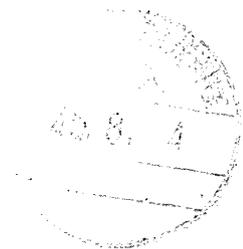


104  
D14

第 3 回  
原 産 年 次 大 会 議 事 録

1970年7月



日本原子力産業会議

第 3 回  
原産年次大会議事録

1970年7月

日本原子力産業会議

1970.8.4  
3854

プログラム総括表 .....	1
プログラム .....	4
＜開会総会＞ .....	
開会挨拶 .....	13
準備経過報告 .....	15
原産報告 .....	17
＜特別招待講演＞ .....	
1970年代における原子力政策 .....	24
原子力エネルギーの世界的展望 .....	29
＜シンポジウム＞ .....	
1970年代の日本と原子力開発 .....	51
＜午さん会における特別講演＞ .....	
技術開発のあり方 .....	89
＜講演－1＞ .....	
電力需給と原子力発電の見通し .....	93
新型動力炉開発の概況 .....	111
軽水型原子力発電所の運転と建設状況	
○ 敦賀原子力発電所 .....	123
○ 福島原子力発電所 .....	134
○ 美浜・高浜原子力発電所 .....	139
○ 島根原子力発電所 .....	151

<講演-2>

原子力船「むつ」の建造 .....	163
原子力第2船以降の開発 .....	167
アイソトープ工業利用における最近の進歩 .....	174
放射線化学の研究開発と企業化の進展 .....	187
宇宙、海洋開発における放射線利用 .....	189

<海外招待講演>

フランスの産業界と核燃料サイクルの世界的交易 .....	193
イギリスにおける1970年代の動力炉と核燃料開発の展望 .....	203
西ドイツの原子力船計画 .....	210
アメリカにおける原子力発電の現状と将来 .....	220

<パネル討論会-1>

原子力開発と地域社会 .....	237
------------------	-----

<パネル討論会-2>

核燃料産業確立への諸問題 .....	291
--------------------	-----

<閉会総会>

大会成果とりまとめ .....	355
閉会挨拶 .....	359

### 第3回原産年次大会プログラム総括表

(第1日) 3月25日(水)

	A 会 場	B 会 場
9	〔開会総会〕	
10	9.30 開会挨拶 準備経過報告	
11	原産報告 (30分) ＜特別招待講演＞ 10.30 「原子力委員会委員長講演」 (30分)	
12	11.00 「米国原子力委員会委員長講演」(60分)	
13	-終了 12.00-	午さん会(12.10~14.00) 全共連ビル6階・マツヤサロン 特別講演「技術開発のあり方」
14	〔シンポジウム〕	
15	14.20 『1970年代の日本と原子力開発』	
16	意 見 発 表 討 論	
17	-終了 17.00-	
18		

(第2日) 3月26日(木)

	A 会 場	B 会 場
9		
	<p>〔講演-1〕            &lt;原子力発電開発の現状と今後の見通し&gt;            9.30 「電力需給と原子力発電の見通し」(20分)            9.50 「新型動力炉開発の概況」(40分)</p>	<p>〔講演-2〕            &lt;原子力船の開発&gt;            9.30 「原子力第1船むつの建造」(30分)</p>
10	<p>10.30 「軽水型原子力発電所の運転と建設状況」            ○敦賀原子力発電所(30分)</p>	<p>10.00 「原子力第2船以降の開発」(30分)            &lt;R I・放射線の利用&gt;            10.30 「R I工業利用における最近の進歩」(30分)</p>
11	<p>○福島原子力発電所(20分)            ○美浜・高浜原子力発電所(20分)            ○島根原子力発電所(20分)</p>	<p>11.00 「放射線化学の研究開発と企業化の進展」(30分)            11.30 「宇宙、海洋開発における放射線利用」(30分)</p>
12	<p>—終了 12.20—</p>	<p>—終了 12.00—</p>
13		
	<p>〔海外招待講演〕            13.30 「フランスの産業界と核燃料サイクルの世界的交易」(50分)</p>	
14	<p>14.20 「イギリスにおける1970年代の動力炉と核燃料開発の展望」(50分)</p>	
15	<p>—休憩(15分)—            15.25 「西ドイツの原子力船計画」(50分)</p>	
16	<p>16.15 「アメリカにおける原子力発電の現状と将来」(50分)            —終了 17.05—</p>	
17	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">             レセプション(17.15~19.00)              日本都市センター本館地下食堂           </div>	
18		

(第3日) 3月27日 (金)

	A 会 場	B 会 場
9	[パネル討論会-1] 9.30 『原子力開発と地域社会』	
10	キー・ノート	
11	討 論	
12	-終了 12.00-	
13		
13	[パネル討論会-2] 13.30 『核燃料産業確立への諸問題』	
14	キー・ノート	
15	討 論	
16	-終了 16.20-	
16	[閉会総会] 16.25 大会成果とりまとめ 16.40 閉会挨拶	
17	-終了 16.50-	
18		

## 第3回原産年次大会プログラム

会 期 昭和45年3月25日(水), 26日(木), 27日(金)3日間

会 場 日本都市センター(東京都千代田区平河町2-6)

A会場:ホール

B会場:本館講堂

### 第1日 3月25日 (水)

開会総会 A会場 (9.30 ~ 12.00)

---

#### <開会式>

議長 藤波 収氏(電源開発総裁)

開会挨拶 日本原子力産業会議会長 菅 禮之助 氏

準備経過報告 第3回原産年次大会準備委員長 加藤 博見 氏

原産報告 日本原子力産業会議代表常任理事 橋本 清之助 氏

#### <特別招待講演>

議長 宗像英二氏(日本原子力研究所理事長)

講 演 「1970年代における原子力政策」 (10.30 ~ 11.00)

西田信一氏(原子力委員会委員長)

議長 井上五郎氏(動力炉・核燃料開発事業団理事長)

講 演 「原子力エネルギーの世界的展望」 (11.00 ~ 12.00)

グレン T.シーボーク氏(アメリカ原子力委員会委員長)

午さん会 マツヤサロン-全共連ビル6階- (12.10 ~ 14.00)

---

特別講演 「技術開発のあり方」 (13.00 ~ 13.30)

島 秀雄氏(宇宙開発事業団理事長)

テーマ 「1970年代の日本と原子力開発」

議長 松根宗一氏(日本原子力産業会議副会長)

発表者 (五十音順)

稲 葉 秀 三 氏 (国民経済研究協会会長)

岸 田 純之助 氏 (朝日新聞論説委員)

佐々木 義 武 氏 (衆議院議員)

前 田 七之進 氏 (富士電機製造社長)

向 坊 隆 氏 (東京大学教授)

第2日 3月26日 (木)

講演-1 A会場 (9.30 ~ 12.20)

---

<原子力発電開発の現状と今後の見通し>

議長 和田恒輔氏(富士電機製造相談役)

1. 電力需給と原子力発電の見通し (9.30 ~ 9.50)

山崎久一氏(中央電力協議会専務理事)

2. 新型動力炉開発の概況 (9.50 ~ 10.30)

清成 迪氏(動力炉・核燃料開発事業団副理事長)

議長 菅原四郎治氏(九州電力常務取締役)

3. 軽水型原子力発電所の運転と建設状況

- 敦賀原子力発電所 (10.30 ~ 11.00)

鈴木小兵衛氏(日本原子力発電取締役)

- 福島原子力発電所 (11.00 ~ 11.20)

野村顕雄氏(東京電力原子力部長)

- 美浜・高浜原子力発電所 (11.20 ~ 11.40)

浜口俊一氏(関西電力原子力部長)

- 島根原子力発電所 (11.40 ~ 12.00)

阿部弥之助氏(中国電力取締役)

講演-2 B会場 (9.30 ~ 12.00)

---

<原子力船の開発>

議長 永野 治氏(東京芝浦電気専任副社長・原子力本部長)

1. 原子力船「むつ」の建造 (9.30 ~ 10.00)

佐々木周一氏(日本原子力船開発事業団理事長)

2. 原子力第2船以降の開発 (10.00 ~ 10.30)

有吉義弥氏(日本郵船社長)

<アイソトープ・放射線の利用>

議長 篠島秀雄氏(三菱化成工業社長)

3. アイソトープ工業利用における最近の進歩 (10.30 ~ 11.00)

飯島 弘氏(日本鋼管技術研究所物理研究室次長)

4. 放射線化学の研究開発と企業化の進展 (11.00 ~ 11.30)

沢柳正一氏(日本原子力研究所高崎研究所長)

5. 宇宙, 海洋開発における放射線利用 (11.30 ~ 12.00)

加藤正夫氏(東京大学教授)

海外招待講演 A会場 (13.30 ~ 17.05)

---

議長 平塚正俊氏(住友原子力工業社長)

1. フランスの産業界と核燃料サイクルの世界的交易 (13.30 ~ 14.20)

J. マビール氏(フランス原子力庁生産局長)

議長 若林 彊氏(東北電力社長)

2. イギリスにおける1970年代の動力炉と核燃料開発の展望 (14.20 ~ 15.10)

T. チューイ氏(イギリス原子力公社生産グループ理事)

————— 休 憩 (15分) —————

議長 妹尾三郎氏(三菱原子力工業社長)

3. 西ドイツの原子力船計画 (15.25 ~ 16.15)

M. フォン・ツ・ミューレン氏(GKSS社営業担当理事)

議長 一本松珠璣氏(日本原子力発電社長)

4. アメリカにおける原子力発電の現状と将来 (16.15 ~ 17.05)

C. E. ラーソン氏(アメリカ原子力委員会委員)

---

レセプション 日本都市センター本館地下食堂

(17.15 ~ 19.00)

第3日 3月27日（金）

パネル討論会－1 A会場 （9.30～12.00）

---

テーマ 「原子力開発と地域社会」

議長 平田敬一郎氏（国土総合開発審議会会長）

パネル・メンバー （五十音順）

- 井上 亮 氏 （日本エネルギー経済研究所顧問）  
岩上 二郎 氏 （茨城県知事）  
正親 見一 氏 （東京電力常務取締役）  
河内 武雄 氏 （中部電力副社長）  
笹生 仁 氏 （日本大学教授）  
柴崎 芳三 氏 （通商産業省企業局立地公害部長）  
田中 好雄 氏 （科学技術庁原子力局次長）  
浜田 正 氏 （日本水産資源保護協会会長）  
御園生 圭輔 氏 （放射線医学総合研究所長）  
宮崎 仁 氏 （経済企画庁総合開発局長）  
村田 浩 氏 （日本原子力研究所副理事長）

パネル討論会－2 A会場 （13.30～16.20）

---

テーマ 「核燃料産業確立への諸問題」

議長 田中直治郎氏（東京電力常務取締役）

パネル・メンバー （五十音順）

- 今井 美材 氏 （動力炉・核燃料開発事業団副理事長）  
今泉 嘉正 氏 （通商産業省鉱山石炭局金属課長）  
金岩 芳郎 氏 （東京芝浦電気取締役）

小 山 武 雄 氏 ( 科学技術庁原子力局核燃料課長 )  
島 村 武 久 氏 ( 古河電気工業常務取締役 )  
西 依 祥 一 氏 ( 電気事業連合会原子力部長 )  
東 宣 夫 氏 ( 日本鉍業協会理事 )  
法 貴 四 郎 氏 ( 住友電気工業常務取締役 )  
森 島 国 男 氏 ( 日立製作所原子力推進本部次長 )  
横須賀 正 寿 氏 ( 三菱原子力工業取締役 )  
吉 岡 俊 男 氏 ( 日本原子力発電常務取締役 )

閉会総会 A会場 (16.25 ~ 16.50)

---

議長 岡野保次郎氏 ( 日本原子力産業会議理事 )  
大会成果とりまとめ 加 藤 博 見 氏 ( 関西電力副社長 )  
閉会挨拶 岡 野 保次郎 氏 ( 日本原子力産業会議理事 )

# 開 会 総 会

## <開 会 式>

議 長 藤 波 収 氏 ( 電 源 開 発 総 裁 )

開 会 挨 拶

準 備 経 過 報 告

原 産 報 告

## <特 別 招 待 講 演>

議 長 宗 像 英 二 氏 ( 日 本 原 子 力 研 究 所 理 事 長 )

講 演 「 1 9 7 0 年 代 に お け る 原 子 力 政 策 」

議 長 井 上 五 郎 氏 ( 動 力 炉 ・ 核 燃 料 開 発 事 業 団 理 事 長 )

講 演 「 原 子 力 エ ネ ル ギ ー の 世 界 的 展 望 」

3 月 2 5 日

A 会 場

## 開 会 挨拶

日本原子力産業会議

会長 菅 禮之助

本日、第3回原産年次大会にのぞみ、開会のご挨拶を申し上げますことは、私の深くよろこびとするところでございます。

ご承知の通り原産年次大会は、原子力平和利用にご関係の深い方々が、年一度、一堂に会されまして、講演、またはパネル討論会にそのうちくを傾け、お互いの知識をさらにひろめ、技術の向上、研究の成果を一般に公開して、国の政策、国民の世論にも訴え、その反響をみるという大きな目的を持つて開催しております。幸いに、この企画が皆様の賛成を得て、今回は六百名を超えるご参加を得ましたことは、主催者といたしまして、まことに喜ばしい限りでございます。

開会にあたりまして、ここにお礼を申し述べたい方々がございます。第一に、政府関係では西田原子力委員長に、政務ご多端のところをくり合わせて、一条の講演をしていただくことになっております。

次に、原子力産業会議では、原産年次大会の開催にあたり、例年、準備委員会を設けて計画、準備をすすめていただいておりますが、第3回大会では関西電力の加藤副社長を委員長に推しまして、準備万端をお願いし、委員長はじめ委員の方々に熱心にご協力いただきまして、今回も例年に劣らない立派なプログラムができたことでございます。いま一つは、米、英、仏、西独などの原子力の盛んな各国のご協力を得、特にシーボーク博士に本日の大会のために講演を引き受けていただきましたほか、世界的な権威者が講演されることはまことに意義のあることと存じます。

一方、国内の関係各位にも、講演をはじめ、各般のご協力をご快諾いただきましたことに感謝いたしております。

このようなプロジェクトのもとに会が開かれたわけでございますが、どうか、参加者の皆さまにおかれましては、この3日間の講演、またパネル討論において、十分委曲を尽されますことを期待してやみません。

皆さま方の今大会におけるお骨折りは、国の政策にも響き、また国論の統一、経営あるいは技術の上にも大きな影響が与えられることと存じます。

申し上げるまでもございませませんが、1970年代の日本の原子力産業の前途はどうなるかと申し上げますと、実にこの70年代は日本が原子力に手を染めてから十数年の長いとも短いとも思える間

の努力によつて、いよいよ本格的な、見ようによつては飛躍的な発達を遂げる時期に際会したところではないかと思ひます。70年代は目前にいろいろな大きな問題が山積しているのではないかと思ひます。

70年代には、ご承知の通り、まず第一には2,000万キロワットの原子力発電所が稼動することになりましようし、また、それと平行して、かねて日本で努力しております新型転換炉、あるいは、更に進んで高速増殖炉の長足の進歩をとげた技術を身につけるものと存するのでございます。原子力平和利用の機器の国産化、あるいはまた、海上におきましては原子力船の出現という、あるいは多目的発電、その他の原子力の応用などという種々の問題が積み上げられております。この解決は容易なことではありません、しかしながら、これはまた我々の前途が明るくなり、励みのあることで、努力のしがいのある事柄と存じます。

いよいよ原子力時代の出現ということに直面しまして我々産業会議といたしましても、この時勢に遅れないよう、また原子力時代を迎えまして、全力をあげてその成果を収めるべく努力致しさらに、少しでも多くこの原子力界に貢献することを望みまして勉強致したいと存するのでございます。

皆さま方におかれましても、これを諒されまして、今後さらにご支援、ご協力くださいますようお願い申し上げます、開会のご挨拶と致します。

### 第3回原産年次大会準備経過報告

原産年次大会準備委員会

委員長 加藤博見

第3回原産年次大会準備委員会 委員長の加藤でございます。

本大会開催までの経過をご報告申し上げます。

本大会は日本原子力産業会議の重要事業の一つとして、広く各分野の方々が一堂に会しまして、原子力産業全般の政策、或は経営問題を中心とした重要問題を共通の課題として採りあげ、見解の発表と意見の交換を通じまして、原子力産業開発の円滑なる推進と発展を図りますとともに、国民の理解を深かめることを目的として開催いたしております。

本大会の開催に当りましては、昨年10月に産業界、ならびに学識経験者からなる大会準備委員会を設置いたし、1970年代の開幕にふさわしい内容とするための基本方針を固めました。先般ご案内申し上げましたプログラムでご承知のことと思いますが、本年は1970年代を迎えて予測されます経済社会の発展、或は国際化時代のなかで、原子力産業が占める位置、役割り、などにつきまして各界権威者の方々から広く展望していただきますとともに、この1年間における原子力開発の進展状況とその見通し、さらに又今後、長期的観点から解決、或は推進を必要といたします課題として『原子力開発と地域社会』ならびに『核燃料産業確立への諸問題』をとりあげることといたしました。

また、フランス、イギリス、西ドイツ、ならびにアメリカなど海外諸国の権威者によりまして、核燃料をめぐる諸問題、発電炉の計画、或は原子力船の計画などを中心とした招待講演も計画いたしまして、これら内外にわたります多数の権威者、専門家の方々から所見の発表を願うことといたしました次第でございます。

特に今回は米国・原子力委員会のシーボーク委員長らの来日によります日・米原子力会談に時を合わせて本大会を開催することにいたし、日・米両国の原子力委員会 委員長の特別講演をお願いいたしましたところ、ご快諾をいただき、本日、西田委員長（大臣）からは、「1970年代における原子力政策について」、シーボーク委員長からは、「原子力エネルギーの世界的展望」を内容といたしますご講演を願うことと相成りましたことは、本大会の意義を一層高めることと確信いたします。

以上の次第で本年の参加人員総数は600名を越え、昨年と同様、多数のご参加を得ました。

これは準備委員一同の喜びとするところでございます。

ここに改めて各セッションの議長，内外講演者の方々，ならびに本大会関係各位のご協力に対しまして，準備委員を代表して，厚くお礼申し上げます。

最後に本大会が円滑に運営され，大会の意義が一層高まりますよう参加者各位のご協力をお願い申し上げます。私の経過報告といたします。ありがとうございました。

以 上

# 原 産 報 告

日本原子力産業会議

代表常任理事 橋本清之助

1970年は、我国の原子力にとって開発研究の60年代の終りであり、これから始まる70年代の実用化に入る意義深い年であります。即ち、この年、敦賀、美浜、福島など、合計百万キロワットを超える大型原子力発電所が商業運転を開始し、ここに、日本の新しいエネルギー時代が到来することになります。これに続いて福島、美浜の各2号機、島根、高浜の各1号機、約250万キロワットの建設も進められ、更に各電力会社ともそれぞれの原子力計画を具体化しつつありますので、10年後の1980年には、恐らく2,000万キロワットを超える原子炉が運転されることと思います。

一方、動燃事業団を中核として進めております新型動力炉の開発も、高速増殖炉実験炉の着工について、新型転換炉原型炉の建設も開始されます。また、昨年進水した原子力第1船「むつ」も、昭和47年度完成をめざして本年は船用炉を搭載するなど、その建造が仕上げの段階に入っております。更に、従来、医学利用を中心に実用化されてまいりましたアイソトープ、放射線の利用は、鉄鋼、建設、化学をはじめとする広汎な産業分野へ、ひろく浸透しつつあります。

このように、各般の原子力利用は、1970年代において、開発の速度をはやめ、大規模に実用化されて行くであろうことは、疑うべくもありません。然し、原子力の実用化が、めまぐるしく変転する世界経済の動向や、核をめぐる国際状況によって、大きな影響をうけながら進められることも事実であります。

最近の世界各国の原子力開発の動向は、かつてないほど、政治、経済の情勢と密接に関連しつつ、国際的な広がりをもつようになってまいりましたが、このことは、とりもなおさず、原子力の実用化が、世界の各地で、きわめて具体的に進められていることの証左といえます。

以下、若干世界の原子力発電と原子力産業の趨勢を見てみたいと思います。

アメリカの発電炉発注の実勢は、昨年に関する限り、7基、720万キロワットで、前年に比して半減しておりますが、これは、1966年以降3年間における爆発的な発注を経て、当面の原子力発電計画が一応消化されたことにもよります。然し、原子力発電所の工期が長期化していること、火力発電コストの上昇傾向に比して、原子力発電の上昇の方が若干上廻っていること、更に、最近、一般的な公害問題の影響をうけて、きびしい環境問題に当面し、惹いては原子力の実用化にともなう法体制の切りかえなどの解決に忙しいということは注目されます。

イギリスは経済全般の停滞などがあって、原子力発電計画も若干伸び悩んでいる傾向が窺われ、この結果、イギリスは、稼働原子炉容量において、世界第1位の座をアメリカに譲りつつあります。

フランスは、1966年から1970年の第5次5カ年計画の半ばで、これまで一貫して進めてきた天然ウラン・ガス冷却炉の技術的、経済的みなおしを余儀なくされ、最近、軽水型に転換する方針が明らかになりつつあることは御承知の通りであります。

これに反して、我国をはじめ、西ドイツ、スウェーデン、ベルギーなどにおける計画は、この1年間も大幅に伸びております。更に、アルゼンチン、オーストラリア、韓国、台湾、ギリシャ、フィンランドなどが、原子炉の発注、あるいは具体的な発電計画をもって、あらたに原子力発電に乗りだしてまいりました。

このような各国の動きのなかで、とりわけ注目されておりますのは、なんとといっても、西ドイツと日本であります。西ドイツの原子力発電は、発注ベースでみまして、この1年間に285万キロワット増加し、総容量は1968年の255万キロワットから、540万キロワットに倍増しております。一方、我国の場合も、200万キロワット増加し、450万キロワットとなっております。

我国のこうした実用化傾向は、原産が最近とりまとめました原子力産業実態調査にも反映されております。即ち、43年度における鉍工業者の原子力関係支出は、前年度の約2.4倍に相当する337億円に達しました。鉍工業の売上高は、268億円と前年度の2.1倍を示しております。一方、電気事業者の支出高は、349億円で2.2倍であります。これらはいずれも、原子力産業活動の急速な増大を示すものであり、国産化率を高めつつある原子力発電の伸びからみて、今後ますます上昇するでありましょう。然しながら、鉍工業における研究開発費は40億円を占めており、その売上高に対する割合は、15パーセントにもほります。このような鉍工業における売上高と支出高のアンバランスは依然として続いているのでありますが、一方、研究活動の停滞が資金人員面であらわれており、その成行きが注目されます。

開発が世界的な広がりをみせつつあるのと呼応して、原子力市場、とくに世界の原子炉市場は、これまでとは異なった様相を呈してまいりました。

かつて、イギリス、フランス、カナダなどを押さえて、アメリカ軽水炉メーカーの独壇場であった原子炉の国際市場に、西ドイツ、スウェーデン、ベルギーなどヨーロッパの原子炉メーカーが、積極的な参加を試み、注目すべき成果をあげております。ことに、西ドイツは、ジームスが、国際入札の結果、30万キロワットの重水炉をアルゼンチンに輸出契約したのをはじ

め、ジーマンスとアー・エー・ゲーの両社によって設立された、クラフトベルク・ユニオンは、PWR、BWR、いずれの炉型をも供給しうるメーカーとして、すでに初年度、10億マルクの受注成績をあげており、国内はもとより、世界の市場で強力な存在となりつつあります。また、スウェーデンの大手電機メーカーのアセア（ASEA）と、半官半民の原子力開発機関であるアトムエネルギーは、共同会社、アセア・アトムを組織して、ヨーロッパ市場に進出してまいりました。他方、ベルギーのベルゴ・ニュークレールやその中心メンバーであるシャルロワ電気建設会社（ACEC）も、さかんに国際入札に参加しており、ACECは先頃、パキスタンのPWR発電所の受注に成功しております。

我国もまた、昨年、アメリカで原子力機器製作上のネックとなっている圧力容器とタービン発電機を東京芝浦電気-石川島播磨グループと日立が、それぞれ受注して注目されました。今年に入りましてから、三菱重工業がアメリカ、イギリス、西ドイツなどに伍して、メキシコ最初の60万キロワット級原子力発電所の国際入札に参加し、その成功が期待されております。こうした国際市場において成果をあげるためには、技術、実績、入札価格などに加えて、延払い条件と核燃料の供給能力が重要なファクターとなります。今後、原子力産業が我国の主要な輸出産業となる可能性はきわめて大きいと予測されますことから、これらの問題に真剣にとりくむ必要があると考えられるところであります。

とくに、核燃料問題は、我国の原子力発電計画を効果的に実現して行くために、きわめて重要なことからであります。

すでに、成型加工分野には、日本ニュークリア・フュエル、三菱原子力工業、古河電工、住友原子力工業などが進出しており、ここに核燃料産業のパターンが形成されようとしております。然し、その原材料ともいふべき、天然ウラン、濃縮ウランの確保は、多くの問題をはらみながら、1970年代へ持ち越されてまいりました。

ウラン資源の確保につきましては、御承知の通り、電力業界が、カナダのデニソン・マインズ、リオ・アルゴムとの長期契約をはじめ、鉱山業とも協力して、アメリカのカーマギーと共同探鉱開発を行なっておりますが、1985年までに12万トンを超えるると予測される今後の需要を考えると、更に積極的な資源確保への努力が必要であります。今後10年間のウラン精鉱の所要量の半分近くは、長期購入契約等で確保されておりますが、とくに、安定供給という観点からは、その所要量の相当部分は、自ら探鉱開発を進め、外国資本などから独立した、我国固有の資源として確保することが望まれます。すでに、ガルフ、グティ、スタンダードなどの大手石油企業がこの分野に積極的に進出してきており、ウラン資源市場は、これら国際石

油資本による寡占化の傾向が今後一層進むと考えられるからであります。

このような状況の中で、昨年、我国に対しフランス原子力庁ならびにイタリアのエニ公団から、両国がそれぞれアフリカで行なっておりますウラン資源の探鉱開発への参加について提案があり、産業会議ではウラン資源調査団を派遣して、現地の状況を具に調査するなど、これを前向きに検討しておりました。このほど、海外ウラン資源開発会社の構想を具体化し、先月、関連業界の合意にもとづきその設立準備委員会が発足いたしました。新会社はまずニジュールにおけるフランスとの共同開発を具体化すべく、現在東京においてニジュール・フランス両国の代表者を迎えて、交渉が開かれておりますが、近く基本的な合意に達する見込みであります。同社は、フランスとの共同探鉱開発にとどまらず、ひろく海外におけるウラン資源開発に関与することになるものと思います。然しながら、探鉱開発は大きな資金を必要といたしますうえに、リスクの多い事業でもあります。従いまして、我国が将来のエネルギーを原子力に依存する以上、国として、これに対し積極的な協力が要望される次第です。

翻って、濃縮ウランの問題に目を転じてみたいと思います。我国が軽水炉を中心に大規模な原子力発電を展開して行くうえで、濃縮ウランの安定供給は不可欠の要件であります。

今日、コマーシャルな規模で自由諸国の濃縮ウラン需要に応えうるのは、アメリカ唯一国であり、しかも、その供給能力があと数年もすれば手一杯になるということが、この問題を焦眉のものとしております。AECは、増大する世界の需要に応えるため、当面の措置として、現在の濃縮プラントの改良による能力追加に腐心しており、すでに昨日の第2回日米会議に於ても追加供給の保証を約束されておりますが、その詳細は恐らく、本日このあと、シーボーク委員長から、お話が伺えることと存じます。

しかし一方、こうした量的な問題とは別に、濃縮ウランのようなエネルギー上の基幹物質の供給を、一国のみに依存するということは、決して好ましいことではないという意見もあります。昨年、濃縮プラントの所有をAECから民間に移管するというアメリカの動きに、世界の関心が集まりましたのも、長期的な供給を保証した政府間の協定が、民営移管によって影響を受け、その条件にも変更があるのではないかという懸念があることは皆様御承知の通りであります。

ヨーロッパにおきましては、つとに、欧州共同プラントを建設するための検討を進めておりましたが、技術的、経済的な問題に加えて、その中核となるフランスが天然ウランを燃料とするガス炉中心の開発を進めていたこともあって、具体化が遅れておりました。かような状況の下に、イギリス、西ドイツ、オランダの遠心分離法によるウラン濃縮開発の三国共同計画が話

合われてまいりました。既に、基本的事項について3国間で協定が結ばれ、イギリスとオランダにパイロット・プラントを建設すること、また、西ドイツに両者の管理、運営にあたる本部を置くこととし、3国ともこのための国内体制を整えるところまで発展しております。こうしたなかで、最近、軽水炉の採用に踏みきり、自らが濃縮ウランを必要とする立場に立ったフランスの動向が今後注目されております。3国共同計画にフランスの技術を組み合わせることができるかどうか。更には、3国が開発する遠心分離法のコストと実用化見通しはどうか。この問題は、単に投資効率や技術的な面からばかりでなく、将来の原子力市場に占めるシェア、イギリスのEEC加盟、西ドイツとフランスの産業関係など、国際政治上の問題を含んでおります。そして、これらの動向は、我国の濃縮ウラン調達にも大きな影響を与えることになりましょう。こういった点について、明日の英・仏・米各国の代表のお話も期待されるところであります。

我国でも、ウラン濃縮の問題は、原子力開発の当初から論議され、ようやく近年に至って、その研究開発に着手したところであります。国の方針は、1970年代の前半を目途として、ガス拡散法、遠心分離法など各方式の研究成果を評価し、可能な限り、一方式に研究開発を集中するというものであり、理研、原研、動燃事業団がこれにあたっております。ただ、この緊要性に比して、予算措置は十分でないことはまことに遺憾に思います。

もとより、実用規模の濃縮プラントを我国に建設するか否かは、なお流動性に富む海外の諸情勢や、高速増殖炉の実用時期などを十分みきわめた後でなければ云々すべきではありませんが、少なくともその決定は70年代の早い時期において、技術的能力と経済性を見通しを十分検討することが必要であります。

以上に申し述べてまいりました如く、原子力開発は、様々な問題を内蔵しながらも、広く世界の各域にわたって、着実に実用化の方向をたどりつつあります。こうした現実を背景として、米ソ両国によって提案された核拡散防止条約は、今月初旬、43カ国の批准を得て発効いたしました。同条約は、第3条に、発効後2年以内にIAEAが加盟国と保障措置の適用に関する協定を締結するよう規定いたしておりますので、今後はこの規定に基づいて、査察などの具体的保障措置に関する交渉が行なわれることとなります。

政府は初め、産業界の要望、また一般の世論に鑑み、この条約の加盟に慎重でありましたが、発効直後から開始されるこの保障措置交渉への参加の機を逸すれば、我国の意向を反映させることが困難になるという判断に基づいて、先月、同条約に調印いたしました。

この条約に対する産業界の基本的な考え方は、一昨年(1978)の第1回原産年次大会において表明さ

れました核防問題特別委員会の意見と、今日もなお変わっておりません。即ち、この条約には核保有国と非核保有国間の不平等性、原子力平和利用の新たな可能性の芽をつみかねない長期にわたる有効期間、産業活動を阻害する恐れのある保障措置制度など、多くの問題が含まれております。

我国の産業界といたしましては、核の拡散を防ぎ、世界の平和を求めようという条約の趣旨には、もとより異論のあろうはずがありません。然しながら、この核防条約は、それが世界平和に資する現状の度合いに比して、我々、産業界にとって失なうところ大となる可能性があることに対して重大な関心を払わざるを得ません。従って、残された保障措置の制度化の段階で、産業活動を阻害する要因排除に努めるべきであると思ひ、かつ努力しなければならないと思ひます。これがため原産は、加盟関係各国の産業界に訴えるため、使節団を欧米に派遣することを決定しました。この使節団は近く出発し、原子力に関する民間外交に努めることとなります。最後に、アメリカにおける原子力発電所の環境問題に、若干ふれてみたいと存じます。

これまで、アメリカでは火力発電がもたらす大気汚染などの公害問題は大きくとりあげられておりましたが、河川や湖沼周辺の原子力発電所の影響などにつきましては、ほとんど問題とならなかったのであります。然し、一昨年末ごろから、にわか熱影響や放射能基準をめぐる論争が頻発し、上下両院原子力合同委員会や、各種公聴会、あるいは各地の討論集会などでこの問題がとりあげられております。AECは、これらの集會に積極的に参加するなど真正面からこの問題にとりくみ、国民の理解を求めておりますが、問題は少々政治的にも複雑になっておる観があります。

我国の場合は、放射能に対する特殊の国民経験により開発初期の段階から、サイトについては過去10年間、当事者は可成の苦闘を続けて参りました。安全性の追求、熱影響への配慮などには諸外国に見られない周到な努力が払われました。また、一歩進んで温排水の有効利用などについてすでに実験、研究がなされ、近くその企業化の計画さえあり国民の原子力に対する理解は漸やく高まりつつあります。然し、世界的な世論も十分考慮して、地域社会への影響の排除、さらには共存共栄に向って、今後とも万全の努力を払う必要があります。

同時に、原子力開発の重要性と原子力施設の安全性への正しい理解と認識を国民の各層に広く普及することも、この開発にあたる者の使命といえましよう。原産は先年、原子力安全協会の設立に協力し、また昨年はこの普及事業を専門的に行なう機関として、財団法人「日本原子力文化振興財団」を設立し、原子力関係者のみならず広く識者の協力をえて、本問題の解決に努力致しております。

また、これらのことは、高温ガス炉を中心に開発を進めている多目的原子炉の実用にとってもきわめて重要であります。原子炉多目的利用を通じての他産業との共存共栄や、原子力コンビナートによる地域社会への貢献は、多目的炉そのものの安全性が確められ、それが信頼された時、はじめて達成されるであります。

以上、内外の原子力動向を中心に、所感を交えて御報告してまいりましたが、1970年代に入るに先だち強く感じられますことは、我国が開発段階から内蔵してきた数々の問題が実用発展期を前にして、一斉に表面化し、その具体的解決を一つ一つ迫られているということであり、ます。然も、これらの問題は、相互に密接なかかわりあいを持っております。従いまして、これらの解決にあたりましては、全般にわたって均衡と調和のとれた施策を講じて全産業との共栄を目指すことが肝要であると信じます。

## 1970年代における原子力政策

国務大臣  
科学技術庁長官 西田 信一  
原子力委員会委員長

本日、ここに日本原子力産業会議の第3回年次大会が、シーボーク・アメリカ原子力委員会委員長をはじめ海外諸国よりの賓客を迎え、このように盛大に開催されましたことは、わが国の原子力産業が1970年代に大きな飛躍をとげようとしていることを示すものであり、心よりお慶び申し上げる次第であります。

さて、本日は、1970年代のはじめに当り、原子力委員会といたしまして、今後のわが国の原子力の開発、利用がどのように発展し、また、これに対してどのように対処して行く考えであるかといったことについて、少しく私の所見を申し述べさせていただきますことは私としましても大変光栄に存する次第であります。

1970年代を迎えまして、原子力発電につきましては、東海炉に引き続き、わが国初の軽水型商業発電炉である敦賀炉が運転を開始し、万国博に電気を送っていることは皆様よくご承知の通りであります。商業発電炉は、さらに、本年運転を開始する美浜1号炉、福島1号炉をはじめ本年設置の許可を行ないました福島3号炉まですでに合計7基、415万Kwが建設中であり、また電力業界は1978年までに1,600万Kwの建設、運転を行なう計画を進めております。原子力発電の実用化を積極的に進めている電力業界の努力は誠に多とするものでございます。

また、放射線の利用につきましても、昨年度末の統計によりますと、放射線利用事業所数は1,600カ所を越え、従来は大学、研究機関が主体であつたのに比べ、1,600カ所のうち約7割が民間企業と医療機関であり、放射線による非破壊検査や工程管理に使用する厚み計、液面計、また、コバルト-60によるガンの治療などすでに一般化いたしまして、放射線の利用もようやく実用化の段階に入つたと考えられます。

一方、わが国の経済は依然として高度成長を続けております。今後も高い伸び率を続けるものと考えられますが、これにともなうエネルギーの需要も急増することはうたがいのないところであります。このため総合エネルギー政策における原子力の役割は増々重要度を加え、その

早期実用化が望まれており、また公害対策などの面からも原子力エネルギーに大きな期待が持たれているのであります。

以上の如く、わが国の原子力界にとつて、1950年代、60年代が研究開発を中心とした開発基盤の強化の時代であつたのに対し、70年代はこの基盤の上に立つた実用化、産業化の時代であると申さねばなりません。原子力委員会はこのような認識のもとに1967年、原子力開発利用長期計画を改訂し、新しい時代に対応する原子力研究・開発・利用の方針を明らかにしたのでありますが、この方針にしたがい、種々の施策を推進しておるのでございます。

発電用の動力炉の開発につきましては、すでに実用化段階にあるいわゆる在来型炉——当面は軽水型炉が中心になると考えておりますが——この在来型炉の国産化および改良につきましては、民間産業界の努力に期待し、政府としては税制、低利資金の融資など所要の援助を行なう方針であります。一方、将来の動力炉——高速増殖炉、および新型転換炉につきましては、これを自主的に開発することといたしまして、その原型炉までの開発を国のプロジェクトとして推進することとしております。

高速増殖炉につきましては、混合酸化物燃料を使用するナトリウム冷却型のものを1980年代半ばには、これを実用化することを目標に開発を進めており、実験炉を近々着工するとともに、実験炉に引き続き原型炉の建設を行なう計画でございます。また、新型転換炉については重水型炉を70年代の後半に実用化することを目標といたしまして、本年、原型炉の建設に着手するなどその開発は原子力委員会の計画にしたがい、着々と進められておるのでございます。

原子力発電と並んで、原子力の動力源としての利用が期待されている原子力船の開発につきましては、ご案内の通り原子力第1船むつの建造を国のプロジェクトとして進めております。「むつ」は本年定係港に回航して原子炉の搭載を行ない、72年に運航を開始する予定でございます。また第2船以降の実用化に対する推進方策につきましては、原子力委員会に原子力船懇談会を設置し、具体的な検討を行なつているところであります。

これらの国のプロジェクトの実施にあたりましては、それぞれ動力炉・核燃料開発事業団、日本原子力船開発事業団を設立して一元的な責任体制の下に、関係各界の協力を得て開発を進めておりますが、これらの開発につきましては、とくに将来実際にこれらを使用し、あるいは製造にあたる産業界の積極的な意欲とその協力が、その成功の鍵をにぎるものであると確信しております。

原子力関係一般の研究開発につきましては、原子力開発基盤の強化をはかるため各種の基礎的研究を実施しておりますほか、核融合、ウラン濃縮および食品照射の三つをその重要性和緊

急性にかんがみ、原子力特定総合研究として推進しております。核融合につきましては、その将来の動力源としての重要性にかんがみまして、核融合動力炉の開発を長期的な目標に、当面、第一段階の研究を着実に進めております。またウラン濃縮につきましては新年度より新たに特定総合研究として、ウラン濃縮に関する技術的諸問題の解明の見通しを得ることを第一段階の目標として遠心分離法およびガス拡散法について研究開発を進めてまいりたいと思っております。さらに、国民生活に密着した当面の問題として、食品の放射線照射をとりあげ、その実用化の見通しを得ることを目標として研究開発を進めております。これらの特定総合研究は、日本原子力研究所、動力炉・核燃料開発事業団、理化学研究所、国立試験研究機関を中心に、大学、民間の協力を得て実施しております。

また新しい分野への発展といたしまして、新年度より中性子によるガンの治療の研究を開始することといたしました。従来、コバルト-60などによる放射線治療は、すでに実用化の段階にいたっておりますが、速中性子線による治療がさらにその効果が期待できることが明らかになりましたので、放射線医学総合研究所におきましてその基礎的研究を開始するとともに、この研究に使用するため医療用サイクロトロン建設を行なうことといたしましたのでございます。

また、原子力発電、原子力船に引き続く、原子炉のエネルギー源としての利用分野の拡大をはかるために、原子炉の多目的利用につきましても、今後原子力委員会において検討を行ない、所要の施策を打出してまいる所存であります。

70年代の原子力発電の本格的実用化の時期を迎えて、核燃料対策の推進が今後の重要な課題であることは申すまでもございません。核燃料の需要は、新型転換炉の実用化により核燃料需要量の大幅な節約をはかることを考慮しても、原子力発電に必要な天然ウランの所要量は、 $U_3O_8$ にして1985年までの累積所要量は約9万トン、また濃縮ウランの所要量も分離作業量として1985年において年間5,000トン以上と試算されております。

原子力委員会は原則として、これらの核燃料の確保等の核燃料対策の推進は民間が主体となつて行なうものであるとの方針であります。核燃料サイクルの確立がエネルギーの安定供給の観点より、きわめて重要であるとの認識から、これを推進するために種々の施策を行なっております。ウラン資源の確保につきましては、動力炉・核燃料開発事業団が国内ウラン資源の把握につとめてまいりましたが、ご案内のとおり国内資源に大きな期待は持てません。わが国としてはウラン資源を海外に依存せざるを得ない状況であります。このためウラン鉱石の長期買付けなどにより確保するほか、海外における探鉱開発を推進する必要があると考える次第であります。これらの対策は原則として民間企業を中心として推進することといたしておりますが、

とくに海外におけるウラン資源の探鉱開発につきまして、低利資金の融資、探鉱補助などの助成を行なうほか、動力炉・核燃料開発事業団が基礎的な調査を実施しており、一層その強化につとめたいと考えしております。また濃縮ウランについては、当面、日米原子力協定により所要量を確保する方針であり、昨日行ないました第2回日米原子力会談におきまして、この問題について話し合いが行なわれ、濃縮ウランの供給量の増加について合意に達したのであります。しかしながら、将来の需要の増加を考慮すると国内において経済的にウラン濃縮が行なわれることができれば望ましいと考えられるので、前述の通り、その技術的解明の見通しを得ることを第一段階の目標として特定総合研究を進めてまいりたいと考えております。使用済核燃料の再処理につきましては、国内における核燃料サイクルの確立の観点より、その先駆的役割をはかるために、第1工場につきましては動力炉・核燃料開発事業団に建設せしめることとし、将来第2工場以降については民間に再処理工場の建設、運営を期待することといたしております。動力炉・核燃料開発事業団の建設する第1工場につきましては、関係者の協力をいただきまして、本年中に着工できるものと考えております。

産業化の時代を迎え、もう一つの重要な課題は、原子力技術者の養成の問題であると思えます。昨年度の原子力局の実態調査によりますと、わが国の原子力関係科学技術者の数は約11,000人であり、このうち放射線利用関係技術者が6,000人を占めております。この数は70年代の原子力開発利用の急激な発展には、必ずしも十分とはいえない実情であり、今後官民協力してさらに原子力関係科学技術者の養成をはかることがきわめて必要であると考えております。

以上の如く、1960年代までは原子力開発利用の基盤強化であり、主として国が中心となり開発を進めてきたわけでありましたが、70年代は、この基盤の上に立つて、いよいよ民間産業界が主となつて開発利用を推進すべき時代に入ったものと考えております。もちろん、これは国のなすべき業務が減少することを意味するものではなく、新しい発展期を迎え、わが国の原子力開発利用の健全な発展のために、民間産業界が自主的かつ積極的に実施すべき分野が増加するとともに、国の果すべき役割も増々重要となりつつあり、動力炉の開発をはじめ種々の施策を強力に推進して行く所存であります。この観点から、新年度の予算も前年度に比して33%の増加を示しており、これらを実施するために必要な資金は確保されております。これらの施策の実施にあたっては、産業界の密接な協力が必要であるということを私は強調したいのであります。

次に核兵器不拡散条約の問題について一言申し上げたいと思えます。政府は本年2月核兵器

不拡散条約に調印致しましたが、これは世界の平和維持のために必要な措置であると考えております。しかしながら、政府声明にも明瞭に申しておりますとおり、国際原子力機関の行なう保障措置の実施にあつては、今後著しい発展が期待されるわが国の原子力産業の活動を阻害しないような配慮がなされることが必要であり、政府がこの方針にもとづいて努力を行なっておりますことはご承知の通りであります。産業界におかれましても保障措置簡素化のため技術開発など積極的な努力をお願い致したいと思います。

最後に、国際協力の問題について申し上げます。わが国はアメリカ、イギリスおよびカナダとの間に、それぞれ原子力協定を締結しているほか、関係諸国との間に今後とも積極的な国際協力を進めてまいりたいと考えております。実は、昨日の第2回日米原子力会談におきましても、シーボーク委員長をはじめ、アメリカ原子力委員会の方々と原子力平和利用に関する広範な問題について意見の交換が行なわれ、濃縮ウランの供給、保障措置技術の交換など、具体的な検討まで行きましたことは、大変有意義でございました。わが国は原子力開発に遅れてスタートしたため、従来は技術情報の交換などについても、主として各国の好意と援助を受ける立場でありましたが、70年代は自主開発の成果がみのり対等の立場での国際協力を行ない、世界の原子力平和利用の推進に貢献することができるであろうと信じてうたがわれない次第であります。

以上簡単であります。70年代に対処する原子力委員会の考え方を申し述べたわけでございます。わが国の原子力産業の発展を期待いたしまして私の話を終りたいと思います。

## 原子力エネルギーの世界的展望

アメリカ原子力委員会

委員長 グレン T・シーボーグ

日本原子力産業会議のみなさまにお話する機会を与えられましたことは、私の光栄とするところであります。

今回は私にとって二度目の日本訪問であり、また、日本原子力産業会議のみなさまにお話するようお招きをいただきましたのも、これが二度目であります。私が初めて日本を訪れましたのは1965年ですが、それ以来、日本でも世界の他の国々でも、原子力の分野で大きな変化がみられました。

とりわけ日本では、原子力の面で数々の顕著な進展がみられました。それらの進展は、私の前回の訪問以来、日本が続けてきたすばらしい産業発展の全容を示し、その縮図を成しております。今週、私は、大阪で開かれている万国博と、その近くにある二つの原子力発電所を訪れました。印象的な博覧会と発電所が互いに近接して存在していることには、明白かつ重要な象徴的意味が含まれていると思います。あのすばらしい万国博が実証すると同時に予言しているようなめざましい産業と技術の進歩は、低廉、豊富、安全で、信頼できる電力なしには、まず起こりえません。他の多くの国の場合と同様、日本にとつても、そのような電力の供給を確保するには、原子力の広範な利用が必要である、と私は信じております。

先ほど申しあげましたように、私が1965年に日本を訪れたとき以来、エネルギー源としての原子力の全世界的な地位と見通しは大きく変わっております。私はこのお話で、これらの変化を回顧し、歴史的な——つまり、いまなおわれわれの胸を躍らせる、いまなお新しい科学・技術部門の短い歴史という意味で歴史的な——展望のなかで、それらの変化の位置づけをしてみようと思います。

1966年、イギリス原子力学会で年次講演を行なう光栄に浴したとき、私は「原子力——ジュネーブから2年後」という演題を選びました。「原子力の世界的展望」と題する、きょうの私のお話は、多くの点で、そのときの講演の改訂版ともいべきものであります。

### 1. 世界のエネルギー需要

1966年の講演で、私は、世界のエネルギー需要、とくに電力需要の劇的な増大が、世

界の多くの地域における人口の爆発的増加と、1人当たりエネルギー消費量の急速な増大という二つの同時に作用する強い要因によるものであることを指摘いたしました。1966年以來の出来事は、これらの需要のうち原子力の占める部分についての私の予想をいかなる形でも縮小すべきではないことを示唆しているのみならず、むしろ、1966年以來の新たな証拠は、以前の推定よりも急速な、限界に近い成長を指向していると思います。たとえば、日本の場合、中央電力協議会が1969年12月16日に発表した予想では、1980年末までに設置済みの原子力発電設備の発電量を約2,200万Kwと見積つていました。

開発途上諸国、とくに西太平洋地域の日本の近隣諸国の一部を含む数カ国では、発電量がめざましく伸びております。たとえば、韓国では、設置済み発電設備の発電容量が、1962年の434,000Kwから、1967年の917,000Kwへと増大し、同期間における電力販売量の平均年間成長率は20%を越えました。同じように、タイ、中華民国その他でも、急速な拡大が起こっております。

これらの発展途上諸国の発電量のこうした高い増加率は、低い基準をもとにしたものであり、また彼らの発電量の総計は世界の総発電量と比べればまだ微々たるものではありませんが、これらの数字は、自立的な経済発展を遂げる発展途上諸国の需要と生産がいかに急増しうるかを実証している点で重要であります。

そこで、要するに、きょう私がお話ししたい変革は、将来のエネルギー需要についてのわれわれの推定よりは、むしろこの新しいエネルギーを生み出すとみられる種々の源泉に影響を及ぼす——とりわけ短期間に——かもしれない諸要因に関連したものであります。

## 2 最近の原子力発電利用

楽観と悲観の時期は定期的に入れ代わるといのが、原子力発電業界について一般に認められた事実となつております。しかし、私は、全般的にいつて、悲観よりも楽観の方が実情により近いと考えております。

多くの人々は、1958年のジュネーブ会議の報告に悲観したことを記憶しているはずです。この報告は、経済的な原子力発電をいまにも達成できるという気の早い見解（主に資格ある専門家以外の人がいだいた見解）が実現せず、最初の原型原子力設備の建設が予定よりも大幅に遅れ、費用負けしているというものであります。

しかし、1964年のジュネーブ会議で、情勢は再び変わりました。アメリカでは、二つの画期的な出来事が起こつたのです。メーカーは、大型化した新種類の軽水炉を供給し、電力会社は政府の援助をまったく受けずに、純粋な商業ベースでこれらの原子炉を発注し

始めました。なぜなら、この軽水炉は、石炭や石油を燃料として競合する発電設備より経済的に有利に見えたからであります。その結果私を団長とするアメリカ代表団は、1964年のジュネーブ会議で、原子力発電に「経済的突破口」が開かれたと言明いたしました。そして、このような楽観論は他の一流工業諸国の間でも共感をよんだのであります。

私がイギリス原子力学会で演説した1966年には、楽観、悲観の循環で楽観の頂点に達しておりました。アメリカの原子力発電設備の販売量は、同年の新火力発電の全発注量の半分近くに達しました。イギリスはAGRによる新たな500万Kw発電計画を推進することを決定し、フランスはその最初の大型ガス冷却炉であるシノン所在の発電容量48万KwのEDF-III発電施設を建設していました。

それ以後、当時の楽観論にある程度水をさすような種々の出来事が起きたことは周知の事実であります。これらの出来事のうち、あるものは業界内部の問題で、コスト、工程表、新しい種類の設備の建設経験などにかかわるもので、あるものは業界外部の問題で、金利、一般物価上昇などに関するものであります。

私の同僚のラーソン委員はアメリカの計画をより詳細に説明することになっておりますが、私はアメリカの原子力発電の見通しに影響を与える一般的な諸要因を明らかにしてみたいと思います。なぜなら、これらの要因は、他の諸国の傾向を示しているからであり、また世界最大の原子力発電計画をもつアメリカで起きる事柄は、必然的に他の諸国で起きる事柄に影響を及ぼすからであります。

1966年以後、アメリカ国内で起きた最も明白な変化は、1967年の当たり年のあと、原子力発電設備の販売ペースが急激に落ちたこととあります。これは二つの要因、すなわちアメリカの電力業界全体の新設備購入が激減したことと、1969年に原子力発電設備の市場占拠率が低下したことによるものであります。全発電容量2,600万Kw近くの原子力発電設備が発注された1967年における発電設備の全発注量は、約5,400万Kwでありました。1968年に全発注量は、3,800万Kwに減り、うち1,560万Kwが原子力発電設備の発注でありました。1969年、アメリカ国内で常に周期的な増減をたどつた発電設備の全販売量は3,300万Kwに達しましたが、原子力発電設備の販売は700万Kw余りに過ぎませんでした。しかし、1970年1月だけでも、原子力発電設備の販売は1969年中の原子力発電設備の全販売量の半分以上に達しました。

過去2年間の販売が減少したにもかかわらず、今日までにアメリカ国内で建設契約が結ばれた原子力発電設備容量は8,000万Kw近くに達しておりますが、これは1967年の原

子力委員会の予測に合致するとともに、1980年までにアメリカ国内に建設される原子力発電設備の容量は1億5,000万Kwに達するという同委員会の予想が実現すると信じる根拠をわれわれに与えております。

アメリカ以外の国については、原子力発電設備の発注は、さまざまな複雑な理由から、1964～67年アメリカで見られたような急増を示しませんでした。その結果、他の諸国における原子力発電の利用は、アメリカよりはるかに着実かつ定常的に増加し、現在健全な増加をたどっております。その理由については、のちほどより詳細に述べるつもりですが、これは肝要な事実で、アメリカ国内外の原子力発電の見通しが依然としてきわめて明るい、とわれわれが信じる重要な要因となつております。要するに、内外の原子炉市場が引き続き好調であるということは、コストの増大にもかかわらず、原子力発電の「競争的」地位が依然として強固であることを示すものであります。

### 3. コストの増大

アメリカ国内の原子力発電上の出来事に関する第2の事実は、原子力発電設備の建設費が増大したことであります。これは程度の差こそあれ、他の諸国も経験している変化であります。

1966年には1Kw当たり100ドルという安価な原子力発電設備価格が報じられました。一例をあげると、この価格は同一の得意先への在来設備の入札価格を下回るものでした。今日、アメリカの業界と政府は、アメリカ国内の大型原子力発電設備の建設費を1Kw当たり200ドルないし240ドルと見積つております。これは大幅な上昇であり、さらにこれを分析すると、いくつかの重要な点が明らかとなります。

アメリカが1966年以来かなり大幅なインフレに見舞われてきたことは周知の通りであります。アメリカ国内の工業建設費は、実際工業物価水準以上にいちじるしく増大しました。このことは、1969年12月の建設費指数が1966年平均の130%——工業卸売物価指数は110%——に達した事実によつて実証されております。

この期間に、原子力発電設備の設計は、引き続き高度に多様化され、多数のメーカーで生産されるようになりました。アメリカにおける金利は、歴史上最高の利率に達し、現在はやや下降し始めているかもしれませんが、この高金利も、建設中の利子コストを急増させました。昨年秋、AECが行なつた調査によると、1967年に1Kw130ドルと見積られていた大規模な原子力発電設備の総建設コストは、どのような金利上昇を仮定するかによつて異なりますが、1Kw220ドルないし240ドルの範囲に上昇することが見込まれま

す。もちろん、原子力発電設備の正確なコストは、特定の設備に対する入札の結果だけで決定されるものではなく、最近のいくつかの入札は、この範囲をやや下回る価格で成約しております。

しかし、重要なのは、1967年初めから1969年半ばまでに原子力発電の蒸気供給システムの直接コストは1Kw 33ドルから40ドルへと上かつたにすぎないという点であります。その結果、原子力発電設備一式の総コストのうち蒸気供給システムの占める部分は、1967年から1969年までの間に25%から17%へと減りました。

これらの事実は、原子力発電設備の設計の一層の画一化が進み、金利が下がり、現場建設コストが安定し、また設備建設業者が機器製造業によつてすでに達成されている水準に匹敵する程度の経験を積むにつれて、原子力発電設備コストは、再び競争的立場を強め始めるものと期待してよい十分な理由があるという点で、重要な意味をもっております。

#### 4. 火力発電設備とのコストの比較

通常発電設備コストを増大させてきた諸要因の大部分は、原子力発電コストをも上昇させてきました。そのうえ、原子力発電設備のコストは、建設期間が長いこと、認可手続きが厳しいこと、原子力発電設備に関連した品質保証度が高いこと、などの要因によつても上昇してきました。それにもかかわらず、現在の条件のもとで、アメリカにおける原子力発電設備のコストは、石炭だき発電設備よりも1Kw当たり30ドルないし40ドル高いにすぎません。これはAECの見積りではなく、双方の型の発電設備用機器を供給している製造業者の見積りであります。現在の資本コスト差は、原子力発電にとつて1Kwh当たり約0.6ミルないし0.8ミルの不利に相当し、原子力発電設備が経済的に競争できるようにするためには、この不利を、低い燃料コストによつて克服しなければなりません。

原子力発電設備の資本コストとは対照的に、核燃料コストは1966年以来、恒常ドル価格を基礎とした場合、低下してきました。1Kwh当たりのミル数で表わされるこのコスト低下は、燃料の性能の改善によるものであります。再加工費、インベントリー・コスト、プルトニウム・クレジットを含めて、今日予想される軽水炉の核燃料サイクルコストは1Kwh 当たり約1.7ミルになるであります。

これらすべての要因の総合的結果として、アメリカにおける現在の諸条件のもとでは、今日注文されている原子力発電設備は、石炭価格が百万Btu当たり28セントないし30セントであるとき、石炭と競争できます。これは、アメリカの多くの地域で当てはまる条件であります。すでに言及した金利と建設コストが全国的に高いことなど、アメリカにお

いて目下のところ不利な諸要因があり、アメリカと同程度の条件が他の諸国にも存在するとは思われません。これは、原子力発電設備市場がアメリカ国内よりも国外のほうで比較的強調であることの理由の一つであると思いますが、その点については、あとでもう少し詳しく説明したいと思います。

#### 5. 建設スケジュール

原子力経済の現状の上で、もう一つ不利な要因は、建設スケジュールのそれです。1964～67年の期間に通常・原子力両発電設備とも注文が殺到した結果、アメリカのタービン発電機製造能力は受注過剰となり、同期間の後半に発注された原子力発電設備の建設予定期間は、商業発電用のものについては約6年に延長されました。そのうえ、「はじめて」の設計、構成上の問題がいろいろと生じた結果、二代目の発電設備の一部を完成する上で遅延が起きました。これらの要因は、建設中の間接費および利子を増大させることによつて、発電設備コストに不利な影響を及ぼしただけではなく、一部の電力会社の間に、新しい原子力発電設備の発注を延期し、当面のギャップを通常設備で埋め合わせるという、無理からぬ傾向を生じさせました。しかし、これらの要因は明らかに一時的なものであり、そのことは、日本原子力発電会社敦賀発電所の発電炉を41カ月で臨界に達させた日本の顕著な経験によつても実証されております。

#### 6. 発電設備の性能

さて次に、現在の原子力発電事情の上で決定的にプラスになつている要因——最も重要であると私が信じている要因——について述べたいと思います。その要因とは、いまや完成し、本格的稼動にはいつている大型の二代目原子力発電設備のことです。

詳細の説明はラーソン委員に譲ることにしますが、これらの発電設備を運用している電力会社は、例外なく、その原子力蒸気供給システムを、それらの会社のシステムの上で最も信頼できるボイラーだと考え、その性能についてきわめて満足していると報告しておりますことを、私のきょうのお話と関連して述べておきたいと思います。

高度の信頼性をもつ無形の価値は、それに帰せられるドルとセントで表わされるいかなる信用をも超越するものであり、この価値は、いくら過大評価しても足りないくらいであります。この要因は、これらのごく最近の原子力発電設備の確固たる基礎となつている軽水炉での経験の長期の背景に照らして見た場合驚くにあたりませんが、原子力発電の長期の見通しはもとより、短期の見通しについても、われわれが楽観的な考えをいっている基本的理由の一つとなつております。事実、これらの原子力発電設備のすぐれた性能が一

般に認識されて、アメリカの電力会社による大規模原子力発電設備発注の第2ラウンドへの刺激となりそうであり、そうした発注は来年始まるものと私は予想しております。

## 7. アメリカ以外の市場

1966年末までに、海外で運転中、または海外より発注済みの米国型軽水炉システムの出力は約400万Kwに達しました。現在、総出力1,800万Kw以上にのぼる35基以上のこの種の発電設備が運転中、建設中、またはすでに行なわれた入札に基づいて近く発注されることになっております。1966年以来、炉開発国以外では重水減速炉1基——ガス冷却炉の発注はない——が発注されたのみであります。以前にはガス冷却天然ウラン・システムに依存していたフランスは、新たに軽水炉システムを備える意図を発表しました。このような傾向は、全部といわないまでも、ほとんどが財政的理由、またはその他の事情によるもので、軽水炉システムが経済的な電力源であるという結論を裏付けていると思います。

軽水炉システムは、現在日本を含む7カ国において国内用および輸出用に建設中、または受注中であります。日本は最近、メキシコからの出力60万Kwの原子力発電設備の引き合いに応じて、初めて国際入札を行ないました。われわれアメリカ国民は、互恵的な競争的国際貿易の恩恵をかねてから支持しており、この観点からも、こうした売買を歓迎するものであります。

原子力発電の当面の需要は、もちろん先進諸国のほうがはるかに大きいのですが、すでに述べましたように、原子力発電の世界市場は、工業諸国と発展途上諸国とを問わず、ひとしく増大しております。

日本は、1985年までに、4,000万Kwの原子力発電を達成しようと計画していますが、もしこれが実現すれば、同年における出力は、アメリカ国に次いで世界第2の原子力発電となるでございましょう。日本原子力産業会議のみさまは、このことを誇りとすべきであると思います。もちろん、われわれアメリカ国民は、選択できる現在のさまざまな原子力発電システムの中で、軽水炉が信頼性と経済性でまさるといふ魅力ある特色をもつていてと考えておりますが、日本が慎重な研究を通じて、このわれわれの考えを確認されたことを喜んでおります。日本の電力業界指導者の方々の多くは、日本の実際の計画が現在予想されている4,000万Kwを大幅に上回ると確信しておられると聞いていますが、もしそれが事実となつたならば、日本は1985年までにイギリス、ドイツ両国——両国については、われわれは日本自身の4,000万Kw計画にきわめて近い能力を現在予想しております——をりょうがし、原子力発電容量の点で世界第2位となることはほとんど確実だと思います。

次に、他の工業諸国の原子力発電計画のうち主だつたものについて簡単に述べてみたいと思います。去る1月、私が訪れた西ドイツは、独自の原子力発電研究を10年ほど前に開始したばかりであります。現在原子力発電分野で確固たる地位を占めているといつても過言ではないでしょう。西ドイツは原子力時代へと全速力で進み続けております。今日、総出力65万Kwの三つの発電施設が運転中であり、五つの発電施設が建設中、または発注されており、他の八つが計画段階にあります。原子力発電に関する公式の見積りでは、1980年までに総出力2,500万Kwの設備能力を備えることになっておりますが、これは同年のドイツの全予想発電能力の25%に当たります。ドイツの原子力発電設備は、主に国内筋から供給され、建設されてきました。ドイツのある輸出会社は、世界の他の諸国へ原子力発電設備を輸出しております。

イギリスは現在、総出力400万Kwの11の原子力発電設備をもっており、ほかに総出力600万Kw余の五つの設備を建設中であります。今までのところ、イギリスの原子力発電設備は全体として、他のどの国の原子力発電設備よりも多くのキロワット時の電力を生産してきました。イギリス最初の本格的な改良型ガス冷却炉は、1971年ないし72年に運転の運びとなる見込みであります。

私は、最近行なわれたおそらく最も重要な原子力発電上の決定、すなわちその原子力発電計画を軽水炉の方向に転換するというフランスの決定にすでに言及しました。

ソ連も、自らの発電システムのための原子力発電設備を建設するとともに、原子力発電設備と燃料濃縮サービスを他国に提供するための拡大計画をもっています。ソ連は黒鉛減速炉にも関心をもち、液体金属冷却高速増殖炉開発のための積極的な計画をもっておりますが、民間の原子力発電所では軽水炉に重点を置いてきました。ソ連は、総出力約90万Kwの原子力発電設備を運転しているほか、私がいま述べた種類の新たな設備を建設中あります。

昨年私はチェコのボフニスに建設中の原子力発電所を訪れ、チェコの原子力発電開発計画についてチェコ当局と話し合いました。その後私は、ルーマニアの原子力発電計画について、チャウシエクス大統領その他ルーマニアの当局者と話し合いました。両国の計画は、いずれも大型原子力発電設備の早期建設をもくろんでおります。

現在自らの原子力発電計画を本格的に推進し、国際市場への売り込みに努力している諸国の中にはスウェーデンがありますが、同国は6基の国内用原子炉を建設中または発注しております。

同じく最近私が訪れたスペインでは、運転中の原子力発電設備一つと建設中の二つの設備のほか、4基の大型原子炉の建設を目的としためざましい計画が遂行されています。

イタリアは商業スケールで原子力発電施設を運転しており、このシステムの大規模な拡充計画に着手しております。

ベルギーは、デールとチハンゲで商業用原子力発電設備の建設に着手しています。

いかなる国でも、最初の原子力発電計画をどのようにして進めるかによつて、その影響はきわめて重要なものとなります。1969年、インドに建設された出力38万Kwの沸騰水型炉発電所は、開発途上にある同国の急速に増大する電力需要の充足に貢献し始めました。開発途上国では世界最初のこの原子力発電所は、いまや全面的な商業運転にはいつており、非常によい成績をあげております。われわれアメリカ人は——そしてインドにおけるわれわれの仲間たちも同じだと思いますが——複雑なシステムを運用できるようになるために必要な慎重な措置をとりさえすれば、原子力発電が開発途上諸国にとつても可能であることを実証している点で、インドのこの原子力発電設備をとくに重要視しています。

過去1年間に最初の本格的な原子力発電施設を発注した国々には、オランダやフィンランドだけでなく、韓国や台湾も含まれております。ポルトガルとノルウェーも、それらの国の運用状況を見た上で、原子力発電設備を建設する計画を立てております。メキシコ、オーストリア、オーストラリア、南アフリカでは、初期の商業用原子力発電設備計画がすでにかたまつており、それらの国のすべてが、広く世界的に入札を勧誘したり、あるいは今後勧誘しようとしています。中南米では、アルゼンチンが同国最初の原子力発電設備であり、ブラジルも原子力発電計画を進めており、東南アジアでは、タイが計画中であります。そのほか、現在の時点で原子力発電に関心をもっている国には、ギリシャ、トルコ、フィリピン、イランなどがあります。1980年に原子力発電設備を運転している国の数は30を越えるものと、われわれは予想しております。

私は、日本訪問のあと、韓国、フィリピン、イランに初めて立ち寄り、それらの国の原子力施設を視察したり、原子力発電事情について話し合つたりしたいと思つております。これらの訪問を終えると、私は、きょうのお話のなかで私がその原子力発電計画への関心についでご紹介ないし言及した25カ国のうち、1カ国を除いて全部を訪れたことになりました。これらの国における進展を視察し、原子力関係科学者、技術者、当局者の多くと会談する機会を、私はいつもたのしみにしてきました。

アメリカ以外における軽水炉の出力の総計は、1980年末までに、米国の3分の2に相

当する1億 Kwに達するものと、われわれは予想しています。それ以後、国外における出力の増加率は、世界の発電容量全体（ソ連圏諸国と中共を除く）のうちアメリカの占める割合——現在約44%——が小さくなるにつれて、アメリカにおける増加率を上回り始めることになるであります。

アメリカ連邦電力委員会スタッフの推定によりますと、アメリカの発電容量は、1990年までに12億5,000万 Kwを越えるであります。その時には、原子力発電部門は総計5億 Kwに達している見込みであり、それ以後、アメリカで増設される発電設備は大部分原子力発電設備となるものと思います。アメリカ以外における原子力発電の利用度は、平均してこれより多少低いかもしれませんが。というのは、その時点においても、一部の発電システムは原子力発電を全面的に利用するには小規模過ぎるでありますし、また、一部の地域では石炭、重油などの燃料を使用するほうが、入手とコストの点でいぜん有利であろうと思われるからであります。しかし、全部ではないにしても大部分の工業諸国——とりわけ日本——では、アメリカと大体同じような事情になるであろうと思います。

私は、各国の原子力平和利用計画について——適当な場合には各国の原子力発電利用案についても——話し合うため、1961年以来、合計50以上の国を訪れてきました。私の個人的観察と、以上に要約した具体的諸事実とをつき合わせて見て、アメリカ国内でも国外でも、原子力発電は主要なエネルギー源の一つとしての地位を確立しつつあると私は確信しております。

#### 8. 需要上の新しい要因

実際、私が以上に述べたいろいろな予想は控え目なものであると思います。それらの予想は、長期の経験から導き出された電力需要ののびに基づいております。経済性の改善あるいは電力に対する大きな新需要は、この成長率をいちじるしく加速する可能性があります。たとえば、起こりうると思われるそうした新しい需要の一つは、海水脱塩であります。

われわれアメリカ人の多くは、大規模な原子力脱塩設備の長期的な見通しに大きな期待を寄せてきました。われわれは、ある状況下では、こうした設備が、総合的な原子力発電産業複合施設——私は便宜上、これを「ニュープレックス」と呼んでいます——においてエネルギーを集約的に使う電気化学工場と関連して建設されうることを想見しております。当然のことながら、われわれは、原子力脱塩設備を、まず第一に世界の乾燥地帯——たとえば、地中海沿岸、アメリカ南西部の砂ばくおよびそれと近接するメキシコの一部地域——

と結びつけて考えてきました。

さらに最近、日本原子力産業会議が行なつた積極的な調査の結果、原子力脱塩の最初の大規模な応用は、かつて豊富であつた水資源がいまでは足りなくなつている世界の高度に工業化の進んだ諸地域の一部で実現しうる可能性に、われわれは注目しております。たとえば、アメリカでは、ロサンゼルスとニューヨーク市の水の必要量を満たすのに、海水脱塩を利用できるかどうかということが、真剣に研究されております。

大規模な海水脱塩は、水の価値が、脱塩された水の初期の特長となる比較的の高いコストをつぐない得るような人口密度の高い工業地域、おそらくこの日本などで、最初に利用される可能性がある、と私は現在信じています。こうした発展は、当面の、そして局地的な重要性をもつばかりでなく、究極的には、脱塩された水のコストを、従来から水不足に悩まされてきた世界の諸地域でこの方法が広範に利用されるようなレベルにまで引き下げる技術改良過程の上で重要な一步となるであります。そうなるにつれて、原子力発電の利用は、われわれの最も楽観的な推定をもはるかに越えて増大することになるかもしれません。

## 9. 世界の核燃料資源

原子力発電需要の驚くべき増大について、私は予想を述べましたが、この結果、「われわれは果してこの需要を満たすのに十分な燃料資源をもっているのだろうか」という疑問を当然提起します。

これに対する答えは肯定的だと私は思います。第一に、アメリカおよび世界の他の諸国で実施されている大規模なウラン探鉱計画は、積極的な探鉱活動の結果、新しいウラン資源が発見されるであろうという、われわれのかねてからの考えを裏書きしています。例えば、1969年だけでも全体で深さ3,000万フィート近くに達する75,600の穴を掘つたアメリカの大規模な探鉱努力の結果、1ポンド当たり8ドルで採掘できるアメリカの推定ウラン資源は1969年に16万トンから20万トンに増えました。この探鉱ブームの成果の全容はまだ明らかではありませんが、おそらくさらにいつそう大きいものであると思われれます。

第二に、みなさまもよくご存じのように、1980年代以後における増殖炉の導入は、究極的に年間ウラン需要を減少させる効果をもつであります。同時に、そしてこれはさらに重要なことではありますが、この導入は原子力発電のコストに占めるウランのコストの割り合いが下り、大した経済的不利益をとまわずに、現在よりもはるかにコストの高い

ウランを使用できるようになるでしょう。

今日の低コスト・ウランの主要源は、アメリカのほかカナダ、南アフリカ、フランスにあります。フランスはつい最近供給国として登場し、自国内の生産のほか、ガボン、ニジェール、中央アフリカ共和国の製品を輸出しています。これらの国は、1970年代に重要なウラン供給国となるでありましょう。他の諸国もウラン資源を開発して、今後の大規模な市場で同じく供給国となりうるでしょう。

世界の多くの地域で探鉱努力が強化されており、新たな低コスト・ウラン資源が開発される公算は大です。南西アフリカとオーストラリアで、重要な新発見が行なわれたことが報じられています。

からみ合ったすべての需要供給要因を検討してみますと、今日ウランは——生産者の立場から見た場合——再び供給過剰となり、価格が弱ふくみとなつています。こういつたからといって、別に私は将来の供給について楽観視しているわけではありません。もし、予想される長期的な世界の需要を満たそうとするならば、効果的な探鉱が引き続き高水準で続くことが必要であります。

日本自身も、原子力発電設備用ウランを今後大量に必要としています。日本の国内低コスト・ウラン資源は明らかに限られていますので、日本の需要の一部は、とりわけカナダとの長期供給契約を通じてまかなわれています。この種の契約は、必要な場合追加的な供給と生産能力の開発を保証する安定力であります。国内はもちろん、一般に外国の諸機関と協力して世界の他の多くの地域で行なっている日本の探鉱努力は、世界のウラン資源の開発を助長するがゆえに称賛すべきものであります。

今日、非共産主義世界の低コスト・ウラン埋蔵量は、 $U_3O_8$  100万トン近くと推定されますが、これは今後10年間以上の核燃料需要を満たしてゆくのには十分な量であります。1980年代に増殖炉が導入され、この型の原子炉が生産するプルトニウムが新核分裂燃料としてリサイクルされてからのちのある時点では、ウランの年間需要は横ばいとなると思われれます。それまでの需要増大期間中は、必要な場合、周知の高コスト・ウラン資源を利用できます。しかし、過去2～3年間の探鉱の成果と、存在するかもしれない新たな資源についての最新の資料に基づく推定によれば、ウラン価格の急騰が起こりそうもないことを暗示しています。

1966年のイギリス原子力学会における演説で、私は、もし天然ウランのコストが1ポンド当たり8ドルから16ドルと2倍になつたならば、軽水炉の発電コストは、1Kwh当

たり1/2ミル増えることを指摘しました。もちろん、これは好ましくない見通しであり、確かにわれわれは、そうした事態が起こることを期待していませんが、この数字は、ウランのコストの大幅で、まったくありそうもない増加の結果さえも、許容できることを示した点で有益であります。これに反して、もし石炭、石油などの燃料価格が、例えば百万B T U当たり30セントの一般水準から百万B T U当たり56セントへと20%増えただけでも、発電コストは1Kwh当たり1/2ミル増えます。

核燃料供給問題のもう一つは、あらゆる需要を満たすのに十分な濃縮施設があるかどうかであります。私は、アメリカがすでにその点で大きな能力を備えている事実と、随時新たな需要に対処するための追加施設が建設されるであろうという私の確信とを、何回となく述べてきました。

最近アメリカ国内では、アメリカの濃縮施設の将来の運営上とるべきアプローチが広範に論議されてきました。この問題はアメリカだけでなく、アメリカの濃縮ウランを使用するすべての国にとって正当な関心事であります。この機会に私はみなさまに対して、組織、運営手段がどのように決定しようと、濃縮ウランを海外へ供給するというアメリカのすべての公約が履行されることを保証したいと思います。

アメリカの現存濃縮施設の将来の運営手段を検討するほか、1980年頃、これらの施設が濃縮ウランの増大する市場によつて完全に吸収された場合におけるこれらの施設の拡大を検討することは時期尚早ではありません。

こうした拡大の検討は、正当な関心事ではありますが、同時にわれわれは、今後長年にわたつて十分な濃縮能力が存在するということは、濃縮ウランの供給上、電力の供給自体を含めた他の重要な産業にはめつたに見られない幸運な事態であるという事実を見のがしてはなりません。

アメリカがこの能力をもっているということは、濃縮ウランを使用するすべての国が、この物質に対する長期的需要に対処するとともに、非常に高価につく早まつた軽率な措置をとることを避けるため、独自の事前対策を慎重に講じることを可能にしております。

#### 10. 改良型原子炉の開発

世界のウラン資源が十分かどうかについての重要な仮定は、燃料利用効率が大いに改良された原子炉が、今世紀中に開発され、導入されるだろうということであり、1966年には、アメリカおよび世界各国の原子炉開発計画は、改良型転換炉または「増殖炉に近いもの」と、正味の転換率が一よりも大きい真の増殖炉の双方に主要な努力を傾けていま

した。

1966年以後、改良型転換炉の開発をめざす努力は縮小され、最も有望な型のうちのごく少数のものに努力の焦点がしぼられてきました。それと同時に、最も世界的な原子炉開発努力は、液体金属を冷却材として使うブルトニウム高速中性子型増殖炉の開発に重点的に向けられるようになりました。

アメリカその他の国で、改良型転換炉の開発計画の範囲と規模が縮小されたことは、一つには、予算上の圧力——多くの国家的必要を満たすために、使用しうる資金を獲得しようとする激しい競争——によるものでありました。しかし、この要因を乗り越え、真の増殖炉をめざす集中的努力が行なわれ、これに従来以上に明確な重点が不可避的に置かれたと私は思います。真の増殖炉の燃料効率、効率的な転換炉から得られる燃料効率よりはるかに大きいのです。われわれは、1ポンドのウランから得られるエネルギー量を、たとえば現在の軽水炉の水準から重水減速炉の水準へ転換率を向上させることによつて倍増することができますが、真の増殖へ進むことによつて、1ポンドのウランから得られるエネルギー量を25倍またはそれ以上にもふやすことができるのです。

増殖炉が関心のまゝとなり、長い目で見た場合、不可欠とさえ思われるのは、燃料効率上のこのようにめざましい向上によるものであります。燃料効率のこの大幅な向上の必然的結果は、すでに指摘したように、燃料コストが低下するので、コストが従来よりもずっと高いウランを使用しても大した影響を受けなくなるということであり、また、高速中性子型増殖炉の資本コストと燃料加工コストはおそらく従来のもものよりも高くなるでしょうが、燃料コストの低いことによつて、これを相殺するに十分な、はるかに大きなマージンが得られます。

真の増殖炉の利点についていろいろと述べましたが、これは、アメリカでは、改良型転換炉への関心が全くなくなつたということではありません。それどころか、先ほど述べましたように、重点の置き方が変わつたのは、主として、予算上の優先順位が変わつたことによるものであります。とはいえ、われわれは、一つの改良された転換炉、すなわち高温ガス冷却炉について熱心な努力を続けております。この進歩した熱中性子構想を基礎として目下コロラド州で建設中の原型プラントの完成後には、アメリカ国内および他の国々から容量の一層大きな設備の注文が来る十分な見込みがある、とわれわれはみています。われわれは、とくに欧州で現在進行中のこの構想に基づく研究が継続されることを歓迎し、またこの型の原子炉を研究しようとする日本での計画に関心をもつて注目しております。

われわれはまた、改良型転換炉に関する研究、とくに日本、カナダ、イギリスその他で進められている重水減速型の研究も、世界の原子炉知識に重要な貢献をするものとして歓迎するものです。資源不足の今日、各国が特定の分野に努力を集中し、専門化し、努力の広範な重複を避けることは、とくに重要なことであります。

トリウムの効果的利用の可能性をわれわれが無視しないことはとりわけ重要だと思います。なぜなら、この分野で成功すれば、世界のエネルギー源が新たに激増するものとみられるからであります。アメリカの溶融塩増殖炉計画と軽水増殖炉計画は、この目的をもつたものであります。これらの計画は、われわれが主力を注いでいる液体金属冷却高速増殖炉計画よりも少ない経費で進められていますが、われわれは、これらの計画に不断の関心を払っていることと、その重要性を信じていることを私は強調したいのです。ラーソン委員は、われわれの原子炉開発計画について、より詳細にみなさまに説明するはずであります。

日本の原子炉開発計画は、世界で最も重要で積極的な計画の一つとなりつつあります。私は日本がこの計画を精力的に推進する十分な理由をもつておられると思います。そして、とりわけ私は、みなさまがアメリカを含めた他の諸国の仕事をまねしようとするのではなくて、他の諸国の同様な計画に積極的に協力することに踏み切られたことを称賛するものであります。

将来の増殖炉と、このような増殖炉の出現までに建設される改良型転換炉は、複雑な関連性をもつております。プルトニウム高速増殖炉は、初期の段階で多量の核分裂物質を必要とします。この場合、プルトニウムが望ましいのですが、プルトニウムのかわりに最初ウラン235を核分裂物質として使用することも可能です。ただし、そうすれば、増殖の過程でかなり不利な条件に見舞われます。

したがって、熱中性子炉は、最初に必要とするプルトニウムの唯一のソースとして、増殖炉計画にとつて極めて重要であります。したがって現在の熱中性子転換炉（軽水冷却炉）時代は、天然資源の非効率的浪費的使用であり、さげなければならぬが、しかし長期的に効率のよい資源利用のため必要な最初のステップといえます。この点を説明するために次のような仮定の場合を考えて見よう。およそ3,300万Kwの出力で1985年に運転を開始することをめざす新しい炉の半分が増殖炉であるとし、それに必要とする当初の核分裂性プルトニウムの量は、約80トンです。これは、1983年までに、すべての熱中性子炉によつて生産され、分離されるプルトニウムの35%にあたります。1983年には、

1985年に運転を開始する増殖炉の燃料生産がはじまります。その後の需要は、増殖炉そのものの生産を通じてプルトニウムを補充し始めるまで、増大し続けるであります。

熱中性子炉の中でプルトニウムのリサイクルが行なわれ、増殖炉計画によつて燃料が貯蔵されることを考えますと、そのときのプルトニウムのバランスを推定することは困難であります。熱中性子炉システム全体の重要性は明白であります。

## 11. 環境論争

アメリカでは、しばしば「環境論争」とよばれる問題が持ちあがりますが、各国で原子力開発にたずさわっている人々は、この問題に関心を示し、おそらく一部の人は、その成り行きを注視していることと思います。このことについては、きょうの私の報告よりも詳しい説明が、ラーソン原子力委員によつて行なわれるであります。しかし、この問題は、単にアメリカだけの関心事ではなく、ある程度、世界的な問題であるので、私も簡単にふれておきたいと思ひます。

原子力産業界は、安全対策の面で輝かしい実績をあげています。これほどまでに、公共の保健と安全に留意して育成された産業や技術はないといつても過言ではありません。アメリカの民間原子力発電計画が発足して以来、一部では、原子力産業が厳しすぎる規制のために発展を妨げられるのではなからうかと、アメリカ原子力委員会が危険を想定して過度の憂慮をするのではなからうか、といつたような懸念がありました。私は、このような考え方に言及する意図もなければ、これに同調する考えもありません。私がこの点を指摘したのは、原子力委員会が公共の保健と安全の厳守に万全を期しているという定評があることを強調するためであります。では、なにが変つたのでしょうか。

いま、アメリカは、高度に産業化した社会からうける環境の衝撃をどうするかという問題に、国をあげて真剣に取り組もうとしております。アメリカでも、他の国々でも、環境的資産の保存、時としてはその修復ということを現在強調していますが、私は、これはきわめて有益な傾向であると考えております。環境問題が1970年代の大きな課題であることは、ニクソン大統領も認めております。われわれが呼吸する空気、飲んだり入浴したりする水、住んでいる土地を浄化し、その状態を維持することの必要性については、アメリカに意見の相違はありません。

問題は、もちろん、アメリカ社会の他の重要な不可欠の必要に対処しながら、このような浄化計画を同時に推進できるかという点にあります。他の必要ということのなかには、アメリカの場合、とくに電力エネルギーの必要も含まれます。私は、このような必要を認

めるものが、より多量のエネルギーを必要とすることと、環境をより良くすることの間に基本的な矛盾を認めてはおりません。環境を良くするという人間の願いは、抽象的な道徳や審美的な原則に基づくものではなく、最も魅力的な環境のなかで生活し、生活をエンジョイするという人間の本能に根ざしています。複雑な現代の社会において、大勢の人々のために、このような願望を達成するには、レジャーのための時間をつくり、広範におよぶ楽しみの方途を見出すうえに不可欠な生活水準を実現するエネルギーが必要であります。

われわれは、科学者または技術者として、いかなる大規模計画のおよぼす環境問題も、これを完全に除去できないことを知っています。たとえば、われわれは、原子力発電設備からある種の放射能や放射性物質が放出されることを知っております。そして、われわれは、廃熱を空中または水中に放出しなければならないことも認めねばなりません。たとえば、一過式の冷却方式は、われわれの真水資源と水中の生物に大きな影響を与えます。もちろん、このような問題を討議する場合、われわれは、均衡というものを考える必要があります。原子力発電設備から放出される放射性物質は、生物に影響を与える基準よりもはるかに低いものであります。

廃熱の影響の問題——もちろん日本のように発電設備が海岸にある場合はあまり問題になりませんが——は、すべての火力発電設備が悩まされている問題であります。これが原子力発電設備の場合には、熱効率が低いために、いつそう大きな問題となります。その半面、これらの“無煙”発電設備は、われわれの考えでは、石油や石炭を燃料として亜硫酸ガスのような汚染物を含む燃焼物を毎日何トンも放出する発電設備よりは、隣人としてはるかに住み良い環境を形づくる点を指摘したいと思います。この点、私の主張は正当だと思えます。

このような実情にもかかわらず、われわれは、一部の無責任な批判者に、原子力発電設備は安全ではなく、原子力関係の行政官は環境保護の必要に無神経であるといったような非難を示唆する機会を与えたように思われます。いうまでもなく、このような非難は事実と反します。原子力発電設備の発展の歴史は、保健と安全対策を強調してきたことを明白に示しており、現在までのわれわれの安全の記録は、この部面の努力を堅持してきたことを立証しております。

私がどのように声明してみても、原子力発電設備をめぐる「環境論争」を解決することはできません。長期的にみて、原子力発電設備が、どのように設計、建設、運用されているかについて、一般の人々に、事実を注意深く、反復して、十分に説明することだけが、

この問題を解決するでありましょう。将来、アメリカの内外で、単に適応性だけでなく、われわれの急増する発電力の需要を適当に満たすために慎重な規制のもとに、原子力を利用し、環境を改善し、広範に応用することが、いかに大切であるかがますます強く認識されるようになるものと私は確信しております。

## 12. 核拡散——もう一つのリスク

「平和のための原子力計画」の始めから、核エネルギーの平和的利用を実現することに関与した責任ある政府や個人は、このことは核兵器を手に入れる機会を拡大する危険をとまなうことを認めていました。世界は最近、核拡散防止条約の締結によつてその危険を取り除く方向に向つて重要な一歩を進めました。

条約が発効する前に、それに調印した日本政府の建設的態度ならびに拡散防止政策を促進する上での日本政府の多くの創意は称賛に値いたします。われわれはまた、核エネルギーの平和的利用に関する公約の順守を実証するために、国際的保障措置の原則と実施に対して日本が示した協力にも感謝しております。日本は、双務的核エネルギー協力計画に関する国連・国際原子力機関（IAEA）の安全保障措置を受け容れた最初の国でありましたが、このことによつて、他の諸国もこれらの保障措置を広く受け容れるようになったのです。

われわれは、アメリカにあつて、核拡散防止条約（NPT）のもとで適用される IAEA の保障措置は平和的な核活動に不注意に干渉し、独占情報の秘密性を危うくするかもしれないという憂慮、とくに日本の原子力産業によつて表明されている憂慮をよく知っております。卒直にいうと、これらの憂慮のあるものは、その度合こそ少ないが、アメリカの原子力産業界の一部の人々によつてもいだかれています。

一般的に、われわれアメリカ人は、IAEA の保障措置についてのわれわれの直接の経験に基づいて、それは妨害的なものではなく、プラントの経済的操業もしくは独占情報の秘密性に干渉しないと信じています。われわれは、アメリカにおけるすべての核活動（国家的安全にとつて直接的に重要なものを除いて）を日本にも適用されているのと同じ IAEA の保障措置のもとに自発的に置くことによつて、この信念を最もよく証明しています。この提案は、世界の最初の原子炉操業 25 周年にあたる 1967 年 12 月 2 日に、イタリアのサラガット大統領との通信衛星テレビ討論という劇的な機会にジョンソン大統領によつて再確認されました。私は、この提案はいまも不変で、アメリカはその強力な実施を許認するだけでなく、その強力な実施を強く主張することを、今日、ここで確言することができます。

私は、また、アメリカは、保障措置の単純化もしくはその能率の向上を可能にするすべての技術的前進を利用して、IAEAの保障措置体系の継続的發展を強く支持することをも、ここで確言したいと思います。一部の誤まつた印象とは反対に、われわれは、NPTそのものが、戦略的拠点に適用される査察設備のある妨害できない保障措置の原則を支持する研究と開発を要求していることを忘れてはなりません。われわれは、このアプローチはきわめて将来性のあるものであると考え、保障措置の研究と開発のために年額400万ドルを計上することによつて、この計画や保障技術の他の計画を支持していることを証明しています。

NPTのもとにおける保障措置は、主として国家的安全保障体系の有効査察に基づいているかもしれないという、一部の人々によつて述べられている示唆を、われわれはかなり大きな関心をもつて見ているということを私は付言しなければなりません。保障措置の基本的原則は、国際監視団による独立した査察——国家的制度の方針に依存しない保障——の原則であります。この原則が維持されるかぎり、われわれアメリカ人は、健全な技術的基礎をもつ安全保障技術のあらゆる改善を歓迎するものであります。

国家的安全保障措置の目標について述べた意見をふえんとすると——保障措置のあらゆる面についてもいえることでありますが——われわれが供給した核物質や装置の平和的利用についての海外のわれわれのパートナーの誓約が誠実であるかどうかをわれわれは決して疑わないということを説明する必要があると私は思います。反対に、われわれの供給取り決めは、これらの約束が十分に守られるであろうという強い仮定に基づいています。われわれに、この確信がもてなかつたならば、われわれは第一に物質を供給することを差し控えたであらうでしょう。

故に、すでに述べましたように、われわれは、保障措置の主要役割りが違反の発見にあるとみないで、各国がその原子力平和利用計画こそ真に平和的であるということを世界に向つて実証することができる手段と見ております。この実証手段がないならば——とくにその参加国が必然的に相反する利害関係をもつ多くの国を含む核拡散防止条約のもとでは——われわれすべてがこの条約によつて実現したいと望んでいる利益の大部分は失われるであらうでしょう。

したがつて、私は、IAEAの保障措置は、国家的安全保障措置体系に関する信頼できる独立した査察の原則に基づかなければならないことを認めるよう強く要望するものであります。

## む す び

私のきょうのお話は、原子力の将来に関する私の考えを明らかにしたものであります。急増する世界のエネルギー需要は、われわれがわれわれのすべてのエネルギー資源を効果的に使うことを要求します。このために、原子力と石炭や石油などの燃料との競争という問題は非常に誇大に評価されており、あるいは不在の問題であるかも知れません。慎重な状況で利用される原子力は、われわれの環境を危うくしないでありましよう。反対に、原子力は、増大し、絶えずより豊かになる人類の手で、われわれの環境に対する圧力を緩和する重要な要因になることを約束するものです。原子力利用のこの面は、日本やアメリカの多くの地域のように、人口が過密で高度に工業化した国にとって特に重要であると私は考えます。

原子力はまた、平和の維持と核兵器の制限・管理に対して不当の危険をもたらさないことを要求されます。ここでも、私は、危険を避ける能力だけでなく、積極的な貢献をする能力を見るのであります。原子力平和利用の効果的な保障措置を通じて、われわれが学ぶ教訓は、効果的な信頼できる監視のもとで、兵器の管理と制限に、より広範な取り決めを行なう道を開くということであります。この点について、日本の利害とアメリカの利害は密接に合致するものと私は信じます。来年、スイスのジュネーブで「原子力の平和利用に関する第4回国際会議」が開催されることになっております。

平和目的のために核エネルギーを十分に利用するにあたって、多くの国の前例のない協力が実現しました。過去におけると同じように、将来も、協力することによつて、アメリカと日本は、核エネルギーの平和的応用から大きな相互利益を取得しつづけることができるのです。そして、来年はジュネーブに、強い、そして十分に正当化される楽観論が再びめぐつてくるでありましよう。

シンポジウム

1970年代の日本と原子力開発

3月25日

A会場



午さんに会における特別講演

技術開発のあり方

3月25日

マツヤサロン

## シンポジウム

### 1970年代の日本と原子力開発

議長 松根宗一 日本原子力産業会議副会長

シンポジウム・メンバー (五十音順)

稲葉秀三 国民経済研究協会会長

岸田純之助 朝日新聞論説委員

佐々木義武 衆議院議員

前田七之助 富士電機製造社長

向坊隆 東京大学教授

議長 (松根) 産業会議の副会長をいたしております松根でございます。この討論会の進行係をやらせていただきますので、よろしく願います。

このシンポジウムは、産業会議で、ことしの年次大会をひとつ特色をつけようという試みでこの企画がされたようでございますが、はたして皆様のご期待にそのようなことができますかどうか、実は私、あまり自信ないのでございますが、幸いきょうご出席いただきました討論者の皆さまは、それぞれの分野の第一線で活躍をなさつておる方々ばかりでございます。皆様よくご存じの方でございます。あらためてご紹介の必要もないかと思ひますが、一応私からご経歴をご紹介申し上げます。

最初に、稲葉秀三さんは、経済問題に関する第一の権威者でございます。特にエネルギーにつきましては、国の長期計画はもとより、あらゆる政府、民間の計画に常にご参画なさつておる方でございます。現在、国民経済研究協会の主宰者をなさつていらつしやいます。

向坊先生は、これまた最近、大学問題で名をあげられたお方でございますが、実は原子力のほうは、それよりずっと前からのご関係でございます。現在、東大におけるそのほうの第一の現役の先生でございます。国際的にも非常に知名度の高いお方で、このごろは大学問題で非常にお忙しくて、私どもも久しぶりにお目にかかつたようなことで、さぞかしお忙しいことと存じますが、きょうはまげてご出席いただきまして、ありがとうございました。

岸田純之助さんでございますが、これまた皆さんよくご存じの方でございます。ご専門は航空工学、朝日新聞の論説委員として、科学技術問題には必ず顔を出されるお方でございます。その方面に一つの卓見をもつておられる方であることは、私からご説明を申し上げるまでもございません。

前田七之進さんは、ご承知の富士電機の社長をしておられまして、私どもも最初から原子力の問題でご一緒に歩いてきたお仲間でございますが、特に日本で最初の原子力発電所を東海村でやり遂げられたお方でございます。

佐々木義武さんは、現在、衆議院議員として数回当選されましたが、その間、ずうつと自民党の科学技術特別委員会の重鎮でございます。現在、その委員長をやっておられます。佐々木さんは、これまた原子力局が31年にできましたときに最初の局長になられたお方でございます。お役所のほうでは、日本の原子力の最初の開拓者、その後も引き続いて原子力関係のことを政治家として推進していただいております。

きょうご出席の皆さまのご紹介はこのへんにいたしまして、討論会の進め方でございますが、最初に、司会をいたします議長として、私から、この「1970年代の日本と原子力開発」という命題を出したことについての背景と申しますか、認識と申しますか、そういうことに対する考え方を、私なりに申し上げてみたいと思います。そうしまして、各講師の方々からお一人ずつ、それぞれお考えになつておられますテーマについて伺い、残つた時間で、お聞きになつている皆さまからのご質問に対する回答、あるいは講師の間におけるそれぞれのお話についての討論であるとかを行ないまして、最後にその結論と申しますか、まとめをしたいと思ひます。

それでは、簡単に私から、この問題についての考え方を申し上げてみたいと思ひます。

どこでもいわれることではありますが、戦後ちょうど $\frac{1}{4}$ 世紀を経て、さて、ここで1970年を迎えたという立場に立つて、この25年間の過去、特に日本の経済についての変化と成長をとり上げてみますと、これは実は非常に大きなものであつた。いままでわれわれが歴史を知り、自分の身でくぐつてきた時代を考えますと、特に最近の10年間の技術革新、またそれを基盤にした産業界の発展は、これまで経験しなかつたほどの量的または質的な成長がなされたことは、皆さまご承知のとおりでございます。

さて、この70年を迎えまして、これから一体日本という国はどのようになつていくのだろうか。おそらくこれまで成長しました日本の成長のスピードが落ちるとか、速くなるとかいうことはあるかもしれませんが、このままでとどまつておるわけではないのでござい

ます。むしろ考え方によると、それ自体の潜在力はますます加速度を加えるのではないかということが一面で考えられると思うのでありますが、そのことが、経済だけでなく、政治、社会、あるいは科学技術、そういうものの分野にいろいろな影響がさらに出てくるだろう。そういう一つの転機にいま立っているのだという感じがしてならないのであります。

これらのいま取り上げられている問題の中で、いろいろなむずかしい問題がございます。たとえばエネルギーの資源は、日本にない。しかも日本の経済を築くために大量に必要であるというたてまえからいいますと、どのようにしてエネルギー資源を入手するかという問題、あるいは日本の国土が狭い、物理的に制限をされている土地をどのようにして使っていくかという、工場立地の問題、一面にはまた、科学技術の進歩が人間の生活にどのような悪い影響を与えているか、各種の公害問題、あるいは労働力の確保の問題等々あげますと、今後は、成長に伴う環境の問題が非常に大きく浮かび上がってくるということが考えられます。

また国際的にみましても、東西の間の問題、あるいは南北間の問題という全体緊密化の問題をどのように処理するかということが、かなりの問題となつて出てくるように思うのであります。

そこで、この産業会議の年次大会、おおむね原子力の中からみた原子力の話は、実は非常に多いのでございますが、きょうはいろいろ諸先生方からお話を伺うにつきましても、横からみた原子力、あるいは上からみた原子力、中に入り込まないで、原子力を中心にした日本の経済発展のお話を伺えますれば、たいへんおもしろいと申しますか、またそこではそれなりの一つの大事な問題が指摘されるのではなからうか、こういうことが実は私のお腹の中にはあるのでございます。

どうかそういう意味におきまして、5人の講師の方々、それぞれご専門の分野についてご意見を述べていただくわけでございますが、そういうたてまえから、いまの原子力の開発問題と関連しまして、いろいろお話しを願えればたいへんしあわせだと思えます。

たいへん私の前談義が長くなりましたけれども、一応開会のことばといたしたいと思えます。どうもありがとうございました。

それでは、これは題を申し上げませんから、お話しいただく諸先生方から、きょうはこういう話をするのだということを最初にお願ひしたいと思えます。

それでは、稲葉さんに最初にお願ひしたいと思えます。

稲葉 私がこのシンポジウムでトップを仰せつかりましたのは、原子力開発につきまして、直接、間接に影響を及ぼすであろう日本の経済や産業、こういう問題がどうなるか、こういうことをご報告したいと思つておつたからではなからうかと思ひます。

この点につきまして、端的に申しまして、非常に重要な点は、先ほど松根さんからお話がありましたけれども、1960年代の日本の経済のパターンが、はたして1970年にそのまま当てはまるのか、どのような形で当てはまるのかという問題だと思ひます。

ですけれども、1960年代のパターンを私たちが特色的に把握しまして、これが将来を決定する一つの要素であるということは間違いないだろう。このような観点から、まず60年代の特色と70年代の日本の経済や産業の展望をご報告してみたいと思ひます。

先ほど松根さんからお話がありました、昭和34年度と今昭和44年度をとつて、日本の経済の移り変わりをごく大要ご報告いたしますと、この間に名目的な国民総生産は、13兆6,000億円から63兆円と約5倍伸びているわけであります。実質拡大は3倍強と推定をされます。実質拡大のテンポは11%強ということでございます。

そして、この間におきまして日本の農業生産は40%弱伸びております。鉱工業生産は約4倍伸びているわけであります。工業が主導的であつたということはあらそえないと思ひます。

また日本の輸出貿易は、昭和34年度が通関ベースで36億ドルございましたけれども、これが170億ドル弱にまで拡大をしているわけであります。そしてこの拡大が、先ほど松根さんがおつしやつた驚くべき拡大ということになるわけでございますが、やはり経済発展のあり方、産業発展の質的な問題ではなからうかと思ひます。

ここでは特色的な点は、日本はこの10年間におきまして非常に技術を取り入れまして、重化学工業化を推進してきた。工業生産は平均4倍伸びている次第でございますけれども、繊維産業につきましては、全体の拡大率は、この10年とちよつとの間に2.2倍ぐらい、しかもその中で合成繊維は7倍から8倍伸びているわけですから、ほかの繊維部門は、むしろ横ばいから下さがりになつている。

これに対しまして鉄鋼は、粗鉱で計算いたしますと、1,800万トンが8,700万トンにまで生産が増大をいたしました。アルミニウムは、11万トンが60万トンまで伸びました。電気銅は、21万トンが65万トンにまで生産が拡大をいたしております。セメントは、1,800万トンが5,300万トンぐらいになりそうでございます。また機械工業は、この間におきまして平均7倍ぐらいの拡大という形になつております。そしてこれらに伴ひまして、

非常にエネルギーの伸びも高かった。

エネルギーについて申し上げれば、石油製品の供給力は、34年度が2,400万キロリットルでございますが、本年度はおそらく1億6,500万キロリットルを上回るのではなからうかと思えます。また九電力におきます発電量は、10年前から730億Kwh でしたが、今年度は2,250億Kwh と伸びているわけでございます。

そしてエネルギー全体の伸びが高かつたばかりか、今度はその間におきまして、エネルギー革命が世界の中で非常に激しく進行した。つまり石炭が凋落いたしまして、液体エネルギーである石油が伸び出してきた。そしてやや原子力が、将来のエネルギーとして成長し得る基盤をつくり出してきたということでございます。

もう一つ申し上げたいのは、輸出構造でございますけれども、10年前の36億ドルの輸出の中で、繊維が一番最高の輸出高で11億ドルで、機械は8億5,000万ドルでしかなかったのでございますが、今年度は、170億ドルのうちで75億ドルが機械の輸出、また化学の輸出が1億7,000万ドルから10億ドルぐらいに伸びている。

あまり詳細なご説明を申し上げます時間はございませんけれども、おそらく60年代を象徴する10年間の経済の特色としては、国内需要構造の変化が起こった。輸出構造の変化にアダプトして、日本が重化学工業化を相当果敢にやつてきた。そして技術を取り入れる機動力が非常に高かつたというのが、今日大きな成果をあげているのではなからうかと思えます。

さて、1970年代におきましてこれがどうなるかということでございますけれども、率直に申しまして、これをはつきり展望するということは困難だと思えます。私は、ここにおいてになる岸田さんや向坊先生と一緒に、経済社会発展計画の産業の問題を中心に、いろいろ論議を進めてまいる仕事を担当したのでございます。70年代にどういうことになるかということは、なかなかはつきりわかりません。しかし一応今度の経済社会発展計画で仮定をいたしております成長率は、名目14.7%、実質10.6%ということになりそうでございます。

この場合におきまして、昭和44年度をもとにいたしまして、このスピードでかりに経済が伸びていくといたしますと、昭和50年度と51年度のまん中ぐらいで、もう一つ44年度に対して経済や国民生活がつけ加わるということになりそうでございます。この場合におきます鉱工業生産は、昭和44年度の2倍強ということになります。

また日本の輸出、輸入でございますけれども、これがやはり今度の計算で出ております

結果は、昭和46年度に対しまして200億ドルぐらい輸出が伸びて、370億ドルの輸出が昭和50年度においては成立をしなければならぬ。こういうのが、過去の関連分析によるところのコンピュータの計算でございます。

しかし私は、ここでそのようなことになるのかならないのかということをごさまで方に申し上げるといふ意図はございません。はつきりそれについて論議をいたしますと、それよりももつと日本の経済は上向いていくという方もおいでになるし、過去は非常によかつたけれども、今度はつますくだろう、こういう見方も成り立つわけでございます。

しかしその場合において一番重要な要素といたしまして、これは間接にエネルギー消費につながるわけでございますけれども、重化学工業化の速度は増大をしていくだろう。しかし昭和60年代にあらわれましたような素材を主とした重化学工業化、たとえば鉄鋼だとか、アルミニウムだとか、そういうのがどんどん伸びていく重化学工業の成長速度が、よりこれから日本が進むに従つて、もつと高度の加工業産業である化学工業であるとか、精密工業、こみいうもののウェイトがどういう形であらわれてくるかということが、非常に大きな問題でございます。

長期的にみますと、やはり日本はより高度先進型になつていかねばならぬのですから、そういうパターンが60年代につくられますと、やや低下するということは考えられます。ですけれども、どうも私たちがいろいろ推算をいたしますと、なお当分素材に相当大きな重点を置いた経済拡大に、労働力の不足だとか、いろいろな点を考えながら、立ち向かつていかねばならぬだろう。

またその数字を出すように、私はいろいろ経済企画庁や通産省の事務当局にもご連絡申し上げたのですけれども、はつきり出るか出ないかわかりません。一応そういうパターンで70年代を推定いたしますと、先ほど私が申し上げました数字につけ加わりまして、成長速度はやや低くなるをいたしましても、鉄鋼は現在の倍近い1億5,000万トンから1億6,500万トンぐらいの生産をしていかねばならぬだろう。アルミニウムは、現在の倍強になります170万トンから180万トンぐらいの生産になつていかざるを得ないだろう。電気銅は、やはり130万トンぐらいのものになつていかねばならぬだろう。

そしてエネルギーについて申し上げますと、石油は過去10年間で6倍強伸びているわけでございますけれども、現在の2倍強の水準、4億2,000万キロリットルぐらいの石油を日本は精製するというパターンになつていかざるを得ないだろう。また電気につきましては、現在の倍、4,200億Kwh、あるいは4,400億Kwhぐらいの供給をしていかねばな

らんだろう。

もう一つの日本の経済が6年間に付け加わるということは、これだけの意味をもっている。しかしいままではそれよりも速い速度で経済が伸びてきたという現実を無視することはできない。これが日本人たちが将来にかかえている課題でございます。

さて、この中で私は、あとの時間を、エネルギーの問題についての国民経済的な意味、こういうものをご報告をしてみたいと思います。

なお私たちは、当面、石炭がさらに凋落していくだろう、しかし原料炭は何とかこれを確保していかなければならんという課題を背負わされるわけです。そしてなおかつ私たちは、当分、石油におんぶしていかなければならんだろうという現実を、回避するということはなかなかむずかしいのであります。

石油についていえば、昭和60年に5億5,000万キロリットルぐらいになるだろうというのが従来の速度でございましたが、おそらくかりにいまの成長が続くといたしますと、昭和55年ぐらいに6億キロリットルになりそうに思う次第でございます。

しかも最近の日本は、非常に大きな石油の増大からくるところの環境整備、つまり公害問題を顕著にかかえ出してきております。最近は発電所の建設がなかなかむずかしくなってくるとか、さらに石油精製工場や基地の建設もむずかしくなるとか、こういう場面に際会しながら、私たちはなお2倍強のエネルギー充足をしていけるかどうか。またそれができなければ、私たちはかりに生産設備をつくりましても、それを動かすことができないという問題をかかえております。

このことから考えますと、全体の石油をどうするかという問題と、でき得る限り低硫黄の原油を輸入いたしまして、これで亜硫酸ガスの害を間接に防いでいくと同時に、今度は排煙脱硫とか、直接脱硫もやつて、これをどのように処理していくのかという問題をかかえております。そしてこの問題は、すでに最近のアメリカの例、またヨーロッパの例をどらんになつてもおわかりいただけますように、非常に社会的問題、また産業的な問題として、真剣かつ深刻だと思われる次第でございます。

私は、いまそういう政府施策にいろいろお手伝いをいたしております。そしていろいろ各産業、あるいは各地域社会におきまして、非常に真剣な問題が出てくる。それを乗り越えてエネルギーの拡大をしていかなければならんということがいかに重要であるか、同時に、いかにむずかしい問題であるかということをしみじみ感じさせられる次第でございます。

そこで、そういうサイドから原子力開発ということに移りたいと思うわけでございます。

日本がこれから直面をし、解決をしていかなければならぬ点は、当面、1970年代におきまして、もつともつと野心的な大きなプロジェクトで原子力開発を進めていく。特に発電の問題と関連して進めていけるかどうかということが、将来の一つの大きな問題だと思ふ次第でございます。

先ほど、シーボークさんがおつしやられたのでございますけれども、私たちは環境整備をほんとうに完全に、清い空とまた清い水をつくり上げるためには、どうしても原子力のごやつかひにならねばなりません。しかしそういう観念をみんなに植えつけていく、現実化していくということが、これまたいかにむずかしい問題であるかということもしみじみ悟つていかなければなりません。しかしどうしてもそれを進めていくということが、将来の日本の経済発展、産業発展、高度発展ということを考えますと、非常に大きな問題だと思ひます。

最後にもう一つ指摘をさせていただきたいのは、私たちは技術的な発展を考慮いたしますと、今度は日本の地域社会のあり方とか、港湾のあり方とか、土地の問題とか、コンビナートのあり方とか、公害対策とか、こういうことも兼ねまして、いままでにない野心的な、また重要な問題をかかえているということでございます。

特に1980年代においては、原子力の多目的利用が、1985年になるか90年になるかわかりませんが、それが登場してくるだろう。それにもつながり得るような形で、これから産業の問題と環境整備をしていかなければならぬ、こういう問題をかかえている。またそれを克服してこそ、初めて私たちは子孫に残し得るりつばな社会を築き得る。その当面の課題は、でき得る限り速い速度で大衆の納得を得て、原子力発電をつくり上げていくことだと申し上げたい次第でございます。

いささか時間が長くなりまして恐縮でございますが、私の第1回のお話を終わらせていただきます。

議長 どうもありがとうございました。

2番目は、向坊先生にお願いすることになっておりますので、どうぞよろしく願ひします。

向坊 先ほど議長のご紹介にもございましたように、大学の問題で忙しい思いをしておりますので、原子力のほうは少しごぶさたで、あるいは私、見当違いなことを申し上げるかもわ

かりませんが、その場合には、ひとつ遠慮なくご指摘いただきたいと思います。

たいへん大きなテーマをいただきまして、短い時間でおもしろいお話をととてもできそうにないのでございますが、原子力に関連して国際的な問題ということになりますと、現時点におきましては、やはり核拡散防止条約の問題が一番ご関心も深いかと思えますし、けさほどのシーボークさんのお話でも、そのお話が出たそうございまして、それを中心に、少し私のふだん考えておりますことを申し上げてみたいと思うわけでございます。

核拡散防止条約を一応日本も調印いたしまして、最近、発効もしたということは、よくご承知と存じます。この調印したということが、国際的な力関係にもよるでしょうし、あるいは調印したほうが得だという政治的な判断もあつたと思えますが、いずれにいたしましても、調印した理由は、時間の問題はあるとしても、日本は批准せざるを得ない状態になるだろうと考えざるを得ないわけでございます。

その場合に、われわれは何かそれまでにしないでもいいものだろうか、この機会によく考えてみることはないだろうかということが問題になるわけでございます。

核防条約につきましては、岸田さんの解説等をはじめ、いろいろなものが出ておりますから、皆さまよくご承知と思えますが、話の都合上、問題点をまとめてみますと、四つぐらいになるのではないかと思うわけです。

第1が、これは不平等な条約である。だから日本としては軽々しく賛成してはいけないという議論がある。

これにつきましては、不平等というのは事実であるけれども、世界の現状をただこの場合にも反映したにすぎないので、この条約が不平等をつくり出すものではないという反論があるわけでございます。現実を踏まえないで議論してもしょうがないではないか。現実を踏まえれば、不平等という議論はあまり強くないという反論があるわけでございます。

しかしこの場合にも、核大国による世界の支配と申しますか、そういう現状を固定化するという反対はあるわけでございまして、それが2番目の反対であるところの、フランスや中国、あるいはインドなども入らないといつておる条約は意味がないのではないかという議論につながるわけでございます。フランスや中国が入らないのは、確かに核大国の支配の固定化をねらうものだということに対する反発であるに相違ないわけでございます。ですから第2番目の理由も根拠はあるわけでございます。しかし日本の場合に、それが反対の第1の条件になつていないわけではいえないわけです。

第3の点は、日本では一番重要な点でありますところの平和利用への阻害を心配するた

めの反対でございます。ご承知のように、条約を受け入れますと、査察が行なわれる。その査察が、核をもっている国ともたない国との間に、平和利用の競争の上でのハンディキャップをつける。

第4は、この条約が25年間も加盟国をしばるものである。25年というと、現在の社会の発展の状態からいいますと、非常に長い期間である。条約が一度批准されてから見直すことにはなっておりますけれども、実際に訂正される例はほとんどないわけで、非常にむずかしいわけでございますから、非常に長い間、日本の将来をしばるという意味でのいろいろな不安がある。

この四つにしぼられるかと思うわけでございます。

しかしいまの場合、私としては、あまり話がそれてもしょうがございませんので、平和利用への阻害という見地からどういう問題があるかということを考えてみたいと思うのでございます。

これには、私なりに、二つの大きな問題があると思えます。

一つは、批准前に日本の査察についての提案をして、それを受け入れてもらつた上で批准するというのが一番いいのではないかという考え方でございます。

もう一つの問題は、これからの1970年代の国際関係が、情報化社会と呼ばれるような時代に入つて、いままでとは違つた形があり得るのではないか。その一環としてこの核防条約の問題を考えてみる必要があるのではないかということでございます。

査察につきましても二つ問題があるわけございまして、一つは、査察されること自身が、実際に原子力の開発に従事している人にとって非常に迷惑である。もう一つは、先ほども申しました技術開発の競争で不利になるという2点でございます。

いずれにしましても、これは査察の制度の問題と密接に関係しているわけございまして、非常に精密な査察をやるのだということになれば、これはたいへんな手間と努力が必要なわけで、この条約に賛成をすすめている国といえども、非常に正確な査察は考えておらないだろうと思う。

したがつて、査察の制度はどの程度のものであるか。日本で二つや三つの原子炉が動いている状態ならけつこうでございますが、これから急速に原子炉もふえる、核燃料の取り扱ひもふえる、そういう状態に実質的に可能な制度はどういうものであるかということを検討いたしまして、ただむやみに精密な査察をするということは無意味なことであるということ、合理的な根拠からいうことが可能なのではなかるうか。

午前中にシーボークさんが、アメリカでも、アメリカのセキュリティに関係のない施設はすべて査察に供するつもりであるということを明言されたそうですが、もしそうだとするならば、アメリカは日本よりもはるかに膨大な施設をかかえて、その査察をほんとうにやるということを想定して考えれば、日本のいつていることを理解せざるを得ないではないかという気がするわけでございます。

合理的な制度について検討し、その制度で平和利用を阻害しない範囲での査察の方法はこういうものがあるのではないかという積極的な提案を日本がして、それが受け入れられたならば批准するという姿が、私たちの考えからいえば、最も望ましい姿ではなからうか。それは努力次第でできることではないかと考えておるわけです。

特にアメリカが本気になつて、これから何百台も建設されようとしている原子炉を、すべて査察に供するということを考えているとするならば、その日本の言い分には協力せざるを得ないのではないか。むしろアメリカで考えてもらつたのを日本に適用してもいいぐらいの問題ではないかと考えるのでございます。

それは査察にしぼつた場合の問題でございますが、もう一つの点は、1970年代、今後の国際関係のあり方が、いままでとは相当変わってくるのではなからうかと考えているわけでございます。

それは、後ほど岸田さんたちのお話でもきつと出てくると思いますが、原子力に限定して問題を考えてみますと、これからの原子力開発の上で、いままでよりもはるかに大規模で密接な国際協力がどうしても発展していくに違いないと思うわけです。国際協力がなければ解決できない問題がどんどん出てくるに違いない。

たとえば核燃料資源の配分の問題にしましても、高速増殖炉の技術の進展次第によつては、深刻な核燃料の取り合いという事態が想像されないわけでもない。世界全体の発展の規模なり、質的内容を検討して、エネルギー資源の最も合理的な配分という問題、これはいままでの社会とは違つた考え方で取り扱つていかなければいけないと思うわけです。日本なら日本なりの計画に合つた核燃料の獲得の努力は当然必要だと思いますけれども、それだけでは済まないのではなからうか。国連なり何なりが中心になつて世界のエネルギー資源の配分の問題は、いままであまりそういう見方からは取り扱われていなかった大きな問題が出てくるのではないかと考えるわけです。

あるいは核爆発の平和利用というものもいわれておりますけれども、核爆発の平和利用などというものを一国の考え方だけでやつていいものかどうか、それが世界の情勢にどう

いう影響を与えるか、国際的な問題としてそういうことはやるかやらんか、やるなら、どこでどういうものをするかという検討を要するようになっていっているのではないか。あるいはだんだん小さくなってくるかもしれませんが、未開発地域の開発という問題は、世界の平和を維持する上に、開発された地域がどうしてもやらなければならない課題とされているわけです。その場合に、原子力の果たす役割りは非常に大きな問題になる。これも一つの大きな国際的な共同体制で考えていかなければならない。

もう少しこまかくなつてきますと、原子力の廃棄物の最終的な処置の問題、それぞれ自分の国の考え方だけで最終処分してよろしいものかどうか、日本の考え方だけで海にほうり込んでよろしいものかどうか、こういう問題もある。あるいは原子力船が発展してきますと、世界に共通な原子力船の扱い方と申しますか、運航規則から安全性まで含めまして、そういうものは協力して確立していかなければならない。

そういうところには国際的な秘密も何もあつてはいけなわけ、全く協力体制でやつていかなければいけない。そういう世界的な規模で非常に密接に協力していかなければならない問題が、今後ふえる一方ではなからうかと考えておるわけです。

一方、高速増殖炉の開発をはじめ、技術的な問題としても、一国の力だけではたして成功できるかどうか、相当多くの国の協力がなければ成功しないだろうと思われるものもふえているわけです。高速増殖炉もその一つですし、核融合の制御のようなものもその一つだと思います。

一方、情報化社会に入つてまいりますと、世界じゅうの情報の交換、技術の拡散、そういうものもだんだん進んでくる。貿易量はふえる一方である。そういうことになりますと、国際間の相互依存関係、そういうものが非常にウェートを大きくしていく。そういうことによつて平和も守られるし、われわれの生活水準をあげる努力も行なわれるということになつてくるのではないか。核防問題も結局は過渡的な問題となつて、そういう大きな新しい国際社会の環境の中に吸収されてしまつて、トラブルがなくなつてしまふというのが望ましい姿ではなからうかと考えているわけでございます。

5年やそこらでそういう状態になるかどうか、これはとてもわかりませんが、少なくとも10年とか、15年という規模で日本の原子力開発を考えていくならば、そういうものを前提としての日本の戦略を考えていく必要があるのではないか。これは原子力だけに限つたことではございませんけれども、先ほどの稲葉さんのお話にも出ました社会の急速な発展に伴つて起こるいろいろな社会問題も、同じような戦略で考えていかなければいけない

と思うのです。

そういう形で、今後の国際関係がいいほうに変わっていくのではないか。いいほうに変わらないとすれば、日本などはいいほうに変わっていく努力を先に立つてすべき国ではなからうかと考えているわけでございます。

少し大ざつばでございましたが、一応第1回のお話を終わります。

議長 どうもありがとうございました。

次は、岸田さん、ひとつお願いします。

岸田 私の話は、もし向坊さんの話が大ざつばだとすると、もつと大ざつばな話になると思います。もし題目をつけるとしますと「国際化の時代の巨大技術」というお話のつもりです。

科学の巨大化、技術の巨大化を生む第1の大きな引きがねになつたのは、核兵器であり、そして原子力技術だつたと思います。それが、アメリカの国家予算の中での科学技術関係の研究開発予算の急速な増大ということにもつながりました。

アメリカの政府予算の中で出されている研究開発費は、いまのところ、年額にしまして160億ドルぐらいです。このところ、やや横ばい状態です。1962～1963年ごろ、つまり宇宙開発が本格的に始まつたころ、すでに150億ドルになつていましたから、60年代を通じてそれほどふえなかつたといえると思います。

しかし55年の数字を見ますと、政府予算の中の研究開発費は30億ドルなわけです。ですから1955年から62～63年、つまり7～8年の間に5倍になつたわけでして、非常に急速にふえました。

その大きな部分は、軍事予算の中に含まれた研究開発費の増大、それから宇宙開発。原子力開発は、すでにそのころはそれほど急速にはふえない状態になつておりましたが、それでもまだふえておりました。

こういう政府予算の伸びをみましても、原子力、それは特に核兵器とその運搬手段に重点を置かれたものなのですが、それが技術の巨大化をもたらす非常に大きな力になつたということは明らかだろうと思います。しかしそれがそのほかの分野の巨大化、技術開発の巨大化の引きがねになつたといえると思います。

技術の巨大化は、原子力とか、宇宙だけではなくて、もつとほかの分野にも波及してきました。たとえば海洋開発があります。それからエレクトロニクスの分野でも、たとえば大型

の電子計算機という技術の開発にしましても、以前に比べますと、ずつとその規模が大きくなっているということがいえると思うのです。つまり原子力に関連した技術は、技術開発の巨大化の流行のようなものを生み出す引きがねになると思います。

こういう傾向は世界的なものでして、日本もその例外ではあり得ないわけです。

そこで、日本でもいま技術開発の巨大化が進んでおります。原子力予算でいいますと、去年、300億円をこしました。宇宙開発は、ことしになりまして、合計しますと大体150億円ぐらいになりました。その中で宇宙開発事業団が100億以上の予算を使うという割り当てになつて居るのです。海洋開発の45年度の予算が50億円に近づいております。いずれにしても、そのように巨大化が進んでいるわけです。

ところで、こういう巨大化が進む場合には、その巨大化がもたらす問題が同時に起こつてまいります。確かに原子力開発にしましても、宇宙開発にしましても、そのほかの分野にしましても、技術開発の巨大化は必然なのですけれども、しかし必然だからそれは問題ないとはいかないのでして、その必然性の中に新たな問題が出てくるということがいえると思います。

アメリカで最近流行しておりますことばに、テクノロジーアセスメントということばがあります。技術の再点検と再調整という訳をつければいいのだらうと思いますが、1970年代は技術の再点検と再調整の時代であるといわれております。

その再点検と再調整の対象としてあげられているのが、これがまだはつきりと認められた意見ではありませんけれども、大統領府の科学技術局などでいわれている題目で五つあげられております。

一つが軍事技術です。第2が公害問題のような環境汚染の問題です。第3が社会不安という問題、あるいは社会的緊張という問題です。第4が、労働者の再教育とか、配置転換とか、首切りという問題、第5が、プライバシーに関する問題です。個人の尊厳という問題も、それに含まれます。このような五つのものがあげられている。その話は、私には興味があるのですけれども、いまここでいおうとしているのは、第1の対象である軍事技術という問題に関してです。

アメリカは、第2次大戦後、非常に多額の国家予算を使つて、技術開発を進めてまいりました。その理由は、アメリカを中心とした西側の世界の安全保障の責任をもつということとして、つまりは軍事技術に重点が置かれなければならなかつたのですけれども、それが、しかし、アメリカの技術開発全体にあるゆがみを与えたということは、認めないわけ

にいかないと思います。それが、予算、あるいは人材の割当のゆがみのようなことにつながりまして、アメリカ全体の円満な科学技術の発展に対しては、必ずしもプラスばかりではなかつた。そこから出てきたマイナスが、やはり相当重視されなければならない時代になつた。そこで、軍事技術をその意味で再点検しなければならないというふうになつたのだと思います。

それと同じことが、実は巨大技術に対してもいえるのでして、軍事技術が技術の開発の巨大化を生んだわけですが、もし軍事技術を再点検する、再調整するということになりますと、巨大技術に対する再点検と再調整とが必要になるということになります。それが日本にも同じように適用されなければならないのでして、日本はアメリカに比べて、全体として10年ないし15年のおくれで追いつこうとして進んでいるといつていいと思うのですが、そういう日本に出てくることは、アメリカがしばらく前にやつておりました方法と、そして、いまアメリカがすでに問題として取り上げているようなものと、その二つを同時ににらみ合わせて考えるような対策が必要であるということです。

日本でも、技術の巨大化、技術開発の巨大化、あるいは政府予算による技術開発は、これからだんだん大きくなつてくると思うのです。それと同時に、それがアメリカにもたらしたゆがみのようなものについての考慮が、日本では並行して進められなければならないと思うのです。その意味で日本は、アメリカでようやく始まつたテクノロジー・アセスメントを、70年代には日本自身の問題として考えなければならないのではなからうか。

一方では、巨大化は必然であつて、原子力予算は、さらに私は大きくなると思います。高速増殖炉もやらなければならないし、新型転換炉も本格的に進めなければならない。一方、濃縮ウラン、ウラン濃縮の技術の開発も進めなければならないというふうに、たくさんのが宿題になつているわけでして、それを進めなければならないことが一方にあるのです。しかし、技術の巨大化からもたらされる、ある日本の科学技術全体の円満な進め方に与えられるゆがみのようなものをどうやつて避けるかということ、私は同時に考えなければならないと思います。宇宙開発にしましても、私は同じことがいえると思います。

去年の予算とことしの予算と比べますと、非常に大きな額の増大がみられるわけです。しかし、そこから出てくる、ある種の危険性のようなものを、私たちは見落してはならないと考えるのです。そのゆがみのような問題でいいますと、もう一つあります。それは、原子力だけに特有なものといつていいと思うのですが、日本は、アメリカを学んでいるといひますか、アメリカを見本にして、日本の開発の計画を考えているわけです。

ところが、アメリカを見ならつて学ぼうとすれば、どうしてもアメリカのゆがみのようなものが、日本に入ってくるという問題があります。原子力の場合には、アメリカは主として、軍事開発、軍事的な原子力技術の開発を中心にして、いままで予算なり、人材なりの割当をしてきているものですから、もしアメリカを見本にして考えようと思つたと、アメリカのゆがみのようなものがどうしても入つてまいります、あるいは逆のゆがみが入つてまいります。逆のゆがみというのは、アメリカの場合には軍事技術を中心にして、原子力技術の開発を進めたわけですが、その中で外国に出すのは、平和利用の分野のものだけしか出さないわけです。そして、軍事的な目的で開発したものは軍事機密の中に閉じ込めて、外国には出さないようにするということになりますから、日本に入ってくるものは、アメリカの開発とは違つた、ある種のゆがみをもつたものが入ってくるということになります。

具体的にいいますと、原子炉をつくる技術は入つてきましても、濃縮ウランをつくる技術は、アメリカからは入つてこないということになるわけです。しかし、日本の原子力技術の円満な発展を考えますと、どうしても日本でウラン濃縮の技術も開発するといひますか、濃縮ウランを自分で生産するような能力をもつことが、私は長期的には必要だろうと思ふのです。しかし、アメリカに見ならおうとする限り、アメリカのゆがみの中で、情報の出方にアメリカの国家的なコントロールがきくものですから、そのゆがみがどうしても日本に影響を与えるということになる。そういうゆがみからどのように抜け出すかといひますか、そのゆがみの影響をどのようにして受けないようにするのかということ、日本は考えなければならぬのだからと思ふのです。

だから、その点でも私は、巨大技術を学ぶ場合のアメリカ自身もつ持っているゆがみのようなもの、それをよその国に出す場合に、さらに加えられるゆがみのようなものを考えたうえで、全体の開発の政策を進めなければならぬのではなからうかと考えているわけです。

ところで、「国際化時代」という表題でお話しするといつたのですが、そのような、できるだけゆがみのない、円満な技術開発を進めようという場合に、先ほども向坊さんもお話しされましたし、稲葉さんも触れられたのですけれども、国際間の調整のようなこと、相互依存といひますか、国際協力といひますか、私は、国際間の調整と呼ぶわけです。国際間の調整のようなことが、70年代には非常に大事になると思ひます。

話が少しそれますけれども、私は、世界の秩序は、常に力でつくられてきたと思ひてお

ります。それは、将来ともそうだろうと思います。ただ、力の題目、力の重点の置き方が、少しずつ変わってきたと思います。第二次大戦後、50年代の終わりごろまで、あるいはもつと、60年に通じてといつてもいいのですが、世界の秩序は、軍事力というような力による秩序で保たれてきたといつていいと思います。特に核兵器があらわれたということで、核兵器を中心にした軍事力による力の秩序が考えられてきた。

しかし、そういう力の秩序を考える場合に、軍事力の独占、あるいは核兵器の独占によつては、その秩序は保たれないのでして、どうしても独占的な体制で秩序を保つのではなくて、ある程度の寡占を認めながら、その力の無制限な行使を押えるような国際的な動きが出てまいります。いろいろの軍縮関係のとりきめなども、その中で実はでき上がったのでして、部分的核実験禁止条約が1963年にまとまるとか、あるいはその翌年に、兵器用の核物質の自発的な生産削減が行なわれた、あるいは67年には、宇宙に大量破壊の核兵器を打ち上げるといふことは、宇宙天体条約で禁止するというぐあいに、無制限の力の行使は、むしろ世界の秩序にマイナスの影響を与える、望ましくないといふので、力の行使に対して、ある国際的なコントロールといひますか、制限の抑制のワク組みを与えるような働きが、よその国といひますか、多くの国から世論が出てまいりまして、一番強い力をもつた国も、独占的には、その力を行使することはできない。また長期的にみますと、独占的に力を行使しない体制をつくるほうが、非常に大きな力をもつた国も得なのだといふ判断ができるような情勢が出てまいります。

私は、軍事力については、まだ、もちろん米ソの軍備競争は続きますけれども、以前にくらべて大きな違いは、その力の無制限な行使に対するある抑制の国際的なワク組みが、次第に完成しつつあるという見方はできると思っているのです。

そうなりますと、次に、世界の秩序をつくる力のある国が重視するようになるのは何かといひますと、私は、経済力だと考えているわけです。軍事力よりは、やや目にみえにくいものになるわけですが、いま、ちょうどその経済力のようなものが、国際的に、いわば無制限に行使されようとするのに対して、ある制限のワク組みをどうやつてつくるかということが問題になつているような時期だろうと、私は思います。南北問題も、この一つの例なのでして、もし先進国が無制限にその力を行使しようとしますと、南の国に対しては、原料を非常に安く買いたたくといふことができるはずなのです。しかし、そのようにしますと、結局は、南の国の発展は、可能性が非常に薄くなる。そして、いつまでも南の国の援助のために、相当な費用を使わなければならなくなるでしょうし、それから南の国の経

済が発展しませんから、市場が拡大しないという問題がある。したがって、経済的に力のある国も、無制限にその力の行使をするということにはできないのでして、ある程度その力を抑制的に使うというワク組みをつくらなければならないということになると思います。

私は、60年代から70年代にかけて、そのような、つまり経済力のようなものの無制限な力の行使について、あるワク組みがもつと進むと考えております。いまでも、それはいくつかできております。たとえば国際通貨基金などのようなものも、無制限な力の行使に対して、あるコントロールのできる機関と考えていいだろうと私は思っているわけです。

ところで、そのように、もし経済の力にあるワク組みが、抑制のある秩序を、つまり力のあるものだけが勝つという秩序ではない秩序をつくるということで、だんだんとその方向に向かってくるとしますと、第三の力として考えられるのは何かといいますと、技術という力だと思います。いま、先進諸国、先発諸国が、一番これから重要だと考え始めたのが、私は技術という力のような気がいたします。

実は、核拡散防止条約が出てきたというのも、技術という力の独占的な体制をいかにして長い間続けるのかということが、無意識であるか意識的であるかわかりませんが、先発諸国の頭のすみのほうにはあると考えなければならないと思います。ああいつた国際的なとりきめを行なうことによつて、相当長期間にわたつて有利な体制をつくるということはどうしても考えるようになる。これは、最初に目にみえる軍事力のようなものから、ちよつと目にみえにくい経済力のようなものに、だんだんと力の行使の対象が移つてきて、さらに次には、目にみえにくい技術という力の行使に、だんだんと重点が移つてきたという段階で、どうしても技術という力を、できるだけ有利な状況で使うようなワク組みをつくりたいと、先発諸国は考えないわけにいかないだろうと思うのです。

しかし、それに対してあとから出発する国は、そのような種類の力を無制限に行使されることは、もちろん自分の国にとつて不利であるということもありますし、先ほどいいましたように、南の国対北の国という観点からみましても、実は長期的にみますと、先発諸国にとつても、それは損であるという部分があるはずなのです。それは、市場の独占とか、技術の独占につながりますから、結局は、その市場と考えているところの力が思うようには発展しなくなるということで、むしろ、市場拡大がむずかしくなるということが長期的にはいえる。だから、実は60年代の終わりごろから、技術格差問題に対して、いかにして国際間の調整を行なうかという問題が、西ヨーロッパ諸国から出てくる理由が、そこから大きくなつたといえると思うのです。

あの西ヨーロッパで出てきました技術格差問題というのは、私のかつてな推理によりますと、技術という力を無制限に行使することは、世界全体の発展に対して望ましくないという見方がある。もちろん西ヨーロッパにとつては望ましくないわけですが、だから、第二次大戦後、経済に関してマーシャル・プランのようなものを進めたのと同じような発想で、技術マーシャル・プランのようなものを考えることが、アメリカにとつても長期的には利益であるし、もちろん西ヨーロッパにも、そのほかの OECD——経済協力機構加盟の諸国にとつてもそのほうが望ましいということで、技術格差問題を国際的に調整しようという要求が、方々の国から出てきたというふうに受け取れるわけです。

これは、だから原子力問題だけではありませんでして、技術に関連したすべての分野で、こういった国際間の技術に関連した調整が、70年代には、以前よりはもつと大きな課題として出てくるだろうと考えられます。その中で目に立つ例が、核拡散防止条約の中の第3条に対してどうするのかという問題です。あるいは宇宙に関していいますと、国際商業用通信衛生機構の恒久協定が、もうすぐでき上がろうとしているわけですが、そういう恒久協定に対して、これから宇宙開発に乗り出そうという国は、どのような主張をすべきかという問題が出てくるわけです。

しかし、いずれにしましても、70年代はそのような技術という力の無制限な行使に対して、ある程度の技術の寡占状態は認めるにしましても、それが無制限に技術の力が使われるということに対しては、ある制限のワク組みを国際的につくるという問題が、もつと重要になると思います。これは一民間の会社ができる問題ではありませんでして、70年代には、そういった種類の技術関係の国際間の調整の問題が、政府の非常に重要な案件になるだろうと私は考えているわけです。

さて、そこで、そのような国際間の調整をする場合には、どんな方法が重要かということなのですが、私は、多極化の時代の国際間の調整では、できるだけ問題を多角的に処理するということが大事だろうと考えております。その意味で、西ドイツ、イギリス、オランダの三国が協力して、遠心分離による濃縮ウラン・プラントの建設というとりきめを行なつたことは、非常に賢明な方策であつて、できるだけ問題を多角的に、つまり各国間の交流とか、各国間の協力によつて問題を処理していくようにすることが重要だろうと思います。ある特定の国にだけ依存をしますと、その依存関係は、なかなか破ることができません。それは、つまり独占的な力による秩序をつくられてしまうということになるわけですから、そういう独占的な力による秩序を廃して、多角的な力のバランスのようなものを考

える、あるいは国際間の調整を行なうという場合には、できるだけ多角的な国際相互依存関係のようなものをつくっていくことが非常に重要だろうと思うのです。その意味で、日本のウラン燃料入手の政策にしましても、あるいは原子力に関連した、つまりウラン濃縮の技術の入手などに関連しましても、できるだけ多角的な技術情報入手の政策を進めるといふことが、非常に重要だろうと考えております。

時間が少し長くなつてしまいました。私のお話はこれで終わります。

**議長** なかなかおもしろいお話でした。まだだいぶお話が残っているように思いますが、時間がききましたので次に移りたいと思います。次は前田さんお願いいたします。

**前田** 先ほど稲葉先生から、1960年代の経済発展の足あとと同時に、70年代に対する見通しなどにつきましてお話がございました。私は、その70年代における経済発展に伴う原子力開発に対しまして、産業界、特にメーカーはどのような役割りをなさねばならないと考えておるかということにつきまして、お話を申し上げたいと思いますので、先ほど来のお話よりは、だいぶどろくさい話になりますがさようご了承を願ひとう存じます。

70年代の原子力開発の計画につきましては、ここ数年来原産におきましても、あるいはエネルギー調査会などにおきましても、いろいろ計画を立てたのでございますが、昨年、中央電力協議会でご発表になりました、昭和44年度から53年度に至る10年間に着工される水、火力ならびに原子力発電所のご計画がございました。これが一番新しい、一応われわれの基準として考えるべき資料かと存じますので、これに基づいてわれわれは、いろいろな役割りについて検討しておるわけでございます。

ご承知でございまいしょうが、その計画によりますと、水、火力、原子力、合計この10カ年の間に、着工ベースで約1億キロワット、そのうち原子力発電所の着工容量が、台数にいたしまして40台、キロワット容量にいたしまして3,300万キロワット、このような数字が示されております。

これは、われわれがいままでたびたび計画しましたものに比べて、さらに一段と大きくなつておるのでございまして、これらの電力会社のご計画に対して、メーカーのわれわれはどのような役割りをなすべきか。10年間に、台数にして40台、3,300万キロワットと申しますと、平均いたしまして、年間台数にして4台、キロワットにして平均330万キロワット、80万キロワットの原子力発電所を年に4基やるということございまして、

われわれは60年代を原子力開発の準備期間といたしまして、70年代に要望されておるこの計画容量をこなして行かなければならない。

かりにメーカー・グループが四つございます。これが平均してやるとしましても、毎年1基ずつ手がけていかねばならない。ご承知のように原子力発電所の完成時期は、3年半ないし4年かかるといたしますと、絶えず3～4台の原子力発電所の注文をかかえてやっついて、ようやく国内の需要に追いつく。なお、あとで申し上げますが、これに輸出分の原子力発電所の容量を考えると、さらにこの容量は大きくなるのみならず、昨今問題になっております原子力の応用が、単に発電所ばかりでなくて、いわゆる多目的、製鉄業でありますとか、化学業でありますとか、そういうようなものにも、おそらく70年代の後半においては、仕事としてあらわれてくるのではなからうか。われわれメーカーは、こういう要請にこたえるために、現在、関係各機関の協力を得ながら、着々と技術開発を進める一方、体制の整備、設備の増強等に、懸命に邁進しなければ間に合わないというのが現状でございます。

なお、原子力の、たとえば今後の開発の問題にいたしましても、一つ大きな問題としまして、自主開発という問題が、依然として70年代に持ち越されております。原子力の開発にあたりまして、当面、外国のメーカーと技術提携をすることによりまして導入をはかる。これは一応、ブループン・タイプについては、現在行なっておる線でございますが、今後の動力炉開発は、必ずしも外国の技術を、いままでのように導入していけるかということになりますと、昨今の国際情勢、日本の占める地位等から、ますます困難になることは当然でございます。われわれとしましては、日本独自で、原子炉の今後の自主開発を導入技術の上に立てていくということが非常に大切な問題であります。

現在、ご承知のように動燃事業団が中心になりまして、新型転換炉ならびに高速増殖炉の開発をやっております。これは、ご承知のように、国のベースで進められておるのでございますが、われわれメーカーならびにユーザーの方々も、さきに申し上げました実用商業炉のほか、この完成のためにできるだけ協力を、あわせてやっついていかなければならない。こういう役割り、これもまたたいへん必要な問題点でございます。

次は、国産化の問題でございます。ご承知のように最近の数年間、何となく、1号機は導入、2号機からは国産化とよくいわれておりますけれども、ご承知のように実際問題としては、2号機が必ずしも1号機と同じ容量でいくというふうにはいかない場合が多いのみならず、原子力の発展は非常に日進日歩でございますので、こういう点についても、なか

なか国産化に問題がございます。産業界はこれまでには、ともかく先進諸国からの技術導入ベースによりまして、実用炉の国産化に努力を払ってきております。現在、すでに原子力発電構成機器の相当の部分については、国内でこれを製造する自信をもっておりますけれども、製造する量、あるいは継続して製造ができるかどうか。かりに、非常に例はよくないのですが、東海でやりました炉のグラフアイトを、国産でやるか輸入でやるかという問題が、実際に起こつたのであります。2,000トンのグラフアイトを、当時日本でやろうと思えばできるのでありますけれども、あれ1基のために設備をして、あとこれに続かないということでは、グラフアイト産業として成り立たないという問題もあつたのでございますが、順次こういう問題も解決して、国産化の度合いはだんだんふやしていくことは、すでに進行中でございます。

また、よくいわれます原子力発電所の総合計画と申しますか、いわゆるシステム・エンジニアリングにつきましても、相当に技術導入ならびに1台目、2台目の製作経験から、メーカーとしてはある程度の自信はもっておりますけれども、先ほど申しましたように、原子炉の技術の進歩は非常にテンポが速い。そのような関係もございまして、必ずしもメーカーが考えるほど、ユーザーのほうからみれば、よし、やつてみるというわけには、なからかいかないのが実情でございます。この点は、たびたび議論のあるところであり、あつたところでございます。

たとえばドイツでは、シーメンス、A E Gがそれぞれ米国から技術導入を行ないまして、国産化をはかつておつたのであります。原子力発電所の最初の商業炉の建設に際しまして、ドイツ政府と電力会社とが、それぞれ新しい社会を設立しまして、1号機から国内メーカーであるシーメンス、あるいはA E Gに、主契約者としてこれをつくらせた。これが非常に成功いたしました。現在すでにシーメンスは、2台目、3台目の製作をみずからやつている。また最近では、オランダの引き合いで、ウエスチングハウスと競争して、P W Rでシーメンスが注文をとつたというほどに技術的に育つた。

こういう例もございまして、日本のわれわれメーカーから考えますと、国産化、特にシステム・エンジニアリングに対する国産化という点で、やはりある程度こういつたようなメカニズムというか、考え方を、いつまで議論しておつても実りませんので、幾らかでも、いまからでも取り入れていつてもらいたいものだ。メーカーの役割りを果たすと同時に、そのような希望をいたしたいのでございます。

なお、今後は、国内の需要を満たすのみならず、原子力産業においても、日本としては、

今後ますます海外進出をはかることが必要になつてまいるのでありまして、現に2, 3問題がペンディングの商談もできておるようでございますが、このためには、国際協力、技術輸出、輸出金融というような諸問題がございます、特に今回の問題については、かなり政府のほうでも思いきつた処置をとられたことを多としておりますが、輸出金融につきまして、これの裏づけがなくては、原子力のような大型機器の輸出は非常に困難だと存じますので、みずからの役割りを果たしますと同時に、政府に対して、今後ともこれについて深いご理解をお願いいたしたい。

問題はいろいろございますが、燃料面の問題につきまして、先ほどもお話がございましたが、第1番目に、濃縮ウランの供給を考慮する。今後、濃縮ウランの原子炉が主流になつてまいりますので、濃縮ウランにつきましては、先ほど来お話がございましたように、国際的ないろいろの制約がございますし、これを米国からいわずに供給依存するという問題等につきましても、国際上いろいろ不安もございます。また値段の上でもいろいろと問題がありますので、私どもの考えとしましては、米国一辺倒から抜け出して、これを他の西欧諸国から求める。たとえばイギリスにも、原子力燃料の供給を仰ぎ得る道を開いておくということがどうしても必要だと考えるのでございます。

なお、濃縮ウラン製造の国産化につきましても、いまお話がございましたが、これはいづれにしても、70年代の前半にはとうていできない問題でございまして、かりにできるとしても、70年代の後半、あるいは80年代にも相なるのでございます。また、他方、高速増殖炉の実用化、これまた80年代前半の問題でございまして、70年代の問題としてはややむずかしい。このような事情下におきまして、濃縮ウランの供給には、国際情勢の変化に対応して、安定して供給を受けられるという意味合いにおいて、いま申し上げたような、むろん国産化の研究開発も必要でございますが、同時に濃縮ウランの入手先を可能な限り多様化しておくということは、絶えず考えておかねばならない問題かと思えます。

また、燃料サイクルに関連いたしまして、使用済燃料の再処理、これはメーカーだけが考える問題ではございませんが、燃料サイクル確立の非常に重要な一面でございます。燃料サイクルすなわちウラン資源の入手、濃縮、使用、再処理、この再処理の問題が、どうも少し私どものみるところでもおくれがちでございまして、この点、早急に、本格的な再処理プラント建設に取り組む点につきまして、政府、民間ともにご尽力を願わねばならないのではないかと考える次第でございます。

最後に、70年代におきます原子力の利用は、先ほども申しましたが、おそらく後半におきましては、発電のみならず、鉄鋼、化学、あるいは海水利用、地域暖房等、いろいろと広い用途が考えられねばならないと存じます。鉄鋼にしましても、化学にしましても、わが国で、現在はもうすでに大きな産業の分野でございます。これに使われるエネルギーとして原子力を活用することは、すでに研究は緒についておるように伺っておりますけれども、国の施策として、原子力開発利用長期計画の中に、この多目的利用の課題をもう少し大きく取り上げて、国家的見地から本格的に強力に推進することを、ぜひお願いしたいと考えるわけでございます。

原子力の開発利用には、メーカーといたしまして、通常の商業ベースでは考えられない大きなリスクが伴うものでございます。これを企業としての社会的責務と考えて、開発に取り組む覚悟はいたしておりますけれども、広範な基礎技術、あるいは関連部門の協力等はどうしても得なければ、われわれだけでは果たし得ない問題でございます。

原子力開発の先端技術に挑戦しつつあります欧米諸国におきましても、多角的助成措置を講じまして、技術開発を側面から援助しておることは広く知られておるところでございます。燃料サイクル、多目的利用等に関連いたしまして、特に政府に要望する点は、すでに述べてきたとおりでございますが、これらの問題について真剣な検討が行なわれ、政府及び民間各部門が一体となつて推進することによりまして、わが国における原子力開発利用が、りつばな所期の成果をあげることを希望いたしまして、私のまとまらないお話を、一応終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

議長 どうも前田さん、ありがとうございました。それではおしまいに、佐々木さんにひとつお願いいたします。

佐々木 いままで大家の皆さんからいろいろお話がございましたが、たいへん次元の高い、しかも示唆に富んでうんちくのあるお話でございました。私は政治家ですから、少し思い切った話になるかもしれませんが、ご寛容のほどをお願い申し上げたいと存じます。

きょう、入るときに玄関で、「第3回原産年次大会予稿集」という本をもらいましたが、皆さんもつておられますか。この中に、今月初めに、原稿で出してもらいたいというので、要約したものをのせてありますので、できますればこれをおもちでしたら、あとでごらんいただければ幸甚だと思います。あまり勉強する機会がございませんので、今月の初めに

書いたままのお話を、大体きょういたしたいと思いますので、そのようにお願いできればたいへんけっこうだと存じます。

これは、大体三つに分けてありまして、一つは非核大国——日本、ドイツなどがその例ですが——としての理念をあるいは政策をこの際はずきり確立しておく必要があるのではないかという点、それから原子力利用の多角的な進展が進むであろうから、それに対して用意が必要だろう。それから、今後効率的に平和利用を進めるためにはどうしたらよろしいかといったようなことに分けて、思いつくままに書いてありますので、あとでごらんいただければたいへんけっこうかと存じます。

全般的な特徴といいますか、70年代の特徴は、いままでのような研究、実験が主ではなくて、経済性とか、有用性がだんだん高まってきました、いわば本来の意味の実用期に入っているのではないか。特に、いろいろ、いまの原子力委員会等のスケジュールをマップに書いてみますと、70年の後半が、非常にこの傾向が強いのではないかと思います。したがって、むしろはずきりした幅の広い実用期、あるいは問題が非常に大きく出てくるのは、70年の後半になりまして、日本の原子力開発の問題は、いろいろな面で解決を要する問題が出てくるのではないかという感じもいたします。

まず、その一つです。これは、必ずしも平和利用とは関係がないのですが、先ほど稲葉さんからもお話があつたように、経済発展とか、技術革新は、だいたい将来進んでいきまして、日本の大国的な標榜は、ますます世界でははずきりしてくるのではないか。したがって、また、世界の安全保障等に対する日本への期待というものも、相当大きくなってくるのではないかと思うのです。

そこで、ちょうど70年に入る今年の原子力予算は、いろいろ解釈のしようもありますけれども、端的にいいますと核燃料サイクルの予算だ。ことし初めて、そういう意味では核燃料のサイクルを目ざして予算がついたと考えていいのではないかと思います。異論もあるでしょうが。。。。。。一つは、ご承知のように海外のウラン探鉱が可能になり、あるいは大量にみずから開発できるような予算、あるいは政令の改正でございますか、金属鉱物探鉱促進事業団の付則の政令になると思います。こういつたようなことで、ずいぶん予算のときにはたくさん問題がございましたが、とにかくにも大蔵省が踏み切ってくれた。その後、海外のウラン探鉱の開発に、日本はたいへん積極的に進んでいるのではないかということ。

再処理の問題が、立地の問題でずいぶん長いこと苦勞しておつたのですけれども、皆さ

んど承知のように片づきまして、ことしから予算がついて、いよいよ秋から、この施設の建設にかかっていく。稼働するのも、そう遠い将来ではない。

濃縮ウランに関しても同じでございまして、ご承知のように二つの種類がありますが、両方とも予算がつきまして、将来の比較検討、あるいは建設に対する準備ができたという状況で、いわば冒頭に申しましたように、核燃料サイクルに対する予算措置が、初期の段階でありますけれどもついたということは、いままでの原子力予算ではないこととございます。

また、ちよつと意味が違いますけれども、私は先ほどお話がありましたように、科学特別委員長ということで、宇宙開発とか、海洋開発のほうも手がけておりますが、宇宙開発のほうも、74年くらいになりますと、水星衛星が日本で上げられるようになります。そうなつてきますと、潜在的な核保有国というふうな、プルトニウムももつわけですから、いままでは観念論だったのが、現実に関自分でそういうものを生産してもつていくという核保有国になつてくるわけでありまして、ずいぶんいままでとは違つた空気になつてくるのではないかと。

ちようどまた、先ほどもお話がありました核防条約の批准問題があつたり、あるいは中国もおそらく後半期になりますと、ICBM等の配列が始まるでしょうから、そうしますと、何としても私はこういう時代に備えて、いわば非核大国としてのもつともつとつきつめた検討は必要ではないか。いままでのように、唯一の被爆国であつたとか、あるいは原子力基本法があるからとか、あるいは三原則がどうだとかいつたような議論だけでは、過激なナショナリズムと申しますか、こういう段階になりますと、非常にむずかしいような事態になるのではないかとということ、たいへん実は心配しております。

したがつて原子力基本法や非核三原則などだけでいいものかどうか、もつともつといろいろな面から検討する必要があるのではないかと、あるいは技術の進歩、あるいは核所有の政治的な意味といいますか、価値がどのようになつていくのか、あるいは経済的な面、あるいはネオ・ナショナリズムというのですか、いろいろ、そういう従来のような国民性ではなくて、もう少し高い、新しい、月の世界に達した人類ですから、そういう新しい時代を踏んまえたナショナリズムといいますか、あるいは道徳的なサイドというようにいろいろな面から検討して、そして非核大国で国内にも合意を得、国際的にも各国を指導できるような発言を用意して、70年代の困難な事態を、非核大国としての面目を保つていくということが非常に必要ではないかと。

70年代の政治問題としては、おそらくもう少し先、中ごろにはなるでしょうけれども、私は、いまからもつともつと、やつてもいいのですけれども、研究すること自体まで核アレルギーではおかしいのであつて、こういう問題は、もつと真剣に考えてみていいのではないかと思つております。これは、おそらく政治のみの問題ではなくて、国民全体の問題でございますから、皆さまともども勉強しましたお教えいただければたいへんけっこうだと思ひます。

二番目は、原子力利用の多角的な進展ということですが、発電とか、原子力船、あるいは核融合といったような問題は、先ほど来いろいろお話がございましたし、私、ここで深く触れる必要もなからうと思ひますのでやめます。先ほどからもご指摘がありましたように、多目的な原子炉の開発は、70年代の今後進むべき大きい問題ではなからうか。ことしの予算では、ご承知のように、萌芽が出ただけで、これからでございますので、一生懸命ご勉強いただければたいへん幸甚だと思ひます。

アイソトープの利用の面ですが、私どもが原子力関係をやつておつた当時から見ますと、もつと急速に伸びていくものではなからうかと思つておりました。しかし、わりあいに伸びたものもありますけれども、それほど進展してないようにも感ぜられます。私、これは認識不足かもしれません。しかし、どんどん国内でもできていくわけですから、大量需要、大量使用を、積極的に今後進めていくのはたいへんではないか。

産業立地の問題ですが、先ほど稲葉さんからもお話がございました。私は、原子力発電の特質を考え、あるいは先ほどお話もありました原子力コンビナートといひますか、そういうものを考えていきますと、どうも原子力時代の近代都市の建設は、むしろ従来の東京、あるいは名古屋、あるいは関西といったようなところではなくて、いままで開発されなかつた日本の後進地帯といふところのほうが、むしろ望ましいのではないか。また、そういうところが伸びていくのではないかという感じが非常にいたします。したがつて、日本の産業立地も、70年代を契機にして、産業構成といひますか、産業立地といひますか、特に立地の面は変革をしていくのではなからうかという感じがします。

もう一つ、宇宙開発、あるいは海洋開発、特に海洋開発のほうが、私はどんどん伸びていくような感じがするのです。いろいろなロケットに関して、アメリカのほうでも原子力発電といへば語弊があるかもしれませんが、R I 電池といひますか、こういう使用も進んでくるだろうし、特に海洋開発の面では、海底の作業船、あるいはR I 電池、あるいは海中の原子力発電といったような、いろいろな面で原子力との関係は非常に深くなつてくる

のではないか。原子力オンリーで問題を考える時代は済んで、もう少し他のビッグ・サイエンスとの関連を考慮しながら進んでいくべきではなからうかという感じがします。

少しはしょつて恐縮ですけれども、今後の進め方で、私、いままでの体制なりその他、反省するものは反省して、この際進んでいつたらいいのではなそかと思ひます。これも思ひつきで恐縮ですけれども、一つは原子力委員会のあり方でありまして、委員長が、内閣をかわるごとに突如としてかわつてしまつて、また初めからやり直しというそのやり方は、あまり各国に例がないようで、また、たいがい原子力委員長という、各国では副総裁クラスです。ですから日本も本腰で、今後の開発へ向かつていくのであれば、行政体制もそのぐらいの決心が必要ではないかという感じもします。

あるいは予算制度ですが、毎年、皆さんもご承知のように苦勞するのですけれども、日本の予算制度は単年度の予算制度で、複数年にわたる予算は組めません。これは、会計法を改良か何かしなければいかんわけですけれども、会計法を改良しますと、いろいろとほかにも波及しますのでたいへんむずかしいのではないかと思ひます。しかし、同じことをいまの長期、巨大、しかも総合的なビッグ・サイエンスを進めるのに毎年みんな苦勞していることを、今後も、70年代も同じことを繰り返すのはばかばかしいではないか。できれば開発基金制度のようなものをつくつて、そういうところで複数年の国家予算を組めるような、そして安心して、特にシステム・エンジニアリングになるわけですから、去年つけてことしはだめだ、つけないなどということになつたら何にもならないことになるわけです、こういう点も、もつとみんなで創意をこらして解決していつたらいいのではないかと思ひます。

先ほどもちよつと触れましたが、原子力委員会が原子力の面だけに閉じこもらないで、やはり他の分野、宇宙開発、宇宙、海洋、あるいは知識産業等の皆さんと常時交流提携していくようにして、そういう方たちの要望等も取り入れつつ問題を進めていくのは、たいへん国としては重要ではなからうかと思ひます。

私、宇宙開発の見学といいますか、3年ほど前、米国、ソ連、フランスを中心にみてきました。去年は、海洋開発の視察で行つてきたのですけれども、いずれにしても向こうは、非常にこういう面では一緒になつてやつておりまして、おれは海洋開発だから、ほかのことは関係ないのだというやり方ではないようでございますので、やはり日本もそういう方向に向かつてたらいいのではないかという感じがします。

特に70年になりますと、貿易市場に原子力の問題というのは、技術面、あるいは製品

の面等で、重要な位置を占めてくるのではないかと思いますので、これに対する配慮も必要でしょうし、特にまた大規模にだんだん実用化してきますと、私は科学者より、むしろ技術者のほうがたいへん不足してくるのではないか。いままでのような技術者の養成の仕方だけでいいのかどうかという点が、今後たいへん大きい問題になると思います。ただ、問題を提起しただけで、あまりお役に立たんと思いますが、冒頭申し上げましたように、大胆率直に問題話しますと、大体以上のとおりでございます。

議長 ありがとうございます。一応これで先生方の第1回のお話を終わつたわけですが、皆さん、何かご質問ありますでしょうか。また5人の先生の中で、いろいろご質問なり、ご討議願う問題があれば、やつていただきたいと思うのです。あるいは追加のご意見でもけっこうでございますが、岸田さん、少し時間が足りなかつたように思うのですが、どうですか。

岸田 大体話がだざつばですから、時間がくるまでただしやべつて、それでやめたということにして、まとまつた話にはなつてなかつたと思います。

私は、ここでお話しされた方のご意見に全部賛成でして、いま松根さんがおつしやつたように、そのほかの発言の方のコメントに対して意見をいうということはないのですけれども、最後に佐々木さんのおつしやつたことと関連しまして、私はほかのところにつけを回すとか、ほかのところとはできるだけ関係のないようにするというやり方は、これから一番避けなければならないことになるのではなからうかという感じがしております。

先ほど、巨大技術というお話をしたのですが、たとえば公害問題のようなことを一つとりましても、だんだんと一つの局なり、あるいは一つの官庁なりでは問題が処理できないような対象がふえてきていると思うのです。原子力もおそらくそうなるだろうと思います。いままではその部分だけでできたのですけれども、だんだんとそうならなくなるだろう。

そして特に多目的ということになりますと、たとえば海水脱塩と原子炉との組み合わせということになりますと、官庁でいいますと、通産省と科学技術庁が協力しなければいけないということになる。そういう場合には、日本の官庁ですと、相手にはできるだけさわられないようにという考え方をとるのですが、そういうやり方では、70年代の科学技術問題を大きく進めるとか、解決するということができないのではないかという感じがいたします。

つい4～5日前に出ました科学技術白書でも、社会開発ということを問題の第一に取り

上げまして、そしていろいろのことを指摘しているのですが、2,000件ぐらいの社会開発関連の技術問題を各官庁でやっている。そのうち、各官庁が協力してやっているのは1%にしかすぎないというわけです。ところが社会開発という問題になりますと、これは全部総合的にやらなければならない問題でして、それを各官庁が自分のなわ張りだけでやっているとということになると、そこで問題の解決が全然進まなくなるということがあると思います。

大体官庁のやり方をみておきますと、たとえば公害問題がいまはやり始めたということになりますと、できるだけ自分のところの予算のパイプを太くしようということだけを考えます。実際には公害問題は解決しないで、予算のパイプだけが太くなつたということになるのではないかと思つて心配しているのですけれども、私は、そういう問題は70年代にはもつとふえると思います。

その点で、佐々木さんが最後に四つばかりあげられた中の第3番目の、他の分野との交流とか、協力という問題をもう少していねいに掘り下げて考えるということが、多目的な原子力開発ということを考えましても、あるいはほんとうに外国から導入した技術ではなくて、自分のところで開発した技術を積み重ねていくということから考えましても、70年代にはもつと深刻な重要な課題になるのではなからうかというのが、お話を聞いていての感想でした。

向坊 先ほどのテクノロジー・アセスメントの対象として五つのものをあげられたわけですが、最後の個人の尊厳の問題についてももう少しお話しただけないでしょうか。

岸田 原子力とはあまり関係のないお話になつて申しわけないのですけれども、私はテクノロジー・アセスメントに関心があるわけです。

そこで、原子力は巨大科学であり、巨大技術であるけれども、しかしその巨大技術が生み出すゆがみのようなものを、同時にもつとていねいに考えていかなければいかんという感じをもっているのですが、そのほかの四つのテクノロジー・アセスメントの対象についても、やはり私は非常に関心をもっております。

その二つ目、三つ目、四つ目というのは、ことばですぐわかるとしまして、五つ目の個人の尊厳みたいなことは、70年代には相当重要になるのではないかという感じがしております。あるいはプライバシーの問題といつてもいいのかもしれませんが。

つい最近の例でいいますと、国民総背番号というのがあります。全部生まれた年月で番号をつけまして、1920年の3月20日、これは私の誕生日ですが、そうしますと、20

年3月22日ということで、あとは地域で分けるとか、そのように番号を13ケタぐらいつけますと、全部登録できるわけです。そこで、銀行に預けている金額は幾らなのか、役場のほうで手続をしているものは、全部どんなデータがあるのかということを一カ所に集めるようにしておくということを、いずれはやつていこうと行政管理庁は考えているようです。まだそんなところまでいついかわかりませんが、そのようにすることが行政の能率をあげるのに重要であるということです。そしてまたコンピュータは、それぐらいの能力を次第にもつようになると思います。

そうすると、一体それは望ましいことなのかどうかという問題が必ず出てくると思います。確かに行政の能率はあがったのですが、その人の生活の秘密のようなものは、方々にデータが分散しておりますと、全体としてなかなかそれを組み立てることはできにくいのですけれども、1カ所にデータが入っておりますと、何でもかでも全部わかってしまう。第一、脱税もできないということになるわけですし、これは非常に困る。とにかく情報が集中するということにかかわるある問題があるのではなからうかと思えます。

将来は、その情報の中央集中は必ず進むと思うのですが、それが進めば進むほど、個人の生活にとっては非常に深刻な問題が同時に出てくるのではなからうかという感じが一つあります。

もう一つは、幾つかの思いつく例だけをいいますと、一般的にいまして、いまは電話は1軒に1台しかありません。そこで、むすこが長電話をすると、おやじが困る。だからむすこの長電話が非常に気になつてしょうがないということなのですが、あれは、むすこが長電話をするのが悪いのではなくて、1軒に1台しか電話がないからいけないのだと思うのです。そうでなくて、各人に電話があれば、むすこが長電話をしてもちつともさしつかえない。さしつかえないどころか、電話というのは、大体長い間話をするのが私はほんとうの使い方だと思うのです。つまり会つているとき、デートをしているときと同じような使い方ができるようになるということが非常に大事であつて、電話は電報のかわりだということでは困ると思つております。ちよつとお目にかかれますかという了解を得るためだけに電話をかけるというのでは困るのでして、お目にかかつたときの用事が全部電話で済むというふうにならなくてはいかんと思つております。したがつてむすこのほうが電話の使い方をよく知つているので、私がむしろ電話の使い方を知らないといつたほうがいいのではなからうか。最近そう思つて長電話をしんぼうするようになっているのですけれども……、だんだん話が変な話になる。

しかし、とにかく1人が1台電話をもつというふうになれば、その問題は解消するわけです。そして将来、私はそうなると思います。そしてその次にはテレビ電話ができる。そして次には携帯用のテレビ電話ができるというふうになります。

しかしそうになると、一体いいのかどうかという問題が起こる。それは確かに便利ではありますけれども、歩いているときに必ず電話が自分のところにありまして、用事があれば電話が必ずかかってくる。しかもテレビ電話であるということになると、一体それは楽しいのか楽しくないのかという問題があります。

そこで、電話を通じないようにしておけばもちろんいいのですが、そんなに情報化が進んできますと、自分の電話だけ切っておくということが、一体人間にできるかどうかということなのです。ひよつとして、切つておいた間に非常に重要な電話が自分にかかってくるのではなからうかという心配が絶えずあります。つまりストレスが働く。そういうストレスからいかにしてのがれるかという問題があります。

ですから私は、そういう意味でも、技術発展というのには、一体それが望ましいものか、あるいは同時に出てくるマイナス面にはどういう手を打てるかということを考えなくてはいかんだろうと思つているわけです。

もう一つ思う例は、しばらく前のニュースであつたのですけれども、イギリスで、試験管で受精を行ないまして、それをもう一度母体へ入れたという医学の実験がございました。これは、医学の実験では非常に貴重なものだろうと思うのですが、しかし人間を対象にしてそういう実験をしていいかどうかという問題があると思うのです。

さらに、たとえば遺伝のコントロールとか、男女自由に生み分けられるということも、可能性としては出ております。しかし可能だからといって、何でもやつていいとはいえないのではないかと。

たとえば、私は心臓移植に対しても実は否定的でして、ほんとうに心臓移植というのを実用化していいのかどうかという問題はあると思います。そしてどんなところまで適用していいのかどうかという問題もある。これは医学以前の問題でして、技術の再点検というよりは、文明の再点検とか文明の再定義ということが必要だろうと思います。そこまで問題を広げなければならぬ時期にきているのではなからうかという感じがいたします。そういう問題を、プライバシーとか、個人の尊厳ということばで表現をしているのだろうと考えております。

そして70年代には、これは原子力技術ではありませんけれども、技術全般の問題でい

いますと、そのような個人の尊厳とか、プライバシーに関連した問題に至るまで、再点検と再調整という観点で問題を見直すことが必要になつてくるのではなからうかと思うわけです。

議長 ほかにどなたか……。

いま、中部放送の菊江さんから前田さんへの質問でございますが、原子力の平和利用開発には、世界的規模での協力の必要なが強調されたが、前田氏は自主開発が必要と、向坊、岸田両氏は国際協力が必要との意見の相違が感じられるが、前田さん、いかがでしょうというご質問です。

前田 何かご質問にありますような誤解を与えたようでございますが、原子力は特にそうですが、原子力問題に限らず、海外協力、やはり何でも日本国内の自主技術だけで開発していくという態度は、一般にいつて、科学技術に対してはとるべきではない。特に原子力のよりの先進国でかなり進んでおります技術につきましては、いままでもそうでございますが、今後とも海外協力をやつていくことに努力をしなければならぬ。現にわれわれも、外国のメーカーと技術導入契約を結びまして、現在の海外における技術レベルまでは早くこれを引き上げる。

私が申し上げました自主技術の開発と申しますのは、海外から得ました技術の上に、たとえば燃料問題、あるいは地震の問題、日本個有の技術を開発していくということのために日本みずからが自主的に開発をして、そして自分の開発したものに対して、システム・エンジニアリングとしてギヤランテイできる実力を早く養成する。

そういう意味合いにおきまして、先ほども申し上げましたように、動燃事業団というのが数年前にできました。その中でも、高速増殖炉と転換炉と二つが目標になつております。転換炉につきましては、昨年来、いま一度その必要性についてチェック・アンド・レビューをやるということで、やはりこれは自主的に開発する必要があるということで、いよいよ研究炉を製作することに方針がきまつたのでございます。

そういう意味におきまして、自主技術の開発ということと海外協力ということとは矛盾いたさないのでございます。

ただ私が先ほどちよつと口をすべらしましたのは、いままでは、原子力にしましても、あるいはトランジスタにしても、テレビにいたしましても、外国の技術を導入しておいて、そしてそれをどんどん工業化するということで、比較的日本の工業は急速な進歩を、わりあいに安い原資でやることができたのでございますが、昨今の日米関係等をみましても、

また日本の現在占めております経済力等から、やはり技術導入ということが、私どものはだに感ぜざる限り、だんだんといままでのようにたやすくはなくなつてきた。

そういう意味におきましても、今後の日本は、単に原子力ばかりではございませんが、もつともつと自主的な技術の開発に力をいたさねばならない度合いが、だんだんときびしくなつてまいつた、こういう二つの問題を含めておるのでございます。

岸田先生、あるいは向坊先生がおつしやつた海外協力は、原子力のみならず、特に原子力においては、現在、将来ともに必要であると同時に、日本の自主技術の開発がいよいよ必要になつてきた、こういう意味で申し上げたのでございます。

議長 向坊さん、何か……。

向坊 私も矛盾するとは思いません。どちらもレベルが高くなければ、レベルの高い協力はできないわけです。やはり協力と自分の努力とのコンビネーションでの総合的な最適化、そういう戦略があるのではないかと考えるわけです。原子力に限らず、技術格差の問題になるような分野全体に通ずることではないかと考えます。

議長 菊江さん、よろしゅうございますか。

(菊江) いま前田さんのおつしやつた限りではわかりますが、先ほどあなたは、技術提携ということが、いまの日本の方針、あるいは国際情勢から考えてむずかしいのではないかとおつしやつたのです。だからこのご発言が、向坊さんのおつしやつた世界的な規模での協力、いまそういう発言がしばしば出ましたけれども、そこが食い違ふような印象を受けたのです。技術提携が困難だとおつしやつたように聞いたのですが。

前田 いまご説明申し上げたつもりなのですが、現在の国際情勢は、5年前の日本の国際情勢とかなり変わつてきております。特に最近では、日本の経済力が、むしろ先進諸国からうらやましがられるという情勢に相なりましたので、おそらく今後、現在少しそういう現象はあらわれておりますけれども、いままでのように、そうたやすく技術を導入することができなくなる情勢に立ち至つているから、なおさら自主技術の開発ということに日本の国の技術陣は力を入れなければならないと申し上げたのでございます。何か誤解を与えましたならば、お許しを願いたいと思います。

議長 私、聞いておつて、非常にこちら側の意見はわかるのですが、ご質問が聞きとれん点があつて、誤解しておりますでしょうか。

岸田 いまのことに関連して、もう一度発言させていただきたいのですが、情報の入手のための最適なシステムをつくるということが一番大事なわけです。それがどこから入るかとい

うことは、実はそう問題ではないわけなのです。情報の入手の最適なシステムはそのときによつて違うので、非常におくれた国にとつては、情報入手の最適なシステムは、世界じゆうどこからでもできるだけ情報が入ってくるようにしておくということです。

しかし情報入手の最適なシステムは、その国のもっている力、そのときの世界の国際的な情勢で変わつてまいります。そこで、絶えずその情勢の中で一番いい情報入手の最適なシステムをつくるということを考えなくてはならないわけです。

向坊さんにしましても、前田さんにしましても、そのことを別々の角度からいわれた。私も同じことをまた別の角度からいつたつもりなのです。情報入手の最適なシステムをつくるときには相手がありますから、相手のことを考えなければなりません。

実は技術情報というのは、値段がまだはつきりと国際的に確立されたものだといえないと思います。前には、どちらかといいますと安かつたと考えていいと思います。しかし先ほどいいました私のかつてな推理によりますと、技術という力をもつと以前よりは重視されるようになりますと、その技術についての値段が上がり上がってくるということがあると思うのです。したがつて技術情報の入手の最適なシステムをつくるという場合に、どうしても自分のところで出すものがないと、非常に高いものを買わされるということになる。だから情報入手のシステムの最適化がむずかしくなるわけです。

したがつて、いまのようにだんだんと技術情報についての値段が上がり上がってきているという情勢の中だと、その技術情報のコストを上げないための一つの方法として、自主技術の開発ということがどうしても出てまいります。世界の先進諸国の国民の数を考えますと、5億とか7億ぐらいをあげてもいいと思うのですが、それだけの人の知恵をできるだけ全部使うというほうがいいのですから、国際協力ということは必要である。

しかし技術情報入手のシステムの最適化という問題を考えますと、コスト対効果ということであると、日本が出すものがないければ、そのコスト問題を解決することができない。しかもそのコストというのは、金額だけではなくて、もつとほかのコストもたくさんあります。たとえば資本参加が要求される場合にはどのように対処するのか、つまり資本参加を受け入れるというコストを払わなければならないとか、市場制限というコストがあるとか、コストがだんだんと高くなつてまいります。だからコストが高くなつてくるという見通しがあれば、必ず情報入手のシステムの最適化については、別の考慮が必要になるということなのです。

その別の考慮の場合に、一つだけ私の発言の中であげましたのが、国際間の調整という

ことが必要になるだろうといつたわけです。国際間の調整というのは、実はまだ国際的にはつきりと確立された技術の値段があるわけではないのですから、もつているところは、独占的にその価格をきめようとする。だからそのように独占的に価格をきめさせないために、多角的な方法が必要になるだろう。だからアメリカだけに依存しているのではなくて、多くの国に多角的に相互依存の形をつくるということによつて、情報入手のコストの支払いを安くするということができるのではなからうかということも考えるものですから、技術という力が重要になると考えられれば考えられるほど、技術に関連した国際間の調整が必要になるだろうということをお話ししたつもりなのです。

したがって、同じことをそれぞれ別の角度から向坊さんも話され、前田さんも話されたのだと私は思っております。

議長 大体ご理解願えたと思いますが、ほかに何かご質問ございませんか。。。。。

だんだん時間がなくなつてまいりましたので、諸先生から何かお話がございませんければ、最後の取りまとめをして会議を終わりたいと思うのです。

お話を承つていますと、なかなか取りまとめがむずかしいような感じがします。前田さんの場合、あるいは稲葉さんの場合は、5年、10年先に焦点を合わせて話しておられるし、あるいは、岸田さんや向坊さんのもつと先の話をしておられるというようなことから、それぞれ若干のニュアンスの違いはあるようでございますが、お話になつていることは、みな一つの線に乗つておると思うのです。

日本のエネルギー資源、とくに電力の需要というものが、稲葉さんのあげられた数字のように、昭和50年、60年に向つて急増していく。こうした需要に対処して行く上で大きな問題があると思います。すなわち、これまでのように化石燃料に頼るとすれば、輸送船量や港湾施設は今の数倍に達するであろうし、さらに、これの精製を国内で行なうとなると、その立地取得に相当の困難がつかまとうでしょう。というよりも、国内ではおのずと限界があり、とくに、公害に対する地元の反対などを考えると、ほとんど不可能に近いのではないかと。さらに長期的に考えますと、今でこそ石油生産は過剰気味ですが、一旦、供給源について不足が起ると日本にとつてきわめて重大な結果をもたらすという根本的問題があります。したがって、電気エネルギー源をできるだけ速かに、原子力にふりかえる努力を一日でも早くすることが要請されるわけです。公害、環境問題を考えると、今後、石油の公害対策もいろいろとできてくるでしょうが、石油は大気と水質という双方のポリ

ユーシヨンの問題をかかえており、これに較べると原子力の方がはるかに処理しやすい。もともと原子力は、この問題について神経過敏ともいべき技術開発をやっているし、そうした技術の今後の進歩も期待できます。したがって、経済性が確立できれば、早くこれに頼ることが、双方にとつて有益であろうと思います。立地上の観点からみても、必要面積など原子力の方が有利であるし、石油火力と原子力に対する地域の受入れ状況を見ても、化石燃料に対しては拒否的な態度もみられ、むしろ原子力の方が希望がもてるのではないかと思います。さらに大きな港湾もいらず、所要面積も少なくすむとなれば有利さははつきりしている。したがって、技術進歩による原子力の経済性、安全性、もちろん公害対策も含めてですが、これらの進歩を通じて、石油を原子力に置かえることが、日本のエネルギー政策上からして、大事であり、今日、その努力をはらうべき時期にきています。

原子力技術の開発は官民で進めているわけですが、炉型、燃料や濃縮については、世界の技術が毎年長足の進歩をとげているだけに、わが国としてもこれに遅れをとらないような自主開発がないと、いま申しあげたようなエネルギー政策の促進が困難になる。このため、政府が原子力技術開発に対して思い切った研究開発投資をすることが、今後ますます必要と思われる。というのは、さきほどお話に出ましたようにこれからは今までのような技術導入がますます困難になつていく。また、共同研究という話にしても、向坊さん、岸田さんご指摘のように、可能で必要だが、それにはまず「自主開発」をやっていることが前提であり、そのためにも政府の姿勢を確立しておくことが大切でありましょう。いいふるされたことですが、こうした体制の確立を強く望むものです。

今後、原子力開発などに関連して、海外に出て行く場合も、経済援助というかたちでのやり方の必要性が生ずるでありましょう。このためにも「自主開発」が必要条件となるでしょう。原子力は発展途上国への経済協力の一つの核とするに足るものであるのですが、現在は、民間も政府もこの面についてはあまり意欲的でない。発展途上国の資源開発などを行なう場合でも、資源そのものの開発だけではいかんであつて、例えば、その資源の処理工程、加工や二次生産産業など多面的な協力を行なうことによつて、経済的、社会的により大きな効果をあげるところまで行かなければならないだろうと思います。

本日は、われわれがこの原子力というものを取り扱つて行くうえで、非常に大切な一つの方向と、留意しなければいけない点、一緒に考えて行かなければならない問題などについて、すぐれた示唆をたくさんいただきました。わたくしたちは、こうした示唆を十分念

頭においてともども70年代の原子力開発にあたるべきであろうと思います。それではこれで「1970年代の日本と原子力開発」のシンポジウムを終わりたいと思います。長時間ありがとうございました。

# 技術開発のあり方

宇宙開発事業団

理事長 島 秀 雄

技術の開発と申しますのは、大きく分けて、何かの機会に思いついた事がらを次第に進めて完成した技術を積み上げていく、という方法と、たとえば人間を月に送つてみたいというように、ハッキリとした目的を定めてそれに対し、手段を探し研究して実現させていくという方法とがあります。

私は今、宇宙開発事業団の理事長をしています。以前は国鉄で東海道新幹線の仕事にたずさわっていました。今の仕事と比べますと、ずい分違った事をしていたように思えますけれども、しかし、技術の開発という点においてはそれほど違った仕事をしていただけではありません。それはすでに研究されてきた資料を集め、そのディテールについて新しい研究を加えながら完成していくという方法が、まったく同じだからです。新幹線の建設も宇宙の開発においても、今までとまったく違った新しい発明をするという仕事ではないからです。

1970年代には、技術開発の面においてどのようなめざましい開発がなされるだろうかということが非常に問題になつており、それに対しさまざまな見解が方々にあります。1960年代あるいはそれ以前に、非常に多くの発明発見が行なわれたのと同様、70年代もまた、新しい発見がなされる。そのような期待をする趣と、60年代の技術が完全に使いこなされているわけではないので、むしろこれからのデイケードは、その技術を人類の望ましい方向に推し進めていくという、いわば60年代の技術の収獲の年代だという考え方とがあります。

そして私は、70年代こそは大きな目的を定めて、思いきつて人とお金を動員し、60年代後半にさかんに開発され出した原子力や宇宙開発の問題、それに現在注目されている海洋開発などを強力に推し進めていく時だと思えます。

いま、私どもはそのような視点で現在の技術開発の体制を見ますと、いろいろと考えさせられる点があります。たとえば、現在、私の関係している宇宙開発においても、ハッキリとしたミッションを定めて、研究を進めてきたのかどうか、むしろ漠然とした目的の研究の途上で改革しながら進んできたのではないかという反省が生まれるわけでございます。

これらのことがらを思いあわせて、これからの技術開発のあり方は、まず目的を定めてそれ

に向つてあらゆる研究の成果を傾けていき、その結果として巨大な技術が形成されという方法が非常に重要だと思います。

講 演 - 1

議 長 和 田 恒 輔 氏（富士電機製造相談役）

講演 「電力需給と原子力発電の見通し」

講演 「新型動力炉開発の概況」

議 長 菅 原 四郎治氏（九州電力常務取締役）

講演 「軽水型原子力発電所の運転と経験」

- I 敦賀原子力発電所
- II 福島原子力発電所
- III 美浜・高浜原子力発電所
- IV 島根原子力発電所

3月26日

A 会 場

## I 電力需給と原子力発電の見通し

中央電力協議会

専務理事 山崎久一

電気事業においては毎年10カ年程度の長期的な需要予測を行ない、これに対応した供給力を充足するように電源開発計画をたてている。

わが国の経済はきわめて好調のうちに推移し、金融引締めも行なわれてはいるが、依然として高水準の成長を続けており、これに伴い電力需要は相変わらず著しい増勢を示している。昨年末に設定した長期計画では、このような動向から産業需要の伸び、国民生活水準の向上などを十分考慮して、電力量は年増加率で49年度まで10%とみ、以降53年度までを9%とみている。一方ピーク電力については、最近特に夏季冷房の伸びが著しいので49年度まで年増加率12%とみている。これに必要な供給予備力7~10%を含めて電源開発計画をたてた。

しかし近年予測以上の好調の波が続いたため、ここ1~2年は必ずしも十分な供給予備力を保有することができず、需給バランスから見るとやや窮屈になる見込みである。

金融引締めの時ではあるが、当面の需給バランスのためにも将来の莫大な需要に応えるためにも是非電源開発を計画通り遂行しなければならないと考えている。

電源の総設備は43年度末4,551万KWで、その内訳は水力37%、火力63%、原子力は僅か0.4%であつた。今後10年間に開発する電源は8,042万KWで、水力14%、火力66%、原子力20%である。かくて53年度末設備は合計1億2,593万KWで、水力22%、火力65%、原子力13%という構成になる。

以上は運転を開始する出力であるが、着工する出力を示すと10年間に合計出力1億545万KWとなり、その内訳は水力14.5%、火力53.5%、原子力32%となつている。

計画に当つては将来における原子力発電の経済性、エネルギー需給の動向、公害対策などを考慮して、建設費は火力より高いが積極的に原子力開発の推進をはかることにしている。原子力着工の構成比率は、前期6カ年は23%、後期4カ年は43%に及び、10カ年を通じて32%となつている訳である。

即ち、前期6カ年に20基1,363万KWの着工、9基501万KWの運開、53年までの10カ年には合計40基3,373万KWの着工、24基1,600万KWの運開という計画となつている。54年4月における運転中、建設中の合計は、46基3,600万KW余という莫大なものになる。

原子力発電設備のユニット容量も当初30～40万KW級から漸次50万KW級、80万KW級を採用し、48年度からは100万KW級を着工することとしている。

なお今回の計画による核燃料累積所要量は53年度までに $U_3O_8$ で概算33,400tと推定される。

第1表 49年度需要想定のための経済見通し概要

(単位・億円)

年度 項目	42年度 (実績)	49年度 (見通し)	伸び		伸 び 率	構 成 比 (%)		
			48/42	49/42		41	42	49
国民総生産	406,115	801,700	8.0	10.2	100.0	100.0	100.0	100.0
個人消費支出	217,111	414,000	8.5	9.7	55.0	53.5	51.6	51.6
政府経常支出	33,342	52,900	4.1	6.8	8.7	8.2	6.6	6.6
民間住宅投資	24,046	66,600	10.7	15.7	5.6	5.9	8.3	8.3
民間設備投資	75,845	144,500	6.6	9.6	16.8	18.7	18.0	18.0
政府固定資本形成	35,960	85,100	11.6	13.1	9.2	8.9	10.6	10.6
在庫投資	20,206	31,600	-	-	3.5	5.0	3.9	3.9
(海外経常余剰)	△ 396	7,000	-	-	1.2	△ 5.0	0.9	0.9
輸出等	45,121	124,000	11.8	15.5	11.6	11.1	15.5	15.5
輸入等(控除)	45,518	117,000	9.9	14.4	10.4	11.6	14.6	14.6
鉱工業生産	140.7	335.1	9.6	13.2	-	-	-	-
(40年=100)								

第2表 49年度需要想定のための鉱工業生産水準見通し

(昭和40年 - 100)

	昭和40年 基準ウエイト	指 数						年平均複利 増 加	43~49
		35年度	40	41	42	43	49		
鉱 工 業	9.575.8	60.5	101.3	118.6	140.7	164.9	333.7	12.5 (%)	
鉱 業	213.1	95.0	101.1	105.0	104.3	105.4	102.7		
製 造 工 業	9.362.7	59.8	101.3	118.9	141.6	166.3	339.0	12.6	
鉄 工 業	646.9	57.7	100.6	125.1	154.8	174.1	337.2	11.7	
非鉄金属工業	252.1	63.8	101.6	117.6	142.6	170.0	359.1	13.3	
金属製品工業	583.8	62.7	101.7	125.7	152.3	184.7	409.7	14.2	
機 械 工 業	2,999.9	54.0	100.6	124.3	159.9	203.3	487.1	15.7	
化 学 工 業	897.3	57.8	102.3	117.3	137.5	158.8	320.7	12.4	
石油・石炭製品業	161.2	47.7	103.4	121.3	143.5	164.1	312.2	11.3	
維 維 工 業	1,137.1	70.2	101.9	112.6	122.2	129.4	177.4	5.4	
食料品、タバコ工業	1,058.8	61.6	101.6	111.0	117.0	123.8	198.1	8.1	
そ の 他									
		省	略	省	略	省	略		

第3表 特掲産業の推移

業種名	実 績			想 定	
	4 1	4 2	4 3	4 8	4 9
石 炭	4 8,8 0 5	4 5,4 5 5	4 5,3 4 8	3 5,6 5 7	3 5,7 7 3
アンモニア (G法)	2,4 1 5	2,8 2 3	3,0 5 5	4,3 3 2	5,0 5 2
苛性ソーダ (E法)	1,4 9 2	1,7 6 4	2,0 4 3	3,1 4 8	4,2 6 0
ソ ー ダ 灰	8 3 3	9 0 4	1 0 5 5	1,3 0 0	1,3 7 0
カ ー バ イ ト	1,6 7 7	1,8 2 5	1 7 1 1	1 1 0 0	7 6 0
石 灰 窒 素	3 8 1	3 3 8	3 3 3	3 7 1	2 5 0
石 油 精 製	1 0 1,0 0 9	1 2 1,8 6 4	1 3 9,5 4 2	2 2 6,8 2 3	3 0 6,8 0 0
セ メ ン ト	3 8,5 5 2	4 3,5 5 8	4 8,1 4 2	6 2,0 7 0	7 4,0 0 0
高 炉 銑	3 3,5 3 4	4 1,5 8 1	4 7,8 4 9	7 8,5 0 0	1 0 6,3 9 0
粗 鋼 計	5 1,8 4 6	6 3,7 7 6	6 8,9 8 7	9 9,7 0 0	1 3 1,5 1 6
熱間圧延鋼々材	4 2,3 4 1	5 1,7 9 0	5 7,1 7 6	8 3,1 0 0	1 0 9,6 0 7
フェロアロイ	7 8 6	9 8 2	1 1 0 5	1 6 0 0	2 1 5 0
アルミニウム	3 4 5	3 9 9	5 0 4	9 0 0	1 7 4 8
アルミナ	6 7 3	7 2 8	9 2 5	1 3 1 8	2 4 1 6
エチレン (参考)	1 1 4 5	1 4 4 3	1 8 7 2	4 3 0 0	5 3 8 1

注) 単位 10<sup>3</sup>t、石油は 10<sup>3</sup>Kℓ

石炭：大口電力契約の炭坑のみ

第4表 昭和49年度主要大口電力業種別内訳

(単位：10<sup>6</sup>kwh)

	全 国 計	年 平 均 増 加 率 (%)		
		4 3 ~ 4 9	3 6 ~	4 3
特				
石炭	2,951	-	-	-
アソニ	4,050	-	-	2.3
ソ	15,682	12.6	12.8	12.8
カーバイド・石灰窒素	621	-	-	2.2
石油精製	4,512	7.6	9.5	9.5
セメント	8,916	7.8	8.4	8.4
鉄鋼	74,500	11.6	11.0	11.0
アルミニウム	27,768	21.6	15.4	15.4
鉄	9,762	8.4	10.9	10.9
国計	150,762	10.6	9.1	9.1
一般				
鋁業	2,590	4.9	4.6	4.6
食品	5,586	15.5	16.5	16.5
紡織	6,408	5.6	7.3	7.3
化学	9,121	10.8	11.6	11.6
紙	21,443	8.8	9.5	9.5
石油	17,191	21.5	36.2	36.2
その他	20,296	13.5	12.2	12.2
化学	24,694	15.6	14.7	14.7
機械	151,168	12.8	12.3	12.3
大計	301,930	11.6	10.5	10.5
再掲				
電力会社	204,807	10.1	9.0	9.0
その他事業者	25,072	23.4	-	-
自	72,051	13.4	14.4	14.4

第 5 表 電力需要の動向

(単位: 10<sup>6</sup>KWH 10<sup>6</sup>KW.%) (全国)

年 度	4 3 (実績)	4 4	4 5	4 6	4 7	4 8	4 9	4 2~4 8 年度年平均 複利増加率	4 3~4 9 年度年平均 複利増加率
電 灯	3 9,593	4 4,439	4 8,896	5 3,484	5 8,154	6 2,916	6 7,798	8.4	9.4
電 力									
業務用電力	1 2,709	1 5,072	1 7,430	2 0,063	2 2,911	2 5,970	2 9,227	1 3.3	1 4.9
小口電力	3 1,803	3 5,365	3 8,805	4 2,453	4 6,296	5 0,342	5 4,634	8.4	9.5
大口電力	1 15,036	1 26,807	1 39,819	1 53,861	1 70,108	1 87,250	2 04,807	8.4	1 0.1
需 要 端 電 力 量	2 0 2,938	2 2 6,272	2 5 0,111	2 7 5,530	3 0 3,746	3 3 3,307	3 6 3,854	8.7	1 0.2
最大電力	8 月	4 1,278	4 6,313	5 1,724	5 7,782	6 3,926	6 9,989	1 0.1	1 1.5
	1 2 月	4 0,756	4 5,642	5 0,388	5 5,459	6 0,893	6 6,419	9.3	1 0.7

第6表 (地域別・年度別) 最大電力の動向

(単位: 10<sup>3</sup>KW、%) (9電力)

年度 地域 項目	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	年平均複利増加率		
	(実績)											43~49	49~53	43~53
8月	15,366	17,360	19,642	21,966	24,691	27,309	30,113	33,110	36,328	39,785	43,494	11.9	9.6	11.0
最大	14,684	16,714	18,773	20,857	22,970	25,360	27,619	30,202	32,855	35,675	38,666	11.2	8.8	10.2
電力	6,354	7,204	7,938	8,901	10,121	11,257	12,257	13,222	14,222	15,274	16,371	11.6	7.6	9.9
計	36,404	41,278	46,313	51,724	57,782	63,926	69,989	76,534	83,405	90,734	98,531	11.5	9.0	10.5
12月	15,814	17,958	20,260	22,477	24,535	27,016	29,614	32,437	35,485	38,769	42,275	11.1	9.2	10.4
最大	14,224	16,001	17,853	19,604	21,531	23,523	25,610	27,769	30,141	32,665	35,335	10.3	8.4	9.6
電力	6,046	6,797	7,529	8,307	9,393	10,354	11,195	12,060	13,006	13,980	14,986	10.8	7.6	9.5
計	36,084	40,756	45,642	50,388	55,459	60,893	66,419	72,266	78,632	85,414	92,526	10.7	8.7	9.9

註 数字の下に印あるものは、8月最大電力が12月のそれを超過するものを示す。

第7表 電力需給対照表 (単位: 10・KW,%)

年 度		( 全 国 )												
		4 3 (実績)	4 4 (実績)	4 5	4 6	4 7	4 8	4 9	5 0	5 1	5 2	5 3		
8	水	12,927	14,907	14,840	15,502	15,816	16,974	18,514	19,502	20,510	21,914	23,657		
	火	25,831	28,717	32,399	37,260	45,038	50,960	55,629	60,354	64,077	67,165	71,546		
	原	159	159	389	667	1,113	2,141	3,125	4,414	7,106	10,495	13,651		
	供給力計	39,054	44,359	47,818	53,568	62,066	70,174	77,367	84,369	91,792	99,673	108,953		
月	需要(送電端)	36,404	41,278	46,313	51,724	57,782	63,926	69,989	76,534	83,405	90,734	98,531		
	供給予備力	2,650	3,081	[1,999] 11,505	[2,481] 1,844	4,284	6,248	7,378	7,835	8,387	8,939	10,422		
	同上率(%)	7.3	7.5	[4.3] 3.3	[4.8] 3.6	7.4	9.8	10.5	10.2	10.0	9.9	10.6		
	供給力計	13,005	14,126	15,038	15,439	15,925	17,869	18,540	19,341	20,466	21,720	23,405		
12	水	25,502	28,215	31,833	36,724	43,047	47,419	51,436	54,900	58,920	61,770	65,691		
	火	159	159	667	920	1,366	2,299	4,044	5,905	7,879	11,020	13,913		
	原	38,748	42,645	47,680	53,166	60,421	67,670	74,103	80,229	87,348	94,593	103,092		
	供給力計	36,084	40,756	45,642	50,388	55,459	60,893	66,419	72,266	78,632	85,414	92,596		
月	需要(送電端)	2,664	[2,144] 1,889	[2,409] 2,038	[3,604] 2,778	4,962	6,777	7,684	7,963	8,716	9,179	10,496		
	供給予備力	7.4	[5.3] 4.6	[5.3] 4.3	[7.2] 5.5	9.0	11.1	11.6	11.0	11.1	10.8	11.3		
	同上率(%)	7.4	[5.3] 4.6	[5.3] 4.3	[7.2] 5.5	9.0	11.1	11.6	11.0	11.1	10.8	11.3		
	供給力計	38,748	42,645	47,680	53,166	60,421	67,670	74,103	80,229	87,348	94,593	103,092		

(注) 1. [ ]は試運転期待分を含む。

2. (( ))は江川系を仮に電力会社欄は内数、開発会社欄は外数で計上した。

第8表 発電設備型式別運開出力(9電力・電発)

(単位: 10<sup>3</sup> KW)

型式別	43年度末 認可最大	44年度	45年度	46年度	47年度	48年度	49年度	44~49 年度	50年度	51年度	52年度	53年度	50~53 年度	44~53 年度
水力														
一般水力	13,486	118	130	233	200	511	93	1,285	464	203	318	265	1,250	2,535
揚水式水力	1,283	1,264	561	0	450	1,411	835	4,521	511	951	1,102	1,860	4,424	8,945
小計	14,769	1,373	691	230	650	1,922	928	5,806	975	1,154	1,420	2,125	5,674	11,468
火力														
石炭	12,843	440	0	0	0	0	0	440	0	0	0	0	0	440
重油	13,922	2,493	3,337	5,902	7,772	7,480	5,129	32,113	2,383	3,680	4,059	3,056	13,178	45,291
ガス	532	365	369	195	350	350	0	1,629	2,000	0	0	1,000	3,000	4,629
地熱	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	27,308	3,298	3,706	6,097	8,122	7,830	5,129	34,182	4,383	3,680	4,059	4,056	16,178	50,360
原子力	0	0	800	0	500	1,284	2,070	4,654	3,110	1,826	2,200	3,926	11,062	15,716
合計	42,077	4,671	5,197	6,327	9,272	11,036	8,127	44,642	8,468	6,660	7,679	10,107	32,914	77,544

注1 火力については、石炭……石炭燃焼施設を有するもの、重油……重油専焼、ガス……ガス燃焼施設を有するもの、地熱……地熱を利用する施設を有するもの、の区分によつた。

2 1 発電所で運開が2年以上に分れるものについては当該運開年度毎に当該運開出力を計上して集計した。

3 公営、共同火力、原電分を含む。

第8表の2 増加出力および年度末設備(全国)

年 度 項目	4 3 末設備		4 4 ~ 4 9		4 9 末設備		5 0 ~ 5 3		5 3 末設備	
	1 0 〃 KW	%	1 0 〃 KW	%	1 0 〃 KW	%	1 0 〃 KW	%	1 0 〃 KW	%
水 力	1 6,682	3 6.6	5,885	1 2.4	2 2,567	2 4.2	5,613	1 7.1	2 8,180	2 2.4
火 力	2 8,664	6 3.0	3 6,676	7 7.1	6 5,340	7 0.2	1 6,177	4 9.2	8 1,517	6 4.7
原 子 力	1 66	0.4	5,011	1 0.5	5,177	5.6	1 1,062	3 3.7	1 6,239	1 2.9
計	4 5,512	1 00	4 7,572	1 00	9 3,084	1 00	3 2,852	1 00	1 2 5,936	1 00

(注) 公営、共同火力、原発などからの受電相当分を含む。

第9表 着工出力の動向(地域別,年度別,電源別)

(9 電力電発) (単位:10<sup>3</sup> KW)

項目	地域	年度	43 (実績)																
			44	45	46	47	48	49	44~49	50	51	52	53	50~53	44~53				
水	東	391	1,225	253	918	20	1,265	49	3,730	676	993	769	750	3,188	6,918				
		628	513	988	10	1,067	108	790	3,476	189	349	956	1,574	3,068	6,544				
		—	142	110	544	7	6	95	904	292	58	—	569	919	1,823				
		1,019	1,880	1,351	1,472	1,094	1,379	934	8,110	1,157	1,400	1,725	2,893	7,175	15,285				
火	東	1,960	3,366	4,500	505	3,350	1,850	1,600	15,171	2,855	1,950	950	3,455	9,210	24,381				
		2,120	4,731	4,175	975	1,675	975	1,700	14,231	750	2,875	1,750	2,125	7,500	21,731				
		1,370	1,288	1,551	856	702	860	350	5,607	509	1,505	1,000	—	3,014	8,621				
		5,450	9,385	10,226	2,336	5,727	3,685	3,650	35,009	4,114	6,300	3,700	5,580	19,724	54,733				
原	東	—	784	500	784	1,100	1,450	—	4,618	2,950	2,200	2,200	3,750	11,100	15,718				
		500	1,326	826	1,326	500	1,576	750	6,304	2,000	1,000	2,000	2,000	7,000	13,304				
		—	460	500	—	500	500	750	2,710	—	750	500	750	2,000	4,710				
		500	2,570	1,826	2,110	2,100	3,526	1,500	13,632	4,950	3,950	4,700	6,500	20,100	33,732				
合	計	6,969	13,835	13,403	5,918	8,921	8,590	6,084	56,751	10,221	11,680	10,125	14,973	46,999	103,750				

第9表の2 着工出力(全国)

年 度 項 目	44 ~ 49		50 ~ 53		44 ~ 53	
	10 <sup>3</sup> KW	%	10 <sup>3</sup> KW	%	10 <sup>3</sup> KW	%
水 力	8,129	13.9	7,175	15.3	15,304	14.5
火 力	3,693	62.8	19,724	42.0	56,417	53.5
原 子 力	1,363	23.3	20,100	42.7	33,732	32.0
計	5,845	100	46,999	100	105,453	100

(注) 公営、共同火力、原発などからの受電相当分を含む。

第10表 需給バランスにおける供給力の比率

(1) 最大電力バランス (全国)

年 度		4 3 (実績)		4 9		5 3		
		1 0 <sup>3</sup> KW	%	1 0 <sup>3</sup> KW	%	1 0 <sup>3</sup> KW	%	
供 給 力	8 月	水 力	1 2,9 2 7	3 3.2	1 8,5 1 4	2 3.9	2 3,6 5 7	2 1.8
		火 力	2 5,8 3 1	6 6.2	5 5,6 2 9	7 2.0	7 1,5 4 6	6 5.7
		原子力	1 5 9	0.4	3,1 2 5	4.0	1 3,6 5 1	1 2.5
		その他	1 3 7	0.2	9 9	0.1	9 9	0
		計	3 9,0 5 4	1 0 0	7 7,3 6 7	1 0 0	1 0 8,9 5 3	1 0 0
(電 力)	1 2 月	水 力	1 3,0 0 5	3 3.6	1 8,5 4 0	2 5.0	2 3,4 0 5	2 2.7
		火 力	2 5,5 0 2	6 5.8	5 1,4 3 6	6 9.4	6 5,6 9 1	6 3.7
		原子力	1 5 9	0.4	4,0 4 4	5.5	1 3,9 1 3	1 3.5
		その他	8 2	0.2	8 3	0.1	8 3	0.1
		計	3 8,7 4 8	1 0 0	7 4,1 0 3	1 0 0	1 0 3,0 9 2	1 0 0

(2) 年間電力量バランス (全国)

年 度		4 3 (実績)		4 9		5 3	
		1 0 <sup>6</sup> KWh	%	1 0 <sup>6</sup> KWh	%	1 0 <sup>6</sup> KWh	%
供 給 力 (電 力 量)	水 力	6 7,0 7 0	3 0.6	7 8,0 9 8	1 9.9	8 3,3 7 2	1 5.3
	火 力	1 5 1,2 0 8	6 9.0	2 9 4,6 1 2	7 5.2	3 7 5,2 8 5	6 8.7
	原子力	9 8 8	0.5	2 2,8 8 5	5.8	9 4,3 7 1	1 7.3
	その他	9 4 7	0.4	9 1 5	0.2	9 1 5	0.1
	揚水用	△ 1,1 9 9	△0.5	△ 4,5 4 0	△1.1	△7,7 0 4	△1.4
	計	2 1 9,0 1 4	1 0 0	3 9 1,9 7 0	1 0 0	5 4 6,2 3 9	1 0 0
年間需要電力量		2 1 9,0 1 4		3 9 1,9 7 0		5 4 6,2 3 9	

(註) 公営、共同火力、原電などの受電分を含む。

第11表 電力需給対照表と燃料消費量

(公営、共同火力、原電などの受電分を含む。)

年度 項目		43 (実績)		49		53	
		10° KWh	%	10° KWh	%	10° KWh	%
供給力	水力	67,070	30.6	78,098	19.9	83,372	15.3
	火力	151,208	69.0	294,612	75.2	375,285	68.7
	原子力	988	0.5	22,885	5.8	94,371	17.3
	その他	947	0.4	915	0.2	915	0.1
	揚水用	△ 1,199	△0.5	△ 4,540	△1.1	△ 7,704	△1.4
	計	219,014	100	391,970	100	546,239	100
年間需要電力量		219,014		391,970		546,239	
火力発電 換算重油量		(10° Kℓ) 35,296 (0.232ℓ/KWh)		64,851 (0.228)		83,581 (0.227)	
原子力を重油に 換算した場合の 概算数量		(10° K) 230		5,030 (ウラン4,700トンU, O)		21,000 (ウラン6,300トンU, O)	

年度	43	45	47	49	51	53	55
核燃料 累積所要量 U, U, ショート・トン	1,000	2,100	5,000	13,000	21,700	33,400	48,600

第12表 44年度長期原子力発電計画

	出力	着工	運開	備考
北海道 1	350	48-4	52-11	
東北 1	500	46-2	50-12	
2	750	50-12	54-12	
3	750	53-12	57-12	
東京 (福島1)	460	41-12	45-10	
( " 2)	784	43-3	48-5	
( " 3)	784	45-1	49-12	
4	784	46-10	50-12	
5	1,100	48-3	52-7	
6	1,100	49-2	53-7	
7	1,100	50-6	54-7	
8	1,100	50-7	54-8	
9	1,100	51-7	55-7	
10	1,100	51-7	55-7	
11	1,100	52-7	56-7	
12	1,100	52-7	56-7	
13	1,500	53-5	57-7	
14	1,500	53-5	57-7	
中部 (浜岡1)	500	45-2	48-12	
2	500	47-2	51-2	
3	750	48-6	52-6	
4	750	50-1	54-1	
5	1,000	50年度		
6	1,000	52年度		
7	1,000	53年度		
北陸 1	500	47-12	51-12	
関西 (美浜1)	340	41-12	45-10	
( " 2)	500	43-5	47-6	
(高浜1)	826	44-10	49-8	
4	826	46-1	51-1	
5	826	47-1	52-1	1,000 MWに出力増加の見込
6	826	49-1	54-1	1,000 MWに出力増加の見込
7	1,000	51-1	56-1	
8	1,000	52-1	57-1	
9	1,000	53-1	58-1	
10	1,000	54-1	59-1	
中国(島根原子力1)	460	45-2	49-6	
2	750	49-7	53-7	
3	750	53-7	57-7	800 MWに出力増加の見込
四国 1	500	47-12	51-12	
2	500	52-12	56-12	
九州 (玄海1)	500	45-12	50-12	
2	500	48-7	53-7	
3	750	51-7	56-7	
原電 東海	(125)	35-2	41-7	
	166			
" 敦賀	(322)	41-3	45-3末	
	357			
計	46地点 36,339			

第13表 原子力着工出力・運開出力・年度未設備(原電を含む)

(単位:10<sup>3</sup>KW)

年 度	4 2 まで	4 3	4 4	4 5	4 6	4 7	4 8	4 9	5 0	5 1	5 2	5 3	計
	着 工 出 力	2,107	500	2,570	1,826	2,110	2,100	3,526	1,500	4,950	3,950	4,700	6,500
	2,107	500	2,494	750	3,534	500	3,200	4,100	2,850	3,100	4,350	/	27,485
差	-	-	76	1,076	△1,424	1,600	326	△2,600	2,100	850	350	/	/
運 開 出 力	166	-	322	835	-	500	1,284	2,070	3,110	1,826	2,200	3,926	16,239
	166	-	-	1,122	-	535	1,284	1,994	3,534	1,250	2,200	/	12,085
差	-	-	322	△287	-	△ 35	-	76	△424	576	-	/	/
年 度 未 設 備	166	166	488	1,323	1,323	1,823	3,107	5,177	8,287	10,113	12,313	16,239	/
	166	166	166	1,288	1,288	1,823	3,107	5,101	8,635	9,885	12,085	/	/
差	-	-	322	35	35	-	-	76	△348	228	228	/	/

第14表 工事資金（9電力・電発）

（単位：億円）

項目	年度	43年度 （実績）	44年度	45年度	46年度	47年度	48年度	49年度	44~49年度	50~53年度	44~53年度 （%）
大 工 事	水 力	539	443	531	687	840	875	708	4,084	2,774	6,858 (7)
		1,168	1,710	2,085	2,581	2,288	2,167	2,035	12,866	6,275	19,141 (20)
	原子力	297	509	863	1,086	1,337	1,525	1,783	7,103	9,067	16,170 (17)
	計	2,004	2,662	3,479	4,354	4,465	4,567	4,526	24,053	18,116	42,169 (44)
送・変・配電その他	2,395	2,846	3,333	3,618	4,003	4,204	4,382	4,382	22,386	20,133	42,519 (45)
	計	4,399	5,508	6,812	7,972	8,468	8,771	8,908	46,439	38,249	84,688 (89)
改良工事その他	684	746	817	820	848	930	1,020	1,020	5,181	4,794	9,975 (11)
合 計	5,083	6,254	7,629	8,792	9,316	9,701	9,928	9,928	51,620	43,043	94,663 (100)

（注）1（）内は東・中連系設備工事費の概数で、外数で記載した。

## Ⅱ 新型動力炉の開発

動力炉・核燃料開発事業団

副理事長 清 成 迪

### 1. 緒 言

動燃事業団は現在、F B R実験炉、F B R原型炉およびA T R原型炉の3つのProjectを進めている。

この動力炉の開発はわが国にとってこれまでに例のない大規模な国家のProjectであるので、これを貫遂するには国の総力を結集して行なわなければならない。このため、動力炉の開発業務については、当事業団としては、参与会のほか、動力炉開発に関する基本的事項についての審議機関として動力炉開発委員会を、また、F B R、A T Rなどの各技術的専門分野ごとに、それぞれ7～9の専門委員会を設け、各界の専門家の参加を得て、開発業務の適切なる進行に資するとともに、F B R実験炉および原型炉、A T R原型炉の設計、研究施設の設計、調査、研究などのほとんどの業務は、原研、大学、民間makerなどに委託してこれを行なっている。一方、これら多岐にわたる業務を円滑に管理するため、P E R T等の最新の管理技術を導入し、活用し始めているし、アメリカおよびフランスとのF B Rに関する技術情報の交換、情報管理システムの確立もその緒についている。

動燃事業団発足以来、茨城県大洗地区に鋭意建設を進めて来た各種大型研究施設はその大半が完成し、本年3月1日付けを以つて大洗工学センターとして発足したが、来る4月8日にはその開所式を兼ね広く関係の方々はその施設をご覧いただき度いと考えている。

来る昭和45年度は、いよいよF B R実験炉の本格的建設着工およびA T R原型炉の建設着工の運びとなり、動力炉開発も新しい段階を迎えることとなる。

以下、F B R実験炉および原型炉ならびにA T R原型炉の開発現況について概括的に述べる。

### 2. Projectの現況

#### 2.1 F B R実験炉

##### (1) 経 過

F B R実験炉の設計研究は昭和36年頃から原研において開始され、第1次概念設計を経て昭和43年3月に第2次概念設計が完了し、その成果は同年6月に動燃事業団に

引継がれ、以後の作業は事業団が中心となつて推進することとなつた。

動燃事業団は第2次概念設計に基づいて、第3次概念設計を国内の maker 5社に委託し、また第2次概念設計の check and review をフランスの CEA に依頼した。これら第3次概念設計および CEA の check and review の結果は昨年3月に纏められた。事業団においてはこれらの設計書ならびに CEA の報告書を詳細に検討し、設計をさらに調整する作業を実施して、昨年6月30日に FBR 実験炉の設置許可申請を行なつた。

実験炉の安全審査は昨年7月以降7か月間に亘つて行なわれたが、本年1月30日審査会よりこの炉の安全性を認める旨の答申がなされ、去る2月12日正式な設置許可証が動燃事業団に対して交付された。

現在国内各 maker との間で製作契約について折衝中であるが、次く契約締結される予定である。

(2) 実験炉の建設工程

FBR 実験炉は昭和48年度臨界を目標に、動燃事業団の大洗工学センター（茨城県大洗町）内に建設される。この炉の目的は、わが国最初のナトリウム冷却高速炉の設計、製作、建設および運転を通じて FBR 原型炉、さらには将来の FBR 実用炉の建設に当つて予想される各種の技術的諸問題を自ら体験し、解決することである。

F B R 実 験 炉 建 設 工 程 表

年 度	4 4	4 5	4 6	4 7	4 8
主 要 工 程	設置許可 (45/2)	基礎 (45/9)	機器	据付 (47/4)	臨界 (49/1)
整 地 ・ 掘 削	┌──────────┐				
原 子 炉 建 屋		┌──────────────────────────┐			
格 納 容 器		┌──────────┐			
原 子 炉 設 備				┌──────────┐	
総 合 試 験					┌──────────┐

主要工程は、昭和45年9月に原子炉建屋の基礎工事に着手し、昭和47年4月に原子炉設備の据付に着手し、昭和49年1月に臨界に至らせることを目標としている。

現在の計画である昭和48年度臨界は、在来炉である実用軽水炉などの建設工程と比

較した場合同程度であり、極めて厳しい schedule であるが、実験炉の早期運転開始の意義に鑑みその実現に努力を傾注する覚悟である。

(3) 実験炉の主要仕様

主要仕様

型 式	混合酸化物燃料 Na 冷却ループ型
原子炉熱出力(第1期)	50 MW
冷却材原子炉入口/出口温度	370/435°C
炉心燃料集合体数	67
炉 心 体 積	252ℓ
炉心燃料装置荷量 (Pu/U <sup>235</sup> )	144/151 Kg

FBR 実験炉は 100 MWt を最終目標出力として全 Plant の設計を行なっているが、この実験炉がわが国における最初の Na 冷却高速炉であることを勘案し、50 MWt を第1期の原子炉出力として安全審査を申請した。また、この観点から実験炉の安全性と信頼性に最も重点を置いた設計となつている。

この炉の燃料を初め各種の機器設備は出来る限り国産技術によることを目標としている。このため、海外の高速炉による燃料の照射試験、原研の FCA による炉心模擬実験また後に紹介する動燃事業団大洗工学センターにおける各種開発試験の結果が、これら実験炉の設計に feed back されることとなる。

(4) 研究開発施設

(a) Na 流動伝熱試験施設

この試験施設の第1期工事は昨年すでに完成し、現在順調に稼動中である。

この試験装置は、FBR 実験炉の Na 系冷却の計画に直接反映できる工学的な資料を得ることを目的としている。即ち、従来の実験室規模でのわが国の Na 技術の成果を、実際の冷却系規模のものに発展させるため

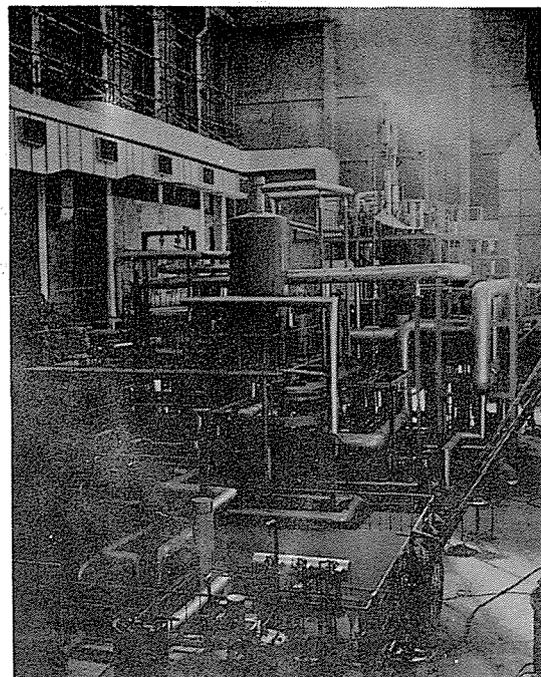


写真1 ナトリウム流動伝熱試験装置

の中間規模の実験回路として、大量のNaを取扱うことを主眼とし、できるだけ単純な構成で炉冷却系の計画、設計および製作の技術を体得でき、Na用機器および部品類の段階的な開発試験、さらには燃料集合体の高温Na中での流動試験などにも有用な装置となつている。

また、Na回路の運転技術の確立、運転員の養成訓練に役立たせることも重要な目的としている。

#### (b) Na 機器構造試験施設

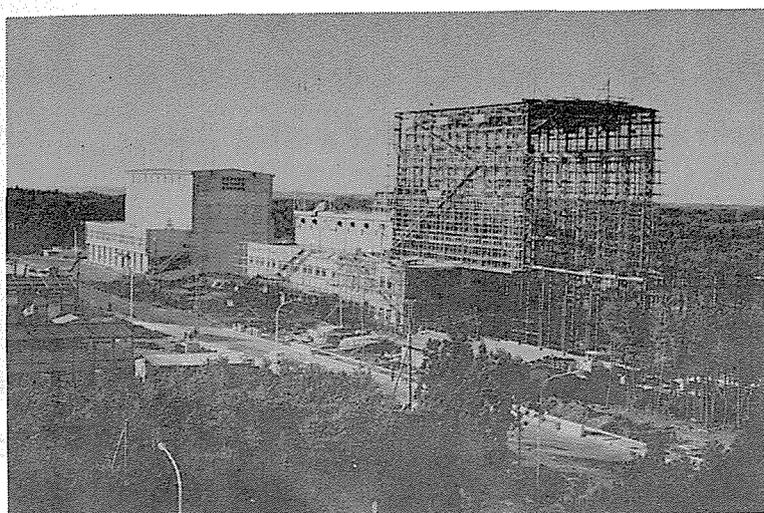


写真2 ナトリウム機器構造試験施設

この試験施設は、本年度末完工を目標として工事が進められている。

海外におけるNa冷却高速炉の運転実績での trouble をみても、機器の作動不良、回転体の振動、シール部等からのNa洩れ、大型機器の熱応力、熱衝撃などによる機器故障が多くみられる。

このような見地から実機製作に先立ち、実規模

の炉体構造機器を試作し、実際の使用条件下での動作確認試験を行ない、その成果を直接反映させるための装置がこの試験施設である。このために試作する主要機器は、遮蔽プラグ、燃料取換装置、炉内構造物、制御棒駆動機構部、大型機械式ポンプである。

(c) 照射燃料試験施設 ( $\alpha$ - $\gamma$  ケーブ)

この試験施設は目下建設中であり、完成は本年 8 月を予定している。

この施設は、Pu 燃料の照射後試験を行なうホットラボであり、強い  $\gamma$  線に対する厚い遮蔽と、 $\alpha$ -tight 構造とを備えている。

このケーブにおいて予定している試験は、

- (1) FBR 実験炉用燃料の特性試験
- (2) FBR 実験炉用燃料のモニターの細目試験
- (3) FBR 原型炉用燃料の開発試験などである。

(d) Pu 燃料製造施設

この製造施設は動燃事業団東海事業所内に建設中である。

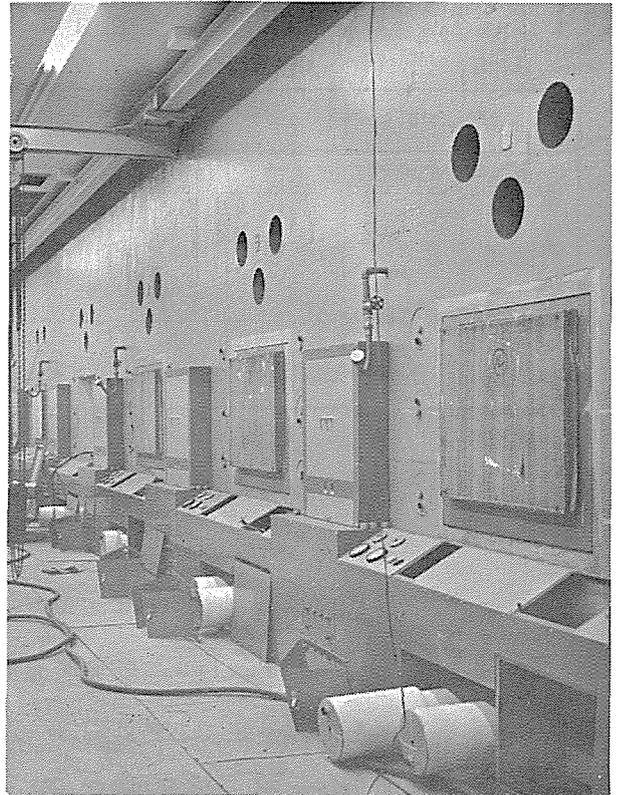
完成後は、FBR 実験炉用、原型炉用および ATR 原型炉用の Pu 燃料をこの施設において製造する予定である。

## 2.2 FBR 原型炉

### (1) 原型炉の基本的考え方

原型炉 Project の目的は、昭和 60 年頃に運転が開始されると予想される実用炉を目標に原型炉を自主開発し、この原型炉の設計、製作、運転の経験を得て、大型実用炉の性能、信頼性、安全性、経済性が実用炉の段階で在来の原子力発電 Plant に対抗できることを実証しようとするものであり、併せて実用炉の段階でわが国産業界の国際競争力を得ようとするところにある。このように原型炉は、将来の実用炉を目標としたものであり、原型炉の仕様は、将来必要とされる技術上、安全上または経済上の条件を満たすよう選択される必要がある。しかし、将来の実用炉を今設計し、これを scale down するのではなく、将来の実用炉を目標として選択した設計仕様の範囲内で原型炉の最適

写真 3  $\alpha$ - $\gamma$  ケーブ



化を図るのが我々の基本的考え方である。

(2) 原型炉の master schedule

F B R 原型炉 建設工程表

年 度	4 3	4 4	4 5	4 6	4 7	4 8	4 9	5 0	5 1	5 2
設 計	予備設計	一次設計		二次設計						
許認可		(1)	(2)		C & R 安全審査					
敷地		調査	敷地調査		土地造成					
建設							建設		臨界	機能試験

原型炉の設計は、昭和43年度に予備設計を行ない、44年度から1次設計に着手している。

引続き昭和45年度、46年度には2次設計・3次設計を行ない、昭和47年度には check and review, 安全審査を受け48年度には建設に着手し、昭和51年度に臨界に至らせる予定である。

設置場所については、昭和46年度および昭和47年度にかけて site 調査を実施する予定である。

(3) 原型炉の主要仕様

原型炉の予備設計においては、出力300 MWe, ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料, 液体Na冷却の plant で増殖比は1.2以上というようなごく大まかな仕様の他は特に指定せず、国内各 maker 独自の観点に立つた設計が行なわれた。

その結果、各種の創意ある設計が行なわれたが、1次設計を行なうに当って、限られた時間と費用の範囲内での開発の効率的な推進を図るために、原子炉構造、燃料交換方式などの plant 全体に大きな影響力を持つ概念は出来るだけ絞ることにした。

このような前提のもとに予備設計の結果を検討評価して決定されたのが1次設計である。

この仕様の主な特徴は、ループ型原子炉構造とプラグ下燃料交換方式である。

原子炉構造としては、大別してタンク型とループ型の2つの type がある。これらについて種々の角度から検討した結果、両型式ともそれぞれ一長一短があり、世界の原型炉計画をみても、両型式が相半ばしている。タンク型は特長を持つ優れた概念ではあ

るが、各 component の高い信頼性を前提としたものであり、原型炉の開発 schedule から考えて若干の無理があり、また、研究開発費もループ型に比してかなり多くかかること、および開発段階の原型炉にとって不可欠である機器の補修、改良の容易さの面でループ型の方が優っていることなどの理由から、わが国で開発を進めて行く上に、より効率的でより自信が持てる型としてループ型を採用した。

燃料交換方式についても、ホットセル方式とプラグ下操作方式の両者について比較検討した。ホットセル方式については、Na 蒸気のホットセル内での蒸着に関連して技術的に予見できない点が多いため、大規模でかつ長期間にわたる開発を必要とし、また不活性の放射性雰囲気の中で人間が作業しなければならないという問題がある。

一方、プラグ下操作方式には取扱い機構などにいくつかの問題があるが、実験炉の燃料取扱技術をもとに比較的短期間の研究開発で、わが国としての特色ある開発が可能であるところから、プラグ下操作方式を採用した。

#### (4) 研究開発施設

##### (a) 蒸気発生器試験施設

小型蒸気発生器試験施設では、原型炉用蒸気発生器伝熱管と同一寸法、同一形状の model について、伝熱流動、性能評価および構造上の基礎的総合試験を行ない、50

MW 蒸気発生器試験施設では原型炉につながる技術の実証を行なう。

##### (b) Na - 水反応試験施設

蒸気発生器蒸気管を Na 中で破断させ、その Na - 水反応現象を解明し、設計基準に反映させる。また、Na 小 leak 時の破断伝播実験、漏洩検出器の開発を行なう。

なお、これ等運転中および建設中ならびに今後建設される研究開発施設による研究成果および実験炉の設計・建設経験ならびに海外情報を基に、今後さらに詳細なる計画を行なう予定である。

### 2.3 ATR 原型炉

#### (1) 開発 project に対する check and review

動燃事業団の行なう ATR 原型炉の建設の具体的計画については、内閣総理大臣の定める動力炉開発に関する基本方針・基本計画に基づき、「事前の研究開発の成果および海外における技術の動向などを評価検討のうえ決定する」と定められていた。

これを受けて、昨年5月原子力委員会に「新型転換炉評価検討専門部会」が設置され、

##### (a) エネルギーの安定供給からみた ATR 開発の意義

(b) 炉型の選定および原型炉開発計画

(c) 経 済 性

(d) 自主開発の効果

の4点について評価検討が加えられた結果、昨年11月13日「動燃事業団のATR原型炉に関する具体的計画は妥当であり、その計画どおりにATR原型炉の建設を行なうことが適当である」との決定が原子力委員会において行なわれた。

これにより動燃事業団によるATR原型炉の建設が予定どおり進められることとなり、本年3月2日安全審査の申請を行なう。

## (2) 経 過

ATR原型炉は、昭和38年の原研における炉型式の検討評価以来、動力炉開発懇談会動力炉開発臨時推進本部等での研究・検討を経て、現在決定している原型炉の基本的構想が固まつたもので、PuSS方式を大きな特長としている。

動燃事業団は、これらの成果を引き継ぎ、昭和42年度に国内原子力5 group に委託して、原型炉を具体的に計画し、これを設置する発電所の概念を明らかにすることを目的とし、特に原型炉の構造設計、計測制御系および安全性に重点を置いて第1次概念設計を行なつた。

その後、この結果について検討を加えるとともに、英国AEAから購入したSGHWRの設計codeに関する技術情報、圧力管等に関するカナダからの技術情報、二領域実験その他の研究開発成果等を折込んで第2次概念設計を行ない、3月20日にその報告を受取つた。

この設計は、国内原子力5 group の分担設計とし、従来電力会社が行なつて来た設計範囲については電源開発株式会社および日本原子力発電会社に依頼して実施したものである。

この原型炉の建設予定地点としては日本原子力発電株式会社の敦賀地点を選定し、敦地について各種の調査を行なうとともに具体的な建設準備を進めている。

## (3) 原型炉の建設計画

ATRはFBRが実用化に供されるまでの比較的短期間に完成される必要性があるため、原型炉の建設についても早期開発を目指し、昭和45年に設置許可を受け、直ちに着工し、昭和49年臨界に至らせる予定である。

A T R 原 型 炉 建 設 工 程 表

年 度	4 5	4 6	4 7	4 8	4 9
主 要 工 程	着 工 ▼	圧 力 容 器 据 付 ▼	耐 圧 テ ス ト 機 器 据 付 ▼		臨 界 ▼
原 子 炉 建 屋	┌──────────┐		┌──────────┐		
タービン建屋	┌──────────┐	┌──────────┐	┌──────────┐		
原 子 炉 本 体			┌──────────┐	┌──────────┐	┌──────────┐
タービン発電機				┌──────────┐	┌──────────┐
総 合 試 験					┌──────────┐

(4) 原 型 炉 の 主 要 仕 様

わが国が開発する A T R は、重水減速沸騰軽水冷却炉型であつて、Pu 富化天然ウランを燃料に使用して、天然ウランの補給のみで運転を維持することが出来ること(Pu S S)を目標としているが、原型炉の初期炉心は1.5%濃縮ウランを用い数本のPu 富化燃料を入れ燃焼度を測定することによりPu S S方式を実現しようとしている。原型炉の定格出力は165 MWeとし、これに将来の技術的進歩を見込み目標最大出力200 MWeとしている。

写真4 重水臨界実験装置

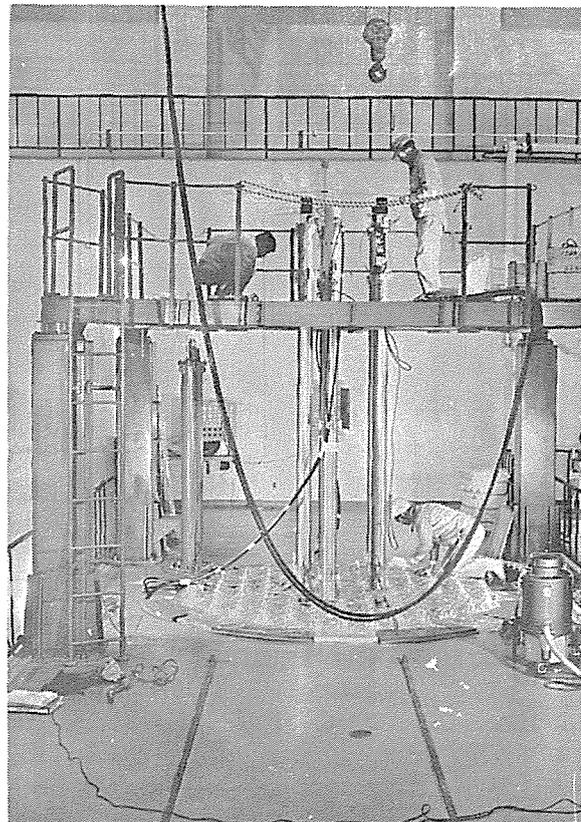
(5) 研 究 開 発 施 設

(a) 重水臨界実験装置(DCA)

D C A は建設着工後、約1か年の工事期間内で建家工事、炉本体の製作、据付工事および実験設備の整備を完了し、4.4年12月に臨界に達した。

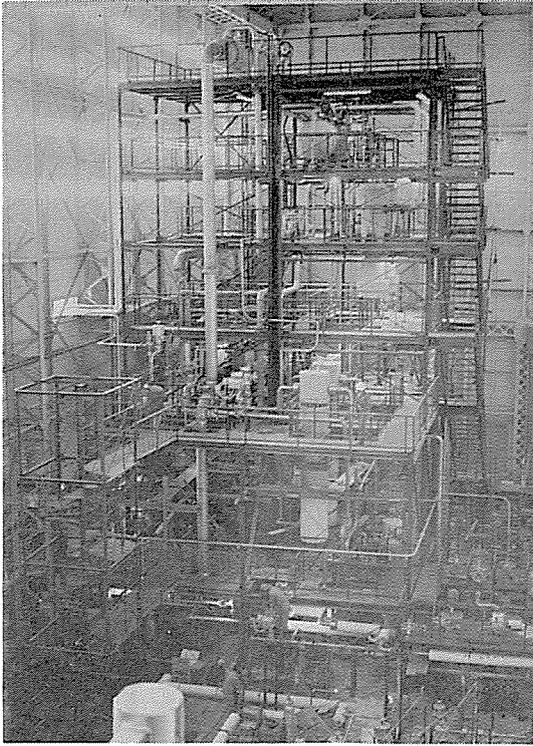
昭和45年度から本格的に各種試験を実施する。

D C A の大きな使命は、系統的な炉物理実験を実施し、A T R 体系の核的特性を解明することにある。したがつて、今後の炉物理の



研究開発はDCAを中心に進められることとなる。

写真5 大型熱ループ



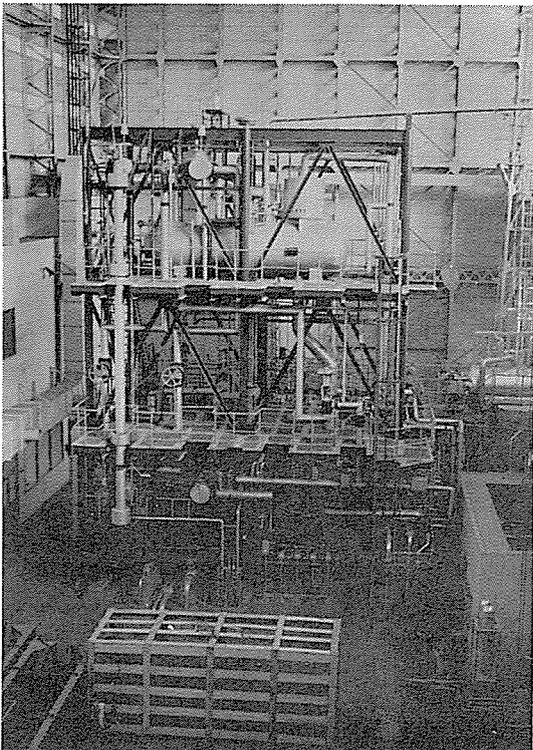
(b) 大型熱ループ (HTL)

HTLはATR工学試験建屋内に建設されるもので、昭和44年8月着工、このほどループの据付を完了し、本年2月から試運転を行ない、近々伝熱流動試験が開始される。

このHTLはATR原型炉開発上実規模の各種伝熱流動試験用として、原型炉と同一形状寸法の模擬燃料集合体を用いたバーンアウト熱流束、单相および2相流圧力損失および熱水力学的安定性についての各種実験により、原型炉熱設計の健全性を確認するとともに、原型炉の燃料集合体の性能評価を行なうための資料を得ることを目的としている。

(c) コンポーネント・テスト・ループ (CTL)

写真6 コンポーネント・テスト・ループ



昭和44年8月に据付を開始し、45年1月までにテストチャンネル1本を含むループの建設を完了し、直ちに試運転が行なわれた。

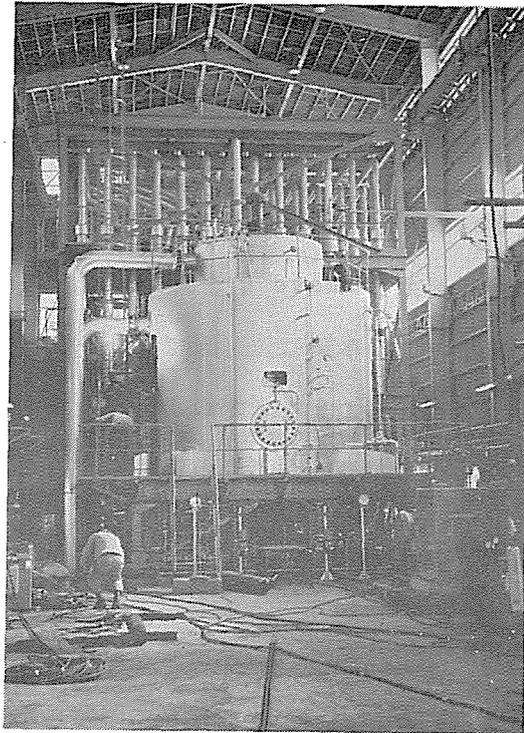
昨年12月から燃料集合体の耐久試験を継続しているが、今後圧力管の耐久試験も実施する予定である。

(d) 安全性試験装置

CTLと同じく昨年8月据付に着手、現在試験装置は完成した。

この安全性試験装置は、ATRの安全性研究開発上、とくに重要な課題となる一次冷却系破断事故に対する実規模の模擬試験を行ない、原子炉の安全性を確認するために建設されたものであり、既に内部破断の試験が開始されている。

写真7 安全性試験装置



3. 結 言

以上見て来たように、わが国の動力炉開発 project は、種々のまごつきや遅れはあるけれども、macro 的に見れば大体において順調に進捗しているように思う。しかし、今迄は殆んど準備の段階であり、これからが本当の開発であり、建設である。

この Project を成功させるのに最も大切なことは、わが国の関係各機関がこの National Project の真の意義を心から理解して、一致協力することである。このことは、しばしば述べて来たところではあるが、さらにこの機会に繰り返して関係者各位に訴えたいと思う。

申す迄もなく、新型動力炉の開発は、数年前原子力委員会が全国の識者を網羅した動力炉開発懇談会に於て長期に亘り検討し、更に海外に調査団を派遣し、内外各般の情勢を勘案した上で正式に決定したものである。

その基本理念は、わが国将来の龐大な Energy 需要に対する発電の重要性からみて、米国に於て既に実用の域に達している軽水炉については、その導入開発を民間産業に委ね、ATR および FBR を国家の資金を以つて、国の総力をあげて自主開発するというにある。

思うにわが国は、戦後先進国から技術導入を巧みに行なつて、目覚ましい経済発展を成し遂げて来たのであるが、この方法もわが国の実力上昇とともにそろそろ限界に近ずきつつある。即ち、或は技術交換を求め、或は資本や経営の参加を要求するなど、だんだんと厳しい様相が出て来ている。一方、国威や国力は全てが技術力の如何によつて決まるというかたち

に世界はどんどん進んでいる。今後わが国が世界市場に於て一段の経済発展を成し遂げるためには、どうしても自主技術による以外に方法はない。技術導入と、それによつて起る技術の後進性という悪循環を軽水炉までで断ち切り、将来炉は国家の総力をあげて、あえて困難とたたかつても自主技術によつて開発しようと、やつと政府が本式に肚をきめたのである。

しかし、この Project は、表にあらわれただけでも、10年間に2,000億円にのぼる巨大な Project であり、しかもこれは原型炉までのいわば Phase I である。これから続いて実用炉に至る Phase II を考えれば、さらにこれに劣らぬ資金と人を要するであろう。そしてまた、この事業は先進国でも先を争つて研究しているが、それでも完成は15年先であろうといわれるような未知の研究開発である。それを他国より10年遅れて start したわが国が、独力で追いつこうというのである。直ぐ目の前に利益や効果を期待することはできないし、また相当の risk も考えねばならない。こうした仕事に莫大な資金と科学者、技術者を投入するについては、事業団はもとより、その当事者である電力会社と maker とがどんな苦難を乗り越えてもこれをやり遂げなければ、わが国は永久に先進国の粕糟をなめねばならぬから、一大決意をもつて自主開発に踏み切るのだという政府の考えを、本当に理解し、目先の利益や打算を離れ、真に国家的見地からこの計画を成功させるという熱意に燃えねばならない。と同時にこれら当事者を取り巻く官界、政界、財界、産業界、報道界なども是非ともこの趣旨を理解され、叱咤激励して欲しいと思うのである。

動燃事業団は、Project の計画や arrange および coordination を全力を盡して行なうことは勿論であるが、事業団だけ如何にあせつても、当事者たる関係の各組織機関が上に述べたように、熱意に燃えるのでなければ、とても成功はおぼつかないと思う。

いよいよ FBR 実験炉および重水炉の本格的建設の段階を迎えるに当つて、江湖のご理解とご援助を望むこと切である。

### Ⅲ 軽水型原子力発電所の運転と建設状況

#### 敦賀発電所の建設と運転状況

日本原子力発電株式会社

取締役 鈴木 小兵衛

敦賀発電所は、この3月14日午前4時を以て全ての試験を終了いたしまして、GE社より引継をうけ、現在連続運転に入っております。

本日は、前回報告後の建設並びに試運転の状況と、その間に発生した諸問題のうち主なものについてご報告申し上げたいと思います。

#### 1. 工事の概要

昨年3月末、原子炉圧力容器及び一次系配管の耐圧試験を実施し、これに引続いて、二次格納施設（原子炉建屋）、タービン建屋、廃棄物処理施設建屋、サービスビルなどの土木建築工事を施行する一方、各種の機器、配管、配線の据付を行なつたのでありますが、ストライキなどによる納入遅延（タービン発電機、計測制御装置など）がかなりあり、残業または、交替勤務によつてこの遅れをカバーするなど精力的に工事推進を計りました結果、44年8月、ほぼ主要なものを終ることが出来まして、9月には燃料を装荷し、10月始めに臨界、11月からは出力上昇試験に入りました。

この間、タービンの据付中検査を44年5月に、燃料装荷前にかかわる各系統の機能試験を44年6月より順次実施して来ました。

一方、初装荷燃料は、44年2月より6月にかけて、アメリカGE社のサン・ノセ工場で製作され、予備6本を含めて合計316本が、4月下旬より6月中旬にかけて8回に分けて空空輸され、飛行場からは自動車で現地に搬入、一時倉庫に仮置き、7月から8月にかけて、二次格納施設内オペレーティングフロアにおいて、全数厳密な検査を行い原子炉への装荷にそなえました。

#### 2. 系統機能試験

各系統を構成するポンプ、原動機、弁などの作動機能、各種配管、圧力容器の耐圧などについて、それぞれ単品としての試験が終つてから、さらに、一つの系統として完全な連繫機能を出しうるか、また、流量、圧力、水位などの調整が正常であるかを燃料装荷前にチェツ

ック確認するため、各系統について作動状況、インタロック、警報指示などについての機能試験を実施いたしました。

その主なものは次の通りであります。

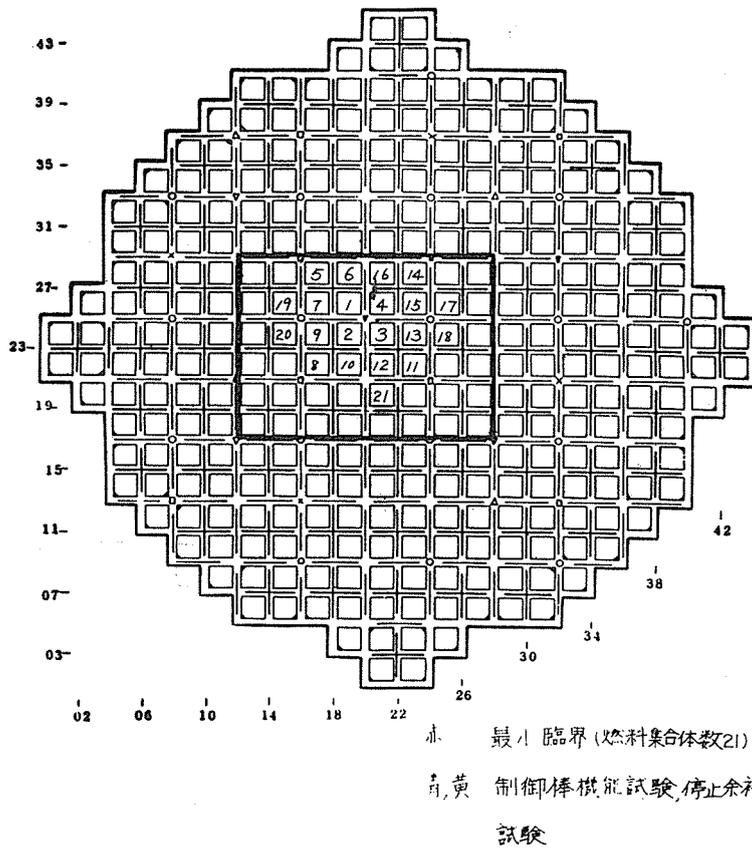
1. 主蒸気逃弁
2. 主蒸気隔離弁
3. 原子炉頭部冷却系
4. 原子炉停止時冷却系
5. 原子炉浄化系
6. 液体毒物注入系
7. 炉心スプレー系
8. 格納容器冷却系
9. 燃料貯蔵池冷却系
10. 原子炉給水系
11. ドライウエル内ガス冷却系
12. 原子炉保護系
13. 制御棒駆動系
14. 原子炉再循環系および駆動用 M-G セット
15. 非常用ガス処理系
16. 格納施設漏洩率
17. 廃棄物処理系

### 3. 燃料装荷試験

原子炉圧力容器の蓋をあけたまま、大気圧、常温の状態、燃料を装荷しながら物理試験を行います。

燃料の装荷は 9 月 20 日より開始、第 1 図に示す番号の順序に従って行われ、21 本を装荷した処で最小臨界となり、停止余裕試験など各種物理試験を繰返し実施しながら装荷を進め、9 月 28 日に全数 308 本の装荷を終了、諸種の試験を経て 10 月 3 日原子炉臨界を終了しました。

第1図 燃料装荷



4. 出力上昇試験

次に原子炉圧力容器の蓋を閉め、再循環ポンプを運転して90℃近くまで加熱、さらに制御棒を操作して運転温度、圧力まで上昇させ、それから、さらに出力を10%、25%、75%、100%の5段階に上昇させて、各段階において、第1表に示す各種試験を実施したのであります。

第 1 表

燃料装荷後の試験

	II	III	IV (出力%)				
			10	25	50	75	100
化学及び放射化学測定	○	○	○	○	○	○	○
制御棒駆動試験	○	○			○	○	○
燃料装荷試験	○						
停止余裕試験	○						
放射線レベル試験	○	○		○	○		○
制御棒引抜順序試験	○	○					
線源領域モニタ (SRM) 性能試験	○	○					
中間領域モニタ (IRM) 較正		○					
プロセス計算機試験	○	○					○
原子炉容器温度測定		○					
熱膨張測定		○					
主蒸気隔離弁性能試験				◎		◎	◎
非常用復水器性能試験			○				
再循環ポンプ・トリップ試験					○		○
再循環流量制御試験					○	○	○
タービン・トリップ試験					◎	◎	◎
負荷遮断試験				◎	◎	◎	◎
圧力調整試験				○	○	○	○
バイパス弁トリップ試験			○	○	○	○	○
給水系変動試験				○	○	○	○
制御棒に対する中性子束応答				○	○	○	○
逃し弁性能試験				○	○		
局部出力領域モニタ (LPRM) 較正			○	○	○	○	○
平均出力領域モニタ (APRM) 較正			○	○	○	○	○
炉心性能評価			○	○	○	○	○
制御棒の出力に対する較正				○	○		○
軸方向出力分布測定				○	○	○	○
制御棒パターン変更試験							○
最小臨界測定	○						
制御棒値測定	○						
温度系数測定		○					
外部電源喪失			◎				◎
総合インターロック					◎	◎	◎

II …… オープン・ベツセル段階

III …… 零出力段階

IV …… 出力試験段階

◎ …… トリップ試験

以上の出力上昇試験は、44年10月30日より開始し、11月15日には初発電に成功、以後発生した電力は、中地域の3社に送電しました。

各出力段階での試験に要した期間は、

10%試験	44.11.21	～	44.11.24
25	11.24	～	11.30
50	12.1	～	12.27
75	12.29	～	45.1.12
100	45.1.12	～	45.3.6

なおこの間に発生した電力量は

44年11月	4,439 MWh
12月	2,473 〃
45年1月	3,338 〃
2月	9,972 〃
3月	6,266 〃 (但し、3/14 100時間試験終了時まで)
合計	13,529 〃

#### 5. 100時間連続運転試験

前項の試験終了後、各系統の総点検整備を行つてから、再起動し、格納容器にN<sub>2</sub>-ガスを入れ、運転状況が完全に安定した事を確認の上、3月10日午前0時より100時間連続運転試験に入りました。この間において、

発電所保証正味電気出力

発電所保証正味熱消費率

の試験を行い充分保証値を上廻る成績を示すことを確認しました。

また、この試験の最終の8時間において、官庁の連続負荷試験をうけまして、3月14日午前4時を以て、すべての試験を終了したのであります。

#### 6. 計画当初の工程と実績との比較

設置許可の日より算出 44.4.22 ～ 45.3.14 47ヶ月

G E社と契約調印の日より算出 44.5.14 ～ 45.3.14 46ヶ月

かえりみますと、燃料装荷以来175日になります。

また、昭和41年4月22日、原子炉設置の許可並びに電気工作物変更の許可をうけてから47ヶ月、また、5月14日G E社と契約に調印してから丁度46ヶ月になります。

着工当面目標としてたてた工程表に実績を書き入れて見ますと、第2図の通りであります。

		41				42				43				44				45							
		4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2
主要工程		▲設置許可																							
原子炉		▲燃料加工開始 ▲275KV受電 ▲竣工 ▲燃料装荷																							
原子炉	原子炉容器格納容器冷却系統設備	トライウエル・トラス																							
電設気備	タービン発電機屋外変電所																								
土工事	整地岸壁護岸物原子炉建タービン建復水器冷却設備	▽基礎▽基礎▽																							
総合試験		ポンプ据付																							

第2図 工事工程表

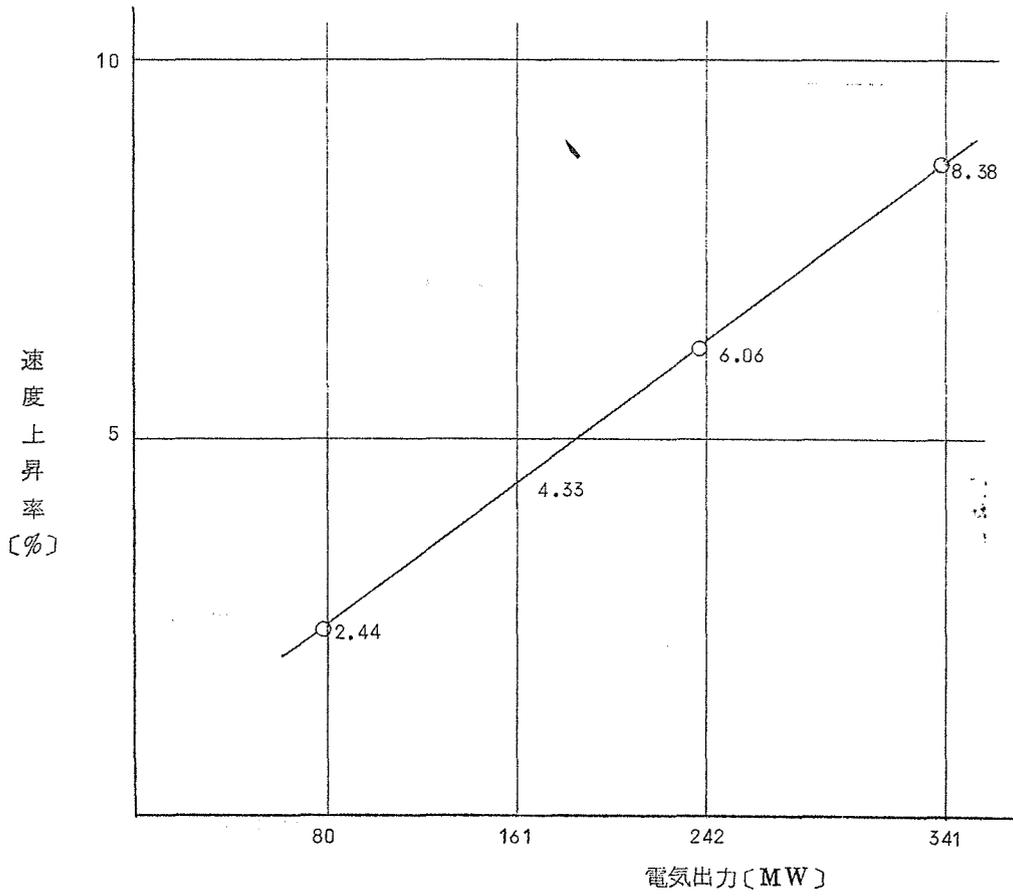
試験の成績

時間が少いので、次のものだけご参考に供します。

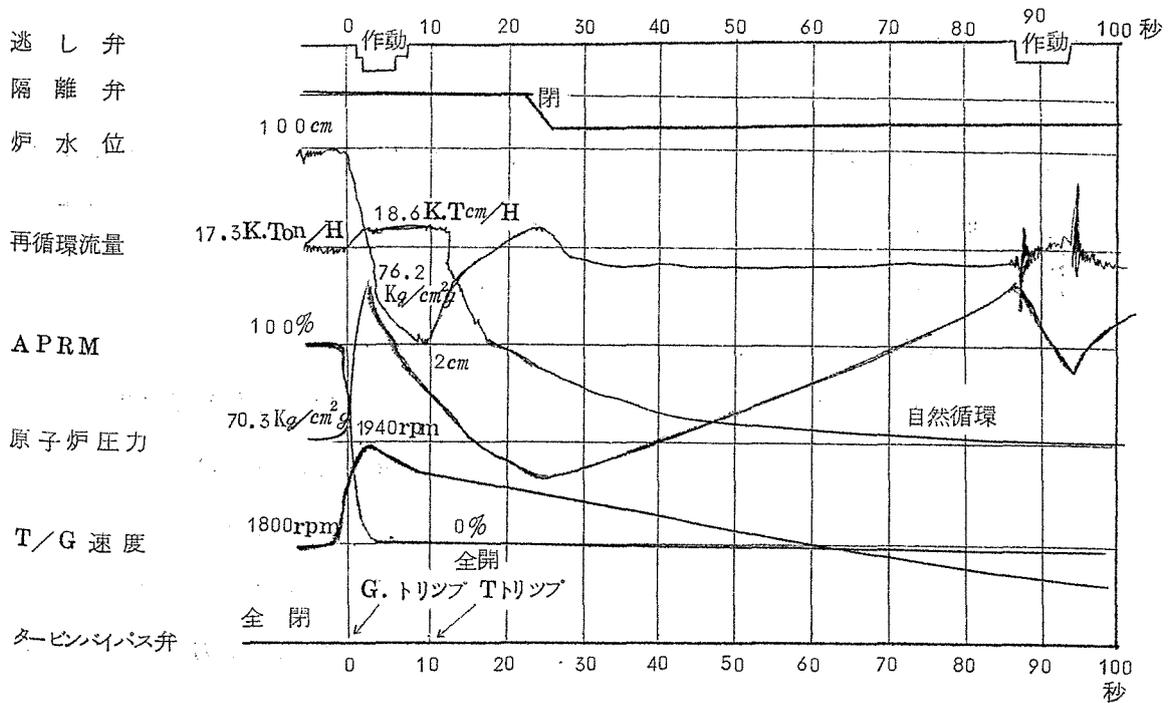
1. タービン負荷遮断時の瞬時最大速度上昇率……第3図
  2. 100%出力時の外部電源喪失試験のトランジエント曲線……第4図
  3. 100%負荷時のタービン廻りの放射線レベル分布について…第5図
7. 試験運転中に発生した諸問題

昨年9月20燃料を装荷し始めてから、本年3月14日試験終了迄に175日を要したことは前に述べましたが、この間、種々な問題が発生し、その都度その対策をたて、解決を計つて来たのでありますが、致命的なものがなかつたことは誠に幸でありました。

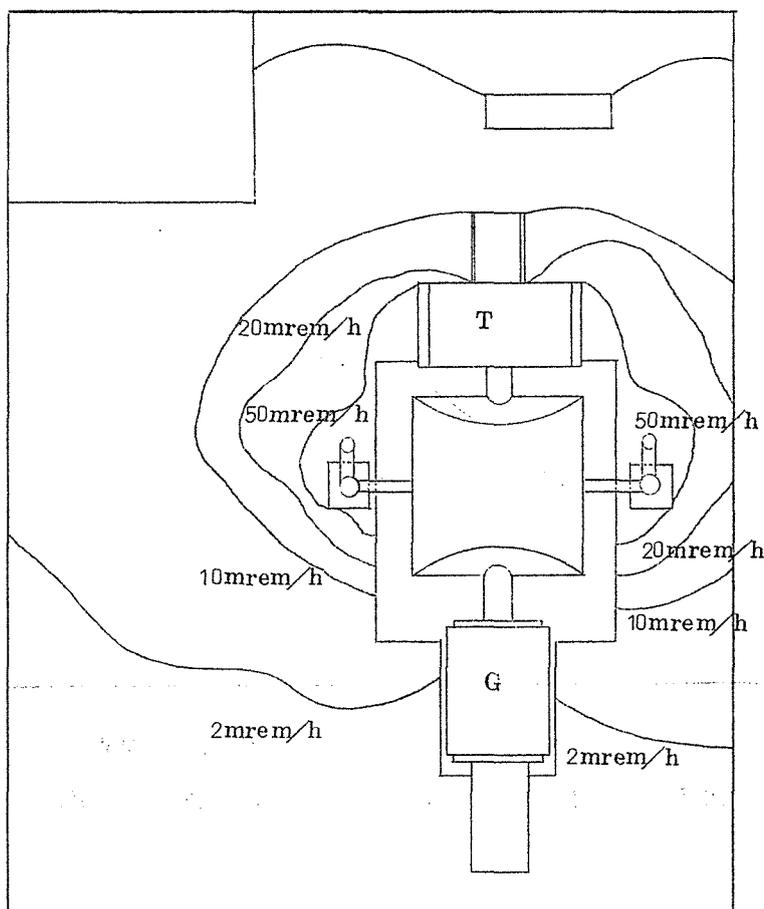
発生個所は、所謂ニウクレアパートにもコンベンショナルパートにもあり、ニウクレアパートのものとも云つても、そのユレメントはコンベンショナルの応用的なものが含まれており、コンベンショナルパートとは云つても、原子力という枠をはめられた規制の下に生じたものが多く含まれていると私は考えます。



第3図 負荷しや断時，タービンの瞬時速度上昇率



第4図 外部電源喪失試験結果



第 5 図 タービン発電機周辺放射線量分布  
(出力 100%)

1) 制御棒駆動機構 (CRD)

a ハウジングとの取合フランジ部の漏洩

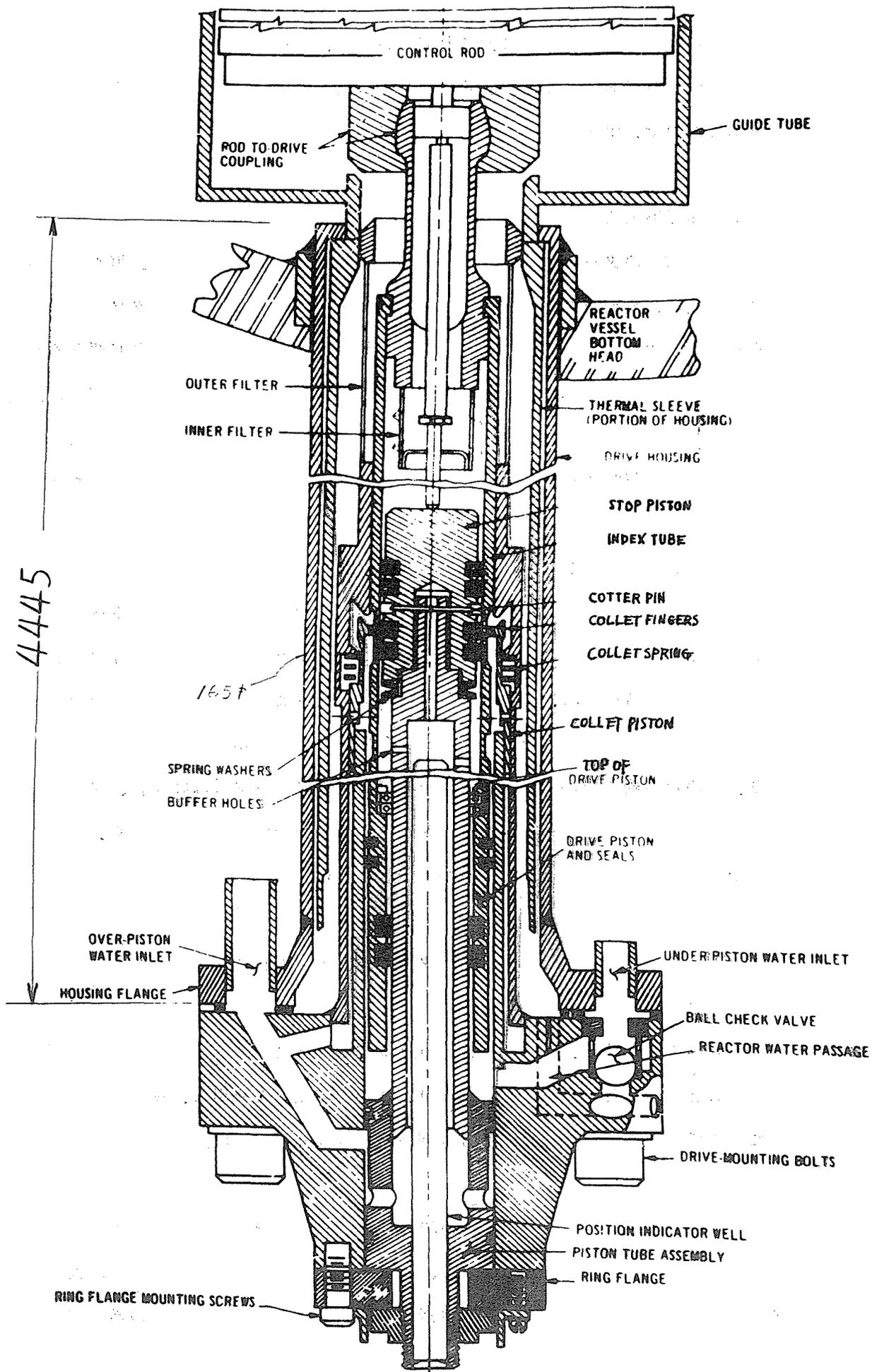
この構造は第 6 図に示す通りであります。その取付方は極めてデリケートであり、成功率が低く、物が物でありますから、もつと良いものにしてほしいと思います。

b 制御棒駆動機構内部のメッシュスクリーンの目詰り

制御棒を挿入する時には、この機構の内部にあるピストンが上に移動します。この時、その下の空間が広まるので炉水が入って来ます。この時汚物の浸入を防止するためのスクリーンがありますが、非常に細い (1.2 ミル (30 μ) 目) のものであります。

先行発電所であるアメリカのオイスワーククリークで、これが目詰りを生じ、スクラムタイムが延びた (max. 許容 5 秒以下) ために間隙が 10 ミル (250 μ) のものに取替えたとの報告があつたのであります。当社敦賀はその時既に出力試験に入っており

第 6 圖 制御棒駆動機構



ました。炉水がオイスターに比べ大部良いので、タービンの軸承点検時迄持たせたいと思っていたのでありましたが、50%の出力段階の試験中にスクラムタイム増加の傾向を示したので、オイスタークリーク同様の措置をしました。

## 2) タービン

### a) 空気漏洩場所探査

敦賀発電所のタービンは原子炉の発生蒸気で直接駆動させるため、復水器のエジエクタの排気は、普通の如く、タービン室内に放出されることなく、スタックに導かれます。そしてその中間に24時間の貯蔵容量をもつデケイタンクが2つあり必要ある時は交互に使用することになっています。このため、タービンの低圧部における空気の漏込みは、真空の悪化だけではなく、このデケイタンクの貯蔵能力に影響することになります。

従って、空気漏入個所の探査には、コンベンショナルタービンとは異つたきびしさを持つております。

### b) タービンのスラストベアリング

敦賀発電所のタービンは、高圧は6段の単流式であります。スラストベアリングのメタル温度が当初より少々高いので注意していましたところ、負荷の上昇につれて次第に昇り100%負荷では、メタル温度が96°Cになりました。GE社はこの対策として、高圧タービンのディスク全部に直径2 $\frac{1}{2}$ 時のバランスホール9個ずつあけることとなり、このため約4週間の日時を費したのであります。GE社は昨年暮、タービン翼のモックアップテストを実施して、ウエットスチームの影響が意外に大きく、翼前後の差圧が予想を大きく超えたこと、敦賀からの温度の報告とにより、今回の措置をとつたこのことであります。

手直後は100%負荷においてメタル温度は60°C程になりました。

### c) E P R

敦賀のタービンは、初圧調整により運転するようになっていますが、初圧調整機には、電気式と機械式との2つを持つており、常時は電気式を使用し、機械式はバックアップになっています。この電気式の方の調整に相当苦勞しました。

## 3) 再循環ポンプの起動について

最初の再循環ポンプトリップ試験の時に発見されたのですが、圧力を下げなければポンプを再起動出来なかつたのであります。内圧が高くロータを外に押出す力が大きいためスラストベアリングの起動低抗が大き過ぎることがわかりました。このポンプモータの電

源は、流体接手による可変速度のM-Gセットによつており、起動は20%速度で行うことになっておりますので、電圧が低すぎるのがわかり、励磁を強くし、電圧を上げることによつて解決しました。

#### 4) 水処理 コンデンセイトデミネライザー

前にも述べましたように、原子炉で発生した蒸気が直接タービンに入つて来るため、火力発電所の場合のように、試運転に入る前にフラッシングによつて系の浄化を行うことが出来ません。また、火力発電所に比べて、据付より試運転に至るまでの期間が長く、そのために鉄錆なども発生し易いのであります。

これらの汚物は結局、コンデンセイトデミネライザーに入るのでありますが、これのバックウオッシングも、その廃液が、廃棄物処理施設の能力によつて制約をうけるのであります。このようなわけでありまして、注意はしていたのでありましたが、100%出力試験に入つてからこの傾向が特に激しくなり、終に、一部のジョンソンストレーナの取付部に変形を生じるといふトラブルが発生しました。

このため、予定を変更して、タービンの軸承点検の工程に切替えこの間を利用して、整備手直しをすると共に resin の back wash を繰返し実施して正常な状態に戻すことが出来ました。水処理については、最大の注意を払うべきことを強く感じました。

#### 5) 計測制御装置

計器盤を始め制御弁その他小物の納期が非常におくれ、このために系統の機能試験が出来ない例が数々生じ、工程を乱しました。この原因は、設計の遅れと、工場のストライキが主なものであります。

また、試運転に入つてからの調整は、その数が3,500個というように火力発電所に比べ非常に数が多く、複雑なうえに、トリップ回路やスクラム回路に連つているものが多いために、慎重にやる必要があり苦心しました。

核計装については、適当な下請業者が見付からなかつたので、GE社の下働きは当社の社員が行いましたが、将来の運転保守には好しいことであつたと思います。一番苦心したのはノイズの問題でありました。



E社ストライキの為機器搬入が中断され、据え付け工事に影響を受けたが、ストライキ解決後は機器出荷が順調に進み、現在、45年10月の営業運転開始に支障を生じないように据え付け体制を整備し、鋭意据付工事を実施中である。

建家関係では、44年11月末原子炉建家の燃料取換床の外壁工事完了をもつて発電所本館の主要工事はほぼ完了し、仕上工事中である。

当社施行の工事では、取水港湾施設の工事は、南防波堤（全長940m）、北防波堤（全長560m）共に44年8月に全長の築堤を完了し、11月より天端コンクリート（天端高標高5.5m）の打設を行なっている。その他超高圧開閉所、各種変圧器等は完成している。

工事計画認可申請関係では、最終の第17回申請（固体廃棄物貯蔵所関係）を行なっており、14回申請まで認可済となつている。

また、初装荷燃料は、1月26日と2月4日の2回に分け、燃料集合体全量404本がサイトに到着している。

今後のスケジュールは、燃料装荷を5月に行ない、10月に運転を開始する予定である。

## 2. 福島原子力2号機関係

福島原子力2号機は、1号機に並置し、現在原子炉格納容器の組み立て等順調に工事を進めており、総合進捗率は2月末現在37%に達している。この工事の発注形態は、1号機のターンキー方式と異なり、個別発注方式を採っており、原子炉蒸気系統、タービン発電機等主要機器をGE社に、その他付属機器を東京芝浦電気㈱に、また発電所本館建家の建設を鹿島建設㈱にそれぞれ発注している。

発電所建家の本格的工事は、44年初着手し、基礎掘削、人工岩盤の打設を行ない、7月に定礎式を挙行了。以降、原子炉格納容器の基礎打設に引き続いて、11月原子炉格納容器の本格的組み立てを開始し、下部球殻部の据え付け完了後、地上組み立てを進めていた上部球殻部の吊り込みを2月に行なつた。また同時にトラスの据え付けも実施しており、格納容器底部の漏洩テストを4月に予定している。

建築関係では、原子炉建家は定礎式後地下部分のコンクリート工事を11月末に完了した。現在格納容器工事の関連で中断しているが、前述の格納容器底部漏洩テスト終了後再開する事になっている。またタービン建家は11月よりタービン台マット工事を進めている。

一方設計製作状況は、機器関係では詳細設計および材料手配の段階になつており、建築関係でも各建家の地下部分の設計を完了し、また機器の工場製作も順調に進行している。

工事計画認可関係では、15回程度に分けて認可を申請する計画であり、第1回分として

43年11月に圧力容器に関する工事計画認可を申請して以来、現在まで5回の申請を行ない3回までの認可を得ている。

燃料の加工については、GETSCO社に発注しているが、当社が濃縮UF<sub>6</sub>を供給することになっている。

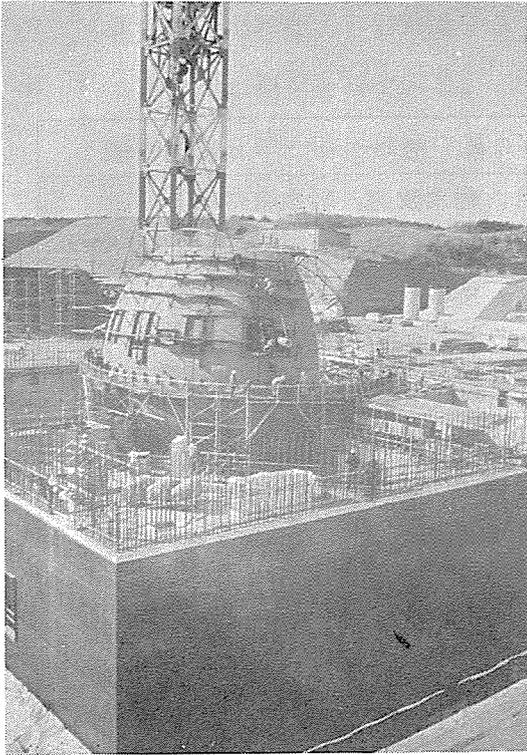
### 3. 福島原子力3号機関係

福島原子力3号機については、本年1月その設置に関する官庁許可を取得し、現在東京芝浦電気㈱を主契約者として機器購入契約を準備中であり、2号機で修得された製作経験を活用して大巾な国産化を図ることとしている。

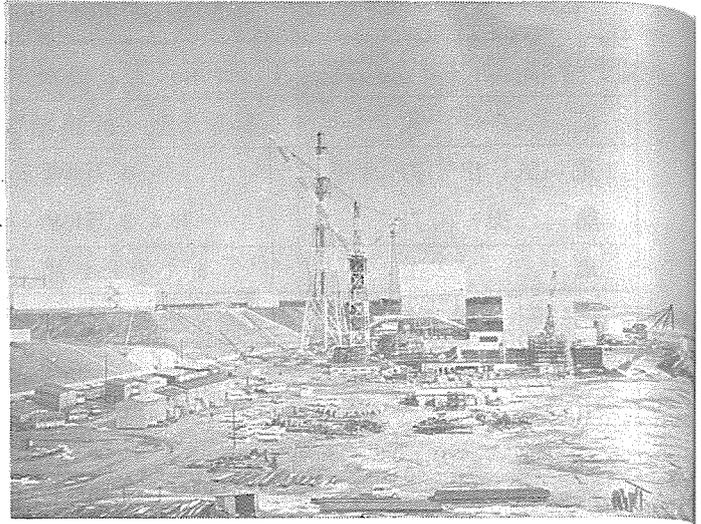
福島原子力発電所の概要

設置場所 福島県双葉郡大熊町・双葉町

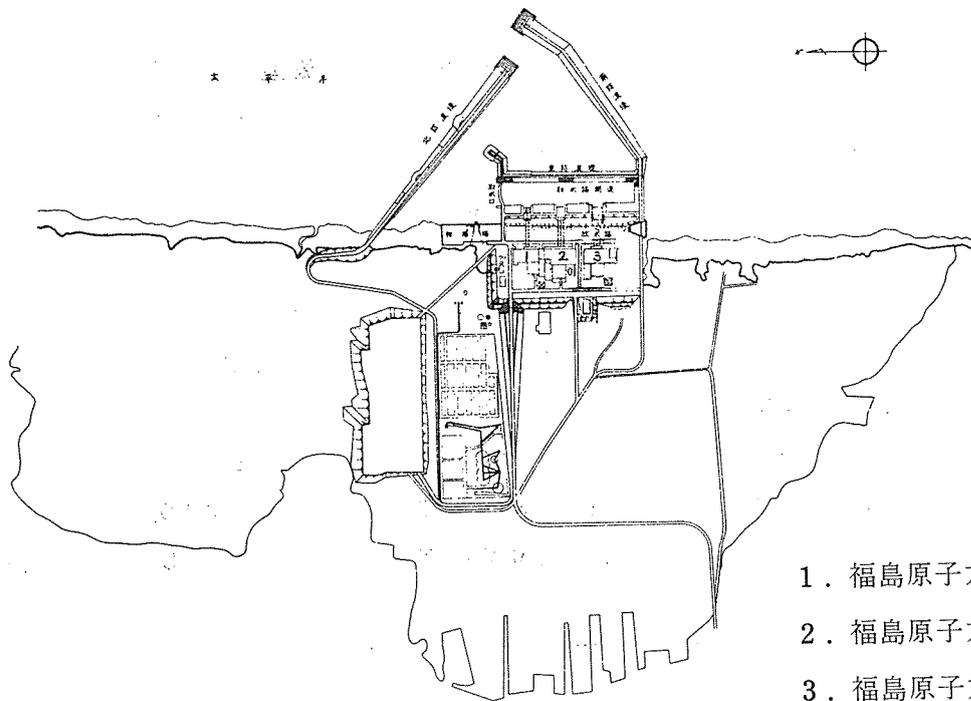
項目	1号機	2号機	3号機
型式	沸騰水型（低濃縮ウラン使用、軽水減速、軽水冷却型）		
電気出力	46万KW	78万4千KW	78万4千KW
熱出力	138万KW	238万KW	238万KW
着工	41年12月	43年3月	45年3月予定
運転開始	45年10月予定	48年5月予定	49年5月予定
原子炉压力容器	鋼製たて形円筒形		
種類			
運転圧力	7.17Kg/cm <sup>2</sup> a	7.17Kg/cm <sup>2</sup> a	7.17Kg/cm <sup>2</sup> a
運転温度	286℃	286℃	286℃
原子炉格納容器	圧力抑制形		
種類			
設計圧力	4.35Kg/cm <sup>2</sup> g	3.92Kg/cm <sup>2</sup> g	3.92Kg/cm <sup>2</sup> g
設計温度	138℃	138℃	138℃
蒸気タービン	くし形6流排気		
種類	くし形4流排気		
出力	46万KW	78万4千KW	78万4千KW
蒸気圧力	66.8Kg/cm <sup>2</sup> g	66.8Kg/cm <sup>2</sup> g	66.8Kg/cm <sup>2</sup> g
蒸気温度	282℃	282℃	282℃
発電機	横軸回転界磁型3相同期発電機		
型式			
冷却方式	固定子水冷却・回転子水素冷却式		
定格容量	525MVA	911MVA	911MVA
電圧	18,000V	17,000V	17,000V
核燃料	二酸化ウラン		
種類			
装荷量	約78T(ウラン)	約107T(ウラン)	約107T(ウラン)
濃縮度初期炉心	2.09%	2.20%	2.20%
平衡炉心	2.50%	2.58%	2.58%
燃焼度初期炉心	16,500MWD/T	21,000MWD/T	21,000MWD/T
平衡炉心	22,000MWD/T	27,500MWD/T	27,500MWD/T
燃料集合体	400本	548本	548本



福島原子力2号機  
原子炉格納容器上部球殻部吊込組立状況



福島原子力発電所建設状況



- 1. 福島原子力1号機
- 2. 福島原子力2号機
- 3. 福島原子力3号機

### Ⅲ 軽水型原子力発電所の運転と建設状況

#### 美浜・高浜原子力発電所

関西電力株式会社

原子力部長 浜口俊一

関西電力におきましては、昭和30年頃より電源の多様化による電力の安定供給を確保する目的で、原子力発電についての基礎的な調査研究を開始いたしまして、各種形式の原子力発電について検討を進めてまいりました。そして、昭和37年11月に、日本原子力発電㈱の敦賀原子力発電所と同じ敦賀半島の美浜町丹生地点を原子力発電所の建設地点に決定いたしまして、昭和41年12月に美浜原子力発電所1号機、昭和43年5月に同2号機の建設を開始し、現在、順調に建設工事が進められております。また、同じく福井県高浜に、新たに、我国最大の加圧水形原子力発電所82万6,000KWの建設を昨年12月に開始いたしました。

それでは、お手許の資料によりまして、美浜および高浜発電所の概要ならびに建設状況をご紹介します。

#### 発電所の概要

お手許の資料をご覧ください。

美浜発電所は、福井県敦賀半島の西岸にあたる美浜町丹生で、原電敦賀発電所から約7Kmの地点にあります。

高浜発電所は、福井県音海半島の根元にあたる高浜町田ノ浦で、美浜発電所の西南約45Kmの地点にあります。

電気出力は、美浜1号機34万KW、2号機50万KW、高浜1号機82万6,000KW、いずれも加圧水形で、美浜1、2号機は、2ループ、高浜1号機は、3ループを採用しており、運転開始は、美浜1号機が昭和45年10月、同2号機が、昭和47年6月、高浜1号機が昭和49年8月の予定であります。

#### (構内配置)

構内配置につきましては、美浜、高浜共若狭湾国定公園内に位置し、非常に風光明媚な場所でもありますので、極力、自然の景観を損わぬよう留意して計画しております。

美浜発電所の建設地点は、ほぼ4面を海に囲まれており、付近の人口分布も稀薄で原子力発電所の建設地点としては、非常に有利な地形であるため、その面積は僅かに約50万㎡(約15万坪)であります。敷地内への進入は、丹生湾口にかけた丹生大橋(全長450m)を利用します。

原子炉は地盤の良好な南側の山裾に配置し、その北側に隣接して、タービン室を配置しており、特高開閉所は、タービン室と対向配置にしております。復水器冷却水は丹生湾内より取水し、外海へ放水しております。

なお、PR館は、丹生大橋の手前、県道沿いに設置しております。昭和42年11月開設以来、本年2月末までに約36万9,000人を記録しております。

一方、高浜発電所の建設地点は、高浜町の中心から西北約5Km、若狭湾に突き出た音海半島の根元、内浦港の東側にあり、附近の人口分布は全般的に稀薄ですが、この半島は大部分が山地であるため、敷地面積は、埋立部を含めて約250万㎡(約75万坪)であります。

敷地内への進入は、国道27号線から分岐し、音海部落に通ずる県道を利用します。

発電所構内敷地レベルはEL+4.0mで、原子炉は、地盤の良好な北側の山腹を掘削してEL±0mに設置し、その南側に隣接してタービン室を配置しており、特高開閉所は、タービン室と対向配置にして、EL+15mに設置されます。復水器冷却水は、若狭湾より用水路(オープン・チャンネル)で、タービン室横に設置する循環水ポンプウエルに取水し、内浦湾へ放水しております。

#### (主要設備)

原子炉熱出力は、美浜1号機1,031MWt、2号機1,456MWt、高浜1号機2,440MWtで、燃料は2.8%~2.9%の低濃縮ウランを使用し、初装荷量は、

美浜1号機、約40トン、2号機約48トン、高浜1号機、約71トンで、燃料棒の長さは美浜1号機の10フィート(3m)に対し、2号機および高浜1号機は12フィート(3.66m)となっており、アセンブリ数は、美浜1、2号機が121本、高浜1号機が157本となっております。

原子炉制御棒にはいずれも磁気ジャック駆動のロッドクラスタ方式を採用しており、制御材として美浜1、2号機は、銀-インジウム-カドミウム、高浜1号機は、ボロン・カーバイドをステンレス鋼管で被覆したものをを用いております。

原子炉容器、蒸気発生器等一次系主要機器の設計圧力、温度はいずれも175Kg/cm<sup>2</sup>g、343℃(運転圧力、温度は、157Kg/cm<sup>2</sup>g、308℃)であります。1次冷却回路は美浜1、2号機が2回路、高浜1号機が3回路で、冷却材ポンプは、従来のキャンドモータタイプと異り、いずれも、軸封水注入による漏洩制御方式を採用しており、美浜1号機、高浜1号機が、たて置りずまき形、美浜2号機がたて置斜流形ポンプとなっております。

蒸気発生器、加圧器、一次冷却材ポンプ等のいわゆる火力発電所のボイラ部分に相当する原

子力蒸気発生設備の主要部分は、鋼製の格納容器内の納められておまして、美浜1号機は、内径3.3m、高さ6.7m、2号機が、内径3.6m、高さ6.8m、高浜1号機が、内径3.8m、高さ8.0mとなつております。

その他、原子力発電所では、原子炉の運転および安全を保持するための設備として、化学体積制御設備、安全注入設備、廃棄物処理設備等、火力発電所に無い諸設備が多くあります。

また、原子力発電所の計測制御回路、安全保護回路は、フェイル・セイフ、多重性、独立性を基本的な考え方としておりますが、その他、予備電源につきましても、ジーゼル発電機を2台設置し、また所内変圧器、起動変圧器とは、別系統の77KV送電線から予備変圧器を介して、予備電源を確保するなど、多重性、独立性が、大きな特色であります。

蒸気タービンは、いずれも串形再熱再生式を採用しており、美浜1号機は、2車室、低圧排気翼長さ44インチ、2号機は、3車室、40インチ、高浜1号機は、4車室、40インチでタービン入口蒸気は圧力約55Kg/cm<sup>2</sup>g、温度約270℃の飽和蒸気であり、最近の亜臨界火力に比べて圧力で約1/3、温度で約1/2と蒸気条件は良くありません。従つて、高圧と低圧の間に、湿分分離再熱器を設置して、蒸気条件の改善を行つておりますが、熱効率は低く、プラント効率は35%前後であります。

このため蒸気流量は、美浜1号機(34万KW)で約1,960トン/時、同容量火力の約1.8倍、容積で約3倍となるため回転数は1,800回転/分で、非常に大形となり、回転体重量は、火力の約2倍になつております。

#### 建設工事の状況

美浜1号機は原子炉設備をウエスチング・ハウス社、タービン発電機設備を三菱グループ供給、土木建築工事は、関西電力施工として、昭和41年12月に着工以来、本年2月末まで、3年3ヶ月を経過し、この間工事は、ほぼ予定どおり進みまして、すでに、取放水口、放水路、格納容器、原子炉補機室、タービン室、特高開閉所などの土木建築工事は完了しております。また、原子炉容器、蒸気発生器、一次冷却機ポンプ、タービン発電機、変圧器等の主要機器の据付も完了し、本年2月末には、主冷却機系統のコールド・ハイドロテストを終了しております。

本年、2月末現在の総合工事進捗率は、約94%となつております。

格納容器内の主要機器は、重量約240トンの原子炉容器は昨年5月中旬、現地物揚岸壁にて水切りを行い、6月中旬、コロ引きで仮搬入口から、格納容器内へ搬入し、引き続き、ポーラクレーンガーダを補強した仮吊り揚装置によつて所定位置へのつり込みを実施しまして7

月上旬据付調整を終わりました。重量、約235トンの蒸気発生器も同様の方法で8月上旬据付調整を完了しました。

加圧器、一次冷却材ポンプ等も既に据付を終り、昨年12月には、格納容器の仮搬入口の封鎖を行いました。

タービン発電機設備も昨年1月据付開始以来工事は順調に進み、本年1月には、最終段階である3次オイルフラッシングを終了しました。

特高開閉所関係は既に機器据付を完了し、昨年7月末には、275KV超高压の受電を行い、主要変圧器の据付も9月下旬に完了しました。その他、ディーゼル発電機2000KW×2台、蒸気、給水管、電力および制御ケーブル等、2次系機器の据付は昨年末でほぼ終了し、本年1月には、給水管、主管気管の化学洗条を終了しました。

今後、一次系補助配管、一次系ケーブル（巨長約37.5万m）の据付完了を待つて機能試験を行い、引き続き燃料装荷、試運転を行うこととなります。

なお、美浜1号機購入契約によりウ社が供給する初装荷燃料121アセンブリー（予備燃料2本を含む）と、三菱原子力工業供給の2アセンブリー合計123アセンブリーは既に現地に到着し、仮貯蔵庫へ搬入しております。

美浜2号機は、原子炉設備、タービン発電機設備ともに、三菱グループ供給として昭和43年5月着工以来、本年2月末まで1年10ヶ月を経過し、現地工事は順調に進んでおり、昨年1月より開始した格納容器組立は終り、昨年10月には耐圧漏洩試験を無事終了しました。引き続き仮搬入口の切吹き、ドームサポートの撤去を経て、現在、格納容器、内、外部コンクリート打設工事を実施中であり、タービン室の鉄骨建方は昨年10月末に完了し、現在タービン台等コンクリート打設を実施中であり、

原子力ボイラ補機室は、既に、基礎工事は終り、昨年6月より、上部コンクリート工事を実施中であり、

今後、これらの建築工事の進捗を待つて、本年4月には、ボイラ補機室への機器搬入開始、脱気器ポールアップ、7月にはタービン発電機据付開始の予定であります。

本年2月末現在の総合工事進捗率は、約37%となっております。

高浜1号機は、美浜1号機と同様、原子炉設備をウェスチング・ハウス社、タービン発電機設備を三菱グループ供給、土木建築工事は、関西電力施工とし、昨年8月以来土地造成工事を鋭意進めており、本年2月末現在、設計切取量166万 $m^3$ のうち約92万 $m^3$ （55%）を完了し工事は順調に進んでおります。

昨年12月12日、安全審査に合格し、12月15日高浜原子力発電所建設事務所を開設しました。

国道27号線から分岐して、半島の先端にある音海部落へ通じる県道、約7 Km は、カーブが多く、かつ巾員も狭いので、これを巾員7 mに改修する工事を建設用機材輸送に間に合わすべく、現在、福井県の手により本年末、竣工予定で鋭意進められております。

原子力発電所の場合、原子炉格納容器の基礎工事ならびに、その現地組立に可成りの期間を必要とし、その上、格納容器の耐圧漏洩試験終了後に、内部コンクリート工事を施工、続いて内部の機器を据付けると云うステップをとるため、火力発電所の場合に比して、工期が長くなっております。例えば、美浜1号機の場合、建設工期は46ヶ月と、火力より1年数ヶ月長くかかっております。

運転準備につきましては、原子力発電所の運転、保守要員の教育訓練のため、技術者をそれぞれ6名宛2グループに分けて、約11ヶ月間、米国WH社へ派遣しましたが、現在、彼等が中心となつて、現地において運転要綱等、規程類の作成、発電所要員の教育、試運転の準備を進めております。また、本店、原子力部においては、保安規程、放射線管理要則等を作成中で、着々運転準備を進めております。

#### 所見

原子力発電所（特に美浜1号機）の建設工事を通じて、経験いたしました従来の火力と異なる点ならびに建設工事中特に留意しなければならない事項につきまして若干ご紹介いたします。

#### 《 地点調査 》

原子炉等の規制に関する法律により工事着手以前に政府の安全審査に合格することが必要ですが、建設地点の地形、地質、気象、海域、地震、水理、社会環境、自然放射能等の諸資料の準備を含めると、相当期間が必要であります。特に、建設地点が、国立あるいは国定公園内に位置する場合には、自然公園法との関連事項を解決しておくことも必要であります。

地質調査につきましては、美浜1号機の場合、61ヶ所、延2,300 mのボーリング調査、並びにEL(+)-20 mに約2 m四方の試掘横坑延180 mを掘削して、岩盤を調査しました。

(( 参考 ))

原子炉設置許可申請から認可までの期間：

美浜1号機	} いずれも約6ヶ月間である。
〃 2号機	
高浜1号機	

## 《 官庁申請に必要な資料 》

米国と日本とでは、技術基準の内容が若干異っているものがあるため、輸入品に関連した溶接認可申請並びに工事計画認可申請等の官庁提出諸資料を所要期日までに十分な内容で入手するには、相当な努力を必要とし、中には入手することが困難なものがありました。原子力は、揺籃期にあるため、規格、基準等につきましても、種々研究、検討しながら、建設を進めねばならない点が多くあり、之等の整備が、今後の緊急且つ重要な課題であると思います。

## 《 品質管理と溶接 》

原子炉系の諸設備は安全性の確保と運転後のトラブルに対する保修の困難性から、材料手配を含んで製作、保管、据付中の品質管理を徹底する必要があります。特に、ステンレスの溶接が多いため、優秀な溶接技術者の質と量の確保が必須の条件であります。

(( 参考 ))

美浜1号機の場合：

1次系配管の現地溶接箇所：約28,000ヶ所

格納容器現地溶接線：約3,000m

溶接工の数（最大 1日当り）：43人、延15,300人（45.2/E）

配管工の数（ ）：408人、延34,800人（ ）

1次系配管だけ

## 《 耐震設計と放射能しゃへい 》

しゃへい壁は非常に厚く、1.5m～2mにも達し、耐震上、鉄筋は太く、量も多くなっております。また、火力と比較した場合、2次系はほぼ同じと考えられますが、1次系については、附属設備の数が多く且つ複雑ですから、それらの品質管理が重要でございます。その上、ボイラ補機室等、建物の床、壁を貫通する配管、配線や、機器のサポート類は、コンクリート打設以前に、詳細設計をtimelyに完了しておくように、機械設計と建築設計の調整が必要であります。

このように、機械部門と建築部門を総合したactivityが多岐に亘り、工程管理が大変難しく、計算機を使用したCPM方式を採用しましたが、十分な効果を発揮するに至りませんでした。品質管理と十分協調のとれた工程管理をいかに効果的にやるかが、今後の重要な課題であります。

以上で、私の話は終りですが、あと若干時間をいたさしまして、建設工場のスライドをご覧願いたいと思います。（スライドにより説明）

参 考 資 料

発電所の概要

	美浜 1 号機	美浜 2 号機	高浜 1 号機
建設地点	福井県三方郡美浜町丹生		福井県大飯郡高浜町田ノ浦
炉形式	軽水減速冷却加圧水型		同 左
発電端電気出力	3 4 0 MW	5 0 0 MW	8 2 6 MW
契約先 原子炉設備	米国 W. H. 社	三菱原子力工業㈱	米国 W. H. 社
T - G 設備	三菱原子力工業㈱	同 上	三菱重工業㈱
建設費	3 0 0 億円	3 6 0 億円	6 6 0 億円
工期	4 1.1 2 ~ 4 5.1 0	4 3.5 ~ 4 7. 6	4 4.1 2 ~ 4 9. 8

仕様概要

機器名称	項目		1号機	2号機	3号機
原子炉	形式		加圧水型軽水炉	同左	同左
	熱出力	MW	1,031	1,456	2,440
	燃料		低濃縮二酸化ウラン 初装荷2.9%、約40 トン	同左 初装荷2.9%、約48 トン	同左 初装荷2.8%約71 トン
	制御方式		制御棒および化学制御	同左	同左
	台数	台	1	同左	同左
一次回路	回路数		2	同左	3
	蒸気発生量	t/h	1,015×2	1,500×2	1,600×3
	圧力、平均温度		157Kg/cm <sup>2</sup> 、308℃	同左	157Kg/cm <sup>2</sup> 、304℃
	主要機器		蒸気発生器2台、 冷却材ポンプ2台、 加圧器1台	同左	蒸気発生器3台 冷却材ポンプ3台 加圧器1台
格納容器	形式		円筒形アニュラスシー ルト付	同左	同左
	寸法	m	内径33.4、全高66.5	内径33.4、全高67.9	内径38.4、全高80.9
	台数	台	1	同左	同左
汽機	形式		横置串形2車室再熱再 生式	横置串形3車室再熱 再生式	横置串形4車室再 熱再生式
	出力	MW	340	500	826
	回転数	rpm	1,800	同左	同左
	蒸気条件		55Kg/cm <sup>2</sup> 、270℃	54.5Kg/cm <sup>2</sup> 、269℃	51.5Kg/cm <sup>2</sup> 、266℃
	台数	台	1	同左	同左
発電機	形式		3相回転回磁形(水 素冷却)	同左	同左
	定格容量	MVA	400	560	920
	力率	%	85	90	90
	周波数	Hz	60	同左	同左
	台数	台	1	同左	同左
主変圧器	容量	MVA	370	525	860
	電圧	Kv	1次17、2次275	同左	1次22、2次275
	台数	台	1	同左	同左

写真1 美浜原子力発電所 全景(1, 2号機)

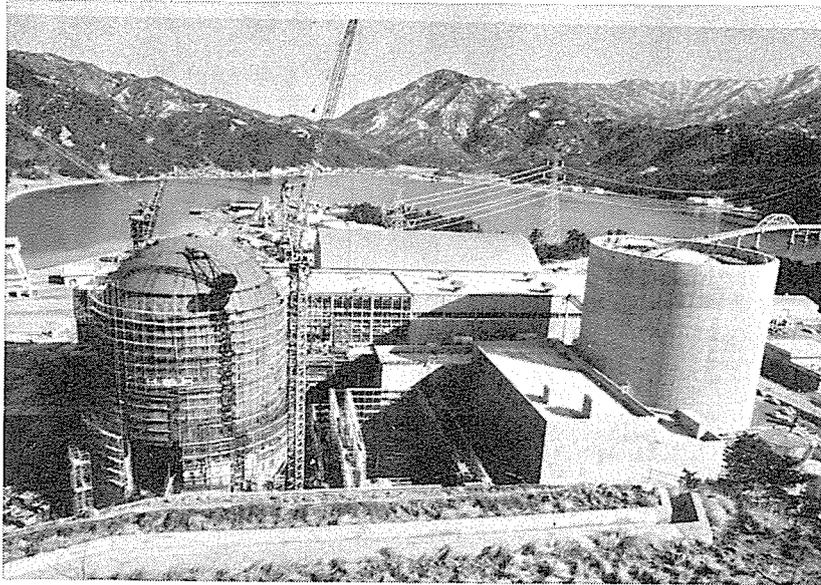


写真2 高浜原子力発電所仮設用地全景

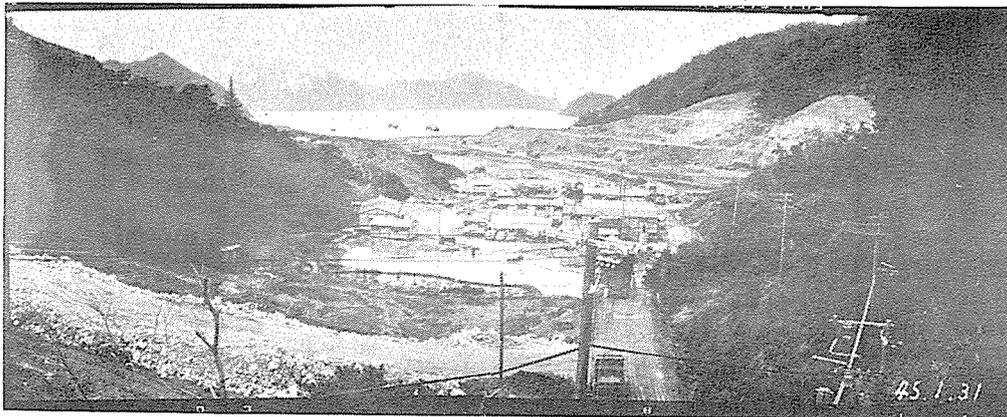
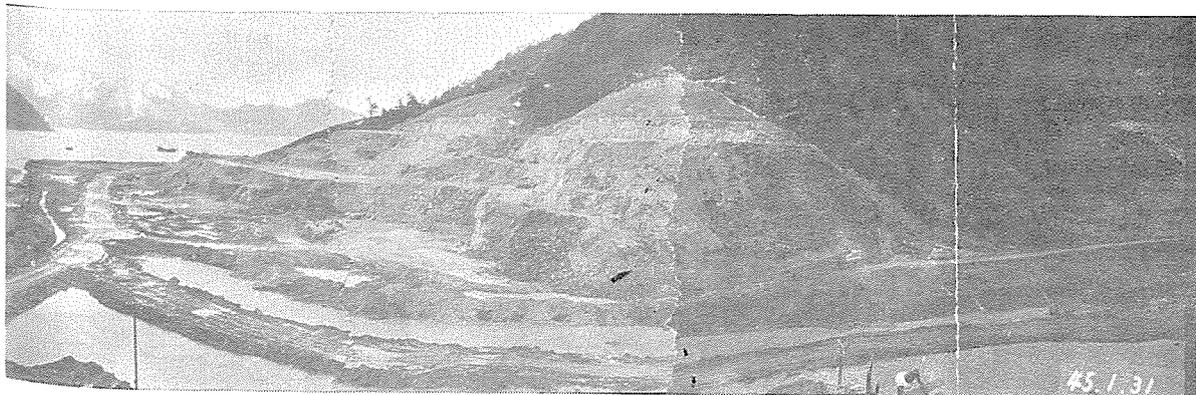


写真3 高浜原子力発電所1号炉附近工事状況



敦賀湾

若狭湾

美浜発電所

敦賀市

-148-



内浦湾

高浜発電所

高浜町

あおのこ

わかさたか  
わかさわだ  
大飯郡

わかさほんごう

かと

小浜湾

小浜市

おばま

ひがしおばま

しんひらの

遠敷郡

かみなか

みかた

三方町

三方郡

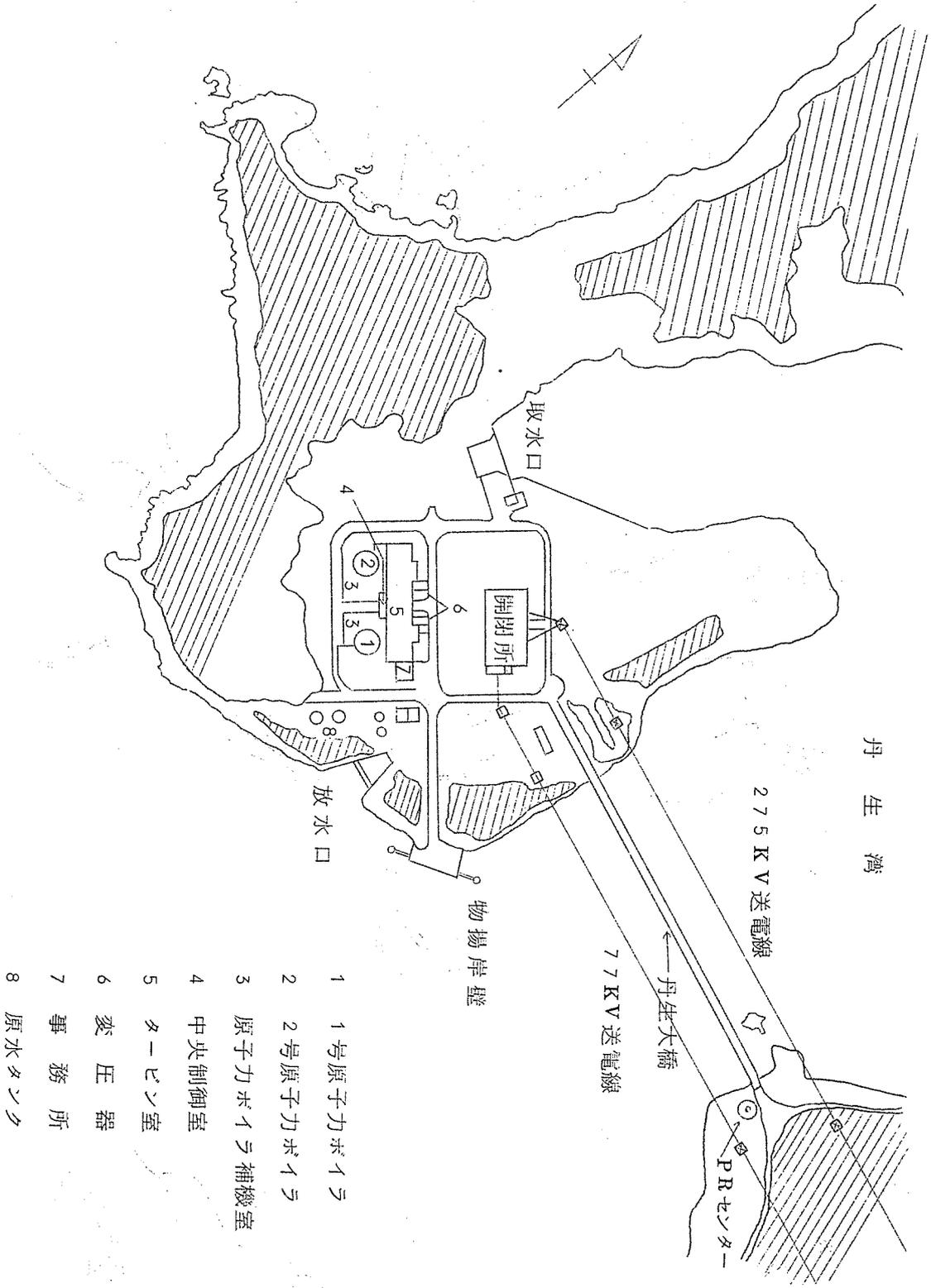
とむら

みはま

美浜町

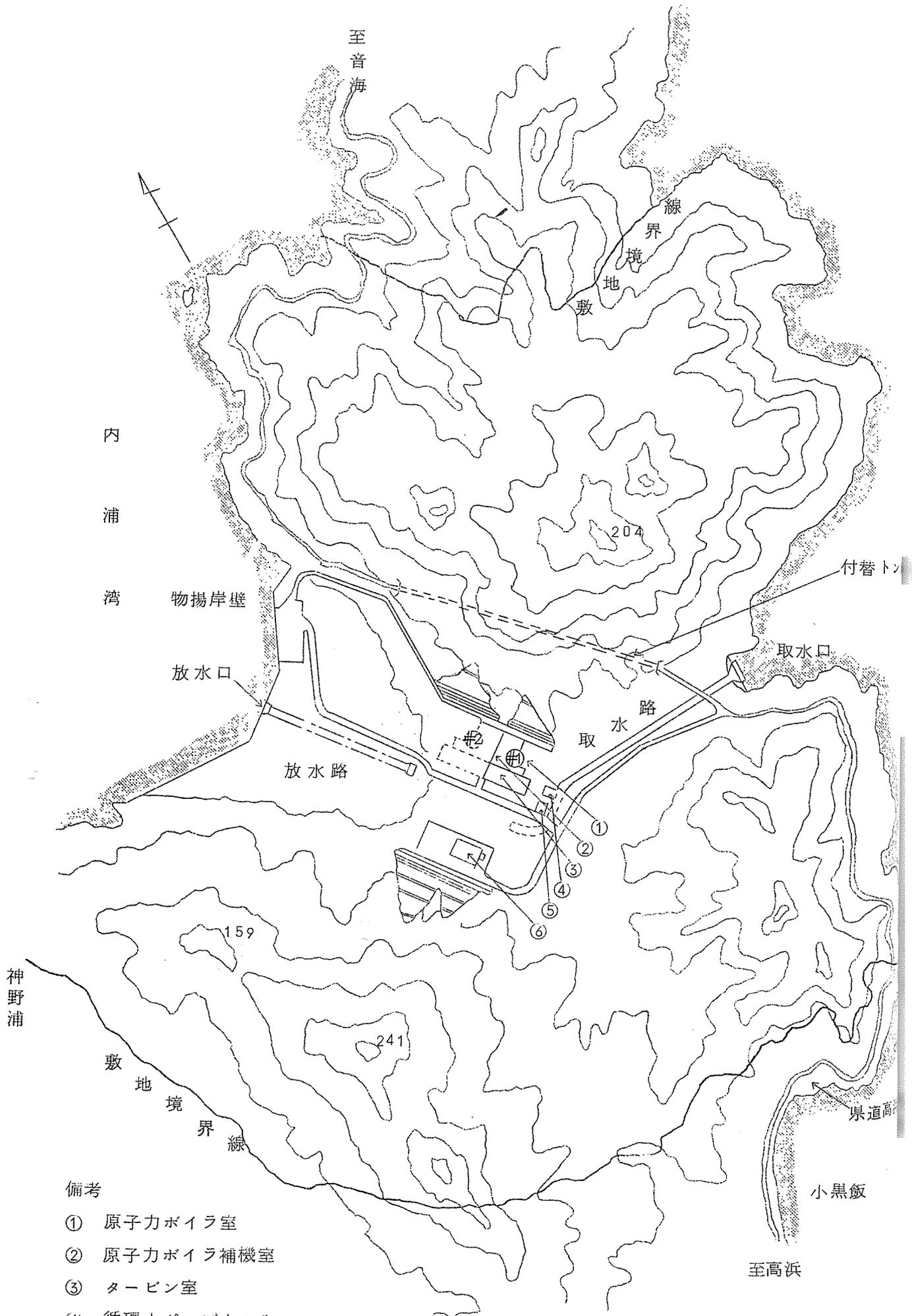
あわの

第2図 美浜発電所配置図



- 1 1号原子カボイラ
- 2 2号原子カボイラ
- 3 原子カボイラ補機室
- 4 中央制御室
- 5 タービン室
- 6 変圧器
- 7 事務所
- 8 原水タンク

第3図 高浜発電所配置図



備考

- ① 原子力ボイラ室
- ② 原子力ボイラ補機室
- ③ タービン室
- ④ 循環水ポンプウエル
- ⑤ 事務所
- ⑥ 開閉所

### Ⅲ 軽水型原子力発電所の運転と建設状況

#### 島根原子力発電所

中国電力株式会社

取締役 阿部 弥之助

只今、ご紹介に預かりました中国電力の阿部でございます。

この原子力産業会議の大会におきまして、中国電力の島根原子力発電所の建設概要についてご説明を申しあげます機会を得ましたことは、まことに光栄に存じている次第でございます。

私は島根発電所の建設の経緯、発電所の位置の選定の問題、機器選定の経緯、工事の工程、工事の現状、発電所の特徴ならびに、これに要する核燃料の購入計画につきまして申しあげてみたいと思います。

#### 1. 建設の経緯

中国電力が第1号の原子力発電所を、この地点に選ぶにつきましては、当時の国内事情から考えまして、問題が比較的少なく、言うなれば、円満に関係各方面のご了解を得られるような地点を第一に選ぶことにしたわけでございます。即ち、県当局は勿論のこと関係の地元市町村、或いは郡部の方々に原子力発電所の建設につきまして十分なお理解のある地点、こういう地点を選定することにいたしました訳でございます。

このような条件から考えまして、立地基準等の技術的問題は勿論でございますが、それに加えまして地理的な条件、社会環境的な条件を特に重点といたして、地域の選定をいたしましたわけでございます。

#### 2. 発電所の位置

この発電所の位置でございますが、この第1図に示すように、ここ島根県の島根半島の日本海側でございます。この湾を輪谷湾と申しますし、この右側の湾を宇中湾と申しております。その右側が片匂の部落でございます。この輪谷湾の付近は、この山脈をはさみまして、ここは無入地帯でございます。発電所の設備は、この輪谷湾内に設置することができますが、いささか面積も狭うございますので工事用の機材、設備といたしまして、隣りの宇中湾を一部埋立てまして、1万坪の用地をつくり、この間をトンネルで連絡いたすことにいたしました。ここでは、主としてコンクリート製造の設備をいたしましたわけでございます。用地造成中は、ブロック或いはテトラポットの製作場とし、将来、発電設備建設になりますと、ここで所要のコンクリートを作り、且つ運ぶことにいたしましたわけでございます。

この発電所地点は、島根半島の中央稜線を隔てまして、松江との間が遮断されていますため工事用道路としまして、この山脈を二つの隧道で貫く方式を採用したわけでございます。

第2図は、宇中湾の仮設備工事場でございます。建設業者の事務所、或いは、この付近が工事用の水源池等が、ここに示されております。これが仮設備に対する私共の設備でございます。

### 3. 機器選定の経緯

次に機器選定の経緯でございます。

日本の原子力発電所は、東海発電所のガス炉を始めといたしまして、その後に行われましたBWRの発電所といたしましては、ご案内のように日本原子力発電会社の敦賀発電所ならびに東京電力株式会社の福島発電所等がございます。これらはいずれも主契約者といたしまして、メーカーでございます米国のGE社をお選びになったわけでございます。

そして、その設計に基づきまして、日本におきましては、このGE社と特別な関係を持っておられる東京芝浦電機(株)ならびに(株)日立製作所におきまして、機器の製作、据え付け、更には、試運転その他の業務を分担されております。しかも、このご両社は、それぞれ反対の部分を分担されていたわけでございます。例えば、A社におきまして、プレッシャーベッセルの方を担当になられますと、B社はその配管その他をご担当になり、他の発電所におきましては、その反対をおやりになっているということによりまして、敦賀発電所、ならびに福島発電所が出来ますと、この両者共に原子力発電所の全プラントを経験されることとなります。こういうご配慮が先行のご両社において、とり行なわれましたことは、将来の原子力発電所を国産化するために非常な便利と利益をお与え下さったことであると思ひまして、深く敬意を表する次第でございます。このような社会情勢を察しまして、当社が国産化の道を歩みますために、日立製作所と協同研究に入ったのでございます。当社と今から3年前の42年5月に協同研究の契約を結んで、爾来今日まで機械の設計、計画或いは運転その他の問題につきまして、双方からそれぞれ必要な資料の提供、ディスカッションをいたして、今日の仕様を決めたわけでございます。

しかしながら一方考えてみますと、国産化と共に出力を確保するということが、我々電気事業者としては、非常に大事なものでございますので、できることなら私共の発電所が動く前に、日本において同じようなもので十分な経験のあるものを採用したい、このように考えて参ったわけでございます。具体的には、福島の1号炉を目標に、諸般の計画を進

めて参ったわけでございます。しかし、1号炉と申しましても、その後に変更になりました安全設備等は、新設計を採用することにいたしましたわけでございます。

第3図は、発電所の建設完成予想図でございます。

この付近が、これがプレッシャーベッセル、これがタービン、ここが屋外開閉所、これが管理事務所、ここが純水製造装置、この付近の倉庫が廃棄物の貯蔵所、或いは、その他の設備でございます。送電線は22万ボルトで当社の松江変電所に送る予定でして、このルートを通っております。更に、予備電力といたしましては、6万6千ボルトを、このルートによりまして、発電所に導いております。これは松江変電所におきまして、先程送りました22万と6万側とは、インターコネクトいたしておりますが、ことに、この6万側の母線には、当社の島根県付近におきます水力発電所がこの系統に入っておりますために、予備電源としては、確実な電源ということができると思うわけでございます。

#### 4. 工事の工程について

次に工事の工程でございますが、この工事は、仮準備工事、建設準備工事と本工事と二つに分けたわけでございます。準備工事と申しますのは、土地の造成でございます。海岸の埋立、或いは、発電所の敷地造成というものが準備工事でございます。本工事とは、これに引き続くものでございます。

幸いにして、関係各方面のご指導によりまして、この工事がすんだ時点で直ちに本工事に着手できるような時間的なつながりを持つことができます。

工事全工程を通じまして、支障なく建設工事が進めるようにできましたことは、誠に有難いことだと感謝いたしております。

勿論、準備工事中には各種の事前調査もあわせ行ないまして、それにより安全審査ならびに設計に必要な資料を得たことは勿論でございます。

#### 5. 工事の現状

次に工事の現状でございます。第4図は発電所建設現地の現状でございます。第1図に見られる中央の出張りを約110万 $m^3$ 切取りまして、前面の海面約6万平方メートルを埋立てまして、総面積約10万平方メートル、即ち3万坪を得たわけでございます。ここに第1号機の他に第2号機を設備し得る用地といたしております。港湾施設、防波堤のため、右側の海岸を約10万立方メートル切取りまして、ここに1万5千平方メートル、即ち5千坪程度の敷地を作った訳でございます。

用地の有効利用と掘削量の削減をはかりますために、Turbine Floor と Reactor

Floor とは段違いとして、Turbine Floor は約 8.5 メートル、Reactor Floor は約 10.5 メートルといたした訳でございます。

第 5 図の 1 (スライド省略) は昭和 42 年 4 月、即ち準備工事を始めた当時手をかける前の現状でございます。

2 番目 (スライド省略) は今日現在の状況でございます。

ご覧のように、この稜線もすでに切り取られております。Reactor Building の Reactor の基礎の掘削も大部進めております。海岸工事もご覧のように大部出来上って参っております。

本工事に着手いたしましたのは、45 年 2 月 11 日で、目下 Reactor Building の基礎の掘削をいたしております。この付近の防波堤、排水口工事等も併せ行なっております。冷却水の取水は、この輪谷湾の深層取水をいたしますため、どうしても工事の都合上、発電所の護岸を作るときに、その部分だけはやや先行させていただいた訳でございます。

#### 6. 本発電所地点の特徴

本発電所の特徴について申し上げますと、安全上、この地点については、二・三の特徴がございます。

まず第一に、社会環境でございますが、先程申しあげましたように、付近の人口は極めて少なく、発電所用地の確保は比較的容易でございました。最も近い部落は、一矢部落でその外はすべて 1,300 メートル以上離れております。

二番目に地質でございますが、地質は頁岩と凝灰岩の互層で、原子炉建物の基礎岩盤といたしまして、堅硬で十分な地耐力を持っていると考えるものでございます。

地震でございますが、過去の地震歴からいたしましても、全国的に見て地震活動性の低い地域の一つでございます。ほとんど震害の経験がございません。

気象については、日本海特有でございますが、静穏状態は非常に少なく、安全上、拡散上極めて有利な地点といえる訳でございます。

以上考えまして、この発電所は比較的立地条件としては恵まれていると、私は考えております。

#### 7. 核燃料の取得計画の現状

最後に核燃料の取得の状況でございます。

私共は、発電所の運転に必要なといたします核燃料は、カナダのデニソン社から天然ウランの長期契約として約 800 トン及び、リオ・アルゴム社から約 300 トン、それだけ

を長期契約として、長期に納入していただくことにいたしておりますが、第1回の初装荷燃料の時点には、まだこの二つの長期契約分の入荷分だけでは、少し足りませんので、初装荷燃料として約100トン別途、スポットとして購入いたしまして、長期契約分と、このスポット分を合せまして、初装荷燃料約400トンを得ることにいたしておる訳でございます。

これら、濃縮6弗化ウランへの転換は、アメリカのアライド・ケミカル社にお願いいたすつもりで、目下交渉を致しておりますし、以後の濃縮につきましては、アメリカ原子力委員会にお願い申しあげるつもりで、近くその交渉のためにアメリカへ参る予定に致しております。

その後の問題につきましては、現在の処、日本におきまして燃料棒の加工はいたすつもりでございます。

以上概要を申しあげましたが、もう一度申しあげますと、この発電所は総出力が46万KWでございます。BWRの1,380MWサーマルの設備をいたす訳でございます。送電線は22万ボルトで送り出すことにしております。

以上、極めて簡単でございますけれども、島根原子力発電所の現況でございますが、将来のこれを考えて見ますと、私共は現在敦賀発電所のご経験ならびに美浜、福島発電所等の現在の工程の進行状態等を勘案いたしまして、それを参考にさせていただき全体の工程を考えておりますが、この工程によりますと、先ず予定通りの計画を予定通りの期間に竣工させることが出来るということを目標に、かつ、自信を持って仕事を進めている訳でございます。

ご静聴を感謝いたします。

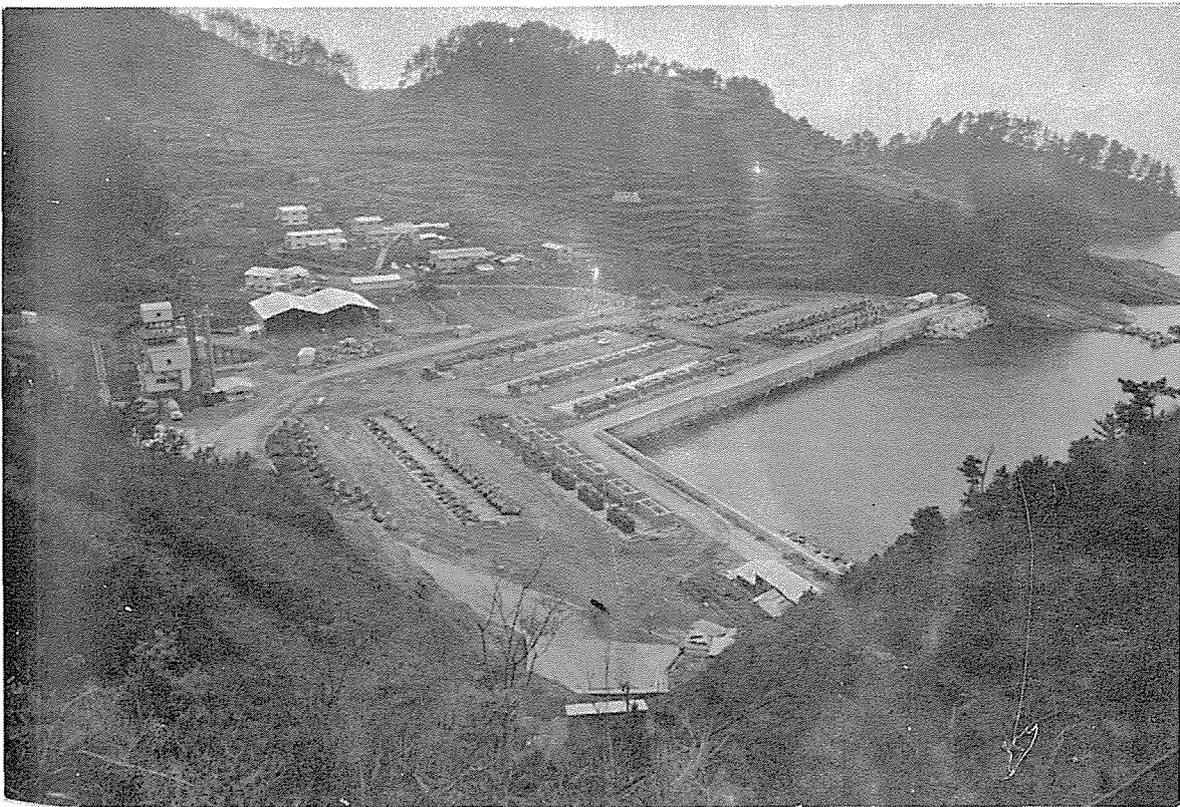
島根原子力発電所第1号機仕様概要

機器名称	項目	単位	仕様	備考
発電所	位置		島根県八束郡鹿島町	
	用地面積 工期 建設費	m <sup>2</sup>  億円	約1,730,000 45.2~49.6 350	初装荷燃料費含まず
原子炉	形式		軽水減速軽水冷却沸とう水形	
	熱出力 発生蒸気量 運転蒸気条件 燃料 制御方式 台数 主要機器	KW T/H    台	1,380,000 2,468 炉出口圧力70.7kg/cm <sup>2</sup> 同温度286°C 低濃縮二酸化ウラン 2.09% 約8T 制御棒および再循環流量による制御 1 再循環ポンプ2台	
格納容器	形式 寸法		圧力抑制式 ドライウエル 球形部直径約18m 円筒部直径約10m 高さ約32m サブプレッション・チェンジャー 円環中心線直径約30m 円環断面 直径約8m	
	台数	台	1	
汽機	形式		くし形再生復水式	
	出力 回転数 運転蒸気条件 台数	KW r.p.m   台	465,000 1,800 主塞止弁入口圧力66.85kg/cm <sup>2</sup> 同 温度282°C 1	
発電機	形式		三相回転界磁形(水素冷却)	
	定格容量 力率 周波数 台数	KVA % Hz 台	520,000 (水素圧力3kg/cm <sup>2</sup> ) 90 60 1	
主変圧器	容量	KVA	490,000	
	電圧 台数	KV 台	1次 18. 2次 220 1	

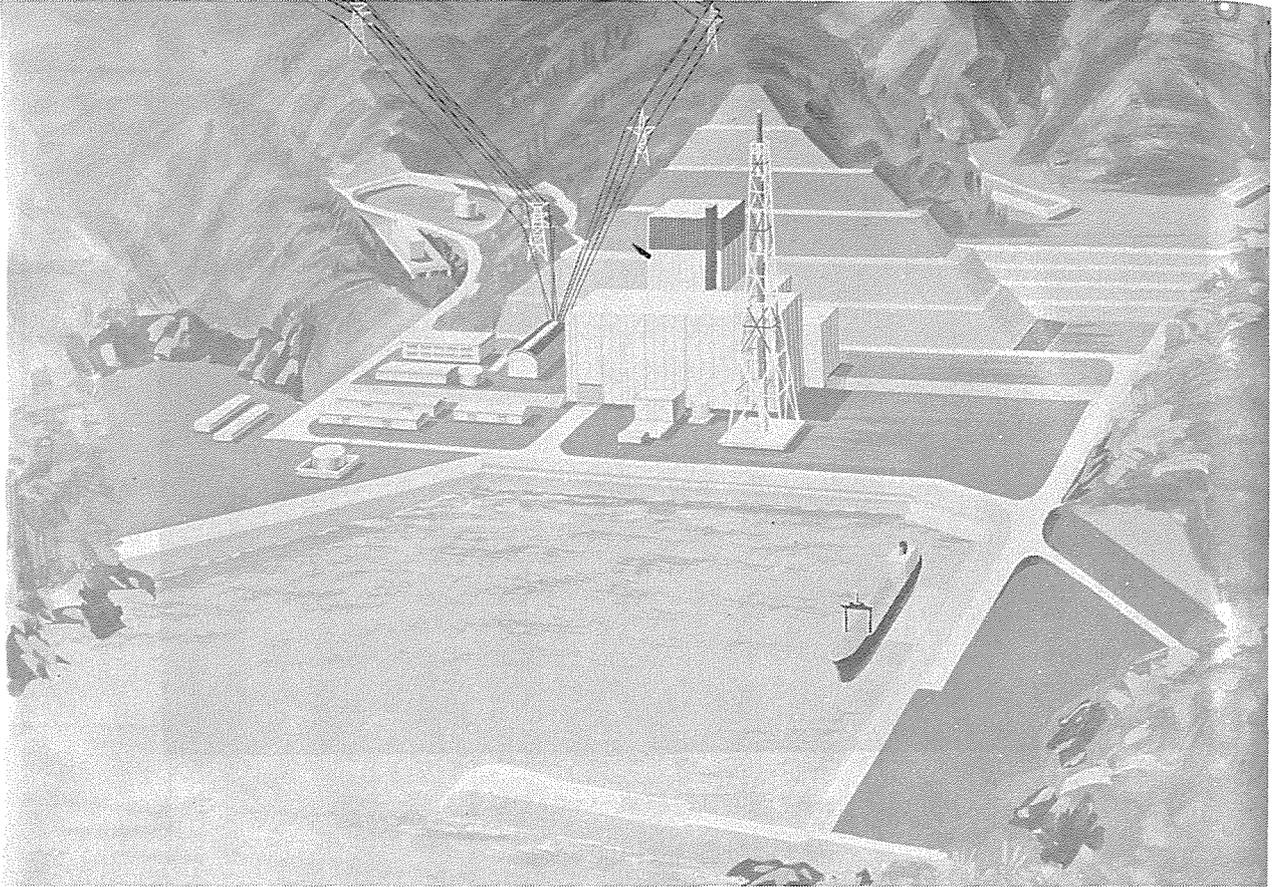
第1図



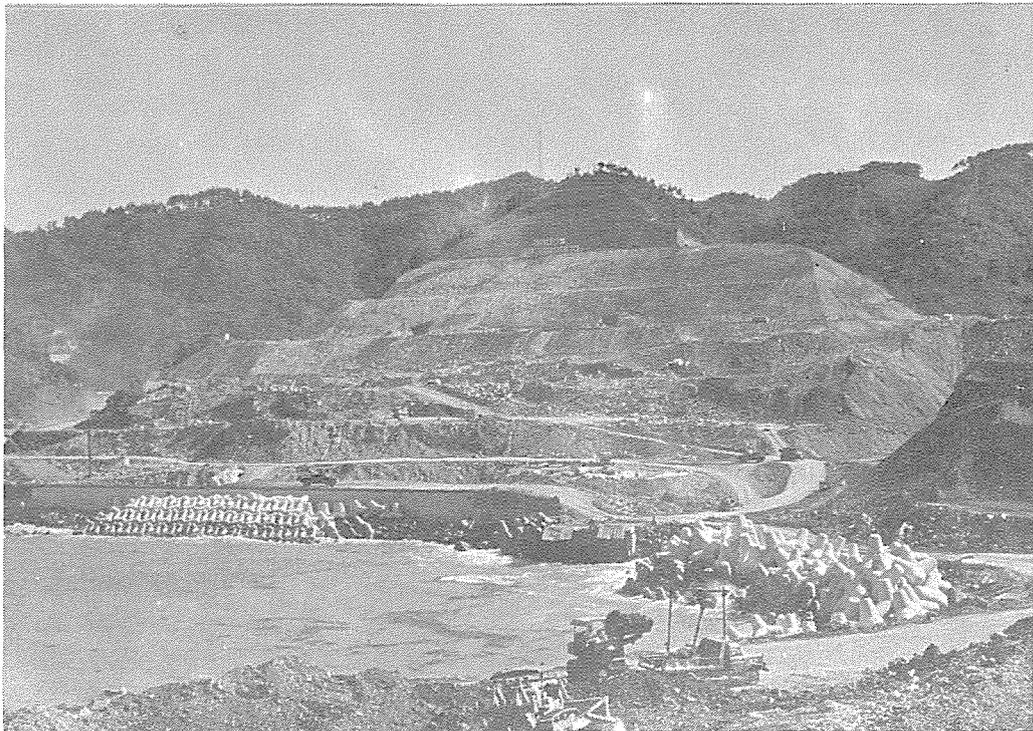
第2図



第3図

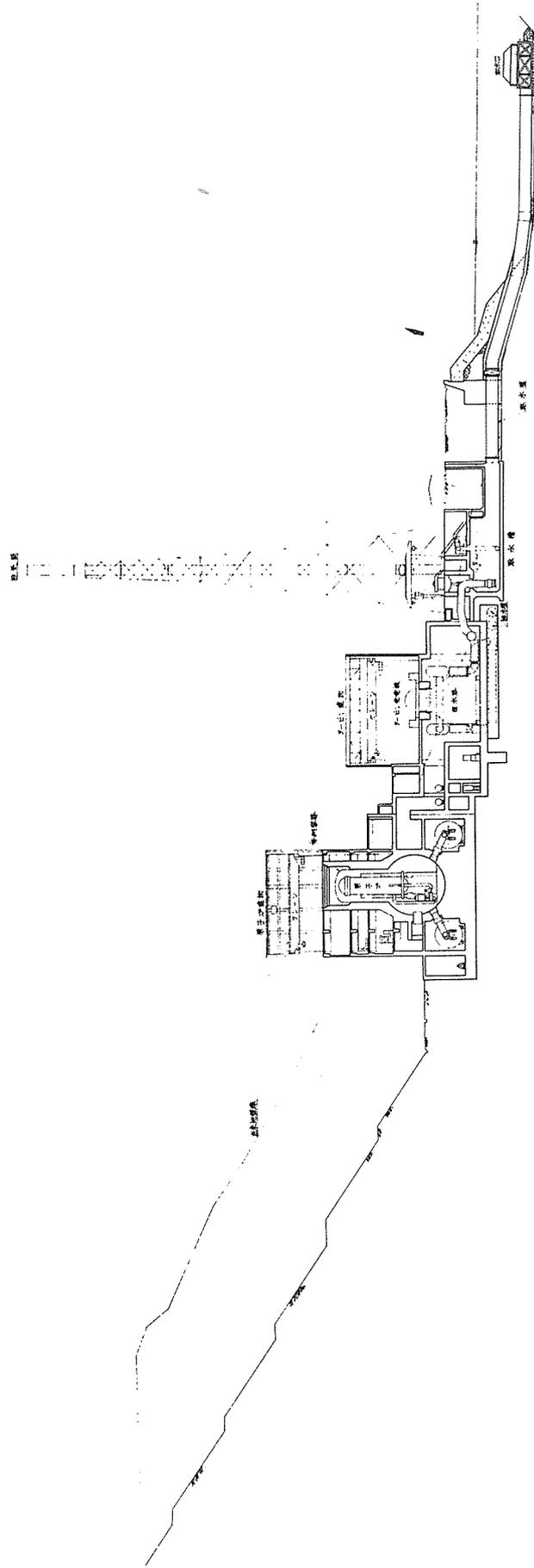


第4図





参考一B 島根原子力発電所継断図



講 演 - 2

<原子力船の開発>

議 長 永 野 治 氏 (東京芝浦電気専任副社長・原子力本部長)

講演 「原子力船「むつ」の建造」

講演 「原子力第2船以降の開発」

<アイソトープ・放射線利用>

議 長 篠 島 秀 雄 氏 (三菱化成工業社長)

講演 「アイソトープ工業利用における最近の進歩」

講演 「放射線化学の研究開発と企業化の進展」

講演 「宇宙、海洋開発における放射線利用」

3月26日

B 会 場

## I 原子力第 1 船「むつ」の建造

日本原子力船開発事業団

理事長 佐々木 周一

日本原子力船開発事業団は、原子力第 1 船「むつ」の建造を進める一方「むつ」の運航に備えてその船員の養成訓練と青森県むつ市に原子力船の定係港を建設いたしております。これらの業務の進捗状況をご説明いたすと共に、その特長、問題点を摘出しながら、それらに対する事業団の方針も併せてお話し申し上げたいと存じます。

### 1. 「むつ」の建造

既にご存じのとおり、事業団は、42年11月石川島播磨重工業㈱と船体の建造契約を、三菱原子力工業㈱と原子炉の建造契約を結び、船体は東京で、原子炉は主として神戸で建造を進めております。

#### (イ) 船体の建造

「むつ」の船体は、43年11月に起工して以来鋭意工事を進め、44年6月に進水、同年8月に原子炉格納容器の搭載をいたしました。

現在船殻工事および装工事をほぼ終了し、2次遮蔽工事を行なっておりますが、このうち鉛及びポリエチレン関係の工事は終了し、重コンクリートの充填工事を行なっております。

この放射線を遮蔽する重コンクリートは、原子炉室の周囲に高さ約9メートル、厚さ約1メートルのコンクリート壁を打設するものでその比重は、2.2から3.4にわたる8種類の密度で、重量約1,400トンに、達するものであります。

これら重コンクリートの船内の打設工事は重量制限等の船の特質上から密度許容誤差を極力小さくしなければならないこと及び構造の複雑な場所へ確実に打設しなければならない等、工事上極めて厳しい条件が要求されるわが国はじめての工事でありますので、十分安全を考慮して工事開始に先立つて、43年8月から施工法確認試験を実施いたしました。

このようにして本年夏事業団は、石川島播磨重工業㈱から、船体の引渡しを受けると事業団職員の手により、補助ボイラで推進して「むつ」を青森県むつ市の定係港に回航いたし、そこで原子炉の組立を始める予定であります。

#### (ロ) 原子炉の建造

原子炉を構成する圧力容器、蒸気発生器、加圧器、炉心支持構造物、主冷却水ポンプ等は、材料の熱間加工を終えて製作工程に入り、現在工程上からみまして50パーセント以

上進捗をみております。

これら機器は、本年中に「むつ」へ搭載し終り、配管、配線工事を施工しまして46年後半にはこれら機器の機能試験を行ない47年に完成する予定であります。

「むつ」に装荷する3.24パーセント及び4.44パーセントの濃縮度をもち約3トンの二酸化ウラン燃料の製造は、44年12月三菱原子力工業㈱と契約いたしました。本契約は、陸上原子力発電所で行なわれている方法と異なり同社がウラン鉱石の調達から転換加工、燃料集合体の製造までの一貫した作業を行ない46年7月にこれを完成する予定であります。引続いて陸上臨界試験を行なった後、事業団の責任において原子炉に装荷し出力試験、海上公試運転等を行なう準備を進めております。

「むつ」の建造には、国内技術の活用と安全性の確保を二つの柱として進めており、契約船価の96パーセントまで国内技術によつて建造しておりますが、「むつ」はわが国はじめての国産燃料による国産動力炉と申しても過言でないと思じます。

次に安全性の確保に十分意を用い、「むつ」は、ブルーブンの技術により建造し、アンノウンの事項は実験によつて一つ一つ確認いたしております。このために事業団が設立されて以来行なわれた開発研究費は、約4億円にのぼつております。この一環としてこれから定係港で行なう原子炉組立に備えて原寸大の原子炉格納容器の模型を製作し、これによつて各機器の搭載順序、配置等を検討する実験も既にすませております。

また「むつ」は安全上の見地から、客船なみの構造、設備をもたせるとともに、二重三重の安全装置をつけております。原子炉は高張力鋼で作つた重量約300トンの格納容器に収め、その周囲は、船が衝突、座礁しても破壊されないよう十分に防護してあります。このための防護構造重量は、450トンで、先に申しました二次遮蔽体は鉛、ポリエチレンまで含めて重量約2,000トンでありこれらを加えますと「むつ」の軽荷排水量約8,000トンの35パーセントに達しております。またいかなる状態においても原子炉の安全を確保するため、電源等の確保には特に意を用い、そのため本船の発電容量は、4,100 KVAでこの容量は、電線の長さと共に在来船の約4倍になつております。

このように安全性を重視して設計した「むつ」は、同型の在来船に比べて建造費は約4倍も高く、載貨重量は逆に五分の一に減つております。

このような結果になりましたのは「むつ」が実験船として設計されていることも、その大きな要因であります。「むつ」は、最も実験し易い構造、配置を採用しており、将来、実験員20名を収容して実験航海を行なう予定であります。

既に事業団では、その実験項目、方法等について検討を始めております。「むつ」は、きわめて小型小馬力の原子力船ではございますが、この実験航海で行ないます実験は、将来の高速、大馬力の原子力船に役立つものを考えております。

以上「むつ」の建造について述べてまいりましたが、此に特に申述べたい事があります。先に述べましたように「むつ」は、船炉分離の方式、すなわち船体と機関とが別々に製造装置せられる方法で進めておりますため、船体部および原子炉部の工事を平行に行なうことができません。どうしてもシリーズに行なうこととなりますが、これが建造期間の短縮に非常にネックとなつていと痛感いたしております。将来原子力船を実用化しますには是非ともこの点を改善しなければならないと考えております。

## 2. 定係港の建設

原子力船の運航に伴ない必要になる放射性廃棄物の陸揚げと処理、核燃料の交換と貯蔵等を行なうと共に、「むつ」の原子炉ぎ装等行なうために青森県むつ市に定係港を建設いたしております。

このため事業団は、約8万平方メートルの敷地を入手して、当初はこの内約3万3,000平方メートルに諸設備を建設することとしております。

定係港の主な施設は、長さ約175メートルの岸壁、約75トンの吊上げ能力をもつ岸壁クレーン、燃料交換設備、廃棄物貯蔵設備、放射線管理設備、動力設備、およびこれらの設備を収容する建屋等からなつています。

先に述べましたとおり、「むつ」は原子炉ぎ装工事、機器の試験、原子燃料の装荷等の業務を定係港で行なうこととしました。

したがつて定係港の施設は、本年夏から始まる原子炉ぎ装に必要な設備をまず完成し、その他の設備は、「むつ」の運航に備え46年末までに完成する予定であります。

定係港の施設も原子力船と同様安全を第一として、設計建設しておりますが、これら施設の建設に付随して定係港の前面海域約15万平方メートルを水深8メートルに浚渫し、「むつ」の入出港の安全を期しております。次に42年11月に行なわれた「むつ」の安全審査の結果、「むつ」の港内停泊時は、事故発生後6時間以内に船を遠隔錨地に移動できるよう引船等の用意が必要とされております。このため、通常状態で「むつ」を約4ノットで曳航できる総トン数約130トン、1,000馬力の主機関をもつ引船を建造いたしております。

また「むつ」に核燃料を装荷する前から、定係港周辺の自然放射線の状態を調査するため、44年から空間放射線測定装置および水中放射線測定装置を設置し測定を始めておりますが

今後は、これら装置を増設して観測を行なつてゆく予定であります。

### 3. 船員の養成訓練

「むつ」の乗組員は総数 56 名で、船長 1 名、甲板部 15 名、機関部 22 名、保健物理班 6 名うち 3 名は兼務、無線部 3 名、事務部 12 名、医務部 2 名で構成されています。

これら乗組員は、在来船について深い経験と資格をもつ上に、船用炉の運転や、放射線防護に対する基本的知識と技術の習得が必要であります。しかしわが国船員のレベルが諸外国に比べて高いことを考慮し、特に原子力船の船員訓練に専門コースを設けなくて次の基本方針により養成訓練を行なつています。

- (1) 基礎知識の習得には、主として陸上原子炉を目標に組まれた国内の既存課程を利用する。
- (2) 建造工事期間中に現場に立会い、基礎知識の実務への適用をはかる。
- (3) 外国の原子力船をできる限り利用する。
- (4) プラントシミュレータにより運転訓練を行なう。

この方針に基づいて 42 年度から「むつ」の船員予定者を逐次採用し、現在 20 名の船員予定者に養成訓練を行なつています。養成訓練の総まとめとして考えているプラントシミュレータは「むつ」の原子炉系、推進系の重要事象を模擬する装置で、経費 1 億 2,000 万円をかけて、46 年までに定係港に設置する予定であります。

「むつ」による船員の養成訓練およびこれら乗組員による「むつ」の運航実績は、将来の原子力船時代の船員養成訓練に大きい役割をもつものと考えます。

### 4. お わ り

現在の世界海運界の情勢を見ますと、経済の急速な進展に従つて船腹拡充の要請が増大しており、特に船舶の高速化、巨大化の傾向は、日々に顕著なものがあります。このような大馬力を必要とする船舶として、近い将来原子力船が大巾に使われる時期が必ず来るものと確信しております。特にわが国の如く燃料の 9 割以上を輸入に頼る場合原子力船の重要度は増すものと考えます。

原子力第 1 船「むつ」の開発は、この原子力船時代に備えて計画されたものであり、その建造、運航の経験を積重ねて、将来の実用化への布石として役立たせなければなりません。今後の工事は、その進捗につれて、より高度の技術を必要とするものでありますが、事業団は、各関係業界と協力し、この目的達成のため工事を進めて参る所存であります。

今後とも一層のご支援とご鞭撻をお願いいたします。

## II 原子力第2船以降の開発

日本郵船株式会社

社 長 有 吉 義 弥

今更私から申し上げます迄もなく、原子力推進機関は、軍艦に於ては、実用の時代に入つて居りまして、特に米国に於ては、航空母艦、潜水艦、駆逐艦等に、既に数十隻に上つて居ります。

そのメリットの第一は、航続力の長い事、言わば無限とも考えられる距離を燃料補給なしに航海出来るという事は、海軍艦艇に取つて、格段の利点であります。

特に潜水艦の場合の如きディーゼル、電気モーターの並置を必要とせず、駆逐艦の場合、従来の機関では過大な消費量のために、主力艦随伴の行動範囲が非常に制限されて居りました。

これ等のデメリットが、原子力推進機関の採用によつて殆んど解消されたという状態であります。

航空母艦のような大型艦に於ても、その膨大な燃料消費と、燃料庫に要する容積重量を他の兵装及び弾薬等に転用し得て、戦斗力を増大した事は莫大なものがあります。

然しこれを商船に利用した場合、果して海軍艦艇同様のメリットを発揮出来るかどうかという事は、私共の間に常に論議されて居ります点で遺憾乍ら今日迄のところ、現在の形式の、原子力推進機関では、否定的な結論となつて居るのであります。

将来の船舶推進が原子力に移行するであろうという事実を予見しないものはないと思うのでありますが現時点に於て可能性として研究の段階に相成つて居りませんでした。

軍用以外の船舶に原子力推進機関が採用されました実例を挙げますと

1962年竣工の米国の商船 サバンナ号

1952年竣工のソ連砕氷船 レーニン号

1968年竣工の西独の鉍石専用船 オット・ハーン号

を数える事が出来、我国に於て「むつ」を建造中であります。

然し、レーニン号は北極海域に於て行動する砕氷船で同方面での燃料補給が極めて困難であります為、特殊の事情から原子力機関が採用されたものであります。

又、サバンナ号は米国に於て原子力の平和利用を誇示するために建造された言わばショー・ピースであります。未だ商船としての有効な選航に従事したという報告はございません。

西独のオット・ハーン号だけは鉍石専用船として商業航海に就航した実績を持つて居りますが、依然、経済性を二義的に見て将来の実用化に備えての実験船という色彩が強いように思わ

れます。

一言で申しますと商業的採算に基いて建造された原子力船は一隻もないという事であります。

軍艦に於て実用過程に入っている原子力推進機関が商船の場合、採用出来ないというのは如何なる理由によるものでしょうか。

第一に軍艦に於て最大のメリットである航続距離という事は、商船に於ては現実に重要な要素ではないことです。商船の使命は港から港へ貨物を積み揚げしつづることでありますから、潜水艦のように潜水したまゝで地球を二廻りもするというような性能は必要ではない。

駆逐艦のように高速力で何時までも主力艦隊に随伴出来るというような特性にも魅力がない。

第二は放射能に対する各国国民の感情に或る場合合理性を越えた感性があり、原子力船が何処の国に何時でも出入出来るという自由が保証されて居りません。

特に我国は唯一の原爆被爆国として放射能に対しアレルギーを持つと言われる程で、この不必要なまでに高い不安感を徐々に払拭した上でないと、原子力船の自由な航行が確保されたと言えない。

第三に日本国国内のみならず、原子力船の不測の軍政により第三者に損害を与えた場合の損害賠償の責任限度について、国際的に取極めがまだ確定して居りません。

従つて、これに対する保険という事は、全く未知の状態にあり、更に原子力船、放射能漏洩による海上汚染という事態が起つた場合、タンカーの油濁汚染の場合に数倍する損害賠償の提起も予測される訳で、在来船との安全度の相違について、より合理的な評価を行わない限りそのリスクについて商業的な見積りがつかない事です。

第四に原子炉の重量であります。遠い将来に於て原子燃料から何等か別途の方法でエネルギーを抽出するというような発明のされない限り、現在のところでは原子炉は原子燃料からの熱で液体溶媒を加熱するその熱量を水に移して蒸気としそれで専らタービン等の熱機関を運転するという事になつています。

言わば原子炉はボイラーの一種に過ぎない。その上に普通のボイラーと違つて重い又、頑丈な遮蔽を必要とする。従つて所持燃料の少いために節約される筈の容積重量をこれに喰われてメリットが残らない。原子炉が進歩して軽量小型になるか、遮蔽が軽減されるか、一段の進歩を待つ外はない。

こう見て参りますと原子力推進機関はこゝ数年間に商船に採用される可能性は先づないものという判断が支配的であつたのであります。

こゝに全く新しい事態が起りこの問題に対する見方が急激に變つて参つたのであります。

これは超高速のコンテナ船の出現であります。

最近の海運界の顕著な二つの傾向は油槽船や鉱石その他のバルク・キャリアーの大型化と、定期船に於けるコンテナ化であります。

タンカーに於きましては既に30万トン型の大型船が稼動して居りますし、鉱石専用船でも10万トンという大型が出現して来て居ります。

特に日本に於ける精油、製鉄等のコンビナートの立地条件が欧米の既存の基地に優り、水深が充分にありますので大型船の接岸が可能になつて居りましてこれが日本製品の対外競争力の大きな基盤になつて居りますので一層の大型化というものを我国に於ては認めない訳には行かない。

引き続いての不幸な事故のために各種の批判も出て参りました様ですが、この傾向は此の上も進んで行くものと考えられますが、その推進機関の面に於きましては唯今のところ左程、高馬力を必要とせず、従つて実績のあるディーゼル、タービンの馬力の範囲内で企画設計されて居りますので問題はないと考えられて居ります。

問題は超高速のコンテナ船の出現によつて大きく浮び上つて参つたのであります。

こゝでコンテナ船と申しますのは純粹にコンテナ許りを輸送する所謂フル・コンテナ船の事であります。

フル・コン船は、今から10年程前米本土、ホノルル間に出現し成功を収めまして以来、米国沿岸、(東西)ポート・リコ、カリブ海方面の比較的近距离に選航されて居りましたが、4年程前から大西洋航路、北米東岸からヨーロッパの航路に出て参りまして好成績を示し更に太平洋にも配船されて参りまして海運界はこゝにコンテナ時代に直面しました事は御承知の通りであります。

然も極く最近までは、大西洋に於きましても又、太平洋に於ても在来船の改装によるコンテナ船が大部分でありまして、始めからコンテナ船として設計し建造されましたのは1968年8月竣工の箱根丸が最初であつたと存じますが、その頃から相次いで純粹のコンテナ船が竣工いたして居ります。

大西洋航路の場合、純コンテナ船より、ロール・オン・ロール・オフを併用した船型で多々様ですが、その一例を示せばムーア・マツコミック・ラインの「モールマック・ジー」型の4隻があります。

重量噸、1万6,380トンドで40フィートのコンテナ40個積、3万馬力のGEタービン単軸でボイラーはCEC 2基です。速力は21ノットで他社も大同小異の船型です。

外に「アトランティック・コンテナー・ライン」と言うのは「キューナード」「フレンチ・ライン」「ホランド・アメリカ・ライン」それに自動車輸送船隊で有名なノールウェイの「ワレニウス」の4社で形成されたコンソーシアムでありまして、1967年8月から4隻のフルコン・ロール・オン・ロールオフ併用で就航したのですが、今年度に於て更に合計6隻の追加注文を致しましたが、その中の代表的な「アトランティック・クラウン」号の明細を見ますと20フィートコンテナー962個積で、重量トン1万8,200トン、3万5,000馬力、GEタービンボイラーはCEC2基です。

ヨーロッパ/オーストラリア間の航路は1昨年からフルコンテナ化されたのですが、こちらは、改装船はなく始めから純コンテナ船を投入して居りまして、英国OCLの「ベー」クラス6隻、ACTの3隻は相次いで昨年就航、独乙船、和蘭船とデロントで配船しています。

「ベー」クラスの第1船「エンカウンター・ベー」は2万9,000重量トン、20フィートのコンテナー1,300個積で3万2,000馬力のスター・ラバール・タービン単軸でボイラーはフォスター・ホイラー2基、航海速度22ノット。

ACTの方は少し小型で重量トン3万5,600トン20フィートのコンテナー1,223個積、機関は3万馬力のスター・ラハール・タービン1基。ボイラーはフォスター・ホイラー2基。航海速度は同じく22ノットです。

こゝいらまでの船型・馬力であるのならば別に問題はなかつたのですが、アメリカのシーランド社が突如発表した超大型高速船のため各国有力船主が争つてコンテナ船の高速化を発表しましたので、我国としても拱手傍観と言う訳にも参らず、一挙に大型化高速化に踏み切らざるを得ない事になりました。

シーランド社というのは今ではもう有名ですが煙草のレイノルズを中心にするコングロマリットの一翼でありまして陸上に有力な組織網を持つトラック業を足場にコンテナ化を武器として海上輸送に進出して来たものです。

船隊、機材の整備に2,000億円の資金を予定していると言われていました。

又、自動化を主体とするコンテナ輸送は米国人には打つてつけのシステムで今迄、海運事業に於て他国に一籌を輸していたアメリカが捲き返しを計る絶好の機会でもあります。

先に同じく米国のイスブランツェン社が3万トン、30ノットコンテナ船を発表し途中で立消えとなりました経緯もあり、シーランド社が33ノット船を発表しました際も暫くは半信半疑という反応であつた訳でありました。

我国海運界といたしましては750個、23ノットの箱根丸型から順次船型を増大し推進機

関の進歩を見乍ら、高馬力、高速力へ進んで行きたいという漸進説を持つていたのでありますが、昨年初頭に到りますと、シーランド社の33ノット船は、確定案であり、具体的設計を基に造船所とのネゴを開始している事が解り各国の船会社に大きな衝撃を与えたのであります。

日本船のコンテナ化のプログラムは昨年度に於て日本／濠洲の航路が箱崎丸型（1,000個積23ノット）を以つて開始、今年度にPNW航路、来年度は日本／欧州航路という順でありまして順次船型を大型化し、又、高馬力、高速力として行こうと計画して居りました事は申し上げた通りであります。然しシーランド社の計画に影響され、何れも之に対抗し得る船型を必要とする事となり急遽、全計画の変更を余儀なくされたのであります。

昨年8月、シーランド社は西独造船所に5隻、和蘭造船所に3隻、合計8隻を発注、直ちに起工の運びとなつたのであります。その要目は長、268m、幅32.1m、深20.5m重量噸は2万1,200トンで35フイートコンテナ888個、40フイートコンテナ198個、合計1,096個積ですがこれは20フイート換算、1,950個積に相当します。推進機関は各6万馬力のGEタービン2基、合計12万馬力、最高33ノット、航海30ノットという発表であります。

これに刺激されまして最も保守的と言われた英国船主に於て、例えばOCL社はACT社と共同して合計8隻をこれもドイツの造船所に注文したのであります。3万6,100重量トン、4万馬力スタール・ラバル・タービン2基、合計8万馬力、航海27ノットを起工しました。20フイートコンテナ2,210個積でありましてボイラーはフォスター・ホイラー2基であります。

独乙船は最初は日本船と同じく中速船から漸次高馬力化して行く案を可なりとする態度でありましたが、これも方針を一転いたしまして、北独ロキド、漢米社二社共同で3万4,000重量トン型、4万馬力2基、合計8万馬力、26ノット4隻をこれも西独造船所に発注起工いたしました。

斯様な四圍の情勢の下に日本郵船、商船三井の両社に於きましても、共同で運航の予定になつて居ります。極東欧州の航路に対しまして30ノット船を仮にシーランド社が欧州航路に配布した場合も或る程度企業努力を加える事によつて、これに対抗し得る最低として26ノットを目標とし1,840個積、2万8,900重量トン4万馬力タービン2基、合計8万馬力のコンテナ船5隻の建造に踏み切つた訳であります。

これらの高速コンテナ船は何れも1973年から74年にかけて就航いたします。一部を除いて何れも高温高圧のボイラーを設置し1単位4万馬力以上のタービンであります。

シーランド社の場合は1単位6万馬力でありまして合計12馬力であります。航空母艦のような推進機関であります。航海の場合は十何万馬力と言いましても、全力運転は戦争行為の精々数時間連続の運転でありましたものを、商船でありますと例えば横浜を出帆してニューヨーク迄、12万馬力の継続運転を必要とするのであります。従つて各船の燃料消費も膨大な量に達します。

26ノット船で1日350トン、シーランドの「S07」型は1日500トンという消費でありまして、ベンカーもONE, LEG 8,000トンから1万トンを必要といたします。丁度昔の標準型タンカーの上にコンテナを乗せて走るような格恰であります。途中で補油を必要とするというような事になりますとコンテナ船の生命である急速回転という事が果せなくなります。

こういう諸点を勘案いたしますと前半で申し述べましたいろいろなデメリットにも拘らず、高速コンテナ船に原子力機関を考へてはどうかという思想が指頭して来るのであります。

タービン並にボイラーの一単位の容量が船用としては限度に来た形でこのまゝでこれ以上に容量を増加する事は躊躇されること、商船では問題ではないと考えられていた航続力が高消費で燃料所持量が問題となつて来たこと等の理由から真剣に原子力採用の検討を要求されるに到つたのであります。

今や日本の海運界はコンテナ化の成否に経営の命運を賭けて居ります。何とか原子力機関の如き旧来のアイデアから脱却した新企画によつて危機を乗り切ろうという念願なのであります。

原子力第1船「むつ」の完成を前にいたしまして原子力第2船として大型コンテナ船に於て実験を試みるという可能性はないでしょうか。

ヨーロッパ航路について、ニューヨーク航路がコンテナ化の対象と予定されて居ります。ここではシーランド社の「S07」型と正面切つての競争が起る事確実であります。然もニューヨーク航路は我国の貿易上絶対に抛置出来ない航路であります。

尙、此の重要航路に於きましては夙に郵船5社の協調体制が完成して居りまして現にNYLAC（紐育航路運営株式会社）でプールの行い半公共的な運営体制があります。

この体制をベースに邦船5社の協同体の形で船体部分の建造をする。そうして原子力機関の部分に日本原子力船開発事業団に於て建造し、これをその船体に設置し、邦船5社に於て運営するという案を一つの提案として提起したいのであります。

勿論、これが実現を期するために各国内の核アレルギーの解消、原子力船航行寄港に関する条約、保険保証の問題の解決等幾多の難問の解決を前提といたしますが、強力な外国船との競争

とを兼ね、一石二鳥の一策ではないかと考える次第であります。

この場合の船型といたしましては NYK と MOSK が目下 欧州航路用に考えて居りますコンテナ船、その寸法に準ずるものを採用すればいゝと 考えます。即ち、LP 245m ， B 32.2m ， D 24m ， Draft 12 m で 2 万 8,900 トン D/W コンテナーは 2 0 フイート型 1,800 個積、馬力は 8 万馬力で 2 6 ノットを維持するものという事になります。

# アイソトープ工業利用における最近の進歩

日本鋼管株式会社 技術研究所

物理研究室次長 飯島 弘

## I 緒言

わが国でR Iの工業利用が緒についたのは、昭和30年前後で、欧米先進諸国に対して大巾におくれて利用研究が開始された。昭和30年ジュネーブで開かれた第1回原子力平和利用国際会議で海外諸国におけるR I・放射線利用の実例が総合的に紹介された。この国際会議に発表された工業利用の実例をみると、基本的には現在の利用分野の大半がすでに網羅されており、非常な関心を我が国関連技術者にひきおこすと同時に、R I・放射線利用における彼我の格差が痛感された。その後十数年を経過し、その間わが国においても、工業利用がかなり急速に進み、有効な工業利用の例もいくつか見られるようになり、その経済効果も次第に高く評価されるようになった。

いうまでもなく、R I・放射線工業利用の進歩は、利用可能のR I核種の多様化と供給量の増大、価格低減、放射線測定器及び測定技術の進歩、関連諸技術の進歩、使用者の工夫と技術開発力によつて促進される。その意味では、原子力発電の実用化が進展し、多目的原子炉利用開発が検討されつつある最近の第二の原子力時代ともいう情勢は、R I・放射線工業利用の進歩を促がす格好の状況ともいえる。すなわち発電炉が多数建設されれば、副産物としての核分裂生成物、核燃料再処理にともなうR Iが大量に廉価に供給されることになる。また放射線測定器についても、大型NaIシンチレータ、液体シンチレーション検出器、高分解能半導体検出器(SSD)などの検出器の進歩、回路素子の半導体化などにより、信頼度が大巾に向上している。一方、周知の通り、情報化時代ともいわれる最近では、データ処理装置としてコンピューターの進歩が著しく、R I・放射線利用計測器の出力をコンピューターに入れて、計算器制御或は全システムの自動化をはかるような時代ともなっている。したがつて、R I・放射線の工業利用の進歩の見地から、現時点は一つの重要なステップのスタートの時点といえるかもしれない。

本稿では以上の客観情勢を考慮して、R I・放射線工業利用の実態、及び最新の進歩とその傾向について概観し、大方の参考に供したいと思う。

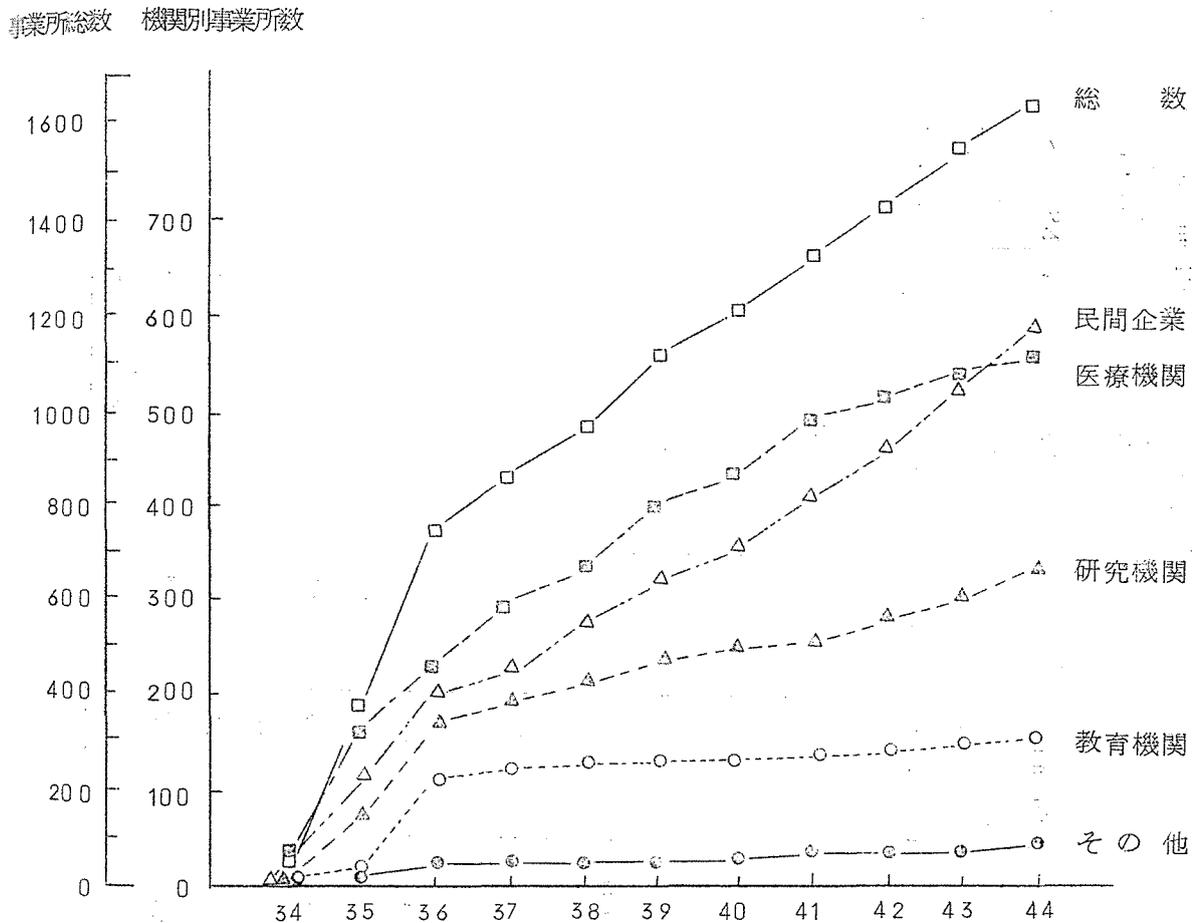
## II R I・放射線工業利用の実態

R I・放射線の工業利用は(1)ラジオグラフィー (NDI) (2)計測利用 (3)トレーサー利用 (4)照射利用 (5)その他に大別される。

これら工業利用の推移をながめてみると、昭和34年には使用事業所はほんの数える程しかなかつたが、現在では600近い事業所が使用するにいたっており、医療機関、研究機関、教育機関、民間企業、その他の中で、民間企業の使用事業所数の伸びがもつとも著しい。

(第1図参照)

第1図 使用事業所数の年度推移



使用の態容からみると、トレーサー利用を行つている事業所類が71、密封線源利用(ラジオグラフィー、計測利用)の事業所数が543と群をぬいており、放射線発生装置(ベータトロン、中性子発生装置、電子ライナック等)利用の事業所数が28である。(第1表参照)

第1表 使用事業所数(業種別, 利用形態別) (昭和44年3月末現在)

Number of Licensed Industrial Firms by Industry and by Usage(as of March 31, 1969)

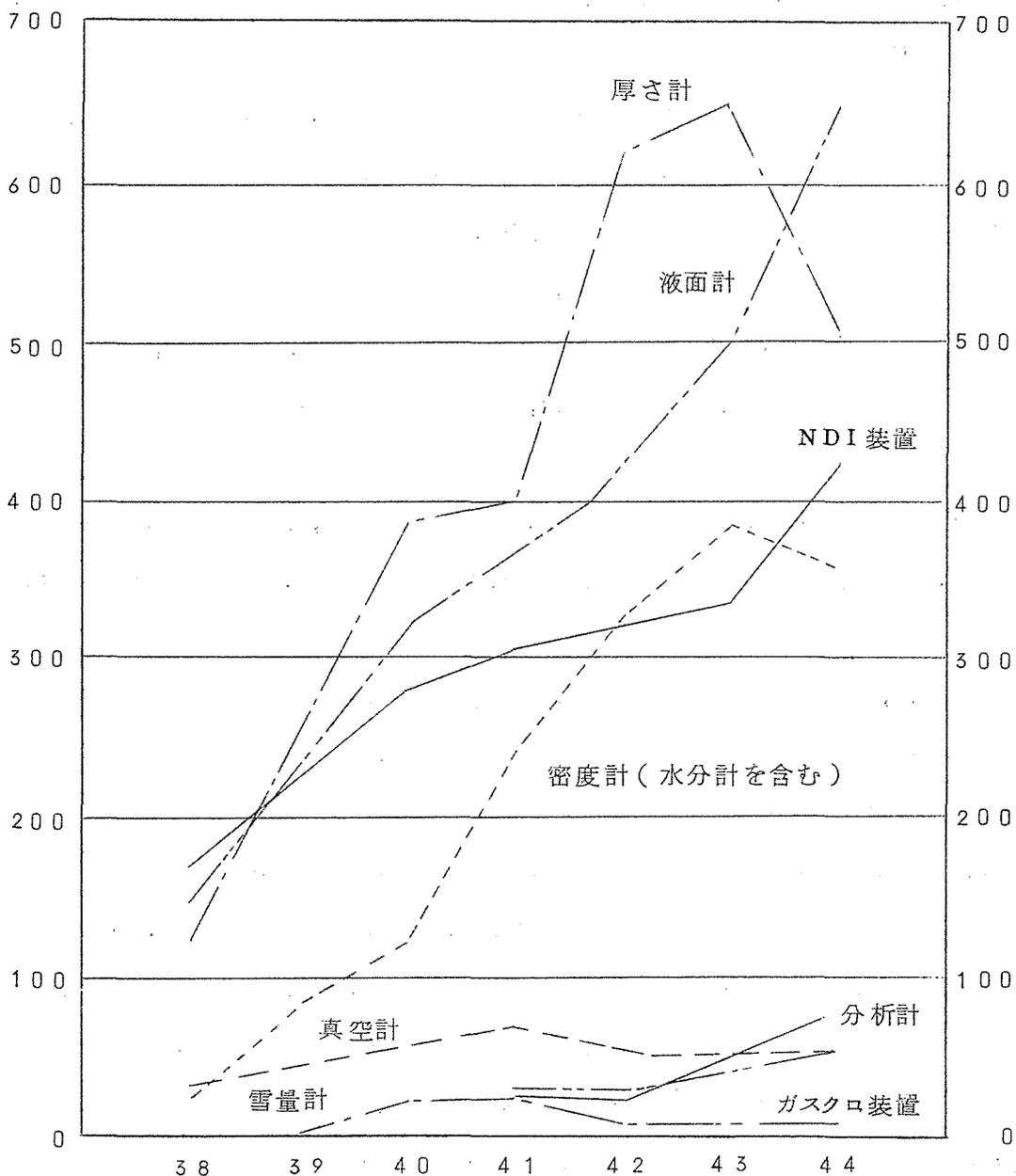
業種 Category of Industry	利用形態 Usage	総数		非のみ NS only	密のみ S only	発のみ G only	非・密 NS & S	密・発 S & G	非・密・発 NS, S&G	総計 Total		
		Total	発G							密S	非NS	
総数 Total		584	38	491	3	27	19	6	71	543	28	
(構成比%)		(100.0)	(6.5)	(84.0)	(0.6)	(4.6)	(3.2)	(1.1)				
鉱業 Mining		16	-	14	-	2	-	-	2	16	-	
食品 Food		14	-	14	-	-	-	-	-	14	-	
繊維 Textile		20	1	18	-	-	-	1	2	19	1	
紙・パルプ Paper and Pulp		45	-	45	-	-	-	-	-	45	-	
化学 Chemicals		127	10	115	-	2	-	-	12	117	-	
石油 Petroleum Refining		29	-	28	-	1	-	-	1	29	-	
ゴム Rubber		17	-	17	-	-	-	-	-	17	-	
窯業 Ceramics		30	-	30	-	-	-	-	-	30	-	
鉄鋼 Iron and Steel		65	-	46	-	11	4	4	15	65	8	
非鉄金属 Nonferrous Metal		27	-	27	-	-	-	-	-	27	-	
機械 Machinery		68	15	48	-	-	4	1	16	53	5	
電機 Electric Machine		59	11	31	2	8	7	-	19	46	9	
造船 Shipbuilding		14	-	8	1	1	4	-	1	13	5	
建設・土木 Construction		10	-	10	-	-	-	-	-	10	-	
電力・ガス Electricity and Gas		28	1	26	-	1	-	-	2	27	-	
その他 Other		15	-	14	-	1	-	-	1	15	-	

また業種別の使用事業所数からみると、化学工業が第1位で127ヶ所、第2位が機械工業の68ヶ所、第3位が鉄鋼業の65ヶ所の順で、化学工業、金属工業（鉄、非鉄で92ヶ所）機械工業での利用がさかんであることがわかる。

### 2.1 密封線源利用（ラジオグラフィー及び計測利用）

ラジオグラフィー装置（非破壊検査装置）及び応用計測器の使用台数をながめると厚さ計、レベル計（液面計）、密度計（水分計含泥率計を含む）、ラジオグラフィー装置の使用台数の伸びが著しく、これらが急速に企業体に定着、普及しつつあることがわかる。

第2図 非破壊検査装置およびおもな装備機器使用台数の年度推移



ラジオグラフィー装置，応用計測器の使用台数を機器の種類別，核種別に分類すると第2表の通りである。これをみるとわかる通り， $^{60}\text{Co}$ を線源とする液面計（レベル計）が最も普及しており，次いで $^{60}\text{Co}$ を線源とするラジオグラフィー装置， $^{85}\text{Kr}$ を線源とする厚さ計， $^{192}\text{Ir}$ を線源とするラジオグラフィー装置， $^{137}\text{Cs}$ を線源とする密度計等の普及が目につく。

ラジオグラフィー装置の使用は機械，電機，造船，鉄鋼の諸企業でさかんで，機械製品溶接構造物，鋳鍛鋼製品，パイプラインその他の非破壊透過検査に使用され，可動性，電源を必要としない等の利点で威力を発揮している。

応用計測器のうちでは，液面計，厚さ計，密度計，水分計が一般工業計器なみに普及しつつある（第3表参照）。

厚さ計は金属工業，紙パルプ工業，化学工業等でよく利用されている。たとえば，鉄鋼業では $^{137}\text{Cs}$  10 Ci程度を線源とする $r$ 線厚鋼板厚さ計が各事業所でオンラインで稼働している。液面計は化学工業で群をぬいて使用されており，工程内化学反応装置の液面レベルの測定，制御システムセンターとして活用されている。金属工業でも，高炉の装入物のレベル計或は最近注目されている連続鑄造における溶鋼レベル計等が利用されている。

中性子水分計は，一見奇異であるが，殆んど鉄鋼業だけで活用されている実態である。中性子水分計（ $^{241}\text{Am}$ ， $^{226}\text{Ra}$ を線源とするもの）は，鉄鉱石，コークス，焼結原料等の水分測定に用いられており，焼結工場では，自動制御系にくみこまれている場合もあり，定着した重要な利用例といえる。

また特殊計器としては，イオウ分析計，石炭灰分分析計，酸素分析計等がある。石油工業では，公害問題もからみ原油中のイオウ分析は重要であり，イオウ分析計の利用が群をぬいているのもうなづける。

この他に，新しい簡単な利用として，放射線の強弱に応じてon - off動作を行う放射線リレーが多数利用されている。たとえばコークス炉インターロック装置，圧延工程でのリレー警報装置等である。

なお，工業利用効果の大きな応用計測器のみについて海外諸国の利用状況をしらべると第4表の通りである。1961年においてすでに大量に利用されており，1966年には英国ではすでにおよそ4,000台以上と推定されており，現在の日本の普及台数をはるかに上まわっている。使用されている機種は我が国の場合と大差ないが，各機種の利用の歴史が長いこと，プロセスコントロールの体系の中で機能をもたせていること，使用台数がきわめて多いことが特徴である。我が国における利用の進展が大巾に期待される所以である。

民 間 企 業

第2表 非破壊検査装置および装備機器の使用台数(機器の種類別, 核種別)(昭和44年3月末日現在)  
 Number of 7-Ray Radiography Facilities and Isotope Gages used in Industrial Firms by Nuclide  
 (as of March 31, 1969)

機器の種類 Equipment & Gage	核種 Nuclide	総 Total	<sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C	<sup>55</sup> Fe	<sup>60</sup> Co	<sup>85</sup> Kr	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>147</sup> Pm	<sup>192</sup> Ir	<sup>204</sup> Tl	<sup>220</sup> Ra	<sup>241</sup> Am	Other
総 Total		2,077 (100.0)	57 (2.7)	29 (1.4)	26 (1.3)	808 (39.0)	159 (7.6)	165 (7.9)	323 (15.6)	59 (2.8)	150 (7.2)	72 (3.5)	90 (4.3)	110 (5.3)	29 (1.4)
(構成比%) 非破壊検査装置 Radiography Facility		422	-	-	-	229	-	-	41	-	150	-	1	-	1
厚さ計 Thickness Gage		503	-	29	-	-	158	138	28	36	-	72	-	31	11
液面計 Level Gage		643	-	-	-	524	1	-	105	-	-	-	12	1	-
密度計 Density Gage		155	-	-	-	15	-	3	137	-	-	-	-	-	-
含泥率計 Soil Rate Gage		6	-	-	-	-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水分計 Moisture Gage		98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	75	1
雪量計 Snow Gage		9	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
真空計 Alphatron Gage		54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-
ガス chromatography 装置 Gas chromatography Facility		53	48	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4
イオウ分析計 Sulphur Gage		81	9	-	25	-	-	23	-	23	-	-	-	1	-
その他 Other		53	-	-	1	25	-	-	12	-	-	-	1	2	12

第3表 非破壊検査装置および装備機器使用事業所数(昭和44年3月末日現在)業種別, 機器の種類別  
 Number of Licensed Industrial Firms using 7-Ray Radiography Facilities and Isotope Gages by Industry  
 (as of March 31, 1969)

業種 Category of Industry	機器の種類 Equipment & Gage	非破壊検査 装置 Radiog- raphy Facility	厚さ計 Thickn- ess Gage	液面計 Level Gage	密度計 Density Gage	含泥率計 Soit Rate Gage	水分計 Moisture Gage	雪量計 Snow Gage	真空計 Alpha- tron Gage	ガスクロマトグラ- フイ 装 置 Gaschroma- tography Facility	イオウ分析計 Sulphur Gage	その他 Other
総 Total	数	123 (422)	153 (503)	119 (643)	82 (155)	3 (6)	35 (98)	3 (9)	(29) (54)	38 (53)	35 (81)	32 (53)
鉱 Mining	業	1 (1)	-	-	13 (24)	-	-	-	-	-	-	3 (3)
食 Food	品	-	3 (5)	4 (5)	3 (3)	-	-	-	-	1 (1)	-	2 (3)
織 Textile	維	1 (3)	11 (35)	9 (121)	5 (6)	-	-	-	1 (1)	-	-	-
紙 Paper and Pulp	パ ル プ	-	37 (114)	11 (36)	4 (7)	-	1 (1)	-	-	1 (1)	-	-
化 Chemicals	学	7 (7)	36 (127)	37 (324)	26 (65)	-	-	-	1 (1)	31 (44)	-	1 (1)
石 Petroleum Refining	油	3 (12)	-	4 (22)	4 (7)	-	-	-	-	1 (1)	26 (64)	12 (12)
ゴ Rubber	ム	-	16 (32)	-	1 (6)	-	-	-	-	1 (1)	-	-
窯 Ceramics	業	-	3 (5)	19 (37)	6 (9)	-	2 (3)	-	-	-	-	2 (4)
鉄 Iron and Steel	鋼	27 (51)	23 (126)	18 (73)	4 (6)	-	17 (75)	-	9 (15)	-	-	8 (20)
非 Non ferrous Metal	属	7 (7)	13 (38)	2 (4)	3 (5)	-	-	-	4 (5)	1 (1)	-	-
機 Machinery	械	41 (90)	2 (4)	2 (3)	-	-	1 (1)	-	2 (5)	2 (4)	-	-
電 Electric Machine	機	16 (62)	9 (17)	3 (5)	1 (2)	-	2 (2)	-	11 (26)	-	1 (8)	1 (1)
造 Shipbuilding	船	12 (59)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
建 Construction	設 ・ 土 木	-	-	-	2 (3)	3 (6)	6 (9)	-	-	-	-	-
電 Electricity and Gas	力 ・ ガ ス	-	-	3 (9)	10 (12)	-	5 (6)	3 (9)	-	-	8 (9)	2 (8)
其 他	の 他	8 (130)	-	2 (4)	-	-	1 (1)	-	1 (1)	-	-	1 (1)

第4表 ソ連，英国，フランス，チェコおよび日本における放射線応用計測器の設置台数

	厚さ計	密 度 計	レ ベ ル 計	水 分 計	計
ソ 連 (1961～1964)	1,054	1,314	18,000	64	20,438
英 国 (1961)	718	982	300	6	2,006
フ ラ ン ス (1966)	662	172	1,577	58	2,469
チ エ コ (1966)	105	30	115	15	265
日 本 (1966)	404	169	383	73	1,029
(1968)	647	177	498	208	1,530

## 2.2 非密封線源利用（トレーサー利用）

トレーサー利用は，法規の規制，安全管理，利用技術等の問題があり，前述の密封線源利用（ラジオグラフィ，計測利用）程普及していない。もつとも意欲的に利用しているのは，化学工業，金属工業，電機工業及び機械工業である。しかし第一表をみてもわかる通り，これらの業種でもトレーサー利用を行つている事業所数は鉄鋼業で15ヶ所，化学工業で12ヶ所，電機工業で19ヶ所，機械工業で16ヶ所にすぎず，少数の大企業のみが利用しているにすぎない。

周知の通り，RIがたえず固有の放射線を出している特性を利用して，ある特定元素をそのRIで標識して，その挙動，濃度，分布状態等を追跡解明する方法がトレーサー法である。したがつて，利用の普及度は小さいとはいえ，トレーサーの特性上単発的な利用例は多岐にわたり夥しい。

たとえば，化学工業では第5表のような利用例があげられる。この中で，大規模化学プラントへの利用例として，オレフィン水添反応器の滞留時間の測定について略述する。水添反応器は高さ50ft.，反応容積500 ft<sup>3</sup>であり，250～270気圧，150～170℃で運転される。トレーサーには<sup>140</sup>La ナフテネートを用い，測定した濃度曲線から，平均滞留時間や混合係数を求めている。

金属工業におけるトレーサー利用も原理的，手法的に化学工業と大差はないが，鉄鋼業では装置が高温，大規模，対象が溶鉄，溶鋼，鉄鋼製品という点で多少おもむきが異なる。

たとえば化学工業では用いられないオートラジオグラフィなどは有力な手法として浮び上がる。第6表にいくつかの利用例を示す。ただし，日常的に利用が定着している例は少い。日常使用の好例としてすぐあげられるのは，高炉における炉況管理のための<sup>60</sup>Co

による炉壁浸食測定，炉底残留鉄量測定である。これらについては我が国大手鉄鋼各社のほとんどが利用しているといつて差支えない。

第5表 化学工業におけるトレーサー利用

利用分野	実 施 例	R I
放射分析による工程管理	ポルトランドセメント品質管理への利用	$^{91}\text{Y}$ , $^{32}\text{P}$
内部トレーサ法による工程管理	$\text{ZnSO}_4$ 電解液からのCd除去法検討	$^{115}\text{Cd}$
混合攪拌測定	Z型ミキサーによるポリウレタン，バイダー添加剤の混合度の測定	$^{131}\text{I}$ , $^{110}\text{Ag}$ , $^{59}\text{Fe}$
沈澱その他の分離操作	アンモニア合成プラントにおける $\text{CO}_2$ 除去効率の測定	$^{14}\text{CO}_2$
流れの測定	$^{140}\text{La}$ ナフネートによるオレフィン水添反応器の滞留時間の測定	$^{140}\text{La}$
流動層研究	$^{132}\text{I}$ をトレーサーとする流動層における固体の混合特性の測定	$^{132}\text{I}$
物質移動測定	充填塔式液液抽出塔の解析	$^{131}\text{I}$
反応機構，反応率測定	RI多重標識法によるアルミニウムの熔融塩電解機構の研究	$^{24}\text{Na}$ , $^{26}\text{Al}$ , $^{18}\text{F}$
漏洩測定	$^{85}\text{Kr}$ 等による化学装置の漏洩測定	

第6表 金属工業におけるトレーサー利用

利用工程 (分野)	実 施 例	R I
製 鉄	高炉重油吹き込み操業における重油中のSの挙動解析	$^{35}\text{S}$
製 鋼	脱酸反応，非金属介在物の研究	$^{31}\text{Si}$ , $^{140}\text{La}$ , $^{45}\text{Cd}$
溶 解	Zr合金の真空アーク溶解過程の研究	$^{59}\text{Fe}$
圧 延	製管工程での潤滑剤分布測定	$^{24}\text{Na}$
加 工	金属磨耗の調査(エンジン部品，工具等)	$^{55}\text{Mn}$ , $^{59}\text{Fe}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{187}\text{W}$ , $^{64}\text{Cu}$
銅 製 練	溶解金属の流動測定	$^{198}\text{Au}$ , $^{110}\text{Ag}$
表面処理	電解クロム酸処理鋼板の研究	$^{51}\text{Cr}$ , $^{85}\text{S}$
金属腐蝕	耐候性鋼に関する研究	$^{35}\text{S}$
脆 性	水素脆性に関する研究	$^3\text{H}$ , $\text{D}$
金属組織	金属中の極微量ボロンの高分解能オートラジオグラフィ	$^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$

## 2.3 照射利用

放射線照射の工業利用は我が国では大分たちおけているが、重要な利用分野である。

たとえば米国では1962年に放射線照射製品の生産は年額2,000万ドル程度であったが、1964年には概算1億ドル、現在では5億ドルを突破するものと思われ、その経済効果と急速な伸びは注目に値する。

照射利用の例としては、(1)トランジスター及びダイオードの特性改善 (2)ポリマーの改質 (3)プラスチック架橋 (4)ウツドプラスチック製造 (5)殺菌、食品照射 (6)塗料の放射線キュアリング等があげられる。その他に我が国で開発したトリオキサンの放射線重合等にも注目すべきであろう。

照射利用については現に原研高崎研等を中心に開発研究が精力的に行われているので、我が国の立ちおくれも次第に克服されることを期待する。

## III RI・放射線工業利用の最近の進歩

利用可能のRIの種類増加、RI生産量の増大、放射線測定器及び測定法の進歩、関連技術の進歩等によるRI・放射線の工業利用の最近の進歩とその傾向について概観してみよう。

### 3.1 RIの種類と量の増加

RIには(1)粒子加速器、原子炉等で製造されるRI、(2)原子炉運転に伴う副産物(核分裂生成物及び燃料再処理に伴うもの)の二種類がある。

原子炉で製造されるRIの例としては $^{60}\text{Co}$ 、 $^{24}\text{Na}$ 、 $^{32}\text{P}$ 、 $^{35}\text{S}$ 、 $^{241}\text{Am}$ 、 $^{110}\text{Po}$ 等がありサイクロトロンで製造されるものには、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{57}\text{Co}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{52}\text{Fe}$ 、 $^{55}\text{Fe}$ 、 $^{49}\text{Cr}$ 等があり、最近の製造技術の進歩により、高比放射能化されている。

原子炉運転の副産物としては $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{144}\text{Ce}$ 、 $^{147}\text{Pm}$ 、 $^{99}\text{Tc}$ などが大量に回収されるようになり、RIの大量使用時代が始まっている。これら副産物RIは、放射線化学、食品照射、熱源、動力源等に用いられつつある。

新しいRIの例には $^{65}\text{Zn}$ (半減期243日、1.11MeV $\gamma$ 線放射)にかわる $^{69\text{m}}\text{Zn}$ (半減期13.8時間、0.435 MeV $\gamma$ 線放射)、 $^{32}\text{P}$ (半減期14.3日、1.70 MeV $\beta$ 線放射)に対する $^{33}\text{P}$ (半減期25.4日、0.27 MeV $\beta$ 線放射)、半減期の短かすぎた $^{64}\text{Cu}$ に対する $^{67}\text{Cu}$ (半減期61時間、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線放射)等がある。このうち例えば、 $^{33}\text{P}$ は飛程が短かく、制動放射が少く、オートラジオグラフィーにも適しており、鉄鋼業で利用価値のある注目すべきRIである。後述するが、中性子源としての $^{252}\text{Cf}$ も今後の利用が注目さ

れる R I である。

なお、R I 標識化合物の製造も進歩し、各種の標識化合物が入手しうるようになりつつある。以上のような R I の種類、生産量の増加、高比放射能化、標識化合物の増加等は放射線測容の進歩と相俟つて、R I 工業利用の多様化と進歩を促がしている。

### 3.2 ラジオグラフィ

最近ラジオグラフィ装置は照射時間を短縮し、検出感度を高めるため、比放射能を高め、線源サイズを小さくし、線源強度を大にし、照射機を小型軽量化する傾向にある。

例えば、現在日本では  $^{60}\text{Co}$  の比放射能は 50 Ci/g 程度であるが、200～400 Ci/g の高比放射能のものが次第に使用される傾向にある。装置の小型軽量化のためには遮蔽物としての鉛のかわりに劣化ウランの使用も検討されている。

線源強度についても、最近では 50～100 Ci の線源を用いることが多くなり、1,000 Ci 或はそれ以上の大線源も多少用いられ出しているようである。

$^{60}\text{Co}$  の他に  $^{192}\text{Ir}$  がラジオグラフィ線源として注目されている。 $^{192}\text{Ir}$  は比放射能が高く、300～600 keV の多数の  $\gamma$  線を放射するので従来の X 線装置に匹敵し、欠陥識別度も高く、照射機も小型になるので、欧米で広く利用されており、我が国でも急速に普及しつつある。

ベータトロンや電子ライナックも進歩し、これらを利用した厚物や大型構造物のラジオグラフィも普及しつつある。ことに最近原子炉の建設あるいは原子炉用構造物の需要が増加するにつれて、200～300 mm の厚鋼板の検査を短時間に行う必要から、高エネルギー、高出力の電子ライナックが利用され始めている。

中性子ラジオグラフィはアメリカでは非常にさかんであり、注目される技術であるが意外にのびなやんでいる。これも中性子発生装置或は  $^{252}\text{Cf}$  のような中性子源の普及につれて実用化が推進されよう。

また照射機 (R I 線源、X 線発生装置) とイメージインテンシファイアーと組み合わせた映像直視方式や I T V (工業テレビ) による遠隔観察方式も導入され、ビデオテープの利用も検討されつつある。その他に瞬時現象の撮影にフラッシュ X 線装置も用いられつつある。

### 3.3 応用計測

応用計測器の性能は、当初故障がちで問題であつたが、最近では検出器の進歩、回路素子の半導体化、放射線測定器のモジュール化 (標準規格化) 等により信頼度が高まり、

一般工業計器なみとなつてきた。

次に、原理的には目新しいものではないが、オンラインで実用化が進んでいる二、三の例について略述しよう。

前述した $\gamma$ 線厚鋼板厚さ計を例にとると、この厚さ計で厚鋼板の設定厚さと厚さ計による厚さとの偏差をよみとり、この偏差をコンピューターに入れて処理し、次の圧下スケジュールを算出している。この厚さ計の一種として $^{241}\text{Am}$ を用いた鋼板断面形状計( $\gamma$ 線クラウン計)もオンラインで利用されている。14 MeVの中性子発生装置による放射化分析の工程への導入も注目に値しよう。一例をあげると鉄鋼中の酸素を $^{16}\text{O}(n,p)^{16}\text{N}$ の核反応で非破壊分析する方法で、分析所要時間がきわめて短かく、製鋼現場における日常作業に利用され始めている。

さらに中性子収率をもつとも大きい( $4.4 \times 10^9 \text{ n/Ci}$ )中性子源として注目されているR I  $^{252}\text{Cf}$ が容易に入手出来るようになれば、放射化分析はさらに一層日常的な普及をみせよう。

この他、R I 蛍光X線分析装置(線源  $^{109}\text{Cd}$ ,  $^{241}\text{Am}$ 等)、陽子(プロトン)による軽元素のX線分析装置などが最近活用されるようになってきている。いずれも注目すべき応用であるが、ことにR I 蛍光X線装置の伸びが注目されている。たとえば、最近セメント原料中のCa定量用R I 蛍光X線分析装置なども報告されている。

また、放射線の強弱に応じて作動する放射線リレーの利用は、利用法が簡単なだけに、今後急速に増大しよう。かわつた例としては $\alpha$ 線源を用いた煙検出器が建築物の火災モニター用として大量生産される気運にある。

要約すると、R I放射線応用計測器は、無接触、非破壊、連続的という特徴を生かし、利用の増大とともに更に向上進歩し、コンピューターとの組み合わせで生産工程システムのセンサーとして、工程の全自動化実現へ寄与するに至るであろう。

### 3.4 トレーサー利用

最近のトレーサー利用の進歩の傾向としては、(1)短寿命R Iの利用(例:半減期2.5時間の $^{31}\text{Si}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ 等による脱酸反応の解析、(2)複数トレーサーの同時利用(例: $^{24}\text{Na}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{18}\text{F}$ などのR I多重標識法によるアルミニウムの溶融塩電解機構の研究)、(3)アクチバブルトレーサーの利用(例:La-Al合金をアクチバブルトレーサーとしてもちいた非金属介在物の研究)が次第にさかんとなつている。

短寿命R Iの利用には、利用しうる原子炉という条件が問題となるので、現状ではすぐ

誰にでも利用しうるわけではないが、原子炉以外に中性子束の大きな中性子源（たとえば R I  $^{252}\text{Cf}$ ）の使用が容易になれば急速な発展を見せよう。

アクチバブルトレーサ法は後放射化法ともいわれ原子炉等の使用が不可欠ではあるが、障害防止及び安全管理上、また実験をいそがないですむ等の理由から、有利な実際的な手法である。鋼塊凝固と偏析、鋼中の介在物、工程内の流動状況や電解槽の効率調査などに最近さかんに利用されている。この手法は今後さらに広範囲に応用されるであろう。

また電子ケンピ鏡観察（倍率 3,500 ~ 42,600）にたえる超マイクロオートラジオグラフィーの高度な技術も開発され、水素脆性の研究に応用されたり、 $^{10}\text{B}(n, \alpha)\text{Li}$  の核反応の  $\alpha$  粒子の飛跡を利用した金属中のボロンの高分解能オートラジオグラフィーの特殊技術も報告されている。オートラジオグラフィーを観察するには位相差ケンピ鏡によるのが最もよいとのことである。なお、プロトンの飛跡を記録できるプラスチックが見つければ  $(n, p)$  反応のプロトンによるオートラジオグラフィーも将来は利用されよう。

### 3.5 その他の利用

放射線照射の工業利用はアメリカではきわめてさかんであり、我が国では大巾にたちおけている。しかし我が国でも原研高崎研を中心として鋭意研究開発がすすめられており、今後急速な発展が期待される。今後の応用として、たとえば工業用水とくに海水中の有害微生物の殺滅等に利用することも趣向はかわつているが有効とも考えられる。

新しい R I の利用としては熱源、動力源としての R I 利用を忘れてはならない。ことに最新話題の海洋開発、宇宙開発において R I は熱源、動力源、或は補助電源として必須のものとなるであろう。また、放射化分析装置などの放射線源装備機器の宇宙、海洋の探査装置としての利用は最近すでに実現しているともいえるが、今後一層の利用の進展が期待されよう。

## IV あとがき

R I ・放射線工業利用の実態及び最新の進歩とその傾向について概観を試みた。結論をいとうと工業利用は確に進展しているし、その利用は今後不可欠の要請といえる。しかし我が国の進歩の実態は、欧米に比してまことに不満足という見方が成立つ。その原因としては法規規制、教育啓蒙の不足、技術開発投資の制約等が考えられる。これらの問題を一日も早く解決することによつて、工業利用の進展普及をはかり、先進諸国との技術開発競争におくれをとらぬよう、一步先んずるよう関係者の努力と協力をのぞみたい。

## 放射線化学の研究開発と企業化の進展

日本原子力研究所 高崎研究所

所 長 沢 柳 正 一

近年放射線化学の工業化が世界的に急速に進展した。科学技術庁の統計によれば、わが国の医療用装置を含めた放射線施設の数は、十年前に較べて3.3倍に増加しており、特にここ二年程前から工業利用が医療用を抜いて首位を占めている点に注意すべきである。また特許面に見る放射線化学の公告件数は、昭和36年の74件をピークに逐年下降線をたどってきたが、昭和40年を境にして増加の傾向を示している。

昭和44年度は高崎研究所だけで44件の特許出願を行なっている。

かつて十数年前にブームを呼んだ放射線化学は十年近くの間沈黙の時代を過した。当時は線源の入手も不自由であつたし、その取扱方法も未熟であり、まして基礎研究が甚だ不充分の状態であつた。

しかしその長い沈黙の間に世界においては基礎研究が地道に続けられてきたことを忘れてはならない。ESRによつて短寿命ラジカルが観測されたのは1963年のことである。

近年米国を中心に世界的に放射線化学の工業化が進展しつつあり、まさに実用化の時期を迎えたと言ふべきである。

工業的な見地から見ると、何と云つても最も進んでいるのは米国である。

米国で最も工業化が進んでいるのは放射線によるポリエチレンの改質であり、五つの会社で企業化されており、生産量は年々増加を続け、これら架橋ポリエチレンの総売上高は年間7,000万ドルに達したとのことである。

次に工業化の進んだ分野として木材プラスチック(WPC)を挙げることができる。

木材プラスチックの特長は寸法安定性と美しい仕上げと表面硬度である。日本のように湿度の高い所では多くの用途が考えられ、将来大いに期待される分野である。

米国では既に三つの会社が企業化しており、その総生産高は年間840万 $m^2$ に達したとのことである。フィンランド、スウェーデン、デンマーク、英国などでも研究されている。

次に工業化されたものに放射線による塗料のキュアリングがある。英国やフランスでも盛んに研究されていたが、米国ではFord Motor社の特許、技術の実施権を得たBoise Cascade Corp.社で表面仕上げのプロセスとして大規模に開発しており、年間約50万 $m^2$ の生産量を挙げている。

このほか、Deering Milliken社では綿とポリエステル混紡布にメチロール、アクリル

アミドを電子線でグラフトし、パーマネントプレスと汚れの落ち易い性質を付与することに成功し大規模に企業化している。

エチレンの重合も民間三社で大規模に開発研究が行なわれている。

私は一昨年来米国および欧州の主として放射線化学研究施設を視察する機会を得たので、時間の許す範囲で諸外国の情勢について触れてみたいと思う。

さて高崎研究所は放射線化学の工業化を促進することを目的として設立されたもので、大型施設を用いて開発研究を民間と共に広く行なっている研究所で、世界にも例のないユニークな存在である。

たゞフランスのCEAは、サクレー研究所にCAPRIと称してかなり大規模な開発試験場を建設中で今年から稼働の予定である。

高崎研究所では既存のエチレンの放射線重合トリオキサンの放射線固相重合、プラスチックの放射線改質の三つのプロジェクトがあり、この内には近い将来に企業化が期待されるものもあるが、このほか臨機的なプロジェクトとして特異な性質が期待できる炭素繊維の研究、プロピレンエラストマーの研究を民間会社との共同研究として進めており、また金属に対する塗装キユアリング、FRP、オゾンの製造、エチレンの共重合体の製造、放射線によるグラフトの研究などを行なっている。

また国の特定総合研究として食品照射のうち、照射に関する研究を行ないつつ食品照射センター（仮称）建設の準備を進めている。

高崎研究所で研究はしていないが世界的に急速な発展が期待されるものに、放射線による医療器具の滅菌がある。財団法人放射線照射振興協会では、高崎研究所の施設を使つて大量の医療器具等の照射滅菌を行なっている。

1967年の原子力予算について見ると米国は日本の約50倍で7,920億円、次はフランスで日本の約22倍、以下英国、ドイツ、カナダ、イタリアで日本は残念ながら七番目である。たゞし、米国、フランスは軍事費を含んでいる。

高崎研究所は予算もさることながら優秀な頭脳と民間の協力を要請している。

今後共御指導御協力と御鞭撻を賜れば幸である。

—予稿集から集録—

# 宇宙，海洋開発へのR I利用

東 京 大 学

教 授 加 藤 正 夫

宇宙開発や海洋開発へ，放射性同位元素ならびに放射線を利用しようという試みの大部分は最近開発された技術で，分析や応用計測に関するものをはじめ熱的利用にまで及んでいる。以下にその概要を述べる。

## 1 海洋開発への利用

応用計測としては，海水中の放射能測定に関連した水温水圧計があげられる。これは $^{204}\text{Tl}$ や $^{57}\text{Co}$ が温度や圧力に比例して位置がずれることを利用したもので，10分計数で6,000 ft ± 30 ft, 水温±0.6℃ではかれる。

深海の流速と流向をはかる流量計も実用化され好成果を得ている。理論的には0.002 ft/secまで測定できるといわれている。16本の検出器を環状に配置し，その中心部から放射性同位元素を放流し，どの検出器の近くを何分後に通過したかを検出して流速と流向をきめるものである。

海底の沈積物の密度を測定するものとしては， $^{137}\text{Cs}$ とGM管を組みこんだ $r-r$ 方式と2本のプローブに $^{137}\text{Cs}$ とシンチレーション検出器をそれぞれ別に組みこんで検層する $r$ 線透過方式のものがある。後者のほうが前者よりも精密な密度検査ができる。

海底に懸濁している浮遊物質の濃度を調らべる目的には $^{241}\text{Am}$ が用いられている。その $r$ 線透過を利用するもので500 ppm以上の濃度の検出が可能である。これらの浮遊物質や沈積物をin situ放射化分析する方式は現在開発中である。

海水中の溶存酸素を放射能遊離法を用いて分析する溶存酸素分析計が開発され，溶存酸素が放射性的金属タリウムと反応してタリウムイオン( $^{204}\text{Tl}$ )を放出させることを利用したもので，この $^{204}\text{Tl}$ を測定して酸素を分析する。

トレーサー利用としては自然放射性物質や核爆発に伴う人工放射性物質などによる海水の移動や混合に関する研究のほか，海底物質の移動の追跡や年代決定法による海底沈積物の沈積速度の測定などが行なわれている。

## 2 宇宙開発への利用

米国において1966年2月と1967年7月の2回にわたり宇宙科学への放射線ならびに放射性同位元素の利用に関するシンポジウムが開かれている。

応用計測としては，軟 $\beta$ 線の前方散乱を用いた大気密度計のほか，最近では低エネルギーの

X線の後方散乱を用いたものも考案された。後者によれば、 $^{144}\text{Ce}$  や  $^{75}\text{Se}$  を用いて、高度約 7,600 m まで  $\pm 0.3\%$  で、30,000m まで  $\pm 10\%$  で測定できる。

ジェット機やロケットなどの燃料ゲージとして、放射線源と棒状または糸状のプラスチックシンチレーターを組み合わせたもの、燃料タンク内の  $^{85}\text{Kr}$  ガスが燃料の消費につれて希釈されるのを検出するもの、および  $\gamma$  線の透過を利用するものなどが開発されている。

ヘリコプターやロケットなどの発着時における案内用として、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  などの  $\gamma$  線源を利用するだけでなく、ロケットがドッキングや月面に着陸するとき  $\gamma$  線のトツブラー効果を利用する方法も発表されている。

分析への利用としては、1.4 MeV 中性子の非弾性散乱や  $\alpha$  線の散乱を用いた月面の分析装置に関する研究が行なわれている。

またジェットエンジンやロケット部品などの X、 $\gamma$  および中性子ラジオグラフィーおよびロケット推進薬の混合度の検査や部品の摩耗試験などのトレーサー利用も行なわれている。

### 3 エネルギーとしての利用

放射線が物質と相互作用して発生する熱を電気に変換するアイソトープ発電器は、寿命が永い、可動部分が少ない、信頼性が高い、保守を必要としないなどの特長がある。したがって海洋や宇宙空間における電力源として最も適するものとして注目されている。

すなわち海洋面では暗礁標示のための音波発生用の電源とか、航路標示用ブイの電源などとして実用化されており、宇宙空間においてもアポロ計画の一環としてすでに月面にあつて稼動しているほか、人工衛星用の電源としていくつか打ち上げられている。

放射線の発熱作用をそのまま利用する方式も試みられている。たとえば潜水夫の保温服の熱源や、 $^{60}\text{Co}$  を用いた 2~20 KWe の海中エンジンの計画などのほか、宇宙飛行士の汚水の再生や保温も検討されている。

— 予稿集から収録 —

## 海外招待講演

議長 平塚正俊氏（住友原子力工業社長）

講演 「フランスの産業界と核燃料サイクルの世界的交易」

議長 若林 彊氏（東北電力社長）

講演 「イギリスにおける1970年代の動力炉と核燃料開発の展望」

議長 妹尾三郎氏（三菱原子力工業社長）

講演 「西ドイツの原子力船計画」

議長 一本松 珠 璣氏（日本原子力発電社長）

講演 「アメリカにおける原子力発電の現状と将来」

3月26日

A 会場

## I フランスの産業界と

### 核燃料サイクルの世界的交易

フランス原子力庁

生産局長 J・マビール

ここで日本と西欧、とくにフランスとの基本的な類似点をとり上げる必要はないでしょうが、両国ともにその経済は原材料の輸入を漸増せしめる傾向にあります。フランスは鉄、アルミニウム、鉛、そしてごく最近のウランは別としてさしたる金属資源をもつていません。フランスは有効な天然ガス資源をもつていますが、石油は大部分輸入しなければなりません。石油は商業的発電所の燃料として、石炭が炭層の地形的な悪条件のために非常に高価となり、国内産出量が減少するとともに、石炭にかわつてもつとも普通に用いられるようになりました。

この原材料の国内供給の不足は目新しいものではなく、とくに戦後においては、原材料資源の確保のための海外における特長ある活発な開発政策をおしすすめる結果となりました。同時にわれわれは原子力をその到来の初期から注目してきました。これは将来、エネルギー源が使われないということであれば、われわれの避けることのできぬ立場である石油産出国への過度の依存をかるくすることになります。

しかしながら1945年にはウランはフランスにはなかつたことが知られており、もちろんわれわれは燃料サイクルを支配し、当時すでに他国では実用化されていた放射性鉱石の探鉱選別、製錬、濃縮および照射燃料の再処理の技術とはほど遠い状態にありました。

1945年におけるフランス原子力庁の創設は、原子力時代に確固たる一歩をふみ出すための決断の最初のあらわれでありました。この目的に対してできるだけ成功をおさめるために政府は原子力庁に多大の、とくに財政的な援助を与えました。この原材料や核分裂製品の供給分野における努力の詳細は本会議の範囲以外ですが、開発の主要段階をのべさせてもらうと次のようになります。

フランス国内におけるウランの最初の大きな探鉱	:	1948年
海外、マダガスカルにおける	"	1953年
ガボンにおける	"	1956年
ニジェールにおける	"	1966年
ウランの製錬と生産	:	1949年
マルクールにおける再処理	:	1958年
ラ・アークにおける再処理	:	1966年
ピエールラットにおける濃縮	:	1965年

このようにしてフランスは燃料サイクルに使用される基本的な道具を作り上げたこととなります。私は現在におけるこれらの一般的プロセスについて念入りに技術的にのべるまえに、これらのおおのの役割についてお話しします。

まず思い起さねばならぬことは、フランスでは1930年代以降、重要な産業体は国有化されたことであります。鉄道は1935年、石炭および電力は1946年などで、多くの他の分野では独占的でない政府機関、たとえば石油のERAPが重要な役割を演じる中でのできごとであります。

この体制のもとでフランス原子力庁は、イギリスにおけるイギリス原子力公社と同様に、重要な直接工業的役割を演じたのであります。すなわち採鉱、製錬、再処理および濃縮を、その鉱山や工場で9,000人以上の作業員で行なう生産活動であります。フランス原子力庁は少しも独占的なものではありませんが、一方では民間産業の興味も刺激しました。といたしますのは密接な共同開発の精神をもつて、製錬設備や燃料体製造設備のような鉱山および工場を所有し、また管理したからです。そのうえフランス原子力庁と民間産業とはひんぱんに合併事業を行ないました。とくに海外の採鉱活動においてそうです。この図としての二重の役割、すなわち明日のフランス原子力産業の構造立案と同時に自己の鉱山や工場の運営ということは、日本のような自由経済の国には目新しいことかもしれません。しかしながら、あなた方がフランスの産業と結びいかなる連けいを考えても、重要なファクターはまだ残っています。

他のファクターというのは、フランスのみの特長ではありませんが、フランス原子力産業の大きさを決めるのに重要な役割を演じています。すなわち1955年から1960年の間、アメリカやイギリスでもそうであったように、われわれは原子力の夢におぼれ、ひんぱんに鉱山を開発し、工場をたてました。その結果、原子力開発の実情におまりにも先行しすぎたことになり、実際の進歩が1966年以降になつたことから、いくらか慎重にかつスローダウン気味になりました。このことが原子力産業に早くから興味を示した他の国々と同じように、フランスに今日では過剰な核燃料産業設備をもたせることになつたのです。

## 1 ウラン採鉱

ウランはフランスで比較的多量に採鉱されています。すなわちフランスの保有量は $U_3O_8$ で2,100トン採鉱されたあとでも75,000トン残っています。

現在の鉱山や稼働中の工場では、イエローケーキの形で年産2,500トンの $U_3O_8$ の生産能力がありますが、実際の生産は1,700トンに制限されています。

フランス原子力庁によるガボン、ニジェール、中央アフリカ共和国における重要な発見に

よつて大量の保有が明らかになりました。すなわち、

ガボン	13,500 トン	$U_3O_8$
ニジエール	26,000	”
中央アフリカ共和国	11,000	”

これらはすべて  $U_3O_8$  1ポンド当り 8ドルから 10ドル以内で採掘でき、量的にも 56,000 トンにはすぐあげることができます。いくつかの鉱山が地方政庁、フランス原子力庁、民間企業の三者共同の鉱山会社によつて開発されつつあり、これらの国々では 1974年には年産 4,000 トンの  $U_3O_8$ を生産することができるでしょう。

これらのフランス原子力庁と民間企業との共同の努力はウランを必要とするすべての原子力の国家のプログラム遂行というターゲットからは遠くはずれる結果となりました。悲観論者たちは、結構その数は多いが、フランスの採鉱産業の発展はこの最初の成功でかえつてストップせざるを得ないと結論を出しました。逆説的にわれわれが感じていることはまったく正反対で、われわれは確固たる見通しをもつて遂行しつづけております。しかしこのねずみの競争に非常によく似たラツシユは一体何故なのでしょう？

さて、一方われわれの成功は年産 6,000 トン以上の  $U_3O_8$  では長期的に保証されません。換言すれば、1980年にフランスの需要はこのレベルを上回ることとなります。われわれには新しい供給源が必要となるでしょう。それは年に 700 から 1,300 トン程度の年間需要における増加に直面することができるようにするためです。このことは少なくとも年に 10,000 から 20,000 トンの新しい供給源を見出すことを必要としています。これはかなりの量を意味しています。

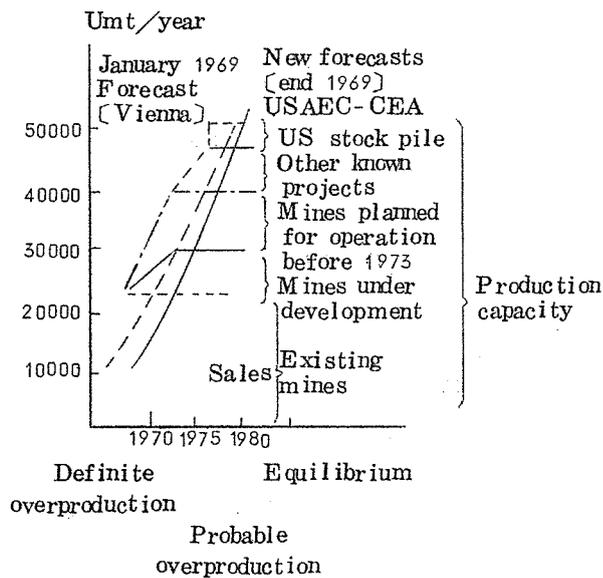
さて他方では、われわれは最近発見した資源を外国のパートナーと分ち合うという新しいことに気付きました。このことは日本のみなさん方もご存じのことです。われわれの鉱山はある程度の規模で国際化されつつあります。そしてすでにニジエールではドイツとイタリアの企業が参加して第一ウラン鉱業会社 (The first uranium mining company) を設立しました。このことはフランスおよびフランス原子力庁の関与するこれらの国々にとつてまったく歓迎すべき方針なのです。

そのうえ、フランスは世界のウラン産業においてその地位を保ちつづけることができません。それは 5年か 10年以内に必要量が 3年毎に倍加するだろうということにもとづいています。しかしそれぞれの鉱山は必要に応じて設備を用意して行きます。すなわちそれらの国々、換言すればフランス原子力庁は困難な、かつリスクをとまなう採鉱を行ない、民間資金を開

発にあてます。探鉱そのものの予算も高額で、われわれは現在年に700万ドルを使つて、10%の年間増加を可能にしようと意図しています。

鉱山開発をした結果、われわれは現在のフランスの必要量、フランス原子力庁とフランス電力庁の必要量、を除いた残りの供給量を売り出さねばなりません。こうしたことから最近URANEXと呼ぶ販売会社を設立しました。この会社は半官半民ですが、すでに世界市場——これはほとんどアングロサクソン系企業の手中にありますが——における最大の取引業者が行なうのに匹敵する位の量を提供しつつあります。

われわれにとって世界市場がいかに展開するかを調べることは興味深いことです。第1図に必要量の最近の価値あるデータを示します。これは国際原子力機関(IAEA)により調査



され、1969年1月以降に発表されたものです。われわれは1973年やそれ以降に問題となる新しいファクターに注目します。必要量を自由世界にすでにあり、また開発中の鉱山の能力と比較します。計画中の新しい鉱山は1975年に生産に入り、発見されたばかりの鉱山は1980年以前に緊急に開くようにすると見ます。われわれは $U_3O_8$  1ポンド当たり8ドルという一般的な相場で、多くの新しい鉱山を開く可能性について、悲観的になつてはいけません。しかし買手市場

第1図 西側ヨーロッパにおけるウランの生産、販売

が売手市場になつて行くことは認識する必要があります。他の金属、銅、鉛、ニッケルのような市場が急に変つた時には、それに追随する価格の変化は、しばしばプラス、マイナス25から30%に達することがあります。

フランスのウランに対する努力は日本の原子力産業会議の政策的体系を企画することと同様であると信じます。その政策的体系においてはあなた方の要求に対して安定した状態におくように考えておられることと思います。大きな買手の役割というのは、新しい鉱山が操業して生産者として業界に入る時に、比較的安定したウラン価格にするという点で、上記の目的に合致しています。われわれはこのことは可能だと信じていますし、1980年代から1990年代にかけて、3年毎に倍加するであろう急速な需要の伸びにもかかわらず、価格

は根拠ある範囲に保つことができると思つてゐるのです。すなわち現在のドル交換レートで  $U_3O_8$  1 ポンド当り 8 ドルから 10 ドルということです。

1990年以降は増殖炉の大量な導入の影響が重要になつてくるでしょう。しかし大方の見通しでは、ウラン需要はなおも増加しつづけるという一致が見られます。それはたとえば 2,000 トンづつというように増加率が少なくなつてもということです。ウラン採鉱産業はまだ魅力的な将来をもつています。われわれの政策は今後の競争においてもフランス産業やその関連産業を過去において到達した先進的地位に保たせることになるでしょう。

## 2 製錬および転換

$UF_6$  への転換については多くのコメントはありません。ただ思いつくのはピエールラットの近くに、年産数千トンという国際的規模の大きさの工場があることです。フランスの必要量をこの能力ですべて吸収できる期間、とくに今後 10 年間においては、国際市場に貢献するために、この工場ですでに十分競争力がある転換作業をすることができるのです。すでにフランスの必要量以外に 450 万ポンドの  $U_3O_8$  を外国の顧客のために転換契約をしました。

## 3 再処理

まだ再処理と濃縮という二つのきわめて重要な問題が残つています。原子力に対する原材料分野のわれわれの目的は、民間企業の助力もあつて、フランス原子力庁が作りかつ獲得した最も近代的な工場や、最も進歩した技術を極限の形にまで高めることです。

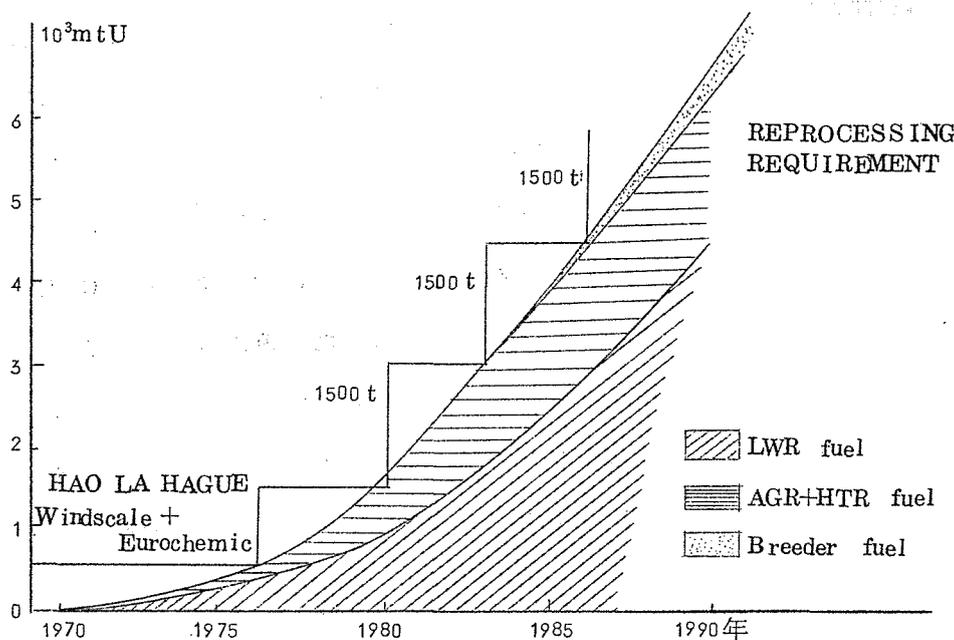
マルクールやラ・アグにある使用済燃料再処理工場は製錬工場同様、黒鉛ガス冷却炉の金属ウランの燃料サイクルのために作られました。最初はマルクールの G 炉から、つづいて電力庁の原子力発電所からの燃料サイクルがありました。みなさんご承知のように、この工場は「酸化物用の設備」すなわち燃料集合体の解説設備、特殊な溶解ユニット、ウランとプルトニウムの初期の抽出設備というものを追加すれば、天然ウランも濃縮ウラン酸化物も容易に再処理できるようになつています。そのコストは単に数百万ドルにすぎず、完全な新工場よりもはるかに安価であります。

使用済燃料輸送が非常に高価につくということのために、ヨーロッパは、地理的にみてアメリカとの競争にたちうちできる状態にあります。輸送コストは現在の再処理コストの  $1/2$  から  $1/3$  をしめるのです。その結果、アメリカからまったく独立したヨーロッパ自身の産業をもつことができるでしょう。

では、フランス以外の現在のヨーロッパの立場はいかがでしょうか？二つのパイロットプラントがドイツとイタリーで作られていますが、まだ操業されておられません。ユーロケミツ

クの工場はプロトタイプであり能力的には大きくないが、年に 150 トンの酸化物——これは 300 万から 400 万 MWe の取り出しに相当しますが——を処理できる工場です。さらにイギリスのウインズケールに大型の工場があります。しかし後者は数多くのイギリスのマグノックス炉発電所や AGR 発電所からの燃料の再処理用です。ですから再処理市場では、能力の余裕は 2～300 トンしかないでしょう。そのうえユーロケミックとウインズケール工場は 1975 年にはフル操業になるでしょう。第 2 図はラ・アーク工場の役割をヨーロッパ市場だけであらわしたものです。しかも 1980 年以後に必要な大型工場の設立以前のことです。

われわれの二つの工場のうちの一つ、ラ・アーク工場をこのように適用するのは、より適したように思えます。それはその立地が海岸にあるという可能性があるからです。HAO（高活性酸化物）とよばれる酸化物処理設備の追加によつて、少なくとも年産 600 トンの追加能力を市場にもたらすことができます。そこで現在の黒鉛ガス炉に対する金属燃料の処理は、マルクール工場にまかせることができます。



第 2 図 ヨーロッパにおける使用済燃料の再処理

再処理経済はむずかしいものです。黒鉛——ガス冷却炉燃料に対しては、コストはプルトニウム価格をこえてはなりません。将来においては十分安価にすることができます。核分裂性物質グラムあたり現在の 20 から 30 ドルに対して 5 ドルから 10 ドル安くできます。酸化物燃料原子炉に対しては、ユーロケミックとのウインズケールの競争によつて、アメリカの現状価格の 2/3 にヨーロッパの再処理価格を引き下げました。

この酸化物処理設備を含む工場の模様がえは1975年に完了します。この時間には目下建設中の新しい発電用原子炉から取出された燃料が大量に出はじめることになるでしょう。ラ・アグ工場は競合できる状態で、ウインズケールやユーロケミツクの限界に近い適用能力と組み合つて、再処理市場に進出することになるでしょう。これはヨーロッパ市場以外にもですが、事実われわれは他の大陸にも高価に処理料金がつづくかぎり入つて行くことになるでしょう。

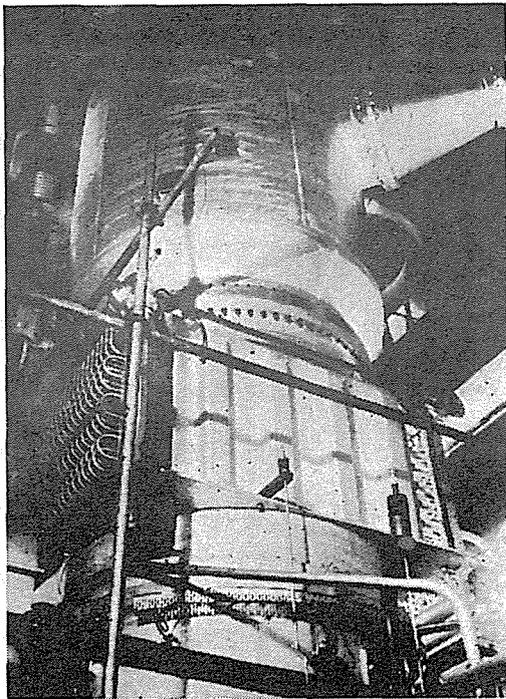
私はアフリカの鉱山の開発について討議した時に、それらの企業には外国資本にも門戸を開くように話したことがあります。これはたしかなことですが、フランスの再処理産業の効率と能力はこの分野における国際的共同研究の問題にとり上げられ、契約を結んでまいりました。しかしこの共同研究は最初、新しい工場建設よりも既存工場の操業に対してでした。

この見解においてわれわれはできる限り多くの燃料を処理して設備を能力一杯に動かすように努力する責任があるのです。われわれはヨーロッパにおける新工場の建設が早すぎて、かえつて失望する位にこのことに十分魅力を感じています。再処理に関してヨーロッパの数ヶ国が参加して、ユーロケミツクで行なつたことはヨーロッパ内の共同作業の第一段階でありました。このことは再処理分野におけるわれわれの競合者とわれわれの顧客とについて考えさせてくれました。

#### 4 濃 縮

ウラン濃縮に関するわれわれの関心は、ノウハウに直接関係するところにあります。ノウハウに関するフランス原子力庁や民間企業によるフランスの技術は、ピエールラットの建設および操業にとり入れられました。設備の高効率や高信頼性は、大型の低濃縮工場のプロジェクトを容易にするための研究によい動機を与えました。工場は低濃縮の大量な分離作業の生産目的により開発され、世界市場でも競合できるガス拡散法です。

技術的な特長は新しく設計された大型の圧縮機をそなえていることで、これらは二つの「ループ」（空気力学と電力消費）で試験されています。UF<sub>6</sub>が40 KG/秒のプロトタイプに関してはすでにピエールラットの実験場で試験されています。第3図をごらん下さい。このフルスケールのパイロット設備の性能の確認は、フランスの技術と材料を基礎に拡散工場プロジェクトの遂行に役立ちます。この工場ではアメリカ原子力委員会の濃縮コストと同じ範囲のコストで分離作業を行なうことができます。本プロジェクトの現状は年に6,000トンの分離作業をする能力があります。フルスケールのパイロット・ユニットにより得られた結果の支持により、ガス拡散の長年にわたる経験により、この可能性は1973年



第3図 大容量コンプレッサーの実験用ループ  
(コンプレッサの直径 2.8m)  
上部の装置は拡散器を模擬したもの

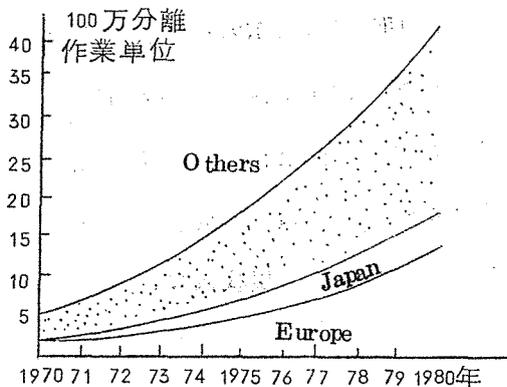
には明らかとなるでしょうし、この頃には世界の需要が1978年から1980年においてアメリカの拡散工場の能力をこえることになることから、新しい濃縮工場の建設を考えねばならなくなるでしょう。この必要性については第4図に示しています。この点でもヨーロッパがその必要とする濃縮に対してアメリカにのみ依存するかどうかということに関心を払うべき時がくることがわかります。

他の技術についても研究中です。とくに遠心分離法ですが、これもガス拡散法に競合するくらい開発されるでしょう。みなさんもご存知のように、この方法による分離作業のコストは主に分離特性、速度、遠心分離器

これが数百、数千と使われる時の寿命の長さ

により左右されます。遠心分離器は根拠ある価格と長寿命をもつことが必要です。

今から2～3年後にガス遠心法の経済性や信頼性が、ガス拡散法で実証されたほどのものになると想像するのは困難なように思えます。しかし遠心法はわれわれの注目をまだひいており、多分使われるようになるでしょう。例えば、分離工場における高濃縮部分、これは高温炉のような新型の原子炉用の8～10%濃縮ウラン(現在は3～4%ですが)の生産を含まる部分に実際に適用することができます。また想像できることは運転面、設備面の技術的進歩は、この遠心分離システムをして新工場のプロジェクトにガス拡散とともに顔を出させることになるでしょう。というのは、分離作業のコストは $UF_6$ の非常に高い濃度でもつてカスケードにして行く中間部分と、濃度は低くなりますが、減損および濃縮の最終部分とのきわめて異なつたコストの平均となるからです。後者の部分では、コストの構成上からガス遠心法の有利さが急速にでてきます。ですから拡散と遠心法のミックスされた工場というアイデアがでてきます。ヨーロッパではその巨



第4図 分離作業所要量

大なプロジェクトが企画される時に、ガス遠心法の適用性と信頼性が十分実証されていれば、検討の対象になることでしょう。

アメリカとの競合に直面するためには、分離工場は十分な規模のものでなくてはなりません。そして単にフランスの必要性にこたえるだけでなく、ヨーロッパ市場の残りに対しても応ずるようすべきです。これは1980年には少なくとも6,000トンの分離作業能力になり、アメリカの現存の三つの工場の一つに等しくなること、したがってヨーロッパ共同体の需要を満足させるだけの、またその他の消費者にも関心をもつという必要性を意味しているのです。

このようなプロジェクトを、二重のハンディキャップを背負っているヨーロッパで行なう複雑さは容易に想像できます。ハンディキャップとは新しい中規模の設備の償却をどうするか、高いエネルギー・コストをどうするかということです。ここでは、国際機関のワクの中の仕事を強いて行なうことの困難さについては述べません。

しかし、われわれは比較的遠い将来、1980～2010年そしてその後におけるプロジェクトの検討において世界経済の現在のアイデアの基礎でもつて推定するような普通のミステイクは許されません。したがってこのハンディキャップもだんだんと心配しなくてすむようになるでしょう。

核分裂性の燃料の輸送費の低減——主に海上輸送の場合ですが——と原子力発電の大量の導入によつてエネルギー市場の国際化は、世界のkWhの供給コストをだんだんと同一にするようになるでしょう。

規模の点からヨーロッパの分離工場は単に分離作業能力6,000トンでは余り望ましいものではありません。しかしこの設備は最初の工場ですし、1980年代の増大する需要に適用するために2倍にも3倍にもする必要があります。もしヨーロッパが産業の合同という分野に進むために政治的決定がなされたらという場合ですが。

われわれの見通しでは、ヨーロッパのプロジェクトは、現在のアメリカの価格の分離作業単位当り26ドルにくらべて若干高い濃縮コストに落着きそうです。これはkWhあたり0.05～0.06ミルの程度にあたりますが、半分は電力費の差によるものです。この差は発電されたkWhあたりの価格の1%にあたるにすぎません。

1/4世紀の間、フランスは核燃料産業に完全な蓄積をしました。われわれは大規模なウラン濃縮、UF<sub>6</sub>の転換、使用済み燃料要素の再処理ができる設備を提供して、原子力発電の現在の開発の先頭を切ります。そのうえ外国産業と密接な関係をもつ時期に入り、現存の設

備の新しい発展には共同参加する時がきたと思います。すでにこれら設備の世界市場の確立は到来し、われわれの国々とユーラシア大陸の極東、極西岸の間に合併作業について会合や討議がもたれるようになっていきます。このようなものとしてはすでにウラン探鉱の例があります。

この産業を育て上げるには多くの進歩がなされましたが、原子力発電の急伸の結果としての核燃料需要の急速な増加を考えるとなすべきこともまだ残っています。しかしわれわれの経験はそれらを保証するのに役立ちます。

これからの10年間、いかに多く原子力発電の開発が行なわれることでありましょうか。産業界は、ウランの供給に対する安定した価格という点で、よりよい全核燃料サイクル産業への変革という点で、この要求にこたえなければなりません。原子力産業の前途には輝しき将来が待っているのです。

## II イギリスにおける1970年代の

### 動力炉と核燃料開発の展望

イギリス原子力公社

生産グループ理事 T・チューイ

#### 1. イギリス原子力産業の再編成

新しいアイデアあるいは在来のアイデアの新しい発展ということは、科学技術の絶えざる進歩につれて欠くことのできないものであります。イギリスはその資源の大きさにくらべて、現代人類に有用な知識の基礎に非常に意義のある貢献をなしてまいりました。この貢献はいろいろな分野で行なわれ、イギリスは原子力のような何もない状況から、1970年代のはじめのような、完成あるいは完成間近かの五つの原子炉システムを有するという段階にまで引き上げたのであります。

しかし、すばらしいアイデアだけが自動的に満足な成果を導き出すというわけではなく、アイデアはすぐれた設計、製造、販売に支援され、実用的かつ経済的現実となり、商品価値のある製品となるのです。だからこそイギリスの原子力産業の再編成が行なわれたのであり、現に行なわれつつあるのであります。

1967年に政府は、1970年代にイギリスの原子力産業が最善の産業機構をもつよう勧告する目的で、議会の委員会が調査を行うようきめました。1960年代のはじめには四つの原子力産業グループがあり、各グループもしくはコンソーシアムは、ターンキー方式で原子力発電所の設計から建設まで行なえる状態にありました。原子炉の規模が増大するにしたがつて、原子力発電所の発注数は減り、そしてこれが原因して、1967年までにコンソーシアムの数は三つに減少しました。議会委員会の報告と、それを検討した結果、設計建設会社の数は二つに減りましたが、これは仕事の量に対してより現実的なものとなつたのであります。

同委員会はまたイギリス原子力公社が行なっている核燃料事業を、第一義的には原子力公社を持株会社とする別会社とすることを提案しました。この新会社は国営の核燃料工場、再処理工場、濃縮工場および公社の原子力発電所、つまりコールダー・ホール、チャペルクロスなど各4基の初期のマグノックス炉を引き継ぐことになりましょう。適当な民間会社がこの核燃料会社に資本参加することも考えられております。

この核燃料会社は二つの設計建設会社のそれぞれの20パーセントの株式を保存することになり、原子炉設計者と燃料供給者の間の緊密な連けいを保つこととし、それによつて十分

な保証を原子炉運転のすべての面に行き渡らせることを可能にするものであります。

原子炉システムについての基礎的な研究開発は政府の研究機関に残されますが、原子力公社の研究・原子炉開発の両グループも、研究開発公社や、国立機械工学研究所、国立物理学研究所など、他の機関に所属させようという提案もあります。新しい会社の任務は、研究開発計画の面での不必要な重複をとり除き、科学技術面の努力に経済的な見かえりを与えられるように方向づけることにあります。

また原子力産業は原子力委員会 (Atomic Energy Board) によつて統合されるべきであつて、その委員会が産業のすべての部門、すなわち研究開発、設計建設、燃料供給、発電を代表するという別な提案もあります。

とにかく、再編成の結果を前もつて予言することは困難であります。仕事の量に対応するだけの数に設計建設会社を減らすこと、核燃料業務を受けもつノーマルな商業組織をつくること、国立の研究所における計画の重複をとり除くこと、そしてこれらの研究所の計画を経済的収益があがるような方向に向けることこそ好ましい結果を生み出す賢明な合理化といえるでありましょう。

## 2. 原子炉計画

はじめにイギリスには五つの原子炉システムがあると述べましたが、それらは次の通りであります。

マークⅠ ガス冷却 マグノツクス

マークⅡ ガス冷却 改良型 (AGR)

マークⅢ ガス冷却 高温 (HTR)

蒸気発生重水型炉 (SGHWR)

ナトリウム冷却高速炉

このうちマークⅢの高温ガス冷却炉の開発は、イギリスで行なわれてはおりますが、ヨーロッパの共同事業の一つで、国際技術協力の非常に成功した例となつています。他の四つのシステムは、まったくのところイギリス原子力公社によつて開発されたものであります。

1970年代のはじめに、原子力計画の第1段階が実質的に終了します。最後のそして最大のマグノツクス型発電炉は、目下臨界に達するところであり、1970年の末に定常運転にはいれば、マグノツクス系は全体として500万KWの発電容量を有することになるでしょう。この炉型の内容について詳論するつもりはありませんが、すでに十分知られそして証明もされているように、この型の炉は運転が確実、容易であり、燃料の性能はすぐれたもので

あります。

ガス冷却炉のマークⅡ型は改良ガス冷却炉であり、一般的な概念においてマークⅠのマグノツクス系と根本的な相違はありませんが、濃縮ウランをステンレスの管につめた、より精巧な燃料要素を用いています。この燃料要素は管の表面温度750℃で運転可能であります。マグノツクス型炉の場合は455℃であり、さらにウラン燃料の比出力はマグノツクスの倍にもなっています。さらに最新型のターボジェネレータを用いたり、延べ180年にもなるマークⅠ型マグノツクス炉の運転経験から得られた知識を用いて、より効率のよい、建設費の安いよりコンパクトな発電炉になり得ることでしょう。4基の双子型原子力発電所が、マークⅡ型ガス冷却炉を用いて、現在イギリスやその他の国で計画されています。

イギリスの各電力庁は、今すぐでもマークⅡガス冷却炉と蒸気発生重水炉(SGHWR)のいずれを採用するかをきめられる立場にあります。このSGHWRは10万KWの原型炉で、イギリスの南、ウインプリスにある原子力公社の研究所で、1968年1月以来非常に好調に運転されています。イングリッシュおよび南スコティッシュ電力庁は、マークⅠのガス冷却炉について、非常に多くのそして一般的に良好な経験から、SGHWRの長所は認めながらも、現時点では彼等が経験をもたない新しい炉型に切り換えるよりも、マークⅡガス冷却系を続けることを望んでいます。北アイルランドや北スコットランドにあるイギリスでもやや小規模の各電力庁は、各自の電力網のなかでまだ原子力を用いた経験がなく、したがって、ガス冷却炉の経験もないことからSGHWRを用いることを考えています。

大型のマークⅡ型炉はまだ運転はされていないが、ウインズケールにある3万5,000KWの原型炉は1963年1月以来非常に好調に運転されています。試験用燃料ベツトを用いているにもかかわらず積算負荷率75パーセント、稼働率84パーセントを達成しております。この好調な運転状況に設計建設会社はいくつもの原子力発電所でなすとげた改良をつけ加えると、イギリス国内の主要な電力庁は近い将来採用する炉として、マークⅡのガス冷却型炉を優先して考えているということもうなづけます。

中央電力庁は、最近では自からの電力網のなかで、マークⅡガス冷却炉の次には、マークⅢ高温ガス冷却炉を採用するようになるだろうと考えています。この原子炉はマークⅠやマークⅡのガス冷却炉が炭酸ガス冷却であるのに対して、ヘリウム冷却で燃料要素はまったく異なっています。もちろん他のガス冷却炉と同じ点も多くあり、燃料装荷機構、圧力容器、制御棒駆動装置およびガス・サーキュレーターが共通点となつています。中央電力庁はマークⅡガス冷却系を詳細に調べあげ、そしてマークⅢ型炉による最初の原子力発電所は1976

年までに運転にはいることができるというております。この発電所は1基60万KWの炉からなり、さらに大型の炉の評価のために用いられることになるでしょう。

さらに長期の目標としては、高速炉内でプルトニウムを燃やすことで、250 MWのナトリウム冷却高速原型炉をスコットランドの北ドーンレイに目下建設中であります。この原型炉から、1970年代の中頃には発注されようとしている商業用発電所に役立つ、十分な情報が得られるものと考えられています。

イギリスでは、現在全発電所容量中の7.2パーセントが原子力となっており、その燃料費が低いために原子力発電所は全出力で運転されていることから、全発電量の13パーセントを占めるにいたっています。1975年までに原子力発電容量は1,000万KWになり、1975年全発電容量の10パーセントを占め、全発電量の20パーセントに達するであります。

1975年から85年の10年間を予測すると、3,000万ないし4,500万KWが追加され、その3分の2が熱中性子炉、他の3分の1が高速炉ということになります。

### 3. 燃料事業計画

#### 1) フッ化ウラン

先に申しあげましたような原子力発電所の容量の増大と様式の多角化は、燃料事業に大きな影響を与えております。需要の急激な増大に対応するために、年3,000トン規模のフッ化ウラン製造工場が建設されています。この工場はイギリスの需要をまかなうばかりでなく、アメリカの濃縮工場に委託濃縮に出す海外諸国の需要にも対応することになるでしょう。

#### 2) 濃縮ウラン

イギリスの濃縮工場は拡散法によるものですが、現在マークIIガス冷却、第1号炉用の濃縮ウランを製造しています。この方法によると電力の消費が莫大なものになるので、濃縮分野での開発研究はガス遠心分離法に集中されています。オランダやドイツとの間に3国協力について話し合いがもたれており、それによつて遠心分離法の技術が3国間で互いに交換されるようになるでしょう。一方、遠心分離法の開発を続け、それにもとづいて濃縮工場を設計建設し、またその工場を運営するために国際会社を設立しようという提案もあります。このような3国協力によつて開発設計費を節約し、また大規模な遠心分離濃縮工場を運転することからの経費の節約ということが有利な点となるでしょう。

### 3) 燃料製造

イギリスの五つの原子炉システムは、不幸にも五つの異つた型の燃料を必要とします。一方軽水炉やマークⅡのガス冷却炉の燃料は双方とも濃縮酸化ウランペレットからなり、それほど異なっているわけではありません。マグノックス炉用の燃料は、金属ウラン棒がフィン付マグネシウム合金管につめられて、概念的にも製造上からも簡単なものになっています。少なくとも現在では簡単なように見えますが、それが困難なようにみえた時代が、特に高品位のものを得るという場合に、あつたのであります。結局どのような技術であつても、昨日の問題はやさしく見え、今日の問題はむつかしく、明日の問題は不可能のように見えるものなのでありましょう。ステンレス管につめられ、組立てられたマークⅡガス冷却炉用の酸化ウランは、マグノックス炉よりはるかに複雑であります。年産250トンの工場が目下全力運転の状態にあり、さらに需要が増大したときには、500トンに拡張することになっています。

高速原型炉用の酸化プルトニウム・酸化ウラン混合燃料を製造するための工場は、最近運転に入りましたが年1トン以上のプルトニウムを処理する予定であります。この燃料はステンレス鋼管につめられたペレット状のもので、ペレット自体は、マークⅡガス冷却炉や軽水炉のものよりは小さくなつており、したがつて非常な精密さを要求されます。また管につめるまでの作業はすべて遠隔操作で行なわなければならないので、工場は複雑かつ運転がむずかしくなつております。プルトニウムとウランの混合酸化物は溶液からの同時沈澱法によつてつくられるので、酸化プルトニウムと酸化ウランを別々につくつて、それを乾式法でまぜ合せる方法よりもはるかに困難なものになっています。大量のプルトニウムを処理することも決して容易なことではなく、それに乾式法が加わるとまつたくむづかしいものになります。1970年代の終りまでには、プルトニウムがかなりの量必要とされ、もつと簡単な方法で、例えば乾式混合酸化物あるいは炭化物の振動充てん法といった方法で行なわれるようになるでしょう。

最も複雑なのはマークⅢ高温ガス冷却炉用燃料で、一つ一つの燃料要素は小さな球状をした濃縮ウランからなり、パイロリチック・カーボンやシリコン・カーバイドで被覆されています。これらの燃料粒は黒鉛の管の中につめ込まれて密封されます。この型の燃料は一度に数キログラムといったバッチ方式で製造されており、目下必要とされる品質は維持したままで、その運転規模を引き上げるべく研究開発が行なわれています。

#### 4) 再 処 理

プルトニウムの抽出や、放射性物質の濃縮や貯蔵は、イングランドの北西、ウインズケールにある一群の化学工場によつてすべて行われております。この工場はマグノックス炉計画から生ずる再処理をベースにしていますが、マグノックス燃料の照射は、電力庁の発電所の 3,000 MWD/t から 3,600 MWD/t に、コールドホールやチャペルクロスの 4,000 MWD/t と漸次上昇してきていますため、マグノックス燃料の再処理量は、最初に考えられた量より少なくなつております。この工場は年間 2,500 トンのウランを処理する能力をもつていますが、そのうちわずか 1,400 トン分がイギリス、日本、イタリアのマグノックス燃料に必要とされるだけであります。残りの処理能力は、さらに進んだ原子炉から取り出される、より複雑な燃料とか、化学処理工場へまわすための溶解液をつくる事前処理工程にあがつてくる燃料を対象にすることになります。

ステンレスやジルカロイ管につめ込まれた濃縮酸化ウランのための事前処理工場はすでに運転されており、マークⅡガス冷却炉やイタリアのガリリアーノにある軽水炉からの燃料を好調に処理しています。もちいられている方法は、燃料棒を水圧で操作される切断機で小さく切断した後、硝酸でウラン、プルトニウムその他を溶かす方法であります。小さく切断された燃料被覆材はこの方法では溶けないので固体放射性廃棄物用の貯蔵サイロにまわされます。

切断と溶解法を用いて同じような再処理法が高速炉燃料の再処理にも適用されます。しかし高温酸化法もしくは研削法が、マークⅢガス冷却炉の粒状燃料の溶解前処理として必要になつてくるでしょう。

現存の再処理工場は、1970年代の後半まではイギリスその他から生ずる照射済み燃料の予想量に対応する十分な能力を有しています。一方、固体および液体放射性廃棄物貯蔵用の補助施設も必要になります。再処理の初期の段階で生ずる高レベルの放射性廃液は、蒸発法によつて1リットル当り数千キューリーのレベルまで濃縮されます。この廃液の貯蔵は技術的にむずかしく、そして費用もかさみ、また同時に発生してくる熱を除去する必要があること、建造物に耐蝕性の材料で二重の格納器を用いること、沈澱粒子を懸濁状態に保つためのアジテーション・システムを用意すること、そして巨大な遮蔽物の中に全システムを収容することが必要となります。

#### 5) 使用済み燃料の輸送

原子力発電所から再処理工場への照射済み燃料の輸送は、1970年代には非常な量に

増大することでしょう。イギリス原子力公社は東海村をも含めた海外の原子力発電所からの使用済み燃料の長距離輸送の道をひらきました。このような取扱いの困難な物質の国際間輸送は、各国が自国に再処理工場を設置するまでに、原子力発電計画が余裕を持つようになるまでは、どの国にとつてもますます重要となつてくることでありましょう。

## 結 論

イギリスでは、原子力産業を確立するという開発段階は、そのピークを過ぎ、そして1970年代は飛躍的な進歩よりも地固めと改良の時代といえるでありましょう。

### Ⅲ 西ドイツの原子力船計画

G K S S 社

営業担当理事 M.フォン.ツ.ミューレン

12年前、船舶の推進用としての核エネルギーの応用をはかる、特別な役割をはたす事を目的として、GKSS(Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH.)がドイツ連邦共和国において発足しました。GKSSは、研究開発を自ら行なうとともに、工業界と密接に協力し、また全西ドイツのこの分野の団体と協調しています。

GKSSの協同出資者は、西ドイツ連邦政府、海運業に深い関係のある西ドイツ沿海の四つの州、34の工業および商社、これらは主として、造船会社と船主および機械工業であります。このような会社の専務理事としての私の見解として、この機会に、西ドイツにおける原子力船開発の概要を述べてみたいと思います。

まず、この12年間に、GKSSは5,000万ドルをついやしております。これには、原子力船「オット・ハーン」の建造費と、燃料をのぞく本船用原子炉の費用を含んでいます。

これ以外に、1,500万ドルがハンブルグ郊外のゲーツユタハトの当社の研究センターに投資されました。ここでは、二つのスイミングプール型原子炉、臨界実験装置、その他の研究装置が稼動しております。残りの資金は、研究、開発の経常費用にあてられました。

数多くの予備的な調査・研究、各種プロジェクトの検討、各種原子炉型の比較評価がオット・ハーンの建造決定以前に必要でありました。本船は、鉍石運搬船で、載貨重量15,000トン、出力1万軸馬力ですが、この商業的特長は別として、むしろ優先的には研究船であります。したがって船体部および、原子炉系統には、将来の原子力船の設計に有用かつ必要な物理、工学上の知識を得るように測定装置や研究設備が余分に取付けられております。

したがって、オット・ハーンは、商業的な意味で、経済的な船ではありません。減価償却を考えなければ、輸送料によりますが、貨物運賃として50万ドルまで収益を上げることが可能であるにもかかわらず、年間90万ドルの運航費が必要になります。

オット・ハーンは、1963年から1968年の間に建造されました。この比較的長い建造期間について、選定された自己加圧式のFDRと呼ばれる一体型のPWRが、初めて実用される原型炉であることと、同時に個々の加工工程に長時間を必要としたことに注目していただきたいと思います。しかし、商船として4年ないし5年の建造期間は明らかにながすぎます。一般的な船主の期間短縮の意向からみて、商業的な発注に対しては、2年半ないし3年が認めら

れる最長期間のように思います。

長い建造期間のため、原子力船は相当高い建造金利を負うことになるので、必然的に現在の原子力船の建造期間を根本的に短縮するよう計らなければなりません。原子力船の建造スケジュールを検討した結果、引渡し時期は、圧力容器によつて決まってくるということが明らかになりました。

したがつて、私には将来の商業用原子力船計画において、圧力容器がプレハブ化される必要があり、またその寸法や主な仕様が規格化されるように思われます。その上建造期間に影響をおよぼす補機関係でも、できるだけ規格化、プレハブ化、ブロック化しなければなりません。このような結果、建造期間は、将来、前述のごとく約2年半に短縮できるはずであります。

私はみなさんがオット・ハーンに搭載された原子炉プラントの基本的な特性をよくご存知のことと思います。一体型の PWR の概念は、今日まで世界の多くの会社で検討されておりましたが、オット・ハーンの FDR によつて初めて実現されました。これには、数多くの興味ある新しい技術が反映されております。全一次系、熱交換器、一次冷却循環ポンプ、原子炉炉心が一つの圧力容器の中に収められております。したがつて、コンパクトな構造となるだけでなく、原子力装置としての安全性が高くなります。特記すべきことは、自己加圧方式の採用であります。これによつて、一次系の圧力は別個の加圧系を使用することなく、 $63.5 \text{ kg/cm}^2$  の一定値を保つことができます。FDR の設計を企図したとき、われわれは、今まで実際的な試験が行なわれていないという理由でこの方式の採用を躊躇しました。のちほど選航経験を述べるときに、船用原子炉として自己加圧式が基本的に有利であるという結論を示します。

ご存知の通り、人はややもすると自分で選定し、実現した概念を、他の概念よりすぐれたものであると思いがちであります。しかし GKSS においては、広い視野に立つてガス冷却炉を含む船用炉として可能性のある多くの炉型式を検討し、その簡単かつコンパクトな構造とまた今日の技術的見解での、操作上の信頼性および選航特性によつて一体型の PWR が船用として最適であることがわかりました。

FDR 型式としても、将来、改良の余地が多いことはいうまでもなく、最終的には、経済的に競争可能な船用原子炉とすべく開発する必要があります。オット・ハーンの建造が決定したとき、発注が二つの契約に分かれました。一つは船体および在来機関部門について、造船所としてキールのハウエル・ドスウエルケ社に、また格納容器、補器系を含む原子炉系についてはドイツ・バブコック・アンド・ウイルコックス社およびインターアトム社に協同契約されました。

GKSS は二つの主契約の調整役をはたしました。もちろん将来、船主は原子力船全体として造船所に発注した方が実際的になり、その結果原子炉系の注文は、適当な原子炉メーカーに委託されます。推進機関をも得意とする造船所が技術提携によつて、原子炉を製造できるかどうか問題になります。しかし、この問題は個別に解決されるはずであります。しかし造船所は原子炉の製造にとまなう困難さや、この分野での幅広い経験の必要性を過少評価すべきではありません。さらに原子炉運転者としての原子力船の船主は、おそらく将来は全燃料サイクルになると思いますが、核燃料要素を購入しなければならないので、造船所は燃料サイクル全般の困難な問題をも取扱う必要があります。

オット・ハーンの建造経験からいつて造船所と原子炉メーカーの協調は順調に行くものと思われまます。もちろん航行する船から出される特殊な条件は、原子炉メーカーにはあまり知られていないので、設計段階から造船所の詳細な相談や助言が必要であるということに注目しなければなりません。反対に原子炉メーカーは造船所の人々に原子炉の建設や組立に関連した、新しい基準の問題、たとえば清浄条件やその他の注意事項についてよく親しませる必要があります。監督者は、これらの協力の問題や、厳重な工程管理の他に、細かい品質管理やすべての機器の機能試験に最善の努力をする必要があります。十分慎重に監督が行なわれないうかぎり、後々の運転に問題が残ることになりましよう。材料および機器が一度船上の炉に取りつけられた後では、取り換えや修理に対して不可欠な時間と費用が必要になります。

おりにふれて私は原子力船サバンナ号の建造監督者と会つて原子力船の建造に関するアドバイスを受け、諸々の材料およびすべての機器のテストは据付けの前後に最新の方法と試験装置を適用して、できる限り完全に実施すべきことを知りました。オット・ハーンの経験から、われわれはこのアドバイスを次の原子力船の建造者につたえるべきだと思つております。

原子力船の建造にあつて、官庁などが新しい分野に入るため、公式の検査、認可、登録などが重要な問題になります。オット・ハーンは、ドイツ・ロイドとノルウェー船級協会の登録を得ました。また、これらの登録団体はその監督検査を、原子炉艙装をふくむすべての推進プラントまで拡張しました。さらにドイツ連邦共和国は、あらゆる原子炉設備の運転と同時に、建設に対しても特別の認可を義務づけており、したがつて船用炉にもその義務がおわされております。認可の条件は登録団体から独立して活動している専門家による広範囲の調査と安全評価であります。実際問題として、これら監督業務に要した費用は、オット・ハーン全体の経費の約 5%になりました。したがつて原子力船に関係するすべての人は、試験と認可を一手に引き受けて、不確定の費用を全建造費の 2%までの経済的に許せる程度に下げよう努力すべきで

あります。

オット・ハーンの原子力推進は1968年10月11日に開始されました。以来1970年3月1日まで、原子炉は7,754時間運転され、そのうち4,514時間の主機運転が行なわれました。500日の全出力運転用に設計されたオット・ハーンのFDR第1炉心は約2,000 MWD/tUに相当する25%のバーン・アップに達しました。

第二炉心は近く発注され、1971年末か、1972年早々に装荷されることになりました。

オット・ハーンはここ一年半の間に、全体で40航海、すなわち28の近海航行と、12の遠洋航海を行ないました。この内容は非常に多くの緊留操作と出航操作であり、このため大きな原子炉系への負荷変動がありました。この全期間を通じて、20%以上の原子炉出力の変動で、約4,500回の負荷ステップがあり、そのうちの30%が50%以上の炉出力の変動によるものであります。これらの教値は、陸上の動力炉の運転者を驚たんさせることでしょう。しかし船用炉は、原子炉系を極度に稼働させ、多数の操作を行なう商用船の要求に応ずるように設計しなければなりません。また、この要求に対して燃料ピンの被覆材の選定と品質管理を注意深く行なう必要があります。主として、自己加圧方式と蒸気発生器内蔵方式によるFDRの動特性が、きわめて満足すべきものであつたことは、まことによろこばしい経験でありました。その結果、主タービンのマヌーバリング・バルブの操作のみで運転ができるという十分な自己コントロール能力のあることを実証しました。ただ、きわめて早く、大きな負荷変動の場合には、制御棒によつて、一次系の圧力を限度内に抑えなければなりません。この制御方式は一般的に船舶の運転に適した方法で、FDR方式の特長であります。

現在までの航海を通じて、オット・ハーンは最大0.2 Gの加速度が原子炉機器の上で記録された時の荒れた海でも、また海水の温度が30℃以上で、相対湿度が91%の熱帯でも、支障のないことを示しました。ともかく、極端な海洋条件下のわれわれの実測結果によれば、原子炉機器が船の中央にあることと、本船の航行特性のため、原子炉区域では0.2 G以上の加速度は予想できません。しかし、船首および船尾では、当然大きくなり、これまでに各々0.6 G、0.4 Gの最大値が測定されております。

これらのオット・ハーンによる好調な選航経験によつて、1970年2月および3月の2回にわたり商業選航を行ない、燐鉍石をモロッコからドイツに輸送しました。

これからの貨物輸送航海でもオット・ハーンはタービン系や船本体と同様に、原子炉系に関する多くの研究計画を遂行いたします。二個の代表的な燃料要素(全体で16個)に設置され

た1個の電離箱と約20個の熱電対を使用する永久的なイン・コア計装によつて、炉心の運転データを制御機器から得られる一般的なプラントのデータとともに、特に原子炉の動特性を解析するために記録しております。

今日までに集められたデータは、改良船用炉の炉心の最適設計に対する有力なヒントを与えております。また、強制循環方式で作動するFDRの内蔵型熱交換器についても、将来設計のための配置を改良すべく、その静特性および動特性について調査することになっております。一次冷却系の自然循環による一体型原子炉の所要動力減少の問題も将来検討されることになっております。

オット・ハーンの将来の全体研究計画の詳細についてお話しするのは時期尚早であります。ただ一ついえることは、FDRの第二炉心には多くの改良がほどこされるということであり、被覆材は今のステンレスのかわりに、ジルカロイになります。特に注意すべきことは、固体のバーナブル・ポイズンを使用することと、その炉心内での分布であります。この目的のため、特別な準備研究がすでにゲーシュタハト原子力研究センターの研究室と試験所で実施されております。二次炉心は、約 $50 \text{ MW/m}^2$ の高出力密度のため、一層小型になり、またいまの四つの三角形の燃料要素のかわりに、四つの九本からなる燃料棒の束が使われることになっております。制御棒はクラスター・ロッド型になります。

オット・ハーンの運転経験に関する報告書の中で、入港と船員の訓練の問題が若干述べられるはずであります。現在まで外国への入港は、モロッコのカサブランカとサーフィしか了解されておりませんので、現在オット・ハーンは、ペルシヤのバンデェル・アバスへ向かつて航行しております。原子力船が世界中のすべての港に自由に入港できるようにするために多くの開拓的作業の遂行が必要であることは否定できません。この点でいくつかの技術的な問題が1960年のソーラス会議、すなわち海洋での生命の安全に関するロンドン会議で解決されましたが、現在原子力商船の賠償責任に関する国際会議がありません。現在のようにこの問題についての解決が不十分な状態では、訪問すべき国の政府との双務協定によつて、関連問題の解決をはかる必要があります。国際法や憲法の専門家は政府間の双務協定の運用の難かしさを理解されることと思います。すべての海洋国家、大きな港をもつ国々は、原子力商船の賠償と、自由航行に関する国際協定に努力すべきであります。私の考えでは、この目的に対する有力な基礎が、例えば1962年に計画されたいわゆる原子力船の賠償責任に関する“ブラッセル協定”にあると思われ、もしある国が、変更や補足をもとめる場合には、できるだけすみやかに適当な国際会議に提案し、問題を解決すべきであります。将来の実用原子力商船は、航行

や賠償に関する国際協定に立ち向かうべきであります。

すべての原子力船の船主は、乗員の訓練を積極的に進める必要があります。オット・ハーンの場合、われわれは原則として機関士を含むすべての人員を通常の教育をうけた一般の船会社から採用することとしました。したがって、原子炉を運転するために物理学者を必要とせませんでした。もちろん、船舶の機関士は、彼らが教育を受けた海洋工学校の履習課程の中には、まだ原子炉運転者を養成するための規則立つた理論教育がなかつたので、彼らを特別に教育する必要があります。そのためには、われわれは本船の機関士をゲーシュタハトの試験炉を有効に使用し、かつまた、ドイツ連邦共和国で運転している陸上用原子炉を利用して、実習と同様に理論についても特別の訓練コースで教育しました。その後、最初の機関士のグループは、FDRの建設作業の監督にあたり、2年間の訓練期間を終了しました。常時運航している船舶での次の世代の人員の訓練には、4ヶ月ないし最長6カ月が適当のように思われます。また、航海士に対しては、それほどまでの訓練を必要としない放射線防護の問題に重点をおくべきであります。

オット・ハーンの運転経験を話すとき、原子力商船の陸上サービス基地は必要であるか？という質問と、それに対する見解が求められます。船主が特殊な施設をそなえた基地を望むことは疑う余地がありません。反面、世界中を航海する海は、かかる基地に依存すべきではないと思います。われわれの経験からいえば、本船は陸上のサービス基地なしで操業できると思います。燃料交換には、当然特別の考慮が払われる必要があります。

オット・ハーンの船上には使用済燃料の特別の冷却プールを設置しました。将来の船にはそのような設備が装備されないと思われまので、燃料交換のためには十分な遮蔽能力と冷却能力をもつ、特別の輸送キャスクが必要になると思われま。しかしながら、制御棒、吸収体、グリッド板などの原子炉内部のものに冷却水構が必要であるからどこの大造船所でも、原子力船の保守や修理のため特別な施設をそなえるべきであるというのが私の意見であります。

今まで述べたいろいろの考察の結果、原子力船の将来はどうなるかという重要な問題、したがって実際に取り組まれるべき問題がある原子力船の開発に貢献しているすべての人々に対しての問題が提起されます。すでに1970年までに蓄積された知識をもとにして、原子力推進の安全性と運航上の信頼性の問題は、もはや重要ではなくて、むしろ、在来の推進機関といかにして経済的に競合しうるかということが重要な問題であるといえます。

ご存知の通り、GKSSでは、原子力船の在来船に対する経済性比較についての総合的な検討結果を発表しました。船型としては、タンカーとコンテナ船を選び、検討の基礎をコストの

解析におきました。この経済分析の結果、近い将来の原子力船は4万ないし5万軸馬力以上の出力で有利になることがわかりました。しかしこの予測は、前に述べた経済性に関する研究に詳細に掲載されているある仮定を基礎としていることを指摘しておきたいと思います。もつとも重要な前提は、一つにはこの研究に用いられた、原子炉系のあらゆる可能性を開発して、完全な技術の活用をすることであり、もう一つは、製造を大量生産と同等までにすることです。一般的にこの種の経済評価は、幅のある条件を慎重に取りあつかうことにより、はじめて有用なものとなります。したがって、近年発表された他の種々の研究結果は、仮定を無視して相互に比較することができません。ここで強調したいことは、この種の調査は非常な努力をして、すべてのコストの要素をできるだけ正確に計算して、はじめて有効かつ明確な結果が得られるということであり、これは、特に出力によつて直接的にエクストラポレートできない原子炉系のコストにおいて著しく、ここでは設計者が各単体機器ごとに正確な数値を出す必要があります。

経済性に関する研究の基本的な結果は、原子力船はいかなる場合でも、在来船にくらべて投資および資本費は高くなるが、燃料費が低くなるということであり、私が試算したところでは、核燃料費は、1軸馬力あたり1.5ないし1.7ミルまで下げられます。なお、原子力船をバラ積船にした場合、燃料オイルが不要なため、積載容量が増加されるというよく知られた利点があります。コンテナ船の場合には、原子力船は排水量の点で有利であり、このため在来船とくらべて高速度または同速度のところでは、機内の出力が少なくすみすみます。別の研究において、われわれは20フィートの標準コンテナ1,300個積み、速度24ノット、出力572,000軸馬力の原子力船が、ただいま述べました排水量の減少から、速度の点で半ノット速くなるものと試算しました。もつともこの程度の利得は、原子力船の特性として、安定のためのバラスト・タンクが不要なことによつても得られます。速度を上げるために通常船型の改善が行なわれますが、船幅はパナマ運河の幅によつて制限されてしまいます。この点、原子力コンテナ船の船体設計には特別の注意が必要です。あらゆる経済性に関する研究が高出力による原子力船の大きな利点を示しております。このことは、また第一に大型、高速、コンテナ船は原子力推進プラントを装備すべきであることを明確に示しております。ご存知の通り今日発注されたコンテナ船の最大出力はすでに12万軸馬力にもなっております。しかし私はこのような船、すなわちレーニン、サバンナ、オット・ハーン、むつにつづく第二世代の原子力船に対しての原子力推進機関が、ただちに市場にでまわるとは思いません。

第一に、1万または2万軸馬力の機関から12万軸馬力以上の機関を開発するには、非常に

大きなステップがあることを考える必要があります。次にコンテナ船の船主は特別な事情のもとにあることを考慮しなければなりません。コンテナ船は、たいてい、数隻をプールして、また場合によつて複数の会社からのプールで種々の航路を航行しております。例えば、ドイツの船会社 (The Great German Shipping Lines) が参加している。ヨーロッパ・オーストラリア・サービスでは 10 ないし 12 隻で一つのプールを形成しております。ほとんど同型の船舶を所有することが、予備品や乗員の交換などの点で好ましく思われます。現在の経験からいつて、このような国際的な運航団体に同規模の原子力コンテナ船隊を売り込むことは、ほとんど不可能のように思われます。さらに、定められた出港スケジュールによつて、適当なチャーター船による代替が得られないので、あらゆる強制的回収が船主にとっては可酷な経済的損害になります。これらの理由から、今日の情勢において、コンテナ船主に原子力推進を採用させることは、非常に困難であります。この点を考慮して、GKSS は、ドイツの船舶会社との協力のもとに、大型バラ積船を原子力第二船として建造する考えを進めております。しかし今のところ、推進力は約 4 万軸馬力に制限されております。技術的なエクストラポレーションはそれほど大きくなく、また貨物収入に関するリスクも、この一隻だけであれば、運航不能になつた場合に、チャーター船で交替できるので、制限されることと思ひます。

このようなプロジェクトをただちに実施することは、原子力推進の実現にきわめて望ましいことと信じます。確定的なプロジェクトはすでにドイツ連邦共和国で進められており、いまのところ造船所と原子炉メーカーに引合いが出されております。原子炉メーカーから変更案が申し出されておりますが、その一つは、EFDR と呼ばれるオット・ハーンの FDR の改良型で、もう一つは、内蔵軸流循環ポンプづきの沸騰水炉であります。

ドイツの原子力第二船は、おそらく 20 万トン以上の容積と適当な出力を有するバラ積船で政府の援助を受けることはまちがいないと思ひます。1968 年から 1972 年のドイツの第三次原子力計画でも同じような船をつくる可能性があります。ドイツ連邦共和国では、原子力発電所の導入の際に行なわれたものと、できるだけ同じような政府の援助を考えております。この方法によつて、船主は同等の在来船との経済的ギャップに対する資金ぐりの援助を受けることができます。そのうえ、この場合は船主であります。運航者には今までの実績によつて計算した運航費が保証されております。この保証は、例えば原子炉系の故障によつて停船期間があつた場合に有効であります。結局、この意図するところは、船主があるパーセントまでの潜在的な損害を分担すると思ひますが、船主を原子力船特有のリスクから解放することにあります。第二世代の原子力船の促進方針は新しいものではありません。また、アメリカの援助

法もこの考え方と同じようなものであります。

私は、援助を受けた第二世代の原子力船が、船舶会社によつて、運航され、有用であると証明されたあとで、初めて、政府の援助を受けない第三世代の原子力船が、純粋に経済競争のもとで、建造され運航されることになると思います。この時はじめて高出力の大型、高速、コンテナ船が注目されることになると思います。このような開発の時間的経過を考えると、第二世代の原子力船の経験は1970年代中期に役立つものと思います。商業的に躍進を開始するのは、1970年代末になるものと思われま。

この時間的予測は、当然特別の需要、例えばアラスカなどへ向かう北西航路用砕氷タンカーなどによつて変わるはずであります。大型原子力潜水タンカーについても種々の論議がありますが、われわれとしてはそのような計画を検討しませんでした。

原子力推進の商業的利用に対する開発と将来性は一層の努力によつて現実的なものになると思います。そのために、たえず投下資本と燃料費の低減を意図とする研究開発を継続する必要があります。この分野において懸命な努力をするものだけが、将来の商業利用に参加する機会を得ることになります。

GKSSの活動においてわれわれはこれらの問題を扱っている関連工業会と種々の協力を行なつております。インターアトムのインターナショナル・リアクタービルディング社とは、緊密に協同して、オット・ハーンに採用した原子炉型式の開発を進めております。理論計算や設計とともに、われわれの試験炉では、材料およびバーナブル・ポイズンの照射などの実験的な試験を行なつております。技術的実験の分野では、動揺試験機が洋上の条件下で、実物の制御棒駆動装置を試験することができるという特記すべきものであります。その他、蒸気サブプレッションの原理について、実物大の実験ができる試験装置の準備を進めており、また炉心の最適設計、熱力学やバーン・アウトなどに役立つ熱交換器の流動実験の準備も進めております。要するにこのような開発研究の特長は、何もざん新なものにするのではなく、ただ非常な努力によつて、すべての機器を改良し、簡単化することにあることを申し上げたいと思います。

ここ数年にわたつて、われわれはGHH(Gutehoffnungshütte Sterkrade)社と提携してクローズト・サイクルのヘリウム冷却高温ガス船用炉方式の調査研究を行なつております。この基本的概念を取り入れた陸上炉が、われわれのゲーシュタハト研究センターで目下、2万2,000 kWeのプロトタイプ発電所を目標に建設されております。その完成は1974年に予定されております。われわれは高温ガス炉が船用として利用できるかどうかは将来の問題であり、現在の作業は長期開発計画のスタートにすぎないと思つております。

またわれわれは原子力船特有の問題について、工業界と相互に意見を交換してまいりました。耐衝突性や、船用炉の自動制御については、特別の注意が払われております。耐衝突性の件につきましては、7.5分の1の模型で、種々の衝突壁による一連の試験を行ないました。

私の報告の結論として、原子力推進がますます将来の海運業に対して果す役割をまして行くという私の楽観的な意見を申し述べたいと思います。しかしながらこの目的は、たゆまざる努力によつてのみ達成されるものであつて、プロトタイプの原子力船を建造するために今日まで蓄積された知識を供することを躊躇してはならないと思います。

最後に、すべての造船および海運国は原子力商船に対する国際レベルの組織的、法的な条項を設けるべきであるということを申し述べておきたいと思います。

東京でみなさんとお会したこの機会に、世界の指導的な造船国としての日本が、やがて、原子力船「むつ」の建造によつて、いまだ数少ない原子力船選航クラブに加わるという事実を申し上げることは、まことに喜ばしいことであります。ドイツ連邦共和国と同様、日本においても、原子力船の建造によつて、海運会社やその他の関連団体、あるいは監督官庁に、新しい推進方式が、実現可能であること、また、経済的競争への進出途上にあるということを示されることを希望致します。

## アメリカにおける原子力発電の現状と将来

アメリカ原子力委員会

委員 C. E. ラーソン

議長ならびに日本原子力産業会議のご関係者ご一同様、ここで今日みなさんにこうしてお会いできることは私にとりまして大変名誉なことでもあります。特にアメリカ原子力委員会の一員として最初に海外に出かけるのがこの日本であり、また私自身にとつても非常に関心を抱いてきた日本にはじめてこられたことは大変な喜びであります。日本の科学、技術および産業における業績のほか、いくたの文化、芸術の分野における業績は、世界中に多くの尊敬を勝ち取っております。

シーボーク委員長および私の訪日の目的は、日本原子力委員会とアメリカ原子力委員会の第二回の公式会合のためであります。これらの会合は両国間の原子力平和利用の分野での緊密かつ友好的な関係の存在を物語っております。私はこの急速に深まつてゆく協力関係は、両国にとつて大きな相互利益となることを確信しております。

両委員会の会合は象徴的なものにとどまつているのではなく、それ以上のものであり、われわれは西田委員長はじめ他の原子力委員のみなさんと、原子力平和利用に関する幅広い懸案に関して貴重な話し合いを完了したところですし、また多くの分野で密接なる協力をするというわれわれのコミットメントを再確認したわけです。これらの会合の過程で、日本に対する平和目的のための濃縮ウラン供給量を増加されるべく、日米間の現行協定の改正を本国政府に提案する用意のあることを表明いたしました。現行協定下でも、また提案されている協定の改正下でも、アメリカは日本に対して世界のどの国に対する濃縮ウランの供給コミットメントより多くの量を供給する約束をしているわけです。昨日シーボーク委員長は、世界全体としての原子力発電の将来について議論を展開いたしました。今日、私はさらに世界で一番規模の大きいアメリカの原子力発電計画についてその詳細を述べさせていただきたいと思っております。

これらのことを政府レベルと産業レベルの両方の段階で論議することは、特に適切なことと信ずるのです。と申しますのは、日本の原子力発電計画は世界で最も大きいものの一つでありますし、また急速に成長しているものであるからです。事実、1980年代中頃には、日本は世界で第二番目の原子力発電の生産者となるかもしれません。アメリカと同じように、日本における電気事業は強力で、独立し、かつ大型民間電力会社によつて構成されている点も興味あることであり、製造業界もまた発電用機器部門に長くたずさわつた歴史のある競争関係にある

くつかの民間会社よりなつていることも関心をひくわけです。したがつて、われわれ両国は、相互に多くのものを提供し、学ぶことができると信じているのであります。

#### 原子力発電の場合

原子力発電計画に直接たずさわつている方以外の方々のために、ここでなぜ、アメリカ、日本またその他の国々が、この新しいエネルギー源に急速に大きくなる動力需要の一部を、大きく依存していくことになるのかという理由を明らかにしたいと思ひます。高度競争産業社会において、ある一つの需要を満すために最も経済的な方法をさがすということは自明のことです。しかしながら、価格の経済ということだけが長期の国益に影響のある重要な決定の基準ではないということをもますます学びつつあります。原子力発電の場合は、この原則の一つの良い例であり、幅広い意味における経済性というこはあるにしろ、原子力エネルギーにわれわれが強い関心を抱いている理由は、現在すでに多くの条件のもとに原子力発電が電力生産の最も安い方法であるという事実よりさらに深いものであります。これらの同じ理由が現在われわれが要求している原子力計画および将来のものとして描いている原子力計画に大きな影響を与えているのであります。

アメリカにおいて原子力発電が最前線に進んだのは次の理由からです。

アメリカの多くの地域で競争力のあるエネルギー源を入手可能にすることによつて、原子力発電は発電コストを安定させ、かつ減少させることができる。

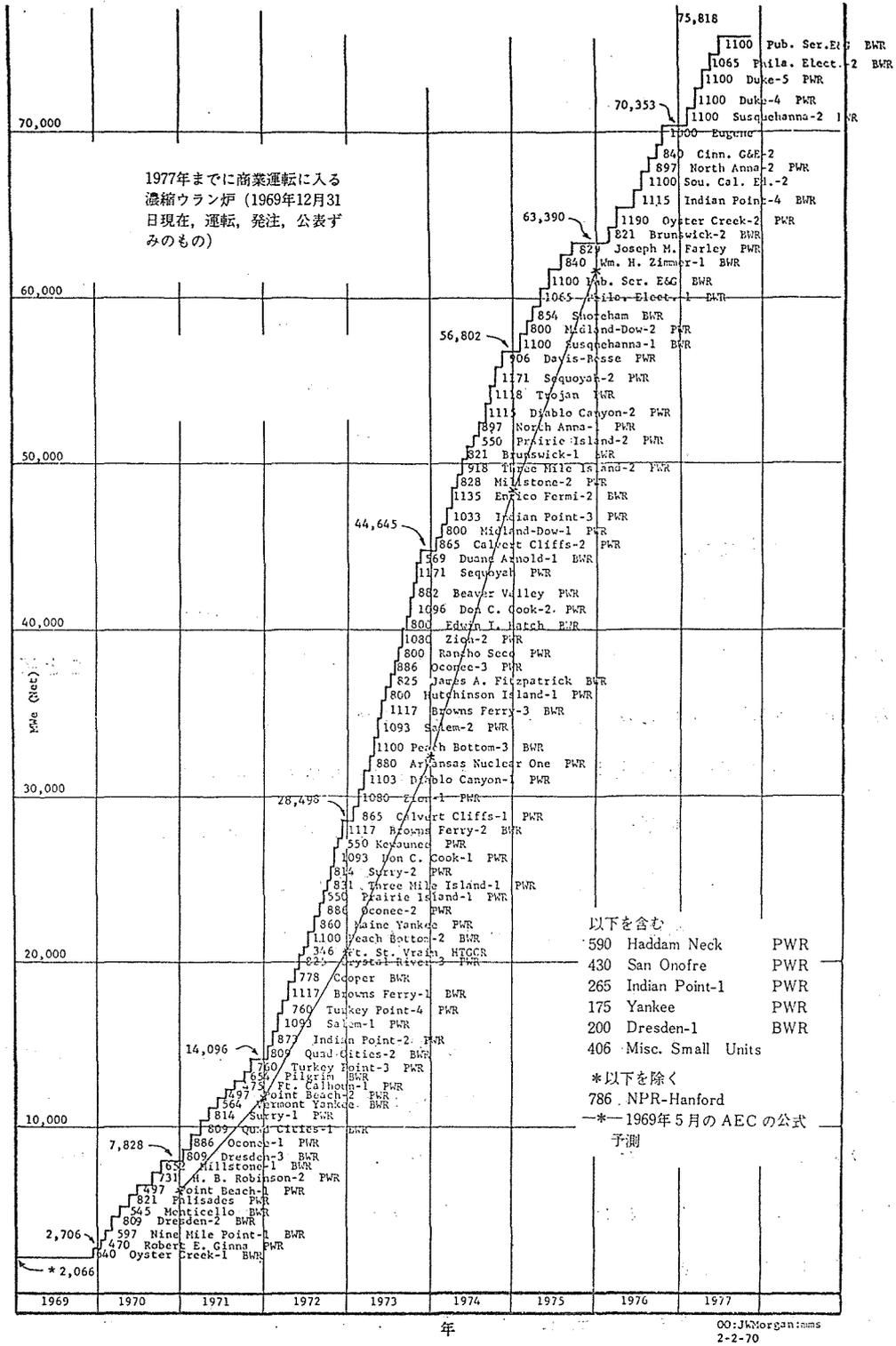
原子力エネルギー源が入手可能なことは、国内エネルギー源から、今後長い世代にわたつてアメリカのエネルギー需要に対応することを可能にすること。

核燃料の使用は、化石燃料資源を動力生産用のためにとつておくことができると同時に、例えば化学製品、合成ゴム、プラスチックなど特に化石燃料を適当な用途のためにとつておくことを可能にすること。

原子力発電は燃料の大量輸送と貯蔵の必要性および投資を減少させる。したがつて、場所によつて原子力発電コストはわずかな変化しかなく、原子力発電サイトにはより以上の選択の柔軟性がある。また原子力発電の使用は、アメリカの輸送体系の重荷を軽くすること。原子力発電には、われわれ何百人の健康、福祉に大きな脅威となつてきている大気汚染というものがなないこと。

大量に低廉なエネルギーが約束されることは、淡水化、およびプロセスヒートなどのエネルギー大量使用の産業応用に潜在的有利さを提供すること。

アメリカは豊富なエネルギー源に恵まれてきました。また現在でも多くの化石燃料—特に石



第1図 アメリカの原子力発電見通し

炭一を保有しております。しかしながら、われわれの化石燃料の供給は無制限なものではありません。これらは将来の世代によつて、より以上に必要とされるでございましょう。今でさえ、これらの不均一な分布と高い輸送費というものが、原子力発電を電気エネルギー市場の大きな部分で、より経済的に好ましいエネルギー源としているのであります。

これがわれわれが現在の計画の基礎を置く経済的、資源的背景であります。それではその計画をみたいと思います。

#### アメリカにおける原子力発電の現状

1962年にアメリカ原子力委員会(U.S.AEC)は今世紀末に電力の半分は原子力発電によるであろうと推定しました。今までになされてきた進歩からしますと、この推定は低すぎるというようにみえます。現時点で、アメリカには運転中の原子力発電所が17あり、容量は約500万kw、現在までに600億kwhの電力を生産しております。

軽水炉という現在のびている炉型の最初の商業規模のものは、シツピングポート(ペンシルバニア州)で10年以上も前の1957年に運転開始しました。これらの軽水炉の技術は、防衛目的の原子炉の技術にもかたく基礎をおいておりました。

アメリカの動力炉計画の最も重要な現在の進展は、いわゆる第2代目の大型軽水炉の完成であります。今までに42万kwから80万9,000kwの規模の6基のBWRとPWRがすでに運転に入つております。例外なしにそれらの初期運転状況は、どの水準からみてもきわめて印象的なものであります。

平均70万kwe近くの規模の原子力発電所がさらに7カ所1970年中に商業運転に入るものと期待されております。したがつて、1970年末には商業運転をする原子力発電所は900万kweに達するでございましょう。これらの発電所の完成は原子力の総設備量において大きくリードした地位にアメリカをおくことになるでございましょう。その後も多くの発電所の完成が続くことを図で示してみましよう。(第1図)

今日の時点での予想では、1971年に10発電所、1972年18発電所、1973年15発電所が完成します。さらに重要で興味あることは、これらの発電所の平均出力が80万kweをこえていること、さらには110万kweというような大型のものも含まれていることであります。

統計的観点から要約すると、アメリカは運転中、建設中、あるいはしつかりした計画の原子力発電所の総容量が8,000万kweを超えているということでありまふ。この原子力発電の容量は20年前のアメリカの全電力生産能力に匹敵するものであります。われわれの推定は、シーボーク委員長も確言したように、1980年には原子力発電容量が1億5,000万kweになつて

いくということでもあります。

長い伝統により、アメリカの原子力機器産業はアメリカの代表的な発電関係機器のメーカーによる民間産業の形態をとつております。軽水炉の分野でも競争関係にある4社によつて占められていることを誇りに思います。Bobcock & Wilcox, Combustion Engineering, General Electric, Westinghouseで、これらは各々かなりの市場占有率をもつております。この競争というものは、他の要素に加え、アメリカおよび海外の購入者に対して最ものぞましい条件、製品、サービスの提供を保証するものであります。

上に述べたことにかかわらず、最近のアメリカでは原子力発電所の発注状況に減少がみられます。このような状況を理解するために、過去数年にわたるアメリカお電力も概観してみるとにしましょう。

アメリカにおいては、発電設備の購入は歴史的にいつて、周期的なパターンをとつてきました。しかしながら、1966年の初期に電力会社によるタービン発電機の発注の速度が前例にないほど急速になつてまいりまして、1967年の第1四半期には2,500万kweというピークを迎えました。この主な理由は、電気事業者の経営者が電力の将来の需要は彼らが予測したものより大きくなるだろうと徐々に気がつきはじめたからであります。彼等はこのような需要に対応してゆくためには、かなり短期間に通常より大きな発電能力を設備しなければならないと結論を出したのです。

1965年11月9日に、こうした電気事業者の発注の波に推進力を与えた前例のない劇的な事件が起りました。それはアメリカの最も人口および産業稠密地帯とカナダの一部をおそつた北東部大停電であります。停電はラツシユ・アワーのピークの直前に起り、ニューヨークをふくめて多くの場所で翌日まで続いたのであります。

予想されるように、1966年および67年に発注されたタービン発電機の引渡しはかなり先のものであり、さらにこれが引渡時期がそれよりも先の電気事業者の発注をうながしたわけであります。

原子力発電もまたこの発注の波で顕著なシェアをとり、これは電気事業者が安全性、経済性、信頼性、大気汚染からの自由、というものを受け入れたことを反映しておりました。

1967年のなかごろには新規発注の累計は追加予備力、需要増、およびより長い引渡時期に本質的には見合うものとなりました。したがつて1967年の後半、68年、69年の前半は発注率は減少し、1969年の第1四半期には発注量400万kweまで落ちました。原子力発電もこの減少を当然のこととして分けあつたのであります。

さらに、このように減少する市場の中で原子力発電の占める割合はより減少しました。昨日シーボーク委員長が一般的な表現をしたこの減少の理由をさらに詳細に分析することは重要であります。

はじめから原子力発電所の発注は、ながい引渡し時期をとらなつておりました。このことは、ある発電所での完成が遅延したということと相まつて、電気事業者の設備計画の短期のギャップは、在来火力によつてうめられなければならないということの意味していました。原子力発電所の完成の遅延は、いくつかの理由によつておりましたが、そのほとんどが、初期の発注の洪水の密度そのものによつてひきおこされておりました。例えば、それは機器の引き渡しの遅延の場合もあつたし、また現場の建設工事の遅延の場合もありました。原子炉圧力容器の供給者が、多くの発注をかかえることにより、スケジュールが遅れ、圧力容器の多くが、アメリカおよび日本などの会社に再発注されることもおきました。

on-siteの建設工事に関する問題は、いろいろなものから生みだされています。それは熟練工の不足、ストライキ、またある場合には原子力発電所建設に要求されるきつい仕様と合致しないために、修正や再加工しなければならない必要というものを含んでおります。

もちろん、これらの問題が原子力産業界によつても、AECによつても注意深く分析されたことはいふまでもありません。われわれの熟慮した判断では、これらの困難は急速に成長する新産業で通常遭遇する典型的なものであり、過渡的なものであり、現在ではほとんど克服されております。

この現象をわれわれは産業の習熟曲線(learning curve)と呼んでいます。われわれの感じでは原子力蒸気供給システム(NSSS)に関する限り、このカーブに沿つて大きく進んでおり、大きな問題は過去のものであり、将来は重要かつ確実な獲得が残されております。この教育プロセスでの利益者は、もちろんアメリカと海外の原子力発電所および電力の購入者達であります。

建設が提案された原子力発電所に関する安全性についてのわれわれのレビューは、世界中のどの産業に較べてももつとも完全かつ注意深いものであり、われわれはそれにほこりを感じております。アメリカおよびその他の国で建設中の米国炉について可能なかぎり最も高い品質レベルを保証するために生ずる遅延という代価は、われわれが最も進んで支払つてよいと考えているものであります。もちろん、規制プロセスそれ自身は効率という面で改良の余地はあり、これは前に述べた習熟カーブにそつて行なわれるものであり、また発電所の設計および部品の標準化が進むにつれ行なわれるものであります。発電所の建設費や経済性にもいろいろな変化

がおこりました。これらの変化は二通りあります。すなわち、すべての発電所に共通の影響を有するものと、原子力発電に好ましい影響をもつたものであります。アメリカにおいては、最近のインフレ期においては建設費は最も急速に増加してゆく要素の一つであります。この要素は、当然のこととして、在来発電所と原子力発電所に同じ影響をもたらしました。しかしながら原子力発電所の建設費が高いことからして、原子力発電に対しては若干大きい影響を持っております。見逃されやすいもう一つの要素は建設中利息であり、これは原子力発電の建設費と建設期間がより長いために、より大きな影響をもっております。利子率がアメリカにおいて歴史的なレベルまで下つてきて、また建設期間の短縮が図られれば、この要素の重要性がうすらくことは明白であります。

原子力発電所の建設費を詳細に検討してみますと、興味あるまた予期しない結果がでてきます。第1表は、1975年運転開始の100万kWeの発電所のコストの内訳であります。これによると原子力蒸気供給システムは、kWeあたり36ドル、すなわち全体のコストの18%であり、タービン発電機を4%しか上回りません。明らかなことは、コスト低減のためのさらなる努力は原子炉部分以外の建設費に集中されねばならないということであります。

#### 新型炉の開発

U.S.AECに在るわれわれは、将来のエネルギー需要を満すための計画の必要性を感じております。電力の需要が急増することと、またさらに高い経済性を達成するために、電力を生産しつつ、消費される分裂性物質の量よりも多量に分裂性物質を生産するような進んだ原子炉を開発しているのであります。これらの増殖炉はわれわれの原子炉開発計画の中で最も高い優先順位を与えられており、1980年代中頃には、商業的に競争可能な増殖炉の運転を開始するであります。この中で液体金属冷却高速増殖炉(Liquid Metal Cooled Fast Breeder)が一番目の優先順位をもつています。これらの増殖炉は、相対的に高いコストの鉱石を燃料源に使うことを経済的に可能にし、したがって、経済的に使用可能な世界の鉱石量が増加することになります。もし燃料の倍增時間の7年間というようなものが達成できれば、30年のうちに必要に応じ新しい原子炉の燃料を供給する自己維持の可能な原子炉体系になります。

われわれは増殖の重要なポテンシャルを有すると思われる他の概念についても研究中ですが、それらは高温ガス炉、軽水増殖炉、オークリッジ研究所で開発中の溶融塩炉であります。

#### 液体金属高速増殖炉(LMFBR)

最初の優先順位を有するLMEBRの計画はR&D努力の拡大によつて加速度を増しつつあり、またこれは設計における進歩、大きな実験設備の建設によつてもたらされており、LMEBRの概

第1表 100万KW原子力発電所(1975年運転)の資本費

NUCLEAR STEAM SUPPLY SYSTEM (MSSS)	\$ 36,000,000	18 %
TURBINE GENERATOR	28,000,000	14
BALANCE OF PLANT*	68,000,000	34
ENGINEERING & CONSTRUCTION MGT**	12,000,000	6
CONTINGENCY	8,000,000	4
OWNER'S COST	3,000,000	1.5
INTEREST DURING CONSTRUCTION	20,000,000	10
ESCALATION	25,000,000	12.5
TOTAL	\$200,000,000	100

\*Engineer-Constructor:

Buildings & superstructures (100,000 cu.yds.concrete; 10,000 tons rebars)

Utilities

Containment

Feedwater purification

Service systems for NSSS

Craft labor (35%)

Electrical equipment

Piping

\*\*Project management; overall design; supervision

念は商業的応用にむかつて進んでおります。

LMFBR の物理計画の進歩は、いくつかの新しいあるいは改良された装置の運転開始によつてもたらされました。ゼロ出力プルトニウム炉(ZPPR)は1969年4月臨界に達しました。ZPPRの目的は、炉心設計の基礎となる重要な核パラメータの決定をするための炉心のシミュレーションであります。1969年11月にはZPR-6,ZPR-9と改良された施設の臨界装置の運転が認可されました。ZPR-3とともにこれら4施設はLMFBRの設計運転に必要な炉物理データを提供することとなりましょう。高速中性子束実験施設と実証期模の原子炉の炉心の物理的パラメータを検討するための一連の試験は、基礎的なものに加えて現在行なわれております。

SEFORの最初の臨界は、1969年5月3日に達成され、この高速中性子炉は熱出力2万kW

混合酸化物燃料を使う LMFBR の固有の安全性を実証するために設計されたものです。

ゼロ出力の実験計画部分はほとんど終了し、全出力運転の免許も発行されました。一定出力運転計画および最高 2 万 kW でのオンレータ実験も transient 運転に続き近々開始されるであります。SEFOR 計画は、Southwest Atomic Energy Associates, GE, 西独, ユーラトム, AEC の共同努力であり、協力関係はきわめて順調に進んでおります。

カリフォルニア州のサンタ・スザンナにおける液体金属技術センターで、ナトリウム・コンポーネントの試験計画が進んでおります。ナトリウム・コンポーネント試験施設と呼ばれるものは、蒸気発生装置を 35,000 kWt の出力および最高温度でテストする施設であります。試験中におきた蒸気発生装置のチューブの破損もなおり、最近運転が再開されました。大型部品の試験ループは、ナトリウムの高速流量下におけるコロージョンの影響を調べるための試験を、

2,000 時間以上にわたつてすでに行なつており、またナトリウム環境のもとにおける制御棒駆動装置の実験も行なわれています。大型ナトリウム・ポンプを試験するためのナトリウム・ポンプ試験装置も現在設計中であります。

LMFBR の安全性分野の計画についても大きな努力が始められております。安全性指向の R & D および解析は、燃料破損の伝ばん、ナトリウム沸騰、燃料集合体のインテグリティ、事故の定義、安全関係計測装置、炉心スランピング、熔融燃料の挙動、ナトリウム火災、エアロゾルの挙動、核分裂生成物の放出、および気象学的分布などにわたつています。

EBR - II は高速中性子束照射施設として、引続き運転され、その役割をはたしております。1965 年試験運転を開始して以来、1969 年末までに 1,083 件の照射実験および 78 アセンブリーの照射が行なわれています。

1969 年に行なわれた試験運転では、EBR-II の出力は 50 MWt から 62.5 MWt まで安全に増加できることが示されました。この増加出力での連続運転は、本年のなかごろになるよう計画されております。

1969 年中に、EBR-II の driver 燃料の燃焼度の上限は、かなり増加できることが示されました。このことは EBR の availability の増加ということばかりでなく、燃料コストの節約をもたらします。

燃料および材料の分野における開発の仕事もいちじるしく加速されました。かなりの数にのぼる燃料ピンについて、高速中性子束および熱中性子束下で幅広い照射が行なわれました。

フェルミ炉はデトロイトにあるナトリウム冷却高速増殖炉であります。このプラントは PRDC (Power Reactor Development Company) によつて所有され、運転されています。

フェルミ炉の運転は、燃料溶融事故によつて1966年10月5日中断されました。この溶融は、後にジルコニウム・シートによる一つあるいは、それ以上の燃料チャンネルでの部分的流量のブロックによつて起されたことが判明しました。

燃料装填の開始および運転技術仕様の認可がPRDCに出され、すでにpower demonstration program燃料装填が行なわれております。現在のPRDCの計画では1970年なかごろに運転を再開する予定であります。

高速中性子束施設(FFTF)は40万kWtの原子炉で、ワシントン州にあるAECのリッチランドのサイトに設置されることとなり、1974年には出力を開始し、その時点からアメリカの高速炉計画の高速中性子束燃料および材料の主要な照射設備となるでしょう。この施設は以前はPacific Northwest Laboratoryによつて運営されましたが、この機能をWH社にまかすべく契約の交渉が行なわれております。

FFTfの概念設計は現在進行中であつて、数個のアイテムについて参考設計が行なわれております。Combustion Engineering社が原子炉のベツトおよび容器の設計を開始しています。開発中のポンプ、中間熱交換器および格納容器建屋の仕様書が現在準備されつつあります。

アメリカで軽水炉の技術の開発でとられたと同じようなアプローチがとられており、AECは目下、LMFBRの協力実証プロジェクトにいたるような最初のいくつかの段階を進んでいます。現在、われわれのLMFBR計画は、30万-50万kWeの3基の実証炉を2年間隔で運転開始させることになつております。AECは原子炉メーカー3社と契約交渉を行なつております。それらは、North American Rockwell社のAtomics International Division, GEおよびWH社であり、各社ともそれぞれ電力会社と協力して、一基の実証プラントのプロジェクト決定段階で仕事をしております。

動燃事業団とAECの高速炉交換協定は1969年から効力を発しております。われわれはこの相互の計画に関する情報交換は相互の利益となるものと信じております。

昨年この交換協定によつて、動燃事業団の数多い人々が、AECおよびAECの契約施設をおとずれました。また、AECの代表者達も動燃の施設のいくつかを訪問しております。さらにAECの研究所に3人の動燃派遣の人員を配置することも取決められております。その他の活動としてはアメリカにおいてサンフランシスコでのANS/AIFの会議の際行なわれた物理、安全分野での技術会合も含まれており、ここでは高速炉に関する技術的な報告書が交換されました。

#### 高温ガス炉(HTGR)

AECのガス冷却炉(HTGR)の目標は、早い時期に大型商業用HTGRの導入を図ることであ

り、またこれはトリウム燃料サイクルによつて、燃料の利用、高温および高い熱効率にかなりの改良を約束するし、また環境に対する熱および放射性廃棄物の放出にかなりの減少をもたらすものです。

4万kWeのピーチ・ボトム実験HTGRはGulf General Atomic社によつて建設され、Philadelphia電力によつて運転されていますが、1967年6月に運転を開始して以来、4億6,700万kWhの電力を生産しております。現在は、第一炉心の燃料取換えのためシャット・ダウンしておりますが、第二炉心は改良されたものであり、今年の夏に運転が再開される予定であります。

Fort St. Vrainの33万kWeのHTGRの建設は予定通りの進歩をみせており、1970年3月現在で58%の完成率であります。建設の完了は1971年のなかごろと予定され、1972年の初期には全出力運転を開始する予定です。この原子炉は冷却塔を使用し、正味の発電所効率は39.2%であります。このプラントはGulf General Atomic社とコロラド州のPublic Service社との契約によつて建設されており、これにAECが協力しております。

超高温炉実験施設は成功裡に試験運転され、全出力まで上げられました。(出力は3MWt電気はなし。)また、温度は1969年に2,400°Fに計画通り達成されました。しかしながら予算的理由によつてこの計画は最近終了されました。

AECの基本的なHTGRおよびトリウム利用計画は、HTGR概念に技術サポートを与えることであり、現在は、100万kWeの商業用HTGRのR&D援助の方向に向つています。これらの活動は、Advanced Fuel, 核分裂生成物の燃料内との一次冷却系列での動向、物理、部品、再処理、再加工を含めたU235のリサイクルといったもののR & Dの仕事を含んでおります。

ガス冷却高速増殖炉に関しては、AECは限られた援助を研究開発に向けております。1971年度の限られた予算内では、われわれのガス冷却炉の重点を、現時点では、大型高温ガス冷却熱中性子炉の商業的な実現というところに置くことを要求されております。ガス冷却高速炉は、大型商業用HTGRの成功裡の開発の後に、当然続くべき計画であります。

#### 軽水増殖炉

軽水増殖炉(LWBR)計画の主たる目的は、熱中性子炉における燃料利用を大きく改良するために、必要な技術を開発するところにあります。この技術は増殖炉炉心を設計・開発し、かつ SHIPPING PORTにおける原子炉プラントで使用、運転することによつて実証されるでしょう。プラントの設計は大きく変更する必要はなく、炉心設計に関する部分だけの変更にとどまるのでありましょう。この原子炉炉心の運転によつて、シード・ブランケット炉心仕様でTh-U

233燃料システムを使うことによつて、軽水炉系においても増殖が達成されることを実証するでしょう。この増殖の実証を成功裡に完成することは、現在ならびに将来のPWRに増殖炉心を使うことが可能であることを示すでありましょうし、また大型の軽水増殖炉に直接使用できる基礎的技術を用意することにもなります。

#### 溶融塩炉

MSR(Molten Salt Reactor)計画は二つの計画要素をもつて行なわれています。(1) Molten Salt Reactor Experiment(MSRE)およびMolten Salt Breeder Reactorsの鍵となる技術的問題の分野でのR & Dであります。

MSRの活動のプロジェクトの目的は、MSRシステムの技術を開発し大型中央発電所で経済的な電力を生産することの産業的ポテンシャルを評価するためのものです。MSRの概念は良い中性子経済で、かつ高温で燃料および材料の運転を可能にし、またon-siteでの再処理と組み合わせれば、短い増殖時間と、魅力ある燃料コストをもたらし可能性がります。この概念は液体燃料を使い、したがつて燃料要素の成型加工を必要としません。

1969年12月12日MSREはその大きな目的を達成してシャットダウンされました。シャットダウンの時、MSREは全出力運転に換算して13,000時間以上運転され、これはこの実験の可能性をさぐるために当初計画されていたゴールの2倍以上のものであります。初めての臨界以来4年半が経過しましたが、MSREは17,000時間(2年相当)以上臨界でありましたし、U235、U233を使つた高温Molten Fuel Reactorの成功裡の運転を実証しました。U235燃料はフツ化法によつて初期燃料から回収されました。

MSREに続く1970年度、1971年度の計画はMolten Salt Breeder Reactor Technologyであつて、これは燃料、材料、燃料再処理、部品の技術開発に集中されることとなります。

#### 環境の要素

最近、アメリカで開発された大型発電所のすべてのタイプが環境に対してもつ影響に、国民の関心がますます大きくなつてきているということは、今日、ここにおられるみなさんご存じのことと思います。この懸念というものは、将来すべての型の発電所の適当な敷地を選ぶことをアメリカでますます難かしくなつてきていることを意味しています。しかしながら、AECとしてはこうした国民の懸念というものが出来たこの機会を、原子エネルギーに関する話を国民がわかることばで話す機会としてとらえなければならぬと考えております。したがつて、AECは大衆がわかる言葉で情報を国民に提供する大きな努力をしており、これは原子力発電の高度の

技術的側面にわたっております。

環境的要素を考慮することは、原子力発電の将来にとって重要であり、利益をもたらすとともに、ある付随的な影響をもつすべての近代的技術についても同様のことがいえるわけです。人口と生産性が上つている世界においては、この影響は無視できないものです。この種の問題の最も典型的な例は、大気汚染の問題です。世界の大きな都市の非常に多数の上におおいかぶさる有害な、かつ見栄のしないスモッグを軽くすることに原子力発電はかなりの貢献をすることができます。アメリカにおいては、例えば、Southern California Edison社が今後ロスアンゼルス地区に設置する発電所は、原子力発電所になるものとわれわれは予想しており、またこれは徐々にカルフォルニア州すべてにまたがるものになる徴候があります。アメリカにおいてやつかいなる問題である発電所敷地の問題の一つに、熱影響とよばれている問題もあります。これはコンデンサー冷却水の排出から起る川や流れの水溫上昇問題です。これはもちろん原子力、在来火力発電所両方に共通の問題ですが、熱効率が低いことエントツから熱のロスがないことからして、原子力発電所にとってより大きな問題です。この問題は、アメリカにおいて現在深く研究されております。アメリカにおいては、ほとんどの発電所が陸の水路に設置されております。このことは東海岸に供給している発電所についてさえもいえることであり、これらの水路は制限された規模と熱除去容量しかもつていないためにおきるのです。日本では通常海岸に発電所が設置され、したがって熱吸収については、海の無制限な容量を活用することができると思われるのであります。

原子力発電に関するもう一つの環境の側面は、放射性放出物についての誤解に関するものであります。事実、化石燃料プラント同様に、ガス状あるいは液体状放出物として少量の放射能を原子力発電所は確かに出します。このような原子炉からの排出は注意深くコントロールされた条件のもとにリリースされるのであり、環境にすでに存在する放射能レベルに対して影響をもたないきわめて低いレベルのものであり、有害と考えられているものよりもはるかに低いものであります。

原子力発電の環境に及ぼす影響に関する誤つた考え方の最後のものは、放射性廃棄物それ自体の処理の問題であります。今日ここにおいでのみなさんはすでにおわかりのように、分裂過程で生産される高レベル放射性廃棄物は核燃料から数少い中央再処理工場においてきわめて細心のコントロールのもとに分離され、環境から完全に孤立したところに貯蔵されます。

現在完成されつつある凝固法によつて、100ガロン(13立方フィート)の高放射性廃棄物は、1立方フィートの固形の比較的とけにくいものは減少させることができることは興味あること

であります。このように固形化された廃棄物は、使われていない鉱山に安全に貯蔵することができます。2000年までに生産される原子炉燃料の廃棄物の占める量はこの間に採掘される岩塩の量の1%にも満たないことが予想されています。このような進歩なしでも、放射性廃棄物は現在の方法でも控えめなコストと貯蔵量しか必要としません。

原子力時代における一つののろいであると一般の人が考えることから程遠く、われわれの近代的高消費社会においては、原子力廃棄物の処理の問題は小さな仕事のひとつなのです。

#### 核燃料の供給

アメリカの濃縮ウラン供給および濃縮サービス提供に関する政策については、いまや日本の原子力産業界は熟知しておられるので、多言を要しないと思います。

世界的規模で見れば、アメリカの濃縮ウランを使用する35基の原子炉が運転中、建設中、発注済み、あるいは間もなくアメリカ以外で発注されようとしております。

これらの事実は、いかなる政策表明よりも、アメリカの濃縮ウラン供給取決めが確立され、スムーズに運営されていることを如実に物語るものでありましょし、また、世界の原子炉運転者の承認をうけていることでもありましょ。

将来についていえば追加濃縮施設が必要となる時期がくることは明白であります。もちろんこのことを表明することは、アメリカの燃料供給取決めによつてカバーされる原子炉に関して懸念があるということではありません。協力協定にもとづくわれわれの長期供給のコミットメントおよび協定下の契約下でのコミットメントは、すでに現在ある容量にもとづいており、それらの容量はコミットメント分として留保されているのであります。しかしながら、世界における原子力発電の指数函数的増加は、現在、濃縮容量に大きな余裕があるとはいえ、いずれこれを満してしまふこととなりましょ。

われわれの推定では、これはたぶん1980年頃と思われ、現存する施設の改良に加えて、世界のいくつかの地点に新しい容量が設置されることになり、供給源が多様化するでありましょ。

#### 結 論

要約すると、われわれの膨張する社会は、非常に多数の新しい発電所の建設を必要としております。われわれは、通常、これらの発電所について二つの選択をもつております。すなわち、原子力が化石燃料かであります。選択には多くの要素が必然的に入つてきます。

シーボーク委員長が昨日述べたように、私もまた、将来、原子力発電がより一層重要な役割をはたし、それによつて世界の質を高めてゆくであろうことを確信するものであります。

パネル討論会－1

原子力開発と地域社会

3月27日

A会場

## 原子力開発と地域社会

議長

平田 敬一郎 氏 国土総合開発審議会会長

パネル・メンバー（五十音順）

井上 亮 氏 日本エネルギー経済研究所顧問

岩上 二郎 氏 茨城県知事

正親 見一 氏 東京電力常務取締役

河内 武雄 氏 中部電力副社長

笹生 仁 氏 日本大学教授

柴崎 芳三 氏 通商産業省企業局立地公害部長

田中 好雄 氏 科学技術庁原子力局次長

浜田 正 氏 日本水産資源保護協会会長

御園生 圭輔 氏 放射線医学総合研究所長

宮崎 仁 氏 経済企画庁総合開発局長

村田 浩 氏 日本原子力研究所副理事長

議長（平田） 私，平田でございます。本日の議長を仰せつかりましたので，司会をさせていただきます。

本日のパネル討論会の議題につきましては，皆さんご承知でございますので，もうあまりここで私がいろいろ申し上げる必要はないかと思いますが，原子力産業会議は2年ぐらい前から立地問題の重要性にかんがみまして立地問題の研究会をおつくりになりまして，私，その委員長をつとめてまいったわけでありましたが，昨年中間報告を取りまとめて皆さまにもご報告し，一般にも公表したことはご承知のとおりだと存じます。その後こういう問題が世界的にもいろいろ重要な問題になりつつあるということを知りまして，私ども，こういつた形での問題の正しい解決をはかりまして，原子力の平和利用の推進をはかるということが非常に重要な問題だと私個人として考えておりますことを最初に申し述べておきたいと思っております。

なお本日は多数の関係の方々それぞれの立場，あるいはそれぞれの研究，あるいは

それぞれの平素のお考えをお述べいただき、それによつて、できるだけ相互に理解を深めながら討論をしていくという形にいたしたいと思うのですが、大体順序だけを最初に皆さんにご紹介しておきたいと思います。

最初に井上さんから、総合エネルギー政策の見地からの原子力開発の重要性、それと立地問題との関連といつたことを少しお話ししてもらいたいと思います。次に、国土総合開発の見地から、原子力開発の問題、立地の問題等に触れていただくつもりでございますが、宮崎さんをお願いいたしたいと思っております。第3番目は、実はさつき申し上げました研究会、委員会でもだいふ立ち入つて検討いたし、なお検討を続けておるわけでございますが、地域社会との関連を特にいろいろなサイドから詰めてお話を伺つてみたい。まず1番目の施設をつくられる電力会社の側から河内さんと正親さんに、それから、日本では特に水産問題が関連しまして重要な問題でございますので、浜田さんをお願いし、さらに、地域社会の責任者であります地方自治のサイドからみた考え方なり問題を岩上知事さんをお願いし、それから研究開発のサイドから御園さんに、それから原子力産業会議で特に地域社会との関連を専門的に検討し、いま報告をまとめてもらいつつあります調査の結果を中心にいたしまして笹生さんをお願いいたしたいと思つております。

そこで約10分ほど休憩いたしまして、休憩後引き続きまして、原子力施設の管理行政につきまして、科学技術庁の田中さんに、さらにもう少し長期の将来の展望という意味におきまして、原子炉の多目的利用という見地と地域社会との関連ということで、村田さんをお願いしまして、最後に、産業立地政策という点からみて、それもやはり将来の展望を踏まえまして、通産省の柴崎さんをお願いしよう、そういう順序で本日の議事を進めさせていただきたいと思っておりますので、その点あらかじめご了承願いたいと思つております。

なにしろ皆さんの手もちの時間が短いので、意を尽くし得ないおそれがございますが、それぞれの角度からできるだけ重点的にお述べいただきましてご意見をはつきりいたしまして、最後20～30分討論をいたしまして、それで、できますれば、私、最後に取りまとめをさせていただきたいと思つておる次第でございます。

なお、進行の都合で、若干途中で変更、弾力的にやらせていただくことがあるかもしれませんが、その点ご了承願いたいと思つております。

私はそれだけ申し上げまして、さつそく議事に入りたいと思つておりますが、

井上さんから、さつき申しましたように、総合エネルギー政策からみた原子力開発の重要性と立地問題との関連といったことについてお願いいたしたいと思います。

井上 時間が10分と限られておりますので、簡潔に、私のいいたいと思います論点を申し上げてみたいと思います。

私は、一昨年秋、ワシントンで原子力のフォーラム大会がありました機会に、欧米のエネルギー事情を1カ月半にわたって勉強させていただく機会を得たわけですが、今年1月からまた1カ月間、同じくエネルギー問題で回つてみてまいつたわけでございます。日本のエネルギー事情と欧米のエネルギー事情と比較してみまして、結論的に申しますと、日本のエネルギー問題というのは、世界じゆうで一番むずかしい事態に置かれていると感じたわけでございます。

と申しますのは、わが国にはご承知のようにエネルギー資源がきわめて乏しいわけでございます。皆さま方、専門家を前にして申すまでもないわけですが、一次エネルギーの構成をみましても、たとえば昭和30年をとつてみますと、当時水力は21%、石炭は実に50%近い49%、石油は20%でございまして、その時点のわが国のエネルギーの輸入依存度はわずかに24%であつたわけでございます。ところが昭和43年度の実績をみますと、非常に大きな変化を遂げておりまして、水力は7.8%に落ち、石炭は10年前の50%からわずかに23%に落ちております。23%と申しましても、この中には輸入原料炭が含まれておりますので、国産エネルギーである石炭は、ウェートは非常に減少しておる。この反面石油は66%のウェートを占めておりまして、全体としてのわが国の輸入依存度は実に70%の多きにのぼつております。かつて、10年前はわが国のエネルギーの海外依存は20%までであつたものが、今日では70%をこえるという実態にございます。

このことは、簡単に申しますと、国際収支の問題、非常にむずかしい問題を提起いたしますとともに、日本の経済が今後高度成長を遂げていきます場合、資源問題が非常に大きな問題として、場合によると、この政策がうまくいかなければ経済成長の制約要因になつてあらわれてくるという実態をものがたつておるものと思います。

先ほど申しましたように、欧米の事情と比べますと、アメリカはご承知のように今日なお、電力のエネルギーとしても、石炭は5割を占め、一次エネルギーとしても5割を占め、国内の天然ガスが23%、そのほかに水力がある。石油はご承知のように国内にもありますし、海外にも利権があるという実態でございます。

英国にいけますと、日本とやや事情は似ておりますが、近年北海の天然ガスが発見されまして非常な勢いでございます。全土の都市ガスはこの北海の天然ガスに切りかえる。進んで工業利用にも回していくという事態でございます。

フランスにいきましても、アフリカ開発が進みまして、いまや石油については安定供給が可能な事態になつておる。

こういう中で、しかしそれにもかかわらず各国は原子力開発に将来をかけた研究開発をしております。そういった実態に比べまして日本は、資源が乏しい。エネルギーの基本原則でありますエネルギー源の安定確保という問題と低廉性という要求と、この2つを満たすためには、在来の資源では困難があるわけでございます。どうしても日本も欧米に負けない、むしろすすんで欧米を凌駕する原子力国にならない限り、日本のエネルギー問題は解決されないという感じを非常に深くいたしました。

それから、日本が原子力開発に欧米にまさる努力をしなければいかんと思ひますのは、最近、皆さま方ご承知の大気汚染問題がございます。大気汚染問題は今日アメリカが一番シビアな政策をとつておりますが、たとえばロサンゼルスでもニューヨークでも、ロスでは、石油のサルファ・コンテンツは0.5%以下でなければ重油を使えない。非常にきびしい制約でございます。ニューヨークにおきましても、1年半後には0.37%以下のロー・サルファの重油でなければ使用させないという実態でございます。

日本におきましては、皆さまご承知のように、44年の2月に閣議決定が行なわれまして、大気汚染のための環境基準がきまりましたけれども、これによりますと、中間目標であります48年度には、要対策地域平均で1.25%以下のサルファでなければいかんという規制がございますが、ただいま申しましたように、アメリカは日本の最終目標値に近い数値をすでにきめておるといふ実態からしまして、日本の大気汚染問題の解決方策というの、エネルギー業界全体にとつてたいへんに大きな問題になつていふことはご承知のとおりでございます。

これを長くいいますと時間が足りなくなりますのではしよりますが、結論的に申しますと、私は、そういった大気汚染防除という、エネルギー産業、あるいはエネルギー利用産業に課せられた使命を解決していくためにも、大気汚染の面では無公害であります原子力開発により—その傾斜がかけられざるを得なくなる事態だ、このように考えるわけでございます。

いずれにいたしましても、この原子力開発の必要性は、私はごく近年2回にわたつて

欧米のエネルギー事情をみてまいりましたけれども、日本の置かれているエネルギー事情あるいは産業発展の高度成長の姿、こういつた点を思い合わせますと、エネルギー問題の解決なくしてこの高度成長はなし得ない、そのかぎりは原子力だ、このように感じたわけでございます。

終わりにあたりまして、この原子力開発を急速に進めますためには、何と申しまして、原子力立地の問題、これを解決していかなければこの実現はむずかしいわけでございますので、私はかねて申し上げておりますが、やはり行政当局あるいは関係者一同は、もう少しこの原子力のもつ安全性についての国民的理解を得る施策なり努力が必要ではないかと感じておるものでございます。

時間の関係がありますので、はなはだ簡潔で申しわけなかつたわけではありますが、これをもって私の意見といたします。

議長 どうもありがとうございます。引き続きまして宮崎さんからお願いしたいと思います。

宮崎 私の申し上げることは、国土総合開発という面からみて原子力の立地問題を考えるということでございますが、国土総合開発計画ということは非常に広範多岐なことですからなかなかお話しにくいのですけれども、最初に、国土総合開発計画をつくる意味は何かというところから少し申し上げてみたいと思います。

国の政策を展開していくにあたりまして、各種の部面で非常に長期にわたる構想がなければならんということはおわかりのとおりですが、そういった長期のいろいろの政策あるいは構想というものを国土、土地の面でこれをどのように受けるべきか、これは非常に重要なことでございます。

わが国のように比較的国土が狭くて、しかも経済活動は非常に高い水準を保っているという場合においては、土地の面での制約が非常に大きな問題になつてくるというのはいまの井上さんのお話にもあつたとおりであります。そういったことで、産業の立地の問題あるいは都市の配置の問題、交通施設の計画の問題、いろいろの問題がございしますが、こういった各種の要請を総合的にとらえて、それぞれの方向なり位置づけを一応まとめてみよう、こういうことが、この総合開発計画をつくる意味であろうと思います。

昨年5月に、昭和60年度を目標年度とします新全国総合開発計画というのを私ども作業いたしました。本日座長をやつていただいております平田先生に会長をしていただいた国土総合開発審議会でつくつていただいたのでありますが、この計画の作業にあたりまして、結局これから後におけるわが国の経済、社会の発展の方向というのはどう

なるかということと同時に、それがはたして国土の上によく展開できるかどうかという検討を行なったわけでありませう。

したがって、この計画では「計画のフレーム」ということばを使っておりますが、わが国の経済の昭和60年度までの規模の問題、構造の変化、それがどういう方向にいくかということの想定とか、あるいはわれわれの生活、これがどういう内容をもつてくるか、時間の使い方はどうなるか、金の使い方はどうなるか、人口はどのくらいふえるか、その構成はどうなるかという想定をいたしております。そういうことを受けて、国土利用というものが大きくみてどのような体系に変わっていくかということを一応想定しております。そういうことを一応の前提としまして、それではそのような経済なり社会を実現していくために何をなすべきか。これを、計画課題という形で幾つかの問題が書いてあります。

たとえば昭和30年代を通じて非常に高度成長を遂げてまいつたわけですが、その結果生じてきておる過密、過疎問題にどう対処していくか。そのためには、現在の大都市周辺あるいは太平洋岸ベルト地帯といわれるような、非常に高密度に利用されておる地帯の使用をそろそろ方向を変えて、国土全体をもう少し有効に使うようにしなければならぬ。そのためには新しい交通の体系をつくる必要があるとか、あるいは産業の配置についても、従来と変わった形で展開していかなければならぬ。あるいは都市の整備にしても、大都市、地方都市を通じまして、現在までの方向と若干違ったやり方をしていかなければならぬということが、大きく申し上げますと、書いてあります。

そういう方向をきめるために非常に大きな条件となりますのは、何といたしても、大都市における現状、特に過密といわれておるような問題、さらに具体的にいえば、水の問題とか空気の問題とか地価の問題とか公害の問題とか、そのような問題を相当重視して、土地の利用を考えなければならぬということが背景にございます。

本日の中心的な課題でありますエネルギーの立地の問題に関連したところを少し申し上げますと、工業の立地についてこの計画ではどのように考えたかといいますと、現在の既成の大工業地帯、これはいろいろの条件からみて、経済的にみても、もうあまりいい場所ということとはできない。また、そういう地域における住民の生活という面をもう少し重視する必要があるという面から、工業のような機能は大都市地域から徹底的に分散をするということをこの計画では述べております。

そして、その行くところはどこかということについては、臨海性の装置型

の工業、鉄とか石油とか石油化学とか、あるいはこのエネルギーのようなものもそうありますが、こういうコンビナートを組んで立地するようなものにつきましては、今後ますます工場のスケールが大きくなるということも想定いたしまして、当面5年あるいは7、8年ということになりますと、現在進行中の新産業都市とか、あるいは工業整備特別地域ということで現に進んでおります。そういう地域が中心になると思いますが、もう少し先、50年代のなかばぐらいの問題を考えると、遠隔地に少数の非常に大規模な工業基地をつくる必要があるだろうということを出しております。

そういう候補として、たとえば九州、中国に囲まれた周防灘地域であるとか、あるいは青森県の下北半島の地域であるとか、その他幾つかの地域が問題になっておりますが、こういつた、今後10年ぐらい先、あるいはもう少し早くなるかもしれませんが、そのころにつくられる大工業地帯というのは、現在新しくつくられておる工業地帯として最も大きいものが鹿島の臨海工業地帯であります。あの数倍ぐらいのものが必要になるだろう。そのために必要な港湾の条件、土地の条件、あるいは水の条件その他の問題を考えて、ただいま申したようなところが問題になっておるわけであります。

23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

そういう形になつてまいりますと、エネルギーの基地も当然こういつた大工業基地と関連をもつてきめられてくるであろう。大体昭和60年度までに、昭和40年度に対して経済の規模が4ないし5倍、そのぐらい考えておりますが、これに伴つてエネルギーの消費量も大体これに平行に伸びるということのようであります。

石油についてみれば、昭和40年に1億キロリットルぐらいのものが5億キロリットルちよつと、6億ぐらいにいくかもしれませんが、その辺のところにくるという見方があります。こういつた大量の石油を使つて発電をするような場所がどのようにとれるかということで考えてみますと、ただいまの大規模工業基地というものでつくられるようなところに大きく期待しなければならないと考えております。

また、その時点になつてくれば原子力というものが非常に大きなウエートを占めてまいります。この立地が、こういつた大規模な工業基地、あるいはもう少し小さな規模のものとの関連をもつてきめられてくるかどうか。おそらくそうなるであろうという前提でこの計画の内容としては問題を展開しておりますけれども、そのようになつてまいりますと、エネルギーの流通ということが非常に大きな問題になる。このために超々高圧送電線の問題であるとかパイプラインの問題であるとかいうことも具体的なプロジェクトとして問題にしてありますが、そのような形で、配置の面では相当現在と変わつてくる

という想定をいたしております。同時に、こういう基地をつくっていくにあたって、公害問題とか、あるいは配置に伴う地域との摩擦の問題ということは非常に大きな問題であろうという意識をもっております。

したがって、こういう計画をわれわれが作業するにあたりましても、各地域の方々の意見というものが十分取り入れられて、実際の計画の内容がきめられなければならないと考えます。具体的な作業といたしましても、およそ1年ぐらいにかけてそれぞれの地域のご意見を積極的に出していただいて、これを盛り込んでこの計画をきめるというやり方をしております。

今後の計画には第2部というのをつくつてありまして、ブロック別にそういった構想が書いてあります。そういうやり方はいたしておりませんが、現実に立地をするということになれば、さらにその辺についての十分な了解が必要であろうと思います。これには地方公共団体のご意見もあられし、地域の住民の方々の考えということも取り入れなければならないという問題がありますが、こういった問題をそれぞれごとに解決していくために、私どもは今度の計画では、プロジェクト主義と申しますか、具体的なプロジェクトを書いてあります。それをそれぞれに調査し、比較し、そして実施していくにあたって、いまのような手続きを踏んでいくことが必要であるという考え方をとつておるわけでありまして。

大体時間がまいつたわけでありまして、最後に1つだけ申し上げておきますと、実はこの計画をつくるにあたりまして、特に原子力の立地については私どもは先ほど申したような考え方で一応の筋を書いたのですが、はたしてこの安全性の問題がどの辺まで今後進歩するか。それによつては、いま申し上げたような制約条件がかなりなくなるかもしれない。そうすると、必ずしも遠隔地という問題になるかどうかということについては議論を残しております。そういった点が相当大きく変わつてくるとすれば、私どもが昨年つくつたこの計画での考え方は相当修正しなければならないということにもなるのではないかと考えております。

議長 どうもありがとうございました。お2人の方から、大極的な見地での問題の1つの提起と申しますか、意味をご説明願つたように思いますが、引き続きまして、地域社会におきまして、具体的な問題に関連した諸問題につきましてこれからしばらくお話を承りたいと思います。まず河内さんからひとつお願いしたいと思います。

河内 わが国の電力需要は旺盛な伸びを続けておりまして、昭和42年度は2,168億キロワ

ット・アワーと、イギリスを抜きまして自由世界第2位になつております。43年度はさらに増加いたしましたして、2,431億キロワットという、年12.1%の伸びを示しております。将来の電力需要につきましても、最近の経済成長の見通しによりますと、非常に高い水準の成長を持続するものとみられております。これらに伴いまして電力需要も高い伸びを続けてまいるものと存ぜられます。これに対処いたしまして私ども電気事業者といたしましては、電源の開発を行なうわけでございますが、昨年暮れに決定いたしました中央電力協議会の昭和44年度電力長期計画によりますと、今後10年間に約7,800万キロワットの電源を開発しなければならないという形になつております。このうち原子力発電につきましては、昭和53年度末までに約3,600万キロワット、基数にいたしまして46基を着工するという計画にいたしております。

この数字はたいへん大きな数字でございます。発電所の地点数として考えますと、十数地点ないし20地点の程度のものではないかと考えまして、これが必要と相なるわけでございます。これらの用地の取得は、従来の経験から考えますとなかなか容易なものではなく、かなり困難を伴うものと考えます。特に公害その他いろいろな問題が積み重なつてきております。したがって、原子力施設をそれぞれの地域で心よく受け入れていただくような、原子力施設と地域社会とが融和をして、共存共栄と申しますか、そうした、あるべき姿をぜひとも研究する必要があると考えております。

原子力発電所の敷地を選ぶにあたりましては、立地条件でございます。第1に、復水器に使用冷却水がたやすく得られるということ、それから敷地の地盤の条件が非常によいということ、それから原子炉立地審査指針に適合することということから、都市から離れた低振興地帯の海岸が選ばれておりますのが現実でございます。今後も当分の間は、原子力発電所の敷地の選定はこのような観点から選定されるものと存じます。

先ほど宮崎先生からお話ございましたように、将来安全性についての特段の研究開発が進められ、これによつて、大げさに申しますと「都市接近」ということばで、だんだんこういつたものが緩和されることとは存じますが、選定の対象になりますこれらの地域の一般的な傾向といたしましては、現在では、生産活動は主として漁業、農業、林業のような一次産業が主体でございます。社会的には、外部の社会との交流が比較的少ない地域でございます。

このような地域社会に原子力発電所を建設した場合に、原子力施設及びその付帯施設の投資額は相当大きなものでございます。発電所で必要とする物品の購入、それから地

元の労働力の雇用など、その地域に及ぼす経済的、社会的な影響はかなり大きなものがあると考えられます。これらの影響がその地域の開発あるいは発展のきっかけになることができれば、きわめて望ましいことだと存じます。したがって、そのようにつとめなければならないということに相なります。

もちろん、地域の開発あるいは発展を推進する主体は電力会社のような企業者ではございません。あくまでも地域住民の方々、あるいはそれを代表されます地方自治体でございますが、企業側、特に電力会社としては、地域の発展が即会社の発展につながるということから、原子力施設及び付帯施設が、地域社会により多く役立つ、地域の開発、発展に活用されることを望んでおります。そのためには、原子力施設の計画の段階におきまして、こういった見地から計画するとともに、施設の受け入れ側におかれましても、地域の開発、発展の計画にあたっては、原子力施設及び付帯施設の有効利用をはかつていただくように配慮していただきたいと存じます。これには、常日ごろ両者が密接な協調を必要といたすことはもちろんでございます。

原子力施設を設置することによりまして、地域会社に対して物的な損害を与えた場合、あるいは与えることが明らかな場合は、設置者は当然これに対して妥当な補償を行なう考えでおります。しかし、地域社会の側にしてみますと、物的な損害ではないもの、たとえば不安感とか、新しいものに対する拒絶感情といったものがあるようでございます。従来原子力施設の敷設に関して、地域社会から話し合いさえ拒絶されることが実はございました。また、地域社会の一部の人は受け入れは賛成、一部の方は絶対反対、なかなか話し合いが進まないという実態もないとは申せません。

地域社会の一部の人たちがこのような態度や考え方をとるに至りました原因といたしましては、企業に対する不信感、あるいは企業側の地域社会との融和の努力の不足、あるいはPRの不足、それから地域社会の考え方が新しいものに対して、どちらかといえば消極的であるということ、それから原子力に対して過度に敏感な感情をもっている。これは日本特有のものかも知れません。そのほかに、イデオロギーの違いに基づきまじと思われるような反対の宣伝活動もないとは申せません。これらがいろいろ組み合わさることでそういった結果になると思いますが、これらの障害のために、原子力施設の受け入れについて企業者と地域社会とが話し合いさえなかなかまいりません部門もござります。

また、この話し合いに臨む企業及び地域社会の態度といたしましては、お互いに相手

の立場に立つて考えることがぜひとも必要でございます。観念的に自己の立場を主張するのではなくて、具体的な問題に意見の交換をいたすようになればけっこうだと存じます。また、真実を追求するという科学的な態度でお互いが臨むことが必要ではないかと存じます。以上のような基本的な態度が企業者及び地域社会の双方にあれば、企業に対する不信感とか観念的な反対の大半は解消するのではないかと考えております。

わが国におきましても、東海村をはじめ、敦賀、美浜町、福島県の大熊町などにおきまして、原子力の施設が安全なものであるという運転経験が得られ、原子力施設と地域社会とが共存共栄していく実例が示されるとともに、原子力施設に対する観念的な不安感とか違和感が次第に薄らいでいくものと期待をいたしております。

このようなわけでございますので、次に、PRとか地域社会との協調、補償の考え方等を実際に円滑に進めてこられました正親さんにあとをお譲りしたいと存じます。

議長 どうもありがとうございました。では引き続きまして正親さんからお願いしたいと思います。

正親 多少河内さんのお話と重複するかもしれませんが、私どもが原子力立地にあたりまして非常に苦勞もし、またその中からご理解をいただいております地域社会との関連で配慮いたしております2、3の事項について触れさせていただきたいと思っております。

先ほど来お話ありましたように、残念ながら一般国民の原子力に対する意識がまだ片寄っております、いまだに「核アレルギー」といわれるゆえんではなかろうかと存じます。これはご承知だと思いますが、科学技術庁が世論調査をされました結果によりまして、たとえば原子力の平和利用を積極的に進めることに賛成ですかという問いに對しまして、賛成するというのが65%にも達しておる。ところがまた逆に、原子力ということばを聞いてどんなことを思い浮かべるかという問いに對しましては、原水爆だとか広島、長崎を連想するという不安をもつ人がやはり63%もあつたというのが実際の姿であります。また一方、いま河内さんがおつしやいましたように、原子力を核武装のイメージと結びつけましてイデオロギー的にこれを利用する勢力がないとはいえないのであります。

このような複雑な中で私ども施設者といたしまして、極力、地域の人々がイデオロギーにとらわれないで科学的な立場に立つて話を聞いていただけるように努力しておる最中でございますが、原子力発電のPRと申しますか、ご理解にあたりましては、PRの領域が単に発電というものに限らずに、原子力の平和利用一般を含めたものでなければ

ならんということ、それから立地予定地点の直接の関係者だけでなく、もつと幅広い層にPRが必要であるということを感じております。

さらに、ご理解願うためには相当程度、期間が必要である。さいわい原子力のPRにつきましても、すでに原子力文化振興財団等のご活躍をわれわれ期待しておるわけですが、いずれにいたしましても、私ども自体が地域の立場に立つて、その特性をよくつかんだ上で運動を行なうということが特に肝要だと感じたいしております。

したがって、たとえば私どもの新しい地点としての新潟の柏崎、刈羽村の地点の例を申し上げますと、これには相当長い期間をかけまして、県ご当局なり関係の地方村長、あるいは有力者の方に十分にご理解を得た上で、むしろ自治体自体から地元に対してある程度のPRをいただいた上で立地に対する決定を申し入れ、その後におきましても、たとえば用地取得をすぐに行なうべきであつたと思うのでありますが、やはり地元民全体の科学的な理解を得て、その上で用地取得をはかりたいという考え方から、たとえばPRの専門の事務所をまず置きまして、大体の皆さまのご理解を得た上で、この2、3日中に用地取得に入るという次第でございます。

また福島の場合の原子力発電所のサイトの方々に対するPRにつきましても、本格的なPRホールをことしの8月に開設する予定であります。建設の当初から仮設のPRホールを設けまして、この間、毎月5000名にも達する見学者に対処しておる次第でございます。

地方に対する理解運動の具体的な話はこの程度にいたしまして、次に第2番目に大事な地域社会への積極的な協調と申しますか、地元との協調の実態でございますが、私ども東京電力の場合は、ご承知のごとく、計画地点がいずれも私どもの電力供給区域外にある、そういう関係上から、特にきめのこまかい配慮をいたしておるつもりでございます。

その1つといたしましては、当然でございますが、当社の施設と地域の施設との調和と申しますか、建設関係の道路を町、村の計画道路と一致させたり、あるいは資材の輸送に利用する既設の道路の舗装なり整備を行ないまして、地元と私どもとの両者の利益が一致するようにつとめてまいっております。また、柏崎におきましてすでに具体化しております、海岸の県道のつけかえが必要でございますが、これに対しましても、関係地元の意見を十分お伺いし、これを尊重しながら、できるだけ迷惑のかからないように配慮しております。

また、工事にあたりまして非常に大事なことは、地元の安全の確保ということが特に大事だと思っておりますが、これは工事を行なう当該地点だけでなく、将来の原子力発電所立地に及ぼす影響、その実績が非常に影響が大きいという観点から特に配慮しなければならぬと思っておりますが、建設工事に伴いますところの輸送の車両のひんばんな往復だとか、地域外から労務者の流入等によりまして、交通の安全、騒音、風紀という問題が発生しやすいところがございます。これにつきましては、請負業者の指導の徹底をはかりまして、たとえば福島地区におきましては、いまだ、輸送車両によるところの交通事故は今日まで1件も発生していません。また風紀上からするとところの苦情も出ていないという次第でございます。

それから、先ほど河内さんからも触れられましたもう1つの大事な問題は、地元の業者あるいは地元の労働者の活用ということがことのほか大事だろうと存じます。原子力の立地点が往々にして人口の流出地域あるいは低開発の地域となつておりますので、これらの是正をはかりますとともに、地元の発展に役立ちますよう、私どもといたしましては、発電所の建設には、地元業者の育成ということをはかりながら、地元の労働力を活用することを積極的に進めてまいっております。福島の場合をみますと、建設事務所、社宅という付帯設備は全部地元の建設業者をお願いしてございます。

また、当社の職員自体の約3割程度は地元の方であり、建設労務者の過半数は地元の出身者でございます。さらに、当然でございますが、建設の資材なり事務用品、生活物資につきましても、私ども電力会社はもちろんのこと、建設業者に対しましても、極力地元のを調達するよう指導してまいつた次第でございます。

いずれにいたしましても、われわれ自体が地域の一員となるわけでありますので、従業員とその家族が末長く地元のお世話になるということを考えまして、たとえば寄付一ついたしますにつきましても、教育用品なり消防設備、あるいは交通安全設備等、民生の向上に少しでもお役立ちたいというきめこまかい配慮をいたしておる次第でございます。

次に放射能の問題でございます。これは後ほど田中さんからお話あると存じますけれども、私どもは、発電所の運転に伴う放射能管理は厳重に行なうことになつておりまして、周辺地域に影響を及ぼすことはございませんが、地域の人々に安心していただけるように安全確認のための監視体制をしき、これには県ご当局との間に協定を締結いたし

まして、相協力して安全を確保いたしますよう、万全の努力をいたしております。

以上、例を申し上げましたが、これらのいろいろな配慮が、地元経済に及ぼす影響につきましては後ほど笹生先生から詳しくご報告があると存じますが、福島の場合を大ざっぱに申し上げますと、用地交渉を行ないました昭和39年の4月から、建設の最盛期44年3月までの5年間に周辺地域に投下されました金額は約48億円。年平均10億円に達しております。大熊、双葉関係の2町だけについてみますと、5年間で約26億円。年平均5億円でございますが、これは両方の町を合わせた年間の財政規模を上回っております。福島の場合、建設期間は今後十有余年に渡るわけでありますので、申すまでもなく、固定資産税の税収の効果を合わせ考えます場合には、経済的な裨益はさらに長期に亘ることと存じております。

最後に、補償に対する考え方を少し触れさせていただきたいと思いますが、この補償問題はわれわれ自体もかなり反省する必要があると存じております。これにつきましては、権利者が相当高額なものを期待する気持ちはわからないことはございませんが、それ自体が地価高騰の要因となり、地域財政上からも、かえつて地域発展上の投資を抑制することにつながるものでありまして、私ども公益事業の立場からいたしましても、常に適正な補償をお願いしているわけでございます。

こういう考え方から、補償問題における地域への協調上のわれわれの重視しなければならんことは、むしろ、いろいろの形で補償がさらに地域の再生産に役立ち、あるいは地域の人々の発展につながるものに向けられるようにしていただきたいということにあるのでございます。

たとえば最近問題の非常に多い漁業の問題に例をとってみますと、港湾をつくつたり、工事をやつたりするための部分的な漁場の消滅だとか、あるいは部分的な制限をされるものにつきましては当然漁業補償が必要であります。全般的にわが国がいわゆる海洋国でございまして、私ども国民としましても、さらに漁業を振興させなければならんという立場にあるわけでありますので、補償をするということではなくて、むしろ漁業を拡大あるいは裨益する、それによつて増大するという考え方からの必要な費用をこれに充てる。これに支出するという考え方から、その補償なり、あるいは支出された金額が漁民の1人1人に分配されてしまうということではなくて、たとえば漁業組合に寄せまして、その結果が漁船との陸揚げ施設だとか冷凍設備、さらにまた漁業拡大のための人工の漁礁に充てていただいて、新しい漁場の整備にあてるということにぜひ進めてまいつ

ていただきたい。また、私どももそういう考え方のもとで漁業に対する振興を考えながら、国民の重要な動物性たんぱく資源をふやして、わが国の漁業がますます栄えるようにしたいという考え方から、これは私個人の考えですが、補償ということばが必ずしも適正なことばでないと考えております。むしろ「補償」というためにかえつて地域にマイナスになるという結果が起きているのではなかろうかという考え方をもつておる一人でございます。

このような考え方の中で、そこで少し具体的で恐縮ではありますが、原子力発電と漁業ということにつきましてとまず問題になるのが温排水の問題でございます。ご案内のとおり原子力発電所では冷却水を必要といたしまして、これは場所によつて多少違いますが、取水温度、いわゆるコンデンサー・チューブの入口から出口までの間に約10分間かかりますが、温度が約7度くらい上昇して排出されるわけでございます。これにつきましては後ほどまた浜田さんからもお話があると思いますが、従来とも私どもといたしましては、温排水ができるだけ漁業に影響を与えないように、影響のないのが一番いいわけでありまして、その影響をできるだけ少なくするという観点から、拡散現象、あるいは影響の範囲等につきまして調査を行なつてまいつておる次第でありまして、今日では、海外の例を調べながら、さらにこれを前向きに、海洋土木なり、あるいは水産の専門の方をお願いいたしまして、調査と研究を行なつておる次第であります。私どもしろうとでございますが、定着漁業なり、あるいは遠海漁業の中での最近耳にいたしますところのプランクトンの生態とその温度の関係、あるいは排水によるプレッシャーという両面からの影響につきましてもいろいろ調べておる次第でございます。

この漁業に対するプラスの面と、部分的なマイナス面と両方を考えられるわけでございますが、私どもはこの際、この温水の積極的な活用という方向と、片方では、先ほど申しましたような人工漁礁をつくるというふうな、よい漁場を造成するという両面から、海の資源拡大に裨益するような勉強を進めながら、皆さまのご協力を得たいと考えております。このような考え方のもとで、ぜひとも、原子力発電所がおのおのの地元から歓迎されるに至りたいということの気持ちから、私どもの意のあるところをおくみとりくださいまして、ご理解とご協力を得たいと考えております。

たいへん大ざつぱではありますが、2つ3つの例と私の意見を申させていただきました。  
議長 どうもありがとうございました。だいたいご両者から具体的なお考えを承りましてたいへん有益だと思っておりますが、引き続きまして、水産関係につきまして浜田さんから少し伺

いたいと思います。

浜田 いままでの諸先生方の立場といいますか、原子力開発の重要性なり、その施設という立場からのいろいろのお話でしたが、私のほうは、そういう施設を受け入れるのかどうかという地元住民の立場、そういう立場からの意見を申し上げたいと思います。

この10年来、地域開発ということが非常に叫ばれてきて、その地域からみれば、金のタマゴが出てくるのではないかという大きな期待で進められたわけでございます。しかしながら、その金のタマゴのメタルをひつくり返してみますと、その裏側には、生活環境施設の立ちおくれとか、あるいは公害が発生して地域住民の生活に障害が出てきた、こういう裏側があるわけでございます。そこで、いささか極端な言い方もわかりませんが、この地域開発というものは地域住民不在の地域開発だつたのではないかという疑問も出てくるような次第でございます。

そこで原子力関係につきましては、このような従来の地域開発のいき方の反省の上に立つて、バランスのとれた、真の地域開発が必要だと思うのでございます。ちょうどこの大阪での万国博のテーマが「進歩と調和」でございますが、まさにそのような方向と実践において原子力開発が進められることを期待するのでございます。そのことは、先ほどからも先生方の主張にもございましたように、産業企業体、それから地域住民と地方自治体の三者の緊密な協力と協調いかんが、このことの成功を決定するカギではないかと思うのでございます。

そこで、だんだんと具体的に話しますが、原子力発電と地域開発の中での水産業との関連についてお話をしてみたいと思います。大原則は、その地域との共存共栄がはかられるような対策がなければならないということでございます。もう少し具体的に申し上げますならば、原子力発電所から出るあつたかい排水による漁業に対する潜在的なマイナス要因を極少なものにして、プラス要因をフルに利用するというのでございます。もつと具体的に申し上げますと、原子力発電から膨大な量の温排水が出てまいります。専門家を前にしてこういうことをいうのは釈迦に説法でございますが、たとえば50万キロの発電所としますならば、1秒30tもの水が出る。1日の量に換算すれば約250万もというように、ちよつとした川ができるという状況でございます。

それから、温度からみますと、冷却水として取り入れたもとの海水の温度よりも、さらに5℃から9℃ぐらいの範囲の高くなつた海水が出てくるわけでございます。

そこで、われわれが心配する点が2つございまして、1つは、そういう状況であるな

らば、自然の海に対して何らかの変化を起こすということです。全然変化はないということはないので、何らかの変化を起こす。その変化が水産資源に対してどのような変化を起こすのだろうか。プラスの変化ならばいいのですが、マイナスの変化も、そういう要因もあるということでございます。これが1つの心配。

もう1つは、水産生物に対して、これは結局人間が食べるのでございますが、その水産生物に対して、放射能汚染があるのではないかと、こういう二つの心配でございます。

第1の問題でございますが、海水の温度の上昇につきましては、一般的にいいますと、先ほどは30 t/秒とございましたが、その場合でいいますならば、排水口より500 mぐらいの沖、それから100 mから400 mぐらいの幅、表面から0.5から1.5 mぐらいの深さ、その範囲内で2℃ぐらいの温度が上昇する。これは普通の風もない、波もあまりない平常の状態でその程度になる。範囲は思つたほどではなく、比較的小さいのでございますが、この場合も一般的にいいますならば、冷たいところを好きな魚は、その場所をよけていく。退避するかも知れない。反面におきまして、あたたかいところに適する魚は、喜んでそこへ近寄ってくるだろう。そこで、この点でございますが、この点を積極的に魚や、あるいは魚類の自然の養殖漁場として利用開発する技術と対策を確立して、先ほどいいましたようにプラス分をはるか大きなものにするということが、その心配を消す材料になつてくるのでございます。

第2の放射能汚染の問題でございますが、これはいうならば施設の管理と運営の問題にからまつてくるのでございます。自然にある放射線ですから、年間100なり200ミリレムの範囲内で、ことばをかえますならば、自然にあるバランス、そのバランスをこわさないように、その範囲内で厳重に管理していく。さらにそのようになつておるかどうかにつきまして、施設者はもちろん、さらに地方自治体、漁業者等の第三者からみての監視体制を確立して、そういう心配をなくすることが肝心なことだと思つてございます。

そのようなことを前提としまして、1つの提案があるのでございますが、発電所の隣で、その陸上を利用して大きな池をつくつて、温排水を積極的に利用して、魚類なり貝類を人間の手で作り出すということを、試験でなくして、企業化するというところでございます。この点につきましてはまだ試験段階でございますが、火力発電所につきましては、ご承知のように東北電力の仙台発電所で、クロダイとか、アカ貝の養殖試験がございまして、それから中部電力の尾鷲の発電所でハマチの養殖試験がございまして、原子

力発電につきましては、日本にはその例がございません。しかしながらイギリスのハンターストーン発電所で、カレイ、ヒラメの養殖試験をやっております。それぞれ一応の成果をおさめておりますが、いうならばこれはまだ試験段階といつていいのでございます。

それで、魚類なり、貝類を人間がつくり出す、そのような技術につきましては、日本はまさに世界の最高峰でございますので、そのような技術と、原発の温排水の利用等を積極的に結びつけていくなれば、必ずこれは企業として成り立つことになるのであります。

要するに温排水を利用するということはどういうことかといえますと、時間がございませぬから一言でいいますならば、魚類なり貝類の成長を促進するというところでございます。特に冬、自然の海の状況である場合は、海水の温度が低下しますからして成長率が下がります。あたたかい水の中では成長を続けるわけです。したがって冬になつて冬眠するということがなくして、休みなく成長する。魚もなかなか忙しくなるわけで、休みなく成長していくという状況を人間がこしらえていくなれば、2年なり、あるいは3年なり、あるいは4年なり、普通なら商品価値になるのにそのぐらい時間がかかるのを、あたたかい排水の中で成長されれば、その期間、半分の期間で商品になる。さらにこれを人間の管理下に置くことによつて、一挙に大量のものが生産できる。そして市場、マーケットに出す場合も、適宜マーケットの需要をみながら、コントロールしながら出していける、このような利点があるわけでございます。

それで、そういうことをいいまして、実はまだ先ほどいいましたように、原発の温排水による企業経営の実績はございません。そこで、一ぺんにそういいまして、大きな施設、大規模にやるということは無理でございますので、企業化試験といえますか、企業としてのペイライン、そのペイラインの最小な規模で………最小な規模といつても、計算すれば2億円程度の設備投資が必要でございますが、その辺の規模で、東海村の原発の隣で企業化してみたいということを計画しておるのでございます。

そこで、大事な点は、そのことが地域漁業者全体の利益につながるような運営でなくてはならない。まさに住民不在でなくして、住民そのものが主人公になるような全体の利益でなければならぬ。たとえばチダイのタイですが、その養殖を例にとりますと、茨城県の沿岸では、非常に小さいタイが自然に網にかかってくる。これはあまり小さ過ぎて、商品価値は全然ないわけですが、この自然に網にかかってくるものを集めてき

て、温排水で飼育することによつて、半年なり、もうちよつと大きくすれば1年位でりつぱな商品になるわけです。いうならば無から有を生ずるわけで、これによつて茨城県で考える場合は、その全体の漁業者の利益につながる、このようなことでございます。

ただ、話がこまかくなりますと時間をとりますので省略しますが、東海村で施設する場合は、原子炉が1基しかございませんので、停止時にはそれがとまる。とまると温排水は出てこなくなる。その場合の対策をどうするかという、まことに頭の痛い問題がございますが、これは省略します。

このような先駆的な企業化が成功しますならば、また日本の水産技術をもつてするならば、必ず成功すると思うのでありますが、各地で温排水利用が積極的になつてくるに違いない。こうすれば、その観点から原発と地元水産業との共存共栄の道が発展できるのではないかと思うのでございます。

さらに、これはいささか飛躍しまして、話のついでで将来の夢物語までしますならば総合エネルギー調査会の資料を拝見しますと、昭和60年には火力、原子力発電を合わせて1億4000万キロとかいう予定と書いてございますが、それから出てまいります温排水をちよつと計算しますと、1秒間に7000t、1日にすれば6億tという膨大な量が出てくるのでございますが、これをある水産技術者が計算してこれを利用するということになれば、人間の手で35万tなり、あるいは40万tの魚類なり、あるいは貝類が生産できる、こういう計算でございます。人間がせつかくつくるということになれば、タイとか、ブリとか、車エビとか、せつかくつくるのでございますから、最高級品をつくるということになります。それで、その皮算用をしますならば、生産者の販売する価格は、1500億なり、2000億円程度になつてまいります。そうなりますならば、それだけのものが新たにでき上がるということは、まさに原発と地元水産業、地元住民との共存共栄の実ができるということになるわけでございます。

したがつてまず第1に水産技術は、それだけの能力を現在もつておるということ。そこで次は発電所がそれに参加し、協力するかどうか。地元漁業者がそれだけの努力をするかどうか。国なり、地方自治体が政策としてこれを推進するかどうか。最近の話に戻りまして、施設者、地元住民、地方自治体、三者の協力関係こそが、原発と地域住民との共存共栄の道であつて、それが住民がまさに存在する真の地域開発だろう、私はさように思つておるのでございます。以上でございます。

議長 たいへん具体的なことを伺ひまして、どうもありがとうございました。

次にそれでは岩上知事さんに、地方自治体の見地から少しお願いしたいと思います。

岩上 それぞれ原子力の開発サイドと、それから地域社会との関連等についてご意見が述べられたわけですが、私の場合はきわめて具体的な問題として、二、三、意見を申し上げてみたいと思うのであります。

確かに原子力のような超地域的な問題等につきまして、これは当然、地域社会との関連性を考えていただかなければならないわけですが、むしろ絶対必要である原子力開発という問題を考える場合には、地域社会をある意味においては優先して考えることのほうが、原子力産業を進展させるのに、きわめて手つとり早い方向ではないかと考えるわけであります。

そういうサイドから問題を考えてまいりますと、原子力委員会のいまの体制はこれでよいのかどうかということに、いささか疑問を感じないわけではございません。何となればいま茨城県として問題になつております再処理工場設置の問題についても、原子力の発電計画は相当大型プロジェクトとして出されております。動力炉以外の問題については、資金計画、それからこの施策の方向、設置の場所等について、まだ明確ではないわけであります。

そうしますと、再処理工場は、0.7t以上、東海村には設置することはむずかしいといわれているけれどもはたしてしからばこれだけの国の原子力発電所をどんどんつくっていく場合に、再処理問題は、一体どういう地域に、どのくらい、そしていつの時点で必要であるかという問題は、当然原子力の行政の一環として、ある意味においては終末処理的な1つの方向でもありますので、そこらあたりの問題が明確でない点に対する地域住民の不安感というものがないわけではない。

したがって原子力サイドから問題をきめる場合には、きめるだけのある1つのオーソリティーをもつてしかるべきではないか。それからまた現在政府の行政は縦割り行政でありまして、科学技術庁が非常にいろいろな角度において、この開発を進めようとする姿勢をもちながらも、他の省においては、どちらかという、消極的な姿勢をとっている。地帯整備問題、あるいは漁業問題等においても、建設省のサイド、あるいは農林省、水産庁のサイドからみると消極的である。一般行政の一部門として、ある程度協力をしようか、このようなタッチの姿勢に問題があるのではないか。したがってこの各省が同列的な立場に立てといつてもなかなか無理であるならば、これはどうしても原子力委員会、あるいは科学技術庁がこの原子力を推進するためにとるべき1つの権限、行政

上の位置、あるいは財政上の確立というか、そのような問題をまずおきめになつて、このオーソリティーを確立するということが必要ではないか、このように感ずるわけでありませう。

したがいまして茨城県において地帯整備の問題を提起して、いろいろと科学技術庁はこの問題について積極的に取り組む意思はもつて、今日まできておりますけれども、いよいよ具体的な問題になりますと、この問題は自治省関係、それから建設省関係、このようなサイドに分かれてまいりまして、自治省関係からみれば、これは国の施策であるから、全額国が負担すべきである、このような考え方はつきりいつておられます。建設省サイドからいいますと、いや、これは全体の地帯整備計画は、地域においても自主性があるのでそう簡単にはいかない。このようなことが毎年問題になりながら、まあ、まあ、しかたがないというところで、ある1つの妥協をみつめてやつている。

したがつて一般的に地帯整備を進める場合に、その進められる地域の市町村の段階においては、超過負担を余儀なくされる。いまの場合においては、いろいろと地域社会とのタッチにおいて、非常に理解ある態度で進められておりますが、民間の場合にはそのような1つのサイドが考えられるわけでありませう。しかし国の姿勢、国とのタッチにおいては、非常にむずかしい問題を常に地方自治団体側は背負わされている。こういう現実を目のあたりに経験をしておりますので、こういう面について原子力発電という問題が、将来の火力、水力のエネルギーにかわるのだ、このような姿勢がつきり70年代の1つの大きな課題になつているのだということであるならば、それにふさわしい国の金が必要ではないか、このように私は思うのでありますが、そこらの点が問題ではないか。

それから、当然地域という問題を考えていただく際に、設置をする際には、いろいろな角度で問題を投げかけております。しかし設置されたあとの問題に対して、地方自治団体がタッチができるような体制になつていない。そこらあたりに治外法権的な1つのゾーンが出てきてしまうのではないか。こういう意味である程度地方自治団体がその中に入ることもできるような、タッチできるような法律的な内容を少し盛り込んでみてはどうであろうか、このような考え方をもつものであります。

それで、われわれは、政治的な、あるいはイデオロギー的な角度で、この科学的な方向に向かつて進む場合に、そういう態度をとるべきではない。科学性を十分にそこに浸透しながら進めていく必要があるという態度を今日まで私もとつてきておりますけれども、そういう角度に立つ一面、総合的な長期計画の樹立と、それから地方団体を含めた

ひとつの体制をこの際、確立することが絶対的に必要だろう。このことは、研究さえすればできないことはない問題ではないかと思っておりますが、もう少しこの問題について、政府において突っ込んでご検討いただきたいと考えるわけでありませう。

いろいろ申し上げたいこともございますけれども、われわれの今日まで、原子力研究所、あるいは発電、再処理問題を含めて、それぞれ原子力に対して協力をしてまいつた中で感じたことを、前回、各講師の方々からお述べになつていることの大半、私も同感の意を表して拝聴しておつたわけでございまして、二、三、つけ足して申し上げますれば、そこらあたりが1つの問題ではないか。ドイツの場合はインフレアレルギーといわれておりますが、日本の場合にはこれが核アレルギー、そのような国民的な浸透の度合いが非常に強い状態の中で、一面、どうしても開発を進めなければならない場合には、どうしても社会防衛的な立場に立つ側としては、住民、あるいは地方自治団体、こういう立場に立つわけでございますので、そういう側に対する1つの配慮が非常に大事なことであつて、それを配慮され進めていただくならば、私はこの原子力産業は、どんどん日本列島の中にも快く受け入れられ、具体的にご協力できるような体制になるのではないかと。どうぞひとつ政府関係におきまして、PR等については直接おやりになつたらどうか。国のほうはそういうものについて、最近は始めているようではございますけれども、当初の段階は、何かひとつ知事さん、お願いしますというタッチの姿勢では困るのではないかと。地方団体としてもそれだけの力はない。原子力課を設けておりますけれども、それでもそれだけの力はございません。どうしてもある程度、視野の広い、ある程度科学的な分析についても、十分に経験のある側が、直接具体的にそれぞれの団体、地方公共団体にも十分に手厚くタッチをしていく、住民に心からタッチをしていく姿勢が必要ではないかと。

だから、国の1つの大きなプロジェクトを具体的につめていく。そしてこれを国民の前に示しながら、地域、地域において具体的にタッチをしていくということであるならば、これは漁業界が、相当反対をしておりますけれども、こういう問題も遂次理解されてくるのではないかと思いますので、そこらあたりの国の姿勢が問題ではないか、このように考えておるわけでございます。

はなはだ簡単でございますが、一言ご意見を申し上げたいと思ひます。

議長 たいへんどうもありがとうございました。時間が少し超過しましたけれども、引き続きまして御園生さんをお願いして、それから笹生先生に少しお願いし、このお二人が済ま

れてから休憩に入りたいと思います。はなはだ恐縮ですけれども、やや簡潔にご両者ともお願いしたいと思います。どうぞひとつよろしくお願いいたします。

御園生 原子力と申しますと、いつでも放射線障害ということが問題になりますので、放射線障害防止ということの基本になる考え方、それに関係する研究について若干お話をしておきます。

人類と人工の放射線との接触の始まりは、1895年、レントゲン博士がX線を発見したときに始まります。その後、放射性元素が使われ出しましたので、人類と放射線との接触の面は広がっていますけれども、この当時はもっぱら職業人といわれる人たちがこれに接触をしておりましたので、世界の人間の中でタッチする人の数が非常に少なかったわけでございます。しかしそれでも、そういう職業人の中で生物学的に放射線は障害があるということが早い時期からわかっておりましたので、その防止についてはいろいろなことが進められておりました。それが1928年になりまして、現在、国際放射線防護委員会、俗称ICRPといわれているものに発展をしまして、放射線障害をどうやって防止するかということがその当時から世界中のその道のエキスパートを集めて討議をされております。

それで、このICRPは、1950年にはいままでの障害の範囲を、X線、ガンマ線に限っておりましたのを、すべての放射線に広げております。それで、またこのころまでは、もっぱら障害の防止ということを、放射線を扱う職業人に限っておりましたのに、1956年の討議から一般公衆に対してもどうであろうかという考え方に発展してまいりまして、1958年の勧告では、公衆の構成員（というのは、普通の人という意味でございます）に対する防護についての勧告を初めて出しております。これは、原子力の利用によりまして、放射線との接触の面が非常に広い範囲に及んだためになされたもので、まさに時宜を得た処置であつたと思います。このICRPは、その当時までにおかつております世界じゅうのいろいろな科学的文献の中から、最も時宜に適した防護に関する勧告を世界各国に出しております。

こういう意味で、世界の国は、このICRPの精神を尊重しまして、その国のおのこの放射線障害防止に対する法律なり何なりをつくっております。こういう点では、現在この勧告が最も権威のある、しかも最も科学的なデータを提供していると考えてよろしいかと思えます。

たとえば職業人に対しましては、最大許容量という字を使っておりますが、公衆の構

成員に対しては、線量限度ということばを使っております。そういう点にも非常に大きな配慮がみられていると思います。

ただ、生物学的な影響についていままでわかっておりますことは、必ず全部のことがわかっているわけではございませんで、多くは人間に対してのものでございますと、やや線量の多いところのデータから、線量の少ないところまで延ばした考え方をしております。こういう点で、はたして放射線がある線量以下になると障害作用はないのか、あるいはどんな少ない線量でも、多いところの正数分の1の障害がそのままあらわれてくるのかということになると、若干不明な点がございすけれども、このICRPの出しております考え方は、いまでは一番安全側の点を考えていると考えてもいいのではないかと思っております。

それで、私のおります放射線医学総合研究所は、放射線の人に対する障害、その予防、治療、診断ということ、三大目標の1つにしておる研究所でございますので、このような放射線のほんどうの作用についてもいろいろ研究を進めておりますが、ICRPの勧告を日本の風土に合うように当てはめていくことも必要なのでございますので、特につかみにくい内部照射の問題につきまして、一体自然にある放射能、あるいはこのような原子力施設から出てくる放射能がどういう形を通つて、たとえばどういう植物を通つて、あるいはどういう動物を通つて、どんな臓器の中に含まれて、人間のからだに入ってくるかという経路の研究をしましたり、先ほど来、ご指摘のありました海産物は、日本人の生活にとつて非常に重要でございますので、茨城県的那珂湊に昨年臨界実験場をつくりまして、魚の中でどのように放射能が濃縮をされまして、それが人間に運ばれてきて、どんな影響を与えるだろうかという検討を進めております。

さらに、これから将来は原子炉の燃料としては、プルトニウムが盛んに使われるようになるかと思いますが、プルトニウムは非常に猛毒でございますので、これの影響につきましても、5年来、研究を進めておりまして、近くこれについてはシンポジウムを行ないまして、わかつた事実を多くの方々にお知らせできるようになるのではないかと思っております。それから、これからあとの方向としましては、遺伝の問題、遺伝障害という問題が、非常に少ない線量の場合はわかりにくくて、長い時間をかけてやりますとデータが出てこない問題でございますが、今後の重点としては、そういう問題もだんだん明らかにしていきたいと考えておる次第でございます。

議長 どうもありがとうございました。

それでは、引き続きまして、笹生さん、お願いしたいと思います。だいたい論点が出ましたので、恐縮ですけれども、以上に関連しまして簡潔にお願いしたいと思います。

笹生 それでは、日本大学の笹生でございますが、ご指示によりまして、昨年約1カ年調査をいたしました原子力発電所の建設と地域社会という問題についての調査の結果をかいつまんでご報告いたし、合わせてそれにつきましての若干の私の考え方なりをご被露させていただきますと考えております。

この調査は、冒頭、井上先生からお話がありました今日、原子力発電を推進するにあたって、重要な2つの課題、すなわち原子力発電所立地問題と、多目的利用の推進というこの2つの問題の、いわば前者のきわめて当面的な課題について、若干の地点を事例にして、実態を明らかにしようとしたものであります。

それで、この問題につきましては、先ほど来、各諸先生からお話がありましたように、いうならば最終の目的については、それぞれのお立場、同様かと思えますけれども、その視点、視点でいろいろと接近の方法等が違ってくるやに思うわけであります。

そこで、私どもの調査では、そういういろいろな立場の違う人が共通で話し合える最小の場に対して、できるだけ客観的な材料を提供申し上げようというのが、この調査の目的であります。この調査は、お手元にお配りをしました資料でございますように、大づかみにここでは4本の柱で書いてございますが、いうならば地域に及ぼす影響を、まず社会的な側面と、それから経済的な側面と、この両面からとらえようとしたことでもあります。さらに内容的には経済的な側面に入るわけではありますが、具体的に非常に問題になる地方財政との関係がございますので、その問題を一応特掲をしたということで、第3の柱を立てております。

なお、ここでは福島原子力発電所と美浜原子力発電所を事例にとっておりますが、いずれも現段階では建設の段階にありまして、さらに運転後の効果を実証的に把握できないというらみがあります。また実際にはこういう発電所建設に伴う地域の関係の中では、その地域の開発の方向という問題とのからみ合いということが非常に重要な問題になつてまいりますので、最後にそういう将来に目を向けたという形で、ここでは第4の柱として、地域改良の問題というところで考察をしておる。以上が大体のわれわれの調査の範囲でございますが、こういう基礎的な調査を踏まえて、一応それなりにわれわれが調査をしたものとして、どういう対策、あるいは方向が考えられるのだろうかという点についても、これからあと検討を進めてまいりたいと思っております。

それで、今日は、このうち、いわば事実認識に基づきます社会的、経済的な影響についての、いわば量的にわれわれが知り得た問題を中心にご被露をしたいと考えております。いささか数字にこだわりますので、お手元の資料に沿いまして、ご説明をしたいと思っております。(266ページ参照)

最初に、社会的側面における影響につきましても、これは両発電所地区の発電所に比較的近接している部落、それからやや離れた部落を任意抽出しまして、インタビュー調査、あるいはアンケート調査等、かなりこまかな調査を行なったわけでありまして、そのうちで2つばかりのインタビューの設問に対する結果表を、その次の表1というところにまとめてございます。これをごらんをいただければ大づかみなところがわかると思っておりますが、まずこの表の1で気づくことは、いまの調査対象が発電所の周辺においては、ほぼ半ば以上、50%から57%までが発電所設置に対して賛成であるという意識を表示をしているものであります。

それから、やや隔たつたところでは、その賛成の度合いがやや減つているという事実が1つあります。それで、これは別な調査で直接比較にはなりませんけれども、科学技術庁が同時点で全国の20歳以上の男女を対象に調べた結果では、ここにごさいますように、18%とかなり低く出ております。いうならばこの原子力施設が具体的な身近な問題になるに従つて、賛成の度合いを増しているということは、それに対する実利的な評価がだんだん観念的な評価を上回つてきている。当然そこには関係者のPRの問題もあろうかと思っておりますが、それは1つの興味ある点だと思っております。

さらに、もう1つ問題なのは、それにもかかわらず現時点としては、賛成の度合いが50%をわずかこえる程度である。これがいろいろな問題を処理する場合にからんでくる事項ではなかろうかと思うわけでありまして。

それから、ここでは第2の設問として、その後、実際に施設が建設課程に入った現段階では、いいと思つているのか、あるいは非常に迷惑だと思つているのかという、時間的な経過について、住民意識がどのように変化をしているのかという点を調べたのがその問いの2であります。これを問いの1と比べてみますと、問いの2のほうではよくわからない数が非常に多い。これはいまの段階ではそうだと思いますが、1つは反対であるというものが、現時点では迷惑であるというようにしたものが、美浜の地区では非常に少なくなつてきているということがあります。それに対して福島は、若干であります。ふえております。ただ、このふえているものの理由につきましても、たとえば人手

がなかなか集まらないとか、部落のまとまりが思わしくなくなつてきているとかいうことが主でありまして、いわば原子力自体に対する拒否という事例はございません。そういう事柄は、これはなかなか意識の問題で、これだけでずばりという結論を見出し得ないものであります。しかしわれわれのこれからのいろいろの態様の中には、一応基本的にはこういう事実を認めた上でやるということが、非常に重要な点ではなからうかと思ふわけでありまして。

さらに社会構造という点についても調査を進めましたが、これはそれぞれの部落の社会構造の機能、文化の動向ということで若干の違いがございます、いちがいにとどうだということは申し上げられませんが、ただこの両地区に共通していることは、原発が設置された以降、たとえば建設労務に参加をするとか、道路整備に伴つて通勤圏を拡大をすとかいう形で、部落のモビリティが非常に大きくなつてきているということと、それから他の産業を自分でやろうという内発的な意識が芽ばえている。こういうことが今後の地域開発上の基盤を形成するという意味で、非常に重要な問題ではなからうかとわれわれは考えております。

さらに、経済的な側面については、これはその次のところにいろいろな表が載っております。それで、最初の表2のところには、いわばこのわれわれが対象にした両地区に投資されておる電力施設側の一応投下額、及び見込額を記入したものでありまして、福島地区では現在、3号機まで建設予定を立てておりまして、これは千五百数十億と聞いております。

なお、ここでは6号機までと書いてありますが、これは予定分ではございまして、6号機までは一応開発可能であるということでありまして、もし6号機まで設置されるとすれば、三千数百億という非常に膨大な投資額になるわけでありまして。美浜はこの表のとおりであります。

ただ、私どもが対象にしましたのは、現在まで、いわば正確に申しますならば、44年の3月末までに投下された、その表3の下にございます両地区大体百二十数億であります、これについての行くえを追つたわけでありまして。これを追いますと、この表3にございますように、地元いろいろな形で支払われた金は、十数%から20%ぐらいに及ぶということ。そしてその絶対額を一応年度平均にしますと、大体その地元の財政規模の1倍ないし2倍に相当するということ、かなりな額だということ。これはいまの120億に対応することでありまして、先ほど正親さんからの話もございましたよ

りに、福島地区で今後、上に述べましたようなものが行なわれ、このような割合で地元  
に投下されるとすれば、これは金額が1けた上がる、あるいは期間が1けた多くなると  
いうことが算術的には予想されるわけでありまして、これは建設期間ではございますけ  
れども、その投資額が巨大にのぼるということは、十分ご了解をいただけることであ  
らうかと思うわけでありまして。

また雇用の面では、その次に表5に載っておりますように、おおむね両地区とも千数  
百人から2000人ぐらいの労務が平均して入っておりますが、そのうち、地元の者が雇  
用されているのは、おおむね $\frac{1}{3}$ と理解してよろしいかろうと思います。しかしこの $\frac{1}{3}$ の  
雇用量は、地元の市町村からしますと、非常に大きな量がありまして、就業全人口の1  
割以上が大体建設労務に従事しているということになるわけでありまして。

以上のようなことから、少なくとも建設段階における金銭の面、あるいは雇用の面は、  
かなりのものと評価してよろしいのではないかと考えております。

なお、いまの金銭的な面で、特に地方財政に限ってみますと、これはこういう施設が  
地方財政に及ぼす影響は、どちらかというとも県よりは市町村のほうがはるかに大きい。  
また時期的に申し上げますと、建設段階では収入の面よりは、むしろ支出の面で非常に  
大きな影響をもつ。逆に運転段階に入りますと、固定資産税等の問題がありますから、  
当然のことながら収入の面で大きな影響をもつということになります。

それで、いままでのところでみてみますと、収入のほうの面では、現段階、建設段階  
でございますので、ここにございますように、100万円台、あるいは千数百万円台の  
程度で、全体の規模からみましても、必ずしも大きな量を占めておらないといえるわけ  
であります。運転段階でどのぐらいの税収入があるかということについては、これはま  
だ計算の基礎が明確でございませんので、何とも申し上げる段階にございませんが、専  
門家の一応の推定によりますと、大体年間1号機だけで1億ないし2億程度の増収にな  
るのではなからうかとみておるようであります。

ただ、この問題につきましては、その分がまるまる自主財源の増収になるということ  
ではございませんので、その反面、いわば地方交付税の相殺分がございまして、お  
そらくその $\frac{1}{4}$ 程度が実際の純増分と考えるのが妥当ではないかということでありまして。  
としますと、運転後の金銭的な影響は、それだけ割り引いて評価をしていかなければなら  
ないということにならうかと思うわけでありまして。

それから、支出のほうにつきましては、これは原子力施設をしますと、従来の町から

例えば、原子力の町になるという形、あるいは村から町になり、町がさらに市という形を望むという形で、いろいろな行政需要がふえます。もちろん施設に関連をした形で、いろいろな社会資本を投資をしなければならんという面も出てまいるわけでありませう。

そういうもののうちで、われわれはこれを特に地域関連事業とっておりますが、いうならば純粹の意味の発電所の建設のための事業でもなく、また地域本来の地域開発のためのものではなく、その中間領域にあつて、そして原発立地を契機として、その地域住民の、いうならばナショナルレベルを向上するために必要な諸投資、これは当然地方自治体が担当をしますけれども、しかしその性格上、企業者、あるいは県、国がこれに関与してまいるわけでありませうので、その分だけ、その地元の市町村としては割り安という用語がございませうが、割り安にそういう施設、社会資本を充実することができるといえるわけでありませう。ただ、それは割合でございませうして、その絶対額はかなりな額でございませう。特に原子力発電所が立地する地域は、財政力がいまだかなり弱い、市町村でございませうので、そこに市町村地元財政への影響が、非常に無視できない問題になる。これをどのようにコントロールするかというのは、かなりいろいろな問題がございませうが、ともかくそれは事実としては非常に投資もするが、その財政負担をどうするかということに苦慮していることが実態ではなかろうかと思つてございませう。

大体はしよりました、今回調査をしました点の事実についてだけちよつとご報告をしましたが、もうすでに時間がだいぶ超過をしておりますたいへん恐縮でございませうが、3点ばかり、ちよつと私自身の考え方をこくかいつまんで申し上げたいと思つてございませう。

第1点は、これは総括としまして、開発の効果というものでございませう。これは、効果というのは、本来相対的な形でとらえられるものであろうと思つてございませうので、それぞれ見方によつていろいろな評価が出てくると思つてございませうが、われわれが調査をした限りにおいて、それを地域の現水準に比べてみると、これは非常に大きなものだ、これはまずいえる。それはおそらく運転段階も含めてそうであらうといえるだらう。ただ、実際には、いわば開発効果がそれだけ大きければ大きいだけに、その差が大きい。現段階との差が大きいという形の中で、そこにいろいろな矛盾も出てくる、こういうことが1つあるわけでありませう。その場合に、特に地域の面では、その地域が僻地であるという点で生じてくる問題、また設置される企業体が公益企業体である、あるいはまた地域産業といわれる性格が強いという問題、こういう立場の中で、このギャップをどう埋めるかという形でいろいろな問題になつてくるということが、まず第1として指摘できようかと思つてございませう。

わけでありませう。

第2点は、これは岩上知事からすでにご指摘いただいておりますが、私も原子力立地に関連しては、特に国のルールが必ずしもととのつていないというところに、当事者の非常な努力にもかかわらず、問題が円滑になされていない原因があるのではないかということです。特にその場合、この原発立地においては、建設効果が非常に大きいわけですが、この建設効果を地域開発という場面で受け取るべき、いわば地域開発としてのプールがまだ十分にできておらないという2点が一応指摘されるのではなからうかと思ひます。

いずれにしても原子力の問題は、皆さんからもご指摘がありましたように、当事者ばかりではなくて、全国民的な理解のもとで、いま新しいこういう問題にからまる外回りの問題を、これから主として解決をしていかなければならないというのが、私の総括的な印象でございます。以上でございます。

参考資料

表-1 原子力発電所設置に対する住民意識

	美浜地区 隣接部落	福島地区		全国(注1) 20才以上の男女
		隣接部落	原発から5~8 kmの部落	
問1(注2)賛成	34人 50.7%	22人 56.5%	11人 40.8%	18%
反対	25 37.3	4 10.2	6 22.2	41
その他	8 12.0	13 33.3	10 37.0	41
計	67 100	39 100	27 100	2,538人 100
問2(注3)よかつた	25人 37.3%	20人 51.3%	11人 40.8%	
迷惑である	77 10.4	7 17.9	6 22.2	
まだよくわからない	32 47.8	9 23.1	8 29.6	
その他	3 4.5	3 7.7	2 7.4	
計	67 100	39 100	27 100	

註 (1) 科学技術庁が昭和44年3月、全国の成年男女を対象に世論調査したもの

(2) 問1の内容 美浜地区：「部落総会で討議したとき原子力発電所誘致に賛成しましたか、反対しましたか。」

福島地区：「原子力発電所誘致をはじめて聞いたときどう思ひましたか。」

たか。

全 国：「もし仮りに、あなたの住んでいる町や村に原子力発電所ができるとしたら、あなたは賛成しますか、反対しますか」

(3) 問 2 の内容 美浜，福島両地区とも

「原子力発電所ができてよかつたと思いますか。」

表－ 2 原子力発電施設投下額（推定）

	福 島 地 区	美 浜 地 区
1号機の工事費	4 2 0 億円	3 0 0 億円
現地点で建設予定分の総額	億円（1～6号機）	6 6 0 億円（1～2号機）

表－ 3 原発関連投資実績額の支払地別内訳

	福 島 地 区	美 浜 地 区
地元町内に支払れた分	26.18 億円（ 21.7%）	14.30 億円（ 11.4%）
県内に支払れた分（除町内）	22.47 （ 18.6 ）	19.75 （ 15.7 ）
県外に支払れた分	72.11 （ 59.7 ）	91.58 （ 72.9 ）
計	120.76 （100 ）	125.63 （100 ）

（注）着工以来昭和 4 4 年 3 月までの実績額

但し，地域関連事業など国，県，町による関連支出分（約 8 %）を含む

表－ 4 地元町内への支払額の帰属先別内訳

	福 島 地 区	美 浜 地 区
個 人 所 得	16.7 億円（ 64.0%）	8.7 億円（ 61.0%）
事 業 所 所 得	5.4 （ 20.5 ）	1.7 （ 12.0 ）
地方自治体関係分（注）	4.1 （ 15.5 ）	3.9 （ 27.0 ）
計	26.2 （100 ）	14.3 （100 ）

（注）地域関連事業などの社会資本および税収

表 - 5 原発関係従業者数

(昭和44年3月現在)

	福島地区			美浜地区		
	電力会社	請負業者	計	電力会社	請負業者	計
町内	45人	704人	749人	21人	469人	490人
県内	33	504	537	12	266	278
県外	150	524	674	141	647	788
計	228	1,732	1,960	174	1,382	1,556

議長 ありがとうございます。最初の予定をどうしても20～30分超過しておるのでございますが、ここではなはだ恐縮ですけれども、5分ぐらい休憩しまして、それであとのお3人の方にやつてもらいまして、皆さんで若干の討議をしてもらいまして、最後にまとめさせてもらうということになりますと、どうも時間の関係で、12時30分ぐらいまでにはぜひ終わりたいと思いますが、少し時間を延長させていただくことになるかと思っておりますので、その点、あらかじめご了承願いたいと思っております。ここで5分ほど休憩させていただきたいと思っております。

議長 それでは引き続きましてもう少しで発表願いまして、それからあと討論に入りたいと思っておりますが、原子力施設の管理行政につきまして、田中さん、お願いいたしたいと思っております。

田中 放射線ということに関しましては、なにも原子炉なり再処理工場特有のものではございませんで、何十年も何十万年も大昔から私たちのまわりの自然界に存在しておりましたわけでございます。人間は、普通、100ミリレムとか200ミリ程度の放射線を天然のものとして受けておるわけでございます。ご承知のとおりでございます。したがいまして、原子力の利用による放射線におきましては、多くても、天然の放射線によつて人類に与えられる影響と大差のないものにしたい。先ほどお話もありました、自然のバランスをそこなわない程度のものであるということにしぼつて考えられ、かつそれに向かつているわけでありまして。

先ほど御園生先生がおつしやいましたICRP、これは非常に長い歴史をもつた国際的な機関でありまして、これの勧告によりますと、放射線作業者に対します全身放射線の被曝の年間許容量は、5レム、一般公衆に対しましてはその $\frac{1}{10}$ という値が限界として示

されておるわけでありまして、わが国におきましてもこれを体しまして立法されているわけでございます。この限界を天然の放射線と比べてみますと、原子炉によつて公衆には実質的な影響を与えないということになるわけでありまして、大気汚染とか水質汚濁というような普通の公害は、急速な産業開発がもたらす危害について考慮がなされているためのものでありまして、公害が出てからその原因や結果を追いかけたり対策をつくつたりしているというのが実情でございます。

しかし、原子炉なり再処理工場なりを建設する場合におきましては、その施設の位置や構造、設備などが、安全の上から支障がないということを事前に、しかも第三者的な立場から綿密に調査、審議され、それが確められてはじめて炉の設置が許可される、そういう立法になつているということはお存じのとおりでございます。こういう事前審査の方針というのは、細目は多少差がありましても、世界各国どこでも行なわれていることでございます。これは、安全に対して慎重であるというだけでなく、高開発社会が示す姿勢の問題でもあるわけでございます。

このようなことが前提になりまして、原子炉の審査にあたりましては、核燃料物質及び原子炉の規制……、いわゆる原子炉等の規制に関する法律によつて事前審査が行なわれておりまして、どんな小型の原子炉でありましても、また臨界実験装置でありましても、大型の原子力発電所におきましても、さらに外国の原子力船の入港、あるいは国内の「むつ」の場合におきましても、あるいは再処理につきましても、その安全性を事前に審査しているわけでありまして。

原子力発電所の原子炉でいいますれば、平常運転の場合と重大事故の場合、仮想事故という三つにしばつていろいろ審議がされております。この審査のためには、わが国といたしましては30名の専門家が任命されておりまして、これは原子力委員会の下部機構として法律で定められているものでございます。原子炉の安全審査専門委員会になつているわけでありまして。この専門委員会で、平常運転についてみますれば、自然にある放射線と同じレベルの影響しか一般大衆に与えないということにおいて考えられているわけでありまして。

平常運転の場合はこういうことではありますが、それでは重大事故についてはどうかということでございます。これは、放射線の影響が子供の甲状腺に対して150レム、全身に対して25レム以上の影響を与えないということから審議されているわけでありまして。現実に原子炉の場合におきましては、はるかにこの限度数よりも低いもので

ありますが、この限度数自体の数値は、子供に対して何らの影響のないものということから考えられている数値でございます。

仮想事故といえますのは、技術的にみて決して起こりそうもないような事故でありますけれども、こういうものが起こつたと仮定いたしましても、地域の公衆に、おとなの甲状腺に対して300レム、全身で25レムの放射線をあびても、医学的、臨床的な処置を必要としないくらいのものでございますが、これを基準としているということでございます。

そこで、こういう数値を基礎にして審査が行なわれまして、その範囲内に入つていれば許可がおりるといふ形になるわけではありますが、このような重大事故、仮想事故が起こりましても、先ほどいいましたように、一般に影響を与えない程度のものでございますが、それではこの程度の範囲は、どこまでいつたらその程度になるかという点が問題でございます。

このために、まず安全の面から申しまして、緊急冷却装置、あるいは原子炉の圧力容器、その外側に格納容器というふうにそれぞれ防護施設をつけてございますが、この防護施設を通つて外へ出ましたものが拡散して出ていつた場合に、先ほど申しましたレム数に達する区域といえますのは、一応敷地内におさまるようになっております。これが重要なことなのでありますが、重大事故がありましても仮想事故がありましても、大体いまの程度の放射線の出るのが、その敷地内でおさまるようにならされているわけでございます。

こういう方向で全部一応審査をいたしますが、このような事故が一体それではどのくらい起こるものであるかという点でございます。これは、1万年に1ぺんとか10万年に1ぺんという程度のものであろうかと想定されているわけでありまして。いずれにしても、こういう事故が起こりましてもその敷地内にとどめるということで審査がされ、許可されているわけでありまして。

実際の工事の面につきましては、通産省のほうの工事検査が行なわれまして、1件ごとにかまかい検査が行なわれるわけでありまして。それから、施設が完成する前から、まわりの天然の放射能の調査をいたしますために、モニタリングの施設をつけまして十分な監視をするようになっていっているわけでありまして、法律的にもそれが強制されているわけでありまして。

大体行政関係から申しますとその程度ではありますが、時間がありませんので、あつま

た討議のときに申し上げたいと思います。

議長 たいへん親切にご説明願ひましてどうもありがとうございました。

これからお2人の方にお話しいただきます問題はもつと長期的な問題になろうかと思いますが、だんだんこういう問題に原子力の問題が今後展開されていくのではないかという感じがいたしますので、きようはその問題を含めまして討議したいと存じますから、あとひとつそういう見地から村田さんと柴崎さんをお願いしたいと思います。

村田 原子炉の多目的利用ということにつきまして特にここであらためてその動向のぐあいを申し上げることもないと思いますが、原子炉の多目的利用ということがいろいろ論議されます背景を考えてみますと、幾つかの問題があると思います。その第1は、当然のことですけれども、原子エネルギーの利用という面におきましての総合経済性を向上させるということでございます。第2が、ただいまこのパネル・ディスカッションで問題になっております地域開発との関連を深めていくということであります。そして、それとも関連いたしますが、第3には、環境汚染対策、公害対策ということがあろうかと思ひます。いずれにいたしましても、原子力によつて得られるエネルギー、その利用という面におきましてロスをできるだけ減らしていく、メリットを高めていくという考え方に基づいているわけであります。

さて具体的な利用ということになつてまいりますと、当面可能な問題と、将来発展が予想される問題と2つに分けられます。当面の問題としては、すでに世界のある地域においては一部実施されておりますが、この原子力エネルギーを発電と同時に地域暖房の熱源として使う、スウェーデンなどの例がそれであります。また、原子炉で発生しました蒸気をプロセス・スチームと紙パルプ工業あたりに使う。これはノルウェーで行なわれている例がございます。また、最近非常に大きく問題になっております、原子力発電の排熱を利用する海水脱塩であります。海水淡水化。これは、原子力発電所と結びつきましたものは現在まだ稼働いたしておりませんが、その第1のものは、おそらくソ連のBN-350によるものになろうかと思ひます。詳しい情報はわかりませんが、大体今年末から来年にかけて運転が行なわれることと予想されております。

私ども日本原子力研究所のほうでも、現在改良中の動力試験炉、これを使いまして、小規模ながら、原子力による海水脱塩の実験をやつてみたいと思つております。順調にまいりますと、昭和48年ごろにはそういうことができるようになるかと思ひます。もしそうなりますと、おそらくは、ソ連のものに次いで世界で第2番目の原子力海水脱塩

の実験ということになるかと思えます。

ただいまで申し上げましたものが、いうならば原子炉としては在来型炉と呼ばれる軽水炉などの、すでに技術的には実証されている原子炉を使うものでありまして、温度条件でいいますと、330度から5~600度という範囲の温度の熱エネルギーを使うものであるわけです。しかし将来はより高温の熱を発生できる原子炉が開発されまして、したがってそれだけ利用分野も広まっていくということが考えられるわけでありまして。

いまここでまず考えられるのは、高温ガス炉といわれるタイプの動力炉でありまして、すでに世界のある地域では、温度850度までの運転が可能になっておりますが、さらにこれを技術開発いたしまして、運転温度1000度以上の原子炉に発展させることが予想されております。

そのようになりますと、原子力発電面、あるいは熱の利用全体を通じましての熱効率が高まるということはもちろんであります。同時に、高温のプロセス・ヒートを必要とします。たとえば製鉄、製鋼あるいは化学工業、特に石油化学工業、そういった面への利用が可能になってくるわけでありまして。たとえば1500度以上までも高温が可能になりますと、これらに加えて、セメント、ガラス等の窯業にも利用できるかもしれません。

いずれにしても、高温で原子炉が運転できるようになれば、そういった高温の熱エネルギーを直接プロセス・ヒートとして使う。そこから出てきます排熱を利用して蒸気を発生すれば、それがまたプロセス・スチームとして使える。最後には海水脱塩、地域暖房等の利用にも向けられる。非常に多角的な利用も理論的には可能となるわけでありまして。そういったことをベースにして発展させますと、いわゆる原子力コンビナートという規模雄大なる構想が浮かび出てくるわけでありまして、その点につきましては、後ほど通産省のほうからもお話があるようでございますので、私は省略いたします。

ただ、1つつけ加えておきたいと思えますのは、これはさらに将来のことになるかもしれませんが、いま原子炉の熱の利用ということと並行して行なわれている放射線化学という分野でございます。ただいまはいろいろコバルト60その他の放射線源を使っておりますが、この原子炉内における放射線、あるいはそこで出てきます核分裂性のエネルギー、こういったものを使つての化学への利用ということも当然考えられるわけでありまして、将来はそういったものが、ただいまで申し上げたものとさらに合わさつて総合的な利用が行なわれるということも考えておいてよろしいと思うわけであり

ます。

また、もう少し手近な例でいいますと、たとえばアメリカのハドソン・リバーの浄化に、原子炉で大量に発生する核分裂性のエネルギーを利用してオゾンが発生し、そのオゾンによつて川をきれいにするという規模雄大な構想も打ち出されておりますが、そういったことも決して夢ではなくなるかと思うわけでありませぬ。

時間がございませんので、さらに詳しく内容にわたつて申し上げる余裕がございませんが、いずれにいたしましても、産業社会的な面からみた1970年代というのは、見方もございませぬが、1つには情報が非常にふえてくる。情報がある意味では過多になつてくる。これをどう処理するかということで、コンピュータ化が進められると同時に、高度消費時代からきますところの廃棄物が増大してくる。その廃棄物の中には、原子力ばかりでなしにいろいろな面からの廃棄物があるわけですが、そういった廃棄物を積極的に利用する技術を開発する必要が出てくる、そのような特色があると思うのであります。こういったような特色に対してわれわれは、エネルギーの面からこれを解決していきたい。特に原子力を使つての転換をはかつていく必要があるだろうと考えております。

70年代においてこれに対処する立場から考えますと、これまでのように単に1つの企業内、1つの組織内だけでこういったものを解決していくということはとうてい不可能でありまして、より高次の範囲、特に地域社会と関連して問題を解決していく、発展させていくという姿勢が必要であります。そのような時代の入口にわれわれはいま立つておると思うわけでありませぬが、この際最も大切なことは、ただいままでに各メンバーからお話の出ましたたくさんの問題を先取りする、あらかじめ組み込んでやつていくという立場からの研究開発が非常に大切であると思うわけでありませぬ。原子炉の多目的利用ということも、こういった線に沿つた発展でなければ意味がないと私どもは考えております。

議長 どうもありがとうございました。それでは引き続きまして柴崎さん、お願いしたいと思います。

柴崎 最後を承りまして、産業立地政策と原子力の問題につきましていろいろの考え方を説明申し上げたいと思います。

今後の工業開発につきまして、その基本的な方向が、技術あるいは施設の大型化を中心にいたしまして、これを受け入れます地域の面につきましてもますます広大な用地が必要であり、大量の工業用水、大型港湾が必要になつてまいりまして、それを中心にし

た大規模工業基地が数多く要請されるという点は、最初に宮崎先生がお触れになつたとおりでございますが、そういった傾向を踏まえまして現在通産省では、いろいろ大規模工業基地の具体的な姿という問題を検討しておるところでございます。たまたま現在大阪で開かれております万博の政府館に、通産省と日本工業立地センターの共同でつくりましたモデル・コンビナートの模型が出ておりますので、万博をおたずねの節はぜひみていただきたいと思いますが、現在の段階でそういったモデル・コンビナートということと考えられておる規模といたしましては、粗鋼の生産ベースでは大体1000万トン、電力で500万キロワット、石油精製で80万バレル、石油化学で、エチレンベースに直しまして100万トンという程度のことが業種別の内容になつておりました、これに要する土地は大体2,500ヘクタールないし3,000ヘクタール。それから従業員は大体3万人。この3万人を中核にいたしまして、その家族並びに公的、私的のサービス業、サービス関係の人員を含めまして、大体人口20万という都市構成が必要ではないだろうか。

したがいまして、3,000ヘクタールの工業用地以外に、居住地あるいはオープン・スペースその他含めまして6,000ヘクタール、合計8,000から9,000ヘクタール程度の土地が必要であるという一応の構想があるわけでございます。

こういった大規模工業基地を形成する具体的な方法といたしましては、従来方式の火力発電を中心にいたしました方式もございますし、またそれにかわるものとして、原子力発電を中心にいたしました開発方式と、いろいろ方式があるわけでございますが、現在通産省の中で「原子力コンビナート研究会」を設けましていろいろ検討しております1つのアイデアといたしまして、お手元にお配りいたしました資料の中に、高圧ガス冷却炉を使用する場合の原子力コンビナート概念図というのが出ておりますのでちよつとこれを見ていただきたいと思うわけでございますが、これは冷却剤としてヘリウムガスを使いまして、高温原子炉の温度といたしましては800度くらいを予定しておるわけでございます。(277ページ参照)

この熱を利用いたしまして、1つには鉄鉱石の直接還元、それから1つには、発生いたしますオレフィン为原料といたします石油化学工業、この2つを中心にいたしまして、その他の産業につきましては、ここから発生される電力なり蒸気なりを有効に使うということで、例示的にアルミ産業あるいは紙パルプ工業を入れておるわけでございますが、さらに海水淡水化という過程を経まして、ここから入手いたしました水並びにスチーム

を有効に使いまして、先ほどご説明いたしましたような、20万人程度を後背地にもつ都市の生活にもその便を供給するという一応の考え方でございます。

もちろん現在技術的にも未解明の点が大半でございまして、そう確たる構想にはなつておらないわけでございますが、かりにこういう形で将来の原子力コンビナートが実現されるものという、非常に大胆な前提に立ちまして、この間のマテリアル・バランス、あるいは電力バランスというものを考えてみますと、一応の案といたしましては、この中で鉄鋼の生産は大体2000万トン程度は可能ではないだろうか。石油精製は90万バレル程度。石油化学は、エチレンに換算いたしまして160万程度。アルミニウムは、アルミナの100万トンを含めまして50万トン程度。以上を総計いたしまして電力といたしましては630万キロワットという一応の数字が浮かび上がってくるわけでございます。

しからは、こういう形で原子力コンビナートというものが実現されるといたしまして、これから昭和60年までのわが国の工業発展の中にどういう位置を占めるであろうかという点を試算してみたわけでございます。各方面でいろいろの数字がございまして、計画では、大まかに申しまして大体年率、たしか8.6%と予定されておつたと思いますが、その他通産省で別途計算した数値では、年率11%を若干上回る程度ということで成長率をはじき出しますと、この2つの案では、昭和60年のGNPが前者で140兆、後者で260兆という金額になつてまいります。その中間をとりましてGNPの年率、大体10%を若干下回る程度という想定をおきまして、ただいまここに出てまいりました電力あるいは鉄鋼、アルミ、エチレンというものにブレイクダウンして60年の数値を一応計算してみますと、粗鋼では3億トン、アルミでは400万トン、エチレンでは1,300万トン、石油系の燃料全体で6億5,000万トン、電力が1億6,000万キロワットという数字が浮かび上がつてまいります。

こういう60年の所要生産能力に対しまして、現在存在する設備、現在存在する工場の敷地並びに現在大体手当てがついております工場の敷地、そういうものでまかなわれる分を、非常に大まかな推定でございまして、出してみますと、粗鋼では大体1億トン程度の予定が立っております。アルミでは、約200万トン程度の予定が立っておりますようでございます。エチレンでは480万トン、石油系の燃料では2億6,000万トン、電力では5,200万kWという程度のものは、現在の敷地を前提にしまして入手可能である。

したがってこれから新規に用地を手当てをしまして、このような大規模の工業基地でまかなっていくべきその目標としましては、粗鋼では大体2億トン程度、アルミでは200万トン程度、エチレンでは820万、石油系の燃料では3億8000万、電力では1億800万程度のものが出てくるわけですが、これをただいまご説明しました原子力コンビナートの粗鋼、アルミ、エチレンその他の数値と照合してみますと、大体1割程度、今後60年までに実現しなければならない生産能力の1割程度。正確に申しますと、アルミについては、この計画によりますと、将来の確保必要の能力の24%になっており、電力については6%程度でございますが、平均して大体1割程度のは、この原子力コンビナートから出てくるのではないだろうか。

したがってこういう規模の原子力コンビナートが算術的には10カ所程度が必要になってくるという感じでございますが、現実にはおそらく従来形式のコンビナートの形成も平行的にどんどん進むでありましょうし、それを当面は補うという形で原子力コンビナートが考えられるとすれば、この60年までに2カ所ないし3カ所程度は、こういう形の計画を推進する必要があるのではないかという感じが出てまいるわけでございます。

そこで、問題になってまいりますのは、いかなる形でこういうコンビナート計画を進めるか。すなわちその推進母体の関係でございますが、いままでの通常のコンビナートでございますと、大体企業がそれぞれ集まりまして、コンビナートをつくるという形態でできてまいったわけでございます。しかしこれからのコンビナートは、おそらく企業単体ではなくて、企業グループ……企業グループと申しまして、たとえば鉄鋼業なり、あるいは石油工業なり、あるいは石油化学工業なり、そういう産業グループがそれぞれグループごとに集合する形のコンビナートが、これからは考えられなければならないのではないかという点が第1点。

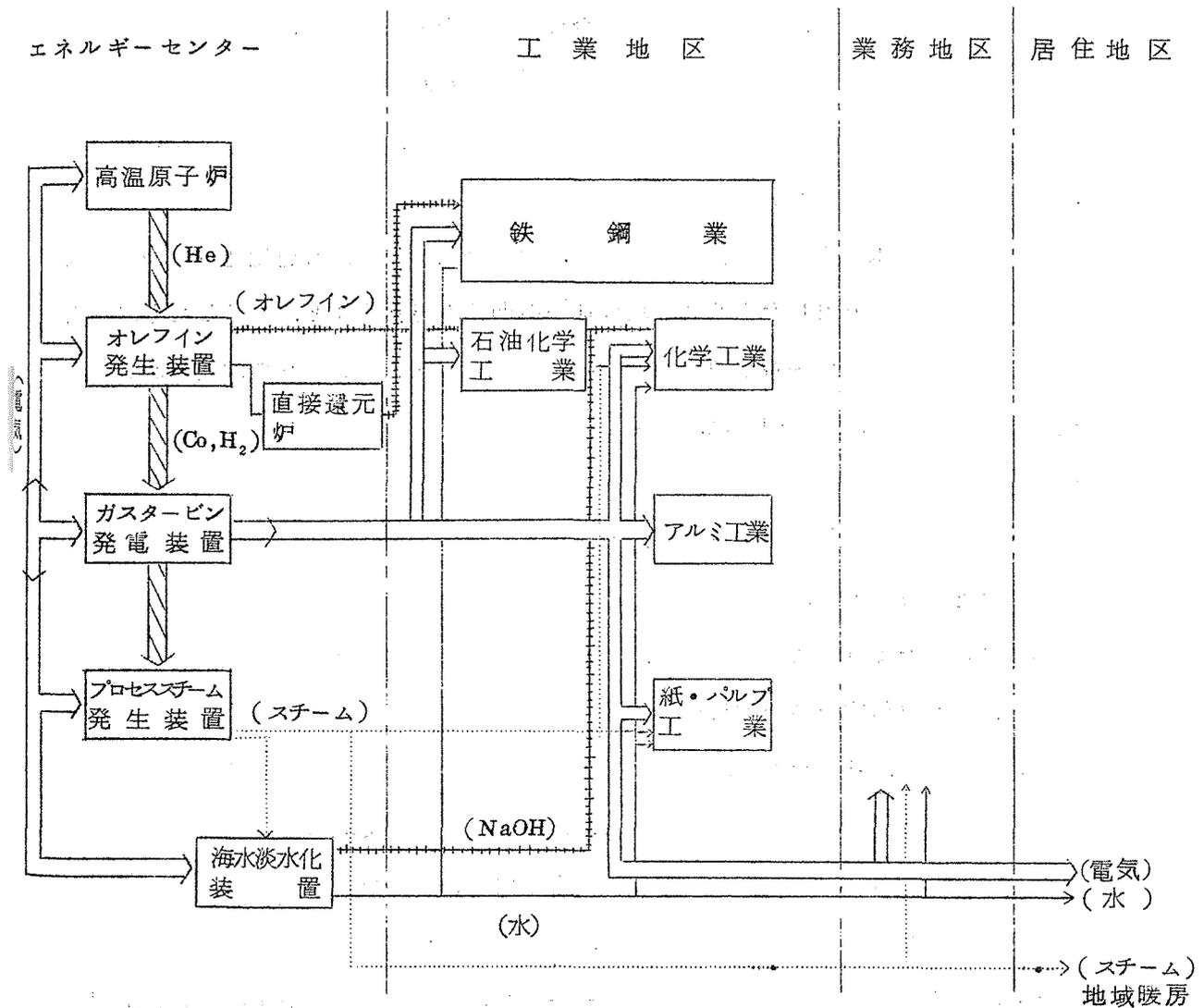
それから、土地造成をする場合に、ただいまの原子力コンビナートの場合には、工業用地の面積は、大体5,000ヘクタール必要であるということになっておりますが、それに住居地その他の都市用の必要面積6,000ヘクタールを加えますと、大体1万ヘクタール以上の用地が必要になってくると思うのでありますが、これはその生産力を確保するという面におきましても、公害を完全に防止する新しい形態の工業用地並びに都市構成ということを考えましても、非常に公共的な色彩が強まってくるわけでありまして、したがって工業用地造成は、現在は全く私的なベースでやられており、土地收容権その他全くないわけですが、新しい推進母体におきましては、こういう問題も十分

消化した形で、工業用地並びに都市用地の開発が実現できる形態でないと、なかなかうまくいかないのではないかと。

さらに、資金的には、国、あるいは民間、あるいは県、そういう三者一体の基盤が必要であると思われますし、こういう推進母体をいかにするかという問題を、早急につめてみる必要があるという感じがします。

非常にはしよつて恐縮でございました。

参考資料



原子力コンビナート概念図（高温ガス冷却炉を使用する場合）

議長 どうもたいへんありがとうございました。

以上で、一応皆さんからのご意見、ご見解を伺ったわけですが、この機会に皆さんからさらにお話をつめてもらいまして、最後に少しまとめさせてもらいたいと思います。時間がだいぶたちましたので、はなはだ恐縮ですけれども、私がお聞きしている間に感じた幾つかの問題をちよつと指摘しまして、それについて関係の人のご発言を求めさせていただきたいと思いますので、ご了承願いたいと思います。

たいへん広範な問題につきまして、みんなそれぞれの角度からご見解を述べていただいたわけですが、私の第1の印象は、問題に対する考え方が、たとえば2、3年前と比べますと、たいへん皆さんのご見解が、方向におきまして同じ方向を向いてきたのではないかということをつくづく感じたわけです。それにしましても問題がなお数多く残されておりますし、さらにそれから今後のことを考えますと、こういう問題がより一そう深刻な問題になつてくるということを、われわれは覚悟してかかるべきではないかということを感じたわけですが、その意味で、二、三、問題を整理しまして、さらにご見解を承りたい。

まず1つは、日本の立地の特性としまして、海岸立地で、しかも辺境地帯が多い。特に先ほど指摘がありましたように、地域社会の問題を考えますと、どうしても水産との問題が、卒直にいつて一番重要な問題になるということは、いずれの地域においても同様でございますし、この問題は、将来とも一番大きな問題の1つではなからうかと私は思います。

そこで、水産との関係につきまして、関係の人々から共存共栄という考え方は非常にけつこうだということ、これは電力会社の方もそういう考え方でたいへん真摯なご意をお述べになつたようでございますし、また水産のほうからも同じようなことがございましたが、ただ具体的な進め方につきまして、現在少し進んでいるようにいまお話を聞きましたけれども、そのテンポがちよつとおそいのではないかというご意見があつたように感じます。しかしこの点につきまして、何かさらにいい促進についての知恵があるのかないのか。水産のほうから試験段階から企業化の段階へ早く進むべきだというご意見もあつたようですが、これにつきまして、きようは農林省の関係の人はおられませんけれども、さらに電力会社の方、あるいは一番これにつきましてご造詣の深い岩上知事さんあたりから、ちよつと簡単に承りたいと思うのであります。どんなものでございましょうか。

岩上 農林省関係のサイドが非常にブレイクダウンしているのではないかという感じなのです。ここまで原子力が進む、また進もうとしている。ある意味におきまはこれにたよらざるを得ないところまで来ているときに、海洋の調査をはじめとして、原子力と魚類、海藻類との関係をもう少し積極的にやるべきではないか。このような問題を提起して、茨城に放射線の海洋研究所をつくつていただいたのが、全国的には最初だったと思うのです。こういう基礎調査は、当然国のペースでやつておくべきものがやられなかつたということは、日本の政治の姿勢に科学的な、もう少し積極的な姿勢を押し出すものが、政治的にも弱いし、また学者の位置がどうなのかわかりませんが、政府関係においてもそれぞれ研究機関をもつておるわけなので、こういう面で私は、科学技術庁と農林省とのタッチがうまくいかないのではないか。漁業団体の側につくという姿勢が現実的に非常にあるわけですね。

それは、ある意味において、私はけっこうだと思のですが、それでは漁業を防衛する立場から、どのような問題を提起したらいいのかということが、直ちに原子力行政を進めるテンポと同じようなテンポで問題を究明すべきではないか。ここらあたりが時間的なずれがあるような感じがしてならないわけなのですが、ようやく最近立ち上がってきておりますし、去年も皇太子が行らつしやつたときに、放射線の海洋研究所をごらんになつていただいたのです。「日本の産業のうちで一番公害が少ないのは原子力産業ではないかしら」。このようなお話もちよつといただいたようなこともございます。それだけに、基礎的な問題をもつと早めにスピードアップをしておやりになることが必要ではないかという感じがします。

これも外国へ行つてまいりまして、いろいろな基礎データをみせられたので、急に私は技術会議の委員をやつている関係で、農林省の幹部の方にお問い合わせをしたのですが、どうもうまくいかないので、また科学技術庁のほうにお問い合わせして、ようやくつくつていただいたような経過があるわけなのです。消極的なのか、むずかしいのか、あるいは学者陣の不足なのか、そこらあたりがわからないのですが、やってみると案外そうでなくて、一生懸命よくやつておられますし、やる姿勢が行政各庁においてアンバランスである。このアンバランスの行政の中で、科学技術庁は1人突つ走るといふものがあるから、地域社会との結びつきも思うようにいかないことになってくるのではないかと。こんな感じが、実際に進める過程において私は体験しておりますので、そこらあたり、もう少し思い切つてやつていただきたいと思います。

議長 そうすると、大体私がいま伺いましたところによりますと、電力会社のサイドも非常にご熱心なようですし、水産界におきましてもたいへんこの問題に真剣に取組む態度を示しておられる。ところが、何だかどこかが少し推進するところが抜けている。科学技術庁か、原子力委員か、あるいは農林省か、これら所管の問題にも関連して、ちよつとその辺があると思うので、田中さん、ちよつと一言……。

田中 いまの問題でございますけれども、原子力発電所から放出されます大気中の放射能の問題は、先ほど申し上げましたようなやり方をとつておりますが、海洋に関しましては、発電所から出ます水を利用して、十分に薄めまして飲料水ベースまで、いいかえますと人間が1日に飲みます量が幾らと、大体平均できまっておりますが、それを毎日飲み続けてもだいじょうぶな程度に全部薄めまして、流しているわけでありまして。それから、発電所から出ます排気物で高いレベルのものは、全部発電所の中へため込んで、しまい込んでおくという形で処理されておりますので、発電所のまわりにつきましての問題は、これはほとんど考えなくていいのではないかということなのでございます。

それで、いまお話のありましたのは、再処理の問題でございます。このほうは、現に低レベルのものを放出しますので、これがあの海域の人たちに影響を及ぼさないようにするために、先ほどのフードチェーンというものを考えてきたわけでありまして。それで、放出されるものの中で、最終的に人体に影響のある一番大きな核種は何であるかということをしめ、それからそれを運びます魚、一番蓄積します魚は何であるか、それを食べるグループはどういうものであるか、一番たくさんとるグループだけを考慮して、これでおさめればいいわけでありましてから、その面の検討をしたわけでありまして。

幸いいろいろな研究が、あそこの臨界研究所のできる前に相当なされておりましたので、それを使いましてやつておるのでありますが、万全を期して、最初に人間に取り込まれる量を規定の $\frac{1}{10}$ まで下げまして、十分安全の面を考慮してやつたわけでありまして。

そういうことでございますけれども、初めてのことでありますので、漁業調査のほうを十分にしたいということで、接触を水産庁のほうと保ちまして、現在水産庁が主体となつてやつていただいておりますというのが実情でございます。ちよつと言ひわけがましいのですが、そんなところでよろしゅうございますか。

議長 そのマイナスを最小限にするということは、先ほども皆さんがご主張だし、それはだいたいやつておられることはわかるのだけれども、逆にプラスにするという努力が、どうも皆さんの話を聞くと、関係の一部で熱心だけれども、まだ中央の政府は、特にあまり

熱心ではないというように響いたのです。これは水産庁の問題でしょうから、皆さん、こういうことに大いに努力する必要があるということで意見が一致すれば、それが1つのまとめになるかとも思われます。この辺は田中さんのご担当ではないかもしれませんがけれども……………。

田中 もう1つプラスの面といいますのは、先ほどむしろ放射能の問題ではなくて、温排水の問題だと思えます。この面になりますと、これはまた実際にわれわれのほうとしましても何とか処理をしたいわけでありましたが、立場の点からいつて、庁内では別のところになりますので、そちらとの協力を保つてやっっているわけでありまして。研究調整局というところで、全体の研究の金をもつて進められるようになっておりますので、そちらとの協力をとつてやっておるわけでありまして。

全体に申しまして、科学技術庁自体は、研究開発の面でございますので、実際の面になりますと、この面は別の方向でまた考えなければいかん。いいかえますと、先ほど知事からお話がありましたように、もつと強力な、政府の中にもつと大きなものをもち上げないと早急には進まないのではないかという心配はございます。

議長 ありがとうございます。ただ、やれ農林省だ、やれ科学技術庁の中でもちよつと違ったところだということになると、受けるほうはたいへん困るわけです。そのシステムをどうするかということは、全体としてまたあとの問題になると思うのですけれども、保留しておいて進めたいと思いますが、時間がありませんので、いまの問題について皆さんから承りましたら、水産界も漁業会社も非常にご熱心であるようです。あとは政府のほうがどうもおくれているのではないかという印象を受けましたので、そういうことで、それをどう推進するか考えなければいかんと思いますが、時間の関係もございましてこの辺にしたいと思えます。

しかし半分まとめになつて恐縮ですけれども、水産との共存共栄を、とにかく皆さん考え方の上において、そういう方向で積極的にいこうということになつたことは、2、3年前に比べまして、たいへんな前進ではないかと私は認識しております。それが実を結ぶように、お互いに今後、それぞれのところで努力をしたいものだと感じております。どうも討論とまとめを一緒にやつたようですが、それをひとつ終わらせていただきます。

その次は安全性の問題です。これにつきましてもたいへん十分なお説明があつたようですが、モニタリングのシステムにつきまして、問題が残つていやしないかどうか。ちよつとその点、はつきりしないことがあつたように記憶するのです。どなたからか発言

はないでしょうか。結局これはモニタリングの問題とPRの問題だということを、皆さんから強くおつしやつていただいたようですが、これも科学技術庁のほうで……。

田中 いまのモニタリングの問題でございますが、たとえば県によりますと、福島県、それから福井県におきましては、最初、政府も一枚加わってくれというお話が出てまいりました。実際に私らが加わりまして、十分なことができないことをおそれましたので、会社と話を十分つけまして、そちらのほうで会社と県、企業体と自治団体との間で十分協議をして、その上で政府側に、こういうことは必要である、このようにいわれるならばそれをひとつ取り上げましょう、こういうことでご折衝をお互いにしていただいたわけでありまして。それぞれの地域によつて特色がございます、ある県ではもう少しこうやつてもらいたい、この点までやつてもらいたい。こちらの県は、いや、それよりこちらのほうをやつてもらいたいといういろいろなご要望がございますので、一がいに一律的にまいらんわけでございます。そういうことで、福井と福島とでは、会社同士のモニタリングのやり方が少し違うようでございますが、いずれにしましても地域住民の保健という意味から、モニターを十分県も立ち入つてみたいというお気持ちでありますので、その点をご両者のほうで十分審議を願うようにしてございます。

なお、問題が起こるといけませんので、中央にこれを何か評価できるような組織をつくらうということで、それは別途考えているわけでございます。

それから、茨城県におきましては、これは国の施設がたくさんでございますので、その関係で、私のほうも水戸に事務所を置きまして、そこには何ポイントか、たくさんポイントを設定して、定時的に検査を毎週やつておるといふ状況でございますし、モニタリングポストからは、無線で支所にモニターの結果が記録されるようになっておりますし、それからモニタリングの自動車を出しまして、定期的にポイント、ポイントで水をくんだりしてはかつているわけでありまして。いままで問題がないわけでありまして、そういうやり方をしておるわけでございます。

議長 いまの点につきまして、どなたか、ご発言ございませんか。

浜田 モニタリングの問題ですが、まず施設者がそれをやるのが当然のこととして、私は第三者モニタリングといいますか、まず第1は地方自治体、先ほど岩上知事さんがおつしやつたように、自治体は住民の生活を守る責任はあるのだけれども、権限はないということなので、私は権限的といいますか、法律改正になるのか、閣議決定になるのか知りませんが、自治体が住民の生活を守る責任と、その裏表として、それだけの権限

があるということをはつきりすべきである、それが1つ。

もう1つは、第三者、自治体も第三者だけれども、それから被害を受けるのではないかという心配をもっている人、この場合、沿岸地区に発電所ができるならば、漁業者、そういうものがモニタリングの第一線の責任者であるべきだ、そういう結果の評価なり、指導なり、何とかするものは中央組織でよろしい。中央第一線組織では、施設者が当然自治体、漁業者、第三者がぜひ必要である、こう私は思うのです。

ところが、科学技術庁の次長さんがこられて、隣でやり合うのも妙なことになりますけれども、第三者、自治体にしても、漁業者などは、何をしろうとがぬかすか……ぬかすかとは書いてないけれども、そのような言い分で、しろうとではないか、しろうとがこうこうだとかいつて、くろうとにこうせいといわれても、くろうとは困る、こういうことなのです。しかしながら組織論としては、組織がくろうと、しろうとということはないので、その組織はくろうとを雇えばいいのだから、たてまえとしては、しろうと・くろうと論は個人の能力差の問題で、これは組織でないで、そういう組織立てを法律でこしらえるのか、閣議決定でやるのか。適当な次官通達くらいではちよつと値打ちが下がる。

だから、もつとどこかへ壮大なものでそういうことをやるのだということ、それ自体が私は地元住民の組織が安心のもとだ。それを適当にやると、これはまた不信感が出てくる。適当にはぐらかしているとまた不信感が出てくる。こういうことになるのではないか。こういうことです。

**議長** この問題は、実は前の産業会議の会議でもたびたび問題になつて、どうもちよつと最後がしり切れトンボになつているような感があります。お役所ももうちよつと立場の違い、考え方の違いということを考えて、こういうのは複数性を考えたほうが安全性を維持し、かえつて核アレルギーみたいなのを早く解消し、安心してどんどんみんなが進むゆえんだから、こういうことについては、個人的に議長がいうのはおかしいですけども、少しブロードマインズで政府が臨まれるほうが、かえつていい結果を生ずるのではないかということを、私は役所をやめてから特に痛感しておりますので、これは議長の意見として、この際いつておきたいと思ひます。結論は、きようは討論会ですから、この問題はその程度にさせてもらつて、これはなおひとつよく検討してもらふということに進めたい。

ただ、たいへん最近の科学技術庁その他、こういうことに対して、実際上はいろいろ

な努力をしておられることは十分に認めるものでございますので、その点を打ち消すものではないのですが、なお問題として将来検討してみたいという感じはしますので、つけ加えさせていただきます。時間がないので、私がかつてなことをいつて恐縮です。ほんとうは皆さんからもつとこの問題は聞きたいところですけども、先に進行させてもらいます。

それから、いろいろな問題を踏まえまして、もう1つ、これはいろいろな皆さんの話を聞きまして、ことに今後のあるべき姿、あるいは発展ということを考えますと、一方においては、どうしてもエネルギー問題がますます重要になり、その中で原子力の開発はますます重要になる。しかも多角的利用ということになつてくる。立地の問題などについても、いままで比較的小地域の問題にとどまっていたのが、だんだん広地域の問題に広がってくる。

それから、宮崎さんや、最後に先ほど柴崎さんがお話しのように、むしろこれは全国的視野でどこかに巨大な原子力の施設をつくつて、コンビナートを形成していくかということは、今度は地方的な問題から非常に全国的な視野できめなければならぬ問題にまで、だんだんますます発展をしてくる。そうすると、原子力の施設と地域社会の問題は、いままでもたいへんな問題がありまして、なかなかそれぞれのところで苦勞しておられるようですが、今後ますますそういう問題が重要性を帯びてくるのではないかと感ずるわけです。

そこで、先ほどからすでにだいぶ指摘がございましたし、岩上さんや、調査を担当されました笹生さんからも指摘がありました。どうも全体としてこういう事柄に対する対処のしかた、対応のしかた、これは地元の人にも卒直にいつて、いろいろな対話のしかたについて、よく考えてもらわなければならぬ点がたくさんあるのではないかと思います。地方の行政府、あるいは中央の政府、あるいは第三者を含めまして、たいへん新しい問題が出てくるので、その場合にはどなたかご指摘になりましたが、うまく先取りして問題を解決するという基本的な考え方、そういう点が非常に重要になつてくるのではないかと考えます。そういう点につきまして、これはまとめるという意味ではなくて、すでに発言がございましたが、どなたでもけつこうですから、こういう点が重要だという点を、簡単に結論だけ皆さんから少しお述べいただければけつこうでございます。どうぞひとつ。

岩上 浜田さんのおつしやることは、全くこれは、核アレルギーをもっている日本国民の不

安感を払拭するのに、非常にいい方法ではないかと思えます。これをぜひひとつ科学技術庁のほうで、十分にご検討いただく必要があると思うのです。しろうとだとか何かいうおそれもあるわけですが、やはりそういう体制をつくっていただくよう、法律的に約束してもらいたいと思うのです。

それで、イデオロギーをもつたりいろいろなむちやな反対があつても、イデオロギー的なものというのはすぐわかります。それから、むちやな、無理解な反対というものもわかってくるわけです。そうすると、科学的な姿勢が一番ニュートラルな姿勢ですからこれではつきり確立さえすればどんどん説得力が出てくるわけです。

私、再処理問題でも自分でそのような体験をもつておまして、科学的なサイドにわれわれは立つのだという姿勢で説得をしてみたわけです。結局だんだん感情的な反対もなくなってきました、それからイデオロギー的な感覚というのはすぐわかってしまうわけですね。ですから、だんだんと近づいてきたという経験をもつていますので、そういう面で住民にアプローチする姿勢として、方法論としても、いまの浜田さんのおつしやることは非常にいい1つの方向ではないかと思えます。

議長 ごもつともですね。ほかにどなたかございませんか。宮崎さん、何かありませんか。

宮崎 私はどちらかというとしろうとのほうなのですが、若干部分的にはこの問題についても経験があるのです。いまのご議論を聞いておつて、確かにこういう問題に取り組むにあたって、中央の行政機構がなかなかうまく働かないという面はあると思えます。私どもの総合開発計画の中に盛り込んだ各種のプロジェクトについても同様の問題がいろいろ出てくるわけです。そういう意味では、科学技術庁が中心になつてやられるのですが、少し、各省の権限を調整するような何らかの方式をみつけないと、今後問題が大きくなるに応じて、非常に行政的にはむずかしい事態にぶつかるのではないか。これは、われわれのほうあたりも少しそういう意味で、何らかお役に立てればまたご意見を申し上げてもという感じがいたしました。

議長 井上さん、どうですか。

井上 日本の資源問題を出しますと、先ほど村田さんのおつしやいました多目的原子炉がどうしても必要になつてくると思えます。しかし、多目的原子炉をほんとうにつくり得る体制にするためには、何といたしても、いま問題になつております安全性問題についての国民的認識といいますか、科学的解明をはつきりさせておきませんと、幾ら日本の国としてエネルギー政策として多目的原子炉の活用が必要であつても、利用できない。

原子力発電はできると思います。これは遠隔の地に、できるだけ人家から離れたところにつくればある程度説得力もありますし、問題はないと思いますけれども、多目的原子炉となりますとコンビナートとなります。したがってこの問題は、平田さんがいわれますように、みんなで知恵を出して科学的解明も行ない、技術的には相当自信をもっておられると思います。先ほど来慎重に答弁しておられる田中次長にしましても相当自信をもっておられると思うのですけれども、そういった点を国民的にまで理解させる努力が必要ではないか。それをしませんが、岩上さんもいわれました、経済成長と実際の動きとのギャップ、これが年々大きくなって、日本の国としても非常に問題になるのではないかとこのことを心配しております。

議長 村田さんか正親さん、電力会社のことで何かご発言ありませんか。

正親 ただいままで承っておりますとたいへんいいお話でございますが、私ども、電力会社、施設者側だけでは及ばないところがたくさんあるわけです。そういったものを整理していただいて、国が威厳のある態度で臨んでいただくということが必要ではないかと思うのですが。

議長 一言だけでもけっこうですから承りたいと思いますが、どなたでもけっこうです。

村田 原子力というのは総合科学であり総合技術であるわけですから、これをハンドリングしていく上にも、いろいろな意味で、従来から日本人の特色であるセクショナリズムが一番障害になると思うのです。ただいまのお話もみなそういう点に関連があると思いますが、これまではとにかくにも原子力は主として研究であり、主として開発であつた。これからいよいよ実用化されていく。実用化されていくということは、国民生活の中に入り、社会活動と直接関連をもつてくることですから、そういう意味で、行政の立場であつても、産業の立場であつても、あるいは地方自治体の立場であつても、従来からのような分割されたセクショナリズムを越えた形でやつていかなければいけない。私ども研究機関としても、そういう意味でのドアを広くひろげて、接触する面を深めていかなければいけない。研究開発がそういう実態と遊離することのないように努力していく。そういうことが官庁関係でも必要でしょうし、われわれも必要だし、産業間でも必要だ。そうでないと、先ほどのような非常に大規模な、しかも大都市に近いような原子力コンビナートは、夢としてはあつても、実現化しないのではないかと思います。

議長 笹生さん、さつき問題を出されたけれども、特にならぬですか。

笹生 すでに皆さんからいろいろご発言があつたのですが、宮崎さん自身がご指摘をされた

のであれなのですけれども、企画庁自体が大規模プロジェクト主義を打ち出されて、原子力はまさしく大規模プロジェクトなわけですね。それが、いま縦割り行政に対するプロジェクト主義が体制としてはできていないところに一番問題があるので、プロジェクトのマスター・プランを出すということと同時に、それを行政体制として、国か、あるいは地方自治体か、それはいろいろ考え方があると思いますが、とにかくそういった政策体制なり行政体制を至急につくつていかないと、これから続々出てくるのが非常に問題になってくる。先発隊としての原子力がいま血みどろになっているというのが正直なところではないでしょうかと思います。

議長 皆さんまだご発言なされたい人が多いと思いますが、もうまとめる必要なくなりましたけれども、ただ3点だけちよつといつておきます。

原子力の開発はあくまでも積極的に推し進めるべきであるということについては、皆さん大体ご意見一致ではないかと思います。今後巨大化し、新しい革新的な技術を伴いまして、ますます推進すべき重要な課題だということではないかと思います。ただ、2点だけあえて申し上げさせてもらいますと、1つは、われわれは目標をはつきりつかんでいかなければならん。科学や技術の進歩、原子力の進歩も、結局は人間の幸福に結びつかなければ何にもならんし、あくまで手段だということです。そこをよく考えて進みたいものだということです。

それから、こういう複雑な社会あるいは複雑な問題、巨大な問題に対応するについて、どうも日本の現在のシステムは必ずしもうまく適応していない。いわゆる最近流行のシステム・アプローチ的な考え方も、政府の組織の中にも、あるいは電力会社さんのいろいろなやり方の中にも、あるいは地方自治体の中にも、それからこういうことに対する問題の取り組み方、計画の立て方、あるいはその実行のしかたについても、そういった新しい考え方をできるだけ取り入れまして終極の目的を達するようにお互いに努力したいものだと考えます。

はなはだ独断的なまとめで恐縮でしたが、時間の関係でそれだけ申し上げさせていただきますまして会を終了したいと思います。だいぶ時間を超過しましたことをおわびいたします。

パネル討論会－2

核燃料産業確立への諸問題

3月27日

A会場

## 核燃料産業確立への諸問題

議長

田中直治郎氏 東京電力常務取締役

パネル・メンバー（五十音順）

今井美材氏	動力炉・核燃料開発事業団副理事長
今泉嘉正氏	通商産業省鉱山石炭局金属課長
金岩芳郎氏	東京芝浦電気取締役
小山武雄氏	科学技術庁原子力局核燃料課長
島村武久氏	古河電気工業常務取締役
西依祥一氏	電気事業連合会原子力部長
東宣夫氏	日本鉱業協会理事
法貴四郎氏	住友電気工業常務取締役
森島国男氏	日立製作所原子力推進本部次長
横須賀正寿氏	三菱原子力工業取締役
吉岡俊男氏	日本原子力発電常務取締役

議長（田中） ただいまご紹介にあずかりました東京電力の田中でございます。「核燃料産業の確立への諸問題」につきましてのパネル討論会の議長をつとめさせていただきます。

ご承知のとおり、1970年代は経済社会の発展が急速に進むものと予想されますが、これに伴いまして、エネルギーの消費も必然的に大幅に増大いたします。特に原子力発電はいよいよ本格的な開発段階となり、昭和42年に想定いたしました昭和60年度における3000万ないし4000万キロワットという規模は上回るものと予想されるわけでございます。日本原子力産業界においても、原子力産業の長期計画の策定を進めておる次第でございますが、本年中に完了の予定でございますが、その結果によりましては、核燃料産業の面におきましても、さらに新たな問題が提起される可能性もございましょう。

しかしながら現段階において、わが国の核燃料産業の実態をとらえ、またこれを基盤として、その将来を展望いたしますと、いくつかの問題が所在するのでございます。わ

が国の核燃料産業が核燃料サイクルの全部門にわたりまして、均衡のとれた技術開発を進め、また経済性においても、他国に比肩し得るものであって、着実に供給体制が確立されていくということは、国内原子力発電をはじめといたしまして、各原子力産業の開発計画の円滑な推進にきわめて重要な基盤でありますとともに、将来の原子力プラントの輸出にも大きな役割りをにやうものだろうと考えられます。

このパネルでは、核燃料の分野のそれぞれの専門の方々パネルメンバーとしてご出席を願っておりますので、核燃料産業の確立に必要な諸方策や問題点を需要、供給、行政のおおのこの立場から現状分析をしていただき、さらに今後のあり方をご討議願うことといたします。

討議の順序につきましては、海外ウラン資源、濃縮、成型加工、再処理の各段階並びに核燃料政策につきまして、それぞれ15分程度のキー、ノートと5分程度のご見解を発表していただきまして、そのあと時間の許す限り意見交換、討議を進めていきたいと考えております。

なお、会場の皆様のご質問に対しましては、ただいまお願い申し上げましたとおり、議長において取りまとめ、整理してご質問にお答えするということにしたいと思っておりますし、またご質問が残りました場合は、ルールどおり、大会終了後、お答え願うということにしたいと存じます。

ご出席のパネルメンバーの方々を最初にご紹介申し上げたいと思います。皆さまから向かって左から動燃事業団の副理事長であります今井美材さん、通産商の鉱山石炭局金属課長の今泉嘉正さん、東京芝浦電気取締役、金岩芳郎さん、科学技術庁原子力核燃料課長の小山武雄さん、古河電気工業常務取締役、島村武久さん、電気事業連合会原子力部長・西依祥一さん、日本鉱業協会理事・東宣夫さん、住友電気工業常務取締役・法貴四郎さん、日立製作所原子力推進本部次長・森島国男さん、三菱原子力工業取締役・横須賀正寿さん、日本原子力発電常務取締役・吉岡俊男さん、以上でございます。

メンバーの方のご発言は着席のままご発言いただきたいと思います。

それでは、さっそく「海外タウン資源」につきまして、キー、ノートを需要者の立場から西依さん、お願いを申し上げます。

西依 日本における原子力発電所の建設はようやく軌道に乗り、先般運転に入りました日本原子力発電株式会社の敦賀発電所を加えまして、現在2台、48万8,000キロワットが稼動をしております。さらに東京電力福島発電所、関西電力美浜発電所、高浜発電所が

建設に入っております。今後のものを加えますと、9年後の53年度末には1.624万キロワットと急増をすることは、昨日の朝、当会場で中央電力協議会の山崎専務理事のお話のとおりでございます。また本日の話題になりますウラン所要量は、予稿集の図表にございますように、イエローケーキで53年までに累計3万3,400ショート・トンに達する見込みでございます。

このようなウラン需要に対しまして、国内の資源はご承知のとおりでございますので、すべてを外国からの輸入にたよることになると思います。電力会社では、海外のウラン供給会社との間に、ウラン長期購入契約により計画的な対策をとるほか、スポット購入で調整をいたしまして、49年度までの所要量をほぼ充実にしておりますが、それ以後の需要は予稿集にありますように、所要量と既手当量との間にかなりの隔たりがございます。

58年度までを例にとりますと、約9万トンの所要量に対しまして、約3万5,000トン程度の手当てをしているにすぎないわけでございます。

ここで世界的なウラン需給状態に触れてみたいと思います。他の燃料と異なりまして、ウラン需要の大部分を占めるのは原子力発電でございます。したがって、原子力発電の開発テンポに大きく左右されるということでもあります。この開発テンポの消長は技術的要因のほか、経済的な要因もございますし、将来にわたって変遷はございまいしょうが、長期的にみれば、原子力産業は、大勢として着実に進展するでございまいしょうし、それにつれましてウラン需要は増加いたしまして、昭和50年度以降においては、ウランの供給不足を生ずるおそれがあるといわれております。

ウラン確保の方法といたしましては、前に申し上げました長期購入契約、スポット購入のほかウラン探鉱が考えられます。ウラン探鉱の「たん」は鉱脈をさがすという「探」でございます。これは開発以前の探鉱段階から、外国の会社と共同で探鉱作業を行ない、見通しがつけば開発に移るというものでございまして、三菱金属鉱業さんとリオ・アルゴム社の例、金属6社、電力9社、合計15社とカーマギー社との例、電力9社とデニソン社との共同探鉱の例、この3つが現在、先例としてございますことは、ご承知の方が多いかと思います。

三菱金属鉱業の場合は、リオ・アルゴム社と共同でアメリカのワイオミング州で共同探鉱をやっております。カーマギー社の場合は、カナダのオンタリオ州で第1期、第2期の探鉱を実施しております。電力9社とデニソンとは別にアメリカのコロラド州

とカナダのブリティッシュコロンビア州と2地域にわたりまして、共同探鉱を行なっているわけでございます。

昨年度、フランス原子力庁から、アフリカ・ニジェール共和国内の鉱区でウラン共同探鉱の提案がございました。日本原子力産業会議でこれにどう対処しようかと、検討をいたしました結果、鉱山業界、石炭業界、電力業界などが共同して調査団を派遣して、実情を調査した結果、有望であることが判明しました。引き続き原子力庁、ニジェール政府と折衝を続けて、契約の大筋について、1昨日、合意に達しましたことは、昨日朝の新聞に出ておったとおりでございます。

その後もまた折衝を続けるわけでございますが、折衝の進展に応じまして、ウラン資源の探鉱開発会社を設立することになると思われまます。

ウランの海外探鉱は、言うまでもなくリスクが大きく、経済規模のウラン鉱脈を発見するまでには多くの資金と期間を要するものであります。成功をした場合、量の確保ができるほかに、価格の面でも、またウラン産業における立場の面でも、大いに効果があるのはご承知のとおりでありまして、広く国内の関係団体が力を合わせて、その体制をつくるべきだと考えます。

探鉱開発には、初期概査の段階から、精密な企業探鉱の段階までございまして、技術的にも事業の性質からいっても、従来から海外の地下資源の確保を手がけている企業を中心となっで行なうのが最も合理的と思われまます。しかし初期の段階ほど、リスクが多いことは言うまでもございませぬ。海外の例をみましても、国家的事業として、この分野は、国家がやっているところが多いわけでございますが、日本においても民間の体制に対しまして、政府の協力、助成をお願いしたいと思ひます。

原子力発電は順調に進展しておりますが、先進国の中を見渡しても、わが国の経済発展は特に目ざましいものがございまして、その発展分の中で原子力発電の占める割合は、在来燃料に恵まれない日本が最も大きいことは申すまでもございませぬ。特に国内にはウラン資源に乏しいわけでございますので、海外ウラン確保について、国内の体制の整備を切望するものでございませぬ。(※①、参照)

議長 どうもありがとうございました。引き続きまして、鉱山業の立場から、東さん、キートンをお願いいたします。

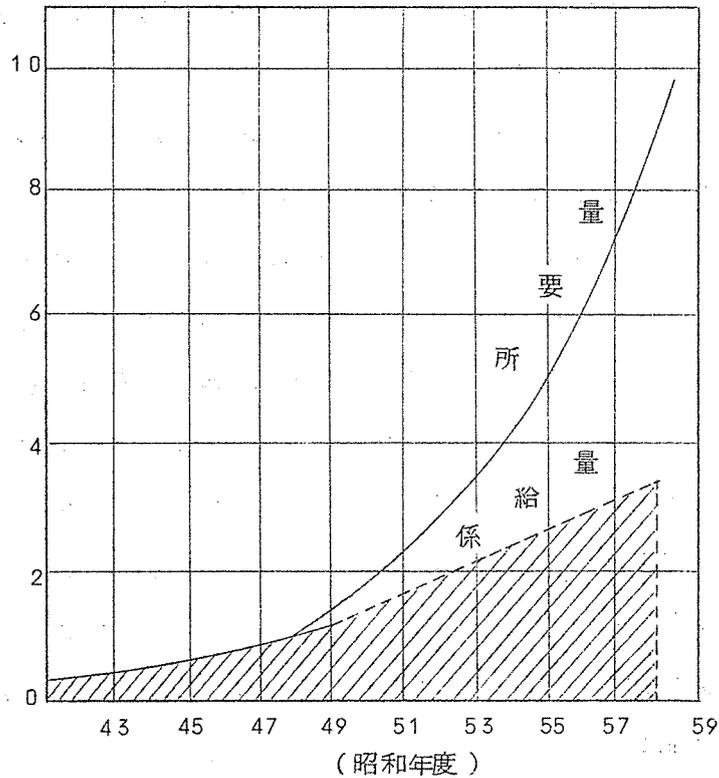
東 ただいま西依さんからご提案のございましたともどもにウラン資源開発に進もうではないか、こういうご提案に対しまして、私全面的に同感でございます。むしろ電力の立

※① 参考

イエローケーキ  $U_3O_8$  の需給状況

万ショートン

ウラン  
需要量および供給量  
(累積値)



- (注) 1. 所要量は44年度電力長期計画(1968~1980年)および中電協超長期展望想定(1981~1985年)による。  
2. 供給量は電力会社既契約量による。

場からおっしゃれば、ウラン資源開発こそ、鉱山業の本命ではないか、こういうご意見が出るのが当然だと思います。

しかし現状は、私のほう、いろいろ複雑な事情もございます。と申しますのは、このノートにも書いてございますように、高度経済成長に伴いまして、銅、鉛、亜鉛、非鉄金属業界は、これが中心でございますが、こういうものの需要が非常に伸びてまいっております。

そこで、この実情をご参会の皆さん方によくご理解をしていただくと同時に、その上でさらに先ほどご提案がございましたように、業界はもちろんのことでございますけれども、国としても、何か国家的な見地で資源政策といったようなものを組んでいただきまして、ともどもに将来の発展のために努力していきたい。このような点を皆さま方にご紹介申し上げて、前向きに進んでまいりたいと思っております。

さっそくでございますが、お手元の資料表のほうをごらんになっていただきたいと存じます。第1表でございます。銅、鉛、亜鉛の需要量とその自給率、逆が海外依存率、こういうことになっております。時間の関係もでございますので、銅を1例にとってご説明申し上げますと、需要量の欄で、41年は需要量が50万6,000トン、これは鉄鋼などに比べれば、非常に小さい数字でございますけれども、後ほどまたこの数字の意味を申し上げたいと思っております。43年が72万7,000トン、50年にはその倍の140万トン、このように急速に伸びてまいります。

しからばこの数字はどのような状態の数字かということをご紹介申し上げますと、国民1人当たりの銅のコンサンプションでございますが、これはいまから約10年前、昭和35年の統計を申し上げますと、英国が国民1人当たり9.4キロのコンサンプションでございます。2番目がドイツでございますして8.5キロでございます。3番目がアメリカが7.5キロ、4番目がフランスの4.3キロでございます。イタリアが2.8キロ、これが5位でございます。日本が2.4キロで6位になっております。

ところが43年になりますと、1位がやはり英国でございますして、これはむしろ減っておりますして、9.3キロになっております。2番目がアメリカでございます。8.8キロ、西独は8.7キロ、日本が4位にのぼりまして6.7キロになっております。これは約2.5倍になっております。10年間に2.5倍伸びた、こういうことがいえるのではないかと思います。フランスは5.6キロでございます。イタリアが4.1キロでございます。

こういうことで、国民1人当たりの銅の使用量はこのように日本は急速に伸びている。こういうことからお考えいただきまして、72万トンという数字は、決して小さな数字ではないということをご承知おき願いたいと思うのです。

なぜならば、また別な面で申し上げますと、ただいまこの72万トンの鉱石を掘るためには非常に低品位な、約零コンマの幾らという低品位なものからこういうものをつくるのでございますから、取扱量は非常に大きいということもご想像いただけるのではなからうかと存じます。

少しまえみそのようなことでございますが、ここで申し上げたいことはこの自給率でございます。その中で43年を例にとりますと国内から11万7,000トン。72万7,000トンの需要に対して、約12万トンが国内から出るのでありますが、それが約16%。したがって、この逆数でございます84%は海外に依存している。こういう実情であるということ。

鉛につきましても、これは率は若干違いますけれども、同じようなことがいえる、こういうのが第1表でございます。

第2表でございますが、第2表は、同じく43年を基準といたしまして、地下資源でございますニッケル、アルミニウム、鉄鉱石、原料炭、石油、ウラン、こういうのを出してございます。ここは今度、海外依存率で申し述べてございますが、これが約100%ほとんどが100%に近い数字でございます。このようなことになりましたと、資源はすべて海外依存にならざるを得ない。こういうことがおわかりいただけるのではないかと思います。

先ほど西依さんからもお話がございましたように、地下資源開発には、初期の段階において非常にお金がかかる。こういうことでございましたが、第3表をごらんになっていただきますと、これは実際のプロジェクトといたしまして、昨年12月の5日に業界でまとめた数字でございます。

時間の関係もございしますので、あまり詳細は申し上げませんが、合計いたしまして、5年間に2,000億円のお金がかかるわけでございます。これには探鉱開発、あるいはお金を貸しまして、その貸したことで向こうが設備をしたり何かして鉱石が出てまいります。これを日本が買い取る。融資買鉱です。その設備投資みたいなかっこうでお金を出すもの、これらを合わせて約2,000億円かかるわけでございます。そして5年後に出てくるのが約60万トンの銅、鉛にして6,480トン、これはパー・イヤーです。ということになるわけでございます。

この次が第3表の(2)でございます。まるい円をごらんになっていただきますとインドネシア、コンゴ、これはアフリカのコンゴです。マレーシア、ニューギニア、フィリピン、南米のチリー、その他9件としてこういうぐあいになっておりますが、その合計が発展途上国で26件、約1,800億、84%が低開発国でございます。いわゆる発展途上国でございます。カナダのほりが約310億ぐらいかかっているわけでございます。これが15%。

こういうことを考えてみますると、ウランを含めまして地下資源関係の将来はすべて海外依存にならざるを得ない。特にこういう資源はあらゆる産業の基礎資源でございます。そういたしますと、これが確保し得るかいかということが、今後の日本の全産業に及ぼす影響は非常に甚大だと思っております。そういうことを考えますと、これは、ひとり関連業界だけの問題ではなくして、何か国としても資源政策といったような面からこ

の問題を取り扱う。さらには先ほども申し上げたように、これは南北問題にも関連してくるのではないだろうか。発展途上国を援助してともどもに榮えていく、こういう問題にも、この資源問題は関連してくるのではなからうかと存じます。

別の図のほうはお金の調達のほうでございますので、これは省略いたします。

さらに4表をごらんになっていただきますと、鉾山の開発には長い年月と多額の資金がかかります。これは西依さんもさっきご説明していただきましたが、1例を申し上げますと、オーストラリアのマウント、アイザ鉾山アサルコの山でございます。この鉾床が発見されたのが1923年でございます。それから、そこに鉾床があるということを知って、いわゆる鉾床の広がり、大きさ、品位、あるいは量といったもの、あるいはそれから埋蔵量がわかりますけれども、実際、地上に出てくる可採鉾量がどれぐらいか、可採率はどれぐらい、いわゆる実収率でございます。そういうものを計算いたしますために約14年間かかって、これに要する費用が約85億かかっておるわけです。

そして鉾量もわかりましたので、いよいよこれから設備投資をしまいるわけでございます。それには道路を敷設したり、あるいは採鉾設備はもちろんのことですが、選鉾設備といったようなものを作ってまいります。これに10年間かかって、約100億のお金がかかるわけです。

そういたしますと、それができ上がってくるまでに通算24年、1923年に発見されたものが、1947年でなければ出てこない、24年間はただお金をつぎ込むだけでございます。ここに鉾山の苦しい事情があるわけございまして、こういう点を後ほど皆さま方にご理解いただきまして、何か国として、積極的な鉾山の特殊性に応じた施策をぜひ考えていただきたい。これは、私、技術屋の一員として、声を大きくして叫ぶことでございます。

埋蔵鉾量がそのときに確保されるのが3,000万トン余、そして年間に鉛、亜鉛がそれぞれ6万トンないし5万トン確保できる。こういうことでございます。

時間も迫りましたが、ところで先ほども申し上げたように、鉾山は非常にお金もかかるわけなのです。そのところを、鉾山の特殊性ということで、この資料に書いてございます。

そこで、時間の関係で、こちらのほうに移りますけれども、4番目に「減耗控除制度の恒久法化について」ということを、私、ここに提案しているわけでございます。このところを読んだほうが早うございますので、ご説明申し上げます。

「しかも鉱業の対象は地下に埋蔵している有限の鉱物資源を採取するので資源（資産）は逐次減耗し」減ってくるわけです。枯渇するわけです「そのまま放置しておけば、ついには資産たる鉱源は枯渇し、企業の存続が不可能となってしまいます。

これがため、新しい鉱源を確保するための探鉱を実施しなければならないのであります。しかも最近の探鉱は、昔のように鉱床が地表に出ている露頭のようなものがなく、全く地下深く潜在し、また人跡未踏の地を探鉱しなければならないので、さらに日時と巨額の費用を必要とするのであります。

これがため諸外国では、前述の減耗資産を維持確保するための資金を積み立てる減耗控除制度を鉱山業の特殊性として認め、米国ではすでに50年前から鉱山育成の恒久措置として創設実施しているのであります。」

この例が第6表に出ているわけでございます。6表をごらんになっていただきますとアメリカ、カナダ、オーストラリア、フィリピン、南ローデシア、フランス、日本と出ておりますが、そこでフランスと対照してごらんになっていただきますと、フランスは恒久法。恒久法化されているわけです。使途、期限に制限あり。ところが日本は時限立法、使途、期限に制限あり、減耗控除の方法は定率法、対象鉱種のところに鉱業法に基づく鉱種したがいまして、これは銅、鉛、亜鉛等、非鉄金属ばかりではございません。地下産業のすべてに、当然ウラン鉱にも適用は可能でございます。オーストラリアのところをごらんになっていただきますと、金、ウラニウムは免税という扱いになっております。さらに有利でございます。したがって、石油、天然ガス、石炭、こういう方面にもすべて適用になっております。

控除の率でございますが「鉱産物売り上げの15%または鉱業所得の50%どちらか低いほう」こういうことが一応、日本で現在、時限立法でできておるわけでございます。

このことはこの第6表のところで「わが国では、昭和27年ごろよりこの制度の実現にあたっていたのですが、昭和40年、ようやく租税特別措置法により、鉱業所得の課税の特例として“探鉱準備金制度”として採用され、その後、昭和43年度の税制改正における2カ年の延長を経て、本年3月で一応打ち切りということでありましたが、さらに継続するやいなやを検討するために1年間の延長をすることになっているのであります。この制度はひとり銅鉱山のみならず、地下資源であればすべての鉱種に適用可能で、ウラン鉱にも当然該当されるのであります。

このような意味で減耗控除制度は、地下資源産業の特殊性のために設けられた制度で

あり、この制度により鉱山企業の自己資産の充実が可能となり、積極的に自主探鉱が促進されます。

とき、あたかも世界の檜舞台で資源確保に当たらんとする時機に際会しているおりに  
らぜひ本制度の恒久法化の実現をはかり、もって鉱山業本来の使命を完遂したいと存じ  
まして、関係各位のご理解を得、さらにはご援助を賜わりたく、あえて討議の内容の1  
つに提案申し上げた。こういうことで、ここが一番肝心なところなのでございますが、  
こういうことで、このほかに探鉱の段階では、銀行からは融資が出ないわけです。

そういうことで、ただいまは探鉱促進事業団が国家機関でできておりまして、広域調  
査、精密構造調査、さらには自主探査、いわゆる3段階方式で探鉱が行なわれるようにな  
りましたけれども、まだまだこれはお金を拝借してやる関係上、タイムリーにいかない  
場合が多いわけです。これは後ほど通産省のほう、あるいは科学技術庁のほうからご説  
明があると思いますが、要するに鉱山はタイミングよく、お金をもって、山が売りに出  
たときにはすぐぱっといく。それには手持ちのお金が使えらるような状態になければい  
かん、そういうお金を蓄積させてください。これはひとり銅ばかりではなくて、ウラン資  
源についても同じことはいえます。先ほどお話がございましたニジエールとの問題も一  
応まとまりましたようですが、あちらのほうでは、おそらくフランスの減耗控除制度が  
採用されるのではなからうかと思っております。

どうかそういう意味で、私たち、ただ自分たちの企業を守るためではなくて、われわ  
れの背後には重要資源をしょって、そして日本の産業のためになるほんとうの礎石にな  
っているのだ。その使命を達成するためにはこういう制度をぜひつくっていただきたい  
というのが、鉱業界の偽りのない気持ちでございます。こういうことをご提案して、皆  
ま方のご理解とご協力をいただきたいと思っております。時間が超過して申しわけございませ  
ん。(※② 参照)

議長 どうもありがとうございました。

それでは、ただいまお二人のキー・ノートに対しまして、政府側として探鉱開発をや  
っていらっしゃる今井さんから、ご意見を伺いたいと存じます。

今井 安定供給、あるいは低廉供給のお話につきましては西依さんからお話ございました  
し、またその実際方法につきましては、東さんからきわめて詳細なお話ございまして、  
何もつけ加えることはないと思うのでありまするが、ちょっともう少しエンファーズ  
スをおきたいという点は、1つは東さんのお説の中にございました非常に長い着手から

※② 参 考

〔第一表〕 銅，鉛，亜鉛の需要量とその自給率（逆が海外依存率）

銅

	41年	42	43	44	45	46	47	48	49	50
需要量千t	506	651	727	※809	920	1,017	1,114	1,211	1,308	1,400
国内鉱山千t	114	110	117	120	120					140
自給率%	22.6	16.9	16.1	14.8	13.1					10.0

※44年度以降，通産省策定見通しより

鉛

	41年	42	43	44	45	46	47	48	49	50
需要量千t	151	168	184	※217	216	238	256	271	288	300
国内鉱山千t	63	60	58	58						推定
自給率%	41.6	35.8	31.4	26.8		24.4	22.8	21.4	20.2	19.3

※44年度以降，通産省見通し

亜鉛

	41年	42	43	44	45	46	47	48	49	50
国内需要千t	405	471	545	※613	685		900			1,100
輸出千t	59	69	93	101	100		100			100
計千t	464	540	638	714	785		1,000			1,200
国内鉱山千t	230	238	238							
自給率%	49.8	44.0	37.3				23.8			19.8
＃ (輸出を除く)	57.0	50.5	43.7				26.4			21.6

※44年度以降，住商海外非鉄ニュース 1650より

〔第二表〕 主要地下資源類の需要量とその海外依存率

	昭和43年		昭和50年
	需要量	海外依存率	需要量
ニッケル	6万t	100%	13万t
アルミニウム	66万t	100%	178万t
鉄 鉱 石	6,635万t	95%	1,6430万t
原 料 炭	3,880万t	72%	8,660万t
石 油	14,800万ℓ	99.5%	29,000万ℓ
ウラニウム		100%	4,000~5,000t

〔第三表〕 (1) 今後の海外資源開発表(プロジェクト制)

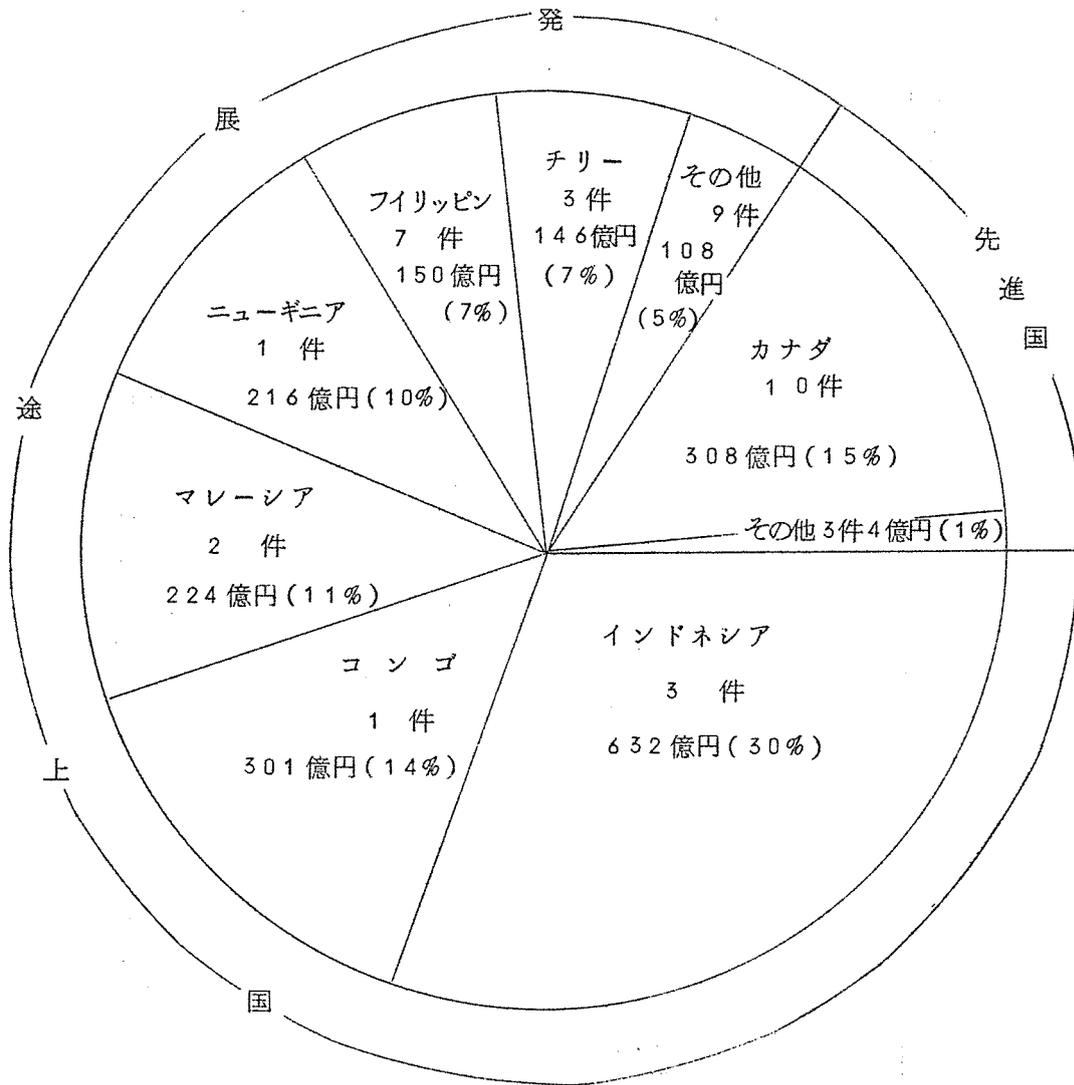
昭和44年12月5日

区分	案件名	国名	金額	獲得地金量	
発 展 途 上 国	探 鉱 開 発 分	ムソシ	30,097	銅 110,000 t	
		マムート	22,195	" 40,000 "	
		ハルマヘラ	36,426	ニッケル 16,000 "	
		スラヴエシ	19,537	" 12,000 "	
		その他 12件	11,898	銅 25,253 t 亜鉛 24,000 t ボーキサイド 600,000 t	
		小計 16件	120,153	銅 175,253 t 亜鉛 24,000 t ニッケル 28,000 t ボーキサイド 600,000 t	
	融 資 買 鉱 分	ブーゲンビル	国連信託統治 ニューギニア	21,600	銅 80,000 t
		リオ・ブランコ	チリ	10,800	" 45,400 "
		エルツベルグ	インドネシア	7,200	" 40,000 "
		トレド	フィリッピン	7,200	" 24,000 "
その他 6件		フィリッピン, チリ,ペルー	10,690	銅 36,828 t 鉛 6,480 t 亜鉛 8,280 t	
小計 10件		57,490	銅 226,228 t 鉛 6,480 t 亜鉛 8,280 t		
	合計 26件		177,643	銅 401,481 t 鉛 6,480 t 亜鉛 32,280 t ニッケル 28,000 t ボーキサイド 600,000 t	
先 進 国	探 開 発 分	その他 8件	1,109	銅 960 t	
	融 資 買 鉱 分	ローネックス	カナダ	9,540	銅 50,000 t
		フォックス	カナダ	5,897	" 16,000 "
		バレー・カッパー	カナダ	11,520	" 110,000 "
		その他 2件	カナダ	3,163	" 21,000 "
小計 5件		30,120	銅 197,000 t		
	合計 13件		31,229	銅 197,960 t	
	総計 39件		208,872	銅 599,441 t 鉛 6,480 " 亜鉛 32,280 " ニッケル 28,000 " ボーキサイド 600,000 "	

(注) 獲得地金量は昭和51年度の見込量。ただしニッケルは昭和52年度見込。

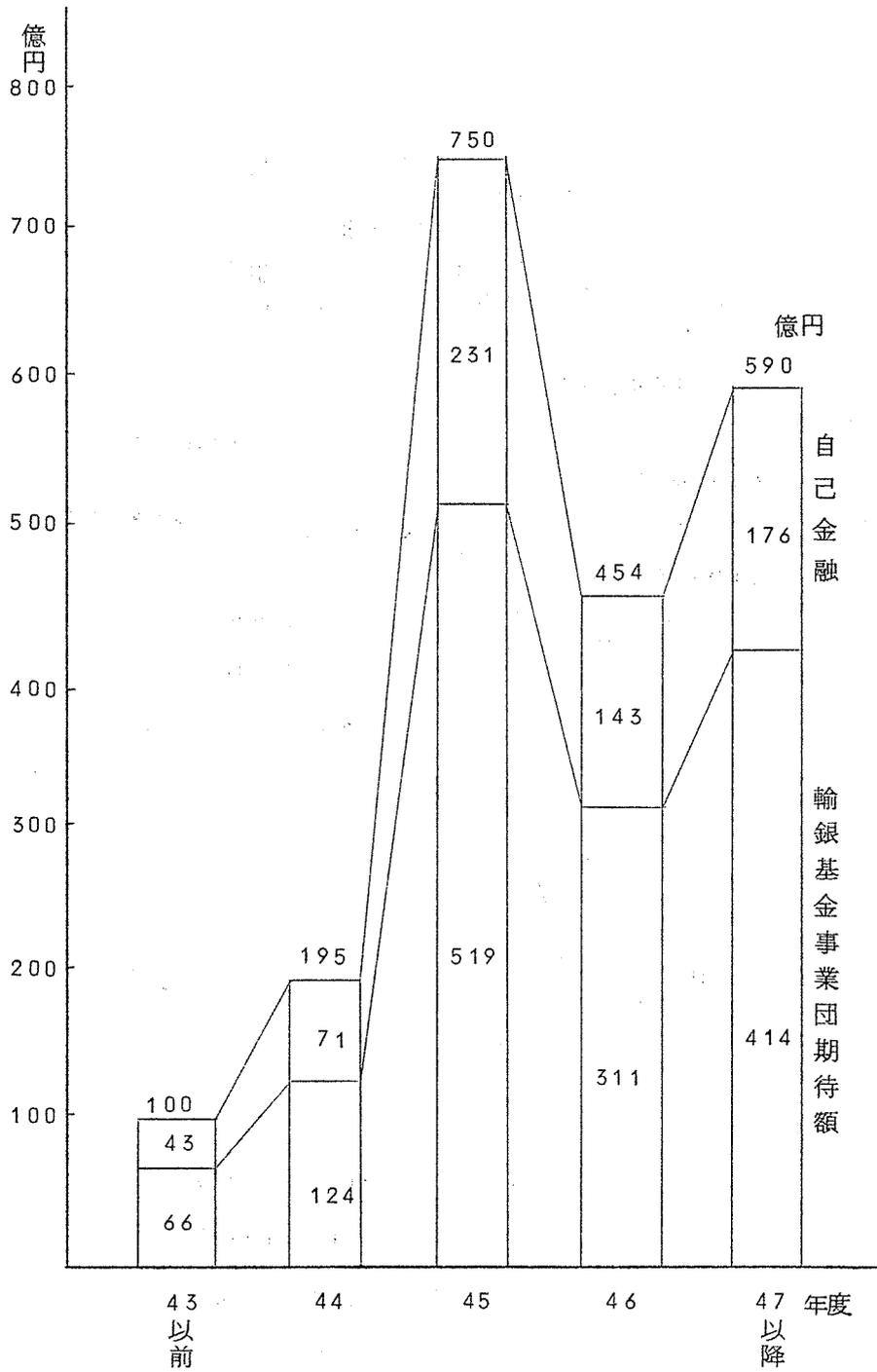
〔第三表〕 (2) 今後の海外資源開発資金需要

(国別資金需要)



総額	39件	2,089億円 (100%)
先進国	13件	312億円 (16%)
発展途上国	26件	1,777億円 (84%)

(年度別資金需要)



〔第四表〕

鉱山の開発には長い年月と多額の資金がかかります。

外国の鉱山開発の実例

国名	オーストラリア	カナダ
鉱山名	マウント・アイザ鉱山 (アサルコ)	トンブソン鉱山 (インコ)
発見年	1923	1946
探鉱期間 探鉱費	14年間 約85億円	9年間 約36億円
開発期間 開発費	10年間 約99億円	5年間 約695億円
生産開始	1947	1960
埋蔵鉱量	3,160万トン 鉛 7.8% 亜鉛 5.8%	3,037万トン 銅 0.4% ニッケル 1.2%
生産量(年)	鉛 6万トン 亜鉛 5万トン	ニッケル 4.5万トン

〔第五表〕

1. 減耗控除制度の必要性

(1) 鉱山業の特殊性

鉱業は天然に埋蔵している鉱物という枯渇性資産を対象としている点において他産業と本質的にその経営構造の基盤を異にしている。

すなわち他産業においては実体資本を減耗することなく操業の継続が可能であるのに対し、鉱山業においては採掘によって地下資源という実体資本は、それだけ減耗し、ついには操業を継続することができなくなる縮命をもっている点にその絶対的な特質がある。

したがって鉱業会社における利益は一般企業のそれと本質的に異なり鉱物という鉱山業においてもっとも重要な資産の喰いつぶし分によって構成されるのがほとんどである。

もし、このような性格をもっている利益を一般企業のそれと同様に社外流出させるならば、鉱業会社は早晚企業として存続することができなくなる。

したがって鉱業会社が継続企業として存続するためには少なくとも資産の喰いつぶしに

よる利益は新しい資産の獲得のために投じて実体資本の維持に努めなければならない。しかし探鉱には常に大きなリスクが伴うものであり探鉱条件もますます悪化していくのが実態であり資産の喰いつぶしによる利益を全額投じても枯渇した資源を補填できるといふ保障がないのが実情である。

## (2) 減耗控除 (Depletion Allowance)

減耗控除とは上記(1)の鉱業の特殊性が認識されて海外に於ても広く認められている制度である。

即ち投下した資本を一定の方法(定率法, 定額法, 生産高比例法)によって投下資本の範囲内で毎年償却する減価償却。

(Depreciation)と異なり投下資本を基準としないで課税所得のうちの一定部分を免税所得とする。従って鉱床に投下した資本額とは一応関係なく鉱業を継続し, 利益を計上している限り納税者は減耗控除を許される。

わが国に於ては業界が永年要望して来た「減耗控除制度」の本旨を取り入れて「探鉱標準金制度」として実施されている。

一方アメリカでは売上高に一定の率即ち石油ガス井は27.5%, 硫黄鉱山は23%, 金属鉱山は15%, 砂, 砂利は5%を乗じた額が純利益の50%か何れか低い額減耗控除として課税を受けない。

カナダでは純利益の $33\frac{1}{3}\%$ が減耗控除として課税所得より控除を受け, さらに純利益の中には製錬利益も含めている。

## (3) 制度の必要性

わが国鉱業は国内他産業に対して低廉且安定した原料供給の責務を負わされている。日本経済のめざましい高度成長下にあつてわが国鉱業界は増大する需要に対処するために海外に迄その資源を求めて日本経済の発展の一翼をにっているのである。

一方欧米先進諸国は後段でもふれている通り鉱業については戦略物資としてまた国民経済上の基礎資源として減耗控除制度を採用しその恒久的な育成措置を取つて居りアメリカに於ては50年余に亘り減耗控除制度をFullに活用して居り自己資本の充実を果し, 国際経済競争力に大きな強みを発揮している。最近アメリカに於て減耗控除制度が石油業界を中心として過保護ではないかとの批判を受け第91議会に於て特別措置の再検討が論議されている旨報道されているが之は石油ガス井に対する27.5%の高率減耗控除を今後共統ける事の可否が問題となっているのであつて減耗控除制度そのものが論議の

対象となっているのではない。

わが国探鉱準備金制度創設後の鉱業界がどの様に推移してきたかは別項実施実績に述べる様に180億円程度の内部蓄積を果してきたが之を以て欧米先進諸国と堂々と立向って今後の日本経済の発展に寄与するのにどれ程の基盤強化が出来たといえるであろうか、即ち国内における探鉱促進は勿論のこと多大の危険を冒して海外開発を推進する必要に迫られて居り今後約5年間の所要資金は2000億円に達する見込である。此の点から考えても少くとも現行制度をFullに活用して、わが国鉱業界の基盤を更に強化し自己資本の充実を図らなければならない。

従って「探鉱準備金制度」の継続維持は勿論のこと業界永年の念願であるアメリカ式減耗控除制度の導入についても一考が加えられても良いのではなからうか。尚、かかる制度は長期間の実施により始めてその成果が期待出来るものである。

## 2. アメリカに於ける減耗控除制度の歴史

- 1913年アメリカに於て認められた減耗控除制度は鉱山業に対してその生産物の山元総額の一定率を限度として所得から控除する事であった。
- 1916年の改正により当該年度中に採掘され売却された鉱産物の市価を基準として鉱床減耗部分に相当する減価額を控除することが認められ、必ずしも取得原価基準によらない再評価基準の方法が採用された。
- 1918年に到り新たに発見された鉱床に対してもその発見時もしくはそれ以後30日以内の公正市場価値をもって控除基準額とするいわゆる発見価格基準法に改められた。
- 1921年には上記方法が控除額の過大をまねき事業所得の大部分がDepletionにより相殺されるとの強い反対にあって当該財産から生ずる営業利益の100%を限度とする事に改められた。
- 1926年に到り発見価格評価法による評価額の決定についての業界と税務当局との紛争を解決するために単純かつ公平な方法であり、理論的にも両者の納得のゆくものとして過去の実績から割り出された現行の定率減耗控除法が採用された。
- 1942年から1943年に亘り対象鉱種が逐次拡大され非鉄金属全般に及ぶこととなった。
- かくて現在定率控除法は古くからの取得原価控除法と共に二者択一の形で採用されている。

〔第6表〕 主要鉱産国に於ける減耗控除制度の概要

国名	制度の内容	減耗控除の方法	対象鉱種	控除率	備考
アメリカ	恒久法，使途，期限内に制限なし	定率法，原価法	鉱業法にもとづく鉱種，石油，天然ガス，林業等	鉱産物売上の5～22%，鉱業所得の50%	鉱産物売上の5%対象鉱種は砂利，貝，浮石等
カナダ	"	定率法	鉱業法にもとづく鉱種，石油，天然ガス	鉱業所得の33 $\frac{1}{3}$ %（金は40%）	
オーストラリア	"	"	鉱業法にもとづく鉱種	鉱業所得の20%（金，ウラニウムは免税）	
フィリピン	"	"	鉱業法にもとづく鉱種，石油，天然ガス	鉱産物売上の15～27 $\frac{1}{2}$ %，鉱業所得の50%	
南ローデシア	"	"	金，銀，卑金属（除銅），石炭	鉱産物売上の2 $\frac{1}{2}$ ～10%，鉱業所得の100%	
フランス	恒久法，使途，期限内に制限あり	"	鉱業法にもとづく鉱種，石油，天然ガス	鉱産物売上の15～27 $\frac{1}{2}$ %，鉱業所得の50%	
日本	時限立法，使途，期限内に制限あり	"	鉱業，石油，天然ガス，石炭	鉱産物売上の15%，鉱業所得の50%	恒久法化の確立

（注）上記以外の鉱産国で減耗控除制度を採用している国は次の通り

コロンビア	ガテマラ	ボリビア	ベネズエラ
スペイン	アルジェリア	リビア	イスラエル
トルコ	ペルー	チリ	

実行までのリードタイムがあるという点、先ほどオーストラリア鉱山のエグザンプルには、何と24年かかっておる。これはやや長くて、通常、ウランの資源問題につきまして、アメリカなどで議論をされておりますのは、少なくとも8年はかかる。あるいは10年かかるということでございます。

そんなわけで、いま着手しましたものは8年ないし10年後になってようやく効果があらわれてくる。そこに1つの非常に周期の長い波ができますほかに、もう一つは、現にありましたごとく、アメリカの原子力発電の発注状態は3年ばかり前にうんと集中しまして、それから少し波が下がってきた。そういうことになりましたと、一時的にはウランが余っているということになる。そうすれば、鉱山会社のほうは開発を怠る。こういうことになってまいりまして、両方に波がありまして、開発をするほうの大波と需要のほうの大波とは必ずしもピリオドが合わない。そのようなことのために、ウラン供給の問題はなかなか予想のむずかしい問題であるということはどうなともお考えになることだと思っております。

いずれにいたしましても、さような関係がございますので、ぜひともウラン資源開発は長期的な観点で、しかも早めに準備をしていただくかなければならないということを重ねて申し上げたいと思っております。

もう一つ、しからばいま国内は何をやっておるかということについても、自分の関係上、ご報告を申し上げておく必要があると思っております。国内におきましては一番最初、人形峠というところでやりまして、ここではU<sub>3</sub>O<sub>8</sub>にいたしまして約1500トンぐらいの資源は確保いたしております。また近ごろは東濃と申しておりますが、岐阜県を中心といたしました地区で4000トンぐらいは確保いたしました。さりながら、これを両方合わせてしても数千トンにすぎないので、昭和60年に9万トンなどというけたから申せば、ほとんど意味をなさないと申し上げても差しつかえない。

ただ、たった1つ問題は、このようなものだからということで、ここで放棄をしてしまうということの関連になりますと、いったん、いいものが見つかった。たとえばそれは国内であれ、国外であれ、これを製錬して安くものにするということについての技術開発はほとんどできなくなって、皆さんが捨ててしまっていて、放棄してしまったということになると思っております。今日、製錬技術は、あんなものは確立しているではないかというお考えもございましょう。なるほどそれももっともでありますけれども、技術というものはそういうものではなくて、絶えず発展していくべき性質のものと思

います。

そこで1つ具体的に問題としてありますのは、いま世界ではマーケットの商品といたしましては、イエローケーキがたった1つ存在しているのであります。しかしながら今日軽水炉を念頭に置いてものを考えるならば、これはすべて濃縮ウランであって、濃縮ウランはイエローケーキではなくて六弗化ウランである。そういうことになれば、六弗化ウランを注目してものを考えるということはアメリカでもあったわけでありまして。

しかし非常に大きなイナーシャでイエローケーキが商品になってしまいますと、その波にさからうことははなはだ困難なのであります。ことに初期におきまして、ウラン鉱山はあまりキャパシティが大きくありませんでした。ですからこれをあちらからも集めこちらからも集めて、とうとうあとで一まとめにして六弗化ウランということをして、政府事業みずからやっておったわけです。

しかし今日では事態が変わりまして、六弗化ウランをつくる転換事業は民間事業になりました。しかもそれも年間数千トンという大きなキャパシティになり、また、ある鉱山のごときは、鉱山自身として1日数千トン掘るといふキャパシティになってまいったわけでありまして。

こういうことを2つ合わせて考えますならば、1つの大鉱山の山元などにおきましては、一挙に六弗化ウランなどをつくるということが合理的なことは自明であります。その他、近ごろ新聞に出ましたバクテリア・リーチングだとか、新しい技術は続々あるのでございまして、こんなことを続けなければならないということの拠点といたしまして、われわれはまだ人形峠を確保しながら作業を続け、準備を続けていきたいと考えております。

以上でございます。

議長 ありがとうございます。

ウラン資源につきましてはこのくらいにとどめまして、次の段階としての「ウラン濃縮」について討議をしたいと思っております。

いままでも原子力産業会議等でいろいろ懇談会などももたれておるのでございますが、特にその面でいろいろご調査になっておられる原電の吉岡さん、キー・ノートをお願いいたします。

吉岡 ご承知のように、現在世界で広く建設されておりますのは軽水炉でありまして、これは微濃縮ウランを燃料として使用しております。発電コストの中で燃料サイクルの費用

は約30%であります。そのうち約30%がウラン濃縮費でございます。すなわちウラン濃縮費は全発電費の約10%ぐらいにあたるわけでございます。将来、高速増殖炉の開発が進みまして、核分裂性物質の自給が可能となるまでは、ほとんど各形式の原子炉において濃縮ウランは不可欠でありまして、原子力発電の技術開発が進むにつれまして、ウラン濃縮の事業は原子力産業中、重要な部門を占めることとなります。

現在、わが国を含めて、自由諸国における発電用原子炉のウラン濃縮は、ほとんどアメリカ1国に依存しているわけでございます。このように原子力発電の開発に不可欠でありまた発電費に占めるウェートの非常に高いウラン濃縮をいかに適時適量に確保して、またその経済性を維持するかということは、今後のわが国の原子力産業の重大な課題の1つであると思っております。

現在、日本原子力産業会議のウラン濃縮問題懇談会その他において、この問題の討議が進められておりますので、その結論はこれらの人々にまかせることとしまして、私はここでは世界のウラン濃縮の現状とわが国ウラン濃縮確保に関する諸問題を提示しまして、本日の討論の糸口としていただければ幸いです。

現在、自由諸国でウラン濃縮施設を所有しておりますのはアメリカ、イギリス、フランスの3国でありまして、ほかに最近になってイギリス、オランダ、西ドイツの共同開発計画が発表されております。

その概要を申し上げますと、アメリカでは原子力委員会の所有している気体拡散工場としましてはオークリッジ、パデューカ、ポーツマス の3工場がございまして、その濃縮能力は現在設備で1万7,000トンセパレーションワークユニット、この分離作業量と申しますのは、あとでご説明申し上げますが、1年間に約1万7,000トンの作業量があります。その所要電力は600万キロワットであります。現在はしかしその3分の1程度が稼働している程度でございます。

この設備は、現在のカスケードを改良しまして、これをCIPと申していますが、カスケードを改良いたしますと、現在の600万キロワットのままで、約4,700トン、年間増加することができます。さらにこの施設を改良をいたしまして、使用電力を730万キロワットに増加いたしますと、4,100トンの増加が可能であります。したがって、これらの改良工事を行ないますと、年間2万5,800トンセパレーションワークユニット程度となるわけでございます。

イギリスでは現在原子力庁、AEAの所有してあるカーペンハーストの気体拡散工場

がございます。これは軍事用として建設されたもので、濃縮能力ははっきり明らかにはされておりませんが、現在約400トンセパレーションワークユニット程度といわれております。

フランスでも、主として軍事用に開発されたCEA、原子力庁の所有しているピエラット気体拡散工場がございます。その濃縮能力も明らかではありませんが、大体イギリスのカーペンハースト程度ではなからうかと推定されております。

これが現有工場でございますが、このほかかねてからイギリス、オランダ、西ドイツの3国の共同で遠心分離法による工場建設計画が進められておりました、本年3月4日にその計画が調印されております。この計画によりますと、第1工場として、オランダのアルメロに1971年までに25トン、そのうち100トンないし、150トン程度にふやす。第2工場としてはイギリスのカーペンハースト、1972年までに25トン、将来は200トン程度にふやすそのような計画が発表をされております。

そこで、このセパレーションワークユニットを簡単にご説明申し上げますと、これは濃縮ウランをつくる場合に必要な作業量の単位として示されておるのであります、たとえばこの(表の1)にございますように、濃縮度2.5%の濃縮ウランを1キログラムつくるために、天然ウランが約4.5キログラムが必要であり、その分離作業量としては3.23キログラムになる。こういうこととあります。

ですから先ほど申し上げましたように、アメリカの現在の濃縮工場の能力1万7,000トン/年セパレーションワークユニットというのは2.5%の濃縮ウランにしますと、年間約5,200トン製造能力があるということになるわけでございます。

それでは、この濃縮ウランの需給状況はどうかと申しますと、現在、アメリカでは先ほど申しましたように、AECが濃縮工場をもっているわけですが、AECの1967年の予想によりますと、アメリカの原子力発電の開発は1980年に約1億5,000万キロワット、それから、ソ連圏を除きますが、海外でのアメリカタイプの原子炉を含めると、約2億3,000万キロワットになる。このように予想をしております。

これに必要なウラン濃縮の需要は1980年には、米国内の発電所だけで約2万トンセパレーションワークユニットをこえ、海外の需要を含めると4万トン程度に達する。したがって、1975年の半ばごろから現在のプラントの能力をこえてきまして、先ほど申しましたような拡充をやりましても、1980年ごろには新工場が必要となるように予想されております。

濃縮ウランの将来の需要につきましては、いろいろもちろん原子力発電の開発規模だとか、新型熱中性子炉がどのように開発されるか、特に大きいのはFBRの開発の時などが非常に関連をもつわけでございますが、アメリカのフォーラムの予想としては、今後少なくとも25年ないし30年間は増加を続けて、大体、6万トン／年程度がピークではなかりうか。それからだんだんFBRが開発されるに従って減っていくのではなかりうか。そのようにいわれておりますが、この需給予想に応ずるためには、先ほど申しましたようにアメリカのいまのままの設備ではだめなので設備の増強が必要であります。そのために、これをどのような開発形態にしたらよいかということで現在議論がされておりますが、将来は、いまのアメリカのAECのもっている工場を民間に移そうという計画が討論されておるわけであります。

アメリカはいま拡散法でウラン濃縮をやっているわけですが、現在、開発等、どれぐらいの建設費が要って、どれぐらいのコストになるかということについては、1970年11月のフォーラム大会で、AECのミスター・クィーンが発表している論文も、この(表の2)に引用しておきましたが、これでごらんになりますように、ウラン濃縮の工場を建設するためには、非常に多額の資金が要ります。また多量の電力が要るわけでございます。

この原子力発電所を建設する場合に必要な濃縮ウランを供給するためにどれほどの資金が要るかということはいまのミスター・クィーンが推定しているのでありますが、原子力発電設備の開発1キロワット当たぬについて、10ドルないし15ドル程度の投資が要る。ウラン濃縮設備に投資が要る。そのほかに、先ほど申しましたように、ウラン濃縮用には多量の電力が必要でございますので、その電力をまた発電所でつくるとしますと、その投資費がまた要ります。それを加えますと、1キロワット当たり15ドルないし20ドル、結局建設費の10%程度のものがウラン濃縮のために要るのだということ、これは非常に多額のようにみえますけれども、発電用の石炭を開発する場合の費用と大きな違いはないということをクィーンはいつておりました。

次は、ここでヨーロッパの状況でございますが、最近イギリスでは天然ウランの炉から微濃縮ウランを使うAGRの建設に切りかえておりますし、フランスも軽水炉を採用ということに決意をいたしております。したがって、この両国とも原子力発電の開発とともに濃縮ウランが必要となってきたわけであります。両国のウラン濃縮工場は先ほども申し上げましたように、非常に規模は小さい。しかも経済性もあまりかんばしくない。

そういうことで、現有設備のままでは将来の原子力開発には応じ得ないわけでありまして。現在、西ドイツ、イタリア等の諸国でも軽水炉を中心に開発しておりますが、その必要なウラン濃縮は全部アメリカに依存しているわけです。

今後のヨーロッパにおけるウラン濃縮の需要をフォーラム大会の論文でみますと（表-3）にありますように、大体1975年には9,100トン程度、1980年には1万5,800トン程度も要る。相当の量になります。それで、いまイギリスもフランスも、その濃縮プラントの拡張を考へておるわけでありまして、これはアメリカの濃縮ウラン市場独占に対する強い抵抗であり、できるだけヨーロッパ圏内において、経済的な濃縮ウランを入手したい、そういう努力のあらわれでございます。

しかしヨーロッパではアメリカと違ひまして、電力費も相当高いこともありまして、電力の比較的少なくて済む遠心分離法の研究が進められておひまして、そしてまた先ほど申し上げましたように、3国の共同開発という動きもだんだん具体化しておるわけでございます。

（表-4）には遠心分離プラントで建設する場合の建設費とか、所要電力とか、コスト等、西ドイツの産業会議が想定した例を示してございますが、これをみていただきますとわかりますことは、遠心分離法ではわりあい規模が小さくても、この場合、年100トンの規模でございます。規模が小さくても、わりあいオプティマイズできるということと電力が非常に少ないということが特徴でございます。

そこで、わが国の需要はどうなるかということでありまして、これはもちろん今後の原子力開発の規模とか、あるいは一般的にいわれますように、高速増殖炉の導入時期、導入速度、その性能、あるいは近くのことではいいますと、プルトニウムサーマルリサイクルをやるかやらないかということ、また新型炉をどの程度開発するかということによって非常に違いがあります。しかし、いままで発表されておる電力中央協議会の電力計画とか産業計画会議の資料等からいろいろなものをまとめてみますと、いろいろな数字がありまして、1つの数字にならないのでありますが（表-5）のような数字が出ております。

おおよその目安としましては、1985年ごろには、ウラン濃縮需要は約6,500トンセパレーションワークユニット、2000年ごろには1万3,000トン程度、これが大体ピークで、2000年少し過ぎるとだんだん高速炉の開発が進んで減ってくるのではなからうか、そのようにいわれておるわけです。

(表の5)からごらんになってわかりますことは、この分離作業の費用として、これをアメリカの現在のアップーリミットである30ドル/キログラムセパレーションワークユニットとして計算してみましても、1975年度で3000万ドルから6000万ドル、1980年には9000万ドルから1億5000万ドル、そのように非常に大きな金額になるわけでございます。外貨の面からみましても、あるいは産業の規模から考えましても、相当重要な問題であるということが、これからおわかりになると思います。(表の6)には、軽水炉をつくる場合の濃縮ウランがどれくらい要るだろうかということの表を参考に掲げておきました。

そこで、このように今後どんどんわが国の濃縮ウランの需要が増加していく、これをどうして確保していったらいいのかということでございますが、これにはいろいろな方法が考えられます。それにはおのおの利害得失がございますが、まず第1に、現在のよりに、米国に全面的に依存するといたしまししょうか。現在は日米協定で1971年までに着工予定の13基分として約154トンの濃縮ウランが契約協定されております。それで、先ほど来、アメリカのシーボーク委員長も来まして、わが国がこれを300トン程度にふやしてもらいように話しておるわけでございますが、このいま協定しておる濃縮ウラン154トンというものをこれを2.7%の濃縮ウランに換算いたしますと、約7700トンになりまして、そのセパレーションワークユニットとしましては2万8200トンということになります。これが30年間ですから、年にしますと約950トン程度、300トンに倍加しまして考えましても、年に1900トン程度ということになります。ですから先ほど(表の5)でごらんになりますと、おわかりになりますように、将来わが国で必要とする分離作業量の一部にすぎないわけでございます。

このように、アメリカに依存するということは、いまのところは経済的には一番安くいくわけでありまして。しかし、アメリカでも先ほど申しましたように、1980年ごろには、現在設備では不足が予想されますし、またその所有形態も民間へ移行するということもいわれておりますので、将来ともわが国のこのように急速に増加する需要を全部アメリカに依存して、所要量を所要時期に確保できるかどうかということについては問題があると思われまして。

そこで、では、アメリカのほかにもヨーロッパにも依存したらどうかということになりますが、もちろんヨーロッパでも、英国、オランダ、西独の共同計画が進められており又フランスなどでも濃縮工場拡張などの計画もございまして。しかしヨーロッパでは、経

済的にはたしてアメリカと同じような競争し得るような程度にできるかどうか、問題はあると思います。

3番目には、諸外国と共同して開発したらどうかということですが、いま、アメリカで、今後は民間で濃縮工場を新增設するという計画が進められると思いますが、そこに資金面で参加するとか、ヨーロッパの共同開発計画に参加する、あるいはまたアメリカ、ヨーロッパに対抗してアジア太平洋諸国との共同開発をするという構想も考えられるわけですが、この中で資本参加についてはわりあい、金さえ出す気があればできると思います。しかし技術を含めた参加ができるかどうか、これは非常に問題があると思います。しかもこれを実現するためにも、あとで(4)で申し上げますけれども、わが国の技術開発をしっかりと確立しておく。その上でいろいろ交渉する必要があると思います。こういう共同開発ができるのであれば、これは安定供給上の1つの解決策であるとは思われます。

4番目に、わが国で自主開発するという問題ですが、何度も申し上げますように、長期安定確保、外貨節約、また場合によっては、海外輸出の可能性、これは特に将来わが国が原子力プラントを輸出する場合、やはりそれに必要な濃縮ウランはわが国で調達できるということは、非常に強味でございます。このような意味から、わが国で自主開発するということのメリットがあるわけですが、他面またいまの需要との関係で、当面は小規模開発であるということと、電力コストが高いという面から、経済性の不利、これから技術開発を進めるわけでございますので、その上の困難も覚悟しなければならんと思います。

しかし、先ほど申し上げますように、セーフガードの面から、技術導入はなかなかむずかしいと思われまますので、この自主開発の成否は、今後のわが国の研究開発の成否にかかってくるということになると思います。もちろんわが国で濃縮ウランの開発をやるということになれば、軍事には使わないということの態度を明らかにするし、いまでも明らかになっておりますけれども、その線を堅持する必要があることは当然でございます。

以上いろいろな案がありますが、私としましては、将来のエネルギー源の主流を占める原子力の開発に不可欠な濃縮ウランを、第3国のみによだねることは、供給の責任を果たすゆえんではないと思いますし、またわが国は世界の第2の産業国であると自負しているのでありますから、世界の原子力産業に対して、わが国も何らかの寄与をする義務があると思います。そういう点から、わが国の将来の方策としては、どうして

も(4)の自主開発に重点をおいて、さらにそれをベースとして(3)の可能性も検討すべきものとするわけでありませぬ。

そこで最後に、自主開発上の諸問題、自主開発する場合には、どういふ問題があるかということでございますが、まず先ほど申しましたように、自主開発を進める場合には、国内におけるウラン濃縮技術の確立をはかる必要があります。現状は、ガス拡散方式は理研、原研で研究されておりますし、遠心分離方式は動然で研究されております。原子力委員会においても、研究開発の基本方針をすでに定めて、それに力を尽くしておられるわけでございますが、今後の問題点としましては、パイロットプラントの建設までに、どこまで研究開発をやるべきか、その規模はどうするか、このための資金をどうして確保するかということが問題であろうと思ひます。

私としましては、この研究開発には、少なくともフィージビリティテストを可能にする程度の規模のカスケード運転のテストを含める必要があると思ひております。今後の研究を進める場合に、ガス拡散法、遠心分離方式をどこまでも両方式を進めていくのか、どこの段階で1本にしぼるべきかということについては、今後いろいろ議論があろうと思ひますが、これは今後の検討課題であろうと思ひます。

各方式の特徴は、この参考に書いておきましたか、これは先ほどから申し上げたことで、あとでみていただくとしまして、自主開発の構想、自主開発する場合には、どのような構想でやったらいいのかということでございますが、まず先ほど申しましたような、フィージビリティテストを含んだ研究開発をやりまして、ある程度十分技術的諸問題の見通しを得た後に解釈に着手すべきだろろうと思ひます。その時期は、これから何年先になるか、その辺よくわかりませぬ。その辺の程度でやるとすると、最初の目標の能力としては、ヨーロッパの、遠心分離方式では、ヨーロッパでは20～30トンという小さなものから200トン程度を考えておりますので、そういうものの1つの目安になりませぬかと思ひて、20ないし200トン程度かなということを考えてみたわけでございます。しかし、これは経済性よりもウラン濃縮実用化の概念を得るために、この程度のもをやったらどうかということでございます。

実用プラントをつくるのは、では何年ぐらいになるのか。10年先ぐらいになりませぬかということ、その目標能力としましては、所要量の一部か全量かということでございますが、いままででも一部はアメリカから輸入もしているわけでございますので、必ずしも全量でなくてもいいと思ひます。しかし先ほど申しましたように、原子力プラ

ントの輸出をも考えますと、海外需要への寄与もやはりこの中に織り込まなければならぬと考えます。その容量は必要に応じてだんだんふやしていったらいいだろう。諸外国の状況とか原子力開発の状況、特に高速炉の開発状況等にも合わせて、だんだん必要に応じてふやしていったらいいのではないかと考えております。

その場合に、日本では、先ほど申しましたように、経済性の上で若干問題があるということをお願いしましたが、ある程度経済性に問題があるとしても、私は長期安定供給ということに重点をおいて、重視をして、この開発を進めるべきではなからうかと考えるわけでありまして。

最後に、分離方式をどうするかということでありまして、これはわが国の電力事情とか、開発規模等を考えると、初期段階では遠心分離方式のほうが、私としては魅力があるのですが、これはまだ技術的に確立しておりません。そういうことで、これも今後の研究課題でしょう。しかし、将来、大規模開発になるとすれば、拡散方式のほうが経済的なわけでありまして、これらも今後の研究課題であろうと思っております。

その場合の産業界と政府との役割りでございますが、どうしても初期研究開発段階、パイロットプラントの建設段階では、経済的には成り立たないことであるから、政府が主体となって進めてもらって、これに民間が協力するということであろうと思っております。将来開発が進めば、民間が主体となって、政府の協力を得るということではないかと思っております。（※③ 参照）

以上、問題の提案だけいたしたわけでありまして、これらは今後、関係方面でいろいろ検討してまいりますので、そのほうの結論がすみやかに出ることを期待しております。

議長 どうもありがとうございました。それでは、いまの吉岡さんのキー・ノートに対しまして、それぞれの立場で、技術開発にご苦心をなさっていらっしゃる金岩さん、法貴さん、今井さんのお三人にご意見を伺いたいと思っております。

まず金岩さんからお願いいたします。

金岩 ただいま吉岡さんから詳細なお話がございましたので、私、簡単に意見と希望を述べさせていただきます。

濃縮ウランの自給の必要性、これはわが国の将来の需要の増大を考えまして、供給の安定性確保という面から必要が述べられております。なお、特に吉岡さんもいっておられますが、メーカーとしまして、原子力プラントは輸出産業としてのホープと考えておりますので、原子力プラントの輸出の場合には、燃料は知らないというわけにはまいら

※③ 参考

(表-1) 濃縮度と分離作業量 (廃棄濃縮度 0.20 % の場合)

製品濃縮度 (Wt % U-235)	天然ウランフィード量 (kg Uフィード/kg U製品)	分離作業量 (kg SWU/kg U製品)
0.50	0.587	-0.173
0.711 (天然ウラン)	1.000	0
1.00	1.566	0.380
1.50	2.544	1.227
2.00	3.523	2.194
2.50	4.501	3.230
3.00	5.479	4.306

(注) USAEC 資料による。

(表-2) 新設濃縮プラント建設運転費  
(1968.11. フォーラム大会 G・F・Quinn, AEC 論文)

規模	8,750トンSWU/年		17,500トンSWU/年	
	新地点	追加増設	新地点	追加増設
建設費 (百万ドル)	730	570	1,300	1,000~1,100
(ドル1kg SWU)	(89)	(65)	(74)	(57~63)
所要電力 (MW)	2,400	2,400	4,700	4,700~4,800
経費 (ドル1kg SWU)	22.4	18.8	19.6	16.9~18.2
(1968年価格)				
資本費	11.4	8.5	9.7	7.4~8.0
電力費	9.6	9.6	9.1	9.1~9.7
運転費	1.4	0.7	0.8	0.4~0.5
経費 (1978年価格ドル1kg SWU)	28	23	2.5	21~22

(注) 固定費 13%/年 電力費 4ミル/kWh 100%LF  
1978年価格は4%/年のエスカレーションを見込む。

(表-3) 欧州におけるウラン濃縮予想 (1968.11. フォーラム大会 U.K. 論文)

	1975年		1980年	
	発電設備容量 (MW)	トンSWU/年	発電設備容量 (MW)	トンSWU/年
英国及びニュートム	28500~38500	1,750~4,750	68,000~100,000	6,000~10,500
その他欧州諸国	6,000~12,000	600~1,800	15,000~30,000	1,500~5,000

(表-4) 遠心分離プラント(100,000kg SWU/年)の分離作業コスト  
 (西ドイツ原子力産業会議の想定)  
 (ドル/kg SWU)

	Case 1		Case 2	
電力費	2.63	6ミル/kWh	3.29	7.5ミル/kWh
遠心分離機取替費	10.42		10.42	
金利	5.02	5%/年	9.36	7.5%/年
人件費	4.00		4.00	
償却費	6.52	25年	8.15	20年
遠心分離機保守費	4.00		4.00	
合計	33.09		39.72	

- (注) (1) 建設費 163ドル/kg SWU  
 (2) 電力消費率 438 kWh/kg SWU  
 (3) 遠心分離機平均寿命 3年  
 これを5年にすると分離作業コスト(→)4ドル  
 " 10年 " " (→)7ドル

(表-5) わが国のウラン濃縮需要想定

	発電計画 (MW)	分離作業量 (トン SWU)	(分離作業費 1000ドル)
1975年	5,000~ 8,000	1,000 ~ 2,000	( 30,000~ 60,000)
1980年	20,000~ 25,000	3,000 ~ 5,000	( 90,000~ 150,000)
1985年	40,000~ 50,000	4,000 ~ 10,000	(120,000~ 300,000)
2,000年	150,000~180,000	6,000 ~ 16,000	( 80,000~ 480,000)

- (注) 分離作業費は30ドル/kg SWUとして計算

(表-6) 軽水炉濃縮ウラン所要量(1,000MWe当り)

初装荷燃料	ウラン(UO <sub>2</sub> )量	136トン(2.57%)~96トン(2.82%)
	濃縮作業量	459トンSWU~376トンSWU
年間取替燃料	ウラン(UO <sub>2</sub> )量	40.4トン ~ 38.6トン
	濃縮作業量	137トンSWU~15.1トンSWU
	同上Puリサイクルの場合上記の約 $\frac{3}{4}$ 但し数年間の遅れはある。	

(表一七) 各方式の特徴

(イ) ガス拡散方式

- 既開発技術…技術公開は困難 USAECより隔膜供給の可能性あり。
- スケールメリットが大きく、小規模ではコストが高い(大容量プラント建設費80~100ドル/kg SWU)
- 所要電力が多く(アメリカの例2,400~3,000KWH/kg SWU, 電力費はSWU単価の約45%)電力単価の高いところは不利。

(ロ) 遠心分離方式

- 現時点では技術的に確立されておらず、経済的に未知要素が多い(遠心分離機の価格、寿命等)
- 小規模でも Optimize される(小規模建設費130~210ドル/kg SWU)
- 所要電力が少なく電力単価の高い地域に有利(350~450KWH/kg SWU 電力費はSWU単価の約10%)

ないと思うのであります。そういう国際的な競争に勝つためにも必要だと思うのであります。

なお、あとでお話が出るかと思うのですが、再処理をやったあとの劣化ウランを、また再濃縮するという問題などを考えますと、これまた外国に依存では、往復の運賃が加算されるわけでございまして、そういう面からもあわせて、全面的にいかなくても、一部でもぜひ濃縮ウランの自給の必要性を感じる次第でございまして。

しかし、この濃縮ウランの設備につきましては、吉岡さんも述べられたように、わが国としては、自主開発をやっていかざるを得ないと考えますが、そのウラン濃縮の方法でございましてけれども、これは先ほど出ておりますように、ガス拡散方式と遠心分離方式との両方がございまして、原子力委員会においても、わが国としては、ある程度両方進めていって、適当な時期、48年ぐらいにどちらでいこうという方針を出そうというふうになっておるのは、非常にけっこうだと思います。

特に、私、東芝でございまして、東芝では遠心分離法について、東工大、動燃さんでやられましたことについて、道具づくりのほうをお手伝いをさせていただいたわけでありまして。一応2万回転、遠心分離で300メートル、パー・セカンドをこえるところまで

まいりましたが、まだまだこれからいろいろ問題がございます。先生方、その他関係の方のご指導も得て進めていかなければいかんと思っておりますが、私は、日本としては、電力費も少なくすむ遠心分離法が適しているのではないかという考えで、実をあげている次第でございます。先ほどお話が出ておりましたように、1昨年、ヨーロッパの3国で共同して遠心分離法をやるという計画が報告されております。私はヨーロッパでいろいろやられることは、日本人であれば、十分これに彼らと競争してやっていく能力をもっていると信ずる次第でございます。

いま、ここに今井さんがおいでになります。動燃さんで3号機の設備を設置して試験を進めておられますけれども、一般的に遠心分離については、物理的な可能性が大体明らかになってまいった次第でございます。これを工業化にもっていくというところについては、まだまだ問題があると思っております。技術的な問題もございまして、経済的にも、これを安くやるという問題があるわけございまして、たとえばパイロットプラントをつくるにしても、25トン・パ・イヤーというものと、1万台ぐらいのものが要るわけでございます。そういうことでいろいろな技術的な問題についても、各方面のご支援が必要であると思っておりますが、またこれの開発につきましては、したがって非常に急速にその費用がふえてくると思っております。やはりこの開発については、国家の資金によってやっていただかざるを得ないと思っております。

実は私のところなど、この問題についてスタートしましたのが10年前ぐらいになるわけでございますけれども、やっております、やはり予算がないときは少なくなるということになりますと、非常に志気にも影響しまして、人を押さえておくということがむずかしくなるのでございます。そういうことで、いままで消長があったように感ずるのでございます。現在は非常に関心を寄せていただいておりますし、またその必要性が迫ってきているような感じがしますので、今後はそういうことはないと思っておりますけれども、その資金を確保していただく。これは動燃さんのご尽力によるかと思っておりますけれども、濃縮の必要性を認めておられる電力会社さんのほうでも、十分このプロセスの開発についてご理解をいただいて、大いにバックアップしていただくということによって、動燃さんの政府資金も出るようになるのではないかと私は感ずる次第でございますので、何とぞ、そういう意味でのご理解とご支援をお願いしたいと思います。

議長 ありがとうございます。それでは法貴さん、お願いします。

法賢 大体のところ、吉岡さん、黒岩さんから非常に詳しいお話がありましたので、特につけ加えるほどのことはないのですが、少し重複ぎみで恐縮ですけれども、簡単に2～3のコメントをつけさせていただきたいと思います。

第1点が、ウラン濃縮問題の重要性というが、技術開発の必要性というか、そういう問題です。先ほどからいろいろお話がありましたけれども、このウラン濃縮工程は、核燃料サイクルの中の非常に重要な部分をなしてしまっていて、結局、核燃料はここで首根っこを押さえられるというか、この関門を通らないと、濃縮ウラン動力炉を使う限りは、核燃料にならないということがございます。ですから非常に、これが日本でできない、現在のところすべてアメリカに依存せざるを得ないというのは、非常に大きなハンディ、これはあきらめに近い心境で現在まで来たわけです。

考えてみれば、濃縮プラントをもたないばかりに、アメリカの査察を現在でも受けておるわけでありまして。最近、核防条約等で査察問題が具体的に取り上げられるようになりましたけれども、これは数年前から、ウラン濃縮が自国でできないばかりに、アメリカの査察を受けざるを得ないという状況に追い込まれておるわけです。

最近、US.AECが民間移管ということを出しましたときに、巷説によりますと、<sup>W.H</sup>GE・ウェスチングが非常に猛烈な運動を展開した。何とか自分たちで運営したいという猛烈な運動を展開したというのですが、これは当然さもありなんと思われるわけで、この濃縮工程をにぎれば、それが核燃料を支配し得るという見通しがあるから、猛烈な運動をしたのだと思います。ここで工程を押さえ得ればあとの加工工程、再処理工程等も、ある程度の制約をなし得るということもあるのではないかと、そういうことも考えておるのではないかとされます。そういう観点からも、濃縮を自前でやるということを考えなければならないということです。

先ほどから、輸出問題が、ご両氏からも提起されておりますけれども、これはなかなか実際問題としてはやっかいな問題で、日米原子力協定を読みましても、アメリカの商業的利益のために、これを拒否し得る道が残されておるように私は考えています。ですから、これはアメリカのオプションによるので、自国の民間業界も含めて、自国の不利になると思えば、この濃縮は受け付けられないということは十分考えられることで、それでは原子炉まで輸出ができないということに追い込まれる可能性が十分ございます。

ですから、そういうことを考えれば、自前の技術をもたなければうそだということになるわけですが、それにこのウラン濃縮という問題をめぐりまして、アメリカの

状況、ヨーロッパの状況、それぞれ刻々に変化、流動しておりますので、そういう流動した環境に対処するためにも、自前の技術をもつべき努力はしなければならない。いつまでも濃縮はやらないのだということで、アメリカ依存一本やりの、そういうイージーな考え方では、まずいということ、重ねて強調させていただきたいと思ふ次第です。

第2点は、技術開発の進め方という問題でありますけれども、最近、もともと遠心分離と拡散、ほかにもいろいろな方法がございますけれども、日本でどう考えるかという初期からの問題だったわけですが、ここ15年は遠心分離のほうに重点というか、遠心分離ばかりやってきたというわけです。なかなかこれはご存じのようにむずかしい問題であります。いまだに技術的に、経済的にほんとうに可能であるかどうか、何国といえども見当がついていないという状態でありますので、濃縮プラントをいつの時点かで具体的にたねばならんということを考えれば、はっきり実用性がすでに打ち出されているところの拡散法という問題も、そういう技術も取り上げなければいけないということで、最近、菊池先生等を中心として取り上げられたわけですが、ともかく当分の間は、もう少し技術をかためるまでは両方やるべきだと考えております。拡散法はやればできるではないか、できるはずだといわれましても、日本にはまだ技術はないわけありますから、やはり自分なりの技術をもたなければいけない。それには技術開発にもっと力を入れなければならないということになるわけです。

また基本的に研究のやり方としまして、目標が同じであってもやり方が違う。ほかのやり方がいろいろあるという場合には、違うやり方も研究開発段階ではやらなければいけない。どちらがいいかわからなければ、両方ともやらなければいかんということは常識であります。また場合によっては、拡散法と遠心分離という両方法は、両立する場合があるわけです。スケールの小さいときには、遠心分離のほうに経済的だということ、常識的にいわれておるわけですが、そういう観点から両立する可能性もある。組み合わせ方を考えることが最適のプランになり得るということもありますから、いまの段階では両方進めるべきだということを強調したいと思ふます。

次に進め方の、ことに拡散法の進め方が、非常にはっきりしないで閉口しておるのですけれども、遠心分離のほうはまあ歴史的に展開されてきまして、ある程度はっきりした体制のもとにやられております。拡散のほうは最近取り上げられまして、原子力委員会の特定総合研究にも、3つの特定総合研究の1つとして、ウラン濃縮問題も取り上げられているわけです。その中には拡散法もやるということがはっきりうたわれてお

りますけれども、必ずしもその推進は強力に行なわれていないというのが実情であります。原子力委員の中でも、武藤先生が担当しておられると伺っておりますけれども、必ずしもそのご指導は強力ではありませんので、もっと強力に進めていただきたいと私は考えております。

まだ、実施場所にしましても、原研、理研、われわれ住友電工でもやらせていただいておりますけれども、その3者にとりまとめ役といたしますか、それを実際の実権をもってとりまとめるというか、その3者をとりまとめる権限をどこが持っているかということが、はっきりしないというよりも、どこももたないという現状で、非常にまとめに困っておるという状況でございます。そういう点もう少しはっきりさせていただきたいということ。

それから、最近、原子力関係もいろいろな問題が次々に出てきまして、これは初めからですけれども、なかなか予算が振り分けられない。振り分けられないというか、振り分けていると予算がなくなってしまうということになりかねないわけですが、これは選択の問題になりますので、重点のおき方、選択の問題ということがありますので、私は原子力委員会に、原子力開発に関する1種のシステムアナリシスといたしますか、最近のはやりですけれども、こういう非常に技術進歩の急速な、しかも多様化時代、いろいろな関連問題を、人と金と時間の制約のもとにおいて、どういうやり方をするのが一番能率的かということ、横に全部鳥瞰してウェイトづけをしていくという活動、そういう専門部会でもつくって掘り下げていただいたらどうか。そうすれば濃縮問題なども、もっとクローズアップして打ち出されるであろうということを期待するわけなのです。そういう検討を原子力委員会でもしていただいたらどうかと考えております。

第3点としまして、当面の具体的措置を一言いわせていただきたいと思うのです。先ほどからいろいろご意見が出ましたけれども、いまの時点で、いつの時期に、どれだけの規模のプラントをもつかという議論をしていますが、これはなかなかちががあかないし、経済的な問題も伴いますので、なかなか簡単ではありませんが、少なくとも先ほどから申しますように、自前の技術を早く確立するという、技術をかためるということとは、経済性も見通しもつけるということでして、拡散法においては、そろそろそういう時点にさしかかってきておると思うのです。どこまで規模を小さくして、相似法の成り立つような、それをある程度エクステンディングしていけば、プラントにつながっていくような最小単位は何か、それは最も簡単に考えれば、3段カスケードで軸流の送風機が使

えるぎりぎりの最小規模ということだと思っておりますけれども、それだけでも早くやるべきだ。それをやることによって、テクニカルフェージビリティを確立し、経済性を見通しをある程度つけ得るのではなからうか、相当、経済性を見当もつくのではないかと考えておりますけれども、それならば、10億円もあればできるのではなからうか。10億円というのは大金ですけれども、その程度の研究投資によって拡散法の技術の確立ができ、経済性を見通しがある程度得られるということであれば、やるべきではないかと考えておるのです。そういうことも早く国の方針としてはっきりさせていただきたいと考えておる次第です。

議長 ありがとうございます。では、今井さん、お願いします。

今井 時間もございませんので、また私が申し残したことがないように思います。ただ1つここで皆さまにご報告しておくことは、この段階において、もはや金岩さんからお話があった程度以上に、技術はここまでまいりましたと皆さまの前でご報告するのが賢明でも、あるいは慎重でもないと思いますので、これはむしろお許しをいただきたいと思っております。

ただ、よくいわれますように、できるという情報ほど大切なものはないということばがございまして、ガス拡散法においてはもちろんできるのであるし、遠心分離法においてもヨーロッパ諸国はやるといっておる。向こうでやれたものが日本の国力でやれないということはないという気がします。今日まで、民間からばく大なご援助を得ておりますが、この上ともご援助を得て、なるべくその成果の完成を早めたいと思います。私はこの問題については、非常に国際問題も複雑、流動的でありまして、いつでもいいのではなくて、いつでもむしろお答えが出なければならぬのではないかという気もするわけでございます。

いま法貴さんから、評価の話だとか、技術予測という面のお話もございましたが、そういうことを別途おやりいただきまして、そのときどきのご回答ができるように、私どもとしてはやるべきではないかと考えております。

議長 ありがとうございます。

それでは引き続きまして、成型加工の段階について討議をしていただきたいと思います。前に、原子力局において、いろいろと施策を立てておられ、また現在は古河において実際の仕事にタッチしていらっしゃる島村さんにキーノートをお願いしたいと思います。

島村 私には、成型加工事業の諸問題というテーマが与えられておるわけですが、予稿集の初めのほうに書きましたのは、将来の加工事業の規模がどの程度のものになるかということ、初めに考えてみたということでございます。昨年12月にご発表になりました中央電力協議会の資料によりますと、これは先ほど西依さんもおっしゃったのでございますけれども、昭和53年度末の原子力発電設備は、運開ベースで1,624万キロワット、おそらくこれをベースにして考えますと、55年度には約2,300万キロワットということが考えられておるわけでございます。燃料は当然この発電の規模に左右されるわけございまして、もちろん55年に至る間に、その炉型を予想し、キャパシティを個々の炉について予想するということとはできないわけでございますので、ごくマクロにみましました場合に、成型加工業の売りに立つ金額は、およそ年間1千億円であろうという想定をいたしました。原料費等にくわれる分を除いて、成型加工業自体の付加価値を想定しますと、300億ぐらいと予想したわけでございます。

ただ、10年も先になりますと、炉のメーカーさんのほうでも、当然輸出を考えられましようし、その際には、燃料の輸出ということも、これまた必然に伴わなければならないということもございまして、これに輸出分ということを加えて考えますと、この数字はかなり大幅に増加すると考えざるを得ないと思っております。

この成型加工業と申しますものを、わが国の国内産業として確立するということは、非常に大きな問題でございます。大げさに申しますならば、原子力発電計画の成否を左右するということもいえるかと思っております。このことは単に燃料メーカーとしての力みすぎということではございまして、原子力委員会がおつくりになりました原子力開発利用長期計画においても、核燃料の加工事業については、ほんの一言しかお触れいただいておらないわけでございますけれども、その中でもはっきりしておりますことは「わが国で使用する核燃料を、早期にすべて国内において加工し得るような体制をととのえるようその育成をはかる必要がある」このように述べておられます。

したがって、こういう加工事業を国内産業として確立するための点から考えました問題点と申しますものは、私自身考えますのに、現在ほとんどないに等しいような状況から、このような大きな産業にまで急速にもっていかなければならないというところに、すべての問題が胚胎しておると考えるわけでございます。

もちろん核燃料に関する研究が今日まで無視せられておったわけでは決してございまして、核燃料に関する成型加工についての研究に限ってみましても、その歴史は、わ

が国の原子力開発の始まった15年前にもさかのぼるわけでございます。需要のない段階から、いわゆるメーカーという立場のものにとりましては、もちろん国の援助を受けながらも、また先進国の開発した技術の導入をはかりながらも、とにかく賢明に生産技術の習得、自主開発のために努力をかためてきておったわけでございます。しかしながら残念なことに、今日まで日本の核燃料のメーカーが供給し得ました燃料と申しますものは、研究炉、あるいは試験炉用のそれが大部分でございまして、実用動力炉、発電炉に対します核燃料の供給は、まさにこれからやっと始まろうという段階にすぎないわけでございます。ここに幾つかの問題があるわけでございます。

第1には、生産設備の拡充の問題がございまして。大げさな言い方をしますれば、成型加工業と申しますものは、1つの装置産業でございまして、急激な需要の増加に応ずるためには、それに沿った設備をしていかなければならないということがございまして。ただ、需要がふえたから設備をふやすということではございまして、他産業にもよくみられる問題で、何ら問題がないわけでございまして、核燃料であるがゆえに、そこにまた幾つかの問題がございまして。

原子力発電を成功に導きますためには、燃料サイクルコストを低く保つ必要があるわけでございます。そのためには、高価なものでございまして、金利の負担が大きな問題になってまいります。そのためにはメーカー段階における加工期間をできるだけ短期にするという必要もございまして、そのためには設備が余分に要するという問題がございまして。たとえば現在の軽水炉の燃料についてみましても、濃縮度の相違とかいうことで、2種、あるいは3種の燃料が必要とされる場合、漸次それをワンラインでつくっておりました場合には、非常に長い期間が要る。これを短縮させるためには、年間稼働させるだけの量がなくても2系列、3系列を必要とするという場合が起こってまいりましょう。

さらに、わが国においては、他の多くの国にみられますような炉型がしぼられていないという問題も、加工業の立場を複雑にするわけでございます。軽水炉のほか、わが国では、ガス炉、新型転換炉、高速炉などというように多種多様の炉型が考えられ、かつその燃料が要求されております。これらのそれぞれについて、加工技術、開発体制の整備をはからなければなりません。

再処理でありますとか、濃縮であるというものに比べれば、非常に小さな問題でありましょうけれども、工場の立地をきめます場合にも、核燃料であるがゆえの制約でございまして、特にプルトニウムの燃料という段階になってまいりますと、この問題もまた

大きな問題になってくると考えるわけでございます。

もちろん、そういった種類のことは別にしましても、この加工の分野においても、技術の開発はまだまだ先の長い問題であると考えます。原子炉の場合には、きわめて精緻な要求が炉側からなされるわけでございますし、新しい材料を求めて、絶えず燃料の場合に、よりよい燃料をより安くつくるというための努力が必要であることは申すまでもございません。

それに加えて、先ほど法貴さんも触れられましたが、燃料の分野には国際査察という問題がございます。世界の平和を維持するために、そのような制度ももちろん、きわめて必要なことではございましょうが、この問題、直接に負担がしわ寄せされるのは、成型加事業者ということになってまいります。非常にけっこうなことではございますが、きわめて複雑な仕事になってまいります。さしあたり、きわめて控え目に申しましても、この査察にこたえまして、的確な資料を整備するというためには、何らか核燃料の計量管理に関する技術の開発が望まれるわけでございまして、これについては、メーカーのみならず、国としても大いに力を入れていただきたいと考えるわけでございます。

最後に、予稿にない1つの点だけつけ加えてもらいたいと思うのです。それは成型加工業に対する法律の規制の問題でございます。ご承知のとおり原子炉等規制法には、第13条以下10条余りにわたりまして、加工事業に対する規制の条文が並んでおるわけでございます。先ほども申し上げましたように、原子力委員会としては、この事業を早く育てあげるために育成しなければならないという方針を述べておられるにもかかわらず、この加工事業は許可制ということになっておりまして、この事業許可に対して政府側は、きわめて、いわば慎重な態度をとっておられるわけでございます。

何ゆえに加工事業を、事業として規制しなければならんかということについて考えてみますと、どうも私には現在の時点においては、理解しがたい面があるわけですが。先ほど来申し上げておりますように、核燃料については国際査察という問題がございます。

また保安の問題があることは事実でございますが、それゆえに、事業を許可制にするというところには結びつかない幾多の問題があるのではなからうか。法律にははっきり出ておりませんが、またその運用においてもかなり問題がございます。と申しますことは、かりに許可を受けた場合にしましても、ある種の燃料はつくっていいけれども、他の種の燃料をつくるという場合には、法律的に申しますれば、許可の申請のやり直し、事業の変更許可ということになりましようか、ややこしい手続きが必要になって

まいります。実はかようなことを申し上げるのは、メーカー側の、きわめて虫のいい要求とおとりになる方もあるかもしれませんが、今日の私自身、あの法律の立案に参画しましたものとして申しますならば、当時、原子炉をみたことのある人は数えるほどであり、ましてや加工事業の実態を知っている人など1人もない時代につくられた法律が、10年一昔と申しながら、15年もたった今日、なおそのまま残っておるということは、まことに慚愧にたえない気がしておるわけでありまして。早く恥ずかしい思いから解放させていただきますと同時に、せめて資金の融資であるとか、研究補助金とかのほかに、あまり足を引っばることにならないような形において、燃料に対する規制をお考え願いたいということをつけ加えまして、私の話をおしまいにしたいと思っております。

議長 ありがとうございます。ただいまの島村さんのキー・ノートに対しまして、実際の成型加工の仕事をやっていらっしゃる森島さん、横須賀さんから、ご意見を伺いたいと思っております。まず森島さん、お願いします。

森島 島村さんのお話で、ほとんど広範囲に、燃料加工事業におけるいろいろな問題をご指摘いただきました。私は原子炉と燃料とを一緒に供給する立場で、問題点を考えてみたいと思っております。

核燃料の供給者として一番重要なことは、一口に性能の高い燃料の設計、製作をするということは、もちろんのことでございますが、原子炉燃料の特殊性から、一口にいえる問題も幾つかの問題に分かれると思っております。

最初に炉心の設計と燃料の設計の問題がございます。これは相互には、切り離せない問題でございます。初装荷の燃料ばかりでなく、取りかえ燃料についても、なかなか密接な関係がございます。燃料の設計にあたっては、炉心の運転性能を十分満足させることは必要でありましょうけれども、逆に、燃料の燃焼期間中の挙動も十分監視する必要があります。燃料を供給する場合には、そういった問題について、十分いろいろな条件を考慮して、経済的な最適設計をする必要があるわけです。

したがって原子炉に燃料を装荷後、燃料のいろいろな挙動を十分に研究開発する必要があるかと思っております。

そういう点について、われわれも少しずつ問題の整理をしておりますが、さらに次の問題としては、燃料の燃焼管理の問題がございます。設計細工された燃料を原子炉に挿入後いろいろな運転条件下で、どのようにしたらじょうずに経済的に燃料を燃やすことができるかという問題も引き続いてあります。われわれの場合には、そのために燃焼状

況の記録を整備し、それができるだけ均一に燃えるように、いろいろな運転をしていただくわけです。さらにある時間たちますと、その燃料の取りかえのためのスケジュールの決定といったような問題にも、最大の燃焼度を達成するためには、そういう問題も必要になってまいります。こういった面でも、われわれ燃料の供給者という立場で、いろいろな性能の計算その他を継続していく必要があります。そういった技術も勉強しなければいけない。

最後に、今度は、燃料が工学的なフェーリユア（欠陥）その他の万一の場合の事故の対策という意味で、燃料の直接のアフターケアが必要になると思います。これもなかなか非常にたいへんなものでございまして、高価なウラン燃料を十分に燃やすということからすれば、そういった欠陥燃料についての欠陥分を取り除いての有効利用という面からの研究開発も、まだまだやらなければいけないことがたくさんあるのではないかと思います。一応問題点の摘発ということで、私の意見を終わらせていただきます。

議長 ありがとうございます。では引き続き、横須賀さん、お願いいたします。

横須賀 いま森島さんからお話がありまして、結局燃料というのは原子炉の構成部分である。

燃料加工というハードウェア的なものだけではなく、ソフトウェア、フォアマネジメントの一環として考えなければいかんということは、まことに同感でありまして、私たちは原子炉と燃料と一緒に売ります、しかも発電炉という以上は、経済的でなくてはならない。その経済的のためには、燃料の設計が発電費に一番大きく影響をする。そういう意味で燃料の設計、燃料の炉心の中でのパフォーマンス、燃やし方、そういったフォアマネジメントというソフトウェア的なものを重視して、それに適した燃料を加工をするという考え方で、いままでやってきたわけでございます。

それ以上詳しいことは申し上げられませんが、ここで島村さんの予稿にありまして、あまりご説明がなかったプルトニウムの取り扱いについて、ちょっと私の考えていることを補足的に申し上げたいと思うのであります。軽水炉では、現在二酸化ウラン系統の、 $UO_2$ のものが使われておりますが、これの加工は、技術的にはいろいろ問題はあるにしても、まずできる段階までできておると考えております。幸いにウランは、天然ウランとか、劣化ウランとかいう試験材料とか、実験に使える材料がわりあい簡単に手に入る。それで昔からそういうものをいじっておりましたので、その基礎的な知識ももっておる。むしろ今度は工場のプロダクションラインというかっこうで、工場をいま考えておるので、これは技術的にはやることは今後あるにしても、そう大きな問題はない

のではないかと思います。

プルトニウムの場合には、プルトニウムの有毒性の以外に、品物が手に入らない。非常に装置に金がかかるというところで、現実には、いま動燃さんが非常にりっぱな研究施設をもって開発をしていらっしゃるの、その開発の技術が、いかなる時点で、いかにスムーズに民間に移されるか、そういうことを考えるということが、非常に大きな今後問題点であろうかと思っております。

われわれ、プルトニウムの入った燃料にいつぶつかるだろうかということを考えますと、まず一番手近なのは、動燃さんで計画の実験炉、あるいは新型転換炉のプルトニウム部分、次には高速の原型炉というものがあるのですが、これらのものが、メーカーの経済ベースで製造をするというのには、量が少なすぎるというので、これは動燃さんのほうで設備を増強なさいまして、自給体制をつくっていかれると私たち了解しておりますので、願わくばその段階において、いままでの研究開発的な考え方といいますか、プロダクションマインド、そういう形で進めていただきたい。それで適当な時期に民間にその技術を何なりが移行されることをお願いをしたいと思います。

それ以外に、われわれ軽水炉屋として、プルトニウム燃料に最初にぶつからなければいけないのは、プル・サーマルの問題ではないかと思っております。プル・サーマル、いろいろ資料はございますけれども、五十何年かには実験用の必要なプルトニウムよりも、軽水炉から出てくるプルトニウムが余分になる。これを軽水炉で燃そうという、プルトニウムのリサイクルという問題が起ってくる。これが比較的、メーカーとしては、最初に商業ベースで直面しなければならない問題ではないかと考えておるのですが、それに対する技術的問題は、ソフトウェア的な問題、いかにウランのコアの中でプルトニウム燃料をよく燃すかというソフトウェア的な問題と、先ほど申しました燃料の加工技術の問題と両方があるわけでありまして。残念ながら、この方面に対しては、あまり進んでないというのが現状でございます。

これは外国でもそうなのですが、非常にプルトニウムリサイクルは特殊な、急激に需要がふえていって、ある時期で、いつ高速炉ができるか知りませんが、それとともに急に消えそなくなるような運命にどうもありそうな分野でございます。

それから、プルトニウムのリサイクルをいたしましても、ウランの燃料の全体の成型加工量に比べますと、かなり量が少ない、全部リサイクルしても、せいぜいウランの必要量の大体15%から20%ぐらいにしかならないのではないかと。それですから、量産

効果が出る、それまでの間のつなぎをどうするか、 $UO_2$  燃料ですと 200 トン 1 年ぐらいが大体経済ベースとかなんとか、これは比較的早くなるかと思えますけれども、その 10%とか、20%という程度のプルトニウムでプルトニウムペナルティというものを考えますと、そういう初期の時代の量産効果が発揮できない時代、これのプルトニウムリサイクルの問題、こういうのはどのようにしてつないでいったらいいか。動燃さんの既設の設備をうまく利用するというのも 1 つの方法でしょうし、いろいろな考え方があるのですが、どうもプルトニウム問題はリサイクルも含めまして、いろいろの計画は方々であるのです。しかしそれを総合的にみて、高速炉燃料や何かのところまでも含めて、長期的なプルトニウム問題に対する見通しがどうもどこでもまだ扱われていない。2、3 年前に核燃料懇談会あたりで論じたことはありましても、それがその後具体的にこれこれの方針で、こうやるのだというところが確立されていないと思うのです。

非常に残念なので、今後、この方面を大いに国として、プルトニウム関係をどう扱うのだ、どうするのだというところまで、総合研究にも指定もされていないような状況なので、そういうところを、はっきりした方針を出していただき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。

だいぶ予定の時間を超過しております。時間がだいぶ長くなりましたので、このところで 7 分ばかり休憩をさせていただきたいと思えます。3 時 55 分きっかりからまた再開させていただきますので、よろしくご協力願います。

議長 再開させていただきますして、後半のディスカッションに入りたいと思えます。

次は「再処理」のトーキングでございますが、今井さん、キー・ノートをお願いいたします。

今井 再処理の問題はたいへん古い話でございますして、いまごろ復習をいたしては、たいへん失礼かもしれませんが、前ぶれといたしまして、どんなことを動燃事業団としてはやるかということを、ちょいと触れさせていただいたほうがよいかと思えます。

これはピューレックス法と申します。また湿式法などとも申しておりますが、燃料は前処理をやりまして、あとは硝酸に溶かしてしましまして、それからウランとプルトをフィッシュンブログダクトと分けまして、あとを順次生成をしていく、そういうプロセスでございます。能力は 0.7 トン・1 日が保証されておるような次第でございます。

しかしながら、こういうことで私どものほうはようやく安全審査もちょうだいいた

しましたし、また予算上、着手することもお認め願っておりますので、このあとは地元との調整などになお一そう配慮いたしながら、今年中にはぜひ着手をいたし、49年の3月には稼働を開始いたしたいと考えております。

さて、そういうことでございますが、お手元の資料にも書いておきましたように、大体この赤いページの次のところに再処理がございまして、その3枚目のところに日本における再処理の使用済燃料と能力との関係のごときものが示してございます。

ちょっとそこをお開きいただきたいと思いますのでありますが、ここに表といたしましては、1970年には、使用済燃料が60トン出る、75年になれば210トン出る。また1980年、つまり昭和55年、10年たてば570トンになる。また、もう5年たつて1985年になりますと、1220トンになるという数字が出ておりまして、それに対して、その右の図表はグラフ化したものでございます。

これに対しまして動燃事業団、先ほど0.7トンと申しましたから、300日稼働するとすれば、故障が起これなければ年間210トンずつ食っていくわけでございます。こんなことでございますので、右の図表をみていただきますと、1975年ごろがちょうど一ぱいでございますが、1980年になりますと、この辺では最初の第1プラントのキャパシティはもう明らかに不足となっております。また1985年になれば、不足量は年間1210トン、このくらいの大きさに到達するわけでございます。

もちろんこのような数字は、もっと正確な数字を出して修正する必要もあるかと思われますけれども、私のラフな議論にはこの程度のラウンドナンバーでよろしいと考えまして、そこにはあまり注意をいたしませんでした。

そこで、結論的にはどういふことになりましょうか。1975年、いまから5年後にはもうこうやって一ぱいになってしまうのでございます。いずれにいたしましても、昭和53年だとか、52年とか、51年のところはどちらでもけっこうでありますけれども、そのころには、次のプラントが出てこないといけません。またそのプラントについては、民間がこれをなさっていただくことを期待すると政府が方針をおきめになっておるわけでございます。

そこで、これから私が申し上げたいのは、題目が「核燃料産業確立の諸問題」でありますゆえ、もっぱらこの第2プランについてのお話をさせていただこう、こういうつもりでございますから、ご容赦を願いたいと思います。

さて、その52～53年ごろに着手をいたすということになりますれば、もちろん試

運転もございませう。建設期間も3年ぐらいと見込まねばなりません。そういうこと  
になりますと、逆算をいたしてまいりますと、昭和50年ごろになりますともはや  
着工をする必要があるのだということに相なります。また安全審査にも時日がかかりま  
す。そうしますと、決してゆっくりしておる問題ではございませう、昭和48年ごろに  
なると、もう次のものを考えねばならんということ、これだけを初めに申し上げたいと  
思うのでございます。

さて現実問題として、しからば一番大きな問題は何かと申しますと、再処理はどのく  
らいの大きさの、キャパシティをどのぐらいにするかということでございます。これは  
先ほど加工問題においてもそのお話が出たのでありますけれども、再処理プラントは、  
いわば設備産業的な化学工場でありますから、スケールメリットは、たいへん大きい  
のは明白でございます。

第1表、前のところにも示しておきましたが、アメリカではどんなことが行なわれて  
おるかと申しますと、図表のある左側にアメリカの状態が示してございます。現在は  
NFSが1日1トン、年間300トンという処理をいたしておりますけれども、これをず  
うっと下へだどっていただきますと、10年たちますとNFS自身も拡張をいたしますし、  
その次に第2、第3、第4、第5はまだ不確定でありますけれども、これらの計画がす  
でにございまして、年間の処理量は4200トンだということになっております。

これに対して、そのころに排出されるであろう使用済燃料は3,500トンだということ  
になっております。それ以後、1985年になればもうだいじょうぶでございますけれど  
も、1980年の時代にはオーバーではないかという議論がアメリカにおいても現にある  
わけでございます。

こんな関係から申しまして、一体その解決法はどうするのだということは、これは私  
が申すまでもなく、アメリカでしきりに議論をいたしまして、大きなキャパシティのも  
のをつくらねばならん。しかしながら、初期には稼働率が下がる、下がるから一挙に大  
きなものをつくるのではなく、段階的に大きくするということが一般の議論であります。  
問題なのは、これは放射性の高いものを扱う工場でございますから、一度よごれたとこ  
ろに入り込んで拡張工事をするということがたいへん問題なのであります。それをどう  
しておくかというあたりに問題があると考えられます。

わが国では昭和60年、つまり60年と申しますと1985年でございませうが、先ほ  
どの図表でお目につけたごとく、このころになりますと、年間1,200トンという処理の

ものももう1つなければならぬのであります。これは世界の大勢からみて、また原子力発電の情勢からみて当然のことでもありますけれども、日本の再処理プラントは、将来は相当大きなものであります。世界的にみても、そんな小さなものではないのであります。昨日来、マビールさんや何かのお話なども伺いました。いまラ・アークとウィンズケールがあるけれどもそのうち間もなく足らなくなるという数字もお示しになりました。しかし、いずれと比べてみましても、日本の将来の要再処理量は相当大きなものであります。

このようなことを考慮いたしましたならば、ともかく日本は国際的競争力を獲得するという意味からいきましても、決して小さいものをつくるべきではないのではないかと私は考えます。これが建設規模に対しまして、私が申し上げたい点でございます。

規模に対して、その次に問題となりますのは、どんなプロセスで仕事をするのかというところでございます。私どもは先ほども申し上げましたように湿式法、あるいはピューレックス法と申しまして、これは現状においては、すでにもうエスタブリッシュされたプロセスでありまして、世界の多くのプラントはいずれもこれを使っております。ヨーロッパばかり、アメリカにおきましては、将来できようとするプラントを含めて、おおむねこれであります。

ただ1つ、GEが新しい方式を提唱をされておりました。これは過去のことでもあります。このプラントにおきましては少し違ったことをお考えになられまして、初めにイオン交換樹脂を使いましてプルトニウムだけ分けてしまわって、その次にはウランと分裂生成物が残るから、その段階でこれをドライにして、乾式弗化をしてしまわって、それで六弗化ウランをとり、また廃棄物を固形物として残留させよう、こういうアイデアがありました。

しかるところ、いろいろご検討の結果、これはただいまにおきましてはもはや放棄されておまして、これにかわるに、やはりピューレックス法と同じように、初めにはウラン、プルトニウムは一諸に分ける、その後の生成はどうするということになりますが、たった1つ違っておりますところは、最後にウランは硝酸ウランのようなもので出すようなことをせず、また酸化ウランにすることもせず、最後のところで蒸発をいたしまして、弗素化をいたしまして、六弗化ウランにするということを付加されております。このような結果になっておりますので、この方法については、いまでも半乾式法という名が残っております。

同時に一方、高レベルの廃棄物でありますが、これもその工場内で直接に固化してしまっただけが、将来のあり方としてほんとうであるということで、この2点でこのGE法は他の方法とは違っておるわけでありまして。

同じようなことは、一時アメリカでは非常に議論になりまして、アライド・ケミカルが計画をいたしましたときには、初めはこの方法と同じものをとろうといたしましたけれども、後に変更をいたしまして、ただいま計画いたしております、また政府に申請している方法は湿式法に変わっておるわけでございます。

こういうことからみますると、大勢を占めておるのは、プロセスといたしましてはビューレックス法が大勢でありまして、GE法がどのような成績を、また経済的効果をおあげになるかということは今後の問題であろうかと考えております。

次に、敷地の問題については、さまざまな件がございますけれども、たった1つ申し上げたいのは、従来からこういう議論がございます。再処理は、輸送が非常に金がかかります。場合によると、再処理費の3分の1、あるいはもっとかかる。それは条件によりまして。

さような点から、輸送費のかからないような地点で仕事をするよるということから申せば、たとえばここに千万キロという大きな集中原子力発電をなさるといふ事態に相なりましたならば、それ自身のプロパーの再処理をやるということが問題となってくることは考えられることでございます。

しかしながら、先ほど申しました1日3トンないし4トンという大きなプラント、それは先ほどの1,200トン年間の要再処理量に対応をいたしておりますが、こんな大きなものをつくるという思想が一方にあるとしますと、これはなかなか比較問題でございます。輸送量の節約とプラントが大きくなったための節約とのバランスが問題となってくると考えられます。たぶん大型化のメリットのほうが大きいのではないかと、私個人は考えておる次第でございます。

次に、そのころの再処理プラントに対して何か技術開発をしておかねばならない問題はあるだろうかという点でございます。明らかにアメリカがいまわれわれのプラントと違ったことをやっておりますのは、それはネプツニウムの回収をやっておることです。これは日本とアメリカとたいへん違うのでございまして、ネプツニウムを幾らつくってもこれの使い道が、買い手が無い限り、いかんともせんかたないこととございます。その他、線源になるようなセシウムであるとか、そのようなものが売れ口さえあれ

ば、当然これの回収を考えることは言うまでもないことでございます。

少し趣は違いますが、クリプトンはガスとして排出されるものの中で、非常に大きな部分を占めておいて、それはもちろん安全上、それに回収するにこしたことはないわけでありまして、クリプトンには若干の用途も考えられておるなどの関係もございまして、これを回収するというのは、すでに原研さんのご協力を得まして、予備設計程度のところまではやってきておる現状でございます。

次に、高いレベルの廃棄物の処理でございます。先ほどGE法のところで申し上げましたが、GEがおやりになるように、要するに蒸発してしまつて、水を吹っ飛ばした後にこれを固型物にするということでありまして、それにはいろいろの実行手段があることと考へます。ただ高レベルのものが特に問題になりますのは、すでに中レベルのもの等は、ほかに方法があるからでございます。なおこの高レベルのものにつきましても、しよせん将来は、再処理工場が非常に大きくなりましたときに普通、液体で貯蔵をするとなれば、これはステンレスの腐蝕性のない、またそれを二重に保護したような、また蒸発の熱の除去などを考へたまことにやっかいな貯蔵倉でありますので、このようなものはしかる時期に固型にするということが必要となってくると思ひます。

しかしながら、アメリカは先ほどのGEプラントでは、出てくるに従つて、これを固型物にするということを考へました。しかし、それはかえつて損だ、しばらく5年ぐらひは工場に寝かしておいて、自然の崩壊を待つて、だいぶん楽になつたときに固型物にするほうがずうつと有利だといふ議論はございまして、いずれにいたしましても、このような問題があるということをご指摘させていただきたいと思ひます。

次に、少し異質の問題でございますが、当然出てくる問題は、将来、高速増殖炉の燃料が出たらどうするつもりだということでございます。もちろん開発の途上で実験炉があつたり、原型炉があつたりするといふ段階の話ではございませぬ。そのような段階では何も専用プラントの必要があるわけではございませぬ、また各国とも、いま、これらの処理をやりますにつきましても、従来あるプラントの一部を改装いたしまして、それに適合するごとくに処理していくわけでございます。

根本的にはそれでは乾式法など、よくいわれているような方向はないかということでございますが、それは私個人の考へといたしましては、決してそんなことはないと思ひます。しかしながら、燃料の設計そのものもたいへん流動的でありまして、高速増殖炉がほんとうに商業炉になる時分に、どんな燃料になっておりましたらうか。いま現にフラ

ンスでは、再処理方式の高速炉燃料のための再処理方式を検討いたしております。プラントがラ・アークにあります。このパイロットプラントでやっておるのは、ウランとプルトニウムの精密分離をやらないことでございます。フィッションプロダクトだけ分けて、ウランとプルトニウム等は、ある程度まざっておっても差しつかえないという思想によって、将来の高速増殖炉の燃料の湿式分離法を現にテストいたしております。

このような考えは、これは将来のことでございますけれども、もしそれでも許されるということになれば、再処理プラントは非常に簡易化いたします。なかんずく乾式法の基本的な化学的な欠陥は、ウランとプルトニウムを分けるということが問題でございます。分けると申しますのは、少しこまかく申しますと、これは乾式法でございますから、弗化物にしておいて、これを揮発分離することでありするが、それがそれほどびっちりいかない。いまお濃縮プラントへ劣化ウランをもって行って再濃縮してくれということ、非常に六弗化ウランのスペックがきびしいために、とうてい適合をいたしません。しかしそんなことは要らないのだということになれば、これは全く話は変わってくると思うのでございます。

再処理はこのようなことで、当面、原子力発電所から出てまいりました使用済燃料のあと始末施設でもございます。しかしながら他面、これは燃料サイクルのスターティングポイントでもございます。プルトニウムをここからとるのだという目的でやることは明らかでございます。

その際に大きなプラントをつくるということのメリットは、先ほど申し上げた次第でございますけれども、たとえばアメリカの出版物「WASH」の1082をみてみますと、1日5トンぐらいのプラント、私どものプラントでは0.7でございますから、7倍ぐらいのもの、このぐらいになればキログラム当たり26ドルぐらいの再処理コスト、つまり1トン、950万円ぐらいになると思いますが、このぐらいの線に到達いたしまして、燃料サイクル費の中に占める再処理コストはずうっと小さくなってきますのでございます。

しょせんはこのような方向に向かって、あらゆる経済的な努力をしなければならぬ。その際において、なまじっかなものをつくってもとうていいけませんから、これはぜひとも最初から合理的な案をつくらねばならぬ。合理的とは大きなプラントを意味しております。何となれば、いま一応プロセスは固定されておいて、それを使うということは決して不利でないからでございます。

再処理につきまして、先ほども少し申し上げましたが、輸送費が非常に高くなりまし

て、これがはなはだしく不利の原因になっております。しかしながら、これはアメリカとは多少事情が違いまして、日本では多くの原子力発電所は海岸線におつくりになられるのではないかと思います。しからば、海上輸送という問題につきましては、まだまだ安い輸送が今日の現状で考えられておるとはいわないのでございますけれども、今後、ますます改善の余地はあると思っております。

そのような先物のお話を申し上げますと、われわれが現在、建設いたそうというプラントは、これから排出されるのでございましょう民間動力炉の燃料を何でもかんでもちょうだいして、これをプルトニウムにしてお返しするというサービスの義務をもってやるわけでございますけれども、また一方におきましては、そのころになりますれば、開発中の高速増殖炉の燃料、その他特殊炉の燃料などもこれも処理しなければならぬという特別の任務もまた出てくるやに予想をいたしております。

最後に、申すまでもないことではございますが、再処理はこのようにいたしまして、まことにおそまきながらスタートをすることに相なりました。これから問題となりますことは、このプルトニウムをせっかくつくっても、どう使うかという技術の開発で、すでに先ほど来、加工の問題の中で、なかんずくプル・サーマルにつきましては横須賀さんからたいへん現実的など要請を承ったばかりでございます。軽水炉リサイクルという問題は、それほど先の問題ではない。ぜひともそれまでに私どもの再処理プラントが役に立たせてもらうように、そのほうの技術開発について、お考えを願わねばならないと思っております。

すでに一部分、お話も出たのでありますけれども、再処理をやって出てくる劣化ウラン、これはアメリカへ送って再濃縮をする。そういうことが一応の常識でございましょう。そのためには、先ほど来、再処理のプロセスの中で、ウラン、プルトニウムの分離が問題だと申し上げたのであります。しかし日本の状況で、また今後の燃料設計の問題として、ブレンディングという方式で濃縮度を調整するという事は現に可能だと思われまます。

昨日、イギリスのチューイさんのお話の中には、まだすべての燃料は、同時沈でん法と申しますか、両方ともウラン、プルトニウムいずれでも同じことではございますが、沈でん液をつくっておいて、液の状態に混合して、それをあらかじめ沈でん物にして酸化物にして焼くという方式でなければ、なければというのは、これに対する方法としては、両方とも酸化物にしておいて、これを機械的に混合するという方法はまだ使っ

ていないというお話でございましたが、ついでにその際には、振動充てん法なども今後考えようと思っておるということでございました。

このような問題につきましては、動燃といたしましては、すでに振動充てん法でつくりました資料の照射試験などもやっておりますが、今日までのところ、幸いにいい成績をあげておるようには考えております。

このようなことと関連いたしまして、劣化ウランはすべてアメリカへもって行って濃縮をせねばならないものではないだろうと私は思います。裏を返せば、劣化ウランの国内濃縮などということは、先ほど来の濃縮問題との関連においてあるものだと考えます。第2民間プラントということを行いながら、ずいぶん余分なことを申し上げましたが、その意味において私が申し上げたいと存じますのは以上でございます。(※④ 参照)

議長 ありがとうございます。

それでは、今井さんのキー・ノートに対しまして、使用者側であります西依さんからご意見をちょうだいしたいと思います。

西依 ただいまの今井さんのお話は、再処理第2プラントについての建設時期、規模、プロセス、立地問題、技術開発等、多方面からの有益なるご提案であったと思います。

第2プラントは民間でやるということでございますが、電力といたしましては、現在の段階では、第2プラントについては全く白紙でございます。もちろん動燃事業団さんの第1号の再処理プラントの容量の関係から、あるいは使用済燃料の排出の数字から、多少、前後はするかもしれませんが、昭和52～53年ごろまでには、何らかの形で解決をしなければならない事実であろうと考えられます。

電力といたしましては、必要な時期に、必要な再処理プラントをつくっていただきたいと思っておりますし、特に発電費のうちで30%を占める燃料サイクル費ができるだけ安くあげていただきたいということは申すまでもないことでございます。

理想をいえば、原子力発電プラントを建設する時点において、すでにそのプラントの構想ができており、しかも使用済燃料をどのように輸送をするかということで、十分考慮しておくべきでございましょうけれども、今後、再処理プラントの進展ぐあいに合わせて考えていくべき事柄であろうと思っております。

以上、簡単でございますが……。

議長 ありがとうございます。

引き続きまして、次に移らせていただきます。

※④ 参考

〔第一表〕

世界の再処理需給予測

1. 日本

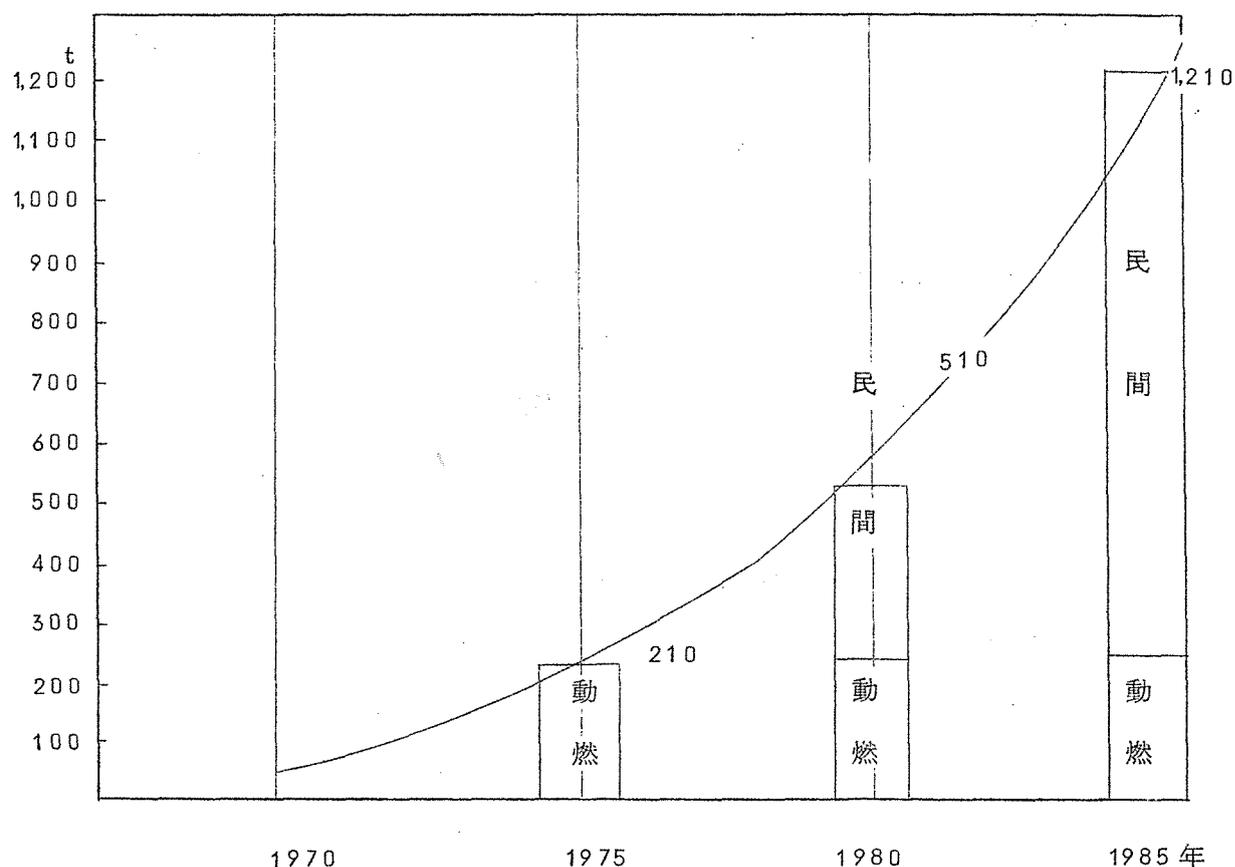
年	再処理能力 t/年			使用済燃料 排出量 t/年
	動燃事業団	民間	計	
1970				60
1975	210		210	210
1980	210	300	510	570
1985	210	1,000	1,210	1,220

2. アメリカ

年	再処理能力 t/年						使用済燃料 排出量 t/年
	NFS	GE	Allied	Atl-Rich	Natl Lead	計	
1970	300					300	80
1975	900	300	900	1,500	?	3,500	1,700
1980	900	300	1,500	1,500	?	4,200	3,500
1985	900	300	1,500	1,500	?	4,200	5,300

3. ヨーロッパ

年	再処理能力 t/年						使用済燃料 排出量 t/年
	イギリス ウインスケール	フランス ラ・アーグ	ユーロケ ミック	ドイツ カールスルヴェ	イタリー	計	
1970	2,500	600	105	30		3,235	1,500
1975	2,500	600	105	30		3,235	2,400
1980	2,500	600	105	30	600	3,835	3,600
1985	2,500	600	105	30	600	3,835	4,600



日本における使用済燃料排出量および再処理能力

議長 最後に、核燃料政策についてでございますが、キーノートのご発表を今泉さん、小山さんからお願いしたいと思います。まず今泉さんからお願いいたします。

今泉 わが国の核燃料産業はここに申すまでもなく、今後のエネルギー供給の主役を果たすべき原子力発電の経済性、自主性を確保するためのカギとなるものであり、また大きな成長の可能性をもった新規産業であります。この産業の特徴の1つは、従来の産業と異なりまして、先端的でかつ広大な技術を確認して初めて存在できるということであり、そしてその技術はとどまるところなく進展している点であります。

わが国の企業は、おもに米国の企業から技術を導入して、一部の分野について商業生産を行なう段階にきておりますが、それらの分野の今後の技術開発、あるいはまだ企業化に至っていない分野の技術の確立には、今後大きな努力が必要であります。

核燃料産業のあと一面の特徴は、地下資源の開発から、ウランの濃縮、加工、使用済

燃料の処理に至る広範なサイクルにより成り立っているということでもあります。このサイクルには環境保全とか、輸送の問題も密接に関係しております。そしてこのサイクルはわが国だけですべて完結するということはできず、国際協力関係が不可欠であります。

このような観点から、通商産業省では核燃料産業の確立のための政策を進めております。

まず第1に、わが国の長期的な核燃料産業ビジョンの再検討について述べますと、昭和42年に、総合エネルギー調査会は、原子力産業の長期的な見通しを作成いたしました。その後、原子力発電所の建設計画が次第に具体化しまして、また一方わが国の経済成長もテンポを早めておりますので、これらを勘案しまして、あらためて核燃料産業ビジョンを確立する必要があると思います。

昭和44年度には、通商産業省の核燃料研究委員会で、現在の原子力発電所建設計画に基づきまして、長期的な核燃料関係諸量を試算しました。通産省では45年度に、経済社会発展計画の見直しによりまして新しい政府の経済指標のもとに、原子力発電規模の再検討を考慮しており、それに伴いまして、核燃料産業規模を想定しまして、長期的な核燃料産業ビジョンを確立する計画を進めております。

次に、わが国の核燃料産業の育成策の概要を申し上げますと、この産業育成の目標は申すまでもなく、わが国の自主的なウラン資源の開発から、加工、再処理に至る核燃料サイクルの確立であり、同時に、これに必要な核燃料の量、質の確保であります。

量の確保については、特に重視すべきことは、ウラン資源の開発とウラン濃縮の分野であります。資源の開発については、さきに述べました核燃料研究委員会の試算では60年度末の発電規模が、軽水炉が4500万キロワットの想定しました場合、60年度末までの天然ウランの必要量の合計は、約10万トンに達しようかと思われま。そしてこの量は、現在経済的に採掘できるといわれております世界の埋蔵量の約15%に相当します。このような大量の海外ウラン資源の確保と米国、欧州諸国の積極的なウラン資源確保策と競争しまして、長期的にかつ安定して行なうためには、単純買鉱では限界があり、できるだけわが国の企業がみずからの力で海外資源を開発する必要があると思います。このため45年度以降金属鉱物探鉱促進事業団の海外探鉱融資の対象鉱種に新たにウランを追加しました。それで民間の海外ウランの探鉱活動を助成することとなっております。もちろん単独企業による海外探鉱では、資金その他で制約を受けやすく、多大のリスクを負うこととなりますので、大型プロジェクトに対しましては、企業間の

協力が望ましいと考えております。

ウラン濃縮の仕事量は、現在の原子力発電計画から試算しますと、昭和55年度には5,000仕事量トン前後になるかと思えます。そしてわが国の電力需用構造から、その必要な時期は、1年のうちのある期間に集中すると考えられます。

このような大量のウランの濃縮仕事量は、当面、日米原子力協定によりまして確保されなければならないのでありますが、必要とする量を望む時期に供給が受けられるように、政府間ベースの交渉を通じまして、日米間でとりきめが行なわれなければならないので、通産省のみならず、関係省庁の間で相協力してこの実現に努力しております。

濃縮六ふっ化ウランを加工して完成燃料をつくる工程は、特にわが国での早期確立が望まれております分野であります。現在、二酸化ウランへのコンバージョン、成型加工、あるいはジルカロイ被覆管製造といった分野では企業化が進んでおりますが、これらの工場建設に対しまして、低利の開発銀行の融資とか、税制上の優遇措置が講じられております。さらにユーザーの方の立場も勘案した上で、税制上の配慮も必要かと考えております。また、国内で加工した燃料を使用する電力会社には、低利長期の開銀の資金を融資する原子力発電機器延べ払い融資制度が適用されております。

しかし、アメリカの巨大企業は、1950年代以来、巨額の国家資金の支出を中心に進められてまいり、大規模な技術開発によりまして、技術と資本を蓄積し、すでに大量生産の体制に入っております。これらの企業と競争しまして、わが国の核燃料が今後発展するためには、原子力技術の向上に応じまして、みずから技術開発を行ない、強力に国産化を進めなければならないと思えます。そのためには関連する全メーカーの努力はもちろんですが、政府関係研究機関及びユーザー側の協力体制が不可欠であろうかと思えます。

アメリカでは最近、核燃料産業が、エネルギー産業として適正な競争条件のもとになければならないという意見が多くなっているようでありますが、通産省では、わが国の核燃料産業が近い将来、国民経済上重要なエネルギー産業の中核となるということを予想しまして、現時点からこの分野での適正な競争市場を助成すべく対策を研究しております。

使用済燃料の再処理の工程は、ただいま今井さんからもお話がございましたように、動燃事業団がわが国最初の工場を、45年度から建設する計画でございますが、50年度を過ぎますと、第2工場の必要が出てくるということで、今後、民間工場建設の具体

的な体制と国の役割等をも明確にすることを考えております。

再処理工場で回収されますプルトニウムのサーマル利用及び減損ウランの利用、あるいはウラン系燃料を補完するトリウムの利用についても、核燃料の経済性を向上させるために、今後積極的にこれを取り上げまして推進する方針であります。

議長 どうもありがとうございました。引き続き、小山さん、お願いいたします。

小山 最後のおさらいのようになりますが、通産省のほうから、いまいろいろとお話がありました。同じ役所でも、科学技術庁となりますと、多少見方、考え方も、あるいは守備範囲というのでしょうか、こういうものも違ってまいります。

きょうのテーマであります最初のウラン資源の問題、先ほどから論ぜられましたけれども、科学技術庁としましては、動燃事業団と一緒になしまして、動燃事業団に、世界でまだ日本の民間企業が出てない地区のウランの資源の基礎調査をしてもらって、これを民間に引き継いでいこうと、基本的態度はきめております。引き継いだあとは、民間と通産省のほうの助成策、そういうものが中心になって、ウラン資源の開発という問題が大々的に進行するということになるわけでございますが、その前段階、露払いということで、科学技術とその下にあります動燃事業団、これが先駆的な役割をやりまして、未調査地域、それを探査しまして、基礎資料をそろえまして、民間に引き継ぐ。たとえば2～3日前の新聞にも出ておりましたが、フランスの原子力庁の、ニジエールの共同探鉱開発ですか、あれも発端は動燃事業団でございます。あそこに全部海外から、大きいもの、こまかいもの、いろいろなコンタクトがまいります。それが発端となって、あのような協定ができ、それから新会社ができるというところまでまいってきたわけがあります。そのような最も基礎的な、先駆的な仕事を、動燃事業団にやっていただくということでございます。

ウラン濃縮につきましては、先ほどからいろいろいわれましたが、特に私たちのほうでは、去年のちょうどいまごろでしたか、理研で隔膜による分離が成功したとあって、大々的に日本並びに世界まで報道されたわけなので、ちょっとおこがましいというところもあるわけですが、それからその次、引き続きまして、動燃のほうで遠心分離による分離が成功したということが、数カ月あとにまた報道された。

これは、いうなれば、石が沈んで木の葉が流れるということと同じでございまして、適当な隔膜があれば分離するのはあたりまえといえればあたりまえ、遠心分離もちょっと機構を適当にしておけば分離するのはあたりまえという基礎試験、実験室的な試験で

は、そんなことはあたりまえのことなので、こんなことをわいわい、分離した、分離したと喜んで、欣喜雀躍するほうがおかしい。むしろ問題はその後のことにあるまして、これをいかに経済的に工業化していこうか、そこに大きな問題点があるわけでございます。

この点については、去年、隔膜と遠心のあれに引きずられたわけでもないわけですが、ウラン濃縮の重要性ということを考えまして、原子力委員会で特定総合研究で取り上げまして、今後3年間の基本計画、45、46、47とということの基本計画、これはガスと遠心の両方について確定したわけでございます。

47年度一ぱいごろまでに、遠心のほうもガス拡散のほうも、両方とも技術的な解明の見通しをつけようではないか、いうなれば実験室的には確かに分離には成功しています。しかし、その後、これをいかに工業化していこうかということについては、非常に大きな問題点が残っております。この問題点の技術的な解明の見通し、これは経済的な解明の見通しまでいかんわけです。45、46、47と、あと3年間で、技術的な解明の見通しをつける。これは、いうならば突貫工事みたいなことで、非常に無理な問題点もはらんでいるわけでございますけれども、一応3年間で、技術的な見通しをつけていこう。

それによって、そのときの状態によって、そのときはまた外国の事情も変わってまいると思います。たとえばアメリカなども、将来隔膜をそれ自体を輸出することがあるかもしれないとか、ヨーロッパの、特にフランスあたりはガス拡散関係の機器の輸出をするかもしれない。あるいは多少それに関連したノーハウなども商業で出してくるかもしれない。いろいろなそういう世界の情勢、3国の遠心分離のものがどの程度までいくか、あるいはEECあたりが遠心分離ではなくて、ガス拡散のほうのことも、多少頭に描いているようですが、そちらのほうでどのように進んでいくか、そのときの世界情勢も勘案しまして、47年の3年過ぎたあとあたりで、ちょっと立ちどまって、チェック・アンド・レビューしてみようではないか。その結果によってどう進むか、そのときによってサイコロを振ってみよう。これはガスにしぼるとか、遠心分離だけにしぼってしまうとか。そういうことではなくして、むしろ前提条件なしに、もう1度フランクに振り返ってみて、どう進めるべきかを、そのときに振り返ってみようではないか。

おそらくそのときは技術的解明の見通しだけですから、これも非常に無理なスケジュールですから、はたしてそういうものが出るかどうかは確実にはいえないわけですが、

そのあとに経済的見通しをつけなければならない。経済的見通しをつけるために、どうしても、たとえば遠心分離でも数十台や、数百台は並べてみなくてはいかんのです。あるいはガス拡散のほうでしたら、カスケードを何十段、あるいは100段程度、あるいは数百段程度は組んでみなくてはいかんかもしれない。いわゆるパイロットプラントを、また前段階のカスケード段階というのでしょうか、そういうものの試験を相当やってみないと、経済性なども、わからないということなのです。

先ほどいろいろ講師の方々から、濃縮について問題点が出されましたが、たとえば1つの大きな問題点は、濃縮のポリシーがどうも政府ははっきりしないということをいわれておりますが、私たちも実はそう思っているわけなのでございます。しかし、どうもいまの情勢から考えますと、このような基礎実験に成功したという程度で、はたしてそれから先、技術的なほんとうの解明の見通しがつけるのか、どこまでいくのやらわからん、経済的な見通しがどこまでいくのやらわからん、こういう状態でポリシーをいまはっきり確立できるはずがないわけなのです。

たとえば資金の問題もありますでしょうけれども、生産コストが高ければ、おそらく電力業界も引きとってくれないでしょうし、そんな高いものを買うより、アメリカのいまの日米協定をどんどん延長して、向こうから確保したほうがいいではないかという問題も、さっき問題になっておりましたけれども、そういう問題もありますし、とにかくコストが安くなればいけない。それに対応する精密機械の工業のほう、あるいは科学的なガス拡散のほうも、そういうものに対応するいろいろな問題点を全部解明しなければ、何ともポリシーなど立てようがないので、いまのところ全くあいまいもこの状態でありますので、その点は立てようがない、もう少ししんぼうしてくださいということをいわざるを得ない。

もう1つ。ガス拡散のほうの進め方がはっきりしないということがございましたけれども、いまは確かに理研、原研、民間企業と3つに分かれてやっていただいているわけです。近い将来、原研が中心になりまして、民間企業の力を結集しまして、原研が中心になってやっていくのが最も適当だと私は考えております。

再処理の問題については、いま今井副理事長のほうからお話がありましたように、これは第1号は動燃でやっていただきました。52年度ころから稼働を開始しなければならない第2号、建設はずうっとその前になりますが、これはもちろん民間にやっていただく。その方法はどのような方法をとるかは、いろいろとコマーシャルの問題があります

ので、私がいまここでガタガタいうことはございません。

プルトニウムの有効利用という面ですが、これはすでにハルデンとか、サクストンとか、いろいろやっておりますし、近く今度、原研で再開されました JPDR- II 計画。これで近い将来、プルサーマルということで、いろいろ国としても試験をしようと計画しておるわけでございます。聞くところによりますと、すでに1~2の日本の商業炉で、何かワンアツセンブリーかツアツセンブリーか知りませんが、その中に一応プルトニウム付加燃料を組み込むという計画が、GEかウエスチングハウスか、そういうところとすでに話し合いが行なわれているということも聞いておりますので、さらにEEIの第1期計画、あるいはEEIの第2期計画ということで、アメリカ並びに日本のほうが、相当協力していろいろな情報交換もやっております。

ということで、これは相当コマーシャルに近いような問題になってきておりますので、昔、原子力の特定総合研究に取り上げまして、基礎から大々的に国が中心になってやるということが、前にいわれたこともございますけれども、最近の情勢はそれを越えまして、だいぶコマーシャルの面が強くなってきたように感じますので、これは国も、もちろん国の研究機関を通じましてやりますけれども、むしろ民間のほうが積極的に、こういう技術開発をやっていただきたい。あるいは先進国の技術と技術提携をして、自主開発をしていくという面も、民間のほうも相当努力をしていただきたいと考えております。

保障措置の問題、NPTに加盟しまして、いろいろとこれから問題になることなのですが、ここで私がいうことはございませんが、アメリカあたりではこの保障措置をいかに合理的に、あるいは簡略化するために、どうしたらいいかということで、保障措置のための合理化、あるいは簡素化するための技術開発、技術研究をやっておるわけです。聞くところによりますと、毎年十数億の金を、保障措置の簡素化、自動化といいますか、合理化というか、そういうことに使っているそうでございます。そういう基礎の積み重ね、そういうものが何年かの積み重ねがあって、いろいろと提案をしてくるわけでございます。

ところが、日本のほうは、そういう研究はいまのところ、国の科学技術庁の補助金とか、委託費とか、そういうもので2~3年、あまり大きな金額でない金額が出たにすぎない。とうていアメリカ、ソ連、そういう国が何十億も過去に使った保障措置関係の技術開発には、ちょっと太刀打ちができないということになっておりますので、向こうに、してやられる可能性が非常に強いわけでありまして。

日本としましても、これからこういう問題について、自分たちの立場を強めるために、発言権を強めるために、相当各社とも自分でも、それから国としても、これに対して相当の援助をして、たとえばお金でいいますと、科学技術庁の委託金みたいなものを使いまして、じみですけれども、こういうものに相当金をつぎ込んでいかないと、NPT あたりでガサッとやられて、日本は何も発言権がない。ということは、自分にもっているものが何もないから、自分の技術、積み重ねた技術、ノーハウというものが、保障等に関して何もないから、いえない。人のいうことをうのみにするより手がない。理論的に、あるいは数的に詰められてきたときには、うんといわざるを得ない。ノーといえないということにならないように、相当、日本としても、いかにして保障措置を合理的に、あるいは簡単にしていくかというところに金をつぎ込まなければいけないのではないかと考えております。

議長 どうもありがとうございました。以上をもちましてパネルディスカッションを一応終わったわけでございます。時間がだいぶ過ぎましたけれども、議長として私からとりまとめをしてご報告したいと思います。

まずウラン資源については、わが国の所要量がほとんどすべてを、海外に依存せざるを得ない状態でございますが、すでに昭和49年ごろには、所要量は長期契約、あるいはスポット契約などで充足されておるといふこと、また58年には、すでに3万4000トンの確保がされているということが報告されました。また西依さんのお話のように、探鉱開発はカナダ、アメリカで行なわれておるわけでありましたが、さらにアフリカでも行なわれようとしておるわけでありまして。

このように、ウラン資源確保の方策は逐次進んでおります。また鉱山業、電力の協働体制もとられまして、本格的な探鉱開発に向いつつあるという状況でございます。しかし、探鉱開発についてはリスクも大きく、かつ先行投資の期間も長いということから、政府の積極的援助に期待するところが大きいのでございまして、東さんのご指摘のように、減耗控除制度が外国並みに扱われるという国の保護政策も要請されるころだと思っております。また今井さんのお話のように、山元で六ふっ化ウランをつくるという条件も、きわめて貴重なことかと存じます。

次にウラン濃縮技術については、わが国では研究開発の段階であり、商業化の見通しはまだ立っておりません。先ほど小山さんのおっしゃったとおりでございます。軽水炉の建設を進めております電力会社としては、当分の間、米国に依存せざるを得ないと考

えておるわけでございますけれども、将来の濃縮ウラン加工製作については、吉岡さんのご意見のように、いろいろな案がございましょうが、わが国がウラン濃縮技術の自主開発を強力に進める必要があるということは申すまでもないという意見でございます。このためには、金岩さん、法貴さん、今井さんのご意見のように、国内研究開発体制に対する国の財政措置がより積極化されるべきであるということを感じするわけでございます。

また、ウラン濃縮の商業化については、海外先進国の情勢が、米国などのことでございますが、依然流動的であるとはいいながら、徐々にかたまる傾向にあり、したがってわが国としても先見的に情勢を把握し、ウラン濃縮の商業化について、具体的な見通しを立てる必要があろうかと存じます。しかし、また小山さんからご指摘のように、経済的観点を十分配慮することは当然だろうと存じます。また輸出産業としての制約、あるいは査察の面からも、自主技術の開発が必要であるというご意見がございました。

次に成型加工についてでございますが、核燃料サイクルの中では、日本においては企業化の最も進展した分野であろうかと存じます。島村さんが述べられましたように、商業用動力炉の燃料成型加工分野では、これから本格化する段階であり、国産成型加工燃料の信頼度の確認など、当面对処すべき事項もでございます。将来の生産設備の拡充、燃料の多様化への対応策など、将来はハードウェアのみならずソフトウェアについての開発も必要となってまいるといふ意見でございます。

他面、森島さん、横須賀さんのいわれるように、炉心技術向上との調和、燃料性能の保証ということも、また考えねばならない重要な課題といえるかと思えます。またプルサーマルの燃料、成型加工についても、その産業化、あるいはプルサーマルの問題ということも必要な事柄でございましょう。ただ事業の許可制など、改正を要すると考えられる現行法規、規則なども、現状に即した効果的なものになるように、関係方面のご努力が必要かと存じます。

再処理につきましては、最初の施設が、現在、動燃事業団におきまして建設着手の段階に入っております。しかし0.7トン/日の容量でございますので、53年ごろには第2の施設が必要だということで、今井さんから、その場合の建設についての時期、規模、敷地問題再処理方式などについて、種々、貴重なご意見があったと存じます。この問題につきましては、今井さんのご指摘になりました点を含めまして、今後、可及的に早い時期に、関係方面において具体的な検討を行ないまして、計画、設計に着手する必要が

あろうかと存じます。

西依さんからもお話がございましたように、使用済燃料輸送も1つの重要な問題かと思えますが、今回は詳しい討議をする時間がなかったかと存じます。

また通産省の今泉さん、科学技術庁の小山さんから、政府の立場から、核燃料サイクル全般にわたっての政府の政策、方針を開陳していただいたわけですが、その中で特に重要と思われることは、商業的分野については、民間が中心となって推進する。政府はこうした民間の企業活動に対し、所要の援助を行なうこと、並びに研究開発の推進にあたるという点ではなからうかと存じます。

もちろんこれまでもこの方針で進んできたわけですが、今泉さんがご指摘になりましたように、政府と民間の役割りを明確化することが、核燃料サイクル推進の上で重要かと存じます。

また近い将来、核燃料産業が国民経済上、重要なエネルギー産業の中核となるということが予想をされるということでございまして、それにつけても、ただいまの申し上げたことはきわめて重要かと思えます。

また、その具体的な件につきまして、小山さんから特にプル・サーマルの問題はすでに商業化しているのではないかというご意見もございました。

以上、討議の内容につきまして、概略取りまとめたわけですが、核燃料サイクルが、今日、まだ緒についた段階でありますし、今後、まだ研究開発、商業化をはかっていくためには、少なからず解決しなければならない問題が残っておるかと思えます。その点は、皆さまのご認識を得た点ではないかと存じます。

今後、関係方面によりまして、核燃料サイクル確立のより一そう積極的な努力が傾注されることを要望をいたしまして、本パネルを終了いたしたいと存じます。

ご熱心に討議していただきましたパネルメンバーの方々に対しお礼を申し上げますとともに、長時間にわたりましてご清聴を賜りましたご参加の皆さまに、心から謝意を表する次第でございます。

どうもありがとうございました。

閉 会 総 会

議 長 岡 野 保次郎 氏（日本原子力産業会議理事）

大会成果とりまとめ

閉会挨拶

3月27日

A 会 場

## 大会成果とりまとめ

関西電力株式会社

副社長 加藤 博見

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

れた形での方向づけが与えられたものとして大変有意義であったと存じます。

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

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

パネル討論ではこの共存共栄を単なる掛け声に終らせず、国の一層強力な総合施策のもとに、真の実績が上がるようにとの御意見が出ましたが、その推進方が切望されるものであります。

なおこの討論会ではあわせて国家的視野に立った国土総合開発の構想も承りましたが、いずれにしても今後の大量開発への方向づけの点で真剣に考慮すべきものと考えます。

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

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

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

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

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

とは、まことに喜ばしい次第であります。

次に本大会基調の第3であります非発電部門における『原子力利用の有用性の再認識と実用化への一層の努力』につきましては、まず原子力船舶に関して、国産最初の原子力船「むつ」の建造状況について御報告があり、いよいよ再来年にはこの第一船が完成するわけで、この分野でもわが国は先進国の仲間入りをすることとなり、頼もしい限りであります。さらに将来の原子力商船実用化の展望についても積極的なご意見の発表がございました。

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

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

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

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

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

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

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

御清聴まことに有難うございました。

## 閉 会 挨拶

日本原子力産業会議

理事 岡野保次郎

本大会の閉会にあたりまして、一言ご挨拶申し上げます。

只今のお話にもありました通り、この3日間にわたって、原子力産業が1970年代に、ますます巨大な規模をもって、広範な産業分野での多面的な利用が、どのように展開されるであろうかということについて、いろいろな立場の方からご発表と討論を頂きました。

これについて、それぞれの方から、非常に積極的な、かつ明るい将来の見通しが描かれたように思います。何れにしても、原子力が今や、今後の我国経済全体の発展を支える、大きな支柱であることが、改めて痛感された次第です。

しかし、これと共に、我々がこれから取り組まなければならない、重要な課題についても、鋭い問題点の指摘がなされました。

原子力産業が70年代の国際経済社会において、真の国際的な産業として、これまでの先進国と肩をならべ得るかどうかが、原子力開発が社会、経済の発展と、どのように調和がはかられて行くべきかなど、原子力産業界はもとより、国の力を結集して、これに当るべき局面に直面していることもまた事実であります。

今後は、開発の進展する段階に応じて、一層調和のとれた適切な施策を講じて行くことが、ますます必要であります。その意味において、本大会の論議は、極めて意義深いものであり、回を逐って、更に一層の盛会が望まれるのであります。

本日をもちまして、第3回原産年次大会の全日程を終了いたしました。3日間の大会を通じて、皆様の絶大なる御協力を頂きましたことを始め、議長、講演者の方々、特に海外からの発表者など関係者の方々の御協力に対し、主催者として深く感謝致す次第であります。

皆様、まことに有難うございました。