

第 7 回

原産年次大会議事録

期日 昭和49年3月5～7日

場所 イイノホール

日本原子力産業会議

第 7 回

原産年次大会議事録

期日 昭和49年3月5～7日

場所 イイノホール

日本原子力産業会議



開会セッションで所信を表明する有澤原産会長（於・イイノホール）



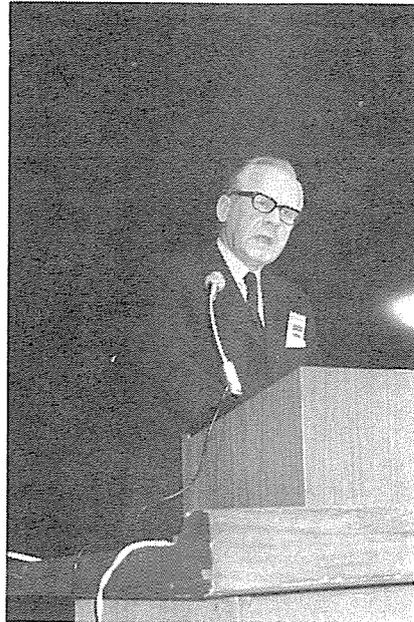
講演を聴く（日・英同時通訳）満員の参加者



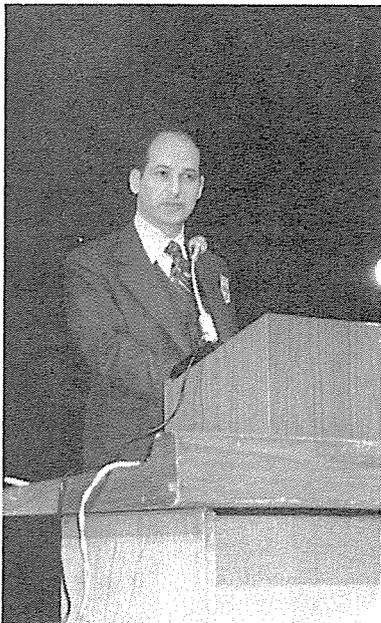
盛況の午餐会（於・東京会館）



午餐会で挨拶する有澤原産会長



開会セッションで特別講演する
エクランドIAEA事務総長



開会セッションで特別講演する
クリーグスマンUSAEC委員



セッション・5 これからの原子力開発政策についての各党国会議員によるシンポジウム



開会の挨拶を述べる大堀大会
準備委員長



開会セッションで政府の考えを述べる
森山国務大臣・原子力委員長



午餐会で特別講演する中山
原産副会長



なごやかに懇談するエクランド夫妻と
有澤原産会長（於・東京会館）



賑うレセプション（於・東京会館）

第7回原産年次大会準備委員会委員名簿

〔49.3現在〕

〔五十音順、敬称略〕

委員長	大堀弘	電源開発総裁
委員	石田芳穂	日本原子力発電常務取締役
	岩波千春	電気事業連合会専務理事
	小林治助	柏崎市長
	島史朗	動力炉・核燃料開発事業団理事
	島村武久	古河電気工業副社長
	武田栄一	東京工業大学名誉教授
	田中好雄	四国電力常務取締役
	永野治	東京芝浦電気専任副社長
	野村顕雄	東京電力取締役
	檜山義夫	東京大学名誉教授
	三島良績	東京大学教授
	村田浩	日本原子力研究所副理事長
	森沢基吉	大日本水産会専務理事
	オブザーバー	生田豊朗
井上力		通商産業省資源エネルギー庁長官官房審議官

目 次

プログラム	6
＜開会セッション＞	
大会準備委員長挨拶	11
原産会長所信表明	13
原子力委員長挨拶	16
世界の原子力発電とその安全・環境問題	22
エネルギー危機におけるアメリカの原子力政策	32
エネルギー問題と日本の責務	36
＜セッションー1＞ エネルギー危機と原子力開発	
アメリカにおけるエネルギー問題と原子力	39
石油危機とエネルギー政策	44
代替エネルギー開発の見通し	49
原子力長期計画のあり方	61
エネルギー開発と地域社会	68
＜セッションー2＞ 動力炉開発の展望	
フランスにおける動力炉開発	75
アメリカにおける新型炉開発	81
核融合開発の展望	94
原子力開発における長期的戦略	105
＜セッションー3＞ 原子力の安全	
原子力安全の考え方	115
環境保全対策における原子力安全の使命	119
原子力と環境問題	129
パネル討論	132
＜セッションー4＞ 核燃料サイクルの課題	
ウラン濃縮問題の展望と課題	147
再処理と安全問題	156
再処理とそのパブリック・アクセプタンス	173
わが国の再処理問題の対策と課題	179
＜セッションー5＞ これからの原子力開発政策	
各党国会議員によるシンポジウム ― 原子力開発政策への提言 ―	183

第7回 原産年次大会総括プログラム

	午 前	午 後
三月五日 (火)	<p>開会セッション(9:30~11:50)</p> <p>開 会</p> <p>大会準備委員長挨拶</p> <p>原産会長所信表明</p> <p>原子力委員長挨拶</p> <p>〔特別講演〕世界の原子力発電とその 安全・環境問題</p> <p>〔特別講演〕エネルギー危機における アメリカの原子力政策</p>	<p>午 餐 会(12:10~14:00)</p> <p><東京会館 9階 ローズルーム></p> <p>〔特別講演〕エネルギー問題と日本の責務</p> <p>セッション-1 エネルギー危機と原子力開発 (14:30~17:00)</p> <p>〔シンポジウム〕</p> <p>アメリカにおけるエネルギー問題と原子力</p> <p>石油危機とエネルギー政策</p> <p>代替エネルギー開発の見通し</p> <p>原子力長期計画のあり方</p> <p>エネルギー開発と地域社会</p>
三月六日 (水)	<p>セッション-2 動力炉開発の展望 (9:30~12:00)</p> <p>〔講演〕</p> <p>フランスにおける動力炉開発</p> <p>アメリカにおける新型炉開発</p> <p>核融合開発の展望</p> <p>原子力開発における長期的戦略</p>	<p>セッション-3 原子力の安全 (13:30~17:30)</p> <p>〔講演〕</p> <p>原子力安全の考え方</p> <p>環境保全対策における原子力安全の使命</p> <p>原子力と環境問題</p> <p>〔パネル討論〕</p>
		<p>レセプション(18:00~19:30)</p> <p><東京会館 12階 ロイヤルルーム></p>
三月七日 (木)	<p>セッション-4 核燃料サイクルの課題 (9:30~12:20)</p> <p>〔講演〕</p> <p>ウラン濃縮問題の展望と課題</p> <p>〔シンポジウム〕</p> <p>－再処理問題の現状と課題－</p> <p>再処理と安全問題</p> <p>再処理とそのパブリック・アクセプタ ンス</p> <p>わが国の再処理問題の対策と課題</p>	<p>セッション-5 これからの原子力開発政策 (13:30~15:30)</p> <p>(国会各党によるシンポジウム)</p>

第 7 回 原 産 年 次 大 会 プ ロ グ ラ ム

と き 昭和 4 9 年 3 月 5 日(火), 6 日(水), 7 日(木)
と ころ イイノホール〔飯野ビル 7 階〕, 東京都千代田区内幸町 2 - 1 - 1
(TEL) 5 0 6 - 3 2 5 1
基 調 (エネルギー危機の中の原子力開発)

第 1 日 3 月 5 日(火)

開会セッション(9:30~11:50)

議長 茅 誠司氏(日本原子力産業会議副会長, 元東京大学学長)

9:30 開 会
大会準備委員長挨拶 大 堀 弘 氏(第7回原産年次大会準備委員会委員長,
電源開発総裁)
所信表明 有 澤 廣 巳 氏(日本原子力産業会議会長)

10:00 挨拶 森 山 欽 司 氏(国務大臣・原子力委員長)
議長 加藤乙三郎氏(電気事業連合会会長, 中部電力社長)

10:20 [特別講演] 世界の原子力発電とその安全・環境問題
S.A. エクランド氏(国際原子力機関事務総長)

11:05 [特別講演] エネルギー危機におけるアメリカの原子力政策
W.E. クリーグマン氏(アメリカ原子力委員会委員)

午 餐 会 (1 2 : 1 0 ~ 1 4 : 0 0) 東 京 会 館 9 階 ロ ー ズ ル ーム

千代田区丸の内 3 - 2 - 1 (TEL) 2 1 5 - 2 1 1 1

午餐会特別講演 大 平 正 芳 氏 (外 務 大 臣)
中 山 素 平 氏 (エ ネ ル ギ ー 総 合 推 進 委 員 会 委 員 長 , 日 本 原 子 力 産
業 会 議 副 会 長)

[原子力関係映画上映(ホール) - 自由参加 - (13:10~14:10)]

セッション・1 エネルギー危機と原子力開発(14:30~17:00)

[シンポジウム]

議長 松根宗一氏(経済団体連合会エネルギー対策委員長, 日本原子力産業会議
政策会議委員)

14:30 アメリカにおけるエネルギー G.J. スタサキス氏(アメリカ原子力産業会議政策委員)
問題と原子力

15:00 石油危機とエネルギー政策 向 坂 正 男 氏(日本エネルギー経済研究所所長)
議長 進藤武左エ門氏(日本原子力産業会議副会長・日本原子力文化振興財団理事長)

15:30 代替エネルギー開発の見通し 大 島 恵 一 氏(東京大学工学部教授)

16:00 原子力長期計画のあり方 稲 葉 秀 三 氏(日本情報開発協会理事長, 原子
力委員会委員)

16:30 エネルギー開発と地域社会 永 谷 良 夫 氏(福井県大飯町長)

第2日 3月6日(水)

セッション・2 動力炉開発の展望(9:30~12:00)

[講演]

議長 清成 迪氏(動力炉・核燃料開発事業団理事長)

- 9:30 フランスにおける動力炉開発 C.ピエール氏(フランス原子力庁計画局長)
10:15 アメリカにおける新型炉開発 E.E.キントナー氏(アメリカ原子力委員会・原子炉研究開発局次長)

議長 前田七之進氏(富士電機製造株式会社)

- 11:00 核融合開発の展望 吉川 庄一氏(東京大学理学部教授)
11:30 原子力開発における長期的戦略 村田 浩氏(日本原子力研究所副理事長)

セッション・3 原子力の安全(13:30~17:30)

13:30 [講演とパネル討論]

[講演]

議長 伏見康治氏(名古屋大学名誉教授)

- 13:40 原子力安全の考え方 内田 秀雄氏(東京大学工学部教授)
14:20 環境保全対策における原子力安全の使命 L.F.フランツェン氏(西ドイツ原子炉安全協会[IRS]副会長)
15:00 原子力と環境問題 檜山 義夫氏(東京大学名誉教授)

<休憩(10分)>

15:40 [パネル討論]

議長 田島英三氏(立教大学理学部教授)

- 渡辺 博信氏(放射線医学総合研究所環境衛生研究部長)
宮 永一郎氏(日本原子力研究所保健物理安全管理部長)
岸 田 純之助氏(朝日新聞論説委員)
板 倉 哲 郎氏(日本原子力発電機技術部次長)
および上記講演の各氏

レセプション(18:00~19:30) 東京会館12階ロイヤルルーム

千代田区丸の内3-2-1(TEL)215-2111

第3日 3月7日(木)

セッション・4 核燃料サイクルの課題(9:30~12:20)

[講演]

議長 藤波恒雄氏(電力中央研究所理事,ウラン濃縮事業調査会副会長)

9:30 ウラン濃縮問題の展望と課題 今井隆吉氏(日本原子力発電機技術部次長)

[シンポジウム] — 再処理問題の現状と課題 —

議長 一本松珠璣氏(日本原子力発電機会長,日本原子力産業会議議長)

10:20 再処理と安全問題 高島洋一氏(東京工業大学教授)

11:00 再処理とそのパブリック・アクセプタンス 今井美材氏(原産再処理事業調査団団長)

11:40 わが国の再処理問題の対策と課題 田中直治郎氏(原産再処理問題委員会委員長,東京電力機副社長)

セッション・5 これからの原子力開発政策(13:30~15:30)

[各党国会議員によるシンポジウム] 原子力開発政策への提言

議長 岡村和夫氏(NHK解説委員)

シンポジウム・メンバー 伊藤宗一郎氏(衆議院議員,自由民主党政務調査会
科学技術部会長)

石野久男氏(衆議院議員,日本社会党基本政策委
員会科学技術委員長)

瀬崎博義氏(衆議院議員,日本共産党中央委員会
科学技術部副部長)

近江已記夫氏(衆議院議員,公明党政策審議会商工
部会長)

内海清氏(衆議院議員,民社党代議士会長)

開 会 セ ッ シ ョ ン

議 長 茅誠司氏（原産副会長、元東京大学学長）

大会準備委員長挨拶

原産会長所信表明

原子力委員長挨拶

議 長 加藤乙三郎氏（電気事業連合会会長、中部電力㈱社長）

国際原子力機関事務総長特別講演

「世界の原子力発電とその安全・環境問題」

米国原子力委員会委員特別講演

「エネルギー危機におけるアメリカの原子力政策」

午餐会における特別講演 「エネルギー問題と日本の責務」

大会準備委員長挨拶

第7回原産年次大会準備委員会

委員長 大 堀 弘

第7回原産年次大会の準備委員長をあいづつとめました大堀でございます。

本大会の開会に当り準備委員会を代表しまして一言ご挨拶申し上げたいと思います。

ご高承のとおり、この原産年次大会は原子力にご関心の深い、内外の広い分野の方々が一堂に会し、原子力開発利用上の諸問題について見解の発表や意見の交換を行ない、ともに考えともに理解し合う場として開催してあるものでありまして、原子力産業の健全な発展を図ることを目的としているものでございます。

ご承知のようにわが国の原子力開発は、原子力発電への利用をはじめとして急速な進展をみせておりますが、とくに昨今の世界的なエネルギー事情の深刻化に伴いまして原子力エネルギーへの期待が一段と高まっております。

しかし乍ら一方で、この原子力開発について安全・環境の面からの批判が、一部の意見ながら拡がりつつあることも事実でありまして、将来のエネルギー問題に対応し、国民の一層のコンセンサスを図ってまいりますためには、なお解決すべき幾多の課題を抱えておる現状でございます。

日本原子力産業会議では、このような情勢の中で、昨年11月にその体制の見直しを行ない、産業界を含むより広いより公共的な性格を持つ組織として、原子力開発利用の推進を図ることいたしましたことは皆様既にご承知の方が多くことと存じます。

私共の準備委員会では、このような新しい原産体制の主旨を踏まえまして大会の内容、構成などについて検討し、準備を進めてまいりました次第でございます。

とくに今回の年次大会では、「エネルギー危機の中での原子力開発」を基調テーマとしており、今日のわれわれに課せられたエネルギー供給の長期安定確保への使命と環境保全上の要求に如何に対応していくか、短期的、長期的に如何なる対応策が必要であるか、などについて内外の権威者・専門家あるいは政治の衝に当られる方々など各層からの見解の発表や意見の交換をお願いしてございます。今後の原子力開発のあり方を見極めるための有益な示唆が得られるものと確信いたすものでございます。

大会の構成につきましては、お手元のプログラムにございますように、ただいまからの開会セッションにおきまして、国務大臣・科学技術庁長官の森山原子力委員長からご挨拶を賜ったあと、「特別講演」として国際原子力機関の事務総長の職を十数年来つとめておられる原子力問題の世界的権威者であるエクランド博士からまた、米国原子力委員会のクリーグスマン原子力委員から、それぞれご講演をいただくことになっております。

なお、正午からは別会場になっております午餐会におきまして、大平外務大臣のご臨席を願い、ご講演をいただくことになっております。

午後はまだ、当会場におきまして今大会の「基調」ともなっております「エネルギー危機と原子力開発」に関する諸問題について内外の権威者の方々から見解のご発表をお願いしてございます。

第2日目は「動力炉開発の展望」に関しまして、内外からのご講演をいただくとともに、「原子力の安全」の問題に関します講演とパネル討論を各界のご専門の方々にお願いしてございまして、忌憚のないご発表と意見交換を試みることにいたしております。

第3日目は、核燃料サイクル上の諸問題の中から、当面の課題であります「ウラン濃縮問題」と「再処理問題」をとりあげ、それぞれについて現状分析と展望をお願いしてございます。本大会最後のセッションにおきましては、原産年次大会でははじめてのケースとして、国民の代表であります国会の各党議員の方々のご参加を願い、「原

子力開発政策」に関する見解のご発表をしていただくことになっておりまして、本大会が一層有意義なものになることと確信いたしております。

ここに改めて、発表者、議長各位のご協力に対しまして厚く御礼申し上げますとともに、遠路海外から来日され、ご講演をいただきます国際原子力機関のエクランド（S. A. Eklund）事務総長、アメリカ原子力委員会のクリーグスマン（W. E. Kriegsman）原子力委員、ならびにキントナー（E. E. Kintner）原子炉研究開発局次長、アメリカ原子力産業会議のスタサキス（G. J. Stathakis）政策委員、フランス原子力庁のピエール（C. Pierre）計画局長、両ドイツ原子炉安全協会のフランツェン（L. F. Franzen）副会長の各氏をはじめ本大会にご参加いただいた多数の方々に心から感謝の意を表したいと思っております。

最後に、3日間にわたりますこの大会が、円滑に運営され、大会の成果が十分得られますよう皆様のご協力をお願い申し上げます、私の大会準備経過のご報告と、ご挨拶を終らせていただきます。

ありがとうございました。

所 信 表 明

日本原子力産業会議

会 長 有 澤 廣 巳

日本原子力産業会議第7回年次大会の開催にあたり、森山科学技術庁長官、エクランド IAEA 事務総長、クリーグスマン米国原子力委員をはじめ、海外および国内から多数の参加者の御出席を賜りましたことは、私の大きな喜びとするところであり、こゝに厚く御礼申し上げます。

エネルギー危機の声は、すでにこゝ一兩年來、叫ばれておりましたが、昨年末石油危機が勃発してみると、その日本経済に与えた打撃は真に痛烈であり、日本経済は上下をあげて震慄いたしましたことは、御承知の通りであります。その後、供給の量的削減は多少緩和されましたけれども、しかし、今後は、もはや従来のような供給の増加は見込めないと考えざるをえません。また、それに引きつゞき、原油価格の何倍もの暴騰が起りました。原油価格の暴騰の国内諸物価へのハネ返りは、これから現実化するところであり、茲には措くとしませんが、たゞ国際収支の関係から見ても、もはや思う存分に石油を買付けることはできない状態となって参りました。今後、石油の供給はわが国にとって非常に不安な状態にあるといわねばなりません。エネルギー供給の70%以上が石油に依っているわが国として、石油の不安は、そのまゝエネルギー供給の不安につながっているのであります。

ところで、今回の石油危機によって、石油の供給が特に政治的手段として利用されること、そして石油の価格が政治的価格として一方的に決定されるということが明白になりました。私はアラブ諸国の石油政策には、アラブ諸国として正当な理由があると思います。近い将来のうちに、アラブの石油政策を変更させることはできないと思います。従って今日のアラブの政策、即ち石油の増産もアラブが自主的に決定する、価格もアラブが一方的に決定するということは、国際経済における新しい局面を作り出したものと認めざるをえないのであります。問題は、こういう新しい局面に対して、エネルギー資源の乏しい日本がどう対処するかであります。問題がそう設定されるなら、答えは簡単であります。一つはエネルギーの節約であり、二つには代替エネルギーの開発であります。省エネルギーは、基本的には産業構造の転換によるところが大きいのですが、産業構造の転換には長い時間がかかります。また代替エネルギーとして太陽熱や核融合など遠い将来には確かに有望なものがあります。しかし、今後10年、15年を限っていえば、その間年々増大する石油の消費に対抗できる代替エネルギーとしては日本では原子力であります。石炭のリヴァイヴァルというものもあるが、これとてその液化やガス化の技術は、まだ十分に開発されておりません。それに日本の石炭生産は多くを望めないとすれば、石炭を輸入しなければなりません。いろいろ検討してみても、新局面に立つわが国にとって、石油に対抗できる代替エネルギーの本命は原子力しかありません。これが決定的な解答であると思います。

ところで今までは、石油に対する代替エネルギーとしての原子力は、石油との経済性における競争にありました。経済競争としての原子力開発にあたっては、国はもっぱらそれを民間の活動に委せ、たゞ将来のための研究開発とか、原子力の規制とか、民間でやるのが不能の分野、ないし適当でない分野において原子力開発政策を推進するの十分でありました。原子力は、民間の可能とする速度で開発されてきたし、またそれで満足できたのであります。しかし、今や原子力開発の意義が根本的に変わったのであります。今や原子力開発は、石油の政治的手段と政治的価格とに対抗する代替エネルギーの本命として開発されねばならないのであります。そういう差し迫った意味において、国はそのエネルギー政策の中に原子力の急速な開発を取りこまなければならないのであります。原子力開発の促進は、そのこと自体は産業が実行するとしても、その任務その指導は国が積極的に自ら当らねばならぬと私は思います。国はその点で原子力開発の姿勢を一変して、自ら先頭に立って推進に努めね

ばならないでありましょう。こういったからとて、民間が国におんぶしようというわけではありません。民間は民間で従来よりも一層創意を発揮して開発に努力するが、民間の努力では限度があります。その限度を打開してでも、国は原子力開発を押し進めるといふ決意と実行とが必要であります。それが新局面に立つ国の新しい姿勢であります。

この観点から見て、一つの重要な課題は、原子力の急速な開発とすれば、原子力開発のためのインプットとしてのウラン鉱石の確保、ウラン濃縮、燃料循環としての再処理、アウトレットとしての廃棄物の処理処分の各行程を一つの完結したシステムとして国が策定することにあります。そして、その実現のための方針と計画的な実行を必要とします。個々の原子力発電はそのシステムの中にはめ込まれなければなりません。システムの中のどの一つの行程でもあいまいであったり、未決定のままでおかれているのでは、急速な開発に支障を惹きおこす原因となります。

完結したシステムが出来上っても、システムを構成する個々の行程の安全性の問題（環境問題をふくむ）が残っています。とくに原子力施設の工学的安全性の問題があります。いりまでもなく、この問題は、国民が現在原子力をもって政治化した石油に対する唯一の代替エネルギーであると認識して、その開発に如何に情熱を燃やしても、パッションや意欲だけで片付く問題ではありません。それはたゞ科学者、技術者のみの解きうる問題であります。私は原子力発電については現在の規制された条件の下における運転は実際的に安全であると考えています。そして、それは長期間の実用と研究とによって完全なものになると思っています。たゞ全く特殊な極端なケースについて安全性を確認する必要があるといえると思います。私の尊敬する日本の一科学者は、日本における安全性の研究が必要な理由として、(1)設計上の余裕の範囲を確かめること、(2)まだ規準の確定しないものについて規準を定めるためのデータを得ること、(3)日本の原子力発電の技術が導入技術であるため、自主的な確認が行き届いていないことをあげています。そして、その科学者をふくめた専門家グループは日本において必要とする安全性研究のテーマを体系的に拾いあげています。そのうちの幾つかは、既に原研や放医研等で実験研究をすすめています。また49年度予算で大巾に増加した研究費でもってその研究に着手しようとするものもあります。

そこで私は次のように強く要請したいのであります。政治化した石油に対抗しうる唯一の、日本にとっての代替エネルギーたる原子力の安全性についての疑念を一掃するために、原子力技術に不信をもつ科学者専門家も、それを信頼している科学者専門家も、出来れば協同して、安全研究のために科学者としての情熱を傾けて頂きたい。それはイデオロギーや政治的傾向を越えた代替エネルギーの開発をもって国民に答えようとする仕事であると思います。日本のエネルギーは産業用に70%も使われているので、それを削って民生用にまわせばエネルギー不足は恐るるに足りないという、単純な主張があります。しかし、最終消費の段階で分類すると、現に民生用は50%をはるかに越えて使われています。トイレーパーも洗剤も産業でつくられますが、それらは国民の生活物資であり、その生産のためのエネルギーは、削減どころか、むしろふやさねばならないと思います。我々は、エネルギー供給の確保に真正面から取り組まなければなりません。

それにしても、この1、2年間の原子力施設における事故件数は多かったと思います。それは多くは核的事故ではなかったとしても、原子力施設の管理者及び従事者の不注意によるもので、不断の厳しい管理と責任感をもってすれば容易に避けうべきものであります。私は、原子力施設においてはどんな些細な事故も起こさないようその管理と操作に常に責任感と緊張をもって当って頂くよう、とくに企業の責任者に、この際一層強く要請したいと思います。

原子力産業会議としても、以上述べた点について、自らの責任と使命を新たに感じております。民間企業でも安全性のいっそうの確保のためにすでに互に協力して当たろうという話合いも進められています。国の安全性研究への民間としての協力の用意もすでに出来ております。

こうして原子力の急速な開発のための新たな態勢が整い、その努力がそれぞれの分野において発揮されるとき、

はじめて世界におけるエネルギー状況の新局面に、わが国も対応できることとなりましょう。むしろ石油は、なお貴重なエネルギーであり、原料であります。「日本の中期的問題は他の代替エネルギーへの転換を進めながら、石油という命綱をどうやって確保してゆくかにある」とR・マンデルがいております。原子力が大幅に開発されても、石油の重要性はなお変わりません。石油の確保策は今後大いに展開されねばなりません、それへの全面的依存は原子力開発によって断ち切れなければならないのであります。そのために、日本は何を為すべきかを考え、何を実行するかが、大きくいえば日本経済の将来を決すると考えざるをえないのであります。

本大会は以上のような所信から、各セッションを組み立てたのでありまして、各セッションの討議を通じて、日本原子力産業会議は、日本における原子力開発をfast and steadyに前進させたいと念願しているのであります。

幸にも、皆さんの御協力によって、本大会が成功を収めるであろうことを、私は信じ、かつ喜んでいるのであります。

原子力委員長挨拶

国務大臣・科学技術庁長官
原子力委員長
森山 欽 司

ただいまご紹介いただきました科学技術庁長官、原子力委員長の森山欽司でございます。本日の大会に出席させていただきますと、ごあいさつを述べる機会を得まして光栄に思っております。

きょうは、私は科学技術庁長官とか、原子力委員長とかいう肩書きつきで参りましたが、何も原稿はございません。私の思いつくままのことを皆さまに申し上げたいと思っております。

こういう時期に皆さま方と、最も密接な関係がある役所の責任者がまいったわけですから、今年は、1974年今世紀も余すところ26年、四半世紀を残すのみですから、この四半世紀から来世紀にかけてのエネルギー問題を論ずる場合には、軽水炉発電から将来の高速増殖炉さらには核融合等に及んで次元の高いお話を申し上げる方が、筋であるかもしれません。

しかし、きょうは、実はたまたま私が科学技術庁長官、原子力委員長に就任いたしましたので、ちょうど100日目になるわけでありまして。そこでこの100日間、科学技術庁、特に原子力関係で起きてきた事柄について、ご報告を申し上げて、皆さまのご理解を得たいというふうに考えております。

私は、政界に入って、途中何回か落選もいたしました。代議士の実歴21年当選8回ですから、この次に内閣改造があれば、自他ともに入閣するというふうに言われておりました。しかし、科学技術庁長官というのは、まさにはからずもございまして、入閣に際しまして、総理及び自民党の幹事長から、エネルギー問題が非常にやかましい、むずかしい時期であるので、ひとつ科学技術庁の仕事に特に留意して、しっかりやってもらいたいというおことばがあったわけですね。ちょうどエネルギー危機が非常にむずかしい時期ですので、その意味ではまさに身の引き締まる思いがいたしました。

私事になるのですが、私の長男が、昨年1月に柔道試合中に急逝をいたしました。この長男は、勉強は普通でしたが、理科が好きで、理科だけは非常に点がよかったです。それで宇宙旅行協会なんていう会員にもなっておりまして、死んでからあと宇宙旅行協会の方から、いろいろな雑誌やなんかを送ってきまして、息子もそういうほうに特に関心をもっておったということをお聞きして、これも何かのご縁だ、息子の分まで一生懸命働かなくとも、そういう心づもりで、実は科学技術庁長官、原子力委員長の仕事に取り組んだ次第です。

そして、この100日間の間にもありました1、2のことについて、取りまとめてここで話をいたしたいと思っております。

その第1は、原子力関係の特に原子力発電の推進についての追加予算をまとめ上げたということですね。

実は、11月25日に就任いたしましたから、衆議院の科学技術特別委員会等を開いて、早速、大臣の話を聞きたいということでしたが、やはり役所のほうからもいろいろ話も聞き、また党のほうとも意見調整してから、委員会に臨んだらどうかということで、いろいろ話を承ったわけですが、かねがね心配しておりますように、わが国の電力事情というのは、きわめて憂慮すべき事態にある、これは皆さま、よくご案内のとおりです。

電調審の建設の計画と着手の実績は、昭和46年度に9割、昭和47年度に32パーセント、今年度は44パーセントということにして、しかも発電所をつくるにつきましては、3年ないし5年を要するということですから、このままで参りますと、電力需給のバランスが破れてくる。現に昨年夏では、関西方面では電気が不足してまいっておりますわけですが、いまは、どういう計算の仕方をして、昭和51年度から予備率が著しく低下するということは、ご出席の皆さまもよくご存知のとおりです。52年度からは予備率がマイナスになるということですから、終戦直後のように相当、節電の体制をやりまして、電力が止まるという由々しき事態ですから、わが国としてはこれに対処していかなければならない。

目先の石油問題もさることながら、数年後に予想される事態に対して、手を打っていないということは、政治家として重大な責任ですから、これに対処しなければならない。ところが、皆さまよく承知のとおり、油は、既設の発電所でさえも回らないという状況ですから、新しい発電所をつくりましてやろうということについて、なかなか電力業界乗り気にならないであろうという風に推定されます。

しかも立地については、公害その他でいろいろいわれるわけですから、石油による火力発電は、先行きは必ずしも明るいものではございません。しかも油の値段が、昔のように安い値段で入るわけではない。なかなか油が入手しにくくなりましたし、かりに入手しうようになっても、値段がもうべらぼうに上がっている。そこで火力発電の大勢を占める石油の発電というものに対しては、先行きはいろいろ心配な事態になっておると思います。

水力については開発の余地はございますけれども、揚水発電を除いて、自主的な現実的な開発の可能性というものは、必ずしも大きなものではございませんから、もしここでやるとすれば、やはり原子力発電に力こぶを入れていかなければならないというのは当然の帰結です。

そこで私は、それほど必要な原子力発電であるにもかかわらず、特に近来の原子力発電の建設所の建設状況を見ますと、昭和47年が、わずか1カ所であります。48年度はついにゼロでした。このままで推移するとすると、時代の要請は著しく高まっているにもかかわらず、この立て直しというのは容易ではない。

そこでいろいろな問題になっておる1つには、この原子力発電の安全性の問題について力こぶを入れていかなければならないということが1つですし、それからまた、せっかく地元でこれをつくらにゃいかんという気構えになりましても、なかなか反対運動が強うございますから、原子力発電所をつくると、原子爆弾製造工場でも来たように騒ぎたてる人も一部にある。そのためいろいろ議論したりいろんな設備をしたりするので、地元じゃ、むしろ金もよけいにかかる。にもかかわらず、いままで電力会社がやった以上の格別の対策はないということにして、地元には何も妙味がない。できた電力はみんな工業地帯の方にあるいは消費地帯の方に送られる。とにかく地元はちっとも妙味がないじゃないかということでございますから、地元の対策も立て直さなければならぬ。

さらにまた、とにかく原子力発電というのは心配がないんだということを国民にわかってもらわなければいけません。

私は、原子力発電についてはこういうように考えております。本日はご列席の皆さまが、それぞれの權威でございまして、私からいまさら申し上げるまでもありませんが、何といても原子力発電というのは、原子力の平和利用という形に入る前の段階で、戦争目的に、軍事目的に使われた。特にわが国においては、長崎、広島といふところの痛切な体験があるというこの事実、そして実用段階に入って、いま17、8年になるのでございましょうか。それから17、8年というのは、産業の歴史として、特に平和利用の産業の歴史としては決して長い年月ではない。歴史が浅いわけです。歴史の新しい産業であり、歴史の新しい技術であります。

さらにまた、もう1つ注目すべきことは、これはやはりこれからの産業というものは、いろんなことを考えてやっていかなければならない。公害のことを考えたり、その他のことを考えてやっていかなければならない。

まあ、ある人は科学の発達史の歴史は、産業の発達史の歴史は、産業革命、イノベーション、テクノロジーアセスメントだと、こういうふうに教える方がございます。私もそうであろうと。やはり原子力産業、原子力技術というものは、テクノロジーアセスメント、というものの考え方で進めていくということであることを、私は全く同感です。

しかしながら、原子力がそのために危険だというふうに、私は考えておりません。安全性のために十分留意していくならば、原子力発電というものは全く安全なものだと思っております。現に世界的にみまして、実用段階に入ってからあとの原子力発電は、わが国のみならず世界中で一箇所も事故が起きていないのですから、信念をもち確信をもって原子力発電を、私は推進すべきものである。そのように考えました。

そして、ちょうど先ほどらい申しましたように、着任早々のいろいろなやり方の中で、2月11日に参議院の予算委員会の席上で、熊谷委員と民社党の向井委員のお二人から、ご質問がございまして、その質問に対して原子力発電が当面の急務である。いまやらなければ大変なことになるということを力説をいたしました。そして、その席には、予算委員会でございますから、総理大臣もおられ大蔵大臣もおられました。そして、総理はみずから席を立たれて、まさにそのとおりである。政府はこの問題に責任をもってあたるんだということを言明されました。その言明をバックにして、実に2月11日から新たなる予算獲得活動を開始をいたしまして、通常国会が12月1日から始まりまして、一応のケリがついたのが29日ですが、その29日の段階において安全性の問題については、3カ年計画であります。当面債務負担を入れます、昨年70億のものを150億円に増額をいたしましたし、また地元対策としては、電源開発税、それに基づく特別会計法、さらに電源周辺地区の改善のために、すでに国会に提出されておる法案に対する修正案を用意いたして、今国会に臨んでおる次第です。

このことは、本日ご列席の中には役所のいろいろな習慣よくご存知でございまして。予算というのは前の年の8月ごろまでにおよそ固めて、そして大蔵省と接衝を重ねて、12月の終りに大体決まる。

ところが、今回の場合は、それらの予算に加うるに追加予算を12月の10日から発足して、年末にこれを仕上げるということが、実現をした。しかも今年の予算は、皆さまもご案内のように総需要抑制でこんなむずかしい予算はございませんでした。公共事業費のごときは、実に昭和49年度の予算は、48年度の額で中味は47年度というそういう厳しい予算の中に、原子力予算の大幅獲得を実現し、しかもいままでと違って科学技術庁の一般予算以外に特別会計で、別にポケットをもって、1つの体制ができ上がった。これは、今年だけではありません。これは、3年計画の第一歩です。そういう形で臨んだのでございまして、この中には私が100日間の大臣生活の中でお世話になった方々が沢山おいでになります。それらのかたがたに対して、深く感謝の意を表する次第です。

ただ、ここで一言触れておかなければなりませんのは、私は、原子力産業会議としては、もう少しこういう問題で、積極的にお取り組み願う必要があるのではないかと思います。私は、当面の予算のケリがつかしました12月29日に、電力会社の社長さん全部集まってもらいました。当面、政府としてやるだけはやりました。そして、それは今年だけでなく、これから先もやる。しかし、原子力発電が前年度に一基、今年度ゼロというような情勢は、これはまことに残念至極である。ついては、来年の御用始めに、ことしこそは原子力発電を一生懸命やるんだということを、1つ、社内のかたがたにお伝え願いたい。ここまでやったんだから、あとは電力会社の仕事でやってもらわなければ困ります、というお話を私はいたしました。

しかし、私はほんとうから言うならば、原子力産業会議の幹部を呼んで、こうやるのが当然だったかもしれない。しかし、私はそのとき躊躇をいたしました。何故かという、原子力産業会議の去年のレポートを見ると、「原子力産業会議は中立で公平でなければならぬ」と書いてある。そうすると、いままでは中立じゃなかったのか。中立じゃないのが、私は当然だと思っています。業界でございますから、資本主義の法則に基づいて、原子力産業の伸長をはかっていくという意味においては、中立である必要は毛頭ない。中立であるのは、政府でございます。政府は、電力会社と立場が違います。国民経済の将来を考えて、そして1つのエネルギーの方策を打ち立て、その方策の線に沿って、電力会社の諸君がとにかく最善の努力を尽くしていくのが私は筋だと思ふ。その電力会社は、原子力産業の主要なる部面を占めておると思っておりますから、中立というのはどういうことだろうと。公正でなければいけない。いままで不公正だったのか。どうもその辺が、曖昧ですから、私は、この画期的なる追加予算の編成に原子力産業会議というのは、ほとんど役にたたなかったということだけは、申し上げておかなければなりません。1人1人の方々はいろいろやっていただきました。その点は、先ほど感謝申し上げたとおりですが、どうか原子力産業会議も、やはり色々おやりになるのはたいへん結構だと思います。今度もいろいろご論議をなされる。フォーラムもおやりになられる。けっこうです。やって下さい。

しかし、それは産業会議という範疇に入るのかどうか。私は1つの工業界など考えているものですから、やはり電力会社に直接呼びかけるよりは、私は原子力産業界に呼掛をして本当はやりたかったと思うのですが、どうも現在の状況ではなかなかやりづらい。基本方針をみると、名前もちょっと変えなきゃいけないなどと書いてあるところをみますと、非常な体質の変更があるのではないかと感じております。そういうやり方があることは、私は十分よく解ります。しかし産業団体として、果たしてこれで良いのかという点について、私は疑問を持っている。そのことだけを私の立場でそういうように感じたわけでございますから、どうか1つ、もし私の言っている意見の中に取りべき点がありますならば、原子力界の関係者の方々でお考えを願えればと思っております次第です。

次に、ワシントンのエネルギー会議の問題について、ご報告を申し上げたいと思います。この2月11日から13日までワシントンで行なわれました13カ国のエネルギー会議に、私は大平大臣とともに出席をさせていただきました。この会議は非常に画期的なものであったということは、皆さまもよく新聞等でおわかりのところでございます。確かに私も政治家といたしまして、キッシンジャー氏とフランスのロベール氏とが丁丁発止という、ちょっと表現として適当かわかりませんが、なかなかやりあわれる姿、それからドイツのシュール、あるいは英国のヒューム、あるいはカナダの外務大臣とそれに大平外務大臣がこの事態の收拾のために非常に努力されている姿を見ましたことは、たいへん興味深いことでありましたし、あの結論は私は成功であったと思っております。日本の立場の主張も十分なされたと思っております。

ただ、私はあの会議に行って感じたことが1つ特にございます。それは、アメリカがあの会議を召集するについて、昨年12月1日、プロジェクト・インディペンデンスという計画を発表し、そういうただ口先だけでエネルギー問題言っているのではないのであって、自分のところで、これから5年間に110億ドルの金をかけ、民間から135億ドルの金を動員し、総額7兆円の計画をもって、エネルギー問題に対処するという姿をみまして、私は深く敬意を表しました。ただ、エネルギー問題で各国が集まって議論するだけではない、自分のところはこうやるんだ、そういう計画をもって対処しているという意図ですね。そして、5年間にそれだけの金を掛けて、アメリカのエネルギーをインディペンデンスなものにする。すなわち自給体制を確立すると、こういうことです。

私は、この立案にあたったレイ原子力委員長ともお会いをいたしました。アメリカ人は恐らくこれをやると、いろいろ批判も内部であるようでございますが、かってマンハッタン計画で原子爆弾をつくりました。かつてアポロ計画で月への旅行を実現しました。彼らは、このプロジェクト・インディペンデンスというもので、今後5年以内にエネルギーの自給をやるという計画は、私は彼らが大きな計画を実行したという実績をもっており、今回これだけの大会議を招集したという熱意を考えますならば、この実行を実現すると思っております次第です。

また、ドイツなんかもご案内のとおり、第4次の原子力計画、61億マルクの金をかけてやろうとしておりますし、フランスの代表アガンディーの会議に私も出ました。フランスの代表の方が、前々から、私はものの本では読んでおりましたけれども、これからの発電は全部原子力でおやりになるということとして、今度の会議でアメリカもドイツ、フランス多くECというとらえ方をいたしますと、ある程度みんな物を持っている。その物を持っているところでさえも、こういう具体的な計画をもってやるのであるから、日本の場合はこれからおさらこういう問題に計画的にがんばっていかなければならないということは今度痛感をいたしました。昨年の暮れに原子力発電が必要だということを、頭の中でやっていたことを、国際的にみても日本はもっともっとやらなければいかんということを感じました次第でした。

原子力といえばエネルギー問題だけでなく、いろいろほかには平和利用の使い道もあるわけですが、いまは、あまり広く間口を広げないでエネルギー問題を中心にして申し上げたわけですが、そういうことで一生懸命に仕事を進めておったやさきに、皆さまもご案内だと思いますが、1月29日、衆議院の予算委員会におきまして、日本共産党の不破書記局長から、分析研の問題を指摘されたわけでありまして。実を申しますと、この問題はすでに

皆さまご案内ですが、初めて出た問題ではございません。昨年9月20日の日に、衆議院の科学技術特別委員会で1回取り上げられた問題です。ところが、あの時に、まあまあ心配ないという比較的安易な取り扱いを受けましたために、その後、共産党の諸君が調査を進め、また調査を進めた結果は実に科学技術庁よりよけい資料が共産党のほうに揃ってしましまして、私どもも、今回の1月29日の指摘されました日に、直ちに7人の職員を現地に派遣し、翌日28人の職員を派遣して実情を調べたのでありますが、2日間では解りませんでした。3日目の夜に至りまして、どうしても辻褄が合わぬ。問いつめましたところ、ついに調査がでたらめであったと、やるべきものもやらなかったし、またやっても直してしまつたというようなことが判明をいたしました。これは、初めてでも困るわけですが、すでに1回指摘されておつた問題が安易に取り扱われましたために、今回のような計らざる事態になつた。特にこれはアメリカの原子力潜水艦の入港問題もさることながら、原子力発電には、事務的にいえば必ずしもそういう深い関係にはございませんけれども、やはり及ぼす心理的影響、生理的影響は甚大でして、まさに断腸の思いで残念至極であります。

しかし、事実は事実ですから、不破書記局長のご指摘に対しては、私は日本共産党がそういうことをいっているというより、1億の国民に対する背信行為ですから、国会においておわびを申し上げました。と同時に、事態の改善のために目下鋭意努力中でございます。

本日は、原子力の関係のかたがたがお集りですけれども、それらのかたがたがいずれも気にしておるのは原子力の安全性です。安全性の基礎というものは、放射能の問題についてきちんとした体制がとれているか、どうかということ。分析体制というのは、その中の最も重要なことの1つであろうと私は、思つておるのですが、この問題がでたらめであった。しかも当面他に頼るべきものを用意しておらなかつたということは、まったくこれは科学技術庁の行政としては、不覚でございました。しかしながら、ただそれを拱手傍観しているわけにはまいりませんから、当面これに対しましては理科学研究所並びに放医研をお願いをいたしまして、本来そういうお仕事をやる場所ではないのですけれども、しかしながら、そういうお仕事もそれぞれの意見並びに放医研のお仕事の関係でやっておられるということで、ひとつ臨機にお助けを願いたいということで、いまお願いしておる次第ですが、これは臨時でして、やはり恒久的にはしっかりした分析機関をつくつていかなければならないというふうに考えておりました、これも目下準備中です。

これを作るについて、当面は放射能に関してやっぴいかなければなりません、将来は、環境問題等にまで手を広げていかなければならないと思ひますし、また分析屋さんというものをもっと大事にしていかなければならないというふうに考えております。また、そういう意味での訓練と申しますか、総本山みたいなものをつくつて、国としてできるだけ努力をしていかなければならないのではないかと申しておりますので、いま、その方向に向かつて、将来には大きな夢を持ちながら、当面は現実的な処理に当たるように、ほんとうに身を粉にして一生懸命やっております。卒直にいうと、当面の措置ができるか、できないかということについては、夜も眠れないような心境で、これらの問題に取り組んでいることを、どうか皆さまにご留意をお願いしたいと思います。私は、決して泣き事は申しません。いま与えられた環境の中で最善の努力をつくすことが、科学技術庁につとめる者のすべての責任であり、特に政治家としてその責任にある私の任務であると心得ておるわけでございますが、ここでまた、先ほどの原産会議の性格にかえるわけでございますが、科学技術庁と、原子力産業会議が中立的だとおっしゃるので、ますます近いわけですね。私は、どちらかという科学技術庁は中立的で、原子力産業会議は業界ですから、資本主義の法則に基づいて、慈善事業をやっているのではありませんから、お金もうけも1つやっぴ、大いに産業として伸びてもらいたいと、私は思つておるのですが、中立的だとおっしゃるのならおっしゃるだけに、我々のいまの苦しみを解らなければおかしいと思つている。だけれども原子力産業会議からどうしましたとも、1回も今まで言つてきてない。一体、これでいだらうかという風に考えます。原子力というものは、わが国の歴史でまだそう長い歴史をもつておりませんから、そして、ここまで積み上げた方々の

ご苦勞というものは、私は大変であったと思います。深く敬意を表します。

しかしながら、やはり1つの転機というものが、いま来ているのではないかと私を私は申し上げたいのであります。私は、単に原子力産業会議のことをちょっと先ほど言及いたしました、決して悪意でそんなことをいっているのではない。新しい産業界が、こうやっていろいろ苦勞を重ねながらここまでやって来た。しかしやはり今までのやり方ではいけないような、何かの転機があるのではなからうか、というふうに思います。私の印象からいたしますと、全体として、朝会って、おはようございます。昼間会って、こんにちわ、夜、こんばんわ、という人がほとんど同じような人ばかりですね。それでいいのだろうか。役所の関係のいろんな委員会なんかみてもそうです。また、いろんな関係のあれをみてもそうです。もっと、そんな仲よしクラブだけでなく、もっと間口を広げて、そうして、わが原子力界の発展を計っていかなければならない時ではないか。苦勞に苦勞を重ねて、今日まで持ってきた先覚者の方々に対しては、深く敬意を表するわけですが、しかし、いまや今までのやり方だけでは、どうにもならないような時期に達してあるのではあるまいか。1つの転機に遭遇しているのではあるまいか。これはただ100日間、科学技術庁長官、原子力委員長として仕事をしておる中で、私が感じたことです。もし、この100日間、しかしながら、1人の政治家が死にもの狂いで取り組んで、そしてその間に出了た1つの結論として、もしとるところがあるとするならば、どうか今回の大会においてその成果を上げられんことを心からお祈りをいたしまして、私の挨拶にかえる次第です。

世界の原子力発電とその安全・環境問題

国際原子力機関 (I A E A)

事務総長 シグバード・エクランド

昨今の出来事は、エネルギー問題を前面に押し出した。大抵の工業国においては、現存するが、あるいは近い将来に予期される欠乏を埋め合わせるための緊急処置が必要とされている。然しながら、同時に今世紀末、あるいは更に延長して紀元2100年までに何が起こるのだろうかを検討することも、興味あるところである。つまり、長期にわたる地球規模の需要とエネルギーの供給に関するいくつかの洞察が必要である。

私の意図は、世界の原子力エネルギーの状態、この新しいエネルギーに付帯する問題、およびそれらがどのように取り扱われるかについて、簡潔かつ全般にわたって展望することにある。勿論、個々の国が直面するエネルギー問題を解決する方法は、その国の天然資源、その国の産業発展段階、および世界全般にわたって一般化できないその他の要因、によって決定されるのである。

先ず第一に、世界人口は、1900年には16億人だったが、現在は36億人であり、今世紀末には61億人に到達するものと予想される、ということを感じて欲しい。然しながら、これでおしまいでない。1970年の世界銀行が行なった研究によれば、もし2000年までに先進国において出生率ゼロが到達され、2050年までに開発途上国において同じ目標が達成されたとしても、安定した状態は2120年までに、世界人口が150億人になったところで達成されるだろう、とのことである。

勿論、エネルギー需要と世界人口の規模、および生活水準とエネルギー消費量の間には、各々相関関係がある。エネルギー消費の傾向について例示するならば、人類の発生から1970年までの全エネルギー消費量は6Q ($Q = 10^{18}$ Btu) と推定されている。1970年だけでエネルギー消費量は0.2Qであり、1971年から2000年までの期間には、1.3Qを消費するものと推定されている。

現在、米国における一人当りの動力消費量は、熱出力10KWである。次の世紀末までに、原材料を再生することが大規模に行なわれ、水素が還元剤として利用されるために生産されるであろう。水素を、直接あるいは間接的にエネルギーを伝達する媒体として使用することについて、色々な事がいわれている。更に、水についていえば、海水脱塩されたり、下水処理されたりするであろう。貧弱な鉱石堆積物から原材料を抽出するために、大きな努力が払われるようになるだろう。このような考え方をすれば、計画目的達成のためには、一人当りの消費量を2倍に拡大することが、尤もなものとして受け取られるだろう。更に、かかる消費量推定は勿論問題となるところであるが、1人当り消費量が世界中に適用され、かつ、非工業国の開発目的の一部ですらあるものと考えてみよう。この場合には、2100年までのエネルギー消費量の累計が400Qとなり、大変大きな数字になる。そこで我々は、現在のエネルギー資源の大きさがどれ位か知らなければならない。

先ず第一に、更新できるエネルギー資源の潜在能力について考えてみよう。水力は年間0.2Qであり、光合成はその半分であり、更に、地熱力、潮力および風力は10分の1ないし100分の1である。全太陽エネルギーは年間3,000Qの大きさであり、海中の温度勾配の利用により年間200Qが得られる。然しながら、我々は潮力および風力エネルギーに関連する技術的・経済的制限について、ほとんど知らないということ、指摘しておかなければならない。

次に、更新できないエネルギー資源についていうならば、現在知られている埋蔵量で、合理的な回収費で回収するものと考えて、石炭および褐炭が200Q、原油が10Q、天然ガスが6Qである。熱い岩からの地熱学的エネルギーは600Qの大きさのオーダーであると推定され、また頁岩油のエネルギー量は4,000Qである。しかしながら、ここで直ちに想起しなければならないことは、地熱学的エネルギーを大規模に利用する方法はな

んら考案されておらず、また、非常に大きな量の大地を動かすことが必要とされることから、頁岩を大規模に利用することはできないと思われるので、頁岩油のエネルギー含有量は、おそらく疑わしいものであるということである。

以上述べたところから明らかなように、今まで行なわれた推定にもとづくならば、— それは人口増加が150億人までに達し、動力消費が一人当たり熱出力20KWにまで増加するというものであるが— 化石燃料では、次の世紀末まですら、累積需要をカバーすることが十分できないことが明白である。

原 子 力

原子力の潜在能力はどうか。ウランは、地殻中に非常に広範囲に埋蔵されている元素である。そして、そのエネルギー含有量は、我々がその回収のための費用を喜んでまかなおうとするかどうかに依存している。すなわち、もし我々が今日の廉価なウラン— 酸化ウラン1ポンドあたり5～10ドル—だけを考えるならば、知られた資源は軽水炉に使用して0.9Q、増殖炉に使用したとしてその100倍であろうと考えられる。もし我々が、もっと高価なウラン— 酸化ウラン1ポンドあたり30～50ドル—まで考えるならば、軽水炉に使用して5Q、増殖炉の場合には500Qになるものと考えられる。前者の場合、KWhのコストの増加分は数ミル(1ドルの1,000分の1)であり、後者の場合には、僅々0.2ミルに過ぎないのである。トリウムも同程度の量である。

さて、ここで地球規模のエネルギーの状態に戻り、来る30年間において予期される開発について論じるならば、どんな新しい技術で突破しようとしても、現状を即座に変えることが出来ないで、どんなに早くいっても多分10年後に始めて解決することができる、ということを実感することが非常に大事である。熱サイクルに関連して、廃棄した熱をより効果的に利用する手段を講じることができるだろうし、また、現在エネルギーの消費量が殆んど自動的に年々増加しているのを制限する政治的な決断が行なわれるだろう。しかし、かかる決断は、もっとも重大な性質のものであり、社会全体を殆んど傷つけてしまう程の力をもつものである。

原子力は、少なくとも来る10年間は、今更ここで石炭のガス化および液化を論ずるまでもなく、代替技術として十分に進歩しており、総使用予定エネルギーに十分な量のエネルギーを追加することができる、唯一のものである。それ(10年後)以降の需要を原子力でまかなおうとするならば、何らかの行動に関する決断を、直ちに下さなければならない。いくつかの先進国におけるウラン探鉱の試掘作業は、大いに拡張しなければならない。これは、最近数年間において、埋蔵が確認された鉱山における試掘で、収率が顕著に減少してきているからである。特に、開発途上国においては、新しいウラン鉱の探鉱が行なわれ、精鉱作業が開始されなければならない。来る10年間においては、原子力のうちの圧倒的な量が、軽水炉によって果されるところから、濃縮ウランの利用が確保されなければならない。このことは、例えば、米国は世界で必要とされる濃縮ウランの需要のごく一部の引渡ししか考えていないとしても、現存する濃縮工場の稼働率の上昇と設備の増強の両方を行なうことを意味する。需要の残りの部分は、他の濃縮施設、例えばソ連、あるいは現在ヨーロッパで組織化されているコンソーシア(合同企業体)によって満たされるであろう。

1980年代の中頃から、増殖炉についての経験が、米国、英国、フランス、ドイツおよび日本の原型炉から得られるであろう。全てのことを勘案した場合、商業用の増殖炉は1990年代初頭から実用化されていき、それが一般市場に導入されるのは遅いであろう。楽観的な評価を行なった場合、1990年代初頭においては、増殖炉は原子力発電全体の4～14%を占めるであろう。

今までのところ、核融合については何も騒がれていない。しかし、我々は、1942年に最初の持続した核分裂反応が得られてから、初めて原子力発電所が商業的に競合できるようになるまで約25年間を要し、今や、原子力発電所が発電に重大な役割を果たすようになり始めた、ということを実感すべきである。目ざましい進

歩にも拘わらず、核融合においては、入力エネルギーよりも大きい出力エネルギーを取り出すという実験の壁を、突き破ることができないでいる。私は、核融合が利用できるエネルギー資源のリストにつけ加えられるようになるのは、次の世紀に入って、大分時間が経ってからであると心秘かに考えているものである。

私は、もし人類が、継続するエネルギー危機を回避したいと願うのであれば、核分裂利用の原子力だけが、現今利用できる唯一の代替案であることは、極めて明瞭であると考えているのである。その他の代替案について、広範にわたる研究開発計画の結果を得るまでは、極めて長い期間待たなければならないが、これらの他の代替案プログラムは、直ちに開始すべきであると、私は強調したい。1980～1990年の期間において、それに先立つ10年前に始められた技術開発の成果のいくつかを、我々は見ることができよう。これには、石炭の液化ないしはガス化、閉鎖した油井の再拡張開発、適切な地域における太陽熱の利用、地熱資源の実際的開発、海洋温度勾配、および頁岩の利用を含むものである。電力業界に固有な慣性の大きさを考えた場合、余り悲観的になることなく、前述の後半の資源により得られるものは、ほんのおまけに過ぎないと考えるのが賢明であろう。

原子力発電は、今や、世界の発電量の3%を占めるに至っている。この3%は、16ヶ国にある128の発電所によって発電されており、発電容量約3,500万KWである。今年中に運転される原子炉の数は、全部で167であり、この発電容量は6,100万KWである。このことは、極めて急速な拡張が行なわれていることを示すものである。1980年には、原子力は、全発電設備の14%をカバーするようになり、今世紀末までには、50%に達するであろう。また、現在45ヶ国において、346の研究炉が設置されているということ指摘するのは興味深いところである。

安 全

原子力産業界全体としては、かつて前例がない程安全に心がけ、結果的には災害が最小限に止められたという事実があるにも拘わらず、原子力の安全は過去数年間にわたって数多くの議論を巻きおこした。最近私が米国のサバンナ・リバー工場を訪れた際、私はその事故の数が、化学工業の操業に際しての事故件数の、40分の1に過ぎないと教えられた。IAEAは、毎年105の参加国について、陸上の原子力発電所および研究炉のリストおよび原子力発電所の運転経験に関する年次報告書を発行している。1972年には、累積原子炉運転時間は、1004原子炉・年のほった。これら1000余の原子炉・年の運転経験において、原子力発電所から周辺環境に危険な量の放射能を、偶発的に放出した事故が全くないということは、最も特筆すべきことである。

今からおよそ20年前までは、原子炉の安全の問題は極めて貧弱にしか捉えられていなかった。今や情勢は変わり、設計変更が原子炉の安全に及ぼす影響について、解析することができる。原子力発電は、お金さえかければ、誰もが本当に望むように安全にすることができる。この決断は、社会的なものであり、専門家によって与えられた情報にもとづいて、顧客によって最終的に決めらるべきものである。科学的なつみあげによる災害評価は、まだほんの端緒にすぎないということ、想起しておかねばならない。意図的な危険と意図的でない危険との間には、1000のファクターの差があり、また、期待される利益と危険の間にも関係があるものと思われる。一般的にいて、人々は、自分が知っていたり、予測できる危険について、論理的に受けとっていないと思われる。例えば、スウェーデンでは、毎年交通事故で約1200人が死亡し、約2万人が重傷を負っている。このことは、当然のことと受けとられており、致命的な交通事故は、新聞ではほんの短い記事しか載せられていない。鉄道事故は、例え死傷者がなくとも、大見出しがつけられ、飛行機事故に至っては、もっとも注目を集めるに至る。原子力発電所の事故の確率は、余りにも小さいので、これについて何らかの意味ある解釈を下すことは困難である。人間の未知に関する知らず知らずの恐怖が、原子爆弾に関する思考と一緒にあって、原子力発電の危険に関する、多くの人々の情緒的な反応に対する責任の大部分を占めている、と私は考えている。

原子炉の型式が違えば、安全の問題も違ってくる。軽水炉の炉心における高出力密度は、照射燃料の放射能と

毒性の両者を考慮して、事故の結果が重大なものにはならぬより、非常に広範にわたって注意することが必要である。プルトニウムを含有するリサイクル燃料を使った軽水炉と増殖炉との間の相異は、この観点からみれば大差なからう。

ここで、現在軽水炉が優勢であることが、長い将来にわたって持続される必要がないということ、想起することが重要である。重水炉と高温ガス炉の両者が、今や市場を侵蝕しつつある。両者共安全の観点からみるならば、増殖炉よりも解析が容易であり、トリウムを利用することができ、更に高温ガス炉の場合には、産業界においてプロセス熱利用の可能性をも提供するというシステムを代表している。原子力発電システムの混合という“戦略”が、IAEAにおいて関心が高まっている問題である。

私の意見では、安全予防措置に関する公衆の討論は、度を過ぎすぎたと思うのである。何故一般大衆は、原子力設計者や技術者が、航空機設計者などより信頼できない、などと考えるのであろうか。今までに、世界の何処かで、公衆がジャンボ・ジェット機の着陸時接近の安定状態について、完全な説明を要求したことがあるか。私は個人的には、非常用冷却系(ECCS)に関する詳細な内容を、その分野の門外漢が理解するのが困難なのは、全く同様であると考えている。我々は、全て、技術の恩恵を犠牲にすることなく、自然と調和して生きていたいと望むものである。一般公衆は、原子力エネルギーの専門家が、この要望に応えるのに十分信頼できると、確信をもたねばならない。

身体の監視に関しても、成就しなければならぬ切迫した要求から、便利な敷地に、原子力プラントを集群設置するという考えが、醸成されてきた。かゝる群は、いくつかの大容量原子力発電所や、場合によっては再処理工場、放射性廃棄物貯蔵施設などから構成されるであろう。この考えが、最初米国において提唱された時には、500万KWeの原子力発電所群を想定していた。この構想を更に発展させることにより、この群は、水素や海水脱塩水の製造を含む、産業用動力を用いた産業、あるいは農業施設の複合体さえも含むことになるかも知れない。かゝる敷地は、違った場所に点在する個々のプラントに較べて、サボタージュや事故に対して低廉な費用で、一層効果的に保護することができるであろう。

次に、私は、認可された目的以外の用途のために、核分裂物質に近接することができる部外者の可能性について、少し述べてみたいと思う。先ず第一に、照射物質が貯蔵されている冷却プールから、プルトニウムを含む照射物質を盗む可能性について考えるならば、かゝる燃料は高放射性であり、無頼漢にとって致命的な結果なしに搬出できるのは、何十トンもの重くて厄介なキャスクに格納しない限り不可能だ、ということ想起しなければならない。プルトニウム含有物を得るためには、燃料を再処理工場で処理しなければならないが、この再処理工場は、周辺で気づかれないわけにはゆかないものである。この代りに、もし、分離したプルトニウム集積物、あるいは、酸化プルトニウム貯蔵所について考えるならば、かゝる場所は、殆んど例外なく、鍵や電気設備のシステムで極めて厳重に防衛されており、公認されていない人間が物質に接近しうることは、極めて困難なのである。更にまた、私は、核兵器非保有国は、殆んど例外なしに、核分裂物質をIAEAが計画し、履行している保障措置システムのもとにしている、ということを指摘しておきたい。IAEAの保障措置協定によって要求される記録、報告および査察のシステムは、最小限の未確認のものはあっても、核分裂性物質を補完的に管理するものである。このシステム自身によっては、転換を防ぐことはできないけれども、その目的は早期発見によって、危険を回避することである。

この国際的保障措置システムは、33カ国に対して現在適用されており、1972年には450回の査察が必要となった。多くの国で、その国自身の保障措置システムが樹立されており、核物質の計量管理を助けている。私は、個人的には、公認された目的以外のために、核分裂物質が、発見されず、秘かに見失われる確率は、極めて小さいものと考えている。

原子炉本体から外部に洩れ出る放射能に対する防護として、大抵の国で必要とされている囲いは、勿論地下の

場所で代替できるであろう。地下核兵器実験に関連した調査により、地下で固形物質が移動するのは、極めて緩慢であることが判明した。原子炉事故の際、放出されるかもしれない、ストロンチウムとセシウムの移動所要時間は、1 Kmあたり、各々2,500年および19,000年である。しかしながら、各ケースごとにそれ自身の利点を判断しなければならず、地下発電所が推奨されるようになるまでには、地質の状態について完全な知識が得られることが必要である。勿論、コストの要因についても、考慮されなければならない。

遠隔地と大量の冷却水を要するところから、大陸棚に人工島を作ったり、さらには浮かび漂う島を作るというアイデアが、浮かび上ってきた。環境に対する熱影響は、確かにこの方法によって最小限にすることができよう。だが、これに反して、原子炉事故によって放射能が海水中に放出される結果を招き、他の場合には必要ない一層厳しい防護手段が講じられなければならないであろう。

このことから、私は、原子力発電所の広範にわたる利用が予想されているところから、平和の維持が必要欠くべからざる条件であることを、強調せずにはおられないのである。地上の原子力発電所が、空中からの攻撃の対象となるような状態を想定した場合には、考えられないような結果を招き、このことは、丁度何百隻もの原子力推進の軍艦の間で、戦闘が行なわれるのと同様の結果を生じるであろう。

原子力プラントの敷地選定に際して、常に念頭に入れておかねばならないことは、約30年間の有効寿命が終わったあとで、何をしなければならないか、ということである。このことは、現在ベルギーにあるユーロケミック・プラントにおいて、除染と敷地を元通り復旧する費用が、プラントの初期投資額に匹敵する金額になると推定されるような形で、直面している問題である古くなった原子力プラントを、解体したり分解したりする合理的な手段は、初期の計画と設計において欠くことのできないものである。解体は、特別な能力を要求されるのみならず、最初から勘定に入れておかなければならない予約済の資源も必要である。この分野における将来の作業を調整する国際的なワーキング・グループが、IAEAによって樹立された。

IAEAが、原子力発電所の建設とならんで、参加国の安全上の問題を援助するという役割の重要性が、長期間にわたって認識されてきた。この活動に従って、IAEAは、長年にわたって、敷地と安全の評価を遂行し、建設許可に応じた品質保証と、運転許可要件に関する基準を提供してきた。これに加えて、IAEAは、参加国が原子力の安全について法規上の決断をする基礎を提供するため、沢山の指針、基準、標準およびコードを出版してきた。今日までに、ガバナー会議の権限において、二つの実行コードが公表された。これらは、原子力発電所、臨界集合体と研究炉の安全な運転についてカバーしている。更に、安全な原子炉設計および建設についての三番目の実行コードが、現在準備されている。

これらの文献は、原子力の安全について貴重な貢献をなすものである。しかしながら、参加国に対して、もっとも直接的に利用されてきた活動は、いろいろな国に送られた、48の敷地選定ミッションで、これにより、研究炉、原子力発電所およびその他の原子力施設についての、安全な敷地選定、設計、および建設に関する情報を提供することができたのである。これらの特別のミッションは、通常IAEAの機関内外の専門家チームで構成されている。かようなやり方は、今日までは、IAEAの現有の人的・財政的能力と合致するものであった。しかしながら、異なった専門家チームが勧告を行なうのに際して、変わった基準と見通しを採用したために、連続性に欠けるものとなった。これに加えて、現在のところ、IAEAは、統一された安全評価の基礎として役立つような、一般に受け入れられる引用術語をほんの僅かしかもっていない。

原子力発電の急速な成長の結果として、IAEAはそう遠くない将来に、原子力の安全問題を援助する要請を余りにも沢山うけ、現在の特別なやり方では、期待に応えられなくなる事態に直面するものと思われるのである。

前述に鑑みて、国際的に受諾され、かつそれが原子力プラントの安全と信頼性の解析の参考となる標準の枠組として役立つような、安全と信頼性の基準の包括的なセットを、IAEAが開発するよう、示唆をうけてきたのである。このようなやり方は、与えられたプロジェクトに参画するいくつかのグループに対して、連続性を

え、かつ一つのプロジェクトと他のプロジェクトの間に、統一を与えるだけでなく、IAEAの将来の安全援助プログラムを進捗させるのを助けるのである。しかしながら、標準化された一般的な安全基準を開発することは、IAEAの拡張した安全援助プログラムのごく一部を代表するのに過ぎない。このプログラムの他の部分は、標準とコードと規制団体の適用を通じて、いかにして一般的な基準を満足することができるように記述できるのか、一連の指針を利用しないしは開発しようと、IAEAが更に努力を重ねるといものである。

かような拡張されたプログラムを計画し、かつその利益を評価するための第一歩として、IAEAは、間もなく、できうれば来月にも、原子力発電所の建設計画に積極的にたずさわった、いくつかの参加国からの上級専門家で構成される特別委員会を、召集する考えである。この委員会は、かようなプログラムの目的にタイミングについて考え、そして遂行するためのコスト評価を用意するであろう。現在この結果がもっとも望まれているところから、この仕事は、結果を直ぐ利用することができるよう、比較的短時間で終えてしまうのが重要だということ、指摘しておかなければならない。私の意見では、この種の努力をするため、現在利用できるIAEAの人員と財政能力は不足しており、参加国からの機関外援助によって補充されなければならない、ということが明白である。財政負担団体は、原子力プラントが、その予想寿命を通じて安全かつ信頼裡に運転されなければならないという関心を、政府および一般公衆と共に、抱くものである。もしIAEAが、たった今述べた安全プログラムを遂行することに成功するならば、我々は、これらの国際基準に準拠することが必要なのは、かかる計画に対する財政支出の条件ですらある、と考えるのが、合理的である。

もし、特別委員会が、IAEAにかゝるプログラムを遂行してゆくことを勧告するならば、次の段階は、ウィーンに国際的なワーキング・グループを設置し、各々関心のある領域について、基準と関連する手引を作成することである。これらの領域には、プラント設計、運転条件、運転の信頼性、機器の試験、敷地の選定、品質保証、事故解析、および緊急時手順が含まれている。この途時にあっては、IAEAは、参加国から要請があれば、安全ミッションを送るとい従来慣行を、継続するつもりである。

環 境

原子力発電の利用が増加していることは、発電規模の増大と同じように、環境に対して影響を与えるものである。水力発電ですら、巨大な滝がなくなるのを嫌う以上に、巨大なダムを作ることを嫌った「環境主義者」による批判の対象から、逃れることはできなかったのである。従来の火力発電所は、大気中に、燃焼ガスと一緒に、少なからざる量の灰を大気中に拡散している。熱影響について言及するまでもなく、35万KWeの石炭火力発電所は、一日あたり75トンのSO₂、16トンのNO、そして5トンのフライ・アッシュを放出しているのである。

私の意見では、原子力発電は、環境と友好裡に調和する解決策を提供するものと考えられる。これとともに、私は、原子力発電の広範な利用に関連した、いくつかの特別な問題があることを認識しているのである。これらの諸問題が全て解決済みであるというのは、全く間違っているが、私は、これらは現在取り扱うことができ、今世紀末には、この問題に違った大きさで対応できる技術が、発見されているものと考えるのである。

先ず最初に、ウランの採鉱から始めるのが適切である。ウラン元素は、ラジウムとラドンを含む崩壊生成物と関係がある。採鉱に際しては、いくらかのラドンを含むエアボーンの粉塵を放出する。採鉱の過程で得られる堆積物には、微細な粒子がたくさん含まれている。これらは、風の侵蝕にさらされるが、放射性濃度が極めて小さいところから、影響はあっても、主として粉塵が邪魔になる程度である。ウランの採鉱および精鉱の過程における廃棄物の処理は、1974年にIAEAの専門家パネルによって検討されるであろう。このパネルの目的は、指針を提供することである。原子力産業に関連するもっとも重大な放射線医学上の健康の問題は、ウラン鉱山の鉱夫達の過大被曝であった。現在、作業状態での線量レベルは、従前に比しずっと低いレベルで確立されたので、

将来ウラン鉱山の鉱夫達が被るかもしれない危険は、かなり減少した。

ウランを燃料要素に変換する残余の過程において、環境に影響を及ぼすようなものは、何ら含まれていない。

エネルギー資源のいくつかを使用した結果として、地球は加熱される。残念ながら、長期間にわたって予想される地球上の影響についての我々の知識は、とても満足できるものではない。例えば、化石燃料を広範囲に使用することによって、地球の温度が上昇するかしらないかは、未だはっきりとは明らかにされていない。炭酸ガスの生成に伴ない、温室効果は確かに増加するから、温度は上昇する筈であるが、一方、エアロソールの塵芥粒子の生成に伴ない、太陽光線の入射量が減るが、これは、反対の効果を生ずるからである。

人工のエネルギーと太陽の熱エネルギーとの比は、1980年において、1対100万である。100年後には、この割合は1対1万となり、今世紀末には、この割合は1対3千となろう。このため、温度が10分の数度（摂氏）増加し、これが気候に多大な影響を及ぼすかもしれないのである。従って、これらの問題については、じっくり時間をかけて、慎重に解析すべきものである。

しかしながら、大容量発電によっては、局部的かつ短時間の熱的影響もあり、このことが、私が今述べたところのタイプIの原子力施設の周囲で、しきりと云われていることである。現在建設されている100万KWeの大きさの個々の発電所は、十二分に熱を除去してやることができないような川沿いに設置されるならば、影響を与えずにはおかないであろう。代案としての冷却塔は、水生動植物に対する生態学的問題を、大気と田舎に移してしまっただけである。そして田舎は、その気候の微少な影響はいかに及ばず、大きな冷却塔とその上にのしかる蒸気雲によって、従前よりも美しくはなくなるであろう。海岸から離れて建設する場合には、冷却水を大きな湖や大洋で処分することに関して、取水設備と放水設備をうまく配列して、現在ある動植物に何ら損傷を与えないですむようにすることができると思われる。

過去数年間において、もっとも徹底的に、かつ一般公衆がもっとも重大な関心を払って議論した問題は、原子力発電所とその関連設備、とりわけ再処理工場にある放射性物質の生成と貯蔵と、実行できる放出についてであった。

原子力発電所での放射能は、ウラン原子核が分裂して生ずる核分裂生成物の形で生じるものと、構造材料中の誘導放射能によって生じるものがある。発電用原子炉の燃料要素の中で作られた全ての放射能のうち99.9パーセント以上のものは、燃焼していない燃料の回収処理を行なうまで、燃料要素中に含まれている。原子炉炉心からの熱を除去するために用いられた冷却材は、腐蝕と侵蝕をおこして、放射性をおびるのである。トリチウムやクリプトンのような、放射性気体もまた、原子炉の中で作られる。これらの気体の一部は、原子炉で放出されようが、その大部分は燃料再処理の過程で放出されるものである。

国際放射線防護委員会（ICRP）は、大気および水中の種々の放射性物質について、最大許容濃度の勧告値を発表した。これらの勧告は、人間を放射性物質——それが、輻射であろうと、吸入、そ嚥を通じてであろうと——により、人間を危険な影響から防護することを目的としたものである。事実、我々は、人間が被むる放射線以外のストレスよりも、原子放射線の影響について、ずっと良く知っている。現在用いられている勧告値は、主として生物学的研究における、途方もない努力の結果にもとづいているものである。原子力廃棄物を取り扱うシステムの目的は、人間およびその環境の防護を保証し、照射量を許容制限よりずっと低く抑えることにある。現在までに取り入れられてきた方法は、放射能を稀釈して、人間が被むる線量が、勧告されている最大許容線量よりもずっと低くするか、あるいは、放射能を濃縮したり格納するやり方の、いずれかである。今や、稀釈のプロセスから訣別して、濃縮したのち、格納して生物圏から隔離する方向にあることが、決定的になってきた。また、放射性廃棄物の一時的な処理と、長期にわたる貯蔵および最終的な処分とを区別をしなければならない。これらの方法については、国の違いによって、強調される点も違っているが、今のところ、長期間貯蔵すると共に、最終的な処分についても準備しておく、という傾向にある。

先に述べたごとく、核燃料から放射性物質が放出されるのは、主として再処理工場においてであるが、そこでは、核分裂生成物と、生成されたプルトニウムおよびウランの未使用分とに分離するのである。先ず第一に、現在再処理工場の数は、極めて限られたものであり、延べ3千万kWeの原子力発電設備容量あたり、1ヶ所以下の再処理工場が出来るものと予想されているところから、1980年までに運転されている、相当な大きさの再処理工場は、10ヶ所以上にはならないだろう、ということに注目しましょう。現在のところ、米国では、民間目的のためのかかる工場は、未だ運転されていない。一つは改造中であり、一つはコールド・テスト中であり、三番目のものは建設中である。西欧においては、最大容量の工場は、英国のウィンズケールにあり、こゝではいくつかの違った種類の燃料を受け入れることができる。フランスのラ・アーグ岬では、酸化燃料を処理できる大規模な工場を準備中であり、ドイツ連邦共和国では、パイロット・プラントを運転中である。インドにおいては、1965年以降のパイロット・プラントの運転にもとづいて、大規模な工場を建設中である。私は、日本においても、事情は同様であると理解している。以上のことは、今世紀末においてすら、世界中で30億kWeにのぼる原子力発電が行なわれるということを考えて、再処理工場の数が余りにも限られたものであることを、強調するために述べたものである。

再処理工場においては、トリチウム、クリプトン85、ヨード129の形で、放射性気体廃棄物が放出される。これらの気体のうち、クリプトン85が長期的には問題になるが、ここで、クリプトンを除去し格納する方法がすでに知られており、この方法は今世紀末に向かって建設される再処理工場で実用化することができる、ということ指摘しておかなければならない。気体廃棄物を取り扱う技術として採用されているものは、放射能が環境に放出されるまでに、十分長い時間をかけて崩壊させることができるよう、廃棄物を貯蔵することにより遅延させ、崩壊させる方法である。

再処理工場では、低・中レベルの液体放射性廃棄物が、一日当たり数立方メートル位の量で、生成される。この廃棄物を取り扱うのに、違った工場ごとに、違った方法が用いられているが、通常は、短半減期の物質が崩壊するのを許容する貯留期間を含み、次いで、違った組成ごとに、化学処理、稀釈または濃縮を行なうやり方である。

濃縮過程で生じた高レベル廃棄物は、ステンレス・スチール製のタンク中に液体の形で貯蔵し、冷却したり、攪拌したりするか、あるいは、固体廃棄物に変換させるのである。最初の方法が、先刻述べたウィンズケール工場において、採用されている。二番目の方法は、ドイツ連邦共和国、フランス、およびアメリカで採用されているものである。最終的に生成される固体廃棄物には、ホウ酸または磷酸ガラスの形か、溶融した硅酸アルミナの形で、放射性物質を含むことになる。

高レベル放射性廃棄物は、何千年、いや、安定した社会システムが存在してきたよりもっと長い期間にわたって、貯蔵されなければならないであろう。プルトニウム同位元素239の半減期は、24,000年であるということ、是非想起して欲しいのである。もし、長半減期のアクチニド(原子番号89から103までの元素)が、核分裂生成物から除去することができるならば、残った廃棄物が厄介なのは、数百年の間になる。これに反して、アクチニドが廃棄物中に留ったままになっているならば、何千年という間、厄介な思いをすることになる。

現在のところ、高レベル廃棄物は、後日復旧することができるような方法で貯蔵されるべきである、と一般に理解されているように思われる。もし、この原理を遵守するならば、一時的な貯蔵施設は、高レベル廃棄物の最終的な処分についての解決策が見出されるまで、廃棄物の面倒がみられるような形で作ることもできるのである。

ウィンズケールの再処理工場は、多目的設備であり、金属ウランと酸化ウラン燃料の両方を処理することができる。現在までに発電された原子力発電量の約半分は、英国において発電されたものであるから、英国で処理済の18,000トンの燃料からでた高レベル廃棄物の貯蔵について有する同国の経験は、特に関心をひくところである。

過去20年間にわたってウィンズケールで貯蔵されてきた高レベル廃棄物は、今や500立方メートルに達し、1,500

KRの崩壊熱を出している。現在は、小さなタンクに入れられている、この廃棄物は、高さ6 m、直径6 mの円筒型で、150 m³容量の新設計の四つのタンクに格納することができる。このタンクは、更に1.5 m厚さのコンクリートの壁（一部ステンレス・スチール張りの）でできたセルに収められており、これが二番目の格納容器を形成している。更に、冷却系は、たとえ電気の主配線が完全に故障しても、廃棄物から崩壊熱を除去することができるよう、連続的に冷却水を供給することができる。

蒸発濃縮プラントおよび貯蔵設備の両方についての運転経験は、全く満足すべきものであり、何十年にもわたって連続して使用することができるとの確信を与えられたのであったが、これは、まだほんの一時期的かつ予備的な段階に過ぎないと認識されている。廃棄物を固化することが、長期間格納する場合、より大きな確信を与えるものであると考えられている。液体の形で留まっている限り、廃棄物の最終的な処分を、具現化することはできないのである。

最終的な処分とは、回復する能力なしに、廃棄物に対する管理をやめてしまうことを意味するのである。従って、必然的に、廃棄物が未来永劫にわたって、人間から隔離された状態で止まることについて、絶対的な保証がなければならない。英国においては、廃棄物は、少し漏過性の固体の形で固定されたのち、貯蔵されるので、これは後日最終的な処分のために回復することができる。この目的は、ウィンズケールの敷地にある全ての高放射性廃棄物を、1995年までに、固体に変換せしめることにある。

アメリカ原子力委員会の新規制によれば、液体廃棄物が生成された暁には、5年間以内に固化することが義務づけられ、而うして、この固体廃棄物は、更に次の5年間以内に、連邦政府によって指定される貯蔵場に寄託されなければならないことになっている。

ウィンズケールにおける固体廃棄物は、池の中に保存されるが、それは、コンテナの完全さをチェックするために、絶えずモニターできるようにになっている。ドイツ連邦共和国においては、放射性廃棄物を、地下深く岩塩の洞窟の中に処分することが、もっとも有望な方法として選ばれた。このため、ハルツにあるアッスの岩塩鉱が、この目的のために選ばれたが、これは、2000年までのドイツ連邦共和国の原子力計画によって生成される、全ての放射性廃棄物を貯蔵するのに十分な容量をもっているものと期待されている。この暫くの間は、低レベルおよび中レベルの固体廃棄物がアッスに貯蔵されるが、1976年までには、高レベルのものも貯蔵するよう、準備が進められている。

アメリカのオーク・リッジにおいては、低レベルおよび中レベルの廃棄物を、コンクリートと一緒に、地下300メートルの赤頁岩層に、高圧力下で注入するやり方で、放射性廃棄物を、回復できないように処分する方法が開発された。1966年以来、5百万キュリーを含む5千立方メートルが、この方法で処分されてきた。

この他に提唱されている最終的な処分の方法については、技術開発の結果にまたなければならない。例えば、ロケットを使用して、廃棄物を惑星間宇宙に打ち上げるとか、あるいは、加速器や核分裂・核融合炉を使用して、長半減期の物質を、短半減期のアイソトープに変換させることである。半年前に、アメリカ原子力委員会に代って発行された高レベル廃棄物の取扱いに関する研究報告は、これらの方法が将来使用されることを除外しているわけではなく、この複雑な問題について、更に徹にわたり、細にわたった解析が必要である、ということを強調したものである。IAEAは高レベルおよびアルファ線を帯びた放射性廃棄物の取扱いに関して、ワーキング・グループを設立した。これらの廃棄物の取り扱いに関する、新しく革新的な技術が、この委託の条件の一部となっている。

この論題を終えるのに先立って、私は、トリチウムについて若干言及したいと思う。トリチウムは、12年の半減期をもつ、水素の同位元素である。トリチウムは、大気の上層部において、窒素が宇宙線の衝撃をうけることによって生成され、天然トリチウムの地球上での定常状態でのインベントリーとして、約70～140メガ・キュリーとなっているものである。1963年のモスクワ条約の締結前までに、原水爆実験の結果、約7,700

メガ・キュリーが、大気中に放出したものと推定されている。原子力計画が、現在の上昇率を保ち続けると仮定するならば、核分裂の結果生成されるトリチウムの累積量は、2,000年には、約600メガ・キュリーになるものと推定されている。

従って、来る20年間においては、環境にもっとも多く存在してくるトリチウムは、核兵器の実験から生じるものであって、トリチウムの全存在量は、この期間中に減少するものと推定されている。

アメリカにおいては、自然からの平均年間放射線量は、130ミリレムである。この数字には、一人あたりの年間人工放射線量114ミリレムを加えなければならないが、その90パーセントは、医療、診断、治療、などによって、もたらされるものである。1971年には、原子力発電所の運転によって、全人口に対して、0.003ミリレムという極微量の線量もたらされただけである。このことから、原子力発電所の利用が、たとえ100倍に増加したとしても、全放射線量に重大に影響を及ぼすことにはならないものと考えられる。最近のUNSCEAR報告によれば、一年間にわたる原子力発電所の運転によって生ずる放射線量は、1970年では天然のバックグラウンドの約5分間相当分、2000年で天然のバックグラウンドの1日分に過ぎない、とされている。

講演を終えるのに際して、私の述べたところを要約すれば、次のとおりである。

生活の質を維持するためには、人口が増加すること、および不可欠な原材料を獲得するためにもっと多くのエネルギーを使う必要があることから、もっとも多くのエネルギーを追加することが必要である。

種々の代替案のうち、世界のエネルギー供給に今直ぐ役立つのは、技術的および経済的観点からみて、核分裂利用の原子力発電方式だけである。代替資源とのバランスからみて、原子力発電は、ますます重要な役割を果たすであろう。

現在の商業用原子炉は、運転上の安全性と、際立った信頼性を示してきた。今後、運転経験を増してゆくにつれて、この種の型の将来の原子炉は、もっと安全で、一層信頼性に富んだものになると、期待されている。

IAEAは、過去において、参加国を援助し、かつ、原子力の安全と環境の防護に関連して、国際的な基準を確立するのに、活動的なプログラムをもってきたのである。この目的は、かゝる活動を飛躍させると共に、国際的に受け入れられ、かつ、委託の標準の枠組として役立つ、一連の包括的な安全および信頼性の基準を発展させ、広めることである。

来る10年間において、放射性廃棄物を安全に保存する、すでに知られ、かつ証明された方法は、1KWhの発電コストの1パーセント未満のコストで、環境から隔離することである。1980年代半ばから生成される、一層大量の放射性廃棄物は、現在すでに開発が相当進んだ技術を駆使して、世界中のいくつかの(多分30ヶ所)選択された場所に、回復することができるような状態で、保存することができるだろう。国際的な貯蔵所の敷地を確保することに関しては、IAEAの援助の下で、すでにいくつかの討論が行われてきている。開発作業が一層進展するならば、必要とされる貯蔵期間は、何千年ではなく、何百年に減少するであろう。

原子力発電は、新しい動力源が開発されるまでの、エネルギー・ギャップの橋渡しの手段を提供するものである。もし、新しい動力源が開発されなければ、どんなに注意深く計画や管理を行なったとしても、我々は、環境問題について到底受け入れられないような結果に直面するであろう。

エネルギー危機とアメリカの原子力政策

米 国 原 子 力 委 員 会

委員 ウィリアム・E・クリーグズマン

私は日本原子力産業会議の年次大会に出席する機会にめぐまれたことに謝意を表します。あなた方がこの会議のテーマに選ばれた「エネルギー危機における原子力開発」は、今日、世界の多くの国々で重大な関心を払われている問題である。日本、米国、その他エネルギー多消費国にとって、エネルギー危機は切実な問題となっており、我々は共にこの解決を見いだすべく努力しなければならない。キッソングジャー長官は次のように述べている。「エネルギー危機は世界的な相互依存体制を生み出すための苦しみをあらわしている。」主権国家にとってそれぞれによい条件のもとで相互依存体制を作り上げるためには、協力が必要であり、利益はすべてに分配されねばならない。

原子力の開発分野は、我々の国の間で協力関係が確立していて、その恩恵はすでに現実のものとなっており、さらに将来の大きな展望が見込まれる分野である。私は、エネルギー危機の中での原子力開発に関して、今日、あなた方と議論する機会を得たことを喜ぶと共に、産業界と政府および政府間の相互依存を通じて、恩恵をすべてにいきわたらせるような協力体制について私の考えをのべたい。

米国の国内戦略

米国の国内戦略は、燃料不足のアメリカ経済への影響を最少限にとどめ、将来の代替エネルギー源を供給するという、当面の、かつ長期的な政策からなる。ニクソン大統領は、1973年11月7日に、米国エネルギー計画の第一段階として、エネルギー資源を開発し、自立水準に導く「エネルギー自立計画」を発表した。計画を遂行するために、ウィリアム・E・サイモン氏を長官とした連邦エネルギー局が設立された。

連邦エネルギー局の最も重要な任務は、エネルギーの保存、現存する石油、ガス、石炭、頁岩を最大限に利用すること、近い将来の代替エネルギー源を開発することにある。政府、産業界それに国民の全面的な協力による国家的なとりくみの必要性が計画全体の根底をなしている。

同時に、米国は、政府と産業界の協力を通じて、新型炉のような長期的なエネルギー供給を目指す研究開発計画の途上にある。このような計画の主な例となるものは、現在我々が努力を傾けている液体金属高速増殖炉の開発である。

U S A E C と産業界との結びつき

歴 史

総合エネルギー開発計画における政府と産業界との協力関係は、1946年および1954年原子力法により始まった。当初、特殊な高価な設備を民間が所有するのは不合理であったため、政府の手により推進してゆく必要があった。しかし、政府は産業界との協力関係を最初から進めてゆくために、民間企業に研究開発施設の運営および管理をまかせた。U S A E C の基本的な任務の一つは、産業界に広汎な参加をうながすことにより、競争力ある原子力産業を育成助長することにある。U S A E C の初代委員長ディビッド・E・リリエンソールはこの事を非常に明確に述べている。「国家安全に関して然るべく配慮をしたうえで、できる限り早期に現在の法律による政府独占の形をあらためることがA E C の任務であり、また、私はそれが議会の意図したところだと信じている。我々は、自動車産業や化学産業を今日の姿に至らしめたのと同種の競争を、原子力の分

野にも奨励する計画を立案する必要がある。それこそが、すべてのアメリカ産業に技術のフロンティアとしての地位を今もさずけているのである。」

産業界への効果

多方面にわたる政府と産業界のつながりが、その後発展した。結果はお互いに恩恵をもたらした。政府は産業的手腕と管理能力を手に入れ、産業界は原子力の産業利用を高める能力と専門的な技術・知識と刺激を得ることができた。政府は産業界のほとんどあらゆる分野と結びつきを持った。

例えば、ウランの生産は軍事的要請から安定供給を確保するために、政府により保護されてきたが、現在では完全に民間の手になっている。USAECによるウラン鉱石の購入は、政府のウラン購入の役割がいくらか増したりした時期を経て、1970年に終わった。政府による買上げが中止となり、民間電力会社が購入を開始するまでの空白期間、政府は産業界を支えてきた。

また、燃料サイクルに関しても同様な処置が講じられ、USAECはイエローケーキのUF₆への転換および使用済燃料処理の分野を民間に移行した。

産業界がウラン生産および軍事用船用炉計画に参加し、これが成功して、産業界は力をつけ、完全に自立した軽水炉産業までに成長した。ただ燃料サイクルの濃縮過程だけは、政府の独占のままである。今日、USAECは将来のウラン濃縮能力の拡大については民間企業が工場を建設し、運営するよう民間企業と緊密に結びつけている。

AECと産業界とが相互に影響を与えた分野の中で、USAECの許認可および規制活動が最も重要である。これ等は全産業界を規制してきた。標準化、放射能モニタリング、およびその他の規制の実施により、企業にひきつづきこれまでの活動を推進させるとともに原子炉の信頼性や、一般大衆の保健および安全を確保することとなった。もちろん、同時にこのような規制は産業界に重大な影響を与えたのである。

国民の参加

一般人が政府の諸計画に参画する機会もまた拡大されてきている。たとえば、我国の国家環境保護法（NEPA）では、すべての連邦の機関は、環境に大きな影響を及ぼす主なる活動に関して、詳細な環境報告書を提出することを定めている。環境に及ぼす影響についての報告は、文書形式で公開され、一般人に報告書およびその結論に対する意見を述べる機会を与えている。

USAECがNEPAを履行するためには、提出された許認可の申請各々について、それによって生みだされる利益と、環境その他のコストとの間の釣り合いをとるべく、放射能、非放射能の両面にわたるすべての範囲に及ぶ環境への影響について包括的な評価と査定を行なう必要がある。また、公聴会を開催することにより、一般人の意見が詳細に検討される。

NEPAによる評価の結果、多くの認可済原子力プラントの設計の変更がなされてきた。さらにAECは現在、AECの高レベル放射性廃棄物管理や高速増殖炉の計画について報告書を準備中である。この後者の計画の報告は、主要な研究開発計画に関して、環境面、コスト、リスク、利益および考えられる妥当な選択について一括して報告しようとするもので、最初の試みである。

今後の課題

完全な協力体制を築きあげるまでには、幾多の困難に遭遇する。原子力発電の安全性の問題は一般の人々にとって現実的であり、個人にかかわるものである。潜在的危険性と潜在的利益とのバランスについていえば、危険性は当然個人の生命及び健康にかかわるものであるが、利益が一般社会的なものであるときには、新たな

次元から考える必要がある。設計の安全性を声高々述べてみても、安全運転の実績をもってないかぎり、ほとんど説得力をもたない。

原子力発電についての真の知識を得ることは重要である。作り話、半面の真理、誤った恐怖感がつきまわっている。我々の住む社会で、一般の人々の身をテロリスト、暴力的犯罪、および狂人の手から完全に守りきることは不可能である。しかし我々は、このような脅迫から身を守るために受容できうる、一定の線を示すことはできる。危険を完全にとり除くことが不可能な場合、我々は、国家の安全、一般大衆の保健と安全、および環境保護をはかるため、妥当とみられる保証を設定しなければならない。

事故確率の計算はほとんどの個々人に共通な、日常的な計算とは異なっている。人はおそらく運まかせのゲームを除いて、その人の成功や失敗を、数量的な回数により試算したりするであろうか？ 危険を伴うような活動の場合、それより得られる利益は多くの場合、大変主観的に測られるものである。事故の起こる確率が100万分の1にすぎない場合でもなお、その意味を理解していない人は、危険を感じ自分が生涯の他の活動でこうむる危険性の方がずっと多いという事実にもかかわらず、その事故の該当者にならないという保証を求める。

これがとりくまねばならない問題の一つである。新たな大規模な計画を成功させるためには、一般の支持が必要である。この支持を得るためには、一般の理解を呼び起こす積極的な努力が必要となる。経験は見識ある判断を下すための一つの基礎である。両者の側からの有益な対話があってより良い前進が得られる。

長期的な関係

エネルギー危機は、一地域に限られた問題でない故、多くの国に影響を与えた。そこには二面性と相関性がある。ある問題の解決は、しばしば他の問題の局面を悪くするようである。エネルギー問題を解決しようとする環境に、石油問題では貿易協定を通じて小麦に、ウラン濃縮問題では貿易収支に、それぞれ影響する。今日の世界では、国土の大きさ、手中にある物理的、人的資源にかかわらず、いかなる国も孤立して単に自給だけに頼って存在できないし、進歩もしない。我々はすべて程度の差こそあれ、相互に依存しているのだ。

エネルギー危機は努力するための一分野である。エネルギーの充足に大きく依存するような生活の質を達成するためには全世界的に努力しなければならないが、政治力、経済力、食糧、石油そして原子力はその欠くべからざる部分をなすものである。米国で確立されてきた産業界と政府との相互関係は実りあるものであり、相互にとって有益であった。今後の課題の一つは、この相互の結びつきを拡大し、一般大衆のより直接的な参加にまですすめることである。また明らかに、米国の問題が、他の国々にも共通する問題であるといえよう。一国による問題の解決は非常に多くの場合、国際的に影響を及ぼす。それ故、各国が協力し、お互い学び合うことは、すべての国にとって利益となるであろう。国によってゴールに至る道は種々異なるとしても、我々は共同して選択すべきエネルギーを追求し、エネルギー充足という共通の目標に到達することができる。

私のこの短かい講演を終わるにあたり、ここで原子力の伸びについて私の主要な関心事について話したい。2年前、我々は1980年の末までに、米国では原子力は151,000 MWになるだろうと予測した。昨年、我々の計算では132,000 MWとなった。そして現在、我々の予備的な評価によると、1980年の末で、100,000 MWをわずかに上まわる程度となるのである。外国についてみても明かるい見通しではない。昨年我々は米国を除いたすべての国の原子力発電量は1980年までに161,000 MWに達するだろうと想定した。現在その数値は140,000 MWあたりまで下降してしまったようである。

これ等下降の理由はさまざまである。しかし思うに、この下降傾向を逆転させるのには、政府や産業界による一致協力した努力が必要であることは誰もが認めることである。この会議により、そして又同種の他の会議によ

り、この問題の解決が明確に見い出され、これを正しい方向にもってゆく活動が開始されることを期待する。

冒頭で述べたように、この会議のテーマは、あなた方の国にとっても、又私自身の国にとっても肝要なものである。我々の国の考えのいくらかを述べる機会が与えられたことで、我々国家間の対話は緊密化した。我々国家間の協力協定は、いっそう、両者の間に情報の流れを促進するものである。我々 — 貴国政府と私の国の政府、日本原子力産業会議と米国原子力産業会議、日本国民と米国国民 — は、協力して進んでいかねばならない。エネルギー完全充足の目標にたどりつくには、一致協力し、努力のすべてをおしんではならない。

＜午餐会特別講演＞

エネルギー問題と日本の責務
— エネルギー総合推進委員会について —

エネルギー総合推進委員会委員長

日本原子力産業会議副会長

中山素平

ご高承の通りエネルギー需給をめぐる国際環境の変転は、近時特にめまぐるしいものがあります。殊に昨秋O A P E C諸国の生産制限に起因する国際的石油需給の混乱は、改めてわが国のエネルギー源が如何に大きく石油に、しかも海外からの輸入原油に依存して来たかを認識させてくれることにもなりました。

従来ややもすれば看過され勝ちであったエネルギー問題の重要性が人々の関心を集めて来ていることは大いに歓迎してよいことである様に考えられます。

この機会にエネルギーの消費態様に再検討を加え、消費の節約、浪費の排除に努めると共にエネルギー多消費型となっている日本の産業構造を考え直すことは、今や大エネルギー消費国となっているわが国の責務でもありましょう。

これと同時にわれわれの努力の一面は世界全体としてのエネルギー供給増加に貢献することに向けられねばならないと思います。考えてみますとわが国は高度経済成長の過程で急速なエネルギー消費増加を主として海外に供給を依存するという形で賄って来ましたが、反面供給サイドの能力増加にはさ程大きな貢献を果して来ていないと言えます。これからは大エネルギー消費国として、世界全体のエネルギー供給増加への貢献を考えて行かねばならないと考えます。

資源の量的限界ということが言われておりますが、エネルギー資源という形で捉える限り人間の叡智と努力がその量的限界を克服して来たと言えましょうし、又、今後も克服して行かねばならないと考えます。われわれはかつて、それを主として水力・石炭に、そして今、石油に大きく依存しておりますが、次の時代として原子力更には太陽熱の時代を展望しております。ただわれわれは、余りに便利で且つ安価な石油に長く頼り過ぎていたのではないかと考えられます。

米国は今深刻なエネルギー危機に対処すべく大陸棚・アラスカの石油・天然ガスの開発と共に原子力、石炭のガス化、オイルシェール等代替エネルギー資源の開発に総力を傾注する構えと聞いておりますが、残念ながら、みるべき炭化水素系エネルギー資源を持たないわが国としては、何を措いても原子力の開発促進に全力投球をして行かねばならないと考えます。

一口に原子力開発の促進と申しましても多くの問題がありますことは、素人の私が冗言を費す以上にご専門の皆様方が十二分に御承知のこととございましょう。立地問題、安全性の問題、新型炉の開発の問題等どれ一つ取上げてても解決の容易でない難問が累積しておりますが、先般来申上げて来ました様なわが国の立場、世界情勢を考えますと官も民も、或いは、学界も財界も挙って問題の克服に当らねばならない時期と考えます。幸いわが国の原子力に関する研究、技術の水準は決して他の先進国に劣らない水準とうかがっております。こうした優れた技術水準を十分に生かし得る体制、環境の整備が出来れば原子力開発の分野で世界に貢献出来る立場にも立得ると考えられますし、又、これこそ世界が抱えるエネルギー問題に対するわが国の最大の貢献となり得ると考えられます。昨年11月、経済団体連合会、日本商工会議所、経済同友会、関西経済連合会の財界4団体が中心となって、エネルギー総合推進委員会を発足させました。時あたかも石油危機の真只中ということで石油問題についての対症療法的印象をお持ちになったかと思いますがわれわれは、その名の如く“エネルギー”全体の立場

から問題を促え、対処していきたいと考えております。

ご高承の通りエネルギー問題は一業種、一国の経済という範疇を超え大きな国際的問題ともなっておりま
す。エネルギー問題に対処する為の要諦は正確な事実認識と適確な見通しにあると考えます。この為当委員会と
しては関係業界、関係官庁、学識経験者の方々との連絡意見交換を密にすると同時に、海外のエネルギー関係者
との関係を積極的に深めることによって、正確な情報入手、率直な意見交換の場を形造って行きたいと考えてお
ります。

それと同時にこの委員会を単なるディスカッションの場に止めない為にも、又、文字通り“推進”委員会とす
る為にも具体的行動をプロモートする場として育てて行きたいと考えております。こうした観点からエネルギー
に関する多企業、多業種、更には多国間にまたがるプロジェクト等、当委員会が採り上げることが、適当と考え
られるものについては関係業界、関係官庁と密接な連携のもとに、或いは海外の関係方面とも意見を調整しなが
ら積極的に推進して行く役割を果して行きたいと考えますし、又、必要と考えられる提言、提案を関係業界、関
係官庁に進んで行ってゆきたいと考えております。

以上、エネルギー総合推進委員会の紹介を兼ねまして皆様方の御支援をお願いする次第です。

セッションー1 エネルギー危機と原子力開発

議長 松根宗一氏（経団連エネルギー対策委員長、原産政策会議委員）

講演 「アメリカにおけるエネルギー問題と原子力」

講演 「石油危機とエネルギー政策」

議長 進藤武左エ門氏（原産副会長、日本原子力文化振興財団理事長）

講演 「代替エネルギー開発の見通し」

講演 「原子力長期計画のあり方」

講演 「エネルギー開発と地域社会」

アメリカにおけるエネルギー問題と原子力

アメリカ原子力産業会議

政策会議委員 G・J・スタサキス

有沢博士が、アメリカ原子力産業会議の代表として本会議で講演するようにとご招待下さったとき、次のような問題について話してはどうかとの提案をいただきました。即ち、「在来のエネルギー資源が豊富にあるときに、アメリカは何故あのような大規模な原子力発電計画に乗り出したのか」という問題です。

この問題に答えるため、私はアメリカにおける原子力発電の問題に直接入る前に、先ず第一に米国のエネルギー事情全般について検討する必要があると思います。これは論理的なアプローチです。何故なら、現在アメリカが直面しているエネルギー危機発生の原因に地政学的、技術的、経済的、環境上の諸要因の間の密接な相互作用のあることを認めざるを得ないからです。

植民地時代から20世紀の60年代までは、アメリカはエネルギーという点では完全に自給自足の状態にありました。今でも石炭および濃縮ウランの主要な輸出国であり、またこの2～3年前までは石油製品の輸出国でした。アメリカがそのような状況から突如として今日の如く自動車用のガソリンに不足し、今年の冬は家庭暖房用灯油の不足について心配しなければならないような状況にどうして遭遇してしまったのでしょうか。原因は、複雑に相互に関連した幾つかの誤算にあったのです。第1の原因は需要の伸びです。この10年間総エネルギー消費量は、急激に伸びています。伸び率は、年平均4.3%です—これは、17年間で総消費量が2倍になる率です。しかも、伸び率はエネルギーの種類によって大きく違っています。精製石油製品の消費量は、急激に伸びており、電力消費量は僅か10年間に2倍になっています。

このほか原因としては化石燃料すなわち石油、石炭、天然ガスの供給状況に関するものもあります。その一つ一つについて検討してみましょう。

石油製品：最初に石油製品について申しますと、過去10年間における大きな事件は、中東において歴大な量の低価格石油が発見され開発されたということです。この石油の多くはバーレル当たり10～20セントで生産され、アメリカでの引き渡し価格がアメリカ内原油の1/2以下です。その結果、当然のことながらアメリカでの探鉱開発が縮小されました。

アメリカにとって最も有望な二つの地域すなわちアラスカ・ノース・スロープと大陸棚の開発は、環境上の反対により遅れています。新しい精製工場及び超大型タンカーを受け入れるのに必要な底の深い港湾施設の建設工事も遅れています。

これまで述べた要因は、石油の供給力に影響を与えるものばかりですが、需要側では自動車利用率の上昇、自動車のアクセサリーの増加、エンジンの効率を下げるような自動車排気ガスの規制により石油に対する需要は増加する一方です。

石炭：石炭は、とにかくアメリカ内に最も豊富に存在する国内エネルギー資源です。しかし、そのエネルギー供給の中に占める率は減少しています。1969年に鉱山保安法が施行されて以来、多くの小さな地下鉱山は閉鎖され、埋め立てをしない露天掘り鉱山も環境に対する影響から縮小される傾向にあります。更に、大気汚染防止法により硫黄分の高い燃料の利用は規制され、東海岸の約400基の発電所は、石炭炊きのボイラーから石油に突如として変更する必要が生じました。そのために石油に対する需要が、また予想以上に伸びることとなりました。

天然ガス：天然ガスの需給関係は、住宅用に価格を低く抑える政府の規制により大きく歪んでいます。この市場機構への介入により他の燃料、とりわけ特に石炭の利用者がこの政策的低価格の利点を利用して天然ガスを使うようになり需要が大きく増加しています。しかし、この低価格は、将来の供給力を確保するために必要

な天然ガス埋蔵量の増加を計る探鉱開発への意欲を喪失させ、ひいては国内エネルギー源の不足を引き起こし、石油に対する需要を増大させています。

原子力発電：原子力発電は急速に発達し、1970年以来アメリカ内で発注された発電所の50%以上は原子力発電を採用しています。

しかし、許認可関係および技術上の問題により原子力発電所が完成するまでの期間が5～6年から8年以上となり、今までに発電を開始しているはずの発電所の中で未だ稼動していないものも少なくありません。例えば、1971年中に運転を開始する筈であった原子力発電所31基の中、予定通り運転を開始したのは僅かに10基だけで、6基が1972年中に完成し、14基が1973～75年の間に運転開始の予定であり、1基はキャンセルされてしまいました。

原子力発電のこのギャップを埋めるために、電力会社はガス・タービンに振り替えています。幸い、ガス・タービンは発注後短期間で完成します。ガス・タービンは1970～72年の間に建設された総発電容量の22%強を占めています。このようにして原子力発電と揚水発電所の遅延によるギャップを埋め、大規模な電力不足の危機を回避するのに成功しています。しかし、エネルギー事情全般に対する影響は、電力会社が計画した通り、新しい発電所に原子力を採用し、ピーク需要を揚水発電所でまかなうというようには行かず、効率の悪いガス・タービンで精製石油を燃やすことになっています。その結果、ここでも精製石油に対する予想外の需要が生じています。

私が今御説明申し上げました相互に関係した諸要因が、一般に「エネルギー不足」と呼ばれているものであり、アメリカではエネルギー不足、とりわけ精製石油に対するエネルギー不足が生じています。

劇的なアラブの石油禁輸政策は、アメリカの石油需要の僅かに1割にしか関係のないことですが、この事件は「不足」を危機に変えてしまいました。

この事件は、近視眼的な政策や計算違いを明らかにし、1960年代の楽観的なエネルギー事情を急激に現在のような状況に変えてしまいました。

私は、これらの要因の総てを指摘する気はありませんが、現在のアメリカのエネルギー危機については決して特定のならず者が悪いのではないと言うことを申し上げておきたいと思います。われわれは、誰か1人の人間の偏見に責任を負わせる誘惑にかられますが、現実にはエネルギー危機は決してアラブの教主によって起こされたものでなければ、環境保護論者、国際石油会社、連邦政府のエネルギー計画担当官、或いは無制限な成長論者によって起こされたものでもありません。

私およびアメリカ人の多くの人が見るところでは、今回のエネルギー危機の主たる原因は、世界のエネルギー事情の複雑に絡みあった諸要因を予測し、それを処理する制度的な機構がなかったことにあります。環境保護論者が、われわれは環境に対する影響を十分に考慮しないで技術的・経済的進歩を追求しすぎる点を指摘したのは正しいことです。しかし、環境面での目的のみを追求して、その他の国家的な要求に対する配慮をしないでいたのでは今までの誤りを正すことにはなりません。

私は、正しい政策を立案するのに必要な巾の広い分析を行なえるよう政府が新しい措置をとるものと期待しています。現在のように原子力政策、石油の輸入制限、天然ガスの規制、大気汚染防止基準、石油探鉱の援助（これらは諸要因の数例にしか過ぎません）を別にして実施していたのでは、再び計算違いや遅延が生じ、今回のようなエネルギー問題を繰り返すに違いありません。

私は、現在のアメリカにおけるエネルギー事情を生み出したエネルギー分野における相互作用を巾広く分析してみました。次に、私はこのような背景を基にアメリカにおける原子力発電について論じてみたいと思いますが、その際特に発電における石油への高い依存度を解消する可能性について重点を置いて論じたいと思います。

最近のアメリカ原子力産業会議の調査によると、経済成長が現在予想されている通りに進んだと仮定した場合の1985年における電力に対する一般的な需要関係は次のような状況です。

- 電力は、1970年には一次エネルギー源としては市場占有率が第2位であるが、1985年には総エネルギーの35%強を占め、第2位と大きな差をつけて最大の市場占有率となる。
- 水力発電は、1950年代に発電用の一次エネルギー源として主要な役割を果たしていたが、1985年には伝統的なエネルギー源の中でもその重要性を殆んど失ってしまう。
- 天然ガスは、供給力に限界があるので、発電と言う点では今迄よりも貢献度が下がるだろう。
- 発電における石炭の利用は、増大するが、経済性及び環境に対する影響から、他の燃料との相対的比率は減少するだろう。
- 電力会社による石油の消費量は大巾に増大するが、その大部分は輸入に頼らざるを得ないだろう。そのため、これらの輸入に関連した政治的および貿易上の問題を解決する必要がある。
- 核燃料は、電力会社が必要とする一次エネルギー需要の約35%を占めるだろう。

原子力発電の受容：

原子力発電所の発注量は、1971年に化石燃料発電所のそれを追い抜き、1972年には約40,000 MWの発注がありアメリカの原子力界にとっては、記録的な年でした。また、アメリカ原子力産業会議の報告によると、1973年の原子力発電所発注量も39基、42,000 MWに達し、1972年の記録を更新したということです。巨大な規模の建設計画をたてている電力会社の事業中、その支出の半分以上は発電施設の拡張に廻されるので原子力産業界の将来は今迄以上に希望にみちたものです。

アメリカで発電用に原子力が採用されている主な原因は、明らかにその経済性にあります。また、経済性と並んで原子力発電は現在のところ人間の知っている大型発電施設の中では、最も環境に対して悪影響を及ぼさないものです。燃料費が安いということが、原子力発電の化石燃料発電所よりも優れている重要な経済要因です。1980年代初めに運転開始ということで発注されているアメリカ内における原子力発電所の建設費は、エスカレーションと建設工事中の金利を入れて500ドル/KWeです。同様の化石燃料発電所の建設費は大体400ドル/KWeです。この建設費の差及び核燃料のコストが大体2.1ミル/KWe安いということに対応する化石燃料発電所の燃料に関する損益分離点は4.0～4.5ミル/KWe、すなわち50～55セント/100万BTUということになります。既に低硫黄石油に対する化石燃料の契約金額が世界的に多くの地域でこの水準を上回っているため、原子力発電は経済的に有利になっています。更に、SO₂等の化石燃料発電所からの排気物に対する環境上の規制が強化される傾向にありますから、利用できる化石燃料資源が限定されてきており、将来その価格は、更に上昇するものと思われます。この点でアメリカで一般に原子力発電は大気汚染の心配はないものとみられています。

最近、原子力発電所のみならず、あらゆる種類の発電所の建設費が増大しています。アメリカでは発電所の建設費が会社により、また地域によって大きく違っています。これらの違いの一部は、建設条件の相異、都市と農村の違い、地方の違い等によるものです。

しかし、これらの違いをも考慮に入れて平均しますと、原子力発電所の建設費は、石炭火力発電所の建設費よりも50～75ドル/KWh程度高くなっており、2～3年前と同程度の差です。この差の大部分は、特に長時間掛かっている許認可の取得と訴訟の時間に支払われる金利によるものであると思われます。この差は将来縮小するものと考えています。また、石炭火力発電所について脱硫装置に対する巨額の投資が必要となった場合にはこの差は、更に縮小されるでしょう。

何れにしても、この50～75ドル/KWhと言うコストの差は僅かに1～1.5ミル/KWhに等しく、原子力発電所の運転費の利点よりも小さいものです。

原子力発電は、アメリカでわれわれが当初予想した程急速には進んでいませんが、進展しています。今年のために42基の原子力発電所が稼動しており、その総発電容量は25,600 MWを超えています。これは、アメリカにおける総発電容量の約5.5%に当たります。この原子力発電所がなく全て化石燃料発電所に頼らなければならない場合には、毎年2億5,000万バレルの石油または5,700万トンの石炭を必要とします。

昨年だけで、13基の原子力炉が運転認可を受けましたが、その発電容量10,600 MWは、現在アメリカにある原子力発電容量の40.5%に当たります。今年は18基の原子炉が運転認可を受ける予定です。

アメリカ原子力産業会議によれば、稼動中の42基の発電所の他に、現在56基が建設工事中であり、101基が発注済みであり、14基が発注内示、またはオプションと言う形になっており、現在アメリカでは合計213基の原子力発電所が発注された状態にあり、その総発電容量は大体205,000 MWに達しています。

最近のアメリカ原子力産業会議の調査によると、原子力発電の貢献度は更に高いものとなる可能性があります。同調査によると「最も可能性の高い予想」で、1985年に3億KW、1990年に5億KWの原子力発電所がそれぞれ稼動することになっています。また、同調査の「楽観的な予想」では1985年に3億6,500万KW、1990年末に7億KWづつそれぞれ稼動することになっています。

このように原子力発電の採用を早めることからくる利益は莫大なものです。原子力発電所を2億KW増やせば1日当たり625万バレルの石油、すなわちその発電所の全寿命にわたっては約500億バレルの石油を節約できることとなります。これは、アラスカをも含めたアメリカ全土における既知の総石油埋蔵量を超える量です。この石油を総て輸入すると仮定すると現在の石油価格で約6,000億ドルの外貨支払いが必要となります。

次に、現在アメリカで原子力発電を進めるために行っている措置について説明いたします。

第一に、規制手続きの迅速化が計られています。最近アメリカ原子力委員会が調査したところによりますと、現在の9-10年というリード・タイムは、次のような内訳となっています。すなわち、敷地及びプラント設計の決定、敷地審査の予備申請、許認可申請の準備に2年、公聴会を含めた建設許可審査に2年、建設工事、運転認可審査、許認可段階での公聴会及び試運転に5-6年ということです。委員会の考えでは標準化されたプラントの場合には、このスケジュールを2年間程縮めることが可能です。また、標準化と認可済の敷地を組み合わせれば更に2年間短縮することが可能となります。

アメリカの原子力発電に関連したあらゆる分野で、この原子力発電所を運転開始させるまでに必要な時間を大巾に短縮するための努力が続けられています。この点に関して日本では敦賀原子力発電所が計画の開始から僅かに47ヶ月で営業運転に持ち込んだと言うことを思い出しますが、これはアメリカの産業界が最終目標とする時間であり、うらやましい限りです。

第二に、原子力発電所の数基同時発注という形でプラントの標準化が進んでいるという点です。標準化されたプラントは、審査手続きを省略することにより許認可の取得に必要な時間を短縮する可能性があります。こうすることにより産業界は品質の向上と信頼性を高めると同時に規模の経済を実現することができます。

第三に、濃縮ウランの供給に関する国の政策が決定されるでしょう。特に、新濃縮工場の建設に関する民間企業の進出を図る必要があります。

第四に、アメリカ原子力委員会(AEC)のプルトニウム・リサイクルに関する政策決定を早くする必要があります。また、高レベル廃棄物処理に関する政策の立案も非常に重要であります。これら二つの政策は、産業界の計画立案と言う観点からも、また原子力計画に対する一般大衆の信頼を得ると言う観点からも重要な意味を持っています。これらの問題は、現在検討が進められており、近い中に解決されるものと信じています。

第五に、アメリカの高速増殖炉計画も遂に進み始めたと言うことです。この計画は昨年技術上および手続上の審査を終えて、驚く程の優秀性を発揮しました。契約上の手続きも全て終わりました。現在のところ、この最初の高速増殖実証炉は、1980年代初めに完成するものとみられています。増殖炉の重要性は、申すまでもなく

ウランの供給力を大きく伸ばすということです。

最後に第六は、原子力発電所の性能の問題です。原子力発電所の性能について意地の悪い批判をするものもいますが、原子力発電所が安い動力を供給しているのは事実であり、その故に各電力会社が原子力発電を採用している訳です。総体的に見て、原子力発電所の稼働率は大型の化石燃料発電所と大体同程度の70%前後を維持するものと思われませんが、稼働する原子力発電所の数が増えるに従って原子力発電所の稼働率は上昇すると思いません。

アメリカにおける原子力発電の先駆者はシカゴのコモンウェルス・エジソン社です。同社は、アメリカにおける原子力発電容量の25%を占めており、その4基の大型原子力発電所（ドレスデン2・3号炉及びクワド・シティーズ1・2号炉でそれぞれ約80万KWの出力）は1973年11月30日までの1年間に平均82.6%の稼働率を達成しました。それに較べて同社の大型石炭火力発電所5基（その中の4基は60万KW以上であり、1基は85万KW）の稼働率は71%でした。

原子力発電所の性能は改良できると思いますし、現実に改良されるでしょう。政府および民間の記録が示しているように、原子力発電所は同程度の大きさの化石燃料発電所と同等またはそれ以上の稼働率で運転しています。新しい技術の導入のために運転を停止したり、発電所の規模を急激に大きくしたりしつつ、この稼働率を達成しているのです。16年間と言う短期間に、原子力技術は今までに産業界としては経験したことのないような厳しい規制を許認可手続き及び運転認可と言う面で受けつつ発達してきました。この厳しい監視の下に商業用原子力発電所は唯一人の一般大衆に対しても怪我をさせるような事故を1件も起こすことなく運転を続けて来ています。

この原子力産業に携わるものとして、自分達の十分な配慮と注意により達成されたこの安全性に関する記録程大きな満足をわれわれに与えてくれるものではありません。

現在の世界におけるエネルギー事情を考えてみますと、原子力発電は歴史上最も恵まれた時期に出現したと思います。それは、動的で、適応力もあり、創造的な事業であり、また真に国際的な事業でもあります。

私達——科学者、教育者、エンジニア、実業家——の全てにとって原子力産業は希望に満ちた産業です。20年前にはこの原子力産業などというものはまだなかったのです。それが現在では真に一般大衆が必要としているものを充しているのです。

石油危機とエネルギー政策

日本エネルギー経済研究所

所長 向坂正男

原産会議の年次大会で、皆様の前で講演する機会をえましてことをたいへん光栄に感ずる次第でございます。

与えられた時間ははなはだ短かいので、それに比べてたいへん大きな問題でありますので、どこまでこのテーマにこたえられるかはなはだ自信がないですけれども、以下、しばらくお耳を拝借して私の報告をいたしたいと思えます。

中東の和平が進展いたしまして、アラブの石油戦略も緩和に向いつつあります。アラブの石油戦略による短期的な石油不足問題は、逐次解消される方向に向っているわけでございます。量的な一時的な不足の問題は、おそらく比較的近い時期に解決される可能性があるという情勢になってまいりました。しかし、中東戦争以降、唐突に、しかも大幅に引き上げられた原油価格が、世界経済に与える影響というものは、非常に大きいものでございます。原油価格は、中東のアラビアンレイトを基準にいたしまして、現在FOB価格でバーレルあたり、大体8ドルから11ドルのレンジに入っております。これは、1年前のFOB価格に比べて約4倍の値上がりでございます。昨年来、国際的な原油のスポット市場では、13ドルとか17ドルというような非常に高い値段も出ましたけれども、最近はそのようなスポット市場の異常な高価格は沈静し始めておりまして、当面、いま申し上げたような、バーレルあたり8ドルないし11ドル。この幅におさまりつつある情勢でございます。

しかしながら、こういった唐突かつ大幅な原油の値上がりは、世界経済の将来に2つの大きな後遺症を残したように考えられます。

1つは、消費国にとっての経済的な負担でございます。もう1つは、産油国が、将来消費国の必要に応じて、十分な石油を増産する可能性が乏しくなった。慢性的石油不足の到来が予想されるにいたった、というこの2つの点でございます。

第1の、消費国に対する原油高騰の経済的な負担は、今後、国際収支の大幅な赤字、それに基づく経済成長率の低下。また、部分的な失業者の発生。そういった問題を引き起こしております。

その反面、この不況のなかでインフレが一そう高進するという事態が、進行しつつあるわけでございます。特に、こういった事態は、開発途上国に大きな影響を与えつつあり、今後数年、あるいはそれ以上にわたって、開発途上国は従来以上に大きな経済的困難に当面せざるをえない、という状況になってまいりました。この原油の高価格によって、消費国は石油消費の節約を余儀なくされるという状況になってまいった次第でございます。

それから、第2の後遺症として考えられることは、石油の慢性的な不足の時代に入りつつあるという点であります。今度の原油の大幅値上げによって、産油国の資源保存政策、石油資源の温存政策は、その経済的な基盤を強固にすることができたわけでございます。アラビアンレイトで現在、大体政府収入バーレルあたり7ドルの産油収入が得られておりますけれども、こういった大幅な増加は、今後産油国が原油増産に対する意欲を、インセンティブを弱める効果をもつものでございます。同時に産油国は、そのナショナリズムの高騰によって、自国の経済社会開発に対する援助の程度と見合いにおいて原油の増産をはかっていく。増産政策の程度を決めていく、という方向へ転換しつつあるわけでございます。

あとで申し述べるような、消費国の対応策が十分とられないとすると、国際的に石油の非常な不足時代に入り、それはまた、原油の一そうの値上りを奨励することになるわけでございます。こういった状況に対処するために工業諸国にとっては、エネルギー消費の節約と代替燃料の開発が重要な課題になってきたわけであります。工業国は、第2次大戦後、重化学工業化し、また生活の耐久消費財化を進めながら、高度の経済成長、生活の向上を

はかってまいりましたけれども、これは石油の豊富かつ低廉な供給にまつところが大きいわけであって、工業諸国は、いわば産油国の石油資源の取奪にあぐらをかいていたきらいがあるわけでございます。そのために工業諸国はエネルギーの効率的な使用と、代替燃料の開発を怠ってきたというようにもいえるわけであります。

今後、国際的な協力によって、この2つの政策の促進をはかる、ということにやっと気がついてきたというのをはかる、ということにやっと気がついてきたというのが現状でありまして、こういった国際協力なしには、石油の不足は激しくなり、その価格高騰は一そう強まるだろうということが、予想されるわけでございます。

アメリカにおいては、最近プロジェクト・インディペンデンスということが、政策の主眼になってまいりました。これはエネルギー消費の節約と代替燃料の開発促進、この両面からアメリカのエネルギーの自給化をはかって、しかもかつ長期的な合理的な原油の価格水準、あるいはエネルギーの統一価格といってもいいかもしれませんが、そういった長期的な合理的な価格水準を求めよう、というその実現を目標にしているわけであります。コンサベーションに関しては、最近のサイモンエネルギー政策庁の長官が、現在石油危機のなかで行なわれた緊急的な消費節減を、長期的に定着させたい、という考え方を示し、またその演説のなかに「レス・イズ・ベター」少ないことがいいことだ、あの豊かな社会において、こういう標語が、政府の責任者の口から出るようになったわけでございます。

また、代替燃料の開発においては、それに必要な研究開発をするために、政府支出と民間の投資期待額を合わせて、実に今後5年間235億ドルの投資を期待している、ということがいわれているわけでございます。

先ほど長期の合理的な原油価格水準ということを申し上げましたがそれは政府当局者の考えによると、アメリカ東部の工業地帯のCIF価格で、原油1バレルあたり7ドルということが目標になっております。これは代替燃料の供給コスト、つまりタールサンド、あるいはオイルシェール、石炭のガス化、あるいは大陸ダナの開発コスト、そういったことを含めまして、大体、代替燃料の供給コストを5ドルないし7ドルという幅においております。したがって、代替燃料供給コストの上限に、原油の価格水準を下げている、ということが目標になっているわけでございます。ただ、当局者の説明によると、バレルあたり7ドルという水準は、リアルタームであって今後工業国、特にアメリカのインフレの進展によって、その価格水準は高まる可能性がある、ということをしているわけでございます。

しかし、現在すでに中東のFOB価格で10ドル前後に上がっている原油を、アメリカはプロジェクト・インディペンデンスの達成によって、原油価格を7ドル、かりに今後5パーセントずつインフレが進展したとしましても1980年ごろ代替燃料が相当量出てくる時期には約10ドルということになりますけれども、現在と大体同じ水準を達成しようという考えのようでございます。1980年の前半には、アメリカは対外的なエネルギー輸入依存率を相当程度引き下げて、サイモン長官の報告によれば1985年には、アメリカは再びエネルギーの輸出国になる、という発言もありますけれども、それが実現可能かどうかは別としまして、このプロジェクト・インディペンデンスの実現によって、石油の国際的な需給を緩和し、原油価格の上昇圧力を弱める。それに対する抑止力をもつ、というような考えをもっているようでございます。このコンサベーションと代替燃料の開発によって、国際的な石油需給関係を緩和して、長期的に実質7ドルというような原油価格水準を実現しよう。これはアメリカの政策の努力目標だけではなくて、ヨーロッパや日本を含めて、こういった方向に国際協力をしていく必要性が強まっているといえると思います。

ひるがえって、日本を見た場合に1970年代の後半において、おそらく、つまり1980年代にコンサベーションの効果と、また代替燃料の開発の実現が相当程度行なわれる、ということ的前提をいたしますと、石油の国際的な不足は70年代の後半において、最もシビアな状態になるということが予想されるわけでございます。

そういう状況に比べますと、わが国におけるエネルギー消費の節約と代替燃料の開発への努力は、いささか立ち遅れているということがいえると思います。

エネルギー消費の節約に関しましても、その到達、実現目標、あるいは節約のための技術的な手段の研究とその効果、また、その技術的な手段の実現のためにどのような政策手段があるか、こういった点のスタディは、まだまだ非常におくれている状態でございます。エネルギーの消費節約には、非常に広範な関連をもっていることはご承知のとおりであって、産業構造を省エネルギー化する。この必要性があるとともに、民生用消費の節約の重要性ということをお忘れのべきではないと思うんです。

民生用のエネルギー消費は、現在日本はそれほど多くありません。しかし、エネルギーのこういった直接的な節約と同時に、ものの消費の節約ということを行なう必要があるわけでございます。エネルギーの年間使用量によれば、エネルギーを最終消費分野でとらえるならば、全体のエネルギー消費の45パーセントは民生用において使われているということがいえるわけでありまして、このことはつまり、エネルギーを家庭生活、あるいは商業用に直接使っている分野だけではなくて、それら民生用に使われている、いろいろなものをつくるためのエネルギー消費ということが含まれているからでありまして、したがって一般に産業構造の、つまりエネルギー消費のなかで占める産業用の消費の割合が、日本では6割であるから、省エネルギー構造に産業を変えていくということが、最も効果的である、ということが一般にいわれますけれども、私はこれだけではなくて、そのことは最終消費の段階でつかまえば、いま申し上げたようにものの消費、それをつくるためのエネルギーの所要量を含めますと、やはり全体として家庭用、民生用においてエネルギーを節約する、ものを節約するという方向が必要であり、それが含まれないと、おそらく国際的なエネルギー危機に対処するための方策というものは、私は対応できないんじゃないかというように考える次第でございます。

この一方において、コンサベーションをもっと明確な目標を立て、その技術的手段と実現のための政策的な方策、その効果といったものを十分勉強しながら、他方においては、代替燃料の開発において一そうの努力を傾ける必要があるわけでございます。といいますのは、原油価格がFOBにおいて4倍になった。このことは、おそらく製品価格において平均3倍近い上昇になるかと思われまます。その意味では、石油において価格革命がおこった、ということがいえるわけでありまして、おそらく、近く政府が石油価格の上昇、値上げを認めるならば、重油価格は比重において、おそらく2万円前後という高価格になるわけでありまして、発電用のように硫黄分の少ない燃料を大量に使う分野では、一そうそのコストアップは大きく、したがって、おそらく今後数年内に新設される発電所の発電コストは、キロワットアワーあたり8円、あるいはそれ以上といったような非常に高いものになってくるわけで、従来の既設の重油火力、1年前の重油時代に比べますと、おそらく発電コストは2倍から3倍の値上がりということになるわけであります。

このことは、発電用市場においても代替燃料を考える、他の形態の発電方式を考えるという条件において非常に大きな変化をもたらしたことでございます。したがって、資源が消費に比べてそれほど大量ではありませんけれども、今後国内の水力開発地点の見直し、また小規模ながら地熱発電の推進、さらに石炭の利用の拡大、といったことをここで見直す必要があるように考えられます。

なお石炭に関しては、石炭を発電用ないしは工業用ボイラーに直接たく場合には、当然脱硫、および脱硝の装置が必要であり、そのコスト増加をみなければならないわけでございます。また、将来は石炭をガス化して、きれいなエネルギーとして都市ガスないし発電用に使うということも考えられる状況になってきたわけでございます。また製鉄業においても、これまでのようにコークス費を下げるという努力から、コークス費はいくらか上がっても、そのガスの利用を考えていく、重油を節約していくというような方向へ、少し変わる可能性があるように思われます。

このほか、太陽熱の家庭用、暖房用などの利用は、現在すでに各いろいろなメーカーも着手されているような技術の改良によって、今後これを普及させていく必要があるわけであります。

しかし、こういった石油にかわるべき他の燃料源を、いろいろコスト条件、代替条件の変化によって見直す必

要がありますけれども、結論的にいえば、日本の資源においてはそれほど大量の開発は期待しえないし、また輸入一般炭の利用の拡大の可能性も、石炭の発電所の立地や、その脱硫及び脱硝装置のことを考えれば、それほど急速にふやすわけにもいかない。また最近の輸入炭の値段の上昇。将来これがどうなるかということも十分考えておかなければならない問題であろうと思います。

いずれにしても、こういった種類の燃料においては、それほど大量の供給を期待しえないとするならば、どうしてもわが国は原子力発電の促進に、量的には最大の重点をかけざるをえないわけでございます。現在、おそらく昭和52、3年以降に運転開始する原子力発電においては、立地点の取得が非常に困難になっておりまして、原子力委員会が策定した計画に対して、開発はおくれる可能性が強いわけでありまして、したがって、今後安全性、あるいは地元に対する説得手段、そういったものを進めながら、この計画に対する実現のおくれを取り戻し、1980年代にはさらに計画を拡大させるというような可能性を考える必要があります、ここ数年がまさにその準備をすべき重要な時期にあるように考えられます。

また、重油火力発電コストの大幅な上昇によって、原子力発電にとっては、安全性にかけるコストというものが、それだけやりやすくなったということもいえると思います。それからさらに、石油資源の長期的な不足、つまり、おそらく今世紀の最後の10年になれば石油が資源的にかなり不足の状態になる、その可能性。さらに21世紀のことを考えれば、すでに政府が取り上げているサンシャイン計画や、あるいは高速増殖炉及び核融合といった新しいエネルギーの研究開発を進めていく必要があるわけでございます。

こういった点は、あとでお話があることなので以上で省略したいと思っております。

わが国は国際的な協力を進めながら、こういったエネルギーのコンサーベーションと代替燃料の開発推進ということ強くやっていく必要があるわけですが、今後の日本の経済成長に、生活の向上に必要なエネルギー消費を考えますと、まだまだ石油への依存、特に中東、アフリカ原油への依存度は大きい状態が続くわけでありまして。これはアメリカは少し別としてもヨーロッパや日本においては、特にそういう事情が強いわけで、したがって中東、アフリカの原油を長期的にいかにその供給ルートを確認するかということが政策としても重要なアイテムであり、各国、ヨーロッパ、特に日本を含めまして現在、産油国からの原油の長期の供給ルートを確認する、その動きが非常に激しい競争状態を現出しつつあるわけでありまして、産油国と工業国との2国間取り引きにおける激しい競争は、何らかの国際的な協調を見出さないと、工業国の間における摩擦を生じ、あるいはそのしわが大きく開発途上国に寄せられるという状況が懸念されるわけでありまして。

OPEC諸国は中東戦争によってナショナリズムが一そう高揚いたしまして、事業参加比率あるいは国有化政策を推進する勢いが強まりつつあります。ご承知のように事業参加についてはイランを除きまして、中東湾岸諸国のアラブ諸国は、大体1982年までに51パーセントの事業参加を実現するという比較的温和な穏健な政策をとっておりましたけれども、中東戦争を契機としまして、まずクウェートにおいては60パーセントの資本参加を即時実現しようという政策に変わりました。これはおそらくアブダビに影響し、さらにはサウジアラビアにも波及する。60パーセントかどうかは別として事業参加比率の上昇ということが波及していく可能性があるわけでございます。このことは産油国が自国の自分の手で直接販売する原油の量が急速に拡大していくことを意味しておりますし、そのことを反面、これまでこういった産油源を支配していたメジャーズが著しく後退し、供給力を低めていくという状況を意味しているわけでございます。

こういった石油の供給構造の変化に対応した消費国の動きは、著しく活発になってまいりました。いわゆる2国間取り引き、バイラテラルなデールというものが急速に開かれつつあり、競争状態が起こりつつあるわけでありまして。特に最近目立った動きは、政府間協定、政府間の長期的な包括的な協定を結ぼうという動きでありまして、イギリスやフランス、ドイツ、イタリア、日本も東洋から加わっておりますけれども、それぞれの国々が産油国と10年、あるいは20年といった長期の政府間の協定を結びまして、それによって産油国の工業開発を

援助し、工業製品を供給し、また兵器を売却する。それと見返りに産油国の石油の増産を結びつけよう。こういった石油増産と工業化援助とのパートナー取り引きが急速に拡大しつつあるわけでございます。このことは、産油国がその持てる石油資源をもとにして、自国の経済社会開発を進めることを工業国が援助するという意味で、南北問題解決、世界経済の円滑な発展、産油国の実勢、近代化を進めるという意味で重要な仕事であることは確かでございますけれども、その意味で工業国として当然やらなければならない仕事であります。それが原油供給ルートの確保に結びついて競争が行なわれる。そこにまた、兵器の売却が含まれているということは、今後の中東情勢の不安定、したがって供給状況の不安定ということをもたらし可能性があることでありますし、また先ほど申し上げたように、工業国間で政治的な摩擦がいろいろ行なわれ、あるいは原油の価格のつり上げが行なわれ、そのことは開発途上国に対して非常に悪い、マイナスの影響を与えていくということが考えられるわけで、したがって2国間取り引きにおいては、何らかの国際協調、あるいはガイドラインの設定というようなことが考えられる必要がありますし、またECでも考えているように2国間取り引きをマルチラテラルなアプローチに変えていくという方向に、工業国間で払う必要がある状況でございます。おそらく将来は、石油資源の不足状態を考えますと、石油の安定的かつ合理的な国際的な配分方式を考え、また安定した価格決定のメカニズムを実現するような、国際機能を果たすような国際管理機構というものを立てる必要があります。これは非常に時間のかかる辛抱強い仕事でありますけれども、産油国と消費国とのねばり強い話し合いによって、こういう方向を求めていく必要があるように思われます。

そういう方向にまいるとしますと、わが国内の石油に関連した産業体制にもいろいろな問題が出てまいりました。一体、現在のような商社系列グループでの間の過当競争の状況を、どうやって秩序づけるか、あるいはパートナー協定、政府間協定などにより確保された原油の配分をいかにしていくか、というような方式の検討、あるいはまた、今後メジャーズ系と石油会社との間に原油コストにおいて、その格差が生ずる可能性があるということから、それを国内的にどう処理したらいいか、民族系石油会社の条件が不利になりますから、その強化をどういうふうにはかっただらいいかというような、いくつかの産業体制の問題も、国際的な状況の変化に応じて進めていく必要があるわけであります。

結局、一口でいうならば、産油国の経済社会開発を援助しながら、しかも国際的に過当競争の非難を受けないように中東原油の確保の道を探っていくということが、これから当面のエネルギー政策の重要な課題であろうと思われれます。

今後、日本の経済運営はここ数年来のシビアな環境問題に加えて、今後エネルギー供給の制約を受けるわけでありまして、まず石油が国際的に妥当な、日本への配分量はどの程度であるのか、ということの研究する必要がありますし、同時に先ほど来申し上げた代替資源の利用の拡大の努力を進める必要があります。

こういったことから、一体エネルギーの長期的な潜在的な供給能力は、どのくらいあるのかというような想定が、いま必要な段階になってきているわけで、先般開かれました総合エネルギー調査会の総合部会において、まずこの問題を取り上げて石油の入手可能量と、代替資源の利用の拡大の可能性について、早急に検討を進めようということが決められたわけでございます。同時に他方においては、エネルギーの効率的な利用、その目標、技術的な手段の設定ということが必要であって、大ざっぱに言って、おそらく従来石油危機以前に考えられたエネルギー消費量に対して、アメリカは現在、1980年でエネルギー消費量にして1日あたり700万バレルの節約を目標にし、これは通常の状態のエネルギー消費量の約14パーセントにあたりますけれども、なかなか意欲的な目標でございますが、日本においても、おそらく10パーセントないし15パーセントのエネルギー節約目標を立て、それに対するいろいろな効果的な手段、その実現のための政策的な手段、そういったものの検討を早急に進める必要があると考えられるわけであります。したがって、エネルギー政策としては、コンサーベーションとエネルギーの潜在的な供給力の長期的な想定、こういったことが当面急がれる課題であるように考えられるわけでございます。

以上で私のご報告を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

代替エネルギー開発の見通し

東京大学工学部

教授 大島 恵

エネルギー需給構造と新エネルギー

今日、中東戦争をきっかけとする石油供給の不足によってもたらされたエネルギー危機に直面して、われわれは、現在の石油を基盤とする産業構造およびエネルギー需給構造が如何に脆弱であるかを端的に見せつけられたといえる。第二次世界大戦後の、主として中東および北アフリカを中心とする豊富低廉な石油の供給は世界各国、特に日本・ヨーロッパの先進工業国に石炭から石油への革命的なエネルギー転換をひき起し、同時に指数関数的な石油消費の増大をもたらした。

石油資源の限界、社会的な制約、および国際的な政治・経済問題からくる緊張など、種々な理由から、このような石油消費と中東からの石油供給の形が将来にわたって永続的に増大し続けることが不可能であることはすでにしばしば指摘されてきたことである。しかし、具体的に石油を代替しうる新エネルギー源の開発という点においては、原子力を除いては殆んど何らの積極的な努力がなされていなかったといっても過言ではない。この理由は、一方においては、石油供給の限界が現実にあられるのは、早くみても資源的には1980年代の後半以降と考えられていたことによるが、他方、経済的にみて原子力以外のエネルギーが殆んど魅力をもたなかったことによる。

今日の石油危機が明らかにしたことは、エネルギー供給の不足が、将来の問題ではなく、目前の問題として起り得るということと、原油価格の上昇によって経済的にも代替エネルギーの開発が現実性をもつということである。

原油価格が3～4倍に上昇したことは、燃料油価格がこれに比例するとすれば、石油による電力の発電原価が2～2.5倍に上昇することを意味し、今までの原子力発電が幾分割高であったとしてもほぼ従来の石油火力と同等の発電原価であったことを考えると、経済的にはもはや原子力が圧倒的に有利ということになる。また、一般的なエネルギー消費においても、海外炭は勿論、国内炭が十分競争できる価格であり、新エネルギーとしてのオイル・シェール、タール・サンドなどからの油が6～8ドル/バレルで十分採算ベースで生産できるといわれていることから、原油以外の油の供給も経済的に可能となる。

しかしながら、これら石油の代替エネルギーが一日にして石油を置き換えるということは非現実的であり、これら代替エネルギーの開発を考えるに当っては短期的なここ約10年間の問題と長期的なそれ以降とを分けて考える必要がある。

短期的な問題

今後約10年の1985年頃までの短期的な期間を考えるならば、量的に石油を代替しうるエネルギー源を求めることは極めて困難である。特に、エネルギー供給の約85%を輸入し、約75%を輸入原油に依存している日本にとっては、大幅な海外炭の輸入の増加を考える以外にはこの石油の10%さえも他のエネルギーで代替することは不可能であり、国際的な需給関係を考えるならばこれも極めて難しい。一方、実際にはこの期間においては、原油の供給は資源的な絶対量においては決して不足状態になるとは考えられずむしろ供給過剰の可能性さえある。ただ、経済的あるいは政治的な理由による生産制限からくる供給の不安定性と価格の上昇が大きな問題となる。従って、この短期的な1985年頃までのエネルギーの主要供給源としての石油の役割は量的には他エネルギーによって大幅に代替されうるとは考えられない。

しかしながら、代替エネルギーの開発はエネルギー価格ならびにエネルギー供給の安定化に対しては重要な役割をもつ。エネルギー資源量の推定は人によって異なるが、少なくとも今日最も豊富なエネルギー源である石油が資源的には決して最大のものではないということは明らかである。石炭の埋蔵量は石油の10倍以上であり、オイル・シェールなども石油を上廻ると考えられる。

更に、今日の石油危機が、中東原油、しかもアラブ諸国の供給する原油によってもたらされたことを考えるならば、アラブ諸国以外の国の原油、特に過去においては経済的に競争できなかった石油資源も、少なくとも石油危機という意味においてはアラブ原油の代替エネルギーとしてエネルギー価格と供給の安定化の役割を果すことになる。

今日の8～10ドル/バレルという原油価格に対しては、原子力・石炭は勿論、石炭の液化・ガス化、オイル・シェール油などは十分に経済的に競争できるといわれている。また、石油の二次、三次回収、新石油・天然ガス源の開発なども大幅に供給を増大する可能性がある。また、家庭および産業におけるエネルギー消費の合理化、いわゆる省エネルギー化によって少なくとも10～20%のエネルギー消費の節減が可能であるといわれる。この数字は、エネルギー消費の合理化が短期的には代替エネルギーの開発と同等あるいはそれ以上の重要性をもつことを意味している。

代替エネルギーの開発ならびにエネルギー消費構造や産業構造の転換は、技術開発や新たな設備投資をとともいう点で5～10年の期間を必要とする。豊富な石油の出現による石炭から石油へのエネルギー源の転換は約10年間を必要とした。しかしながら、代替エネルギーの開発に対する努力と将来におけるエネルギー源の転換の可能性が、実は短期的な需給の安定化と将来の新エネルギー源への円滑な移行に対して重大な影響をもつことに注目しなくてはならない。

長期的な問題

1985年以降の長期的な視点に立つとき、代替エネルギーの開発は量的にも質的にもエネルギー需給における重要な役割を果すことになる。この時期の約2,000年頃にかけて石油資源の限界がくる可能性がでてくる。また、新しい技術の実用化に必要な開発期間を考慮すると、石油の代替エネルギー開発に対する今日の計画が実用的な意味で何らかの役割を果しうるのはこの時期である。

エネルギー資源量および技術的な開発段階を考えるならば、この時期における量的な意味でのエネルギー供給の中心となりうるのは原子力、特に増殖炉である。

増殖炉を中核とする原子力エネルギーのもつ意味は、単なる代替エネルギーということではなく、エネルギー供給において資源的な制約が技術的進歩によって殆んど無制限に克服できるという点で重要である。増殖炉の実用化によって、エネルギー産業は資源集約から完全な技術集約的な形に変貌する。増殖炉における燃料としての天然ウランの価格が全発電コストに占める割合は軽水炉の場合の約1/100で0.1～0.2%にすぎない。従って、増殖炉は軽水炉に比較して天然ウラン資源を約100倍有効に利用しうるということだけでなく、価格的に数10倍、すなわち100～500ドル/ポンドの天然ウラン資源を利用しうることになる。このことは、世界の利用可能資源量を10万倍以上も増加させるといわれ、実質的には核融合炉の実現をまたずして、エネルギーの資源的制約を克服することになる。

このことは、技術力と資本をもつならば、先進諸国は自由にエネルギーを確保することができるということになる。

しかしながら、将来の社会的変化や立地条件などを考えるならば、今後のエネルギー問題は単なる量的な供給のみならずエネルギーの質が重要となることが予想される。環境汚染、立地問題、安定供給などの点から、原子力のみならず将来のエネルギー供給を依存しうるかどうかには多大の疑問がある。大量の安価なエネルギーを必要と

する産業に対しては、原子力はその供給を受けもつことになるが、一方、特にクリーンでかつ安定な供給を求めめる家庭用、民生用エネルギー、また地域的に有利な条件をもつ場所では、太陽エネルギー、地熱、さらに二次エネルギーとしての水素などが代替エネルギーとして用いられる可能性が強い。すなわち、将来はエネルギー供給の多様化と質的な観点からこれらの新エネルギーが、重要性をもつことになる。

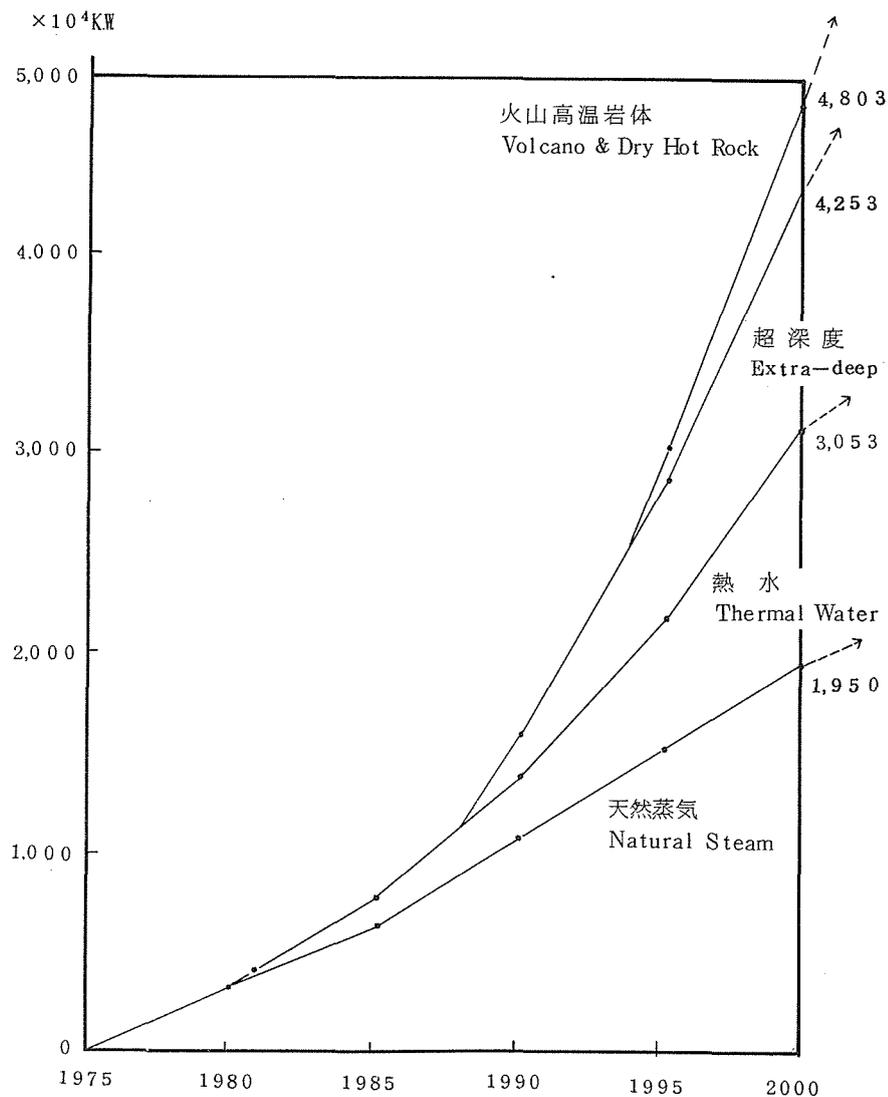
このような意味で、わが国におけるサンシャイン計画、アメリカのプロジェクト・インディペンデンス、など各国が代替エネルギーの技術開発に真剣な努力を開始している。これらの計画は、将来におけるエネルギー供給の選択の幅を広げるといって大きな意義をもつ。

代替エネルギーの開発は、単に量的な将来のエネルギー供給の視点ではなく、将来社会におけるエネルギー消費の形態と密接な関係をもつ。従って、われわれが将来どのような社会を実現し、どのような生活を求めているのか、という点を明らかにする必要がある。代替エネルギーは、この意味で将来社会像の一環としてその位置づけが決まってくるといえよう。

地熱発電開発の予測（モデル試算）

Geothermal Power Generation (Model Calc.)

15% of Electricity
6% of Total Energy



各国のエネルギーおよび石油の海外依存度

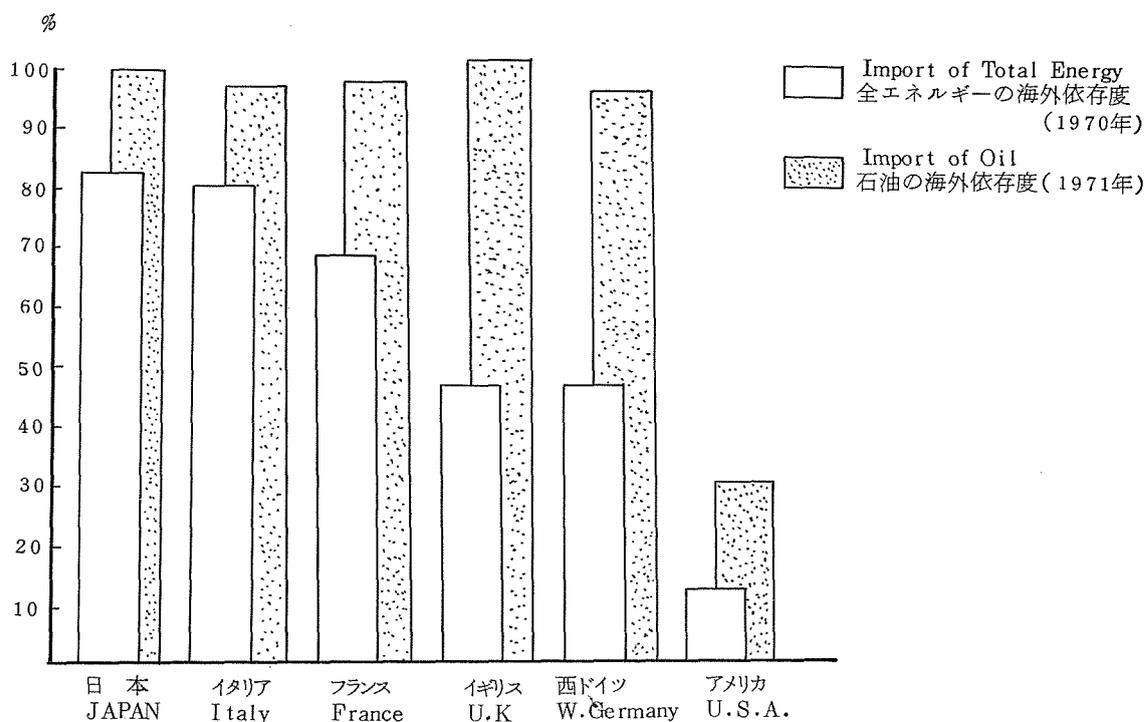


Table 5 Energy Content of the World's Supply of Fossil Fuel
in unit of $Q \equiv 10^{18}$ BTU (24×10^9 Crude oil eq)

	According to V. E. McKelvey and D. C. Duncan (12)		According to M. K. Hubbert (13)	
	Known recoverable	undiscovered and for marginal	eventually recoverable	%
Coal	1 7 3	3 2 0	1 9 2	8 8. 8
Crude oil	1 7 3	2 3	1 1. 1	5. 2
Nat. gas	1 9 5	2 0	1 0. 1	4. 7
Nat. gas liquids	0 2 1	3 2		
Tar-sand oil	0 2 5	6 3	1 7	0. 8
Shale oil	0 8 7	7 7	1 1	0. 5
Total	2 2 5 Q	4 5 0 Q	2 1 6 Q	

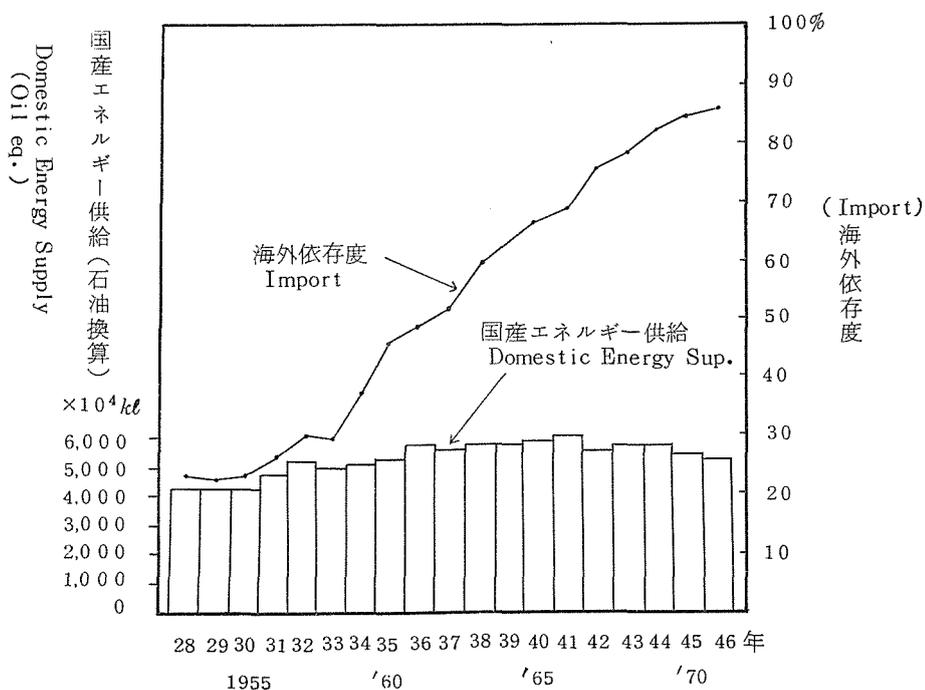
ESTIMATED CONTRIBUTION TO ENERGY INPUTS

(Million Barrels/Day Oil Equivalent)

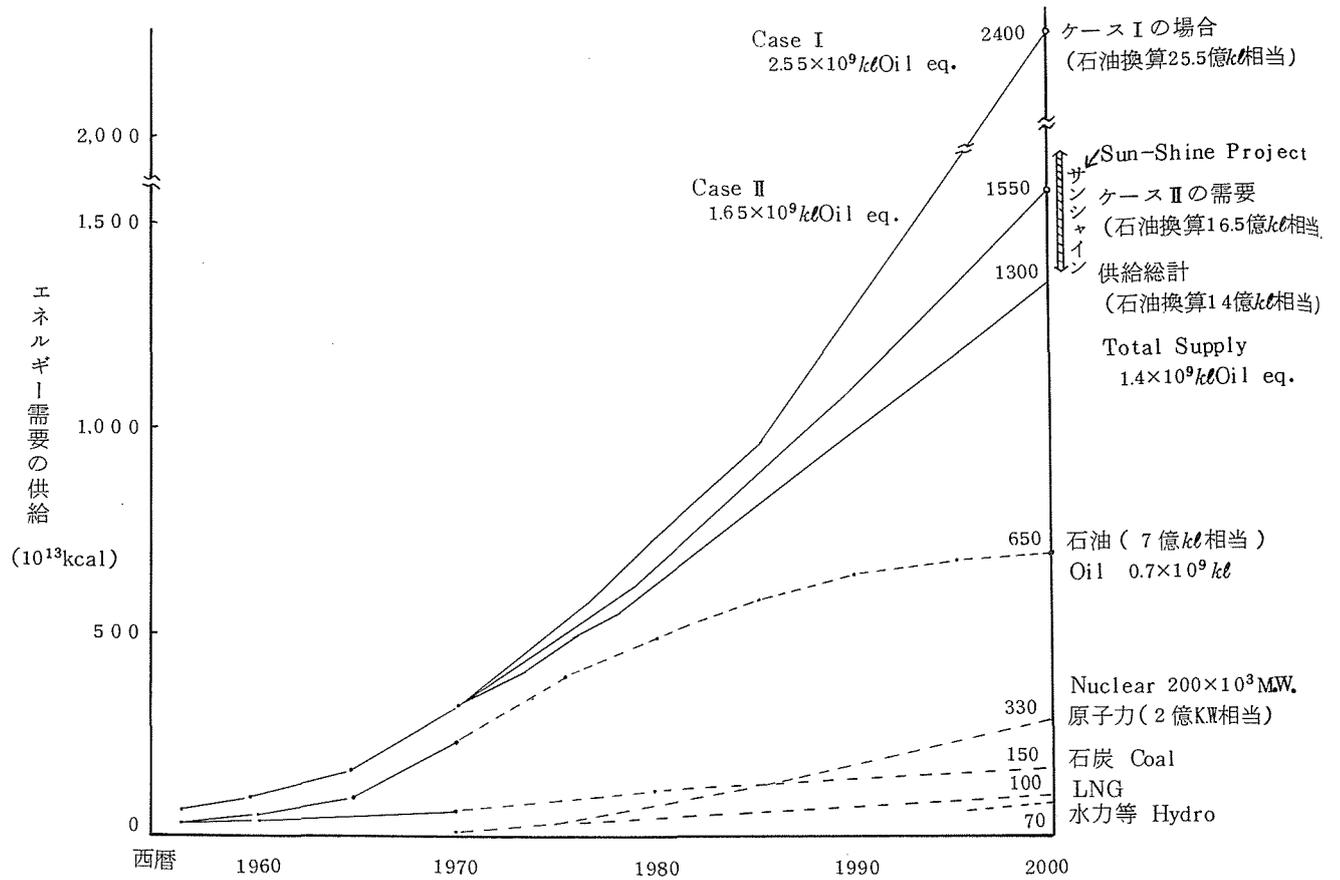
(58.4 × 10⁶ kl/y)

Energy Source	1972 Actual Inputs	Total with Former Program	1 9 8 5	
			Increment from Recommended Program	Total with Recommended Program
			%	%
Total Energy	3 4.1	5 7.0		5 7.0
1. Conservation	—	—	7.0 (44)	(7.0)
Production Requirements	<u>3 4.4</u>	<u>5 7.0</u>		<u>5 0.0</u>
2. Domestic Production of Oil and Gas	2 1.4	2 1.5	5.1 (32)	2 6.6 (53)
3. Domestic Coal Production and Conversion	5.9	1 1.4	2.5 (16)	1 3.9 (28)
4. Nuclear	0.3	7.1	0.6 (4)	7.7 (15)
5. Renewable Resources (Solar, Geothermal Hydroelectric)	1.4	1.0	0.8 (5)	1.8 (4)
Imports	5.1	1 6.0	(1 6.0)	0.0

わが国の国産エネルギー供給の海外依存度の推移



エネルギー需給バランスの検討例



太陽エネルギー・コレクター設置可能場所 1例

	(Area) 面積 (Km ²)	(Sun-Shin) 日照量 (10 ¹² Kcal/year)	(Available Energy) 利用可能エネルギー (10 ¹² Kcal/year)	備考
工場敷地 (Factories)	1,349	1,673	502	
住宅 (Residences)	1,439	1,785	534	
ビル (Buildings)	720	893	268	
鉄道用地 (Railways)	565	701	210	
民有池沼 (Lakes & Ponds)	221	274	82	
計	4,294	5,326	1,596*	

* 1/3 electricity 2/3 thermal
Equivalent to 288 million kl of Crude Oil

Table 7 Uranium Resources

in units of $Q \equiv 10^{18}$ BTU

(Figures are taken from or are consistent with V. E. Mc Kelvey and D. C. Duncan (12), except if otherwise indicated)

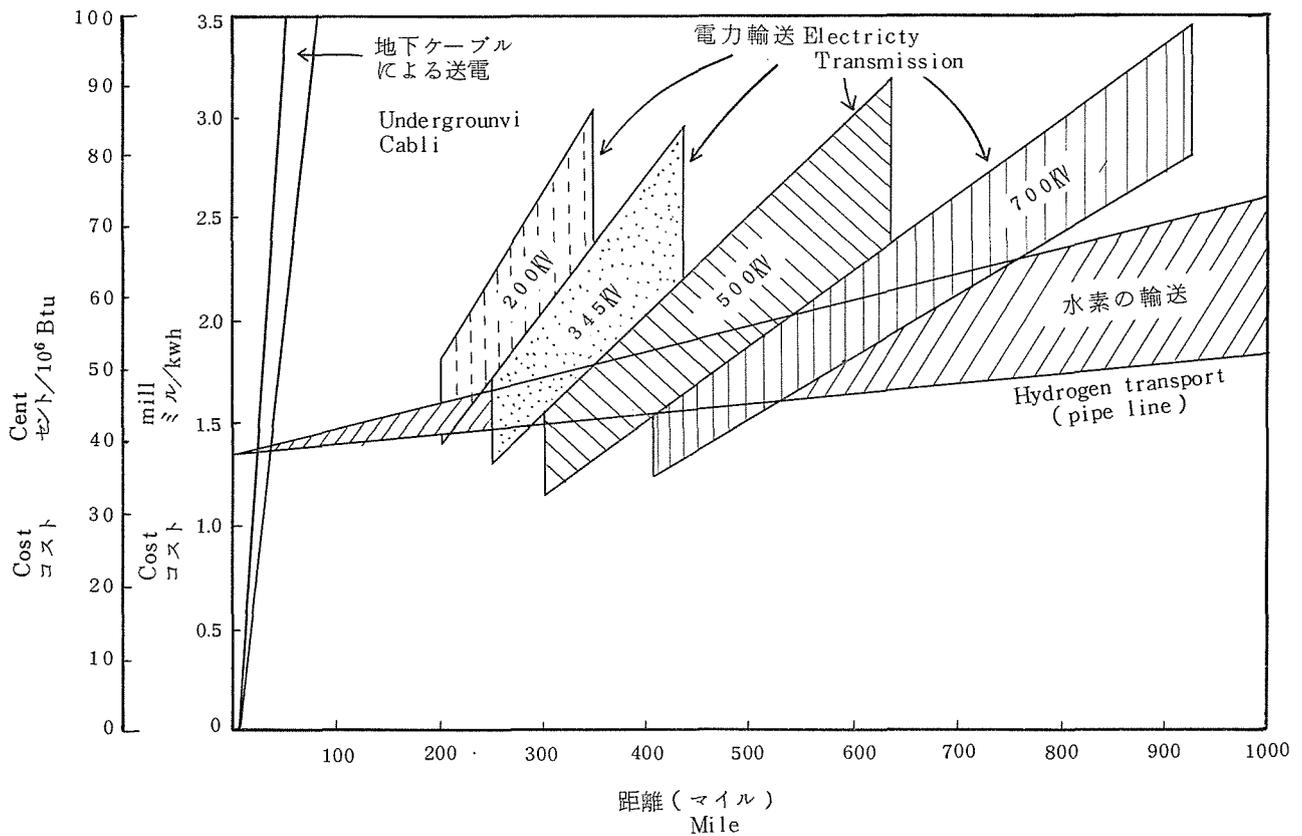
	Known deposits		Unappraised and undiscovered resources		
	Light water reactor	Ereeder reactor	Light water reactor	Breeder reactor	
up to 10 \$/pound of U_3O_8	0.7	7.0	≈ 3.0	≈ 3000	a) US \$ values of the late sixties b) assuming a conversion factor of 1 short ton of $U_3O_8 = 7 \times 10^{11}$ BTU c) assuming a conversion factor of 1 short ton of $U_3O_8 = 7 \times 10^{13}$ BTU (1 short ton = 907 kg) d) making reference to note d) of table 4 in (14)
up to 100 \$/pound of U_3O_8	—	—	$(2-10) \times 10^2$	$(2-10) \times 10^4$	e) not necessarily consistent with (14) f) assuming a technical extraction factor of 3×10^{-2}
up to 500 \$/pound of U_3O_8	—	—	5×10^4	5×10^6	g) it has been estimated that the extraction of uranium from the sea could be done at 25 \$/pound of U_3O_8 (15)
Ocean	1×10^2	1×10^4	3×10^3	3×10^5	

CONTINUOUS SUPPLY (10^{12} WATT)	WORLD		U. S.	
	MAXIMUM	POSSIBLE BY 2000	MAXIMUM	POSSIBLE BY 2000
SOLAR RADIATION	28,000		1,600	
FUEL WOOD	3	1.3	0.1	0.05
FARM WASTE	2	0.6	0.2	0.00
PHOTOSYNTHESIS FUEL	8	0.01	0.5	0.001
HYDROPOWER	3	1	0.3	0.1
WIND POWER	0.1	0.01	0.01	0.001
DIRECT CONVERSION	?	0.01	?	0.001
SPACE HEATING	0.6	0.006	0.01	0.001
NONSOLAR				
TIDAL	1	0.06	0.1	0.06
GEOHERMAL	0.06	0.006	0.01	0.006
TOTAL	+18	3	1.2	0.2
ANNUAL DEMAND YEAR 2000 (10^{12} WATTS)	~15		~5 - 6	

実用プラント設置予測

供給能力および設備能力		開発完予年度	実用プラント設置予測(基) (% of Plants)							
			81	84	86	88	91	95	2000	
ガス化発電 GAS. Power Generation	17万KW	1981 昭和56	1	1	1	1	1	1	1	—
	50万KW			20	20	40	40	50	55	
天然天然ガス SNG	35万 m^3 /日(d)	(1984)(昭和59)		1	10	20	20	20	20	
	100万 m^3 /日	1986			1	20	40	40	45	
プラズマガス化 Plasma Gas	5000KW	1988 昭和63				1	50×5	50×5	50×10	
液化 Liquifaction	1000バレル/日 (bbl/d)	(1986)(昭和61)			1	1	1	—	—	
	1万バレル/日	1991 昭和66					1	1	1	
	5万バレル/日							10	20	

水素と電力のエネルギー輸送コストの比較



U.S. URANIUM RESOURCES

Price range (dollars per pound)	U ₃ O ₈ resources ^a — thousand of short tons			Cumulative energy content 10 ¹⁸ Btu ^b
	Reasonably assured	Estimated additional	Total resources	
5 — 10	190	325	515	23
10 — 15	150	200	350	38
15 — 30	170	440	610	65
30 — 50	5,000	3,000	8,000	415
50 — 100	6,000	9,000	15,000	945
100 — 500	500,000	2,000,000	2,500,000	111,000

^a Data based on exploration during 1955's and 1960's.

^b Assumes 70% energy available from ultimate fission of all uranium in a breeder system,
If only LWR's are available, the available energy is 1% of these values.

Data source:

E. Endlurd and M. Beekman

"The Status of Nuclear Power and Electric Utilities"

Special Report NE-14

Nuclear Engineering Department

University of Michigan, Ann Arbor, Mich

1969

Table 6 Busbar Cost Sensitivity to Ore/Fuel Costs

Fossil fuel	0.5	(at $\approx \frac{50 \text{ cent}}{\text{million BTU}}$)
Light water reactor	0.1	} (at $\approx 10 \text{ \$/pound of U}_3\text{O}_8$)
Breeder reactor	0.001	

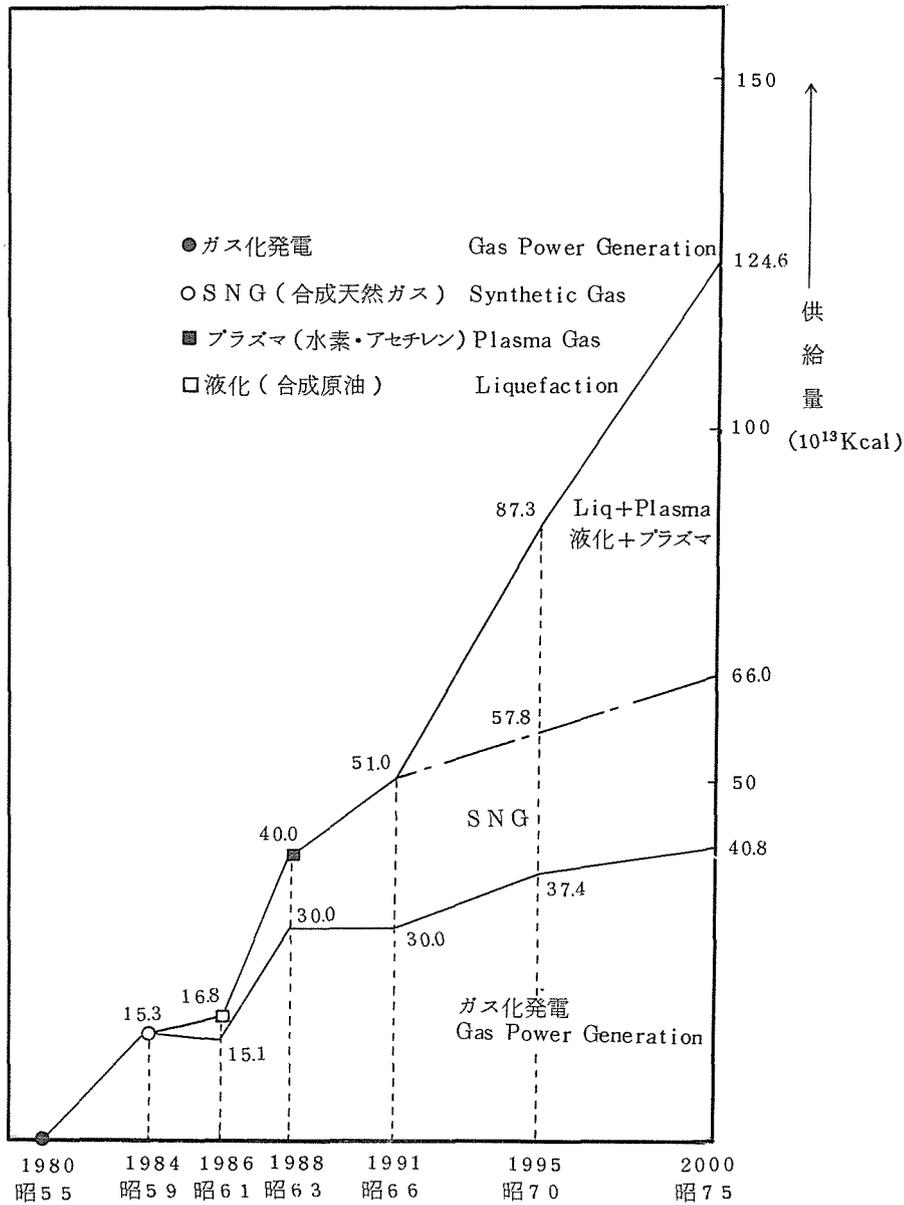
ウラン価格の発電コストに及ぼす影響

*現在の価格は8~10\$

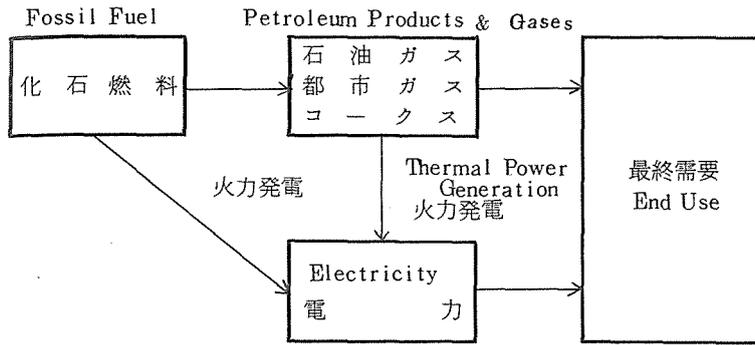
* U ₃ O ₈ の価格 \$/1b	Uの価格 \$/kg	KWH当りに対するコスト ミル/KWH (=0.36円/KWH)			
		5,000MWD/T eff 30% (軽水炉)	10,000MWD/T eff 30% (重水炉)	50,000MWD/T eff 40% (高級熱中性子炉)	900,000MWD/T eff 40% (増殖炉)
5	13	0.36	0.18	0.027	0.0015
10	26	0.72	0.36	0.054	0.003
20	52	(1.44)	0.72	0.108	0.006
50	130		(1.8)	0.27	0.015
100	260			0.54	0.03
500	1,300			(2.7)	0.15

供給量推移図

8% Total Energy

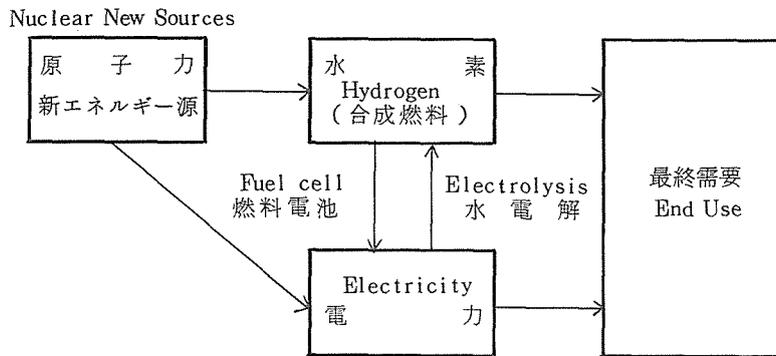


a) 現在のエネルギーシステム



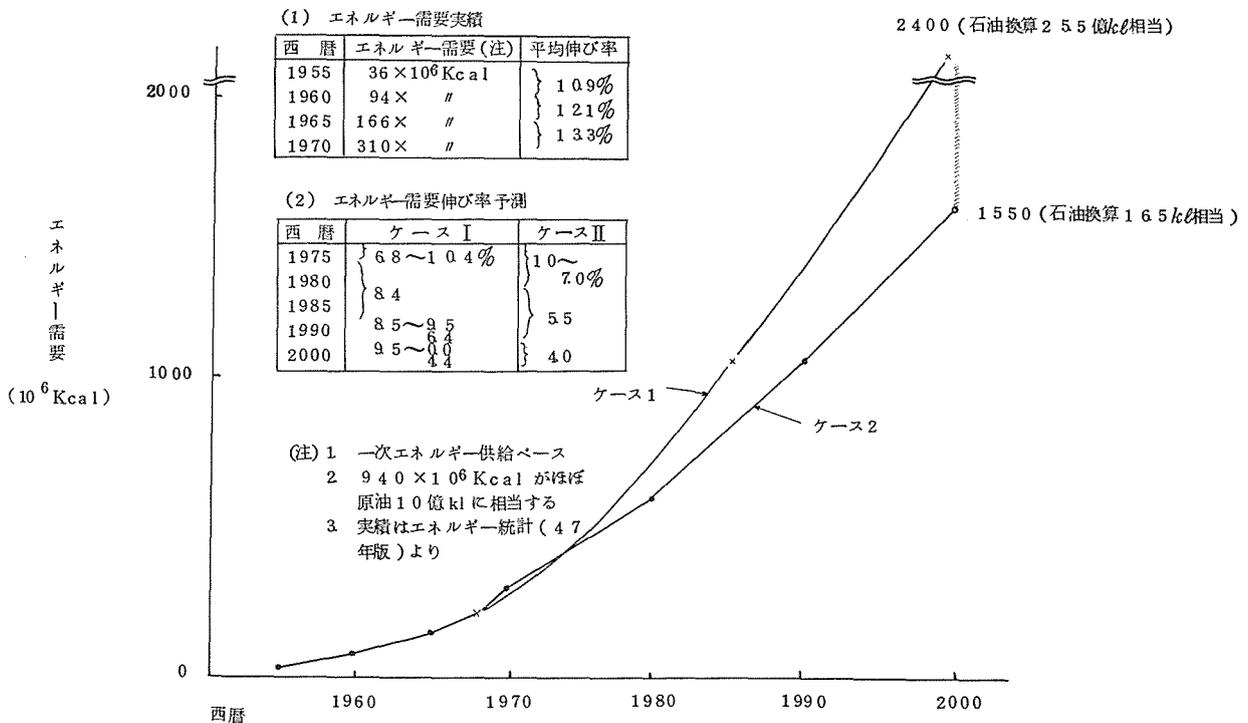
- 最終需要 End Use
- 鉄鋼部門 Iron & Steel
 - その他の工業部門 other Industries
 - 化学工業部門 Chemical
 - エネルギー部門 Energy
 - 運輸部門 Transportation
 - 農林水産部門 Fishery & Agriculture
 - 民生商業部門 Residence & Commercial

b) 将来のエネルギー・システム



現在および将来のエネルギー・システムの比較

わが国エネルギー需要長期間見通して試算



消エネルギー化による節約		2000年まで	20%	
ビル:	熱暖房	40%	平均	
	冷房	30%	既存 3%	
			新設 15%	10ヶ
工業:	一次燃料	30%		
			運輸 10%	

日本の Sun - shine 計画

49年度 約23億円
 2000年まで 約1兆円 ￥400億/y

1) 太陽エネルギー

○ 発電 1980年 1万KW級
 1985 10万KW級
 2000 100~200万KW

100万KW ￥7~16/KWh

火力 2.5~2.7

原子力 2.3~2.9

○ 暖冷房 1985年 実用化

○ 太陽炉 1980年 start

2000年で2.88億kil cal eq. を供給

2) 地熱

天然蒸気、熱水

発電 1980年 試作 5万KW級
 1985~ 1990 超濃度 10万KW級
 1990~2000 1995 火山高温岩体 10~30万KW級
 2000 直接発電

3) 合成天然ガス

1985~1990 SNG 100万m³/d plant

1980~1985 ガス化発電 17万KW

1980~1990 プラズマ 500KW

etc. ￥3.23/KWh Total energy 8%

石炭 ￥3.390/t

4) 水素 energy

原子力長期計画のあり方

日本情報開発協会理事長

原子力委員会委員

稲葉秀三

今日、私に与えられましたテーマは「原子力の今後の長期開発計画のあり方」というものです。従前、総合エネルギー計画の問題とか、また原子力計画の位置づけといったようなことに、私、直接、間接に関係をさせていただいたのですが、いまや新しい情勢のもとにおいて日本のエネルギーの将来、特に、原子力の位置づけをどのようにしていかねばならないかという問題が、非常に大きな問題として、また私たちにとりまして非常に真剣な問題として、登場しているのが現状だと思っております。それにつきまして、原子力の今後の位置づけを考えようとした場合、やはり、すでにいろいろな先生方がこれまでご説明になりましたように、私たちは、その問題を石油や水力発電や石炭やその他のほかの問題と離れて、孤立的に位置づけるということではできないと思うのです。

しかしながら、私たちがここで根本的に考えてみなければならぬことは、いままでの日本の経済の発展のパターン、また、エネルギーのパターンの延長の上に、果たして今後のエネルギーの問題や経済のあり方というもの*を私たちは考えてよいかどうか、こういうことが日本の場合は特に重要だと思っております。と申しますのは、今回の石油危機に先立ちまして、すでに1970年ごろからOPEC構成による石油価格の上昇とか、また、増加をする石油を私たちがいままでほど自由に低廉に入手をするということが難かしいといったような問題は起こっておりました。

さらに、それに先立ちまして、将来のエネルギーを日本で大きくするための色々な産業設備、たとえば、石油の発電所、原子力の発電所、石油精製工場、また石油化学工場とか、さらには石油を大量に貯蔵する施設とか、そういったものに対しまして、環境の問題、あるいは公害の問題を中心にして、日本ではだんだんそれをチェックをするといったような動きが出てきておりました。そして、今回の石油危機の登場は、そういったような問題を非常に時期早く私たちに認識をせしめたものではないかと思っております。ですけれども、一応石油危機は克服をされましたけれども、エネルギー危機というものは克服をされていないのじゃないかといった感じを、私はこういう政府や民間の産業界の施策にご協力をしておりまして、非常に強く感じておる次第です。

従って、今後の日本のエネルギーのあり方、また、原子力の位置づけというものを考える場合にも、これをただ単に一方的に決めて、これだけ必要だからこういうふうになるといったような形の、問題の接近のしかたというものは、あまり有効ではなかろうという感じがする次第です。

もう一つ、私が皆さま方に提示をしたい問題は、従来、エネルギーの試算とか、エネルギー政策というのは、国の経済政策の中では2次的、3次的な配慮しか行なわれていなかったと、思っております。私自身、終戦後ほとんど全部の政府の中期長期の経済計画の立案に参画をして今日に至っている次第ですけれども、どうも終戦当初の第1次経済復興計画の立案、これは有沢先生がご指導になりました石炭・鉄鉱傾斜生産計画というものを中軸にしたものですが、その後におきましては、エネルギーの問題というのはそれほど国の経済発展や国民生活の面におきまして、少なくとも計画面では、それほど大きな制約要素ではなかったのであります。

そして、たとえば経済成長率を日本の場合はどのように想定をするとか、産業の伸び、特に工業生産の伸び、さらに、輸出入というものをどのように想定をしていくのか、このようなことが国の中期・長期の経済のあり方を考える場合において、一番大きな第一次的な要素であった次第です。

ところが、いまやそう云ったようなことに対して、むしろ私たちは、エネルギーがどのようにこれから調達できるのか、また、それをいかに私たちがうまく利用していけるのかということが、今後の私たちの経済発展や国

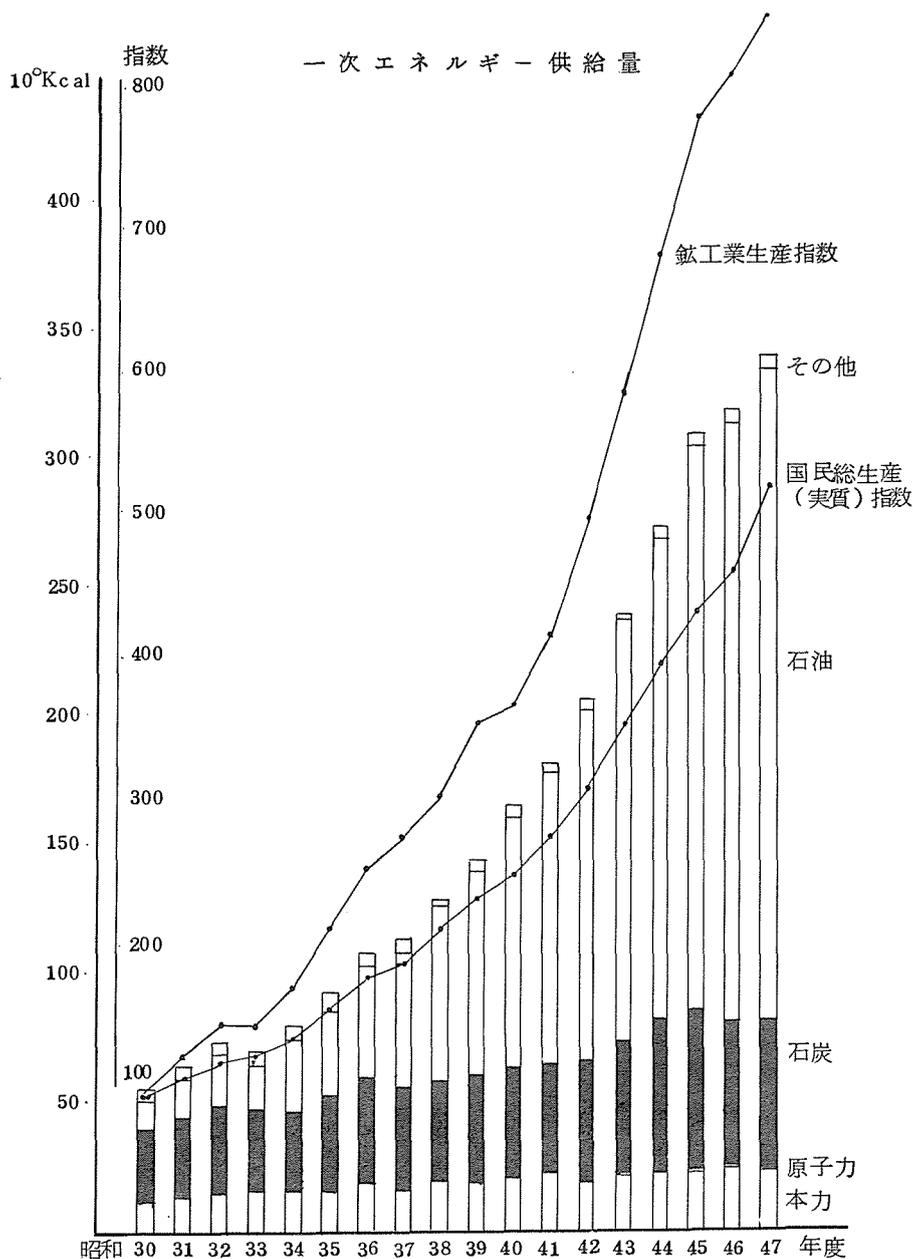
民生活を直接、間接に規定する要素でなければならないと、このように感じるわけでありませう。

そこで私は、そういう見方、考え方にに基づきまして、エネルギーというものの需要供給、また、その各部門のエネルギーにおける状態というものがどのように推移をしていくだろうか。そして、そのような要素の上に、私たちの産業や経済発展や国民生活というものが、どの程度可能であろうかといったようなことを、いままでよりももっと重要なファクターとして考え、また意思決定をしていかねばならないと思う次第です。そして、そういうことにつきまして私は問題の提示をすると同時に、それに対する若干の試算でありますとか、その場合における原子力の位置づけとかいったようなことにつきまして、現在、仕事をいたしております。

第1次的な数字は一応できたのでございますけれども、さらに、もっと専門家の多くの方々にご相談をいたしまして、皆さま方にもお目にかけて恥しくない、そういったような資料をまとめたいた和努力をしている最中です。

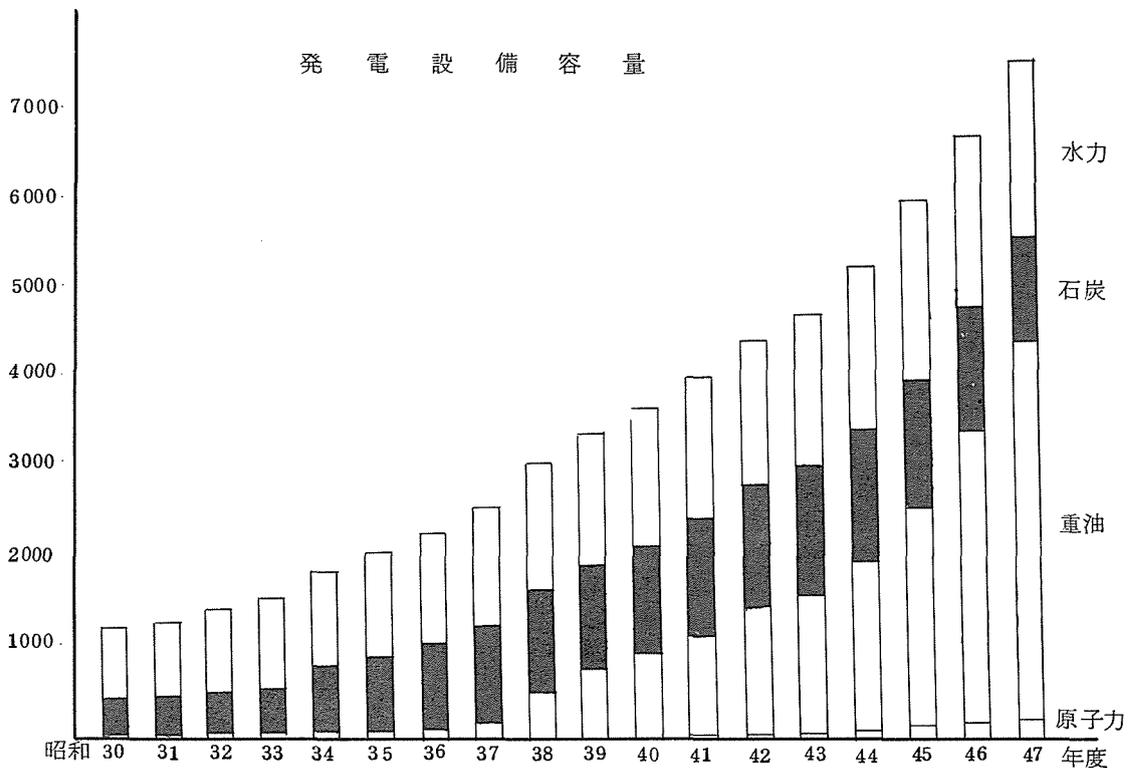
そこで、その経過からきました問題意識と若干の中間的な結論というものを、ひとつこれからの原子力のあり方といたしまして、皆さま方に申し上げてみたいと思う次第です。

まず第1に私が申し上げました、過去のパターンの延長の上に、日本のエネルギー供給や経済発展がずっと推移をしていけるのかどうかという問題を、皆さま方と一緒に認識をしてみるために、次の二つのグラフをごらんにかけてみたいと思う次第です(スライド)。



これは1955年から1972年までの17年間の日本の第1次エネルギーの供給推移です。そして、グラフの中央に、右に向かって数字と点が延びておりますが、これが1955年を100といたしました実質経済活動の移り変わりであります。それから左のほうは鉱工業生産の伸びでございます。

さて、総合エネルギーの供給ということについて申し上げます、この17年間に日本の総エネルギー供給量というのは、恐らく世界一の発展率であったと思うのですが、約7倍弱、増大をしております。但し、経済成長は、実は6倍強であった。つまり日本では、少なくとも過去のパターンに基づく限りにおきましては、経済を10伸ばすためには、11とか12のエネルギーの増加供給が必要であったということになるわけです。



その次に、このグラフに明瞭にあらわれておりますように、主として増加をするエネルギーというものは石油によって供給されている。そして、いまや石油危機に先立ちまして、日本は全エネルギーの75%というものを石油に依存をしている国だということが出ております。

この黒いのが石炭ですが、石炭はそれほど量的には減っていないというふうに出ておりますけれども、これは国内石炭が減りまして、輸入炭が増大をしているということです。輸入石炭の増大は、主として製鉄業の増大によるところの原料炭の輸入増大であります。今年度におきましては、国内炭を2,200万トン、輸入炭は5,000万トンぐらいになっております。その結果として、全エネルギーにおける国産の比率は80%から16~17%にまで下がっているというのが過去のパターンです。ここでちょっと注意をしなければならぬ点は、1970年、つまり昭和45年ごろから、全体のエネルギーの伸び方にちょっと違った傾向があらわれつつあるということです。

もう一つの電源、電力のことをグラフにして申し上げたいと思います。

これは日本の発電設備の同じ年度における移り変わりです。一番上の青いのが水力発電設備です。その次が石炭の火力発電設備です。そして赤いのが石油の発電設備であり、そして緑が原子力と、こういうことになるわけです。

この間における電力の伸びは、エネルギーの伸びよりも若干上廻っております。これは世界的な傾向です。そして、その電力供給をまかなうために、水力中心のパターンが火力に移り、今度は同じ火力の中でも石油火力が非常に大きなウエイトを占めてきております。日本全体の電力の発電設備は必ずしも、そうになっておりませんけれども、3分の2が現在石油によって発電されているのです。そして原子力はまだほんのわずかしか動いていないということになるわけです。

さて、私がこのような数字を皆さま方に提示して、将来の参考にさせていただきたいと申し上げたのは、これは見方が違うのかもしれませんが、これからのエネルギーの供給というのは、むしろ過去の延長の上には成立しないだろうと思うからであります。量的には、どうもいままでのように1年10数%ずつエネルギーが増大し、その上に重化学工業が大きくなっていくというパターンは、長期的には持続していかないだろう。ことに、今回の石油危機というもの、そして石油の高価格や、また増加を必要とする石油を今後それほど自由に入手できなしないとしますと、日本の経済発展のパターンも、産業の姿、国民生活も長期的に相当大きな屈折点に今後も立っていかざるを得ない曲がり角に立っていると感ずる次第です。

しかし、この点は、もっともっと私たちは色々な角度から、もういっぺん真剣に考えてみなければならぬ問題点だと思う次第です。

さて、そのような見方、考え方に立って私たちが将来を展望する場合、私たちはどうしても経済発展、所得の上昇というものを実現していかなければならない。経済が横這いであるということは、恐らくなかなか社会的に耐えがたいことだと考えますとどのようにエネルギーを充実していくのか——それに対する多元的な配慮をしていかなければなりませんし——どのように有効にエネルギーを使っていくかということについても、もっと真剣な活動を展開していかなければならないと思う次第ですが、やはり今後のあり方といたしましては、私たちは総合的にエネルギーの供給力というものを予測して、それに対していかに経済や国民生活を効率的に運用していくのかといったような見方、考え方を出すと同時に、今度は同じエネルギーの中において、どのように原子力を位置づけていくかということ、従来の実績をもとに真剣に配慮していかなければならないと思っております。

ただし、すでに皆さま方ご存じのように、過去において、私も一員であります通商産業省の総合エネルギー調査会におきまして、1970年にエネルギーの長期見通しの改定を行っております。

お手もとの表に、42年の第1次答申と、45年時点での、つまり高度成長のさなかにおける1975年、1985年度エネルギーの総目標量、或いはその内訳とを出しているわけでありまして。

そこでは、一応、日本は昭和50年度において石油換算で4億4000万キロリットル、また、昭和60年、1985年において10億前後の石油換算のエネルギーが必要だという数値を出しておりそれが、過去における日本の需給推算、或いはそれに対する努力の一つのよりどころでした。そして、その場合において、原子力については、昭和60年度に6000万キロワット、昭和55年度、つまり1980年に3200万キロワットをつくっていくというのを、一応、計画数値としてきているわけです。

しかし、この数字をごらんになっても解りますように、現在の時点においては、相当、見直していかなければならぬ点がたくさんございます。たとえば、いまから11年先の1985年度においても、日本は70%のエネルギーをあくまで石油に依存をして、それを輸入に仰がねばならぬというパターンは、これからずっと成立していくと考えるとよいのかどうか。

第2に、国内石炭の生産量を3600万トンとしておりますけれども、これが達成できるのかどうか。

さらに、国内の原油生産量を現在の1100万キロリットルから630万キロリットルというふうに想定をい

たしますが、これは実現するか実現しないかちょっと確定的ではありませんけれども、現在の時点に立てば、それが実現するといった形で、将来のエネルギー基盤を考えるとということはどうかと思います。やはり一番問題になるのは、石油の輸入をこういうふうに日本は想定をされていてよいのか。しかも、石油がバーレル10ドルという高い値段になった時に、果たしてそういうようなパターンを持ち続けてよいのかどうか、といったようなことがやはり問題だと思っております。

まだ作業は完成しておりませんが、私が、現在、所属しております原子力委員会の中だとか、その担当の省である科学技術庁とか、また、いままで関係しておりました経済企画庁とか通産省の方々に呼びかけておりますのは、もう一ぺん真剣に総合エネルギーの推算、あるいは、それから来るところの日本の経済発展の姿というものを、衆知を集めてひとつ考え、コンセンサスをまとめていかねばならないということです。ようやくその作業もそういう方向に進行しつつある次第でございます。

そのようなことを予想いたしまして、私はそういう作業にも役に立つという形において、現在、リコメンドしており、同時に、私自身もその数字の算定をいたしておりますのが、いままでのように1本の数字ではなくて、将来の日本のエネルギー供給力について、3通りの推算をして、その上でいかにあるべきかということに対するコンセンサスをまとめてはどうか。そして、その3通りの中で従来よりも原子力の計画というものを、もっと真剣に再検討してみてもどうかということでございます。

一つの見通しというのは、現状はご存じのように、なかなかエネルギーの充実をすることが難しいのであります。電力も今年度においては、毎年1100～1200万キロワットの発電を新期に認可しなければなりません、やっとなん百何十萬キロワットしかできていない。来年度はもっと減りそうだということになっておりますし、また、原子力については五つの原子力が動いておりますけれども、あとのものはいろいろ建設中ですが、反対とか、裁判とか、そういうことになって遅れております。そのような事情とか、今後、石油の増大というものがあまり期待できないというようなことを想定して、一体、供給力の面から昭和55年と60年において、私たちは、どの程度のエネルギーというものを入手可能と考えて良いのかということでもあります。

これは試算ですからよく解りませんが、一応、私が現在の時点において考えております試算は、その第1の想定の場合においては、現在、建設済み、それから建設中の原子力発電所は1650万キロワットでございます。しかし、55年度までは、少しはこれが充実するだろうといたしまして2200万キロワット。しかし、どうも6000のキロワットを昭和60年に達成するということは、現状から言っても無理に思われます。3500万か4000万キロワットぐらいがせいぜいじゃないでしょうか。

さらに、石油の発電につきましても、いろいろ反対運動が起こっております。そのようなことを考え、またさらに、今後それほど容易に石油が入手はできないが、現状よりは石油はたくさん入ってくるということを想定いたしますと、一応の数値ですけれども、全体のエネルギーの供給量は、遺憾ながら1910億キロリットルと考えておりますところの石油換算に対して、そのケースの場合は、6億キロリットル強ぐらいしかならないように思われます。

次に、それではひとつ今度は、過去のエネルギー・パターンに即応して、その後の諸情勢の変化を考えると、少なくとも10億キロリットルとか、それに近いエネルギーを何とかひとつ内外の情勢変化に即応してこれからつくっていかうと、こういうことを想定しますと、私の現在考えておりますのは、第1次には、原子力発電は55年の3200万キロワットはどうしても達成していかなければならない。60年においては6000万キロワットを多少オーバーして6900万キロワットぐらいはやっていかなければならない。石油もおそらく7億キロリットルは無理だろうけれども、6億キロリットルぐらいの確保をしていかなければならない。そして、そのほかのエネルギーというものを考慮し、石炭も輸入を増大していくとか、いろいろなものを増大いたしましても、実は9億3000から5000万キロリットルぐらいの石油換算のエネルギーしか、どうも入りそうもございません。

しかし、どうも最近の情勢から見ますと、この過去のパターンの延長型でエネルギーをやっていくということは、なかなか実現困難なように思われます。アメリカでも1980年には、もう輸入皆無にするといったようなことで、いろいろな施策を展開しながら、エネルギーの消費というものをわが日本以上に減らしていく、伸びを落としていくといった形の政策がとられようとしている。このようなことを考えると、どうもこういったような方向が果たして合理的かどうかということも問題です。

仮に、そのような基礎の上に弾性値その他を調整いたしまして、それでは日本の経済の成長というのはどの程度可能であろうと申しますと、50年から55年までは4.5ないし4.8%。55年から60までは3%ぐらいにしかありません。これがケース1の場合です。

ケース2の場合におきまして、それを約倍ぐらいにする経済成長が達成されるように思われます。しかし、どうも日本だけがそういった形でやっていけるかどうかということは問題であり、と同時に、私たちはエネルギーをむしろ環境の問題、そういったような問題とも考えて、今後、進めていかねばならないとしますと、現在、私が考えており、ケース3として想定しておりますのは、10億キロワットでなくても、せめて8億キロワットぐらいのエネルギーを、10年後にどうしても日本は充足していくということ、最小限の目標にしてはどうかということですが。

それでは昭和47年度のエネルギーというものが、一体、どのぐらいのものかと申しますと、3億7000万キロワットであります。過去においては、17年間に8倍になったエネルギーでございます。しかし、それができないとした場合において、むしろ向坂さんや大島先生がご指摘になりましたように、経済への姿勢、社会への姿勢をどのように進めつつ、最小限5%ぐらいの経済成長を達成していくには、どのようなことにあらねばならんか。このような試算を私は行なうべきだと思っております。その場合におきまして、最低限必要な目標は、やはり既定の計画である55年度3200万、60年度6000万キロワットということになります。つまりいろいろ私たちがこれからの意志決定をする場合において、判断をしなければならぬ色々な要素をかみ合わせまして、そしてしかる上にこれから意志決定をしていこう、原子力を基礎づけていこうというのが、私が現在、提示している問題点でございます。

さて、最後に指摘したいことは、私は6000万キロワットプラスアルファの発電というものは、どうしてもやろうと思えばできるものだと思っております。しかし、やはりその大きな障害というものは、安全性に対する国民の信頼感ということでございましょう。私は日本の原子力政策が、よその国に比べまして安全性を無視しているというふうには思わないのであります。おそらくよその国以上に日本は、この安全性ということにおいて過去において色々努力をしてきた国だと思っております。安全基準も世界の平均よりもっと上げてやってきた国であります。しかし、だからといって、そのことが必ずしも国民に信頼をされるということではないのであります。問題は、その矛盾と悩みというものをいかに解決していくかということであり、これが今後の原子力計画の一つのあり方だと思っております。

その二つは、私はいままで原子力の中の発電ということについて問題を提示させていただいた次第ですが、しかし、電気というものは全体のエネルギーの30%弱である。ほかの70%のエネルギーというものが使われて、それが産業用に使われたり、国民生活用に使われたり、輸送用に使われたり、色々して私たちの経済や国民生活というものは成り立っている訳であります。そして、それらのエネルギーも、やはり石油に相当大きく依存してきて現在まで賄われてきている訳であります。しからば、そのほかのエネルギー、特に熱の供給を一体どのようにしていくのかということをお考えすると、新しいエネルギー源の開発ということが必要であると同時に、そういう熱の面におきまして、原子力をどのようにこれから日本として真剣に利用し推進をしていくかということも、ひとつみんなで考え実行していかなければなりません。

もう一つ言わせていただきますと、私は大所高所からの判断というものを、わが日本ではなかなか間違えがち

だと思っております。いままで石油や原子力の発電設備に対して反対をされますことは、電気というものは所詮大会社が使っているもので、国民生活用は僅かであり、だから、自分たちはふんだんに電気を使ってよい、電気がないときは大事業用の電気を落とせば幾らでも賄えるんだと、こういったような主張が強かったと思います。しかし、もしもそのような事態が起こったといたしますと、一体、だれが職場で働けるようになるのか、中小企業がやっていく材料はどうなるのか、国民生活はどうなるかといったような問題がございます。

原子力の安全性につきましても、どの程度の科学性があって、それが他のものに対してどういうことであって、それに対してどのような意志決定をしていくのが国民の将来のためか、あるいは社会の将来のためかといったような問題を真剣に配慮すると同時に、こと原子力につきましては、それこそもと国と電力事業その他がより真剣に安全性に対する配慮を強めていくといったようなことが、どうも一番大きな問題点ではなからうかと思っております。私はあまり専門家ではございませんけれども、こういう仕事に参画をさせていただきまして、そのようなことをつくづく感じさせられると同時に、皆さま方もひとつそういうことについて、もっとはっきりしたご検討と意志決定をしていただきたいということをお願い申し上げまして、いずれ別の機会にもっと詳しい試算の根拠を申し上げさせていただきたいと思っております。どうも有難うございました。

エネルギーと地域開発

福井県大飯町

町長 永谷良夫

私どもの町の原子力問題はご承知のように、色々な曲折を経まして漸く納まった。今のところ、その納まり際がどうも明るいようであるというところで皆さん方にちょっとご関心を得ている町ですが、その町長が自分の経験の上に立ってどういう考え方を持っているか。こういうことで、ご参考になればお聞きいただきたいと思えます。

こういう場は初めてでして、見当違いをいたしまして、今日は、政府のかたがたも相当沢山おいでになると思っておりました。だいたい地方自治体というところは、企業の方々と喧嘩するところは、ひとつもないのですけれども、いわゆる政府とは大いにやらねばならない関係にありますので、相当来ておられるだろうと思って意気込んできたところが、さっぱりおられない。しかも、話が一番あとになって、相当少なくなられて、私もちょっとがっかりしております。

まあ、そういう前置きはともかくとして、一応、標題の「エネルギー開発」の、エネルギーという言葉は、原子力開発と考えていただければよいと思えます。また「地域社会」という言葉は、私の町のようにエネルギー基地とならんとするところの地域社会をさすと、ご理解をいただきたいと思えます。その開発の必要性については、今さら私の触れるまでもないところですが、地域社会におけるこういった開発というものについて、あらためて基本的な考え方がされておったかということになると甚だ疑問です。非常に横着な定義ですが、どうも私は、エネルギーの物理的な機能の問題のみが非常に大きく重視されて、人間そのものの構成するエネルギーの開発が、基本的な第一の問題である、という解り切ったことを、忘れておられたのではないかと思うのであります。

物理的なエネルギーの機能と申せば、原子炉の機能の問題ですが、そういったものも、やはり人間の内包するエネルギーの延長に違いはないわけです。物理的なエネルギー機能の総合的な仕組みのように、人間個々、私ども一人一人のエネルギーというものが、社会的な人間エネルギーとまで発展していく、その過程をしっかりと考察されるべきであったと、私は思います。

人間は個々のエネルギーを連帯感によって結集をいたしまして、その地域社会の協力体制を作り上げる訳ですが、この連帯感が如何ようにして育成されるのか、その協力体制がどのような具体的相互関係を持って物理的エネルギーを迎え入れるところへ来るのか、こういうことが私の表題になったエネルギー基地開発と地域社会の問題である、こう思う訳であります。そこで、皆さん方は、どうも都会のかたがたが多いようでございますから、今日の「地域社会」の立場について、ちょっとお話をさせていただきます。

歴史的な考察はさておいて、今日の地域社会は、うっかりしますと、中央に対する地方、都市に対する田舎、こういった形で劣等視される傾向が未だにあるということです。今日の世情の実態を考えますと、今の中央というところは過密に窮している。まあ、この東京そのものがまさにゴミ箱のような状態を呈している、住居性なんというものは全く失われているのではないかと思います。

こういった中央ならびに都市の再出発というものは、やはり地域社会から始まらなければならない時世に入っていると、私は思う。この再出発の場として取り上げられる地域社会とは何かということですが、一言で言って、今日の社会条件に照らしてみれば、非常に未整備な地帯であるということに尽きる。このごろ福祉ということが謳われるようになりましたが、福祉対策の焦点ともなるべき諸々の悲劇的な条件に満ち満ちた後進社会であると、このように認識していただかなければならないと思えます。

そういった地域社会においてエネルギー開発をやるということは、その地域社会における総合的な分析というものが、またその分析の上から具体的にその地域全体を救い上げるのだという、物の考え方が、起きなければな

らないと私は考えます。今日、地域社会の人々はマスコミ・テレビを見ておりましたが、これは、東京で見るテレビと同じです。そして、どんどん生活用品が身の回りに増えてきた。そういったことによって、田舎の人といえども都市的な生活意識というものが、非常に高まっております。

ところが、そういう都市的な生活意識を持てば持つほど、その地域社会、自ずからの「ふるさと」というものに、絶望的な悩みを抱くようになる訳です。解りますか。何も好き好んで田舎の人間が、都会へ出てくるのではないのです。非常に絶望的な悩みというものを持った地帯であるということをよく踏まえておいていただきたいと思います。

私の村をみましても、町という名前になっておりますが、三日ばかり雨が続きますと、床下へ水がチョロチョロと入ってくる、こういうことが普通になっている部落があります。これは、とんでもないことで、大飯町の入り口でございますよ。そこに400人近い人が、住んでおります。お金がないから、対策が一つもやれなかったのです。また、海が荒れますと、お医者さんにも見て貰えないような島がある訳です。耕地として田圃はあるけれども、さっぱりこれまで基盤整備というものを取り上げる力がなかった。そこで今日でも、昔ながらの水田で一毛作しかできない。しかも省力的な方法を目ざしてやる機械化ができない。こういったような農村地帯というものが、大きく広がっているということです。山が、非常に大きいわけですが、林道は一本もない。従って、植林をどんなに農林省が薦めても、植林の能率は上がらない。また、漁業を拡大するにしても、やはり拡大するにはそれなりの近代的な施設が要りますけれども、そういったことを天然の良港であったからといって政治の片隅へ押しやられている、こういう状態です。ここまでお話しすれば、大飯町のみならず、どこでもいろいろ悲劇的な要素をもっておるのだということが、お解りになると思います。

こういった劣悪な社会条件というものは、せっかくマスコミとか生活用品の普及また教育の浸透によって都市的な生活認識をもった住民を、その都市的な住民の認識というものを、否定する訳です。しかも、そこで住民は生物的な即応性というものを、自然から強いられているということです。

生物的な即応性と申しますと、ちょっと表現が突飛かもしれませんが、要はその環境に盲目的に沿って生きるより仕様が無いという気持ちにならざるをえない。文句を言っただけしょうがないという、そういう気持ちを包蔵した社会でありまして、非常に非近代的な姿に追いやられている訳です。

こうした社会的矛盾の中から、私はエネルギー開発というものをしっかりと考えなければいけないと思います。こういったところを、原子力委員会もその根拠的な法律の中には当然押えているように書いてありますけれども、押えられているとは私は思わない。

従って、地域社会がみせる反発は、何もイデオロギーとか政争とか、そういうことからではない。その地域社会そのものが非常に宿命的な悩みに立っている時であり、そういうことをまず踏まえていただかなければ、住民の反発というものは、何処でやろうが必ず起きる必然性を持っていると私は思います。

次は、エネルギー開発と安全性について触れてみたいと思いますが、初めに申しましたように、エネルギー開発にあたって、物理的機能を重視するばかりに、基地となる地域社会の住民に、その機能の安全性のみを説明しますね。原子炉の安全性ということで、放射能のレムの話をしきりとなさる訳です。私の町では、毎月二回ほどやる原子科学の研究会まで作っているような訳ですが、さて、いろいろ科学技術庁の方々もたいへん苦勞をしておられるのだが、私どもも、ナマじりの学問をおそろおそろ使わせていただいて、努力をしているのだけれども、一向にこれが住民に受け入れられないという、一つの問題があります。これはどうしてだろうということですが、どうも安全性の論議と言いますと、原子炉の機能にしぼられた話ばかりいくわけですね。原子力は安全である、その安全さというものを住民が認識し、理解してくれるということが安全性の問題だと、こうとってもらわねいかぬ。安全だ、安全だといくら言ってもだめなんです。安全だということを、住民がその価値評価をして、自分に納得をしてくれるというところへいかないと、本当の安全性の問題にはならないと思います。来る

たびに、いろいろ安全だという話は聞かしていただくのですけれども、それを住民に納得さす方法は、さっぱり聞かしていただけないで困っている。

原子力のリスクというものは、確かに私の認識するところでも非常に低い。しかし、その地域社会というものには、原子炉のリスク以上のリスクが沢山あるところだ、ということを知っていただければ、まず方法はつかめてこようと思います。とにかく原子炉は、地震の場合でも大丈夫なんだと、仮想の事態を考えても、いろいろ設計されているのだというお話も地域でしばしばされますけれども、地域住民は、とにかく原子力がこなくとも雨が三日降ったら水につかるのだ、という危険性を感じている訳です。とにかく、この田圃は面積ばかりあるけれども、これでは飯が食えないのだ、というひとつの危機感をもっているわけです。そういった人々が、皆さん方がこれまで展開されている、ああいったアカデミックな形の安全論議で、納得するわけがないじゃないですか。ここにひとつ問題はあると思います。

とにかく、私がいまやっておりますことは、日本一の117万5000KWの原子炉が2基私の町にできるわけですが、いまのところ日本一になりましょう。これに見合うところの町をつくりたいと、こういう標榜をしているわけです。とにかく、それはいま皆さん方が云われる原子炉の安全性のレベル、そこにまで住民一般の旧来の生活条件というものをレベルアップするのである。そこまでいかなければ、住民はそのエネルギー開発というものに感謝もしないし、理解を寄せるものではないと、私はこう考えます。

話が、だんだん大きくなりまして、そんなことは電力会社では手が及ばないのは当たり前ですが、大いにそこらを政府に考えていただきたいということでもあります。

住民は、安全性を生活で受けとめるということは、言葉としては、よくご存知だと思いますが、結局それはそういうことに尽きることです。単なる原子炉のお話を聞いても、ああそうですか、とは言わないのです。言っても心はそうならないのです。こちらあたり、よく把んでおいて下さいよ。いわゆる局所的な話をされても、その社会的な価値評価の認識に達し得られないということ。だから、いままで行なわれていた安全論議と云うのは、口先のお話、口先の安全性、こういったふうに理解されているのではなからうかと思えます。こちらあたり、もうこれまでのような、科学技術庁のみが安全性に取り組んでいると、こういうことではだめだということになります。

そこで、エネルギー開発に対する行政の取り組み方ということに触れてみたいと思いますが、とにかく、エネルギー基地となるところの地域社会の開発振興から、まず始めなければならぬという考え方をしているということ、私の話でご推察いただいたと思いますが、いまこそ政府の各省は、改めて、従来その地域社会の救済対策として昔から設定された対策——ご存知と思いますが、過疎対策をはじめといたしまして、農業振興対策、僻地の対策と、いろいろございますよ——こういった政策というものを、何故その地域で行なうエネルギー政策というものの前提として、集中的に取り上げないのかということ。です。

私は、原子力の話をしていろいろ政府に一年間ほど理屈をこいて歩いた男でございますが、真剣に考えておられるのは科学技術庁、産業会議の方々。通産省になると、だいぶ熱心度が低いように思いますけれども、もうほかは話にならない。こういうことでは具合が悪いと思います。先ほどから、いろいろ稲葉先生のお話を聞きまして、諸先生のお話は身にしみませんが、そういう重大な立場に立っておるならば、何故、政府というものが各省、自治省をはじめとして、力を合わせてその地域社会の開発に臨まないのだということ。です。

こういうことばかりいっておりますと時間がたちますので、次に地域社会の住民運動について、私の考え方を少し述べておきたいと思えます。

現在の住民運動は、行政に対する住民の反発であると、このように一般に解されておりますが、地域社会の住民運動は、先ほども申したように、これまでの旧来の後進社会の遅れという立場からして、必然的なものであると、私は、真向から考えております。

特に、エネルギー開発というものは、原子力のように非常に高度な科学をもってあらわれますね。ここでお話を聞いておきますと、日本国の命運にかかるエネルギー開発であり、原子炉であると、このように厳しく認識をされる。こういった大きな社会的な意義というものと、非常に高い科学性というものを持って、地域社会にあらわれるわけですね。それだけに非常に後進社会として育った地域の住民は、腹の中では大きな期待を一応もつのです。立派なものが来るそうだと。ところが、その反面には深い劣等感も持つわけです。期待と劣等感、こういったものが、地域社会の住民の心理を分析する上においては見のがすことのできないことです。

期待が大きいから、ちょっとした論議が新聞に流れる。そういったところで、ぐっと大きな失望に変わる。劣等感というものは、非常に激しい。「よそ者出ていけ」という排他性にもすぐ変移をする可能性を持ったものです。そこらあたりをよく考えていただいて、安全性の問題はとにかくその地域全体の、総合的な視野において、こういったところに悲劇的に泣いてきたところだということも踏まえて、その開発の話にも平行して動いていったならば、私は住民運動というものは当然であるけれども、そう妙な激化はしないと、私はここで申し上げて憚りません。

なぜ、そういうことを言うかとお考えになるかもしれませんが、地域社会というものは血縁社会として発展してきたところであって、同じ環境のなかに歴史的に連なったところの地縁社会でもあるわけです。こういったところでは、単なるイデオロギーとか、いわゆる政治の争いというものによって、差別感がそう々々育っていくというものではないということです。いわゆる反対運動というものは、局部的な現象をとらえまして、たとえば美浜ならば美浜にこういう事故がおきた。まあ、よく聞いてみれば1つのトラブルにすぎないことであっても、日本語になると事故になる。こういったものが流れる。こういったところを非常に鋭く、シャープにとらえて勢いを見せる訳です。これはどこでも同じだと思いますが、しかし、その指導者というものは、よく考えてみていくと、実は他所の人が指導をしておられる。その地域社会の実態をよく知らないお方が、実質的なリーダーになっている場合が非常に多いということです。しかもその論理は、専門的なある部分をとらえた域を出ていません。反対運動の論議は、その町を、その村を本当によくするのだという愛情のある論議はない。愛情があるならば、先ほど私が話したように、総合的な視野において、色々その運動の論理は展開されるべきだと思いますけれども……。まあ、そういうところから考えてみますと、この地域社会の住民運動の指導者というものは、どんなにいきまいても、住民はその指導者に長く盲従していくものではありません。いずれはその地域の人々は、具体的な愛情によって、そのことに信頼を寄せるものであると信じていただきたいと思います。

地域社会に対するとところの具体的な愛情と申しますものは、その地域にかかわる地方自治体、私のところであれば大飯町でやるのだから大飯町の町役場、そこがまず愛情の城にならなければ駄目だと思います。ここに地方自治体の開発に臨んでの重大な課題が生まれる訳がありますが、うっかりしますと、地方自治体の機関である私どもが、どうもうるさい住民運動が出た、これは困ったことだ、こういうところには触れんほうがよろしいということで、町長も議会も吏員たちも、それからエスケープして傍観しているのですね。そういったような場合、どうも多いように思われますね。これは愛情のある行政ではないと私は思いますよ。

どんな運動が起きようと、その住民がどういう主張をしようが、その町の住民である。住民運動にも1つの終末がなければならんであるろうが、住民運動独自ではその終末は打てないということは、解りきったことです。あくまでも住民運動というものは行政につながらなければ、この目的を果たすことはできないのであります。そういったところをふまえて考えますれば、そういう住民運動を敵視するようなことがあってはならないのであって、その住民の動きのなかに行政そのものが飛び込んでいく、そして、その住民運動の提唱する不安とは何か、なぜ反撥をするのか、そういったことを、本当に肌に触れて町役場というものが吸い上げて、しかも正しい思索をするための資料を積極的に呈示して、とにかくどんな意見があってもいいから、まず1つの住民は2つに分かれてはならない。手をつないでいけという、初めに申しました連帯感の育成というものに積極的にかけられる場でもあ

ります。住民運動が起きたような時にこそ、人間は連帯感というものの必要を感じるものだと、私は思います。

そういうことなので、ひとつ住民運動を良い加減に考えて煙たいものだと考えておられるようなことでは、初めに申しました連帯感というものは育ってこないし、人間のエネルギーというものは開発することはできないと思います。そのためには、県も国もそう逃げていないで、何も怖いことはないから出てきて、とにかく私どもと一緒に、きめ細かい愛情のある行政のネットを大きく張るべきであると、こう思います。どうも県にしましても、これまで開発する、開発していこうというときの話は、積極的であったのかもしれませんが、さて、こういうエネルギー開発の基地整備ということについては、非常に不熱心ではないかと思います。まあ、他所はそういうことは無いかもしれませんが……。

以上、色々なアングルから、私の意見を自由に述べさせていただきましたが、私たちのこういった考え方が、ようやく政府各機関に反映しまして、いま「発電用施設周辺地域整備法」が国会に提議されております。また「電源対策特別会計」というものが設けられる運びとなっておりますけれども、さて、この国会を通りますかな。本当に、私なんかいろいろ科学技術庁の方々とお話してまいりましたけれども、ここらあたりで、日本の政治家の地域社会に対する愛情の姿勢というものを具体的に見せていただきたいものだと思っております。

しかし、この法律ができ上がりましたならば、運用という問題に大きな問題が出てまいります。やはり、今日の政府の人々とお会いしておりますと、これまでの中央集権的なものの考え方というものが非常に強うございます。どんなことでも政府でぼんと条件をさきに出してしまう。地方自治体の自決的な、自ら決める、自治体の生命である、そういったところを聞き取り、その自治体の特性というものに合わせて生きていける、生かしていけるという、金の生かし方というものをお知りにならない場合が、一般行政においても多いのです。政府から言われて、必要性のないものを作るという例はよくございますが、そういうことにならないように、その地域社会の本当のリスクというものに触れて、安全性をもった原子炉がきた、それと同時に、その町の社会的・経済的なリスクというものが救われたのだと、こういうような形に、この対策が生きて参らないと具合が悪いと思います。また、政治家の社会にも、どうも選挙対策中心の安易な考え方をされる方も多いようでございますけれども、どうもブーブーいのは何かものを欲しいからだろう。お金をちょっと持っていったならば何とか納まるのではないかというような、安易な考え方をします。しかし、私がここまで述べてきましたとおり、そんなものじゃないの。むしろ現在の地域社会の遅れというものは、政治が作ってきたものなんだ、そういった認識の上から、ひとつ積極的にこの地域の実態を、今こそまなじりを開いて見つめ、真剣に住民を救っていただきたい。そのことが、そのままエネルギー開発ということにつながって参ろうと、こう考えるわけです。

日本列島改造論などというものが出まして、非常にお話が賑やかでしたが、どこどこを改造するのだということとは書いてあるけれども、あの論文には順序が組まれてない。やはり今日とすれば、エネルギー開発を最重点に考えて、エネルギー開発をする適地は日本のなかで此処だ、そういったところから将来の開発に備えて、地域整備というものを積極的に取り上げるという形で出ただけならば、まさしく新しい地域社会からの日本の再出発のモデルというものができ上がって参ろうと、こう考えるわけであります。

まあ、非常に大きい話で、短い時間で私どもが話せる課題ではございませんし、また同時通訳ということで原稿をみて話して貰わなければ困るという風にされると、はなはだ調子が悪うございまして、さぞお聞きにくかったと思います。しかし、一貫して申し上げられますことは、私はどんなこともウェットに考えてはだめだと思います。とにかく陽気にやっぴいかなければいけませんね。決して地域社会は、訳わからずで騒いでいるのではないと思います。大飯町の場合はこういったような気持ちで、いま仕事を進めております。

とにかく、原子炉の危険性というところで住民は、1つの生活の危機というものを、人間の生命の尊とさというものを知った。だから、この際これだけに水に漬かるところの浸水防除に取り組もう、そのためには、県営としても実施をしよう、これまで取り上げなかったところの耕地などの基盤整備というものも取り上げて行こう、とい

ったように、具体的にそういう語らいをし、行政のルールに乗せていくということですね。大飯町なんか中学統合もいまだに福井県下でされていなかったところです。そこで、ひとつ皆さん方にぜひご協力を願いたいことは、原子炉の自然放射能のなかにおける非常に低い放射能に対しても、皆がおののいた。それからすれば、子供たちの将来を開く中学統合ということに協力ができないことはあるまい。いまこそ力を合わせて統合をやりましょと、こういったような方向で、いま非常に明るくその地域の整備が進みつつある訳です。

えらい大きな事ばかり申しまして、つい声が大きいものですから、あいつは過激な奴だとみられ勝ちかもしれませんが、そう過激でもございません。どうぞよろしく願いたします。

セッション－２ 動力炉開発の展望

議長 清成迪氏（動力炉・核燃料開発事業団理事長）

講演 「フランスにおける動力炉開発」

講演 「アメリカにおける新型炉開発」

議長 前田七之進（富士電機製造㈱社長）

講演 「核融合開発の展望」

講演 「原子力開発における長期戦略」

フランスにおける動力炉開発

フランス原子力庁計画局長

クロード・ピエール

議長、ならびに皆様方、先ずはじめに、この原産年次大会への招待という名誉を賜りましたことに対して、議長に深く感謝いたします。また、原子力庁（CEA）と原産との、多くの親密なる関係の発展に貢献していただいている橋本清之助氏にも、感謝いたします。

フランスは、日本と異った意味で、現下のエネルギー危機の影響を強く受けております。フランスには、とりたてて言い程の、国産石油はないし、また、石炭の保有量も、年々減少して来ております。従って、最近のいくつかの出来ごとは、原子力の重要性を強調しておりますが、それは原子力によってのみ、フランスのエネルギー供給の保証が十分に行なわれるということでもあります。

ここ数年来に調整された計画では、1971年から1975年までに、8,000 MWe、1975年から1980年までに18,000から20,000 MWe以上の発電設備の着工を計画しております。仮に、財政能力と工業力を度外視するならば、現在の経済状況は、増大する需要を満たすためにも、また経済的に見あわなくなった石油火力発電所の大部分を他のものに置きかえるためにも直ちに20,000 MWeの発電設備の着工を正統化することになりましょう。実際には、フランスの公営電気事業局であるフランス電力庁（EDF）が、現在1974年に6基（全てPWR）、さらに1975年には7基（6基はPWR、1基はBWR）の着工を提案しております。この原子力発電計画のスピードマップは、原子力庁とフランス工業界の原子力技術および産業の工程とそれに付随する諸問題に精通し、解決しようとする長年月にわたる研究・開発作業と努力なしには不可能であったと思われる。そして、またこのスピードアップは、数年前になされた選択の修正によるメリットをも確認しております。

まず最初に燃料サイクル産業に関連したいいくつかの主な事柄について話し、その後研究・開発計画に関連した原子炉についての話しをしようと思えます。

[1] 原産は、原子力庁とフランス工業界の探査、採鉱、再処理等の分野における活動に精通しております。御存知の通り、優勢なウラン購買者市場がほとんどすべての地域において探査活動をスロー・ダウンしたときでさえも、フランスは探査努力を続けてきました。もちろん、この努力は遂行されるべきですし、また、もちろん可能であればいつでも他の消費者と協同して行なわれるでしょう。

使用済燃料の処理に関する限り、フランスの技術は皆様方におなじみのものであります。ラ・アークで開発され、現在ではUNIREP内で採用されております。ここで私は、もしプルトニウムを保持しておきたいと考えるなら、特に稼働中の軽水炉が事実本物のプルトニウム鉱石に当るものをゆっくり形成している現在、再処理は必要かつ重要なものであるということだけ申し添えておきます。

その他、燃料サイクルには主環となる濃縮の問題があります。Eurodifについては、いろいろ話しがあり、原産にもいろいろ接触があったと思えます。その計画は現在進行中であり、御存知の通りサイトは、満場一致で賛同を得、まさに建設が開始されるころであります。とにかく話は全て済んでいるのだから、計画は何らかの形で実体化されるはずであったことは明らかであります。多量の分離作業単位の需要があったし、適時その需要に見あうだけの有効な技術はありました。我々は日本がこの計画に信頼をよせてくれたことを喜んでおり、我々はその信頼が後悔の原因にならないことを確信しております。

天然ウランの価格上昇（本質的に起り得ないことではない）は再び濃縮プラントの最適化を必要とするであろうことを付け加えなければなりません。ウラン供給量の減少が必要となるでありましょうし、その場合、濃縮能

力はすぐに限界に達するであります。従って、現在の計画に関してまたさらに将来の新計画についても検討されなければならないでしょう。

原子力分野の技術の現状は、以上のようなものでありますから、私が今言った研究と開発の分野において、さらに産業全体において実質的な努力がなされなければなりません。真の研究開発計画が、電力生産に結びつくことは十分に当然なことといえましょう。

〔Ⅱ〕ひとつの重要かつ不変の方針は、原子力発電開発へのどんな妨害にも屈しないことであります。それが安全と環境研究計画のねらいであります。環境問題に関する限り原子力庁は、低レベル汚染とマイクロ汚染に関する研究を進めております。しかしながら、主な努力は原子力施設の安全性に向けられております。なぜならば、原子力施設の数が増加しておりますし、また種々の炉型の安全性が予想されていたよりも早く確かめなければならないからです。ここでは技術面よりも管理面について述べようと思います。1973年まで原子力庁は独自の責任のもとに、安全性の研究を実行いたしました。これは原子力庁とそれが弁護していた原因によって両刃の武器となってしまいました。偏った判定だと非難されたために2つの組織が作られました。

—— より高度の原子力安全審議会。(higher nuclear safety council)

—— 原子力施設安全中央局。(nuclear facility safety central office)

工業科学開発省の分枝として、この役所は安全性研究計画を再審議し、この分野の管理責任をとります。

このような新状況のもとに、原子力庁は安全研究を主に、高速炉と軽水炉の分野に方向づけております。多くの有意義な試験がカダラッシュで行われてきたし、今後も行われるであります。

まず高速炉の分野では、原子力庁の目的は重大事故の不可能性を確証することにあります。従って、燃料要素のフェイリュアの特性を研究しております。計画の第1段階では1972年に1本の酸化ビン、1973年に7本の酸化ビンのクラスタを自発的に溶融させることが必要でありました。有用な情報が高速炉の安全性に関し得られました。また、フェニクス設計の安全性が確認されました。計画の第2段階では、燃焼後燃料の試験を行うことが必要でありました。この流量損失模擬計画は出力超過時の燃料ビンのフェイリュアに関する実験によって完了されるであります。1976年よりこの段階の研究が4年間に渡って行なわれる予定であります。

これらの全ての実験は、他の高速炉に関係している諸国から、多大の関心が寄せられるように見えます。

次に軽水炉の分野では、特別計画炉(Phebus)によって、潜在的な最大事故すなわち、1次冷却水喪失時の燃料の挙動の研究が可能となるであります。この実験計画は他の国の計画と共に遂行されるでしょうし、また貴重な情報が得られるであります。もちろん、BWRへの展開をも考慮する予定であります。

〔Ⅲ〕原子力庁の研究・開発の短期目標の主眼が電力庁により注文された原子力発電プラントの建設および運転の成功を保証させることに置かれているのはもちろんであります。この計画の規模については、既に言及しましたが、ほとんど全てWH社のライセンスに基づくものであり、GE社の方は、1975年に出されるライセンスに基づくものであります。沢山の仕事が電力庁、メーカー、ときにはそのライセンス所有者のためになされています。すなわち、機器試験、材料腐食の研究、熱水力学の研究、熱中性子計算方法、機器の開発等であります。

しかしながら、もし原子力庁が原子力発電計画に貢献し、その成功を保証しようとするならば、それに伴う問題を全て把握し、克服しなければなりません。このことは、原子力庁が独自の研究計画を展開した理由であり、従って大半のねらいは核燃料に向けられています。すなわち、計算及び研究方法の開発には、準備段階の仕事を必要としますし、もちろん技術調整や品質保証も必要とします。これは、実験用の燃料集合体を作り、それらを実験炉または、動力炉(たとえば、地上に設置されたプロトタイプ船用炉であるベルギーのBR3炉とか、近くでは、カダラッシュに完成されようとしているNSSS:原子力蒸気供給系統等)で実験することを意味しております。原子力庁は、1972年に設立されたSICRELのメンバーであります。ここでは、PWRの燃料再装荷の委託を、既に約束されており、将来はBWRについても委託を受けることになりましょう。フランスの

産業界は、このようにして、原子力庁の研究成果の恩恵を受けることができるであります。

その他の原子力庁独自の研究は、軽水炉の安全性、信頼性、経済性の向上に向けられております。そこでの改善策にどのような相関関係があるのかを調べるために、1973年にPWRの参照設計が作成されました。最も有望ないくつかの新考案が実現化しようとしています。しかし、現在のところ、それら新考案に関する問題点が全て解決されたわけではありませんので、これが、何時の時点で、また如何にして実用化するかは、別問題であります。

その他の原子力庁独自の研究は、軽水路の安全性、信頼性、経済性の向上に向けられております。そこでの改善策にどのような相関関係があるのかを調べるために、1973年にPWRの参照設計が作成されました。最も有望ないくつかの新考案が実現化しようとしています。しかし、現在のところ、それら新考案に関する問題点が全て解決されたわけではありませんので、これが、何時の時点で、また如何にして実用化するかは、別問題であります。

〔Ⅳ〕 現在進行中の計画を確実に成功させることが急務であります。原子力庁の全般的な目的というものは、最良の技術を最良の条件で産業界に役立たせることを保証することにあります。

〔Ⅳ-1〕 軽水炉を考慮することにより、2つの大きな研究方向を引き出すことができます。

—— 小型または中型の動力炉。これは発電用のみか、または発電・蒸気生産の2重目的用のどちらかに利用されます。少しばかり前に述べた仕事はこの計画にも適用することが出来るのは当然であります。しかし、またこの計画は船用炉の外挿と調整に基づいてもいます。特に新NSSS模型は、種々の炉心概念の実験を行なうために設計されています。

—— 船用炉。単一機関の概念は、提唱されないとします。船と炉の特性は、各々の船型、運航方法、運航会社および業務によって決定されることになりましょう。特別な航海時の設計が工夫されなければならないことも明らかです。

これらは陸上炉を単純に移行することによって決して解決されません。原子力コンテナ船の経済性に関する予備研究がここ数年来行なわれております。VLCC（大量輸送船）の出現が、燃料価格の上昇と合まってタンカーと原子力コンテナ船とを競合させることになりました。いずれにしても、1974年は、フランスにおいて決定の年だと言われております。どんな船でも単に実証するだけのものではなく、十分運転の出来るものになることでしょう。

〔Ⅳ-2〕 原子力庁の主要研究である高速炉計画について述べてみましょう。もちろん、高速炉計画は今後数年間、その規模において軽水炉に太刀打できるものではないでしょう。しかしながら、高速炉開発のために与えられた優先権は次の2つの理由により正統化されるように思われます。まず第1に高速炉は、前に私が述べたように現在蓄積されているプルトニウム——これは核分裂性鉱石、さらには、信頼できる鉱石に相当しますが——に価値を与える最良の方法であります。第2に、高速炉をその方面に大量に投入することは、長期のウラン消費や濃縮需要を制限する唯一の方法であります。

実験炉は7年間全出力で運転されており、250MWeの動力炉が現在、当初の計画時期、予算内に出力試験を完了しつつあります。従って、我々は高速炉の概念が、やっとな他の概念が商業市場に登場し始めた頃の段階に達したと考えております。

高速炉の研究計画の歴史を簡単に思い起こしてみましょう。1967年に運開したナトリウム冷却高速炉ラブソディは、大出力炉（スーパー・フェニックスがその最初のものとなるであろう）への中間段階のフェニックスへと発展しました。ラブソディは初期の熱出力は20MWであったが、1970年には、2倍になりました。フェニックスは熱出力563MW、電気出力250MWであります。スーパー・フェニックスは1,200MWeに達するでしょう。従って、容量は、フェニックスからスーパー・フェニックスに移行した時よりも、ラブソディからフェニックスへ移行したときの方がはるかに大きく飛躍したのであります。このことは明らかに、フェニックス

スが中間実証プラントとしていかに優れているかを示すものであります。

フェニックスの建設は1968年に開始されました。スタート・アップ試験は1972年の下半期に計画通り遂行され、最後の出力運転が現在進行中であります。この炉が実証的な性格を持つことからして、これらのことは決定的であります。ねらいは、各段階で可能なかぎり完全な試験を行いつつ連続運転を保証することにあります。補助系統の運転に続いて、1973年1月に冷却材が1次および2次回路に挿入されました。徹底的なナトリウム冷却試験により、炉設計とナトリウム・ポンプ系統が、燃料操作組織の命令系統とともに、150℃から450℃の温度範囲で満足な状態にあることを確認しました。1973年8月31日に燃料挿入を行い、低出力中性子試験を行ないました。発電設備の予備運転は、蒸気特性をブルーブンな在来EdF250MWeタービン発電機に適合させることにより行なわれました。1973年11月に蒸気発生器が運転され、原子炉による蒸気が発生され始め、1973年12月13日にタービン発電機により送電が開始されました。最初の設計温度までの上昇はタービンにバイ・パスして試みられました。1974年1月下旬以降、安全性と材料の挙動の制御に対する徹底的な試験とともに、段階的な出力上昇が目下継続して行なわれております。1974年3月の初頭までには、諸々の設計特性が得られるものと思えます。

全体的にみて、試験は全て計画に基づいて行なわれました。これらの結果は設計が正しいことを保証しております。フェニックスは、既に多くの分野、たとえば、原子炉の建設、ポンプや2次熱交換器、蒸気発生器の製造、ナトリウム系統の組立などの分野に独得の経験をもたらしました。また、スタート・アップ試験は一体型炉の熱水力学、炉心の詳細、中間の熱交換器および蒸気発生装置の熱出力、過渡状態時のプラントの全般的な挙動、燃料要素の調整と効正、蒸気発生器モニタリング機器等に関する情報を与えました。さらに、実験および試験を積み重ねることにより、フェニックスは燃料照射と、プラントの一般的な運転経験とに多大の貢献をすることでしょう。

実証炉としてのフェニックスの次の段階は原型炉の設計・建設であります。この原型炉は、スーパーフェニックスと名付けられたNSSSであります。1200MWeの容量を持つてすれば、現在建設中の軽水炉に比肩することができます。所有者であり、かつ契約者であるNERSAは3つの組織が集まったものであります。すなわち、フランスの電力庁、イタリアのENELそしてドイツのRWEであります。予備設計は原子力庁によって行なわれました。また子会社のテクニカトム社は、さらにそれを追求し、G.A.A.A.の援助を受けて、種々のNSSSのコンポーネントの協議用書類を作成するよう命じられました。近々行なわれる会議でもってテクニカトム社、G.A.A.A.社、その他のNSSSのコンポーネントに関連する会社が1974年末までに価格を公表できるようにするでしょう。従って、フェニックスをまる1年稼働させた1975年には製造を開始できるでしょう。運転開始は1980年～1981年までに行われるでしょう。NSSSは、250から1200MWeへの外挿を与えるものとして、フェニックスに類似したものとなることでしょう。燃料はラブリディヤフェニックスと同じく、ウラン-プルトニウム混合酸化物になるでしょう。所要の照射試験は、そのときまでにはなされていることと思えます。フェニックスと同様に炉構造は、インテグラル型か「ポット」型になるでしょう。しかしながら、規模の相異による影響が蒸気発生器の設計を変更させることとなります。2つの模型がルナルディエールのEdF45MW回路で試験されております。発電プラントは電力庁が基本負荷発電プラントに通常要求する条件下で運転されるものと予想されます。核蒸気特性は490℃、184バールで、熱効率は40%となっています。

さらに、我々はフェニックスの品質保証に関する利点を完全に把握しようとしているが、1200MWeの発電プラントに対して自信のなかった会社に高速炉技術に接近するための別の機会を提供することが望ましいことだと思っています。テクニカトム社が450MWe計画を作成したのは、以上のような理由によるのです。

450MWe計画は、フェニックスの製造と運転、スーパーフェニックスの予備設計等の経験が結実したものであります。規模の変化は、スーパーフェニックス用の新燃料アセンブリー・システムと新蒸気発生器の開

発を必要とします。すなわち、2次回路ポンプや熱交換器は、フェニックスのそれらの設計と類似していますが、大きさが変更されているために、全体的に試験されなければなりません。従って、フェニックスの場合と全く同様の、または少し外挿された材料を使って、どのようにしたら、スケール・アップによるメリットを最大に利用できるかを決定することが最も望ましいことであると考えられました。フェニックスの建設から運転開始までの期間に実証された設計と加工技術を適用することは、技術的な問題によるリスクや運開までの遅延を相当短縮す相当節約できるであります。

フェニックスの燃料集合体と蒸気発生器モジュールは、変更されませんでした。定格出力を高めるにはそれらの数を増大させてやることにより簡単に行なわれます。スーパーフェニックスの設計をより利用して、4つの2次ループ設計が提案されました。これはポンプと熱交換器のスケール・アップを制限します。従って12基の蒸気発生モジュールに備え付けられた3つの2次ループをもつフェニックスの概念は、18基の蒸気発生モジュールに備え付けられた4ループ・システムにおきかえられています。従ってポンプと熱交換器のスケール・アップ係数は、1.5であります。燃料取扱装置は、フェニックスのものと同じものです。このようにして得られる経験により、燃料サイクルはさらに改善されることでしょう。プラントは、基本負荷状態で運転される予定です。

そのような施設の利点は明白であります。それはフェニックスよりも安い実証プラントとなるでありますし、またコストやタイム・スケジュールは、正確に知ることができるとしてしょう。

〔Ⅳ-3〕 その他には、次の検討結果に基づき高温炉計画があります。

この原子炉概念は、主として安全性関係と環境面でいくつかの利点をもっております。その利点は、もしそれが先ずアメリカ合衆国で確認されるならば、ヨーロッパ市場での成功を保証するのに充分魅力的であります。

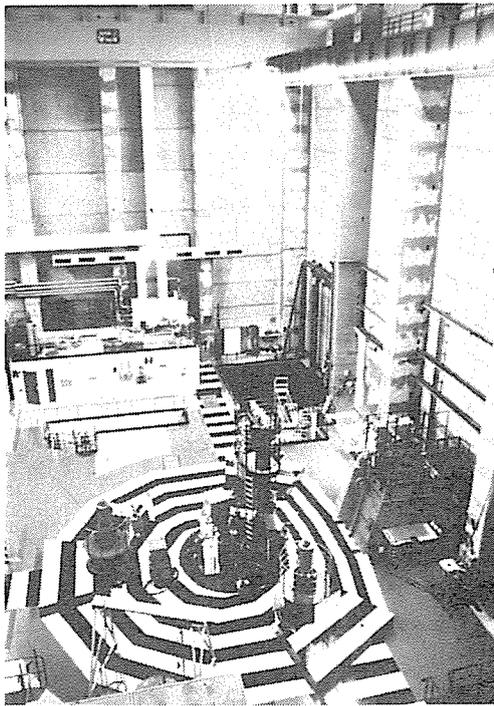
その高温出口温度に対する中期開発予測では特にガスタービンや種々の工業熱利用に有望視されております。これらの中では、長期的観点から水素生成が考えられたいしょう。

ガス冷却炉分野におけるフランスのノウ・ハウは、フランスの企業がすばやく現在の技術状況を修得し、それをさらに改善しようということを保証しております。

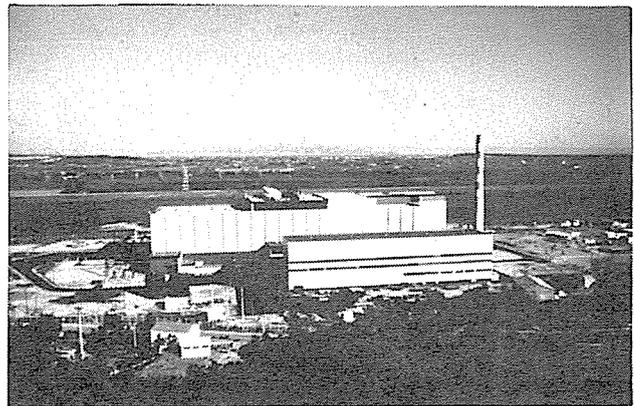
最後になりましたが、企業がこれらの技術を修得するための費用は支払われねばなりません。

従って、1972年に一連の契約がガルフ・ジェネラル・アトミック（GGA）社、原子力庁、企業グループ（GHTR）との間で調印されました。これらの契約によって、GGAはそのライセンスを原子力庁に与え、原子力庁はそのライセンスをGHTRに与えています。原子力庁とGGAは、共同で決定した調査・試験をまかされています。もし、仮に1975年までに我々が電力庁の参加率が少なくとも30%で実用規模の炉の建設を委託されないならば、これらの契約は、その時点で再審査されることになります。実際は、テクニカトムの援助のもとにGHTRにより入札の準備が進められております。1974年末までには準備できるであります。

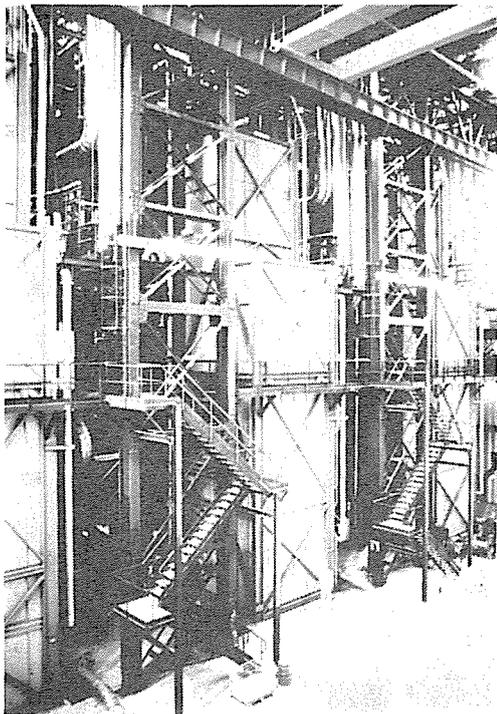
私は、これでフランスでの主な研究開発についての概要報告を終ります。若干、私の主題からずれたかもしれませんが、しかし、もしも、濃縮ウラン源がないとしたら、何が軽水炉の発展に役立つでありますでしょうか。また、もしプルトニウムの抽出施設がないならば何が高速炉に役立つでありますでしょうか。またウランの供給が充分に保証されないか、または不明瞭な品質及び安全性の保証が疑念を産み、突然、発電計画の改訂を行なわねばならないとしたならば、一体、何が原子力に役立つのでありますでしょうか。私は、ただフランスの開発計画が首尾一貫したものであり、いくつかの成功をもたらしたということをお知らせするように試みました。最後に、私は日本の権威者とともにこれ程沢山のテーマについて討論できたことを非常に嬉しく思っております。この機会が、より多くの成果を生むことを期待いたします。



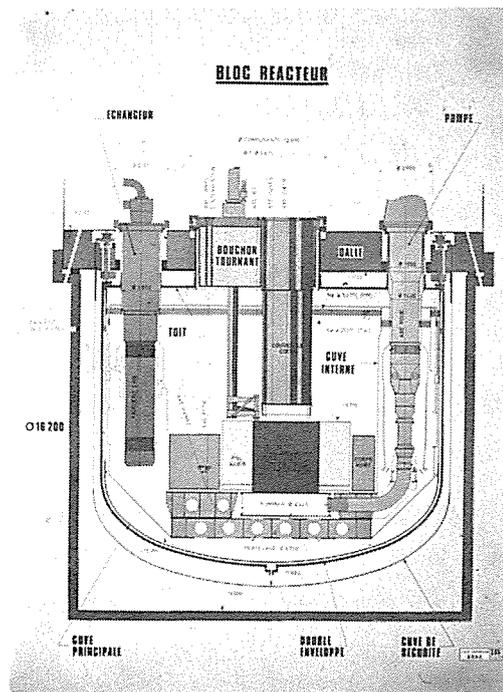
写真(1)：フェニックス：原子炉建屋内部
1次ポンプの駆動モーター（3台）がみえる。



写真(2)：フェニックス：全景



写真(3)：フェニックスの蒸気発生器（3基）建屋
（1基の蒸気発生器＝12基のモジュール）



写真(4)：フェニックスー450（フェニックスの改良型）
の断面図

アメリカにおける新型炉の開発

米国原子力委員会

原子炉研究開発局

次長 E. E. キントナー

1. はじめに

全世界的なエネルギー不足に直面して、豊富な新エネルギー源の開発は国家利益を超越しているように思える。クリーグズマン原子力委員は昨日この会議において、政府と産業界がさらに協力を推進することの必要性を指摘しました。

新エネルギー源の開発に必要とされる資源は必然的に限定されている。それ故、慎重なる計画、効率良い運営、そして相互協力の拡大を通して、この我々の直面する危機から脱けだして、我々の目的を遂行するために人的および物的資源を最適利用するよう各国が努力せねばならない。新型炉の開発システムにおいては、こうした資源の活用が申すまでもなく必要なことは明らかである。

2. アメリカの原子力問題

アメリカの原子力開発方針は、商業用軽水炉の開発によってかなり影響され、また多少なりとも左右されてきた。

海軍の原子力推進プラントに対する大規模な委託研究から得られた初期の先駆的研究と経験により、軽水炉(LWR)は、アメリカの電力業界で商業ベースにのったものとして受け入れられる先鞭になった。

早くも1962年には、軽水炉のコスト見積りは化石燃料による発電所と比較して特に他の燃料の環境問題および規模による経済性を考慮すると、有利なものであるとわかった。これらのコスト見積りは、世界全体の化石燃料資源が有限であることが早くから認識されていた事もあって、商業用原子力発電所として実用化が進んだ。我国の二大重電機メーカー(ゼネラル・エレクトリックおよびウェスチングハウス)が、ターンキイ方式によるプラントを提示した(すなわち、この比較の新しい概念を受け入れるに伴い、物質的、経済的危険を引き受けってしまうことによって)、軽水炉プラントは電力業界に急速に受け入れられるようになった。

1965年から1974年までにアメリカの電力業界の原子力プラントの発注は、200基にもなった。総出力は188,000MWeになり、総資本費は約700億ドルにもなっている。1973年だけでも、化石燃料プラントの総計出力が30,000MWeであるのに対して、43,000MWeの原子力発電所が受注された。

原子力発電時代に入って20~30年のうちに、この驚くべき急成長によって、アメリカでのウラン-プルトニウム燃料サイクルを用いる軽水冷却型炉の独占が確立された。これに伴ない、大規模なウラン探鉱とウラン濃縮サービスへの需要増大がおこってきた。ウラン、プルトニウム酸化物の原子炉燃料製造、加工ができる燃料製造工場や再処理工場の開発および投資が必要とされるようになった。また、めざましい原子炉産業と運転歴史とが確立されるにいたったのである。

3. 新型炉開発の確立と動向

軽水炉の経済的有利性を継続するにはエネルギー生産に伴う副産物として発生するプルトニウムを使うことにある。埋蔵ウラン量に限界があることや、また発生したプルトニウムの未使用量の増加に伴い、軽水炉で発生するプルトニウムを使用する増殖炉の開発をできるだけ早期に実施せねばならない。しかしながら、発展をとげた軽水炉産業の存在自体が、新型炉導入への要求に微妙な影を与えている。長期間残存ウラン供給を有効に利用することに加えて、新型炉は短期間のうちに、電気事業において確立されている軽水炉システムと経済的に競争できなければならない。

多数の海軍およびその他の軍用プラントの建設を通じてきずきあげられた産業基盤があったにもかかわらず、軽水炉システムの導入は、建設期間の遅れ、建設費上昇、いくつかの公衆グループの反対および稼働率の低減化といった大きな問題をかかえていたのである。これらの多くの問題は、基礎的技術とは無関係のものであったが、技術上の詳細と品質保証から生じた問題であった。製鉄、石油精製、化石燃料発電所以上に原子力発電所は、技術、建設、運転のあらゆる範囲にわたって、より多くの配慮と注意とが必要であるという認識が、原子力関連団体に欠けており、この認識不足によって、多くの場合これらの問題がでてきたのであった。新しい原子炉設備製造に必要な厳密な設計と品質保証に対する注意が不十分であった場合には、通常運転段階でプラントの安全性にかかわりなく修正されるが、しかしこれは建設の遅れとコスト上昇を招くことになる。

我々の新型炉計画では、これらの問題をまた繰り返すことはゆるぎされない。このような弱点があれば、今世紀末頃において充分なる電力供給をはたせる炉の中でも真にその代表となるような力を実証することができないことになる。

研究所の技術から大規模な工業化へと移行させる際に、軽水炉の場合に存在した有利な主要因二つが新型炉にはないものと思われる。第一は、軽水炉の場合100基以上もの海軍むけ原子力プラント建造に関して産業開発に対する大きな援助が与えられたが、これに匹敵するような援助はなされないこと。第二に、軽水炉の場合、メーカーがターンキー方式の契約を用意して経済的要因を保証し、リスクをひきうけたが、新型炉にはこれをやるようには思われないことである。

同じく重要なことであるが、軽水炉メーカーは炉の出力増大による経済性の向上を考慮して、大規模なプラント、約1,000MWe またはそれ以上の出力のプラントを建設するようになってきたことである。電気事業者がスポンサーとなっている新型炉の実証炉は、小型炉、中型炉そして大型炉へという発展段階を経て導入されるのはたぶん不可能であろう。300~500MWeの実証炉1基が、それ自体かなりの資財を投入しなければならないのであるが、たぶん、我々が提供しうるすべてのものである。このように、一つのプラントが成功するか、失敗するかによって、産業界の受入れ、全体計画の成功に重大な影響を与えるものとなる。

それでは、成功するのに必要なものは何か？第一に、周到な計画をたて慎重に計画をはこばなければなりません。これによってできるだけ多くの問題を建設や運転に入る前に予測し、解決できるのである。本格的な実施に先立って、主要な技術上の不確定部分を摘出し、解決するように、早期にかつ、完全な試験プログラムをくむ必要があります。非常に注意深く計画されているにもかかわらず、発生してくる問題をできるだけ最小限にするよう、十分なエンジニアリング・プログラムと高度の品質保証が必要であり、運営技術を開発しなければならない。プログラムを通じて、我々は新しい商業用炉を建設し、運転する民間の機関に力をつけさせ、準備をととのえておかねばならない。さらにまた、我々の計画は本当に安全であり、あらゆる面で国益にそったものであることを、公衆に納得させるための新たな方法を検討しなければならない。

要約すれば次のようになる。新しい型の原子炉を商業的に利用できるかどうかを成功させるには、いずれそのうちにうまく運転されるようになる新型の原子炉1基を設計し建設する以上のことがここでは要請される。——それは新しい技術全体を開発することであり、また産業界にあっては、エンジニアリング、建設、運転の仕事に対して高度の質を有して、この新技術を有効に利用するよう体制をととのえる必要があるわけである。

4. 増殖炉計画

液体金属冷却高速増殖炉(LMFBR)の開発は米国原子力委員会の広範な原子炉開発計画のなかでも、最も高い優先度を持っている。事実、増殖炉開発計画はアメリカにおける最大規模のエネルギー開発計画である。これは決してアメリカだけにみられるものではない。既に、主要工業国はそれぞれ高転換または増殖炉から得られる利益を認めているからである。しかしながら、アメリカの高速炉開発のやり方は他国とは異なっており、米国は慎重にこの独自の道を進むことを選んだわけである。この方針はやや保守的なもので、ソ連、フランスあるいは

イギリスよりもむしろ日本のやり方に近いものと思われる。

アメリカにおける増殖炉の開発は、国立研究所、工学センターおよび産業界など多数の参加により、大規模な国家的事業として行なわれている。また、これには、物理学から燃料の再処理にいたる広範な技術が関与している。これらの様々の参加機関と技術をうまく調整してまとまりをもつ、国家的事業へともってゆくことは、この計画の最も困難な課題の一つであった。

本当の意味での国家的計画達成のためにとられた第一の方法は、正式な LMFBR 計画の設計図を作成することであり、これは3年間かけて主要な参加者の協力により作りあげられた。第1回は1968年に作成され、最近手なおしを加え、前回以降の技術進歩、対象物のより精密な定義をおりこんでいる。この計画の作図を行なうことによって、決定を下すための話し合いの場が生まれ、そこにおいてメーカー、国立研究所、電気事業者および USAEC が参加して検討が行なわれた。計画の開発にあたってとくに各施設—物理、燃料、機器および計装等の試験施設、設計および機器の耐久試験施設、研究開発の実際的かつ確実な要求を明確にする推進機構として、また工業能力を開発しうる重要な構造物として役立つ施設などに重点がおかれた。

増殖炉システムを完成させるには4つの大きな段階を経なければならないといわれる。各々の段階は、独自の問題があり、それ独自の取扱いが必要である。しかし、適切な配慮をもってすれば、着実に健全な発展が約束されるし、それぞれが次の段階への発展の踏み石となるであろう。

増殖炉の性能を達成する上で中樞をなすのは原子炉そのものである。炉心内での特殊な状況での物質と燃料の変化を十分に理解することは、いかなる炉型においても成功につながるものである。高速増殖炉は、高速中性子束が構造物、燃料物質に損傷を与えるという点に関して、より困難な問題をかかえている。このため、アメリカの計画の第一段階では、高速増殖炉内での物質の挙動をできるかぎりつかむことに重点がおかれた。その第一歩として既存施設の Experimental Breeder Reactor II を照射試験炉に改造する必要が生じた。これによって、プラント容量を20%から50%以上に増大し、出力を45 MWt から62.5 MWt に引上げ、試験用計器の性能を改善し、装荷燃料を、金属燃料から初期の高速増殖炉の研究対象とする燃料に変えられたのである。こうして1,200以上の燃料ピンがEBR-IIで照射され、これらの内225のピンは80,000 MWD/T 付近の採算の合う燃焼度まで、またはそれ以上まで試験され成功した。

EBR-IIでのこうした実験活動によって、増殖炉計画の第二段階である高速中性子束試験施設 Fast Flux Test Facility (FFTF) の設計と建設へとつながっていった。この FFTF は大型の実用炉にみあった炉内状況（中性子束、比燃料出力、温度といったものの複合状況）での燃料アセンブリーや他の炉材料の性能を評価するための、世界で初めての高性能設備となろう。FFTFの閉ループと膨大な計装を用いてユニークでフレキシブルな燃料および材料の性能試験や測定をすることができよう。

FFTFの設計と建設では（現在の進捗率25%）、FFTFの工学設計をはるかに超える計画が開発された。この計画目的は、FFTFの運転状況とできるだけ同じ環境で、燃料、材料及び機器を試験することである。このように、FFTFはLMFBR計画全体の中心をなす施設であり、計画のベースをにぎっており、また、計画に関連性をもつものである。

FFTFプロジェクトを支える設備試験は、液体金属工学センターのバルブアセンブリーの高温ガス熱サイクル試験から、EBR-IIでの長期間の燃料・材料照射試験や、零出力プルトニウム炉の物理学的臨界試験まで、広範囲にわたっている。FFTFの原型機器は、試験サイトに運び込まれており、多くの原型による試験が進行中であり、いくつかの試験は既に完了している。例えば、ハンフォード工学開発研究所での高温ナトリウム施設（HFSF）は完成し、いくつかのFFTF原子炉機器試験が予定されている。液体金属工学センターでは、原型FFTF計装、ナトリウム用バルブ、パイプ、熱交換器、ポンプの試験準備が整っている。これらFFTFプログラムの拡張によって、実証炉の設計運転に必要な多くのデータが得られるであろう。

高速増殖炉第1号実証炉の仕事に着手することにより、我々の計画は第3段階に入った。昨年6月、USAECと米国の電気事業者大手二社——コモンウェルス・エディソン社およびテネシー溪谷開発公社(TVA)——が共同事業の契約を結び、テネシー州のクリンチ川沿いに350MWeの実証LMFBRを建設することになった。

先程述べたように、日本のFBR計画は他国の計画よりも、アメリカの計画により近いものであることにお気づきのことと思う。ソ連、フランス、英国では、できるだけ早期に、電力供給網に組み入れ、実用性のある実証炉建設を目ざしているのに比べ、アメリカと日本では、基礎工学を開発し、それ以後、中規模試験炉、日本では「常陽」、アメリカでは「FFTF」を建設する事に重点が置かれている。これに続き、日本、アメリカ両国は、同じ頃に、実証炉、日本の「もんじゅ」アメリカの「クリンチリバー高速炉」を建設しようとしている。一方、あなた方と我々とは、試験施設を建設し、燃料、機器工学を開発している。これにより、1980年中葉に、我々が高速炉システムの完璧な技術的、経済的成功を獲得すると確信が持たれているわけである。

我々が最後のゴールに到達し、高速炉システムが経済面において採算が合い、広く採用され、充分信頼されるまでになるには、その前にさらに、第4の段階が必要であろう。この段階ではいかなるやり方をしたらよいか、現在多くの議論がなされている。例えば、アメリカで次に建設されるLMFBRプラントは商業用炉(1000MWeかそれ以上)の建設、運転機器の経験を得るために、最初の実証炉から単に規模を大きくしただけのものにするべきか、または、最初の実証炉とは全く異なる概念例えば、ポット型など、異なった種類の燃料や燃料取換構造といったものを含む技術の基盤をさらに拡大させるべきかなどである。また別の可能性としては、FFTFと実証炉では原子炉特有の問題(燃料、材料、物理、安全上の問題)のほとんどが解決されるので、次のステップでは、実用炉用ポンプ、熱交換器、蒸気発生器といった熱伝達システム機器について、化石燃料を用いた大型試験ループを作ろうというのも考えられる。このように、FFTFと実証炉からえられる経験およびこの種の大規模試験装置による機器設計、試験から得た経験によって、電気事業者が政府の援助をうけないでも高速増殖炉を本格的に採用できるようになるであろう。これら全ての案については、LMFBR計画の次の段階に関する決定を下すために現在検討が行なわれている。これらの案の中で一つの問題は、政府がどれ位の予算を認めてくれるかということである。

残念にも皆様お気づきのように、原子炉施設建設費は単なるコスト上昇以上に非常に急激に増大している。それ故、最高の優先度を持って、システムの開発と実施がなされている。これは、我々の全てのプロジェクトの範囲、スケジュール、費用を常時きびしく管理するものである。このシステムは産業・技術開発におけるその時のコスト、スケジュールを現実に反映するものであり、FFTFのコスト上昇、スケジュールのずれから得た経験を実際に応用するものである。

これらの必要な仕事をさらに進めてゆけば、これに関連をもつ分野が増えて行くことになる。我々は、計画の全般にわたって、益々こうした関連性が必要となる。すなわち、目標を設定し、またそれを常に通用するものとしておくためにも、技術開発努力をうまく進行させるためにも、さらに計画の必要性に応じて施設を建設するためにも、そしてメーカーと電気事業者の協力関係を作りだし高速炉が公衆に受け入れられるようにするためにも、多くの分野に関連をもたせた方がよい。

さらに我々の新型炉計画では、LMFBRほどに大きなものではないが、他の重要な高速炉概念の技術開発が含まれている。ガス冷却高速増殖炉(GCFR)、熔融塩増殖炉(MSBR)、軽水型増殖炉(LWBR)などであり、これらも無尽蔵にエネルギー供給をするという究極の目標を達成するのに貢献している。不幸にも、他のタイプの増殖炉システムの開発を同時に実行してゆくだけの資力が認められていない。我々は、選択をせねばならなかった。しかしながら、我々はこれらについて、ひきつづき分析と評価を行なっていくことにしている。どの概念にも関連する重要な技術分野、例えば、ガス冷却高速炉燃料の性能および安全性の研究、熔融塩炉の基

礎材料の開発などに重点がおかれている。我々が現在 L M F B R で行なっている研究の多くは、燃料被ふく材料の研究など他の概念にも応用できるのである。

ここで長期的な観点からみた原子力発電の開発について話をもどすならば、まず、最初の選択として軽水炉、あるいはそれに相当する他の炉型を採用することは短期的に必要であり、その後何十年か、発電量のかなりの割合を占めることができるように高速炉が開発され、導入されるまでのつなぎの時期があるという見方は皆一致している。

5. 新型炉のパブリック・アクセプタンス

かつてマキャベリは、「物事の既存の秩序を変更することほど困難なことはない」と書いている。高速炉のような新しく複雑な技術の体系を一般人に理解させ、受け入れてもらうことにおいては、確かに真実である。高速炉の実用化が進んでいる間に、この新型炉の概念が社会的に受け入れられていくであろう。これまでに軽水炉での経験がえられる。安全性の問題は、そのいくつかは時間と経験によってのみ解決されるのだが、大衆が L W R と初期の L M F B R との両方の安全性に確信をうるにつれて少なくなるだろう。

我々は、F T F とクリンチリバー実証炉の両方について、本格的な許認可手続を進めている。これによって高速炉の実用化が本格化する前に、安全性および環境問題を解決しておきたいからであり、この並はずれた新しい技術のシステムを一般大衆が受け入れるようさらに促進することになる。

昨日、クリーグズマン U S A E C 委員がお話ししたように、パブリック・アクセプタンスを促進するのに実質的に役立つべく最近、アメリカは新たな仕組みを創設した。それは、N E P A と通常呼ばれている 1 9 6 9 年制定の国家環境政策法にもとづいて環境についての評価検討を行なう手続きである。

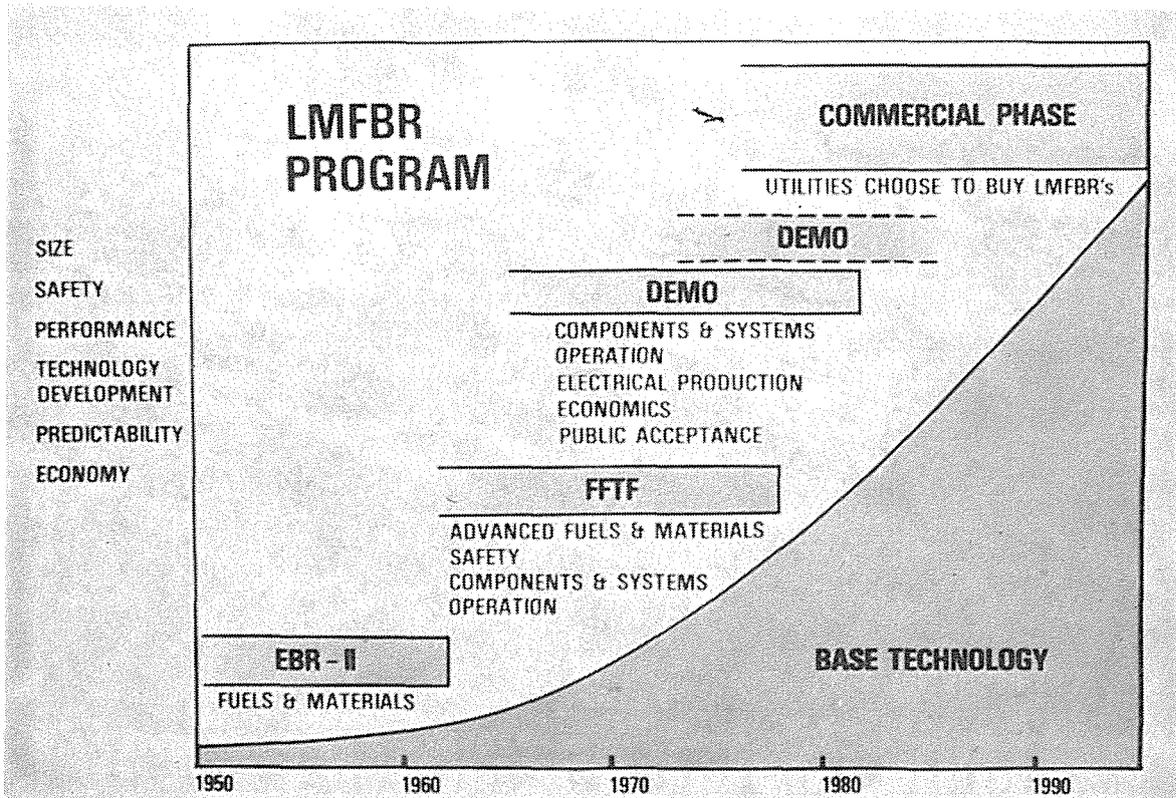
最近の裁判所の判決にあるように、N E P A を履行するには一つのプラントにかぎらず、L M F B R 計画全体にわたって環境の影響を評価検討することが義務づけられている。そこで我々は、今後 5 0 年間の、L M F B R の環境の全ての影響に関して現時点できうるかぎり分析し記述するために環境影響報告書を現在作成中である。ご承知の通り、これは簡単なことではない。それは、今世紀初頭における飛行機の環境への影響すべてを記述することと幾分似かよっている。現在進められている検討は計画の予想されるすべての関連性について評価することになる。すなわち、プルトニウムの毒性と生物および人間への影響、高レベル放射性廃棄物の処分、コスト、リスクおよび利益との関連、高速増殖炉に代わるべきものなどについてである。L M F B R の環境影響報告書は現在作成中であり、今月（3月）末にも草案ができあがることになっている。報告書の作成と、また明らかにそれにより刺激されてでてくる一般の議論は、高速増殖炉を積極的に開発し、導入すべきかどうか、あるいは節約と改善によって他のエネルギー資源でどうかしのぎ、太陽熱、風力、地熱などのエネルギー源を開発してゆくべきなのか、これらについて根本的な決定を大衆が下すのに大いに影響を与えるものと思われる。

6. 結論

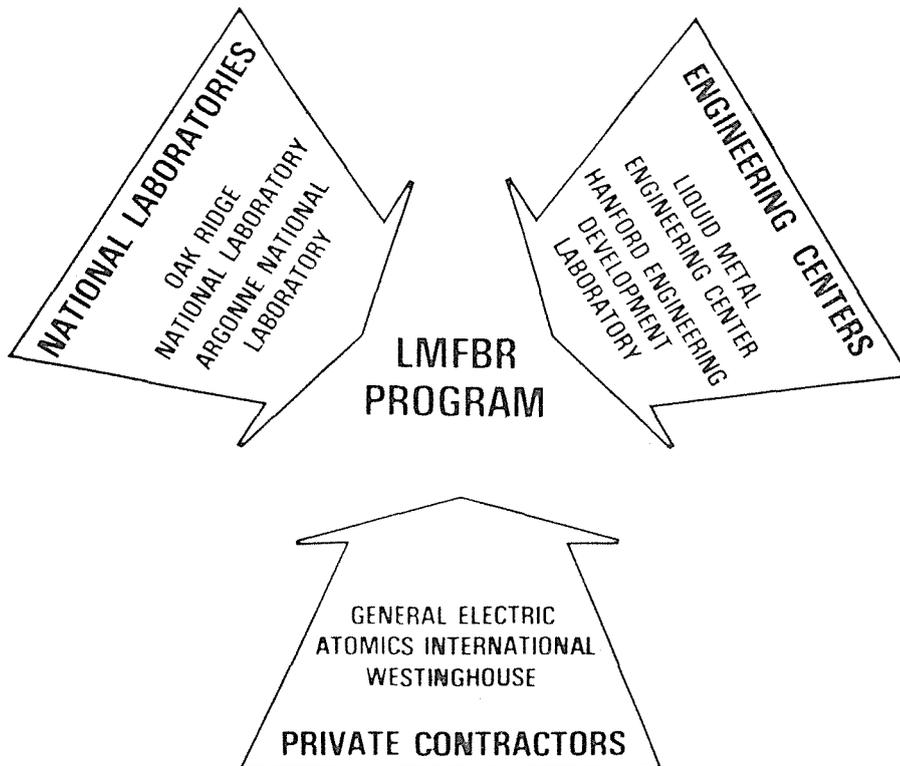
今日私が述べたことは、原子力に関係のあるすべてのグループ——それが政府のものであろうと、産業界であらうとあるいは一般大衆であらうと——結束と実力を必要とする計画である。現在我々がやろうとしている事業における協力関係の確立は決して新しいものではない。すべての政府は共通の目標に到達するために市民による一致協力のもとになりたっていることからわかる。このような種類のを大きく前進させるには新たな技術の達成が必要であるが、さらに重要なのは、人間と社会の効率的な組織である。日本では、開発した器具、機械を応用することとともに、仕事の組織を動かすための手段を一つに集めて、非常なる成功を収めた。この経験と我々の経験とにより、共同事業としての L M F B R の実用化達成のために我々がさらに計画を推進してゆくことを力づけられた。

昨年この原産年次大会において、U S A E C のダブ委員はこの協力関係を前進させるための多くの方法について講演している。原子炉技術における日米の協力協定はむだな研究の重複をさけるため、お互いに多くの情報

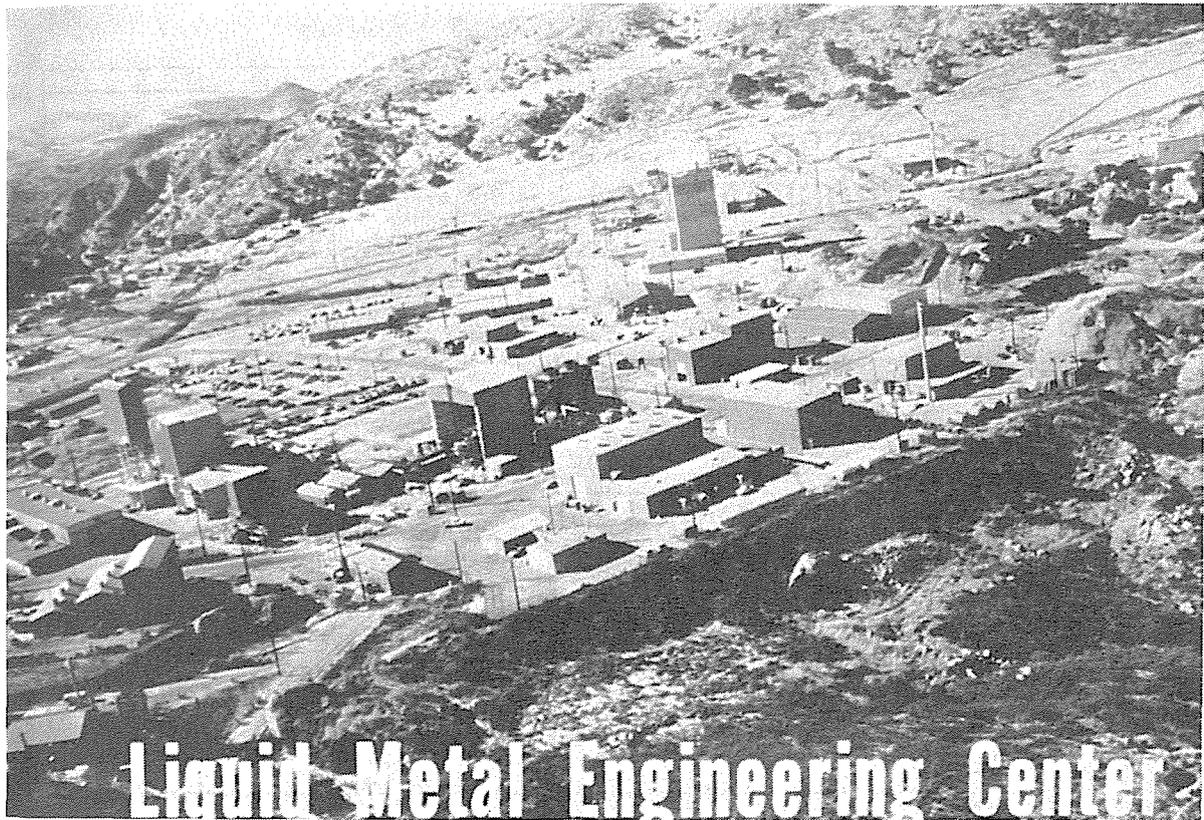
を交換することができるようになった。最近の折衝から規制部門においても協力が行なわれることになり、これにより両国は、技術の優秀性を保証するのに欠くべからざる原子炉の安全および工学的基準をつくりあげるのに役立つことであろう。私の短期間の日本滞在において、また、私が日本の計画について知るかぎりでは、米国はこの協力体制から多くのものを得ている。しかしながら、協力体制を健全なものとする要素はそこからえられる相互の利益である。日本が「常陽」と「もんじゅ」の両方で前進をとげれば、米国も LMFBR 計画で前進し、両国はお互いの経験から多くを学びとることができる。米国は日本の新型炉の開発が成功することを望む次第である。



LMFBR 開発計画



LMFBR 開発計画



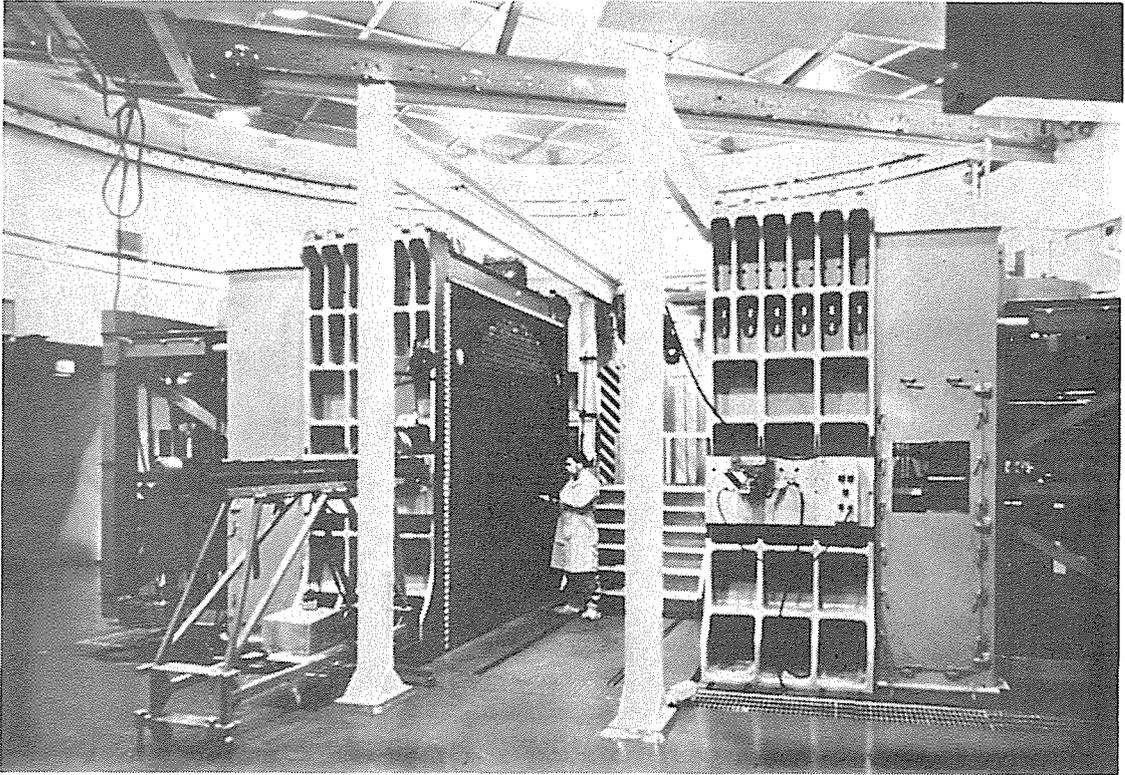
Liquid Metal Engineering Center

アトミックス・インターナショナル社液体金属工学センター (LMEC)

〔南カリフォルニア州〕

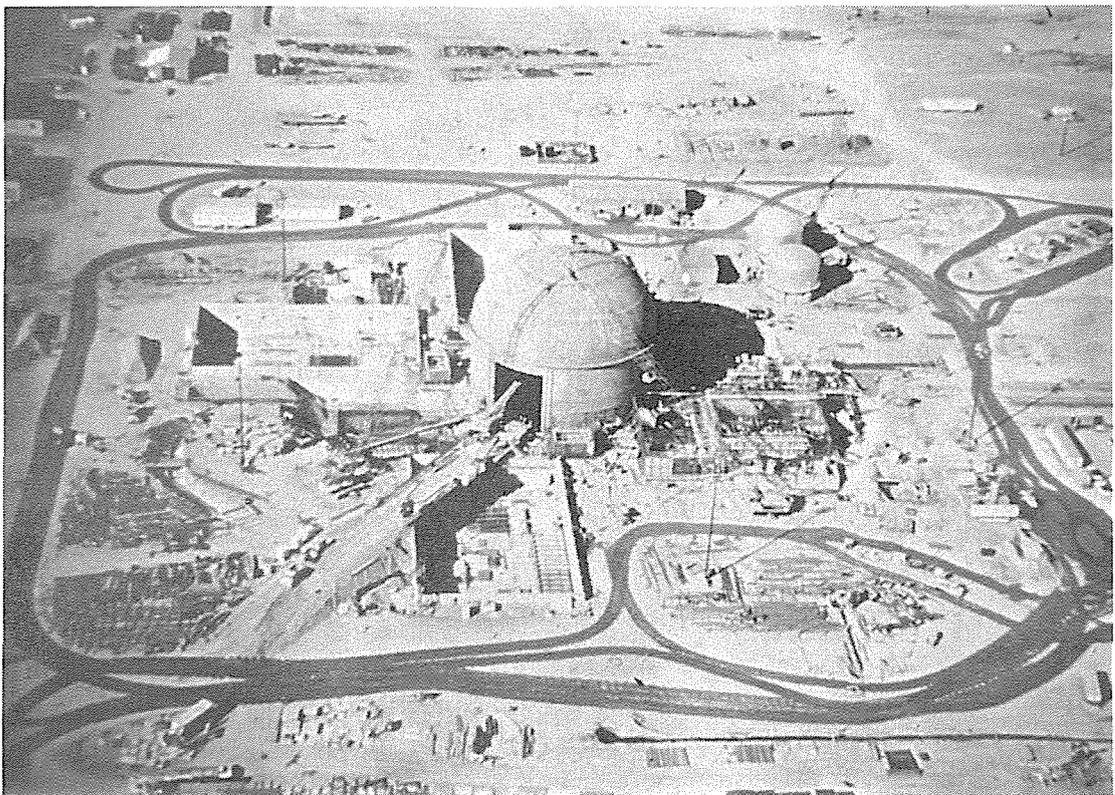


LMEC ナトリウム・ポンプ試験施設



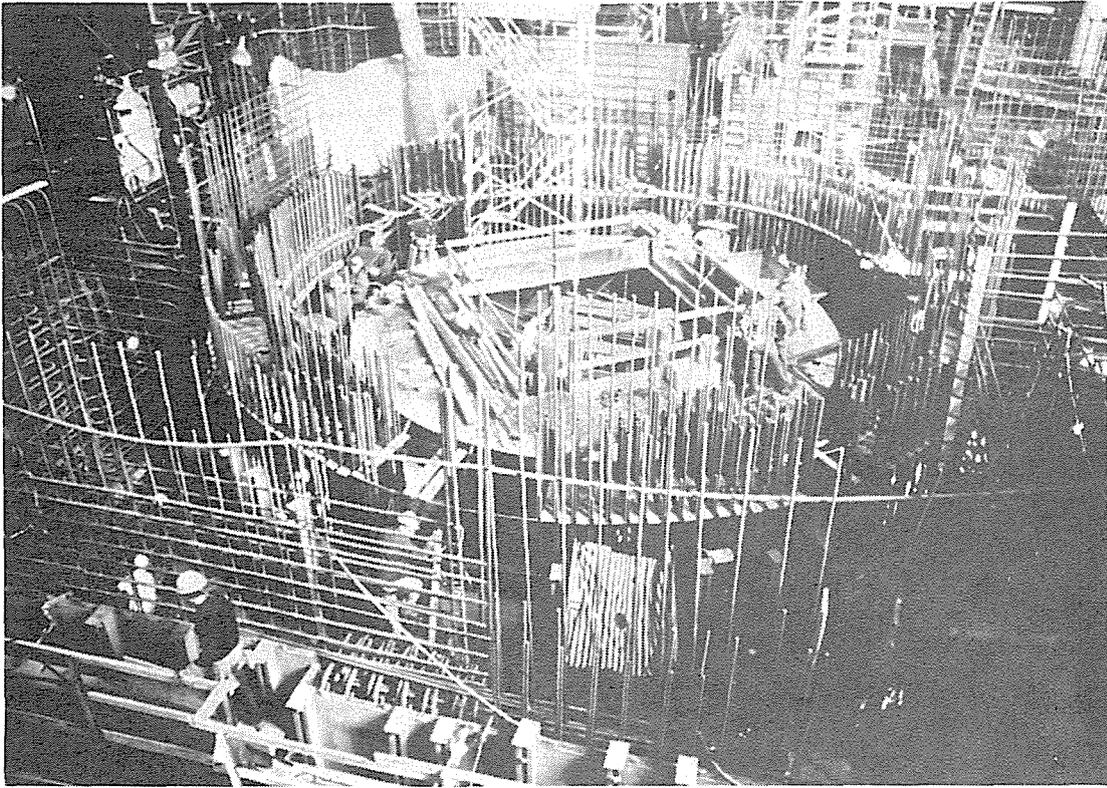
アルゴンヌ国立研究所国立原子炉実験場ゼロ出力プルトニウム炉 (ZPPR)

〔アイダホ州アイダホフォールズ〕

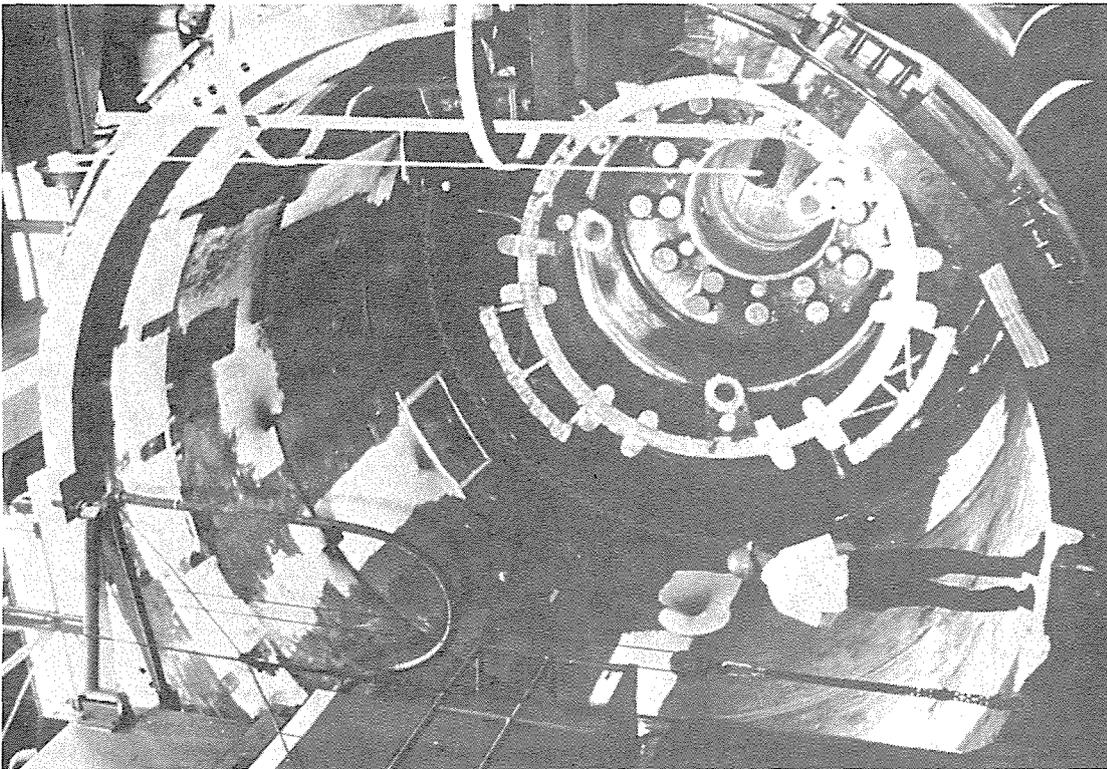


FFTFサイト

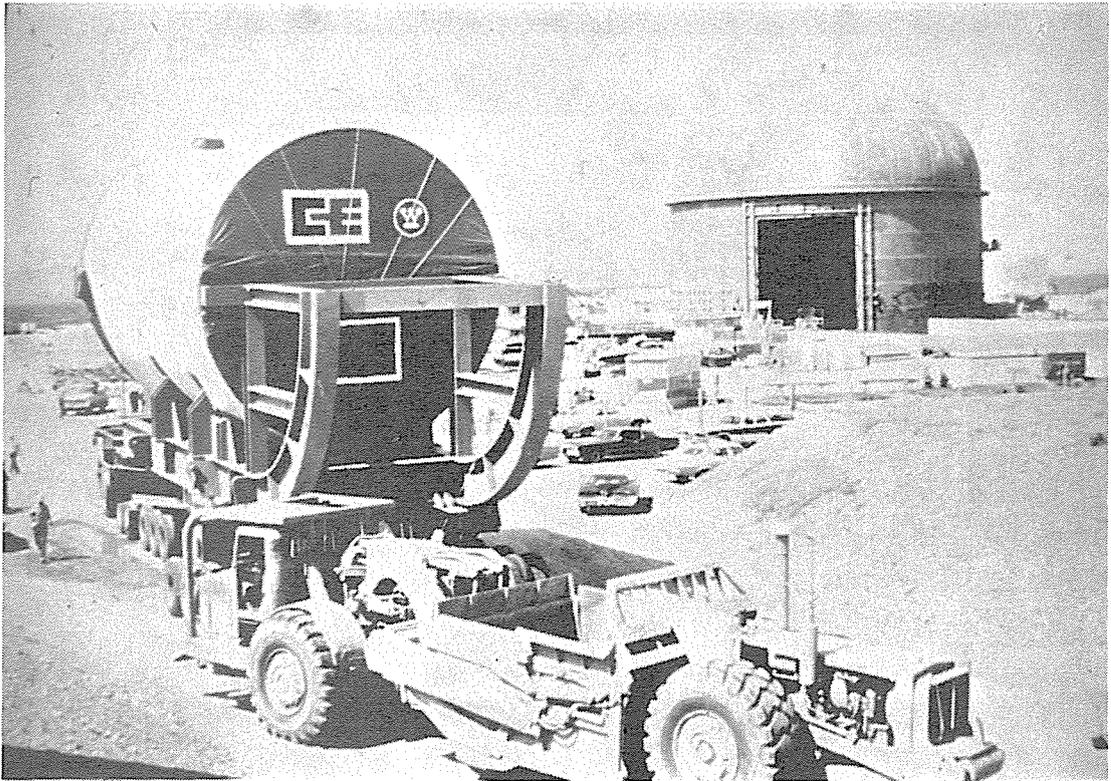
〔ワシントン州リッチランド〕



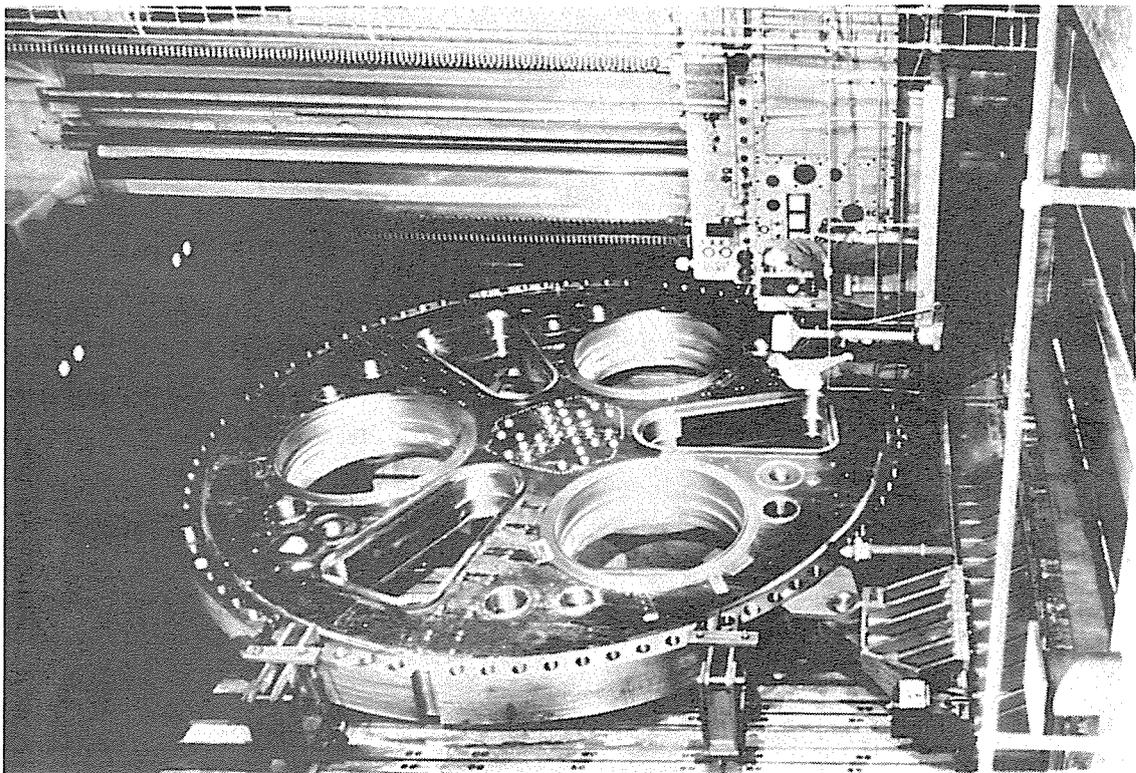
FFTF 格納容器内部での
FFTF の建設状況



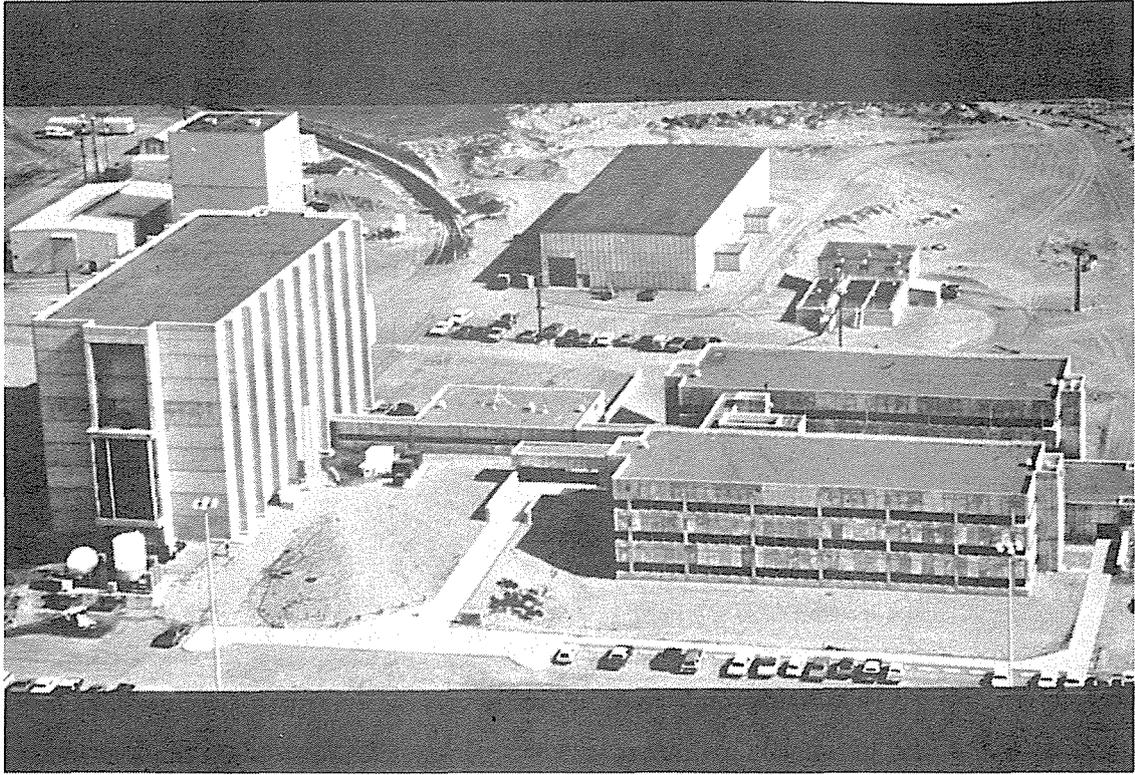
FFTF 内部の原子炉容器と炉心支持構造物



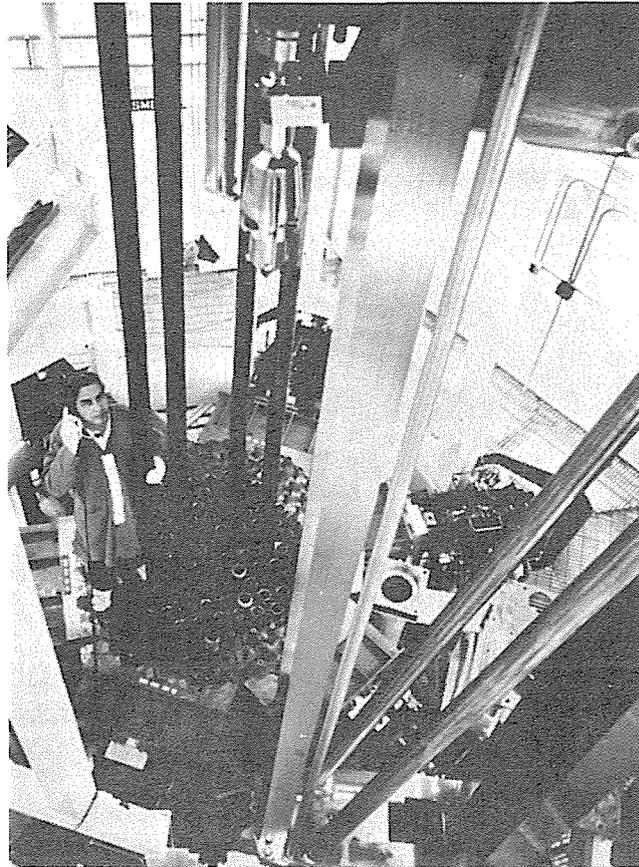
F F T F 保 護 容 器



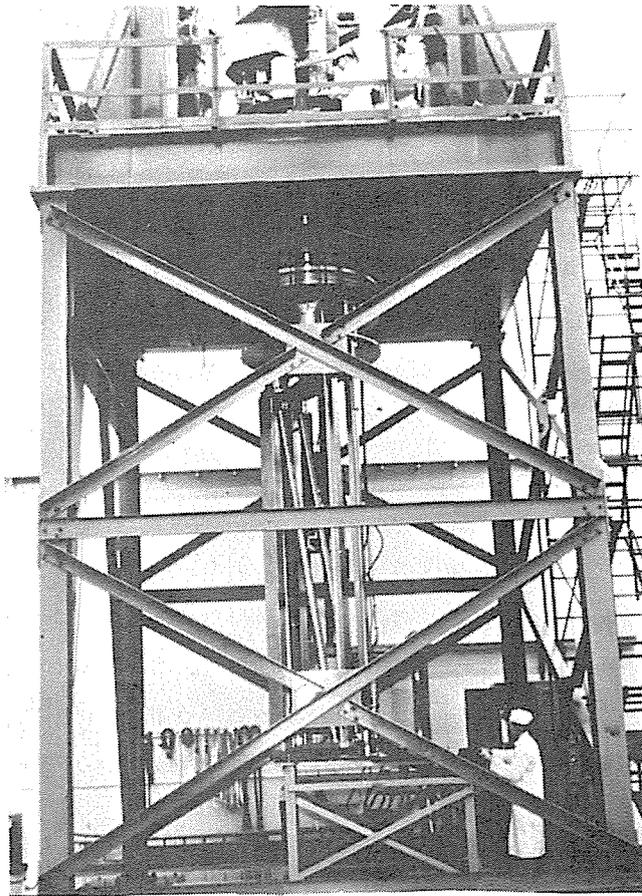
F F T F 原 子 炉 容 器 ヘ ッ ド



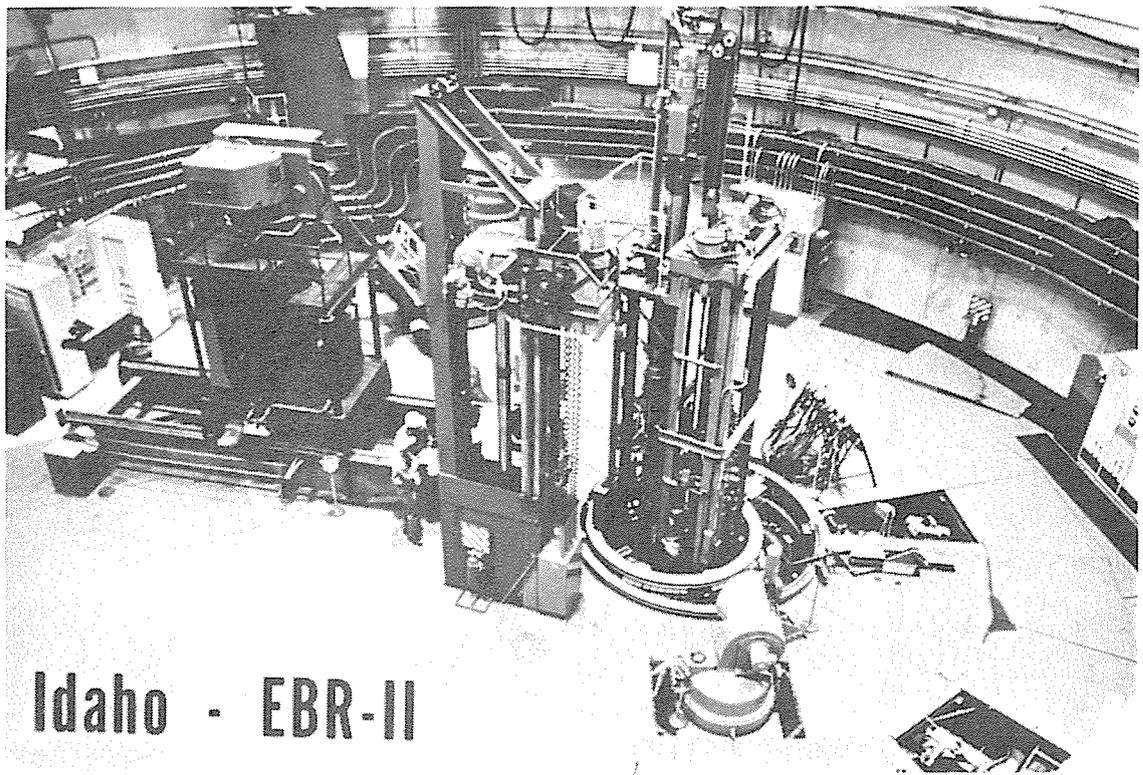
高温ナトリウム施設
〔ウシントン州リッチランド〕



F T F 燃料取扱機構



FFTF 炉心構造モックアップ



Idaho - EBR-II

アルゴンヌ国立研究所国立原子炉実験場にある EBR-II (実験増殖炉-II)

[アイダホ州アイダホフォールズ]

核融合開発の展望

東京大学理学部教授

吉川 庄一

核融合炉はご承知のように海水中にある重水素や海水中にもあるリチウムを原料として、核融合反応を起こさせ、エネルギーを取り出す方式であります。太陽熱の源泉が核融合反応であることはよく知られていることで、私どもの目的とするところは、このエネルギー源を地上で作ろうということです。日本は他のエネルギー資源—天然ウランも含めて—に乏しいので、この方式が完成されるとすれば、日本および他の国々において完全なエネルギーの自給体制が確立されることとなります。

その他の核融合炉の利点については表1にかいてあります。即ち、まず第一に燃料が事実上無限であること、また放射性廃棄物の量が非常に少ないことがいえます。また、炉中の燃料の量が少ないので爆発の恐れがなく、他の事故の時に失なわれる燃料の量が少ないという利点があります。第四にはこの種の装置の原料は爆弾として簡単に使われませんので盗難、ハイジャック等が起こりにくいという事があげられます。また、三重水素はリチウムに中性子をあてて作りますが、この Doubling Time は一年以内とみられます。

表1 核融合炉の利点

- 1) 燃料が事実上無限にある
- 2) 放射性廃棄物の量が少ない
- 3) 炉中の燃料が少ないため爆発の恐れがない
- 4) 治安上の問題が少ない(盗難、ハイジャック等が起こりにくい)
- 5) 三重水素の Doubling Time が一年程度である

しかし、分裂炉と違って核融合炉は、重水素とリチウムから作られる三重水素の核反応を起こさせるのが目的でありますので、核反応を起こさせる前に、相互間の電荷による反発力に打ち克つことが必要であります。そのため高温を必要とし、地上で核融合炉を作るとすれば、大体1～2億度の温度を必要とします。そのような高温の重水素、三重水素の混合体(それはプラズマになっている)をある時間保っておくことが必要です。それが核融合炉の条件というもので、プラズマの密度とプラズマを保っておく時間の積がある一定値、ほぼ $2 \times 10^{14} \text{ sec/cm}^3$ になることを必要とします。これが Lawson の条件です。

そのような条件を地上で現出するのは非常に困難なことで、現在の時点では分裂炉や増殖炉と異なり、いわゆる科学的実証性がまだ確立しておりません。その点、増殖炉の方が進んでいることとなります。しかし、表1の利点を考える時、この研究は続けられることが必要です。

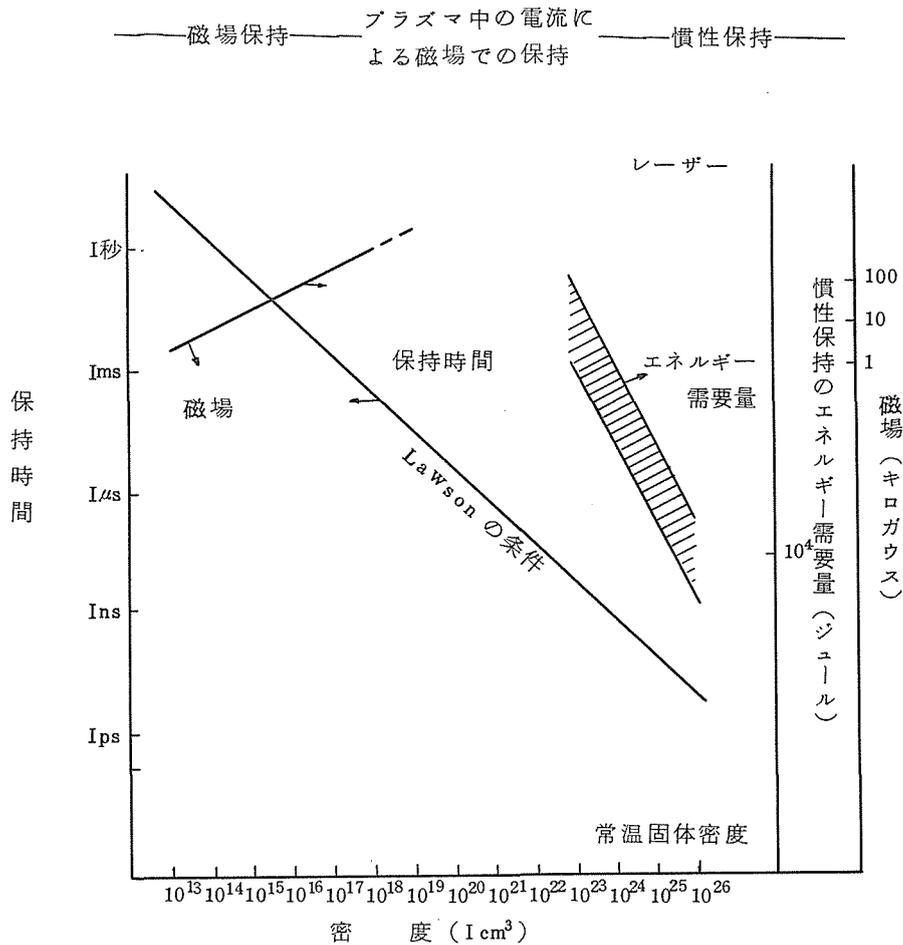


図1 核融合炉の諸定数 (対数目盛; 温度1億度として)

図1にありますがように、密度を横軸に、プラズマの保持時間を縦軸にとりますと、大体三つの部分に分かれます。密度が非常に低い部分では、外部磁場による閉じ込めが可能であります。この部分ではプラズマを1/100ないし1秒程度閉じこめることが必要となります。これは、磁場の強さに比べてプラズマの圧力が比較的弱い低ベーターと呼ばれるものと、逆にプラズマの圧力と磁場の圧力がほぼ等しい高ベーターと呼ばれる型があります。この中間の密度部分ではあまり研究が進んでおりません。この部分では、プラズマ中を流れる電流によってプラズマの閉じこめをはかることとなりますが、それには幾多の困難があって現在はあまり開発されていない分野です。

更に密度が高くなりますと、大出力レーザーや高エネルギー電子ビームを使ってプラズマを加熱し、核融合反応を短時間に起こさせようとするのがあります。これは密度が高い程、全体のプラズマの量が少なくてすみ、必要なレーザーのエネルギー所要量が減り、現在の技術でも、実現可能という事になります。

図2 核融合炉の構想

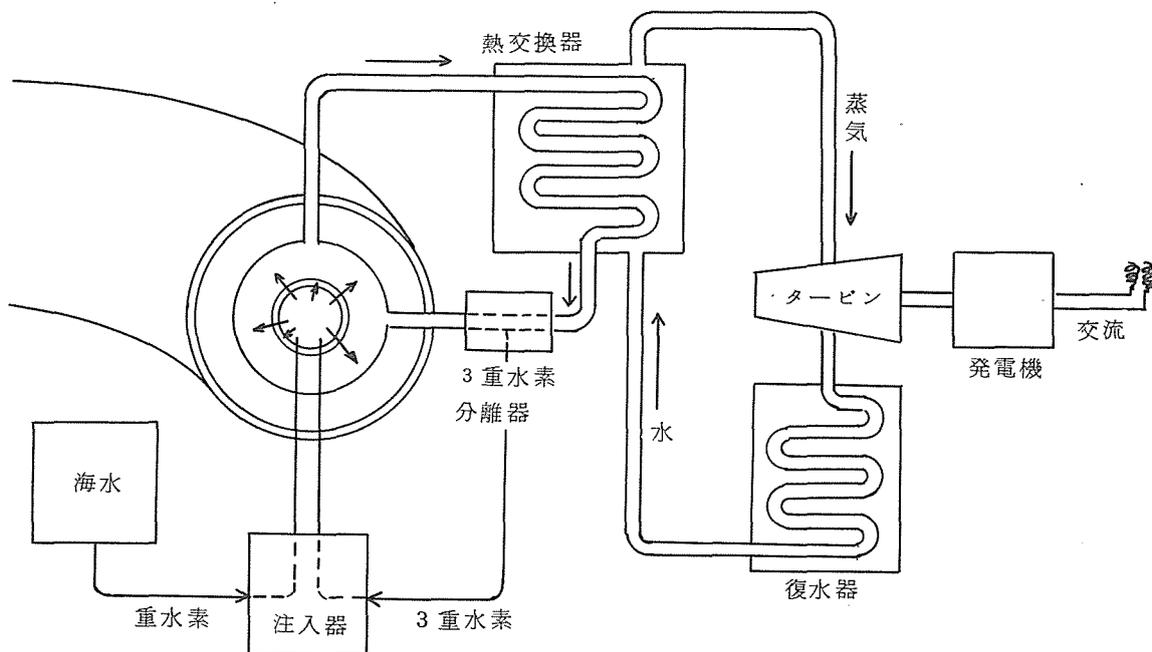


図2に核融合炉の構想があります。これは磁場で閉じ込めるプラズマの一例ですが、その時プラズマはドーナツ型、或いはトーラスと呼ばれるものになり、これはその一部です。磁場は超電導コイルで作られ、その中に放射線シールドがあり、更に液体リチウム等を循環させるブランケットがあり、真空壁があってその中にプラズマが閉じ込められます。あとは三重水素の回収器、熱交換器、タービン等の普通の火力発電所と同じものです。

核融合の現状を一言に言いますと、表2のようになります。

表2 核融合の現状

名称	例	摘要
低ベータトーラス	トカマク	種々問題は残っているもののスクーリング法則（比例法則）の一番悲観的なものをとっても核融合炉は可能
高ベータトーラス	シラック	プラズマの安定性についての十分な解答が得られていない。しかしそれを越えれば炉可能
高密度プラズマ	レーザー	原理的に可能（例水素爆弾）なるも現実的に技術上の制約及び経済性的の問題がある

低ベータトーラスでは、比例則又は、経験則というのがほぼ確立してはいて、もっとも悲観的なものをとったとしても我々の目標が到達出来るのではないかと考えられています。高ベータトーラスはまだプラズマの安定性などの点で未解決の点が残っております。又、レーザー等を利用する高密度プラズマでは、技術上又は経済上の制約があるかと思われます。

それで各国とも低ベータトーラス、中でもトカマク型装置に研究の主力が注がれています。トカマク型装置の原理図は図3のようて、トーラス型プラズマ中に電流を流し、それを外部からのコイルで安定性を保つものです。プラズマ中を流れる電流がプラズマの保持と加熱の両方に役立ちます。これらの装置での実験の進歩を示したのが次の図4です。

図3 低エレベータトーラスの原理図

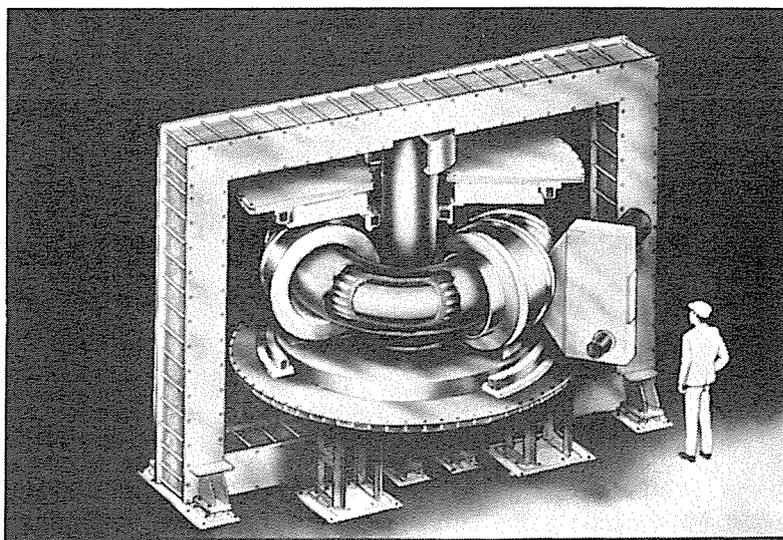
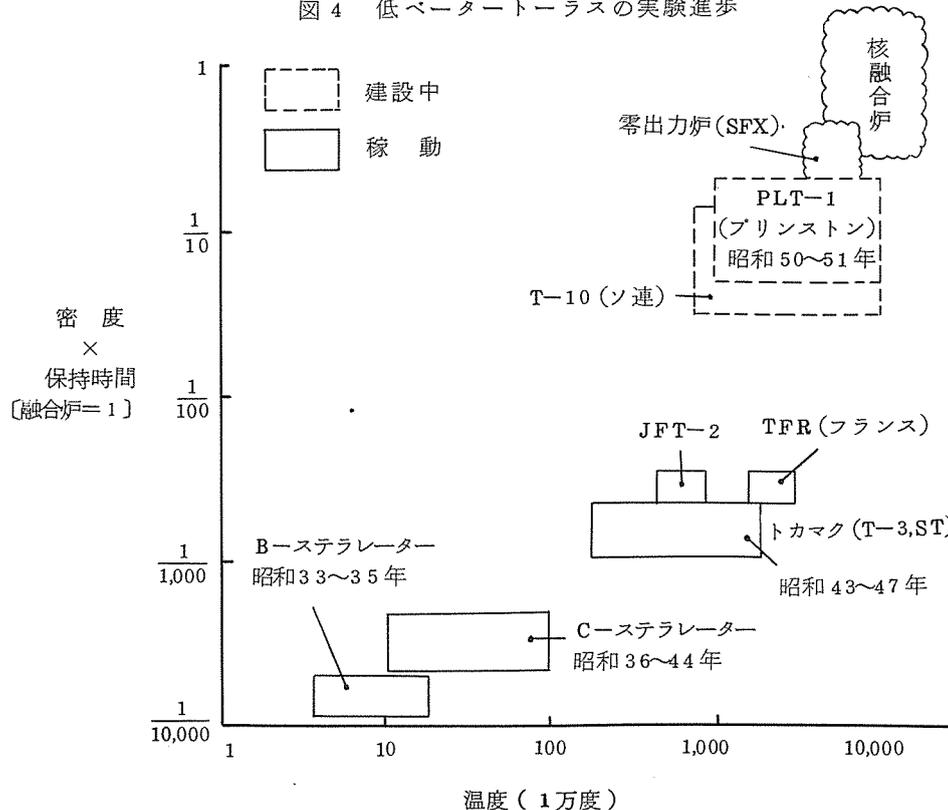


図4 低ベータトーラスの実験進歩



温度を横軸，密度と保持時間の積を縦軸にとってありますが，15年位の間に温度，保持時間の両方で非常に大きな進歩をとげて来ました。今ある一番大きなトカマクはフランスのTFRだと思いますが，それはこのグラフ上に示されています。ソ連，アメリカでは意欲的に大きな装置を建設中で，その運転開始は一，二年後に迫っています。これらではプラズマ中の電流値が100万～160万アンペアと今迄の数値の10倍近い値を目標にしております。日本とアメリカでの核融合装置を少し写真で御目にかけます。

図5 JFT-2 (日本原子力研究所)

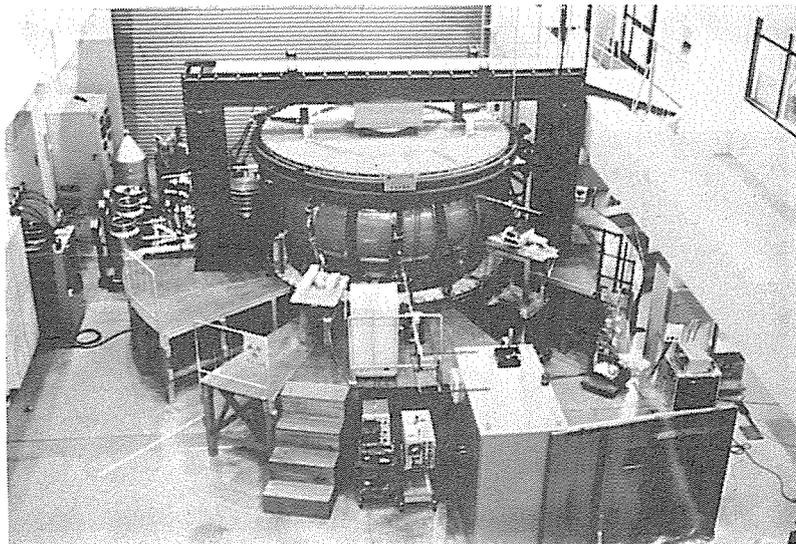
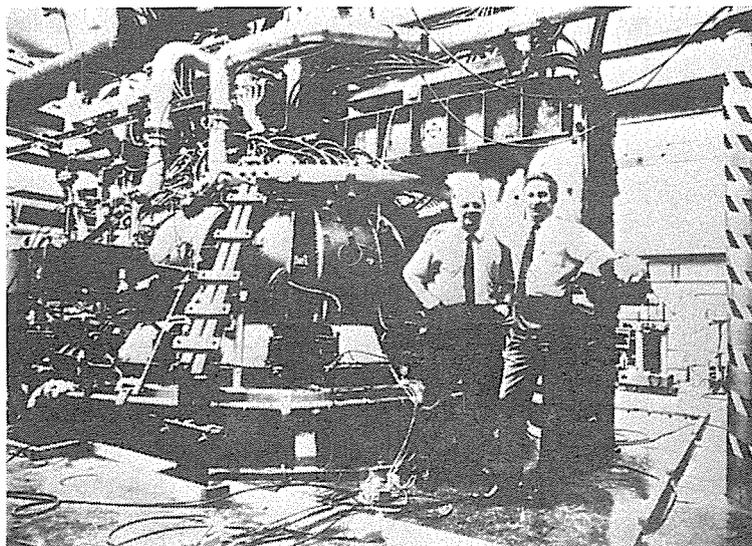


図5はJFT-2の写真で，これは日本原子力研究所で昨年より運転が開始されたトカマクです。

図6は米国プリンストン大学のSTトカマクで，この右に立っている人がトカマクの創始者であるソ連の物理学者，故アーチモヴィッチ博士です。

図6 STトカマク (米国プリンストン大学)



トカマクの電流を外部導体で置き換えてプラズマを閉じ込めようという動きもあります。図7は京都大学のヘリオトロンで、やはりドーナツ型の構造をしています。更に図8は、名大のステラレータです。

図7 ヘリオトロン（京都大学）

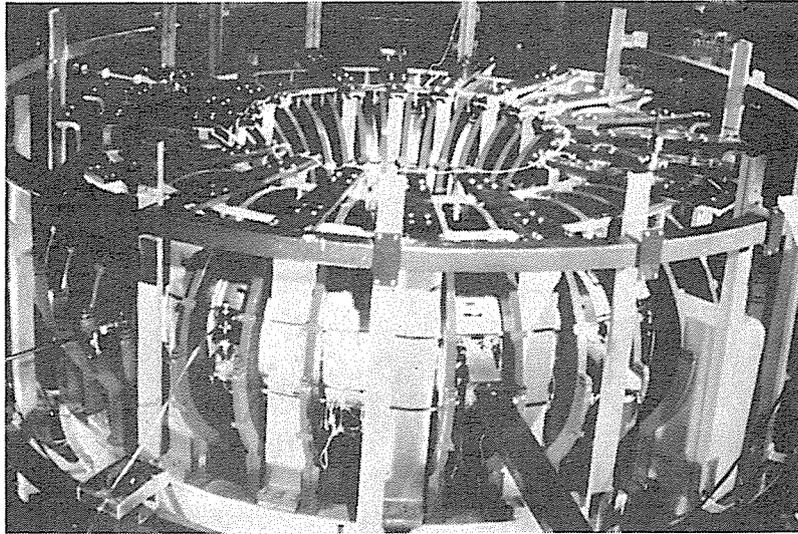


図8 ステラレータ（名古屋大学）

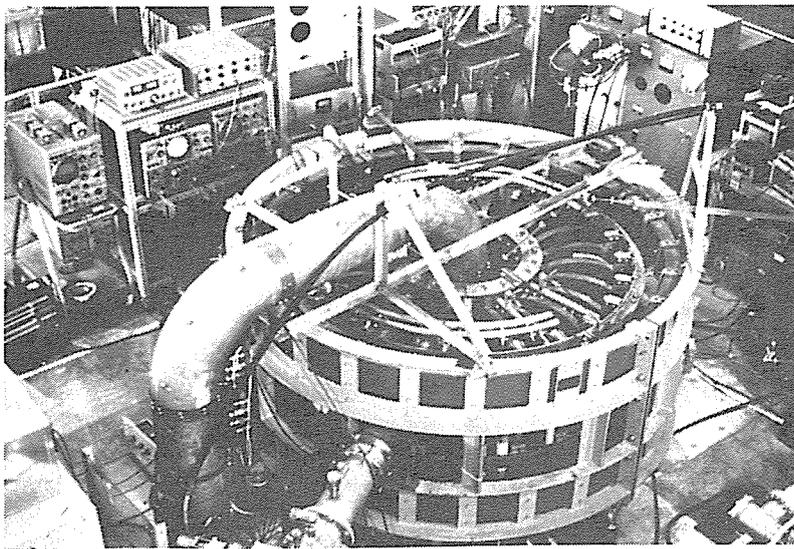


図9は現在建設中のアメリカのPLT-1です。このようなプラズマを加熱させるためには、電流による加熱では十分でなく、高エネルギーの中性粒子のビームを注入致します。

図9 PLT-1 (米国)

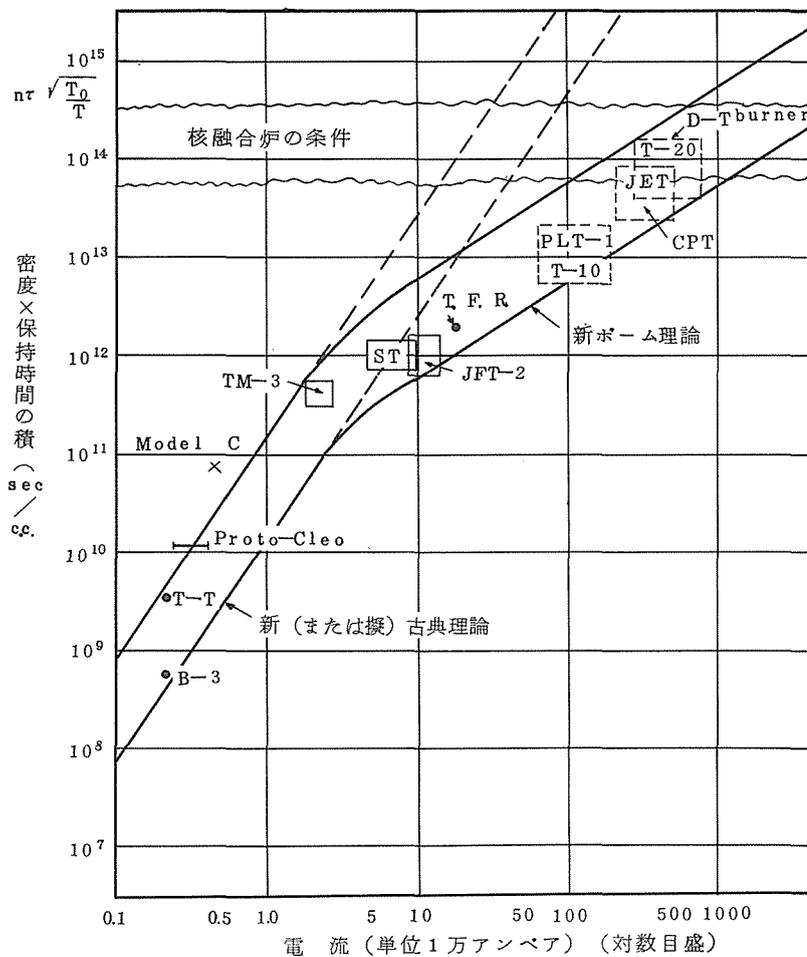
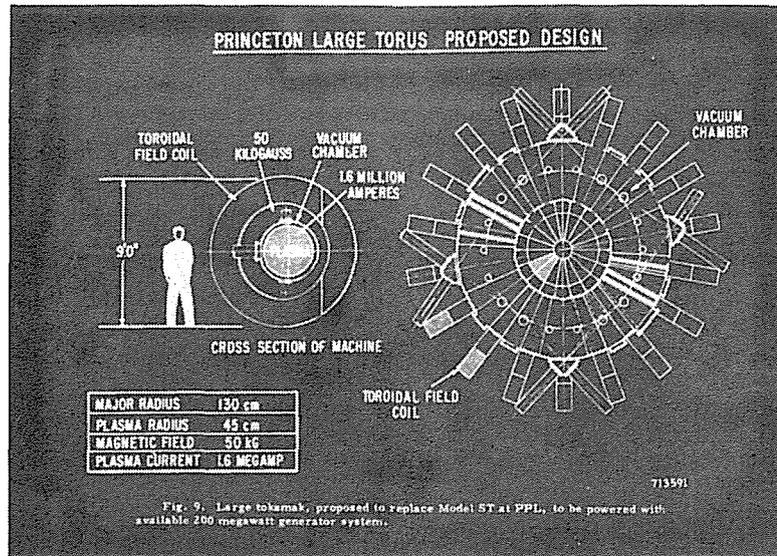
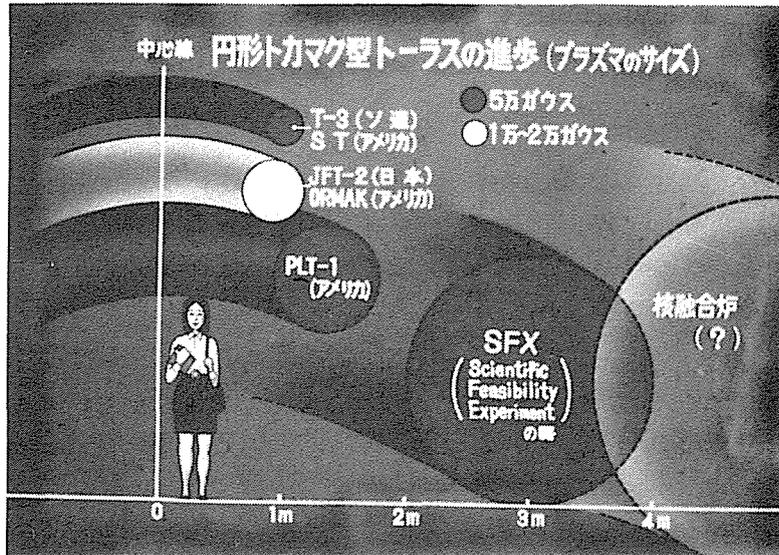


図10

御覧のように電流を横軸に、密度と保持時間の積を縦軸に取ります。最初は電流の自乗で、のちには、多分電流の一乗に比例して上昇します。ただこの電流をますという事は、低ベータトーラスでは、プラズマのサイズが大きくなることを意味します。そして、このPLTとかT-10の上の所謂臨界条件、即ち科学的実証性を確かめるような装置ともなりますと、サイズがより大きくなって来ます。その間の事情を説明したのが図11です。

図 11 円形トカマク型トーラスの進歩 (プラズマのサイズ)



御覧のようにサイズが大きくなりますが、このSFX、即ち科学的実証性をねらう装置が唯今各国で計画中被ります。それが表3です。

表 3 零出力炉を狙っている実験計画

U. S. A.	F / B X	いずれも密度×エネルギー保持時間 = $5 \times 10^{13} \sim 10^{14} \text{ sec/cm}^3$ を狙い、イオン温度1億度を目標にしている。
ヨーロッパ	J E T	磁場の強さ、5万ガウス、プラズマの半径 約100cm
ソ連	T-20	プラズマ電流 2~300万アンペア
日本	C P T	コストは約1億ドル~2億ドル

F / B X	Feasibility / Burning Experiment
J E T	Joint European Torus
C P T	Critical Plasma Torus

いずれも密度と保持時間の積量が $5 \times 10^{13} \text{ sec/cm}^3$ 程度をめざしており、温度は一億度が一応の目標値になっております。

図12は、日本で考えられている原研の臨界プラズマ試験装置です。これからの核融合研究はこのように大型化の傾向にあると思いますが、その問題点を取りまとめたものが表4です。これらの一つ一つは決して単純なものでなく、今後多大な研究開発を必要と致します。

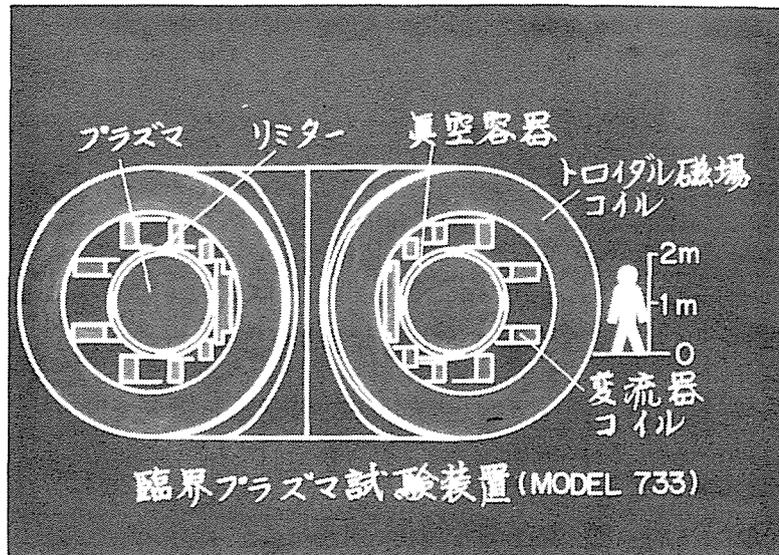


図12 臨界プラズマ試験装置 (MODEL 733)

表4 核融合炉開発上の諸問題点

炉心プラズマ	<ul style="list-style-type: none"> 1) プラズマのサイズを大きくする事が出来るか 2) プラズマの閉じ込めが経験則通りに行くか 3) プラズマの加熱に技術的困難はないか 4) 重水素, 三重水素のプラズマに不純物を混入させずにすむか 5) プラズマのベーターをあげられるか
炉工学	<ul style="list-style-type: none"> 1) 真空壁の強度を高中性子束の下で保つ事が出来るか 2) 超電導コイルの開発に技術的困難はないか 3) 液体リチウムを高磁場中でいかにして循環させるか 4) 三重水素の安全性はどうか

注 プラズマのベーター = プラズマの圧力 ÷ 磁場の圧力

図 13 日本で核融合研究をするにあたっての一つの試案

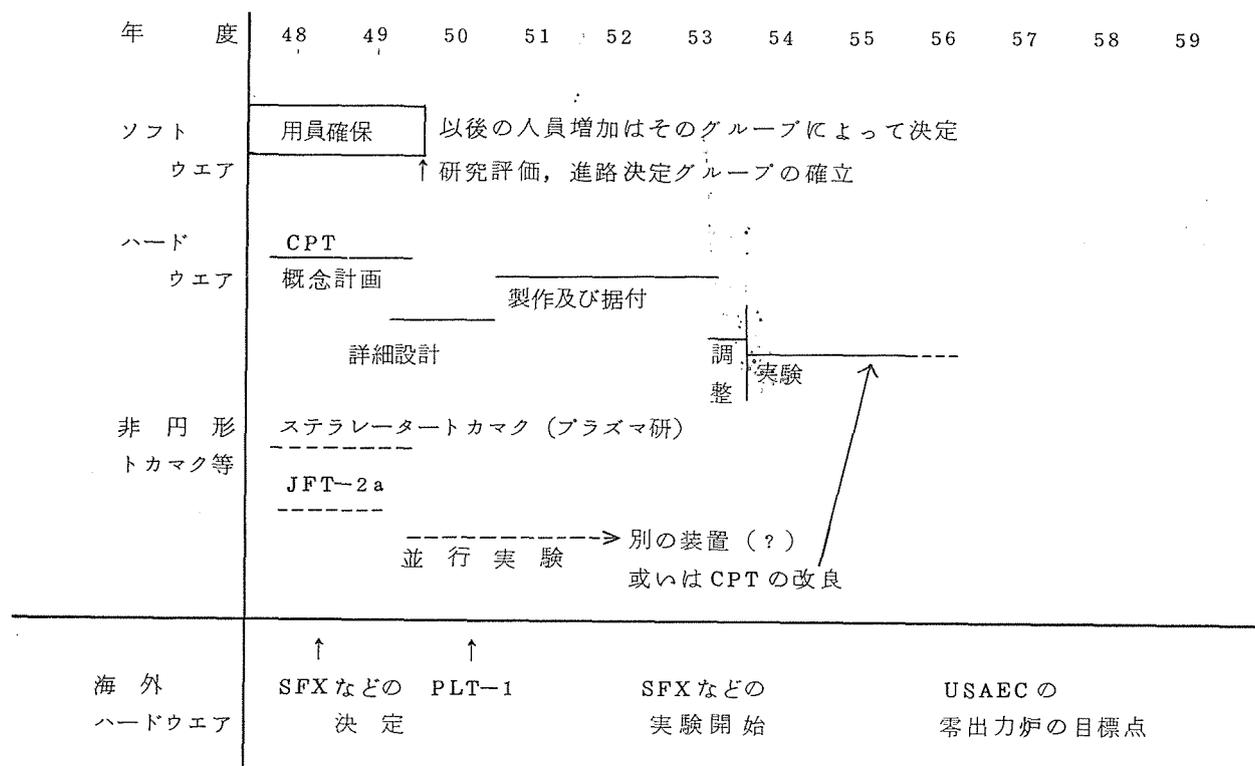


図 13 は日本における研究開発の 5 ヶ年計画ですが、主力はこの臨界試験プラズマ装置 (CPT と省略します), その他に, 大学関係や原研で小型の装置が作られその結果が未来の研究の指針となりましょう。長期的な開発のプログラムは増殖炉と同じように作られていまして表 5 がそれです。

表 5 研究開発のプログラム

1. 臨界炉心プラズマ装置 (零出力炉)	プラズマ加熱のエネルギーと D-T 反応で出るエネルギーとが, ほぼ等しくなる状態。 ($n\tau \sim 5 \times 10^{13} \text{ sec/CC}$)
2. 実験炉用炉心 (物理試験炉)	プラズマが核融合反応でできたヘリウムによって, 加熱されるまで。 ($n\tau \sim 10^{14} \text{ sec/CC}$)
3. 実験炉	上記の炉心のまわりにブランケットがついて, 実際に三重水素の生産を行なう。
4. 原型炉	技術的に発電などの可能性までを実証する。
5. 実証炉	原型炉と同じだが, 経済性, 社会性 (環境, 安全など) などを実証する。
6. 実用炉	実際の商業炉として使う。

図14は日本の原子力委員会で作成した長期的研究開発の進め方で、大体现在の円の価値にして二兆円程度の研究投資が必要とされるとみられています。ちなみにアメリカでは今後5年間に三千ないし四千億円を投入して核融合研究をやろうとしています。

図14 長期的観点からの核融合研究開発の進め方

項 目	年 度		1970		1980		1990		2000	
	昭和	45年度	50年	55年	60年	65年	70年	75年	80年	
臨 界 プ ラ ズ マ 試 験 装 置			設 計	製 作	運 転					
実 験 炉 炉 心 モ ッ ク ア ッ プ 試 験 装 置				設 計	製 作	運 転				
核 融 合 動 力 実 験 炉					設 計	製 作	運 転			
核 融 合 動 力 原 型 炉						設 計	製 作	運 転		
核 融 合 動 力 実 証 炉							設 計	製 作	運 転	

表6に予想される核融合炉についてまとめてあります。

我々の希望としましては、核融合炉を出来たら今世紀中に実用化したいと思います。

核融合炉は未来のエネルギー源をに成るものとして、完成迄に、またいろいろ困難はあると思いますが、是非実現したいものです。そのためにはここにいられる方々からの協力が是非必要ですので、よろしく御願ひしたいと思います。

表6 予 想 さ れ る 核 融 合 炉

1. 実用化 1,990~2,000年
2. 電気出力 約200万キロワット
3. 発電所建設コスト、発電原価は普通の原子力発電所と
 同じ程度
4. 燃料の重水素、リチウムのコストは海水から取ったとしても
 発電原価のわずかな部分を占めるに過ぎない

原子力開発への長期戦略

日本原子力研究所
副理事長 村田 浩

昨年原産年次大会において、私は「わが国の原子力研究開発の現状と課題」について私見を述べた。今回は一歩進めて「原子力開発への長期戦略」について私の見解を「試論」の意味でお話したい。

この重要かつ困難な問題に対する私の意見は、昨年11月上旬、ウィーンで行われたIAEA主催の“Study Group on Reactor Strategy Calculations”会議に参加し、各国の専門家と討論した経験を下敷きにしている。最初この会議の印象について触れておく。

原子力開発、あるいはより具体的には動力炉開発の長期戦略については、すでに1950年代の昔から主要各国で繰返し検討されてきたが、1960年代末までの重要な戦略要素は、「核燃料資源」と「経済性」の二つであった。すなわち、「資源」が確保され、その「経済性」が在来エネルギーに匹敵するならば、原子力の「安定供給」が可能と考えられたのである。しかし、1970年代に入り、情勢に大きな変化が生じた。それは、エネルギー消費量の飛躍的増大から環境汚染が生じ、いわゆる「環境問題」すなわち、「環境との調和」が他の二者に勝るとも劣らぬ重要な因子となったことである。

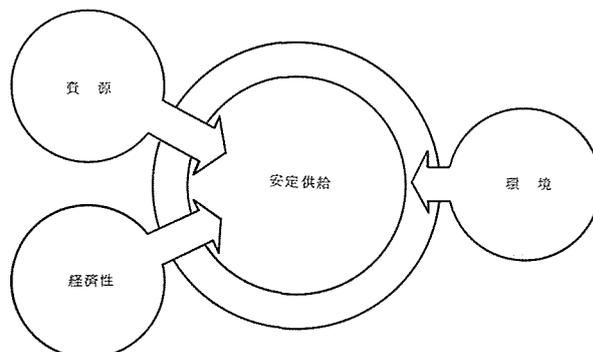
昨年11月の会議においても、この「環境」因子をどのように長期戦略に組み入れるかが一つの重大な論点となっている。特にこの認識は欧州大陸諸国に強いが、わが国の地理的、人文的条件は、それ以上に「環境」因子を重視しなければならない立場にある。

まず、第一の要素である「資源」については、OECD-IAEA共同調査委員会の発表した最新の報告書、「自由諸国圏における世界のウラン資源量」の数字が振りどころとされたが、地質専門家の意見をもふくめ、石油価格が\$10/バレルというように上昇してくると、\$30/ポンドあるいはそれ以上の価格のウラン鉱でも経済的に原子力発電が引合うこととなり、さらにソ連、中国などの埋蔵量を考慮に入れると、たとえ高速増殖炉の商業的導入が遅れても、今世紀中のウラン資源量が問題になることはあるまい、との意見であった。

次に「環境」の因子をどのように長期戦略に組み入れるかについては、必ずしも具体的な結論は出なかったが、長期的観点から、とくに「熱汚染」の重要性が指摘された。この点から原子炉システムの熱効率向上の必要性とともに、核熱の直接利用をふくむ「多目的利用」の問題が熱心に議論されている。また、大気汚染防止等の見地から原子力を利用した水素エネルギー・システムについても数カ国から大きな関心が示された。

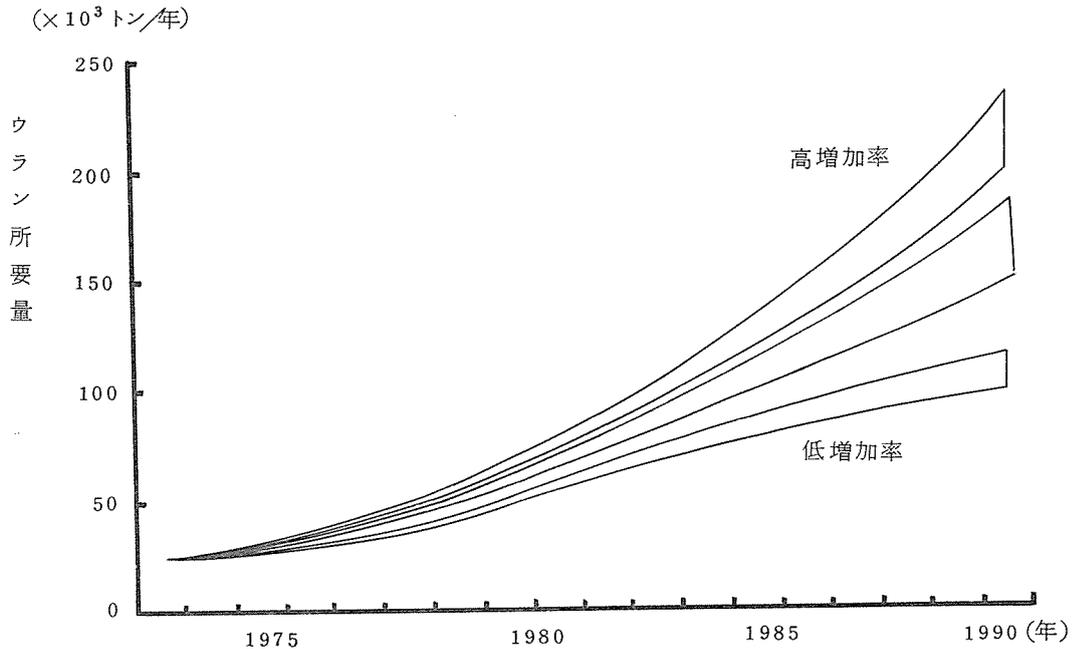
以下、スライドを用いて、上述の論点ならびにわが国における長期戦略の在り方についての私の考えを述べたい。

(1) エネルギー開発の必要条件



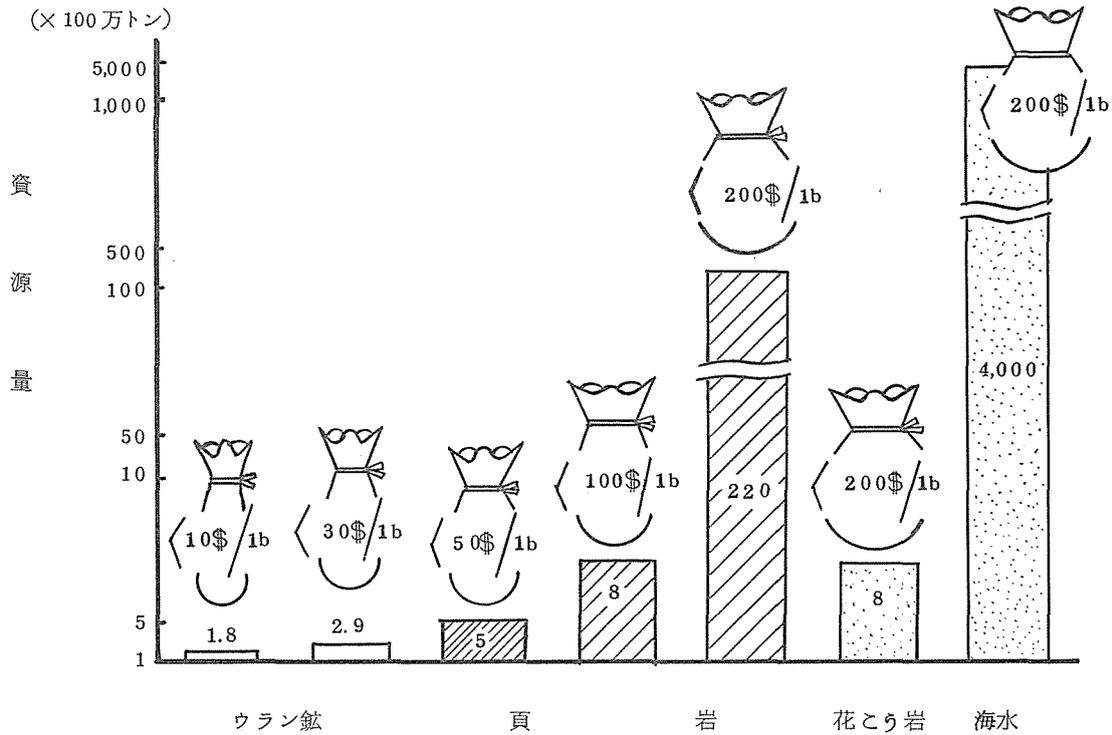
スライド1 最初に申し上げた長期戦略上の2大要素であった「資源」と「経済性」という問題の上に、とくに「環境」という要素が非常に大きく考慮されねばならなくなり、この問題の解決なくしてはいわゆるエネルギーの長期安定供給ということが考えられなくなってきたということを意味する。

(2) 発電量・ウラン所要量推定



スライド2 OECD-IAEA共同調査委員会の報告による世界の原子力発電規模とウラン所要量の見通しを示す。この図面はプルトニウムのリサイクルなしというものをとったが、原子力発電の世界の伸びが一番低く予想される場合が一番下に書いてある。高い予想をとった場合、これは各国政府にそれぞれ質問を出してその結果をまとめたものであるが、それが上に書いてある。中央はその中間にあたるものである。1990年までの各年度毎のウラン所要量を左に示す。中位の伸びで行くと、1990年には U_3O_8 にして年間15万トン相当が必要となる。プルトニウムをリサイクルした場合はこれがかなり減少される。いずれにせよ、累積として2000年までに少なければ300万トン、大ければ600万トン相当のウランが必要となるというのが、その報告の概要である。

(3) ウラン価格と資源量



スライド3 現在はU₃O₈がポンドあたりせいぜい\$30位までのものが考えられているが、これはその報告書中にある米国の資料によるもので、今後石油などの化石燃料資源のコストが非常に高まり、ウラン鉱の価格が高くてもひきあうということになれば、相当量があるということの一つの表である。左にあるのがウラン鉱で、\$10以下、\$30以下を示しているがいずれも数百万トンのオーダーである。次にあるのがアメリカの頁岩中に含まれるウランを回収した場合である。これはポンドあたり\$50、さらに\$100、\$200位までをみると、非常に増加するということである。花こう岩中にあるものについてはポンド当り\$200程度で800万吨位回収できる。海水中にあるウランの回収については、仮に\$200位とすると40億トン位あるといわれる。

(4) 原子力開発における環境問題

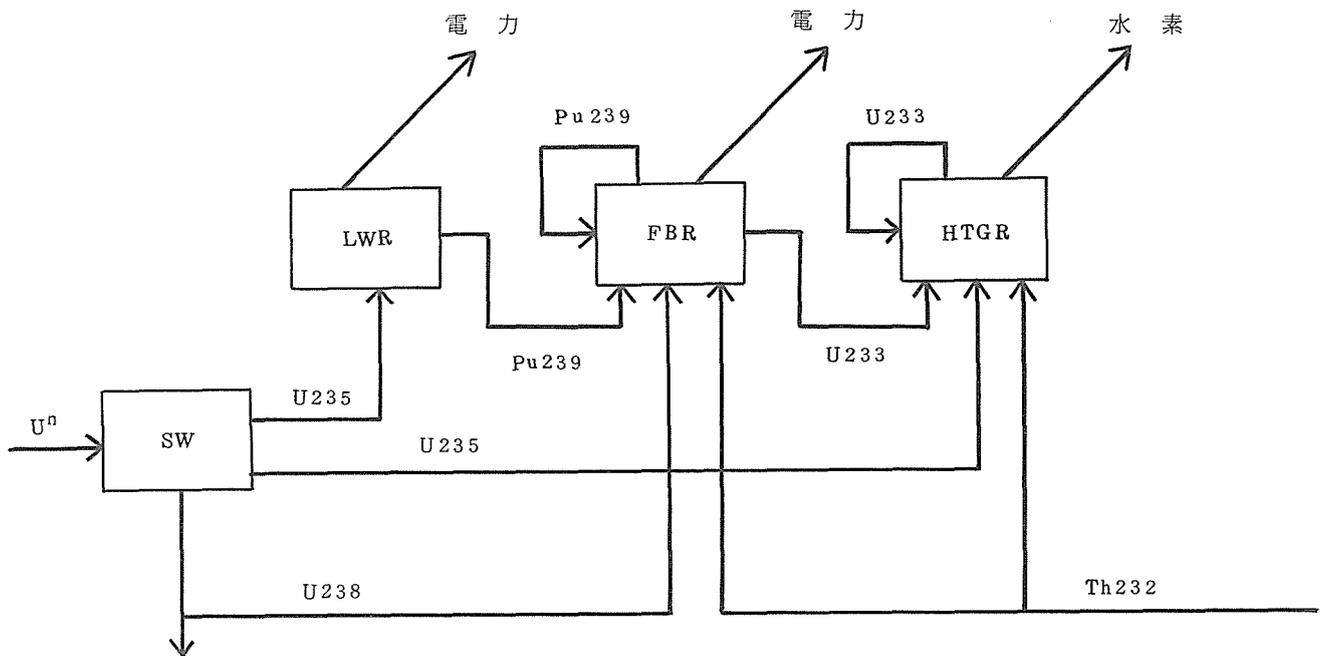
環境放射能レベルの低減化
温排水の低減化
放射性廃棄物処分の確立
事故対策

スライド4 第3の因子である「環境」についてである。

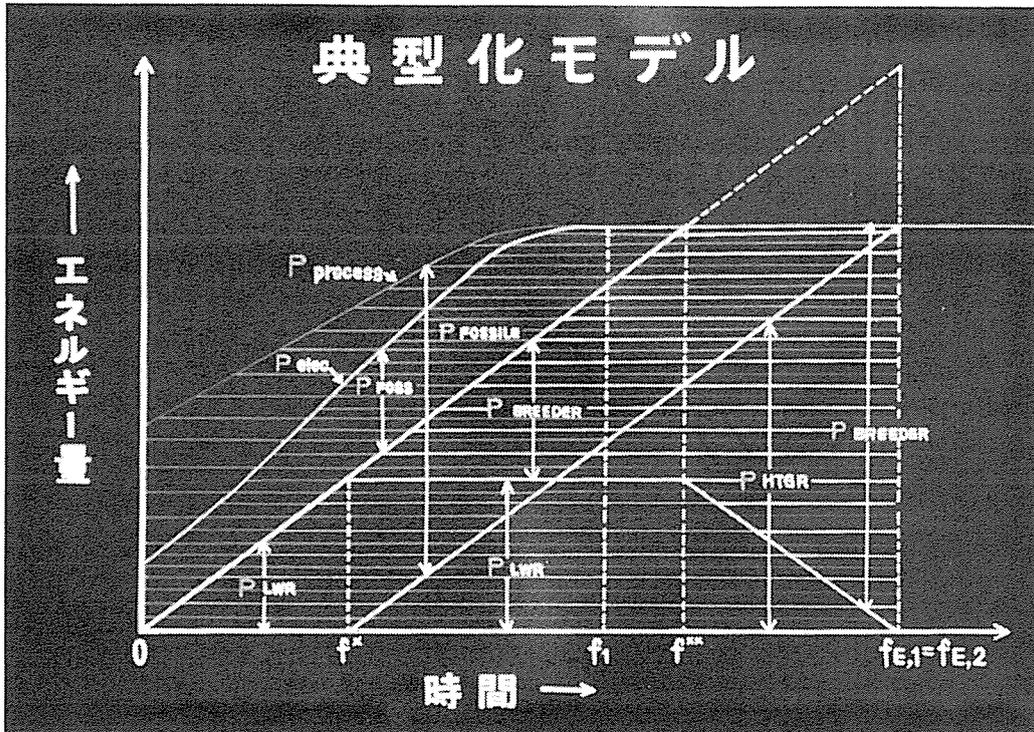
原子力開発における環境問題の内容は何かについてみると、第1には環境放射能レベルの低減化がある。また原子力発電所の規模が大きくなるにつれて温排水が増えてくるので、その低減化の問題がある。さらに最終処分をすべき放射性廃棄物処理処分の問題があり、最後に万一、原子力施設に事故があった時に、環境においてそ

これを防止するような、いわゆる事故対策、緊急対策が十分に講じられねばならない。これらの環境問題を考慮に入れて今後の長期戦略を考えていきたい。

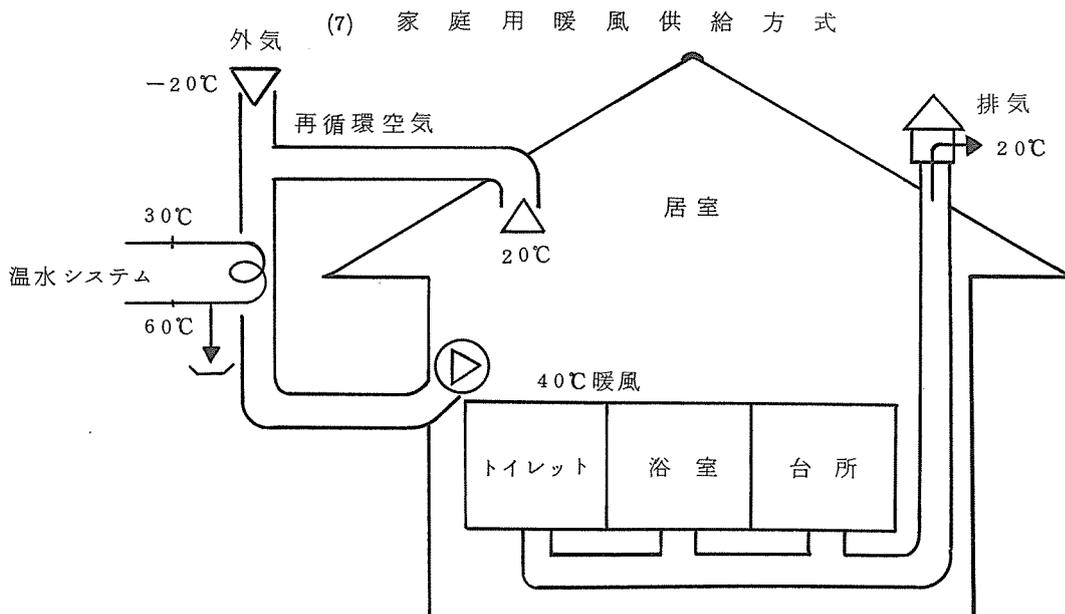
(5) LWR-FBR-HTGR システム



スライド5 昨年11月の会議に International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)の[例]Habele教授が発表した論文からとったものである。2000年頃までを考えてそれにいたる各動力炉の組合せを一つの図式化したもの。まず、軽水炉(LWR)から始まり高速増殖炉(FBR)ならびに高温ガス炉(HTGR)の開発を行う。このエネルギー生産システムとしてこれらを全部有機的に結びつけた一つのシステムを考える。軽水炉があるから左の下にあるように濃縮工場(SW)が必要であり、そこでU235を濃縮する。軽水炉でできたPu239は高速炉に使う。ここで一つ工夫があって、この高速炉ではプルトニウムをつくと同時にトリウムからU233をつくる。つまり、ブランケット二重構造にする。このFBRでできたU233でHTGRを動かす。そしてそれぞれにできたエネルギーはこのLWRとFBRからでたエネルギーを電力とする。HTGRからでた高温のエネルギーで水素エネルギーを作る。このようなシステムで将来の二次エネルギー源を電力と水素にもっていこうという考え方を示したもの。

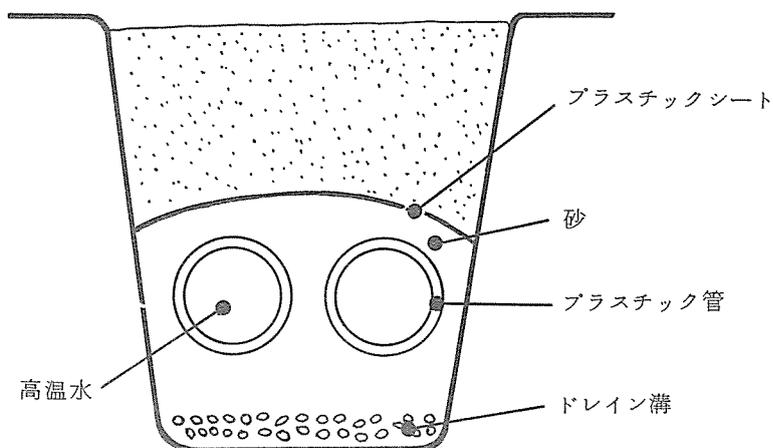


スライド6 は只今申し上げたシステムを典型化したモデルである。現在各国において電力として使われているのは一次エネルギー全体の約1/4であるが、将来これが50%位までに増大される。残りの50%は従来は化石燃料でやっているが、これを水素エネルギーのようなクリーン・エネルギーに替えていく。このように考えた時に、左の下の0からスタートしているのが軽水炉(LWR)であるが、軽水炉を開発して行って最初の f^x とかいてある時点にいたるところから、高速増殖炉(Breeder)が入ってくる。そのFBRが上にかぶせてある。それから、 f^{xx} とあるところから高温ガス炉(HTGR)の開発が始まり、LWRは横ばいになり、 f^{xx} のところまでその使命をおわり、あとはBreederとHTGRにその役割をゆずってゆく。そしてエネルギーの消費は電力50%、水素50%という形で先ほどのようなシステムで供給する。こういうようなモデルである。



スライド7 同じ会議で提出されたスウェーデンのA Bアトムエネルギーの Marger 氏の論文によるもので、スウェーデンは暖房用熱源を大量に消費し、1年のうち8ヶ月は暖房を使い、従って電力のみでなく、このような暖房用熱源に原子力の low grade の heat を使おうというシステムである。このスライドは一つの家の暖房状況を示したものだが左側の温水システムとかいたところ、ここが原子炉で生産された温水(温度60℃)を配管で各家庭の近くまで配り、これを居室内に導いて室内の温度40℃で温風を入れる。それが20℃に下ったものを取りだして再循環して行く。温水の方は60℃から30℃に下って、原子炉の方に戻る。このよなシステムである。

(8) スウェーデンで試験されているプラスチック製温水配管



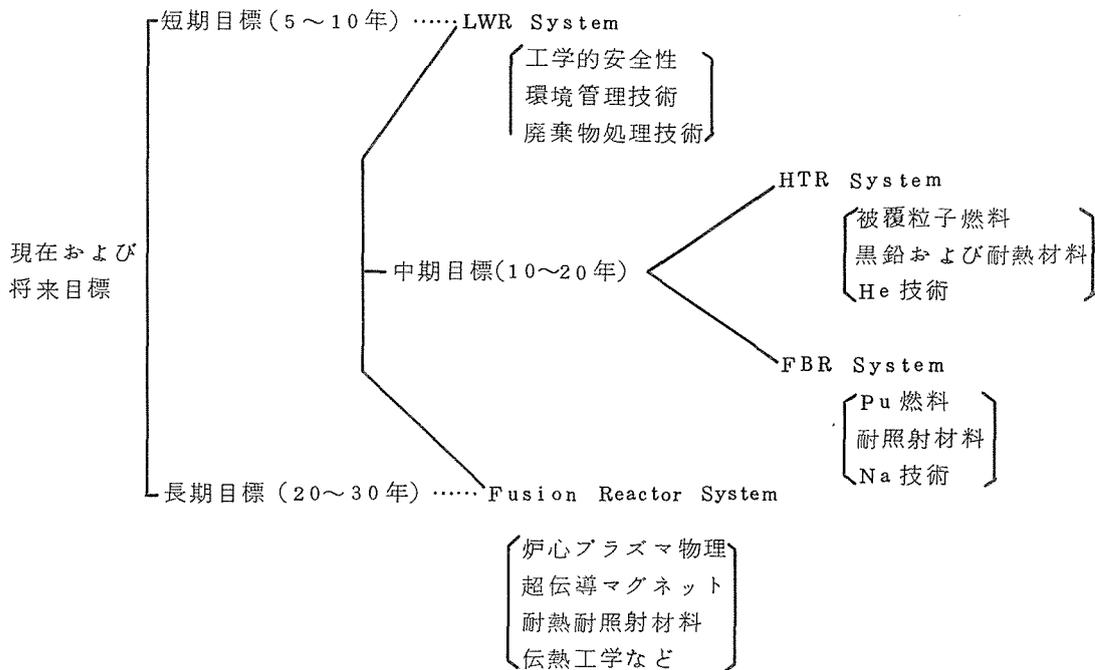
スライド8 はその際に示された温水の輸送パイプラインであり、とくに強調されたのは、実際に寒い所で実験して、プラスチック製の直径50cmばかりのパイプで非常に充分やって行けるとの自信を得たことである。

上述の諸点に関連し、私はわが国の将来目標として、核融合炉のできるだけ早期の実現が最もわが国のおかれた環境条件から適切であると考え。もとより核融合炉の実用化にはなお多大の年月と努力を要するから、それまでに軽水炉のほか高温ガス炉、高速増殖炉などの開発はわが国としても必要であり、やらなければならない。しかしその考え方は、核融合炉をできるだけ早期に実現するという大目標の下で、それを促進する対策の一環として推進されるものでなければならない。

その場合、核分裂炉(Fission Reactor)の経験を有効に役立てる意味も含めていわゆる、Fission-Fusion Hybrid Reactorの開発が適当ではないかと考えている。

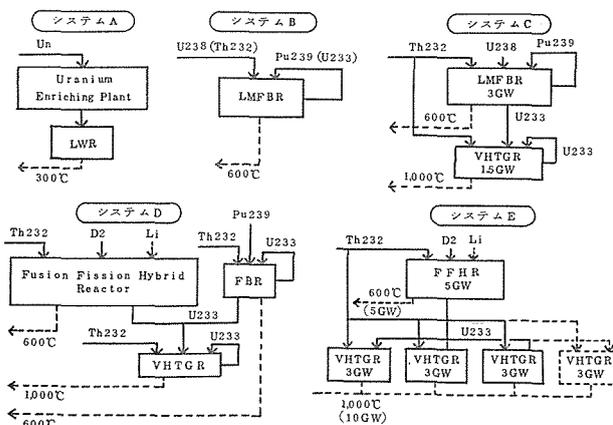
また、FFHRの運転温度条件および核物質の有効利用の点などからみて、1000℃あるいはそれ以上の高温で運転されるVHTRの開発が重要と考える。

(9) 原子力開発の現在および将来目標



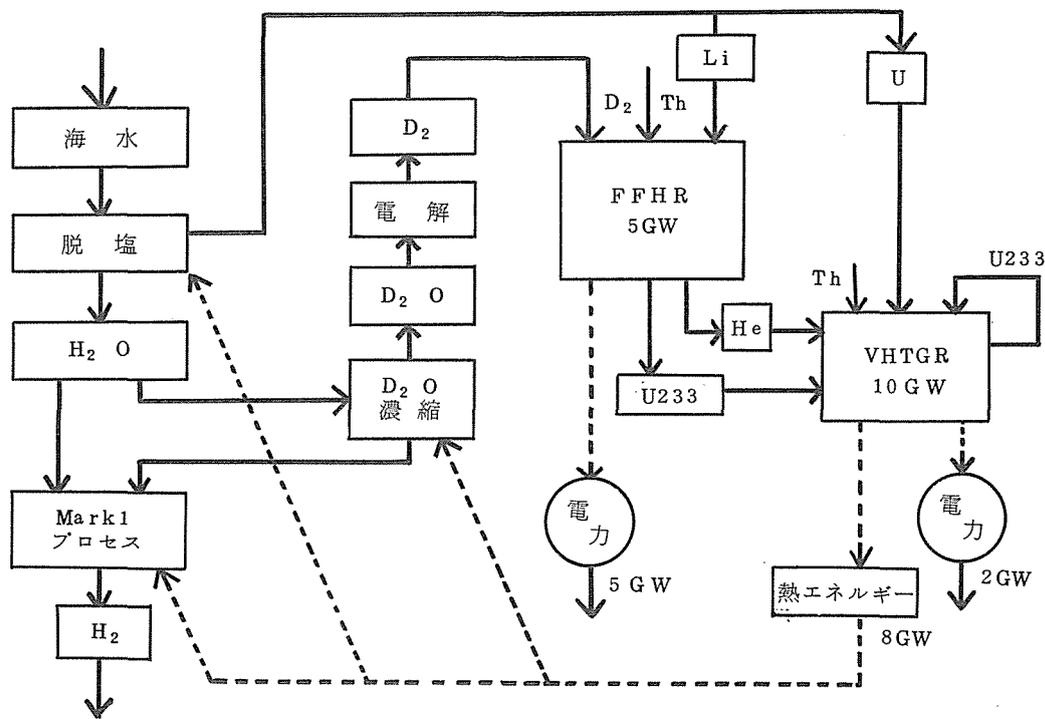
スライド 9 はわが国の原子力開発の現状および将来目標を一つの表にまとめたもの。長期目標をたとえば 30 年として、核融合炉の実現におくとすれば、当面の短期目標 (5~10 年) は何としても現在の軽水炉を実際に安心して使えるようにしなければならない。したがって、軽水炉の主として工学的安全性、環境管理技術、廃棄物処理技術を中心とした短期目標を置く。しかしながらこの短期目標と長期目標の間には 20 年近い期間があり、この中間段階をどのように進めていくかが、長期戦略のポイントである。その中期目標としては例えば 10~20 年あるいは 30 年の間ということになると、一つは熱効率の向上、熱汚染の防止等を含めた高温ガス炉の開発であり、一つは核燃料物質の節約、有効利用を考えた高速増殖炉あるいは重水炉であるが、これらを適切に配置し、これに必要な技術開発を行なう。このような、短期目標、中期目標において積み上げられて行くところの、主として工学的な経済、技術開発をできるだけ有効に長期目標である核融合動力炉の開発に役立てて行くという考え方をとるべきである。

(10) 熱エネルギー供給システム

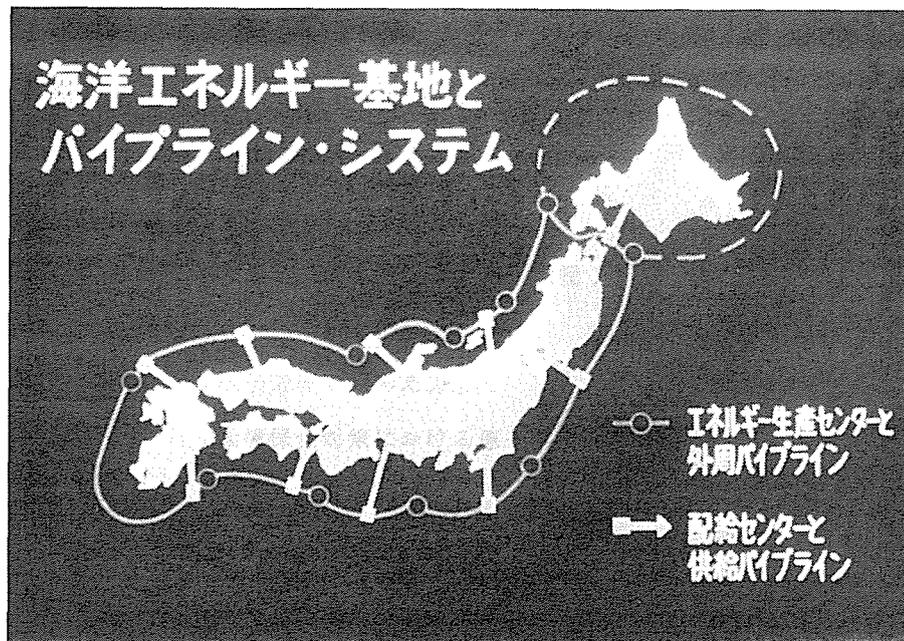


スライド 10 は原子力による熱エネルギー供給システムをいくつか考えられるものをあげた（システム A, B, C, D, E）。この熱エネルギーを生産するシステムは二つのサブ・システムに分けることができる。一つはこの U235 あるいは Pu239, U233 というような分裂性物質を作ってゆくサブ・システムである。（一応これを濃縮サブシステムとする）。次には濃縮された分裂性物質を使ってエネルギーを生産するエネルギー放出システムである。この二つのサブ・システムで一つの供給システムができあがるが、その組合せの可能性がここにいくつか示されている。システム A は現状であり、天然ウランを濃縮して濃縮ウランを軽水炉にもってゆく。システム B は高速増殖炉システムで、高速増殖炉それ自体でプルトニウムを濃縮してそれでエネルギーを生産するシステム。システム C は高速増殖炉と高温ガス炉、とくに、VHTGR との結びつきにより高温の熱エネルギーを生産するシステムを組合せたもの。先ほどの Hafele 氏の図面がこれにあたる。システム D は核融合炉を早期に実用化するという意味で、また Fission Reactor の経験を Fission - Fusion Hybrid Reactor (FFHR) というものを考えた時、これと高速増殖炉と高温ガス炉とを組合せたシステムである。システム E はこの FFHR と VHTGR を組合せたもの。

FFHR - VHTGR 結合システム



スライド 11 は FFHR と VHTGR を組み合せた場合の Material Balance などを試算したもの。ここで、Fusion Reactor の燃料である重水素と三重水素を海水から回収するがこれを回収するのに VHTGR で生産される熱エネルギー等を利用する。つまり、左のはしにある海水を入れて脱塩を行ない、得られた真水から一方では重水素をとりだし、他方ではこれを熱化学分解して水素にし、水素パイプラインで送る。また、塩類のなかからリチウムとウランを回収してそれぞれの燃料にまわす。トリウムを使うとすれば、トリウムだけが一つ別に必要となる。ポイントはできるだけ化石燃料から脱却して行くという考え方で、将来を電力と水素エネルギーで組合せ、Combined energy system にもって行くとしたときの考え方である。



スライド12 このように考えたとして、もう1つの重要な問題は立地である。どこにこういったエネルギー生産設備をおくかということであるが、サイトの問題を考える時、将来の一つのビジョンとして巨大エネルギー・センターを数あまり多くなく設けそれを海洋に立地し、水素製造等とあわせてパイプラインで結ぶシステムがわが国の地理的条件から考えられる。エネルギー源を海洋に求めることができるというわが国の特長を生かす一つのビジョンとして考えてみた。これは日本列島をとりまくパイプラインがあり、その中にここではエネルギー・センター10カ所また配給センター10カ所という形で海洋の方からエネルギーが内陸へ向って送られるシステム。勿論、これは一つのビジョンであり、海洋立地について沿岸海域への可能性を一応あたってみたところでは、まだ単なる調査の範囲ではあるが、たとえば仙台から九十九里浜の間とか、御前崎から伊良湖岬の間あるいは紀伊水道に面する和歌山県の沿岸とか、あるいは新潟県の北から秋田にいたる海岸とかいうようなところにはなる程度そういった可能性があるように思われる。

以上はきわめておおまかに私の考える長期戦略主たるビジョンを示したものである。もとよりこのような長期的な構想を実現に移すことは容易ではない。しかし、長期の目標をはっきりさせて、それへ向って最も適切な中期・短期計画を樹てて行く姿勢が重要であると思う。あわせて、わが国にあっては資源面でも、立地面でも、海岸の最大の活用をはかる考え方が大切である点を強調しておきたい。

セッション 3 原子力の安全

議長 伏見康治氏（名古屋大学名誉教授）

講演 「原子力安全の考え方」

講演 「環境保全対策における原子力安全の使命」

講演 「原子力と環境問題」

議長 田島英三氏（立教大学理学部教授）

パネル討論

原子力安全の考え方

東京大学工学部

教授 内田 秀雄

軽水型原子力発電の原子炉安全問題を中心に原子力安全の考え方について述べるが、わが国で公に認められていると考えられる理念からばかりでなく、各国における動向をも紹介し、わが国における原子炉安全に一貫した理念が確立されるために参考となれば幸いである。

原子炉施設の安全は、通常運転時の問題と、いわゆる事故時の問題すなわち原子炉事故の発生を想定した時の問題とになる。原子力発電所から通常運転時に放出される放射線・放射能によって敷地外一般公衆に与える放射線影響の問題は、国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告に準じて考えられていることは、わが国も各国と同様である。すなわち一般公衆個人に対しては 500m rem/y が許容限度とされている。特に軽水型原子力発電所の通常運転時に放出される放射性物質の敷地周辺に及ぼす影響はいわゆる“as low as Practicable”の精神にのっとり、気体状放射性物質によって生ずる敷地外代表個人の受ける被曝線量は 5m rem/y を目標に設計・運転・管理することになっている。現在わが国で運転中の発電所における実績はこの目標を十分に満足している。

原子炉の安全確保の重要性に鑑み原子炉施設の建設にあたっては、原子炉事故の起ったことを仮定した場合に、一般公衆を放射線障害から防護するために必要な技術的ならびに行政的などの安全対策を原子炉設置の事前に検討しておくことが行なわれている。これが原子炉の想定事故の災害評価すなわち「想定事故に対する安全対策の事前評価」である。こういう事故に対する事前評価は原子炉施設が本来「放射能による潜在的危険性をもっている」ということだけによるのではなく、「事故が仮に起ったとしても十分安全であるように対策をたてておく」という次元の高い原子炉安全の基本理念によるものであることが強調されなければならない。すなわち原子炉施設の想定事故時の安全の目標は、非常に小さな確率でしか起りそうにない事故の発生を仮定しても、一般公衆の健康と安全とを損うような重要な放射線影響を与える放射線障害のないことである。この目標を高度の技術に基づく計画・設計と多重の安全施設および綿密な品質管理を行なうことによって達成することが原子炉安全の基本方針である。この安全性は工学的安全対策と立地条件との関連によって評価されるが、わが国では基準として原子炉立地審査指針（以下立地指針という）がある。立地指針では重大事故と仮想事故の二種の事故を想定して評価することが決められている。重大事故は技術的な見地からは起り得ないとはいえないような事故のうち最大の事故の想定であって非居住区域（甲状腺（小児） 150rem ，全身 25rem ）に必要な範囲の評価をするためのものであり、仮想事故は低人口地帯（甲状腺（成人） 300rem ，全身 25rem ）に必要な範囲と国民遺伝線量（ 200万人レム以下 ）の見地から周辺の人口分布の適切性を評価するためのものである。立地指針の仮想事故が米国などで想定されている設計基本事故（DBA）にほぼ相当するものと言ってよい。軽水炉のDBAはほとんど各国共、一次系最大口径配管の瞬時破断に始まるいわゆる冷却材喪失事故（LOCA）をその代表的なものとして想定している。しかしわが国では想定事故として上記LOCAばかりでなく、BWRの主蒸気管破断、PWRの蒸気発生器細管破断および放射性気体貯蔵タンクのあるものではその大破損などを想定事故としてとりあげ、その安全対策を検討し立地指針との照合を行なうことを以前より行なっている。

わが国で想定する重大事故は仮想事故より現実に近い仮定を用いて事故の評価を行なっている。たとえばLOCAを例にとれば、配管破断に続く冷却材流出は非常用炉心冷却設備の作動によって、燃料被覆管の破損が全体のどの程度におさえられるかを解析評価し、核分裂生成物の冷却材への流出量の仮定を行なっている。したがってECCSの機能と性能については燃料被覆管の溶融を防ぐことは勿論であるが、燃料被覆管の破損を全体の一部におさえることができることが大切な基準となる。

わが国が立地指針との適合に対して行なう想定事故の災害評価は、これは一般公衆と原子炉との離隔の適否を中心として立地条件を検討評価するために行なうものであって、事故の発生から災害に至る一連の事故システムを非現実的な極めて厳しい仮定を用いて解析し、被曝線量を推定することが行なわれている。その結果の被曝線量を立地指針のめやす線量と対比することによって立地の適否が評価されるのである。従って解析によって得られた線量あるいはめやす線量は仮にそういう事故が実際に起ったと仮定した場合でも、実際に受けることが予想される線量でもなく、また許容される線量というべきものでもないことを指摘しておきたい。

以上述べた D B A の性格は、別の表現を使えば次のように言うことができる。D B A は「一般公衆および従事者を放射線災害から防護するという安全目標に対して原子炉施設の設計条件として考える基本想定事故」である。そうであるならば、D B A はどの位起りにくい事故をとりあげることが原子炉施設の利用に当って適切であるか。またその事故の評価はどの位厳しくするべきであるか。従って安全対策はどうあるべきか。ということが明らかにされるべき問題として提起されるが、これについて各国間で長い間討議と研究が続いてきている。異なる種類の、異なる設計の原子炉例えば P W R と B W R あるいは軽水炉とガス炉などの安全性を共通の理念で考察することが必要であるので、D B A あるいはこれによって生ずるリスクの評価を行なうためには絶対量的な方法より確率論的な評価が重要な意味をもつものとなってくる。これに対し種々の考えが多くの人によって以下のように出されているが、これをみると漸く考えが国際的に収斂してきたように思われる。

- (1) 仮にそういう事故が起ることがあっても、同一個人にとって一生に 2 度遭遇するものであってはならない。
この考えから 2000 年には地球上に 10^4 位の動力炉ができると考え、地球上に 100 年間に 2 度は大きな原子炉事故は起らないと安全側に予想すると D B A の発生頻度は 10^{-6} / 炉年以下にするべきであることになる。
- (2) 動力炉の供用期間を 50 年とし、動力炉の数を 10^4 とすれば、こういう大きな事故は起ってはいないという考えから、事故の発生確率は 2×10^{-6} / 炉年より低くしなければならない。
- (3) 一般産業等における災害の発生率より少なくとも 2 ケタは低くしたい。
- (4) 事故による放射性物質の放出によるリスクは、平均的に考えて通常時のそれより 1 ケタ低くする。これはドイツ連邦共和国の推定で、これから事故時の I^{131} 放出の寄与を $0.02 \text{ Ci} / \text{炉年}$ と推定している。立地評価の場合の 1000 MWe 軽水炉の L O C A の評価では、一般に I^{131} が 10^4 Ci のオーダーで放出されることが解析上推算されるので、 $0.02 \text{ Ci} / \text{炉年}$ というリスクは事故の発生を $10^{-6} / \text{炉年}$ と考えることに相当する。
- (5) I^{131} 放出量として災害の大きさを評価するとき、事故による個人の受けるリスクは多くとも $1 \text{ Ci} / \text{year}$ の放出による影響以下に止めたい。これは英国 Farmer の提案した目標である。
- (6) アメリカ A E C の報告に次の考えが発表されている。

The safety objective is that the likelihood of all accidents with significant consequences not included in the design basis envelope should not be greater than one chance in one million per year, i. e., should not occur with a failure greater than 10^{-6} per year.

実質上あるとは思えない事故の発生頻度を確率的に求めることの信頼性そのものに疑義が全くないというものでもないが、以上種々の考察の例からみると、「原子炉安全を確保するための設計基本事故の発生は多くとも 1 炉年当り 10^{-6} 以下にすることを目標とすること。」が国際的に共通とみられる理念として定着したとてよさそうである。ここにいう事故の発生確率とは「原子炉事故は発生しないということの不信頼性の確率論的评价」といった方が正しい意味であり、事故が実際に起る確率ではないことはいうまでもない。

発生すると考えると重大な結果をもたらすかもしれないと予想される事故を D B A の対象として想定すべきか否かが問題となる時、上記の考えから、その発生が安全施設・安全対策の関連において $10^{-6} / \text{炉年}$ 以下であることが十分期待できれば、そういう事故を設計に対する想定事故としてとりあげることが適切でないと判断する

という考えがある。たとえば重要な機器について *common mode failure* を考えるか否か、炉心溶融を考えるか否か、あるいは航空機の衝突など人工的災害による原子炉事故の発生を考えるか否かなどの問題である。アメリカでは航空機衝突の発生が 10^{-6} / 炉年を上回るような立地条件のサイトについてのみ何らかの安全上の配慮を必要とすることにしてしているのはこの考えであると思われる。

事故と災害を確率的に解析・評価することは、その結果得られる数値そのものの信憑性を問題にするよりも、むしろ異種事故の比較検討や、安全施設の信頼性の検討を行なうことに意義のあることは既に述べた。しかし信頼性工学的見地からの事故と災害の確率的研究は各国において最近急速に進められていることであり、たとえば 10^{-6} / 炉年というような想定事故発生の頻度の確率的表現は、安全確保に対する目標値であると共に、十分に余裕をもった安全側の数値として科学的・技術的根拠のあるものであるとして注目すべきものであると思われる。Otwayらは実際に近い数値を用いて原子炉想定事故の解析をしているが、その結果からみると 10^4 Ci の I^{131} 放出を導くような L O C A は 10^{-9} / 炉年であろうとしており、また逆に 10^{-6} / 炉年の発生に相当する事故においては放出量が 500 Ci と推算しているが、このことは上述したような安全目標値に対して実際には更に 3 ケタ安全度をもっているものであることを言っているのであり、すなわち立地評価に行なわれているような災害が予知される想定事故は、実質的には発生しないものであるとよいことをいっているのである。

アメリカで検討されているいわゆる Class 9 に属する極限的事故は発生確率が $10^{-9} \sim 10^{-10}$ / 炉年以下であろうという検討結果が最近発表されている。

L O C A は大口径配管の破断を事故の始点として仮定したものである。この配管の破断が実際にどうありうるものであるかについて長い研究が進められてきたが、過去の各種工業における種々の配管破損の実績を統計的に処理した結果、高度の技術によらない一般配管を含めた場合の管の破損の発生割合は 10^{-3} / 年 より大きいことはないという結果が得られている。しかし原子炉に用いられるような良質の材料を用い、高度の技術に基づいて設計・製造され綿密な品質管理を受けている配管については、この割合は 1 ケタ以上低いものであって多くとも $10^{-4} \sim 10^{-5}$ / 年 と考えることの方が妥当であると言われている。配管破断に対し圧力容器の健全性が議論の対象となったのもかなり古いが、最近 O E C D - C S N I の会議で紹介されたドイツ、アメリカ、英国の研究結果によれば、一般圧力容器の大きな破損の発生割合は 10^{-5} / 年 よりも小さく、特に原子炉圧力容器については 10^{-6} / 年 より小さいものであろうということである。アメリカ A E C はかねてより D B A としては圧力容器の破断を考慮するにはあたらなと言っていたが、最近上記の研究結果を引用しこの方針の妥当性を改めて確認したと報じられている。

わが国が立地指針との照合において想定する仮想事故としての L O C A は、配管の破断と非常用炉心冷却設備の性能の欠如を仮定している。すなわちここで配管の破断を 10^{-4} / 炉年、非常用炉心冷却設備の不信頼性を 10^{-3} / demand とすれば、この二者の連続事象として仮想事故を考えるとその発生は 10^{-7} / 炉年ということになる。尚、仮想事故の想定に外部電源の喪失および重要な単一機器の故障を考えているが、これについては余備電源の設置あるいは安全対策の基本方針として採用されている機器の多重性等によって十分な保証がされているので、これらの何れもが作動しないという仮定を更に加えることは確率的に考えると D B A としては有意義ではない。すなわち、D B A の発生を 10^{-6} / 炉年 以下とする目標に対して十分な信頼性が安全対策にあるということが出来る。こういう仮想事故について最終的に施設外への放射能放出量を推算評価する場合は、核分裂生成物の一次冷却材への流出割合、格納容器内での除染性能、ヨウ素フィルター性能、格納容器気密性などについて解析上十分に安全余裕度を持った値を用いて評価している。更に施設外における大気拡散は発生しにくい気象条件を仮定し、その結果から被曝の評価を行っている。

このように立地評価に対して L O C A のような想定事故と災害の評価を行なう場合は、極めて厳しい仮定を用いた解析評価が行なわれているが、しからばその安全余裕度（コンサーバティズム）はどうであるのか。たとえ

ば事故時のヨウ素除去フィルターは実験上得られておりかつ設計目標とされている性能99%以上に対しわが国では例えば90%が事故評価の際には使われている。しかも上記設計上の性能は使用期間中定期的な試験によってその確認がなされているが、定期的試験後の劣化あるいは製造・管理の際生ずる偶発的原因による性能のバラツキを十分に補うため、余裕をみて事故評価では90%の除去効率を用いて評価されているのである。これは一つの例であって、このような余裕のある評価が一連の事故評価の中に含まれており、更に放射能が施設外に放出されてからの大気拡散には極めて発生しにくい条件の発生を仮定した気象上の解析が行なわれているのである。これらの評価の結果が立地評価の場合の災害評価である。したがって実際に最もあり得ると考えられる装置の性能あるいは気象条件下では、災害としてどのような結果が得られるか、すなわち最も確実性の高い災害の規模について知ることが大切である。アメリカでは、想定事故の環境に対する評価の場合は立地評価の場合に比べ実際の値を用いて評価すべきであるとしているのはこういう理由である。アメリカの解析例を引用して、たとえば冷却材喪失事故の評価を比較すれば、立地評価の場合の排除区域における全身被曝線量の評価値は3 rem となるが、これはアメリカの立地基準の値25 rem に比べ約1/8である。さらに同じ想定事故について実際の仮定を用いて解析すると、その結果は0.008 rem になることがわかる。すなわち立地評価の解析結果は実際の評価に比べ約 3×10^3 倍厳しい評価であることが示されている。これが想定事故評価の安全余裕度の例である。一般に想定事故の災害評価について検討する場合は、解析に含まれている仮定が何であるかということ、その仮定のコンサーバティズムがどれ程であるかということに注意することが大切である。

以上述べたことは殆んど起るとは思えない事故の発生を仮定してその評価を行ない技術的な安全対策を立てるという原子炉の想定事故を仮定することについて筆者の解釈を行なったものである。これが原子炉施設の事故時の安全の基本的理念、特に想定事故発生の可能性の確率的意味と、事故災害評価の厳しさ（安全余裕度）の正しい理解に役立てば幸いである。このことへの理解なくして想定事故の単なる規模拡大とか、あるいは災害の無意味な拡大評価をすることは、原子炉安全の正しい理解と対策を得るものからほど遠いものであると思われる。事故の確率的評価の詳細な研究を進めることの大切なこともこのためである。また安全研究の推進の必要なことの主な意味は、重要な機器の設計に寄与することよりむしろ事故評価に盛られている安全施設の余裕度を確認することにある。そのことがすなわち現在の評価方法の信頼性を高め、原子炉施設の安全性の向上に寄与するからである。

環境保全対策における原子力安全の使命

西ドイツ原子炉安全協会（I R S）

副会長 L. F. フランツェン

目次

- 1 要旨
- 2 序
- 3 開発の状況
 - 3・1 原子力プラント
 - 3・2 許認可手続き
 - 3・3 パブリック・アクセプタンス
- 4 将来目標
 - 4・1 エネルギーの概念
 - 4・2 安全性の考え方
 - 4・3 サイトの用意
- 5 個々の技術上の問題
 - 5・1 飛行機事故
 - 5・2 プラントの安全性
 - 5・3 圧力容器の完全性
 - 5・4 緊急事故時計画
- 6 結び
- 7 参照文献

1. 要旨

ドイツ連邦共和国の経済社会構造は、他の工業諸国と類似している。ドイツにおける原子力工業の初期では、他の国と同様に、原子力の安全性に関する課題は、単に科学者と技術者の会話の材料になっているにすぎなかった。公衆も、また公衆に依頼された機関も、それについて関与も興味も示さなかった。それにもかかわらず、原子力に関する法規は、決定を下す過程に、一般公衆の参加を規定している。すべての調停作業は、公聴会を通じてあつかわれる事になっている。このような方法は、他種の工業開発においては先例のないものである。しかし、原子力工業は、決定過程、認可過程だけで異っているわけではなく、安全性についての先見的な査定をする事でも異っている。すなわち、事故経験の蓄積を待つ事はしないで、考え得る限りの事故についての因果関係の研究がなされている。この事から、原子力装置に対する安全性の要求が作製されている。これらの要求は系統的に拡張されて、すべて可能性のある事故を、リスクの概念の枠組みの中に含めるに到った。そこでは内部的、外部的要因について等しく、考慮されている。ドイツ連邦共和国では、原子力の安全性に関するこの概念は、原子力施設周辺の広範な保護を達成するための技術的な必要条件と考えられている。

とかくするうちに、公衆の意識に決定的な変化が起った。かねてよりあった技術の発展に対しての半盲目的な信頼は、懐疑論の増大と共に、疑問視されるようになってきている。成長の限界が議論されるようになり、「生存の質」の概念が持ち出された。これは環境の保護と重大な関係があり、より伝統的な考え方である「生存の規準」に対向するものとして現れた。競争力のある動力源としての原子力エネルギーの登場は、ほとんど同時に、

社会的問題の焦点となったように見える原子力論争を付随していた。これは国家経済を運営するのに十分なエネルギーを供給する上での危惧をもたらしている。従ってエネルギー問題は固定した多数の支援があるときに限り、はじめて実現できるのである。ドイツ連邦共和国では、電力生産上の原子力の役割について、公衆の意見衝突があり、それは質・量ともに急速にはげしくなっている。情動的な素人と理性的な専門家とが激烈な議論を戦わせる会合では、理解の促進があったとしても、ごくわずかの結果しかうみ出さない。原子力の批判者は、原子力メーカー、電気事業者、責任ある官庁を、同じ穴のむじなとみる傾向にある。実際これら三者は幅広い利害を代表するものであるが、公衆は、彼らの政府が公衆の福祉に対してあまり注意を払っていないとの印象を持っている。そのため、彼らは彼らの運命を自分の手の内におき、自分自身の考えで組織し位置づけようとしている。このような社会秩序に対する挑戦に遭遇する事は疑いも無いと言えよう。種々な計画がこの終末に対向するために作られたが、結果はおもわしくなかった。従って、すでにゆらいでしまった公衆の信頼を、再度とり戻すために、努力を集中しはじめる事が必要であると考えられる。この終末に対する個々の孤立した努力は充分なものではない。必要とされているものは、よく組織された接近法である。

ドイツ連邦共和国では、原子力装置の安全性に対する一般的な概念を発展させる必要性が、強く感じられている。この概念は、安全性に対する非常に高い規準によって規定されるべきものであり、その規準は単に原子力プラントだけでなく、すべての装置や全燃料サイクルにもなる放射能を含むものである。これは、他の工業や国と対比して好ましいものであり、また品質保証や、工学的安全装置、緊急時計画について、さらに改良する事を意味する。これらの要求は、定期的にレビューされる限界、規準の形式で、規準化し確立すべきである。また、社会の将来の需用に従って適当なサイトを確保する長期的計画を作る事も必須になって来る事と思われる。

単なる公聴会や公式的な議論よりも、公衆とのたえまない対話を作り出され、育てられるべきである。しかしながら、素人というものは決して技術的な文書を検討する能力がないし、そのような努力は重要な結果を少しももたらさないと認識されねばならない。目標は、従って、同じように受け容れられるリスクに対する認識を作り出す事と、コストベネフィット・アナリシスの基本的な理解を導き出す事である。今やドイツ連邦共和国では、原子力論争が、より客観性を帯びたものになる兆が現われた。

2. 序

大部分の工業におけると同様に、原子力装置においても、その技術達成度と危険防護は分離され得ない、すなわち別々に見ることは出来ない。従って、原子力の安全性は原子力工業の集積的な部分と見られており、設計、製造、建設、試験、運転の各段階を通じて考慮されるべきものである。この原子力の安全性に対する配慮はプラント全体に適用するだけでなく、個々のシステムや、部品に対しても十分に適用されるべきものである。原子力の安全性を現実化する事は、原子力工業の経済的目標の達成を妨げるものではない。事実、それは、少くとも結果的には経済的な成功の必要条件である。最大の興味は、適当な労働条件の保証と環境保護に払われている。素人は環境保護に最大の注意を払うものである。このような領域では、原子力工業はその安全性についての先見的な評価をするうえでの開拓者的な働きをしている。現実には事故が起るのを待つ事なしに、起りそうなすべての事故の因果関係が解析された。このような解析の結果から、原子力装置に対する安全条件が、環境保護に必要なものとして導き出された。初期においては、すべての研究は人類の保護という事に帰着していたが、後には全生態系を含むまでに拡張された。現在まで原子力装置に起因する環境悪化は報告されていない。そしてそれらの運転による環境への効果は、相対的に狭い範囲にとどまっている。このすばらしい結果を維持し、出来る限り改良する事は大きな仕事であるが、原子力施設の数が増しても解決出来るものであると考えられる。

3. 開発の現状

3・1 原子力プラント

いくつかの研究炉を建設・運転させた後、ドイツ連邦共和国における原子力開発の工業段階が、Versuchsart

omkraftwerk Kahl (実験的原子力プラント・カール) で開始された。これはアメリカの G E 社と A E G ーテ
レフンケンによって建てられたものである。1961年に運転開始された。その後、さらにいくつかの実験炉が
建設され、それらの公称出力は、15 から 100 MWの間であった。これらの実験プラントのうちで最後のものは、
昨年運転に入っている。

これらの実験炉のすべてが、経済競争性を持つ原子炉群の出発点になったわけではない。このように、現状に
おいて重水炉はドイツの市場では十分な開発の可能性が無いと考えられる。さらに、通常の軽水炉で発生された
飽和蒸気を化石燃料あるいは原子炉を使って過熱する努力はすべて放棄されてしまった。それにもかかわらず、
これらの実験炉の運転で蓄積された運転経験は原子力全般の発展に対して有益な寄与をなしてきた。

この一連の実験炉に続くものとして、実証炉が作られた。これはドイツの企業によって建設され、ドイツの電
気事業者によって運転されており、いわゆる「在来型」発電プラントに対して、その信頼性を証明するために開
発されたものである。もし経済的運転が達成され得ないとした時には、連邦政府が付加的な経費に対して財政上
の責任を引きうける事になっていた。

純粋な商業炉の最初のもは、Stade プラントと Würgassen プラントである。両者とも 600 MW クラスの
ものである。それらで蓄積された経験に基づき、公称 1300 MW 以上の出力を持つ多数の原子炉が、考えられて、
現在、建設あるいは計画中である。

1973 年末までには、全部で 24 基の原子炉がドイツ連邦共和国で、発注ないし計画された。これらはおお
よそ 15,000 MW の電気出力を持っている。この数には、実験炉や実証炉も含まれている。これらの原子炉のう
ち、11 基は運転されており、他の 11 基は建設中であり、残りは計画中である。1973 年の終りの段階で、
全電力生産における原子力発電の寄与は、5%より少ない程度になっている。

3・2 許認可手続き

原子力の許認可手続きのねらいは、原子力の安全性に対する保証である。ドイツ連邦共和国では、州が原子力
施設の許認可に対して責任を持っている。原子力上の許認可以外に、さらに州は環境保護に関連のあるような他
のすべての方法、特に空気と水の質に関するものを管理している。

Atomgesetz (Atomic Energy Act) / 1 / によれば、州は許認可手続きの便宜性と合法性について連邦政
府の管理をうけている。連邦および州当局の活動は、公式的な形式に重きをおいている。技術上の査定は認可手
続きに際して、依頼された専門家によってなされる。彼らは、また製造工場や建設サイトでの査察を通じて、安
全性の要求の履行を確認する。州のレベルでは、査定は地域的に組織された Technischen Überwachungs-
Vereine (技術査察機構) によってなされ、連邦のレベルでは、Reaktor-Sicherheitskommission (原子炉
安全諮問委員会) によってなされる。中間的な役割が、Institut für Reaktorsicherheit (原子炉安全研究
所) によってなされ、それは、連邦および州機関のための作業計画の枠内で、含まれる全部分の間の情報交換を
高めるような仕事も行っている。

公聴会はドイツの原子力許認可手続きの一部分であり、サイト決定あるいは、最初の部分的な許可を下す前に
開かれる。公聴会は、許認可当局に対して介入に関する情報を与え、また最終決定に際して許認可当局を援助す
るものとして設定されている。

3・3 パブリック・アクセプタンス

ドイツ連邦共和国においては、他の国々と同様に、原子力の安全性と放射線防護に関する疑問は、原子力開発
の初期には、単に専門家の会話項目になっているにすぎなかった。公衆も公衆に委任された機関も、何らの関心
も憂慮も示さなかった。一般的な態度は見物人のそれであり、当事者のそれではなかった。

しかし、それ以来公衆の意識に、全く決定的な変化が起った。かねてよりの技術の発展に対する盲目的な信頼
は、懐疑論が増して来るに従い、疑問視されるようになった。成長の限界が深酷に議論されるようになり、環境

保護に対して重大な関連を持つ「生存の質」が、これまでの伝統的な概念であった「生存規準」に対向するものとして現れるようになった。原子力が競争力のある電力源として登場したときには、ほとんど同時に必然的に原子力論争を伴っていた。この原子力論争は今日では社会問題の焦点となったかに見える。ドイツの公衆の間で、電力生産上の原子力の役割についての意見の衝突が質・量ともに増大していった。

大体60～80の住民団体が存在し、地方、州あるいは連邦のレベルで彼らは、原子力一般ないし個々の原子力発電所に対して戦いを挑んでいる。Grafenrheinfeldの原子力発電所の建設に反対する34,000の署名や、Breisachの原子力発電所（とかくするうちに延期された）に反対して65,000人が参加したことは、これらのグループの有力さを示している。原子力に対する批判者は、大まかに次の3グループに分けられる。（1）保守的なグループで、文明に対して明らかな敵意を持っており、現実に対する理解はわずかなものであり、科学的なユートピアからの逸脱を期待している者である。（2）本当の意味で関心を持ち、部分的にはかなりよく組織された市民であり、法律的方法の巧みな適用を心得、立案および実行団体のパートナーとなる者である。（3）急進派であり、彼らの原子力に反対する行動は、現在の経済・社会制度の完全な変革のための1例、あるいは口実にすぎない。彼らの論点は、急速に発行部数が増加している関連リーフレットや定期刊行物や本によって追跡する事が出来る。情動的な背景をこれらの標題に見る事が出来る。すなわち「Tödlicher als die Bombe」（爆弾よりもっと恐いもの）－Jäckl,あるいは、「Morgen holt Dich der Teufel」（明日、君は悪魔にとらえられる）－Schwab,あるいは、「Die Sanften Mörder」（紳士的な殺人者）－Graeub,または「Pandorabüchse der Wissenschaft」（科学におけるパンドラの箱）－Thürkanf,あるいは、「Friedlich in die Katastrophe」（我々は安らかに大激変に向う）－Strohm,などである／3／。これらの議論で、原子力の批判者は、理性的な専門家によって反対された。もっとも理性的な専門家は見解を正確に述べるのであるけれども、素人に理解出来るようなものではなかった。原子力の批判者の観点からは、メーカー、電気事業者そして責任官庁は、統一戦線を作っているように見える。実際これら三者の利害は異なっているのが通例である。このような事態は、公衆が行政当局を彼らの代表であるともはや認めなくなっているような地域では、もっと重大である。あきらかに、社会秩序に対するこの挑戦は、決断を強めている。

4. 将来目標

4・1 エネルギーの概念

ドイツ連邦共和国における電力消費はクリーンエネルギーの使用増加のために、将来着実に増大すると考えられる。このために近年中に、大規模な原子力発電所を新たに建設する事が必要となる。昨年末の原子力発電設備容量は、全部で60,000 MWに達している。これは1985年までに、140,000 MW位にまで増大すると考えられる。しかしこの事は、（耐用年限を過ぎる原子炉を考慮に入れれば）1985年までにおおよそ90,000 MWを設置しなければならない事を意味する。これは現在の設備容量の約1.5倍である。この目標を達成するためには、100基の大規模発電所を建設しなければならず、必要な投資額は700億ドイツ・マルク以上にもなる。

原子力には、他のエネルギー源と比較して重要な利点がある。すなわち比較的環境に与える影響が小さく、燃料供給に考慮を払う必要がない事である。これら以外にも、原子力による発電は、軽水炉を使えば、ベースロードの供給に際しては、在来型発電プラントよりも安あがりである。さらに、天然ガスや褐炭が、1980年をこえてまで発電への寄与が増大できない事や、石油や石炭は中間の負荷領域にしか使用されない事を考えれば、原子力の適切な使用は、ドイツ連邦共和国にとって、電力生産の長期的保証を得るうえでいかに重要であるかが、わかるであろう。

昨年連邦政府によって作製されたエネルギー概念では、出来るかぎり早く原子力発電所を建設する事を提案している。1980年までに、18,000 MWの原子力発電容量、そして1985年までに40,000 MW（出来れば50,000 MW）を建設する事が最低目標とされている。最近に起った石油供給に附随した困難を考えるならば、

上に述べた数値は、楽観的な予測ととられるかもしれないが、これは最低の必要量である。このためには確かにメーカー、電気事業者そして行政当局が目標に向ってお互いに協力することが必要である。この協力は、過去においてあったものよりよいものでなくてはならない。この数年来、原子力発電所の建設期間は、6年から8年に増えてきており、今ではほとんど、10年にもなろうとしている。そのため、スケジュール通りに電力を生産し、将来の電力需用を満たしていこうとする原子力産業の能力は、危機にひんしている。従って、これ以上の遅れは避けるべきであるし、建設期間は、協同の計画立案、認可手続きの合理化によって短縮すべきである。しかし、安全性に関連する項目の審査や、環境保護の保証は優先権を保持すべきである／4／。

4・2 安全性の考え方

ドイツ連邦共和国で作りあげられた原子力装置に対する安全性の概念は、出来るだけ早期に安全性を非常に高いレベルまで到達しようという努力によって明らかである。ドイツにおけるエネルギー問題と原子力プラント建設の将来需用を考えれば、安全性の原則を達成するためのアプローチの方向を設定する事の緊急性は明白になってきている。一方では困難な問題がもちあがるかもしれない。原子力プラントの多数が、結局確立された安全性のレベルに適合しなくなるかもしれない。非常に高度の安全性を確立する前に、はっきりした法律上の基礎が、現存の規定の改作、あるいは新しい法律を作る事によって公式化されるべきである。さらに技術上の目標を定義し、各種リスクの比較試験を行なわなければならない。

原子力の安全性、および放射線防護上の問題点が、ドイツ連邦共和国では、1960年の1月1日以来、「Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen Gefahren (Atomgesetz)」によってまとめられている。これはドイツの原子力法である。この法律の1つの目的は、原子力の奨励である。しかし、表面的にはそれは、行政最高裁によって、いわゆる1972年3月16日のWürgassen 判決で説明されたように保護を目的としている。原子力法の公認に基礎をおいた、放射線防護上の規定は、「1. Verordnung über den Schntz vor Schädan durch Strahlen radioaktiver Stoffe (1. Strahlenschutzve rordnung)」一放射線防護法に確立されている。原子力法と放射線防護法は原子力装置の許認可のための調節機能を果たしている。直接に保護されるべきものは、人間であり、その財産であり、そして広い意味では環境である。ほとんど13年も前にこれらの規定が起草されて以来、平均単基出力は100 MWより少ない程度から、大まかに1300 MWに増加している。加えて、技術のたえまない発展段階と、放射線防護上の蓄積された経験が考慮されるべきである。原子力行政規定は、種々の許認可ステップを詳細に区分しなければならない。

現在議論されている、主な条項の1つは、建設・運転の出願の出る前に、立地認可を出すかどうかという問題である。もし重要な機器、例えば、原子炉圧力容器とか、緊急炉心冷却装置とか、他の重要な工学的安全装置が、サイト決定以前にデザインされ、製造されるとするならば、通常と同等の安全審査を保証するための特別な方法が開発されなければならない。

原子力行政規定に対して提案された数多くの修正案の中で、空気と水の質、土地の保護、土木工学、「Planfeststellungsverfahren」(一般的マスタープラン)に含まれる、エネルギーと原子力に関する展望にもとづいた理念は、種々の認可手続きを結びつける可能性があるものとして探求されている。

原子力装置が正常な状態で運転されているとすれば、放射線防護上の目標は、不必要な放射線被曝を避ける事、および避けられない放射線被曝は規制値以下に保つ事である。加えて、これらの不可避の被曝を出来る限り低く保つための試みが続けられている。(これは、次のように説明されている。「経済的、社会的な展望を考慮に入れて、たやすく達成出来る限り低く」)。緊急事態発生時には、放射線被曝を軽減し過被曝からの早期復旧のために、適当な緊急時対策を準備すべきである。これらの保護上の目標を現実化するために、指導値が、費用対利益の解析から導かれている。

すべてを考慮に入れば、職業的曝露をうける人間のリスクは、他の産業装置における同様な仕事のリスクより高いものではないと考えられる。大衆の放射線によるリスクは、環境内に固有の全部のリスクの重大な増加に対して寄与をしていない。原子力装置では、環境の放射線学的防護は、放射性物質の散逸を妨げるようにデザインされた、いくつかの一連の障壁の建設によって実現されているのが普通である。これらの障壁は広い範囲にわたって有効であり、その効力は、人的失敗あるいは外部的衝激によってきたるような事故をも含めて、事故的状态においても、失われる事はないと考えられる。

一般的に言えば、すでに述べられた安全性の非常に高いレベルを達成するために、3つの原則が、守られなければならない。(1) 全システムと機器の設計を慎重に行なう事、固有の安全性の特質を用いる事、広範な品質保証計画を適用する事、安全システムの予備を準備する事等々によって事故を防ぐことである。(2) 個々のシステムや機器のフェリアを補償するように作られた工学的安全装置によって事故を緩和する事。(3) 通常の事故解析では扱われない、非常にありそうもない事故のための付加的な用意。これは、特に外部的衝激を含んでいる。自然起因のもの(地震、ハリケーン、洪水)と人的起因のもの(飛行機事故、爆発の衝激波、産業サボタージュ)がある。

この安全性の概念の枠組に含まれる要求は、少なくとも、高い人口密度とか、大都市の発達とか、隣接する危険な産業装置の数の増大などという要素のために、他の国と同じように高いものにせねばならない。計画された原子力装置の数の増大に従ってこれらの要素は、利用出来る、適合したサイトの数を減らしている。

原子力装置に対する、このような広範な安全性の描像を達成するためになされた努力のうちで、決定論的な事故解析がなおも安全システムの設計基礎になっている。しかし、これは種々の事故や、部分的なリスクを持った複雑な内部構造やそのあわさった効果についての確率という点での情報はもたらさない。従って、決定論的な事故解析は、確率論的な評価によって、可能な改良の出発点と結果をはっきりさせるために補足されるべきである。

原子力装置の非常に高い安全レベルの目標を達成するためには、技術の状態によって必要であり可能であるものはすべて、出来る限り速やかに、相当する許認可手続きの中に、導入されるべきである。この事は、技術のたえまない発展状態に対する、信頼すべき決断を要求する事になる。自国や、海外での適切な発展が観察されるべきであり、安全性の研究が活気づけられるべきである。我々の現在の知識にギャップがみつければ、その点について個々の研究がなされるべきである。これらの研究は安全審査の仮定を管理出来るものにし得るであろう。これらの活動は、決定過程の基礎を定式化する助けになるであろう。また、技術段階を速やかに断定するもう一つの理由は、(特に変化する事が期待される技術段階の範囲のもの)、長期的展望をたてる必要がある事と、重大な後退を避けるためである。

望ましい高い安全性レベルの現実化は、たしかに個々の判定の不完全さとは独立であるべきである。従って、明快で、一般的に有効な作業報告書としては、技術規制、安全規準、規制ガイド、その他の規制といった形式になされる必要がある。現在の状態は、原子力技術における要請を満たさない事の多い、在来技術で普通行なわれている作業報告書の形式をとっているため、まだ充分なものではない。特別な原子力規制や、指針、規則はほとんど欠けている。しかし、原子力法規の要求を満たすためには、相当する機関が技術規制や補足的な安全規準の範囲内で安全目標を設定しなければならない。

「Kerntechnischer Ausschuss」(原子力安全標準委員会)が、原子力規制ガイドの確立に責任を負っている。(規制ガイドは安全目標を達成させるための確立された方法を述べている。)。規制ガイドは、メーカー、電気事業者、審査者と機関が、同一の見解を示し得るようなものに限って、確立されている。

さらに、安全審査の方法が、許認可手続きの明快さを改善するために、決定され、標準化され、まとめられるであろう。このような方法によれば、安全性の要求を満たす事が、時間や個人的判断に患わされる事なく保証出来る。このような計画が現実化されるまでは、現存の国際的、あるいは外国の標準が、それらを特にドイツの条

件において場合を考慮に入れて使用される事になる。

原子力装置の安全性を望むだけ高いレベルにあげるためには、海外との密接な接触が必要である。その理由は、(1) 公衆は情報が増えるに従って、安全の標準を出来る限り高く求めるようになる事。(2) もし他国で、より高い安全レベルが確立されたとすれば、どんな国の機関でも、公衆と、原子力産業間の利害衝突の渦中におかれるようになる事。(3) 安全の標準が違っていれば、国際競争をくつがえす事とその結果として、貿易障壁になってしまう事である。

原子力装置が、隣国との国境に作られた場合、その安全性要求を調和させる事は、これらの国にとって直接の利益になる。従ってドイツ連邦共和国は、フランス、オランダ、スイスと強力な接触を保っている。しかし、密接な国際協調は、これらの国に限定されていない。相互の交換の原則に従って、他の高度の工業国との関係は、新情報を入手する事、活動範囲の重複を避ける事、そして外国での公衆の事情を比較し、批評出来るために、もっと発展するであろう。合衆国と日本と英国との現在の接触を正式化するための話し合いがなされている。これらの活動の他に、開発途上国との協調も追求されているが、これは、国連を通じてむしろなされているが、原子力装置の彼ら自身の高い安全レベルを達成するのを助けるためになされている。これらの国際的緊密さは、重大な原子力事故は、どこで起ころうと、全世界の公衆意見に決定的な影響を起すという事の結果でもある。

原子力法は、原子力装置に起因する損害すべての、個々の危険責任を確立している。実際に起る率は限定されているので、財政上の保証は、電気事業者と連邦政府間で分けられている。責任ある電気事業者は通常、1.2億ドイツマルクの最大保証の危険保険に加入している。損害が、電気事業者の責任範囲の5億ドイツマルクの最高額をこえれば、連邦政府の賠償によって保証される。しかし、パリの原子力負債会議はドイツ連邦政府によって批准されていない。というのは、損害補償は原因とその範囲によって制限をうけすぎるからである。ブリュッセルの補足会議は1件あたり補償が、1,500万から1億2,000万ヨーロッパ貨幣単位に増えたけれども、なお、相当するドイツの準備よりも少ない保証でしかない。従って、もし現在のドイツの危険保証の標準に近づくなら、批准が支持されるようになるだろう。

それにもかかわらず、これらの標準は、近い将来にまとめられる必要がある。というのは、標準は現在の原子力プラントのサイズに相当していないし、電力を買う損失を補償しないからである。従って、連邦政府の計画は、電気事業者が国際的な保険会議(1億2千万ヨーロッパ貨幣単位の最高値を持つ。)によって危険保証をするように要求する事である。これを上回る損害は、5億ドイツマルクまでの責任ある補償は連邦政府によってなされる。このような危険保証は、アメリカの標準と比肩し得るものになるだろう。

4・3 サイトの用意

ドイツ連邦共和国における原子力開発は、運転中、建設中、あるいは種々の計画段階にある原子力装置の数が、急速に増えている事で、よくあらわされている。単基出力はある期間たぶん1,300MW以下におさえておかれるであろうが、1ヶ所に多数基を建設するという方向に行く傾向にある。1つのサイトを決めるためには多数の条件を考慮する必要がある。例えば、地質学、地震学、気象学、水理学、生態学、放射線防護、風景と自然保護、地方計画、パブリック・アクセプタンスなどである。このため、個々の現象に対応するものの代りに、広範な開発計画の枠組みに、原子力エネルギーを拡張する事を考慮する事が絶対的に必要になってきている。適当な詳細にわたった、計画手段の準備をする事が必要になってきている。

ドイツのエネルギー理念では、1985年までに40,000MW(出来れば50,000MW)に原子力を増やす事になっている。そして、サイトの用意は、大体次のように推定されている。1979年までに、30から35のサイトを建設する。この推定根拠は、建設期間を6年と仮定して作られている。既存のサイトの15ヶ所が、さらに拡張されるという付加的な仮定をつけ加えれば、15から20の新しいサイトを見つける必要がある事になる。

発電所サイトの確立に要する莫大な額のために、電気事業者は、通常、認可手続中にさらにサイトの代替案を申し出るような立場には無い。この方法の困難な点は、認可機関は、単に合否決定だけしか出来ないという事である。しかし、サイトの拒絶は、心理学的に不利な点を判断するのが困難で且つ経済的であるという事を意味する。技術的方法の発展による将来の認可に要する全ての描像を満足させる事は、現在では困難な事である。言葉を変えれば、完全にサイトに独立な原子力プラント型式は、見通し得る将来においては現実性が無い。

従って、現在の立地に関する問題は、長期的な、立地計画システムによって解決するべきである。この目的のために、関連する機関、特に電気事業者と相当する連邦や州の機関では、緊密な協調が見られようになる。このような長期計画によって、必要な研究や、あるサイトの周辺に居住する住民との議論は、建設計画に圧力をかけないように、調節出来るようになるであろう。

5. 個々の技術上の問題

5・1 飛行機事故

原子力装置に対する広範な安全理念という観点から、飛行機事故の可能性が、ドイツ連邦共和国では熱心に議論された。その結果は、特にドイツの条件では、次のとおりである。個々の空港の航空交通条件に従えば、離陸、着地時の事故率は通常の運航時よりはるかに高い。一般的には、航空交通のリスクは、高速の軍用機で決定されてしまう。大航空機や小さな自家用機の事故のリスクは、比較すれば、確率が低いか、重大な影響を及ぼさないという事で、無視出来る。

原子力プラントというものは、一般に空港から少なくとも10 Km離して建てられるから、飛行機事故のリスクは、軍用機を考えれば充分である。これらの場合の確率も大きなものではない。どんな事故でも、放射性物質の放出は最大にまでは行かないので、すべての場合に相応する設計をする必要は無い。しかし、ある北方での原子力プラントの数と密度が増えて行く事を考えれば、新しい原子力プラントを設計する時には、飛行機事故が起っても、放射性物質の放出が多くないように、するべきである。この要求は、負荷を受け入れる容量、抵抗と貫入について、原子炉建屋の適当な設計をする事で満たされている。プラント停止と余熱除去は物理的な分離と、プラントの安全システムの予備で保証し得る。これらの考慮は、自由な航空交通に帰してしまうため、(特に離着陸時)、飛行機事故への設計要求は、一般にサイトには依存しない。/5 /

5・2 プラントの安全性

全世界的にサボタージュやテロリストの活動が増加している事を考えて、プラントの安全要求は、ドイツ連邦共和国では、拡張され、系統的に改良されてきた。このようなわけで、申請者は原子力認可の通常の申請条件に加えて、致命点をあげた表を含む、プラントの安全性の報告書を提出するように要求されている。これらの報告書は営業上、あるいは運転上の秘密を含むとみなされ、公衆への公開から守られ、内容については秘密に扱われている。これらは安全要員によって、プロセスをまとめる際に関連した人々の数を出来るだけ少数にとどめるような仕方でまとめられている。

必要なプラントの安全性は、適当な技術上、管理上の処置によって達成し得る。技術的な面の概要は次のとおりである。プラントの敷地内で(建屋の外で)、どこかで大きな爆発、あるいは放火が起った時の対応、および安全システムを含む建屋の何かが(格納容器を除く)爆発させられた時の小基模な対応という事である。サボタージュの結果として、還境に放射性物質の重大な放出がないようにするために、予備としての安全プランを充分に分離して保護しておかなければならない。管理上の処置は次のいくつかの方法によって規定されている：全安全システムの効果的な結合、外部と内部の安全区域を設定する事、制御室の特別の保護、警戒の用意をする事、入場制限と証明書確認、関門職員の注意深い監視、そしてプラントの安全性の基本に対して尋常でない出来事の評価等々である。

5・3 圧力容器の完全性

原子炉圧力容器の完全性への疑問について言うと、ドイツ連邦共和国では、現在の設計、製造、試験、査察の技術段階によって突然の破裂という事に対しては多重安全を保証されているというのが、有力な意見である。これに関連する意見は、原子炉および圧力容器製造者と査察者による最適の品質管理に依存している。さらに、この意見は、非破壊の査察をくり返し行う事と、安全側に見積った水圧試験がなされる事を前提としている。

それにもかかわらず、原子炉圧力容器の突然の破壊を妨げ、その影響を軽減するような、破裂に対する安全対策の種々の概念が、近年議論されてきた。これらの破裂に対する安全対策は、圧力容器技術で見出された弱点をうめあわせるものではない。一般的に言えば、現存の安全対策を改良し、技術の発展段階に従って新しい安全対策を開発してゆく事が、製造者と電気事業者の仕事である。このようにして、加圧水型炉の一連の破裂安全対策（特に、BASFプラント、1300MWのプラントサイズを参照して）と、沸騰水型炉の対策が夫々の利点に従って提示され、まとめられている。

格納容器の付随的な保護が利点として考えられている。しかし、炉心の完全性に対する疑問は、欠点の特別な型としては答えられてはいない。さらに、圧力容器に関連する不利な点がある。従って、現状では、1300MWの原子炉圧力容器に対する一般的な装置が要求されるまでには至っていない。

すでに行っている運転研究計画を続ける事によって、突然の圧力容器破裂の非常に小さなリスクをさらに下げる事が期待出来る。これらの活動と平行して、破裂安全対策の開発を続ける事によって、将来のいつか新しい結果が出て、現在のアプローチを改正出来るであろう。しかし、その時には、鋼鉄の圧力容器に対して有効な他の選択法、例えば前処理したコンクリートの圧力容器がもちあがってくるであろう。

5・4 緊急事故時計画

原子力装置の設計で考えられているような事故を超えた、考えられる緊急事故というものがある。これらの確率は非常に小さなものであるが、それらの環境への影響は速くまで達するようなものである。このような場合には、緊急事故計画は責任機関と電気事業者によって公式化されている。これらの計画は、惨事のすべての種類に対して確立された一般保護処置を含んでおり、州間でも連絡がなされている。

これらの処置の一般的なガイドラインは、責任機関によって認可されるべきであるが、最終的な認可の為に準備されている草稿の形に編集されている。このガイドラインは、早期情報、処置、プラントの撤退を促進するために、責任機関と電気事業者間の意志疎通について扱っている。次の事が、これらのガイドラインに含まれている。惨事時の司令部の設立、管理要員の集合場所の確保、原子力装置の周辺の区域割り、警報のレベルの決定と警報に対応した緊急行動、測定、公衆への通報、交通制限、ヨード錠の配布、公衆の撤退、下流水利用者への警告である。またこれらのガイドラインは、直接の危険に対応する処置と、責任機関の予備的な処置とが明記されている。

異常なありそうもない緊急事態で起りそうである限りの事に、責任機関と電気事業者が対処するために、電気事業者の緊急処置の草稿もまた作られている。

カールスルーエ原子力研究所に設置された「Kerntechnische Hilfszug」(原子力救援組織)を緊急事態の時には呼び出す事が出来る。この組織はその配置場所に特別な装置と測定器を所有している。これは常駐要員に加えて、十分に訓練された要員の確保のために、広い範囲の訓練計画を指導している。

6. 結 び

初期においては、ドイツ連邦共和国の原子力産業は、他の国と同じように、アメリカの技術を招致しなかった。しかし、それ以来、特に技術的な安全対策を強張した、ドイツの重大な発展がなされた。この論文で、ドイツの安全性の概念を最初はかなり抽象的な形で示したが、後にはより具体的な例を議論した。この概念は経済的、社会的な見地を考慮に入れて、速やかに達成出来る限り高い安全レベルに達する事を要求している。

このアプローチに従って、その規制にあわせるという事を制限するために、安全要求の相対的一貫性を高め得る事が期待されている。

ドイツのエネルギー問題の目標は、製造者、電気事業者、責任機関の利益に対しての共同の努力をとうしてのみ達成し得る。安全性要求と査定方法の調和、そして種々の認可手続きの連結は基本的な必要条件となるであろう。一般開発計画に沿うように計画された、共同でサイトを準備する事は、現実化されるようになるだろう。

責任機関は、現在、原子力への公衆の支持を得るための努力を特にしている。彼らは、この努力を公衆の信用を回復するためのものであるとみなし、彼らの活動の目的が一般の幸福を改善することのみであると公衆に確信させるためのものであるとみなしている。従って、彼らは、教訓的な会合や議論や、通信等を通して、公衆との接触の機会を増やすようにしている。目標は、リスクの比較考慮、原子力プラントにおける安全概念、コスト・ベネフィット・アナリシスの基本的な理解を得る事である。技術的な詳細の議論は専門家にまかせておかれるであろう。これらの努力の最初の結果が、すでにドイツ連邦共和国における原子力論争の客観性が増すという形になって感じられるようになっている。

7. 参考文献

- ／1／ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) - Atomic Energy Act of Dec. 23, 1959 (BGBl. I, pp. 814), for the last time amended by § 31 of the Kostenermächtigungs-Anderungsgesetz of June 23, 1970 (BGBl. I, pp. 805)

- ／2／ Schnurer, H., Das atomrechtliche Genehmigungsverfahren in der Bundesrepublik Deutschland - The nuclear licensing procedure in the Federal Republic of Germany, DAfF-Sonderdruck S-1 (July 1972)

- ／3／ Rudloff, W., Die engagierte Öffentlichkeit - ein neuer Partner für die Energieversorgungsunternehmen - The engaged public - a new partner with the utilities, Beilage zur RWE-Verbund Werkzeitschrift, Ausgabe Nr. 85, February 1974

- ／4／ Bundesministerium für Wirtschaft, Die Energiepolitik der Bundesregierung - The energy policy of the Federal government, Bonn, September 1973

- ／5／ Drittler, K., P. Gruner und L. Sütterlin, Zur Auslegung Kerntechnischer Anlagen gegen Einwirkungen von außen, Teilaspekt: Flugzeugabsturz - Zwischenbericht - on the design of nuclear installation against external impacts, partial aspect: airplane crashes - preliminary report, IRS-W-7 (December 1973)

原子力と環境問題

東京大学名誉教授

檜山義夫

もともと魚屋である私が、とても原子力などの高級なサイエンスのお仲間入りができるはずもないのに、かれこれ、20年間、縁が切れませんで、今日までいたっております。もうそろそろ縁が切れるのかと思って楽しみにしていましたところが、東大を辞めましてからも役所の色々の審議会やなんかに使われてなかなか縁が切れない状況です。私が今当面しています問題は、原子力の問題だけではなく日本をめぐるあるいは世界の海の環境をどういうふうにして保護してゆくかという問題に取りくんでいます。

地球はどうせこれ以上大きくはならないんですが、人間の数だけは年々増えて参りました。しかもそれが生活を高めるために消費するエネルギーも、その他の原材料も、また食料も、段々必要とする量が増えて参ります。で人間それ自身が生活している環境というものを健全な状態に保つということが非常に努力をしないとできないという時代になって参りました。しかしこれまで人間は、いろんなことをやって参りまして、今日これだけの繁栄をするようになっていっているのであって、私はいささか楽観主義でありまして将来もまだ科学技術を使って、この環境の問題を解決してゆくことができるのだらうと思っております。例えば昨年の夏、議員立法で瀬戸内海の汚染防止の法律が3年間の時限立法でできまして、瀬戸内海のまわりの県でC O Dの負荷量を3年間に半分にへらすことを計画をしています。埋め立てなどもこういう風な方式によらなくてはならないという基準を今作っておりますが、これもひとつの人間が汚した水域を綺麗にしようという試みのひとつです。

人間が環境を汚してゆくことへの防ぎ方に2つ方法があります。一つは発生源を抑える方法、例えば今の瀬戸内海の問題のように、C O Dの負荷量を抑えよう、つまり色々な下水とか工場とかから出てくる有機物や栄養塩類の量というものの発生源を抑える方法があります。これは、よく古くからやってきている手段ですが、もう一つは、もうどうにもならなくなってしまうのを今度は、人間の手で逆にきれいにしてやろうという努力があります。これは、非常に狭い水域ですと、容易にできます。現に我々の周辺でもそういう例が沢山あります。例えば墨田川の底をさらっただけで墨田川はたいへん綺麗になりましたし、東京の神田川というお茶の水のところにながれている川がありますがこれも下水をあそこに流していたのをやめて下水道を他につけたら綺麗になりました。こういう所では楽にできますし、それからまた去年騒ぎになりました水銀の中毒の事件におきましては、日本の中で約4~5ヶ所そういうところがありますが、水銀が海の底の泥についている、これをとりまして埋めたてにしまして水との縁を切りますと、魚の汚染は起こらない。こういう方法によって人間が自然環境をきれいにしてゆく努力をしております。この両方の方法によって環境の保護というのが出来てゆくのでありますが、実は、これほど人間の数が多くなり生活水準が高くなる前には、少々人間が出鱈目なことをやっても、環境は自然を綺麗にしていってくれた。それを私達は、自然の浄化作用というような言葉で言っておりましたが、そういう陸地にも海にも生物が沢山おりました、それが、順々に物質を運びまして、そのために自然のバランスが採れて綺麗に人間もその中にとけこんで生きていられたのです。今日、ちょっと原始的な時代に戻るのには、もう時計を反対に回しても無理です。しかも日本のようにこういう人口密度の高い国で、しかもこれだけの工業力をもっている国、それが自然のままの昔あったような状態を戻せということを、いわゆる環境主義者といわれる方々が仰いますけれども、これは、ほとんど無理なことで、従いまして、今日の生活水準を保ち、今日の人口をもちながら、この自然と人間が健康に生きてゆくということを考える以外にないのであります。そこで将来の問題として結局、人口が増えていくことに従いまして、エネルギーも足りなくなり、原材料も足りなくなる、食料も足りなくなる。これらをどう解決してゆくかというのが問題であります、それを解決してゆく上に恒に

環境のことを考えてゆかなくてはならないというのはこれは私が言うまでもないことだと思います。そこで原子力の平和利用の際に問題になることは、大きくわけて二つ。一つは、フィッション（核分裂）をやっておりますと、核分裂の物質、フィッションプロダクトをどう後始末してゆくかという問題があります。もう一つは、これは原子力に限らず火力発電でもそうであります、かなり多量の冷却用の水を環境からとりまして環境に放出いたします。それで温度がどういふふうに影響してゆくかといったこと、この二つが当面の問題です。もちろんエネルギー需要は将来増えてきますし、これは、発電所を増やしてゆかなければならないのですがそれが環境に対する影響というものの測り方を適正にしませんと、環境を破壊する恐れがないとは言えない訳です。そこで、まず放射性物質の方から少しお話しをしますと、これの始末の仕方に大きく分けて二つあります。

一つは、非常に環境に希薄なものとして出してしまう方法、dilution method いうのがあって、これはいろんな放射性物質についても、とられておることでもありますし、また将来もこれは随分されることだろうと思います。ただ物によりますと半減期の長いものは蓄積が起りまして、環境容量に対してそれが増えて参りますと、それが食物循環の中に入り、そして人体に入って放射線影響を与えるということになる可能性があるので、ディリューションの仕方を非常に気を付けなくてはいけないのと、ディリューションをして出す場所を非常に選択しなくてはならない この問題がございます。しかし海の水の量というのは、非常に多いのでかなりこの方法は期待できる方法なのであります。もう一つの方法は、閉じこめる方式でありまして、ある程度以上の濃度の濃い放射性物質をさらにもっと濃くして、それを個体にしたり、あるいは、ドラム管に詰めこんだりなんかしてそれを閉じこめた形にしてこれも最後には海の深いところに入れて処理してしまう、という方式です。この二つは、全く相反する処置でありまして、この中間のものというのが一番始末の悪いものです。濃くするのにも金がかかる、薄くするのにも金がかかるというもので、これが非常に具合の悪いものであります。しかしどちらかの方式にしなければならぬのですが、どちらかの方式にするということの選択を誤りますと、たいへんコストがかかりますし、環境破壊の結果も大きくなる。それに非常に賢明な判断が要求される訳です。その詳しいことはパネルでも皆様からお話があると思いますが、どちらでやるか閉じこめの方が量を沢山閉じこめることができますので、やりいいのですが、ディリューションをすれば、ディリ्यूートできるような環境を利用するという以外に方法はない。どれだけディリ्यूートできるか、それはその水域のもっている我々の言葉でいう環境容量というものであって、あとで申します温排水の問題についても環境容量というものをどうしても考えないと、将来の計画も立ちませんし、人間の増加とかエネルギー需要の増えていくのに対処して計画が立てられないのであります。次に温排水の問題をごく簡単に申し上げますと、これも環境のもっております力、海の水の量というものは、非常に莫大なものでございますけれども、しかし無限ではなく有限の大きさのものでありますので、それをどれだけ評価するか、ということが一番根本の問題になるのであります。ただ非常に幸いなことには、近年地球が冷えつつあります。まあ小氷河時代といわれているようですが、従いまして、環境に熱が少々出ましても、この自然の大きい変化と比べると、とても話しにならない位の変化にしかすぎないのであります。まだ人間がやっておりますことが、自然の変化に比べると実に、微々たるものなのであります。ところが、これも先程の放射能のアイソレーションをするかディリューションをするかの選択を誤ったら大変であると同じように、どこかの場所に集中して、大きなエリアが特別な温度をもつような水域ができますと、そこでかなり大きな環境の異変が起ってくる。従いまして、これも結局閉じこめかディリューションかということであって、ディリューションとすれば海水にどれだけうまく混ぜてそれを散らばしてしまうかということですし、閉じこめならば、それは水へは出さないでクロージングシステムの冷却の方法を考えてそこで、冷却する。しかしどうせ大気には、熱は出るのでありますから、どちらにしましてもその出た熱が大きな著しい変化は与えないという位の量であり、そういうやり方であり、そういう場所であるなら、これは問題にならないので、もし誤まってそれがかなり大きな水域に、そういうちょうど中途半端な温度の変化を与えますと、そこに水の中の生体系の変化が大きく起りまして、問題が

起ってくるのであります。

日本は、世界で一番食量を海から求めている国であります。水産物の生産高も世界で一番多いし、ことに沿岸は価値の高い魚が獲れるところであり、将来の食量問題への貢献というのは我々は海からかなり期待しなくてはならない。世界中の食量の生産からみておきますと、陸からの生産、植物であれ動物であれ、これは決して増えていっておりません。しかし海からの食物の生産は、年々増加しております。従いまして、将来の人口増加への食量供給の責任を持つのは、やはり海でありまして、そうなりますと海の環境破壊ということが、ごく僅かなものなら許されるのでありますけれども、それが、顕著なものであってはならないのであります。エネルギーも必要ですが、食量も必要であります。それからその他の原材料も海から生産されるものが沢山あります。こういったものへの影響を全然無視して色々なエネルギーの生産の計画をする訳に参りません。その辺でどういう風に水産業と発電というのを調和させてゆくかというのが、正に一番最近の私の勉強している問題で、どちらも両立して沿岸水域が利用できるということを私は、確信しております。全然どちらもいけないことはできない性質のものであり、それをどう調和させてゆくかという問題、どういふ場所に発電所を選ぶかという立地問題、それから、そこから出るものを、どういう風に扱うか、ディリューションの方法であるのか、フィソレーションの方法であるのか、そういった問題、そういった所に科学技術がこの環境の問題を片付けてゆくことができる点だと思っております。どちらにしましても我々は色々なものを色々使っておりますが、物を作る時に環境を破壊するのがひとつと、物を消費した時に破壊するのがひとつあります。両方でやっているものもありますが、電力は作る時に環境に影響はあっても、できたものを使った時にはそう大きな影響を与えているものではない。しかし物によりますと、例えば石油を燃料に使ったり石炭を燃料に使うとしたら、それは消費する時に公害を起こして環境変化を起こしている訳です。こういうもの起こしている変化の大きさというものをすべて考えてみますと、この温度の問題というのは、すべてこういうものを合計して、そして人間が発生している熱というものを太陽から受けている熱と比較してみたり、あるいはこれから太陽がどういう風に変化してゆくか、これは解りませんけれども、どの位の年変化があって、その幅の中へどの位の大きさではまるか、こういうことを考えてみたり、こういう風なことによって、だいたい環境を人間が一体どの位繁殖して、どの位高い生活程度をもって、エネルギーを消費できるだろうか、ということが決まってくるのではなからうかと思えます。もちろん、時は非常に長く将来もあることだろうと思えますが、いつなくなるかは自分の死ぬ以外に終わりになることはないと思えますが、こういう物の計算を一体いつまでの将来について我々は考えられるかということを考えてみますと、まあ原子力発電の将来計画などもそうですが、いったいどの位地球の環境に人間が影響を与えても生きていけるだろうかということが解らないとどうにもならないことではないかと私は思っています。いろいろ人間の生理に対して、放射線がどういう風な影響を与えるかというような研究も、日本ではビキニの事件以来20年間非常に進みまして、その他の水銀であるとかPCBであるとかいろいろな新しいものが出て、いろいろな研究を皆でいたしまして、どうやら大体それらのスケールがオーダー一位は、つかめてくるようになってきたのであります。そこでこれからも、やはり人間の健康を保つための環境、そこには工業も必要でありますし、食糧の生産も必要でありますし、リクリエーションも必要でありましょう。他にもいろいろなことをしなくてはならないでありましょう。そういったものがどれだけやっていけるか、どれをどれだけに抑え、どれをどれだけ伸ばし、そういうことを考える上には、これから一体どういう風にこの環境を人間が使ってゆくかといった大きな計画が根本にないと、そういう将来のことが解らないのではないかと思います。

大変とりとめのない話しをいたしましたけれども、後でまた詳しいお話しがパネルであると思っておりますのでその時私もまたいろいろ発言させていただきますが、この位で失礼させていただきます。

〔パネル討論〕 原子力の安全

議長 田島英三氏(立教大学理学部教授)
内田秀雄氏(東京大学工学部教授)
L.F.フランツェン氏(西ドイツ原子炉安全協会〔IRIS〕副会長)
檜山義夫氏(東京大学名誉教授)
宮永一郎氏(日本原子力研究所保健物理安全管理部長)
岸田純之助氏(朝日新聞論説委員)
板倉哲郎氏(日本原子力発電(株)技術部次長)

議長 ただ今ご紹介いただきました田島でございます。このパネルの進行係をつとめさせていただきます。ただ今3人の先生方にご講演いただきましたが、新たに3名の方が加わりましてこれからパネルディスカッションを進めさせていただきます。新たに加わりました3名の方のご紹介をするではないと思いますが、先ず私の右側にお坐りの宮永一郎さんは、原研の保健物理安全管理部長をしていらっしゃるしまして、日本の保健物理の草分けともいわれる方であります。いろいろな会議で活躍されておりますが、原子力委員会の環境安全専門部会の委員としても活躍されておられます。その次の方が岸田純之助さんで、今さら申し上げるまでもなく、朝日新聞の論説委員として活躍されている他、我々テレビジョンでしばしばお目にかかる方でございます。一番向こうにいらっしゃいますのが板倉さんでございまして、日本原子力発電株式会社の技術部次長でございまして、特に保健安全、環境安全の問題ではエキスパートでございます。

先程3人の先生方からご講演がありましたが、そのご講演を出発点といたしまして、パネル討論会を進めてゆきたいと思っております。その講演の最初にありました内田先生のご講演は、原子力施設の安全性の考え方、特に平常時の安全管理の問題および事故を想定した場合の安全性の基本的考え方について述べられたものと思われまます。特にD.B.A.(Design Basis Accident)の考え方と、そのリスクの確立論的な考え方等につきましまして、またさらにその国際的な傾向につきましまして詳しいお話を承った次第であります。

第2番目のフランツェンさんのお話は、非常に広範な西独の原子力開発及び許認可手続き事項等のことについて、非常に幅の広い興味深いお話を承わりまして、しかも西独における原子力に対する反対の動向とこれに対処する仕方等のことについてのお話を伺い日本にもかなり共通な問題があるように考えております。その他サイト問題あるいは国際協力の問題等々につきましまして非常に含蓄のあるお話を承った次第であります。

最後に、第3番目に講演をいただきました檜山先生のお話は、非常に広範な環境問題についてのお話でありまして、特にこれを原子力問題に限って申しますと、放射能の環境への放出あるいは閉込めの問題、温排水の環境へのダイリューションの問題あるいはクローズドシステムの問題等についてお話がありまして、その中に環境容量というような問題が今後の重要な問題であるだろうというような示唆があったように思います。そこで、最初にわざわざ遠くからおいでいただきましたフランツェンさんのご講演に、フランツェンさんに、内田先生と檜山先生の講演に対して特にどういうふうな感想をおもになりましたか、コメントを最初にいただきたいと思っております。フランツェンさん、内田先生と檜山先生のお二人のご講演について何かコメントがありましたらどうぞお願い致します。

フランツェン 午後のセッションで行われた私を除く、二つのスピーチに対し、最初にコメントできる特権を与えて下さってありがとうございます。

まず最近、なぜ私が原子力安全に関するドイツの考えをここで述べたのかをたずねる人がいるかもしれませんが、好奇心のためか、それとも他の人々がそれから得るものがあるからか。原子力安全へのアプローチの詳細は国ごとにある程度違っても、その背後にある基本的考え方は常に非常に似かよっていると思っております。そして、パブリック・アクセプタンスを確立するためには原子力開発に携わっているすべての関係者間の協力が必要だということを強調したいと思っております。これはつまりメーカー、公益事業、政府間の協力を意味します。さて、内田先生がきわめて詳しい確率論的アプローチをお話し下さったり、種々の影響が現われる確率を非常にたくさん教えて下さいましたが、私は他の二つのスピーチに対して、パブリック・アクセ

ブタンスという観点からコメントをしていきたいと思います。西ドイツにおける私どもの経験では、この確率論的アプローチはたいへん有益なものではありますが、同時に限界も持っています。しかしながら、これら多くのディスカッションが、専門家の間で行われれば、彼らは、正しいアプローチをして、正しい結論を導けるので、もっとも有益であろうと思われます。私達自身の経験によると、この種の議論では、パブリック・アクセプタンスに関する確率論的アプローチの限界があり、公衆を納得させるのは今のところ容易なことではないと思います。内田先生が言われた別の項目は仮想事故を扱ったものでしたが、私もこれは公衆との議論においては本当に重要な項目であると思います。そして私たちは、依然として、この種の事故について話しあう正しいアプローチを見つけ出すための試みをしているところです。仮想事故、すなわち、設計基本事故(D.B.A.)を上回る事故が起こる確率はきわめて少なく、まず、何世代にわたってもそのような事故が経験されることはないだろうと確信しています。しかし、この点につきまして、私達の国では非常時計画をいざという時に発動することを試みます。私どもは、それらの事故の発生を防ぐために必要と考えられる、あらゆる安全対策をとってきたとあらゆる人に話しております。しかし、一度、そのような事故が起きたらという、かすかな非常に低い確率というものは、なお存在しているのです。そして、権威者やその他の人々は依然、それに対するある準備はしておかなければなりません。楡山先生の扱われた放射能放出に関する環境保護の問題、即ち放射能放出における希釈と封じ込めの問題は、私達の国のパブリック・ディスカッションでは、そんなに難かしい問題にはなっておりません。と申しますのは、平常時の放射能放出が良好な記録を残しており、重大な放出つまりコントロールできないような放射性物質の放出は全くなかったからであります。そして私達自身の経験から判断いたしますと、本当に必要なことはすべて行なわれているのだということをお公衆が段々信頼してきております。これは、また、公共事業や独立の政府委託機関によって、管理されている大規模なモニタリング計画に負う所が多くあります。しかしながら、本当に必要とされているものは原子力安全と放射線防護のすべての問題に関する総合的で人を納得させることのできるようなアプローチであります。なぜなら、公衆というのは本当に、科学的な細かい事柄にはあまり興味がないので、全般的アプローチが適当だと思われるからであります。この点につきましては、我国における、ここ1～2年のディスカッションは、公衆にとって、原子力以外の一般的な影響も、原子力の影響として心なくとも同じ重要性を持つということをお教えてくれました。従って、塩害が広く、議論され、今では、ドイツの大河川に位置している他の大型発電所に関していえば、発電設備を冷やしている新鮮な水を捨てることは、もはや全くできなくなりました。しかし、次に湿式冷却塔についてみれば別の問題が現われてきます。なぜなら、湿式冷却塔の設置により平均的市民には、非常に関心のあるいわゆる光学的汚染や美学的問題が出てくるからです。それは、すべての人が自分自身の意見を持ち、同等の関係者として、ディスカッションに加われると信じているような事柄だからです。しかしながら、本当に必要であって私が、再び強調したいと思うことは、少しずつ増えている、人口や、また依然として増え続けるエネルギー需要から発生する問題に対して、確固たる総合的アプローチがあるということであり、はじめは、これで十分だと思いたしますが、もし、私のスピーチの中にある、何か特異な技術的な質問を取り扱ったかもしれない項目に対して、特に質問がございましたら、それにお答えできるよう準備したいと思いたします。どうもありがとうございました。

議長 どうも有難うございました。只今フランツェン氏からパブリック・アクセプタンスの立場から確立論的な評価あるいは仮想事故というような問題についてご意見がございましたが、実は、この問題はかなり重要な問題でありまして、あとのフリー・ディスカッションのところで、もう一度とりあげてみたいと思いたしますので、そのフリー・ディスカッションに入ります前に、日本の先生方から特に西独に關しましてご質問したいことがございましたら、はじめに質問させていただきたいと思いたします。板倉さんどうぞ。

板倉 フランツェンさんに質問させていただきたいと思いたしますが、日本の災害評価、あるいは、言葉では仮想事故という言葉が使われましたけれども、内田先生が使われましたけれどもこれは、いわゆるさき程フランツェンさんがおっしゃいましたようなD.B.A.以上の事故、アメリカで言います「クラス/9」の事故のことではなくて、言葉の意味の違いもありますけれども日本で申します、仮想事故というのは、アメリカで言えばデザイン・ベイス・アクシデントにほぼ類似したものでございまして。しかしその場合の、そういう事故を想定した場合の解析の仕方が、西ドイツの場合と日本の場合となにか多少違いがあるのではな

いかという感じがして居ります。言いかえますと、多少西ドイツの場合の方が解析条件がもっとリアリスティックであるという感じが致しますんですが、この点、まず第1にお伺いしたいと思います。それから第2番目にフランツェンさんのお話で、西ドイツに於てもサイトを得るといことは非常に難しい状態であり、今後たくさんのサイトが要るんであるけれども、これは、今後の問題として残っておる。そういう意味で、一つのサイトに多数の原子炉を置く、いわゆる多数基設置にかかっている、という具合に私は理解したのですが、非常に具体的で申し分けございませんけれども、サイトによると思いますけれども、良いサイトがあった場合には、その多数基設置というのが、ほぼ何基位をお考えのものであるのか、それからさらに多数基置かれます場合の平常時の放射線環境問題というのが、サイト単位のサイト主義で行われるのか、あるいは、基数が増えればそれに応じた考慮がはられるかという問題、さらに多数基置きました場合の事故の時の災害評価が多数基であるということとシングル設置であるということに対しての違いがあるかということをお伺いしたいと思います。

議長 どうぞフランツェンさんお願いいたします。

フランツェン あなたの御質問をどちらも正しく理解できておればよいと思いますが…。最初のは、思い出してみると、何を仮想事故と考え、それらが安全解析という点において、どのように扱われているかということであったと思います。さて、我国で何を設計基本事故と考えるかといいますと、私達は、主冷却配管の破断、あるいはフェイリュア（故障）を設計基本と考える、いわゆる伝統的、古典的アプローチをいまだに持っています。しかしながら、正常な安全解析の範囲内では、特に前回におきましては、私が名付けた外部インパクト（external impact）も含んでいます。つまり、私達の現代的な発電所はある種の飛行機衝突事故、近くの化学工場が原因しておこる化学物質の爆発にも備えなければなりません。また、天災による影響が、より大きな放射線医学的影響を引き起こすだけでなく、次には設計基本事故を起こすということを明らかにするために洪水や地震とかいう天災によるインパクトも当然安全解析に含まれなければなりません。ですから、仮想事故として残っておりますのは、はっきりした原因のないもので、重大な放射能放出をもたらすものであるということになります。しかし、私達は、個々の場合、何が次に放射能医学的影響になるかという予測はたてませんが、当然限界を持っている非常用装置によって、この問題にとりくみます。結果として、広い地域にわたっている放射性物質は、非常に強い影響を起こすこととなります。このことがだいたい第一の質問の答えになっていけばよいと思います。

第二の御質問は、もっと明らかに多数基サイトに関連していたと思います。

我国の現在までの経験では一つのサイトに二基が建設されているか、建設されようとしていますが、これは上限ではなくて、さらに多くの基数の原子炉が追加できるような所には将来、さらに多くの炉が作られるかもしれません。ですから、そう遠くない将来に3ないし4基の炉を持つサイトができるかと確信いたします。

さて、多数基サイトからの放射線の放出についてであります。1つの炉で起こった事故は、たとえ重大な放射線の放出があったとしても、その事故の結果はいつも1つの炉の中でおさまられるというのが私達の意見であります。ですから、他の2ないし3基を一つのサイトに作るかどうかというのは全く別個の問題なのです。

このアプローチと全く逆のことは、正常時における影響の評価と長い間かかって確立されてきた通常の放射線放出に対する私どもの指針値であります。それらは基数についてでなく、サイトについてあてはまることです。従って、通常、もし、1つのサイトを開発するということになりますと、第1基は、環境への被曝に対する指針値のわずか何分の一かの値を用いることになるでしょう。我国における数値は、全身に対して30ミリレム/年、甲状腺被曝に対して90ミリレム/年です。これらの値はアメリカでは、もっとずっと高くなっていますが、それはいかなる状況においても、またいかなる場所においても、越えてはならない最大値を検討する場合、若干異った解釈があります。発見などを必要とするような、他の目的に対しても、例外はありません。このように指針値を限定することの効果は、原子力発電所周辺での平均被曝線量が1ミリレム/年を越えないということ。この答えが御質問の2番目を満足するものであればよいと思います。

議長 何か他に……。

もしございませんようでしたら、これからのいくつかのトピックスにつきまして、フリーディスカッション

ンを進めたいと思います。そのトピックスの第1といたしまして座長が考えて居りますのは、一つは、as low as practicable とその数量化という問題が只今重大な問題になっておりますが、これについて、日本の状況を、まず宮永先生に口火を切っていただきまして議論を進めたいと思います。

宮永先生どうぞ。

宮永 それでは、現在我国でas low as practicable の数量化についてどのような考え方で進んでいるかということをご説明申し上げます。

原子力委員会の環境安全専門部会の中に環境放射能分科会というのがございまして、ここへ原子力委員会からas low as practicableの考え方という諮問がきております。実は一昨年から審議が始まりまして最近やっと、その終結をみようとしている状況でございます。今から申し上げますことは、この中のきわめて基本的なその数量化の考え方、委員会がやっておりました考え方についてお話し申し上げます。

よくご存知のようにas low as practicable と申しますのは、ICRPの勧告の中で最大許容線量あるいは、ドース・リミットというのと、並んで勧告されております。放射線防護上のフィロソフィと申しますか基本的精神というものになっております。具体的には、まず第1番目に不必要な被曝はさけるべきであるということから、2番目には、経済的・社会的考慮を計算に入れた上ですべての線量を容易に達成できる限り低く保て、とこの中に出てくることばであります。現在のICRP勧告では、as low as practicable という最後のことばは、むしろもう少し具体的にas low as is readily achievable いうような形で表現されておまして、我々が日本語になおします時には、「実用可能な限りに低く」という風に訳しております。そこでこの精神は、例えば、原子力研究所が発足して以来、研究所の中の職員の放射線防護、それから環境における一般公衆の防護両方ともに引き続いて応用され、適用されてきたものでございますが、この場合にはそれをわざわざ数量化するということは考えておりませんで、ICRPの精神をそのまま受け入れ、いつもそういう態度でのぞむということであったわけです。ところが、最近原子力発電所の数が非常に多くなってくると、これから出る気体あるいは液体廃棄物に関与する人間のグループが多くなるというようなことからas low as practicableの実際の数値というのを一体どの辺に置くかというような議論がでてきたわけでございます。委員会としましては、まず第1番目にこういった精神の数量化ということが、どういうメリットがあるかということを考えてわけですが、やはりいわゆるドース・リミットから異常に低いということだけで明確な数字がありませんとどの程度低いかという問題について、住民側と申しますか、一般大衆の感じがいまいになる、やはりこの程度低いんだという数字があった方がよかろうということで第2番目に、これは施設の運転をご経験になった方ならどなたもご存知だと思いますが、やはり何らかの数字の基準がありませんと、オペレーションあるいは作業といったものが非常にやりにくい、なんか目安をもってやるという施設側からも望ましかろう、さらに国の行政の面から申しましてもその低い数字の基準の数値がありますことによって行政の明確化が期待できるというようなことから、数値化は望ましいという風に考えたわけでございます。具体的に数値化に当りまして問題になります点は、まず第1番目には、いわゆる耐用年数、施設の耐用年数の間通して適用できるようなものでなければいけない。それから、また同じようなことでございますけれども、言葉をかえていいますと、いわゆるそのノーマルオペレーションから若干はずれたようなトラブルに基づく影響をも吸収できるようなものでなければいけないから、さらに近い将来に於て確立可能な工学的な防護技術というのものがあるならばこれを取入れる。これらは、すべていわゆるプラクティカルという精神から出て来ているわけでございます。このような数値化に対する条件を設定いたしますと、実際に以上の条件を満たすような施設としては相当の数のものが、我国だけでなしに世界中で運転経験をもっていること、そういう運転経験を調べることによって今のような数値化が帰納できることというようなことから委員会といたしましては、一応軽水炉について、as low as practicable の数値化を行なうということに決めたわけでございます。具体的に申しますと、細かいことはいろいろございますけれども、先程フランツェンさんのお話にもありましたように、全身被曝で申しまして、個人の1年間の被曝線量に対して5ミリレムという数字が選ばれたわけでございます。米国でも同じようなアプローチでas low as practicable の数値化が行われておりますけれども、若干我国の考え方と違う点がございましてこれを申し上げたいと思います。先ず第1番目には米国における数値化はいわゆる施設のデザインの目標にすべきものということ

で、例えば先ほどの5ミリレム/年という数字に対しても施設の境界に於て、空間線量率が10ミリレム/年というような数字を使っております。つまり、空間で測られた線量が正しく言うと、1,000MRであると思いますが、10MRであれば結果的に、そこにいる住民の被曝は5ミリレムになるというようなことであります。それから液体に関しましても同様に液体廃棄物が生物体を通して人間にかえってくる場合、5ミリレムという風に両方について5ミリレムを全身被曝に対して割り当てております。で我国におきましては、そういう管理基準的と申しますか施設の設計というよりはむしろ問題は、住民が被曝するという観点に立って、住民側の被曝線量として5ミリレム/年で、従いまして液体、気体を含めて、5ミリレム/年という数字を採用することになりそうであります。大体骨子は、そのような状態で進んでおりますが、西独ではフランツェンさんが先程30ミリレム/年と、それからもう一つ1ミリレム/年以下というような数字をおあげになりましたが特に30ミリレム/年というのが、どういってお考えから出ているのか、あるいはこのas low as practicableというフィロソフィー これにもいろいろ批判があるわけでございますが、西独ではどういふ風にお考えになるのかということをお伺いしたいと思います。

議長 フランツェンさんにお伺いしたいと思います。今、宮永先生から日本の5ミリレム おおざっぱにいうと米国のもので大体同じ、ちょっと考え方が違いますが、それに対して、西独の30ミリレム/年、90ミリレム/年という数字をあげられましたんですが、その辺のご意見あるいは、5ミリレム/年に対するご意見がもしございましたら非常に我々にとって参考になるかと思っておりますので、よろしく願います。

フランツェン アメリカの5及び15ミリレム基準と西独の30及び90ミリレムのスタンダードとの違いについては、既に多くの議論がなされましたが、アメリカの15ミリレムは、甲状腺被曝にあてはまるものです。また、私が聞いたところではこのアメリカの5及び15という数値は、その時点で技術的に達成しうることを考慮して確立されたということでICRP勧告に由来する他のどんな数値とも関係はありません。我国の30及び90ミリレムという数値は、ICRP勧告の枠内での基本的な検討によって到達されたもので、これが異なる値を生じるものになった点であります。さて、私が理解いたしますところでは、アメリカの数値は、主に計画目標であると考えられます。つまり、プラントの明確な特徴を考慮した安全解析においては、これらのスタンダードに合致しえるということを理論的に証明しなければならないし、スタンダードは施設の境界に対して明確化されなければなりません。しかし思いだしますが、ある状況下ではこれらの数値を上回り、2倍になることも許されうるものです。あなたがたは状態の改善について考慮するよう要請されていると思っておりますが仮に、その数値の4倍になった場合には、AECが放出を再び減らすような適当な手段をとれるよう、AECに知らせなければなりません。予知された以上の放出値での操業は、例えば、電力需要がそれを要求するというような場合には、限られた期間で許されることになりましょう。

さて、我国では30ないし90ミリレムという値が原子力施設内にいる人の浴びる最大値として考えられています。これはつまり、通常の度量衡学的考察によって希釈係数、すなわち最もまれで、環境にとってもっとも悪いと考えるおられる希釈係数を見出すことを意味しています。その点について、その値がどのような状況下においても越えられていないということを証明しなければなりません。それは、湖の真中といったような人のだれも住んでいない特殊な場所で、可能なのです。従って、いったい誰かがそのような被曝を受けるかどうかということは、きわめて確率論的なことでありますがルールは、この種の分析に関する検討が行なわれることを要求しているのです。従って、私がすでに申し上げました通り、環境における平均的被曝は、1ミリレム/年であり、我国における全人口の平均的被曝は、最も新しい統計によると、0.1ミリレム/年となっております。付言すると甲状腺被曝の90ミリレムという値は、例えば決定人口集団を考慮に入れて出されたものです。つまり、それは、私が考えますには、半年しかたたない子供たちのことであり、草や牛、ミルク歩道などを考慮に入れているのです。これが、御質問の答えになっていると思っております。

議長 非常によくわかりました。大変有意義なお話だったと思います。この問題については、フリー・ディスカッションにしますので、どなたかご意見がありましたら……。

板倉さんどうぞ。

板倉 日本のas low asの数量化につきまして…。個人に対する5ミリレムという値は、従来からのpracticableという、ほぼぎりぎりの線ではないかと思っております。そのもとの精神は、as low as practicableと

いうことから出たものでありますけれども一度数量が出ますと数字だけで一人歩きする、あるいはかなりの誤解を生むものです。あたかも5ミリレムというものが一つの許容値に間違えられがちであり、また一般はそう思われると思うのであります。そういう意味で、この5ミリレムというものの意味づけとともにその運用の仕方ということについて、例えば行政官庁におきましては、5という数字が決まれば、それが頭打ちだよというお考えが一番行政上は楽でございませうけれども、もとの本質論ということと、何のために我々は原子力発電所をつくっているのかということになります。従って我々と申しますか、日本国民は、エネルギーをもとめておりますので、そういう点から考慮されるべき数字だと思っておりますけれどもこの点につきまして、先ず宮永先生にお伺いしたいと思います。

宮永 その点につきましては、委員会でも非常に言葉づかい、その他に気を使っておりまして、とにかく、この5ミリレムというのは、あくまでも軽水炉を運転するためあるいは運転した結果、一般公衆に与える線量の目標であるので、目標線量という言葉を使っております。換言いたしますと、先程フランツェン氏から、30ミリレム/年がマキシマム 最大であるという風なお話しがございましたが、委員会の方では、マキシマムは、あくまでもICRPの線量限度500ミリレムであり、これに代わるものを作るではありません。従ってプラクティカルな観点から、こういうことが可能だといういみでの目標値でございますからこれを、実際に適用する場合には、各施設のいわゆる保安規定の中に管理基準 これには、いろんな制限値が入るわけでありまして というのがありその中に、この5ミリレムをいかに使用するか関係官庁とどういふ風にこれをとり扱うかという取決めが厳重になされるように勧告しております。もう少し具体的に申し上げますと異常に低い自然放射線の数パーセントというような数字でございますから一年間の限密な意味での制限値と考へなくてもいいわけです。例えば1年目に若干それを越えたとしても2年目にカバーすればいいというような考へ方が入っておりまして、これは結局、アメリカの2倍になれば、原因を調査して、関係官庁に報告し、4倍以上になると、政府やAECが関与するというのと同じような適用を管理基準の中で取決めてよろしいという風な表現になっております。

議長 どうも有難うございました。他に何かこの問題で意見がございましたら……。

度々、申し分けございませんが、ドイツのフランツェンさんにお伺いしたいと思います。西独の年間30ミリレムというのはマキシマムと言われましたけれども、これは、その電力の需要その他による必要性からみて日本の今宮永さんが言われましたようなオペレーショナルの自由度というのは一切認められない値かどうか、もう一度確認したいと思うんでございますが……。お教え願いたいと思います。

フランツェン 御質問下さってありがとうございます。30ミリレムという値の背後にあるフィロソフィーについてもう少しご説明申し上げられるかと思っております。今までの値は、単位時間当りのキュリー数で表わされるプラントの最大許容放出値を引き出すための詳細な調査の出発点としては引き合いに出されたことはありませんでした。許容放出値は非常に低いものなので、おそらく、もしすべてが完全に正常に行くとすれば、おそらく、私達は3ミリレム/年という値に到達するのでありませうし、残りの27ミリレム/年は操業に必要な柔軟性を認めるため、そのまま残されます。ですから、決して困難に突入してはなりませんし、30ミリレム/年という値は、越えてはならない上限値として、存在しているということです。さらに意見を付け加えさせていただきますと、「もし、あなた方が機器により通常状態の下で行なわれる放射能放出を比較されるなら、アメリカであろうと日本であろうと西ドイツであろうと、現在建設されているかどうかということに無関係にすべてのプラントに対して、おそらく同じ放出値にならなければならないとする世界の一定の基準というものが現存している」と経験上言えると思っております。なお通常の気体放出に対しても、制限値に合致させるのに何の困難も経験したことがないということを付け加えさせていただきます。しかしながら、常時維持しなければならないある考へ、例えばヨウ素の放出に関する規制に合致させなければならないという考へがあります。といいますのは、私たちはいつも決定人口集団や食物連鎖を考慮しなければならないということを要求されているからです。そして、これは、放射能をおびた水あるいはその他の媒体を通すコンポーネントから発生するかもしれないあらゆる種類の漏れに特別な注意が払わなければならないということを意味しています。そして、これまで私達の現在の努力はあらゆる種類の漏れ、特に一次冷却材のコンポーネントからの漏れを最少限にとどめることに立ち向っているのです。有難うございました。

議長 どうも有難うございました。問題が重要なものですから……。案外時間がかかってしまいました。次に環境問題の一つと致しまして非常に重大な温排水の問題をとりあげたいと思います。この温排水の問題は、放射能の問題とともに環境容量ということが檜山先生のご講演にあったと思いますが、この環境容量が決まるというのは、なかなか大変なことだと思います。これを決めるアプローチのしかたに関しまして、檜山先生のご意見がいただけますと大変参考になろうかと思えます。

檜山 環境容量という言葉は、非常に哲学的な言葉でありまして、なかなかどういうディメンションで表現しているものであるか問題です。一口にいえばともかく環境を変える、例えば何か環境にない異物を環境に投入する、あるいは、環境の物理的な状態を変化させるという場合、その量とか変化の大きさとかに対して、環境のもつ大きさとその投入する量とか、変化の大きさの比であります。で先程、申しましたように、そういうことが、放射性物質であるとか、水銀であるとか、PCBであるとか、そういったものが環境に入れられる場合にダイリュートして無害にする、可るべく害を少なくする方法と、閉じ込めてしまう方法とがあると申しましたけれども、どちらにしても環境を使わなくてはなりません。従って、環境が非常に大きなものであるとダイリュートする時に非常にうすくなるから、閉じ込めたものも大きな環境に置くのなら、そう問題はない。しかし、その環境が小さい場合には、それが大変問題なってくるので最後には、どの位の薄さ、どの位のスペースになったら人間の健康とか、あるいはその他の営み、つまりその他の産業、そういったものの影響が無視できるかということが問題になります。放射線の影響で *as low as practicable* という考え方をもっているのと同じように環境の変化もなるべく小さくしたいが、そう小さくはできないような状態に年々なっていくと思えますが、それには、それだけの努力を重ねて、丁度放射線の *as low as practicable* と同じような考え方で努力してゆかねばなりません。その場合 相手になる環境が非常に大きいか、非常に小さいかによって状態が違ってきます。一口に言えば、環境の大きさといたら良いと思えます。

お答えになったでしょうか……。

議長 どうも有難うございました。今のお話しについて、何か他にご意見なり、ご質問ございましたら……。内田先生どうぞ。

内田 環境容量についての大体の概念はよくわかりましたが、檜山先生に一つ具体的にお話しを伺いたいんですが、日本の発電所は、外国と違いまして、海洋に面したところに設置されてるわけです。従いまして、私のような素人から言いますと、サーマル・ポリューションの問題については、非常に大きな環境問題があるように考えられるのですが、その日本の発電所に対して、サーマル・ポリューションを環境容量についてどういう風に具体的に考えていらっしゃるでしょうか。何か案をおもちでしたらちょっとご被露いただきたいと思えます。

檜山 影響を与える大きさと、受ける方の環境の大きさととの比を可るべく小さくしたい。それも、今 *as low as practicable* 5ミリレムとか、10ミリレムと言うのと同じように可るべく小さくしたい。完全に0にできればいいんですが、純粋な0というのは、なかなかありえません。するとマイナス何乗をもって0というようなフィロソフィーが集まれば、いろいろのファクターからそういうことが議論できて、決まってきたら、だいたいどの位の冷却水を使えるかということがでてくるのではないかと思っています。

議長 他にご意見がございませんようでしたら、次の問題に移りたいと思います。先程からお話しに出ておりますパブリック・アクセプタンスの問題になるんですけど、その一般公衆との接点にあります何かと申しますと、その一つはモニタリングだろうと思うのです。先ずモニタリングの問題については、モニタリングが科学的に正確であり、モニタリングが、いったいどういう風な意味をもっているのかというような種類の問題とそのモニタリングによって得られた結果が、大衆から信頼されるようにするにはどうしたらよいか、というような問題との二つに分けて考える必要があるかと思います。先ず、はじめにそのモニタリングは一体どういう意味があるのかということと、それを科学的に正しいことにするにはどうしたらよいかということ、宮永さんから口火を切っていただきたいと思えます。

宮永 *monitoring* と申しますのは、皆さんご存知のように原子力施設の運転に対して定められているいろんな規制値、あるいは基準値に基いて行なわれているわけですが、そういう基準値に基いて行なわれた運転の結果、例えば職業人の被曝が一体どうなるのか、施設中の放射線レベルがどうか、さらに環境の放射線レベルがどうか、というようなことが予想された通りになっているかどうかを確認することであるというように解

積されておりまして。

原子力におきましては、その発足の頭初からこの考え方に基いたモニタリングが、施設者側ではありますけれども、運転の組織とは、独立したところで行なわれているのが通常でございます。これは、世界的にいえることでございます。今問題になっております、環境モニタリングも、結局は、原子力施設から放出される液体、気体廃棄物による環境への放射能の影響と申しますか放射線レベル、これを測定、あるいは測定結果に基いて評価することでありまして、施設内の放出量のモニタリングと一対をなしているものであります。従来は、先程のドース・リミット500ミリレム／年というような高いレベルに対しまして、きわめて低いレベルにありましたものですから、我々は、実際には、自然放射線を測ると申しますが、自然放射線にプラスして何らかの施設側の放射線の付加あるいは、寄与がありまして、それは非常に小さいものだ、ということによって自然放射線を測ったそのままの数値を皆さんに見せることによって、十分であると考えていたわけでございます。ところが先程の話のように *as low as practicable* に線量目標値というのが設定され、年間5ミリという数値が出てまいりました。何らかの方法で施設からの放射線寄与が、自然放射線と別に、あるいは自然放射能と別に評価される必要がある、あるいは要求されてくるという風に考えられます。ところが残念ながら現在のところ我々がもっております測定技術では、自然放射線の数値というような放射線、あるいはヨウ素の問題にいたしましても、先程省略いたしました、日本ではこのヨウ素に対して小児の甲状腺で15ミリというのが選ばれそうでございますが、これに見合う空中の濃度というのは、きわめて低くて自然放射能と区別して測ることは、非常に難しいことであると思っております。そういう場合に一体どんな風に測定すればよいかという技術的な問題もありますけれども、実際に我々の運転なり、測定の結果が、一般の公衆の皆さんに信頼してもらえということについては、むしろ測定機の正しさ、測定の方法ならびに、その結果をどこが評価して、どういう風に公衆に伝えるかということが重要であり、ある意味では、信頼性のある中央機関の設立とか、試料の測定機関のクロスチェックとかいったことを行なう体制の方にむしろ問題があるように思っております。測定器につきましては、むしろ問題は簡単でございます、具体的に使われる測定器のキャリブレーションの方法とか、あるいは、試料の分析の仕方の統一とか、そういった技術的な基準を統一し、お互にこれらの測定器、測定法のキャリブレーションができるような体制を整えておけばよいといえます。それ以外に方法がないという風に考えます。

議長 どうも有難うございました。むしろこの科学的なデータを正しくするという技術的な面では比較的の問題が楽であるが、そのデータを大衆に信頼していただくための体制と申しますか、その他諸々の事柄の方がむしろ難しい問題であるという風なご意見のようですが岸田さん何かこのパブリック・アクセプタンス、特に今の場合でいうと、モニタリング・データ、その他を大衆が信頼するには一体どのように考えたらよいかということについて、ご意見ございましたら……。

岸田 今、宮永さんのお話を聞きながら思い出していた言葉は、*Psychological effect* という言葉でした。これは、私の友人で官庁の研究所にいる人が、使った言葉なんです、自分が出したいと思う測定結果、そして測定してこんな理論を作り出したんだというようなことを説明しておいた助手や研究者と、それから全くなにも説明しないで同じものを測定させたグループとの間には、必ず測定値に違いができるというような話なんです。私は、こういうような実験をしてこんな結果を出したいんだと説明しておきますと、丁度その結果が出てくるような値が報告されてくるというわけです。そういうのを、彼は、*Psychological effect* という風に呼んでいるというわけです。一般的にいまして、どうもどんな測定の場合も、*Psychological effect* というものがあるもののように、私には思われます。そこでその *Psychological effect* なるものが、例えば関係官庁でこれはなにも問題がないんだという結果を出したいという希望が強いと、というようなことをもし感じるとしますと、その注文を受けて調べるところはなにも問題が起こらないような測定値をみたいという気になるのではなからうかというような感じを私はもっているわけです。実際にそうになっているかどうかは知りませんがしかし最近起こりました分析化学研究所のデータねつ造の問題などは、大まかにいいますと今いったようなその *Psychological effect* なるものと多少の関連をもっている、つまり何も問題がないと出したいところから、注文を出しますと何も問題がないようなデータが作られて出てくるということがありうるのではなからうかという疑いをもちます。そういう問題をどういふ風に処理していくのかということが

残っているのではなかろうか、だから測定したデータを信頼してもらうことは大変なことなんだという感じが私はいたします。勿論、宮永さんがおっしゃったように機器の精度をあげるという風なこともあろうし、そしてそのいろいろの方法上の開発も必要だと思うんですが、信頼されるような結果を出すというのは、その他に多くの方法が必要な人だろうと思うんです。例えば公開性の確保という風なこともあるでしょうし、これまでの実績で判断してもらうような実績が積み重ねられていなければならないということもあると思います。その意味ではその逆のマイナスの実績を積み重ねるということがあってはならないと思うわけです。今、宮永さんのお話を聞きながら思い出していたことは、そんなことなんですが、実は発表したついでに、さっきの環境容量の問題を聞きながら感じていたことを付け加えておきたいと思うんですが、環境容量というのは、なかなかはっきりした数字が出てこないと思っております。そこで檜山さんも非常に哲学的な答えに終始されたと思うんです。ところで、どうしてそうならないのかといいますと、積極的に数字を出してみるという努力をしてないからだと思っております。とにかく、中間的なものであっても環境容量というものを出すような努力をしなければいけないんじゃないかと思うわけです。例えば温排水問題でいいますと、これまでとにかく火力発電所があり、たくさん原子力発電所があるわけですから、そういう発電所での温排水データをもとにして、ともかくも実験室的にはあっても、あるいは、試みの数字ではあっても環境容量というものを試してみる、そして出してみた上でまた次のデータを積み重ねるといって、ある程度の環境容量という数字を出すということについての積極性がなければなかなかこの問題は、前進しないのではないかと私は思っております。そして私の感じて言いますと、温排水問題については、少なくとも、日本では、そして原子力発電所の温排水の問題については、できるだけそこに近よらない方が安全だといいますが、例えばある官庁は別の官庁にそのことはまかす、あるいはまた逆の官庁はこちらの官庁にまかすという風なやや逃げ腰の感じがつきまわっていることが問題ではないかと、私は思っております。

大変勝手な発言なんです、だいたいここにすわっている中でいつでも勝手な発言ができますので、……ともかく専門をもっていないのは私だけです。だから大変勝手な質問をいたしました。

議長 どうも貴重なご意見有難うございました。二つご意見がございまして、初めのご意見はデータを一般大衆に信頼してもらうようなことについてのご意見でしたんですが先ず初めに、それについての何かご意見がございませうか、……宮永さんどうぞ。

宮永 今岸田さんから Psychological effect という非常にきわめて広い意味でのデータに対する解釈、あるいはデータ作成の影響という問題が出てまいりましたが、私が申し上げましたのは、勿論そういう Psychological effect のない人が出した、そのデータが、やはり 5 ミリレムというような自然放射線に比べて非常に低いレベルのものが加わる、それをいかに評価するか現実的にこれは非常に難しい問題でございます。従いましてそれを分離して、ちゃんとした答を出すことが非常に難しい場合、むしろそのモニタリングの体制と申しますか、例えばオペレーション側は、先程申しましたように運転の結果のチェックとして、モニタリングをやっておりますが、例えば地方自治体は住民の健康と生活を護るという明確な立場からモニタリングをやる。そして、そういうところがデータを評価して住民に知らせればそれはよろしいというような体制で解決することの方が望ましいという風に考えているわけでございます。すなわち、従来のモニタリングは、オペレーター側あるいは施設者側が、自分たちのオペレーション規制の結果実際に予期された状態が保たれているかということの確認を行っていたわけですが、今度は、地方自治体が行うということになると、これに対して、政府が一体二つのモニタリングをどう調整するか、能率的にやる上でもいろんな調整が必要になると思えますし、政府は、調整をやり、スタンダードを作りというような、それぞれのモニタリングに対する責任の明確な分担とそれに基いたシステムをちゃんと作ってやることによって信頼を得る方が望ましい、まあそういう趣旨でございます。

議長 どうも有難うございました。もう一つの岸田さんからピックアップした問題は、環境容量に対しては、あまり数値を出す努力をしていないのではないかと、逃げ腰じゃないかという非専門家としてのご意見があったんですが、この辺の状況は檜山先生どういうことになっているんでしょうか、……どうぞ。

檜山 大部いじめられますが、……努力は一生懸命しております。おりますが、まだ結論は出しておりませんのでそのディメンションを申し上げるわけにはいきません。いろいろのファクターが、これに関係してきてお

りますんで、さっき申しましたようにゼロとは何ぞやというような非常に哲学的なことになります。また比較すべきものも他にたくさんあります。発電に際して出てくる熱だけでなく、エネルギーの消費のために人間がたくさん熱を出している。これを出しっぱなしにしておいて発電の時だけ問題にするのはちょっとおかしいんじゃないかという議論だって成り立つはずです。自動車が走ったって熱は出てます。セントラルヒーティングをやっても、また夏にクーラーをつけても皆出てます。それを一体どういう風な比で考えたらよいか、どういうシェアを与えるべきか、そういうフィロソフィカルな問題がベシックにあるので、環境に対する影響をゼロにしたいのは、*as low as possible* にしたいのですが—*Practicable* かもしれませんが、*as low as* というのは、どれだけかという、それは全く影響がないようにしたいんですが、ないとはなんだ、ゼロとはなんぞやというフィロソフィーに入ってきますから、まだフィロソフィカルなことだけ言わせていただきます。数字を出すと、この席では少し大騒ぎが起こるかもしれませんがで控えさせていただきます。

議長 どうも有難うございました。非常に努力をされているんですけど、なかなかむずかしい問題だからまだ数字で示すわけにはいかないというような状況のようです。我々としますと、一刻も早く温排水の環境容量、その他のものが出てまいりますという非常に話が楽になるので期待している次第です。それでは、次に今この話しの続きなんですけど、パブリック・アクセプタンスというふうな問題に入ってゆきたいと思います。パブリック・アクセプタンスが、なかなか困難であるという問題の一つには事故の問題があります。仮想事故あるいは想定事故という問題があるのですが、それは先程のフランツェンさんのお話では事故の確率ということ、到底パブリック・アンダースタANDINGは得られないという風なお話もあったんですがいろいろな問題がありまして非常に低い 10^{-6} とか 10^{-9} とかいう風な小さな確率は一体社会的にはどういう意味があるのかという風な、私のような自然化学をやっているものには評価できないようなことがございますので、先ず岸田さんにお伺いしたいと思います。今度はその面で専門家でございますが、事故の確率論的な評価は、一体社会的にどうなのか、社会的に安全というの、何を意味するのかというようなことから口火を切っていただきたいと思います。その後で、ご列席の皆様はフリー・トーキングしていただいたらどうかと思います。では岸田さん、どうぞ。

岸田 10^{-6} という数字なんですけど、要するに100万分の1ということです。100万分の1というのは、たぶん、私は意味があると思っています。いろいろな形で100万分の1という数字がよく事故の問題の時に出てまいります。例えば、列車の事故の問題とか、航空機の事故の問題の時によく100万分の1という数字が出てくるわけです。100万回乗って、1回位の事故というのだったらそれは安全な乗りものなんだというような出し方をされるわけです。そういう意味で私は100万分の1というのは意味がある数字だろうと思っています。列車でいいますと、だいたい死ぬような事故が起こる回数というのは何百万回に1回というような数字に現実にはなっていると思います。それから、旅客機ですと何十万回かに1回という数字に現在はなっていると思います。まだ100万回に1回までにはなっていないのですが、それにある程度近づきつつあると言っていると思います。

そこで私は100万回に1回という 10^{-6} という数字には社会的な意味があると思っているわけですが、ただここで付け加えておかななくてはいけないことは、列車の利用とか航空機の利用というのは、それが100万回に1回になったから大丈夫だと皆が思ったのではなく、使っていてたまたま計算してみると、そうになっているという風に順序が逆だということです。危険な時から、使っていたから逆の順序になっているんですけども人々が受け入れるのには数字で出されても実は、すぐ結構ですという風にはならないので、ある年数がどうしても必要になるというものなのではないかと思っています。そういう意味でつまり使っているものについて数字をみたら100万分の1という数字が出てきたんだという逆の結果になるんだろうと私は思っております。そこで、確かに設計者、あるいは、技術者の立場でいいますと、100万分の1という数字を基本にして考えるという必要があるんですけども、しかし、だからそれで一般の人を納得させるにもその数字を使えばいいんだという風には結びついてゆかないのではないかと私は思っているわけです。一般の人々が、それを受け入れるには、数字も確かに一つの要素なんですけれども、もう一つは時間をかけて段々と自分の気持ちたちがそれを受け入れるような状態になってゆくという年数が必要であると思います。その点については、先

程フランツェンさんも同じような意見を内田さんのご報告に対して出しておられたと私は思いました。つまり、一般大衆が受け入れるためには、少しずつ、少しずつ前進するしかないんだというような表現を、たしか使われたと思うんですが、時間が必要だということを認めなくてはいけないんだろうと思います。それから、もう一つは、そういう数字の信頼感みたいなものが、やはり必要だと思うわけです。数字で出されましても、数字がよくわからないものですから、その数字を出した人が信頼できるかということ是一般の人は考えたいわけです。そこで、その信頼できることから数字が出ているのかどうかということと、また他の実績が問題になるということにもなります。その点については、先程お話しましたのでくり返すことではないのですが、数字を出される場所の信頼を高めるといっても、やはりたくさんの実績を積み重ねていなければならないと思います。ところが一般的に言いつつ、推進者の立場にあるところから、数字が出るということがあるものから、その信頼の度合いにある限界があるということもまた認めなければならないのではないかと思います。それからもう一つパブリック・アクセプタンスに関連して言うならば、また、その数字との関連で言うならば、またよく私は別のことを思い出して申し分けないんですが、総論賛成各論反対ということばをまた思い出さなければなりません。従って、これは大丈夫なんだというような数字が出ましても、そうすると、それは安全なんだろう、しかし安全なんだろうけれども自分のところに発電所をつくるのはごめんだという風に考える人が多いのではなかろうかという感じがいたします。丁度、最近のいろいろの種類の物価問題とか公害問題とか、いろいろなこと、みんな総論には賛成するんですが、さて、自分のところに及んできますと、いやそれは、自分のところではなくて別のところでどうぞという風になりがちです。そういう問題が、実は、この原子力発電所をつくる場合にも、つきまといまいます。原子力発電所が安全だということがいかに証明されても、それは結構ですけれども、私のところにつくられるというのは、賛成できないといえますか、その受け入れられないという風に、いわば二段構えとでもいえますか、二段になるような社会になっているのではなかろうかという感じがいたします。そこで、その受け入れの問題というのはつまり数字でできて、それとはまた独立の何といえますか、要素が必要になるというような社会にさらにかわってきているのではなかろうかというのが私の感じですが。その場合には、安全は安全であっても、例えば、最近よく使われることばでいいますと、社会的構成というふうな観点からいいますと、その電力を受けとる方の一般の消費者と、そして自分達の間で同じような利益を受けているのかどうか、利益を受けるようになるのかどうかという社会的構成というふうな問題が出てまいります。安全であっても、向こうの方では得をしている人がたくさんいるけれども自分のところでは、何も得をしてないということになりますと、少なくとも社会的に公正であるとは考えにくいということになります。そこでその社会的公正というのを原子力発電所の建設という問題でどうやって実現してゆくのかわかるかというような課題が出てくるわけです。その課題につきましても、既に発電所の建設地点にいろいろの利益を与えるような法案がこれから国会で審議されて、そういう法律ができようとしているところなんですけれども、その社会的公正という問題も同時に考えなくてはならないのではなかろうかと思っております。非常に簡単に申しますと、何かを受け入れる場合には、3つの処置が必要なのでありまして、一つは、技術的な対策で十分に受け入れられるような確信、あるいは納得が得られるようになっているのかという技術的な問題、もう一つは、そういう計画を自分が受け入れることができるような、信頼関係が相方に存在するかということというような問題、別な言葉でいえば、いわば体制上の問題とでもいえるようなことがあると思います。第3番目には、人々の心の変化、以前だったら受け入れたかもしれないんだけど、最近の社会の変化による変化とともに人々の受け入れの気持ちというのは増々減っているとでもいえますか、つまり、これまでは安全なら受け入れようという風に考えたとしても、これから先は、社会的な公正という風なものがなければ受け入れたくないとか、その他技術に対する全般的な不信感とか、あるいは技術アップに対して決して歓迎しないような気持ちが増えているという風な、いわば価値感の変化のようなもので受け入れる気持ちが段々と減っているという風な事情があると思いますが、それをどういう風にして乗り越えてゆくのかわかるかという三つの問題が同時に解決されなければならないのではないかと考えております。非常になんかあちこちいたり、こっちこっちいたりしましたがどうもすみません。

議長 どうもありがとうございました。今の岸田さんのお話しを皮切りにご意見がたくさんあろうかと思いますが、内田先生どうぞ。

内田 先ずこのパネルの最初にフランツェンさんから私の講演につきましていくつかのコメントをいただいたわけですが、実は、確率論的評価の問題に限って、少し意見を述べさせていただきたいと思います。フランツェンさんが申されました確率的評価についての問題点は、実はパブリック・アクセプタンスの議論の時に、このパブリック・アクセプタンス、確率論的な評価の問題がでたならば、フランツェンさんのご意見を伺いたいと思ったのと全く同じことでありまして、同意見でございます。すなわち、確率論的な評価というのは専門家間の間では、差支えなけれども、大衆に対してこれでもってアクセプトすることはできないということは、これは私もそう思っております。でありますけれどもまず、いわゆるD.V.A. というものに対して、専門家間のコンセンサスを得るということ、特に国際的な専門家間のコンセンサスを得るということが、大事であると思っております。それには、まず、D.V.A. というもののフィロソフィがどういうものであるかということを考える上には、やはり確率論的な評価がひとつのアプローチではないかということとございまして、そういった意味で、国際的な専門家間では一応の共通に近い考えが出てきたのではないかと考えてございまして、また、フランツェンさんが、ドイツ連邦共和国では許認可段階において、確率論的な評価をしているということを申されましたけれども、これについてももし時間があれば少しお話していただければと思います。

フランツェンさんがご指示なさいましたようにこのDBAを越すような大きな事故がもし起ったと考えたということに対しては、たとえば、行政的といいますか政治の場での準備が必要であろうということをお話しになりましたが、これも私も個人的な意見ではたびたび申しているとうりでございます。それから要するに安全に対しての一貫した理念というものを国がもち、またメーカー、電力会社、政治、サイトの住民の間でそれについてどういう風に位置づけられ、どこに何を考えるかということにやはり一貫性が必要ではないかと思っております。これもフランツェンさんの結論のところでも述べられたことが、このことではないかと思っております。非常によいお話しを今日は、伺ったと喜んで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。内田先生のご意見と、フランツェンさんのご意見は、おおかたにおいて、大体一致しているように伺いまして大変嬉しく思います。

内田先生のご質問になった西独で許認可段階においてプロバビリティの概念をどう取入れているか、という点をフランツェンさんにお伺いしたいと思います。

フランツェン 御質問下さってありがとうございます。従って、私が非常に一般的な言葉で申しましたことを、もう少し説明させていただけるわけです。内田先生が私達のアプローチには根本的相違はないといわれたことは全く正しいと思います。私たちの国では確率論的考え方というのはたいへんに貴重な道具だと考えておりますし、この道具を進歩させ洗練させるため、安全解析を以前より、さらに良くするため非常な努力を払っているわけです。私が少し申し上げたかったことは、例えば、公衆とのディスカッションにおいては、圧力容器の完全性の違いについての理解を得るということは大変難しいということですが、もし、彼らに10のマイナス5乗という数字を瞬時破断として与え、次に設計、製造、及び継続的な監視は当然進歩するはずだということを話したとしてみるなら、あなた方は10のマイナス5乗という瞬時破断の確率を公衆に保証あるいは安心させることができます。しかし、彼らはその違いがわからないし、この目標に到達するのにどのような努力が払われているか理解していないのです。さて、私への直接のご質問にお答えいたします。確率論的解析は、専門家代表によって行なわれる通常の安全解析に使われています。ですから、私どもは、例えば、工学的安全装置の信頼性に関する要請を受けているわけです。非常にしばしばフェイリュアークライテリアに合致させなければならないというような要請があります。しかし、これは非常に一般的な要請である場合にはきわめて多額の費用がかかります。そこで私たちは信頼度分析を行ない、大変洗練された保守・修正プログラムによってその要請に応え、サブシステムを増設しなくても1つの基準に効果的に合致できるようにしております。なお信頼度分析は複合システムの分析にも使われており、どうすればそのシステムが改善され、いろいろの部分が全体のリスク等に対して同程度に作用するようになるかということを明らかにしております。これで、ご質問の答えになっていると思っておりますが……。

議長 どうもありがとうございました。それでは、ちょっと前にもどりまして、パブリック・アクセプタンスについて、ご意見が他の方にございましたらどうぞ。

私ひとつお伺いさせていただきたいと思いますが、今、非常に確率論的なアプローチは、一般大衆に受け入れ難い、あるいは、岸田さんがおっしゃいましたように時間がかかるといういろいろの困難な状況がありまして、それについては全く同感であります。

さて、それではどうしたらよいのかという方の解決の方のことについて、ご意見を受けたいと思います。その解決はいろいろ努力をすべきであるということでしょうけど、ひとつPRの問題があるんですけど一体PRというものはどういう意味があって、どういう態度で進むべきであるかということについてご意見ございますでしょうか。

岸田 ちょっとまた別の話をしたいのですが、私、最近いくつか感心をもった法律があるわけですが、ひとつはアメリカのものなのでして、1969年にできました国家環境政策法です。もうひとつは、72年にできましたテクノロジー・アセスメント（技術事前評価）なんです。このふたつは、どちらも環境問題、あるいは技術問題に関連した法律なんですけれども、国家環境政策法つまり National Environmental Policy Act は最後の公表ということを大事にしているわけです。それからテクノロジー・アセスメントの方は、立法府の方の決めた法律なんですけれども技術に関連のある法案を審議する前に、必要と考えられる場合には、その技術が社会や人間にどんな影響を与えるかについて事前に調査して、その報告書を議会に出す。ということを決めているわけです。これもつまり公表ということを前提にしているわけです。どうして、公表ということをそんなに大事にするようになったかを考えるんですが、人間の知恵には限りがあるものですから、専門家で集まって、いろいろの検討をしたとしても、必ず見落すかもしれない。だから一般の人々の意見も出せる場所をあらかじめ準備しておこう、あるいは、そのパブリック・アクセプタンスの問題を考えない計画というのはありえない、というような理解から公表ということを経済の中の非常に重要な部分にしたような、技術関連の法律が作られるようになったのではないかと私は思っております。それに倣ったかどうか知りませんが、さっき檜山先生がここで紹介されました瀬戸内海環境保全臨時措置法（法律の名前は正確には覚えてないんですが）でも、瀬戸内海の沿岸で環境に影響を与えるような新しい計画を立てる場合には、どんな影響があるかについての調査を行い、そして公表しなければならないということはその臨時措置法で決めているわけです。たぶん私は、アメリカのNEPA（国家環境政策法）を参考に作ったからそう思ったのだらうと思うのですが、パブリック・アクセプタンスと公表とか公開というのは非常に密接に繋がっていると思っております。

どんな方法でという田島先生の問いに対して一つだけ答えるとすれば、公表ということだろうと思います。従いまして、その公表のいろいろな機会をできるだけ活用しなければならないだろうと思います。その意味で去年から実施されて居ります原子力発電所の設置の場合の公聴会の運営の仕方にしましても、できるだけ相互の意見が通じ合うような公表の機会にするために、私は推進側の意見を聞くだけでなく、そこで例えば原子力委員会から必要な説明をするような機会を作るとか、要するに対話ができるような公聴会にするような方法でもう一度その検討をし直していただきたいという風に私は考えているわけです。

議長 他の先生方、いろいろ問題があると思いますが、ご意見ございませんでしょうか。

フランツェン パネルには関係ありませんが、たぶんまだ聴衆の中におられるアメリカ人の同業者の1人とも余り関係がありませんけれども2～3の批判的コメントをしたいと思っております。今まで私は、NEPAが本当に、原子力発電所の設計における主な根本的变化に影響を与えているかどうか少し、疑問を持っています。全くすばらしい形式論が成立されたことは存じていますし、あなた方も御存知のことと思いますが、私は何巻にものぼる環境声明書や環境報告書とかいったものをすべて見たことがあります。そして非常に多くの情報が、このように編集され、今まで以上に十分に知ることができるようになったわけですが、原子力発電所の設計に対する実際の影響は非常に限られていました。有難うございました……。

もう、コメントは何もありませんので、ある程度似かよった手段が他の国々にも採用されるべきか、お尋ねしたいと思っておりましたが……。それに、たぶん、パネルの他の方々がコメントできると思っておりますので。例えば日本は、NEPAと同じような法律を検討しているのかどうかお尋ねしたいのですが……。

議長 あの内田先生、お答えいただけますか。

内田 日本の政府のお話ということですから、むしろ環境にご専門の原子力委員である田島先生からお話していただいた方がいいと思うのです。

私は、テクノロジー・アセスメントとかコスト・ベネフィット・アナリシス等について、やはり問題は、コストにしてもベネフィットにしてもあるいは環境の問題にいたしましてもいろいろな違った種類の要素を、一つのドルとか円でもってすなわち一つのスケールでもって評価しようという、そこに非常に無理があるだろうと思うのです。例えば、火力発電所と原子力発電所のどちらが有効であるとか、どちらが環境に対して影響が少ないかというようなことは、例えば、 SO_2 の影響と放射能の影響というものを同じスケールで評価できるかという、これは出来ないだろうと思います。相対的になんらかの比較は可能だと思いますけれども、問題は一つのスケールでコストもベネフィットも違った種類のものを評価することに非常に無理があるだろうと思って居ります。フランツェンさんのお答にはなりません、フランツェンさんに対してのお答は田島先生からお願い致します。

田島 日本においては、一般環境の報告書を検討した結果の報告書というものが、出るようになりまして、それは実は、原子力委員会ではございませんで、通産省の方から出ております。それで、放射線に関する環境報告書の環境の問題は、安全審査会の方の問題となっております、これは安全審査報告書の方に含まれております。しかしながら、これがいいかどうかは別ですが、米国で行われていますような膨大な環境報告書のようなものとは若干色採が違います。今その詳細な資料がございませんので申しあげられないんですが、日本でも完全なものではないけど、だんだん完全なものに近いような一般環境報告書が出されるようになってきました。

議長 で何か他にございませんでしょうか。まだ時間が多少ございますので、どうぞ、板倉さん。

板倉 今の原子力問題のアクセプタンスという上での立場ですけれども、岸田先生、ちょっとお伺いしたいんです。報道機関の立場というか、こういう問題に対する取り組み方というのは、どうあるべき問題でしょうか。

岸田 もうちょっと早く年をとって定年になっていたらよかったなと思うんですが、まだ新聞社にいるものから、そういうご質問が出てくると、何かを言わないといけないこととなります。ひとつは、私は、それぞれの立場で物を捉えるわけですから、必ずバララックスというものは避けられないと思っております。それは、お互に認めなくてはならないのではないかと考えているわけです。バララックスは、その物理の上での言葉ですが、あるひとつの目盛りを読む時に、右の方で見るのと左の方で見るのとでは、その読みが違うというそういう現象です。原子力発電所を作られる方の側から申しますと、自分の方の立場で物をみられるものですから、だから、それは妥当な原稿になっていない、というような感覚を、新聞をよまれた時に感じられるのではないかと私は思うわけです。しかしまた、私達にも見る角度というものがあるわけですし、つまりその相方にバララックスつまり視差なるものがあるわけなのです。原子力発電所の施設を作られる方の側が中性なのであって、その他の見方はそれぞれ偏りがあるとみてもらっては困ると思っております。つまり視差というのは相方にあるのだという風な受け取り方をさせていただきたいというのが一つです。それからもう一つは、原稿を書く者の反省とでもいうようなものなんですけれども、情報化社会というものにもやはり環境問題というのがあるのです。ちょうどその工業化社会で大量生産、大量販売、大量流通というようなことをやっているところから、その大気汚染とか水の汚染とかいう公害問題が出てきたのと同じように、いわゆる情報化社会で出てくる新しい環境問題の原因として、情報の大量生産、大量流通というような活動の中から、人間の環境を悪くするようなことだって起こりうるという風に考えておく必要が私にはあるのではないかと考えています。ちょうど物に着目してみますと、物の大量生産、大量流通、大量販売というのが、例えば物の生産で言えば大気汚染、水の汚染というような公害問題、流通の段階で言うと買いため、売りおし、値段のつり上げというような公害問題が現に起っているのと同じように、情報についても情報の大量生産、大量流通があらたな人間環境の問題の原因になる、という自戒、自分を戒めることは情報を作り、情報を流通させる立場の人間は、常に考えていなければならないと、私は思っております。これは、私たちのいわば自らを戒めることなのです。その2点を感じております。

議長 どうも有難うございました。他にまだご意見ございませうか。……他にございませうでしたら、ちよど時間と申しますか、時間がそろそろなくなりましたので本日の討論会はこれで打ち切りたいと思えます。もちろん、本日議論されたことは結論が出るという、出さなければいけないというようなものではないのであります。それにもかかわらず、非常に有益なかつかなり突っ込んだお話ができましたことは、大変嬉しく存じております。パネルに参加されました方に厚くお礼を申しあげると同時に、あまり上手でない司会にもかかわらずご協力下さいました皆さんに厚くお礼申し上げます。どうも有難うございました。

セッション４ 核燃料サイクルの課題

議長 藤波恒雄氏（電中研理事、ウラン濃縮事業調査会副会長）

講演 「ウラン濃縮問題の展望と課題」

議長 一本松珠璣氏（原産副会長、日本原子力発電協会会長）

講演 「再処理と安全問題」

講演 「再処理とそのパブリック・アクセプタンス」

講演 「わが国の再処理問題の対策と課題」

1. 濃縮問題のディメンション

ウラン濃縮が、わが国でも大きな問題として広くとり上げられるようになったのは第4回ジュネーブ会議の年だから今から4年前のことである。それ迄はどちらかというところ「濃縮ウラン」が問題であって「ウラン濃縮」は関心の的では無かった。言い換えると「濃縮ウラン」は、アメリカ原子力委員会が機密の技術を使って製造する特殊な物質であり、わが国の原子力発電に必要な量の長期供給を如何にして約束してもらうかが政策考慮の焦点であった。もちろん、以前から濃縮技術の研究に一部で手がつけられ、将来の国際的市場の形成について問題意識を持つ人々が絶無だった訳では無いが、大勢は矢張りアメリカ依存で、これはいわば原子力平和利用が始まって以来ひとりでに形成された日本の思考の一つの癖のようなものである。

たしか1967年だったと思うが、私の友人で、戦略研究で名高いアメリカのシンクタンクRANDの研究者が日本の原子力事情を調査に来て、日本は将来自分で濃縮工場を持つことになるかと思うかと質問して歩いたところ一様に、まるで考えてもみなかったことを尋ねられた時の表情で「とんでもない」といった表情であったことを想い出す。

しかし、その間にアメリカでも濃縮ウランの取扱いに大きな変化が起きていた。1950年代前半から米ソ間の核兵器競争がエスカレートし、巨大な大陸間弾道弾やミサイル潜水艦が次々に建造され、スエズやキューバのような瀬戸ぎわの対立が繰り返えされていた当時は水爆の大増産時代であったに違いない。現にアメリカAECの3つの濃縮工場もこの時期に大增設されたものが今日に及んでいる。1960年代も後半に入ると戦略核兵器の米ソ間均衡の徴候がはっきりとして来た。A. ウォールステッター教授が「Delicate Balance of Terror」という有名な論文を書いたのが1959年である。核兵器の技術進歩が続いても実際に兵器の消耗は無いのだから、原料としての濃縮ウラン需要は当然低下する。

一方、1963年にオイスタークリーク発電所計画が発表されたのを契機に原子力発電の飛躍的増大が期待されるようになり、将来の主要エネルギー源に対する「燃料」としての濃縮ウランという観方が強くなった。核燃料サイクルの最重要部分である濃縮をいつ迄も軍事機密のベールに包まれた特別扱いとして残しておいてはいけないという意識である。1965年には濃縮ウランが民有になり、1968年には、AEC工場の民有移行が広く討議された。1968年にORO658が濃縮工場の全貌を公表し、1972年のORO685文書がガス拡散技術の多くの部分について秘密解除をしたのも、この流れの一環である。

ウラン濃縮をめぐる今日の問題は、このような軍事利用から平和利用への過渡期が世界的に一定のThresholdを越えて、1980年代の初めに世界で初めての商業用大規模濃縮工場を建設、運転せねばならぬ段階に達した所から来ている。アメリカでポーツマス工場が完成して以来20年を経ておりこの間の技術進歩は著しい。燃料としての需要は少数の核兵器保有国に限られず工業先進国を中心に全世界に及ぶ。しかも商業規模工場が一つあれば良いのでは無く、計算によると一年半に1つの割合で世界各地に建設される必要がある。濃縮の技術は他に転用の道が無い限られた種類のものであり、その寿命は増殖炉の到来によって制約を受ける。核拡散防止条約の出現などで軍事と平和のけじめがつけられているものの濃縮の技術能力が核武装の可能性につながることは明らかで、各国とも濃縮技術は国家機密として厳重に管理している。

このように考えると、ウラン濃縮をエネルギー産業の一環として進めるに当たってどのようなストラテジーが最適であるかの判断は人によって、或いは国によって、いろいろ意見が違うのは当然である。1980年代の初期に出現する次の濃縮工場プロジェクトの進め方、それへの参加の仕方などをめぐって世界中に拡まっている論争はこのような基本的体制にかかわる政策判断の反映だと言って良いであろう。単に資金集め、経済性の評価、技術の優位性などという個々の側面だけに目を奪われることなく、日本としても長期エネルギー政策の一環として考え、且つ行動しなければならぬゆえんでもある。

2. 政治的諸要因

中東の石油は、或る意味で今後のエネルギー政策を再検討する絶好の機会を与えてくれた。1985年に石油換算10億Kℓの一次エネルギーを消費するという体制そのものが果して妥当なのか、またそれに相応しい準備がされていたのか、環境汚染の面からの制約、資源の入手、輸送、備蓄、配分体系の問題、外交から国内政治に到るまで、いわば経済大国日本の長期安全保障の立場からエネルギー問題を改めて問い直されたことになる。石油の供給、価格問題の見通しはさて置いて、昨年秋からの騒動が示してくれたのは「エネルギーは政治である」ということと「資源は技術である」という2点であろう。前者については単純にGNPの伸びの想定から1985年に石油を7.5億Kℓ輸入する図式を描いただけでは駄目で、急遽アラブ寄り政策を声明するに到った経緯を振り返って見れば明らかである。資源と技術の関係については代替エネルギーとしてとり上げられた太陽熱、核融合などがいずれも国際規模で技術開発を進めるべきテーマであったことを考えればはつきりする。

これらの議論を通じてはつきりしたのは、現段階ですでに実用水準に達し、技術として産業能力としてもいまずぐに役に立たせ得る代替エネルギーは核分裂による発電以外に無いということである。従って、その基本的燃料である濃縮ウランの供給が技術としても政治的課題としてもいろいろ複雑な情勢にあることは当然であろう。ここで、今日のウラン濃縮の中できわ立って政治的な課題と思われるものを列挙してみる。

(A) アメリカの第4工場：何と云ってもアメリカは今まで世界の濃縮サービスを一手に引受けて来た国であり、既に巨大な施設を保有しているのであるから、「次の濃縮工場の建設はいつ決まるのか、官営なのか民営なのか、ガス拡散法を使うのか遠心分離によるのか」は、最大の関心事である。需給バランスが崩れるタイミングが1980年代のいつになるのか、そのことと、遠心分離技術の開発が充分進んで商業工場建設の自信を皆が持つようになる時期とのかね合いの問題もある。国内的には、国民の税金で開発してきた技術を簡単に大企業の手に移して良いのか、燃料サイクルの中で一番大切な部門をいつまでも政府の支配に委せておいて良いのかという、アメリカにとっては伝統的とも言う可き政治課題もある。国際的には、外国の原子炉に対していつまでアメリカが供給責任を負わねばならないのかという疑問はこのところ影をひそめ、濃縮はアメリカの技術開発の成果を利用して外貨を稼ぎ、他国のエネルギー政策に影響力を持つべき強力な武器だとの考えも強い。

(B) 西ヨーロッパの調整：フランスを中心とする拡散工場EURODIFと、英、西独、オランダによる遠心分離工場URENCOの計画の2つがあり、双方ともが目的を達成すると1980年代初期には濃縮ウランが余ってしまうことになり、何等かの調整が必要である。そもそも原子炉の供給から増殖炉の研究開発に到るまで、ヨーロッパには「アメリカの支配を受けずに済むだけの自主性を確保する為の協力」というフィロソフィーがある。同時にアメリカと袂を別かつ必要は無いし、またそこまでやるだけの経済的、資源的実力はヨーロッパには無いと考えているように見受けられる。濃縮ウランの供給過剰は明らかに「やり過ぎ」であり、かえってヨーロッパにおける濃縮事業成立の基盤まで危くするかも知れない。しかし、一方はフランスの栄光を賭け、他方も3国共通の利害に基いて行動しているので調整は容易でない。アメリカの技術がヨーロッパに進出する案もまだ消えてはいないようであるし、ヨーロッパの電力事業者の間には供給源の多用化に魅力を感じている節も見られる。

(C) ソ連の売込み攻勢：質の問題はさて置いて、核兵器の量ではソ連がアメリカに優っているかも知れない。当然ウラン濃縮の為に相当規模の施設を持っている筈で、その能力は6,000トンSWU/年とも8,000トンとも伝えられる。ソ連の原子力発電計画は先般来日したモロホフ氏によると1975年に750万KW、1980年に3,000万KW程度で他の資源が豊富な為あまり重点は置いていない模様である。工場の経済的運転を考えると濃縮サービスの一部を西側に売却するのが有利であろう。このところソ連は供給条件をアメリカより有利にすることを看板に売込みに熱心で、フランス、西独などとスポット契約を結んでおり、わが国に対して「当分の間の日本の需要は全量まかなえる」旨公式に発言している。しかしソ連濃縮工場の実体はまるでわからないし、需給見通しについて数字的な内容は一切明らかにしないので長期契約により長期安定供給源と見做すには各国とも二の足を踏んでおり、ヨーロッパの一部には供給源多様化の一つの手段として総需要の一割ぐらいまでという考え方があろう。技術的にもソ連はZippaの遠心機が最初に開発された国であって、実力は持っている様子で昨年来アメリカのGEもソ連から濃縮ウランの買付け交渉を行っている。わが国がどの程度までソ連の

濃縮能力に依存しようとするかは、最近の対米、対中国関係なども考えに入れた上で明らかに政治的判断になってくる。

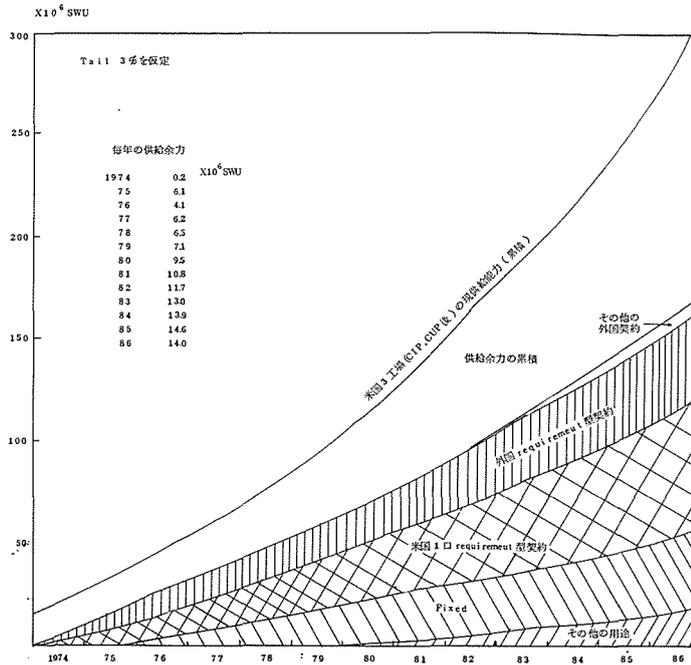
(D) オーストラリア、カナダ、南阿、この3国については夫々事情は異なるが、天然ウランの多量産出国であり、将来は濃縮の形で付加価値を高めて輸出をしたい意向は共通している。：南阿は独自の濃縮法を開発し、中規模プラント建設の目的で国際的に資金を募る希望であり、カナダはプリンコ社を中心にアメリカのガス拡散技術を用いるプロジェクトを一応持っており、オーストラリアは技術入手を目的に URENCO 或いは日本などに接近している。将来世界中に原子力発電が拡まった段階で、これらの国が天然ウランに関する資源ナショナリズムの政策をとった時のことを考えると、ちょうど今回の石油危機に際して中東政策の欠如を批判されたのと同じことにならぬよう心しておくことが必要であろう。

(E) 軍事利用との関係：具体的にわが国にとって一番関係が深い問題は機密保護に関する点であろう。アメリカでは原子力法の下で濃縮の技術は核兵器の製法、潜水艦動力技術と並んで、いわゆる *born secret* の範疇に属している。AEC が積極的に秘密解除した部分を除いて新しい技術開発の成果も自動的に機密扱いとされる。このような機密は同じく原子力法の規定により政府間協定を結んで相手国が同様の取扱いをする保証の無い限り技術輸出は許されない。特に濃縮の技術はノウハウの範疇に属するものとして扱われるので、厳重に *Classify* し、政府の責任においてこれを管理し、情報を第3者に洩らすことが刑法上の罪とされる制度が要求されている。1970年のアルメロ条約で相互間で同様な義務を負ったヨーロッパ3国についても同じことではあるが、3国のほうが日本に対してやや柔軟性ある態度を示している。このような制約はわが国が外国の濃縮事業に出資して経営に参加する合弁会社を作ろうと考える時にも重大な制限条件となる。これと同時に世界のエネルギー事情の将来という観点からすると、原子力の社会的比重が急速に増大しようという時に当って、基本燃料を供給する濃縮技術のみいつ迄も国家機密扱いをしていて成立つかどうかは技術と政治の将来にかかわる別個の問題である。原子力基本法を持つわが国が先頭に立ってこの点の解明に当るのは相応しい姿であり、また工業先進国の中でわが国独りが、この問題の制約を厳しく受ける特異な立場に置かれていることも事実である。

(F) 核防条約との関係：条約そのものが濃縮ウランの供給に言及している部分は第3条2項(a)に国際原子力機関の保障措置(査察)を受けない国に特殊核物質を輸出してはならないという規定がある。日本は核防条約に拘わらず保障措置の適用を受けているのでこの限りでは問題は無い。核防と濃縮ウランの関係はむしろ、これからわが国が原子力発電を推進して行くに際して、米ソを中心とする核防の体制に反対の立場をとって果してやって行けるかどうかという政治的な判断のほうが重大である。米ソ両国が日本に対して条約の早期批准を要望していることは、かねがね知られているところであるし、現在濃縮に大きな関心を持っている国で核防体制に反対しているのはフランスと南阿だけである。この2国のみとの関係がわが国の原子力開発を進めて行けるかを考えると、天然ウランの輸入元、幾多の技術導入の相手国を考えただけで結論は明らかであろう。日本の核武装がいかにも恐れられているか、多少逆説的表現をすると、知らないのは日本人ぐらいのものである。核武装がわが国の安全保障にとってマイナスにこそなればプラスに働かぬことは核戦略論の分析からも明らかなのであるから、この際他の国々から無用の誤解を招くことを避ける意味からも核防条約の批准は出来るだけ早期に行なわれる可きである。

3. 条件の変化

ウラン濃縮がこれほど世界中の関心を集めるようになった発端はアメリカ AEC 所有工場の能力を拡張しても 1980 年代初期に需給のアンバランスを生じて行詰まりになるとの認識が広まったことにある。新しい工場を建設してこれに対応するためには当時 AEC の公定価格であった SWU 当り 26 ドルで濃縮サービスが提供出来ねばいけないと考えられた。長期的に考えると軽水炉、高温ガス炉、高速増殖炉のどれをとっても当初はウランスタートであろうから濃縮需要は急速に増加し、世界各地に濃縮工場を建設せねばならないという基本的事態に変わりはない。しかし数字の詳細となるとこの 2~3 年の間に可成りの変化があらわれている。



アメリカの3つの工場がGIP、CUPで拡張されて年間 24,500トンSWU になっても西側世界の需要がまかない切れなくなるのは1979年だと最初は言われていた。その後、この時期が次第におくれて、昨年の議会(JCAE)公聴会の頃には1983年までは大丈夫という見通しになってきた。もちろん、この間に廃棄濃縮度(tail assay)を変えるなど計算の前提が変化した事情もあるが、そればかりが原因では無い。AECは最近濃縮契約の状況を毎月公表しているが、それを見ると1978年までの供給過剰は明らかである。昨年来のヨーロッパの要請を拒否して1978年までの供給分の契約を年末で締切ったところEC諸国からの申入れが少なかった為である。今後、1982年迄の需要量は今年前半で確定するがAECの非公式見通しでは可成り供給余力を残すだろうとのことである。

紙の上で需給計画を立てるのと違って、現実に多額の前渡金を支払って確定契約を結び引取り不能には前渡金没収の可能性もあるというのでは覚悟の程が違って来るのが当然でそれが需給グラフの上にも反映して来たのであろう。原因としては2種類が考えられる。すなわち米国以外での濃縮の可能性が拡大したこと、及び世界的に原子力発電計画が遅れ気味なこと双方である。1980年代初期を目指す米国以外の濃縮計画の活発化の原因としては「濃縮ウランの部分的自給と供給源の多様化を図る」政策に加えて2つの大きな理由がある。

その1つは昨年公式に採用されたAECの供給条件の変更である。特にその中でも8年のリードタイムをもって引取り年の確定した契約を結ぶという条項が大きく響いたようである。普通初装荷燃料の加工が開始されてから営業運転までに最低2年間はかかるので、電気事業者の立場からすると発電が始まる10年前に前渡金を支払って契約しろと要求されたことになる。アメリカのように発注から運開まで10年かかる国は別として、大概の国ではまだ建設計画も固まらず敷地の目途も無いうちに濃縮契約だけはしろと言われたのに等しい。この面の条件がUSAECより緩い供給源の可能性があれば当然そちらに目を奪われることになるであろう。この点で遠心分離工場はリードタイムが短くて済むことは明らかで、例えばURENCOはこの期間を4年として契約を結ぶと述べている。

もう1つの要因は予想される濃縮コストである。前にも触れたように USAEC の SWU 当りの 26 ドルと競争

予想される濃縮コスト (ドル/SWU、1973年\$)	
現行 AEC	38.5 (但し年2%のエスカレーション)
アメリカ (AEC 計算)	
ガス拡散 (政府)	51.08 ~ 60.82
" (民間)	64.91
遠心法 (政府)	38.17 ~ 47.83
" (民間)	51.44
アメリカ、民間、拡散・~58	
EURODIF	~53 (237 Fr、新聞報道による)
URENCO	~55 (120 ~ 140 DM)
ソ連	35 (西独との契約として新聞報道)

しなければいけないかどうか極めて重大なポイントだとされた時期が長かった。その後、電力コストの上昇と拡散工場の運転に必要な大電力の入手困難性、更に政府事業としてで無く採算のとれる企業経営のベースで計算したこと等の影響で1980年初頭の濃縮サービスはSWU当り50ドル前後(1973年ドル)になるというのが常識化して来ている。USAEC 自身もSWU 価格を1973年には38.5ドルに値上げしている。そうすると今までは経済的に成り立たないと思われていたプロジェクトが結好世界的に通用するかも知れないことになって来た(一つの例が遠心機の性能を10kg SWU/年でなく、5 SWU/年で事業が成立するだろうといった形でプロジェクトが進め易くなっている。)濃縮コストの予測については別表に掲げるが、このコスト要因とAEC の新供給基準の2つが1973年になって西ヨーロッパの濃縮プロジェクトを活性化させるのに大いにあずかって力となった模様である。更に付加えると昨年来の石油危機で石油価格が高騰した結果、石油火力の発電コストは従来の倍以上になり原子力発電の経済的優位性が明らかになった。これに比べてSWUコストは10ドル上昇しても発電費への影響はKWh当り10銭程度であるから実質的にほとんど関係無いのではないかとされている。

これに対して原子力発電計画の遅れは、アメリカや日本で次第に問題となり始めている。最大の原因は公衆の反対が組織的となり、いわゆる Public Acceptance の問題を起こしていることである。その関連もあって安全審査の規準が次第に厳しくなって発電所の負荷率の低下を招き、アメリカの場合は更に許認可の遅れが問題に輪をかけて難かしくしている。全体を総合すると、このままの状態が進む限り当初希望的に予測された数字の約80%達成というのが現実的な姿ではないと言われる。アメリカでは長らく唱えられていた1980年に1億5,000万KWの原子力発電所というのが1972年末のAEC予測では1億3,200万KWに下がり、実勢は更にこれを下回り1.05億KWになると伝えられている。日本では、1985年に6,000万KWという数字をどうするかは目下各方面で見直しの最中である。このように原子力発電計画の達成がもし本当に遅れるならば濃縮ウランの所要量が低下するのは当然のことである。

4. 各国のプロジェクト

われわれが日本に居て日本の立場から各国のプロジェクトの状況を眺める時はどうしても本当の裏の動きはわからないし、また各国が秘密にしている内容について立入った情報が伝わって来ないことも当然である。同時に日本は濃縮ウランについてはアメリカにつぐ世界第2のマーケットであり、また今度の中東紛争以前はお金持ちの国であるとされていたので各国からいろいろな意味でのアプローチは盛んであり、その意味ではむしろ多過ぎるほどの情報があってかえって正しい判断のさまたげになっていた向きもある。ここで試みるのは、これら情報を一応整理して日本から見て各国のプロジェクトがどのような状況にあるかを眺め直してみようとする以上のことにはならない。なお、外から見た時の日本に対する関心は濃縮については、その大きなマーケットと投資能力とであって、残念ながら技術能力では無いことは各国のプロジェクトの責任者と接触して

改めて強く感じさせられるところである。

まず最初にアメリカについて考えてみよう。濃縮ウランが明日にも不足しそうな切迫感のあった頃は政府が中心となって今まで実績を積んだ拡散法を使った第4工場建設の準備に至急とりかからねばならないというムードが強かった。外国の需要を満すために何故国民の税金をつかわねばならないのかという気運が国会筋に強く、従って所要資金の調達に際しては、日本からも応分の出資を期待して合併事業にしようかという話も持ち上っていた。拡散の技術を提供して多国間プロジェクトを始めたらという1971年のアメリカの提案が可成り恩着せがましい調子のものであり、ヨーロッパが反撥して冷淡な反応しか示さなかったことで多少慌てていたふうでもある。

ところが、第4工場の運開は1982年以降で良く、投資として結好魅力もありそうだとということで民間企業の関心も大いに高まって来たとなれば巨大なアメリカの金融市場に10億ドルや20億ドルの資金調達が出来ない筈は無い。同じエネルギー分野で北海の石油開発やアラスカのパイプラインにメジャーたちは、その程度の金は平気で使っている。企業の側からすると資金の運営方法として十分な利益率を保証出来るかどうかの問題なのであって、合併の形で経営形態が複雑になるよりは長期購入契約を結び十分な前渡金を支払って経営の基盤を安定させる顧客になってくれるほうが望ましいことは当然であろう。1972年と73年の日米首脳会談で合併濃縮事業の推進に関する両国の熱心さの度合いが逆転したのもこのような事情による。現在でも合併の形態が論じられているのは建設資金の調達への手助けが望ましいという点に加えて、上記の意味での安定顧客を確保する手段の一環(UEAの見解)、将来の日本の濃縮事業に経営面、或いは技術面で関与するための布石(GE-Exxon)としての意味のほうが強くなっているようだ。昨年、秋に共和党のホズマー議員が公団方式、遠心分離法による第4工場案の変形を提案した際も国際合併事業の可能性は全く念頭にも無かったことは注目に値する。国際合併に当っては外国による支配を禁じた原子力法の規定が問題になり、せいぜい20%が限度だろうと言われている。

良く知られているように現在アメリカには、UEA(ウェスチングハウス、ユニオンカーバイド、ベクトル)、CEA(GE、Exxon)の2つのグループがあり、夫々拡散と遠心に重点を置いたプロジェクトを進めており、今年の後半には何等かの意味の結論を出すことになっている。わが国はUEAとは濃縮調査会(ESC)を通じて第1 Phaseに500万ドルを出資した正式の関係があり、CEAもまた同様な関係を希望して来ている。二つのグループはいずれもアメリカの代表的企業の連合であり、独占禁止法の立場からどのような法的規制が加えられることになるかは今後特に注目を要する点である。新技術を企業ベースで実用化した1つの先例として1962年のCOMSATを考えてみると、この点のはっきりしてくる。人工衛星を打ちあげて国際間の電話、テレビ、データ通信などのチャネルとするに際して、強力なアメリカ電報電話会社(AT&T)が独占的にこれを支配することを防ぐためには独禁法を始め各省間の政治的取引などをフルに利用して遂に公益臭の極めて強い半官半民の組織が作り上げられた経緯がある。濃縮についても同様な展開は十分に予想され、ホズマー議員などもかねがねCOMSAT方式による濃縮事業を提案し続けていた。一方、企業の側から見ると米国政府は既に大部分償却の終わった工場を持ち経験も豊かで極めて強力な競争相手である。もし独禁法を楯に濃縮事業に介入し、或いは濃縮コストを規制するようなことになると私企業としてこれに関与するインセンティブが失われる結果となるかも知れないのである。この点に関連して、米国政府は遠心の技術を不必要な広範囲にわたって機密扱いし、民間企業にこれを引渡すに当って不当に苛酷な条件を押しつけているとの非難も一時はずいぶん聞かれたものである。民間濃縮といっても原子力法の規定によって、技術は全部AECが保持しており、その内容提示を待たねば工場の建設に移れないのが実体であるから、この種の問題は尚暫らく紛糾する可能性がある。

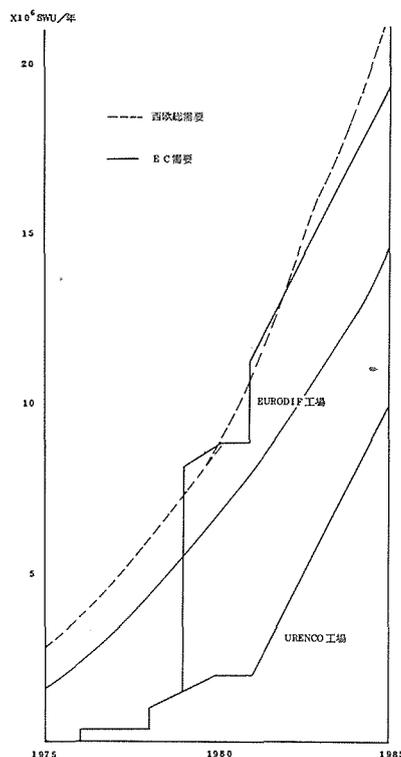
ここに述べただけでもアメリカ濃縮事業の将来には幾多の複雑な政治的要因があり、それに加えて拡散法という本来軍事目的に開発された技術を商業用工場に翻訳し(UEA)、或いはCEAのように非常に有望で優れた技術と伝えられているが未だ全然実証には到って居ない遠心機を年間何十万台も多量生産するところまで技術開発する重荷を負っているのであるから、アメリカの濃縮事情が短期間にすっきり整理されたものになるかどうかは疑い無しとしない。尚、ここでは簡単な為UEAの関心が拡散法だけであるかのように述べたがUEA幹部は以前に遠心/拡散を50/50で検討していると発言しており、そうなると話は一層複雑になって来る。

目を転じてヨーロッパを眺めると、EURODIF、URENCO 両計画が予定通り進むとECの1985年需要

を越えることは確実である。仮に西ヨーロッパ全域をとっても電気事業の間には、供給多様化の意向が強いので、今の時点でヨーロッパ工場に全面的に依存するという結論は到底出る筈がなく、両計画の間での市場調整は必ず必要となろう。この場合の問題は2つの計画がまだ弱点を持っている為、調整のやり方如何で計画そのものを危くする可能性がある。

EURODIF 計画は、最近になってフランス以外の参加国からも製品引取りのコミットメントが集まり、日本の1980年から10年間毎年1,000トンSWUの約束が加わったことでかなり確実に着手の見込みがついたと言われる。フランスの場合、ピエールラット工場が成功したに違いないが、これを一挙に20倍に拡張し、しかも建設単価を十分の一以下にするためには個々の濃縮段の機器をスケールアップするに止まらず、材料の面でもたとえば特殊合金の代りに通常鋼材に特殊メッキをする等のことが必要になる。開発試験を通じて相当の自信を得たに違いないが矢張り多量生産の段階に入るとフランスの工業力がどれだけ信頼出来るかという問題に帰着しそうである。その上濃縮には未経験のイタリヤスペインを有力なパートナーとして含む国際事業なので、どの程度円滑に前進するかは重大なポイントである。多量の所要電力の供給方法をはじめ工場建設の途上で幾多のトラブルに出遭うことはこれだけの大計画にとって当然のことで、そのような時に各国政府の財政的バックアップを含めて結束良く切抜けるかどうか一抹の不安が無いとは言えない。

同様なことはURENCO 計画における英独の関係についても言える。拡散法と違って大工場の建設を一挙に決める必要はまだ無いが、いずれ年産何十万台かの多量生産工場を作る段になって両国のメーカーがCENTECの旗じるしの下に一致結束するであろうか。かつての新聞報道によるとドイツは超臨界機、英国は未臨界機の道を進んでいるとのことで、今年建設を始めるパイロット・プラントも英独別々に200トンSWUのものが建設さ



れることになっている。EURODIFが6,750トン、又は9,300トン工場の建設にかかって西ヨーロッパ市場を1980年代の初めに占拠するとURENCO側は著しく不利となる。1980年の2,000トン工場の顧客はユークレオニックス・ウィークの伝える通り60%確保出来たととしても、次の段階の大工場に進む道は険しいであろう。また、もし米国が全面的に遠心法に転じ優秀な機能をもってヨーロッパ市場に進出して来ると現在URENCOが主張している3年の対米技術リードタイムがすぐ取返えされるのではないかというのがURENCO責任者がかねがね表明する懸念である。

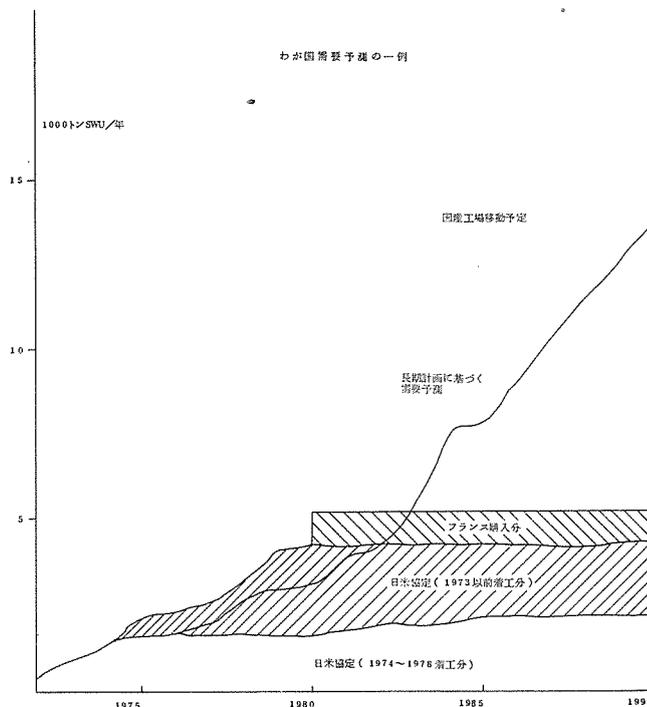
このほか、南阿技術、ノズル法、レーザー濃縮があり、最近アメリカのホズマー議員がレーザー法は1980年代に実用化の可能性があり、tail 0.03%という効率良い濃縮が可能であると述べて話題を投げかけている。

5. わが国の濃縮戦略

以上述べてきたようにウラン濃縮はかつての軍事利用から重要な燃料資源へと位置づけの変化が行なわれており、技術の進歩、経済性の変更、各国プロジェクトにかかわる国際政治を国内政治のおもむきなど複雑な要因に取り囲まれ、しかもそれが早いテンポで変化しつつある。この中にあってわが国が最適の戦略を取ろうとするのは容易なことではない。しかも以前のようにAECの方針が決まるのを待って受身の反応を示せば済んでいた時代と違って、日本がどのような政策をとり、どう行動するかが世界の濃縮絵図に大きく影響するのであるから尚更である。たとえば日本がこの件に関して「アメリカ寄り」「ヨーロッパ寄り」「ソ連寄り」或いは「資源国寄り」のいずれの政策をとるのか、またはそれらの組合わせを選ぶのかは当然日本自身が決めなければならない問題である。

国際協力を通じて長期安定供給を確保すると口で言うのは簡単だが、例えば海外の合併事業に参加するには先に述べた如く機密保護上の制約がある。そもそも海外のプロジェクトが日本の経営参加を受入れようというところまで資本の不足に悩んでいるかどうかは、たとえばアメリカの場合などには疑問がある。もし道を誤ると最悪の場合には日本の需要のみひとり取残されて海外だけで需給バランスが安定してしまう事態も有り得ないことでは無い。一方技術導入についても似たような危惧はある。当然、日本の濃縮市場への進出が外国から見た魅力の一つであろうから、単なるライセンス契約に止まらず、技術を現物出資しての合併事業が狙いになるであろう。現に今のところアメリカやヨーロッパからのアプローチにはそのような含みのものが多い。

一方、動燃事業団が進めている遠心分離のナショナル・プロジェクトと対比してみると、この問題は濃縮に限らず自主技術対導入技術というわが国の伝統的テーマの表明であり、以前からやかましく言われている科学技術政策の基本にかかわってくる。ナショナル・プロジェクトの進め方についても、いざ工場建設の段階まで行くと国内メーカーの協力体制はどうなるのか、工場を建設、運転する主体は誰なのか等問題が出てくることは明らかで、大規模な技術開発を進めて事業化に成功した経験に乏しいわが国にとっては今から準備しておくべき点はいくつもある。



結局、いまの時点で1980年代およびそれ以後を頭に置いて日本の最適戦略をはっきりと描くことは誰にとっても難しい。総合エネルギー政策の一環であり、政治、経済、外交、技術の各分野においてわが国の政策を定めて行くことと深く連結しているからである。今の時点で大切なことは、このように複雑な問題としてのウラン濃縮を正しく把握し、海外の情報を高い精度で入手し、分析し、変化の多い情勢に常に最適の反応を示すことが出来るか、国内の体制を一刻も早く整備することであろう。

再処理と安全問題

東京工業大学教授 高 島 洋 一

§ まえがき

原子炉から取出された使用済み燃料はしばらくはそこにある貯蔵用プールに保管することができる。しかしいずれ、再処理工場に運び、化学処理によってU、Puなどを回収すると同示に灰分である放射性核分裂生成物を外界から遮断された所に安全に長期間保管できるようにしなければならない。

現状はU、Puの再使用について、明確な方針ができていないため、又経済的問題や立地問題などもあるため、原子力発電所の建設が活発な割合には再処理工場の計画が遅れ気味となっている。第1表に世界の発電用燃料の再処理工場の受入体制をしめす。

第 1 表 海外における再処理工場（燃料受入れ）

工場名(会社名)	ウインズケール (BNFL)	ラ・アーク (CEA)	N F S (NFS)	W A K (GWK)	M F R P (GE)	B N F P (AGNS)	動 燃 (PNC)
運 転 開 始 年	1964 MGR 1970 LWR 付加 1979 LWR 拡張	1966 MGR 1975 LWR 1977 LWR/FBR	1966	1970	1974	1975	1975
処 理 能 力 (トン/年)	MGR 2,500 LWR 400 800	MGR 1,000 LWR 400 LWR/FBR 800	300	35	300	1,500	210
処 理 燃 料 燃 焼 度 (MWD/T) 比 出 力 (MW/T) 冷 却 (日) 濃 縮 度 (W/o)	MGR LWR 3,000 3.5 130 天然	MGR LWR FBR 4,000 31,000 100,000 6 140 180 天然	LWR 合金 UO ₂ -ThO ₂ 150 5	LWR 150 3	LWR 4,400 40 160 5	LWR 40,000 50 160 5	MGR LWR 3,900 28,000 3.14 35 155 180 天然 4
キャスク取扱重量(トン)	100	120			125		100
貯蔵プール容量(トン) (受入冷却日数)	165×56×22 (376 skips)	LWR 250		35	100	180 (90)	MGR 84 LWR 64

米国、日本などが遅れ気味であるのに対し、英仏だけはむしろ再処理計画が先行し、積極的に再処理の事業を進展させようと努力している。すなわち、2年前に英仏および西独の3国からなる共同事業会社、United Reprocessorsを設立し、ヨーロッパでの受入は勿論のこと、将来10年以上に亘り、外国の燃料も十分受入れることができる拡張計画ができています。

今後、再処理されるべき燃料の大部分は軽水炉から取出されたものとなるが、その中に含まれる放射性物質の組成の一例を第2表にしめす。この例は燃焼前の濃縮度を4%、燃焼度を28,000 MWD/T、比出力35 MW/T、冷却日数180日の使用済み燃料の組成をしめしたものであり、取出直後に比べると短半減期の核種はほとんど消滅しており、発熱の程度も約1,000分の1に減っているが、なお内蔵放射能は約 3.3×10^6 Ci/tonという大きな値をしめしている。なお、核分裂生成物の重量は約30 kg/tonであり、Puが約5 kg/ton、Uの濃縮度は0.8~1.0%となっている。

ここでは以上のような組成を有する核燃料を原料として1~5 ton/dayの規模で、再処理を行う場合を基にして、安全問題を考えることにする。まず化学技術的の難易の問題、量的な問題、安全対策に投じ得る設備費の経済的問題などを、基礎化学工業の1つであるアンモニアの製造の場合と比較し、再処理施設の特徴を明かにしよう。次に再処理の工程に立入って特有の安全問題を取上ることにする。

表 2 表 濃縮度 4%、28,000MWD/T、比出力 35MW/T、冷却日数 180日
の使用済み燃料 1 ton 中の放射能組成

核 種	低濃縮ウラン 1 ton 中の放射能(Curie)	核 種	低濃縮ウラン 1 ton 中の放射能(Curie)
H - 3	2.4×10^2	Pr - 143	3.2×10^2
I - 126	8.6×10^{-7}	Ce - 144	9.8×10^5
I - 129	1.8×10^{-2}	Nd - 147	2.3×10^1
I - 131	2.6×10^{-1}	Pm - 147	2.3×10^5
Kr - 85	7.7×10^3	Sm - 151	2.2×10^2
Sr - 89	1.5×10^5	U - 235	5.8×10^{-2}
Sr - 90	6.0×10^4	U - 236	2.5×10^{-1}
Y - 90	6.0×10^4	U - 238	3.2×10^{-1}
Y - 91	2.6×10^5	Np - 237	2.9×10^{-2}
Zr - 95	3.9×10^5	Np - 239	5.7×10^{-1}
Nb - 95	7.4×10^5	Pu - 238	7.5×10^2
Ru - 103	6.9×10^4	Pu - 239	2.8×10^2
Rh - 103 ^m	6.9×10^4	Pu - 240	2.0×10^2
Ru - 106	1.9×10^5	Pu - 241	5.8×10^4
Cs - 137	6.7×10^4	Pu - 242	3.0×10^{-1}
Ba - 140	1.6×10^2	Am - 241	6.7×10^1
La - 140	1.8×10^2	Am - 243	5.7×10^{-1}
Ce - 141	5.7×10^4	Cm - 242	1.8×10^3
合 計		3.3×10^6	

§ 化学工業施設としての再処理工場の特異性

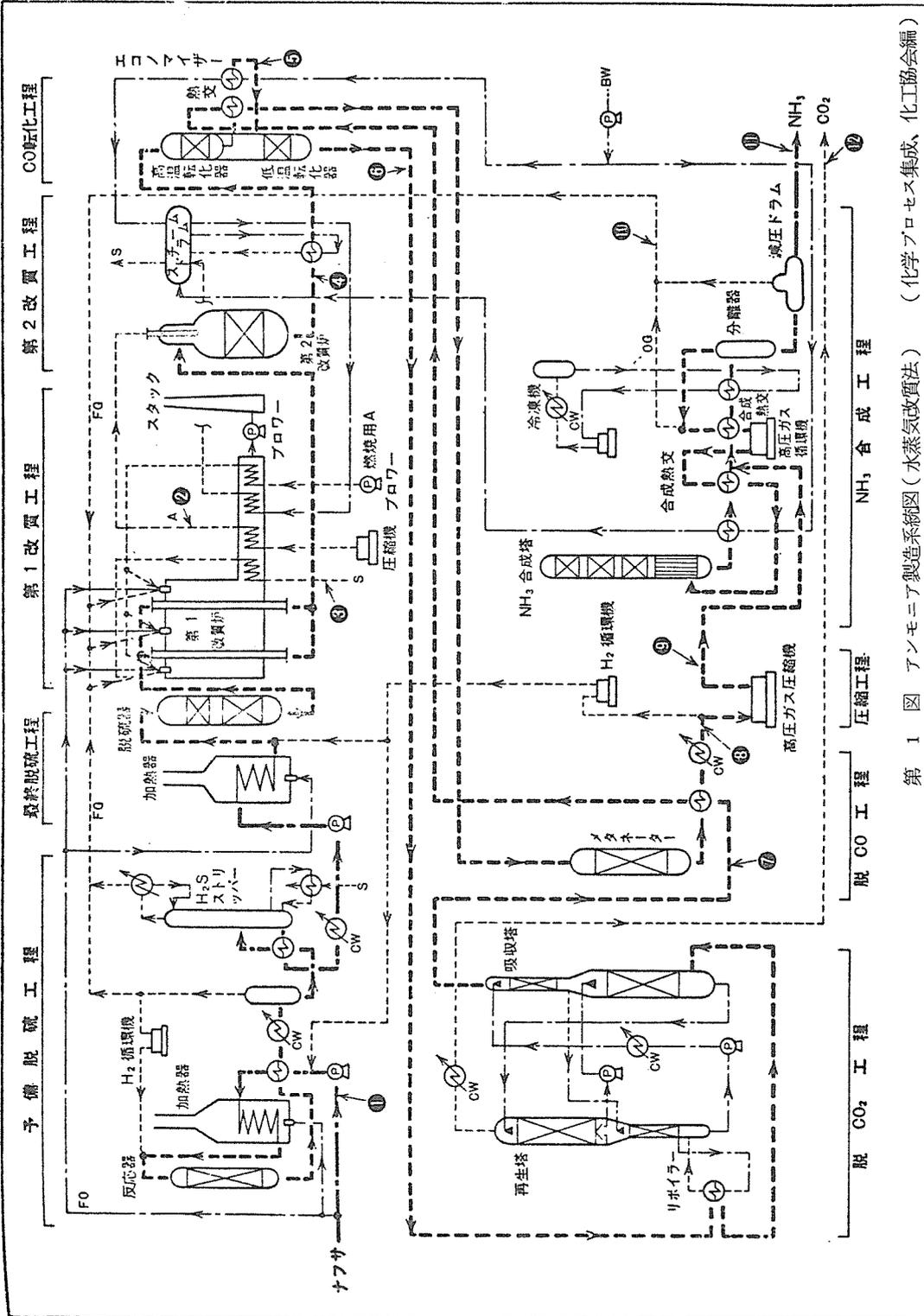
第 1 図、第 2 図に夫々アンモニア合成と核燃料再処理のフロー・レートを示す。まず、最近のアンモニア製造プラントの場合、ナフサから水素を生産し、空気から酸素を燃焼し、窒素を分離した後、両者を合成してアンモニアを作るとすると、1,500 ton/day の規模で約 75~100 億円の建設費を要するといわれる。一方、1 ton/day の再処理工場がやはりほぼ同額あるいはそれ以上の建設費を要している。すなわち同額の設備費ならば処理量において 1,500 倍以上の相違がある。

次に処理工程の複雑さ、処理技術の難易について比べてみよう。ナフサから水蒸気改質法により水素を精製するためには硫黄の除去などの前処理が必要であり、第 1 改質炉、第 2 改質炉を経て、生成された H_2 、 N_2 は合成塔でアンモニアに合成されるが、夫々の操作温度は約 400℃、800℃、1,000℃、500℃ というきびしい条件である。又操作圧力は約 30 気圧であるが、最後の工程の合成圧力は 200~300 気圧である。

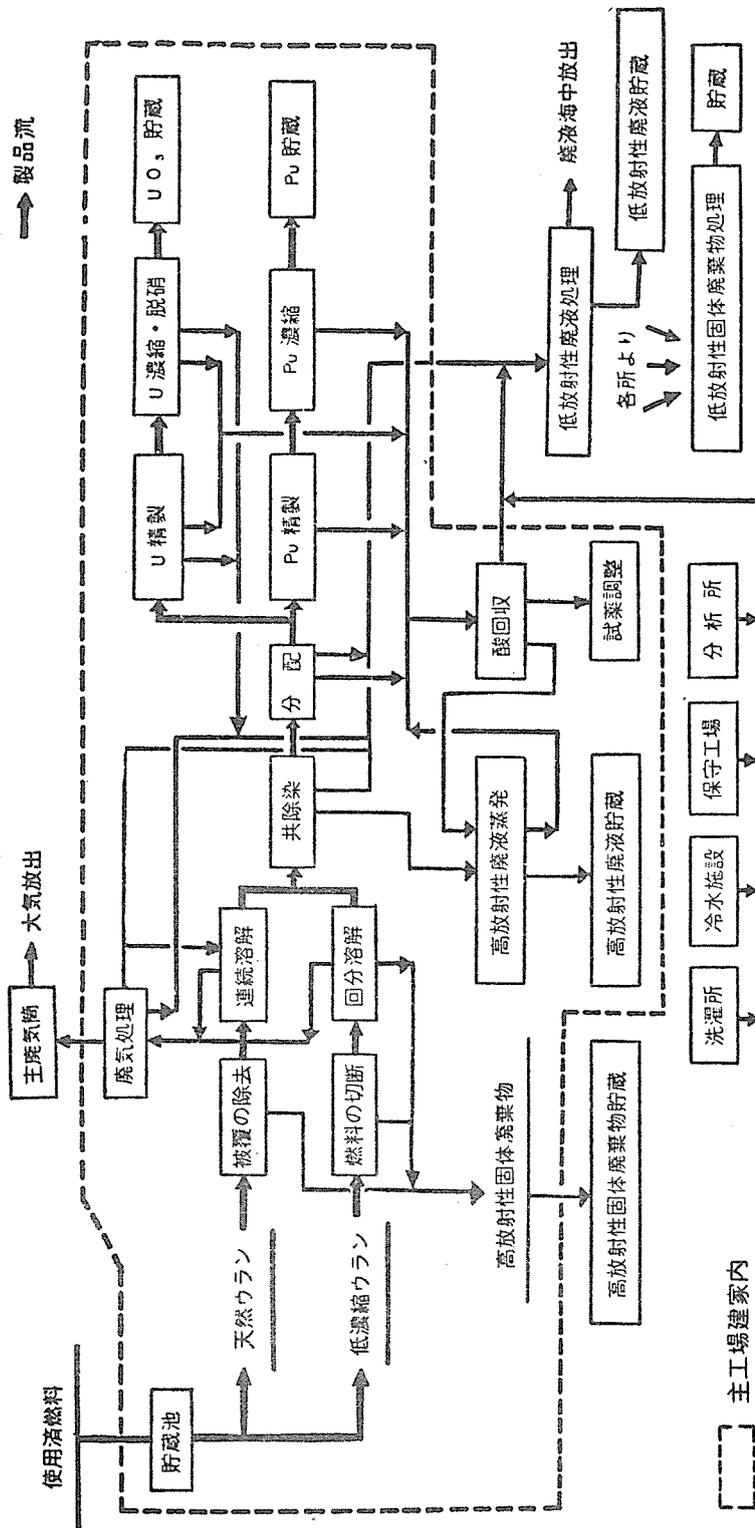
しかし基本産業の 1 つであるアンモニア工業の歴史は極めて古く、長年の経験から、最近は高温、高圧技術の進歩によって十分安全性の高い又、廃ガス処理も完備したプラントとなってきている。

再処理工場の場合は燃料の解体、切断、硝酸による溶解を行った後、30% TBP を含むクロシン（又はドデカカン）を有機溶剤として用い、U、Pu を抽出し、核分裂生裂物の硝酸溶液から分離する。U、Pu は再び、希硝酸で水溶液として逆抽出し、次に還元剤を加え、Pu の原子価を 3 価に落すことにより、第 2 抽出工程で、U のみを TBP に移行する。後は U、Pu、F、P、を夫々精製あるいは蒸発により減容し、貯蔵する。工程そのものは溶解、抽出分離精製、濃縮という単純なものであり、操作圧力は大気圧又はそれ以下、温度はウランの脱硝工程（約 300℃）を除き、最高で 130℃ 位である。しかも処理量は前述のように極めて僅なものである。

それにもかゝらず、設備費はむしろ再処理施設の方が上廻っているのはいうまでもなく、 3×10^6 Ci/



第 1 図 アンモニア製造系統図 (水蒸気改質法) (化学プロセス集成、化工協会編)



第 2 図 再処理工程図 (動燃、建設計画資料)

ton、重量で30kg/tonのF.P.が存在するためであり、放射線防護および管理、遠隔操作、臨界管理、耐震設計、事故対策など安全対策に用いる費用が95%以上も占めているためである。すなわち、もしF.P.が放射性で無いたら、1億円の費用も必要でない程、化学操作としては簡単であり、その規模は家内工業的なものとなることがわかる。このような小さな量を取扱うために、莫大な金を投ずることができるのは核燃料そのものの価値が著しく高いためであり、もう少し処理量を高め長期に亘り十分な稼働率をあげることができれば、適正な再処理費で十分に採算が取れるといわれている。特にPu、Uなどが再び十分に燃料として活用されるならば、再処理は健全な産業として発展できるはずである。

再処理工程で、まず安全上問題となるのは臨界管理であり、Puおよび濃縮度の高いUの溶液を扱う所では最も注意を要する。

§ 臨 界 管 理

人間が十分安全対策を講じている積りでも、どこかにミスがあって、事故を起している例としてこの臨界事故を取上ることができよう。

第 3 表 臨 界 事 故 一 覧

発生施設	発 生 日	核 分 裂 性 物 質	原 因	全核分裂数	従業員被ばく(rem)	物理的損傷
Y-12	1958.6.16	水56ℓ中UO ₂ (NO ₃) ₂ U-235が25kg	UO ₂ (NO ₃) ₂ 溶液ドラム缶 へ洗浄水が流入	1.3×10 ¹⁸	161,428,413 431,298,865 288	なし
L A S L	1958.12.30	水168ℓPuO ₂ (NO ₃) ₂ Puが3.7kg	かくはん機が臨界形状を つくった。	1.5×10 ¹⁷	12,000±50% 134,53	なし
I C P P	1959.10.16	水800ℓUO ₂ (NO ₃) ₂ U-235が345kg	サイフォン作用による溶 液の非安全形状寸法部へ の移動	~4×10 ¹⁹	ベータで50,32	なし
I C P P	1961.12.5	水40ℓUO ₂ (NO ₃) ₂ U-235が8kg	溶液が非安全形状寸法へ 送り込まれた。	6×10 ¹⁷	55×10 ⁻³	なし
Hanford Recuplex	1962.4.7	水39ℓ Puが1.36kg	Pu溶液の非安全形状寸 法部への吸い上げ	8×10 ¹⁷	110,41,19	なし
U N C	1964.7.24	水46ℓUO ₂ (NO ₃) ₂ U-235が2.8kg	溶液を非安全形状寸法タ ンクへ注入	1.2×10 ¹⁷	骨盤 46,000 頭 12,000	なし

第3表に米国国立の再処理施設や研究施設などで発生した臨界事故例を示すが、いずれも不注意な誤操作によっており、幸に、大きな災害はなく、環境には何ら影響を及ぼしていないがその頻度は無視できない。商業プラントでは誤操作があっても暴走は生じないように臨界管理が厳重に行われているので、このような事故例もないが、安全審査の段階では起り得るものとして、その災害評価を行う必要がある。事故例ではその際の核分裂数が10¹⁷~10¹⁸の程度のもので多いが、仮想事故の場合は10²⁰という大規模な暴走を仮定している。例が多い再処理工場で取扱う溶液の量からみてこのような大きな分裂数は溶液が飛散しては集り、多数回のスパイクを繰り返さない限り起り得ないものであるが、その評価については後に又述べる。

臨界管理とはいってもなく、U-235、Pu等の濃度制限、質量制限あるいは機器などの形状寸法制限を行うことによって溶液が臨界に達することがないように管理することであるが、更にボロン、CdやGdなどの中性子吸収材を用いて未臨界状態を維持するような対策を必要とする場合もある。又処理量が5ton/day以上の場合にはPuやU-235の量が多くなるので、これら毒物を硝酸溶液に溶解してその効果を一層高めることも考えられている。

安全のため、スベアのタンクを備えたり、計装を増やしたりするのはかえってトラブルを起す確率を増やすことにもなるので、できるだけ単純明快な装置、配管が望ましい。臨界事故を起している例をみると、洗浄を行うために、うっかり非安全形状寸法のタンクなどに溶液を移したり、Puの計量を誤ったり、あるいは攪拌

で臨界超過を起したりしている。

§ 放射線の防護と管理体制

使用済み燃料の受入、貯蔵、切断、溶解、抽出、高放射性廃液の処理などはいづれも十分な放射線防護対策を講じなければならないので、仏国や日本などの例では、夫々独立したセルを設け、セルはいづれも分厚いしやへい用鉄筋コンクリート壁に囲まれている。

又床はステンレスの内張をし、万一溶液がこぼれたり、もれたりした場合にはトレイを通じ回収できるようにし、除染の後に故障の修復などが可能となるように設計されている。

操作は勿論遠隔操作となるが、大きな機器の入れ換え、配管の大きな変更などはセルを破壊しない限り不可能となるので、予め周到な設計や組立の手順を考慮しておく必要がある。

すなわち、各操作毎に独立したセルを持つことにより、万一の誤操作による汚染が内部で生じた場合でも、そのセルだけに汚染を止めることができ、放射線の防護体制としては好ましいことであるが、反面次のようなことを考えなければならない。

まず、取められた機器や配管系などは絶対に腐食、破損などを生じないという技術的裏付けがなければならない。材質、溶接状態、耐震性についての吟味、溶液の輸送、圧力、温度の制御など、予め操作の正常性を厳重に調べる必要があり、建設費、設備費などは一般の化学工業では信じられない程高価なものとなることを覚悟しなければならない。又制御をうまく行うためには、溶液の濃度、組成、容量、流量、圧力、温度などを計る

第4表 環境モニタリング一覧

		モニタリング対象	モニタリング方法	測定限界	備考	
放射管理	廃気	β, γ	GM	C 10^3 cpm	^{85}Kr は β, γ で測定。 放出量は、濃度×空気量から計算。 測定効率を10%とすれば $1 \text{ cpm} = 45 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}$	
		ダスト	フィルタに集じん、GM	C 10^2 cpm α のみB		
		ガス	電離箱	C $10^{-5} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$		
		^{131}I	活性炭に吸着、GM	C 10^2 cpm		
	廃液	全 β, γ	試料採取、GM、 γ スペクトル	C $1 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ B 全 β $3 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$		
		核種	試料採取、 γ スペクトル、化学分析	B ^{106}Ru $1 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ ^{131}I $1 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ ^3H $4 \times 10^{-7} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$		
周辺環境モニタリング	陸	空間線量率	γ	シンチレータ	C $1 \mu\text{R}/\text{h}$	皮ふ線量の場合 $1 \mu\text{R}/\text{h}$ は $4.2 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2/\text{C}$ 相当
		積算線量	γ	TLD (熱発光線量計)	B 1 mR	
	ダスト	全 α, β	フィルター集じん、GM、シンチ、化学分析	B $3 \times 10^{-14} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$		
		^{131}I	活性炭に吸着、 γ スペクトル	B $1 \times 10^{-14} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$		
	上	植物、土壌、牛乳等	全 α, β, γ	GM、シンチレータ	B ^{106}Ru $5 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{kg}$ 他	
		核種	γ スペクトル、化学分析			
	海	海水	全 β, γ	GM、 γ スペクトル	B 廃液欄参照	
			核種	γ スペクトル、化学分析		
洋		海産生物	全 α, β, γ	GM、シンチレータ	B ^{106}Ru $5 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{kg}$	
		海底土等	核種	γ スペクトル、化学分析		

註 試料採取、測定箇所、頻度等については Critical Path、放出量等を考慮して決定する。

C: 連続測定

B: バッチ毎に測定

ため十分信頼度の高い測定器、分析器を用いなければならない。そのため、測定系の配管、配線などが多数、セルの壁を貫通することになるが、その系統があまりに複雑に錯綜すると、かえってトラブルを起す確率を増すことになる。これらのものは必要最小限に止め、管理を容易にすることが肝要となる。

放射線防護については以上のような機器との関係があるので、単にセルを数多く設ければ良いというものではない。

この点についてMorrisにあるGEの再処理プラントの防護対策は全く違ったPhilosophyに基いており興味ある問題であるが紙面の関係で省略する。

周辺環境、作業環境を放射能汚染から守るためばかりでなく、再処理工程の運転状態を監視し、異常があれば直ちに応答して適切な処置がとれるような放射線管理体制を備えることは再処理工場の場合、特に重要である。

主要プラントはセル内にあり、内部の放射能は強く、連続測定、異常検知を十分正確に行うことができるが、放出管理や周辺環境モニタリングの場合、放射能のレベルが極めて低いので測定に注意を要する。

第4表に環境モニタリングの測定一覧をしめす。測定限界の欄を見れば明らかなように連続測定の場合は感度が落ち、微量を正確に分析するためにはバッチワイズに時間をかけて調べる必要がある。 α 、 β 、 γ などの放射能濃度、線量率、積算線量などの測定値はバック・グラウンドの影響、測定精度なども考慮して、適確な評価が行われなければならない。

これは周辺環境に関する監視の結果を公正に評価するための第三者的中央機関に提出されるべき資料となるので、混乱が起らないようにデータの数は必要なものだけに止め、信頼できるものを長期的につみ上げる必要があろう。

§ 放射性廃棄物の処理

再処理工場ではU、Puをほとんど完全に回収し、一方核分裂生成物を高放射性廃液としてあるいは更にそれを固体として貯蔵し、施設外には全く放射性物質を放出しないように心がけなければならないが、技術的にも経済的にも自ら限度があって、ある程度の放出は免れない。

海岸に設置されている英、仏および日本の再処理工場では除染された廃液を1~2kmの沖合に放出し、各自の放出基準を規制して環境に何ら悪い影響が認められないように、周辺のモニタリングも常時行うことになっている。特に濃縮係数の大きい海藻、魚貝類などについては注意深く分析することになっている。

一方、米国のプラントの場合は河川に放出すると希釈効果が必ずしも十分ではなく、又海岸から極めて遠いことなどを考慮し、いわゆるNo releaseとする計画になっている。すなわち、廃液はすべて蒸発処理し、蒸気の形でスタックから放出することになっている。

第5表に廃ガス、廃液の放出実績を、又第6表に米国でのその放出計算値をしめす。日本では英仏のプラントと類似なものを設置しているが、海洋への放出制限は1 Ci/day以下、65 Ci/3 months以下と英仏の場合の数百分の1に抑えることになっている。放射性物質の放出量に関しては英国が最も多いが、すでに15年の実績があり、希釈効果が大きいので特に問題はないようである。しかし、英仏でも今後、放出量を大巾に減らす意向をもっている。

第5表 既設再処理プラントからの廃棄物放出実績

	種類	核種	規制値	年間放出量 (Ci/年)			備考
				1969	1970	1971	
ウインズケール (英)	液体	全 α	6,000Ci/3ヶ月 2,000Ci/3ヶ月	1,332	1,668	2,688	年間放出量は Ci/monthを12倍した
		全 β	75,000Ci/3ヶ月	100,500	109,716	160,200	〃
		Ru-106	15,000Ci/3ヶ月	22,896	27,660	36,432	〃
		Sr-90	7,500Ci/3ヶ月	2,460	6,276	12,336	〃
	気体	Kr-85					
		I-131					
ラ・アーグ (仏)	液体	全 α	80Ci/年				
		全 β	45,000Ci/年			20,000	
	気体	Kr-85	規制なし				
		I-131	10^{-6} Ci/S				
W A K (西独)	液体	全 α					
		全 β	$<1 \times 10^{-7} \mu\text{G}/\text{ml}$				(~100 mCi)
	気体	Kr-85	350,000Ci/年			16,300	
		H-3	5,000Ci/年				
I-131	1.0Ci/年						
N F S (米)	液体	全 α			0.105	0.037	1971年放出量は 9月までの計
		全 β			870	62.8	〃
		H-3			4,516	304	〃
		Sr-90			129	6.16	〃
		I-129			0.156	0.171	〃
	気体	Kr-85			規制値の 44%	規制値の 56.6%	
		I-131			規制値の <1%	規制値の <1%	
		微粒子			0.187	0.010	

第6表 建設中の再処理プラントからの放射性廃棄物放出量の計算値

プラント	廃棄物		放出計算値
GE/MFRP (運開予定1974年)	液体		放出せず
	気体	Kr-85	0.15 Ci/sec (1t/dayの計算)
		H-3	0.007 # (#)
		I-131	2×10^{-7} # (#)
AGNS/BNFP (運開予定1975年)	液体		放出せず
	気体	Kr-85	0.47 Ci/sec (5t/dayの計算) (1.4×10^7 Ci/年)
		H-3	0.019 # (#) (5.8×10^5 Ci/年)
		I-131	6.7×10^{-7} # (#) (0.38 Ci/年)
	微粒子	F. P.	2×10^{-6} # (#) (126 Ci/年)
		T. U.	1×10^{-7} # (#) (0.31 Ci/年)

このようにICRP勧告に準拠するばかりではなく、処理技術の進歩に応じ、積極的に放出量を減らす努力がなされるべきであり、実際新工場ほど制限をきびしくしているが、更に各国ともその開発研究を精力的に行っている。たとえば、分離が困難な放射性希ガスKr-85、水素の同位元素であるトリチウムなどを除去する問題についていえば、未だ本プラントで実施されている所はないが、開発研究は進んでおり、10年後の大型プラントにはKr-85の捕集装置が、又20年後にはトリチウムの分離装置が取付けられることになる。

このようなゆっくりしたペースで、Kr-85やトリチウムの本格的な除去を実行することがむしろ妥当であるといわれているのは次のような根拠に基く。

英国、HarwellのBryant女史らの研究によれば第3図に示すように、紀元2000年まで世界の原子力発電が予想通り進むとし、再処理工場から全Kr-85が放出されると(積算量を1980年で 4×10^8 Ci、2000年で 5×10^9 Ciと仮定)2000年において個人の皮ふ線量は 4×10^{-2} rad/y (ICRP, Dose Limit 3 rad/y)、生殖腺線量は 10^{-3} rad/y (ICRP, Dose Limit 0.5 rad/y)となる。

従って2000年まではKr-85を放出しても、局所的被ばく量の評価に問題がなければ、特に除去装置を必要としないと述べている。又米国EPAのRussellも線量の低いことを認めているが、Kr-85の除去に関しては比較的容易に且経済的に除去装置や工学的貯蔵設備を設置することが可能とみており、近い将来、設置を考慮すべきであろうと述べている。

西独、JuelichのLaserはKr-85を高圧のボンベにつめ、深海に投棄するのが合理的とし、国際的に実験を試みることを提案している。すなわち、Kr-85を工場で捕集するのは望ましいに違いないが、貯蔵に問題がある。約100年間、もれないように保管せねばならないが、万一の事故を考えた場合、かえって危険である。海底では万一もれても高圧で溶解度大きく且、濃縮作用はないので、大気に抜ける心配も無く、社会環境に影響がないと述べている。

トリチウムは半減期12.4年でKr-85に比べ、やゝ長いが、放射能は約20分の1であり、エネルギーも約38分の1で、主としてβ崩壊によるものである。Bryantの評価でも第7表に示すようにKr-85に比べ、影響は極めて小さい。

Russellも、トリチウムについては除去すべきであるという意見はなく、むしろスタックを通して大気へ放出すること(MidwestとBarnwellで行われる方式)を容認している。

トリチウムを放出する方法としては米国でも認めているように、海中放出が最も合理的であり、濃縮もほとんど起らず、大気放出に比べ人間の体内に入る確率も少くなる。

現段階ではまだ、トリチウムの燃料中での挙動には不明な点が多く、将来最も効果的な除去法を考えるためにも、まずその挙動を明かにする必要がある。又除染された廃液の再使用でトリチウムの Build-up を待つのは、所内の放射線管理からも問題があり、性急に行える問題ではない。

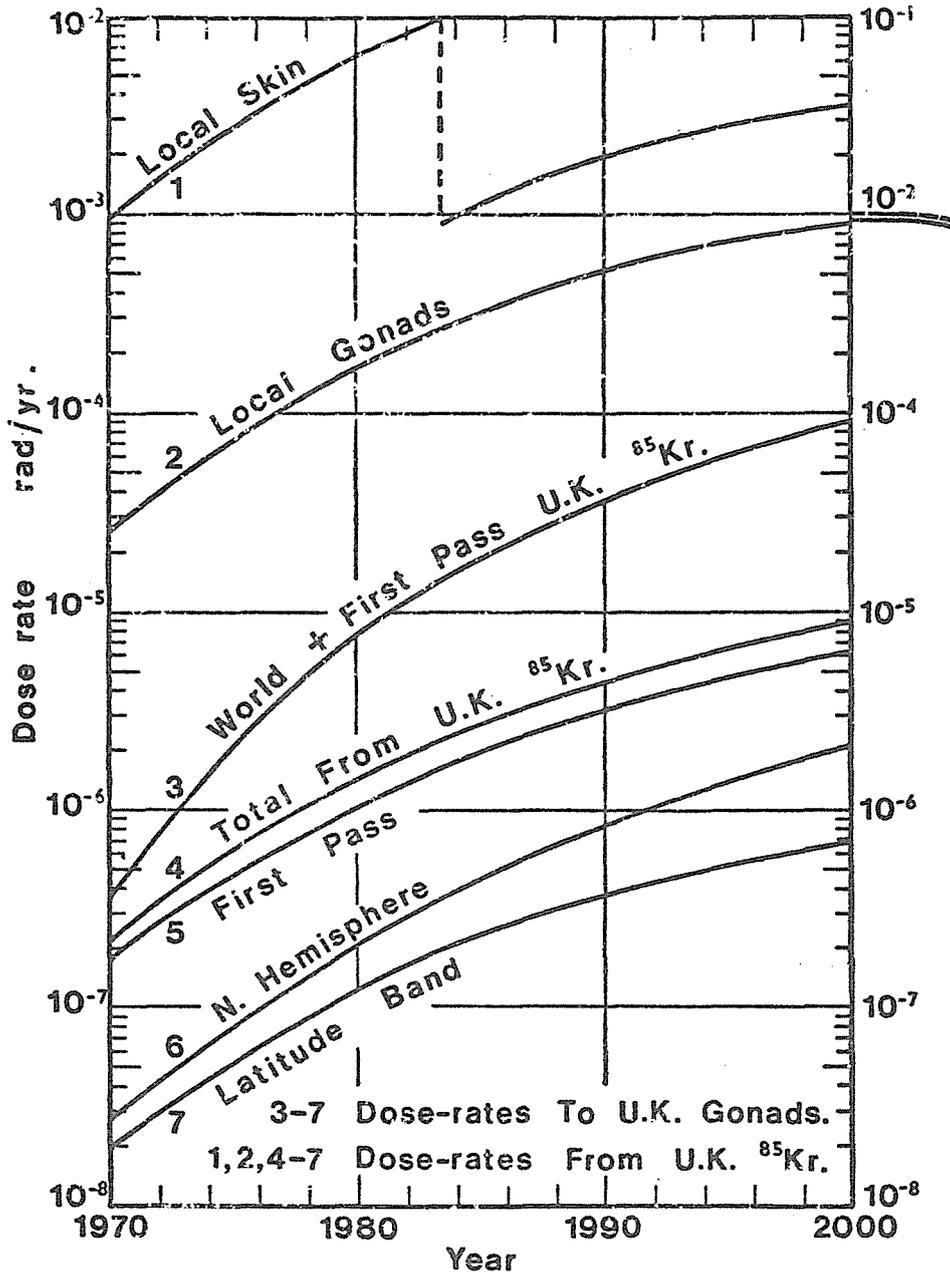


Fig. 3 Doses From ^{85}Kr From U.K. And World Power Programme.

第7表

SIGNIFICANCE OF ESTIMATED RADIATION EXPOSURE FROM
KRYPTON-85, TRITIUM AND IODINE-129

(by Bryant)

population group and critical organ	Average dose-rate to individuals expressed as fraction of:			
	Relevant ICRP limit		Average natural background	
	1972	2000	1972	2000
KRYPTON-85				
Local skin	5×10^{-4}	1×10^{-2}	15×10^{-2}	4×10^{-1}
UK gonads	6×10^{-6}	5×10^{-4}	1×10^{-5}	9×10^{-4}
35°-60°N gonads	4×10^{-6}	5×10^{-4}	7×10^{-6}	8×10^{-4}
TRITIUM				
World gonads	6×10^{-8}	2×10^{-5}	1×10^{-7}	4×10^{-5}
IODINE-129				
Local thyroids	7×10^{-7}	3×10^{-5}	1×10^{-5}	4×10^{-4}
World thyroids	2×10^{-8}	7×10^{-7}	3×10^{-7}	1×10^{-4}

再処理工場の安全問題を考える場合に、やゝもすれば、Kr-85の除去装置、更にはトリチウムの除去装置をとりつければ、環境放出の放射能量は著しく少くなるので、その実行を急ぎたい傾向があるが、上述の周辺環境に及ぼす被ばく評価を十分検討し、同時に所内の安全管理を省れば、欧米が何故、その開発研究を活発に行っているにも拘らず、早急に実行に移さない理由は自ら明かであろう。

むしろ、真剣に考える必要があるのはヨウ素の除去である。I-131の放射能を下げるのが再処理までの冷却期間を長くおく一つの理由になっているが、180日の冷却でもなお、第2表にしめすように、 2.6×10^{-1} Ci/tonの放射能があり、高い除染係数が要求される。第8表にRussellの引用した例をしめす。特に将来

第8表

Estimated Iodine-131 Discharges and Offsite
Doses from Fuel Reprocessing Facilities
(by Russell)

	NFS	MIDWEST	BARNWELL	ARCO
Assumed Iodine Removal Efficiency (Z)	995	998	99	999
Annual Gaseous Iodine-131 Discharge (Ci/year)	3.3*	0.88	21.2	1.8
Max. Avg. Annual Dose Offsite (700 Factor Used) (rem/year)	0.031	0.0054	0.270	0.041
Z of $\frac{1/30 \text{ ICRP}}{700}$	31	0.54	27.4	4.1

* Limit from NFS Technical Specifications.

Burn-upがあがり、冷却日数も短縮せねばならないようになると、更に100倍ぐらい高い除染係数を必要とするであろう。

放射性希ガス、トリチウムおよびヨウ素に関する除去方法についての一覧を第9、10、11表にしめす。

第9表 希ガスの除去法

方 法	除去率	開 発 状 況	備 考
室温吸着法 (活性炭またはモレキュラーシーブ)	%	原子炉のホールドアップ系に使用	フローシステムが単純、ベッドが大型、火災の危険性
低温吸着法 (活性炭またはシリカゲル)	99	ICPPで工場の回収系に使用	ベッドは小型、回分操作、冷凍コストが高価、火災、爆発の危険性
低温蒸溜法 (液体チッ素)	98	同上	小型、連続、濃縮比大、爆発の危険性
選択的吸収法 (フルオロカーボン)	99	コールドパイロット	小型、連続、不純物、放射能、腐食の影響(?)
選択的膜透過法	99	実験室	フローシステムが単純、操業費が高価(?),放射線損(?)
クラスレート沈澱法		実験室	沈澱速度がおそい、高圧固化体の放射線損傷

第10表 トリチウム水の濃縮法

分 離 法	推 定 コ ス ト (\$/gal 水)	長 所	短 所
二重温度交換法	0.10-0.20	分離率大 スループットが大	H ₂ Sの腐食および毒性 プロセス制御が難しい
分 溜 法 (a)低 温 法	0.30-0.40	分離率大	ガスへの転換が必要 液体水素の取扱い エネルギー消費大、分離率小
(b)高温真空蒸溜法	0.30-0.60	操作は簡単	
気液クロマトグラフィー (a)固体：パラジウム (b)固体：ゼオライト	> 25 > 1	分離率大 処理能力大 インベントリー費小	インベントリー費大 分離率小
電 気 分 解	> 1	分離率大	エネルギー費大 スループット小
熱 拡 散	> 3	設計が単純 操作が簡単	分離率小、スループット小 エネルギー費大
溶 媒 抽 出	> 1	操作が簡単	分離率小 インベントリー費大

Kr-85 や I-131 の気体について共通しているのは、現在の再処理方法でそれらのガスが主として溶解槽から、発生し、空気、硝酸蒸気、水蒸気、酸化窒素ガスなど同伴して off-gas 処理系に運ばれている点である。溶解工程からのオフガス量は空気の吹込を極力減らすことにより、著しく減少させることができる。

現在、約 6N HNO₃ の硝酸で溶解しているが、溶解速度は遅く、約 6 時間で完了させている。米国ではかってこれを短縮するため、攪拌と酸化促進をかねて空気を多量に吹き込んでいたが、そのため、ヨウ素の除

第11表 オフガス中のヨウ素除去法

系	性 能			除染係数例
	良 好	不 良	不 明	
苛性ソーダ溶接	I ₂ 、HI	MeI	HOI	10 ² ~ 10 ⁴
添加剤入り苛性ソーダ溶液	I ₂ 、HI		MeI、HOI	チオ硫酸ソーダーの添加により90%から97%に増加
希 硝 酸	I ₂ 、HI		MeI、HOI	
硝酸水銀-硝酸	I ₂ 、HI、MeI		HOI	>10 ³
活 性 炭	I ₂ 、HI	MeI	HOI	10 ³ ~ 10 ⁵
添着活性炭 (KI、TEDA)	I ₂ 、HI、MeI		HOI	10 ³ ~ 10 ⁵
Ag 反 応 塔 (185℃)	I ₂ 、HI		MeI、HOI	10 ² ~ 10 ³
含水ジルコニウム酸化物 (ヨウ素飽和)	I ₂ 、HI	MeI	HOI	>10 ⁴
銀添着ゼオライト	I ₂ 、HI、MeI		HOI	>10 ⁴
イオン交換樹脂	I ₂ 、HI		MeI、HOI	10 ² ~ 10 ³
酸化触媒	I ₂ 、HI、MeI		HOI	活性炭、銀添着ゼオライトとの並用により 10 ³ ~ 10 ⁵

MeI : メチルヨウ素

去には更に銀ゼオライトなどの充填塔を用いて高い除染を維持してきた。

溶解槽からのオフガスが空気で薄められると蒸発してきたHNO₃、NO、NO₂などを凝縮あるいは洗浄させるとき、細い霧が発生する。又、凝縮器、吸収塔、洗浄塔などでの滞留時間も短くなり、ヨウ素の除去効率も著しく劣化しがちである。

ごく少量の酸素を送り、従って発生した希ガスやヨウ素の濃度を高め、上記の除染装置で十分な時間をかけて処理すれば、ヨウ素は殆んど除去され、1,000以上の除染係数も期待できる。これはヨーロッパ、日本などが採用している方法であるが、西独では、少量のHFを注入することにより反応を促進させ、更にオフガスの量を減らすことなどが試みられている。

要するに、オフガスの絶対量を減らすことにより、ヨウ素の除染率を高め、希ガスの捕集を容易にすることができる。廃棄物処理装置の開発研究も極めて主要ではあるが、再処理の主要工程を見直すことによって廃棄物の処理を容易にし環境への放射性物質の放出を減らすことを考えることも必要であり、未だ改良の余地は十分あると思われる。

洗浄液などの低放射性廃液は各工程から集まり、その量は1 tonの燃料あたり、300 ~ 400m³に達するといわれるが、最も信頼できる処理方法は何といても蒸発法であり、操作費はかさむが、多重効用缶、オートペーパー方式を採用し、熱効率を高めることは可能である。

塩や中和剤、添加物を加えて除染を高めるのは固体廃棄物などの量を著しく増すことになるので廃止する傾向にあり最近では後に塩が残らないようにホルマリンを加えたり、電気分解を行ったりして濃縮プロセス全体をNO salt方式に近づけようとする。

§ 高放射性廃液の貯蔵と処分

第1抽出器から得られた高放射性廃棄をどのように処理し、貯蔵し、又固化処分するかということが再処理の安全問題の大きな課題の1つである。

まず、その体積を最小にすることが貯蔵する上でも重要である。そのため、すでに述べたように中和剤を加えることなく、蒸発濃縮し、硝酸はほとんど蒸発させる一方、ホルマリンを添加し、残留硝酸濃度を約2Nに維持することが行われている。

結局、約300ℓ/tonの廃液となり、30kg程度の放射性核分裂生成物がその中に大部分溶解し、微量のコロイド状の固体が分散した状態で貯蔵されることになる。管理は90m³のステンレス性貯蔵タンクに収められて行われるが、一器で約一年半以上の貯蔵能力がある。英国では既に15年以上の経験を積み、腐食や損傷によるもれなどの事故はなく順調に管理してきたことで、液体状態でタンク貯蔵することには大いに自信を持っており、今後も当分の方法を続け、固化技術の開発が十分成功した時点で固化に切り変るといふ。

この実績は極めて貴重なものであり、その経験を学び我国でも少くとも5年間はタンク貯蔵を続けることを考え、その管理に萬全を期すべきであろう。

米国では国立の再処理工場のタンク貯蔵の経験で、やはり管理は十分安全に行えることを実証している。しかし、中和しているために、その量ははるかに多く、タンクの増設に追われることになったため、現在は既に大部分を固化して、タンク内に保存している。又その経験から、USAECは液体貯蔵を5年以内と制限し、復元可能(retrievable)な固化を行い、10年以内に政府の貯蔵所に持込むことを規制している。

仏国は固化技術に関して、最も進んでいるように思われる。すなわち、すでにPilot Plantではあるが、実際に高放射性廃液をBorosilicate系のガラスで連続固化させ、空冷による、円柱状ガラスの貯蔵を試みており、実用化できる所まで近づいていると思われる。

第12表 固化技術開発の現状

	固 化 体	固 化 法	バ イ ロ ッ ト		プ ラ ン ト
			コ ー ル ド	ホ ッ ト	
アメリカ	仮 焼 物	流 動 層	1955		1963 ^{・1} (INC) 1973(GE)
	"	ポ ッ ト	~1960	1966 ^{・2}	
	"	ス ブ レ ー	~1964	1966 ^{・2}	
	リン酸ガラス	蒸 発 缶	~1963	1966 ^{・2}	
	ほう硅酸ガラス	ス ブ レ ー	~1965	~1968 ^{・2}	
イギリス	ほう硅酸ガラス	ポ ッ ト	~1963	~1965	1980 ^{・3} (Windscale)
		"	1976		
フランス	ほう硅酸ガラス	ポ ッ ト	1962	1969 ^{・4}	1982 (La Hague)
		ロータリーキリン	~1970	1976	
西ドイツ	ほう硅酸ガラス	ス ブ レ ー	1970	1976 ^{・5}	1985 (KEWA)
	セラミクス	テルミット反応	~1975	1978	
日 本	(1975年決定)			1979	

・1 WCF ・2 WSEP ・3 KARVEST ・4 PIVER ・5 VERA

米国の場合、たとえば Midwest では Al_2O_3 に放射性核種の酸化物が coat された粒状固体とし、容器に充填し、シールした後プールに貯蔵する方法をとっており、廃液の貯蔵は行わない。これら固化により、燃料 1 ton あたり約 40 ℓ の容積の粒状高放射性固体ができる。従って廃液に比べ、10～20% の容量となる。

高放射性廃液をこのように固化する研究は第 12 表に示すようにすでに古い歴史を有しているが、処理温度が 600～1,200℃ となり、固体粉末を扱うので、日本の場合実用化までにはなおかなりの年数を要しよう。なお各国における高放射性廃液の処理処分の現状と方針を第 13 表に示す。

ヨーロッパ、米国はすでに半永久的な処分所として廃岩塩層などを候補地として持っている。我国では数百年の程度ならば工学的貯蔵所を設けることで処分も可能となるが、それ以上の永久処分所については未だ計画されていない。

幸に、米国などで一部提唱していることがあるが、固化し極めて安定な状態になった、たとえばガラス状廃

第 13 表 高レベル廃液処理処分に關する各国の現状と方針

	アメリカ*	イギリス	フランス	西ドイツ	日本
1. タンク貯蔵 性 状 期 間	酸 性 5 年 以 内	酸 性	酸 性	酸 性 (3 年 以 内)	酸 性 (5 年 以 内)
2. 固 化 固 化 体 包 装 プ ロ セ ス	(仮焼物、ガラス) (円筒、スチール) (ポット、流動層、 スプレー)	(ほう硅酸 ガラス) (二重円筒、スチール) (ポ ッ ト)	(ほう硅酸 ガラス) (円筒、スチール) (ロータリーキルン ポット)	(ほう硅酸 ガラス) (円筒、スチール) (ス プ レ ー)	
3. 固 化 体 貯 蔵 サ イ ト 期 間 冷 却 方 式	専用 10 年 以 内 搬 入 (100 年 以 上) (水 冷) (モジュラー)	再 処 理 工 場 (水 冷) (モジュラー)	再 処 理 工 場 (空 冷) (モジュラー)	再 処 理 工 場 (水 冷) (モジュラー)	
4. 処 分 方 法	(地 中 埋 設) 岩 塩 層 玄 武 岩 層 南 極 氷		(地 中 埋 設) (花 崗 岩 層)	(地 中 埋 設) (岩 塩 層)	

* 民間再処理工場に対する方針、AEC 施設に対する方針は含まない。
() は、現在検討中または暫定的にとられている内容を示す。

棄物を処分するため、国際的に共同で使用できる永久処分所を設ける案がある。かりにそれが実現できれば、地球上のほんの一部にのみ、高放射性廃棄物を閉込めることができ、人間の社会環境から事実上絶縁状態にすることが可能となるので、特に我国としては是非実現して欲しい問題と思われる。

その候補地の 1 つとして、南極大陸の中央にある Ice Cap の部分すなわち第 4 図の点線部分を米国の Zeller らがあげている。現在国際協定により廃棄物貯蔵としての使用は禁じられているが、同意が得られれば、使用可能となる。氷の厚みは約 2,500 m あり、広大な面積を持っている。処分法は極めて単純で鋼製容器にガラス状廃棄物をつめたものを氷の穴に入れるだけである。放射熱により、1 m/day の沈下が生じ、上部は再氷結する。

この提案は 1972 年の国際会議で論議をよんだが、たとえ同意が得られたとしても実現できるまでにはかなりの年月がかかると思われる。

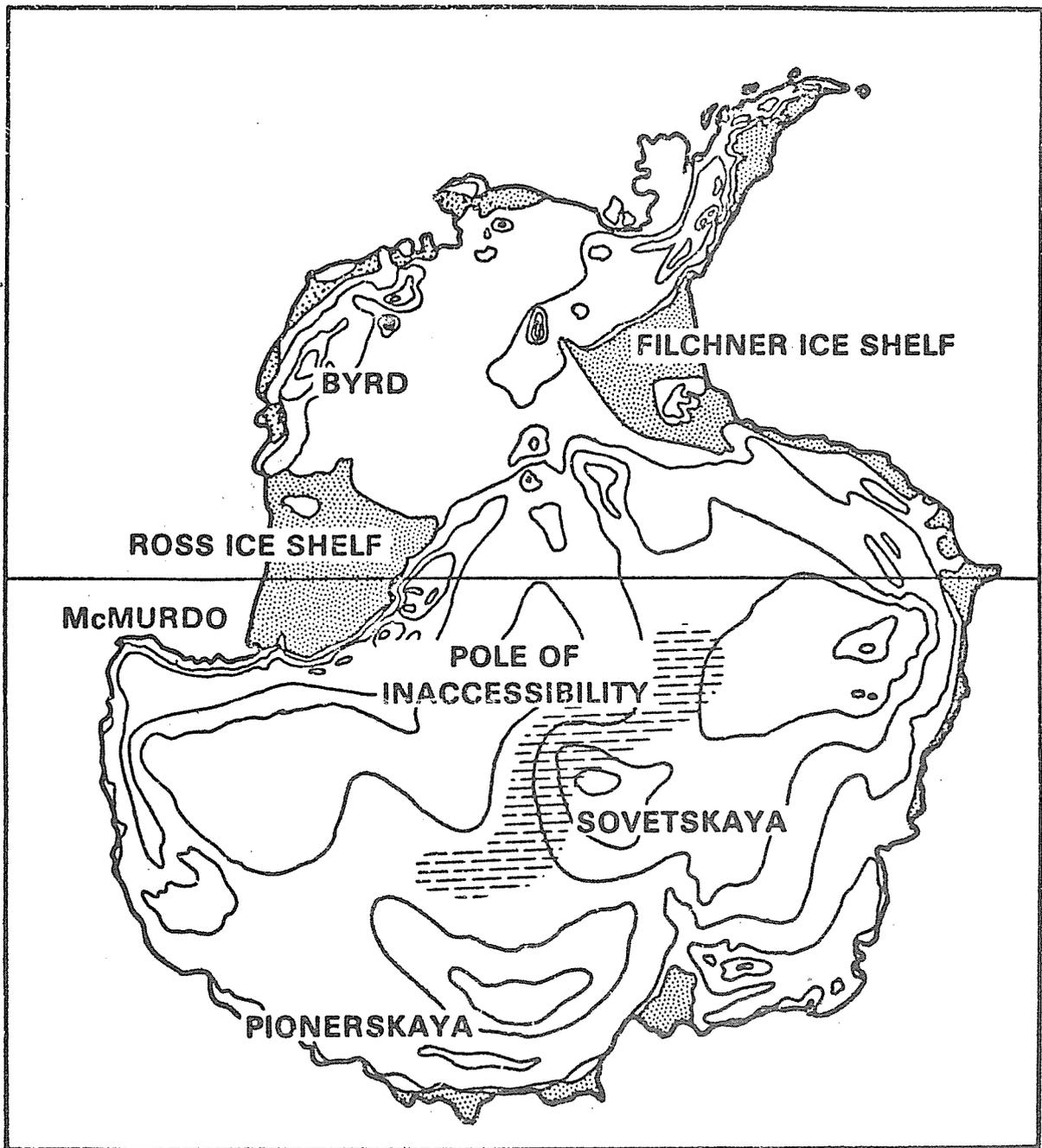


FIGURE 7. Tentative Antarctic Repository (dashed lines)
(Map adapted from Reference 7)

§ 事故およびその評価について

臨界問題については既に述べたので、ふれないことにするが、 10^{20} fissions の臨界事故が起った場合に、どの程度の災害が起るかを評価した例をしめす。たとえば、Midwest の Plant の場合はたまたま動燃で想定したのと同じように、溶解槽であやまって、2倍以上の燃料を溶解し、臨界事故を起し、排気系の除染が利かなかった場合を想定している。15分で放射性雲が敷地境界に達したとし、そこでの全身被ばくは1.8rem、甲状腺被ばく25remという評価をしている。この場合、セルの中に溶液が蒸気として放出され、主要な機器は破壊に至らず、除染修復も今までの例から見て容易とみられている。

次に高放射性廃液蒸発缶内でTBP溶剤の異常量混入などによる爆発などが、想定事故の対象にされている

例が見られるが、その発生する圧力はあまり大きくなく、被ばくも上例に比べ小さい。

それにひきかえ、第1抽出器などで有機溶剤が火災を起したと想定した場合の被ばく評価は無視できない。勿論、臨界の場合に比べると、その被ばく評価は小さいが、他の例に比べると大きい方に属する。

再処理の場合、周辺に及ぼすような重大事故はその処理工程から見ても殆んど考えられなく、周辺に対して最も重要な影響を与えるのは平常時の放出管理といえることができる。

むしろ、施設内での換気系の制御のミス、化学操作のミスなどによる局所的な異常被ばくなどに注意し、前に述べたように、放射線の管理システムの整備が最も重要といえよう。

§ おわりに

以上、再処理施設の安全問題に関連したことを述べてきたが、廃棄物処理の技術的問題にやゝ重点がおかれ、十分意をつくすことができなかつた。いづれ、説明できなかつた重要な安全問題については更に検討の上述べる機会を持ちたいと思う。

再処理とそのパブリック・アクセプタンス

原産再処理事業調査団団長 今井美材

1. 自由世界の再処理事業の概況

我が国では動然事業団が最初の再処理プラントの建設を進めてきたが、その建設工事の完成は間近に予定せられるところまで進行し、昭和50年春には営業運転が開始されようとしている。しかしこのプラントは処理能力が小さく、52年頃には早くも能力の限界に達する見通しと、再処理プラントの建設運開には長期を必要とするところから、原子力産業会議は早期にその対策を検討するため一昨年暮再処理問題委員会を設置した。

この委員会は補佐機関として幹事会を設置し、現在の環境対策を考慮した技術の現状を含めて、重点事項を検討してきたが、その予備的調査が一応終了した段階において、なお海外再処理事業の実状を事業的観点から再調査し、併せて公的機関の見解をも徴することが提案され、本年初頭海外再処理事業調査団がアメリカ、ヨーロッパに派遣された。

本日、その調査事項の一部をご報告するにあたり、再処理事業と最も関連の深い Public Acceptance の問題を中心として取上げることとしたが、順序としてまず自由世界における再処理事業の概況を申述べる必要があるであろう。

第 1 表

	社名	所在地名	能力	現 状	備 考
ア メ リ カ	GE	Morris, Ill. Willmington, N. C.	300トン/年 1500~ 3000トン/年	試運転中 計 画 中	拡張予定 500トン/年1977, 1000トン/年1985 完成予定 1982~83
	AGNS	Barnwell, S. C.	1500トン/年	建設中55% 運開予定 1976	増設予定 1500トン/年, 1982~3
	NFS	West-Valley, N. Y.	300トン/年 1966~1972	拡張工事中にて休止中	拡張 750トン/年 運開 1977(一部)~1978
ヨ ー ロ ッ パ	Exxon	未 定	1500~ 2100トン/年	計 画 中	運開予定 1981
	BNFL	Windscale	400トン/年	稼働中	増設 400, 1977完成
	CEA	La Hague	800トン/年	ヘッドエンド増設中	400(一部) 1975, 運開 800 1976 //
	KEWA	ドイツ未定	1500トン/年	計 画 中	
注 ヨーロッパ三社は1971年UNIREP社(URG)を結成した					

その意味から、自由世界で現に稼働中の、また建設あるいは拡張中の、ならびに計画中の再処理プラントの全貌を第一表に示しておいた。

ヨーロッパでは英BNFL社のウィンスケール(Windscale)プラントが既に20年に近い運転の経験をもっているが、1979年には400トン/年の増設を行う計画をもっており、仏CEAのラ・アーク(La Hague)プラントは1975年800トン/年(フル稼働は1976年)の増設を行う予定である。両者の増設というのは既存の主工程にヘッドエンドを付加するだけであるから計画通りの営業運転開始を期待し得ると考えられる。なおBNFL社とCEAとはドイツのKEWA(Kernbremstoff Wiederaufbereitungs GmbH)と共に、1971年10月ユニレップ社(URG)を結成して市場の調整投資の合理化をはかることとしている。ユニレップは1,500トン/年のヨーロッパ第三プラントを1983年に西独に建設する計画をもっている。

アメリカではGE社がイリノイ州モリス(Morris, Ill.)に300トン/年のプラントを建設し、すでに試運転に入っているが、ホット試運転は予定より遅れて本年第2・四半期となり、営業運転の開始は1975年と予定されている。GE社は1977年には500トン/年に拡張する計画で、さらに1985年には1,000トン/年に拡張も考えている模様であるが、それはまだ机上計画の段階である。新設プラントの計画としては、別の地点(ノースカロライナ、ウィルミントンを選定中、Willmington, N.C.)に1,500~3,000トン/年のものを建

設して1982～1983年に営業運転開始の予定である。

A G N S社 (Allied Gulf Nuclear Services) は現在サウスカロライナ州バーンウェル (Barnwell, S.C.) に1500トン/年のプラントを建設中でその工事進捗率は55%である。なお1982～1983年にはさらに1500トン/年のプラントを増設する計画である。

N F S社 (Nuclear Fuel Services) は民間最初の再処理プラントとして、ニューヨーク州ウェストヴァレー (West Valley, N.Y.) に建設せられ、1966年より1972年の間に約606トンの使用済燃料の再処理を行ってきたが、目下その設備拡張を申請中で、プラントは休止中である。拡張後の規模は750トン/年、営業運転の開始は1977年(一部)～1978年である。同社については巷間一時様々の流説も行われたが、現在では有力出資者であるGetty Oil社も支援を惜まないことを強調している。

Exxon社の計画は以上各社にくらべてややおくれており、現在は調査ならびに準備の段階であるが、最近ネシー州ロードンに敷地候補地を獲得したと報ぜられた。計画プラントの規模は1500～2000トン/年で完成は1981年と予定されている。

以上に述べたところから自由世界の再処理需給のバランスを総括的に考えると、英仏の増設計画に加えてN F S社の拡張計画、A G N S社の新設計画が順調に進めば、1970年代は供給力が需要を賄うが、1980年以降にはふたたび供給力の不足を生ずることが予想せられる。

2. Public Acceptanceの海外事情

調査団はこれらの諸社を歴訪して、Public Acceptanceに関する実状を調査するほか、A E Cその他の公的機関からもその見解を聴取した。

まずヨーロッパでは英ウィンズケールプラントと仏ラ・アーグプラントが現に運転中である。両プラントとも海岸にあり、周知の通り低レベルの放射性廃液は海洋に放出しているが、不断のモニタリングや厳重な管理を通して安全の実績を今日まで確保してきたことに自信を深めているようにうかがえる。そして建設当時であった若干の問題は、この実績の下で全く影をひそめているのである。しかし西独に計画されつつあるユニレップ傘下の第三プラントにおいては状況は変化せざるを得ないのではなかろうか、この点が注目されるところである。

アメリカで調査の対象となるのは試運転中のモリスプラント、建設中のバーンウェルプラントが主となるが、いずれの場合も当初雑多な反対論があったことは両社ともそれを認めている。しかしそれらはいずれも大きくは拡大せず、現在は何も残っていないというのが当事者の説明であった。

ここに反対論は雑多であると述べたが、たとえばアメリカはその地理的事情から、内陸輸送に依存することが多い関係上、使用済燃料の輸送に関する反対が多いことが指摘された。しかしその原因は環境安全上の問題というより、輸送費値上げに関するトラブルで異質のものであるという。またA E Cでは多くの反対は政治的なものであったとの見解であった。いずれにせよ今日まで係争というような段階に発展したものが絶無であるというのは注目すべき点であろう。

3. 環境安全に関するアメリカの考え方

さてPublic Acceptanceの問題の実態は非常に複雑であり、一面的な論議でつくされるのではないことは申すまでもないことではあるが、その中心課題に環境安全が位置することは疑いのないことである。この中心課題に向ってより安全を意図する一つの方式はアメリカの“as low as practicable”の考え方であって、ここでその意義を明かにしておくことは重要な参考となろう。

アメリカ原子力委員会のピットマン氏 (Frank K. Pittman) は、これについて次のような見解を示した。すなわち、“as low as practicable”は原子力の安全全体をカバーする原則である。しかし“practicable”というのは、その時点の技術水準との関連によって判断されるものであり、従って原子炉と同じレベルが直ちに再処理に適用されるということにはならないという。

この見解に従ってアメリカの新設2プラント(モリスプラントとバーンウェルプラント)の実際を取上げて見ると次のような改善をpracticableと認めたのだという結果になる。

(1) 低レベル放射性液状廃棄物は外部に放出しない。

その実施の手段を説明するのは、ここでは目的でないからこれを省略するが、もしこれが実現されればヨーロッパの既存2プラントとは方向を異にすることになるが、たとえ内陸プラントもあり得るアメリカとして、これをとり上げたのだとしても、その影響するところは大きいこととなろう。

(2) 高レベル放射性液状廃棄物は固化する。

アメリカはAEC規則(10CFR Part 50)によって、再処理プラントの放射性液状廃棄物は発生後50年以内に敷地内で固形化することが要請されている。(つづく5年以内に州政府管理下の廃棄物貯蔵所(Repository)に送ることとなっているがこれは別項で詳説する。)現にGE社のモリスプラントもAGNS社のバーンウェルプラントも固化を実施することとしている。

これに対しAECは、放射性ガスの煙突からの放出については何ら規制しておらず、前記のモリスプラントも、バーンウェルプラントも共に煙突から放出することが認められている。再処理プラントから出る放射性ガスの主体はクリプトンとトリチウムとであるが、これが環境に与える影響は許されうる範囲に止まるから、規制の対象とされていないのであるが、ピットマン氏はその中クリプトンについては、除去技術の開発が完了に近づいているので、完成の時点において、規制に加えるかも知れないことを示唆した。これに反しトリチウムは、紀元2000年に至る長期の地球上全体の蓄積が学者によって指摘されているのであって、緊急に除去しなければならない理由がない。またヨーロッパでも放射性ガスの放出を近く改めるような考えはないといっている。

もっとも将来の問題としてクリプトンとトリチウムとの除去が放置されているわけではなく、研究問題としては各種の方法が提案されている。ピットマン氏のあげたクリプトン除去法が如何なる方法であるかは明かにされなかったが、少なくともトリチウム除去の研究はなお初期の段階にあることも明かにした。

以上で"practicable"とアメリカで考えられているのは、低レベル放射性液状廃棄物の無放出と、高レベル放射性液状廃棄物の固形化の二点にあることを述べたが、これで再処理プラントと外部環境との遮断は高度に上昇し、再処理の技術改善が"as low as practicable"の原則に沿い何歩かの前進を示したということとは明かである。

4. 廃棄物処分の問題

この原則がここまでできた時、次にくるのは廃棄物処分の問題である。何となれば前にも説明した通り再処理敷地内で固化した高レベル放射性廃棄物は10年以内に政府のRepositoryに引取ることが制度化されているからである。

日本にはAECの地下貯蔵の話だけが伝わっているがピットマン氏は安全貯蔵のためには地表貯蔵でも欠点はなく、1976年にそのテストプラントをつくる予定であるとのべたことは我々の関心を惹く点である。

両者の相違は安全性にあるのではなく、監視と保守の負担軽減の点では地下貯蔵をとると考えていることである。そして事実、カンサス州ライオンズ(Lyons)岩塩坑の失敗後もニューメキシコ州等の岩塩層を目標に綿密な調査を続行中である。

要するにアメリカの考えている、再処理プラントで固形化された廃棄物の受入計画(処分)は、一元的なものではなく、短期長期さらには他の速大な計画も含まれているのである。

序にヨーロッパの事情を紹介すると、ドイツはアッセ岩塩坑(Asse)を対象として、開発を進めているが、ユニレップ(UNIREP)との会合で確かめられたところによれば、アッセは最終的なものではなく、テストプラントであるとしている。

またイギリスは地下貯蔵の適地がないことから、専ら地表貯蔵に開発を指向している。

これらの事情からも明かな通り、我が国に地下貯蔵の適地がないであろうという点から廃棄物処分の行き詰まりに持って行くのは、理由のないことというべきであろう。またヨーロッパでは今も続けられている液体貯蔵にしても、監理の負担が大きいという欠点はあるにせよ、安全上は十分であることが実証されてきたとしている。

しかし液体貯蔵は固体貯蔵に比して容積が大きく、したがって貯蔵設備に必要な敷地面積の大きくなる不利がある。我が国の使用済燃料の発生量は1985年には年間約1,500トンに達するものと推定されるが、これ

から出てくる高レベル放射性廃棄物を固化したと仮定すると固化の方式にもよるがその量は高々100トン内外となるから、これを容器に密封して水冷タンク内に管理貯蔵する地上貯蔵を採用するとしても、所要の面積は問題とするほどのものではないであろう。

5. 再処理の海外委託と Public Acceptance

冒頭に述べたように動燃事業団の再処理プラントは運用後2年の後には能力不足を生ずるので、次期のプラントの運開までは何らかの方式で再処理を海外の再処理事業者に委託せざるを得ず、またその期間も約十年に及ぶ。今回の調査により海外の再処理業者は我が国からの再処理委託をうける余力があり、また受託には意欲的であることがわかったが、それには日本は当然独自の再処理プラントを持ち、また独自の廃棄物処分を行うという仮定の上に立つものと理解された。このような基本的な姿勢がなくて、単に海外に委託するというだけでは、相手側の国民感情としても、好ましく結果を招くことは各方面から示唆を受けたところである。もっともこの点に関して割合に寛容な態度を示しているヨーロッパ諸国もあるが、約十年にわたる海外委託であるからそのみで十分ということとはできない。アメリカの再処理事業者としても、再処理を引うけ、また、AECの規制に従って固化した高レベル放射性廃棄物を、その敷地内に貯蔵することに反対はしていないが、定められた十年の期間を過ぎればAECの廃棄物処分所に移されるのであるから、それ以後の保証は出来ないわけであるし、他方AECでは目下の処、その廃棄物処分所を使わせないとはいっていないが、若しもこれに反対する声が国民の間に起これば、所要の措置を考えざるを得ないといっている。つまりアメリカ国内のPublic Acceptanceが、我が国の再処理委託にはね返ってくるかも知れず、我が国としてはこの点の配慮にかけてはならないということになる。

6. 再処理技術の動向

各国の再処理技術の過去の経験とそれにもとづく今後の計画とを通じて、再処理の基本技術は安全な一つの体型に標準化されつつあるとあって差支ないであろう。もとより各国の個々の再処理事業を比較すれば、ことに工学的な面で違った点はあるけれども、大筋においては大差がない。能力が大きくなってまた使用済燃料の燃焼度が上がっても、軽水炉の燃料に関する限り、安全に対処することができるようになってきている。

今なお標準化までは行っていないものがありとすれば、その一つとして再処理の後をうける廃棄物処分があるが、それは本来各国の地理的条件等をうけて定まるものとなる。そしてそれに地表貯蔵と地下貯蔵とがあることは前にも述べた通りであるが、ピットマン氏の短期長期の計画というような表現にも見られる通り、かなり弾力的な考え方であることがうかがえる。

廃棄物処分を行うためには、これを安全にまた効果的に実施し易いように、再処理から出る高レベル放射性廃液を処理しておいた方がよい。その為に出現した固化ということ、たとえば廃棄物処分が地表貯蔵であろうと地下貯蔵であろうとも、必要な一処理工程と考えざるを得ないが、それには単なる煨焼(Calcination)とガラス化(Vitrification)との二つのタイプがあってそれぞれ利害得失がある。また後に述べるように、固化の前に予め長寿命の核種は分離した方がよいという我が国独自の調査研究もある。

再処理製品であるウランとプルトニウムとをどんな化学形にまで持ってゆくかは、やはり各国の受入れ企業の要請との関係で定まる問題でもあるから、一概には定め難いが、再処理敷地内でウランはUF₆に、またプルトニウムはPuO₂にまで持ってゆくという新しい傾向が出てきた。そうならば従来に比べてそれだけ再処理の領域が広がった事になるから技術動向の一つとしてあげることにした。

7. Public Acceptance と技術開発

Public Acceptanceという言葉を使うとき、その内容が多面的で、環境安全とは直接つながらない理由による場合も少なくないのであるが、ここでは前項で再処理技術の動向を述べたのに関連して、国内で行なわれている調査研究、特に原子力産業会議を中心に進められてきたものについて紹介することとしたい。

お断わりをしておくが、原子力産業会議を中心とはいうが、実際の創意発案とその発展の努力は各方面の学識経験者を煩わしたものである。

(1) 核分裂生成物等総合対策委員会（以下FPCと略称）の構想

この委員会は昭和46年8月から1年10カ月を費して、「放射能クローズド・システム」と副題する構想を発表した。その要旨は核分裂生成物の「利用開発」、「処理処分」、「消滅処理」の三つを総合連関させて、長期にわたって地球環境の保全に役立たしめようという理想のヴィジョンをとりまとめたものである。これはすでに昨年5月に公刊されているが、その中から将来の再処理とその関連技術の中に織込まれるものがあるならば、我が国独自の技術として育成してゆくのが望ましいことはいうまでもないところである。目下FPC自体この構想の実現化の検討を再開する準備を進めているので、その検討の結果を待たずに多くを語るのは適当でないが、この構想の中から再処理と廃棄物処分という現実の問題に対して何が提起されているかを明かにしておくことは意義あることと考える。

さき高レベル放射性廃液を固形化すること、ならびにそれをうけて政府の廃棄物処分所に移送することが規則として定められていることを述べたが、これを実施する方式は一元化されたものではない。すなわち固形化には煨焼法も硝子化法も認められているし、廃棄物処分には地表処分、地下処分等、現状ではなお流動的であるとさえいえる段階である。

FPC 構想では高レベル放射性廃液の固形化に先だって、

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| (1) ^{90}Sr | 長寿命であるからこれを除けば廃棄物処分の管理負担を軽減できる。 |
| (2) ^{137}Cs | また共に利用の途がある。 |
| (3) α 核種とTrans Uranium | 長寿命であり、且つ、利用の途がある。 |
| (4) 其他核種 | 短寿命で短期間に放射線レベルが下がる。 |

の四種に「群分離」することが提案されている。すなわち群分離されたものを個々に固形化するということになる。

以上のように一方では将来の利用も考えつつ、廃棄物処分においてあらかじめ長寿命核種だけ分離しておいて長期の要管理量を少なくすることを目的としてはいるが、利用の方は発生量の高々10%程度に止まることを考え併せると、実用上の観点からは廃棄物処分を容易にする方に重点がおかれることとなる。ことに我が国の如く地下貯蔵の見通しに困難を予想される場合には一層その効果が期待されよう。

しかし一歩進めて「群分離」するにはどのような方法によるか、またそこに生ずる技術的な煩瑣の程度や経済的な負担増が、廃棄物処分を容易にするメリットと見合うかどうかは、なお今後の検討にまたねばならないのであるが、少なくとも事前の技術評価を行って、この面におけるFPC構想の可能性を追究することが必要と思われる。

(2) トリチウムの問題

トリチウムの除去方法に関してはアメリカのVoloxidationの他にも各国で種々の研究が行われているが、いずれも実験室的規模のものようである。

我が国にはまだ見るべき研究は行われていないが、将来を目標とする全地球的な環境保全を考えるならば、これを等閑視することは原子力国の前途を明るくする所以ではない。

原産再処理委員会幹事会の技術検討会は、トリチウム除去に連なる中間的な対策として、濃縮リサイクル方式の検討に着手した。トリチウムの分離は、今の処色々の提案はあるが、はたしてどれがよいのか明かでない状況であり、仮に今基礎研究からはじめられたとしても、工業化開発の域に達するには相当の時間がかかる。

トリチウムは再処理工程において一部はガス相にはいつてくるが、過半は水相にはいつてくる。そこでガス相にはいつたものはHTOとして除湿法を適用し、水相にはいつてきたHTOは普通水 H_2O と共に放射性物質を除くための蒸溜を行い、 H_2O とHTOの混合物はプラントへの供給水の代りに循環使用することとする。これを繰り返せば、循環する($\text{H}_2\text{O} + \text{HTO}$)中のHTOの割合が次第に高まってゆくから、限度を設定して取出して当分はこれを管理貯蔵する。他方 H_2O とHTOとを分離する方法を別途研究開発し、究極HTOの分離につなごうという考え方である。試算によればこの貯蔵量はあまり大きくならない見通しが得られるので、実用の可能性があると考えられる。

FPC 構想にしてもトリチウム除去にしても、今直ちに取入れねばならぬ問題ではない。しかし技術の開発には時間がかかるので、向うべき方針が早期に示されることは極めて必要である反面、その方針が決定される

ためには可能性がどこにあるかを示すことが必要である。

技術開発の問題はこれにつきるわけではないが、其の余は原子力産業会議がご報告する領域ではないので、この二件に止めたことを終りに申添える次第である。

わが国再処理問題の対策と課題

東京電力(株)副社長
日本原子力産業会議再処理問題委員会委員長
田中直治郎

本日は、ここに御列席の皆様、私共の考えを発表する機会を得ましたことを真に光栄に存ずる次第であります。

昨年、第6回原産年次大会において発表しましたとおり、私共は一昨年(1982)年12月、日本原子力産業会議の中に再処理問題委員会を設置し、わが国の再処理問題につき、この一年余、検討を進めてまいりました。また、本年1月には、日本原子力産業会議より欧米に調査団を派遣し、海外諸国において再処理事業が実際にどのように進められているか、さらに、海外の事業者、政府、その他の関係機関がわが国との協力、提携についてどのように考えているのかを調査してまいりました。

このような調査、検討の結果を踏まえて、このたび委員会としての報告を取りまとめた次第であります。

この機会に、日本および自由世界の再処理需給動向からみて、わが国としてどう対処すべきか、その国内体制をどうするか、また、今後解決してゆかねばならない課題は何か、などについて述べてみたいと存じます。

1. わが国の再処理需給の概要

中央電力協議会が昨年春発表した昭和47年度電力長期計画に組入れられている原子力発電所建設計画をもとに、私共の委員会が試算したところによりますと、わが国の再処理需要は各年毎のウラン量で、1975年度70トン乃至80トン、1980年度500トン乃至600トン、1985年度1,500トン乃至1,700トンと、年を逐って増加の一途をたどる見通しであります。

これに対し、再処理能力は1975年度に運転開始が予定されている動力炉・核燃料開発事業団の再処理施設の能力、年間210トンが見込まれております。しかし、これのみでは、1978年以降能力不足となることは明らかであります。

わが国は、とくに近年のエネルギー危機において痛感された通り、原子力開発を強力に推進しなければなりません。このためには動燃事業団の再処理施設に続く、第二の施設についてできるだけ早くその方針を決定する必要があります。

しかし、今日直ちに第二再処理施設について企業化の調査等、諸々の準備に着手した場合でも、その運転開始までに少くとも10年の日時を要するというのが、私共産業界の一致した見方であり、したがって、需要が動燃事業団の処理能力を超過する1978年以降、第二再処理施設が実現する迄(即ち1984年頃迄)の端境期については、わが国として海外の再処理能力に依存せざるを得ないのが実情であります。

2. 欧米の再処理需給の概要

一方、欧米においては英国のBNFL、フランスのCEA、米国のNFSが既にかなりの再処理工場運転実績をもって、現在軽水炉用の再処理工場として、それぞれ工場の改造、拡充を進めております。また米国のゼネラル・エレクトリック社、アライド・ガルフ・ニュークリア・サービス社の両者が目下、新工場の建設を進めつつあります。

しかしながら、これらの改造、拡充ならびに新設が完成した場合でも、1981年乃至1983年頃から再処理能力が不足する見通しであり、これに対処するためさらに工場の拡充が計画されつつあります。

今回、私共が派遣した調査団が調べたところによりますと、計画されつつある新增設工場の能力を入れると、米国、ヨーロッパともそれぞれ、1984年乃至1985年頃までの域内需要を賄えるばかりでなく、さらに、その頃までのわが国需要をも賄うことができる計算となります。

このような情況のもとで、欧米の再処理事業者は新增設計画の決定にあたって、取急ぎわが国の参加を求めてきております。

以上述べてまいりましたように、わが国は、一方で、第二再処理施設の建設準備に早急に着手しなければならない、と同時に、他方、海外再処理事業者への委託についてわが国の態度を早期に決定しなければならない、という両面の切迫した状況に置かれております。

3. わが国再処理サービスの確保対策

第二再処理施設の建設は、わが国のエネルギー確保対策の上で、必要欠くべからざるものであることはすでに申し上げた通りであります。

また、前述の通り、欧米においてはすでに長期にわたる再処理プラントの運転経験を有し、この経験にもとづいて現在、改良工事を実施中であり、また大規模プラントの新增設を計画しております。

同様に、日本でも動燃事業団がプラントを建設し、近く試運転に入る予定となっております。以上のような状況から、欧米では再処理プラントの安全には十分自信を持ち、さらに環境安全についても一層の技術開発に努めております。したがって、わが国において将来第二再処理プラントを建設し、運転する場合にも、動燃事業団のプラントおよび海外のプラントの技術の上に、わが国の実情に合うよう、さらに安全技術の開発を行えば、十分安全性が得られると考える次第であります。

わが国では、原子力委員会が昭和47年6月の原子力開発利用長期計画において、「将来の再処理施設の建設・運転を民間企業で行なうことを期待する」と述べております。しかしながら、一方においては、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」すなわち略称、原子炉等規制法の第44条に、「動力炉・核燃料開発事業団以外の者は、再処理の事業を行なってはならない。」と、明記されているのであります。

したがって、前述の原子力委員会の長期計画にそって民間が再処理事業を行なうためには、この法律の改正が何よりも先ず必要であります。私共、民間としては、本法改正の方針が、政府において決定されれば、株式会社等、民間機関で事業を行なうという政府の期待に答えうるものと考えます。

ただ、この再処理事業はわが国エネルギー確保のために必要欠くべからざる国家的大事業でありますから、わが国として総力をあげて事業の推進に当らねばなりません。

したがって、政府、民間両面で早急の方針を決定し、この大事業を完遂するための施策を講ずることが必要であります。これらについては、後程、改めて述べたいと存じます。

わが国における再処理サービスの確保対策としては、自主的再処理事業の確立が中心となるべきものでありますが、すでに申し上げた通り、わが国では1978年頃から1984年頃までの端境期がありますので、この間の対策として海外の事業者に再処理を頼まざるを得ません。

本年1月、欧米に調査団を派遣した主目的の一つは、こうした海外事業者との協力、提携関係について、先方の意向を打診することでありました。相手先としては、(1)欧州では英国のBNFL、フランスのCEA及び西独のKWAの3社が出資して創立したユナイテッド・リプロセサーズ社(URG)、ならびに(2)米国ではゼネラル・エレクトリック社、同じくアライド・ガルフ・ニュークリア・サービス社などがあります。

調査団の調査結果によりますと、米国の事業者、ヨーロッパの事業者とも日本の使用済燃料の再処理を引受けることに非常な熱意を示しております。

ただし、米国の場合、日本からの投資あるいは融資を望んでおります。

また調査団は、欧米の事業者ばかりでなく、政府機関等をも訪問しておりますが、「現行の政府の規制にもとづいて、日本の使用済燃料の受入れは可能である。」との調査結果を得ております。

前述のように、各事業者はわが国からの委託の有無によりそれぞれの設備計画の規模と時期とを変える必要があるとしており、日本の回答ができるだけ早くなされることを期待しております。したがって、われわれは委託先の決定等を早期に行なう必要があるわけであります。

4. 対策を推進するための体制

以上述べてきた諸対策を推進するにあたっては、先ず、その推進機関が必要であります。

初めに、第二再処理プラントについて申し上げますと、前述のように原子炉等規制法の改正を前提として、これを民間事業で行なうことが望ましく、そのためには、将来、株式会社等の責任ある機関が必要にならうと

考えます。しかし、当面は第二再処理プラントのための立地調査、フーズビリティ・スタディ等を行なわなければなりませんので、まずこれらの調査を行なうため何らかその前身的な役割をする機関が必要であると考えます。

次に、海外への再処理委託についてであります。当面再処理施設に余力のあるヨーロッパに委託する場合は電力各社が直接契約することで支障がないものと考えます。

さらに、米国等、新たに工場を新增設する会社に委託する場合は、相手方により相当額の投融資を要請されることもあり得ますし、また、相当の長期委託、かつ、先行手配となることでもありますので、国内対応機関が必要になるのではないかと考えられます。

ただ、この投融資については、米国の原子力法、独占禁止法等に関連する問題点があるかも知れないので、これを事前に調査しなければなりません。

いずれにいたしましても、これらの機関については、早急に具体的検討を要するものと存じます。

5. 今後の課題

前述のように、再処理事業はわが国エネルギー確保のために不可欠の国家的大事業であり、立地・環境問題、放射性廃棄物の処理・処分問題、巨額な資金調達等、多くの問題を抱えている事業であります。したがって、たとえこれを民間で行なう場合でも、政府の協力、援助なしには成功を期し難いものであります。

政府に対する主な要望事項について、いくつかの例を申し上げたいと存じます。

その第一は、原子炉等規制法の早期改正を進め、民間において再処理事業を行ない得るようにすることです。

第二に、再処理プラントの放射性廃棄物の処理技術の研究・開発については、現在、動熱事業団および日本原子力研究所で進めておりますが、これをさらに積極的に促進していただくよう切望します。

第三は、国が放射性廃棄物の処分を行なう責任体制を早期に確立することです。

今回の欧米調査団の報告にもあるとおり、欧米では政府機関が放射性廃棄物の最終的な管理・処分を行なう体制で、種々の方法を検討し開発を進めております。

わが国のように、原子力開発の必要性が強い国においてはこれらの整備がとくに緊要であります。

第四に、再処理プラントの立地調査と、その確保について地元の協力が得られるよう、地帯整備、普及活動等の面で国が助成、協力されるよう希望いたします。

第五は、第二プラントの建設資金ならびに海外再処理委託に関連して、投融資が必要となる場合には、その資金の融資等、国の助成措置を希望いたします。

その理由は、欧米における再処理工場建設の例に見るごとく、巨額の資金と長期間の金利を要するからであります。

わが国がエネルギー危機に直面している折柄、原子力開発のため再処理事業の早期実現に向って、われわれは最大限の努力をつくしたいと考えております。どうか、皆様の国民的な支援を賜りますよう、心からお願いする次第でございます。

セッションー 5 これからの原子力開発政策

議長 岡村和夫氏（NHK解説委員）

〔各党国会議員によるシンポジウム〕 — 原子力開発政策への提言 —

シンポジウム・メンバー

伊藤 宗一郎 氏（衆議院議員，自由民主党政務調査会科学
技術部会長）

石野 久男 氏（衆議院議員，日本社会党基本政策委員会
科学技術委員長）

瀬崎 博義 氏（衆議院議員，日本共産党中央委員会科学
技術部副部長）

近江 已記夫 氏（衆議院議員，公明党政策審議会商工部会
長）

内海 清 氏（衆議院議員，民社党代議士会長）

これからの原子力開発政策

〔各党国会議員によるシンポジウム〕

原子力開発政策への提言

〔司会〕 このセッションは、各方面の非常に強い要望がありまして、また、各政党の特別なご理解、ご協力によりまして、党を代表する国会議員の先生方5党の代表者の方々がおそろいいただきました。題しまして「原子力開発政策への提言」のシンポジウムです。

議長をつとめていただきますNHKの解説委員岡村和夫さんにつきましては、毎週のテレビでおなじみの方で申し上げる必要もございませんが、岡村さんは、かつて原産が新聞協会と協力いたしまして編成、派遣をいたしました調査団にも参加をされ、欧米各国の実情にも詳しく、また、その後も原子力の諸問題について非常に研究をされておられる方です。このシンポジウムの議長としてまことにふさわしい方であると確信をいたしております。よろしく願いいたします。

〔議長〕 エネルギー危機の中の原子力開発という基調テーマで開かれております、第7回の原産年次大会の最後のセッションの議長をつとめるわけですが、ただいま、結婚式の仲人みたいなまことに過分なご紹介がございまして、造詣とか何とか言われますと面はゆいのですけれども、全くのど素人でございます。素人が専門の方に、色々と伺うのも意義があろうと思って、厚かましく引き受けた次第でございます。

本日は、非常に国会がご多忙中のところを各政党の議員の方にお集まりをいただきまして、どうもありがとうございました。まず討論に入ります前にご出席の方をご紹介申し上げますと、いずれも衆議院議員の方でございますけれども、私の隣から自由民主党政務調査会の科学技術部会長の伊藤宗一郎さんでございます。次が日本社会党基本政策委員会科学技術委員長の石野久男さんでございます。次が日本共産党中央委員会科学技術部副部長の瀬崎博義さんでございます。その次の方が公明党政務審議会の商工部会長の近江巳記夫さんでございます。一番左端の方が、実は本日民社党からは内海清さんの予定でございましたけれども、急病のためにかわれまして、民社党のエネルギー対策委員長の玉置一徳さんでございます。それに、本日は5党の方を中心に討論をさせていただくのでございますけれども、ゲストとしまして私の右隣に原子力委員会の委員長代理の井上五郎さんもお出席されております。

各党の討論に入ります前に、原子力開発政策についての、各政党のご見解を伺いたいと思っております。これも時間が限られておりますので、私のほうから各党の代表の方に、実は三つの設問をいたしております。それは第1に、昨今のエネルギー事情を踏まえての原子力の役割りというものをどうお考えになるのか。第2に、わが国において、原子力開発を進める上の問題点は何であるのか。第3に、わが党の原子力政策は一体どういうものであるのか。こういう三つの設問につきまして、それぞれ1時間、2時間かかるテーマでしようけれども、これを三つ全部まとめて、一つの政党8分間をお願いをしているわけです。

それでは、自由民主党の伊藤さんからどうぞお願いします。

〔伊藤〕 いま議長の岡村さんからお話の、昨今のエネルギー危機は、一部では作られたエネルギー危機だというような見方もあるようですけれども、我々は、わが国が従来のように、エネルギー供給の大半を石油に依存するようなエネルギー構造をそのまま放置していくなれば、近い将来には、昨今体験したより以上のエネルギー危機に直面するはずである、というような見方を持っております。

その理由は、世界的な油田の開発のテンポが、需要の増加のテンポに比べまして、総体的に鈍化の傾向にあること。また、先進国のエネルギー構造が、ここ当分の間に石油中心でいくという情勢。また、アメリカの石油輸入量の増加のために、国際的な石油市場のマーケットの逼迫が予想されておること。また今回のことにも著しく出ましたように、OPECなどの産油国の勢力がきわめて強まっていることなどが、その見方の理由でございます。従って、我々は今回の体験によって、今後のわが国のエネルギー問題に対する対策を考える意味で、さらに事が重大になる前に、今こそその予防措置をとることができる、いわば古い言葉ではありますが「災いを転じて福となす」にはきわめて適切な時期であると、我々は今回の危機を評価しておるわけです。さらに今後国民生活の向上、また、経済活動のこれからの隆盛とエネルギー需要の増加とは、当然のことですけ

れども、密接に関係しているわけであり、わが国が今後とも国民生活の向上をはかり、経済活動を一定規模で拡大していくためには、必然的にエネルギー需要も増大していくのであります。このような状況のもとに、今日の状態のままに石油を今後のエネルギー供給の中心に置いておくということは、わが国にとって極めて大きな危険を担っているという事にもなりかねません。

従って、我々は後代の国民のために、また、後代の経済のためにも、この際エネルギーの節約、さらに代替エネルギー源の開発を考えていかなければならないわけです。省エネルギーの問題は、長期的な対策の一つですけれども、その効果が具体的に現われて来るまでには、まだまだ時間がかかります。従って、どうしても代替エネルギー源の開発が急務中の急務であると考えております。代替エネルギーの開発につきましては色々ございますけれども、当面、安全かつ低コストで早期に利用が可能なものといえば原子力以外にないことは、すでに常識です。

しかし、原子力には当然のことながら放射線の問題を避けて通るわけには参りません。しかし、この問題も長年にわたる研究者各位のご努力によって、大幅に解明をされておりますし、また、政府当局の厳重な監督のもとに各種の対策も講じられておまして、我々としては特段の懸念には及ばないものと確信を持っております。特にこの際強調を申し上げたいことは、原子力エネルギーの利用は、いわゆるテクノロジー・アセスメント、そういうようなことで、他の技術に格段と先行して安全の対策を同時に講じながら行なわれているというのが特徴です。ご案内のとおり原子力は核燃料の輸送、備蓄が容易なこと、あるいは環境安全性が優れているということなどの利点が多くて、現在の石油に替るべきエネルギー源であると、我々はさらに確信を深めております。また、原子力利用は発電が現在は中心となっておりますけれども、さらには船舶用の動力源、工場のプロセス用の熱源、地域暖房用の熱源としての利用も、これからの強力を展開が期待をされておりますし、エネルギー供給における原子力の役割りは、今後ますます高まるものと考えております。このような観点から、我々はこれからの原子力開発を、今までよりもいっそう強力で推進していくことが国民的な課題であるとともに、現代の政治に課されております最大の課題であると思っております。

従って、原子力開発をさらに進めていくわけですけれども、そのことについての問題点はすでに各地で現れておりますように、発電所立地住民の原子力開発に対する理解と協力をいかに得ていくか、ということにあると思っております。この問題は先刻も触れましたけれども、もちろん安全環境問題と切り離して考えることのできない問題として、さらには、多分に社会的な心理的な要因も大きく作用しているわけです。言うなれば、原子力開発利用の具体的な現れとして、原子力施設の建設が行なわれますと、周辺に有形無形の影響を及ぼすと考えられておりますけれども、この影響について周辺の住民に対しての心配、あるいは不安が当然出てくる訳で、そのことについてのこれからの我々の対処の仕方が、大きな問題になると思っております。大きくは、エネルギー供給の中で原子力の果たす重要な役割りについての国民的理解、国民的な協力をいただくための我々の努力、あるいは説明が非常に不足をしておったということ。また、原子力発電所の設置によって、地元には何もメリットらしいものが無かったことなどが、これらの問題を困難にしておったわけでございます。

さらに長期的に見ますと、核燃料の安定的な確保を今後いかに図っていくかということが、極めて大事な問題になっております。ご案内のとおり、わが国にはウラン資源は全くありません。海外に依存をしているわけです。したがって、その対処策としては濃縮ウランの国産化、また、その資源を1国だけに依存するということがなしに、多角的に確保をはかっていくということ。また、国内の再処理を含めました核燃料サイクルを一日も早く確立することが必要です。

こういうような考え方で、わが党は、これから人類の第3の火としての原子力の平和利用開発を進めていくわけですけれども、先ほども触れました地元に対する対策を、当面、緊急に法律面、予算面に対処をする案をこの国会に提出をしようとしております。また、先ほども触れましたウラン核燃料資源の多面的な確保ということも、外交の問題と合わせて対処をして参りたいと思っております。すでに原子力の問題につきましては、1昨年および去年1年少しも進んでいないということがありますので、そういう問題も頭に入れながら緊急に進めて参りたいと思っております。もちろんその根本は、安全対策の総合的な強化でありました。このことは、ことしの予算の面におきましても、格段と強化体制をとったつもりです。また先ほども触れましたように、地元対策としては、発電税を創設いたしまして、それを地元へ還元をするという案をこの国会に出してあるわけです。

また炉全体につきましても、新型動力炉の開発、或いはまた、できれば核融合開発ということまでも目ざしながら、一日も早く安全な原子力政策が樹立されるように、さらに努力を続けてまいりたいと思っております。

〔議長〕 どうも有難うございました。たいへん多岐にわたる問題で、8分という時間はかなり過酷だろうと思うのですけれども、なるべくその範囲内でお願いしたいと思います。

それでは社会党の石野さん。

〔石野〕 与えられた三つの問題点につきまして、エネルギーを中心としてでございますので、まず最初に党の科学技術政策の中にエネルギーに関する考え方、それから原子力平和利用について、明確な方針、政策が決定されておりますので、先にそれを申し述べて皆さんにひとつ色々ご批判をいただこうと思っております。

科学技術が人類のために十分活用されることをわれわれは念願しておりますが、昨今、資本の利潤追求の手段としてでしかないように見られる面があり、人類の幸福と発展のためどころか、たとえばPCBだとか、水銀だとか、放射能等による公害が勤労国民の健康を犠牲にして、生活をますます不安定にしている現実から、科学技術が国民の幸福と安全と生活向上に活用される社会の実現を展望して、エネルギーの開発は何よりもまず、無公害エネルギーとして開発されなければならない。こういう考え方を持っております。石炭のガス化とか、脱硫による利用、あるいは太陽熱の有効利用、無公害エネルギーの活用の技術開発等を図っていきたい。メジャーとわが国の石油関係資本によって、石油の危機感が煽られた。いま自民党さんからは、それに対して若干の見解の違いが述べられましたけれども、そういうような情勢のもとで、わが国では原子力発電が理屈抜きに、「これこそが代替エネルギーである」という風に言われており、田中総理は昨年暮れには「住民の反対があっても、原子力発電所の建設を進めるように」という指示までも出しておりますが、これに対しては我々は問題があると思っております。原子力発電については、昨年来皆さんもすでにご承知のように、わが国においては色々な事故の続発、或いはまた、放射性廃棄物の処分等について問題が出ましている。そうははっきりしましたように、今日の軽水炉発電炉というのは、安全性をいっそう確立するための実験、研究を積み重ねなければならない段階であって、営業用の実用炉として建設して良い段階ではないという党の見解を持っております。

わが党は、エネルギーに対する原子力開発についての政策のまず第1に、石油危機だから原子力だというような、いわゆる企業サイド、あるいは資本家本位の考え方ではなくて、国民のためのエネルギー確保という観点で考えることを大前提にしまして、第2番目に、原子力の平和利用の3原則“自主、民主、公開”の立場から核武装に利用されないことを第2番目に要求します。第3番目には、この原子力に関しましての資料、これは必ず公開の原則に則ってもらうこと。第4には住民の意思を尊重する。第5には、原子力研究所がありますが、この研究所は原子力の安全のための基礎研究体制を保障されるように確立されなければいけない。第6番目には、安全のための実験、研究の成果の上に立って、①再処理工場や原発からは放射能を絶対に外に出さないように、②事故防止に十分の安全装置をするように、③放射性廃棄物の安全な最終的処理の確立をすること、④廃炉の安全な処理方法が確立されなければいけないこと。⑤労働者が被曝しないで作業のできる作業体制を確立する、⑥温排水の無公害化をはかる。以上のような条件が確立しない間は、原子力発電所や再処理工場の建設、運転については、これをやはり研究段階、実験段階というふうに見るべきである、こういうように考えております。原子力発電炉は、あらゆる面で安全性の確立が保障されれば、エネルギーの確保の上ではすぐれて効率のあるということは、私どもよく解っておりますが、しかし、炉の安全性を信頼できない現状から、放射能が大気中にもあるいは海水、河水の中にもたれ流しであるというような現実からいたしまして、安易に石油に代わる代替燃料だというような考え方には賛成しかねるのであります。

昨年の本大会に参加したアメリカのAECの委員でありますW.O. ダブ氏は、講演の中で原子力産業会議の皆さんに、積極的な推進の意欲を盛り上げるようなお話をされました。しかしその中に「日本は、わが国に比べて小さい国であり、高人口密度のために原子力発電所の敷地選定に対し、少し異なった態度を必要とします」ということを言っております。これは、日本の原子力発電における問題点を非常に巧みに指摘していると私は思うのです。“原爆による放射能被害を経験している日本人”という観点をこの点に合わせ考えましたときに「少し異なった態度を必要とする」どころではなくて、大いに異なった態度が原子力開発に見られなければならないのだと私たちは思っております。原子力の爆発によって拡散する放射能は、水俣病の比ではありません。

広島や長崎の同胞のみじめな被害、福竜丸で実証されたような放射能というものは、生体的影響だけではなく、遺伝的影響があるという立場で、ICRPは、あらゆる放射能の照射は、白血病やその他の悪害を含め生体に影響をもたらす、また、遺伝にも害を与えるという慎重な仮定に基づいて、被曝線量を制限する勧告をしているのですから、ひとたび事故を起こしたら取り返しがつかないのが原子力事故だということを真剣に考えなければいけないと思っております。

私どもは、今日のエネルギー危機に際しまして、先ほども申しましたように、これが教えられる最大の点というのは、みずから自主的に原子力を持っていない場合の哀れな国または社会、あるいは産業体制の姿というものを真剣に考え直さなくてはならない。エネルギーにおけるところの自主的な確保体制というものを真剣に考えなければいけない、こういうふうに思っております。

原子力における期待というのは、私たちもそれなりの理解はしておりますけれども、しかし皆さんご承知のように、例えば、昨年、関西電力の美浜発電所における、いわゆる熱交換器における細管の事故、八千数百本のうち2,009本をめぐら栓閉じ工事をしなければならなかったという中で、34万kWの設計能力を持っているものが、20万kW以内での発電操作しかできないという現状。また近くは、美浜の発電炉におきますような、いわゆる燃料棒の接触事故があり、これは取り換え作業を行っておりますけれども、その原因はいまだに究明されていないのが実情であります。近くまた、再処理工場の具体的な稼働に入ろうとしておりますけれども、しかし、再処理工場から出るクリプトン85あるいはまたトリチウム等に対する処置方法について何ら手だてはされていないのであります。放射能におけるいわゆる低線量の被曝がどんなにわれわれの社会的生活、あるいは人類の平和的生活、健康上の保持に与える影響を持っているかということ私たちは考えました場合に、原子力の安全性を無視してこれを徒らに開発することは、今日の課題では一つの目的を果たせるかもしれませんが、将来にわたって非常に大きな危惧を残す。やはりわが国の国民の将来に対してとるべき策ではない、という風に私たちは考えているところでございます。私たちはそういう観点から、今日、エネルギーが石油の問題で非常に危機的状況をもたらしておるということを理解しつつも、わが国におけるエネルギーの自主的開発の問題をまず取り上げ、原子力については期待しつつも、まだ多くの人々の理解と信頼を得ることはできませんから、そういう点での配慮をしていくべきであろうと考えているわけです。そういう立場から、例えば、原発が今日、それぞれの住民の間における色々な抵抗等を受けておりますことについて、やはり政府並びに関係の方々、地元住民に対する十分な理解を得られるような対策をしなければいけないだろうと思っております。

最後に、私どもは原子力には期待しながらも、今はまだ、実用的な炉ということはなかなか見られない。従って、慎重な態度をとっていくべきである、こういうように考えておるのです。エネルギーについては、自主的な立場から、例えば、水力の問題でありますとか、地熱の問題でありますとか、そういう問題も併せ考え、いま原子力に投入している国の予算的な措置、或いは企業が投入している努力を、こういう点に注ぎながら、原子力については安全な方向での開発をされるようにという期待を持っていることを申し上げて私の意見といたします。

〔議長〕 ありがとうございます。

共産党の瀬崎さん、先ほどの三つの設問にお答えいただきたいと思っております。

〔瀬崎〕 私ども共産党は、原子力の利用については、原子力3原則「自主、民主、公開」の原則にのっとり、平和の目的に限り、安全で放射能公害を出さないように進めるべきであると考えております。ところが政府の原子力行政なるものは、何と申しますか、電力会社の原子力発電所建設計画の、いわば“露払い”の役目を果たしているとしか言いようがないと思うのであります。はからずもこのことを明るみに引き出したのが、今日では広く皆さん方に知られております、本来ならば権威ある分析研究機関であったはずの日本分析化学研究所における放射能の測定データのでっち上げといいますが、ねつ造の事件であります。このねつ造されました原子力潜水艦の測定データについて、責任官庁である筈の科学技術庁が、チェックといいますが、点検らしい点検を何らしていなかったことが今日明らかになりまして、国民等しく驚いているところであります。同じようなことが、原子力発電所の環境放射能の監視・測定においても、やはり原子力委員会も科学技術庁も、点検らしい点検を行っていないということが今日明らかになってきているのであります。このような原子力委員

会や科学技術庁が、まじめに国民のことを考えて原子力問題を検討してくれているとは、とうてい私どもには考えられないことなのであります。このことについては、政治的立場の如何に拘らず、それはもう国民が政府の原子力行政に不信を投げかける事実となって現れてきていると思うのです。しかも、前政務次官でもいらっしやいました自民党の伊藤さんが、先ほどは「政府の嚴重な監督のもとにあるから、大丈夫なんだ」と、なおこうおっしゃっているわけでありまして。こういう政府の監督をもって嚴重だと言われるならば、なおさらこれは怖ろしい話だと、私は思うわけでありまして。

国民としては、そのような信頼のおけぬ政府、原子力委員会に原子力発電所の重大な安全審査などは、お任せできない、このように言っているのだと思います。残ながらこの点では、かねてからのわが党などの指摘の正しさが、現実の結果で証明されたのだと思います。これが政府の原子力行政の問題点の一つであります。

次に、放射能公害の特殊性について、どれだけ十分な注意が払われているかどうかという問題です。目にも見えない、匂いもない放射能は、微量でも人間の子々孫々に遺伝的な悪影響を及ぼすのではないかと。また、人間と関り合いの深い生物にも、将来悪い否定的な結果をもたらすのではないかと。これが専門家の多くの方々の指摘であります。私ども共産党は放射能のゼロリリースと申しますか、周辺環境に対しては、放射性の廃棄物は出さないということが大前提でなければならぬと考えております。これこそ国民の命と健康を守る立場からいえば、当然だと思っております。万が一、原子炉の事故がありましたときでも、なお放射能が環境に漏れないような技術水準の確立、安全性の基本はここにあります。すでに一般公害では、一定の科学的な検討も加えられながら、総量規制の方向へと進んでいることはご承知のとおりです。ところが、より質的に違った高い危険性を持つ環境放射能については、この点が曖昧にしか規制されていないのであります。この点をやはり科学者や多くの人々が指摘をしております。

放射性廃棄物の捨て場さえ技術的には確立しておりません。石炭の燃えがらのように、使用済み核燃料をそこらに捨てるわけにはいかないものであります。その再処理技術も、現在開発の過程であります。いわんや、使い終わった原子炉の始末につきましては、技術的検討の対象にすらなっておりません。原子力発電所の技術開発は、これら全体を解決してこそ実用の域に達したといえるのであり、原子力発電所の安全性とは、これらを総合的に検討してはじめて答えの出る問題だと、私たちは思っております。放射性廃棄物の捨て場さえ見つかっていない技術、そしてアメリカから導入されてきた軽水炉を、政府は「実用炉だ。実証炉だ」と主張なさる訳でありますから、これは常軌を逸していると思うのです。

三つ目の問題は、原子エネルギーは、当面、電力をつくり出すエネルギー源として論じられているわけがあります。従って、原子エネルギーの開発利用という問題は、どういうエネルギーで電力をつくり出し、確保するのかという問題に帰着するわけです。ここであって私どもの党の批判や良識の批判を就って、石炭産業をつぶし石油に依存してきた政府の施策のために、今日のエネルギー問題が極めて深刻にあらわれた教訓が学び取られなければならないと思うのですが、その教訓に学ぶなら、石油の次は原子力だという単純な機械的な発想こそ、危険千万だと思っております。作られた石油危機利用の便乗値上げならぬ便乗原子力発電所推進、これこそいま一度、頭を冷やして考えなければならない問題であり、まさに、今がその時ではなからうかと思っております。つまり、エネルギー政策全体の検討と合わせて、原子力政策もまた再検討が必要なのだということでもあります。私たち共産党は、ですから、現在政府がつくっております、将来の建設計画も含めて、原子力政策全体に再検討を加える必要がある、こう主張しておりますし、これこそ道理にかなった、いわば常識的な立場ではないかと考えている次第でございます。

〔議長〕 ありがとうございます。

では、公明党の近江さんどうぞお願いします。

〔近江〕 まず初めに、昨今のエネルギー問題を踏まえて、原子力の役割りについてどう考えるかという問題でございますが、エネルギー問題というものは、これは国家経済の基盤でありまた骨格であります。従いまして、単なるエネルギーコストの比較あるいは経済性の上からだけではなく、政治的、経済的、あるいは外交等の諸関係、あるいは環境問題をはじめ、その他種々の総合的な次元から考えることが必要であると思っております。

この点からいきますと、わが国のエネルギー政策というものは、従来、ともすれば経済的な視点に偏重したものであったという反省は、私は当然生まれてくるのではないかと、このように思うわけですが、問題は、こうし

た総合的なエネルギー政策の立案についての論議が十分に尽くされないままに、また国民的なコンセンサスが不十分なまま、一部財界あるいは政府関係筋に、このエネルギー危機という時期に、この際原子力を急速に進めようという動きがある、こういうことに非常に不安を覚えるわけです。総合エネルギーという立場からいきますと、水力発電の見直しであるとか、今後地熱発電の開発であるとか、或いは石炭のガス化の問題であるとか等々を考えていかなければならない訳ですが、そういう中で、石油のあとを次ぐ主要なエネルギー源の一つであるということは、私どもも考えておるわけです。しかし、あくまでも総合的なエネルギー政策を踏まえつつ原子力の役割、位置づけというものを問題にしていかなければならないと、このように考えております。

そこで、問題点でありますけれども、特に大きな問題としましては、環境問題を含めた安全性の問題があげられると思うのであります。安全性につきましては、原子炉自体のメカニカルな事故、故障が続発をいたしておることはご承知のとおりであります。大事故の危険性は依然として去っておらない訳であります。また、環境中へ放出される放射能、あるいは温排水等の影響について、長期的なデータが全く不足をいたしております。また、調査自体も非常に不十分でありますし、技術的にも満足すべき状態でないということも強く指摘できると思います。さらに放射性廃棄物の処理について、未だ明確な方法が確立されておらないわけでありまして、非常に不安が残っております。また、原発の過度の集中についての総合的な検討が非常に不十分であります。それから、さらに燃料等の問題にいたしましても、原発のそういう開発が進んでも、エネルギーの外国依存は今後も続くわけでありまして、その点、安定供給という点につきまして心配がないかどうかということでもあります。

それから開発体制の問題にいたしましても、政府におきましては、原発の安全性についての取り組みの姿勢が非常に弱いわけでありまして、原子力委員会にいたしましても、むしろ推進の立場のような感さえ見られたわけでありまして、もっと安全性というものについてシビアな取り組みが必要ではないか、このように思います。

そこで、わが党の原子力の政策でございますが、私どもとしましては政策集を出しております、ここにございますけれども、詳細はまた、こうした文献で見ていただきたいと思いますが、ポイントを申し上げますと、原子力基本法第2条の精神に基づきまして、原子力開発というものは、平和、民主、自主、公開、国際協力の原則をあくまで厳守していく、このことを根本といたしております。

また、原子力の平和利用の積極的な推進をはかっていくためには、政府の行政機構の整備充実、これを一段と充実しなければならないと考えております。さらに原子力研究機関の充実、あるいは研究技術者の養成、こういう点におきましても、まだまだ遅れておると考えております。さらに国際交流の促進等の問題があげられると思います。

そこで、今後、内外のウラン資源の開発、ウラン濃縮、再処理技術の開発等につきましては研究を進めていく必要があると思います。さらに動力炉の開発に関しましても、増殖炉、転換炉の開発等は、安全性、環境汚染等の問題等、当然、最重視した上において研究を進める必要があると思います。核融合炉の開発も同様であります。

そこで、安全対策として、当面、緊急に行なわなければならない問題といたしまして、①原子炉システム全体の安全性の評価、技術的な信頼性向上のための全面的な見直し及び必要な研究、②核種全般について、人体、生物、環境へ与える影響の研究、③低放射能レベルでの食物連鎖、濃縮、生体系との関係、人体被曝の遺伝的影響等についての研究を推進しなければならないと思います。

さらに、温排水の生体系に対する影響の調査、原子炉設置地域の汚染実態調査、現行基準を根本的に見直すとともに、核種ごとの規制及び総量規制等をさらにチェックしなければならないと思います。住民参加の監視機構を強化、設置して、汚染調査、モニタリング、立ち入り調査の権限を与えるようにしていきたいと思っております。放射性廃棄物の貯蔵、処理の安全性及び方法を早急に確立する必要があると思います。それから、原子力委員会の性格というものは、安全性に最重点を置く方向に改組して、専門事務局を設けて審査能力の向上をはかる必要があろうかと考えます。

こまかい問題は色々ございますが、3点につきまして申し上げました。

〔議長〕 ありがとうございます。

では、最後に民社党の玉置さんどうぞお願いします。

〔玉置〕 専門家の私のほうの科学特別委員会の内海清先生が病気のため、急に私が代って出ましたので、詳しく説明をし得ないかと思いますが、お許しをいただきたいと思います。

そこで、ご案内のとおり、今度の中東戦争に伴います石油の危機、こういう問題を契機にいたしまして、如何にわが国のエネルギー政策が、砂上の楼閣の上に日本の産業の高度成長が成り立っていったかということ国民の前に暴露された訳であります。我々の経済成長が、あまりにも経済的で便利な石油の供給がふんだんにありました時に、ちょうど日本の経済の高度成長が成し遂げられた訳であります。ここで、石油の危機に直面いたしました。たとえ、これから中東のほうから、いかに無制限に供給をしてくれるような条件が出たとしても、価格の点並びに将来の自立という点を考えますと、安易にこれに寄りかかって行くわけには参らぬということが、厳然たる事実として示された訳であります。

こういう点から考えまして、私たちは独自のエネルギー政策を考えなければならない、こういう訳で、いままでの原子力政策が再び見直される時代が来た訳であります。

ご案内の通り、かってイギリスが石炭問題のときに、石炭国会といわれた臨時国会がございました。その時に、ちょうどイギリスの石炭と石油に転換する施策を見にまいりまして、イギリスは第1次産業革命を行なった国でありますけれども、石油の問題ではとうてい打ち勝つことができない。やむを得ず、我々はいまから第3の産業革命に全力を挙げておるんだ。というのは、原子力政策に思い切った金を投入して、世界でアメリカに負けぬほどの施策を展開しておいでになりましたことを見まして、本質的に非常に保守的な国民ですけれども、その根強い底力には、われわれ敬服もし、感銘を受けて帰ってきたのであります。

いろいろ問題点はこれから沢山あると思います。しかしながら、水力にいたしましても約3,000万KW/hぐらいの潜在能力はございますが、まあ500万KWぐらいが直ちにでき得る能力じゃないだろうか。地熱その他のいろんな問題もございますけれども、これにも自のずから限度がある。原子力におきましても、そのもとはずべてこれ外国に頼っておりますけれども、貯蔵性もしくは輸送の範囲等を考えれば、差当り近い将来頼れるのは原子力しかないというのは、大体の日本の有識者の常識だと思います。

そこで、安全性、あるいはその他の保証の問題、あるいはビッグ・サイエンスの開発の問題等々、いろんな問題点はあると思いますが、これはその気になれば皆で出来ることであり、しかも国がその全責任を負う体制を如何に作るかということが差当りの問題であります。財源にいたしましても、たとえば重油関税の毎年入っておりますものを前向きに使うことによって、この問題はある程度、私はしゃくできると思います。

こういう点を考えますと、まだ技術をお浅く、アメリカに依存しなければいかんことも沢山あるだろうと思っておりますけれども、その万全を期しながら、国際的に総ての原子力の先進国と協調しながら、しかもわが国独自の技術を開発するような努力を国を挙げてなさなければならないのじゃないだろうか、かように思っております。

ただ問題は、科学者の中で、未だこれは完全な科学的な安全性を確立してないから、それが確立してからの話であると、こういう議論をなす方もございますけれども、世界各国において、共産圏の中国も、ソビエトも、非常にこれに力を入れておいでになります。完全な将来を待ってものをやるようなことでは、私は日本は、エネルギー政策、従って産業のすべての施策の後塵を拝さなければならない結果を来すのじゃないか。一番問題は、危いからという形でものをやりだしたら、飛行機だって、非常に安全性は高くなっておる筈ですけれども、よく落ちたりして大不幸がございまして。40階建て、50階建ての建物を、地震国の日本に、いまの技術ではまず安全だとしておりますけれども、どこにどんなものが起こってくるかも解らない。安全性の追求は、科学の問題でありまして、我々はその万全を期しながら、しかも常にそのことを行なっていくことによって、安全性をより高めていくというのが科学の問題じゃないだろうか、こう思います。

この間おいでになりましたソビエトの原子力の視察団のモロホフ団長のご発言でございましたが、緊急冷却装置に対する質問につきまして「怖れてはだめなんだ。それを克服するのが人類の英知である」こういうように答弁をされたと聞いております。安全性の問題につきましては、徹底した国の最後の保証と機構とを確立することによりまして、万全を期すと同期に、この問題に真正面から取り組んでいって、日本の産業、従って国民の生活程度の向上のために、エネルギーの供給を将来にわたってなし得るような諸般の方策を講じていく必要があるのではないかと。特にこの際、石油問題で露呈いたしましたように、世界に信頼される外交をどの

ようにして日本が打ち立てていくか。将来の原子力の資源の確保に絶対必要であります。それから、一番大事なことは、国内の原子力に対するコンセンサスをどのようにして求めていくかということに、最後は集約されるのじゃないか。

問題点をあげまして、党の政策のかわりにいたしました。次々の問題点ごとに、そのつどお答えをしていきたいこと、こう思います。

〔議長〕 どうもありがとうございました。

お聞きのように、これで私の三つの設問に対する5党の方の冒頭の意見の陳述を終わった訳でございますけれども、これから三つの設問全体について討論していただきたいと考えております。大体この三つの設問の順番にと思っております。

一番初めの“昨今のエネルギー問題を踏まえての原子力の役割”という点につきまして、いまお聞きのように、自民党の伊藤さん、民社党の玉置さん、このお二人を中心に、この石油危機の中で、安全、低コスト、早くできるのは原子力しかない。玉置さんは「それが有識者の常識である」というようなお言葉も使われた訳ですけれども、社会党、共産党の方からは「石油が駄目なら原子力があるという考え方は危険である」簡単にいえば、そういうようなおまとめでございました。また公明党の近江さんからは「石油に次ぐエネルギー源の一つとは考えるけれども、十分な論議、あるいはコンセンサスの無いままの財界、政府の発想には若干の不安を覚える」と、こういうようなご指摘だったろうと思います。

そこで、尽きるころは安全性とか、開発体制とかという問題になってくると思うのですけれども、原子力の役割りについてということ、ここでもう一度まず議論していただきましょうか。伊藤さん、石油がダメなら、すぐ原子力があるぞというのは危険な発想であるという社会、共産両党の点について簡単にお答えいただけましょうか。

〔伊藤〕 私自身もそういうような表現を先ほど申し上げましたけれども、我々の本来はそういうことではございませんで、すでに原子力発電なり、原子力の歴史は、日本でも短いとはいっても20年にもなる訳でして、その時点から人類の第3の火といいますか、第3のエネルギーとして、ぜひ原子力を推進しようということは、わが党の20年来の政策であって、その間いろいろなことがございまして、他の原子力産業先進国から見れば、きわめて遅々たる歩みしか無いわけです。私の表現も多少そういうことに触れたので、そういうご指摘があったと思いますけれども、我々は今回の石油危機だからそうだということではありませんで、すでにそういう方向を打ち出してあった訳です。たまたま今回の事件があったものですから、いままでの方向をなおひとスピードアップをし、また、そのことについての国民的なコンセンサスなり、ご理解をいただきたい。それが今回、非常に好機であろうと、いうことです。

また、この時期に原子力発電を進めておかなければ、後世の後代の国民に、現時点での我々の責任が問われる時期が来るのではないかと。あの時期において、もっと原子力発電を推進しておいて欲しかったという後世後代からの国民の批判というようなことも、我々は現時点の政治家の使命として受けとめて参りたい。その使命感に基づいて、今回、原子力発電、原子力政策をなおいっそう進めたいということでございます。

〔議長〕 これは野党側からちょっとお触れいただきたいと思いますが、石野さん、自主、民主、公開の3原則とか、あるいは原子力の安全性について、すぐ具体的な議論に入りますけれども、いまの伊藤さんの、いまここで原子力開発をやるのが後世に対する使命感なんだ、簡単にいえばそういうご発言ですが、これについては社会党としてどうお考えになりますでしょうか。

〔石野〕 先ほど申しましたように、原子力の開発ということは、われわれ人類にとって非常に大切なことだと思います。ただ、今日の段階で、原子力の平和利用として原子炉というものがすぐ出てきておりますが、この原子炉について、先ほど申しましたように、まだ実用段階として見るのには危険が多いということをおわれわれ言っている訳です。従って、原子力については、研究開発という問題は非常に大事ですから、積極的にやるということにいささかも私たちは反対をしない。だから、そのことがすぐ原子力発電所をあちらへもこちらへも作ることだと言われている自民党さんの考え方には賛成できないし、また業界の方々も、そういうふうな先走りをして、何かどこへもここへも原子力発電所をつくるのが原子力の開発、あるいは将来の国民に應える道だというこの考え方に私たちは賛成はできません。

もっと実験研究を重ねる。私は、特に業界の方々も非常に多いと思うので、この機会に電力会社や、あるいは電気機器メーカーの方々には言いたいことは、いま原子力の開発という問題を、9電力を原発、電源開発の11社が争って立地を奪い合っている訳ですが、こういうことをすべきじゃないのではないだろうか。もし本当に原子力を国民の将来に考えるならば、この11社はもっと一緒になって、炉の安全性、環境安全の問題に取り組んでいった方が日本の自主開発には近道である。いまのような状態だと、あちらでもこちらでも事故が出て、しかもその事故の解明を自ずからやることは出来ない。こういうことではよくないと思っております。われわれの期待は、原子力について、もっと安全性に対して皆が力を合わせてやるべきだ。政府もそういう指導をすべきだ。特に立地の問題は住民闘争なんかにはぶつかっておりますけれども、この住民闘争に対しては、政府がやはり立地問題について、もっと計画的な立場で指導する必要があると思うんです。そういう観点から、やはり原子力の開発を将来に禍根を残さないようにしていかなければいかんのではないかと思っております。

〔議長〕 この点、各党の方それぞれご意見があるかと思うのですが、きょう非常に多岐にわたるテーマを抱えておりますので、あとの“問題点は何か”という議論の中で、自のずから並行して出るのだろうと思えます。

そこで2番目の“原子力開発にあたっての問題点は何か”という点につきまして、これは共産党の瀬崎さんにちょっと口火を切っていただきたいんですが、先ほどの貴方のご発言の中に、いま日本で実用になっております軽水炉は、実は実用実証炉ではないんだと。そういう安全性の問題について、少し敷衍していただきたいと思うのですが。……

〔瀬崎〕 私どもが先ほど主張いたしましたところは、原子炉、あるいは原子力発電所の安全性の問題には、二つの側面があるということを強調している訳なんです。その一つは、科学的に安全性が立証されていなければならないという問題、また、その努力がなされていなければならないという問題が一つと、もう一つは、社会的な問題として、原子力の安全性を法律とかあるいは政治的な制度の面から保証していく問題、この二つがいずれも完全なものになることによって初めて国民的な信頼も生まれてくるし、そのことが原子力発電所を今後つくって行く上では前提条件になる。ですから、こういうふうな条件を、どういう条件のもとにおいて行なうかを別問題にして、原子力利用が是か非かという単純な論議にはこの問題はならない、こういうことを強調させていただいた訳なんです。

そういう点で、そもそも軽水炉の安全性が立証されているのかいないのか、そういうふうに私が申し上げたのではなくて、問題は、色々の意見が科学者の中から出ている訳であります。現に、日本で運転しているのは、アメリカから導入されました軽水炉が殆どであって、燃料についても加工はアメリカ、また使った燃料の後の始末についても現在開発中、もちろん炉の始末はまだこれから、あるいは低レベルの放射能に汚された廃棄物の処理についても、政府が予算をつけて研究開発中、こういう事実だけは、だれしも認めることなんです。これが全体として評価されなければ、安全性というものは成り立たないんだということ。そういう科学者の指摘や意見がほんとうに政府の行政に取り入れられているのかどうか、原子力委員会の安全審査に反映されているのかどうか、こういう点が問題だ。にもかかわらず、政府の側は、軽水炉は実証炉だ、いや、これはもう実用炉だと主張しているのに問題がある、こう申し上げた訳なんです。

そういうふうな見方からいたしますと、いまのところ自民党の側の方から全然お触れにならない訳であります。すでに天下白日のもとに曝け出されました、つまり、放射能が環境に対して影響があるのかないのか、安全なのかどうか、そういうものをそもそも科学的に論ずる場合の最も基礎になる測定データそのものが、出鱈目ではないかということが指摘されているにも拘らず、そのことについて、当面の責任官庁である科学技術庁、あるいは原子力委員会が、自ずから調査をしているのかどうか知りませんが、今日時点ではなかなか資料が公開されてこない。国会で要求していても、その資料がなかなか我々のところに届けられないという事実があるわけがあります。

また、いま問題になっております東京電力の福島原子力発電所をめぐることで、福島県や、あるいは東京電力が一応自前で環境放射能の測定をやっている訳ですが、これなどを追跡調査いたしますと、東京電力側のおっしゃるような測定方法では、実際、不可能なような測定が行なわれたことにデータではなっている訳なんです。こういうふうな問題についての何らかの科学的な説明が、政府側、あるいは電力会社、あるいは資料を公開している県側から行なわれることなしに、一体何を根拠に安全だと言えるのだろうか。こういう疑問

が当然、私ならずとも国民の側から起こって然るべきなんだ。いま日本の原子力行政というのは、まさにこういう状態にあるんだ、こういうことを私は強く訴えている訳であります。ですから、根本的に日本の原子力行政は、一度ここで再検討されなければならないんだ。その上で改めて、昭和60年、6,000万KWの原子力発電所をやるうといっているが、こういうことが可能な日本の技術水準なのかどうか、また、そういうことが社会にどう影響を与えるのか等々、一度、頭を冷やして考えるべきだろう、こういうふうに申し上げている訳で、決して単純な議論を展開している訳ではないことを改めてお断わりしておきたいと思うのです。

〔議長〕 これは冒頭のお二方の発言の中にも、原子力委員会の体質といいますか、そういう問題についての指摘もございましたし、いままた原子力についての行政が再検討を迫られているということもございましたので、いまここにゲストとしてご出席の原子力委員会の井上さんに、先ほど来の野党側のお二人の方のご指摘と、いまの重ねての共産党の方のご指摘にお答えいただきたいと思います。

〔井上〕 ただいま諸先生方からのお話の中に、原子力行政、なかんずく私ども原子力委員会の立場というものに関連したご発言がありましたので、私どもの考え方をご被露申し上げたいと思います。

冒頭の各党のご意見のご発表を、いま司会の岡村さんがおまとめになりましたように、石油の次に来たるべきものが原子力である。諸々のものはあるであろうけれども、近い将来に実用化し得るものが原子力であるということについては、必ずしもご異論はなかった。ただ、原子力が現段階において十分信頼して実用化し得るだけの安全性が確保されておるか。この点に関しまして、原子力委員会のあり方、あるいは今日の行政のあり方からいって、行政府として十分それを確保して取り組んでおるか。言うなれば、電力会社に密着すると申しますか、開発ということが優先的に考えられておるのではないかといったご懸念があったように考えておりますが、原子力委員会といたしましては、申すまでもなく安全ということを第一優先に考えております。

ただ、いまの制度は、一方において開発の行政面についてのアドバイスをすると同時に、安全面についての取り締まりと申しますか、規制を司さどっておる。言うなれば、二方面の責任を持っておるという点に若干の懸念がおりなのかと思いますし、現に私どもといたしましては、行政府である科学技術庁の原子力局を二つの機能に分けまして、安全部という規制方面を専管する職能を持たせたいと考えております。しかし、それは行政上の問題といたしまして、私どもが安全という問題を最優先に考えておるということは、ここではっきり申し上げておいたほうがいいのだと思います。

そこで、そうではあるけれども、なおかつ不十分ではないかと。ただいま石野先生からお話がありましたが、研究開発について費用を決して惜しむものではない。技術の進歩というものは、申すまでもなく留まることを知らないでありますし、また安全につきましては、昨日も色々この席でご議論が出ましたけれども、絶対ゼロということは、言うべくしてなかなか行なわれないので、究極は確率論である。確率論であるとする、 10^{-6} ならば十分なのか、いやそれでは不十分なのかといったことはやや専門的になりますけれども、要は、より以上の安全を確保する。そういうことのために、今回も予算措置としては在来にも増した大型の予算を組みましたと同時に、この問題については今後ますます国際的な協力によって、安全に対する世界的なコンセンサスを得たいというのが我々の考え方でございますが、しからば、現に行なわれておる軽水炉、あるいはイギリスその他で行なわれておるような炉型は、まだ研究段階のものであって実用段階ではないかといった問題になりますならば、これは色々見方はあるでございますけれども、たとえば、昨年1カ年間に、米国内におきまして5,000万KWの原子力発電機械が注文をされており、これは原子炉というものが今日実用段階に入ったものと、私どもはさよう考えております。

色々ご批判もございまして、また、足らざるところをご指摘願うことは、たいへん私ども、ありがたいしあわせだと思いますけれども、いまご指摘の点につきまして、ただいま原子力委員会の私どもの立場として、以上のように考えております。

〔議長〕 どうも有難うございました。

2番目のテーマの「原子力開発についての問題点は何か」という点につきまして、公明党の近江さん、先ほども一応伺いましたけれども、たとえばいまの自主、民主、公開の3原則、開発体制、あるいは、いろんな安全性という点でございまして、どうお考えになりましたでしょうか。

〔近江〕 私たちも一番心配しておりますのは、やはり安全性という問題に対する疑惑ですね。皆さん専門の方はばかりだと思いますので、事故の例をあげる必要はないと思いますが、美浜の事故にしましても、「小さい」とおっしゃる方もいらっしゃる訳ですが、小さい事故がやはり大事故につながってくるわけです。そういう点におきまして、燃料棒の破損の問題であるとか、そういう事故があまりにも続出しております。また従事する人たちも、本当に素人から見ても、配慮が無いというような事故も起こしております。ですから、やはりそういう管理する人たち自体も、もう少し安全性ということについてはもっと意を払ってもらいたいと思いますし、そういう安全性に対する研究なり推進の問題等、非常にわが国は遅れておると思うのです。

聞くところによりますと、西ドイツあたりは年間200億ぐらいの安全性に対する研究費用をずっとコンスタントに割いてきている訳です。ところが、わが国の場合、今年たしか、やっと100億ぐらいになったと思うのですが、いくら口を酔っぱくしても40億、50億。それで、推進の方はかなりの金を掛けていく。ですから我々は、推進と同時に、それ以上に安全性にウェイトをかけて、安全推進を進めなければいけない。これを口を酔っぱくして言ってきた訳です。

今年は、原子力の予算等も政府は非常につけた訳ですね。それをつけた背景は何かというと、石油危機が到来した、さあ、代るのは原子力だ、それをやっていると反発が出るだろうから、安全性に力を入れるのだ、予算だけ付ければいいと。ところが、現実に原子力研究所等の皆さんの話を聞きましても、そんな金だけを付けて貰ったって研究は進むのじゃないんだ、それじゃ、なぜ日ごろから安全性というものについて、もっと力を入れてくれなかったんだと。研究者の皆さん方であれば、そんなお金だけを付けて研究が進むものであるとは、どなたもお考えにならないと思うのですね。そういうもう本当に目先のことで動いておる。こういう体質自体が非常に私たちは不安に思うわけです。

いま電力会社等も非常に力を入れてやっておられる訳ですが、これをコストで見ますと、1KW当り火力が8円90銭、水力が12円50銭、原子力が4円15銭、地熱発電の場合が4円から3円というようなことを聞いておる訳ですが、こういう採算の上からいっても、これは非常に経済性に採算が合う。こういうことで、そういう経済性という立場からさらに押していこうということですが、やはりもっと安全性を真剣に私は考える必要があると思うのです。

いまの段階では、廃棄物の処置をどうするのか、或いはまた、いま原子力発電所が集中して建っております。ご承知のように若狭湾、あるいは福島、柏崎、1,000万KW、若狭湾はたしか1,600万KWと思います。こうなると、大気中に放出されるだけでも、年間1億Ciにも達する。そうすると、年1人当たり0.5remをはるかにオーバーするという問題も出てくる訳ですね。殆どそういう研究も、調査体制もとらずに、そして集中して建てていく。こういう行き方というのは、非常な放射能障害、環境汚染、あるいは重大事故等を想定していきますと、私は、安易に進めていって良いものではないと思うのですね。そういう点、十分やはり国民のコンセンサスを得ながら、そして安全性にうんと力を入れ、その中で進めていく、そういう態度が必要だと思うのですね。いま非常に押せ押せムードという感じがしますね。

〔議長〕 伊藤さん、いま野党の皆さん方からは、いまやっている原子力開発は開発優先であって、安全性が無視されているんだと。井上さんからは原子力委員会の立場のご発言がございましたけれども、先ほど共産党の瀬崎さんは、冒頭のお話の中で、伊藤さんご自身の「特段の懸念に及ばない」という発言を取り上げまして、「おそろしい」というご指摘もございましたけれども、いまの行政機構の問題、あるいは安全性が無視されているのじゃないかという問題について、与党の政策担当者としてどうお考えになりますか。

〔伊藤〕 安全性のことにつきましては、私たちも全く皆さん同様、ある意味においては政策の責任者でございますから、それ以上に慎重なキメの細かい配慮をしている訳でございますが、そういう時点において分析研の問題が起きたことは、まことに我々としても遺憾千万、申訳ない気持ちでございますが、そういうことと合わせまして、いま原子力委員長の井上さんからも、原子力局の機構の改革等のお話が触れられまして、私たち、それを推進した一人でございます。そういうことをやりましたけれども、いまやっぱり一般の国民に大きな不安があるということは、国といいますから、政府がほんとうに安全性の問題について本腰を入れている、また、最終的には国が責任を負っているんだということについての認識なり、信頼感が無いということですが、ですから、なお、この安全性の確保の技術面研究等について、予算面でも機構面でも大いに進めて参りますけれども、そう

いうことの集積として、国が原子炉なり、原子力発電の安全性については、ほんとうに本腰を入れて責任体制をとっているんだという体制を、百尺竿頭一歩進めて作る必要があるということとを与党の立場から一私自身、実は先日まで政府部内におった訳ですけれども、そういうことを離れまして、もっとやっぱり政府が本腰を入れてやるんだという体制が国民の皆さま方におわかりいただけるような体制を強化すべきだと思います。

その一つの現れとして、今回、不祥事を起こしました分析研の立て直しにつきましては、ひとつ立て直し以上の、国家の信頼感が回復されるような分析研が出来あがるように、いま与党の立場から当局と連絡をとりながら、いま設立をはかっている最中でもございます。言うまでもなしに、安全性の問題は、原子力政策を進める上での本当の要であり、キーポイントでございますから、我々も夢々これを疎かにしている訳ではない。くどいようですけれども、また、その体制がいままで充分でなかったということにつきましては、私も与党の立場から認めざるを得ないと思いますから、その体制が確立するように今後とも努めたいと思っております。

〔議長〕 石野さん、社会党の原子力についての方針を拝見しますと、自主、民主、公開という原子力開発の3原則が大幅に崩れかけていると。先ほどのお話も、その線に沿ってのお話だろうと思うのでございますけれども、大幅に崩れているというのは、ちょっと掻摘まんで言いますと、どういうことを指しておるのでございましょうか。

〔石野〕 端的なことを言いますと、我々は、原子力については我々なりのものを見方を、先ほど申し述べたように持っておりますが、そういうものについて疑義が生ずるのは、資料公開が十分に行なわれていないことから来るのです。たとえば、安全審査の場合でもその資料の要求をする。事故が起きたときにはその資料の要求をする。たとえば、美浜の1号炉のように、燃料棒が曲がっちゃった。なぜ曲がったのかということの原因を究明しないままに、代替のものを入れて作業した場合に、その事故がどういふふうになるだろうかという心配を私たちはいたします。だから、そういう事故はどういふふうに出たかということの資料を欲しいといってもまだ出てきません。事実問題としてすぐ手に触れて検査できませんから、水槽の中で写真で撮ってみるだけで、その認定がなかなか出来ないし、その作業がどういふふうになっているんだということを私たちが心配しましても、それに対して答えが出てこない訳です。大丈夫なんだ、大丈夫なんだというだけなんです。

しかも、いまの段階で、そういう事故が起きたとき、それじゃ、すぐ日本の会社の技術屋さんなり、あるいはまた、科学技術庁が直接そのことに触れて究明できるかということ、そうではないようだ。たとえば、敦賀の1号炉における蒸気発生器の細管の場合なんかでも、おそらくこれはみんなウエスチングハウスのほうへ行っちゃって、こちらは手を触れることは出来なかったのだろうと思いますし、また、その後どういふ解明が行なわれたか知りませんが、我々にはその実態が解ってこない。

だから、こういう意味で、自主、民主、公開の公開などというのは全く皆無なんです。したがって、私たちの疑義というやつは解明されません。実は、そこのところを言っている訳です。安全性については、こういう疑義を解明しなければ、やっぱり住民が不安を持つのは当然だし、住民が不安を持つ以上は立地問題は解決しないのが当然のこととございますから、そのことを先ほど来、強く申し上げておる訳です。

〔議長〕 玉置さん、ちょっとお伺いしますが、冒頭のお話の中に、いま差当り原子力しかないんだという話のあとに、「科学者の中には安全性を確立しなければという議論があるけれども、中ソにだって原子力発電所があるではないか。完全というならば、日本はエネルギーの開発で後塵を拝するであろう」という話がございましたけれども、そうしますと、いま現実には幾つかの原子力の事故といいますが、故障等もあるのでございますけれども、それはいま発電を進めていくには危険じゃないんだというお考えでございましょうか。

〔玉置〕 そういう意味じゃないのです。私は、安全性の追求には徹底しなければいかん。従って、政府並びに原子力委員会の不手際その他がありましたら、これは十分徹底的にそのことは注意をするべきであると。しかしながら、まだこれが世界的に完全に絶対安全というところまで来ていないじゃないかという議論になってしまると、コンセンサスを得るときに非常に後遺症を残すのじゃないだろうか。だから、そのことはすべての科学がずっと長年かかって追求をやるべきである。ただ、いま申しましたように、政府並びに原子力委員会のどこかに安全性の確保について不手際がある時には、このことは皆で追求しなければならぬ。しかしながら、科学が安全性が絶対であるという議論になってしまると、国内コンセンサスを得ることが非常に難しいのではないだろうかということをおし上げたいのです。

〔議長〕 瀬崎さん、いま安全性の議論の口火を切っていただいたのですけれども、いままでのほかの5人の方のご意見、いまの玉置さんのご意見等も織り混ぜて感想を伺いましょうか。

〔瀬崎〕 私どもが、いまの政府の一定の長期的な計画も含めて再検討しなければならないというのは、文字どおり原子力政策の全分野にわたると考える訳なんです。その幾つかの例—これは例ですから、全部を含みませんことをご了解の上で申し上げますと、たとえば、あの分析研の問題が起こる前に、森山長官は、原子力発電所の安全問題に政府は本格的に取り組んだ、総需要抑制の名のもとに他は全部予算を削られているけれども、原子力発電所の安全に関する限りは500億円を追加要求してきたと、大きな見栄を切られている。実際にことし追加されているのが100億なんです、これで一体何が行なわれるのかといいますと、原子力研究所では、大型ホットラボを用いて、軽水炉の燃料の欠陥調査をやるという訳なんです。これはマジックハンドで燃料棒を切断して中を調べるといふような装置なんだそうですが、これは決して、いま新たに必要になった研究ではなくて、当然、前々からやられていなければならない研究がようやく日の目を見たという性質のものです。

それから大型電算機、IBM307だったと思うのですが、これを導入して安全審査でいろいろ計算をしなければならない、その助けにするという訳なんです。決して積極的な意味での安全性を増すための技術開発ではないのです。

それから、動力炉燃料事業団のほうで再処理工場の試運転が迫っていることはご存じの通りであります、これについては、トリチウムとか、クリプトンのような非常に取り除きにくい、きわめて有害な放射能公害の出ることが指摘されておりまして、これは政府も認めた訳であります。前田長官は、運転時にはゼロ放出を目指したいと、こういう正式な発言を在任当時されている訳なんです。確かにその100億の予算の中には、その研究開発費がついております。11億ほど入っているのですが、現地の技術者の方に聞けば、トリチウムについては電解法とか、クリプトンについては深冷分解法とかいうのが、まさにこれから開発しようとする技術なのであって、他のいろんな方法とも比較検討しなければならないし、とてもじゃないが、運転時に間に合う筋合いのものではないし、じゃ、これが開発されたら、後からでもちゃんと取りつけられる性質なんですかといいますと、いまの再処理工場が完成して運転してしまいますと、気ガスの除去装置を新しく取りつけることが困難であるというお話なんです。だから、政治家としての政府のご発言と、実際現地でやられていることとは全く食い違いがある訳なんです。そして、一番大きく予算の焦点の当てられているのは、政府の安全審査の機構の拡充なのです。これは別に技術的な問題とは関係はない訳なんです。つまり、安全部というものを科学技術庁の中に新設する。安全審査に当たる人員を増加させる。特に増え方の著しいのが啓蒙宣伝費、つまりPR費なんです。こういうことを考えますと、今日の国民の不安とかなんとかは、これはどうも宣伝が足りないからだという解釈のもとに予算の追加を行なったのじゃないか。あるいは科学者の指摘によれば、幾らか安全研究に力を入れているようなポーズも必要だから、それで幾つかここに研究課題を挙げたのではないかとまで、穿った見解を言う人もあるぐらいなんです。こういうことが、片一方で、次のエネルギーは原子力しかないんだ、それを進める以外にないんだと言いながら、裏づけになる安全研究の予算というものが、言うならば、極めて貧弱であり、しかも実のあるものでないというふうな矛盾、こういうものがまず再検討され、改善されなければならない。

また、いま伊藤さんは、分析研の問題は国家の信頼感を揺るがしたし、これを立て直さなければならないと言われた。確かにやはり前科学技術庁の政務次官だけあって、そういう面では重大な認識を正しく持っていらっしゃる敬意を表した訳でありますけれども、それならば、政府は直ちに原子力発電所関係の環境放射能の今日までの監視体制、調査結果等々我々の指摘を受けるまでもなく進んでやらなくちゃいけない。

たとえば、政府発行の「原子力発電、その必要性と安全性」というパンフレットには、国は、つまり政府は、電力会社に原子力発電所の周辺の色々なもののモニタリングを義務づけ、その結果を報告させることにしています、その上、このモニタリングが正しく行なわれているかどうかについても監督していますと、こうなっているのです。これが国民に多数配られているパンフレットなんです。国会で私どもがお尋ねしたときにも「ちゃんと県なり電力会社から報告をとってチェックしております」こうなつたのですが、先ほど申し上げましたように、現地で調査すれば、測定不可能な測定が可能になっている訳なんです。こういうことには、まだ

政府としてどういう調査を行なわれたか、我々のもとにも報告が来ていない訳であります。

ですから、そういう意味では、それぞれ国家の信頼感にかかわる問題という認識があるならば、こういうふうな点を短期間に、全力を挙げてやっぱり解明される必要があるのではないか。そして同時に、今日、科学者は、たとえば問題になっております東電の福島第2原発、これの安全審査の書類によれば、気体廃棄物の放出率を平均1.7 mCi/Sということにしているが、これでも年間の放出総量に換算すると、数千から数万キュリーになるんだと、こういうふうなことが一体安全なのかどうかという点も指摘されているし、また現在のモニタリングシステムで、はたして1.7 mCi/Sという放出があったとして、検出できるかどうかということも問題なのです。その程度の性能しか無いようなモニタリングの装置しか付いていないのが原子力発電所の周辺の監視体制なんです。そういうこともやはり再検討の課題であると。

さらには、政府の行政に当たっている人の頭も切換えなければいけません。といいますのは、あの分析研究所の問題がわが党の不破議員によって追及されたときにも「あなたは共犯者になりますよ」という予告を受けながらも、前局長などは、たしか5、6回に及んで「ちゃんとチェックはしております。ちゃんと分析研で分析測定は行なわれております」こう繰り返したわけなんです。結果が、何もしてなかったと、こういうことなんです。こういうふうな非科学的な感覚で、最も科学的であるべき原子力行政をやられたのでは、国民はたまったものではない。こういうことも改善しなければならぬ問題である。こういうふうな幾つかの例でございまして、まだ沢山あるのですが、これらは全部、安全性にかかわりのある問題だということを申し上げておきたいと思っております。

〔議長〕 なかなかご指摘が広範でございますけれども、伊藤さん、感想でもけっこうですが、若干のお答えをいただきたいと思っております。

〔伊藤〕 先ほども反省を込めて申し上げました通り、いかに我々が安全性を強調し、また、そのための研究開発を進めておいても、国民全体から見れば、まだまだ不安や不信があることはまぎれもない事実ですから、このことについてのなおいっそうの我々の努力、また、PRについてのご批判を含めたこともありましたけれども、安全についての研究開発の体制をしっかりと、本当に国が全責任を負っているんだという姿を国民に植えつけるための体制を確立するとともに、まずそのためのPRも進めなければなりません。

しかし我々は、そのことによって原子力発電を後退をさせても良いというような考え方にはならない訳で、我々がさらに原子力発電なり、原子力政策を進めなければならぬということは、私たちの基本的な揺るぎない政策でございますので、安全性の問題と平行しながら、ひとつそういうことを進めたいと思っております。まずそのために、輸入の機械が非常に問題でございますから、原子炉等の国産化、あるいはまた、国だけでは頼りないということであるならば、官民合同のしっかりと安全審査体制の機構などもつくるといような具体的なことを進めていきたいと思っております。

〔議長〕 石野さん、簡単にお答えいただいて第3のテーマに入りたいんですけれども、つまりそれは、いま瀬崎さんご指摘になりましたけれども、いまあちこちの原発の周辺の住民の間に起きております反対運動、それは、いわゆる信頼感の欠除とか、PRの不足ということであるのか、もっと基本的に、いまの軽水炉自身は設置すべきではないのか。先ほどもちょっと伺いましたけれども、いかがでございますか。

〔石野〕 私どもは、軽水炉の問題については、まだ実験研究の段階であるという見方をしておりますから、今日の段階で、あちらにもこちらにも数多く設置するということはすべきでない、というふうに考えております。それから先ほど瀬崎さんからいろいろ話がありましたことにつけ加えたいと思っておりますことは、やはり安全性の問題について、日本の国土の問題と周辺地人口の問題、こういう問題を無視して考えられない。たとえば、炉に事故があるとか何かして、それをなるべく完全遮蔽するというのもやりますけれども、それが仮に若干出ても、周辺が砂漠地帯みたいところでやるものと、すぐ棚の外は何万人という人が住んでいるような、そういう人口密度の高い日本での施設の問題とは自のずから違うのだということを、どうしても安全性の問題では考えなければいけない。安全性の問題で大事なものは、炉自体の機構的なものではなくして人間との関係なのだ、ということを実際に考えていただかないとまずい。

したがって、いま伊藤さんからお話があった“PR問題”も大事ですけれども、真実をPRしなければいけない。やはり、開発のためのPRであってはいけないので、安全性のためのPRを真剣にやってもらうことが

一番大事だと、こういうように思っております。

〔議長〕 ありがとうございます。

ここで今後のわが党の原子力開発政策について、一応冒頭、簡単にお飾れいただいたのでございますけれども、そちらのほうに入っていきたいと思えます。伊藤さん初めに伺いますが、私ども素人でよく知りませんが、けれども、1985年、昭和60年にわが国の原子力発電の規模を6,000万ないし7,000万—7,000万という数字も業界の希望としてあるようでございますね。これはいま石油危機の中で考えて、自民党として妥当な数字とお思いでございましょうか。

〔伊藤〕 いま石油危機以後、もう一ぺんエネルギー問題を見直そうということで、それぞれの分野で、科学技術庁は科学技術庁、あるいは通産省は通産省等で見直しているところでございまして、その答申といえます結論を待っているところでございますから、いま、私がここで軽々に数字がどうかということと言えませんが、一応、その目標を達成するのにも容易な情勢ではない訳です。目下のところは、その目標達成のために今まで通りの施策を一つ一つ積み重ねていくということで、今のところわが党は進んでおります。

その一つとして、先ほども触れましたけれども、お金でどうということのご批判を受けるかもしれませんが、発電所立地の市町村は、いわば発電所というものは来てもらうだけで何らメリットがないということが、誘致するときの一つの難点でしたから、今回発電促進税というものを作成いたしまして、1市町村に年間3億円程度の交付金を5年間出す。その周辺の市町村にも、同額の3億円の交付金を出す。また、原子力発電所設置の県は安全審査等のために、ほかの県にはない出費をしておりますから、そういう県にも1億足らずのものでございますけれども、交付金を出してひとつ安全審査のための県段階でのご協力をいただくということで、原子力発電の立地、誘致を進めたいということが、当面、今年度の我々の大きな政策目標であり努力目標であるわけです。

〔議長〕 いまの電源開発促進税の問題は、また、後ほど伺いたいと思うのですが、その前に私が冒頭にお伺いしました昭和60年、6,000万キロあるいは7,000万キロというような原子力発電の規模ですが、野党側どなたでも結構ですけれども、これについてのお考えをちょっとお伺いしたいのでございますけれども…。

〔近江〕 森山長官は、長期計画の全面見直しを命じた訳であります。55年までに3,200万KW、60年6,000万KW、65年までに1億KWとなっておりますが、いままでの経過を見ますと、46年度じゅうに政府の許可を得て着工が決定した原発は、設備能力で523万KW、計画目標が381万KWですから37%上回っておった。47年度には110万KWに下がり、計画目標390万KWのわずか28%、48年現在、原子力委員会に対する電力各社の原発許可申請は一件もない。従って計画目標330万KWに対する着手率は0%。そうしますと、現状のまま推移いたしますと昭和55年に運転可能な原発は合計23基、1,652KW、長期計画の現行目標3,200万KWの半分に過ぎないわけではあります。森山長官がこの見直しを命じたというのは、こういうエネルギー危機ということから、さらに原発にかける期待が非常に大きい。そういうことで、さらにこれを上回るという意味において見直しを命じたのではないかと私は思うわけです。

しかし、先ほどから問題になっておりましたように安全性の問題等をいろいろ考えていきますと、特にわが国の小さな国土の中に、いま計画されておるのはほとんどが100万KWぐらいのものを集中化しておる。そこには、先ほど申し上げたような環境汚染の問題であるとか、事故の問題であるとかさまざまな問題があります。また、世界的にも100万KWクラスというものはそう解明されていないはずですね。それをむしろわが国が卒先してやっけていこうとしておる。そういう意味におきまして、環境あるいは立地条件、地元住民等の感情等も考慮して考えていきますと、政府が意図しておりますような、それをさらに上回るような計画は当然考え直さなければいけないのではないかと。また、従来出しておりました、60年までに6,000万KWという計画自体も、やはりある程度のスローダウンをし、安全性というものに対してもっと力を入れていく必要があるのではないかと、私はこのように考えております。

〔玉置〕 私は、原子力だけではなくに重油発電の問題でも同じことでありまして、すでに通産省の審議会を通じておるもので去年度では1割しか着工できていない。このまま行きますと、石油の問題だけではなくに、立地条件の問題で日本のエネルギー政策が完全に行き詰まっていく。だから、原子力の安全性の問題は可能な限り、原子力委員会並びに政府にさせるように野党ももっていくべきである。同時に、原子力そのものをいかに

して発電するか。私は、その意味では石野先生のおっしゃったように、この狭い国土で分散するよりは、むしろソビエトやアメリカと比べて、いずれにしても分散といっても全般的に見れば集中になっておるかもわかりません。その意味では一番安全性のいい、地域に拡散しないような場所に持って行って、むしろそこで集中的に一つのモデルを作る方がよいのかもわからないし、このことが、各電力会社がそれぞれやるよりは、むしろ集約されたもの、しかも将来それを公社的なものにするか、どうしたら一番安全性が高いか、エネルギーの供給に良いか、これは将来の問題だと思えます。こういうところへ各政党が、ことに革新陣営は将来の先取りをするために、ものを持っていかなければいけないのではないかと。

別に原子力だけではございません。たとえば、鉄道の問題にしろ、運賃値上げの問題にしろ、どこで国民の皆さんの生活程度を下げないで、上げるような方向にもっていきながら、安全性をどう確保するか色々な問題が出てくるのではないかと、こういう感じがしますので、今後、私のほうはひとつ積極的にそういうことを、国内のコンセンサスを得る方向で、みんな国民が一緒になってこの問題の推進に当たっていきたいと思っております。

〔議長〕 端的に伺いますけれども、この前の民社党の総選挙の公約を見ますと「原子力開発の計画を完了する」ところあるのですけれども、そうすると、その後状況の変化もございませうけれども、いまの言われている6,000万キロ程度のもは必要であるというお考えでございませうか。

〔玉置〕 客観的に見て必要であるということでしょうね。

〔議長〕 これもやはり、私どもが承知している、社会党の公表された政策の中では「現在の稼働建設中の軽水炉についても一次停止して再検討すべきである。その他の炉については、これは住民の納得がない限り、計画を全部取りやめる」というご主張でございませう。そうなりますと、当然、大規模な開発というものはスローダウンといえますか、計画は不可能である。さようございませうか。

〔石野〕 その前に、先ほど玉置さんからお話がありましたが、私が各社が競合することをやめて力を合わせなさいと言ったことは、発電所をどんどん作るために、それをすぐ持っていけという意味とは違います。そういう力を合わせることによって、安全性の研究開発のために力を入れなさいと。私どもは、何度も繰り返しますが、原子力が安全性を確保する段階におけるエネルギー供給源としての効果というものを見つめているつもりです。しかし現状は、先ほど来言っているように、安全性の問題に解明をされるべきものは数多くあるにもかかわらず、競いあって各地に炉をつくることは不安だからということなのです。

ただいま岡村さんからお話がありました党の政策は、安全性の確立が一番大切だと。人間尊重ということなくして、エネルギーを確保して誰のためのエネルギーなのだという問題が出てくるわけでございませうから、私たちはエネルギーが企業のためとか、資本のためのエネルギーであってはいけないのだ。国民のためのエネルギーということになって参りますならば、やはり一方においては、当然、エネルギーをどのように確保するかということと、発生エネルギーをどのように使うかという問題にも触れてこないといけないわけですね。従って、電力料金が企業に4分の1から5分の1近くまで安く、そして一般の民間の電力は、1kW当たり4倍もするような値段で配分されているようなことにも触れてこないと、この問題の解決はできないと思っております。

それはさておきまして、原子炉については、安全性の問題が確立することが第一だから、現在建設中のものについても、やはり安全性確立ができるまでは操業をしばしやめてほしい。計画中のものは停めてくれと。何故ならば、安全性という問題は炉それ自体のものではありません。燃料を作るところから、いわゆる廃棄物の処理あるいは使用済み燃料の処理の問題にまで一貫して、それが安全性の確保に役立っているかどうかができなると、いまのような計画でいきますと、いわゆる使用済み燃料の山積みになってしまうでしょう。おそらく東海村にできる1日0.7t処理の再処理工場ではとても間に合いません。あと2~3年したら、使用済み燃料をどうするのだという問題がすぐ出て参りますし、廃棄物の処理はどうするのだという問題が出てくる。

ところが、再処理工場自体が、Krの問題にしましても、或るいはまた、トリチウムの問題にしても全く垂れ流しなのです。安全審査委員会の安全審査を通した答申書によりますと、クリプトン85が1日8,000キュリー、毎日煙突から出てくる訳です。それに対する対策は全然ありません。そして、安全審査委員会は年間を通じて2キロ離れたところの住民には、これは大気中からの被曝だけなのですが、約35ミリレムの被曝がある

ということを言っております。その他たとえば水を飲む、あるいは野菜物を食べる、そうしたもから入るところの被曝量はどのようなものになるか、ということの計算も全然ありません。トリチウムの問題についても、全然そういうものに対する答えがない。

また、再処理工場の排水の問題さえも未だ解決されていないのに5～6月ごろには運転開始だというやり方では、とてもじゃないが国民はこれに安全性を期待することはできませんので、だからこういうものは操業をしてはいけない。こういう考え方です。

〔議長〕 瀬崎さんどうぞ。

〔瀬崎〕 昭和60年度の原子力発電所計画の目標が6,000万kWというのは、そのときの電力需要が確か2億2,000万kWという見込みの中での話だったと思うので、しかもこれが、田中首相が書いたところの「日本列島改造論」の中に出てくる。つまり、300兆円時代を前提にした話ということなんですから、もしも列島改造そのものについて考え直さなければならぬということになれば、この目標自身も当然また考え直す対象になってくるということなのです。私どもは、昭和60年6,000万kWを絶対視することは、今日批判の対象になっている問題なのですから、これはやはり列島改造をやるのだという前提に立っている意味では甚だけしからぬ論法ではないかと思うのです。

そういうことをまず基本的な検討事項としながらエネルギー政策の全体の検討ということになれば、石炭産業の再建、いま国会でも大問題になっております石油確保の方法、メジャー等の批判が出ております。さらには太陽熱利用など新エネルギー問題、核融合反応の問題、こういうものをそれぞれの道の専門家の慎重な検討の上に我々は考える。こういう意味で計画が再検討されて行くなれば、私たちは、何もいま原子力エネルギー一辺倒にならなくても解決の道はある。

ただその間、じゃ運転中の原子力発電所はどうするのか。これは確かに、事故が起こった例もあるし、またその事故のほんとうの原因が解明されていないものもあるのですから、われわれ政治家がかってな主観的な判断でいいとか悪いとかいうのではなしに、原子力発電所の立地に賛成している科学者も批判している科学者も含めた専門家の調査などを至急にやる。そういうふうな結論で運転の中止、その他は考えていく。

当面必要なことは、放射能の監視体制が、まさに杜撰であったことは事実ですから、これを現在の時点で最も科学的な体制に強化する。建設中のものは、そういうふうな再検討の行なわれている間について、これはやはり中止をする必要があろうと私たちは考えるのです。

そして、将来の問題としては、私ども「民主連合政府の綱領提案」の中で申し上げておりますように、そもそも原子力を含めてエネルギー産業を、ただ単に経済性の面からのみ、あるいはただ単に安上がりだという面からのみ民間企業にまかせていくのは、これは本筋はずれている。世界的な趨勢にも反する。従って、公害を出さない自主的なエネルギー確保ということを基本にしながら、細部にわたってはこの政府の参加するであろう各党との合意の上に立って、総合エネルギー公社を設立し、つまり原子力産業を国有化の一環にしていく。こういうことを我々の将来の政策として申し上げておきたいと思っております。

〔議長〕 先ほど伊藤さんからご提案がございまして後回しにするとおっしゃいました「電源開発促進税構想」3億円とか何をかというお話がございましたね。こういうことについて社会党としてはどうお考えでございましょうか。

〔石野〕 私どもは、自民党さんの発想というものは、ほんとうに安全性の問題を、あるいは地元の住民のことを考えてこれをやってくれているのだろうか、という疑義を実は持っているわけです。

従って、昨年出ました、電源整備に対する「地帯整備法」の問題についても意見がありますが、発電所促進税というものが、ただ単に住民が反対するから、それを頭を撫でるのだというような意味の形に移っている事情でございまして、答えを言えば実は反対です。非常に大事なことは、これよりもっとやはり地域住民に本当のことを言ってやってほしい。これのほうは原子力にしても火力にしましても電力を出すためにはよほど早道である、こういうように思っております。

〔議長〕 別な問題でございませけれども、いまちょっと瀬崎さんからも話が出ましたが、たとえば「高速増殖炉、新型転換炉の開発」という問題とあわせて、将来の濃縮ウランの自主開発とか、その調達について伊藤さんに簡単にお考えを伺いたいと思っております。

〔伊藤〕 先ほど触れましたけれども、やはりウランを1国だけに頼らないで多面的に確保をするということ

は、これから我々の努力目標ですし、また、いまお話の濃縮ウランの国産化、全体としての効率的な使用が非常に可能だと言われております新型動力炉の開発、また、再処理を含めました核燃料サイクルの確立などは緊急の課題で、いま石野さんからご指摘を受けましたけれども、我々はそういうことを含めまして、住民に安心感を持って貰えるような原子力政策を進めていきたいと思っております。

〔議長〕 いまの新型転換炉あるいは高速増殖炉、あるいは濃縮ウランの自主開発という問題について、野党側から、これだけは言っておきたい、という方がございましたら、ちょっとお手を上げください。石野さん、どうぞ。

〔石野〕 新型転換炉にしましても、高速増殖炉にいたしましても、設計上の立場からすれば非常に効率のいいものになっていくことはよく解っておるのですが、ただこれを開発オンリーで、安全性の問題と関連性を持たない中でそういうことが進まないように、ということをお願いしたい。

それから、高速増殖炉については特にプルトニウムの問題がございますので、人体的な障害等もございますが、より多くは軍事との関係がありまして、世界がいずれもこれを重視しているところがございますから、高速増殖炉の名を借りて、それがやはり軍事利用の側面に流れないことが非常に大事だと思っております。そういう点は特に国民の関心を注がなければならない点だろうと思っております。

〔議長〕 瀬崎さんどうぞ。

新型転換炉とか高速増殖炉などが、核燃料サイクルの面から見て、現在の軽水炉に比べ遙かに有効な手段である、こういうことだけは確かに一致した意見であります。ですから、そういう面で、多面的に原子炉を研究開発していくという点で、日本における新型炉の開発は、私たちが大いにやるべきだと考えます。もちろんその中には、多目的高温ガス炉なども炉工学的に見るならば、軽水炉よりは理論上安全だというふうな話も聞いておる訳であります。

とにかく、そういうものが研究開発段階は、原子力研究所とか動燃事業団、多少とも公の機関的なところで行なわれるけれども、ほほ経済性に乗ったという段階になると民間電力会社に移されて、ついて回る安全性の問題とか、あるいはあとの処理の問題等々、結局、こういうものが犠牲になっていく、こういうことがありますから、新型炉の開発研究という問題は、技術面の問題だけではなく、どういう体制で行なっていくことが、本当に国民のために役立つのか、ということ常々一方で考えておかなければならない、こういうふうに私たちは考える次第です。

〔議長〕 ありがとうございます。

まだ色々のご意見があると思うのですけれども、これで政党の方のご発言を終わらせて、井上さんいままでの議論をお聞きになりまして、一言感想がございましたらお伺いしたいと思います。

〔井上〕 いろいろ各党の方からご意見を伺いまして、まことにごもっともでございますし、なにか安全の問題について我々もこの上とも考えなければならない。

たとえば、一昨年、24～25億円国家が消費をいたしましたし、今年度、44～45億円であるものを来年度は当初80億円と考えましたのを、ご指摘がありましたように100億円以上にした。しかし、なおかつ不十分ではないかといったご意見がございますと同時に、金だけを付けたのではなかなか研究の実績は上がらないではないかと、こういったご意見もございます。

さような意味で、当初、近江先生からお話がございましたが、原子力の基本的な進め方として「自主、民主、公開であると同時に、これをひいては国際協力にもっていくのだ」という意味で、私も安全に対する自主開発とともに、国際的な協力が必要である。こうした進め方について、今後とも皆さま方のぜひご教示を賜りたいと思うのでありますが、振り返ってみまして、日本で原子力基本法ができたのが、たしか昭和31年であったかと思うのでありますが、当初日本において原子力の平和利用を進めなければならない、という問題が国会で取り上げられました。いろいろご審議があったのでありますが、たとえば、ただいまご指摘がありました「動力炉核燃料開発事業団法」が審議されましたときに、いろいろご意見はございましたけれども、最終的には与野党一致でもって、しかも国会の希望的な附帯決議がついて決議をされておるわけでございます。

さような意味におきまして、今日、日本が非常にエネルギー危機に直面してある。これについてはご指摘がありましたように、在来の石炭政策あるいは原子力推進政策が必ずしも良かったかどうかご議論はございま

うけれども、その議論は議論として、今日のこのエネルギー危機の局面を何らかの意味において解決しなければならぬし、具体的に言うならば、原子力が怖らくは唯一の解決方法ではないかと考えるのであります。さような意味において本日たまたま5党の方々からこうしたご意見を伺ったことは、非常に、得がたい機会であると考えますと同時に、これが不幸にして議論のための議論に終わることなく、かって原子力が国民の世論のもとに、国会の各党の一致したるご見解のもとに推進されたような意味において、挙国体制なんという嫌な言葉を私、使いたくはございません。しかし、こうした話し合いの上において、これがぜひ進むような状態がくるように、ということ原子力委員会の立場としてお願いを申し上げる次第でございます。

〔議長〕 ありがとうございます。

議論半ばで、多くの問題を積み残しにしてまことに残念でございますけれども、お約束の時間を過ぎております。

この辺で、議長に簡単にまとめをというのですけれども、何ぶん素人でございますので、思いつくままに2、3申し上げますと、原子力の役割、非常にこれは、推進ということはあるだろうけれども、野党の方からはやはり安全性の問題、自主、民主、公開の3原則に則ってと、こういうご指摘がございました。

問題点としましては、与野党を通じ、あるいは井上さんのほうも通じまして、何といたっても安全性の問題があるのだと。それから自主、民主、公開、特にいろいろな安全性審査の公開の問題が強調されたことはお聞き取りの通りでございます。

さらに、各党の原子力政策について、昭和60年、1985年、6,000万キロというものをもう一度ここで見直す必要がありはしないか、あるいはまた、現在の軽水炉、運開中のものを含めて、もう一度安全性の審査を、というように発言もあった訳でございます。

不幸にしてと言いますか、或いは初めから予想したとおり、5党間のコンセンサスというのは、安全性が大事だという点においては見られたのでございますけれども、具体論についてはかなり食い違いもございました。しかし、政治の分野で原子力の問題をどう考えているのか、そういう問題点はある程度浮き彫りされたらと思うのでございます。新しく国民的な立場に立って推進していきます日本原子力産業会議の今後の活動に本日の各党のご意見というものが反映していくことを期待いたしまして、非常につたない議長でございましたけれども、これをもって終わりたいと思います。

どうもありがとうございました(拍手)

了