

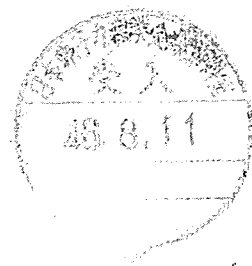
104
214

第 4 回

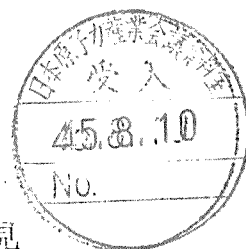
原 産 年 次 大 会 議 事 録

1971年 7 月

日本原子力産業会議



大会成果とりまとめ



関西電力(株)
副社長 加藤博見

只今、御紹介にあづかりました関西電力の加藤でございます。今回の年次大会におきましては、冒頭に御報告を申し上げました通り、私はその準備委員会の委員長といたしまして、本大会を1970年代の開幕にふさわしい内容とすべく企画いたしました次第でございますが、関係各位の暖かい御協力と御支援とにより、まさしく、企画通りの充実した内容の御意見の発表や討論が行なわれる3日間に亘る大会が只今非常な盛会のうちにその幕を閉じることになりましたことは、まことに欣快に存するものでございます。

さきほど事務局から聞きましたところでは、本年の大会への出席者は最終的に714名に達しているということで、従来の大会にも増して多くの方々がこの催しに参加され熱心に御聴講頂いた訳でありまして、これは年を追って、原子力産業に対する関心がいやが上にも高まってきたことの証左であるものと、これまた甚だ心強く感ずる次第でございます。

以下ご指名によりまして、本大会の講演ならびに討論を振り返りながら、私なりの感じをとりまとめて述べさせていただきます。

まず、国の内外を問わず、御発表頂きました御意見の基調の第一は、『1970年代を迎え、大きく発展する経済を支える基盤となるエネルギーは、必然的に大量の原子エネルギーに依存せざるを得ない』ということの再確認でございました。基調の第2は、これを受けて『かかる原子力の大量開発に対処するための広義の諸戦略の策定とでも申すべきもの』で、これは当然多岐にわたるものでありますが、多くの方が力説されたこととして国際的な視野における多角的開発の姿勢、地域社会開発との調和、核燃料産業の着実な確立、一層の自主開発技術の推進、などと言ったものでございました。次に基調の第3は、原子力船、放射線利用等発電以外の分野に関するものでありますが、『その有用性の再認識と、その実用化への一層の努力の要請』とでも申すべきものでございました。

そこで基調の第一として採り上げました原子力開発の必要性については、従来つとに言及されてきておるところであり、別段目新しいことではありませんが、停まることを知らない経済の高度成長を反映して、エネルギーの増加も又異常なほどの高率で推移しており、従来の予想にも増して大きな期待が原子力へ寄せられておりますことから、とくにこの時点においてその開発の意義の再認識がなされたものだと受けとられるのであります。

わが国におきましては、従来運転中の商用原子力発電所が、東海発電所わずか一基という実績

の乏しさもあつて、原子力発電と申しても夢物語としての感なきにしもあらずでありましたが、御講演の中にもありました通り今年、世界でも類例のないほど順調な竣工を遂げました原電・敦賀発電所の運転を見ましたほか、東電・福島発電所、関電・美浜発電所の各1号機がともに運転を開始する運びとなつておりまして、これらは1970年代の幕開けにふさわしい大きな飛躍と申せましょう。

国内の原子力発電の見通しに関する御講演のうちでは、昭和53年度までの原子力の着工規模は全国で約3,400万キロワットに達するとのお話でございましたが、昭和50年度以降分にはこの原子力の着工量が従来火力のものを凌駕するそうでございまして、名実共に原子エネルギー時代となる訳でございます。

一方米国のシーボーク原子力委員長を始め欧米の講師の方々からは、原子力開発の世界的な展望あるいはそれぞれの国における意欲的な原子力開発についての見通しを直にお聞きすることができましたが、海外諸国でも原子力開発の意欲が引つづき極めて強いものであることを再確認し、当然の事ながら非常に意を強くした次第であります。

次に本大会での基調の第2としての『大量開発に対処する諸戦略の策定』とでも申すべきものについては、まず、その基本となるべき国の政策に関して第1日目に西田原子力委員長のご講演をお聞きし、引きつづき『1970年代の日本と、原子力開発』をテーマとするシンポジウムでは、その基本思想に関する討論をお聞きしましたが、本日は一層具体的な問題について『原子力開発と地域社会』ならびに『核燃料産業確立への諸問題』をテーマとする両パネル討論会を通して種々の角度からご意見の発表を頂いたのであります。

基幹産業であり、かつ未来に果てしない拡がりを持つて巨大化する産業としての原子力産業は、同時に技術の最先端を行く産業でもあり、一方そのうちの燃料に見られるように資源や加工工程の一部である濃縮などについて国際的に深い繋がりを持ち、さらにまた、核不拡散条約の議論にも見られるような国際政治とも微妙に絡んだ極めて多面的かつ複雑な性格を持つ産業であります。第1日目のシンポジウムではこの成長産業をそれぞれの御専門の立場から詳細に分析をして頂き、日本の原子力開発のあるべき方向をさぐつて頂きました。ここでは平和利用に徹するわが国としての理念の確立、また国際化時代の中での円満な開発の推進と、これと調和のとれた自主技術の育成、国際競争力の強化、また多角的な進展と国情に即した産業立地への総合的配慮、さらに核燃料資源の安定確保に始まる核燃料サイクル上の諸工程の確立などが指摘されました。これらの項目については従来も折に触れ述べられてきたものが多々ございますが、1970年代という新時代を意識し、その上での原子力の位置を再確認しつつ整理された形での方向づけが与えられたものとして大変有意義であつたと存じます。

申すまでもなく、70年代に期待されます大きな発展は挙国一致の体制下で始めて実現可能なものでありまして、西田原子力委員長のお話にもありました通り、官民協同の実が一層もり上りますことが願われるものであります。

産業立地への総合的配慮は、本日のパネル討論で論じられました地域社会の開発と関連するものであります。最近、原子力の実用化が地域社会との共存共栄の思想に立脚して論ぜられるようになりましたのは、誠に喜ばしいことと申せましょう。

パネル討論ではこの共存共栄を単なる掛け声に終らせず、国の一層強力な総合施策のもとに、真の実績が上がるようにとの御意見が出ましたが、その推進方が切望されるものであります。なおこの討論会ではあわせて国家的視野に立つた国土総合開発の構想も承りましたが、いずれにしても今後の大量開発への方向づけの点で真剣に考慮すべきものと考えます。

核燃料産業の諸問題につきましては、従来からも論ぜられて来ておるところであります。本日は、資源、濃縮、成型加工、再処理および国の政策と言った点に問題を絞って有益なご意見の発表を頂きました。

ウラン資源の確保はすでに対策が講ぜられつつありますが、最近では鉱業界も含め一層積極的な姿勢が打ち出されており、心強い限りであります。濃縮の問題については将来の国産化を目指して一層の研究・開発推進の必要性が強調されましたが当然のことと申せましょう。成型加工については、すでに国内メーカーが先鞭をつけておられる処でありまして、1970年代はこれを発展させ輸出産業としての地位の確立にまで高める必要のあることが強調されましたが、その成功が切望されるものであります。再処理については動・燃事業団の1号プラント完成への期待が論ぜられましたが、後続プラントへの影響からもその成功が大いに期待されるところであります。

かかる核燃料産業育成に関する政策については積極的な助成策が展開されつつあり、これについての意見交換もございました。産業界としてはかかる巨大産業の育成とその国際競争力増強のためには一層強力な国の援助を要望しており、さらに十分な配慮の行なわれることが切望されるものでございます。

この核燃料産業については、フランスの講師の方から欧州の実情をお聞きし大変参考になりました。

なおこれも講演の形でお聞きしました新型動力炉の開発は、これまた1970年代以降における原子力実用化上の最重要戦略のひとつであります。自主開発の実が着々と上りつつあることは、まことに喜ばしい次第であります。

次に本大会基調の第3であります。非発電部門における『原子力利用の有用性の再認識と実用化への一層の努力』につきましては、まず原子力船舶に関して、国産最初の原子力船「むつ」の建

造状況について御報告があり、いよいよ再来年にはこの第一船が完成するわけで、この分野でもわが国は先進国の仲間入りをする。こととなり、頼もしい限りであります。さらに将来の原子力商船実用化の展望についても積極的なご意見の発表がございました。

この原子力船については西独の講師の方からも同国の計画について直かにお話をお聞きしましたが、経済的な商船建造までには、まだかなりの研究・開発を必要とすることが痛感されました。

ともあれ、世界一の造船記録を維持する日本にとつて、この分野でも是非早くリーダ・シップを確立して欲しいと願うものであります。

ラジオ・アイソトープの工業利用、放射線化学の研究、開発とその利用は、とかく地味な分野のように思われ勝ちであります。御報告にもありました通り、近年着実な発展が見られ、広汎な分野で、種々の利用の実績を確立し、次々に有用な製品の開発が行なわれつつあることは、非常に心強く感ぜられるものであります。この放射線利用の分野における応用は今後とも果てしなく広がるものと思われませんが、とくに宇宙開発、海洋開発といった今後の開拓すべき分野で、多くの利用価値が見出されるものであるとの話を御伺いしまして、深い感銘を受けましたが、同時にその成果に大きな期待を寄せるものであります。

私は原子力の利用では、この放射線利用の部門とエネルギー利用の部門とが表裏一体となつて進んだとき本当にその開発の真価が発揮されるものであると考えており、この放射線利用の分野での一層の進展が期待されるものであります。

以上、時間の関係で、本年次大会でのすべての御意見を網羅することはできませんでしたが、私なりにかけ足で印象をまとめさせて頂きました。

総じて本年の大会では昨年の大会にも増して、原子力産業の巨大さの認識とその推進のための戦略確立の必要性とが強調されたように思えますが、まことに1970年代の幕開けにふさわしい議論の展開を見た大会であつたと感ずるものでございます。

最後に、本年次大会がこのような成功を収めましたことに対して、はるばる御来日頂きました海外講師の方々、国内では原子力委員長を始めとする各講師、御意見発表の方々また各セッションの議長をお勤め頂いた方々はもとより、熱心に御聴講頂きました参加者の皆様方に深甚な敬意を表するものでございます。

御清聴まことに有難うございました。

第 4 回
原 産 年 次 大 会 議 事 録

期間 昭和46年 3 月 15～17日

場所 日本都市センター

日本原子力産業会議



目 次

プログラム

<開会総会>

開会挨拶	1 1
準備委員長挨拶	1 3
原産報告	1 5
原子力委員長所感	2 1
原産創立15周年記念講演「原子力事始め」	2 4
特別講演「アメリカにおけるウラン濃縮」	3 2

<午さん会における特別講演>

最近の金融経済情勢について	4 5
---------------------	-----

<シンポジウム>

原子力産業長期ビジョンの展開	4 9
----------------------	-----

<パネル討論会>

原子力発電所と環境問題	9 9
-------------------	-----

<講演>

原子力エネルギーの製鉄プロセスへの利用	147
アイソトープ・放射線産業利用の将来	151
海運の将来と原子力船	158
日本における動力炉開発	167
イギリスにおける黒鉛減速炉と重水減速炉の最近の進歩	173
フランスにおける動力炉開発計画	181

<国際シンポジウム>

原子力発電所に関する経験	189
ウラン濃縮問題	287

第4回 原産年次大会準備委員会委員名簿

(50音順, 敬称略)

委員長	土光敏夫	東京芝浦電気(株)社長
委員長代理	白沢富一郎	日本原子力発電(株)社長
委員	加藤正夫	東京大学教授
	河内武雄	中部電力(株)副社長
	清成迪	動力炉・核燃料開発事業団副理事長
	斎藤為城	中国電力(株)副社長
	鈴木憲郎	東北電力(株)副社長
	妹尾三郎	三菱原子力工業(株)相談役
	田島英三	日本原子力学会理事
	田中直治郎	東京電力(株)常務取締役
	藤木俊三	新日本製鉄(株)副社長
	村田浩	日本原子力研究所副理事長
	吉山博吉	(株)日立製作所副社長
オブザーバー	田宮茂文	科学庁原子力局次長
	半沢治雄	通産省官房総合エネルギー政策課長
	左近友三郎	(前)通産省官房総合エネルギー政策課長

第4回 原産年次大会総括プログラム

	午 前	午 後
3 / 15 (月)	<p>開会総会 ((9.30~12.00))</p> <p>9.30 開会挨拶</p> <p>9.35 準備委員長挨拶</p> <p>9.45 原産報告</p> <p>10.15 原子力委員長所感</p> <p>10.30 創立15周年記念講演</p> <p>11.15 特別講演</p>	<p>午さん会 (12.15~2.00)</p> <p><赤坂プリンスホテル グリーンホール></p> <p>1.30 特別講演</p> <hr/> <p>シンポジウム (2.10~5.00)</p> <p>「原子力産業長期ビジョンの展開」</p> <p>2.10 発表と意見交換</p>
3 / 16 (火)	<p>パネル討論会 (9.00~12.00)</p> <p>「原子力発電所と環境問題」</p> <p>9.00 講演 (原子力環境問題に対する内外の動向)</p> <p>9.45 意見発表と討論</p>	<p>講演 (1.00~4.45)</p> <p>1.00 原子力エネルギーの製鉄プロセスへの利用</p> <p>1.30 アイソトープ・放射線産業利用の将来</p> <p>2.00 海運の将来と原子力船</p> <p>2.45 日本における動力炉開発</p> <p>3.15 イギリスにおける黒船減速炉と重水減速炉の最近の進歩</p> <p>4.00 フランスにおける動力炉開発計画</p> <hr/> <p>レセプション (5.00~6.30)</p> <p><日本都市センター本館地下食堂></p>
3 / 17 (水)	<p>国際シンポジウムー1 (9.00~12.10)</p> <p>「原子力発電所に関する経験」</p> <p>9.00 発表と意見の交換</p>	<p>国際シンポジウムー2 (1.00~5.30)</p> <p>「ウラン濃縮問題」</p> <p>1.00 発表と意見交換</p>

第4回 原産年次大会プログラム

第1日 3月15日(月) 午前

開会総会(9.30~12.00) <2時間30分>

<開会式>

議長 稲山嘉寛氏(新日本製鉄社長)

開会挨拶 日本原子力産業会議会長 安川 第五郎 氏

準備委員長挨拶 第4回原産年次大会準備委員長・東京芝浦電気社長 土光 敏夫 氏

原産報告 日本原子力産業会議代表常任理事 橋本 清之助 氏

所感 原子力委員会委員長 西田 信一 氏

<原産創立15周年記念講演>

議長 牧田與一郎氏(三菱重工業社長)

講演 「原子力事始め」 (10.30~11.15)

茅 誠司氏(東京大学名誉教授)

<特別講演>

議長 加藤乙三郎氏(中部電力社長)

講演 「アメリカにおけるウラン濃縮」 (11.15~12.00)

S. R. サビアリー氏(アメリカ原子力委員会オーグリッジ運営事務所長)

午さん会 赤坂プリンスホテル(1階)グリーンホール (12.15~14.00)

午さん会における特別講演 (13.30~14.00)

「最近の金融経済情勢について」

佐々木 直氏(日本銀行総裁)

第1日 3月15日(月)午後

シンポジウム(14.10~17.00)<2時間50分>

テーマ 『原子力産業長期ビジョンの展開』

議長 吉村清三氏(関西電力社長)

発表者

田中直治郎氏(東京電力常務取締役)

吉山博吉氏(日立製作所副社長)

コメンテーター

(50音順)

出光計助氏(石油連盟会長・出光興産社長)

稲葉秀三氏(国民経済研究協会会長)

北川一栄氏(原子力委員会委員)

前田正男氏(衆議院議員)

第2日 3月16日(火) 午前

パネル討論会(9.00~12.00) <3時間>

テーマ 『原子力発電所と環境問題』

議長 平田敬一郎氏(国民総合開発審議会会長)

パネルメンバー (50音順)

池 尻 文 二氏 (全国漁業協同組合連合会常務理事)

小 林 健三郎氏 (東京電力取締役)

左 合 正 雄氏 (東京都立大学教授)

下 邨 昭 三氏 (科学技術庁原子力局原子炉規制課長)

竹 内 俊 吉氏 (青森県知事)

武 田 康 氏 (通商産業省公益事業局原子力発電課長)

春 野 鶴 子氏 (主婦連合会副会長)

御園生 圭 輔氏 (放射線医学総合研究所長)

森 有 義氏 (農政評論家)

吉 田 正 勝氏 (九州電力常務取締役)

◇ 講演 (9.00~9.30) <30分>

「原子力環境問題に対する内外の動向」

御園生 圭 輔氏

◇ 意見発表と討論 (9.40~12.00)

第2日 3月16日(火) 午後

講演(13.00~16.45) <3時間45分>

議長 平塚正俊氏(住友原子力工業社長)

1. 原子力エネルギーの製鉄プロセスへの利用 (13.00~13.30)

藤木俊三氏(日本鉄鋼協会原子力部会長・新日本製鉄副社長)

2. アイソトープ・放射線産業利用の将来 (13.30~14.00)

加藤正夫氏(東京大学教授)

3. 海運の将来と原子力船 (14.00~14.30)

福田久雄氏(大阪商船三井船舶社長・日本船主協会会長)

— 休憩 <15分> —

議長 大堀 弘氏(電源開発総裁)

4. 日本における動力炉開発 (14.45~15.15)

清成 迪氏(動力炉・核燃料開発事業団副理事長)

議長 前田七之進氏(富士電機製造社長)

5. イギリスにおける黒鉛減速炉と重水減速炉の最近の進歩 (15.15~16.00)

R. V. ムーアー氏(イギリス原子力公社原子炉開発担当理事)

議長 金井久兵衛氏(北陸電力社長)

6. フランスにおける動力炉開発計画 (16.00~16.45)

M. A. ベッカー氏(フランス原子力庁産業計画担当理事)

レセプション 日本都市センター本館地下食堂 (17.00~18.30)

第3日 3月17日(水) 午前 9時～12時

国際シンポジウム-1 (9.00～12.10) <3時間10分>

テーマ 『原子力発電所に関する経験』

議長 河内 武雄氏 (中部電力副社長)

発表者 (発言順) L. F. C. ライクリー氏 (エバスコ・サービス社副社長<アメリカ>)

H. フレーバー氏 (クラフトベルク・ユニオン社取締役<西ドイツ>)

トピック (代理: W. アルトファーター氏 (クラフトベルク・ユニオン社東アジア営業本部長))

吉岡 俊彦氏 (日本原子力発電常務取締役)

伊藤 俊夫氏 (関西電力専務取締役)

コメンテーター

金岩 芳郎氏 (東京芝浦電気取締役)

第3日 3月17日(水) 午後

国際シンポジウムー2 (13.00~17.30) <4時間30分>

テーマ 『ウラン濃縮問題』

議長 松根宗一氏 (日本原子力産業会議副会長)

発表者 (発言順)

S. R. サビアリー氏 (アメリカ原子力委員会オークリッジ運営事務所長)

D. G. エイブリー氏 (イギリス原子力公社生産グループ計画管理部長)

M. A. ベッカー氏 (フランス原子力庁産業計画担当理事)

一本松 珠 璣 氏 (日本原子力発電会長)

M. ボガード 氏 (ウルトラ・セントリフュージ・ネーデルランド社理事長<オランダ>)

コメンテーター

P. ユリネック・フィンク氏 (ウラニット社常務理事<西ドトツ>)

山 田 太三郎氏 (原子力委員会委員)

村 田 浩 氏 (日本原子力研究所副理事長)

今 井 美 材 氏 (動力炉・核燃料開発事業団副理事長)

開 会 総 会

<開会式>

議 長 稲 山 嘉 寛 氏 (新日本製鉄社長)

開会挨拶

準備委員長挨拶

原産報告

所 感

<原産創立15周年記念講演>

議 長 牧 田 与 一 郎 氏 (三菱重工社長)

講演 「原子力事始め」

<特別講演>

議 長 加 藤 乙 三 郎 氏 (中部電力社長)

講演 「アメリカにおけるウラン濃縮」

午さん会における特別講演

「最近の金融経済情勢について」

開 会 挨拶

日本原子力産業会議

会長 安 川 第五郎

第4回原産年次大会の開催に当り、産業会議を代表いたしまして一言ご挨拶申し上げます。

ご高承の通り本大会は、原子力にご関係の深い方々が年に一度一堂に会し、原子力開発全般にわたる政策、経営問題などを中心に、見解の発表と意見の交換を行なうなど、ともに考え、ともに認識し合う場として開催いたしておりますが、本年は第4回目を迎えてますます盛大かつ充実した大会を開くことができますことを、主催者としてまことに欣快に存している次第でございます。

申しおくれましたが、私はこの3月11日、産業界の強い推せんによりまして、原子力界に偉大な功績を残されました故菅前原産会長の後を受けまして当会議の会長をお引受けすることに相成りました。

ここに改めて故菅前会長の遺業をたたえるとともに、今後皆様のご支援ご協力をお願いいたします次第でございます。

本年は原産創立以来15周年にあたりますが、原子力産業も60年代の準備段階から、70年代の本格的実用段階へと大きな飛躍をしようとしており、原子力産業への期待と要請が一層強まって参りましたことは、皆様すでにご承知の通りでございます。

かかる情勢のもとにおきまして、本日から3日間、年次大会が開かれるわけですが、大会の内容につきましては、東京芝浦電気の土光社長を委員長とする準備委員会にお願い致し、お手元のプログラムにございますように、海外からも多数の参加者を得た国際色豊かな大会を開催することになりました。

プログラムの概要につきましては、このあと土光準備委員長のご挨拶にもあろうかと思えますので省略させていただきますが、本日も出席を賜ります西田原子力委員長をはじめ、国内外にわたります多数のご発表者や議長の方々に対し、ご多端のところ快よくご参加を得ましたことを厚く御礼申し上げます。

申し上げるまでもございませんが、経済社会の調和ある発展のため、石油をはじめとする世界的なエネルギー環境の激動するなかにあつて、わが国における原子力への期待と役割はますます増大いたしてまいりました。

先日、原産が発表いたしました原子力産業の長期予測をみましても、今後の原子力開発には容易ならざるものが感ぜられます。これらの問題を中心にした3日間にわたる内外の権威者、専門家の方々による発表や討論などを通じまして、わが国原子力産業が70年代の国際化のなかで広い分野にわたり、ますます発展することを期待して止みません。

これをもちまして私のご挨拶といたします。

第4回原産年次大会準備委員長挨拶

第4回原産年次大会準備委員会

委員長 土 光 敏 夫

第4回原産年次大会の準備委員会委員長を相つとめました土光でございます。

原産年次大会は、先程の開会ご挨拶にもございました通り、原子力産業開発の政策・経営問題を中心とした重要課題につきまして、各界の権威者、専門家の方々による見解の表明や意見の交換などを通じ、原子力産業の円滑なる推進を図ることを目的として開催しておるわけでございます。

とくに、最近の世界的な石油事情などによるエネルギー情勢の変動、あるいは公害問題などからくる原子力への期待が一層高まりつつある今日、原子力産業の果たすべき役割がますます重大になってまいりましたことを痛感している次第でございます。

このような認識の上に立ちまして、今回の年次大会では、つい先日、原子力産業会議が策定し発表いたしました原子力開発の長期展望にもとづき、今後のエネルギー供給の安定を具体化するものとしての原子力発電を中心とした「原子力産業の長期ビジョンの展開」を基調シンポジウムとして取りあげることいたしました。

同時に、この原子力産業の円滑かつ調和ある発展を図るために、今後とくに配慮すべき問題の一つとしての環境問題、解決すべき重要課題の一つとしてのウラン濃縮問題などを今回は重点的に取りあげることとしております。

また、原産年次大会での新しい試みとして、各国に共通したテーマによる国際シンポジウムの場を設け、今回は「ウラン濃縮問題」と「原子力発電所の建設・運転経験」の二つを企画いたしましたところ、海外での反響は大きく、アメリカ、イギリス、フランス、西独ならびにオランダの5カ国から積極的参加を得まして、お手元のプログラムにもございますような、講演のセッションを含めた国際色の豊かな年次大会を開くことができました。

なお、本年度が原産創立15周年にあたりますところから、西田原子力委員長の所感や茅博士からの特別講演をお願いいたし、本大会の意義を一層高めることと相成りました。

以上の次第で今回の参加人員総数は約800名に達し、例年と同様多数のご参加を得、さらに先程申し上げました欧米各国から各セッションの発表者など10名のご参加に加えまして、海外からの一般参加とし約55名の方々が予定されておりますことは、準備委員一同といたしまし

ても甚だ喜びとするところでございます。

ここに改めて内外の発表者の方々、各セッションの議長をはじめ大会関係者の各位のご協力
に対しまして、準備委員会を代表して厚く御礼申し上げる次第であります。

最後に3日間にわたります本大会が円滑に運営され、大会開催の意義が一層高まりますよう
皆様のご協力をお願い申し上げまして私のご挨拶といたします。

原 産 報 告

日本原子力産業会議

代表常任理事 橋 本 清之助

わが日本原子力産業会議は、日本の原子力平和利用の開発と歩みをともしながら、今年3月を以て満15年を迎えることになりました。即ち、原産が、わが国経済界の総意に基づいて、かつ政府、国会の強い支援と学会の協力によって、呱呱の声をあげたのは、昭和31年3月のことであります。

この年、中東におきまして、いわゆるスエズ動乱の勃発がありましたが、この出来事は、異常な国際緊張を呼んだばかりでなく、石油を中心とする世界のエネルギー情勢に極めて大きな衝撃を与えたものでございました。

以来15年を経ました今日、わが国は、目覚ましい経済社会の発展をなし遂げました一方で、再び激しく流動する世界のエネルギー情勢の真只中に立っております。

この間、わが国の原子力産業界は、その開発準備段階の布石を終え、いよいよ、実用期に踏入に至りました。10年前、私どもは最初の原子力産業長期計画で、第一の目標と考えましたことは、昭和45年度までに、約100万KWの原子力発電所を完成させることでありましたが、これはすでに東海、敦賀、美浜、福島などで計画以上に達成されております。その上、次々と新しい大規模な開発計画も進行中であります。

かつて、第二回原産年次大会のこの席で、私は、「増大して行くエネルギー需要に対応して、妥当な範囲で当面の原子力発電計画を間違いなく着実に遂行して行くこと」が何よりも重要である、と申し上げたのでありますが、今日のこうした状況を見るにつけても、それが、堅実に実行されてきたことに同慶の念を禁じ得ないのであります。これは、ひとえに、幾多の困難を克服してきた原子力産業の長期にわたる努力の結果でありまして、このような努力の積重ねによって、原子力に対する一般の大きな信頼を勝ち取ることが出来たのであると信じます。

わが国の原子力産業が、先進国との間の10年という技術格差を着実に埋めつつあることは、海外からの圧力容器、タービン発電機の受注や、国内における原子力発電所建設にあたっての国産化率の向上にもあらわれております。とくに、わが国の原子力発電所が、4年という短かい工期で、しかも、スケジュール通りにつくり上げられているという事実は、日本の原子力産業のもつ高いポテンシャルを示すものといえます。

在来エネルギーが内蔵する、資源、輸送、備蓄、さらには公害などの諸問題が、ますます深刻さを増しつつある今日、実用化が実証され、それを裏づける産業能力も、立証されつつある原子力発電への期待は、より切実かつ具体的なものとなってまいりました。

原子力産業会議が、一昨年来検討をすすめてきた第3回原子力産業長期計画によれば、わが国の原子力発電設備容量は、10年後の昭和55年に2,700万KW、65年には1億1,000万KW、西暦2,000年にあたる昭和75年には、2億2,000万KWに達するものと予測されます。この2億2,000万KWの原子力設備による発電量は、約4億Klの石油相当に換算されますが、これは現在の石油輸入量の約2倍に匹敵する大きさであることは、極めて注目に値します。

しかしながら、原子力発電は実用期に、歩を踏み入れたばかりの段階にあり、エネルギー需給上の要請にこたえて、このような大規模、かつ急速な原子力計画を実現して行くためには、まだこれから多くの重要問題と取り組み、これらの解決に努めなければなりません。

原子力発電の開発量にみあう龐大な核燃料の需要、とくに、原料物資ともいうべき、ウラン資源の手当は、その最初の大きな課題であります。国内には期待しうるほどのウラン資源はなく、しかも海外の資源は地域的に偏在しており、この意味では、石油の場合とえらぶところがありません。事実、国際石油資本は、すでにウランという将来のエネルギー資源の分野にも積極的に進出しております。原子力が石油の前敵を踏まないためには、少なくともその一部を自らの資源として確保することが極めて重要であります。わが国では、つとに動燃事業団が先駆的に海外探査を手がけており、また、産業界も、昨年関係業界が一致協力して、海外ウラン資源開発会社を設立し、フランス原子力庁などと共同して、アフリカにおけるウラン探鉱開発にあたっております。しかし、今後の核燃料所要量を考慮すれば、こうした活動は、もつと積極的に行なわなければならない、供給源の多様化という観点からは、より広い範囲で行なわなければならないと見込まれており、その3分の1程度を自らの資源として確保するとすれば、前述の海外ウラン会社が、目下手がけているニジェールの鉱床クラスのもの、少なくとも十カ所程度開発しなければならないことになり、探鉱費だけでも数百億円を要するでありましょう。しかも、探鉱開発には大きなリスクを伴います。したがって、産業界独自のこうした活動には自ずと限界があります。

さらに、石油と同じように、国外資源の開発には、いわゆる南北問題などの困難がついてまわることは明らかであり、資源の確保にあたっては、新たな国際協調の考え方と、これに対応する具体策が要求されます。これからの問題はもとより、産業界の努力のみをもって解決するものではありません。ウラン資源確保について、国の積極的な政策と効果的措置を強く望むもの

であります。

核燃料のもつもう一つの重要な問題は、濃縮ウランであります。今日、自由世界の濃縮ウランの需要を一手に賄っているアメリカの濃縮能力が、現在のままでは、拡大の一途を辿る世界の原子力発電に対応できなくなるのは、もはや時間の問題といわれております。加えて、アメリカの濃縮サービス料金は、国内のインフレーションなどの影響で値上りのスピードを加え、ここ12カ月の間に実に23パーセントの値上りをしております。濃縮料金は、原子力発電のコストに敏感にはねかえってくるものだけに、相次ぐ値上げは、世界の原子力発電に大きな影響を及ぼしつつあります。

こうしたアメリカの現状や濃縮コストの問題につきましても、このあとアメリカ原子力委員会のサピアリー氏から詳しく伺うことになっておりますが、こうしたアメリカの状況は、各国のウラン濃縮をめぐる動きを一層活発なものにしております。すでに、イギリス、オランダ、西ドイツの三国が協力して、遠心分離法による共同濃縮事業計画を具体化しておりますことはご承知の通りでございます。また最近、フランスも、従来から進めて来たガス拡散法による濃縮技術を提供する態度を示しているという報道も行なわれております。さらに、オーストラリア、カナダ、南アフリカ共和国なども注目すべき動きを示すなど、この問題は、ますます世界的な関心事となっております。

原子力産業会議は、過去1カ年ウラン濃縮問題懇談会を中心に、この問題の検討を重ねてまいりましたが、「近い将来、濃縮ウランの一部を自給しうる能力を身につけることが絶対に必要である」との産業界の意見をとりまとめました。この点、政府の現在考えられている計画より、さらに具体的なナショナル・プロジェクトとして進めるよう、強く期待されております。

明後日の国際シンポジウムにおいて、それぞれ各国の考え方、ならびに現在の状況などを伺うことになっておりますが、ウラン濃縮の分野には、国際的な協力の要素が少なくありませんので、このシンポジウムを通じて、いくつかの有益な提案がなされることと存じます。

以上、ウラン資源と濃縮ウランについて申し述べましたが、これらは現在の発電計画が軽水炉を中心に実現されるであろうことを前提としております。こうした核燃料上の負担を軽減するためにも、燃料利用率の高い新型動力炉の開発をさらに促進する必要があります。目下、動燃事業団は、茨城県大洗町に高速実験炉、敦賀市に新型転換原型炉の建設を進めておりますが、これらナショナル・プロジェクトの成果が結実するとき、ウラン資源や濃縮ウランの問題は、かなり解決に近づくことになりましょう。

一方、先進国との格差をちぢめつつあるわが国の原子力供給産業も、とくに今後、大規模な

原子力発電計画を急テンポで消化して行く過程において、解決を要するさまざまな課題を持っております。

昭和44年度における鈷工業の原子力関係売上高は、前年度の1.4倍にあたる約390億円に達し、その支出370億円をわずかながら上まわっておりますが、これは相次ぐ原子力発電所建設計画の具体化によるものであり、黒字になったという訳ではありません。過去十数年間に2,000億円にのぼる支出を余儀なくされて来た原子力供給産業は、収支のアンバランスに悩みながらも、一昨年度(昭和43年度)、大型の需要に応えるため、100億円を越える設備投資を行なっているのであります。したがって、この産業が将来の需要を満足するためには、今後なお、大型の投資の必要に迫られることになると思われまします。今後10年間に、生産に必要な設備投資額が、約1,300億円、さらに核燃料の転換、成型加工、再処理などの設備投資がざつと700億円と試算されます。加えて、技術進展の著しい原子力の世界では、不断の研究開発が必要とされ、これに要する今後の研究開発費は、約1,000億円にのぼると予想されとおります。従って、わが国の原子力発電の進展に伴い、こうした問題が、原子力供給産業の上に大きくのしかかっていることは閑却できないのでありまして、かかる実情に対応する抜本的な国の施策が、今から要請されております。

昨年度のわが国の総エネルギー需要は、石油換算約2億5,000万Klでありましたが、その3分の2は、発電用以外の需要であります。即ち、発電用のほかに直接、熱エネルギーや各種の動力源などとしてのエネルギー需要も非常に大きいわけでありまします。原子力は、こうした電力以外のエネルギーにも置きかえられる可能性をもっております。原子エネルギーの熱源としての利用、動力としての利用に関しましても、それぞれの研究開発が進められており、実用化への気運がもりあがっております。すでに、原子力委員会、通産省などにおきましても、これに関する検討が行なわれております。こうした多目的利用は、原子炉を中心とするコンビナート構想につながっております。このコンビナート構想は、エネルギーの有効利用、輸送、産業用地、環境などの諸問題の解決、あるいは緩和にとってきわめて有効であります。しかし、このコンビナートの中核をなす原子炉には、高温ガス炉が用いられることとなります。したがって、多目的利用をはかるうえでは、在来炉の適用技術とともに高温ガス炉の開発を進めることが、新産業構造の重要、かつ緊急な問題として提起されております。

一方、原子力を推進動力とする原子力船の開発は原子力船専門団を中心に進められており、その第一船「むつ」は現在、青森県の母港で最終的な仕上げを行なっているところであります。近年における国際間の荷動き量が急速な伸びを示しているこの分野においても、原子力船に対

する期待は大きく、原子力商船による船団の出現もそう遠くはないと思われまゝ。昨年の第3回原産年次大会における海運界代表の提案は、内外に大きな反響をよび起しました。この提案を契機として、原子力船に関する西ドイツとの共同研究への動きが具体化し、目下、両国民間関係者の間で高速コンテナ船を対象に、原子力船の実用性を技術的、経済的に評価する作業が進められております。この結論は本年8月までに出される筈でありまして、その結果如何によつては、日独共同による原子力高速コンテナ船の開発ということも考えられます。

翻つて、原子力開発のもう一つの柱であるアイソトープ・放射線の利用に目を転じてみたいと思ひます。もともと、原子力の利用は、原子炉で発生する熱と放射線の双方を完全に利用、或いは処理して、はじめて技術的に完成したものといえるところを考へます。そういう意味で、原子力発電の大量利用時代を迎えて、そこに発生するアイソトープの徹底的な利用と処理の技術を開発することは、今後の廃棄物処理の問題解決のためにも、われわれ原子力産業人に課せられた次の大きな使命であります。そういう意味で従来、ともすれば原子力発電開発の陰にあって、国全体としての推進がややなおざりになっておりますこの部門を、積極的に推進しなければなりません。すでに20年間にわたる技術開発をへて、この利用は医学、農業、工業など多くの領域で着実に進展しておりますが、さらに一層これを新しいエネルギー源としての利用開発についての研究が要請されます。原子力産業会議は本年11月に開催する第10回日本アイソトープ会議において、この原子力の大量利用時代を念頭におきながら、こうしたアイソトープ・放射線の新しい利用開発の問題を喚起し、その一層の促進に資したいと思つております。

原子力をめぐる環境問題につきましても、とくに海外諸国においても少なからぬ論議が起つております。

本来、原子力平和利用開発は安全性追求のための努力そのものであり、この意味から、原子力産業ほど安全性を重視してきた産業は他に例をみません。しかしながら環境問題はきわめて鋭敏に社会の関心をよび起しつつあり、このことは今後急増する原子力発電所などの原子力施設立地の確保や、廃棄物の処理、処分問題とも密接な関連を有するものであります。ことに原子力発電所の立地問題を円滑に解決しうるか否かは、今後のエネルギー供給の死活を制する重要な問題であります。

こうした意味から、われわれは新たなフィロソフィーにもとづいて、環境問題にとりくむ必要がおります。同時にこの問題の解決には、原子力産業と他産業、ならびに一般大衆との間に、正しい理解と信頼をきずくため、適切な施策と問題の解決措置がなされなければなりません。

かくして、原子力システムの持つ固有の安全性にあわせて、原子力産業がその研究・開発利

用の各段階を通じて払ってきた、安全性確保への努力と成果、公害の少ないエネルギー源としての将来性などについて、広く理解が得られることと思います。同時に原子力産業といたしましても、これからの大量開発にそなえて、その安全性向上に一層の努力を払う必要があります。とくに廃棄物の処理に関して、当面内外のコンセンサスが得られるような明確な方針を早急に確立して行くこと、さらには前述の廃棄物の利用開発の研究を急速に進め、原子力が環境に及ぼす影響の少ない、良質のエネルギー源であることを、事実をもって一般の納得を得るようにしなければならぬと思います。

冒頭に述べましたように、15年前私共が原子力開発に乗出した時は、スエズ動乱のため、石油は世界の新しい問題として注目されました。

15年後の今日、OPEC(石油輸出国機構)を台風の眼とした世界の石油情勢は、此处半年、大きく揺れ動き、各国のエネルギー問題関係者の間に大きな関心と不安を呼び起しております。わが国は現在、世界最大の石油輸入国であり、しかも必要エネルギーの7割を石油に依存しておりますだけに、今回石油戦争の影響するところ甚大であり、広く国民生活全般に及ぶものと思えます。

申すまでもなく、この問題は、石油産業自身が、解決のための最善の措置をとりつつあることではありますが、そのためには、広く全経済と、国民生活の基盤に立った国家的見地から、適切な措置が速かにとられるべきでありますと同時に、長期的観点から、わが国のエネルギー産業の体質と構造に根本的な考慮が払われるべき重大な時機であると思えます。

その意味におきまして、原子力の持つポテンシャルは高く評価することが出来ます。原子力エネルギーは、他のエネルギーと相補い、相携えて、今後さらに発展していく日本経済を、安定して支えることにならなければなりません。

私たちは、今日改めて、その責務の重大さを痛切に感じているのであります。

所 感

国 務 大 臣
科学技術庁長官 西 田 信 一
原子力委員会委員長

本日、ここに海外諸国より多数の賓客を迎え、日本原子力産業会議第4回年次大会が開催の運びとなりましたことに対し、心よりお慶び申し上げる次第であります。

この機会に、実用化段階に入ったわが国の原子力開発利用について、所感を述べさせていただきますことは、私の最も光栄とするところであります。

- (1) 1960年代のわが国は世界の注目を集めるほどのめざましい高度の経済成長を実現して参りましたが、1970年代においても引続きかなり高い経済発展を続けるものと見込まれております。

その源泉となるべきエネルギー需要の急速なる増大に応えるため、積極的な対策の確立こそはわが国最大の課題と云わなければなりません。現在わが国のエネルギー源は大きく石油に依存しておりますが、最近新聞等を賑わしました原油価格の大巾上昇、公害問題、輸送、備蓄等幾多のマイナス要因を考えますとき、次代を担う有力なエネルギー源として、原子力に大きな期待がよせられるのは当然のことであると思われまます。

- (2) わが国の原子力の開発利用は、原子力基本法が制定されて以来15年間にわたり、着実に進展してまいりました。1968年には東海発電所がわが国初の商業原子力発電所として運転を開始し、わが国原子力発電の幕明けとなりました。昨年は敦賀発電所および美浜発電所が営業運転に入りましたほか、福島発電所も近く営業運転の運びであり、さらにこのほか9基、約600万キロワットが現在建設を進めております。

このように、従来の見通しを大きく上まわって原子力発電所の建設計画がすすめられており、1985年には、約6,000万キロワットの発電規模に達するものと予想されております。

- (3) このように、原子力発電に対する期待が大きいだけに、その計画を完遂するためには幾多の問題を解決して行かなければなりません。そのうち、特にわれわれの重視すべき課題としては核燃料の確保、ならびに環境問題とも密接に関連する発電立地の確保が挙げられると思ひます。

- (4) 最近の原子力発電所の急速な開発見通しからみれば、現在、国のプロジェクトとして鋭意

開発を進めている新型転換炉および高速増殖炉の実用化を考慮に入れたとしても、核燃料の所要量は膨大なものとなります。

すなわち、1985年までのウラン精鉱の累積所要量は10万トンを超え、また濃縮ウランの年間所要量は低濃縮ウランで約2,000トンに達するものと見込まれますが、これは現在の米国の三濃縮工場の生産能力のおよそ半分に相当する量であります。

まず核燃料対策の第一の柱はウラン資源の確保であります。政府としては、動力炉・核燃料開発事業団による海外有望地域の基礎的調査を積極的に進める考えであります。基本的な考え方として、民間企業を中心となってこれを推進する方向で民間企業の探鉱開発活動に対して、低利融資、税制の優遇等の助成措置を講じております。

しかしながら、近年におけるウラン資源に関する国際情勢の動き—国際石油資本がウラン鉱業へ積極的に進出していること等の情勢に対処するために、わが国としまして、より積極的に海外に進出し、ウラン資源の確保のため更に具体的な政策の樹立とその実行のために、政府としまして積極的に努力を払いたいと考えております。

次に燃料対策の第二の柱として、わが国の核燃料サイクルの確立のため濃縮ウランの安定確保の問題があります。

わが国の原子力発電に必要な濃縮ウランは、現在のところ、日米原子力協力協定に基づき、米国からその供給を受けることになっておることは御承知の通りであります。米国は現在自由世界で唯一の濃縮ウランの供給国であります。将来における濃縮ウランの供給能力の不足、あるいは濃縮事業の民間移管問題等、長期的視野に立つて考えるならば、濃縮ウランの供給を米国のみ依存することは、必ずしも望ましいことではないと考えられます。

このような観点から、原子力委員会はウラン濃縮技術の研究開発を計画的に進めるため、一昨年8月「原子力特定総合研究」に指定し、現在遠心分離法とガス拡散法の二方式について鋭意その研究開発を推進しております。

御高承のとおり、最近米国においてはウラン濃縮技術を友好諸国に提供する問題を検討中と伝えられており、また、西欧においても遠心分離法による濃縮工場の開発計画が具体化しつつある等、濃縮ウランの供給に関する海外の情勢はめまぐるしい展開をみせております。このような情勢のもとで、わが国の長期的な濃縮ウランの安定確保を図る方策について検討するため、昨年11月「濃縮ウラン対策懇談会」を設置し、爾来、熱心な討議を続けております。

今後わが国としましては海外の動向に不断の注意を払い、それに対応しうるよう検討を重

ねておくことはもとよりであります。いづれにいたしましてもわが国の自主技術の早期開発を達成することが極めて重要なことであり、この線に沿って今後の濃縮ウラン対策を強力に展開してまいり所存であります。

- (5) 次に、最近内外において大きな関心を集めております環境問題について一言触れたいと思っております。幸いにして原子力事業におきましては一般産業にみられるような公害は発生しておりません。これは原子力に従事される皆様方の安全に対する厳しい態度によるものと考えられます。

しかし、原子力には、原子力特有のいわば未知のものへの不安感ともいべきものがあることは否定できず、これが原子力施設の立地に際して地元との間に摩擦を生じさせているものと思われまます。

原子力施設の立地確保を円滑に行なうためには幾多の課題がありましようが、少なくとも原子力は安全であるということを国民に納得させることが肝要であると考えまます。

このため、政府といたしましても原子力の安全性に関する研究、今後急速に増加する原子力施設の立地対策等に積極的に取組んでまいりますが、原子力事業にたずさわっておられまます皆様方におかれましても、一寸した不注意による事故の発生が原子力全体に対する不安感、不信感の原因ともなりうることを銘記されままして、原子力の災害防止について十分な措置を講じられまますよう強く希望する次第であります。

- (6) 以上、原子力開発利用の推進にともなう若干の問題を採り上げままして所感の一端を申し述べまましたが、政府といたしましましては新型転換炉、高速増殖炉等の動力炉開発、原子力船の開発、核融合の研究開発、廃棄物の処理処分、保障措置関連施策の強化等の諸施策につきままして鋭意推進に努めているところであり、また今国会において、原子力損害賠償法ならびに日本原子力船開発事業団法の改正を提案していることは既にご高承のとおりであります。

冒頭に申し述べまましたように、原子力の開発利用に寄せられる期待がますます大きくなっておりまますが、今日のこのような情勢に適確に対処するために原子力産業会議が常にわが国原子力開発の陣頭にたつて活躍されており、最近「2000年にいたる原子力構想」をとりままとめ、発表されたことを高く評価するものであります。原子力委員会としては、本年末を目標に「原子力開発利用長期計画」の改訂を行なうこととしておりまますことを一言つけ加えままして御挨拶といたしまます。

原子力事始め

東京大学名誉教授

茅 誠 司

原子力産業会議の創立15周年の記念講演をせよというご注文を受けまして、実は私大変逡巡いたしました。現在、原子力のすう勢については、さっぱり存じておりませんので、どうい
うお話をしているか見当がつかなかったのをごさいます。今から19年程前に学術会議でこの
問題を取りあげたのが、私が原子力に関与した最初でございました。そこで、ここにおいでに
なります皆様に、その当時どんなことを議論し、どんな考えでいたかをお知らせするのも無駄
ではなからうかと存じまして、演題は「事始め」などという言葉を使って、どうかと思いま
すが、その当時の状況を申し上げてみたいと存じます。

ご承知のとおり、戦争後、占領期間中は研究方面は、まったく自由にできるようになってお
りましたが、二つの問題だけは禁止されました。一つは航空であります。今一つが核分裂の研
究でございました。

ところでこの二つが平和条約の結ばれたあとは解除されるということも、大体アメリカの関
係者方面から言われておりましたので、我々この平和条約ができたあとはどうするかというこ
とを、よりより考えておったわけであります。

ご承知のとおり、昭和27年8月平和条約が発効いたしまして、この航空ならびに原子力の
研究、核分裂の研究は禁止解除されるということになりました。

ところで日本の科学と科学者の代表機関は学術会議でございます。この学術会議は皆様ご承
知の方が多いと思いますが、戦後、科学者の長い議論を経て昭和23年の暮れに選挙を行ない、
昭和24年1月20日にスタートしました。

会長に亀山直樹氏を選びました。そして日本の科学に関するいろいろな問題を討論してきた
わけですが、その最初に出しました学術会議の声明は、科学者は戦争のために協力しな
いという、そういう声明でございました。これを通じて学術会議というものが「平和」という
ことを念願しているという所信を表明したという次第であります。

そこで原子力の問題になりますが、いよいよ解除になったときに我々はどうするか、原子力

というものは非常に金のかかる研究である。しかもそれは科学者である学術会議の会員だけの問題ではなくて、広く一般の政財界にも深い関係があるので、自分達だけの意見でこれは決めるべきではなかろうというような議論がされておりました。

しかしご承知のとおり、広島、長崎の原爆の問題がございまして、極度に我々は原子力に対して敏感でございます。そこで、どういうふうにこれを運んでいくかということにつきましては、なかなか知恵が必要でございました。

ところで、その解除になりましたのが8月であります、その直後の総会というのが第13回総会でありまして、これが昭和27年10月20日から行なわれました。その問題が論議されましたのが10月23日でございます。

その問題をどういうふうに論議するかということにつきましては、前々回の総会におきまして、今、プラズマ研究所の所長をしておられる伏見会員と、亡くなられましたが京都の友近会員とがこれをどうするかということについて、総会で発言をされました。

このことは非常に重要な問題であるから第4部において良く考えるように、4部と申しますのは物理とか科学とかの基礎科学の部であります、そこでよく考えるようにという総会運営審議会の委託を受けました。

そこで私共は、4部としてはどうするかを協議することになりました。当時、原子核特別委員会というのがございましたので、そのメンバーでありますところの朝永振一郎氏、それから坂田昌一氏、伏見会員、藤岡氏、ならびに私等がその問題をどう取扱うかということ随分協議した次第であります。ところがそういう問題がちよっと外に漏れました結果、非常に大きな反対が起ってまいりました。

特に、いろいろな方面で歪曲された説が伝わって私などは、当時東京大学の理学部長をしておったのでありますが、おまえは原子爆弾を作る研究を提案するそうではないかという話をあの人から聞きましたので、どうしてそんなことをあなたは言うのかといったら、あなたのところの職員組合がそういう説を流しているから本当だろうというので私は参ってしまったような次第であります。

それでいろいろと検討しておりましたうちに、私は昭和27年の夏に学会がアメリカにございましてそこに呼ばれてまいりました。そこでアメリカに行ったついでに、原子力問題についていろいろの情報を集めることにいたしました。そしてアメリカの国会図書館の方々とか、その他関係ある方面の意見、特にカリフォルニアのバークレイのラジエーション・ラボラトリーにおりました~~磯根~~磯根遼吉君のところまいりまして、いろいろと意見を聞いて帰りました。そ

うしましたところが、藤岡由夫君もやはり外国に行って帰って来たのでありますが、2人が帰って来てみますというと、どうもただならぬ様子である。なかなか雲ゆきが怪しいのであります。そういう方面の方々と話してみると、みんなそっぽを向いてしまうとか、反対であるという、そういう意見が強かったのであります。

それでこの総会を開く前にどうするかということは、運営審議会で議論するわけですが、運営審議会では4部で提案するか、あるいは個人の提案にするがよからうということになりました。そこで4部会にかけて、これを論議したのでありますが、結局意見がまとまらないので個人提案という事にいたしました。伏見会員と私とがこの原子力問題に関する提案を学術会議の第13回総会に提出したのであります。

その内容はどのようなものかといいますと、まず原子力の問題は、最初申しましたように非常に広範囲にわたるので、学術会議だけが考えるべき問題ではない、という立場に立ちまして、しかも膨大な資料があるからその資料をよく検討した上で、どういう方針を日本がとつたらよいかという調査をすべきであると。その調査はとても学術会議等ではできないから、政府が資料を集めた上で十分検討してその方針を決めることが必要である、ということ政府に向けて。次の昭和28年4月の第14回総会で勧告するようにしたらどうだろう。そして、それまでの間、我々は学会にそれを持ちかえて学会の意見をよく聞こう。それから学術会議の中にもこの問題に関する臨時の委員会を作ってよく検討し、また会員の間の意志疎通を図ろうと、そういう提案をしたのであります。

その提案を私がいたしました。すると第一に質問をいたしましたのが、大阪大学の小沢さんという外科の先生でございます。小沢さんの趣旨は伏見会員は、革新派の壮々たる会員である。私はどうも少し反動的であるという批判があつたかも知れませんが、そういう二人が、提案したというのが第一おかしいという。そういう内容とそれから原子力に関するこのような提案は、学術会議が、冒頭に申しあげた声明、すなわち戦争に関係ある科学には協力しないという、そういうことに矛盾しないかという質問でございました。

これに対して伏見会員は、こういう答弁をされたのです。大変悪い言葉であるので自分は好きではないが、原子力というものは、両刃のやいばである。従ってこれがエネルギーの面で非常に大きな平和利用ができる。同時に使い方によっては恐るべき兵器になる。しかし我々科学者はそうだからといって、これに触れて研究をやめるわけにはいかない。私としては、一生懸命この原子力の研究をする。そして情勢が変わってそれが兵器として使われる恐れが出た時は、私は必死になってそれを食い止める。そういう態度であると答弁されました。

私の答弁は、私は、もしこの提案が通って、学術会議で検討した上、兵器とされる恐れが現

在でもある、という結論がでたらこれは止めればいいことである。何も調べないで、第一の声明と矛盾するから止めるというようなことはできない、ということを書いたのであります。

その後で名古屋大学の戸沢という法学部の教授が立ちまして、こういう原子力の問題は学术会议の範囲内にある時は少しも心配はないけれども、これを政府の手に委ねると必ず戦争に利用するから危険である。だから自分は絶対反対であるという、そういう趣旨の反対意見を述べました。

その後で立ちましたのが、広島大学の理論物理学研究所所長の三村氏であります。三村さんは皆様ご承知かも知れませんが、原爆が落ちました際に、中心から1.8 km離れた自宅において被爆された方です。私、三村さんと非常に親しくしておりまして甘いものが好きで、私と甘いものの食べっこをして彼が私に勝ったというそういう人なんですが、この人は理論物理の専攻でありましたが、原爆が落ちる前日に軍部に招かれまして、そして原爆とはどんなものか話をして欲しいという依頼を受けたのでその話をしたそうであります。

ところが最初に「原爆ができるという可能性について、あなたはどう思うか」という質問を受けたので、おそらく100年たったらできるだろうという回答をしたそうではありますが、その翌日彼は、原爆を1.8 kmの地点で受けて梁が落ちてきて気絶いたしました。そして人事不省に陥ったという。そのうちに近辺から火がおしよせてきたものですから、奥さんが辛うじてそれを救い出して、気絶している彼を背中にしょって逃げた。そしてある橋の上に来た時、彼は気がついたそうであります。

彼が直接私に語ったものでありますが、その時のありさまを自分は三途の川とはこのことだと思った、と申しております。で、どういうことかと申しますと、すべての人が真赤な血だらけだった。皮がむけてしまって血が流れていたのが三途の川とはこのことであろうと思った、と彼は言っております。

そういう三村君が立ちまして、この点について自分の意見を述べたのでありますが、最初に彼はアインシュタインの手紙の文を引証いたしました。

アインシュタインの手紙の内容は、自分は原爆については次の一つのことをしただけである。それは原爆を作る可能性があるかどうかについての大規模な研究を起すべきである、という手紙をルーズベルト大統領に送ったということである。勿論、自分は原子爆弾ができた場合には人類にとって恐るべきものであるということを知っていた。しかし連合軍より先にドイツ軍がこれを作ることになったとすれば非常に恐るべきことであるから、自分はこの手紙を書かざるを得なかった、という趣旨の手紙を彼はそこで読んだのであります。

しかしその後で彼はこう付加えました。「しかし1939年、最初にルーズベルトに手紙をアインシュタインが送った時に、そのアインシュタインの提案を受けて、ルーズベルト大統領が支出した金は6,000ドルであったそうであります。それで委員会を開いて検討したらしいんですが、それが軍部政府の手に移った直後からどんどんと経費が膨張して、ついには20億ドルになったと。政府の手に渡れば6,000ドルがただちに20億ドルになる」と。こういうことを我々は知らなければいけないから自分はこの研究は、アメリカとソ連の緊張が解けるまではやってはならない。米ソ間の緊張が解けるまでは原子力の研究は禁止すべきである。そういう意味において、この提案には絶対反対であると申しました。

私は自分の親友がこういう反対をしたのを聞いて非常に悲しく思った次第であります。

ところが三村君は、自分はまだ、いろいろのことを考えているけれども、自分があまり長い発言をすると多くの人々の発言を封じるのでこの辺でやめておく、と言ったところが、「それではごく簡単にいま少し述べたらどうか」という亀山議長の言葉に対して、法学関係の東大社会科学研究所の教授で山之内一郎という方が、「こういう重要な問題に時間的制限をするのはいけないから、十分に述べてもらおうではないか」という発言をしましたので、また三村君は立ちまして相当長い話をいたしました。

非常に熱血漢でありまして、実に我々が感激するような態度で彼はやったのでありますが、彼はこういうことを言ったのであります。

自分はこの原爆にあった。そしてひどい目にあった。そういう立場からなんとかしてアメリカに復讐してやりたいと思った、と。彼は心中それを考えて、一生懸命、理論物理学、特に広島では波動幾何学といえる上下熱と申しますが、そういう方面の研究が盛んでございました。今から申しますと、中心をそれだ議論であったと私は思うのでありますが、そういう研究を盛んにしておりましたので、そういう面で見返してやろうと思い、大いに努力しておったけれども、しかし米ソの緊張はなかなか解けないので、そのうちに思い返して彼が提案したのはズル抜け運動というのをやる。ズル抜け運動というのは、皮がズル抜けて血がどろどろ出たという、その悲惨な状況を世界中に知らせるということによって、アメリカに復讐するという考えで、彼はズル抜け運動の提案をしたのであります。

まあ非常な拍手がおこったのであります。ところが伏見会員が立ちましてこういうことを申しました。ただ今、政治家がこれを取り上げると6,000ドルが20億ドルになると言われたがそれは間違っている。あの原爆の研究を生産に移せと言ったのは科学者であって、政治家ではなかった。それは訂正してほしいと彼は述べたのであります。

私はこのままではこの提案はなかなか受け入れられそうもありませんので、こういうふうに修正動議を出しました。つまり原子力の問題を学術会議で考える委員会を作って、そこで結論が出るまでよく議論しようではないか、という提案をしたのであります。

しかし山之内会員、戸沢会員も反対であった。そういう議論が出てまいりました。

ところが同じ広島で原爆に会った、これは少し遠くであったと思いますが、藤原氏が立ちまわって、こういう議論をいたしました。

自分は物理学者として、原爆というものが、どういうものであるかということを日本国民に周知徹底させ得なかったことに対して深く恥じている。そういう意味において原子力というものが危険であるか、あるいは平和的に非常に日本の将来のエネルギーの源になるかという問題について、無知のままで放置しておくことはよくないので、絶対調べるべきである。従って私の修正動議であります第一に学術会議がこの問題にどう取り組んでいくか、そういう委員会を作ることに賛成だ、ということをお申しました。

結果としまして修正動議が成立しまして、学術会議の中に原子力の問題を取り扱う委員会を作ろうということになって、各部署7つの部がありますが、その部から2名の委員を選んで原子力問題委員会というのを作ったのであります。

それで一応、第13回の総会は終ったのでありますが、その後この原子力問題委員会の委員長は向井さんという当時、教育大学の教授をしておられました文学関係の立派な教授でありますが、この方が委員長として1年間いろいろと議論されました。

そして38年、翌年の12月でその第3期の会員の任期が切れます時に、この問題についての結論を総会に報告しなければならないと、そういうことになったのであります。

そこで、その第3回の総会の任期が切れました10月の総会に、この原子力問題委員会は報告として政府が大規模な調査機構をもつことは危険であるという、そういう報告を出しました。つまり危険であるということは、時期尚早である、調べるのは少し早すぎると、こういう結論を1年かかって出しただけでございました。

私は実はがっかりしてしまいました。第4期の会員が暮れに選ばれて、39年1月20日に第4期の学術会議が成立した際、私は不幸にして会長に選ばれてしまいました。そしてこの原子力問題委員会の委員長に藤岡由夫君が選ばれたわけでございます。

ところで皆様、ご承知のとおり昭和29年3月2日の新聞に載りました記事で、改進黨がキャスティング・ボートをめぐりまして2億5,000万円の原子力研究の予算を計上したということが報じられておりました。私どもは非常にびっくりしたのであります。

けれども私は心の中では、こういうことがなければ日本の原子力研究というものは進まないのだ、ということを思っておりましたのでこれは非常にいい機会だ、何とかしてこれを軌道に乗せなければならない。しがし学術会議の中は、てんやわんやの騒ぎであります。

つまり学会が先にこういうことを言わないで、政治方面でこれが言われたということは、非常に残念である。当時中心となって働かれたといわれてます中曾根さんは、うわさによりますと学術会議の状況がそんなではとても政治家としては原子力の問題を放置するわけにはいかないうから、予算をとって札束でもって科学者のほつべたをひっぱたいてやるんだと言われたというんですが、これはあとになって自分はそんなことを言ったことは、もうとうないと中曾根さんは言っておられるから、言われたんじゃないでしょう。きっと新聞辞令であったかもしれません。

しかし、そういう言葉をいわれなくても事實は、まさにそうであったと私は思います。大変いろいろな問題がありまして、うわさがたちました。茅と中曾根は結託して、ああいうことをやったに違いない。これは絶対にごさいます。ただ私は中曾根さんがアメリカに居られる際に、蹇孫根君には是非会って原子力の問題をまく聞いていただきたい、ということだけは申し上げました。蹇孫根君と中曾根さんは、そういう問題については十分な意見交換をしたんだろうと思います。

そしてこの原子力予算というものが2億5,000万円通りまして、それをどういう形でもって原子力の研究に配慮すべきかという問題に対して、我々は積極的に協力しよう、ということになりました。特に藤岡由夫君が非常な熱意をもってこの問題に取り組んでくれました。そして昭和29年3月8日に私どもは、愛知通産大臣と駒形作次氏、工業技術院の院長だっと思いますが、それと藤岡君と私どもが協議いたしまして、この金は通産省の所管になりましたので、通産省でどういう方針のもとで原子力研究者にこれを委託研究費として出すかという議論をいたしまして、同時に原子力に関する体制をどのように整えていったらいいか、ということが議論されました。

そして原子力平和利用準備調査会というものをまず作る。そして原子力委員会とか、原子力研究所とか、将来原子力基本法とか、将来あるべきそういう問題の基盤を議論していこうではないか、ということに話がだんだん進んでいきました。

ご承知のとおり、昭和39年6月18日に原子力平和利用準備調査会というものが発足いたしました。亡くなられました石川一郎さんが財界から出られまして、学会からは藤岡由夫君と私とが委員となりまして、問題の討論を進めてまいりました。

ご承知のように、原子力基本法というのは、3原則というものがございます。平和利用、民主的な運営、自主的である。この3つの問題は特に学術会議の中にある原子力問題委員会が討論しておりまして、この原則は必ず中に入れなければならない。特に伏見会員が非常な熱意をもってこの問題を論議しておりまして、これが幸い関係方面の人達に容れられて、今の原子力基本法の第2条になったわけでございます。

しかし第2条に公開するという原理が書いてございます。これがどういうことになりますか、日本で研究した原子力に関する研究は、基礎研究でも技術的な研究であっても公開することになりますと、非常に問題が難しいということになるかと思いますが、当時はそれを考えに入れませんでした。

つまり第13回の総会における議論を反映しまして、それが兵器としては絶対に用いられないようにする。そのためには公開すれば兵器として用いられないだろうという考え方からそういう条項が特に強調されて、それが現在の原子力基本法の中に入ったものだと思います。

そのようにしまして、原子力委員会、原子力研究所もご承知のとおり、最初は財団法人として石川さんが理事長となり、私も理事の一役を汚しましたが、これがスタートいたしまして1年ほどは財団法人として出発したのでございます。

そして原子力研究所が次の年から特殊法人として、現在の形態をとるようになりました。

以後は、紆余曲折はありましたが、概して順調にこの問題が進展するようになったのでありますが、当時のアメリカとソ連の緊張が解けるまでは、原子力の研究をしてはならないといった考え方、それから原子炉—リアクターというものができれば原爆は必ずできるという考え方、それはつまりプルトニウムは科学的方法によって直ちに分離できるから、プルトニウム爆弾を作るのはたやすいという考え方にたったのでありますが、リアクターを持つということは、原子爆弾を作る可能性と結びついているという考え方が、我々微経験の者の間にも常識となって論議されておったのであります。

当時のことを思いますと私どもは冷汗ものでありました。しかしそういう状況でこの原子力問題というのがスタートいたしました。

ある批評家に言わせますと、学術会議というのは原子力の問題に対してマイナスでこそあれプラスではなかったという批判をされる方もございます。

しかし私は、こういうような議論があったということはプラスであれマイナスであれ、そういうこととは関係なく、とにかく一応、そういう問題が議論された、そしてその上に立ってそういう進展をみたということは決して悪かつたのではないと、私自身は考えております。

特別講演

アメリカにおけるウラン濃縮

アメリカ原子力委員会

オークリッジ運営事務所

所長 S. R. サビアリー

緒言

皆様が米国原子力委員会(USAEBC)に対して、ウラン濃縮問題について代表を派遣し、発表されるよう招待されましたが、原子力委員がこの役をオークリッジにまかせたのは当然ともいえます。衆知のごとく、オークリッジは米国における大規模ウラン濃縮のセンターであります。オークリッジ運営部はテネシー州オークリッジにその本部があり、ウラン濃縮を実施している米国の3つの拡散工場の運転と経営を行なっています。

私はUSAEBCを代表して第4回日本原子力産業会議年次大会、原子力産業会議の15周年に出席できたことを心から喜んでおります。原子力産業会議の最初の年、1956年に、原子力産業会議より24名の代表が日本原子力政策検討グループの7名の方と一緒にオークリッジを訪問されました。それ以来、日本から多くの方がオークリッジを訪問されており、特に最近はウラン濃縮サービスを目的とされた方々が多いようです。私はこの機会をおかりして、我々を訪問された多くの方々、特に1956年のミッションに参加された方々と旧交を暖めたいと希望しております。

他の国々の方達と同様に、私は近年日本が達成している偉大な産業拡張におどろかされております。日本が、欠くことのできない電力需要を満足させるため、早くから原子力の重要性を認められていることは賞讃に値します。USAEBCはこの重要な面で日本に協力できることを喜んでおります。

現 状

現在、米国ではウランはガス拡散法によってのみ濃縮されています。この方式は、AEC Report ORO-658に示されているごとく、大型施設でウランを濃縮する場合、最も良い方法であることが証明されています。

USAEBCは、3つの拡散工場を持っていますが、これら工場への投資額は約23億ドル、全

出力で運転した場合の生産量は年間1万7,000トン分離作業量であります。この生産量の場合、電力需要は610万kWであり、しかもほぼ100%の稼働率であります。1971年6月30日までの1年間では、これら3工場は約6,700トンの分離作業量を予定しており、これは約40%の操業度に相当します。

これらの3つの工場はテネシー州、オークリッジ(第1図)、ケンタッキー州、パドウカ(第2図)、オハイオ州、ポーツマス(第3図)にあります。これらの3工場は効率を最大とするよう1つの集合体として運転されています。

ガス拡散工程においては、莫大な量のガス、UF₆を拡散装置内をポンプにより流す必要があります。したがって、大型機器を使用することにより非常に高い経済性を達成することができます。米国の拡散工場はこの種の利益を満喫しています。第4図はある機器セルの内部を示すものですが、この写真中の機器の大きさは人間の大きさと比べることで理解できましよう。拡散工場は自動化が非常に進んでおり、現在では職員数はわずかです。3つの工場の運転に参加している人間の数は現在約3,000人です。もし工場を全出力運転にもどした場合でもほんのわずかの人間を追加するだけでよいのです。

ウラン濃縮需要の予測

ウラン濃縮サービスの需要を予測することは非常に困難な問題であります。しかしながら、予測は将来の効率よい運転を計画する上に不可欠であります。濃縮サービスの計画立案のためには、米国および自由世界諸国における電力需要の伸びを研究し、その内で原子力発電が占める割合を検討する必要があります。過去においては、何度も米国の原子力発電の伸びの予測がなされました。第5図にはこれらを示しました。第5図の重要な点は、需要予測が毎回大きくなって行くこととあります。今日において、我々は1980年までの米国の原子力発電は1億3,000万~1億7,000万kW、海外における濃縮ウランを燃料とする原子力発電は7,000万~1億kWと推定しています。

原子力発電容量を決めたのちにおいても、次のような問題があるので判断はむづかしくなります。

- (1) ウランを燃焼させる炉の効率。
- (2) ウラン濃縮工場のテイル濃度。
- (3) 何時、どのように、プルトニウム・リサイクルが濃縮ウラン燃料サイクルの中に入ってくるか。

であります。

海外からの濃縮サービスの需要を予測することは、我々の計画立案の上で重要な点であります。米国から得ようとしている濃縮サービスへの要求を早く知らせてもらうことは非常に助けとなるでしょう。

1971年2月1日現在、米国では112の原子力発電所が運転中、建設中または発注済であります。これらの112の原子力発電所の容量は1978年までに運開のものを含め9,000万kWであります。さらに、1977年から1980年の間に運転を開始する発電所の発注があるでしょう。

第6図はUSAEEOがおこなった米国外での原子力発電ののび予測であります。これによると、原子力発電総容量の85%が濃縮ウラン炉であると推定しています。現在米国外で運転中、建設中または発注済の原子炉で、米国の濃縮サービスを必要とするのは、発電容量にして約5,700万kWであると考えています。もちろん、1977年から1980年の間に運転を開始する原子力発電所も計画されているでしょう。

原子力発電所に必要な濃縮ウランの需要を満足する分離作業量を推定するのは技術的、経済的、政策的考慮が入りまじっていることがよくわかりいただけると思います。これは結果的には分離作業の必要量と必要時期に不確的性を与えることとなります。

例えば、濃縮工場のテイル中のU-235の濃度を増加させると、ある量の濃縮ウランを作り出すのに、分離作業量は少なくてすみますが、供給原料はより多く必要とすることになります。分離作業コストが高く、ウラン原料費が安価であれば、テイル濃度は高い方に寄るし、この反対に、分離作業コストが安く、ウラン原料費が高価であればテイル濃度は低い方に寄りません。USAEEOの拡散工場は現在、テイル濃度0.20% U-235で運転されています。しかし、現在このテイル濃度増大に対する検討がおこなわれています。

米国が自由世界の濃縮ウラン需要を満足させる計画を立案するに当って、次第に重要となってきた問題は、米国外で供給される濃縮能力とその供給時期についてであります。御存知のごとく、米国外において、独自の濃縮能力を開発しようという努力がなされています。日本をはじめ、他の諸国はウラン濃縮について活発な研究開発を行なっています。これは理解出来ることではありますが、米国にとってはどの程度の追加能力を必要とするを決定するのに苦勞の種となっております。

拡張計画

現在の濃縮工場の生産量は、今後10年間、現在のレベルよりも次第に増大させる必要があります、また相当規模の新しい濃縮工場を1980年頃運開予定で追加する必要があります。

過去の10年間において、USAECは、1億ドル以上の資金を、現在の工場の運転の継続と将来の容量拡張のための新技術開発のために使ってきました。この努力から得られた技術が、現在および新しい工場に適用されると、相当の成果をおさめるはずであります。

現在運転中のレベルに対して、約3倍もの電力量と分離作業量で運転出来る能力をもつ工場があること、さらに、現在の工場に使用されているものに比して、より進んだ技術がすでに利用可能であることにより、種々の容量増大の可能方式が考えられています。

これらの可能方式をコストの順に並べてみますと、

1. 現在の装置で電力使用量を増大させる。
2. 現在の装置に技術革新の成果をとり入れ、電力使用効率を改善する。
3. 電力利用効率を増大する可能性のある装置について出力上昇を行なう。
4. 現在の施設または新しい場所に新しい拡散施設を追加する。

経済的な見地からしますと、もちろん、これらの可能方式の全てを最適化する方向で利用すべきであります。ウラン原料の価格と供給性により分離作業のテイル濃度は定まります。これは、ひいては、濃縮能力増大計画をどのようなテンポで何時から実施するか決定する重要な一因であります。

第一の可能性である電力使用量増大は検討が始まっています。我々は現在、1975年までに電力使用量を463万3,000kWまで増大する契約をもっています。我々は1975年以降での使用電力量を増加することについても近く契約することを予定しています。現在では、新しい大電力の購入の場合、供給者に対して6年前に予告することが要求されています。

第二の方法は、拡散工程改良計画、OIP、とよばれるものであります。このOIPは拡散工程において高能率の拡散膜を使用し、圧縮機の空気力学的特性を改良し、配管系と冷却系を改修することにあります。OIPに必要とするコストの現在の推定は5億2,500万ドルであり、この工場が610万kWで運転されたとすると年間4,800トンの分離作業量が増加することになります。この28%の分離作業量の増加は電力使用量又は他の運転量の増加なしに達成できます。

OIPにつづいて、分離作業量の追加は現在の装置の出力増大という第三の方法で達成できます。この出力増大により、プロセス・ガスの流量が増大し、従って、分離作業量が増大する。流量が増大するので、プロセスガス用圧縮機の運転に要する電力は当然増大します。出力増大計画は拡散工程出力増大計画、CUP、とよばれ、基本的には電力系と冷却系の改善にあります。

数種の出力上昇限度がOUPに対して考えられています。最も考慮されているのは、現在の設計限界の610万kWに130万kWを上積みすることです。この出力増大により、年間4,500トンの分離作業量が増大することになります。OUPのコストは2億2,500万ドルと推定されています。この資本投資の外に、25%の能力上昇により、年間6,000万ドルの追加電力料金を必要とするでしょう。

これらの容量増大方式は、いずれも、分離作業コストの低下となります。また、この効果は、濃縮サービス料金の将来予測にすでに取り入れられています。

第4の方式は新工場の建設であります。現在までの検討によると、在来の拡散工場に追加する方式が新たな独立の拡散工場と建設するよりも安価であることを示しています。年間8,750トンの分離作業量の工場に対し2つの方式が考えられました。第1は、現在の工場に対して追加する方式で、第2は、新しい場所に独立の工場を作る方式であります。民間の資金、運営方式にもとづいて計算した場合の分離作業コストは第1の追加方式が28ドル/kg、第2の独立方式が33ドル/kgでありました。私は、これらの推定が追加濃縮能力をガス拡散法により達成することにより、コストの安定を達成することができる証拠を与えているものと信じます。

そこには諸種の方式があるものの、私がのべたような方式により新たな濃縮能力が追加されるものとしたと、この場合の分離作業能力と需要の関係は第7図にみるごとくであります。この図は濃縮ウランの要求を満たすのにコスト・ミニマムとなるような方式を考えた場合であり、新しい分離工場はOIPおよびOUPを行なっても、1981年頃には必要となります。OIP、OUPを実施しなければ、新しい分離工場は少なくとも2年早く、1979年頃には必要となります。新工場の建設決定は運転電力の供給契約との関連から運転開始予定時期の6年前にはなされなければなりません。

濃縮能力拡張計画のそれぞれの部分の時期は、もちろん、濃縮工場よりのテイル濃度に幾分か関連してきます。テイル濃度の上昇が将来においては適当であるとの研究結果がありますが、そのような濃度上昇を何時、どの程度実施するかは結論が出ていません。

USAECは現在第1方式による濃縮能力の上昇、即ち、電力使用量増大を進めつつあります。これに加えて、米国議会はAECに対してOIPのために必要な設計作業を行なう予算措置を講じています。OIPおよびOUPを実施する時期については未だ最終決定をみていません。米国における新工場の建設時期は、もちろん、諸外国における濃縮能力の増加率と時期とにより影響されるでしょう。

ウラン濃縮協定

US A E Cのウラン濃縮計画は、原子力法により、原子力発電用燃料の濃縮ウランを供給する方法として規定されています。1969年1月1日に発足したこの計画は米国および外国の需要者がウラン原料をUS A E Cの施設で濃縮を受けるために供給する方式の契約を許しています。供給すべき原料の量は必要とする濃縮ウランの量との関連で決り、また、必要分離作業量はA E Cの濃縮サービスの基準表により決定されます。

通常の契約は需要契約とよばれ、これは契約期間中に、需要者の規定した施設または施設群のために必要な濃縮サービスの全部または特定の一部を供給するものであります。供給原料と製品は両者ともUF₆です。需要者は濃縮サービスの結果、発生するテイル物質、減損ウランを取得する選択権を持っています。濃縮契約は需要者によって、ある一定の予告期間をおいて、現在は3、5年ではありますが、負担金なしに解約することが出来ます。或る条件下、即ち需要者が適切な条件下で継続した供給を受けることが保証される場合で、A E Cは米国内に民間商業ベース濃縮サービスが発生した時契約を解除することができます。

濃縮基準と標準契約は分離作業単価として30ドル/kgを最高限としています、ただし、電力料金と労賃のエスカレーションは許しています。1970年7月1日における、エスカレート後の最高限は32.91ドル/kgでありました。1971年7月1日における推定最高限は、36.30ドル/kgであります。この最高限価格と実質価格とを混同してはなりません。実質価格は常に安かったし、今後もそうでありましょう。実質価格は当初26ドル/kgでありました。これは本年2月22日より28.70ドル/kgに値上げされました。US A E Cはこれを32ドル/kgに再値上げする意志のあることを発表しています。この値上げ価格は適切な期間中に経費を回収することから決められたものです。この値上げは需要者に対する公示期間の180日が終るまでは正式とはならず、本年9月6日に発効することとなります。

この最近の値上げは、ガス拡散工場に電力を供給する電力会社が発電用に使用する石炭価格の値上りに大部分起因しています。私は、この32ドル/kgが長年間改訂されずにあることを希望しています。この1つの因子は、T V Aが建設中の原子力発電所の低燃料コストからして、我々の電力料金が近くこの利益を受けはじめるはずであるところにあります。皆様は、提案されている価格が、エスカレートされた最高限価格よりも低いことに気付かれておられるでしょう。またさらに、この提案価格は、1956年に発表された濃縮ウラン価格表に定められた分離作業単価37.29ドル/kgよりも相当安いものであることにも目を止めていただきたい。

我々のウラン濃縮サービスは原子力産業の急速な発展を反映して活発でありました。我々はこれまで合計57の契約を実施しました。この分離作業費の総計は約33億ドルにのぼってい

ます。日本がこの中の相当部分を契約しておられることを御存知と思いますが、日本はUSAEОと六つの長期契約を結ばれており、合計約4億ドルの契約となっています。

前にも示しましたように、USAEОは供給能力以上の契約は実施しません。したがって、必要に応じて供給できるよう、十分な能力を確保するために、徹底した計画が必要であります。しかし、計画は、需要の不確定性と同時に、追加濃縮能力を持つには重要な政策決定と、必要時期の数年前に資金手配が必要となる事実よりして、複雑な問題であります。

政策的考慮

広く理解されているように、我々は米国内および自由世界諸国の需要者に対するウラン濃縮サービスをおこなうことに関し、次第に変換期に入りつつあります。私は将来の政策に関し正確なことを予測することはできませんが、しかし、私は我々の考え方の方向性についていくつかの指摘をすることができます。これをお話しする前に、私は米国政府が過去15年間にとってきた濃縮ウラン供給の政策についてふりかえてみたいと思います。1956年、米国大統領は次のような宣言を行ないました。

「わが国は米国内および海外における原子力開発に最重要性を置いている。……………」

このため、我々は多くのことを行なってきた。……………それらは、他の諸国又は複数国家の組織に対して、原子力発電所の継続的運転に必要な燃料を供給することを強固に保証することにある。……………」

これらの新しい措置により、米国は他の諸国に対し核燃料を、米国内の原子力発電計画のために原子力委員会が供給するのと同じ価格で供給することが出来るようになる。

1956年以降、USAEОは海外の需要者に対して長期にわたり、濃縮ウランを魅力ある割当安定したしかも不平等のない条件で供給するために必要な諸種の措置をとってきました。

これらの政策は、濃縮ウラン原子力発電においては、その施設の寿命を通じて、燃料供給源が確保されることが必要であるという事実にもとづいてとられてきました。これらは、協力協定中のウラン濃縮サービスの割当指定において、また、これらの協定にもとづく特定計画の需要への燃料供給契約において満されてきました。この割当指定は協定国家の原子力発電計画のうち、当面の計画の必要量を満しています。当面の計画とは1973年までに建設を開始するものを現在はいっております。割当指定は、供給を許された最高限度量であり、これはまた、我々の濃縮工場の未使用能力以内にあることが確められた上で定められています。

過去15年間にわたる濃縮ウラン供給において、我々は濃縮能力が、原子力発電計画の必要とする量をはるかに上廻るという特殊条件にめぐまれ、非常に幸運でありました。この条件の

ために、我々は、需要者側に何らの責任を負わせることなく、あまり確定的でもなく、しかも将来数年間にわたるような原子力発電計画に対して、濃縮能力を予定しておくことができました。と同時に、短期間の予告で、需要者側に何らの賠償責任もなく契約解除が出来、供給者の USAEC 側にはこれと対比しうるような条項のない、供給契約を結ぶことができました。

我々は、常に、濃縮能力が需要とバランスするようになる — これは他の産業において正常な状態であるが — 場合、この正常状態を反映するよう協定および契約条件に修正を必要とすると考えております。需要と供給がよりバランス点に近づくと、例えば、1973年から始まる計画に対しては、我々の濃縮能力を予約しておくことができる時期に限りが出てくるでしょう。

米国および海外における原子力発電需要がさらに増大すれば、これらの需要を満すための濃縮能力には新しい資本投下が必要となるでしょう。我々は、濃縮サービスの供給の予約に対して、新しい資本投下を正当化することが出来るような性質の、より互恵性をもった契約条件をとらざるをえないであろうと予想しています。我々は供給契約の解除条項は、需要者の要求を満すために行なった供給者の拡散工場電力増加と新資本投下が契約解除の際、相当程度回復出来ることを供給者に保証する必要が生ずると予想しています。これらの諸条件は、米国または海外をとわず、全ての供給者にとって、拡散工場のごとき大投資を要する場合、同様のものとなるだろうと我々は信じています。

結 論

要約すると、米国原子力委員会は25年以上にわたって、ガス拡散法により濃縮ウランを製造することについて、ユニークなしかも高度に成功した経験をもっています。3 拡散工場の運転は非常に効率よく、しかも自由度が高いことを証明しているとともに、継続した工程開発研究とこれにもとづく工場改善により恩恵を受けてきています。

現在、拡散工場は、設計能力をはるかに下廻る規模で運転されていますが、電力供給契約は予定の電力使用量復元計画に従って修正されてきています。さらに、世界の原子力発電計画をみると、将来、新しい濃縮能力を持つ計画をする必要のあることが明白であります。

ガス拡散工場能力を拡張する長期計画はすでにはじまっています。そして、新しい濃縮能力は、まずは、現在の工場の改善と出力上昇により得ることができるのです。それ以上に濃縮能力を必要とするときは、新しい拡散工程を現在の工場に追加するなり、新しい場所に建設するなりすることができます。

濃縮ウランを使用する諸外国は、国際協定の枠内において契約することにより、ウラン濃縮

サービスを米国から受けることが出来ます。委託濃縮が1969年1月1日に開始されて以来、多くの契約が成立しました。そして、これらの計画の執行は協定国と需要者の協力によりスムーズに行われました。

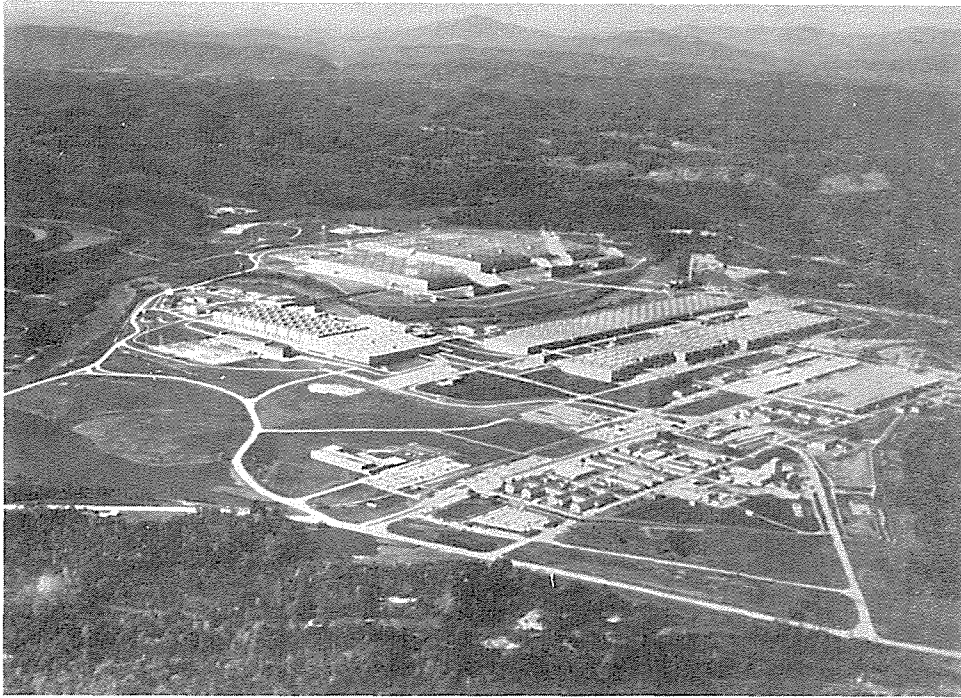
将来のウラン濃縮能力の追加の問題と我々のガス拡散工場の将来の運転方式は、米国および諸外国にとって興味ある点であります。これらの問題点の多くは現在慎重に検討されており、今答えるわけにはいきません。しかしながら、1969年11月10日ホワイトハウスから発表された声明書を参照することが助けになるでしょう。それは以下の通りであります。

「この国において、政府が濃縮サービスの唯一のツースであるかぎり、米国大統領は、我々が商業用および政府用に使用する濃縮ウランの十分なる供給と、我々の海外供給契約を満すことを、継続的に保証することが本務であることを強調する。……」

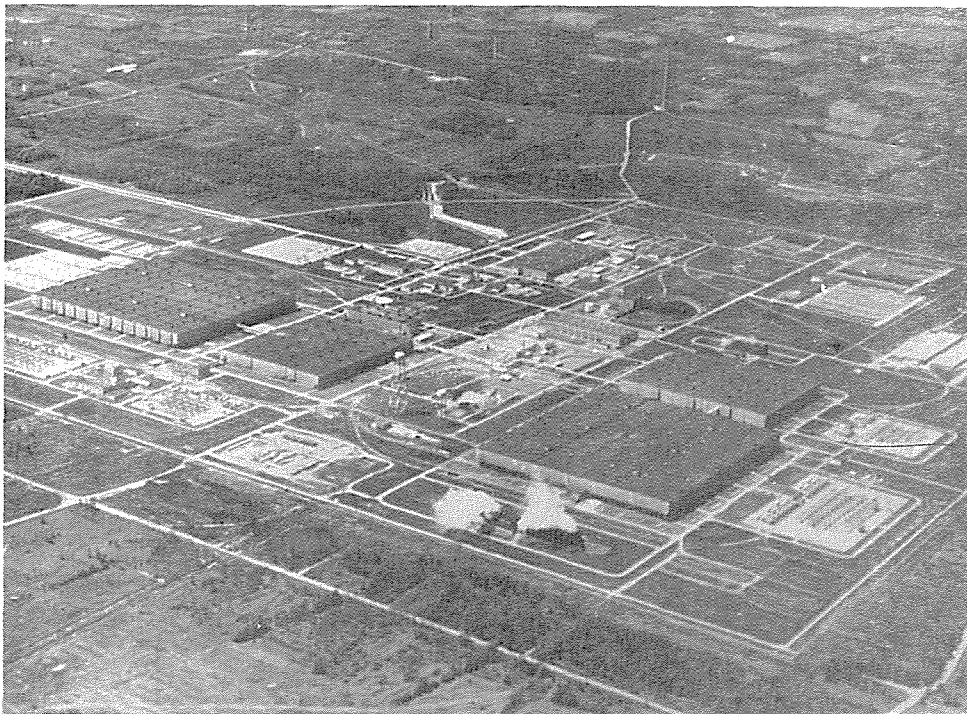
私は、明確化された要求で、しかも十分早期に確固とした形で申込まれた要求に対しては、必要を満す濃縮能力が供給されると信じています。

将来については、米国の濃縮サービスに期待をする諸国との間に良好な情報交換系路を持ち、原子力発電ののびを支持するに必要な量を相互に明確化することが最重要事であります。この需要量は、ウラン濃縮が最も経済的に、しかも適時に満されるために、相当もって十分明確化されている必要があります。

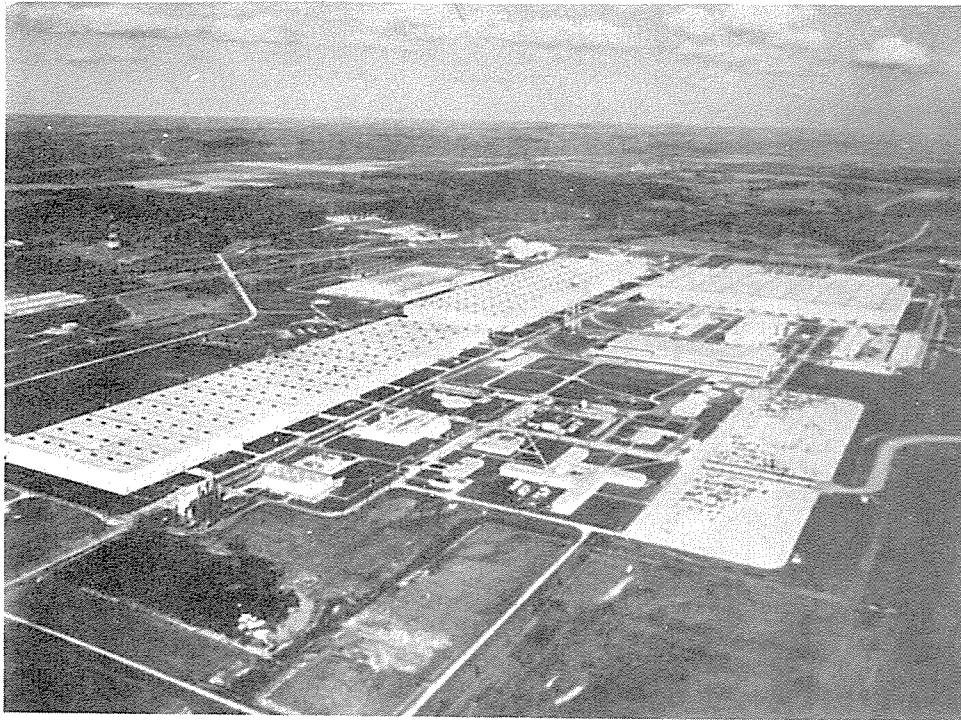
私は、原子力が世界中で人類の利益のためにいつまでも発展して行くであろうことを皆様と同様信じております。



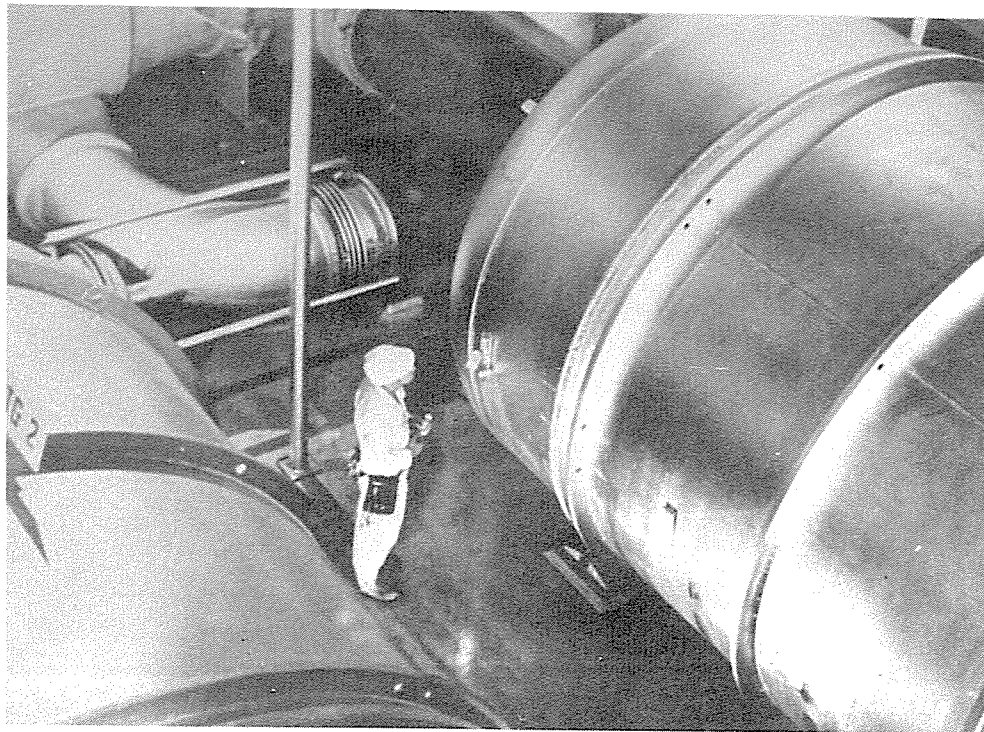
第1図 - オークリッジガス拡散工場



第2図 - パデューカガス拡散工場

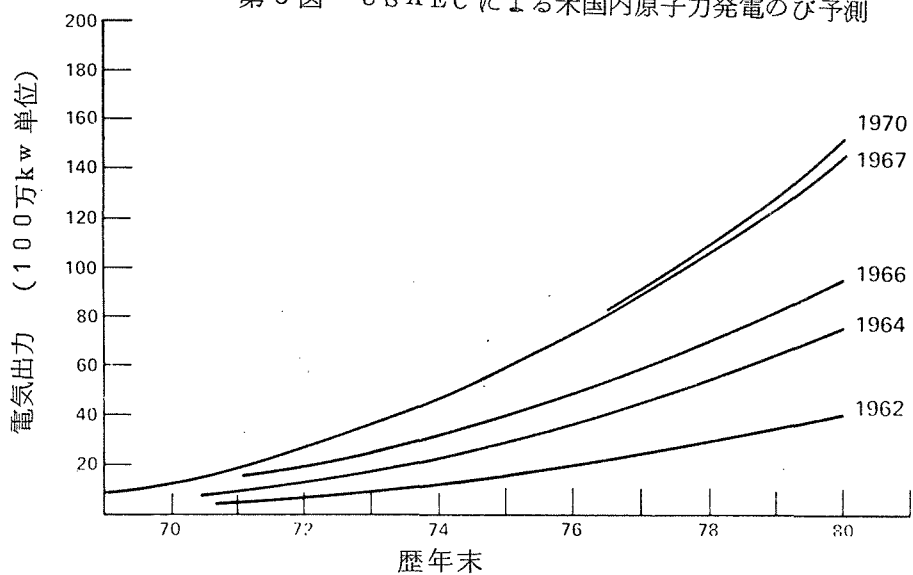


第3図 - ポーツマスガス拡散工場

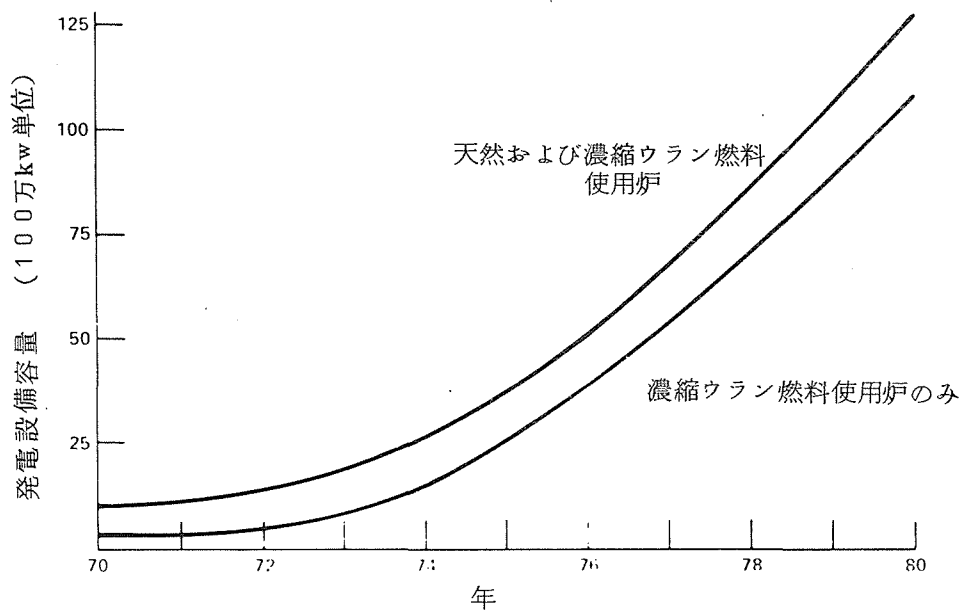


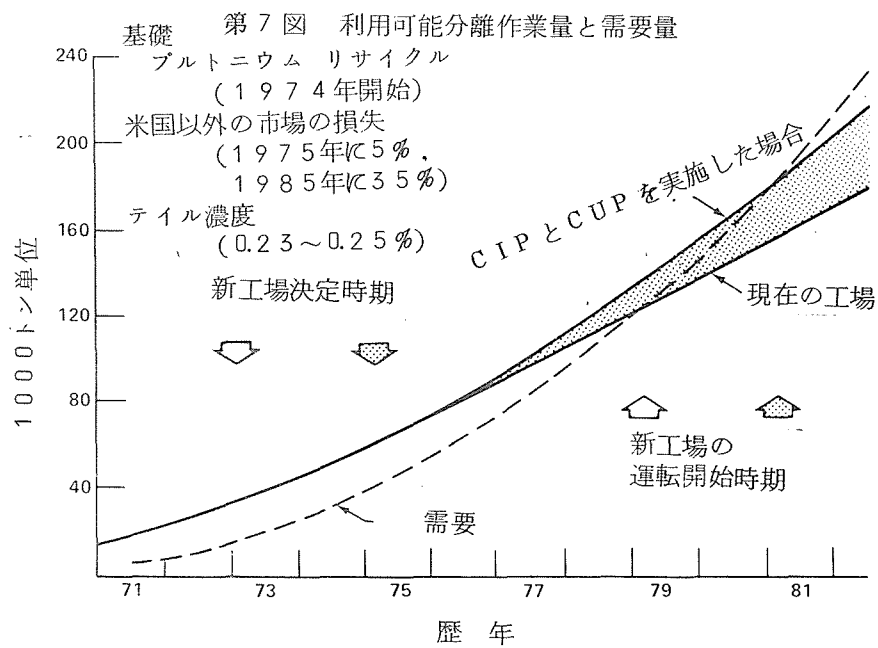
第4図 - コンバーターと圧縮機のクローズアップ

第5図 USAECによる米国内原子力発電のび予測



第6図 USAECによる米国外自由世界の原子力発電のび予測





最近の金融経済情勢について（要約）

日 本 銀 行

総 裁 佐々木 直

最近の経済成長鈍化の原因としては、まず一般的なものとして、+昨年9月以降1年余に及んだ金融引締めの影響があげられる。次に過去数年間の非常に高い設備投資が生産力化した半面、需要が予想されるほどに伸びないため供給過剰となり、それが稼働率の低下、企業収益の悪化を通じて設備投資の縮減をもたらしていることである。そのほか、カラー・テレビ、自動車など特殊業界における経済外的要因による売れ行き不振も影響している。ここ暫らくは経済成長の鈍化が続くものとみられるが、個人消費、輸出、財政の三需要についてはかなりの伸びが見込まれるので、企業の在庫投資、設備投資が鈍化しているとしても、景気の落ち込みは年初心配されたほどのものにはなるまいと考えている。しかし半面そう急速な回復も期待できないであろう。

金融情勢はこのところかなり変化してきており、昨年10月以来2度にわたる公定歩合の引下げや都銀の貸出しに対する規制措置の撤廃により、都銀を中心に貸出しは大幅に増加しているが、企業の借入れ需要が旺盛なため、企業金融には未だ緩和感は出てきていない。しかし3月末から4月に入ると市中の金融緩和がさらに進むと思われるので、現在はこのような金融面の動きが実体経済にどう影響していくかを見守る時期であると考えている。

日本経済の当面する課題として次の4つがあげられる。第1は物価の問題である。卸売物価はこの2月の水準は昨年5月以降安定しており、前年を下回っている。ところが消費者物価の方は上昇が顕著であり、東京では2月に若干低下したが、それでも前年同期を6%以上も上回る水準にある。このように卸売物価と消費者物価の動きに乖離が生ずるのには、賃金の問題が大きく関係している。サービス産業等生産性を上げにくい分野における賃金の引上げは、そのまま料金の上昇にはね返るわけで、ここで所得政策を正面から論ずるつもりはないが、賃金の引上げについて何らかのルールが作り出されることがやはり必要であろう。

第2は国際収支の問題。国際収支はこの3年間好調で、1昨年22億ドル、昨年13億ドルの黒字を記録し、外貨準備は3年前の20億ドル程度から現在50億ドルを越すに至った。外

貨準備の急速な増大は避けねばならないが、西ドイツの130億ドル台、フランス、イタリアの50億ドル台に比べ、またわが国の経済規模からみてこれは決して多過ぎるものではない。今後輸入自由化、低開発国に対する援助増大、資源開発のための海外投資など外貨を必要とする問題が控えており、要は国際収支が好調なときに日本の将来のためにたまった外貨をどう生かして使っていくかということであろう。

第3は経済の体質の問題。日本の戦後の経済成長は目ざましいものがあったが、1968年の統計によると、平地面積当たりのGNPではイギリスを100とした場合、アメリカが38、西ドイツ177に対し日本は398と西ドイツの2倍以上となっている。これでは公害問題が生ずるのも当然であり、ある程度成長の鈍化をきたしても、ここで質的向上に真剣に眼を向けなければならぬ。

第4は資源開発の問題。日本は大部分の原材料を海外に依存しているので、資源の確保には格段の努力が払われねばならない。現在、輸銀資金が開発投資に使われているが、今後関係者が知恵を出し合っこのための融資の在り方を検討していく必要がある。原油、鉄鉱石、銅、鉛、綿花、羊毛など、日本が工業国の中で最大の輸入国となっているが、買手市場の場合には問題ないとしても、売手市場となると資源入手の環境はきびしくなる。しかも、日本は欧州と異なり原材料をそのまま輸入している例が多いが、今後は海外投資の上、製品の形で輸入することが資源対策上もまた、公害対策の上からも望ましい。従来のように経済が発展拡大すると、原油入手、輸送、備蓄などには莫大な資金と設備が必要となる。今回のOPEC攻勢などを契機に、日本としてエネルギー問題を根本的に考え直す必要がある。原子力は本問題解決のカギを握るものであり、これによって日本のエネルギー問題が長期的に解決し得るものと確信する。

シンポジウム

原子力産業長期ビジョンの展開

議長 吉村清三氏 関西電力㈱社長

原子力産業長期ビジョンの展開

議長

吉村清三氏 関西電力㈱社長

発表者

田中直治郎氏 東京電力㈱常務取締役

吉山博吉氏 ㈱日立製作所副社長

コメンテーター

(五十音順)

出光計助氏 石油連盟会長・出光興産㈱社長

稲葉秀三氏 国民経済研究協会会長

北川一栄氏 原子力委員会委員

前田正男氏 衆議院議員

吉村議長 関西電力の吉村でございます。本日はこのシンポジウムの議長をつとめさせていただくことになりました。何分ともよろしくお願ひ申し上げます。

さて、皆さまもよくご承知のように、70年代に入りましてから、わが国の原子力開発はいよいよ本番を迎えてまいりました。発電の分野におきましても、実用規模のプラントが相次いで運転に入つてまいりましたし、また数多くの発電プラントの建設が鋭意進められておきまして、原子力の重要性は、もはや動かしがたいものとなつてまいりました。加えまして、最近のエネルギー事情等から、原子力の利用は、今後、予想以上のテンポで急速に拡大するのではないかと考えられております。

私どもは、このような原子力の開発・利用を今後進めてまいりますにあたりまして、この際、最近の諸情勢を踏まえまして、新しい長期の見通しを立てまして、その推進体制をかためてまいらねばならないと存じます。本シンポジウムでは、原子力産業長期ビジョンの展望をテーマといたしまして、この問題にご造詣の深い方々のお集まりをいただき、ご討議をお願いすることとしたのでございます。

折しも、原子力産業会議では、昨年、原子力産業長期計画委員会を設置されました。1年にわたつて、新しい時代に即応した原子力産業の長期ビジョンを検討されてまいり

ましたが、そのレポートが先日発表されたところでございます。

そこで、本日は、この委員会の副委員長と総合計画部会長をつとめられました東京電力常務の田中さん、また、同じく同委員会の副委員長と、供給産業部会長をつとめられました日立製作所の副社長の吉山さんにおこしいただきまして、まず最初にお二人から、それぞれこのレポートを中心に、原子力の長期ビジョンに関するご意見を発表していただくことにいたしております。そして、お二人のご報告をいただきましたあとで、のちほどご紹介申し上げますが、4人のコメンテーターのお方のご登壇をいただきまして、それぞれのご意見をいただき、討論の時間をもたせていただきたいと存ずる次第でございます。

それでは、東京電力の田中さん、どうぞお願いいたします。(拍手)。

ご登壇願いましたのが、東京電力常務の田中さんでございます。田中さんには、「原子力発電開発の構想」というテーマでご意見の発表をお願いいたします。田中さん、どうぞお願いいたします。

原子力発電開発の構想

東京電力常務取締役 田中直治郎

昔は、十年一昔ということをお申しましたのでございますが、今回のシンポジウムにおいては、30年の先までを見通そうということをごさいますして、報告書の題名を「2000年に至る原子力構想」ということにいたしましたわけでございます。ご承知のように、昨年8月に、昭和65年までの20年間につきまして中間報告を行ない、その後、これを手直しいたしますとともに、西暦2000年、すなわち、今後30年にわたる原子力の超長期展望を試みまして、今回、公表する運びとなった次第でございます。

今後30年という超長期にわたる展望をするということは、きわめて困難な調査でございます。とりわけ最近におきましては、急速な経済成長のひずみと申しましようか、経済成長重視に対する反省が行なわれるとともに、人間尊重の立場から、環境問題、特に公害問題につきましても議論が活発に行なわれておるわけでありまして、すなわち、経済の成長発展の本来の目的が、人間の福祉向上にあることがあらためて認識された形で、自然の保護とか、あるいは生活環境の改善に重点がおかれてまいったわけでありま

す。したがって、公害防止などについての規制が、ますますきびしくなる方向にございます。

また、ご承知のように、昨年秋以来、石油をめぐる国際情勢がきわめて流動的になってまいりまして、石油輸出国機構と国際石油資本との価格交渉の結果によりまして、原油価格が大幅に値上げをされるということがございました。この問題は、世界的なエネルギーの高価格時代の到来を示すものではないかというようにも考えられますが、同時に、その結果のいかにによりましては、日本との間の折衝のいかにによりましては、きわめて大きな問題となり、これはわが国のエネルギー需給はもとより、私どもがやっております電力生産にも多大の影響を及ぼすことになるのではないかと案ずるわけでありまして。

本来、わが国は国内に資源が少ない国でございまして、欧米に比べますと、国民1人当りの所得水準も低いので、本来、生産性を高め国民生活の向上をはかる努力が必要でございまして。したがって、電力の生産につきましても、高い水準を保持することになるわけにございまして。このため、今後、火力、原子力を中心に電力生産を確保していくことが必要でございまして。が、前にも述べました理由などから、火力に対して、公害その他の問題で相当にきびしい条件がございまして、その面からも、原子力の比重がますます増大することになろうかと存ずるわけでありまして。

このように経済・社会の各面で、きわめて流動的な変化が続いておる中におきまして、超長期の構想を立てるといふことは困難なこととございまして。しかしながら、長期のリードタイムを要する原子力開発を円滑に行なうためには、さらにまた、今後の原子力開発政策樹立のためという観点からいたしましても、現時点での可能な限りの努力を払って、私ども予測を行なったような次第でございまして。

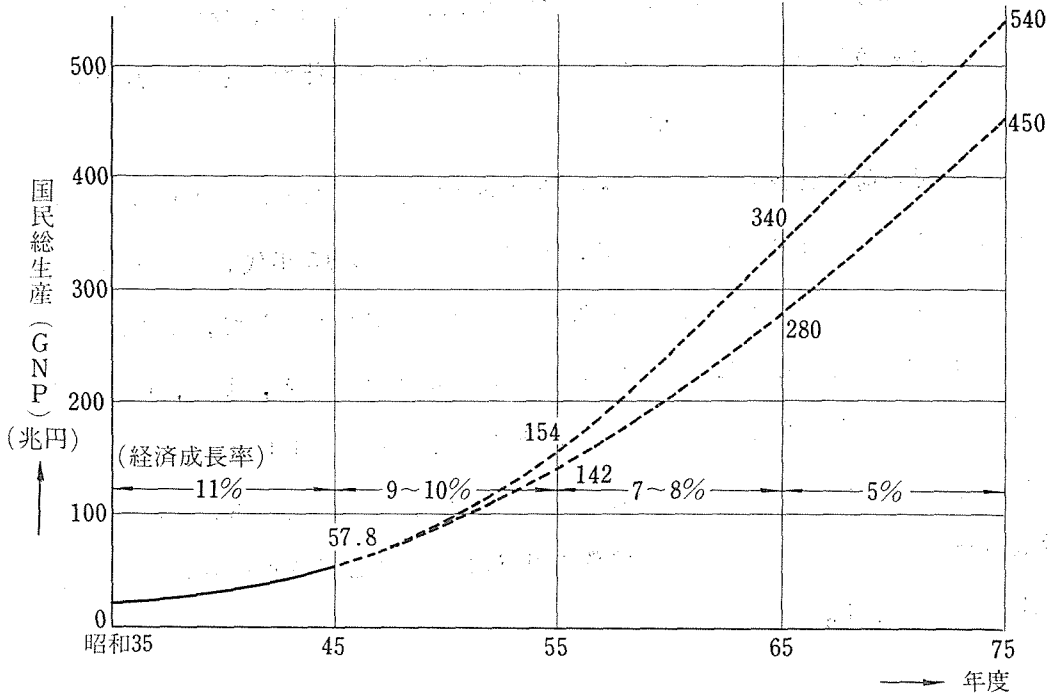
まず、今回の構想の前提となります経済・社会の展望につきましましては、2000年に至る30年間を3つの時代区分にいたしまして、1970年代、1980年代、1990年代というふうにし、将来の変化方向を特徴づけることとしたわけでありまして、まず、当面の10年間の70年代を調整と変革の1970年代ということにとらえ、また、新経済社会発展計画にもみられますように、基本的には、まだ重化学工業を中心とする成長が、一応、持続するものという考え方をとったのでございまして。しかしながら、資源・立地・公害・労働力など、諸種の問題がますます深刻化していくことが考えられるきわめて流動的な時代でございまして。

続く80年代に入りますと、資源、立地をはじめといたしまして、経済の成長に対する制約要因がますます出てまいりまして、産業構造は従来の重化学工業中心から、高度の加工産業や、または情報産業を中心に転換してまいる、いわゆる脱工業化が進んでいくものという考え方をしたわけでありまして、さらに20世紀最後の10年間、すなわち90年代では、国際協調の盛り上がりというものを考えまして、資源保有国での加工生産が進むというような国際分業が著しく進展する時代であろうということで、展望をした次第でございます。

このような経済・社会の展望のもとに、経済成長率につきましては、これまでの10年間に、お手元の予稿集に出ておるかと思えますけれども、いままでの10年間では1.1%であったのでございますが、70年代が9~10%、80年代は7~8%、90年代5%というように想定しております。この想定が大き過ぎるか小さ過ぎるかということは、いろいろご批判があらうかと思いますが、その図面でごらんいただきますような、第1図がそこに出ておりますが、うしろの方は、あるいはごらんいただけないかと存じますが、ただ線だけで、そういう傾向であるということだけごらんいただきたいと思えます。それで、GNPはどうかといいますと、第1図のカーブにございますように、75年度では450~540兆円というきわめて膨大な数字になっておるわけでございます。

第1図 経済成長率とGNPの規模

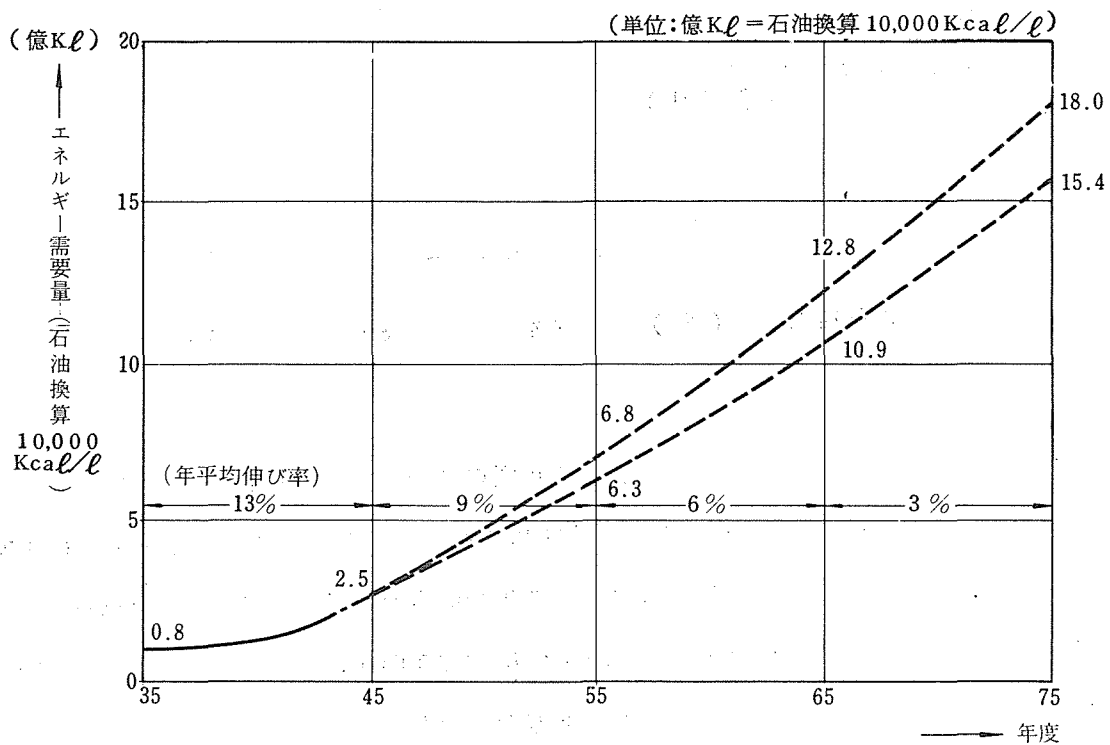
(単位：兆円，昭和40年価格)



次にエネルギー需要についてであります。以上の経済・社会の展望から、経済成長に対するエネルギー弾性値は次第に低下してまいるといふ考え方で、いわゆる西欧型のパターンになっていくという予想でございます。

すなわち、これまでの10年間、過去の10年間では1.18という弾性値でありましたが、70年代は0.9、80年代が0.8、90年代は0.7というような程度に想定したわけでありまして、それにいたしましても、エネルギーの需要量は横のその第2図にございますように、きわめて大きなものになりまして、昭和55年度では、石油換算で6.3から6.8億K ℓ 、一応上下の幅をもたせて想定してございます。65年度では10.9から12.8億K ℓ 、75年度では15.4から18億K ℓ という、まことに膨大な量になる計算でございます。

第2図 エネルギー需要の予測



以上の展望から電力需要を想定いたしますと、想定値は、これまでの55年度までは、電力会社の45年度電力長期計画というのをっておりますので、これを参考にいたしまして、55年度までの想定をいたしましたのでございますが、55年度で8,100~8,800億

KWH, 65年度で1兆4,700~1兆7,300億KWH, 75年度で2兆2,000億~2兆6,000億KWHというようなことにあいなります。(第1表参照)

第1表 電力需要想定

昭和		55年度	65年度	75年度
		総需要(億KWH)	8,100 ~8,800	14,700 ~17,300
自発・共火(億KWH)		1,700 ~1,800	3,000 ~3,500	3,900 ~4,600
九 電 力 会 社 需 要	販売電力量 (億KWH)	6,400 ~7,000	11,700 ~13,800	18,100 ~21,400
	送電ロス率 (%)	6.9	6.9	6.9
	送電端電力量 (億KWH)	6,700 ~7,500	12,600 ~14,800	19,500 ~23,000
	最大電力 (万KW)	12,600 ~13,700	22,800 ~26,900	35,300 ~41,700
	年負荷率 (%)	63	63	63

これを人口1人あたりにみますと、44年度の2,700KWHから、これは年間ですが、55年度で7,000~7,600KWH、これは現在のアメリカの水準にようやく達するわけでありまして、この間にアメリカと日本には20年の開きがあるということがわかるわけですが、65年度では1万1,700~1万3,800KWH、75年度が1万7,000~2万KWHというような水準になるという考え方をいたしてございます。

引き続きまして発電設備でございますが、以上のような電力需要のうち、その大部分を占めます9電力会社、このほかに自家用、その他事業用もございすけれども、9電力会社の需要に対する発電設備といたしまして、昭和55年1億6,900万KW、65年2億8,600万KW、75年4億4,000万KW、こんな数字を出してございます。(第2表参照)これはそれぞれ44年度の設備が5,000万KWでございますから、3倍、6倍、9倍とい

うこととなります。これは需要の上限値、下限値の中間値に対しまして、10%の予備力と40日分の火力、原子力の停止を考慮して設備規模をきめたわけでございます。

第2表 発電設備規模(年度末)

(単位:万KW)

		昭和55年	昭和65年	昭和75年
合 計		16,900	28,600	44,000
内 訳	水 力	3,300(20)	5,700(20)	8,600(20)
	火 力	10,900(64)	11,900(41)	13,400(30)
	原 子 力	2,700(16)	11,000(39)	22,000(50)

(注) ()内は構成比率 %

次にこの発電設備のうちで、原子力発電設備の規模をどういうふうに想定したかという事を申し上げますが、まず、考え方としては、原子力をベース用とし、火力を中間負荷用、水力をピーク用という考え方で、電源構成として最も適切な組み合わせを検討いたしまして、その際、ユニット容量を80万KWから、200万KWまでを考えてみました。現在のところは、それぞれ100万KWが計画しているものでございますが、最後には200万KWまでを考えたいという次第でございます。

その結果、原子力設備は、55年で2,700万KW、65年で1億1,000万KW、これは中間報告のときには1億2,000万KWとしたのでございますが、この点は手直しをいたしました。75年が2億2,000万KW、このようになりまして、原子力設備と全設備の割り合いは、55年で16%、65年で39%、75年で50%、こんなふうに考えていた次第でございます。

それで、この原子力によります発電電力量はどうかと申しますと、55年で1,880億KWH、65年が7,600億KWH、75年が1兆5,170億KWH(第3表参照)。これはかりに石油に換算してみますと、55年で約5,000万Kℓになりまして、65年で2億Kℓ、75年で4億Kℓということになります。すなわちこれをいいかえますと、もし原子力の開発をこのとおりいたさないといたしましたならば、それだけ石油が必要であるということでありまして、たとえば75年では4億Kℓに相当する分を原子力に置き換えたというこ

とがいえるかと思えます。

これに対しまして、火力で使う油はどうかと申しますと、55年以降、大体コンスタントでありまして、1億3,000万Klという想定をいたしました。これは44年度、つまり現在の約4倍に相当する量でございますが、その4倍近いものを原子力に置き換えたということがいえると思えます。

第3表 年間発電々力量(送電端)

(単位: 億KWH)

		昭和55年	昭和65年	昭和75年
合計需要		(170) 7,220	(440) 13,720	(860) 21,260
内 訳	水 力	930	1,230	1,630
	火 力	4,580	5,330	5,320
	原子力	1,880	7,600	15,170

(注) 需要欄の()内数字は揚水消費電力量で外数である。

次に核燃料の問題に入りたいと思えますが、燃料がどのくらいいるかという算出をするために、まず、原子力発電の中でいろいろな種類の炉がございますから、それをどうとるかということ、一応検討してみたわけでございますが、いろいろ検討の結果、対象とする炉型としては、軽水炉、AGR、新型転換炉、高温ガス炉、高速増殖炉、というものを一応取り上げまして、実際の計算では、これを軽水炉と、新型転換炉と、高速増殖炉と、この3つで代表させて差しつかえなかり、大勢に影響なかりということにいたしましたわけでございます。

それからさらに、新型転換炉の導入割合を一応、1割と3割と、5割と、この3つのケースについて考えてみたわけでございます。この横のところに、第4表にその組み合わせが書いてございまして、第5表には、諸種の核燃料その他の計算した結果がでております。

第4表 炉型別設備

昭和(年度末)	55	65			75		
原子力設備	2,700 ^{万KW}	11,000 ^{万KW}			22,000 ^{万KW}		
炉型別設備	LWR	LWR	ATR	FBR	LWR	ATR	FBR
ケース I	2,700	9,900	0	1,100	12,500	0	9,500
ケース II - a		9,200	700		11,400	1,100	
II - b		7,800	2,100		9,300	3,200	
II - c		6,300	3,600		7,200	5,300	

LWR ... 軽水炉 ATR ... 新型転換炉 FBR ... 高速増殖炉

第5表 核燃料サイクル諸量

	昭和年度	ケース I	ケース II			
			(a)ATR10%	(b)ATR30%	(c)ATR50%	
U ₃ O ₈ 所要量 (1,000ST U ₃ O ₈)	年間	55	9	9	9	8
		65	21	20	18	16
		75	20	19	17	15
	累積	55	48	47	46	45
		65	200	200	180	170
		75	420	400	370	340
濃縮所要量 (1,000MTSWU)	年間	55	5	4	4	4
		65	14	13	10	8
		75	15	14	11	9
	累積	55	26	25	24	23
		65	120	110	99	87
		75	280	260	220	180
成型加工 所 量 (100MTU)	年間	55	12	13	13	14
		65	32	34	40	45
		75	33	36	43	49
	累積	55	69	70	70	71
		65	300	310	350	380
		75	640	690	790	880
再処理量 (100MTU)	年間	55	5	5	5	5
		65	20	23	28	33
		75	35	38	45	51
	累積	55	18	18	18	18
		65	150	160	180	210
		75	450	490	580	660

そこに出ておりますように、ケースⅠというのは、高速炉と軽水炉だけの場合でございます。この場合は天然ウランが相当いる。ケースⅡの(c)というのは、新型転換炉を50%入れたという考え方で、想定したものでございます。

これによりますと、75年までの累積量が、もし軽水炉と高速増殖炉だけでやった場合を考えますと、42万ショート・トン年間2万ショート・トンというものが必要になってまいります。いま現在、ウランの鉱山の1カ所で作っております精鉱量は、通常1,000トンU₃O₈かと思いますが、もっと採算の合うものは3,000トンぐらいのもので、採算を考えてやっているものもあるかと思えますけれども、そういう程度でございます。いかに数量が大きいかということがわかるかと思えます。したがって、先ほど申しましたように、石油から原子力に置き換えて、石油の量をセーブしたといたしましても、今後はウランの量に相当の問題が出てくるということがいわれるかと思えます。

次に、天然ウランはそうでございますが、この天然ウランを軽水炉に入れるためには、濃縮をいたさなければなりません。この濃縮につきましては、やはり第5表にその数字を出してございますが、すでに70年代の前半のところでもって、現在アメリカが持っております設備、1万7,000トン分離作業単位でございますが、その半分、または場合によってはその全部を70年の前半で使うというような数字になっております。

これは先ほどのご講演にもありましたように、1979年で、大体、現在のアメリカの濃縮設備を改良拡充しても、その辺で自由諸国の需要に応ずるのに一ぱいであろうというような想定でございますが、これをいまの私どもが作成しましたビジョンにおいては、このようにきわめて大きなものであって、すでにアメリカで現在持っております設備よりも、はるかに大きなものを予定せざるを得ないというようなことが考えられるわけでございます。

また話は戻りますけれども、天然ウランの埋蔵量にいたしましても、昨年4月現在でENEAとIAEAが調査したところによりますと、10ドル以下のウランは、現在、84万トンということになっておりまして、その後約1年の間に、オーストラリア等に多量のウランが発見されましたのでございますけれども、それにいたしましても、先ほど申しましたように、40万トン近い量が30年の間に日本で必要だということになりますと、今後のウランの開発というものは、きわめて重要なことになりかと思えます。

以上述べましたことから、このビジョンの中からどういう課題が、どういう問題が、今後、われわれが積極的に進めていかなければならないものであろうかということを考えてみますというと、まず、きょう申し上げたいのは、大体4点ぐらいでございます。先づ、いまお話したように、核燃料の問題でございます。核燃料をいかに確保していくかということでございますが、これには前々から、電力会社といたしましても、はなはだ微力ではありますけれども、ある程度手をうってまいりまして、現在のところ、長期購入契約と、その他で購入を契約したもの、あるいはすでに買って使っているものなどをあわせると、約3万8,000トンぐらいのものを契約したのでございますが、その他にも探鉱開発にも手を染める次第でございます。しかしながら、以上のような大量の開発計画を実行するためには、さらに探鉱開発、あるいは長期契約というものを進めていく必要があるということが、一応いえるわけでございます。先ほどの5表にもございますように、65年度で20万ショート・トン、75年度で42万ショート・トン、あるいはやり方によって、新型転換炉などを入れると若干減るかもしれませんが、そのような量がいるわけでありまして、これを推進していくためには、やはり相当の資金と努力が必要でありまして、この点、今後、どうして進めるかということが1つの課題かと思えます。

それから、いま最も焦眉の急と申しますか、考えなければならぬ問題は濃縮でございます。これは先ほど申しましたように、濃縮につきましては、日本としては、現在、アメリカに全部依存しておるわけでありまして、今後これをどうして対策を立てていくかということにつきましては、現在、原子力委員会でもご検討中でございます。

また、まず第1に、濃縮技術をどういうふうの開発していくべきかということが最初の課題になるわけでございまして、こちら辺については、いずれ結論が出されるかと思えますし、また一面におきまして、太平洋沿岸諸国の間に濃縮工場を共同で開発してはどうかというような機運もあるやに伺えるのでございます。この場合は、電力の生産の安く生産できるようなところが最も最適の土地になるかと思えますが、いずれにいたしましても、日本としては、再処理、濃縮技術を早く確立するということが、プライオリティを握る上にもぜひ必要であろう。日本には資源がないのでございますから、技術をもって穴埋めをする。諸外国との間で、技術を提供することによって参加させてもらうということが必要であろうかと考えるわけでありまして。

もう1つは、よくいわれます再処理の問題でございますが、これはすでに政府におき

まして、動燃事業団が0.7トンの工場の建設にすでに着手されておるわけでありましたが、これは昭和52年ごろには、一応、満ばいになるということから、第2の工場をどうい
う規模で、おそらく3トンとか5トンとかいう大型のものになるかと、これは私
の1人ぎめの判断でありますけれども、そういうものを54~55年ごろつくるかどうか
ということが、1つの課題になっていくかと思えます。

さらに、目下、固体廃棄物の処理処分というものがいろいろと検討されております。
これは特に民間の発電所からもある程度の量が出るのでございまして、これの処理技術、
あるいは処分方策というものを早急に検討して、確立していく必要があるということ
を痛感するわけでございます。

第4点としては、原子力発電は、よくいわれますように、公害がなく、または安全
問題につきましても、わが国の特殊事情から、きわめて嚴重な設計、建設、管理がなさ
れておりますので、その面ではまず問題はないのでございますけれども、現実にはやは
り住民感情などから、立地に困難をきたしているようなところもないではありません。

これらについても十分にPRをするとか、何かそういう面でいろいろと配慮する点か
あろうかと思えます。今回の構想におきましては、2000年までに原子力発電を、先ほ
ど申しましたような設備にいたすためには、およそ40カ地点の発電所の用地が必要か
と推定いたすわけでありまして、安全及び環境保全対策を十分確立して、そうして一般
国民の理解を得て、立地を進めるという必要があるかと存するわけでありまして。

以上で構想の概要と主要な問題点、課題についてご報告申し上げたわけでありまして、
本構想の示します意味合いというものを総括して申し上げますと、先ほど申し上げたこ
ととある程度重複するわけでございますが、私どもとしては、官民一致してこれらの問
題の解決にあたる。そして、原子力発電の開発を進めていくことによりまして、現在問
題になっております火力発電の石油の問題を長期にわたってどう解決していくか。ある
程度、1億3,000万Klならば、それで押えていけるかということを検討する必要があ
らうかと思えます。

もちろん、30年の長期の問題でありますから、また石油とその他の燃料についても、
あるいは情勢が大きく変転することもあり得るかと思えますけれども、現状から考えま
すと、まず、原子力開発を相当推進していく必要があります、そうして2000年までに、こ
のビジョンで示しましたように、4億Klの石油を転換するということは、量的にはとも
かくとして1つの方策ではなからうかと考えるわけでありまして。

それから、このビジョンにおきまして、以上私が申し上げた量、質から、わが国の原子力機器、燃料の供給産業の面にどう影響を与えるかということ、これはのちほど講演があるわけでありませうけれども、そういうベースにもある程度していただけたかと思えます。今後、技術革新やエネルギー情勢の現実の推移に合わせまして、適切な原子力発電の開発が推進されなければなりませんけれども、その場合に、本構想が若干でもお役に立てばまことに幸いかと存じます。

はなはだとりまとまらないお話を申し上げて大へん恐縮でございます。ご清聴どうもありがとうございました。(拍手)。

議長 どうも田中さん、ありがとうございました。

それでは日立製作所の吉山さんをお願いいたします。(拍手)。日立製作所副社長の吉山さんをご紹介します。吉山さんには「原子力供給産業の展望」というテーマでご意見のご発表をお願いいたしたいと存じます。吉山さん、どうぞお願いいたします。

原子力供給産業の展望

(傍)日立製作所副社長 吉山博吉

原産でとり行なわれました長期計画のうち、供給産業のほうのとりまとめを仰せつかりました。ちょうど昨年のいまごろから1年間、この仕事にとりかかりまして、途中、昨年の8月に中間報告としてご発表を申し上げましたことは、ご存じのとおりでございます。

中間報告の視点といたしまして、供給産業のほうといたしましては、昭和55年に焦点をしぼりまして、主としてそこを視点とした報告を申し上げた次第でございますが、1年間まとめました報告は、75年、西暦の2000年ということになりますが、そこまでの見通しを立てさせていただきました。私どものほうの数字は、田中さんのほうでおまとめいただきました総合部会のほうからちょうどいいいたしました将来の需要量というものをベースにいたしまして、供給産業がそれにフォローできるかどうかというようなことを研究し、さらにそれに伴います問題点、これは技術的な問題点、あるいはまた資金的な問題点というのをまとめて報告を申し上げた次第でございます。

最初に、将来の供給産業の能力の見通しというものを申し上げますときに、現在どうなっておるかということが必要かと存じますので、ごく簡単に、現在の供給側の能力を申し上げたいと存じます。

今回の原産年次大会の予稿集というのを、皆さまお持ちだと存じますが、その中で、15ページをお開きいただきたいと存じます。そこに第1表、現有生産能力というのがございます。原子力供給産業の現状の抽象的な点につきましては、13ページに書いてございますが、当初は、機器、リアクター関係に関しましては、外国からの技術導入というような形でスタートいたしまして、当初におきましては、とりまとめというようなものは外国へ依存するというような形でスタートをいたしました。が、きょう現在におきましては、日本の企業がとりまとめをやらせていただく、これはライセンスベースでとりまとめをやらせていただくというような形のものが次第にふえておりまして、今後、こういうような新しい型のもの、あるいはまた一方、容量が増えるというようなケースの場合には、そういうような形がとれるかと存じますが、逐次これが日本の企業のとりまとめという形に移行していくというふうに考えております。

そういうような形の、きょう現在の能力は第1表にございますように、原子炉設備で500万KW、これは46～7年に注文をちょうだいいたしまして、52年までにつくり上げることが可能なものというような意味の500万KWでございます。それからタービン発電機のほうは、火力機も含めた数字になっておりますが、49年の出荷予想量という形で1,200万KWという数字を出ささせていただいております。

それから燃料関係のほうは、そこにいずれも昭和46年よりという注釈がついてございますが、再転換が480トンUO₂/年。それから成型加工のほうは390トンU/年という形で出ささせていただいております。

これをごらんいただきましてもわかりますように、リアクター機器関係のほうは、こういうような新しいものの立ち上がりのときの形としては、あるいは自然かもわかりませんが、一足先に供給体制が着手されたということをおし上げていいのではないかと思います。それに比較いたしまして、燃料のほうは、現状では一足遅れておることをおし上げたいと存じます。成型加工が、やっとな今、工業化の設備ができ上がったというような程度でございまして、今後、この燃料関係の供給体制というものを、相当注目をしなければならぬということがおし上げられると思います。

第1表 現有生産能力

項目	生産能力	備考
原子炉設備	500万KW	昭和46~47年受注し、昭和52年に完成可能量
タービン・発電機	1,200万KW	火力機も含め昭和49年における出荷予想量
燃料再転換	480トンUO ₂ /年	昭和46年より
燃料成型加工	390トンU/年	昭和46年より(但し、内80トン/年は昭和47年より)

第2表 原子炉設備およびタービン・発電機関係の必要生産能力

機器名	昭和年度	予想国内需要 (事業用のみ)	必要な生産能力	生産余力
原子炉設備	55	850 (万KW)	1,000 (万KW)	20%
	65	1,100	1,400	輸出等を考慮し30%
	75	1,600	2,100	
火力発電機 (火力用を含む)	55	1,200	1,700	火力機における自家発、共火、輸出等を考慮し40%
	65	1,600	2,200	
	75	2,500	3,500	

(注) 上記の需要は着工ベースによる。原子力は5年先、火力は3年先の運開量を着工量とした。

第3表 核燃料関係必要生産能力

昭和年度	再転換能力 (トンUO ₂ /年)		成型加工(トンU/年)				再処理所要量 (トンU/年)	
	ケースI	ケースII(C)	需要		必要生産能力		ケースI	ケースII(C)
55	2,100	1,700	ケースI	ケースII(C)	ケースI	ケースII(C)	ケースI	ケースII(C)
65	5,400	3,200	3,400 (100)	4,700 (100)	5,100 (150)	7,100 (150)	2,100 (40)	3,300 (40)
75	5,700	3,300	4,700 (700)	6,300 (700)	7,100 (1,100)	9,500 (1,100)	4,000 (450)	5,600 (450)

- 第3表 1. 成型加工については、月別需要の変動がはなはだしいため生産余力を50
(注) %とした。
2. 成型加工の需要、再処理所要量には、FBR用ブランケット燃料が加算されている。
 3. ()内は、FBR炉心用燃料(トンPu-U/年)で外数である。
 4. ケースIは(LWR+FBR)、ケースII(C)は(LWR+ATR50%+FBR)の場合である。

それからただいま申し上げましたのが現在の能力でございますが、それをベースにいたしまして、将来、需要の量に見合う供給体制というものをいかにするべきかという数字を検討いたしましたのが、予稿集15ページの第2表と第3表でございます。これは機器関係と燃料関係とに分けて書いてございます。

第2表をごらんいただきますと、昭和55年、65年、75年という段階に分けて書いてございます。炉の設備で申し上げますと、昭和55年で850万KWの需要、それに対応いたします生産能力を20%余力をみて、1,000万KW、それから65年が1,100万KWに対しまして1,400万KW、75年で1,600万KWに対しまして2,100万KW。先のほうは輸出等も考慮いたしまして、生産余力を3割というふうにとってございます。

それからタービン発電機関係は、火力用を含めまして、そこに55年、65年、75年と数字が出ております。これは事業用だけでございますので、自家発、あるいは共同火力、輸出等を考慮いたしまして、生産能力といたしましては、4割の余裕をとらせていただいております。

それから第3表でございますが、これが核燃料関係の必要な生産能力ということでございます。先ほど田中さんのご発表にもございました、必要な燃料関係の数字をベースにとらせていただきました。ここで私どものほうで計算をいたしましたのは、ケースIとケースIIの(C)、2通りになっておりますが、これが燃料関係で両端の数字になるわけでございます。ケースIは新型転換炉が入らない場合、ケースのIIは50%という一番よけい新型転換炉を使いました場合のケースでございます。この間に入るであろうという勘定にいたしております。

ここで再転換能力と、成型加工と、再処理所用量と3つに分けて、ここへ数字を出させていただきました。かりに65年の成型加工というところでご説明を申し上げますと、需要の数字はケースのIが3,400トンU/年。一番よけいありますケースが4,700トンU/年でございます。この数字はFBRのブランケットの燃料が加算されておりますの

で、前に出てまいりますのと少し数字がかわっております。それからカッコに出ております数字が、FBRの炉心用燃料でございます、これは外数になっております。そういう意味の数字でございます、燃料関係で55年度、65年度、75年度、これだけぐらゐのものがあるであろう。これらが両サドで、一番端と端の数字をここへ提示をさせていただいておりますが、これぐらゐの供給の体制が必要だということになるわけでございます。

それからなお、将来の供給産業の体制をこういう数字にまとめていきますのにつきまして、もちろん解明しなければならない多数の技術的な問題もございますが、これに要します資金というものと、それからこれに必要な技術者というものを別に計上いたしました。原産の原子力産業長期計画委員会報告書というのがございますが、これに出してございますのでもしご興味のある方は、そちらのほうをご参照いただきたいと存じます。

数字の説明はそれぐらゐにいたしまして、あと、技術的な問題につきまして、今後、開発技術の点で、こういうようなところに問題があるということ、一通りご披露申し上げたいと存じます。時間の関係がございますので、問題点のあり場所ということをご報告申し上げるぐらいの時間しかないと存じますので、大へん恐縮でございますが、それに対します解明、あるいはその対策というような問題については、また、もし機会がありましたらということにさせていただきまして、本日は問題点のあり場所というような意味でお聞きとだけいただければ大へんけっこうかと存じます。

技術開発の展望を、少し項目を分けて申し上げたいと存じます。最初に軽水炉でございますが、軽水炉につきましては、もうご存じのとおり、何がしかが運転に入っております。今後、解明しなければならない問題は、むしろ運転実績を含めました信頼性の向上というようなものについての問題点が多かろうかと存じます。それから、将来、200万KW級のものになるのではないかという点につきましての技術的な解明の問題、現在やっております50～100万KW級というものと、200万KW級になりました場合には、何か設備能力の点、あるいは製造技術の点におきまして、一段飛躍がそこにありそうだというのが、いま、われわれの課題でございます。

それからなお、燃料関係で、プルトニウムを軽水炉へ利用するという問題につきまして、これは経済性の問題、いろいろございますが、こういうような問題の解明に取り組まなければならないというような問題がございます。

次に、ガス炉でございますが、ガス炉は現在イギリスで主としてやっております。こ

の改良型ガス炉というのが47年、来年でございますか、運転開始の予定で建設が進められております。これを将来、技術導入というような形で日本でも考えるような時代がくるのではないだろうか、ということがいわれております。

次に高温ガス炉でございますが、これはアメリカ、あるいはヨーロッパ等でかなり研究をされております。ヘリウムを冷却材といたしまして、現在炉出口温度750度Cを越えるぐらいのところまでいっておりますが、さらにこれを多目的炉というものに使うのに、温度をもう少し上げることが非常に重要な問題になっておまして。今後、この研究がさらに進められるのではなからうかというふうに考えます。

それから、なお、あとでまた燃料のところでも申し上げますが、高温ガス炉の場合には、燃料が非常に特殊な燃料になりまして、いわゆるコーテッド・パーティクルという形の、従来使っております燃料とはかなり違ったものになります。この製造技術、あるいはまたこれの再処理の問題、ここに非常に大きな問題が控えておりますことを提起しておきます。

それからなお、高温ガス炉につきましても、トリウムが燃料として非常に有効だということで、トリウムを多量に持っております産地の国がこの炉に非常に興味を持っておるということを、一言申し添えておきます。

次に、新型転換炉でございますが、新型転換炉は、ただいま、もう申し上げる必要もないかと存じますが、日本におきましては、動燃事業団が中心になりまして、現在、原型炉の設計をおえて、建設にこれからかかるというようなところまできております。この問題につきましても、燃料のプルトニウム・セルフサステイニング方式というのが問題でございますが、これはいずれ解決されるのではなからうかというふうに考えております。

なお、この新型転換炉のエンジニアリングは、いわゆる国産でということで進められておりますので、そういうような問題につきましても、企業の共同、あるいはナショナル・プロジェクトという面でいろいろむずかしい面もあるし、また、今後、そういうような形で開発していくのが非常に有利だという面の1つの大きなお手本ではなからうかと考えております。

次に、高速増殖炉でございますが、これも動燃事業団が中心になりまして、実験炉のほうはすでに仕事もうスタートいたしておまして、機械の製作、あるいは現地の作業などが現在すでに始まっております。原型炉に関しまして、設計がいま進められてお

りまして、いずれ近い将来に、これも実際の炉が製作され、据え付けられ、建設されるという段階になろうかと存じます。

高速増殖炉につきましては、世界中で非常に関心が高い問題でございまして、アメリカにおきましても、ヨーロッパにおいても、非常にこれが大きく取り上げられております。ただ、非常に大きな資金がかかりますことと技術的にもいろいろ解明されなければならない、いわゆる研究開発段階におきます資金も非常にたくさにかかるといふようなことで、進め方にいろいろ差はございますけれども、世界の大きな問題として進められておりますし、日本といたしましても、燃料がそう潤沢ではないといふような問題もある関係で、この問題については、今後とも、官民の大きな関心を必要とするといふふうに考えております。

次に、これは少し将来の問題になろうかと存じますが、おそらく紀元2000年ごろ、21世紀に入りますころには、核融合問題もおそらくメドがついてくるのではなからうか。2000年までの長期ビジョンを立てる場合には、やはり核融合というものを忘れてはいけないというのが1つの問題でございまして。

もう1つの将来の問題といたしまして、MHD電磁流体発電というのがございまして、これが将来さらに合理化されて、原子力発電とあるいは組み合わせ、可能な時代がくるのではなからうかといふことも、忘れられない1つの問題ではなからうかといふふうに取り上げております。

次に燃料関係でございまして、冒頭に申し上げましたように、燃料関係の供給産業側の体制というのがやや遅れておる状態でございますが、日本におきましては、燃料サイクルということ申しますけれども、サイクルという形には、現状まだなっていないというのが実状でございます。

製錬関係につきましては、先ほど田中さんからお話がございましたが、電力会社さんのほう、あるいはまた鉱山会社さんのほうで主として取り組んでおられまして、機器メーカーといたしましては、この問題はやや消極的ないき方になっております。われわれ供給産業側といたしましては、製錬のあとの問題、まず一番大きな問題は濃縮であろうかと思っておりますが、きょう現在では、外国にこれを依存しておりますから、再転換から先の形に現在ではなっております。再転換、加工、再処理、それからさらにそれに続きます廃棄物処理という形になるわけでございまして、この濃縮の問題は、今回の年次大会でも別に取り上げられておりますけれども、当面、供給産業側といたしましても非常に大

きな問題でございますが、当然これは将来は取り上げられなければならないという考え方のもとに、現在、開発研究というものに協力を申し上げておる次第でございます。また、企業自身といたしましても、自力で研究をやっておるのが現状でございます。

ご承知のとおり、ガス拡散法を原研で、遠心分離法を動燃事業団で主として中心になってやっておられまして、供給産業側も、これらにそれぞれご協力申し上げて進めております。いずれ近いうちにその方向づけも行なわれるかと存じますけれども、これが現実企業化されるという場合には、非常な技術的な問題と、資金的に非常に大きな問題が伴いまして、どういう形で実現するかということにつきましては、まだ、全然見当がついておりませんけれども、国家としての援助というものを相当期待しなければ、これは実現できないのではなかろうかと考えております。

それから転換、加工、再処理という範囲の問題は、冒頭に申し上げましたとおりでございます。加工につきましては、やっと工場設備ができ上りまして、運転開始という形に現在入りつつございます。

それから転換、再処理につきましては、加工よりはやや遅れておりますけれども、工業化の計画が着手されたというふうに申し上げていいのではなかろうかと思えます。

それから廃棄物処理の関係でございますが、これはやはり供給産業側としても非常に関心を持っておりまして、将来、この廃棄物を極少にしたということについての開発研究を、現在でも力を入れておりますし、今後ともこの問題に取り組んでいかなければならない。ここにも問題点が1つあると考えております。

次に、将来に関します燃料関係でございますが、高温ガス炉の燃料というものに対してはコーテッド・パーティクルという非常に違った燃料を使いますことを先ほど申し上げましたが、これらに関します燃料の研究開発というものは、やや現在遅れておるということを申し上げていいのではないかと思います。将来、多目的炉というものと取り組みます場合には、どうしてもこの問題を解決しておかなければいけないというのが、1つの問題点ではなかろうかと存じます。

それから高速増殖炉燃料関係は、主としてプルトニウムに関連する点でございます。これの取り扱いに関する問題、あるいは再処理に関する問題、この問題が、いま動燃事業団で取り組んでスタートを切っていただいておりますが、供給産業側といたしましては、この問題については、まだ手がはなはだ届きかねておるというのを、卒直に申し上げていいのではなかろうかと思えます。今後、この問題は、どうしても高速増殖炉とい

うものと並行して解決していかなければならないという1つの問題点になっておると考えております。

以上が技術的の問題点でございますが、本日、内容につきましてこまかく申し上げるだけの時間をおもちませんので、ただ問題点の提起、ここに問題点があるというような意味で申し上げただけに止りましたことを、お許しいただきたいと存じます。

次に、供給産業側といたしましては、輸出という問題が1つの題目でございます。供給産業側といたしましては、やはり将来におきましては、国内の需要というものだけに依存するというでなしに、一部の範囲は輸出する、あるいはまた後進国を援助するという意味におきまして、これをどうしても考えておかなければならないということで報告の中に一項これを入れさせていただいております。大へん、こういう大きなことを申すようで恐縮でございますけれども、昭和50年代の後半、昭和60年に近づいたころには、国内需要の10%ぐらいを、いわゆるプラントといたしまして、エンジニアリングを含めた形で輸出をいたしたいということで、供給産業側としては、体制を整えたいということにいたしております。さよう現在では、ごく一部のハード、圧力容器でございますとか、あるいは格納容器でございますとか、タービン発電機であるとか、そういうようなものの輸出ということにとどまっておりますが、将来の輸出産業、あるいはまた供給産業といたしましては、何かのエンジニアリングを含めました輸出をどうしても考えていきたいということ、一項目報告の中に入れていただいております。

以上、私の報告をこれで終わらせていただきますが、結論といたしましては、供給産業といたしまして、機器、リアクター関係はいろいろ解決しなければならない技術的問題も非常にたくさんかかえておまして、この努力をおろそかには決してできないと考えておりますが、燃料関係のほうにさらに大きな問題が、供給産業側としてはあるのだということ、この報告で特に強調いたしたいと存じます。特に濃縮という大きな問題を含めまして、燃料に関する供給体制の整備ということが、今後忘れられない1つの大きなテーマであるということをお報告させていただきまして、私のきょうのお話のとりまとめとさせていただきます。大へんありがとうございました。(拍手)。

議長 どうも吉山さん、ありがとうございました。

議長 それではただいまよりコメンテーターの方々のご意見の発表と討論に移らせていただきますと存じます。

初めに私からコメンテーターの方々のご紹介をさせていただきます。

左のこちら側においてになりますのが、国民経済研究協会会長、稲葉さんでございます。

次に石油連盟の会長の出光さんのおいでを願うはずでございましたが、先ほど申し上げましたように、出光さんはOPEC等で非常にお忙しいようでございまして、まだおいでになれませんので、おいでになりましたらご紹介させていただきます。

次は衆議院議員の前田正男先生でございます。先生は現在、衆議院の科学技術振興対策特別委員会の理事として、たいへんご活躍願っております。

次は原子力委員会の委員の北川一栄さんでございます。

では、最初に稲葉さんから、ご意見の発表をお願いいたしますが、すわってやらせていただきます。お願いいたします。

稲葉 ただいまご紹介にあずかりました稲葉でございます。いまお2人のお話に対しまして、若干のコメントをさせていただくわけでございますけれども、皆さまご存じのように、国の経済とエネルギーの消費並びに供給というものの間には、非常に重要な関係がございます。そして私個人は、過去十数年間そのような国の、たとえば石油の政策でございますとか、石炭の政策でございますとか、電力の政策でございますとか、そのようなこと、さらに総合エネルギー政策、こういうものに参画をしてみました。このような観点からみまして、現状並びに将来を展望しまして原子力発電を推進していただく、このような立場に対しまして、若干のコメントをさせていただきたいと思うのでございます。

皆さま方専門家で、十分ご存じのことだと思っておりますけれども、この10年間に振り返ってみますと、大体、実質国民成長とほぼ同じような形で、日本のエネルギーの総消費が増大しております。そして今後も私たちはこのような傾向が続いていくのではなからうか、このようなことを前提としており、先ほど田中さんがお話になりました原子力発電の前提としての電力需用の伸びにつきましても、このような想定が使われております。そして会社のエネルギーの平均消費率よりもやや、最近は国際的、また国内的に申しまして、電力の消費の伸びが高い。また今後もそのような形が起こってく

るのではなからうか、このように思う次第でございます。

さて、この10年間に、経済成長が約3倍、エネルギーの総消費も約3倍、そして工業生産は約4倍弱伸びてきたのでございますけれども、そのような中におきまして、電力そのほかのエネルギーをどのようにアジャストしていくか、このような問題が総合エネルギー政策の課題として誕生してまいりました。しかしこれをはつきりした角度において裏づけをする、またそのようなことをもとにして、ただ数字だけではなくて、一国の対処方針として確立をする。このようなことは、遺憾ながら、まだ私達の日本で実現をしていない。またこれにつきましては、私どものような中立的な立場から、こういう政策に関係をさせていただいているものとして、まことに国民の皆さま方、産業の皆さま方に対しまして申しわけない、このように思っている次第でございます。

最近のエネルギーの全体の問題についていえば、いままでのエネルギーのバランス、こういうものに加えて、2つの大きな問題が登場をしてきている次第でございます。

その1つは、皆さま方ご存じのように、公害対策をどのようにしていくのかということとなしには、実はエネルギーの需要を私たちはまかなっていくことができなくなってきたということでございます。現に、電力などは長期で展望しますと、どうも発電計画全体がおくれていく、しまいには生産活動をまかなえない。国民生活の上昇をもまかなえない。このような姿になりつつあるのではなからうか。こういう心配が起こっております。

いま1つの問題は、あとで出光さんからお話しになるわけでございますけれども、昨年私たちもヨーロッパやアメリカ、中東にまいりまして、来たるべき石油、このようなものが、非常に大きな変化をしていかざるを得ないだろう、こういうことを経験してまいりました。そしてそれが、いまや私たちが考えましたよりも、より大きな形であらわれてまいります。そして将来の日本のエネルギーというのはなかなかよくわかりませんが、大体、先ほど田中さんからお話がございましたけれども、国民総生産の拡大のテンポがこれから5年ごとにやや落ちていく、このように仮定をしましても私たちは昭和50年、つまり、1975年には、1969年に対しまして、1.7倍ないし1.8倍のエネルギー消費をまかなっていかなければならない。そして1985年、昭和60年ごろになりますと、さらにその2倍のエネルギーをまかなっていかなければならない。そして電力設備についていえば、私たちはここ5年間で、全体として1億KWを上廻るような電力設備をもたねばならないし、また1985年までには、私たちは2億KWを上廻る規模をどうして

もこの日本でもつていかねばならぬということになります。

それにしましても、私たちは当面、原子力がまだ十分開発されていない、それにアメリカやヨーロッパのように、天然ガスに私たちが依存をするという度合いが少ない、こういうこともございまして、石油について申せば、過去10年間に私たちの石油は、輸入量は7倍ふえております。しかし今後5年間に、このふえたものをもとにしましても、2.5倍、さらに15年後には、はっきりわかりませんが、いまの5倍以上の石油を輸入してこなければならぬ。

それにしても、いま田中さんがお話になりましたテンポをもとにしましても、原子力開発が、かりに昭和50年度で1000万KW、55年度で2,700万KW、昭和60年に5,000～6,000万KWということになりましたも、私たちはそれ以上、石油に依存するといったような発電所を建設していかなければならぬ。しかも石油はこれから私たちがそれを獲得するのに非常にむずかしいし、おそらく今回約40%の値上げを受けねばなりませんけれども、この値上げも実は毎年10%ずつはさらに上がります。このような環境のもとにやっっていかなければならぬ、こういう次第でございます。

そこで、このような基本的な考え方に立ちまして、私は皆さま方に、若干総合エネルギー政策的な観点からコメントをさせていただきたい。このように考える次第でございます。

その1つのコメントとして私が申し上げたいのは、先ほどいろいろお話がございました。そして先ほど田中さんのおっしゃった計画、こういうものを満たしていくにしましても、まだ私たちの日本では、十分準備体制が確立をしている、このようにはいえないわけでございます。しかし、どうも日本のエネルギーの将来を考えると、そのテンポ以上に、20%でも30%でもけっこうでございますから、まず原子力発電を強化していく、そういうことによりまして、私たちの石油依存度をより少なくしていく、このような努力は国民経済的な観点からどうしてもやっつていただく必要があるのではなからうか。まさに日本はそのようなことを考え、実行していかなければならぬ段階にきたのではないかとということであります。

第2に、私がそれと関連をしてコメントとして出したいことは、今後の大気汚染対策、こういうものを私たちはどうしてもやっつていかねばならない。またそれなしには、今後の日本のエネルギー供給があり得ないとしますと、去年、この会議で、シーボークさんが来られてお話になったことを思い出すわけでございますけれども、一番私たち人類に

とって危険な原子力エネルギーが、実は清い水と清い空気を私たち人類に与えてくれるものだ、こういうことですので、公害対策、大気汚染対策と私たちが本格的に取り組む、このような面においても、実は原子力開発をより進んでやっていただかねばならぬ。

第3には、私たちエネルギー政策を、いままで2つの原則において運営をしてまいりました。その1つは、エネルギーの廉価供給ということでございます。もう1つはエネルギーの安定供給ということでございます。そして過去を反省してまいりまして、確かにこの10年間、日本は世界一の速度で経済活動を伸ばしてまいりました。そのようなこともございまして、やや廉価供給というところに重点がおかれすぎて、安定供給ということに対して重点がおかれなすぎた、このような感じをもつわけでございます。もとより私たちは、でき得るかぎり安いエネルギーを供給したい、このように思う次第でございすけれども、いろいろな観点をみまして、私はこのチープネスとセキュリティを結びつける上にもはっきり申せば、原子力開発を進めていく、このような時がきたのではなからうか、このように思う次第でございす。

そして、このようなことを推進していくためには、たとえば設備の建設に、土地の入手に、あるいは先ほどお話がございましたけれども、ウラニウム資源の確保、このようなことに対しまして、ただ電力業界だけがこういうことをおやりになるということではなくて、政府並びに国民がこのような点をもつとはっきり理解をして、それに対して思い切った支援措置をしていく、こういう必要があるのではなからうかと思っております。

その意味におきまして、いままで十数年間私たちが原子力開発をやってきたということとは、より大きな飛躍を、この日本でこれからどうしても実現していかなければならぬということの上に、重要な場であったのではなからうか、ただ過去の延長だけではだめでございますから、いまや多元的な新しい総合エネルギー政策的な配慮をしまして、これをどのように進めていくかということをやっていかなければならぬ、このように思うからでございます。

時間の関係上、あまり詳細なコメントはいたしかねるわけでございますけれども、いま1つ原子力政策、特に当面、原子力発電をよりたくましくやっていただかねばならぬ、このように私たちが思いますのは、実は、ただ原子力が発電だけではなくて、すでに広範囲な産業変革の展望をもっているということでありす。

私は専門家ではございませんけれども、ここ1年半ばかり、いろいろな面におきまし

てこの原子力産業会議の多目的な利用，このようなことにつきましてお手伝いをさせていただきます。このような面からも，私は将来を考えますと，原子力発電とさらに将来の原子力開発を利用しまして，やはり多目的な利用開発の体制もひとつ進めていただきたい。また高温ガス実験炉というものも，ここで国が思い切って設置していただきたい。また原子炉の安全基準の確立，このようなことについて，画期的な措置をとっていただきたい。そしてさらにそういうことと並行しまして，いろいろなそれに伴う原子炉開発につきまして，より大きなたくましいあり方をやっていただきたいと思うのであります。特にこの点は，先ほどの講師の方をお願いいたしますとともに，あと原子力委員の北川さん，また衆議員の前田先生もおられるわけでありますから，こういうほんとうに専門家の方，またそれを引っぱっておられます方が，国の経済成長，あるいは国民生活の充実ということと関連をしまして，この原子力の利用を安定供給と低廉供給の面において，よりがんばっていただくことをお願いすると同時に，2人の先生のコメントもいただきたい。このように思う次第でございます。時間がちょうどまいりましたので，これで終わらせていただきたいと思えます。どうもありがとうございました。

議長 どうもありがとうございました。

では，石油連盟の会長の出光さんがおいでになりましたので，ご紹介申し上げます。出光さん，おいでになった早々でございますけれども，どうぞ続いてご意見のご発表をひとつお願いします。

出光 今日，石油は熱源，動力源，また原料として，産業活動や国民生活のあらゆる分野に深く浸透して使われております。その消費量は巨大なものになっております。

よくいわれますように，1970年代，10年間に世界で消費されます石油300億Klは，過去110年間における世界の原油生産量の累計と同じであります。石油需要はまことに急テンポな伸びを示しております。

わが国の石油需要についてみますと，昭和45年度において2億Klを越えまして，一次エネルギー供給全体に占める石油の割合は70%近くまで達しております。今後におきましても石油需要の増大は続き，総合エネルギー調査会の試算によりますと，昭和50年度には3億Klを上回り，一次エネルギー供給に占める石油の割合は73%に上昇することが見通されております。ここ当分の間，石油時代が続く見込みであります。

こうしてみますと、ますます巨大化する需要に対し、必要な量及び質の石油を安定確保することは、實際上並みたいの問題ではありません。

石油資源につきましては、1969年末現在の石油の確定埋蔵量、原油確認埋蔵量は、合計830億Kℓ、可採年数32年であります。今後も探鉱開発の進展や科学技術の進歩によって追加発見が期待されますので、量的には何ら不安はありません。問題はこれからのこれらの石油資源を必要な量及び質において、いかに確保して、いかに運んでくるかです。

このため、石油産業は、国の内外の原油開発の推進をはじめとして、産油国や国際石油会社との国際協調の緊密化、邦船タンカーの船腹の増強、また国内的には製油所立地の確保、パイプラインの敷設を含む流通部門の合理化、さらには公害対策など、まことに多くの難問をかかえております。

これらの問題は、単に難問というだけではなく、同時に巨額の資金を要するものばかりであります。たとえばチェース・マンハッタン銀行の調査によりますと、自由世界の石油産業が今後10年間に必要とする資金は、合計5,000億ドル、円換算しまして188兆円、1日当たり1億4,000万ドルといわれております。実際1969年には、総額200億ドルの投資が行なわれ、そのうち90億ドルは探鉱開発に充てられております。

また、わが国の石油産業におきましては、原油開発はもとより、備蓄、タンカーの船腹の増強、さらに公害対策などのために、今後15年間に10兆円、300億ドル、うち開発には約2兆円の資金が必要であると見積られております。それに加えて、昨秋以来、石油産業はさらに大きな難問に直面するに至っております。世界の石油消費国が震憾させられました石油輸出国機構(OPEC)による原油値上げ攻勢がそれです。

この問題につきましては、すでに新聞等において詳細に報ぜられておりますので、よくご承知いただいておりますが、日本の石油業界は46年度だけで総額2,500億円もの値上がり額の対策に苦慮しております。今回の石油輸出国機構による値上げ攻勢は、開発途上国である産油国の自国開発のために、現在の原油価格水準では不安であるという考え方、また国際石油会社に対する不満、さらには南北問題に起因しておるのであります。私どもとしましては、こうした大幅な値上げには不満でありますし、またショックでもありますが、同時に地球上の地下資源に対する価値観が変化しつつあることを認識しなければならないと考えます。

1950年代はメージャー石油会社の時代、国際石油会社の時代、60年代は消費者の時代といわれていますが、これに対し70年代は産油国の時代といわれております。今回の原油値上げに対する国際石油会社の態度としましては、今後5年間の原油の安定確保と引きかえに、やむを得ず値上げを認めたといわれております。これをクエート原油の側でみますと、原油公示価格は1948年のキロリットル当たり5,000円から、70年には約4,000円に下がっていたものでありますが、今回の値上げによって3割から4割の上昇をしておりますし、しかも、今後5年間は毎年値上げされることになっております。この値上がり価格をそのまま日本向けのFOB価格にかぶることになりますと、日本の原油価格は、今後5年間に総額約2兆円のコスト増となります。

私ども石油産業は、今後とも石油の安定確保に最大の努力を重ねてまいります。石油の消費者においても、地下資源の価値観の変化という点を十分認識して、資源の有効利用により多くのくふうをこらす必要があります。

原子力は石油に続くエネルギーであり、その開発はエネルギーの多元化をはかる上で、大いに期待されます。原子力開発は全く新しい分野だけに、解決を要する課題が多く、研究開発にあたられる方々のご苦心が多いと思いますが、ただいま稲葉さんからもお話がありましたように、1日も早く原子力開発ができ上がりまして、大量消費に対応する大きなエネルギーに発展することを期待しております。

議長 どうもありがとうございます。

では次に、前田先生、お願いいたします。

前田 最初に、シンポジウムで発言できますことをたいへん光栄に思っております。私も原子力の初期から参画させていただいたわけですが、今日このように原子力が発展しましたことについては、関係の各位のご努力に対しまして、心から敬意を表する次第であります。先ほど来ご説明がありましたとおり、今日の長期の予想においても、わが国のエネルギーの需要はますます増大しておりまして、その中で大部分を占めております石油が、いまお話がありましたとおり、いろいろの問題が多く、公害でありますとか、あるいは立地の困難であるとか、あるいは供給の問題、値上げの問題等で、なかなか問題が多くなってまいりました。こういうときに、原子力のほうは、関係各位の努力で、逐次問題を解決されて、またコスト等も相当引き合う段階になりまして、ここで新しく長期見通しの中では、発電においては、将来、昭和65年度で大体39%、昭和75年

度は50%という比重までをもとうという計画でございます。

そのような長期ビジョンをやっということになりますと、いろいろの問題があるわけでございますが、もちろんこれは官民の関係各界が一体となって協力して解決していくことは必要だと思っておりますけれども、この中で特に政治的な問題と思われる問題について私の所信を述べたいと思うわけでありま。

まず何ともうしましても、燃料サイクルが、これは国会でも昔から問題になっておるところでございますけれども、今日、きょうのお話を聞きましても、ほとんど問題は未解決でございます。資源が非常に不足しておりまして、各方面の努力で、相当量、米、国、カナダ等で確保しておられたり、また最近ではアフリカのニジェールで開発が進むということでございますけれども、これにもご承知のとおり、日仏の政府間協定という政治問題が残っておるわけでありま。もちろんこれはわりあいに簡単にいくものと考えております。

また当然資源が不十分でございますので、これは前から、われわれ国会のほうで問題になってまいりましたけれども、最近特にその声が大きくなってまいりましたのは、オーストラリアであります。非常に豊富な資源が発見されて、それによって輸出についても緩和してもいいのではないかという発表があったと聞いておるわけございまして、ぜひこれはみんなで力を合わせて取り組む必要があると思っております。しかし、これも同じように日本とオーストラリアとの間の政府協定が必要になってくると考えるわけございませ。

そういう意味において、地ならし的な意味におきまして、われわれ国会側においても、近いうちに原子力とか、その他の科学技術の問題で、オーストラリアへ視察団を派遣したらどうだ、そして先駆的な役割りを果たしたらどうだろうか。このような話が出ておりまして、われわれ資源確保については、従来から予算確保に努力してまいりましたけれども、この方面は、なかなか海外資源探査については、わりあいに大蔵関係その他がむずかしかったのでございませけれども、できるだけわれわれ努力しております。しかしまだ不十分でございます。

次に、燃料サイクルの中で、まだいろいろと問題がありますけれども、特に濃縮の問題、午前中にもお話がございませましたが、現在アメリカから濃縮ウランを受けたり、あるいは貧濃縮をしておるわけですが、お話のとおり、70年代後半には、アメリカのみでまかなうことは困難になってくるという状況でお話がございませ。けさは79

年というお話がございました。その6年ほど前には、工場をつくるかつくらないか、いろいろと問題があるようでございます。

この新しい濃縮工場をつくる必要があるかないかという問題について、実は昨年、われわれ科学技術の特別委員会で、私が団長になりまして、シンクタンクの問題で、隣の北川さんにもいろいろと教えていただいて、あとでみんなて勉強にいきまして、このほうはおかげで準備が、ことし予算がついたわけでありましたが、そのときに、アメリカからヨーロッパのほうを回りましたときに、原子力の問題、核防条約の保障の問題、宇宙海洋開発の問題等で視察をしました。そのときに、アメリカのシンクタンクの1つであるランド研究所において、われわれの目的に沿うように、ランドのシンクタンクとしての考え方として、自分の自主開発のプロジェクトだといっておりましたけれども、それはほんとうかどうかわかりませんが、いずれにしても濃縮問題について説明があったわけでありまして。

そしてそのときに、アメリカと日本とが協力して、必要な場合には、産出国のカナダ、またはオーストラリア等をまじえて、3者協力で新しく濃縮工場をつくるという問題についてはどうかという話が出ておりまして、その場合には、いろいろな法律的な規制とか、電力、原料の関係とか、いろいろな点から産出国のほうに工場をつくる必要があるのではないだろうかという1つの考え方を示しておったようなわけでありまして、もちろんこれは3者で共同でつくって運営していく、このようなことでございます。

帰りましてから、政治関係のものに報告をしましたところ、そのあとで、ご承知のとおり中曾根防衛庁長官がアメリカへ行きましたときに、この構想について話が出まして、打診しましたことは新聞だねになりまして、皆さんすでにご承知のとおりでございます。しかし、この問題については、ひとつわれわれも政治的に真剣に取り組む必要があると考えておるようなわけございまして、皆さん方とご一諸に、濃縮能力の確保、こういうことについて協力させていただきたいと思っておるわけでございます。

同時にまた、私たちは、日本においても、濃縮の技術の研究開発を進める、これはもちろん燃料の一部を自給するという点において、絶対必要でありますから、できるだけ予算の確保に努力しておる次第でございます。

また、政治的に、先ほどからお話がありましたとおり、このような施設をたくさんつくっていかうとすると、立地問題が非常にむずかしいことでございます。第一、日本は核アレルギーということ等をいわれておったのでありますが、皆さんの努力で、これを

脱却することに逐次成功しつつあります。また、公害的な問題においても、原子力の当初、相当政治的にやかましくいまして、規制の問題を嚴重にしました関係もありまして、今日になりますと、その点わりあい原子力のほうは公害が少ないということで、各方面に施設ができつつあることは、非常にけっこうなことでございます。しかし、東海村の場合においても、ご承知のとおり、総合開発ということがその対策として考えられたわけでございまして、下北半島においてもそういう問題が出ておりますし、これはいずれ、単に原子力の立地だけというわけにはいかない、総合開発的な問題が出てくると思ひまして、われわれ政治的な分野でできるだけ努力をさせていただきたいと思ひておるわけでございます。

特に立地問題の中で非常に困難な問題と思ひますことは、再処理及び廃棄物の問題でございます。再処理の工場については、事業団ですでに着工しようとしておりますけれども、これができましても、52年度は一ばいであると、先ほどご説明があったとおりでございます。その次の第2以下の再処理工場については、民間のほうでいろいろと計画しておられるように聞いておるのでございますが、これを一体どこにつくるかという実施の計画の問題では、たいへん問題が多いと思ひるのであります。

さらにまた廃棄物の処理の問題にしましても、海洋投棄がはたしてできるものかどうか、いろいろと最近、海洋開発のほうで問題にしております。また陸上で、どのようにどこでこれを貯蔵するか、こういう問題もあるわけでございます。いずれも政治的な問題がからんでくるわけでございまして、われわれも大いに努力させていただきたいと思ひますが、特にこの際お願いしたいと思ひますのは、電力業界をはじめ関連産業界の方も、発電地点の確保にもご努力されるのはもつともでございますけれども、あと始末のほうの濃縮問題、廃棄物の問題の立地問題についても、ぜひご協力、またご努力を願ひまして、われわれも一諸にこの問題の解決しないことには、サイクルとしては完成がむずかしいのではないかと考えておるわけでございます。

また原子炉自身についても、先ほどからお話がありましたとおり、多目的原子炉等についても、われわれいま研究費を出しておりますけれども、いま当面しております問題は、動燃事業団でやっておられます新しい新型炉及び増殖炉について不十分であります。が、予算化して、逐次計画に沿うて進んでおります。また政治的な問題としては、これができました原型炉、実験炉をどのようなところへ所属させていくのか、あるいは動燃事業団自身が10年目標ということで、時限的な考え方でやっておりますけれども、は

たしてこれはいいのかどうかということは、1 昨年末、原子力体制再編成という問題のときにも、政治的に議論になりまして、これは未解決の問題になっておるのでございます。

さらに私たちとして考えなければならぬ問題は、原子力船でございますけれども、第1船が竣工間近でございますけれども、第2船の話もドイツその他と進んでおるようで、まことにけっこうです。しかし、私たちとして考えなければならぬと思うのは、特に船用炉の問題でありまして、新しいタイプの船用炉、あるいは在来の船用炉を改良していく、こういうことについて積極的な開発研究をすることが非常に大事ではないかと思っておるのであります。

私たちの国は造船国として、日本が世界に大きな分野を占めておるのでありますから、原子力船自体についても、船体のほうは皆さまの努力、われわれの協力で、ある程度解決できるかも知りませんが、現在のような原研等で研究しているという程度の研究体制でいっては、船用炉のほうはおくれをとってきまして、造船の世界の分野において、日本の地位が後退するのではないかということ、われわれはたいへん心配しまして、国会においても、こういう発言はたびたびしておるわけでございます。残念ながら船用炉についての新しい研究体制という問題において、これがまだ一向に話が煮詰まっております。私たちはすでに第2船の話が出てきた現段階におきましては、いまから船用炉の問題を大きく取り上げてもおそすぎるのではないか。早いということはもちろんない。このように考えておるのでございます。この点については、この機会に皆さん方のご協力を得まして、お互いに努力をさせていただきたいと思っておるわけでございます。

そのほかに、原子力の損害賠償については、たいへん問題がありましたけれども、現在、法案が出ておまして、この18日にはわれわれの特別委員会を通り、19日には衆議院を通過する予定でございます。今国会には成立するのではないかと考えております。法案自身には問題はありませんけれども、多少質問の中、野党側からいろいろ問題を提起しております。法案自身については賛成でございますので、何とかひとつ成立させたいと思っておるわけでございます。

そして、このようないろいろ問題を解決してまいりますと、現在原子力委員会の持っておられた長期計画は修正されるといふことで、後ほど北川委員からもご説明があると思うのでありますが、こういうものを実施していくについては、当然民間の長期計画を

参考にされておつくりになると思うのです。しかし、官民の協力一致と政治的なお互いの協力ということは大いに必要でございまして、政治的にできるだけ助成をしていくつもりでございまして。原子力もこの機会に思い切った画期的な政策をとらないと、先ほど来、稲葉さんからもお話がありましたとおり、エネルギー源の問題、その他においても、たいへん原子力に期待される場所が多くなってまいりまして、われわれも画期的な努力をしていきたいと思うのですが、その中で問題は、日本の予算が単年度予算であるということで、どうも助成がやりにくい、このような声が多いのでありまして、一応政府は5カ年計画をつくっておりますけれども、予算的なワクが不十分でございまして。

そこで、われわれは、前からこの問題については、実は日本でこういう問題をやっておりますのには、第何次防衛計画という例がございまして、幸い私たちのところは、この防衛計画を決定しております国防会議と同じように、総理大臣を議長にしまして、大蔵大臣が参加しております科学技術会議をもっておるわけでございます。いまから新しく会議をつくることはたいへんむずかしいこととありますけれども、幸い科学技術が大きく浮かびました時点で、こういう国防会議に匹敵する、あるいはそれ以上のメンバーをそろえました会議をもっておるわけでございます。

そこで、この会議において、長期計画というものを、原子力を含めましたものを策定して、財政的なワクを含めて、政府の了解したもので、しかもそれを公表する、このようなことができますならば、これは予算は単年度でつけていくわけとありますけれども、財政的には一応長期の計画のワクの中に入ってくるわけとありまして、現在の防衛計画もそのようにして長期的な体制で進めております。もちろん科学技術のほうは、それ以上に長期的な協力体制、調整体制、研究開発体制ということが私たちは必要だと思ひまして、この基本法をつくることに努力してまいりました。しかし、いろいろな方面、特に学術方面等のいろいろな意見が出まして、これがまだできておりませんが、いろいろと国会で超党派で話し合ひまして、一応長期計画は必要ではないかということで、基本法を計画の部分だけまとめまして、科学技術振興総合計画法、基本法にかわるものがありますが、こういうものをつくらうということで、大体、与野党の意見が一致しつつあります。最後に学術関係の意見がまだ残っておるという段階でございまして。今日このようになるところにきましたので、われわれとしましては、これを急いで実施に移したいと思ひますので、皆さん方のご協力を仰ぎたいと思つておるわけでございます。特に学会に關係のある皆さん方からも、学会の方面にこういうものの必要性を強調していただきました

「悪い」と思っておるわけでございます。」(中略)のことがございませぬ。

「最後に、時間をいただきまして、申しあげたいことは、私たちは昨年、海外を回りましたときに、原子力問題の1つとして、核防条約の保障措置の問題につきまして、調査折衝にまいりました。アメリカでは幸いシーボーク委員長に会いましたし、フランスでは科学技術長官、ドイツでも科学技術大臣、ベルギーでも欧州ヨーロッパ機構の方たちと話し合いました。さらにウィーンでIAEAの事務総長らに会って、いろいろと折衝をしました。」

「そして、私たちが明らかにしてまいりましたことは、日本側が提唱しているような保障措置、技術的になるべく簡素化したもので、国際基準のもとで国内規制にまかせる、それを国際的に査察していく、これは日本側の方針でございますが、このような方針でやらなければ、いまのように行き過ぎた査察では非常に問題が多い。私たちはこのようなことについては了承することはできないということで、特にヨーロッパの各国と協力しまして、日本、ヨーロッパの唱えます原則論を推進してまいりまして、ちょうど私たちがウィーンに行っています間に、原則論が承認をされたわけでございます。たいへんよかったと思っておりますが、その後理事会においても、この線に沿った原案ができたかと聞いておるわけでございます。」

「そして私たちは、各国において明らかにしてまいりましたとおり、われわれが皆さん方とご一諸に納得できる保障措置でない限りは、政府はいくらこれに調印をしておりますけれども、われわれ国会側としては批准することはしない。こういう態度を各国に明らかにしてまいりましたし、また、この機会に皆さん方にも明らかにしておきたいと思っておりますのでございます。」

「そういう点において、皆さん方とわれわれもできるだけ協力して、原子力の問題の発展に努力したいと思うわけでございます。時間もまいりましたので、ほかにいろいろ問題もございませぬけれども、この機会に大きく発展するために、われわれ微力でございますけれども、政治に関係する者として努力しますことを申し添え、皆さん方のご協力とご支援ご指導をお願いしたいと思います。」

議長 どうもありがとうございます。

「最後に北川さんのご意見ご発表をお願いいたしたいと存じます。」

北 川 日本の原子力開発施策というのは、皆さんご承知のように、昭和42年度、原子力委員会により策定されました「原子力開発利用長期計画」という線に沿って、いままで行なわれてきたわけでございます。今日ではその計画以上にいろいろ新しい問題、あるいは想像していた以上な進歩をみせたために、原子力委員会では、来たる4月から本年中に新しい長期計画を策定するという事になっている次第でございます。

したがいまして原子力委員会としましては、本日いろいろ問題になっていますことについては、これから長期計画を策定するわけでございまして、原子力委員会としては、今年末に発表ということになりますので、きょう私の発言は、全く個人的な意見とお考えいただきたいと思っております。

今日問題になっております点、あるいはこれから問題になります技術的な問題、あるいは個々の問題については、きょう皆さん方からそれぞれお話がございましたし、私自身あまりそういう研究をしていませんので、それに関連して、われわれの考え方をどう変えていったらいいであろうかといったことについて、自問自答した事柄についてお話ししてみたいと思っております。

もつともこれは従来から考えていたことでありますが、いままではかならずしもそれを実行に移すことが非常にむずかしい。そのために現実にはなかなか行なわれていなかったと思うのです。それがこういう事態になりますと、いよいよそのことについても現実的に考えなければならない時期にきたのではないかと、こういう気がするわけであります。

初めに、42年に策定されました長期計画がどうしてこんなに、想像以上にテンポが早くなったのであろうかということをお考えすると、これはすでに皆さんご承知のように、この5年間、ずうっと平和が続きまして、日本があらゆる資源を外国から仰ぐということが順調に行なわれたことだとか、あるいは軍備を縮小して平和産業に邁進したということもありますけれども、基本的にはさらに、日本が工業時代の中であって、ヨーロッパ、アメリカにおくれていたものに追いついた。追いつくという過程が非常にテンポが早いという形になってあらわれてきたと思うのであります。

考え方によりますと、日本のいろいろな製品は、どちらかといえば、昔は安かろう悪かろうという状態であったと思うのです。それがいろいろな形で生産技術が進む、あるいは事務、あるいは技術両面にわたって管理技術が促進される。その結果、この10年間に日本の製品は安くて非常に品物もいいということにイメージチェンジが行なわれたわけであります。その結果、もちろん製品の歩どまりはよくなりますし、またこの間、

付加価値の大きいものをつくっていく、そういうことになった結果としまして、従来は生産をあげますと、どうしてもそれに見合う資源を輸入しなければならん、資材を輸入しなければならん、その輸入依存率が10年足らずの間に約半減したわけであります。その結果、日本の経済成長率があがっても、従来は外貨が不足のため頭打ちになっていたのが、それがなくなった。そのために連続した経済成長が行なわれるようになった。こういうことが大きな原因ではなからうかと思うのであります。

先ほど申し上げましたように、この大きな原因の1つは、工業時代の中でヨーロッパ、アメリカに遅れていたことを取り返した、追いついた、その追いつくという現象は、よそからみますと、非常に生産性、経済成長が早くなったという形をとった面が相当あるのではないかという気がするわけであります。そうしますと、そういう工業時代というのはご承知のようにものを消費する時代ですから、それが非常な急速な勢いであがっていく、それが日本だけでなしに、他の先進国、あるいは発展途上国も上がっていく、それに人口増加ということを考えますと、1つあらわれてきたことの現象は、いまのままの工業時代がいままでと同じような速度で増加をしていけば、エコロジー関係の人の話によりますと、たとえば地球をとりまく外部が全部油でできていたとしても、油の消費率がいまの割合でふえていきますと、50~60年しかもたんということがいわれる。

一方においては、現在の化石燃料を全部燃やしても、地球上の酸素は21%が20%になるだけで、これは心配ないけれども、炭酸ガスがどんどんふえますと、地球の温度が上がって、北氷洋の氷が溶けて人類が非常にあぶないといったような、これはほんとうかうそかわかりませんが、そういう極端かもしれませんが、考え方によれば、工業時代、ものを消費する時代がそのまま延長するという前提のもとで話をされる。

しかし一方においては、現実には情報時代がどんどん進んでいっているわけでありませう。当然情報時代に入っていくということを考慮に入れた長期計画でなければならん。そうしますと、そういう技術革新のときの長期計画というのは、私自身よく知りませんが、技術革新を考慮に入れた相当長期の展望に立った推測と、現実、あるいはいままでの積み上げ、そういうものとのバランスの間で考えたのだらうでございますが、きょうご発表いただきました現在の長期計画、展望というのが、その考え方のもとで行なわれていることに、私は非常に敬意を払う次第でございます。

産業構造自身が情報時代のように変わっていったら、そのためのエネルギーの原資を考えてみても、それを考慮に入れても今日の推測されるエネルギーの消費量がこれこれに

なる。原子力のエネルギーがこれこれになるということはたいへんなことだと思われ
てあります。

そのためには、一方においては情報時代に早く入る、あるいは石油のかわりにどうし
ても原子力を急がなければならんという考え方を生むと同時に、一方においては従来の、
石油を主とする場合には、先ほど申し上げましたように、その公害が非常なことになる
ということもあって、どうしてもこの際、長期計画を考える場合には、情報時代に早く
入る。意識的に入るということも考えなければならん。そうなりますと産業構造をどう
するかという問題が入ってくるであろうと思うのです。

いままでの42年に策定されました原子力委員会の長期計画というのは、内容として
はどちらかといえば研究開発が主体であったと思うのです。その研究開発も、いま考え
られているような、非常に大きなユニットのものではない。従来の工業時代の考え方の
延長である程度やってきたのではなからうか。非常に失礼な言い方ですが、そういう感
じがするわけです。

ところが、そうなりますと、これからの計画、長期計画というのは、もちろん研究開
発の新しい部門、先ほどお話にございました高温ガス炉、あるいは増殖炉、あるいは多
目的の原子炉開発といったものは、当然皆入りますから、したがって大型の研究開発も
従来と同様、さらに大きな形で続きますけれども、同時に原子力発電自体が、現実に非
常な大きなかつこうで実施されなければならんということになりますと、研究開発を主
体にした原子力からだけみた、そういう長期計画では、ほかの状態と必ずしもバランス
がとれないのではないか。そういう意味ではどうしても稲葉さんのやっておられるエネ
ルギーの全体の施策、あるいは先ほどちょっと申し上げましたように、産業構造の問題、
あるいは国土開発の問題、そういう周囲のものとの協調、調整を考えながら考えていく
必要があるのではなからうか。そうするにしましても、少なくとも5カ年計画、5カ年
の間ぐらひは、きょうご発表いただいた原産の長期計画と同じという用語がありますが、
原産のいろいろなご努力でおつくりいただいたものをそのまま申しますか、その
お力をかりて、新しい長期計画が行なわれる。そういうことだけを考えてみましても、
先ほど申し上げましたように、いろいろ従来はいわれていながら、必ずしもそれが実施
されていなかったということも、具体的に考えなければならない事態になつてきたので
はないかと思うのです。

たとえば、日本の現在の経済密度は、平地面積当たりを比較してみますと、アメリカ

の10数倍になります。ヨーロッパの数倍になります。どうしても裏返せば、それは公害は日本が世界一に大きいということであります。したがって公害対策は、少なくともナショナルプロジェクトとして取り上げなければ、ほかの国は日本ほど、それだけの緊要度を考えてもいないと思うのです。そういう意味で当然考えなければならぬ。

また先ほど来ございました、石油の問題、あるいはそれ以外の銅、あるいは鉛といったような鉱物資源、そのようなものを、ほとんど開発途上国から仰いでいるわけでございますけれども、その開発途上国は、ご承知のように、だんだん材料のまま原料のままです出さずかわりに、ある程度加工してほしい。日本側からいえば、開発輸入の形をどうしてもとらなければ、逆にいうと、日本としてもそうして行たほうがエネルギー対策からも、公害対策からも、どうしてもその方向にいかなければならぬ。いままではそれがどちらかという、ある程度そうしなければならぬという方向はわかっている、その具対策については、必ずしも真剣という語弊がありますが、国全体の問題としては取り上げられなかったのではないかと思うのであります。これをどうしても考えなければならぬ。

これはさしさわりのあるかもしれませんが、私、低開発国というのをずうっと回つていろいろ感じることの一つは、これは民間会社の場合も同じですが、われわれが、民間が進出しようとして、いろいろ計画をする場合に、すぐ頭打ちになってくる1つが、たとえば低開発国では、政情が不安である、あるいはインフレーションがある。そのような問題、あるいは低開発国へ進出する場合にはマーケットを日本が確保しなければならぬ。そのような事態が出ますと、大体そこでとまってしまふわけです。そこでとまってしまつて、それ以上のことにはあまり進まない。最近、油は非常なご努力であちらこちらに進出するようになりましたけれども、それにしてももつと日本の資源全体について、そういう低開発国と共同してやる。つまりものを売り買いするということだけではなしに、低開発国と一緒になつて、両方共存共栄の形で技術提携、技術協力、あるいは経済協力をどうすればいいかということ、どうしても何らかの形で一歩進める必要が出てきたような気がするわけであります。

そのためには、インフレーションの中で、あるいはある程度の政情不安の中で、どう協力するかという議論を、どうしても無理に一歩を進めない、いまの状態では原子力の長期計画も必ずしもうまくいかないのではないかと、そのような気がするわけであります。これは民間側の考え方でありますけれども、これは当然国としても一緒に考えて、

それに対する適当な保証といたしますか、保険といたしますか、そういった国際的な保険ということもあわせて考えなければならないのではなからうか。

あるいは、私はよく存じませんが、少なくともヨーロッパ、中でもドイツはすでに官民が協調の形で、現実はどうに行なわれたか知りませんが、とにかく先ほどお話になった中での輸出体制が、アメリカに次いで、そういう輸出体制をつくり上げてきていると思うのです。そのようなことも、いままではどちらかという必要だということだけで済んでしまったのですけれども、これも真剣に考えなければならぬ問題ではなからうか。

また研究開発それ自身についても、先ほどちょっと申し上げましたように、どうしてもこれからのものは非常な大型になるわけです。どうしてもわれわれの従来の頭の範囲内といたしますか、頭で情報を処理するというスピードでは解決できないと思うのであります。現在、原子力発電炉等をつくるためには、コンピュータを使わなければデザインができないということにははっきりしているわけです。しかしそれは単に原子力発電の設計だけではなく、研究開発にもどうしてもコンピュータを使わなければならない事態にきていると思うのであります。これはアメリカのポラリス潜水艦とか、アポロ計画といったような、納期を与えられた研究が、しかも大型な研究ができ上がったということ、計画、あるいは技術予測という面をコンピュータを使ってやったからだと思っております。

そうしますと、どうしても情報時代の基礎となる、そういう教育といたしますか、この教育がいま日本は専門が、あるいは大学から下のほうに移るといってこうになっておりますけれども、少なくとも読み書き算数に相当する情報時代の基礎になる事柄は、早く義務教育に入れなければならないのではないかと。いわば工業時代の常識と新しい情報時代の常識とは違うという前提のもとで、研究開発についても考え直さなければならないのではないかと。そういった中で初めて、政府と民間との協力ができてくるのではないかと。

先ほど前田先生が、長期計画に対して予算は単年度だということをおっしゃいましたが、ご承知のように、アメリカのPPBSというのは、少なくとも年次予算については、その長期予算と単年度予算の兼ねあいを考えたものであろうと思うのです。これが原子力についてもやられるかどうか私は存じませんが、そういう考え方で研究をしてみる必要があるのではないかと。そのような問題が非常に多いのではないかと。

非常に抽象的なことを申し上げて恐縮ですけれども、このような考え方は、すでにい

まままでにあるわけです。ただ問題は、必ずしもそれをやらなければならないという形には追い込まれていなかった。しかしこれからの長期計画は、どうもそれを同時にやるという方向にもつていかなければ、うまくいかないのではないかと、国際協力という形も、自由競争という形も、日本の中での自由競争がいままで主であったと思います。国際分業という形の自由競争はまた違う考え方ではなからうか。たとえば何もかも日本が研究するといっても、先ほどおっしゃいましたように、膨大な予算があるわけで、何もかもできるわけではない。したがってこれは理想論でございますけれども、これは外国のものでやる。これは外国ではやっていないけれども、日本がこの研究は初めから受け持つといった、そういう形がほんとうの国際分業での協力ではないかという気もするわけですね。

田中 先生は、いずれにしても、非常に抽象論のようなことばかりを申し上げまして、恐縮でございますけれども、これからはどうしてもそういう考え方のもとで、お互いが協力をしていかなければならないのではなからうか。そういう感じがするわけでございます。

議長 どうもありがとうございます。先ほど出光さんが急用でご退席になりましたので、同氏にかわつて、石油連盟の専務理事の森崎さんをおいでいただきました。ご紹介申し上げます。(拍手)。

森崎 先生では、これでコメンテーターの方のご発言を終わつたのでございますが、引き続きまして討論に入らせていただきたいと存じます。まずご報告くださいました方、またはコメンテーターの方から、何か補充的なご意見がございましたら、どうぞお願いしたいと思います。

田中 先生先ほどから申しておりましたように、場内の方からご質問がございまして、これはお名前が書いてないのでございますが、まず最初に、この質問について、田中さんからお話を承りたいと思います。質問事項を読みます。「最近、石油値上げのため、火力発電のコストは、今後かなり高くなると思われませんが、原子力発電コストは今回の長期ビジョンで評価されているように、将来、低下すると考えてよいのでしょうか。」これにつきまして田中さんからお答え願います。

田中 先生時節柄たいへんむずかしいご質問だと思いますが、目下、森崎さんのほうの石油連盟では、値上げ問題について真剣に検討していらっしゃる段階でありまして、したがいま

してこの石油価格がいま直ちに幾らになったらどうなるのだというような、数字でお答え申し上げるには、きわめてデリケートな段階であろうかと私は思うのであります。

それで時間もございますから、少し蛇足でございますけれども、今回のこの構想をつくるにあたりまして、一番苦心をしたという点が2〜3あるのでございます。その1つとして原子力と火力の長期にわたっての価値の比較というもの、したがって原子力、火力をどういう比率で使うべきものであろうかというところが非常に苦心をしたところでありまして、これはいろいろな観点から検討をされたわけでありまして。1つは、いまのようにいずれが経済的かということが1つの問題であり、もう1つは資源として、あるいは輸送、たとえば化石燃料でありますと、輸送の問題、あるいは貯蔵の問題ということが非常に大きな要素になります。最近では公害問題が特に規制がきびしくなっておりまして、もちろんこれは前々からの問題でありますけれども、非常にきびしい問題になったわけでありまして。

そこで、私どもがやりました経済比較ということでありまして、ご承知のように、電力で電源の規模をきめるときには、単に発電コストだけではやらないのでありまして、水力、火力、あるいは原子力、これらをいかに組み合わせて総合コストをどう下げていくかというのが常識になっているわけで、これは皆さんももちろんご承知のことです。

今回は、最初の10年間は、もうすでに9電力で長期計画をつくっております。先ほどお話し申し上げたとおりでありまして、これを参考にしまして、大体これに準じて、昭和55年まではつくったわけでございます。それ以降の20年間については、この組み合わせをどのようにやっていくべきかということをお考えのところでありますが、まず先取りとして、従来いろいろ検討しておいた結果から、水力、特に揚水発電をどのくらいにするか、大体17%とか、20%程度ということが、従来、経済運営に非常にいいということで結論を得ておりますので、20%にとりまして、先取りしまして、あとの80%をどのように選んだかということになるわけでありまして。

そこで結論的には、75年で原子力50%、火力30%という規模にしたのでありますけれども、火力の使い方を、揚水貯水池等の水力を毎日ピークの一番高いところにあてはめる。そして中間のところ、ロードカーブの中間負荷と申しますか、中間のところを火力で埋めるということにしまして、ベースロードは原子力で埋める。このように考えたわけでございますが、その割合を、いま申し上げたような設備の比率、最終的にと

いいですか、2000年のところでは、そういう比率にしたわけで、その前段のところは、たとえば65年とか、つまり1990年とか、1980年、あるいは85年というようなところは、実際に原子力、火力をどう備えていくかという、要するに耐用年数があるとところに想定しまして、実際は、経理的には電力は15年ないし16年で考えておりますけれども、実際取りかえる場合は25年ぐらい使えるだろうという想定をして、取りかえる場合に何で取りかえていくかということも含めて検討しました。

その場合、原子力なり火力のコストに、機械のほうと燃料がどのように反映するかということをごまかくやったわけです。大ざっぱに申しますと、原子力の機械、あるいは設備は、火力の倍と考えてよかろう。現状では確かにそのとおりであります。しかし燃料はこれは火力のほうの方が当然高いのであります。

1つの例として、ちょうど通産省で出しております「電気專業の現状」という本があるのですが、これによりますと、44年度の電力の収支の支出の総額が約1兆4,600億円になっております。そのうち燃料費が2,460億円ぐらいで、大体17%になっております。これは現状では燃料費というのが、支出のうちの非常に大きな科目になって、おそらく一番大きな科目になっておると思うのです。燃料がもし相当に値上がりすることになると、当面の問題だけを考えますとこれは即収支にも響きますし、相当の額でありますから、資金調達にも響くということになろうかと思うのです。これは当面の課題として、そういう現象が起こってくる。

それで、さっきのご質問のところは、当面の問題であり、また将来の問題でありますから、これはどうお答えしたらいいかということではありますが、先ほど申しましたように原子力では設備費が高いのですから、倍ですから、これが下がっていくことが非常に大きなメリットになるわけです。設備容量が大きくなればコストが下がっていく、単位当たりの単価が下がってくるということで、その推定を、きょうお持ちになっていらっしゃると思いますけれども、私どものつくった2000年までの原子力構想の資料編がありまして、その中に十数ページにわたって検討した結果が書いてございます。現在は火力は60万KWとか、原子力は80万KW、あるいは100万KWということを計画しているわけです。かりに火力も原子力も57年ごろには150万KW、65年に200万KWという想定をしまして、それに対する原子力、火力のコストの一応推定をしまして、これをいまのような開発の年代にあてはめていきました。簡単におわかりにくいと思いますが、もしご熱心な方がありましたら、資料をみていただければわかります。結局先ほど申

しましたように、ベストロードへ入る原子力は燃料の安いものが入ってきますから、その量を先ほど申しましたように、2000年で50%にする、中間負荷の火力は30%にする、こういうことになるわけです。

それで、その場合の燃料をどう想定したかと申しますと、原子力については原子力燃料の天然ウランを8ドルとして、濃縮費用を26ドルと考えてやっております。その場合に、火力のほうは一応1,000Kcal 60銭、70銭、80銭という3つの段階で、比較をして出したわけでありまして、実際にやったのは70銭のところまで計算してみた。その結果が先ほど申し上げましたような開発規模になったわけでありまして。

ただ、原子力の場合の燃料費を考えますと、1つの例として、濃縮の費用が、先ほどのご講演にありましたように、26ドルから早晩32ドルになるということで、相当の値上がりになるわけですが、燃料費の中の濃縮の費用は大体3分の1ぐらいでありますから、わりあい響かないという感じがするわけです。たしかに通産省か、科学技術庁で試算されたのでは、ちょっと新聞に出ておったのですが、私どももやってみたのです。大体それだけの値上がりでおそらく2割以上の値上がりになるのですが、5銭ないし6銭であろう、こういうことになっております。

油のほうは、じかにひびいてくるということ、そして発電コストの響き方が非常に大きいということ、つまり原子力では、メーカーさんの機械の値段が大きく響く。それから火力のほうでは燃料が大きく響く。大ざっぱにいうと、そういうことでございまして、したがって、電力会社としては、化石燃料の値上がりとかなんかの響きは非常に大きいということだけはいえると思います。

そこでご質問は、長期ビジョンで評価されているように、将来、原子力発電コストは低下すると考えてよいのでしょうかということですが、これはやはり燃料でも原料そのものがエスカレーションがつけられるとか、逐次上がっていくということも考えられますし、また濃縮の料金もすでに上がっていくということもありまして、したがって将来は、あるいはまたもう1つ技術革新などもありまして、30年も先まで見通しますと、これはなかなかわかりにくいですが、かりに10年にしましても、あるいは石油その他の化石燃料でさらに大きな変動があれば、またコストダウンということもあるかもしれませんが、その辺よくわかりませんが、大ざっぱにいうと、現状で比較すれば、いまのような傾向で、原子力発電の場合は、機械のユニットを大きくすることが火力の場合よりもコストダウンの傾向が大きい。したがって非常にステイカルな比較でござい

すけれども、非常に大きな変動がなければ、将来原子力が比較的有利になっていくということになるわけです。

たいへんわかりにくいようなお答えだったと思うのですが、スカッとお答えできないのは非常に残念ですが、資料編などをまたごらんいただきまして、ご検討いただければ幸いです。いまのように石油が幾ら上がるかというデリケートな段階で、そういうことを申し上げ得ないのは常に残念でございますけれども、この辺でごかんべんを願いたいと思います。

議 長 次に、ただいま場内からご質問が出たのでございますが、これも田中さんだけになりまして恐縮でございますが、時間がございませんので簡単に申し上げます。「原子力発電設備長期計画は、次の2点について十分な成算があるものとして作成されたものかどうか、1. 核燃料の確保、2. 立地問題、地元の反対など。それとも経済成長、エネルギー需要増に見合う希望図にとどまる程度のものかどうか」田中さん、えらいおそれいますけれども、時間あまりございませんので、ひとつどうぞ。

田 中 核燃料の確保については、先ほど、私の講演のところで述べましたように、今後解決しなければならない問題が多々ございます。現状では、先ほど申し上げましたように、長期計画において3万8,000トン程度確保しておりますが、成算があるかどうかということは、これから、私どもがやりました長期の開発構想に沿っていけるような核燃料確保の対策を、さらにあわせて立てていかなければならんという1つの課題が残っていると思います。ご指摘のように、そう簡単なものではないと思います。これについては先ほど前田先生からもお話がありましたように、官民一体となって核燃料確保ということもはかつていかなければならんだろう。このように考えます。

立地の問題であります。これはなかなか容易ならん問題でありまして、特に最近の公害問題が単に大気汚染というだけでなく、冷却水の排水による温水の問題なども出てまいりまして、原子力といえどもなかなか立地の上で困難をしているところがあるわけでございます。これは放射能の問題にしても、あるいはさらに温水の問題にしても今後においてさらに技術の革新をはかるとか、あるいは産業会議が非常に努力をしておりますけれども、一般国民に対するPRをよく徹底させて、よく理解を求めます。また、私ども事業者としても、発電所の建設等についてよく懇談をして理解を求めていくとい

う以外に方法はなかりかと思えます。

したがいまして、こういう計画をつくったけれども、これに対する成算ありやという事は、ありと申し上げていいかと思えますけれども、この計画をつくったこと自体が、それらの今後に残した課題をいかに解決していくかという問題点のとりえ方の1つであるわけでありまして、そういう意味において、もちろんこれをやっていかなければならんということと、また成算あるように努力もするようにしていかなければならん、このように考えております。

いまの段階ですぐどころかということではなくて、その方向に向って努力を払っていくのが大きな課題だと思います。この点については、先ほど諸先生方からもいろいろとコメントがございましたが、この点、今後努力を払っていくということでご了解をいただきたいと思えます。

議 長 どうもありがとうございます。田中さんに質問が集中したようでございますが、これについて若干時間をいただきまして、吉山さん、何かご発言ございませんか。

吉 山 ただいま、原子力発電所で設備機械が非常にパーセンテージが大きいというお話がございまして、そのとおりなのでございます。設備機械に関しまして、将来安くなる見込みがあるかどうかというご質問が含まれているのではないかとも思ひまして、一言申し添えたいと思ひます。

やはり田中さんがおっしゃいましたように、数字的にこの段階で安くなる、高くなるということを申し上げるには、ちょっとまだ無理があろうかと存じます。安くなる要因としましては、スケールメリットの問題、技術的のあるいはまた生産上の合理化の問題、また機種標準化と申しますか、同一機械の繰り返し生産というものが安くなる要因になろうかと存じます。

また高くなる要因としましては、もう申し上げるまでもなく、インフレをベースにします人件費の高騰、また材料の高騰というものが高くなる要因でございまして、安くなるほうの要因は、企業努力ということで、当然やらなければいけない。ただ人件費の高騰という問題は、企業の経営の内容から割り出し得る人件費といういき方とっておらないのは、皆さんもよくご存じのとおりで、社会情勢からかくあるべしということから強要されるという形になっております関係で、このどちらが上回るかということが、き

よう現在、だれもこれははっきり確答は申し上げられないのではないかと私は思います。当然企業努力で安くする、あるいは建設費を安くするという意味の努力は、企業努力でさらに続けてやっつけていかなければならないと考えておりますが、それと上がるほうの要因とのどちらが大きいか、どちらが強いかという問題に関しましては、今後の情勢推移をみながら、皆さまで判断いただくということよりいたしがたないのではなかろうかと思っておりますので、たいへん要領を得ないご返事で恐縮でございますけれども、これぐらいでごかんべんいただきたいと思っております。

議長 どうもありがとうございます。大体予定の時間もまいりましたので、はなはだ残念でございますが、一応この辺で討論を終わらせていただきたいと存じます。

本日は皆々さま、有益なご報告、ご意見をいただきまして、まことに有意義な討議をいただきましたことを、厚く御礼申し上げます。最後に、本日のシンポジウムを通じまして、いろいろ感じました点を、私なりにとりまとめまして報告させていただきます。

初めのご報告にもありましたように、今後のわが国のエネルギー需要の増大に対処しますためには、昭和55年度までに2,700万KW、65年度には1億1,000万KW、さらに21世紀までに2億2,000万KWという膨大な原子力発電の開発を進めていかねばならないと存じます。同時に、原子力の国産化を推進し、自主技術の開発を進めまして、原子力産業をわが国のリーディングインダストリー、あるいは輸出産業として、その発展をはからねばならないのでございます。しかしながら、そのためには、私ども多くの課題をかかえているのでございまして、原子力開発の本番を迎えまして、いまは、私どもは長期的視野に立ちまして、衆知を集めて鋭意これらの課題に取り組まねばならないと痛感しました。

本日のシンポジウムでは、まず当面の課題としまして、核燃料サイクルの問題が大きく取り上げられ、原子力開発の大規模化に伴って、どれにどう対処していくか、海外ウラン資源の開発、また特に濃縮ウラン確保のための国際協力や技術開発の重要性が指摘されたように思われます。使用済み燃料の再処理もこれからの大きな課題であり、再処理工場の立地の問題、さらに廃棄物の処理方法の問題が真剣に提起されまして、原子力エネルギーの安定確保の見地から、核燃料サイクル全体を、今後どう確立していくのかということが、これからの最大の課題であるとの感を深くした次第でございます。

そのほか、広範多岐にわたる課題が取り上げられ、私どももこのシンポジウムにより

まして、わが国が原子力時代へ移行します上でのあらゆる問題点への理解と認識を深めることができたと思えます。

また、わが国としまして、原子力の開発利用という大事業を進めていくには、関係業界が十分な意思疎通をはかり、相協力しなければならないのはもちろんでございますが、同時に原子力の開発は、いろいろと国際外交上の問題や、政府の科学技術政策のあり方に深いかかわりをもっておりますために、政界、官界、産業界の協力体制と申しますか、国をあげての開発体制が必要であると痛感したのでございます。

なお、実は私、前回昭和41年に、原子力産業会議の開発計画委員会、原子力の長期開発計画の取りまとめ役をさせていただいたのでございます。そのときと現在とを比較しますと、わが国の原子力開発は、その間、目ざましい進展を遂げまして、将来の開発規模の見通しも一そう大きなものとなっております、まことに隔世の感がするのでございます。しかし、それだけにいろいろ多くのむずかしい課題を生じてまいっているわけでございまして、いまこそ原子力開発のすぐれた戦略を打ち立てて、国をあげてこれを推進する体制をはかるべきときではないか。このように開発戦略のよしあしにわが国将来のエネルギー問題、ひいては日本経済の消長がかかっているのではないかということを感じた次第でございます。

そして、その場合私は特に、国際協力と申しますか、国際化時代のメリットを、原子力開発の面でどう生かしていくかという点に着目していかなければならんと考えるのでございます。今回の原産年次大会でも、多数の外国の講師を招いておられ、非常に国際色豊かなものとなっております。そうした国際協力に力点を置いて、高度の開発戦力の推進こそ原子力時代を開く道であることを、私の私見として申し上げて、このシンポジウムの議長の責を果たさせていただきたいと存ずる次第でございます。

最後に本日のご報告をお願いしましたお2人の方々、コメンテーターとしてご出席をいただきました4人の方々、またご来聴の皆さま方に厚くお礼を申し上げまして、本日のシンポジウムを終わらせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。

パネ ル 討 論 会

原子力発電所と環境問題

議 長 平 田 敬一郎 氏 国土総合開発審議会会長

パネル討論会

原子力発電所と環境問題

議長

平田 敬一郎 氏 国土総合開発審議会会長

パネル・メンバー

(五十音順)

池 尻 文 二 氏 全国漁業協同組合連合会常務理事

小 林 健三郎 氏 東京電力㈱取締役

左 合 正 雄 氏 東京都立大学教授

下 邨 昭 三 氏 科学技術庁原子力局原子炉規制課長

竹 内 俊 吉 氏 青森県知事(代理：今野企画部長)

武 田 康 氏 通商産業省公益事業局原子力発電課長

春 野 鶴 子 氏 主婦連合会副会長

御園生 圭 輔 氏 放射線医学総合研究所長

森 有 義 氏 農政評論家

吉 田 正 勝 氏 九州電力㈱常務取締役

平田議長 本日はプログラムの順序に従いまして、原子力発電所と環境問題という題目でパネルディスカッションを行ないたいと思います。

ご承知のとおり公害と環境に関する問題は、わが国でも昨年以來特に重要な問題になってまいりました。わが国は国土が比較的狭く、しかも人口が密集しているところが多い。その上に産業、経済活動がこの十数年間きわめて活発に行なわれたことにも関係が深いのでございます。私はここで、環境の問題についてわれわれはよく考えて、前途を誤まらないようにしたいものだと考えます。

ところで、この原子力につきましては、実は原子力産業会議がいち早くこの問題を取り上げまして、昭和43年の8月、2年半前になりました。原子力の立地に関する諸問題を検討いたしまして、民間と政府に対し提言をいたしました。その内容は後ほど皆さまからもいろいろな形で出てくると思いますので申し上げますが、私そのとき委

員長の役目をつとめたわけでございます。

考えてみますと、その当時、幾つかの点からアプローチしたと思いますが、一つは、これは当然ですが、日本が過去にこうむった経験に照らしまして、特に放射能を中心にしました安全性の問題、これは国民一般がきわめて重視したところでございまして、その問題につきまして一つ大きく取り上げたわけであります。

それから、いろいろ取り上げましたが、特に地域社会と共存共栄をはかっていく。つまり、地域開発の問題とどう関連づけるかということも取り上げたことがございます。

日本の原子力の関係は、海岸に立地する関係が非常に多いので、漁業に及ぼす影響が絶大であります。そういう見地からいたしますと、これも水産業との共存共栄をはかる道をさがしていこうという形で提言をしたことがございます。

それからいろいろな問題がございすけれども、どういうところに立地すれば一番、原子力の開発の見地からも、あるいは一般に与える影響からしても望ましいかという技術的な研究も十分行なうよう提言いたしました。

卒直に申し上げまして、公害問題が昨年以來一般的に非常にやかましくなっておりますが、こと原子力に関しましては、やや我田引水になります、ちょっと問題を先取りしたとあえて申し上げたい。これはそんなことではないといろいろ議論が出るかも知れませんが、そういう感じを私個人的に一度申し上げておきます。

しかし、それではどうなるかと今後の問題を展望しますと、昨日の会議でおそらく皆さま方多数ご討議に参加されたことと思いますが、2000年ごろ、と申しましても、ある意味からいきましたらたつた30年先でございすが、そのときまでに原子力発電だけでも大体2億2,000万KWですか。そうなりますと、大体そのときまでに日本全国で500万KWか600万KW程度の発電地点を40地点ぐらひは考えておかなければならない。こういう報告になっておるようでございます。

そこで、私どもこの問題につきましては今後ますます問題を重視いたしてございまして、原子力平和利用としての原子力発電自体が直接国民に役立つだけではなくて、それに関連しまして、公害を出さないようにする、さらに、いま申し上げましたような地域社会なり関連の業界とも共存共栄をはかりまして、全体としましてよい目的を達成するようにつとめたいものだと考えます。

私、たまたま全国総合開発の会長をおおせつかつておりますが、こういう見地から考えましても、この問題はきわめて重要な課題と存じます。日本列島の中にどうしてうま

く合理的に考えて原子力関係の発電を中心にしましたいろいろな施設を設置するか、まさにこれは21世紀に向かつての大きな国民的課題だと考えております。

そのような意味におきまして、本日このような討議が行なわれることは私個人的にも大賛成でありまして、あえて議長の役目を引き受けたような次第でございます。どうかひとつ討議に参加される方々の活発なご意見の発表、あるいはご討議をお願いすると同時に、ご出席の皆さまからも、先ほど話があった趣旨に従いまして遠慮なく質問その他出していただきたいと思っております。そうしまして、本日のディスカッションが有意義に終わることができればたいへんありがたいと思っております。

どうも少し長くなりまして、恐縮でございましたが、議長として一言ごあいさつ申し上げまして、直ちに討論に入りたいと思っております。

そこで、順序に従いまして、放射線医学総合研究所の御園生先生にひとつご見解のご発表をまずお願いしたいと思います。

原子力環境問題に対する内外の動向

放医研究所長 御園生 圭 輔

はじめに

国民福祉の増進には、エネルギーの確保が重要であると同時に、環境保全、資源の保護も忘れてはならないことである。両者は本質的に対立するものではないが、一見矛盾する要求の如くみえることがある。

現在、わが国で原子力が環境を破壊している事実はない。10年、30年先をみこして、エネルギーを環境保全、資源保護と両立する如く、調和のとれた方法で発展させてゆくことを考えることが現在に生きるわれわれにとって重要な課題であろう。

I エネルギー源としての原子力発電

35億の世界人口は21世紀には2倍になるという。1970年8月ニューヨークで行なわれたIAEAならびにAEC共催の「原子力発電所をめぐる環境問題」シンポジウムにおいて、Hubbert(米)は全世界の石炭貯蔵量の1.7%、石油資源の8.7%は既に消費され、原子力のみが今後数世紀のエネルギー需要を満すものであると述べ、Spinrad(IAEA)は原子力発電施設は1980, 350GW, 2000, 4300GWに

達し、この年には全発電量に対する原子力発電の割合は60%に達しようとして予想している。

わが国の人口は21世紀の頭初に1億3千万人を越えるとされている。産業別就業状況は昭和43年第一次産業22.2%、第二次33.5%うち製造業25.7%、第三次産業44.3%であったが、この頃には現在よりはるかに第二次、第三次産業を主体としたものとなろうと考えられている。原子力産業会議の長期計画によると、1980の電力設備は150GWうち原子力発電27GW、1990では電力設備280GWうち原子力発電110GWを妥当な規模とし、サイトとしても30地点が必要となろうとしている。2000年には220GWに達するという。

II 放射線防護の基準

前記シンポジウム参加国の大部はICRP勧告の基準に基いたその国固有の放射線廃棄物の放出基準あるいは許容被曝量を定めている。

英国は放射性物質法によって規制しているが、基本となる考え方は、「放射性廃棄物の管理に関する白書1959」に示されている次の3項目がその要点である。すなわち、

- (1) 経費のいかににかかわらず、公衆のうちだれ1人としてICRPの公衆の構成員に対する勧告値をこえないことを保証する（身体的影響にもとづく制限）
- (2) 経費のいかににかかわらず、国民全人口が平均被曝線量として1人30年1ラドをこえないことを保証する（遺伝的影響にもとづく制限）
- (3) 上記は絶対越えられないレベルであって、現実に可能な限り実際の線量はそれよりはるかに低く保つようにする。というのが原則となっている。したがって、英国の原子力公社各施設や中央発電庁の原子力発電所等の認可されている放出制限値は施設毎に相違している。

米国では一般集団に対する放射線防護指針(FRC)の中で、一般集団中の個人の全身に対する年間放射線被曝(自然バックグラウンドおよび医療行為による患者に対する慎重な曝射を除く)は0.5レムを越えるべきでない。ある状態のもとでは、たとえば環境にあまねく放射能汚染のあるような場合、利用し得る唯一のデータは平均汚染または被曝に関連するであろう。このような状態のもとでは平均線量と最高線量との間に関し仮定をつくる必要がある。FRCは個人の大多数が平均より3以上のファクターで変動することはないという任意の仮定を用いることを示唆する。平

均集団グループの年間全身被曝に対して0.17レムを使用することを勧告するとしている。(本年1月改正のNCRPもこの値をとっている)ソ連では原子力発電所については1969年以来ICRP勧告にもとづき、施設付近に住む住民に対しては0.5レム/年一般公衆に対しては30年5レムを制限値としている。

わが国はICRP勧告に基き放射線防護の対策をとっているが、許容線量、許容濃度については、昭和35年9月30日科学技術庁告示21「原子炉の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき許容週線量、許容濃度及び許容表面濃度を定める件」に詳細に規定されている。

英国は人の被曝に基いて放出制限値をもうけ、一定期間ごとの平均放出率を押えている。米国は人の被曝に基き主として濃度で規制しているが放出量を制限しようとしている。

各国における規制は状況に応じて身体的影響に基づいたり、あるいは被曝人口の多い場合は遺伝的影響に基づいたりして規制を行なっている。身体的影響に基づく場合には外部被曝と内部被曝の両者があるが、一般に両者の和をもって規制されている。インドBhaba原子センターからの沿岸放出は生殖線、全身を決定臓器とする核種については遺伝線量限度が用いられている。これはボンベイ地域全住民の70%が魚食人口と考えられることによるものである。英国のアルダマストーン、ハーウエル、アマージャムの3施設はテムズ河に廃棄物が放出される関係から、ロンドン住民の飲料水に由来する生殖線量がクリティカルとされ規制されている。

わが国においても、昭和44年2月放射線審議会より提出された「再処理施設等から生ずる放射性廃液の海域放出に係わる障害防止に関する考え方について」答申では、放射性廃液の海域放出に起因する人の被曝線量はできるだけ少なくすることを配慮しICRPの勧告する公衆の構成員に対する線量限度をこえることがあってはならないとしている。このことは、わが国も人の被曝に基づいて規制することに一歩ふみ出したことを意味している。

III 原子力施設に対する公衆の反応

同じ原子力施設に対する公衆の反応でも、その国の原子力についての歴史、原子力施設の経営主体によっても反応は当然異なってくる。英国の如く歴史が古く、電力が国営の国では反応は著しくないようである。電力は民営であっても、日本と米国では公衆の反応は異なっている。両国では公衆への接触のし方も、反応の現われる場も異

なっている。

アメリカの原子力産業会議の調査によると、米国と比べうるような原子力の反対問題があるのは、わずか日本、スイスおよびドイツだけであるという。前記シンポジウムにおいてはドイツは原子炉の安全性に対する信頼が高まり、大都市の付近に発電所を設置しうるであろうと述べている。

わが国は不幸にして広島、長崎の原爆、ビキニにおける水爆による直接の被害経験をもっているため、国民は放射能に対しては感情的に嫌悪の念を持っており、また沿岸漁業は産業上も国民の歪白資源上も重要な役割りを果しているため、ビキニ鮭の轍を踏みたくないという危惧感が漁民の中に強い。これらが、わが国の原子力施設に対する反対運動の原動力となっている。米における自然保護をもとにした反対運動とはやや異なるかも知れない。

米国では一昨年以來、環境破壊防止論争の波が高まってきているようであるが原子力の問題は環境論争の中でも議論の中心となっているように見受けられる。

原子力発電の場合には環境に対する影響として、放射能の影響と熱影響の両方の問題がある。前者については、米国の場合問題がさらに2つに分かれているようである。第1点は原子力委員会が、放射性物質放出の規制について排他的な権限をもちつづけるべきか、州にも規制の権限を認めるべきかという点である。第2点は、現行の放射線被曝基準は改訂—引下げ—を必要とするか、現行のままでよいかという問題である。ローレンス放射線研究所のJ.W. Gofman, A. R. Tamplin 両博士により、1969年11月上院公共事業委員会の大気、水質汚染小委員会での証言として被曝基準を現行の1/10にすることが初めて提案された。根拠とされた点は、放射線による悪性腫瘍誘発の事実である。

もし原子力発電が計画通り進行し現行被曝基準だけの線量を受けつづけるとすれば、全米で1万6千人以上の癌による死者が追加されるであろう。よって、現行の被曝基準は1/10に切り下げるべきである。というのが両博士の主張である。たとえば、比較的線量効果関係が100ラド以上の線量について明らかにされている白血病を例にとると、100ラド以上の線量効果関係から1ラドに対する白血病発生率を外挿することにより、100万人が年当り1ラド被曝すると年当り1~2例の白血病が15年間に発生するということになる。白血病の自然発生率は100万人当り年60とされているので、30~60ラドの被曝は白血病の発生率を自然の発生率を加えて2倍とす

ることになる。このような推論を線量効果関係が明らかにされていないその他の腫瘍にもあてはめて、全癌の増加を推計したのが前記の数字である。

これより先、1969年5月以来数次にわたりピッツバーグ大学放射線物理教授のE. J. Sternglass 博士は雑誌にネバダの核実験の結果による ^{90}Sr の影響により米国乳児死亡率が当然たどるべき減少傾向を示さず増加したという論文を発表し、ラジオ、テレビにも現われるなど人心にある程度の影響を与えたようである。この論文は疫学的手法の誤りが指摘され学術的には価値のないものとされた。同博士はさらに1970年10月ペンシルバニア州議会上院特別委員会で証言し、イリノイにあるドレスデン原子力発電所からの廃棄物放出により風下にある部落の1才未満乳児の死亡率が風上の部落のそれより著しく多くなっているとして被曝基準の再検討を求めた。この場合も、用いた疫学的手法は妥当なものとはいえない。この証言がわが国の新聞にも掲載され、原電が多少のトラブルにまきこまれたことは記憶に新しいことである。

Gofman, Tamplin の提案は可成りの反響を呼び、AECその他の科学者、行政官による討論会が開催されるに至ったが、AECは現行の基準を更に低下させようという勧告は、

- ① 責任ある放射線防護機関(NCRP, FRC, ICRP)により考えられたことのないデータが利用出来るようになったとき。
- ② 根拠の確実な新しい解釈および結論が承認された科学的ルートを経て立証されたとき。

にのみ適切であることが明らかであろうと述べている。このような立場から論評して、AECはGofman, Tamplin の提案は被曝基準の修正に対する状況を作らないとしている。

わが国の原子力発電所の設置計画に対してもいくつかのサイトで放射能か、熱影響あるいは両者を理由した反対運動がみられており、再処理施設に対しても公衆の健康と安全の点についての懸念から、その建設が予定より延引している。未だに原子力施設の数が少ないためか被曝線量についての提案はわが国ではみられていない。むしろ、立地問題懇談会地域調査専門委員会報告書によれば、福島地区、美浜地区での調査結果は原子力施設に対する住民の支持率は問題が身近になるほど高まっていることが知られると述べられている。

しかし、わが国原子力関係者の中での米国原子力環境問題に対する関心は高く、第

5回「原子力施設と沿岸海洋シンポジウム」においても、日本保健物理協議会セミナー「放射線の許容線量—その性格と背景—」においてもこの問題は注目され活発な検討がなされた。

原子力発電の操業に伴う廃棄物としては、別に高中レベルのものおよび固体廃棄物がある。これらに対する最終処分法として、地中埋蔵と深海投棄処分が考えられている。

Schneider (米) は前記シンポジウムで、岩塩鉱山への貯蔵がもっとも見込みのある方法であり、固型化と鉱山への輸送費を含めても、永久的な液体貯蔵よりもいくらかも高くないといっている。

ヨーロッパ諸国では深海投棄処分に期待をかけ、フランス、西独、英国、ベルギー、オランダは ENEA との共同事業として大西洋に固体廃棄物の処分をしている。

海洋投棄について IAEA は 1958 年にパネルを開催し、ブルニールソン報告を公表している。その後も何回かパネルが行なわれ、1970 年にも「放射性廃棄物の海への放出限界に関する原則」についてのパネルが行なわれている。

今後、海洋処分の対象となる廃棄物が増加することが考えられるので、何等かの国際的規制の方策がとられるよう、国連およびその専門機関の努力が続けられることが必要であろう。

IV 米国における環境問題に対する対策

原子力環境問題といっても、AEC の排他的権限、放射線被曝基準、熱影響の大別して 3 問題を含んでいるので簡単には解決されそうもない。

AEC は昨年、現行の基準内で、放射線物質の放出に関する規則の改正を提案した。その中で、「設置許可申請者は被曝と放射性物質の放出を出来るだけ低く (as low as practicable) 保つようあらゆる合理的な努力をすること」を要求している。

NAS の FRC に対する Advisory Committee は、現行の放射線防護指針の総括的レビューを開始した。昨年来 NAS 医学部チェアマンの Dunham 博士よりわが国に対しても低線量被曝による影響に関する文献の送付を依頼してきた。

電力会社および原子炉メーカーの側でも放射性物質の放出量を引下げる努力がなされている。48 時間 off-gas 貯蔵装置の設置もその一つのあらわれである。

GE 社では off-gas 中の長寿命核種を分離する方法を開発しているという。さらに同社は液体廃棄物について、装置および床からの排水を完全な recycle system

にのセコンデンサに返す方法を開発し、BWRについては装置からの液体廃棄物の放出を実際的には無にしうるとしている。

一方、Oak Ridge Gaseous Diffusion PlantではXe, Kr 除去装置を開発し、パイロット・プラントの段階では排気中のこれら希ガスの99.9%を除去しうるといふ。BWR用にこの装置を作製するための費用は約20万ドル、再処理施設用のものは、約100万ドル位と見積もられている。

"as low as practicable"への努力が払われている実状を示すものといえよう。先にも述べた通り、米国における原子力環境論争は単に被曝基準にのみ関係しているのではなく、法律問題、熱影響とも関連しているので、これらについても各種の討論が行なわれているようである。さらに、環境保護庁(EPA: Environmental Protection Agency)の発足、環境についての2法、National Environmental Policy Act (NEPA)、Federal Water Quality Improvement Act (WQIA)の発効がAECの仕事を複雑にしているようである。

AECのRameyは、立地決定に際して法令上の聴問会を開催し、建設認可時に要すれば聴問会を行なうこととし、操業認可時の聴問会は行なわないようにするという提案をしている。彼はまた、AEC自身で出来る小改正、すなわち、建設認可の中に燃料装荷を含める低出力試験を全出力操作認可前に行なうことを可能とするような小改正を行なうべきであると提案している。一方では、原子力発電についての申請から認可までの時間が環境法規の介入などで非常に長くなったことから、州レベルでも聯邦レベルでも立地決定のため一つの機関を設定し、その会議にはエネルギー需要側、環境保全側、公衆側等の関係者が出席して、そこで決定が下しうる性格を持たせる必要があるという意見も述べられている。

また、州と連邦政府との二重規制が行なわれたにしても、Aircraft Noise Regulationにおいて二重規制がうまく行っているように差しつかえないのではないかという意見もある。

AECの環境論争に対する反応については、AECは従来あまりにも秘密主義であった。かつ、"Papa knows best"という立場を取りすぎていた。重大な決定をするにあたってはもつと公衆のそれに参加する機会を与えるべきだという批判が出されている。(S. T. Udall: former Interior Secretary)

産業側に対しても、産業側は従来あまりにも、仕事をもつとも安い方法で効率よく

やろうとしすぎた。これが環境汚染の原因となった。産業側は公衆の安全を犠牲にするようなことがあつてはならない、とも述べられている。

A E O が環境論争を通じて公衆に与えた不信を取り除くためには E P A は毎月サイト付近の環境サーベイを行なつて、その値を知らせるべきであるという意見も出されている。

V わが国における今後の問題

わが国においても昨年来公害論争が広く繰り広げられている。幸にして、この論争の中には放射線起因のものは含まれていなかった。今後の原子力政策遂行の中で米国における原子力環境論争の経過は示唆に富む参考資料を提供するという意味で注目の要がある。

ICRP 勧告(1965)には、(3)放射線防護の目的は、放射線の急性効果を防止し、かつ晩発効果の危険を容認できるレベルにまで制限することである。と記されている。容認できる危険については、(34)放射線に対するどんな被曝も有害な効果を引き起す危険を伴うと委員会は考える。しかし、電離放射線への被曝の含まれる活動をしなすまそうと望むのでない限り、ある程度の危険が存在することを認識しなければならず、かつ、考えられる危険が、このような活動から得られる利益からみて、その人および社会にとり容認できると思われるレベルにまで放射線量を制限しなければならない。このような線量は、"許容線量"が意味していたと同じ意味で、「容認できる線量」と呼んでもよいかもしれない。と述べられている。

危険と利益の評価は非常にむづかしい因子を含んでいる。Sowby (ICRP) は前記シンポジウムにおいて risk という点につき個人の見解として次の如く述べている。

放射線による急性障害は現在ではきわめて稀なことになっており、晩発効果のうち身体的障害についても、眼の水晶体、皮膚、不妊、重篤な血液障害、非特異性の寿命短縮などは ICRP の線量限度が守られている限り起りそうもない。被曝線量に比例して起りうる可能性があると考えられているのは晩発効果のうち悪性腫瘍と遺伝効果である。この2つの効果に対しては安全量はないという仮定の上に立っている。この基礎の上に立てば、どんな被曝も、その被曝を起こすに至ったことから受ける利益と被曝によるリスクとを正しく評価して判断しなければならない。被曝によるリスクは大線量のものから外挿されたものであり、実際防護の上からは妥当であつたとしても、実際に起りうる障害を評価する上には正しいか否かの情報はまだ十分えられていない。

したがって、利益とリスクのための数字的基準を設定する段階には達していないといえよう。

特殊な職業によるリスクをその職業による死のプロバビリティ(%)であらわすとすると、英、米の統計によると、トロール漁業、航空機の乗組員、石炭採掘者、養鶏業、建設業が危険率は大きく2~7%、放射線被曝を含め全工業ではほぼ1%とされている。放射線作業員について40年間毎年全身に1レムの線量を受けたとした場合の悪性腫瘍の発生率(死亡ではない)、その他の身体的異常の発生率、子供(第一代)に与える影響などを総合したリスクを推計すると先に述べた如く十分な情報は未だ得られていないが、1%(白血病0.1、その他の癌0.5、その他小、第一代子供に対するもの?)をこえないと考える。

一般の公衆に対するリスクについてみると、一生の間のリスクは英国の統計では自動車事故0.2%、鉄道事故0.01%以下、航空機事故0.02%、経口避妊薬による血栓による事故0.06%とされており、職業人に対する職業上のリスクの一つ下のオーダーになっている。この点からみると放射線について、一般公衆の構成員に対する線量限度が職業人の1/10にしてあることは理由のあることと思える。

このようなことからみて、だれが容認できるリスクの決定をするかはむずかしい問題である。経済的、社会的因子をも勘考せねばならず、科学者だけで出来ることなく、このことは社会全体をまき込まなければならぬ事象である。いつの日か、このような決定をする機関が出来るであろうが、それまでは、ICRPの勧告している線量限度が放射線防護の十分な尺度となる。

同じシンポジウムでStarr(米)は不本意(involuntary)なriskと比べると千倍以上も大きいvoluntary riskを容認するという。彼はさらに、involuntaryな被曝のリスクは通常疾病レベルのリスク(1×10^{-6} 死/人/時間 exposure)をこえるべきでないと提唱し、政策的にはリスクを天災による危険($1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-12}$)にまで下げるのがよいだろうといっている。

わが国は人口密度がずこぶる高い。現在でも可住地面積当りで見ると1km²940人であるが、人口が1億3千万人に達するとすれば、人口密度は1km²1,000人を超えることとなる。このような環境の中で30ヶ所以上の原子力発電所のサイトが出現することを考えるとき、被曝に対するリスクを最少に保つことがいかに必要であるかおのずから明らかであろう。

現在すぐは問題ないにしても将来を考えた場合いくつかの、検討し解決しておかねばならぬ問題点があろう。以下にそれをかかげてみたい。

1. 現行の規制法は行政指導では細かい規制がされているにしても、一応施設から放出される線量率および放射性物質の濃度で規制しているが、将来は先の放射線審議会の答申の如く、人の被曝に基づいたものに発展させる必要があるのではないか。

共通の環境に放出される場合相加影響を考えなくてよいのか。また、放射性物質ごとにcriticalな食品、criticalなグループを考え、きめの細かい規制を行なう必要はないのか。前記シンポジウムのパネルでも実際に排出される廃棄物の量より、環境条件や人体への被曝量の方が重要であるとされている。

2. 被曝人口が増加する場合、規制は個人の被曝線量限度をもってしてよいのか。遺伝線量をもって規制しなくてよいのか。遺伝線量を用いる場合、その割り当ては如何にすべきか。Barry, Ophel(カナダ)は前記シンポジウムで個人に対する最大量は国民線量にすべきだといっている。

3. 環境の管理、モニタリングは如何なる機関が行なうべきか。放射線審議会の答申中にある、もつともこれは海域の放射能についていわれているのであるが、モニタリングの結果を公正に評価する機構を如何に整備すべきか。Pellerlin(フランス)はプラントをつくる前にサイトについて環境の検討をしサイトが出来たあとで、すべての廃棄物について排出口、空中、水、食品についてもモニタリングをすることにより、クリチカルな食品、人口が決定される。その後定期的検査により再評価の要があり、これらには公衆衛生オーソリティーが責任をもつ必要があるといっている。

Dunster(英)は原子力発電からの環境への影響はモニタリングの結果少ないことが分り、簡素化しうるに至ったと述べている。

4. PR法の検討は必要でないか、従来はどちらかといえば「よらしむべし、知らしむべからず」ではなかったか。
5. "as low as practicable", "readily achievable" というような言葉は如何に解釈すべきか。この実現に如何なる努力なすべきか。
6. 立地基準、炉の設計段階で環境問題を組み入れることが必要でないのか。
7. 固体廃棄物、中高レベル廃棄物等についての処分法の方法は如何なるもので、如何に準備すべきか。

8. 低線量によるエコロジーおよび遺伝障害の研究を強力に推進するには如何にしたらよいか。

などである。

繰り返えし述べるが、現在原子力発電について環境上の問題はない。しかし、将来の発展に対していまから準備をする必要はあろう。

個々の人間の生命は有限であるが、種の生命は永遠である。将来の生命のために悔を残さぬための方策を樹立しておかねばならぬ時が来つつあると考える次第である。

議長 それでは引き続きまして、見解の発表に入りたいと思いますが、その前に、本日出席のパネル・メンバーの方々をご紹介申し上げたいと思います。

(出席者紹介)

なお、ご出席の方々からそれぞれ見解の発表をしていただきますが、時間の関係もございまして、各位にお願いしておきますのは、できるだけ簡潔に要点を突くようなご発表をお願いいたしますと思う次第でございます。それでは、さっそくですが、東京電力の小林さん、お願いいたします。

小林 ご指名によりまして、私から、主として東京電力が現在行なっております原子力発電所に関する面から環境を踏まえまして、若干の意見を発表させていただきます。

ただいまお話がございましたように、電力の需要は非常に伸びておりまして、昭和60年時点で6,000万KWともいわれておりますし、その電源の増強のために、東京電力が現在福島に1カ地点の建設地点をもっておりまして、そのほかにも数カ地点、現在計画中でございます。

したがって、これらのいろいろの地点の中から、特に福島の現在建設中のBWR型につきまして、私どもが考えております、また体験をしております数点を指摘して、見解にかえさせていただきたいと思っております。

御園生先生、平田議長がいわれましたように、原子力の安全性は先取りというお話もございましたけれども、開発計画の時点からすでに環境に対する十分な安全の確保ということが考えられておりまして、それを最重点に施行しておることはもちろんでございますが、これらの中から立地の適正の問題、あるいは原子炉の安全設計の問題、安全保護施設の問題、あるいは廃棄物の処理施設の問題、放射線管理施設の問題、その他この

辺はどのようになっているか。

これにつきまして申し上げますと、福島県の立地はご案内のとおり、福島県の太平洋岸のはずれの真ん中に位置する高台でございます。現在は面積は約100万坪、そして地質は普通泥岩といわれていますところでございますが、きわめて原子力の立地には適当なところだと、われわれは考えております。

その福島の地点に先ほど申し上げました、1号機としてBWRの46万KWを、現在試運転中でございます。間もなく営業運転になろうかと思っております。そのほかこれに引続きまして、2号、3号、これをおのおの78万4,000KW、これを建設を始めたところでございます。将来はこの福島の原子力地点は約400万KWぐらいの出力をもつ発電所になるかと考えております。

そのように考えますときに、この福島の地点は地質の面、あるいは低人口地帯でありますこと、あるいは地震歴、その他の条件から申しましても、非常に原子力に適しているところであると考えております。

2番目に、原子炉の設計につきましては、先ほどいろいろなお話がございましたように、ここはBWR型でございますので、GEにターンキーシステムをとりまして、発注をいたしまして、現在施行中でございますけれども、ご案内のとおり、BWRの原子炉は圧力容器の中に格納された燃料棒、その他によってひとつの原子力エネルギーを出す装置が入れられているわけでございますけれども、ご案内のとおり原子力エネルギーを取り出す原子炉は何らかの原因で、異常に核分裂が増加しようとしますと、自然にその増加を押えて、もとに戻そうとする固有の安全性をもっておるわけでございます。

この面を有利に利用いたしまして、たとえそこに若干のミスオペレーションがあつたとしても、制御操作系によりまして、暴走しないように設備がなっておりますし、また運転を開始するまでに過酷なテストを行ないまして、これが全く安全であるといったような国のご認可を得まして、運転に入るわけでございまして、そのようなことで、現在運転試験中でございますが、これが運転の暁には、われわれ自身といたしましても、絶対に原子炉からの問題は起こらないということを確認して、現在仕事を進めておるわけでございます。

3番目に、安全の防護施設につきましては、この原子炉を取り巻きます種々の安全施設がございまして、たとえばBWR型でございますと、ドライウェルと申しまして、鉄板でできました、ちょうどアラスコ型の形をしたものが、原子炉圧力容器の外部を取り

巻いて安全のためにひとつの防壁になっておるわけでございますが、さらに外部に遮廠の鉄筋コンクリートの2 mないし3 mの防護壁をもっております。さらに、その他の建物の防壁が外部にございます。さらに、周辺には非居住区域と称しまして、非常に広大な面積を敷地内にもっております。

ということで、もともと安全を確保するためには、原子炉自体、あるいは安全ケース自体の問題ではございませうけれども、もし万一という事故が起こりまして、これらの安全防護施設が、活動を開始いたしまして、その機能によってその原子力発電所の安全は守られると、われわれは考えておりますし、また国のほうでもこれらの問題を詳細にご検討いただきまして、安全審査、並びに技術設計の場において、専門家の方々のご認可を得て、われわれが実施しているわけでございます。

ちょっと申しおくれましたけれども、これらの建設をやります過程におきましては、当初安全設計に、あるいは技術設計によりまして、ご許可をいただきましたものを、各段階毎に検査をいただきまして、これらのものがパスしたあと、フルロード試験を経て、実際に運開になることをつけ加えさせていただきます。

4番目は、廃棄物の処理施設でございますが、この問題につきましては、原子力の設備の中からは気体、液体、固体の3つの形のもが出てくるわけでございます。

その中で1つは、放射能をもった気体が出てくるわけでございますけれども、われわれのところでは高性能のフィルターで、放射性の物質をろ過して、減衰タンクにためまして、24時間貯留して放射能を十分減衰させて、現在国の基準値で定められております量を、はるかに下回ることを確認した上で、放出する設計になっております。

次の液体でございますけれども、これもまたフィルター、及びイオン交換樹脂などにより取りまして、放射性物質を吸着して、大部分をもとの純水に戻して、再使用するなどしておりますが、先ほども御園生先生からお話しがございましたように、これらの問題につきましても、今後いろいろの改善、技術開発が行なわれると思っておりますが、現時点でも人間が1年間飲み続けましても、全然無害な程度にまで薄めて、現在は太平洋に放出するような設計になっております。

その次に、固体の廃棄物につきましては、これも先生からお話しがございましたけれども、現在は使用済みのフィルターでございますとか、原子炉の部品、あるいはその他のものが固体廃棄物として出てまいります。敷地内に固体廃棄物の貯蔵倉庫を建設いたしまして、そこに格納をして保管することにいたしております。

なお、これらの問題につきましては、先ほど指摘がございましたように、今後その最終処分方法につきまして、国のほうでも検討をいただいておりますので、その結論に従って、われわれ企業者も安全な処分方法を考えていきたいと考えております。

次は、放射線の管理施設の問題でございますが、私どものほうの発電所の運転に際しましては、約106人の運転員が、これは1号機につきまして従事することになっております。2号機、3号機になりますと、若干増員になるかと思いますが、そのようなことを考えておまして、運転員の実習、あるいは経験を積むことなどにつきましては、国内の原子力発電所に実習をさすことはもちろんでございますけれども、長期アメリカに留学をさせまして、これらの運転に適正であるような運転員を、現在養成でございますから、これらのものももちまして、この46万KW原子力発電所の運転管理をさせるつもりでございます。さらにモニタリングの施設につきましては、敷地境界線上に約距離500mの間隔でモニタリングポストを設け、さらに敷地外につきましては、集落のありまするカ地点を選びまして、モニタリングステーションをつくりまして、これらはいずれも運転室に常時記録できるようなことになっております。

また発電所を中心としまして、約数km離れたところの環境サーベ、たとえば井戸水、土壌、農作物、海水、海底土、魚類などの放射能を定期的にはかって環境放射能の完全な記録をとることとしております。

以上申し上げましたようなことのほかに若干気のついたことを申し上げますと、このような安全施設をしておりますけれども、今後放射能の濃度低下につきましては、活性炭によります吸着技術の開発をやつて、さらに一その放射能濃度の低下をはかりたいと考えております。また廃液につきましても、先ほど触れましたように、今後の技術革新によりまして低下が望めるようでございますし、特に御園生先生のお話でございますと、ほとんどゼロになるといったことをGE社も開発を進めておるようでございます。

このようなものを取り入れて、今後気体廃棄物、あるいは液体の廃棄物につきましては放射能濃度の低下に当社は努力する考え方でございます。

それから温排水の問題につきましては、現在魚類の生態とか、あるいは温水の魚類に及ぼす影響につきましては、いまだ明確でない点が多々ございます。これらにつきましても、私どもも積極的な研究努力を払うとともに、今後積極的な立場からこの温排水の利用面につきましても前向きで取り組みたいと考えております。

またPRにつきましても、いま先生から申されましたように、今後いろいろ改善すべき点多かろうと思います。いままで私どものやってまいりました方法は、ともかく地元の方々、全然原子力の知識のない方に、原子力の何であるかということをしてPRすることが非常に困難でございますけれども、ごく初歩的なパンフレット、映画、そのほかのPRから始めまして、現地を取得するまで約1年ないし2年の間これらのものを民衆とともに勉強して進めております。

さらに、最近に至りまして福島原子力発電所では、敷地の構内に比較的りっぱなPR館を設置いたしました。これは46万KのBWRの原子炉のフルサイズのを館内に入れてございます。といったようなことで、ここにPR専従者5名を配置いたしまして、今日も活発にPRを続けておるわけでございますけれども、これらの問題につきましてその効果は徐々にあがっていくものと思われまゝです。大体月平均の見学者は6,000人。現在まで3年間に19万人といった方々が現地におこしいただいて、PR館なり現地の建設の様態なり、親しく原子力発電所の実態をごらんいただいているのが現状でございます。

しかしながら、今後原子力発電所がますます規模も大きくなりますし、場所もたくさんになることが予見されますので、この辺につきましてもなお一そうの努力をはかって前向きなPRを進めていきたいと考えております。

以上で見解発表を終わります。

議長 どうもたいへんありがとうございました。具体的なことをお述べいただきまして、たいへんありがとうございました。

続いて九州電力の吉田さんをお願いしたいのですが、これから原子力発電所を建設しようとしておられるようです。東京電力さんから詳しい説明がございましたので、恐縮ですけれども補足する意味でひとつお願いしたい。

吉田 私も一応私どもの考えをここに用意はしておりますけれども、いま小林さんの完全なレクチャーをお伺いしましたので、重複を避ける意味でそのことは申し述べないことにいたします。

ただ、九州電力は2つの原子力のサイトをもっております。1つは鹿児島県の川内、鹿児島から自動車でも1時間ぐらい北のほうでございます。もう1つは玄海発電所、これ

は福岡から1時間20分ぐらいの西のほうでございます。実は、本日、玄海発電所の起工式をやって、丁度今、のりとがあがっておるような時刻でございます。多少私の、起工式にあたりましての決意みたいなことを申し述べさせていただきたい。

日本の原子力発電所は、原子力発電会社、あるいは関西電力さん、東京電力さん、たいへん順調なスタートを切っておられます。私ども後発会社は、このりっぱな実績をフォローアップしていかなければいけないということが私の決意でございます。このフォローアップをするには、デザインの審査も当然でございますけれども、審査が終われば製造、あるいは建設段階におきます品質の管理が一番大事なことだと思っております。

この品質の管理につきましては、普通の火力発電所につきましても、日本においては従来非常に厳重な検査が行なわれております。ユーザー、あるいはメーカーの品質管理のほかに、通商産業省、英語では、ミーティーということで、輸入機械についても十分厳重な検査が行なわれて、外国メーカーにもミーティー検査ということでたいへん有名であります。そういう厳重な品質検査がございますので、われわれのフォローアップしたいということは十分期待できると私は考えております。

たいへん簡単でございますが、私の説明にかえてそういう決意を披瀝したい。あとで時間がございましたら、東電さんと私の解釈は多少会社のスケールも違いますので、そういう質問の時間に小林さんの見解をお尋ねしたい、このように考えております。

議長 どうもありがとうございました。あとで共同ディスカッションの機会をつくりたいと思いますから、よろしく願いたいと思います。

引き続きまして、青森県の今野さんから地域社会等からみられましたいろいろな問題につきましてひとつお願いしたいと思います。

今野 地域社会に住んでおるわれわれとしてはたくさん問題があるわけですが、ここでは特に幾つかの限られた問題についてだけ申し上げたいと思います。

一つはエネルギーの問題、特に原子力発電所の立地の問題を地域開発の中で考えた場合に、開発とは現状変更である。現状変更である限り自然の破壊も当然行なわれる。ではわれわれは失うものは何なのか。新たに得るものは何なのか。一たん失ったものは永久に取り返せないのか。また新たに得たものはある時間がたてば消滅するものなのか、そういう問題については非常に大きな問題をかかえております。そういう中で、われわ

れが地域の開発と、地域住民の生活の向上、あるいは生活水準等を考えた場合に、すべての問題が解決しなければわれわれは進めないのか。すべての問題が解決しなくても進まなければならないのだろうか、あるいは進めるのだろうか、そういう問題にまたぶつかっております。

したがって、われわれはすべての問題が片づかなくても進まざるを得ない、また進まなければならないという立場で地域開発を考えております。したがってそこに出てくる問題は、地域住民としては、だれのためにわれわれは土地を、あるいは漁場を失うのであろうか。現在の仕組みの中では残念ながら日本においては企業と個人の関係においてこの問題が処理されている。政府はただ単に法律をつくって、規制措置を講じて、間接的に責任を負っておりますけれども、直接的な責任は何ももっていない。そういう中で地域住民はだれを相手にして最終的なものの結論を求めればいいのか。企業と個人の中で解決されている。こういうことでいいのだろうかということにまずぶつかっております。

今後大規模化する発電所のスケールの中で土地の取得をどうすればいいのか。私は、少なくとも10年前に土地の決定はすべきである。それは政府の責任において発電所の立地地点を選択をして、仮指定をすべきだ。その仮指定をした地域については、2年ないし3年の間に、立地条件、補償の問題、産業対策の問題、住民対策の問題等を調査、研究をして、2、3年後にはこれを公表する。その公表の段階ではっきりと計画の内容、対策等を明示して、住民の協力を得る。

仮指定をする場合には、私は簡単にできるような方法を考えてほしい。それは知事、あるいは市町村長の同意を得れば政府が地域の仮指定ができる。そのとたんに土地の移動を禁止する。したがってその代償としてある計算に基づいたものを地権者ないしは関係者に支払うと同時に、関係自治体にも支払う。本指定になった段階では、直ちに国がその土地を取用する。その土地を取用した時点からその地域住民に対しその時点における果実として得ておいた所得を補償していく。時間がございませんのであまり考え方を申し上げておられません、そういうことでもしないとこの土地の確保は非常に困難ではなからうかと考えております。

もう一つは、廃棄物の処理ですが、私は廃棄物を地球上に置くことは反対である。したがって国際処理機関をつくって、永久に宇宙のかなたに追放してやる。これはコストの問題があらうかと思いますが、やがてそれは国際的な機関で、ほんとうにわれわれが

地球上にそういうものを置くことが困るということであるならば、それは金の問題ではなからう、こう素人なりに考えております。したがって廃棄物の処理については宇宙のかなたへ放逐してやる。地球上には置かないのぐらいの考え方でなければ、これからの原子力問題はなかなか解決がつかんのではなからうか。

地域住民についても特別な考慮を払わない限り、ただ単に金で解決するとか、企業と個人の間での了解のもとにだけやるということでは環境の維持はできないと思います。したがって、破壊された自然の代償としてわれわれはどういう環境をつくって提供するのかわ、そういう義務も明確にすべきだと考えております。

議長 どうもたいへんありがとうございました。興味あるご提案があつたようです。

続きまして池尻さんにひとつお願いしたいと思ひます。

池尻 私は漁業の立場でございますので、その立場からこの問題について若干の間、意見を述べさせてもらいたいと思ひます。

わが国における発電等の原子力施設の開発が、環境問題といたしまして直ちに漁業の問題とストレートにぶつかることは自明の理でございます。ご承知のとおり冷却水の確保だとか、あるいは国土が非常に狭隘であるという立場に立ちまして、わが国におきましてこの種の開発は必然的にその立地が海辺に求められるということでございますので、その点は自明の理であらうと思ひます。

ところが、一方におきましては、諸外国と比べものにならないようにわが国の水産業の一つの特性がございます。ご承知のとおり沿岸にはバラエティに富んだ水産の資源がございますし、そこには国民の食生活パターンからいたしまして、非常に需要の高い高級の魚族が生存をして、そして国民の需要に満たないという現実がございます。またこの国民に比べましても、動物たん白質を魚のたん白に依存しているウェートが高いことも事実でございます。

したがいまして、漁業との環境問題を無視してこの開発をいかに強行しようとしたしましても、そこに相当の摩擦が起こることは、これは当初から考えておかなければならないこととございまして、先ほど青森の今野さんからもご指摘になりましたけれども、私は将来における原子力発電並びに燃料再処理の問題を含めての原子力の建設を踏まえた場合に、いまの政府の基本的な考え方がこれでいいのだろうか、つまり、政治的にも

行政的にも、研究の体制といたしましても、むしろビックサイエンスの一つである原子力の開発が、しかも漁業との関係においてどのように展開をされていくかという、基本的な政策の方針はまず最初に打ち出されておかれるのが至当であろう、いまもってそのように考えております。

と申しますのは、ご承知のとおり目下公害問題が非常にやかましくなっております、これまた国民的課題の一つにのしあがってまいりましたけれども、少なくともこの公害問題はすでに数年前から対漁業の問題でございまして、単に企業との問題であればこそまだまだ国民全体の関心と呼ばなかったことが実は事実でございまして、いまは単に企業の問題でなくて、いわゆる国民的な視野における公害の問題となつてまいりました。

したがいまして、漁業者の立場からみますと、いかに電力関係の方々が単に科学的な安全性を説かれましても、歴史的には漁業者というのはまさに公害にいためつけられた苦悶の歴史をもっておりますので、この1点に関しましては、企業といえども、少なくとも政府さえも全く不信任の立場をとっておるのが漁業者でございまして。

したがいまして、原子力の開発にあたって漁業者にこの理論がわからない者は天保年間の人間であるといかにいってみましても、このなぞが解けるはずがないであろう、かように考えております。

したがいまして、私どもは漁業者も含めてこの原子力の今後の開発の問題は、従来の産業の発展がとつてまいりました経路の延長の上で当然ものを考えてはいけない、このように考えます。つまり、この問題こそはいま問題になっております公害の問題を、ある面では基本的に人間の知恵によって解決できる、極端に申し上げますと、そこでは原子力も発展をし、同時に漁業も栄える。またその根拠も厳然としてあるということをお互いの立場からこれを模索していかなければならない問題であると同時に、私は政府の姿勢と申しますか、国会も含めましての大きな立場から一本、筋の通った路線を確立してもらふ必要があると思います。

私はかつて3年前にこの疑問を解くために何らかの足しになるであろうということから、漁業者を引き連れましてちょっと外国のそういう施設をみて回った経験がございほす。私はもちろん放射性廃棄物のいろいろな化学的な原理だとか、そういう問題につきましましては専門家ではございせんでしたけれども、たとえば英国におけるこの開発体制をみましたところが、英国は原子力の開発を国営でやっておる関係もございましょうけれども、英国におきましては開発する少なくとも5年前から、まず研究体制を先行させ

ております。しかも私ども漁業者に関係する面におきましては、英国の東海岸でございますか、ローエストフトにラボラトリがございますが、そこは放射性魚類生物化学研究所という研究所でございますが、そこには生物化学セクション、遠洋漁業のセクション、あるいは水理学のセクション、底魚漁業のセクション、あるいは電子工学のセクション、そういった陣容に分かれまして、大体130名ぐらいのスタッフをそろえて、しかもその所管が食糧農林省、つまりこの施設によつてともすれば被害を受ける住民の立場に立つた研究所でございます。そしてその研究所のデータに基づきまして、現在稼働しておるモニタリング等にも役立たせておるといふ姿をみてまいりました。

私は英国が行政の知恵としてこういうことをやっているのか、やはり基本的にこの問題は地域住民、ないし人間の生命、健康、あるいは環境の問題についての基本的問題をもつものなるがゆえに、いまどきはやりのことばで、これを先取りした形でそういう研究体制を先行させ、そして行政の面におきまして非常に合理的な運営をやつておるといふ面と、現在の日本のやっていることからみ、しかも漁業のウェイトが外国とは比べものにならないわが国の実情に照らして、非常にその辺に問題があるのではないだろうかと思ひます。

もちろん日本といえども研究者なり研究所なり、あるいは担当のお役所なりはそれなりの情熱とエネルギーをもつてやつていらっしゃるけれども、私はやはりそこにもう一くふうも二くふうも、くふうをこらす必要があるのではないかと思ひます。そうしませんと、私は地方の知事さんやその他の係の方々非常に苦勞をしておる姿をみまして、まことに同情に絶えません。

と申しますのは、依然としてこれだけの次元の高い一つのファクターをもつておる原子力の開発というものが、末端では依然として従来の産業誘致の構造なり、性格なりで展開をされんとしている。そしてそれによつて漁業者の反対が起こり、県の方々非常に苦勞をしているというこの実態をみてみまして、将来の展望のもとでこの開発が急がなければならないということならば、私はその辺にもっと行政も、政治も、研究体制も一くふうも二くふうも必要ではないか、かように考えておる次第でございます。

議 長 どうもたいへんありがとうございました。

続きまして春野さんお願いしたいと思ひます。

春の野に最近原子力モネルギ一などということばがだいぶ一般の者にも耳なれたことばになつてまいりました。ですけれども、不幸にして広島、長崎の古きずがまだ国民の大部分の胸にうずいておりますものですから、原子力とこう出ました場合に、キノコ雲の悪魔、その気持ちが抜けていないのが事実でございます。私もその一人でございます。長崎でかわいい肉親を2、3原爆でなくしまして、それをいつまでもうらんでいるわけでもございせんけれども、私などよりももつとつらい経験をした人が、古きずのいえないまま日本にはたくさんいるということです。

数年前に、原子力文化振興財団で、ぜひ委員に入つてほしいということございまして。知らないまま、危険だ危険だと遠巻きにしているよりも、では勉強させていただきましょう、そういう気持ちで、ほんとうに白紙のまま末席にいまおるのでございます。かれこれしますうちにあちこちの発電所、あるいは建設中の中身を見せていただいたり、あるいは東電の福島の発電所、その海に魚が一びきもないのではないですかというような、素朴な質問をぶっつけながら、教えていただいたり、見学させていただいたりしてまいりました。

そうこうするうちに、実は釣りざおも、あるいは建築材料にこの放射線をかけると非常に丈夫になる。あるいは注射針、それから身近なタマネギ、ジャガイモ、放射線の使い次第によつては、こんなにも長く貯蔵できるのだという事実をだんだん知りまして、なぜそういうことを早く一般の人にも教えないのか、原子力というとにかく、だいぶ安全第一に進んではいるようだけれども、まだまだ一般人とは感覚は非常に遠い。あれは専門家でなければわからないという傾向がございます。むしろおわかりになっている方々が進んで大衆の中に入って、いろいろ大衆の不安、危険、疑問、そういうことに答えていただきたい、そういう毒舌を会議の席でもしばしば申し上げてきた。

と申しますのも、悪魔であつた、悪魔として生きた原子力のあの黒いキノコ雲を、女神に変える人類の英和、それを期待するからでございます。まさに知り始めますと、だいぶ女神の姿をして庶民の生活、あるいは人類の生命を守り、福祉を増進することに行きつつあることが幾らかわかり始めてきたのですけれども、まだまだ感覚は遠いということを感じいたします。

たとえばきょうのような会議、こちらからみますと2階の席がだいぶあいております。これは専門家、あるいはこの関係の方、お偉い先生方だけの討論会である。あるいは研究会である、それももちろん必要でございましょう。けれども、何かこれから工夫され

て、一般の婦人団体、あるいはその他の方々にも、よければ傍聴しませんかというやさしい誘いの手があっても、「十」聞いて「五」ぐらいはわかって帰られる人も多かろう、このように思うのです。PRについては格段の工夫、努力が必要だと思います。

もう一つは、安全第一に安全第一になされていることについての安心感はいぶ持つのですが、いま青森の方、あるいは全漁連の方から出ました問題点、これなどは地域住民にとっての非常に大きな問題点でございます。おっしゃるとおりだと思います。

もう一つは、最近、身近かに感じられることで石油の問題があります。私ども知らない間にどんどん石油がたくさん買い込まれて、味の素、あでやかな着物、衣類、そういうものが石油からつくられる。それもいぶ認識しております。

ところが、一度これが値上げだ、さあはるかなる原油供給国が値上げをしてくれということとなりますと、一斉に富士のすそ野の末広がり、石油に関連のある諸物価の値上がりにつながるのではないかと。もしあの値上げを日本がいやだと、こういったらば、じゃ石油を売らねえんということになったならば、またたいへんだ。よけいな心配を一般の者はしているわけなのです。石油は、残念ながら日本にはほとんどないような状態、お砂糖もそれに近いことなのです。原子力の開発が、これから日本列島の各所にどんどんふえていくでしょうし、またそのエネルギーが日本の発展のためには、どうしても必要なかもしれません。それは了解できるとしても、燃料がいま主としてアメリカだけのように聞いております。

これが何かあった場合にストップされる、あるいは国と国の利害関係からもつれてしまつてストップされる、あるいは供給が打ち切られる、あるいは再処理の問題などについても、まだ日本ではそれができない。そういう石油資源と原子力の資源と同じように考えていいかどうか、それはわかりませんが、しかし身近なことで考え合わせるとそのような場合になつて困るのでして、いまから非常に不安を感じます。それは日本とアメリカの間に、今後何かあるかもしれないという、そんないやなことを予測するのはございません。

ところで、私どもの願いとしては、一日本の開発だけでなく、人類の住む世界の国々がものすごいエネルギーを必要とし、さらに進歩、発展するというに要するエネルギー、必要上、避けることのできない原子力エネルギーというならば、いままでのような石油であり、あるいはガスであり、あるいは電気である、あるいは水力電気であるという企業の収支が相成り立つかどうかということではなくて、世界の国々の共同管理と

でもいいでしょうか、技術から、あるいは安全保管、廃棄物の云々、地域環境、住民等の問題、そのすべてを出し合って共同で管理し、共同でくふうし、知らせ合う。

また日本がすばらしい安全対策、その他を発見するかも知れない。核爆発か、何か知らんが、中国は7つもった、アメリカでは1,000もったということにならないように、どうぞひとつこれを悪魔を女神に仕立てるためには、一国一国の努力も当然ですけど、こいねがわくは人類共有の巨大エネルギー、資源がどこに片寄っている、それをわが国のみのものであるようなことにしないで、全人類的立場に立って、あくまでも最後の最後まで原子力エネルギーというものが、女神の役目をどこまでも果たしていく。そういうことに世界各国のすぐれた、これからもっと発展していくでありますよう専門技術、英知、愛情、そういうものを傾けていっていただきたい。そのように願っております。

議長 どうもたいへんありがとうございました。国際協力の問題として、お話いただきました。ありがとうございました。

引き続きまして、下邨さんお願いします。

下邨 「原子力発電は実用期に入った」といわれております。商業用の発電所も13基、約710万KWの許可がなされ、そのうち3基は運転に入っております。

原子力の利用につきましては、これが実用に供される前から原子力に特有の放射線障害を防止することが、原子力利用の前提であるという観点に立ちまして、法制が整備されてまいりました。

私は原子力施設の管理行政について、これからお話を申し上げたいと思います。

昭和30年に、原子力基本法が制定されて、その基本法を中心といたしまして、原子炉等規制法、あるいは障害防止法などによりまして、安全規制が行なわれておりました。原子力発電所を設置しよう、運転しようという場合には、原子炉等規制法、正確に申しますと、長い名前でございますが、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律というものがございまして、その法律によりまして、いろいろな国の規制が行なわれております。

原子炉を設置しようとする場合には、まず内閣総理大臣の許可をとらなければなりません。許可の申請がございまして、許可基準の適合につきまして、原子力委員会の意見を聞くことになっております。

原子力委員会の中には、原子炉安全専門審査会というものがございまして、その原子炉が十分安全に設計されているかどうかということが審査されます。この審査会は約30人の専門家、学識経験者で構成されております。すなわち原子炉工学、あるいは燃料、材料、プラント、気象、地震、放射線、そのようないろいろな方面の権威者で構成されているわけでございます。この専門家によります審査会で、その原子炉の立地環境はどうか、あるいは安全設計はどうか、廃棄物の処理設備はどうか、また廃棄物の放出管理はどのようになされるかということ審査するわけでございます。

この指針といたしましては、立地審査指針、あるいは設計審査指針というのがございます。また規制法関係の諸法令がございます。そういうものと照らし合わせまして、安全性が審査されるわけでございます。その際、いろいろな事故を想定してみます。その対策がどのようになされているかどうかということを検討するわけでございます。そのどれよりも大きいと思われる事故、重大事故というものを仮定いたしまして検討をいたします。

また、さらに重大事故を越えるような技術的見地からは起こるとは考えられないような事故、たとえば重大事故を想定する際には、作動するというのを期待いたしました安全防護施設のうちでも、幾つか動作しないと仮想して、それに相当する放射性物質の放散を仮想するわけでございます。それぞれの目安線量というのが、指針の中につくられておりまして、それと比較して十分安全であるかどうかということが確認されております。

たとえば沸騰水型の軽水炉を例にとりますと、重大事故としては原子炉を冷却するための水、冷却材がなくなってしまうという事故、主蒸気管が破断してしまうという事故、またガス減衰タンクが破損するという事故、そういうものを重大事故として考えます。仮想事故としても、先ほどの冷却材喪失事故と主蒸気管破断事故を考えるわけですが、その場合の安全防護施設の働き方というものについての過程が違って来るわけでございます。

冷却材喪失事故というのは、原子炉の容器がございまして、それについている最大口径の配管、その再循環回路の1本が、瞬間に完全破断する、いわゆるギロチン破断といわれております。そういうことを仮定いたしまして、そこから冷却材が流れ出すのだということにするわけでございます。その場合には、水を補給するためにいろいろな安全防護施設ができておりまして、非常用の設備が設けられております。たとえば炉心スプ

レー系が独立して2系統あります。また低圧注水系というものも独立して2系統あります。

しかし、重大事故ではそういう設備の中で炉心スプレー系が1系統しか働かないと考
えます、仮想事故では、これも働かないということを考えて、放射性物質の放散を考え
ているわけでございます。

このようにいたしまして、敷地の周辺の被曝線量というものを計算するわけでござい
ますが、現在建設中の軽水炉をとってみますと、重大事故を考えた場合の、いわゆる非
居住区域、あるいは仮想事故を考えた場合の低人口地帯、ともに敷地内に十分含まれて
おります。また、平常時につきましても検討されます。気体の排気施設はどうなってい
るか、どのように測定をして、どのように排出をするのか、また設定される予定の制限
値一ばいの最悪排出状態が1年間続いて、しかもその敷地境界に1年じゅう人がいたと
いう仮定をして、それで被曝線量が許容線量の0.5レム/年というものを、十分下回って
いるかということを確認するわけでございます。

また液体についても、処理施設が十分あるか、また処理後の高いレベルのものはどう
するのか、その設備はどうなっているのか、また低いレベルのものはどうするのかとい
うことでございます。ごく低いレベルのものは復水器、冷却水で希釈いたしまして、放
出されるわけですが、どこで測定し、どんな基準で放出をするのか、またその濃度が排
水口の出口において、水の濃度の許容値を十分下回るかということなどが検討されるわ
けでございます。

固体廃棄物についても、どのようにするのかということが検討されます。これらの被
曝の基準、あるいは濃度の基準、いずれも先ほど御園生先生からお話がございましたI
CRPの勧告に基づきまして、総理府に設置されております放射線審議会で検討されて
定められたものであります。

以上のように、事故時についても、平常時についても、十分な検討、審査が行なわれ
まして、安全性が確認されて、初めて許可がなされるわけでありまして、その原子炉の周
辺に他の原子力施設があるという場合がございますが、そういう場合は当然それらを含
めて、全体としてどうなるかということを検討されるわけでありまして。

このように厳重に審査が行なわれるわけでございますが、許可さえ受ければ、あとは
自由だというわけではありません。実際の詳細な設計、あるいは工事につきまして、電
気事業法によりまして、通商産業大臣の認可、工事計画の認可を受ける必要があります。

さらに、その材料、溶接、あるいは燃料、または最終的な性能についても、同じく通商産業大臣の使用前検査というものを受けて、それに合格しなければ運転することができないわけであります。

さらに、運転に先立ちまして、運転に関する基本的な事項、たとえば排気、排水に関すること、あるいは管理区域とか、周辺監視区域というのがございますが、そういうことに関すること、自主検査、どういうチェックをしていくかというものに関すること、あるいは環境のモニタリングについての話、そういうことを定めました保安規程というものをつくります。

その保安規程につきまして、総理大臣の認可を受けなければならないということになっております。

また、保安に関する監督をするために、国家試験に合格をした原子炉主任技術者というものを選任して、初めて運転を開始することになるわけでございます。また、運転に入りまして、定期的に、あるいは随時国の立ち入り検査が行なわれます。

このように事前に平常運転時、あるいは想定事故時について、両方の影響をいろいろな分野の専門家によって評価され、安全が確認されているということ；また被曝線量や、環境基準についても、比較的古くから、国際的に十分検討されているということが、原子力発電所についての規制の特徴といえると思います。

このように国の許可、認可、検査等、厳重な規制によって、環境の保全に万全を期しているわけであります。

環境問題として、原子力発電所からの放射性廃棄物について、運転上の規制をどのようになっているかということ、もう少し触れてみたいと思います。

設置の許可の際に、検討、評価されまして、保安規程の段階で定められた制限に従って管理されているもののみが排出されるということが許されております。その制限値も、できるだけ低くということで、定められているものであります。

気体についてみますと、放出率、放出量が規制されております。その制限値で1年間運転を続けたとしても、敷地の境界で0.5レムになるというわけでありませんが、それより十分低い値であります。実際の運転はこの制限値を、また十分下回っておることでもあります。

液体につきましても、排水口におきまして、排水口から外側の希釈とか、拡散を考えなくても水の許容濃度、水の環境基準を十分下回るように、濃度規制値が定められてお

ります。このような規制によりまして、放射性物質による環境の汚染が防止されると考えておりますが、さらに周辺の環境というものについての放射能レベルを確認する必要があります。――

そのために、事業者に環境モニタリングということを義務づけております。すなわち、事業者に対しまして、周辺の空間線量率、あるいは積算線量、また陸のほうの水、海の水、土壌、植物とか、海産物、いろいろの放射能について、あるいは連続的に、あるいは定期的に測定することを義務づけております。国といたしましても、定期的にその施設を検査し、あるいは必要に応じて立ち入り検査を行なうとともに、またモニタリングの状況や、結果などを調査確認してございまして、放射能監視に万全を期してございます。――

また、放射能対策の一環として、放射線医学総合研究所や、あるいは都道府県の協力を得まして、広く環境放射能水準というものを、独自に調査いたしまして、環境の安全確保のために十分な配慮を払ってございます。――

さらに、原子力発電所が多く設置されております福井県では、県と事業者との間で、専門技術者による会議をもちまして、モニタリングの項目の調整や、また結果を集めまして、検討されていると聞いております。――

また、県知事が会長になりまして、地元の県会や、市長、市会、町長、町会、そのような方々、また、さらには農協や、漁協、医師会等の代表者、そういう方々から成る原子力環境安全管理協議会というものをつくりまして、調査結果を確認し、周知徹底させる。それと同時に、原子力知識の向上をはかっておられます。――

地元の状況に応じて、いろいろな形が考えられると思いますが、地元において自主的に環境の安全性を確認されるために、何らかのこのような監視組織というものがもたれることは、地元の人々の不安感の解消に、大いに役立つものと考えております。われわれとしても、これに積極的に協力したいと考えております。――

また、固体廃棄物につきましては、現在は各サイトの貯蔵施設に保管されてございまして、外部に排出することはないわけでありまして。――

しかし、年々たまっていくのをどうするのかということについては、問題がございまして。最終的な処理、処分の方法につきましては、地中廃棄か、あるいは海中投棄か、先ほど宇宙への話もございましたが、そういう方法をとるか、その方法をどうするのかということ、またその前の段階の処理方法をどうするのかということにつきまして、当庁に検討会を設置いたしまして、研究を進めているところでございまして。その結果を待ち――

まして、方向づけを行ない、さらに研究、開発をすべき点があれば、その推進をはかり、実施に移していきたいと考えております。

先ほどから原子力発電が大規模化してくる、それに伴って、いろいろな問題が提起されましたが、いずれも重要な問題であります。原子力設備の安全性に関する研究、あるいは人体に対する放射線障害の研究、特に低いレベルの放射線の影響などにつきまして、十分調査、研究を行ない、放射線による環境汚染に至らないように、汚染の未然防止に万全を期していきたいと考えております。以上であります。

議 長 どうもたいへんありがとうございました。だいぶ詳細なご説明がありましたので、通産省の武田さん、たいへん恐縮ですけれども、補足する意味で、特におっしゃっていただきたいことを簡潔にやりたいと思いますから、時間がちょっと超過しましたので。

武 田 実は、いま議長からもお話がございましたが、原子炉規制課長が、国のためにおります安全確保、あるいは環境汚染防止に関します諸処置につきまして、非常に概括的に全部をカバーして発言してくださいましたので、私のほうは簡単な補足を1、2申し上げるだけにとどめさせていただきたいと思っております。

いまの原子炉規制課長のお話の中で、実際に工事を行なう前、行なっている最中にいろいろな諸検査をやり、さらに運転を開始する前に、実際に国の検査官等が出かけて行って、もろもろの検査をして、当初における許可のとき、あるいはそのあとの工事の認可のときに、いろいろ確認した安全性、その他について、現場についても確認をしているということを、ちょっとお話になったわけでございますが、そのうちの1例につきまして、少し加えさせていただいて、どれだけの手数と、どれだけの努力を払っているかということをご理解いただきたいというのが第1点でございます。

実は、先ほどのお話の中に溶接検査という一言がございました。溶接検査というのは、たとえば原子炉を押えます容器というのは、大きな鉄板をたくさん何十枚、あるいは百枚をこすかと思いますが、それをお互いにつなぎ合わせまして、大きな容器をつくっているわけでございます。

ところで、そんなに取りつきます部品等を勘定いたしますと、正確に勘定したわけではございませんが、1000をこすようないろいろな素材を相互に溶接し合せて、つなげて、そうして大きな原子炉を格納する容器をつくっているわけでございます。そういう

ときの溶接というのは、これが不完全でございますと、将来危険を及ぼすわけでございます。

したがって、国としてもかなり慎重に扱っております、溶接をするものとの素材の材質がどうであるかというチェックを、まずいたします。それから溶接そのものときに溶接をどんなやり方でやっているか、それが基準に合っているかどうか、こういったことを、一々調べ、さらに溶接したものにつきましてX線のフィルムをとってみたり、あるいは超音波の探傷を試してみたり、また溶接をするときに余分なきれ端を一緒につけておきまして、あとでこれを切り落とすわけでございますが、そういうものを試験片にいたしまして、いろいろ強度を調べてみる。そんなことをいたしまして、まさにだいじょうぶ、安全に、あるいは確実にそういった溶接作業が行なわれたかどうか、こういう確認をするわけでございます。

さらに、容器なり、パイプなりとして組み上がりますと、そこはある圧力がかかるようなことがあり得るわけでございますが、そういったものに十分耐え得るかどうかというのを調べますために、たとえば水圧をかけたり、あるいは気圧をかけたりいたしまして、なるほどその溶接している最中、あるいはそのあとの試験結果ではよかったけれども、ほんとうに使ってもだいじょうぶだということを確認する。こんな仕事をするわけでございます。

これは原子炉なり、それに関連いたしますもろもろの配管なりをつくっております工場に出かけて行って、そこでいろいろ調べるということもございまして、あるいは現場で組み立て溶接する場合には、現場に出かけて行きまして、そういう調べをする。こんなようなことが行なわれているわけでございます。

ただいま、溶接のことだけ申しましたけれども、原子炉、あるいは原子力発電所を、実際に使用する前には、実は現場で工事をしております途中で、いろいろな段階を区切りまして、その時点でそれまでの工事が安全にでき上がっているかどうか、そういう確認をいたします。

さらに、燃料を装入いたします前には、その前の段階で、これからあと燃料を装入していいかどうか、それをちゃんと性能を発揮し、十分安全なように準備ができているかどうかということで、もろもろの機器の動作も含めまして、いろいろなテストをいたします。

さらに、燃料を装入し、臨界に達し、実際にこれから運転に入ろうという前には、制

御系統、その他も含めまして、十分な検査をいたしまして、先ほどたまたま重大事故とか、いろいろなお話がございましたけれども、いろいろな想定するような問題が起こったと仮定しましたときに、ちゃんとその安全に動作してくれるかどうか。さらに、原子炉自身がいろいろな所期の性能をもっているかどうかということも含めまして、最終的なテストで確認をし、その上でこれなら運転をしてもいいという結論を下すわけがございます。

実は、一つのサイトで発電所の大きさなり、またはその形式なりで、ケース・バイ・ケースいろいろ違いますけれども、一つのサイトで建設工事をやっております3年、4年、5年の間に数十回のチェックポイントをもっておりまして、そのチェックポイントごとに、実際の現物について、さらにデータについてチェックをいたしまして、先ほど原子炉規制課長からお話になったような安全を中心とする環境問題への対処ということを、率の面でも裏づけをしているというのが現状でございます。

それで、いまの原子炉規制課長のお話に関する補足は、これで終わらせていただきますが、あと一言、先ほど主として環境問題、それも立地関係につきましていろいろご意見が出ていて、まことにごもつともなことでございますけれども、将来の日本のエネルギー供給上から考えますと、先ほど春野先生からおっしゃいましたように、石油だけにとよるといのは危険がある。かなりエネルギーの多様化というのをはかかっていくかという必要があろうかと思えます。

そういった観点から電気の供給につきましても、原子力というウェートを、これからどんどんふやしていかなければいけない。これから15年後ぐらいには、電力の供給、設備の大体1/3近くを原子力発電でまかなっていくような体制が今後必要であろうかと思うわけでございます。そういう点につきましては、実は私どもは、まず環境問題を解決して、その解決した環境に悪い影響を及ぼさない、こういう前提を打ち立てまして、その上で原子力の開発を推進していく、こういった考え方で、今後の原子力発電の開発を進めていきたいというのが私どもの従来からの考え方であり、今後の考え方でもあるわけでありまして。

議長 どうもありがとうございました。時間が少し過ぎましたが、ここで5分ほど休憩をしたいと思います。

(暫 時 休 憩)

議長 引き続きましてこれから会議を開きます。だいぶ時間が経過しましたので、恐縮です

が、森さんと左合さん、お二方の発表、できます限り簡潔にお願いしまして、あと皆さん一緒になってお話しする機会をつくりたいと思いますので、よろしくお願ひしたいと思っています。

森 私、議長が最初にごあいさつのときお話がございました、原子力産業会議で原子力発電と地域社会の問題について2回ほど調査、報告をやっておりますときに、委員の一人として参画したわけでございます。そういう点からみまして、原子力発電と地域社会の問題を今後どうしていったらいいだろうということを常々考えておるわけなのですが、そういう角度から簡単に私の考え方を申し上げたいと思います。

実は原子力発電の、安全性は先ほど以来いろいろお話がございまして、将来についても安全確保についてはまず信用をいたすにいたしましても、なかなか地域にそれをのみ込んでもらうことはむずかしい問題がございまして。ことにその原子力反対ということをおおることは非常にたやすいわけです。ご承知のように非常に不幸な経験を日本人はもっておりますから、こんな簡単なことではないのです。ですから、いかに科学的な説明をしましても、これは理屈を越えた問題になってまいります。

そこで、私がこれをどう、反対を押えるという問題より、むしろ積極的に、前向きに原子力発電が設置されたならば、それによってその地域の開発が非常に進められ、自分たちの生活が豊かになっていく、いわゆる共存共栄と先ほどもおことばが出たようでございますけれども、それをもう一つ積極的に、ただ原子力発電がきても安全なのだ。自分たちの生活には何ら支障はないのだという程度の共存共栄でなく、もっと前向きにこの発電所がくることによってその地域が開発される、こういう状況をつくっていかねばならないのではなからうかという気が私はしております。

現実に原子力発電所のできておる地帯を訪問してみますと、だんだんと、くる前よりも、何年かたっていよいよ原子力発電所が操業し出すころになりますと、地域の住民の人たちの考え方も変わっていることは事実であります。原子力に対する不安は少なくなってきた。あるいは道路ができたということ、あるいはそこで働き口がみつかったということによって地域の感情がずいぶん違ってきておることは事実でございます。

しかしながら、もう一つの問題は、建設が進行中は地域にも仕事がある。しかしながら建設が終わったあとになりますとそれ以上に地域に仕事が落ちるかどうかという問題がございまして。そういう不安をまた地域の住民がもっていることも事実でございます。

もう一つ、今日の場合は非常にへき地に建設されておりますけれども、原子力発電所がくることによって生活の水準がまるで違ってきております。ある意味において、いいことですが、そこにまた少し無理も生じている場合が非常にございます。一度広がりました生活はなかなか詰められないという問題がございます。考えてみますと、そのまま原子力発電所ができて、道路ができて幾らか便利にもなり、産業も幾らか開発はされた。しかしながらそれは何ら計画的な開発でもないということになりますと、何年か先にはその地域は一体どうなるのだろうという気が私たちはするわけでございます。

それは今日へき地の場合そういう問題がございまして、さらにふえてまいりますと、もっと人口の多い地域などにもどうしてもできるようなことになろうと思っております。そうなりますと、先ほどの放射線の障害という問題はまずないと考えましても、自然の破壊とまでは申せなくても、自然環境の変化がどうしてもございます。それから社会環境の変化、この2つにどう対処していくかということがやはり必要ではないか。

そのために、これから原子力発電所を建設するならば、その地域の地域づくりと申しますか、私たちは古くから村づくりということばを使っておるのですけれども、今日でも私、村づくりということばでいいと思うのですが、その村づくりということばを、まず発電所を設置する前に考え、青森県の今野さんのお話でしたか、設置するなら10年ぐらい前から調査をされてというお話がありました。私もこれは大賛成でございます。あらかじめその地域の計画を立て、村づくりの設計をした上で原子力発電所を建設していく、このようにあつてもらいたい、このように私は考えております。

議長 どうもたいへんありがとうございました。

続きますして左合先生お願いしたいと思います。

左合 私に与えられたお話は、原子力発電所から出てまいります固体廃棄物の問題についてということでございます。時間もあまりございませんので、簡単に卒直に私の意見を申し上げさせていただきます。

わが国におきましてエネルギー需要の関係から原子力発電をどうしても進めていかなきゃならないという事実があるわけです。そうだとすれば、安全に進めていきますためには、この発電所から出てまいります廃棄物、特に固体廃棄物をどうするかという国の方針が現在まだきまっております。ですから、これを一日も早く国の問題として取り

上げて、その方針をきめていただきたいということでございます。

いうまでもないことですが、原子力発電所を運転すれば放射性物質を含んだ気体、液体及び固体の廃棄物が出てまいります。これらの廃棄物の処分に伴う放射性物質の環境への放散はできるだけ押えていかなければならないわけでありまして、気体及び液体の廃棄物の放出に際しまして、その放射性物質の放散を抑制しようとするならばそれに伴いまして、放射性の固体廃棄物の量は増加してまいります。その量が少ない間はこれを貯蔵しておくこともできるわけですが、その量が多くなってくればいつまでもこれを貯蔵しておくことはできなくなってまいります。

現行の法規におきましては、わが国におきましては、固体廃棄物の処分は保管廃棄とそれからやむを得ない場合に限って海洋投棄をすることが許されておるわけでありまして、この線に沿いまして放射性同位元素の利用から生じてまいります固体廃棄物はこの方法によって現在処分されておるわけですが、この原子力発電所からの固体廃棄物は将来多くの発電所が建設されてまいりますと、その量は次第にふえてまいりますので、それはいずれ方針をきめる。それまではできるだけこの敷地の中に貯蔵しておこうというのが現在の段階でございます。

しかしながら、先ほどからお話がございましたように、現在すでに建設されております発電所もございまして、さらに将来建設されようとしている発電所もあるわけですが、そういった発電所が稼働するようになれば、大量に固体廃棄物が出てまいります。これをいつまでも貯蔵しておくことはできなくなる。したがって、いまからこの固体廃棄物の安全な処分方法を決定することを急がなければならないわけでございます。

諸外国におきましてはすでにこの固体廃棄物の処分が、陸上処分、あるいは海洋投棄という形で行なわれておりました。わが国におきましてもこれに関する調査、研究は進められておりますけれども、先ほども申しましたように、国の方針は現在まだきまっていないわけでありまして。

この国の方針を決定いたしますためには、まず陸上処分の場合ならば処分地、海洋投棄を考へるならばこの投棄海域の候補地につきましてあらかじめ十分調査を行なつて、その資料に基づきまして処分した後の安全性を評価しておくことが必要でございます。その評価の結果、ここならばだいじょうぶだということになったときにこの処分地並びに投棄海域が決定できるわけでございます。

その処分地並びに投棄海域がきまつてこそそこへ処分するに適した廃棄物の処理方法、

あるいはその処分地、あるいは投棄海域にどうやって運搬していくか、そこへどうやって処分をするか、埋没するか、あるいは海洋へ投棄するか、その処分方法についてもあらかじめ十分検討しておく必要があるわけです。これは外国の例を参考にいたしまして、現在調査、研究は進んでおりますが、具体的にその場所がきまらなければ、それに適した処理の方法、あるいは処分の方法、輸送の方法はきめられないわけでございます。これが必要なわけです。

そのためには固体廃棄物の処分方法の決定を、最初に申しましたように、国のプロジェクトとしてこれを取り上げまして、これに関係のある官民の協力体制をまずつくる必要がございます。そして調査研究のマスタープランを作成し、これに必要な経費を確保いたしまして、その強力な推進をはからなければならないと考えております。

簡単でございますが、私の意見を終わらせていただきたい。

議長 どうもたいへんありがとうございました。

以上で一応皆さんからご見解の発表をそれぞれいただいたわけでございますが、時間がちょっと超過いたしましたので、あと約30分ほどのうち討議はできれば24、5分にしてもらいまして、あと議長が少し取りまとめをいたしたいと思っております。

それではこれから討論に入りたいと思っております。

まず問題が幾つかあろうかと思っておりますけれども、直接の安全と申しますか、安全装置とか安全基準とかいった問題に関連しまして、先に少し話しまして、なおその他各委員の方からいろいろ積極的なご提案がありましたので、それのおもな点を拾いあげまして、話を進めてみたいと思っております。

そこで、実は皆さんのほうから2つのご質問が出ております。1つは、これはちょっと一般的な問題になりますので私、読みあげてみます。「原子力に伴う放射能公害は、従来の公害と同次元に扱い得ない大問題であると思っております。

ところで廃棄物の海洋投棄は生物濃縮を考えるならば非常に危険であると思っております。水中濃度の数万倍になるといわれております。日本近海は単に軍用の、特に潜水艦の冷却水放出、イオン交換樹脂投棄が行なわれているとのことですが、世界じゅうでも最大規模の海溝群は諸国が昔から目をつけております。他国のエゴイズムの犠牲とならないとは断定できないと思っております。投棄用容器規格等の国際規格について、日本こそイニシアチブをとる必要があると感じます。月への移送の可能性はあるでしょうか」これは固

体廃棄物に関する一つの質問です。

いま先生方から話しましたように、目下研究中ということですが、一つの重要な質問であると思います。

もう一人の方から質問があります。「放射線防護のための廃棄物排出基準は、濃度規制ではいけない、総量規制をしなければだめだという意見がある。このような意見を前提として次のことをご教示願いたい。

1つ法律的には濃度規制が、行政的には被曝規制とのことであるが、行政的には具体的にどのような規制がされているのか、被曝規制といえる理由は何か。第2番目は、わが国の規制が濃度規制としている理由は何か。被曝規制にしない理由はどこにあるのか」この2つの質問が出ております。

この固体廃棄物に関する問題は、一般的なものも将来の問題になりますので、これはちょっとあと回しにしておきまして、まず最初にやはりこの安全基準、なるべく現行に即しました安全基準の問題、御園生先生が最初にいろいろ指摘になった問題にも関連しますので、質問者の方も、御園生先生に対する固体廃棄物ではなくて、あとで読み上げた問題でありますので、先にちょっと簡単に見解を述べてもらいまして、さらにこれではできませんれば原子力局あたりからもちょっとご説明願いたいと思います。

御園生 法律的には、先ほど私、お話ししましたように、確かに日本の一応表面に出ておりますのは、空気中の線量に対しては年間線量率で規制されており、廃棄物につきましては液体の飲料水濃度というので規制されていますのは事実でございます。したがってその点につきましては一昨年放射線審議会が答申で出しましたように、人に対する被曝で規制をしていくべきであるということをご提案したわけでございます。

現実の問題といたしましては、濃度規制にされておりますけれども、実際には行政的な指導の立場で原子力局のほうでは人の被曝が安全であるような量しか出さないように規制をしているのが現状でございます。

後の点につきましては、下邨課長のほうからももう少し詳しくお話ししていただければと思います。

議長 先ほど御園生先生のお話の中に、35年の告示というお話がございましたが、その告示の中には、一般の基準といたしまして、周辺監視区域外の許容被曝線量が出ておりま

す。これは1年間に0.5レムということでございます。そのほかに空気中の濃度、あるいは水中の濃度が規制されております。先ほど私の話をしましたところにも入っておったわけでございますが、その0.5レムをどのようにして確保するかということが問題になるわけでございますが、空気中に排出するものについて考えますと、最初にどれくらい出すのか、どういう放出率で出すのか、どれくらいの量を出すのかということをお安全審査の段階で評価、検討するわけでございます。

その量で出した限りでは0.5レムを十分下回ることが確認されて、放出の規制としては、その確認された制限値で制限値とするということになるわけですね。実際にはこれを十分下回る放出に現在はなっております。それを十分監視していくということでございます。

水につきましては濃度の規制が行なわれておまして、先ほども申しあげましたように、排水口の出口でそのあとの希釈拡散を考えなくても環境基準にあてはまるようにということで制限値をつけております。実際にはこの保安規程をつくらせますが、その保安規程の中にそういう制限値を書かせておまして、それを認可しておるわけでございます。

水の基準についても、告示の中に表が出ておるわけでございますが、その表を十分下回るような濃度で出す。できるだけ低くするというので、基準を低くきめることを実際上保安規程で行なっておるということでございます。

議長 委員の方自由にひとつ関連したことをご発言願いたいと思います。

御園生 空気中線量の場合はそのままの線量であてはまるということはおわかりになると思うのですが、水の場合に問題になりますのは、第2の質問のほうにもありましたように、水の中に放射性の物質が出ますと、それが生物に取り込まれる。生物に取り込まれた場合には、水の中の濃度よりも濃くなるものもありますし、薄くなるものもございませぬ。どの程度に、いわゆる濃縮されるかということばを使いますけれども、濃縮されるかということはおうちの研究所の茨城県に臨海実験場がございまして、そこでいろいろ実際に実験をしております。

先ほどの第2の質問のほうに何万倍ということばが使ってございましたが、実際には何万倍というようなのはまだございませぬ。そんなすごいオーダーのものはないわけ

す。

実際問題として海の中にそういう放射性の物質が出ますと、それが海藻に入ったり、あるいは魚に入ったりいたします。それを人間が食べることとなりますと、人間はその魚のもっていた放射性の物質をからだの中に取り込みますから、いわゆる内部被曝を受けることになるわけです。これが水の中へ出た場合に問題になり、池尻先生もいろいろのことをおっしゃいました。漁業の問題で問題になりますのは、こういう海の生物から人間のほうへ返ってくるものが問題になるわけです。

そういう点からいいますと、濃度というよりは全体の放出量が問題になることは事実でございます。したがって、そういう点を放射線審議会のほうは重視しましたので、海にいろいろなものを出す場合には内部被曝と外部被曝と両方を考えて、それで人の被曝量がICPRのきめている量をこえないようにということを答申に出しているということでございます。したがって、内部被曝も外部被曝も含めたもので考えるのがこれからは妥当な方法であろうとご理解願えればよろしいかと思えます。

議長 ありがとうございます。いまの関連しましてどなたかご意見ございませんでしょうか。

これは私の前からの印象ですけれども、日本の安全装置は放射能が漏れないような防護装置については実は国際的にも非常にきびしい条件になってできているのではないかと思います。ただ、幾ら排出していいかという排出基準になりますと、大体国際基準に準拠して、できるだけそれ以下になるようにということでやっておられるわけです。その点ちょっと私これをもう一ぺん詰めておきたい。

下 野 先ほども申し上げましたように、0.5レムとか、告示に出ております濃度は国際的に定められた数字でやっておるわけでございます。実際放出率をきめる場合には、できるだけ低くという考え方をとりまして、保安規程にその運転の制限値を設けるわけですが、その際に放出率とか量、濃度を押えるわけですが、その数字はいまの告示のそのままでございますので、もっときびしい数字で押えておくということでございます。

議長 ちょっと時間もないので簡単にしますけれども、やはり量が非常に多くなる。それから累積する、堆積する、集積する、時間的にたまっていくというこの2つの点を考えま

すと、排出基準等につきまして、今直ぐではなくても、長期的に考えますとこれはよほどしょっちゅう点検して、技術的な進歩を遂げると同時に、どのようにやっていくか、前向きでこの問題を、長い目ではさらに研究してもらい必要があるような感じがいたしますが、電力会社さんどうですか、いますぐにどうというのではなくて。

いずれにしても、排出の問題についてはますます技術的に研究されまして、いい方向にいけますようにというのが、青森県とか全漁連あたりから、あるいは春野さんあたりのご意見ではないかという感じがしますので、そういう方向にぜひしてもらいたいという感じがいたします。

時間がないので少し議事整理を、かつてにやって恐縮でございますけれども、進めさせてもらいたいと思います。温排水の問題につきましては、先ほどからだいぶ池尻さんと今野さんからたいへん積極的なご意見があったようですが、最近はこういう点についてだいぶん工夫が行なわれているようで、私ちょっと個人的に知っていることですけれども、前の報告の一つの実験としまして、おそらく東海村になるのではないかと思います。漁業サイドの方が中心になってこの温排水を利用して、魚を積極的に養殖しようということがたしか本年度から実験的に3年計画ぐらいで始められようとしている計画があるのですが、これはできましたら普通の発電所の場合でも同様ですけれども、発電会社のほうにおきましてもこういう場合には比較的に協力願っていい方向にってもらいたいと思うのですが、その点につきましては何かご意見ございましょうか。

吉田 これは意見というほどではございませんけれども、電力会社の中ではいろいろ漁業の養殖の実験をすでにおやりになっておる会社がたくさをございます。私、九州電力でございまして、私のほうもおくればせながら普通の火力発電所で研究をやりたいということで、今年から実施をいたします。対象はエビとアユの稚魚が、われわれ水力発電所をもっておりますといろいろ水を使わせてもらうこと条件としてアユの放流を義務づけられておるわけですが、稚魚が非常に手に入りにくくなりまして、稚魚の養殖をやる。一部県の試験場で、九州ではございませんけれども、成功の例がございますので、そういうところの先生方をお願いして、エビとアユの放流用の稚魚を養殖したいというところであります。ほかの会社でも四国電力さん、あるいは中部電力さん、あるいは関西電力さん

でもおやりになっておられると思うのですけれども、そういうことは何しろ生きものでござ
いますので、電力会社が必ずしも得意の分野ではございませんので……。

議 長 この点につきまし、私もこの前の経験からして、特にこの漁業者のサイドが、ただ積
極的にこういう問題に対処していただくことは非常に大事だ。

先ほどご報告があったようですが、イギリスでは漁業のサイドの、農林省に研究所が
あるというお話ですね。特にそういう態度での温排水の処理とか、漁業との関係という
ことは重視する必要があるのではないかと思うので、その点は、先ほど池尻さんはまさ
にその点をご指摘になったわけでしょうね。

池 尻 まあ、そういうことだと思います。ただ、いま議長から温排水の問題が出てまいりま
したけれども、これはおそらく東海村の原子力発電の温排水を利用しての問題だと思い
ますが、これは科学技術庁あたりでも、予算的にバックをしまして、そのようにやって
おるわけです。

イギリスでもヒラメの養殖というものをある程度水力発電がやっておるわけですね。
東海村の場合はすでに歴史がございまして、それからあそこの海域をどのようにプラス
に利用するかという方法が、いま出ておりますから、そういうアプローチになっている
と思いますけれども、まだまだ温排水で失う資源量に比べますと、温排水利用で新しい
資源を開発するということは、さらに研究も進めなければなりませんし、ということ
で、その方向を是認しながらも、さらに努力がいるのではないか。かように考えており
ます。

議 長 これは、きょうは具体的に意見が出ませんでしたけれども、たとえば熱源としてその地
域に対するいろいろな利用のしかたが、今後開けてくるという考え方があるようでして、
そういう問題も含めまして、どなたかご意見があったように、これは積極的にむしろプ
ラスにするという方向での環境問題の解決ということになると、たいへんいい結果を来
たすのではないかと感ずるわけでございます。その意味で、特にいま委員の方から発言
になった点を非常に重視しておくという意味で、ちょっとメンションさせていただいた
わけでございます。

固体廃棄物につきましては、これはいろいろ意見がありました。もう一度ひとつ先

ほどの意見を含めまして、左合さんからちょっと伺ったほうがいいのではないかと思います。これはなかなか困難な問題で、しかも長期的課題ですから、なおいろいろな角度から検討を要する問題かと感じますが、もう一度簡単をお願いしたいと思います……。

左 合 先ほどのご質問にございましたように、日本が固体廃棄物を海へ捨てたらどうか。それにはいまから十分投棄の容器などを考えておかないといけないだろうし、たとえば日本海溝というところがあるから、もしそういったようなところへ日本が捨てるとすれば、ほかの国からも目をつけて捨て場になるのではないかとといったような趣旨のご質問があったと思いますが、私卒直に申しますと、放射性の廃棄物に限りませず、いわゆる廃棄物といったようなものは自分が出したら、自分のところで始末をするというのが、これは原則だと思うわけです。

先ほど月へ送れないか、あるいは宇宙へ放り出したらどうかというご意見もございましたけども、そういったような観点からみますと、地球上で発生したものは地球上で始末するというのが、これは原則だと思う。もちろんそれがどうにもならなくて、しかも他の天体へ送り込むことによって、他の天体に迷惑をかけないということであれば、これは許されるかも知れませんが、現在まだそこまで切迫していないと、私は判断いたしております。

したがって、わが国に発生する固体廃棄物というものは、できれば国土内で処分をしたいわけです。

ところが、アメリカとかソ連とかいう大国は別といたしまして、日本のような国は狭いので、それでいろいろ事情もございまして、将来たくさんのもが出てきた場合には、これはおそらく陸上では処分できなくなるであろう。その場合には太平洋といったような大きな海を控えておりますので、そこへ捨てるということも考えていかなければならないであろう。

しかしながら、海へ捨てるということになりますと、これは捨てたものがこわれなように、またちゃんと沈むようにということを考えなければならないわけです。そうしますと、固体廃棄物の中には軽いものもあるわけで、そういうものを固めて海へ沈むよゆにするためには相当重いものでもって固めなければならない。これはかなり量もふえることになりましょう。お金もかかることになります。ですから、そういう軽いもので海へ捨てるに適しないもの、しかも放射能の弱いものは、これは国土は狭いといいなが

から、国土内で考えていくべき問題だと、私は考えております。

しかしながら、わが国の事情から申しまして、全部が全部それで解決するわけにはまいりませんので、海へ捨てるということも前向きに考えていかなければならないだろう。

その場合、いま申しましたように、それじゃどういふところが適地になるかと申しますと、これは私の専門ではございませんが、専門家のご意見などを伺いますと、日本海溝というところは、必ずしも投棄を煮えた場合の適地ではございません。

なぜならば、非常に深い。ですから、そういう深いところへ沈めて、こわれのないような容器をつくるということは、現在不可能であります。つくってつukれないことはないわけですけど、そんなつくり方をすると、その中へ幾らも捨てようとするものが入らないわけです。ですから、できるだけそういうところは避ける。

それで、しかも海溝のようなところは、陸上でいえば谷間のようなところですから、地形も複雑なわけです。そんなところよりは、むしろ平らな海底のところの方がよろしい。あまり浅いところは、もし、それがこわれ、それが溶けて漏れて出てきてまいりましたときに、すぐ海面にその影響が出てまいりますので、できるだけ深いところがよい。

そうすると、そのような考え方をいたしますと、どうしても深さからいえば、2,000 m以上と現在の法規ではなっておりますが、2,000 m～3,000 m、できれば4,000 mぐらいが適地ということになると思うわけです。

そういうところへ捨てるには、どうしたらいいかということですが、いま申しましたように、なるべくこわれないようにする。しかしながら、万一こわれても、それからそう出てこないように、浸出してこないように、と申しましても、絶対ということばは使えないわけですが、なるべくその浸出を押えるような方法、そういう方法で捨てれば安全だ。こういう考え方で、もちろんヨーロッパにおきましても、大西洋に試験投棄が行なわれておるわけでありす。

もちろん、そういうことを考えます場合には、先ほども申しましたように、一応候補地をきめないで、どのくらいの深さなのか、海底はどういう事情になっているのか、もしそこでもってこわれて、わずかのものであっても出てくるとすれば、その影響がどのように及ぶのかということを考えてみる必要がある。

それには、一応いままでのいろいろな、われわれのもっております資料から計算もできますし、また事実やつた例もございます。それでも安全だという、一応結論は出るわけですが、しかし実際に捨てるということになりますと、その場所についての

調査に基づいて、たとえば先ほどの濃縮係数というお話が出ましたが、そういう捨てる場所での濃縮係数はどのくらい考えればいいのかといったような、それからまた水深がきまれば、たとえば4,000 mのところへ捨てるということになれば、1cm当たり400キロの水圧に耐える容器を考えなければならないわけです。

そういうことを詰めていく必要がありますので、まずその場所は適地を探し、その適地を探す場合の条件は、何かといったような条件を十分検討いたしまして、その条件に合うところを候補地として定め、その候補地についていろいろ調査をしたデータに基づいてもし撻てたらどうなるかということ、十分計算をいたしまして、安全確認した後でなければならない。かように考えております。

議 長 どうも、たいへんありがとうございました。これから政府も一緒になって、最終的に結論出すことの問題だろうと思えますから、そういうことにさせていただきたいと思えます。あと、いろいろな問題についてご意見が出たのですが、時間もありませんので、次のような問題点だけを、私、指摘しまして、特にほかのご意見あつたら承りたいと思うのですが……。1つは立地に関連しまして、土地取得をなるべく先行してやる。しかもその際には、政府も責任の一端をになつてやるようなことを、はっきりしてやったほうがいいのではないかという、具体的なお提案もありましたが、これにつきましているかがでしょう。皆さんのご意見、ございませんですか。青森県からお話になった、そのとおりでないにしても……。

小 林 先ほど青森県からお話がありました下北の地点は、私、東京電力でございしますが、私どもお願いしてありまして、今野さんからそのようなことを踏まえて、いろいろな諸問題を提起されたと思えますけれども、青森県でわれわれが考えております地点は、確かに10年ぐらいあとに開発が予定されておる地点でございまして、そのような意味合いから申しますと、青森県でなくても、それぞれの電力会社が開発する、少なくとも原子力発電地点というものについては、もう少し10年とはいわなくても、もっと前から準備して電力会社もやるべきだということについては、私どもも大賛成でございします。

議 長 きょうはいろいろな意見をいってくださいといつても、ちょっと問題が大きいようですから、しかもこれはいろいろ関係すると思うので、重要なひとつの提案があつたとい

うことにさせておきたいと思います。

あと2,3の問題がありまして、国際協力の問題が出てきましたが、これにつきまして、特にご意見がございましたら、ひとつお願いしたいと思います。

御園生さん、廃棄物の問題に関しても、だんだん小地域から広地域に、さらに全地球的へと、将来展開していくのではないのでしょうか。どうでしょう。

御園生 廃棄物の問題は、国際機関としましてはIAEAないしは国連の中に科学委員会というものがございまして、そういうところが共通の場で、何らかの形で取り上げております。国連の科学委員会のほうでは、従来フォールアウトのことをおもにやっておりましたけれども、フォールアウトに加わって、こういう平和利用による廃棄物というものが測定もできるようになってまいりましたし、方々でたくさん出だすというようなことから、ある程度の長期見通しをつくろうと努力をしておるようでございます。

その試算でみますという、紀元2000年ぐらいのときの量というのは、現在フォールアウトの量には、まだ及ばないというぐらいのところを考えられているようでございます。その辺ならば、いまのところそう心配しなくてもいいだろうということではないかと思いますが、IAEAのほうは、これは海中に投棄をするということになりますと、各国の間で何らかの約束を守ってやってもらわないことには困るということで、いろいろのパネルを聞いたり、何かそのような国際的な取りまとめができないかという努力をしているというのが現状ではないかと思っております。

議長 いずれにしろ、何かしら私個人的には、だんだん量が大きくなることによつて、問題はだんだん国際的になっていくのではないかという感じがするのですけれども、十分時間がないので、その程度にしておきますが、あとPRのやり方につきまして、皆さんから非常に貴重な意見の開陳があったので、春野さんから「もっと大衆に飛び込め」という話とかですね、特に、私この点電力会社のトップの方が先頭に立ってやられるのが、一番有効ではないかということ、私感じておりますので、特に地域社会の中に入り込んで、少し事前にやっていくといったようなことでございますね、係まかせではなかなか簡単にいかんという感じがいたしております。森さんからも、それからどうしてプラスにするかという計画をつくと同時に、それを充分説得力のある説明をするといったようなことが大事だと思います。これは、おそらく皆さんご異存のないところでは

ないかと思えます。

次にモニタリングに関しまして、原子力から、福井県の例をご説明になったようですが、これは実は、私産業立地のこの前の問題で、さんざん議論しまして、その1つの型が福井県にできているのではないかと思えますが、青森県の方、一応それをご検討願った上で、いろいろお考えいただきますと、いい結果を来たすのではないかという感じがいたします。

したがいまして、このPRの問題は、一方原子力文化財団が生まれまして、活発にやっておられるようでございますし、これのより一そう強力な活動を、期待される点、皆さん一致したご意見でございましょうから、特にディスカッションする必要もないのではないかと感じます。とにかく先ほど、春野氏からお話が あったように「悪魔から女神へ」という、たいへんいいことばだと思いますが、それだけ根気よくやる必要が、たいへんあるような感じがいたします。私、何か全部をまとめて、結論を出すようにとどうことのようにですけども、最後の討議の中で、大体尽きたように思います。

要は先ほどからお話聞きますと、委員の方皆さん、特に地域代表、漁業を代表しておられる方、あるいは主婦連の春野さん、それから学識経験者の方々、いずれも原子力をどう平和的にうまく、早く使うかということは当然のことであり、ぜひ何かうまくやりたい。やるにつきましては、特にこの環境問題が今後重要になってくるから、それを前向きで、積極的に、いい意味で解決をはかって、そして推進をすべきだ。こういう点で、意見の一致をみたのではないかと、私思っております。

ただ問題は、非常に複雑であり、これからいよいよ量的にも質的にもいろいろな問題がからまってくる。それからほかの公害の問題ともからまって、これまた問題が出てくるということでございますから、最初に日本は先取りしたと申しましたけれども、今後ますます国際的にも先取りするようなつもりで、環境問題に関係の方々も、会社の方も、政府も、一般もひとつやっただきまして、最終的には、結局国民の幸福のために電力も安く、安定して供給ができて、お魚もいい魚が食べられる。人間の健康も害しないでうまくやっっていくという方向に向かって、お互いに全力をあげてやってみたらどうであろうかというのが、おそらく一致した考え方のようにも思われますので、その辺のところ、議長としまして取りまとめさせていただきたいと思えます。どうもたいへん長時間ありがとうございました。

講 演

議 長 平 塚 正 俊 氏 （住友原子力工業社長）

講演 「原子力エネルギーの製鉄プロセスへの利用」

講演 「アイソトープ・放射線産業利用の将来」

講演 「海運の将来と原子力船」

議 長 大 堀 弘 氏 （電源開発総裁）

講演 「日本における動力炉開発」

議 長 前 田 七之進 氏 （富士電機製造社長）

講演 「イギリスにおける黒鉛減速炉と

重水減速炉の最近の進歩」

議 長 金 井 久兵衛 氏 （北陸電力社長）

講演 「フランスにおける動力炉開発計画」

原子力エネルギーの製鉄プロセスへの利用

日本鉄鋼協会原子力部会長

新日本製鉄副社長

藤田 木 俊 三

原子力製鉄研究のフィロソフィー

原子力エネルギーの利用の一つとして原子力製鉄がよくあげられているが、やっと研究に着手した程度で、すべては今後の研究開発にまたねばならぬといっても過言ではない。

製鉄業は化学工業と並んでエネルギー消費の大きい産業である。したがって如何にして安価な安定したエネルギー源を見出してこれにアプローチするかは大きな問題である。原子炉の開発が進み安価な電力が得られるようになれば、それだけでもエネルギー多消費産業は大きな利益を得られるであろう。

現在の製鉄プロセスは、いわゆる溶鉱炉法でこれでは銑鉄1トンを作るのに約700kg原料炭を必要とする。原料炭はわが国ではその85%を海外からの輸入に依存しているが、強粘結炭に至っては全量である。而も石炭資源の偏在、採掘現場の安全、衛生等の環境問題、或は立地条件等々よりして労働力の不安、不足等のため、数量の確保、価格の高騰等問題があり、ことに昨年のは米炭の入手をめぐって、大きな問題が起った。

鉄鉱石は、ほとんど100%を輸入に依存しているが、此の方の入手は当面さしたる問題はない。例えば現地で焼結とか、ペレットにする等の事前処理がうまくやり得るならば、人口密度の高いわが国における公害の問題も防ぎうるし、段々と此の傾向が高まるであろう。

従って当面する資源の問題は原料炭にしぼられる。この原料炭の節減のために種々の対策がとられている。そしてその成果としてこのわずか1ケ年に原料炭の原単位が10%以上も切り下げられたのである。即ちコークス比400kgが実現したし、更に380kg、360kg台といった世界新記録の操業成績が次々に樹立されつつある、わが国の現状である。そしてこの努力は今後、さらに継続されるわけであるから原料炭節減成果は引続きあがっていくことが期待される。

余談ながら昨年前半は原料炭入手に懸命であったのに反し、今日では鋼材市況の沈滞が主要因ではあるが、この原単位の切下げも手伝って原料炭の在庫の圧縮に頭をしぼっているのが実情である。

このような背景のもとに原子力製鉄の話に移り度い。石炭に対する不安と原子力エネルギーという安価な新しいエネルギーへのアプローチから原子力製鉄のアイデアは生まれたものである。そして昨年原料炭不足で大きくクローズアップされた。

前述の如く原料炭は色々問題はあるが、資源の絶対量としては、まだまだ心配することはない。又一方弱粘結炭を利用して優良コークスを製造する研究も進んでおり、遠からずこれは実現することが期待される。更に各方面からアタックしている。

コークス比低下の努力により、コークス比はさらに低下することも間違いない。従って原料炭の価格高騰からくる銑鉄コストの上昇は予想されるが資源的に溶鋳炉法が行き詰まることは考えられない。

これに対し原子力製鉄は、安価な原子力エネルギーの利用という点に最大の魅力、ネライがある。石油の石炭にとって替った様に原子力エネルギーの有効利用は今後の新しい技術として、あるいはまた傾向として、当然取り上げられねばならない。ここに原子力製鉄のネライがあるのであって、原料炭の現実問題と結びつけて一喜一憂するのではなく、長期の態勢を取り組んで行くべき問題と思う。

技術的問題

原子力製鉄という新しい分野に今後解決しなければならない問題点は、

1. 高温ガス炉の開発。
2. これから発生する高温度の熱エネルギーを鉄鉱石の還元等に利用する技術の開発。

前者は原研における実験炉の開発計画で期待すべきものであり、後者はわれわれ製鉄サイドの研究分担範囲として目下取り組んでいる問題である。

原子力製鉄のモデルパターンとして考えられるプロセスは鉄鉱石を高温の還元ガスで還元して還元鉄を作り、之を安価な電力を用いてUHP電気炉で鋼にすることであり、これに原子力エネルギーを利用するのである。

ここで考えられる問題点は、

1. 還元ガス製造技術の開発

天然ガスの水蒸気改質による還元ガス製造技術は既に確立しているが、天然ガスの産出しないわが国では原油、重油を原料とする還元ガス製造技術を開発しなければならない。

2. 鉄鉱石の直接還元プロセスの開発

現在鉄鉱石の還元は溶鋳炉内で行われているが、溶鋳炉によらない製鉄法は古くから多く試みられているが、みるべきものが少ない。問題点は

a. 規模を大きくすることができない。量産ができない。

b. トン当りの消費エネルギー量が大きい。

c. 製錬過程がないので高品位の鉱石が必要。

等々今後大規模、高能率、量産方式のものへの開発が必要である。

3. He ガス顕熱を製鉄サイドに伝達する熱交換器の開発

新材料の開発も含め超高温に耐える熱交換器の開発である。

4. 最後にそして最も大事と思われるのは、安全問題でその対策は最も重視すべきものと考えられる。

以上あげた項目のほか今後予想しない問題点もでてくるであろう。従ってこれら一連の技術開発をシステムティックに推進していくことが必要である。

そしてこれらの構成テーマの研究開発の進展に伴い、鉄鋼業はもちろん他産業部門にも応用され得る新しい技術がこの研究から生まれるであろう。現行の溶鉱炉法にもこれらの技術は応用できるものであり、恐らく原子力製鉄が実現する前に現行製鉄法への一部利用が盛に実現するのではなからうか。

高温ガス冷却実験炉への期待

原子力製鉄のエネルギー源は原子力熱エネルギーと電力とである。

従って高温ガス冷却炉の開発に大きな期待がかけられている。

欧米においてはこの種の炉の開発は盛に行なわれており、He ガス出口温度850℃程度のものはすでに開発されたと判断してよいと思われる。しかし、此等の炉は発電用であり、高温のプロセスのヒート用を対象とするものではない。

燃料資源の問題、その輸送の問題さらには公害の問題等からいっても、原子力エネルギー利用の最も望ましいわが国においてこそ、高温ガス炉の開発は急がるべきだと思う。在来型の高温ガス炉でよいのか、それとも新型炉或はガス冷却の高速増殖炉まで進まないと経済的になりたたないかという様な問題は将来の問題として予想されないことはないが、研究の第1段階として多目的利用の高温ガス冷却実験炉の早期実現を我々は期待しているものである。

この実験炉の多目的利用の一環として原子力製鉄を考えた時、実験炉のHe ガス出口温度は1,000℃程度のものでお願いしたい。

1,000℃を要望する理由は次の点からである。

1. 鉱石の還元工程から

還元炉として例えばシャフト炉を考えた時、還元ガスの入口温度は850℃以上が必

要，流動層の場合も同じで之以下の温度では還元速度の著しく低下し，量産方式の炉としてでは取り上ぐべきではないと判断する。

2. 還元ガス製造のプロセスから

天然ガスの水蒸気改質法では850℃以上が必要。

重油，原油を原料とする時はさらに高温が必要となる見込。

熱交換器における温度降下等を考えるとHe ガスの温度は1,000℃ということになる。

一方金属材料としては1,000℃程度であれば現用の超耐熱材料 — 例えばIncoy 800, Inconel 600 HK40 — 等を用い構造，使用条件等をうまく配慮することにより使用可能と見込まれる。

原子力部会の活動

鉄鋼協会の原子力部会は昭和43年，秋に活動を開始した。部会には第1より第5までの5小委員会があり，それぞれ原子力による安価になるであろう電力の利用の問題，鉍石の還元の問題，原子炉の問題，熱交換器の問題，還元ガス製造の問題をテーマとしている。この構成メンバーは製鉄メーカー，電機機器メーカー及び学界の人々である。なお，特にシステム小委員会を設けて多部門に亘る研究の総合的運営を図っている。

又昨年からシャフト炉による鉄鋼石の共同研究を実施中であり，本年は更に還元ガス製造，熱交換器の問題を共同実験の対象として計画中である。

結 言

原料炭，原油とエネルギー界に大きな問題が起っており，更に公害問題も加わってこれらの見通しをうまくつけることはむづかしい現状である。かかる情勢の中でわが国の鉄鋼業が，世界に先がけて新エネルギー源である原子力の有効利用の技術開発に取り組むことの意味を申しのべた次第である。そして目前の情勢の変動に一喜一憂することなく，大局的観点から原子力製鉄のテーマに取り組んで行くわれわれの考え，立場を被露した。

然し問題は広範多岐の分野に亘り，開発には困難の多いことから開発体制のシステム化に心がけ，特に関係方面との密接な連携，協力が必要と考えられる。

単に製鉄業という狭い分野からだけでなく，もっと広い立場から多目的高温ガス炉の技術は早急に推進を計るべきであり，これに不可欠の実験炉は早急にその実現を要望したい。

アイソトープ・放射線産業利用の将来

東京大学生産技術研究所

教授 加藤 正 夫

ただ今御紹介にあずかりました東京大学の加藤でございます。

ただ今から約30分アイソトープ・放射線の産業利用の将来という大変むずかしい大きな題のもとに講演申し上げることになったのでありますが、まず最初に申し上げたいことは、原子力の平和利用ということは新しい動力源の開発ということと、アイソトープ及び放射線利用による自然科学の基礎研究及び新技術の開発ということとであります。この両者、車の両輪となって原子力時代が進展し、人類の福祉増進に貢献するものといわなければならないと存じます。前者の新しい動力源の開発、それは非常に急速に増大していきます。この動力の需要を充足するということが一般の方々には非常にわかりやすい事柄であります。しかし、このアイソトープないし放射線の利用ということになりますと、これらをどのように利用して又どのような利益があるのかということがどうも一般の方々にはわかりにくいということがございます。しかしながらこのアイソトープないし放射線利用は工業分野の広い範囲にわたって、こんにち既に約20数年、世界的に見ますればあるいはもう少し長い期間にわたって非常に有効に使われてきておるのであります。

更に地下資源の開発とかあるいは水資源の開発あるいは海洋開発、宇宙開発にまでその利用が拡がってきておきまして、更に最近におきましては自然界に於ける物質のいわゆる循環と申しますかあるいは自然界における生物の間の相互作用そういったものを研究いたします生態学、あるいは又環境工学。最近では日本で一般的に公害といわれていますが、環境汚染の諸問題に関してこのアイソトープテクニックというものが非常に広く有効的に使われておるのであります。

これは全く、その必要欠くべからざる手段となっておるのであります。さらに又その応用技術は今日では著しく進歩いたしておきまして、その応用による所の技術的ないし経済的効果は極めて大きいものと云わなければなりません。今日の日本の経済規模が非常に大きくなったという背景を考えるならばこのアイソトープ・放射線利用を強力に進めることによりまして原子動力の利用に劣らない大きな利益が必ず得られるはずであると私は確信しております。一方原子動力の開発とアイソトープ・放射線利用の開発とはこれは実は相互に非常に密接不可分な関

係にございます。

例えば発電用の原子動力炉に於てさえも、その炉の中ではそのエネルギーをただ使っているだけではなくて、アイソトープの大量製造が行なわれているのが普通でございます。例えばコバルト60などの製造はコバルト60製造用の炉というのもございますが、こういう大きなパワーの動力炉のコアーの附近にこのコバルトを装填しておきまして、一番有効な方法はコントロールロッドの先端の所にカドミウムなどといっしょに入れておきます。そうすることによって非常にスペシフィックアクティビティの大きな大量のコバルト60を製造することができるのであります。更に又使用済み燃料から核分裂生成物、これは全部アイソトープであります。更に又超ウラン元素、つまり原子番号92以上の色々な超ウラン元素ができます。そしてこれらはアイソトープテクニックの上から考えましても非常に有効な有用なアイソトープが数々あるのであります。そういうものを回収するという事をやはり考えなければならぬ。現在の日本におきましては、まだその使用済み燃料からこのような有用なアイソトープを回収するという国家的な大きな考え方がまだ確立されていないように思うのであります。プルトニウムの回収という事はこれはそういう方向で今日いろいろと仕事が進められておるのでありますけれども、この広くアイソトープを回収するということがまだ充分にその考え方が煮つまっていないという状況でございます。しかしこのようなことはぜひ、やらなければならないことではないかと思うのであります。つまり使用済み燃料の中の放射性物質というものはこれは廃棄物であるという考え方が一般にはまだ残っているような気がいたします。ただ廃棄するというだけでなくて、これを積極的に使うという考え方をどうしてもこれから作り上げていかなければいけない。それをこのようにして有効に使えるのである。そして又安全に使えるのである、という考え方を基本的に作り上げる必要があるのであろう。そういう考え方の上に立って今後の原子力開発利用の将来展望を行なっていかなければならないと思うのであります。既に日本におきましては原子力発電計画というものは非常に大きな計画ができております。それから出てくる所の使用済み燃料の処理をどのようにやっていくのであるかということが同時に考えられなければならないが、発電をやるということの方は非常にはっきりと先に進んでおるけれども、これから出てくる所の大量の放射性物質をどのように処理するのか、あるいは又、これを積極的に使うかという事は同時に考えられなければならないということであると私は思うのであります。まして海洋投棄ということはこれは短寿命の限られたアイソトープ、それがある程度の量までならば海洋投棄ということも考えてよろしいかと思っておりますけれども、長寿命の放射性物質を大量に海洋投棄するということはいかにそのパッケージが完璧であるとしても、それ

は何億年の保障に耐えるものでなければならない。海洋の或いは深海におきまして、そういうものが何億年の間、完全に安全でありうるかどうかという保障というものは何びとも保障することはできないのであります。

そこで私は放射性物質の有効利用ということを提唱するものでありまして、そういう考え方を是非みなさんも今後原子動力の利用ということと同時にその問題を考えていただきたいと思うのであります。ではどういうふうにこれを使っていくのかというような事柄に関しては今日は限られた時間でありまして十分な御説明ができませんので後ほど時間がありましたらある程度述べさせていただきたいと思うのであります。次に従来我国におきましてはアイソトープ・放射線利用について国家も又産業界もその推進に対しまして十分な措置を講じてきたかと申しますと十分な措置は講じていないと私は申し上げなければなりません。もっと露骨な言い方をいたしますと、むしろその認識を著しく欠いていたと云わなければならない。実はこの事に関しましては日本が原子力を始めるという事を本当に考え始めたちょうど昭和30年の頃でございますが、いろいろ議論があったわけでございまして私もその議論をする仲間入りをしておいたわけでございまして、どうやらその時の考え方を一口に申しますと原子炉ないしは、原子動力開発ということに関しては日本は先進国に対して大きな遅れをとってしまった。ですから国の政策として又国家予算のつぎこみ方もこちらの方に主としてつぎこんでアイソトープないし放射線利用は日本は一応これだけの科学技術の水準にある国であるからまあほっておいても一人立ちで、かなり伸びてくれるであろうという考え方であったと思います。私はその考え方に汲々ながら承知せざるを得なかったのであります。それから既に15、6年の月日が経過したわけであります。

今日振り返ってみますと確かにその考え方は半ば間違っていたように思います。なんとすればこの方面におきましては政府のそれほどの援助なくして、かなりの水準まで進歩しておると思います。

しかしながらこの進歩の度合は欧米先進国に比べますとやはりかなり見劣りするものであります。そこで先ほど申し上げましたように今日これだけ大きな経済大国になった日本としましてはやはり、このアイソトープ・放射線利用というものをもっともっと強力に推進いたしまして、そしてその大きな産業のエフセシーを上げるとか、あるいは新しい製造方法に変えるとかそういう前向きの改善ということにこの技術を大いに利用していただきまして、そして更に生産性の向上を図るというようにもっていくならば、又これを全体として考えるならば非常に大きなメリットが得られるものといわざるを得ないのであります。その後のいろいろの國の

状態をみておきますと、例えば原子力研究所におきましてそこには最初アイソトープ部というものはありませんでした。

しかし今から5年ほど前にアイソトープ事業部と称していわゆるアイソトープ部が作られました。非常に遅くおったわけでありまして。しかしながら科学技術庁におきましては原子力局の中に、これは最初からアイソトープ課というものがありましたけれども、今から7、8年前でございましたでしょうか、このアイソトープ課は廃止されました。といったような非常に矛盾した事柄が行なわれてきております。もちろんアイソトープ関係のことは今日他の課で干渉されておるわけでございますけれども、やはりそれでは十分な仕事ができにくいのではないかと私は思うのであります。予算措置その他にしましてもやはりそのアイソトープ課というものがあるとないとは非常に違ってきはしないかと思うのであります。要するに今申し上げました事でおわかりのように国の、又全体として考えてみましてもアイソトープ・放射線利用に関する姿勢というものがどうもはっきりしていない。これは今日改めていただきまして、そして新しい大構想を作成して積極的にこの問題にとりくんでいくことを強く要望したのであります。次にアイソトープ・放射線利用というものは上記のように非常に多くの分野に浸透いたしましてより大きな経済的効果を目的として強力に経済開発利用を推進すべきものでありますけれども、アイソトープ放射線利用というものは非常に多様な使い方をしなければその十分な効果を上げるということとはできないと思います。従って2、3の分野に偏することなく総合的にその開発利用というものが行なわれなければならないと思います。従いまして関係各分野並びに関係各機関の十分な協力が必要なのであります。日本原子力研究所にアイソトープ事業部というものが作られたからもうそれでいいんだということは決してないんでありまして、既に御承知のようにアイソトープというものはあらゆる基礎学において、今日非常に有効に使われておりますと同時に工学を始め医学、農学、薬学その他あらゆる所でアイソトープを使っていないものはないのであります。そのように非常に複雑なものであり又生物関係に使われたテクニックというものが工業関係にまたそれが有効に利用できるということもあるのでございます。それから対称というものが千差万別でありましてこれはとりてい—機関などでそれをサーベイしそれをフォローアップするなどということは全くできない事だと思っております。より多くの人達、アイソトープテクニックを十分に身につけた人がそれぞれの立場でその対称をつかまえてそしてアイソトープ・放射線を有効に利用していくという事によっていい仕事がそこに生まれていくという考え方でなければならないのであります。従いましてこれをうまく推進していくためには研究者、技術者の層を厚くすることが必要欠くべからざる要件でございます。教育訓練に

よりまして多くの人材を養成し同時に研究自体の層も厚くするように各種の措置を講じていかなければならないのであります。更に一般的に申し上げるならばその宣伝とか啓蒙とか一般的な指導・非常に初歩的な指導でもよろしいかと思ひます、といったような事が必要な活動であろうかと思ひます。そこでこの人材の養成に関してでございますが私は大学におけるその方面の教育規模というものは今よりもっともっと拡げる必要があるのではないかと思ひます。そうする事が基本的に重要なことであると思ひましたがゆえに目下、日本学術会議・原子力特別委員会におきましてその原子力特別委員会には将来計画検討委員会というものがございますが、その将来計画検討委員会の下に作業部会を作りましてそこで私どもは今日迄約2年あまり将来計画の大学側における色々な問題を取り上げまして作業し、そしてそれを整理し、一応何回もシンポジウムなども開きまして各方面の御意見も承わり、それをまとめまして色々な検討をおこなつてまいっております。これらの案は近く政府に対して学術会議から勧告する予定になっております。その中にアイソトープ・放射線の教育訓練を行う施設を考えております。

例えば、これは架空の大学の名前をとりますが関東大学・原子科学・関東地区センターといったようなものでございまして関東地区の諸大学が協同しましてそのセンターをオペレートしていこうという構成であります。しかし色々な管理上の便宜から申しましてある大学附近にせざるを得ないかと思ひるのであります。ここには三つ、四つの専門の講座をおきまして教授、助教授、助手その他必要要員をおくわけでございます。しかしながらやはり各分野の学生のプレイングあるいは大学職員のプレイングも行なわなければなりませんので各大学のそれぞれの専門の先生方がこれに協力するというやり方であります。なる程今日までに日本原子力研究所、アイソトープ研修所、ないしは放射線医学研究所の訓練部におきまして既に10数年にわたりましてアイソトープ・放射線取扱いに関する、かなりきめの細かい訓練をやつてきております。が年間に教育する研修生の数は大体500ぐらいの所でございます。もう少し多かつたかと思ひますが、そのぐらいの程度でございます。

しかし大学の現在の状況から判断いたしまして色々な方法でこれを検討してみたのであります。2,000名近い研修生を研修していかなければならない。訓練しなればならない。毎年訓練しなればならない。これは原研ならびに放医研にそういう大量の学生のトレーニングをお願いするということはなかなかむづかしい。国家の予算措置などから申しましても原研ないし放医研は科学技術庁の所管になっております。従いまして文部省関係に対しましてはそういう訓練に必要な学生の費用を何万円か出さなければなりません。そして予算措置は年間文部省関係に対しましては10名そこそこしかこの予算措置を講じられていない。それを制度の上から出

さしていくという事はこれ又大変むづかしい事であります。そういう事で私どもはこのような事は大学サイドに於てやはりやらざるを得ない、人数も非常に多い事でございますし、このようにしてやるより他にはない。それから又、この方面の設備、その他かなり高価なものが多いので、それぞれの大学にこのようなものを準備するという事は、これ又大変予算がかさばるという事もございますので、このような協同で運営して共通に使うという機関を考えざるを得なかったのであります。ただ今の所各大学から非常に期待され又、好評を受けておりますので私はこのような機関が多分まちがいなく近い将来に誕生すると考えておるのでございます。このようにまず人材を養成し確保するという事、これを世の中に送り出すということが今まであれやこれやのことを私は考え又、やってまいったのでございますけれども、どうも思いうように日本の土壤におきましては伸びないということは結局はやはりそういう人達が、素養をもった人達の数が少ないのではないのか、又その気になって大いにやっていただく方が仲々充分にはいない。結局は人の問題にかえてまいったのでございます。ということでこれを何年前からこういうような構成をやって、ようやく今その線に近づくという状況になってきておるのでございます。どうかこのような構想を実現させるように一般のみなさん、産業界のみなさんにおかれましても御支援を受けたいとこの席からお願いする次第でございます。最後にアイソトープ、放射線の工業利用に関しまして推進すべき項目はそれではどのような専柄があるであろうかということに申し上げたいと思います。これは昭和42年に実際の作業は41年から42年の春の間に行なわれたものでございますが、42年12月に科学技術庁原子力局から原子力開発利用長期計画というものが出ております。

それを作ります時、その工業利用関係に私が主査を命じられましてまとめたものでございます。多少自分のことになって恐縮ですがこの中にかなりくわしくどのようなものを強く推進すべきであるかということが書かれてございます。それから4年経ちました今日におきましても決して進歩しているものではございません。今日もなおここに書かれてあるという事は生き生きとしているように私には思われるのでございます。手短かにその要点だけでも御報告しておきたいと思うのでございますが、まず引き続き推進する研究分野といたしましては、第1にオートメーション化の放射線を用いた計測器、分析器、それらの標準化、並びに制度の向上、オンライン使用といった研究、第2には工程、及び品質管理のために電子計算機に自動放射化分析あるいは蛍光X線分析などによる測定データの解説、あるいは又応用への研究を行う。第3にはアイソトープのマイクロ性を利用して分析化学に効用する研究を行う。第4にはメスバウア効果ないしガンマー・ガンマー、角相関ポジトロン消滅などの放射線、原子炉の物性論的研究の応用

第5には河川に於ける拡散調査，流量測定等を行なう研究，中性子水分計，ガンマー線密度計を用いた地盤調査及び施工管理を行なう研究，工学，石油，石炭，ガス資源などの開発調査に於けるニュートロン・アルファー或いはニュートロン・ガンマー或いはニュートロン・ニュートロン反応或いはパルス中性子法を用いたロギングの方法そういった研究。時間がかかりますので簡単に申し上げますが次に第6番目といたしましてトレーサーを用いた公害調査ないし公害防止への応用それから7番目に地球物理的な問題，或いは土木工学的な問題つまり漂砂とか河川水とか地下水などの追跡実験，こういったものでございます。それから新しく開発すべき問題といたしましてはそのフィッションプロダクトなどのエネルギー利用と申し上げました方がよろしいかと思えます。例えばストロンチウム90或いはセシウム137とかプロメシウム147とかそういった更に又超ウラン元素のアルファー放射体を用いたこういったエネルギー利用，つまり発電器とか電池などに使うこういう研究であります。それから更に海洋開発，宇宙開発への応用，といったような事柄でございましてやるべき事はまだまだ沢山あるのでございます。で私は今日この10項目余りの中から特に強力に推進すべきものとしたしましては，やはりその核分裂生成物の積極的利用，及びアイソトープ放射線テクニックの環境汚染の調査，或いは防止への応用という事を積極的にやるべきである。これはどちらにしましても非常にそれは今後の日本にとって有効な事であり，又どうしてもやらなければならないことでありますので，それに対しては相当に国も産業界も経費をかけてこのようなことをやっていただきたいと思えます。色々のこういった問題に対して議論もあろうかと思えます。特にこの使用済燃料中の放射性物質の積極的利用に関しては非常に議論の多いところでもありますけれども，ヒロソフィーとして考えた場合にこれはどうしても推進せざるを得ない。よく議論の中には短兵急に，ではどんな利用があるか，どんなメリットがあるかということをしぐもち出すんでありますけれども，これはやはり時間をかけていろいろとやっていくうちにここに必ずいろいろなものが出てくるに違いない。もちろん今日云えることは数々ございます。又私はかなりの程度実現可能であるというふうに考えております。そのためにはいろいろな法律改正にまで及ぶ措置が必要であらうかと思えますけれども，そういう点を今後みなさんで考えていただきたいと思っております。そしてこのようなことをやることによって原子力に関連する産業として新しい産業を我々はまた生み出していくことができるのではないかということをご期待するものであります。時間が参りましたので私の講演を終らせていただきます。御清聴ありがとうございました。

海運の将来と原子力船

大阪商船三井船舶社長

日本船主協会会長

福田久雄

昨年は、この、原子力産業会議の年次大会におきまして、日本郵船の有吉社長から、わが国の原子力商船の実用化に関し、まことに画期的な御提案がございました。即ち、『コンテナリゼーション等、輸送革新が急速に進展している折柄、従来の貨物船に代るものとして、超高速・大型原子力コンテナ船の出現が必至と考えられるので、わが国においても実用的な船用炉の開発を急いで欲しい。

その場合、船体の方は、関係船会社で共同建造、共同運航してもよい。……』という御趣旨のお話であったと記憶いたしております。私共も、この有吉社長の御意見には全く同感であり、大いに共鳴いたした次第でございます。

それから丁度1年が経過いたしました。その間わが国におきまして、原子力船の問題につきましては、次のような、幾つかの、注目すべき出来事がございました。

その第1は、皆様も御存知の如く、昨年7月、わが国初の原子力船“むつ”の船体部が完成したことであります。本船は現在、青森県のむつ市で原子炉等の艤装工事を急いでおり、来年6月には完工の予定でございますが、その後核燃料の装荷などに暫くの時間を要しますので実際に実験航海に出航できるのは48年の春以降と予想されます。

これに関連いたしまして、今まで関係者の間で最も懸念されておりましたことは、“むつ”の船主であり、本建造計画の推進者である日本原子力船開発事業団の存否という問題でございます。

御承知のように、本事業団は、昭和38年、法律第100号という時限立法によって設立された特殊法人でありまして、“むつ”の完工と共に解散することが定められております。丁度来年度末がその期限に当たっているわけでございますが、幸いなことに、今国会で、これを更に向う4年間延長するという法律改正が成立する予定となっておりますので、関係者一同、ひとまず愁眉を開いた次第でございます。

但し、これは飽くまで、“むつ”の工期が遅れたことに関連しての措置であり、事業団が第1船のみを取扱いということには、何ら変りはないのでございます。

それでは、第2船以降の開発はどうなるのか、ということでございますが、これについては、去る42年4月、政府によって策定されました“原子力開発利用長期計画”というのがございまして、その中で、

『……第1船の建造と運航経験の成果を生かし、できる限り速かに経済性並びに信頼性の高い実用的船用炉の研究開発を行い、遅くとも昭和40年代の後半には、第2船の建造に着手すべきである。……』

という方針が明示されていたのであります。

しかるところ、その後の海運界における諸般の情勢変化から、私共は原子力商船の実用化が従来以上にその必要性和緊急性を増すに至ったと判断し、43年8月、当産業会議の原子力船懇談会の名前を以ちまして、長期計画に示されたスケジュールを更に早めて頂くよう、政府当局に対して要望申上げた次第でございます。

このうち、政府機関に“原子力船に関する専門部会を設置すること”の要望が認められまして、翌44年6月、政府の原子力委員会の下に、私共と名前も同じ、“原子力船懇談会”が設置され、約1年間の調査検討を経て、昨年夏、その最終報告が原子力委員会に提出され、承認されるに至った次第でございます。

しかるに、この、原子力委員会で認められました結論と申しますのが、要約して申し上げますと、

『如何なるタイプの炉が最も実用化の対象として適しているのか、まずそのような基礎的設計研究から始めるべきである。……』

ということでありまして、これでは卒直に申しまして、42年の長期計画以前の段階まで逆戻りしたという感を免れず、“むつ”以後の本格的な原子力商船の実用化に関する政府方針を示すものとしては、些か迫力に欠けるものと、私ども関係者一同残念に思っている次第でございます。

以上のような国内情勢に対しまして、昨年春から原子力商船に対する国際共同研究開発の構想が、わが国と西独の、主として民間関係者の間から生れてまいりました。

この構想の始まりは、原子力船懇談会の進藤委員長のアイデアが最初の発端であると同っておりますが、その後事業団の佐々木理事長や郵船の有吉社長がヨーロッパに行かれた際、西独にも立寄られて、GKSSや同国の大手海運会社であるハバーク・ロイドの首脳と意見の交換をされる等、本件の推進について種々御尽力頂いた結果、話が具体的に進展して、昨年の末、まず造船と海運を中心とした日本側代表団の西独訪問が実現したわけでございます。

この両国代表団の話合いの結果、“原子力船共同研究会”なるものが設置され、先月、今度は先方から専門家グループが来日して、第1回の専門者会議が東京において開催されたことも皆様既に御承知のことかと存じます。

ただ、日独共同研究開発と申しまして、今直ちに船用炉の共同開発に取りかゝるというものではなく、まず、将来の原子力船に対する共同開発の“可能性”について、両国が一緒になって調査研究しようというものであります。具体的には、本研究会が中心となり、まず手始め

に、

- 2,000個積み、8万馬力、26ノットの高速フル・コンテナ船を対象として
- 在来船と原子力船の二つのタイプについて
- 建造、運航の両面から技術的、経済的評価を行い
- 来る8月末を目標に一応の結論を出そう

ということになっているのでございます。

参考までに申し上げますと、このうち在来タイプのコンテナ船につきましては、欧州航路用として既に日独両国とも略々同型船を建造中であり、凡て今秋から来年初めにかけて就航する予定になっております。また、原子力船につきましては、オットー・ハーン号に積まれている“軽水加圧水型船用炉”の改良型であるEFDR原子炉を基準にとり、これと在来型コンテナ船との比較を行うことになっております。

いずれにいたしましても、若し本構想が計画通り進展いたしますならば、現在船用原子炉の開発におきましては、世界でも最高の水準にあると目されている西独との国際協力であるだけに、まことに画期的な試みというべく、その成果には“期して待つべきものあり”と思うのであります。

翻って、現在、私ども海運のおかれております情勢と、その将来を展望いたしますに、近来世界経済の発展に基く貿易貨物の荷動きは日と共に増大し、そのような大量物資の輸送を担当するものとしての海運の役割も益々重要性を加えつゝあります。

このような状況にあつて、私共といたしましては、海運に課せられております使命と責務を深く認識し、全力を尽して、所要船腹の拡充等に努めて参りました。

御蔭をもちまして、わが国の商船保有量は、現在2,700万総トンと、リベリアに次いで世界第2の大海運国に成長いたしておりますと共に、個々の船会社につきましても、わが国の中核6社の悉くが、世界の10大海運会社の中にその名を連ねている状況でございます。

一方、今後の船腹拡充につきましては、政府策定の新々海運対策というのがございまして、これによりますと、昭和44年度から49年度の6カ年間において、2,800万総トンの外航船舶を建造する必要があるとされております。

わが国の貿易量は、昭和50年頃には現在の2倍に倍増するものと予想されますので、このような大量輸送に対応するためには、どうしても、この程度の船腹拡充が必要であるということでございます。

このような船腹拡充のほか、現在私ども海運に要求されております他の一つの問題は、諸々

の技術革新に基く凡ゆる合理化努力の追求ということでございます。例えば、これまでの外航船舶にみられます高速化、大型化、専用船化、自動化、或いはコンテナリゼーション等は、凡て輸送コストを軽減し、大量輸送の要請に応えるための合理化努力の表われにほかならないといえるのであります。

曾って、昭和30年代の初頭、紐育航路に、アメリカのマリーナー型20ノットの高速定期船が出現いたしました時は、私ども船会社も一驚を喫したのでありますが、現在では、先刻も申上げましたように、欧州航路に配船予定のコンテナ船が26ノット、シーランド社が建造中のコンテナ船に至っては30ノットという超高速船でございます。このように、一部の船舶では、曾っては想像もされなかったような超高速船の時代に突入しているのでございます。

また、大型化につきましても、タンカーや、その他専用船において殊に著るしいものがございます。例えば、現在世界で稼働中の外航タンカーは3,000隻でございますが、その70%以上が5万トン以上の大型タンカーであり、更にその大半が20万トン・クラス以上の巨大・タンカーとなっております。

タンカー同様、専用船も大型化の一途を辿っております。専用船には鉱石専用船、石炭専用船、あるいは自動車専用船等、積荷の種類によって、いろいろございますが、速力は定期船程高速である必要はなく、輸送効率の向上を目指しての大量輸送は、専ら大型化で達成されて参りました。最近では、鉱石と石油、自動車と穀物というように、区間によって荷物を積み分けて運ぶ“兼用船”というのも現われております。

現在、世界における専用船々腹は2,300隻、7,000万D/Wに達しており、そのうちわが国の所有量は400隻、1,300万D/Wとなっております。

わが国における船舶自動化の“はしり”は、昭和36年に建造されました弊社の金華山丸でございまして、本船はブリッジからMain EngineをRemote controlできるようになっております。これと前後いたしまして、欧州におきましても、船員の不足、賃金の上昇傾向などから船舶の自動化が真剣に検討され、その結果“Mゼロ”船というのが生れてまいりました。Mゼロ船は、“機関部夜間当直員なし”という程度にまで自動化された船のことでございます。現在、既に400隻以上のMゼロ船が建造されております。更に最近では、これより一層徹底した、コンピュータによる超自動化船も、大型タンカー等において、相次いで出現しております。

ところで、話は原子力船に戻りますが……………

商船としての原子力船の開発 実用化が叫ばれ始めてから、既に15年の歳月が経過いたしました。しかし、現在世界に現存する原子力船は、“むつ”を含め、僅かに4隻を数えるに過ぎ

ません。しかも、これらは、御承知の如く、何れも実験船でございまして、実用に供しうる原子力商船、或いは船用原子炉は未だ世界の何処の国においても開発されていないというのが実情でございます。

発電その他の分野では、原子力の平和利用が相当進んでいるに拘らず、船用推進機関への原子力の適用においてのみ、未だ殆どみるべき進展がないということは、

① 経済性という枠内で、軽量、小型かつ安全性の高い船用炉を開発することが如何に困難であるかを物語っていると共に、

② 従来、ユーザーたる海運において、在来機関に代るべきものとしての船用原子炉に対する必要性ないし緊急性が殆ど存在しなかったという事情に基くものと

考えざるを得ないのであります。勿論これまで、何らの努力もなされなかったということではありません。欧米諸国と同様、わが国においても、種々の検討、努力が行われてきたことも事実でございます。“むつ”の建造が実現したこと自体、その何よりの証拠といえるでありましょう。

しかし、原子力商船の実用化の可能性を俄かに現実のものとして高めたのは、最近におけるコンテナリゼーションの進展でございます。

コンテナリゼーションは、単に船舶、その他の関連機器に対する技術革新というに止まらず“海上”という従来の輸送区間を越えて、更に他国内の陸上輸送の末端にまで及ぶ、所謂 door to door の海陸一貫輸送を達成するものとして、將に“輸送革新”と称せられるにふさわしい画期的な変革でございます。

ただ、このようなコンテナリゼーションも、これを海上区間だけに限定して考えれば、在来定期船にかゝわる高度の専用船化と解されるのであります。従ってコンテナ船に対しては、他の専用船と同様、キャリアーとしての輸送コスト軽減の見地から、今後ますます大型化の傾向が促進されると共に、加えて、資本回転率の向上、流通コストの節減という、主として荷主サイドの事情から、本船の高速化が更に要請されるものと予想されるのであります。コンテナ船に対する、このような“大型化”や“高速化”の要請が高まるにつれ、在来機関では達成不可能な分野が増大し、従って、それに代るべきものとして船用原子炉の研究開発等が俄かに問題化するのも当然の成行であるといえるでありましょう。

このことは、高速化との関連において考えるとき、一層明確でございます。と申しますのは在来機関にあっては、本船が高速化する程、龐大な燃料搭載を必要とし、そのため載貨重量トン数の相当の部分が喰いつぶされてしまうのに対し、原子力船の方は、極く少量の核燃料で、

極めて長期、連続、高速運航が可能であるからでございます。

例えば、紐育航路を30ノットの高速で往復するとすれば、在来タービン機関では1航海につき1万トン程度の重油を船内に貯えておくことが必要でございますが、船用炉では、僅か数トンの核燃料で1年以上の連続航海が可能であるというわけであります。

コンテナ船の大型化、高速化傾向につきましては、さきに運輸大臣の諮問機関たる運輸審議会の船舶部会からも中間的な答申案が発表され、そのなかで

『将来は30ノットを大幅に上廻る速力で、コンテナ3,000個積み程度の超高速大型コンテナ船の出現が予想されるので、燃料消費量が少く、かつ軽量、小型で高出力の機関を開発する必要がある。……』

と述べられております。勿論、これには“ガス・タービン”等の開発も当然含まれていると考えられますが、少くとも燃料消費量の点で船用炉の右に並びうる機関は、今のところ皆無といっても、決して過言ではないであります。

ただ、これまで申上げましたことは、謂わば船用炉の特性に関する分析でございます。これに対しまして、私どもユーザーとしての立場から申上げますと、実際に原子力商船を採用する場合、最も検討を要します問題は、何よりもまず、“経済性がどうなるか”という問題であります。これは、実際に巨大な設備投資を行う企業の側といたしましては当然のことでございます。

原子力船の経済性につきましては、これまで世界各国でいろいろの試算が行われておりますが、その殆どが経済性の尺度を、貨物の“輸送コスト”におき、同種、同型、同一速力の“原子力船”と“在来船”について両者の競合点を求めるという方法を採用しております。

このような“コスト比較”で最も大きな相違を生ずるのは、資本費と燃料費でございます。原子力船は在来船に比較して、船用炉などの主機関の製造価格が著るしく高額となり、従って船価UPに基く金利・償却等の資本コストも割高となります。他方、核燃料は、前述の“重量及びスペースの軽減メリット”を別といたしましても、価格面だけで重油の半額程度を期待できるという利点がございます。

結局、原子力船が在来船に拮抗し、乃至それ以上有利に転換するポイントとして一般に言われておりますことは、

- 船の大きさを一定とすれば、高速になる程原子力船が有利となり、
- これに大型化の要素を加味すれば、例えば、1,000個積みコンテナ船では30ノット以上、2,000個積みでは30ノット前後、3,000個積みでは27ノットと大型化する程その優位転換点が下ってくる。

ということでございます。これは大型化の方が、高速化とは比較にならぬコスト軽減効果を持っているということの当然の結果でもございます。ただ、原子炉の製造コストについても、或いは核燃料の価格にいたしましても、現状では未確定な要素が多く、従って、このような経済計算も一応の目安をつけるための試算という程度にお考えおき願いたいと思います。

経済性と共に、原子力商船の実用化を決定する他の一つの大きな要因は、“商船としての行動の自由”が保証されていなければならないということであります。既に、商業活動に従事せんとする限り、原子力船であっても外国商業港への出入港、その他の取扱いが、在来船と何ら変わらないという所まで、環境整備がなされていなければならないということであります。

例えば、現在、原子力船の寄港に関する安全基準につきましては、在来船同様通称 SOLAS 条約と呼ばれる「海上における人命の安全のための条約」において規定されており、また、原子力損害賠償につきましては、ブラッセル条約といわれる「原子力船の運航者の責任に関する条約」において、一応規定されております。

しかし、現在、ブラッセル条約を批准している国は殆どなく、また損害に対する補償措置額も国によってまちまちであるため、原子力船を実際に運航するに当たっては、関係当事国間で二国協定を結びその便宜を図らなければならないというのが実情でございます。

従いまして、わが国としても、当面“むつ”の運航にそなえるという意味でも、関係諸国との協約締結、SOLAS条約の細目化、ブラッセル条約の批准等に関する“所要の研究調査”を今から行っておく必要があるものと存ずる次第でございます。

原子力船の乗組員に対する就労体制、或いは教育、訓練等も運航者といたしましては、ゆるがせに出来ない重要問題であります。原子力船の乗組員は、常に放射能の危険に曝されることになりますので、原子力船を建造する場合、この面でも万全の対策を構ることが絶体必要であります。また、乗組員の教育、訓練につきましても、在来船では必要でない高度の“技術と知識”が要請されますので、適当な国家機関による相当長期の養成が必要になってくるものと考えられます。

私どもの会社におきましても、以前から研修のため、エンジニアを大学や原研、あるいは“むつ”等に派遣いたしております。

そのほか、本船の実際の稼動に際しましては、核燃料の交換、或いは修理、保船等の運航体制が確立していることが必要であり、更に放射性廃棄物の処理についても十分に検討しておく必要があるといえるであります。

これら諸問題は、私ども船会社が、原子力船の建造、運航を計画いたします場合の絶対条件

でありまして、その何れを欠いても最早原子力船の実用化は成り立たないと言えるものでございます。

最後に、今まで申上げましたことの締めくくりとして、“原子力船の将来性”という問題につき一言私の考えを申述べて御参考に供したいと思っております。

現代は、エレクトロニクスの発達に基く各種の技術開発をはじめ、原子力の平和利用によるエネルギー革命、あるいは、龐大な物資輸送のための海陸空一貫輸送体制の確立など、將に第3次“産業革命”と呼ばれるにふさわしい画期的な時代でございます。そして、曾っての蒸気機関の発明が鉄道、船舶を含め各方面で夥しい動力革命をもたらした如く、現代の原子力開発も、発電や艦船用推進機関等において極めて強力かつ高度の動力革命を招来しつつあります。

かくの如く、一つの技術革新が一国の社会、産業構造、或いは関連企業の経営革命をもたらすことは、過去の歴史の実証しているところであり、このような見方に立つ限り、“近い将来原子力商船の時代が到来することは必至である。”というのが私ども関係者の均しく抱いている認識でございます。

しからば、原子力商船は、何時、如何なる形で出現するか、ということでございますが、これは俄かに断定できない問題でございます。ただ、少くとも、その可能性が最も大きいのは、“超高速・大型コンテナ船”の分野に於いてであるということだけは、現在でもはっきり申し上げられると思っております。このことは、運輸審議会・船舶部会の答申案においても、端的に指摘されておりますし、今まで縷々御説明申上げたことから容易にお分り頂けるものと思っております。

これまでも、私ども海運界におきましては、船員需給の逼迫や人件費のコスト・アップに対しては、逸早く本船の自動化を実施し、また、鉱工業原材料の大量安定輸送という要請に対しては、他に先駆けて大型化、専用船化で対処するなど、“低廉な輸送サービスの提供”を目指して、出来る限りの努力を重ねて参りました。そして、このような合理化努力の要請は、進展するコンテナリゼーションや増嵩する諸経費の重圧下にあつて、今後ますます強まってくるものと予想されるのであります。こゝにこそ、原子力船のみならず、コスト軽減に役立つもの、凡ゆる合理化手段の追求が真剣に検討されなければならないという所以もあるわけでございます。

ところで、原子力商船の実用化と申します場合、私ども船会社にとっての最大の関心事は、“それが在来船以上に、経済的、技術的に勝れているかどうか”ということでございます。この意味では、軽量、小型、安全、高出力かつ経済性の高い“実用的船用炉”の開発こそ、実用

化のための先決条件といえましょう。現在、西独を除く欧米先進諸国におきましては、原子力潜水艦などの建造経験を通じて、既にこの種の船用炉に対する自主的製作技術が確立されていると言われており、事実英国等は“経済性の問題を別にすれば、明日にでもその製作に着手しうる。”と伝えられているのでございます。

幸い、わが国に於きましても、“むつ”の完工により、近い将来原子力船の建造や運航に関する貴重な資料が数多く得られるものと存じます。しかし、前にも申し上げました如く、“むつ”は飽くまで実験船でございまして、本船の建造や運航経験がそのまま第2船以降の実用的原子力船の開発に適用できるわけではございません。そこで、第2船以降につきましても、“むつ”同様、或いはそれ以上に強力な推進体制の確立、整備が“焦眉の急”として、急がれる次第でございまして。

このような状況にあって、私ども海運界が最も注目し、かつ期待いたしておりますのは、前述の日独両国による原子力船共同研究開発の試みでございまして。

御承知の如く、従来わが国における原子力船の開発は、国産先端技術の振興という建前から官民共同のNational projectとして推進されて参りました。これに対し、今回の日独原子力船共同研究は、これを更にInternational projectにまで押し広げ、このような国際協力の場において実用的原子力商船の開発を図ろうというものでありまして、わが国単独の場合に比較して、期間的にも経費的にも遙かに効率的に目的を達成することが出来ると思われるのでございます。

御承知の如く、わが国における原子力開発につきましても、原子力基本法に“自主”、“公開”、“平和利用”の三原則が謳われておりますが、このうち自主開発という建前に対しては、関係当局におかれても、事態の進展に即応した弾力的な考え方を採って頂くよう、特にこの機会にお願いいたしたいと思っております。

何れにいたしましても、本構想が成功いたしました暁には、独り海運、造船のみならず、わが国産業全体に及ぼす波及効果には計り知れないものがあると予想されますと共に、将来における国際協力の貴重な前例となることが期待されるという意味において、私ども海運界といたしましても、これを積極的に推進いたしたいと考えている次第でございまして。

今後とも本問題に対する皆様方の御支援、御協力を“切に”御願ひ申し上げます。長時間御清聴ありがとうございました。

日本における動力炉開発

動力炉・核燃料開発事業団

副理事長 清 成 迪

動燃事業団は、現在高速実験炉「常陽」、高速増殖炉原型炉「もんじゅ」および新型転換炉原型炉「ふげん」の3つのプロジェクトを主要な柱として、新型動力炉の開発を進めている。これらの現状を概括的に報告する。

1. 高速実験炉「常陽」

第1期熱出力50 MW、混合酸化物燃料ナトリウム冷却ループ型の高速実験炉「常陽」について、動燃事業団は原研で行なわれた概念設計を引き継ぎ、さらにメーカーとの共同作業により詳細設計を進め、原子炉設置許可申請を行ない、昨年2月政府許可を得た。

同年3月から、大洗工学センター内において掘さく工事を開始するとともに、同年3月機器の発注を行ない、45年末にマツ打ち等の基礎工事を終了した。現在格納容器の製作および現地据付を行っており、炉心本体、構成機器等についても製作を開始している。引き続き、建屋の建設、原子炉設備の据付け等を進め、48年度末頃に臨界に至らせる予定である。

2. 高速増殖炉原型炉「もんじゅ」

ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の300 MWe 程度のループ型ナトリウム冷却型高速増殖炉原型炉「もんじゅ」については、44年度にかけて原型炉1次設計および「もんじゅ」1次設計を行なって、炉心およびプラントの主要パラメーターの検討評価を行なっている。

さらにプラント各系統および主要機器等について詳細な設計の検討を行ない、プラント全体の主要設計仕様を決めた。今後さらに所要の設計研究および設計コードの開発等を進め、原子力委員会の評価検討を経て49年度はじめに着工、53年度半ばに臨界に至らせる予定である。

3. 新型転換炉原型炉「ふげん」

165 MWe 重水減速沸騰軽水冷却型原型炉「ふげん」は、昨年3月原子炉設置許可申請を行ない、同年11月に設置許可を受けた。現在原電敦賀発電所構内の建設予定地の整地工事を進めており、本年6月より基礎掘さくを開始する予定である。また現在主要機器の契約交渉を行っており、昭和49年度末頃に臨界に至らせることを目標に、設計製作、建設を進

める計画である。

4. 研究開発施設

上記新型動力炉の開発に必要な各種の研究開発は、原研、メーカー等に委託して実施しているほか、動燃事業団は、大洗工学センターおよび東海事業所において必要な研究開発施設の建設、整備を行なっている。大洗工学センターの現状を別表に示した。すなわち、「常陽」および「ふげん」のための施設は、45年度までにほぼ整い、このうちかなりのものは、44年度末から運転にはいらた。また、「もんじゅ」関係についても、45年度から一部運転を開始したものである。東海事業所においては、プルトニウム燃料関係の施設等を建設して、「ふげん」「常陽」および「もんじゅ」の燃料材料の開発および製造加工の体制の整備を進めている。

5. まとめ

上述の通り、「常陽」「ふげん」の建設工事、大洗工学センターの主要施設の稼働開始をむかえ、新型動力炉の開発は、本来の意味での開発と建設の段階にはいったといえる。

一方、海外先進諸国における新型動力炉開発に目を転ずると、高速増殖炉の分野では、イギリス、フランス、ソ連では原型炉の完成が間近く、また西ドイツおよびアメリカでも近々着工の予定であり、実用炉は1980年代には、いずれも運転を開始すると発表されている。重水減速沸騰軽水冷却型新型転換炉関係では、カナダで原型炉が最近計画通り試運転にはいり、スコットランドでもSGHWRの実用炉の建設が具体化する動きがある。いずれにしても、海外の新型動力炉の開発は積極的に進められている。

最近におけるエネルギーをめぐる世界情勢からも、わが国にとって、新型動力炉開発の必要性は一段と高まったかのように思われる。関係各機関のご理解とご協力を切に希望する次第である。

6. 付 言

以上申述べたように、動燃事業団は原型炉までを担当して努力しているが、実際の開発はこれに続く大型商用炉が出来なければ意味をなさない。おそらくは本においては原型炉(Prototype Reactor)、実証炉(Demonstration Reactor)、商用炉(Commercial Reactor)の道程を辿るものと思われるが、これらは一つ一つ区切りがついて行われるものでなく、連続して行われ、それに必要なR&Dが錯綜して行われるであろう。

このように考えると、本年位からはポツポツ実用炉開発を考えねばならず、現にわれわれに与えられた基本方針の期限から考えても、決して早過ぎることはない。こんな意味から、

実用炉への approach について考えてみたい。

御承知の通り、われわれは今、原型炉を開発中であるが、そもそも原型炉のあり方としては、目標とする大型炉の schle down plant を狙う考え方と、そうでなく、その型の炉の運転実績を得ることを主眼とし、最高水準のものは狙わないと云う考え方と二通りある。前者においては原型炉の設計にかゝる前に、目標とする大型炉の詳細設計を完成させねばならず、非常に長年月を要する。のみならず、大型炉開発までの15～20年の年月を考えると、現在考えられている大型炉の image が今後の技術革新によって変り得るものであり、それ自体が moving target と見るべきだとも云える。

したがってわれわれは、原型炉のあり方としては後者をとるものであるが、その場合には大型炉への approach を考え、その際の困難を軽減させる意味で、燃料被覆管の温度条件、燃料長、その他材料的に大きな変動を及ぼすような設計条件は、大型炉のそれに或る程近づけるようにしている。

かゝる見地に立ったわれわれの原型炉の philosophy は、

1. 原型炉の建設運転の体験を通して、大型炉の建設運転に際して出でであろう技術的諸問題を見出すこと。
2. 燃料 integrity の確認を行うこと。
即ち、設計、材料、工程、品質管理等を総合した燃料の適格性の確認。
3. 各種核的 data について確認を行うこと。
4. 主要 component 機器の製作並びに運転保守上の問題点を見出し、燃料燃焼度の見通しをより明確にして大型炉の経済性について評価を行えるようにすること。

であると考えている。

このような考え方に立っているので、原型炉はそれ自体の経済性を云々すべきものでもなく、またそれを scale up すれば、そのまま大型炉になると云うものでもない。かくかくの点を研究開発すれば、このような性能の、このような経済性の大型炉が出来ると云うことを実証するのを目的としている。そこで大型炉の開発は、それ自体の設計建設と同時に、原型炉の建設運転の経験から見出された多くの問題点を研究し、開発せねばならぬので、非常に大きな project となる。またそれと平行して大型炉を開発するための、また大型炉を改善発達させるための基礎研究、例えば炉物理、安全性、各種燃料の研究開発、新材料の開発、各種再処理法の開発等を適時精力的に行わねばならない。

このように考えて来ると、実用炉開発上の問題点が自ら浮び上って来るし、またそれが大

変なことだと思われるのである。

1. 開発のための組織

まず第一には、上に述べたように大型炉開発は非常に大きな Project であるので、資金の過半は国家によらねばならぬと思うが、大型炉の性格として電力系統への組込みの関係から開発の主体は電気事業者とならざるを得ない。勿論研究、設計、建設等は maker が参画実施するけれども、全体の企画統制は電気事業者でなければならず、また大型炉は電力営業に直結するものであるから、時期、性能、用地、送電線等に、企業経営的な決断を要することが極めて多いと予想される。そこでこの Project は、民間的な柔軟な迅速な運営をすることが絶対的に必要と思われる。過半が国家資金で賄われることでの開発を、今述べたような民間的運営でやることが果して可能かと云う問題である。

2. 開発に関連する基礎研究

次に上述したように、この Project はこれと平行して多くの基礎研究がなされねばならぬが、我国の現状ではそれらは原研、国立研究所、各大学、各 maker の研究所等が行っている。

これら多方面に亘る基礎研究を、軽重緩急に従って統制するのはどこがやるのか、また基礎研究はよく陽が当たらないと云われ、先進国のようにうまく行っていないようであるが、これに十分な資金と人材を投入し、研究者をして真に開発意欲に燃え立たせるにはどうすればよいか。

3. 関係産業界について

わが国の企業規模では、米国で云われているように、大型炉開発において複数の Projects をそれぞれの maker が担当してやるようなことは到底考えられない。おそらくは、原型炉までの段階と同じく、各 maker が一つの大型炉開発 Project に参画し、分担協力すると云う形になると思うが、開発された暁における各 maker の在り方は極めて大きな問題である。

以上のように考えて来て、さて大型炉開発と云う大事業をやり遂げる方法としては、先ず国が大型炉開発と云う Big project 遂行の実態をよく認識、理解し、これに最適の体制及び運用を思いきって採用すると同時に、基礎研究を長期的な観点から重視して、思いきった奨励策を講ずることである。次に電気事業者及び maker 等産業界も、この問題は個々の利害や面子を超えた国家的要請であり、その成功によってのみ各企業及び国民に大きな利益が還元されるものであることを認識し、長期的な、大乗的な観点からこの自主開発

に取り組む決心をすることである。

今回発表された長期予測に見られるように、わが国の GNP の傾向、Energy 需要の伸び、それを充たすための発電の原子力化は、今迄の概念を超えた大きなものである。かくて新型動力炉の開発は一段と緊要の度を増したが、これに関連してウラン資源の確保、濃縮問題、再処理問題、廃棄物処理の問題、さらに究極の核融合への approach 等、国家的な大問題が山積している。しかも、わが国は所要資源の大半を輸入に仰ぎ、生産の半ばは輸出に俟つと云う国際環境下であり、上述のような諸問題は、直ちに外交、内政共に国家の根本政策、基本姿勢に影響する。望むらくは、国の指導者はこの情勢を確実に踏まえ、確乎たる基本方針を樹立し、流動する諸情勢に対応して常に check review を行い、迅速、柔軟、適確に方針を是正して誤りなきを期してほしいものと思う。

大洗工学センター主要研究開発施設

区分	施設名	現 状
高 速 増 殖 炉	高速実験炉「常陽」	基礎工事終了，格納容器据付中
	ナトリウム機器構造試験施設	建屋，試験容器完成，機器製作中
	ナトリウム流動伝熱試験施設	冷却系機器特性試験終了，燃料集合体流動試験のための改造工事実施中
	小型蒸気発生器試験施設	完 成
	50 MW蒸気発生試験施設	建屋，本体詳細設計完了（46年度着工）
	高速炉安全性第1次試験施設	大リークNa－水反応試験実施中
	高速炉安全性第2次試験施設	Na 過渡沸騰試験装置完成
	ナトリウム技術開発施設	小リークNa－水反応試験装置等工事中 低純度材料試験ループ，技術開発ループ， 放射化材料試験ループ稼働中，中純度 材料試験ループ工事中
	照射燃料試験施設（AGF）	内装機器調整試運転中
	照射材料試験施設（MMF）	基礎工事中
燃料集合体検査施設（FMF）	建屋および内装機器詳細設計中	
新 型 転 換 炉	重水臨界実験施設（DCA）	稼働中
	重水工学実験施設	大型熱ループ（HTL），コンポーネント テスト・ループ（CTL）稼働中
	重水炉安全性実験施設	試験装置増設中

イギリスにおける黒鉛減速炉と重水減速炉の最近の進歩

イギリス原子力公社
原子炉開発担当理事
R. V. ムーアー

はじめに

2年前の1969年3月に、こゝ東京で開かれた第2回原産年次大会でお話をする光栄にあずかりましたが、今年もまたお招きをいただき有難うございました。

日本とイギリスは原子力分野では、日頃緊密な連繫を保っています。昨年は、両国間で、高速炉技術の相互協力についての新しい協定を結びました。

しかし今日私が皆様にお話をするのは、この高速炉ではなく、イギリスにおける熱中性子炉の最近の進歩の中からいくつかを御紹介したいと思います。皆様御存知のように、イギリスではガス冷却・黒鉛減速のいわゆるガス冷却炉を基調にして、原子力発電プログラムが組まれています。ガス冷却炉の初期のもの、これをイギリスではマークIのガス冷却炉といっていますが、いわゆるマグノックス炉で、燃料には天然ウランを使っています。これにつゞくマークIIのガス冷却炉はAGRですが、これは低濃縮の酸化ウランを燃料としています。

マークIのガス冷却炉の第1号がコールドーホールで、1956年に運転に入ったことは皆様御存知の通りです。この原子炉は今でも安定な運転を続けています。コールドーホールに続く初期のガス冷却炉の一つに、日本原子力発電株式会社の東海炉があります。東海炉は、現在月間の平均負荷率が75から80%の範囲で安定な運転を続けています。

イギリスのウィルフェ発電所が、マークIのガス冷却炉の最後で、近く運転に入ります。マークIのガス冷却炉は合計で500万KWの規模となります。マークIにつゞくマークIIのガス冷却炉であるAGRは、現在5発電所で建設中で、その合計出力は600万KWに達しています。さらに、第6番目のAGR発電所の設計がほぼ終わろうとしています。この発電所は、原子炉4基からなる240万KW出力のものです。AGR用の酸化ウラン燃料は、過去8年間にわたってイギリスのウインズケールにあるいわゆるウインズケールAGRで開発し、実証済みです。燃料の燃焼度も目標値を達成しています。このような背景のもとに、イギリスでのたゆまざる開発努力によって、これから申しのべるような新しいガス冷却炉が登場することになります。

高温ガス炉技術

過去12年間、イギリスはドラゴン計画として知られる欧州の協力機構の一員として作業をしてきました。このドラゴン計画は、より高温で運転するガス冷却炉の開発が目的でした。国際的にHTRとして知られる高温ガス炉は、コールドーホール型のガス冷却炉の第3世代、すなわち孫に相当するガス冷却炉といえましょう。

HTRの酸化ウラン燃料は、従来の熱中性子炉の燃料の概念とはがらりと変わったもので、燃料の被覆に温度制限のある金属製のものは使っていません。燃料は小さな球状の粒で、一つ

一つがセラミックで三重に覆われています。

この燃料の粒は、直径約0.8 mmの酸化ウランの核のまわりを、パイロ・カーボンとシリコンカーバイドの層で包んでいます。一番内側が密度の小さなパイロカーボンの層で、バッファの役目をし、酸化ウランの核のふくらみを吸収したり、ガス状の核分裂生成物の溜めになったりします。またすぐ外側の被覆が、固体状の核分裂生成物の衝突で傷つかないようにする役目もします。中間の被覆層はシリコン・カーバイド製で、金属質の核分裂生成物をストップする役をします。一番外側の被覆層は、高密度のパイロ・カーボンで、中心の UO_2 核に出来るすべての気体状分裂生成物を外に出ないようにストップする役目をします。

燃料の粒が出来ると、これらを集めてボンド材とまぜて圧縮し燃料素子を作ります。一つの燃料素子の中には燃料の粒が約2万箇入っています。燃料素子は燃料の粒の所で発生した熱をよく伝導し、きちんとした寸法を維持します。金属被覆の通常の燃料にくらべ、セラミック被覆の燃料は中性子の吸収が少ないということが特長です。したがって、HTRの燃料素子は体積に対して表面積を大きくとらせても、中性子吸収は大して増加しません。実際には、この燃料素子は内外両面から冷却することが出来、したがって熱定格(燃料比出力)は非常に大きくなります。

照射実験の結果では、この種の燃料は $1,300^{\circ}C$ の温度で6万MWD/T以上の燃焼度が達成できます。 $1,300^{\circ}C$ の温度附近では、冷却ガスとしては炭酸ガスをヘリウムに置きかえる必要があります。

HTR 発電所

HTR用の燃料やその他の材料は、イギリスのウインフリスにある実験炉—通称ドラゴン—で開発されてきました。この原子炉は2万KWの熱出力のもので、過去6年間運転を続け、この間に多くの貴重な運転経験をえました。ドラゴン原子炉は、ウラン235とトリウムの燃料サイクル方式を採用し、運転中にトリウムが核分裂物質のウラン233に転換します。

しかしイギリスでは、原子燃料の利用にあたって、常に熱中性子炉と高速炉の両方を一纏に考えて、全体として上手にバランスをとるという立前をとっています。この立前から、一連の熱中性子炉はウラン235とウラン238の燃料サイクルを原則としており、ウラン238からプルトニウム作り出しています。このプルトニウムは一連の高速増殖炉の一次燃料として使うこととなります。そして高速炉が運転に入ってから、消費した以上のプルトニウムを生産することとなります。こうすることによって、ウラン燃料を殆ど完全に利用できることとなります。これに引きかえ、熱中性子炉だけを考えた場合には、ウラン燃料はごく一部しか

有効利用されません。

したがって、ここ1～2年位の間、イギリスではHTR技術をベースにした第3世代の熱中性子炉として、次のような基本的な方針のもとに、設計研究を進めてきました。

- (i) ドラゴン炉で実証された粒状被覆燃料を使う。
- (ii) プルトニウムを生産するウラン235とウラン238の燃料サイクルを採用する(トリウムサイクルは使わない)。
- (iii) 冷却ガスにヘリウムを使う。
- (iv) 工学的な設計部分は、マークIとマークIIのガス冷却炉で使われているのと同じ方式を採用するのを原則とし、過去の豊富な技術経験を活用することの利点を強調する。

昨年の9月にイギリスの中央電力庁は以上のような形式の高温ガス炉の引合いを出しました。

この見積提出はここ1～2カ月のうちに行われる予定です。したがって、今日この席で、その内容についてお話申し上げるわけにはいきません。

前にも述べましたHTRの燃料素子は、燃料ピンに組み上げられます。燃料ピンは内筒、外筒からなる2本の黒鉛の筒の中に、燃料素子を積み重ねたもので、最後に2本の黒鉛の筒の両端部はシールされます。燃料ピンは減速用の黒鉛ブロックにあけられた燃料チャンネルの中に入れます。黒鉛ブロックは燃料交換の時に一緒に交換されます。六角形の黒鉛ブロックはそれぞれ18本か19本の燃料チャンネルをもっていて、66万KWの原子炉の炉心には約200箇の黒鉛ブロックが並べられています。

代表的なマークIIIの原子炉炉心の断面をみますと、黒鉛ブロックは、1本1本黒鉛製の柱に乗っており、この柱はコンクリート圧力容器の底に張られたセラミック絶縁物の上に乗っています。黒鉛ブロックには、上方から大口径のスタンドパイプを伝って接近することができます。

冷却ガスの流れの方向は、燃料チャンネルを下方に流れ、ダクトを通過して4基のボイラーに入ります。ボイラーはコンクリート圧力容器の壁の中に用意された円筒形の孔の中に位置しています。冷却ガスはボイラーの上方から出てガス送風機に入り、次に炉心の上のプレナムに流れます。ヘリウムガスの流れの一部は、バイパスさせて外部の浄化プラントに導き、ヘリウムガスの成分を常に正常に保ちます。

ボイラーの設計は、マークIIのAGRで採用されているものと類似しています。ボイラーは全面的に工場で作られます。形式は一段ガス再熱方式です。ボイラーの中ではガスの流れが上向きであるので、チューブ・バンクの配列も逆になっています。蒸気条件は、イギリスの石油だき、石炭だき火力発電所や、マークIIのAGRで使われている標準設計のタービンに適し

たものとなっています。

下表に、代表的なマークⅢ発電所の主要パラメータをマークⅡのAGR発電所と比較して示しました。

	MKⅡ	MKⅢ
正味電気出力 (MW(e))	625	636
熱 効 率 (%)	41.7	42.3
冷 却 ガ ス	CO ₂	He
冷却ガス圧力 (Bar)	41	55
ガス出口温度 (°C)	648	800
ガス入口温度 (°C)	317	300
炉心出力密度 (KW/ℓ)	2.7	8.27
炉心平均燃料比出力 (MW(H)/TeU)	11.62	93
蒸 気 条 件 (Bar/°C)	161/538	161/538

マークⅢのガス出口温度の上昇、出力密度の上昇と平均燃料比出力の増加にはみるべきものがあります。

SGHW 原子炉

私のお話の表題を完結するために、ここで今までのガス炉とは全く違った形式の原子炉を御紹介することにします。それは今まで私がお話してきましたHTRのライバルともみなされる原子炉です。この原子炉を御紹介するにあたり、10年以上前に戻ってみたいと思います。

1957年頃イギリスでは一つの反省がありました。それは、ガス冷却炉だけに取り組んでいて、将来商売上競争力がなくなるおそれはないか、軽水炉がいずれ優れた特長を打ち出してこないかという反省でした。このことを念頭において、可能性のある水冷却炉の研究を始めました。そして世界各国の開発初期のいろいろな原子炉についても調べたわけです。1957年のことです。

私どもは、単に性能がよいというだけでなく、その他の特長、たとえば、工場で前加工がどの程度できるか、現地工事が簡潔か、燃料交換や保守点検が容易か、原子炉と関係ある部分がすべて安全上すぐれた特性をもっているかなどです。イギリスは日本と同じように輸出で生きている国ですので、構成部品が陸上輸送や海上輸送に適していて、しかも輸出先の国の重工業のレベルが低い場合でも、現地で容易に組み立てられるような構成機器をもった原子炉を作る必要があります。私共は当時このような原子炉を探していました。

3年ばかりの検討の結果、今、申しのべたような諸条件を最もよく満足する原子炉形式を探

してあります。それが蒸気発生重水減速原子炉—通称SGHWR—であります。

ウインフリスの10万KW SGHWRプラント

1963年5月にウインフリスでの10KWのSGHWR発電所建設が始まりました。予定通り4年も後の1967年9月に完成し、1968年1月から運転に入っています。これまでの運転経過からいえることは、運転にあたって柔軟性に富み、運転が容易で、保守も簡単だということです。

この発電所は3年間以上の運転を続け、112万MWh(11億2,000万KWh)を発電し、燃焼度は最高8,000MWD/Tに達しています。この原子炉は制御が容易で、運転にあたっては柔軟性に富むということがはっきりしました。たとえば、1970年に負荷追従方式の運転をし毎日、全負荷から70%負荷まで毎分3ないし5%の速さの負荷低減を行いました。負荷変動中に、冷却材の温度を一定に保つことができるというのも、負荷追従に適した原子炉ということができましよう。要するに、ウインフリスSGHWRは負荷追従が要求される場合に全く問題のない原子炉ということになりましよう。当然のことながら、この特性は電力会社にとっては大変な魅力ということが出来ます。

SGHWR実用プラント

50万KWから70万KWの実用規模のSGHWRプラントが、蒸気供給用として、また発電用として、イギリスで計画されています。すでにイギリス国内や、イギリス国外で見積提出済みのものや、現在、見積準備中のものがあります。

SGHWRは軽水を冷却材とし、重水を減速材とした加圧管構造のもので、沸騰軽水を直接タービンにとり込む直接サイクル原子炉です。原子炉炉心は多くの加圧管を組み立てた構造ですが、土木関係の工事が完了したところで、工場で作成し、十分テストされた加圧管がサイトに持ち込まれて組み立てられます。したがって、鋼製圧力容器型の場合にみられるように、現地での建設や運転に伴ういろいろな困難や問題点は、加圧管方式では避けることができます。

加圧管は垂直に配置され、一本の加圧管に一本の燃料要素が冷却材の軽水とともに収容されます。この加圧管がアルミニウム製のタンクの中のアルミ製チューブの中に入っています。アルミタンクに重水が入っていて、このタンクをカランドリヤと呼んでいます。加圧管とアルミチューブ(カランドリヤ・チューブ)との間の随間には、ガス体が充満していて、熱絶縁の役をし、重水を低温、大気圧に保つことが出来ます。こうすることにより、工学的にはすべてを大分簡単にできます。

一本一本に燃料要素をとり込んだ加圧管方式は、圧力容器方式より燃料交換が容易になりま

す。原子炉を停止しての燃料交換は、短時間でできるので、低負荷時を狙ったり、また発電所の定期点検中などに燃料交換ができます。そのうえ、運転員にとって有難いことには、発電所寿命中いかなる時にも、いざとなれば加圧管が交換できるということです。去年は加圧管交換ができるかどうかの試みをしましたが、ウインフリスSGHWRの6本の加圧管の交換に成功しました。

SGHWRの冷却室は簡単なものです。軽水は加圧管の中で熱せられて蒸気ドラムに入り、そこで気水分離が行われて、蒸気は直接飽和蒸気タービンに送られます。分離された水はコンデンスターを出た所の給水と合流して、循環ポンプで加圧管に送られます。この方式は、通常の再循環ボイラーと極めてよく類似していますが、配管は少なく、コンパクトな配置になっています。

原子炉の出力制御は、短時間の場合は減速材の重水レベルを上下させて行いますが、長時間の変更は、硼酸水の濃度を調節することによって行ないます。従って制御系には、原子炉炉心にある可動部分はないことになります。

燃料には、低濃縮の二酸化ウラン燃料を使い、ジルコニウム合金で被覆しています。36本の燃料ピンがグリッドによって位置決めされて、3重の円周上に並んでいます。このようにして出来上がった燃料要素の長さは、ちょうど炉心の高さに等しくなっています。燃料要素は上方から吊られていて、加圧管の下方で横方向の位置ぎめがなされています。

現在は9バッチの燃料サイクル方式が採られています。平均燃焼度が21,000MWD/TUで、年間2回の燃料交換があります。加圧管を使っているため各燃料チャンネルに直接接近できますので、燃料交換操作は容易かつ迅速に行えます。50万KW発電所で1回の燃料交換に要する時間は短く、原子炉を停止してから再び全出力運転に入れるまでの所要時間は、約70時間すなわち3日ですみます。したがって、燃料交換は週末を狙って原子炉を停止してできます。破損燃料は殆ど発生しませんが、発生しても運転上さしたる支障になりません。いざとなれば、加圧管方式を採用している強味で、破損燃料が入っている加圧管を閉いて破損燃料をとり出すことができます。この点は運転者にとっては好都合な一面といえましょう。

SGHWRは安全上からも優れています。反応度のポイド係数はゼロで、原子炉は急速作動の原子炉停止系で確実に停止できます。停止系は原子炉内に可動部分がない液状方式で、減速材の重水をダンプすることになります。加圧管は運転中に定期的に点検できます。減圧事故は冷却材回路の配管部分に限られます。事故時に燃料の冷却系を迅速に確保するために、水のスプレイ配管が、燃料要素の中心軸に沿って用意されています。

SGHWR用としていろいろのコンテナが考えられました。実用SGHWRプラント用には、完全にコンテナで囲む方式が提案されています。原子炉冷却系全体が鋼板で内張りされたプレストレスト・コンクリート製のコンテナの中に収容されています。運転上是非必要ではありませんが、コンテナの上半分で、燃料取扱装置がある場所への出入りは、運転中でも可能であります。

重要な部分については、ウインフリスの10万KWプラントの技術をそのまま実用炉設計にとり入れています。勿論ウインフリスの経験から改良した部分も少なくありません。加圧管の配列は大事なポイントですが、この点については実用炉設計では、ウインフリス設計をそのまま踏襲し、出力増加分に見合わせて、加圧管の本数だけを增加させています。

SGHWRは製作、現地組立という面から魅力的な炉です。これまでのお話で、私はSGHWRが現地外での仕事、特に工場で作られる部分が、他の炉形式のものより多いことを述べてきました。現地での据付組立ては、土木工事や建物工事が完全に終わってから開始することになり、プラントを構成する機器類は、理想的な状態にある工場で作られ、十分テストされますので、現地工事は早く進みしかも信頼性のあるものとなります。工場で製作する機器類は、そのまま完成品として輸出もできますし、輸出先に能力があれば、その国で製作して据付けることもできます。

皆様がすでに御存知のように、日本でもSGHWR形式の原子炉の開発に極めて熱心でありまして、国産の熱中性子炉として開発中であります。出力16万5,000KWの原子炉で通称“ふげん”と呼ばれるATRがそれで、国をあげての強力なR&D計画に支えられ敦賀地区に建設開始されると了解しております。私の存じ上げるところでは、1970年代の半ばには運転に入る予定と理解しております。

ま と め

以上、私がお話申し上げましたことから、皆様は二つの異なる熱中性子炉形式、つまり、マークⅢのガス冷却炉（またはHTR）とSGHWRが注目に値する段階にきていることとお判りいただけたと思います。イギリスでは熱中性子炉は第3世代に入ろうとしているわけです。マークⅠのガス冷却炉（コールドホール・タイプ）から、マークⅡのガス冷却炉（AGR）への移行は、既に終わっていますが、粒状の燃料を使ったHTR（マークⅢのガス冷却炉）は、今後の有望な原子炉形式として考慮され出したところです。同様にSGHWRもウインフリスでの成功のあとをうけて、イギリス国内外から注目を浴びており、将来の原子力発電計画の一員に加えられるようとしています。

原子力発電についての一般的な傾向として、電力会社では単に経済的な面を追求するだけでなく、運転のし易さとか、保守の容易さ、それに高い設備利用率という方に強い関心を持っており、あります。概念設計でも、詳細設計でも、これらの目標を達成することを最優先とするのがエンジニアリング・デザインの基本となっています。別の言い方をしますと、設計は、運転に入っている発電所から毎日、毎日えられる貴重な経験を最大限に活用して行うべきものと考えます。

日本とイギリスはともに、原子力発電によって自国にもたらされる数々の恩恵を最大限に活用することを旨としています。

これらの恩恵は単に経済的にいろいろな利益をもたらすというだけでなく、私達の次の世代に残す生活環境というものを、よい方向に工業化した、公害のない質のよいものにするという恩恵も含まれています。

このような共通の目標に向って、日本とイギリス両国が過去協力してきたこと、またこれから将来もきっと協力を続けていくであろうことを信じてやみません。

フランスにおける動力炉開発計画

フランス原子力庁本部代表委員

原子力産業応用担当理事

M, A, ベツカー

本報告ではフランスにおける原子力発電計画の一般的考え方をのべる。まず世界におけるエネルギー開発の背景について述べると、全世界のエネルギー需要は、現在約4～5%の年率で増加しつつあるが、液体燃料の需要は8%近く伸びている。この現象はなかならず多くの国で現在生じている石炭から炭火水素への転換に起因するもので、困った状態をもたらす可能性がある。フランスにおける一次エネルギー供給の80%近くは、1985年においても石油によりまかなわれなければならない、それらのほとんどは輸入である。(第1.2図参照)

このような石油増大によるコストや危険性を低減するために、原子力発電設備の急速な増強計画が最も効果的な解決の一つとなり得ると考えられる。

本報告ではフランスにおける原子力発電の方針を、第6次計画の期間(1970～1975)において上記の考察の結果として分析し、量的な計画ならびに開発計画について論ずることとする。

量的計画

量的計画は一様に増大するものでなければならないし、我々の増大するエネルギー需要において適当なシェアを有し、かつ主たる原子力産業国家の中で、フランスの存在を保持するために重要である。

フランスは1980年までのエネルギー需要における炭火水素の割合を安定にする目的だけで、5,000～8,000 MWeの原子力を第6次計画期間に追加することにした。

フランスでは、炭酸ガス冷却黒鉛減速天然ウラン型原子炉の計画を発展させてきたが、それが技術的には満足すべきものであっても、経済的には魅力が少ないということになったので、最近、軽水炉を計画の基本と決定することによって、世界の主流の考え方に転換したのである。

石油燃料を用いた商業用発電設備は、現在フランスにおいて、電力発生に関する経済的基準となっている。原子力発電設備の量的計画は、この方法で発生されたKWHが競争力を有することを確認した上で作成された。このことは軽水型原子力発電設備と化石燃料のコストとが経済的見通しからそれぞれ確認されたと見るべきであろう。

この原子力計画で建設される発電設備の正確な数は、第6次計画の最終時における当初の計画を増大せしめるような決定にもとづくものである。更に現在の850 MWe段階から1,200 MWeに転換する日も十分近いと考えられる。この計画における最初の原子炉はフェッセンハイムに設置されるが、すでに発注されている。それにもかかわらず今後2年間に他の3基の原子炉の建設が政府によりすでに決定されており、さらに今後5年間に7～8基という数字が考慮されつつある。

産業的にいえば、最近の再編成への努力から、PWRならびにBWR型商業用発電設備を提供し、対応する米国特許を随意に使用できる2つの会社が創立された。

その上これら二つの会社は関連産業をよせ集めており、かれらはここ2～3年の間シェーズ・ティアンジュそして現在、フェッセンハイムというPWR、また、カイガーオーグストのようなBWR発電設備の建設に参加して、これらの分野で有効な経験を得たものである。この型式の原子炉の開発に関しては、潜水艦用原子力エンジンの実現成功により、原子力庁が得たPWRシステムの極めて多大の経験が寄与していることを思い起さねばならない。フランス原子力庁は、海軍の計画遂行を基礎に、寸法効果が問題とならない部品には独創的技術を有している。また燃料要素がかなりの照射を受け、随意に検査されるような分野においてもそのような技術を有している。

開 発 計 画

この量的計画の大きさと別に、将来軽水炉系と競合可能な新技術のための研究開発計画を遂行する必要があると考えられる。

この観点から、12年以上の間、我々の国では高速増殖炉の開発に主要な努力を傾注して来た。炉型の選択にあたっては冷却材としてのナトリウムと燃料としての酸化ウラン-酸化プルトニウムの混合体を組合せることにした。この決定は非常に初期の段階でなされたが、現在においても世界の一般的見方と一致している。

本計画の各段階は、取得した知識を具体的な形に具現する実現化ということに特長があり、次に来る段階のためのひな型をとっている。それらの段階は、
—ラプソディー、1967年1月に臨界に達した実験炉である。
—フェニックス、現在建設中の250 MWeの動力試験炉で1973年連開の予定である。
—商業用、1,000 MWe原型炉で1974年に建設に着手する予定である。

ラプソディーの特長や目的はすでに何度ものべられており、ここでは繰返さないことにするが、この原子炉が1970年にフォルティッシモ操業のために大巾に再設計されたことは記憶すべきことである。現在約40 MWの出力を有し、中心部において $3 \times 10^{15} \text{ n/cm}^2$ の中性子束があるため、有効な照射は年間 10^{23} n/cm^2 に達し得る。このことは本原子炉系の燃料の開発に関する照射の道具としての役割を十分に果すばかりでなく、さらに多くの外国の顧客との間のすでに成立した契約、および協議中の契約にも応ずることができるのである。

この改造は初期の段階で取得された運転経験やノウハウにより、新に追加されたタイムテーブルに完全にそうように実現されたもので、原子力庁のもつ知識にかけがえのない利益をもた

らしたのである。

この知識は、実験炉としてのラブソディーと最初の商用高出力プラントとの中間段階となるフェニックスの設計ならびに建設にとってとくに価値があった。

現在マルクールで建設中のフェニックスはラブソディーと比べて二つの独創的な特長を有している。すなわち、ポンプや熱交換器が炉心や1次系ナトリウムを納める容器の中に位置していること、その操作系として装荷および取出操作のための回転プラグは1基でなく2基使用していること、および密封容器で形成されている傾斜路を用いていることである。

フェニックス建設には原子力庁と電力庁、およびフランス産業界からなるチームが編成され原子力庁80%、電力庁20%の出資がなされた。フェニックスはフランスの産業界に未来の電力プラントのもたらず技術的問題に立向う機会を与えている。とくに開発に複雑な問題を含む蒸気発生器に関して努力が払われており、3基の熱出力15MWのユニットがフランス電力により建設された高出力試験設備でもって確性試験されつつある。次期計画の原子炉すなわちフェニックスの運開が1973年中頃なので、我々としては1974年には商業用発電の原型プラントを建設開始できるであろうと考えている。

この発電プラントは大体1,000MWeの電気出力を有するが、近々フランス電力庁から発注されそうである。その場合他の欧州内のユテリテイーと共同研究になる可能性もある。本プラントは原子力庁により開発された技術を用いて建設されると共に建設工事は責任ある民間グループにまかされることになろう。この計画における原子力庁の役割は基礎的なものであって事実原子力庁はこの原子炉系の基礎知識を有しており、さらにそのエンジニアリング・チームは計画そのものにも指導的役目をもつことができる。

高速増殖炉の分野にそそがれたこの大きな努力とは別に、またそれらに関連して明かに魅力的な期待とは独立に、国家としての努力は他の多くの問題解決をないがしろにする訳ではない。

原子力発電システムを開発するに要する研究規模とコストを考えると、それらのすべてを研究する望みをもつことは、どの国でもできることではない。フランスとしても同じことで、多方面に分散してその努力を浪費することを望みはしない。幸いなことに国際協力が時間と費用を十分に節約するように進んでいる。

重水の分野において、原子力庁とフランス産業界は、最近600MWeの電気出力をもつこの形式の原子炉、EL600、の詳細計画の原案を作りあげた。カナダにおける実験上の進歩をすべてとり入れるために、設計作業はピツカリング型原子炉を基本にして進められており、とくに燃料要素-チャンネル-圧力管という集合体を採用した。

EL600の計画が改善すべき、また改善が望ましいと考えられるいくつかの点と多少異なっている。それらは重水炉および原子力計画に関して蓄積されたフランスの知識と同時にカナダの実績そのもの、ならびにフランス産業界の重水設備に関連した可能性という両者からの考え方にもとづくものである。

ただ現在この計画は一時たな上げされており、原子力庁はその間、これまでのプログラム開発途上において海外で遭遇した諸問題に対して細心の注意を払っている。

第2の方向は、未来に対して興味深い期待を提供すると見られるもので、高温の黒鉛減速、ヘリウム冷却原子炉が対象である。

この場合、種々の可能性が燃料サイクル（高濃縮ウラントリウム・サイクルまたは低濃縮ウラン・サイクル）、燃料の形状（角柱またはペブルタイプ）そして熱力学的サイクル（直接または間接）に関して考えられる。

この面でもフランスは世界中で実施している種々の研究活動に関してきん密な関係を保っている。とくに英、独、米国との間においてそうである。

この2年間、原子力庁と産業界との間にこの分野における一致したプログラムが開発されつつある。我々は、ガス黒鉛炉の建設中フランスに蓄積された多大な経験を忘れることはできないし、そのチームや試験設備が現存することは高温炉システムに容易に転換できることも忘れてはならない。実験炉における照射の広範な可能性や、特殊ループによる熱的および空気力学的研究の可能性は特筆できるものである。私はここに黒鉛、プレストレスト・コンクリート容器、絶縁、ガス回路の分野で原子力庁とフランス産業界が広範なノウハウを有することを強調したい。このような状態で、もし専門的集まりが国際基盤の上に発展するならば、とくにこの方面の計画を遂行することは魅力あることである。

結論として、我々の計画の主眼点は

- 1 軽水炉を基本とした重要な「量的計画」。
- 2 高速増殖炉システムの産業的開発への主要な努力。
- 3 新技術の研究開発において慎重に選択された事項への集中的努力。
- 4 海外の活動へのたえざる照会と国際協力に対する積極的な態度。

これらの方針に従って、我々の目標は我々の過去の経験を発展させること、および、とりわけエネルギー分野に我々の国家の将来を托することである。

Fig 1 - Different primary energy sources

billion

(France 1970 .1985)

kilowatt.hours

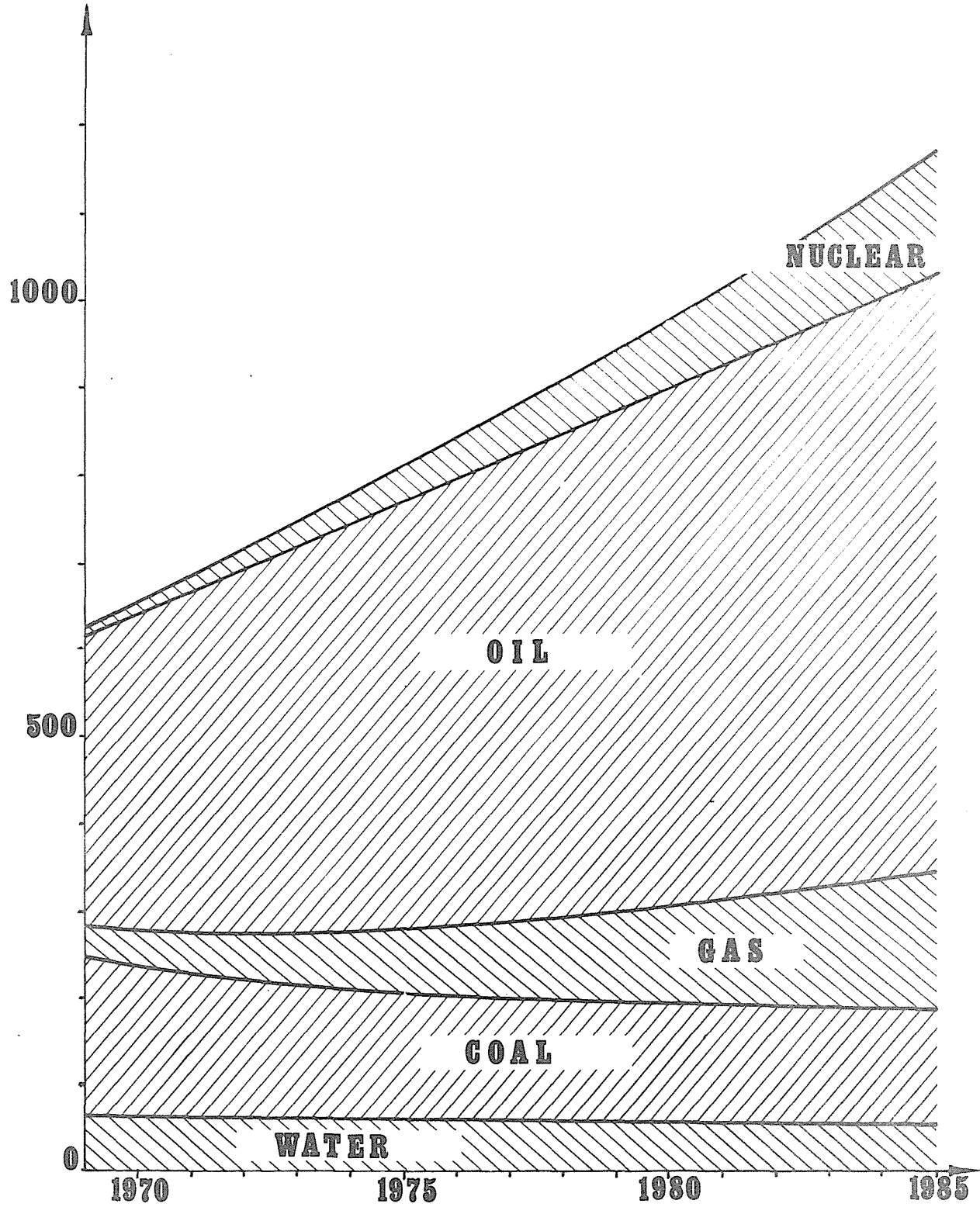
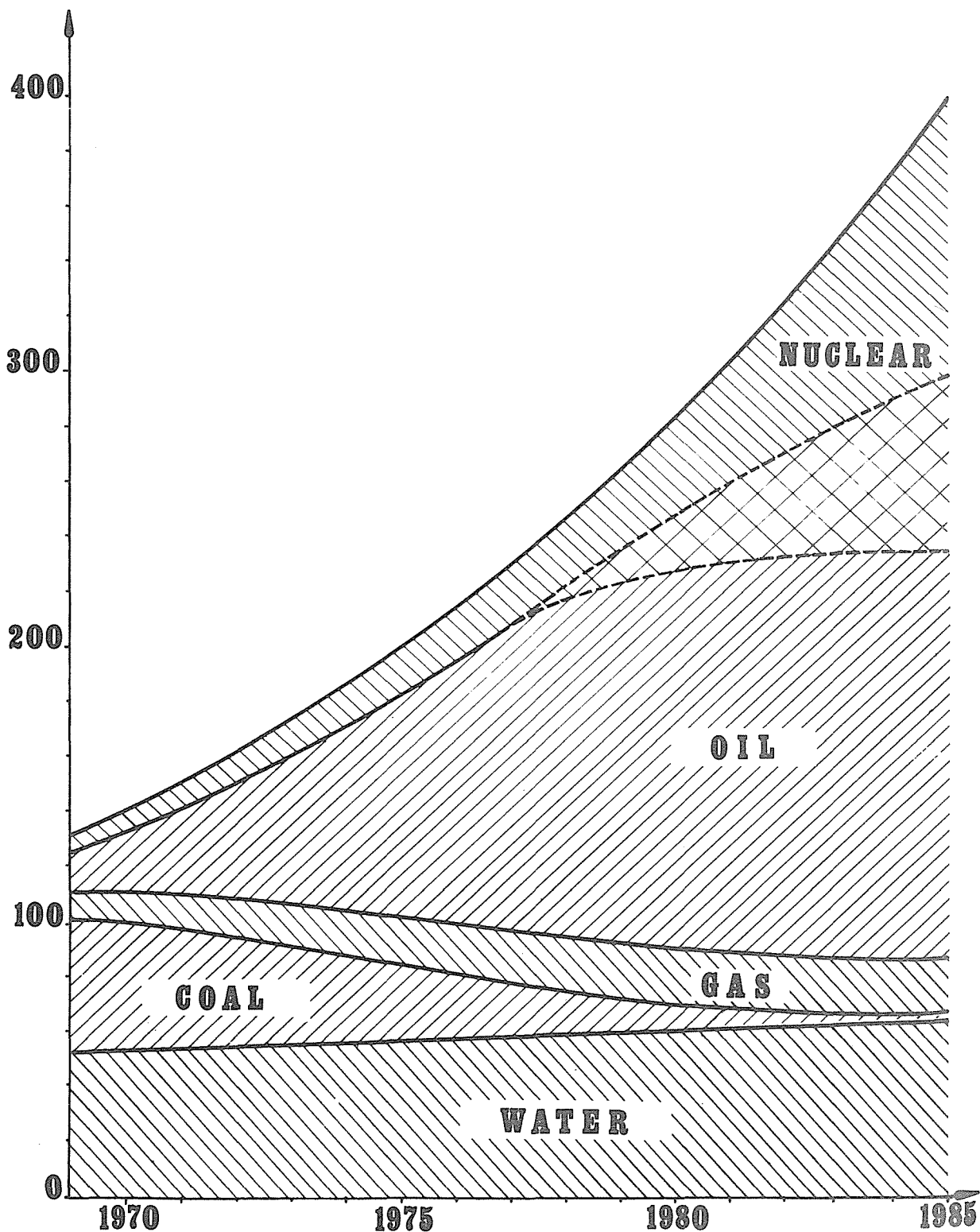


Fig. 2 - Energy sources for electric power

(France 1970-1985)

billion
kilowatt . hours



国際シンポジウムー1

原子力発電所に関する経験

議長 河内武雄氏 中部電力㈱副社長

国際シンポジウムー1

原子力発電所に関する経験

議長

河内 武雄 氏 中部電力(株)副社長

発表者

(発言順)

L.F.C.ライクリー氏 エバスコ・サービス社副社長

H. フレーバー 氏 クラフトベルク・ユニオン取締役

〔代理発表者：W.アルトファーター氏

同社東アジア営業本部長〕

吉岡 俊男 氏 日本原子力発電(株)常務取締役

伊藤 俊夫 氏 関西電力(株)専務取締役

コメンテーター

金岩 芳郎 氏 東京芝浦電気(株)取締役

河内議長 中部電力の河内でございます。

国際シンポジウムの第1部といたしまして、原子力発電所の経験というテーマをちょうだいいたしまして、議長をつとめさせていただくことになりました。どうぞよろしく申し上げます。

なお、このテーマの運営を簡単に申し上げたいと思います。

まず、海外からご参加をいただきましたお二方からそれぞれ約45分程度のご講演をちょうだいしまして、次にわが国の代表でおられますお二方のご講演を約25分程度ちょうだいします。そのあと全メンバーにご登場願ひまして、コメンテーターを加えて意見の交換を行ないたい、かように存ずる次第でございます。

わが国の原子力発電所といたしましては、昭和41年に日本原子力発電株式会社の東海発電所のガス炉が運転を始めましてから4年目の昭和45年、昨年でございますが、ようやく同社の敦賀発電所、並びに関西電力の美浜発電所、東京電力の福島発電所の3

基の軽水炉が発電を開始いたしました。

さらに現在建設中のものは9基に及んで、合計580万KWに達しています。いよいよ本格的に原子力発電の実用化時代に入ったのでございます。

このように、わが国の軽水炉による原子力発電所の建設並びに運転の経験が得られつつありますが、なおまだ日が浅い現状でありますので、本セッションでは、今後当分の間主流とみられます軽水炉につきまして、その建設段階から需要、運転に至るもろもろの経験について、内外の専門家から貴重な意見を発表していただきまして、相互に意見の交換を行ないますことは、今後わが国の原子力発電所の建設並びに運転を進める上に大きく寄与するものと確信をいたしておる次第でございます。

わが国における原子力発電所の建設、運転経験につきましては、過去の年次大会においてもそのつど採り上げられてまいりましたが、今回は初めての試みといたしまして、国際シンポジウムという形で、アメリカ、西ドイツのコンサルタントの方、あるいはメーカーの方ご出席をいただきまして意見や経験を聞くことは意義の深いものと存じます。

それでは、最初にアメリカのエバスコ・サービス会社の副社長でありますL. F. O. ライクリーさんから、軽水炉型原子力発電所の建設と運転経験というテーマでご発表をお願いいたしたいと思います。

ライクリー 議長、会場の皆さま、私は日本に再び戻ってくる事ができて旧友にお会いすることができるということを、そしてまた、この日本原子力産業会議の会議にもう一度参加することができますことは、大いなる栄誉でございます。

さて、今日のテーマは「原子力発電所に関する経験」ということであります。特に軽水炉型の発電所に関する経験ということでもありますけれども、私はこの話をするに際しまして、スライドをおみせしたいと思っております。それでは電気を消してください。そして、第1番目のスライドをお願いいたします。

(スライド)

1970年の12月末現在におきまして、原子力発電所の数でコミットされたもの、それから建設中のもの、稼働中のものをこのスライドに示してあります。

原子力発電所でGEのBWRのNSSSのものでありまして、アメリカにおきましてはこれは第1機から始まりまして、ずっとその容量がふえていきまして、そのトータルネットキャパビリティでは35,104MWeになっております。

日本におきましては福島1, 福島2, またそのほかの敦賀などによりまして1,598 MWeになっております。台湾では1,272 MWeになっております。ヨーロッパにおきましては1,980 MWeになっております。インドでは380 MWeであります。そして、それを全体にいたしますと40,334 MWeの容量になっております。

(スライド)

次の原子力発電所でウェスチングハウスのPWRのNSSSシステムでありますと、 SHIPPINGポートから始まりアメリカ全体で30,683 MWeになっております。

日本では美浜の1号機, 高浜1号機, 大飯1号機で, 2,321 MWeであります。ヨーロッパでは2,168 MWe, 韓国では564 MWe, プエルト・リコでは600 MWeワットで, トータルで出してみますと36,336 MWeになっております。

(スライド)

次は, バブコック及びウィルコックスP. W. R NSSSの原子力発電所で見ますと, アメリカ全体で11,836 MWeになっております。

(スライド)

コンパクションエンジニアリングのPWR. NSSSの原子力発電所をみてみますと, すべてこれはアメリカに存在しているものでありますが, このユニットを全部総合いたしますと10,723 MWeになっております。

(スライド)

アメリカ以外の, これは自由世界のものですけれども, アメリカ以外のNSSSであります原子力発電所は次のとおりであります。日本では東芝の福島3号機, 浜岡, 福島5号機, 女川のBWR全部で2,632 MWe。三菱の美浜2号機, 高浜2号機, 玄海の全部で1,886 MWe。日立のBWRこれはいままでのところ島根ユニットでありますけれども, 460 MWeぐらいです。日本全体ですと, 総合で4,978 MWeになっております。

ヨーロッパのNSSSだけ見てみますと, 西ドイツのAEGはBWRで2,784 MWe, シーメンスはPWRで2,685 MWe, スウェーデンのASEAはBWRで1,829 MWe, ベルギーのACEC, コックリル・オークリーはPWRで2,340 MWeで, ヨーロッパ全体で, 7,809 MWeであります。次のスライドに出ておりますのは, ほんとうにわれわれに印象づけるようなデータであります。

(スライド)

このスライドに出ておりますのは, 前に出ておりました数字をまとめたものであります。

す。世界じゅうで、つまり自由世界におきまして、去年の12月末は、BWRにおきましては71ユニットで全部で48,039MWeであり、PWRは84ユニットで65,806MWeであります。全体では155ユニットで、113,845MWeであります。

アメリカのトータルでは、BWRが57ユニット、PWRが74ユニット、トータルで131ユニット、そして、またそれぞれのメガワットでみてみますと40,334、58,895、それから99,229MWeであります。

そして、商業稼働はBWRはドレスデン1号機、PWRではヤンキーローでそれぞれ1,960年に開始されております。

(スライド)

さて、建設中に関してお話をいたしましょう。初期の軽水型炉は特別なデザインレビューとか、あるいは特別な考慮を全然しておりませんでした。すなわち、いろいろな品質の面でのアシュアランス、信頼性というのはありませんでした。

しかしながら、それ以来いろいろな定期的なものが導入されるようになりして、潜在的な原子力発電所の事故率は非常に注意深く予防措置がとられるようになりました。その結果といたしまして、新しいスタンダードの規格ができて上がりました。そして、デザインスタンダードができて上がりました。このスタンダードの中には、たとえばこういったプラントを建設するという、それから稼働するということについてが入っております。

アメリカのAECでは、たとえば、現在までのところ、これは一番最近のものですけれども、1971年の2月20日現在ですが、55の設計上のクライテリアをつくっております。この設計のクライテリアでは、初期では、1967年には20しかクライテリアがありませんでした。そして、またその同じ年にはそのほかの面といたしましては7つしかなかったわけですが、それにいろいろ加えまして55のクライテリアができております。

それを分類してみますと、まず5ありますのはオーバーオール、全体的なリクワイアメントでありまして、いろいろなスタンダードの質及びレコードなどに関して、それから構造物、またシステム、あるいはコンポーネントに関して、それから、また9のクライテリアは多分裂生成物隔離の保護に関してであります。

そして、それにはリアクターデザインとか、インストルメンテーション及びコントロールが入っております。

もう一つ、ほかの10のクライテリアではリアクティビリティーコントロールシステムの防御ということが含まれております。それにはプロテクションシステムリライアビリティ及びテストビリティ、それからまた、予想されるオペレーショナルな事故に関するいろいろな予防措置が入っております。

それからまた、ほかのクライテリアとして10ありますのは、これは事故時の炉心の冷却、格納容器内の熱除去、あるいは冷却水、こういったものがこの範疇の中に入ります。

それから、またリアクターコンティンメントデザイン、クライテリアが8つあります。それはシステムのペネトレーティングコンティンメントが入っておりますし、また一次コンティンメントアイソレーション、これなどもこの中に入っております。

残りの5のクライテリアは、燃料及び放射能の制御に関するものであります。ここでは放射性物質の放出コントロール、もちろんこれは環境に対する放出のコントロールでありますし、また燃料及び廃棄物の貯蔵のモニタリングを行なうということもこの中に入っております。

(スライド)

これらの55の設計基準に加えて、アメリカのAECはアシュアランスリクアイメントをそれぞれ原子力発電所に対してつくっております。これについて例をお教えしたいのですが、ここでは品質を信頼的なものにするということが目的になっております。そして、適確なクォーリティアシュアランスプログラムが実現できるようにと考えられております。

また、このクォーリティアシュアランスプログラムの内容について、ここに示しております。クォーリティアシュアランスデザインコントロールには何が必要であるか、あるいは書類、文書についてどのようなコントロールが必要であるか。テストのコントロールについて何が必要であるか。あるいはその部品、コンポーネントについてどのようなものが必要か、また適切なクォーリティを、あるいはそのコンポーネントメーカー、そういったものに対して知らせるためにどのようなクォーリティアシュアランスレコードをとればいいのか、そえいうこともいろいろ示されております。

(スライド)

このスライドの一番上に書いてありますように、アメリカのAECはセーフティガイド(安全基準)をつくっております。これは1970年の11月2日現在のものでありますけれ

ども、まず最初のセーフティガイドといいますのは、ネットポジティブ・サクションヘッドをエマージェンシーコアクローリングのためにつけるということ、そして、またコンティンメントヒートリムーバルポンプにもこれをつけるということでもあります。また、圧力容器のサーマルショック、(熱衝撃) に対するセーフティガイドをとるということ、それから、また潜在的放射能の結果、いろいろ起こってくるような事柄に対する評価を行なうということ、また、冷却材の喪失事故時の評価を行なうこと、これは BWR, PWR と同じことでもあります。

また、4番目のセーフティガイドは、アメリカの AEC、これは4つの安全基準をアメリカの AEC がつくったわけでありませけれども、そのほかにもいろいろあります。

また、いろいろなストライキがあった場合には、どのようにすればいいかということ、そういったいろいろな追加的な項目も含めまして、15のさらにセーフティガイドがアメリカの AEC によってつくられております。

(スライド)

それと同時にアメリカの AEC は、新しいそして強力な、また非常にはっきりとしたクライテリアのガイドをつくっております。

たとえば、アメリカの産業それ自身もいろいろな委員会をつくりまして、その委員会におきまして新しい、そして改良されたガイドスタンダードをつくっております。このスタンダードは、現在アメリカの AEC のリクワイアメントとして、その補足的なものとして採用されております。それによって公共の衛生を守り、またデザインの安全性を守って原子力発電を有効なものにするということが考えられております。

たとえば、アメリカの産業は改良されました ASME をつくっております。これは圧力容器に関するものをつくっております。

また、ASME で配管に関するものもあります。

また、バルブに関する ASME スタンダードもありますし、ポンプに対する追加的な ASME スタンダードがあります。

(スライド)

さて、これらはすべて非常に大きな影響を原子力発電所の設計、あるいは建設に対して及ぼします。こういったセーフティクライテリア、安全基準、あるいは設計のガイドを一体どのようなジョブサイトが利用できるかということに対して影響を与えるような新しいスタンダード及びクォーリティリクワイアメントに関して書かれたもの、あるいは

は生産性に関するもの、あるいは品質管理に関するものなどが入っておりますけれども、こういった新しいスタンダードをとりまして生産性に影響を与えて、たとえば、いろいろなスーパービジョンとか、あるいはそのほかの技術労働、あるいはほかの労働に対しても生産性を及ぼすことになっております。また、建設を計画的に行なう。そして効果的に建設を行なうということもこの中に入っております。

このようなきびしいスタンダードがつけられたということによって、その結果としてクォーリティアシュアランスチェックングということにも考慮が及ぼされております。これにはファブリケーションテクニックとかクォーリティコントロール、マテリアルに対する証明書、サーティフィケートを出すということ、それから、出荷するということ、あるいは貯蔵するということに関して、またインсталレーションをする際の手続を正当な、そして権威のあるものにするということ、あるいは非破壊テストを行なうということ、あるいは書類を整えるということ、こういったことがこの中に入っております。

それに加えて、原子力発電の建設をするということは、ほかの問題も引き起こしております。すなわち、大型の新しい整備機器が入ってくるということでもあります。といたしますと、運搬の扱い方が違わなければなりませんし、取り扱い方法も違いますし、建設計画も違います。また、コスト及びその効率、能率に対しても影響を与えるものになります。それに加えて定期的な、そして公聴会のようなものが開かれたりいたします。それによってライセンシングがおくれたり、またインスペクションがいろいろおくれてしまうという結果が起こっております。これは、たとえば、建設許可を得ること、またオペレーティングライセンスを得るということに対して影響を与えてまいります。それによって建設のスケジュールも変わってきますし、能率、またコストの面でも変わってまいります。

(スライド)

これが示しておりますのは、建設上の問題でわれわれが直面した問題を示しているものであります。この写真はリアクターベッセルで1100 MWeのユニットであります。これはアメリカの港からその現場まで運んでいく途中の写真でありまして、特別な機器がここで必要にされております。これは非常に大きいので、これが40マイルほど

進んでいくまでの道路の幅を越してしまうほどの大きなものであります。

(スライド)

この写真は同じ種類のリアクターベッセルのものでありますけれども、これを地上から上げたところであります。それを原子炉のビルディングのところに入れる途中のところであります。これはアメリカのものでありますけれども、この写真をみていただきますと、いかに特殊なコンストラクションが必要であるかということがおわかりになると思われます。すなわち、原子力発電をこれからしていくときには、非常に特殊な設備機器が必要になるということであります。

(スライド)

この写真が示しておりますのはプレストレスコンティンメントであります。これはロビンソンのPWR原子炉のものであります。アメリカの南カロライナにつくられたものであります。これが示しておりますのは特にハンドリングの問題、すなわちこの面に使う鋼材をどのようにすればよいかということでおわれわれがどんな問題に直面したかを示しております。

(スライド)

これは皆さますぐおわかりになると思いますけれども、福島の写真であります。うしろのほうに福島の写真がみえておりますが、それが1号機、そしてこれが第二のものでありますけれども、リアクターベッセルを建設しているところであります。

そして、この写真をみていただきますと、非常に特殊な建設上の問題があるということがおわかりになると思います。すなわち、BWRをこのように設計する場合には特殊な問題が出てまいります。といいますと、2インチのギャップをここに置かなければなりません。コンティンメントベッセルのスティールとコンクリートのところに2インチのギャップがなければなりません。日本の会社の方々は、ノズルの解決でこれを解決するといつてらっしゃいました。

(スライド)

こういった事柄はすべてより高度の基準を必要とするということになります。すなわち原子力発電所に対しては高度な基準が必要になり、また建設上の問題、いろいろなスライドでおみせしましたが、こういう建設上の問題をも引き起こします。

そういうことを考えてみますと、より長期的なスケジューリングを原子力発電所には行なわなければなりません。まず最初にプレリミナリーセーフティアナリシスレポート

が必要であります。

そこで、大体原子力発電所プラントの設計をいたしまして、セーフティクライテリア、あるいはデザインガイドなどに従って行ないます。このPSARは5カ月ぐらいかかります。

その次に、政府がいろいろレビューをするという期間になります。すなわち、このコンストラクションピリオドに関しましていろいろレビューをするわけですが、われわれの経験では、1968年には13 $\frac{1}{4}$ ヶ月かかっております。1969年には19カ月政府のレビューの期間がかかっております。1970年には18.5ヶ月かかっております。

次に建設が始まるわけですが、建設許可から実際のオペレーティングライセンスに至りますまでは、アメリカでは1,100MWe ぐらいの規模のものでありますと、42から48ヶ月ぐらいかかるということになっております。そして起動の時期、スタートアップピリオドは約4ヶ月ということになります。

したがって、全体を合わせてみますと、PSARの準備から実際の商業運転に至りますまでを全部総合してみますと、大抵現在では70から76ヶ月ぐらい必要だということになってまいります。これは1100MWe ぐらいの容量の原子力発電所についてであります。

(スライド)

さて、それではわれわれのいろいろな原子力発電所の稼働の経験について申し上げます。このチャートのデータは、アメリカのAECからきたものでありますけれども、それをみていただきますと、原子炉のセーフティレコードが出ております。アメリカの原子力委員会がライセンスを出しましてから、テスト用、研究用、それからパワーリアクターが1954年に始まって、それから1970年の12月31日に至りますまで879のリアクターが経験されております。これは3つの種類のリアクターが全部含まれたデータであります。この879リアクターの稼働経験をもっているわけですが、この経験におきましては、放射線災害、あるいは非常な危険にさらされるなど、働いている人々に対して課された、あるいは一般大衆に対してそういう事故があったという例は0であります。

(スライド)

さて、それではAECのデータを用いまして、25のアメリカAECライセンスを受

けましたセントラルステーション原子力発電所で1970年度に稼働いたしましたものに情報を限ってみますと、稼働、リアクターイヤーとしては100年であります。これはセントラルステーションの原子力発電所だけであります。そして、この中で事故で一般大衆の安全、あるいは衛生に影響があるような事故は0でありました。そして、放射能が放出されて、それが年間リミット、すなわちAECの規制の年間リミットをこえるような放射能の放出があったということ、これも0であります。

(スライド)

さて、昨日、いろいろな発表者のお話を伺っておりましてよくわかったのですけれども、日本は非常に新しい時期に入っている。すなわち、環境の問題を考える新しい時代に入っているということがわかりました。アメリカも同じことを経験しております。1969年に議会はナショナル・エンバイロメンタル・ポリシー・アクトというのを通過させました。これは環境法案であります。1970年に、また議会は水質改良法案を通過させました。そして1971年には、議会は清浄な空気法案というものを通過させております。

さて、それではここで、いかにしてこのようなBWR、またPWRがアメリカのAECの安全及びクォリティスタンダードに関するもので環境にどのような影響をもっているものかということを見たいと思います。

ここに出ておりますデータは、石炭、また石油を燃やすユニットに関してであります。これはアメリカの公衆衛生福祉教育省からとられましたデータであります。

この研究によりますと、実際の経験に基づきまして、石炭を燃やすもの、あるいは石油を燃やす発電所でワシントンDCのもの、シンシナティ、オハイオ、シカゴ、セントルイス、デンバー、サンフランシスコ、それぞれの市をとって、そこでの経験からとっております。そしてこれがそこで得られました測定値であります。

このデータに加えて、われわれ自身でわれわれのことを計算したわけでありまして、すなわち原子力発電所の稼働によりまして、大体、次の世代のものといまして1000MWe ぐらいの容量のものを稼働させた場合はどのような大気汚染の影響があるかを調べたわけです。SO₂に関しましては原子力は0でありますけれども、石炭を燃やす場合ですと306百万ポンドという数字が得られております。それから石油を燃やすほうでありますと115百万ポンドになっております。原子力発電所は、この排出基準からみますと0であります。

さて、浮遊煙塵に関してみますと、石炭の場合は20百万ポンドであります。石油の場合ですと22百万ポンドでありますけれども、原子力の場合は0です。

ここでもう一つ指摘しておきたい点があるのですけれども、政府が規制いたしましたスタンダードによりますと、正常な空気のためには $0.08\text{mg}/\text{m}^3$ でなければいけないといっております。そして実際のものは $0.09\text{mg}/\text{m}^3$ ということになっておりまして、すなわち政府の基準よりも実際に観察されたものは高いということになります。次は窒素酸化物でありますけれども、石炭系の発電所でありまして、6,000万ポンドになりますが、石油を燃やす場合、これでもやはり6,000万ポンドになっておりますが、原子力発電所では、これの排出は全く0になっております。

次はラジウムでありますけれども、これは石炭を燃やすユニットの場合ですと、470マイクロキュリー／年であります。石油の場合は0.6であります。原子力発電所では0であります。

この汚染源として5つのものをみてみますと、原子力発電所に関しましては、クリプトンの形では300という形ではありますが、これが石炭出力及び石油出力の場合には0であります。そして原子力発電所では300キュリー／年であります。

さて、政府規制では 3×10^7 という数が政府規制として出されております。そして実際に観察されましたものでみますと0.000001よりも少ないという形になっております。したがってわれわれは原子力発電所のほうが石炭火力、あるいは石油火力、こういった発電所に比べまして、環境に対してよき隣人であるということがいえると思います。

こういった長年にわたる原子炉稼働経験によりまして、アメリカではいろいろな部品が設計されまして、そしてそれが供給されておりますけれども、そのNSSSではいろいろなむずかしい経験を通してこななければなりませんでした。

すなわちそれを次の世代の炉に応用していかなければならなかったわけです。たとえばSELN1プラント、それからSENAプラントにおきましては、ラーニングエクスペリアンスをつくっておりますものは、サーマルシールドの振動を含むようなフローという問題であります。それは疲労破壊をコア・バレルボルトに対して引き起こしております。そして異状なクーラントフロー分布ということになってしまったわけでありまして。

それによってリアクターベッセルの内部が非常に重大なダメージを受けたということがありました。その結果といたしまして、われわれは原子炉の内部のデザインについてよりよく知るようになりました。そしてそれによって原子炉の内部のデザインを改良す

ることができるようになりました。そしてまたその非常に困難な経験の結果といたしまして、われわれは稼働中の検査方法を開発することができるようになったわけです。

(スライド)

もう一つわれわれが学んだ経験といたしましては冷却水に関するものでありますけれども、これは、ジルコニウム・クラッド・フューエル・ディベロップメントと呼ばれるものであります。これはドレスデンの1に関するものであります。

ジルコニウム・クラッド・フューエルが使われた経験がわれわれはあるわけでありませんが、そこで得た経験といたしますのは、合金の特長、すなわちGR-1、それからGR-2について出たということでありまして、それから UO_2 をペレット、それからまたパウダーとして知ることができるようになったということ、また、フューエル・ロッドのサイズをどのようにすれば最適化できるかということ、あるいは壁圧のクラッキングをどうすればいいか、クラッド・フレッキングとか、あるいはワイヤ・フレッキングをどうするかということ、ブリストーの問題、分裂ガスプレナムボリュームの問題、それからセグメントの長さ、これは燃料のロッドに関するものでありますけれども、シップとかリーカーをどのようにすればよいか、オフガスの量はどのようにすればよいか、腐食の率はどのようにすればいいか、こういったものが全部学ばれたわけでありまして。

そしてその結果といたしまして、いろいろなよい点が生まれてきたわけでありましてけれども、燃料の挙動についてよりよく理解することができるようになった。そしてまた燃料のパフォーマンスがよくなったということ、より燃料に対して信頼できるようになったということ、コストが低くなったということがあります。

そしてそのことの結果といたしましてリアクターコアの年数が大体9年ぐらい、ドレスデン1号機の場合にはふえております。

ところがドレスデンの2号機になりますと19000MWd/tになっておりますし、最近のオフターによりますと25000MWd/tということになっております。

もう一つ学びました経験といたしましてはこれは特にヤンキーロー、これはコネティカット、それからコネティカットのヤンキーからサンオノフレ、これに至りますまでいろいろな学んだものであります。ヤンキーローのポンプでありますと、195時間のダウンタイムがありました。これは平均の年率でとったものであります。コネティカットヤンキーでありますと、ダウンタイムは86時間ぐらいになりました。これは56%減であります。

サンオノフレでありますと、ヤンキーローから比べてみますと18%の低下をみておられます。併でみますとダウンタイムの低下率は82%、サンオノフレでは33%の減少をみております。タービンコントロール併をみてみますと、コネティカットヤンキーでは+240%になっておりますが、サンオノフレでは-39%になっております。

それからタービンコントロールシステムでは、サンオノフレでは-40%になっております。原子炉に関しましてダウンタイムは54%、コネティカットヤンキーではマイナス、サンオノフレでは-35%になっております。タービンでは両方の場合でもプラス、すなわち増になっております。蒸気発生器では64%減、これはコネティカットヤンキー、それからサンオノフレでは-20%ということになっております。

BWRでありますと、沸騰係数がネガティブでありますので、このパフォーマンスカーブは非常にいいものでなければなりません。BWRは実際そういうことを示しております。

そしてこれは敦賀プラントでもやはり示されております。この場合はフローロッドを使っておりませんが、パフォーマンスでは100%から50%まで1分以内に減っております、そしてまた50%から100%ぐらいまで1分以内に上がっております。

(スライド)

さて、リフェエリングの経験について申し上げたいと思います。これもやはりわれわれが経験を積んだ分野であります。1つドレスデンの1号機で、1964年にとられましたものは40日間、1965年では43日、1966年では39日、そして1960年から69年までは46.6日間、すなわち約13%でありました。

さて、一番よい年でありまして、平均41日で1.1%ということで、あまりいいものではありませんでした。ヤンキーローでは1964年に36日、1966年に34日、1968年に37日、1962年から69年の平均は65日、あるいは17.5%でありました。

そしてベストイヤーをとってみますと、平均36日間、あるいは10%でありました。しかしながら、この両方の場合でありまして、最新のエスティメートでありますと、リフェエリングは大体17日ぐらいでイクイリブリアムの場合にすることができるということがわかりました。これは前の15%などに比べるとずっといいものであります。

PWRのユニットでありますと、600MWeのサイズで15日、すなわち4%ぐらいになっております。600MWeよりも大型の場合には17から21日間、あるいは5か

ら6%ということになっております。そのほかのサンオノフレで得られました経験によりますと、49日間でスチームを出さないでやることができております。そしてまた37日だけがリフュエリングのための経過時間でありました。そしてこういう数字をよくみていただきますとわかると思いますけれども、25日だけが実際に必要とされた、すなわち燃料再装荷のために必要とされた日であります。そして6日間がインサービス、その稼働中のインペクションのために必要とされたものであります。そして3日間がボルトの取外し、インスペクションのために使われたもの、2日間がリアクタークーランドポンプメンテナンスに使われたもの、そしてあと残りの1日がコントロールロッド・インスペクションに使われたものであります。

(スライド)

スライドの最後のほうになったわけでありましてけれども、これはパワープラントアベイラビリティとそれからアウトージレートの記録であります。これはアメリカのエジソンエレクトリックでとられた結果であります。そしてこれは1970年の11月のユニットイヤーアベレージでみたものであります。

ここでオペレーティングアベイラビリティをみてみますと、これは1961年から1969年までの稼働年数をとってみたものであります。フォッスルプラントは89%ぐらいから87%ぐらいに下がっております。これはずいぶん化石燃料を燃やすユニットでふえております。

原子力の場合ですと65%ぐらいから78%ぐらいになっております。これは1969年のものでありますけれども、このカーブはジグザグになっております。といいますのは、原子力発電所のユニットがわれわれのオペレーションイヤーに対して数が非常に少ないからであります。

フォーストアウトージレートでみてみますと、通常の発電所でありまして、レートは大体2.5%から4.5%ぐらいまで上がっております。一方、原子力発電所ではNSSSでみてみますと、上がったたり下がったりしておりますが、一般的には減少する傾向にあると思います。

(スライド)

さて、こういったデータをもう少しよくみてみますと、すなわちパワープラントアベイラビリティと、アウトージレートをみてみますと、1968年から69年に至ります化石燃料を燃やす発電所で見ますと、ユニットのサイズもだんだん下がってきておりま

す。小型のユニットでありますと、大体60MWeぐらいのものでありますと、オペレーティングアベイラビリティは92%であります。

ところが600MWe以上のものになりますと、オペレーティングアベイラビリティは急激に減少いたしまして、78%ぐらいになっております。

それと同様に、ファーストアウトージレートは、小型のユニットでありますと、1.5%ぐらいの分野から600MWe以上の容量のものになりますと、急激に上昇いたしまして、12%ぐらいになります。これは化石燃料を燃やす発電所の場合であります。

(スライド)

さて、いまおみせいたしましたスライドと同じデータ、すなわち通常の化石燃料を燃やす型の発電所のオペレーティングアベイラビリティが急激に下がっていた。そしてまたアウトージレートが上がっていたということをこのデータにかぶせてみたいと思います。すなわちBWRとPWRのデータにかぶせてみたいと思います。そういたしますと、非常におもしろい事態がここでわかると思います。

BWRはすべてアメリカのBWRでありますけれども、1969年の1月1日からのもので843MWeのものでありますけれども、そう申してみますと、約80%のオペレーティングアベイラビリティをもっております。われわれの、1969年の1月1日から1970年の12月31日まで、3898MWeのBWR全部を集めてみますと、そしてN-SSSの場合ですとオペレーティングアベイラビリティは89%になっております。そしてこれは通常型の化石燃料を燃やす型のものよりはずっとよくなっております。

さて、PWRをみてみますと、10年間のヤンキー・ローのレコードをとってみてもらいますと86%という数字を示しております。今日までの3年から4年ぐらいのレコードをコネティカットヤンキーにとってみますと88%ということになっております。

それと同様に、ファーストアウトージレートをみてみますと、原子力発電所全体ではパフォーマンスとしてはずっとよい記録を示しております。たとえばオイスタ・クリーク、これは大型のものでありますけれども、ここでアウトージレートはずっと下になっております。0.1ぐらいになっております。それからまた1969年の1月1日までに稼働しておりますBWRですと8%。それから1969年の1月1日から70年の12月31日までのものと1.3%になっております。それと同様にヤンキーローの10年間の履歴をみてみますと、1.6%になっております。コネティカットヤンキーですと0.8%。サンオノフレでありますと0.1%であります。

これをまとまてみますと、113MWe以上のBWR、PWRの記録を、われわれ経験をつけ加えてみますと、われわれのパフォーマンスは非常にいいということがわかっております。そしてまたいろいろなエンジニアリングデザインとか、建設に関してスタンダードを改善することによって、さらにこれが将来は改善されるだろうとわれわれは思っております。



NUCLEAR POWER PLANTS with a GE BWR NSSS
(As of December 31, 1970)

In USA	MWe net		MWe net
Dresden 1	200	Wm. H. Zimmer 2	826
Humboldt Bay	70	LaSalle Co. 1	1127
Big Rock Point	72	LaSalle Co. 2	1127
Nime Mile Point	600	Susquehanna 1	1127
Oyster Creek	640	Susquehanna 2	1127
Dresden 2	809	Newbold Island 2	35,104
Pilgrim	652		
Millstone	652	In Japan	
Dresden 3	809	JPDR	12
Monticello 1	545	Tsuruga	342
Quad Cities 1	809	Fukushima 1	460
Browns Ferry 1	1075	Fukushima 2	784
Browns Ferry 2	1075		1,598
Quad Cities 2	809	In Taiwan	
Vermont Yankee	540	Chin Shan 1	636
Peach Bottom 2	1100	Chin Shan 2	636
Peach Bottom 3	1100		1,272
FitzPatrick 1	787		
Bailly 1	660	In Europe	
Shoreham 1	850	Kahl, Germany	16
Cooper Station 1	783	Garigliano, Italy	150
Bell Station	838	KRB, Germany	237
Browns Ferry 3	1100	Dodewaarde-G-KN, The Netherlands	48
Limerick 1	1100	Nucleonor, Spain	440
Edwin I. Hatch 1	786	AKM, Switzerland	306
Brunswick 1	821	ENEL 4, Italy	783
Brunswick 2	821		1,980
(No designation (CP&L))	821		
Con. Ed. Nuclear Four	1115		
Duane Arnold	550		
Enrico Fermi 2	1100		
Con. Ed. Nuclear Five	1115		
Newbold Island 1	1127		
Wm. H. Zimmer 1	826	In India	
Limerick 2	1100	Tarapur 1	190
Edwin I. Hatch 2	786	Tarapur 2	190
		Total	40,334

NUCLEAR POWER PLANTS with a Westinghouse PWR NSSS
(As of December 31, 1970)

<u>In USA</u>	<u>MWe net</u>		<u>MWe net</u>
Shippingport	150	Joseph M. Farley 1	820
Yankee	176	William B. McGuire 1	1150
San Onofre	430	William B. McGuire 2	1150
Connecticut - Yankee	567	North Anna 2	875
Robert Emmett Ginna	420	Watts Bar 1	1220
Turkey Point 3	721	Watts Bar 2	1220
Turkey Point 2	873	Joseph M. Farley 2	<u>820</u>
Indian Point 2	700		30,683
H.B. Robinson 2	454		
Point Beach 1	1050	In Japan	
Salem 1	813	Mihama 1	320
Surry 1	813	Takahama 1	826
Surry 2	1060	Ohj 1	<u>1175</u>
Diablo Canyon 1	454		2,321
Point Beach 2	721	In Europe	
Turkey Point 4	527	Enrico Fermi, Italy	256
Prairie Island 1	1050	Ardennes, France	253
Zion 1	527	Zorita, Spain	153
Kewaunee	965	Beznau 1, Switzerland	350
Indian Point 3	1050	Beznau 2, Switzerland	350
Salem 2	527	Ringhais, Sweden	<u>809</u>
Prairie Island 2	1050		2,168
Zion 2	1100	In Korea	
Donald C. Cook 1	1100	Ko - Ri	<u>564</u>
Donald C. Cook 2	875		564
North Anna 1	847	In Puerto Rico	
Beaver Valley	1124	Aguirre 1	<u>600</u>
Sequoyah 1	1124		600
Sequoyah 2	1060		<u>600</u>
Diablo Canyon 2	1100		<u>36,336</u>
Trojan 1	1100	Total	

NUCLEAR POWER PLANTS WITH A Babcock & Wilcox PWR NSSS
 (As of December 31, 1970)

<u>In USA</u>	<u>MWe net</u>
Russellville 1	820
Crystal River 3	820
Davis Besse	872
Midland 1	818 a/
Midland 2	818
Indian Point 1	275
Oconee 1	841
Oconee 2	841
Oconee 3	841
Rancho Seco	860
3-Mile Island 1	831
3-Mile Island 2	831
TVA 8	1184
TVA 9	1184
Total	<u>11,836</u>

a/ 492 MWe plus equivalent of 326 MWe as process steam.



NUCLEAR POWER PLANTS with a Combustion Engineering PWR NSSS
(As of December 31, 1970)

In USA	MWe net
Calvert Cliffs 1	800
Calvert Cliffs 2	800
Fort Calhoun	457
Hutchinson Island 1	813
Maine Yankee	790
Millstone 2	828
Palisades	700
Waterford 3	1165
San Onofre 2	1140
San Onofre 3	1140
Arkansas 3	950
Forked River 1	1140
Total	10,723



NUCLEAR POWER PLANTS WITH OUTSIDE-USA (Free World) NSSS
(As of December 31, 1970)

<u>Japanese NSSS</u>	<u>MWe</u>	<u>AEG -- W. Germany</u>	<u>MWe</u>	<u>European NSSS</u>	<u>MWe</u>
<u>Toshiba</u>				<u>ASEA -- Sweden</u>	
Fukushima-3	784	Gundremmingen	237	Oskarsham-1	440
Hamaoka	540	Lingen	240	Oskarsham-2	580
Fukushima-5	784	Grosswelzheim	25	Ringhals 2	809
Onagawa	524	Wurgassen	612		<u>1,829</u>
		Brunsbüttel	770		
	2,632	Philipsburgh	900		
<u>Mitsubishi</u>					<u>2,784</u>
Mihama-2	500			<u>ACECO -- Cockerill</u>	
Takahama-2	826			Ougree -- Belgium	
Genkai	560	<u>Siemens -- W. Germany</u>		Doel-1	750
		Stade	660	Doel-2	750
	1,886	Borssele	480	Tihange-1	840
<u>Hitachi</u>		Biblis	1200		<u>2,340</u>
Shimane	460	Obrigheim	345		
					<u>2,685</u>
	460				
<u>Total Japanese</u>	<u>4,978</u>			<u>Total European</u>	<u>7,809</u>

CHART 5



**NUCLEAR POWER PLANTS with BWR and PWR
NUCLEAR STEAM SUPPLY SYSTEMS COMMITTED,
UNDER CONSTRUCTION AND IN OPERATION**

(As of December 31, 1970)

NSSS Manufacturer	BWR		PWR		Total	
	Units	MWe net	Units	MWe net	Units	MWe net
General Electric	57	40,334	-	-	57	40,334
Westinghouse	-	-	48	36,336	48	36,336
Babcock & Wilcox	-	-	14	11,836	14	11,836
Combustion Engineering	-	-	12	10,723	12	10,723
<u>USA Subtotal</u>	<u>57</u>	<u>40,334</u>	<u>74</u>	<u>58,895</u>	<u>131</u>	<u>99,229</u>
Toshiba	4	2,632	-	-	4	2,632
Mitsubishi	-	-	3	1,886	3	1,886
Hitachi	1	460	-	-	1	460
AEG	6	2,784	-	-	6	2,784
Siemens	-	-	4	2,685	4	2,685
ASEA	3	1,829	-	-	3	1,829
ACEC-Cockerill Ougree	-	-	3	2,340	3	2,340
TOTAL	71	48,039	84	65,806	155	113,845



US AEC GENERAL DESIGN REQUIREMENTS FOR NUCLEAR PLANTS

(55 Criteria, February 20, 1971)

<u>Number</u>	<u>Criteria</u>
5	<u>Overall Requirements, including</u> Quality Standards and Records Sharing of Structures, Systems and Components
10	<u>Protection by Multiple Fission Product Barriers, including</u> Reactor Design Instrumentation and Control
10	<u>Protection and Reactivity Control Systems, including</u> Protection System Reliability and Testability Protection Against Anticipated Operational Occurrences
10	<u>Fluid Systems, including</u> Emergency Core Cooling Containment Heat Removal Cooling Water
8	<u>Reactor Containment, including</u> Systems Penetrating Containment Primary Containment Isolation
5	<u>Fuel and Radioactivity Control, including</u> Control of Releases of Radioactive Materials to the Environment Monitoring Fuel and Waste Storage
<u>55</u>	



US AEC QUALITY ASSURANCE REQUIREMENTS FOR NUCLEAR PLANTS
 (Release 4-17-69)

- | | |
|--|--|
| I - Organization | X - Inspection |
| II - Quality Assurance Program | XI - Test Control |
| III - Design Control | XII - Calibration of Measurement and Test Equipment |
| IV - Procurement Document Control | XIII - Handling, Storage, Shipping, and Preservation |
| V - Instructions, Procedures, and Drawings | XIV - Inspection, Test, and Operating Status |
| VI - Document Control | XV - Nonconforming Material, Parts of Components |
| VII - Control of Purchased Material, Equipment, and Services | XVI - Corrective Action |
| VIII - Identification and Control of Materials, Parts and Components | XVII - Quality Assurance Records |
| IX - Control of Special Processes | XVIII - Audits |



US AEC SAFETY GUIDES

(Nov. 2, 1970)

1. Net Positive Suction Head for Emergency Core Cooling and Containment Heat Removal Pumps
2. Thermal Shock to Pressure Vessels
3. Assumptions for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Loss of Coolant Accident for Boiling Water Reactors
4. Assumptions Used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Loss of Coolant Accident for Pressurized Water Reactors
5. Assumptions used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Fuel Handling Accident for Boiling and Pressurized Water Reactors.
6. Assumptions Used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Steam Line Break Accident for Boiling Water Reactors
7. Control of Combustible Gas Concentrations Following a Loss of Coolant Accident
8. Instrumentation for Earthquakes
9. Sampling of Mechanical (Cadmets) Splices in Reinforcing Bars
10. Fuel storage Facility Design Basis
11. Instrument Lines Penetrating Primary Reactor Containment
12. Independence Between Redundant Standby (Onsite) Power Sources and Between Their Distribution Systems
13. Industrial Sabotage
14. Selection of Diesel Generator Set Capacity for Standby Power Supplies
15. Personnel Selection and Training
16. Reactor Coolant Pump Flywheel Integrity
17. Vibration Monitoring
18. Testing of Reinforcing Bars for Concrete Structures
19. Radioactive Gas Storage Tank Failure Assumptions

Currently Being Developed

1. Assumptions used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Fuel Handling Accident for Boiling and Pressurized Water Reactors.
2. Assumptions Used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Steam Line Break Accident for Boiling Water Reactors
3. Control of Combustible Gas Concentrations Following a Loss of Coolant Accident
4. Instrumentation for Earthquakes
5. Sampling of Mechanical (Cadmets) Splices in Reinforcing Bars
6. Fuel storage Facility Design Basis
7. Instrument Lines Penetrating Primary Reactor Containment



US AEC REQUIREMENTS ON SAFETY OF PRESSURE-CONTAINING
COMPONENTS OF WATER-COOLED REACTORS

Pressure Vessels

ASME Code, Sec. III, 1968 Edition, Subsec. A. and Addenda
ASME Code for Inservice Inspection of Nuclear Reactor
Coolant Systems - Sec. XI

Piping & Fittings

USAS B 31.7, Draft Feb. 1969, Subsec. 1 & Errata June 1968
ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sec. III, Par. N153
in Winter 1970 Addenda, ANSI B31.7
ASME Sec. III - App. IX
ASME Code for Inservice Inspection (see above)

Valves

ASME Std. Code for Pumps and Valves for Nuclear Power
Sec. A - Draft Nov. 1968
ASME Boiler and Pressure Vessel Code (see above)
ASME Sec. III - App. IX
ASME Code for Inservice Inspection (see above)

Pumps

ASME Std. Code for Pumps and Valves for Nuclear Power,
Sec. A, Draft Nov. 1968
ASME Boiler and Pressure Vessel Code (see above)
ASME Sec. III - App. IX
ASME Code for Inservice Inspection (see above)



CONSTRUCTION PROBLEMS ON A NUCLEAR PLANT

New standards and quality requirements affecting

Job-site availability of:

- equipment
- piping
- other critical materials
- engineering drawings
- supervision and craft labor

Productivity of:

- which affects construction scheduling
- supervision
- craft and other labor
- use of construction equipment

Quality assurance checking of:

- which affects construction efficiency
- fabrication techniques and quality control
- materials certification
- shipping and storage integrity
- authorized installation procedures
- nondestructive testing
- documentation

Large new equipment requiring

- New handling methods
- New installation procedures

Regulatory and Public Hearing action resulting in:

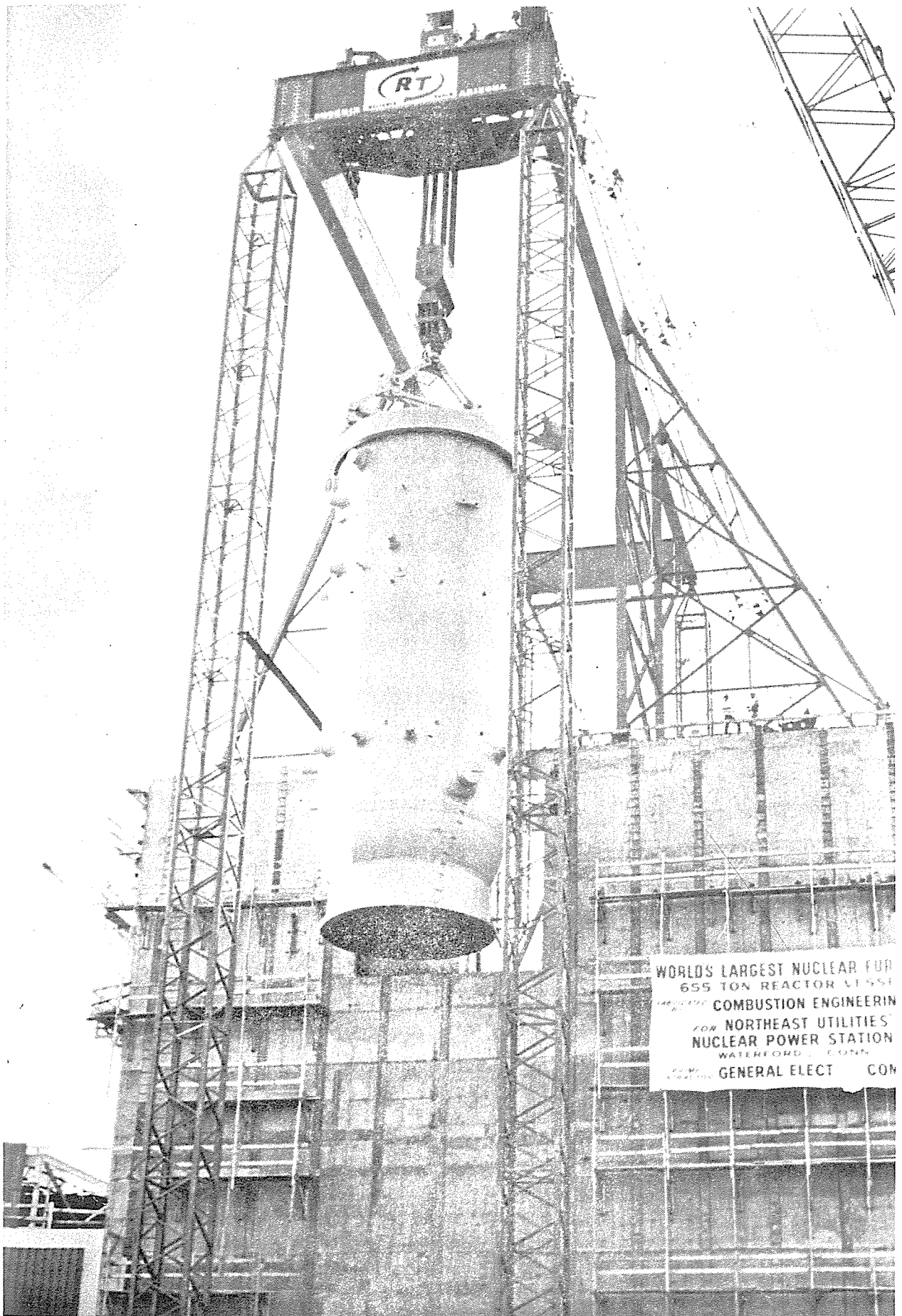
- Licensing delays
- Compliance inspection delays

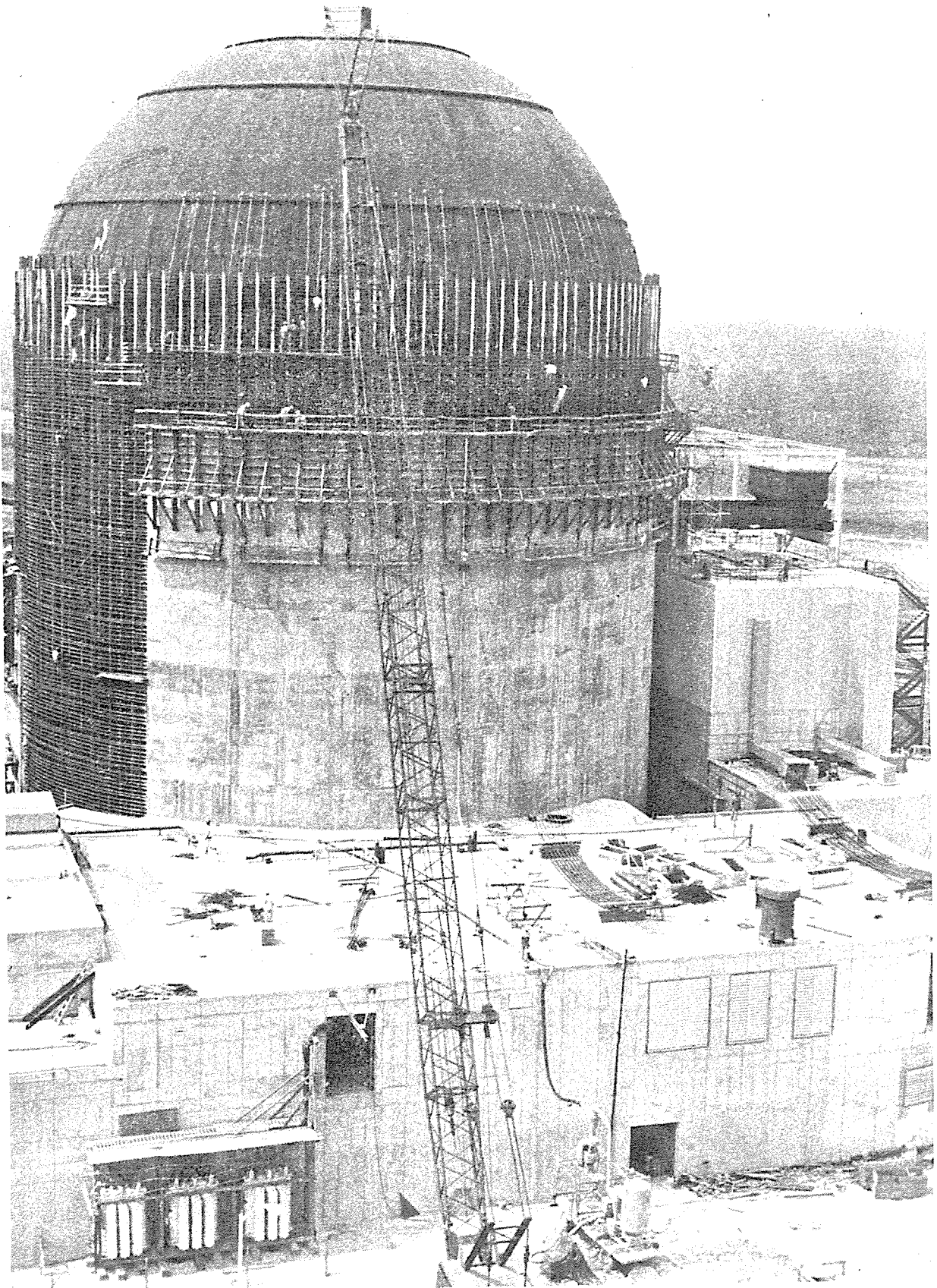
which affects construction cost

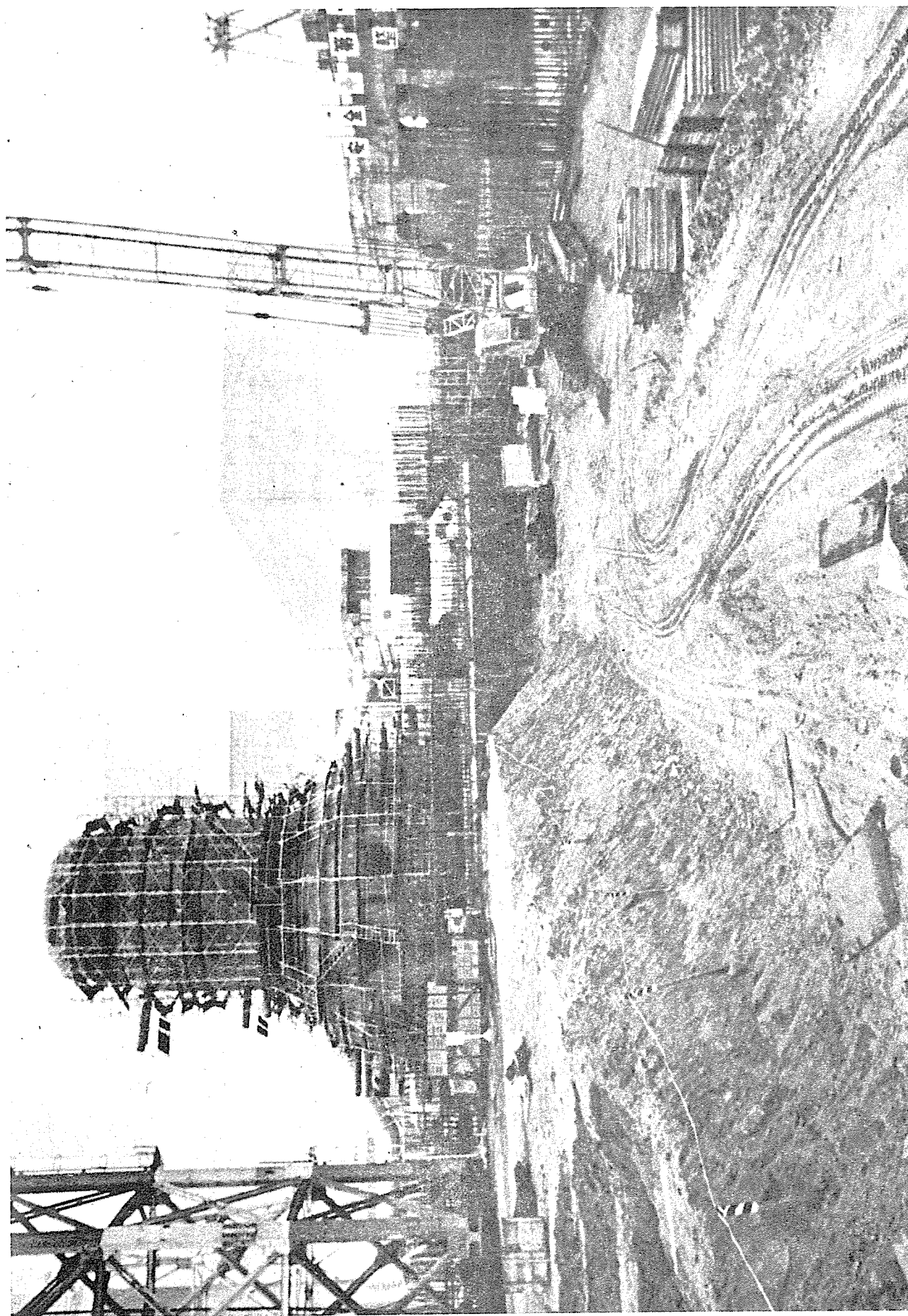
} which affect construction scheduling, efficiency and cost

} in obtaining a Construction Permit
in obtaining an Operating License
which affect construction scheduling, efficiency and cost

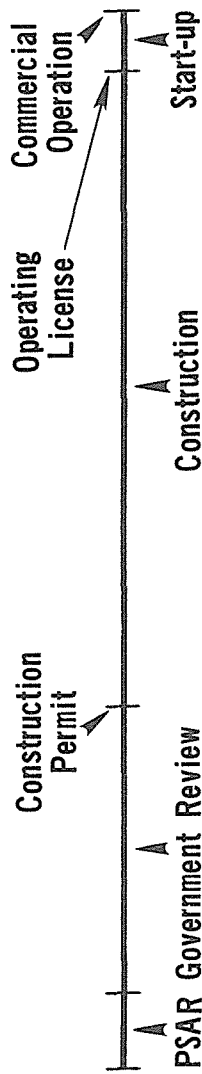








PLANNING FOR CONSTRUCTION OF NUCLEAR PLANTS



PSAR 5 months

Government Review USAEC 1968 - 13 1/4 months
 1969 - 19 months
 1970 - 18 1/2 months

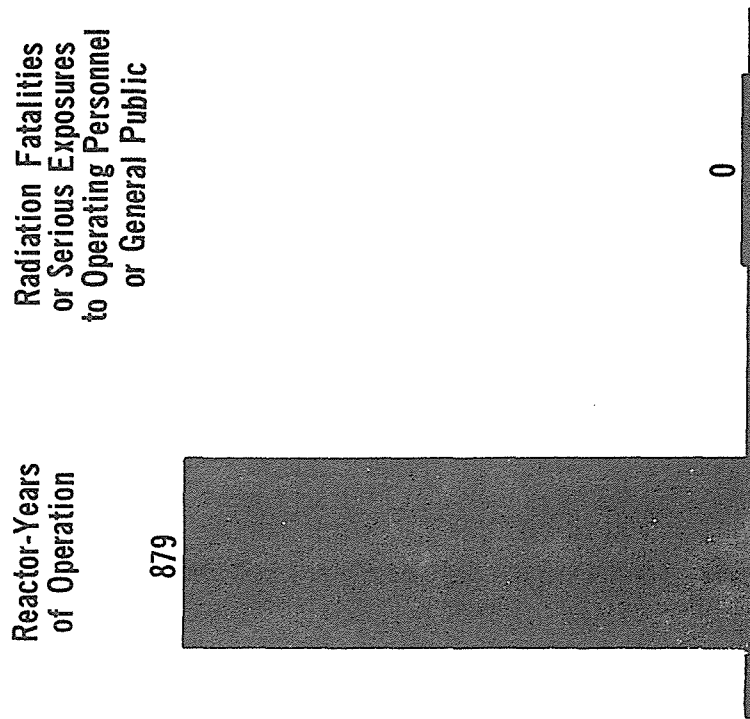
Construction 42 - 48 months

Start-up 4 months

70 - 76 months



NUCLEAR REACTOR SAFETY RECORD
(Since Licensing by US AEC of Test, Research and Power Reactors Began in 1954 to 12/31/70)



NUCLEAR REACTOR SAFETY RECORD
 (25 US AEC-Licensed Central Station Nuclear Power Plants Operating Through 1970)

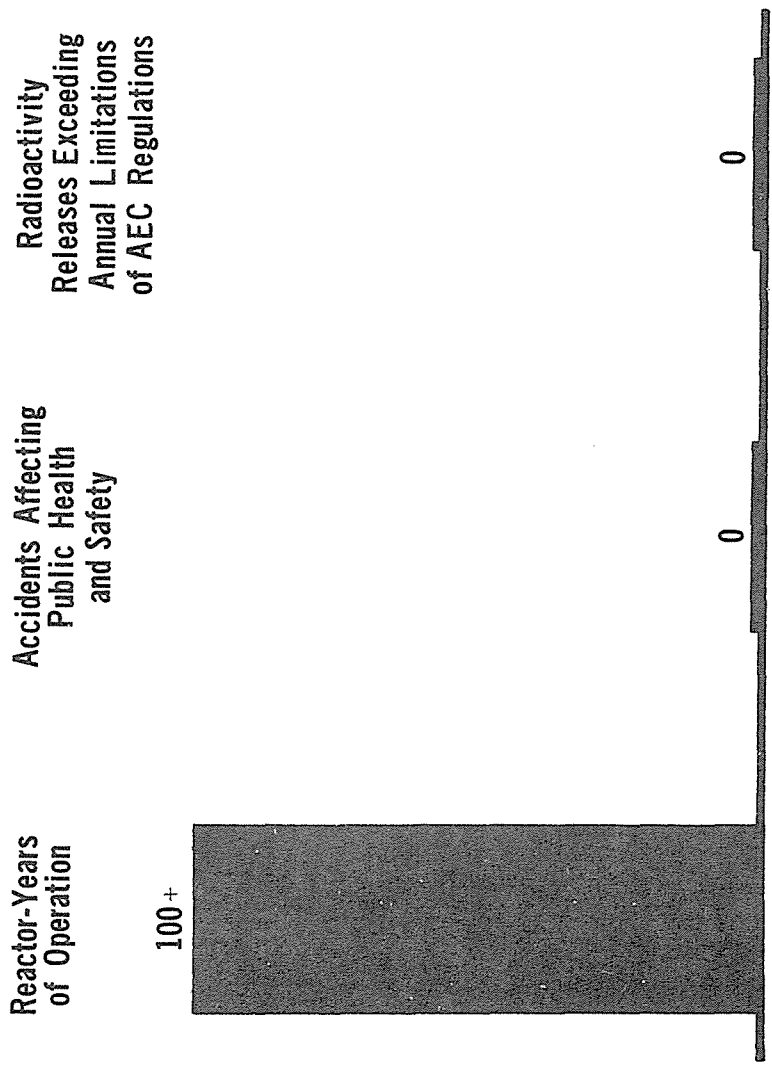


CHART 18



ATMOSPHERIC EMISSIONS...

1000 MWe Electric Generating Station

CONTAMINANT	COAL	OIL	NUCLEAR
<u>SO₂</u>			
DISCHARGED YR (million lbs)	306.0	115.0	0
STANDARD (mg m ⁻³)	0.3	0.3	-
OBSERVED AV. CONC. (mg m ⁻³)	0.1	0.1	0
<u>PARTICULATES</u>			
DISCHARGED YR (million lbs)	20.0	22.0	0
STANDARD (mg m ⁻³)	0.08	0.08	-
OBSERVED AV. CONC. (mg m ⁻³)	0.09	0.09	0
<u>OXIDES OF NITROGEN</u>			
DISCHARGED YR (million lbs)	60.0	60.0	0
STANDARD (mg m ⁻³)	1.0	1.0	-
OBSERVED AV. CONC. (mg m ⁻³)	0.05	0.05	0
<u>RADIUM</u>			
DISCHARGED YR (m Ci)	47.0	0.6	0
STANDARD (10 ⁻¹² Ci m ⁻³)	0.1	0.1	-
OBSERVED AV. CONC. (10 ⁻¹² Ci m ⁻³)	0.0001	0.0001	0
<u>KRYPTON</u>			
DISCHARGED YR (Ci)	0	0	300
STANDARD (10 ⁻⁷ Ci m ⁻³)	-	-	3
OBSERVED AV. CONC. (10 ⁻⁷ Ci m ⁻³)	0	0	< 0.000001

EXPERIENCE Re: REACTOR INTERNALS DESIGN

Place: SELNI (272 MWe) and SENA (250 MWe)

Learning Experience: Flow-included vibration of the thermal shield caused fatigue fracture of core barrel bolts and subjected tie-rods to an abnormal distribution of coolant flow, thus causing serious damage to internals of the reactor vessel.

Result: Design of improved reactor internals.

Development of in-service inspection techniques.



EXPERIENCE Re: ZIRCONIUM-CLAD FUEL DEVELOPMENT

Place:		Type	Max Time in	Warranted	Learning Experience:
Plant	Fuel	Core Years	Exposure (MWD/t)		
Dresden-1	I	9.4	6,700	Alloy Characteristics of Zr-1 and Zr-2	
RWE KAHL		8.4	8,000	UO ₂ as pellets and as powder	
SENN	I	6.3	11,000	Pinhole leaks	
JPDR		--	8,000	Hydrogen pick-up	
Dresden	III	5.3	13,500	Fluoride impurities	
Dresden-1	IV	4.4	15,000	Optimization of fuel rod size	
Humboldt	II	3.8	14,000	Cladding wall thickness	
Big Rock	B	3.4	15,000	Clad-fretting and wire-fretting	
KRB		3.2	15,000	Pellet-to-cladding gap	
Dresden-1	V	2.4	15,000	Blisters	
Big Rock	E, EG	1.2	15,000	Fission gas plenum volume	
SENN	II	1.0	17,500	Segment lengths of fuel rods	
Tarapur		0.4	15,000	How to "sip" "leakers"	
Oyster Creek		0.1	15,000	"Off-gas" rates	
Humboldt	III	0.2	18,750	Corrosion rates	
Nine Mile Pt		-	15,000	Copper plate-out	
Tsuruga		-	15,000	<u>Result</u>	
Dresden 2		-	19,000	Better understanding of fuel behavior	
Recent Offers		-	25,000	Higher performance fuel	
				More reliable fuel	
				Lower cost fuel	
				Knowledge of fuel repair methods	



EXPERIENCE Re: EQUIPMENT RELIABILITY a/

Equipment	Yankee- Rowe		Connecticut Yankee		San Onofre	
	Downtime Hrs. b/	% Changed c/	Downtime Hrs. b/	% Changed c/	Downtime Hrs. b/	% Changed c/
Pumps	195	- 56	86	- 56	160	- 18
Valves	736	- 82	131	- 82	494	- 33
Turbine Control Valves	237	+ 240	807	+ 240	144	- 39
Turbine Control System	82	-	-	-	49	- 40
Reactor	951	- 54	440	- 54	620	- 35
Turbine	110	+ 350	503	+ 350	400	+ 260
Steam Generator	700	- 64	243	- 64	560	- 20

a/ Data from paper by E.A. Goldsmith on "Reliability and Operating Experience of Nuclear Power Plants", March 1970.

b/ On a calendar year basis, with operating time of 91 months for Yankee Power, 24 months for Connecticut Yankee and 21 months for San Onofre.

c/ As compared with Yankee-Rowe.





EXPERIENCE Re: LOAD FOLLOWING
TSURUGA Performance-Flow Control Test

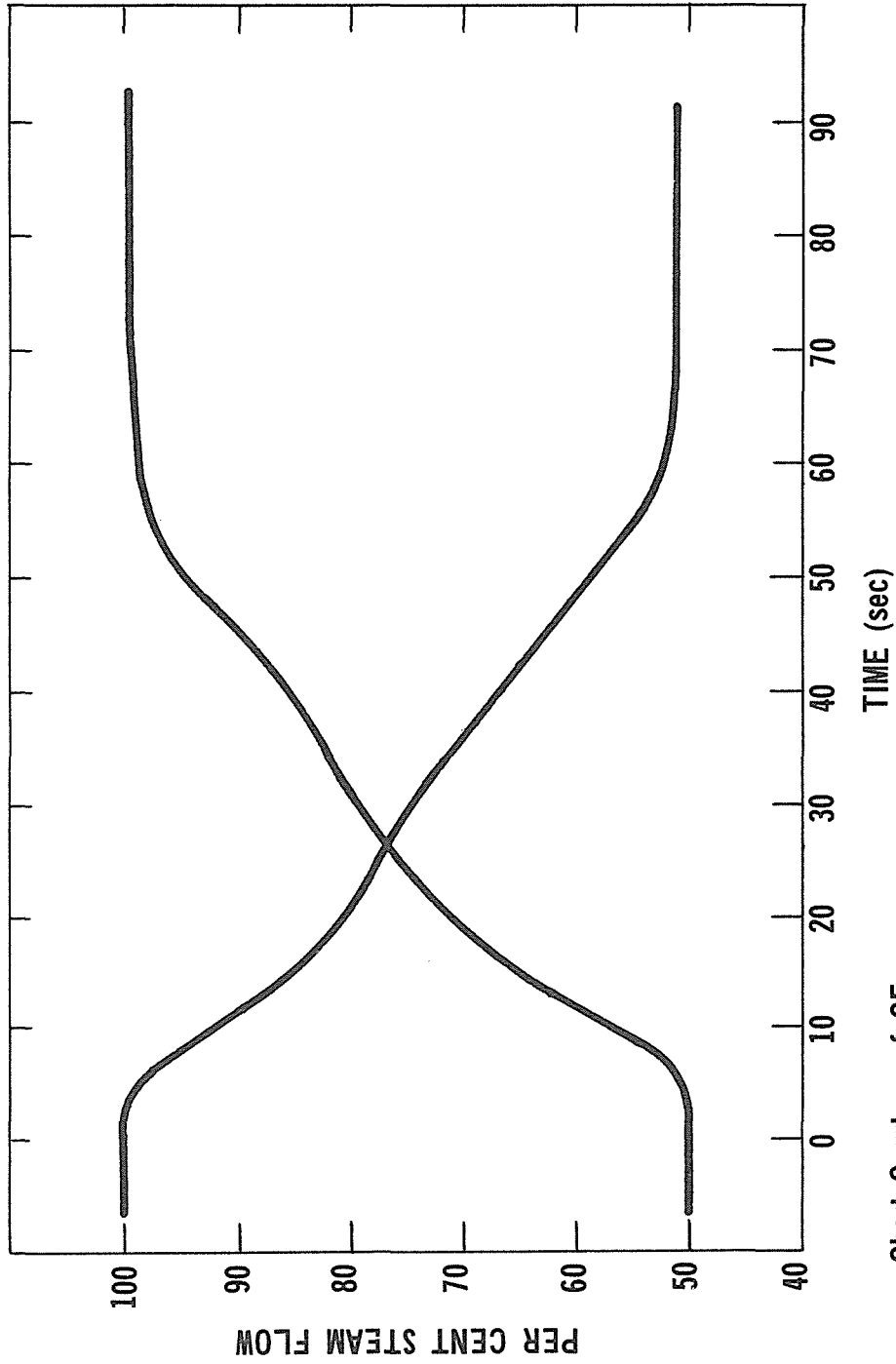


Chart Courtesy of GE

REFUELING OF NUCLEAR PLANTS

Dresden 1

1964 - 40.1 days
 1965 - 43.5 days Best years, averaging 41 days, or 11 %
 1966 - 39.5 days
 1962-69 - 46.6 days ----- 13 %

Latest BWR estimates: 17 days for equilibrium refueling, i.e. 4½ %

Yankee Rowe

1964 - 36 days
 1966 - 34 days Best years, averaging 36 days, or 10 %
 1968 - 37 days
 1962-69 - 65 days ----- 17½ %

Latest PWR estimates: 15 days (600 MWe Size), i.e. 4 %
 17-21 days (larger than 600 MWe) i.e. 5-6 %

San Onofre

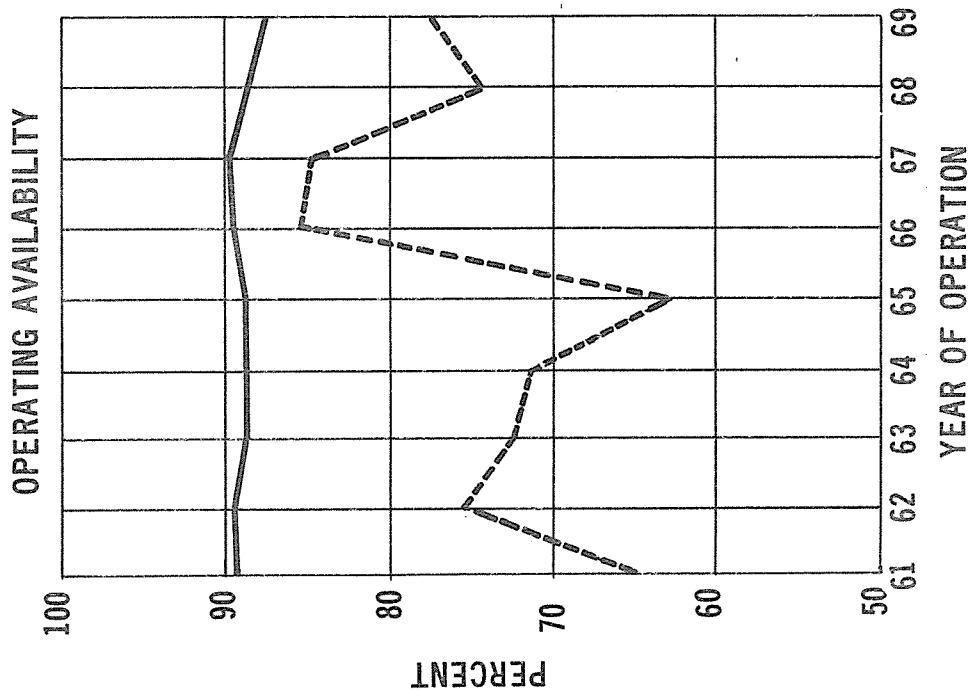
49 days - Plant not producing steam
 37 days - Elapsed time for refueling
 25 days - Actual refueling
 6 days - In-service inspection and steam generator maintenance
 3 days - Boroscopic inspection of internals
 2 days - Reactor coolant pump maintenance
 1 day - Control rod inspection

 37 days

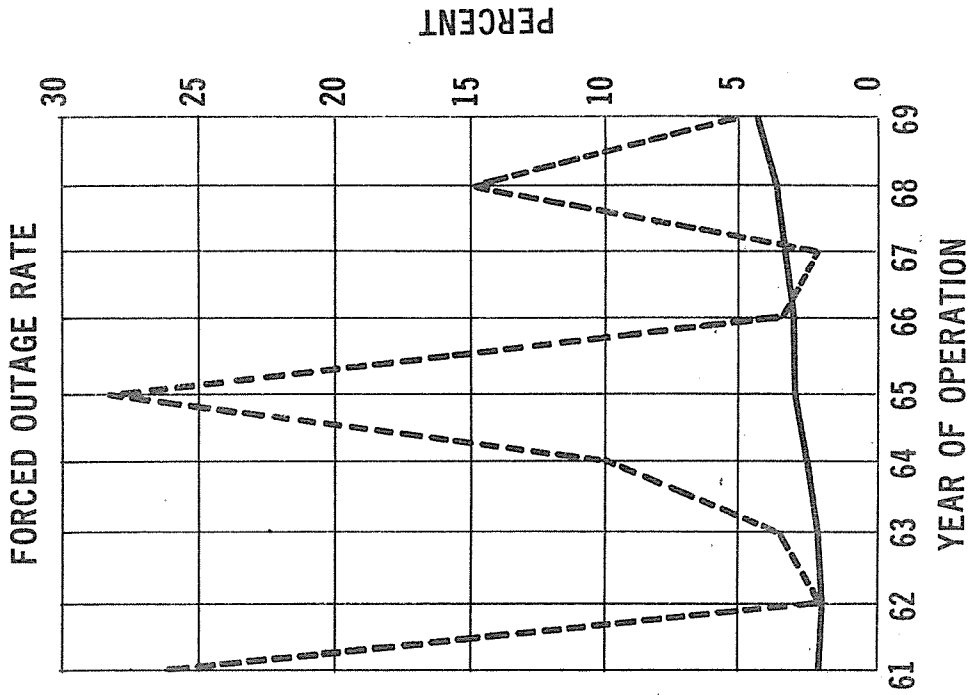


POWER PLANT AVAILABILITY AND FORCED OUTAGE RATES IN USA

(Fossil-Fired vs Nuclear Units 1961-1969, by Years of Operation)



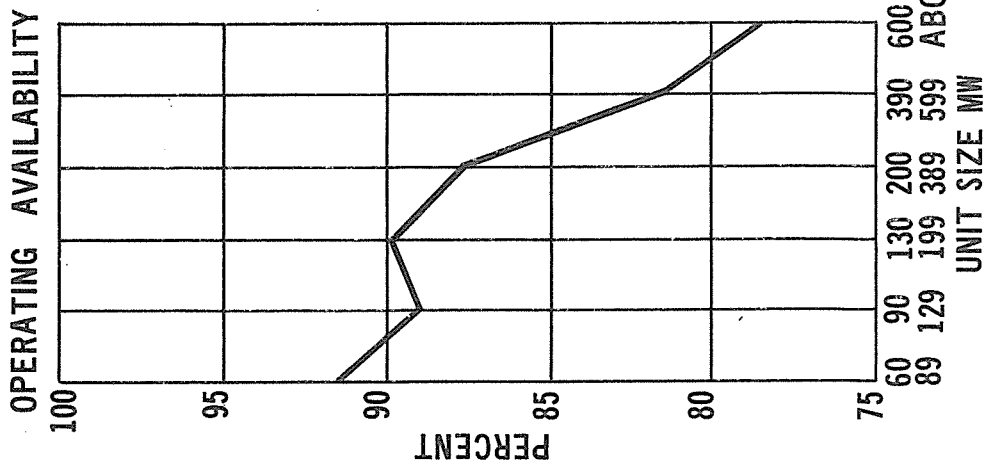
YEAR OF OPERATION	FOSSIL NO. OF UNITS	NUCLEAR NO. OF UNITS
61	380	3
62	374	4
63	335	6
64	448	4
65	340	3
66	318	5
67	309	5
68	598	6
69	584	4



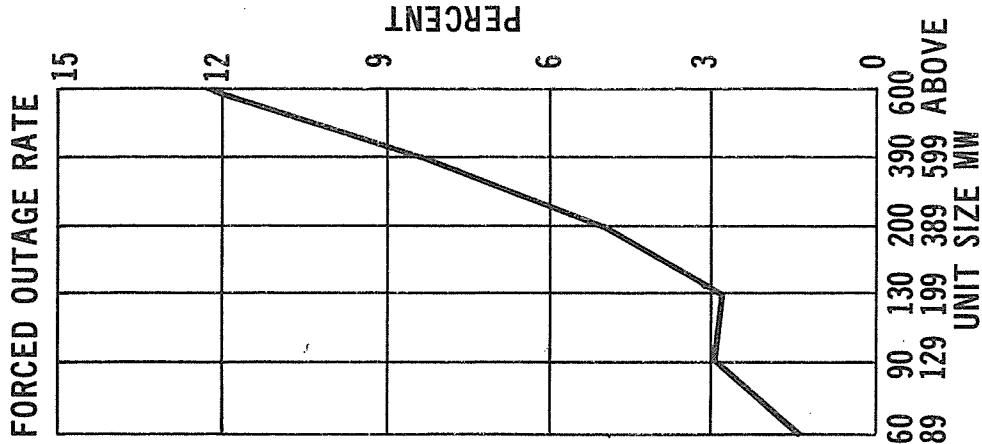
Data from report of U.S. Edison Electric Institute, November 1970. Unit year averages

POWER PLANT AVAILABILITY AND FORCED OUTAGE RATES IN USA

(Fossil-Fired Units 1968-1969, by Size of Units)



MW SIZE	NO OF UNITS	NO OF UNIT YEARS
60-89	46	135
90-129	146	379
130-199	229	793
200-389	182	748
390-599	57	143
600-ABOVE	17	35

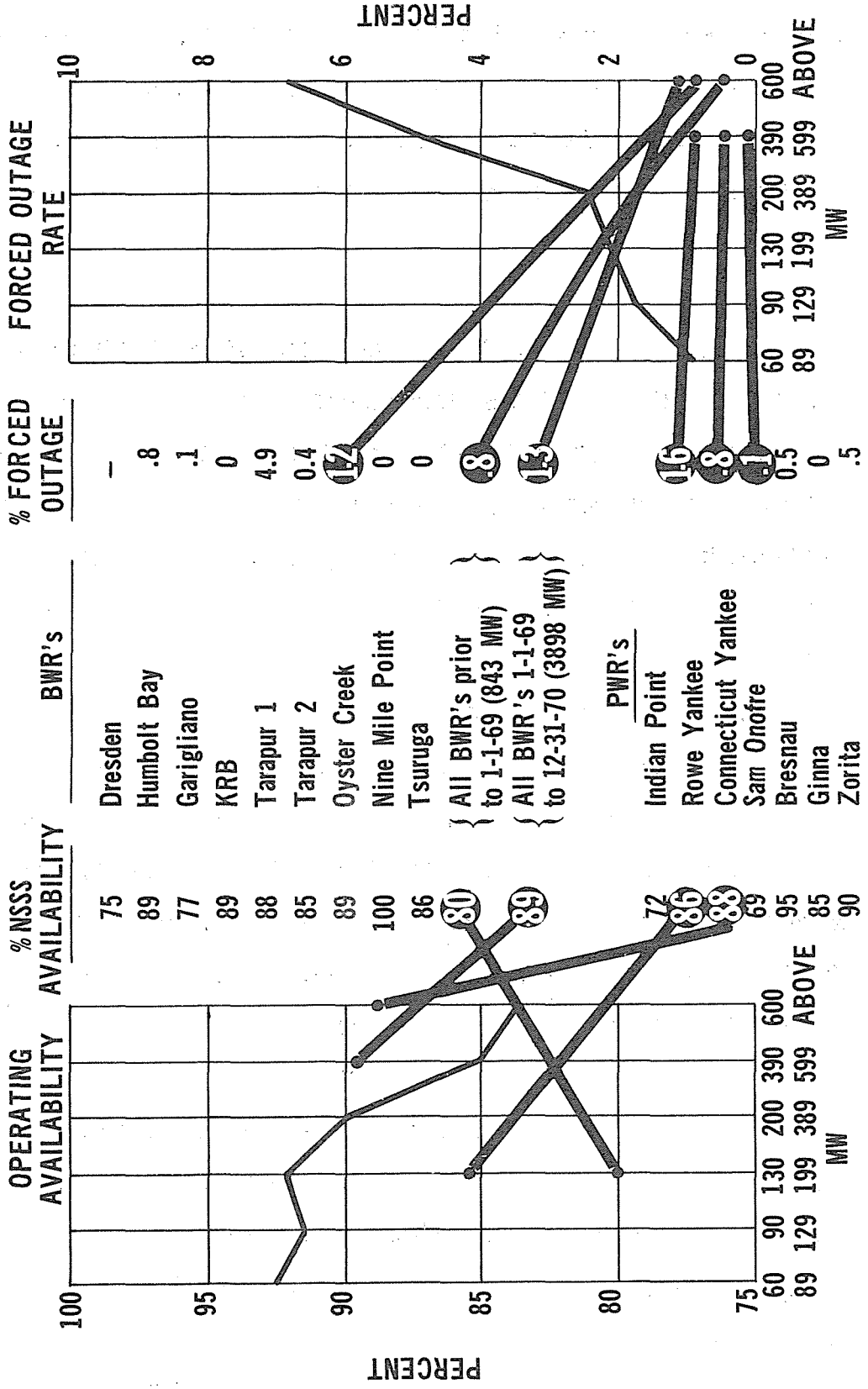


Data from report of U.S. Edison Electric Institute, November, 1970. Unit year averages



STEAM-GENERATING UNIT AVAILABILITY AND FORCED OUTAGE RATES IN USA

(Fossil-Fired Boilers vs NSSS by Size of Units)



Above charts from report of U.S. Edison Electric Institute, November 1970. Other data are estimates from various sources.



議長 ライクリーさん，まことにありがとうございました。

それでは次に「西ドイツにおける立地問題と軽水炉の運転経験」という題で，西ドイツのクラフトベルク・ユニオン社の東アジア営業本部長のW.アルトフーターさんからご発表をちょうだいいたしたいと存じますが，実は，当初，同社のフレーバー取締役をお願いをいたします予定でございましたが，急にかぜをひかれまして，アルトフーターさんとかわられたわけでございます。申し沿えておきます。アルトフーターさん，どうぞ。

アルトフーター

議長，代表の皆さま，西ドイツ及び非常に産業が高度化された国におきましては，電力と人口が非常に小さな地域にかたまっているのとあります。ですから，たとえば西ドイツにおきます工業地域にかたまっております。そしていまルール地域からいろいろな方向に向けまして社会資本が広がっているのでありまして，このような西ドイツの発展は日本の発展と似ているのでありますけれども，日本の消費電力は約1年間に12%以上の伸びで伸びており，これは西ドイツの7%の伸びよりも伸びているわけあります。

確実に，経済的な電力を確保するという望みによりまして，発電所を消費地の近くに立地することになります。このことによりまして発電所のほうでは立地の選択をしなければなりませんけれども，この際に，特に嚴重なメジャーを，環境の保護に対してもたなければなりません。このために確実に電力を補給することによって，ということを考える際に幾つかのファクターを考えなければなりません，それは，地盤とか，または冷却水のアベイラビリティ，またマス・フロー，たとえば燃料廃棄物，冷却材の確保及びその運搬などを考えなければならぬのであります。

(スライド)

西ドイツの電力供給に影響を与えますファクターを考えてみますと，これは幾つかの重複部分がみられます。このスライドにみられますように，エネルギーの需要は，工業消費地から出ております。そしてこの中でも明らかでありますのはルール地方でありまして，この人口は大体1平方キロメートル当たり3,000人の人口密度をもつということでも明らかであります。

そして鉄鋼工業の70%，化学工業の50%，そして西ドイツの炭鉱業の90%がこの地方に集中しているわけでありまして，このように炭鉱が発展しておりますので，これ

から短期間の間には原子力発電所はこの地方に発展しないであらう。

しかし、消費地の状況はそれぞれ変わっておりまして、フランクフルト、マインツ、マンハイムの間にあります三角地にこれから大きな原子力産業が発達しようとしているのでありますけれども、ここには化学工業、機械工業、精密機械工業、金属工業などが集中しているのであります。

この際、ライン川は非常に大きな役割りをしておきまして、ここでは電力がサーキットシステムルート、380kVのものでございますが、それによって移送されるのであります。冷却水の供給はライン川によってなされます。そして熱除去能力もありまして、これが川の温度を大体3°Cほど上げますが、これが25,000 MWeのキャパシティーに見合っております。

これに付け加えますのに、ライン川は地震地帯にありまして、その地震強度は、最大のもは7から8ぐらいに達するのであります。それでありまして、原子力発電所が建てられますときには100から200cm/sec²の地震加速度を考えなければならないのであります。

このような原子力の発展によりまして、この地方に新しい工業センターをつくるのが可能になるのであります。このためにハンブルグはこれから原子力発電の新しい中心地になると考えられます。

工業密度が非常に高いために、ドイツでは環境問題を中心に關心があげられております。もちろん排気公害はこのうちで非常に大きな問題であります。排気公害の原因をみますと、14%の発電所はこの中であまりたいした部分を占めておりません。しかし輸送手段がこのうちの非常に大きな排気の原因になっているわけでありまして。そして発電所は、大体酸化窒素を硫酸ガスとともにばき出すことによって公害を引き起こしているのであります。

このような硫酸系の有害物が廃棄されまして、これが公害を起こしているのであります。これは大体亜硫酸ガスが年間に0.115mg/m³でありまして、これを毎日平均にいたしますと、約m³あたり0.3mgになるのであります。

このグラフはSO₂の絶対量を示したものでありますが、総体的に石油とかまたは石炭によりまして発電所が減っておりますけれども、その排気ガスの割合はあまり減っておりません。このような状態は1980年まで続いております。

と申しますのは、脱硫装置や不良ガスを使った装置を、経済性を見合わせて設置する

ことは非常にむずかしいからであります。また政府及び民間業界、そして特に発電業界からの協力によりまして、いろいろな装置が考えられておりますが、これも現在は非常にむずかしい段階にあります。

そして90%まで脱硫はできるともいわれておりますけれども、これはさらにプループ・テストが必要であります。また、この運転費は大体、0.3~0.5 Dfp/Kwh であります。これが経済的な重荷になっております。

また、じんあいの排出に関しましては、静電気を利用いたしまして、沈澱機によりましてある程度に押えることができております。

(スライド)

これは排気基準でありまして、西ドイツにおいては大体半分以下に減ったということを示しているのであります。

石油や石炭を使用して発電する場合と、原子力発電所の場合の環境に与える影響を比べてみますと、放射能はウランとトリウムの一連のシリーズから出てくるのであります。また、これは不良ガスからも発生し得るのであります。これらはフライアッシュの粒子からも分散いたします。

既存の火力等の発電所に比べますと、原子力発電所の場合には放射能被曝という問題がありますけれども、これは初めからこのような危険性を見込んで設計いたしますので、この故障の確率は非常に少なくなるのでありまして、大体 10^{-6} ぐらいの確率になるのでありまして、全くない、0に等しい確率になるわけでありまして、核種が原子力発電所から出ます場合に、これは原子力燃料集合体の欠壊によりまして、冷却材の部分に分裂生成体が入ってしまうということから起こってくるわけでありまして、これはほとんど起こりません。また冷却材喪失事故もほとんど起こらないわけでありまして、またアイソトープN-16、N-17、O-19などは半減期が短いためあまり問題ではありませぬ。

(スライド)

PWRの通気システムの例をとりますと、プラントコンセプトを考えると、遮蔽式の原子炉冷却材系の施設によりまして、既存の部分、コンベンショナルな部分と原子炉の部分とをはっきり分離することができるようになっております。

コントロールとして、線を引いてありますところが強制通風してありまして、エアコンをしております。これは3つの部分に分けておりますので、ある部分の放射能に汚染

されました空気が別の部分に移るといことが妨げるのであります。まず第一にプラントコンパートメントがありまして、これは原子炉がシャットダウンされたときのみ近づけるようになっております。圧力は -20 mm WG になっております。

第二の部分は運転室でありまして、圧力は -10 mm WG になっております。

第三の部分はスチールとコンクリートの中にアニュラスな部分があります。この部分には圧力の差を保つために減圧が行なわなければなりません。このシステムによりまして、原子力プラントに対して、操業中も近づけるようになっております。これはドイツのPWRの場合に非常に固有なものであります。プラントコンパートメントの汚度含有部分は非常に少なくなっておりまして、これはエアコンにバイパスする部分のところでできているわけでありまして、これによりまして、放射能含有分は削減されます。これは活性炭フィルターによって削減されて放射能を失うようになっているわけでありまして。汚度の削減が行なわれますので、原子炉がシャットダウンしましてからすぐ建屋に近づけるようになっております。アニュラスのイグゾーストエアハンドリングシステムもありますし、また、サブ・アトムスフェリック・圧力メンテナンス・システムもあるのであります。汚度の核種が活性炭のフィルターを通るようになっておりまして、これによりまして放射能がある程度削減されるようになっております。

この結果、安全性は99.9%まで保たれるようになっております。

環境被曝に対しましてもっと重要なのは、ガス性の放射性物質の廃棄であります。プラントの中で、トリチウムとか、これは半減期12.3 aでありまして、クリプトン-85の場合には10.3 aでありますし、キセノン133の場合には5.4 d、汚素-131の場合には8.1 d、そして汚素-133の場合には20.8 hでありますけれども、これらは特に半減期が長いので興味を引くのであります。キセノン-131のデザイン・ソース・インテンシティーは1年に非常に少量のものしか排出いたしません。これは年間に24万キュリーに相当いたしますし、また汚素-133の場合には160万キュリー一年間に関係するわけでありまして。この場合のフィルターの能率効果は99.9%であります。

その次の図に示されておりますのは、希ガス、またエアロゾル、汚素-131、アイソトープガス、トリチウムなどの場合であります。これは許容限界と、それから実際ドイツの工場で行なわれているものとの間を比較したものであります。ここに示されておりますのは実効値が限界のずっと下のほうにあるということでありまして。そして、短期間の間必要な修正を加えますためにずっと実効値よりも下にあるのであります。現在

西独の被曝線量は一般公衆に対して全身（希ガスとトリチウム）で30mr/年、甲状腺（= ード）で70mr/年であるが、1200MWのプラントから希ガスが年間50000Ci出るものとしてプラントの境界での線量は1mr/年にしかありません。

沃度-131の年間100ミリキューリーのものが排出されますと、これを吸うことによりまして子供は年間0.2ミリレムの値に被曝されることになりまして、これは許容数値の0.3%になることとなります。原子炉事故の場合の指標値としてこれらのものは重要だけでなく、非常に人口密度が高いところでもっと指標値よりも高い値が与えられる場合があります。

これらの数値は1000mの距離のところでは25%にしかありません。放射能によって汚染されました液体廃棄物も気体のものと同じような注意をしなければなりません。

発電所の外周におきましては、得られる水のことを考えなければならないのであります。そして、年間10キューリー以下の排出量におさえなければならないのであります。フィルターとかイオン交換器、それからエバーポレータープラントなどを考えなければならないのであります。この場合に許容限度を守ることはむずかしくありません。そして、現在の許容限度といたしましては、ドイツにおきましては年間5から10キューリーの値が与えられております。

事故時の周辺公衆の被曝線量について、シュバイツァーの考案した関係づけの理論を用いますと、ここで特長的な線量平均値Dというものを危険可能性の尺度として考えますと、2つのサイトにおけます危険性を比較することができるのであります。

（スライド）

この図に示されておりますのは、これは距離のパラメーターでありまして、リアクターからの距離を示しているのであります。アイオダイン131が 10^3 キューリー以上放出されますと、10万レムに相当するのであります。これは爆発性の障害が起こるぐらいの量に相当するのでありまして、バックグラウンド、自然環境の中にあります放射能を考えた場合にあまり重要な数値にはならないのであります。そして、もしアイオダイン131が 10^5 キューリー以上放出されまして、このクラウドが非常に広く広がった場合に、リアクターからの距離はあまり問題になりません。また、人口密度もあまり問題にはならないわけでありまして、この図におきまして人口密度はドイツの原子力発電所の場合にみられているものでありますけれども、この場合にシュタートプラントとバスフプラントの例が載っております。これは $\int Q dt < 10^4$ という数式によって示されてお

ります。その結果、リスクは損傷の確率に損傷の程度を掛けたものに等しくなっており
ます。そして現在までの知識に照らし合せますと、損傷の確率は一けたまで出せないも
のですから、損傷の程度が2ぐらいの差になって出てきましても、これはあまり大きな
差を意味しないのであります。

その次に示しておりますのは人口密度でありまして、ドイツの大原子力発電所の場合
であります。10⁴ Ci またはそれ以上の汚度が放出されて、それによって事故が起こっ
た場合に幾つかの工学的安全設備が考えられております。ですから、結局環境をいかに
保全するかという問題は、工学的安全設備の信頼性にかかっているのであります。人口
の密度の差によってはあまり差は出てこないものであります。工学的安全設備と原子力発
電との相関は、ドイツでは非常に大きいものがありまして、故障を出来るだけ少ない値
にするために工学的な安全設備がいろいろ考えられているのでありますけれども SNR-
300、ナトリウム冷却高速増殖炉の場合に非常な特殊な場合がみられますのでこれをこ
説明いたします。

これは最初 WEISWEILER という地点が提案されたものでありますけれども、これは
あまりにも人口密度が多く、30キロの範囲あたりに非常にたくさんの人々が住んでい
ることがわかりましたので、原子炉安全委員会によって拒絶されまして、カルカー地点
が選ばれたのであります。以下に私が述べますのは、ドイツの軽水炉の場合の工学的安
全設備とデザインメジャーについてであります。そして、米国及びその他の国との比較
においてお話を進めたいと思います。

まず AEG の BWR の工学的安全設備を次の図を使って説明いたしたいと思ひます。

(スライド)

原子炉容器、蒸気管、(第1隔離弁に至るまで)のところまでは、球形の鋼製格納容
器の中に入っております。そしてガスタイトのステールシェルによって、外側から囲ま
れているのであります。格納容器からの漏洩はポンプで引いて格納容器内に戻されます。
格納容器の構造はドライウェルと減圧室によって分けられておりますが、減圧室は青で
示されており、ドライウェルは緑色で示されております。減圧室がありますが異常なオ
ペレーティングコンデションの場合にはセーフティシステムが働きまして、制御棒が油
圧によって挿入されるようになっております。

またリキッド・ポイズン・システム(硼酸注入)がありまして、硼酸液が注入される
ようになっております。これによりましてコントロールロッドとは無関係に炉が臨界以

下に置かれて、そしてシャットダウンされるようになっております。フルーディングシステムという非常用システムがありまして、これも安全装置として働くのであります。

原子炉非常用冷却装置でここに7と示されているものは、スプレー冷却を炉心に対して行ないます。電動モーターによりまして駆動されますポンプが、水を減圧室から2つのスパージャーリングに送るのであります。

それから、リアクターコアフラッシングシステムで、サープレッションチャンバーあるいは格納容器サンプの水を炉心の $\frac{2}{3}$ の高さのところまで注入いたしまして、そして安全を保護するのであります。

このような非常用冷却装置によりまして、MCAのような事故時でも最底2系統が有効に働くようになっております。

もう一つのデザイン特長は、BWRドイツタイプの場合には原子炉内蔵の軸流ポンプの採用であります。これにより原子炉容器外の配管も減るし、容器のノズルの数も減ります。なおこのポンプのカップリングの部分は炉の運転中にも取替が可能でして、このポンプの採用により補機動力は1%減少出来ます。

この他AEGによつて開発されたものでありますけれども、もう1つドイツの特長的なのは、オフ・ガスシステムであります。

このオフ・ガスシステムは、まず最初に237MWグントレミンゲンBWR発電所によつてつくられたものであります。これは1966年以来操業を開始しておりまして、1969年以来グローブウェルザウムでも操業が行なわれております。ドイツで操業開始されておりますすべてのBWRの場合には、このシステムが使われているのであります。これよりAEGのオフ・ガスシステムの採用で除染係数は9000にも達しております。

(スライド)

ジーメンスのPWRの場合のエンジニアードセーフガードに示されておりますが、ここで認められるのは一次系であります。原子炉容器、蒸気発生器、冷却材ポンプ、使用済燃料貯蔵庫等は目立つものであります。使用済燃料貯蔵庫は格納容器の内部に位置しておりまして燃料取替中に事故が起こることを考えると格納容器内にあることが望ましいことですし、取替自体も早く出来ます。そして、事故は防げることが出来ますが、生物遮蔽のコンクリートの厚さは2mで格納容器と遮蔽の間の空気は再循環系でまわされており、放射性のものはフィルターで除去されます。格納容器は5気圧に耐えられる設計がほどこされており、ミサイルシールドも設けられております。

また2次系の事故に対しても、耐えられるようになっております。

また、その他非常に大きな応力が加わった場合にも、またはいろいろな機械的衝撃が加わった場合にも、これは耐えられるようになっております。

事故及び不機能を分類いたしますのは破断面によってなされております。小さな漏洩の場合には体積制御系で処置します。

また、中程度の破断の場合は(200 mmの径口のもの破れたとかいう場合)高圧安全注入系が作動いたします。大破損、大漏洩が一次系に起れば、低圧、安全注入系がアクムレータの動きをかりて作動します。低圧、高圧安全注入系は共に重複の設備を持っております。2次系では放射線検出器で蒸気発生器の漏洩が検出出来ます。もしこの漏洩が大量の場合は、炉は停止し関連した蒸気発生器の隔離弁が閉鎖されます。

原子力法のほかにも放射線保護規制が西ドイツにありまして、そのほかにも原子力発電所に対しまして規制は考えられておりません。

しかし、幾つかの許可を与える基準が考えられておりますが、このうちで特に米国の慣行と違うものをお知らせいたします。

まず最初にクリーブ破断の効果が、原子炉容器で特に問題と考えられておりまして、リークの断面図をある程度にすること、すなわち850cm²ぐらいに保つことが考えられているのであります。

安全設備の故障の確率は極めて低い(10⁻⁴のオーダー)ものであること、これによってMCAが起らないようにすることです。

緊急炉心冷却装置の効果を最大にして、もしMCAが起っても熱を除去することを確保しております。しかし、他の点につきましては、他国に行なわれております慣行と特に違った点はありません。

特に西ドイツにおきましては、米国のASME・コードと西ドイツ特有のものを組み合わせた法規がありまして、西ドイツの場合には既存のスチームボイラーの慣行をも取り入れているのであります。

また、TVBが定めた機器の仕様にも合致する必要があります。そして彼らからの合意も私どもはとりつけてあります。そしてそれによりまして、原子炉容器が運転中にも検査することが可能になっております。

その第5といたしましては、1次系冷却材管の破断事故をできるだけ少ないレベルにしなければなりません。炉心、建屋等の安全が保たれねばなりません。

コンテナの設計は1次系の全保有水量が放出され、また保有および残留熱量とジルカ
ロイ-水反応が少なくとも5%が起ったものとし、これらの熱量が放出されたものとし
てなされる。またコンテナの貫通部分は設計圧力×1.1で耐圧、漏洩試験を行ない、
漏洩率は1日当り0.25%を下まわる必要があり、貫通部の配管は2重の隔離弁を必
要とします。

次に非常用ディーゼル発電機は2台ありまして、それぞれ独立に作動をいたしまして、
非常用余熱除去系にそれぞれ別々に接続されております。

これらのセーフティメジャーはデザインベースの事故の場合にも安全を保証して
おります。ここで単に仮想的な基準としてではなくて、実際に理論的な基準として、こ
れは設置しなければならない必要性があるわけでありまして。特に人口密度の高いところ
には、以上のよりもっとほかの基準が必要になってまいります。

特に具体的な例といたしましては、BASAプロジェクトの例があります。これは、電
気のほかに約毎時1500メトリックトンの蒸気を必要とした工場の場合でありますけれ
ども、これはルドヴィッヒシャフェンとマンハイムという2都市の中間に建てられたの
であります。

そして、連邦教育科学省が特に安全装置としていろいろな点を考慮しなければならない
ということを示し、民間と協定してこの安全基準をもっと高めることを考えているの
であります。

特に次のような点について彼らは注意を話したのであります。コンティンメントス
トラクチャーの補強を考えました。これに関しましてコンピュータのモデルを準備いた
しまして、非常に大きな応力が与えられたときにはどうするかを考えました。

たとえば地震とか、引火性のガスがタンカーベッセルからきた場合にどうするか、ま
たは飛行機の衝突の場合などが考えられております。これらの計算の結果は、シビルエ
ンジニアリングストラクチャーのベースとして考えられております。

第2にフルプレッシャーコンティンメントストラクチャーにつけ加えまして、アイス
コンデンサー、そしてフローリアクタービルディングの内部から出てくるといふ2つ
の概念を使っております。これがベーターエアアトシスフェアの核種がウォッシュアウ
トされるということについてのデータ、また、あまり望ましくない水素濃度を避ける
ということにつきましてのデータをも与えているのであります。

その次に、いろいろな理論的な作業及び実験が行なわれまして、配管が破断を起こさ

ないためにどうしたらいいかということが考えられました。また、炉心が溶解した場合にはどうしたらいいかということも考えられたのであります。

また、分裂生成物が燃えることを防ぐ、そしてこれが事故に連結されることを防ぐことが考えられたのであります。特にサボタージュの場合にこれが起こることを防ぐ方法が考えられました。スチームジェネレーションをこのように原子力発電所で行なうことは非常に採算が合うことでありまして、いままでの既存の方法では非常に燃料のコストが高くなります。

プロセスのスチームに放射能をまぜないということは加圧水炉の場合には可能でありまして、これは1次系システムをスチームサイクルと分離することによって行なわれますが、この分離は蒸気発生器によって行なわれます。特にこのタイプの原子発電所はライブスチームとプロセススチームとを別々に分けたヒートエクスチェンジャーによって可能になります。

(スライド)

この図が示しておりますのは、KWUのリアクターの場合であります。これは実験的なものであります。左側に軽水炉がありますが、これはPWRのラインは15MWeのリアクターのラインで始まっておりますが、これは単に安全性が高いだけではなくて、アベイラビリティが高いということがわかりました。

また、プラントは新しいタイプのフェューエルアセンブリーのフェューエルテストイングにも非常に有益であることがわかったのであります。

次の段階といたしまして、グンドレミンゲンのBWR 250 MWeのものが建設されました。これはデュアルサイクルという新しい考えをとっておりますが、この場合の蒸気はタービンでジェネレートされております。これは1966年以来操業開始されてありまして、タービンサイドにいろいろ欠点はございますけれども、このリアクターシステムは非常にうまく働いておりますので、よい機能をもっていると考えられております。

ミンゲンの原子力発電所、その次につくられまして、これは250 MWeの出力をもっております。石油、石炭をいたしましたスーパーヒーターを使っておりますが、このプラントは2年間操業をしております。しかし、商業的な操業は、ドイツにおきましては1972年の最初に操業を開始されます600 MWeのビュルガッセン原子力発電所が初めになるのであります。

このシングルサイクルのBWRにおきましてインターナルロータージェットポンプと、それから外部の強制循環ポンプが組み合わされておまして、これが格納容器の中に入っております。

(スライド)

土木工学的な観点から原子炉建屋をつくることになっておまして、これがこの図に示されておりますように、シェルの口径は約20メートルでありまして、この重さは1200メトリックトンに相当しております。800MWeがブルンズビュッテルにおきまして、またフィルップスバーグにおいては2×900MWeの能力をもつものが考えられておりますが、原子炉内蔵の軸流ポンプはAEGによりましてここで、初めて取付けられる予定です。

(スライド)

このプラントは2つのクーラントループをもっておりまして、1967年に4つのループのプラントをつくりまして、これは600メガワットのステイド原子力発電所でありまして。

PWRの決定によりまして、1200MWeの原子力発電所をビブリスにつくることになりました。これは、レイティングサイズを決定するのでありまして、これによりまして米国でつくっているのと同じような大きなユニットを、ドイツのクラフトベルクユニオンがつくることができるようになりました。これはビブリス発電所の場合の図であります。原子力発電所の場合のPWRの非常に典型的な例であります。

これは1970年の1月に建設開始されまして、1970年の中旬に操業開始されます。現在建設中及び操業中の原子プラントを考えますと、1974年の中間までに約6000Mの電力が与えられることとなります。そして、年間3000MWeの総能力が計画されております。また、1970年の後期には、年間25000MWeの出力が考えられるのでありますが、これにはすべて例外なく軽水炉がつけ加えられておまして、軽水炉は成績におきましていままで一番よいということ、信頼性が一番高いということがわかっているのであります。

(スライド)

西ドイツの将来の電力需要は、これから原子力によって満たされることがわかっております。

1980年には原子力発電所が約35%、1990年には発電のうち60%が原子力発電

所によると考えられております。瀝青炭は燃料の費用が非常に高くなりますので、だんだん少なくなります。亜炭はだんだん多くなるであります。しかし瀝青炭と亜炭とを合わせました量は、大体1990年の初期まで大体量は変わらないと思います。エネルギー源を使って発電をなすことによりまして、環境に悪い影響が与えられるのであります。

(スライド)

この最後のスライドに示されておりますのは、 SO_2 の排気量であります。ここで石炭によって発電を起こしている発電所の場合には1990年まで大体同じような量でありますけれども石油で発電を行なっている場合にはずっと量がふえております。そして脱硫装置もあまり経済的にできないので、ここでもし将来原子力発電所によって起こされる発電を全部石油発電所でやってみた場合には SO_2 の量は非常に多くありまして、現在、許容と考えられている量をずっと越えるのであります。

このように将来を考えてみますと、非常に経済的で、そして確実な電源を確保する道は環境保全の道にも結びついているのでありまして、これが到達されますのは原子力発電所においてほかにはないのであります。

Dr. H. Frewer

Siting problems and operational experience of LWR-plants in Germany.

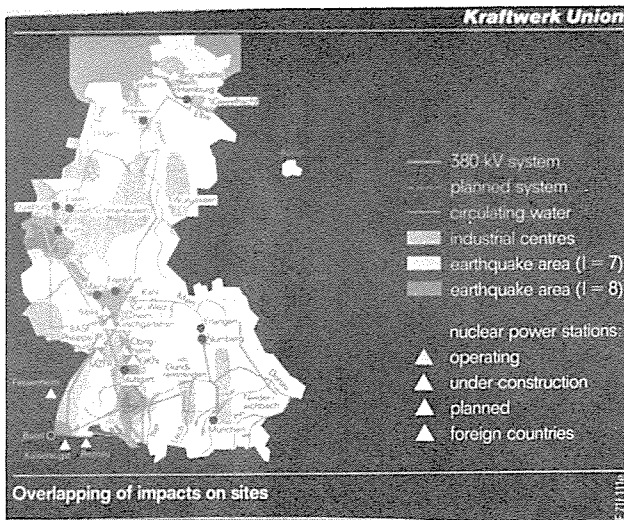


Fig. 1

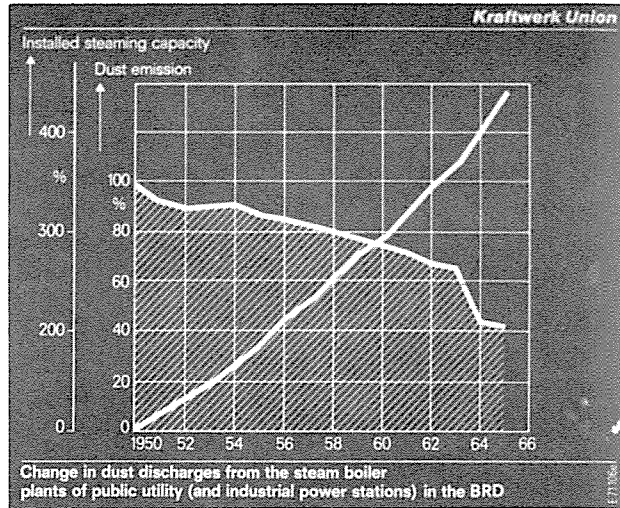


Fig. 3

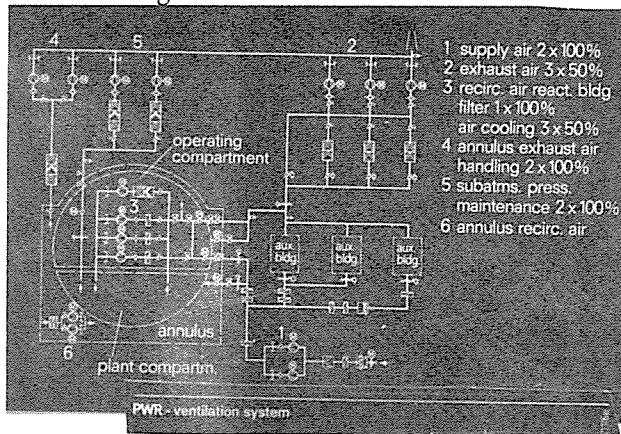


Fig. 4

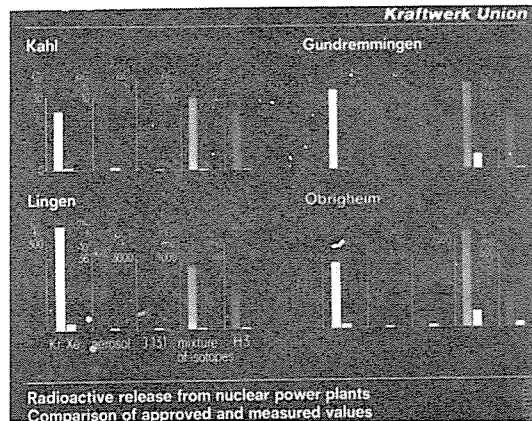


Fig. 5

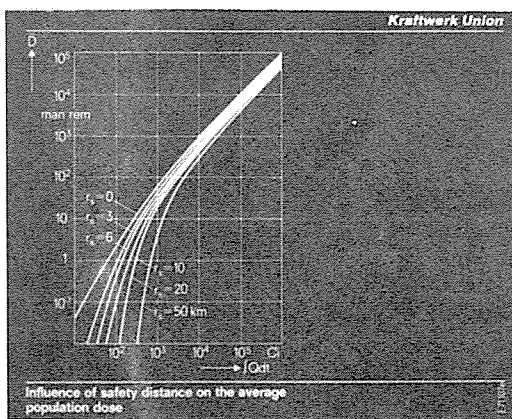


Fig. 6

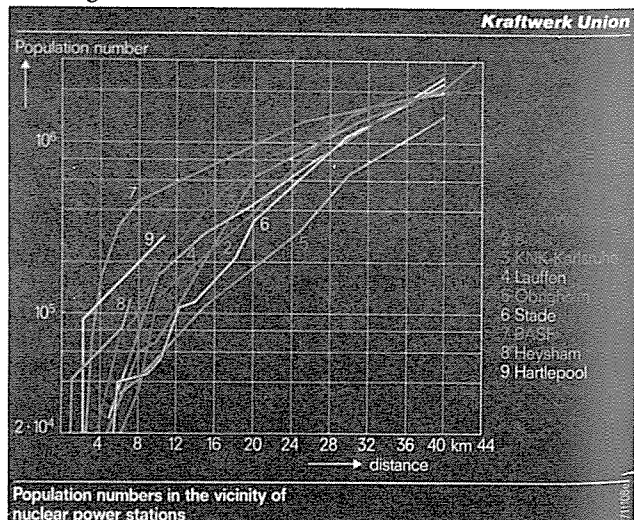


Fig. 7

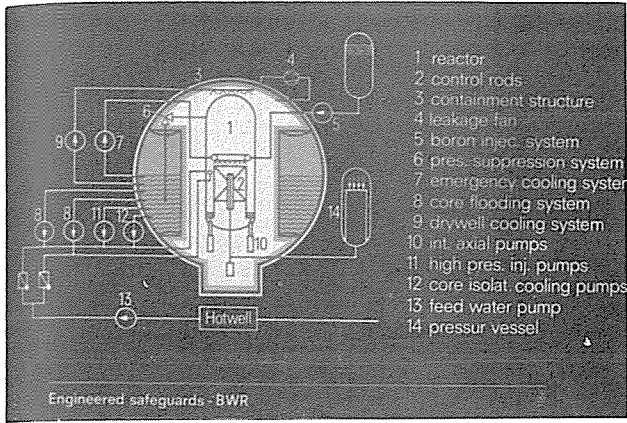


Fig. 8

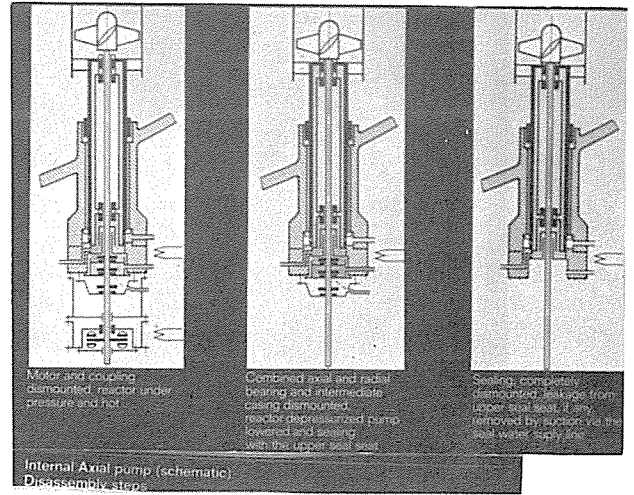


Fig. 9

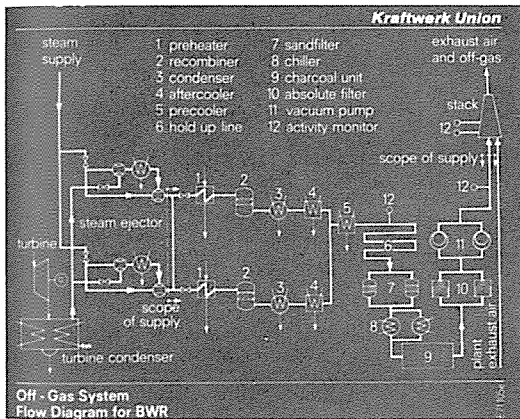


Fig. 10

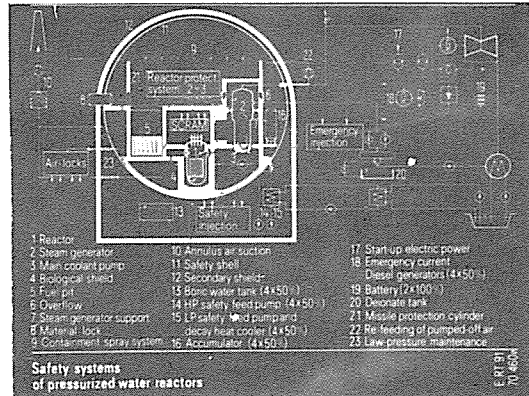


Fig. 11

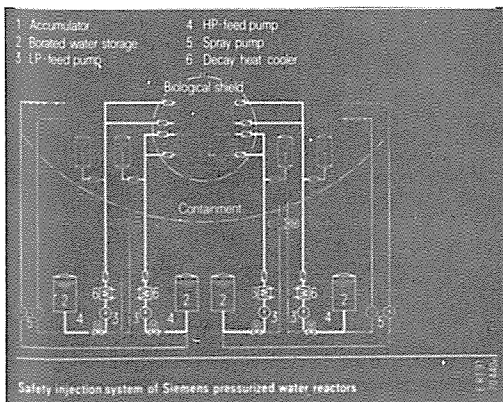


Fig. 12

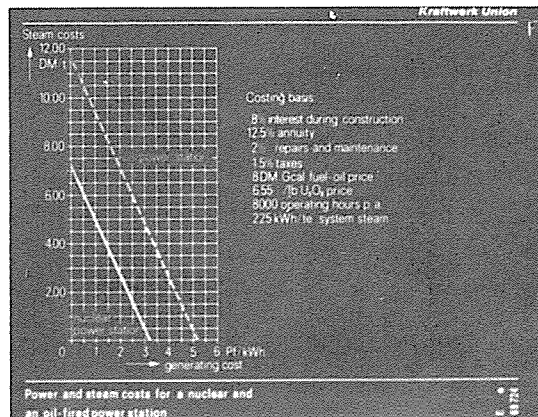


Fig. 13



fig. 15

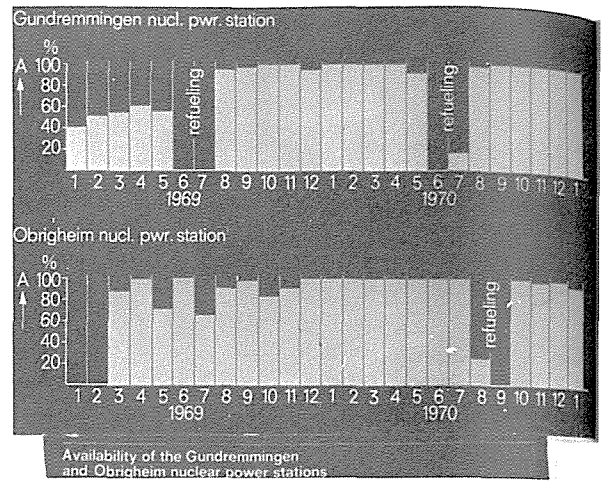


fig. 16

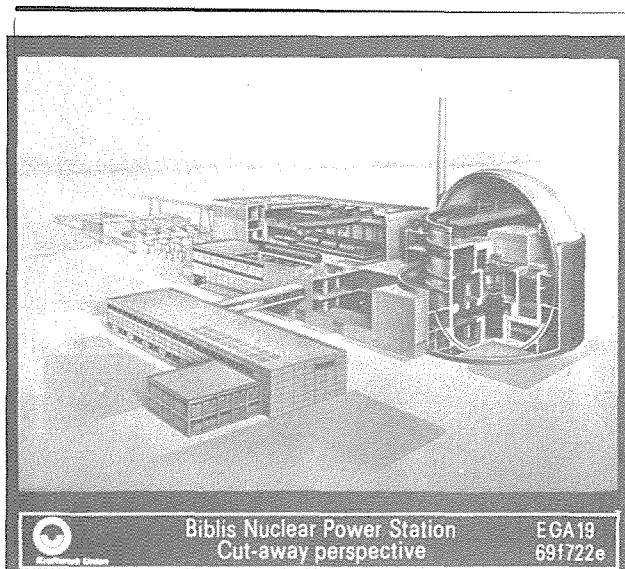


fig. 17

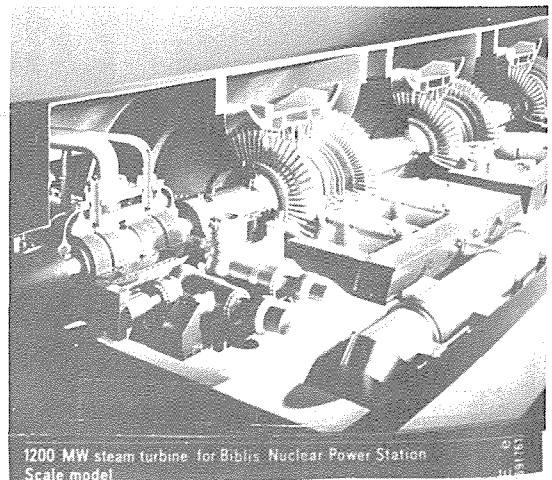
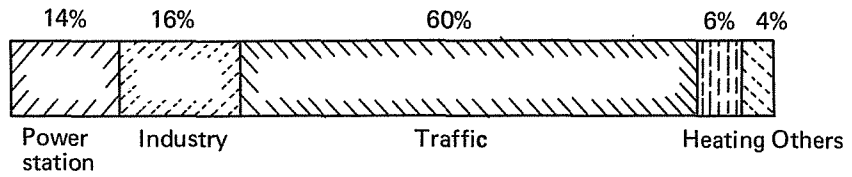


fig. 18

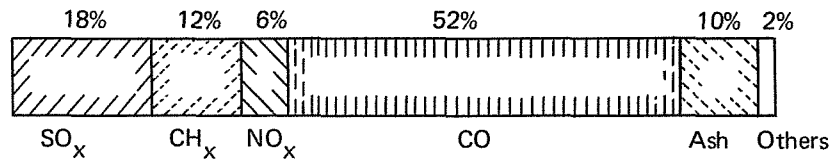
Air pollution by fossil-fired power stations

Total air pollution

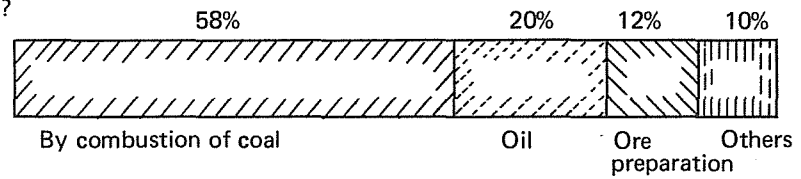
Who pollutes the air ?



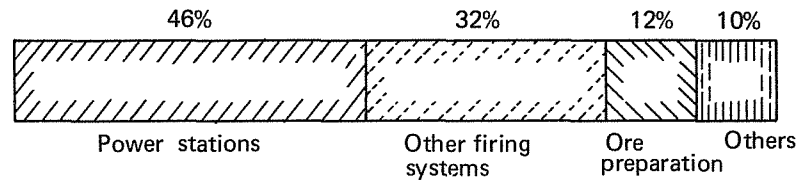
What pollutes the air ?



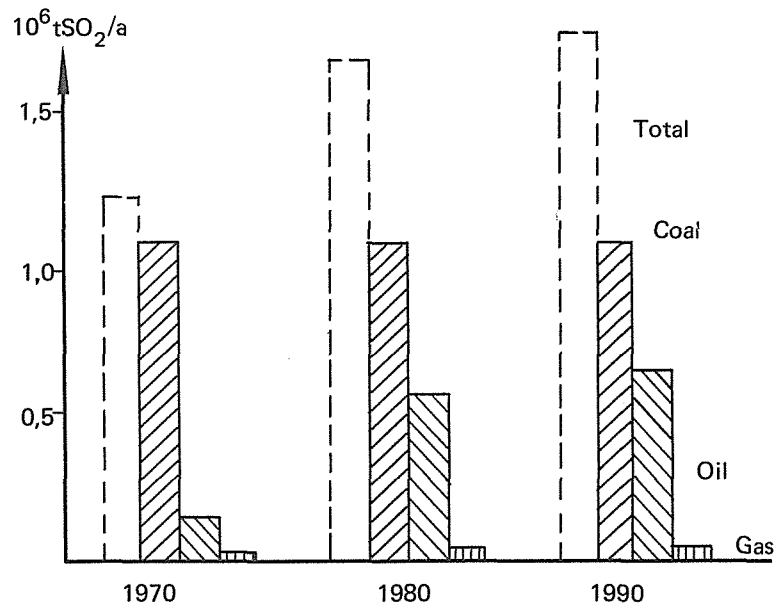
By which processes is SO₂ emitted ?



Which is the share taken by power stations coal + oil ?



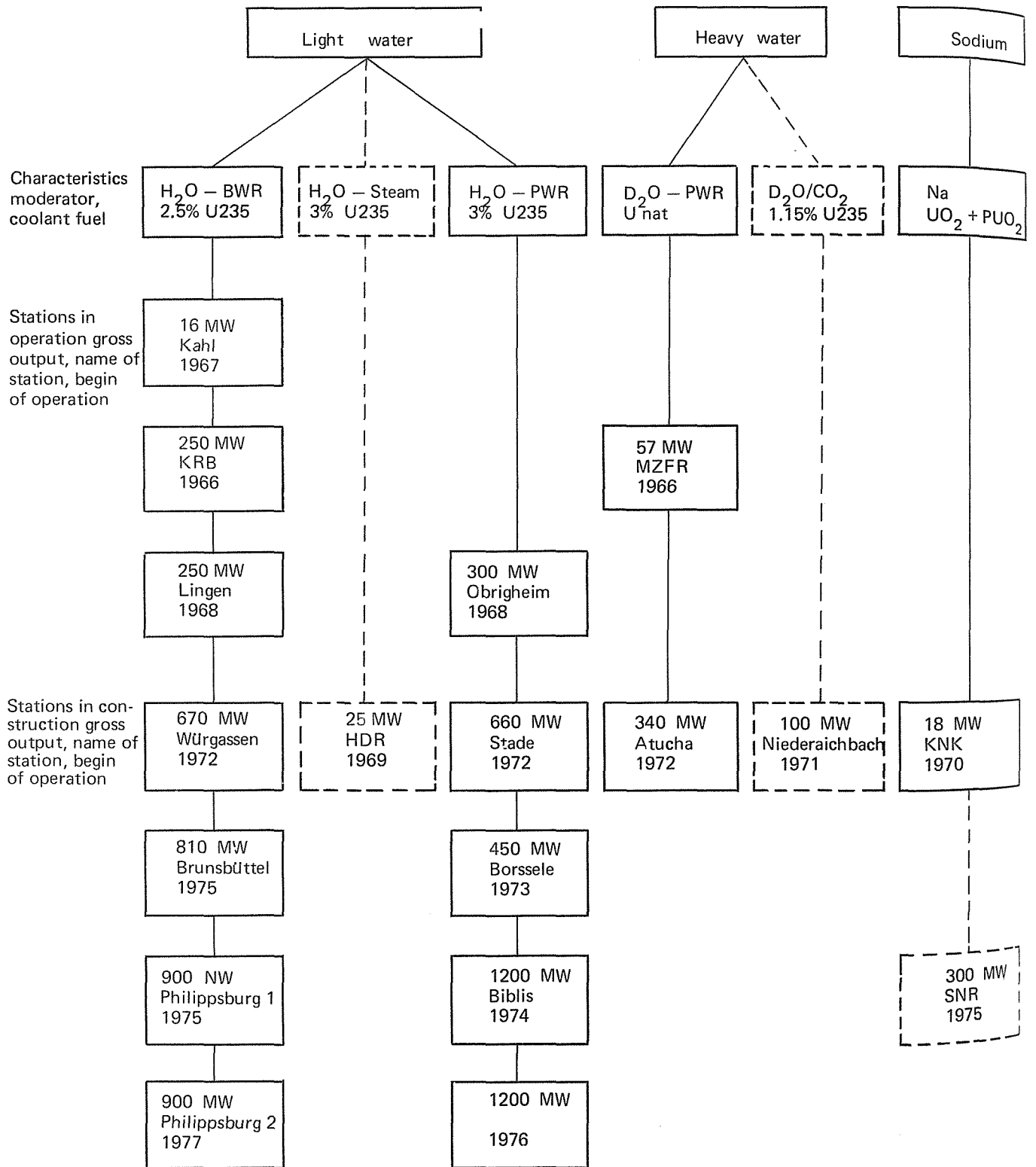
How much is emitted by power stations ?



Average S contents assumed without consideration of desulphuration process:

Coal 1,1% Oil 1,7% Gas 0,2%

Fig. 14



KWU's references in nuclear power plants

議長 どもありがとうございました。それでは続きましてわが国の原子力発電所につきまして、今日までパイオニアとして深い経験をおもちの日本原子力発電株式会社の常務取締役、吉岡俊男さんに「敦賀発電所の建設運転経験」をご発表いただきたいと思います。

吉岡 ただいまご紹介いただきました吉岡でございます。原子力発電会社の敦賀発電所は、わが国最初の商業用の軽水型原子力発電所でありまして、最大出力は当初の設計では32万2,000キロワット、単一サイクル沸騰水型原子炉を採用しておりまして、アメリカのGE社に発注したものでございます。1966年の4月に官庁の許可を得まして建設工事に着手し、昨年3月に完成いたしました。工事期間は約47カ月で、その後、現在まで順調に運転を継続しております。この間、昨年10月から約45日間定期検査を行ないまして、12月からは出力を35万7,000キロワットに増加しております。ここでは敦賀発電所の建設運転中に得ました諸経験について述べてみたいと思います。

発電所の概要は図の1に配置図を示してございます。発電所の断面は図の2に示してございますが、これらはすでに皆さんよくご存じのものでございますのでご説明を省略いたします。この発電所の設計の特徴といたしましては、1965年にこの発電所を発注いたしました当時における実証技術をできるだけ採用することといたしまして、敦賀発電所に先行して建設されておりましたアメリカのオイスタ・クリーク発電所とナイン・マイルポイント両発電所をひな型といたしました。

特に、アメリカ原子力委員会が両発電所に適用した安全基準は、建設開始後においてもすべて取り入れるほか、環境問題に関しては、わが国の特殊事情とサイトの条件を考慮して契約当初から特別の考慮を払いました。

採用したおもな安全設計の例は予稿に示したとおりであります。わが国に特有な地震対策については特に留意いたしましたほか、契約当初から、当時のアメリカの標準以上に安全を見込んだ設計といたしましたし、また、契約後におきましても、アメリカのAEC等の安全設計の動向を早くからキャッチいたしまして、当社の責任において早目にその採用を決定いたしまして、工期のおくれを防ぐようにいたしました。

次に、建設工事でございますが、工事担当者は、主受注社がアメリカのゼネラル・エレクトリック社と、そのサイトにおける工事としましては、その小会社であるGETSCO、ゼネラル・エレクトリック・サービス・カンパニーであります。GEは、その下にアーキテクトエンジニアとしてエバスコを採用し、日本における主下請業者としましては、

機械装置については日立、東芝、それから土建関係では竹中工務店があたり、当社が直営いたしました整地諸排水等の工事には熊谷組、前田建設等があたりました。

建設の工程は図の3でごらんいただきたいと思いますが、当初の予定は白いラインで示してあります。実績が黒いラインで示してございますが、上のほうに1から20まで、主要工事のキーデートが示してありますが、それはこの63ページの注にキーデートが示してございますのでごらんおき願いたいと思います。

この表でごらんなれますように、当初の予定では、燃料装荷から完成までの起動試験を約3カ月とみておりましたが、これは少し短いのではないかと思われましたので、途中で燃料装荷を3カ月早めた目標工程をつくって建設工事の促進に努力いたしました。あとで述べますようないろいろな問題のために燃料装荷はようやく当初の予定どおりの1969年9月にその目的を達成することができました。それは当初の予定どおりでございます。そして営業運転の開始は昨年3月で、工期は47カ月、世界に誇る成果であると思います。

建設工事中に経験した主要なできごとは、着工後の設計変更、ストライキによる機器の納期遅延、人員不足による設計製造遅延、品質管理不十分のための機器の手直し、アメリカのコードと日本の規格の相違による検査上の諸問題等でありまして、その詳細は予稿に示してありますが、このうち当初予期しなかった事態に対処するための設計変更、たとえば安全設計の追加、圧力容器の一部構造変更、品質管理が十分でなかったための機器の手直し等が工程管理上特にやっかいな問題となったのであります。

以上の諸問題を克服して、よく所定の期間内に建設工事を完成せしめることができましたのは、まず、発注者と受注者及びその下請業者間の協力と、特に日本の下請業者の払われた努力と熱意と、またその技術の優秀性に負うところが多かったと思います。この点を特に強調しておきたいと思います。

その次は起動試験でございますが、燃料装荷後、完成するまでの起動試験の種類としては、燃料装荷と零出力試験、核加熱試験、出力上昇試験、保証試験と4つの部分に大別できますが、そのおもな項目は予稿の表の1に示しております。そしてその工程の時期は図の4に示しております。

燃料装荷は、この表でごらんになれますように、1969年の9月20日から行なわれましたが、保証試験が終わって完成しましたのは1970年の3月14日でありまして、この間176日間を要しております。このうち実際に試験に要した日数は約107

日であり、残りはあとで述べるようないろいろな困難のために費したのでございます。

試験は出力の段階、ことにステップ・バイ・ステップに慎重に行なわれまして、その項目は先ほど申しました表の1に詳しく出ております。

試験項目は非常に多岐多様であります。そのうち特に原子力発電所の試験という特異なものとしまして、負荷の大幅の変更、または遮断を伴うトリップ試験の回数が非常に多いということでございます。

この中でも外部電源を全部喪失した場合、原子炉を安全に停止することができることを確認するために行ないました100%負荷時の外部電源喪失試験は、諸外国でも例をみないユニークなテストでありました。これも無事に成功いたしております。

この起動試験中に出会ったおもなトラブルについても、予稿に詳しく述べてございますが、その原因を大別いたしますと、第一には設計上の問題であり、第二には機器の製造、据えつけ中の品質管理上の問題となると思います。

この段階で設計上の問題といえますのは、建設までの段階では予想できなかったが、実際にプラントを運転してみて発見した欠陥でありまして、制御棒の駆動系、あるいは中性子遮蔽材、格納容器の漏洩、在来の火力にはない新しい設計のものであるために起こったトラブル、また、たとえば、復水器の脱塩装置だとかタービンのように、在来火力でも使用されておりますけれども、原子力発電所の気象条件が異なるために、予想できなかった欠陥がその例でございます。

次の問題は、プラントを運転を続けていくに従ってだんだんと発見されてくるような品質管理上の欠陥でございます。これはポンプとか弁シート・フランジ等からの流体の漏洩の故障がこの例であります。放射能流体の漏洩は、運転開始後その処理がむずかしく、特にガス系の漏洩防止は非常にむずかしくてこのための品質管理には特別の注意が必要であると思います。

また、原子炉の一次系の据えつけ工事中にあって、運転開始までにその系統を十分クリーンの状態に保っておかないと、運転開始後一次系のフィルター・ストレーナ等の詰まりを生じ、大きなトラブルの原因となることがわかりました。

次は営業運転の状況でございますが、昨年3月14日に100時間保証試験、8時間の通産省の負荷試験を終えて営業運転に入りましたが、この試験の結果、熱効率が設計値を上回っていたしましたので、電気出力を32万2,000キロワットから33万1,000キロワット増加すると認可を得て、この出力で10月の定検まで、このあとの表に示しま

すように、月負荷率87ないし99.6%という利用率で運転を継続いたしました。

なお、契約当時には、2年以内に約10%の出力増加を計画しておったのですが、起動試験及びこの半年間の営業運転の経験から、早目に出力を増加できる見込みがつかしましたので、あとで述べます定検後に直ちに増加出力の試験を行ない、昨年15日に35万7,000キロワットの増加出力の許可を得て、現在に至っております。この表の2に、現在までの運転の実績を示しますが、この表でごらんになりますように、10月から11月にかけて約45日間定期検査、そのあと引き続き増加出力の試験を行ないましたこの期間を除きましては、非常に好成績で運転をしておるわけでございます。

この間の使用停止の状況を申し上げますと、計画停止は3回で、合計11日間、トリップ停止が3回、出力半減1回でございます。

おもな停止作業は、制御計測系の調整修理、一次系及びオフ・ガス系の漏洩防止作業等でありまして、この間には大きなトラブルはありませんでした。

次に、定期検査の状況を申し上げますと、敦賀発電所は最初の軽水炉でありますので、運転に万全を期すためと増加出力運転の準備を行なうために、営業運転開始より6カ月余の10月1日から定期検査に入ったのでございます。

そして、約60日間を予定しておりましたが、予定よりも短く、45日間で終了することができました。

この定検中の検査事項のおもなものは、第一は原子炉圧力容器や一次系の検査でございます。これはアメリカの基準でも最近やかましくいわれるようになりましたので、厳重に実施いたしました。格納容器、主蒸気弁の点検手入れと漏洩試験、次には燃料の SHIPPINGによる検査、制御棒駆動機構の点検手入れ、蒸気タービンの開放検査等でございます。

この間に改良工事も行ないましたが、そのおもな工事としましては、オフ・ガス系の漏洩防止と炉内の中性子束をはかるLPRM装置の取りかえ、非活性ガス系、つまりドライウエルのテッソ封入系のコントロール、バタフライ弁の改造取りかえ等でございます。詳細は予稿をみていただきたいと思います。

この定期検査中特にわれわれが注意いたしましたことは、何ぶん放射線下の作業が多いので、所員及び下請作業員の汚染管理及び被曝管理には特に細心の注意を払いました。このために、従業員の管理区域への出入管理とか、衣服の洗たく、除染等が予想以上に多忙で、臨時に施設の増強を余儀なくされました。

次は運転開始以後の環境管理の状況を申し上げます。私ども、環境管理の目標といたしましては、できるだけ周辺環境の放射能レベルを下げて、公衆の不安をなくすということを目標といたしまして、排気管理としましては、高さ140 mの煙突を設け、その煙突からの放出の限度は海外の基準よりも一けた以上も低い、一日平均50 mCi/sec、これはガンマエネルギーとして0.17 MeVに換算した数値でございますが、このような低い値に押えることにいたしまして、そのためにオフ・ガスを24時間分ためられる貯留タンク2個を設けまして、これによって24時間貯留可能で、放出キューリーは約 $\frac{1}{10}$ に減少し、ガンマエネルギーは約 $\frac{1}{4}$ に落すことができました。

なお、その上このタンクを交互に用いまして、風向きが人家のない方向に吹くときに主として放出して、人家の方向に向かうときにはそれをセーブするということによって、環境放射能線レベルを常に低く保つようにいたしております。

なお、さらに将来原子力発電所がたくさんできる場合に備えまして、チャ・コールド・ベットによるホールドアップの時間を長くする装置キセノンで約20日間のホールドアップ能力を予定しておりますが、その開発をいま進めております。

排気の実績はこの表に出ておりますように許可限度50 mCi/secに対しまして、一番最近の10～12月でも3.3 mCi/secでありまして、基準値をはるかに下回っております。

次は排液管理であります。放水口における許可放出限度としましては、従来の飲料水による基準をさらに下げることにいたしまして、アメリカのNAS-NRC-985の基準、すなわち風洞チェーンを考えた安全許容基準を採用いたしております。この値は飲料水の限度よりも核種によっては $\frac{1}{1000}$ 以上のシビアな基準でございます。これを守るために機器ドレンはフィルター処理後補給水に再使用します。レジンの再生排液とか床ドレン等は蒸発缶を2基設けまして、これによって処理をいたします。洗たく排液はフィルターで処理した後放射能を検出し、その安全性を確かめた上でコンデンサーへの冷却水にまぜて放出いたしております。

蒸発缶で濃縮しました濃い液と、フィルタースランジ、使用済みレジン等は、一時タンクに貯留いたしまして、そのうちドラムかんに固化してためております。

ドラムかんの処分方法は、まだ政府で方針が決定いたしておりませんので、それまでは一時サイトに貯蔵いたしておりますが、私どもとしましては、一日も早くこの処分方法がきまることを希望いたしております。

排液の実績はこの表にございますように、大体 $1.0 \times 10^{-9} \mu\text{c}/\text{cc}$ のオーダーでございますが、最近では排液処理の方法が非常にじょうずになりまして、現在ではこの数字の一倍以上低い数字となっております。

次は周辺監視の方法でございますが、監視組織としましては、福井県の関係機関と協力しまして、定期的に年4回以上の環境の放射線量と放射能を測定して、その結果を福井県原子力環境安全管理協議会より公表いたしております。測定項目等は予稿に書いてございます。

モニターの結果は、運転開始以来放射線、放射能とも天然バックグラウンドに比して有意な変化は認められておりません。

以上の経験から、結びとして申し上げたいことは、軽水炉は米国で開発され、世界中最も広く建設されて実証済みの原子炉ということができます。しかし、これを立派に完成し、運営するためには、まだいろいろな問題がありますが、敦賀発電所の経験から得ましたおもな印象は次のとおりであります。

第一は、軽水炉は実証済み炉ではありますけれども、まだ運転の経験も少ないので、十分に熟成された技術とはいえない点がございます。

それで、建設中、または運転中に予期しない困難にありことがございます。これは先ほど述べたとおりでございますが、これらをすみやかに克服して、工期の遅延、運転の信頼性をあげるためには施設者自身がこの困難を克服するという心がまえが必要であると思います。

第二番目は、先ほども述べましたように機器配管等の故障によって工期遅延、運転の信頼性を下げている事例がありますが、これを避けるためには機器等の品質管理は特に大切でありまして、この品質管理はメーカーだけにまかせず、施設者みずからも十分注意して、メーカー、下請製造者等を厳重に監視管理する必要があると思います。

三番目に、建設工事着工後の設計変更は、多くの遅延と工事費の増加の要因となりますので、着手前に十分の調査を行なって変更のないよう、特に新しい技術を採用する場合には、十分開発研究を行なうとともに相当の弾力性をもった設計とすることは必要であろうと思います。

建設の円滑な遂行には、特に関係業者、つまり発注者、受注者、下請業者との協力が必要であると思います。

五番目は、原子力発電に特有な放射線下の作業は非常に困難が多いので、設計の初め

から対象施設への修理が有効にできますように接近方法とか作業方法等を検討しておく必要があると思います。

六番目は、いりまでもないこととございますけれども、環境対策には十分な余裕をもった設計としたいと思います。

最後に、原子力発電所建設運転担当者間ですでにお互いにその情報を交換し合って、相互の経験を生かして、予期し得ないような困難にも十分対処できるような手だてを講じていくことが必要ではなからうかと思えます。

ご清聴感謝いたします。

図1. 敦賀発電所配置図

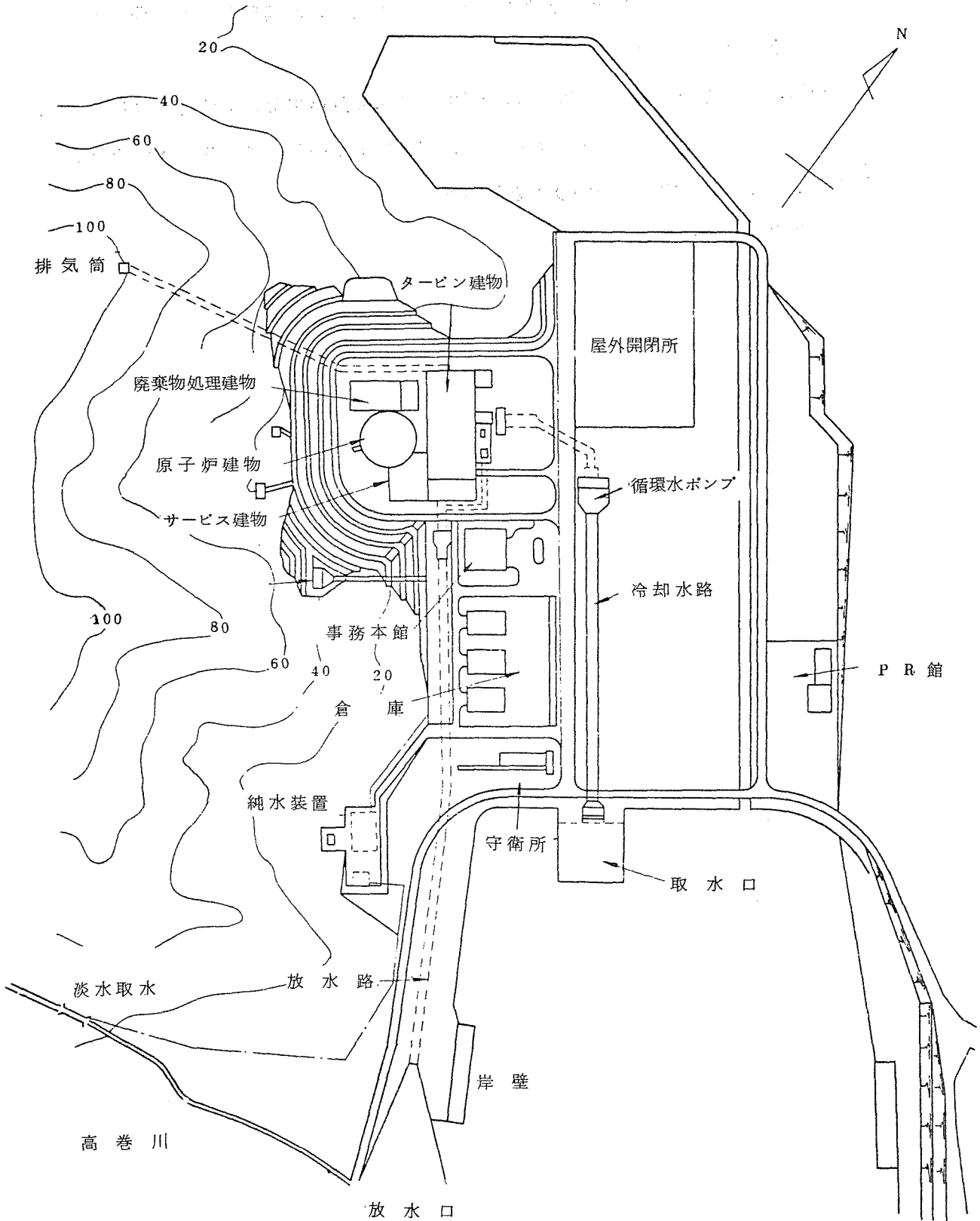


図 2. 発電所断面図

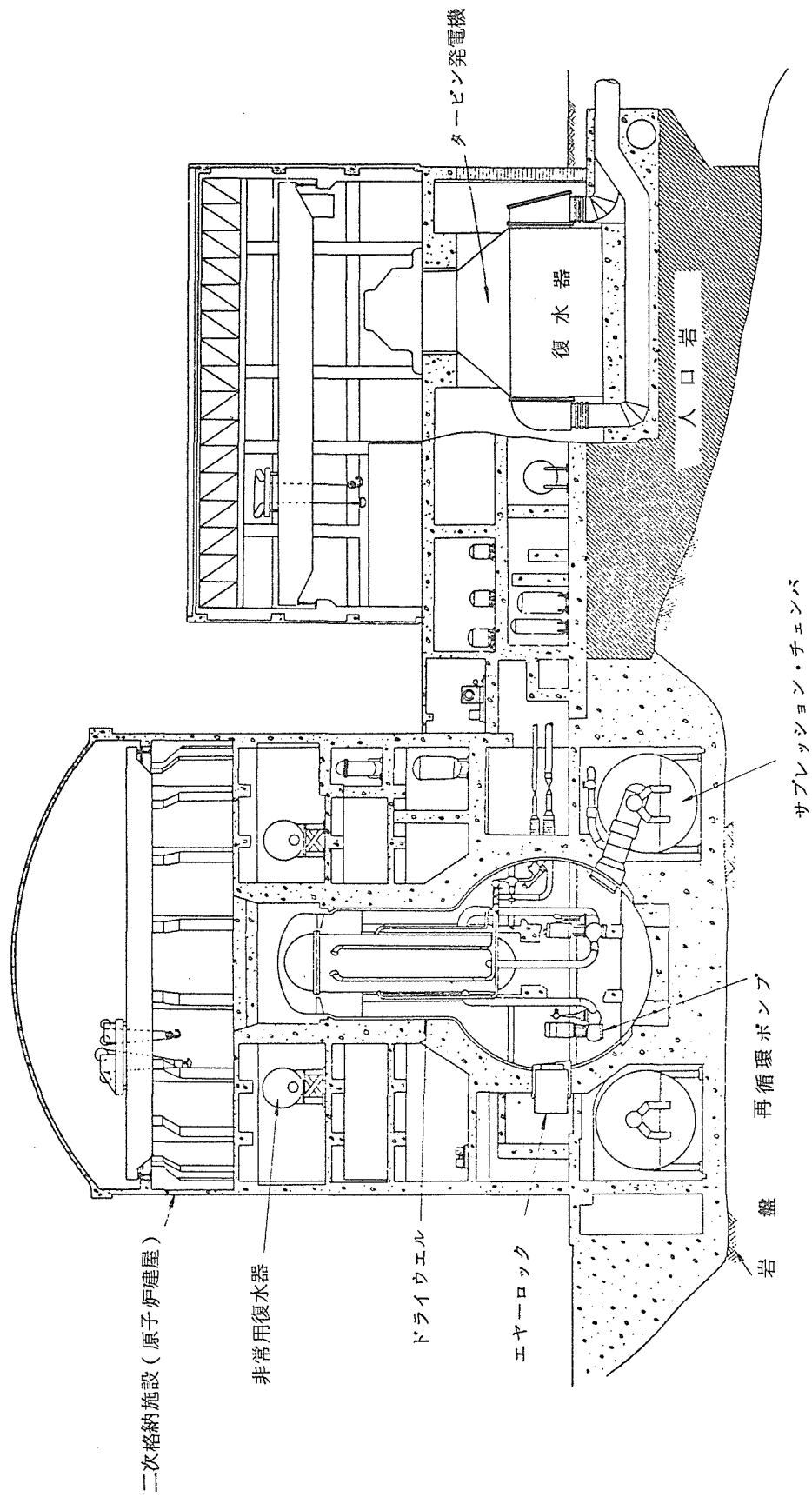


表 1. 敦賀発電所起動試験項目

起動試験項目	燃料装荷試験	核加熱試験	出力上昇試験					保証試験
			10%	25%	50%	75%	100%	
1. 化学および放射化学測定	○	○	○	○	○	○	○	○
2. 制御棒駆動系試験	○	○			○	○	○	
3. 燃料装荷試験	○							
4. 停止余裕測定試験	○							
5. 放射線レベルの測定	○	○		○	○		○	○
6. 制御棒引抜順序試験	○	○						
7. 中性子源領域計装 (SRM) 較正試験	○	○						
8. 中間領域計装 (IRM) 較正試験	○	○						
9. プロセス計算機	○	○	○				○	
10. 原子炉圧力容器温度測定試験		○						
11. 熱膨張測定試験		○						
12. 主蒸気隔離弁 (1 個ずつ) 性能試験 (全部)				○	○	○	○	
13. 非常用復水器性能試験			○					
14. 再循環ポンプ (1 台) トリップ試験 (3 台)					○	○	○	
15. 再循環流量制御試験			○		○	○	○	
16. タービントリップ試験					○	○	○	
17. 負荷しゃ断試験			○	○	○	○	○	
18. 圧力調整器 (MPR) 性能試験 (EPR)			○	○	○	○	○	
19. タービンバイパス弁トリップ試験				○	○	○	○	
20. 給水系変動試験 (ポンプトリップ) (水位設定変更) (高圧給水加熱器トリップ)				○	○	○	○	
21. 制御棒に対する中性子束応答試験			○	○	○	○	○	
22. 主蒸気逃し弁性能試験				○				
23. 局部出力領域計装 (LPRM) 較正試験			○	○	○		○	
24. 平均出力領域計装 (APRM) 較正試験			○	○	○	○	○	○
25. 炉心性能評価			○	○	○	○	○	○
26. 制御棒の出力に対する較正試験				○	○	○	○	
27. 軸方向出力分布測定試験				○	○	○	○	○
28. 制御棒パターン変更試験							○	
29. 負荷試験								○
30. 最小臨界測定	○							
31. 制御棒値測定試験	○							
32. 反応度の温度係数測定試験		○						
33. 外部電源喪失試験			○				○	

注

1)	着工	1966	4, 22 (政府許可)
2)	契約調印	"	5, 14
3)	格調容器据付開始	1967	2, 25
4)	格納容器本体据付	"	6,
5)	格納容器耐压試験	"	10, 3
6)	压力容器据付	1968	11, 12
7)	格納容器補助系据付	1969,	2,
8)	原子炉系水压試験	"	3,
9)	水压試験	"	3,
10)	275KV受電	"	5,
11)	燃料輸送	1969	4~5
12)	燃料検査	"	7~8
13)	燃料装荷	1970	9, 20~28
14)	臨界	"	10, 3
15)	漏えい率試験	"	10,
16)	耐压試験(压力容器)	"	10,
17)	炉加熱試験	"	10, 30~11, 16
18)	初発電	"	11, 16
19)	100%出力試験開始	1970	1, 22
20)	引取り	"	3, 14

表 2

年 月	最大電力 (MW)	発 電 量 (MWH)	運 転 時 間 (Hr)	設 備 利 用 率 (%)	備 考
45年3月	331	136,952	418	96.8	※ 3月14日から営業 運転
4	331	230,428	701	96.7	
5	331	214,216	653	87.0	
6	331	206,681	631	86.7	
7	331	244,664	744	99.4	
8	331	245,219	744	99.6	
9	331 (357)	237,812	720	99.7	試験的に短時間357MW 発電
10	0	0	0	0	定検検査
11	331 (357)	95,756	334	40.2	45日 ストレッチ試験
12	331 (357)	184,849	527	72.0	12月15日ストレッチ検 査完了357MW認可
46年1月	357	244,041	689	91.9	

※ 営業運転開始後18日間を対象とした。

図3 敦賀発電所工事工程表

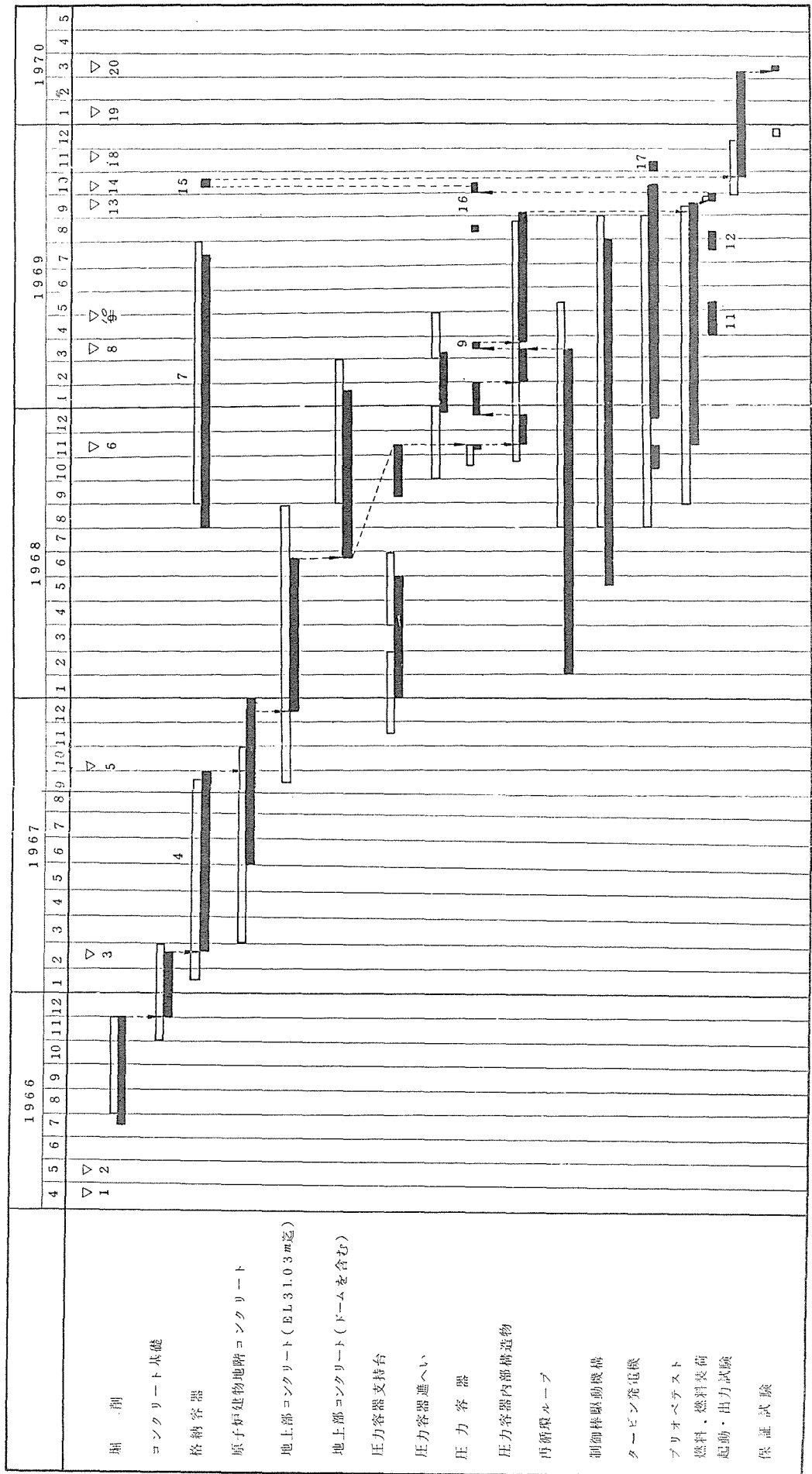
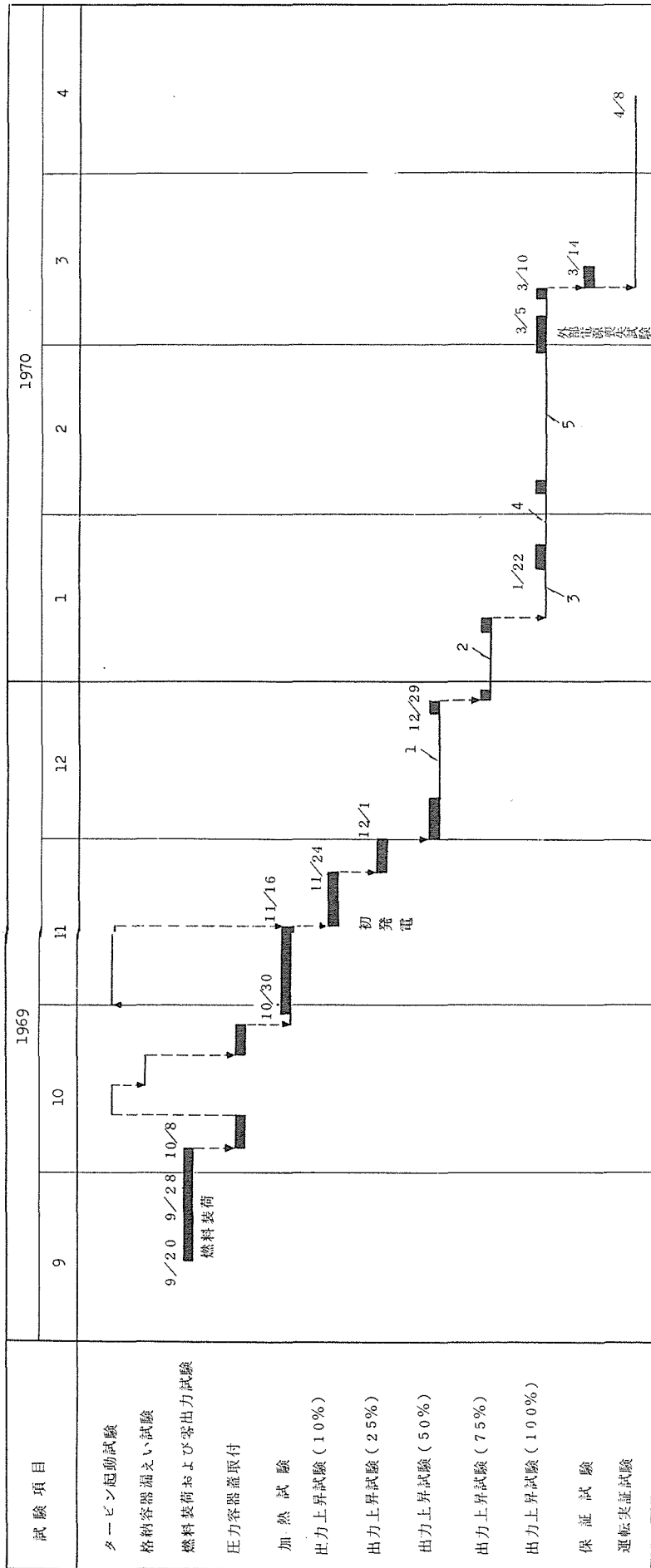


図4. 起動試験実績工程



注

- 1) CRDフィルター取替
- 2) 配管フランジガスケット取替
- 3) 中性子線遮へい取替
- 4) 復水脱塩器修理
- 5) 高圧タービン均圧孔追加

議長 ありがとうございます。

それではたいへん時間もおくれましたが、次には電力会社といたしましては最初の原子力発電所を開設されました。関西電力の専務取締役伊藤俊夫さんに「美浜発電所に関する経験」をひとつご発表願います。

〔緒言〕

伊藤 関西電力の伊藤でございます。

日本におきましては、唯今吉岡さんからお話のございました原電さんの敦賀発電所を先駆者といたしまして、電力会社がこれに続く実用規模の軽水型原子力発電所を相ついで建設してきておりますが、その嚆矢となりますものが東電さんの福島1号機(46万KW)と私ども関西電力の美浜1号機(34万KW)でございます。この両ユニットともすでに発電を行っております。

電力各社ではこれらのユニットに続いてさらに9ユニット、合計出力で約580KWの原子力発電所が建設中ないしは建設着手の段階にございます。

私はこれらの軽水型原子力発電所のうち、美浜1号機における建設と運転の経験を中心として、さらに関西電力がこれに続いて建設中および申請中の各発電所の計画などについて若干お話しさせて頂きたいと存じます。

〔わが国最初のPWR〕

美浜発電所1, 2号機はPWR(加圧水型)を採用しておりまして、この型につきましては私どもが日本で初めての経験をいたしたことになります。

原電さんのBWR(沸騰水型)の方は、その前に小さいながらも原研のJPDR(1.25万KW)の経験が日本としてございましたが、私どものPWRの方は、いきなり34万KWという実用規模のものの建設にかかりましたのでいささかとまどったこともございましたが、やはり同種の軽水炉でございますので、半年ほど先行されました敦賀発電所の貴重な経験を私どもの方に種々お教え頂き、大変便宜を得させて頂いて今日に至っております。

〔美浜1号機の工程〕

すでにご承知の通りと存じますが、原電さんの敦賀発電所が福井県敦賀半島先端の東側にありますのに対して、美浜発電所はその半島の西側にございます。

関西電力としては昭和37年頃からこの発電所の建設準備を開始いたしました。昭

和38年には福井県ならびに地元美浜町の絶大なご協力によりまして、丹生地区の北から南へ伸びております半島部分の約14万坪の土地を取得することができました。このあたりは若狭湾国定公園に含まれた風光明媚なところでありまして、老松など自然景観を損なわぬようにしながら近代的な原子力発電所を建設することをひとつの目標に致して参りました。

昭和41年の春には炉型をPWRに決め、またメーカーとしては初装荷燃料を含めて1次系の主契約者に米国のウエスチングハウス社を、2次系の主契約者に三菱原子力工業を内定いたしました。そして直ちに原子炉設置のため安全審査の申請を行ない、同年12月その許可を頂きますと同時に正式着工となりました。

その後48ヶ月の建設工程を経まして、昨年11月には通産省のご認可によりまして正式運転開始の運びとなりました。

第1図は昭和41年春以降の建設工事工程の概要を示すものでございますが、ご覧の通り設計には約33ヶ月、機器の製作には約35ヶ月、格納容器と主要建物の建設に約22ヶ月、機器据付と配管配線に約10.5ヶ月、タービン発電機据付に約16ヶ月をそれぞれ要しており、一方試運転期間についてはタービンおよび補機類のテストを含むコールドおよびホット・ファンクション・テストに5ヶ月、出力上昇試験に4ヶ月で計9ヶ月を要しております。

48ヶ月の建設期間は諸外国におきます例と比較いたしましてもかなり短い記録であるということができようかと思えます。

なお順序が若干相前後しますが、現地での本格工事に先立って、半島内の山の一部切り崩しと海面の埋め立て、ならびに整地工事、さらに建設現場に至る資材運搬用道路となるべき丹生大橋の架橋などが行なわれました。

〔美浜1号機の概要〕

美浜1号機の設備仕様の概要につきましては第1表をご参照下さい。

実際のプラントの配置を全景写真についてご説明しますと、左手は2号機の建設のかなり進んだ状態を示しておりますが、右手前の円筒状のものが1号機の格納容器のアンユラシールド、その奥の建物がタービン建屋、さらにその奥の建屋が屋内開閉所でありまして、取水口はこの開閉所の左側、放水口はここでは一寸見えませんが格納容器の遙か右手にございます。そして格納容器に隣接した背の低い建物が原子炉補助建屋でございます。

〔美浜1号機設計の特徴〕

次に美浜1号機の設計上の特徴について簡単に触れてみますと、

- (1) 最初にこれも皆様ご承知の通り、PWRではBWRと異り1次系と2次系が完全に分離されておりますため、2次系の方は全く放射能の心配なしに設計できる訳でありまして、この点は設計・建設上楽であります。
- (2) しかし蒸気発生器を余分に必要とする点や、原子炉の制御をホウ酸水で行なっているなど余分の設備が付け加わっており、この点ではプラントの設備が複雑になっております。
- (3) 美浜1号機はわが国で初めてのPWRプラントでもありますので、その発注に当たっては、努めて実証済の技術を取り入れるという見地から、米国で先行しておりましたギネー発電所(44万KW)をモデルプラントといたしました。特に安全基準については、米国原子力委員会がPWRプラントに適用したものは建設開始後においても採り入れるという方針で進めて参りました。
- (4) 特に耐震設計については重要な建物はすべて岩盤に直接支持した構造とし、地震応力の算出には構造体基盤に0.3Gの地震波を加えた場合の動的解析によりました。
- (5) また重大事故、仮想事故時の対策として、高圧硼酸水注入のためアキュムレータを追加設置しましたが、格納容器内にもチャコールフィルタを設けております。
- (6) それからこれは安全とは関係ございませんが、夏季の冷却水の温度上昇時のことを考慮しまして、復水器の真空が水銀柱63mm、メーカーアップ率が3%の場合でも定格出力が出せるように設計をしております。
- (7) さらに40～100%の負荷の範囲なら、10%程度の急な負荷変化にもプラントが応じられ、一方最低連続運転の周波数は5.85Hzとして計画してございます。
- (8) またタービンは高圧と低圧ケーシングとの間に湿分分離器を備え、設計熱効率は約34%となっております。
- (9) また所内電力の比率は約6%(設計値、実績は約5%)と従来の火力に比べ高い数値となっておりますが、これは1次冷却材ポンプの容量の大きいことや、火力発電所にはない化学体積制御系など補機設備に電力を要するためであります。

〔美浜1号機の建設状況〕

次に美浜1号機建設の現場状況をスライドによりまして若干ご紹介したいと存じます。

(紙面の都合により収録写真はその一部のみ)

昭和42年から43年初めにかけては格納容器の組立てが行なわれ、43年4月には第1回の耐圧試験が行なわれました。

その後格納容器には仮の開口部を設け、ここから機材を搬入することにいたしました。さらにタービン建屋の工事が進みますと同時に格納容器のアニュラスシールド部分も下部よりでき上って参りました。

昭和42年の秋には発電所入口、丹生大橋のたもとに一般見学者のためのPRセンターを作りましたが幸いご好評を頂いております。

昭和44年に入りまして建設も最盛期を迎えました。

発電機、タービン、原子炉圧力容器、蒸気発生器なども次々と入荷し、その据付けが開始されました。

一方44年の夏には中央制御室もかなりでき上り、27.5万Vの受電が始まりました。

格納容器も44年春には、その外部のアニュラスシールドが完成いたしました。

また取水口の工事も44年6月には完成しております。

さらに44年から45年にかけて米国で製作された燃料が青色に塗られた鋼製コンテナに入れられて海路はるばる神戸へ到着、さらに陸上輸送で搬入されました。

〔美浜1号機の試運転・営業運転〕

第2図には試運転から営業運転に至る工程を詳細に示しております。

機器据付の完了した美浜1号機の試運転としては、コールド・ファンクション・テストすなわち冷態機能試験が昨年2月10日から144日間、ホット・ファンクション・テストが4月19日から25日間行なわれました。

一方燃料装荷は昨年7月4日から5日間かけて行ない、7月29日には初臨界に達し、8月上旬には試送電に成功いたしました。

初発電後逐次出力を上昇させ、その間、物理テスト、負荷遮断テスト、計器の較正、一部機器の手直し、連続定格負荷試験などを経まして11月28日、待望の営業運転開始に漕ぎつけることができました。

11月15日から5日間行なわれた受取試験では、熱効率でメーカー保証値を0.4%上まわる好成績を上げました。またタービン発電機の定格は34万KWでございますが一時的には35万9,000KWの最高出力を記録しております。

なお11月28日営業運転に入って以来、今年1月末まで順調な運転を続け、1月末現在で積算約7億7,000万kWhの発電を行ない、営業運転開始以来の利用率は約92%

に達しております。なお2月から3月初めにかけて、機器の点検と一部改修工事のため運転を計画的に停止いたしました。現在は再び順調に運転を継続し、一昨年3月15日までの発生電力量は8億4,400万kWhに達しております。

〔建設・試運転を通しての感想〕

以上美浜1号機の建設工事の概要を駆け足でご説明しましたが、全般的に申しましてメーカーさんならびに各方面の絶大なご協力と幸運に恵まれてプラントの完成に到達できたものと考えられます。

特に日本は米国に較べて地震の問題がございますので、耐震設計上余分の仕事ができ、工程の遅れも生じたことは事実であります。その後のスピードアップでこれを回復することができました。

プラントの設備全体につきましては、原子力発電所の現在の段階ではとかく原子炉など1次系主機にのみ力が注がれ、補機系統の方がおろそかになるという嫌いがあり、両者のアンバランスが目立ちます。一例としてPWRでは原子炉の制御に硼酸水を用いておりますが、補機面での設計が主機のレベルに十分合っていない憾みがあり、補機の運転に若干不便を感じております。

PWRプラントの負荷追従特性につきましては火力よりは遙かに良いものと思われ、送電線事故時でも所内単独運転の可能性は十分期待できると考えております。これは予期して生じたことではございませんが1号機運転直後に送電線トリップ事故が発生し、その際、10数分間、所内単独運転に成功いたしておりますことを申し添えておきます。

〔放射能安全管理〕

発電所周辺の放射能の監視については、ただ今吉岡さんからもお話がございました通り、私どもの方でも発電所内外で厳重な管理をしておりますが、今までのところ運転開始後の放射能測定値で有意な増加は全く見られておらず、安全に運転が継続されているものと考えている次第でございます。

なおこれらの測定値の分析は福井県原子力環境放射能測定技術会議で行っており、その結果は福井県原子力環境安全管理協議会から公表されることになっております。

〔美浜2号機以降の関電の計画〕

以上、美浜1号機のことを中心にお話し申し上げましたが、関西電力としては、この1号機に隣接して2号機(50万kW)、さらに高浜地点では1、2号機(共に62.6万kW)を建設中であり、さらに大飯地点にも2ユニット(各々117.5万kW)の同時建設を計画

し、現在設置許可の申請中であります。いずれもPWR型であります。ユニット出力は順次増加しており、特に大飯では格納容器にアイスコンデンサを採用するなど最新技術の導入が考慮されております。各プラントの概要につきましては第2表をご参照下さい。

〔結 び〕

私ども電力会社の当事者といたしましては先ほどからの皆様のお話にも出ておりますように、原子力発電の開発推進こそわが国の今後のエネルギー確保と環境保全の両方の目的に最も適した方策であることを自覚し、なお一層の研さんを重ねまして、安全にして有効な原子力発電所の建設・運転に精進いたしたいと考えておりますので、今後とも皆様方のご指導を頂きますようお願いいたしまして私の発表を終らせて頂きます。

ご清聴ありがとうございました。

[第1表] 美浜発電所1号機仕様概要

機 器 名 称	項 目	仕 様
原 子 炉	形 式 熱 出 力 燃 料 制 御 方 式 台 数	加圧水型 軽水炉 1,031 低濃縮二酸化ウラン (初装荷 2.9%, 約 40 トン) 制御棒および化学制御 1
	回 路 数 蒸 気 発 生 量 圧 力・平 均 温 度 主 要 機 器	2 1,014 × 2 157 kg/cm ² , 308℃ 冷却材ポンプ 2 台 加 圧 器 1 台 蒸 気 発 生 器 2 台
格 納 容 器	形 式 寸 法 台 数	円筒形アニュラスシールド付 内径 3.34, 全高 6.65 1
汽 機	形 式 出 力 回 転 数 蒸 気 条 件 台 数	横置串型 2 卓室再熱再生式 340 1,800 55 kg/cm ² , 270℃ 1
	形 式 定 格 容 量 力 率 周 波 数 台 数	3 相回転界磁型 (水素内部冷却) 400 85 60 1
主 変 圧 器	容 量 電 圧 台 数	MVA 370 KV 1 次 17, 2 次 275 1

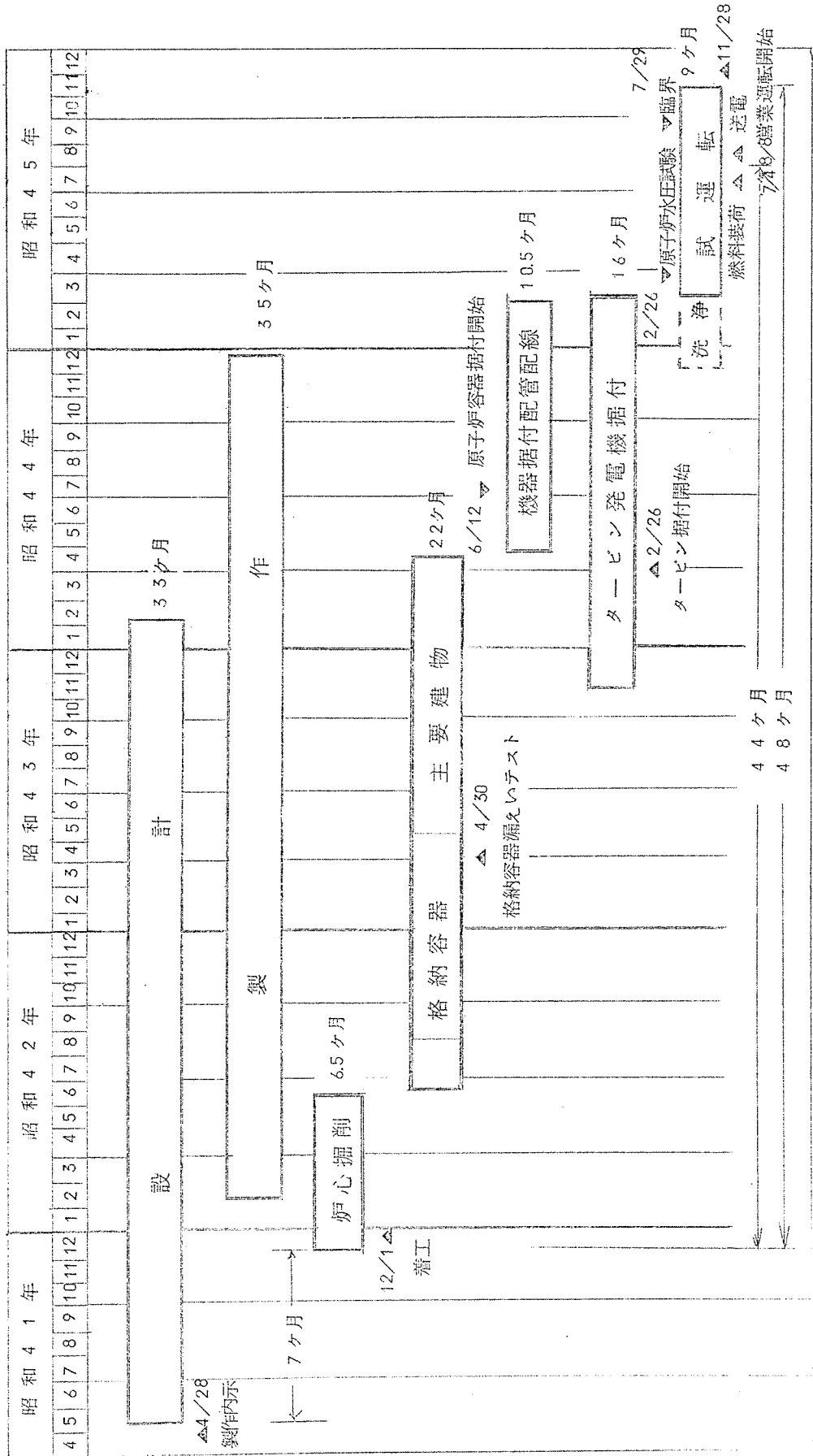
〔第2表〕 関西電力の原子力発電所主要設備比較表

機器名称	項目		美浜1号機	美浜2号機	高浜1,2号機	大飯1,2号機
	形式	出力 燃料				
原子炉	加圧水型軽水炉	1,031 MW 濃縮度(初装荷) 2.9% 装荷重量約 40 t	同左 1,456 同左 装荷重量約 48 t	同左 2,440 濃縮度(初装荷) 2.8% 装荷重量約 71 t	同左 3,423 濃縮度(初装荷) 2.6% 装荷重量約 87 t	
一次回路	回路数 蒸気発生量	2 1,014 × 2 t/h	同左 1,429 × 2	3 1,600 × 3	4 1,700 × 4	
格納容器	寸法	内径 33.4 全高 66.5 m	内径 36.5 全高 68.0	内径 38.4 全高 81.0	内径 37 全高 52	
汽機	出力 蒸気条件	340 MW 55 kg/cm ² , 270°C	500 55 kg/cm ² , 269°C	826 52 kg/cm ² , 266°C	1,175 56 kg/cm ² , 271°C	
発電機	冷却方法 定格容量 力率	水素内部冷却 400 MVA 85%	同左 560 90	同左 920 同左	同左 1,300 同左	

参考資料

〔第1図〕 美浜1号機 建設工事工程表

昭和45年11月28日



4 4.1 2.1 5 開始 2 2 5 日間

〔第2図〕 美浜1号機試運転経過

昭和45年11月28日

一次系統フラッシング

4 5. 2.1 0 開始 1 4 4 日間

冷態機能試験

25日間

温態機能試験

16日間

格納容器(CV)
耐圧漏えい率試験

5日間

燃料装荷

7日間

零出力
物理試験

14日間

受取試験
全出力試験

CV内ME20C冷却用
海水管漏えい修理
抽出系統弁LCV
465取付方向修理

7日間 2日間

冷却材流量計配管修理,
CVCS配管修理補強

CVCS系統弁
V84溶接部修理

冷却材温度計取替調整,
核計装調整, CVCS封
水系統弁V86溶接部
修理

CVCS元々ん系統弁
V42溶接部修理

主蒸気仮ストレーナ取外し,
冷却材系統弁パッキング
取替, 冷却材フィルタ取替

核計装
検出器取替

再速度トリップ
再調整 炉内温度計
冷却材温度計校正

CVCS元々ん系統弁
V70溶接部修理

CV内再循環ファンME20A, B,
C, Dモータ冷却用海水管取替

6日間 4日間 2日間 1日間 2日間 9日間 1日間 1日間 3日間 11日間 1日間

タービン
1,800回転
5.10

286℃

臨界初併列送電

7.29 8.5 8.8

核加熱実施

全出力

10.31

営業運転開始

11.28

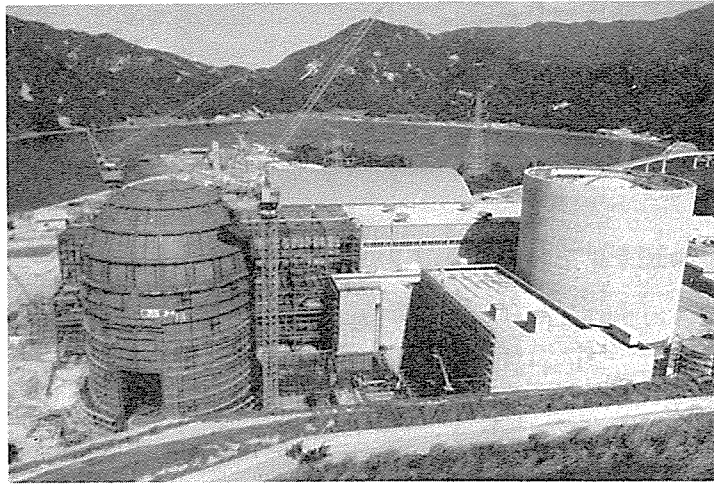
(1,031MWt)

主
冷
却
材
温
度
(TAVG)
℃

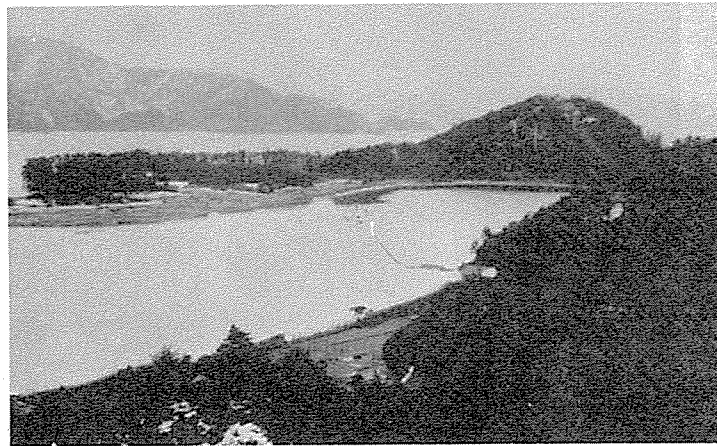
原
子
炉
出
力
%

4 月 5 月 6 月 7 月 8 月 9 月 10 月 11 月 12 月

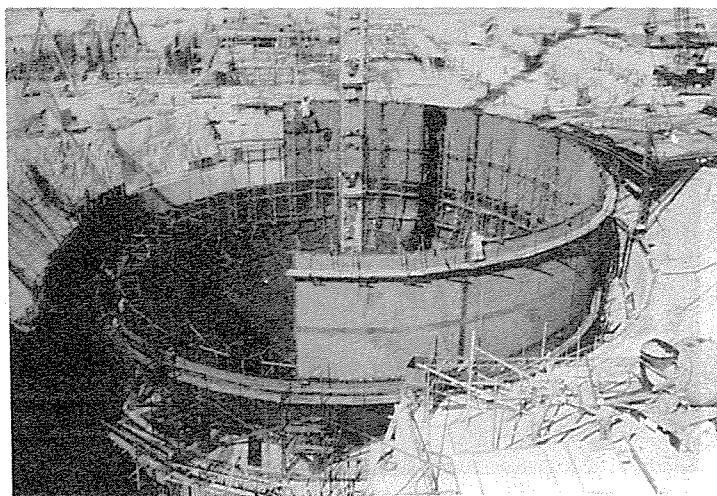
昭和45年



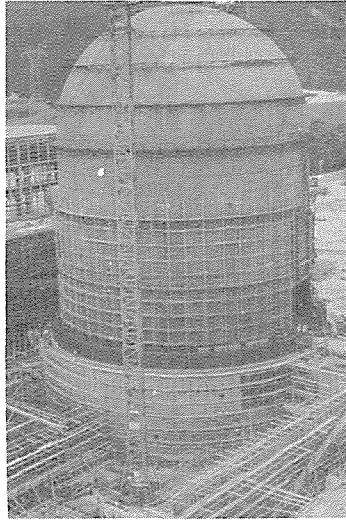
〔写真1〕 美浜発電所全景（昭和44年10月現在）



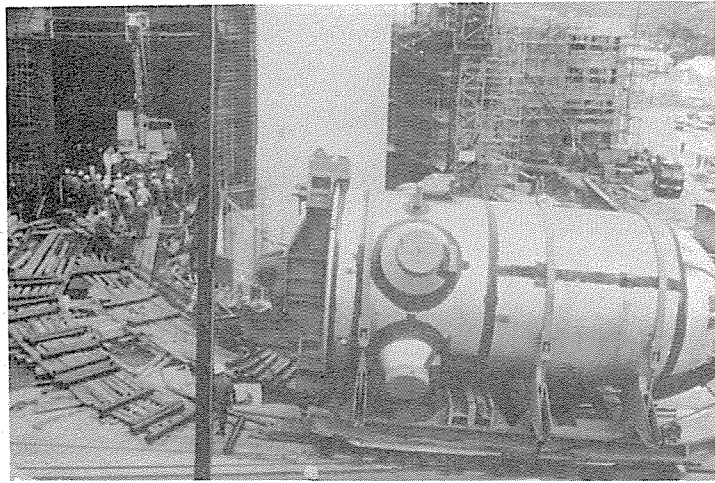
〔写真2〕 美浜地点（39年2月）



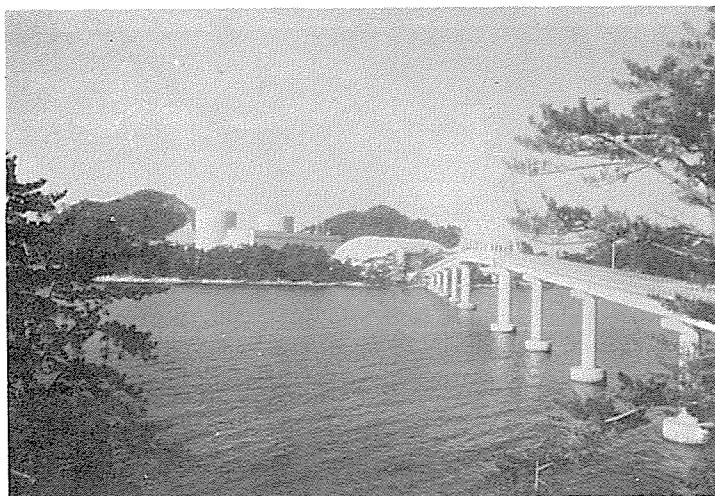
〔写真3〕 美浜#1 コンテナ組立（42年9月）



〔写真4〕 美浜[#]1 コンテナ（43年7月末）



〔写真5〕 美浜[#]1 R V 搬入（44年6月）



〔写真6〕 完成した美浜1号機

議長　　どうもありがとうございました。それでは4人の方のご発表が終わりましたのでこの次に、コメンテーターを加えまして意見の交換を行ないたいと存じます。

(暫 時 休 憩)

議長　　それではただいまから再開をさせていただきます。最初に東京芝浦電気株式会社取締役の金岩芳郎さんから、建設に携わって、しかもメーカーとしていろいろな立場がございましょうから、そういった意味でコメント、あるいは先ほどの講師の先生方に対するご意見等もございましょう。そういったものをお願いしたいと思います。

なお、時間がたいへん押し迫ってまいりましたので、12時半にはこの討論会を終了したいと存じますので、簡潔なご質問なりお答えということにさせていただきたいと思っております。どうぞお願いいたします。

金 岩　　金岩でございます。コメンテーターとしてのご指名を受けまして非常に光栄に存じます。はなはだどうも適任かどうか心もとなく思っております。

ただいま、非常にふえてまいります電力需要に対して、原子力発電所の建設及びそれに引き続く運転について経験されたまことに貴重ないろいろなお話を皆さんとともに伺ったわけで、私自身非常に感銘を深くいたしました。さらにいろいろお伺いしたいこともございますが、その前にメーカーの一員としまして、今日まで同じくこの建設の経験を踏まえながらやってまいりました者として、所感を一言述べさせていただきたいと思っております。

わが国では、ただいま吉岡さん伊藤さんからお話がありましたように、実用の1号機は実証済みの外国のメーカーを契約者として導入されました。その一部の装置で、外国からもってくるのが非常に困難なもの、あるいは不利なものの下請の製作、あるいは現地の工事を、われわれ国内メーカーが担当する、参加させていただく機会を得たわけでございます。

もっと具体的に申し上げますれば、ご存じのとおり、東芝としましてはBWR型の敦賀、続いていまでも完成間近い福島1号につきまして、日立さんと一緒にGEの下請による工事でありましたし、また、先ほどお話のありましたPWRの型についての美浜につきましては三菱さんがご協力なさいました。

一方、この軽水炉、それからプラント全体のシステム技術及びそのキーコンポーネントの製作につきましては、私どもは米国のメーカーと技術契約をいたしました。

しかし、これらのプラントの建設に参加しまして、非常にいろいろ苦勞もいたしましたけれども、こんな技術契約だけではとても得られないような非常に貴重な経験と資料の蓄積ができました次第でございます。

まず、機械の製作では、原子力機器として非常にきびしいいろいろ規格規制がございますので、それらのものを満足するために、まず素材の入手、あるいは検査、その工作方法、いろいろなそういった点につきまして特に重要な部門につきましては、本番に入る前に、あるいは場合によっては下請の国産ということを進めてもらうためにも、いろいろな種類の予備試験をやったり、あるいは大規模な、相当の試作もやっております、それで本番の製作をいたしました次第です。

その品物を納めるまでに、いろいろまた国内では官庁検査もございました。担当の官庁の方々にもいろいろご指導を賜ったわけでございますが、私どもの場合、これらの下請の場合には発注者であるGEの詳細な検査も受けたわけでございます。

検査は、いろいろございますけれども、まず製品の信頼性につきましては、つくるもつくる者の自身が十分な自信を持ち得るものをつくるということが最も肝心かと思うのでございます。しかし、これらの製作の過程におきまして、私どもはこの品質管理、についてはアメリカでその前にはジェットエンジン、あるいは最近ではアポロ等に適用されておると同じような考え方の品質管理方式を実務に触れて学びましたし、また、それを取り入れて実行してまいりました次第です。

近年は、さらに品質管理、あるいはクォリティアシュアランスということがやかましくいわれるようになってきております。また、最も必要なことだと思っておりますけれども、これらを実行する点では日本人は非常に勤勉でありますし、また、なかなかこまかい神経を使う性質をもっておりますので、これらの技術による製品は決してよそにまさるとも劣らないものであると私は確信している次第でございます。

また、このたびの経験によりまして、いろいろな新しい規格、それから検査方式で仕事をやり、また新しい製品、それからいままでやらなかった工事、配管、配線を含めまして、これらの経験によってどれぐらいのマンパワーがかかるか、どういうときにどのようなピークが変わっていくかということ、あるいは管理をどのようにしなければいけないかということをお自分のものにすることができたのでございますし、また、特に火力

と異なりまして、火力よりもさらに建築工事との組み合わせが非常に密接でございます。これらについても新しい経験をしたわけでございます。

われわれ、いま、その下請の仕事から、それから一緒にやる協力の受注、さらに発展しまして、幸いにメイン・コントラクターとしての仕事にも入ってきておる次第でございます。それで、これらの過程によってシステム設計のチェックの方法だとか、外人設計の問題、技術者養成、工場の整備ということも織り込みまして非常にいい経験を積み上げてきていると思っている次第でございます。

これらについてはもちろん私ども自身だけでございませんで、協力していただいている材料メーカーの方、あるいは部品を担当していただく方、その他の非常なバックアップのもとにここまで進んできたのだと思います。

今後はさらにこの質と同時に、わが国の原子力発電も非常に活発になってきております。作業量と工事量を育成をするということとをさらにわれわれは努力しなければいけない点かと存する次第でございます。

時間もございませんで、あまりおしゃべりを長くしても迷惑でございますので、続きましてアレンジされましたディスカッションのためと思ひまして、若干質問をさせていただきたいと思うのであります。

エバスコのライクリーさんにお伺いしたいのでございますけれども、米国では非常に多くの建設が行なわれておりますが、初めに立てられました建設計画がいろいろな理由で、先ほども話が出ておりますが、規模の追加、その他がございました。結果としては完成がおくれているように伺っております。エバスコさんは、プラントデザイン、あるいはサイトのエンジニアリングを担当されておりますので、何かこの建設期間を、スケジュールを短くするアイデア、あるいは特別な技術的な手段、テクニックを何かおもちか、あるいは今後考えておられたらお聞かせ願えればと思ひ次第でございます。

いろいろ質問を出して、時間の点は議長さんに調節していただきたいと思ひます。

2番目に、アルトファーターさんにお伺いしたいのでございますが、西独でも非常にこの原子力のほうへの規制についてやかましく言っている。アメリカでやられるほかに、さらに加えるような話も先ほどもございましたのですが、わが国ではご承知のように、安全を検査するために官庁検査というのがございますが、何か西独のほうではそういうものをどのようにしてやっておられるか、私自身が知らないものですからお伺いしたいと思ひましたのです。

もう一つ、先ほどの話にも出ましたように、この軽水炉におきまして、アメリカで行なわれておる設計構造と異なった新しいデザインを取り入れておられる点をいろいろ伺ってまいりましたが、そういったものの性能を実証などにどういう方法をおとりになっておられるか、それをお伺いしたいと思います。

吉岡常務さん、それから伊藤専務さんにはいろいろお伺いしたいこともございますので、すけれども、非常に記録的な、建設を外国に比べて非常に短い期間で完成なさいました。さらに短くし得るようなお考えがおありかどうか、お気づきの点があるかどうか、また、こういった問題についてどの程度プライオリティーを置いておくべきとお考えかをお伺いしたいと思います。

なお、最後に、いろいろメーカーに対して先ほどもお話が若干出でございましたように、一言督励の意味もありましてこういうことを要求したいのだということをお聞かせ願いたいと思います。

議長 ありがとうございます。ただいま金岩さんからお話のございました最初の問題、これはライクリーさんに対する質問ですので、お答えを願います。

ライクリー 三番目の点といたしましては、ニュークリアシステムのデザインをするということでもあります。それによってファブ리케이션のおくれを防ぐということが、また、設置のおくれを防ぐということが考えられます。

四番目の点といたしましては、できるだけよい計画を得るということ、マニファクチャリングを容易にさせるということでもあります。それによりまして機器及び部品が正しく製造され、非常に経験的な規格がきびしいクォーリティデザインスタンダードにちゃんと入るようにするということでもあります。

五番目の点といたしましては、非常によいそして独立をしたクォーリティコンプライアンスを使うということでもあります。それによって独立した品質検査をするということでもあります。すなわち、独立にするということによりまして、クォーリティ検査をしている間に全部のプロセスを待つということがないようにするということでもあります。

六番目といたしましては、政府の規制についてでありますけれども、例えば、運転の免許が必要になるときは、すぐに政府ができるだけ迅速に措置をとるということが必要であります。

以上この6点であります。

議長 どうもありがとうございました。アルトファーターさんへ2つの問題がございましたのでお願いします。

アルトファーター まず第一の問題、ドイツにおきます検査の問題でありますが、これの答えは確かに私どもは非常によい検査機構を西ドイツでもっております。統一機構によりまして、西ドイツ全体に対して働きをもっているのでありまして、これがスーパーパイザリーのオーガナイゼーションといたしまして独立した機構をもっているのでありますが、それぞれの地方の機関がライセンスを与えます際に、この機構のテクニカルなアドバイザーをもらって実際の検査をするのであります。

この検査は西ドイツにおきまして非常によく発展しておりまして、成功裏に実際に働いておりまして、いろいろな生産所の建設に対して使われているわけであります。

第二の質問につきまして、私どもが個々のデザインをアクセプトするかどうか、これらのデザインはクラファージュニオンとかその関係会社によって開発されたものでありますが、それらを受け入れるかどうかに関しましては2つのデザインのグループがありまして、それぞれに対しまして影響を与えられますけれども、2つが非常に大きな影響力をもっております。それらはよりよいオペラビリティをもつものに対するデザインフィーチャーであります。

それから、プラントの放射線汚染をできるだけ防ぐという装置であります。これらの特長は、一つのサンプルを使ってご説明できると思います。燃料取換機構は機械的に、そしてまた別の方法によりまして自動化されましてリフュエリングを行っております。これによりまして、時間を節約してリフュエリングを行なうことができっております。

一つのフェル元素が、PWRのハンドリングタイムは、先ほどの写真に示しましたように、リフュエリングピットがリアクターピットのすぐ下にあります。そしてこれはフェル元素が非常に早く入りまして、約10分ほどでリアクターコアからピットに入り、またそこに戻るといふ、両方とも10分しかかからないわけでありませう。

私はまたオブリッヒ・ハイム発電所におきまして一つのサンプルを示しましたが、これは最近の燃料取替ピットにおきましてネット・リフュエリング・タイムが約10か

ら12日間しかかかりませんでした。これは非常によい数字でありますけれども、オーバーハンドケースの場合には、ライクリーさんがアメリカの原子力発電所の場合に申し上げたような数値になっているわけでありまして、アウトージタイムはオーベルタイムにおきましては、全部で6週間でありました。

もう一つの例は、ローカルシールドングであります。補助プラント地区に関するものであります。個々のシールドがパイプワークに対して与えられまして、またオペレーターやいろいろなバルブに対しましてははっきりと示されているわけでありまして、さらにいろいろなコントロールそれから計装機器などが非常に高度化されたドイツのユーティリティスタンダードにもよってつくられています。

第三のデザインフィーチャーといたしましては、安全フィーチャーがありますが、これはユーティリティーの部門には属しません。これは私どもの免許を認可する機関のほうからくるものであります。アトミックエナジーセーフティコミッションという委員会がありまして、これが原子炉の安全性を、また、技術的なことに関しましてはTVBという機関がそれを決めているのであります。

そして、私はレクチャーにおきましていろいろな点をご説明いたしましたので、これについては省略をさせていただきたいと思っております。

議長 ありがとうございます。金岩さん、いまのご答弁でよろしゅうございますか。

それではその次、先ほどご質問ございました工期をさらに将来短縮できるのか。これは日本の将来の原子力の資本費がたいへん高いので、建設期間を早くするという事は、かなり仕上がりの資本費を押えるという点もございましょうが、いかがでございましょう。それについて伊藤さんからお答えをいただきます。

伊藤 お答え申し上げます。私どもといたしましては、今後原子力発電所の工程をできるだけ短縮をしていきたいと思っておりますし、そうしなければならないと考えております。したがって、美浜の発電所の経験から考えまして、現実にはどういう困難があったかということでございますが、第一は良好な原子炉の基盤の選定の問題でございます。

原電さんも同じことだったと思いますが、一部補強をしなければならないような問題もございまして、これが第一です。

第二番は、耐震設計の問題でございます。いかなる方法で設計するか。それから、設

計に伴いまして構造物の機器の設計変更に伴う工程上のおくれの問題でございます。

第三番は、アメリカの安全基準にできるだけフォローしていくための設計の変更によるおくれの問題。

第四番は、アメリカにおきますストライキによる影響のおくれ。

五番目は、入ってきました品物に、クォーリティコントロールに貧弱な面がかなりあったということでございます。

それから、据付け工程におきましては、不馴れなものでございますから、スケジュールの立て方にいろいろ手違いがあったということと、もう一つは、マンパワーを必要なときに集中できるかどうかということございまして、これは特にPWRのほうはステンレス系の溶接が非常に多くございます。今後ともステンレス系統の溶接工の養成をいたしまして、短期間に集中できるということが非常に必要だと思っております。

重要な点は以上のような点ございまして、お聞きいただきましたように、このような問題は今後の努力によって相当改善できる可能性のある因子が相当多いと思っておりますので、今後設計の標準化、それから特に国産化が進んでまいると思っておりますので、国産メーカーさんにおきます高度の品質管理の向上、工程管理の向上、並びに優秀なデザインエンジニアなどの養成、あわせましていま申しました特に優秀な溶接工の養成ということを努力していただきましたら、現在非常に短縮の可能性はあると考えておりまして、ぜひその方向にご努力をお願いしたいと思っております。

議長 どうもありがとうございました。もっと締められる、かようなお考えのようでございますが、よろしゅうございますか。

それでは、吉岡さんをお願いしたいのですが、何か建設工事・運転を通じて私どもに与えることばがあればというお話でございましたね。

吉岡 いままで、先ほどの講演でも触れましたし、いま皆さん方からもご発言があったことですけれども、簡単に申し上げますと、安全かつ信頼性のある原子力発電所を所定の工程に完成をするということに最善を尽くしてもらいたい、それに尽きると思っております。

しかし、そのためには皆さんもおっしゃったように、まず機器装置の品質管理を従来のプラントよりも一そう厳重にしていきたい。つまり、一般のプラントよりも一けたぐらい上げた比重にしてやってもらいたいということと、メーカーのほうでもこの発

電所の運転者の立場に立って、運転保守が容易に行なえるようなプラントの設計上のくふうをしていただきたい。

これは、原子力発電所が放射線下の作業を伴うものでありますから、特に申し上げたい点でございます。

最後に日本のメーカーさんに申し上げるわけですが、すべての機器装置が信頼性のある姿で、りっぱに国産できるように、この上のご努力をお願いしたい、これだけ申し上げたいと思います。

議長 たいへんきびしいお話がございましたけれども、金岩さん、よろしゅうございますか。なお、時間が少々ございます。外国からせっかくいらしたお二人に、ライクリーさんか、あるいはアルトファーターさん、何かご質問ございませんでしょうか。

ライクリー 世界のほかの建築労働者と比較して、日本の建築労働者の生産性が上がるというの、どういう理由でしょうか。

議長 これはライクリーさんのこのご質問ですが、日本の建設メーカーについてでございますが、どなたかお答えいただけますか。

吉岡 では、まず日本の労働者が非常に勤勉で、非常に技術的にいいのであるということがあります。

第二に、日本の労働組合の組織が、アメリカの場合と違っておりまして、企業単位で組織されております。

それで、原子力発電所の建設のように、いろいろな職種の仕事が同じ場所に同時に行なえる場合、その組織の長所が非常に発揮されて、迅速かつフレキシブルに仕事が進めることができたということであろうと思います。この点はアメリカのレーバーユニオンが職別に分かれておったり、地方別に分かれておって、その辺の有機的な、合理的な運営が防げられてくるのではないかと想像するのです。

議長 よろしゅうございますか。

大体時間がまいりましたようでございますので、先ほどから長時間のいろいろお話を

ちょうだいいたしまして、その中で私どもが経験いたしましたと申しますか、日本で3つの発電所、あるいはその前のものを加えますと4つになりますか、こういった建設並びに運転の経験というのは、ほんとうに経験の序の口であると感じられます。いろいろな問題が指摘されました。単に大きな目玉商品であるリアクターとかタービン発電機というものでなくて、配管とか、とんでもない小さいところにもいろいろな問題が起こるということで、今後は安全性の確立と信頼度の向上ということがまずまっ先に大事だと思います。

それにはこういった建設並びに運転の経験をお互いに話し合っ、そして、再びそういった失敗のないようにすることこそ新しい時代の勝利といいますか、原子力発電所を立派に育て上げることではないか、かように存じますので、今日おいでになりました講師の先生方にもたいへんどうも貴重なご意見をちょうだいいたしました。

なお、長時間にわたりましてご清聴ありがとうございました。

国際シンポジウムー2

ウ ラ ン 濃 縮 問 題

議 長 松 根 宗 一 氏 日本原子力産業会議副会長

国際シンポジウムー 2

ウ ラ ン 濃 縮 問 題

議 長

松 根 宗 一 氏 日本原子力産業会議副会長

発 表 者

(発 言 順)

S.R. サビアリー氏 アメリカ原子力委員会オークリッジ運営事務所長
D.G. エイブリー氏 イギリス原子力公社生産グループ計画管理部長
M.A. ベッカー氏 フランス原子力庁産業計画担当理事
一本松 珠 璣 氏 日本原子力発電協会会長

コメンテーター

(発 言 順)

M. ボ ガ ー ト 氏 ウルトラセントリフュージ・ネザーランド社理事長
P. ユリネック・フィンク氏 ウラニット社常務理事
山 田 太 三 郎 氏 原子力委員会委員
村 田 浩 氏 日本原子力研究所副理事長
今 井 美 材 氏 動力炉・核燃料開発事業団副理事長

議長(松根) ただいまご紹介いただきました原子力産業会議の副会長の松根でございます。

第4回の日本原子力産業会議の年次大会の討議を飾りますこの濃縮ウランの問題に関して、国際シンポジウムの議長をつとめさせていただきますことは、たいへんに光栄に存じます次第でございます。

これから約4時間半に近い時間でございますが、皆さまのご協力によりまして、このセッションの意義が十分、有益になりますよう努力したいと思います。よろしくお願い申し上げます。

このウラン濃縮問題が、原子力発電にとりまして、きわめて重要な問題でございますことは、いまさら申し上げるまでもないことではございますが、このテーマは、いままで広い世界的な規模において、自由闊達に、しかも公に論議されます機会、おそらくこ

れが初めてではないかと存じます。

今度の年次大会に原産としまして、このシンポジウムの企画をいたしましたときに、こういう従来の経緯からしまして、はたしてこの問題が国内的にどれだけの関心をもたれるだろうか、また海外に対してどれだけの関心をもたれるだろうか、あるいはまたそれに伴いまして、海外からどれだけご参加願えるだろうかということにつきまして、実は心配しておったのでございますが、ふたをあけてみますと、皆さまごらんのとおり、非常にこの問題について、国内の関心が高まりまして、過去3回の年次大会にみられないような熱心な雰囲気が出てまいっておるのに、実は当事者として驚いておるわけでございます。

特にこの問題につきまして、海外からも多数の専門の方がご参加いただきまして、遠路わが国においでいただいて、いろいろ有益なお話を伺いますことができますことは非常に感謝にたえない次第でございます。

おそらくこの問題は、世界的にエネルギーの問題についての先行きの懸念と申しますか特に日本につきましては、石油問題を中心にしたエネルギーの危機感が非常にいま出てきておりますだけに、こういう質の問題についての国民的な関心が出てまいったのだろうと想像をしております。

このウラン濃縮問題につきましては、世界的な需給からみまして、現存する濃縮工場以外に新しい次の工場、あるいはその次の工場、どのようにしてこの工場をつくっていくかという問題が、具体的に申しますと問題になるわけでございます。これは、この時期、量、あるいはそれに必要な技術、こういうものが具体的に実現する時期等の問題もあると思いますが、それらの点も含めて、世界的に関係者の特に大きな関心を呼んでいることでございます。

今日、このような観点から、内外の権威者専門家の方々から、いろいろな角度からの話を承りまして、皆さんとご一緒に大いに考える機会を得ましたことは、非常に主催者としても欣快にたえない次第でございます。

前置きはこのぐらいにしまして、このシンポジウムの進め方について、簡単でございますが、ご説明を申し上げます。

まず、キーノートの発表につきまして、アメリカのサピアリーさん、イギリスのエイブリーさん、フランスのベッカーさん、日本から一本松さん、オランダのボガートさん以上5人の方をお願いをしたいと存じております。

お断り申しておきますが、オランダのボガードさんは、プログラムにはコメンテーターとしてお願いしておりましたが、予定を変更しまして、キーノートの発表者に加わっていただくことにしましたことをご了解願いたいと思います。

以上、申し上げました5人の方の発表は、あとのディスカッションの基礎になるものでございます。これが終了しましたところで、大体3時50分ごろになると思いますが、10分間休憩をしまして、この会場の模様替えをしたいと思っております。そのあとは、西ドイツのユリネック・フィンクさん、日本の山田さん、村田さん、今井さんという順序で、キーノートの発表者に対する独自のコメントをいただきたいと思っております。なお、そのあと40分ぐらいの余裕がございますので、全員によりますディスカッションをその時間にあてたいと思っております。

会場からのご質問につきましては、先ほど事務局から申し上げましたように、事務局にお出しただいて、それをここで発表をするようにしたいと思っております。

なおできますれば、最後の10分間ぐらいで議長の私として、全体の取りまとめについてのいろいろの項目について、幾つかやってみたいと考えております。

大体、この会議の進行の予定は以上のとおりでございます。

キーノートの発表をされる発表者の1番手としまして、アメリカの原子力委員会のサピアリーさんをご紹介します。同氏の経歴につきましては、きのうもご紹介しましたとおりでございますので、この際、省略しますが、今回、原産からシーボーク委員長に、しかるべき方のご派遣をお願いしましたところ、この重要なテーマのために、即座に白羽の矢を立てられた方でございます。濃縮につきましては百科辞典のようなお方でございます。それでは、ミスター・エンリッチメント、どうぞお願いします。

サピアリー 日本原子力産業会議の皆さま、ご来賓の皆さま、月曜日の私の話は、米国におけるウラン濃縮の現状報告でありました。私は、これらの意見をごく簡単にまとめまして、それから補足的な説明をしたいと思っております。すなわちそれは、当然、起こってくるであろうような質問に対する答えという形で補足したいと思うのです。その質問とは、なぜウランを濃縮するのにガス拡散を採用するのかということでもあります。

米国原子力委員会は、これまで25年以上の経験を積んでおります。すなわちガス拡散によって濃縮ウランを生産することに25年の経験をもっているわけでありまして、3つの工場の運転経験からいって、このガス拡散法が効果的で、柔軟性のあるものであり

これからいろいろ工程の開発や改良計画を続けることによってさらに改善できるということがわかっております。

われわれは、現在のところ、3つの拡散工場をもっておりまして、全投下資本額は23億ドルであります。その濃縮能力は、1年当たりの分離作業量にして1万7,000メトリックトンユニットであります。そして全出力で運転いたしますと6,100メガワットでオペレートすることができます。しかし、現在は全体の能力の40%だけで運転しております。しかしながら、われわれの電力供給契約が修正されて、分離作業に対する需要が高まるにつれて、電力を計画的にリストアすることができるようになりました。さらに世界的な原子力の成長が予想されますことから、これからさらに濃縮能力を加えていかなければならないという必要のあるということがわかりました。

われわれはこの能力を拡大するための長期計画を進めております。それはまず現存するプラントから始まります。そしてそれを改善し、出力増強をすることによって行なわれることになっております。

最初のプログラムのコストとしては、大体7億5,000万ドルぐらいかゝり、来たる6年から7年ぐらいにわたって改善が行なわれるのでありましょう。そして来たるこの6、7年の間に能力は50%ぐらい上がるのでありましょう。そのユニットコストは新しいプラントを建設する場合より安くなるものとわれわれは考えております。改良プログラムの次に更に濃縮能力の増大が要求される場合には新しいカスケードを現在の敷地あるいは新しい敷地につけ加えることができると思います。私は、現在の敷地に建設する方が経済的にも、それからまたスケジュールの点からも利点があると考えております。

濃縮ウランを使用する諸国は、国際協定のワクの中で、契約に基づきまして、ウラン濃縮サービスを受けることができます。

濃縮が始まりましたのは1969年の1月1日からでありました。それ以来、われわれは全部で57の契約をしております。これには国内のもの、それと同様に海外の顧客カスタマーも含んでおります。ドル額に換算しますと、分離作業がどれくらいこの契約で行なわれたかといいますと、約35億ドルにものぼっております。日本の会社は、このわれわれのビジネスに対して、かなりのポーションで参加しております。そして長期的な契約を約6つ日本はもっておりまして、全体で4億ドルの額にのぼっております。

また、そのほかにいろいろな重要な政策問題について皆さんは疑問を御持ちでありましょう。私は、それについて完全な答えをするわけにはいきません。しかしながら私

が信じておりますのは、要求がはっきりしていて、明確なコミットメントを、十分前もって行なえば、必要な能力が供給されるでありましようということです。

皆さんは現在の運転プログラム、それから新しい短期的な拡大計画がガス拡散法にのみよっているのはなぜかと不思議に思われるかもしれません。私は、この補足的な説明で、なぜかを御説明したいと思います。

われわれは常にガス拡散法がいいと思っていたわけではありません。しかしながら、経験がわれわれに教えたところによりますと、このプロセスには多くの利点があるということです。少なくともわが国においてはそうでありまして、また経験とノーハウに照し合わせても、絶体に有利なものだと思っております。

今日、もっている考え方は、1940年の考え方とは比べものにならないほど変わっております。たとえば例としてお示ししたいのですが、1940年の11月にコロンビア大学の物理学者であったジョン・ダニング博士は、ウランに関する大統領諮問委員会に対して1万8,000ドルぐらいのお金を使って、ガス拡散法を開発すべきだといいました。その計画では、6,000ドルで満足いく隔膜をつくるということ、5,500ドルでポンプをつくるということ、6,500ドルで完全な分離システム設計し15段から25段程度の小さなカスケードのプロトタイプをつくり、さらにウランをUF₆に転換するための物理的、化学的開発をするということでした。また600ドルほど使いまして、マススペクトロメーターをつくるということも提案していました。ところがその結果どうなったと思いますか。彼の提案は却下されてしまって、かわりに4万ドルをかけて、ガス遠心分離法をとるとの提案がよしとされたのであります。

アメリカではウランの同位体を分離するためのガス遠心分離法に関する初期的な仕事はバージニア大学とコロンビア大学で行なわれました。J・W・ビーム博士と彼のグループは、バージニア大学におきまして、連続的にフィードして稼働をする機械で、同位体の分離に成功しました。ウエスチングハウス電機会社は成功裏に機械的なデベロップメントをすることができましたし、スタンダードオイルデベロップメント会社もパイロットプラントを建設しました。

しかしながら、ここで、この初期的な作業におきまして、いろいろなむずかしいことが起こりました。それはおもにデザインが非常に複雑であったということ、耐久力の材料が得られなかったということによってきたものであります。

それと同時にそのほかのプロセスを利用した工場の建設作業が始まりました。それは

電磁法、熱拡散法、ガス拡散法を使うものであります。

電磁法が、まず最初に大型の分離工場のために選ばれました。これは、オークリッジに建てられまして、約2万2000人の労働者がここで働きました。大規模のということここで使いましたけれども、これは、工場の総体的な大きさをいっているのではありません。濃縮ウランの生産量でいっているではありません。この濃縮ウランの量でいいましたならば、これは大規模などということからはほど遠いものであります。電磁法を使ったのは、単にそれが使えるということからでありまして、それはまことにめんどろで非能率的なものであります。この工程はフィード中のU-235の濃度をわずかながら増加すると非常に改善されるということがわかりました。

それから、ある程度の経験が熱拡散法についても得られました。その当時電磁フィードの濃度を大体1.5%ぐらいまで高めるのが理想的であると考えられました。そして90日ぐらいで2,142のコラムの熱拡散プラントがオークリッジに建設されました。このプラントでは、1平方インチプレッシャー当たり1,000ポンドの蒸気を必要とし蒸気の漏れもひどかったために、金属性の音やほかの影響がありまして労働者の聴力に悪い影響を与えるという結果に終わってしまいました。このプロセスは使えるけれどもやっとのことで使えるというわけで、最も非能率的なものであります。

そうするうちに、ガス拡散法の研究が進歩しました。われわれは、このプロセスによる最初のプラントを、1945年に稼動されました。気体の流量が急にふえることや、その他の変動が、U-235の濃度を乱すのではないかという心配は全くないということがわかりました。一たん運転パラメーターをきめますと、プロセスはすぐに安定化しました。またこのプロセスは非常にフレキシブルであり、フィードの組成、フィード量、廃棄濃度、製品流量を変えろという意味では非常に柔軟性をもって、いいものだということがわかりました。そして生産量及びほかの経済性も、ガス拡散法がほかの電磁法、熱拡散法及びガス拡散法に比べてよいものであることが判明しましたので、これらの方法に関する作業はすべてやめることになったわけです。

このようにしまして、約4分の1世紀ほどの成功裏にわたる経験を、ガス拡散につきまして、アメリカで積むことができるようになったわけです。そしてわれわれの全分離能力は現在、このプロセスを使って行なわれております。急激な開発及びテストプログラムがガス拡散方法について、アメリカにおきまして行なわれております。これは、1940年代の初期から行なわれているものであります。その結果、オークリッジにある

オリジナルのK 2 5 及びK 2 7 ビルディングのあとに建てられたものは、すべて設計が改善されたものであります。

これらの改良をされたことの結果としまして、第2世代のプラントの費用、コストは20億ドル以下になっております。これは、初めのガス拡散工場技術を使って、能力増大を同じほどはかるという場合にかかったであろう60億ドルに比べて、非常に大きな軽減であります。

第2世代工場建設後の開発計画が非常に進展しまして第2世代工場に設置された隔膜とコンプレッサーの多くも取りかえるか、あるいは改善されまして、それにかかった費用は、第2世代工場の建設に続く9年間で2億ドルに達しました。

こういうことをしました結果、かなりの分離能力の上昇をみることもできましたし、能率の向上をはかることもできました。われわれはそれ以来、さらにテクノロジーの改善をはかっております。その結果今では新しい機器の改善及び出力増強計画が可能となりました。ガス拡散コンプレックスの開発計画をたてた初期には、われわれは、それをできるだけシンプルで、実用的なものとするとし、そのために生じる理論的な不利益は大規模化によりそれを補うことを決めました。この原則は、1956年に完成されました第2世代の工場に至りますまでずっと徹底しております。

最初のビルディング、K 2 5、K 2 7が運転されました初期においてはオークリッジのガス拡散工場に1万1,000人の労働者が働いておりました。それ以来自動化が導入されまして、三つの主要な建設が増加しているのに労働者の数は10分の1ほどに減らすことができました。現在は、3つのガス拡散工場の現場に働いている労働者の数はそれぞれ1,000人程度で済んでおります。

われわれは、ガス拡散法をより効率的にするつもりであります。その一方、ほかの潜在的に経済的なプロセスに興味をもつことをやめるつもりもありません。原子力委員会の研究部門は、遠心分離法のプロセスの研究を、1953年に再開しております。小規模のリサーチプログラムがバージニア大学で1955年に始まっております。そしてガス遠心分離法の機械的な開発を行なっております。

米国の原子力委員会は、1960年にガス遠心分離法研究開発計画を拡大しました。しかし、それ以来得られた実験結果を確認し、多くの部品のコスト、信頼性及び耐用年数が決定されてこそ、意味ある評価ができるのであります。

ガス遠心分離法がガス拡散法よりも世界的に大きな興味を呼んでいる理由は理解でき

ることです。というのは、ガス遠心分離法は、分離作業のユニット当たりの電力がたいへん少量で済みますし、分離率もかなり大きく、またガス拡散法に比べまして、在庫のホールドアップも非常に少なく済むものであります。

他方、大型のガス拡散だんカスケードは、それを一つ使うだけで、多くのガス遠心分離機の分離作業と同じ量の分離作業をすることができます。またガス拡散法では動く部品が少なく、信頼性が高いことも知られています。

潜在的な長所及び短所の性質を考慮に入れますと、ガス遠心分離法に関して、来たる数年間になし遂げられるであろう業績、あるいはいろいろな研究開発は、このプロセスを将来どの程度まで応用できるか、特に大型分離工場に応用できるかどうかを決定する上で、最も重要であるといえるでしょう。

どうもありがとうございました。

議長 たいへんありがとうございました。昨日に続いて、たいへん興味のあるお話、まことに重ねてお礼を申し上げます。

次は、イギリスのエイブリーさんであります。同氏は、イギリス原子力委員会のケーブンハーストの濃縮工場はえ抜きのお方ございまして、一時、アメリカのワシントンのAEAの代表部の長としてもおられた関係上、濃縮そのものとこれに関する国際間の諸問題両面における権威者でございます。エイブリーさん、それではお願いします。

エイブリー まず最初に、非常にご好意あふれるご紹介のことばに感謝したいと思います。

英国における原子力プログラムは、これから大体、日本と同じようなスケールによって、これからの10年から15年間伸びようとしております。この増加は、燃料の面の増加にも関係してございまして、特にこれは日本の場合と似ております。日本と同じように、英国は濃縮ウランの需要増加の問題をかかえているからであります。

イギリスの原子力公社は、ガス拡散工場を過去15年間運営してまいりました。最近改良を加えまして、ケーブンハーストの工場は、AGR発電所の需要に見合うものを生産することができるのであります。しかしながら、将来につきましては、これから1つの選択をして、今後もすでに確立した技術に依存していくか、また新しいガス遠心分離プロセスを開発するほうに依存するかをきめなければならないのであります。

私は、きょうの午後に、これからいかにして英国がガス遠心分離プロセスを選ぶよう

になったか、そしてそれについての要因をお話ししたいと思います。そして最後に、私は、ヨーロッパの国々との合同計画のアウトラインをお話しして、結論としたいと思っています。

イギリス原子力公社の拡散工場は、1953年に軍需生産のために操業を開始しました。しかし当時、50年代初期の技術は限られておりましたし、またプログラムは早急を要しましたので、この開発と工場の建設は非常に急がされたわけでありまして、運転費用を高めても、より早く建設しなければならなくなったのであります。

たとえば前の段から入ってくるガスを隔膜に送り込むために、各段ごとに1個のコンプレッサーを使用しました。これにより開発と設計の作業量が少なくて済み、非常に簡単なパンプなプレッシャーコントロールシステムの使用が可能となりました。軽いフラクションと重いフラクションに対しまして別々のコンプレッサーを使ったりデュアルエントリーコンプレッサーを使いますと、開発により時間がかかりましたでしょうが、運転はより経済的になったでしょう。この結果、そしてプラントのまたスケールも比較的小さかったことから、英国の最初の工場の電力消費効率(消費電力単位当たりの分離作業であらわす)は、米国の大規模な工場の場合よりもずうっと小さかったのであります。

しかし、1960年に濃縮ウラン炉が英国の第2の原子プログラムでつくられる可能性があるということを考えまして、ケープンハーストで仕事を始めました。これは、拡散工場の最大段の設計を改良して濃縮度が1.5%から4%程度の動力炉用濃縮ウランの生産量を増大し経済性を改善しようとしたものです。

1962年の終りに、英国の軍用ストックパイル用生産はなくなりまして、もう完全に民間用に使用されるようになりました。

1965年にAGRのプログラムが決定されまして、政府は実行に移すために必要な予算を計上をしたのであります。

改良プラントは、1970年に最終的に完成しまして、いまフルオペレーションをしておりますが、そのキャパシティは1年の分離作業が約400トンに達するほどであります。

この主要な設計変更としましては、従来は、全てのガスを隔膜に送っていたものを、隔膜が拡散した軽い分子の流れのみを上段に送ることとし、新しいコンプレッサーを追加してそれは拡散しない重い分子を下段に送るようにしたのであります。プレッシャーコントロールシステム、隔膜、プロセス・ガスパイプやバルブも新しいものに変えら

れておりました。改良されましたステージは、少量の電力消費量の増加に対しまして、分離作業を2倍にしております。

最初のスライドをおみせします。(スライド1)

(スライド説明)

これが示しておりますのは、コンプレッサーの位置が変わったことでありまして、大きな段がこの2・3年変わってきました際にコンプレッサーの位置が変わったのであります。左側のコンプレッサーは初めのアレンジメントでありまして、これは軽量のものであります。そして右側のをみていただきますと、新しいほうは、ヘビーフラクションのコンプレッサーがそれに新しくつけ加えられたのであります。次のスライドをみせてください。

これは、ケープンハースト・プラントを全体図としてみたところでありまして、約1キロメートルほどの距離をもっております。次のスライドをお願いします。

これは、プラントの内部の図でありましてプラントのリンクスをみたところでありまして、パイピングがいろいろな段を結びつけているのがみえると思います。次のスライドをお願いします。

これは、プラントの内部を違ったほうからみたところでありまして、これはプラントを縦にみたところでありまして、カスケードは、いわゆるベイと呼ばれるやり方に並べてありますがこのベイの2つをみたところでありまして、これは建物の中側にありまして、正しい温度の調整をするようになっております。あかりをつけてください。

新しい大きなスループットコンプレッサーをつけましたより大きな段の設計が1965年に始まりまして、これによりまして、プラントが将来拡大することができるようになりました。コンプレッサー及び段の詳細設計の問題のほかに、段の分離規模(マス・フロー及び分離係数の産物)を最適化することに努力が傾注されました。

この際にはすでにカスケードの中にある段のサイズだけではなくて、将来の生産の伸びも考慮しなければならないのであります。私どもの最新の設計概念をあらわし、また年間2,000から5,000トンの分離作業能力のプラントの最大段に使用されるのに適したプロトタイプのコンプレッサーが現在建設されておまして、その設計性能テストの結果は非常に良好であることが認められております。

ガス遠心分離法に關します作業は、ガス拡散工場の開発と並行して行なわれてまいりました。英国におきまして、ガス遠心分離法に興味が払われた時代もありました。

これは、ガス拡散と同じほど古い歴史をもっているのです。しかし当時、ガス遠心分離機に対して、人々が興味を失いましたのは、その頃考えられた遠心分離機ではとてもガス拡散法ほどの性能をもたないということがわかったときであります。

しかしながら、また50年代の終わりに、ケープンハースト研究所におきまして、作業が開始されました。当初、この研究作業は、回転力学の研究及び、分離性能の最適化のための実験的機械の開発に集中していたわけであります。それからプログラムが進展しまして、物質の特性を調べたり、また高速で長時間運転に適した機器の開発及び評価がされるようになったのであります。さらにプラントの使用に適したようなベアリングシステムの開発にも関心が寄せられました。

これらのプログラムから、1つの遠心分離機の設計が1964年から65年の間に出てまいりまして、これは経済的な遠心分離法による濃縮工場のための基本的な遠心分離機として適していることがわかったのであります。この遠心分離機は分離性能が非常に高く、デザインは比較的簡単なものであります。消費電力につきましては典型的なガス拡散プラントの段の場合よりも1けたほど低いものであります。

このガス遠心分離機がほんとうに経済的な分離機であるかどうかを判断するためにはその寿命とコストをみなければならなかったのであります。その結果耐久力テスト用機械が、1965年に設置され機械の信頼性と寿命が調べられたのであります。そして機器と材料の長期挙動が調べられました。最初の機械が設置されましたのは、1966年で、それ以来、作動が続いております。遠心分離法に関します仕事の進捗状況は、もちろん継続的に検討されまして、ガス拡散プロセスにこれがかかり得る力をもっているかどうか定期的に査定されたのであります。1968年までに明らかになってまいりましたのは、これからの英国の経済条件に照らし合わせると、遠心分離法が米国原子力委員会の価格と比べて、競争力のあるものを出し得るとということがわかったのであります。

それゆえ、遠心力分離法に作業を集中する決定が行なわれまして、遠心分離法開発計画は拡大したのであります。耐久力テスト装置も拡大されまして、何百年の機械年にあたるほどの作動経験を私どもはもってきているのであります。

最近、同じ基本設計の機械を使った実験的なカスケードが研究所で作動しておりますが、理論的な予測を裏づけてきております。

エンジニアリングサイドから申しますと、マスマプロダクションに適した機械が設計されま

して、必要な製造技術も開発されてきております。

また同時に遠心分離機製造工場自体に関する詳細設計作業及びその他のコンポーネントに関する設計作業が進行中であります。生産用設計に基づく機械を使った大型原型カスケードが2月以来成功裏に運転しておりまして、大きなカスケードが典型的な生産条件下においてどのように作動するかがみられているのであります。

関連プラントと機械自体は実際にパイロットプラントとして使われる前のエンジニアリング面の立証試験の最終段階にあります。次のスライドをお願いします。

(スライド説明)

あまり写真の写りがよくないのですけれども、ここに遠心分離機開発作業の絵があります。これは、最初の耐久力テスト装置でありまして、両側に遠心分離機が乗せてあります。これは、いままで6年間作動中の機械であります。次のスライドをお願いします。

これらは試験装置のバンクでありまして、遠心分離機の機器を高速でテストするものであります。運転条件にシミュレートした場合のものであります。次のスライドをお願いします。

これは、機器のあるものでUF6 とその他のサービスを実験機器に送るためのものであります。次のスライドをお願いします。

これは、機械工場のものでありまして、ここで遠心分離機がつくられるのであります。あかりをつけてください。

英国原子力公社が、ウラン濃縮の規模を非常に大きく拡大する場合には、遠心分離法のほうがよいという結論に達したわけでありましてけれども、これは、そう簡単に結論されたものではありませんで、多くのファクターが考えられたのであります。

この場合に、基本的には商業的な観点に立って査定が行なわれたのでありますが、3つの重要な問題がここで出てまいります。まず第1に、このシステムが長期的にどれくらいの技術的可能性をもつかどうかということです。第2に、消費電力のために支払わねばならぬ価格であります。第3に、世界の価格水準をきめる大手供給者に対して、競争しつつ拡大する需要の中で利潤をあげるかかどうかという点であります。

システムの長期可能性につきまして、拡散工場は、すでにもう立証をされています。確立された技術をもっているわけでありまして。現在の時点からフルスケールのプラントまでもっていくまでには幾つかの問題がありますけれども、これらはプロトタイプ以上の点にいとすると、必ず出てくる問題であります。しかし遠心分離法

の技術におきましては、同じような状態になりますのは1973年ごろでありまして、その頃初めてプロタイプのプラントが操業開始となるわけでありまして。このときまでには遠心分離機のメーカーの経験ももっと多くなってまいりますし、また原型カスケードや耐久力テスト設備がずうっと作動をしていることになりますので、もっとこの面に関する経験も多くなるでございましょう。

さらに将来米国の予測数値に匹敵するだけの拡散工場を建てるとし、そしてこの場合に消費電力とかその他の商業的な要因に関する問題を考えないとしても、米国が非常に大きな供給者である限りその他のこの業界に入ってくる人々が得る利幅は、その時に米国内のプラントを運営する人々が受け入れる条件によって左右されるでございましょう。しかも米国よりも高い電力及び資本費を帳消しにする程秀れた技術を開発できる可能性があるかどうかは非常な問題であります。

私どもが、いままで追求してまいりました拡散工場に関する技術に立ちますと、米国が将来の工場として示しているものと同じようなものはつくれると思っております。また、私どもの開発プログラムにより、さらに改良の余地のあることも判明しております。しかし、この領域における開発は、すでにもう全世界におきまして、何百万ポンドの投資をされて30年近くの長年の研究がなされてきたことを考えますと、私どもはいまや学習曲線の上限に近づいてきていると考えるのであります。ですから、ここで抜本的な概念が出されない限り、改良がなされる点は比較的小さいとしかいえないでございましょう。

しかし遠心分離機に関しましては、この概念は拡散プラントと同じぐらい古い歴史をもっているのでありますけれども、実質的な投資が行なわれ始めましたのは最近であります。たとえば遠心分離機の運転寿命に関しましては、何年もの年が経過しなければわからないのでありますけれども、まだはっきりとした答えを得るほどの研究年月はたっていないのであります。しかし、現在得られております寿命に関する経験及び故障機械の研究、コンポーネントの加速応力テストの結果によりまして、単位生産量当たりの費用に対して決定的な影響力をもっているのは遠心分離機の寿命以外のものであることがわかっております。

広範な研究が行なわれました結果、この最終的な改良の可能性は非常に大きいということがわかっております。研究はいろいろな資材、機械、工場設計に関して、また建設方法に関して行なわれたのであります。

拡散工場の予想よりもコストが安くなる幾つかの可能性がみえてまいりましたし、また

全く新しい概念で非常に多量に費用を削減する道もみえてきております。幾つかの可能な代案がたくさんありますので、そのうちの1つか2つが必ず成功をするであろうという自信を私どもに与えるのであります。

第2の大きな要因で、拡散工場と遠心分離工場との選択に関係してくるのは、技術に関係しているものではなくて、電力の価格であります。電力の費用は、拡散工場の分離作業コストの2分の1弱になります。遠心分離工場の場合には約10分の1であります。そして将来の電力費のことを考えますと、この2つのシステムのうちでどちらかを選ぶかは明らかになってまいります。長期的に考えますと、工業的に先進しました国におきまして、原子力発電がやがては行なわれ電力費が同じになるから問題はないというかもしれないけれども、少なくとも当分の間は、米国原子力委員会はどこよりも安い電力を使用できるのであります。また少なくともヨーロッパにおきましては最近火力発電、即ち石油、石炭によります発電の費用は非常に上がってきてまいりますし、また、中東の石油の値上がりによりまして、この傾向はさらに強まっております。電力業者は石油、石炭、核燃料からの発電費用を考えなければなりません。そしてまた家庭用、産業用の使用者に配給する際のコストをも考えなければならないのであります。電力業者は価格政策により、最新型発電所から出てくる電力を大口産業利用者に特別の安い価格で供給することも可能ですし、また全ての利用者に平等に資本費を負担させることもできます。

しかし、何れにしましても、電力の価格に関しましては、キロワット時当たり数ミルしか違わないのです。拡散工場で、年間5,000トンの分離作業能力をもつものは、1,500メガワットの電力を必要とします。そのために必要な、資本投資額は、濃縮工場の投下資本額の3分の1以上すなわち5億5,000万ポンド以上になります。もし拡散工場の運営者が、普通の電力網からこれをとろうとしますと、これはあまり問題にはなっていないかもしれません。国家的な経済レベルで考えるべき問題になるでしょう。工場の運営者は、電力の価格だけを考えればいいのです。

しかし、この電力の需要は配電系統に非常に大きな負担となってまいりますので、拡散工場がピークロードのときには電源を切れるような設計になっていけば、プレミアム料金を考えることもできるでしょう。プレミアム料金は配電系統に供給できる電力量とピークロードの差によって決まるでしょう。

また、電力網の規模によってもきまってくるのであります。

拡散工場の運営者は、原子力発電所を拡散工場の運転のためにつくることができます。

まず最初に、ちょっとみますと、このような計画は非常に魅惑的にみえますけれども、両方の工場とも、100%の負荷率のときによく作動をするのでありまして、全国の配電網に結び付ける必要もないようにみえます。

しかし、ここにも幾つかの問題がありまして、拡散工場の能力は、何年かの時間をかけて増大するのでありまして、最初から全力運転に入るようなものではないわけでありまして。全投下資本額が、拡散工場のコストに組み込まれてそれが濃縮ウランの価格に取り入れられて回収されなければなりません。そうでない限り、国の配電網に結び付けなければ、余分な電力を処分できないでしょう。

また、発電所が保守や、燃料取り替えの間は停止するために濃縮工場の稼働率その間下がるのを受け入れなければ全国的な配電網から電力を補給しなければならないのであります。こういった場合の電力は高価になってまいります。

いろいろな方法を英国原子力公社は考えまして、特に、ケープンハースト拡散工場ともう1つの大きな工場に供給するためのAGR発電所を建設することも考えたのでありますけれども、全体的な利益があまりよくないということがわかり、国の配電網に結び付けることにしたわけでありまして。

私どもは、英国内に原子力発電所を建設することを考えたのでありますけれども、特に拡散工場だけのための発電所の建設を考える場合には、それが原子力であれ、または石油、石炭、水力発電であれ、私がいま述べたような幾つかの要因を考えてみなければならぬと思います。

英国におきましては電力が、キロワット時当たり、8ミル以下で得られる時代はこないと思います。たぶんキロワット時当たり10ミルぐらいの高さにまでになると思います。これらの数値で低いほうでも米国の予測よりも、キロワット時当たり3ミルの違いを出しております。としますと1キログラムの分離作業当たり、7ドルから8ドル高くなることとなりますので、よほど技術的な改良がなされない限り、またはよほど小さな利幅を認めない限り、とても商業的に競争出来るようなサービスはできないのであります。

第3の大きな要因としまして考えなければならないのは、全体的な商業的環境であります。原価と価格との間の真のバランスに注意しなければなりません。そうして濃縮業者は、何年もの間、自分たちよりもっと大きな米国の工場の能力によって決められたフレーム・ワークの中で仕事をしなければならないのであります。

その他の業界でも同じでありますけれども、濃縮工場を建設する場合には製品の価格の中に含まれる全ての要因を考慮してその計画がどの程度の将来性をもっているかを判断しなければなりません。

この問題を非常に簡単に経済的に分析いたしますと、幾つかの見のがされている点が出てくるのであります。今日、これらの要因をこまかく話すことはできませんけれども、この中で最も重要なのは電力費でありまして、これについてはすでにお話しいたしました。

研究開発の費用の回収につきましては、これからのウラン濃縮研究にこれが大きな問題となってまいりまして、もし政府の助成金が与えられないならば、問題になるわけがあります。しかし、この2つのシステムのどちらをとるかということに関しまして、政府の助成はあまり大きな問題ではありません。借入金及び資本のコストは、英国では非常に高いわけでありまして、この直接的な影響といたしましては、拡散工場に有利に働きます。と申しますのは、拡散工場の資本費は全費用の $\frac{1}{3}$ だけであるのに対して、遠心分離工場の場合には、全費用の $\frac{2}{3}$ が資本費であるからです。

しかし、私が先ほど述べましたように、拡散工場に電力を供給するための資本が非常に大きな比率を占めることとなります。そして、資本費の高いところでは、発電所の資本費も高いために電力費も高くなり独自に発電所を建設しても国の配電網から電力を買うにいたしましても、どちらにしても、電力費が高くなってくるのであります。

さらに、2つのプロセスは、濃縮工場の拡大計画を詳細に検討するとでて参ります。遠心分離法は、少しずつ拡大できるという特性をもっておりますけれども、拡散工場の場合はフィード・ポイントでカスケードを1段追加いたしますと、分離作業量は1年に5～6トンも増大してしまいます。

しかし、遠心分離機に関しましては、1台の機械の生産量がキログラムのレベルではかるようなものでありますので、年間能力を僅か増加させるだけでも、機械の生産という点では規模の経済の実現を許すほど大きいものであります。そして、大工場に特有の単価当たりのコストもすぐ得られるのであります。遠心分離機以外のプラントの設備につきましても、多量に買入れることができます。従いまして将来工場が拡張されることが決っている場合にはコストは規模そのものよりも拡大の速度に大きく影響されるのです。さらに遠心分離工場は、カスケード・ユニット毎に別々に建設することが可能です。こういうふうにつくりまして、それぞれ増分をふやしましても、前のユニットの作

業が中断されることはないのであります。

ところが拡散工場におきましては、少なくとも数千トンの分離作業量のレベルまでためないと拡大はできないのでありまして、しかも工事中は必ず現存部分の作業が中断されて、ある程度の支障が出てくるのであります。

この論文の前のほうにおきまして、英国の濃縮技術についてお話しいたしました。また、私どもの選択に影響を与えました重要な要因についてもお話ししたのでありますが最後に私は、西ドイツ、オランダとともに私どもがしようとしております共同事業について少しお話ししたいと思います。

これらの国々が共同して作業をする場合の利点は明白であります。遠心分離法のプロセスは大体これらの3国におきまして同程度に達しております。ですから、その成果をプールし合って研究いたしますと、共通のゴールに達しまして、そして、共通の設計をつくることに対して、より早い進歩がみられるのであります。将来は統一した研究開発プログラムをつくり、これがコストの削減にも通じてまいるのであります。

第2に、この結果期待されますのは、もっと大きな、もっと広い機構がこの協力の結果出てまいり、これがヨーロッパ・マーケットの大きなシェアを確保し、そして世界の市場におけるシェアをも確保するだろうということです。このように事業のスケールが大きくなると遠心分離機及びその他の機器の生産規模も大きくなりまた早くなり、生産コストも下って参ります。

第3に、濃縮プログラムの統合によりまして、資本の効率的な使用が可能となります。また、各国の必要な資本量も少なくなつてまいります。調整のきかない、計画のない場合よりもずうっと資本が少なくて済むのであります。

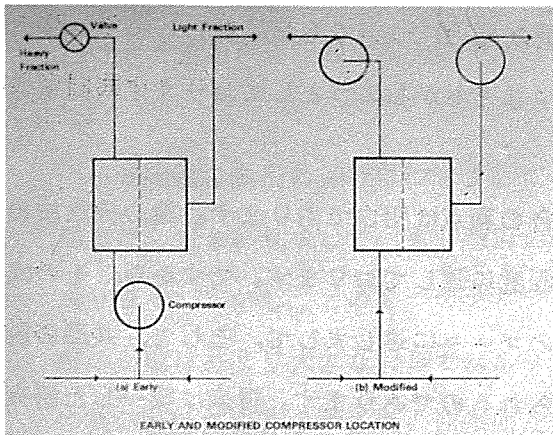
また、政治的な望みも各国にありますけれども、1969年に1つの交渉が始まりまして、1970年の3月に、英国、オランダ、西ドイツの間の協定として、遠心分離工場をつくるという計画がまとまったのであります。政府の合意は、民間の協力のワク組みをつくつたのであります。

2つの国際会社が現在形成されようとしておりまして、1つは、いままでプライム・コントラクターと呼んできたものであります。これは遠心分離工場の設計・開発・建設、そしてサプライの機能をもっております。この会社の株主は、ドイツのG N B、オランダのV C N、そして英国核燃料会社(B N F)という英国の会社であります。プライム・コントラクター・カンパニーは、西ドイツのベンスベルグに事務所をもつことに

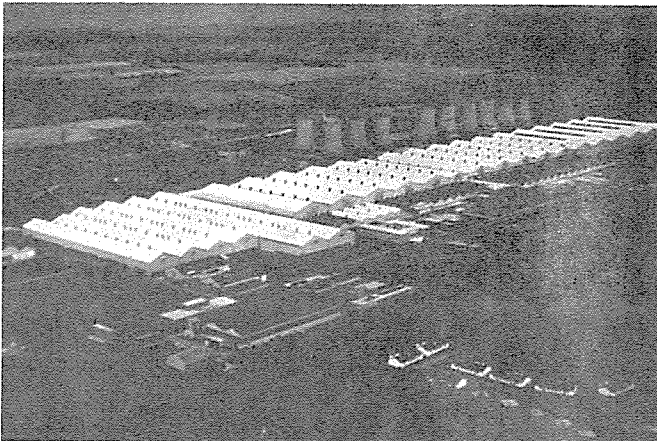
参 考 資 料

本文説明 スライド(エイブリー氏)

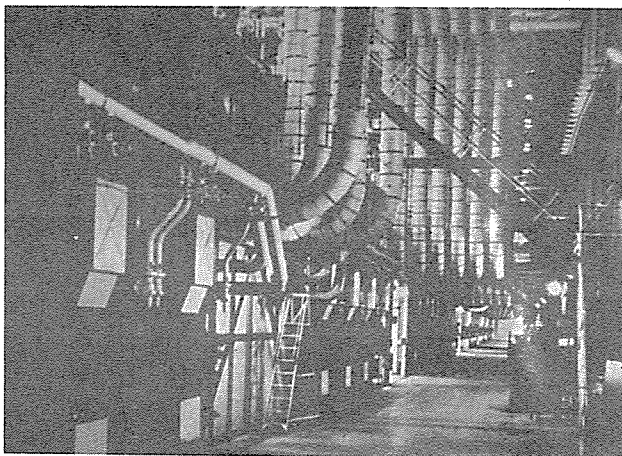
(スライドー1) コンプレッサーの新しいレイアウト



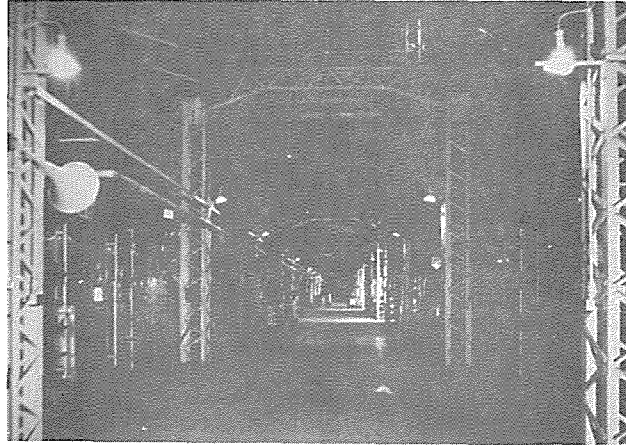
(スライドー2) ケープンハースト工場全景



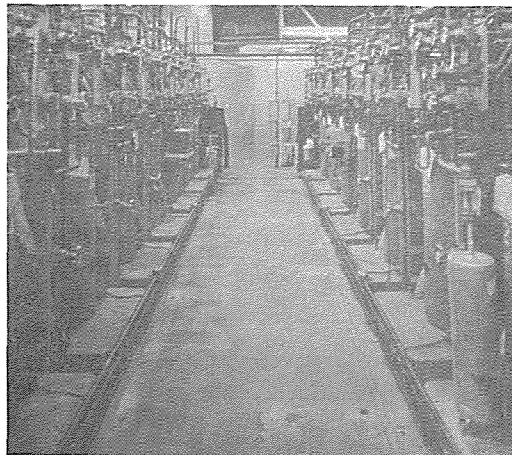
(スライドー3) ケープンハースト工場内部



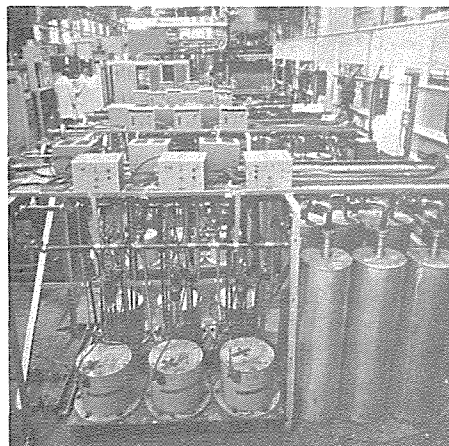
(スライドー４) 同工場内部



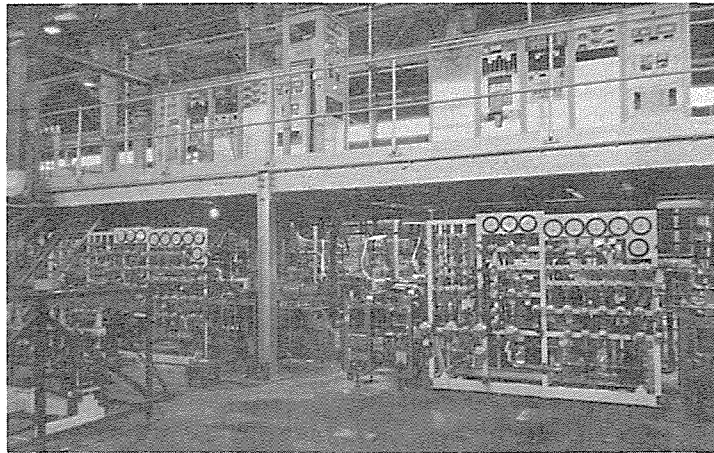
(スライドー５) 同工場耐久力テスト設備



(スライドー６) 同工場コンポーネント試験設備



(スライドー7) 同工場UF₆の供給およびその他サービス用機器



(スライドー8) 同工場遠心分離用機械製造工場内部



なりますが、この3国のデザイン能力、そして開発能力を利用することができるわけ
あります。また、いろいろな施設、そして製造経験も利用できるわけでありませ

第2の国際会社といたしましては、エンリッチメント・オーガナイゼーション、濃縮
機構がありますが、これは、オランダのUCN英国のBNFL、ドイツのユラニットが株
主として参加しております。英国に本社がありまして、英国のケーブンハースト、それから
オランダのアルメロのプラントのオペレーションに責任をもつこととなります。

私はこれまで短く、英国の遠心分離法開発計画についてお話ししてまいりました。こ
のプログラムの結果は、2つの国際会社に渡されることとなります。そして将来は、英
国の開発計画は、その他の2つの国におけると同じように、これらの2つの会社によっ
てコントロールされるのであります。

私どもはまた、ケーブンハーストで、年間分離作業の最終能力が40トンもあるような
プロトタイプ遠心分離プラントのファースト・フェイズに関する作業を始めました。
UCNのボガート教授及びユリネック・フィンク氏が、西ドイツ及びオランダにおきま
す作業についてお話をなさるとおもいます。これらの国におきます経験もこの2つの会社
に移管され、これが私どもの全体計画の一部となるのであります。

その他のプロトタイプ・プラントに関する研究も、オランダ及びドイツのデザインに
基づきまして、アルメロで作業が開始されておりますので、これから2年、3年の間に、
非常にたくさんの量のプロトタイプ・プラントに関する経験が出るでございませう。そ
してこれらは幾つものデザインにのっとったものでございませう。将来をみつめますと
まだ不確実な点は幾つかありますけれども、2つの会社が、1970年の終わりまでに大
型の遠心分離プラントを建設し、そしてそれをヨーロッパだけではなくて、世界のマー
ケットに対して濃縮ウランを売ることになるでございませう。

議長 エイブリーさん、たいへんありがとうございました。特にイギリスが今日までやられ
たガス拡散法と、これからやろうとされておる遠心分離法の両方のいきさつを、実際に
あたってのお話を伺いまして、非常に皆さん関心があったかと思ひます。まことにあり
がとうございました。

それでは次はフランスのベッカーさんをご紹介いたします。ベッカーさんは、フラン
スのCEAに入られてから、直ちにビエールラットの濃縮工場の計画に参画されまして、技術的
な検討のみならず、濃縮に関する政府と民間との調整役という重責を果たしてこられた

方でございます。現在はCEAの産業計画担当理事でございまして、原子炉、燃料物資、濃縮ウラン生産の責に当たられる方でございます。それではベッカーさん、よろしくどうぞ。

ベ ッ カ ー 議長、ご参会の皆さま、ウランの同位体分離は、動力の生産の基本的なフェイズの1つとして今後30年の間にますます重要性をますことであらうでしょう。最近の石油産業の動向をみていますと、原子力産業はこれからますます拡大していくものと思われまます。その中でも濃縮ウラン炉は、目を追って有利なものになると考えられます。

こういう条件がありますので、濃縮の問題が非常に大きな興味のあるトピックスであるということはよくわかることでもあります。濃縮は、燃料サイクルのコストの大部分を占め、技術的には非常に複雑であり、また、その開発には経費がかかり、困難なものである。さらに、現在のところでは生産が独占的に行なわれているということです。

さて、それでは需要、供給の現状はどのようなものでありましようか。濃縮ウランの需要供給の現状について申し上げたいと思います。

最初のスライドをお願いいたします。このスライドをご覧になりますと、濃縮の予測が出ております。濃縮ウランがどのようにふえるかということが出ております。これはSWUの単位で書いてあります。すなわち分離作業単位で出ております。あかりをお願いします。

いまごらんになりました数字は、フランス原子力公社(CEA)で計算したものでありますが、さらにアメリカの原子力委員会が発表いたしました数字によって確認してあります。これらの数字は、廃棄濃度を0.2%として計算してあります。また、プルトニウムの軽水炉におけるリサイクルも考慮に入っております。

他方、増殖炉の影響はここでは考慮に入れてありません。それは、1985年までは、こういった増殖炉の影響が濃縮ウランの消費に対して与える影響は、それほど大きなものではないと考えたからであります。

このような予測は常に批判を受けるものであります。特にこれらの予測が、長い、遠い将来にわたって行なわれるときには、批判も大きいものであります。しかしながら、これらの数字は、一般に受け入れられております原子力計画の予測に基づいているものであるということを強調しておきたいと思ひます。そしてこの仮定的な部分は、毎月どんどん減っていっております。と申しますのは、現実に発電所がどんどん建設され、あ

るいはそれが計画されておりますので、問題となっている不安定な部分が減少していくからであります。現在すでに建設が決定されている発電所の濃縮ウラン需要量は、大体1,200万SWUに相当します。これは、現在のアメリカの能力の $\frac{2}{3}$ に相当します。

さらに、1975年の需要は1500万SWUをこえるでありましょう。そして1980年の需要は、約4,000万SWUに近づくでありましょう。全西欧諸国の需要は、1985年で7,500万SWUぐらいになるでありましょう。

アメリカの生産能力は、いまのところCIP/CUPなしで、毎年1,700万SWUぐらいであり、CIP/CUPを盛り込んだ年間能力は2,500万SWUぐらいであります。このアメリカの生産能力は、1976年と1978年にそれぞれ飽和状態に達してしまっておりましょう。この日以降は予備生産によりストックを確保するか廃棄濃度を引き上げるかしない限り、アメリカの工場はもはやわれわれの需要を満たすことができなくなってしまいます。

しかもその場合には経済的な損失が出てまいります。しかし、いずれにしても、工場の飽和を1年以上おくらせることは不可能です。今日石油産業がかかえているような困難性を考えてみますと、この状況は改善されないと思えます。

したがって、市場が急激に成長するということがおよび現在の分離技術がどのようなものであるかということを考えて長期的な判断をしますと、ここでわれわれは、幾つかの大型プラントを1975年から85年までの間に建設しなければならないと考えざるを得ないのであります。まず最初のもは、大体1977年から79年ぐらいまでの間につくらなければならないのでありましょう。そしてここで重要なのは、一体どこに工場をつくるかということでありまして。

2番目のスライドをお願いいたします。この2番目のスライドをみていただきますとやはり数字が出ております。これは予測値であります。これは分離に対する需要であります。それが世界のどのような部分でどのような需要になっているかを分類して示してあります。あかりをお願いします。

このスライドでごらんになりましたように1985年には、アメリカ以外の西欧諸国の市場は大体全体の濃縮需要の40%ぐらいになるでありましょう。その場合には、大体の計算で、ヨーロッパで2,000万SWU、日本で1,000万それ以外のところで500万ということでありまして。このような地理的に分散して需要があるということから、疑いもなく、新しい工場を北アメリカにつくらないほうがよいということをおわ

りになると思います。

さらに電力会社及び各国の政府で、これから濃縮ウランを必要としているところでは、疑いもなく、ある程度濃縮ウランの供給源を分散させるということを望んでいると思います。そのためには、工場が地理的に分散しているほうが良いというふうに考えるであろうと思います。

こういう理由から、現実的な計画といたしましては、西欧に1つの工場をつくりまして、もう1つは、太平洋地域に供給するためにつくられるべきでありましょう。

アメリカの施設が飽和に達する時を考え、また、新しい工場をつくるために必要な時間を考えますと、最初の工場を1973年から75年くらいの間には建設することを決定し着手しなければならないということでもあります。それに加えて、こういったプロジェクトが国際的な性格をもっているということを考えてみますと、われわれは、これ以上おくれさせることなしに始めなければならないということでもあります。なぜおくれではないかといいますと、適切な国際機構をつくるためには、非常に多くの時間がかかりますので、それを考慮に入れてとにかく早く行動を起こすべきであると私は考えております。

次に、産業面での技術的レベルの問題をお話ししたいと思います。幾つかの分離方法を予測することができますけれども、それらの開発段階はひどく違っております。ガス拡散もその1つのプロセスでありまして、それはかなり産業的な経験を積んでいるという長所を、もっております。多くの大きな現存する工場はこの方法によって生産を行っております。この方法は大規模生産にも適しておりその経済性についても充分信頼をおくことができます。

ほかの可能性も開発されております。そしていまでは、いろいろな大きなプログラムがそれに従ってつくられております。これらの中には、ベッカー教授のプロセスとか、遠心分離法があります。遠心分離法については長期的には一般に大きな関心が寄せられております。しかし、一体これを産業的な規模で使えるのはいつであるかという時点に関しては、意見はまちまちのようであります。

最後にここで述べておきたいことは、南アフリカで開発されております方法についてであります。しかしながらそれに関しては、秘密主義が存在しているために事情が全然わかりません。

次に、経済的な側面について話を進めてまいりたいと思います。これらの方法の中で

ガス拡散法は、普通経済的なレファレンス・スタンダードとして使われております。というのは、現在までのところ、この方法だけが、産業的な規模で使われているからであります。

しかしながらこの方法は電力消費量が非常に高いということおよび最初のフレキシビリティがないために需要にうまく生産を合わせることがむずかしいという欠点があります。事実、電力が非常に高価な国におきましては、単位当たりの電力消費量が重要な問題になります。ガス拡散工場のような特殊な需要についても充分考慮して原子力及び在来電力の将来性について経済的検討をしてみますと多くの産業国においてもガス拡散法の採用を可能にするようにキロワット時当たりの価格を決めることができます。長期的に大量の電力を消費するということから電力費を比較的安くすることも可能でしょう。

事実、ここで忘れてはならないことは、ガス拡散法には、かなり信頼できるような電力供給源が必要だということです。これに関してわれわれが自分の経験からはっきりいえることでありますけれども、ある拡散工場の一部分又は全部を停止させても機器に対して損傷を与えることもなく、また大した損害もなく再び工場を起動させることができます。シャット・ダウンの回数だとか連続運転時間には限界がありますがこれらの阻害要因はオーバーロードを効果的に相殺するものであり、却って大きな経済的利点ともなります。すなわち、ガス拡散工場には電力が足りないときには停止できる大口電力需要家ということから特別有利な料金を適用することも可能です。

最後に、自然的条件から電力費が非常に安い世界のある区域はこの点から言っても問題なく経済的に有利であります。

また、起動時のフレキシビリティに欠けているということがガス拡散法の欠点であると一般に考えられております。しかし事実をみてみますと、この批判は、運営上のフレキシビリティを認識していないのであります。ガス拡散法は運営上のフレキシビリティに非常に富んでおります。そしてこれは、いままでアメリカの原子力委員会の3つの工場ですでに実証されていることであります。

最良の条件下で多くのパラメータを利用するためにはスタート・アップのときにオペレーション・リサーチの分野で相当のマチュリティーを必要とすることは問題ではありません。しかしながら、ここで一番重要なパラメーターというのは、建設率及び段の組み方運営上のフレキシビリティ、濃縮流及び稀釈流のリサイクリングであります。すでに600万SWUの工場に関して数学的なモデルができておりまして、どれくらいのフレキ

シビリティーが起動のときに可能であるかということがわかっております。3年間に需要が200万から600万SWUに増加する程度のものであれば、大した経済的な損失なしに、この市場の要求に対応することができるということがわかっております。1980年には毎年500万SWUぐらいつつふえていくというように世界の需要が急速に増大して行くときには大規模生産を必要とするガス拡散法は非常に長所でありまして、欠点ではないとわれわれは考えております。

現在フランスにはガス拡散法に関する開発計画が進行中でありましてそれも既に3年経過しております。その主な状況は次の通りであります。この経験は非常に成功裏に行なわれているものであります。過去5年間の負荷率は99%以上になっております。そしてこのプラントの利用から、われわれは教訓をいっぱい得ることができました。すなわち運転と保守に関して教訓を得ることができました。必要な改善を規模と質に関して加えるということに関して、われわれは次のような政策をとることにいたしました。

まず第1に、産業と共同で開発計画を実行し技術的に正しく、また、経済的にも魅力のあるような解決を得るような研究をするということです。第2に、フル・スケールのパイロット装置をつくるということです。それを使って開発をし、そして技術的な解決案をテストすることができるのです。6~800万SWUのプラントに必要な段のパイロット・ユニットがピエールラットに建設され、運転中であります。そこでは必要な基本的な機器を備えつけることになっております。即ち、実物大の拡散器、コンプレッサー、熱交換器及び補助機器などが備えつけられるということでありまして。

最後に正確な試算を行なうために得られた結果を詳細にわたる産業的な計画に変換していくということでありまして。資本投下額についてはピエールラットでの建設工事から得られた経験により工場のいろんな装置を落したりするような間違いはありません。それはその主要な機器については、プロトタイプ的设计が済み既に試験中だからです。それと同様に、このプロジェクトの基本となっているコスト試算はピエールラットの運営に参加し、この作業の難しさと限界を充分知っている産業による製造計画をも含めた完全な研究であります。

次のスライドをお願いします。これはピエールラット工場の全景であります。前面にみえておりますのは、新しい段に対する開発が行なわれているところであります。

次のスライドをお願いします。この写真はテストリング・ループであります。これはコンプレッサー用のもの。ここで熱交換器とかドラムが全部みえております。これらは

このようなテストに使われるものであります。

次のスライドをお願いします。このスライドはコンプレッサーの一部を示したものであります。このコンプレッサーは、われわれのピエルラットのループで2年ほどテストを行なっております。

次のスライドをお願いします。これはコンプレッサーそれ自体の写真であります。これがちゃんと正しい位置にある写真であります。これは、そのループの中の正しい位置に位置しているところであります。

次のスライドをお願いします。これはエレクトリック・エンジンで、コンプレッサーを駆動するものであります。

次のスライドをお願いします。これは拡散器の容器を製作しているところであります。サイズがおわかりになると思います。人間の大きさと比較していただきたいと思います。

次のスライドをお願いします。これは熱交換器の写真であります。

次のスライド。これはバルブの写真であります。これは建設中のものです。

次のスライド。これはサーキットの一部分を示しているものであります。

次のスライド。これは球型の容器でUF₆を入れるものであります。

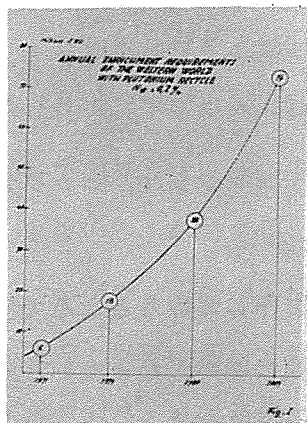
あかりをお願いします。

これらの研究に基づきまして、われわれは、ガス拡散工場のコストの面での特徴を明確な基盤のもとに何であるのかをはっきりさせることができます。フランスの技術を基にした濃縮の費用は、現在の技術に基づきまして、アメリカの数字で、1975年の技術水準と呼ばれておりますその数字に近いものになっております。

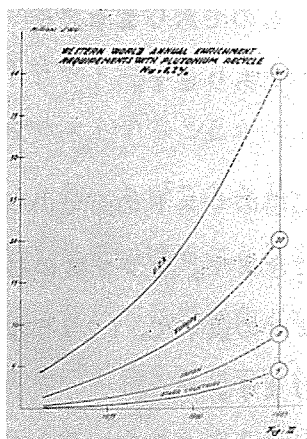
参考資料

本文説明 スライド(ベッカー氏)

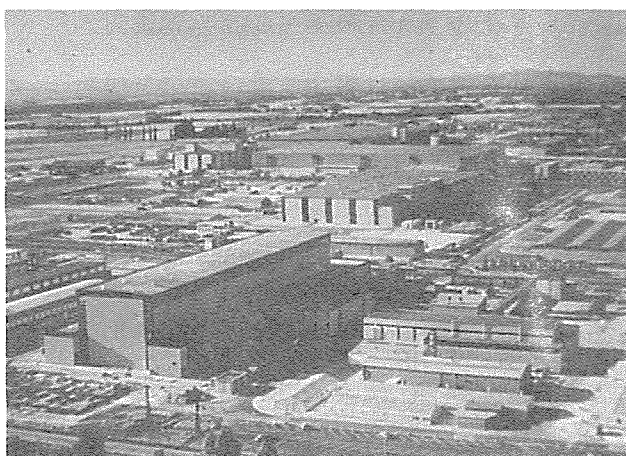
(スライドー1) 自由世界の濃縮ウラン需要予測(1)



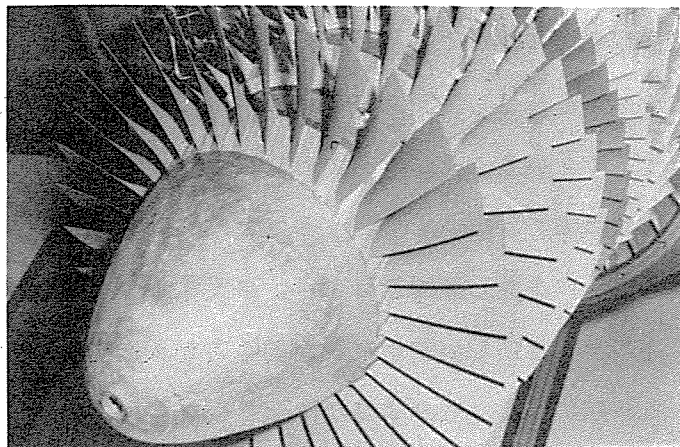
(スライドー2) 同上 (2)



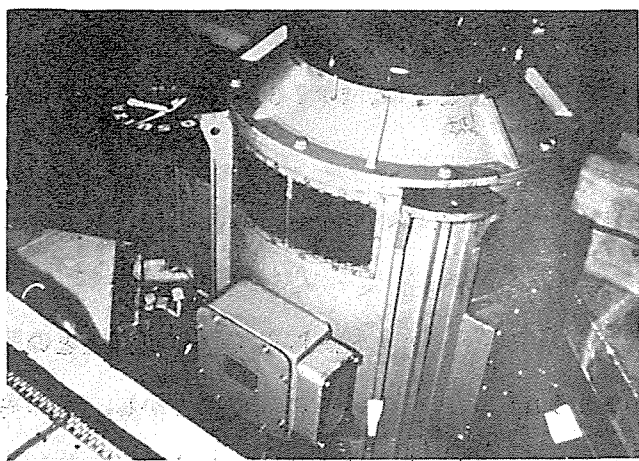
(スライドー3) ピエールラット工場の全景



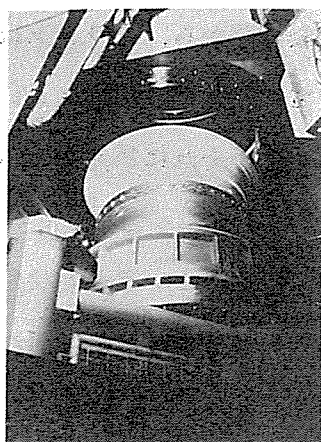
(スライドー4) 同工場UF₆用軸型コンプレッサー



(スライドー5) 同工場UF₆コンプレッサー 下部



(スライドー6) 同工場新プロトタイプ、コンプレッサー用エンジン



ほかの技術の将来はどのようなものでしょうか。特に遠心分離法はいかなるものでありましようか。ほかの方々のほうが私よりもこの問題について話をする能力に富んでいらっしゃると思いますので、私はごく簡単に次の2点だけを強調したいと思います。

まず最初は、電力消費量がこのプロセスでは非常に低いということ。これは大きな長所です。したがって設計及び開発の作業をする価値は充分にあります。この理由がありますために、長期的な観点からいたしまして、フランスは、かなりの努力を払ってこのプロセスをこれからもやっていくというふうに考えております。

2番目。遠心分離法は、低コストで基本プロセスを開発することが可能であり、さらにそれを急速に産業化する可能性も大いにあるわけです。事実私は、大型の産業計画を起草いたしますときには、そのような新しい技術を長期的に力を入れて開発するのはよいことであると思います。私の意見では、このような作業を行なうときには、できるだけ時間をかけてやるべきであります。

かくして、ここで確固たる理由をもって信じているのでありますけれども、われわれは、経済的な、そして技術的な代替案として、われわれがほんとうに満足のいくような短い期間の間に、遠心分離法を取り上げるということは、1975年以前にはちょっと無理であるかと思えます。

結論的に、私はフランスの立場を申し上げたいと思います。そして将来の開発についての話をしたいと思います。

技術的な競争が既存の分離技術と、パワー・マーケットから出てくる可能性との間に行なわれているということがよくこのような国際会議でいわれます。しかし、私の考えではどの分離方法がベストかということを経験的に決定するのではなくて、われわれが直面する問題を解決するための最善の戦略は何であるかということから決定すべきことだと思えます。フランスは、このような非常にリアリスティックな、そして産業的な観点から進んでいきたいと思っております。長期的な展望から、フランスは、これから遠心分離法の研究を続けるつもりでおります。そして、これが経済的にもいいものになると思えます。そして、新しい解決法として、われわれがそれに脚光をあびせることができるようになる日がくるであります。

しかしながら、需要及び生産施設が西欧に片寄っているという分布状態を考えましてまた、既存技術の開発段階やガス拡散法の改良といったことを考慮に入れまして、フランスは大規模なガス拡散工場の建設計画を1972年までに完成する予定であります。

また、ピエルラット工場が1964年からずっと連続的な運転をしていることからわかるようにこの計画の技術的な基礎はもうでき上っております。そして、1968年以降の民間のパイロットプラントの建設運転経験によりまして、われわれは注意深いプロジェクトの予測に必要な経済的要因を決定することができるようになりました。

したがって、フランス政府は、このようなプラントをヨーロッパのワク組みの中で建設を促進するという事を最近決定いたしました。そして、できるだけ偏見をもたずに、開放的になって、建設の条件について話し合うということでもあります。その場合には、技術的な知識に対するアクセスの問題も含めてであります。

この決定を実行するための第一歩として、時間のむだを避けますために、CEAは、この工場をどこに建てるかという立地地点につきましての研究を始めることを決定いたしました。この研究はフランスのいろいろな会社の助力によって行なわれるでありましょうか、それと同時に、アメリカの有名な会社、ベクテルの協力も得て行なわれることになるでありましょう。さらにCEAは、外国の産業グループも、もしこのような事業に興味をもっているならば、この研究の結果の利益にあずかってもいいだろうと考えております。

ヨーロッパ以外、特に太平洋地域における新工場の建設につきましては、フランスは偏見をもたずに開放的にやるつもりで、正確なプロジェクトであればどれでも考えるつもりであります。フランスで開発された技術は、世界における新しい濃縮工場の開発に対する現実的な代替案であると考えられるようになる日がいつかはくるでしょうとわれわれは信じております。

議長、ありがとうございました。

議長 ベッカーさん、たいへん興味のあるお話、特にフランスのウラン濃縮開発戦略について意欲的なお話は、非常に私どもの関心を引きました。たいへんありがとうございました。

それでは次は、日本から一本松さんにお話をお願いしたいと思います。一本松さんは皆さまご紹介するまでもなく、日本の国内でも、国際的にもよく知られた方でありまして、原子力発電の実用化に今日まで長く挺身された、日本のすぐれた指導者のお1人です。

本日は、原産が、一昨年になりますが、夏から、ウラン濃縮問題懇談会というものを

設けて検討をしてみましたが、この委員長を最初から一本松さんにお願いしてでき上ったものでございます。昨年の暮れに意見書を取りまとめまして原子力委員会その他に提出したわけでございますが、これについて一本松さんのお話を伺いたいと思います。

一本松 日本におけるウラン濃縮問題につきまして申し上げます。

原子力発電が強力な産業として成立するためには、燃料資源、濃縮、発電、再処理、プルトニウム利用、廃棄物処理等の全体としてのフューエル・サイクルの確立がなくてはならないことは申すまでもないことでございます。単に原子力発電で、電力を産業界と家庭用に使うということは果実の利用でありまして、関連する諸業務を怠っては、健全な産業体系ということにはならないのであります。わが国におけるウラン濃縮問題は、このフューエル・サイクルのうちの最も重要な問題であると考えます。

日本原子力産業会議におきましては、一昨年、1969年7月より約1年半にわたりまして、各界専門家を網羅して慎重審議をいたしました結果、以上申し述べますような意見書を取りまとめまして、昨年11月、関係政府諸機関、国会等に具申いたしました。一般にも発表いたしました。

この意見書は、まず総論としまして、わが国がエネルギー政府上、原子力発電の急速な推進を必要とするゆえんを強調いたしております。このためには、近い将来、核燃料である濃縮ウランの一部自給能力をつくり出すことが急務であると考えました。目標としましては、技術開発、大規模の試験、パイロット・プラントの建設、運転等を経て、実用規模の工場の建設、運転を完成しなければなりません。このため、従来よりも強力に官民協力して努力を集中すべきであるをいたしております。

具体的な方法につきまして、以下申し述べます。第1に目標であります、1985年以前に、年産5,000トンSWU級の容量の濃縮工場の運転に入ること。これが目標でございます。濃縮ウランの需要は、1985年には、原子力発電所が電気出力で6,000万キロワット以上にも達すると思われまますので、年間1万トンSWU近いものとなる予想がございます。これを全部アメリカに依存するということは、アメリカの供給能力の予測、わが国エネルギー政策との考慮などからいたしまして、問題であります。早急に自給能力を養成することが必要であると考えました。

2番目に、建設に至るタイミングの問題であります。商業規模の濃縮工場の建設に着

着手するのはおそくとも1980年であり、そのために、それまでに、プラント設計、建設
経験に必要な技術を国内で確立しなければならないといたしました。そうしなければ、
1985年に工場を完成することはできないわけでありまして。上記の目的のために、適正
規模のパイロット・プラントを建設しまして、運転の実績を積み上げておく必要がある
といたしております。これがタイミングでございます。

3番目に、技術開発の具体的推進方法であります。従来わが国の計画には、ご承知の
とおり、遠心分離法、ガス拡散法の2つの技術に対しまして、国家資金によりまして、
動力炉核燃料事業団、日本原子力研究所を中心としまして研究開発を行なっておりまし
ましたが、この努力を一そう強化、促進しまして、両方式について、可能な限り大型のカス
ケードをつくって、実際に近い方法で、コンポーネントなどの実証試験を行なう。この
結果によって、1975年ごろに、どちらか1つの方式にしぼってパイロット・プラント
の建設に着手することを目標といたしました。そして1980年に着手予定の実用プラ
ントは、このパイロット・プラントの技術と経験に基づいて考える。こういうことにい
たしております。

4番目に国際協力の問題であります。このような道程におきまして、国際協力によ
る技術導入が重要な役割りを占める可能性を十分考えなくてはなりませんので、その具
体的方法についても別途検討しておく必要がある。特に濃縮技術は各国とも国家ベー
スで考えており、わが国でも、国家の責任において技術情報を保護するためのシステム
をさらに整備することなど、真剣に検討しておかなければならない問題であります。

5番目に体制の問題であります。ウラン濃縮事業をどのような体制で進めるべきであ
るかという問題であります。一般に、わが国における技術開発は、研究段階は国の責
任で行ない、実施段階は民間でやるという考え方がありますが、このウラン濃縮事業は
投下資本の大きさ、濃縮事業の複雑性と重要性などからして、大きな問題であります。
これは、1975年までの技術開発の期間における国家予算による努力と、関連産業の技
術習得のための援助の方策をかためた上で、それ以後の段階の具体的な問題を徐々
に決定していくべきであるというふうにいたしております。

以上の日本原子力産業会議の意見は、原子力関係メーカー、電力事業者等の専門家に
よる討論の総合結果であります。この中で、遠心分離法、ガス拡散法の2つの方法の
うち、いずれか1つに決定する時期を1975年といたしておりますが、これが適当なタ
イミングであるかどうかにつきましては問題があります。このことは、現在進められて

いる研究開発の進行状況、目標とするプラントの完成予定時期の双方を合わせて、有機的な判断を下すべき問題と考えております。

次に、技術面で、2つの方法とも今日までかなりのところまで基礎実験を積み上げておりまして、成果を得ておりますが、これをエンジニアリング・テストの段階にまで引き上げますのには、問題の性質上、かなりの規模の生産体制をだんだんにかためるなどの準備段階が必要であります。産業界の関連企業、研究機関、担当官庁などの協力体制が確立されることがきわめて重要であると考えます。

さらに具体的な問題につきまして、若干の説明をつけ加えさせていただきたいと存じます。

わが国としましては、ガス拡散法、遠心分離法の両方式とも、いまだ完成しておりません。未完成であります。ほとんど同じ程度の進行をしていると思われませんが、ガス拡散法については、諸外国、特に米国において完成せられ、国際協力の見通しはあると考えられますが、遠心分離法の方法は、世界じゅうでまだ未完成であります。したがって国際協力は得られるかどうかわかりません。しかし遠心分離法には、必要電力は少ないのです。その他にも、先ほどからお話のございましたように、欧州諸国と同じように、わが国にとってきわめて有利な条件があると判断されます。

わが国の電力事情から、1985年までにぜひとも濃縮工場をつくらねばならないということであると、すでに技術の確立しているガス拡散法によるほかないという意見もありますが、一方遠心分離法にも、前にも述べましたように非常な魅力がある。われわれとしては、2つの方法につきまして非常な熱意をもっております。

また、本工場の建設にかかる前に、適正規模のパイロット・プラントをつくる必要があるということをししばしば申し上げましたが、ここにもいろいろの問題があります。パイロット・プラントの前段として、可能な限り大型スケードをつくって、実際に近い方法で、各コンポーネントの実証試験をやらなければならないわけではありますが、このコンポーネントの実証試験というのは非常に大切なことでありまして、先ほどから区分的にいろいろのお話のございましたが、これを確立するということはきわめて重大なことなのでありまして、こういうことは、一緒になっておりますので、なかなか簡単な生産体制ということにいかない問題があるのであります。ローターを教台つくって、回転機をつくってやれば結果が出るというものではありません。非常に大がかりなものになるのであります。

たとえば遠心分離法で、準備段階でも、高性能のローター数千台というもので準備をしなくてはなりません。パイロット・プラントはその程度になるということも考えられます。またガス拡散法でも、隔膜というものもそう簡単にできるものではありませんしまた圧縮機にしましても、非常な大規模になります。

ある程度、量産方式によらなければならないということが起こります。したがって、工場の設備も大がかりなもので、準備もたいへんなことになります。こういうことのために国をあげてバックアップする、こういう体制が一方にできていなくてはならないということなどのむずかしい問題があります。また、国際間の技術移動をスムーズに行なう点につきましても、多数国間の協力をはじめ、いろいろの形式が考えられますが、いずれにしても技術を取得する最適な方法で行なって、国際協力の実をあげるためには、どうしてもわが国としては、現在における最善をつくして、自主技術の開発にまず努力することが必要である。それが前提であると考えております。これと同時に、ウラン濃縮は技術面でも、経済面でも、非常な大事業である。国際協力を抜きにしては大きな成果を期待することはできないということは当然のこともあり得ます。

いままで述べたような諸問題、すなわちガス拡散法対遠心分離法、パイロット・プラントの規模と時期、自主開発と導入技術の関係、そういうことはいずれもきわめて複雑なむずかしい事柄でありまして、国内的にもいろいろ意見が分かれておると申し上げざるを得ないことであります。また、われわれが考えている濃縮工場は、もちろん発電用の低濃縮ウランをつくるものに限定しておるのでありますけれども、これを軍事転用しないかと心配するような向きが外国にあるかもしれないわけで、そういう点も非常に考えなくてはならぬことであります。

原子力産業会議が意見を取りまとめましたのは、このような複雑な事情を十分に考えた上で、わが国として、早急に手をつけるべき方針を定めて、各界に勧告をしたものであります。すべてのことが予定どおりにいくと考えているわけでは、いまの段階ではありませんが、現実即して、1歩ずつ進んでいくということ、みんなで考えたわけで、長期にわたっての部分的な自給能力を身につけるという目標にしまして、これから起こるいろいろな問題は、そのときにまた十分に考えようではないか、いまからすべてのものをきめてこうだとスタートするというわけにはいかない事情がある。ここにこのウラン濃縮のむずかしい問題があると存じます。

原子力委員会におかれましては、ウラン濃縮懇談会を設けまして、方針決定を急いで

おられます。この懇談会には、いままで申し上げましたような原子力産業会議の意見は十分に説明してありますので、原子力委員会におかれましても、慎重に審議されましてわが国の原子力発電にとって、この重大な問題のウラン濃縮に関して、明確な政策が決定されることになると思っております。

以上で意見を終ります。ありがとうございました(拍手)

議長 一本松さん、どうもありがとうございました。産業会議のウラン濃縮に関する意見書をお聞きいただいたと思います。ありがとうございました。

次は、オランダのボガートさんをお願いするのでありますが、ボガートさんは、遠心分離法によるウラン濃縮の著名な国際人と申しますか、もちろん今回のイギリス・オランダ、ドイツ3国の共同計画の立役者でございまして、オランダ国内の関連組織の代表者もやっておられます。それでは、ボガートさん、お話をお願いします。

ボガート 議長、代表の皆さま、この数カ月、私は何回かの機会を与えられまして、ウルトラセントリフュージ方法に従いまして25トンの性能をもつウラン濃縮設備のオペレーションを査定する機会を得たのであります。これらの機会に、きょうと同じように、私は、オランダのウルトラセントリフュージネーザランドの理事長としての立場からお話したのでありますけれども、この会社は、オランダにおきまして、ウルトラセントリフュージ方法の開発に責任をもっている会社であります。

しかしながら、アルメロの開発について話しをする場合には、個々の会社の代表として話すのではなくて、2つの国際会社の代表、すなわちエンリッチメントオーガナイゼーションとプライムコントラクターの代表として話した方がよいのだと思っております。これは、英国、西ドイツ、オランダの業界によって設置されました3国間の国際会社であります。

ご存じのように、この3国の業界は、現在、まだ別々に作業をしております。しかしたぶん2・3か月中に力を結集することができるでございましょう。1970年3月4日にサインされたアルメロのトリティ条約に従いまして、私どもは積極的に2つの国際会社を設置するように努力してまいりました。私はいまや非常に大きな前進をしたと自信をもっていえますので、これから2・3か月後に必ずや2つの会社を設立することができるでございましょう。

きょうのお話におきましては、私は、ここで手短かにアルメロの開発状況について検討をしたいと思います。それから、オランダの立場から、将来の開発について、2、3の意見を述べさせていただきたいと思います。

遠心分離法を討論するにあたりまして、私どもが忘れてはならないのは、これは、非常に大きな規模の拡大ができるものだということでありまして、シングルマシンからフルサイズの分離工場まで非常に大きく規模を拡大するのであります。実際、私どもはここで10の6乗といったような大きなスケールリングファクターの話をしているのであります。スケールリングファクターは3つのほぼひとしいステップで到達されます。

まず最初に、これはそれぞれ100のマグニチュードをもったファクターであります。ラボラトリーの1つの分離機から、プロトタイプのカスケードまでが第1のステップで、プロトタイプのカスケードからパイロットプラントまでが第2のステップ、最終段階は最終のフルサイズの濃縮工場までの段階であります。

今日これからお話をするアルメロの私どものパイロットプラントは、第2の結果を示しております。すなわちパイロットプラントの運転に通じているわけでありまして。現在の実験の目的は2つあります。現在の実験とは、すなわちかなり大規模に遠心分離機を製造する工場の建設と年間25トンのSWUの能力の分離工場の建設であります。これには2つの段階がありまして、まず第1に、2、30台の機械を製造する場合の問題と何千台ものまでに生産を拡大する場合の問題であります。この結果は、建設機械に関係がありますし、また建設方法や製造方法にも関係をもったものであります。また、マスプロでつくられた場合のウルトラセントリフュージの最終コストのよりよい評価をもたらすものでもあります。

第2の目的としましては、かなりたくさんのオペレーションに関する情報を得ることですが、ここでは、幾つもの分離機械が1つのカスケードの形になるわけでありまして。

私は、ここでただ単に機械と機械群との間の相互作用について述べているのでもないしまた動的特徴、すなわち製品の品質の管理とか、保守などについて研究する必要性を述べているだけではありません。私が述べているのは毎日の保守作業及び全機械をいかに維持していくかといった問題を述べているのであります。

セントリフュージ・マニュファクチャリング・プラントの建設は1969年の後半に行なわれました。この工場は、1970年の5月までに完了をし、いま稼動中であります。濃縮工場の建設が始まりましたのは1969年の11月の21日で、現在機械を設置しまして

もともと予定しました建設工期の120週という工期を守ろうと努力しているわけですが、これを守る予定が出ております。ことしの終わりまでに、工場の一部完了をするでありましょう。そして、1972年の最めには実験結果をこのプラントから集めることができるでしょう。

ここで私どもが明らかにしなければならないのは、濃縮プラントを1つの生産設備として操業をするということであります。現在、経済的な点、またデザインと建設の点におきまして、経済的に最適なものを得たとは考えておりませんが、ノミナルデザインに従いまして分離するために、継続的にオペレートすることが可能になっております。

これからおみせするスライドによりまして幾つかの進捗状況をお話ししたいと思います。これをごらんになりますと、私どもの工場の実情がよりよくおわかりになると思います。最初のスライドをお願いします。

(スライド説明)

まず最初のスライドに示されておりますのは、建設の開始時でありまして、1970年の4月にとられた写真であります。遠心分離機製造工場がこちら側にみえております。

次のスライドは、5月にとられたものでありますが、これはまだ建設が行なわれていること。また製造工場がこちらの後ろのほうにみえることを示しております。次のスライドをお願いします。

次のスライドは、1970年の8月にとられたものでありまして、濃縮工場が示されております。そしてコントロールルームや換気装置が少し上のほうに位置されているのがみえると思います。

次のスライドに示されておりますのは、去年の8月の半ばごろの状況でありまして、ミルが右側にみえまして、左側に事務所の建物がみえます。

次のスライドは8月にとられたものでありますが、鳥瞰図でありまして、遠心分離機製造工場がこの上方部にみえておりまして、濃縮工場は下部にみえております。

次のスライドは、ことしの1月の中ごろにとられたもので、あまりはっきりしておりませんが、濃縮工場の屋根の上の部分が見えております。また通気用のダクトが見えます。これは、1月の中ごろにとられたものでありまして、ループの建設が大体終わったところでありまして、これは濃縮工場建屋の上にあたる部分であります。

前に、私、申しましたように、パイロットプラントをアルメロで建設しているののであ

りますが、これは約1,100万ドルの費用がかかるわけでございます。これはオーバーヘッドとか、イニシャルコストを入れていない費用であります。

これに関しまして今までに判明した非常に重要なことは、デザイン領域、及び建設領域のどの面を変更を加えると、より高い経済性が得られるかということの研究しなければならないということです。非常におもしろい情報が遠心分離機のデザイン及び建設自体において得られました。

私どもはオランダによって得られます遠心分離機の設計によれば現在の物価レベルで年間能力分離作業キログラム当たり50ドル以下の投資額でできると考えているわけがあります。現在のカスケードシステムの研究によりますと、実際のカスケードのコストを4というファクターで削減できるということであります。

さらに開発が進むならば濃縮工場の追加コスト、すなわち遠心分離機の追加コストは年間分離作業キログラム当たり50ドル以下になるのであります。そうしますと、現在のコストで計算しますと全投資額は年間分離作業キログラム当たり100ドル以下になるわけでございます。これは、私どもが1968年の10月にイタリアのチュリンでシンポジウムを開きましたときに出しました数字、また1969年の5月にオランダのバンニックで集まりましたときに出しました数字と比べますと、非常におもしろいのであります。250, 110, そしてこのような数字が出ているわけであります。

(数表の読み上げ)

一般的に申しまして、この比較をしますと最初に出しました数字は非常にいい見積りであったわけですがけれども、それから少し経験を積みまして、いろいろな情報を得ました結果、私どもの最初の予測が更に確実なものとなってきております。ここ2, 3年の研究開発作業の結果、このようなことがわかったわけであります。

ここにおきまして、非常におもしろい結論についてお話ししたいと思っておりますけれどもこれは、私どもが過去2, 3年の間やっておりました研究開発作業から出てきた結論であります。一つは、遠心分離機自体を開発するという事はあまり有益ではないということです。最適の遠心分離機とは、ただ単にその製作費によってのみ左右されるものではありませんで、カスケードのコスト、それからサービスやダウンタイムを含めたプラント全体の操業コストにより影響を受けます。また、遠心分離機の製作費はどこまで大量生産方法を適用できるかということによっても変わってくるのであります。カスケードのコストはまた一方で、最適プロセス及び生産量をどのように考える

かによつて決定されるのであります。

またここでミニマムとオプティマムのエコノミックサイズということについて、特にウルトラセントリフュージを設置する場合に、この2つの考え方をはっきりと区別しなければならぬのであります。遠心分離機の経済は、おもに、設備のコストによって決定されます。すなわち、このような設備を製造する規模によって変わってくるわけであり、幾ら小さなキャパシティのプラントでも経済性をもつことができるのであります。すけれども、これができるのは、このような幾つもの小さなプラントが同時に建設されるという状況のときのみ経済性を保ち得るのであります。最少経済規模を遠心分離機について話す場合には、このような設備を製造する工場の生産能力をも考慮に入れなければならぬのであります。

また私がここではっきりと申し上げたいのは、この経済規模につきまして、最小と最適とをはっきり区別しなければならぬということであり、遠心分離工場の資本投下額につきましては、ガス拡散工場と比べますと、遠心分離のほうがずうっと有利であるように思いますけれども、これは、電力消費がずうっと少ないからであります。ほかのコストがみな同じだとしますと、電力消費が非常に少ないので、遠心分離のほうが得なわけです。この点につきましてはあとでまた述べたいと思います。

私が述べたいのは、遠心分離工場は、すでに小さな能力においても、大きな能力のガス拡散工場と競争をする力をもつということであり、この遠心分離機の特別のサイズ、この競争できるサイズを最小経済規模と呼ぶことができるであります。

私どもはここでマスプロを利用しない、すなわち年間SW500から600トンぐらいのオーダーのマスプロを使わないような工場でも競争力をもっているということがいえると思います。しかし、もしここでマスプロをフルに使いますと、もっと大きな能力をもった濃縮工場ができるでしょうし、これが非常に安い生産コストでできると思います。たぶん3,000トンの能力をもつような工場などがこの私のいま話す範囲の工場に入るのだと思います。

多くの場合、いわれてきたことでもありますけれども、遠心分離法の場合の不確実性は、機械に対する不信、故障率、および機械の取替えに関する問題にあるといわれてきたわけでもありますけれども、これを費用の面から考えてみましょう。たとえば同じような設備費がガス拡散と遠心分離の場合に必要となるとします。たとえば年間キログラム当たり100ドルの設備費だとします。そして電気消費量は、ガス拡散の場合にはキログ

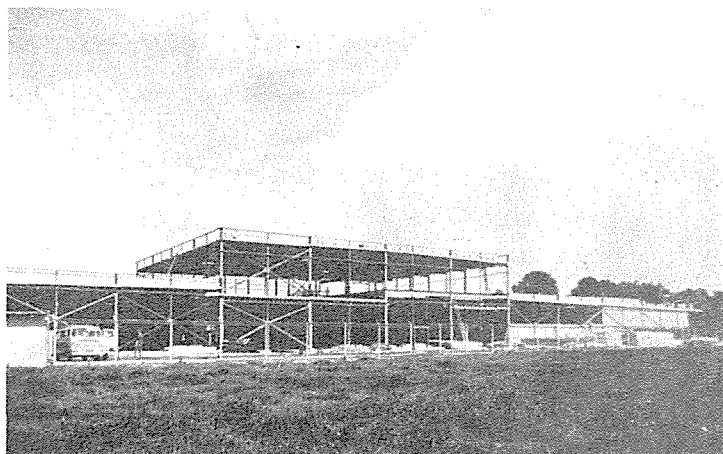
参 考 資 料

本文説明スライド (ボガード氏)

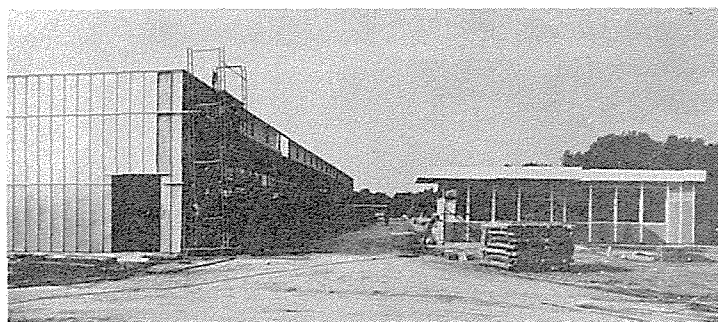
(スライドー1) 建設中のアルメロ・パイロット・プラント (遠心分離工場) の基礎工事
(1970年4月末)



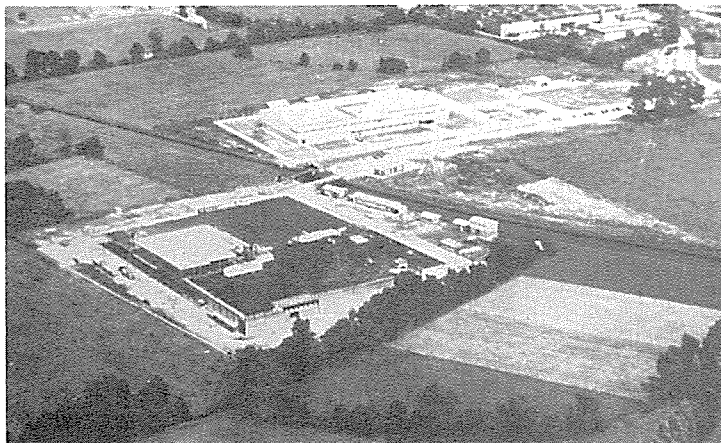
(スライドー2) 同上分離工場 (1970年8月)



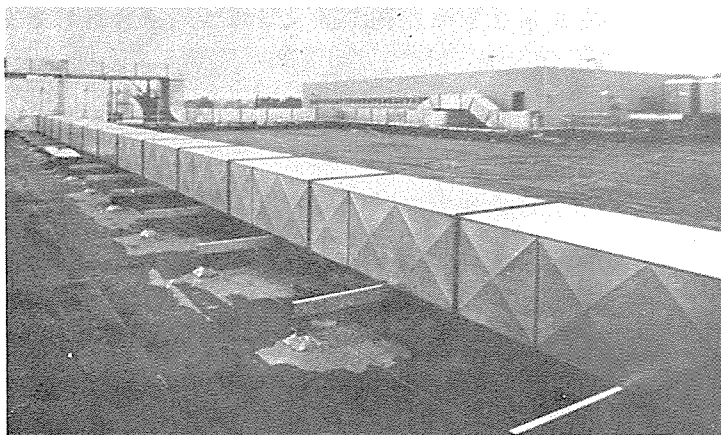
(スライドー3) 同 (右側: 事務棟)



(スライドー4) 同工場全景



(スライドー5) 同工場屋上の通気用ダクト(1971年1月)



(スライドー6) 同屋上のエア・フィルター



ラム当たり2,300キロワット時だとします。そのコストは大体キロワット時に6ミルでありますので、値段に直しますと、分離作業キログラム当たり13.8ドルになります。ところが遠心分離機の場合には300キロワット時しか必要としないので、分離作業キログラム当たり1.8ドルしか必要にならないわけでありまして、そういう場合に機械の取替の分をこの12ドルという、その差でうめることができます。遠心分離工場は年間1キログラム当たり50ドル以下でできます。この12ドルの違いは遠心分離機の故障の取替えに利用できるものであり、これは年間25%まで許すことになります。機械の取りかえ自体は、私どもの経験によりますと、あまり費用がかさみません。

ここでつけ加えたいのですが、私どもはここで機械の年間故障率が、いま述べた数よりももっと少なく、いわゆる10のファクターを割るような数字であるということを私どもが知らなかったならば、とても遠心分離法を有益な代替法としては推奨をしなかってありましょうということですね。

皆さま、私は、非常にとりとめもないお話でございますけれども、私どもがウラン同位元素の分離に関しましては、ウルトラセントリフュージ方法をやっております工場につきましても、現況をお話した次第であります。

どうもご清聴ありがとうございました。

議長　ボガートさん、遠心分離に関するたいへん詳細なお話を承りまして、非常に興味深く伺いました。ありがとうございました。

先ほど申し上げましたように、第1段のシンポジウム、これでちょっと休憩に入りたいと思います。10分後にまたここで再開したいと思っておりますので、その間、どうぞお休み願いたいと思います。

(休 憩)

議長 これからシンポジウムの続きを開会します。

最初に西ドイツのユリネック・フィンクさん、アインフェルトさん、お二人によるドイツのウラン濃縮に関する話をお伺いしたいと思います。会議の運営上、ユリネック・フィンクさんだけここにあらせていただきまして、お話を伺うことにしたいと思います。アインフェルトさんはフロアのほうでご着席願いまして、あとのディスカッションのほうで発言をしていただくようにしたいと思います。

西ドイツでは3国計画が始まりまして、いよいよ動き出すことになってきましたが、先ほどのお話のように、新会社が2つできまして、濃縮工場を運営するほうの会社がウラニット社でございまして、アインフェルトさんはその代表の方で、もう1つの会社は遠心分離機をつくる会社でありまして、ユリネック・フィンクさんはそのほうの代表の方でございます。

それでは、ユリネック・フィンクさんから話をお伺いしたいと思います。どうぞよろしく願います。

ユリネック・フィンク 私は、共同研究でありますけれども、私個人が発表をさせていただきます。

多くの国々が、それぞれ長年にわたって行なった開発によりまして、ガス遠心分離機が濃縮ウランの生産の商業的に見合う方法であり得るということがわかりました。ウラン濃縮の方法としてのガス遠心分離に関して、ドイツで研究が始まったのはバイエリグロット・マルティーンなどがすでに戦前に始めたときであります。

次に、1950年代に比較的小規模なものがいろいろな試験所で始められました。おもに大学の実験室で始められたものであります。遠心分離法の基本について、多くの重要な実験的な、理論的な結果が得られました。最も意義のある進歩は、遠心分離機についてツイップとステンベックが行なった設計であります。設計原則はその後の仕事の重要な基礎になったものであります。

1960年にアメリカ政府の要請によりまして、研究作業は全部極秘扱いとなりました。そしてこのような極秘のものになったことの部分的な結果としまして、すべての仕事はGKTに集中しました。これは、ゲゼルシャフト・フル・ケルペールフアールシユ・テクニクという名前のところに集中しました。これは、政府運営の研究会社であります。計画はここでドイツの産業と協力をして続けられまして、どんどんスケールは大きくなりました。そして産業的にウラン同位体

分離用遠心分離機カスケードを組むことができることが示されました。

ドイツの原子力産業は、日本の産業のそれと同じような立場をもっております。すなわち原子炉の生産は、ほかの国のそれと競合的な立場にあります。そして核燃料サイクルの諸部門は商業的なベースで成り立っております。ドイツは、重要な原子力プログラムをもっておりまして、原子炉と燃料要素を輸出している国であります。したがって、ウラン濃縮という点でも独立したものとなる必要があるということが感じられました。そして、それが核燃料サイクルの中で重要な部門であると考えたわけです。

ドイツにおける分離作業に対する需要は、年率にしまして、1971年は大体300トンSWUそれが1980年には3200トンSWUになると考えられております。ということは、すなわち毎年300トンSWUの増加があるということでありまして。それに対応する西欧の数字としましては、年約1,000トンSWUの増加があるということでありまして。

また最少規模が拡散濃縮工場では非常に大きく、少なくとも5,000トンSWUでありまたエネルギーの消費量が拡散プロセスではたいへん高く2,500キロワット時SWUぐらいであるということです。しかし、遠心分離の場合には大体300キロワット時SWUぐらい少なくすることができます。したがって、ヨーロッパにおきましては拡散法に比べて非常に魅力的なものではないかといわれました。それについては、エイブリー博士が彼の論文において詳しく述べているところであります。

したがって、ドイツは遠心分離法におもに集中することにしました。また、ノズル法も開発しました。それはベッカー博士と彼のグループが開発したもので、これはカールスルーエ原子力研究センターでできたものであります。この分離効果は、ノズルプロセスにおきましてはガス拡散法の3倍から4倍をこえております。しかし、電力消費量は拡散方法の2倍ぐらい多く必要になっております。

皆さまご存じのとおり、遠心分離法に関して、それぞれ独立した作業が英国とオランダで行なわれております。そしてかなり大規模なプラントの建設及びおもなる開発計画を実行してそれによって、商業的に生命力のある、そしてほんとうに競合的な濃縮工場をつくるということがきめられました。そしてドイツ政府と英国とオランダのそれぞれの政府との間に協定ができ上がったわけでありまして。これは1970年の3月4日に署名されました。

この協定によりまして、プライムコントラクターという組織ができました。これの株主はドイツの2つの組織などでありまして。この2つの会社はそれぞれ民間会社でありま

して、1969年にでき上がったものであります。そこにはドイツの遠心分離機に関する研究開発作業に携わっている産業及び現存する実験所などが全部含まれております。また、これらの会社等はそれぞれ独自の研究をすることになっております。そしてできるだけ広い範囲での開発作業を行なうことになっておりまして、いろいろなドイツの企業と下請ベネチアをベースで契約を行なうことになって、広い範囲での開発事業を行なうことになっております。

経済的な遠心分離濃縮プロセスを達成するためには、遠心分離機を開発することが必要であります。その場合には、高分離作業のアウトプットをもっているということが必要であります。そしてコストが最小であるということが必要であります。したがって、遠心分離機には周速が早いもの、耐用年数の長いもの、分離筒の長さの長いものということが大切であります。そのためには異なったタイプの機械が必要になってまいります。高度に進んだ技術が必要で、また関連生産方法も改善されねばなりません。

いろいろな遠心分離機が組み立てられまして、それぞれが異なった実験的なカスケードにアSEMBルされました。こういったカスケードの運転を通して、ある一定の設計基準の可能性ということがわかりました。またカスケードのコントロール及び安定性ということもわかりました。

それに加えて、また、R & Dプログラムがプラントの機器について行なわれました。それはたとえば六弗化ウラン技術などに関するものであります。それがやはり完全なるウラン濃縮工場を目ざして行なわれております。このプログラムが行なわれますと次は、この遠心分離プロセスを産業面でのアプリケーションにもっていくということでありまして、そして原型の工場をつくるということでありまして、

このようなドイツの設計による工場は、年間能力は25トンSWUでありまして、オランダのアルメロ工場に近いところに建設する予定であります。そこで2段階に分けて建てられることになっております。この建設はことしの初夏に始まることになっております。このように2つの段階に分けて建てることによりまして、第2段階に建てられる場合には、現在のR & D計画の結果いろいろなより高度に進んだ設計を取り入れることができるようになります。工場の設計は、生産物のU-235の濃度を大体2.2から3.2%ぐらいの領域で調整することができるようになっております。廃棄濃度も0.2%ぐらいになっております。

ここで考えられておりますのは、各段階に分けて、1973年の3月から1974年の8月に分けて、徐々に順次選開に入ることになっております。このドイツのアルメロ

にあります原型工場に加えまして、ドイツ及び英国でも、原型工場が同じような能力でつくられることになっております。これは、アルメロとカーペンハーストにつくられることになっております。でき上がった場合には、3つの工場は、それぞれの国組織のエンリッチメント・オーガナイゼーションのほうに所有権が移管されることになっております。そして遠心分離の大量生産を得ることができるようになろうと考えております。そのために詳細にわたる情報が得られるように考えております。そしてこのノウハウはほかにも3国組織が完全に利用をすることができるものでありますけれども、そのほかにも、共同の総合された研究開発計画もあります。それはわれわれが得ました経験をすべてこの3国に還元するということになるであります。

すでにデータが存在しておりますし、ノウハウをプールすることによりまして、われわれは、1970年代の後半には、ウラン濃縮工場で、ガス遠心分離機を使うものが建設され、完全に競争的なベースで運営することができると考えています。それがわれわれの市場の大部分の需要を確保することができるようになるのであろうと信じております。

さてここで強調しておきたいのは、この3国共同事業は完全に商業的なものであるということである。ということは企業になるということでありまして。そして利益を得るであろうということでありまして。われわれの3国組織は、このように完全に商業的なものにする考えです。そして平和的な利用のために努力するということになると思います。この組織に3カ国が参加しているわけですけれども、その参加をするということによって、われわれがほんとうにこの事業に対して自信をもっているということがおわかりになると思います。

月曜日に、AECが可能なこととして、どのような貢献ができるかという話は、皆さんお聞きになったと思います。それから、ベッカーさんがきょうの話におきまして、非常に偏見感のない、開放的な態度をとるとおっしゃいました。われわれの3国政府は、もしこの組織ができ上がりましたならば、3国組織はオープン・パーティシペーションとし開放的な参加をほかの国々からも招請することをきめております。

どうもありがとうございました。

議長 たいへんありがとうございました。

次の山田さんをお願いします。山田さんは皆さんご承知のとおり、日本の原子力委員会の委員を1966年からやっていたらっしゃいまして、わが国の原子力政策並びにこの技

術の方面において、特に深い知識をもっておられる方ではありますが、もともと通産省の電気試験所の所長もやっておられまして、エネルギー関係にも十分なお経験をおもちのお方でございます。どうぞよろしく申し上げます。

山 田 最初に日本の状況からお話ししたいと思います。日本の濃縮ウランの研究も、数えてみれば10年ぐらいの歴史があるわけでございます。しかしこれはきわめて小規模でございまして、やや本格的に取りかかったのは、1969年の8月に濃縮ウランの研究を特定総合研究と指定したときから始まると思います。

これは、日本の事情からしまして、ガス拡散と遠心分離の両方の方法について追及せざるを得なかったのでありまして、このやや基礎的な研究の段階を一応1972年か73年ごろに終わって、その時期までに得られましたR & Dの技術的の解明をしたい。しかし、きょうのフランスのベッカーさんのお話でもすぐ出てまいりましたように、この濃縮ウランの問題は非常に流動的でございますので、当然、今後2年間の海外の状況をいろいろ考慮に入れざるを得ないと思うのであります。

それで72年か73年ごろにおきまして、技術評価をしました上で、可能な場合にはいずれか一方をとっていくということを考えておりまして、それによってパイロットプラントの段階から、ほんとうのウラン濃縮工場をつくるという計画まで、ナショナルプロジェクトにしていくということを考えておりますが、現在の段階はまだそこまでいっておりません。

一方、先ほど一本松さんのお話にありましたように、原子力産業会議におきましては非常に積極的な案を提出されております。これは、原子力委員会が少しなまぬるいのではないかということでございまして、原子力委員会は、もっと早くこのウラン濃縮の研究をナショナルプロジェクトにもっていくべきであるということのようでございます。

なお海外の状況等も合わせ考えるために、昨年の秋に原子力委員会に、濃縮ウラン対策懇談会を設置しまして、目下、検討中でございます。ことしの7月ごろには答えを得たいということでございますが、この委員会の名前がウラン濃縮ということばを使っておりませんのは、技術開発を主体としたものではなくて、濃縮ウランをいかにして日本として確保するかというもう少しブロードな問題を取り扱おうということでございます。目下、審議中でございますので、これからの私の発言は全く個人的なものであります。

なお、テクニカルな問題につきましては、あとで村田さん、あるいは今井さんがおら

は受けられますので、私はゼネラルな問題についてコメントをしたい、あるいはご質問をしたい
と思っております。

今回の原産の濃縮ウラン・パネルにおいでになりました方からいろいろなお話を聞き
まして、非常に刺激を受けました。これは、非常に産業会議の功績であろうと思ってお
ります。

最初に、アメリカの濃縮政策についてお伺いをしたいと思っております。原産の濃縮
ウランの提言が出てまいりましたうちのおもな原因の1つは、たぶん米国が1974年以降
に着工する原子力発電所に対して、濃縮ウランの供給を約束……そういう話ができ
ないという段階にあるということではなかろうかと思えます。しかし1昨日のサピアー
ーさんのお話によりますと、非常に固い約束が事前にできるということ、もう1つは、
解約に対する補償料的なものということがございましたけれども、ともかくそういう条
件のもとでは米国は供給し続けるというお話があったように考えております。

われわれとしまして、当然アメリカ自体の要求のために、第4……いわゆるわれ
われは第4工場といっております。そういうものの必要性があることは明らかでござい
ますからして、これを早くアナウンスしていただきまして、それで海外の需要に応ずる
という態度を早期に言明できれば非常にありがたいのではないかと考えております。

もっともわれわれの中には、アメリカの濃縮政策にもう1つ、問題点があるのではな
いかと考えておりますが、それは、現在のようにAEC、あるいは公的な機関が今後とも
濃縮ウランの供給を続けるというのであれば確保という意味が非常に強いけれども、そ
れが一時議論をされたように、民間に移行するということになった場合には、先行き、
不安があるということがあるのではないかと思います。こんな点について、サピアー
ーさんから、ご意見を伺えとたいへんありがたいと思っております。

なお、この濃縮ウランの工場をつくり出すのは、非常にたくさんの金がかかりますが
その中で、外国の濃縮ウラン需要までも含めるということはアメリカの国民としてはど
うかということも尚しあるならば、これは、ジョイントベンチャーということも当然考
えられるのではないかと考えております。

第二は、やはりアメリカについてでございますが、このごろ、度重なる濃縮ウランの
値上げの問題であります。われわれは、濃縮ウランというのは26ドル/kgという数字で非
常になれてきております。ところがここにまいりまして、とたんにばたばたと上がって
まいりますので、われわれは将来にどうしても不安を抱かざるを得ないわけでありませ

そこで、1 昨日、サピアリーさんは、新しい濃縮設備についての分離作業当たりのコストについてお話がございました。いわゆるアーストオブとっておりますが、既存の工場に追加する場合には28ドル/Kg、新しいサイトにおいては33ドル/Kg、このような数字を示されております。

ところが私どもがこの新設工場について前から聞いております数字はもっとずうっと安いのでありまして、たとえば、だいぶ前のOLR-658などによりますと、この数字が24ドル/Kgという非常に低い数字なのであります。ですから、これは1つは民間経理方式と官庁経理方式と申しますか、そういう差があるのでしょうかけれども、どうもこのように非常に濃縮ウランの価格が上がっていくのでは、先行き、非常に心配であると考えられます。

また別の問題としまして、元来、濃縮ウランというのはTVAにできました理由は、われわれの方からみますと、アメリカの安い電気をかん詰めにしてもってきてくれるということであったのでありますが、現在のアメリカの電力界の状況は、どうも料金値上げの話がどんどん続いておまして、なかなかこれから安くなるということはどうもむずかしいのではないかということが考えられます。

そこで、濃縮ウラン工場が電気のかたまりであるという観点に立ちますと、非常に安い電気のあるところに濃縮ウラン工場をつくるということが考えられないかということたとえばベルギーの人がコンゴにさがしにいっておるとか、いろいろなことがあるようでございますが、そういうことが考えられないかということでございます。

ですから、今後の濃縮ウランの価格の安定についてどのように考えておられるか、あるいはいまいったような電気の安いところへ出かけていくようなことについて、どういうお考えをもっているかということをお伺いしたいと思います。

次にはヨーロッパの問題について、お話をいろいろお伺いしたいことがあると思えます。ヨーロッパで濃縮ウランの問題が起こりますと、常に遠心分離法とガス拡散法の戦争が起こります。これは、フランスが非常にガス拡散法に対して自信をもっておられますと同時に、3国側は非常に遠心分離法に自信をもって、必ず衝突しております。

きょうのボガートさんのお話によりますと遠心分離につきましては、非常に自信のあるようなコストエスティメイトが出されました。昔のコストエスティメイトが大体総合されたというお話だったと思うのであります。これはたいへん敬意を表したいと思います。

しかし、これは現段階でいいますと、まだ実証性をもっておるとは思われません。エ

ステマトというか、ゲシテマトというかでございますが、今後数年間かかって実証をされるべきものと思います。しかしその中で示されました遠心分離法のコストポテンシャルが非常に高いことを注目しなければならんと考えております。

われわれとしましては、供給源の多様化という見地から、アメリカの話だけではなくて、国共同の濃縮事業から、将来、ウランの供給を受ける可能性があるかどうかということを知りたいと考えております。もちろんでき上がったウランだけではなくて技術開発技術についてもステューワーティスな商業的な条件で受け得るかどうかということを知りたいと思っております。

もっとも、やや冗談で申しわけないのですが、濃縮会社の名前は「ウレンコ」というのでありまして、これは日本語でいいますと、ぐあいが悪い会社なのです。「売れない会社」ということになるので、これはどうもぐあいが悪いのですけれども、こういう日本語的解釈にかかわりなく、たくさんの製品を売って、どんどん発展されることを期待したいと思います。

さてここで、ベッカーさんの述べられましたことに関して、簡単に質問をしたいのであります。しばしばわれわれ、遠くてよくわかりませんが、ユーロピアンプラントというのがございます。これに対しては遠心分離法とガス拡散法が競争をしているのだと想像をしておるわけでありまして、同時に遠心分離法とガス拡散法ができ上がるということでもないのではなからうかと思っておりますので、どんなプロセスでヨーロッパの需要を満たすような工場ができてくるのか、これは、ベッカーさんだけとは限らないと思うのでありますけれども、まずベッカーさんが論文の中に書かれておりますので、お答えをいただきたいと思っております。

なお、ベッカーさんの先ほど示されました図面などをみましても、今後、たとえば20年間ぐらいでいいますと、世界じゅうで、大体6,000トン級の濃縮ウラン工場が8つか9つ要る。1989年以降、まだ高速増殖炉の影響は出てまいりませんので、1995年ぐらいまでは、この濃縮ウラン需要はふえる形になっております。原産で計算されました報告などでもそうでございます。そうしますと、さらにいまの数字よりももっとたくさんのウラン濃縮工場が世界としてできなければならない。おのおのが3,000億円ぐらいかかるということでございます。

ところが、逆にこの高速炉の影響が1995~1996年ごろから出てまいりますと、ここで濃縮ウランの需要は下がるわけでございます。したがって、ウラン濃縮工場は、

おそくできたものは、ほとんど稼動する時間のないうちに、ロードが減ってしまう状態になる可能性をもってあります。これは、経済上、ゆゆしい問題になると思うのであります。

そこで、その濃縮ウランの需要を減らすという方法は考えられないだろうかといいますが、日本ではすでに新型転換炉というのを開発しております。これは、プルトニウムを使って、重水炉ということでございます。元来、原子力というのは、ウラン235は全く前座でありまして、プルトニウムが主役を占めるというのが、高速炉などを扱っているものは常にいうところでございますが、そのまた前座としまして、このプルトニウムを新型転換炉に使っていくということにしますと、日本の場合の原子力産業会議が2,000年計画で計算されておりますが、濃縮ウラン需要は、その時期からあとは、3割とか、5割減るといことが起こります。したがって、この傾向は軽水炉、あるいは高温ガスよりも影響が強くなるものであるということがいえます。もちろんこれには、この前提としましては、新型転換炉が経済的にできなければなりませんけれども、そういう前提が成り立った場合には、そういうことがいえると思います。

しかしながら、このようなことを日本だけでやりますと、世界の濃縮ウラン需要からみますと、全く微々たるものでございますからして、この影響を世界的に広げるといことにしますと、濃縮ウランの将来の需要について、いろいろコントロールするエレメントが出てくるのではなからうかと思ひます。たいへんありがとうございました。
(拍手)。

議長 非常に貴重なご意見をいろいろ承りました。いろいろご質問の形でそれぞれ出ておりますが、このご返事はあとでまとめてお願いするようにしたいと思いますので、さようにご了承を願いたいと思ひます。

次のコメンテーターとして、原子力研究所の副理事長の村田さんをご紹介申し上げます。村田さんは、1968年に科学技術庁の原子力局長を辞されまして、その前、海外のロンドンですけれども、大使館に駐在されまして、長く原子力行政に携わっておられたのであります。68年に原研の副理事長におなりになった方でございます。

原研では、ご承知のように、わが国のガス拡散法によるウラン濃縮技術の研究開発をされておまして、日本のその部門の第一人者でございます。その辺のお話、ご意見も伺えますと、たいへん……よろしく。

村 田 私は、わが国におきますガス拡散法の研究開発の概況を申し上げ、それに若干の私の意見を加えてみたいと思います。

ご承知のとおり、数年前から理化学研究所におきましては、ガス拡散法の一番大事な点であります隔膜の研究開発を国内の基幹産業との協力のもとに行なわれてまいっております。この実験規模はきわめて小規模なものでございますけれども、一応隔膜の基礎的な研究としては、かなりの成果を得てこられたわけであります。

現在は、このようなデータをベースといたしまして、理化学研究所と日本原子力研究所とが共同で、関連のメーカーの方々の協力を得ながら、以下の考え方に沿いまして、鋭意ガス拡散法の研究開発を進めておるところであります。

先ほど一本松さんからもお話がございましたように、わが国、あるいはわが国が関係しまして、将来、どういう方式にいたしましてもウラン濃縮工場が必要だということがございますが、その時期並びに規模は、先ほどのお話の線に沿いまして、大体5000トンSWU ぐらいの実用規模の工場が、1985年までに稼働に入る。稼働できる。運転を開始できるようにしたい。こういうことを1つの目標として考えましたときに、そこに至る開発の道程として、1975年、つまり目標年次の10年前までに、一応約15段ぐらいのガス拡散法によるカスケードを組みまして、実験を十分やっておく必要があるだろう、このように考えております。

そこで当面のやり方としては、これも山田さんからお話ございましたけれども、1972年いっぱいぐらいまでには、そのまた基礎的なデータを収集いたしますために、たとえば隔膜の基礎的な、並びに改良的な研究、これを理研において進めていただく。それは、小型でございますけれども、13段のカスケードを組んだ試験をやることになっております。

一方原子力研究所のほうでは、昨年から小型のユニット・システム試験ループをつくっております。近く完成、稼働に入りますが、これは出力25キロワットの遠心ポンプを動力といたします試験ループであります。

さらに1971年、今年からは、これに加えて、大型軸流コンプレッサーの開発に必要な大型ループ、これに使われるポンプのキャパシティーは大体200ないし300キロワットを予定しておりますが、この程度の大型ループを建設いたしまして、1972年の後半には運転を始めたい、こういうように予定しております。

現在のこのようなプログラムによりまして、この両3年の間に、拡散工場に必要な隔

膜の性能向上,あるいは均一な品質の隔膜を量産する場合の問題点を明らかにしていきたいということのほかに,もう1つの技術的な困難が予想される圧縮器等における軸受あるいは軸封装置の研究,開発,その他の各コンポーネントの開発,さらに六弗化ウランガス中の不純物のコントロール等の面における開発をしますとともに,システムとしての開発の経験を得たいと考えております。

そのような経験を得ながら,私どもとしましては,できれば1972年の後半,あるいは,おそくとも73年から,ある程度の規模の15段カスケードの建設にかかりたい。このカスケードの規模は,まだ現在の段階で最終的にきめておりませんが,いずれにいたしましても,このような考え方で,1975年までに,15段カスケードの試験をやっていくという計画を進めていきますためには,総額約3,000万ドル程度の研究開発費が必要になるかと思っております。

問題は,1975年以降,実用規模のプラントへもっていく場合のもっていき方でありま。これにはいろいろなやり方があるかと思。もしこれをわが国の自主的な技術開発ということを中心に進めていくといたしますならば,実用規模の,すなわち5,000万トンSWU規模程度の工場をつくり出す前に,ある程度のパイロット・プラントが必要であるかもしれません。しかし,何らかの形における技術協力あるいは国際協力ということが行なわれますならば,このパイロット段階の問題は,そのあり方によってかなり違ってくるのではないかと思っております。

先ほどいろいろとガス拡散方式につきましても国際協力の話が出ておりますけれども,私どものやっておりますことからいたしますと,15段カスケード程度までのもの,つまり75年に予定しておりますところまでは自分の力で開発をやる,経験を稼ぐということが必要であると考えているわけでありま。

さて,国際協力という点でございますが,確かにガス拡散法の技術は,世界的な視野で見ますならば,アメリカはじめ各国においてすでに確立しておるといわれるものであります。問題は,これからの世界の濃縮ウランの需要増からみまして,一体いつ,どの程度の規模の新しい濃縮工場が必要とされるかということ,このターゲットの置き方が大事だと思。ま。

これまでもアメリカの原子力委員会あるいはフランスの原子力庁その他から,これからの将来の世界の濃縮ウランの需要についての見通しが立てられておりますけれども,いまや,濃縮ウランの製造能力をこれからどのように高めていくかということは,単に

「我が国の需要、供給の問題だけではなく、世界的な視野、世界的な要求に対応して考えなければならないと思うわけでありますので、そういう意味で、このような将来の需要、これに対する供給計画ができれば、その段階で、国際的な協力のもとに調査され、決定されていくことが望ましいのではないかと思います。」

「先ほどもお話がございましたけれども、ガス拡散方式によりますいろいろな問題点とつきまじりまして一番大きなのは、所要電力の大きさということであろうかと思います。電力をどのくらい安くどう供給するかということと合わせて、それをバック・アップする電力網の大きさということも考えられなければならないと思います。そういった点を現実的に考えました上で国際的な調査がほしいものだと思っております。」

「また一方では、将来の魅力のある濃縮技術として遠心分離法につきまして、本日もいろいろのご発表がありました。そういった中で、ウラン濃縮の製造能力の拡大という世界的な要求を考えますときに、ガス拡散法によったほうが確実に早くできるということであるならば、やはりそのようなものを多国間の協力という形で早期にできる方法を考えるのが効果的であるかもしれません。しかし、そのような国際協力を行なうにつかまして、私どもとして希望し、期待したいことは、この拡散技術は、確かにいろいろ改良を加えられておりますけれども、一般的に申せば、急速にこれから陳腐化する傾向にあるという悪くないのではないかと思います。」

「そこで、これまで秘密扱いになっておりますけれども、核拡散防止条約が国際的に行なわれる時期になっております。そういったことからいたしまして、世界的視野で、世界のどこかでさらに大きな濃縮能力をつくらなければならないとしますときに、それが国際協力で早期実現されるということであれば、その前提として、拡散技術についての商業的なノー・ハウは除かれるかもしれませんが、従来の秘密扱いを排除して、早く、たとえばジョイント・ベンチャーという方向へもっていくための前提とするということですが、効果的なこれからの対策の1つではないかと感ずるわけであります。」

「これはもちろん拡散技術の立場からだけ申したわけですが、そのようなことを、私どもこの技術の開発をやっております立場から考えておることを申し上げまして、私の話を終わります。」

議長 どうもありがとうございました。それではこの次は、動燃事業団の副理事長の今井さんにお話をお願いしたいと思います。今井さんは1956年に前の原子燃料公社の理事長をやっておられまして、動燃事業団ができて、これと一緒になられてからその副理事長

をやっておられる、はえ抜き核燃料屋さんでございます。動燃は、ご承知のように、わが国の遠心分離法によるウラン濃縮の研究開発を担当されております。その辺からお話を始めていただきたいと思います。

今 井 動燃が濃縮ウランに対しましてもっておる関係は2つございまして、先ほど来、山田委員からお話ございましたように、1つは、日本の現状解決の根本問題として、燃料を節約するという立場から、高速増殖炉の開発をやっておりますし、また、それは幾分時間もかかることゆえ、コンバータである新型転換炉の開発に力を入れている、このような状態であります。新型転換炉は、申すまでもございませぬ、初期装荷においては低濃縮ウランを必要といたしますけれども、取りかえ燃料以降は、いわゆるセルフサスティンングしたいという計画がたてられております。

さて、それは別といたしまして、遠心分離法にわれわれが直接に関係いたすようになりましたのは、1964年の3月に始まりました。それ以前は実は理化学研究所の手で数年にわたりまして初期の研究開発が行なわれてまいりました。そして理化学研究所の手で第1号の遠心分離機が製作せられ、これにつきましては、周速は200m/secという条件におきましてアルゴンの分離試験を行ないまして、その成果は早く、1964年の理化学研究所の報告に載っておるような次第であります。

理化学研究所はさらに第2号機をおつくりになりました。これの回転試験等を継続してこられたのでありますが、先ほど申し上げましたように、1960年3月に、当時の原子燃料公社が引き継ぎました。したがって、この1号機、2号機は東海事業所に移設されることに相なったのであります。

以後、原子燃料公社は、この1号機及び2号機を用いまして、軸封機構の改良、あるいは振動防止のためのパンパーの解決、あるいは駆動モーターの改良等、いろいろの技術開発をしてまいりまして、周速が250m/secという程度におきまして長期の安定運転ができるようになりましたので、まずこの第2号機によりましてアルゴン分離試験をいたしまして、スルー・プットのガス重量、あるいは238、235、つまり軽いものと重いものとのカット率、あるいは回転胴内には温度勾配をつけておりますが、これをどうするかという試験を続けてまいりました。

その後は、さらに引き続きまして、アルゴンから、 UF_6 を用いる分離試験を行ないました。その際には、試験条件としまして、周速は250m/secであるけれども、温度差を

10度ないし20度にするがいか、あるいは回転体の胴内の圧力は30ミリから200ミリの間に変化せしめるという試験をいたしまして、その際に、最高の分離効率は52%ぐらいであったと、当時の発表に一報をいたしました次第でございますが、これはその時、当時におきまして、既発表の外国のデータと比べますれば、おおむね大差ないという結果であったのでございます。

その後、UF₆の試験をしなければならないわけでありまして、新たにその目的のためだけに設計に着手いたしました。この場合にはUF₆は非常に重いものでございますので、胴内の圧力が、中心は極端に低くなり、胴の壁の部分におきましては高くなるということなどで、吸・排気、フィードとウェイストとをどうして取り入れるか、または取り出すかという検討を行ないました。これらの結果に基づきまして、順次、第3号機と第4号機の製作を行ないました。

その当時の製作の材質は、強力アルミニウム合金でございまして、したがってこれには、材料強度から申しまして、許容の周速限度がございまして。このことは承知しながらも、その材料強度のもとで許される周速下で運転する計画であったわけでありまして、3号機によります初期の運転におきます1段の分離係数は1・03ぐらいであると1969年に発表いたしております。

こういう経過をたどってまいりましたが、遠心分離法は、経済性を達成するためには、分離パワーあたりのコスト・ダウンをはからなければなりません。また、運転、保守の容易な構造、あるいは特別の材質の開発等が必要となってまいります。周速が高くなればなるほど、UF₆ガスの吸・排気が困難になりますので、その機構について研究を進めるとともに、材質といたしましても、強力アルミニウム合金の改良を一方で考えながら、また他方、繊維強化複合剤、これはファイバー・リエンフォースト・プラスチックと申したほうがよいと思いますが、かようなものを取り上げまして、初期的ではありながら、若干の成果をあげておると思っております。

特に一昨年以來は、広く工業界のご協力を得まして、ご関係の各社からそれぞれ特長ある機構要素のご提案をちょうだいいたしました。これによって民間の技術能力を十分に結集いたしまして、高性能の遠心分離機を開発するべく努力しておる次第であります。

ほぼ1機のシングル・マシンの性能の向上をはかると並行的に、複数の高速回転体を、大げさに申せばカスケードの最小単位、日本ではよくシステムと申しておりますが、このようなものを運転いたしまして、1機の建造が総合的な運転性能にどう影響するかな

ど、いろいろ解析を進めておる次第であります。来年度中には、これらの計画につきまして、10機による試験成果が取りまとめられるのではないかと考えておる次第でございます。

いま申し上げましたように、私どもは、ただいま、1つのタイプの遠心分離機に集中しておるのではなく、民間ご提案によりまして、複数の機種を開発いたしておる次第でございます。これに関連いたしまして、先ほど来、ユリネックさんのお話もございましたが、これを将来実用化する際には、ヨーロッパではどんなふうなお考えなのでございましょうか。

と申しますことは、いまイギリス、オランダ、ドイツそれぞれ独立に3つのタイプ、あるいはそれ以上の数のタイプの遠心分離機を開発なさっておられることと思いますが、将来これを実用化なさいますときには、おのおのプラントをそれぞれ拡大なさいますのでしょうか。それとも、そうではなくて、それを総合化して1つのものに統合なさるのでございましょうか。どなたでもけっこうでございますが、エイブリーさんにお伺いしたいと思います。

議長 一応コメンテーターのお話が終わったのでございますが、なお、イギリスの原子力公社のフランクリンさんがコメントの用意をしてあるのではというお話でございますので、フランクリンさんからお話を伺いたしたいと思います。

フランクリン 議長、まず最初に私はここで皆さま方に同情のことばを述べたいと思います。ということは、ヨーロッパ、ストックホルムにおきまして去年の9月に、すべてのヨーロッパの人々が集まりまして、そこで1つの会議が開かれたのですけれども、そのときに大きな仕事といたしまして、お互いに激励し合ったわけでありまして、その時に1つの結論を出すという仕事は非常にむずかしかったのでありますけれども、きょうの段階では、結論を出すことが少しやさしいのではないのでしょうか。

第2に私が申し上げたいのは新しい供給者の問題であります。たぶんこのような重要なときにおきましては、少しくだけたお話しをした方がよいと思います。私はいま、1人の兵士の話を思い出します。その兵士はうちから長い間離れておりましたので、別の女の人を伴って結婚してしまいました。その後、彼の正妻から手紙が来まして、彼女にはもっていて私のもってないものは一体なんなのですかと聞いてきたわけですから、それに

対して彼は別にないけれども、いまここに彼女がいるということが重大だと述べたということです。これが現在の状況だと思います。すなわち、濃縮工場の今日の状態に似ていると思います。

拡散工場はいま操業中でありまして、サピアリーさんがご説明になりましたように、非常に広範な実際の経験及び実績が米国にあるのであります。私どもは、英国の原子力公社で、16年間もの長い間働いておりますけれども、私はガス拡散工場が初めてコミッションされたときのことを覚えています。それが約20年間操業をしているわけであり

ます。

大体3年か4年ぐらい前に、私どもが2つの技術の間で選択をしなければならなかったときに、私たちは日本の今日のような状況にあったわけでありまして、また、その他の世界の国があるような、また、未来において当面するような問題をもったわけでありまして。私どもの選択は非常に賢明であったと思います。ただ、これは時間のみ、ときのみが語る事実でありまして、私どもは非常に多量の投資をするのは、まずどれが適切な道か、それについてははっきりと決定してから投資するのであります。現在の私どもの確信によりますと、大体遠心分離のほうがよろしいと考えているわけでありまして。

ガス拡散工場の建設は、コストが低い国にするのがよいと思います。そして日本はこれについて非常におもしろい状態にあると思います。たとえば小さな国で石油のコストが非常に低い場合には別に原子力を開発する必要はないわけでありまして。もちろんここに政治的な安定性の問題は残ります。

しかし、たとえば米国とかオーストラリアのような大きな国の場合には、距離というのが非常に大きくなってまいりますので、ある地域のエネルギーのコストは低いけれども、また別の地域では非常に高くなってしまおうということが出てくるのでありましょう。そういった場合には、原子力の規模の経済が出てくるのであります。このような国におきましては、ヨーロッパと離れておりますし、終極的に、長期的な供給の信頼性が問題になってくるのであります。

これは、一国がよその国の政治的な安定性を信頼しないということ、不信をもつということではありませんけれども、私どもは一方で、原子力発電所を建てるという場合には、将来のサプライの状況が30年後に一体どうなるかということを考えてみなければならぬと思います。中近東の場合をみればこの不安は明らかであります。私が申し上げたかったのは、非常に安いエネルギーを他国に求めるということのむずかしさであり

ます。

私はもちろんプルトニウムをリサイクルする可能性を認めていないわけではありません。現在の発電所の場合、一年間に大体2トンから2.5トンのプルトニウムが出てくるのであります。しかし、原子力発電も成長することを考えますと濃縮の問題をプルトニウムのリサイクルだけに依存するということは問題ではないでしょうか。というのは、転換率の高い原子炉を建設するとしてもまだ十分なほどのプルトニウムが出てこないからであります。そこでわれわれが濃縮ウランの供給を他国に依存すべきであるか、または依存する場合には、どのくらいの間依存するかということを考えなければならないと思います。

サピアリー氏がカスケードの開発計画についてお話しなさいました。米国の状況、改良計画についてお話になりましたが、私どもの経験に照らし合わせてみますと、彼が発表しました数値は非常に妥当なものでありますので、もしこれが成功しなかったら、非常に驚いてしまうだろうと思います。ですから私は、1980～81年までに濃縮ウランが不足するということを聞きまして非常にふしぎだと思っています。今後3～5年の間に、もちろん私どもは、この大きな投資につきまして決定をしなければならないのであります。

議長 フランクリンさん、ありがとうございました。特に日本の問題についていろいろ有益なご意見、まことにありがとうございました。私どもも、その問題を十分検討をしたいと思っております。

次は、もう1つ、西ドイツのアインフェルドさんが、これもコメントがあるそうでございますから、お願いします。

アインフェルド 議長、ユリネック・フイックさんが提出いたしましたペーパーは、ユリネック氏と私の共同研究でございます。したがってこの観点からいたしますと、私はこれ以上コメントを加える必要はございません。ただ、私はここで強調したいと思っておりますのは、ドイツにおきましては、製造産業と、科学産業、それから工場を運営する産業をはっきりと区別しているということです。そして、私はここで、ドイツで設立されましたウラニットとGNBという二つの会社を代表してお話しをいたすつもりでございます。すなわち、ドイツのメーカーに関する質問が出てきたような場合には、私が質

間に答えたいと思っております。それ以外でありましたならば、ユリネック・フイック氏がお答えすると思えます。すなわち、この問題に関して、メーカーサイド以外の問題でございましたらフイック氏が答えるだろうと思えます。

どうもありがとうございました。

議長 以上で一応コメントを終わりますが、先ほどいろいろご質問が出ました。山田さんの質問につきましてサピアリーさん、できるだけのご返事を伺えればたいへんしあわせてございますが。

サピアリー 私は最初に具体的な質問に答えたいと思えます。その第1のものは、濃縮に対する共同事業を考えることができるかどうかということでありました。それに対する最も具体的な答えといえますのは、ニクソン大統領のメッセージに出ていると思えます。それは先月出たものであります。それをぜひ引用したいと思えます。

「原子力に対する需要が増加するに従って、濃縮ウランに対する需要も増大している。アメリカはこの燃料をいろいろなところから供給している。そしてまた適正な補償をしている。しかしながら、原子力の利用が高まっていくに従って、ほかの国々でも独自のプログラムを進めて行くことは充分理解できることである。このようにわが国に対する依存を好んでいないということは当然理解できる。これは、核拡散防止条約、また、そのほかのわれわれの政策にも重大な影響を及ぼすだろう。現在の技術をもって、ほかの同盟国の人々が、正当なる要求をもって独立性を要求しているということを見無視はできない。したがって、われわれの利益、そしてまた多国間の協力をこの分野で促進することこそが重要である。また、注意深く国際的な安全保障の問題を考え、ほかの国の国防の問題を考えつつわれわれの同盟国に対して、できるだけ多国間の協力で、ウラン濃縮を行なうための方法を合同委員会で検討するべきである。」これを引用することで答えたいと思えます。

2番目は、価格の最近の上昇についてでございます。そしてそれが心配のたねになっているということについてでありましたけれども、これは当然理解できることだと思えます。しかし、ここで私が指摘しておきたいと思えますのは、もちろんこの価格の問題は、1956年の12月にできましたものでございまして、そのときは比較的高いものでございました。そしてそれが30ドルに下げられまして、1962年にはそれを26ドルにまた

下げたわけでございます。そして1968年の1月1日には、2・3年続いたコスト・インフレーションに基づきまして、32ドルに増加しております。

この増加分といいますのは、きたる10年間、すなわち1971年から1980年に至りますまでのコスト・エスティメートをカバーすることになっております。そしてその場合には、過去5年間のインクリースをもカバーしています。今回のそれは4%ということになっております。

そしてこの価格の上昇は、われわれが経験していることと常に一致しているわけでも首尾一貫しているわけでもありません。私はこのように価格がこれからも上昇し続けているわけでもありません。私はただそういう傾向があるとはいえます。われわれはこのようなある程度の基金をエスタブリッシュすることとの関連でこの問題を考えていただきたいということでもあります。

われわれの運転を増加するためには、われわれはまた電力を増加しなければなりません。それに従って運転費用も上がっていくわけです。またインフレーションも考慮しなければなりません。

もう1つの重要な要素といたしましては、CIP/CUPのプログラムをもっております。そのためにもある程度の資金といたしますか、投資が必要であるということもわかっております。また、インフレの問題もここで考慮に入れなければなりませんし、また、ニードをできるだけカバーし、また、コストの上昇をも押えるということの方向ではやっていきたいと思っておりますけれども、32ドルのといえますのは適切なものだと思います。そして、きたる10年間のものといましては、この額は適切なものだと思います。

3番目の質問は、たしか私が月曜日に申しました数字についてでありました。28ドル/swuという数字であります。33ドルというのは全く新しいサイトに関する数字であります。そして、3年前に出ました報告にも出ておりますけれども、今回の値上げには2つの基本的な理由があります。1つの理由は、インフレーションがあったということでもあります。この同じ期間にインフレがあったということです。もう1つの重要な理由といたしましては、最近の調査によりますと、商業的な、そして産業的なものによって得られた数字と、政府が運営しているようなオペレーションで得られた数字とは違うということでもあります。3年前にはそれが政府的なものであったということ、これが数字の違いの原因であります。

そして、ガス拡散工場のサイトについての問題でありますけれども、われわれが最初

この2つのプラントについて敷地を検討したときには、1つはオハイオを選びました。ここで一番重要だと思いましたが、電力が安いということでありました。そして、この電力が安く得られるということ、また、安い値で石炭が得られるということ、これがわれわれのファクターとして考えなければいけなかった問題でありました。

現在アメリカでは電力のコストが非常に高くなってきております。したがって、すなわち電力の安さということを正しく評価するためには、キロワット・アワーでどれくらい違うかということを考えてみるということだと思います。そしてわれわれの2つのプラントに対して、安い電力がどのような影響を与えたかということの評価することが一番重要なことではないかと思えます。

これで大体質問に大ざっぱに答えだつもりですが、いかがでしょうか。

議長　いかがですか、山田さん、大体よろしゅうございますか。

山田　サピアリーさん、たいへんありがとうございました。しかし、私がお伺いしたかったことが若干抜けておるのではないかと考えます。それは、結局将来アメリカが濃縮プラントをつくるということと関連いたしまして、日本が現在何年間か先の計画を立てておりますが、その濃縮ウランの供給について、1973年まででストップしておるという点についてのお答えが、ご無理なのかもしれませんが、なかったように思います。

それで、サピアリーさんのお話は一昨日にも伺ったわけですが、アドバンスに、非常にしっかりした約束をしるということですが、それと逆に、アメリカとしても当然要るはずでございますからして、濃縮ウラン・プラントをつくるということで、その需要に対応するということがいえないかということを一いつ……。

サピアリー　こういうことを申し上げたいと思います。過去におきましては、われわれは非常に好運でありました。濃縮能力が常に需要に相応したものであったということはたいへん好運だったと思います。われわれの状況が常に有利なものでございました。きたる数年間にわたって供給力が確保されていたのです。ここで、アベイラブルな能力は需要と常にバランスしていかなければなりません。その場合、エンリッチング・サービスを提供するためには、私がここでできることは、私自身の判断でしかいえないわけですが、常に需要がはっきりとしているということ、すなわち明確なコミットメントを

われわれに対していただかなければならないということだと思います。そしてアメリカにおきましても、いろいろなタイムリーなベースでわれわれの濃縮サービスをこれによって提供できるということではないかと思っています。

議長 いかがですか。

山田 たぶん私の話が早過ぎて悪かったのだと思います。もうそれ以上は申し上げません。たいへんありがとうございました。

私の質問を非常に簡単に申し上げます。ヨーロッパにおきまして、フランスがガス拡散法、それから3国が遠心分離法というふうに、そういう陣営をもっておられるようでございます。それで将来の……これは人のことで申しわけないのですが、われわれにも関係があると思うので伺いたいのですが、将来ヨーロッパに濃縮ウラン工場をつくるときには、この2つのものが無関係にどんどんでき上がっていくのか。あるいは何らかのコーディネーションをとるのかということ伺いたいわけでありまして。両方の工場は多少性質が違いますから共存できるのかもしれないのですが、そのような何らかの妥協の過程が存在するのではなからうか。これは、ご質問をする相手が必ずしも適当かどうかわからないのですが、ペッカーさんの報告が一番それに近いものですから、お願いしたい。

ペッカー 事実ヨーロッパの現状は2つの可能性に直面していると思います。すなわち濃縮方法に可能性が2つあるということだと思います。1つは遠心分離、もう1つはガス拡散であります。事実、どういう問題に直面しているのかということ、要するに経済的にどちらがいいかということ、経済的にどちらのプロセスがいいのかということについていろいろの人の意見がわかれているということである。しかし、そういう状況の中で得られる解決が一番いいのではないかと思っています。

私の発表におきまして、私はこういうことを強調いたしました。すなわち1973年という年代におきまして、一体どちらをとるのかということを決定しなければならない。新しい能力を決定するためにはどちらにすればいいかを73年にきめるべきだといいました。私は事実、ベスト・ソリューションを選ぶことは非常に重要なことだと思っております。しかしながら、私の考えでは、ベスト・ソリューションというのは、理論的な

観点から選ばれるものであってはいけません。われわれが選ぶ場合には、戦略的な要素から選んでいかなければなりません。すなわち、われわれが一体どういう問題に直面しているのかという戦略的な面からみななければいけないと思います。たとえばヨーロッパの濃縮ウランではどういうことが問題であるかということを考えていかなければならないと思います。

そういうことがありましたために、フランス政府は最近、ガス拡散のプラントを着実に拡大して行って、その方向で研究をしています。またそれと同時に、研究をほかの外国のグループで、こういった事業に興味をもっている人には、常にオープンにしておくということをきめたというのも、こういうわけだからであります。われわれがもっておりますコンタクト、いろいろなヨーロッパの人々とコンタクトをもっておりますけれども、多くの人々がこの事業に興味をもっているということがわかりました。そしてこの事業に参加してくれるだろうと思っております。したがって私は、きたるべきときがやってまいりましたならば、遠心分離にたずさわっている人々がはっきりした数字を出すことができるだろうと思います。すなわち、ヨーロッパの遠心分離に関してははっきりしたことがいえるようになるだろうと思います。そして私は、このような数字を手に入れた上でこそ、一番よいベスト・ソリューションが選ばれるのではないかと思います。

しかしながら、私個人の考えからいたしますと、1973年というデッド・ラインはたいへん大胆なものであります。そして私の個人的な考えでは、現在のところ、私は、この年までに、十分なる知識をもって遠心分離のプロセスに乗り出すというのはむずかしいのではないかと思います。すなわち、遠心分離の方法を大型の工場にそれをアプライするということは、個人的な考えでは非常にむずかしいのではないかと思います。しかし、最も重要なことは、いろいろなヨーロッパのパートナーと一緒に開発を行なって、十分な経済的なデータを交換するということであります。それによって最適のソリューションを得るということであります。したがって、われわれはそういう意味でかなりよい関係にあると思います。このようなアイデアを得るということ、いろいろなデータを得るということの意味では、非常によい関係をいまもっているといえると思います。

議 長 今井さん、さっき何かご質問がございましたね。ちょっと時間がたったので私も忘れましたが、簡単に……。

今 井 遠心分離機の開発でありますから、当然マニファクチュアリング・インダストリーというものの役割りが非常に大きいわけです。そういうわけですから、たとえばヨーロッパ・プラントのごとく、相当の規模でなさるということになれば、それぞれの1つのタイプの遠心分離機があれば、それに直結したマニファクチュアリング・インダストリーの養成ということがあるだろう。われわれもまた、小型であっても同じことを体験しつつあるので、それぞれ特徴あるメーカーからいろいろの提案を受けておると私は申し上げましたけれども、それはそれでみな独立に進行させるということと、そうではなくて、これをどうかして、インテグレートして、しぼるということとはたいへん矛盾してくるわけです。そんなことの関連において、そんなことをお伺いするのは無理かもしれませんが、考え方としては、アルメロと、いまケーブンハーストと両方で仕事をなさいますが、どちらも大きくするのでしょうか。それともどちらかに重点を置くのでしょうかという、考え方のインクリネーションを伺ったのです。それをエイブリーさんにお伺いしたいとお願ひしたのです。

エイブリー 議長、私はこの問題を一番よく答えますに際しましては、いかにして2つの国際会社が操業を開始するかを説明したら一番いいお答えになるのではないのでしょうか。

私どもは、今年中に2つの会社を寄せ集めまして、いままでの3国間で行なわれました研究開発事業をまとめまして、2つの会社のスタッフが装置を交換いたしまして、研究開発のプログラムをつくることとなります。しかし、1つのタイプの機械に努力を傾注するか、または1つ以上のものにするかにつきましては、まだお答えするには時期尚早であります。しかし、たぶん、もし、いま考えられているあらゆる可能性がすべてこの1つの総合したプログラムの中で全部継続するということがありましたら、非常にびっくりするであります。

私の同僚の人も、私も明らかにしたい点でございますけれども、いろいろなタイプの遠心分離機が、いま現在建設中のプロトタイプ・パイロット・プラントに設置されております。しかし、ここでもまた、私の同僚の方もいいと思いますけれども、もしこれらのすべてが、これから継続的に研究されることになりましたら、これも私は非常に驚くことだと思います。私のはっきりと確信をもって申し上げますのは、私どもの会社が、1つないしは2つ、または3つの最も希望的なラインをきめて、そこに努力を集中することになると思います。

今井 ありがとうございます。

議長 ほか何かございませんでしたか。

大体コメンテーターからのご質問も以上のとおりでございますが、同時に皆さんのほうからのご質問も、いま伺ってましたが、特にございませんようなので、一応こちらでこの会の取りまとめをいたしたらどうかと思います。

今日のお話、私、ずうっと伺ってまして、これはきのうから含まれた問題であります、非常に有益と申しますか、日本の問題としてみても、きわめて役に立つお話が非常にたくさんあったと思います。おそらくご列席の皆さんもそういう感じをもたれたと思うのであります、結局、先ほどから申しておりますように、日本のエネルギー問題というものは結局そういう背景になっておるということを繰り返して考えなければいけないと思うのであります。

いま日本では、大体エネルギーの70%を石油でまかなっておりますが、この石油が、先ほどからたびたび申しますように、非常に量、価格において問題が起きております。もう一方では、油による環境汚染の問題、これまた非常に大きな問題を日本で生み出しております。こういう環境問題というのは、日本の経済あるいは社会生活上どうしても回避していかなければいけない絶対の命題かと思っておりますが、そういう意味におきまして、期待されるのは原子力だと思っております。

第1日の原子力の長期ビジョン、20世紀における原子力構想ということでは、ぜひ詳しくお聞きいただいたと思っておりますが、私、今後の日本のエネルギーの新しい手として、安定供給の問題と環境保全の問題、この2つの配慮からしまして、エネルギー問題の解決というものは、この原子力の開発によらなければいかんということについて深く思うのでございまして、この点は皆さまもきわめてご同感であろうかと思うのであります。

そこで、きょうの濃縮問題になるのであります。原子力の開発については、いろいろ問題がございまして、結局、一番日本として問題にこれからしなければいけない最も大きな問題の1つは燃料問題、特にウラン濃縮の問題であろうかと思っております。

その意味におきまして、原子力産業会議は昨年、1つのウラン濃縮の問題につきまして、意見書を発表をしまして、きょう、これは、一本松さんからご説明があったとおりでございます。この問題につきましては、特に、きょう、いろいろ海外の専門の方から非常にいいお話を承ったのであります、いずれにしましても、この問題の解決を急が

ない限り、われわれが期待する原子力の開発は非常にむずかしいということについては、これまた皆さんご同感だろうと思うのであります。

政府、特に原子力委員会においても、先ほど山田委員からお話がありましたように、特別の懇談会をつくって検討をされておりますので、おそらくはこの夏ごろまでには1つの結論が出て、正式の政府の政策として実現の歩を踏み出すだろうということを、われわれ、期待しておるものでございます。

もう1つの問題は、この問題の解決、あるいは促進という意味におきまして、特にこのシンポジウムで明らかにされました問題は、先ほどもお話のしましたアメリカのニクソン大統領のこれに関する2月の声明であります。先ほどもここでお話がありましたように、多数国による共同開発についての積極的なアメリカ政府としての援助、これを合同委員会でいま検討をさせておるという前向きな姿勢。

もう1つは、フランスの政府の方針として、プレスリリースになりましたお話がベッカーさんからございましたが、いずれも、これは、各国が共同してこの濃縮問題を解決しようという態度であります。

私ども産業会議の構想の中にも、濃縮工場の建設については、よその国との共同開発、特に太平洋諸国との共同開発という問題を真剣に考えておるわけでございますが、たまたまこの構想は、アメリカ及びフランスのお考えと非常によく似ておる。同時にドイツ、イギリス、オランダでやっておられる遠心分離の問題も、ある時期にすればこれを開放しよう、まことにこん然と申しますか、同じような考え方で各国が進んできておるといふことは、非常に私、きょう、このお話を伺い、また解決する上に、明るい感じを受けたわけであります。

ただ従来国際協力は、いわば手ぬるい形が多かったのでありますが、今回のウラン濃縮の問題は、先ほどから皆さんからお話がありましたように、安定供給という1つのたてまえから、およそいつごろまでにはこれは考えなければいけないのだという手形の期日のようなものがあるように考えるのであります。

したがって、今後ともこの海外の協力問題につきましても、真剣に日本も進んでそういう態度をとるべきだろうと思っておりますし、また、きょう、お目にかかったこういう皆さん方、それから海外の皆さん方のちょうどいい機会でございますので、特にその点を最後の締めくくりとして希望をします次第でございます。

おそらく今後、ジュネーブ会議において、あるいはその他の会議において、この問題

がかなりホットに論じられるだろうと思いますが、われわれもぜひその仲間入りをしてこの問題の解決と申しますか、進展に力を入れたいと考える次第でございます。

たいへん締めくくりとしてはだだら申し上げましたが、要するに日本のエネルギー解決のための原子力、それに伴う一番大きな問題は、ウラン濃縮の問題である。この解決について、国際協力が非常に必要であり、またそのことが偶然にも欧米諸国が考えている考え方と非常に一致しておるということについて明るい感じをもち、これを進めていくということの決意を新しくしたいと存ずる次第でございます。

たいへん長時間、非常に熱心にお聞きいただき、またスピーカーの方も、あるいはコメンテーターの方もいろいろ討議いただきまして、まことにありがとうございました。厚く御礼を申し上げます。

なおこの機会に、これをもってこの3日間の年次大会を終わるわけではありますが、最後に海外からみえましたお客さまに、拍手をもってお礼の意を表したいと思っております。ご賛成を願います。

(拍 手)

どうもありがとうございました。

これをもちまして、第4回の年次大会の幕を閉じたいと思っております。ありがとうございました。