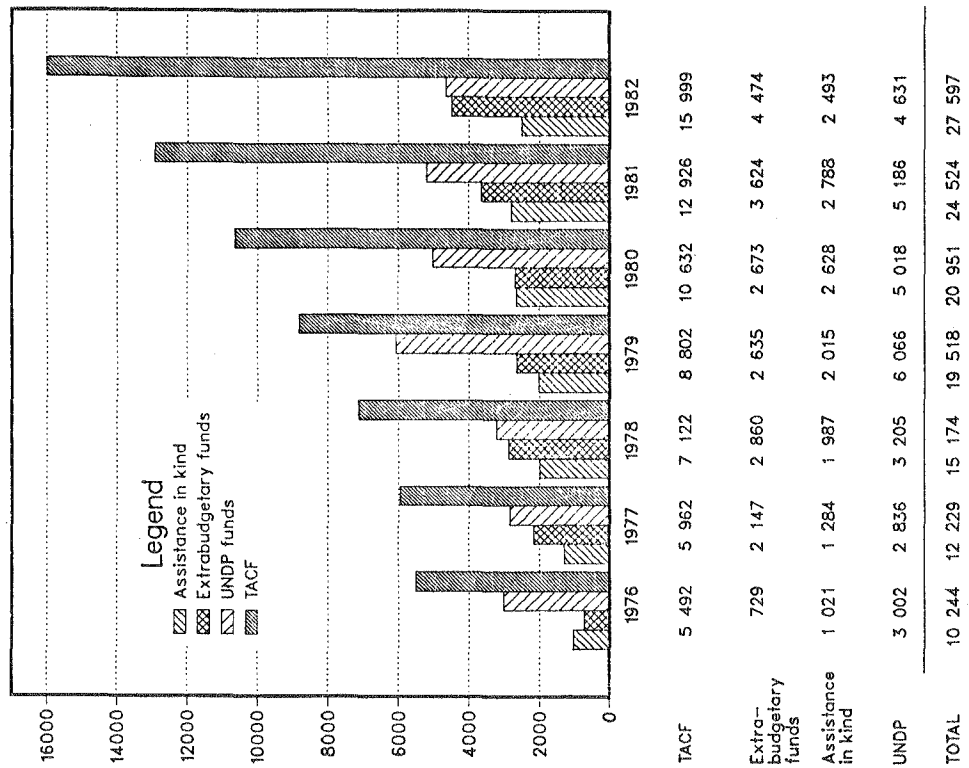


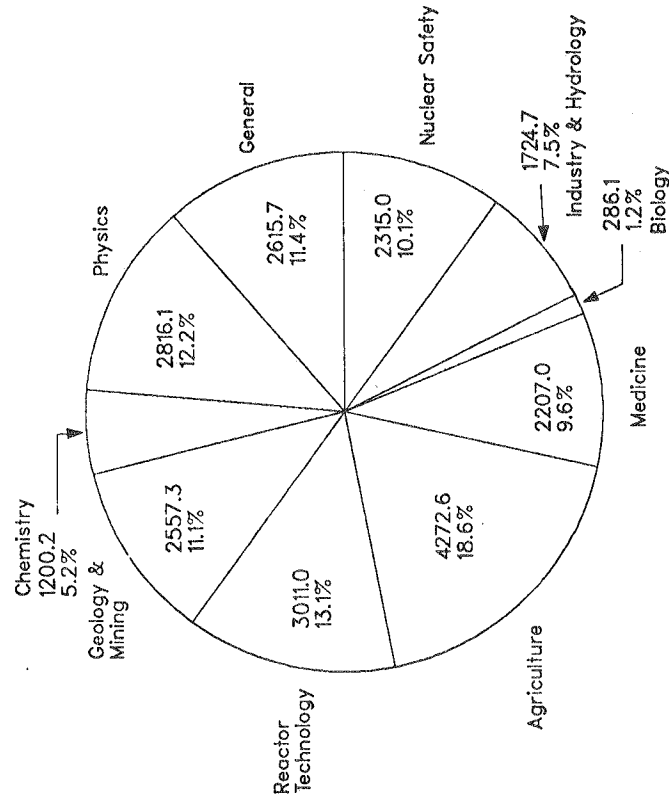
FIGURE 1
RESOURCES AVAILABLE FOR
AGENCY TECHNICAL CO-OPERATION PROGRAMMES, 1976 - 1982
(in thousands of dollars)



Total Expenditures: 23 005 thousand Dollars

Figure 3

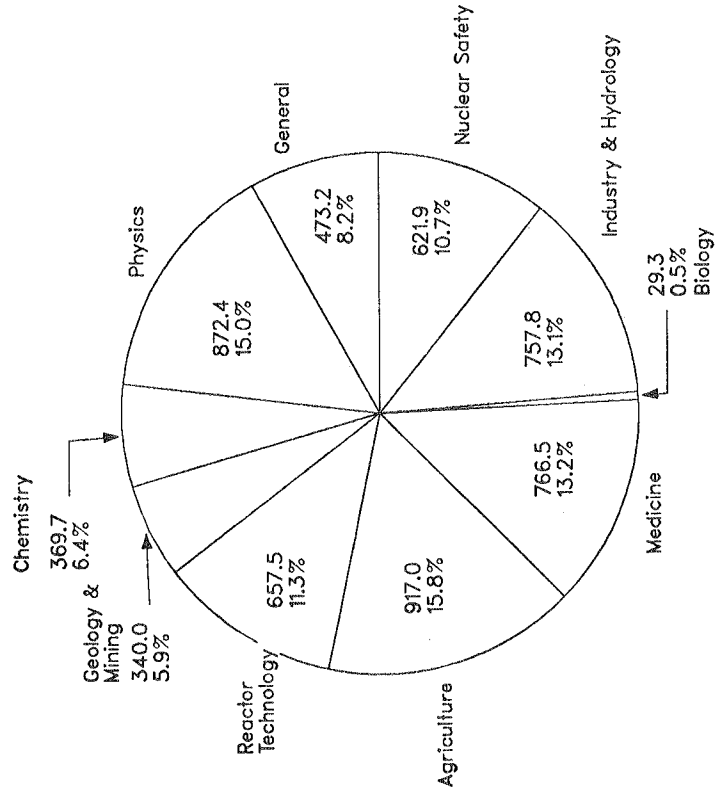
Expenditures by Field of Activity of the 1982
IAEA Regular Programme for Technical Co-operation
Asia and the Pacific



Total Expenditures: 23 005 thousand

Figure 4

Expenditures by Field of Activity of the 1982
IAEA Regular Programme for Technical Co-operation
Asia and the Pacific



Expenditures: 5 805 thousand Dollars

Table 3 Summary of Indian Trainees in Canada

Location	No.	Man-years
AECL Design Group	34	42.9
Ontario Hydro Operations	46	85.1
Ontario Hydro Construction	9	7.7
Consultants & Manufacturers	18	11.9
Total	107	147.6

Table 4 Summary of Canadian Staff in India

Function	Source*	Location	No.	Man-years
Engineering (design, procurement, manufacturing inspection)	AECL	Bombay	12	27
	MECO	Bombay	20	44
	DB	Manufacturers	5	7.5
	CV	Manufacturers	1	1
Resident Engineers	AECL	Site	7	21
	MECO	Site	23	53.5
Construction/Erection Supervision	AECL	Site	1	3
	DB	Site	3	5
	EE	Site	8	13.5
	Sulzer	Site	1	1
	OH	Site	20	53.5
Commissioning				
		Total	101	230

* MECO = Montreal Engineering Co. EE = English Electric
 DB = Dominion Bridge OH = Ontario Hydro
 CV = Canadian Vickers

Table 1 Summary of Indian Nuclear Power Program

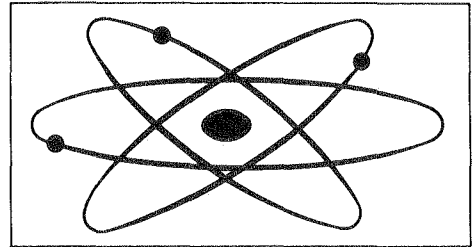
Station	Type	Capacity MWe	In-Operation	Local Content %
Tarapur-1	BWR	210	1969	30
Tarapur-2	BWR	210	1969	30
Rajasthan-1	PHWR	220	1972	55
Rajasthan-2	PHWR	220	1980	70
Nedras-1	PHWR	235	1984	88
Madras-2	PHWR	235	1984-5	88
Narora-1	PHWR	235	1986-7	89
Narora-2	PHWR	235	1987-8	89
Kakrapar-1	PHWR	235	1990-1	90
Kakrapar-2	PHWR	235	1991-2	90

Table 2 Some Examples of Changing Source in the Rajasthan Project

Item	Unit 1	Unit 2
Prime contractor	Ind	Ind
Nuclear system design	Can	Can
Conventional system design	Can	Can/Ind
Calandria	Can	Ind
Moderator Dump Tank	Can	Ind
Absorber Rods	Can	Ind
Nuclear fuel	Can/Ind	Ind
Fuelling machines and carriages	Can	Ind
Steam generators	Can	Ind
Turbine generator	Can/UK	Can/UK
Condenser	Can/Ind	Ind
Feedwater heaters	Can	Ind
Instrumentation	Can/Ind	Ind
Civil, Electrical and Mechanical Installation	Ind	Ind
Commissioning	Can	Ind

セッション5

原子力パブリックアクセプタンス上の諸側面



原子力発電所と地域経済社会

日本大学教授
笹生 仁

安全規制とパブリックアクセプタンス

アメリカ・原子力規制委員会委員
T. ロバーツ

放射性廃棄物とパブリックアクセプタンス

OECD原子力機関(NEA)事務局長
H. シェーパー

技術開発とパブリックアクセプタンス

京都大学教授
柴田 俊一

原子力発電所と地域経済社会

日 本 大 学

教授 笹生 仁

原子力立地地域問題というものに携わったのは、昭和43年、当時建設中であった福島第一発電所および美浜原子力発電所の2地点について地域影響調査を実施したのが、そのきっかけであった。一昨年から再度、福島第一、美浜の2地点の追跡調査に加え、九州の玄海地区を加えた調査を実施して、昨年末、その調査の大筋を取りまとめた。

このような事情から、主題のテーマに沿って、総括的な所見を述べたいと考えている。話は、三つの柱に沿って進めたいと思う。

第1の問題であるが、わが国最初の商業炉の東海発電所が運開したのは、昭和41年3月であり、いまから18年前のことになる。

現在、運開中の原子力発電地点は11を数えているが、そのほぼ3分の1の地点では、建設を完了し、すでに4年ないし7年の期間を経過している。

また、原子力発電地域問題に非常にかかわり合いの深い、いわゆる電源三法が公布されたのは昭和49年であるから、ちょうど本年はその10周年に当たるわけで、立地実績がかなり積み重ねられていることが、このことをもってわかると思う。

また、この一方、これまで軽水炉を中心として進められた日本の原子力発電が、さらに新型転換炉や高速増殖炉も開発段階に入り、さらに核燃料サイクル施設の国内事業体制についても、ようやく整えられようとしている。これらの地域問題については、発電所とはまた一肌違った側面もあるので、新しい対応のあり方を関係当局で鋭意検討中である。

また、エネルギー需給全般についてみても、オイルショック以降、かつてない需給の緩和傾向の中で、原子力もそれなりの影響がある。とりわけ建設コストの上昇傾向をいかに抑えていくかということ、これは諸外国に例を見ないような多くの地域対策費を余儀なくされているわが国の立地問題にもいろいろな影響を持つ。

このように見てくると、原子力立地問題は、まさに第2ラウンドに入っている。10年一昔のたとえもあるが、今日はいろいろな面で、言うならば総点検をしてもおかしくないような時期にあるのではないだろうか。脚下を詳覧して、さらにこれからの新しいあり方について、より確かな足どりをわれわれ自身が確かめていかなければならない時期にあると

思う。

一方、地域振興一般の動向を見ると、ちょうど電源三法が施行される前後ぐらいから、それまでの新産都市建設、あるいは大規模工業基地建設といった施設整備重点方式というものが主導力を漸次弱め、それに代わって、地域みずからの創意なり工夫によって、内発型の地域振興方式ということが真剣に考えられるようになってきている。言うならば、それまでの開発が外発型の考え方に対して、今日、いわば50年代というのは明らかに内発型に移行していて、それから中央とのかかわり合いの中で地域の経済浮揚力を高めようという、言うならば縦型の発想に対して、近年は地域相互の競争関係の中で切磋琢磨するといった、いわば横型の発想というものに切り変わっている。

このような一般の地域開発の動向の面から見ると、電源立地地域の場合には、なお国依存的な、あるいは施設中心的な性格がきわだち、いささか異様にも見えるほどである。地域の開発というのは、本来、地域住民の主体的な実践、参画を根幹としているものなので、電源地域もまたその例外ではあり得ないと思うわけだ。

さて、原子力地域の振興を考える場合に、施設立地による影響がどのような形で、どんな部面に波及してくるかが、まず問題になる。原子力発電所のように、たいへん大規模な投資が行われている地域社会の変貌は、施設投資の規模や、内容にまず依存することは言うまでもない。しかし、その具体的なあらわれ方については、それぞれの立地地域の持つ地理的な条件、あるいは地域の自治体、住民の開発への意欲や、主体的な働きかけにより、非常に多様な状況を示している。

「図-1」は、地域の変化の有様が、施設側のいわば投資の特性と、それから地域の特性によって規定されていること、そして、それぞれの主要な指標を示したものである。

さらに「表-1」は、いまの施設サイドの投資特性を横軸にとり、縦軸に地域の特性という二つのサイドから、現在、工事準備中を含めて、いま16地区があるが、この16地区をパターン化したものである。

まず投資特性については、地点の電気出力規模、その立地形態から、おおむね800～900万kW級の立地地点3地区、それとそのほぼ半ば程度の300～400万kW級の2地区、さらにその半ば程度の200万kW級前後ぐらいの8地点というように、大づかみに三つのクラスに分けることができると思う。

それからまた、立地地域サイドから見ると、これは何より立地市町村の基幹的な産業の

種類、それがきわめて農村的であるか、漁村的なものであるか、あるいは都市的な性格が強いものであるかといったこと、それからさらに特に地域の連関波及に問題になるのは、周辺の都市がどのような形で分布しているか、その周辺都市の影響の度合いがどうか重要な目安になる。ここでは農漁村地域、地方都市周辺の農漁村地域、それに地方都市部という三つにカテゴライズを試みたものである。

さらに「表-2」は、今回、調査対象とした福島第一地区、美浜地区、玄海地区の3地区について、やや数字的に投資特性、地域特性を整理したものだ。見てわかるように、まず投資の規模等については、それぞれの項目があるが、総じて福島第一が他の2地区の約3倍程度の規模のものであること、それから地域特性というところについて見ても、福島第一の場合には非常に農林業の就業人口が高い。いわば農村的な性格の濃いところに対して、他の2地区は半農半漁あるいは、漁業というものの性格がこれに加わっているところに非常に大きな差があるだろう。

差と言えば、特にその下にある周辺都市から受ける影響力で、福島第一の場合は24kmぐらい離れたところにある原町市が一番近い都市になるが、実際の影響力というのは余りないのではないか。おおむねその最寄りの双葉町、富岡町が、立地市町村と相似た町村が連立をする形で生活圏を形成している。これに対して、美浜、玄海については、それぞれ10km前後を隔てて、敦賀市、あるいは唐津市という地方都市があり、むしろこれらの立地町村というのは、それぞれの中心となる都市圏に包含された生活圏にあると見ていいかと思う。

今回の調査においては、システム・ダイナミックス手法により、原子力発電所が立地しなかったというケースと、立地したという二つのケースを比較する形でシミュレーション分析を行い、そのごく特徴的な数値をその下のところに掲げている。この「表-2」を見ればわかるように、基本的にはいろいろな影響量というのは投資規模に依存をしてくる。福島第一が格段と高く、それに次いで、美浜、玄海ということが読み取れると思う。

また、項目別に見ると、やはり2次、3次産業へのインパクトというものを中心とした、いわば純生産部門が順次就業者構造、さらには人口構造と伝わっているということも読み取れると思う。

また、純生産と同様に、あるいはそれよりも具体的には大きな形で、地方財政に影響を持つ、ここでは昭和55年までの年次をとっていることもあり、歳入規模が立地しなかった

場合に比べて増大をしていることは当然であるが、なお地方債の比率が、しなかった場合に比べて2分の1～3分の2ぐらいの割合しか占めていないというのは、それなりの形で財政の健全化に影響を持っているということがうかがわれるように思う。

今回の調査では、むしろ即地的な統計分析であり、フィールド・サーベイをかなり行っている。特に影響が顕著な部分、あるいは産業の面で特徴的なことに触れてみたい。

まず、特に影響の顕著な部分というのは、いわば立地集落への影響、建設事業に伴う影響、それから地方財政への影響という3点である。これは前に述べたシミュレーション分析の数値から読み取れることと大差ない結果を得ているが、ここではこうしたシミュレーション分析から漏れた、あるいは陰に当たるような2、3の点をあえて付け加えてみたい。

一つは、住民意識調査を昭和44年のときに2地点について調べてみた。したがって、われわれの住民意識調査は、その前の42年のいわば立地直前の状態と建設の初期の44年と、それから今回の56年という3時点について比較をしたものである。これによると、確かに反対、あるいは効果がない、悪くなったという感覚の回答はやはり減少している。それと見合いの形で賛成者、あるいは効果があるという回答の方が増えている。しかし、総じて見ると、なおわからなかったという不定層のウェイトがかなりの根強さで継続しているということが、むしろ注目される。ここで、やはり日本の場合、原子力のいろいろな評価が、こうした20年近い経歴を持っている地域でも、なお混じり合っているということが実態のようだ。そのような事実を踏まえて、より慎重な、あるいは周到な配慮が今後とも持続される必要があるのではないか、という点があろう。

それから第2番目には、建設期間が終了すると当然それはなくなってしまう。言うならば、建設労務の時限性というのがある。これについては、福島第一、玄海というのが周辺に、あるいは継続して工事が行われようとしているというかわりから、今回の調査に関する限り、余り顕著な影響を認識していないが、ただ、やはり7年を経過している美浜の場合に、まだ不確かであるが、雇用機会の減少の兆しがあるように思われる。ただ、建設労務というのは臨時的な雇用であるが、そういったものと関連して、定検による雇用効果というのは毎年毎年のことであり、福島の場合に1,000人台、他の2地区の場合には300人から400人というのが、3カ月前後あるというのは改めて評価されていい点ではなからうかと思っている。

財政面での時限性というのは、今回の計測期間では目立った兆候は認められなかったが、

これはむしろ計測期間に関係があり、固定資産税等、今後、低減は確実なので、だんだん肥大をしている財政構造をいかに改善をしていくかが今後の大きな課題として残される、ということが指摘されようかと思う。

次に、各産業分野への生産連関的波及の面では、今述べたような領域に比べると、やや間接的な波及であり、また部門や地域によってもかなりばらつきを見せている。そのことはまた、それぞれの地域の自治体なり住民が先ほど述べたような主体的な働きかけをしたかどうかといったような、いわば内発的な効用の影響というのがかかなり出ているところである。「表-3」には、ごく特徴的な3地区の中で、いま述べたような関係者の主体的な働きによる内発的効用の事例を幾つか挙げておいた。

産業の場合、まず農漁業が挙げられる。用地を売却する、漁業権が消滅する、建設労務に関係するというのは、まさにこの農漁業の面であり、非常に大きな激しい社会変動を持つところになる。ただ、そういった社会変動自体については非常に大きな問題がある。産業プロパーという側面で見ると、それらへの連関波及というものは、一部にエネルギー・フロンティア的な試みが出ている。しかし、それはまだ大きな影響力が今日あるわけではない。むしろ、それよりは原子力立地とはかかわり合いもなくと言うと語弊があるが、もっと別な形で現行の農漁業構造改善事業というものをどう組み入れているかということが非常に大きな影響力を持つと見ている。その辺は「表-3」の大熊町の農業の場合、あるいは美浜町の漁業の場合等で読み取れるところであろうかと思う。

農漁業がこういった状況に対して、建設業とか、商業サービスについては、これはもちろん企業成長のまたとない機会が到来をするという意味で、いまの原子力立地に伴う連関効用が非常に期待される領域である。ただ、それらの影響が立地市町村自体にどれほど吸収されるであろうかということは、インプットの大きさよりは、それを受け入れる受け皿になるところの地元市町村の受け入れ能力が一番問題になることである。そのことは、もっと別な表現をすれば、周辺都市の建設、あるいは商業というものの力関係ということが大きな影響をもたらす、そういったものが強いところは、波及がより広域化し、またそういった面では希薄化するということになる。

ただ、こういった一つの企業成長の契機というものを、さらにその後の産業発展につなげていくということについては、「表-3」にも幾つか事例があるように、地元の業界自体が協業化を図る、あるいは経営近代化を進めていくというような主体的な工夫や働きか

けがポイントになるということが読み取れる。

このように、これまで電源立地政策のはざま、あるいはアキレス腱とも言われた領域というのは産業振興の問題である。しかし、この面についても、いま述べたように、地域の方々の非常な努力、あるいは工夫ということで、それなりの成果を見ていることである。このほかにも「表-3」にあるように、交付金施設の整備を機会に新しい町作り運動というものを名物化しているといった事例や、施設者や地権者サイドで地元雇用機会の拡大のための仕掛け、仕組みというものを作り上げておく、あるいは前に述べたように、財政が非常に浮動性が強いということに対して、基金制度によって財政調整をいち早く図っているという事例もある。

こうした幾つかの諸面で、これまでの経験の中でたいへん貴重な模索が続けられている。その一つ一つは必ずしも大きなものばかりではないが、このことは、こうした地域の持つ可能性に着目して、これを計画的な形で進めるということができれば、より一回り大きな効用、あるいは地域振興が達成されるということを示唆しているように考えるわけだ。言うならば、原子力地域におけるいわゆる地域振興計画の必要なゆえんである。

先にも述べたように、地域振興の確かな方向というのは、地域みずからの発展への意欲、英知、協同に依存するものである。このような考え方は、必ずしもいまに始まったわけではない。むしろ、戦後わが国の電源開発、あるいは河川総合開発計画が当時手本としたテネシー溪谷開発公社(TVA)方式というものに、むしろその基礎が敷かれていたと言えようかと思う。

電源開発に始まった、こうした考え方が、戦後三十数年を経た今日、ようやく地についた地域活動に実を結びつつあると言われる。これからの電源立地政策というのは、三法交付金制度を超え、むしろ電源開発の原点に立ち返り、それぞれの地域の特性に即した地域振興計画を強力に推進していくということが強く望まれる。

ところで、原子力立地地域の場合、他の一般的な地域に比べ、幾つかのすぐれて特徴的な計画課題がある。これには3点ほどあり、一つは、建設に伴う激動への長期にわたる計画的対応。第2は、相当額の財源が裏づけられること。ただ、これはその一面、時限性克服の配慮が必要である。最後に、開発シードを発掘し、他の一般的な地域振興諸政策の組み入れなどによる多様な開発機会の構築が必要である、ということなどである。

これを計画上の特徴ということに翻訳して言えば、第1は、建設期の高揚期、それから

しばらくして訪れる減速期，それに引き続く閉塞期という，いわば政策課題を異にする三つの局面を経期的に持つ地域である，あるいは地域計画であるということになる。

そういった三つの異なった性格を持つ期間を1ラウンドとして持たなければならないという意味合いで，その地域の計画期間というのは，勢い長期にわたらざるを得ない。言うならば，恐らく二，三十年はかかると見た方がいいということが第2として挙げられよう。

第3は，先ほど時限性が強い財源だと言ったが，これは十数年という通常の地域計画における計画期間を十分フォローできる期間に投入されるわけである。こういった，いわば相当額の確かな財源の見通しを持つ地域計画というのは他に全くない，非常に大きな特徴だと言わなければならないだろう。

第4番目は，これは明らかに原子力発電所という，いわば外発的な開発のタイプと見られる。しかし，実際には先ほど来の内発的な効用等でくどくど述べたように，むしろ他の開発のシード，あるいは他の一般の地域振興政策というものをいかに組み入れ，編み上げていくかということが，ここでは非常に重要な役割を持つという意味では，むしろ内発的なタイプを機軸にして考えていかなければならないということをお話しているのではないかと思う。

このような特徴ある課題を持つ地域であるだけに，一般の地域振興にはない特有な計画上の工夫が必要であり，また，こうした計画的な対応は，できるだけ早い時期に着手することが望ましいわけで，少なくとも建設時による活力，あるいは財政力というものがあるうちに構築をする必要があろうかと思う。

「図-2」は，こうした電源地域における計画の基本的な骨組みを示したものである。幾つかの点を述べると，一つは計画期間が先ほどのように20年，30年と超長期にわたり，いわば建設に伴う高揚期に対応する前期計画と，それから建設が終わって減速期から平常期に対応する後期計画というように，大きく二つに区分して異なった計画課題への対応を図ることが必要であろう。それから，将来の方向を考える場合の過去の履歴，いわばその地域の社会構造的な性格というのが，ここではがらがらと変わっていくため，変わっていく地域の実態調査を（常に継続的に）進めていく。それを計画にフィードバックするようなローリングシステムの導入がここでは非常に重要な役割を持つであろう。

それから第3には，当面，三法交付による整備計画を作る必要があり，それからまた，周辺地域，あるいは周辺の都市を含む広域圏との調整というような，より空間的な課題も

あり、幾つかサブプランというものが入り組んでくる。だから、ここではそういった多岐にわたるサブプランを包括した一つの計画体系として、将来のシナリオを描く必要があるという事柄が、こういった計画の進め方の中で出てくることであろうかと思う。

各地の原子力発電立地地域を訪ねているが、いままで述べたような原子力発電所の立地効用を組み合わせたような形で、それぞれの地域振興計画を立案し、あるいはそれを計画的に実施しているところは意外なほど少ないというのが実態のようである。これは、これまでが立地に絡まる障害要件が大変厳しいという状況下にあったということ、その一面では、立地促進の必要性が非常に強かったということ、まさに滄桑の感に、この数年、あるいは10年近い年月が流れているということがあったと思う。

それからまた、政策立案の面でも、このような状況を反映してか、必要悪的な一面を看過せざるを得ないという事情もあったのではないかと考えている。ただ、振り返ってみると、このような経過の中で地域みずからが持つ主体的な意思、意欲とかいうものが、結果的にはあるが、スポイルされているということにつながりはしなかったか、あるいはつながる危険性を持っているのではないかと思われる。地域思想が変わってきている、あるいはまた、エネルギーや立地環境がかなり違った様相を呈していることを反映して、最近においては、幾つかの地点で長期的な計画作りを考えるような機運が醸成されているように思う。

「図-2」にあるようなフレームは全くの参考案であり、具体的には地域それぞれの特性に基づいて、個性的な改善なり工夫、あるいは肉づけを尽くしていくことが肝要なわけである。こうした過程で各地での計画的工夫や町作り活動について、相互がよい意味での競争相手として、より豊かな個性を創造し、発揮できるように個々の立案上のサポート、あるいは横断的な地域振興運動の推進などといったようなことが、たとえば原産会議という場を媒介としながら大きく推進されることを祈念する。

〔笹生仁氏図表〕

表一 原子力発電所立地地域のパターン

(59年2月現在)

出力規模 立地地域	800～900万kW級(集合)立地地点		300～400万kW級(集合)立地地点		100～200万kW級立地地点	
	建設完了	新增設工事(準備)中	建設完了	新增設工事(準備)中	建設完了	新增設工事(準備)中
農漁村地域						●伊方 113.2(57.3) (89) ○泊 (115.8)
海岸台地	◎福島第一 469.6(54/10)	◎福島第二 220(59/2) (220)				
地方都市周辺の農漁村地域		●大飯 235(54/12) (236)*1 ●高浜 165.2(50/11) (174)	◎美浜 166.6(51/12)	●玄海 118.8(56.3) (236)		●浜岡 138(53.11) (100) ○巻 (82.5)
半島狭湾				●敦賀 52.2*3(54.3) (144)*4		●島根 46(49.3) (82) ○女川 (52.4)*2 (165)
地方都市部		○柏崎・刈羽 (330) (550)*1			◎東海 126.6(53.11)	○川内 (89)*2 (89)

注(例) ●高浜 ← 地点名
165.2(50/11) ← 運転中の出力(最近運転年月)
(174) ← 工事中, 準備中
*1 準備中の出力
*2 試運転中の出力(女川 59.6, 川内 59.7 運転)
*3 「ふげん」を含む
*4 「もんじゅ」を含む

表二 原子力発電所が立地した場合としない場合の立地効果
(福島第一, 美浜, 玄海3地点のシミュレーション分析結果)

		福島第一(東電・大熊町)	美浜(関電・美浜町)	玄海(九電・玄海町)	
投資特性	総出力(基数)	469.6万kW(6基)	166.6万kW(3基)	111.8万kW(2基)	
	建設期間	42/9~54/10(12カ年)	42/8~51/12(9カ年)	46/3~56/3(10カ年)	
	建設費	5,062億円	1,493億円	1,782億円	
	立地町村への支払額*1	410.1億円	172.6億円	143.6億円	
地域特性	立地当初の人口	7,629人(昭40)	13,358人(昭40)	7,468人(昭45)	
	就業人口	農業	63.7%	45.9%	56.8%
		林業	0.3%	5.1%	7.7%
		漁業	11.7%	19.8%	15.4%
		第2次産業	24.3%	29.2%	20.1%
第3次産業					
都市との距離	原町(40,555人,昭45)24km	敦賀(55,437人,昭45)11km 小浜(34,063人,昭45)25km	唐津(74,546人,昭45)15km		
周辺都市影響力*2	7,040	51,265(45,815)	33,131		
立地しない場合との立地効果	人口の立地効果*3	15.7%	8.2%	5.3%	
	就業者数の立地効果	17.8%	9.4%	17.9%	
	第2,3次産業就業者比率の立地効果	25.3%	8.0%	22.0%	
	(就業者数の立地効果)	(47.4%)	(17.4%)	(43.9%)	
	純生産の立地効果	118.2%	34.4%	35.1%	
	(うち2,3次産業の立地効果)	(154.8%)	(42.3%)	(59.5%)	
歳入の立地効果	128.3%	22.3%	28.9%		
地方償比率*4	0.41	0.64	0.34		

注) *1: 建設費から機械設備費を除き, これに運転段階の租税を加えたものの立地町村への支払額(推定)
*2: 30km圏内の都市からの影響力, $\sum P/d^2$, (P:人口, d:距離10km単位)
*3: { (立地あり) - (立地なし) } × 100 / (立地なし)
*4: (立地あり) / (立地なし)

[笹生仁氏図表]

表－3 関係者の主体的な働きかけによる内発的効用の事例
(福島第一，美浜，玄海3地点の調査から)

1. 交付金の活用

- ① 三法交付金施設を契機に町民スポーツ活動を積極的に推進
 - ・「大熊町スポーツセンター」の運営を第3セクターに委託（大熊町）
 - ・並行して町営スポーツ施設を整備→町民スポーツ活動の展開（大熊町）
- ② 電力移出県等交付金による農業試験研究助成
 - ・県畑作試験場等の適作目研究助成（佐賀県）

2. 発電所関連への地元雇用

- ③ 地権者による関連サービス会社の設立（玄海町）
- ④ 地役権設定による構内農作業の継続（九電玄海）
- ⑤ 地元子弟を技術系社員として積極的採用（関電美浜）

3. 産業振興

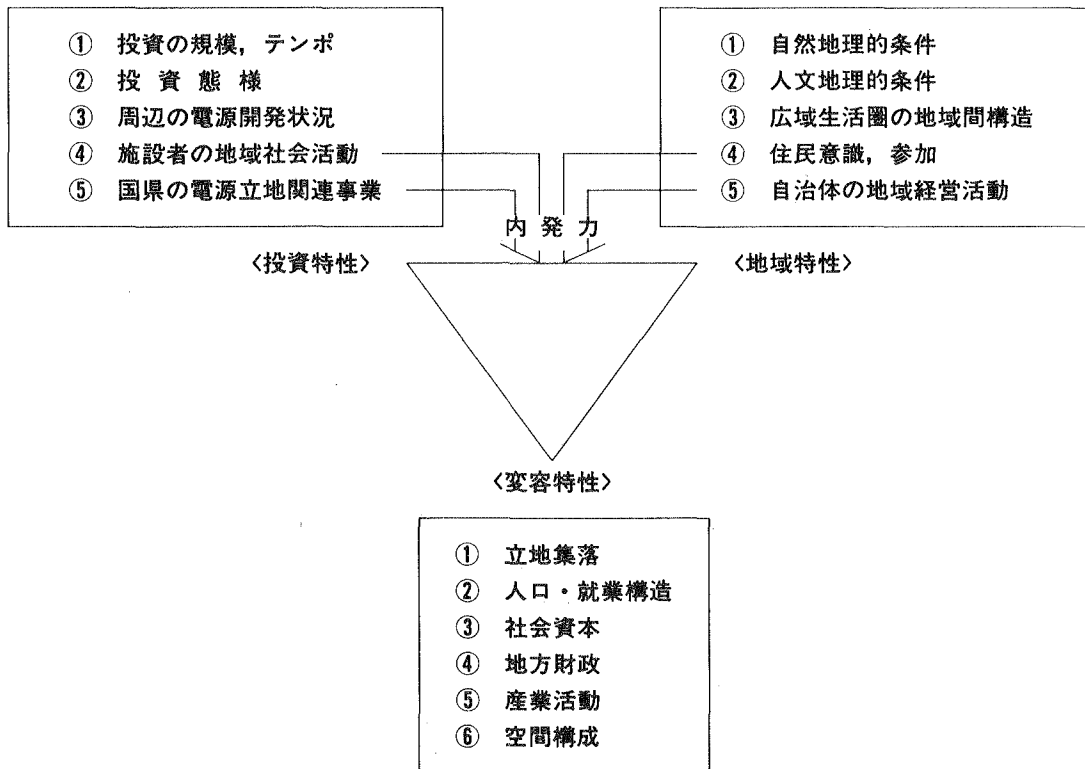
- ⑥ 農業基盤整備への先行投資による生産力の増強，労働力移動の円滑化
 - ・立地決定時から町財源等による農業構造改善事業等の継続的实施→生産力，生産性の昂揚，建設労務等労働力配分の円滑化（大熊町）
- ⑦ 廃熱利用温室栽培等，施設者の農業生産への協力
 - ・ブローダウン水の廃熱利用による温室栽培実験プラントの建設（九電玄海）
- ⑧ 養殖漁業の推進と「活づくり民宿」の発展
 - ・三法補助金の試験養殖，漁協等による養殖，蓄養基地増強（美浜町）
 - ・「活づくり民宿」の発展による漁業者のライフサイクル化（美浜町）
- ⑨ 商工会等による商業・サービス活動の積極化
 - ・着工時から商業協同組合を設立，関連購買需要に対応（大熊町）
 - ・商工会による共同店舗化，専門店化等研究会活動（大熊町）

4. 財政調整

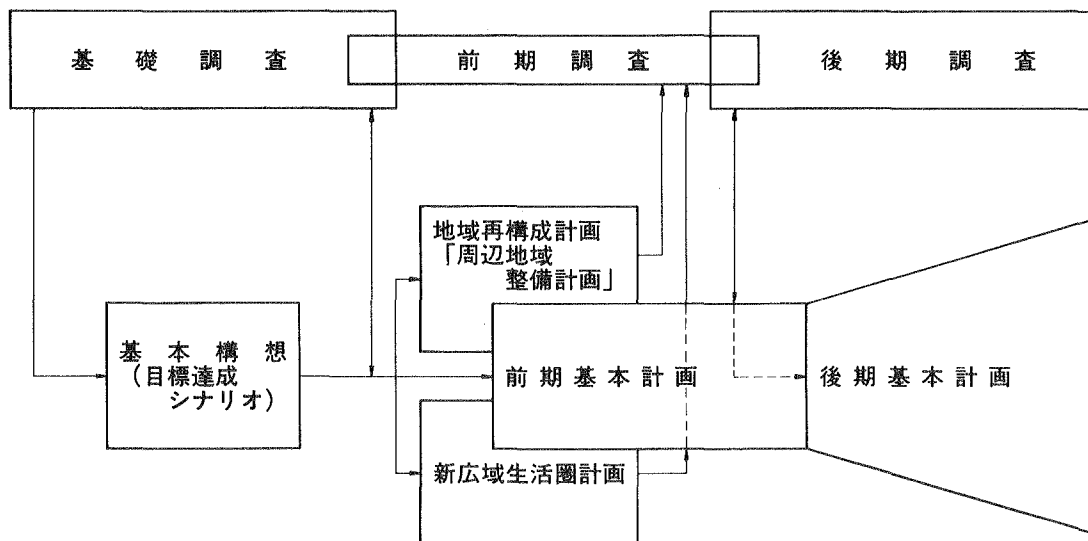
- ⑩ 基金制度による財政調整
 - ・財政調整基金条例を制定，財政硬直化，低減化に対応（大熊町）
 - ・国の特例措置に先立ち，その利子を三法施設維持管理費に充当（大熊町）

〔笹生仁氏図表〕

図一 1 原子力発電所立地の影響変化の考え方



図一 2 電源地域振興整備計画の基本的骨組



NUCLEAR POWER REGULATION IN AMERICA . . . PROBLEMS AND PROSPECTS

Thomas M. Roberts

Commissioner

U.S. Nuclear Regulatory Commission

I AM VERY PLEASED TO BE WITH YOU AND TO PARTICIPATE IN YOUR CONFERENCE TODAY. IT SEEMS TO ME THAT THE MOST USEFUL CONTRIBUTION I COULD MAKE TO OUR COLLOQUY WOULD BE TO DISCUSS BRIEFLY HOW THE REGULATORY BODY OF WHICH I AM A MEMBER CAME INTO BEING, HOW IT IS STRUCTURED AND HOW IT OPERATES. I WILL ALSO OFFER SOME OBSERVATIONS ON THE SUBJECT OF INTERNATIONAL COOPERATION IN PROMOTING NUCLEAR REACTOR SAFETY AND DISCOURAGING NUCLEAR WEAPONS PROLIFERATION.

I AM ONE OF FIVE COMMISSIONERS WHO TOGETHER COMPRISE THE UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. EACH COMMISSIONER IS NOMINATED BY THE PRESIDENT AND CONFIRMED BY THE SENATE TO SERVE A FIVE-YEAR TERM ON THE NRC, AS WE ARE CALLED, AND EACH YEAR ONE OF THE FIVE TERMS EXPIRES AND A COMMISSIONER IS REPLACED OR REAPPOINTED. THE NRC HAS A STAFF OF OVER 3,400 PEOPLE AND A BUDGET ESTIMATED FOR FISCAL YEAR 1984 AT \$480 MILLION.

BEFORE GOING FURTHER INTO WHO WE ARE AND WHAT WE DO, LET ME GIVE A QUICK CHRONICLE OF HOW THE NRC CAME TO BE, AND WHY.

IN THE MID-1950'S, THE UNITED STATES GOVERNMENT DECIDED TO RELINQUISH ITS MONOPOLY OVER REACTOR TECHNOLOGY AND NUCLEAR MATERIALS AND TO DRAW PRIVATE INDUSTRY INTO DEVELOPING COMMERCIAL APPLICATIONS OF NUCLEAR ENERGY. BY ENACTMENT OF THE ATOMIC ENERGY ACT OF 1954, COMMERCIAL NUCLEAR ACTIVITY BECAME POSSIBLE. BY 1957, A PROTOTYPE PRESSURIZED WATER REACTOR-- THE TYPE MOST COMMON TODAY IN THE UNITED STATES--WAS BUILT AT SHIPPINGPORT, PENNSYLVANIA. THE FACILITY WAS OWNED BY THE U.S. ATOMIC ENERGY COMMISSION, THE GOVERNMENT AGENCY UNDER WHOSE AEGIS REACTOR TECHNOLOGY HAD BEEN ADVANCED. BUT THE UNIT WAS USED TO PRODUCE ELECTRICITY, UNDER AN AGREEMENT WITH THE LOCAL ELECTRIC UTILITY. IT WAS THE FIRST LARGE-SCALE CIVILIAN NUCLEAR PLANT, AND IT FUNCTIONED WELL FOR A QUARTER OF A CENTURY.

IN 1975, THE NUCLEAR REGULATORY COMMISSION WAS CREATED BY CONGRESS WITH THE ADOPTION OF THE ENERGY REORGANIZATION ACT. THE AEC HAD BORNE THE REGULATORY BURDEN FOR COMMERCIAL NUCLEAR OPERATIONS FOR MORE THAN 20 YEARS, BUT THE CONGRESS DECIDED TO SEPARATE THAT RESPONSIBILITY FROM THE PROMOTIONAL AND DEVELOPMENTAL ACTIVITIES OF THE AEC. UNDER THE NEW LEGISLATION, THE AEC WAS DISSOLVED AND ITS REGULATORY AUTHORITY AND FUNCTIONS WERE ASSIGNED TO THE NRC. THE DEVELOPMENTAL EFFORT WAS ASSUMED BY ELEMENTS OF GOVERNMENT THAT ARE NOW PART OF THE U.S. DEPARTMENT OF ENERGY.

THIS SEPARATION OF FUNCTIONS IS AN IMPORTANT ONE, WITH STRONG IMPLICATIONS FOR THE FRAMING AND ENUNCIATING OF POLICY BY NRC COMMISSIONERS AND STAFF. THE NRC, AS A MATTER OF LAW, HAS NOTHING TO SAY ABOUT COMMERCIAL NUCLEAR POWER EXCEPT THAT IT SHALL BE SAFELY EMPLOYED. WE CANNOT ADVOCATE ITS USE ON A BROADER OR A NARROWER SCALE, AND WE CANNOT OFFICIALLY CONCERN OURSELVES WITH ITS ECONOMIC ADVANTAGES OR DISADVANTAGES. FURTHERMORE, THE NRC INTERPRETED THE PROHIBITION ON PROMOTIONAL ACTIVITIES AS PLACING LIMITS ON ACTIONS THE AGENCY COULD TAKE TO ENCOURAGE A PUBLIC ACCEPTANCE OF NUCLEAR POWER. AS A REINFORCEMENT OF THE IMPORTANCE IT ACCORDED THE AGENCY'S INTEGRITY AND DETACHMENT FROM POSSIBLY CONFLICTING INTERESTS, THE CONGRESS SET UP THE NRC AS AN INDEPENDENT AGENCY OF GOVERNMENT, THAT IS, NOT AS PART OF THE EXECUTIVE BRANCH HEADED AND DIRECTED BY THE PRESIDENT AS CHIEF EXECUTIVE. I SHOULD PERHAPS TAKE NOTE, IN THIS CONTEXT, THAT FOR ALL THE AUTHORITY AND INDEPENDENCE VESTED IN THE NRC BY CONGRESS, THE NRC IS NOT EMPOWERED TO REGULATE THE NUCLEAR INDUSTRY OUT OF BUSINESS. THE CLEAR INTENT OF THE ENERGY REORGANIZATION ACT IS THAT THE UNITED STATES SHALL HAVE NUCLEAR POWER PLANTS AND THEY SHALL BE OPERATED SAFELY. THE UNDERLYING JUDGMENT BY CONGRESS ON BEHALF OF THE PEOPLE SEEMS EQUALLY CLEAR, THAT NUCLEAR POWER, PROPERLY REGULATED FOR SAFETY, IS A USEFUL NATIONAL RESOURCE. MORE THAN THAT I, AS A REGULATOR, CANNOT SAY. BUT, AS A GOVERNMENT OFFICIAL, I HAVE TO BE CONCERNED WITH THE COMMON GOOD OF THE NATION. THAT MEANS TO ME, AMONG OTHER THINGS, THAT I HAVE TO BE CONCERNED THAT MY ACTIONS

DO NOT CAUSE OR ABET THE WASTE OR LOSS OF VALUABLE NATIONAL RESOURCES, WHATEVER THEY MAY BE. SAFE AND AFFORDABLE ENERGY SOURCES ARE VALUABLE NATIONAL RESOURCES.

AND JUST WHAT DOES THE NRC REGULATE, AND HOW DE WE GO ABOUT IT?

UNDER THE LAW, THE NRC IS CHARGED WITH THE REGULATION OF MOST OF THE OPERATIONS ASSOCIATED WITH THE NUCLEAR FUEL CYCLE---INCLUDING THE MILLING OF URANIUM ORE, ITS CONVERSION INTO NUCLEAR FUEL, THE USE OF THAT FUEL IN REACTORS, AND THE STORAGE, TRANSPORT AND DISPOSAL OF SPENT FUEL AND NUCLEAR WASTES. OUTSIDE THE FUEL CYCLE, THE NRC REGULATES THE PRODUCTION AND USE OF NUCLEAR MATERIALS IN INDUSTRY--FOR EXAMPLE, IN RADIOGRAPHY--IN MEDICINE AND IN RESEARCH. THE AGENCY ALSO HAS CERTAIN RESPONSIBILITIES REGARDING COMPLIANCE WITH THE ANTITRUST LAWS AND WITH THE IMPORT AND EXPORT OF NUCLEAR REACTORS AND MATERIALS. BUT THE LARGEST AREA OF NRC ATTENTION AND ACTION BY FAR IS THE CONSTRUCTION AND OPERATION OF NUCLEAR POWER PLANTS. AS OF SEPTEMBER 30, 1983, A TOTAL OF 80 POWER REACTORS WERE LICENSED TO OPERATE IN THE U.S. ANOTHER 50 OR SO PLANTS ARE UNDER CONSTRUCTION, AND MORE THAN 20 ARE SCHEDULED TO BE COMPLETED BY THE END OF 1986. THUS, FOR THE SHORT TERM, THE INDUSTRY AND THE NRC WILL BE IN A PERIOD OF UNUSUALLY INTENSE ACTIVITY. THE LONGER TERM IS, FOR A VARIETY OF REASONS, LESS CLEAR. A NUMBER OF NUCLEAR PROJECTS HAVE BEEN DELAYED OR CANCELLED IN THE LAST FEW YEARS. IF

BORROWING AND BUILDING COSTS REMAIN HIGH AND THE DEMAND FOR ELECTRICITY REMAINS RELATIVELY LOW, THE TREND MAY CONTINUE. IT'S A COMPLEX SITUATION AND THE FUTURE CANNOT BE FORECAST WITH CLARITY OR CONVICTION. WHAT WE IN REGULATION CAN DO--AND WHAT WE ARE TRYING TO DO---IS TO MAKE SURE THAT WE ARE NOT ADDING UNNECESSARILY TO THE BURDEN ON INDUSTRY, THAT OUR POLICIES ARE AS CLEAR AS THEY CAN BE SO THAT THE ACTIONS ENSUING FROM THEM ARE AS PREDICTABLE TO ALL CONCERNED AS THEY CAN BE, AND THAT OUR REQUIREMENTS BRING ABOUT A CONTRIBUTION TO SAFETY THAT IS SIGNIFICANT, CERTAIN AND COST-EFFECTIVE.

LET ME SAY A WORD OR TWO ABOUT THE SAFETY PHILOSOPHY UNDERLYING NUCLEAR REGULATION IN THE UNITED STATES. THE SAFETY PHILOSOPHY OF THE NRC--AND OF THE AEC BEFORE IT--HAS BEEN TO REQUIRE THAT EVERY NUCLEAR POWER PLANT IN THE UNITED STATES SHALL BE BUILT AND OPERATED IN ACCORD WITH THE CONCEPT CALLED DEFENSE-IN-DEPTH. THIS CONCEPT DICTATES THAT THREE SUCCESSIVE AND MUTUALLY REINFORCING ECHELONS OF DEFENSE BE AVAILABLE TO PREVENT A SERIOUS ACCIDENT OR TO MINIMIZE THE CONSEQUENCES OF AN ACCIDENT TO THE PUBLIC.

THE FIRST ECHELON OF DEFENSE EMPHASIZES ACCIDENT PREVENTION. IT REQUIRES THAT A NUCLEAR POWER PLANT BE SOUNDLY AND CONSERVATIVELY DESIGNED, IN ACCORDANCE WITH STRINGENT QUALITY STANDARDS AND RIGOROUS ENGINEERING PRACTICES. THE SECOND ECHELON IS BASED ON AN ASSUMPTION THAT, DESPITE THE EFFORTS MADE TO PREVENT THEM,

SOME COMPONENT FAILURES OR OPERATING ERRORS WILL OCCUR DURING THE SERVICE LIFE OF A GIVEN FACILITY AND SPECIAL PROTECTIVE SYSTEMS MUST BE IN PLACE TO PREVENT HARMFUL EFFECTS FROM SUCH LAPSES. THE THIRD ECHELON SUPPLEMENTS THE FIRST TWO WITH BUILT-IN FEATURES WHICH ENLARGE THE MARGIN OF PROTECTION TO INCLUDE UNLIKELY ACCIDENTS.

LET ME GIVE SOME EXAMPLES OF THE THREE LEVELS OF DEFENSE. AN EXAMPLE OF THE FIRST ECHELON IS THE REQUIREMENT THAT PLANTS BE CONSTRUCTED WITH SAFETY MARGINS GREATER THAN WHAT IS KNOWN TO BE NEEDED, THAT IS, WITH CONSERVATIVE SAFETY MARGINS. AN EXAMPLE OF THE SECOND ECHELON WOULD BE THE BACKUP DIESEL-DRIVEN ELECTRICAL GENERATORS MAINTAINED ON A NUCLEAR PLANT SITE, READY FOR USE IF THE OFF-SITE POWER SOURCE SHOULD FAIL. AN EXAMPLE OF THE THIRD IS THE MASSIVE CONTAINMENT STRUCTURE WHICH CAN PREVENT RADIOACTIVE RELEASES EVEN WHEN SERIOUS PROBLEMS MIGHT EXIST IN THE EQUIPMENT INSIDE. CERTAINLY THREE MILE ISLAND CONFIRMED THE IMPORTANCE OF HAVING THE CAPACITY TO QUARANTINE AN ACCIDENT IN PROGRESS.

IN ADDITION TO ITS ENGINEERED SAFETY FEATURES, THE NUCLEAR POWER PLANT IN AMERICA IS OPERATED UNDER THE MOST EXTENSIVE AND EXACTING REGULATIONS RELATED TO ANY ACTIVITY WITH IMPLICATIONS FOR PUBLIC HEALTH AND SAFETY. STRICT LIMITS ARE PLACED ON SUCH THINGS AS THE AMOUNT OF EXPOSURE OF WORKERS TO RADIATION IN A GIVEN PERIOD AND THE RELEASE OF RADIOACTIVE MATERIAL TO THE

OUTSIDE AIR OR WATERWAYS. DETAILED WRITTEN PROCEDURES GOVERN EVERY SAFETY-RELATED PROCEDURE IN THE PLANT, AND EMERGENCY PLANS WORKED OUT IN COORDINATION WITH LOCAL AND STATE AUTHORITIES ARE NOT ONLY REQUIRED BUT REHEARSED ANNUALLY.

THE NRC ACCOMPLISHES ITS REGULATORY MISSION THROUGH THE LICENSING OF NUCLEAR REACTOR PLANT CONSTRUCTION AND OPERATION, THE PROMULGATION OF STANDARDS, THE ISSUANCE OF RULES AND REGULATIONS GOVERNING LICENSED ACTIVITIES, AND INSPECTION AND ENFORCEMENT ACTIONS. THE NRC ALSO SPONSORS RESEARCH IN SUPPORT OF ITS REGULATORY ACTIVITIES AND ALSO IN BASIC REACTOR SAFETY CONCEPTS. NEARLY 40 PERCENT OF OUR CURRENT APPROPRIATED FUNDS WILL GO FOR RESEARCH.

FOR OUR PURPOSES HERE, I WILL FOCUS ON THE LICENSING OF A NUCLEAR POWER PLANT. IT IS A TWO-STAGE PROCESS: A CONSTRUCTION PERMIT MUST BE GRANTED TO A UTILITY BEFORE IT MAY BUILD A NUCLEAR PLANT, AND AN OPERATING LICENSE MUST BE ISSUED BEFORE IT CAN BEGIN GENERATING ELECTRICITY.

THE CONSTRUCTION PERMIT PHASE IS SET IN MOTION WITH THE FILING OF AN APPLICATION--TYPICALLY CONSISTING OF 10 OR MORE VOLUMES OF MATERIAL-- WHICH SETS FORTH THE GENERAL PLANT LAYOUT IN WHAT IS CALLED A PRELIMINARY SAFETY ANALYSIS REPORT, OR PSAR. THE NRC STAFF EXAMINES THE PSAR AND, BY THE APPLICATION OF CRITERIA LAID OUT IN THE NRC STANDARD REVIEW PLAN, MAKES THREE

DETERMINATIONS: FIRST, WHETHER THE PLANT DESIGN IS SAFE AND COMPORTS WITH NRC REGULATIONS; SECOND, WHETHER VALID METHODS OF CALCULATION WERE USED BY THE APPLICANT; AND THIRD, WHETHER THE APPLICANT HAS PRODUCED AN ANALYSIS OF SUFFICIENT DEPTH AND RANGE TO SUPPORT NRC STAFF APPROVAL WITH RESPECT TO ALL SAFETY CONCERNS. IF AND WHEN IT IS SATISFIED ON THESE POINTS, THE NRC STAFF PREPARES A SAFETY EVALUATION REPORT SUMMARIZING THE RESULTS OF THE REVIEW.

THE NEXT STEP, ONE REQUIRED BY LAW, IS A SAFETY REVIEW BY THE ADVISORY COMMITTEE ON REACTOR SAFEGUARDS, AN INDEPENDENT GROUP OF 15 SCIENTISTS AND ENGINEERS WITH EXPERT QUALIFICATIONS. A MANDATORY PUBLIC HEARING THEN TAKES PLACE, CONDUCTED BY A THREE-MEMBER ATOMIC SAFETY AND LICENSING BOARD, WHICH MAKES THE INITIAL DECISION AS TO WHETHER THE CONSTRUCTION PERMIT SHOULD BE GRANTED. THIS DECISION IS SUBJECT TO APPEAL TO AN ATOMIC SAFETY AND LICENSING APPEAL BOARD AND COULD ULTIMATELY BE APPEALED TO US ON THE COMMISSION FOR A FINAL NRC DECISION.

IN PARALLEL WITH THE SAFETY REVIEW AND PUBLIC HEARING, THE STAFF REVIEWS THE APPLICANT'S ENVIRONMENTAL REPORT AND PERFORMS ITS OWN ENVIRONMENTAL ANALYSIS AS WELL. THESE EFFORTS CULMINATE IN A FINAL ENVIRONMENTAL STATEMENT. DURING THIS SAME PERIOD, THE NRC IS CONDUCTING AN EVALUATION OF THE PROPOSED PLANT SITE TO DETERMINE ITS SUITABILITY. UPON FAVORABLE COMPLETION OF ALL OF THESE REVIEWS, A CONSTRUCTION PERMIT IS GRANTED.

ABOUT TWO OR THREE YEARS BEFORE CONSTRUCTION OF A PLANT IS SCHEDULED TO BE COMPLETED, THE UTILITY FILES AN APPLICATION FOR AN OPERATING LICENSE. A PROCESS SIMILAR TO THAT LEADING TO A CONSTRUCTION PERMIT IS THEN UNDERTAKEN, WITH THE SIGNIFICANT DIFFERENCE THAT A PUBLIC HEARING IS NOT MANDATED BY LAW AT THIS STAGE. A HEARING MAY BE, AND OFTEN IS, HELD ON PETITION BY AN INTERESTED PARTY. WHEN A LICENSE FOR OPERATION OF A NUCLEAR REACTOR PLANT IS ISSUED, IT CONTAINS TECHNICAL SPECIFICATIONS WHICH DEFINE THE PARTICULAR SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION MEASURES TO BE TAKEN AND OTHER CONDITIONS TO BE MET FOR THE FACILITY TO OPERATE.

ONCE LICENSED, A NUCLEAR FACILITY REMAINS UNDER NRC SURVEILLANCE AND UNDERGOES PERIODIC INSPECTIONS THROUGHOUT ITS OPERATING LIFE. REACTORS COMING ON LINE IN RECENT YEARS ARE EXPECTED TO OPERATE FOR ABOUT 40 YEARS. SHOULD THE NRC DECIDE, AS IT OCCASIONALLY DOES, THAT ADDITIONAL PROTECTION IS NECESSARY FOR THE PUBLIC HEALTH AND SAFETY, IT CAN REQUIRE "BACKFITTING" OF A SYSTEM OR COMPONENT IN THE PLANT, THAT IS, THE ADDITION, ELIMINATION OR MODIFICATION OF A SYSTEM OR COMPONENT. THE PROCEDURE BY WHICH BACKFIT REQUIREMENTS ARE IMPOSED ON LICENSEES HAS, IN MY VIEW, BEEN LESS THAN SATISFACTORY IN THE PAST AND HAS LED TO UNNECESSARY BURDENS ON LICENSED OPERATORS AND CONTRIBUTED TO THE UNCERTAINTY OF REGULATORY COSTS. THAT PROCEDURE HAS RECENTLY BEEN TIGHTENED UP AND A RE-EXAMINATION OF THE WHOLE BACKFITTING QUESTION IS UNDER WAY.

IN SPITE OF THIS OPEN AND EXHAUSTIVE REGULATORY PROCESS, INCREASED CONFIDENCE AND ACCEPTANCE BY THE PUBLIC DID NOT ALWAYS RESULT. THE MYRIAD OF PUBLIC HEARINGS AND PUBLIC COMMENT PERIODS OFTEN RESULTED IN LESS DECISIVE POLICY AND RULEMAKING - CREATING UNCERTAINTY FOR THE INDUSTRY AND INVESTORS. WHEREAS UTILITY OPERATORS AND NRC REGULATORS PRESUMABLY HAVE THE SAME OBJECTIVE OF PREVENTING ACCIDENTS, THE ADVERSARIAL NATURE OF THE PUBLIC HEARING PROCESS DEFLATED ANY MOTIVATION FOR TEAMWORK AND COOPERATION. WE NOW HAVE A RIGID PUBLIC PROCESS BOUND BY ADMINISTRATIVE RULES AND REGULATIONS WHICH HAS RESULTED IN THE NRC BECOMING AN ADJUDICATOR BETWEEN INTERVENORS AND THE INDUSTRY. THE PROCESS, WHILE OPEN TO THE PUBLIC, IS LESS THAN EFFECTIVE IN CREATING PUBLIC CONFIDENCE. IT IS MY SINCERE HOPE THAT SOME OF THE ADMINISTRATIVE REFORMS RECENTLY PROPOSED BY THE NRC AND THE DEPARTMENT OF ENERGY WILL INCREASE THE EFFICIENCY OF OUR PUBLIC PROCESS.

INSPECTIONS OF LICENSED FACILITIES AND OPERATIONS ARE DIRECTED THROUGH THE NRC'S FIVE REGIONAL OFFICES. NRC INSPECTORS ARE IN RESIDENCE AT MAJOR NUCLEAR FACILITIES, SUCH AS POWER PLANTS, AND ALSO AT NUCLEAR PLANT CONSTRUCTION SITES, AFTER A CERTAIN STAGE OF CONSTRUCTION IS REACHED. IF A LICENSED FACILITY IS FOUND TO BE IN VIOLATION OF ANY OF THE NRC REQUIREMENTS I HAVE CITED, HEAVY FINES MAY BE LEVIED AGAINST THE LICENSEE. PROPOSED FINANCIAL PENALTIES FOR VIOLATIONS DURING THE YEAR ENDED SEPTEMBER 30, 1983 TOTALLED OVER \$4.2 MILLION.

BEFORE I MOVE ON TO COMMENT ON NRC'S INTERNATIONAL RELATIONS, I THINK A WORD OR TWO ABOUT THREE MILE ISLAND WOULD BE IN ORDER. IT IS FIVE YEARS AGO THIS MONTH THAT THE ACCIDENT ON THE SUSQUEHANNA RIVER IN PENNSYLVANIA TOOK PLACE, AND ALL CONCERNED--THE INDUSTRY, THE REGULATORS AND THE PUBLIC--STILL LIVE IN ITS SHADOW. IT IS THE MOST SERIOUS ACCIDENT IN THE HISTORY OF COMMERCIAL NUCLEAR POWER, NOT BECAUSE OF INJURIES RECEIVED OR DAMAGE TO PUBLIC PROPERTY, BUT BECAUSE OF THE IMMENSE FINANCIAL DAMAGE TO THE UTILITY AND, EVEN MORE IMPORTANTLY, THE MASSIVE IMPACT ON PUBLIC CONFIDENCE IN THE INDUSTRY AND ITS REGULATORS. DESPITE THIS STRONG NEGATIVE RESONANCE IN THE PUBLIC IMAGINATION, THREE MILE ISLAND MOBILIZED INTENSE INVESTIGATION AND REALISTIC REAPPRAISAL OF ASSUMPTIONS UNDERLYING SAFETY REGULATION. SOME OF THE CONSEQUENTIAL FINDINGS TO COME OUT OF THESE STUDIES ARE THESE: SAFETY DEPENDS TO A GREATER DEGREE THAN PREVIOUSLY UNDERSTOOD ON THE CONTROL ROOM OPERATORS--THEIR TRAINING, THEIR JUDGMENT, THEIR ACTIONS; REACTOR-PLANT OPERATING EXPERIENCE CAN REVEAL IMPORTANT AND USEFUL INFORMATION ON HIDDEN VULNERABILITIES, BUT ONLY IF THAT EXPERIENCE IS CLOSELY ANALYZED; THE PRE-THREE MILE ISLAND ASSUMPTION THAT A PLANT PROTECTED AGAINST THE LARGEST PIPE BREAK IS DE FACTO PROTECTED AGAINST LESSER BREAKS WAS NOT VALID; THE CONCEPT OF "SAFETY-RELATED" FUNCTIONS, EQUIPMENT, AND PROCEDURES MUST BE BROADENED TO TAKE IN ASPECTS OF PLANT OPERATION NOT PREVIOUSLY CONSIDERED SIGNIFICANT FOR SAFETY; AND EMERGENCY PREPAREDNESS MUST BE THOROUGHLY COORDINATED AND PERIODICALLY TESTED. ALL OF THESE CONCLUSIONS, AND OTHERS, HAVE

BEEN TRANSLATED INTO POSITIVE ACTION ON THE PART OF BOTH THE NRC AND THE NUCLEAR INDUSTRY. THAT MEANS MORE THAN NEW REQUIREMENTS AND EMPHASES. IT MEANS NEW ATTITUDES AND COMMITMENT, A NEW UNDERSTANDING THAT THE HIGHEST STANDARDS OF SAFETY IN NUCLEAR OPERATION SERVE THE BEST INTERESTS OF EVERYONE INVOLVED.

AS PART OF THE NEW THRUST TO ACHIEVE AND SUSTAIN CLEARLY DEFINED LEVELS OF SAFETY, THE COMMISSION PUBLISHED PROPOSED SAFETY GOALS A LITTLE OVER TWO YEARS AGO. THE FRAMING OF SAFETY GOALS REPRESENTED AN ATTEMPT TO ANSWER THE FUNDAMENTAL QUESTION IN SAFETY REGULATION, "HOW SAFE IS SAFE ENOUGH?" THE DOCUMENT EXPLAINING THE GOALS AND CRITERIA SUPPORTING THEM WAS CIRCULATED FOR COMMENT TO ALL CONCERNED AND AFFECTED SECTORS, INCLUDING GOVERNMENT, INDUSTRY, ACADEMIA, AND, OF COURSE, THE GENERAL PUBLIC. OPEN-FORUM DISCUSSIONS OF THE PROPOSAL WERE ARRANGED IN A NUMBER OF MAJOR AMERICAN CITIES. AFTER SEVERAL REVISIONS, THE COMMISSION DECIDED TO SUBJECT THE SAFETY GOALS TO A TWO-YEAR EVALUATION, STARTING LAST YEAR, TO TEST THEIR PRACTICALITY AND REGULATORY APPLICABILITY. THEY ARE NOT TO BE USED AS A BASIS FOR REGULATORY DECISIONMAKING DURING THE TEST PERIOD.

AND WHAT ARE THE GOALS? BRIEFLY STATED, THE GOALS CALL FOR A LEVEL OF PROTECTION SUCH THAT INDIVIDUALS AND SOCIETY WILL BEAR NO ADDITIONAL RISK TO LIFE AND HEALTH BECAUSE OF NUCLEAR POWER PLANT OPERATIONS, AND THAT SUCH RISK AS IS REPRESENTED BY THESE OPERATIONS SHALL NOT BE GREATER THAN THE RISK POSED BY OTHER

VIABLE MEANS OF GENERATING ELECTRICITY. IN NUMERICAL FORM, THIS IS CONSTRUED TO MEAN THAT THE RISK OF PROMPT FATALITY TO A PERSON LIVING NEAR A NUCLEAR PLANT, AS THE RESULT OF A REACTOR ACCIDENT IN THAT PLANT, SHOULD NOT EXCEED ONE-TENTH OF 1 PERCENT OF THE SUM OF THE RISKS OF PROMPT FATALITIES FROM OTHER ACCIDENTS. THE GOAL ALSO PRESCRIBES THAT THE RISK OF CANCER DEATH TO PEOPLE WITHIN 50 MILES OF A PLANT, AS A RESULT OF RADIATION FROM EITHER ACCIDENTS OR NORMAL OPERATION, SHOULD NOT EXCEED ONE-TENTH OF 1 PERCENT OF THE RISK FROM ALL OTHER CAUSES OF CANCER. THOSE ARE THE MAIN FORMULATIONS OF THE SAFETY GOALS. THE TASK REMAINS TO SEE IF THEY HAVE GENUINE APPLICATION IN THE ASSESSMENT OF RISKS OR THE WEIGHING OF ALTERNATIVES IN ACTUAL REQUIREMENTS. IT WILL TAKE SOME TIME TO REFINE AND APPLY THE TECHNIQUES THAT WILL MAKE THESE GOALS PLAUSIBLE THROUGHOUT THE INDUSTRY. SUCH AN ASSESSMENT IS CERTAINLY NEEDED - FOR PUBLIC FEAR OF MANY TECHNOLOGICAL RISKS IS BUILT UP BY AN INSTITUTIONALIZED SYSTEM IN WHICH REAL RISKS PLAY LITTLE PART. THESE FEARS ARE AMPLIFIED BY AN ACTIVE MEDIA, SPECIAL INTEREST GROUPS, AND POLITICIANS, RESULTING IN EXAGGERATED PRESSURES ON REGULATORS. AS A RESULT, WE SOMETIMES DEVOTE MORE RESOURCES DEALING WITH RELATIVELY MINOR RISKS, WHILE EFFORTS TO REDUCE THE MORE SIGNIFICANT RISKS ARE LEFT TO CHANCE.

ONE WOULD HOPE THE SAFETY GOAL DEVELOPMENT PROGRAM WILL BE WORTH THE TIME BECAUSE IT CAN RAISE THE LEVEL OF SAFETY ASSURANCE TO A NEW PLATEAU, AND, JUST POSSIBLY, RAISE PUBLIC CONFIDENCE.

IN THE INTERNATIONAL SPHERE, THE NRC'S BILATERAL ARRANGEMENTS FOR THE EXCHANGE OF REGULATORY SAFETY INFORMATION HAVE GROWN FROM A TOTAL OF FIVE, WHEN THE AGENCY WAS BORN, TO 21 AT PRESENT, INCLUDING JAPAN. THESE ARRANGEMENTS GENERATE A VARIETY OF MUTUALLY USEFUL INTERACTIONS IN THE FORM OF TECHNICAL REPORTS, NEWSLETTERS, TRAINING COURSES, POLICY MEETINGS, COOPERATION IN RESEARCH, AND EXCHANGES OF PERSONNEL FOR PARTICIPATION IN STAFF FUNCTIONS AND LABORATORY WORK. IN 1983, SOME 14 FOREIGN NATIONALS FROM 10 COUNTRIES WERE ASSIGNED TO WORK ON THE JOB WITH THE NRC STAFF. JAPAN IS ONE OF THE 10 NATIONS REPRESENTED, TOGETHER WITH BELGIUM, FINLAND, FRANCE, ISRAEL, ITALY, KOREA, THE PHILIPPINES, PORTUGAL AND TURKEY.

COOPERATION WITH OTHER NATIONS FOR MUTUAL BENEFIT IN LEARNING FROM EXPERIENCE AND EXPERIMENT IS ONE OF TWO MAJOR ACTIVITIES OF THE NRC IN THE GLOBAL ARENA. THE OTHER IS THE LICENSING OF EXPORTS AND IMPORTS, INVOLVING THE VITAL CONCERN CALLED NONPROLIFERATION.

THE NUCLEAR NONPROLIFERATION ACT OF 1978 SET FORTH A DETAILED POLICY FRAMEWORK UNDER WHICH VARIOUS AGENCIES OF THE EXECUTIVE BRANCH OF GOVERNMENT AND THE INDEPENDENT NRC ARE TO PARTICIPATE IN THE DETERRENCE OF NUCLEAR WEAPONS CAPACITY THROUGHOUT THE WORLD. THE ACT CALLS FOR, AMONG OTHER THINGS, THE ASSURANCE THAT NUCLEAR EXPORTS ARE CONDUCTED IN A MANNER

CONSISTENT WITH U.S. NATIONAL SECURITY; THE STRENGTHENING OF SAFEGUARDS REQUIREMENTS OF THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; THE IMPROVING OF PHYSICAL PROTECTION OF WEAPONS-GRADE MATERIALS FROM THEFT OR SABOTAGE; AND AN UPGRADING OF THE RELIABILITY OF SUPPLY OF NUCLEAR FUEL FROM THE U.S. TO NATIONS WHICH ENDORSE NONPROLIFERATION OBJECTIVES.

IN CLOSING I WISH AGAIN TO EXPRESS MY APPRECIATION FOR THE OPPORTUNITY TO PARTICIPATE IN THIS EVENT. COMMUNICATION AND COOPERATION AMONG NATIONS IS VITAL TO THE TECHNOLOGICAL PROGRESS WE ALL SEEK, ESPECIALLY AMONG NATIONS WITH COMMON VALUES. WE NEED ALL THE RESOURCES AVAILABLE TO US IF WE ARE GOING TO ACHIEVE THE LEVEL OF STABILITY WORLD-WIDE THAT CAN MAKE JUSTICE POSSIBLE AND PEACE PLAUSIBLE ON THE GLOBAL SCALE. NUCLEAR TECHNOLOGY IS ONE OF THESE RESOURCES, TO US TODAY AND TO LESS DEVELOPED COUNTRIES TOMORROW. THE RESOURCE IS IN OUR SAFEKEEPING, BUT WE HAVE TO PROVE THAT WE CAN KEEP IT SAFE. TOGETHER, I AM CONFIDENT THAT WE CAN DO THAT.

CHANGING PUBLIC ATTITUDES TO RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT

Howard K. Shapar

Director General

OECD Nuclear Energy Agency

UNDERSTANDING THE PROBLEM

The disposal of radioactive waste is often perceived as one of the more intractable issues thwarting public acceptance of nuclear power. The fact that the management of long-lived wastes requires long-term solutions involving important ethical, organisational and technological issues, has led some to argue that contemporary decision-makers should refrain from making decisions today which may be largely irreversible, in the absence of "absolute" certainty over the safety of disposal.

Thus, in some countries, radioactive waste management remains a significant, even crucial, issue in the public debate on nuclear power, and a rallying cry for opponents who have relied on the issue to call for a halt in the development of nuclear programmes "... until the radioactive waste issue is solved."

In stark contrast, there is a clear consensus of informed expert opinion that "... the technology is available ..." and that, from a technical standpoint, ultimate disposal of high-level waste does not require urgent action, as there are several satisfactory methods available for safe interim storage.

Public attitudes are, of course, influenced by a variety of factors including:

- fear of hazards posed by very long-lived radioactive wastes;
- mistrust of new technology; and
- mistrust of government controls and the good intentions of industry.

Some Government responses seem to have proceeded on the premise that the most convincing argument for waste disposal is some form of demonstration.

In Sweden for example, special permission from the Government is required before charging the two most recently completed reactors with their nuclear fuel. The condition for granting such permission is that the reactor owner must have demonstrated that the spent nuclear fuel or radioactive waste from this fuel can be finally disposed of in a manner that fulfils very high safety requirements. For this purpose the Swedish nuclear power utilities have investigated both how the legal requirements can be met, and which disposal concept, based on present technology, could fulfil the long term safety requirements. A report, known as the KBS-3 report, has been prepared to cover the technical and long-term safety aspects and it is now being considered by the Swedish authorities, together with comments from various international groups of scientists which the Swedish Government had invited to review the report. NEA itself contributed to this review.

Similarly, in Switzerland, a comprehensive plan for the disposal of radioactive waste is required to be submitted to the Government and reviewed by the end of 1985. This project, called the Warranty Project, is designed to provide an adequate demonstration that safe disposal of Swiss waste is feasible.

One of the major difficulties in dealing with waste management practices and policies is the need to have a detailed knowledge of the technical issues involved as well as a broad overview in order to integrate all the technical and non-technical parameters into a satisfactory concept. The great amount of technical information available and the radiation protection requirement that all radiation exposure levels should be kept "as low as reasonably achievable" are not conclusive from a public understanding viewpoint in explaining and justifying waste management decisions in simple terms. The notion of demonstration of high level waste management, which is often used in this context, is not a simple or straightforward matter. While it is sometimes regarded as a prerequisite for the further development of nuclear energy programmes, demonstration usually means different things to different people.

This is why NEA has tried recently to develop an international understanding of what the term "demonstration" should cover. A number of activities can be demonstrated directly, as long as it can be shown that facilities can be built, operated and closed safely and at acceptable cost, either by extrapolating from existing experience, or designing and building experimental facilities of appropriate scale. Such a direct demonstration, however, can only apply to activities which can be conducted in the short term, such as the solidification of high-level wastes and their storage. It is also possible to demonstrate directly the construction of a high level waste repository and the handling of the waste in such a repository, but not its long-term safety, as time-scales of many thousands of years are involved. An indirect approach must be relied upon to show that the integrity of the disposal system can be maintained. An indirect demonstration will therefore be used, relying on mathematical models and prospective analysis using as far as possible scientific data obtained from the field, and historical evidence from geology, archeology, etc .. The complexity of the models is such that they cannot be easily understood by non-specialists and there is an obvious gap between the specialists and the public, which cannot reasonably be bridged. The competent national authorities therefore have an essential role to play in this respect. They have to exercise their own judgement on the value of the scientific assessments made and at the same time be able to explain the decisions they have taken in such a way that they can effectively convey a feeling of confidence to the public with regard to the long-term safety of waste disposal activities.

At national level, as might be expected, the waste disposal issue is being treated with varying degrees of urgency. Some OECD countries are now developing plans for the final geological disposal of long-lived wastes or spent fuels. Others have decided that the decision whether to proceed forthwith with the construction of final repositories can be postponed until a later date. Still others have made it a condition that a satisfactory overall solution of the waste problem be demonstrated before proceeding with any further development of their nuclear power programmes.

Against this background, and whatever the validity of the arguments, the fact remains that in many countries public acceptance of nuclear power remains a major problem facing government and industry today, and that the social and political acceptance of waste management often plays a

key role in this respect. Social acceptance of waste management will depend on public and political recognition that:

- (1) Radioactive waste management must necessarily be based on the timely development of a mix of institutional, regulatory, technical and financial solutions.
- (2) Technology is available and its development towards industrial implementation is already under way and, at least, is feasible as soon as required.
- (3) Considerable experience is already available on spent fuel storage, on the basis of which it may be concluded that such storage can be extended for several more decades, thus leaving time for transition towards final disposal.

The solution of this problem presents a substantial challenge to the national and international communities, because it requires both a better public understanding of the issue and the build-up of the necessary degree of confidence that the long-term institutional, regulatory, technological and economic aspects of the problems have been properly addressed, and that ultimately neither man, nor the ecosphere will suffer an unacceptable detriment from the solutions adopted for the management of wastes.

WASTE MANAGEMENT - A ROUTINE INDUSTRIAL ACTIVITY

It is, I suppose, axiomatic that all human activities, and particularly industrial activities, involve an element of risk, since absolute safety is unattainable in any field of human endeavour. The use of nuclear energy and the disposal of nuclear waste are no exceptions to this general rule and it is therefore important to ensure that the risks, such as they are, are accurately described and appreciated and that suitable techniques are developed for anticipating, preventing, controlling and mitigating their consequences. It is then for governments, and ultimately society, to determine how much it is willing to pay to reduce the potential hazards and to weigh the residual risks against the consequences of foregoing the undeniable advantages of nuclear energy.

Among the problems arising from the use of nuclear energy, especially in the public mind, is that of radioactive waste management, and perhaps the point should be made at the outset that there is nothing inherently reprehensible in producing waste. It is no more than normal good housekeeping to keep the working environment clean and tidy and there are, of course, few industrial processes which do not give rise to by-products which may or may not have an economic value. In view of the wide range of operations, from laboratory scale research through operation of power plants to the very differing industrial phases of the nuclear fuel cycle, it is not surprising that the nuclear industry generates a multiplicity of different forms of radioactive waste. Some of these are characterized by their very large volume and low radioactivity while others, notably those emerging in liquid form from reprocessing plants, are highly radioactive and require the application of extremely sophisticated management techniques. Their common feature is the hazard associated with their radioactive contents and the need to manage them in such a way as to protect human health and the environment.

It can be argued that radioactive waste management should have the following safety and environmental objectives:

- (a) to comply with radiological protection principles for present and future generations;
- (b) to preserve the quality of the natural environment;
- (c) to avoid pre-empting present or future exploitation of natural resources;
- (d) to minimize any impact on future generations to the extent practicable.

It must be recognized that in the early days of waste management, attention was focussed on the more immediate concerns of treatment and storage techniques and radiation protection aspects of discharges of radioactive materials into the environment. Gradually, however, emphasis has been shifted towards the long-term future concerns, such as the preservation of the quality of the natural environment, the preservation of potential natural resources and, of course, the minimization of the impact on future generations. Long

term aspects are in fact now the key element in the discussion of waste management practices.

Considerable public attention continues to be focussed on the very slow rate of decay and therefore very long persistence of the hazards associated with high-level wastes. A great deal of public anxiety continues to be directed towards the total levels of radioactivity involved in these wastes and the continuation of unspecified dangers for hundreds of thousands of years. What is more significant, of course, from a health and safety standpoint is not the mere presence of the dangerous materials, for however many years, but the likelihood of exposure to them. I may perhaps be permitted to observe that there are other industrial wastes with this characteristic of high toxicity and long-term persistence. Certain cyanide compounds and some heavy metals are good examples. The only satisfactory solution for wastes in these categories is isolation from the biosphere for sufficiently long periods of time to provide assurance that mankind will be permanently protected.

FEASIBILITY AND TECHNOLOGY

A vast amount of effort has been and continues to be devoted nationally and internationally to the development of conceptual, organisational, and technical feasibility of waste management options.

At national level

Some countries have set up special institutions to implement or operate waste disposal or spent fuel management systems: for example, ONDRAF in Belgium, ANDRA in France, the SKBF in Sweden, NAGRA in Switzerland, and NIREX in the United Kingdom. In the United States, the Department of Energy has, in implementing the Nuclear Waste Policy Act signed by President Reagan in January 1983, established a new office exercising responsibility for civilian radioactive waste management, for the development of interim storage facilities and repositories for the storage and disposal of high-level radioactive waste and spent fuel and for establishing a programme for research, development, and demonstration for these and other purposes.

In several countries (for example, the United States, France, the Federal Republic of Germany, Switzerland, Sweden) programmes have been adopted for implementing the geological disposal option for high-level wastes or spent fuel including the selection of suitable sites for this purpose.

A number of countries have undertaken or will soon begin design work for, and investigation in, underground pilot-research laboratories for the development of repositories for high-level waste. Demonstration of a full-sized operating repository is expected before the end of this century in the United States, and possibly also in some other countries. Sites for repositories, to be operational after the year 2000, will be selected by a number of other countries.

The establishment of facilities for the storage and disposal of low and medium-level wastes, in shallow ground or rock cavities, is a well-established practice in a number of countries, for example, France, the United Kingdom and the United States. Some countries (Belgium, Netherlands, Switzerland and the United Kingdom) have engaged in the practice of sea dumping of low-level wastes under the terms of the London Dumping Convention.

At international level

International co-operation is a fundamental element in gaining public confidence and acceptance.

Given its membership, the OECD Nuclear Energy Agency (NEA) constitutes an appropriate forum for the discussion of radioactive waste management issues among countries with the largest nuclear programmes, the most advanced scientific expertise and technology, and the ones where concern for the protection of the environment was first raised. Having, therefore, the possibility to work at the forefront of scientific and technical knowledge, NEA has three main objectives in its radioactive waste management programme:

- to promote studies and improve the data base available to support national programmes;

- to contribute to the effectiveness of research and development through co-ordination among national activities, and promotion of international projects;
- to promote the general level of understanding of waste management issues and strategies, particularly in waste disposal.

In short, NEA is a privileged forum for the discussion of practices and policies in the waste management field. Information and technical results from research programmes are disseminated both to experts and in a way which is more easily acceptable to the international community in general and to decision-makers. The intention is to make available objective and reliable information which can be used widely for the continued discussion of waste management issues among national authorities and interested circles, including the public.

In addition to general motivations for international co-operation such as the sharing of experience, obtaining economy of scale or the pooling of resources, there may be substantial influences on harmonization of national approaches or explaining their differences and getting socio-political and public acceptance. The development of internationally agreed long-term safety objectives, including methodologies and basic input data to demonstrate compliance with long-term safety requirements, should be a fundamental goal in order to show that safe disposal of all kinds of radioactive wastes is possible and that related designs and projects can be assessed and accepted for implementation. Given a broad international consensus on principles, and also on the safety assessment methods and input data, popular confidence that proper safety measures are taken can be built up.

NEA's programme is designed to assist Member countries to raise the level of confidence in two main areas, where long-term objectives and safety assessments are essential considerations. These areas cover:

- the dumping into the ocean of low-level wastes, essentially from reactor operations and isotope uses, which represent large volumes of wastes and are therefore a relatively urgent problem;
- the disposal of high-level wastes into deep geological formations, either on land or under the seabed.

DUMPING OF LOW-LEVEL RADIOACTIVE WASTES INTO THE DEEP OCEAN

This form of disposal has been practised over the last 35 years and NEA itself has contributed towards the adoption of agreed operational procedures at the international level in this field. This method of disposal is now regulated by the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter (the so-called "London Convention", adopted in 1972 and in force since 1975). To further the objectives of this Convention, the OECD Council adopted in 1977 a Multilateral Consultation and Surveillance Mechanism for Sea Dumping of Radioactive Waste, under which participating countries undertaking sea disposal operations agree to submit their operations to international review and surveillance.

Over the years the operation of the NEA Mechanism for sea dumping has proved to be extremely satisfactory. The operations, which were placed under the surveillance of an expert from a non-dumping country, specially designated by the Director General of the Agency, have been carried out without any incident which could have jeopardized radiological safety. It is perhaps worthwhile to note that this is the only form of dumping of hazardous substances which is carried out under such strict international supervision.

NEA sponsors a number of activities related to the assessment and the suitability of the ocean site used, the design and construction of appropriate waste containers, and the operational procedures. NEA has recently set up a Co-ordinated Research and Environmental Surveillance programme for the North Atlantic disposal site currently used by some European countries. This programme is designed to collect additional data to improve specific knowledge about the area concerned, thereby allowing a more precise assessment of the safety of this practice.

On the basis of the information collected, periodic reviews are carried out with the participation of experts from practically all OECD Member countries. So far we have been in a position, through such reviews, to confirm the safety of the sea disposal operations. NEA is also contributing to evaluations which are being made in a wider context within the International Maritime Organisation and the International Atomic Energy Agency.

DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE INTO GEOLOGICAL FORMATIONS

The most favoured concept for the long term isolation of high-level and other long-lived radioactive waste relies on the capability of geological formations to provide the extended containment required. Suitable characteristics have been identified in various media such as salt, granite, basalt, volcanic tuffs or clays, on land, or below the seabed. The NEA programme is designed to identify the main technical issues associated with deep underground disposal and to provide a framework to help Member countries improve the data available. This is done through specific studies or research and development projects and co-ordination of national activities.

The NEA provides a framework for several international co-operative projects. The Stripa Project, located in Sweden, investigates hard crystalline rock as a potential host medium for a nuclear waste repository. The International Sorption Information Retrieval System (ISIRS) is a data bank on radionuclide sorption information in geological media.

Under the sponsorship of NEA, the Working Group on Seabed Disposal of Radioactive Waste exchanges information and co-ordinates research and development activities on the technical feasibility of using suitable sites under the seabed for the disposal of long-lived radioactive wastes.

It should be stressed that at this stage the objective of the Seabed Working Group is to assess the potential for isolation of high-level and other long-lived wastes in the sediment layers below the surface of the ocean bed. The NEA programme therefore only covers research activities. There are no plans for the time being to proceed with the actual disposal of waste into the ocean bed.

INSTITUTIONAL ASPECTS OF LONG TERM RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL

Since some types of waste produced from the nuclear fuel cycle remain radioactive over long periods, special considerations have to be taken into account when planning for their long-term management and developing appropriate regulations. Therefore, in addition to purely technical questions, financing schemes, operational responsibilities, third party

liabilities and administrative surveillance methods must all be taken appropriately into account in the development of waste management policies. The legal, administrative and financial aspects of the long-term management of radioactive waste are the subject of a comprehensive study undertaken by NEA with the assistance of a group of technical and legal experts. The study is now nearing completion.

In this area the general situation is improving, as evidenced by the establishment in the last few years of national agencies or by the adoption of legislation for the management of radioactive waste, as already mentioned. Although discussions are in many cases at a preliminary stage, particularly as concerns the financial schemes to be adopted, one conclusion we can draw is that there do not seem to be any major problems from the legal, administrative and financial viewpoints. In practice, the measures adopted are designed to match the technical achievements in the sense that waste management systems should not rely on surveillance and institutional control for periods which exceed at the most a few centuries. Beyond that time reliance will be upon entirely passive systems which do not require any form of control.

WAYS OF IMPROVING PUBLIC ACCEPTANCE

Radioactive waste management, as we have seen, is a major public acceptance issue. The value of the achievements and capabilities of the technology are well understood by the experts but not by the general public. Radioactive waste management is, in fact, a subject peculiarly surrounded by public ignorance and, to some extent, mythical fears. Application of some well established principles could help to gain social acceptance of a technology which has basically reached the stage of safe implementation. There are three main ways, I believe, in which governments can help to promote better public understanding:

- (1) by carrying out effectively their traditional tasks of deciding priorities, funding research, encouraging information exchange with other countries, and regulating nuclear waste activities - that is to say, by performing the task of government well:

By and large, countries with nuclear power programmes have already spent and continue to spend considerable resources in this direction, which put together would represent research work worth several billions of dollars in the OECD area.

- (2) by providing basic information about the need for and feasibility of waste management, and providing appropriate opportunities for changes in policies: this is the government explaining its position.
- (3) by judgement and decision, that is by showing leadership, particularly when no clear course is apparent.

If governments were to follow more closely the priorities they have set themselves in these areas, they would find that they had gone a long way towards answering many of the doubts and uncertainties surrounding the waste disposal issue today.

While many activities to improve public acceptance have been, and are being, carried out by government, public bodies or industry, it is not easy to identify in a number of countries consistent, long-term, policies. In fact, there is no unique remedy for public acceptance problems and the ways national authorities respond to the situation reflect individual political and institutional arrangements. They also serve to illustrate the diversity of approaches dictated by national traditions and public attitudes.

However, I return to my opening remarks where I said that the two keys to better public acceptance were understanding and confidence. Some governments have in the past been able, through a variety of techniques, to explain their decisions convincingly, and thereby facilitate the requisite understanding and confidence. The existing expert consensus on the feasibility and safety of nuclear waste management is, of course, the key to such success in that area, and increased international cooperation, as I have indicated, can only serve to accelerate the process. Silence in the face of a decisive issue means that only one side of the argument will be heard. That there is an appropriate role for governments here is clear. That successful results can be obtained, notwithstanding the difficulties, is also clear.

技術開発とパブリックアクセプタンス

京 都 大 学

教授 柴田俊一

私は京大炉つまり原子炉の設計から建設，そして運転までいろいろ経験し実験してきた。しかも研究炉と臨界実験装置の二つの経験がある。教授としてこのような経験を持つのは、日本では私以外にはいないだろう。そこで、単にパブリックアクセプタンスについてだけではなく、研究体制，言いかえれば研究の姿勢なども多分にパブリックアクセプタンスと関係があるので、そのことも含めて話したいと思う。

まず京大原子炉を例に挙げて説明したい。京大炉を建設することが決定してから、実際に敷地を得るまでに5年を要した。毎年一つずつ候補地を動いていき、やっと5年目で敷地を得ることができた。その間、私どもは、地元の人たちと毎晩のように話し合いをしたが、兵隊で言えば、第一線の中隊長のような役割をここ何十年か努めてきていることになる。

当時のことを思い出すと、30年前の反対派，あるいは批判派の人たちの言い分は現在とほとんど変わっていない。具体的に言えば、前の講演者の話にもあったが放射線はたとえわずかであっても絶対に安全とは言えないのである。日本の風土，つまり日本人の気質から考えると、ある意味では“デジタル人間”という表現ができるだろう。安全とは言えなければ、一遍に反転して、では危険であるということになる。適正な道はその中間にあるわけだが、安全と言えなければ危険であるという結論に直結してしまう。この点については、十分注意する必要があると思う。

そして、もう一つの理論的な説明では、自然放射能がよく使われている。自然放射能はたとえば京大炉のサイトで、もうすでに、約100ミリレントゲン／年相当である。山手の方では、少し増加し130ミリレントゲン／年、海岸寄りでは、80ミリレントゲン／年となっている。そこで京大炉を運転することで、その周辺の住民がもし被曝するとすれば、幾ら大きく見積もっても、せいぜい3ミリレントゲン／年ぐらいにしかならないわけだ。しかし、その説明では周辺の住民は納得しない。つまり、自然放射能というのはやむを得ず被曝するのだから、もうそれ以上は被曝したくないという議論になるわけだ。だから、この自然放射能の理論も余り実際問題としては通用しない。通用しないというのは、実はほ

かの何かとの引き替えという議論でないと、この話は通らないわけだ。

さらに、もう一つの一番重要な点は、もし仮に非常に安全で、絶対に近いほど安全であるといっても、これは心理的な問題であるが、たとえば食卓の上に、瓶の中に完全に密閉した蛇などを置かれると気持ちが悪い。このようなことをされたのでは、とても御飯を食べられない、気持ちが悪い、という話がある。これは、実は私どもが敷地交渉の際に地元の人達から出た意見であるが、いまでも同じような議論がある。

これは非常に一般的な一般大衆の心理状態と言えるかもしれないが、そのところをよく理解することがまず第一前提であり、また要諦である。

原子炉建設のための敷地は、5年間転々としたのち、結局は現在の土地に地元からの誘致があり、ようやく建設することができた。昭和36年12月から建設を開始して、昭和39年、1964年6月25日に臨界に漕ぎ着けることができた。

これも参考になるかと思うので、そのときのエピソードを一つ以下に述べる。ちょうど建設にかかるころに地元の人が、事務官に「この土地はタマネギの産地であったのが、もしも放射能が出て、あるいは放射能が出なくても原子炉ができたために、もしタマネギの値段が下がったらどうしてくれる」と言ってきた。まだ若い教授だったが、一応、建設の責任者であった。そんなことをいまごろ言われても困ると思ったが、放射能が出るわけではないので、値段が下がることはない。しかし、万一そういうことになったら全部賠償する、と答えるように事務官に言ったわけだ。事務官がこのように話をすると、それで地元の人には納得し、安心して帰って行った。つまりこのようなところに、理屈でない一つの心理的な要因があるわけだ。

後ほど話すが、原子力船「むつ」の問題で、たとえばホタテ貝の値段が下がると、何億円もかかるのでとても補償できないと住民に対して言えば、とたんにひょっとしたら下がるのではないかと、放射能を出すのではないかと誤解される。その辺の呼吸が非常に大切だと感じた。もうすでももめた後だったので、このような話を関係の方々に紹介するだけの機会がなかったが、この辺で改めて述べたい。

さらに、原子力炉は、初めは1,000kwで完成したが、約3年運転して、すぐに5,000kwに上げることになった。それについて地元へ話に行ったところ、地元の人が、普通、たとえば発電用原子炉でも、出力を上げるのはわずかに10%か20%である、どうして5倍にも一挙に上げるのかと言われた。周知のごとく研究用原子炉は、10%や20%出力を上げてても

大した仕事はできない。1年間かかって行う実験をたとえば2カ月でやるというのは時間の短縮だけであるが、もっと重要なのは、5年かかるような実験は現実にはできないわけだ。しかし、それを5分の1、1年に縮めれば研究者としてはできる。だから、研究の質が変わるわけだという説明をした。やはり地元の人たちをたくさん集め、毎晩のように説明会を行ない、何百人という聴衆はそれで理解をしてくれた。

以上述べたように、建設、あるいは管理に携わってきた。実は京大原子炉実験所のスタッフは、少々アメリカその他の国へ留学した経験はあるが、実際に海外でメンテナンスその他、建設の責任者のグループに入ったわけではないので、いわば素人の集団が一生懸命やってきたということになる。これまでの経過でいろいろな経験をしてきたが、実はいまだにいろいろわからないことがある。

抽象的な話ばかりでは、少し理解しにくいと思うので、ここでスライドを見せたい。

スライド1は、ヘリコプターから撮影した京大原子炉敷地の全景です。スライドのように、建設当時は京大原子炉の敷地の周りにほとんど人家がなかった。ところが最近、スライドのようにたくさん家が建ってきた。このようにたくさん家を建てて住んでいるということは、原子炉を信頼し、安心しているのかと思うと、実はそうではないわけだ。先ほどシェーパー氏の話にもあったが、いまは原子炉があっても大体大丈夫だが、いずれ原子炉がなくなるだろうからということで住んでいる。だから、将来の原子炉の存続については容易ではないわけだ。画面中央上部のまるい建物が研究炉建屋で、画面中央下部の建物が先ほど話した臨界実験装置である。

スライド2では、左の建物が研究炉建屋、右の角ばった建物が臨界実験装置の建屋である。

スライド3は、ごくありふれた炉心のチェレンコフの光だが、京大原子炉は、上のトップ・シールドを開くと、スライド3のように直接、水を通してチェレンコフの光を見ることができ。原子炉の上まで住民を連れて、直接この光を見せると、ああ、これが原子炉かと実感してもらえる。現在5,000kWで運転していると言え、わざわざ線量がどれくらいであるなどと説明しなくても、住民の方がわかったような気になってくれるという効果がある。

もう一つ言えることは、学生の中にも反対派がたくさんいるわけだ。京大原子炉の臨界実験装置では、夏、2週間にわたり、全国の原子力関係の大学院の学生を50人近く連れて

きて、臨界実験装置を使って臨界実験、つまり学生実験として、スライド4のような実験を行っている。これは各大学の先生が数人ずつ学生を連れ、京大原子炉スタッフのインストラクターがいろいろとコーチして実験を行うわけだ。スライド4は炉心の燃料と反射体をいろいろ組み合わせているところである。濃縮ウランと減速材——恐らくポリエチレンだと思うが、そういうものを組み合わせている。

このような実験を学生に直接やらせると非常に理解が進むわけだ。この学生実験を経験した後は、かなり学生の考えが変わると大学の先生から聞いた。

スライド5は、その燃料要素を鞘に入れ、燃料を装荷しているところだが、このスライドでわかるように手で行う。もちろん、せいぜい100ミリワットあるいは、1ワット以下の出力で運転するので、燃料は直接、手で装荷できるわけだ。

そして、もう一つの経験として、所内で発生する放射性廃棄物の処置がある。廃棄物は、スライド6のようにいろいろなタンクに集まってくる。傾いた屋根の建物は廃棄物処理工場である。

廃棄物処理工場の中は、スライド7のような設備があり、3種類の処理方法を行っている。その3種類の処理方法とは、イオン交換による方法、ケミカル・コアグレーションの方法、蒸発濃縮の方法の三つになっている。これを廃液の種類により、試験の後、適当な方法を使う。現在では20年間この設備と3種類の方法で行っているので、それぞれの特徴や、要領はかなりよくわかってきた。それに新しい処理の手法もだんだん研究されてきている。

スライド8は、実際の原子炉設計である。30年も前にアメリカのある大学の原子炉へ行き、1年間いた。アメリカのオペレーター・ライセンスの試験を受けて合格し、そのライセンスをもらった。そのときに一緒にいた仲間が練習しているのをみると、よくボタンを押し間違えていた。なぜ間違えるかと言うと、ずらっと同じボタンが等間隔で並んでいるからだ。これは間違うもとである。

スライド8のように、これがスクラムボタン、これが確認のボタン、アナウンシエーターが鳴ると、これで確認。その次はリセット、正常に復したときのリセットボタン。これが非常警報。これは非常に重要なボタンだが、オペレーターのすぐそばで、1人でやれるようになっている。ただし、これは押し間違えると大変なので、ちょっと間隔を離している。しかも色も形も変えてある。

この設計を25年前に作ったときには、パネルのデザイナーと5回にわたり大喧嘩をして、5回目にやっとこの形にしてもらえた。これをデザインした直後ぐらいが、ちょうど日本で発電用原子炉が始まったころである。その発電用原子炉を見に行くと、やはり同じようなレバーがずうっと並んでいた。これはちょっと間違えるのではないか、という話をしていたが、いろいろと電力会社としては事情があるようだ。たとえば火力発電所へ戻ると旧式なので、原子力だけがあまり新式になると、かえってあと困るのだなどと、いろいろなことを言っていた。大学の先生の言うことはどうせ空論だと思って聞いてもらえなかったが、スリーマイル島での問題が起こると、一遍にパネル、パネルといまさらのように言い出しているのは少しおかしい感じがするが、まあ改善されれば結構だと思う。

いろいろ工夫したが、実はあれでもなおかつ、数多く誤操作をやった。そこで、次の臨界実験装置の設計では、スライド9のようにもっと一段とわかりやすくしてある。このことはスライドからはわからないが、すべての操作は全部フルプルーフになっていて、順序を間違ったり、あるいは違うボタンを押しても一切働かないようなロジック回路を中に組み込んである。つまり臨界集合体なので、炉心の組み換えの操作だけは、人が行うことから、間違える可能性があるが、それを除けば、そのほかの操作は絶対に間違いが起こらないように設計して作ったわけだ。

ところが、問題が起こってきた。この場合は、そのようなロジック回路がかなり頻繁に故障する。余り複雑にし過ぎたため、故障の頻度が増え、メンテナンスに相当手間がかかるわけだ。このことから、30年近く前の設計とこのようなエレクトロニクスの最先端を生かしたシステムの中で、一番適正な設計というのは、その中間にあるのではないかと考えている。このようなことも絶えず周辺の人たちに見せて説明しているが、いま述べたようなことは率直に話している。故障が起こると言う、心配されると思うかもしれないが、意外にこのことは理解されるようだ。

何よりもよく周辺の方が心配することは、二次冷却水の中に放射能が混じってこないかということになる。京大原子炉では、二次冷却水の圧力の方を一次冷却水より高くしてある。これは動力炉と違って、一次冷却水は自由水面で、加圧してないので、このようなことができるわけだが、二次冷却水の方の圧力が高いので、熱交換器で漏れが起こっても二次の方から一次の方へ入るように作ってあるわけだ。絶対に大丈夫ですかと周辺の方の方が言うが、先ほども話があったように、人間が作るものなので、絶対に大丈夫と

いうことはあり得ない。しかし、どれほど信頼性があるかと聞かれるわけだ。スライド10の中で泳いでいるのは、スタッフとその家族である。このように泳いでいるところを見せると、そのぐらい信頼できるのかということになる。何マイクロキュリー漏れるか、確率的にどのぐらい漏れるかなどという話は、一切、要らない。

これともう一つ一番信頼される原因になったのは次のことだ。京大原子炉の官舎がプールのすぐそばにあり、スライド10の左の上の方に気象観測塔が見えるが、そのすぐ左のところに官舎がずっと並んでいて、その官舎に赤ちゃんのオムツがいっぱい干してある。自分の家族を連れ、赤ん坊と一緒にここに住んでいる。これと、二次冷却水のプールで泳ぐ、この二つでほとんどほかに何も説明が要らないということになったのだ。

おかげで安全性については、一部のグループから0.1ピコキュリー・オーダーの砂などが出て問題にされたこともあったが、これはほかのアイソトープがすでに10ピコキュリー／グラム以上あることから、それ以上はちょっと普通の技術では改善できないが、それ以外のところでは周りの人たちからは非常に信頼されているようだ。

だからと言って、自分だけ満足していればそれでいいわけではない。大学の任務としてはいろいろなところに頼まれて、いろいろな意見を言う機会がある。「むつ」にもかなりかかわってきた。最初、「むつ」で放射線漏れが起こったが、そのときの報告書は、実はいろいろな役所側の反対を押し切り、委員会側で、起草委員長として起草して全面的に書いたわけだが、そこでいろいろな問題を取り上げてみた。詳しいことはその報告書をみればわかると思う。そこでの教訓としては、一般論に直して述べると、技術的にはどんな簡単なものでも、設計、製作から、1回作ってそれが完全に動くということは、絶対にあり得ないということだ。必ず何か具合の悪いところが起こる。それは何か機械を設計し、製作したことのある人は大体経験しているはずだ。

これは、原子炉や、原子力プラント、そのほかどんなものでも例外ではないだろう。一部には原子炉だから、あるいは原子力だから必死になって努力するため、そのような間違いは起こり得ないと誤解している人が世の中にはたくさんいるわけだ。経験からいうと、理学部のかなり有力な実験物理学の教授でもこのような理解だと、考えた方がいいと思う。

ある非常に有名な実験物理の先生に、京大原子炉の核計装の故障や整備のことを話すと、原子炉でもそのようにいろいろな故障が起こるのかという質問があった。研究者というのは、自分の実験のための回路を一生懸命組むわけだが、それでもなおかつ、日によって機

械の調子が違い、きれいにデータの取れる日と、ノイズが多く、なかなかうまくデータが取れない日といろいろあるわけだ。自ら実験するとき、そのような経験がたびたびあったので、反論して、先生は一遍作ったらちゃんと動きますかと聞くと、いや、そんなことはない、しかし、原子炉だからということをいわれた。しかし、原子炉でも、やはり人間が作るのだから、そのような故障とかトラブルは避けられないだろう。だからこそ、いろいろなシステムを考え、それを全体としてカバーするのだということを使った。その辺のところは先ほども少し触れたが、一般の人たちには十分にいていねいに説明する必要があるのではないかと思う。

いま述べているのは、「むつ」では、残念ながら、どうもその辺がうまくいっていなかったということの反省である。そして、設計などを引き継ぐ場合、これが「むつ」の非常に重要なポイントであったわけだが、人がたびたび変わっていることだ。設計というのは、計算に正確に乗って絶対に自身のある部分と少し複雑な構造であったり、基礎データが不十分であったりして、やや不正確に決めざるを得ないところとがある。ところが、このことを書類にすると、少なくとも図面上ではそのようなことは一切かけない。だから、引き継ぐときには全部平等、つまり同等の正確さ、信頼度があるものとして引き継ぐわけだ。

ある部分は、少し頼りないが、現在の段階ではこのぐらいにしておこうかということで、図面を引き継ぐ。引き継いだ方は全く同じだと思い、その辺は確かだと思ってそのまま引き継ぐ。それでそのまま仕事を続けるということになる。

しかし、実際は、「むつ」の場合どうだったかと言うと、たとえば何段階か食いとめる時期があったわけだ。まずアメリカのエンジニアが漏れる恐れありという指摘をした。これは一つ無視した形になり、この部分は取り入れられなかった。

2回目は、細い隙間からの放射線の漏れの実験を行い、これもやはり漏れそうだということが明らかになった。ところが、だれが責任者であったかわからないが、そのようなことを報告しなかったはずはないのに、不思議にそれが取り入れられなかったのだった。

最後には、実際に運転してみて、低出力でモニターにすでに明らかなシグナルが出ていた。だから、それをある程度の出力まで何倍かすれば、必ず警報レベルに達する。そのようなことがわかっていたのに強行した。しかし、それもやむを得ない。出力を出すところまで出し、そのリニアリティを見るというのも、一つの実験だから、それは構わないと

思う。もし警報が出たら、やはり出たかということで、シールドを補修すればいいわけだ。

普通、最初に原子炉を作る場合、シールドを非常に厚くして漏らさないことは、いまごろの計算技術であれば簡単にできるが、これは必ずしも得策ではない。スペースがたくさん必要で、費用もかかり、よけいなところにたくさんそのように厚いシールドがついて保守などに問題が生じる。やはりデザインとしては、できるだけオプティマム、若干の安全率を見ても、なるべくは薄い方がいいというわけだ。

これで大丈夫と、少し余裕を見ているが、設計の都合で後からだれかが配線や、配管のためのパイプをシールドの中に通すことがある。研究用原子炉の場合では、実験設備、照射のためのパイプがその中を通る。そのためにシールドが少し薄くなって部分的にリークが起こる。しかし、これは当然のことであり、リークが起こればそこを補強すればすむはずだ。

それは新しい原子炉を作るときの原則というか、常識だと思っているが、そのことが大騒ぎになっている。つまり、この辺のところは、日本の原子力の技術の底の浅さというか、問題点、もろいところではないかと思っている。以上に述べたような四つの関所を全部突破されてしまったことが一つの悲劇であった。しかし、この辺のところは、もう一度改めて、ちゃんと考え直して、しっかりした体制で取り組む必要があるのではないかと考えている。

安全問題とは、要は人の信頼性が最大のポイントであり、話をするときには必ず責任者が誠意を持って話をしないとイケない。そのときに、ここまではわかっているが、これ以上はわかりませんということをはっきり言う。わからないのに人からの話で、受け売りでまねをして話をすると失敗するはずだ。そのような教訓は、日本の落語で、熊さん、八っつあんが大家さんのまねをして、変な話をするというのはあちこちにあるので、それは釈迦に説法かと思う。その辺のところは自分の言葉でちゃんと話をすると、これが必要となってくる。

それで、これから進めていく上でどのようにしたらよいかということだ。ここでは原則的なことだけを少し列挙して、参考になればよいと思う。

まず第1は、やはり一般住民の方は、原子力というのは戦争につながる、とかなり懸念している。だから、原子力をやる場合には両刃の剣の性格があるということを十分認識して、そのような素朴な心配を取り除くように努める必要があるわけだ。私どもは、原子爆

弾の作り方から説明したことがある。原爆とは違うと言うのではなく、原子爆弾の作り方を説明できるような先生だから、これは絶対大丈夫だと、一般住民の方は思うようだ。別に原子爆弾の説明をしたからといって、反対が強まることはない。

2番目は、日本はエネルギーで困っている、資源がない、したがって、原子力の開発を進めなければならない。そうすると、人のためにやってやるというような高い姿勢になる。それは禁物である。やはりその衝に当たる人は、これは宿命だと思わなければならないと思う。場合によれば、ほかのエネルギー源でもあるではないかという意見に対して、しかし、将来困るかもしれないので、ぜひとも原子力開発を進めたいという姿勢が必要である。

3番目は、一般的な意見としては、原子力開発は必要である、推進は絶対必要だということ、住民の方々は大体認識している。しかし、自分の近所に来るのは反対である、困る、どこか他のところでやってくださいということなので、この辺の呼吸、このことについてもよく理解しておく必要がある。このような素朴な心理は非常に重要であり、したがって、どうしてもやらせてくださいという態度が必要になるわけだ。

4番目は、安全ということを強調する余り、単純な失敗——本来、研究とか開発、最初のものを作る場合に必ず付随するちょっとした失敗、そういうものまでも絶対起こさないということをして約束しがちだが、これが間違いのもとである。このような失敗は積み重なると、つまり無意識にそういうものを見過ごして積み重なると、事故になる可能性がある。スリースマイル島がこれを証明したし、何年も前からそのようなことを予告していた。しかし、このような単純な失敗を絶対やらないということは言ってはいけないと思う。

5番目は、先ほども述べたが、やはり自分の言葉でやるということだ。借物の知識というのはだめである。借物の知識というのは、たとえば外国の文献ということにもなるが、それよりは普段、自分たちが運転している原子炉の経験を一つでも二つでも、こういうことが起こる、こんなことが起こる、これはこうしたと言う方がよほど信頼が得られるのだ。何しろ反対派、批判派の人もそのような外国の論文、文献はみんな読んでいるので、同じものを使って議論したのでは勝負はつかないわけだ。やはり自分の体得したもので話をするということが一番必要だろう。最近、幸いにして日本では相当な経験を積んできた。これで安全をだんだん確立しつつあるという言い方をしないで、これだけいろいろなことを経験したと言う方が、経験からいくと、よほど信頼を得る道だと考えている。

6番目としては、その場しのぎの約束をしないことである。自分がその衝に当たったの、やむを得ず約束してしまうというのが往々にしてる。最近、組織が大きくなってきて、その傾向がときどき出てきて、少し困っている。

7番目は、外に向かって嘘をつくなということは勿論であるが、中に向かって嘘をつくことがもっと重要だ。つまり、だれかを使いに出して交渉させたり、話をさせると、やはり自分の失敗はなるべく報告せずに、妙な情報を報告してくるということがある。だから実際の司令官は判断を間違えうわけだ。

実は、これを「むつ」のときに痛感した。「むつ」の放射線漏れ調査委員会するとき、反対派の一番偉い人の家を直接訪ねていき、2時間近くにわたっていろいろ話を伺った。正確かどうかは別として、その人は一生懸命、非常に筋道立ってきちんと話をした。問題は、そのメモを持って帰ってきて、関係の諸方面、各省庁、事業団などに見せると、これはところどころおかしいところがあるということだった。それでは一方的に聞いてきただけなので、具合の悪いところは反論してほしいという、反対派の人は1時間半か2時間足らずの間にそれだけの説明をしたが、実際、推進する側の方は、1週間ぐらいかかるというわけだ。つまり、だれが全部を把握しているかわからないので、その辺から調べて返事をするということだった。

その辺に非常に問題があると思う。つまり、いろいろな交渉をする上で、全体としてしっかりまとめているところがない。その辺のところは、小さな組織だと大丈夫かもしれないが、組織が大きくなり過ぎるとこのような問題がある。また、組織が小さくないとこなせないこともあるかと思うが、これは、今後、十分いろいろな面で注意していく必要があると思っている。

それから8番目としては、やはり地元の方としては交渉なので、いろいろな無体な要求や言い分をしてくる。そのような筋の通らない発言や、要求に対しては、はっきり拒否して反論することだ。それは先ほどの高い姿勢とは違う。何も犯罪を犯して賠償するというものではない。ただ、どっかでやらなければいけない。先ほど冒頭で述べた食卓の上の蛇のような気持ちの悪い思いをするので、そのかわりとしていろいろ相談をしているのである。蛇を入れた瓶は絶対割れないようにするということも約束している。つまり、割れないかどうかということは、絶対に割れないという証明はしないが、割れないように努力することについては責任を持つということになる。そのことで、地元の人たちに対しては特

別の配慮が要するという話をしているので、何でもかんでも筋の通らないことを引き受けるわけにはいかない。

それで、漁業組合の組合長や役員の数人と大げんかをして、結局、決め手になったことは、周りを取り巻かれて大声でどなられたときに、瀬戸内海の漁師の町の生まれで、漁師の方々の声の大きいのはよくわかっている、耳は十分聞こえるので普通の声で話をしてほしいと言うと、一遍に気にいられて、それからはその組合長と仲良しになったわけだ。

だから、理屈だけではなく、ある意味では、裸、捨身でかかるというようにやはり誠意がないとだめだ。科学的根拠がないとだめだが、ある段階ではそういう人間的な触れ合い、これは先ほどの述べた人間の信頼性、いわゆる日本的な意味での信頼性、日本流の信頼感を得る一つの方法だと考えている。

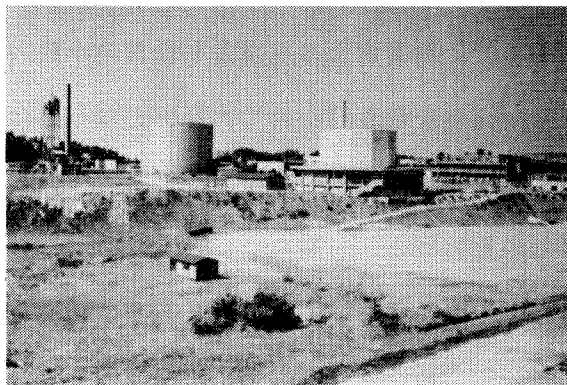
9番目としては、先ほど述べたように内部を統一する、連絡をよくするという話をしたが、たとえば反対派の人が記録をとると言えば、発言の内容の記録をとられたら後で困るなどと考えずに、むしろ記録などは自分の方ではっきりとることだ。その分だけは帰ってきてから十分連絡をして、このようなことを言っていたので、あとをよろしくと言えるような形にすることだ。

以上のようなことが住民の方々と折衝する場合の条件、あるいは要件ではないかと考えている。

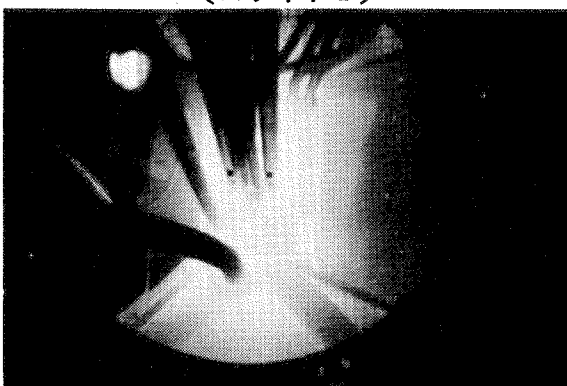
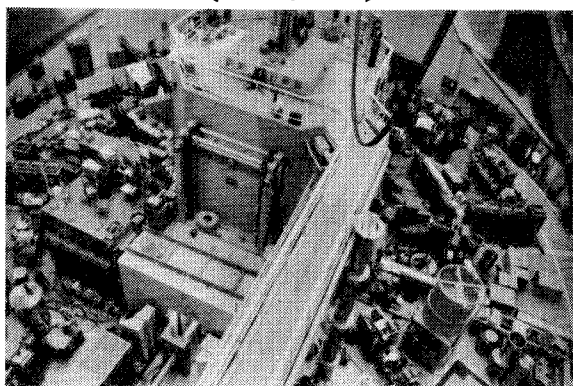
〔柴田俊一氏スライド〕



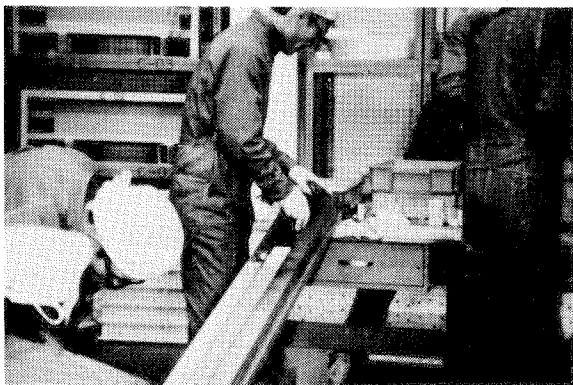
〔スライド 1〕



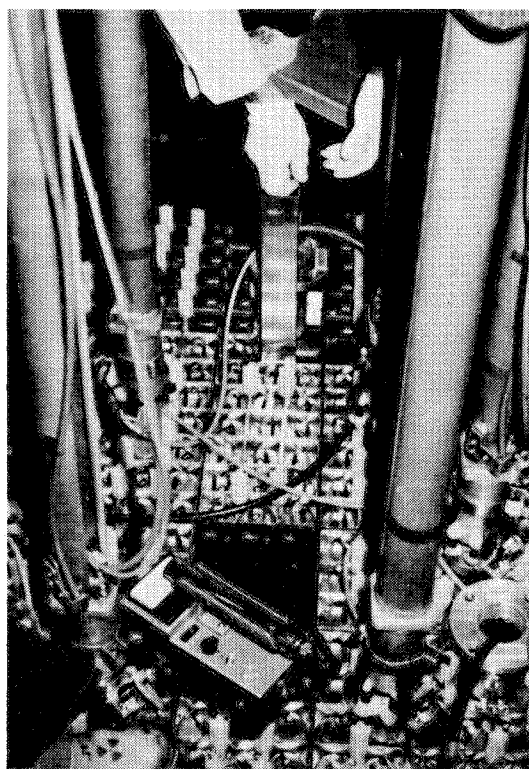
〔スライド 2〕



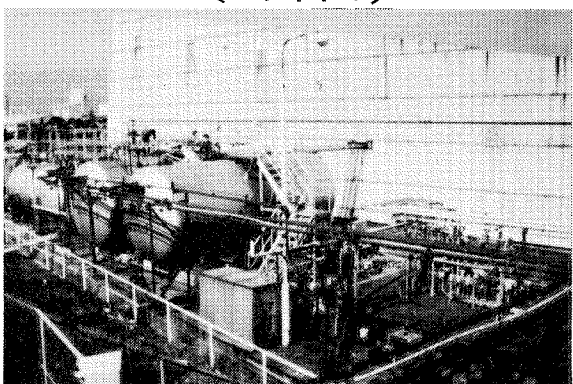
〔スライド 3〕



〔スライド 4〕

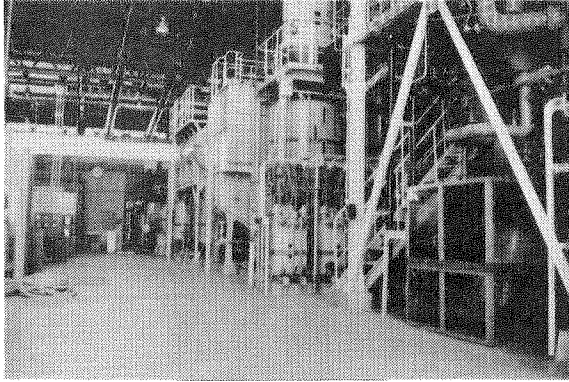


〔スライド 5〕

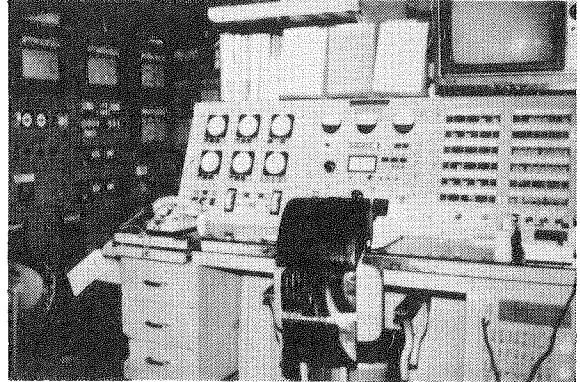


〔スライド 6〕

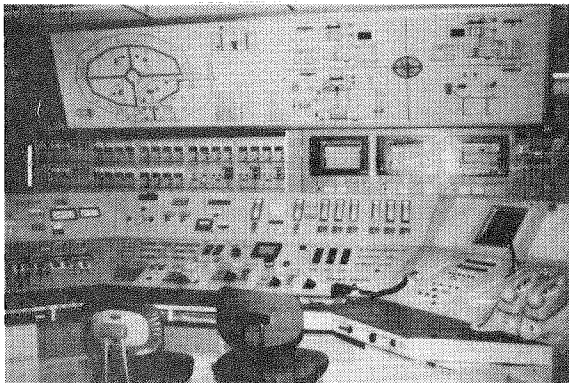
〔柴田俊一氏スライド〕



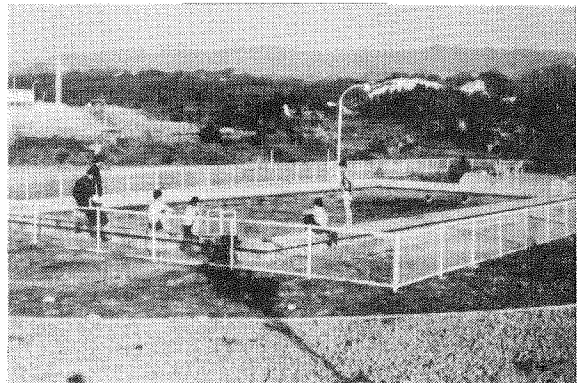
〔スライド7〕



〔スライド8〕



〔スライド9〕



〔スライド10〕