第　8　回

原産年次大会議事録

期 日　昭和50年3月11～13日

場 所　イイノホール

日本原子力産業会議

104
D14

受入
No 5394

第　8　回

原産年次大会議事録

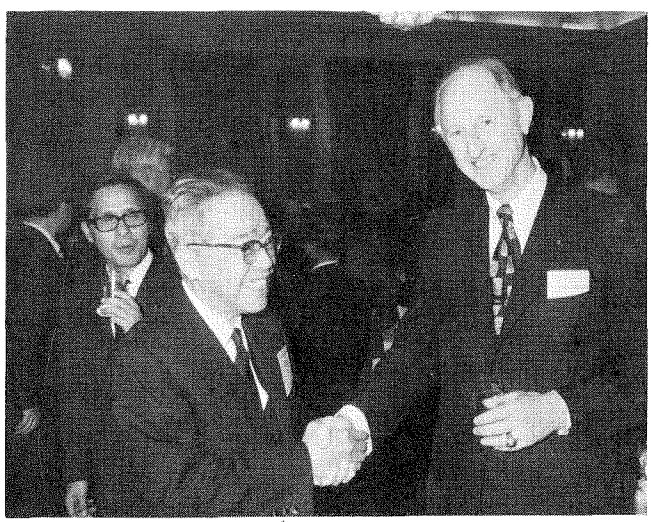
期 日　昭和50年3月11～13日

場 所　イイノホール

日本原子力産業会議

第８回原産年次大会開会セッション

佐々木科学技術庁長官，河本通産大臣を迎えての午餐会



レセプションでなごやかに懇談する日米両原産会長

開会セッションで所信を表明する有澤原産会長

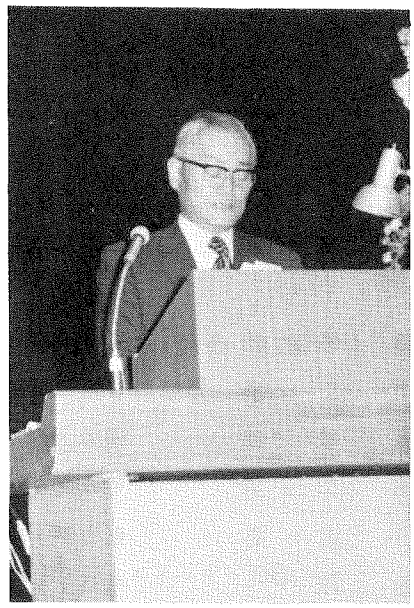
所感を述べる井上原子力委員長代理

開会挨拶を述べる白澤大会準備委員長

特別講演するラウデン　アメリカ原子力規制委員会委員

記者会見に応じるスパークEC委員会エネルギー総局長

環境保全における原子力開発の特質を述べる田島立教大学教授



核燃料サイクル上の緊急課題を提起する吉岡日本原子発電常務

これからの原子力開発の進め方について講演する向坊東京大学教授

各界の代表者による、これからの原子力開発をどう進めるかについてのパネル

第8回原産年次大会準備委員会委員名簿

〔昭和50年3月現在
50音順、敬称略〕

委員長	白沢富一郎	日本原子力発電㈱社長
委員	岸田純之助	㈱朝日新聞社　論説委員
	黒川正典	日本郵船㈱常務取締役
	黒木敏郎	東京大学海洋研究所教授
	柴田二三男	中部電力㈱常務取締役
	瀬川正男	動力炉・核燃料開発事業団副理事長
	高島洋一	東京工業大学原子炉工学研究所教授
	竹村数男	東京商船大学教授
	田島弥太郎	国立遺伝学研究所所長
	佃俊雄	関西電力㈱常務取締役
	野村顕雄	東京電力㈱取締役
	藤村弘毅	日本水産資源保護協会会長
	法貫四郎	住友原子力工業㈱専務取締役
	丸山賢三郎	中国電力㈱常務取締役
	村田浩	日本原子力研究所副理事長
	綿引義孝	茨城県東京事務所長
	綿森力	㈱日立製作所常務取締役
オブザーバー	半沢治雄	科学技術庁原子力局次長
	井上力	通商産業省資源エネルギー庁長官官房審議官

目　　次

プログラム …… 6

＜開会セッション＞

大会準備委員長挨拶 …… 11

原産会長所信表明 …… 13

原子力委員長所感 …… 16

＜特別講演＞

ＥＣにおけるエネルギー政策 …… 20

アメリカにおける原子力規制 …… 29

＜セッション－１＞　新たな国際環境でのエネルギー自立化と原子力開発

アメリカにおける原子力エネルギーの現状 …… 39

エネルギーと国際的秩序 …… 48

原子力開発上の諸問題と国際協力 …… 53

＜午　餐　会＞　特別講演　わが国外交とエネルギー問題 …… 65

＜セッション－２＞　環境保全と原子力開発

環境保全における原子力開発の特質 …… 69

パネル討論 …… 80

＜セッション－３＞　動力炉開発－その実績と経験

日本における軽水炉の運転経験について …… 117

軽水炉の自主技術確立上の諸問題と対策 …… 125

わが国におけるＡＴＲ、ＦＢＲの開発 …… 138

フェニックスの初期の運転経験 …… 145

カナダにおける重水炉の運転経験 …… 156

＜セッション－４＞　核燃料サイクル上の重要課題

核燃料サイクル上の緊急課題 …… 169

わが国濃縮技術開発の現状 …… 173

動燃再処理施設の建設・運転計画 …… 181

核燃料サイクル上の諸問題 …… 201

＜セッション－５＞　原子力開発への提言――体制問題を中心として

これからの原子力開発をどう進めるか …… 209

パネル討論 …… 214

第8回　原産年次大会総括プログラム

		午　　前	午　　後
第1日	3月11日（日）	開会セッション（9：30～12：10） 大会準備委員長挨拶 原産会長所信表明 原子力委員長所感 〔特別講演〕 ＥＣにおけるエネルギー政策 アメリカにおける原子力規制	午餐会（12：30～14：00） ＜ホテル　オークラ＞ 〔特別講演〕わが国外交とエネルギー問題 原子力関係映画上映（12：40～14：10） ＜ホ　ー　ル＞ セッション－1　新たな国際環境でのエネルギー自立化と原子力開発 （14：30～17：00） 〔講演〕 アメリカにおける原子力エネルギーの現状 エネルギーと国際的秩序 原子力開発上の諸問題と国際協力
第2日	3月12日（水）	セッション－2　環境保全と原子力開発 （9：30～12：20） 〔講演〕 環境保全における原子力開発の特質 〔パネル討論〕	セッション－3　動力炉開発―その実績と経験 （13：30～17：00） 〔講演〕 日本における軽水炉の運転経験について 軽水炉の自主技術確立上の諸問題と対策 わが国におけるＡＴＲ、ＦＢＲの開発 フェニックスの初期の運転経験 カナダにおける重水炉の運転経験 レセプション（17：30～19：00） ＜日本工業クラブ＞
第3日	3月13日（木）	セッション－4　核燃料サイクル上の重要課題 （9：30～12：00） 〔講演〕 核燃料サイクル上の緊急課題 わが国濃縮技術開発の現状 動燃再処理施設の建設・運転計画 核燃料サイクル上の諸問題	セッション－5　原子力開発への提言―体制問題を中心として （13：00～16：00） 〔講演〕 これからの原子力開発をどう進めるか 〔パネル討論〕

第８回　原産年次大会プログラム

期　　日　　昭和５０年３月１１日（火）、１２日（水）、１３日（木）

場　　所　　イイノホール、東京都千代田区内幸町２－１－１

基　　調　　これからの原子力開発をどう進めるか

―新たな国際環境でのエネルギー自立化への努力―

第１日　３月１１日（火）

開会セッション（9:30～12:10）

議　　長　　茅　　誠　司　氏（日本原子力産業会議副会長 元東京大学学長）

9：30　大会準備委員長挨拶　　白　澤　富一郎　氏（第８回原産年次大会準備委員長 日本原子力発電㈱社長）

原産会長所信表明　　有　澤　廣　巳　氏（日本原子力産業会議会長）

原子力委員長所感　　井　上　五　郎　氏（原子力委員長代理）

〔特別講演〕

議　　長　　大　堀　　弘　氏（電源開発㈱総裁）

10：30　ＥＣにおけるエネルギー政策

Ｆ．　スパーク　氏（ＥＣ委員会エネルギー総局長）

11：20　アメリカにおける原子力規制

Ｍ．　ラウデン　氏（アメリカ原子力規制委員会委員）

午　餐　会（12：30～14：00）ホテルオークラ<別館地下２階・曙の間>

〔特別講演〕わが国外交とエネルギー問題

牛　場　信　彦　氏（外務省顧問）

原子力関係映画上映（12：40～14：10）ホール

フランス・ソ連・カナダの映画

―自　由　参　加―

セッション―１　新たな国際環境でのエネルギー自立化と原子力開発（14：30～17：00）

〔講　　演〕

議　　長　　前　田　七之進　氏（富士電機製造㈱会長）

14：30　アメリカにおける原子力エネルギーの現状

Ｊ．Ｗ．シンプソン　氏（アメリカ原子力産業会議会長）

15：20　エネルギーと国際的秩序

緒　方　　彰　氏（ＮＨＫ解説委員長）

議　　長　　伏　見　康　治　氏（名古屋大学名誉教授）

16：10　原子力開発上の諸問題と国際協力

Ｙ．チェルニリン　氏（国際原子力機関副事務総長）

第２日　３月１２日（水）

セッション－２　環境保全と原子力開発（９：３０～１２：２０）

〔講　　演〕

議　　長　　宗像英二　氏（日本原子研究所理事長）

９：３０　環境保全における原子力開発の特質

田島英三　氏（立教大学理学部教授）

〔パネル討論〕（１０：１０～１２：２０）

議　　長　　一本松珠璣　氏（日本原子力発電㈱会長 日本原子力産業会議副会長）

パネリスト　岸本康　氏（共同通信社論説副委員長）

清瀬量平　氏（東京大学工学部助教授）

左合正雄　氏（都立大学工学部長）

田島弥太郎　氏（国立遺伝学研究所所長）

松岡理　氏（放射線医学総合研究所障害基礎研究部第４研究室長）

特別参加　田島英三　氏（立教大学理学部教授）

セッション－３　動力炉開発―その実績と経験（１３：３０～１７：００）

〔講　　演〕

議　　長　　山崎久一　氏（電源開発㈱副総裁）

１３：３０　日本における軽水炉の運転経験について

丸山賢三郎　氏（中国電力㈱常務取締役）

１４：００　軽水炉の自主技術確立上の諸問題と対策

綿森力　氏（㈱日立製作所常務取締役）

１４：３０　わが国におけるＡＴＲ、ＦＢＲの開発

河内武雄　氏（動力炉・核燃料開発事業団副理事長）

＜休　　憩　（１０分）＞

議　　長　　伊藤俊夫　氏（関西電力㈱副社長）

１５：２０　フェニックスの初期の運転経験

Ｇ．バンドリエス　氏（フランス原子力庁原子力産業応用担当理事）

１６：１０　カナダにおける重水炉の運転経験

Ａ．Ｍ．エイキン　氏（カナダ原子力公社副総裁）

レセプション（１７：３０～１９：００）日本工業クラブ＜３階大食堂＞

第３日　３月１３日（木）

セッション－４　核燃料サイクル上の重要課題（９：３０～１２：００）

〔講　　演〕

議　　長　　進藤武左エ門　氏（海外電力調査会長
日本原子力産業会議副会長）

９：３０　核燃料サイクル上の緊急課題

吉岡俊男　氏（日本原子力発電㈱常務取締役）

１０：００　わが国濃縮技術開発の現状

瀬川正男　氏（動力炉・核燃料開発事業団副理事長）

議　　長　　渡部時也　氏（中部電力㈱副社長）

１０：４０　動燃再処理施設の建設・運転計画

中島健太郎　氏（動力炉・核燃料開発事業団再処理建設所長）

１１：２０　核燃料サイクル上の諸問題

Ｃ．　バック　氏（イギリス原子燃料公社再処理担当理事）

セッション５　原子力開発への提言－体制問題を中心として（１３：００～１６：００）

議　　長　　岸田純之助　氏（朝日新聞社論説委員）

〔講　　演〕

１３：００　これからの原子力開発をどう進めるか

向坊　隆　氏（東京大学工学部教授
原産・原子力開発利用実行計画委員会立地部会長）

〔パネル討論〕（１３：４０～１６：００）

特別参加　稲葉秀三　氏（原子力委員会委員
日本情報開発協会理事長）

パネリスト　稲垣武臣　氏（全国電力労働組合連合会長）

及川孝平　氏（全国漁業協同組合連合会長
全国汚水公害対策協議会長）

木村守江　氏（原子力発電関係団体協議会長
福島県知事）

田中直治郎　氏（電気事業連合会原子力開発対策会議委員長
東京電力㈱副社長）

三宅泰雄　氏（日本学術会議会員
前同会議原子力問題特別委員会委員長）

山本賢三　氏（日本原子力研究所理事・東海研究所長）

開会セッション

議　　長　　茅　誠司氏（日本原子力産業会議副会長、元東京大学学長）

大会準備委員長挨拶

原産会長所信表明

原子力委員長所感

＜特別講演＞

議　　長　　大堀　弘氏（電源開発㈱総裁）

「ＥＣにおけるエネルギー政策」

Ｆ．スパーク氏（ＥＣ委員会エネルギー総局長）

「アメリカにおける原子力規制」

Ｍ．ラウデン氏（アメリカ原子力規制委員会委員）

＜午餐会特別講演＞

「わが国外交とエネルギー問題」

牛場信彦氏（外務省顧問）

大会準備委員長挨拶

第8回原産年次大会準備委員長
日本原子力発電（株）社長
白　澤　富　一　郎

第8回原産年次大会の準備委員長をつとめました白沢でございます。

本大会の開会に当りまして、準備委員会を代表して一言ご挨拶申し上げます。

ご高承のとおり、この原産年次大会は、原子力にご関係の深い内外の広い分野の方々が一堂に会し、原子力開発利用上の諸問題とくにその時々に当面する重要問題について、見解の発表や意見の交換を行い、国内的ならびに国際的な理解と協調をはかる場として開催いたしてまいりまして、原子力産業の健全な発展に資することを目的といたしております。

さて、わが国におきまして原子力開発は、ここ十数年来、各般にわたって急速な進展をとげてまいりましたが、一昨年の石油危機発生以来、化石燃料の資源に乏しいわが国においては、当面石油に代わる最適のエネルギーとして、原子力エネルギーの傾斜開発が重要な課題となってまいりました。しかしながら他方では、安全性への信頼、環境の保全、立地の確保や原子力関連産業の整備、放射性廃棄物の処理処分など幾多の問題をかかえているのが現状であります。これら諸問題の解決に当っては、広く国民的コンセンサスを得ることが肝要であり、これを推進するためには、国際的な深い理解と緊密な協力を得ることが、ますます必要となっております。このような情勢の中で日本原子力産業会議におきましては、一昨年体制を改革整備し、産業界を含むより広い、より公共的な性格の組織となっていっそう国民的コンセンサスを高めるよう活動を展開してまいりました。さらに昨年は「原子力開発利用実行計画委員会」を設置いたしまして、原子力開発を円滑に推進するため多くの具体策について検討を行い、提言をいたしてまいりました。

本準備委員会といたしましては、こうした諸情勢ならびにこの新しい提言を踏まえまして、今大会の構成、内容を検討し、準備を進めてまいった次第でございます。とくに今回の年次大会におきましては、新たな国際環境のもとで、わが国としてのエネルギー自立化への努力を最大限に進めることを目標として、「これからの原子力開発をどう進めるか」を基調テーマとして選んだ次第であります。この趣旨を活すため国の内外の権威者・専門家、あるいは実際の衝に当られる方々など、各層からの見解の発表や意見の交換をお願いしたのでございます。

大会の構成につきましては、お手許のプログラムにもございますように、開会セッションにおきまして国務大臣・科学技術庁長官の佐々木原子力委員長からご挨拶をいただきまして、次に「欧州共同体におけるエネルギー政策」と「アメリカにおける原子力規制」について、それぞれ特別講演をお願いしてございます。午後の第1セッションでは本大会の基調であります「新たな国際環境でのエネルギー自立化と原子力開発」についてをとりあげ、海外の原子力開発の計画および見通しと、必要とされる国際協力ならびにこのようなエネルギー事情の中におかれたわが国の原子力開発の位置づけ等について、内外の権威者の方々からご講演をいただくことにしております。第2日目午前の第2セッションでは「環境保全と原子力開発」をテーマとしてとりあげ、原子力利用における環境保全、とくに核燃料サイクル

確立の上で今後重要となる課題とその対策につきまして、ご講演とパネル・ディスカッションを通じ忌憚のないご意見の交換をお願いしてございます。午後の第3セッションでは「動力炉開発」をテーマとして、軽水炉の運転経験とその技術改善の問題をはじめとし、新型炉開発の実績と運転経験について、内外の権威者の方々からご講演をいただくことにしてございます。第3日目午前の第4セッションでは「核燃料サイクル上の重要課題」をテーマとし、わが国の核燃料サイクルの確立にとって重要な政策課題の位置づけとともに、とくに濃縮・再処理の技術開発の現況について、内外の権威者の方々に見解のご発表をお願いしてございます。午後の第5セッションにおきましては昨年の大会では、国民代表である各党国会議員の方々から原子力開発政策に関するご意見・ご見解をお伺いいたしました。今回は「原子力開発への提言」として、最近各方面で論議されております原子力体制問題を中心としてとりあげ、広い範囲の色々なお立場の方々から、ご講演とパネル・ディスカションを通じ活発な忌憚のない見解のご発表と意見交換をしていただくことを企画いたしたのでございます。以上各セッションのご講演ご討議を通じまして、原子力開発の進め方について有益な示唆がえられたものと確信いたしております。

ここに改めて発表者、議長各位のご協力に対しまして厚く御礼申し上げます。とくにお忙しいなかをはるばる来日されました、欧州共同体エネルギー総局長のスパークさん、アメリカ原子力規制委員会委員のラウデンさん、アメリカ原子力産業会議会長のシンプソンさん、国際原子力機関副事務総長のチェルニリンさん、フランス原子力庁原子力産業応用担当理事のバンドリエスさん、カナダ原子力公社副総裁のエイキンさん、イギリス原子燃料公社再処理担当理事のバックさんの各氏をはじめ、海外からわざわざ参加されました方々に衷心より感謝の意を表したいと思います。

また本大会に多数参加いただき、大会を盛大に意義あらしめて下さいましたことに対し厚く御礼申し上げます。最後に本日より3日間にわたりますこの年次大会が、円滑に運営され、所期の成果が十分得られますよう、ご参加の皆様方のご協力ご支援をお願い申し上げる次第であります。

以上をもちまして大会準備のご報告とご挨拶といたします。

所　信　表　明

日本原子力産業会議
会長　有澤廣巳

昨年はわれわれ日本の原子力関係者にとって真に多事多難でありました。一方では宿望の電源三法の成立を見、また高浜1号、福島2号および島根1号発電所の完成によって原子力発電が390万kWに達したことを、われわれは大いに喜んだのでありますが、しかし他方では原子力船「むつ」の事件を中心に、わが国原子力開発体制に対する国民の信頼が大きく揺らぐという悲運に見舞われました。前の喜びもそのため、いっぺんにふきとんでしまった始末でありました。

私は昨年の第7回年次大会で、石油危機に対抗して、わが国における唯一の有力な代替エネルギー源として原子力の開発をいっそう強力に推進しようという決意を披瀝いたしました。そしてわが原子力産業会議に原子力開発利用実行計画委員会を設け、安全性の確保と環境保全とのもとに、原子力利用のシステマチックな開発のための具体的計画の作成に着手いたしました。われわれはこの実行計画をもって原子力の全面的開発を政府に迫り、民間に訴え、日本のエネルギー危機の不安を一刻も早く解消しょうと考えたのでありました。ところがその作業が進行中に、予想だにしなかった、わが国の原子力開発体制がにわかにその根底から揺らぐという最悪の事態に見舞われるに至りました。「むつ」が母港に帰れないまま50数日も漂流するという事態を見て、それこそわが国の原子力開発体制を象徴するものだという冷笑の声が公然と聞かれるようになりました。理性ある人々からは、そういう見方は全く当らないとの弁明も行われましたが、ひとたび揺いだ国民の信頼は容易に元にはもどりません。これはわが国のエネルギー開発にとって、従ってまたわれわれの活動にとっても、まことに大きな打撃でありました。われわれはどんなにか口惜しく情けない思いで唇を噛んだことでしょう。しかしわれわれはここで挫けているわけには参りません。日本のエネルギー危機の不安は毫も解消したのではないのです。原子力開発の客観的必要性は増しこそすれ、ちっとも減ってはいないのです。われわれは捲土重来にもまして、国民の原子力開発に対する信頼を取りもどさなければならないのであります。政府においてもそのために内閣に原子力行政懇談会を設け、原子力開発体制の立直しをはかることになりました。その懇談会は来週にも開かれることでしょう。われわれもまた、国民の信頼をかちうる開発体制の再建に協力するとともに、その新体制の下に、民間としての責任と義務を十分に果したいと決意を新たにしているのであります。

われわれは原子力開発にあたって、内に国民的信頼をかちうるとともに、外に対して国際的期待と信頼に答えねばなりません。わが国は今、核兵器拡散防止条約批准の、おそらく最後の選択の前に立っています。われわれが要望してきた保障措置については、われわれの満足すべき保障措置協定の仮調印が行なわれ、国際原子力機関（ＩＡＥＡ）理事会ではすでにこれを承認いたしました。この上はわが国としては、非核保有国の安全保障の確立を要望する意志の表明とともに、速やに批准の手続きに踏み切るべきであると思います。この期に至ってなお批准に逡巡しているなら、諸外国からわが国の痛くない腹をさぐられ、国際的不信を買うこと必定であります。ただそればかりでなくわが国の原子力平和利用

を安心して計画的に進めることは、おそらくできなくなるでありましょう。原子力産業会議としては、このゆえに、先般、核防条約の早期批准の必要を決議し、その実現を政府に強く要望した次第であります。

次に私は昨年の大会において、原子力平和利用における安全性の確保ということが、それぞれの国にとって最重要な問題であるばかりでなく、実に国際的連帯責任の問題であることを指摘しました。今般、ＩＡＥＡが原子力発電所の安全確保に必要な国際的スタンダードを確立することを決定し、その作業に取りかかることになりましたことを、私は心から喜ぶものであります。しかし国際連帯責任の問題は、今や安全確保の面ばかりでなく、さらに原子力発電の平常操業の面にまで及んできたように、私には思えてならないのであります。それというのも、世界各国における原子力発電所の稼働率が世界的に見て、平均60％に足らない現況にあり、そのことが今や問題化してきているからであります。原子力発電所のコスト計算では、通常８０％の稼働率が前提とされていることは御承知の通りであります。巨額の設備投資を必要とする原子力発電所の稼働率が６０％以下とあっては、それが重大なコスト・アップにつながることはいうまでもありません。原子力発電のこのようなコスト・アップが、一部の人々によって唱えられているような、一般電気料金の引上げに直ちにつながるという非難攻撃は全く根拠のない誹謗にすぎないとしましても、このような現実が原子力発電に対するわれわれの期待にそわないものであることは、否定できません。いな、それ以上に、そのこと自体がとくにわが国においては、国民に不安をつのらせる一因となっていることを、われわれは重視しなければなりません。原子力発電所の稼働率が世界的に見て著しく低位にあるのは、一つには、原子力発電所の定期検査にはとくに日本の場合には制度上の問題もあって、比較的長い期間を要するためでありますが、同時にまた平常運転における故障の頻発のためでもあります。故障には直接にも間接にも原子炉につながらないものもあれば、また原子炉につながるものもあります。原子炉につながる故障については、安全確保のために必ず炉を止めて綿密な点検を行ない、原因の究明を要することは当然であるし、またそのことが実際運転上の安全確立のための技術を進歩させ、経験を豊富にするゆえんでもあるのであります。しかしこのような故障が多ければ多いほど炉の運転休止の期間もまた多くなることが避けられない。とくに炉内点検の必要が多くなれば、そのために従業者の被曝線量も多くなり、それに対する対策も当然多くなります。

現在の軽水炉はＰｒｏｖｅｎ だといわれています。技術システムとしては確に「実証ずみ」でありますが、ただ発電所の運転の実際には、故障が続出しているという点において、それをそのままに首肯しがたい現実面があらわれているようにも見えます。そのことが現在における問題であります。思うに、これは開発され新技術がその実用化の段階において多かれ少かれ経験的に学ぶべき問題であり、実際運転の経験の積み重ねによって解決されると考えられます。それにしてもドイツなどでは軽水炉発電所の稼働率が７０％以上、８０％を越えているものもあるということを考えると、なお品質保証にも設備の保守管理にも官民協力して一層の協力を払うことが必要であるように思われます。このような経験を乗り越えた東海発電所が高い稼働率を現に示していること、同じ軽水炉でも最近の国産のもので優秀な実績をあげていることなどの事例はわれわれに大きな教訓をしめしていると思います。

なおこの際、小さな故障は他の工場にもありがちだといった安易な考え方や対処の仕方は、原子力施設の場合には許されないことを銘記したいと思います。同時に小さい故障だからといって、その報告や公開を怠ったり、軽視したりすることも、わが国の場合ままありがちですが、実はそれが国民の不安を

かき立てる誘因となっていることを忘れてはならないと思います。それを神経過敏だとして一笑に付してはいけません。それをリゴリズムだとして厄介視してはいけません。われわれは国民大衆の心理に即して対処していくところにパブリック・アクセプタンスをかちうると思うからであります。

最後に、わが原子力産業会議では、かって１９８５年の日本の原子力発電の規模を6,０００万kWと想定いたしました。そしてこの数字は妥当な目標としてひろく官民の間に受けとられてきました。その後、立地問題の尖鋭化、とくに原子力体制に対する国民の不信不安の増大のため、今日ではもはやその目標は実現できないのではないかとか、あるいはまだその実現を強行するつもりかといった詰問がきかれます。しかし今の段階においてこういう発言は、私にはあまり意味があるように思えません。われわれの今日の前進は、一日も早く原子力の平和利用に対する国民の不信と不安とを取りのぞき、脱石油エネルギー源としての原子力の地位を確立することにあります。それが確立しさえすれば、ウラン鉱の入手、ウラン濃縮、原子力発電、再処理、放射性廃棄物の処理処分の全システムを大きく開発推進することができます。そのようなシステム的な開発の準備は今までにも進められてきたし、今後も着々と進められるところであります。問題は１９８５年に6,０００万kWができるとかできないとかといったことでなく、原子力発電としての原子力平和利用の「流れ」が今後上むきに変るかどうかである。いな、そういうふうに流れをかえねばならないのであります。私はそのために役立つあらゆる努力をつくさねばならぬと考えます。私は本大会においてみんなでこの流れをかえようと宣言することができるのを、われわれの誇りと考えます。

こうして今次大会はわれわれにとって昨年の第７回大会にもまして意義ある大会であります。この大会にＥＣ委員会エネルギー総局長スパーク氏、アメリカ原子力規制委員会委員ラウデン氏、アメリカ原子力産業会議会長シンプソン氏、ＩＡＥＡ副事務総長チェルニリン氏、カナダ原子力公社副総裁エイキン氏、フランス原子力庁原子力産業応用局長バンドリエス氏、イギリス原子燃料公社バック氏らの権威者が大勢遠く海外から参加され、われわれに貴重な助言を与えられ、われわれを激励して下さることを、私はどんなにか嬉しく、どんなにか心強く思い、胸中感謝の気持でいっぱいであります。皆さんとともにここに厚く御礼を申上げたいと存じます。

それでは皆さん！本大会は「これからの原子力開発をどうすすめるか」を基調としています。日本の現状を踏まえて、そしてこれからの諸問題を頭に入れて、われわれの進むべき道を、各セッションの報告や討議を通じて、しっかりと切り開いて頂きたい。私はそれを心から期待して御挨拶を終ります。

所　　感

原子力委員会
原子力委員長代理　井　上　五　郎

冒頭に一言お断りを申し上げなければならないのでございますが、ただ今、茅議長さんからご紹介がありましたように、本日は佐々木原子力委員長が是非自分で親しくご挨拶を申し上げたいと言っておられましたが、残念ながら国会のためにどうしても出られなくなりました。そこで私に代理をということでございましたが、こうした場合には大体、委員長の方のご主旨をうかがい、あるいはその演説を代読するというのが、通例であるかと思いますが、最後の最後まで自身で出られるということでありました為に、どういう主旨の事を述べられるかについて一切うかがう機会がございませんでした。さような次第でご本人のご主旨をはたして伝え得るものであるかどうかも存じませんし、原稿も用意をしてございません。あるいはお聞き苦しいご挨拶になるかと思いますが、あらかじめご了承いただきたいと思います。

さて、原産年次大会が第8回を迎えまして、まことにお目出度いと申し上げるべきでございますけれども、ただ今、有沢会長のご挨拶にもありましたように、原子力に対するあらゆる環境、その他の問題は非常に厳しい。今回の年次大会の基調テーマは「原子力開発をいかにすべきか」となっています。第8回にしてこうしたテーマを選ばなければならない。言うなれば、これは原点に戻ったものとしか考えられないようなことが、いまさら基調としてとり上げられなければならないほど、原子力をめぐる環境というものが、厳しいということを、今さらのごとく考え直さなければならないのではないかと、考える次第でございます。

たまたま私、昨年デトロイトで開かれました世界エネルギー会議にまいりました。その開会式に当時まだ就任間もなかったアメリカのフォード大統領が冒頭演説をいたしました。こうした会議に大統領が冒頭演説をされること自体、アメリカがいかにエネルギーを重視しておるかという一つの証拠であるかと存じますが、その時にフォード大統領が強調されましたことは、「アメリカは資源と技術を持っておる。したがってアメリカは、プロジェクト・インディペンデンスということを必ず仕上げる。しかし、集まられた皆様に対して私が特にお願いしたいことは、プロジェクト・インターディペンデンスである。」こういうことを言われたのですが、それと歩調を合わせまして、キッシンジャー国務長官も、エネルギーについての国際協力ということを強調されました。そして、それがＯＥＣＤの一つの機関としてＩＥＡといった機関になったものと思います。これはこれで大変結構なことであると存じます。しかし、こうした国際機関による開発、協力、これは結構ですが、一面において若干時間がかかるのではないかと思います。従いまして、各国はエネルギーに対して、それぞれの自衛手段あるいは自立体制というものを確立しておるわけで、いまさらこれを、ご専門である皆様方にご披露をする必要はないと存じますが戦後３０年を経過して、大きな世界的な変換の行なわれた中でエネルギーにおいても、今回で3回目の大きな転機を迎えておるかと思います。すなわち、戦後、やはり石炭をいかにして回復させるか。ヨーロッパにおいて有名なハートレー報告が出ました。「ヨーロッパの復興には、ヨーロッパ域内において産出する石炭を回復しなければ、ヨーロッパの産業界において、将来エネルギーの負担が非常に大きく

なる。どうしても石炭を開発しなければならない。」という報告が出たのですが、それから数年ならずしてロビンソン報告が出ました。「エネルギーは需要家の選択に任せるべきである。一番安くて、一番使いやすいエネルギーを使うべきである。」ということでエネルギーの流体化、石油あるいは天然ガスというものに変ったのが大体昭和３０年前後であります。それが今回、再び大きなエネルギー界の転換が来ておるわけですが、これは今さら申し上げるまでもございません。

たまたま私、先月、他の用件で、イランに行ってまいりました。中近東の産油国の中で、サウジアラビアが第一等国で、第二番目の産油国がイランであります。その油が有り余っているイランにおいて、どういうエネルギー政策をとっておるか。これまた、ご承知とは存じますが、イランは石油が３０年にして必ず枯渇をする。イランはいま、国の改造あるいは産業化・近代化に非常な努力をしておる中で、将来エネルギーが枯渇をしては何にもならない。この３０年の間にイラン国の改造をする。日本が明治以来100年でやり遂げたことを、２５年でやりあげるということで、大変な努力をしていますけれども、その有り余る石油を単に燃料として使うぐらい馬鹿らしいことはない。イランは石油を石油化学の原料として使う。イラン自身のエネルギーは、原子力によるべきである。こういうことで、フランスとアメリカとの間に、国際協力を結びました。今後のイランの電力は、原子力によるという方策を確立しておるわけです。

他のエネルギー源がないから、やむを得ず原子力によるというのではない。これだけ長期にわたるエネルギー政策を確立したということは、ご承知とは存じますが、他山の石と申しますか、これだけの石油危機がおこったにも拘らず、未だに日本の将来にわたるエネルギー計画が、いかにあるべきかということが、国として、あるいは産業界として、一般国民としても、まだ何も確立をしておらない。

先刻、有沢会長からご指摘がございました。昭和６０年には日本の原子力発電は６０００万KWになる、ということを決めましたのは、昭和４７年であった。今日それが果して単なる目標であったか、あるいはどうしても確立しなければならない最少限度の目標であるのか、あるいは民間でしばしば言われておるごとくあるいは国会でも言われておるごとく、これは単なる目標で見直さなければならないのか、このへんが、まだ本当にはっきりした国策として、出ておらないのではないかということを、ひそかに憂える次第でございます。がしかし、今大会の基調テーマ「原子力をいかに開発するのか」という課題の前提として、どうしてもこれだけは原子力で確立しなければならない、開発すべきであるという基調が、未だにモヤモヤしておるということは、官民共に反省をしなければならない点であるかと存じます。そこで私はやはり内閣その他におきましてエネルギー政策の基本を決める機関を作るべきであると考えますが、仮にそうした機関において、日本が国策として今後１０年あるいは２０年にわたる日本のエネルギー政策の基本が決まりましたあかつきにおいても、やはり本日のテーマのようにそれをいかに進めるべきか。いかに開発をするためには準備をしなければならないか。ということがあり、それが今回の大会において取り上げられる。まことに結構であると存じます。これには、私はもし一言にして言い尽くすならば、原子力の開発に対して国民的コンセンサスが得られる、得られなければならない、得なければ出来ない。この一言に尽きるのではないかと思うのであります。さらに煎じ詰めて申しまして、その国民的コンセンサスは何であるかと申しますと、国民が原子力に対する信頼感を持つということであるかと存じます。

石油危機以来、日本のエネルギー政策については、実に甲論乙駁と申しますか、百家争鳴と申します

か、いろいろのご意見を拝聴いたしております。しかし資源の多いアメリカ、あるいはその他の国においては、いろいろな方法があるにしても、日本において現実に有効な石油の代替物が原子力以外にはない。これは大方の国民のコンセンサスを得られたに近いのではないか、多少手前味噌かも知れませんが、私はそうした意味において国民のコンセンサスが原子力に重点が置かれるという方向に向かいつつあるものと考えておるのであります。しかし原子力は結構だが、「私のとこの隣りは困る」こんなことでは原子力の開発はできません。原子力の開発が必要なら、且つ原子力が公害の点においても、安全の点においても、備蓄の点においても、コストの点においても、あらゆるメリットを持っておるということが国民的合意を得られるならば、今日のサイト問題その他の非常に困難な問題にも必ず打ち克ち得るものと考えておるのでありますが、それにはやはりそれぞれの用意が要るわけであります。この問題についてまず第一に問われておるのは、国家としての原子力行政に対する体制問題であります。いろいろな議論が只今、有沢会長からご指摘がありました「むつ」の失敗以後起こっております。日本で原子力行政が法制的に取り上げられたのは、昭和３０年の１２月に原子力基本法が決まった時点で、爾来２０年を経過しております。原子力基本法というものは、あるいは今日、私共が考えてみましても、決して間違った修正を要するものと考えませんが、これに伴ういろいろな法令あるいは省令、政令等は、数えてみますと大体１００に近い。これらは制定以来２０年を経過しておりまして、この中には若干の手直しをしたものもございますが、やはりこれを抜本的に考え直してみる。その中に原子力委員会の制度等も含めて、内閣として、検討をしてみようということで、先般ご承知のような検討会ができましたことは、私共としてまことに時宜を得たものと考えます。この中で当然原子力規制の体制、開発の体制あるいは原子力安全に対する審査の一貫性の体制等々、ここで一遍洗い直してみるということは是非必要であり、私共原子力委員の一員といたしましても歓迎するところでございますが、有沢会長からご指摘がありましたように、この体制の問題は最も根本であります。国としていかに責任をとるかということは根本問題ではございます。けれどもその中で最も重要なものは、やはり安全の確立であると思います。幸い皆様のご努力で電源三法ができました。また、先般来これまた、皆様のご協力がありまして、原子力局が二分されて、原子力局と原子力安全局の二つになる。多分７月からこれは実行に移ると思います。さような意味で、政府部内におきましてもいろいろの政策は、講じ得るものと考えます。しかし、そうした政策によって今日、残念ながら不信感を抱かれた問題が解決をするかというと、なかなか物事はさよう簡単にいくものとは考えられません。これについては政府部内でも今後さらに努力をいたしまして、法制的ならびに財政的な努力を積み重ねてまいりたいと存じますが、これは同時に民間の方々にも是非その線においてのご協力を頂戴しなければならない点が多いと思います。国が安全に対して必要とする投資は当然、国の負担においてやるべきですけれども、これまた有沢会長からご指摘がございましたように、やはり原子力発電の事故が残念ながら多いということは、否めない事実であるかと思います。これはひとり、国の努力だけで解決するものではございません。さような意味において、ここで官民が一致してどうしても原子力の安全性を高め、そうして国民がこれに対して「なるほど原子力は信頼するに足りる」という、ひとつのコンセンサスを確立するという事が、原子力を開発をする上での絶対的要請であると、考えるわけであります。

原子力の問題が、只今申しましたように、日本でも法制的に取り上げられましてから、２０年経ちました。そして世界的にもいろいろな問題点が出ました。しかも同時に世界的に大きなエネルギー変転の時代に

おいて、この次に代るべきものが原子力であると先般、一月にアメリカの有力学者、１１人のノーベル受賞者を含む学者の方々が共同生命を出され「ここしばらくの間、代替物として真に役立つものは原子力である」ということを、言いきられたということは実に重大であると同時に、これは当然その道に従わなければならないものであると、私は考えます。

その中において、６０００万KWという目標がいいかどうか、これを私、今日、話題にしようとは存じません。しかしいやしくも国策としてこれが決まるであろうならば、我々原子力関係者はこれに対して倍旧の努力をして、どうしてもこれを実現する、開発がいかにあるべきかという問題と同時に是非これを開発する方途を探し出すということが、この第８回大会において、その方向付けができるということを私は深く期待しております。

冒頭に申し上げましたように、私、佐々木原子力委員長からのご主旨を受けておりません。代理としてはなはだ不備であったと存じますが、これをもってご挨拶に代える次第でございます。

どうもありがとうございました。

ＥＣにおけるエネルギー政策
過去の進歩と将来の展望

ＥＣ委員会エネルギー総局
局長　Ｆ．スパーク

1．エネルギー問題

エネルギー問題が重要なことはいうまでもありません。エネルギーの供給は近代産業社会の基礎であり、供給の安定性、多様性、および価格の妥当性がいかに重要であるかは、過去1年半に起きた種々の出来事が雄弁に語っております。

日本もＥＣ諸国も共に、エネルギーの供給を高度に外部に依存していますので、この問題を効率的に処理することが重要です。

確かにすべての消費国政府は今や許容しうる限りの経済的バランスのもとに、供給継続のため多くの負担を余儀なくされております。

消費国政府は石油輸入に代わる代替エネルギーを開発するために種々の責任を受けもたなければなりません。この責任をまっとうするために、代替資源開発に存在するポテンシャル、克服すべき障害の性格、およびそれらの障害を除去あるいは少くする対策を政府自身がよく認識するべきでしょう。

そのためには民間部門に、より流動的なディシジョン・メイキングが以前にもまして必要であります。このために消費国政府に一致団結して、国内または海外を含む障害物に対処できる政治的枠組を設けなければなりません。また同時に政府は一般大衆に対して、エネルギーを貴重な資源としてとり扱うように指導しなければなりません。

消費需要の低下は一連の継続的な危機状態を緩和させるでしょう。これはいわゆる“ローマクラブ”のとなえる理由ではなく、我々の組織活動および社会的存在としての判断力の欠除によるものです。

また、経済を国際貿易に高度に依存する諸国は、組織化された政治、貿易ブロックの圧力によって決定されるエネルギー価格にはっきりと抵抗するべきであります。

価格は客観的な評価基準を反映すべきであり、世界の需要を満たしうる事実上の長期の限界費用に関連して決定されるべきであります。

従って、これらの消費国がとる戦略は、長期にわたって、生産コストと売買価格とにおいて、ある経済性を維持するよう努力しなければなりません。これは遠からず供給危機におちいるような短期的利益を求めず、また同様に排他的に利害ブロックの相対力に基づく価格決定の思想に抵抗することを意味します。

2．ＥＣのエネルギー政策

ＥＣのエネルギー政策がどのようにこれらの難問を処理してきたかを詳細に説明する前に、少し時間を頂いてＥＣのエネルギー政策と、その幅広い目的との関係について話したいと思います。

共通目標をめざす国家政策に表明された目的の統一が、国境をこえた財源の自由な流動知識、技術熟練した人的資源の前提であります。もしＥＣが経済同盟により効果的発展を目的とする場合に、よ

り必要であります。

従ってＥＣのエネルギー政策の第一目標は、ＥＣの経済的基礎であるローマ協定によりもたらされた利益を基盤として築くことでありました。もし、ＥＣの財源、知識、人的資源がＥＣのレベルで動員可能ならば、ＥＣ加盟国はより野心的なエネルギー政策を策定することができます。ローマ協定の基本的条件は産出資源に対するフリー・アクセスが提供されている限りにおいて、また参加国内の無差別方針、加盟国の負担、分担が公平、平等に行なわれる限りにおいて、我々のこの種の努力を有意義なものにしてくれます。

そのような共同努力により達成可能な積極的利益は別として、ＥＣはこのような一致団結達成の失敗の可能性を常に意識しています。そして今私は、ＥＣ内に再現しつつある保護主義と貿易規制の危険性のみならず、広く国際的討論の場でＥＣの一貫した姿勢統一を表現することはできないのではないかと考えています。なぜなら、自国における共通目標の上に築かれる政治的統一感は、自国における努力がより広範囲な国際協定のネットワークに、その正統的補充を見出だそうとするならば、本質的なことであることははっきりしているからです。

ＥＣのエネルギー政策は、世界情勢へのイニシァティブ、他国の提唱に応えるのみでなく、我々自身、解決策を提案できる力を保証するように組み立てられています。それによりＥＣは、たとえば米国と同じような一貫性、卒直性をもってＥＣ自身の、また同盟諸国の利益を守ることが可能となるはずであります。こうして、当初より、１９７３年１０月の出来事よりもずっと以前から、ＥＣのエネルギー政策は三つの相関する、密接不離の要素として理解されております。すなわち：

(1)　ＥＣの市場計画

(2)　他のエネルギー消費国との関係

(3)　エネルギー生産国との関係

であります。各要素は相互に補完し、支持するものでなければなりません。

それではこれらの要素がいかにここ１年半の間に発展してきたか、現在どのように発展しているか、そしてそれら要素がどのようにエネルギー問題に対応するかお話ししたいと思います。まず最初にＥＣの市場計画からはじめましょう。

３．ＥＣにおけるエネルギー市場：１９８５年およびそれ以降の目標

１９７３年、ＥＣはエネルギー需要の６０％を輸入石油に依存していました。これは日本をわづかに下まわる数字ですが、ほぼ同じような情況です。

ヨーロッパエネルギー閣僚会議は、１９８５年には現在の６３％から少なくとも５０％に、可能な限り４０％へと輸入エネルギーへの依存度を下げる一連の目標を採択しました。

これら全般的目標値と合わせて、全体の需給バランス上の各要素の目標が決定されました。この需要に応じたそれぞれのエネルギー源の分担が決定され、ＥＣ諸国内でまかなえる部分などの設定、および供給可能性にあわせた需要管理政策などが設けられました。これは我々のとった非常に重要なステップであります。なぜなら、我々が一致して対処すべき問題の規模を定義づけ、原子力が明らかに最重要な一つである代替エネルギー開発を推進するために官民共に必要なガイドラインを提供してくれるからであります。

原子力がＥＣのエネルギー戦略において今後２０～３０年のうちに果たす主な役割について述べたいと思います。これは現実問題から派生するものであります。ＥＣの自国の化石燃料開発の能力には明確な限界があります。経済的合理性、また加盟国間に利害関係と努力の公平なバランスを保つ必要性により課せられている限界です。

太陽エネルギー、地熱エネルギーなどの新しいエネルギー源は、たとえ現在行なわれているように急速に進められている開発が今すぐ開始されたとしても、大きな影響力を与えるようになるまでには少なくとも２０年はかかると思います。このような現実のもとで、政府当局はいずれも比較困難な一連の選択に直面しています。

そこで依存度を低下させ、世界のエネルギー市場への圧力を緩和するために、我々は我々の生活様式、経済、社会組織の根本的改革をせまる極端にきびしい省エネルギー計画を選択することもできます。しかし、そのような巨大な改革が政治的に可能でありましょうか？

一方では、消費国政府は彼らの経済と主要石油輸出国の経済との間の相互依存を強化しはじめることもできます。目的は両者の供給継続と輸出市場の確保のための必要性に基いて、より強い相互利害関係を確立することであります。

このようなチェック・アンド・バランスの広大なシステムは、その目的に輸入石油供給の正当的確保が再建されるための条件を提供することでしょう。しかしここにも明確な政治的、経済的危険性がひそんでいます。近い将来、第三世界に直接的競争相手を見い出すような経済領域の発展はどれまで進めたらよいのか。我々の経済の所有権と規制への第三世界の実質的参加に内蔵する危険性はどうなのか。自国への過度な負担を伴わない構造変換を企てるのはどの程度容易なのか。供給確保における実質的進歩が達成されるまでに、どの位の時間がかかるのか。きたるべき生産国および消費国間の対話が、これらの質問に対する答えのいくつかを提供することでしょう。

当面、我々は代替エネルギー源の開発に専念できると思います。すなわち、エネルギーの価格の点でも、量の点でも、これからの２０年ないし３０年間は、最有望視することのできる原子力の開発を急速に促進することであります。しかしここにも考慮されなければならない、明瞭で了解ずみの技術的、政治的な危険が存在するのです。

我々がこのような選択を回避できるのは、長期的に世界の石油価格が現在のレベルより実質的に下まわり、そして利用可能な量が必然的需要を満足するに充分であろうことを確信する時であります。我々はこの想定が、根拠が経済的あるいは政治的であろうと、現実的あるいは正当性のあるものだとは思えませんでした。

実際、ＥＣはあまり一方的なアプローチの危険を犯さずに、各措置の利益を得ようとする均衡のとれた政策を選択しました。すなわち原子力導入を加速化する重大な政策であります。それによって開発諸国への輸出を中心とする重工業へ資源が移動するのをかなり制限しつつ、また経済機構の転換を我々の望むところである完全に統御可能なものにしつつ、全体として１年に４％のＥＣ内の継続的経済成長を計画できるのであります。

全く同様に、これは需要に対しては、１９７３年のエネルギー危機以前に策定された１９８５年のエネルギー需要の約１５％に相当する省エネルギー政策と一致しています。これらエネルギー節約は、エネルギーのより効率的な使用やエネルギー浪費をなくすることなどによって達成されるべきであり、

エネルギーの有効需要に対する規制によって達成されるべきではありません。

電力は、今後２０年間は輸入石油の代替となるべき２つの燃料を有効的かつ便利な形で消費者へ送るためのベクトルとして重要な役割を果すでしょう。従って最終消費に占める電力の割合は、１９８５年には現在の２５％から約３５％までに上昇し、石炭に市場販路を提供し、また、１９７３年から１９８５年の間に供給される原子力を計画通り１５倍、もしくはそれ以上に増加させる道を開くことになるでしょう。

１９８０年代中期までには、原子力は電力生産の約５０％にまで達するでしょう。残りの３０％は石炭に、２０％は中規模、およびピークロード用発電所として用いられる（重油燃焼）火力発電所によってまかなわれるでしょう。これを達成するには、ＥＣ内の原子力容量を現在の13GWから1985年には少なくとも１６０ＧＷ、できれば２００ＧＷまでに高めなければならないでしょう。

ＥＣの固形燃料生産は１９８５年までに現在のレベルである（石油換算、以下同じ）２億1,０００万ｔを維持し、第3世界諸国から輸入される4,０００万ｔがこれにプラスされるでしょう。

その他、注目すべき重要な点は、天然ガスの国内供給による急速な拡張であり、これは現在の１億2,０００万ｔから少なくとも１億7,５００万ｔ、可能な限り国内生産で２億2,５００万ｔ、それにプラス、第3世界諸国からの輸入による１億ｔであります。

従って１９８５年までには、増大する対外的依存、特に輸入石油に対する依存への基本的傾向は大きく逆転し、本質的にエネルギー源として原子力およびガスを基調とする、より長期的構造の基盤がしかれるでしょう。ガスは原子力と関連して生産されるでしょうから、その割合は増大するでしょう。

もちろん、これらの目標は自ら実現するものではありません。それは全加盟国の計画的投資という重要な努力を必要とします。１９７５年から８５年の間に総額約3,０００億ドル（１９７３年相場で）におよぶ投資であり、この内1,５００ないし1,８００億ドルは電力関係に充当され、原子力は1,200億ドルとなっています。一般的には、これは過去におけるＥＣのＧＮＰの0.5ないし１％という数字と比較しまして、投資の増大を意味するわけであります。

0.５～１％というのは、それ自体はそれほど驚くべき数字ではありませんが、加盟国間でも立場の違いもありますし、またＥＣ内での努力および利益のバランスを維持しようとする必要性が、高度なＥＣの一致団結を保証するでしょう。

特に、加盟国の出発点がそれぞれ異なることを認めなければなりません。ある国は厳しい国際収支の問題に直面し、余分な投資は１９８５年までには国際収支節約によってバランスは充分にとれる一面、短期的には加盟国は資源の輸入への急速な変換を必要とする時には、また投資を要求されるのです。他方、ある国は国際収支の状態がよく、高投資戦略を選択しても問題があまりありません。ＥＣの一致団結により、赤字の加盟国が国産エネルギーに対する投資に環流資金を獲得する助けとなるでしょう。

もちろん、衆知の事実ですが、たとえ投資がマクロ経済的に実現可能であっても、現実問題として責任ある国でさえ引きうけないというのには多くの理由があります。障害が何であるかを見きわめなければなりません。そして基礎にある特殊事情に即して、実用的で問題解決となる方法で対処するための方策が提唱されねばなりません。ＥＣの監査手順が達成される進歩を査定する目的で提案されて

いますが、これは加盟国がお互いの問題の性格、問題克服のための努力、適切な国におけるＥＣレベルの方策の必要性を理解する手助けとなることでしょう。この努力の一致団結は、私が言及しました負担の相互分担での一致団結の支えとなることでしょう。

目標が１９７４年１２月に採択されて以来、実施のための協定方策に地味ではありますが、進歩がとげられました。ＥＣのエネルギーの合理的な措置、計画が加盟国のガイドラインとして承認されております。石炭、および原子力のために、発電所における石油とガスの使用規制指令が採択されています。国外の石油およびガスを開発する技術のための第一次プロジェクトの資金として１９７３年相場の4,０００万ドルが承認されています。委員会は電力会社の融資問題を緩和する目的で、当初、１９７３年相場で５億ドルまでに借款を上げるよう提案しています。石油市場に関する適宜な情報浸透のための対策も強化されています。

石炭の価格も競合できるレベルにまで達しうるような措置がとられ、これにより生産コストはカバーできることになりましょう。しかし、これらすべてはまだスタートしたばかりであります。この一致団結の必要性をいかに将来現実化させるか。

具体的な例としまして、原子力分野での問題点を見て行きたいと思います。ＥＣ閣僚会議はＥＣ委員会に対して、関係者と協議の上、原子力の指示計画を策定するよう要請しました。これは各国の政策と産業に対して必要な指針を提供する目的であります。

その間、委員会は原子力の行動計画を起草、すでに加盟国に対して提出しています。この計画は、この定期的一連の指示計画により補足されます。

とくに、委員会はもっともセンシティブな問題分野の一つに対して、重要な行動計画を実施中です。すなわち、原子力開発は一般大衆の健康、あるいは環境に対して無害であることを確保することであります。この活動は長い間続いてきた研究を、次のような充分知られている重要な問題に結びつけます。

すなわち：

- 放射性物質の輸送
- 放射性廃棄物の貯蔵
- 原子力施設の安全性
- 原子力施設の閉鎖

であります。また、我々は原子力発電計画における放射線問題をあらかじめ分析すること、および健康保全に対してどのような基準をとりいれるかについてさらに多くの関心を払うべきだと考えました。

これらきわめて重要な問題に対処する際に内在する固有の価値とは別に、この活動は原子力およびその利益と危険の可能性に関する一般大衆の理解を促進する積極的計画として大いに役立つでしょう。

第２に、ＥＣ閣僚会議の要請するこの指示計画からさらに原子力開発を促進するためのＥＣレベルでの具体的方策への作成へとつながっていくことも期待されます。前述した融資問題は別として、ＥＣの原子力産業開発が建設計画とともに歩調を合わせるためには、タイムリーでかつ定期的な機器の発注が必要であります。

計画された規模の発電所を電力系統に組み入れるためには供給確保のためのより大規模で、よく統合のとれたネットワークが必要とされ、また、環境への影響を最小限にするよう温排水の問題につい

ても確固としたとりくみが必要です。

また、各国は不必要な遅延を最小限度にするために、サイトの決定と確保の段階から全建設課程にいたるまでの許認可手続きについても検討する必要がありましょう。技術的見地からも、また環境問題についても建設計画の実現可能性を確保するためには実際的な研究計画が必要であることは明白であります。対処されるべき事柄のガイドラインはすでに立案されております。各国においてすでに実施されているものもあります。一層の努力が、問題が発生するつど、問題に対処するために、いかにそしてどこで最も有効的になされるべきかを指示計画が決定するでしょう。

核燃料供給の問題もまた重大問題になっております。これに関するＥＣレベルの対策の最優先分野は現在のところ次のように考えられています。

- 鉱物探鉱
- 核燃料の定期的発注
- 市場販路および供給のための生産者およびユーザー間の相互保証の方法
- 核燃料備蓄の調整組織

これらすべては関連産業に対して、採鉱あるいは成型加工までの工程に関して、ＥＣが希望するような決定が行なわれるよう、環境整備が考えられています。すでにＥＣは濃縮の分野についてはかなり満足しています。

原子力についてある程度詳細にお話しすれば、私が明示したいより一般的な点の基盤となるでしょう。

我々が強く感じることは、代替エネルギー源開発を加速するための対策は、この部門の諸問題に特に有効でなければなりません。燃料開発問題は多く、また多様であります。すなわち、原因が資金問題であったり、環境、あるいは政治的問題などであったりします。これらは同様に多様な対策で対処可能であります。ひとつで全ての解決ができるような対策は期待できません。重要なことはエネルギー生産量であり、生産価格であり、またその関係者全般への配分が可能なことであります。成功は結果により測られるべきであり、決議案や宣言によるべきではありません。この意味で我々すべてが課題にとり組むべき時にあり、自己満足している時期ではありません。

しかし、たとえいくらかでも微調整が必要だとしても、包括的で全体的であるために一致団結が必要であることを見失ってはいけません。包括的であるということは、エネルギー生産量と生産コストの意味で効率的であるべきで、そして資源力の異なる種類と程度の諸国間の正しい利害関係の均衡を立証する意味において公平でなければなりません。従って孤立して原子力開発を進めるのは賢明ではありません。すべての参加諸国の利益とコストのバランスをうち立てるために、また、全体の遂行される努力の価値を論証するためには、すべてのエネルギー部門にわたる努力への展望が不可欠であります。

本日はあまり詳しいことは申し上げませんが、しかしＥＣが原子力部門以外の他の部門の政策に消極的であり、そう意図しているとはお思いにならないで下さい。

4．他の消費国との関係

エネルギー問題の解決に当っては消費国の一致が必要であることをＥＣは強調していると先に述べ

ました。消費者の利益は明白に認識されるものでありますから消費国は以下のような方法をもって協力する必要があります。

① 市場逼迫時に供給に対して、とも倒れになるような競争はさけるべきであります。

② 輸入石油に代る代替エネルギー源の加速的開発、供給源の多様化及びエネルギーの合理的利用。

③ 国際石油企業の役割の再定義および今後の公共との利害関係。

④ 国際景気停滞の脅威を沈静し当面する国際金融問題の協調解決。

⑤ 主要エネルギー輸出国と新しい安定供給確保体制のもとにおける相互利害関係の均衡。

これらの項目はすべてＩＥＡにもうたわれています。当機関にはフランスを除くＥＣ９カ国のうち８カ国が参加しています。

第２に日本とＥＣは、米国およびカナダとの協力関係に特別な関心をもっています。国際エネルギーにおける米国の存在は世界市場におよぼすその需要圧力の面でも、また、その活発な政策追求の面においても決定的な意味をもっています。長期において米国の国内資源開発は世界市場に強い影響をおよぼすでしょう。日本およびＥＣは、たとえ程度は減少したとしても長期にわたって同じ世界市場に依存してゆかねばならない立場にあります。

この理由から委員会はＩＥＡへの積極的参加を求めています。この参加は、昨年１２月マルティニクにおけるフォード米大統領とジスカールデスタン仏大統領との合意によって、さらに容易なものとなりました。ですから委員会はＩＥＡとＥＣエネルギー政策の間に何らの競合関係を見ることなく反対に両者は合理的に相互補完の関係にあると考えます。私どもは極力競合的雰囲気をさけるよう行動しています。しかしながらＩＥＡの活動の中には、チャンスとリスクが併存していることを認めるべきでしょう。

リスクとしては第１に米国の相手国側の弱さと独創性の欠如であり、これは彼らが米国の国内資源開発政策を支持した結果に対し高価な代償を支払うことになるでしょう。当然ある種の一致政策が必要であります。

我々は主要生産国のみが、多くの開発負担を負い、その結果世界市場価格が低下し、開発努力を少ししか行なわなかったもののみが利益をうけるようなことは期待しえないのであります。しかし象徴的な話は危険性があり、すなわち利害対立は事実よりも目立って見えることを認識すべきでしょう。

ここで根本的なことは、基礎的事実にもとずく決断であります。どの程度のエネルギー量がいかなるコストでいかなる地域に存在しているか、これらの開発をさまたげる障害は何か、およびその最善の改善策は何か。このような知識にもとづいて、我々が下す決定は、根本的には、エネルギー貿易の経済的合理化促進であります。

このことは先進諸国間の次のような一致原則を意味します。

① 消費国は各国の開発エネルギー資源に対する権利を総合的に認め合うこと。

② 消費国による協力国間の価格および入手条件などの差別拒否。

③ エネルギー生産に対する共通目標の合意とその国内政策への反映。

④ この目的達成状態の定期的審査。

⑤ 開発行動の直接または間接受益国はその利益に応じて開発努力を負担する。

第２のリスクは輸入石油および安定供給をうける代償に代るエネルギー開発に対し、いかなるメカ

ニズムを利用するかについて性急な結論を急ぐことであります。

より合理的な決定方法は産出および消費国の対話の進展に応じて成功の見通しをえた時点で行なうのである。しかし、これは我々が最終的決定に対して現在準備しなくてもよいことを意味するものではありません。ですから簡単にこのむずかしい問題に対する委員会の考え方を述べたいと思います。

委員会としては、世界市場に長期供給を保証する利益額、すなわち根本的に経済価格と世界の他の資源ではなくひとつのエネルギー源によって供給量を保証する地域の利益レベル、すなわち独立目的のために支払われる政治的価格との間には明確な差がもうけられるべきであると考えています。下限価格は対生産国価格競争を抑止、予防するのに有効であると考えられます。これに反して、短期の利益追求は短期利益をはるかに上廻る不利益を伴う長期供給危機を誘起するでありましょう。

政治的目的のためには、よりゆるやかなメカニズムを選定するのが賢明であり、例えばある一定コストで、ある一定生産出地から、ある一定エネルギー量生産のための特定問題に限定するようなメカニズムが考えられます。

第2に、独立目的のためのコストーこの種のプレミアム・コストが現存する場合に限りーこれは、一国の希少資源に対する他の要求に対比し得るものでなければならない。これらのコストは下限価格のように公共予算とのかかわりあいがないものとして無視すべきではありません。

生産される余分のエネルギー資源の量を消費者グループ諸国各々に同一条件で配分することは不可能でありますから、究極的には利害関係の均衡が達成され得るある程度の操作自由度を備えた方法が必要になります。消費国に対し経済および政治価格の両者を受け入れるよう統一を呼びかけることは適切であると考えられます。これには以前私がのべた原則が確立され機能せねばなりません。しかし、この統一行動はすべての国々にとって厳密に同一である必要はないと思います。このメカニズムの採用基準価格には幅が許されると思いますが、同時にその変動幅は、実質的差に即応するものであり、政策的基本目的によって左右されるべきではありません。

より重要なことは、一定のエネルギー開発に対する一種のアラカルト的な統一が考えられます。これは開発コストが独立目標の範囲をこえるものであると同時にある一定期間その開発を促進又は衰退を予防する必要がある場合に適応されます。

5. 産油国との関係

最優先度は当然ＯＰＥＣ産油国に向けられますが、しかし、この故により広範な問題を見のがしてはなりません。最近の石炭、ウラン主要輸出国の動向は、例をとってみますと、量の差こそあれ、質的にはＯＰＥＣ産油国と同質のものであります。当面の間ＯＰＥＣ輸入エネルギーに依存せざるを得ない日本とＥＣにとって輸出国とパートナーを結ぶという考え方は、これが理想論でなく実現可能であるとすれば、非常に魅力的なものであります。我々にとって、独占は現在も将来も論外であります。当然のこと対立を避けようとする一般的な意志を高く評価するものであり対立のきざしさえ避けるべきである。

産油国対消費国会議の予備会談が可能になるまでには、長い時間がかかりました。これは時間の節約の問題というより、交渉に関与するすべての国が相互の関心事、基本姿勢などを知る必要性と緊急性の問題でした。これは進行中の対話によってのみ可能でしょう。

対話の中断により、諸国間に二国間接触の傾向が増大しています。これはある程度、情報交換と理解を促進しますが、その不公正、弱肉強食、投機的利益追求等の基本的リスクがつきまといます。これらの傾向は消費国の一致協力を困難にします。しかし、対話が開始されようとする現在、委員会としては、その発展をいかに予測しているでしょうか。

石油価格および供給などの具体案は全体的な経済の枠組で考えられねばならず、単独交渉では対話が最初から無能な対立に突入することでしょう。

この対話は、むしろ全関係者の重要関心事に即して目的を設定することでありましょう。

たとえば、

－先進国および発展途上国の経済格差の是正

－経済の健全な発展

－産業および金融面における産油国対消費国の国際貿易の拡大と協力の強化。

石油価格の問題と供給の安定化およびその条件などは、より大きな意味、すなわち以下の関連において考えられるべきであります。

－世界のエネルギー生産および消費の将来の見通しと現況。

－産油諸国の経済開発問題

－非産油開発国の経済金融問題

－開発における産油国と先進国の投資額規模

－国際金融問題。

このアプローチは運営可能な全般的パッケージであり、関係者各々が独自の関心事項を組み入れる充分なゆとりがあります。

6．今後の進路

最後に肯定的、否定的の両方の見通しをもって終りにしたいと思います。

委員会としては、ＥＣ独自の共同エネルギー市場計画の方が、ＥＣの対域外諸国エネルギー対策よりも成功してきたことは、いなめない事実であることを認めます。これは他の主要消費国または産油国との関係において然りであります。しかしＥＣにとって消費国と共同歩調をとるなかで、また産油国との来たるべき対話において信頼関係を築くことは決定的に重要であります。ＥＣ内の家族げんかは他人には贅沢に見えるでしょう。西欧諸国にとって真の問題は独立であり、自己の運命の管理であります。１５カ月にわたってこの勢がくずれてきたようです。

我々は自分自身を偽わってはいけないと思います。明確な方針を遂行できないこと、我々の将来の生活が決定されるところに我々が存在しているということを明確にできない点は我々の落ち度であります。米国と同等の立場にたった関係を確立できることが証明できなかったのも我々の失敗であります。

これを逆転させ、我々にとり、多くの人々にとって１９７５年をエネルギーの年にせねばなりません。まだ時はあります。必ずや、成功する決意であります。

アメリカにおける原子力規制の実情

米国原子力規制委員会
委員　M．A．ラウデン

はじめにこの度は権威ある本年次大会でお話する機会を与えられ、また、ダイナミックなお国を再び訪れ原子力界の指導者の皆様とも、またお目にかかれることは光栄であり、喜こびであります。原子力の規制問題は日米両国の共通の関心事でありますが、本年次大会に際しまして、米国原子力規制委員会のアンダース委員長をはじめ各委員から皆様によろしくお伝えするようにとことづかってまいりました。

エネルギーに関する諸問題はここ２年間、世界各国の政策立案者の時間と注意を大いにひいてきました。その間にエネルギーの現在と今後の需要見通しに関する厳しい評価、各国における代替エネルギー開発の見通し、そしてそれに伴う政策の変換と組織の再編成が行なわれてきました。米国の場合、フォード大統領は年頭教書において、「米国と世界各国の変動するエネルギー事情に対処するための新しい方向を打ち出すこと」を要請しています。

そして１９７４年のエネルギー機構改革法ともいうべき法律の制定によって、米国原子力委員会の開発と規制の機能が分離され、これはアメリカにおけるエネルギー地図のぬりかえを如実に物語っています。この法律によって原子力規制委員会（ＮＲＣ）とエネルギー研究開発局（ＥＲＤＡ)が新たに発足することになりましたが、事が性急に運ばれたのではありません。むしろ、アメリカにおける原子力開発利用に関する現実的な評価、原子力エネルギーの民間商業利用規制の組織と資源の必要、ならびに有望な代替エネルギー開発技術促進をバランスよく行なうことなど、種々の要素の上に立脚した施策なのです。端的にいえば、エネルギー開発と規制という両面からの論理的な進化の一歩であったということになります。

今後はＥＲＤＡがアメリカ政府のエネルギー開発・研究に関する中枢となり、連邦エネルギー庁（ＦＥＡ）、エネルギー資源審議会等の諸機関は大統領に対して、エネルギー政策立案、エネルギー資源の過不足、エネルギー不足の対応、省エネルギー等の諮問を行なうことになります。一方、ＮＲＣの役割はかなり形態のちがったものになりますが肝要であることには変わりがありません。すなわち、ＮＲＣの主要な任務は原子力施設の建設と運転、また核物質の利用に際し公衆の安全と健康が守られ、国家の治案対策や環境対策に合致することを確認することです。

原子力開発利用に関する規制責任の所在を開発当局から独立させたことは、分水界を設けたようなものであります。原子力エネルギーの開発が技術、経済、社会的などあらゆる見地から今や自治、独立的な政府機関によって規制されるべきところまできたということになります。

原子力はすでにアメリカの発電経済の不可分の存在でありまして、許認可済みの原子炉は５３基、３５,０００MWeに達し、総発電設備の７％強にあたります。加えて建設中のものが７５基、計画中のが１０６基あります。今後もさらに増大するであろう原子力利用の実情にかんがみますとき、原子力規制を唯一目的とし、また、十分な権限と資金、人員等を与えられた機関による厳格なる審査によって、国家の存命にもかかわるような非常に複雑かつダイナミックな技術を公衆の利益のためにふり向けることが要求されるのであります。

ＮＲＣの組織と構造

この機会にＮＲＣの設立によって米国における原子力規制がどのような意味をもつのか、また、ＮＲＣがどのように米国内の原子力規制という肝要な任務を遂行していくのか、国際的に見たその役割は何かというようなことについてもふれてみたいと思います。ご承知のようにＮＲＣは設立後わずかに６０日弱しか経過しておらず、組織の移行も完了してはおりませんが、ごく簡単に私の考えをお話しできると思いますし、近い将来、必然的に注意を換起することになる幾つかの基本的な問題についても述べてみたいと思います。

組織としてはＮＲＣは５名の委員によって構成されており、大統領の任命を受け、議会の承認を得ております。５名の内１名がやはり大統領によって委員長に指命され、委員会の代表執行者もしくは公的なスポークスマンとなりますが、この委員長を含め５名の委員はそれぞれ等しい責任と権限を有し、投票に当って各一票を有しております。

また、今回のエネルギー機構改革法によって、上述のＮＲＣ委員会の下に３つの規制局が新設されました。原子炉規制局は原子炉の許認可に関する幅広い責任を、核物質安全・保障措置局はさらに広範な核燃料サイクルの製練から廃棄物管理の許認可上の責任を、そして原子力規制研究局は、委員会の許認可、もしくは関連規制活動の企画および必要な研究をまかされています。運営総局長がおり、日々の行政、活動面の業務調整に当っています。

法律によって制定された上記３つの規制局の他にもＮＲＣの活動上欠かすことのできない要素がいくつかありますが、先程申しましたようにまだ組織が完全にかたまっているわけではなく、今後試行錯誤の末、変更がでないとも限りませんので、詳細についてはここでお話するよりは参考資料として、論文に添付することにいたしました。

『オープン』な規制過程

委員会が当面する基本的な問題についてお話をする前に、委員会が規制業務を遂行するに当ってどのような立場をとるか、いわば規制倫理ともいうべきものについてお話してみたいと思います。

独立した原子力規制機関の設立の社会的意義は、公日の世界でいかに原子力規制の客観性や、その決定に至る過程の健全さに対する大衆の信頼が肝要であるか、ということの認識を組織的に表現したことといえます。しかし、ただ単に機関が独立しているという事だけではこの信頼は得られないのであって、やはりそこに「オープン」な規制過程を確立し、それを維持していくことが必要なのであります。

当委員会としてはこの考え方に忠実であり、具体的には原子力利用あるいは、その規制に至った理由など関連事実を適宜公開することを意味します。また、この機関が誕生したことによって、有効な大衆参加への道が開けたものと信じます。原子力の規制決定を大衆がうけ入れるかどうかはやはり、規制当局がオープンであって初めて可能でありますし、過去の体験からも有識者をはじめ関心をもった国民の参加は健全な意志決定に寄与するところ大であり、また、大衆参加による異った見解や意見の交換によって得られるところも大であります。

規制項目：その現在と将来

ＮＲＣ委員会発足後、わずかに２カ月弱ではありますが、すでにタイムリーかつ適格な処理を要する

いくつかの課題に直面しています。事実、設立１０日後に規制に関する重大な意思決定をせまられたのでした。すでにご存知のＢＷＲ型炉数基に発見されたステンレス鋼管の小さなクラックであり、発見に伴ってＮＲＣ委員会の発令した検査義務についてであります。この一連の出来事が日米両国にとって関心の深いことであろうと思われますので、ご参考までに順をおってご説明したいと思います。また同時に原子力規制当局が直面し得るいくつかの問題についてもふれてみたいと思います。

ステンレス鋼管のクラック

１９７４年９月、イリノイ州ドレスデン原子力発電所の２号炉のモニター系が一次冷却系に小さな漏洩を探知しました。原子炉許認可規定にのっとり、当時規制の責務も兼務していた原子力委員会が通知を受け、電力会社も調査のため原子炉の運転を休止しました。このクラックによる環境への放射線のもれ、もれ探知系は有効に作動しました。調査の結果、電力会社は原子力委員会に対し再循環系の４インチ・バイパスラインに貫通したクラックが発見されたと報告しました。超音波による溶接部の検査では異常が認められませんでしたが、両バイパスループのクラック部分はその後とりかえられました。このことがあったため、たまたま保守のため運転を休止していた残り２基のＢＷＲ炉についてもバイパス系の溶接部の超音波テストを行ないました。その結果、各炉の４インチ・バイパスラインに浅いクラックが各々１カ所ずつ発見されました。

これに引き続き原子力委員会はドレスデン２号炉と同様のバイパス系をもつすべてのＢＷＲ炉に対し、６０日以内に溶接部を検査すること、また漏洩モニターの基準を更に厳しくすることを通告しましたが、検査の結果、クラックは発見されませんでした。

その後、１９７４年１２月、同じドレスデン２号炉が燃料取替のため、一時運転を休止した際に行なわれた検査ではさらに４インチ・バイパスパイプに小さなクラックが発見されました。原子力委員会はその４日後に、ドレスデン２号炉と同様のバイパス設計をもつ施設に対して前回の検査データーを再評価することを指示し、次回の炉運転休止の際、再度検査を行なうこと、その結果をまって必要とあれば、漏洩検出モニターの基準をさらに厳しくすること等を要請しました。１９７５年１月２１日までに同様のバイパス系をもつ炉１７基中、６基にヘヤーライン、あるいはごく浅いクラックが発見されました。

同年１月２４日には新設されたＮＲＣ委員会がスタッフの勧告を受けて、より厳しい運転管理の採用とすべてのバイパス系溶接部の再検査を指示しました。

今回の一連のクラックは、問題になったパイプの構造とメインテナンス状態に起因することが予想されましたが、審査によっては明確にされませんでしたので、委員会スタッフ、外部の専門家からなる特別検討グループを設けて、さらに原因究明の努力がなされることになりました。

追って１月28日、委員会に対し、電力会社よりドレスデン２号炉の点検中５本のヘヤーラインクラックが１０インチ炉心スプレーに発見された旨の報告がありました。４インチバイパス系のクラックの原因も究明されていない矢先でもありましたので、スタッフの勧告もあり委員会は米国内のすべてのＢＷＲ型炉の一次冷却系ステンレス鋼管の点検を義務づけることとなりました。１月３０日にはＢＷＲ炉運転当事者に対し、２０日以内に炉冷却系内の各炉心スプレーループの溶接部の点検と、その他の重要ステンレス鋼管の溶接部のサンプル点検を行なうよう指示が出されました。

今回の出来事について是非とも強調しておきたいことは決して、目前に危険なり、安全へのハザードが

せまったのではないということであります。ご承知の通り、ステンレス鋼管は軟柔であり、クラックの進行はきわめて遅いものでもあり、パイプが完全に破壊されるずっと以前に冷却水の漏れが生じるはずであり、それを探知する感度の高いモニターが装備されております。また、緊急炉心冷却系ＥＣＣＳにより、一次系内の大小すべてのパイプ障害に備えがなされており、今回の一連のクラックによって炉冷却材レベルの低下を招来するとか、ＥＣＣＳ系の発動を促がすような漏れには至らなかったことをつけ加えておきます。このことは、すべての原子炉の設計と運転に際し非常に手厚い安全のための工夫がなされていることを裏付けるものであります。

しかしながら、目前に危険がせまったのではないにせよ、一連の出来事は関連部分の点検を義務づけ、潜在的に安全性にかかわる問題を適格に処理する必要は十分あったと思われます。

現在、米国内には許認可済みの原子炉が５３基ありますが、そのうち２３基が今回の点検指示の対象となりました。２３基中２２基までが所定の点検を終了しており、残る１基も３月中旬までに完了することになっており、点検の結果、２１基には１次冷却系又は緊急冷却系にクラックが認められませんでした。ドレスデン２号炉は今回の出来事の始点でありましたが、さらにクラックが発見されるに至りました。なお、３月１日現在、１９基が運転を再開しております。クラックの認められたパイプはすべて修繕もしくは取りかえられまして、ＮＲＣ特別検討グループは目下最終報告の作成作業にとりくんでおり、４月には委員会に対し勧告書が提出されることになります。

今回の関連炉点検指令に至ったＮＲＣの考え方はいみじくも１９７５年２月５日米議会におけるＮＲＣアンダース委員長の証言に立脚しているといえます。以下引用します。

「原子力産業における優秀なる安全実績は炉設計、炉運転に要求される実質的な安全マージンによるものと考えます。商業用原子炉の比較的初期における今日、この安全マージンはひき続き維持されるべきであり、原子力規制当局としては思慮分別を第一に考えるべきであると感じます。今回の処置は上述の一連の出来事の進捗情況を考えるとき、思慮ある行為であったと私共は考えます。決して目前に危険がせまったのではないにせよ、一連の出来事は点検措置を講じ、潜在的に安全性にかかわる問題を適格に処理する必要があったのであります。」

安全性の研究

安全性はＮＲＣ運営のベースラインをなすものであるということを、明確にしておかねばなりません。これは、当機関全体に反映される目標であり、このためには関心と資金が優先的に向けられています。最近の法改正においても、新機関の広範囲にわたる原子炉の安全性の研究計画は、現行および将来の必要性に対し、規制の手段を提供することを目的としております。

エネルギー機構改革法にもとづいて、原子力規制委員会の中に、新たに規制研究局が設置されました。この局は、許認可および規制手続に役立つよう委員会が炉の安全性、保障措置、環境保護などに関し、独自に技術情報を開発、分析する能力を持つための必要な研究を担当することになっています。これは以前は原子力委員会（ＡＥＣ）の中の、規制関係以外の部門が担当していました。ＥＲＤＡおよび他の連邦機関はＮＲＣに対し、このような規制研究を実施かつ開発して行くのに必要な援助を行なうことになっています。この会議参加者にとって、ＮＲＣ研究機能については特に興味があるかと思います。というのは、規制研究の成果についての相互交換は、各国の原子力規制関係機関の間の情報協力計画において

重要な部分をなすからです。次に原子炉の安全性に関する研究について簡単に述べたいと思います。この目的は、工学的な専門の技術と知識を組織することにより、炉に異常状態が生じたときからの出来事の経過を正確に解析するということでありましょう。現在進められている主要な研究からさらにこの目的が明確に説明されましょう。

(1) コード開発

原子力規制委員会の承認のもとに、国立研究所が大学、他の研究機関との密接な実験協力により、解析研究、コード開発を進めています。当分野における研究は、万一事故が発生した場合の経過の計算法を開発するのがねらいであり、ＥＣＣＳ解析、過渡状態、異常状態に対する燃料の反応、および核分裂物質の放出などに重点がおかれています。

(2) ＰＢＦ

他の主要計画としては、アイダホ国立工学研究所のＰＢＦがあります。これは、異常および想定事故の燃料挙動を定義するためのデータを提供するものであります。この施設は冷却材喪失事故のシュミレーション実験ができるよう改造して、今後２年以内に完成することになっています。

(3) ＬＯＦＴ

ＬＯＦＴは最大の実験施設であり、冷却材喪失事故時のシステム挙動を予測するための解析手法を検証するものであります。このプロジェクトは、特別に建設された５５ＭＷのＰＷＲで、一連の冷却材喪失事故をテストするものである。炉建設はほぼ終り、炉心の据付に先立って、第一回目の実験が今年計画されています。関連テストとしては模擬規模の実験があり、これは燃料棒と特徴が非常に似た電気加熱棒を用いて、プラントの物理的特性をシュミレートするものであります。現在模擬規模で、ＬＯＦＴに予定されている非核冷却材喪失テストをシュミレートする実験が行なわれています。

(4) 単独効果研究

「単独効果研究」と呼ばれているものは、複雑な工学プロセスの基本要素のそれぞれに関して理解を深めるものであり、この重要研究にはプレナム充塡実験が含まれます。これは冷却材喪失事故時の再充塡段階の手法を解析する実規模テストであります。さらに、これは耐震および地質研究も含み、地質学的欠陥の検出、地震予測、地下および沖合立地概念などの研究を行なうものです。

軽水炉安全研究だけについて触れましたが、ＮＲＣでは１９７６会計年度は全体で9,７２０万ドルの安全研究費を要求しています。これはＮＲＣの総予算要求の４０％を占めていることからも、重要性がわかります。

保障措置

他にも今後にわたってＮＲＣが直面する難問題があります。優先度リストの上部には、特殊核物質（プルトニウムおよび濃縮ウラン）の保障措置に関する広範囲な対策評価があげられ、また原子炉および燃料サイクル運営の物理的安全性もあります。

委員会は、このための効果的プログラムの開発実施をしようとしています。現在のアメリカの計画では、物理的安全、物質の管理、計量制度などが含まれ、これが総合的に結合されて全般的な保障措置の方法が完成します。しかし、原子力産業の成長と燃料サイクルでの多量の物質の使用につれて、保障措置も同じく強化されねばならないことは広く認識されています。さらに、社会情勢の変化および破壊者が利用しうる技術の進歩による脅威から守るためには防護システムについては、定期的に再検討しそのつど新しいものにしてゆかなければなりません。

国内の保障措置および物理的安全確保システムのための現在と将来の必要性について検討するため今後１２カ月間で、脅威および攻撃の可能性に関する総合的な研究が行なわれることになっています。本年中に行なわれる主要研究の１つは、エネルギー機構改革法の中に規定されている研究で、連邦安全保障機関を原子力規制委員会の中に設置することる必要性、可能性を検討するものであります。原子力センターサイトの調査研究―同じく同法により規定され、今年の１０月までに完了することになっている――は、施設の配置の観点を考慮しつつ、保障措置の問題を検討することになっています。この他ＮＲＣでは、予定されるプルトニウム・リサイクル決定に関する保障措置問題と方針を特別に検討していますが、これについては後程述べることにします。

核物質の保障措置の問題は、合衆国内に限られた問題ではありません。原子力施設および核燃料の輸出あるいは輸入国は、国際原子力情勢の安全度を高めることで多くの利益を得ることになります。多くの分野で輸出に関する憂慮が表明され、燃料サイクル全般にわたる核物質の物理的安全保障、保障措置の計量制度、核テロリズムの脅威あるいは行為に関する国際的な対応の明確な政策の必要性も叫ばれています。

世界各地におけるテロリストの活動に対し、米国は自国の民間工場や物質の運搬に関して、物理的安全保障の対策を強力に進めています。また、他国にもこの措置の強化を訴えました。２Kg以上のプルトニウムや５Kg以上の高濃縮ウランなどの核物質が米国から輸出される場合、米国の政策では適当な物理的安全保障を要請しています。米国は日本を含む海外諸国の代表を招き、物理的安全保障システムや核脅威についての技術的情報を交換しました。このため、今年４月初旬に日本代表との会合が計画されていると聞いています。物理的安全保障のために最低限度の基準に関する国際的な合意がなされることが重要であると考えます。

国際原子力機関（ＩＡＥＡ）は、多年にわたり保障措置の計量化について中心となって進めてきました。いくつかの欠点の修正と同じく、この分野においても一層の改善は可能であります。この点に関し、フォード大統領は、合衆国がＩＡＥＡに対して直接に国家安全保障に関する分野を除く、合衆国のいかなる原子力活動にもその保障措置の適用をうけることを再確認しています。非核保有国においても保障措置が広く適用されれば、米国は直ちに、ＮＰＴ条約の保障措置は何ら商業的不利益を生じないという信念を実証するためにも保障措置を受け入れる用意があります。

プルトニウムリサイクル

もう一つの当面の問題――核燃料サイクルのいくつかの要素に影響を及ぼすもの――は、軽水炉用燃料に濃縮ウランの補足としてプルトニウムを使用する可能性を検討することでありますが、これはプルトニウムリサイクルとして広く知られているものです。米国の国家環境政策法（ＮＥＰＡ）に従って、

ＡＥＣの規制担当官は、プルトニウムリサイクルに伴う健康上、安全上、環境上および安全確保の要因を比較検討いたしました。ご承知の通り、この研究結果は、昨年８月、ＬＷＲの混合酸化燃料使用による一般環境への環境報告書案（ＷＡＳＨ－１３２７）として公表されています。この報告書は、１９７０年後半にプルトニウムリサイクルの開始を仮定して、１９９０年頃の軽水炉産業の燃料サイクルの諸分野を扱っています。結論として、軽水炉にプルトニウムを使用することは、現行のウラン燃料の使用と本質的に同じものであるが、現行の保障措置制度は、プルトニウムリサイクル経済に伴う大量のプルトニウム使用に対しては不十分であろうと述べています。さらにまた、いくつかの付帯的なプルトニウムリサイクル決定以後になされるであろう対策の組合せにより、これもこの目的に十分かなうものであろうとの考えも述べられています。

この報告書に関するコメントが、産業界、市民、連邦および州政府の関係機関などからあり、それらのいくつかは、プルトニウム毒性の影響、産業利用における健康への影響、原子炉の安全性などについてさらに評価を行なうことを要求しており、また大統領府環境審議会などの他の機関も、ＮＲＣがプルトニウムリサイクルの決定を下す前に、保障措置計画の代案、プログラムの分析及び提案されている計画の定義づけなどを行なうよう要請しています。これらの問題はすべて検討中であり、本問題の最終的なアクションおよびその時期については、この検討結果、および当然のことながらその決定以前に開催を予定されている公聴会の結果によりましょう。

安全性および保障措置の問題は、ＮＲＣおよび原子力産業にとって最重要の問題でありますが、これ以外に注目を集めている多くの問題があります。原子力損害賠償の将来（Price-Anderson法）はその中の一つであります。また、原子力施設の許認可手続きを再編成して設計の標準化および発電所サイトの早期決定を促進しその効果を最大限にすること、またもう一つは皆様のご関心が深い、国際分野におけるＮＲＣの役割であります。以下これについて述べます。

国際的な背景

原子力の規制を国際的視野から検討する前に、最近公表された世界の原子力発電計画についてみてみたいと思います。ＩＡＥＡが行なった最近の調査によると、少くとも２０カ国の開発途上国が原子力発電計画の準備を進めております。また、開発途上の６カ国がすでに１基ないしそれ以上の原子力プラントを購入しており、世界的には今日１９カ国において１４９の原子力発電プラントが現実に運転されています。さらに２３カ国が原子力発電所の設計、建設にとりかかっています。

原子力産業は、他の産業が国際的地位を獲得したのとは全く違った、世界的立場において、その地位を獲得しつつあります。非常に高度化された原子力技術の世界市場への導入は、航空機や自動車の国際的販売製造と同一視することはできません。原子力の開発の場合承認され、かつ受理されるべき固有の安全および防護上の必要条件があります。

国際協力に参加する国は、過去２０年間に飛躍的に伸びてきました。ＩＡＥＡの他、ユーラトム、ＯＥＣＤ－ＮＥＡ、および米州機構原子力委員会が、それぞれの分野で重要な機能を果しています。技術、機器、原子力資材を共同利用する協定が二国間および多国間にでき、東と西が共通目的のために協力し始めています。このようにして、原子力開発は経済、技術分野の協力パターンと同じ道をたどったのであります。ごく最近では、規制上の問題についてもこの新しいパターンの中で、きわめて重要な要素とし

て認識されはじめてきました。

米国エネルギー関係機構の改革にともなう国際的原子力活動における新しい機関の将来の役割についてはどうなるのかという問題がでてくるかと思います。ここで簡単に要約してお話しいたします。

組織上から見て、ＮＲＣは１９５４年の原子力法、特殊核物質および１９７４年のエネルギー機構改革法により、とその副産物の輸出入、生産および利用施設に対する許認可に責任を負っています。ＥＲＤＡは、諸外国との協力協定の交渉およびこの協定内容が米国からの輸出材料に関して遵守されているかどうかの決定などを担当します。

国内における規制者としての役割に加えて、ＮＲＣは原子力の規制問題を改善するための国際プログラムに積極的に参加しています。また、ＮＲＣは安全、環境保全および特殊核物質の保障措置に関して、各国の原子力規制関係機関との完全な協力を推進しています。この目的のために、以前はＡＥＣが、今はNRCが、各国原子力規制機関と規制面での協力をはかる上での相互協定を結んでいます。これまでに結ばれたこれら種々協定により、安全解析、運転経験、安全研究などの報告書および主な規制上の決定および政策に関する考え方など、規制に関する体系的な情報の交換が可能となりました。この協定は、また、原子力の安全基準の交換も行なうことになっており、これにより、各国は、技術面、法的規制面に於ける、他国の基準とその大勢を知ることができますし、またこれを契機として安全基準の開発に関して相互の協力を行なうこともできるわけです。

事実、各国の原子力規制当局が有する多くの技術および専門的知識は、米国が規制プログラムの強化するうえで新しい考え方と方法を提供してくれるよい機会にもなるのであります。我々は、この機会を無にしてはなりません。

ＮＲＣは、５カ国と相互協定を結び、現在さらに７カ国と協定案を協議中であります。この最初の協定が、日本との間に実施されているのは、まことに当をえたことであるが、これは、原子力規制情報の交換に関して、両国の規制当局間に生産的互恵関係が歴史的に維持されてきた結果によるものであります。

これらの協定で重要なのは互恵的な交換であります。それぞれが他に対し、すべての新しい重要規制動向について情報を常時提供します。先に述べたＢＷＲ検査指令は、ただちに、同種の炉運転を実施中の諸国に伝達されたのが、その一例であります。一方ＮＲＣは、他国の規制当局からそれに対する報告書を要請しています。日米間のこの種の相互協力は特に活発であり、また有益でありました。

国際協力のすべてがこのような双務協定によって達成されるものであるとはいえません。この故にこそ、米国は、ＩＡＥＡ、ＯＥＣＤ－ＮＥＡなどのプロジェクトに、積極的に参加し、またマルビケンおよびハルデン炉での多国間研究にも努力を重ねてまいりました。この点に関して私が指摘しておきたいＩＡＥＡのプログラムの１つに、多くの政府に受け入れ可能な原子力発電所の建設基準を開発することがあります。米国は、このプログラムに全面協力しており、またさらにもう一つの同様に重要なプログラム、即ち、原子力分野を新しく開設する諸国の人材、つまり、複雑な原子力発電所の計画、設計、運転および管理のための人材、技術者の訓練供与のプログラムにも協力しています。ＮＲＣは、３段階訓練コースの計画に協力してきましたが、これは、国家の新計画において原子力開発の運営上の責任をもつ専門家のために必要な基本的技術を修得させるコースであります。この９カ月カリキュラムを補足するものとして、ＮＲＣは、４月２８日から５月２６日まで、ワシントンにおいて、原子力エネルギー規制の実際と原理に関する、三週間に渡るＩＡＥＡオリエンテーションコースを開催することになっております。約

３０カ国からの参加者に講義するために、ＮＲＣの専門家に加えてＩＡＥＡおよび外国からも講師が派遣されます。

ＩＡＥＡは核物質の国際保障措置において中心的役割りを果しています。そして、私がすでに述べましたように、合衆国は、国際保障措置はＮＰＴのもとで何ら商業的不利益をもたらすものでないことを明確にするために、ＩＡＥＡに対して、国家の安全保障に直接関わるもの以外の合衆国の如何なる原子力活動に対しても保障措置を適用することを認める用意があります。ＩＡＥＡとの細目交渉は順調に進められており、近い将来に、具体的合意がＩＡＥＡとの間で達成される予定であります。我々は、日本のＮＰＴ批准考慮に対して深い関心を持っています。最近日本とＩＡＥＡの間に、ＮＰＴに基づく保障措置交渉が完了したと聞いています。

最初に述べました傾向の変化ということでありますが、国際的にも新しい動きが出ております。例えば、パリでのＯＥＣＤ－ＮＥＡは安全に関する多くの会合やシンポジウムを開催しています。当ＮＥＡは、大規模の原子力計画を持つ諸国の会合の場であり、日本や米国に対しても、その大半を開発途上国のニーズは主眼を置いているＩＡＥＡとは異なった会議の場を提供してくれます。原子力施設の安全に関するＮＥＡ委員会（ＣＳＮＩ）は、規制問題に関する最適の場であります。

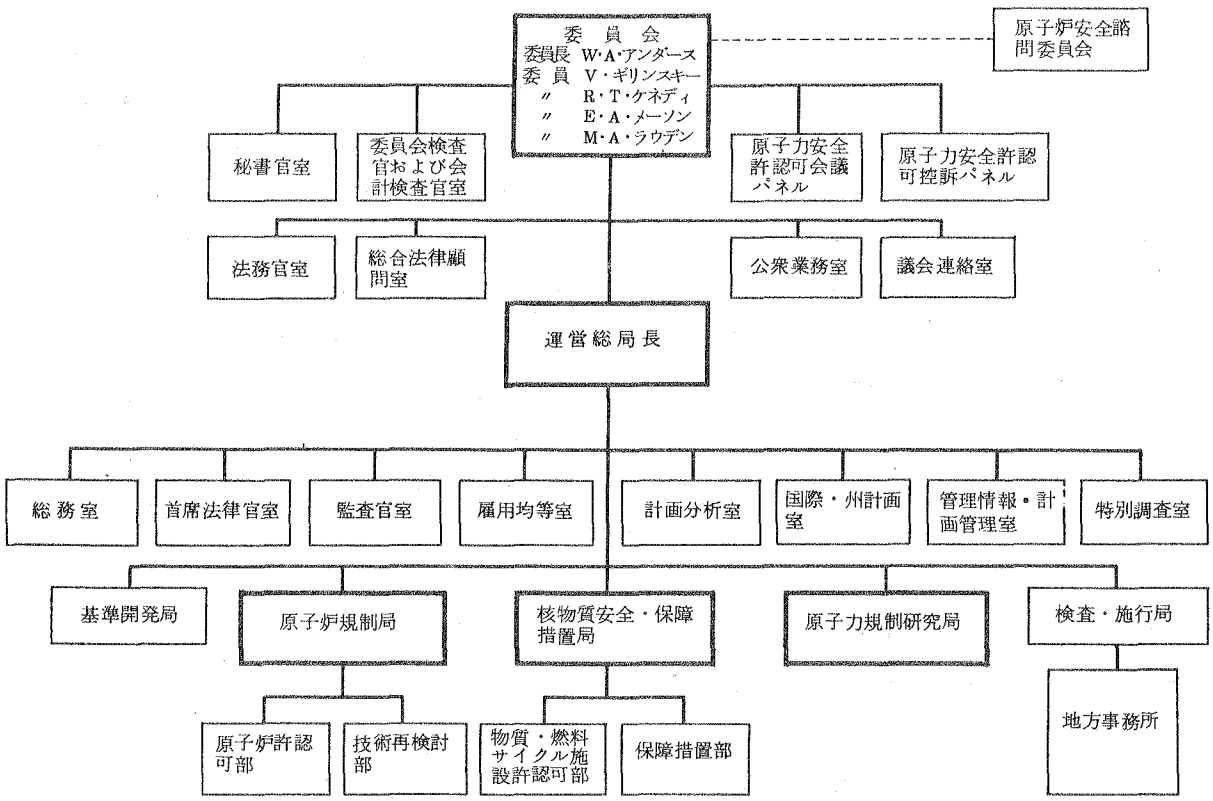
より広い分野では、昨年１１月に設置された国際エネルギー機関（ＩＥＡ）があります。これは、キッシンジャー国務長官の招請により開かれたワシントンエネルギー会議から生まれたもので、ＩＥＡの目的の一つは、エネルギー保全および研究、新エネルギー源の開発の成果を工業国間で交換しあるいは調整することであります。ＮＲＣにとり直接関心ある原子力安全研究は、特に重点が置かれた分野の一つでもあります。

ＩＡＥ主催による原子力安全のワーキンググループが、先月米国で開かれ、多国間協力への実際的な方法について検討がなされました。ここには、日本を含む１４カ国が出席し、当会議で米国は、いくつかの主要原子炉安全計画を国際協力のために提供することを提案しましたが、これには、先に述べた冷却材喪失テストおよびPower Burst Facilityなどが含まれています。これらは他の計画とともに冷却材喪失事故の主要な部分をカバーすることになります。当作業部会は、ＩＥＡメンバー諸国がすべて各自の原子炉安全研究プログラムリストを作成し、技術報告書、実験データなどの情報交換を組織的に行ない、また、専門家および特定問題に関する作業グループの協力、安全研究に関する早急な意見交換などを提案しています。先の会合では、ＬＷＲ研究の協力が中心でしたが、来月パリで行なわれる第２回会合では、他の炉に関する安全研究の協力について検討することになりましょう。

結　　論

世界的規模の原子力発電のためには、適切な国内規制のみでなく、明らかに原子炉安全および保障措置の分野での国際協力が必要であります。この協力は、少なくとも過去長い間にわたって、技術交換および援助の分野で行なわれてきた協力と同じ規模のものでありましょう。原子力規制関係者は、決して独占的な立場に立つものではないが、特にこの必要性を感じています。現在国内、および国際的においても効果的な規制は、最終的には、国の原子力政策の健全さに対する一般国民の信頼を強めるのに最も実際的な道であるという認識が広まりつつあります。

N R C の組織図


委員会
委員長 W・A・アンダース
委員 V・ギリンスキー
〃 R・T・ケネディ
〃 E・A・メーソン
〃 M・A・ラウデン
原子炉安全諮問委員会
秘書官室
委員会検査官および会計検査官室
原子力安全許認可会議パネル
原子力安全許認可控訴パネル
法務官室
総合法律顧問室
公衆業務室
議会連絡室
運営総局長
総務室
首席法律官室
監査官室
雇用均等室
計画分析室
国際・州計画室
管理情報・計画管理室
特別調査室
基準開発局
原子炉規制局
核物質安全・保障措置局
原子力規制研究局
検査・施行局
原子炉許認可部
技術再検討部
物質・燃料サイクル施設許認可部
保障措置部
地方事務所

セッション―1　新たな国際環境でのエネルギー自立化と原子力開発

議　長　前田七之進氏（富士電機製造㈱会長）

講　演　「アメリカにおける原子力エネルギーの現状」

講　演　「エネルギーと国際的秩序」

議　長　伏見康治氏（名古屋大学名誉教授）

講　演　「原子力開発上の諸問題と国際協力」

アメリカにおけるエネルギー自立化計画と原子力開発

アメリカ原子力産業会議
会長　J. W.　シンプソン

エネルギー自立化とは如何なる事であり、またそれは達成可能な事であろうか？私がここで述べるエネルギー自立化とは、仮に数ケ月間ある程度輸入が中断されても、経済危機を克服できるだけの国産エネルギー供給力を持つ事である。これは正確な定義とは言えないにしても、エネルギーに関しては、明確な事は多くは言い難いものであり、この定義に基づけばアメリカの自立化達成までには、たとえ現在の戦略を展開し、前向きに進んでも１９９０年までかかるであろう。

更に如何なるエネルギー戦略にも言える事だが、エネルギー自立化は基本的に長期に渡るものでなければならず、つまり我々は既存エネルギーを採堀し続け数年間でピークに達し、次第に減産に追い込まれていくという道は取るべきではない。この結果とするところは、供給を受ける側への高価格かつ供給不足という二重の打撃である。

基本的エネルギー戦略について

化石燃料、即ち石油、天然ガス、石炭などは有限であり、世界に均一に分布している訳ではない。これは特に米国に言える事であり、我々は人口で世界の１０％、石油埋蔵量で５％を占めているにすぎないのに、全世界の３０％ものエネルギーを消費している。

現在迄の一般的な予測によると、全エネルギーに対する現在の伸び率４％のままで推移すれば、米国は数十年の石油を確保できるのみである。1.2の要素を低く見積っても１７年先に延びるだけである。世界の伸び率６％で考えると、全世界の供給力は２０１２年までしかもたず、その半分の伸び率になったとしてもせいぜいそれより数十年延びるだけである。更に重大な問題は、エネルギー資源の産出ピーク時であり、これは完全涸渇時のはるかに以前の事である。節約はもとより重要ですが、これが本質的な答にはならない。

石油、天然ガス、石炭については代替のきかない用途が数多くあり、これらのエネルギー源及びその備蓄はこうした用途のために保留すべきものであり、省エネルギーの観点から、石油、天然ガスは基底負荷発電に使用されるべきでない事は明らかである。

米国エネルギー研究開発庁（ＥＲＤＡ）のＲ＆Ｄプログラムで研究中の新資源は、１０年～２０年先の供給源としての寄与は極めて低いがこれら新資源がＲ＆Ｄ計画プログラムに組み入れられている事は注目すべきである。ここで私が言おうとしているのは、太陽、地熱、風、核融合などの技術についてである。

これらの内多くの物は資本集約度が高く、百万ＢＴＵ当り非常にコスト高となる。原理の実証、小型原型設備、デモンストレーションプラント、セミスケール実証設備、実用設備などを通じた開発プログラムは遠い先の事であり、コスト面でも数千万、数億、数十億或は数百億ドルにも達するであろう。相当量のエネルギー供給が可能になるまで、この産業建設にはこの様な数百億という莫大な投資が必要である。いくつかのプログラムが競い合うことになるであろうが、そのいずれがはっきりと勝者になり、

敗者になるのか、或はその中間になるのか予測することは困難である。実用設備の運営維持のコストが重要な問題であるが、どのプログラムがすぐれているかの予知は不可能であろう。この様に危険率が高いためこれ等のプログラムに対する多額の資金集めは困難である。

石炭利用も考慮されねばならない。米国では大量の石炭利用が可能であり、石油同様燃焼だけがその唯一の用途ではないが、これとて永久に続く訳ではない。更に石炭発電は原子力発電より安全という事もなく、費用も割高で、環境も汚染される。

一方原子力は他の燃料より長期の使用が可能であるばかりでなく、電力発電の最も安価な方法であるという事は特に注目すべき点である。

オイルコスト百万ＢＴＵ当り３ドル（バーレル１２.２ドル）の１９８０年プラントでは、総発電コストはＫＷＨ当り４２.６ミル、燃料コストはＫＷＨ当り２９ミルであり、これだけでも原子力発電のＫＷＨ当り２４ミルの総出力コストより高いものである。また、百万ＢＴＵ1.88ドルの石炭を使っても燃料コストは１７.３ミルで総コストは３３.２ミルとなる。平均燃料コストはそのプラントの使用期間中について、年3.2％のエスカレーションを見込んでいる。

米国の状況をざっと見てみると、約一年前米国の電力会社は１９８０年には７４５ＧＷを予定したものの、財政問題と需要上昇の低下により現在では１９８０年に６７０ＧＷの見通しとなっており、この内２５％は石油及びガス、４０％石炭、１２％が原子力である。１９８０年夏のピークロードは、もし１９７３年夏からの需要増加が年率６％とすると、約５６０ＧＷとなる。向う数年間は、需要増加率は小さく、また遅れのうちのほとんどは１９７６年以後に現われると予想される為、同年の供給予備力は３０％以上になる事も十分考えられる。しかしその後は急激に下降し、１９８０年には１７.８％となるであろう。これは、明らかに我々が数年前に経験した停電の防止に必要な値以下である。電力消費が伸び、夏のピーク上昇が起ると状況は非常に悪化し、例えば年率１％の伸びは供給予備力を１０％以下に落すことになる。原子力発電所建設には長時間を要する為石炭発電所、ガスタービン建設が殺到し、経済、環境に良からぬ影響を与えることも考えられる。

燃料については更に悪い状態である。１９７３～８０年のＧＮＰ年率約４％の伸びの為、１９８０年には３兆ＫＷＨが必要とされ、もし燃料が十分供給されるなら発電量の４０％が石炭、２８％が石油、１４％が原子力となろう。これは１９７４年の発電会社の３億９０００万トンの消費量と比較すると５億５２００万トンの採鉱及び輸送を必要とする。必要量の十分確保の可能性はほとんどなく、数百万トンの不足という深刻な事態が予想される。

発電量の２８％を石油に頼る場合には、１０億４６００万バーレルが必要となる。我々の現在の消費量は年５億３０００万バーレルであるが、フォード大統領は、これを１９８０年までに、１億６５００万バーレルに縮少する様要請した。たとえ石油の現行使用量を減少させなくても電力発生のみで８億トンもの石炭を使わねばならず、もし大統領の目標を達成するなら更に１億トンが必要とされる。若し、我々が輸入石油にたよらず、原子力をも利用しないならば今世紀末には、年６０億トンの石炭を使用することになるであろう。

１９８３年までの予定以上に原子力発電能力を高める為には、現行計画の促進が最適の方法であろう。１９７５年発注の新プラントは１９８４年に送電開始の予定である。

米国が直面している最も深刻な問題は、エネルギー不足により経済成長が低下し、その結果エネルギー

需要が減少することであるが、もちろんこれは我々にとっての最大の関心事ではない。発電量の適当な割合は、１９９０年に原子力4億7千5百万KW、石炭３千６百万KW、石油及びガス約６千万KWになることである。

この原子力発電量は、年石油４３億バーレル、燃料コスト２００～４００億ドルの節約となる。それでもなお我々は年間４６億バーレルの国産石油と１６億トンの石炭を使用することになる。

１９６０年代後半において、大型原子力発電所建設は契約時から５年以内で完了可能であった。この種の建設状況は、現在日本、スイス、スウェーデンにおいて、米国の技術のもとで進行中である。米国では建設期間は８年から１０年に増大したが、これは様々な原因、規制面の遅れ、許認可法規の改正による設計変更要求、建設労務者問題、コンポーネント機器引き渡しの遅れ、経験不足などの結果である。

許認可手続きの簡便化、経験の積み重ね、標準強化などにより、全建設予定期間は６年に縮少され得るであろう。

原子力蒸気供給系の分野では最も大きい経済的、技術的進歩が見られる。全体のコスト上昇にもかかわらず、原子力蒸気供給系及びタービン発電機のコストは全体の小さな部分になり、１９６７年の４０％から１９７３年にはほんの１５％に低下し、他方同じ期間にエスカレーションと建設期間中利子上昇の影響はあわせて１７％から４０％に上昇した。

現在米国で年間２千５百万ＫＷに匹敵する部品の設計、製造の工業能力があり、そのネックとなっている分野に多少の追加をするだけで3千万KWに上げることができる。

原子力発電のコンポウネントの大部分は特殊な製造施設を必要とするが、これらはほとんどすでに標準化されている。セメント、鉄鋼、鉄筋、ワイヤーなどの多くの資材は他からの転用が容易であるが、大型鋳鍛鋼品の高価な生産設備は現在すでに飽和状態にあるので新しく追加建設しなければならない。年間５千万ＫＷのためのコンポーネント製造の総投資額は２０億ドル以内であり、現在の原子力設備拡大に優先政策がとられるなら、十分な投資利益が得られるはずである。

火力及び原子力発電の建設者及び技術者の共同研究によると、１０００ＭＷ原子力発電コストは石炭火力発電所のコストより１５％だけ高いと報告されている。（他の研究によると、この差は多少高く示されている。）したがって原子力発電所への大規模転換に要する所要工業力増加もその程度であり、米国は１９９０年までに、少くとも4億７千５百万ＫＷの原子力発電の可能性があると容易に結論できる。

原子力発電所のコストは、同じドル価値では将来減少出来るし、またそうなるであろう。とくに火力発電よりも可成り大巾に低下させることができる。設計、製造、建設、運転の経験が積み重ねられるにつれて、コストダウン、及びより安全かつ信頼あるプラント製造が可能になる。安全性を削減することなく、許認可手続きの簡略化が可能であり、此等の要素により建設期間も１０年から６年に縮少可能である。１９６０年代後半のプラントは６年以内に完成されていたし、現在でもスェーデン、日本などでは６年以内の完成である。

経験及び標準化の推進により、建設費の材料費、労務費も大巾に縮少でき、これはエスカレーションや建設期間中利子を含め総コストの７０％を上まわる節約となる。

安価で短期間に、より信頼性の高い、より安い燃料コストの発電所を建設するには、経験が決定的要因である。製造業者の原子力発電所建設の経験が豊かになる程、製品改善のための研究開発のゆとりをもつことになる。設備の建設と運転から得られる経験が増加するに従い、また技術者が設計者が設計製造に多く経験を持つ程より信頼度の高いハードウエアーの設計が可能になって行く。

ウランは発電に使用されるが、電力は最っとも用途の多様なエネルギー源である。現在の石油及び石炭価格に比較すると、原子力発電は最も安価なエネルギーであり、安全かつ環境に与へる悪影響は最少である。ウランと石油の埋蔵状態は本質的に異っており、石油は通常大きなプール状態で、ウラン鉱は富鉱として大量に埋蔵されているだけでなくある場合には含有率が非常にいい状態で存在しており、この場合は高い採鉱コストにより手に入れられる。ウランコストの1ドルの上昇は、電力コストで、1バーレル5セントの石油コスト上昇に匹敵する。増殖炉では非核分裂性ウランU－238を核分裂性のプルトニウムに転換し、消費量より多くの燃料を製造するのでウラン埋蔵量を70倍にすることが可能である。

米国の低価格ウランの推定埋蔵量については、当産業が開発初期の段階にあり、比較的せまい現在生産中の地域でもまだ十分調査されていないので、明確なことは言えない。調査及び生産への投資は、ここ数年来あまり活ばつではない。これは　1）予想以下の原子力開発伸び率　2）実質需要の長期的不安定性　3）開発の投機的性格と高金利　などの為であり、その結果長期ウランの供給が危ぶまれている。しかしこれは正当な状態ではなく根拠の薄いものであり、ウラン産業界は不安定な状況が解消すればウラン供給は可能であるとの確信を述べている。

低価格ウラン埋蔵は、1990年代までの米国需要及び1980年代までの外国需要を満すのに十分であり、またより高価なウランは1990年代後半の中ばまで十分である。確定埋蔵量の確実な増加及び推定埋蔵量のより正確な見積りを、探鉱により行なう必要がある。長期供給の懸念による電力会社の高価格購入を見込んで多くのウラン生産者が探鉱活動を強化し、ウラン埋蔵地を買収している。

1ポンド200ドルのウラン価格でさえも（近い将来に1ポンド当り10～15ドルとなる見込みである）原子炉の燃料コストは、1バーレル10ドルの石油コストまたはトン35ドルの石炭に匹敵するのみである。

米国における現在の年間ウラン採鉱及び精錬能力は、17,000ショート・トンで、国外では16,000ショート・トンである。米国の製造能力は現在実需を上まわっており、需要は1974年に処理された10,000ショート・トン以下にすぎない。この現在の超過生産力により、ここ数年はインベントリーは増加し続けるであろう。しかし原子力発電容量が増すにつれ1970年代後半には、採鉱及び精錬能力は拡大され、その後引き続きこの傾向は継続するであろう。

しかし乍ら、消費燃料より多い燃料を産出する増殖炉が、1990年代に商業ベースにのるまでの間、ウラニウムの確定及び潜在資源を原子力産業の要求に応じて開発することは可能である。

高純度6フッ化ウランへの転換は2つの施設、アライド・ケミカル社及びカー・マギー社で行われ、両者の能力は年間19,000STUであり、1977年には24,000STUとなる見込みである。これは1979年までの米国需要を満すものであるが、転換技術が十分確立されており、設備増設のリードタイムが4年から5年もあり、また他の燃料サイクルの分野に比較して資本需要がゆるやかなので、この転換という点については現在問題はない。

ガスへの転換が成されると、次に核燃料の濃縮が必要であるが、これは現在、テネシー、ケンタッキー、およびオハイオにある米国の国有施設で、投資総額24億ドルを費やして進行中である。

この濃縮工場の能力は年間1700万SWUをわずか下回っているが、1000MWの発電容量に対して、年間9万SWUが必要である。政府は既存のプラント能力増強により、1980年代初めまでに

2,７５０万ＳＷＵへの能力増強を計画している。一方、濃縮需要は１９９０年までは年間6,０００万ＳＷＵを越えると予想されているが、これは稼動プラント数と、プルトニウム・リサイクルを使用するかどうかにも左右される。

ウラン濃縮能力の追加量の問題が検討されているが、高度なリスクと多額の資本が必要なため、民間産業がこの分野に入ってくることは容易ではない。１９８３年運転予定のガス拡散９００万ＳＷＵ施設には、このための所要発電施設を別にして、建設費３０億ドルが必要であるが、当プラントはそれぞれ６億５０００万ドルのコストの１０００ＭＷの原子力発電所１００ケ所に対し、十分濃縮ウランの供給ができる。したがって濃縮プラントコストは、供給先の発電所コストの５％以下にしか当たらないことになる。

遠心分離法は、もし成功するとガス拡散法よりも少ないエネルギーで安くでき、更に建設投資額が少くて済むという大きな利点があるが、経済面、技術面での実証はまだ成されていない。

短期的にみれば現存の濃縮規模で現在の原子力施設を十分まかなっていけることになるが、将来濃縮ウランの必要が増大した時に備えて供給体制を整備しておくことは必要である。濃縮工場を増強する技術も工業力も存在するのであるから、民間資本が及ばないのであるなら、原子力利用によってもたらされるより多くのエネルギーを考える時公共投資は正当化されるであろう。

各炉メーカーは燃料成形加工能力を有しており、他にも独立した燃料メーカーもいくつかある。この分野は高度の技術を要しはするが、それ程資本集約的ではなく、その加工能力の点から派生する問題だけである。

再処理能力は原子力発電量と平行して増強されなければならない。３００ＭＴＵ容量の使用済燃料再処理施設は１９７２年以来運休しているが、６００～９００トンに更新増強する許可申請を提出しており、目下米国政府で審理中である。一方、１５００ＭＴＵ規模のアライドジェネナルの再処理施設は工期完了を１９７６年に予定している。ジェネラルエレクトリックのプラントの増強が実施されると更に３００トンの追加となり、１９８５年をめどに少くても2,１００トンあまりが追加されることになる。

更にさし迫った問題としては、現在各発電所に保管されている使用済み燃料を、再処理敷設容量が十分確保されるまでの間、どう取扱うかが重要である。プルトニウムのリサイクルが燃料サイクルコストの１０～２０％の節減を意味するため、リサイクルは原子力の将来にとって肝要である。
一方、プルトニウム利用に関するデメリットとしては、プルトニウムが化学的に分離可能なため、核兵器への利用を回避するためにも全工程におよぶ厳格な保障措置が必要である。しかし、プラトニウムのリサイクルは天然ウラン所要量あるいは濃縮役務所要量を低減する上からも必要であるといわなければならない。原子力発電のための燃料サイクルの増強は基礎的な敷設拡充を必要とするが、越えられないような技術的障害はない。

核分裂生成物質の中には長い半減期の放射性物質もあるため、それらの物質は数世紀にわたって貯蔵されなければならない。米国政府は目下、のような廃棄物処理管理の考え方を検討中であるが、短期的には高レベル放射性廃棄物は減量され、地上の特別貯蔵敷設に固化して保管されることになろう。これらの貯蔵敷設に関しては放射能漏えいモニターを継続して行ない、格納設備の劣化を検査することが必要である。この廃棄物貯蔵に関しては安全に回収し、再貯蔵、若しくは永久貯蔵施設に移送が可能なようにされるべきである。これに関連して高レベルの放射性廃棄物はごく微小量であり、貯蔵地域はわずかであることをつけ加えたい。

このほど米国原子力委員会との契約により作成されたマサチューセッツ工科大学のノーマン・ラスムッセン教授の報告によれば、１００基の原子炉の運転によって起り得るであろう推定死亡者数は3億人について年間1人といわれる。更に大切なことは同ラスムッセン報告は結論として実際の事故はたとえ起っても想定された災害規模をはるかに下回るであろうと指摘している点である。

この確率的な考え方をつかんで頂くために、いくつかの例を挙げると、－

……アメリカで何らかの事故による死亡確率は１６００人について年間１人とされる。更に詳細にいうと、自動車事故によるものが４０００人について年間１人、落雷、竜巻、ハリケーンなど天災によるものが3百万人について年間１人となり、これですら原子炉による想定事故による死亡者の１００倍である。

……地震・ハリケーン・竜巻等の天災による１００～1,０００人の死亡確率は１００基の原子炉運転により起る事故により同数の人が死亡する確率の１0,０００倍である。

……また、原子炉の事故によって1,０００人以上が死亡する確率は極めてわずかであり、同じ1,０００人が隕石にあたって死亡する確率より更に少ない。

今後更に発電の為のエネルギー源の変遷には画期的なものがみられよう。１９８０年に運開すると思われる原子力発電所の数は数年前予測されたものよりはるかに少いが、それでも１０年前の予測とは今昔の観がある。

シカゴではじめて核分裂の連鎖反応に成功したのが今をさかのぼるほんの３０数年前のことであった。丁度２０年前の１９５４年には原子力法が制定され商業利用への道が開けたのである。今日、アメリカでは稼動中のもの、建造中、契約済のもの合わせて２３６基の原子炉が数えられ、その発電容量は１９５４年度の全米全発電容量をしのぐものがある。

１９９０年頃には原子力発電容量は4億7千5百万ＫＷに達するものと思われるが、これは今日の全米の全発電量に匹敵する。その時点には石炭で3千6百万ＫＷ、石油・ガスで6千万ＫＷの発電容量をもつものと推定されている。

私共、ウエスティングハウス社では海外の提携会社、子会社ともども、このいわば新しい産業分野において大きな役割を果させて頂いていることを誇りに思う。当社ではすでに建造完了したもの、あるいは契約済のものあわせて１００基以上の原子炉の設計又は機器を提供してきており、これは世界中のどの企業をもしのぐ成績である。

世界各国が原子力によせる関心の度合はますます深く、フランス、スペイン等の国々はアメリカより大きな割合の規模で原子力開発を行っており、その他の国々においても総計２億ＫＷの施設を計画している。

ただ困難をきわめている問題は原子力発電関連施設の財政である。現在検討されている１９９０年を目標としたプログラムでは１９８０年のドル換算で約6,０００億ドルにのぼる資金がいると推定される。これには原子力発電施設以外に化石燃料による火力発電所・送電・配電施設の資金も含まれるが、これは国の負債額を上回る数字であり、現存の設備投資額の4倍になる。

１９６０年度における電力関係の設備投資は同年の全米全設備投資の７％であったが、１９７３年には同比１7.3％になった。更に驚くべきことには証券市場における電力株の割合の増大である。１９４０～５０年代には全証券の２０％を占めていたが、１９６０年代には２５％、１９７０年には30

～３２％とその勢いは衰える気配をみせない。過去には資本調達に問題を感じなかった電力会社にとっても事情は一変した。原子力発電所建設には８～１０年の年月を要し、その間のインフレのみでコストは倍増するのが現状である。一方在来化石燃料の方もコストは３～４倍に高騰し、電力会社の収益は圧迫され、金利は上昇し株価は暴落した。今日市場価格が額面を維持している電力会社が１０％弱であり、他は額面を割って６０～７０％程の価値しかない。債券市場も例外ではなく、更に社債金利の引き上げを招来している。

このように電力会社の資金調達能力の低下こそ、今日の米経済最大の問題であるといえよう。この問題を解決するには、まず株価が少くとも額面、若しくはそれ以上に復活することが肝要であり、税控除と料金引上げによる相乗効果を期待する他に手はない。民間投資家から国が肩代りしたとて、本質的な問題の解決にならず、むしろ状態を悪化することにさえなろう。

財政の行詰りが主因となって２億ＫＷほどの電力計画があるいは解消され、あるいは遅延しており、そのほとんどが原子力である。多くの場合、電力会社は悲観的な需要見透しと低い供給予備力で稼動しているため、もし需要見透しが大巾に誤っていた場合には１９８０年代初頭に各地で電力節減の事態が生じる。すでに当初の計画に大巾な遅延、取消による削減がみられるため、何らかの重大な措置がとられない限り、次の１０年間の電力供給は困難になる。

１９９０年代には４億７千５百万ＫＷの原子力発電の運開が可能であり、化石燃料を今後いかに節約したとて、又、新しく発見されるであろう埋蔵量をいかに楽観的に見積ったにせよ、健全な経済を維持するのであれば、上記の発電量が必要である。設備投資にたとえ巨額の費用を要しようとも、それによって節約される金額は年間数１０億ドルにもなる。

確かに原子力利用を現状より拡大するべきではない。いや、できないと主張する人たちはいる。そして、原子力利用がエネルギー需給のギャップを縮少するまでに至らないと主張する人たちは、財政の先行の暗さや、ウラン市場、又は濃縮、再処理に関する問題を理由にしているものと思われる。一方、原子力への依存を増強すべきでないと主張する人たちは社会問題という面から、原子力は社会に対するリスクを含んでおり、リスクは即ち悪であるという論拠に立っているものと思われる。

指摘される通り、原子力は完全ではない。又、産業界は完全を主張すべきものでもない。しかし、比較論として考える時、原子力は他の我々のもつ、代替エネルギーをその利点においてはるかに遠く引き離すと考える。よい機会でもあるので、最近の厳しい報道と批判に反論して私の主張をしたいと思う。

まず、いえることは石炭をはじめ他の火力発電に比べ、原子力は環境破壊が最も少ない。影響の及ぶ土地面積からいっても、廃棄物の量、水質汚染という点からも原子力はすべて低い。これについては環境保全審議会の論証を提供できる。

又、あらゆる測定結果をみても、原子力発電所は安全であり、公衆への危害はない。上述の環境保全審議会は公衆の保健という点では、石炭による発電所をはるかに有害であるとしている。そうはいっても、原子力に関して全ての人々に満足のいく答がでていない問題も残っている。それは、安全保障措置プルトニウム、廃棄物管理の問題である。

最近は時に核の脅迫による脅威が論議されており、批判者にいわしむれば、いかに安全保障をきびしくしたとて、テロリストの手にプルトニウムが渡り爆弾が作られるか、あるいはそのままプルトニウムを武器にする可能性があるのである。しかし、このような極論や、起り得ない推論はいかなる技術に

対してもいえることであり、人生のいかなる局面に対しても当てはまることではないだろうか。

たしかに、商業用原子力施設が増大することは、多くのプルトニウムが入手可能になるが、盗難あるいはサボタージュの危険は燃料サイクルのごくわずかな段階でしかあり得ない。現行の安全保障プログラムは十分にこれらの個所を考慮しており、産業の近い将来への措置としても効果的に対応されている。この点に関して言えば核物質の不法入手の可能性を更に小さくするための安全保障を確立するため技術はすでに存在しているのである。最近問題になっているのは、むしろ過去における安全保障体制の弱さであり、新しい規制下では無効になっている。又、しばしば現行の安全保障措置に内包されている技術革新の評価不足に起因する批難もあることを一言したい。私は現行の安全保障体制を常に向上し、新しい技術と体験をおこたることなく活用すれば盗難、転用やそれらに起因する問題から燃料サイクルを十分保護できると信じる。

一方では原子力産業界の保障措置がきびしくなり、又、原子炉用程度のプルトニウムでの爆弾製造がいかに困難であるか又、実際に爆弾を作るにはテロリスト自らウラン鉱を精錬加工し、遠心機で濃縮しなければならない事が認識されればその可能性の少なさは更に良く認識されるであろう。保障措置をきびしくすることにより、核の脅迫は全く実現困難となり、同じ脅迫なら他に安易に入手可能な材料はいくらも有る。しかし考えてみると水道、ガスパイプライン、橋梁などに武装警備員が配置されているだろうかと問いたくもなる。

放射性廃棄物に関しては、それを何千年も安全に貯蔵する技術は今日すでに存在する。コストは高いが決して不可能なことではない。しかし長期的な放射性廃棄物処理管理に関しては今のところ完全な答が出ておらず、これが一部の人々の不安をかきたてている。たしかに、廃棄物管理に関しては従来あまり活発な努力がなされてこなかった。しかし、最終的に長期保存の方針が決定されるまで一時的な地上貯蔵施設が作られ適宜使用開始されることは、とりもなおさず業界が更に前進するために必要なことである。

例えば太陽に向けて廃棄物を搭載したロケットを発射するとでもいうような完全な長期的な答がなくても私は心配しない。プルトニウムの数半減期の今から１０万年後の社会不安を心配する人たちは、果して化石資源を枯渇させて後世にゆずることになるであろう現実をどう考えているのであろうか。たとえ数世紀後に社会不安が実際におきたとして、安定した政権が存在し得ないと仮定しても、貯蔵施設にねむる放射性廃棄物には大した異常は起らない。むしろ制度や社会体制の一貫したつながりが断たれれば人類の存続はあり得ないのではないだろうか。

例えば火について、人類への火の寄与、そしてその破壊力をとりあげて考えてみる。人々は燃焼を利用して暖をとり、調理をし、産業革命を起した。しかし、今日に至ってもなお、我々人類は原子力を制御したようには安全に燃焼を制御することを知らない。戦争における通常兵器、交通事故統計、はかりしれないばい煙の放出、都市を破壊する大火災、これらいずれをとっても燃焼による危害と利益が共存していることを示唆しはしないであろうか。

我々が“ファストの（悪魔との）契約„をこれに見ようが、どうしようが、人類社会が技術を信奉し、それに依存している事実はかわらない。原子力技術がますます大きな主役を演じてこそ来るべき数１０年間の社会的、経済的成長が期待できるのである。化石燃料資源の現実は今日、よりきびしく絶望的であるが、一般的には警鐘すら感じていないのが現状である。エネルギー問題は政治問題に発展し、ＯＰＥＣ

諸国の石油輸出規制によって米国は経済ショックを打けはしたが、私にいわせればそのショックは人々を真剣にさせるには至らなかったほど軽かったのではないかとさえ疑いたくなる。少くとも国が積極的な行動をとる触媒とはならなかったようである。

我々に残された時間もエネルギー源も少ない。連邦電力委員会やナショナル・アカデミーオブ・サイエンスの最近の報告によれば石油と天然ガスの埋蔵量と生産量は当初の予測をはるかに下回ると指摘している。石油並びに天然ガス生産の急激な低下は１９８０年代の経済水準を引き下ろし、生活水準もそれに伴って低下させられるであろう。

皆さんのお国、日本には言子力に対し感情的な反対をする人々が存在するにもかかわらず、今度、原子力の利用拡大がエネルギー自立上肝要であるという明白な認識にいたられたことをお慶び申しあげたい。それは正しい決定であったと信じると共に米国がその点日本から学ぶことを心から期待したい。

エネルギーと国際的秩序

ＮＨＫ解説委員長
緒方　彰

エネルギーと原子力の専門家や権威者の皆様の前で、私に話をする機会を与えられて、たいへん光栄に思う。

私は国際間の問題を政治的な視野から眺めるジャーナリストの一人として、エネルギーの問題と国際的な秩序―主として政治に関連のある問題、また分野であると思うが―、この国際的秩序の関係について話したいと思う。

さきほど、シンプソン会長も最後に述べたがエネルギーの問題と政治の問題の関連、特に一昨年以来続いている石油の問題については、皆様方が体験されたように、昨年に続き今年も石油危機の影響が依然として世界の経済を掩っている。しかもその経済的影響の予測については悲観的見方と楽観的見方の幅が大きく、しかもその影響がいったいいつどのような形で終るのかとの予測が立たず、中途半端な観測しかできない。これは、中東地域の政治的問題の解決にかかっているからである。こういう状況をみていくと、エネルギーの問題と政治的な問題との関連がきわめて明確にいまさらながら考えられる。

この問題の焦点は、私は昨年来の、主としてアメリカの危機意識、そしてアメリカの対応の方法をめぐって、緊張状態を生じている点にあると考えている。特に昨年の秋以降、中東問題の解決ということに関してはそれが直ちに石油問題と結果的に密接に結びつき、その危険度とさらにその影響の幅を大変に大きくしていると考えられる。

この問題は、基本的に立場によってその問題点の所在が異っているように思われる。たとえば、まずアメリカにとっては、それは比較的、短期的なエネルギーの需給ギャップの問題をどのように解決するかが問題であるし、そしてさらに政治的な分野では、この問題をめぐってアメリカとソビエトとの関係、主として安全保障上の見地からのその関係をどのように解決するか、これが、この中東と石油の問題のアメリカの基本的な問題であろうと私は考えている。

ところが、産油国の立場を一般的に考えると、この問題はもっと長期的な、資源と国の経済・建設のきわめてプリミティブな結びつき方、という問題に関係があると考えられる。石油というものが、どのように産油国自身によってコントロールできるか、ということについて彼らは模索中である。カルテルを結成することによって、彼らがその利害関係の相互の食い違いを彼ら自身でどのように調整できるかという問題にも、まだ彼ら自身が矛盾を感じているように考えられる。

さらにヨーロッパ、日本にとってはこの問題は極めて深刻な意味をもっていると考えられる。それはエネルギー資源の供給、そしてその価格の問題で、エネルギーそのものと国際収支という問題に直面したヨーロッパの多くの国と日本とは、かってないほどの経済的に、従って政治的に深刻な立場に直面していると言える。これはアメリカの立場とは、かなり違っていると私どもは見ざるを得ない。そしてさらに、資源をもたない開発途上国の立場は、蓄積もなく資源もなく、技術もなく、まことに絶望的な立場に追い込まれている。

このように幾つかの立場が違う、利害が違うグループが、一体どのような妥協点を見出すことができ

るのか、相互依存体制というものをその中に作り得るのか否かということについては、極めて「困難」と、私どもにたいへん強く印象づけられる。しかし、今世紀中石油エネルギーが恐らく、極めて大きなエネルギーの大宗を占めるということを、私どもは確認をしなければならないし、この問題についてなんらかの秩序を見出す以外には、次の、例えば原子力にしてもその他の新しいエネルギーにしましても、次の世代へのエネルギーへの移行において、必ず秩序という問題で別の悪い影響を与えるに違いない、と考えている。

従って好むと好まざるとにかかわらず、この中東問題の解決という政治的な問題は、石油エネルギー、ひいては今後のエネルギー全般に不可決である秩序の発見ということとも、たいへん密接な関連をもっている、と考えるわけで、この問題を解決できなければ、我々の今後のエネルギーについての長期的な見通しも、基本的にどこかで大きな食い違いを将来生じざるを得ない危険があると考える。従ってここで私は、この国際的な秩序とエネルギーの関連、政治とエネルギーの関連というものについて若干歴史的に振りかえってみる必要があるように思われる。

１９３０年代に石油が私共にとって極めて重要な意味をもつことが確認され始めて以来、つまり１９３０年の大恐慌とそれ以後のそれに対する我々の、主として先進資本主義国の対応の方法と、この石油エネルギーの開発ということとは極めて密接な関係を持っていたはずで、この事は１９４０年代の、第二次世界大戦、世界秩序の混乱ということにも大きな関連を持っていたと、私は考える。

わが国とあの大平洋戦争との関連を考えてみる場合にも、あるいはヨーロッパにおけるあの戦争の経過を振り返って見る場合にも、石油とこれを無理に切り離すことはかえって不自然であると私は考える。

すなわち第二次世界大戦という一つの世界秩序への解決方法は、それが我々にとってきわめていまわしい解決方法であったにしても、一つの解決方法であった訳だが、あの戦争では、一方にアメリカとイギリスとそしてフランスという石油資源のコントロールの側の一連の国があり、一方においてそれを欲しながら持つことのできなかったグループがあった。その中にドイツがありイタリアがあり日本があった。石油エネルギー、すなわちエネルギーと国際的秩序という問題が戦争という形で争われたことについて、私は今さらながら我々が新しいエネルギー秩序の確立をこれから見つけようとする際に、改めて再検討する必要があると考える。

過去において共通していえることは、私ども人類が長期的な或いは世界的なエネルギーの秩序を全人類的に解決する、或いは見出そうとするそういう視点が少なくとも１９４０年代には欠けていたといわざるを得ない、と私は考えている。そしてさらに、１９４０年代のそのような戦争の過程において原子力エネルギーは、エネルギー問題の正常なノルマル解決意識の中から出てきたというよりも、むしろ世界政治の場でたいへん未熟な戦争という対応の中で、そのエネルギーが偶発的に出現したということを、私どもは肝に銘じておく必要があると考える。

この問題はエネルギーの国際的な秩序をたてるという事を基本的にさらに複雑にした、というふうに私は考える。この原子力の利用について、少くともそれが兵器として最初に出現し、しかもそれ以後現在にいたるまでアメリカとソビエトという二つの核兵器の核超大国によって国際秩序の基礎が作られているという事実を、今さら喋々する必要もないが、私どもは一瞬たりとも忘れてはならないと考える。

従って我々がいま当面している中東問題の解決という問題についても、即それは石油問題の解決であるし、国際エネルギーの秩序の発見でもあるわけで、それは結局現在のところ、アメリカとソビエトの

二大核超大国の国際的な秩序の中でこれを解決するより仕方がないという現実から目をそらすことは出来ない。

一応の結着ということを私共はそれがどのような形で、例えばジュネーブ会議という形でそれが達成されるのか、もしくは今のキッシンジャー国務長官のステップ・バイ・ステップ方式で解決されるのかあるいは第三の方法があるのか、いずれにしてもその一番の基礎になるものはそれがアメリカとソビエトの二つの力、二つの原子力の核兵器の超大国の力の秩序の中でそれが解決されざるを得ないということにあることを、私共は忘れてはならないと考える。

私はこのような世界の政治秩序と、そしてエネルギーの問題の中で産油国、特にＯＰＥＣ諸国が問題の対応の仕方は極めてわいしょう化された形ではあるが、これは当然の反応と考えられるし、新しい問題を提供したものと考えるが、このＯＰＥＣ諸国の問題の提供は、秩序の発見を促進するのではなくて、問題をさらに複雑化していると考えられる。このような状況の中で我々が求むべき国際エネルギーの国際秩序へのシナリオはどのようなものでならなければならないのか、ということについて若干ふれてみたい。

まず条件としては、この年次大会でこれから多くの権威者の方々が述べられるように、原子力のエネルギーというものが次第に大きな意味あいをもつということは、当然であるが、少なくとも紀元２０００年までは石油エネルギーが我々人類のエネルギーの大宗であるという事実を、私はここで再確認しておかなければならないと考える。従って有限の石油エネルギー資源というものの人類の使い方は当然のことながら、コンサーベイションということを除外してはならないと考える。また第三にこの世界的な秩序ということを発見することが、いかにむずかしいか、ということを考える時、当面段階的には地域的な協力ということについて、我々は現実的な努力を続けなくてはならないであろうと考えている。この場合にこれは昨年の年次大会で有澤さんが「わが国としては、この石油問題から原子力エネルギーへの切り換えというか、これにウエイトをおいていくことは、すでに結論がでている」と発言したのを私は拝聴した。このことについて私共がここで考えなければならないのは、私の個人的な意見であるが、この原子力エネルギーへの、できるだけ慎重なゆるやかな移行体制、そして確実な移行体制というものについて考えていかなければならない。この石油エネルギーと、原子力エネルギーの移行関係というものにつきまして、特に日本では一昨年の石油危機以来、急速にその代替への願望がでてきた。しかし、石油エネルギー資源の秩序の発見が遅れているということがこれまでの我々の最も大きな問題であったわけであり、石油における問題をさらに危険な形で原子力に持ち込むということを私は大変に恐れている。つまり石油エネルギーをめぐる国際的秩序の混乱というようなものが、原子力エネルギーの場合に全く切り離し、そのような秩序の混乱とは全く無関係に、我々は次の時期に移り得るのか、楽観的になり得るのかどうかということについて、私はいささか疑問を持っている。

私は原子力エネルギーというものはその発生の過程と、その技術的な観点から、このエネルギーはさらに政治的な問題を含んでいると考えている。このことを考える時に、我々の国を含め全世界が次のエネルギーの問題を解決する時に、すでに我々が持ったこの原子力エネルギーを除いて、その解決策を考えることはできないであろうし、それに当然ウエイトをかけなければならないということも、重々承知しながら私はこの問題について、単にそれがエネルギーだけの観点だけでなく、環境、経済、あるいは安全保障等全般からみて慎重に結論と対処の方法を出すべきではないかと考えている。

最後に日本の問題について若干述べたい。

わが国とエネルギーとの関係について、さらにその国際秩序との関係について考えたい。太平洋戦争へ日本が突入したというか、そのような介入の仕方をしたということは、日本の場合にそれが石油資源との関連が極めて濃厚なものであったという経験を新しい観点から私は改めて検討しなければならないと考えている。なぜならば私はこの条件というものは、いまの日本の立場と基本的には変っていないと考えるからである。たとえば、いまアメリカにおいて論議されているこの石油エネルギー政策についての、あるいはタイ、中東政策についての論議の中でこのような論議を私はしばしば見る。それは「原油輸入への依存度が非常に高くなることは、それは国家の安全を危くし、そして独立国家としての意志の決定の自由を奪うものである。だからこそエネルギーの自立ということは、エナジーインデペンデンデスというものは、大変に重要である。こういう論拠が少なくともアメリカでいま出されている多くの論議の中で最も強い主張の一つになっているように私には思える。このような考え方がもし正しいとするならば、日本はそのようなエネルギー資源の自立計画をもち得るはずもないし、その意味においてすでに日本は独立国ではなくそしてこの国家意志決定というものの自由も持ってはなく、そして世界の多くの国もその独立を有していないということになると思われるのだが、私はそうは考えていない。私は相互依存というものが現状でさきほど述べたように中東の問題を一つ取っても私はたいへん特殊なかたちであると思われる。中東の問題をとってみてもいくつか単純にわけたグループの中でも、そのグループの利害というものはきわめてシャープに対立するということを私共は否定できない。従って現状でこの相互依存というものは、現実には極めて困難であるといえる。しかしながらしょせん客観的にみると、世界はこの相互依存をどのような形にしても段階的に、あるいは地域的にこのようなレベルがあるということは、認めなければならない。どのような形にしても、その相互依存ということを除いては、次の長期の国際秩序というものは、到底はかることができない。それを除いては到底国際秩序は発見できないと考えられるし、このことをぬきではどのような資源保有国であっても私は国際秩序の確立は困難であろうと考えている。

私はこのことはすでに第二次世界大戦後のアメリカが、すぐれて資源を保有し、すぐれて技術を持ち、すぐれて資本を持って、世界政策を確立しようと様々な努力を続けたということの中に、この新しい国際秩序というものの発見ということについて一つの原型を私は見ているわけである。しかしながら率直に言えば不幸なことに１９７０年代に入って、むしろこのアメリカの世界秩序への努力が、一時的ではあるにしても、一旦崩壊の危険に晒されつつある。従って次の国際秩序というものがどの様な形でなりたつのか、ということを模索する形の中にこのエネルギーの問題も含まれていると考えてよい。従ってこの問題はエネルギーの国際的な秩序という問題を考える場合に、少なくとも、この中東問題だけでなく現在は極めてよくない状況にある。決してより高度の秩序発見のための努力が実りつつある状況ではなくて、政治的にみるならば、むしろそれは古い形のナショナリズム、そういうものに後退しつつある、という印象を私は持っている。

このことは、このエネルギーの秩序の発見ということが、少なくとも今後、我々人類が生存するにあたって不可欠の条件であるとするならば、我々は今の状況を早く脱却しなければならない。しかしながら、そのことは繰返し言うように少なくとも、アメリカとソビエトという二大核超大国の一つの秩序というものと極めて密接に結びついており、この問題の解決というものが、即私共が基本的に人類として

見出さなければならない国際秩序の発見と、エネルギー秩序の発見というものと関係していると思うわけで、この問題を除外しては次に我々が新しい秩序を発見できるとは考え得ないわけである。

日本について述べるならば、この問題について多くの反省点があると思われる。いかんながら、我国は明治以来極めて短期間の間に西欧的近代化というものを急ぎ、これを果そうと努力した。その間に一応の体裁を私共は整えることができたと考えられるが、その西欧的近代化の維持と発展というものが、どのような基礎によって成り立つのか。その原点とその発展と維持に必要な長期的なシナリオというものについては、わが国は決して十分ではなかったと考えられる。むしろわが国の対応の方法は問題がそこに生じた時に、極めて短時間のうちに応急の対策を極めて功妙に講ずるということに終始してきたきらいがある。このことはエネルギーという問題については極めてこの対応の方法としては、そぐわない方法であるというふうに考えられる。このエネルギーの世界史的な一つの屈折点に我々はたいへん複雑ないくつかの要素が、お互いに重なりあうような屈折点に今かかっていると考えられる。その中で、この極度に貧困なエネルギー資源国であるわが国の生存の条件は一つは世界的な秩序が確定されるということ以外にわが国の長期の安定の場というものはあり得ない。従って、この単にエネルギーという問題またはエネルギーおよびその資源についての問題は単にそれが一つの経済の手段あるいは要素というだけにとどまらず、それはわが国の生存そのもののあり方に極めて密接につながっている。その意味においてわが国の対応の仕方が石油のエネルギーの確保についても、エゴイステックな対応の仕方をするならば、それは長期的には我国にとって極めて自殺行為に近いものとなろうし、同時にこのことは我国だけでなく、世界の秩序というものを確立することをさらに遅らせるということになるのではないかと私は考えている。

この日本の問題について今後私共が、どのような長期シナリオを持つことができるのか、ということがおそらくこの会議の大きな狙いのひとつ、またその一環であろうということを考えて、私の講演を終りたいと思う。

原子力開発の分野における国際協力

国際原子力機関
副事務総長　Y・チエルニリン

序

１９５５年のジュネーブ会議以降２０年の間に、原子力発電開発の分野において、筆舌に尽くし難い努力が払われた。大まかに云って、１９５５年から１９６５年までの１０年間においては、原型炉と商用炉との間のギャップの橋渡しをしたいくつかの有望な原子力システムの出現によって、特徴づけられるのである。１９６５年から１９７５年までの１０年間では、大容量原子力発電所が工業先進国の電力網に急速に導入され、また原子力発電所の建設許可が数カ国の開発途上国において行なわれた。

この急速な過程を示すためには、表１にあげられた数字が役立ちうるであろう。１９５５年には、２カ国に２動力炉があり、総発電所出力は7,４００KWに過ぎなかったのである。１９６５年までに、この数字は、９カ国、６６原子炉が運転開始となり、総発電所出力は７００万KWに達したのである。また、１９７５年末までには、１９カ国で、２００以上の原子力発電所が運転され、総発電所出力は、1,０００万KW近くに達し、さらに、１９８０年までには、２６カ国、４００発電所で、2,５００万KWに近い運転が行なわれるものと期待されるのである。

これら発電所の建設は、１９７３～１９７４年のエネルギー市場における世界史上前例をみない大きな質的変化が発生する前に、決定されたものである。主要輸出地域における原油価格は４倍に上昇し、他の燃料の価格も、今や石油に続いて上昇しているのである。先進国への影響、開発途上国への影響、原子力発電の将来における役割りへの影響、およびこの新しい情勢に対処する上で国際機関が果たし得る役割りの影響については、全て目下評価されつつあるのである。

表２は、今後１５年間にわたる、原子力発電所設備出力の予想を含んでおり、このために必要な成果の範囲、および将来に対する不確実さについて、多少とも明らかにしたものである。もっとも控え目に予想しても、世界の原子力発電所出力は、来る１５年間に１１倍以上上昇し、地球上の全発電所出力の３１％ないし４２％を占めるものと、期待されているのである。このことだけでも、国家および国際的規模において、途方もない努力が産業界にとって必要なのである。しかし、ここで注目すべきことは、かかる急速な開発状況の下にあっても、原子力発電は、１９９０年までには、世界の全一次エネルギー供給の１５％程度しか占めるに至らない、ということである。この表では、２０００年まで拡張した状況の予測をすることを慎重に回避しているのであるが、これはごく近い将来のことでさえ不確実さの余地が拡がり始めており、また、長期間にわたる原子力エネルギーの決定的な貢献度は、われわれが今日一層よく理解し、かつわれわれの努力を向け始めつつあるいくつかの論点を解決するための進展の度合いかんによるからである。

かかる論点とは、ごく最近の化石燃料価格の上昇によりたった一度だけ解決したことがある経済競争力の問題ではないのである。原子力発電所は、大規模のものでは、すでにエネルギー危機以前から競争力をもっていたのである。石油価格が４倍に上昇したことにより、原子力発電は、それに代替するものが石油火力発電の場合ならいつでもその規模や設置場所のいかんを問わず、圧倒的に優位に立った

表1. 原子力発電設備容量の増大

年	1955	1960	1965	1970	1975
原子力発電所出力（1,000MWe）	0,007	0.13	0.71	20	92
原子炉数	2	24	66	98	200
原子炉運転回数	2	5	9	14	19

表2. 原子力発電設備容量の推定ならびに総発電量および一次エネルギー供給に占めるその割合

年	1970	1975	1980	1985	1990
原子力発電所出力（1,000MWe）	20	92	220～270	520～700	1100～1500
総発電量に占める原子力の割合（%）	1.6	9	14～17	22.5～30.3	31～42
全一次エネルギーに占める原子力の割合（%）	0.4	2.5	4.3～5.5	7.9～10.6	13.4～18

のである。精巧な経済比較は、核燃料が石油燃料価格の1／5以下となり、また60万KWから100万KWの原子力発電所が、燃料節約を通じて、3～4年の期間内に追加資本投資の埋め合わせができるようになった時点で、その意味を失なってしまったのである。

しかしながら、一連の制約により理論上の価格比較からひきだされる楽観的な結論については、ここ当分の間は限度がある。それらを例示すれば、次のとおりである。

a）原子力は、その材料が物理、化学、工学の条件が前例のない形で組み合わされている新しい技術であり、かつ、今日までに設置された各々の発電所は、その先行発電所と較べて、殆んどいつでも設計変更や改良が加えられてきたのである。それは、いくつかの工業国に主として集中しており、それらの国々が自国の要求にもっとも適した型式および規模の原子炉を開発するよう努力することに、焦点をあてているのが、決して不自然ではないところの技術である。また、それは、従来火力発電所に較べて、実質的により高額な初期資本投資を内包する、資本集約的な技術である。

b）原子力発電所の燃料および放射性副産物から生ずる潜在的危険が固有なものであるということを熟知することにより、規制および安全対策上の努力を払い、エネルギー生産の歴史上前例をみないパブリック・アクセプタンスを得ることが求められるのである。

c）ウラン鉱石の十分な供給に始まり、複雑なウラン濃縮段階、燃料成型加工、燃料再処理およびプルトニウム利用政策を経て、高放射性廃棄物の最終処理に至る核燃料サイクルの複雑さから、いろいろな問題（そのいくつかについては、ほんの部分的な解答しか得られていないが）が引きおこされているのである。

d）ある特定の核燃料、およびその副産物を軍事目的に利用する可能性があるので、核兵器の拡散を回避するためには、きわめて包括的な安全保障体系が必要となるのである。

前述のごとく、きわめて系統的かつ一般的な条件で概略的に述べられた制約は、さらに次の二大カテゴリーに区分けされるのである。

1. 高度の技術的内容を伴なう、新しい資本集約的技術が本格的に導入されたときに過去の歴史が示すような諸問題

   苦労の増大、学問の屈曲、建設の遅延、材料および燃料供給における隘路、工業国から開発途上国へ知識を伝達する際の困難、そして適切な訓練施設の開発が、ごく最近において、大きな産業上の変化をおこしたのである。

2. 原子力エネルギーに特有であり、かつ、核燃料および核燃料使用状態の性質と特徴から基礎的にひき出される諸問題

   基本的事実をいくつか反復することにはなるが、次のことを再確認することは価値あることなのである。

   (a) 核燃料は、単位重量あたり石炭の２００万倍（増殖炉で使用した場合）のエネルギーを放出することが出来、かつ、今日すでに実証済のシステムにおいてさえ、２万倍の割合でエネルギーを生産することができるのである。

   (b) 核燃料の分裂は、一連のラジオ・アイソトープの連鎖を出現させる。これらアイソトープのいくつかは、非常に有害かつ長寿命のものなのである。

   (c) 核燃料サイクルに包含されている一連の複雑な変換には、封じ込め、貯蔵、監視、放射性廃棄物の最終処分について、実証的な解決策を開発することが必要なのである。

原子力発電所建設と運転上の安全問題、および核燃料サイクル管理上の安全問題は、他の新産業に共通な産業上、財政上の論点とは質的に異なっており、その解決を援助するために、過去の先例を見つけようとしても無駄なことが、上に簡単に列記したところからも十分理解できるのである。この二つの問題は、共に国際協力が必要とされるのであるが、とりわけ二番目の問題について世界的な努力が必要であるということは、極めて明瞭なことなのである。事実、安全と廃棄物の論点は、空間的には国家的境界を超え、時間的には人間世代を超えるものなのである。原子力エネルギーの安全・平和利用を助長するために設立された国際機関が、この問題に特別な関心を寄せたことは、何ら驚くことはないのである。勿論、当ＩＡＥＡは、過去においてそのほとんどの活動の焦点をあててきた、第一の論点の重要性を、十分認識してきたのである。諸会合と世界的な情報システムの樹立を通じて、技術および費用の経験をスムースに交換し普及することができるよう、系統的な努力が行なわれたことを別としても、当機構は開発途上国に対して特別の注意を払ってきたのである。定期的な技術援助計画に加えて、IAEAは、加盟国および国際機関の支持を得て、市場調査を行ない、途上国における原子力エネルギーの将来市場、ならびにかかる国々が遭遇するであろう問題について、総合的な見通しを得たのである。財政に関する決定的な問題は、不幸にもＩＡＥＡの能力を超えるものであったが、世界銀行のような他の機関とその立派な事務所を共用することにより、われわれの協力は実質的に拡張したのである。ＩＡＥＡは、さらに、開発途上国の技術者が利用することができる、加盟国の訓練施設をつくることに積極的に携ってきたのであるが、原子力計画の管理者スタッフに対するＩＡＥＡの包括的な訓練計画が１９７５年末までに始まり、永久にわれわれの計画の特色の一つとして存続するであろう。

しかし、技術的経験が積まれ、建設、財政および訓練についての困難が除々に克服されるにつれて、

安全および核燃料サイクルの問題が急速に重要性を増すわけであり、ＩＡＥＡとしてもそれに応じて一層の関心を寄せることになるのである。

ご依頼により、私がこれから述べようとすることは、主として、原子力開発とその実施におけるこれら二つの重要分野（安全および燃料サイクル）についての、ＩＡＥＡの活動を要約することになる。

燃料サイクル管理

原子力の国家計画にとっては、発電所とその場所、運転、核燃料供給計画についての配慮ばかりでなく、未照射燃料や放射性廃棄物を含む照射燃料管理計画も、必要なのである。照射燃料管理には、使用済燃料の貯蔵および再処理を何時、何処で行なうかの決定、必要な時に利用可能な適切な施設と技術的能力、燃料を再処理することによって生ずる放射性廃棄物の管理と処分、ならびに、回収核物質の安全保障と利用に関する決定が含まれているのである。（図１）は、核燃料サイクルを概要的に例示した一例である。照射燃料の貯蔵は、通常は核燃料サイクルの一部には含まれていないが、私が（図１）にこれを入れたのは、今日、燃料貯蔵が、後日燃料の再処理に先行する有効な選択となってきているからである。

原子力発電開発の分野における国際協力について言及するに際して、私は、燃料が原子炉から取り出されたあとにおける、核燃料サイクル上の分野について、主として話してみたいと思うのである。しかし、このことは、原子力の他の分野における国際協力が行なわれていない、ということではない。事実、協力は行なわれているのであるが、ただ、多くの開発途上国が原子力発電計画に踏み切り、さらにより多くの国々が踏み切ろうとしている折柄、ここ数年来ＩＡＥＡでは原子炉から取り出された使用済核燃料の管理に対して、さらに多くの配慮および計画がなされねばならない、という機運が高まってきているのである。燃料再処理および廃棄物管理サービスは、現在ならびに近い将来において、燃料中の回収核物質についての、燃料価値、または市場価格によって補塡されるであろうという、暗黙の了解があったようである。さらに、燃料の再処理業者は、再処理から生ずる必要な廃棄物管理の全てを行なうので、原子炉運転には、もはや廃棄物の管理を行なう責任は含まれていない。と考えられてきたのである。廃棄物管理サービスの費用は、燃料再処理費に含まれているものと考えられたのである。天然ウラン燃料を使用している重水炉を除いては、燃料再処理が経済的に魅力的でないような計画は、殆んど見当らないようである。

核燃料サイクルについて考えてみると、高レベル廃棄物処理を除いては、満足すべき技術が生産規模で使用されているか、あるいはあらゆる部門で示されているのである。ここに言う高レベル廃棄物処理とは、廃棄物が生物界から効果的に隔離され、その結果制御も監視も廃止することができる、最終的な処分所におかれるという意味における処理である。いくつかの実現可能な代替案を採用することが広汎に計画されているにもかかわらず、原子力計画に責任ある権威者達は、今日、燃料再処理とその結果生ずる放射性廃棄物処理に関して、何が義務であり、また責任であるのか、殆んど知っていないのである。

燃料再処理についての技術と必要条件は、それと関連がある放射線安全措置と同じように、良く知られているのである。しかしながら、燃料再処理には、世界の開発途上国では未だ使用することが一般に不可能な高度な技術や、小規模なスケールでは、燃料中に残存する核分裂生成物の価値よりも一層高価になってしまう物質が必要なのである。さらに、動力炉用燃料の再処理の結果生ずる高レベル廃棄物の

固化および貯蔵の技術は、生産規模で実証されなければならず、また、高レベルおよびアルファ汚染の廃棄物の処理方法は、未だ研究の域を出ていないのである。

安全性および廃棄物管理の分野におけるＩＡＥＡの活動

ＩＡＥＡは、安全性および廃棄物管理の分野における計画を強化してきたのである。原子力発電所の導入がいろいろの国々に普及してくるにつれて、適切な技術を伝達し、国際的に十分受け入れられる基準と指針を設定する必要性が、一層明白となったのである。事実、原子力エネルギーの平和利用、とりわけ原子力という手段を用いて電力を発生する恩恵が、原子力産業の発展過程を特徴づける高度の安全性を備えて、全ての国々において享受されなければならないのである。高度産業社会ばかりでなく、開発途上国の要望にも格段の配慮を行ないながら、多くの努力が、原子力発電遂行の挑戦に向けられているのである。このことは、われわれが自己満足におちいったり、将来にわたり数多くの技術的挑戦を認識しないでも構わない、ということにはならないのである。むしろ、加盟国やいろいろの機関からＩＡＥＡに寄せられる支援に明らかなように、国際協力は、これら共通の関心事を認識し、解決する上で本質的なものであるということを、示したいのである。

原子力発電は、従来火力発電よりも経済的であり、環境的にも有利な面を提供しているものの、放射性生成物を過度に放出することから生じうる潜在的な危険のため、絶え間なく、注意深く監視することが必要である。この理由のため、原子力技術は、環境保護メカニズムを特に注意深く発展させることを強いられてきたのである。おそらく、エネルギー産業のどの部門も、生じうる影響をこれ程考慮し、人間とその環境を保護するために極めて効果的な手段を発展させたものは、ないのである。

原子力発電所に関する安全基準・指針

いかなる国においても、原子力発電所の安全性は、多くの必要条件に依存している。一つは、規制機関の人材まかなうため、当該分野の業務に見合った、訓練された要員を十分に確保することである。規約、指針などの形で安全基準を発展させることは、かかる基礎的な必要条件を理解し準拠するうえで、大変役立ちうるものである。しかしながら、ここで強調されなければならないのは、安全規準は単独でとりあげられてはならず、資格ある要員によってのみ始めて効果的に運用できる、ということである。同様に、原子力発電所を建設しようとしている国の規制および計画要員にとって本質的なことは、建設し運転しようとしている発電所型式の特徴、安全と規制活動に関する適切な情報の提供機関、とりわけ発電所を提供した国のものについて、十二分な知識を得ることである。

したがって、ＩＡＥＡは、上に述べた安全上の必要条件の全てに応じうる計画を発展させているところである。しかし、ここでは、安全規約と指針に関する部分に言及するにとどめる。安全性の問題を決定するのは国家当局に属する問題なので、ＩＡＥＡの規則に特別に規定されない限り、かかる規約や指針は勧告という性質にとどまる、ということを理解して欲しいのである。原子力発電開発の初期の段階において、ＩＡＥＡは、ごく小数の分野を除いては、安全基準を発展させる立場にはなかったのである。かように、ＩＡＥＡでは、原子力発電所の安全と安全に関する信頼性の問題を、ケース・バイ・ケース取り扱うことをしばしば行ってきたのであるが、これは、もしかゝる基準が利用できた場合に較べ、一層時間もかゝり、その結果も不均一なやり方であったのである。

原子力発電とそれに関連する国際貿易が急速に拡大する状態では、かように安全をケース・バイ・ケース取り扱うやり方が、適当でないことは明白である。他のいくつかの分野と同じように規制機関、電力会社、設計表、建設会社によって使用される安全規約と指針を、照合し、用意することが望ましいのである。このことは、原子力発電計画を始めて取り上げたり、自国の規制手順を樹立する過程にある国々の数に照らして、特に云えることなのである。今や、現存する安全基準や経験を照合して、かような安全規約や指針を用意し始めることにより、関心ある加盟国に助言するやり方で、ＩＡＥＡで使用することができるようになったのである。これらの規約や指針は本質的基盤となるものであるものの、これらのものは、十分でないばかりか、全く適用できないかもしれないのである。いくつかの場合には、特殊な状態に応じて、追加の必要条件が樹立されうるであろう。さらに、ケース・バイ・ケースのやり方で、経験豊かな専門家によって判断されねばならない特別なトピックもあるだろう。

このため、ＩＡＥＡは、１９７５年から８０年に予測される原子力発電の安全について、規約と指針をつくる計画を加速化してゆき、一連の包括的な勧告案を照合し、発展させてゆくのであるが、これは、可能な限りかつ必要に応じて、原子力発電所の安全と信頼性を検討する上で標準の参考枠組として役立つ安全に直接関係ある信頼性の必要条件と一緒に、原子力発電所の安全のために行なうのである。かゝる勧告案は、特別なトピックの実際的な意味合いに関係して、詳細な指導によってできる限り補塡されねばならないのである。

ＩＡＥＡは、この計画について上級諮問グループから助言を受けている。このグループは、計画の進展と方向について統括し、優先順位を確立決定し、規約と指針の原案がうけ入れられるよう助言するのである。このグループは、原子力発電所の規制がすでに比較的高いレベルまで到達した加盟国出身の１２人のすぐれた専門家で構成されている。

五つの主要な分野について、必要な活動が確認された。それらは、政府の組織、敷地選定、設計、運転、および品質保証である。この計画は、今や、その第一歩を踏み出したのである。上級諮問グループは、１９７４年１０月２１～２５日に、第一回の会合をもったのである。同グループは、規約と指針を準備する詳細な手順を樹立し、前述した五つの主要分野に関連した五つの基準について実施する仕事を、直ちに開始するよう勧告した。また、いくつかの安全指針を準備するのに、照合を直ちに始めねばならぬことも勧告したのである。これらについてさらに必要な決定は、今年春の上級諮問グループの第二回会合で行なわれるであろう。優先的な規約や指針についての仕事が、１９７６年末頃までに完成されることにより、この計画の第一段階の目的が果たされることが、期待されているのである。

保健および安全に関する基準と指針

１９５７年に始まり、ＩＡＥＡは加盟国のために、安全基準、勧告、指針を作成して、原子力エネルギーの平和利用において起るかも知れない、いかなる有害な影響からも、人間とその財産と環境を保護することを確かなものにしようと、追求してきたのである。そうすることを通じて基本理念は、国際的に受認された理念をつくり、調整することであったのであり、また、ＩＡＥＡが加盟国、国際連合の姉妹機関、その他いろいろな機関、とりわけ、国際放射線防護委員会から全面的な協力を得られたのは幸運なことであった。

二つの重要な規則の組合わせが、特別な注意を払うに価する。その第一のものは、ＩＡＥＡの基礎的

な安全基準であり、これは他の全ての規制の基盤となり、また多くの国々における国家的規制の基礎として役立つものなのである。原子力発電計画の発展に関連した優先的な仕事が加速化され、拡張された見地から、経済的、社会的な事柄を配慮しつつ、放射線被曝することを実際的に達成できる範囲内でできるだけ低く保つよう務める、という規則の当該部分を満足させるために、格段の努力がなされたのである。第二番目のものは、放射性物質の安全な輸送についてのＩＡＥＡの規制である。これらの規制は、主として国際交易における必要性の故に、全ての国々によって、もっとも広汎に受け入れられてきたのである。ＩＡＥＡによって、新しい科学・技術上の情報とならんで、運転経験と国家的慣行を基礎として、これらの規制を目新らしいものとするため、絶えざる努力が行なわれているのである。

放射性廃棄物の管理

ＩＡＥＡは、慣行規約と指針の準備だけでなく、いろいろの機関から専門家を一堂に集め情報を交換するという形で、廃棄物管理の活動を拡張して仕事の調整を進展させ、拡張する産業界が将来において直面する問題とその優先順位を確認させたのである。これらの活動のいくつかは、人間と生物圏から効果的に隔離すべき廃棄物の管理に関係がある。その他のものは、低レベルの放射性核種を環境へ放出することを取り扱っているのである。

かゝる活動の一つは、１９７２年にロンドンで採択された「廃棄物とその他の物質の投棄による海洋汚染とその防止に関する大会」に関係がある。いくつかの責任がＡＥＡに寄せられた。すなわち、

(1) 海洋投資に不適当な高レベル放射性廃棄物や、その他の高レベル放射性物質の定義

(2) 当該大会の目的と規定に合致して、他の放射性廃棄物や放射性物質を投棄するための特別許可の実施についての勧告の作成

このことは、いろいろの国々の間で政策と慣行が違うために、容易な仕事ではないのである。ある国は、国家の必要に迫られ海洋投棄に従事しており、また、他の国はかゝる慣行を避けている。適切な定義と勧告を作成するためにＩＡＥＡは、専門家を１９７３年と１９７４年にもまた召集した。１９７４年９月に、ＩＡＥＡの理事会は当該大会の目的に沿い、大会の事務局業務を担当している英国政府に対して、一連の規則的な定義と勧告を伝達することを承認したのである。この伝達は、かかる規則的な定義と勧告がいかなる意味でも放射性廃棄物とその他の放射性物質を海洋に投棄することを奨励するものと解釈されてはならないという警告と一緒に、１９７４年１２月から発効した。同時に、ＩＡＥＡは伝達された文書を定期的に検討し、改訂する計画について言及している。その第一段階として、海洋に放射性廃棄物を投棄することに関連ある、一般化された海洋学的モデルや適切な海洋学的要因を検討する諮問グループの会合が、この２月に行われたばかりであり、かつ、全般的な検討会が、本年秋に開催されることになっている。

この分野におけるＩＡＥＡのもう一つの活動は、環境に放出される放射性物質の制限値を決定するための手続きを進展させることである。この領域での仕事は、１９７３年に始められ、現在も引き続き続けられているのであるが、この目的は、放射性物質の環境への放出から、個人は勿論大勢のグループを防護するための基本的考え方と手続きを念入りに作り上げ、また、いかなる実行や運転から生じる放射線障害も、その実行や運転からもたらされる恩恵によって判断されてならないだけでなく、さらに、社会的・経済的問題を考慮しても、正当化される照射による放射線量は実際的に達成できる範囲内でできる

だけ低くするという方法論を準備することなのである。

発電用原子炉燃料中の放射性物質生成率は、主として電力発生率の関数であるが、これはまた、燃料として用いられた核分裂性物質の種類と、中性子束の特性にも依存するものである。かように、電力1メガ・ワットあたりの放射能発生量は、原子力発電所の熱効率に強く依存するのである。若干量の放射能が、低レベルの液体および気体として原子力発電所から環境へ放出されるが、しかし核分裂で生成される放射性核種の大多数（９９％以上）は、ウランとプルトニウム回収のため再処理されるまでは、燃料要素の中に蓄えられているのである。

ＩＡＥＡは１９７４年に、当該分野における上級専門家からなる高レベルおよびアルファ線を帯びた廃棄物に関する技術委員会をつくったが、これは、核燃料サイクルにおける現行および計画された廃棄物生成について格段の配慮をしながら、現存および新しい技術に関する情報の交換と、廃棄物管理の分野における努力への指針を与えることを目的としたものである。

さらに、高レベル廃棄物処理のもっとも有望な技術の一つが、地下封じ込めであるという認識に立って、ＩＡＥＡはコンサルタントを召集して、かゝる廃棄物の貯蔵や処分に適切と思われる地層の選定に関する基準を開発することを検討せしめたのである。

当該分野におけるＩＡＥＡのもう一つの活動は、シンポジウムを主催したり組織化することを通じて、科学的・技術的情報を交換することであったが、これらは、しばしば他の国家あるいは国際機関と共催され、１９６０～１９７５年においていろいろの国々において廃棄物管理をトピックとした会合は、１３回にものぼったのである。

ＩＡＥＡは、数多くの研究援助計画を遂行しているが、この下では、重要度を選択した領分において、研究と実験を推進しているのである。現在のところ、２４の研究契約や協定も含めて、廃棄物処理に関して六つの計画がある。これらの計画は、それに付随する研究にとっても、また、それらにともなう情報や技術開発を伝達するうえでも有用である。

原子力発電に関係した施設のデコミッショニングは、向う２０～３０年間広汎に普及するとは考えられないけれども、これらの施設を設計し、建設し、運転し、保守するわれわれの毎日の作業が、かゝるデコミッショニングに関連した作業の大きさに影響するのである。ＩＡＥＡは、デコミッショニングに対応する計画指針を作成するために、技術委員会が従来やってきたことと、現在実施していることを検討するために、コンサルタントを召集した。コンサルタント達は、デコミッショニングを次のように三つの段階に定義することが適切であると結論した。

第１段階、監視して閉鎖する

これは、一般には、それ以上の仕事に先立つ一時的な使法とみなすことができるが、多くの場合には、全く正当化されるものであろう。例えば、数十年の間に、一発電所において一連の原子炉が建設されるだろうが、発電所境界内では運転原子炉は第１段階を超えては進まず、後年において第２、第３段階に移行するのを一層容易ならしめるのが、慎重にして経済的なやり方といえるであろう。

第２段階、施設の転換および制限された敷地の転用

この段階は、多くの形をとりうるのであるが、発電所のいくつか、あるいは全てが、他の用途に転換

されるということを、本質的に意味する。例えば、燃料再処理工場の場合には、最初の設備が除去、処分されたあとに遮蔽セルの中に廃棄物固化装置のような、全く新しいプロセスを可能ならしめるであろう。

第3段階、制限なしの敷地再使用

この段階では、制限されない接近や制限されない土地使用を許すために、全ての重要な放射性機器と構造材料を除去することが必要である。これは、デコミッショニングの一部として、非放射性構築物を完全に取り壊すことを必ずしも意味しないが、これは、個々の場合について敷地の再使用を許すか、あるいは景観上の理由にもとづいて決定すべきこととなろう。

以上の三つの段階について、第3段階が、もっともコストが高く、作業員にもっとも高い放射線被曝を与えかつ、もっとも放射性廃棄物を生成するものと云わざるを得ない。

汚染されたグローブ・ボックスなどを解体したり、あるいはその作業を見たことがある者なら誰でも、原子炉のデコミッショニング第3段階における問題を知ることができる。しかし、私はわれわれの誰一人として、プルトニウム燃料成型加工工場、または燃料再処理工場をデコミッショニングして第3段階まで進める問題を本当に分っている者はいないのではないか、と考えているのである。かゝるデコミッショニングの成果に要する費用は、その結果もたらされる廃棄物の管理を含め、最初の施設の費用に匹敵するか、あるいはそれを超えるのではないかと予想されてきているのである。従来原子炉や再処理施設を、デコミッショニングが容易になるように設計しようとつとめた者は誰もいないけれども、今日までに行なわれた研究と実際のデコミッショニング作業は、建設や運転の観点からみてもっとも魅力的な多くの設計代替案は、デコミッショニングを一層困難にする、ということを示しているのである。

政府、電力会社、商用運転者達が直面しなければならない問題は、誰が「あとかたづけ」をきちんとしようとするのか、「どの程度まで」しようとするのか、また、運転が終了したときに誰が費用を負担するのか、ということである。もし、電力会社がデコミッションするのであれば、その費用は、電力料金によってまかなわれなければならない。もし、政府がそれをやるというのであれば基準を確立する必要がある。デコミッショニングを誰がやるのであろうとも、建設からデコミッショニングに至る全ての費用は最小限に止めねばならない。そのことは、デコミッショニングした施設に対する基準を確立することを意味し、また、デコミッショニングの計画が、発電所設計と運転・保守の手順にもりこまれるべきだということになる。このことは、現在の慣行から非常にかけ離れたものであるが、しかし、公衆に対して、われわれが「原子力の記念碑」を建てているのではないことを確信させるために、なされねばならぬことなのである。

核燃料再処理センター

さて、ここで燃料再処理の領域における、国際協力とその恩恵について、われわれが心に抱いていることにふれてみたいと思う。この関連において、多くの国々では、資金調達、新技術の一様化、地方のスタッフの訓練、安全な運転を維持し放射性廃棄物を適切に管理すること、および世論、などについて、

問題に直面するであろう。この相互に関連した複雑な問題を取り扱う一番良い方法は、核燃料再処理のために地域ベースで国際協力を通じて行なうことであると思われる。かようなやり方の予期せぬ利益は、大規模発電所の経済的利益のみならず、環境も含めた人力活用の改良、技術・経済資源の保存、運転の一層効率的で一層良い管理、放射性汚染が発生した敷地内における一層良い身体的な安全と減少、とりわけ運転により劣化したり、陳腐化したために発電所をデコミッションしなければならない場合についてもやっかいな領域の多くのものと触れ合う、ということである。

去年の１０月、当機構のスタッフが、核燃料再処理と放射性廃棄物を取扱う地域的なセンターを作ることから得られる経済的な恩恵を評価する第一次検討を行なった。多かれ少なかれ典型的な地域と考えられるものを検討したのであるが、１９９０年における地域別の計画燃料再処理需要計画を参照したところ、偶然にもアジアおよび中近東になったのであった。

相対的な費用を決定するために、次の三つの燃料再処理および廃棄物処理の戦略が調べられたのである。

Ⅰ．当該地域における燃料再処理施設１カ所

Ⅱ．当該地域における燃料再処理施設２カ所

Ⅲ．各国における燃料再処理施設の設置

いろいろな再処理と廃棄物管理の能力に対する、必要であろう資本費と運転費が推定され、各戦略ごとに合算され、比較されたのである。各燃料再処理工場は低レベル固体廃棄物を埋め、固体のアルファ線汚染と高レベル廃棄物は地表面の貯蔵所に貯え、廃棄物の最終処分について施設を利用する問題は保留しておくものと想定された。もし燃料が局地的に再処理されない場合、燃料輸送容器と輸送費がおよぼす影響について余裕をもたせたのである。さらに、比較には、照射済核燃料を集中化された施設に貯えることも含まれている。費用比較の共通な基盤を確立するため、廃棄物と燃料貯蔵施設は、共に、１９９０年における当該地域の推定燃料放出量で、２０年間運転分の貯蔵能力で建設され、また全ての施設は運転期間２０年で償却されるものと想定されたのである。

推定資本投下に対して費用指数1.0を想定し、また同様に当域地域工場の想定運転費用に対して費用指数1.0を想定したうえで、表3は、検討された地域について求められた比較を示すものである。

表3. 燃料管理代替案の費用指数比較＊

	資本投下	運転費
燃料再処理戦略＊＊		
地域施設　1	1.0	1.0
地域施設　2	1.1	1.1
各国別施設	1.5	1.6
燃料貯蔵戦略	0.6	0.3

＊　資本投下と運転費の指数は、付加されたものではない。

＊＊　固体廃棄物貯蔵を通しての廃棄物管理を含む。

この検討では、地域別および各国別の燃料貯蔵センターの代替案を実際に含んではいるものの、燃料輸送の費用への影響の理由で、これらの間に重要な経済上の相異があるとは思われないのである。この検討では、また、使用済燃料の輸送を最小限にするよう各国に設置するのではなく、その規模を最大にするように、二つの地域的燃料再処理センターを設置することが考えられたのである。ここでもまた、地域ごとに、重要な経済上の相異があるとは何等認められなかった。

要は、この検討の結果は、核燃料を再処理するに際して、国々が地域センターを考えて協力するために、重要な経済的動機があることが指摘されたのである。

いかなる経済上の有利さの外に、私がすでに指摘した通り、地域的な核燃料再処理センターを考慮して、国際的に協力する他の良い理由があるのである。さらに重要なことは、適切に位置づけられ、十分に管理され、十分スタッフが確保され、安全に運転された地域センターは、事故による環境への放射性核種の大放出や人口集団に対して大量の放射線被曝を生ずる危険を顕著に減少する筈であるということである。かゝる事故による大量の放出は、公衆に逆効果をおよぼし、ひいては、おそらく開発途上国のみならず、数多くの原子力発電計画を有する開発国においてさえ、損害をおこすに至るものと思われる。結論的に云えば、原子力技術が非常に進歩した国々にとって最善の利益となることは、小規模の燃料再処理施設の数を最小限にとどめ、放射性物質、とりわけ廃棄物の安全な取扱いに関して再処理施設のいくつかが不適当に設置され、運転される可能性を避けるために、地域燃料再処理センターを発展させるのに、あらゆる可能な協力と技術的援助を行なう、ということを主張することができるのである。

すでに述べた如く、核燃料再処理のための地域センターの有利さに関するＩＡＥＡの検討は、むしろ通り一遍のものであるが、その結果には勇気づけられるのである。ＩＡＥＡが現在計画していることは、そのスタッフの間の特別なグループで、地域燃料再処理センターの考えを一層詳細に検討することである。この検討を押し進めるには、次の四つの主要な領域における活動が含まれるであろう。

1. 使用済燃料の取扱いと廃棄物処理活動、ならびにその資本上、運転上の必要条件のために、参考プラントとモデルを開発すること。
2. 輸送、廃棄物貯蔵・処分の活動の影響を含め、核燃料再処理、廃棄物管理施設運転の全般費用に関連した、経済的データの基礎を開発すること。
3. 地球規模で、再処理および放射性廃棄物管理の必要条件を予測すること。
4. 燃料再処理、燃料貯蔵、放射性廃棄物管理の代替案の科学的・経済的影響について想定し、最適戦略を見出すこと。

ＩＡＥＡの検討にとって、技術的必要条件、技術の譲渡、輸送、放射線と環境の影響、敷地選定、役務と電力会社の必要条件、地域指数、資本の融通、などを含む考慮が行なわれるのである。
ＩＡＥＡが関心を抱いている現下の代替案の一つは、燃料貯蔵と燃料再処理である。

信用でき、有益となるためには、ＩＡＥＡの来たるべき検討には、必要なデータを得、発展させると共に、検討計画を遂行する上で必要な専門家の役務と、いかなる技術的援助をも得ることにより、加盟国から協力と寄与を必要とするようになるであろう。この検討は、新しい情報とデータを発展させたり、得たりしながら真新しいものとすることにより、継続的なものとする計画である。私は、全ての国々が、検討が進展するにつれその技術的・経済的側面をフオローすることにより、熱心な関心をたもつことを確信するものである。（チェルニリン氏は急病のため不参加であったが、本稿はＩＡＥＡの許可を得て掲載した。）

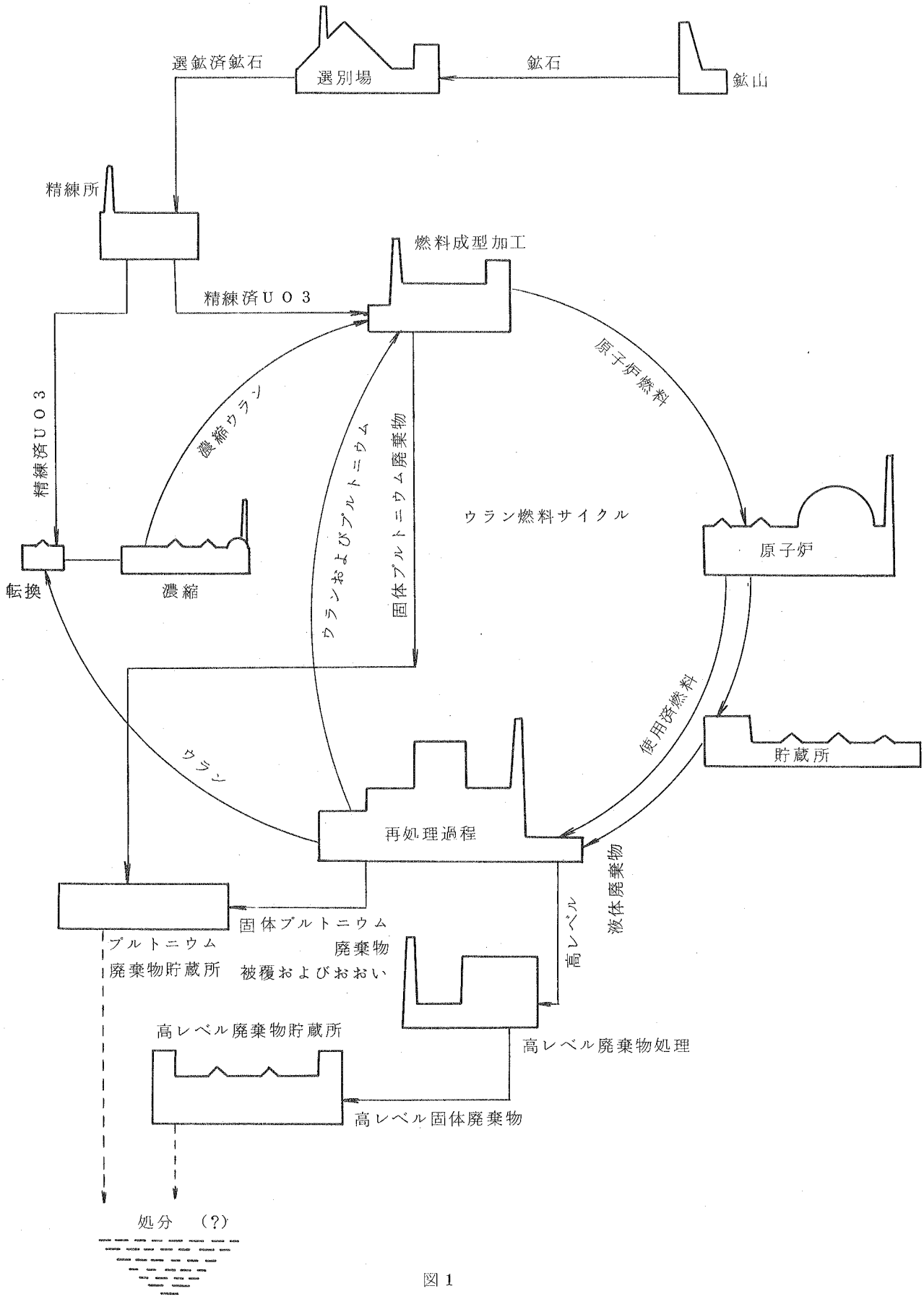

選鉱済鉱石
選別場
鉱石
鉱山
精練所
燃料成型加工
精練済ＵＯ３
精練済ＵＯ３
濃縮ウラン
ウランおよびプルトニウム
固体プルトニウム廃棄物
原子炉燃料
ウラン燃料サイクル
原子炉
転換
濃縮
使用済燃料
貯蔵所
ウラン
再処理過程
液体廃棄物
高レベル
固体プルトニウム
廃棄物
被覆およびおおい
プルトニウム
廃棄物貯蔵所
高レベル廃棄物貯蔵所
高レベル廃棄物処理
高レベル固体廃棄物
処分　(?)

図１

わが国外交とエネルギー問題

外務省顧問

牛場信彦

今日の世界は、第２次世界大戦後初めての経済的危機に遭遇している。先進工業国の殆んどすべてが二ケタのインフレに襲われ、厳しい総需要抑制策に訴えることを余儀なくされている間に、世界の経済は戦後最悪の不況に沈淪し、失業率は最高を示すに至った。このインフレと不況とが同居するスタグフレーションの現象に対しては、各国政府は何れも有効な対策を発見するに苦しみ、経済学者に至っては全く為すところを知らぬ有様である。かくて今や、自由世界が戦後営々として築き上げた世界の経済秩序が、その根底から動揺せしめられるに至り、一時はその全面的破綻すらも云々されたのである。

この経済的危機は又、当然に政治的な危機を招来した。持続的経済成長と完全雇用を重要な政策目標として運用されて来たデモクラシーが、果して現在のようにその何れもが達成困難な状況に堪え得るであろうか。このようなデモクラシーの統治能力に対する疑問が提出されるようになったのは、決して理由のないことではなかった。

一昨年１０月の中東戦争を機としてアラブ諸国の強行した石油のエンバーゴー及びＯＰＥＣカルテルによる石油価格の一挙四倍への値上げが、このような情勢に拍車をかけたことは疑いない。エネルギー不足の不安は、各国の経済政策に基本的な影響を与えた。しかも問題はエネルギーのみに止まらず、先進国工業国一斉のインフレは、世界の原材料の需要を一挙に急増、価格を高騰せしめ、それが再びインフレを昂進させる悪循環を産んだ。加うるに、１９７２年のソ連農業の不振、及び昨年、一昨年の米国の穀物の不作は、世界の食糧ストックを未曽有の低さにまで低下せしめ、深刻な食糧不安をよび起した。スタグフレーションに加えてこのエネルギー、原料、食糧の不足感は、対策の発見を益々困難ならしめたのである。

このような情勢、殊にエネルギー危機が、日本の経済に与えた影響は誠に深刻なものがあった。我が国が国内に殆んどエネルギー資源を持たず、その経済成長を殆んど絶対的に海外、殊に中東からの石油の輸入に依存してきたことについては、改めて説明する必要はないであろう。石油危機勃発以前より加速してきた日本のインフレは、石油の供給不安と値上がりとによって狂乱的様相を呈し、消費者物価の上昇は先進工業国中のトップを切るに至った。これが対策として執られた厳しい総需要抑制策の結果、毎年１０％程度の高度成長を続けてきた経済は、昨年一挙にマイナス成長となり、その落ち込みの甚だしさは他に類を見ない。労働力不足が叫ばれていた日本に於いて、失業問題が深刻になってきたのも殆んど戦後初めてのことである。この状態から脱出するためには、我が国としては当然先ずエネルギーの節約を計らなければならない。しかし、エネルギーに関する対外依存度を決定的に低下せしむることは到底困難なのであるから、差し当り産業活動上不可欠な石油の供給の確保と、価格の適正化、供給源の多角化等を計らなければならない。同時に石油に代わるエネルギー源の開発に努めなければならない。これが我が国の外交に課せられた新しい大きな使命なのである。原子力発電の促進が、その間にあって益々重要な役割を果すであろうことは言をまたない。

今回の経済危機は、我々に対し多くの教訓を与えた。その中、日本を含む世界の先進工業国の間で強く認識されたことは、インフレにしても、不況にしても、問題の解決のためには諸国間の協調が最も大

切だということであろう。今日程、世界各国間の相互依存性の重要性が痛感されたことはない。これこそ、今日の経済危機の世界に与えた最大の贈り物だと言うことも出来よう。

このような国際的協力が、単にエネルギー、食糧のような個別的問題に止まらず、各国の経済政策自体の間のコオーディネーションに及ばなければならないと言うのが、今日の要請である。１９７２年及び１９７３年前半、列国が各々独自に経済成長政策を推進したことが、今日のインフレの重大な原因となった事実を我々は深刻に反省しなければならない。我々が今日迄の繁栄を築き上げてきた原則、即ち出来るだけ自由な物の交流とカネの流通、それに生産コスト、需要供給の関係等を要素とする自由な交渉によって価格が決定されるメカニズム、このような市場経済の原則に対し重大な挑戦が行われている現状に対しては、自由世界の各国は時にその自主的決定権の一部を投棄しても相互間の政策的協調を計って行かねばならない。事態はしかし深刻なのである。我が日本は、その経済の強い対外依存性からも、このような協調を最も必要としている。

かかる政策的協調は、今迄のところ所謂先進工業国の間に限られていることは事実である。しかし我々は、早急にこれを産油国との関係に広めて行かなければならない。又、エネルギー危機により一層深刻な状態に陥った多数の開発途上国との間に於いて、より合理的な協力関係が樹立されなければならない。更には共産圏諸国との間の経済政策の調整が益々必要となってきている。我が国はこのような問題に関し、進んで外交上のイニシアティブを執るに躊躇しないであろう。就中開発途上国に対する経済協力の供与は、経済手段により世界平和に貢献せんとする我が国の基本的外交政策の一つとして特に重視するところであることを付言したい。

昏迷甚しい世界の経済界における最近の良いニュースは、１９７２年秋の東京宣言に基づくガットの多角的通商交渉が、米国の対通商法の成立の結果、ようやく軌道に乗ったことであろう。国際的に物の自由な流通を確保することこそ、現状打開の第一の条件であり、その意味において東京ラウンドの使命は重要である。我が国としては、非関税障壁の除去等と並んで取り上げられるべき、供給に対する自由無差別のアクセスの確保、換言すれば恣意的な輸出制限の抑制に、至大の関心を有する。世界の経済が、両３年来の甚しい売手市場からようやく買手市場に転ぜんとしている現在は、この問題に付き売手、買手双方の長期的利益に適合する原則を樹立する好機であると信ずる。我々は国内的にも国際的にも、カルテルは市場経済になじまないと信ずるものであるが、同時に一次産品輸出国、特に発展途上国の合理的な輸出品価格維持に関する公正妥当な要求に応ずる途を発見しなければならないであろう。

現在のインフレの大きな起爆剤となったのが、国際通貨不安であったことは言う迄もない。しかもこの不安は現在もなお続いている。現状に於ては、為替相場のフローティングが唯一可能な制度であり、これにより石油価格の高騰による列国国際収支の不安にも拘らず世界の通貨危機を回避し得たとの説は確かに有力である。がしかし、我々は一歩その以前に立ち戻って、フローティング・レートがインフレを加速せしめた事実が果してなかったか、の点を気にしなければ正当な評価を下し得ないと思う。何れにせよ、国際通貨の安定に対する先進工業国の責任は誠に重大であり、我が国としてその一端を担う用意がなければならないのは確かである。

昨年２月のワシントン会議、１１月の国際エネルギー機関の設立等、先進工業国間の政策調整の進捗により、世界のエネルギー事情が、徐々乍ら好転しつつあることが認められる。今や石油の需給は、エネルギー節約の効果もあって不足より過剰に転じ、強固なＯＰＥＣカルテルにより支えられている価格

にも漸く軟化の兆候が認められる。国際通貨基金のオイル・ファシリティ及び先進国間のいわゆるセーフティネットの設定により、オイル・マネーの累積が世界の金融市場を攪乱し政治的安定を脅かす危険も、現実的には感ぜられなくなった。しかし我々の目的はＯＰＥＣとの対決ではなく、彼等との対話を通じて自由世界との相互依存性を認識せしめることに在る。既にオイル・マネーの先進国市場に対する投資等を通じ有望な動きが現実化しつつあるが、来るべき産油国と消費国との合同会議は、このための良い機会を提供するものであろう。我が国はこの会議が石油需給の少なくとも中期的な安定、価格に関する合理的水準についての合意等にも成功することを期待し、応分の寄与をする決意を有する。

原子力が、我が国においてエネルギー源として益々重要な役割を果すべきことは疑いを容れぬところである。大戦中における不幸な経験のため、他国が原子力発電につき経験している困難が、我が国において一層深刻となっているのは事実であるが、我々は万全の技術的対策と忍耐強い説得とにより、時に非合理的なアレルギーを克服して行かねばならない。同時に原子力発電の安全性を高め、その技術的進歩を促進するため、世界各国と緊密に協力し、応分の技術的、資金的貢献を行う用意のあることは言をまたない。ウランの原鉱及び濃縮施設については、我が国は引き続き外国に依存せねばならないであろうが、出来るだけそのソースを多角化し、又経済的、技術的協力により相手国の利益に貢献して行く考えである。

原子力に関連し、我が国外交の緊急の課題は、核拡散防止条約の批准である。我が国は１９７０年この条約に署名した。元来この条約は、核兵器保有大国と非核兵器国との間に明白な差別を設けるものとして、必ずしも世界一般の賛同を得るものではなかった。又アジアにおいても、隣国中国を始め、インド、パキスタン等がその署名を拒否している。核軍縮の緊要性は、我が国が国連の軍縮委員会等において強硬に主張したところであるが、その実現は極めて遅々たるものがある。このような事情があるに拘らず、我が国が署名に踏切ったのは、核武装を拒否し、原子力の平和利用に徹せんとする我が国の意図を明らかにするがために外ならない。

この条約の署名に際し、我が国は批准のためには先ず平和利用上の査察に関して日本が他国、特にユーラトム諸国に対し差別されないことが明らかにされることが条件である旨を声明した。又核軍縮の大幅の進展及び非核兵器保有国の安全保障の強化が極めて望ましい旨を強調したのである。その中、無差別待遇の原則は、先般の交渉の結果、国際原子力機関により完全に認められたことは誠に御同慶に堪えないところであり、これを以て本条約批准に対する最大の障害が除去された。我が国民経済の維持発展を図るための原子力平和利用を安定的且つ計画的に進めるために、この条約の早急な批准は我が国外交の急務であることをここに強調致したい。日本原子力産業会議が先般政府に対し、本条約の早期批准の要望書を提出されたのは、極めて時宜を得た措置であった。

以上、エネルギー問題と関連して、我が国の外交政策に関する私見を述べた。エネルギー危機の日本経済に及ぼした影響は甚だ深刻であり、資源小国日本の将来に関し強い悲観論が行われたことも事実である。しかし乍ら我々は、我が国の持つ経済力、即ち大きな国内市場、世界の需要に応じ得る生産能力高度の技術水産及び資本力等が、エネルギー危機を乗り越えて、世界経済の正常な発展及びひいては世界平和のため、重要な役割を果し得ることを確信するものである。我々の前進は概して平担ではないであろう。しかし乍ら常に国際協調の中に生きる途を求めることを忘れない限り、我々は日本の前途につき確信を持つことが出来ると思う。そのためにも、これからの我が国の外交に課せられた使命は誠に重且つ大と言わざるを得ない。

セッション－2　　環境保全と原子力開発

議　　長　　宗像英二氏（日本原子力研究所理事長）

講　演　　「環境保全における原子力開発の特質」

議　　長　　一本松珠璣氏（日本原子力発電㈱会長・日本原子力産業会議副会長）

＜パネル討論＞

環境保全における原子力開発の特質

立教大学理学部教授
田　島　英　三

私達の文明のことを考えてみると、文明はエネルギーの消費の上にきずかれ、それによって支えられているということができる。文明の発達の程度は、消費されるエネルギーの量を尺度として測ることができよう。奴隷の労働力に頼っていた古代の文明は、石炭、石油などの大量エネルギー消費によって築かれた現代社会の文明より遙かに遅れているということができる。人間は単に、動物としてのエネルギー消費は１００ワットであるといわれるが、先進工業国の人は、実に１０キロワットのエネルギーを消費している。

現代は大量エネルギー消費の時代であり、生産は大規模に行なわれ、人口が集中して、大都市が形成され、そこで大量の消費が行なわれている。交通は世界のすみずみにまでゆきわたり、人間の生活はたしかに豊かになっている。

ところが文明とは本来、人工的なものである。文明の発達は、その逆の作用として、自然に何らかのインパクトを与える要素をもっている。このインパクトの大きさが、自然の許容される範囲にあるときは、文明と自然の間に、ある調和が保たれ、共存することが可能であるが、ところがこのインパクトが自然の許容の限界を越えたり、文明の発達が急テンポで行なわれると、文明と自然との間の調和が保たれなくなる。そしてその破綻が人間の福祉をおびやかすこととなる。正に量の拡大が質の転換をもたらしたということであろう。

現代は、人口増加という原因も加わって、エネルギー消費の大規模化が、いままでの歴史にも見られないほどの急テンポで進行している時代である。その結果は、自然に対するインパクトが、自然の許容量の限界を越えようとしていると考えることができる。

このような時代に原子力は実用化の段階を迎えたのである。こう考えると、原子力の利用が自然との調和を、その当初から、強く要求されたのは、歴史的に見ても全く当然のことであるといえよう。その上に原子力の利用は、人間に対する痛烈なるインパクトで始まったということが人間社会を含む自然との調和を一層困難にしている。

それにもかかわらず、われわれの文明を維持し発展させて、社会の福祉を追及するには、さらに多くのエネルギーを必要とするであろう。文明は決して後退しない。エネルギーの消費は過去において増大し続け、今後もこの方向を続けると思われる。

ところが、エネルギー源としてわれわれが現在利用しているのは、大部分は化石燃料である。すなわち、石油、石炭、天然ガス、タールサンド、オイルシェール等であって、世界の埋蔵量は、石油と天然ガスとがほぼ同量あるとされ、石炭は石油、天然ガスの２０倍で、石油とガスは、今後６０年に８０％を掘りつくし、石炭は２～３００年ぐらいで、全部なくなるであろうと言われている。これは５億年の歳月を通して蓄積された天然資源を、ここ２～３００年の間に使い果たすということになる。また、これらの物質は、単に熱エネルギーだけを取り出すのに使用するには、余りにも貴重なもので、いろいろな有用な原料をつくり出すことができる。

今や、われわれは化石燃料以外のエネルギー源を探さなければならない段階に来ていることは誰も疑わないところである。その代替エネルギーとして、多くの議論が行なわれているが、ほぼ一致していることは、中期的には、核分裂エネルギーを、エネルギーシステムのなかに組入れて、化石燃料への負担をできるだけ軽くするということである。そうして、化石燃料として使用していたものを、出来るだけ長期に、また有効に使用すべきであるということに気付いたのである。

そこで原子力の話に移るが、原子力が自然に与えるインパクトは放射能と温排水の問題である。これらが原子力にまつわる環境問題であるが、原子力の特質を最もよくあらわしているのは、放射能の環境問題であるので、初めに放射能の基準について考えてみたいと思う。

その理由は一般に、ある基準がつくられるときに、どういう科学的事実から、また、どういう考え方から、できたかということを調べると、それをアプライするものの特徴を知ることができるからである。

放射線の基準は、世界のいずれの国においても、国際放射線防護委員会（ＩＣＲＰ）の勧告に基づいていることは、原子力の一つの大きな特徴である。この勧告の内容をここで細かく述べる必要はないと思うが、放射線の影響は「しきい値のない線量と効果の直線関係」を仮定し、一般人の線量限度を５００mrem 毎年としている。また、遺伝線量として、３０年に５rem という値を勧告している。

これに対し在来公害の基準をみると、国によってそのよりどころとする調査が異なり、異なった考え方に基づいているので、基準値もその体系も異なっている。例えば、SO_2 の基準をみると、SO_2 の被曝に対するレスポンスに何をとるか、またそのレスポンスが同じであっても、その調査方法が必ずしも同じでないのである。これからスライドでいくつかの国の SO_2 の環境基準を示すが、初めは日本である。国によってまちまちであることが分る。わが国の基準はわが国で独自に調査し、得られた資料を優先的に採用して、決められたものである。これに対し、放射線の基準は、どの国においても殆んど同じ体系であり、同じ値を採用している。

もう一つ放射線の基準と、SO_2 などの大気汚染の環境基準の性格的相異を上げてみると、放射線の基準は、ヒトの被曝線量を、プライマリーの基準としている。すなわち、ヒトの被曝量と、身体的影響は遺伝的影響との関係を調査研究して、線量とレスポンスの関係を導き出し、これに基いて職業人の最大許容線量と一般人の線量限度を設定した。これがすべての基であって、これから飲料水や空気の最大許容濃度等が決まるのである。

ところが、在来公害の場合には、人間をとりまく環境は非常に複雑で、ある環境をシミュレーションして、実験室に再現することはいまのところ不可能であるとされています。例えば、大気中には SO_2 だけが単独にあるのではなく、粉塵があり、水蒸気があり、紫外線があり、多数種類の汚染物質があって、これらの相互作用または相乗作用として、ヒトは作用をうけているのである。放射線の作用についてはこれら在来公害物質との、直接的複合作用は考えられないので、この意味では、環境にある放射線のヒトに対する作用は、在来公害の作用より複雑でないということができる。

したがって、在来公害では、環境全体の質をとらえて、これと障害とを結びつけるより方法がなく、SO_2 の環境基準は、SO_2 を指標とする環境の質を示すものと理解されるべきであり、そのような意味の環境基準をプライマリーの基準として採用している。

放射線のヒトに対する影響については、多くの学術団体が総合報告を出しているが、なかでもICRP、アメリカのNational Committee on Radiation Protection and Measurement（N

CRP)、United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation Committee(UNSCEAR)、アメリカ科学アカデミーの Biological Effects of Atomic Radiation (BEAR)などの報告は最も権威あるものとしてうけとめられている。

放射線の影響は、身体的影響についても、遺伝的影響についても、非特異的影響であって、他の原因によって発生する、あるいは自然に発生する同種の障害と区別することができない。したがって、大線量照射の場合は、統計的にバックグラウンドの影響と区別することができるが、環境問題で問題とするような、低いレベルの放射線量では、その区別は全く不可能である。

放射線の影響に、線量の"しきい値"があるかどうかは、非常に重要な問題であるが、それを調べる一つの方法として、多数の動物に、大線量を大線量率で照射する、動物実験が行なわれている。そしてその結果を、1000分の1あるいは10,000分の1も小さい線量にまで外挿して、低線量の影響を推定するわけであるが、この外挿は果して真実を示しているかどうかは、学問的には議論を呼ぶところである。しかし、もしマウスについて10mrem程度の放射線の影響を、精度よく知るために、マウスに自然発生的に発生する身体的あるいは遺伝的影響の0.5%の増加分を、95%の正確さで決定するためには、実に80億匹という天文学的数字のマウスを統計的に処理する必要がある。これは明らかに不可能なことである。

そこで、人間の遺伝素質を守り、健康を保護するためには、なるべく安全側に立って、高い線量で得られた結果を外挿しなければならない。それが"しきい値"のない直線関係となったのである。

この"しきい値のない直線関係"という基本的仮定は、放射線の基準をつくるときの非常に大きな特質であり、いままでの在来公害にはなかった考え方である。在来公害物質には、ある質の"しきい値"があって、その値以下の環境では障害が発生しないと割切った考え方をもつ公害学者が多いようである。この考え方が正しいかどうか、その科学的根拠があるのかどうかは、遂に私は知ることはできませんでしたが、今日パネルに御出席の遺伝研の田島先生の書かれたものを見ますと、私達の近辺には、遺伝的障害やガンを発生させる化学的物質が相当種類あり、そのなかにはSO_2や排ガス中のベンツピレンなども含まれており、これらの障害と被曝量との関係は、放射線における場合と同様に考えるべきであると示唆するものが多いのである。恐らく、大気汚染の場合は、その作用が複雑であって、大気汚染の指標としてのSO_2濃度に、"しきい値"があるかどうかということを現在議論する段階になっていないという印象を私は持つのである。

とも角、このように放射線と在来公害物質の間には、被ばく量とレスポンスの関係についていまのところ根本的に異なった考え方があるので、環境保全のとり組み方に非常に大きな相異がでてくる。

第一は、放射線は、その線源をとじ込めて、ヒトから隔離してしまうことを第一義的対策とする。これに対し、在来公害物質は、希釈して"しきい値"以下の濃度にすることを第一義的対策とする。少なくとも最近まではそうであった。放射線の場合には、例えばスタックの高さを高くするということは、集団の被ばく効果を考えるときは、あまり意味がないが、SO_2の場合には大いに意味があることになる。これは実に大きな相異である。

また、放射能をどうしても環境に放出しなければならない場合には、ALAPという考え方、すなわち、As Low As Practicableという考え方が生れて来る。実際その数量化が行なわれたことは皆様もよくご承知のことと思うが、日本においても、軽水炉の設計基準として5mrem/y (甲状腺については15mrem/y)を採用しようとしている。この値は自然放射線量の約5%の量であるが、このよ

うに、放射線の基準値以下であっても、実行可能の場合には、できるだけ低く規制しようとする考え方は、放射線の規制の特徴と言えよう。しかし本来の基準とＡＬＡＰの数量化された値との関係は、実際上明確を欠く点もあり、５mrem／yの運用の面で、ＡＬＡＰの精神に戻って考慮しなければならない点があることを付け加えておきたいと思う。

つぎに、放射線の影響として遺伝的影響を考慮にいれているということは、放射線だけの特徴である。さればといって、在来公害物質には遺伝的影響は含まれないのかというと、必ずしもそうではないということは、前に述べた通りである。

さらに、もう一つ放射線の特質をつけ加えるならば、放射線の影響を安全側に立って、すなわち、影響を大きく見積る方向で、これをともかく数値的に評価できるという点である。現在のやり方が、どの程度過大であるかは、正確には分っていないが、このはばを縮めることが、低線量の影響研究のネライであろうと思う。

原子力開発の立場から考えると、１００mremあるいはそれ以下の線量の、ヒトに対する放射線の影響を現在より精度よく、例えば、ファクター２ぐらいの範囲で知ることができれば大変有益であると考えるので、この方面の研究を強く要望する。

在来公害物質SO_2についても、“しきい値”のない関係式を導いて、呼吸器疾患による死亡確率を計算している論文が全然ないわけではない。それはＣ・スターの論文で、死亡確率は、SO_2濃度、浮遊粉塵濃度、曝露時間の積の1／2乗に比例するというものである。

さて、次に原子力利用における環境問題がどうなっているか、ということを評価検討するためには、単に発電プラントだけの検討評価だけではなしに、燃料サイクル全体にわたって検討してみる必要がある。

スライド３は１００万KWe の軽水型発電炉の燃料サイクルを示したものであるが、ウラン鉱山から始まって、精練所を経て、転換工場でUF_6になり、ウラン濃縮工場で、約３％の低濃縮ウランとなる。これをUO_2にして燃料に成型加工し、発電炉に送られる。発電炉では毎年全燃料の１／３～１／４を再処理工場に送ることになるがここでＰｕとウランを分離し、Ｐｕは貯蔵するか、リサイクルにまわる。ウランはもちろん再使用に供される。

スライドに示した数字は１００万KWの発電炉の年間のマテイリアル・バランスを示したものである。

日本の場合を考えてみると、ウランも生産されず、濃縮工場も当分できる見通しはないから、最後の発電炉と再処理のところが特に重要でこれを取り上げて考えてみたいと思う。

発電炉に関する問題は、軽水炉の場合に敷地境界において、ヒトの被ばくを年平均で５mremという低い値に抑えたが、これは一体どのくらいのリスクが見込まれるのだろうかということを知る必要があるので、さきほど申したＢＥＡＲ報告に基づいてＷＡＳＨ１２５０にならって計算するとスライド４のようになる。

このスライドは敷地境界で７０年間引きつづいて５mremを毎年被ばくした個人が、一生の間で白血病と腫瘍になるリスクが、自然に発生するリスクよりどのくらい増加するかを示したものである。この増加分はあったとしても誠に僅少なものであるということが分ろう。

つぎのスライド５は集団のリスクを計算したものである。境界で５mrem／y という被ばくに抑えるならば、被ばく量は敷地からの距離によって急激に減小するので、集団全体の平均の線量は非常に小さくなる。これを仮に0.２mrem／y とすると、そのリスクはスライドに示すようになります。

このリスクもまた非常に小さいものであることが分かる。このリスクの増加分は、どんな方法を用いても検出はできないであろう。ＦＢＲやガス炉についても、おそらく軽水炉と同じ程度に放出を少なくすることが可能であると考えるので、発電炉の平常運転に関しては、環境放射能レベルをかなり低く抑える見通しは十分あるものと考えられその環境影響は非常に軽微なものとすることができる。

そこで今後の問題としては、なるべく経済的負担を少なくしてこのような運転を確実に可能とするような技術改良と、この低い線量を検出できるモニタリングの技術開発が必要であると考えるのである。

また、環境放射能レベルを低く抑えることによって、敷地内の作業環境の放射能レベルの方は上がる傾向にあるので、警戒する必要がある。

さて、原子力発電プラントの最大の関心事は、万一起るかもしれない事故の場合の環境インパクトの問題であろうと思う。これに関し、いわゆるイベント・ツリー、フォールト・ツリーの手法を用いて、事故のおこる確率とそのインパクトの大きさを計算した、ラスムッセン報告のドラフトが昨年発表された。　このことは皆様十分ご承知のことであるので、時間の関係から詳細を述べることは差控えて、結論の一つを述べる。すなわち、炉心熔融事故のすべては、必ずしも環境インパクトを起さないし、環境インパクトを起す最も確率の高い炉心熔融事故でも、１基当り１万７千年に１回の割合でしか起らない。またそのときの身体的影響と遺伝的影響を計算すると、アメリカの平均的人口分布をもとにして、共に１人以下（甲状腺４人）、財産損害は＄１００,０００ということになっている。

また、１００人以上の死者を出す事故は１基あたり１００万年に１回、１０００人以上の死者を出す事故は１億年に１回という割合になっている。

この報告書については、現在、いろいろな意見が出されているが、私はこの報告書は事故の発生過程を詳細に分析検討をし、今後の安全性検討に対し、一つの方向を示したという意味で、高く評価されるべきものであると考える。しかし、この報告書の結論によって、現在の原子力発電所は、隕石によって人が何人かが死ぬという事故より、より安全である、というような結論に導かれてはならないと考えるのである。そもそも１００万年に１回とか、１億年に１回とかいう確率は、一体何を意味するのか。まだ、経験年数の少ない現時点において、そういう微少な確率を、完全に分析することが果して可能であるのかどうか、ということについて大きな疑問をもつのである。

むしろこの報告書は、安全性研究の方向を示している点に価値の重点をおいて受取るべきではないだろうか。

つぎに輸送の問題を簡単にふれることとする。原子力開発が進むにつれて、核燃料や使用済燃料を輸送する機会はますます増加すると予想されるが、その事故の防止には万全をつくさなければならないことはもちろんである。一般に輸送は、一般人との接触において行なわれることが多いので、輸送されるものが、施設内にあるよりも、安全を確保することがむずかしい状況にある。

とくに、重要核物質の盗難や、核ジャック等の事件が起きて、一般社会に大きな衝撃を与える機会は比較的に輸送中に多いとも言えるので、そのセーフガードは今後の重要課題の一つとなるであろう。一般的に、システム全体として、輸送のリスクを、核ジャック等のことも考慮して、施設そのもののリスクと同程度かあるいはそれより小さくしなければならないと考えるのである。

私はここで、わずかこの３ヵ月間に１２件も起きた油の輸送および貯蔵に関する事件をおもい起すのである。とくに水島基地で起きた油もれ事件、祥和丸の座礁事故は、損害の大きさから言っても、影響

の広範なことから言っても、誠に重大なものである。日本の油の総消費量は現在約3億klで、その99.7%は輸入でまかなっているが、１９７４年の日本の所有する3,０００トン以上のタンカーは２３０隻、その総重量トンは2,７００万トンで、中東との１往復に３５日かかるとすると、年間１０往復して、ピストン輸送を行なっている。その結果、最近のような事故を起すこともあるし、海洋の油汚染の原因ともなっている次第である。

ここで誰しも、原子力が、この自然と社会に対するインパクトを軽減することができれば、と思うのだが、たしかに、原子力は石油にない輸送上の特徴を多くもっていることは説明をする必要のないほど明らかである。この特徴を最大限に生かす為には、セイフガードを含めた輸送技術の開発、安全評価の手法の開発等を国際協調のもとに解決してゆかなければならないと思う。

最後に、使用済燃料の再処理に関する問題を考えてみよう。

１００万KW級の原子力発電プラントは、年間３０トンないし４０トンの燃料を再処理にまわす。この燃料は、１５０日冷却で、1トン当り、 F.P. 4.4×10^{6} Ci、 アクチニド１３0,０００Ci、Kr-85 １1,０００Ci、トリチウム７００Ci、I-131 2.2Ciで、このすべては再処理の過程で開放され、ウランとプルトニウムは分離され、リサイクルされるか貯蔵される。

原子力エネルギーがクリーンであるか、どうかは、極端ないい方で言うと再処理の段階でででてくる放射性廃棄物を、どれだけ閉じ込めることができるか、どうかにかかっていると言うことがいえる。

日本では原子力の発電計画はしばしば論議の対象となるが、それに見合った再処理計画、廃棄物の処理、処分計画について、一貫した具体的議論が、あまり行なわれていないのは、あまりにも片手落ちであると言わざるを得ないので一般社会の、原子力に対する不安の理由の一部となっている。

日本の原子力開発規模から考えて、現在東海村で試運転に入ろうとする、年間２００ton の再処理工場では、キヤパシティーが不十分であることは明らかで、建設のリード・タイムまで考えると、第2工場の建設は急がなければならない問題である。そこで再処理施設が、環境保全の立場から考えて満たさなければならない条件は何であるかということを、考えてみよう。再処理施設から出る排ガスのなかの放射性物質は、Kr-85 が主で、そのほかに、 H-3、I-131、I-129 が含まれているが、敷地境界のヒトの被曝線量をALAPにしたがって、いくらに数量化するかということがまず問題となろう。軽水炉の値と桁はずれに大きくし離れることも出来ないと思うし、そうとすればKr-85を捕捉、貯蔵するということが問題となってくる。

そのほか、未処理の使用済燃料の貯蔵の問題、高レベル廃液タンク貯蔵の問題およびそれらの環境、影響評価等は、発電炉にはなかった新しい問題を提起しているので、これらの安全評価の手法をはじめ技術的開発に直ちに手をつけなければならないものと思う。

つぎに最も頭の痛い問題は、放射性廃棄物の処分の問題である。

低レベル固体廃棄物の処分は、環境にほとんどインパクトを与えずに、実行する技術的見通しがあるが、一番問題となるのは何といっても、高レベル廃棄物、特にPuの高レベル廃棄物の処分であって、現在、何れの国においても、これらの永久処分を行なっているところはない。幸いにしてその容積は低レベル廃棄物に比較して小さいから、目下のところは、固化して人間の管理下におくというのが大方の方針である。しかし、何千年、何万年の長期にわたって、人間の管理下に置くということは、およそ意味をなさないであろうし、われわれは、ここ１００年ぐらいの間に使用するエネルギーのために

子孫にまで負担を残してはならないのである。

そのためいろいろな提案がなされている。例えば、宇宙空間への打上げ、南極万年氷への埋設、核爆発による深い地下空洞への処分、中性子消滅、あるいは崩壊熱を利用した岩石へのうめ込み等々である。

この問題は、人類が原子力を利用する以上必ず解決しなければならない課題であり、中期的処分策としては、固化しリトリーバブルな管理処分を行ない、平行して永久処分の方法を見出すという計画的な息の長い努力を傾けるべきである。また、この努力は国際的連携のもとに推進することを強く望むものである。

最後に、Ｐｕ－２３９について一言ふれて私の講演を終りたいと思う。このアイソトープは、私に与えられた題、すなわち、「環境保全における原子力開発の特質」を非常によくそなえているアイソトープであると思うからである。

Ｐｕ－２３９は１００万KW級の軽水型発電炉から年間２００～２５０Kgの割合で生産される。このPuは再処理の過程で、分離されて、貯蔵されるか、核燃料サイクルに組入れられる。

すでにアメリカのＡＥＣは、昨年、日本の濃縮契約において、軽水炉３３基分の燃料のうち８基分にＰｕリサイクルを条件とする方針を打ち出した。これからは、Ｐｕを取扱う作業所の数も取扱うＰｕの量も増加するものと考える。そうすると今後Ｐｕの環境問題は非常に重要になってくるだろうということは明らかであるし、そのうえ、このＰｕは最も厳重なるセーフガードの対象としなければならない核物質であるので、今後多くの議論の対象となろう。

この議論の一つとして、Ｐｕの毒性について考えてみよう。Ｐｕは、食物循環を通して体内にはいるよりは、不溶性のＰｕ粒子が呼気により肺に汲着し、そこに永く滞留して、肺ガンを発生させる危険の方が大きいことが分かっている。

ＩＣＲＰの最大許容量は、6×10^{-14} Ci/m^3 で、これを重量に直すと1m^3の空気あたり僅か10^{-15} gram/m^3 というまことに極く微量なものになります。そしていったん環境に放出されると、２４,４００年という殆んど無限大の半減期をもっているので環境からは消え去ることはないであろう。このようなことはまことに原子力の環境汚染の特徴といえよう。したがってＰｕの廃棄物には最大の注意が必要であると同時に、Ｐｕの取扱いには厳重な質量計量管理が必要となる。　これはまた、核物質の拡散防止の立場からも要請されるところであるが、その質量管理技術も現在必ずしも十分でない状況である。

さて、最近、コクランとタンプリンがＰｕの基準について論文を発表した。

それによると、肺ガンは局所的に、肺組織の重さにして約６５μｇ、肺胞の数にして６８個に、高い線量を与えると発生する。そしてＰｕのα線は正にそのような放射線であって、年間５レムの被ばくによるガン発生率と同じリスクを考えるならば、Ｐｕの空気の最大許容濃度は、現行の許容濃度より１０万倍も厳しくしなければならないというのである。

これに対する反論も多く出ているが、局所照射の問題は、前からＩＣＲＰ、ＵＮＳＣＥＡＲでも論議の対象となったことがあり、今後の原子力開発にも大きく影響するところがあるので、アメリカのナショナル・リサーチ・カウンシルや科学アカデミーでこの問題の検討を開始している。

このようにＰｕは、燃料サイクルの立場から、セイフガードの立場から、また、環境保全の立場から

多くの議論を呼ぶ重要な問題であって、今後原子力開発の一つの中心課題となろう。それはまた、原子力の強力な反対運動の理由ともなるのである。

最後に、本大会の基調テーマである「これからの原子力開発をどうすすめるか」ということに対して環境問題の立場から、簡単に答えるならば、次のようになる。

第1に　燃料サイクル全体にわたって検討評価し、そこからでてくる問題を解明すること。とくに、低線量の影響に関する問題、廃棄物の処理処分、セーフガードとＰｕに関する問題は重要な問題である。

第2に　事実はすべて一般公衆に公開し、一般公衆が正しく理解するように協力すること。

第3に　一般公衆の判断は、これを意志決定の際に十分反映するような手続を設立すること。

ご清聴を感謝致します。

いおう酸化物の環境基準〔I〕

日　本 (二酸化いおう)	1時間値の1日平均値が0.04ppm以下であり、かつ1時間値が0.1ppm以下であること.
スウエーデン (二酸化いおう)	月平均値が0.05ppm以下. 24時間平均値が0.10ppmを1ヶ月に1度以上をこえないこと.
ソ　連 (二酸化いおう)	30分平均値が500 $\mu g/m^3$ 以下。 24時間平均値が50 $\mu g/m^3$ 以下。

スライド1

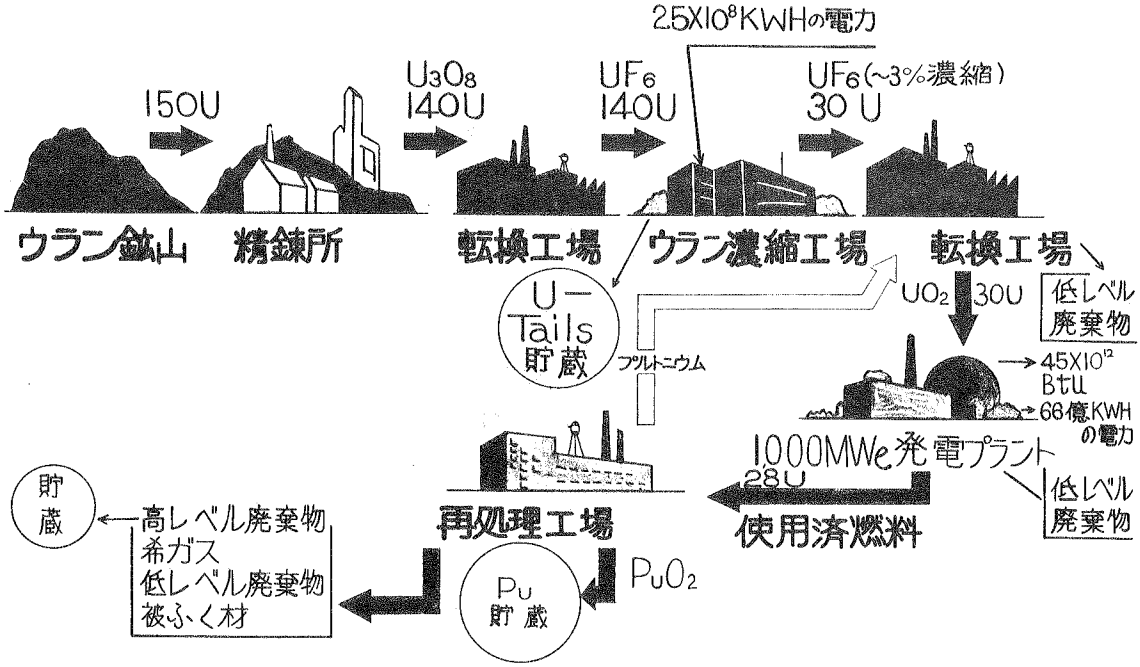
いおう酸化物の環境基準〔II〕

U.S.A.
(いおう酸化物)　人の健康保護を目的とする第一環境基準と，自然動物の保護を目的とする第二環境基準とに分れる。(第一環境基準は原則として3年以内に達成すること)

	第一基準	第二基準
年(算術平均)	80 $\mu g/m^3$ (0.03ppm)	60 $\mu g/m^3$ (0.02ppm)
24時間平均値の最高値	365 $\mu g/m^3$ (0.14ppm)	260 $\mu g/m^3$ (0.1ppm)
3時間平均値の最高値		1,300 $\mu g/m^3$ (0.5ppm)

スライド2

1,000MWe 原子力発電プラントの燃料サイクル



スライド3

個人のリスクの評価

- 個人がその寿命（70年）の間に白血病になるリスクは 5,200/10⁶であり，腫瘍の発生するリスクは 220,000/10⁶である．

- 個人がその寿命（70年）の間に，5mrem/y の割合で被ばくすると，その人の白血病になるリスクは 9/10⁶ だけ，腫瘍の発生するリスクは 30/10⁶ だけ増加する．

スライド4

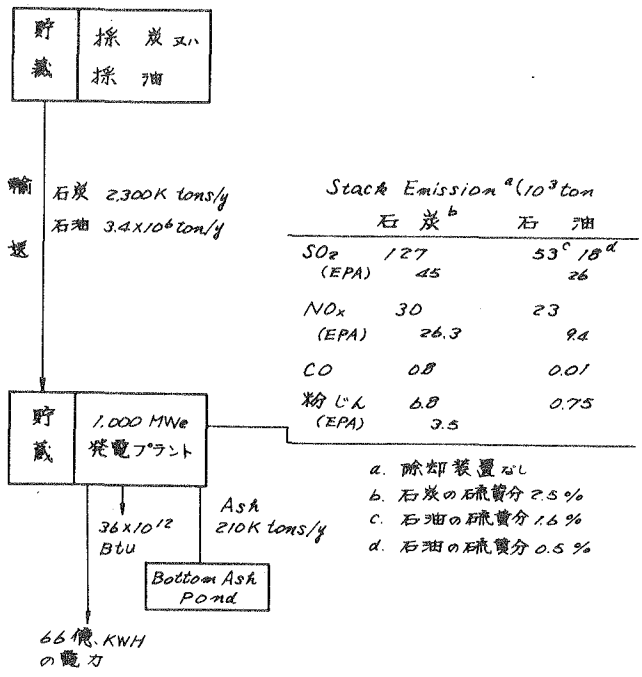
1億人の人口集団が毎年 0.2 mrem の線量
をうけたときの 身体的および遺伝的障害の計算
(BEIR報告に基いて計算した)

	身体的	遺伝的(a)
自然発生数	人/y	人/y (b)
白血病	7,400	100,000
その他のガン	166,000	
自然放射線によるもの (c)		
白血病	260	360 ~ 9,000
その他のガン	750	
医療用X線によるもの (d)	(400)	(120 ~ 2,800)
Nuclear Effluent によるもの (f)		第一世代 0.1 ~ 2.4
白血病	0.5	平衡状態
その他のガン	1.5	0.7 ~ 1.8

(a). 遺伝的欠陥をもつ児は新生児の6%とする. (b). 10^6人の人口集団からは毎年1.7×10^4の新生児が生れるとする. (c) 自然放射線量は100 mrem/y とする. この値は, 自然発生数のなかに含れている. (d) 医療用X線は約40 mrem/y とする. また, この値は自然発生数のなかに含れている.
(f). BEIR報告により 177 Pev 10^6 Person-rem per yeav とする.

スライド5

1,000 MWe の化石発電



Stack Emission[a] (10^3 ton)

	石炭[b]		石油	
SO_2	127		53[c]	18[d]
(EPA)	45			26
NO_x	30		23	
(EPA)	26.3			9.4
CO	0.8		0.01	
粉じん	6.8		0.75	
(EPA)	3.5			

a. 除却装置なし
b. 石炭の硫黄分 2.5%
c. 石油の硫黄分 1.6%
d. 石油の硫黄分 0.5%

スライド6

パネル討論　環境保全と原子力開発

議長　一本松　珠　璣　氏（日本原子力発電㈱会長 / 日本原子力産業会議副会長）
岸　本　　康　氏（共同通信社論説副委員長）
清　瀬　量　平　氏（東京大学工学部助教授）
左　合　正　雄　氏（都立大学工学部長）
田　島　弥太郎　氏（国立遺伝学研究所所長）
松　岡　　理　氏（放射線医学総合研究所障害基礎研究部第4研究室長）
田　島　英　三　氏（立教大学理学部教授）

議長　ただいまご紹介いただきました一本松でございます。ただいまからこのパネルの議長をつとめさせていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

まずパネリストをご紹介申し上げます。

東京大学工学部の助教授であられまして、東海再処理施設の安全審査を担当された清瀬量平先生。次は松岡理先生。放医研の障害基礎研究部の第四研究室長をしておりまして、プルトニウムの生物学的影響研究の第一人者でございます。

次は左合正雄先生。東京都立大学の工学部長であられ、原子力委員会の環境安全専門部会委員、それから原子力安全研究などにつきまして、再処理処分問題をおもにご研究になっておられます。

それから次は田島弥太郎先生。国立遺伝学研究所の所長をやっておられまして、遺伝の分野の第一人者でございまして、放射線審議会の基本部会の部会長もつとめておられます。

それから岸本康先生。岸本先生は共同通信社の論説副委員長をしておられまして、ジャーナリストとしての立場から原子力を含む科学技術問題をご担当になっておられます。

それから先ほど講演をしていただきました田島先生。関連の深い皆様は非常に感銘を受けられたことと思うのでありますが、非常に基礎的な面からこの問題の全体につきまして述べられたわけであります。これからパネルにおきましては、先ほどご紹介申し上げましたような各分野におけるいろいろな実際的な問題というものを取り上げて、いろいろお話をいただくわけであります。そういう関係で田島先生に特にここへおいでいただきました。私自身普通の議長はちょいちょいやっていますが、こういうパネルの専門的な議長というのはあんまりやったことはありませんで、どうも自信がありませんので、技術的な問題、むずかしい問題になりましたら、田島先生にお裁きをいただきたい。それからこの問題はやはり非常に社会的影響、いろいろな面から問題があるわけでございます。そういう問題につきましては、岸本さんにお裁きをいただきたい。

そういうようなことで進めてまいりたいと思います。

先ほどの田島先生のお話は、私は非常にはっきり問題の所在にお触れになっていただいたと思うのでございます。つまり環境安全問題というのは、インパクトという表現で非常にわかりやすくおっしゃっていただいたわけであります。先ほどスライドでご覧いただきましたが原子力発電というと、発電所がほとんど大部分のように一般は思っておるわけです。しかし燃料サイクル全体として考えます場合には、発電の上流、アッパーストリームということばを使いますが、発電所に行くま

で、それはウラン鉱の問題、それから濃縮ウラン、こういう問題があります。それから発電所のつぎの下のほう、下流、ダウンストリームというような言葉で言っておりますが、それは再処理、廃棄物の処理、この二つが非常に大きな問題としてクローズアップしてきたわけで、田島先生がその辺にお触れになったわけでございます。

放射能という点から見ますと、上流のほうには比較的放射能はまだないわけです。発電所で核分裂をやることによって、非常に多量の放射性物質ができる。われわれ長年原子力をやっておりまして、このダウンストリームの処理ということに対しては、非常に手抜かりがあった、というふうに思うのです。手抜かりと申しますよりは発達の過程におきまして、上流からだんだん流れてきて、発電所になって、それから下流の始末になる、ということでありますから、ある意味では当然かもしれませんけれど、ダウンストリーム、しかもそのダウンストリームの再処理、廃棄物の処理というと原子力発電の副産物である放射能がほとんど集中している、という感じからいたしまして、今後この問題に対してますます努力をいたしませんと、この年次大会の基調である原子力発電をどう進めるか、という問題が最も緊要な問題である、と思うわけであります。

そういうことからこれからご専門の立場で再処理、廃棄物等の下流方面に関する問題を主として、各パネリストの諸先生からお話を伺いまして、それについてパネリスト間でいろいろな討論をお願いしたい、そういうことで進めさせていただきたいと思っています。

それでは原子力発電を今後計画的に進めるにあたって、最も緊要に準備しなくてはならない再処理施設の安全管理につきまして、清瀬量平先生から最初にお願いいたしたいと思います。

清瀬　ただいまご紹介にあずかりました東京大学工学部におります清瀬でございます。

今日の原産の大会におきましてセッション2として「環境保全と原子力開発」というたいへん重要でもあり、しかもクリアーカットな解決が相当困難だと思われます問題につきまして、このパネル討論の一人のメンバーとされましたことを、たいへん名誉とも感じておりますが、私ごとき若輩がつとめきれるかどうか、たいへん心配しているところでございます。

私がお話しようといたします点は、再処理施設の安全管理と環境保全ということでございます。田島先生および一本松議長のお話にもありましたように、燃料サイクルにおける再処理の重要性は言うまでもございません。再処理事業の成功なくしては、プルトニウム燃料の利用もできませんし、したがっていま考えられております高速増殖炉の実用化も当然困難となるわけでありまして、長期的に見たウラン、プルトニウム燃料サイクルのエネルギー的意義が激減してしまうと思われます。

またわが国におきましては、第一号再処理プラントとして、軽水炉燃料年間最大処理能力約210トンの動燃再処理施設がこの春ようやく試運転に入ろうとしておりますが、予測されます原子力発電の伸びを考え、また再処理施設の計画から完成に至るまでの期間がたいへん長い、ということを考えますと、動燃一号プラントの運転開始と平行いたしまして、第二号のフルスケール、大体t/日、1500t/年程度がコマーシャルにはフルスケールと言われているようでございますが、第二号再処理工場の計画をあまり延ばすわけにはいかない、という点は田島先生のお話にもございましたとおりでございます。

一方、その再処理施設におきましては、大量の核燃料物質、特に照射済燃料中に蓄積しておりますプルトニウムが、非密封の状態でいろいろな工程を通り分離、回収されるものでありまして、ま

た同時に多量の放射性廃棄物を排出する、という点で、施設の設計、建設、検査、試運転、定格運転という順番を踏んで行なわれますが、その全期間を通じまして、一つつけ加えれば、プラント事業がつきましたあとのデコミッショニング、そういうところまでも考えまして、その安全性の確保、特に放射能の管理には極度に慎重な取り扱いが要求されると思います。

さらに長期的観点から原子力開発計画を見ますならば、原子力発電所、再処理施設、その他すべての原子力施設全体につきまして、環境保全と適合した、国民の合意が得られるような合理的な設置計画を早急に確立する必要があると考えます。

いま申し上げましたような再処理計画の重要性に関しまして、本日は三つ簡単にお話しようと思いますが、第一番目といたしましては、本論である再処理施設の安全設計と安全評価、それから少し長期的に見まして、再処理の長期計画とそれが環境放射能におよぼす影響といいましょうか、放射能の蓄積という問題を少しお話したいと思います。最後に三番目といたしまして、結局これは原子力のアキレス腱といいましょうか、最大問題となるわけでありますが、高レベル放射性廃棄物の永久処分法の開発について、これは左合先生からくわしいお話があるはずでございますが、ごく最近アメリカで検討いたしました結果の２、３をご紹介したい、そう考えております。

さて、まず再処理施設の安全設計と安全評価でございますが、この問題はまず設計段階における安全設計、それから平常運転時の安全評価、さらに事故時の安全評価と大きく分けましてこの3項目になろうかと思います。

まず安全設計といたしましては原子炉施設で使われます大量の放射能の漏洩を防止し、また作業員の放射線被曝を防ぐために、処理燃料の冷却プール、プロセス・セル等によりまして、放射線遮蔽および放射能の漏洩防止について、十分安全な設計がなされなければいけないことは当然でございます。

放射能の漏洩防止、すなわちアクティビィティのコンファインメントに役立ちますバリアといたしましては、いろいろございますが、まずプロセス装置、配管、貯槽等いれもの自体ということがございます。

つぎに全てのそういう装置は相当ホットな液体を取り扱うわけでございますから、十分な遮蔽壁に囲まれたセル構造の中に収容されております。

さらにそのセルは建家によって囲まれている、ということになって、いわば三重のコンファインメントに原理的にはなっている、ということになります。

さらに付帯的な事項といたしましては、照射済燃料の燃料密封容器というのが、処理前にございますし、それから排気に関しましては、放射性排気の一時貯留タンクというバックアップも考えられております。

またプロセス溶液および廃液等に関しても、十分な容量をもった貯槽が備えられる、ということになっております。

建家およびプロセスセルの排気、換気流路は、低レベル区域から高レベル区域へと負圧調整されまして、またプロセスからの排気は、何段もの洗浄装置やフィルターを通して、可能な限り放射性物質を保守したのち、十分に高い排出塔から放出され、また気象条件が悪いときには、先ほど申しました一時的貯留タンクによって放出を中止する、ということができるように設計されております。

また高レベル、中レベル廃液は蒸発減容いたしましたのちに、数年分のキャパシティをもちます廃液タンクに一応貯蔵する、という計画になっておりますが、これらの濃縮されました廃液は、なるべく早い時期にガラス状、あるいはセラミック状の伸縮性の極めて低い固体、ソリディファイすることが望ましいわけでございます。またそうして固化したのち最終的にはどうするか、ということがたいへん重要な問題でありますが、何らかの公的機関の管理する廃棄物処分場へ送られる必要があると思われます。長期的観点に立てば、もっと大規模な形で、われわれの生きている圏外へ処分する、ということをどうしても考える時期がくると思われますが、当分の間は捨てるというのではなくて、どこかで保存、管理している、という形にせざるを得ないと、私は考えます。

低レベルの廃液につきましてはたぶんあまり問題はないと思われます。沈澱浄化等の処理を経たのち、十分放射能濃度が低い、ということを確認いたしましてから放出される、ということになっております。

さらに設計上の問題といたしましては、臨界安全設計が重要でありまして、燃料の各プロセスにおける組成、あるいは物理、化学的状態等に応じまして、取り扱い量を制限する、または装置、容器類の形状、寸法を制限する、あるいは核分裂性物質の濃度を制限する、さらに貯蔵庫等におきましては、配置間隔を制限する、というようなことをいたしまして、十分なアローワンスを持って、いかなる場合にも臨界となり得ないよう設計されているはずでございます。

またプロセス計装計、あるいは臨界警報計を含む各種警報指示計さらにインターロック等によりまして、誤操作対策が立てられておりまして、安全の確保がなされております。

またとくに、わが国におきましては建家および機器類の耐震設計には十分な考慮が払われております。

さらに放射線管理面では、建家内の職域のモニター、それから作業員の個人モニター等に十分留意するのは当然でございますが、さらに施設の敷地外のエリアモニターも、環境保全との関係においていろいろ田島先生からのお話もございましたが、微量な放出放射能の影響というのを、どこまで正確に測定し、それから評価することができるか、という問題はたいへんむずかしい問題だと思いますがとにかく全力を尽くして環境保全につとめるべきであると考えます。

二番目に平常運転時の安全評価に関しましては、いま申しましたように、再処理施設の設計におきましては、各種各様の安全対策がとられておりますが、平常運転時においても軌動手順、プロセス諸変数に関する平常運転時の制限値あるいは異常検出レベル、平常停止手順、緊急停止手順等とを規定しました詳細な運転規則を定め、また規則自体の適時見直しによる改善、作業員の習熟訓練によるその遵守が重要だと思います。

またその管理上の問題といたしましては、直接プロセスの運転にかかわりますグループと、それから安全にかかわる、放射線安全および一般の安全管理グループおよび核物質計量管理グループというようなセーフガード関係の管理グループは、施設の責任者のもとで、異なるラインとして運営されるのが望ましいと思います。

環境保全に関しましては、放出気体モニター、廃液モニター、それから敷地外の放射線モニターさらには地下水モニターなどを十分に行なうことが必要でありまして、特にこれらモニター類のデータを整理、解析して、安全を確認するための公正な評価機関の設置が極めて重要であると考えま

す。

また実際の運転経験の蓄積に伴いまして、先ほどもお話にございましたが、軽水炉施設に対してと同様に、思想といたしましては、アズ・ロウ・アズ・プラクティカブルの考え方に基づきまして、放射性気体および液体の放出規制を行なうことも必要だと考えますし、さらに設計、運転の改善によりまして、将来はノーレリース・システムというような形へ接近していくべき努力も払わなければならないと考えます。

最後に第三といたしまして、事故時の安全評価について簡単に申し述べますが、再処理施設におきましては、設計段階から平常運転に至るまで十分な安全対策がとられておりますといたしましても、想定されます万一の事故につきまして、解析、検討を行ないまして敷地外における被曝線量が権威ある専門機関が定める線量限度より十分低いことを確かめる必要があります。

再処理施設の場合の考えられます事故といたしましては、溶解槽の臨界事故、分離第一抽出機における有機溶媒の火災、高レベル廃液蒸発缶の爆発、プルトニウム溶液蒸発缶の爆発、高レベル廃液貯槽における発生水素の爆発、気体処理セルまたは溶解セルにおきますウランとジルコニウムの反応による火災等とが検討されましたがその最大想定事故といたしましては、最初に申しました溶解槽の臨界事故と第一抽出機における有機溶媒の火災についてとくに詳細な災害評価が行なわれました。

また施設側といたしましては、万一の場合に備えまして、緊急退避計画、あるいは事故後の調査、復旧対策、あるいは万一被害を受けられる人などが出た場合の救助、医療対策、それから事故事の敷地外放射線モニター等々につきまして、施設所在地の関係機関とも十分に事前協議しておくことが必要であると考えます。

以上非常に簡単でございますが再処理施設の安全設計というようなことを申しました。つぎに少し長期的に見ました再処理長期計画と環境放射能の蓄積について、スライドを使ってご紹介いたします。

スライド(1)は大体ごらんのとおりですが、昭和６０年で約６０００万kw 、現状ではたぶん少し大き目ですが、こういう安全、あるいは環境問題を論ずるには、そういう意味では安全側をとっているということになりますが、点線で示しましたのが、いま現状ではやゝ無理ではないかと考えられます原子力発電の伸びでございます。

それに対して、必要となります再処理工場の設置計画というものを、まともにどこの国にも頼まないでやろう、ということにしますと、たちまち最初の２１０ t/年の第一プラントは満杯となりまして、１９８５年には第二プラントの完成、運転開始が必要である、ということになりますから、１９７５年のいま、第二プラントについて計画を始めなくてはならないとも言えるわけでございます。その他ごらんのとおりでございまして、5 t/日といたしますとその運転計画等が燃料の排出計画に伴って、やゝギザギザが出ておりますが、ともかく数年に一基のフルスケールプラントの建設が必要だ、ということになるわけでございます。

それではそのような再処理を行なって、環境がどうなるか、ということでございますが、１５年にわたる一基の１００万KWのＢＷＲは、最初に燃料を取り出しまして貯蔵したり、処理しますが、またつぎに取り出すというようなことになってきますと、最初のうちは燃料度が少しずつ上がる、

いわゆる非平衡燃料サイクルということになりますが、数年たちますと平衡サイクルになりまして、一基当り10^8キュリーぐらいたまってくる、ということになります（スライド(2)）。

スライド(3)は１９７０年から２０５０年ぐらいまでの非常に長期にわたって、一号プラント、二号プラント、三号プラントという再処理計画にしたがって再処理したとして、全量のクリプトン８５が放出されたといたしましたとき、ですから第一プラントはプラントのライフが２５年としてありましてそこで稼働をやめる、ということで、点々と下がっているのは、そういう意味を示しておりまして、それを総計いたしましたのが、一番上の点線でございます。

全蓄積量はごらんのとおり１９９０年には10^8、それから２０５０年あたりでは10^9キュリーに達する。キュリー数でいうと、ひどく膨大なように見えます。

二千何十年というところまで考えないで、差しあたって１０年程度でどうだろう、ということをちょっと検討してみますと、１９８５年までにおきますクリプトン８５の蓄積量は、5×10^7キュリー程度に達する、というようなことになります（スライド(4)）。

トリチウムにつきましては、１９８５年あたりでほぼ10^7キュリー程度になる、ということになります（スライド(5)）。

動燃の２１０^t/年およびフルスケールと言われている１５００^t/年の二つのプラントにつきまして、クリプトン８５の放出量が、年間最大放出量10^6とか、10^7 ^{Ci}/年でございます（スライド(6)）。

濃度は５$^{Ci}/m^3$で申しまして、左側にコックスと書いてありますのが大洗の気象条件を使いました最大値、それから１キロメーターと書いてありますのは、放出点からの距離１キロのところでの円周上の最大値を示しております。

濃度の下に年間被曝線量^{mrem}/年であらわしてありまして、種々の推算法で推算をいたしました結果があがっておりますが、ＩＣＲＰの全身というのはちょっと過大評価になっておりますが、そのほかは大体ほぼ同様の値を示しており、専門家の方に伺いますと、ヘンドリックソンの方法がリーズナブルだという方もあるそうでありますが、皮膚だとか、生殖腺、あるいは全身等を考えましても、そういう意味ではコンマなにがしから多くても１ ^{rem}/年、皮膚については１０ミリから数10ミリというようなことになっております。

そういう意味でここ１０年位ではたぶんクリプトン８５の除去の必要はないと思われますが、将来は先ほどお見せしましたようにまた蓄積量がふえていくわけでございますので、９０％ないし９５％ぐらいクリプトンはとれるならとろう、というような時代がそう遠くないと思われます。

それから最後に高レベル放射性廃棄物の永久処分の開発、これは左合先生がお話しになりますので省略しますけれども、スライドをいくつか持ってまいりましたので、大急ぎでご紹介いたします。

スライド(7)はバッテルノースウェスト・ラボラトリーで昨年の８月ごろ検討した結果でございますが、要するにわれわれ人類の生存圏から放射性物質を固化して処分してしまう方法といたしましては、全ＦＰを大げさな隔離処分をするということはたいへんでございますから、まず短寿命のものであるとか、比較的性質のいいものは、半減期の長いようなものと分別処理をして、それから地球外へ処分する、あるいは地球上で処分する、またはエリミネーション、消滅処理をする。大分け

しますとその三つになりますが、それをまた小分けいたしまして、２０数種類につきましていろいろ考えられる処分法を検討し、概念設計、所要開発費等を検討しております。

一例といたしまして、地下廃坑内で自然放熱をさせておく、というのがスライド(8)でございます。スライド(9)は同じく地下坑内ですが、人工的にトンネルを掘りまして、その中で水冷式の処分法でございます。

スライド(10)は海底埋没式というわけで、再処理から特殊な港へ固化した廃棄物を運び込みまして、それをまた特殊運搬船で運んでいきまして、国際的に合意が得られた海底に穴を掘りまして、それを埋めてしまう、ということでございます。

同様にして海の底といたしまして、極地氷原処分ということも考えられております（スライド(11)）。

それから地球外への処分としてロケットで打ち上げまして、一番安いのは地球へ舞い戻ってこないで、なるべく遠い地球軌道にのせる。一番激しいのは、太陽圏外へすっとばすとか、あるいはもっと確実な、しかし一番金のかかる方法としましては、太陽へぶつけてしまう、そんなところまで考えて、いろいろ試算をしております（スライド(12)）。

それからもう一つは、出てきましたＦＰの性質の悪いやつを、少し性質のいい、半減期の早いものに変えたり、そういう意味でもう一回照射いたしまして、消滅処分を考えることが可能であります。

スライド(13)に示したのがそれでありまして、当分の間はフュージョンはできないでしょうから、フィッション・リアクターへ戻してやって、うまく焼いてやれば、何とか処分が容易になるのではないかということでございます。

これらの各種のことを考えて、いろいろ試算をした結果を申しますと、開発資金といたしましては、１５０億円から３０００億円、それから開発の所要時間としては１５ないし２０年と予想しております。

しかしそれに対する原子力発電の伸びが巨大であるわけですから電力費の発電単価に換算しますと0.０２４ないし0.３４ $^{mill}/_{KWH}$で、要するに、もし経済的に、しかも大規模に実施できるとすれば、そう笑い話ではない、ということでございます。

たいへん時間を超過して恐縮でございますが、結論を申し上げます。

結論第一といたしましては、動燃一号プラントにおきましては、安全性および環境へのインパクトを考慮し、慎重かつ計画的に試運転、本運転を行ない、第二プラント設置のための技術的データを十分提供すべきであると考えます。

二といたしまして、環境モニタリングおよびその評価の体制を早急に確立すべきであります。

三といたしまして、ＡＬＡＰの考え方に基づいた立地指針を与えるよう努力すべきだと考えます。

四といたしまして、原子力発電計画に追随しまして、タイミングを失しないように、第二プラント以降の計画を進める必要があると考えます。

第五といたしまして、高レベル廃液の固化技術、さらにその最終処分技術を開発する必要がございますし、特に最終処分につきましては国際協力も含めて、早く見通しを立てていただきたいと思います。

最後に一言申し上げますが、こういう大規模な原子力発電計画というものに対しまして、アメリカのオークリッジのワインバーグ博士が二年ほど前に、いわゆるニュークリア・パークというものの構想を「ニュークリア・ニュース」という雑誌に発表されましたが、そのような考え方もわれわれは国情が違いますから、そのまま直輸入はできないと思いますが、その考え方を参考にいたしまして、長期的、総合的観点から原子力施設全体の立地計画を再検討する必要があると思います。

議長　清瀬先生、ありがとうございました。

それではパネリストの討論をお願いいたします。

まず社会的インパクトが非常にありますから、岸本さんからひとつ……。

岸本　岸本でございます。

非常に興味深いお話を賜ったんですけれども、特にこの再処理施設というのは非常に放射能が外部に影響しやすい、という条件をはらんでいるという意味で、いままでの発電原子炉よりずっときびしい施設になる、というふうに思います。それればかりでなくて、この再処理施設に向けて、各地の原子力発電所から使用済みの燃料を運んでいかなきゃならない。つまり使用済燃料の輸送の問題というのが、同じように重要ではないかというふうに思っております。

と申しますのは、１００万kW で先ほどの田島先生のお話によりますと、年3、40トンという数字でございますから、もし長期計画の昭和６０年に全国で６０００万kWの原子力発電がかりに実現するといたしますと、年間２０００トンという数字のものが日本列島を動き回る、というと、いささかオーバーでありますけれども、これをすべて海上輸送にゆだねるわけにいかないでしょうから、かなり人口稠密な都市もこういうものが通る、というふうなことも想定しておかなければならないのではないか、というふうに思うわけであります。

現在の原子力発電所の敷地、あるいは建設に対して、地元でかなり大きな抵抗が起こっております。それから「むつ」の騒動でもおわかりのように、こういう問題に対して非常に地元では神経質である。

そういう環境の中にこういうかなりな放射能をもっております物質があくことなく走り回る、というふうなことになりますと、これは以前からよほど考えておかなければならない問題ではないか。

ニュークリア・パークという構想は、私は実はよく知らないんでありますけれども、たとえば再処理施設というものをかなり大規模な原子力発電所のコンビナートがかりにできるといたしますとそれに並設する、そういうふうな考え方はできないものだろうか。

もちろん再処理施設というものは、ある程度の量がまとまらなければ採算線上に浮かび上がってこないんでありましょうから、その規模が問題になるだろうと思いますけれども、そういう意味で輸送の問題も含めて、この再処理施設をどういうふうに立地とからませていけばいいか、ということをもう少しご説明していただければと思います。

清瀬　輸送の問題はたしかにご指摘のとおりたいへんなことでございます。

ワインバーグのレポートの紹介を簡単にさせていただきますが、おおよそ１００年後たぶん世界の人口は１５０億くらいでレベルが落ちつくであろうとして、熱出力で３０００億kW ぐらいの必要エネルギーの大部分が、５００万kW 規模の高速炉でまかなわれた、という前提のもとで、ちょ

っと夢物語的スペキュレーションをいろいろしているわけですが、輸送につきましては、世界中で年間輸送容器の必要数、照射済燃料輸送容器の数は年間２１０万個。日本がそのうちの何％を持つかわかりませんが、とにかく万個ということになろう。そして世界的に見て、輸送日数は数日と考えますと、常時世界で３万６０００個の照射済燃料輸送容器が何らかの形で海上輸送陸上輸送されている、というような感じのことだそうであります。

日本の場合、輸送容器につきましては、原子力委員会で輸送容器の安全設計につきましては、ＩＡＥＡの設計基準を参考にしてつくったわけでございますが、実際の輸送管理につきましては、私も必ずしもこうすべきだとか、具体的なことがきまっていないように考えます。

そういうふうに考えますと、先ほどのニュークリア・パークという考え方を、この国でどう取り入れるか、ということはたいへん高レベルの政治的判断が必要になると思いますが、そうかといって、発電所があちこちにでき、それに追随して再処理工場が無計画にあちこちにできる、ということは、その輸送の面からも許されない、ということは確かだと思います。

田島　ごく簡単なことを伺います。アメリカの環境庁が再処理工場に対して１５ミリレムという制約を出しておりますが、それは適当な数字とお考えになりますか、それともまだそこまで判断がいってないですか。

清瀬　ただいまの時点ではわが国はもちろん、アメリカ、その他諸国におきまして、再処理施設なるものの設計自体は、大体ピュレックス法を使う、という点につきましては一致しており、各国のを見ておりますと、標準化というのはちょっと大げさですが、施設の標準化はある程度はできているとは思いますけれども、しからば十分な運転経験があるか、特に完全に平和利用だけに限った、アメリカなら民間再処理事業、ＮＦＳが数年前に運転を開始しましたが数年でちょっとミスをやって、いま拡張工事と含めて運休です。それから第二号民間プラントと言われておりまして、昨年フル運転を開始する計画になっていた第二号プラント、GEプラント、これも設計上のミスをやって……。これはたいへんわれわれにとってはショックですが、実際アメリカを見てもそういう意味でコマーシャルなリプロセッシング・プラントは現在は運転していないわけです。

それからわが国においては、原研で非常に小規模な試験をいたしまして、そのプルトニウムが分離できる、というテストはいたしましたが、少し大規模な工業規模での運転経験は、うまくいって来年からという時期でございますから私はこの数値をきめる根拠はまだないのではないかと考えます。この数値自体については、私は放射線影響の専門家ではございませんので、そういう意味から妥当であるとか、妥当でないとかは、私の立場から申し上げられません。きめるだけの経験がないだろう、という感じがいたします。

議長　どうもありがとうございました。

それでは時間の関係もありますので…つぎに入りたいと思います。

今後増加するプルトニウムの利用に関しまして、その取り扱いと安全の問題について、松岡先生からお願いいたします。

松岡　放医研の松岡でございます。

私は環境の専門家でも何でもないのでありますが、プルトニウムを使った生物実験をずっと続けている関係で、１０年近くプルトニウムを見続けてきた自分の感じから、この問題をお話してみたい

と思います。

まず最初にプルトニウムの利用について考えてみますと、プルトニウムの産業利用は、他の放射性物質の場合とは違って、わが国では全く原子力施設の内部のみに限局されていることであります。プルトニウム２３８などの医学、工学利用というものは、期待はされておりますけれども、現実には全く行なわれていませんので、プルトニウムの環境問題といえば、現在のところまず職業環境ということになります。そして一般環境にはまだ目があまり向いておりません。

現時点でプルトニウム取り扱い施設内での職業人での被曝が一番重要な問題となっているわけで、施設付近の住民と一般公衆の間には、プルトニウム被曝に関して差は認められておらず、その被曝の原因は施設からのプルトニウムの放出ではなくて、核実験のフォール・アウトに由来するものが大部分と考えられております。

しかし、将来とも一般公衆が原子力施設由来のプルトニウムと無関係であり得るか、ということに関しては、プルトニウムの取り扱い量の大きさから考えて、大きな難問がございます。

つぎにプルトニウムに関する環境問題の特色について考えてみたいと思います。

プルトニウムに関する環境保全の問題は、正直にいって職業環境を除いて、大きく取り上げられたことはありませんでした。したがって、まだ手遅れというわけではございませんが、それだけに今後真剣に考えていかなければならない問題であると、私は考えます。

なぜならば、取り扱い施設の増加に伴って、施設間の輸送、廃棄物の取り扱いなど、プルトニウムを施設内だけに完全に閉じ込めておくことは、ほとんど不可能になると考えられるからであります。

従来原子力に関する環境問題の主要な放射性核種は、セシウム１３７、ストロンチウム９０、ヨウ素１３１、クリプトン８５、そしてトリチウムなどでありました。

プルトニウム２３９は、これらの核種とは放射線の種類、半減期、医学的性質、生理学的性格に関して非常に異なっておりますので、それの環境問題は、従来われわれが考えていた代表各種の場合とかなり違った形でとられるわけでございます。

スライド(1)は、従来の各種とプルトニウムの半減期と消化管からの吸収の割合の違いを示したものでございます。

まず第一に、プルトニウムの人体への最終経路は、他の各種のように食物連鎖、いわゆるフード・チェーンを介する割合が非常に少なくて、量的評価が最も困難なプルトニウム汚染ダストの吸入が最大の問題である、いうことであります。

その理由は、このスライドに示しましたように、プルトニウムの消化管からの吸収が0.００２％と非常に低いことから、プルトニウムで汚染した食物を体内に摂取したために起こるプルトニウムの摂取は非常に少なくなるわけであります。

スライド(2)のように蛋白性食品と植物性の食品のほうに由来する場合が多い、ということであります。

一方、空気中にダストとして浮遊したプルトニウムが吸入され、また一度地表面に落下したものが風によって再び浮遊する、すなわちリサスペンションという空気汚染が起こります。

そしてその汚染ダストが吸入されて、いわゆる肺の被曝を受けるわけでありますが、プルトニウムの場合、空気汚染とルーズな表面汚染というのが特に重要視されるわけであります。

したがって、この点に関して、先ほど田島先生からお話がありました、いわゆるタンプリン提案では、このリサスペンション、風によって舞い上がる比率を10^{-4}と仮定して、最大許容表面濃度の非制限区域に対する値として、ホットパーティクル1個、1m^2当りというものを提案しております。

こういうように地表面がどれだけ汚れたか、ということが重要な問題になるわけであります。

プルトニウムの吸入されたものは、その粒子の大きさによっても異なりますが、1ミクロン以下の粒子形のものでも、数10%がそのまま肺に沈着し、その生物学的半減期は、人間の場合約500日くらいと言われております（スライド(3)）。

つぎにプルトニウムはいったん体内に侵入しますと、経口的に血流に入ったものでも、吸入摂取のものでも、体内残存量および残留性が著しく高く、非常に長い間体内にとどまります。

スライド(4)はネズミで調べたいろいろな放射性核種の体内でのとどまり方ですが、ごらんのようにプルトニウムには非常に長い間とどまっている、ということがわかります。

こういうような性質と物理学的半減期の長さが24,400年というような非常に長い半減期とが相まって、体内被曝線量はほとんど一定で、一生の間照射続けることになります。

このことはプルトニウムの場合一度体内に摂取すると、線量的にはたとえその仕事をやめても、あるいはその環境から遠ざかっても一生の間重荷を背負っていく、ということになります。つまり線量預託、コミットメントという点でほかの核種とは全く異なる重要性があるわけでございます。

第三に、プルトニウムは体内に入ってからの移動が複雑で、非常に長い年月の間に体内の臓器の相互の間で移り歩きます。これをトランスロケーションと申しますが、それによって肺から肝臓、骨、腎臓などのいろいろな臓器に移り、いわゆるクリティカル・オルガンが単一ではなくて、多種類の臓器親和性ということになります（スライド(5)）。

したがって、その生物学的危険度の評価というものは、条件によってその係数が大幅に異なります。したがって、精度の高い危険度の評価はきわめて困難となります。

さらにプルトニウムがアルファ放射体である、という性質から、線量分布の点で、またアルファ線の選出効果が生物効果としてあらわれた場合に、回復現象が認められず、損傷がそのまま蓄積されるということから、生物学的な影響は一生の間積み重ねられる、という特異な性格をもっているわけであります。

最後にプルトニウムの場合、一番問題になる吸入摂取では、浮遊性のプルトニウムの肺、肝臓などでの不均等分布とそれによる不均等照射の生物の効果についての評価は、非常に議論の分かれるところでございます。

最近タンプリンの提案では、この生物効果に関して、ＩＣＲＰが従来提唱していた不均等分布の場合でも、均等分布を仮定して、その線量で評価する、という考え方を真っ向から否定して、その危険度はＩＣＲＰに比べて10^5倍高いということであります。

その是非に関しては、タンプリンとＡＥＣ研究者の側で、激しい論争が繰り広げられまして、反

対者側は実験的、理論的考察によって現行の考え方が決して間違っていない、ということをWASH１３２０、あるいはLAMS レポートというような形で反論をしております。

以上のようなプルトニウムの特性から、プルトニウムの環境汚染に関しては、非常に注意深く監視する必要があるとともに、その生物学的な危険度を評価するための基礎研究をいまから十分に進めておく必要があります。そうでないと、問題が起きたときにはもうすでに手遅れで、原子力開発に重大な影響を与える、ということになると考えられます。

つぎにプルトニウムによる一般環境の汚染の現状について申し上げます。

プルトニウムの水系、陸系の汚染の現状は、いろいろな研究機関で研究はされております。しかし、ハンフォード・シンポジウムなどの報告を聞いた限りでは、いずれもディテクタブルなレベルで測定値は広範囲に認められておりますが、その原因が世界的な広がりをもった核実験によるフォール・アウトに由来するものが大部分であります。

しかし水系ではストロンチウム９０やセシウム１３７よりもすでにある種の生物では線量寄与がプルトニウムのほうが大きいと言われておりますし、また陸系においてもプルトニウムはすでに広範囲に地球上に存在していますが、有害な影響を考えるまでには至っていないということであります。

つぎにわれわれ人類におけるプルトニウムの体内汚染の状況の追跡について申し上げます。

現在人類が持っているプルトニウムの被曝の体験は、おおよそ三つに分類されます。一つは原子力施設作業者の事故被曝であります。ついで職業被曝、そして一般公衆の核実験由来のフォールアウトによる被曝でございまして、原子力施設からのレリーズによる周辺住民のプルトニウム被曝はまだ実証はされていないと考えられます。

事故被曝については、古くは原爆製造のマンハッタン・プロジェクトで約２５名の人が、また１０年前のロッキーフラットの火災で２８名の人が、最大許容量をこえるプルトニウムの被曝をしております。

これらの被曝者集団をそれぞれ３０年、あるいは１０年にわたって追跡調査されておりますが、まだ一例もガンの発生を見ていません。

その他の職業被曝者では、解剖例では非職業人の数十倍ないし数百倍の臓器含量をもっている者が明らかにされています。

米国ではこれらの超ウラン元素の被曝者の国家登録というのを、数年前から実施しております（スライド(6)）。そして原子力産業界全般の非常に積極的な協力によって、１９６８年の正式発足後、現在までに約５８００人のプルトニウム取り扱い作業者のうち６５％にあたる３８８０名が登録に参加し、そのうち２０％をこえる８１７名の人が、生前に近親者とともに自分の死後の臓器の解剖の許可を与えております。そしてそのうちすでに４５名が解剖によって、プルトニウムの臓器含量が調べられております。

米国ではこの国家登録を行なう前に、すでに３００例の臓器含量の測定値をもっていると言われております。

さらにアメリカはこの超ウラン元素の被曝者登録を、国際登録とすることをずっと以前から提案し続けておりますが、現在ではまだその実現はしておりません。

このような緻密な、また、地道な努力を、原子力産業界自体が行なっている…ということは、わが国が学ぶべき態度ではないかと考えられます。

最後にプルトニウムの生物学的な危険度研究の必要性について触れたいと思います。

プルトニウムの生物学的毒性に関する研究は、米国およびソ連を中心に世界の先進国でかなりの重点をおいて、長年月にわたって行なわれておりますが、内容的には大別して、一つは職業被曝、特に事故被曝に関する医療的な処置の基礎、または体内被曝線量のための生物学的基礎研究というものとでありまして、もう一つはプルトニウムの人体に対する影響、特に低レベルのプルトニウム体内被曝の晩発性効果を評価するための実験的基礎研究であります。

たとえば米国ではプルトニウムに関し、四つのかなり大きな生物学的なプロジェクトが、この研究に20数年間の努力を、多数のビーグル犬を使って積み重ねています。

ソ連はこれとは別に独自の危険度評価の体制をつくるために、独立してこの種の研究を押し進めております。

フランス、ドイツ、イギリスはこれに反して、どちらかといえば事故対策、具体的な面での基礎研究を重要視して、それぞれの研究を強力に進めております。

この点残念ながらわが国は先進国中で最低のレベルと言わざるを得ないのであります。その理由はいろいろ考えられるのでありますが、まず第一に安全の基準となる生物学的基礎データを、自前でつくろう、という姿勢がわが国には殆んどなく、すべて外国のデータに依存しようとする安易な考え方が強いことであります。

第二に、事故時の具体的な対策を研究することが、何か施設そのものが不安全だ、という感じを与えると恐れ、事故はほとんどあり得ない、という形で安全性を説明しようとするわが国独自の考え方のなせることではないかと思われます。

事故がかなり起きてて、方全の対策がこのようにとられている、ということを工学的な面だけでなく、生物学、医学的な面でも証明して見せて、それで安全を説く、ということが行なわれない限り、わが国の安全面での後進性は克服できないのではないかと考えます。

議長　ありがとうございました。

それでは岸本さん……。

岸本　現在プルトニウムは一応別といたしまして、われわれの周辺にあります色々な公害の材料、特に水銀とＰＣＢ、それから塩素系の農薬、この三つがかなり重大な問題になっているのは、水銀やＰＣＢや塩素、そういったようなものは煮ても焼いても食えないので、そのためにそれが第二の自然になっている、ということであります。

そういうふうに考えてまいりますと、プルトニウムの場合は、ほかのストロンチウムなどに比べますと、非常に半減期が長いし、それから生物に対する大きな効果という面から考えましても、ほかの核種よりか、かなり危険ではないか、というふうな印象をいまのお話から受けたわけであります。そこで考えられますのが、水俣病が発生して、それからしばらくしまして、今度は新潟県の阿賀野川でまた同じようなことが起こった、そういうことを日本では繰り返した、ということであります。そこで、こういうふうなプルトニウムという将来非常に大きな汚染が予想される量は非常に少ないかも知れませんけれども、影響力の非常に大きな汚染というものが想定されている、ということ

であれば、日本は世界でも最も優れた公害国である、という汚名をきているわけでありまして、そういう意味からもこのプルトニウムの安全性というものを、どういうふうにして考えればよいか、ということを当然考えるべきではないか、というふうに思うわけであります。

先ほどの、特に結論のところにありますように、安全の基準となる生物学的な基礎データを自前で作ろう、という姿勢が日本にないというふうなこと、それから特に事故の具体的な対策を研究することが、何か不安全だ、という印象を与えるために、事故を殆んどあり得ないような形で扱いたい、というふうな独自の思想がある、という点で指摘されております。

これはまことにどうも情けない話で、日本がこういうプルトニウムについてこれから研究開発していかなければならない、ということは、たぶん今世紀の末に実用化されるであろうと言われております高速増殖炉の時代を迎えますと現在のプルトニウムの扱いの程度ではとてもすまないわけであります。しかもその高速増殖炉というものについては、動燃事業団という立派な機関ができて、着々とそういう研究を進めているにもかかわらずプルトニウムの研究について、こういうような姿勢が専門の学者からなお指摘されなければならない、ということは、一体どう考えたらいいか、ということであります。

これは別にプルトニウムの問題ではないかも知れませんけれどもこういう研究を取り巻く環境というものは、この際もう少し多面的に掘り下げて考えておかなきゃならない…。

たとえば学者がそういうふうな警告をあげても、それを取り入れるような組織なりがないのか、ということにもかかわるでありましょうし、あるいはそういう研究に対して、金を出す側のものの考え方がどうもそぐわない、という問題もあるかもしれません。もう一つはこういう色々な研究者がいらっしゃる、その研究の情報というものが集約されて、一つの形になりにくい。科学技術の情報の交流という面でも、非常に大きく欠けるところがあるのではないか、というふうな気がしてならないわけであります。

ですから原産大会みたいなこういう場を機会にいたしまして、いろんな面からこういう問題を煮詰めて、ただ一人一人の専門家が自分の意見を出しっぱなしで終る、ということではなくて、さらにこれをどういうふうに集積して、一つの形にもっていけば、何らかの前進的な発展になるであろうか、というふうなことを討議する場が当然あっていいのではないか、というふうに思います。

議長　ありがとうございました。

松岡　私、ちょっとつけ加えさせていただきますと、いま生物学的な問題に関して、自分でやろうとする姿勢がないと言ったのは、これは日本のことだけでありませんで、原子力あるいは放射線の分野での一つの特質だと言えると思います。

と申しますのは、放射線の分野ではＩＣＲＰというような国際的な機構ができて、考え方とか、基準とかいうようなことは、非常に進んでいる半面、各企業なり、あるいはその実施機関が生物学的安全性に関して、実証して見せるということが一つも要求されてないからであります。

たとえば医学物質とか、あるいは医薬品、その他のほかの物質を取り扱う産業は、現在ではすべてその新しく作った物質の安全性を、自分で生物実験までして実証して見せる義務を負っています。ところがこと放射線に関しては全く生物学的なことに関する実証の義務というものをもっていない。そこがほかの分野と比べてみると何か理論的に頭でっかちで、その基礎ができていない、というよ

うな感じを、最近私はほかの分野の方々とこの安全性評価の問題で議論するたびごとに感ずるような気がします。

議長　どうもありがとうございました。

このプルトニウムの問題は、先ほど田島先生の講演にもありましたし、いまの岸本さんの問題提起は基本的な問題に入っていると思うのでありますが、これはひとつ問題提起という意味で、非常に重要に考えていきたいと思います。

つぎの問題に入らせていただきます。

原子力開発における緊急な課題の一つである放射性廃棄物の処理・処分の問題につきまして、左合先生、ひとつよろしくお願いいたします。

左合　私、都立大学におります左合でございます。放射性の廃棄物の処理・処分について、私の意見を申し上げさせていただきたいと思います。

原子力産業と環境問題ということを考えますと、最終的には原子力産業から出てまいります放射性物質を含んだ廃棄物をどのように処理・処分するか、ということが、環境を保全していきます上に非常に重要な問題である、ということはよく皆さま方ご承知のことであります。

これは何も原子力産業だけの問題ではなくて、いわゆる生産、消費の過程におきましては、必ず廃棄物というものが出てきて、そのあと始末をキチンとやらないために、今日のような環境破壊が起って、いわゆる公害問題として大きくクローズアップしてきておるわけであります。とくに原子力産業の場合には、放射性物質を含んでいるが故に、非常にたいへんなんだ、重要なんだ、ということ、これはよく理解されておるわけです。

ところが理解はされてはおりますが、そういう危険なものであるが故に、さて、どうしたらいいかという実行の決断がついていないというのが現状ではないかと思うのです。

そのときに放射性廃棄物として一番問題なのは、先ほどからお話がございましたように、再処理工場から出てくるいわゆる高レベル廃棄物をどうするか、ということであります。

現在世界各国ともこの問題には注目をいたしまして、非常に努力されておるわけでありますが、日本は幸か、不幸か、まだ再処理が稼働いたしておりませんので、そういう高レベル廃棄物が出てきておりません。

将来わが国におきまして、再処理を含めまして、燃料サイクルを完結する、という意味になりますと、これはどうしても考えなければならない問題である、ということは事実でございますから、いまからその問題に関心を払うことは重要でございます。現実の問題といたしましては、現在原子力発電所、あるいは原子力施設、アイソトープの利用、その他からいわゆる低レベルの廃棄物というものが相当でてきております。

現在これを最終的にどうするかという国の方針が決まっていないままそういう施設のサイトにそのまま保管をされておる。貯蔵をされておる。

これがアイソトープのほうの利用から申しますと、ドラムかんに詰めましたものが約3万本、それから原子力発電所のサイトに約2万本すでに蓄積してきておるわけでございます。

今後この原子力産業が計画どおりに進展してまいりますと、数年後には非常に大きな数になってくるわけです。

ですからいまこそここで決断をいたしまして、これをどういうふうに処理・処分するのか。要するに処分の方法がきまらなければ処理の方法がきまらない、ということでありまして、どういうふうに処分する、ということがきまって、初めてその処分に適した処理方法というものが取り上げられるわけでありますから、まずその処分をどういう形でするか、ということを決定していただく必要があるわけです。

それではそういうことは大事だということを知りながら、大事な問題であるが故に決断をしていない、ということでございますが、いままで何もしていなかったというと、決してそうではございません。大事な問題であるだけに従来非常によくわが国におきましても検討されて、諸外国の情報も十分にキャッチしておるわけであります。

したがいまして、現状と対策ということで、現在までの状況を簡単にご報告いたしますと、すでに皆さまご承知かと思いますが、昭和３６年に原子力委員会に放射性廃棄物専門部会というものが設置されまして、３９年にその基本的な考え方が提示されております。それで残念なことには、そういう基本的な考え方が提示されましたが、その後何ら具体的な動きがなかった、ということであります。

そこで昭和４３年に原子力安全研究協会は固体廃棄物処理専門委員会というものを設置いたしまして、以来この問題について調査・研究が続けられておりまして、関係当局に対しましては、しばしば提言が行なわれております。

そういったような状況を踏まえまして、科学技術庁原子力局も原子力発電所等に蓄積される固体廃棄物の処理・処分方法を具体的に立案しよう、ということで、昭和４４年に放射性固体廃棄物処理処分検討会というものを設置いたしました。４６年に膨大な報告書を作成いたしております。

この報告書が原子力委員会におきますところの昭和４７年の原子力長期計画、昭和４８年の環境安全専門部会におきます報告書作成のベースになっておるわけでございます。

この環境安全専門部会報告書にはどういうことが報告されておるかと申しますと、簡単に要約いたしますと、まず第一にスラッジのような、いわゆる低レベル廃棄物でございますが、これをセメントで固化して、これを試験的に海洋にまず投棄をしてみたらどうか、これはその当時としては、昭和５２年ごろからそういう試験的投棄を行なうべきだと、その海へ投棄いたします投棄体に対しましてもいわゆる暫定基準というものが作成されたわけでございます。このような暫定基準に合格する投棄体であれば、試験的に投棄を開始すべきである。試験的海洋投棄を行なうためには、もちろん事前に安全評価を行なう必要がございます。そのためにも５２年からそういったようなことを開始するとすれば、５０年、今年ごろからはそういう安全評価に取りかかる必要がある、ということを提言いたしております。

二番目といたしましては、それよりも少しレベルの高い使用済樹脂のような、いわゆる中レベル廃棄物というものは、当面施設内のタンクに貯蔵しておく。それから再処理工場から出てくる高レベルというようなものも、細心の注意を払って、当分はタンクに貯蔵すべきである、というふうに考えられております。

それから三番目といたしましては、海洋投棄に適しないような、いわゆる低レベル廃棄物はドラムかん詰めにして、やはり貯蔵する施設がいるだろう。

それから四番目といたしましては、放射性廃棄物の処分というものを安全に実施いたしますためには、この事実の公共性がきわめて高い、ということ、それから莫大な費用がかかるということ、それから国際的な責任が重い、ということなどを考慮いたしますと、どうしても一元的な機関を設立する必要がある、ということを提言いたしております。その機関を設立するにつきましては、もちろんいわゆる排出者責任という原則は貫くべきであるけれども、その設立には国が積極的な役割りを果たすべきである、というふうに述べられております。

以上のような経過を経まして、科学技術庁の原子力局におきましては、特別立法によりますところの放射性廃棄物処理処分センター、これは仮称でございますが、そういうものを政府と業界の共同出資で設立する準備が進められております。

このセンターは原子力施設から排出される廃棄物を処理・処分するとともに、ＩＡＥＡ、あるいはＮＥＡならびに関係諸外国と協力をいたしまして、この放射性廃棄物の処理・処分方法の研究開発をも推進していく、という考え方をとっております。

それからまた一方、まだ稼働はいたしておりませんが、近く施設が完成をし、稼働へ入ろうとしておる再処理工場から出てくる、いわゆる低レベル廃液、これの沿岸放出に関しましては、安全研究協会に放射性廃液海洋放出調査特別委員会というものが設置されまして、昭和４１年から５年間にわたりまして調査、研究が行なわれたわけでございます。

この放射性廃液を沿岸海域に放流する場合には、基本的な考え方は、別に昭和４３年放射線審議会に海洋放出特別部会というものが設置されまして、検討されております。

このようにわが国におきましても、最近ようやく放射性廃棄物の処理・処分の重要性というものが認識されまして、具体的な動きが見られるようになってきてはおりますが、従来はどうかと申しますと、日本原子力研究所においてもほとんど廃棄物の処理・処分に関する研究は行なわれておりませんし、科学技術庁の委託研究費で細々と研究機関におきまして行なわれていたにすぎなかったわけでございます。

ところが一方、欧米諸国を見るとどうかと申しますと、原子力研究所が中心になって強力にこの種の研究を推進し、その成果が着々と実施に移されておるわけでございます。

昭和４９年度からは幸いにいたしまして、放射性廃棄物処理処分センター、仮称でございますがその設立のために調査費が認められておりますので、官民が協力してこの設立準備をいまこそ急いでできるだけ早くこのセンターを設立して、その業務を開始する必要があると考えます。

この放射性廃棄物の処理・処分を実際に実施いたしますためにはまだまだわれわれが机の上でいろいろ調査、研究をし、勉強をしてきただけでは足りません。実際にやるとすれば、まだ多くの調査、研究が必要になってまいります。

なぜならば、その処分という問題は、その環境に適した方法をとらなければならない。ですからアメリカでやっている方法、あるいはソ連でやっている方法、イギリスでやっている方法がそのまま日本には適用できないわけです。いわゆる基本的には全く同じだと思いますけれども、その処分先によりましては、その条件を十分に配慮して、その環境、日本なら日本という環境を十分に踏まえて、その方策を立てていかなきゃならない。先ほど輸送のお話が出ましたが、廃棄物の処分をするについても、やはりその輸送の問題が起こってまいります。それをやはり日本は日本の現在の輸送

の状況というものを十分に考えて、方策を具体化していかなければいけない。具体化していくためには、幾多の問題がまだ残されております。

そのためにも一日も早くそういったセンターを設立して、そういう具体化の調査、研究の立案を進めていただく必要がある、ということを強く感じておる次第でございます。

したがいまして、日本原子力研究所とか、あるいは動燃とか、そういったようなところと協力いたしまして、今日までのわが国での成果を踏まえまして、わが国の実情に即した具体的な処理・処分方法というものを確立していかなければならない、というふうに考えております。

時間もございませんので、私はただ一つ提言として申し上げたいのは、政府で廃棄物の処理処分センター、そういったような仮称の名前のものを考えておられますが、そういったようなものを実施する体制を一日も早く確立していただきたい。将来環境問題と関連して考えました場合には、一番大切なのはこの高レベル廃棄物です。

その問題もただ研究的に問題をながめているのではなくて、そういう実施をする体制の中で、具体的に取り上げてこの問題に真剣に取り組んでいただきたい。

とくに廃棄物の問題は国際的な協力と同時に、わが国の自主的な具体化に即した、具体化に向かった実験研究というものが必要であろう、ということを痛切に感じております。

簡単でございますが、私の話をこれで終らせていただきます。

議長　ありがとうございました。非常に具体的に、最も問題である廃棄物の処理の問題につきまして、ご提案、いろいろ聞かせていただいたんでありますが、これについて田島先生……。

田島　全く左合先生のおっしゃったことに同感です。

やるべき時期にきているのに、なかなか決断がつかない、とおっしゃったんですが、なぜ決断がつかないか、ということをちょっと考えてみますというと、いま松岡さんも日本では基準をつくるための自前の研究がない、ということをおっしゃったんですが、私は基準というのは非常に大きな意味をもっている、ということをこのごろ感じているわけです。今日は基準が非常に大きなウェイトを占めるお話をされたわけです。

この間私はソ連に行ってきたんです。アメリカでもそうですけれども、基準というようなものは環境保全なり、健康確保なりというものと、それから水準との間の接点になるところでありまして、そのためには基準に対して非常に権威をもたせてなければいけないわけです。

日本の基準も権威あると思っているんですけれども、とかく基準そのものが議論の対象になったり権威がないのではなかろうか、という面があるんです。研究にしろ何か実行するにしろ、非常に権威をもった基準がつくられないといけないと思うんです。

どうしたら基準に権威がもち得るのかというと、いま松岡さんがおっしゃったように自分でつくらないから、権威がなかなか出てこない。自信がないのではなかろうか。やはり安全研究、その他のものは自分でやらないと、なかなか自信が得られないのではないか、ほかの国でこうやっているから、それをちょっととる、というふうなことをなくすためには、やはり自分で研究をやらないとできない。そこへ自信がないから、やるべき決断も出てこない。

そういうふうな感じがいたしますので、基準というものを、私はもう少し重大視して見なければいけないんじゃないか、そういう感じがいたします。

議長　社会的インパクトから岸本さん……。

岸本　いま田島先生のおっしゃったお話で、非常に興味深いと思いましたのは、自分でやらなければだめだ、ということなんですけれども、一般的にこういうお話を伺っておりますと、ご説明の話の中に主語があまりないんですね。これは別に同時通訳の方に同情申し上げているんじゃないんで、つまりこれは一体どこでやったんだというふうなことがなくて、何となくそういうふうにされているとか何とかという表現が多いんです。そういう意味で、まことに日本の科学研究というのは、まだ後進性の段階にあるのではないか、というふうに思います。

議長　どうもありがとうございました。

いろいろおもしろい問題でございまして、ご議論があると思いますが、時間もありますので、この程度にさせていただきます。

それでは最後に遺伝の問題につきまして、田島弥太郎先生からお願いいたしたいと思います。

田島　国立遺伝学研究所の田島でございます。遺伝の立場から見た環境問題ということで、少し申し上げさせていただきます。

原子力開発の進展にともないまして今後に予想される環境問題のうちで、遺伝の立場から関心の深い問題としましては、放射性物質に原因する突然変異という問題がございます。

突然変異はいうまでもなく、一度発生しますと、それが正確に複製されまして、親から子、子から孫へと伝えられてまいりまして、発生しましてからずっとのちの世代になって、初めて障害をあらわす、という特徴がございます。

このために遺伝的障害は個人への影響としてではなく、互いに結婚が行なわれます集団、あるいは国民と申しますか、民族と申しますか、その集団全体の問題として受けとめなければならない、というものである。このことは皆さんご承知のとおりであります。

このような理由で、ＩＣＲＰでは放射線障害防止の基本的な考え方といたしまして、ポピュレーション・ドースというんですが、国民線量を用いること、その値を一生5レムとすることを、１９５８年の勧告において、初めて提案いたしました。それ以来、5レムという数字そのものは別にしまして国民全体としてこの問題を考えるという考え方は、各国の専門家の間に定着してまいりました。

国民線量5レムというのは、人が生まれましてから、平均生殖年令に至るまで、これは最近では幾分若くなっておるようでございますけれども、子どもを生むまでということで平均いたしますと大体世界共通して３０年ということになっております。その間に受ける集積線量でございまして、一年当りになると、平均１７０ミリレムということになります。

このほかに先ほど田島教授からお話がございましたように、ＩＣＲＰは公衆の構成員の線量としまして、作業者の許容量の1/10、すなわち施設周辺で一年当り５００ミリレム、しかもこの量をできるだけ低くするように努力すべきことを提案いたしました。

ところで原子力発電施設などからの公衆の放射線被曝予想線量を上にのせました国民線量、あるいは施設周辺の公衆への線量限度、あるいはわれわれが自然界から受けておりますナチュラルなバックグラウンド線量、そういうものと比較いたしてみますと、言うまでもなく、その値はたいへん小さいということでございます。

スライド(1)は非常に仮定ばかり入って計算しておりますけれども、かりに原子力産業従事者の国民線量への寄与というのを、こういう過程で計算してみました。原子力産業の従事者が一応２０才から４０才までは子どもを生む、ということで、その人たちが5万人いる。５０施設、一カ所1000人という私のかつての計算なんですけれども、５万人とする。それから１億１０００万人の国民の３４.２４％が２０才から４０才の人になります。これは昭和４８年の統計です。そうしますと、３８００万という数になります。これを数にしまして、２０才から４０才の年令の人に対する平均一人当りの線量の寄与というものを計算してみますと、1.3ミリレム。

田島教授はいろいろご専門に計算されましたんで、こういう計算の仕方ではいけない、というご意見もあると思います。

もう少し別な計算をしますと、０才から３０才、あるいは４０才それまでの年令の人ということで分母をとりますと、この1.3ミリレムというのはさらに小さくなりまして、0.6ないし0.7ミリレムくらいになりますが、少し多目に押えても1.3ミリレム程度が産業従事者からの国民線量への寄与だ、ということになります。

スライド(2)は施設周辺の住民からの国民線量への寄与を示すものです。これも非常にアサンプションが多いんですけれども施設数が一応５０カ所になるとする。それから5キロまでを一応周辺として、その間に3万人の人が住んでいる。それからその3万人の生殖年令までの人は、この際は特に0から3、4才というのを統計の便宜上とりましたんですが、そうなりますと、６０％になりますので、１万８０００人という人が国民線量への寄与ということで放射線を受ける。その場合に施設周辺では限度が５００ミリレムということになっておりますが、平均２００ミリレム年間ということで受けたとします。これは少し軽いかもしれませんが……。国民全体で同じ年代の人をとりますと６６００万人でございまして、3ミリレムということになります。

このようなアサンプションだけからいきますと、職業人よりもむしろ施設周辺の住民からの国民線量への寄与というほうが多くなる。つまり環境問題というほうが非常に大きな国民線量への寄与をするということになります。

これは非常にアサンプションだらけの計算でございますから、いろいろご異論もあるかと思います。

こういうことで環境への放射性物質の放出というのはできるだけ減らすべきだ、ということはあらためて申し上げるまでもないことです。

先ほど田島教授からお話がございましたように、軽水炉については、一般大衆への線量限度を年間５００ミリレムとなっておりますのを5ミリレムまでは減らせる、そういうことが可能である、ということでございます。かりに5ミリレムが達成されないとしましても、私がいまここに仮定しました２００ミリレムを$\frac{1}{10}$にして、２０ mrem/年ということに引き下げられたとしましても、国民線量への寄与は0.3 mrem/年という程度にすぎない、ということになります。

ところでこの放射線よりもはるかに大きな影響を与えると考えられるものがございます。これも先ほど田島教授がお触れになりましたが、われわれの環境に存在する化学的な物質で突然変異を生ずる原因になるものがかなりある。それをわれわれは化学的突然変異源あるいは環境突然変異源と申しております。

生活の近代化、あるいは化学工業の発展に従いまして、われわれの生活環境にはさまざまな化学物質が存在するようになってまいりました。

これらの中では医薬、農薬、あるいは食品添加物、それから工場、自動車、暖房などの排煙、それから食品や飲料水の混合物。工場作業中に作業員が接触するいろいろな化学物質、そういうものの中にはかなり強力な突然変異性をもつものが知られている。現在アメリカの登録によりますと、約６００種類の化合物が突然変異性をもつことが知られております。

これらの化学物質の突然変異効果につきましては、まだ十分の研究はなされておりませんけれどもこういう試みがなされております。それは突然変異効果の大きさを、それぞれの物質について放射線と比べてみる。そしてそれを放射線当量であらわす、ラディエイション・エクイバレント・ケミカル、ＲＥＣ（レック）と言っておりますけれども、これであらわす、という試みが行なわれるようになりました。そして全体の突然変異への効果をラッドなり、レムなりで表現していこう、こういうことでございます。

いままで行なわれましたものはわれわれの環境でふだん接触するようなものではございませんが、マウスを使いまして、突然変異の発現率に関して、化学物質と放射線とを比べます。そうしますと強力な突然変異剤を体重１kg当り５０ミリグラムマウスに投与いたしますと、これは６００レントゲンの放射線に相当する。つまりこれを１ mg/kg、あるいは１ＰＰＭに直してみますと、１２レントゲンに相当する。

それから普通の制ガン剤として使われておりますマイトマイシンＣを体重kg当りに5.25mg投与して、２００ないし３００レントゲン。これを体内の濃度１ＰＰＭにしますと、４０ないし６０レントゲンに相当する、というデータが出てきました。

いろいろな物質について、こういうＲＥＣという数字が求められるようになっております。

いま申し上げました突然変異というのは、染色体の移動でございますけれども、遺伝子の突然変異については、まだそういう仕事がなされておりません。マウスで遺伝子突然変異の検出をする、被曝物質の突然変異作用の検出をする、ということが非常に困難であるためにまだなされておりません。

ただ、私がこういうものについてカイコを使いましてやってみましたところでは、ＥＭＦとか、マイトマイシンＣの突然変異効果はマウスの場合よりも１０倍も高い。つまりラディエイション・エクイバレントが３けた、１００台にのぼっている。１けたマウスよりも高い、というデータが得られております。

このような物質は、普段われわれが接触するものではございませんので、もう少し身近な問題でこういう例を申し上げたほうがいいと思います。

これも本来ならばマウスについてのデータがいいと思うんですけれども、それがございません。世界的にまだ得られておりませんので、私の手もとでご承知のＡＦ$_2$ これは日本人が昨年まで食品添加物として、広く利用した物質でございますが、このＡＦ$_2$ についてこれが放射線のどのくらいの量に相当するか、というものをカイコを使いまして、実験したデータがございます。

それからどのくらいの国民線量に当たるか、ということを計算してみたわけですが（スライド(3)）、カイコを体重１グラムに１マイクログラム、つまり１ＰＰＭの体内濃度でＡＦ$_2$ を与えますと、58

ラッド相当の突然変異が起ってまいります。

それからこれは日本人の平均体重５０キログラムということで、計算することになっておりますが日本人一人に５０ミリグラム与えますと、１ＰＰＭという濃度になる。

ところでいろいろな実験の際にわれわれは効率の計算で、ファクターをアキュムレートしなければなりませんけれども、食品中にＡＦ$_2$を加えますと、生産のときに加えた量から貯蔵していく間にディケイが起こります。それが実験のデータでは3/100ないし6/100に落ちる、ということになりますが、少し安全性を見積りまして、1/100、つまりファクター１００というふうに整理しました。

それから私どもはカイコに注射した、ＡＦ$_2$は人が食べるものである、というようなこと、それから注射と経口投与の違い、それからカイコの体内と人の体内での違い、そういうことを考慮しまして、やはりカイコの実験よりも1/100人の場合にはきき方が悪いんだと、ここでもファクター１００ということで計算しますと、つまり上の実験データの1/1万が人間に突然変異を起こす強さである、というふうな前提をおきます。昨年までの1年間４トンのＡＦ$_2$がつくられた、それが国民１人当りでどの程度になるかと計算しますと、4.6ミリレム。

これはアサンプションだらけです。こんな数字はどこまで信用できるかわかりませんけれども、一応計算だけしますと、こういうふうになります。そうしますと、これは日本人が食品添加物のＡＦ$_2$だけから受けてきた放射性の被曝の総当量なんです。

このほかに先ほど申し上げましたいろいろな化学物質に、われわれは平素さらされているわけでございまして、その量がどのくらいあるか全くわからないわけです。これはＡＦ$_2$というたまたま非常に突然変異性の強いものをわれわれが使っていた、ということがこの例になったわけです。その要素がかりに１０倍ということになりますと、約５０mrem/年というのをわれわれは他の物質から受けている。私の計算が１けたくらい間違っておったとしましても、５ミリレムということになります。先ほど申し上げました原子力発電によります単なる被曝量の国民線量計算に比べて、ほかのファクターのほうが大きいということがおわかりと思います。

そういう意味で、日本ばかりでなくて、世界の遺伝学者は原子力平和利用をやるためには、それ以外の環境による被曝突然変異の量を減らさなければならない、というところに目を向けて、それをどうやって減らしていくか、ということにいま大きな力を注いでいます。

それからここで言うまでもないことでございますけれども、このほかにわれわれは医療、メディカルなエクスポージュアーとしまして日本ではいま現在約２７.５mrem/年の被曝を受けているわけです。もちろんこれは健康維持ということで、非常に大きな利益をもっておりますけれども、工夫の仕方でもっとこの量を減らすこともできるだろう。そういう点に、やはり努力をしていただきたい、というふうに考えておるわけです。

これだけ申し上げますと、皆さんご安心なさってしまうんじゃないかと思うんですけれども、私はある程度気持はリラックスしていただいてけっこうだと思いますがここに一つ指摘して、皆さんのご注意を引きたい点がございます。

それは先ほどございましたプルトニウムとは全く対照的な問題でございまして、一番軽いトリチウムの問題です。

トリチウム自体のバイオロジカル・エフェクトというのは、いままで研究がなされたところでは遺伝的な影響にしましても、身体的な影響にしましても、比較的軽い、比較的弱いということが知られております。

しかしながらこのトリチウムというものは、ご承知のように水素でございますから、水の成分として原子力施設から空気中に放散される。あるいは水蒸気で放散される。あるいは海中に廃棄される。その場合でも海から蒸発しましてあるいは雨になり、風にのってわれわれの地上にやってきて人間の呼吸、あるいは飲料水から人間のからだの中へ入るわけです。

その場合に非常に精度よく体内での存在が検出されるんです。一ぺん体内に入りますと、水の成分でございますから、いろいろターンオーバーして長いこと体内に入って、少しづつ外へ出てきて入れかわる、ということで、非常によく検出される。

そうしますと、非常にナーバスな日本国民にとっては、何カウント出たということが非常に大きなことになる。いろいろ社会的な論争をまき起こす大きな要素になるんじゃないかと思います。

そういうことからトリチウム、あるいはトリチウム水、ことにトリティエイテッド・ウォーターのバイオロジカル・エフェクトの研究というのは、私は先ほど程度が比較的軽いと申しましたが、詳しいことはまだわかっておりません。そういうことでこの効果について十分な研究対策を今しておくことが、原子力施設のいろいろな今後の推進のうえで非常に重要なことでないかと思うのです。

これは簡単なようですけれども先ほど田島教授から放射線の場合の低線量の研究というのは非常にむずかしい、というお話があったように、作用の弱い物質のエフェクトを見きわめる、ということは非常にむずかしい問題でございますのでやはりわが国としてもこの問題に早く手をつけたい。

世界的にも各国で研究はされておりますけれども、私はプルトニウムと対照的な意味で、トリチウムを取り上げて、皆さまのご関心をお願いする次第でございます。

議長　ありがとうございました。

放医研の松岡先生からいまの遺伝のお話について何か……。

松岡　トリチウムの重要性を田島先生おっしゃられましたが、何と申しましてもトリチウムはプルトニウムの場合とは違って、国民全体のバックグランドを押し上げていく、という意味では重要です。プルトニウムの場合は、どちらかというと、それの障害が出れば、手痛く打撃を受ける、というような形ですし、一方トリチウムの場合は全体的にどうしょうもなくだんだん上がっていく、というような感じなんで、そういう二つの違った生物学的な側面というのを両方やはり重要視すべきだと思います。

議長　ありがとうございました。

それではまとめに入りたいと思うんでございますが、田島先生…。

田島　私はこういう燃料サイクル全般にわたって環境保護とか、健康保持のための議論がなされたのはそうないんじゃないか、この原産でも初めてじゃないかと思うんです。今後原子力発電所プラントだけではなくて、やはり燃料サイクル全体として評価されなければ、全く片手落ちじゃないかと思うのです。

今日はいろいろ問題が残されたかっこうで、たとえば田島先生がご指摘になったトリチウムの問題、プルトニウムの問題、あるいは高レベル廃棄物の問題、あるいはその他の問題等が指摘されま

した。

これらの問題はどこの国でやっても、違った結果は出てこない、ということがあるものですから、先ほど松岡さんが言ったように、国際的なレベルではやるんですが日本はそれをいままで待っておったわけなんですけれども、やはりこういう問題は国際的なレベルでやるから、待っていていいとは全然思わないのでございまして、その結果全体の利益を享受するためには、やはり自分でやらなければ享受できないのだろうと思うのです。やはりやった人がやった全体の利益を得るのであって、やらずにほかの国がやるのを待っていましょうといったら、いくらうまいことをやっても１００％の利益は得られそうもない、ということはこういう国際的にやっても同じような問題でも言えると思うのです。

ましてや科学的機械、工学的な技術の開発となりますというと、これは日本でやらないでおってただうまいこと外国のものだけもらいましょうといっているのではもはや通用しなくなってしまっていると思うのです。

よく国際協力が叫ばれるんですが、このごろは金を出しても国際協力というのは、そううまくいかないわけでして、やはりこちらに何か与えられる成果をもっていないというと、ほんとうの国際協力というのはできないわけです。

したがって、国際協力、国際協力といってただ待つばかりでなしに、自分みずからやらないと、その果実は１００％自分のものにならん、というふうな状況が、私は国際間に出てきていると思いますので、これからは松岡さんがおっしゃったように、まさにわれわれがやらなきゃいかん、という考え方で進まないと、いつになっても日本は自力の原子力開発というのはできないんじゃないかということを非常に心配しておるわけでございます。

ともかく燃料サイクル全体にわたってこういう議論ができたというのは、第一歩を踏み出したものと考えるわけです。

議長　ありがとうございました。

だいぶいろいろ問題が出ましたけれども、岸本さんにご感想を…。

岸本　この環境問題というのとそれからパブリック・アクセプタンスというのは、一応別な問題ではないか、そういう印象を受けました。つまり一般の人、たとえば原子力発電所の地元の人々がそれをいかに受け入れるか、というふうな問題につきましては、もっとこういう問題と離れて、社会的なあるいは社会心理学とか、文化人類学とか、そういういろんな広い分野の人々が協力して考えなければならない問題ではないか。

特にその場合に大事なことは、われわれの頭にありますことは、ここで聞いていらっしゃる大多数の人々がそうだと思うんですけれども、こういったような会合に出ていらっしゃる方の頭というのはかなり西欧化しているといいますか、インターナショナルなものの考え方に非常になれていらっしゃる。そういうものの考え方と地元にいらっしゃる地域住民の人々のものの考え方とは、そういう点でかなりギャップがあるんじゃないか。ですからそのへんでわれわれが正しいから、というふうなことで、彼らに説明しても、なかなか通じない、という面が非常にあるんじゃないか、というふうな気がいたします。

それはわれわれ個人を考えましても、たとえば科学技術というふうな問題について、いろいろ知

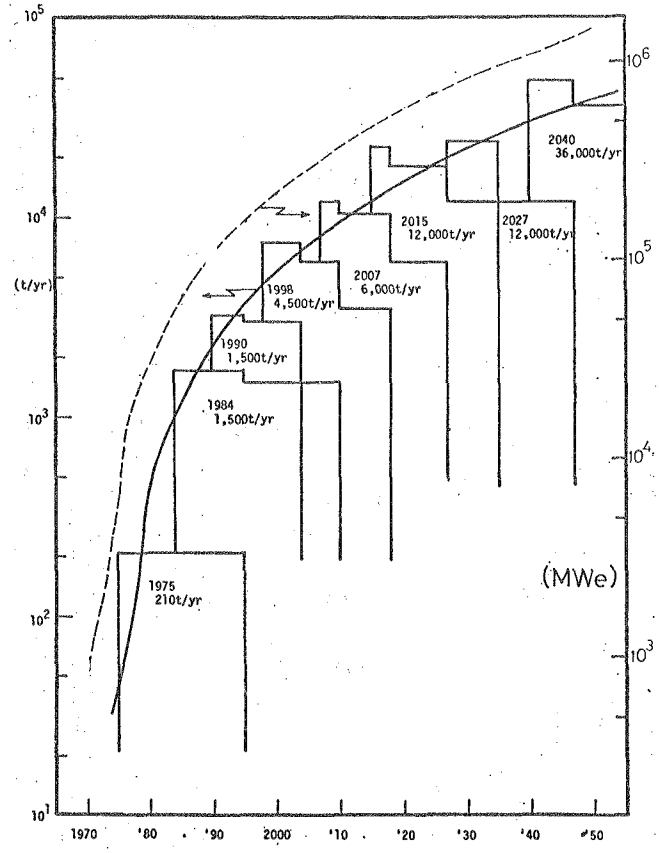
識をもってきておりますと同時に、われわれの日常生活を律しておりますものの考え方というのはやっぱりかなり土着的な、日本的な、そういうもので動いておるわけですから、われわれのその表層と下の土台なるものとが、地域住民の段階ではもっと表層が薄くて、下のほうが厚いんだ、というふうに考えてもいいんじゃないかと思います。

いずれにいたしましても、そういうパブリック・アクセプタンスという問題をもう一度そういう意味では別な機会にとらえたほうがいいんではないか、というふうな気がいたします。

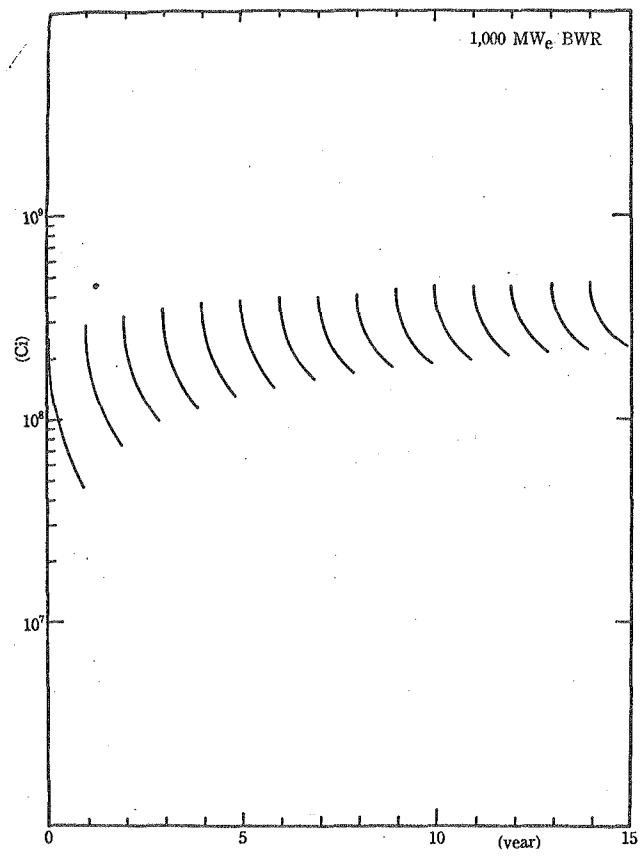
議長　どうもありがとうございました。

いま田島先生と岸本さんからまとめをお願いしたということで、私、議長として全体をまとめるべきでありますが、さっきから私が考えておりましたことは、ご両者の方にお話いただきましたので、私は全く同意である、ということで議長のコメントをやめさせていただきます。

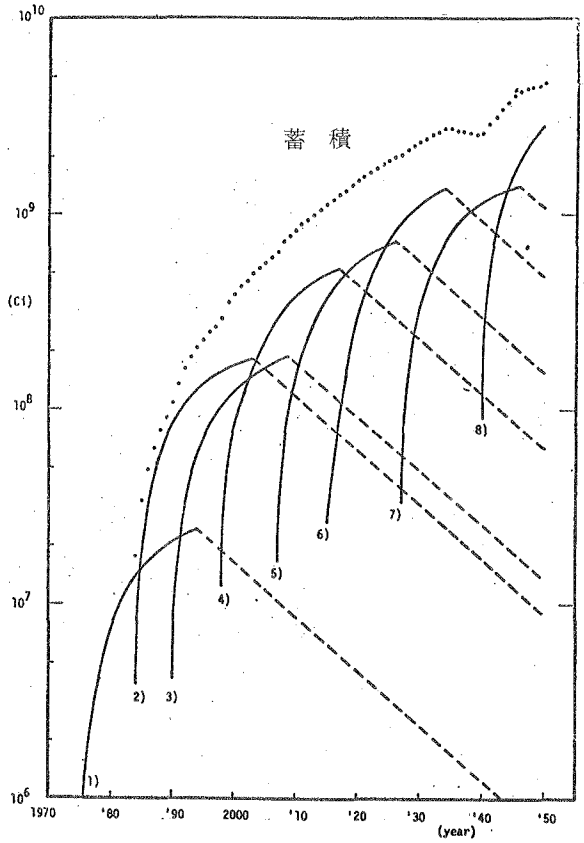
どうも長時間パネリストの皆さま、それからご聴衆の皆さま、まことにふてぎわな司会でございましたが、ありがとうございました。



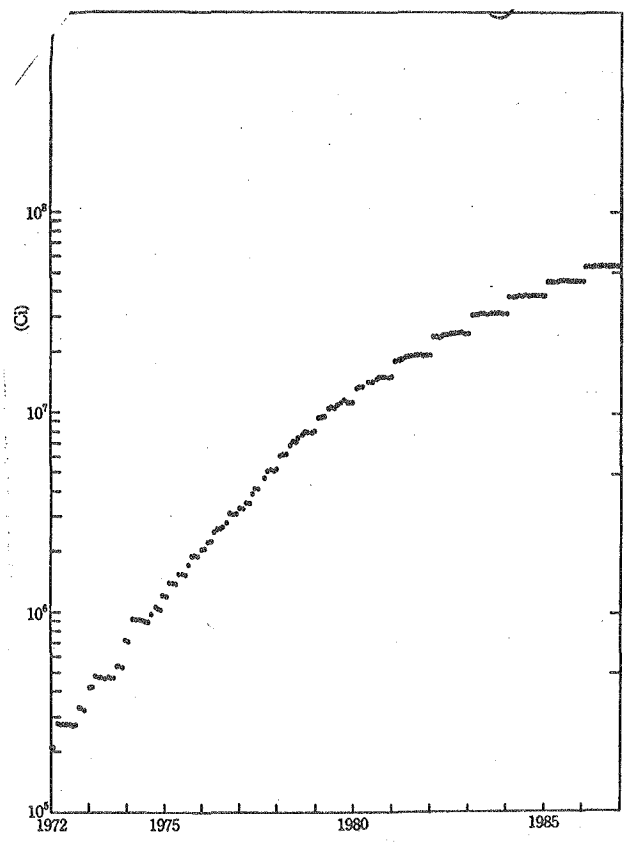
スライド１　再処理施設設置計画試算



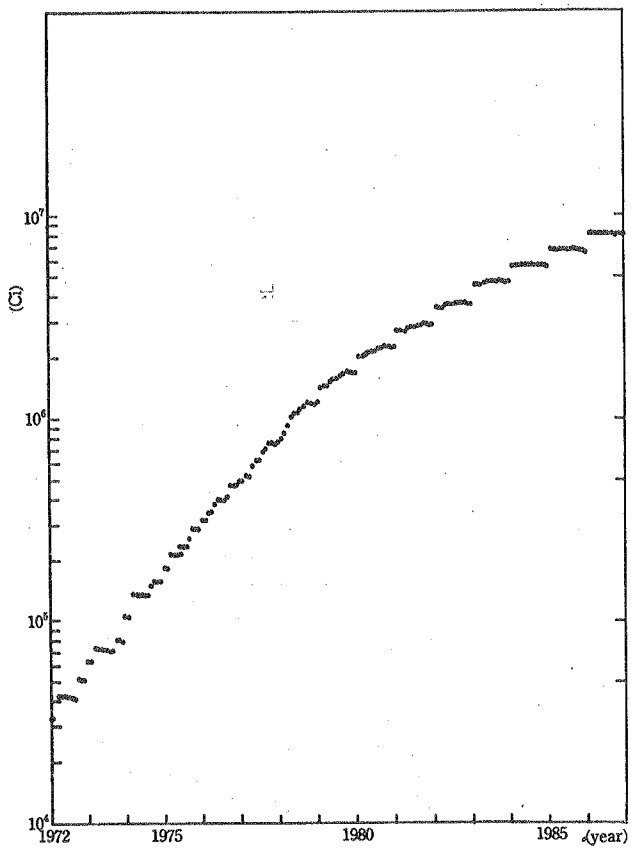
スライド２　１,０００MWe　ＢＷＲの処理燃料中の全放射能



スライド３　クリプトン－８５放出量とその蓄積



スライド４　１９８５年までのKr－85およびトリチウムの蓄積量



スライド5　１９８５年までのKr−85およびトリチウムの蓄積量

プラント容量　（t/yr）	210		1,500	
最大年間放出量　（Ci/yr）	2.375x10^6		1.698x10^7	
	max.	1Km	max.	1Km
濃度　（pCi/m^3）	8,390	5,120	59,960	36,600
年間被曝線量　（mrem/yr）				
ICRP（全身）	14.0	8.5	100.0	61.0
国連科学委員会				
皮膚	17.6	10.8	125.9	76.9
生殖腺	.14	.09	1.02	.62
全身	.12	.07	.84	.51
Hendrickson				
皮膚	8.4	5.1	60.0	36.6
生殖腺	.19	.12	1.38	.84
HERMES				
皮膚	11.7	7.2	83.9	51.2
全身	.16	.10	1.16	.71

スライド6　再処理施設からのkr−85による被曝線量

A. PROCESSING

Partitioning*

B. DISPOSAL ON THE EARTH

Geologic	Seabed	Ice Sheet
Mined Cavity	Stable Deep Sea Floor	Ice Burial - Free Flow
Nuclear Cavity	Subduction Zones and Deep Trenches	Ice Burial - Anchored
Deep Hole	Rapid Sedimentation Areas	Ice Surface Facility
Drilled Hole Matrix		
Manmade Structures in Geologic Formations		
Hydraulic Fracturing		

C. DISPOSAL OFF THE EARTH

Extraterrestrial

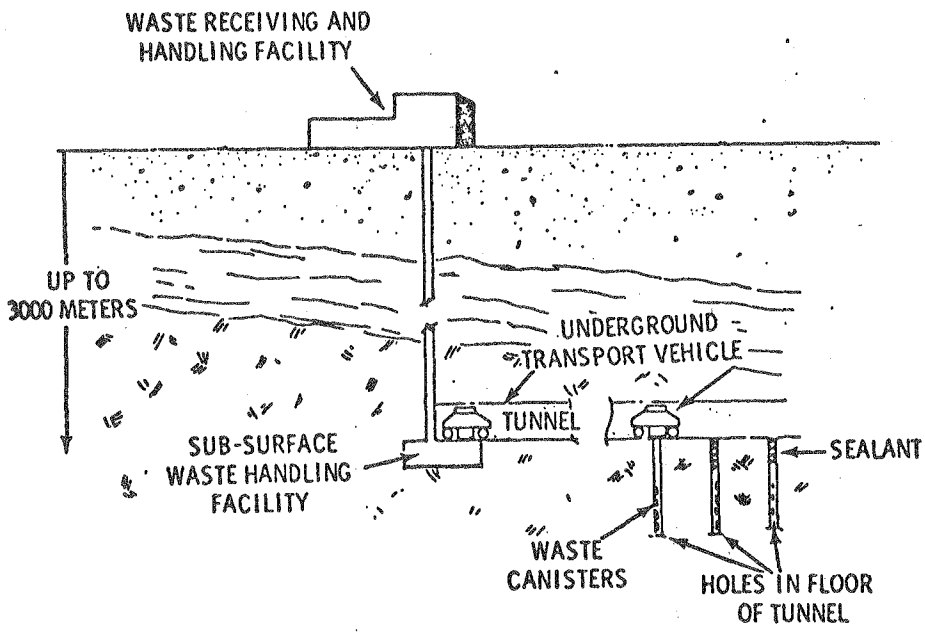
Solar Impact
Earth and Solar Orbit
Solar Escape to Deep Space

D. ELIMINATION

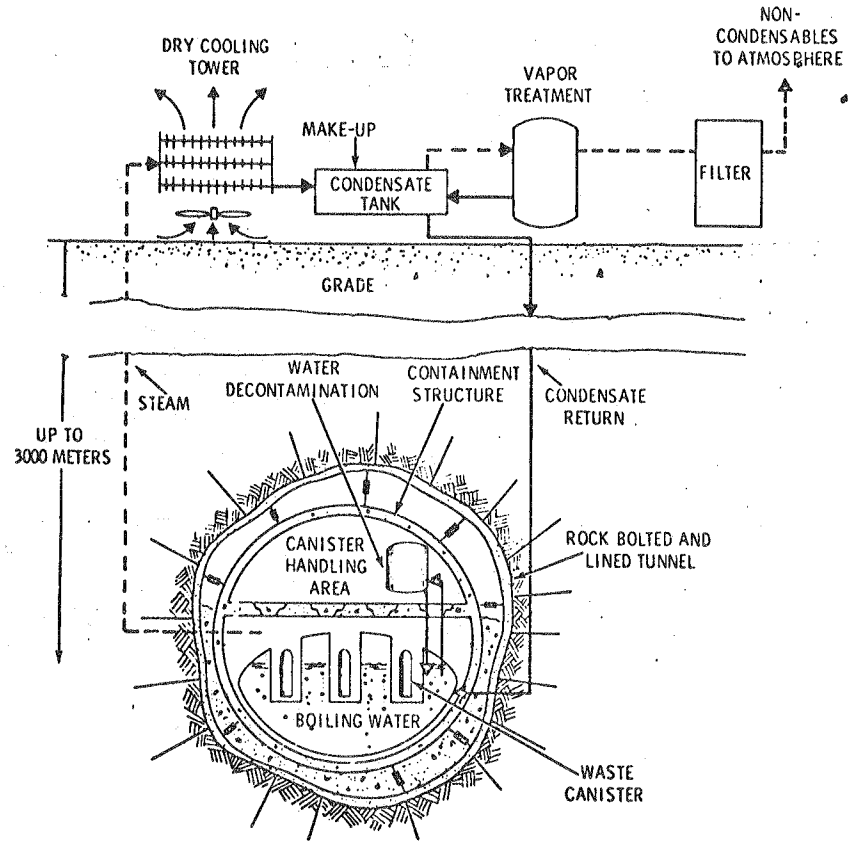
Transmutation

Accelerator
Fission Reactor
Nuclear Explosive
Controlled Thermonuclear Reactor (Fusion Reactor)

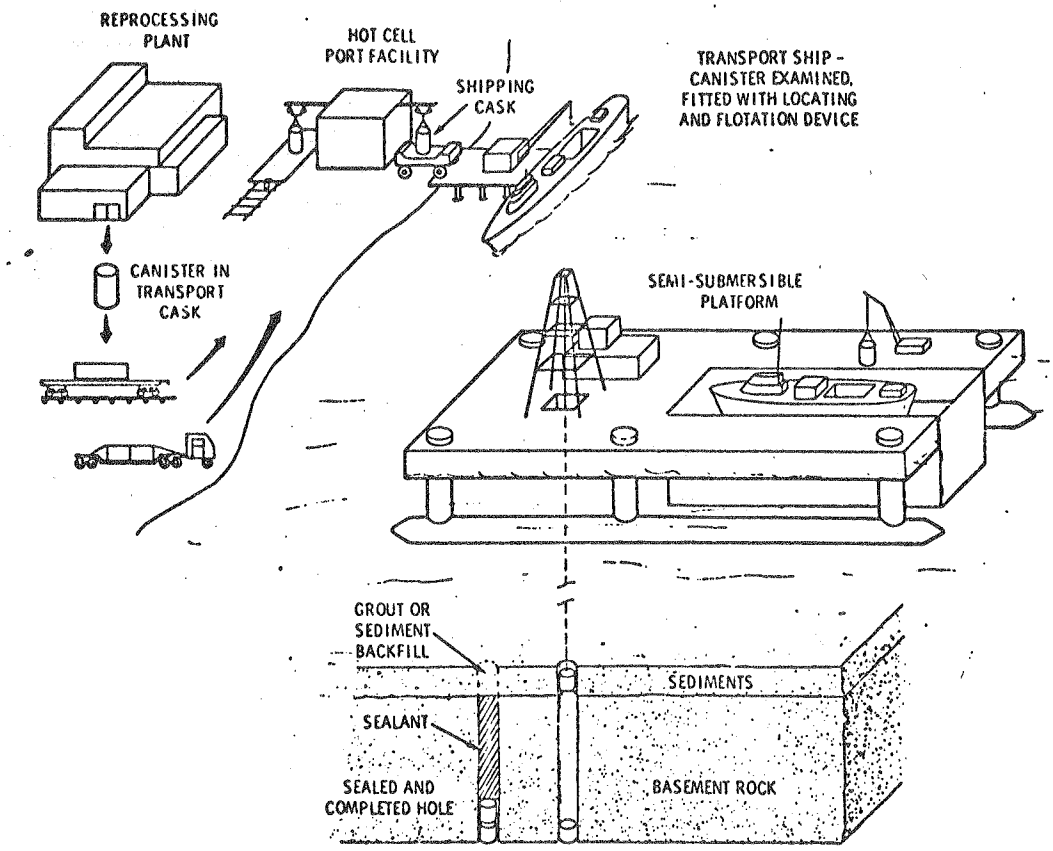
スライド７　高レベル放射性廃棄物最終処分方法



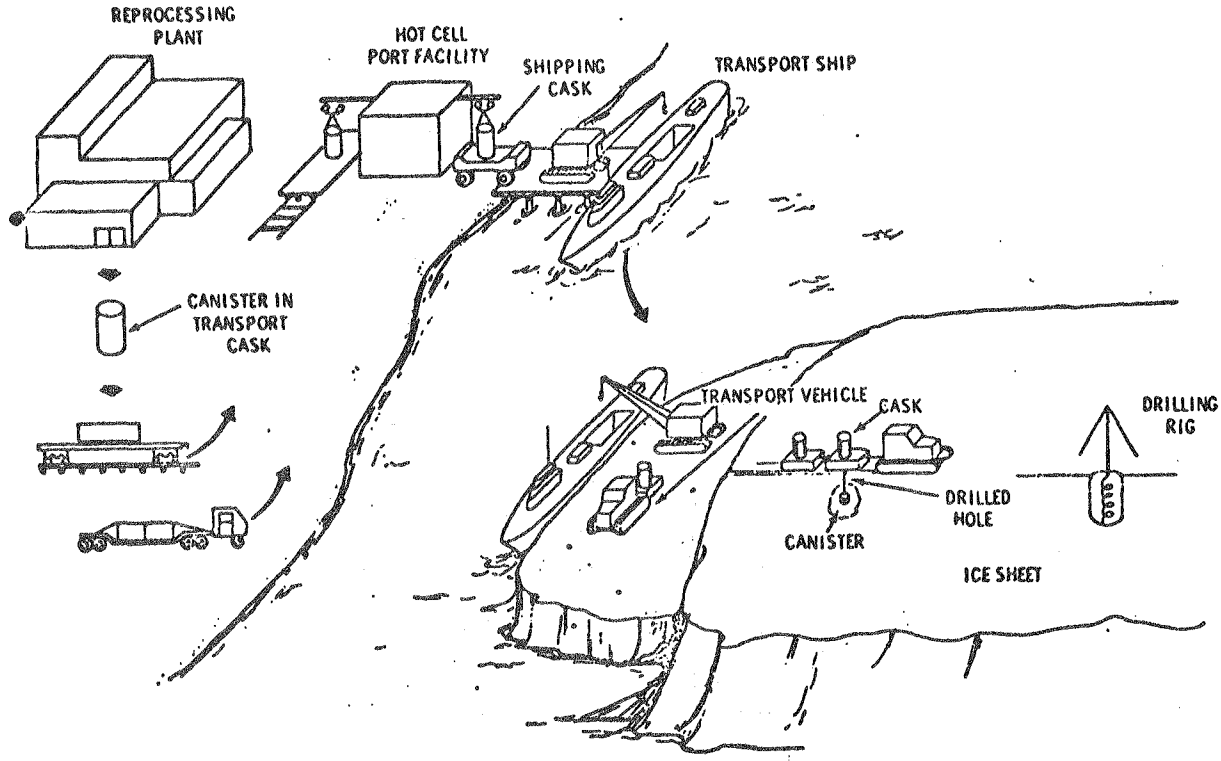
スライド８　地下廃抗内，自然放冷式



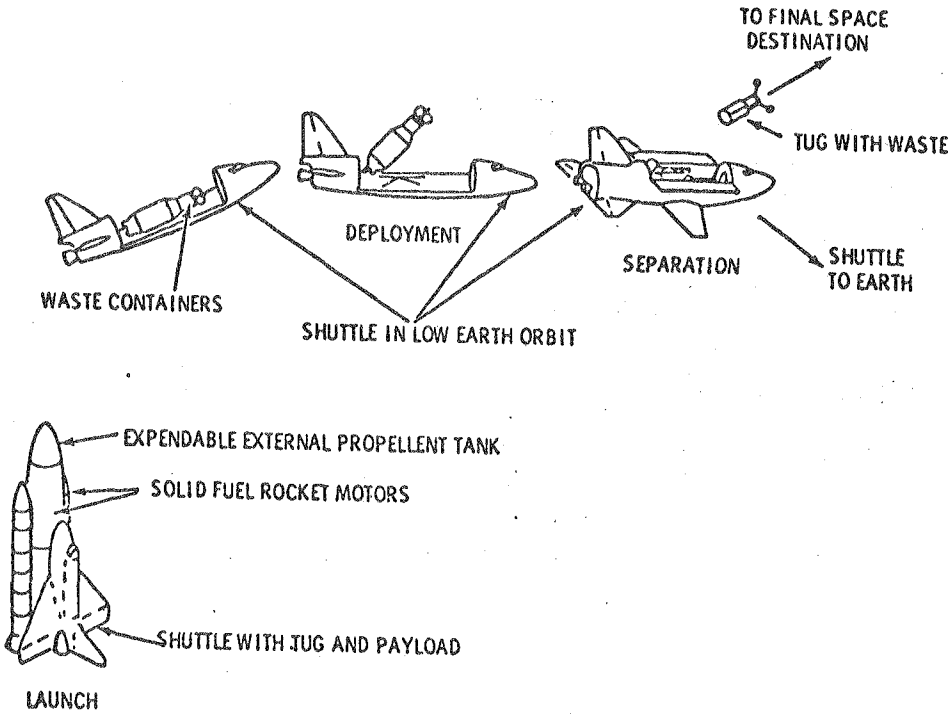
スライド9　人工地下抗内，水冷式



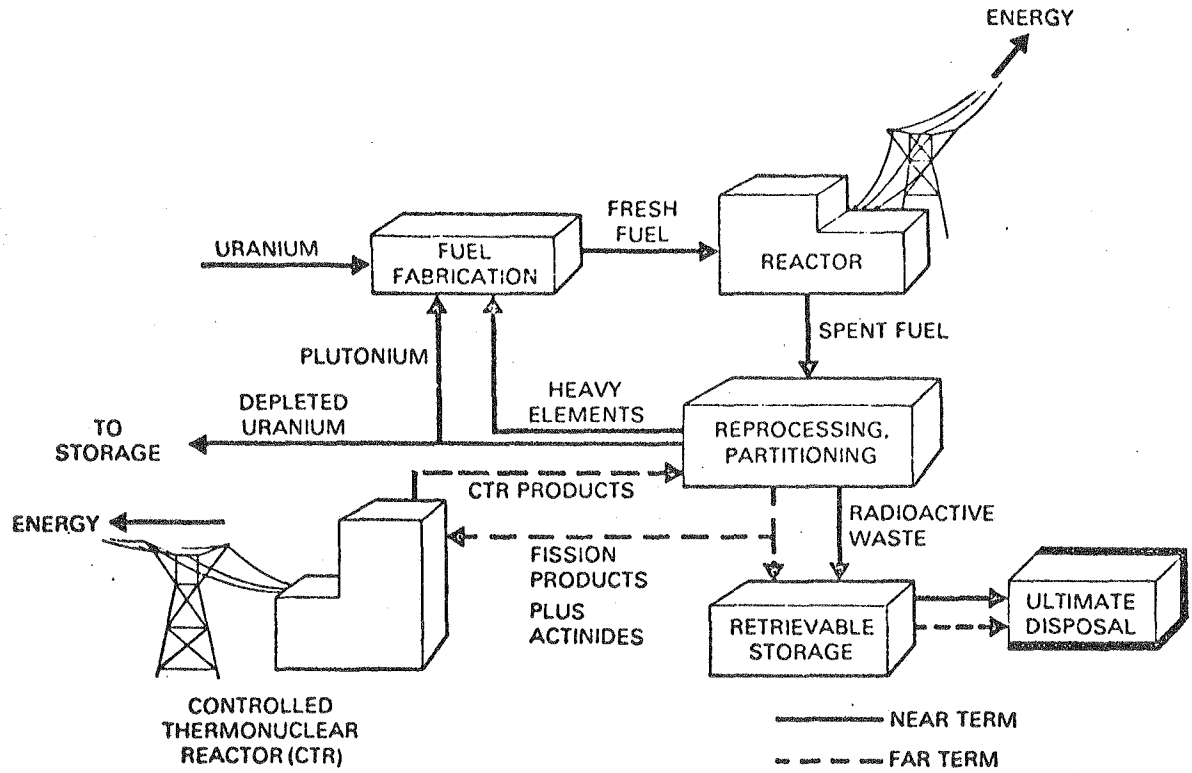
スライド10　海底埋没式



スライド１１　極地氷原処分



スライド１２　地球外宇宙への放出処分

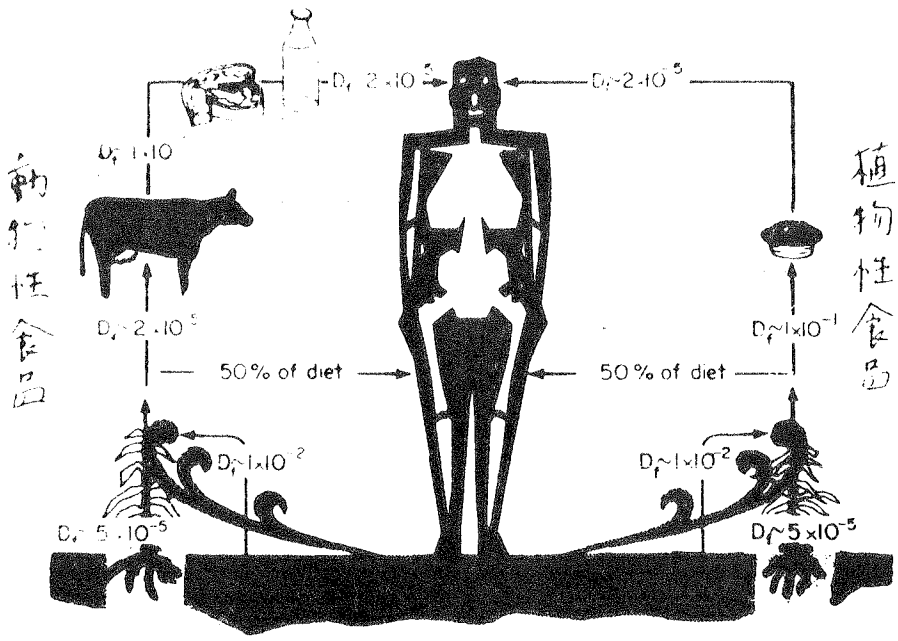


スライド１３　消滅処分式の概念

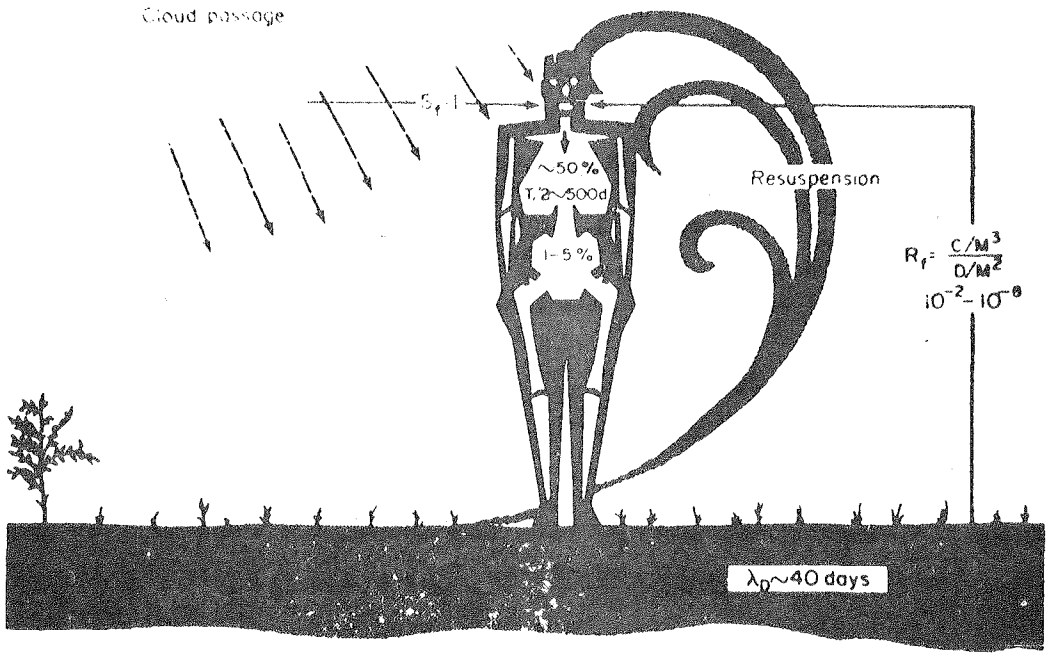
プルトニウム利用とその安全（松岡　理氏）

放射性核種	消化管吸収率	物理的半減期	生物学的半減期	有効半減期
^{90}Sr	0.3	10^4	1.3×10^4	5.7×10^3
^{131}I	1.0	8	138	7.6
^{137}Cs	1.0	1.1×10^4	140	1.38×10^2
^{239}Pu	3×10^{-5}	8.9×10^6	6.5×10^4	6.4×10^4

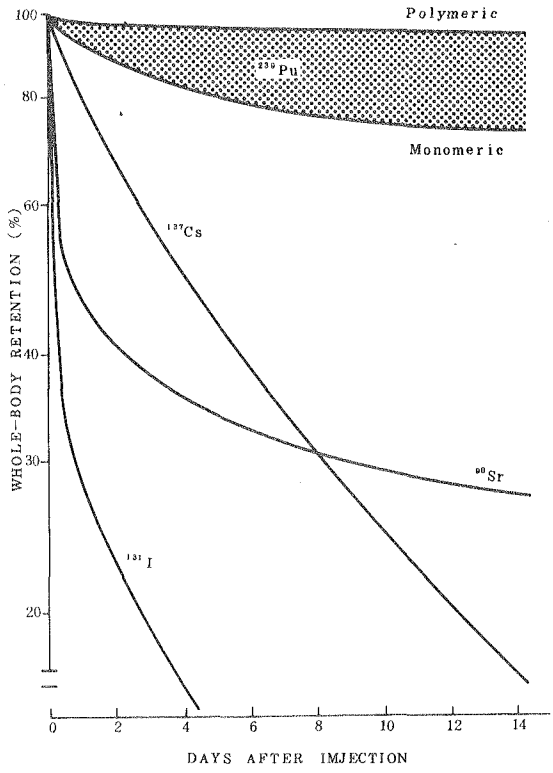
スライド1　重要核種の血中移行率と有効半減期



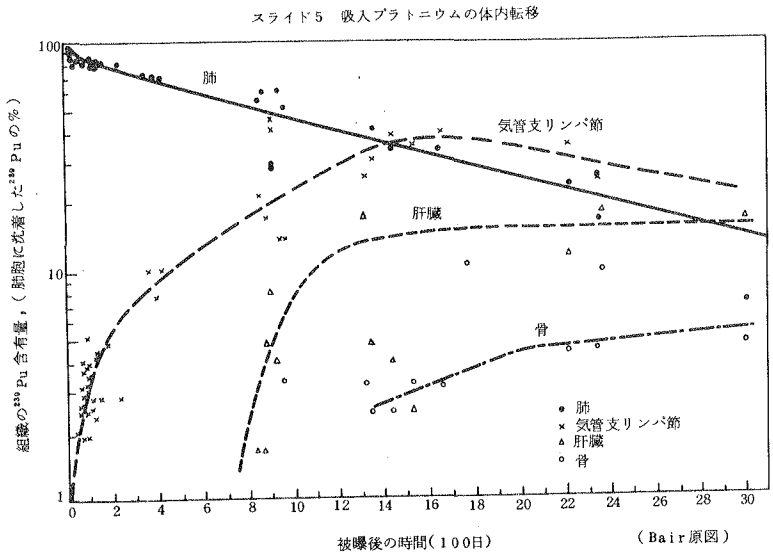
スライド2　食物連鎖を介するPuの人体摂取（Langham原図）



スライド3　汚染空気の吸入によるPuの人体摂取（ Langham原図）



スライド4



スライド5　吸入プルトニウムの体内転移

スライド6　米国超ウラン元素国家登録

取扱施設名	取扱作業者数	登録者数	解剖許可数	剖見数
Hanford	2199	2132	525	12
Rocky Flat	1504	1489	167	30
Los Alamos	259	259	127	1
Savannah River	1559	0	0	0
Mound	322	0	0	1
Oak Ridge	0	0	0	1
Total	5843	3880	819	45

遺伝の立場からみた環境問題（田島彌太郎氏）

スライド1　AF－2の国民線量当量計算

カイコのREC　　1 $\mu g/g$ = 58 rad （1 ppm）

ヒト（1 ppm）　　50 mg／50 Kg

効　率　　食品中のdecay factor　1／100

カイコ ⟶ ヒト　注射　対　経口　代射　} 1／100

年産4 ton の総線量当量

$$= 58\,\mathrm{rad} \times \frac{4\times10^{6}\,g}{5\times10^{-2}\,g} \times 10^{-2} \times 10^{-2} = 46.4\times10^{4}\ \mathrm{rad}$$

国民1人当りREC

$$= \frac{46.4\times10^{4}\ \mathrm{rad}}{10^{8}} = 4.6\,m\,\mathrm{rad}$$

スライド2　施設周辺の住民からの国民線量への寄与

施設数	50ケ所
周辺住民（5 Km）	1ケ所　3万人
生殖年令までの人（0～34才，60％）	3万人×60％＝1.8万人
1人平均被ばく線量	200 m rem

総被ばく線量　200 m rem× 1.8×10^{4} ×50 = 1.8×10^{5} rem

国民線量への寄与 = $\frac{1.8\times10^{5}\ \mathrm{rem}}{6.6\times10^{7}\ 人}$ = 3 m rem

スライド3　原子力産業従事者の国民線量への寄与

原子力産業従事者（20～40才）　　5万人

国民中20～40才の人の数（昭48）

1.1×10^{8} × 34.24％≒ 3.8×10^{7}

原子力産業従事者が平均1人1rem 被ばくした場合の寄与

$$\frac{1\times5\times10^{4}\ \mathrm{rem}}{3.8\times10^{7}\ 人} = 1.3\,m\,\mathrm{rem}$$

セッション－3　　動力炉開発－その実績と経験

議　　長　　山崎久一氏（電源開発㈱副総裁）

講　演　「日本における軽水炉の運転経験について」

講　演　「軽水炉の自主技術確立上の諸問題と対策」

講　演　「わが国におけるＡＴＲ、ＦＢＲの開発」

議　　長　　伊藤俊夫氏（関西電力㈱副社長）

講　演　「フェニックスの初期の運転経験」

講　演　「カナダにおける重水炉の運転経験」

日本における軽水炉の運転経験について

中国電力株式会社
常務取締役　　丸山　賢三郎

1．軽水炉導入と開発の現状

まず最初にわが国における軽水炉の導入と開発の状況についてふれてみたいと思います。

わが国における原子力開発利用の体制は、１９５５年原子力関係法令が制定され、翌１９５６年原子力委員会および科学技術庁が設置され、ようやくその緒につきました。続いて、１９５７年には、日本原子力発電株式会社が設立され、東海村に、最初の原子力発電所が建設されることになりました。これに伴ない、当時としては唯一の実証炉であったガス冷却炉（１６６ＭＷ）が英国から輸入され６カ年の建設期間を経て、１９６６年に営業運転を開始しました。これがわが国における商業用炉の才１号であります。

その後、米国では、商業用原子炉としてＢＷＲ、ＰＷＲが相次いで建設され、その安全性が実証されましたので、わが国でも日本原子力発電会社に引続いて国内の電力会社が軽水炉を輸入し、建設に着工しました。

日本原子力発電会社の敦賀発電所は、ＢＷＲ３５７ＭＷで、１９７０年に営業運転を開始しました。同年に関西電力の美浜１号（ＰＷＲ３４０ＭＷ）が、また翌年、東京電力の福島１号（ＢＷＲ４６０ＭＷ）が次々に営業運転を開始しております。

この３基の原子炉が、日本における本格的商業用原子力発電所の走りであり、またこの時点からわが国では、軽水炉の時代に入ることになります。

現在「運転中」の原子力発電所は（図１）に示す通り、４社８基3,８９３ＭＷとなっております。

これは、全電源設備の約４％に相当します。

また、「建設・計画中」のものは、７社１７基１4,３４２ＭＷに及んでいます。

なお「運転中」、「建設・計画中」の合計は、２５基１8,２３５ＭＷとなりますが原子炉の型別で分類すると、ガス冷却炉１基（１％）、ＰＷＲ１０基（４０％）、ＢＷＲ１４基（５９％）となっております。

2．軽水炉の国産化

当初、わが国の軽水炉型発電設備はその殆んどを米国からの輸入に頼っておりまして、国内での生産・調達は、約５０％程度にすぎない状況にありました。その後、１９７４年３月に運開した才６番目の中国電力の島根原子力発電所（ＢＷＲ４６０ＭＷ）は、わが国で初めて国内メーカーを主契約者として建設されたものであり、国産化率は、９３％に達しました。

中国電力が、このような大幅な国産化にふみ切ったのは、才一に国内メーカーの育成がはかれること、才二に、メーカーとの連携が緊密かつ迅速に行なわれること、才三に経済的にも有利でありかつ、外貨の節減にもなると言うことでありました。

このような考え方にもとづいて、機械装置は特殊なものを除いてできるだけ国産品を採用する努力

をいたしました結果、さきに述べたような国産化率になったわけであります。

これから後に建設される原子力発電所は、大型化される場合を除いて、国産化率は、（別表２）に示すとおりかなり向上する傾向にありまして概ね９０％以上が見込まれております。

なお、参考までに島根原子力発電所で、輸入した主要な機器を申しますと（別表３）に示すとおり、再循環ポンプ、高圧注水系駆動タービン、制御棒および同駆動装置、安全弁、隔離弁、中性子計装等であります。これらはいずれも性能や耐久性に高い信頼性が要求される機器であり、また当時は国産して使用した実績がないものでありました。

３．運転実績

ついで、各原子炉の運開後の運転実績について簡単にふれてみたいと思います。１９７０年から１９７４年の５年間における年平均利用率は、全原子炉平均で５９％になっております。運転停止の主要な原因は、定期検査が長期間（７５日程度）にわたること、また、事故および国内外の類似プラントのトラブルに関連して発電停止を伴なう点検を余儀なくされたことがあげられます。

なお、島根原子力発電所は、１９７４年３月運転開始以来、計画的な点検を行なうため、停止を行なったほかは、事故による停止は１回もなく、計画どおり順調に運転しております。なお、年間平均利用率は、７６％になっております。

原子力発電の運転に当って、各所とも、特に注意しておりますことは、発電所周辺の環境保全ならびに発電所設備・機器の保全および従業員の安全確保であります。

特に放射性物質の放出につきましては、ＩＣＲＰに定められた基準を厳守することは勿論「As low as practicable」の精神を尊重して、基準値を下回る運転を行なっており、現在まで、公衆に被害を及ぼすような事故は皆無であります。

今後とも、運転の経験を生かし、厳重な設備・機器の保全ならびに運転管理をはかるとともに、設備改良を行なって放出放射能の一層の低減をはかるなど、安全性の向上をはかって地域住民の信頼を高める努力をしたいと思います。

４．今後の問題と対策

現在、わが国の経済成長は、石油危機等の諸要因により減速傾向にありますが、経済活動を維持し国民の福祉向上をはかるため、適正な経済成長を続けてゆくことは是非必要であります。
資源の乏しいわが国にとって、これに即応できるエネルギーを、安定して長期的に確保することは、極めて重要な課題であります。

原子力は、供給の安定は勿論、経済的見地からみても、最も適当なエネルギー源であり国を挙げて最優先に開発の促進をはかるべきものと考えます。

原子力産業は、広大な裾野を擁するビッグビジネスであり、開発・建設等に巨額の資金を要します。また、多分野にわたる科学技術の総合システム産業であるとも言えます。

従って、この産業の開発が膨大な関連産業の育成・発展ならびに関係新技術の開発を促進し、ひいては、国民の経済・社会生活に非常に大きな利益をもたらすことになります。

このような観点から、自主的な開発・国産化の促進が要請される次第であります。ユーザーである

電気事業者としては、国産品のメリットは、自国で設計し、製作できることは勿論、細部に至るまで、納得して使用できると同時にトラブル発生時にも迅速に対応できる点にあります。また、このことがひいては、安全性について国民の理解と地元住民の納得を得ることにもつながります。

この見地からも国産化は是非とも推進すべきであります。

原子力発電所を建設・運転した経験から、国産化の推進に当って留意すべきことを列挙いたしますと、次の三点に要約されます。

第一に、メーカーは生産技術の向上をはかることは勿論、試験・検査技術の向上にも努力し、全般的に信頼性の向上に努め、主要機器は勿論、関連付帯設備・機器等全般についても技術開発・品質の向上をはかることが大切であります。

第二に、原子力技術者の質・量両面にわたる養成・確保が要請されております。

原子力産業は、開発・製作・建設・運転・保全といった各分野にわたり関連産業も多く、これに従事する技術者も膨大な数になっております。これら技術者の養成を質・量の両面について計画的・総合的にかつ早急にはかることが必要であります。

第三に、ユーザーとメーカーとの密接な連携・協力の必要性があげられます。ユーザーはたえず運転・維持管理の問題をメーカーにフィードバックして相互に検討・協力し合って、これを新しいプロジェクトに活かすなど有機的な連携によって、より完全な原子力発電設備をつくりあげることが可能になると思います。

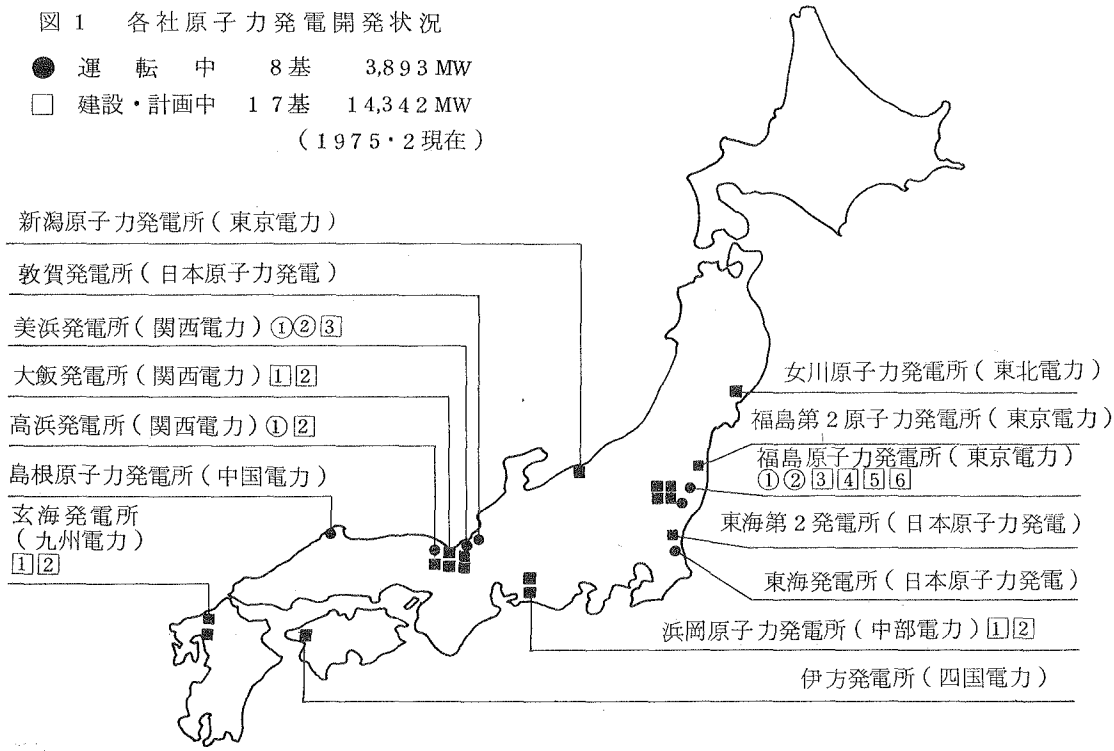
以上が私の主張するところでありますが、原子力開発は、グローバルな拡がりをもつ国家的事業でありますので、国際的協調を十分に保ちながら、また同時に関係官庁・関連産業と有機的な連携をとりながら、原子力開発の推進に最大の努力を払いたいと思います。

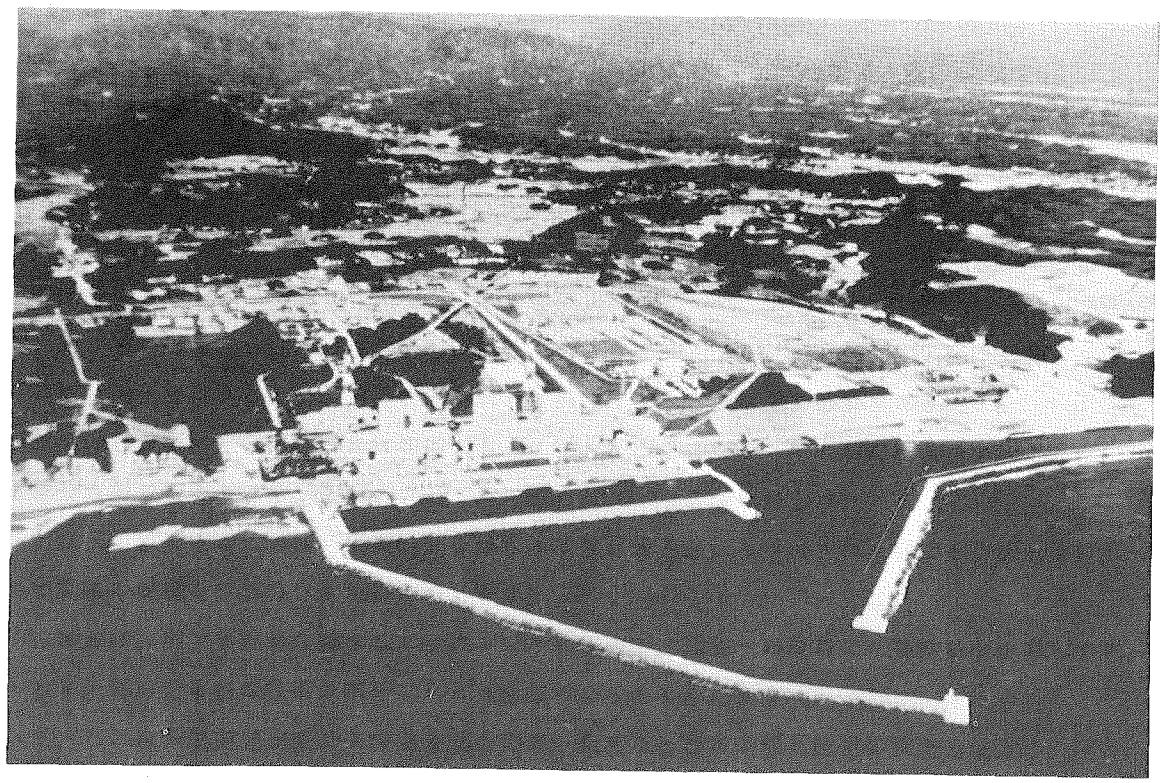
図 1　各社原子力発電開発状況

● 運　転　中　　8基　　3,893 MW

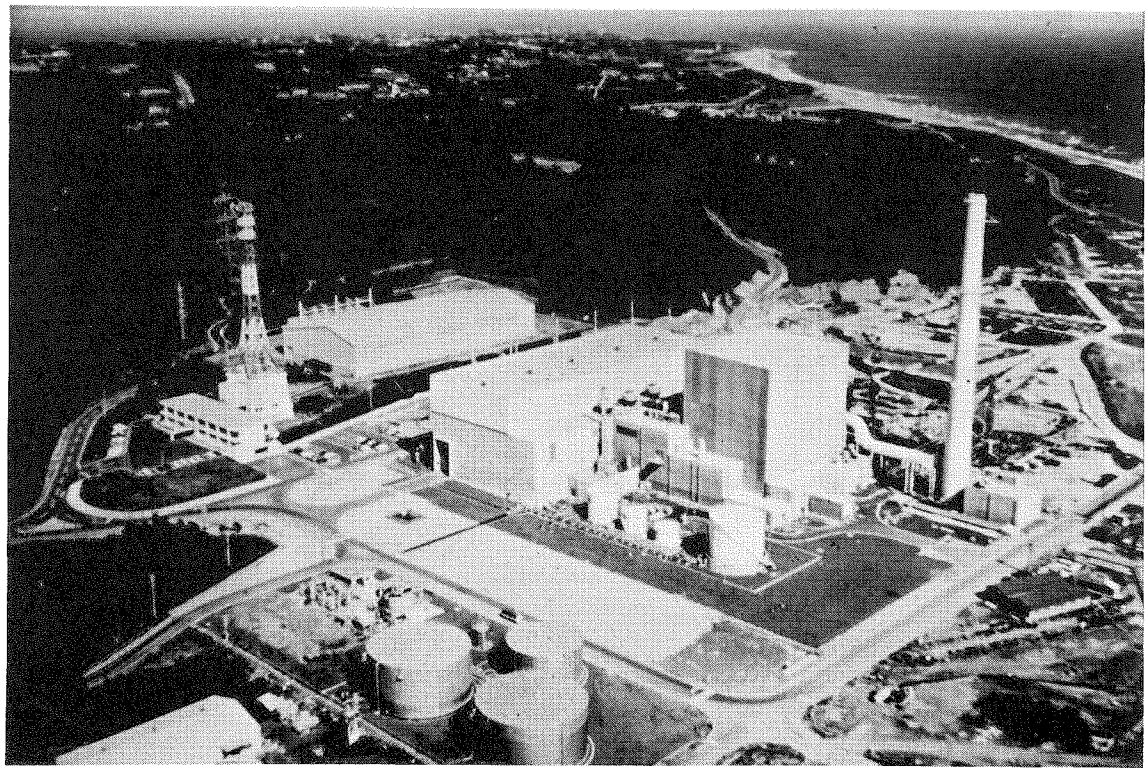
□ 建設・計画中　17基　14,342 MW

（1975・2現在）

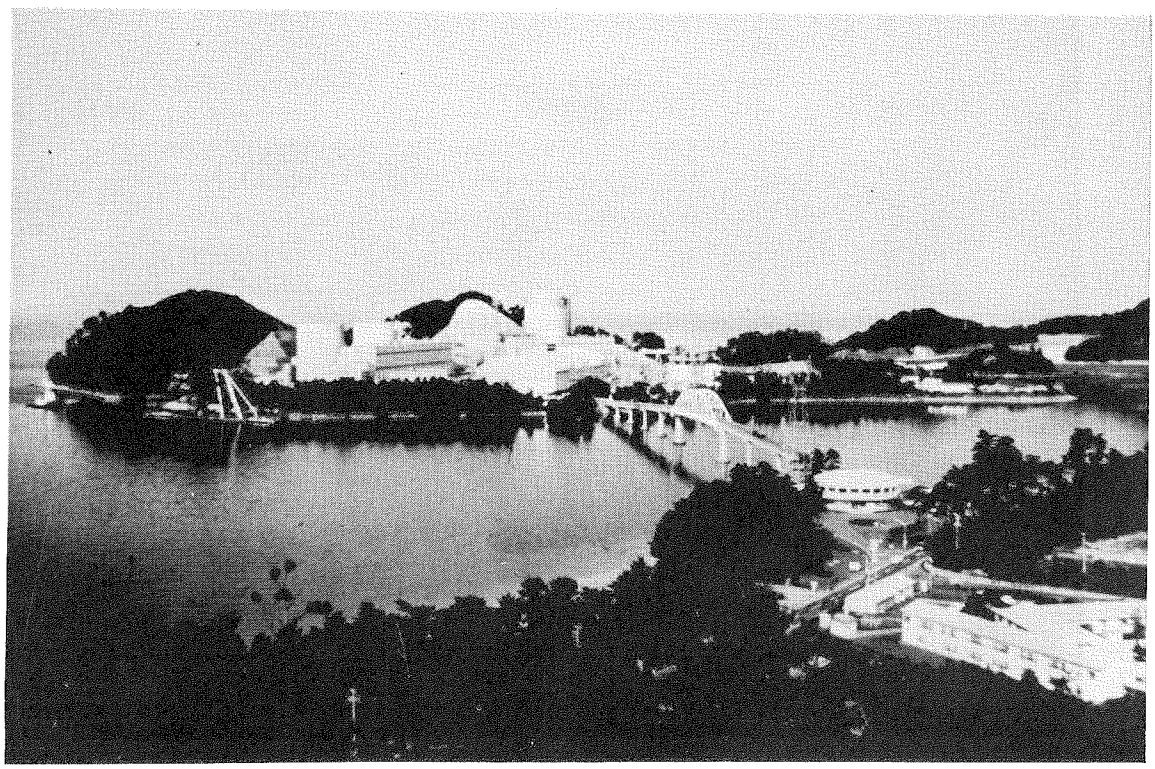




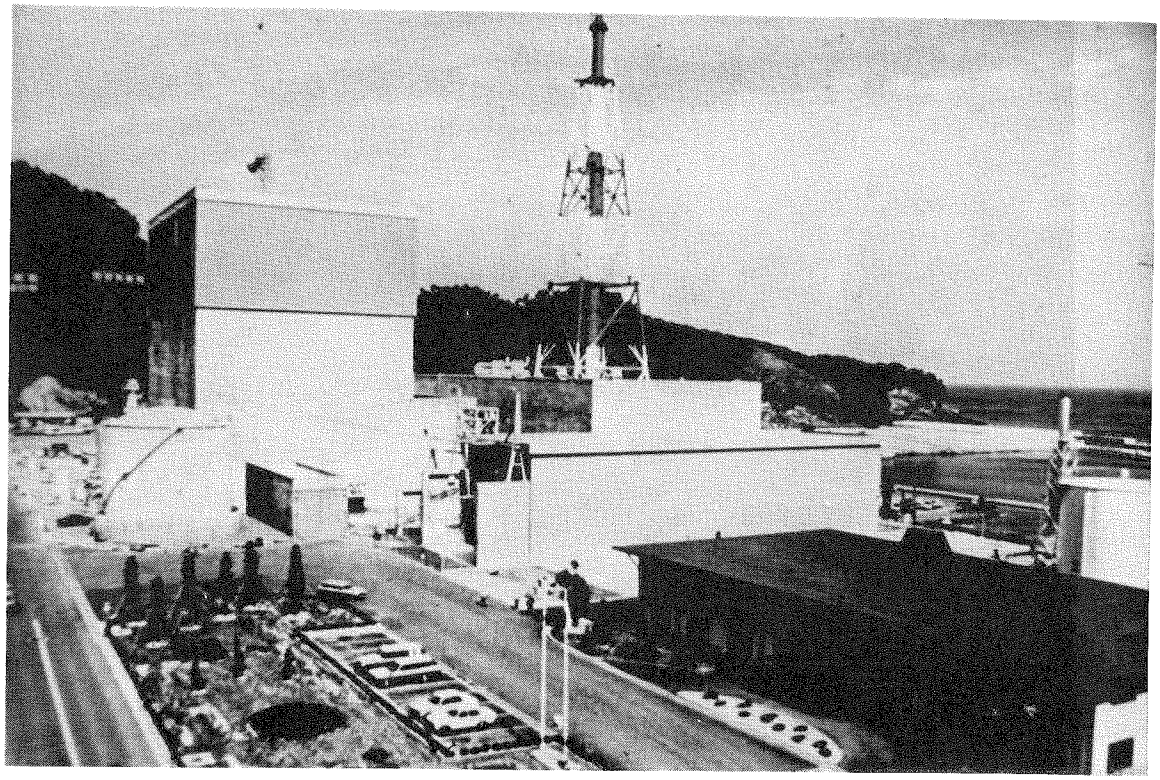
東京電力福島発電所



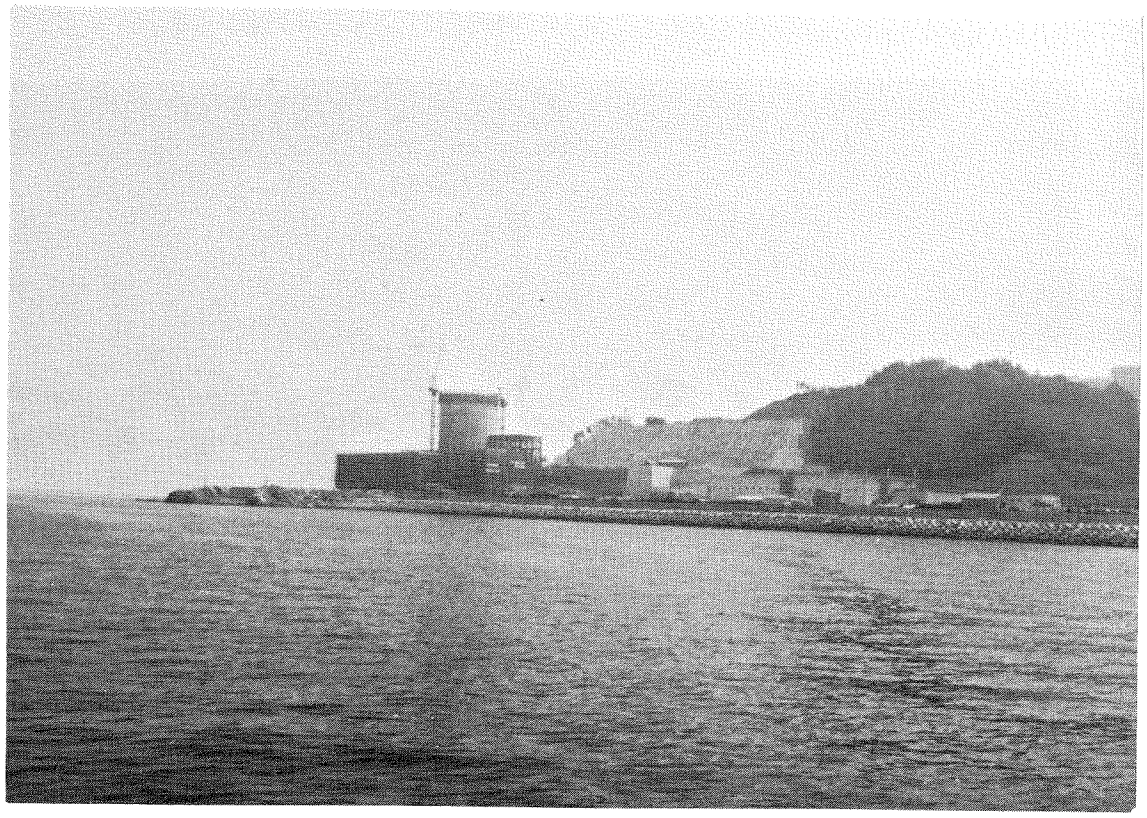
中部電力浜岡原子力発電所



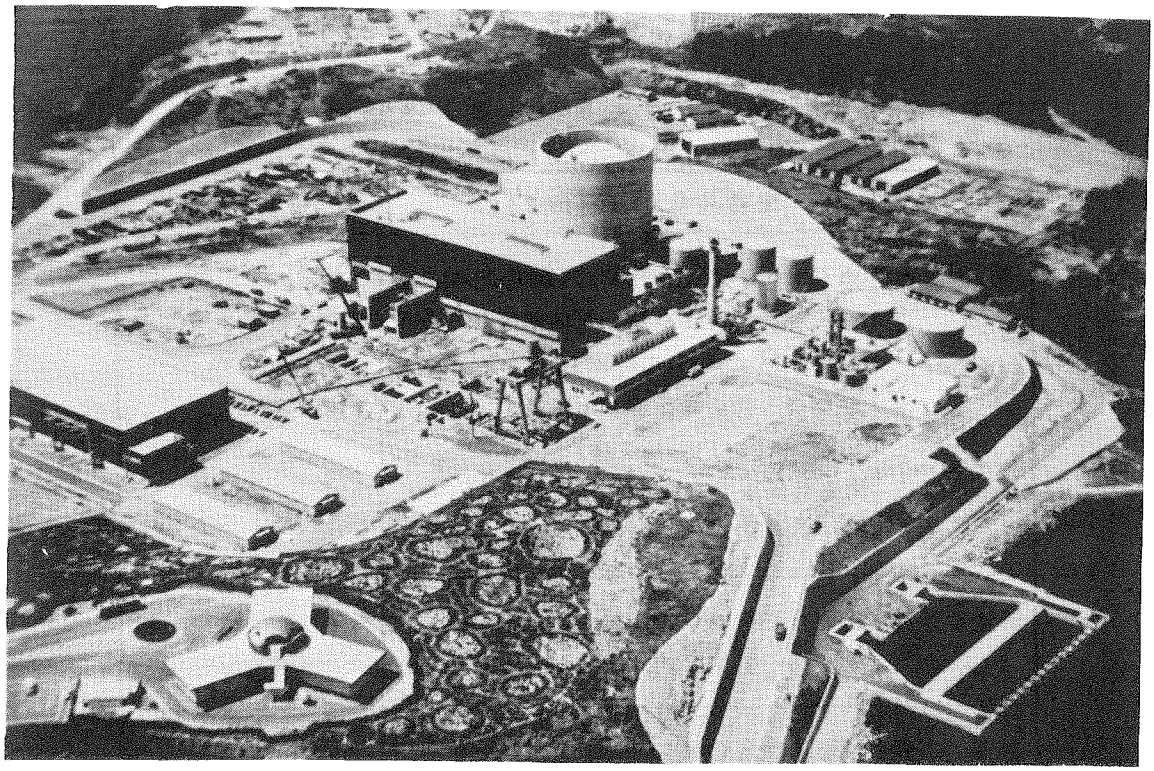
関西電力美浜発電所



中国電力島根原子力発電所



四国電力伊方発電所



九州電力玄海発電所

別表２　　日本の原子力発電所の国産化率

炉型	発電所名	Mwe	運転中 建設中	国産化率
GCR	Tokai	166	'66．7	35
B W R	Tsuruga	357	'70．3	55
	Fukushima-1	460	'71．3	56
	Fukushima-2	784	'74．7	51
	Shimane	460	'74．3	93
	Hamaoka-1	540	'75．	90
	Fukushima-3	784	'75．	90
	Fukushima-5	784	'75．	93
	Onagawa	524	'75．	90
	Fukushima-4	784	'76．	91
	Tokai-2	1,100	'76．	51
P W R	Mihama-1	340	'70.11	59
	Mihama-2	500	'72．7	72
	Takahama-1	826	'74.11	62
	Takahama-2	826	'75．	89
	Genkai-1	559	'75．	87
	Mihama-3	826	'76．	93
	Ooi-1	1,175	'76．	67
	Ooi-2	1,175	'77．	74

別表3　　島根原子力主要機器輸入品名

	機器品名（Equipment）	摘　　要
原　子　炉	再循環ポンプ・同仕切弁（PLR.Pump） 高圧注水系用及び原子炉隔離時冷却系用駆動タービン（HPCI RCIC—Turbine） 制御棒・同駆動機構（CR.CRD） 安全弁（Safety—Valve） 主蒸気隔離弁（MSIV） スプレー・ノズル（Spray·Nozzle）	国内でノックダウン方式で組立 一部国産品
廃棄物処理	廃ガス圧縮機（Off Gas Compressor） ホッパー・油圧プレス（Hopper·Press）	
計装制御	中性子計装（NMS）	

軽水炉の自主技術確立上の諸問題と対策

株式会社　日　立　製　作　所
常務取締役　綿　森　　力

1. 緒　言

軽水炉の自主技術確立について、これ迄の経過と現状並びに、今後の問題点についてお話し致します。

御承知のように、わが国の原子力開発は、そのスタートで諸外国に大きな遅れがありましたが、短期間にこの遅れを取戻し、現在では、原子力プラントの９０％以上を国産化できるようになりました。これは官民が一体となり、原子力の国産化のための開発を進めてまいった賜物であります。

ここで申します自主技術とは、(スライド１)に示しますように、外国からの導入技術プラス国産技術、すなわち、国内で研究開発した技術と言えます。外国で建設された、原子力発電所をそのまま日本に持ち込んでも、日本の国情に適合いたしません。したがって、導入した技術を国内で使用できるように、研究開発し、国産技術とすることが要求されたのであります。

国産技術は、国内関連技術と国産機器製作技術に分けられるかと考えます。

我が国特有の問題、すなわち、安全、耐震などについては、導入技術をベースに基礎研究を蓄積し国内関連技術として完成させて参りました。一方わが国には、これまでに蓄積された基盤技術がありました。すなわち、火力、水力発電所建設の技術や、造船技術等によって蓄積された溶接技術、大型品の組立技術、工程管理方式などが、ベースになって、原子力導入技術を消化するとともに、これを国産機器製作技術として確立させていったものであります。

この歴史的な経緯を展望して見ます。(スライド 2)

わが国の原子力開発は１９５０年代のはじめに、原子力基本法を含むいわゆる原子力三法の制定でその夜明けを迎えました。これを契機に民間では日本原子力産業会議および原子力産業５グループ等が設立され、次第にその体制が固められたものであります。

１９５０年代初期から中期にかけましては、研究用原子炉の建設を通じての技術開発と原子力の基礎的経験の時代でありました。

これに続くのは技術導入、実用炉輸入による技術開発の時期であります。１９５０年代の中頃になりますと海外での原子力発電は、強力なナショナルプロジェクトを背景にその開発が進み、実用期に入りました。一方、わが国の原子力の実用化は、先進諸外国に大きな遅れがありましたので急速な技術確立の必要があり、海外で実用化された技術の導入をはかりました。この技術導入とあいまって、電力会社が中心となり海外で実証された実用炉の輸入、建設が行なわれたのであります。

私どもメーカーも、この建設に参加させていただき、実地の技術、経験の蓄積をいたしました。導入技術の吸収と経験に加えて、国情にあった国産技術の確立をめざし、重要機器に関しては、種々の研究開発を行なうとともに、わが国の特殊性つまり耐震、安全性など関連技術の開発を進めて参りました。

このようにして１９６０年代後半には、およそ国産技術が確立定着するようになり、国をはじめ電

力会社等の強力な御指導、御協力があり、次第に国産品の採用が進み、昨年運開した高浜１号、島根では、それぞれ７４％、９３％の国産化率を達成し、さらに現在建設中のプラントでは、大容量輸入プラントを除いて福島５号、美浜３号など９５％にいたっております。

2. 国産技術の現状と評価

2.1 国産技術の現状

原子力機器の開発・製作は、巨大なプロジェクトでありまして巾広い技術領域にわたっています。従いまして、原子力機器産業は多くの関連企業の協力体制が必要でありまして、重電機、重機械メーカー等を中心としまして弱電機、一般機械、鉄鋼メーカー、建設、運輸等に至る極めて多種多様の産業分野から構成されております。

国産技術による原子力プラント製作に際しては、これらの広範囲な産業分野の足並がそろった開発が必要であり、そのバランスこそ信頼性の高いプラントの建設を可能とする鍵と言えます。

（（スライド3）に示しますように、国内関連技術とは我が国特有の問題とし、詳しく検討しておく必要のある耐震、安全性、廃棄物処理さらにはシステム設計や炉心管理などきめ細いソフトウエア技術であります。また国産機器としては圧力容器、格納容器、制御棒、燃料などの主機はもとより、バルブなどの補機類の開発も重要な問題であります。

優れた国産技術の育成にはこれらが車の両輪の如く、歩調のとれた技術開発が必要であると考えます。

（スライド4）は機器別に国産化状況を示したものであります。表中の記号の意味は脚註に示してあります。

初期の輸入プラントでは、原子炉圧力容器、復水器、格納容器等が国産でありましたが、主要機器は、ほとんど輸入であり、国産化率は敦賀で５５％、美浜１号で６９％にすぎませんでした。しかし最近建設されている国内メーカーをメインコントラクターにしている軽水炉プラントでは、総合計画、プラント設計、原子炉系、タービン、発電機等についてもほとんど国産品が採用され、例えば島根、高浜２号とも９３％に達しております。しかしポンプ、大型バルブ等について輸入または一部輸入という現状であります。

また燃料については国内の会社あるいは合弁会社による国産体制が整いつゝあります。

2.2 国産技術の評価

中国電力島根原子力発電所は、顧客の御理解により、極力国産化で行うことを目標に総合計画、プラント設計を開始し、当時、類をみない９３％の国産化率を達成致しました。このプラントは４９カ月という短い工期で建設を完了し、今日、トラブルもなく順調に運転されております。その原因を私どもの立場で振り返ってみますと次のようなことが云えると思います。

(イ) 先行炉の問題を徹底的に検討改善し、顧客の御理解のもとに巾広く採用させていただきました。

(ロ) 輸入品を含め、ほとんどの機器は工場で点検検査を充分に行ない、必要なものは実試験により性能を確認し、完全なものとして現地に搬入いたしました。

(ハ) 格納容器のブロック建設法の採用など新工法を駆使し、建設工期の短縮をはかりました。

(ニ) プロセス計算機を起動試験当初より活用し、起動試験の信頼性向上に努めるとともに、運転に

際しては、余裕のある燃焼計画を実施するようにいたしました。

これら国産技術についてより具体的にお話しいたしたいと思います。

(1) 原子炉格納容器、圧力容器

（スライド5）は島根発電所の格納容器でマークー1型と呼んでおりますが、工場で出来るだけ大型ブロックに組立て、現地での組立作業を単純化し、自動熔接を駆使することによりまして迅速かつ信頼性の高い格納容器を製作することが出来ました。現地での組立期間は約5ケ月の最短工期を達成することが出来ました。

現在ではさらに大容量化しマークーII型と称する新格納器を採用しております。

（スライド6）は、東海2号を示しますが、110万KWクラスの大型にもかかわらず7カ月の短い工期で建設することが出来ました。

また原子炉圧力容器はジェット・ポンプなど内部構造物の一部を工場内で取り付け、現地に搬入する方式を採用するなどして据付精度の向上、現地据付工事の短縮をはかっております。

わが国における原子炉圧力容器および格納容器の製作実績は、国内用としてはBWRで各13基、PWRでは各10基となつております。さらに輸出の実績も多く出るようになり原子炉圧力容器7基格納容器2基が輸出されており、今後も積極的に増大をはかりたいと考えております。

(2) 蒸気発生器

PWRの蒸気発生器に関し、現在迄の国産化による納入実績としては、美浜2号を始めとし、高浜、大飯、玄海、伊方などの合計6プラントに及んでおり国産化体制は充分整備されております。

（スライド7）は工場組立中の蒸気発生器を示しております。

(3) 炉心管理技術

島根発電所は、丸山常務殿の御講演で御説明がありましたように、1974年3月運開以来、1回の事故停止もなく、計画通り順調な運転を続け現在第1回の定検に入っております。これは中国電力殿の御指導のもとに、きめ細い炉心管理システムの活用によって、余裕のある運転計画が実施できたためと考えております。例えば、炉心燃焼に伴なう、最大線出力密度を予測計算し、燃料運転上の余裕度を大きくするような技術も開発され、実用に供されております。

（スライド8）は島根発電所の運転実績を示すものであります。

横軸は燃料の運転期間をとり、縦軸は最大線出力密度を示しております。1点鎖線になっているのが、通常運転時の制限値であり、実線が運転の実績を示すものであります。この1点鎖線と実線の間は、燃料に対する運転上の余裕を表わしており、炉内出力分布が平担で充分余裕ある運転ができたことを示しております。また、島根発電所では、原子力プラントとしては最初の試みとして、プロセス計算機のアウトプットをカラー・ブラウン管（CRT）に表示するディスプレーシステムを開発、実用化しております。（スライド9）は、ディスプレー・システムを使用して炉心内の燃料バンドル当りの出力を表示した例でありまして、出力を5段階にわけ示すことが出きますので燃料の出力分布が一目瞭然にわかり、運転の監視に効果を上げております。

(4) システム技術

(a) 廃棄物処理

わが国の特殊性から廃棄物処理技術に関しては、地道な開発研究が続けられております。

（スライド10）は、気体廃棄物処理の決め手である希ガスホールドアップ装置開発中の実験設備を示しておりますが、この実用化試験によって優れた性能が示され、現在日本の全ＢＷＲに採用されるに至りました。この他液体および固体廃棄物の処理については、種々の減容法を研究しております。

(b) 水質管理

島根発電所の復水浄化系は、ＢＷＲとして初めて、フイルタデミネと混床式デミネを併設し、不溶性腐触生成物の著しい除去効果を得ております。また給水系廃触量の低減法として微少酸素注入装置の設置など種々のシステム改善を行なっております。

(c) 大型バルブ

主蒸気隔離弁、逃し弁、安全弁等のように大型特殊仕様のバルブは初期のプラントでは、すべて輸入でしたが、現在では次第に国産化できるようになりました。

（スライド11）は、島根発電所で初めて採用した国産の逃し安全弁であります。逃し安全弁、主蒸気隔離弁は特殊仕様のため当初輸入品で計画しましたが、日本の厳しい試験基準、保守の便利さなどから、前者は国産品、後者はノックダウンの採用にふみ切り、現在トラブルなく運転しております。

(d) 配管作業

原子力発電所の配管作業は、膨大な物量、複雑な経路、狭いスペース、さらに厳重なる耐震サポートなどのため、多大な作業量を要し、建設工程のクリティカルパスとなっております。

（スライド12）は、格納容器内の配管模型を示しますが、狭い所にあたかも知恵の輪の如く、混然と設置されておりこのような模型を活用しての十分な計画をはじめ、製造、据付手順等、慎重な工程管理のもとに行なわれます。島根発電所の建設は、最盛期には1,０００人を越す作業者によって行なったのでありますが、今後プラントが大容量化されるにおよんで、さらに物量は膨大となりますので緻密な工法の検討、自動溶接の活用はもとより、工程管理、品質管理に一段と力を入れるとともに、現地技術者の質、量両面の確保などを行なって、短い工期で信頼性の高いプラントを建設する所存であります。また、合理的な施工のためにも官庁検査など全面的な御協力を切に御願い致します。

以上述べて参りましたように、国産プラントでは、国内メーカーがメインコントラクターになることによって、顧客とメーカの一体感にもとずく、緊密なる意志の疎通、トラブルに対する迅速なる対処、責任範囲の明確化など数多くの利点があります。さらに、導入技術をベースにきめ細い国産技術の採用が自由に行えるように、緻密な工程管理と相まって信頼性の極めて高いプラントが建設できたと考えております。しかも、運開後の炉心管理、補修、保守などのアフターサービスも万全を期すことができます。

これらの利点から考えて、今後のプラントも極力国産化で進めて行くのが、好ましいと思いますが、

我々メーカーも安心して御下命いただけるよう自主技術確立に、さらに努力を続けてゆく覚悟であります。

3. 今後の問題

軽水炉プラントの機器の現状などについて申し上げてまいりましたが、今後さらに国産技術を推進していく上での問題について、ふれたいと思います。

(1) 国産化推進上の問題

軽水炉プラントの主要機器については先ほど御説明申し上げましたようにほとんど国産化されるようになりましたが、再循環ポンプや制御弁等は輸入であります。これらは原子炉の安全性に密接な関係のある重要機器であり、その安全性、信頼性に関する実証確認が絶対不可欠であります。このために大規模なテストループを必要とする点で国産化が遅れています。

このように需要面から経済的に不得策なものや照射実績が必要なものについては長期的な施策により国産化を進めて行く必要があります。

また安全性に関する問題では安全基準、技術基準等をより完全なものにしていただく必要があり、これに必要な大規模な試験研究を国の研究機関にて強力に推進していただきたいと考えます。

これら定められた基準に適合した安全にして信頼性のある設備の設計製作等に必要な試験研究はメーカー自身で行なって行く所存であります。しかし機器製造業界の基盤がまだ確立されていない現段階におきましては、たとえこれに該当する種類のものでありましても、企業の負担能力を超える規模のものにつきましては、是非国の研究機関で実施いただきますようお願い申し上げます。

(2) 信頼性の向上

原子力発電プラントは特に安全性が要請され、小さいトラブルでも直ちにプラント停止に至ることが多くあり、また同種のプラントにトラブルが発生すると他のプラントもその影響を受けプラントを停止させ、点検せざるをえないことがしばしばあります。これらは国産技術によって解決できる問題であり、従って私どもは生産技術および建設工事技術の向上をはかることは勿論品質保証（ＱＡ）ならびに試験検査技術の向上等プラントの信頼性向上に努める所存であります。

(3) 放射能低減

また、放射能を低減することは環境保全、運転保守のみならず、将来の原子力の発展には極めて重要であり、このため燃料の健全性の確保、システムの改善、しゃへいの強化、保守の自動化の開発を強力に進めてまいりたいと考えております。

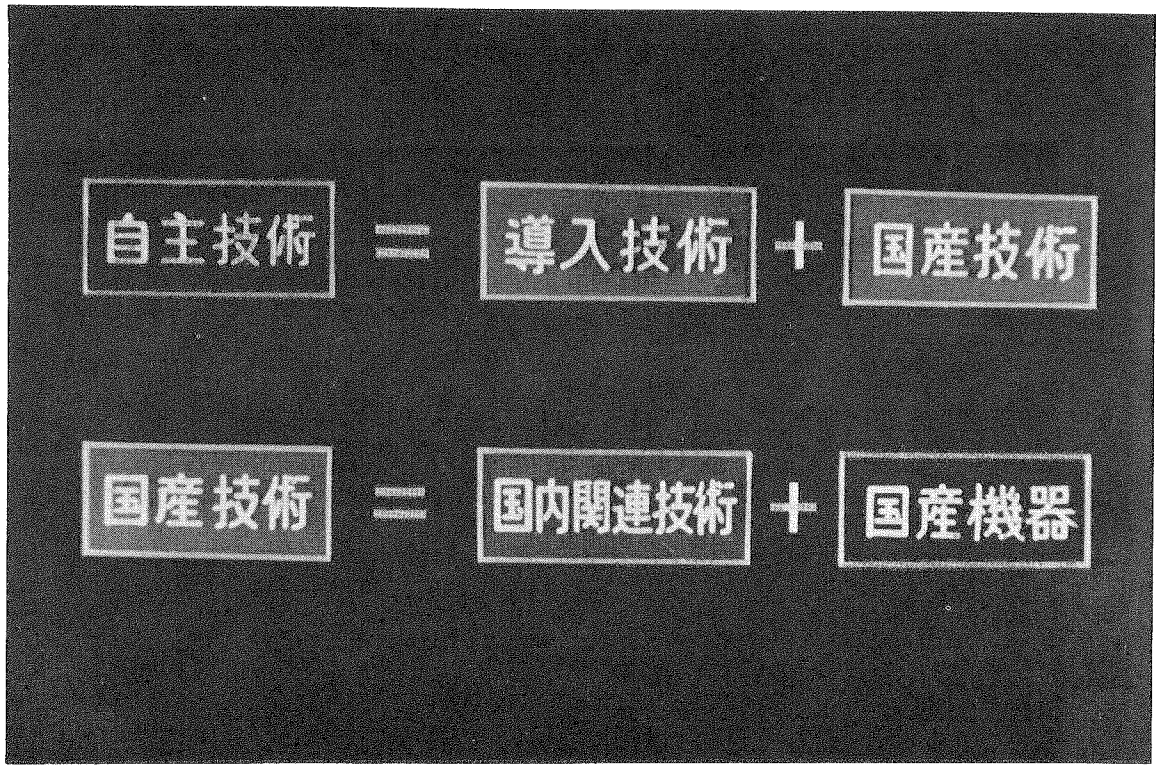
4. 結言

わが国の原子力技術は、導入技術から出発したわけでありますが、既に国産技術によって信頼性の高いプラントを建設できるようになりました。導入技術と異なり、国産技術では、巨大なプラントの細部に至るまで、技術的に十分検討し、それぞれの責任を明確にして、設計、製作、建設を行なうことができます。また若しトラブルが、発生した場合でも迅速かつ適確に、これに対応していくことができます。これが、ひいては原子力に対する社会の信頼を得る道だと考え、今後も一段と国産化の努力を進めてゆきたいと考えております。

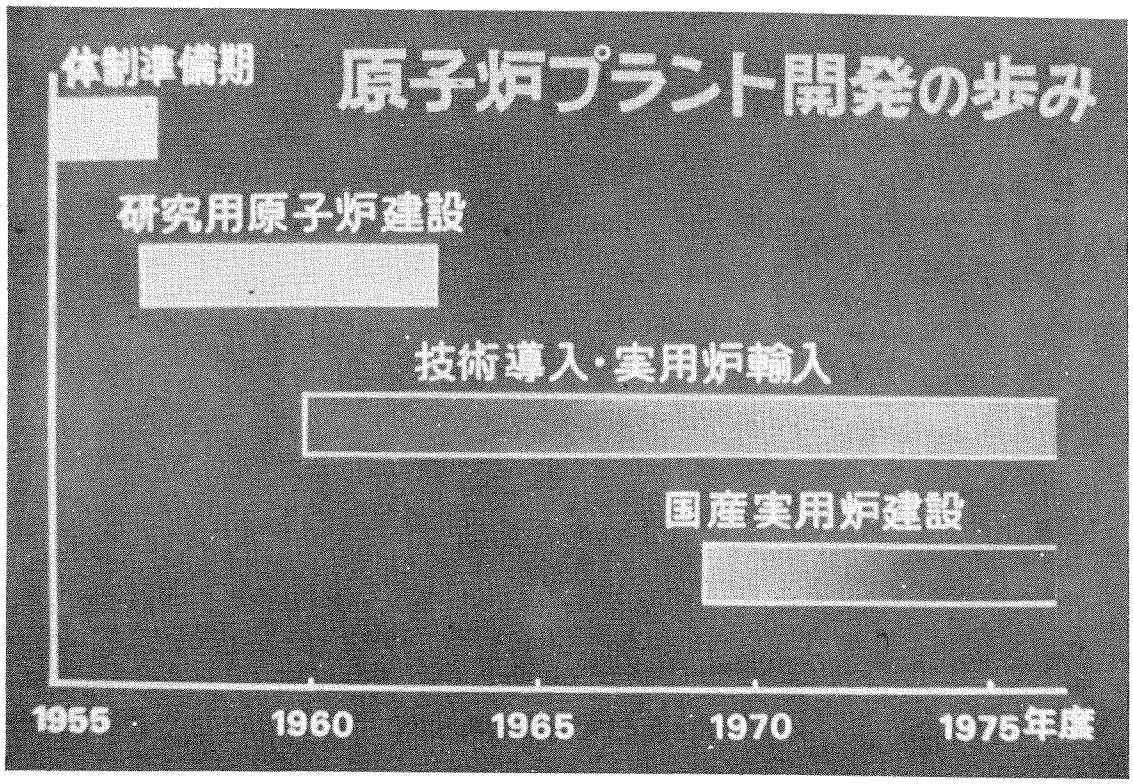
また従来より私どもは、原子力の生産の拡充に努めてまいりましたが、最近の需要の後退、立地難

等からその建設が大巾に遅れております。一方研究投資率は、４８年度日本原子力産業会議の報告では約１１％の高率を示しておりこのまゝ推移すれば、多年にわたって育成、蓄積してまいりました国産技術もその維持が次第に困難になると考えられます。

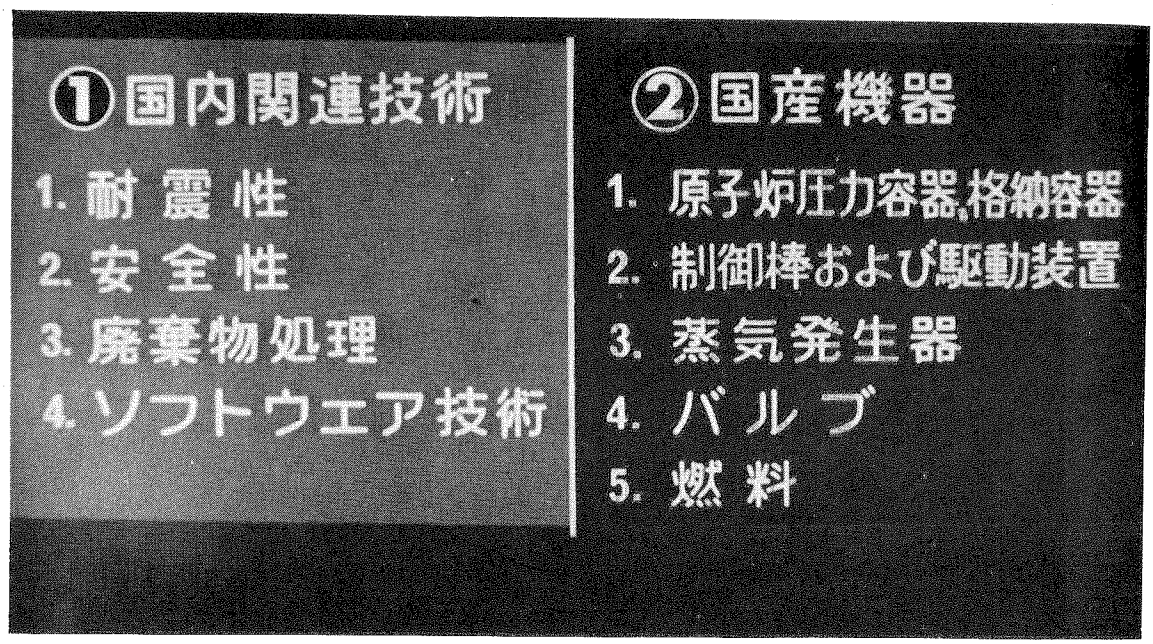
従いまして、わが国の原子力開発が、国民的支援を得て、計画的に遂行され、私どもが原子力発電所の建設を通じて、国産技術をもって社会に貢献できることを切望いたします。



スライド1　自主技術と国産技術



スライド2　原子炉プラント開発の歩み

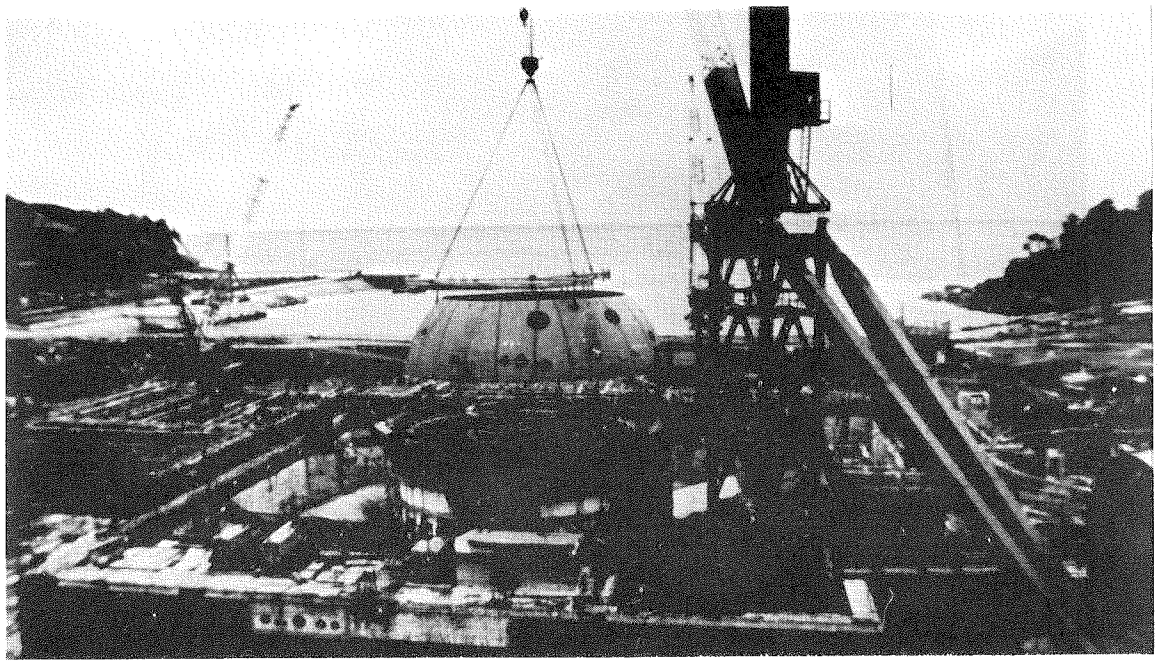


スライド3　国産技術

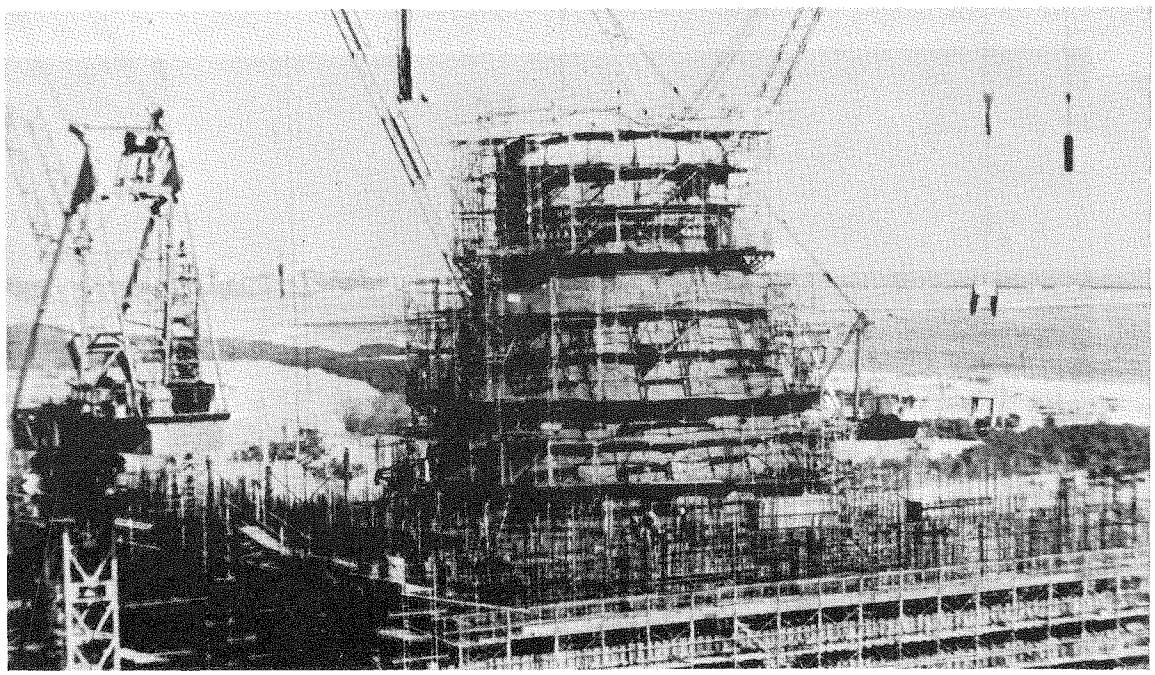
機器名	敦賀（BWR）(1970年運開)	島根（BWR）(1974年運開)	美浜1号(PWR)(1970年運開)	高浜2号(PWR)(1975年運開)
[1]プラントエンジニアリング				
□総合計画	×	●	×	●
□プラント設計(核熱安全耐震)	×	●	×	●
[2]プラント機器				
□原子炉系				
圧力容器及炉内構造物	▲	●	×	●
制御棒・同駆動装置	×	▲	×	▲
蒸気発生器・加圧器			▲	●
□タービン・発電機				
タービン	×	●	●	●
復水器・給水加熱器	●	●	●	●
発電機	×	●	●	●
□関連機器				
再循環ポンプ	×	×	×	▲
隔離弁・安全弁	×	▲	×	×
非常冷却系駆動タービン		×		
放射性廃棄物処理設備	▲	●	▲	▲
中性子計装設備	×	▲	×	▲
□原子炉格納容器	●	●	●	●

記号 ×;輸入 ▲;一部国産 ●;国産（日本工業年鑑1973年版）

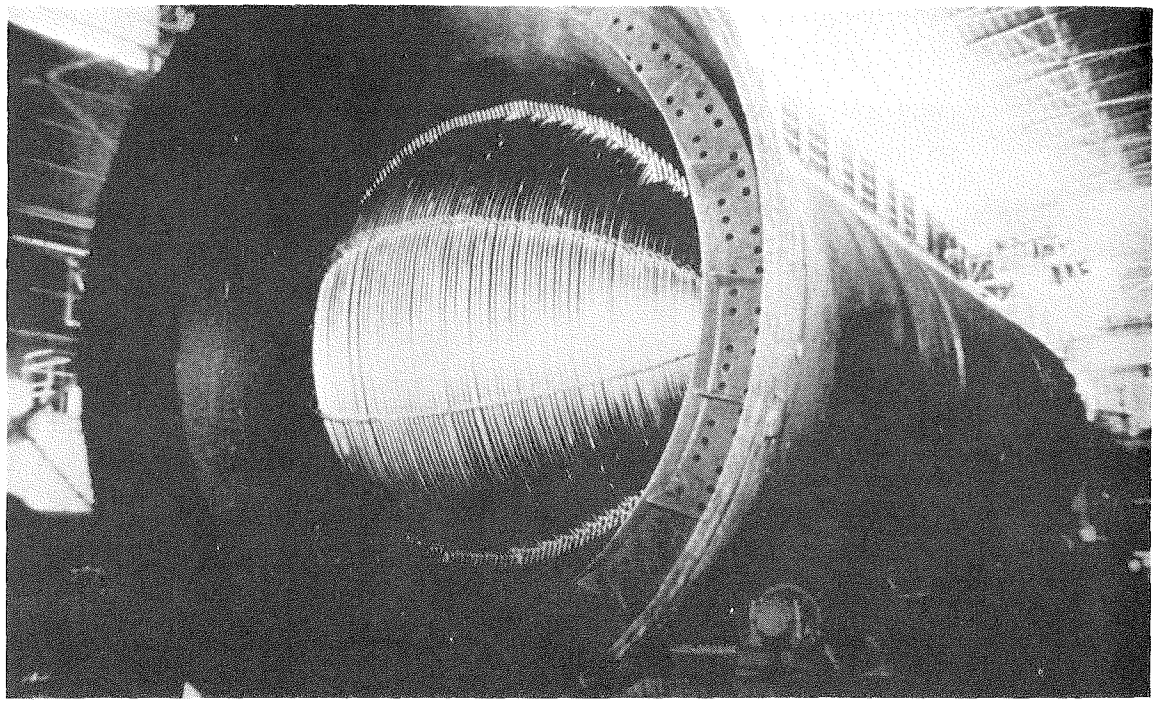
スライド4　機器の国産状況



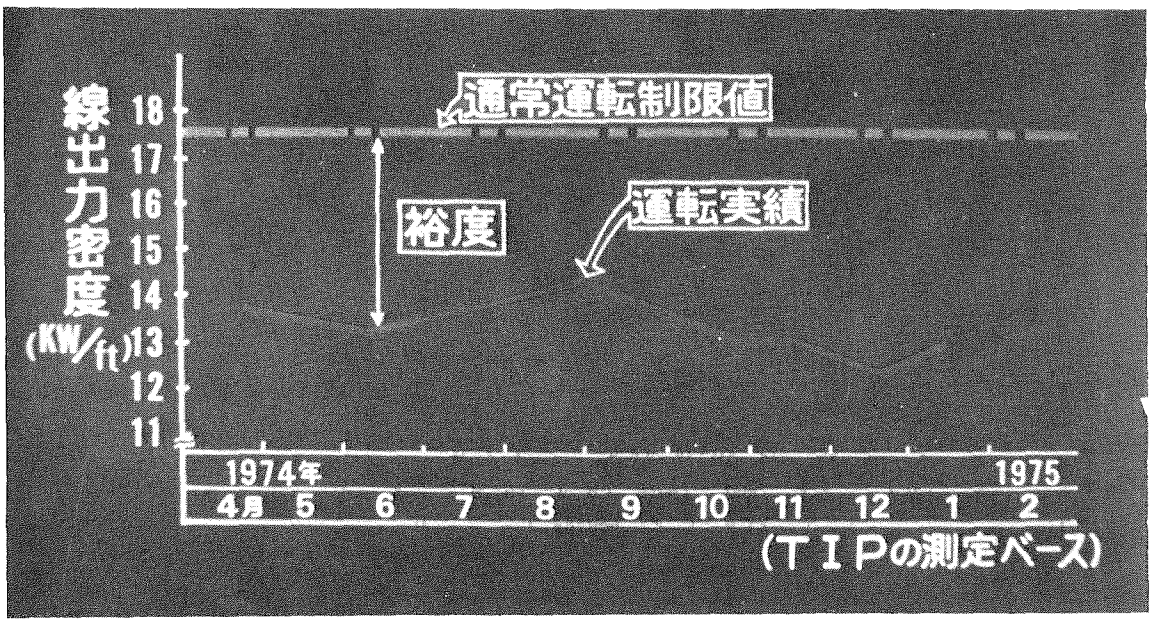
スライド5　中国電力島根発電所格納容器



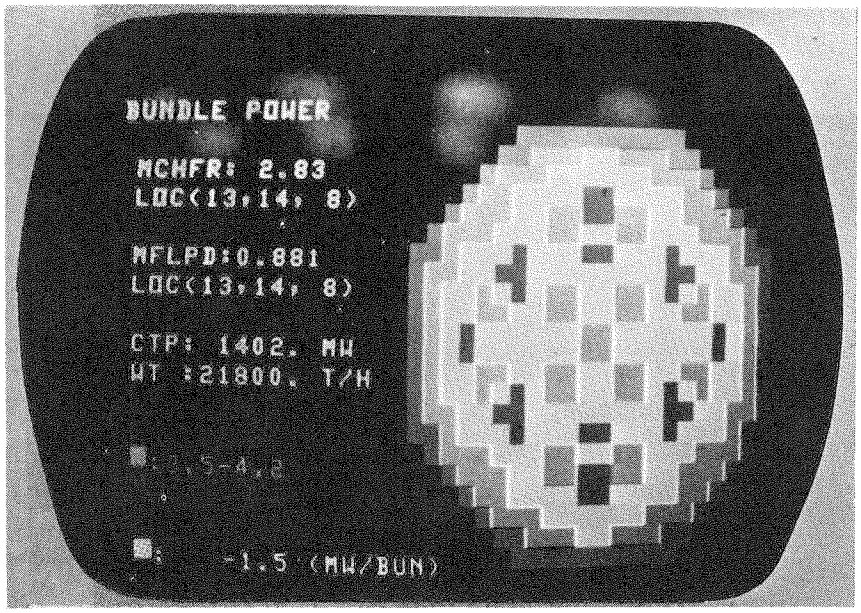
スライド6　東海2号110万KWクラス格納容器



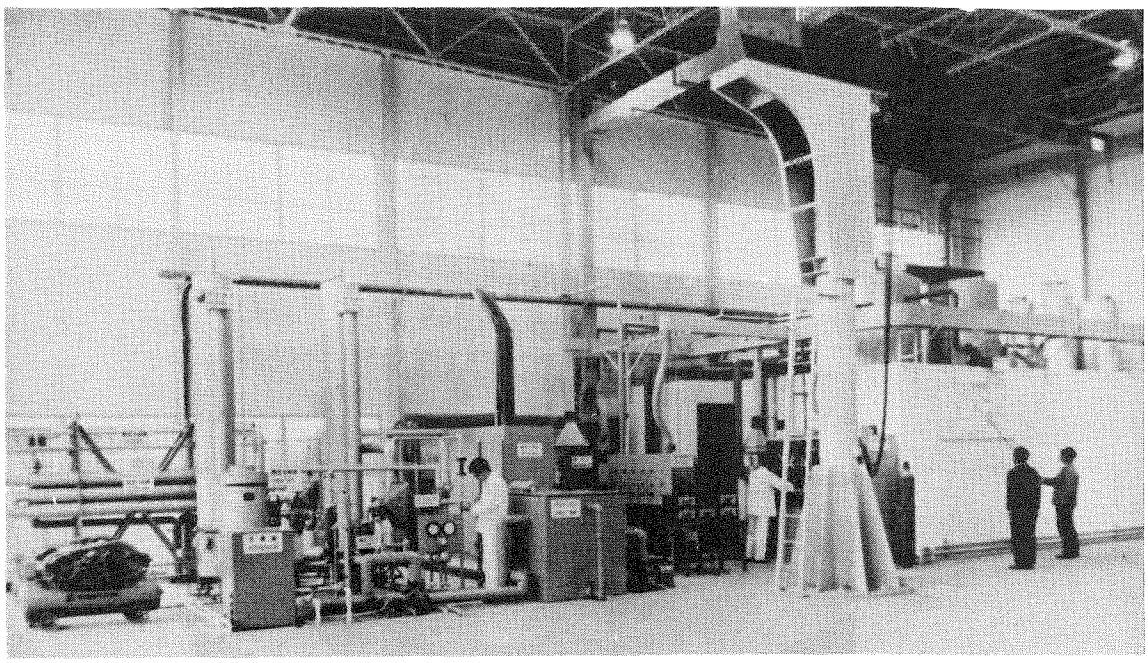
スライド7　蒸気発生器



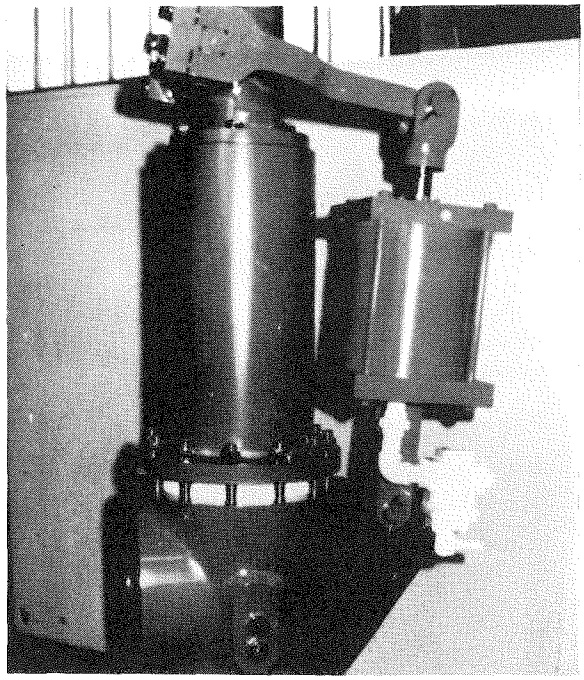
スライド8　島根発電所における最大線出力密度



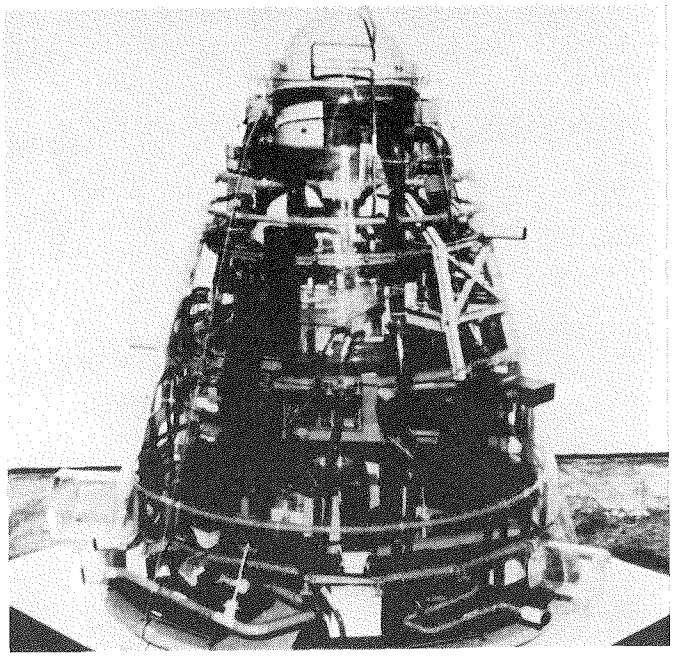
スライド９　炉心管理システム（炉心出力表示）



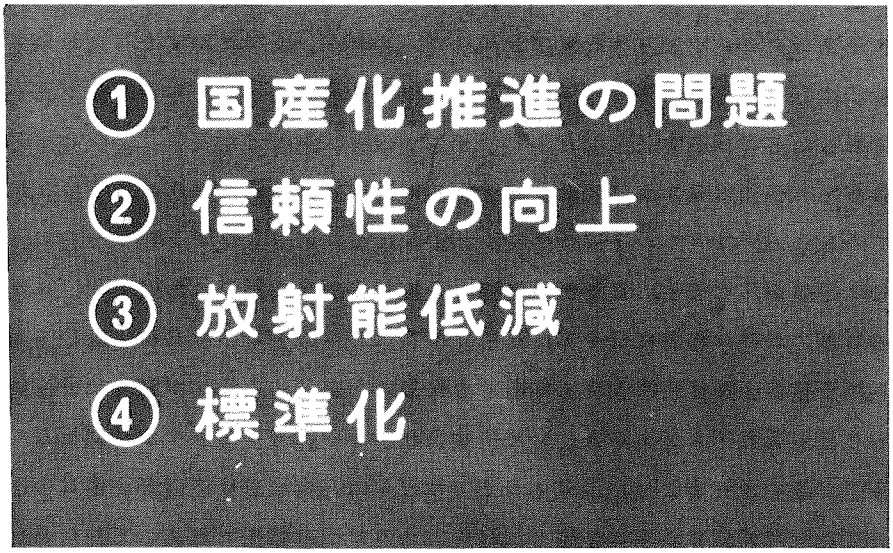
スライド１０　希ガスホールドアップ実用試験装置



スライド１１　逃し安全弁



スライド１２　格納容器配管モデル



スライド１３　今後の問題点

わが国におけるＡＴＲ，ＦＢＲの開発

動力炉・核燃料開発事業団
副理事長　河　内　武　雄

昨年秋にアメリカにおいて開催された第９回世界エネルギー会議における将来のエネルギー問題に関する議論の基調は、「世界のエネルギー経済は今後次第に原子力へとその依存度を強めざるを得ない」というものであったと存じます。

ご承知のようにわが国におきましても、軽水炉の建設が進められつつあります。しかし軽水炉は現在実用化されている原子炉の中でも経済性その他で優れた点をもつものではありますが、核燃料の有効利用という面では難点があります。したがって国の長期的な原子力開発においては、核燃料の有効な利用を図り、将来のエネルギー確保に資するために、消費された以上の核燃料を生産し得る高速増殖炉、ならびに核燃料消費量が少なく天然ウラン供給でも稼動でき早期に実用化が期待し得る新型転換炉を自主的に開発することが国のプロジェクトとして決定され、その開発を担当する機関として昭和４２年１０月に動燃事業団が設立されました。以来今日まで私どもは、開発資金の出資、要員の出向、研究開発の実施等について官民関係各界の協力を得てこれら二つの炉型の開発に努力して参りました。この開発は国としても初めての長期にわたる大型技術の自主開発であり、決して平坦な道を歩んできたわけではなく、また今日まだその開発は道程の半ばであります。しかし、エネルギー危機が叫ばれる今日、この新型炉自主開発の英断は当を得たものであったと確信を深めるものでありまして、本日その開発概況を報告して皆様の御叱正を得たいと思う次第であります。

まず新型転換炉から申し上げますと、この炉は重水減速沸騰軽水冷却型で中性子吸収の少ない重水を減速材に用いていますので、中性子経済が良く、次のような特徴を持っております。第１に自己の使用済燃料から取出されるプルトニウムを天然ウランに富化して燃料を作り、これを炉に装荷していく、いわゆるプルトニウム・セルフサスティニング・サイクルができます。この場合、天然ウランの供給があれば炉は稼動しますので、中性子経済の良いことと相まってウラン濃縮設備の削減ができます。次にプルトニウムを使用する場合、天然ウランに富化する単位プルトニウム当りの燃焼度は軽水炉の倍程度になります。第３に天然ウランの消費量は軽水炉の$\frac{1}{2}$ないし$\frac{2}{3}$と少なくてすみます。したがって、新型転換炉はウラン濃縮分離作業量を軽水炉を使用する場合にくらべ、大きく削減できますし、また天然ウランの供給だけでも稼動しますので核燃料の多様化が図れます。さらに、冷却材に軽水を用いますので、軽水炉の技術を大幅に利用でき、早期実用化も期待できます。このような特徴から、核燃料の多様化と安定供給などを考慮して、国は新型転換炉の開発を昭和４１年５月決めましたが、最近、昭和５５年以降の濃縮ウラン供給に不安があるといわれるようになり、一方、世界的に資源ナショナリズムの風潮が強くなり、天然ウランの入手が必ずしも楽観できなくなってきました。このような情勢を考えますと、核燃料を効率よく使っていく新型転換炉の重要性と有効性は高まってきていると言えます。新型転換炉原型炉「ふげん」は、圧力管型の原子炉で１６５,０００ＫＷ出すように設計されています。「ふげん」は重水を満たしたカランドリアタンクの中に、２２４本の圧力管を２４cmの正方ピッチで配置した構造にな

っており、圧力管の中に燃料集合体を収めています。燃料交換は、原子炉下面から行ないますが、制御棒は上から炉心に挿入し、原子炉を制御するとともに、非常の場合は、全数落下させて炉を停止します。燃料は、初期、プルトニウム燃料を９６体、微濃縮ウラン燃料を１２８体炉心に装荷致します。これについては若干後程ふれたいと思います。

「ふげん」の建設で、土木関係工事はほぼ終り、建築関係も原子炉格納容器周壁、タービン建屋など順調に進んでおります。一方、原子炉本体を初め、各種機械・電機関係の機器の据付は、昨年９月から始められており、今年初めには、原子炉本体のカランドリアタンクが据付けられました。今後、圧力管集合体、一次冷却系循環ポンプなど主要機器が搬入・据付けられ、各系統の洗浄、そして単体試験の後、総合系統試験を行なって、系統の設計性能を確認し、昭和５１年度後半「ふげん」を臨界にすることを目標にします。

「ふげん」の開発、研究は、「ふげん」の設計、製作、建設を軸に、設計、炉心核熱特性、構造機器、燃料材料、計測制御、および安全・耐震、の各分野で進められ、それらのＰ＆Ｄは、随時「ふげん」に反映して参りました。またその結果などに基づき設計を変更すれば直ちに必要な開発に着手しました。

大洗工学センターにおける大型開発施設、すなわち核特性を明らかにする「重水臨界実験装置」、炉心熱除去・流動特性を解明する「１４ＭＷ熱ループ」、燃料集合体や圧力管などの耐久性等を実証試験する「コンポーネントテストループ」そして「ふげん」型炉の安全性を解明・実証する「実規模安全試験施設」は順調に稼動しており「ふげん」はこれらの結果に基づいて設計・製作されています。燃料の開発は、軽水炉の燃料と異なる点、すなわち燃料集合体に関係することを重点に進めています。そして、最終設計までに実物大燃料集合体を５度試作し、コンポーネントテストループなどで各種試験を繰返し、改良を重ねてきました。一方、照射試験にも意を払い、原研の材料試験炉、ノルウエーの「ハルデン炉」の他、実物大燃料の照射をイギリス「ＳＧＨＷＲ」で実施しております。原子炉に関係する重要な機器、例えば圧力管集合体、燃料交換機、供用期間中検査機器などの開発は、まずそれら機器の重要部品の開発を行ない、その結果をもとに実機の設計・試作、次いで試験を実施して改良を施すという形で進めております。

このような大型開発では、全て順調ということはなく、いろいろ問題に遭遇し、その都度対処・解決することを経験してきました。そのうちの１～２をここに御紹介したいと存じけす。重水臨界実験などの結果、「ふげん」の冷却材ボイド反応度を若干あまく評価していたことが途中判明しました。当時、原子炉本体の寸法は大部分決っていましたので、この対策に相当心をくだきました。一方、プルトニウムはこのボイド反応度を下げる効果を持っていますが、折からプルトニウムの価格が下り、入手も容易になってきました。また当事業団の東海事務所でプルトニウム燃料の製造加工が相当量できるようになりましたので、初期炉心の中央部に９６体のプルトニウム燃料を装荷して、このプルトニウムの効果を利用するとともに、圧力管とカランドリア管の間隙を若干拡げることに致しました。これにより、冷却材ボイド反応度の評価不充分の問題は、氷解するとともに、１次冷却系も４ループから２ループにすることもできました。また、原子炉の特性も寿命中一定となり、初期ウラン燃料を装荷する場合必要でした。初期炉心と平衡炉心のボイド反応度の差に対処することもしなくてよくなりました。原子炉の出力は、燃料のバーンアウト限界に左右されますので、１４ＭＷ熱ループで実物大試験を行ない、設計限界を決めました。ところが、燃料集合体は必ず圧力管に偏心して収められますので、バーンアウト限界が予想より１０～１５％程度低くなることが分りました。当事業団は、いろいろ実験研究を行ない、スペ

ーサ間隔をつめると約１５～２０％、バーンアウト限界が上がることをみつけましたので、燃料集合体は、スペーサの流動抵抗を考えて、熱負荷の高い燃料中央部はスペーサの間隔を２６cmと狭く、端部は４３cmと広くすることに致しました。

次に諸外国における「ふげん」型炉の開発状況について触れますと、「ふげん」型炉はわが国以外、カナダ、イギリスおよびイタリアで開発を進めております。カナダは、天然ウラン専焼炉の開発を目指して、原型炉（Gentilly－1）２５万KWを昭和４５年１１月臨界にしましたが、特に炉の安定性の観点から、大型炉の設計はプルトニウム燃料を用い「ふげん」と同様な設計をすることに致しました。現在、大型炉の評価設計を終り、検討を行なっています。イギリスは、昭和４２年末原型炉（SGHWR）１０万KWの１００％出力を達成し、以後、この炉を順調に稼動させています。この良好な実績などに臨み、イギリス政府は昭和４９年７月、次期炉型として軽水炉を排して、この炉を選び当面400万KWを建設することに決めました。イタリアは、実験炉（CIRENE）４万KWの開発を進めています。わが国を含め、これら４カ国は、「ふげん」型炉の開発をお互い効果的に進めるため、年に１～２度JUICE－Meeting(Japan－UK－Italy－Canada－Exchange Meeting)を開催し、その時々のトピックスやテーマを中心に技術討議を行なっています。

「ふげん」開発の大きな目標は、「ふげん」型炉の技術を確立し、次に続く大型炉建設・運転をスムースにできるようにすることです。これに応えるため、「ふげん」をできるだけ早く臨界にし、順調に稼動させることを最大のポイントにしています。実用化に対しては、開発体制を明確にし、国、民間の役割を明らかにすることが重要ですが、当事業団は将来に対し、新型転換炉評価検討専門部会の開発コメント等を勘案し、当事業団を中心に、今までなされた開発と経験を基に、大型炉の構想を固め提案すべく、その開発……新型転換炉評価研究……を実施しています。また、重水供給は、新型転換炉が実用化された場合、大切な問題ですので、今後よく検討していく必要があると考えます。

次に高速増殖炉について申し上げたいと思います。

御承知のように、高速増殖炉の主要な特徴を挙げるならば次のようになります。まず、ウラン２３８をプルトニウム２３９に変換して天然のウランの大部分を分裂させ、エネルギーの取出しに活用することができます。第２に高速増殖炉は、少量の天然ウランまたは劣化ウランの補充のみで運転が可能であり、運転にはウラン濃縮設備は不要であります。第３に熱効率は４０％程度と軽水炉に比べて高効率であり、プラントからの排熱量もそれだけ少なくなります。最後に核燃料の有効利用ならびに高い熱効率から、高速増殖炉では軽水炉よりも割高のウラン鉱石を利用できることになります。これらの事から、高速増殖炉を実用化すれば、人類は半永久的に使用可能なエネルギー源を手に入れることになると信じられております。すなわち、高速増殖炉は、核燃料資源の問題を根本的に解決する動力炉であり、将来の原子力発電の主流となるものであると考えられております。わが国の高速増殖炉開発計画には「常陽」と呼ばれる実験炉と「もんじゅ」と呼ばれる原型炉の二つがございます。この実験炉「常陽」および原型炉「もんじゅ」は両方ともいわゆる「ループ型」の設計となっております。「ループ型」か「タンク型」かに関しては世界の高速炉関係者間でも今日なお議論があるところであります。しかしながら、我々は「ループ型」の方がわが国の開発には適していると判断致しました。その主な理由は保守上の便利さであります。すなわち、少くとも初期のプラントについては、一次系の主要な機器についての修理や

保守作業は避けられないものと考えられます。そのような保守修理作業については「ループ型」は機器への接近が容易であるという面で利点をもっております。

さて、実験炉からお話しを申し上げます。

実験炉「常陽」は、その設計、製作、運転を通じてナトリウム冷却高速増殖炉の経験を取得することを目的としておりまして、完成後は燃料材料の照射用施設として活用されるものであります。

この炉の最終目標出力は１００ＭＷｔであり、プラントはその出力に対して設計建設されております。しかしながら、この炉がわが国最初のナトリウム冷却高速炉であることを勘案しまして、第一段階として５０ＭＷまでを申請し、設置許可を載いて、昭和４５年に大洗工学センターに建設を開始しました。昨年末には原子炉機器の据付けを完了して、本年初頭より機能試験を開始しております。そして本年秋にはプラントにナトリウムを注入し、各種の性能試験を行ない、明年夏には臨界にする予定であります。

「常陽」の炉心はウランとプルトニウムの混合酸化物燃料を用いておりまして、炉心は劣化ウランのブランケット燃料で囲まれております。この炉は、各々５０ＭＷの除熱能力を有する冷却系統を二系統もっておりまして、各系統は一次冷却系、中間熱交換器および二次冷却系より構成されております。この様にして、炉心で発生された熱は最終的に大気に放散されるようになっております。この炉は４本の安全棒と２本の調整棒を持っております。また、原子炉と一次冷却系全体を軽水炉で用いているのと同様な鋼製の気密格納容器に収めております。

「常陽」のための研究開発の多くのものは、既に完了ないし、終了しつつあります。それらの主なものは、日本原子力研究所の高速臨界実験装置を用いた臨界実験、ナトリウムを用いた燃料交換機、制御棒装置、回転プラグならびにポンプ等の実寸大機器の性能試験、外国のＤＦＲやラプソデイー等の高速炉を用いた「常陽」用試作燃料ピンの照射試験等であります。また、初装荷用の燃料の製作は東海事業所において製作がすでに完了しております。

ここで今迄行なった実験炉のための研究開発経験の一例を簡単に紹介したいと思います。実は一次ナトリウム循環用の主ポンプを試作して、種々の試験を行なって耐久試験を開始したところ間もなく、ポンプの主軸がガンマ線遮蔽胴の内筒下部と接触し、ポンプが停止する故障を経験しました。この故障は、主軸と内筒との間隙をガンマ線漏洩を気にする余り、小さくとり過ぎたことによって発生したものと考えられ、この間隙を５㎜に拡げることにより解決することができました。この改良後、ポンプは約１２,０００時間異常なく運転されております。この故障の経験を活かして実験炉用のポンプは製作されております。

この炉の出力については、これまでの「常陽」の経験と、いろいろな研究開発の成果を基礎として、できるだけ早い機会にまず７５ＭＷ程度にまで現在の炉心の出力を増大したいと考えております。そうすることによりまして製作された高速炉燃料ピン数千本に関する貴重な使用経験が得られるものと考えております。また、その後は、燃料ピンの寸法を若干変更して、さらに出力を１００ＭＷにまで増大し、より照射に適した炉心を実現して、今後の高速炉の実用化のために必要な燃料材料の照射試験に役立てたいと考えております。

次に原型炉「もんじゅ」についてお話ししたいと思います。

この炉の設計は、昭和４２年に開始され、数次にわたる概念設計を終了して、現在設計の調整を実施している段階であります。いわば設計は最終段階にあると言っても過言ではありません。また、この炉のために必要な研究開発も強力に進められつつあります。しかしながら、最近の社会情勢を反映して、この炉の立地問題は今日までの我々の努力にもかかわらず、未だ最終的な解決をみるに至っておりませんが、動燃事業団としては、昭和５２年夏頃には建設を開始できるよう、その解決のためにさらに一層の努力をする考えであります。

この原型炉「もんじゅ」は熱出力７１４,０００ＫＷ、電気出力３００,０００ＫＷで、ウランとプルトニウムの混合酸化物を用いるナトリウム冷却高速増殖炉であります。炉心はプルトニウム富化度の異るいわゆる２領域炉心であり、劣化ウランを用いたブランケットにより囲まれております。

この炉は、４本の安全棒、３本の後備停止棒、１２本の調整棒を持っており、合計１９本の制御棒が炉心に設けられております。また、燃料の取出し平均燃焼度は約８０,０００ＭＷＤ／Ｔを目標としており、増殖比は約1.2となっております。

炉心で発生した熱は、３つの１次ナトリウム冷却系および、２次ナトリウム冷却系を経て、蒸気発生器に送られます。原子炉および１次冷却系統全体は、気密の鋼製格納容器内に収められております。炉の構造ならびに設計の考え方は実験炉の経験を活かしておりますので、当然のことながら、非常に良く似たものとなっておりまして、燃料交換系機器が若干異っていること、蒸気発生器が設けられている発電炉であること等が実験炉と違っている主な点であります。

この原型炉「もんじゅ」のための研究開発は、数年前より精力的に実施され、着々とその成果を挙げつつあります。例えば、この炉の全炉心を模擬した臨界実験は、イギリスのＵＫＡＥＡとの協同研究により、「ゼブラ」と呼ばれる臨界実験装置を使用して実施しました。この協同研究はモーツアルト計画と呼ばれるものでありますが、すでに完了しております。それ以外の必要な炉物理的実験は、原研の高速臨界実験装置を用いて実施中であります。炉内構造物、制御棒装置、燃料交換系機器等の主要な機器に関する工学的な研究開発は、現在進行中であり、実寸大のナトリウムポンプは現在製作中で来年性能試験が開始される予定であります。「もんじゅ」用燃料の照射試験は、「常陽」の場合と同じく、外国の高速炉を用いて実施中であります。蒸気発生器については、先づ１ＭＷの蒸気発生器試験施設を作って「もんじゅ」に用いる蒸気発生器の基本的な設計データをとり、それを基にして５０ＭＷの蒸気発生器試験施設を建設し、この施設は昨年夏より全出力運転試験に入っております。

ここで研究開発経験の１例として蒸気発生器での問題を紹介したいと思います。

実は三年程前に、この１ＭＷの蒸気発生器の試験を行なった際、定格出力の半分以下で運転しようとすると、出力が数サイクルの振動数で大きく変動するという問題を経験しました。調査の結果、この出力不安定現象は、給水下降管部における収熱が予想外に大きく、低負荷時には下降管内で上昇沸騰が生じるためであることが分かりました。そこで、下降管部に熱遮蔽を設ける改良を加えたところ、３０％程度の出力でも不安定現象が起らないことが確認されております。この経験を活かして製作された５０ＭＷの蒸気発生器では、１６％程度の低出力でも不安定現象が起らない様に改良されております。

この５０ＭＷ蒸気発生器試験施設は、世界最大規模のものでありまして、同規模の施設はフランスおよびオランダに有りますが、わが国のものは短期間に完成し、しかも順調に全出力運転試験が開始されたと言う点で、外国の人達から注目されているようであります。

その他、大洗工学センターには、燃料集合体検査施設、照射材料試験施設、照射燃料試験施設の３つの照射後試験用ホットラボが設けられておりまして、有用な燃料の照射試験データが得られつつあります。また、ナトリウム－水反応実験装置、ナトリウム沸騰実験装置等高速炉の安全に関する多くの実験装置も稼動中であり、有益なデータが得られつつあります。さらに、大洗工学センターの研究開発以外に関係各界の多くの研究機関に多数の委託研究を依頼しておりまして、活発な研究開発が行なわれております。

このように「もんじゅ」のための研究開発は着々と成果を挙げつつあり、動燃としては、「もんじゅ」の建設が開始できる段階にまでいろいろの準備が進んでいると考えております。したがって、前に申し上げました通り、立地問題の解決に努力して、早期着工を図りたいと考えております。

着工のためには、もう一つの重要な問題であるこの炉の建設資金問題を解決しなければなりません。ご承知の様に、最近の世界の経済情勢を反映して、西ドイツの原型炉やアメリカの実証炉の建設費としては、かなり高額の数字が伝えられております。

これらの場合と同様、われわれの原型炉の建設費も当初予想した金額よりもかなり大きくならざるを得ないと思います。何れにしましても、官民関係各界の御協力と御理解を得て進めて参りたいと思います。

次に高速増殖炉開発の今後の問題に一言ふれたいと思います。

御承知の様に、フランス、イギリス、ソビエトではすでに電気出力３００,０００ＫＷ前後の原型炉は運転を開始しております。また、西ドイツの３００,０００ＫＷｅの原型炉は建設中であり、アメリカの３８０,０００ＫＷｅの実証一号炉は本年建設を開始すると言われております。そしてフランスでは、全出力運転中の２５０,０００ＫＷｅの原型炉（Phenix）に続く次の1,２００,０００ＫＷｅの大型炉（Super Phenix）の建設を本年中に開始すると伝えられております。イギリスでも同様に、現在出力上昇試験中である２５０,０００ＫＷｅの原型炉（ＰＦＲ）に続く1,３００,０００ＫＷｅの大型炉（ＣＦＲ）を向う２年位のうちに建設を開始する計画であると伝えられております。このように、欧州ではすでに原型炉から1,０００,０００ＫＷｅ以上の実用規模の大型炉の開発へと進みつつある段階であります。

ひるがえってわが国の現状を見ますに、今日までの努力の結果、技術的な進展については外国からも評価を受けております。動燃としては、その使命を果たすべく１日も早く実験炉「常陽」を完成し、原型炉「もんじゅ」の建設を開始することに最大の努力を傾ける所存であります。

それとともに重要なことは、わが国における高速増殖炉の実用化への計画を本格的に立案することであろうと思います。すなわち、原型炉ができた後の大型炉の開発計画はいかにあるべきか、また高速増殖炉用燃料の製造、再処理、輸送等の問題はいかに解決すべきか、そして高速増殖炉産業体制をいかに確立すべきかなどを国全体として考え、高速増殖炉の実用化の方策を真剣に考えて立案すべき時期に来ているのではないかと考えます。

ご承知のように高速増殖炉の実用化は、将来の世界のエネルギー問題解決のために大きく貢献するものと期待されている課題であります。言い換えますと、この新技術の恩恵は人類が等しく享受すべきものであり、われわれの努力も単にわが国のみならず、他の国々の人々のためにも貢献できることを願っているものでありまして、そう言う意味でこの高速増殖炉開発を行なっている他の国々の人達とも協力し

て、できるだけ早く実用化できるよう努力することが極めて大切な事であると思います。

以上簡単にわが国のＡＴＲ・ＦＢＲの開発の状況をご報告致しましたが、過去７年程の開発経過を反省してみますと、立地問題や技術的問題等で計画は、当初の予定よりもおくれておりますし、必要な開発資金もまた最近の経済情勢等により、当初予想したよりもかなり大幅に増大することは避けられません。しかしながら、この新型動力炉開発を国のプロジェクトとして決定した際の超党派の国会の付帯決議にも「経済の変動等に左右されることなく……云々」とあるように、困難を覚悟で国の総力を挙げてこれら炉型の自主開発、実用化を決意したものでありまして、今日当面している程度の困難で挫折することがあってはなりません。少々の困難のゆえに、開発路線の変更へと安易に走ることは、結局は国の将来を誤るものと思います。

われわれは、これ等の新型炉の自主開発、実用化はそれを決意した時点よりも現在はなお一層緊要な課題になっていると信じております。

この意味で、わが国の新型動力炉開発に関して７年前に定められた基本的な考え方は適切なものであったと確信するものでありまして、動燃事業団はその使命達成に全力を傾ける考えであります。政府も民間も、その開発の意義を改めて思い起し、初心にかえってこれら新型動力炉の実用化へ向って一層のご尽力をされるよう切望するものであります。

御静聴ありがとう御座居ました。

フェニックスの運転経験

フランス原子力庁
原子力産業応用担当理事
G・バンドリエス

1　議長、ならびに御出席の皆様、私は１９６８年の第一回の原産年次大会において、ＬＭＦＢＲと題してお話しする機会を得ましたがこうして再び当年次大会に出席できますことは大きな喜びであります。我々の計画は、以来順調かつ着実に進んで参りました。

１９７４年は、フランスＬＭＦＢＲプログラムにとり、非常に重大な意味のある年でありました。すなわち、原型炉フェニックスがテストを完了し、出力上昇及び運転開始数カ月の年でありました。これは長期かつ苦難に満ちた設計、エンジニアリング、建設及びテストの到着点であり、又過去現在に至る貴重な実験施設として運転されている実験炉ラプソディーの運転開始後７年にして達成されたものであります。このラプソディーは我々に放射能を帯びたナトリウム系を備えた高速炉運転の基礎的経験を提供し、かつ、燃料要素開発のテスト台としての役割を長期にわたり果していくでありましょう。ラプソディーによる経験と自信から我々は次のステップ、即ち大出力の原型炉フェニックス２５０ＭＷｅの建設及び運転に向かう事が可能になりました。フェニックスの目的は、適切な期間内に高速中性子プラントの建設及びその十分な負可率での運転の実現可能性を示し、全システムの効果及び信頼性を確認する事であります。

2　フェニックスの主な特徴は、皆様よくご存知でありましょうから、ここでは触れないことにします。炉心は、液体ナトリウム冷却であり、燃料体はプルトニウムとウランの混合酸化物のピンより成り立っています。原子炉はプール型であり、３つの主要循環ポンプと、一次冷却系の６個の中間熱交換器は一つのナトリウム入りの容器に浸されており、二次系は３つの独立した放射能を帯びていないナトリウムループより成り、おのおのがＳ.Ｇ.に供給します。

建設及び運転コストは、ＣＥＡ８０％、ＥＤＦ２０％の割合で分担されています。

フェニックスの予備研究は、10年前、即ち１９６５年に開始され、そのプラント仕様書は１９６８年に作成されました。ＣＥＡ（フランス原子力庁）、ＥＤＦ（フランス電力庁）及びＧＡＡＡのメンバーからなる共同体制ができ詳細な設計及び建設、運転開始を進めました。

この３組織の協同作業は、計画の成功に大きく寄与しました。密接な協力関係が研究、開発、設計及び建設の担当チームと、プラント操作チームとの間に絶えず保たれ、作業分担は現行能力をまず第一に考慮して割り当てられました。

3　入札が発表され主要契約は１９６９年に終了し、主要コンポーネントの工場建設は、１９６９年から１９７２年にかけて行なわれました。

マルクール建設サイト内での作業は原子力蒸気供給系に対しての下記の主要段階で行なわれました。

- 第一回コンクリート流し込み　　１９６９年　５月
- 安全容器建設　　１９７０年１１月
- 原子炉建屋上棟　　１９７１年　９月

○　ＳＧ据付け　　１９７２年６月

１９７２年の末に建設はほぼ完了しました。

１９６８年秋の第一次サイト準備開始と、１９７２年１２月の二次系及び１９７３年１月の一次系へのナトリウム充塡との間には、４年余りの間がありました。第一回臨界は、１９７３年８月３１日に達しましたが、これは１９６８年当時の計画に丁度５カ月遅れたものです。５カ年計画におけるこの５カ月の差は、この試みが最初である事を考慮すれば許容できるものであります。

コンポーネント製作では、何ら重大な問題はありませんでした。

ナトリウム系には、圧力がかかっていませんから大型コンポーネント建設には有利でした。多くのコンポーネントは、それらが大規模であるため道路・鉄道輸送規制法の条件をみたすように工場生産されて、サイト内で組立てられました。敷地サイト内の工場利用は、多くの点から貴重なものでした。容器、バッフル、ルーフ及びスラブの最終組み立ては、工場自身の決定した基準内で行なわれ、定期検査及びパーマネントチェックにより厳重な品質管理が保証されました。

4　ラプソディと同様、フェニックス建設に先立ちきびしいコンポーネントテストが行なわれました。ラプソディ建設に実施された様な綿密なテストプログラムは、大規模のため不可能であり、その結果品目明細作成及びフェニックスの提起する新しい問題点、特にプール型の選択の結果生ずる影響などを詳細に分析し、各コンポーネントの適切なテスト方法を開発する必要性がありました。

内部コンポーネント取りつけを終了している一次容器の水圧テストなどが、模型を使って行なわれました。

一次及び二次ポンプに関しては、フローや圧力といった水力学的性能特性を確認するには、水テストが適当であると考えられたのであります。

原子炉内での条件に最も近い状態で、実物大のナトリウムテストが、燃料取扱い系全体、ＳＧ及び制御棒駆動装置についてなされました。

この一連のテストは、コンポーネントの信頼性を増し、同時にプラント全体の信頼性を高めました。またテストプログラムは、原子炉自体の中におこる関連問題の除去に大きく寄与し、建設及び運転開始までの時間短縮に役立ちました。

原子力及び他の在来部門への厳しい措置は、運転開始、テスト段階での特徴であり、テストプログラムの整合性保持に効果的でした。

5　テスト段階１は１９７２年初期に開始され、アルゴン漏れテスト、ナトリウム充塡の為の予備加熱、更に補助輸送系、純化系テストなどが行なわれました。主要循環系のナトリウムテストを主とするテスト段階２は、１９７２年末に開始されました。これら一連の等温テストは、異なる温度レベルでの主要循環系の全コンポーネントの正常な運転をチェックするためのものでありました。定格スピードで作動中の主要メカニカルポンプのみを使って、ナトリウム温度を通常運転温度近くまで温められ、同時にこのテストとともに主要容器及びパイピングの詳細な検査がリークチェックのため行なわれました。燃料操作も、通常運転状態下でテストされました。テスト段階３では、２つの別なテストがあり、まず最初にタービンジェネレーターユニットがプラントの他の部分とは別個にマルクールセンターからの蒸気でテストされました。次に燃料装荷が１９７３年８月３日に開始されたので一次系と蒸気系の間の熱結合を避けるため、二次系のナトリウムをぬいた後２５０℃の均一温度のもとで炉

物理テストを行ないました。第一回臨界には、９１本の燃料体を有する炉心で１９７３年８月３１日に達成されました。日本の皆様は同年１０月に東京で開催された国際高速炉物理会議にＰ．クランゼン氏が提出した論文で、炉物理テストの結果を最初に聞いておられますので、ここでは測定された臨界状態は、２年早く設計された標準炉心の配列に非常に似ていたと述べるにとどめます。これらの９１本の燃料体の内訳は、天然ウランに１８～２５％のプルトニウムを富化したものが５８本、濃縮ウラン燃料（２９％Ｕ２３５）が３３本でありました。このプロジェクトの当時の状況下では、当時使用可能なプルトニウムの量は全炉心に装荷するためには不十分なものでありましたが、これは明らかに一時的な状況でありＵ２３５にとってかわる新プルトニウム燃料の導入により次第に改善されていくものであります。

6　制御棒の予備的キャリブレーション後、出力運転のため１０６の燃料体が炉心に挿入されました。計算された増殖比は1.１２で、これは高い値ではありませんが、炉心設計時にはこのパラメーター数値を引き上げる為の努力は特に払われませんでした。現在の増殖炉開発段階では、その努力は適当ではないからです。しかし適切な燃料体の設計及び炉心配列により、更に高い増殖率の達成が将来の明確な目標となります。酸化物燃料ピンの使用により1.２５から1.３０、カーバイドなどを使用すると更に高い比率が期待できます。テスト段階４は、炉の出力暫時上昇が目的であり、１９７３年１０月末に開始しました。この段階での最重点はＳＧの始動開始であります。

出力上昇は段階的に行なわれ、同時にナトリウム及び蒸気系の種々な安全テスト検査が行なわれました。

プラントは、１９７３年１２月１３日に初めて送電網に接続となりました。

定格運転条件には、１９７４年３月１２日に達しました。

電気出力（グロス）	２５１ＭＷ
熱　出　力	５６８ＭＷ
一次ナトリウム入口及び出口温度	３８５℃及び５５２℃
	（華氏７２５°及び１０２５°）
蒸　気　温　度	５１０℃（華氏９５０°）
蒸　気　圧　力	１６３バール（２３２０ＰＳｉ）

7　フェニックスの運転開始期間にはある程度の小さな問題はありましたが、これについては、もし御関心がありましたらこの講演の最後に短かく触れましょう。

小さな問題や調整はありましたが、テストプログラムは順調に進み、かなり短期間に終了し、第一次臨界と第一回全出力達成（１９７４年３月１２日）との間は約６カ月余りでした。

次に行なわれた最終テスト段階は、主要循環系の不平衡運転中及び模擬故障状態中のプラントの挙動を分析する為のものでした。

このテストにより一個の一次ポンプ停止、或は二次ループ停止の状態で少くとも定格出力の５０％での運転出力を確認でき、ＳＧの部分的使用停止に相当する二次グループ不平衡状態での運転も十分満足できる結果でありました。

１９７４年３月初旬、悪天候による送電網での多くの故障発生にもかかわらず、プラントは好状態であったということは注目に値します。この時点ではフェニックスはまだテスト中でしたが電力供給

は安定したものでした。最終テスト期間は１９７４年７月初旬にプラントを通常発電用の送電網へ連結したことをもち終了しました。

8　連続運転が総電気出力２５２ＭＷで７月１４日より開始されました。累積発電量は、１９７４年１２月２３日には１０億KWhとなり、１９７５年２月の終りには１０億2,９００万ＭＷに達しました。フェニックスの主要目的は発電ですが、それのみが目的ではありません。ＣＥＡ、ＥＤＦによりフェニックスは実験的意味に於ても重大な役割りを演ずるべきだと決定されました。実際フェニックスは高速炉燃料の照射にまたとないテストベンチであり、短期運転がこの理由から採用されました。隔月燃料交換時には燃料テスト及びフォロー・アップテストの理想的状態となるため、１９７４年７月より同年末までに３回の運転期が設けられ、３回に渡る燃料交換により中断されました。各回ごとに燃料体が取り出され、点検の為ホットラボに送られましたが燃料の状態は今日に至るまで、ずっと満足できるものであります。１９７５年３月１日現在、集合体の一部は、すでに燃焼度３万8,０００ＭＷＤ／ton に達しました。これは我々が設定した目標をはるかに下回るものですが原子炉内に２万本にものぼる燃料ピンがあるにもかかわらず、一度も被覆材破損が起きてないという事は注目に値します。これは燃料体製造時の厳しい品質管理の結果であります。

連続運転の開始以来１９７５年３月１日現在までに累積負荷率７５％※、使用率８２％※※が達せられたことは原子炉の満足すべき運転を示すものであります。

※累積負荷率＝ 累積全発電量 ／ 出力：電気出力２５０ＭＷ×全運転時間

※※使　用　率＝ 累積全発電量 ／ 出力：電気出力２５０ＭＷ×全運転時間 －燃料交換期間

しかし、こうした良い結果からデモンストレーションは完了したと結論するべきではありません。予測不可能な事故発生に備え日常の炉運転には、細心の注意が払われています。

9　こう申したからといって、現在まで何のトラブルがなかったという訳ではありません。しかし強調したい事は、どの場合もすべて運転プログラムに大きな影響を与えずに修正できたという事であります。数は少ないながらも予定外の停止が起きました。５回のスクラム、１４回の緊急停止が１９７４年の連続運転の５カ月間に起きました。これらの停止のほとんどは、制御系及びコンピューターの電子コンポーネントの欠陥、或は主要ポンプの速度調整系の故障によるものです。この中の２つのトラブルについて申し上げます。

最初のトラブルは、１９７４年７月１６日に発生しました。これはＳ．Ｇ．の水もれにより生じたものであり、入口ダイアフラムに通じるプラグの溶接シール部分であります。修理には一日を要しました。

２度目のトラブルは１９７４年７月２０日のことであり、２次系の一つのナトリウムリーク検出器の警報の結果わかったことであります。少量のナトリウム漏れが、Ｓ.Ｇ.上部の再熱供給系バルブに起こり、バルブとフィードパイピング（直径４５０㎜）は取りはずされ、十分検査されました。欠陥ループを分離した後にも、３週間の残り運転期間中、プラント運転は２次系を使用し、熱出力３７９ＭＷ、電気出力１６４ＭＷの低出力で行なわれましたが、これは満足できる結果であり、この３週間

の間に修理は完了しました。これはプラントの柔軟性を立証するものであります。

この運転期間中の、他の利点を申し上げましょう。

連続運転期間中に、６６０時間におよぶ電気出力２５０ＭＷの安定全出力運転が行なわれました。

１９７４年９月１８日の悪天候の際、発電機をゼロ出力にまで落しましたが、全プラントは非常に良い状態であり、定格出力で運転されました。

10　１９７４年１２月の最終超過出力テストでも、好結果が得られましたが、この間数日にわたり、グロス出力２６７ＭＷに達する運転が行なわれました。これはネット出力２５０ＭＷに相当するものです。

こうした結果から、我々は自信をもって将来に向うことができます。

建設を通じて豊かな経験が得られ、フェニックスのテスト及び運転期間の初めの数カ月の結果から次の様な結論が引き出されます。

- プラントが原型炉であることを考慮すると、高速中性子発電所は、他のタイプの発電所同様の期間内に完成し得る。
- プラント運転の安定性は非常に高い。

勝利者の様なおごった態度ではなく、発生可能な問題に対し常に身構えている態度が重要です。今日までに得られた経験は、燃料性能の更に進んだ研究により補完されねばなりません。

フェニックスのコストについてここで述べることは、時にＬＭＦＢＲのコスト見積りに対し、様々な方面で驚くべき数字が上げられていることを考慮しますとよい機会でありましょう。下記のデータは、実際の経験に基づいたというメリットを持っています。

11　１９６９年から１９７３年までのフェニックスの累積コストは、現行フランで税金を除き７億5900万フランであり、内訳は次の通りです。

エンジニアリング及び建設費	５億９６００万フラン
テスト費用	１８００万フラン
核分裂物質購入を含めた燃料加工費	１億４５００万フラン
総　　額	７億５９００万フラン

建設費見積りは、１９６８年には税金及び臨時出費を除き、４億１７００万フランでした。この１億７９００万フランの食い違いの内、１億２９００万フランは１９６９年から１９７３年にかけての価格上昇のため、残り5,000万フランは建設途中での修正及び技術的問題によるものでありますがこれは全体の１０％以下であります。

フェニックスの建設、初期運転、及びコスト分析から得た体験により、技術面を変更することなくこの種の炉の出力増大の可能性を更に追求することができます。これにより、フェニックス自体、今後のいかなる顧客に対しても有効な参照例となり得ます。続いてとられた方法はきわめてひかえめなもので、全く同一のコンポーネントが使用されています。例えば、燃料体は完全に同じものであります。４個のポンプ、８個の中間熱交換器は、フェニックスと同一のものが使用され、３個のかわりに４個の２次系に連結されました。後者は、モジュラー型ＳＧを備えており、当モジュールは同様にフェニックスと同じであります。これにより電気出力４５０ＭＷの中型発電所が定義づけられました。この数値は、以前の電気出力２５０ＭＷをかなり上回っていますが、増加費用分は、フェニックスに

比較してそれ程高いものではありません。

12　運転特性の修正、例えば、年間燃料交換を2回にへらすなど将来の顧客の要求に応ずることも可能であります。同じく、地震または破壊行為などに対する修正を行ない、地域ごとの安全基準に合う様にすることもできます。すなわち、円型建造物の2次格納容器は、対ミサイル防御も可能にできます。将来は明らかにフェニックスの挙動に左右されます。すなわち、フェニックスの順調な運転期間1年後にして初めて、スーパーフェニックス1200MWeプロトタイプ発電所建設の決定が可能であると考えられています。

スーパーフェニックスの主要デザインの特性の一つに、出力レベルがあげられます。電気出力あたりの投資費用を減少させるには、規模が大きな要因となります。この点から電気出力1200MWが採用されましたが、これはスーパーフェニックスと同期間内に建設予定の軽水炉プラントを参考にしたものであり、体系的なコンポーネントテストにより、フェニックスをもとにするこの種の外挿法が適切であることを十分確かめた上で採用されたものであります。更に、電気出力1200MW以上の出力に関する研究が現在実施されていますが、これはスーパーフェニックスに対してとられる選択には、将来の外挿法を可能にする十分な余裕が組み入れることを確認するものであります。

主要な選択保留事項としては、プール型の設計、停止中の燃料交換についての事項が、あげられます。多くの大型コンポーネントは、殆んどフェニックスと類似のものです。

変更理由には、主に経済的考慮、或は技術進歩があげられます。燃料処理装置に関する修正は、燃料交換のためのプラント停止時間の縮少を目的としたものであり、年一度の燃料交換操作が予定されており、炉心半分の交換をする様、設計されています。

13　S.G.に関しては、一連の低ユニット出力モジュールを組み込んだフェニックスデザインの代わりに、熱出力750MWループのそれぞれに対し、単一発電機が使用されます。2つのモデルを使ってきびしいテストが実施されており、一つは直線チューブ、他はらせん状チューブを使用しています。

スーパーフェニックスは、この種の最初の発電所となるので、安全規制の強化の観点から被覆およびナトリウムに対するより低い温度を採用するなど、ひかえめな特性を採用しました。これは、原型炉と比較して、通常のプラントに課せられる標準的方法であります。他の代表例として、原子炉停止補助システム、コア・キャッチャーがありますが、これは炉心の部分的溶解などほとんどあり得ぬことですが、溶解燃料を回収及び冷却するものであります。更に万が一にも有り得ぬことですが、大事故の場合に補助遮蔽となる密閉鉄鋼ドームが、炉の上部に置かれている点もあげられます。スーパーフェニックスのデザインに於ける大幅な安全余裕度が、将来縮少される可能性は全くないとは言いきれません。

安全性に関しては、高速増殖炉は、他の種の原子炉と同じ条件と基準の制約を受けます。

技術面からの安全分析は、プラントの特定な技術側面を考慮しなければなりませんが、しかし同時に高速炉の安全性は、基本的に他のシステムのそれと違ったものでないことを十分強調すべきであります。

14　高速炉の本質的特性が、実際、安全性を高めてくれます。融点、沸点をはるかに下回る被覆及び冷却材温度、循環系内部を流動する大量のナトリウムの高度熱的慣性、プレッシャーの欠如、第一次格納器の限定された体積などが、その例であります。

一方、炉心内にある核分裂性物質は、もっとも良い反応をもたらすような配列にないので、スクラムが生じない冷却材事故という極端な場合には、特別な問題を提起します。この種の事故 ―― 万が一にも起きないことですが ―― も、スーパーフェニックスの一次格納容器設計の際、考慮されています。

広範にわたる安全研究が実施されており、理論面、実験面で進んでいます。グルノーブル及びカラダッシュ原子力研究センターに設置されているカブリ・リアクターが、そのよい例です。私は、日本が最近、西ドイツ、イギリス、フランスとの共同計画への参加決定をし、プログラムの強化を図るようになったことを大変喜んでいます。安全問題は世界に共通であり、すべての諸国が共通の理念に立つことが重要であります。

さらに、（厳密に言うと、安全性よりはプラントの信頼度により多く関係することですが）ナトリウム火災及びナトリウム水反応の研究が進められています。スーパーフェニックスに関しては、すでに採用されている調整および計画されている特定のシステム等により、十分満足できる解決が可能であると考えられています。

15　スーパーフェニックス建設認可の公式手続が開始され、産業・研究省の中央原子力施設安全局によって予備安全報告書が審議されています。

スーパーフェニックス発注予定者は、NERSA で、これはフランスEDF 51％、イタリア ENEL 33％、西ドイツRWE 16％の共同出資で設立された多国籍電力会社であります。

テクニカトム，GNR，CGE，Five－Cail－Babcockによって設立されたフランス産業グループ、及びイタリア産業グループNIRAなどのコンソーシアムが、入札を行なう予定です。

テクニカトムとGAAAが共同チームを作り、フェニックス建設に積極的に参加し、CIRNA、即ちLMFBRエンジニアリング担当の共同小会社を作りました。CIRNA及びNIRAは、スーパーフェニックスのエンジニアリングを担当します。

入札はNERSAに、1975年3月末に提出される予定です。

スーパーフェニックスに関する協力協定が、昨年調印されて以来、イタリアとフランス産業会社、CNEN と CEA などの間に、研究開発をも含めた緊密な協力体制が樹立されました。もちろんこれは他の国々とのより広い協力を除外するものではありません。

16　スーパーフェニックス・プラントは、リヨンの東約60 kmのローヌ河左岸のグレースマルビルに建設の予定です。フェニックスの運転を妨げる様な不測の事態を除いて、技術、安全面の準備はすべて整い、建設決定が今日より数カ月後に行なわれる予定です。

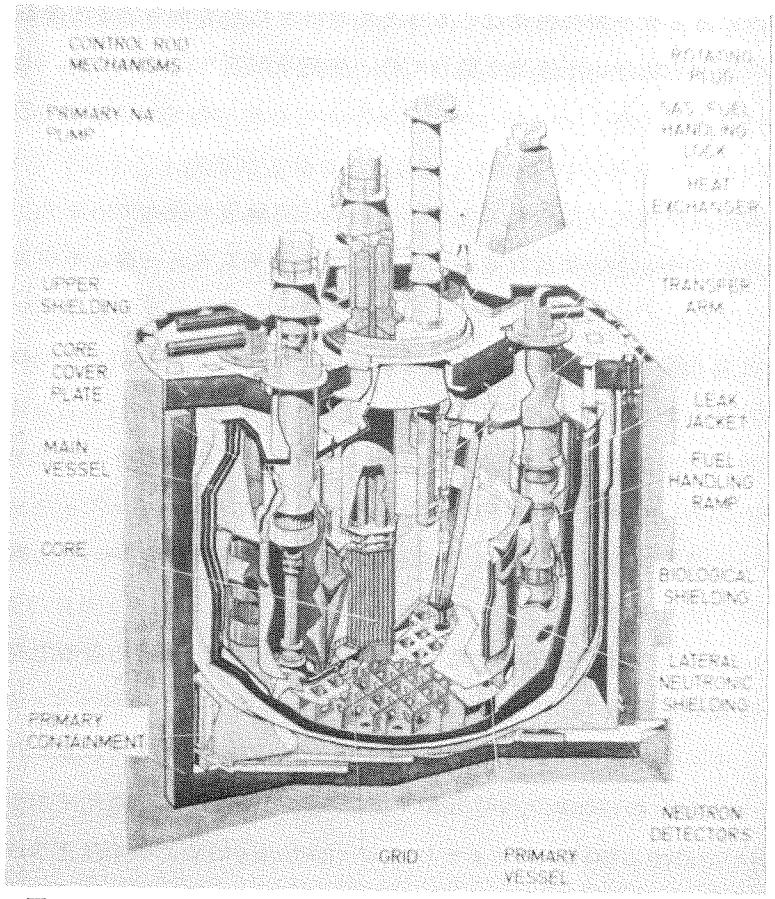
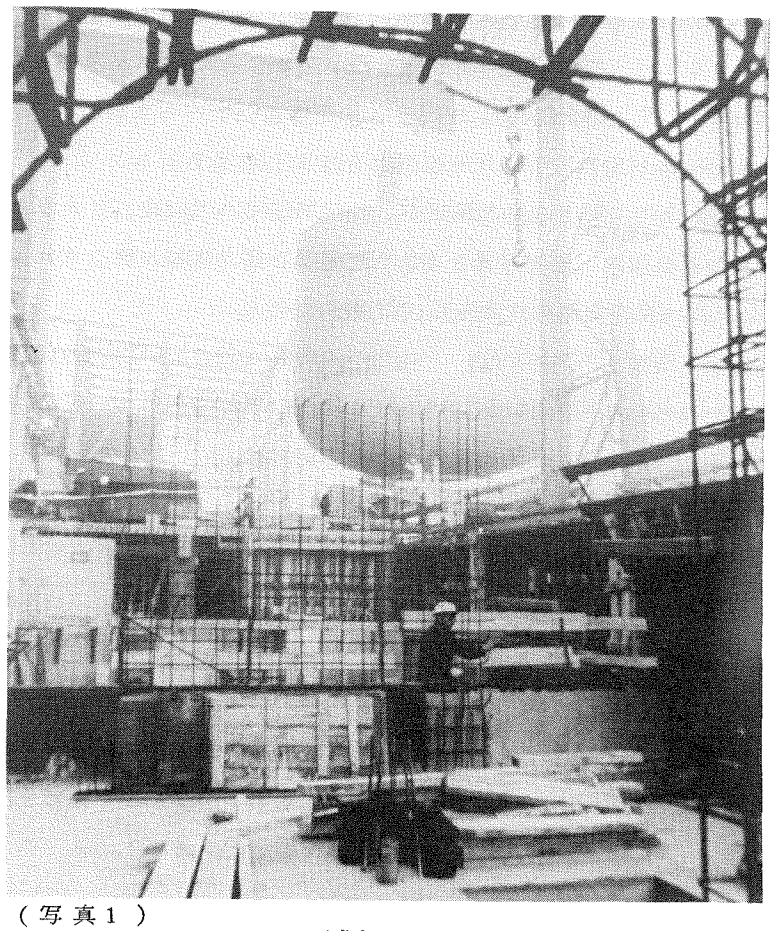
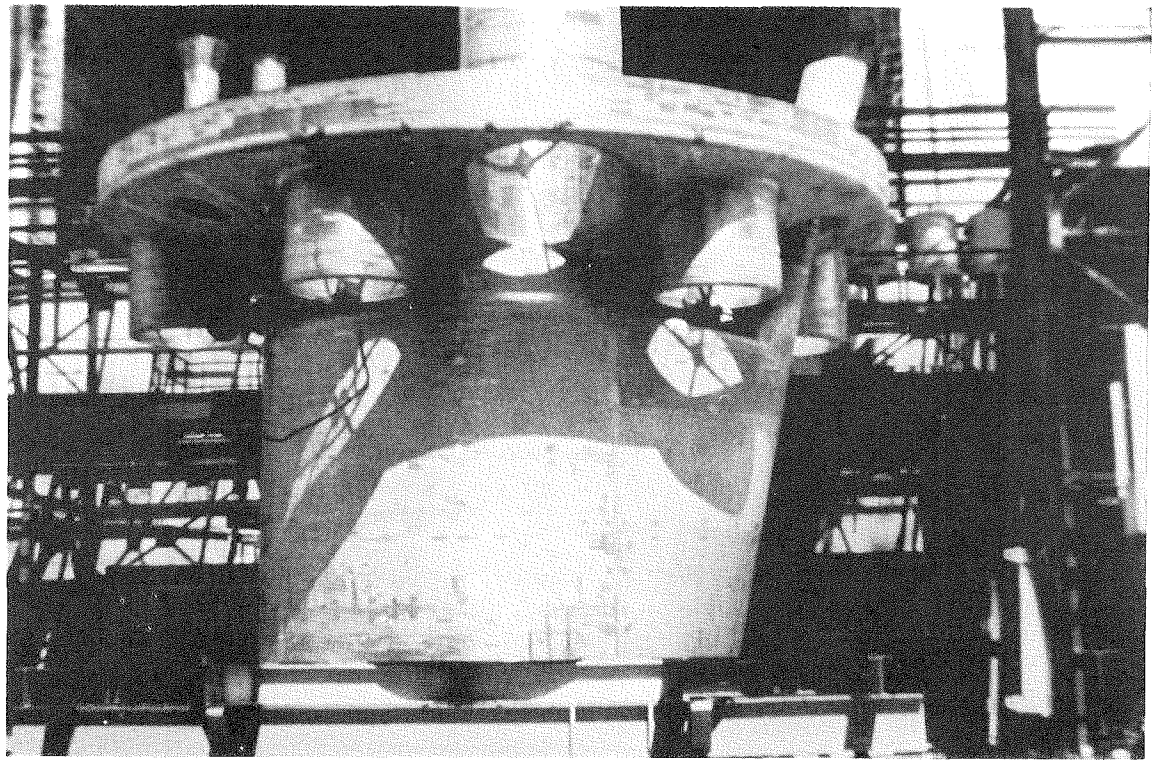


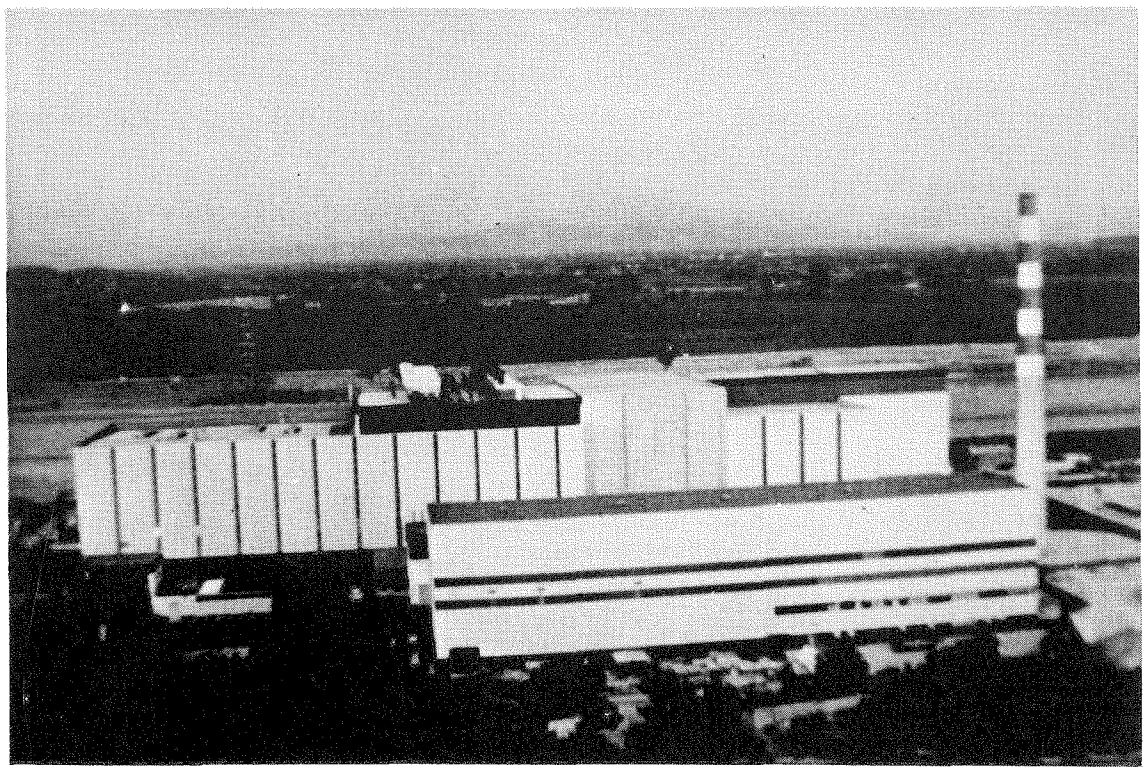
図 1. フェニックス炉心図



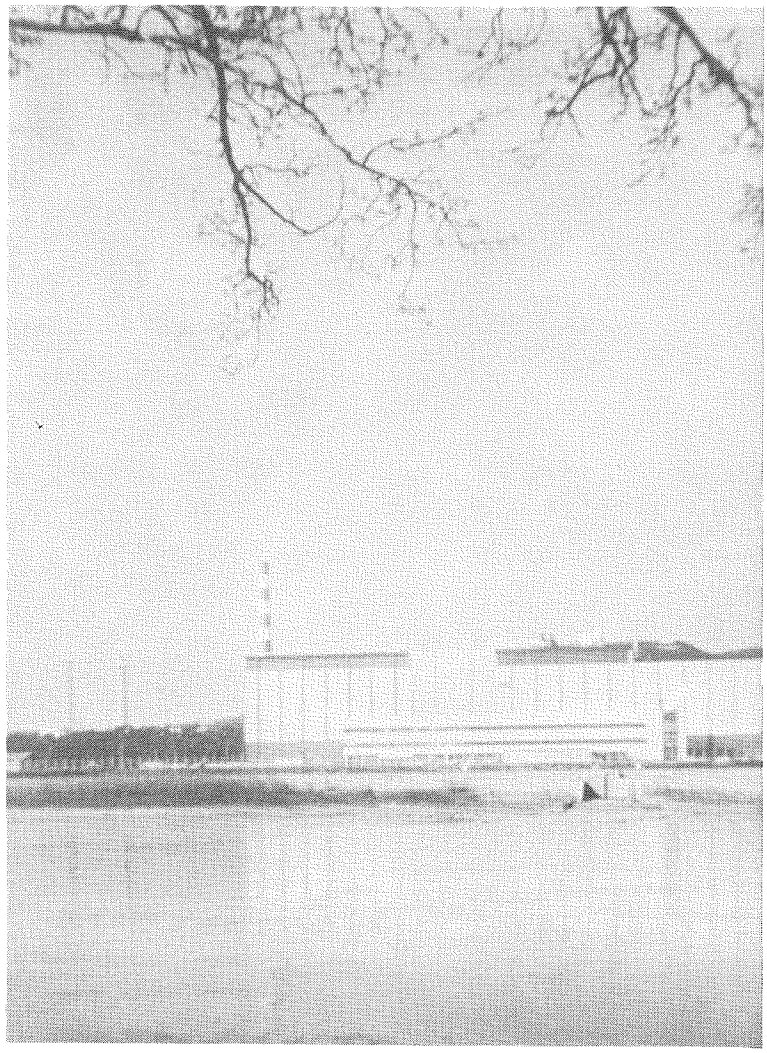
（写真１）



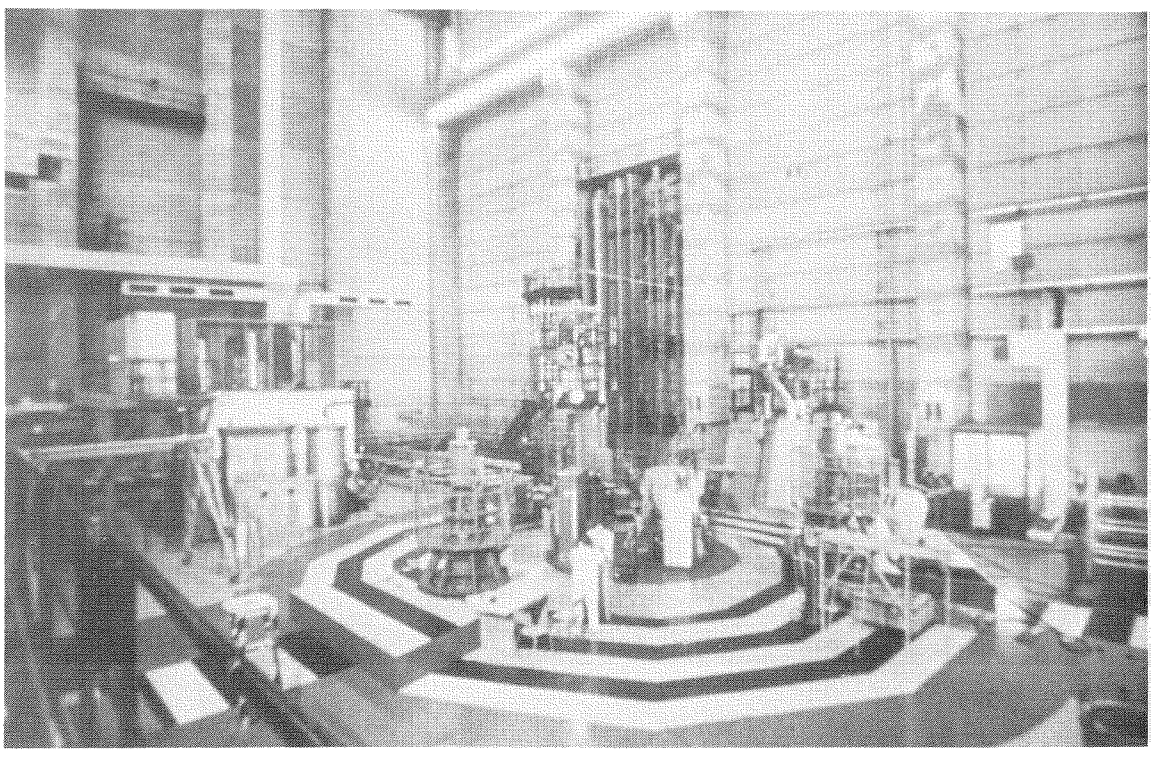
（写真２）



（写真３）



（写真４）



（写真５）

	GENERATION MWh gross	LOAD FACTOR -(%)	AVAILABI-LITY (%)
July (14 to 31)	54 390	50,4	61,6
August	141 530	76	86,5
September	141 200	78,5	78,5
October	120 570	64,8	78,3
November	178 330	99,1	100
December	153 180	82,35	82,4
Cumulative	789 200	77	83,4

Cumulative generation for 1974: 1 029 500 MWh gross

表 1. フェニックスの平均負荷率ならびに平均利用率

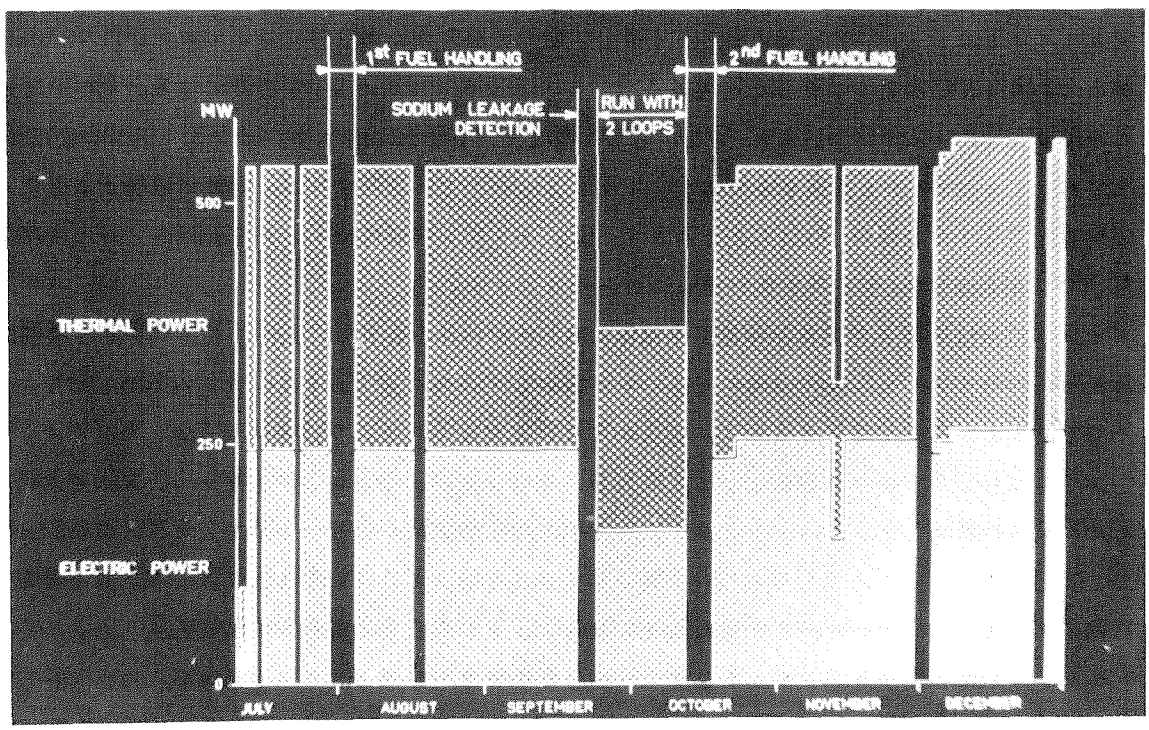


図 2. フェニックスの運転ダイアグラム

重水炉の運転経験

カナダ原子力公社副総裁
A．M．エイキン

このたびは権威ある原子力産業会議年次大会においてカナダにおける重水炉の運転経験についてご披露できることは私の喜びであります。カナダの原子力計画はすべてＣＡＮＤＵ型炉に基づいており、同炉は世界市場に提供されている軽水炉に代替する唯一の確立された炉であります。このためＣＡＮＤＵ炉は新たに原子力開発計画に着手する国にとって魅力であり、今日は、この炉型の特殊な設計に関連した運転経験について述べたいと思います。

ＣＡＮＤＵ型炉と軽水炉を比較した場合、４つの顕著な特徴があります。即ちＣＡＮＤＵ炉は濃縮ウランでなく天然ウランを燃焼する。中性子は低温低圧で重水によって減速される。高圧重水冷却機は、例外の一基を除きすべてのＣＡＮＤＵ炉に装塡されているが、数百のジルコニウム合金圧力管に燃料と共に収められているため、軽水炉特有の大型圧力容器を要しない。（図1.2.参照）更に使用済み燃料の取替作業は炉の運転中止若しくは出力低減なくして行なわれることであります。

ＣＡＮＤＵ炉の内、一基は沸騰軽水をその圧力管内に装塡しており、日本の〝ふげん〟と英国のＳＧＨＷＲに類似しています。しかし、ジェントリー１号と呼ばれるこのＢＷＲ炉は出力２５０ＭＷｅの実験炉であって、更に同機種が建設される具体的な計画はありません。但し、〝ふげん〟同様、他のＣＡＮＤＵ炉から回収される使用済み燃料のプルトニウムを利用する点では、経済性が指摘されています。

ＣＡＮＤＵ炉は総出力3,０００ＭＷｅに及ぶものがカナダ、インド、パキスタンで運転されており、更に１4,０００ＭＷｅがアルゼンチン、インド、韓国並びにカナダ三州において現在建設中あるいは発注済みであります。建設中の炉は、一基当り出力が５００内至７５０ＭＷｅ程度であり、その中には一基の６００ＭＷｅおよび７５０ＭＷｅ４基からなる発電所が含まれています。ピッカリング発電所では、すでに５１４ＭＷｅが４基稼動中であり、１９８２年をめどに運開される。更に同機種４基を加えると１発電所で4,１００ＭＷｅの出力となります。又、１９８３年頃にはオンタリオ州のブルース原子力発電所で6,０００ＭＷｅ強の発電能力をもつことになります。

カナダにおける原子力発電所の第１号は２２ＭＷｅＮＰＤ（原子力実証炉）で１９６２年に運開しましたが、当時アメリカ大陸では他に４基のみが稼動している状態でありました。設計当初は圧力容器炉が想定されたが容器が完了する前に、重水炉では最適ではないという結論に至りました。

ＮＰＤはむしろ材料の試験炉として、圧力管、燃料用機器、揚水シャフトシール、又は燃料の実証のために用いられました。又、オンタリオ・ハイドロ原子力訓練センターと協力して、人員の訓練炉として、若しくは１２、１、２月等のピーク時の発電需要を補うために利用されています。ある時期には、冷却系に沸騰重水を用いたが１年後には元へ復帰し、その間貴重な資料が提供されました。

１９７４年には訓練センターから日本人研修生６名を含む総数２５０名が訓練をうけ、タービン保守のため４週間、更に研修訓練のため幾度か停止されたが、年間の平均稼動率は８２％を記録しました。通常より高い出力になったが、これは2,０００ＭＷｅの石炭火力発電所が深刻な事故にみまわれたためオンタリオ州でエネルギー不足に落ちいったためでありました。このＮＰＤは小型であり、始動後すで

に十数年を経ているにもかかわらず、その高い信頼性と燃料の低コストが経済的な発電源を可能にしていることは注目に価します。

ダグラス・ポイント原子力発電所は、１９６８年に全力稼動に移行したが、出力はＮＰＤの１０倍でありました。予想された通り始動当初は問題がないわけではなかったが、大方解決され貴重な体験を、その後の発電所にいかすことが可能になりました。１９７４年には、出力のほぼ半分が隣接するブルース重水工場のために蒸気で供給され、重水工場への蒸気供給が中断されることは非常なコスト高になるため石油燃料の蒸気供給施設が常時スタンドバイとして低出力で稼動しています。ブルース発電所が蒸気供給の役割を担うようになれば当然閉鎖されることとなりましょう。この方式が良好な成果をおさめたためカナダは、原子力政策の一環として重水工場を新設する際の立地条件として、原子炉の蒸気利用を考慮して可能なかぎり原子炉に隣接するようにしています。

１９７４年度のダグラス・ポイントは蒸気供給率で年平均６３％の稼動率であって、これは炉が１カ月一般保守のため休止されたためと、タービン関係の支障、ならびに重水工場が炉の全出力分の蒸気を吸収しきれなかったことに起因しています。年末には重水ロスが0.8 kg／hr以下であることが確認され炉が成熟したことを意味しています。

第3図ではダグラス・ポイント発電所が前方に、重水工場、緊急用蒸気供給系が中央に、ブルースＡ発電所の建設中の4基が後方にみえます。

１９５０年頃からオンタリオ州に４基の原子炉を建設することによる経済的メリットは指摘されていました。しかしそれでもオンタリオ・ハイドロ電力公社にとって当時４基の原子炉をピッカリング発電所用として発注することは、大担かつ勇気ある行為でありました。というのは当時ダグラス・ポイントは、まだ稼動されてはおらず、むしろ建設計画が大巾に遅延さえしていたからである。しかし、発注に踏み切ったことにより、このリスクは十分に吸収されて余りあり、図４に示すピッカリング発電所は、オンタリオ・ハイドロ電力公社に対し、同時期に建設された同規模の石炭による火力発電所より３億４千５百万ドルものコスト節減を毎年もたらしています。このピッカリングでの成果が、今日の世界的な重水炉に対する関心を喚起したといえましょう。

利用率について

オンタリオ電力公社が発表した１９７３年度における４００ＭWe級以上の世界の原子炉利用率を図５に示します。ほとんどの大型原子炉が最大出力で運転されているため、利用率がエネルギー供給力の目安となっています。これによるとピッカリングの原子炉は夫々１位、２、３、１０位をしめています。（第２号炉は発電機に故障を生じた）。

上位７位に入った軽水炉は、いずれも燃料取替が行なわれなかったことから、翌年初頭の数週間の炉運休時があったものと想定されます。

１９７４年度の同様の実績については、まだ公表されるには至っていないが、カナダの原子炉に関する実質利用率は表１に示す通りであります。これをアメリカの１００ＭＷ以上の原子炉と比較してみると１９７４年度上期が５０.５％、１９７３年度の年平均が５７.３％です。（アトミック・サイエンティスト １９７4年11月号Ｐ２６）

炉の信頼性を示唆するもう一つの要素は、計画外運停期間であり、ＩＡＥＡの刊行物によると1973

年度のそれがピッカリング7.3％に対し全米平均が13.8％となっている。これはアメリカの炉がピッカリングのと比較して、計画外の炉運転停止若しくは出力低減によるロスが倍近くあったことを物語っています。

図6にピッカリング発電所のこれまでの発電量をグラフで示します。

燃　　料

カナダ原子力公社のスタッフはCANDU炉燃料の好成績を自らの努力と洞察力に負うところが大であると自負したいのでありますが、同時にCANDU炉がPWRに比べて燃料に対する条件がより緩慢であることも確かであります。例えば照射量はPWRの約1／4であり、炉内にとどまる時間も約1／3であります。燃料が水平におかれているため、密度分布は均一であり焼きしまりの問題はほとんどありません。照射時間が少ないので燃料管が薄くてすみ、出力の変化にも弾性的に対応できます。又、欠陥燃料は発見次第低コストで取出しが可能であり、又、燃料の成形加工費は、軽水炉のものと比較すると微小であります。

一例をみると、1974年6月現在、約38,000体の燃料が取出されたが欠陥燃料は98体、しかもその中92体は1971年10月～1972年5月までの8ケ月間にすべて1号基から出ていることが判明しました。原因はいずれも、中性子束分布の傾きが燃料交換時、あるいは制御棒作業中に生じたためであります。各燃料集合体には28の燃料要素（ピン）があり一部の例外を除き、そのうちの1～2本のみに欠陥が認められたため、燃料要素の欠陥発生率はほぼ0.01％であるといえます。

ピッカリング炉から取出された燃料の平均燃焼率は、8,000 MWD／tonである。（12,000 Btuの石炭が0.3 MWD／tonに相当する。）鉱石当りで同値のエネルギーを得るには、典型的なPWRで使われる3.0％濃縮ウラン燃料は50,000 MWD／tonを達成しなければならない。燃焼ロスを除去するため、若干のCANDU炉は、負荷上昇時に濃縮ブースターロッドを挿入し、キセノン毒素の除去を行います。この1方式では8,800 MWD／ton以上の燃焼率を達成できます。

電力公社の計算によれば、1973年度のピッカリングの燃料コストは0.91ミル／KWhであります。

蒸気発生器

カナダプログラムでもう一つの良好な成績を収めている分野は、蒸気発生器であります。ピッカリング発グ発電所の蒸気発生器は、直径1／2インチのチューブを10万本ほど有し、運転中の他CANDU炉にはこれより更に数万本多くのチューブがあります。このうち、漏れの検出されたチューブは合計3本でそれぞれNPD、ダグラスポイントおよびピッカリング発電所で検出されました。このうち2つは運転開始初期段階に検出されました。これは一見同様に見えるPWRの蒸気発生器よりも3桁ほど高い信頼度を示すものです。両者の差は基本的なものです。たとえばピッカリング熱交換機は表面熱伝導率が通常の軽水炉の約半分であり、これによりチューブ壁の熱ストレスを同じ程度逓減させ、さらにチューブシートのストレスを大いに低下させます。またチューブ壁内外の圧力差がずっと低くなります。チューブをささえているバッファルには200万程度の（ブルース発電所の蒸気発生器の場合）穴がクローバー型にあけられ局部的乾燥がおこらないようになっています。チューブシートフェースは、溶接の後機械仕上げされ、これは事故を生じたスポット溶接シートとは対比した方法であります。

追加ですがこの調査担当者は比較研究のために故障を起した蒸気発生器のデータ分析の入手を希望しています。最も重要なことは、熱交換器の両側の水化学管理であることが最初から認識されていました。ピッカリング蒸気発生器のチューブもれは１９７４年１月に１回生じただけであります。それには栓を施しましたが、５日間の炉停止期間が必要でした。今後のチューブもれは３６時間以内の停止時間で修理されうると考えられます。

燃料交換機

発電中燃料交換が可能であるということがＣＡＮＤＵ炉の成功の鍵であると考えられます。種々の文献に利点が列挙されていますが、不利な点は当然のことながら通常運転時に遠隔制御される機械的に複雑な装置の導入でありました。燃料をチャンネルに挿入するために２つの機械が同時操作されねばならず、すなわち１つが新しい燃料を挿入し、もう一方がチャンネルの反対側の端末から使用済み燃料を引き出す役をします。

第７図にこの種の機械の１つが原子炉の正面にあるのが示されています。ＮＰＤ炉に当初設置された機械によりこの方式のフイージビリティーが実証されましたが、同時に発電ロスと高度の保守がよぎなくされました。その後頭部のデザインが修正されたものが設置され、カナップ発電所（パキスタン）に使用されました。これは、より高い成績を示し、更に大型化されたものが、ブルースおよび今後の工場に使用されます。

ピッカリングの燃料交換機も５％以内ですが発電ロスを生じたがそのほとんどは機械保守のための燃料交換操作が一時中断されて発電量の低下が生じたものです。興味深いことに２カ月の間全く新しい燃料を入れることなくその後も引き続き総発電容量の５０％の生産が可能であったこともありました。又、大きな故障がオペレーターの過失によって生じましたが、これはマシンコントロールのインターロック不良の状態と燃料交換機専門オペレーターの代りに一般機器オペレーターが操作したことが不運にも重なったことが原因でした。マシンコントロールの修正が検討されています。完全な燃料交換機の開発には時間が必要ですが、ピッカリング炉の高性能は、発電操作中の燃料交換操作なくしては達成できなかったと云えましょう。

圧力管のクラック

ピッカリング発電所の発電ロスに関する最も大きな原因は３号基の圧力管のほぼ５％に髪の毛程のクラックが生じたことによります。このクラックにより５Kg／hourの重水が圧力管とカランドリア管の間にある環状部分に流れ出し、そのため回収、浄化した後もとのシステムに戻さねばなりませんでした。もれを生じた管が検出され、３つが取り除かれてチョークリバー原子力研究所で広汎な検査をうけています。

第８図に示されているように圧力管の端末にはステンレスのエンドフィッティングがねじこまれていますがこのねじこみ方法に欠陥がありエンドフィッティングに近い圧力管部分に高度のストレスを生じさせたと推論されました。タービンの定期点検のために数週間炉が停止されている間に運転温度では通

常溶液の状態であるジルコニウムハイドライドがこの高度ストレスの部分に折出し冷却系が低温下で加圧されている状態のもとで、除々にひび割れを生じさせたものと見うけられます。ひび割れの検出された約１７本の圧力管は取り替えられたが、新しい運転方法により、この炉および４号基においてはこれ以上のひび割れが生じないよう予防されるものと考えられます。

ピッカリングの１号基および２号基の圧力管はこのような現象を起さないようやわらかい異った金属を使用しています。又、今後の圧力管においては高度のストレス部分が生じないような措置がとられています。この失敗は高価なものでした。コスト面での大きな要素としては約７カ月にわたるプラント停止による収入の低下であり、ある時には１日当り７万ドルにのぼりました。当時は、この故障を起したユニットは１９７５年３月に開始すると予定されていました。

重水ロス

動力炉の冷却材として高圧重水が最初に考えられたとき、容器への封入が最も重要問題と考えられました。実際ダグラスポイントでの運転開始数年間に亘る重水ロスは近代的原子炉として許容できない量でありました。重水は消費されるものではないが損失する可能性があり建造物の中に漏れてしまえば軽水と混合され質が低下します。そうするとシステムに戻す前に同位元素純度を９９.７％まで回復しなければなりません。ピッカリング発電所の炉はそれぞれ４５０tonの重水を有しています。重水の予測コストが現在よりずっと低かった１９６５年の時点においてオンタリオハイドロ電力公社は、重水維持コストとして２０万／KWhの目標値を設定しました。現在では重水価格の大きな上昇にもかかわらずこの目標値は達成されています。現在までは維持費の約１／３がロス補充に使われ２／３が漏れから回収された重水の処理及び回復にあてられました。

ＣＡＮＤＵ炉の発電所はそれぞれ小さな重水回復コラム（塔）がこのために装備されていますがピッカリング発電所の場合、計画中の全てのオンタリオ原子力発電所の回復需要を満たせる能力の施設を有しています。

コ　ス　ト

ピッカリングプラントの運転経験により一つの基本的かつ議論の余地なき結論をえました。それはオンタリオハイドロの電力系統においては原子力発電が他のいかなる代替策よりも経済的であるということです。表２にはピッカリングと、ピッカリングより２年前に運転開始した５００ＭＷ４基のラムトン石炭火力発電所との最終推定原価比較であります。これは単なる試算です。というのはラムトンの燃料コストがピッカリングや水力発電と比べ高いため、ラムトンはベースロードをうけもっておらず又、ピッカリングは運転最終段階に達していないからであります。

この推定は８０％の利用率、低硫黄石炭使用およびオンタリオハイドロの資本減価償却を３０年とし、資本利子８％で計算されたものです。この推定値は１９７４年末に作成されました。これによると両プラント共８０％で当該年中稼動されたとしたならば、ピッカリングの方が石炭燃焼より3,６７０万ドル低コストであったことになります。原子力対火力発電の資本費用比率の改善を見込み、同時に化石燃料の価格上昇をあわせて考えるとき、オンタリオハイドロの今後長期にわたるベースロード用の選択としてはＣＡＮＤＵであります。他のカナダ発電会社も同じ結論に達しており現在クエベックおよびニュー

ブランズウィックに発電所を建設中であります。

重水生産

カナダ最初の大型重水工場としてはポートホークスベリ、ノバスコシアがあげられます。これはカナダＧＥ社のためにラマス社が建設したもので１９７０年に生産開始しました。最初の一年は多くの機器に関する修正が必要でしたが、以後順調に運転されています。設計能力は年産４００tonです。現在ＡＥＣＬがカナダＧＥより購入手続中です。１０図に示されている現在のブルース重水工場は同じくラマス社によって建設されポートホークスベリー工場に非常に類似した形の２つの主要ユニットからなり、年間の総能力は８００tonです。これはＡＥＣＬのために建設され、１９７３年に生産開始し現在はオンタリオハイドロ会社により所有かつ運転されています。同じサイトにこの他３つの類似した工場が計画中であります。同工場の１９７３年及び１９７４年における稼動率は、それぞれ５７％及び７５.５％で１時間当り１００tonの最大生産能力を有します。同工場用の蒸気は、現在ダグラスポイント炉と石油燃焼スタンド・パイプラントによって供給されていますが、近いうちにブルースＡ発電所にパイプ連結されます。ノバスコシア地方自治体が建設諸段階で失敗したグレースベイ重水工場は、現在ＡＥＣＬの監督のもとに再建設中であります。全体的にはポートホークスベリー工場に類似しており本年生産開始の予定であります。ポートホークスベリーおよびブルース工場の体験を利用して同工場はよりすみやかに予定生産量を達成すると思われます。もう一つの工場がクエベック州ジェントリーで建設中です。これはラプラド重水工場と呼ばれブルースの１００ton/hr能力の工場に似通ったものです。これはＡＥＣＬの所有および運転で、ジェントリー原子力発電所の蒸気を使用することになっております。

ブルースに追加される他の３工場の完成時期は必要に応じて調整されることになっているが、それらの完成の際にはカナダの総重水生産能力は、年間４００ＭWe ＣＡＮＤＵ発電所の建設を裏づけるに十分な量となるはずであります。これは１９８０年代初期に達成されるでしょう。

原子炉の安全性と許認可

厳格にいえば安全問題は当講演の範囲ではありませんが、の重要な問題に多少ふれさせて頂き、結論としたいと思います。

安全規制および許認可は１９４６年設立され、以来常に国家の原子力開発組織から独立した機関として存在してきた、原子力エネルギー管理委員会（ＡＥＣＢ）の管轄下にあります。新しい発電所の許認可は３段階で実施されています。先ず、サイトが時には特別の規制条件つきで認可されます。次に、設計通りに建設された場合発電所の安全運転が可能だとＡＥＣＢが認めた段階で建設許認可がおります。最後に発電所が設計通りに建設され、運転要員が規定通りの資格及び認定をうけているとＡＥＣＢが認めたとき、運転許認可が発行されます。

それぞれの安全システムの信頼度計算に当っては他の発電所における当該コンポーネントの信頼度、経験を基準にして行ないます。又、２つのシステムが同時故障した場合にも過度の放射線が環境に放出される確率が非常にわずかであることが条件とされています。同時偶発事故としては第１次冷却系の最大の加圧コンポーネント破損と緊急停止システムの故障が重なった場合が１例としてあげられます。

単基又は２基の発電所の原子力蒸気供給系（ＮＳＳＳ）用の容器としてはポスト・テンション方式のコン

クリート構造物があり、システムのコンポネート破損による放出ガスおよび蒸気を保持、凝縮するよう設計されています。これらの構造物に採用されているリーク予防密閉度は通常プラントサイトの条件を満たすものです。

4基からなるピッカリング発電所には、負圧に保つような圧力容器システムが採用され現在はすべてのオンタリオ・ハイドロ多基発電所に使用されています。同システムには約30万立方米（ピッカリングの場合）真空構造物があり通常内圧約1 Psia（7 kpa）の圧力が維持されています。2 Psia以上の圧力上昇が原子炉構造物内に生じると、自動的にこの真空構造物に通じる大きな弁が開き数秒にして圧力は大気以下に低下されそれを全く排除します。

4基又はそれ以上の発電所ではこのシステムの方が別個の容器よりはるかに経済的であります。単基又は2基プラント用には特別な事情のもとにのみ使用されます。終りに当りましてカナダの原子力開発計画が順調に発展しつつある印象をうけとって頂けることを願い、そして、我国今後の開発計画がCANDU炉およびその燃料の改善のみに集中されている理由をお分り頂けることを願う次第であります。

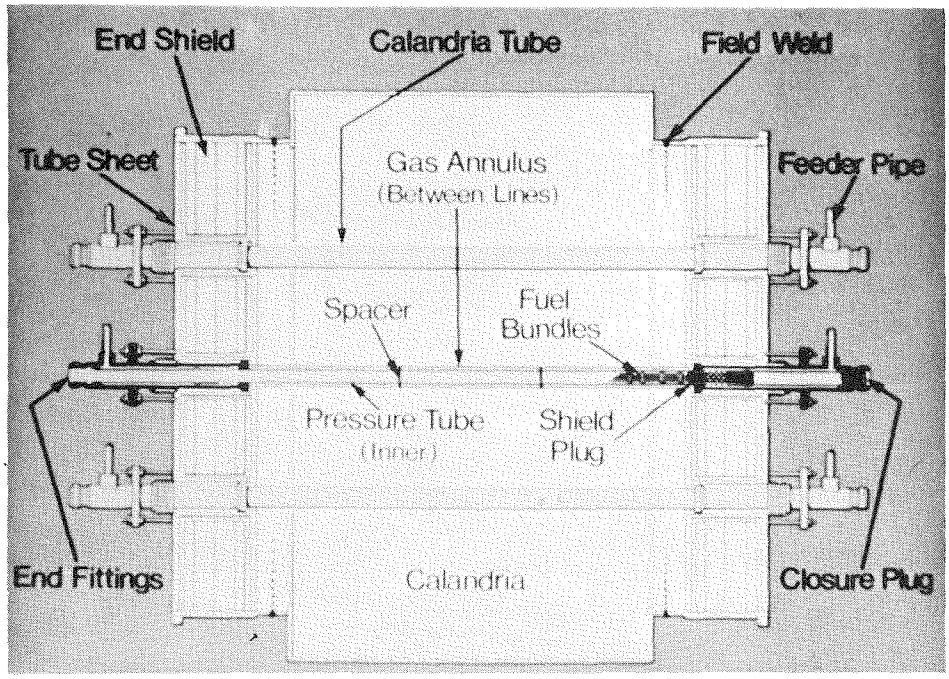


図 1.　ピッカリング発電所炉心模型図

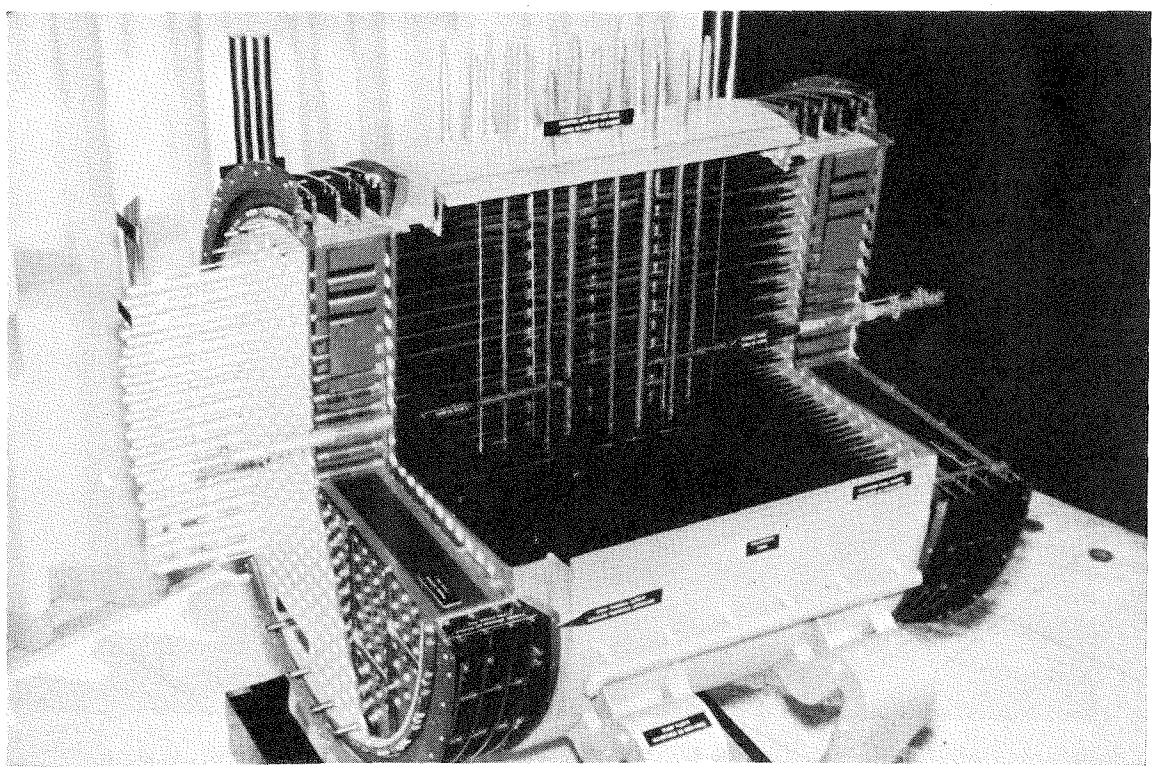


図 2.　ピッカリング発電所炉心模型

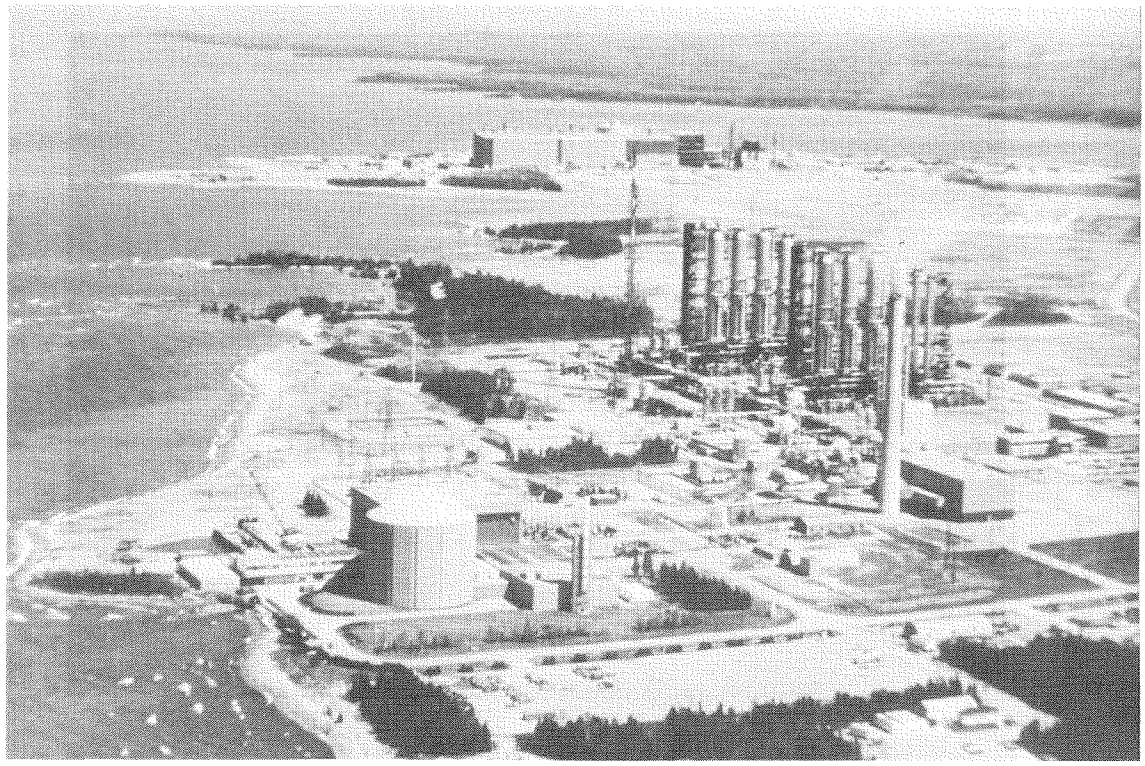


図 3.　ダグラスポイントとブルース発電所

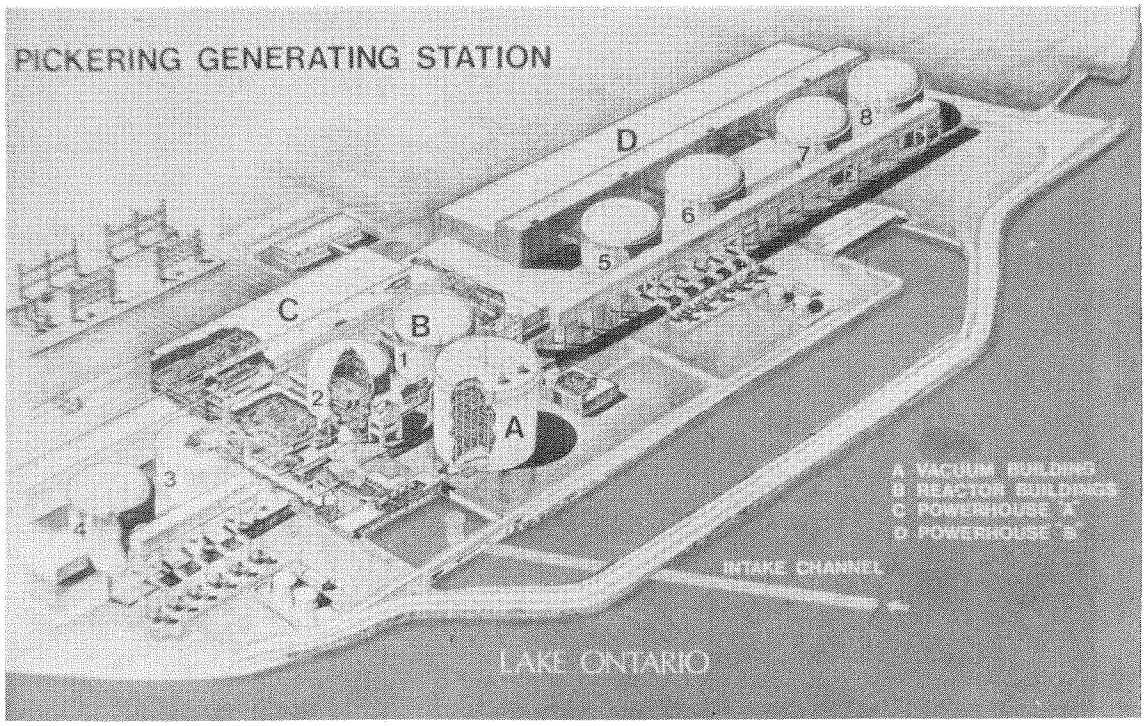
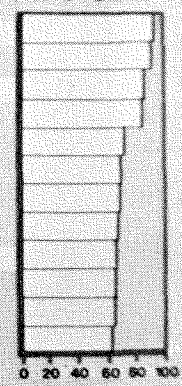


図 4.　ピッカリング発電所

COUNTRY	UNIT	TYPE	GROSS (MW)	YEARS IN-SERVICE	CAPACITY FACTOR %
Canada	Pickering 4	CANDU	540	2	
West Germany	Stade 1	PWR	662	3	
Canada	Pickering 2	CANDU	540	3	
USA	Conn Yankee	PWR	600	6	
USA	Robinson 2	PWR	739	5	
Japan	Mihama 2	PWR	500	3	
Japan	Fukushima 2	BWR	784	1	
USA	Point Beach 2	PWR	524	2	
Canada	Pickering 1	CANDU	540	4	
France	St.Laurent-des-Eaux 1	Gas/Graph.	500	6	
USA	Point Beach 1	PWR	524	4	
USA	Turkey Point 4	PWR	728	2	



To End of December, 1974
Source : Nucleonics Week

図 5. 各国における原子炉設備利用率

	1973	1974	Since In Service (Strike Excluded)
UNIT 1	92·5	72	79·5
UNIT 2	69·0	88·4	79·4
UNIT 3	85·1	42·7	66·6
UNIT 4	90·1	93·9	92·6
STATION	83·4	74·3	78·6

表 1. ピッカリングにおける実質利用率

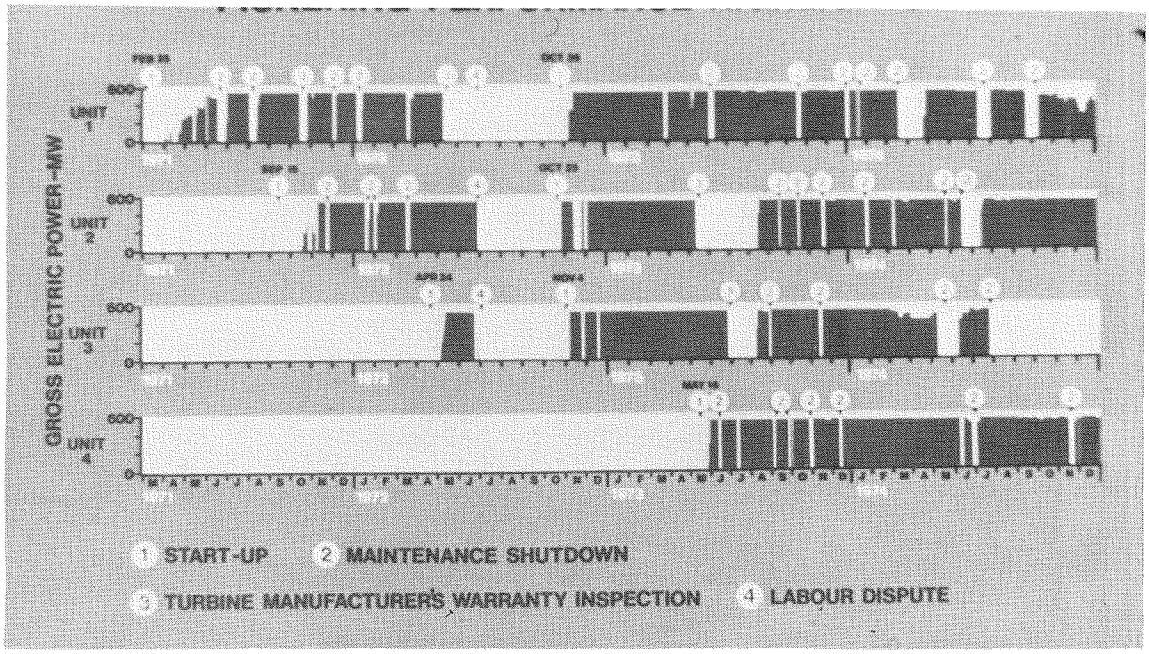


図 6.　ピッカリング発電所発電実績

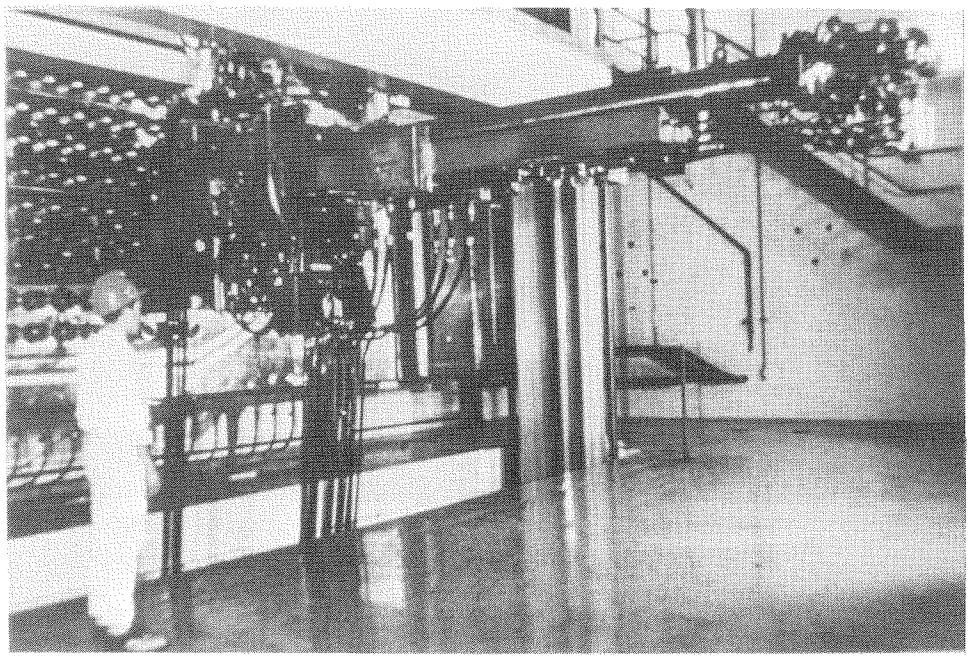


図 7.　ピッカリング発電所燃料交換機

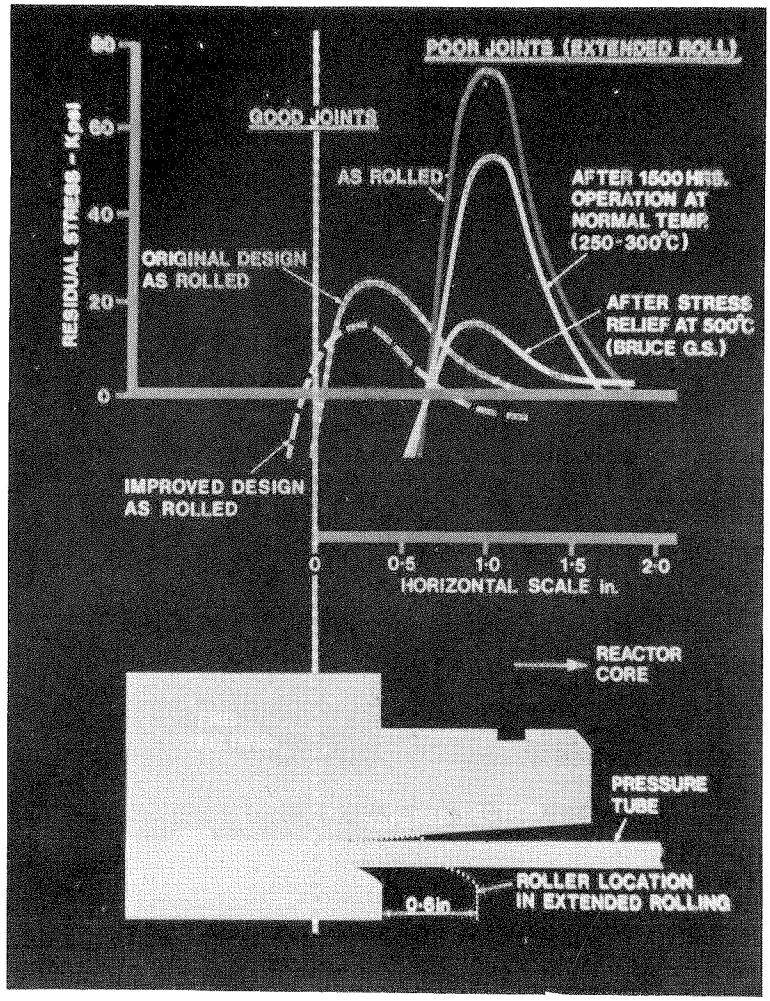


図 8.　エンドフィッティング・ダイアグラム

	PICKERING 4×540 MW mills/kWh	LAMPTON 4×500 MW mills/kWh
Capital	4.60	1.70
Operation & Maintenance	0.64	0.62
Fuel	0.90	6.57
Heavy Water Upkeep	0.20	...
Total*	6.34	8.89

*Adjusted for 80% capacity and use of low sulphur coal.

表 2.　オンタリオハイドロ社における
発電所別コスト比較

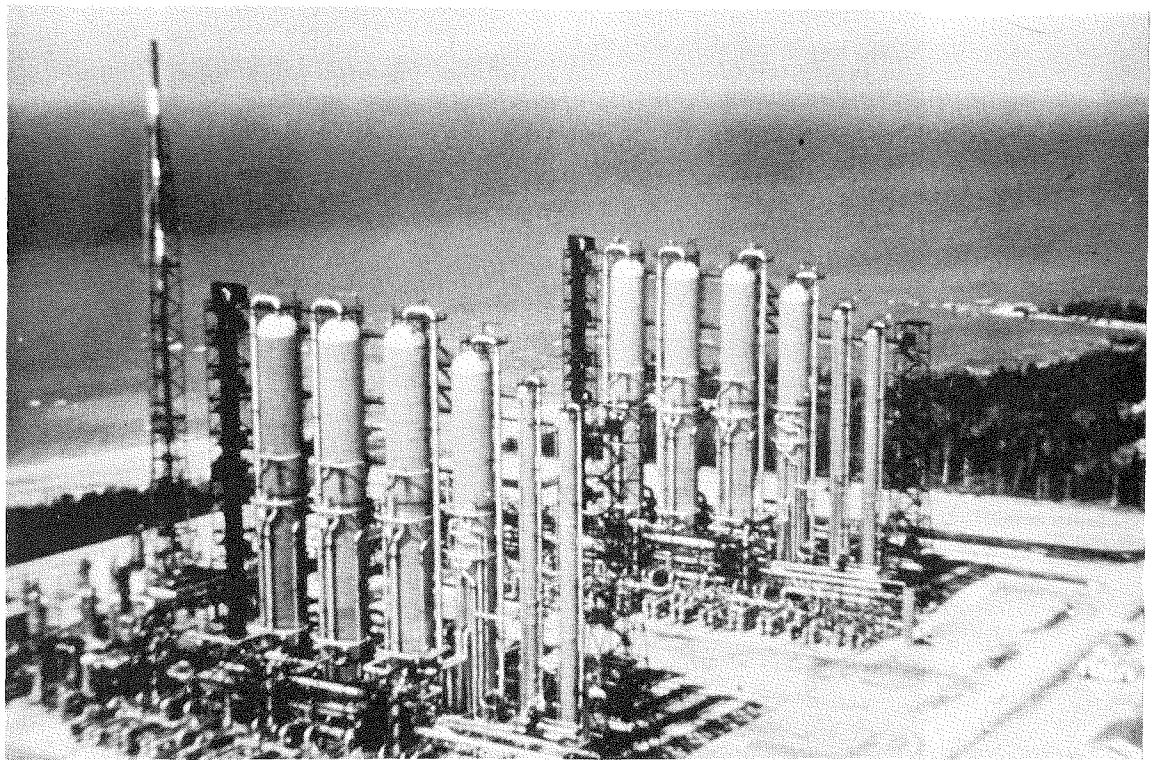


図 9. ブルース重水工場

セッション－4　核燃料サイクル上の重要課題

議　長　進藤武左エ門氏（海外電力調査会長・日本原子力産業会議副会長）

講　演　「核燃料サイクル上の緊急課題」

講　演　「わが国濃縮技術開発の現状」

議　長　渡部時也氏（中部電力㈱副社長）

講　演　「動燃再処理施設の建設・運転計画」

講　演　「核燃料サイクル上の諸問題」

核燃料サイクル上の緊急課題

日本原子力発電株式会社
常務取締役 吉 岡 俊 男

1. はしがき

核燃料サイクルは、原子力発電に必要な核燃料に関する一連の過程であり、その主な構成としては、ウランの入手、ウランの濃縮、核燃料の成型加工、それを原子炉内で燃焼する発電の過程、使用済燃料の再処理、これらから出てきたプルトニウムとか、減損ウラン、劣化ウラン等の活用のような事柄から成り立っている。原子力発電の円滑な推進には、この核燃料サイクルの確立が緊要である。このための重要課題については昨年日本原子力産業会議で検討され「原子力開発利用実行計画委員会報告書」として発表されており、その趣旨にのっとり要点を述べることとする。

2. ウラン資源の確保

１９８５年頃までのわが国のウラン資源所要量は累積で約１１万ＳＴのU_3O_8であり、これらは電気事業者の長期･短期購入契約でほぼ確保しているが、その後の所要量の安定供給確保のためには、最近の世界の資源政策の動向にかんがみ、開発輸入に重点を置いて、これを推進することが肝要である。そのためには、先ず、ウランの探鉱の成功率が非常に低いということから、探鉱段階における民間企業の助成が必要である。たとえば現在、成功払い融資制度というものがあるけれども、その条件が西独等に比べて、若干劣っており、少くとも西独並み以上の助成策を講ずる必要がある。また同時に、民間の活動を補完･支援する意味から、動燃事業団で行なっている基礎調査活動を更に推進する必要がある。次に開発段階においては、探鉱から採鉱までのいわゆるリード･タイムが非常に長期に渡り８年ないし１０年と言われており、開発に要する資金も大きな量になるため、開発資金に対する国の長期かつ低利融資が必要であり、更に、この開発されたウランのひきとり保証の制度が必要である。次に最近の資源保有国における資源ナショナリズムの高まり等のために、海外において探鉱開発を進めるためには、これらの国に対する経済援助あるいはインフラストラクチャーの整備、燃料サイクルに関連する事業への協力等、国の総合的な国際協力政策を確立することが必要となっている。一方、わが国のウラン埋蔵量は比較的低品位のも含めて、約8,５００トン程度にすぎないといわれているが、国内ウラン資源を確保するためには、更に低品位鉱、たとえば、リグナイトとかグロコナイト等の探鉱開発が可能であるかどうかということを検討することが必要であろう。なお、海水中に約１０億分の３程度のウランが含有されており、これが開発されれば資源的には無尽蔵と考えられるので、これを有効に採取する技術開発も国が中心となって推進することが必要である。

3. 濃縮ウランの確保

１９７８年末までに着工予定分を含めた約5,５００万ＫＷ相当分のウラン濃縮は、米国原子力委員会（現在のエネルギー研究開発庁＝ＥＲＤＡ）により供給確保済みであり、この他にフランスのユーロディフ社から１９８０年ないし８９年の間に、１万トンＳＷＵの輸入が契約済みである。それ以上

の需要に応ずるためには、長期的視野に立脚して国際情勢の的確な分析の下に、安定供給確保対策を確立、推進する必要があるが、このためには、先ず、わが国の国産濃縮技術の確立が必要である。わが国では１９８０年代の半ば頃に、実用濃縮工場を稼動させる目標の下に、現在、動燃事業団を中心に遠心分離法による濃縮技術の開発が進められているが、その目標達成のためには、抜本的な推進方策とこれに要する国家予算の大幅な投入が必要である。この国産技術による国内自給までには、若干時間がかかるため、それまでは、国際濃縮事業への積極的参加等による海外供給源の多角化を推進する必要がある。現在提案されている国際濃縮事業計画としては、アメリカのＵＥＡ計画（拡散法による）、ＣＥＮＧＥＸ計画（遠心分離法による）がある。それからヨーロッパでは、ウレンコ・センテック計画（遠心分離法による）があるが、これらへの参加の可否、時期等の具体策については、現在濃縮再処理準備会で検討しており、国際情勢の的確な分析と日本の参加条件、国内事情の動向等を十分に、検討した上で、至急に決定する必要があると考える。

4. 核燃料加工等国内体制の整備

現在、軽水炉用燃料の成型加工は、米国の技術導入と資本参加等により、３社（日本ニュークリア・フユーエル、三菱原子燃料、原子燃料工業）が行なっている。今後、国産能力の向上と加工コストの引下げが、最大の課題であり、その例としまして現在まだ一部UO_2に転換後、輸入してるものがあるが、このUF_6のUO_2への転換能力を拡大すること、又、ジルカロイ被覆管と重要部品の輸入も多く行なわれているが、これらの国産化を向上させる。3番目には、品質管理の強化とか、作業員の技術能力の向上、自動装置導入等によって加工技術を向上させ、更には生産能力の増加とあいまって、コストの引下げをはかる必要がある。又、自給体制の整備を行なうためには、どうしてもいわゆるアフターサービス、即ち、照射済燃料の修理、再組立、検査等に対する技術開発と施設の整備が必要である。なお、燃料供給の技術確立をはかるためには、現在海外メーカーに大きく依存している、いわゆるソフトウエア技術、即ち燃料の炉内特性の解析とか取替計画、運転指針等の向上、確立が必要である。

5. 使用済燃料の再処理

再処理は、核燃料サイクルの鍵を握る重要な部門で、特に最近の国際情勢等から、国を挙げてこれを推進する必要がある。現在試運転段階に入っている動・燃再処理プラント（0.7トン/日）に円滑な運営を期待するが、このプラントも稼動後２年程度で需要がその能力をオーバーすることになる。従って、本格的規模を持った第２プラントの早期完成が必要である。第２プラントにつきましては、政府の定めた原子力開発利用長期計画によると、民間主体で開発するという方針が定められており、民間が再処理を行なうためには、先ず、再処理事業は、動燃事業団だけが、行なうことになっている現在の原子炉等規制法の改正が必要となる。更にこの民間再処理事業実施体制を早く確立することが、必要であり、現在、濃縮再処理準備会で、事業の準備が進められているが、これの実施機関への発展が期待される。国民の再処理施設に対する理解を得るためには、再処理施設の環境への影響をできるだけ少なくすることが必要であり、そのためには、廃棄物処理技術の開発とか廃棄物の処分方針、体制の確立が、急がれるわけである。また、特に再処理施設の建設にあたって大事なことは、立地の確保であり、この立地を確保するためには、環境保全・安全確保等に関する立地あるいは、技術基準の

確立、地帯整備、普及活動等による地元協力の要請等が必要となってくる。再処理プラントの完成には８年とか１０年を要すると言われており、それ迄の間の応急措置としては、貯蔵プール容量の増加ということもはかっていかなければならない。前述の通り、国内再処理施設の完成迄には、８年ないし１０年の長期間を要するため、それまでの間は海外に委託する必要があり、既に一部委託処理の契約が実施されているものもある。更に安定供給を確保するためには、海外再処理事業への協力、例えば、出資とか融資等、政府間の協調とによって、委託再処理をできるようにしていく必要がある。現在、濃縮再処理準備会で、英国の原子燃料公社との間に、その交渉が進められている。

次は、使用済燃料輸送体制の確立であるが、昨年１１月に、既存の輸送会社NTS社に、１０電力会社と商社、輸送会社等が参加、改組・強化し新しいＮＴＳ社が発足した。この会社は、さしあたり、発電所から動燃再処理工場への使用済燃料の輸送を確保することが使命でありそのために、今年の暮れとか来年早々にはこの事業を開始しなければならないため、専用船、キヤスク、荷揚港、道路等の整備とかを至急に進めなければならない。この際、輸送安全かつ円滑な運営を計るためには、関連法規技術基準等の整備が望まれる。

6. プルトニウム等の活用

ウラン資源の節減、濃縮役務需要の節減軽減を図るため、プルトニウムや減損ウラン、劣化ウランの積極的有効利用が必要である。先ず、プルトニウムのサーマル利用に関しては、軽水炉より取替燃料に必要な濃縮ウランの約２０％相当分のプルトニウムが生成される。これは、高速増殖炉が実用化するまでは、軽水炉にリサイクルすることが、適当であると考える。今まで軽水炉にプルトニウム燃料を使用した場合の性能の調査・研究については、海外での成果は入手しているが、わが国の研究炉、又は実用炉への部分装荷試験を進めていく必要がある。さらに、その炉の中に挿入するプルトニウム燃料加工技術、及び施設の開発につきましては、現在、動燃で実施されているが、この動燃の施設による試験、開発を推進しその後で、民間施設による実用化とすすめていくのが適当ではないかと考える。今後のプルトニウムのサーマル利用に備えて、現在の動燃の再処理工場にPuO_2への転換施設とか、その貯蔵施設等の整備も必要であると考える。以上のようにプルトニウムのサーマル利用を進めるにあたっては、プルトニウムの貯蔵、輸送、加工等に際しての安全保障の確保が非常に重要であり、特にハイジャック等に備えての警備体制の強化、整備が望まれる。なお、減損ウラン、劣化ウランの利用についても、その開発を進めてゆくべきである。

7. 核燃料サイクル確立上の共通課題

原子力発電の開発推進にあたっては、発電設備への直接投資等に多額の費用を要するが、更に核燃料サイクルの確立のためには、長期かつ巨額の資金の先行投資が必要であり、その外、新技術の採用、社会的、国際的環境の変化等によるリスクがこれには伴うわけである。電気事業及びメーカー等それぞれ果たすべき役割に従い必要な資金を分担するとしても、私企業のみでは負担し切れないものがある。関連産業、特に電気事業は現在未曽有の経営危機を迎えており、核燃料サイクル確立のため必要な資金を確保するためには、先ず電気事業の経営基盤の強化を図るほか、国が直接果たすべき役割の拡大と民間企業に対する国の財政、税制措置等の抜本的援助措置が必要である。次に、ウラン採鉱、濃縮再処

理等新技術の開発導入、あるいは、海外との長期大規模事業の共同開発等を円滑に推進するためには国際協力が必要であることは言うまでもない。そのため政府の適宜の指導、政策の確立等が望まれるわけである。なお、核燃料サイクル上の重要課題の解決、さらに、わが国の原子力平和利用推進のためには、わが国の核政策の明確化と、ＮＰＴの早期批准が求められる。これに関して核燃料サイクル関連施設の合理的な保障措置が必要であり、すでにＩＡＥＡとの間にユーラトム並みの保障措置協定の合意が達しており、これに対応する合理的、国内保障措置制度の確立が望まれるわけである。

以上、我が国の核燃料サイクル上の諸問題について述べてきたが、わが国の資源の特殊性、及環境保全の見地から、これらの問題を総合的かつ合理的に解決するために、この核燃料サイクルと密接な関係がある今後のわが国の開発すべき動力炉の形式の選択等も含めた、いわゆる動力炉開発戦略というものと合わせて、この核燃料サイクルの合理的な方策を見出すべく、検討を開始する時期にきているのではないかと考える。

わが国濃縮技術開発の現状
－特に遠心分離法を中心として－

動力炉・核燃料開発事業団
副理事長　瀬　川　正　男

1. 従来の経過

わが国で遠心法開発に関して最初の実験的研究が行なわれたのは、昭和３４年（１９５９年）で、大山義年東工大教授等を中心として理化学研究所及び東京工大の提携で進められ、政府の原子力平和利用研究委託費によって昭和３４年、３５年に試作１号機および２号機が製作され、主としてアルゴン同位体分離の原理的実験が行なわれた。

海外においては、第二次世界大戦前および戦時中の遠心法開発についての初期の研究は、拡散法の完成のために一時中断していたわけであるが、戦後材料工学、機械工学の発展と、拡散法などに比べてウラン濃縮に要する電力消費が著しく小さいという主な理由などによって、世界的に１９５０年代後半から改めて遠心法開発研究に入ったという経過からみて、わが国における遠心法研究の着手は、それ程遅かったわけではないと言い得るのである。

理研において高速回転の安定化と分離機構に関する基本的研究が数年続けられた後、遠心法の研究は、昭和３８年にその機器と共に原子燃料公社（現在の動燃事業団）に移管されたのであるが、この段階ではわずかな通常研究費の枠内で、少数の研究者が従事しているにすぎなかった。それは当時まだわが国の原子力発電体系が濃縮ウランを燃料とする軽水炉を主体に拡大するという方向が定まらず、内容不明ながら膨大なアメリカの拡散工場の能力があって、供給を保証していたという基本的背景があったからであろう。

昭和４０年頃になると、軽水炉中心の原子力発電の将来が見込めるようになり、ウラン資源論やウラン濃縮能力問題から、更にはそれらに依存度の少ない新型転換炉、ならびに高速増殖炉の開発計画の必要性も認識され、今日の動燃事業団の設立に至ったわけであるが、一方にこの新型動力炉の時代に移るまでの間における濃縮ウランの供給問題について、先見的な意見を述べる学者グループがあり、その中で亡くなられた菊池先生は拡散法の研究を主張し、昭和４２年それによって住友電工の協力を得ながら、理研で所内研究費を用いる基礎的研究が始まり、垣花教授指導によるイオン交換濃縮法についての基礎開発試験が原子燃料公社でも行なわれていた。

しかし、この時期におけるウラン濃縮についての一般的認識は未だ不十分で、研究成果も極めて限られたものであった。

昭和４３年になると原子力委員会は、濃縮ウラン対策懇談会を開き、将来の原子力発電の動向と濃縮ウラン供給問題を論じるようになった。その頃、アメリカでも幾つかの情報解除が行なわれ、現有のガス拡散濃縮能力ならびにその増強計画ＣＩＰ、ＣＵＰについての発表があると共に、アメリカを含む全世界的な原子力開発の進展からみると、１９８０年代初頭にはこれらの増強計画を実現しても、それ以上の供給能力を要することが発表され、ウラン濃縮問題が一挙に全世界の問題になってきた。

昭和４４年３月に理研における拡散膜の研究によって、初めてウラン同位体の濃縮が行なわれたこ

の発表があり、同5月には動燃でも小型遠心機によるウラン濃縮実験に成功した。

しかし、この当時はいずれも年間数千万円程度の開発費であったため、いずれも基本的実験に過ぎなかったわけである。

原子力委員会は、前述の懇談会の検討に基づいて、44年8月に拡散法および遠心法について特定総合研究の課題として指定し、当面の技術的諸問題解明の見通しを早急に得ることを目標として、昭和45年度から3年間に亘り、両技術を並行的に開発することを決定した。これによってこの期間に合計約40億円の開発費が投入され、隔膜の研究からコンプレッサーおよび試験用ループ、ならびに拡散筒に関する工学的研究が拡散法について行なわれ、遠心法ではそれまでの高力アルミニウム合金に代わる新たな回転胴材料の開発、少数機によるシステム試験および当時高性能と考えていた400m／S級の試作などがこの時期に研究された。

この間原子力委員会は、47年1月にウラン濃縮技術開発懇談会を設置して、世界的な濃縮技術開発の動向調査とこの特定総合研究の進行評価を行ない、同年8月に懇談会の報告に基づいて、拡散法については国際共同計画参加の基盤としての基礎的研究の継続を行ない、遠心法については昭和60年までに国際競争力のある自主濃縮工場を稼動せしめることを目標に動燃事業団を中心として、ナショナル・プロジエクトとしてパイロットプラントの建設、運転までの研究開発を強力に推進せしめることを決定した。

このことは、拡散法の工場に比して遠心法の場合は、比較的小規模で短い期間によって建設が可能であることと、所要電力が前者に比べ10数パーセントであり、わが国の実情に適しているという本来の特徴を考慮したことの他、遠心法の技術は将来の展開の余地がまだ十分考えられ、わが国の工業力によって今後の自主開発の可能性が期待されたものと言えよう。

2. 開発の状況

先に述べた経過により、現在わが国における濃縮技術の自主開発は、遠心法をナショナル・プロジェクトとして、目標を定めて強力に研究が進められているが、これと並行して拡散法についての基礎工学的研究が日本原子力研究所を中心として進められ、一方、イオン交換濃縮法の研究が文部省管轄で進められている。また最近の情勢に刺激されて、レーザー応用の濃縮技術、プラズマの応用なども学界における研究として行なわれつつある。

遠心法については、前述の如く昭和44年までは基礎的な研究の域に止まる程度であったが、45年度から3年間は特定総合研究として実用化の可能な技術の方向を見定めるための基本的な諸種の試験が実施された。即ち、回転性能の安定化のための磁気軸受や分子ポンプ等の機械要素について多くの比較を行ない、一方、回転胴内部流試験による理論解析、分離機構の比較試験、UF_6ふん囲気における回転腐食クリープ試験や回転胴材料としてCFRPにおける成型加工性の向上、及びマレージング鋼の薄肉化等に着手した。更に並行してテスト・カスケードのための概念設計も実施された。

しかしながら、この時期においては拡散法に対抗する経済性が遠心法において得られるのは、当時の米国における濃縮料金がKgSWU当り32ドルであることから考えて、かなり長い時間と経過を要すると思われた。

47年末頃に至って、われわれは遠心機の回転性能の安定性について自信をもつようになり、分離

機構の性能についても当面の壁をのりこえる方向が見出されるようになった。同じ頃米国における拡散法による新工場は、電力料金の値上りによってかなり高額なものになることがある程度予見されるようになった。

こうして昭和４７年に遠心法の開発をナショナル・プロジェクトとしてパイロット・プラントの建設に進む方向を原子力委員会が決定したことにより、動燃事業団の開発体制は飛躍的に強化されることになった。

しかしながら、このような状勢は、１９７０年に発足した欧州トロイカ３国などのそれ以前の経過からみれば、実質的には５年以上遅れて開発プロジェクトの体制を発足させたものと見られる。

従って、われわれは民間の重電機メーカー４社の協力体制を有効に展開することによって、国際的な遅れに善処することを先ず心がけたのである。それ以前約１０年間は、ある１社が主に試作と試験研究の協力を行なっていたが、そのために研究開発の規模も限られたものであり、また事業団側の試験施設も単機テストの繰返しを行なう程度のものであった。

昭和４８年度において、動燃の遠心機開発の予算も５２億円となって一挙に４７年度の４倍となり、テスト・カスケードの建設準備も可能となったので、事業団内にプロジェクトの担当開発本部を設けると共に、メーカー４社と各大学の学識経験者による濃縮技術委員会及び専門委員会を新たに設定し、一方において、大局的判断のためのプロジェクト委員会の発足を考慮した。

前述の原子力委員会の決定においては、パイロット・プラントの建設に当っては、事前に総合的なチエック・アンド・レビューが行なわれることになっており、それは昭和５１年頃と予想されている。

従ってわれわれは、当面パイロット・プラントを構成すべき標準型遠心機の分離パワー及び分離機構とか、カスケードの詳細設計のための技術開発を４８年度、４９年度において急速に効果的に展開するために、４社に対してかなりの競争的な試作を実施する方向に重点を置く必要を認めたのである。

また、この場合標準化設計の方向を中心としたのは、遠心機の簡略化とコストダウン及び各社の研究の集中を考慮したためである。そのため、これら４社に対し、各年度２回新しい試作機の発註を行ない、プロジェクト発足後、４回に亘る標準機の設計概念は、その都度寸法、周速、分離仕事量、消費電力、抜出し圧力等を漸次レベルアップして発註が行なわれた。そしてこれによる遠心機の納入に対しては、東海事業所において新たに４７年に建設された多数機の運転試験施設によって、UF_6 循環による各種のパラメーター試験、信頼性試験を行ない、それによって次の期の標準機の仕様書が事業団及び各メーカーの技術陣によって検討された。

一般的に知られているように、遠心法による濃縮プラントの建設は、遠心機の製作費とカスケード関連設備の建設費がほぼ５対５の前後にあると見られるので、カスケードの設計はプラント経済上、重要であると共に、遠心機事故の波及、濃度の安定性、保守の容易性等のカスケード技術は、濃縮コストを左右するものであり、また、ポンプ、トラップ等の関連機器の開発も並行的に開発が伴わなければならない。

従ってわれわれは、遠心機単機の破壊試験、及び３台セットの振動試験等の安全工学研究、及び循環ループの改良試験を行なった上、４８年度の第２次標準機によって、約１８０台によるアイデアル・カスケードの設計と建設を進め、４９年度の途中からその運転を行ない、実験段階でのプロダクト濃度は、約1.５％程度を示している。注目すべきことは、このカスケードは４社の少しずつ異る遠心機によっ

てブロック別に分担されており、また回転胴材料としては、高張力鋼及びＣＦＲＰの２種類がある。

この段階において遠心機は、それより５年以前の基礎的研究の当時のものに比べ、回転胴周速も２倍に近く、消費電力も総重量も１０分の１程度となり、軸受、軸封の改善により回転性能も安定し、またUF_6の流動に対する力学的な改善や周速の向上等によって標準機の理論分離パワーも著しく向上した。

４９年度においては、遠心機開発のための予算は、前年に比し大幅に増加し、９６億円となった。

このようにプロジェクトとして開発体制の発足後、資金量が拡大したことは遠心機の技術的進歩をかなりスピーデイなものとし、また素材加工等の関連技術の新しい広がりをもたらすことによって、先進各国との格差は著しく縮小され、独特の技術を確保する方向を生ぜしめつつあると見られる。

前述のカスケードＣ－Ⅰの完成と並行して４９年度前半における標準機の技術レベルを基礎として実験カスケードＣ－Ⅱの建設発註が行なわれた。Ｃ－ⅡはＣ－Ⅰとほぼ同様な分離機構理論に基づくが、プラント経済の最適化の見地からカスケード技術のより一層の習熟と保守技術の比較等を考慮して、変形ステップカスケードを採用し、Ｃ－Ⅰより周速、分離パワー等において一段進歩した仕様に基づいて約２５０台の遠心機がメーカー３社に発註され、現在製作が進行中である。

Ｃ－１、Ｃ－Ⅱの２つの試験カスケードが相次いで計画されたことは、昭和５２年頃に10,000台程度のパイロット・プラントを建設することを目標としてカスケード技術の確立を考慮したものであるが、このことはメーカーの遠心機製作加工技術の強化と共に、新たに資金投下によって製造施設の整備を伴うに至ったことを見逃し得ない。

上述のような急速な技術的進歩と広がりは、４９年において一段と目覚ましい実績が得られることを可能とするに至った。

回転胴が剛体として回転するいわゆるサブクリテイカル遠心機から、スーパー回転を可能とする遠心機を実証しつつあるし、一方において分離機構において大きな改良を加えた高性能機の試作と試験が行なわれつつある。

これらのうちのあるものは、Ｃ－Ⅰの遠心機の３倍の性能を試験運転において示しつつある。

こうして現段階は、標準化機のコストダウンの可能性を高めるための技術と対策に関する分野と、更にこれと並行して、近い将来におきかわるべき高性能機の実証化の分野に対してわれわれの努力が集中されている。

この２つの分野は、いづれも最近の海外における新しい拡散法濃縮工場の分離コストが、ＫｇＳＷＵ当り、７０～８０ドルに達すると考えられることによって実現化への道が加速されたことは否定できない。

3. 遠心機開発の今後の方向

ウラン濃縮技術は、各国において本来軍事機密的性格によって展開されながら、軽水炉における平和利用につながった歴史的経過もあって、その技術の漏洩が核兵器の拡散につながる惧れがあるという本質的制約があることや、莫大な開発資金によって得られた技術的成果が、国家的資産として保持される必要があるなどの点から、原子力の分野における他の技術開発に見られるような国際的な技術情報の交流は、殆んど困難であり、特許関係等も海外においては政策的に処理されているのが実情で

ある。

また国際的な濃縮工場計画等についても、必要によっては政府間ベースの機密保持に関する協定が伴う問題であることは、特にここで多言を要して触れるまでもない。

また、そのことは原子力基本法における平和利用に関する「公開の原則」に抵触しがちな問題であるように見られるが、反面において現在の国際状勢の下では、技術の公開そのものが平和利用の道と矛盾する結果となる危険も考えられるところであって、我々も常々これらの問題に対して良識をもって善処する必要がある。

このような実情もあって、各国の技術レベルとそれをとりまく関連工業界の状勢も詳細に知り得ることは不可能に近く、特に遠心機それ自体の技術的レベルの他に製作コストの問題は関連産業の実勢によって大きく影響を受けざるを得ないという実情がある。

回転胴素材としてのガラス、カーボンなどの繊維強化複合材料や高張力鋼などの生産もまた同様である。

前述の如く、昭和４７年以降動燃の遠心機開発は、国内のメーカー数社に対して別々に必要に応じて研究委託を行ない、また設計上の標準化を織り込みながら、パイロット・プラントの原型機につながる遠心機の発注を進めてきた。そしてこの段階から、各社の特許権の設定等についても、動燃と協議の上、処理されるようになった。

Ｃ－１からＣ－Ⅱカスケードに至る遠心機製作の過程においては、各メーカーの競争的意欲は各々の遠心機の回転胴材料や軸受等の機械要素、駆動装置等について比較研究を掘り下げることに有効に作用してきたといえる。

しかしながら、われわれはこれまでの並列的な研究と製作の成果を統一標準化して、パイロット・プラントの遠心機……Ｐ１と呼ぶ……につながるための性能向上を更に期待すべき過程に入ったと考えている。

このため、昭和４９年末に至ってメーカー相互の技術情報交流を行い、標準機Ｐ１の詳細設計の統一化を図るために共同開発会議という組織が発足した。

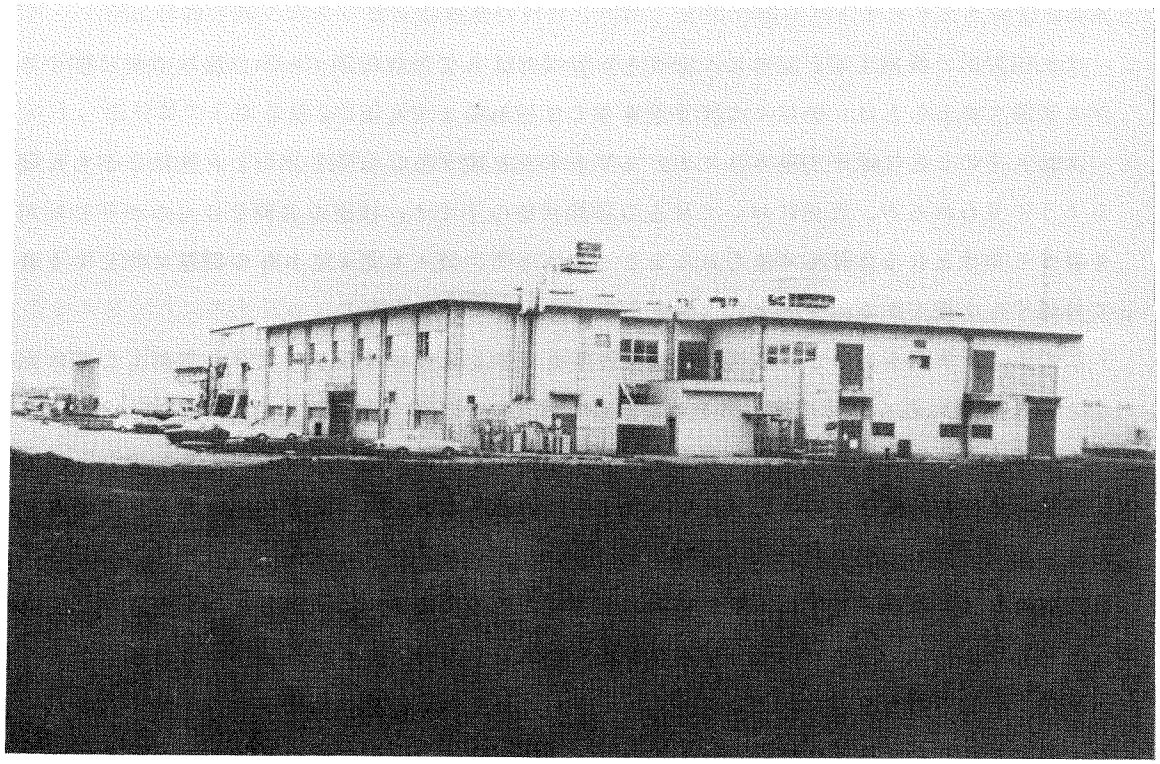
この共同開発会議と動燃の連繋によって開発体制はさらに円滑となり、技術開発の集中化も効果的に行なわれつつある。

さらに前述のＰ１型は、将来の製作コストの合理的低下を特に期待する必要があるため、この機構を通じて生産技術の協力が検討されている。

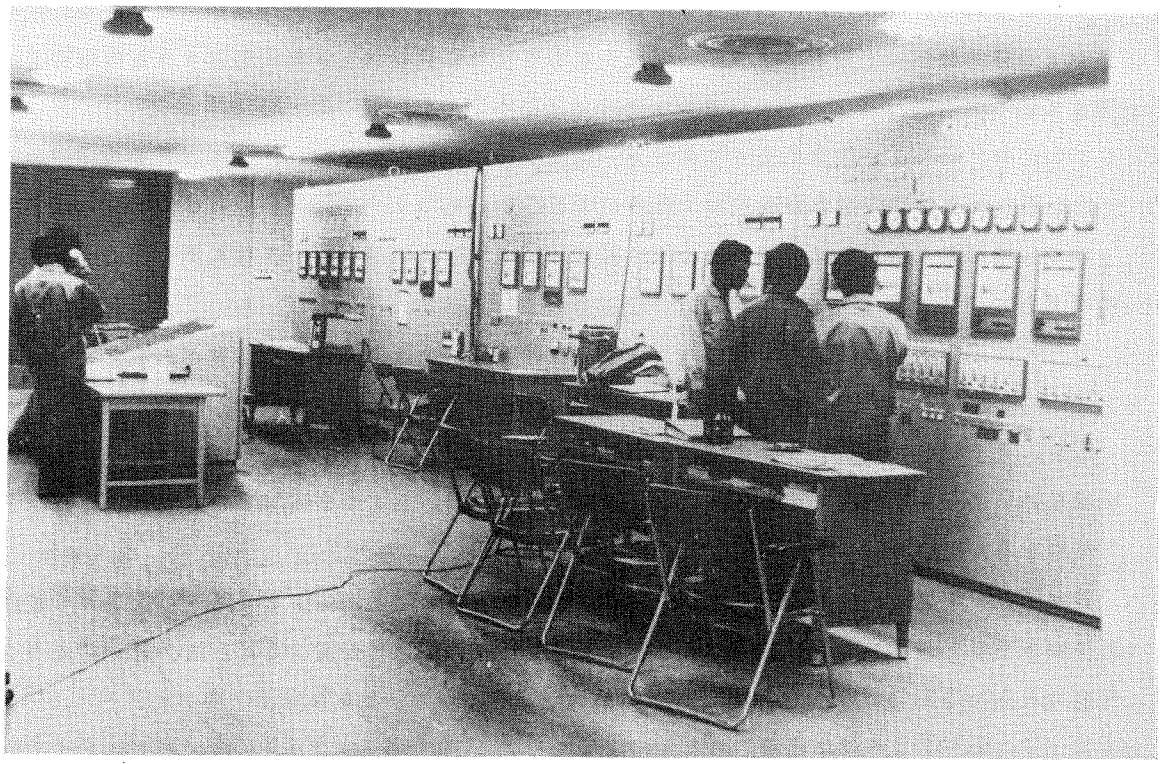
既に、Ｐ１遠心機と並行して新しい高性能機……Ｐ２と呼ぶ……の開発も着手されていたが、この機構を通じて各々の分担も定められ、その一部の試作機は、Ｐ１の２倍以上の分離性能を目標とする可能性を有している。

我々は、Ｐ１型遠心機によって機器の生産技術の向上と大量生産によるコストの低下の可能性を更に前進させると共に、一方においてＰ２型による技術の実証化を把握することは、近い将来のうちに可能であると考えている。

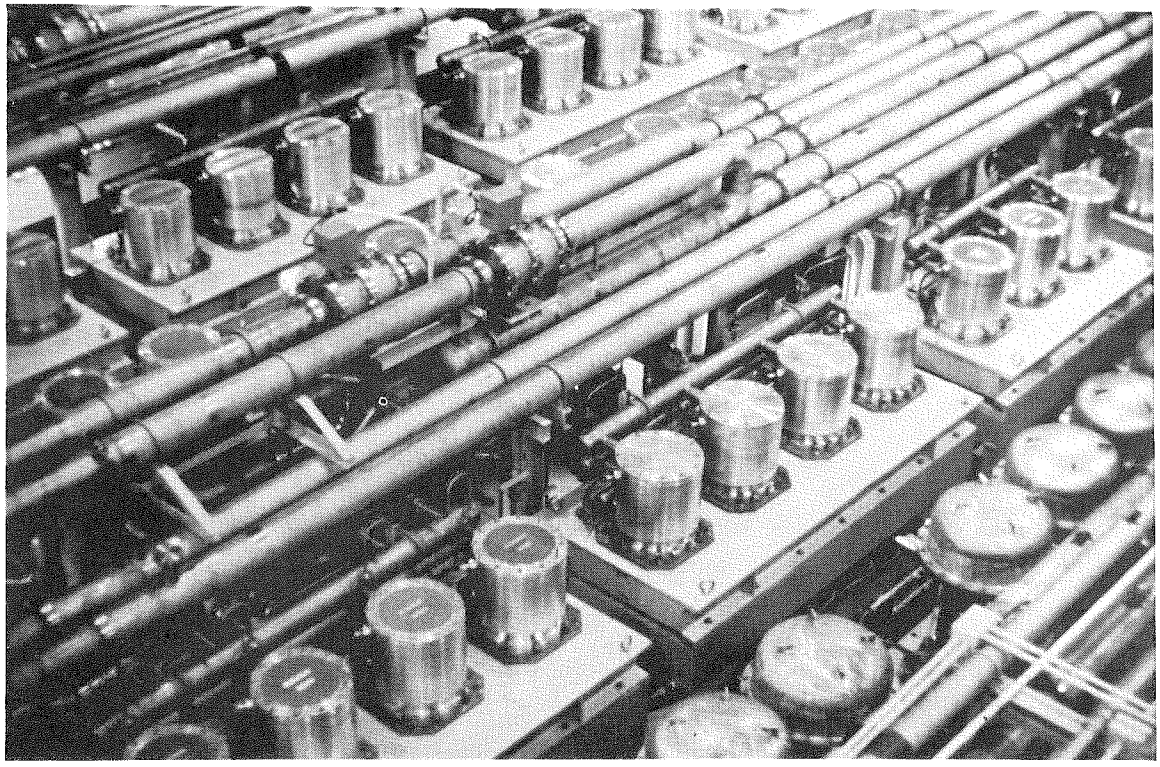
従って、昭和５２年頃に建設されるものと考えられるパイロット・プラントは、Ｐ１型とＰ２型の両方によって構成されることが、予想されるが、相次いでこの２つの技術は相関連して、ガス拡散法による濃縮の経済性に対抗できる一つの遠心機の生産体制をわが国の中に実現することになると信じている。



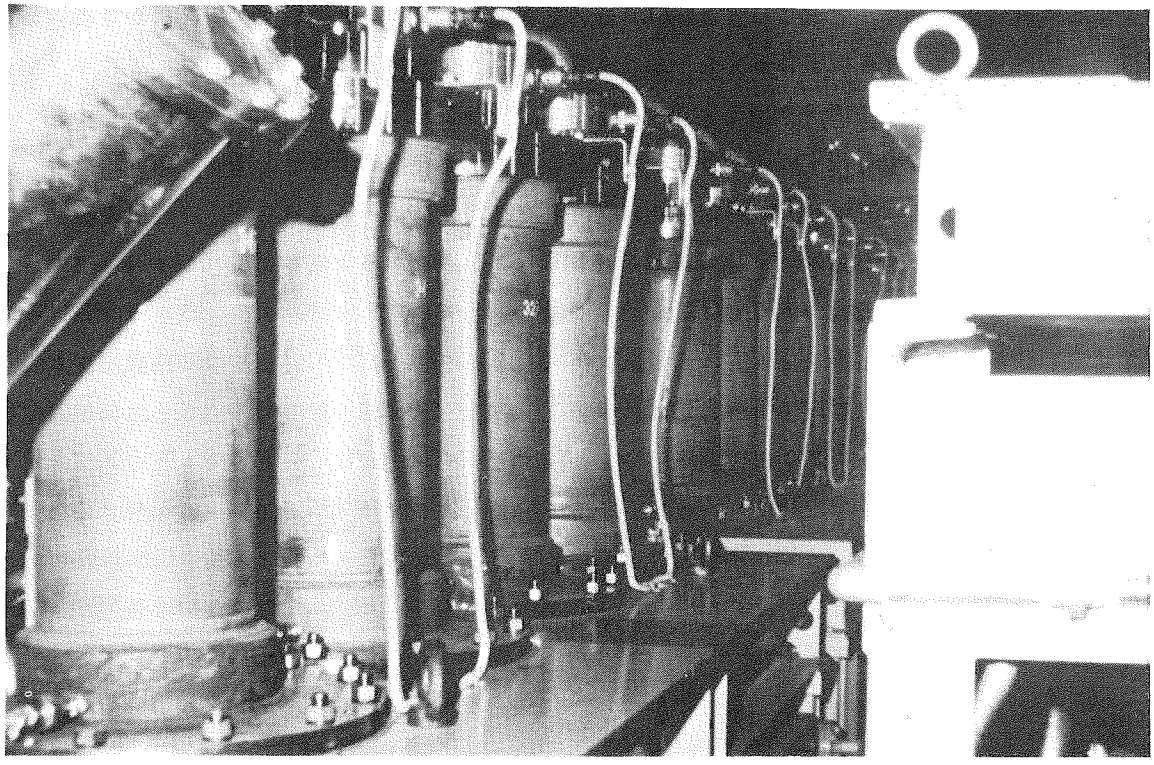
（写真１）



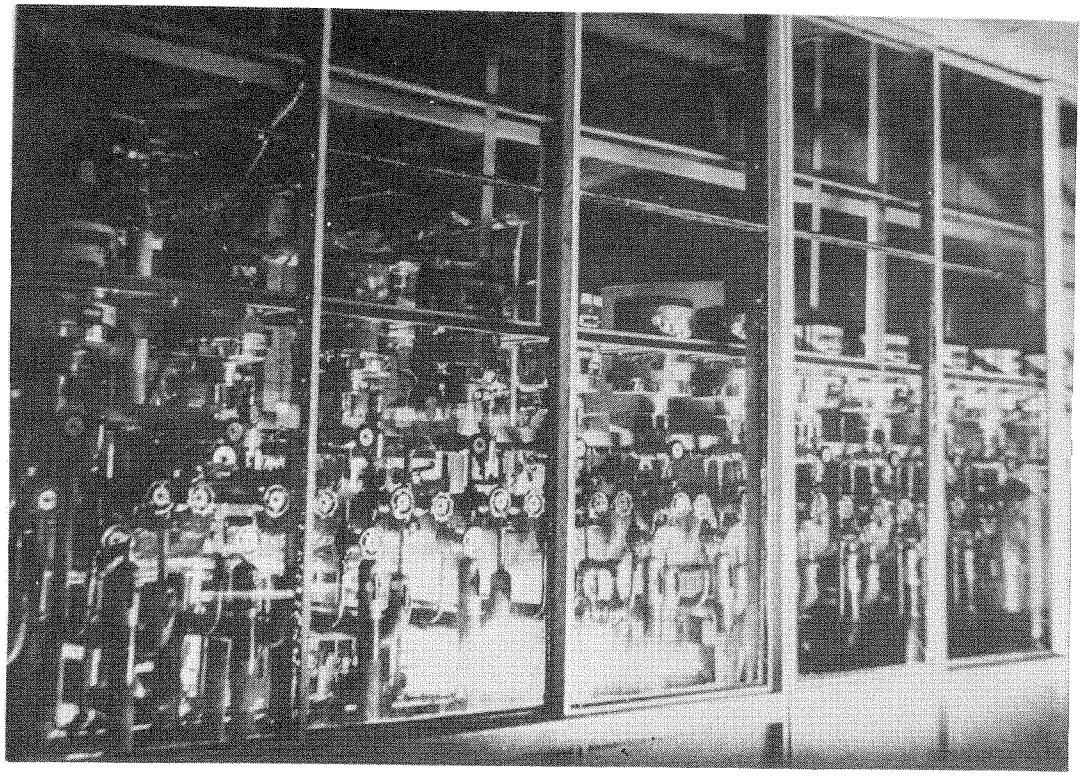
（写真２）



（写真３）



（写真４）



（写真５）

動燃再処理施設の建設・運転計画

動力炉・核燃料開発事業団
再処理建設所長　中　島　健太郎

1. まえがき

動燃事業団が、東海事業所敷地内に建設中の再処理施設は、昭和４８年には建設工事のピークを越し、以後、主力は作動試験におかれている。すなわち工事の終了した部分から、逐次、水、蒸気、電気、圧空などを用いて機器類の機能を調べる通水試験が実施された。この試験は昭和４９年１０月に終了し、同年１１月からは、硝酸、苛性ソーダ、ホルマリンなどを用いる化学試験に移り、これも近く終了する予定である。この再処理施設の現況と今後の計画について以下に述べる。

2. 着工までの経過

動燃事業団（当時原子燃料公社）は、昭和４１年、再処理施設の建設に深い経験を有し、かつＣＥＡの援助を受けることのできるフランスのサンゴバンテクニクヌーベル社（ＳＧＮ）との間に詳細設計契約を締結し、昭和４４年２月、これを終了した。この間、パリに駐在員を派遣し、設計管理を行なうと共にフローシートの確性試験をフランス原子力庁（ＣＥＡ）のフオンテネオローズ研究所で、また、要員１５人の訓練を、主として、ＣＥＡのラ・アーグ再処理工場で実施した。一方、原研東海研究所の再処理試験施設に要員約３０人を派遣し、運転・保守などの訓練を行なった。

この施設の安全性に関しては、再処理施設安全審査専門部会から、施設、環境両面にわたる審査を受け、昭和４４年３月、同専門部会はこの施設の安全性は十分に確保される旨の答申を行ない、昭和４５年１月、内閣総理大臣はこれを承認した。

この施設の建設に関する地元の態度は、工場の安全性が確かめられていないこと、および敷地近くに米軍射爆撃場が存在することなどから、昭和３９年には県議会が反対決議をしたが、上記のように安全性が確認され、また昭和４４年９月には、米軍射爆撃場の移転が閣議決定されたことから、状況は好転に向かった。なお昭和４８年３月、米軍はこの射爆撃場を返還した。昭和４５年２月、現地に再処理工場建設準備室を設け、また同年１２月、再処理施設の主要部分の建設契約をＳＧＮ－日本揮発油㈱と締結するなど諸準備を進めた。昭和４６年３月には、再処理事業規則が制定された。

かくして昭和４６年６月、規制法に基づく設計および工事の方法の認可および建築基準法に基づく建築確認を得て、本格的工事に着手した。

一方敷地周辺の気象および海洋調査は、昭和３５年から実施されてきた。

以上の経過を図１に示す。

3. 設計の基礎

(1) 処理能力

１日当り約0.７ｔ（金属ウラン換算）であり、その基礎は昭和３９年７月の原子力委員会内定による。実用規模工場としては最少に属するといえよう。

(2) 処理方式

主工程は、チョップリーチ式前処理とピューレックス法の組合せである。

この組合せは現在では一般化したが、当時は、米国ＮＦＳ社のみが採用していた。よつてチョッピング装置についてはフランスでプロトタイプ機械をつくり模擬燃料のせん断試験などを行ない詳細設計を固めた。またフローシートについては、ＣＥＡのフオンテネオローズ研究所のαセルおよびα－γセルにおいて確性試験を行ない、各種の操作条件とこれに伴う分離効率、ロス率、除染係数などを確認した。低放射性廃液の処理方法には、放出レベルを一段と下げるため、化学処理法のみでなく、蒸発処理法も取り入れる。これは臨海の再処理工場としては最初のものである。高放射性廃液については、蒸発減容と同時に酸分解を行ない酸度を下げて貯蔵する。この貯槽には冷却系とかくはん系を設けると共に将来固化できるように措置しておく。

(3) 建家配置

配置に関しては、主要建家は、主工場、廃棄物処理場、分析所の３つとし、渡り廊下で接続する。これは

① 従業員の出入管理は一カ所で行なう。

② 高、中放射性の物質の取扱いは原則として主工場に限定し、低放射性の廃棄物処理は分離して行なう。

③ 万一、汚染が生じたとしても、その影響を全体に及ぼさないためである。

(4) 臨界安全

形状寸法制限、質量制限、濃度制限、および中性子毒物の使用を単独または組合せることにより臨界安全を確保する。

(5) 放射線安全

１）建家を表１に示すように、ホワイト、グリーン、アンバー、レッドの４区域にわけ、遮蔽、換気などもそれぞれに対応して行なう。特に換気系には必要に応じて予備ラインおよび逆流防止弁をおくなどして安全度を高める。

２）高放射性の物質は原則として、容器、コンクリートセル、およびコンクリート建家の順に包まれ三重のコンテイメントを持つようにする。

３）セルの床および壁の心要な部分にはステンレス鋼製のライニングを設けるか、またはドリップトレイを設けて水密性を保持する。さらに漏出の有無の監視設備、漏出液の処理など万全の対策を講じる。

表１　区域区分と線量率

区域名	線量率（mrem/hr）	備　　考
ホワイト	＜0.625	事務室、更衣室など非管理区域
グリーン	＜1.25	制御室など通常作業区域
アンバー	＜50	原則として保守区域
レッド	＞50	セル内部

(6) 放射性廃棄物の処理、処分

１）放射性廃棄物はできるだけ敷地内に貯蔵する。

2）やむを得ず敷地外へ排出する場合は十分な除染と監視を行ない、環境に安全なようにして排出する。

3）放射性廃棄物による周辺公衆および従業員の被曝量が、国際放射線防護委員会、わが国の法規に定められた線量限度を十分に下回るようにする。

その他、耐震、プロセス安全に関しても十分に配慮した設計とすることはいうまでもない。

4. 建　設

建設を実施するにあたり、プロセスの性能保証を重視して、主工場および廃棄物処理場を、建設者ＳＧＮ社と、設計中の日本における協力者日本揮発油㈱の両者に共同受注させることにした。その他の各種工事や設備は直営工事とした。

再処理は、その主要工程、廃棄物処理工程は化学工業に類似しており、前処理工程や廃棄物取出しはむしろ機械工業に類似している。

しかし①扱う物質が放射性かつ核分裂性であること。

②化学工程は硝酸および溶媒を用いること。

③遠隔保守できるか、またはできるだけ保安を必要としないようにすること。

④必要な場合に除染保守できるようにしておくこと。

⑤保守および廃棄物取出し用の各種カスクが出入りできること。

などのため建設にあたっては、かなりの困難があった。

以下に要点を述べる。

表２に主な建設諸元を示す。

(1) 建物としては、放射線しゃへい、放射性物質の漏えい防止を設計の基本としており、建物をいくつかの小部屋にわけるセル構造が採用された。その数は約７０個におよぶがこれは万一の汚染を局所に制限する点で最良の方法である。施工上、しゃへいコンクリートの比重、強度、均一性、所要壁厚などの確保に慎重を期した。なかでもセル壁貫通のため埋設物の多い機械処理セルなどは、コンクリート打設をきわめて慎重にする必要があった。また、機器据付、配管工事終了後のセル壁機器搬入口の閉塞工事、配管類の壁貫通部の２次コンクリート工事も複雑であった。

(2) プロセス機器のうち、溶解、分離、精製、気体および液体の廃棄物処理などの工程に使用される塔槽類は次の点を留意して設計製作された。

1）放射性物質を取扱う塔槽類は、充分な耐食性のある材料として低炭素系ステンレス鋼、２５－２０高級ステンレス鋼、ときに純チタンを使用する。

2）臨界管理上重要なものは全濃度安全形状寸法の環状タンクや平板状タンクを用いる。

3）できるだけ保守を必要としない構造とするが、部品交換などの保守をするものは除染などを含めて、作業性のよい構造とする。(図 3, 4, 5) 施工にあたっては、材料管理を入念に行なうことはもちろん、製作に際し、加工前に特別仕様による溶接手順試験、溶接士資格試験を行なってから、作業を実施するとともに、とくに作業場の清浄化に留意した。臨界管理上から要求される寸法公差はもちろん、抽出器など性能上からの寸法公差は、製作および据付にわたって厳しいものであった。また部品交換を要する機器もしゃへい材と保守用カスクなどとの取合から、同様に厳しい

寸法公差が適用された。

(3) 施設内では、液体の多くが硝酸酸性かつ放射性のため、配管の大部分はステンレス鋼管である。長期間保守を要しないことに留意し、配管の接続は原則として溶接とした。液給送は、主に可動部分のないスチーム・ジェット（またはジェットポンプ）、エアリスト、サイホンを採用した。配管工事についてはできるだけ作業環境のよいプレハブ製作および検査を行なうようにし、現場作業を少なくすることに努めた。２０個におよぶ配管モデルを作成するなどして現場作業が可能であること、検査が完全にできることを検討し、作業手順を選定した。

以上の工事遂行にあたり、工事監理には、民間各社からの経験者の派遣を求めるなどして充実を図った。とくに検査には受注者の行なったものを動燃事業団が検査し、さらに国の施設検査を受けるという体制で臨み、慎重を期した。

5. 通水試験の概要

再処理施設の建設においては、その工事の終了した部分について、まず、水などにより、ついで未照射ウランにより、その機能を十分に確認する。つぎに、手直し作業などのために開けてあるセルの開口部分を閉鎖し、照射燃料を用いるいわゆるホット試験を行なう。再処理施設では、施設が一度ホットになった後では、補修、改造が困難であるために、セル閉鎖までに十分に機能の確認を行なうことが重要である。

この期間はまた、要員が、その担当設備に関する知識と運転技術を習得する最良の機会である。

当施設では、主受注者であるフランスサンゴバン社－日本揮発油㈱との契約により、主工場および廃棄物処理場について、工事終了した機器単体とユニットについて、共同して通水試験を実施してきた。

また、分析所などについても、動燃事業団独自で機能の確認と教育訓練を実施してきている。

(1) 結果の要約

通水試験は、主工場については４８年７月から、また廃棄物処理場については、それより早く48年２月から開始され４９年１０月に終了した。

組織としては、４７年１１月に、当時の再処理建設部内に運転準備班を設けて、試験に当ったが、４９年３月に、同建設部を再処理建設所と改組し、実質的な運転体制の下で試験を実施するようにした。昭和４６年以来の人員と組織の変せんは、表３のようである。

この通水作動試験において、配管のつなぎ間違い、異物の混入のような単純なものをはじめとして、配管スロープの不足、配管レベルの不適正、送液停止時のサイホン現象、バイパスラインの不足、ジエットポンプ用スチームオンオフバルブの動作不良、ミキサーセトラーかくはん部の過吸引、将来の保守を考えた場合の機器、配管類の不適正配置などが発見された。これらは所要の措置を講ずることにより解決された。

表 3　　再処理建設関係人員の変せん

再　処　理　建　設　部

年月	管理課※	機器1課	機器2課	建　設　課	分析機器課	運転準備班	合　　計
46. 2	6			22			28
46. 7	10	22	9	11			52
47. 11	9	26	9	16	5	9	74
48. 4	9	35	14	21	21	42	142
48. 11	10	34	13	16	27	53	153
49. 1	11	31	10	15	26	74	167

再　処　理　建　設　所

年月	管理課	処　理　部※				工　務　部			建設室	合　計
		前処理課	化学処理課	廃棄物処理課	計	保守課	分析課	計		
49. 3	14	15	48	11	74	31	28	59	25	172
49. 9	14	20	64	19	103	47	41	88	19	224

※所、部、次長、所付は管理課に含める。

この試験が、機器単体からユニット試験に進むにつれて、必要に応じて交代勤務が行われた。また、電気、蒸気、圧空、純水、などのユーティリティ設備も当然、対応して試験運転され、一部の試薬系の受け入れと使用も開始され、いずれも機能に異状のないことが確認された。各種エリアモニタなど放射線管理設備や火災警報類についても試験が平行してすすめられた。

これらの試験に多数の動燃職員が参加することにより、運転保守技術の修得の上で相当の効果を修めたものと考えられる。

6. 化学試験

化学試験は、通水試験に続いて、硝酸、溶媒などの薬品類を用いて化学処理工程のユニットあるいはユニット群ごとに作動確認と性能試験を行なうものである。なおこの間、機械処理工程は、運転および保守操作について訓練をかねた作動試験が行われている。

化学試験ではとくに

①密度計、電導度計、流量計の検定など計装計器の検定ならびに作動チエック

②分離精製工程における抽出器（ミキサセトラ）の酸溶媒平衡試験

③槽類換気系におけるオフガス洗浄塔の試験

④酸回収試験など

⑤Ｐｕ精製工程における原子価調整の予備試験

⑥硝酸のホルマリンによる分解試験

⑦分離精製工程の緊急作動機器の作動試験など

この化学試験は、機器配管類の洗浄など施設内の一層の清浄化と作業員の教育などの準備を経て、開始された。

化学処理工程を

①試薬調整、サンプリング、槽類換気系、廃液中間貯蔵

②分離精製（Uのみ）、高放射性廃液濃縮、酸回収

③溶解、オフガス処理、清澄、Pu精製、濃縮、貯蔵、U濃縮脱硝にわけ、①＋②または①＋③の組合わせで実施した。

この試験は原則として三交代制で行なわれ、プロセス運転員16人／直の外、計装、ユーティリティ7人／直、分析5人／直も直勤務に従事している。

分析項目は酸、アルカリ（$NaOH$、Na_2CO_3）、溶媒（TBP）、亜硝酸ソーダ、Li、Na、Caなどであり、およそ30件／直である。現在主要な試験はほぼ終了に近い。化学試験は化学薬品を用いた操作訓練もかねているので設備面よりも操作面でのトラブルが認められる。この結果作業手順類は一層充実されつつある。またこの試験中、運転開始、平常運転、停止をくりかえすので、作業員の練度の向上に効果が大きい。

7. 今後の計画

現在実施中の化学試験は近く終了し、続いて未照射ウランを用いてウラン試験に入る予定である。まず、全工程を通じて、プルトニウムや核分裂生成物の存在しない状態で、ウランを用いて作動試験と性能の確認を行なう。ついで必要な手直し改造を行ない、その結果について試験する。最後に全装置を動かして、性能を確認するものである。

この段階は、また従来、液体系でのみ操作してきた燃料溶解工程やウラン濃縮・脱硝工程に固体系が入るという点でも、また次のホット試験のための最後の教育訓練期間であるという点でも重要である。

既に2月末から、施設の出入管理をウラン試験と同程度に厳しくするなど、準備を進めている。ウラン試験での性能確認後、セル閉鎖と換気系の調整を行なう。すなわち、槽類のマンホールの蓋を溶接し、セルの内の仮設の足場や配線などを撤去し、清掃したのちセル開口部を重コンクリートブロックで閉鎖する。ついでセル換気系のフィルター取付と負圧調整を行なうものである。

ホット試験は、使用済燃料を用いて施設の作動状態を確認し、定常的な運転が可能であることを実証するために行なう。また、この期間に生ずるであろう、手直し改造を通じて、放射線区域における保守作業訓練も行なわれる。

先ず、燃焼度が低く冷却期間の長いJPDR燃料を用い、つぎにより燃焼度の高い燃料を用いて放射線のしゃへい、工程の放射能、物質収支などをチェックする。また、核計装計器類のチェックもこの時点で行なわれる。ついで必要な手直し改造を行なった後、最後に、定常的な連続運転を行ない、処理能力、製品仕様、ウランおよびプルトニウムの収支、海中放出放射能量、蒸発缶など装置の性能などを実証する。

8. 環境安全対策

もともと、この施設は、日本で最初の再処理施設であり、環境安全に関しては、低放射性廃液処理系に当初から蒸発処理方式を取り入れるなど、留意してきた。また、処理能力も1日当り約0.7 tと実用規模としては最小の部類に属する。したがって敷地周辺の線量は極めて少なく、自然放射線の変

動範囲に入るものと考えている。環境モニタリングについて、陸上においては、図6に示すようなモニタリングステーション、あるいはポストにより十分に行ない、放出管理と合せて周辺公衆の影響を監視する。海洋についても、陸上の場合と同様に、放出管理と合せて放出口周辺の海域についてモニタリングを行ない周辺公衆の影響を監視する。

既に気象観測塔、海洋調査船は完成し、モニタリングステーション、ポストなどは設置され、環境試料の分析、各種データを集約、解析する安全管理棟も整備され、事前調査、解析は着々と実施されている。

一方、"As low as practicable"の社会的要請に応えるべく、放出放射能低減化の技術開発に着手した。すなわち、処理ずみ廃液の蒸発処理技術開発施設の建設を鋭意進めている外、希ガス回収の工学実験を続けている。トリチウムの除去回収についても、将来計画ではあるが、電解法、リサイクル法などについて基準試験に着手している。

9. 結び

当施設は、着工以来3年余を経て、化学試験は終了の段階に達した。かなり複雑な施設であるが、もとは一つ一つの部分の積み上げであり、通水作動試験では、しらみつぶし的に、その配置を調べ、作動機能を確認した。しかし、この試験は、水、蒸気などを用いる試験という点で限界があり、特に主要な性能についてはホット試験で初めて確認される。

今後、ウラン試験、ホット試験とすすむにつれて、そこに要求される確実さの度合いは一段と厳しくなる性質のものであり、その意味では真の試験はこれから始まるものと考えている。要員の訓練についても、運転・保守の両面にわたって一層充実させる必要がある。

再処理プロジェクトには、従来も関係各方面の多大のご支援を頂いてきたが、今後一層のご指導、ご支援をお願い申し上げる次第である。

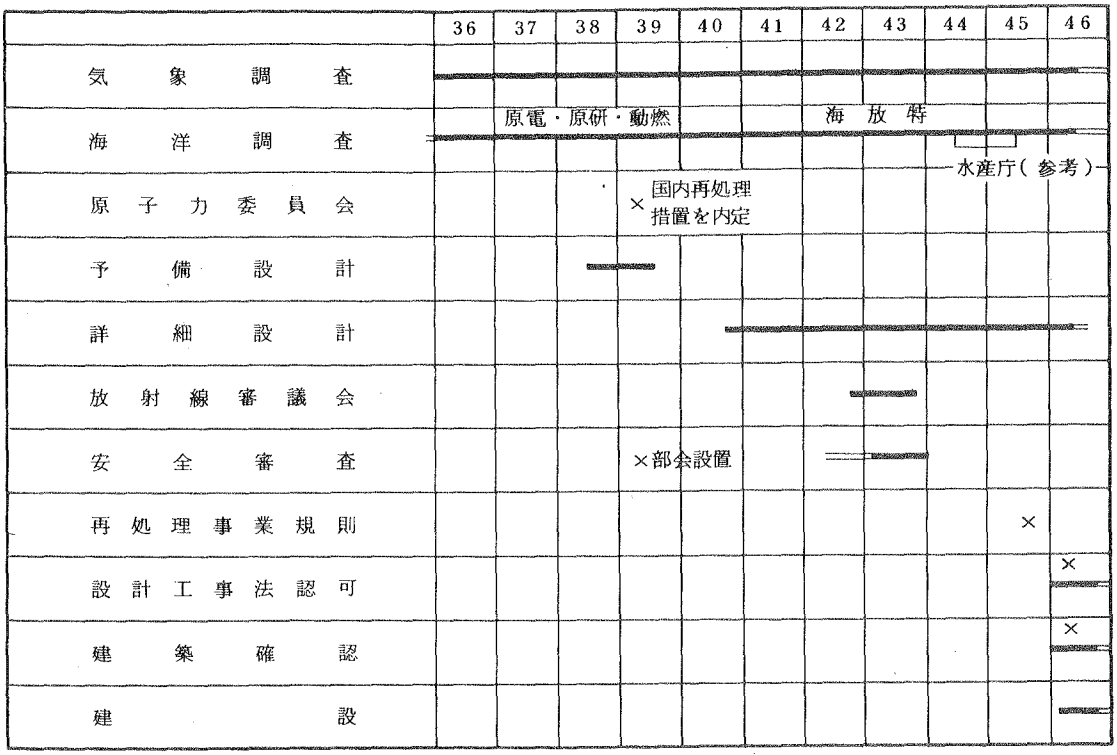
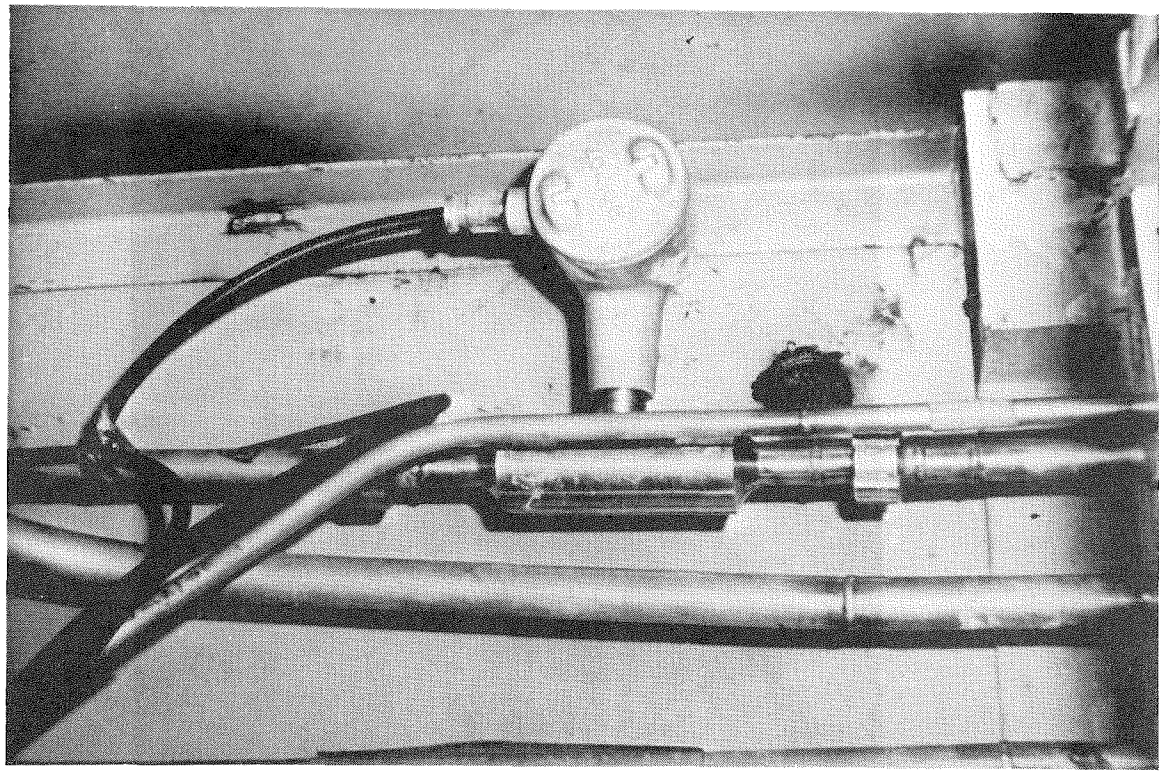


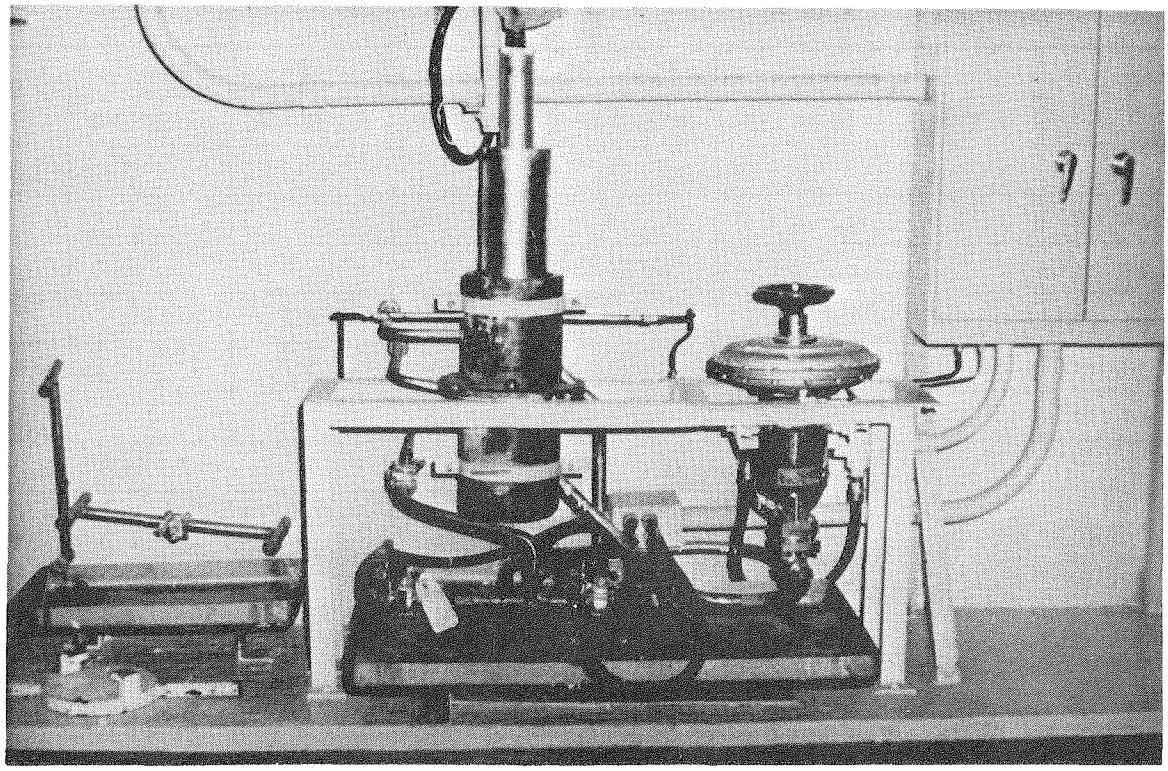
図1　再処理工場着工にいたるまでの諸経過

設備		主工場	廃棄物処理場	分析所	合計
建築関係	階数	地上6階 地下3階	地上3階 地下1階	地上3階 地下1階	
	建築面積（m^2）	5,000	1,700	2,000	8,700
	延面積（m^2）	22,000	6,000	6,000	34,000
しゃへい関係	セル数	49	10	3	62
	コンクリート（m^3）	約 30,000	約 9,000	約 16,000	約 55,000
	鉛（t）				約 450
	鋼（t）				約 1,100
換気関係	換気ファン（台）	30	25	16	71
	〃 風量（m^3/h）	310,000	95,000	120,000	525,000
	エレメント数（ケ）	1,085	259	193	1,537
溶接機器・配管	機器数（基）	939	111	40	1,090
	同上中ウラナス65製	5	—	—	5
	プールライニング（基）	10	8		18
	〃 容積（m^3）	5,000	1,600		6,600
	ジェットポンプ（台）	231	40	8	279
	ポンプ（台）	123	35	20	178
	ステンレス鋼配管（Km）	70	13	25	約 120

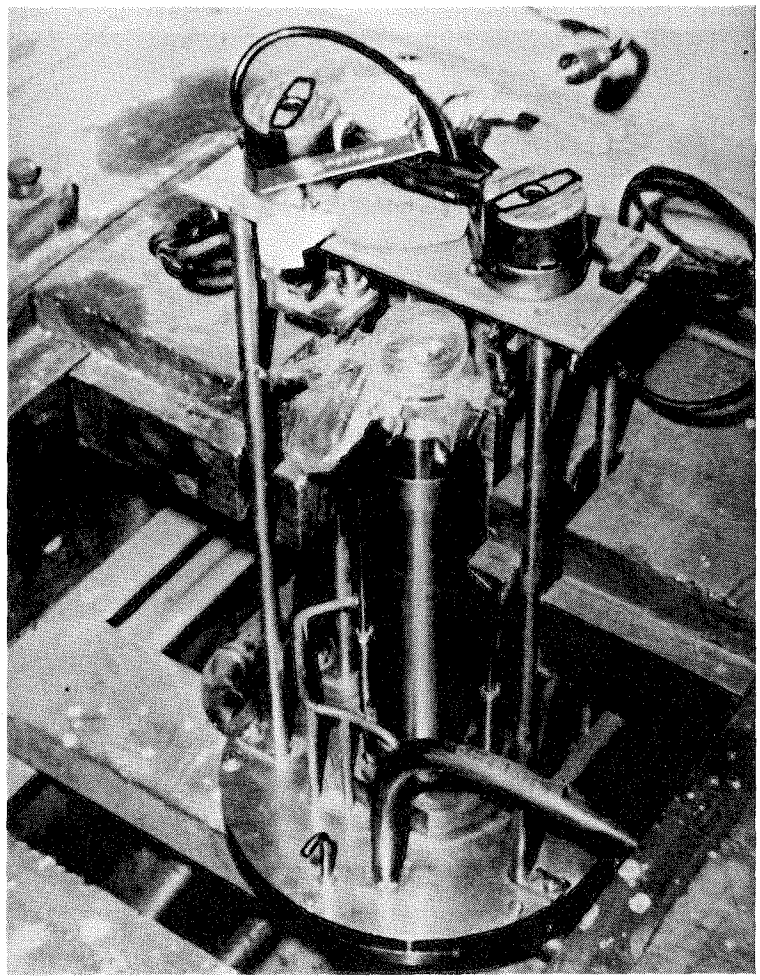
表2　主な建設諸元



(図 3)



(図 4)



(図 5)

年月	管理課※	機器1課	再処理建設部 機器2課	建設課	分析機器課	運転準備班	合計
46. 2	6			22			28
46. 7	10	22	9	11			52
47. 11	9	26	9	16	5	9	74
48. 4	9	35	14	21	21	42	142
48. 11	10	34	13	16	27	53	153
49. 1	11	31	10	15	26	74	167

年月	再処理建設所 管理課	処理部※ 前処理課	化学処理課	廃棄物処理課	計	工務部 保守課	分析課	計	建設室	合計
49. 3	14	15	48	11	74	31	28	59	25	172
49. 9	14	20	64	19	103	47	41	88	19	224
50. 3	(許認可班) 14 4	22	(第1課 第2課) 56 28	22	128	52	44	96	20	262

※ 所，部，次長，所付は管理課に含める。

表 3. 再処理建設関係人員の変せん

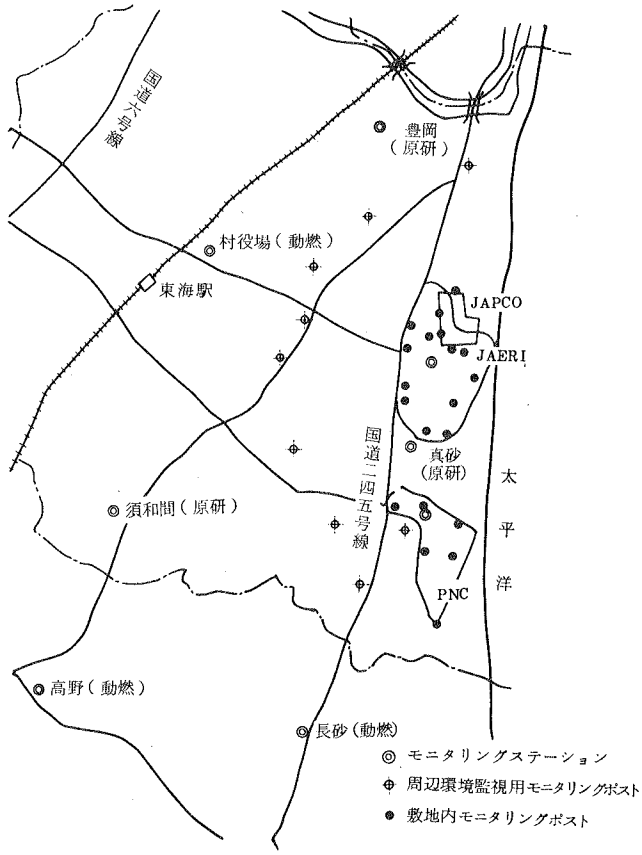
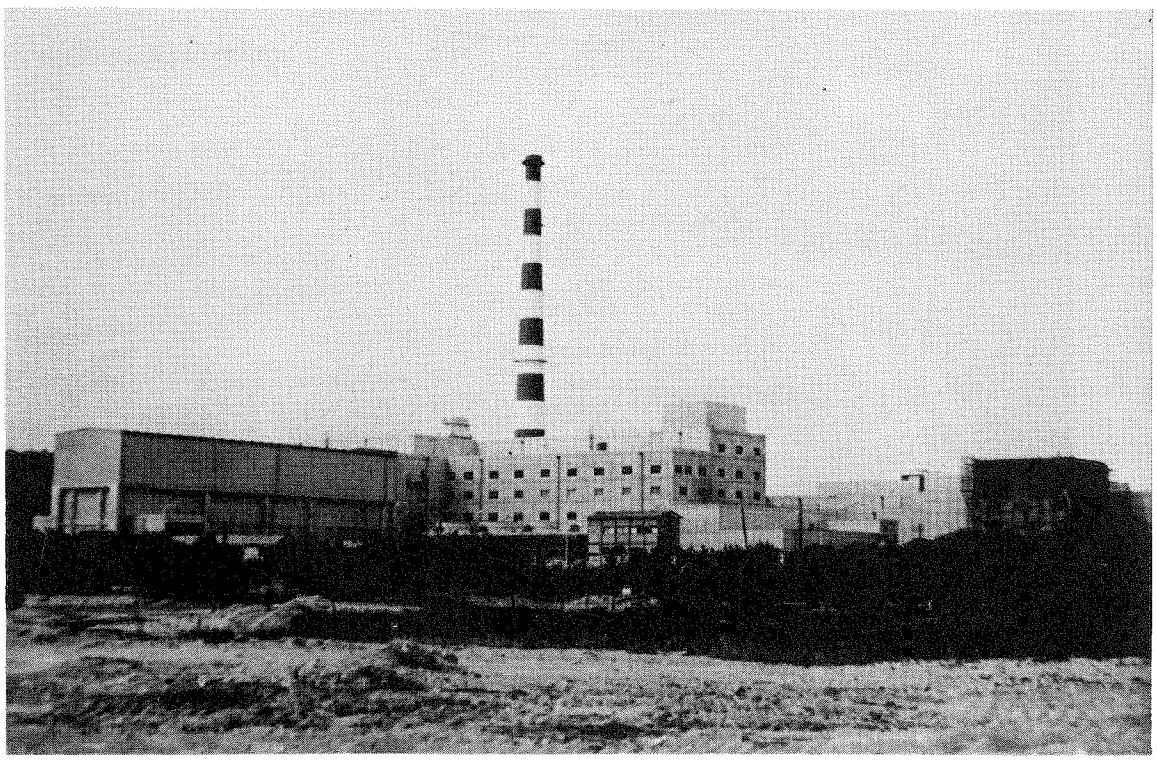
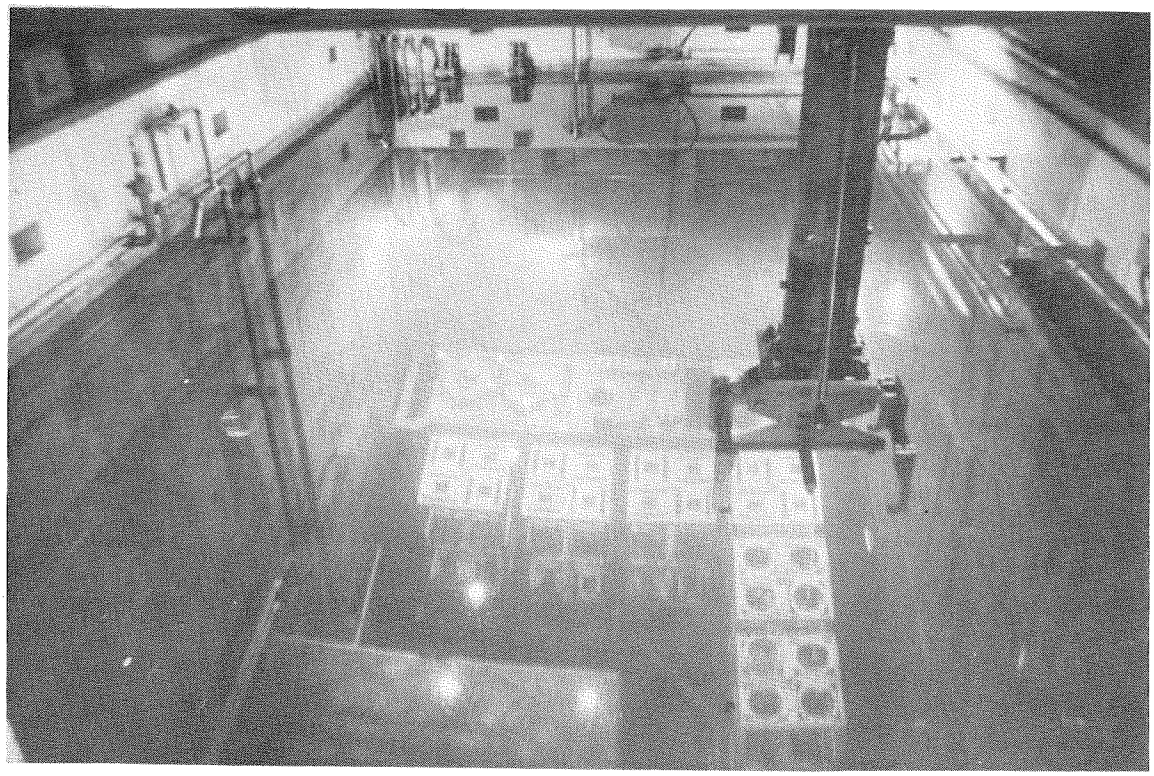


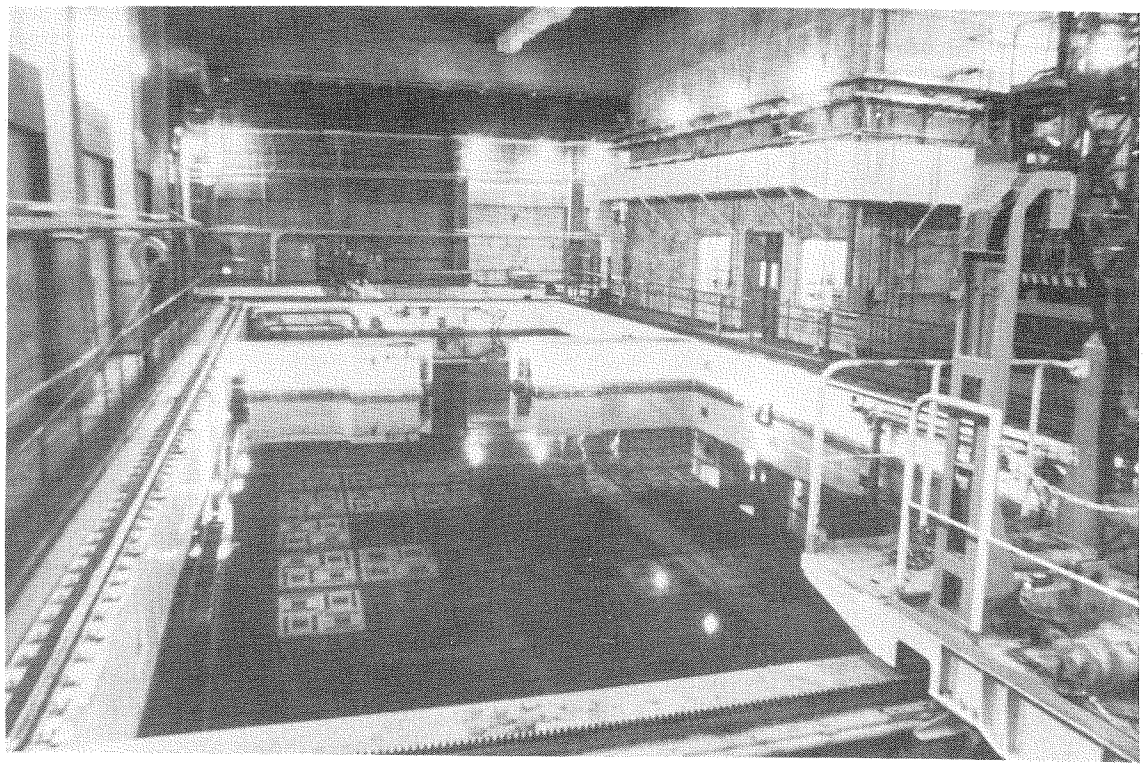
図 6.　陸上監視網（ステーション・ホスト）



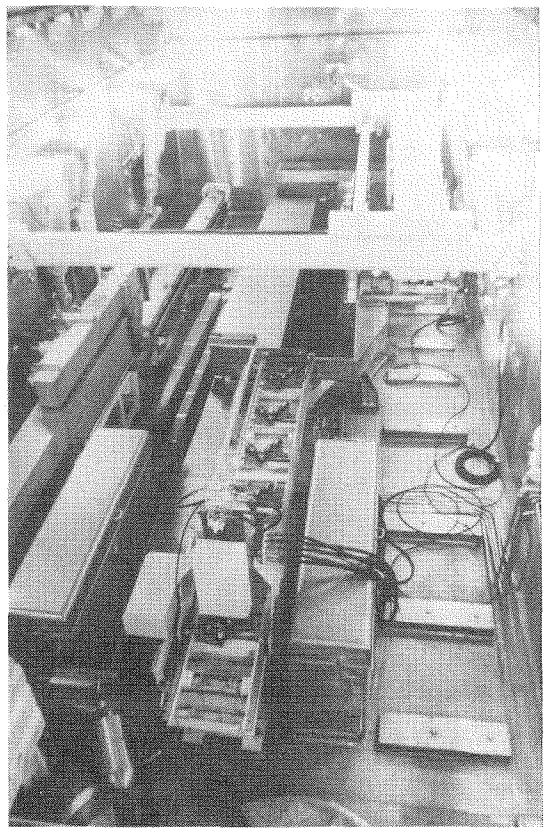
（写真 1 ）



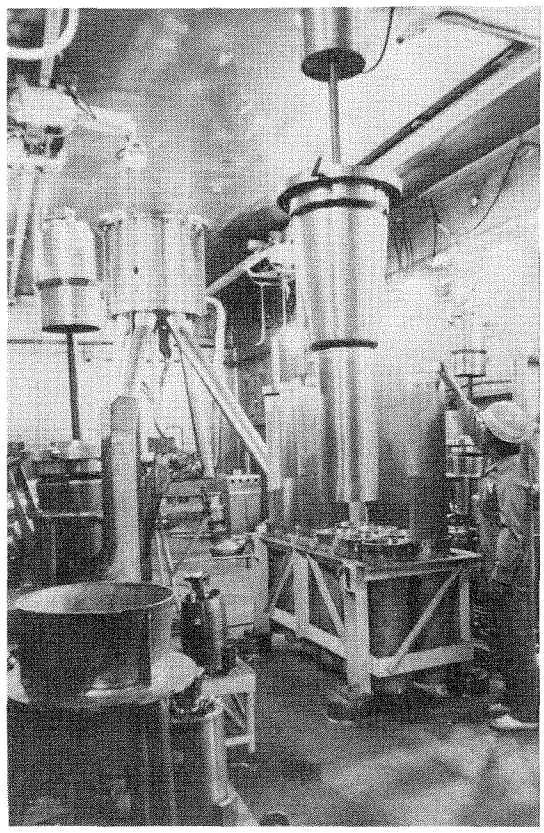
（写真２）



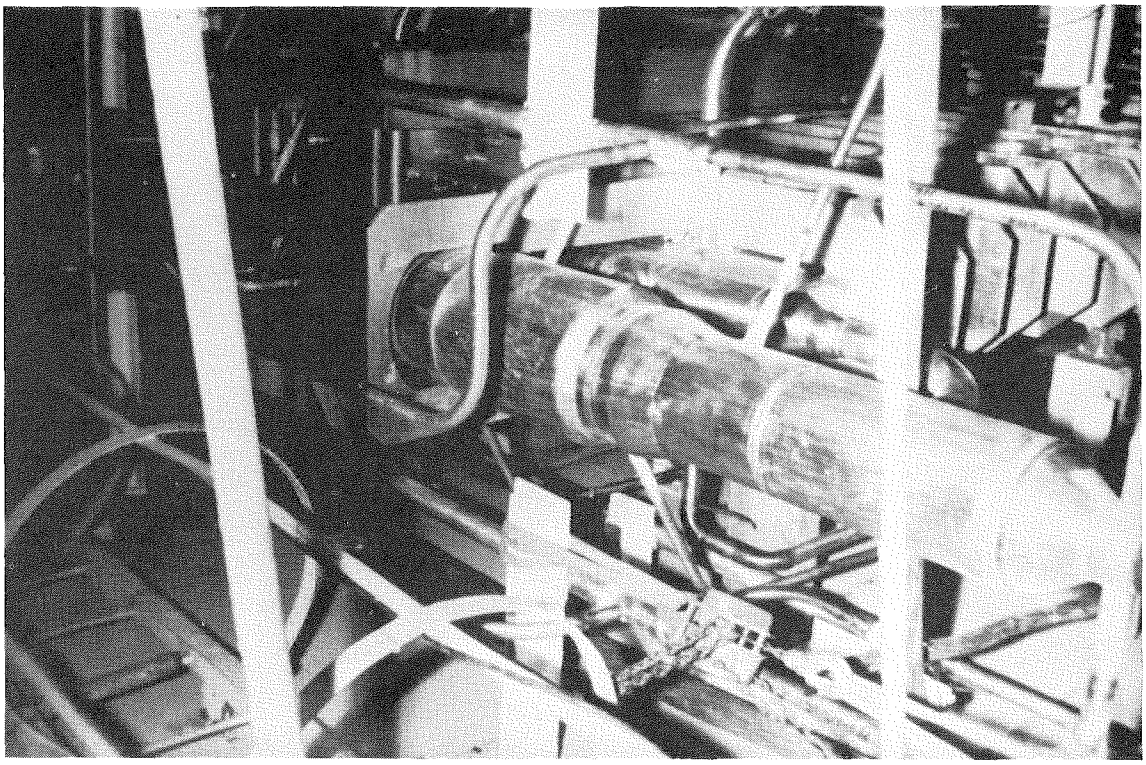
（写真３）



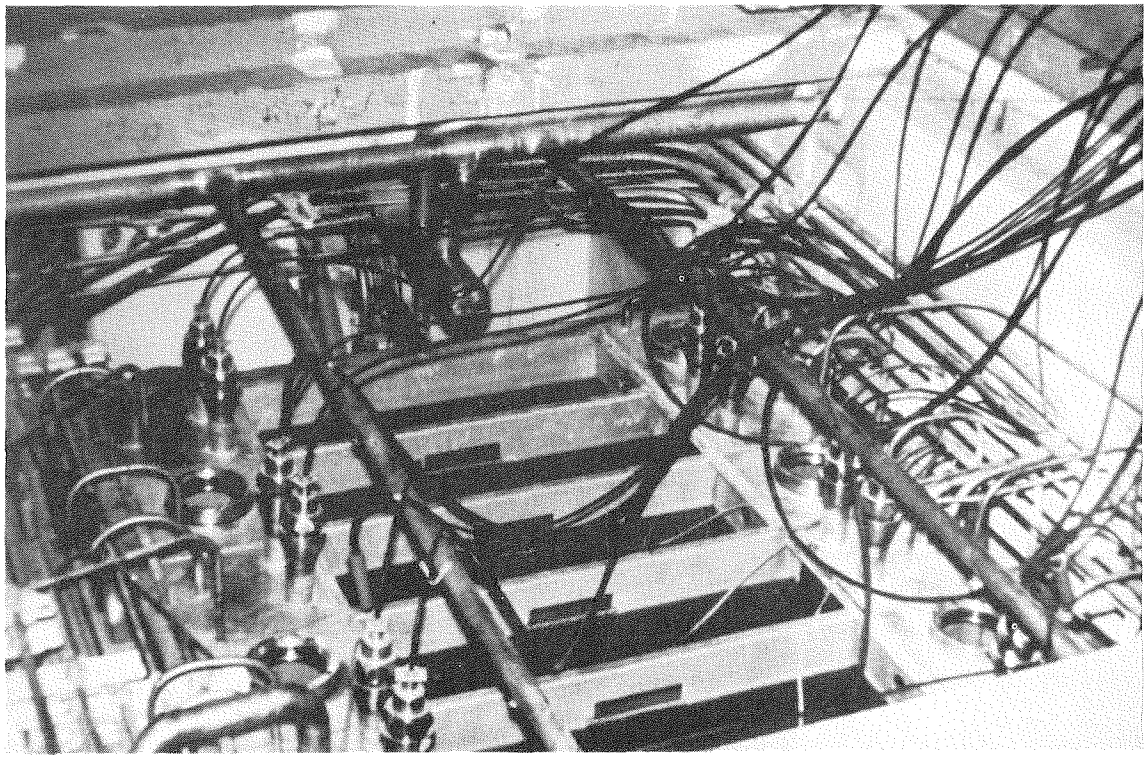
（写真４）



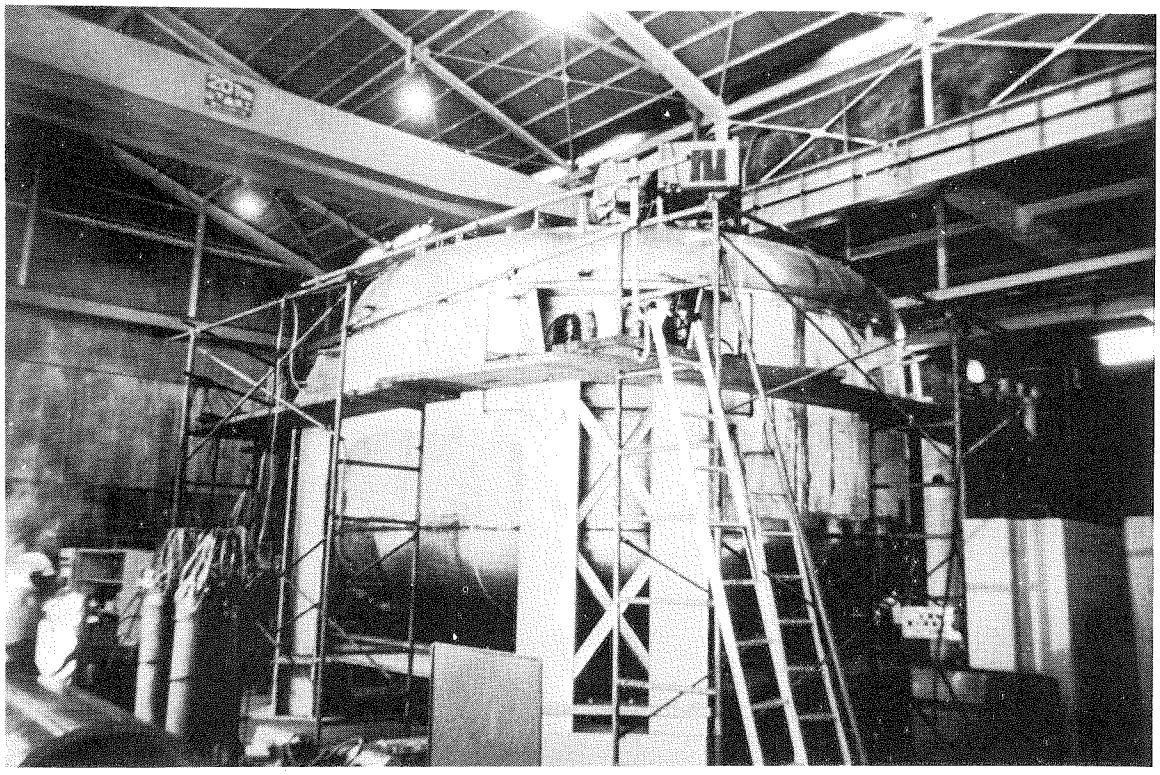
（写真５）



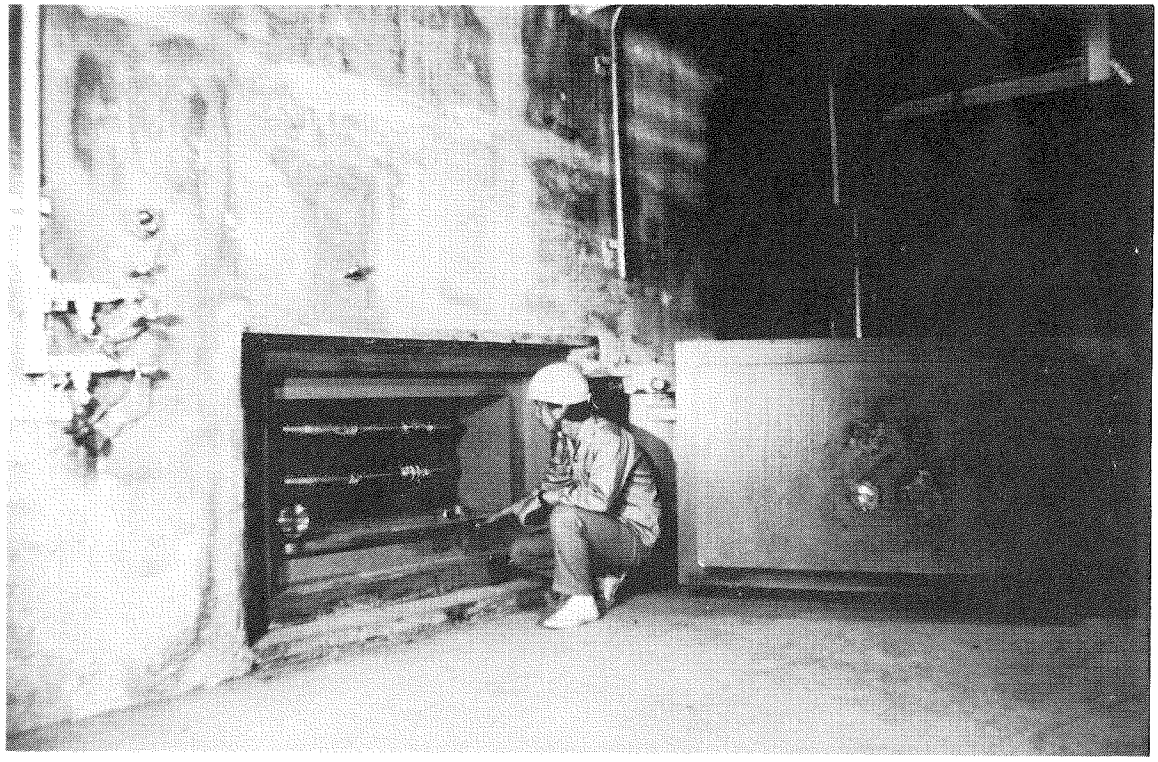
（写真６）



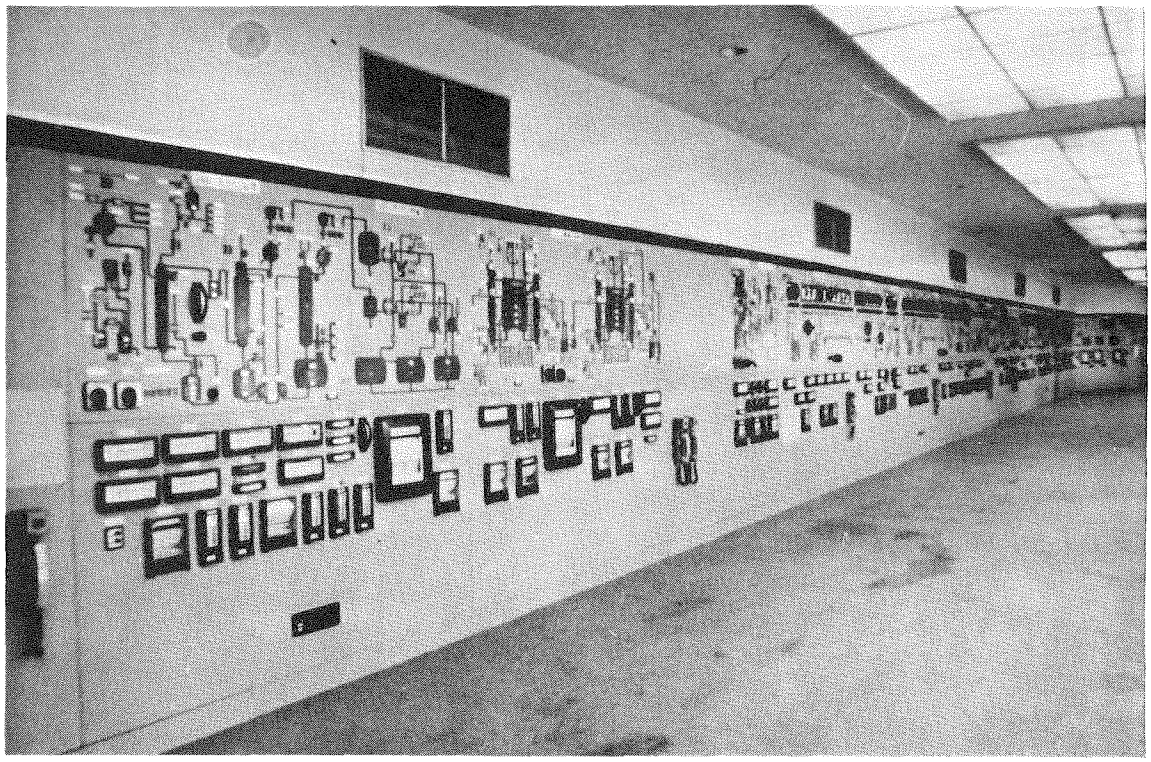
（写真７）



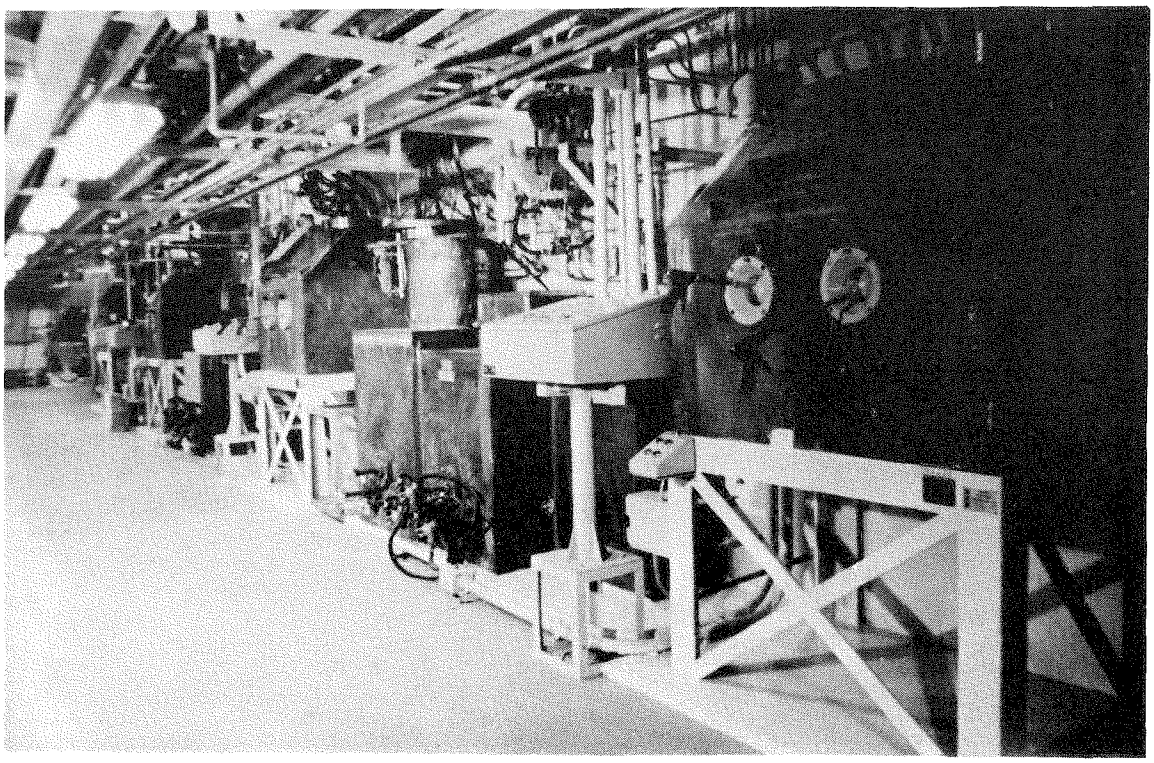
（写真８）



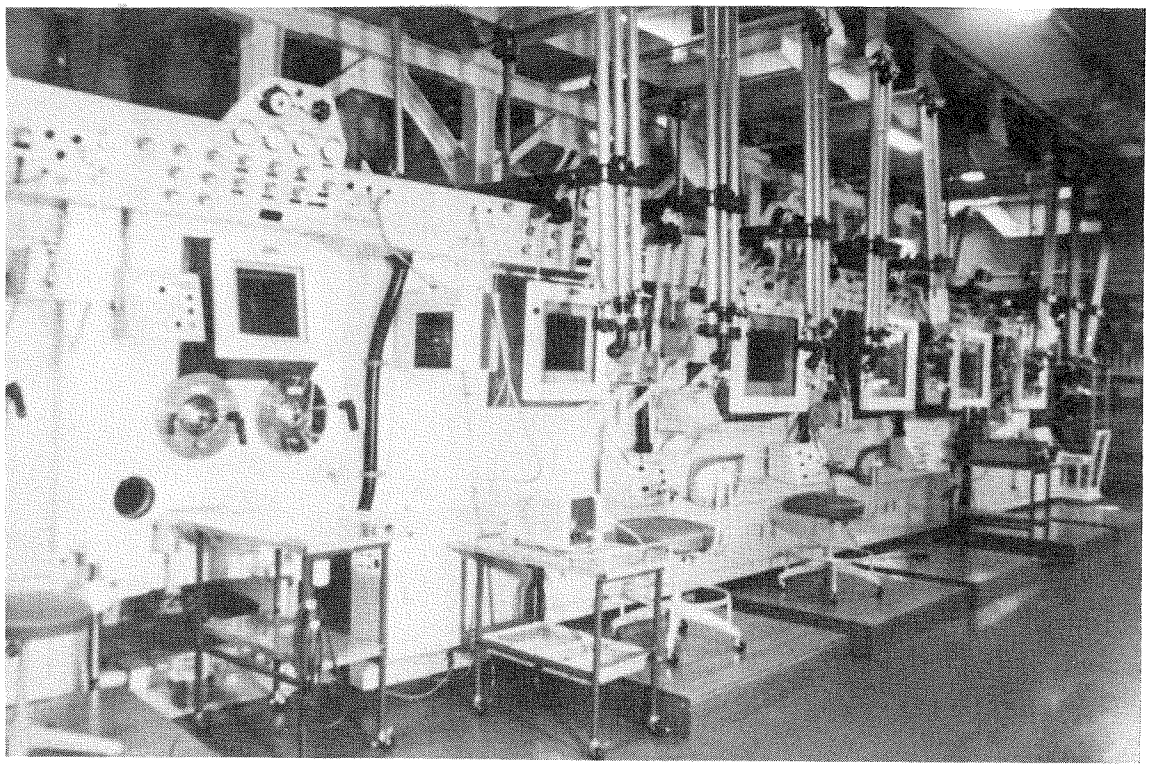
（写真９）



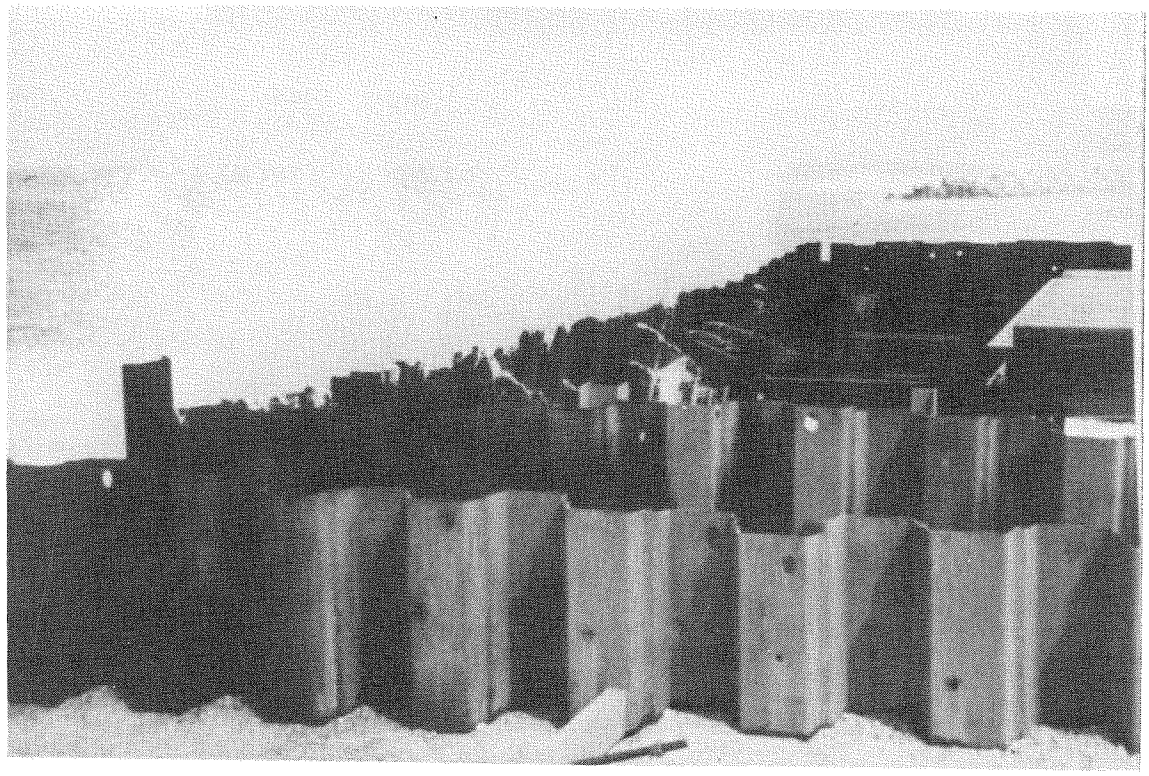
（写真１０）



（写真１１）

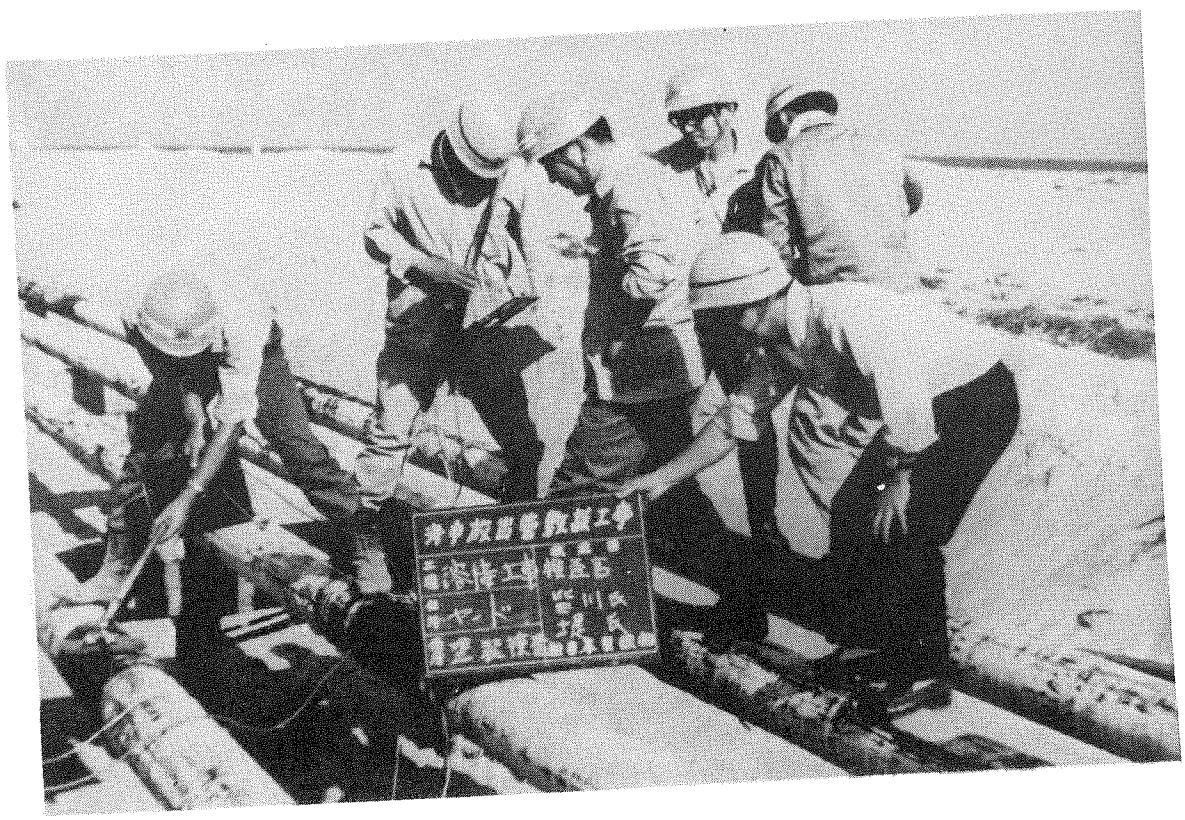


（写真１２）

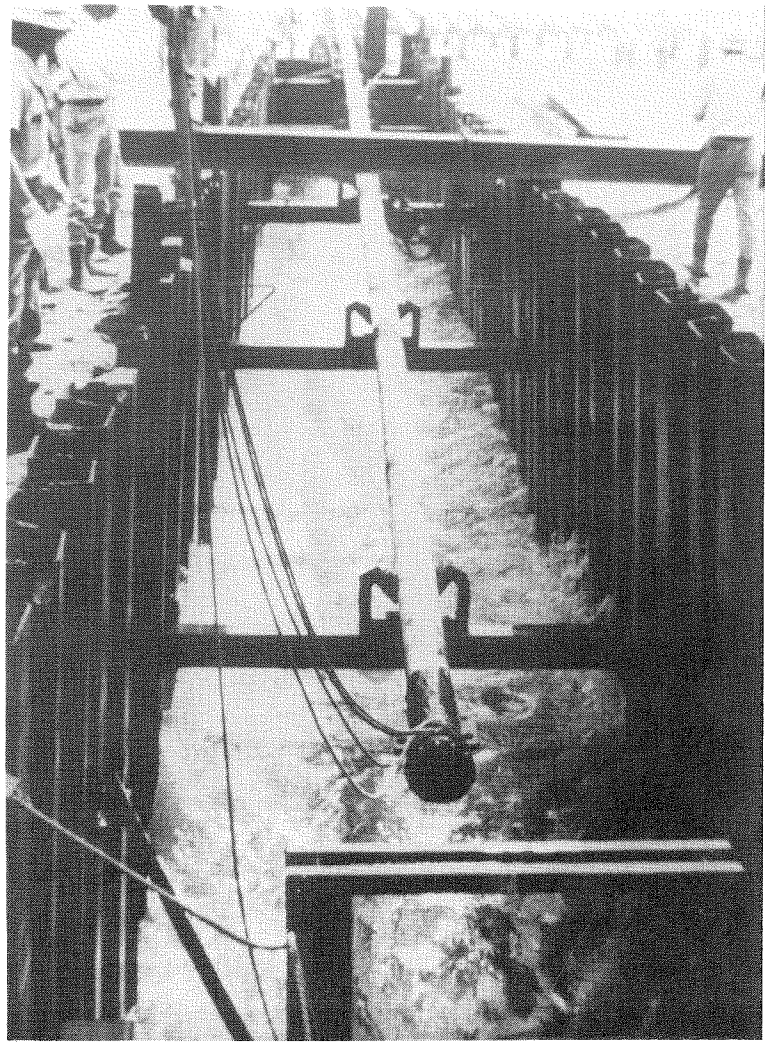


（写真１３）

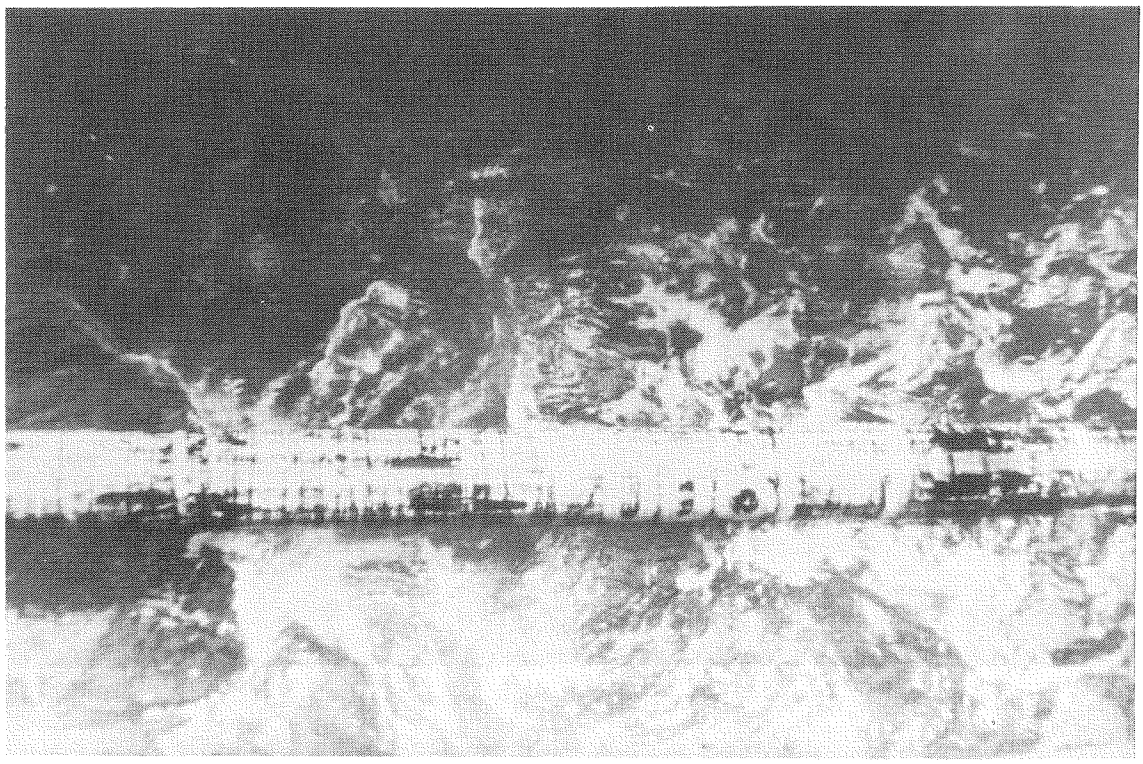
（写真１４）



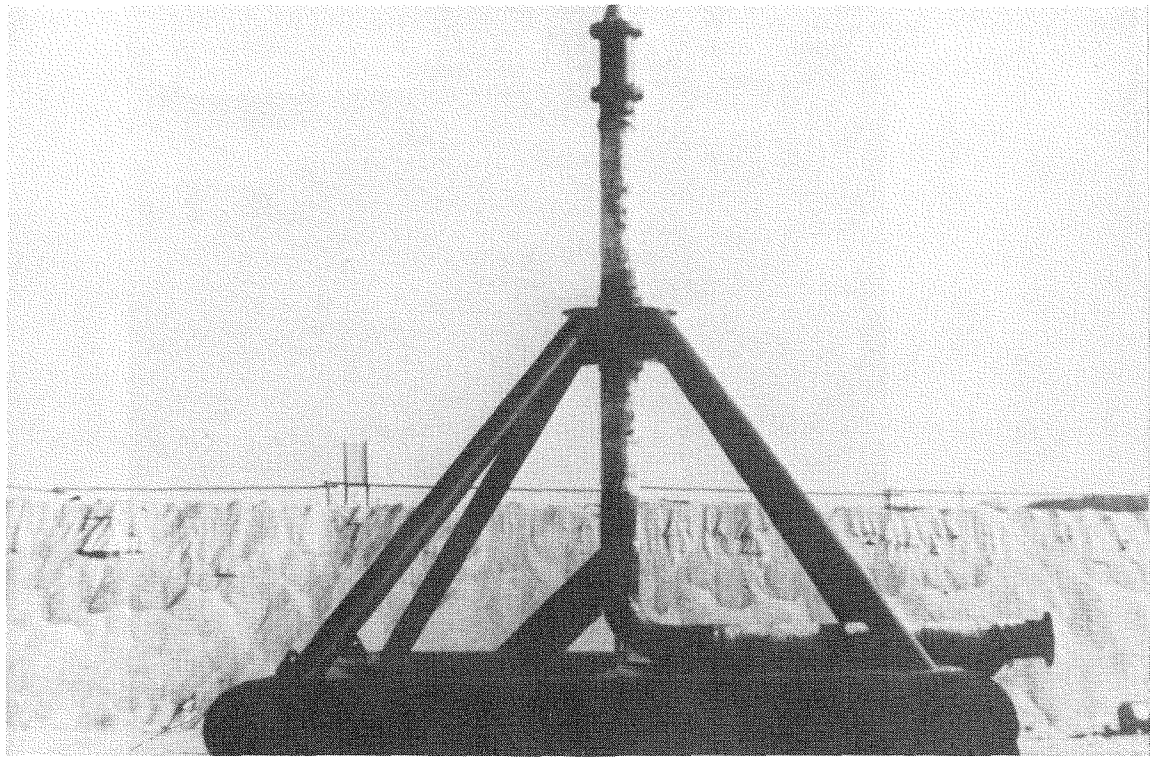
（写真１５）



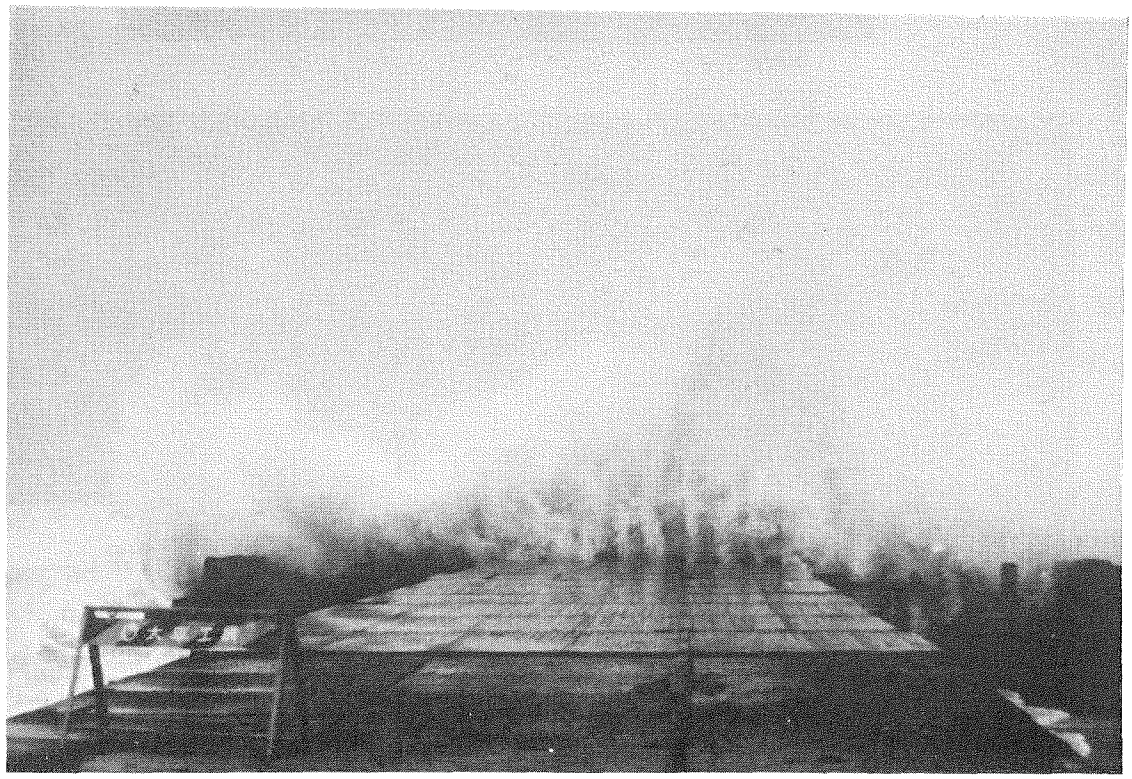
（写真１６）



（写真１７）



（写真１８）



（写真１９）

燃料サイクルの諸問題

イギリス原子燃料公社
再処理担当理事シリル・バック

要　旨

イギリス原子燃料公社（ＢＮＦＬ）はウランの選鉱から濃縮、燃料加工、再処理に至る完結した燃料サイクルを実施している。本稿は５項目に分けて現在の世界情勢を背景とした燃料サイクルの技術の現状・および関連する諸問題についてのべたものである。

1. 非産出国へのウランの供給

まず初めに西側世界におけるウランの需要と供給の問題について見ると、１９８５年、１９９０年１９９５年及び２０００年までの累積必要量は0.7、1.5、2.7、4.3百万トンUと見られ、一方“契約済”量は（原子炉の寿命を３０年負荷率７０％と仮定）大よそ2.4、4.4、6.9および9.4百万トンUである。

これらの総量の数字は全埋蔵、鉱量（＄１５／ＬＢU_3O_8迄）が約1.5百万トンUで、推定追加資源を含めればこの量は、約3.1百万トンUに増加するとのOECD−NEA／IAEA １９７３年の推定と比較できる。一見してこの比較は将来の天然ウランの非常な不足を示している。しかしＯＥＣＤ−ＮＥＡ／ＩＡＥＡ報告では推定追加資源について次のように述べていることを思い起す必要がある。すなわち

“既知鉱床の隣接地域で未探鉱の所、又は既知鉱床地区で未発見の鉱床でのウラン産出が推定され、与えられた価格の範囲内で発見され、経済的に採掘され得るものとみられる。”

また、現在までのところ、それらウランを含む地域のわずか１０％程度しか精査が進められていない。現在、探鉱は以前試みられなかった多くの地域に拡がっている。例えばボリビア、ブラジル、チリなどの南アメリカ、アルジエリア、ソマリア、ザンビアなどのアフリカ、サウジアラビア、インドネシアがある。さらに、化石燃料の値段の上昇は原子力発電を拡大せしめ、それ故ウラン市場に対し、より大きな保証を与えているだけでなく、およそ2年前迄の買手市場から今日ではウラン価格が短期引き渡しのものは＄１５～２０／ＬＢの範囲であり、さらに、より将来のものについてはもっと高い値段にすらなるという、売手市場の情勢に変える大きな要素をもっている。

このような価格状況の変化は、以前は見捨てられていた低品位鉱のような新しい資源鉱床が今や考慮されるであろうことを意味している。従って１９９０年頃までに高速炉が利用される限りウラン資源は、大きな問題とはならない。

ウランの生産能力に関しては、ＯＥＣＤ−ＮＥＡ／ＩＡＥＡの推定ではストック・ウランを含めて１９７８年までに達成し得る能力は、１９８０～８１年頃までの需要量に一致する。この新しいウラン価格の情勢は、後年において必要とされるより高い生産率を達成するために必要な投資への動機を作ることになるか、一方新しい鉱床を完全な生産体制にするには長期のリードタイムが必要となり、１９８２～８３年頃の需要量をやや下まわることになる。このことは原子力発電プラントの建設の遅

れや、濃縮プラントのテール・アッセイを下げる可能性のために、重要な問題とはならない。

過去１２～１８カ月の間に、主要ウラン産出国のいくつかは、ウランを附加価値のレベルの高い、すなわちUF_6にするとか、または濃縮ウランなどに処理をすることの希望を表明している。たとえばカナダはすでにUF_6としてのみウランを輸出する方策をとっており、南アフリカは非常に近い将来ウランの濃縮の開発に関する決定が表明されるものと思われ、またオーストラリアは濃縮ウランのみを輸出する方向にしたいと強く望んでる。

このような切なる望みは、現在の主要生産国以外からの実質的生産の必要性と結びついており、また、今日の濃縮技術の独占性は天然ウラン市場の今日の情勢や独自の賃濃縮に影響している。このような環境の変化は、ウラン鉱石や濃縮技術の ノウ・ハウ に対してジョイント・ベンチャーやその他の方法によって、安定化を求める非産国の要求を強めているように思われる。

2. 濃　縮

世界中の原子力発電計画の拡大は、またウラン濃縮に対する需要の増大を示している。現在の拡散プラントは数年間にわたる需要をまかなうに十分なものとなっているが、それの生産はほとんど長期契約でコミットされている。ユーロディフの拡散プラントおよびウレンコの遠心プラントの確定的な計画は別としても、長期の将来については、一般的不確定状況が存在する。広範囲にわたる可能性が議論されつつあり、そして多額の予算を要するプロジェクトが種々の技術を用いて多くの国々で討議されてきた。

英国においては、民間発電所の濃縮ウランの必要性に対しての計画は１９５０年代に始まった。そして当然のことながら当初ガス拡散プロセスに集中した。それは短期間において開発するのに最も簡単な技術であったことに基づいており、カーペンハーストに英国のプラントとして広範囲の方法の中から選ばれたものであった。１９６０年代に入ってそのカーペンハースト・プラントは改良、増強され民間の目的に沿う濃縮工場へと適合させた。

新しい拡散プラントの研究がなされ、そしてプロトタイプの拡散ステージが建設された。しかし、遠心法プロセスの開発も平行して進行し、そしてこの年代の終わりには将来の開発を遠心法に集中することを決定した。

英国において遠心法を採用することの決定は同じような開発の道程を経てきた。オランダおよび西独の組織との協力協定の結果であった。その後数年にこの協力の利益が表われたが、それは国際会社センテックおよびウレンコの枠組の範囲内であった。ウレンコはプラント拡張のプログラムに対して実質的な仕事に着手することが可能となった。遠心技術における経験の基盤としては次のことが残されている。即ち、一連の遠心機は8年間停止 或いは保修することなく運転され、そして多数の遠心機が今なおパイロット・プラントにおいて運転中である。後者は遠心機の多量生産が可能であり、そしてスタート・アップ期の損失を含めて、２年間の運転で１％以下の故障率のような信頼度で遠心機を作ることが可能であることを示したものである。

遠心法および拡散法以外のプロセスも長期的には可能性がある。高速ガス気流が反射して遠心効果を与える“ ノズル ”プロセスは英国においてなされた初期のプロセスに関するサーベイで考慮されたものの中にあった。しかし通常寸法の分離機としてはガス圧が非常に低くガス圧縮機およびその他の

プラントが異常に大きくなるためもあって脱落した。カールスルーエのベッカー教授のチームは分離機は信じられない位小さい曲率半径で作ることができ、それは高圧で使用でき、そして認容できる資本費のプラントになることを示した。しかし、電力消費は依然として非常に大きい。このように現在の競走者は次の２つのクラスに分けられる：低い電力消費と小さいプラントでも建設可能な遠心法、および安価な電気を結果として必要とするが、共通して大きい圧縮機と高い電力消費を要する拡散法、ノズル法およびその他のプロセスである。もし成功すればレーザープロセスは第３のクラスを形成するだろう。

濃縮プロセスの選択は、主に全体的な経済性の評価に基づかなければならないが、遠心法によるプラントは濃縮へのこれらの投資に利害関係のある多くの点に於て拡散法によるプラントと異なるものである。最も重要なことはエネルギー消費量であり、それは拡散プラントより一桁少ない。現在の所、遠心プラントおよび拡散プラントの資本費の見積額は同等で、１５０ポンド／ＫｇＳＷ／年の付近である。しかし。拡散プラントにおいては評価はさらにそれに供給する発電所のコストを考慮しなければならない。それは濃縮プラント・コストの凡そ１／３加えることになる。

それ以上の差異はプロセス・プラントとしての遠心機の例外的な特色から来るものである。即ち、個々の遠心機の最適寸法が極端に小さいということである。遠心プラントは多数の遠心機を用い、そして規模の経済性は主に多量生産によって達成される。

遠心プラントは小さな経済単位で建設され得る。そして、たとえば1,０００ｔＳＷＵ／年を越える大きさに増大してもほとんど利点はない。拡散プラントでは規模の経済性は製造し得る最大段ユニットの使用を要求し、そしてそれらを用いるプラントは凡そ１０,０００ｔＳＷＵ／年でなければならない。遠心プラントのより小規模のユニットおよび実用的なより短い建設期間は必要量に密接に適合した連続投資を暗示している。そして、その為収入に先立ってより少ない支出ですむことになる。

3. プルトニウムの利用

プルトニウム利用に関する英国の計画はプルトニウム燃料を装荷した液体金属冷却高速増殖炉の開発、導入に集中されている。現在の世界のウラン鉱石の埋蔵量やコストについての予測は、この目的を追求することを是とする方向にむけられている。

ＢＮＦＬはウインズケール工場の単目的プラントで、４ｔのプルトニウム・ウラン混合酸化物炉心と実験用ＰＦＲ燃料を製造した。硝酸溶液からの共沈法による混合酸化物の製造に続く、燃料ペレット用の製造ルートおよびそれらをステンレススチール管に充填するための製造ルートは、熱中性子炉用ウラン燃料に対し広く展開されたものと基本的には同じものである。採用された施設の設計および運転方法では共に安全に作業のできる制限値の方射線レベルに対し、作業者への被曝のリスクを可能な限り最少にすることが選ばれた。しかし、これら４トンの燃料を製造したわれわれの経験から、少なくともこのプラントにおいて、在来のリサイクル工程を含めた加工工程はプルトニウム加工に対し最適のものと言えないことが実証されている。

このような疑問のために、現在はゲル沈澱混合酸化物粒子からスタートし、振動充填型燃料の開発に注がれている。これは工程を単純化でき、大量生産むきに設計された無埃工程を可能とし、作業者に対する被曝を低減するものと考えている。

一方、われわれの主なる努力は、高速炉燃料にむけられているが現在さしせまっている熱中性子炉系への代りに商業ベースでの高速炉の導入を確信しているとの印象を与えることは好ましくない。われわれは、引きつづき改良されている熱中性子炉系への利用と共に経済的にも、あるいは安全性の面からも、高速炉が利用されるに先だち、一連の実証原子炉が次の１０年を通じて多分必要となると確信している。開発に要する資金および安全性に対する国際的関心により、原子炉自体の開発、燃料製造システムの経済性に大きく依存する関連燃料サイクルの開発は自由に相互間で経験を交換できる多国間グループにより進めるべきであることを示唆している。

１９９０年代以前にはフル・スケールの実用高速増殖炉の電力網への導入が期待されえないとするわれわれの見方が正しいとすれば、英国におけるプルトニウムのストックパイルの予測量は後年の高速炉計画に実質的不利益をもたらさないように、１９８０年代にはかけがえとして、熱中性子炉にプルトニウムを利用しなければならないことを示している。

このような方法はウラン鉱石の値段の上昇、１９８０年代における鉱石の生産量の不足の可能性、かつまた分離作業あたりの値段の上昇に対し、経済的魅力をもつことになろう。

多くの国々で行なわれている理論的研究や照射実験は、現在設計されている熱中性子炉に濃縮ウランの代りにプルトニウムを利用することにより、大きな経済的な不利益や技術的な不確定性がないということを示している。しかし、プルトニウム燃料の大量生産施設を成就する上での問題が残されており、われわれの高速炉における業績に加えて、すでに行なわれている約３ｔｏｎの熱中性子炉用の燃料製造経験およびわれわれの高速増殖炉燃料製造開発計画の経験にもとづいて、これらの問題を検討しつつある。

高速炉計画のペースがいかにあろうとも、また熱中性子炉での利用が中間段階にとられようと、大量のプルトニウムが何年もの間、貯蔵されなければならないだろう。これらの貯蔵庫の設計、およびこれらの物質の貯蔵形態については作業者に対する放射線被曝の危険性の問題を起こすことになり、これにはかなりの注意が払われつつある。将来の燃料製造プラントは高燃焼度プルトニウムから出る高レベルの放射線を取り扱うことになるから、燃料製造プラントにプルトニウムを持込む前に長期間貯蔵したプルトニウムからアメリシウムを除去する施設を作ることが必要となろう。

プルトニウムの利用に関しては公衆の安全の問題を考えることなしに論議されない。われわれは、われわれ自身の所に働く人々の安全上の関心事に重きを置いてきたし、われわれのプラントや貯蔵施設からのプルトニウムの拡散という事故が公衆を危険にさらすことがないよう、安全を確保することもまた同様に考慮してきた。プラント設計における第一の基準は、起こりうる事故が施設外の危険性に結びつかないことである。施設からの排出物や環境における放射能の一般的レベルは独立した機関により連続的に測定され、また排出されるきわめて低いレベルの放射線は常に法律によって、企業に課している限界の範囲内でなければならない。

残念なことに、目的のいかんを別にして、公衆に対して危険をおよぼす可能性が犯罪者によって引きおこされることがある。現代生活において自然的および人工的な危険性があることを考慮してもたらされる危険性およびその機会を拡げないようにする事は重要なことであるが、一方において、それでもなおかつ企業は、プルトニウムが加工工程や貯蔵設備、原子炉施設あるいは輸送途中いずれからも不法に転用されないように施設の設計段階の始めに、また全世界的立場に立って、正当と考えられ

る完全な予防策をとっている。

4. 照射済燃料の輸送

照射済核燃料の輸送は今や燃料サイクル中でよく確立された仕事となっている。ＢＮＦＬは1956年、１９５９年にそれぞれコルダーホールおよびチヤペルクロスからウインズケール工場まで照射済核燃料を輸送しており、英国の商業炉からの燃料は、１９６２年以来輸送されている。１９７４年12月までに約１１,０００トンの燃料が英国中央電力庁のマグノツクス型発電炉からＢＮＦＬ工場に輸送された。フランスでは、同じことが原子力庁（ＣＥＡ）によって行なわれてきた。

照射済燃料の第１回目の長距離輸送は、オーストラリアの原子炉から英国へ約２０トンの燃料を６つのキャスクに入れて、南極から仕事を終えて戻ってきたオランダ船、ネラ・ダン号（2,２０６トン）により１９６３年６月行われた。燃料はケープ経由で英国のリバプール港に入港し、そこからドーンレイの再処理工場まで輸送された。

１９６６年には、イタリアのマグノックス炉からの燃料輸送が開始された。特別に装備したチヤーター船でアンチオ港（Ａｎｚｉｏ）からバローに運ばれ、鉄道でＢＮＦＬ工場まで輸送された。1969年には、東海村のマグノックス炉からの燃料が運ばれ、それ以来、レーベンーフイッシヤー号で敦賀福島、原研、東海炉の燃料が運ばれている。

１９７２年には、新会社、核燃料輸送会社（Nuclear Transport Ltd.)が設立され、ヨーロッパの軽水炉燃料をラ・アーグおよびウインズケール工場まで輸送することとなった。これは、トランスニュークレール社(Transnucleaire)トランス・ニュークレア社(Transnuclear)およびＢＮＦＬが均等出資している。

１９８０年までに、西欧の照射済燃料発生量は、軽水炉からは、3,５００トンを越え、マグノックス炉からは、1,５００～2,０００トンとなり、さらに、１９９０年までに、２２,０００トン以上となることと思われる。これを現在の技術で輸送するとすれば、この時まで年間7,０００キャスクが移動することを意味する。

英国ではマグノックス炉燃料の１１,０００トンの大部分が、標準貨車輸送で、安全に輸送されている。ヨーロッパ内での軽水炉燃料輸送は、道路および、鉄道によって行なわれる。長距離道路輸送には、軽いキャスクを使用するのが、望ましく、鉄道輸送のためには今迄の経験から、７５～１００トンキャスク（自然冷却）がよいと思われる。１００トンキャスクは、海上輸送に適しているようだ。

この仕事が進展するにつれて、２つの問題が明らかになってきた。すなわち、高価なキャスクの回転率を早くすること、キャスクおよび貯蔵ポンドの汚染を最少にすることである。ＢＮＦＬは、内部コンテナー設計、即ち“ボトル”をキャスクに取り入れている。つまり、ボトルには、炉側ポンドで、あらかじめ燃料を装荷しておき、キャスクがポンドに到着した時、キャスクにすぐ入れることができる。そして、再処理工場でキャスクから燃料を取り出せる。ボトルは封印されており、燃料からの放射性物質の拡散を最少にし、キャスクの汚染をさけられるようになっている。

照射済燃料用コンテナーは、国際原子力機関（ＩＡＥＡ）の厳格な基準（放射性物質の安全輸送に関するＩＡＥＡ規則＝１９７３年改訂版）に合致するよう設計されている。これらの法規は、例えば、ＩＭＣＯのように、各国および国際法規に取り入れられている。

BNFLは、日本、カナダ、イタリア、スペインから海上輸送によって、照射済酸化物燃料を輸送してきたが、これは安全で受け入れられる輸送方法であると考えている。約3,０００ＤＷＴの船舶がこの輸送のため適当であり、約１００トンの燃料を３０キャスクに積んでいる。この船は、燃料コンテナーからの熱除去のための機器を装備している。

ＢＮＦＬは、船舶使用のための安全研究を行ない十分安全性が得られるものとの結論に至っている。日本の運輸省は、照射済燃料の運搬船の安全設計基準を最近作成した。これらについては、運輸省と討議され、ＢＮＦＬは、日本の電力の合意により、将来船を実質的にこの基準に合致させるよう提案している。２つの主な特徴は２区画可浸を保証するため２重殻船舶と側面隔壁の装備とである。現在の技術では、サルベージのため深度3,０００フィートまで潜水可能で必要操作具を装備した小型潜水艦を用いることが可能である。これは重大事故のキャスクを大陸棚からサルベージできるようなものである。

われわれは、Ｐクラスの潜水艦の運転者であるVickers Oceanicsと密接な関係にあり、船の設計にはサルベージの問題を考慮に入れている。研究の結果キャスクが、6,０００フィートの深度で最低２０年間海水腐食に耐えられるということが示されている。

将来、核分裂生成物を適当に固化して再処理工場から再処理依頼国へ返還する必要がでてくることと思われる。ＢＮＦＬは、その廃棄物固化計画の一部として輸送要件を研究中である。そして何ら大きな技術的困難さはないように思われる。

5. 再処理

この分野における経験は主として、比較的低出力で照射され、また比較的低燃焼度の金属燃料の再処理についてである。この種の燃料に対してすでに使用している再処理能力は、金属燃料を使用する原子力発電所の残っている寿命の間の再処理サービスをしつづけることになろう。今後２０年以上におよぶこれらの仕事は将来、より高度に開発の進んだ燃料を取り扱うために拡張される再処理事業に対し、きわめて適切な基礎になるものと思う。

原子力発電の拡大は今日、ウラン酸化物燃料炉を使用する方向にむけられており、また高い出力で運転され、燃料に含まれる分裂物質の高い燃焼度を達成するよう設計されている。

酸化ウラン燃料の再処理の経験は限られたものであるが、しかし、この方向における再処理活動の拡大は新しい問題や新しい工程とか技術の開発の必要性を提起している。

次にのべるようなことが、酸化物燃料再処理のさいにでてくる新しい技術的問題の典型である。

- 生産物から放射性物質を除去する工程の改良が現在の製品仕様に合わせた場合でも必要である。
- より高い放射能レベルのものを扱うために、より遮蔽が必要である。
- 核分裂生成物による崩壊熱が高く、照射済燃料の取扱い、切断および高レベル廃棄物の管理を複雑にするだろう。
- 高濃度のしかも大量のプルトニウムが生成されてるために、臨界の危険性をさけるための、特別な設計が必要である。
- 高放射能レベルのためにおこる過度の有機溶媒の退化をさけるための、測定が必要となる。
- 工程の運転のさい“塩”の使用をできるだけさけるようにする必要があろう。これは長期の保管

や処分を必要とする廃棄物を少くするためである。

o 環境防護における現在の標準に合ったより効果的な放射性廃棄物の全体的なマネージメントが必要である。また高放射性廃液はガラス化するか、梱包して再処理依頼国に送り返すか、最終廃棄処分システムに引き渡しえるようにする必要がある。

これらの多くのその他の問題を解析するために非常に大きな開発計画が始められており、また原子力開発に努力している全ての国において、今日続けられている。例えば、高レベル廃液の固化技術の開発のために多くの努力が払われており、今後１０年以内にこれらの多くのものが工業規模にまで開発されることが期待されている。いくつかの国の間で同一目的をもって、これらの技術開発が行なわれているが、何年間かの間は、平行して実施されていくことが適当と考えられる。しかし、その後、それぞれの国が必要とする特定の要求によって選択されることになろう。開発の分野において、技術開発の有益な情報交換、国際的な共同作業が行なわれており、これは産業界に対し非常に有益なものであり、今後共、継続され、また発展させなければならない。

純粋に技術的な問題に加えて、他の要因が再処理産業の開発上大きな効果をもつであろうことが予知される。

o 過去２～３年に個人および環境に対する防護基準の要求が強くなっており、今後とも、この方向にむけた要求が続けられるだろう。

o 過去２～３年に規制組織の数は増加しており、また非常に強化されている。

o 施設の許可に先だち、より長い審査期間と環境への影響に対する追加の要件が導入されている。

o 事故や不適切な運転に対しては、新しい基準に合致するまで、長期にわたって施設を閉鎖させた例がある。

o 原子力発電による電力供給分が、全体の電力需要の大きな部分をしめてくる結果として、余裕のある再処理能力をもつ必要がある。

このような要因は、施設建設に対する投資を決定した日から運転を開始するまでに要する期間を長びかせることになるため、再処理全費用が高くなったり、また国際的なベースでの共同事業によるスペアー処理をもつようにすることにより、施設投資の合理化を促進するなどの影響を及ぼすことになる。

再処理費用は上昇すると考えられているが、しかし、トータル・コストとしては、全発電コストのわずかな部分にすぎないだろう。

ＢＮＦＬはウインズケールにおいて、熱中性子炉用酸化物燃料再処理施設に多くの投資を計画している。このプラントの設計は彼等自身の経験および開発プログラムから得た技術をも使い、またユナイテッド・リプロセサーズ内の再処理関係の協力会社における技術をも使って、現在進められている。燃料受入れポンドの建設はまもなく開始されよう。またプラントの開始は１９８２年と計画されている。

セッション－5　原子力開発への提言－体制問題を中心として

議　　長　　岸田純之助氏（朝日新聞社論説委員）

講　演　　「これからの原子力開発をどう進めるか」

＜パネル討論＞

これからの原子力開発をどう進めるか

東京大学工学部教授
原産・原子力開発利用実行計画委員会
立地部会長　向坊隆

日本原子力産業会議が昨年、原子力開発利用実行計画委員会をつくって検討し、その報告書を出したわけでありますが、その報告書の中で原子力開発体制についてどういうことを提言しているか、この点について皆さまにご紹介したいと思います。

この実行計画委員会では、いろいろの検討が行なわれ、この体制問題についても一応の提言を行なっていますが、非常に具体的な、すっきりした案を出したというのではなく、むしろ体制問題についての「問題点を整理した」という性格が強く、そういった意味で実行計画委員会で出してきたおもな意見を若干の私見を交えて、ご紹介申し上げたいと思います。

わが国の今後のエネルギーの需給については、二つの大きな課題があるということは皆さまもよくご承知のとおりであります。

一つは、エネルギー需要の絶対量が非常に大きなものになっており、今後もこのようなペースで、このエネルギーの需要を伸ばしていくことができるか、それが国民生活にどういう影響を与えるか、という問題であります。

第二は、そのエネルギー需給の中の石油依存度が非常に高くなり過ぎたために、多くの問題を生じており、いかにしてこの石油依存度を下げるか、という点であります。

それはたとえば、石油の供給の安定性に不安があるとか、いわゆる石油危機として、非常に値段が高くなったとか、あるいは石油を使うことによる公害問題が非常にきびしくなってきたとか、あるいは備蓄の問題が非常にむずかしくなってきたとか、このようないろいろな問題が出てきたために、石油依存度をいかにして下げるか、という問題が大きな課題になってきたわけであります。

これらの問題を解決するために、エネルギーの節約とか、エネルギーの利用効率の向上、あるいは石油代替新エネルギーの開発などあらゆる面から検討が進められ、研究開発の努力も始まっているわけでありますが、その中で最もポテンシャルの大きなものとして期待されているのが、原子力であることはご承知のとおりであります。

原子力を今後どのような速度で開発していけるか、という量的な予測については、いろいろな見方があり、日本のエネルギー政策の全般的な見地から、これから詰めていく必要があると考えております。しかしいずれにせよ、原子力に相当大きな期待がかけられる、ということは間違いのないことだと思われるのであります。

そのような期待に応えて、原子力開発をどう進めていくべきか、この期待に応え得るかどうかは、今後の原子力開発の体制いかんにかかっている、と言ってもよいと思うわけであります。

原子力開発の体制は、一応日本としては、いままでの体制がとられてきたわけでありますが今後の開発を進めていく上に、いまの体制のままでいいかどうか、という点については、いろいろな批判が出ており、その批判に応えて、これからどういうふうに進めていけばよいのか、ということがいま大きな課

題になっております。

原子力開発の体制には、大別して二つの分野があると思われます。第一は安全性確保の体制であり、第二は安全性の上に立って、開発を推進していく体制であります。

この二つの問題は、相互に密接に関連していますが、一応分けて考えることができるし、またこれは分けるべきだ、という意見も強いわけであります。

現に米国では、よく知られているように、最近原子力委員会を解散して、原子力の安全規制に責任をもつ機関、NRC（原子力規制委員会）と呼ばれている機関と、原子力の研究開発をエネルギー全般の一環として扱う機関、ERDAと（エネルギー研究開発庁）と呼ばれている機関とに分けたわけであります。

このような立場から、原子力委員会の役割と責任を考え直してみる、ということが、体制問題の一つの重要な課題になる、と思われるのであります。

安全の確保の体制についても、大別すれば二つの問題があります。それは安全のための規制体系の一層の充実の問題と、安全性を一層高めるための研究体制の評価の問題とであります。

規制の体制についても、安全の研究体制についても、一般国民の信頼を得るようなものでなければならないわけでありますから、体制の充実にあたっても、その後の運営の過程においても、広く国民の意見を取り入れる制度が考えられなければなりません。

原子力開発は、ご承知のように強い放射性物質を扱い、それを技術によって封じ込めているのでありますから、技術に対する信頼と、それからその技術が確実に作用していくための規制の体制とが必要であり、その両方について信頼がおけるという体制をいかに整えるか、ということが大切なことであります。

一方の開発の推進については、新しい技術の開発も必要であります。原子炉の開発といった新しい技術開発も必要でありますが、放射性廃棄物の処理処分までも含めた原子力計画全体に整合性のとれた計画の立案、推進する体制が必要であります。

これからについて実行計画委員会に出たおもな意見に若干の私見をまじえて申し上げてみたいと思います。

まず、安全確保の体制について、実行計画委員会ではいろいろの議論をいたしましたが、要するに現在の体制の不備として指摘されているところは、安全確保体制についての行政の一貫性がないという点にある、という結論に達したわけであります。

安全の環境審査とか各種の許認可、運転中の監督規制などについて、設置申請から建設、運転に至るまで、一元的な行政機関による一貫体制を確立すべきであり、これによって責任の所在を明らかにし、国民の信頼を受けるような体制を整備することが必要である、ということであります。

これについては、アメリカではNRCを独立させることによって、一貫体制をとっているわけでありますが、日本の場合にそのようなことがそのまま適応できるかどうか、ということは相当慎重に検討しなければならないわけであります。

アメリカの場合には、NRCを新設する以前の原子力委員会において、非常に大きな規制体制を整備しており、NRCの独立というのは、そういうすでに整備されている規制機関を独立の機関にした、ということでありますが、日本の場合には、そういうアメリカのNRCに相当したような強力な行政機構というものが整備されていないわけであり、そのままアメリカの体制をまねする、取り入れる、ということに

は問題があります。

したがって、実行計画委員会で検討しましたのは、行政機関が何らかの形で一元的な体制をとってもらいたい、そのためには相当な規制体制の充実が必要であろう、ということと同時に、日本の現状から申しまして、急に人数を１０倍にも１００倍にもする、というようなことはとても行政機関としても、できないと思いますので、行政機関の充実と同時に、それを助けるような機関が必要であり、何か法的にオーソライズされた審査、検査等を受け持つ専門機関のようなものをつくって、一元的な行政体制を強化する、という体制が必要だろう、というのが実行計画委員会の結論であります。

安全確保の第二の分野として、安全研究の体制の問題があります。安全研究と申しましても、非常に広い分野があり、大別しますと、規制に必要な研究と大規模な実証試験を行なう、そういう意味の研究と機器の安全性のための研究開発、そういったものに分かれるかと思います。

規制に必要な研究というのは、案外に見逃がされておりますけれども、アメリカの話を聞きますと、ＮＲＣという規制機関の予算の4割くらいがその規制機関が規制を行なっていく上に必要な安全研究に使われている、ということであります。ですから規制をきちっとやっていくために必要な研究というのは、非常に大きな分野があり、そのために独立した機関が必要かどうか、ということは問題であり、アメリカでもそういう独立した研究機関は持っていない。ＮＲＣはそういう研究に必要な予算をもっており、必要に応じて、国立研究機関などに委託して、そういう研究を進めているようでありますが、何かそういう規制に必要な研究を拡充していくための体制が必要であろうと思うわけであります。国の責任でそういうことが必要であると思われるわけであります。

それから大規模な実証試験を行なう研究機関については、これはやはり国の責任でこういうものはやらざるを得ないのであります。また機器の安全向上のための研究開発については民間で責任をもってやればいいのではないかと思うわけであります。

大別すると、これら三つの分野にわたるわけでありますが、この安全研究というものの安全確保体制における重要性にかんがみまして、国として何か安全研究のための参謀本部のようなものが必要ではないか。常に日本の安全研究が、十分に行なわれているかどうか、ということを見ている、そういう常設の機関が必要ではないか。安全会議といったような名前になるかどうかわかりませんが、国としてその安全研究の全体を常に見ている常設の機関が必要ではないか、ということがこの安全研究の問題としては一つあるわけであります。

それから開発体制の問題ですが、先ほども申しましたように、原子力に対する期待というのは、日本のエネルギー問題全般と非常に密接に関係しているわけであり、日本の国としてのエネルギー政策というものがあり、その中での原子力の位置づけというものがはっきりしていないと、原子力の進めようがないのではないかと思うわけであります。

ですからおそらくそういう方向にこれから向いていくのではないかと思いますが、国としてのエネルギー政策の確立とその中での原子力の位置づけの明確化を行なうということが必要であり、それも国民の納得のいくようなものでなければなりません。ですからそういうことをやる機関がどういうものであればいいか、ということについていろいろな考え方があると思います。

たとえば、そういうエネルギー問題の閣僚会議をつくるとか、国会にエネルギー問題の特別委員会のようなものをつくっていただいて、常に各党がエネルギー問題について意見をたたかわせて、日本のエ

ネルギーはこれからどうやっていけばよいか、その中で原子力の位置づけはどうあるべきか、というようなことについて絶えず議論していただく、というようなこともいいかと思うわけですが、いずれにしても国民の納得するようなエネルギー政策と原子力の位置づけというものがまずないと、開発体制というものはすっきりしたものにならないのではないか、また強力に進めることができないのではないか、ということが第一の点であります。

それから第二の点は、この開発体制を進めるにあたり、原子炉だけではなくて、原子炉を増設するとか、新しい原子炉を研究開発していくとか、そういう原子炉に関した問題だけではなくて、燃料サイクル全般、あるいは廃棄物の処理、処分までも含めた全体として調和のとれた計画というものがつくられる必要があるのではないか、これが第二の点であります。

第三の点につきましては開発を進めていく上にまず問題になるのが、立地の問題でありますが、立地について国土の総合的な利用という見地、および地域の開発との整合性との見地、こういうものを考えて、国全体としての立地に対する考え方というものがやはりまとめられなければならないのではないかと思うのであります。

アメリカの例をひいて恐縮でございますが、アメリカでは連邦エネルギー局（ＦＥＡ）、というエネルギー問題全体を考える機関とエネルギーのＲ＆Ｄを扱うＥＲＤＡという機関とで、こういった問題を分担して扱っているわけでありますが、日本ではこれをどうすればいいのか、この三つの開発体制に関する問題を日本でどう扱えばいいか、というのが一つの問題であります。

とりあえずは科学技術庁がこういうことをやる、という考え方もあるかと思いますが、とにかくそういうことを取り扱う責任機関が必要である。そういうふうに思うわけであります。

最後に原子力委員会というものの役割りについてであります。米国のパターンをまねをする、ということも一つの考え方かもしれませんが、先ほども申しましたように、国情が違いますし、原子力委員会というものの性格も、アメリカと日本とでは相当違っている。アメリカの原子力委員会は実際に膨大な直属の事務局をもって行政をやっていたわけでありますが、日本の原子力委員会は総理大臣の諮問機関ですから、非常に事情が違う。ですからアメリカの制度をそのまま日本に取り入れる、というわけにはいかないと思うわけであります。

実行計画委員会でいろいろ議論した結果では、原子力委員会というのは総理大臣の諮問機関でありますが、そこでの決定は総理大臣が尊重する、という非常に高い立場に本来あるべきものであります。その本来の高い立場に戻って、実際の行政事務から離れて、固有の中立的、客観的性格をもつものに戻る、と申しますが、そういうものになったらどうであろうか。具体的に申しますと、行政機関の審査、許認可等に対する公正なチェックをやる機関、審査から許認可そういうものは一貫した行政機関が別にあって、それをチェックする、国民の安全を守る、という立場からチェックするという機関になったらどうか。

それからもう一つは、立地とか、安全とかにおいて必要な基本的な基準とか、指針とかの決定などを責任をもってやる、そういう機関になったらどうか、ということを部会の結論としては提言しているわけであります。

もちろんこういうことをやる過程において、国民の意向を十分汲み上げる、そして広く社会の要請に応える、という姿勢が必要でありますが、そういう機能をもつものになったらどうか。

このような機構を完成するためには、いまの諮問委員会というだけで、直属のスタッフをもたないのでは十分な機能を果たせないので、直属の専門的、事務的なスタッフをもって、原子力委員会を強化する必要があるのではないか、ということが論ぜられたわけであります。

またこれに関連して、現在国務大臣が委員長を兼任していますが、これにはいい点と悪い点と両方あり、この点も慎重に検討されるべきではないだろうか。国務大臣が委員長を兼ねているということは、予算をとってくるとか、行政に反映させる、とかいう意味では強いという意味でいい点もあるかもわかりませんが、国民の目から見れば、ボールを投げる人と受ける人が同じであっては、責任のあり方があいまいである、というような批判もあるわけでありまして、これはどちらがいいかは十分慎重に検討しなければならないが、これもこれからの体制問題の一つの課題になるのではないか、そういう議論があったわけであります。

非常に簡単ですが、私の話は実行計画委員会で議論になりましたおもな意見についてご紹介申し上げた次第であります。

議長　それでは続きまして、向坊さんのいまの講演も考慮に入れながらパネル討論会に入りたいと思います。

原子力開発への提言

―体制問題を中心として―

議　　長　岸田純之助　氏（朝日新聞社論説委員）

特別参加　稲葉秀三　氏（原子力委員会委員
日本情報開発協会理事長）

パネリスト　稲垣武臣　氏（全国電力労働組合連合会長）

及川孝平　氏（全国漁業協同組合連合会長
全国汚水公害対策協議会長）

木村守江　氏（原子力発電関係団体協議会長
福島県知事）

田中直治郎　氏（電気事業連合会原子力開発対策会議委員長
東京電力㈱副社長）

三宅泰雄　氏（日本学術会議会員
前同会議原子力問題特別委員会委員長）

山本賢三　氏（日本原子力研究所理事・東海研究所長）

議　長　それでは討論に入りたいと思いますが、これからのパネル討論会のワク組みを、まず最初にご説明しておきたいと思います。

いまから4時までパネル討論会を行なうわけですが、最初にパネルメンバーの方々から、それぞれの立場から問題提起あるいは話題の提供をしていただきたいと思います。

そして、発言の順序ですが、ある程度発言の内容を整理する、というような意味もありまして、基礎研究の方から始めまして応用研究、実際の原子力発電所の建設、それからそういう原子力発電所の建設を受け入れている地域社会、あるいは原子力発電所から出る温排水問題とか、あるいは放射能問題に対する、いわば受け手のような立場という順序でご発言をいただきたいと思います。具体的にいいますと、最初に稲葉さん、それから三宅さん、そのつぎが山本さん、続いて田中さん、稲垣さん、木村さん、及川さんという順序でお願いしたいと思います。

それでは最初に稲葉さんからお願いします。

稲　葉　前回のこの大会で、私は石油危機後のエネルギー情勢に対処いたしまして、いかにエネルギー

を効果的に使用しなければならないのか、つまりコンサベーションをどうしていくのか、ということで石油にかわるエネルギー開発の中で、原子力にどの程度のウエイトをおくべきか、ということにつきまして、いわゆる稲葉私案という個人的な見解を申し上げた次第でございます。

しかし、その後の経過を見ておりますと、遺憾ながら原子力の開発は本格的な軌道に乗っているとは申せないのであります。

ではどうして軌道に乗らないのでありましょう。これにつきましても、基本的な見方、考え方は先ほどご報告がございました向坊教授のそれと私は同じだと申し上げたいのであります。

一言で申せば、安全性に対する不安感、不信感というものが、これを妨げているからでございます。したがいまして、当面原子力開発を軌道に乗せるためには、安全性の確保の体制をいかに政府と関係業界、また関係団体、関係企業、さらに関係個人で整備をしていくか、ということが急務であると考えるのでございます。

これにつきまして、私は過去半年強いろいろな人たちの見解も聞きました。また私なりにもいろいろと考えてみました。そして私の到達いたしました現在の結論というものは、きわめて常識的なものだと申し上げねばならないのであります。

ごく簡単にこれを申し上げまして、皆さま方の今後の検討の材料にしていただきたいと思います。

まず基本的な認識といたしまして、安全性の問題というものは、ただ原子力だけに存在しているものではない。最近の日本の社会経済の発展、別の言葉で言えば戦後の日本経済の高度成長というものが、根強くこの背後に存在している、ということでございます。

戦後の１９４７年、昭和２２年には１人当りのＧＮＰは、１００ドルぐらいしかございませんでした。最近ではそれが４千ドルという水準にまで高まっているのでございます。

このようなことから、国民の社会的な要請というものは、ここ７～８年以来急速に環境の問題、公害の問題に大きく傾斜してきているのでございます。

石油精製につきましても、石油精製工場を建ててはいけない、石油専焼の火力発電所を建ててはいけない、大気汚染、水質汚濁を進行させてはいけない、こういう根強い形が展開している、ということは、もう皆さん充分ご存知のとおりでございます。

これは経済先進国にあらわれている共通のパターンだといえましょう。しかし日本の場合、急激に経済が大きくなってきた、重化学工業化してきた、都市化が進んできた、こういうこともございまして、先進国以上の潜在的、顕在的な激しさというものが、そこから発生をしているのではないかと思うのでございます。

これらを通じて、われわれは日本で激しい社会的集団の利害の対立、こういうものを現在経験をしているわけであります。

別のことばでいえば、多元的社会、社会各層の意識の分裂、こういう過程の進行という事実を認識していかねばならないと思っております。

しかもこれらに加えまして、日本では原子力に対する不安感、不信感というものが根強く存在しているように思うのであります。

つまりわれわれがこれから進んで行く道は、このダブルパンチのもとで、原子力開発というものをいかに軌道に乗せていかねばならないか、こういう課題と取り組んでいかねばならないと思うのでござい

ます。

かりにこのような見方、考え方が正しいといたしますと、原子力推進という立場に立った場合、政府や関係業界のこれに対する体制というものは、まだまだ不十分であり、不完全なものだといわねばなりません。

日本の原子力推進体制もすでに２０年以上の歴史をもっております。そして私の思うのには、少なくとも数カ年前までは原子力基本法やこれに基づく平和利用、試験研究に、開発に、工学的安全性の研究に政府の原子力委員会や原子力局や通産省、その他の機関が分担してやっていく、というやり方は正しかったし、合理的だったと思います。

しかし、昭和４０年代に入りまして、原子力発電というものが実用化してくるようになってきた、また今度のように石油危機以後、エネルギーの安定供給の観点からも、もっと本格的に原子力の活用を進めていかねばならない、という情勢にわれわれが直面していることを考えますと、いまの体制は、やや極端に申し上げれば１０年前、２０年前と同じような行政組織のあり方や、また技術中心の体制に依存している、こういった体制のもとにあるのでございまして、上述いたしました社会環境の変化のもとでは、必ずしも合理的であるとは言えないと思うのであります。

私がここで主張したいと思いますのは、少しでもこれからの原子力の開発ということを前進したいと、われわれが意識するならば、少なくともエネルギー関係、なかんずく原子力関係者の間で、政府また民間の関係者の間で、客観情勢が変化するまでの間、安全問題に主力をおいて、そしてここに集中して努力を展開していく、こういう体制整備をしていく、ということがどうしても必要ではないかと思う次第でございます。

原子力委員会、科学技術庁、通産省など、また民間の電力関係者はここに視点をおくべきであります。そしてそれぞれの立場から、みずからの体制整備をどのようにしていくのか、ということを進めていかなければ、私は難局は打開されないと思う次第でございます。

さて、そのような観点に立ちまして、個人的なリコメンデーションをさせていただきたいと思います。

その一つとしては、政府機関の中で、どのように体制整備をしていくか、という問題であります。これにつきましては、先ほど向坊先生が問題提起された次第でございますが、今回皆さんのご努力もございまして、科学技術庁の中で原子力局のほかに原子力安全局ができる、ということになりました。これは一歩前進だと思っております。

しかし、私は安全局ができたからといって、安全体制がこれからうまくいく、ということにはならないと思っております。いずれは根本的な安全体制についてどのようなことをするか、ということが必要だと思いますけれども、それには時間がかかります。また法律審議もしなければなりません。

そこでまず要求されますことは、原子力委員会が安全研究なり安全管理なりについて、ここで積極的な行動を起こさなければならないと思うのであります。

現在の法律制度のもとで、与えられた限界の中で、原子力委員会や科学技術庁はそれに対する行動をどのように起こしていくのか、このことが大切だと思っております。そのためにはより積極的にみずからの見解を提示するなど、受け身の機関であってはならないと思っております。当分ここに行動を集中していくことが大切だと思っております。

蛇足的なことを申し上げれば、そういったような安全体制を原子力委員会で進めていく、ということ

になりますと、直接安全問題に関係のない文学士や経済学士の私のような委員は、即時やめるべきだと思う次第でございます。そしてこの人ならばと世間的に評価される安全問題の専門家に交代をしていただいて、そしてまた情勢が変われば、委員がそれぞれ変わっていく、こういうシステムを私はつくるべきだと思うのでございます。

その二つは、国がもっと大々的に安全研究機関を設置することだと思っております。できるならば、世界的にも活用されるような研究機関を2年、あるいは3年後にみごとに発足させ、そこで基礎的な安全研究を進めていく、こういったことが必要だと思っております。

それまでは日本原子力研究所の安全研究の充実をどう進めていくのか、原子力安全研究協会の機能を強化して、基礎的な安全研究体制をどのように整備していくのか、ということが必要だと思っております。

また電力会社やメーカーも共同して、実用炉の安全研究について、やはり専門家を集め、お金や人を集めてりっぱな研究所をつくる、ということをしていただきたいと思うのであります。

安全問題は全部政府にお願いをする、これはやや極端な表現かもしれませんけれども、それではすまない、自分たちもやる、こういう体制をつくる、こういう形で進んでいただきたいと思う次第であります。

その三つは、原子力委員会を中心に安全研究、安全管理、あるいは安全体制の整備を急ぐ、ということだと思います。

安全会議、各種の専門部会の活動をもっと強化していくということ、またそういう雰囲気を関係者の間で根強くしていくことが必要だと思います。

これらと並行して、4か月か5か月かけまして、科学技術庁、通産省、運輸省その他の各省関係について、原子力行政、あるいは電力行政のあり方について再点検をやっていく、ということが大切だと思います。

今回設けられることになりました原子力行政懇談会は、このような結果をにらみ合わせながら、少なくとも今年の秋ごろまでには体制整備のあり方というものにつきまして結論を出していただきたい。このように私は個人的にお願いを申し上げたい次第でございます。

私は結局原子力行政につきましては、いろいろ問題はございますけれども、いよいよ原子力発電を本格化するといった場合におきましては、アメリカやまたヨーロッパのような国々でも問題になっておりますような安全体制と開発体制の分離の2本立てか、さらに安全管理、エネルギー開発、基礎的な研究、こういう3本立てということになっていくのではないかと思いますけれども、これよりも当面どういうふうにして現在の体制のもとで、官と民双方で原子力開発が一歩でも推進していくか、というやり方について、いかにコンセンサスをまとめるかが大切ではないかと思います。

なお、もう一つつけ加えておきたいのは、私の考え方はきわめて常識的だ、ということを申し上げた次第でございますが、それは複雑な社会情勢のもとで、安全性の確保がどうしても進められなければならないとするならば、まず政府のほうが現状の中で、安全性について最大限の行政措置を進めていく、そしてこれをもとにして姿勢を正していく、そして電力関係機関もこれに歩調を合わせていただく、こうすることが前進のための手がかりになるのではないか、こういう認識に私は立脚する次第でございます。

最後に私は国民の皆さんへの啓蒙活動ということについて申し上げたいと思います。

安全性につきましては、工学的な安全性と社会的な安全性と政治的な安全性とこの三つのものが三つどもえになってからみ合っている、というのが日本の実情だと思っております。

しかも原子力発電が何であるのか、原子炉が何であるのか、日本の政府や電力会社が確保している安全性というものの現状はどうなっているのか、かりに事故や故障というものが起これば、どういうことになっているのか、ということにつきまして、まだまだ社会一般の人たちの認識というものは十分ではないと思っております。

こういうことにつきましては、政府としてもっと国民への訴え方が大切だと思いますけれどもそれ以上に関係者がみんなこういうことについてお互いに知り合う、知らせ合う、こういう努力をしなければ、私は次の原子力時代への移行ということはできないのではないかと思う次第でございます。

なにも日本だけが原子力発電の非安全国ではないのであります。それはもっともっと関係者みんなが努力し合って訴えていく、向上していく必要があるのではないかと思うことを最後に申し上げたい次第でございます。

議　長　　どうもありがとうございました。

それでは先ほど提案いたしました順序にしたがって、次の三宅さんからお話をいただきたいと思います。

三　宅　　原子力の研究開発、利用につきましては、原子力の性格上、長期的かつ合理的な展望を慎重に考えていく必要がございます。

原子力の将来の展望についてはすでに日本原子力産業会議をはじめ多くの人々がいろいろの側面から重要な提言がされております。私自身も、私が所属しております日本学術会議を通じ、あるいは個人の意見として発言をしてまいりました。したがって、それらのことをここで繰り返すことはいたしません。

そこで私が特に申し上げたいと思いますのは、原子力の将来にとって最も大きい関連をもち、また最も大切な基礎研究の体制についてであります。

わが国の原子力開発が進められようとしましたとき、学会の意見は必ずしもそれに賛成ではありませんでした。

いまから２０年前は東西の冷戦の最中でありまして、まだ核兵器実験競争が熾烈をきわめた時代でありました。それに原子力の平和利用についての国際協力がようやく緒についたばかりのころで、国際管理につきましても、まだ見通しのなかったころでございました。

したがって、当時の日本学術会議では、広島において原爆の被曝を受けた経験をもとにして、『米ソ間の緊張がとけるまで、原子力研究を始めるべきではない』という理論物理学者の三村剛昂教授の発言が大勢を支配していたのであります。

原子力基本法、いわゆる原子力三法ができましたのは、１９５５年末のことでございますが、日本学術会議の意見を大幅に入れて成立したこれらの法律に対しても学会の疑惑は十分に解消していませんでした。

当時の東大総長は矢内原博士でありましたが、矢内原博士はわが国の原子力研究がその目的を厳密に限定しないままに発足すること、特に大学における原子力の研究に対して、多大の不安を抱いておられました。

矢内原博士の意見を中心にしまして、国立大学協会から国会に対して働きかけがありまして、原子力委員会設置法の成立の際に、原子力委員会の行なう調整には、大学の研究経費は含まないものとするという非常に重大な付帯決議が行なわれたわけであります。

この付帯決議はその後２０年を経た現在まで原子力委員会においては厳重に守られております。

その結果としましては、わが国の原子力研究は大学－これは文部省関係ですが－と原子力委員会に行政的に二分した形になりまして、表向きは相互に無関係のまま進行しております。

文部省としてみれば、原子力といえども、一つの学術分野にすぎません。したがって、国あるいは文部省の重要政策でない限り、それらの面に力を注ぐことはできません。

一方、科学技術庁側では、いわゆるナショナル・プロジェクトとしまして、年間８６０億円にものぼる多大の予算を原子力のために計上しまして大学側のいわば、微々たる研究との間に大きなアンバランスを生じております。

元来、原子力のような高度かつ複雑をきわめた技術につきましてはその基礎的な研究が国民の英知を結集して行なわれることが、最も大切なことであります。

基礎的な研究において、大学の占める役割はきわめて大きいことは申すまでもありません。また大学の果たしている重要な機能としましては、研究者や技術者の育成があります。大学における研究と教育とは一体でありまして、ある分野でりっぱな研究が行なわれている大学からは、基礎分野にりっぱな研究者、技術者が育っていることは、周知の事実であります。

国民と人類の将来にとって多大の影響を及ぼす原子力、あるいは宇宙、海洋等の研究が、各国の大学が国際的に競い合って進んでいることは、いうまでもないことでありますが、このような国際的な趨勢に対しまして、大学と原子力委員会の絶縁によって、わが国では残念ながら原子力の基礎研究と、人材育成に多大の障害がもたらされている、というのがまぎれのない現実であります。

もちろん、原子力委員会側にも日本原子力研究所をはじめいくつかのりっぱな研究所はございまして多くの成果をあげられていることに一応の評価をするのに、私もやぶさかではございません。

しかしながら残念なことに、山本さんのそばで申し上げるのは、ちょっと気がひけるのですけれども、これらの研究所におきまして研究者および研究の自由について、十分な配慮がなされていないのではないか、という疑念を起こさせるような事実がございます。

元来研究というものは、言うまでもなく研究者の自由が尊重されるべきものでありまして、ことに創造的な成果をあげるとするならば、研究の自由ということは非常に重要な問題であります。

この点につきまして、ユネスコが昨年の総会において行なった『科学者の地位』に関する決議におきましても、同様の趣旨が強調されております。

この決議に対して、わが国の政府も賛成の一票を投じておりますが、このことを軽視してはなりません。

原子力研究のわが国における現状が旧態依然たる管理体制のもとに行なわれていることを、私はたいへん憂慮せざるを得ないのであります。

たしかに矢内原先生のご心配になりましたころは、先生がご心配になるような客観的な情勢がありましたけれども、いまは２０年たって国際情勢もその他の事情もすっかり変ってきております。

この段階で大学と原子力委員会はこのまま断絶した形でいっていいものかどうか、ということを私は

疑っております。

もしできるならば、わが国の原子力の健全な発展のために、たとえば日本原子力産業会議が仲介者になられて、大学をはじめ政府の各機関、民間団体間の意見の調整をされて、今後各研究機関における自由を尊重した形で、国民の安全を基盤にした原子力研究を続けていかれるならば、たいへん結構なことではないかと思います。そういうことになれば、日本学術会議としても当然協力を惜しまないつもりでございます。

議　長　　どうもありがとうございました。

それでは山本さん、どうぞお願いいたします。

山　本　　それでは研究開発機関におります者の立場から日ごろ考えていることを述べたいと思います。

現在の開発体制には、先ほど来のように見直しの必要がある、ということが指摘されているわけでございますが、それに対して体制のつくりかえを考えることもさることながら、問題点の内容をよく見ますと、やはり体制下での各分担の機能が正常に発揮しているのかどうか、あるいはそのベースになる運用の精神に依存するところが大きいのではないか、そういうふうに考えるわけです。

これは結局はわかり切ったことになるわけですが、原子力の本質をどう理解しているか、ということに立ち戻ることにもなるわけです。

いうまでもなく原子力は非常にエネルギー密度が巨大に高いとか、放射能というものをもつとか、また政治その他非常に広領域的な関連で特徴づけられているわけでございますから、社会がこれを受けとめるためには、在来のエネルギーの単なる代替とか、既存の工学的所産の延長というような安易さではなくて、これとはむしろかなり違った異質のものである、という認識と覚悟をもつことが必要であります。

これはわかり切ったことですが、いまさらこういうことを言わざるを得ない、ということが、やはり原子力としての問題である、ということになるわけです。

ただいまもお話があったように要するに非常に高度の科学の所産であって、これが社会の中で調和を保ち、かつその恩恵を受けるためには、社会そのものが非常に科学的な知識をもち、科学への理解のレベルを高めた近代的な性格というものが、第一に要請されるわけです。

たとえば、昨今特に軽水炉の安全問題が大きい論議を呼んでいるわけでございますが、その真の原因の一つというのは、いま述べたそういう点に帰せられるのではないか、という考え方であります。

安全性につきましては、いまではかなりの程度に論理的に、数値的に論ぜられる段階に来ていると思います。決して十分というわけではございませんが……。

それにもかかわらず、たいへん抽象的、観念的にこれが扱われて、ときにはたいへん極端な表現で事実を曲げるような、少なくともそういうふうに受け取れるような話が横行している、ということは、非常に私は日本の国として不幸なことだと言わねばならない。またそういう事態になっている、ということ自身、非常に反省すべきであろうと思います。

この際特に原子力に関連している各界の人々は、それぞれの立場から原子力そのものと現状についてやはり科学技術的に正当な理解を得るように、一層つとめるべきであろう、ということを特に感ずるわけであります。

それと同時に、科学者とか、技術者の判断とか、意見が世で尊重されるようにあってほしいと考える

わけです。

しかしそういうように人々の理解を得ようといたしますと、わが国としては、結局みずから得た科学技術の成果を基盤にしなければならないわけでございます。単に文献的とか、情報的な知識だけでは人を説得することができないわけです。

一般に実用に至るまでには基礎研究、応用研究、開発試験あるいは実用化試験、そういう一連の段階、つまり自から考え、自から育てる、そういう過程を経るわけでございますが、わが国では基礎開発ないしは産業がそれぞれ別個に先進国から移入をはかるとか、国内での相互の横のつながりが薄くなっている。これは古くからの日本のパターンでありますが、原子力も実はたいへん残念ですが、そういうパターンで出発して、いまなお、かつそれから脱し切れているとは言えないと思うのであります。

このことは一たび何か新しい問題が起こりますと、自分で考えて自分で処理する、という原動力が湧いてこない。外国の判断に頼るということになりかねないわけであります。

日本はそれほどひどくはないと思いますが、相当にそういう傾向がいまだにある、ということはいなめないと思います。

私はたまたま原研におりますので、原研を中心に考えてみますとその周辺には基礎の学問をやっている大学、学会がありますし、実用化のほうの側にいきますと、開発段階を受け持つ動燃事業団、原子力船事業団、さらには企業、それから方面は違いますが、放医研とか、さらにいろいろな研究機関や試験研究機関がございます。また違う意味では行政機関、広報機関があり、こういういろいろな諸機関と原研との間には元来は連続した課題が存在していて、その中間領域に対して、外国ではかなりの専門家がいると思われますが、そういう中間領域というものがつながっていない、ということが言われております。

本来こういう全体の機関を包含したのが、原子力の開発体制というものであろうと思います。しかし現状を見ますと、各機関は当面している仕事にすら人員不足で、とても横に拡げる余裕がないのであります。それどころか、逆にそれを切り落して、狭い守備範囲、緊急課題に集中する傾向を余儀なくされているわけであります。

これは一般論で、個々にはもちろん問題があるかとは思いますけれども、総じて言いますと、各機関の現状の規模がほんとに自主的に開発できるための人員とか、予算の額に達していない。つまり非常に中途半端な状態におかれている、ということが言えると思います。

国がほんとうに原子力の厳重性を踏まえて、かつその開発の必要性とか、緊急性をうたうからにはその点の認識を欠いてはならないと思うわけです。

最後に研究者から見て、今度は三宅先生に申しわけないのですが、学術会議でいまだに原子力を専門分野として認めていない、それから先ほどもお話がありましたが、原子力委員会のもとに研究開発計画を検討・評価する常置的な専門家の集団がない、というようなことはやはり早急に考慮されてはいかがか、ということを感ずるわけです。

それから原子力の特徴の一つであろうと思いますが、行政の目的とか、またはそういう性格をもつ会議体に研究者の関与する機会がたいへん多い。それはやはり専門的知識とか、判断を必要とするためであって、そこへ出ている専門家は、それに対して責任があるわけであり、行政官は行政の立場からそれを判断して決定していく、そういう会合であろうと思います。行政官と研究者が同じテーブルで審議す

る、そういう習慣の中で、何か両者の仕事、責任がぼけてくる可能性が多い。

私は原子力行政の責任、要するに行政の責任の分担ということが問題になっているが、実は、人間としてもそれを感ずるべきであろうと思います。やはり自分はどこに責任があるか、ということでやっていきたいと思います。

なお、先ほど核融合研究についてご紹介をいただいたので、この機会に一言申し上げたい。原子力開発体制の中で、核融合の研究体制を確立する、ということは非常に大事で、必要に迫られておりまして、２１世紀の初頭の問題である、ということで、あと回しにはできない。でき上がるのがそのころであり、いまやらなくてはいけない問題であります。これは核融合だけに限らないのでありますが、うっかりすると、技術導入型になってしまう。ですから当面する課題というのは、原子力発電だけではない、ということをこの機会につけ加えさせていただきます。

議　長　どうもありがとうございました。

それでは続きまして、田中さんお願いいたします。

田　中　世界的にもそうでございますが、わが国においてもエネルギー政策の再検討を迫られていることは、皆さまご承知のとおりであります。しかしながらエネルギー問題、ことに開発は原子力発電による、ということは一般に認められているところでございますけれども、最近におきましては安全問題が非常にクローズアップされまして、実際に電力を扱っております私どもとしては、やや追い回されているきらいがあるのでございます。

そこで私どもとしては、これを乗り切って解決して、原子力発電を積極的に進めていく、そして電気事業者としての使命を達成したい、このように考えているわけでございます。

今日は私、電力会社の意見を代表して申し上げるのではなくて、私個人の意見として二、三申し上げたいと思うのでございます。

先ほど稲葉先生からもお話がございましたように、わが国の原子力開発におきましては、昭和３０年ごろからすでに２０年を経過しております。それにもかかわらず原子力行政の機構とか、また行政に必要な法律、その他はあまり変えないままに進んできている、というのが実態であろうかと思っております。

そこで行政について二、三感ずることを申し上げたいと思いますが、初期の段階から原子力発電の開発には安全を最重点に進めてきたことは間違いないと思います。

それにもかかわらず、安全性をめぐって最近きわめてきびしい状況になったことは、一つにはわが国特有の国民感情があること、または在来公害の連想による大規模開発への不安というものがありまして、原子力発電の場合、軽微な故障でも、私どもがそう感じたものでも、国民は不安感をもつという傾向があるわけです。

さらに最近いわれております原子力船「むつ」の問題などに象徴されておりますように、行政面および安全審査体制への不信感なども考えられると思うのでございます。

施設者としては、今後とも安全性に最重点をおくことは、先ほど申したとおりでございますが、軽微な故障でも極力少なくするように製作、据え付け、試運転段階で品質管理、試験検査を厳重に行い、地域の住民の方々の不安を解消し、こういう実態を理解していただき、そして合意を得るよう一層努力を傾注していきたい、と考えるのでございますが、国におきましても、原子力行政および審査体制の見直

し、さらに国民のコンセンサスを得るというような国としての役割り、具体的方策を早急に検討することを願うわけであります。

もちろん現在政府におきましては、原子力行政懇談会でこれを取り上げておられますので、そこで近く結論が出るかと思うのですが、いささか僭越でございますが、この問題に触れてみたいと思うのであります。

今回科学技術庁に原子力安全局ができるようになったことは、まことに時期を得たものであって、関係の皆さまのご尽力を非常に多とするもので、これを早く実現して活用をはかり、規制体制の強化をはかっていただきたいと考えます。

しかし私としては、長期的と申しますか、根本的には今後とも重要であり、かつ困難な諸問題をかかえているエネルギー問題を解決していくためには、やはり独立のエネルギー省を新設して、エネルギー行政を担当させること、それから原子力関係については、軽水炉などの実証された商業炉、これに関連する燃料サイクルなどの付帯事業を含めて、開発から育成まで一元的に、一貫した責任体制をエネルギー省でとる、ということが望ましいと思うのであります。

科学技術庁は、新型炉など新技術の開発およびさらに重要な安全研究、国際協力などを担当する、というのが一つの考え方ではないかと思います。

これとともに原子力委員会につきましては、原子力の研究開発に重点をおいていままで運営されてまいりましたが、これを改めて、安全および環境保全問題について、それぞれ専任委員をおくなど安全規制面に重点をおくとともに、各省庁が行なう原子力行政に対して、総合調整および基本政策の策定を行なう内閣直属の諮問機関とすべきであり、原子力委員長には専任の学識経験者を充てるのが望ましいと考えます。

そして商業用原子炉等の安全審査につきましては、従来は非常勤の大学の先生方、その他学識経験者の方から成っております原子炉安全専門審査会において、審査が行なわれてきたのでありますが、米国および西ドイツの体制などを参考として、それぞれ関係官庁に専門知識をもつ安全規制関係の専任者を増強して、これに担当させる、ということ、また原子炉安全専門審査会は従来どおり原子力委員会の下部機関として存続させ、共通の安全問題の基本方針について審議する諮問機関としたらどうか、このように考えるわけでございます。

次に国民的なコンセンサスを得る問題については、従来施設者は地域住民に密接したＰＲを行なってきておりますが、その立場上これのみではまことに不十分であり、この点は私どももさらに検討し、国民の皆さんに理解していただくような体制の整備並びにその実行をはかりたいと考えている次第でございますが、国においてもＰＲ体制の整備をはかり、地方自治体の方々と密接に連携をとりながら、地域住民の方に対してＰＲを行なう等、特に一般国民のコンセンサスを得るようにつとめていただきたいと思います。

次に研究開発の問題についてでございますが、安全研究については、安全性の実証、安全余裕の確認など安全審査、規制面から必要とする研究については、国が主体となって、さらに強力に推進するようにお願いしたい。民間としても安全に対する最終責任は電力会社にあることを踏まえまして、安全制度の確認、機器の信頼度向上などの研究については、メーカーと分担、または共同でこれを進めたい、と考えます。

特に各社共通の問題については、共同で研究しており、今後もさらに密接な連携体制をとっていくつもりでございます。

たとえば共同の研究テーマのうち適当なものは、電力会社としては電力中央研究所がございましてここでこれについてのテーマの選択を行なって進めていく。また電気事業連合会の中には、原子力対策会議を設け、ささやかではございますが、現在の原子炉安全、放射線安全、事故調査、研究開発など専門委員会をつくって検討しているのでございます。

今後はそれらをさらに拡充、強化して、また先生方にもご援助願い、これを進めたい、と考えております。

議　長　　どうもありがとうございました。

それでは稲垣さん、お願いいたします。

稲　垣　　全労連が第5次提言を出しましたのは、2月12日ですが、第1次提言は昭和41年1月、2次は41年9月、3次は44年3月、4次は45年3月にそれぞれ提言しておりまして、いま問題になっているようなことは、ほとんど提言の中に私どもがすでに主張していることであります。

5次提言は、そういう意味で現在の原子力体制というものについて、その考え方の上でこうすべきである、ということを申し上げた提言であります。内容が非常に多岐にわたっておりますので、体制の問題だけをかいつまんで、私どもの意見を申し上げてみたいと思います。

まず第一に、現在の原子力委員会というものは、一応解散して、原子力規制委員会を行政委員会として設置し、この規制委員会で今問題になっております安全、環境、設置の許認可、建設、運転、環境モニタリングというようなすべてにわたって一連の安全上の措置を一元的に行なうべきであります。

次に原子力開発調整委員会を内閣総理大臣の諮問機関として設置する。現在の原子力委員会の性格と同じでありますが、ここで国のエネルギー政策と原子力の位置づけとか、燃料サイクルとか、立地問題とかいうような開発の調整にあたることが望ましい。ただし、この場合でも現在の国務大臣が委員長を兼務するのはどうかと思われるので、専任の委員長をおくべきであります。

次に地方行政との調整でありますが、国の原子力開発体制が一元的ではないために、地方自治体がこの問題について相当の発言力をもち、あるいは地方自治体でそれぞれの考え方や規制をしている、ということでは国全体としておかしいので、地方自治行政との調整をはかるべきではないか、ということを提言いたしております。

そして国のエネルギー政策について、国民の合意を得るために、仮称でありますが、エネルギー開発国民会議というものを設置して、国の考え方を広く各界の皆さん方に訴えるとともに、また各界からこれに対する意見を聞いて国民の合意を得るべきではないか、と考えているわけであります。

現在の政治のあり方とか、行政のあり方からむずかしいであろう、どうもやりづらいであろう、という妥協的な考え方が出るのでありますが、原子力行政については、あるべき体制をやはりこのような妥協的な考え方を排除して確立すべきであります。

次にエネルギー政策について、現在国民の合意が得られない一番大きな理由は、各政党がエネルギー政策という次元で論議をせずに、政争の具にしているような面があるのではないか、ということから少なくともエネルギーの問題については、各政党とも政策として論議をしていただき、国の政策をはっきりとしていただきたい、というのが国に対するわれわれの考え方であります。

次に開発、研究体制でありますが現在軽水炉は各電力会社で運転されておりますが、いろいろな問題を含んでいます。これについては、各電力会社が従来の火力発電所と同じような安易な考え方、あるいは少なくともエゴ的な考え方で処理するのではなくて、もっと各電力会社が質の高い協調と協力をはかり、安全、工学、その他の問題についての研究、開発を行なっていくべきだと思います。

現在の電力会社の研究費は、九電力合わせて百億ほどでございましょう。しょせんこのような金額ではこれら研究、開発はできないのではないか。そういう意味で電気事業法、その他の問題についても十分検討する必要があるかと思います。

ただ、新しい原子炉の開発ということになりますと、たいへん大きな問題でありますので、当然国の責任でやるべきであるし、また原子力発電所に関連する、いわゆる基礎工学的なもの、その他のものがいろいろあるわけですが、それらについては当然国の責任で研究、開発を行なうことが当を得ているのではないかと思います。

次に働いている労働者でありますが、これはわれわれが当初考えましたように、いわゆるトータル・マン・レム、総線量でありますが、これが経験を経るに従って非常に多くなってきておる。これはアメリカで発表されました一つの報告と同じ経過をたどっているわけであります。

したがって、外に対しては非常にクリーンでありますけれども、中に働いている者の被曝軽減対策をはかり、さらにもう一つは、われわれが働いている中で、メーカーあるいは下請業者も含めまして、いわゆる健康被曝管理センターをつくって、被曝に対する総合的な管理体制を確立すべきであります。

原子力というのは、災害を受けましても、そのときに物理的にけがをしたとか、あるいはたいへんなけがをした、ということにならないものがありますのでこういうものに対する補償制度を、はっきりと確立していただかないと、私どもとしては安心して働けませんので、その意味でこのような対策を早急に国で立てていただきたいと思います。

それから国民の皆さん方との安全問題、電源立地問題につきまして、だんだんと対話がむずかしくなっておりますし、遠のいているような気がいたします。

そういう意味の一つの大きな障害というのは、国の行政の一元化がまず最初整備されるべきですが、やはり公聴会というものは、中央と地方にわけまして中央においては、安全性の問題を中心に公聴会を開き、地方においては、地方の環境と地域社会の開発、温排水の問題というようなものも含めて、むしろ地域社会との対話という形で、公聴会を二段に分けてもつべきではないかと考えております。

どちらにいたしましても、私どもは原則的には原子力発電の必要性、将来の重要性を十分考えた上でいま申し上げましたような開発を積極的に推進するために国、電力業界、メーカーあるいはわれわれ労働者が、それらの問題についてこの時点で再検討、再整備されるべきではないか、というのが私どもの基本的な考え方であります。

議　長　　どうもありがとうございました。

それでは木村さん、次にお願いいたします。

木　村　　私は次の四つにしぼって話を進めたいと思います。その第一は福島県における原子力発電所の現状、第二は今後の進め方についての基本方針、第三は県が実施している安全対策、第四は安全問題に対する国への要望、この四つであります。

まず、福島県における原子力発電所の現状でございますが、ただいま東京電力第一発電所、第二発電

所合わせまして十基ができることになっており、いま三基が完成し、あとの四基が工事中であります。東京電力だけで９０９万６０００KWの発電所ができることになっております。

また東北電力でも、東京電力の北に、四基、４００万KWの計画を有しまして用地買収交渉を進めている状態であります。

これらを合計しますと、十四基、1,３００万KWの原子力発電地帯となるわけでございます。

第二の今後の進め方、基本方針でございますが、この東京電力の原子力発電所を誘致しましたところは、阿武隈山系と太平洋にわたる、きわめて狭い平地で、また水源池もございませんので、零細な農業を事業としておりました。

このような観点から非常な誘致運動をいたしまして、地域住民は心から協力して、建設を始めたのでございますが、発電所の建設が着々と進むに従いまして、最近になり、環境問題に対する意識の高まり、また原子力発電所の安全性に対する不安が高まってきたのであります。

私は本県における原子力発電所の立地に最初から関係しており、日本の科学技術の進歩、世界の科学を信頼し、これを誘致したのでございますが、巷間伝えられるような、ほんとうに原子力発電所が危険なものであり、人間生活に悪影響をおよぼすものであるとするならば、その建設には断固たる処置をとらなければならないし、また既設の発電所に対しましても、よりきびしい監視体制をとり、地域住民の不安の一掃をはからなければならないと考えております。

私は、今日までいろいろと努力をし、また先進国の原子力発電所の実態等を視察してきたのであります。

今後原子力開発を進めるにあたっての私の基本的な考え方といたしましては、国のエネルギー政策に対応して、地域住民の理解と納得の上に推進することでなければならないと考えております。

ご承知のように原子力発電所を見ますと、ほかの工業等と比較した場合に、投下資本が莫大なわりには、地域における雇用機会の増大、あるいは関連産業へのメリットが少なく、反面、環境問題、漁業への影響など慎重な検討を必要とする事項が多いのであります。

ご承知のように福島県は水力発電はなやかなりしころ、昭和２０年代においては、最上川沿いに数多くの発電所が建設されました。電源開発ブームを巻き起こしたのであります。同地域においては、今日ダムと発電所だけが残り、われわれは犠牲を強いられた、という声が２０年もたった今日も聞かれるのであります。

私はこの貴重な体験の上に立ち、電源三法の効率的な活用をはかり、原子力発電所と地元とが共存共栄できる福島県の開発を進めなければならないと考えております。

次に県が実施している安全対策について、若干申し上げます。原子力発電所の安全対策には、本来国が責任をもって対処すべきものと考えております。私は今日まで再三にわたり機会あるごとに、国がもっとしっかりやってくれなければ困る、原子力委員会・科学技術庁は何をやっているのか、ということを申し上げてまいりましたが、なかなかこれが思うような状態ではございません。

そこで私は国がしっかりした体制をとるまでは、県自体の力によって、周辺の皆さんに放射能の影響に対するデータをお見せするために、４８年６月に県単独の原子力センターを地元大熊町に建設いたしました。周辺ガンマ線量率、あるいは空気中の放射性粒子の濃度、あるいは周辺からとれた野菜、魚、海藻などの放射能を測定して、定期的にその周辺の６町村に知らせております。また年報やパンフレット

も県で一般に公表しております。

原子力センターもこの1月に新築完成し、ここでは全国どこの県や、電力会社でもまだ設置していないテレメーター・システムによる環境放射能の常時監視をするつもりであります。7月ごろには完成する予定であります。

さらに環境と人体との関係を研究するための施設として環境衛生研究所が完成しており、4月から本格的な調査、研究を行なうことになっております。

このほか県単独の温排水の調査や陸上の環境調査、あるいは普及啓発事業等も実施しておりますが、時間もありませんので、最後に安全問題に対する国への要望について申し上げたいと存じます。

まず国に対して要望しておきたいのは、原子力行政の責任体制の明確化ということであります。すなわち原子力の安全確保については、すべて国が責任をもつということを国自身が再認識していただくとともに、各省庁がバラバラではなく、監視、あるいは検査機能を筋の通ったものに集約していただきたい、ということでございます。

次は、最近特に目立つ温排水に対する調査、研究の立ち遅れについて、また固体廃棄物の最終処理処分方法の確立、環境に放出される気体・液体廃棄物をより標準化する研究、核燃料の再処理施設の設置方針の決定、また安全対策の確立、原子力発電の必要性ならびに安全性のＰＲの徹底などは一般に言われるところでありますが、さらに一層の拡充、強化をはかるように、この機会に要望しておきたいと思うのであります。

国のこのような問題に対しての立ち遅れは、建設地域であるわれわれにとりましては、大きな不信、不安をいだくことになっておりますことをよくご認識願いたいと思うのであります。

以上、私は原子力はわが国エネルギーの中枢を占めるものであり国民生活上不可欠であるという観点から国の政策に呼応して、原子力開発を進める地方自治体の長の立場から意見を申し述べた次第であります。

ご清聴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。

それでは最後に及川さん、お願いいたします。

及　川　各先生方からのいろいろなご提言がありまして、私の申し上げようと思っていることはほとんど尽きておるようでございます。ただ冒頭、議長のほうからお話がありましたとおり、最後にいろいろ公害の問題とか、そういう形で受けとめなければならないのは、われわれ水産業者でございます。そのような立場から、私はいろいろなむずかしい原子力の科学技術的なことはわかりませんが、とにかく原子力施設を進めようとする場合に、今日一つの大きな抵抗者は、漁業者であろうと思います。

もちろんこれが山林にできるのならば、そうでもございませんが、しょせんは海に隣接したところに設置されるわけでございます。そのことがどうしても漁民としては、公害問題としてこの問題を一面に受けとめざるを得ないという状態でございます。実際に公害があるかどうかは別にしましても、起こり得る可能性から、非常に深刻な抵抗をせざるを得ないというような現状でございます。

今日日本のエネルギーの重要性も、それからまたこの原子力の必要性も、どんないなかの漁民でもわからない人はいません。そんなことぐらいわからないような漁民ではございませんけれども、なぜ抵抗するのか。おそらくどんな進め方をしてもこの抵抗がある限り、本気でやられたら、なかなか設置でき

ないと思います。

先ほど体制問題でも指摘がございましたが、大体原子力施設を推進するものと安全審査をするものが同じ原子力委員会という機能で一緒に進めていることから、安全だとへ理屈をつけて、進めようとしているのではないか、というような不安が漠然と漁民の間にあったわけでございます。

いろいろ政府は安全だ、安全だ、と強調し、こういう委員会を通した、こういうような大学の先生方の会議も通した、といっているけれども、つぎつぎと原子力の故障というようなことがニュースに出たり、いろいろと不安がすっぱ抜かれているわけであります。

ましてや、あれほどの強行をした「むつ」の問題、これは私自身も漁業者の指導者として間違いました。しかし、政府がいうのだから信用してはどうかと、ここまで出かかっておりました。ところが漁民の人たちは最後まで抵抗したわけであります。そして強行してみると、欠陥が明らかとなり、あのとおりの結果でございます。そうすると、いわゆる不信感と申しますか、世に言う科学者などが言うことも、われわれとすればやってみなけりゃわからない、というような結末になるわけでございます。

もちろん私考えますのに、原子力の必要性は漁民サイドもわかっておりますけれども、もし何かがあった場合にとりかえしがつかない。これは原子力だけではございません。国では公害に対するいろいろな制度とか、法律規制をつくっております。いま瀬戸内海があのようなどろ沼に化した。しからば、日本に公害防止の法律がなかったのかと申しますと、明らかにありました。ありましたけれども、必要なことを規制していないために、あのようなどろ沼になってしまった。

このことからして、何かしら不信感というものがあるわけでございます。

そして、かりに放射能がもれていたことが、新聞に出たとしますと、結果がどうなるかは、もう市場はその地域の魚を買わなくなります。現実に調べてみると、そんなにひどいものでなくても、新聞がそう書けば、もうだめです。

このようなことで無限の被害をこうむったときにだれが補償してくれるのか、だれが救ってくれるのか、こういう問題があります。

したがって漁民の不信感というものは、直接生活に結びついた不安感となってつのるわけです。この漁民に実はアメリカのデータがどうだ、あれがどうだと説明しても、おそらく施設者や、漁民が同じ程度に、いわゆるこの原子力問題に、危機感をもっているという情況が生れない以上、無理に馬に水を飲ませるようなものであります。両方が危機感をもつ情況が生れてこそ、私はコンセンサスが得られると思うのであります。

基本的には以上でありますが、特に私たちが思いますのに、いろいろ先ほどから諸先生のお話を聞いても、体制上、また技術上非常に問題がございます。はっきり申しまして、日本で自前で自分の原子炉がつくれるでしょうか。まだつくれる段階にきていない、と聞いております。何か悪いと、アメリカなどに照会しないといけない次第であります。このような情況にあるのに、何を一体急ぐのか、というような感じを卒直にわれわれはもっているのでございます。原子力を否定するわけではございませんけれども、慎重にやるべきだ、と考えているわけでございます。

それからたとえば温排水につきましても、いまの３０万ＫＷあるいは４０万KWの段階においては、さほどの顕著な影響はありませんが、しかし何百万KWを一か所に集中させることによって、どういう変化が起きるのか。海に関する学問は非常に遅れています。何もこのような研究のないままに、最後には補

償でもすればいいのだというような形でごり押しされることになると、絶対抵抗せざるを得ない、という立場にあります。

したがいまして、温排水の問題についても、海の水があたたかくなれば、だめになる魚もいれば、それを好む魚もいますけれどもこれを徹底して調査研究する道を開いていただきたいと考えます。

そうするならば、決して必ずしも海は漁業者だけのものではないと、私は思っていますので、日本の全体の経済のバランスのとれた発展のためには、譲るべきは譲ると漁業者は思っているわけです。しかしながら一方的にごり押しされたのでは、これはどうにもならないという感じでございます。

たとえば外国の例を申し上げますと、私は先般英国のほうに調査団を派遣して、調べましたが、私共も非常に驚きました。英国の原子力発電所の周辺には、原子力発電所がそこに設置される何年か前に、すでに魚族に対する十分な調査を行ない、その結果そこに原子力発電所をつくっております。それでもなおかつ食糧農業省の手によって、たえず周辺の魚介類を調べております。これは原子力発電を推進している官庁とは別な官庁において、独立の立場で生物学的に生物への影響をたんねんに調べております。そしてもし異常が発見されると、直ちにとめることがございます。

どうせ人間がやることでございますから、どんなに進歩をしても、間違いもあるはずであります。操作ミスもありますが、だからといって、すべての施設をとめるとは考えません。それはそれなりに理解して、しかしいつでもアフターケアしておまえたちには迷惑をかけない、もしそういうことがあれば直ちに必要な措置をとれる体制があとにあれば、今日の漁民の抵抗は、だいぶ緩和されると思います。理解が深まる。こういうことを具体的にやることが、国民的コンセンサスだと、私は信じております。

言いたいことはたくさんございますけれども、諸先生方から大方体制上の問題その他につきましてはお話がありましたので、私はこの程度にして終ります。

議　長　どうもありがとうございました。

これでパネルの方々の一通りのご発言が終りました。いま及川さんがいわれたように、ほとんどの問題点は出尽くしたといっていいと思います。

いままでのところそれぞれの立場で自由に発言していただいたわけですが、これをいくつかの題目によって、こんどは横断的に再整理したいと思います。

すでにご発言になった内容と重複する部分も多いかと思いますけれども、まず最初には安全研究の体制について、というような観点から体制問題の整理をしていただけたらと思います。

たとえば、最初のお二人の発言にありました研究の問題に関していえば、大学での基礎研究と、それから原子力研究所、その他の研究機関における、それぞれの安全研究のあり方はいかにあるべきか。基礎研究でいいますと、すべて許容量という概念にもう一度立ち向かう、ということから始まってもいいのではないかと、私は思っておりますが、それぞれの研究機関の安全研究に関しての協力のあり方の可能性についてどう考えるか、あるいは非常にたくさんの研究機関があって、その間のつながりがよくない、というふうなご発言がありましたが、安全研究の体制という観点から、その問題の解決を考えるとすれば、どのようなやり方が必要なのか、というような点についてのご発言を願うことも役に立つのではないかと思います。

それから先ほど稲葉さんのほうからご発言がありましたような実用炉の安全研究について、民間の共同による新しい研究機関の設置の提案もございました。あるいは将来は、もう一度もとへかえりまして、

原子力研究所でやっている安全研究から独立した安全研究機関を発足させる、というようなご意見もございました。

さらには後半のほうで、温排水の問題についての安全研究、安全対策の必要性についてご意見が出ました。

向坊さんの講演も安全研究に関して、たとえば安全のための安全会議のようなものの必要性を発言されたわけですが、それぞれの立場でもう一度安全研究の体制というような主題で、さらにご発言願えたらと思います。

山　本　安全研究というのは、いま私どもも非常に熱心にやっておりますが、もともと原子力というのは、開発と同時に常に安全ということを心がける点については、いまさら言うまでもなく、開発といいながら常にその裏には安全を見ながらやっている、という点で昭和４０年代の初めから、先ほどお話に出た原安協、原子力研究所、大学の先生方を含めて、安全に関する進め方、というかなり基本的な提案がすでにありまして、それが徐々に実り、特に昭和５０年度においては非常に加速度的に予算もついて、原子力研究所を中心にして進めております。

そういう点ではごく最近になりますと、いわゆる工学的な安全性につきましては、考えられるあらゆる、と言ってはいい過ぎですが、網羅的に課題を取り上げ、今後数年のうちには自らの手によって、非常に多くの基礎から実証試験にあたる研究が、日本でできるようになると思っております。

合わせて最近電力の方面では、配管のクラックという問題が出ておりますが、原子力研究所でＪＰＤＲが二年半ほど前に配管のクラックを出して、いろいろと調査をいたしました。

こういう資料というのは、いろいろと各電力会社にも出ておりますから、私ども、いまそういう実情などを知るべく情報交換をやっておりますが、先ほど言いましたように、実際問題から出てくる、そういう問題、これは文献的でなしに、私どもがみずから体験した、そういう問題をやはり協力して、電力会社に提供する。それから結局は材料の問題となると、大学の先生方にもいろいろとご協力いただいて、いま進めている、ということでございます。

それから安全研究所、試験研究所をつくる、という話も、原子力の研究というのは、非常に基礎的な学問的な研究と開発研究、それから試験研究に分かれる。これは相互に異質であると同時にお互いに関連がある、という意味であんまり独立してもいけないし、三つの研究機関が一緒になる、ということも場合によっては問題でございまして、原子力研究所の中でいま安全試験の研究所というブランチを計画しております。

それが将来どうなるかは別として、そういう点でいろいろと問題になっておりますことは、現在意識の問題でなく、すでに現実に手をつけてやっているというのが現状だと思います。

三　宅　安全というものの概念が非常に複雑なことは、先ほど稲葉さんからもご発言がございましたが、かりに原子力施設の工学的安全と放射線影響に対する安全という問題にしぼって考えてみましても、先ほど山本さんから原子力研究所等で工学的な安全研究については、だいぶ基礎が始まったと言われておりましたが、特にわが国では、放射線影響に対する安全確保の研究が非常に遅れていると思います。

たとえば、いまから８年前に日本学術会議で私たちが考えまして環境放射能研究所と放射線障害基礎研究所の二つの研究所を早急に政府の手によって設置すべきである、という提案をしましたけれども、いまだにそのどちらもほとんど手がついてないわけであります。環境放射能研究所につきましては、よ

うやく芽が出かかったと思いますが、重要なあとの研究所はできていない、ということであります。

このように、環境放射能、あるいは放射線に対する安全研究に対して、たいへん日本の政府としては認識が乏しいと言わざるを得ません。

たしかに科学技術庁には放射線医学総合研究所がございますけれども、とうていこれだけでは処理できるものではなく、いま申し上げた2つの研究所が大学の付属の共同研究所としてできるということが最低の条件ではないかと思っております。それすらできていないのが現状であります。

それから最近安全問題が出て、政府では工学的な安全問題にはかなりのお金をつぎ込んでいるようですが、はたして研究組織、あるいは研究能力がそれに伴っているかどうか、ということは非常に問題であり、その面からも、私が最初に提案しましたように、大学との有機的な連携を保ちつつ研究を進めていくことが非常に重要だと思います。

木　村　私は専門家でございませんので、専門的なことはわかりませんが、私どもとしては、原子力発電所に対する工学的な安全性、その他の安全の問題については、すべて技術者の方々がある程度納得できる結論に達しているだろうと思いますが、いずれにしても日本自体で検討したものではなく、その基礎的なものはアメリカの研究の結果を引き出してこざるを得ない、というところにやはり大きな安全性の確認を欠く結果になるのではないか。やはり日本自体で工学的な安全をはじめ、放射線、放射能、温排水に対する安全性を、日本人自身がつかむ、というような結果から話をしなければ、なかなか納得できないのではないかと思う。

そういう点からお二人の先生が言われたように、やはり何といっても原子力発電所の基本的な問題は、安全性の解決、安全性なくして原子力発電所をつくることはできませんから、これにできる限りの力を尽くすように国に働きかけたいと考えております。

田　中　原子力の安全研究と一口にいいましても、非常に広範だと思います。まず耐震の問題、構造的な問題、それから機器の品質管理の問題、あるいは設計の問題、さらには温排水、環境の問題、また最も原子力に特異な問題としては放射能被曝の問題、このようにいろいろございますが、一つ私が今まで聞いている点で例をあげてみますと、アメリカの軽水炉メーカーなどは、あれだけずっと研究を毎年やってきているけれども、現在でも毎年数百万ドルの研究費をかけている、ということでございます。

これに比べまして、日本のメーカーでは、経営の規模も違いますから、当然多額の研究費を出すということはむずかしいのではないか。たとえば、二百億円の研究をする、ということでもなかなか困難だろうと思います。しかしながらやはり先ほどいろいろご意見がありましたように、日本の技術として、これを遂行しなくてはならないわけであります。

それからまた温排水の問題にしても、私どもの発電所において、大きな防波堤ができておりますが、この防波堤ができますと、そこが一種の魚礁になりまして、魚が集まってきて相当ふえるとか、そしてまた一方海藻もそこに繁茂して、それを採取すれば、相当いい商品になる、というような実態はございますけれども、やはり、温排水の問題としての研究はなかなかむずかしく、進展しないのが実情であります。

したがいまして、実際の被害の状況とか、あるいはかえって有利になるという研究がまだ十分にできていない、というようなことがございます。

そこでまず土木関係のような基礎の建設工事、そういう問題については電力会社が相当自分の得意と

する分野だと思います。

それからメーカーの品質管理の問題、あるいは構造の問題などにつきましては、ドイツなどでも私の聞くところでは、すでに十年も前から日本の3倍か4倍の研究費をかけて、そういう構造研究を進めているようであり、日本でもいまから始めても、私は遅くはないと思っております。

そこで研究の方法としては、すべて政府に依存するというのは非常にぐあいが悪いと思いますが、やはり当面政府のほうでご配慮いただいて、相当の助成をメーカーのほうにしていただき、あまりこまかく追求しないで、自由に研究をやらせるような方法をとっていただくことが必要だと考えております。

及　川　もし間違っておりましたら教えていただきたいのですが、最近、われわれのようなしろうとにも非常に安全の問題でいろいろな情報が入ってまいります。アメリカの長年にわたる経験をもってしても、今日まで原子炉の故障、運転停止というような事実がまだあります。なかんずくパイプのひび割れの如き問題は、材質上の欠陥でまだ克服されていないのではないでしょうか。このようなことをわれわれは聞いております。そういう情報が入ってくるときに、そうだとも、そうではないともわれわれにはわからないわけであります。

もう一つの問題は、原子力と企業との問題でございます。一たん事あれば人間の生命に関する問題である、という要素があれば、一般に石油基地をつくるのとは少しわけが違います。原子力開発を企業まかせというようなことは問題であります。人命に関することであれば、安全だというときには、政府の責任で安全を宣言してもらう必要があります。

ということは、安全を宣言するには、それだけの責任をもたなければならないと思うわけです。そういうことになれば、政府でも相当金をかけ、調査研究、基礎研究もすることになるはずであります。

私は安全を宣言するなら、とことんまで国民に対する責任をもつべきである、とこういうことを安全性の問題で提言したいと思います。

稲　垣　私も安全という場合にはいまいろいろ言われております研究というものが、総合的に集約して、それが目的に向かってなぜ進められないのだろうか、というのが非常に大きな疑問でもありますし、できない理由が不明確なため、むしろ私どもが提案しております規制委員会という強力な政府の行政機構で、これを総合的に集約して整合すればもっと成果があがるのではないかと考えているわけであります。

むしろそのことよりも放射線下の労働者の安全についてということのほうが重要な課題ですし、そのことが実証されなければ、いかに原子力発電所が安全だということを申し上げても、それは皆さんに理解・納得されないのではないかと思うのであります。

私ども一人一人の被曝者の問題は、労使の間ではっきりとした協定がありますので、その協定に基づいて管理されておりますが、その被曝量がだんだん大きくなっていく、ということについては、やはり何らかの対策を立てるべきであります。つまり、作業の環境や定検作業を改善し、その他の被曝軽減措置をはかるべきでありますし、工具の開発について、電力会社が独自のものとして、もっと研究をすべきではないかと思います。

それといわゆる下請業者、あるいはそのまた下請業者というようなところでは、実際問題として被曝管理センターができても、どれだけそれが効果を発揮するのか、個人個人のプライバシーの問題にまで入ることもございますので、非常に困難である、ということになれば、原子力発電所の運転の基本的なあり方、補償の基本的なあり方についても考えてみるべきであります。

そういうことによって原子力発電所の中で働くわれわれ労働者の被曝、工学的な安全双方が日とともに実証されてくる、と思いますので、そういう面について、われわれは労使の間でもっと積極的に問題を見つけていきたいと考えております。経営側のほうも従来のような原子力に対する考え方でなしに、この時点でもう一回振りかえって、中で働く労働者をどうするのか、ということについて再考願いたいと考えます。

稲葉　先ほど私が申し上げました問題提示を中心にして申し上げますと、当分私たちは安全体制の整備を中心にして、原子力開発を進めていかねばならない。

そういたしますと、開発体制を進めていって、安全管理あるいは安全審査を一貫してやっていく、ということになりますと、どうしても安全研究も推進していくことが必要になります。

そしてその安全研究というのは私の見方が間違っているのかもしれませんが、大きく分けますと、基礎的な安全研究と実用的な安全研究の二つに分かれると思います。

もう一つ別の言い方をいたしますと、ただ工学的な安全性の研究だけですむのか、あるいは、社会的な安全性の研究のようなものも、やはり工学的な安全性とどのように結びつけてやればよいのか、という問題に対する真摯な前進が要請されることになります。

そこで先ほど私が提示いたしました問題は、それについて日本は世界でもひたむきな姿勢をとる、ということがやはり必要であります。

そのやり方は大きく分ければ、二種類に分かれます。たとえば国もお金を出すが民間も特殊な研究機関のようなものをつくって進めるという方式もあり得ると思います。

しかし私はやはり基礎的な研究体制は国がやり、実用的な安全研究は、電力会社とか、メーカーが中心になって進める、という双方が分担し合う形のほうが実際的だし、効果的ではないか、という見方であります。

百億円しかお金が出ていない、という話が出ましたけれども、私は堂々とそこまでやって、二百億でも三百億でも電力会社はそれを要求し、それを電力料金の中に入れてもよいし、また現に何%か電力中央研究所に自動的にお金を払い込んでいるわけですし、それならその電力中央研究所を中心にして、民間の研究体制を実用炉で進めていけばよいし、それでも足らなければ、電力料金に上積みして堂々とそれを要求して、双方改めていくことが望ましいのではないかと思うのでございます。

議長　どうもありがとうございました。

次の設問は、さきほど稲葉さんが使われました社会的な安全研究ということばと関係がありますが、パブリック・アクセプタンスの体制というのがあると思います。向坊さんはそれを明示的にはお話にならないで、安全性確保の体制と開発体制との二つにわけて話されましたが、その両方にパブリック・アクセプタンスのための体制という問題があるはずだと思います。

そこでパブリック・アクセプタンス、人々の理解を得る、人々の認識を得る、という体制の一番基本的なことは何なのか。たとえば稲垣さんはさきほど公聴会の問題に言及されたわけですが、一番の基本としては自分はこう考える、ということを、それぞれ一言でご発言いただきたいと思います。

稲葉　私はパブリック・アクセプタンスはできる限りこれを受け入れるのもよし、また公聴会方式につきましては、稲垣さんのご意見に賛成でございます。

ただ申し上げたいのは、私が初めに問題提示いたしましたように、日本のいまの社会というのは、

このような分裂社会になって、必ずしもパブリック・アクセプタンスというのが一つのまとまった形としては出てきていない社会である、ということもよく考えた上の問題解決が必要だと思います。

稲　垣　私は一つは、それを得るために行なわれている方法が、どこか間違っているのではないか、そう思っております。

たとえば補償の問題にしましても、いろんな問題にしても、それを一度で解決してしまおう、というところに無理があるのであって、むしろ生活というものの将来を考えた場合、何かの方策を考え出さないと、いまのやり方のように金で一挙に解決してしまおう、ということだけでものごとは解決しないような気がするわけです。

その点を国と業界とがどのような方法で具体的に地域の皆さんに提示していくのか、これを真剣に考えることが最も肝要だと思います。

及　川　私はやはり安全の問題について責任がどこにあるのか、そのことを明確にしないことには一般に不安を与えるもとだと思います。

もう一つ、特にわれわれ漁民に対してあれは核アレルギーだと言われるのですが、このようなことで片づけられるような精神である限りは、おそらくパブリック・アクセプタンスは得られないと思っております。

田　中　私は先ほど稲垣さんの言われた国民会議というのは、たしかに評価されるべきものだと思いますが、やはりその運用とかそれから構成というのが問題になります。

電力会社の立場といたしましては、やはり一般の方々並びに地元の方々との間に地道な話し合いを進めていく、というのが一つの方法だろうと思います。

それからもう一つちょっとつけ加えて申し上げたいのですが、先ほどお話の出た従業員の被曝の問題はやはり、非常に重要な問題でございまして、私どもの会社としては、例を申しますと、保健安全センターというものを置きまして、医師をおいて、社員、請負、下請すべて管理区域に入った者の放射能の被曝についての管理をやっております。ただ、下請の人は必ずしも当社にばかりおりませんので、末の末までの追跡は会社としてできません。やはり全般的には国の管理が必要だと思っています。

木　村　私は国民の承認を得るということは、やはり安全性をとなえる人に信頼感をもたせることだと思います。

そういう点からいって、現在の原子力委員会にしても、国にしても、科学技術庁にしてももっと真剣に安全性に取り組んでいる姿や、気持がまだ少ないのではないか。これを示して安全性の問題に取り組んでいったならば、あるいはイデオロギーの点から『反対するために反対する』人はあるかもしれませんが、私は賢明なる国民は納得するだろうと考えています。

やはり努力が必要です。もう少し真剣に取り組んでいく、ということでなければ、原子力開発はできないと思います。

三　宅　実は日本人は将来のことは別としまして、いままで原子力から何らかの恩恵を受けた、ということはないわけです。むしろいままで受けてきたのは、原水爆の被害だけですからいま原子力をバラ色にぬってみたところで、国民はなんとなく納得しないわけです。

ですから過去に原子力がおかした傷がある、という観点から出発して、国民に公平な福祉を与える、というのでなければなりません。国民の中に福祉を受ける人がいるにしても、一部に損害を受ける人が

あってはならない、というのが私の基本的な思想であります。

ですからあくまで地道に地域住民、あるいは、産業、その他の間に共存共栄の道を求めていって、はじめてパブリック・アクセプタンスが成功するのではないかと思います。

山　本　　原子力の恩恵というのはいままだ人間があまり受けていないというお話ですが、ぼつぼつ受けかけているわけです。

原子力の恩恵を受けるからにはやはりそれに対する正当な理解を個人個人がもつ必要があります。要するに恩恵は受けながら口で反対する、というようなことになってはいけないと思うわけです。社会人の心がけとして、やはり正当な理解ということなしでは原子力というのは定着しないだろう、ということにもなると思うわけです。

私は、たいへんゆっくりした言い方になりますけれども、学校教育だろうと思っております。やはり原子力の時代になってくれば、学校でしっかりした原子力に関する正確な知識を与える。それから成人教育、成人講座というものも、あまり対策的でなしに、ほんとの理解を深める、ということからやったらどうか、というふうに考えます。

議　長　　どうもありがとうございました。

最後のご発言をいただきたいと思いますが、問題は原子力委員会というものが、体制問題でいいますと、どうしても見直しの対象になる、ということは間違いないと思います。

そこで一体原子力委員会はどうあるべきなのか、または何を望むのか、ということをそれぞれ一言ずつお話を伺いたいと思います。

たとえば原子力委員会を解散して、規制委員会と開発のほうの委員会との二つにしたら、というふうなご発言もありましたし、それからエネルギー会議とか、エネルギー省のようなものを設ける、というご発言もあったわけですが、その前には原子力委員会との関連はどうなるのか、というふうな問題がありまして、体制問題についていうと、原子力委員会のあり方のようなものに触れないわけにいかないだろうと思います。また原子力委員長を専任の人にする、という提案もございました。

そこでそういうことをみんな含めまして、あるいは最初のご発言と重複するところがあるかと思いますけれども、それぞれご発言いただきたいと思います。

及　川　　とにかく推進する側と規制する側が一つでは、何といっても客観的な評価ができない、というのが国民感情ではないでしょうか。

したがって、どういう機能をもたせるかということは、今日の日本の行政機構のあり方とも重大な関係があると思います。

現に私も中央公害対策審議会に出ておりますけれども、いろいろな基準をきめても、みな主管官庁にいき、実際に実行が確保されるのかわからない、ということはやはり原子力問題では直さなければならないと思っています。

木　村　　私は原子力委員会の中を、規制するほうと開発するほうとに独立したものに分けてやるべきではないか、というように考えています。

稲　垣　　いま言われているように原子力開発の一番大きな課題になっているのが、安全の問題であるとするならば、むしろ安全に全精力をかける、という意味合いでも、また国民にはっきりとそういう態度をみていただくためにも、また中味を充実するためにも、私はやはり規制委員会というものをつくって、

独立した立場で、問題を処理していく、ということが一番大切なことではないかと思うわけです。

田　中　先ほど私が申し上げましたことと重複すると思いますが、ちょっと順序を逆にして申し上げたいと思います。

原子力委員会としては、やはり諮問委員会にしまして、いまのように委員長がたびたび変わるのではなく、専任の方が担当し、そして原子力委員会の方もできるだけ専任の学識経験者になっていただき、しかもこれは内閣に直属して、原子力政策の基本問題と、さらにもっと重要なことは、やはり安全の基本方針を出していただきたいと思います。

そして実際に行政のほうはやはりエネルギー省ならエネルギー省で原子力をやり、開発も規制も両方責任をもってすすめるべきであります。

そして科学技術庁は研究開発および安全の研究をすすめる。研究開発といっても、もちろん安全が主体となるかもしれませんけれども……。それからまた新しい技術の開発も進めていただきたい。

そういうことで、基本的には原子力委員会で基本の政策をつくって、そしてまた必要によっては原子力委員会が調整をする、こういうことがいいのではないかと思います。

山　本　原子力委員会のあり方という問題でございますが、私は行政的ないしはその体制ということについてよく知っているものでございますので、しろうと談議的なことは慎しませていただきたいと思っております。

私もなにがしかいろいろな関連がございますので、日ごろ感じたことという程度にしか言えないと思いますが、原子力委員の方々は専門的知識をもった人たちということで、大学の先生方とか、私ども原子力研究所からもそういう人が出ておりますけれども、そういう人がかけ持ちでかけ回っているわけであります。私は体制いじりという少し極端ないい方をすれば、そういうことだけで、ものは片づかない、やはりほんとうに人がいなくてはだめであります。これはにわかに私は間に合わないのではないか、ということを非常に憂えています。

三　宅　原子力委員会はわが国の原子力に関する基本政策を立案する最高の機関であって、また大事なことは独立性と中立性をもつことだと思います。さらに国民から信頼を受けることが最も大切だと思います。

私は諮問機関であってもいいと思います。むしろ諮問機関のようなものではないかと思いますが、しかしそれにしても事務局をもたなくては困ると思います。ですから科学技術庁の事務局を借りるのではなくて、独立した事務局をもつべきだと思います。

私はこの会議の第1回か、第2回に、原子力委員会の下に原子力政策研究所といったものをつくってそこで専門的に討議されて、原子力政策を研究し、それを参考にして原子力委員会で基本政策をつくるべきではないか、ということを提案したわけです。

それで、もしも私がいうように原子力委員会が十分な独立性、中立性を持っていれば、もちろんそこでは原子力の開発と規制の両面の基本政策をつくるべきだと思います。

ただし、その実施にあたっては開発と規制とは別々な行政機関が行なうことが望ましいと思います。

木　村　いまのご意見とあるいは同じかもしれませんが、やはり原子力委員会の中に、現在やっておられるような安全審査会というようなものをおいて、そこには専任の相当経験の豊かな、しかも知識の高い方を委員にして、あるいは場合によっては学識経験者も中へ入れる、ということで審議しないと、委

員会としてもまとまりにくいのではないかと思います。

及　川　　安全だということをいう場合に、やはり被害を受けないか、加害がないかということを納得しなければいけません。したがって、問題は安全性を確認する場合の機構の中には被害を受けるであろうと想定されるものにかなりのウエイトをかけていかなくてはいけないと思います。

稲　葉　　いまのご設問に対しましては、私個人としてはなかなか答えにくいのでございますけれども私の基本的な考え方は初めに申し上げましたとおりでございます。

ただ、新しい設問ということになりまして、次の二つのことだけ申し上げてみたいと思います。

つまり原子力行政のあり方について、私はここ半年ばかり国会の先生方だとか、地方の方だとか、あるいは労働組合の方とか、そのほかの専門家にいろいろお聞きしたわけですけれども、その中で一番有力なご意見、多数的なご意見は、先ほど及川さんがおっしゃった、つまり、開発をするものと安全管理をするものが同じ組織であっていいかどうか、というご設問でございました。

したがいまして、原子力開発をどうしても安全性ということを中心にやっていく、ということになりますと、何らかの形において、そういうあり方に対してはっきりしたコンセンサスを、政府としてまとめる必要があると思います。

ただ、ちょっと私が申し上げたいのは、二つに分けるとか三つに分けようとすれば、すぐ明日から変わわるのではないか、という見方や考え方をなさる方がいるのでございます。しかしこれはおそらく法律改正とか、いろいろな論議がございますから、最大限早く申しまして、来年の７月ぐらいになる。そうすると、それまで一年以上一体これからどうしていくのか、という問題がございます。

それよりも私が初めに述べましたように必要なことは、現状の原子力委員会を安全管理とか、安全研究を中心にどのように動かしていくのか、という問題がやはり第一義的にどうしてもあるわけでございます。

したがって、この問題は長期的基本的な形におきましては、今度の原子力行政懇談会にお願いしたわけでございます。

ここには委員になられる先生もおられるわけでございますから、むしろそういったような観点でひとつこの問題に対しまして、方向づけをしていただきたいと思う次第でございます。

議　長　　どうもありがとうございました。

今日行なっていただきましたさまざまな論議は、ここですぐ結論を出す、ということができるはずのものでもありませんし、またその必要もないと思っております。いわば今日行なわれた議論は、これからよりたくさんの人を含めて包括的に行なわれるはずの原子力行政懇談会での審議の際の一つの重要な参考の意見として使っていただく、というふうなことであってほしいと思っております。

非常に長い時間の議論ですからここで簡単に要約する、ということはできませんが、原子力開発の問題を特に体制の問題を中心にして、さまざまな角度から議論をすることができたと思います。

長くご議論いただきましたパネルの方々、ご清聴いただきました会場の方々にお礼を申し上げたいと思います。ありがとうございました。