第16回

原産年次大会議事録

期　日　　昭和58年3月23～25日

場　所　　ニッショーホール

日本原子力産業会議

Japan Atomic Industrial Forum

第16回

原産年次大会議事録

期　日　　昭和58年3月23～25日

場　所　　ニッショーホール

日本原子力産業会議 受入 58.8.30 No. 20168

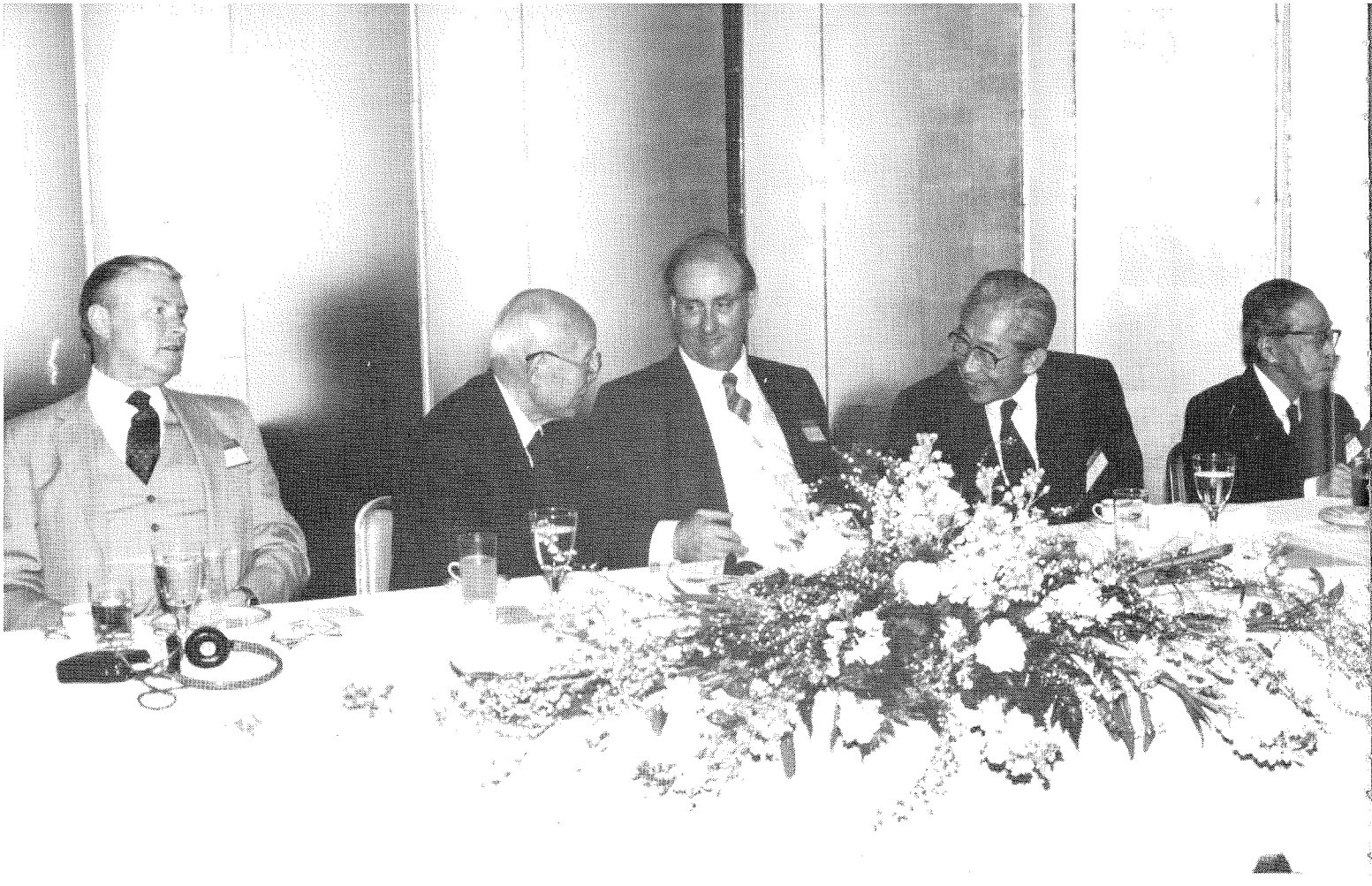
日本原子力産業会議
Japan Atomic Industrial Forum

第 16 回　原産年次大会準備委員会委員名簿

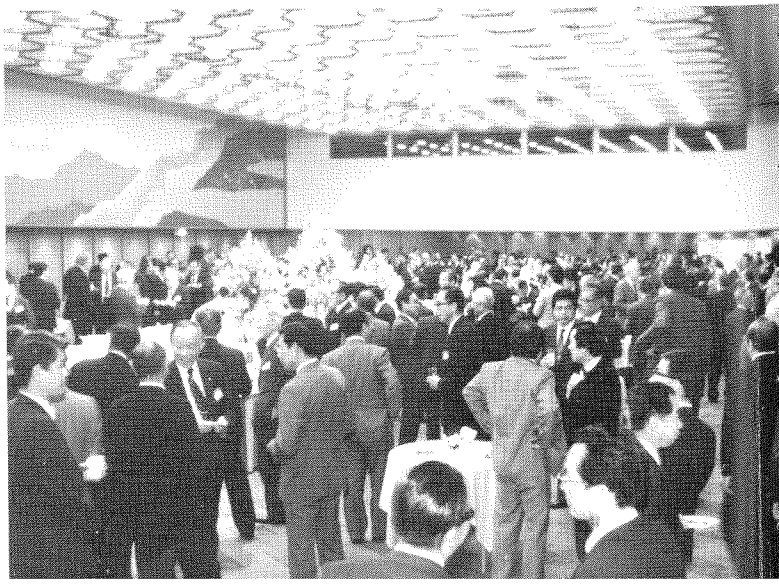
（敬称略，五十音順）

委員長	大　来　佐武郎	国際大学学長
委　員	青　井　舒　一	東京芝浦電気㈱専務取締役
	天　野　　昇	日本原子力研究所副理事長
	飯　田　正　美	動力炉・核燃料開発事業団副理事長
	生　田　豊　朗	日本エネルギー経済研究所理事長
	石　原　栄太郎	高速炉エンジニアリング㈱社長
	井　上　　力	電源開発㈱前理事
	浦　田　　星	㈱日立製作所専務取締役
	奥　地　幹　雄	共同通信社編集局次長
	垣　花　秀　武	名古屋大学プラズマ研究所所長
	加　藤　秀　俊	学習院大学教授
	川　上　幸　一	神奈川大学教授
	小　島　　浩	住友金属工業㈱副社長
	竹　内　　宏	㈱日本長期信用銀行取締役
	田　中　好　雄	四国電力㈱副社長
	田　宮　茂　文	日本原燃サービス㈱常務取締役
	中　村　康　治	㈱神戸製鋼所顧問
	永　野　　健	三菱金属㈱社長
	長　橋　　尚	電気事業連合会専務理事
	林　　政　義	中部電力㈱副社長
	堀　　一　郎	東京電力㈱副社長
	牧　野　　昇	㈱三菱総合研究所副社長
	三　島　良　績	東京大学名誉教授
	村　田　　浩	原子力安全研究協会理事長
	吉　田　　登	関西電力㈱副社長
オブザーバー		
	高　岡　敬　展	科学技術庁原子力局長
	宇　川　秀　幸	外務省科学技術審議官
	松　田　　泰	通商産業省資源エネルギー庁長官官房審議官

第16回 原産年次大会
The 16th JAIF Annual Conference



第16回原産年次大会午餐会



目　　次

プログラム

〈開会セッション〉

大会準備委員長挨拶……大　来　佐　武　郎……1

原産会長所信表明……有　澤　廣　巳……3

原子力委員長所感……安　田　隆　明……6

〈セッション１〉エネルギー政策と原子力開発の進路

エネルギーと国際協調……L. ブリンクホースト……11

フランスにおける電力・原子力開発戦略……J. ギ　ア　モ　ン……17

インドの原子力開発―再処理・廃棄物管理を中心に―……H.　セ　ト　ナ……24

日本の原子力開発と国際協力―より積極的な方向を……向　坊　　隆……31

アメリカの原子力発電開発戦略……S. ブリューワー……36

中国のエネルギー政策と原子力開発利用……周　　秩……42

〈セッション２〉高速増殖炉の開発戦略

パネル討論……47

〈午　餐　会〉

通商産業政務次官所感……前　田　勲　男……71

特別講演　当面の内外金融経済情勢について……前　川　春　雄……73

〈セッション３〉新しい国際秩序の確立へ向けて

パネル討論……79

〈セッション４〉原子力安全の方向と目標

NRC安全目標の評価期間の役割……H.　デ　ン　ト　ン……113

西ドイツにおける安全性の考え方……A. ビルクホーファー……120

パネル討論……129

〈セッション５〉軽水炉成熟時代の原子力産業

パネル討論……143

第16回原産年次大会プログラム

基調テーマ：原子力産業―成熟化への課題と展望

〈総括プログラム〉

	第　1　日	第　2　日	第　3　日
	3月23日（水）	3月24日（木）	3月25日（金）
午前	**開会セッション** （9：30～10：40） 大会準備委員長挨拶 原産会長所信表明 原子力委員長所感	**セッション2** （9：00～12：00） **「高速増殖炉の開発戦略」** 〔パネル討論〕	**セッション4** （9：30～12：30） **「原子力安全の方向と目標」** 〔パネル討論〕
午後	**セッション1** （前半10：45～12：20） （後半14：00～17：00） **「エネルギー政策と原子力開発の進路」** 〔講　　演〕	**午餐会** （12：20～14：15） 通商産業大臣所感 〔特別講演〕於ホテル・オークラ **原子力関係映画上映** （13：00～14：10） 於　ニッショー・ホール **セッション3** （14：30～18：00） **「新しい国際秩序の確立へ向けて」** 〔パネル討論〕	**セッション5** （14：00～17：00） **「軽水炉成熟時代の原子力産業」** 〔パネル討論〕
	レセプション （18：00～19：30） 於　ホテル・オークラ		

3月23日（水）

開会セッション（9：30～10：40）

	議　長	圓城寺　次　郎	日本経済新聞社顧問 日本原子力産業会議副会長
9：30	大会準備委員長挨拶	大　来　佐武郎	国際大学学長
9：50	原産会長所信表明	有　澤　廣　巳	日本原子力産業会議会長
10：20	原子力委員長所感	安　田　隆　明	原子力委員会委員長，科学技術庁長官

セッション1　エネルギー政策と原子力開発の進路(10：45～17：00)

	議　長	四ツ柳　高　茂	北海道電力(株)社長
10：45	「エネルギーと国際協調」		
		L．ブリンクホースト	駐日ＥＣ委員会代表
11：30	「フランスにおける電力・原子力開発戦略」		
		Ｊ．ギアモン	フランス電力庁総裁

〈休憩　12：20～14：00〉

	議　長	末　永　聡一郎	三菱重工業(株)社長
14：00	「インドの原子力開発―再処理・廃棄物管理を中心に」		
		Ｈ．セトナ	インド原子力委員会委員長
14：45	「日本の原子力開発と国際協力―より積極的な方向を」		
		向　坊　　隆	原子力委員会委員長代理
	議　長	両　角　良　彦	電源開発(株)総裁
15：30	「アメリカの原子力発電開発計画」		
		Ｓ．ブリューワー	アメリカエネルギー省原子力担当次官補
16：15	「中国のエネルギー政策と原子力開発利用」		
		周　　秋	中国原子力工業省顧問

レセプション（18：00～19：30）

ホテル・オークラ別館Ｂ２　曙の間

3月24日（木）

セッション2　高速増殖炉の開発戦略（9：00～12：00）

議　長　大　島　恵　一　東京大学名誉教授

〔パネル討論〕

F．カ　ラ　ー	アメリカ電力研究所理事長
瀬　川　正　男	動力炉・核燃料開発事業団理事長
堀　　一　郎	東京電力（株）副社長
W．マーシャル	イギリス中央電力庁総裁
M．ラ　パ　ン	フランス原子力庁産業技術開発研究所（IRDI）理事長
G．レ　ー　ア	西ドイツ研究技術省エネルギー研究技術局長

午餐会（12：20～14：15）

〈ホテルオークラ本館1F　平安の間〉

通商産業大臣所感

〔特別講演〕

当面の内外金融経済情勢について　前川春雄日本銀行総裁

原子力映画上映（13：00～14：10）

〈ニッショーホール〉

1「もんじゅへの道」（動力炉・核燃料開発事業団製作，日本語27分）

2「明日への町づくり－地域振興と原子力発電所－」
（日本立地センター製作，日本語24分）

セッション3　新しい国際秩序の確立へ向けて（14：30～18：00）

議　長　松　井　　明　日本原子力文化振興財団理事長
日本原子力産業会議副会長

〔パネル討論〕

D．ガ　ザ　リ	マレーシア原子力研究所長
金　善　昶	韓国電力公社副社長
H．セ　ト　ナ	インド原子力委員会委員長
B．セミョーノフ	国際原子力機関事務局次長
新　関　欽　哉	原子力委員会委員
I．バドラン	エジプト科学研究技術アカデミー総裁
P．フェルテン	フランス原子力庁国際局日本担当
A．フリードマン	アメリカ国務省核不拡散問題担当無任所大使特別顧問
G．レ　ー　ア	西ドイツ研究技術省エネルギー研究技術局長

3月25日 （金）

セッション4　原子力安全の方向と目標（9：30～12：30）

議　長	内　田　秀　雄	原子力安全委員会委員
〔パネル討論〕		
	H．デントン	アメリカ原子力規制委員会原子炉規制局長
	A．ビルクホーファー	西ドイツ原子炉安全協会理事長
	村　主　　進	原子力工学試験センター理事・原子力安全解析所所長
	中　村　政　雄	読売新聞社解説部次長

セッション5　軽水炉成熟時代の原子力産業（14：00～17：00）

議　長	向　坂　正　男	国際エネルギー政策フォーラム議長
〔パネル討論〕		
	L．アブダラム	フラマトム社事業本部長
	R．ケイロン	ベルゴニュークリア社会長
	西　　政　隆	日本電機工業会原子力対策委員長， (株)日立製作所常務取締役
	浜　口　俊　一	関西電力(株)専務取締役
	林　　政　義	中部電力(株)副社長
	T．プライス	ウラン協会事務局長
	W．ブラウン	西ドイツクラフトベルクウニオン社副社長
	松　田　　泰	通産省資源エネルギー庁長官官房審議官
	D．ライアンズ	アメリカ原子力産業会議副会長， コンバッション・エンジニアリング社副社長

第16回
原産年次大会
議事録

16th
JAIF
ANNUAL
CONFERENCE
PROCEEDING

開会セッション

議長　圓城寺次郎　氏（日本経済新聞社顧問 日本原子力産業会議副会長）

・大会準備委員長挨拶

大　来　佐武郎　氏（国際大学学長）

・原産会長所信表明

有　澤　廣　巳　氏（日本原子力産業会議会長）

・原子力委員長所感

安　田　隆　明　氏（原子力委員会委員長 科学技術庁長官）

圓城寺議長　現在，世界の石油市場は大きな混乱に直面しておりますが，それが幸い石油価格の低落と石油需給の緩和の方向に収拾されたとしても，無資源国に等しいわが国にとって，エネルギーをめぐる国際情勢は，依然として極めて厳しいものがあります。

しかも低経済成長という時代的条件の変化によりエネルギーは供給の安定に加えて，より低廉なものが追及されるところから，その要請にこたえうる経済的で有効なエネルギーの供給源として，原子力の役割はいよいよ大きなものとなっております。

このような重大な時期に当たり，国内外の多くの方々の参加を得て，広く意見の交換や討論等が行なわれますことは，この大会の意義を一層高めるものであり，皆様とともにご同慶にたえない次第であります。

今大会では「原子力産業――成熟化への課題と展望」を基調とし，21世紀へ向けての各国の原子力開発戦略，新しい国際秩序と国際協力，原子力安全の方向と目標，さらに軽水炉成熟時代の原子力産業を重点的にとりあげ，当面する課題と長期的な問題点を明らかにして，打開策を検討し，これからの国内ならびに国際的なコンセンサスの確立に資したいと考えております。その意味で本日から3日間にわたるこの大会の成果が大いに期待される次第であります。

大会準備委員長挨拶

国際大学
学　長
大　来　佐武郎

御臨席の皆様，第16回原産年次大会準備委員会委員長として本大会の開会に当たりご挨拶する機会を得ましたことは，私の大きな喜びであります。

本日は，光栄にも安田隆明国務大臣・科学技術庁長官，セトナ・インド原子力委員会委員長，ギアモン・フランス電力庁総裁，マーシャル・イギリス中央電力庁総裁をはじめとして中国，エジプトなど新たに参加された国を含めて国内外の著名な原子力関係者多数のご臨席を仰ぎまして，大会を開催する運びとなりました。

ここに第16回原産年次大会準備委員会を代表して，大会における議長，スピーカーを御快諾いただきました関係各位に厚くお礼を申し上げるとともに，本大会に参加された方々，とりわけはるばる海外から参加されました方々に深く感謝の意を表します。

準備委員会は，本大会のプログラムの編成に当たって基調テーマを「原子力産業――成熟化への課題と展望」と定めました。ご高承のごとく，わが国の原子力産業は，軽水炉システムを改良することにより，これを信頼性の高いシステムとして定着させ，十分な安全確保に留意しつつ原子力発電の建設，運転経験を積んでまいりました。原子力発電は年々，電力供給のシェアを拡大し，石油代替エネルギー源の中核として，その役割を増しております。わが国では24基，1,700万kWを超える商業用原子力発電所が高い稼働率で運転中の今日，すでに軽水炉技術そのものは成熟の域に達したとみることができますが，将来にわたって原子力発電が電力需要の拡大に対処していくためには，発電コストの低減や大規模開発に備えた軽水炉技術の高度化が要請されます。また原子力発電の社会的受け入れの見地からは，故障，トラブルのない十分な安全の確保や核燃料サイクル・バックエンド，とりわけ放射性廃棄物処理処分対策の進展が要請されております。準備委員会は，わが国の原子力産業の趨勢をこのような認識のもとにとらえ，大会の基調テーマを定めた次第であります。

本大会は，この開会セッションの後，3日間の会期に5つのセッションのもとで，わが国および国際

社会における原子力開発上の重要な問題について論議を展開することにしております。セッションの順を追って，それぞれのテーマ内容にふれたいと思います。

セッション1の「エネルギー政策と原子力開発の進路」では，EC委員会をはじめアメリカ，中国を含む5カ国の代表から，それぞれのエネルギー情勢への対応と原子力開発への戦略について見解を伺います。

最近の原油価格の値下げは世界のエネルギー情勢に新たな波紋を投げかけております。変動為替制度と並んで国際経済の見通しを不確かなものにしている原油価格が下落基調に転じたことは，石油輸入諸国の経済成長率の引き下げに寄与し，世界的不況からの回復のきっかけにもなり得るなどのプラス効果が考えられる半面，下落があまり急激な場合には一部産油国等の金融事情を圧迫し，代替エネルギー開発に水をさし，世界経済を混乱に導く導火線ともなりかねないマイナス効果も予測されております。私は，いずれにせよ先進工業国，産油国，さらには非産油途上国が相互依存と連帯の精神のもとに政治的努力を重ね，世界経済再活性化への道を切り開いていくべきだと考えます。各代表からは長期的な視野から，脱石油の主役たる原子力の進め方に関して，具体的な見解が伺えるものと考えます。

次に「高速増殖炉の開発戦略」については，日米欧の高速増殖炉開発の現況と今後の対応が紹介されます。昨年，日本の原子力委員会において改定された「原子力開発利用長期計画」は，わが国における商業用高速炉の実用化の時期を2010年を目標とする方針を打ち出しましたが，わが国に限らず高速炉計画を進める各国のプロジェクトとも，このところスローダウンが目立っております。その背景には建設費の高騰が挙げられますが，このような情勢から各国が互いに協力して実証炉建設を推進しようとの考え方も出てまいりました。パネル討論で実用化へ向けてどうアプローチするかを含めて活発な討論が展開されるものと期待いたします。

「新しい国際秩序の確立へ向けて」のセッションでは，核不拡散体制下での先進国から途上国への技術移転をめぐって，9人の代表により討論が行なわれます。途上国の原子力利用への意欲が近年急速に高まってまいりましたが，一面では軍事転用を防止する観点から原子力技術，資材の移転には様々な制約があります。先進国，途上国の代表をまじえたこのパネル討論では，核不拡散の枠組みの中で新しい国際秩序，協力関係の確立をめぐって様々な見解の発表や提言があるものと期待いたします。

次に「原子力安全の方向と目標」に関しては，しばしば論議の的となる安全の基準をめぐって日本，アメリカ，西ドイツの代表が論議を展開いたします。事故を確率論的にとらえた安全の評価手法が果して一般の人たちに分りやすく「どこまでなら十分安全か」の考え方を伝えるにはどうすべきなのか，などをめぐって，それぞれの国情に応じた見解が示され，意見の交換が行なわれると思います。

最後のセッションの「軽水炉成熟時代の原子力産業」は，日米欧の軽水炉メーカ，ユーザーなど9人の代表が討論を行います。軽水炉技術がすでに成熟の時代に入っていることは先ほど申し上げた通りですが，原子力が石油火力と比べた発電コストの経済的優位を将来にわたって維持していくためには，標準化の推進をはじめとする建設費低減対策や許認可手続き，定期検査等の合理化の推進が必要となってまいります。このセッションでは当面の原子力発電の主流となる軽水炉の技術改良，高度化をめぐって討論が行なわれまるほか，核燃料サイクル各部門の実用化を含めて原子力産業が抱える当面の課題について十分な意見の交換が行なわれると考えます。

最後に，本大会は原油値下げという一つの歴史の節目に開かれる大会となりましたが，参加者各位が活発に討論に参加され，不確実なエネルギー情勢下における原子力開発について新たな方向を見出されるよう期待しております。

原産会長所信表明

日本原子力産業会議
会　長
有　澤　廣　巳

第16回原産年次大会の開会に当り，私の所信を申し述べたいと思います。

昨年のこの大会で，私は原子力平和利用を推進する者の立場から核兵器の廃絶の訴えを行ない，原産の総会の決議をもって，昨年6月の国連軍縮総会に核軍縮に関するメッセージを送りました。その後核軍縮は世界の大きな世論になりつつありますが，先頃のアメリカの有力者による米ソの核大幅削減提案は，私どものメッセージと同じく，核兵器を解体して，それを平和利用の燃料に向けることを提案している点でとくに注目されます。核拡散防止条約は，適切な保障措置のもとでの非核兵器国の原子力平和利用を保障する一方で，核兵器国による核削減の努力を義務づけております。原子力平和利用における国際秩序の維持のためにも，核兵器の削減，廃絶への努力が実るよう期待したいと思います。

さて，1973年の第一次石油ショック以来，苦難の道を歩んできた世界経済は，10年目の今日，産油国による値下げ措置により，新たな変動期を迎えております。2度にわたる石油ショックは，各国の経済成長を鈍らせ，構造的な同時不況を産み出しました。わが国でもかつてない低成長時代を経験し，この傾向はまだ続く見通しにあります。石油ショック以降，原油価格の高騰に伴って，各国は競って省エネルギーの徹底と代替エネルギー源の開発に努めました。そして，その効果が近年ようやく定着しかけております。その矢先の原油値下げは，対応の難しさはあるものの，全般的には世界の経済活動に好ましい影響を及ぼすと思われます。

経済的な代替エネルギーとして，また準国産エネルギー源として，原子力発電の役割は年々重要度をましております。わが国は脱石油の旗頭として原子力発電を積極的に進めてまいりました。昨年も，四国電力の伊方2号機，東京電力の福島第2発電所1号機が運転を始めたことにより，わが国の原子力発電設備容量は1,700万kWを超え，それによる年間の発電電力量は1037億kW hに達し，わが国の総発電電力量の2割を超えるに至っております。

かつて，故障やトラブルのため50%前後を低迷していた原子力発電の設備利用率は，ここ数年来向上し，昨年には70.2%に達しました。わが国では依然として年間90日程度の定期検査期間を必要とすることを考えれば，実質的には95%近くの利用状況にあったということができましょう。軽水炉発電はいまや定着したと言って良いと思います。

この高い利用率は，世界的にも誇れる数字であると思います。それは，事故防止対策の推進等稼働率向上への関係者の努力のあらわれであり，一面では品質保証をはじめとして，世界の第一線にあるわが国原子力産業の技術レベルを反映したものと言えましょう。

原産が昨年12月にまとめた1981年度を対象とする実態調査から，わが国の鉱工業の原子力関係総売上高は1兆円（約42億ドル）の大台を超えたことが明らかになっておりますが，このことはわが国の原子力関連企業の約300社が，技術面のみならず，経済面からも成熟段階を迎えつつあることを示す一つの指標となると思います。経済の低成長時代を迎えた今日，原子力発電の役割は，エネルギー安全保障上の役割もさることながら，エネルギーコスト低減への役割に一層比重がかかってまいります。通産省が昨年10月にまとめた電源別発電コストの比較では，原子力はkW h当り約12円で，石油火力の約20円というコストの6割程度になっており，今のところ最も安い電源の地位を確保しております。

しかしながら，われわれは原子力発電が安いからと言ってそれに安住することはできません。発電コストに占める燃料費の割合は，石油火力が約80%であるのに対し，原子力は約20%で，固定費とちょうどその逆という関係になります。原子力発電は建設費

がおよそ70%を占めておりますが，ここ数年，建設費の上昇が著しく，せっかくのコストメリットを圧縮する傾向がみられます。最近の原油値下げもまだまだ原子力発電の経済的優位性を覆すほどのものではありませんが，石油火力とのコスト差を縮める要因になっております。もともと最近のような経済の低成長下にあっては，どの産業も厳しいコスト計算に徹底しなければなりません。コスト上昇を価格上昇に転嫁するような甘い考えは許されません。ことに産業と民生に広く利用されるエネルギーの場合には，この要請が一層厳しくなることを覚悟しなければなりません。

わが国の原子力発電コストは一部の国々に比べて割高だとみられております。一般の産業同様，原子力産業においても，より厳密にコスト計算を行い，コストダウンに努めるべきであります。これまでの傾向が続くと，エネルギーコスト低減の牽引車たるべき，また経済再活性化への先導約たるべき原子力発電の役割が，将来十分果たせなくなることも考えられます。

この見地から今日達成された軽水炉の高い安全性，信頼性を前提にしり機器製造の標準化，プラント建設の計画化等による経済性の一層の向上ならびに軽水炉技術高度化の推進は，極めて重要な意味合いをもってまいります。私は，このような努力はおよそ20%のコストダウンを目標に進められるべきだと思います。このような努力をつづけることによってはじめて，老朽火力発電設備を休廃止し，順次，原子力発電に切り換えて，その拡大，継続を図ることができると考えます。

産業用エネルギーの使用形態にも近年変化がみられます。産業構造の主体が，エネルギー多消費型の重化学，基礎素材産業からファインメカニックスに移る状況下で，産業用エネルギーの弾性値が1以上になることは，もはや見込めそうにありません。したがって電力需要は民生用が拡大できるよう民生用の料金を安くして電力のシェア拡大に努めるべきだと思います。また，そのことが福祉の向上につながると考えます。いずれにせよ，エネルギー需要については根本的に考え直すべき時期にきていると思います。

原子力発電の必要性は，今日，国民の大多数の人々に認識されていると考えます。また経済的な電力供給源であることについての理解も徐々に広がりつつあると思います。しかしながら安全性に関しては，いぜん不安を抱く人々の多いことも事実です。原子力の安全性に対して一般の人々が示す判断は，しばしば主観的，心理的要素の強いものであります。アメリカの原子力規制委員会では，「どこまで安全なら十分安全か」という安全性の問題にたいして，客観的な「ものさし」を与える意味で「安全目標」の考え方を試験的に導入することを決めました。この「ものさし」によって原子力の高い安全性が客観的に表現され，また一層の安全性向上のポイントが明らかになると期待されるのでありますが，わが国では国情も違い，産業化社会のリスクベネフィットについてのコンセンサスが確立されていないため，この概念をわが国に導入した場合，合理的な安全評価手法として受け入れられるものかどうか疑問視する見方があります。しかし，こうした考え方の導入については，すでにかなりの運転経験に基づくデータの蓄積がある今日，その可能性を検討する時期にきているのではないかと考えます。

さて，原子力委員会は昨年6月，原子力開発利用長期計画を4年ぶりに改定致しました。委員会はこの中で，国が中心となって進められてきた新型動力炉の開発，ウラン濃縮，使用済み燃料の再処理などの自主開発技術が，商業化への「実用化移行段階」にあるとして，官民協力のもとで計画的な推進をもとめております。民間としてもできる限り，これら自主技術の実用化を図り，エネルギー安全保障の確立に寄与すべきだと考えますが，10年間に投入する研究開発費5兆4千億円のうち，民間は1兆6千億円という巨額のR&D資金を調達しなければならず，実用化に向けての技術的，経済的リスクはいぜん大きなものがあります。

私は，エネルギーをはじめとして国際情勢が不安定な中で自主技術の実用化を着実に進めていくには，民間の活力と動燃事業団の技術，そして政府の一般会計，多様化勘定とが力強く生かされていくような組織，計画的かつ柔軟に実用化を進めうる組織を作るべきではないかと考えます。そのためどういう進め方が最も効率的かを，従来の体制にこだわらないで，抜本的に検討を加える必要があると考えます。従来，動燃事業団は自主技術開発の中核として，立派な成果をあげてまいりましたが，今後の実用化の段階においては，単に動燃と民間との分担方法を工夫するだけで果して高速炉などの大型技術の実用化を確実に成功させることができるでしょうか。われわれは，政府，民間の貴重な資源を有効に利用し

て経済低成長下での実用化を図らなければならないのであり，開発努力の経済的効率性に最も意を用いなければならないのであります。

放射性廃棄物の処理・処分の問題は，原子力発電の安全性の問題と並んで，しばしば論議の的となってまいりました。昨年，原子力委員会は，放射性廃棄物の処理・処分に関して，従来の試験的海洋処分，陸地処分のほかに，新たに施設貯蔵の方法を取り入れ，これらを並行して進める方針を打ち出しております。先月，ロンドンで開催された海洋投棄規制条約第７回締約国会議では，わが国が太平洋海域で試験的実施を予定しているような低レベル放射性廃棄物の海洋投棄の安全性についての懸念や反対が，科学的根拠があるかを検討し，それが終わるまで一時停止しようという決議が通りました。この一時停止決議は法的拘束力がないとはいえ見通しを不確実なものにしており，この安全性についての国際的コンセンサスの達成にねばり強い努力が必要と考えられますが，これと併行して陸地処分，施設貯蔵の方針を固め，計画の具体化を積極的に進め，中・低レベル放射性廃棄物の増加に対処していくべきだと思います。

原子力開発は様々な局面で国際協力を必要としております。高速増殖炉の実用化をめざす日米欧の間で，協力の可能性を検討しようという機運のあることはご承知のとおりであります。大型プロジェクトの国際協力は実際には難しい問題が内在いたしますが，本大会では，この問題について各国の担当者の方々から，その実現可能性について示唆が得られるものと思います。

一方，開発途上国の原子力開発に寄せる期待は，国情や技術レベルの違いはあるものの，年々高まりをみせております。原子力先進諸国は，これら途上国のニーズに適切に対処すべきであり，わが国は地理的な特質から東南アジア諸国への原子力技術協力を中心に，その役割を果たすべきだと考えます。この技術協力は人材の交流，情報の交換など多岐にわたりますが，わが国では開発途上諸国の様々なニーズに一元的に対応していくため原産内に原子力技術協力センターのような機構を新年度より設け，効果的な協力活動を展開していくことにしております。この機構へのご支援をお願したいと思います。

最後に，今大会での論議から今後の原子力開発に有益な指針が得られるよう祈念しております。本大会にご参加いただきました内外参加者各位に対して心からお礼を申し上げまして，私の所信表明を終らせていただきます。

原子力委員長所感

原子力委員会委員長
科学技術庁長官
安田隆明

本日，ここに内外から多数の原子力関係者をお迎えして，第16回日本原子力産業会議年次大会が，かくも盛大に開催される運びとなりましたことは誠に慶賀にたえません。有澤会長，大来大会準備委員長をはじめ，今大会の開催にご尽力された皆様方に心からお祝いを申し上げますとともに，各国，各機関において原子力分野で指導的役割を果たされている参加者の皆様方に対し，心から歓迎の意を表する次第であります。

今回の年次大会は，「原子力産業――成熟化への課題と展望」という基調テーマのもとで，各種の討論が行なわれると聞いております。世界では既に約280基，1億8000万kWの原子力発電所が運転中であり，その規模の拡大に伴い，原子力を経済的かつ安定したエネルギー供給源として成熟させることが強く求められており，本大会における討論は誠に時宜を得たものであり，実り多いものになるであろうことを信じております。

さて，ご高承のとおり，わが国は，エネルギー供給に占める輸入石油依存度の高さに象徴されますように脆弱なエネルギー供給構造を有しております。現在，世界の石油需給は緩和状況にありますが，中・長期的には不安材料が少なくなく，こうした時期にこそ，わが国のエネルギー供給の構造を改善し，その基盤の強化を図っていく必要があると認識しております。このためには，省エネルギーに努めるとともに，原子力をはじめとする石油代替エネルギーの開発を積極的に推進していく必要があります。

原子力委員会は，昨年の6月に21世紀を展望し，今後10年間における原子力開発利用に関する重点施策の大綱と，その推進策を明らかにする新たな長期計画を策定いたしましたが，最近の電力需要の伸びの停滞あるいは国際的な石油事情にかかわらず，本計画の基本は変わるものではありません。私といたしましては，本長期計画に従い，以下の方針で，わが国の原子力開発利用を積極的に進めていく所存であります。

その第一は，原子力発電の推進についてであります。

原子力発電については，供給安定性，経済性において他の発電方式に比して優位性が確立しており，最近では極めて良好な稼働実績を示し，昨年の発電電力量の約20%を供給しております。今後とも原子力発電は，石油代替エネルギーの中核を担うものとして期待されておりますが，このような期待に応えていくためには，原子力が国民に広く受容されることが重要であり，具体的には，原子力に対する国民の信頼と協力を得て，円滑に立地を進めていかなければなりません。そのためには，今後とも安全の確保に万全を期し，安全運転の実績を積み上げていくことが最も重要でありますが，加えて関係行政機関，電気事業者は広報活動の充実に努め，必要な情報の提供を行ない，公聴会，公開ヒアリング等を通じ，国民，とりわけ地元住民との意志疎通を図り，関係者相互の信頼関係を築いていくことが重要であります。

また同時に，原子力施設の立地が地域の社会的経済発展につながるよう国および地方自治体は今後とも立地地域の実情を踏まえ，地域振興策を講じ，立地の円滑化を図っていくこととしております。

さらに，原子力発電推進上の基盤整備として，低レベル放射性廃棄物の処分対策および原子炉の廃止措置対策を強力に推進する必要があると考えます。低レベル放射性廃棄物の処分については，海洋処分と陸地処分を併せて行なうこととしつ着実に準備を進めております。特に海洋処分については，技術的に安全に実施できる段階であり，国内法令の整備，国際条約への加盟等，所要の実施準備が進められてきました。今後とも，先般行われたロンドン条約締約国協議会議において設置されることとなった科学

的見地の場に積極的に参加協力するなどにより，内外の関係者の理解を得ることに努め，できる限り早期に試験的処分を行ない，その結果を踏まえて本格的海洋処分が行なわれることを期待しております。また，陸地処分についても試験研究の成果を踏まえ，安全評価手法の整備を図り，試験的な処分を実施した後，本格的な処分に移行することとしております。さらに，原子力発電所の敷地外に低レベル廃棄物を集中して貯蔵することも現実的な対応策と考えられており，現在その具体化を進めております。

原子炉の廃止措置については，その問題が具体化するまでには，なお時間があることでありますが，基本的には，わが国の国土が狭隘なことを考慮し，原子力発電所の跡地は積極的に活用されるべきであり，その意味から安全かつ経済的な原子炉の解体撤去の技術を確立するため，所要の技術開発を着実に推進してまいりたいと考えております。

一方，原子力発電のコストに関して申せば，今後電力供給に占める原子力発電の役割が増大するにつれて，電気料金への影響等，国民経済に与える影響も大きいものになることに鑑み，今後は原子力発電自身のコスト低減に一層努力し，低廉な電力を供給することが重要であります。

第二に，核燃料サイクルの確立と炉型戦略については，原子力発電の供給安定性を一層高めるため，自主的な核燃料サイクルの確立を図るとともに，国産エネルギー資源として扱うことができるプルトニウムを有効に利用できる炉型を開発していくことが重要であります。

わが国は，軽水炉から高速増殖炉へという炉型戦略を基本としておりますが，高速増殖炉の実用化は21世紀初頭になることを考慮して，天然ウランの入手先および入手方法の多様化，ウラン濃縮の国内事業化推進等により，軽水炉の燃料の安定確保を図っていく必要があります。同時に，使用済み燃料に含まれるプルトニウムを早期に利用するため，新型転換炉および軽水炉によるプルトニウム利用技術の開発を進め，1990年代中頃までには，その実証を終了し，実用化を目指すこととしております。

第三に，今後の原子力研究開発プロジェクトの進め方についてでございますが，現在最も重要な問題は，すでに実用化を目前にしているプロジェクト，例えばウラン濃縮，再処理，新型転換炉等をいかにして実用化するかという問題であります。

現状に即して申し上げますと，ウラン濃縮については，永年の技術開発努力の結果，動力炉・核燃料開発事業団のパイロットプラントが昨年3月から全面運転を開始し，今後は民間の積極的な参加のもとに，同事業団が年間200トンSWU程度の原型プラントを早急に建設・運転することとしております。これに引き続き1980年代末までに民間において商業プラントの運転を開始し，順次プラント能力の増大をはかり，ウラン濃縮の国内事業化を進めていく考えでおります。

再処理については，動力炉・核燃料開発事業団東海再処理工場で現在までに，再処理工場の建設・運転に関する貴重な経験が積み重ねられております。昨年6月には，同事業団と民間再処理工場の建設・運転を行う日本原燃サービス株式会社との間で技術協力に関する基本協定が締結され，円滑に技術を移転するための基礎が固められたところであり，昭和65年度頃に同工場の運転が開始されるよう，国は技術面，資金面で適切な支援を行なうつもりでおります。

新型転換炉は，核燃料の有効利用が図られるなどの優れた特性を有し，プルトニウムの早期利用を目指し，わが国が独自に開発を進めてきた炉であり，すでに原型炉が順調に運転されてきております。それに続く実証炉計画については，関係者間で検討が進められた結果，昨年8月，電源開発株式会社が建設・運転の主体となり，1990年代初め頃の運転開始を目標に，官民が協力して推進するとの基本方針が決定いたしました。

さらに本年2月，電源開発株式会社はこれまで新型転換炉の開発を中心となって進めてきた動力炉・核燃料開発事業団の間で技術協力に関する基本協定が締結されたところであり，今後，電源開発株式会社は同事業団から技術開発成果を継承し，実証炉の建設を進めることとしております。これに対し国は，必要な支援を積極的に行なうとともに，新型転換炉の信頼性・経済性の向上，より一層の大容量化に向けた技術開発に努め，その実用化を推進してまいるつもりです。

これら実用化移行段階のプロジェクトの推進については，今後は国も適切に支援していく考えでおりますが，民間が，中心となって進めていくべきものでありますので，原子力産業界一致の協力を願うところであります。

また，高速増殖炉，高温ガス炉，原子力船，核融合等につきましても，それぞれ新たな研究開発段階

を迎えております。特に高速増殖炉については，原型炉「もんじゅ」の建設について，昨年5月に地元の同意が得られ，それを踏まえ建設についての閣議了解がなされ，原子力安全委員会による安全審査および建設準備工事が始まるなど，「もんじゅ」の立地計画が策定されて以来10年ぶりに建設に向けて大きなステップを踏み出すこととなりました。それに続く実証炉計画については，官民の懇談がもたれており，私といたしましては，民間協力を得つつ，高速増殖炉実用化に向けて開発の円滑な推進に努力してまいりたいと思っております。

高温ガス炉，原子力船，核融合につきましては，いずれも21世紀に向けての研究開発プロジェクトであり，しかも研究開発の進展に伴う規模の拡大等もあり，その推進に当っては，多額の資金および多数の人材が必要とされております。今後の国の行財政をめぐる情勢には厳しいものがありますが，研究開発を効率的，重点的に進めるとともに，実用化に向けて民間の協力を得ていきたいと思っております。

最後に原子力開発利用をめぐる国際問題について申し上げたいと思います。

まず，核不拡散問題についてですが，わが国は，原子力基本法のもとに原子力利用を厳に平和目的に限って進めてきましたが，原子力の平和利用の推進に当っては，国際的に核の拡散防止についての方策を講じていくことが必要であります。原子力発電の規模の拡大および核燃料サイクル事業の進展に伴って，核不拡散問題についても，わが国が先導的役割を果たすことが期待されており，わが国の核不拡散への努力は世界的にも極めて重要な影響を持つようになってきております。また，わが国における技術水準の向上と原子力産業の成長に伴って，原子力資材・技術の海外への移転を検討すべき時期になっております。

わが国としては，核燃料供給国との2国間協議について，自らの原子力開発に支障をきたさないよう適切に対応し，また保障措置および核物質防護に関する国内体制を国際的要請に十分応え得るものとすると同時に，IAEAを中心に進められている核不拡散に関する新しい国際枠組作りに積極的に貢献していくなど，国際的視野に立った核不拡散政策を従来にも増して積極的に展開していく考えであります。

次に，開発利用に関する国際協力についてでありますが，原子力分野の技術開発は高速増殖炉，核融合等長期にわたり巨額の費用を要するプロジェクトが多く，その効率的推進を図っていくうえで，国際協力の必要性が高まってきております。また原子力発電について，より一層の安全性を確保していくうえでも，各国の安全研究の成果の交流を図るなど，国際協力を推進していく必要があります。

今や原子力先進国の一員となったわが国は，自主開発プロジェクトとの整合をとりつつ，積極的に国際協力に資していくべきであります。

国際協力のもう一つの新しい展開は，開発途上国との協力であります。わが国は，かつて諸外国からの技術導入によって原子力開発利用を進め，今日の進展をみております。こうした認識のもとに，わが国としては，国際的責任を果たす観点からも原子力分野で開発途上国から寄せられている国際協力の期待に積極的に応えていくべきであります。わが国は近年，放射線利用分野を中心に協力を進めておりますが，その他の分野においても順次可能な協力を進めていく考えでおります。

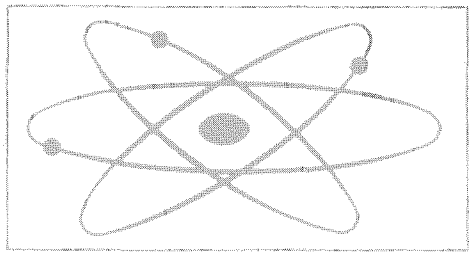
以上，最近のわが国の原子力開発をめぐる諸問題についての所感の一端を申し述べましたが，先ほど申し上げましたように，原子力開発利用の推進に当たっては，民間の果たすべき役割はますます大きくなってきており，その積極的な活動が期待されるところであります。原子力委員会といたしましても，民間の皆様方のご協力のもとに原子力をめぐる諸課題に適切に対応し，わが国の原子力開発利用の円滑な進展を図るべく全力をあげて努力してまいりたいと存じますので，宜しくご支援を下さいますようお願い致します。

最後に本大会におきましては，多数ご参加の有識者，専門家の方々の間で活発な意見交換，忌憚のない提言がなされ，本大会が多くの成果を挙げられんことを祈念いたしまして，私のご挨拶とさせていただきます。

圓城寺議長　ただ今，有澤会長と安田大臣からそれぞれ所信と所感を伺いました。まず有澤会長は，経済の低成長下，経済的な代替エネルギーとして，また準国産エネルギー源としての原子力発電の役割が年々増大するに対し，今や成熟段階を迎えた軽水炉においては，今後高い利用率と安全性を基盤として機器の標準化，プラント建設の計画化等によって20％のコストダウンを目標に努力し，原子力発電の石油火力に対する経済的な優位性を維持し，経済再活性化のために強力な牽引車になる必要があると力説されました。さらに新型動力炉，ウラン濃縮，使用済み燃料の再処理など自主開発の実用化のためには，開発努力の経済効率性に配慮して，従来の体制にこだわらない組織作りについて抜本的な検討が必要であることを指摘されました。そして最後に放射性廃棄物の処理・処分，高速炉，核融合等原子力開発の様々な局面での緊密の国際強力とともに，わが国は開発途上国とくに東南アジア諸国への原子力技術協力に関し，これら諸国のニーズに一元的に対応していくため原産内に新年度より原子力技術協力センターのような機構を設けることを披露されました。

次に安田大臣は，最近電力需要の伸びの停滞，国際石油情勢の変動にかかわらず，わが国は昨年度原子力委員会のまとめた長期計画の基本方針がいささかも変わらないことをまず宣明されました。原子力発電の推進については，その基盤となる安全確保，放射性廃棄物対策の推進，原子炉の廃止措置等の課題について，国の基本的な考え方ととるべき方策を明らかにされました。また新型動力炉や核燃料サイクルの研究開発プロジェクトの実用化についてわが国としての具体的な進め方と目標時期等を明確に紹介されました。さらに国際協力では，IAEA を中心とする核不拡散の新しい国際的枠組み作りに積極的に貢献すること，また開発途上国に対する協力にも，わが国の国際的責務として，力点をおいて応えていくことを強調されました。先き程の有澤会長のお話しとまさに軌を一にするもので，今後わが国はこのような共通認識に基づいて，官民一致の努力を活発に進めるべきことが明らかになった点，まことに意義深いものがあます。

第16回
原産年次大会
議事録



16th
JAIF
ANNUAL
CONFERENCE
PROCEEDING

セッション1
「エネルギー政策と原子力開発の進路」

議長　四ツ柳　高　茂　氏（北海道電力㈱社長）

・エネルギーと国際協調

L.ブリンクホースト　氏（駐日ＥＣ委員会代表）

・フランスにおける電力・原子力開発戦略

Ｊ．ギアモン　氏（フランス電力庁総裁）

議長　末　永　聡一郎　氏（三菱重工業㈱社長）

・インドの原子力開発－再処理・廃棄物管理を中心に

Ｈ．セ　ト　ナ　氏（インド原子力委員会委員長）

・日本の原子力開発と国際協力－より積極的な方向を

向　坊　　隆　氏（原子力委員会委員長代理）

議長　両　角　良　彦　氏（電源開発㈱総裁）

・アメリカの原子力発電開発計画

Ｓ．ブリューワー　氏（アメリカエネルギー省原子力担当次官補）

・中国のエネルギー政策と原子力開発利用

周　　秩　氏（中国原子力工業省顧問）

四ツ柳議長　世界的な経済の低迷の中で，原子力発電の推進は，経済再活性化への有力なアプローチとして，原子力発電国はもとより非発電国においても，その開発への期待が高まっていることは，皆様ご承知の通りです。本セッションでは，世界の今後のエネルギー情勢に重大な影響と役割りを持つ国々の中から，先進国および発展途上国の代表の方から，それぞれのエネルギーならびに原子力開発戦略について，ご披露していただき，新しい時代に即応した原子力政策の国際的展望に役立てたいと考える次第です。

本セッションでは，最初に「エネルギーと国際協力」と題して，EC委員会エネルギー総局長のオードランドさんから講演を伺うことになっていましたが，止むを得ない急の事情で来日できませんでしたので，代わって駐日EC委員会代表のローレンス・ブリンクホーストさんから，ご講演を賜わりたいと存じます。

エネルギーと国際協調

駐日EC委員会
代　表
L．ブリンクホースト

私は，この大会で，「エネルギーと国際協力」というテーマの下に，お話しできることをうれしく思います。

EC（欧州共同体）委員会は，この有意義な機会に参加し，われわれの見解を説明するとともに，ほかの方々の意見に耳を傾けたいと考えております。

ここ数日，オードランド氏は，やむを得ない事情でブリュッセルを離れられず，この場に出席できないことを残念に思っております。彼に代わって，私が御挨拶申し上げます。

最初に，大会準備委員の方々が，「原子力産業―成熟化への課題と展望」という基本テーマを設定したことを讃えたいと思います。このテーマは，特に，平和目的のための原子力開発の現状を，的確に表現しています。多くの国で，原子力は，技術的，工業的，経済的に，また安全性の点で，高度な成熟期に達しています。OECD全体としては，1980年には，電力供給の12%を原子力が賄っております。

これはいくつかの大事な意味をもっています。

第一に，われわれは，原子力の平和利用に向けて第1歩を踏み出してから30年後に，成熟点に到達しました。過度な石油への依存を軽減し得る新しいエネルギー技術の依存性を論ずる時には，この点を銘記すべきです。新技術を開発し，実証し，完全に商業化するまでには，時間と，往々にして相当な財源を必要とします。したがって，原子力のように現在，手元にある技術を最大限に活用し，また，今世紀末までには，エネルギー供給の多様化を促すために，新しいエネルギーを開発する必要性を自覚しなければなりません。

第二に，原子力の到達した成熟度とは，原子力発電を導入もしくはしようとする国々が，信頼性と完全性に対する自信をもち，広範な実績に基づき，その意図を実現できるということであります。

第三に，自信とは，経済面についても言えます。大抵の場合，原子力は発電に対する競争的供給源となります。エネルギーの必要性において，原子力がエネルギー，ニーズのかなりのシェアを占める国では，この事実は，産業競争力，インフレ，国際収支ならびに全体的な経済成長力の点で，経済全般に，プラスの影響力を及ぼすと考えます。

第四に，成熟とは，挑戦すべき目標がないということではありません。原子力は，エネルギー確保という長期的展望を強化しなければなりません。また，政府と産業界は，原子力が，公衆の安全と環境保全という目標に常に合致することを保証していかなけ

ればなりません。

最後に，平和目的の原子力開発を妨げることなく，核兵器拡散防止体制を改善していく必要があります。

以上の序論を踏まえた上で，まず，エネルギー全般における国際協力に触れ，次に原子力の果たす役割を中心としてEC域内のエネルギー政策へのアプローチを説明し，最後に，今後の原子力開発と国際協力の課題を，やや詳しく取りあげてみたいと思います。

エネルギー部門における国際協力

エネルギー部門における国際協力が大きく前進したのは，特に石油供給に係わる危機においてです。これはよく理解できることで，危機に直面する時，新エネルギー開発に要する総コストと時間を共同して削減しようという努力の利点は，さらに納得できるし，結束の必要性もより認識されます。

スエズ危機の余波が残る25年前の1958年に，欧州原子力共同体（EURATOM）が設立されたことを思いおこしてみますと，当時，原子力は，石油に代わる主要エネルギーと広く見なされていました。しかし，他の新エネルギーの開発や省エネルギーに対する関心は希薄でした。この時期にIAEAおよびNEAが創設されたという事実は，そうした考え方の現われであります。

1973，74年の第一次石油危機後，世界の主な石油消費量は，OECDの枠内でパリにIAEAを創設しました。その目的は，特に，石油供給緊急事態を切り抜け，省エネルギーおよび代替資源の開発への協力を推進していくことで，石油への過度な依存性に対処することにありました。この目的を掲げて，工業国におけるエネルギー供給の多様化を目指す広範な戦略に向けて，貴重な一歩が印されたのであります。

エネルギーの国際協力にさらに拍車をかけたのは，1979，80年の第二次石油危機でした。過剰な石油輸入に対するわれわれの経済の弱点は，1979年の東京世界経済サミットの基本テーマとして取りあげられ，この席上，1985年までの石油輸入量の国別シーリング目標設定に合意が得られました。翌年のベニスサミットでは，80年代の広範なエネルギー戦略に関する取決めが交わされました。総エネルギー消費に占める石油の割合（1990年までに40%に削減する）に関する国別の指標が設定され，省エネルギーや原子力，石炭を含めた，代替エネルギーの役割が確認されました。

また，国際社会は発展途上国の抱えている問題や必要性に注目するようになり，1981年にナイロビで開催された国連会議では，新エネルギーおよび再生エネルギーについて検討されました。

以上の事実から，エネルギーに関する国際協力が，増大する供給責務のニーズに応じて重要性を増し，範囲を拡大してきたと確信致します。この全体的構図の中で，原子力は，重要な役割を担い続けていますが，今や，エネルギー源を多様化し，石油への過度な依存から脱して，われわれの経済を再建するという大規模な努力の一部を成しています。

今日，石油供給の短期的展望からは，以前程強い懸念は感じられません。価格の高騰傾向は，すくなくとも一時的には打破されています。プラス面は成長率，雇用，インフレ，国際収支など経済成長の見通しが明るさをとり戻していることです。一方，マイナス面では，諸国が「緊急事態解除」と判断して，将来起こり得る石油価格ショックに対して，経済の安定を図る努力を重視しないリスクがあります。また，石油代替資源の開発を目指す国際共同事業も壁に直面すると思われます。こうした予想が現実化した場合，それは，先見の明がなかったということになります。

現在の石油市場の軟調を考えれば，エネルギー部門の国際協力が強調されるよりもむしろ，既に合意した目標の強化，追求に重点をおくべきであります。

この点は，ECにとっても日本にとっても，特に重要です。いずれも，経済的に開発できるエネルギー資源に乏しく，その一方で，大規模なエネルギー利用者であります。われわれの経済は，定義上，石油を中心として，あらゆる天然資源の世界最大の輸入国と言えます。

したがって，長期的なエネルギー確保に対する両者の基本的概念は同じものといえます。このことは，大部分が輸入されるエネルギーの利用における経済効率の促進と，代替エネルギー開発への投資の促進とを意味しています。

ECは，本質的に，以上の点に関する協力を快く受け入れるものであり，OECDやIEAを，エネルギーの安定を強化する合同分析および措置のための，特に有益なフォーラムと見なしています。

ECのエネルギー戦略と原子力の役割

第二次石油危機後，ECおよびその加盟国のエネルギー政策作成の指針として，ECのエネルギー戦略を明確に打ちたてる必要が生じました。

1980年のベニスサミットに先駆けて，ECは，1990年の国別エネルギー政策目標の一部に合意していました。それらの目標は，以下の通りであります。

1）総エネルギー消費に占める石油の割合を40％までに削減すること。

2）電力の70～75％は，固体燃料および原子力によって発電すること。

3）エネルギーと経済成長との比率0.7を達成すること。

第二次石油危機後，以上の目標を実現するために設定された戦略は，次の五つの優先事項から成ります。

第一の優先事項は，アメリカや日本と比較して低いエネルギー投資レベルを引き上げることであります。これは意思決定が連続的に行なわれるようにし，投資に対する不必要な障壁や抑制要因を除去していくことを意味します。たいていの国で最大規模の投資が行なわれている電力部門では，電力需要の低成長またはゼロ成長が，公共事業への財政的圧力となっています。その結果，新しい非石油能力への転換や建設計画の規模が縮小されます。新しいプラントが空費されるのを好む人はいませんが，経済成長率が上昇した時に，電力需要に対応できる十分な非石油能力がないと分れば，大きな打撃となります。

第二の優先事項は，エネルギー価格と課税であります。貿易の歪みを回避するために，合理的な価格決定政策の実施を希望します。われわれはエネルギー価格の透明性等の改善を通じて，この方向への進展を監視する措置を講じました。

第三の点は，研究開発（R&D）です。エネルギーのR&Dは，ECの技術的基盤を新たにし，競争力を強化する上で，重要な要素であります。われわれは，広大な開発前線に従事し，新しいエネルギー源の主要分野を対象とし，また，省エネルギーの可能性を調査しなければなりません。ただ，R&Dだけでは十分とは言えません。新技術の導入と商業化を促進するためには，その域を越えて，デモンストレーションの段階にまで進まなくてはなりません。ECのデモンストレーションプログラムは，最も重要な新技術，すなわち省エネルギー，太陽熱，地熱，バイオマス，石炭ガス化，石炭液化を対象としています。エネルギーのR&Dやデモンストレーションにおけるの努力は，第一次石油危機後，かなり拡大されています。現在，ECのR&D支出は年間5億9,000万米ドルに上り，そのうちの約3分の2に相当する3億7600万ドルがエネルギー部門に割りあてられています。本年度のデモンストレーションプログラムには，1億2,000万ドルが準備されています。

第四の優先事項は，より調整された対外関係です。EC全体では，エネルギー供給のほぼ50％を，第三世界に依存しており，この傾向は，80年代を通じて，続くものと思われます。石油の輸入量の伸びは止まっていますが，天然ガスと石炭の輸入量は，実質的に伸びると見込まれます。石油，石炭，ガスおよび核燃料に関しては，EC加盟国は安定で経済的な供給を保証する対外関係の枠組みの中で，対処できるかどうかが求められています。こうした対応は，ECレベルでの共同歩調によって，より効果的に達成することができます。

発展途上国のエネルギー部門での協力と援助の調整も，ECにとって大きな関心事であります。近年，エネルギー援助は，加盟国の全体的援助活動の一部として，ますます重要になりつつあり，すでに，ECレベルでの援助プログラムの最重要面となっています。しかし為すべきことは沢山あります。より密接に協力しあうことで，資金を有効に利用し，われわれのR&D政策におけるように，重複を避けることができるのです。

最後に，第五の優先事項は，石油市場を安定化させることであります。すでに，ECおよびIEAには，大規模な石油供給の途絶に対処するメカニズムをもっております。しかしながら，石油供給の減少が石油価格の高騰をもたらした1979,80年の経験は二度と繰り返したくないと思います。

われわれの目標は，着実に実現されつつあります。1973年の最高点から，総エネルギー消費に占める石油の割合は，61％（日本は68％）から1981年の50％（同63％）へと減少しています。同様に，発電における固体燃料と原子力の割合は，1973年の50％（同14％）から1981年には67％（同30％）へと伸びています。また，輸入品への依存度も，1973年の64％（同88％）から1981年の48％（同84％）へと，かなり改善されています。

EC加盟国の予測によれば，1990年の展望として，合意目標は到達可能圏にあります。総エネルギー消費に占める石油の割合は，40％までに縮減し，発電

における固体燃料と原子力の比率は80%にのぼると見られます。

ECにおける原子力の役割

では，ECの総合エネルギー戦略の中で原子力が担う役割について，詳しく述べてみたいと思います。

ユートラム条約によって，ECは，加盟国内の原子力産業の急速成長に適した条件を創造するという基本的任務を与えられています。この任務には，以下の責務が含まれます。

- 研究の振興
- EC内の基本的，統一的な安全基準による健康の保護
- 原子力への投資の促進
- EC内の核燃料の規則的かつ公平な供給確保
- 核物質の秘密利用に対する保障措置
- 原子力共同市場
- 原子力部門における対外関係

以上の目標に照らし，また以上の方策を援用して，EC閣僚理事会は，昨年，ECにおける原子力の今後の役割を検討し次の結論に達しました。

現在の経済状況において，必要規模での石油からの多様化は，かなりの範囲で石炭と原子力の貢献度の増大に依存しています。

実際，80年代には，原子力は，ECにとって，主な多様化源となります。加盟国は，1980年から1990年を，以下のごとく，予測しています。

- 原子力は，3倍以上に増大する（43Mtoeから137Mtoe，または2.5mbd以上）。
- 固体燃料および天然ガスの消費は，各々24%ずつ増加する（各々，223Mtoeから276Mtoe，169Mtoeから210Mtoe）。
- 新エネルギー・再生エネルギーは，倍増する（14Mtoeから27Mtoeまで）。
- 石油消費は，11%減少する（494Mtoeから441Mtoeまで）。

したがって，総エネルギー需要に占める原子力の割合は，現在の約7%から，1990年には13%までに伸びると見込まれます。

電力部門では，EC全体で，原子力は，現在燃料需要の約20%（日本は17%）を占めていますが，1990年までには，36%（日本は30%）程度に伸びると見込まれます。このことは，発電能力が現在の4億5千万kWから，1990年には10億5千万kWに増大することを意味します。

こうした原子力の大幅な伸びは，EC域内を通じて，均等に分布することはなく，またわれわれの戦略も，そうなることを要求していません。フランスでは，原子力発電が全体の40%近くを占めている一方で，デンマーク，アイルランド，ギリシャおよびルクセンブルグでは，原子力計画がありません。ただし，ECの方針としては，同等の努力をうたっています。つまり，原子力を選択していない国は，石炭の利用に力を入れなければならないということです。この方針は，実際に，デンマークやアイルランドで実施されています。

明らかに，原子力発電は，様々な状況下で，石炭火力発電に比べて，安価である時にのみ，発展すると言えます。EC内では，コストの開きは30～90%と，原子力の方が有利です。すなわち，原子力に基づく安価な電力を利用する国の方が，実質的に，工業競争力に勝っています。

したがって，経済面から見れば，原子力の役割強化という戦略的目標は，明白であります。しかし，それを実現する上で，いかなる課題に直面し，また，その課題にどう対処すべきなのでしょうか？基本的に，私は，以下の3つの課題を指摘したいと思います。

a．原子力の長期的展望

ECにも（日本にも），現在の原子力計画を続行するのに必要なウラン資源は埋蔵されていません。つまり，輸入に対する依存度が高く，ECの場合には，実際に，必要量の80%を輸入に頼っています。長期的には，21世紀初頭には，原子力計画の実施が，資源の入手可能性に応じて，抑制され得ます。したがって，原子力によって，安定供給が保証されるならば，われわれは使用済み核燃料を再処理して，利用できるウランを補給する必要があります。それによって，貴重なウランやプルトニウム燃料を取り出し，さらに，放射性廃棄物の処分方法も改善すると考えられます。

再処理燃料は，現在の原子炉による発電にも，また，より効率的に，高速増殖炉による燃料利用にも，適用することができます。

EC内では，再処理工程も，高速増殖炉も十分開発が進み，いずれの選択肢もとれます。まもなく，フランスで商業用デモンストレーションが予定されている高速増殖炉は，域内の重要な産業協力を通じて，建設が進んでおります。

長期的には，核融合によって豊富なエネルギーを

供給できる可能性は高くECでは，その開発が精力的に進められています。この分野では，EC規模で開発が行なわれています。加盟国はそれぞれの関心事項が密接な協力作業を通じて一番うまく役立てられるよう具現化してきました。事実，核融合エネルギーのR&D活動はECレベルで調整されています。これはECの計画にとってかなりのウエイトを与えております。カラム（イギリス）に建設中の合同欧州トーラス（JET）は，この分野の協力についてのECのアプローチを具体化したものです。

さらに，核融合エネルギーの研究は，より広範な国際協力に適していると考えます。事実，日本と米国との協力の調査は，EC熱核融合研究計画を採択した閣僚理事会の基本的決定の一部を成していました。実りある協力の一例として，IEAの枠内で，日本，アメリカおよび欧州が合同して遂行した大型コイルプロジェクトである核融合装置用の超電導磁石の開発をあげることができます。

b．安全性への取組み

第二の大きな課題として原子力がその工業開発を通じて，公衆の安全と環境保全の目標に適合させるという問題が残されています。多くの国々で，原子力は，政治問題に発展しつつあります。反原発の気運が抑えられている国でさえ，その動きがあるということ自体が当局をして新しい原子炉や他の原子力施設を丹念に調査せざるを得なくしています。例えばアメリカでは，最近まで，原子力プラントの第一次設計から全面操業までに，10～12年を要していました。こうした状況下では，投資家が長期的に継続していく意欲を失ったとしても不思議ではありません。ECや日本の人口の密集している地域では，安全性への配慮が特に重要で，原子力に対する一般大衆の態度を大幅に決定づけることになります。われわれは，EC域内で原子力発電所の認可に進展をみたことに勇気づけられましたが，原子力発電に係わるリスクに対して，より調和のとれたアプローチが進んでいるように思われます。

原子力の安全性は，他の産業活動とは比較しがたいレベルにありますが，われわれは，調査を通じて，安全性に関連した現象に関する知識を絶えず増進していく必要があります。これは，主として，原子炉の安全性，廃棄物の管理，放射線防護に関連しております。この分野において，ECの果たす役割は非常に重大であります。核分裂の研究の大半（1億3千万米ドルに相当する）が，こうした目的に向けられており，ECの研究計画は，直接的，間接的に，加盟国の総支出の約25％をカバーしております。放射線防護部門では，この比率は80％に達します。

この分野でも，国際協力の利点を認めることができます。経費のかさむ作業の重複を避け，より早く，より多くの成果を実現することが可能となります。原子力の安全性に関する強固な国際的コンセンサスが得られれば，この種のエネルギーに対する一般の懸念を晴らすことができると信じます。

c．不拡散体制

第三の課題は，核不拡散体制の強化にあります。結局，原子力の供給者は，提供する核原料物質や設備が軍事的に利用されないという信念を抱かなければなりません。国際核燃料サイクル評価（INFCE）計画の一つの結論として原子力発電が，核不拡散の目的に合致しているだけでなく，世界レベルでのエネルギーの平和利用も将来，高まる国際協力の枠組の中でのみ，期待される点を導きだしています。

核不拡散は，文明国全ての基本的な願いであります。ECは，幸いにも，世界で屈指の保障措置制度を備えています。わが地域のユーラトム保障措置制度は，個別の検証協定を通じて，IAEAの保障措置制度に連結しています。

核燃料の供給保証に関するIAEAの活動（EC委員会が援助している）のように，地域的および世界的レベルでの協力の場を全面的に活用しなければなりません。特に，同委員会は，再処理分野における多国間協力の必要性を強調しております。経済的な視点から見ても，原子力計画を実施している国が，燃料サイクル役務への対処を確かなものとするため，再処理を含む独自の燃料サイクルを，国ごとに開発しなければならないとすれば，それは非常に，非効率的なことであります。濃縮分野では，多国間協力がEC内の原則となっていますが，再処理分野の多国間事業は，もっと真剣に検討して然るべきだと考えます。

十分な信頼性を維持するために保障措置技術を原子力施設の開発に適用し，改善していかなければなりません。ECは，この意義を認め，IAEA内の保障措置技術開発への援助とは別に，核物質保障措置の大規模なR&D（年間600万米ドル以上）を進めています。

保障措置の分野でも，共通なアプローチを採用する意味は大きく，これはすでに遠心分離濃縮工場の場合に実践されています。遠心分離工場は日本と

ECで他の当事者の協力を得て順調に進んでおります。核燃料サイクルにおける機微な核物質の利用をめぐって，特に懸念する声が聞かれます。われわれは，可能な限り大きな基盤の上で，これらの物質を国際的に監視する適切な制度を確立すべく，努力すべきだと考えます。

結論

20世紀最後の25年間において，最も目立った現象の1つとして，各国の利己主義と伝統的な論争にもかかわらず，国々が，いかにして減少していく資源から，より多くの人間に富を享受させようという共通の努力を通じて，拡大する相互関連性を立証するかを知ることです。今日，国際的なエネルギー協力は，その1つの現われであり，原子力は，特に比重の高い分野となっています。日本とECは，この分野において，大きな責任を分担しています。われわれの着実な協力の枠組みの中で，今ここに，再び，手をつながなければなりません。

ECは，積極的に，こうした協力に貢献していくつもりであります。国家的に独立した経済を経済的，政治的に統合した経験をもって，また世界の共同体の他の国々がもたらす経験に支えられて，ECは，以上の国際的課題に直面しています。世界全体の利益のために，その経験を活用し，課題に対処してまいります。

フランスにおける電力・原子力開発戦略

フランス電力庁
総　裁
J．ギ　ア　モ　ン

1973年と1979年の石油ショックは多くの工業先進国にさまざまな影響を与えました。なかでも，日本とフランスは，他国に比べて自国のエネルギー供給を輸入石油に大きく依存しているために，その影響も甚大でした。

とはいえ，強力な工業力を持つ自由主義諸国の中では，日本とフランスのみがエネルギー問題への取組みに成功しています。

石油ショック以後，この二国だけが，それ以前の10年間に定着した，石油輸出国への依存が増すにつれて危険も増大するといった傾向から脱するために，必要な手段を取ってきたのです。

決断を持って原子力政策を進めることによって，日本とフランスは石油輸出国への依存度増大の傾向を変えるのに成功しつつありますが，他方では，他の工業先進国では国益に反する地域運動や果てしない不毛の論争が原子力の開発を遅らせてきました。

フランス政府が行なっているフランス電力庁（EDF）の原子力開発戦略を，この国際的機会に理解していただく必要があります。そのために，本論文の第一部として，この10年間にフランスが原子力産業を確立し，石油輸出諸国の攻勢からの解放を意味する原子力発電容量を獲得することができた過程を述べたいと思います。

しかし，今では，それらの過程はすべて過去のこととなりました。すなわち時宜を得た決断が行なわれ，われわれは予想通りの利益を手に入れつつあります。

今日，われわれは他の難関に立ち向かわなければなりません。すなわち，原子力開発を急ぎ過ぎたあまり，原子力産業が過大産業となり，最終的に国家資金の浪費という結果を招く恐れがあることです。電力需要の増加と，二度の石油ショックからの経済回復力については，見通しが楽観的に過ぎた面がありました。この長い世界的経済危機の後遺症に対して適切な案を施すことができず，しかもそれがいつ終わるのか予測できないのが現状です。

本論文の第二部では，このような新しい複雑な情勢を分析します。

電力産業界にとっては都合の悪いこのような情勢は，適切な処置を取らなければ，フランスの原子力産業の存続を危うくさせることにもなりかねません。

この悪化する状態を阻止できるのは，他のエネルギー形態を電力の形に転換して利用する手段だけです。また，電力として利用することは，輸入エネルギー源を国産のエネルギー形態で置き換えることをも意味し，強いては，わが国の輸出入の帳尻を改善することにもなります。これが，電力の生産とともに配電も行なうEDFが採択した戦略の基本的考えであり，本論文の第三部では，この新しく採択された戦略について述べます。

過去10年間の進歩

まず過去を手短かに振り返ってみたいと思います。1973年におけるフランスの石油消費量は1億1,700万トンに達し，これはフランスの消費エネルギー総量1億7,800万トン（石油換算）の66%を占める量でした。しかもこの石油の98%が輸入によるものでした。そのため，わが国における輸入エネルギーの占める割合は，1960年には約40%であったのが，1973年には75%以上にまで増えています。ですから石油危機は，わが国のエネルギー供給の破綻を意味するものでした。

第一次石油ショックの初期にみられる日本のエネルギー事情は，フランスによく似ていて，およそ3億トン（石油換算）の総エネルギー消費量の大部分は石油であり，その量は2億1,500万トン，すなわち総エネルギー消費量の72%に相当しました。

フランスと日本は，同じ様にエネルギー供給機構

が脆弱であるため，多くの努力を払ってきました。しかし，両国ともエネルギー市場の激変に対して，まったく同じように理性的対応を示してきました。すなわち，資源が貧困であるため，代替エネルギー源に活路を求めなければなりませんでした。代替エネルギー源の中では，原子力発電は，供給依存度，妥当なコスト，需要に対する適合性など，総合的な面から有利でした。ある場合には，価格上昇をつづける石油と，いずれは主流となるとみられた原子力との中間的手段として，石炭が利用されました。そして，石炭はフランスの電力生産に名誉ある復帰をしたのです。すなわち 1973 年から 1981 年の間に，15 の石油火力発電所（総出力 340 万 kW）が石炭火力に転換され，この期間の石炭による電力生産量は 300 億 kWh から 510 億 kWh にまで増加しました。

しかも，今や経済面でも評価されている省エネルギーは，いわゆる「新」エネルギーと同様に，需給のバランスを保つのに相当の貢献をしていますが，両者ともに石油から原子力へのギャップを埋めることは不可能です。国民 1 人当たりのエネルギー消費量が 3 トン（石油換算）のフランスは，先進工業国の中でもエネルギー浪費国とはいえません。しかも，石油価格が高騰し続けるため，太陽エネルギーおよび風力のように分散した形態のエネルギーを回収するための高価な施設を設ける余裕は，ほとんどありません。そして，これらの新エネルギーにはまだなお，相当の研究開発の余地があり，今世紀末までに利用可能となるという保証もないのです。

それに比べて原子力は，すでに成熟した産業の域に達しています。フランスでも他の国々でも，必要な実験結果が集められ，フランスでは 1971 年にはすでに大規模な計画が発足しました。これは 1974 年に再編成され，1974 年から 1981 年まで毎年，およそ 500 万 kW の原子力発電所の建設を進めることとなりました。

計画を進めるには，関係あるすべての組織（産業界，所有者，運転者）を動員すること，および労働組合をも含めて，政治的，経済的グループなど関連あるすべての党派から同意を得ることの双方が必要でしたが，これらの条件も整いました。

当然のことながら，EDF は，同じような事業に携わる他の所有者と同様な難問に直面しなければなりませんでした。すなわち，プロジェクトを設計するエンジニアリング能力，それを実現できる工業力，でき上がったものを運転するチームの三つを集める必要がありました。

この点について，われわれには二つの利点がありました。まず統合性ですが，これは EDF の性質として，発電所の所有者，工業技術者，運転者を同時に兼ね備えているので，問題はありません。もう一つは計画を継続して行なえる点です。

われわれは，アメリカおよびヨーロッパ諸国で得られた経験に基づいて加圧水型炉を選び，ショーズ（32 万 kW）とチアンジュ（87 万 kW）の原子力発電所でベルギーと共同研究を行ないました。

あらゆる分野での最適化の研究の結果，われわれはユニットの標準化を行ない，第一段階として 90 万 kW 原子炉 34 基を 3 期に分けて建設し，第二段階として，130 万 kW 原子炉 18 基を再び 3 期に分けて建設する計画に着手しました。

ここで，標準化の利点を特に強調することをお許しいただきたいと思います。なぜなら標準化こそが，われわれの計画を支障なく進行させ，技術的成功をもたらすのに決定的要因となったと考えられるからです。一つのモデルから，サイトによってそれに適応させるための多少の違いを除いて，まったく同型のコピーをいくつか作ることで，多くの利点が得られます。

- まず第一に，原子炉 1 基当たりのコストが相当程度低くなります。原子力発電容量についても例外なく，同じものを多く作れば作るほど，1 基当たりのコストが低くなります。
- 第二に，契約や建設の段階における必要な許認可手続きが迅速化されます。
- 最後に，標準化によって，運転者から設計者へのフィードバックの価値が高くなります。一つのシリーズから他のシリーズへと安全性の観点から，あるいは運転経験から改良されるべきだと判断されて，多少の変更が加えられるにしても，経験の価値はサンプルが多いほど高くなるからです。

もちろん，あるシリーズで，同じタイプの「故障」が二，三ヵ月中に引き続いて起こったとすれば，その部分について得た解決手段は，そのシリーズ全体に適用することができます。最近では，後でもう一度触れますが，ガイドチューブ固定ピンの問題が，その好例だといえます。その上，部品の互換性があれば，運転開始段階および運転段階における融通性が大きくなります。

得られた経験の大部分は EDF にフィードバック

されて，現在進行中の建設計画の中に，運転中の原子炉の「アフターサービス」として組み込まれます。

標準化は技術面と同時に生産面でも行なれています。EDF は 8 基から 12 基の同型炉を対象とする一括契約を主な契約相手と結び，年間 5 ないし 6 基の割合で供給し，現在ではすべて運転中であります。すなわち 1980 年には 90 万 kW 原子炉 7 基，1981 年には 8 基，すなわち 2 ヵ月毎に 1 基以上が電力網に組み込まれてきました。

原子力産業の成長に伴い，フランス原子力産業界も自立の手段を探求してきました。当初ライセンスに基づいて始まり，遂行してきた事業は 2 年前に終了し，現在，新しい 130 万 kW 級原子炉として，フランスは独自の加圧水型炉を開発中です。

同時に，フランス原子力庁の努力によって，フランスは燃料サイクルを完成する一連の施設を建設しました。これは，高速増殖炉の分野での技術的リードをも意味するものです。

このようにして，過去 10 年間に原子力発電は現実のものとなり，現在，2,390 万 kW の原子炉が稼働中で，さらに 11 基が建設中です。

18 基の 130 万 kW 標準型原子炉計画は順調にスタートし，第 1 号機は今年末には電力網に組み入れられる予定になっています。

ここで簡単にまとめると，次のようになります。

○ 今後は実際の建設期間短縮を目標とする：1981 年および 1982 年に運転開始の原子力発電所は着工してから配電網に組み入れられるまでに 60 ヵ月かかっていますが，今日では新シリーズや特別な問題が起こることが予測される場合でも，90 万 kW の発電所で 5 年間，130 万 kW の発電所で 6 年間の建設期間でスケジュールを組むことができます。

同じく，燃料初装荷から商業運転開始までの運転準備期間も，平均して 10 ヵ月間から 6 ヵ月間に短縮されています。

○ 最初の 2，3 年間の運転状態からみて，われわれの機器は他の発電施設の機器に十分対抗できます。

とはいうものの，1982 年の EDF の原子力発電所の負荷率は，期待した 62%に対して，58.5%にすぎませんでした。これは多くの因子が絡み合って影響したためです。すなわち，

— まず第一に，90 万 kW 規模の第 2 シリーズ (CP2) の開始が円滑にいかなかったために，機器の在来の部分が影響を受けたことが挙げられます。

— 第二に，フランス政府の法律によって，運転開始後 18 ヵ月目に 7 種類の完成検査をわずか 1 年間で行なうことが要求されたのですが，この各検査はそれぞれ 4 ヵ月もかかるものでした。

— 最後に，制御棒ガイドチューブ固定ピンに腐食が発見されたことです。

この種の腐食は日本で最初に発見され，固定ピンの故障につながるヒビ割れを発生させます。腐食はアメリカでも発見され，2，3 ヵ月後にはフランスの 90 万 kW 原子炉の 5 基で発見されました。

この件については，日本へ送った調査団が情報を集めてきて，5 基のうち 3 基については早急に修理をすることができました。これは，原子力発電所の運転における国際協力の重要性を良く示すものです。この件に関して，日本の専門家の皆さんが示して下さった協力の精神と，その能力に対して，心から感謝申し上げたいと思います。

○ 最後に，原子力発電は十分に競合できるということを評価したいと思います。

ごく最近，安全性や放射線防護に関する規制が非常に厳しくなっているようですが，それを考慮に入れても，フランスにおける原子力発電設備の kW 当たりのコストは，最近の UNIPEDE の研究に示されている諸外国のコストに十分競争できるレベルに安定してきているようです。

フランスの状況下では，原子力発電の kWh 基底負荷の運転コストは，石油火力発電の半分以下であり，石炭火力に比べると約 3 分の 2 となっています。このことは，原子力発電の運転時間が年間 3,000 時間以下であっても，なお石炭火力発電よりも経済的であることを意味しています。

1962 年にはほとんど重要視されなかったフランスの原子力発電は，1972 年には 10 倍に成長し，さらに 1982 年には 1,000 億 kWh を超えました。これは，フランスの 1965 年度の総発電電力量です。

以上が 1970 年代の EDF の原子力発電戦略の成果でした。

1990年代への憂慮

ここで，将来について述べたいと思います。

1990年にはPWR発電所だけで5,000万kWとなり，3,000億kWhをフランス全土に供給することが可能となる予定です。これに水力発電（700億kWh），国内産石炭による火力発電（約200億kWh），および輸入石炭と石油の火力発電による約300億kWhを加えると，国内に供給可能な電力は4,200億kWhとなり，そのうち95%は国内資源によって生産される電力です。

しかし，1990年の需要はどのくらいになるでしょうか？（現在は2,700億kWh／年）

1970年代末には需要増加率は目立って低くなり，1980年代には経済成長の低下とともに，電力消費の伸び率も年間2～3%と低くなっています。

このような傾向はフランスだけにみられるのではなく，多少の差はあれ，たいていの工業先進国で同様な低下が認められます。

経済回復を促すために国内に相当の資金を投入しながら，短期的および中期的経済情勢によって，われわれは原子力発電計画を放棄しなければならないのでしょうか？

今日の情勢がわれわれに最悪の事態を予想させるのでしょうか。もし，われわれが努力を怠り，景気回復のための新しい戦略に着手しなければ，1990年のフランスの電力需要は3,600億kWh以下にとどまるかもしれません。とはいえ，このレベルでも回復の兆しは見えていると言うべきかもしもません。

実際に，もし1982年の消費量が実際より35%多かったとしたら，1990年のフランスの電力消費は，1982年の消費量最高日の電力消費量が，一日平均消費量となるでしょう。

このような事態になると，何が起こるかを予測するのは難しくはありません。原子力と水力で需要のすべてを賄えることは確実でしょうが，季節または日によって変動があるので，実際には次の処置が取られることになるでしょう。

- 大出力の原子力発電所は年間の需要ピーク期間以外は活発に稼働させない。
- （輸入，国内産を問わず）石炭火力発電は，ほとんど電力生産をしない。

EDFは電力の生産のための資源を適切に運用しなければならないので，このような予想を正しいものとして受け入れることはできません。

また，このような状況のもとで，従来通り130万kWの発電所を年間3基のペースで原子力発電を拡大し続けるのは合理的でしょうか？

また，わが国の原子力産業を危険に曝すことなく，原子力発電の伸び率を短期間で大幅に減らすことは可能でしょうか？

原子力産業は，今日では高度に完成された技術であり，国際的に関連し合っています。わが国で直接あるいは間接的に雇用されている人員は20万人に達し，この人達がわが国の科学技術の一端を将来担うわけです。最後に，これが最も重要な点ですが，原子力産業はわが国のエネルギーの完全かつ永続的自立の中心的役割を担っています。もし産業界の活動レベルに過度の変動が与えられると，健全な成長ができなくなります。

フランスはしばらくの間，いずれ好機が訪れるという希望のもとに，原子力産業を「スタンバイ」の状態にしておいた方が良い，という考えを強調する人もいます。すなわち，計画を延期し，発注を減らし，建設作業の間隔をあけることによって，次第に発電容量を減少させようという考えですが，しかし，この方法ではkW当たりの原子力発電コストが急速に上昇するのは確実です。予測されるさまざまな臨時コストや経費は，全体として国家が負担し，早くフランス産業全体の競争力を持たせるようにするのが良いと思います。

われわれは，このような予測を深刻に受け止めているわけではなく，原子力産業の活動を適切なレベルで継続していくつもりです。なぜなら，現在問題になっていることは，安全保障関係の雇用と技術的財産が短期的に過剰になっているに過ぎないと信じているからです。われわれとしては，この際，さらに炉の改良を進めていこうと決心しています。

このような観点から，われわれは，フランスおよび諸外国の原子力発電所からの経験をフィードバックしながら，安全性も信頼性も最高レベルの原子炉シリーズを開発する努力を続けています。

そこで，われわれは130万kW炉の新シリーズとしてN_4シリーズに着手しており，この第1号機の建設は，1983年計画の中で開始される予定です。この新シリーズは，出力の増大によるコスト減と，ある種のコンポーネントの最適化の改良を目的とすると同時に，エレクトロニクス，データ処理，ロボット化などを特に利用して，マンマシンインターフェースや作業員の放射線被曝防護を改善し，進歩させることを目的としています。

また，われわれとしては，20年以上前から開発を進めてきた高速増殖炉の実証計画も続行しています。ここでもう一度申し上げますが，フランスと日本は，まったく同じような道を歩んできたわけです。

高速増殖炉の研究成果に基づき，フランスは今では最初の商業用規模実証炉スーパーフェニックスを完成しつつあります。

われわれの目的とするところは現在，次の二つに分けられます。

— スーパーフェニックスから直接導かれ，約20%出力の大きい原子炉の建設を行なうことで，許認可手続きは1985～86年に開始される予定です。

— 1990年に向けて，もう1基の原子炉に着手し，これに今後10年間の技術的進歩の成果を採り入れることです。

われわれの考えでは，上記のどちらも，それに対応する再処理施設がなくては実現しません。高速増殖炉の核燃料サイクルは1969年に完結しました(この年，ラプソディの燃料の再処理が始められました)。そして，その後ラプソディの燃料を10トン以上再処理し，さらにフェニックス燃料の再処理も行ないました。

このようにフランス原子力庁，原子力産業界，EDFとの緊密な協力によって，わが国は将来のエネルギー供給の長期計画の基礎を築いたのです。フランスは，エネルギー自立の主要な手段として，電力に依存してきました。今や電力は，家庭消費用と同時に産業用として，重要な役割を果たしています。

わが国の生産資源を最高に利用するために，われわれは電力利用を促進しなければなりません。電力生産促進から電力消費促進へと移行していくこと，これがわが国の原子力計画の基本です。

エネルギー形態を電力に転換

2年間で，実際には明日にも，石油はフランスの電力生産からほぼ完全に排除されることになるでしょう。

EDFは電力生産者として，輸入石油への依存からの脱出と生産コストの著しい低減によって，大きな目標に到達しつつあります。

電力供給者としてのEDFは，困難な問題に直面しています。それは輸入エネルギー源，特に石油を，可能な限り国内で利用するエネルギーとして，唯一の形態である電力に転換することです。

われわれの持つ利点は何でしょうか？

— われわれは，大規模のエネルギー供給を確実に行なうことができます。

— EDFの電力価格は，市場の変動に左右されません。なぜなら，原子力発電には莫大な資本が必要ですが，kWh当たりの発電コストはウラン価格の影響をほとんど受けないからです。ウラン価格はkWh当たりコストの10%を占めるに過ぎないので，価格の高騰によって電力価格が驚くほど上昇することはありません。

ここで指摘したいのですが，石油価格は1973年以来，実質4倍以上に値上りしましたが，高電圧電力の価格は29%上昇し，低電圧電力の価格は少し下がっています。

何が難しい問題なのでしょうか？

— もちろん，経済的，技術的な障害があります。消費者に消費様式を急に変えてくれるように頼むことはできません。率直に言って最近の情勢は，われわれにとって不利であると言えるでしょう。他の分野でも同様ですが，産業界では1960年代に大きな変化を導いたような経済成長は，残念ながら今日では見られません。さらには，われわれは，エネルギーの欠乏は資金の欠乏につながるという時代に生きています。しかしながら，エネルギーの価値と競争力を信じれば，後で述べるような活発な経済活動と一連の刺激策によって，不況や困難な障害を克服できるはずです。

— しかし，最も重要なことは，心理的な障害が存在することです。これは現在では幸いにして支配的ではなくなりましたが，1973年以来，大きな高まりを見せていました。

相次ぐ石油ショックに直面して，次のように考える人がありました。すなわち，人類は突如として黒い黄金を失い，やがてあらゆるエネルギー源が無くなってしまうであろう。そして，生き残った者は一次エネルギーを節約するために最も厳しい方針で当たらなくてはならないであろう，と。

ですから，どんなにコストがかかろうとも，その形態を問わず，とにかく地下に蓄積された貴重な資源を，できるだけ長期間保存することが，まず第一に必要だとする考えでした。これは，価格や，外貨準備の節約などといった諸要因よりも，「保存」がすべてに優先されなければならないことを意味します。もはや価格を調整する余地はありません。絶対

的優先権が，枯渇に向かっている一次エネルギーの節約という唯一の基準に与えられなければならないのです。

このような考えは，二つの点で誤っていると考えられます。すなわち，

— 第一に，世界の一次エネルギーは欠乏していません。欠乏しているのは資源ではなく，エネルギーを利用可能な形態に変換する手段です。

— 第二に，もらろん変換過程の改良によって効率を上げることはできますが，それが常に経済的であるとは限りません。

最終消費者にとっては，供給された電力にいくら支払えばよいのか，ということだけが関心事なのです。国際収支に関心を有する国家のレベルでは，エネルギー形態によってもたらされる外貨の節約が考慮されるでしょう。

所与の利用形態で電力と化石燃料を比較して，もし1 kWhの電力を最終的に化石燃料2,500Kcal以下に置き換えたとすると，エネルギーの浪費をしていることになります。

これは，電力1 kWhを生産するのに必要な燃料のおおよその量です。

この考え方は，1973年のように，わが国の電力の約半分が石油によって生産された場合に，証明されました。電力で家庭暖房を行なうと，一次エネルギーと外貨の両方を浪費することになったのです。しかし今日では，そうではありません。われわれは，一次エネルギーの基準は外貨節約に基く基準や，現在では競争可能な利用形態である電力に有利な基準で置き換られるべきであると考えます。

電力の利用範囲を可能な限り広げるために，われわれは，電力の利用効率を増す手段の開発に努力しています。たとえば，発熱方法，高温ヒートポンプ，蒸気の機械的再圧縮などの研究を支援しています。

家庭消費については，ヒートポンプの年間設置数を早急に10万個にまで増やすように，設置促進キャンペーンに乗り出しました。

また近年，ツーエネルギーシステムという新しい考え方も導入されました。

まず第一に指摘しなければならない点は，電力による暖房が増えるに従って，電力の最大消費期が冬となり，この傾向は今後もずっと続く見込みであることです。ツーエネルギーの考え方は，工業用および家庭用として，夏期，中間期，それに最も電力消費量の増える厳冬期の各期に，それぞれ適切な季節料金を適用するというものです。

簡単な投資を望む多くの消費者にとっては，一年のうち6～9カ月間は電力を使用し，電力需要が非常に大きくなる期間はエネルギー形態を元の形—普通は石油であるが—に戻して使うことが利益になるのではないかと思います。

われわれの戦略としては，もはや最も効率の良い電力利用形態を推進するだけではなく，消費者にとって適当に経済性の認められる解決方法があれば，それを提案していく方針です。ただし，ここで，その解決方法が電力供給側にも適切であり（それによって料金が決まるので），また国にとっても外貨節約という意味で適切であることに配慮しなければなりません。

実際にはどのような手段を取るべきでしょうか？

まず，電力変換の経費を少なくする特別の手段を考える必要があります。

新しい工場を建設中の企業が電力の利用設備を備えるのは簡単ですが，エネルギー変換に投資するよう消費者を説得するのは，とりわけ経済危機の最中には，困難です。

第二に，ここでこそEDFが重要な役割を果すのですが，国が原子力計画に投入した巨額の資本から消費者が利益を受けるような料金体系を作らなければなりません。

これは，特に産業用電力消費者に当てはまります。

新料金は，電力生産コストが季節によって大きく変動する点を重視し，安定した戦略によって，公共の利益をより多くするよう，コストをはっきりと反映して，定められます。

第三に，必ずしも一次エネルギーの節約に役立たないシステムも含めて，国家に利益をもたらす全エネルギーシステムを促進することです。これは特にツーエネルギーシステムの場合であって，この場合にはしばしば化石燃料蒸気発生器と連結して，抵抗加熱を用います。

最後に，大規模の研究開発計画を進めていくことで，産業用として，水の電気分解，溶鉱炉の電化，プラズマ利用などの実例を挙げることができます。

簡単に申し上げて，これがEDFの新しい戦略です。

全体として，困難な経済情勢の中で，必要な開発計画が順調に始められたと思います。1973年から1981年までの間，フランスのエネルギー消費量に占める電力の割合は22%から31%に増加しました。

EDFとしては，この割合を1990年代には40%以上にまで増大させたいと考えます。

結論

フランスの原子力発電計画は，輸入エネルギーへの依存を減少させるために発足しました。電力生産については，近いうちに輸入化石燃料から自立できるので，計画の第一段階は今，完了の段階であると言えます。

そこで，われわれは現在，第二段階に進みつつあります。原子力発電計画はもちろん消費量の自然増に適応するように進められていますが，世界的な経済危機のため，電力消費の伸びは著しく減少しています。

ですから，EDFとしては，消費者が輸入化石燃料の代りに電力を使用するのを援助するため，特別の努力を払わなければなりません。石油市場にみられる短期的あるいは中期的変動とは関係なく，可能な限り石油資源への依存を少なくするのがフランスにとって絶対必要であると考えますし，また，発展途上国のために可能な限り多くの石油を残しておくためにも，原子力発電の開発を推進するのは工業先進国の義務であるという点を強調しておきたいと思います。

四ツ柳議長　フランスは，すでに電力の40%以上を原子力によって供給していることでも明らかなように，またFBRのスーパーフェニックスのような施設を建設しているように，これまで原子力開発利用の分野において，すばらしい実績を挙げています。まずもって，これに対して深く敬意を表したいと思います。

その開発過程で起こった腐蝕問題について，すでにこの問題に直面して対策を講じていた日本の経験がフランスの役に立ったとのお話がありましたが，これなどは原子力発電の安定した進歩のために国際的な情報交換がいかに有意義であるかを如実に示した好例ではないかと考えます。

また，フランスの原子力発電の標準化努力がフランスの原子力産業の独立，確立につながり，そこに20万人以上の雇用が確保されているとの状況で，フランスでは原子力は独自の立派な成果を挙げていると言えます。今後も国際市場に影響を受けない国産の信頼できるエネルギーの供給を保障していかなければならないわけですが，そのためには電力需要の拡大，電力利用を奨励する料金体系，あるいは電力を利用する種々のシステム，ヒートポンプ等についての研究開発を進めなければならないということで，今後フランスが進むべき戦略について，ギアモン総裁が述べられたEDFの政策は，われわれにとっても大いに示唆に富んでおり，大変有意義なものとして，感銘を深めた次第です。

インドの原子力開発 — 再処理・廃棄物管理を中心に

インド原子力委員会
委員長
H. セ ト ナ

インドは世界でも最大級のトリウム埋蔵量を有しているが，ウラン資源は，幾分少なめです。したがって，わが国の原子力発電開発戦略は，第一段階として，天然ウラン炉の設置をもくろみ，次の第二段階としては，ブランケットとしてウラン238またはトリウムを使用し，第一段階炉から生ずるプルトニウムを用いた高速増殖炉の設置を目指し，最終的には，ウラン233ートリウムサイクルに基づく原子炉システムを目標にしています。この戦略では，核燃料サイクルの不可欠な段階として，使用済み燃料の再処理方法の開発が必須のものとなっています。環境に与える影響という点で，放射性廃棄物管理の重要性もまた初期段階で認識され，適切な処理方法および安全な処分方法の開発作業が，原子力発電計画よりずっと先んじて開始されました。この結果，発電所および燃料再処理施設の運転を含む核燃料サイクルの全段階から生ずる放射性廃棄物に関して，効果的な管理体制が得られました。

この論文では，インドにおける使用済み燃料の再処理および放射性廃棄物管理に関する技術開発に触れます。原子力発電計画の簡単な概観も含まれています。

原子力発電計画

インドは，1969年のタラプール原子力発電所の運転開始によって，原子力発電計画に着手しました。この発電所は，それぞれ21万kWの沸騰水型原子炉2基から成ります。この発電所は，主として原子力発電の経済的能力を証明するためと，原子力発電所の運転および維持に関する経験を得るために，ターンキーベースで建設されました。

しかしながら，主目的は，第一段階における天然ウラン燃料加圧重水炉（PHWR）の開発を追求することでした。この目的は，国産資源を燃料とすることができ，しかも主要構成部分を国内で製造できるようなシステムを選択することでした。さらに，重水炉には核分裂物質を最も効率的に利用できるという利点もあります。このような次第で，それぞれ22万kWのPHWR 2基から成る第二の原子力発電所が，ラジャスタンで建設開始されました。この発電所の第1号炉は1972年に運転開始され，第2号炉は1980年に運転を開始しました。2基の23.5万kWPHWRを有する第三番目の原子力発電所の建設作業が，南インドのマドラス近郊のカルパカムにおいて，ほぼ完成し，北部のナロラにおける第四番目の発電所が建設中です。西インドのグジャラトのカクラパールにおいて，第五番目の原子力発電所の建設作業も開始されています。出力50万kWの大型炉の設計作業も進行中です。現在のところ，今世紀末までに，合計1,000万kWの発電所を建設する計画です。

原子力発電開発計画の第二段階は，高速増殖炉の領域となる予定であり，熱中性子炉で生成されるプルトニウムを利用することになります。熱出力5万kWの実験用高速増殖炉が，カルパカムで建設中です。1990年代半ばに建設される予定の出力50万kWの高速増殖炉原型炉の設計に関しても，研究が進行中です。

インドは，世界でも最大のトリウム埋蔵国の一つです。かなり確かな値として，ThO_2で約319,000トンの埋蔵量であると報告されています。したがって，原子力発電計画の開発では，この莫大な資源を，ウラン233ートリウムサイクルにおいて，最大限に利用することを考慮に入れるのは当然のことです。

再処理

原子力発電の開発および発展を目的とするこの戦略では，使用済み燃料の再処理の役割が明確になります。再処理計画は，1964年にトロンベイにおける最初の実証プラントの建設と共に開始されました。

これは，熱出力4万kWの研究炉用のアルミニウム被覆天然ウラン燃料を再処理するように設計されたものです。タラプールおよびラジャスタンの原子炉用の酸化物燃料を再処理するために，タラプールに別の再処理プラントが建設されました。カルパカムにおける第三番目の原子力発電所および試験用高速増殖炉の再処理需要に応えるため，マドラス近郊カルパカムに建設される予定の再処理プラントの設計作業が行なわれています。トリウムを利用するための前段階として，いくつかのアルミニウム被覆トリウムおよびトリア制御棒が，実験ベースで照射され，照射済み燃料は，ウラン233を分離するため，トロンベイのパイロットプラントで再処理が行なわれました。

トロンベイ再処理工場

この再処理工場を建設するという決定は，1958年に行なわれ，準備的設計は1961年1月までに完了しました。このプラントでは，ピューレックスフローシートを採用し，溶媒として30%トリブチルフォスフェイトを用いた機械的パルス溶媒抽出カラムを利用しています。パルス貫通プレートカラムを用いた実験が，設計データを得るために，行なわれました。

この後，工程および装置設計の仕上げ，工程セルでの配管や装置の組立ておよび設置，並びに関連システムの組立てと設置が行なわれました。このプラントは，1964年に運転を開始し，熱出力4万kWの研究炉CIRUSからの使用済み燃料の再処理を行ないました。長さ3.4mの金属燃料要素は，アルミニウム被覆された天然ウランでした。末端処理には，化学的脱被覆が採用され，続いて燃料を濃硝酸に溶解させました。溶媒抽出フローシートは，ウランとプルトニウムの純化のための混合浄化サイクル，分離サイクル，および二つの個別の平行サイクルから成っています。分離段階で用いられた還元剤は，硝酸媒体中の硫酸第一鉄溶液でした。

硝酸プルトニウム溶液の最終精製は，イオン交換によるものでした。このプラントに関しては，直接メインテナンス方式が採用されましたが，これは非常に有効でした。というのは，運転中でも，プラントの多くの部分に汚染除去後接近でき，また必要に応じて，運転条件に合うよう修正を加えることができるからです。高放射線領域によるメインテナンスの困難さに鑑みて，溶液移送用機械ポンプの使用は最低限にとどめ，メーター測定を必要とする流れにのみ限定しました。他のすべての場合は，移送はスチーム・ジェット・サイホンによって行なわれるようにしました。工程計装用には，密度および水位測定のために，空気追い出しを採用した圧縮空気式計器が用いられました。カラム相内制御は，隔壁制御バルブで水流フローを調整することによって，達成されました。

このプラントは，将来のプラントに備えて，特別訓練コースを通して，熟練した人材や専門的知識が得られるという点において有効であるばかりでなく，再処理の様々な側面に関して，今後の研究や開発が待たれる分野を明確化するのにも役立ちました。具体的には，これらの分野として，溶媒減容，さらに高い発電出力を達成するための装置やシステムの開発および性能改善の実現，試料サンプリングと分析，オンライン計装およびコンピューター化されたデータ取得システム（DAS）を用いた工程管理と動力学的材料計算が挙げられます。

このプラントは，多年にわたり成功裡に運転を行なった後，廃止され，プラントの寿命を延長させ，能力を増大させるために，装置が交換されました。このプラントは，近々，再び運転を開始することになっています。廃止措置に関しては，この論文の後半で，いくらか詳細に述べます。

タラプール再処理工場

発電用原子炉の出現に伴い，タラプールおよびラジャスタンの両原子力発電所から出される，ジルカロイ被覆酸化物燃料の再処理工場を建設する必要が生じました。この再処理工場は，タラプール原子力発電所に近接して建てられており，公称，再処理能力は，一日当たり0.5トンHMです。

このプラントで用いられた基本的な工程フローシート（**図1**）は，トロンベイ工場と同一ですが，このプラントに関しては，トロンベイ工場の運転経験に基づき，また燃料の性質を考慮に入れた，いくつかの特徴が盛り込まれています。ヘッドエンド処理には，チョップリーチ法が採用されています。この工場では，機械的パルスではなく，空気的パルス溶媒抽出カラムが用いられており，今までの経験では，良好にいっています。ヒドラジンで安定化された硝酸ウランが，プルトニウム分離の還元剤として用いられます。

この工場の，他の工学的特徴としては，放射性工程の溶液測定装置としてのエアリフトの導入，サイ

クル内生成物の蒸発用に熱サイフォン蒸発器の利用，希釈スプレイカラムによる水流からの混入溶媒の除去，エアリフト原理に基づきカラムからの水性フローを調整することによる溶媒抽出カラムにおける相間制御があります。プルトニウムの酸化物への転換は，連続 exalate 沈殿，続いて連続焙焼によって行なわれます。ホルムアルデヒドを用いた放射性液体廃棄物の脱硝酸が，廃棄カラムを減少させるため，採用されています。末端処理段階については，セル内装置の遠隔設備があるが，これ以外のプラント部分については，直接メインテナンス概念が採用されています。プラント内フローシート条件としては，ウラン精製段階からネプツニウムを回収できるような条件が選ばれています。

カルパカム再処理工場

マドラス原子力発電所からの使用済み燃料を再処理するため，第三番目の再処理工場が設計されていますが，これは発電所近くに建設される予定であり，公称能力は 0.5tHM/day です。再処理工場の設計では，一組の隣接工程セルの建設がもくろまれており，プラントの寿命を，発電所の予想寿命に匹敵するまで延長することができるようになっています。この工場は，適切な時期に，高速増殖炉試験炉(FBTR)からの使用済み燃料を受け入れるための設備も備えています。FBTR 燃料の再処理用に具体化された遠隔メインテナンス概念を実現するために，カルパカムの燃料再処理開発研究所で，開発作業が進行中です。滞在時間の短い請負業者についての研究もまた，この研究所で行なわれています。

照射トリウムの再処理

先に述べたように，発電用にトリウムを利用することが，インドの原子力発電計画の重要な目標の一つです。これを達成するための準備段階として，アルミニウム被覆トリウム金属およびトリア燃料棒が，研究炉 CIRUS 内で実験ベースで照射され，照射された燃料は，十分に長い冷却期間をおいた後，ウラン 233 を分離するため，トロンベイのパイロットプラント施設で再処理が行なわれました。運転工程は，まず熱サイホン型バッチ溶解装置中で化学的に脱被覆し，次にフッ素イオン溶存の硝酸中で燃料を溶解させるというものです。溶媒抽出は，ソーレックスフローシートに従って，グローブ・ボックス内に収められたガラスミキサー・セトラー中で行なわれました。二相の混合は，真空カラム空気圧力パルスによって達成されました。

この技術的研究が成功裡に完了したことによって得られた経験は，必要に応じて，照射トリウムの工業規模の再処理工場を建設する際に役立つでしょう。

デコミッショニングの経験

原子力施設のデコミッショニングは，現在，多くの国で関心が高まってきている問題です。インドでは，トロンベイ再処理工場のデコミッショニングによって，この分野での貴重な経験が得られました。この再処理工場を長年運転した後，工場の寿命を延ばすための交換を行なうために，プラントのデコミッショニングを行なうのが望ましいと考えられました。この機会はまた，既存の原子炉 CIRUS と並んでトロンベイに建設されている熱出力 10 万 kW の新研究炉の完成による再処理需要の増大に見合うように，プラント能力を増加させるためにも利用されました。

デコミッショニング計画全体は，抽出カラム，蒸発装置，凝縮器，イオン交換カラム，配管付き貯蔵容器等のような様々な装置の解体を必要とするものであり，関連する作業の種類に応じて人員を訓練することにより，また適切な工具および装置を工夫することによって，ICRP 制限値内に人体の放射線被曝を保つように，細心に計画されました。発生した廃棄物の制御および管理には特別の注意が払われました。

デコミッショニング作業は，いくつかの連続した段階から成るものでした。装置および配管の内部汚染除去は，多数の汚染除去法を用いることにより，また発生する液体放射性廃棄物の量を低く抑えるため，最大限の数の装置をひとつの方法でカバーすることにより，達成されました。装置の内部汚染除去に引き続いて，装置および配管の外部表面およびセルの内部表面の汚染除去作業が，放射線量が低くて人が入ることができる時に，保護ギアを使って行なわれました。装置および配管を解体撤去して廃棄した後，汚染を除去するため，あるいはセル表面のホットスポットを遮蔽するために高圧噴射水，蒸気，化学薬品，空気チッパーおよびコンクリートが用いられました。デコミッショニング作業の成功は，最終的に達成された放射場のバックグラウンドレベルが極めて低いことや，人員の被曝線量が ICRP 限度

内にとどまっていることによって，評価できました。完全なデコミッショニングおよび廃物回収作業には，約3年間にわたり，およそ2,000マンレムの放射線量を伴います。この作業で得られた経験から，設計段階においてデコミッショニングの準備をしておくことの重要性が強調されました。

使用済み燃料の貯蔵と輸送

インドで計画されている原子力発電の増加に伴い，また国内各地に発電所を配置しようとする戦略に伴って，使用済み燃料の内部貯蔵および輸送の必要性が，より大きな重要性を持つことになります。再処理工場におけるのと同様，原子炉サイトにおいても，使用済み燃料，金属および酸化物燃料の貯蔵に関して，相当の経験が得られています。対応するIAEA規制に従って，国内で設計，製造された重量70トンまでのキャスクを用いて，使用済み酸化物燃料の道路や鉄道による長距離輸送に関しても，限られたものではあるが，経験が得られた。

技術的―経済的側面

既に述べたように，提案された原子力発電計画では，今世紀末までに約1,000万kWの能力の発電所を設置する予定になっています。これは，最初に23万5千kWの能力の発電所を建設し，次に国内各地に50万kWの発電所を建てることによって，達成を目指しています。

上記の原子力発電計画に見合うような再処理工場の規模および立地に関する戦略は，原子力発電所サイトに位置する，現在あるような年間100～200トン能力の小規模プラントから，今後予定されているように，多くの発電所用の処理を行なう独立サイトの大規模産業用プラントへと広がってきています。工業国では，大規模な集中再処理プラントが，規模の経済を達成するため，およびその他の配慮から好まれているが，再処理工場の最適能力は，本質的にはプラントが設置されている国に特有の変数の関数であることが，経験から明らかになっています。

それら変数の中でも特に重要なのは，既設の原子力発電所から生ずる使用済み燃料の増加，プラントの使用できる寿命期間にわたって達成できる平均設備利用率，輸送問題のようなインフラストラクチャー上の制約，および環境上の問題です。

再処理工場の規模を検討する際に関連するもう一つの要素は，技術改善がなされる速度です。これを考慮に入れなければ，大規模プラントが時代遅れのものになることもあり得ます。規模の経済は，最適に利用できる条件の下で適用されるべきですが，インドの原子力発電の建設能力の増大を考慮に入れ，また輸送条件を考慮にいれてみると，年間再処理能力100～200トンの小規模プラントが，少なくとも今後しばらくの間は最適であると考えられてきました。このような小規模プラントの場合も，資本費や再処理単価は，他所の大規模プラントについて報告されているコストに匹敵します。これは，建設費や人件費が安く，工学的費用や運転開始費用が低いためであり，また政府融資にもよります。

コストの概念を与えるために，トロンベイ再処理工場についてみると，1964年に運転開始されたもので，3,500万ルピー（350万米ドルに相当）かかりました。この工場をデコミッショニングした後，能力を拡大して一新させる費用は，5,000万ルピー（500万ドル）でした。タラプール再処理工場は，1970年代に建設されたもので，約1億2,000万ルピー（1,200万ドル）かかりました。カルパカム再処理工場の費用は，10億ルピー（1億ドル）と見積もられています。

資本費の6.5%の固定費を含み，定額減価償却（プラント構成部材の寿命を10年～20年とする）を行なった後の年間運転費は，約1,500万ドルと予想されます。したがって，再処理の単価は，80%の設備利用率で，燃料輸送および廃棄物管理の費用を除外すると，重金属1kg当たり約190ドルとなるでしょう。もちろん，タラプール工場の再処理費用は，これよりも低いものです。これは，年間設計能力300トンの再処理工場に関して報告されている再処理費用，1kg当たり314～763ドル（1977年物価基準）と比較し得る値です。

廃棄物管理

原子力発電に対する執ような批判の一つは，原子力産業は，核燃料サイクルで生成する高レベル放射性廃棄物を人間の環境から安全に隔離する能力を，今だに実証していない，というものです。関心を持たれている主な廃棄物の流れは，再処理工場からのピューレックス工程の一次サイクルラフィネートです。量は少ないけれど（500～800 l／再処理された燃料のTe），特定の放射線が高い（約3500Ci/l）ものです。現在のところ，すべての国における一般的な方法は，高レベル放射性廃棄物を液体の形で完全

性の高いステンレス鋼タンクに入れ，地下のコンクリート貯蔵所に置いて貯蔵するというものです。しかしながら，液体での貯蔵は，せいぜい一時的な方法になり得るだけです。これを可能な限り速やかに適当な固体の形態に転換することが，取り扱い，輸送，貯蔵および最終的廃棄に明らかな利点をもたらします。さらに，監視の度合いやモニタリングの必要性を最小限に抑えることにもなります。

現在受け入れられている管理概念は，廃棄物を望ましい特性を備えた固体形態へ固化し，それをコンテナに収納し，崩壊熱の相当部分を制御された方法で工学的格納容器内で発散させ，最終的には地層深部に設けられた貯蔵庫内に廃棄するというものです。　インドを含む多くの国で，現在盛んに研究されている工業規模までの廃棄物形体で，かつ実在の廃棄物の一つは，高レベル廃棄物をガラスマトリックス中に混入することによって得られるガラス状固体であり，これは作業の担当部分をアルカリーボロンシリケイト系に基づいて行なうものです。このマトリックスは，廃棄物内に存在する多種の要素を収容するという柔軟性があります。約25%まで，廃棄物酸化物をマトリックス中に，特性に悪影響を及ぼすことなく収容することができます。このガラスは，次のような典型的特性を有しています。

注入温度　：　1,050～1,100°C
密　　度　：　2.5～3 gm/cm³
熱伝導率　：　1.2～1.5w/m°C
（500°C未満）
動力学的浸出法による浸出速度：10^{-6}gm/cm²-day

タラプール廃棄物固化プラント

焙焼，処理容器内での溶融および貯蔵容器内でのガラスの成形から成る半連続ポットガラス法が開発され，タラプール廃棄物固化プラントで併用されています。予め濃縮された廃棄物溶液とスラリー形状のガラス形成添加剤が，別々に測られて，マルチゾーン誘導炉内に位置する処理容器中に入れられます。工程を単純化した図が，**図2**に示されています。処理容器は，外径325mm，長さ1.8 mで，インコネル690でできており，炉の独立ゾーンで加熱される凍結バルブパイプ部分を備えています。注入溶液は中央の外径25 mm管部分に沿って分配されるが，この管部はまた，容器の長さ方向に沿ったいくつかの点での中心線温度を測定するサーモウェルとしての役割も果たします。

炉の温度は，初めは600°Cに保たれています。注入が続けられると，処理容器内の液体は濃縮され，最終的には焙焼固体へと変化します。容器がか焼物で約75%ほど満たされたら，注入を停止します。この段階で炉温を約1,100°Cから1,200°Cへと上昇させ，kW焼生成物を溶解させます。均一性を達成するため，約4～6時間，ガラスを溶融状態に保ちます。

次に，凍結バルブ部を作動させることによって，溶融ガラスを貯蔵容器内に入れます。貯蔵容器は，生成物の温度に基づいて冷却速度を調節するように設定された焼き鈍し炉内に置かれ，生成物を徐々に冷却し，完全性および均一性が完全に達成されるようにします。貯蔵容器は，この後，遠隔溶接によって密閉され，除染されます。貯蔵容器は直径325 mm，長さ0.75 mで，ステンレス鋼AISI304 Lタイプで造られています。容器中のガラス総重量は約125kgであり，熱放出は約1.75kWです。2基の炉が，交互運転サイクルで，運転されています。プラントの公称能力は1時間当たり25リットルで，各炉の定格は1時間当たりガラス4 kgの生成量です。

このようなプラントを設計する際に，留意する必要のある重要な問題は，以下の通りです。

i）蒸発およびか焼段階において，ルテニウムやセシウム等のように半蒸発性となる放射性核種の蒸発は，問題を起こすことがあります。これは，酸性度，揮発成分の濃縮やそのリサイクル等のような工程条件を管理することによって，取り組むことができます。

ii）ガラスの均一性の管理および貯蔵容器へのガラス注入成形が均質な性質を保つようにすることが，非常に重要です。これは，適切なガラス成分を選択し，工程への注入流を制御し，溶解段階において十分な浸漬時間を与えることによって，達成されます。このガラスは，貯蔵容器内へ注がれた後，プログラムできる焼き鈍し炉を用いて，予め決定された速度で冷却されます。

iii）工程は半連続的で，多くの機械的操作を含んでいます。廃棄物移送システム，遠隔処理およびメインテナンスシステムが，非常に高い信頼性を有することが不可欠です。放射性液体の移送には，多数の移送形態があります。注入量の制御には，一次的機構として，2段階エアリフト移動が採用されています。遠隔頭部二重ダイアフラムポンプ

もまた，制御されたメーター測定式移送のために用いられています。遠隔操作とメインテナンスを可能にするため，動力マニピュレーター，マスタースレイブ・マニピュレーターおよびセル内クレーンのような遠隔操作装置や，遮蔽眼鏡，CCTVおよび潜望鏡等のような遠隔展望装置が，セル内に設置されています。

工程装置の遠隔操作と保全を達成するため，このような装置は機能ベースでひとまとめにされ，管状構成物内に収納され，測定基準としての役割を果たしたり，それ自体の工程役割や計装等を備えたりしています。モジュール間配管接続装置および管穿孔機で，マニピュレーターや衝撃レンチで操作できるものが備えられています。オンライン計器，ヒーター，フィルター，測定ポンプの遠隔端部等のように，交換を必要とする装置は，簡単に取りはずしと交換ができるように，モジュール上の一面に設置されています。

ルーチンベースで多くの操作が行なわれる，最も臨界的なモジュールの一つは，炉モジュールです。炉自身は，トロリー上に取り付けられており，工程容器の除去と交換が容易にできるようになっていますが，このような除去は20～25サイクルごとに一度起こるものと考えられます。

貯蔵容器の溶接は，特別に開発された溶接ユニットを用いて行なわれ，パルプTIG溶接に基づいています。携帯用溶接ヘッドが，容器のふたの上に取り付けられており，ふたに非常に近い許容差で開けられた穴と対をなすように，位置決定ピンによって正確に位置を定められています。溶接ヘッド内に組み込まれている電圧モーターによって，トーチはふたの周囲を回ることができます。すべての溶接作業は，溶接電流の自動的プログラミング，アーク点火，電流脈動および外部的制御の継続をそなえた電力供給システムによって，自動的に行なわれています。

タラプール廃棄物固化プラントは，現在のところ運転開始に向けて試運転中であり，今年末までには活発な運転状態に入るはずです。

内部的固体貯蔵

高レベル廃棄物を調整するためには，廃棄に先立って，地表近くの施設で工学的に貯蔵することが必要であると，認識されています。先に述べたように，最終的貯蔵庫の熱負荷が最適になるように，廃棄物形体での熱負荷を減少させることが，このためにとりわけ必要です。これはまた，廃棄物形体に対する悪い熱的影響を最小限にくいとめることにもなります。内部固体貯蔵に関しては，多くの概念を利用することができます。それら概念とは，使用済み燃料貯蔵技術の延長である水プール，強制あるいは自然対流式冷却による空冷式貯蔵庫，および地表で貯蔵されている密閉たる等があります。マルクールのAVMプラントは強制空気循環システムを採用しており，インドのタラプールプラントは，対流式循環システムによる空冷式貯蔵庫を採用することになっています。この施設を図に表わしたものが，**図3**に示されています。

この施設は，連続的冷却，監視およびモニタリングの設備を有しており，約20年間にわたって生成する廃棄物容器を貯蔵するように設計されています。この容器は，外径が約324mm，長さ770mmであり，45 lの廃棄物を収容し，予想熱発生量は約1.75kWです。この容器2個が，二次容器内に収められ，この上にふたを遠隔溶接して全体が密閉され，一つの貯蔵ユニットができ上がります。

貯蔵ユニットは，825×825mmの三角形の定位置上に垂直に置かれます。

冷却空気はフィルターを通して空気取り入れ口へ入り，うまく設計された管を通して，各区分へと分配されます。冷却システムは，貯蔵庫内で空気を動かす駆動力を得るために，崩壊熱および適切に設計された煙突を利用しています。貯蔵庫の設計は，適切な換気，煙突の高さ，空気取り入れ口の変数，貯蔵ユニットの配置およびユニットを置くパターンに関して，すべてに対応する変数のバランスを取るようになされています。このシステムは自己調整式で，熱負荷および気象条件の変化を補足することができるようになっています。

最終的廃棄

多くの国で，地層への廃棄方法の開発に向けて，多大な努力がなされています。鉱山トンネル貯蔵庫，深い穴の貯蔵庫等を含む多くの概念が評価されています。岩塩，泥岩板，粘度，花崗岩等の種々の母岩および他の硬質岩が，貯蔵所の立地に適切かどうかを評価するため，調査が行なわれています。現在の技術をもってすれば，これらのうちの多くは可能性があるように思われます。われわれは，現在のところ，適当な母岩の位置を定め，最終的貯蔵所の位置決定，貯蔵所設計および安全分析を行なうことに主

として努力を集中しています。

廃棄物管理コスト

再処理の場合のように，使用済み燃料の再処理から生ずる廃棄物管理のコストは，その国の技術的，経済的状態に依存することになります。インドでは，現在のところ，廃棄の予想コストは，再処理される重金属 1 kg 当たり約 720 ルピー(72 米ドル)です。コスト分析にはまた，資本に対する 6.5%の利子とプラントの平均寿命約 20 年を想定しています。また資本投資の 2 %に相当する研究開発費も，含んでいます。

上記コストから，燃料が BWR か PHWR から生じたとすると，発生電力 kWh 当たり約 0.5～1.4 パイサ（0.5～1.4 ミル）の値が得られます。これは，廃棄物管理が電力発電のコストに及ぼす影響は，ほんのわずかでしかないということを示しています。

結論

結論として，照射核燃料の再処理および高レベル放射性廃棄物の管理に関する技術的基盤は，インドにおいてはしっかりと確立されており，原子力発電計画は成功裡に遂行されているということができます。研究開発作業は，これらを強化する方向で，着実な努力が続けられています。特別な訓練を受けた人材の必要性が，非常に初期において認識され，運転要員の養成のため強力な訓練コースが組織運営されてきています。

日本の原子力開発と国際協力 — より積極的な方向を

原子力委員会
委員長代理
向　坂　　隆

ご承知のように原子力委員会は，大体，５年ごとに原子力開発利用の長期計画を改定していますが，最近，国際，国内情勢ともに少し早く変わっているということで，昨年度に１年早く長期計画の見直しをしました。

原子力の長期計画では，将来の電力の発電規模とかタイミングについては，その見直しの初めのころに決定した政府のエネルギー長期需給見通しを一応採用して，それに従って計画を立てております。

その後，日本ならびに国際的な経済状況等も変わってきましたし，ことに最近はOPEC諸国により石油の値下げも行なわれたので，恐らく日本としては，再度エネルギーの需給見通しのやり直しをせざるを得ないと思われます。実際に通産省が中心になって，見直し作業が近く開始されるように承っております。

したがって，原子力長期計画に関しても，量的な目標あるいはタイムスケジュール等は，若干，政府の決定次第で変わってくる可能性があります。

しかし，長計に盛られている基本的な原子力開発政策は，ほとんど変わることはないだろうと，私どもは思っています。量とスケジュールに関する見通しは，やはり社会の変化に従って，恐らく比較的短期間ごとに見直しが行なわれるでしょうし，原子力もそれによって若干の影響を受けることはあるかと思います。

日本の原子力開発の基本線は，皆様もよくご承知の通りでして，比較的単純で，非常にはっきりした基本線を持っています。

第一は，わが国では原子力の利用を平和目的に厳格に限定しているという点です。

第二は，平和利用を進めていくことが，国際的にますます重要になってくる原子力開発の発展に伴う核拡散の防止の努力と矛盾しない，という考え方です。これは，ＩＮＦＣＥという場で国際的にも認められている立場です。

第三の点は，原子力は石油を置き換える目的で開発が進められていますが，それに必要なウランは，わが国では極めて少量しか産出しないので，ほとんど輸入に頼っていますから，やはり原子力をやるにしても，基本線としてウランの効率的な利用はぜひ図っていかなければなりません。

したがって，現在行なわれている軽水炉を主とした発電設備の使用済み燃料は，再処理してプルトニウムを回収し，そのプルトニウムを核燃料として使用するという線も，基本線にあるわけです。

昨日，イギリスの方々からお話を伺ったわけですが，この点はイギリスもまったく日本と同じ方針を持ち，非常にはっきりしているようでした。

その次は，プルトニウムを燃料として燃やすのには高速増殖炉が最適であると，これはかなり前からの検討の結果，日本として判断を下しているわけです。しかし高速増殖炉は，ご承知のように実験炉がうまくいったということで，次の段階にこれから入ろうとしているわけで，実用化にはまだ相当の研究開発をしなければなりませんので，それまで回収されたプルトニウムをただ貯めておくのではなく，できるだけこれを熱中性子炉で燃やしていくという方針があるわけです。

その熱中性子炉で燃やすために，二つの研究開発が進められております。一つは，新型転換炉(ATR)で，これはご承知のように発電炉までの試験炉はできていますが，実用化まで持っていくのに，いま一段の努力をしようとしているところです。

プルトニウムは，燃料体を作るところまではできているようですが，これを熱中性子炉で燃やす技術を実用化までもっていくことが，これからの一つの課題です。

この二つの方向で，できるだけ高速増殖炉が実用化するまでプルトニウムを燃やしていくという方針

です。

最後に，ウランから始まってプルトニウムに至る燃料サイクルを，国内で完結しようということです。ウランを酸化物の形で輸入してから，プルトニウムを利用し，廃棄物をきちんと環境から隔離して処理する。そこまで含めた全体の燃料サイクルを国内として完結することは，容易なことではありませんが，その方向に向かって努力をする。大ざっぱに述べて，この五つの方針に従って長期計画が組まれているわけです。

今まで二十数年にわたり国を挙げての努力が行なわれた結果，先ほど有澤先生や大臣からお話がありましたように，ある程度実用の域まで発展してきましたが，基本線をきちんとやり抜くまでには，まだまだ大変な仕事が残っているわけです。

そういう困難を乗り越えて，なお原子力をやらなければならないということについては，これはやはり一般的にエネルギー需給の将来に不安定な要素があるからだと言われていますが，この点はいつも原子力の役割をはっきり見つめていく必要があると思っています。

どこにその不安定要素があるかというと，これは第一には，産油国の政策は，われわれにはどうにもできないところがあるわけです。そこに一つの不安定な要素があるということは，現にあるわけです。

第二には，社会の発展とエネルギー消費との関係です。これははっきりしているようで，いまだにはっきりしていないのでありまして，いわゆる石油危機の起こる前と石油危機後の各国の努力の結果とを比べてみると，経済成長とエネルギー消費量との関係は，非常に大きな様変わりをしているわけです。消費の節約，利用効率の向上の努力が，不景気と重なり，エネルギーの消費量が非常に落ち込んでいるわけですが，そこを契機にして，従来とは経済成長とエネルギー消費との関係が変わってしまったわけです。将来どうなるか，なかなか予想できないファクターになっているわけです。

エネルギーの多消費国，工業先進国では，これからこの問題を一つの大きな課題として，詰めていく必要があると思います。

もう一つ，発展とエネルギー消費との関係で非常に大きな問題は，発展途上国と呼ばれている，非常に多くの人が住んでいる国での問題でして，それらの諸国は，日本を含めたごく一つまみの国々に比べて，エネルギーの消費量が非常に少ないわけです。そして，それらの国は発展に向かって，いま非常な努力をしているし，また先進工業国もその発展を助け，協力する方向に努力しているわけです。

その結果，エネルギー消費との間にどういう関係を持つかというのが，不安定要素の非常に大きな問題になっているわけです。量的には非常に大きいわけです。その発展の速度，それから発展とエネルギー消費との関連が非常に不透明とよく呼ばれますが，はっきり量的に把握しにくいところがあり，これが将来の不安定要素になっています。

こういう幾つかの不安定要素を抱えていることは事実ですので，将来のエネルギーの供給を安定に確保するためには，原子力がそれなりの役割を果たさざるを得ないと考えます。

そこで，先ほどお話があったように，原子力は現在，日本の電力の20%程度も賄うようになったし，経済性も，石油や石炭火力よりも有利なぐらいまで発展してきました。

それなら，これをどんどん進めていけば，需給に不安定なところがあっても心配ないかと申しますと，なかなかそう簡単にはいかないわけです。

第一に，原子力施設では安全性を守ることが一番大事なことでして，幸いに日本で原子力発電に関連して，周辺の方々に放射線の障害を与えるような事故は起きていません。けれども，それだからといって，原子力施設の安全性について信頼が確立しているかと申しますと，これは必ずしもそうは言えません。

昨年の総理府アンケートで，国民の相当多数，過半数が，日本のエネルギー需給の安定化のために，原子力をやることは必要だという回答をしておりながら，やはり過半数の人たちが，自分の家のそばに原子炉ができるのは困ると答えています。

ということは，やはりその必要性については理解が進んだけれども，信頼性はまだ確立していないと言わざるを得ないわけです。そのことが原子力開発を進めていく上には，立地の困難さという点で大きな影響を持っているわけです。

最近，施設の稼働率が上がってきました。このことが長く続けば信頼性の確立につながり非常に喜ばしい状況ですが，やはりそれには時間がかかるわけでして，原子力開発の速度を制限する一つのファクターではまだあるわけです。

第二の問題は，先ほど基本方針のところで燃料サイクルを確立する方向で努力していると申しました

が，このサイクルの完結は，まだ日本ではできているとは言えないわけです。原子炉で核燃料を燃やして発電するまでは，実用の域に到達しましたが，それから先の燃料サイクルのバックエンド分野は，研究開発の域を出ておりません。

これが実用の域まで発展しない限り，サイクル全体として完結して実用化に入ったとは言えないわけで，これが原子力開発を制限していると言わざるを得ません。

プルトニウムの利用もそうです。これを燃やす努力をどんどん続けているわけですが，実用の域に達したとは言えないのであります。

第三の点は，経済性の問題でして，最近，経済性が大変良くなったと言われてますが，一方で建設費がどんどん高くなっており，建設費を下げる努力をこれからしない限り，原子力の石油や石炭に対する有利性が失われるかもしれないという心配があるわけです。この安全を守りながら経済性を向上していくための技術開発がない限り，むやみに大きくすることはできないだろうと思います。

技術については，最近の原子力発電所は，ほとんどが国内の自主技術でできていると言われていますし，非常に進歩しています。しかし，日本はほかの分野でもそうでして，エレクトロニクスのように代表的に進んでいる分野でも，ハードな面は非常に進歩したけれども，ソフトな面では，まだアメリカその他に比べて日本は遅れていると言われているわけです。

そのことが原子力技術の面でもないかどうか，よく検討してみる必要があります。特に新しい大きな設備でも作ろうというときに，全体のシステムを仕上げる力ができているかどうか，これはちょっと疑わしいと思われるわけです。

そういうソフト面にまだ弱いということは，一方では，まだ日本が技術的に十分進歩していないという後進性を表わすものでもあるかと思いますし，一方では，ハードな面が非常に進んできたために，ソフトの面での弱さが，それから以後の発展の一つのバリヤーになってきたという見方もできるかと思います。いずれにしても，この方面にこれから力を入れていかない限り，進めていくのは必ずしも容易ではないと思います。

これに関連して，最近，一部の工学者の間に，メンテナンス学というのが必要だという声が出ておりまして，メンテナンス研究会とかメンテナンス学会とかいうものを作っていく必要があると言っている人が大分います。これは内容がまだ十分，その人たち自身も詰めているかどうか分かりませんが，原子力に限らず，大きなシステムの場合に，せっかく作ったものをメンテナンスしていくことが，その施設の実用上で非常に重要な状況になってきたということです。

これもやはりソフトな面が多いかと思うのですが，これも原子力の技術でも考えていく必要があるのではないかと思います。

原子力施設の設計段階で，厳重な安全審査が行なわれることはご承知のとおりです。安全を守ることは第一に大事ですけれども，安全性に係わらなくても，また安全性に係わる手前でも，何か事故が起こって装置が止まるようでは困るわけです。広い意味でもメンテナンスが非常に重要な問題になっており，これはシステムの問題であると同時に人間の問題でもあります。人間とシステムとの係わり合う一つの境界領域の大きなものではないかという動きが出ていまして，これが「学」と言えるまで近いうちに整うか分かりませんが，これからの日本の一つの課題として気がつきましたので，申し上げた次第です。

さて，日本が原子力を進めていく上で，まだいろいろ大きな課題を抱えており，それに挑戦し，解決していく過程で国際協力の必要性が，これから今までよりも一層強くなってくると思います。

原子力委員会でも，この点に注目して，最近，国際協力についての非公式な懇談会を設けて，関連の方々にお集まりいただき，いろいろ意見を承っております。もう少しすると，きちんとした組織として，国際協力の進め方を打ち出していくことになると思いますが，現在，勉強している段階です。

一方では日本の開発を進める上から必要な国際協力が，いろいろ考えられると同時に，最近，外国から，日本と協力しようという申し出もどんどん増えているわけです。

それは，日本はまだ国際協力の体制が必ずしも十分に整っていませんから，いろいろなところに断片的に話がいったりしてまして，こちらは十分にそれに対応する体制ができていないところもあるわけです。

そういう勉強過程での話として，この国際協力の問題を聞いていただきたいと思うのです。

わが国は島国であることもありまして，原子力に

限らず，国際協力の下手な国であり，また体制が整っていない国であると思われる節が多いのであります。

非常に一般的な言い方をすると，国際協力は，だんだん改善されていますが，消極的なことが多かった。消極的という意味は，先進国との間では，最近まで技術導入に非常に熱心で，進んだ知識や技術の導入によって発展していく道をとってきたわけです。

この協力は，協力とは言えないかもしれないのですが，消極的な協力と言って良いかと思います。受け身の立場での協力であったと思うのです。

開発途上国との協力は年々重要な問題になってきていますが，これも日本は非常に受け身の立場が多く，二国間あるいは国際機関を通じての多国間の問題として日本に協力の要求がきて，その要求に応ずる形で，今まで協力してきたと思います。従って，これは受け身，消極的な協力と言わざるを得ないのです。

これからは，なかなかそれでは済まなくなってきています。日本の技術の進んだ面もいろいろと出てきています。そうなると，技術を簡単にお金で買うことは必ずしもできなくなって，ギブ・アンド・テイクの協力が増えてくるというようなことがあります。

原子力もそうであり，今までの発展の過程では，大部分を外国の進んだ国から教えていただいて，それを改善する方向で努力が行なわれてきたと思うのですが，これから新しい原子炉を作っていく，新しいものに進んでいくとなると，そういう形での協力はもう限度があるわけです。もっと積極的な態度で協力に臨まなければならなくなってくると思います。それにはいろいろな協力の課題があると思いますが，第一にくるのは，共通の課題への取り組みだと思います。軽水炉が一応実用化し，定着したと言われますが，一層安全性を向上させ，経済性を向上させていくためには，まだまだ改善の余地があると日本でも外国でも思っているわけです。

そういう問題になると，いわゆるイコール・フッティングでの協力によって進めていく可能性は十分にあります。

それから，日本は立ち遅れていますが，外国でも必ずしも実用化までいっていない分野はいくつかあるわけでして，バックエンドの再処理から廃棄物処理に至る過程も，どこの国でもまだ実用化の段階とは言えないと思います。研究開発がどの程度進んでいるかという状況で，これもやはり共通の課題として共同で取り組んで，一向に差し支えない分野だし，適当な分野だと思います。

次に，核拡散防止の努力は，原子力開発規模の拡大につれて深刻になってくるわけですが，それに伴ってセーフガードのシステムをより良い，合理的なものにしていく余地がまだ十分にあるわけでして，これはやはり国際間に共通の課題として取り組んでいくべきであると思います。そういった共通の課題について，国際協力を積極的に進めていくことが一つの大きな分野であります。

第二は，まだ必ずしも世界で広く共通とは言えないけれども，いくつかの国で共通に開発を進めており，かつそれが非常に巨大なものであるために，資金とかマンパワーとか，そういった資源を分担し合っていく，あるいは非常に巨大なものですので，失敗の場合の危険も分担していこうということで，巨大プロジェクトを国際協力で進めようという分野がいくつかあります。典型的なものが高速増殖炉，核融合，あるいは大型の再処理施設だと思います。

これらは国際協力をすればいいと簡単に申しましても，ものが非常に大きく，長期的な協力になりますし，非常に慎重にやらざるを得ないわけです。一つできたら，次をまたやるかもしれないし，そこで変わるかもしれないという性質のもので，たくさん，次々と作って改良を進めるタイプの協力ではないことになります。

それは二国間で進めるのがいいのか，多数国で協力した方がいいのか，協力の進め方はどういうのがいいのか，これもいろいろあります。非常に見込みがはっきりしているタイプに，資金だけ協力して情報を得るという協力が一番つまらない協力ですが，そういう道もあるわけです。

また，あるプロジェクトを部分的に引き受けるという協力もあるわけです。さらに進んで，デザインの段階から全体について全面的に協力する形もあるわけです。それはどういう協力をすれば相手が得られるかがありますし，わが国にとってどういう協力が望ましいかという判断も重要でありまして，慎重にやらざるを得ないわけです。

簡単に言えば，日本はできるだけ全面的な協力をして，その後の次ぐらいは全部自分でできるようになる，というのが一つの理想的な形かもしれませんが，相手のあることですから，そういった形の協力

が実現できるかどうか，分からないわけです。そういったことをひとつ慎重に時間もかけて詰めていこうというのが，先ほど申しました国際協力の委員会の一つの課題であるわけです。

第三に，日本よりも遅れて原子力に興味を示してきた国もたくさんあるわけでして，多くは開発途上国といわれているグループに属するわけですが，そういう国々との協力をどう進めていくかという問題であります。

わが国は，国際原子力機関にいろいろな面でよく協力してきた国の一つと思いますが，その国際原子力機関が実施しているRCAという地域協力計画がありますが，これには日本はいままでもそうですし，これからも十分協力していくつもりでおります。この協力の相手国の事情はいろいろあるわけでして，その相手国の事情によっては，RCAという計画を通して協力した方を好む国と，それとは別個に二国間協力を望む国とがあるわけですから，相手国の事情とよくマッチして形での協力を，いままでのように要求がきてから，それに応ずるというのではなく，積極的に進めていく必要があると思います。

これは原子力に限らず，ほかの科学技術の協力の場合に，いつも問題になることですが，いくつか開発途上国との協力でのポイントがあると思います。

第一には，原子力だけを切り離して協力を考えていいかどうかから，まず考えるべきであって，相手国のエネルギーの事情の中で，原子力に力を入れるのが本当にいいかどうかを，相手国と一緒に検討した上で協力すべきだと思います。

それから，相手国の自然環境，社会環境。社会環境というのは，宗教問題とか人種問題とか政治体制とか，いろいろなものがありますが，そういう社会環境と自然環境――地理，気候，天然産物，そういうものを全部合わせ考えて，一緒になって最もいい協力の形を考えなければならないわけです。原子力の協力も，そういった形でこれから積極的に進めていく必要があるのではないかと思っているわけです。

昨年，ウィーンで原子力発電経験会議がありまして，出席する機会がありましたが，そのときに非常に多くの国が参加して，協力の議論をされましたが，本当の協力の議論になっていたかどうかというのは，ああいう大きな会議では非常に疑問であります。やはりそれぞれの国が本当に意味のある協力は何であるかを真剣に考える必要があるのではないでしょうか。

日本はこれから原子力開発を進めていく上で，非常に広い範囲での国際協力が必要になってくるので，それをこれからひとつ慎重に，また積極的に，政府も民間も考える必要があるのではないかというのが，本日の私の趣旨です。

末永議長　ただ今，向坊先生からは，わが国の原子力開発状況ならびに今後一層推進するための課題について，明快に分析され，軽水炉の改良，核燃料サイクルのバックエンド，高速増殖炉の開発ならびに発展途上国への寄与等の諸々の国際的共通課題について，国際協力をより積極的な方向で推進することの重要さを力説されましたことに原子力産業に携わる一員として多大の感銘をおぼえました。向坊先生も強調された通り，これら国際協力を推進するに当り，まず必要なことは，原子力を全人類の福祉のために利用する目的を貫ぬくことであり，原子力の利用を厳しく平和目的に限定するという基本姿勢が至上の命題であると考えます。国際協力問題については，明日からの各セッションで様々な角度から討論が展開されることになっていますので，実りある議論が展開されることを期待いたします。

アメリカの原子力発電開発計画

アメリカエネルギー省
原子力担当次官補
S．ブリューワー

序文

われわれは等しく，共通の問題の解決を求めているので，この機会に皆様方の討議に参加し，また意見の交換ができることを感謝する次第です。

アメリカにおける原子力開発の歴史は，これまで国際協力関係の一つでした。1954年に始まった「アトムズ・フォー・ピース」(平和のための原子力) 計画は，国際原子力機関 (IAEA)，核拡散防止条約 (NPT) および平和的国際原子力交流の全体構造に流れる概念を形作ってきました。このようなアプローチの基本的理念は，アメリカが，諸外国が核兵器を保有しようとしたり，その開発を企てることをしないという保証と交換に，諸外国に原子力計画の技術情報—医学におけるアイソトープの利用から，動力炉における核燃料の挙動まで—を提供しようというものです。原子力発電の開発の当初から，わが国は核燃料サイクルおよび関連技術の進歩—濃縮，再処理，廃棄物管理，使用済み燃料の取り扱い，原子炉の安全性，保障措置や新型増殖炉—について，常に最前線の重要な位置を占めてきました。アメリカは，これらの分野における開発の多くを，技術移転協定を通じて，友好国や同盟国と共有してきました。わが国の公共機関や研究施設において，世界中から集まった数千の原子力科学者が，これまで訓練を受けてきました。

われわれは，原子力技術の世界的な導入にアメリカが貢献したことを誇りに思い，また，他の国が成し遂げた重要な貢献をよく認識し，評価しています。二国間協定や国際組織を通じてアメリカの行なった技術共同研究のため，他の国々が経済的，社会的に長足の進歩を遂げることが可能になりました。レーガン政権は，原子力の平和利用についての国際的公約を強く支持しており，また，それを継続し，補強するための国家エネルギー政策を確立しました。

アメリカエネルギー省 (DOE) のドナルド・ホーデル長官は，1982年12月1日に開かれたアメリカ議会上院での指命承認公聴会において，国際エネルギー共同体の理念に対するアメリカの公約を明確に表明しました。彼は次のように述べました。「目的のあるエネルギー政策が，わが国にとっても世界のその他の国々にとっても，重要です。議会や政府がエネルギーについて行なうことは，世界的な係わり合いを持ちます。というのは，われわれがアメリカ国内で行なうことが，単にアメリカ社会のエネルギーの浜辺にさざ波を起こす程度のことであっても，世界の他の国々，特に発展途上国の浜辺に高波をもたらす原因となります。DOEは，国務長官や国家安全保障会議と緊密な共同作業を行ないながら，広範囲にわたる国際エネルギー政策の問題について，重要なエネルギーの輸出入国と緊密な協力関係を形成する努力を続けていくことが，私の意図していることです。」

アメリカや他の国々は，賢明なエネルギー政策の確立と有望な技術の開発と展開を通じて，エネルギーの安全保障を追求していますが，原子力よりも重要な役割を果たし得る他のエネルギーは見当たりません。

アメリカにおける原子力発電の現状

わが国の全電力供給量の中に占める原子力発電の比率は12%を超えており，地域によってはそれよりもかなり高い比率となっています。原子力発電は，30万人以上の労働者を雇用していますが，そのうちの大部分は技術訓練を受けた高い技能を有しています。1990年までには建設中の発電所が運転を開始するので，原子力発電の比率は全体の20%を越えるでしょう。この成長がわが国経済に与える影響は重要です。1980年代末までの，原子力発電所建設投資額は約750億ドルとなり，また原子力発電所のサービスおよび燃料供給に関連して発生する市場は別に400～600億ドルの規模になると推定されています。

1970年代にわたって，原子力発電は，厳しい気候の際にも，労働争議の際にも，そして最も重要なことには，石油供給の停止の際にも，常に安定した電力の供給を行なってきました。このような立派な実績を挙げてきたにもかかわらず，1978年以来新たな原子力発電所が発注されておらず，しかも契約済みの発電所のキャンセルが増加しているというのが，わが国の国内原子力市場の状況です。わが国の原子力産業は，1970年代初めに繁栄し，拡大しましたが，現在は勢いを失っています。国際的な原子力の同盟関係が崩れ，一般公衆の原子力に対する不安が高まっています。権威あるエネルギーに関する調査によると，原子力は石炭と共に二つの重要な燃料供給源であり，拡大するアメリカのエネルギー需要を賄い，輸入石油への依存度を低下させることが可能と考えられます。しかし豊富なエネルギー源である原子力の当面の展望や将来の可能性は，大きく脅かされています。

この停滞の原因は，技術的なものではなく，むしろ制度的なものです。原子力発電は，燃料サイクルコストで言うと，他のエネルギー源に比べて，はるかに有利な状況にあります。原子力は，あまり好まれないとしても，建設費，燃料費，運転費およびメインテナンス費用を含む送電端コストで言えば，最も競争力があります。それにもかかわらず，過去数年間にわたって，原子力投資は電力会社役員にとって魅力的な見通しを与えるものではありませんでした。過度の，冗長な干渉を許す許認可手続きのため，市場の不確定性が増幅されてきました。設計，許認可および建設までのリードタイムが，ばかげた程長くなってしまっています。許認可手続きだけが原因ではありませんが，原子力発電所は現在，立地，設計，許認可，建設に全体として10～14年かかります。この年次大会に参加している国を含めて，いくつかの国々では，現在でも妥当な期間で，安全で，かつ信頼できる発電所を建設することができます。アメリカの電力会社，あるいはむしろその投資家たちが，リードタイムに10～14年もかかる発電所に投資することをためらうのは理解できます。

原子力について，過去数年間に作られた不必要な規則上及び制度上の障害が減じられつつあります。これは，燃料サイクルのある工程，たとえば高レベル廃棄物処理やウラン濃縮について責任を果すことや，国にとっては好都合であるが，私企業の能力の限界を越えるような，コストの高い，高いリスクを伴う研究開発を行なうことによってなされます。しかしながら究極的には，拡大・発展のための市場面での決断は企業の責任で行なうことになります。

1981年10月8日に，レーガン大統領は修正アメリカ原子力政策を発表しましたが，これはわが国における原子力の潜在的可能性と，その十分な利用を妨げている現在の種々の障害を指摘したものでした。わが国においては，原子力発電所の建設と運転は民間企業が担当していますが，連邦政府も原子力産業を形作ることに重要な役割を果たしており，また原子力産業や電力会社が現在直面している問題のいくつかについては，責任があります。これらの問題について注意を喚起し，原子力が市場で競争力があり，制約のないものにするために，いくつかの重要な政府政策が発案されました。それには，次のことが含まれます。

- ○　原子力の許認可手続きの改善と電力会社の全体的な制度的および財政的環境の改善
- ○　廃棄物の処分能力の迅速な確立
- ○　クリンチ・リバー増殖炉の迅速な完成を含む増殖炉技術の実証
- ○　商業再処理を促進するための安定した長期政策

これらの4項目は，原子力の開拓者たちが一世紀前に核分裂エネルギーのすべての潜在的可能性を達成するのに必要と考えた戦略的要素に対応するものです。これらがどの程度成功するかによって，アメリカのエネルギー安全保障に，将来，原子力がどれくらい大きく貢献するかが決まるでしょう。

1981年初めに，レーガン大統領はアメリカの核拡散防止活動を規定する政策を発表しました。彼は，核拡散の危険を減ずるために欠くことのできない道具として，「強力かつ信頼できるアメリカ，力強い同盟国および諸外国との改善された関係，並びに安定した世界秩序のために欠くことのできない任務に専心すること」を取り上げています。さらに，大統領は，国際的原子力問題に関するアメリカの指導的地位を取り戻すことを最重点に考えることを誓約しました。大統領は次のように述べています。「アメリカは，原子力の平和利用について諸外国と協力していくつもりであり，これには適切な保障措置および管理の体制の下で，それぞれの国のエネルギー安全保障の要求を満たすための民間原子力計画が含まれます。アメリカの多くの友好国や同盟国は，原子力発電に強い関心を持っていますが，最近数年間はアメ

リカがそれらの国々の要求をよく理解する能力を失ってしまったのではないかという不安感を持っています。われわれは，適当な保障措置の下で，平和利用原子力協力を行なうために必要な，予測可能で，かつ信頼できるパートナーとしてのアメリカの地位を再確立しなければなりません。これは，われわれの核不拡散の目標には必須のことである。もし，われわれが，そのようなパートナーでないならば，諸外国はそれぞれわが道を行き，そしてわれわれの影響力は消滅してしまいます。これは，核拡散問題を処理する際に必要となる支持を得る上で，アメリカの影響力を減ずることになるでしょう。

この論文の残りの部分で，これらの政策変更を履行するためにアメリカが取った措置について述べ，さらにしなければならない残っている問題は何かを明らかにします。われわれの国内戦略は，国際協力を支えるものであるという点についても議論します。

規制および許認可の改革

すでに述べたように，アメリカの原子力発電所の現行の許認可手続きは，もはや公衆および規制当局や産業界の要求に合致していません。原子力発電所の許認可手続きは，まだ技術が開発段階にあり，また許認可申請がまれな時のものですから，現行の方法は時代遅れであり，わが国の主要エネルギー源を調整するのに不都合になっています。さらに，過去数年にわたって特別に規定され，また法律で決められた規制要件全体が本当に原子力発電所の運転の安全性向上に役立ったかどうかが明らかでありません。多くの人が，まったく反対のことを言っています。繁雑さ，および発生する確率は低いが想定される出来事に過度の注意を払うことによって，逆に，実際には安全性の低下した発電所になってしまう傾向があると。

産業界，規制当局，電力会社，科学者団体・学会，連邦・州政府，民間の関係団体から広範囲に意見を聴取した後，エネルギー省は規制および許認可手続きを改革し，無駄を省くための一連の勧告案を得ました。これらの目的のいくつかは，アメリカ原子力規制委員会の行政手続きの変更により成し遂げられるものと信じています。それ以外については法律化が必要ですが，ちょうどこの3月18日に，われわれは議会に包括的な法案を送付したところです。

これらの対策は，一般公衆，電力会社および機器供給産業や規制当局により多くの便宜を与えることになると信じています。これらの改革が履行されれば，2つの発電所グループに重大な影響を及ぼすことになるでしょう。2つのグループとは，一つは現在運転中のものであり，もう一つは建設中のもの，あるいは将来必要となる新規の発電所です。

まず第一に，われわれはバックフィッティングのためのよい規律があり，一貫性のある方法――バックフィットが必要であるかどうか，すなわち費用の点で効果的であるかどうかを決めるより厳しい判定基準を勧告しています。第二に，われわれは一段階の許認可手続きを勧告しています。この手続きによれば，発電所設計を早く完成することができますし，また原子力規制委員会が建設と運転の両方の許可証を発行することができますので，建設期間を大幅に短縮することが可能になります。立地と設計の事前承認が，一段階許認可制に自然と付随してくるものと，われわれは信じています。このことにより，電力会社が標準化された原子炉設計および事前承認された立地点の中から選択を行ない，また調整することができます。最後に，われわれは公聴会手続きの大幅な変更を提案しています。われわれの改革は，公聴会を最終的な許認可決定に最も重要となるような問題点および重要な論争点の検討の場とする方向にもっていこうというものです。許認可手続きは，原子力発電に対する雑多で根拠のない批判の場となってはならないのであり，公衆衛生および公衆安全に関係した特定の問題についての論争を解決する手続きにならなければなりません。

発電所の立地，設計および建設に関する想定できる判定基準，並びに発電所の認可，建設および運転に関する想定できるスケジュールを示す規制手続きがあれば，発電所資本費の大幅な節約が可能になります。このことは，新規原子力発電所の発注の復活につながり，消費者の電気料金の低減にもなり，国家的観点からすればエネルギー供給の多様化に役立つことになります。

廃棄物管理の解決

アメリカの原子力発電に活気をよみがえらせるために絶対必要なもう一つの分野は，廃棄物処理問題の解決です。これは，恐らくアメリカの一般社会が原子力について最も懸念している唯一の問題でしょう。電力会社もこの問題を懸念しています。というのも，現在電力会社は，発電所サイト内のプールに

使用済み燃料を貯蔵しつつあり，いくつかの電力会社では数年後に廃棄物貯蔵能力が満杯になる見通しにあるからです。使用可能な貯蔵空間を拡大しようとする努力はなされていますが，永久解決の方法を展開する必要があります。

最近，わが国は廃棄物処理問題の解決に向かって非常に大きな前進を成し遂げました。1月7日にレーガン大統領は，「1982年放射性廃棄物政策法」に署名しました。この法律の条項には，一貫した廃棄物管理システムにとって決定的に重要であると大統領が前から述べていたものすべてが含まれています。特に，

1）原子力発電のコストを受益者が全部負担。廃棄物業務を資金的に裏付けるため，電力会社が料金を支払うシステム
2）廃棄物施設の立地への州の広範な参加のための方法および州の反対を解決する手段
3）困難な短期貯蔵問題に直面した電力会社を援助するための，限定的かつ一時的な連邦政府の貯蔵プログラム
4）廃棄物問題の究極的な解決方法としての永久地層処分に対する強力な参画
5）永久処分への中間段階として，監視付きの回収可能な貯蔵方法の研究
6）民間廃棄物と軍事用廃棄物の取り扱いの明確な区別

この画期的な法案が通過したことは，アメリカにおける廃棄物管理活動が従来の研究段階を脱し，強制的かつ法律で決められたスケジュールに基づいて，現在は，実際の運営システムを具体的にどう展開していくかについて努力を集中している事実を示す明白な証拠です。われわれの現在の計画予定によれば，最初の貯蔵所を建設するために，近々5カ所の候補地の選定が行なわれることになっています。環境評価が作成された後で，詳細な特性調査を行なうことが義務付けられています。広範な評価の後で，最初の貯蔵所サイトの最終選択が行なわれ，これが1987年に原子力規制委員会に提出されることになるでしょう。貯蔵所の運転は1998年までに開始される予定です。第二番目の貯蔵所および試験評価施設の建設スケジュールも確定しています。この法案の成立により，わが国の廃棄物処分システム確立の努力が大幅に強化されたものと信じています。

商業用再処理

レーガン大統領が発表した第三の発案は，使用済み核燃料の商業再処理の再制度化です。原子力開発の初期から，ウラン資源の節約の願望および経済性や廃棄物管理の観点から，使用済み燃料の再処理が専心的に検討されてきました。アメリカの三つの商業再処理事業が失敗に終りましたが，このうちの二つは連邦政府の不安定な規制および開発政策の影響を受けたものです。このため大統領はエネルギー省に命じ，他の政府機関および産業界と協議して，民間部門が再処理事業を行なうことができるような安定した環境を醸成するための対策を取るよう指示しました。国益の観点からすると，再処理は明らかに有利ですが，今日までの経験からすると，民間部門が再処理に今まで以上参画することに乗り気にならないのは十分理解できることです。

大統領の指示に従って，エネルギー省の担当チームはまず，民間が再処理に興味を持つことを減じている三つの主要な妨げが何であるかを明らかにしました。まず第一は，世に広く知れわたっている規制の不確実性を産業界が憂慮していることです。大統領は現在商業再処理の再開を要求していますが，再処理施設の許認可および運転規制に関して，ともに不確実性が残っており，これは解決しなければなりません。第二のそして第一と同様に重要な障害は，連邦政府の政策の安定性に対する産業界の不信感です。1977年の再処理延期の決定は，商業再処理事業の投資家に数百万ドルにも上る多額の負債を残す結果となりました。今にも投資することを考えている投資家が，このような多額の損害を受ける事態が再度起こるのではないかと心配するのは無理のないことです。第三の不確実の問題点は再処理の経済性にあります。再処理役務の短期市場動向，回収ウランやプルトニウムの価格，放射性再処理廃棄物の取り扱い，および廃棄にかかる費用，並びに再処理工場そのものの建設費と運転費のすべてが再処理への参画時期を決定することになるでしょう。

このような不確実性が軽減されるまでは，商業再処理会社は，わが国には現われないでしょう。

積極的な増殖炉開発

われわれの原子力政策の第四の要素は，継続的な増殖炉システムの開発および実証を行なうことです。1960年代初めの電力会社の軽水炉発注の大きなうねりは，わが国の開発業者を第一世代の技術は成

熟の域に達したから，第二世代の技術である増殖炉に開発の重点を移行させるべきという考えに導きました。数種類の増殖炉技術の調査および評価の結果，液体金属高速増殖炉（LMFBR）技術が，長期にわたって安全かつ経済的，しかも無限にエネルギーを供給できるという点で，最も優れたものであるとの結論に至りました。当時の開発戦略によれば，将来はLMFBRが事実上支配的な原子炉システムとなり，また電力会社が事業化できるようにするために，政府が漸次，より大型でより技術的に高度な一連の実証プラントの建設を中心に据えた研究開発計画を実施していくことが予想されました。

増殖炉の迅速な開発には議論もありましたが，これを押し通して進めてきたにもかかわらず，アメリカの増殖炉開発の道は平坦ではありませんでした。技術の黎明期には，われわれのエネルギー問題のすべてを解決するものとして歓呼して迎えられましたが，その後増殖炉については1970年代中葉に反核世論の反動的局面が生じたのです。増殖炉，特に37.5万kWのクリンチ・リバー増殖炉（CRBR）実証計画が，その焦点となりました。政治的論争が続き，論争は増殖炉の実証を延期し，CRBR建設の取り消しを行なった1977年のカーター大統領の決定の際に最高潮となりました。そして計画は重大な影響を受けることになりました。その結果，建設計画は延期され，費用は増加することになりました。

レーガン大統領の当選により，増殖炉の運命の潮はもう一度転換することとなりました。技術の確信に加えて，新政策は，増殖炉がアメリカのエネルギー安全保障にとって長期にわたって有益であると考えられること，および産業界が一貫して高い開発費用と初期の技術開発リスクを単独で負担することができないという考えに立って，増殖炉開発における連邦政府の役割を明確化しました。そこで，増殖炉開発の方向は，経済性の要因から商業的増殖炉の導入が必要となった時にすぐに間に合う技術を持つことができるように設計された積極的な実施計画に向けられることとなりました。

われわれの努力の主要な矛先は，CRBR計画の方向転換と簡素化です。その結果，建設計画を2年短縮しました。現在，CRBR計画の設計は90%が完了し，主要機器および部品の70%以上が調達または発注済みであり，許認可業務は予定通り進捗しており，敷地準備の進行状況も良好です。今月，電力会社のプロジェクトチームは，CRBR計画に対する民間の資金援助を増やすための可能な方法について，議会に報告を行ないました。そして，このプロジェクトチームは，この計画が十分市場価値があり，生産される電力はこの計画の研究開発に要した費用以上のものを生み出すと結論しています。

われわれは，1989年までにクリンチ・リバー増殖炉を運転開始まで持っていく計画です。その目的は，中規模プラントで運転の可能なことを証明し，本格的商業プラントにスケールアップするための研究開発を可能にすることです。CRBRの次の段階は，商業規模プラントの運転および経済性に関する特定の情報を得ることができる大型の増殖炉原型炉になります。原子力関連分野のすべての関係者；政府，電力会社および産業界が原型炉プラントの設計，開発に協力することになります。建設資金の大部分は民間部門から調達されることが期待されています。

再処理および増殖炉開発の分野に対する活発かつ積極的な参加によって得られる報酬は，私がこれから述べる第四番目の，すなわち最終の大統領の指示――海外に対する原子力サービスの信頼できる提供者としてのアメリカの地位を再確立すること――に深い係わりを持っています。

原子力サービスの信頼できる供給者としてのアメリカの地位の再確立

現政府は，わが国の核拡散防止目標や，核兵器保有計画を拒否する国々に対して技術的援助を与えるというわが国の当然の意向や，原子力発電開発の世界的リーダーの地位を保ちたいというわが国の希望を首尾よく成就するためには，わが国の対外原子力政策を再検討する必要があると認識しています。これらの目標は互いに矛盾することなく，また互いに支え合うものと信じています。核兵器の拡散を抑制するというわが国の公約は，依然として不変です。わが国は核拡散防止の強力な主唱者であり，必要があれば全範囲にわたる保障措置を適用することを強く支持するものです。この枠の内ではありますが，アメリカの信頼できる供給者としての地位を再確立する上で役立つようないくつかの政策変更を行なう余地があると見ています。

まず第一に，前述の通り，強力な国内の原子力計画こそ，二国間あるいは国際的な原子力技術の交換を実施していくための力を養成する上でぜひ必要なことであり，したがって，それは最終目標である核拡散防止の達成にとっても必須のことです。このこ

とから，わが国は増殖炉とそれを支える燃料サイクルの開発を積極的に行なう方向に舞い戻りつつあるのです。われわれはまた，商業再処理へ転換することも積極的に進めています。わが国が先進的原子力発電技術開発活動に再進出することは，わが国の技術開発における国際的権威という立場を強化することになるでしょう—そういう立場に立つことによって，わが国は保障措置や核兵器拡散防止に関する世界的決定により多くの影響を与えることができます。

第二に，安全かつ信頼性のある経済的な原子力発電の開発を目標に原子力技術の研究開発を行なっている諸外国とわが国は協力していくことを求めています。信頼できる核不拡散の信条を有する国々との間に，良きパートナーシップを復活させることは，アメリカにとって優先して達成すべき目標です。

最後に，わが国の輸出政策をより予測可能で，信頼できるようにする意図をわれわれは持っています。たとえば，前政権の時の一方的政策変更や，輸出条件の変更の事例は，アメリカの貿易目標にとって望ましくない結果を生むものでした。このような政府変更をしようとする場合には，原子力発電—多数の人々の日常活動に影響を及ぼす高度な技術開発—が商業ベースに乗ったのは，わずか数十年の間であるという事実を念頭に置いておく必要があります。政策変更がスムーズに，問題なく行なわれると期待することは，まったく非現実なことでしょう。わが国の原子力政策を過去30年間にわたって振り返ってみると，相対的には不変性を有する全体的パターンが浮かび上ってきます。

レーガン政権の政策は，お互いに容認できる核拡散防止対策の枠組みの中で，顧客諸国に対してわが国が実施している燃料サイクルサービスをより強力なものにする方法について探究しようというものです。確実な燃料供給および公正で競争力のある財政協定は，顧客諸国の正当な期待です。ウラン濃縮の分野においては，市場強化のカギは遠心分離のような先端技術を十分に開発し，利用することにあると信じます。そのため，わが国は，現在使用されているガス拡散プラントよりもずっと効率的かつ経済的にウランを濃縮することのできる遠心分離プラントを建設中です。新しい遠心分離法の開発や，それ以上に進歩した同位体分離は，アメリカの濃縮能力にさらに優れた効率と経済性をもたらすはずです。

アメリカにおける将来の原子力発電見通しに関する要約

レーガン政権の政策が遂行されれば，将来，原子力の拡大利用についての見通しは大幅に改善されるでしょう。経済の回復とそれに伴うエネルギー需要の増加，および発電所建設のためのリードタイムがより現実的かつ効率的になること等によって，電力会社の原子力投資がやがて到来するものと考えるのは当然です。その他の投資の動機となるものとしては，その枠組みがちょうどできたばかりの廃棄物処理に関する新たな国家システムがあります。諸外国からの新しい原子力発電所や原子力サービスの発注の可能性が高いことを認識して，輸出政策をより予測可能かつ確実なものにするという政府の公約は，アメリカの貿易面の利益と核拡散防止目標をかなりの程度強化するはずです。そして，積極的かつ協力的な先進原子力技術の開発は，国内において，また海外において，アメリカが原子力について長期の公約を保持していることを具体的に示すことになります。

賢明かつ時宜を得た原子力開発により，世界中の民間・原子力共同体は，世界的なエネルギー供給や，経済の健全な発展や人類の進歩に重要な貢献を果たす好機を有することになったのです。アメリカは，この世界的な事業のパートナーとなるよう準備しています。

中国のエネルギー政策と原子力開発利用

中国原子力工業省
顧　問
周　　秩

中国原子力発電所計画管理代表団は日本原子力産業会議の招待により日本を視察するため訪問し，日本原子力産業会議第16回年次大会に参加することになりました。ここに謹んで有澤廣巳会長および皆様方に感謝の意を表するとともに年次大会の成功をお祝い申し上げます。

中国の社会主義近代化建設は，すでに一つの新しい段階に入ろうとしています。1981年から今世紀末までの20年間の経済建設全体の目標は，経済効果が絶えず向上していくという前提のもとに，全国の農工業の年間総生産額を4倍にしようとするものであり，すなわち1980年の7100億元から2000年には2兆8000億元前後まで増加させ，都市，農村人民の物質文化生活が小康を保てる水準にしようというものです。

エネルギーは経済発展の重要な要素です。上記の偉大な戦略目標を実現し，国民経済を一定の速度で前進発展させることを保証するためには，必ずエネルギー問題を解決しなければなりません。われわれの基本方針は開発と節約を並行して重んじることです。すなわち一方でエネルギー開発を強化するとともに，他の方面では大いにエネルギーの消費を節約するということです。

1980年にわが国が生産した各種のエネルギーは，標準炭換算で6億3千万トン(TCE)に相当します。今世紀末は初歩的な予想では，エネルギー生産量はだいたい2倍になり，12億(TCE)に達するものと思われます。これには在来のエネルギー関連工業に対して技術改良を行なう必要があると同時に，多数の大型の炭鉱，油田，水力発電所，火力発電所を建設し，さらに原子力発電所の建設に着手する必要があります。これに即応して，さらに交通運輸の技術改良を行ない，新しい鉄道，港湾の建設を行なう必要があります。

2倍になったエネルギーを用いて農工業の総生産額を4倍にしようするためのキーポイントは，省エネルギーを効果的に達成することです。そのためには，ぜひ正確な政策を策定し，必要な改革を行ない，各方面における省エネルギー努力を積極的に発揚させ，エネルギーの潜在力を充分に掘り起こさなければなりません。エネルギーの管理を強化し，エネルギーの合理的な利用を重視し，技術改良と技術の進歩に依存し，エネルギーの消費を大幅に減少させ，それによって比較的少ないエネルギーでさらに多くの社会的な富を作り出し，4倍にするという要求を実現させなければなりません。

原子力は現代における重要なエネルギーです。原子力がエネルギーの仕組の中で益々重要な地位を占めてきており，原子力発電量は総発電量の中でますます大きな比重を占めています。この歴史の趨勢は，中国においても例外ではありません。

中国のエネルギー資源は豊富ですが，分布が均一ではりません。石炭資源は多くのものが華北地区にあり(その60%が華北の山西と内蒙地区に集中しています)，水力資源は多くのものが西部にあります(その71%が西南，11%が西北に集中しています)。そして工業と人口が比較的集中している華東，華南および東北地区はエネルギーが不足しており，たとえば江南6省および上海市ではわずかに全国石炭保有埋蔵量の1.6%，開発可能な水力資源の5%しか持っておらず，原子力発電開発はさらに切実であり，さらに必要であります。

中国は原子力発電を開発するための各種の基本条件を備えています。現在，すでに発見されている採掘可能なウランの埋蔵量は1,500万kW分の原子力発電所を30年間運転させるための必要な量を満足させることができるということが判明しています。原子力工業は20余年の経験を経て，科学研究設計，設備の製造，建築据付け，運転管理等の方面において，すでに一定の基礎を具備しています。原子

力発電所を建設する前段階の準備作業もすでに長年行なってまいりました。同時に国際的に比較的成熟している経験が，われわれの参考となり，手本となっています。それ故にわが国において原子力発電を開発するということは，すでに切実に必要なものであり，また現実に可能なものであり，必ず行なわなければならないことです。

中国の原子力発電の開発計画は現在検討作成中です。初歩的な考え方として，2000年に至るまでの20年のうちに，原子力発電所の建設規模は（完成したものと建設中のものを含めて）1,000万kW前後としており，もし条件が有利であり，資金的に可能であれば，できるだけ時期を繰り上げるとともに，それ以上の開発規模にしたいと思っています。現在，すでに確定しているものと確定されようとしている建設計画には，発電設備容量を30万kWとする浙江省秦山原子力発電所1基，90万kWの広東原子力発電所2基および12万5000kW（熱出力は45万kW）2基の上海金山石油化学工場用の原子力熱併給発電所があります。

秦山原子力発電所の建設準備作業は，すでに全面的に展開されています。科学研究項目は約70%完成しており，設計は詳細設計の段階に入っており，10数項目の主要な設備の試作が現在，進行中であり，外国からまず導入および購入する少数の設備と材料は現在折衝中であり，また建設現場もすでに施工する前の準備作業を開始しています。これはわが国が自ら設計して建設する第一番目の原子力発電所であり，品質の確保，完成後の安全で安定した稼働が要求されており，7年くらいの期間で完成する予定になっています。この原子力発電所の設計建設によって得られる経験と人員の訓練は，今後の開発のための基礎を打ち立てるという作用があります。

広東原子力発電所の建設プロジェクトはすでに確定しており，香港に近い広東省の境界線内に建設される予定であり，広東省と香港中華電力公社との共同経営になる予定で，発電設備容量90万kW 2基です。現在，外国のメーカー，商社と建設価格，借款条件，技術譲渡と共同製作の条件および自国の工業の参画比率等の問題について検討中であり，技術と貿易を結合させる方法で，商談を通じ，技術と経済を対比させて，しかる後良いものを選んで決定することになっています。

金山原子力熱併給発電所は，主に原子力をもって石油に代えようというもので，石油の消費を節約するために一つの新しい路を切り開いたものです。現在，わが国の大・中規模化学工業，化学繊維企業は，石油を燃やし熱を供給するボイラーのために，毎年大量の重油を燃やしています。もし別な方法で熱源を提供することができて，しかもこれらの石油を製品として高度に加工することができれば，さらに大きな経済効果をあげることができます。一部の企業はかつて石炭をもって石油に代えることを考えましたが，問題が少なくなく，たとえば石炭の供給難があったり，輸送難，環境汚染等を解決するのが容易ではありません。そのため小型の原子力熱併給発電所を建設し，石油火力発電所と代えることを考え，各方面の専門家や関係者を組織し，何回も論証を行なった上で，この案でいけると認めたもので，現在設計している金山原子力熱併給発電所の発電設備容量は12万5000kWが2基（熱出力は45万kW×2）ということで，認可申請の手続き中であり，国家が承認次第ただちに建設の準備作業に集中的に力を注ぐことになっています。

中国と日本は一衣帯水の友好的な隣国であり，両国人民の共同の願望は世世代代友好を保つことです。平和友好，平等互恵，長期安定の原則にもとづいて，中日友好協力関係を絶えず発展させることです。中日両国の原子力平和利用分野における協力として日本原子力産業会議と中国第二機械工業省（現原子力工業省）との間で締結した「原子力平和利用分野における協力覚書」およびそれに基づいて取り決めたそれぞれの交流項目については，現在有効的に実行することができています。日本は，原子力発電所の建設についてはすでに20余年の歴史があり，相当豊富な経験を有しており，多くのことがわれわれの手本に値します。われわれは中日双方の共同の努力により，今後この方面の協力がさらに有効に成果をあげ，さらに幅広い発展が遂げられるよう心から希望します。

両角議長　エネルギーの「開発と節約を並行して重んじる」という中国のエネルギー開発についての基本方針を伺うことができて，ありがとうございました。

エネルギー資源の豊富な中国においてもエネルギー不足の地域があり，自国産のウラン資源をもとに，原子力発電を開発することにより，この問題を解決するとともに，西暦2000年までに1,000万kW前後の原子力発電開発を計画していること，ならびに当面は自主開発によるもの，海外からの導入によるものと並行して意欲的に進められていることについて感服する次第であります。また原子力の熱利用についても研究開発されているとのご開陳があり，興味深く拝聴しました。

周秩さんも，最後に述べられました通り，中国の原子力工業省と日本原子力産業会議との間で締結した「原子力平和利用分野における協力覚書」に基づく日中双方の交流も進展しておりまして，私も原子力産業界の一員として，今後この協力が一層の成果をあげますように努力したいと存じます。

〔H. セトナ氏スライド〕

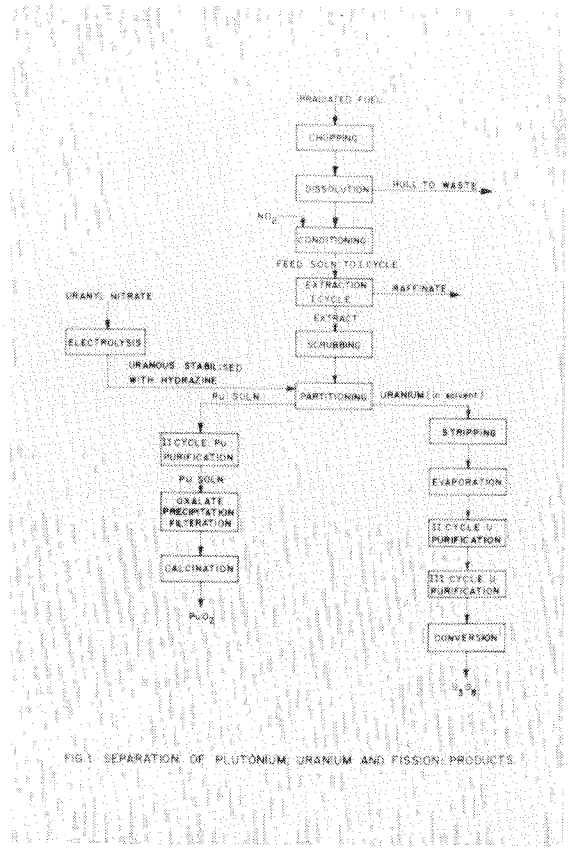


FIG 1 SEPARATION OF PLUTONIUM, URANIUM AND FISSION PRODUCTS

スライド 1

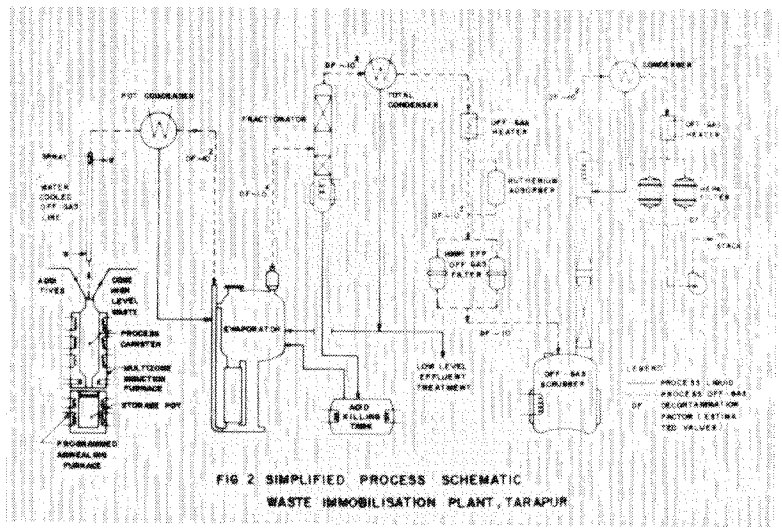
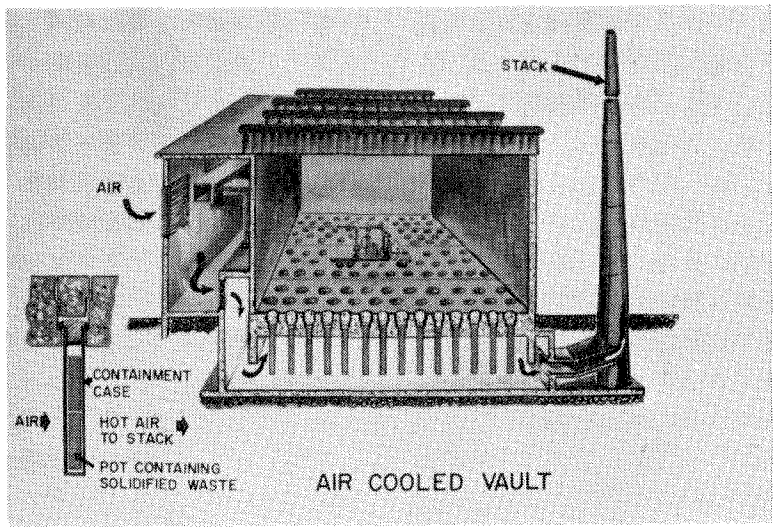


FIG 2 SIMPLIFIED PROCESS SCHEMATIC
WASTE IMMOBILISATION PLANT, TARAPUR

スライド 2

〔H. セトナ氏スライド〕



スライド 3

第16回
原産年次大会
議事録

16th

JAIF

ANNUAL
CONFERENCE
PROCEEDING

セッション2
「高速増殖炉の開発戦略」
（パネル討論）

議長　大島恵一氏（東京大学名誉教授）

〈パネリスト〉

F．カラー氏（アメリカ電力研究所理事長）

瀬川正男氏（動力炉・核燃料開発事業団理事長）

堀一郎氏（東京電力㈱副社長）

W．マーシャル卿（イギリス中央電力庁総裁）

M．ラパン氏（フランス原子力庁産業技術開発研究所（IRDI）理事長）

G．レーア氏（西ドイツ研究技術省エネルギー研究技術局長）

パ ネ ル 討 論

大島議長　ご承知のように，各国のFBR計画は，今大きな曲がり角にきているのではないかと思う次第です。FBR計画それ自体は，世界的にみて，国によってそれぞれテンポの違いがありますが，ほぼ技術的な段階が終わり，経済性の実証，経済システムの確立の段階へ各国とも移りつつあると言えると思います。その結果，FBRの実証，実用化あるいは実用化に向けてのステップについて，私たちは，かなり具体的に考えられるところまできているのではないかと考えます。

ところが一方では，FBR開発をめぐる情勢が大変大きな変化をきたしていると言えます。まず第一に，世界的な景気の後退などを背景にして，各国の原子力発電計画が以前の予想をかなり下回って進んでいるということがあります。このためウランの需給が逼迫すると思われる時期が，かなり大幅に遠のいておりますし，またウラン価格も，1970年代初めの最高の頃に比べて，現在は約半分になっています。

一方，軽水炉に関しても技術が定着してきましたし，稼働率も大変向上しています。そのため，軽水炉の経済性は非常に高まっていますし，また軽水炉が経済的に電力を供給する時期は，かなり長い先まで続くとみられています。その意味で，FBR開発の緊急性は，当初その計画が開始された時に予想された時期よりも，かなり先に延びているのではないかと言えます。

さらに，もう一つの問題は，各国のFBR計画がそろそろ実証炉の段階に近づいてくるにつれて，かなりその開発資金および計画に要する時間が当初予測したよりも大きくなり，また長くなっていることです。すなわち，現在，各国の財政が苦しくなってきている時に，FBR実用化計画が予想よりも相当に困難であることが次第に分かってきました。

そのような情勢の中で，一方，FBRそれ自体は，今さら言うまでもなく，増殖炉という意味で技術的には天然ウランをほぼ完全に燃焼させることができるので，現在の熱中性子炉，軽水炉などに対してウランの利用率が数十倍に高まるわけですし，いわばわれわれにとって核分裂炉としては究極的な炉であるという意味でその重要性は，いささかも変わっていないわけです。そのような諸情勢を考えると，今後，現在の情勢の下でFBR開発を成功させる，あるいは着実に推進するためには，今までの計画を再点検または再構築する必要があるのではないかと考えます。これについては，各国において，いろいろ議論されているところです。

本セッションのパネリストは，それぞれFBR計画を推進している国の最高の専門家でもありますし，また直接に開発計画の中心にあって重要な役割を果たしておられます。このような方々が一堂に会して，各国のFBR開発の問題点，今後の開発戦略，時に国際協力のあり方について討論していただくわけですが，世界の最高の専門家が集まったという意味でも，また各国で問題がそれぞれ議論されているという意味でも，これは今後のわが国のＦＢＲ開発計画に対してのみならず，世界のFBR計画の将来に対して，大変重要な貢献をするのではないかと思う次第です。

パネルの進め方としては，まず最初にマーシャルさんから，世界の現状と問題点について，全般的なお話をしていただきます。その後，他のパネリストから各国の現状と問題点さらに国際協力のあり方について発言していただいて，討論に移りたいと存じます。

マーシャル卿　本セッションでは，われわれはFBRによる電力生産の見通しについて議論しようとしています。多くの人は，この炉が21世紀における最も効果的なエネルギー源として約束されたものではあるが，商用化に関する当面の見通しとなると控え目であることをほとんど認識しております。したがって，われわれはFBR商用化の促進を図り，必要となった時に，技術が発展可能な状態で，かつ商取引の形態で，確実に入手し得るようにするためには，いかなる政策を採用すべきかを考える必要があります。

われわれは，過去において学んだことを確認することにより，将来の問題を検討することができます。したがって，高速炉の歴史を振り返えるために少し時間をいただきたいと思います。この歴史は，多くのいろいろな国々から貢献のあった国際的な物語です。しかし，私はもちろん，自分の国のFBR計画の歴史にはずっと詳しいわけで，もしイギリスの立場から歴史を眺めるようなことがあったら，許していただきたいと思います。

多くの年月を振り返ってみると，FBRについて最初の記述が残されたのは1946年7月2日で，場所はハーウェルであったことが分りました。歴史的意義があるので，その日ハーウェル研究所で開かれた動力委員会（Power Committee）の議事録からの抜粋を読ませていただきます。

「動力用に設計された原子炉では，各原子炉が自立するためには，δがどんな小さな値でもよいから正であることが重要である。そのような原子炉の場合，トリウム（あるいはウラン238）を燃料，核分裂物質を触媒と見なしてもよいかもしれない。時々必要とされるもう一つの型の原子炉は，いわゆるFBRで，その目的は核分裂物質を利用し得るまで増加させることにある。そのような原子炉では，δは0よりかなり大きいことが必要なことは明らかである。そうでなければ全体の運転は高価なものになってしまう。」

アメリカにおいては，もっと早い時期からFBRに対する言及があったことは確かですし，フランスにおいても1946年にそのアイデアに対する言及が多分あったと思います。したがって，われわれは国際的かつ約37年の歴史を持つ問題を取り扱っていることになります。

比較的初期の頃は，多くの国々の科学者は，FBRは中性子の減速材を必要としないし，経済的には核分裂性物質を集中させた燃料の方が好ましいので，液体ナトリウム冷却の必要な高出力密度を持ったFBRを目指すのが最も良い，と決めていました。代りの冷却材，すなわちヘリウム，炭酸ガス，蒸気そして軽水さえも検討されました。しかし世界中の努力は，圧倒的にナトリウム冷却FBRに集中されました。

この考えは，当然，劣化ウラン238から成るブランケットにより囲まれた，プルトニウム燃料炉心を有した小型炉心の概念へと進展しました。金属燃料を使用することについての最初の考えは，酸化物燃料を使用することに変わりました。

私は本日，FBRの技術について，詳しく論ずる考えはありません。私は皆さんに，技術についての考えが，どんな国においても合意や同意によって推進されてきたことを示しただけの，ごく短い説明をしました。まったくのところ，今日専門家の見解が分かれる技術上のポイントは，ループ型とプール型の設計のどちらが最終的には良いのだろうか，というところだけです。そのため，実際には，専門家の間に技術の点に関する不一致は，まったくありません。また，ある科学者はFBRの経済性について，極めて楽観的に論じ，他の科学者は大変悲観的に論じますが，われわれは皆，FBRが来世紀の初めのある時期には相当量必要になるということについては同意見なので，この人たちにしても，実際はそれほど異なった意見を持っているわけではありません。

しかしながら，技術および経済性に関する科学者間のこの一致にもかかわらず，FBRの展望については，国によって異なっているようにみえます。多分，制度上の問題か，政策上の問題か，あるいは歴史のいたずらに由来するのかもしれません。私は，私が今日理解していることに従い，われわれがある種の国際協力を必要としているという結論を導くことにします。それも，商業上の利益，エネルギーの自立，あるいは国家の威信といったような点からではなく，ただ単に，極めて重要な技術の順調な発展に対して邪魔になっている制度上，その他の障害を打破するためには，相互に助け合う必要があるという点から，導くことにします。

最初から始めましょう。

世界的にみて，原子力の初期の開拓者，ジョン・

コッククロフト卿およびイギリスのチームが簡単な方法でＦＢＲの必要性を分析しました。彼らは，ウランはウラン235とウラン238の二つの同位元素の混合物から成り，いかなる熱中性子炉も二つの同位元素を含んだ燃料で運転しなければならないことを指摘しました。ウラン235は核分裂生成物を発生し，ウラン238は中性子を吸収してプルトニウムになります。それ故，彼らは，単純，率直な厳しい態度で，「原子力による電力生産は自動的に，廃棄物である放射性核分裂生成物とプルトニウムの生産を意味している」と述べました。プルトニウムがFBRに利用されるならば，プルトニウムは価値ある副産物になりますし，そうでなければ廃棄物であると定義されました。ジョン・コッククロフト卿は，プルトニウムを廃棄物とすることは受け入れ難い，「したがってFBR燃料として利用する研究を開始することが重要である」と述べました。

このことから，初期の頃でさえも，科学者は，FBRを用いることが原子力を持つことの当然の帰結であることを認識していたことが分かります。そして，われわれは，熱中性子炉でプルトニウムを燃やす利点の可能性をもちろん認識していますが，基本的かつ単純なこの議論は正しいと思います。

しかしながら，初期の開拓者の考えに戻ると，彼らは，ウランは稀少価値のある鉱物であると考えていました。それ故，熱中性子炉は世界中のウラン235資源を急速に燃焼させてしまうだろうと推測しました。したがって，彼らは，プルトニウムを燃焼させ，それ以上のプルトニウムを生産するFBRを志向することの緊急性を認識していました。実際，彼らは熱中性子炉を，FBRが電力生産において支配的となる前のほんの数十年間しか続かない単なる序幕であると考えました。こう考えられたので，最初の頃はFBRの増殖特性が強調されました。当時の考え方によれば，電力産業を拡張するためには，FBRで大量のプルトニウムを生産することが必要でした。

後で考えると，この考え方は正しくないことが分かりました。ウランは，初期の人たちが考えていた程，稀少なものではありません。われわれは，もっとずっと長い間，熱中性子炉を利用することができます。さらに，FBR技術のある面は，われわれが考えていたよりも難しいことが分かりましたし，このため経済的な立場からFBRを導入するという見通しは後退しました。しかしながら，FBRの真の必要性は以前と同様，今日でも変わりありません。現在の見積もりによれば，約10^7 tと見積もられる世界のウラン資源は，熱中性子炉で4×10^{21}ジュールの熱を発生する能力を持っています。FBRは，この熱量を，石炭，石油，天然ガスなどの化石資源すべてを合わせたものよりも多い，2×10^{23}ジュールに増加させます。それ故，FBRは21世紀の主要エネルギー源であるべきだということは，依然としてその通りです。では，何がFBRの進歩をはばんできたのでしょうか？

アメリカでは，この問題は，まったく制度的，政治的であり，かつアメリカの豊富なウラン資源によっても影響されているように思われます。アメリカは，いかなる国々のＦＢＲに関するR&D計画よりも大きい計画を持っていますが，クリンチリバー計画の承認が中途半端なため，R&D作業の焦点が定まっていません。医学用語を用いるならば，「それは生命維持装置の上に」あります。その状態は，FBRのために働くアメリカの科学者の自信を助けることにもなっていませんし，アメリカに続く他の国々の政府にとっても良い手本になっていません。アメリカにおいては，軽水炉の初期の成功が，アメリカの同胞をして核燃料サイクルのバックエンドを無視させ，そのため，現在，FBRの核燃料サイクルの展望が解決の困難な制度上の諸問題およびパブリックアクセプタンスの問題に直面している，と私には思われます。

熱中性子炉リサイクルにプルトニウムを用いるという初期のアメリカの計画がありましたが，フォード大統領やカーター大統領の拒否により，アメリカの商用炉にプルトニウムを使用する良いきっかけにはなりませんでした。この技術を推進するという問題は，ワシントンにおける一連の再編成によって複雑になりました。われわれは，原子力委員会（AEC）がエネルギー研究開発庁（ERDA）に，そしてエネルギー省（DOE）に変遷したことを見てきました。そして現在，多分他の何かに変わるでしょう（あるいはそうでないかもしれませんが）。このことが将来に対する注意深い考察を一層困難にしていることは間違いありません。

これらのことに，TMI事故およびアメリカの規制プロセスの性格によって生じた公衆との関係を合わせて考えると，われわれは，なぜアメリカではFBRの進歩が遅いのかを理解できると思います。この問題は，他の国の多くの人々にとっても大きな関心事です。アメリカが，これらの問題をすり抜ける

道を見出して，できるだけ成功して欲しいと，アメリカの同胞に望みます。

フランスの立場は，これとほとんど正反対です。彼らは早いうちから，FBR に確固とした肩入れをしてきました。われわれは，スーパーフェニックス炉の早期運転を期待しています。そしてわれわれは皆，FBR プラント増設に関するフランスの発表を，ある程度予期しながら，待っているところです。フランスの計画に対して私が抱いている賞賛の念をいくら強調しても足りませんが，いずれにしても，フランスは充分に成功しました。彼らは，少なくとも国際的な関係から，FBR が実際に必要とされる時期よりも若干早めに，優れた技術開発に成功したのです。

西ドイツの立場は，長い間，カルカール炉の将来に係わる政治的な議論により，混乱していました。しかし，これらの問題は現在，解決済みのようにみえます。われわれは，のちほど，西ドイツの進歩について話を聴けるものと期待しています。イタリアは，フランスに建設中のスーパーフェニックス炉で活発な役割を演じつつあります。そして将来，多分，次の西ドイツの炉においても，同様の活躍をするでしょう。イタリアが将来のいつの日にか，自らの FBR を建設することには疑問の余地はありません。

日本においては，熱出力 7 万 5 千 kW の現在運転中の実験炉「常陽」を用いて，FBR 開発に関する活発な動きが増大しつつあります。30 万 kW の原型炉「もんじゅ」の計画が大きく進展しています。

インド，ソ連および他の国々も皆，前向きの FBR 計画を持っていますが，本日はこれらについて話をする時間はありません。

さて，イギリスの立場について，いくつか話をさせて下さい。

イギリスは，初期の頃から，積極的に原子力に参画していました。そして他の国々が研究段階としてのみ原子力を捉えていた時代に，ガス冷却マグノックス炉を導入しました。イギリス国内にも豊富な石炭が存在していますが，大変高価につくため，このようにしました。イギリスは，石油もガスも持っていませんでした。地質学者が自信を持ってそう語っていたので，われわれは，沖合あるいは陸上の石油またはガスを北海地方で大量に発見することは期待薄であることを知っていました。しかしながら，当時の地質学者は間違っていました。そして現在，北海の沖合には大量の天然ガスや石油があることが判明しています。そのため，イギリスは思いもかけず，化石燃料資源に富んだ国になりました。

このことは，全体として国に対する大きな恵みであることは間違いないのですが，原子力については，われわれが数十年前に考えていた程の緊急さでは必要としていないことを意味しています。それにもかかわらず，歴代のイギリス政府は，原子力に対して確固たる参画をしてきました。現政府は，わが国の伝統であったガス冷却熱中性子炉と並行して，PWR の建設計画に乗り出しました。

イギリス政府はまた，FBR 政策に注意深い考慮を払ってきました。この講演の前の方で私は，原子力に関するすべての計画は最終的には FBR に到達しなければならないと説明しました。そしてイギリス政府は，それがイギリスの見解であると明確に断言しました。

しかしイギリス政府は，現時点では FBR を急を要する事柄とは見なしていません。われわれの事情では，それは理にかなった結論だと思います。それ故，イギリス政府は，イギリスにおける FBR の研究，開発および実証に関する計画を継続する必要性に対して，はっきりコミットしました。そして，この技術を国際協力の好例として見ていると宣言しました。われわれは，来世紀の最初の方で，商用 FBR 計画に乗り出すのに重要と思われる経験を得るために，近い将来，イギリスに大型実証炉を建設する必要があると考えていますが，この計画のタイミングについては神経質に考えています。

各国の立場に関する私の簡単な説明で，国際協力の大切さについては自ずと明らかです。私は，本日，他の講演者による，FBR をどのように見ているか，および国際協力の展望にどのような見解を持っているかについて，他のパネリストの論評を期待しています。

この問題について，国際協力をすべきであるという幅広いコンセンサスがあると仮定すると，何が協力の対象となる部分を形成する要素でしょうか？私の個人的意見は次の通りです。

FBR の安全性は，燃料の並べ換えが即発臨界反応につながるので，熱中性子炉のそれと定量的に異なっているとのコメントから始めなければなりません。FBR におけるベーテ・タイト事故の見通しは，FBR の安全性に関する多くの初期の研究の注意を喚起しましたが，最近のドーンレイにおける FBR 原型炉，フランスのフェニックス炉，アメリカの

FFTFでの実験などにより，われわれの多くは，FBRの安全性について大きな自信を得ています。多くの研究が行なわれる必要があり，多くの議論が安全性および許認可の権威についてなされなければなりません。しかし私見では，FBRの安全性に関する議論は大変着実であると思います。この技術について安全目標および安全基準に関する国際協定を結ぶことは，大きな利益をもたらすでしょう。そしてこのことは，加盟国すべての研究所および許認可機関の間の緊密な協力を必要とするでしょう。

すべてのナトリウム冷却FBRでは，蒸気を発生させるためにナトリウムから水に熱を伝えることが重要です。このナトリウム－水・蒸気発生器は，私見では，将来の研究によって開発されるべき最も重要な機器です。多くの専門家の間で，この機器の最適設計について，多くの異論があります。われわれは，可能な限り最良の選択が行なわれるように，本問題についてのすべてのアイデアを鼓舞する必要があります。この大変重要な技術的ポイントが決定されるまで，いかなる国々も商用FBRを大規模に使用する確固とした計画を策定することはできません。

FBRは本来，それを支える核燃料サイクルに非常に大きく依存しています。人々が熱中性子炉の技術になじんでいるため，時々忘れられるこの点の重要性は，私がいくら強調しても，強調し過ぎることはないでしょう。熱中性子炉の場合，原子炉の運転と核燃料サイクルの間の関係は，ずっと小さいのです。FBRの核燃料サイクルには，いくつかの非常に重要なステップがあります。

最初のステップはプルトニウム燃料の組み立てです。次のステップは，ウラン238を含むブランケット燃料の組み立てです。原子炉の運転後，燃料は原子炉から取り出され，約1年間冷却されて，その後核分裂生成物，残存ウラン，燃えていないプルトニウムを分離するために再処理しなければなりません。ウランやプルトニウムは，新しい劣化ウランと一緒に組み立て工場に戻されます。

FBRの核燃料サイクルが効率的に，経済的に，かつ信頼性を持って運転されることは，極めて重要です。そうでなければFBRを放棄せざるを得ません。あるいは金のかかる運転をしなくてはなりません。高照射されたFBR燃料の再処理および新装荷燃料としてプルトニウムを組み立てることは，ドーンレイとフランスで成功裡に実施されました。しかし，われわれが自信を持って前進する前に，経済的に成り立つ十分な大きさの商用炉は，既存の原型炉と同じ効率および信頼性を持っていることを確認する必要があります。

FBRとFBR用燃料プラントの比率がどの位であるべきかは，私にははっきり分かりません。それは将来の経験によって決められるものです。しかし，現在，最も良い比率は，5基の原子炉に対して1基の核燃料サイクルプラントであると推定しています。これは，ただちに一つの問題を提起します。核燃料サイクルプラントは非常に高価なため，経済的に成り立つFBRを1基だけ所有するということはできません。経済的運転の前提として，約5基の原子炉を持つ必要があります。ここに国際協力への挑戦があるのです。

来世紀にFBRの使用を計画しているすべての国は，大型実証炉を建設する必要があります。この過程の最初のステップとして，核燃料サイクルのサイトに資源を一括貯蔵しなければならないことは常識です。たとえば，われわれは，ある一国に一つの核燃料サイクルプラントを建設することによって，五つの国に建設される合計5基の原子炉を所有することができるのです。これは最も経済的なアプローチですが，可能な限り独立を保ちたいという多くの国々の国家的プライドや希望が，そのような緊密な形態での国際協力の確立を不可能にするかもしれません。私の意見では，FBR用核燃料サイクルに対するこの共同のアプローチは，将来のFBR開発にとって，最も関心を呼ぶ，挑戦的な制度上の制限を加えることになるでしょう。この重大な問題に立ち向かうための常識ある路線が発見できるように，われわれ全員で期待しようではありませんか。

もう一つの最も重要な制度上の問題があると私は思います。すなわち，いろいろな国の，FBRを運転する電力会社相互間での資本投資という問題です。たとえば，理想を言えば，イギリスの電力会社はフランス，アメリカ，日本などのFBRシステムに投資し，これらの国々の電力会社はイギリスのFBRシステムに投資すべきです。この形態の参画および参加がR&D計画の合理化，機器開発，核燃料サイクルに対する安全規則と経済性の調和に関する最も有効なやり方であると思います。もちろん，この種の相互投資は，政府の同意と認可を必要とします。原則として，われわれは，この考え方を真剣に掘り下げるべきです。私は，当然のことながらフランスのス

ーパーフェニックス炉計画が，主として西ドイツおよびイタリアなど数ヵ国の投資を得ているので，この考え方のすばらしい例であることを認めるのにやぶさかではありません。われわれは皆，この経験から学ぶべきです。

私はFBRの核燃料サイクルの重要性について，すでに述べましたが，特に強調したい項目があります。単位発生電力当たりの核燃料サイクルのコストは，核燃料の高燃焼度が達成されれば，大きく減少させることが可能であるということです。したがって，FBR燃料を改良するための強力なR&D計画が必要です。ドーンレイ炉では，現在，核燃料のあるものは破損の徴候もなく，10%燃焼度に近づきつつあります。それ故，15%，もしくはそれ以上の燃焼度を達成する燃料の製造と実証を行なうという目標を設定することを提案します。

数年前，多くの人々は，高速中性子による照射損傷の問題が厳しく，FBR燃料の燃焼度は非常に制限されると考えていました。今日，私が依然として高いこの燃焼度を目標とすべしと述べることができるのは，ただ単に，この問題について過去10年程にわたって行なわれた材料研究に対する賛嘆の気持ちがあるからです。

最後に，将来の国際協力に関する政府の役割を考えてみたいと思います。もちろん，各国政府は，実施が決定されている事柄について全体的な承認を与える必要はありますが，それに加えてプルトニウム・サイクルを処理するのに用いられる核不拡散政策に関する協定締結に対して，特別な責任を負わねばなりません。本件に関する大変重要な論議のいくつかは，数年前にカーター大統領の提唱したINFCEの議論の中にありました。そして，この議論の中で，IAEAの重要性が強調されました。この問題について，各国が協力し合うことは大変重要であると私は考えています。

以上は将来のFBRについての国際協力で，議論の必要な項目です。非常に簡単ではありますが，私が話すことができたこの問題は，大変重要です。他の人達が別の見解を持っていることは，疑いのないところです。それらの人達のご意見を伺いたいと思います。われわれは可能な限り，すべての良いアイデアを必要としています。

締め括りに当たり，もう一つの思想的なコメントをさせてもらいます。過去において，二つの成功した国際協力がありました。一つは純粋な研究，すなわち商用開発の考えに拘束されることなく意見の交換や共同研究が行なえるような，商用開発から程遠い研究に関するものです。この例として，高エネルギー物理学，天体物理学および核融合研究などを挙げることができます。また，研究成果の適用が直接的かつ短期的な場合には，たとえば数年前の，各国に対するアメリカからのライセンス供与のような場合には，純粋に商業的な国際協力を樹立することが容易です。

しかしながら，私の知る限りでは，この二つの極端な場合の中間的位置にあった問題について，緊密な国際協力関係を作ることには成功していません。それにもかかわらず，われわれがFBRについて行なう必要があるのは，この協力関係です。技術は基礎研究のレベルでもないし，商用化ライセンスの状態にあるものでもありません。この重要な問題に近づく道は，それ故，われわれ全員にとっての挑戦目標です。

私は，日本がこの包括的問題について重要な役割りを果たすべきだと全面的に確信しています。

カラー　現在の天然ウラン利用度および価格を考慮した場合，われわれは，慎重に考慮しながらFBRを開発する時間的余裕を与えられているといえます。しかし，世界中の原子力発電所で製造されているプルトニウムを使用するFBRに関係した産業を最終的に確立することの必要性は，減じておりません。

アメリカは1950年以来，FBRを追求してきましたし，今後も追求し続けるでしょう。われわれのアプローチは，信頼性の高い機器を開発すること，CRBR，FFTFおよび高速中性子増殖実験炉(EBR-II)を用いて，アメリカ国内で経験を積むこと，および2000年までに競争力のあるFBRにつながる大型原型実証炉を開発することです。

以下に，アメリカのFBR計画の主要な要素とその状況を述べます。

皆さんは，CRBRの設計概念，並びに，それがDOE，コモンウェルスエジソン社，テネシー渓谷開発公社（TVA）および約700の電力会社を代表しているプロジェクト管理会社の共同事業であるという事実を，よく御存知です。

プラント設計は，90%完了しています。それを支

援するR&D計画は97%完了しています。搬入済みおよび発注済みの機器の総額は，約7億5千万ドルです。現在までのプロジェクトの支出は，1億4千万ドルで，見積り総額は3億6千万ドルです。完成すると，このプラントは，テネシー州オークリッジの敷地，1,364エーカーのうち，100エーカーを占めることになります。運転会社には，TVAがなる予定です。ウェスチングハウス(WH)社が原子炉主契約者，バーンズアンドロー（B&R）社がアーキテクトエンジニア，ストーンアンドウェブスター(S&W)社が建設に関する総括契約者です。

1月31日，議会に提出された大統領の1984年度の予算要求には，CRBR用として2億7,000万ドルが含まれています。長期にわたる資金を確保するための電力会社，政府間の協定を作るための努力は，現在，継続中です。

原子力規制委員会（NRC）は，1982年6月にサイト適合性報告書の改訂版を公表しました。環境報告書についての最終補足は，1982年11月に発表されましたし，環境ヒアリングも終わりました。

アメリカ議会は，1983会計年度(10月1日に終わる）予算として，1億9,200万ドルの資金レベルを承認しました。なお，この資金は，主要機器の新規発注，あるいは安全関係の恒久構造物の建設には使用できません。この制限は，予定されている調達活動およびサイト準備作業に重大な影響を与えるものとはなりませんでした。

FBR開発に長い間携わっていた人たちによって認められていたように，FBRを商用炉として採用するためには，核燃料サイクルの完成と同じ経済体系の中で，FBRと軽水炉が連結されることが必要です。

アメリカはいくつかの重要な分野で，緩やかではあるが，大きな進歩を遂げています。多分，ごく最近の主要な進展は，第96議会の終了まぢかに通過した廃棄物政策法です。その法律は，多くの重要な条項を含んでおり，主な点は，シェルビー・ブリューワー博士により，この大会に提出された論文中で紹介されました。この法律には，いくつかの除外項目があることが，よく知られています。再処理という言葉やFBR遂行のために必要な項目は，どこにも述べられていません。

しかし，燃料資源の保存を奨励し，最終的には軽水炉燃料の再処理を奨励するいくつかの条項があります。同様に，ワシントン州のハンフォードの敷地内に，FFTFとの関連で建設されている施設を用いた開発を奨励している条項があります。

重要な施設は燃料・材料試験施設（FMEF）で，FFTFのすぐそばに位置し，建設完成はまぢかです。FMEFは，FFTFやアメリカのFBR計画の他の炉を直接支援しながら，核燃料サイクルに関する活動を行ないます。最も重要な活動は二つあります。安全自動組立(SAF)計画およびFBR再処理工学試験（BRET）計画です。

SAF計画は6,000kg／年(U+Pu)の製造能力を有した，混合酸化物燃料用の，十分に自動・遠隔化された組み立てラインです。SAFラインは，1986年に運転を開始する予定です。BRET計画は，100kg/日のFBR燃料用再処理能力を有し，新型再処理機器およびプロセス技術開発のパイロットプラントとして使用されます。BRET計画は，ハンフォード技術開発研究所（HEDL）やオークリッジ国立研究所（ORNL）も参加する共同計画です。研究は保守可能な遠隔プロセス機器，使用済みペレットを被覆管や集合体から除くのに用いられるヘッドエンド機器，オフガスの放出コントロールおよびその他一般的な問題に関する解決策を得るための技術も対象にしています。

同一場所に設置されたFFTF/FMEF施設の中で，FBRの核燃料サイクルを完結させることは，液体金属冷却増殖炉(LMFBR)技術の重要な部分の実証になるでしょう。

1983会計年度のDOEのFBR総予算は5億5,000万ドルで，1984会計年度には6億300万ドルが要求されています。これらの予算のうち，1億9,200万ドルと2億7,000万ドルはCRBR用に，残りの3億5,800万ドルと3億3,300万ドルは他の計画に用いられます。

燃料サイクルと廃棄物管理研究の費用は，別途，確保されています。この計画は，新しい構想の設定，その設計固有の重要な技術的問題の認識と解決，性能予測のための計算機コードの作成，予測された挙動を立証するためのR&Dの実施および機器の試験などを通じて，実行されます。

主な作業の例は次の通りです。

- 大型ヘリカルコイル型蒸気発生器の設計に基づいた7万kW（熱出力）モデル蒸気発生器の組み立て，完成。最終的にはETECで試験される予定。

● プール型原子炉構想の設計

FFTF や EBR-II で実施された計画は，照射試験，特別な実験およびこれらの原子炉や関連設備を運転して得られた運転経験などにより，基本プログラムの重要な部分を構成しています。FFTF は，最初の運転サイクルと最初の燃料再装荷を完了し，現在は設置済みの多くの実験装置を用いて，第2期運転期間に入っています。FFTF での原型機器のテストを通じ，炉心機器技術の開発が広い範囲にわたって加速されています。

- FFTF 炉心機器についての重大な破損は，現在までのところ，発生していません。燃料ピンからのガス漏れは1回あり，破損燃料の検出やその個所を決定する FFTF ガスタグ系（EBR-II で開発された）の高感度性を示すために行なわれた，実験用燃料集合体を用いた初期実験段階で，そのガス漏れが検出されました。
- 標準的な FFTF ドライバー燃料は，本年度後半のサイクルIIIの終わりに，80,000MWD/MTM（ピーク時）の目標燃焼度レベルに達する予定です。現在，炉心に装荷されている一連の第2世代プロトタイプ燃料集合体は，来年の終わりまでには 125,000～135,000MWD/MTM（ピーク時）の目標燃焼度に達する予定です。

1964 年以来，EBR-II は，アメリカの FBR のパイロットプラントであっただけでなく，燃料および材料の定常照射に使用されてきました。FFTF は現在，この仕事の大部分を引き継ぎ，EBR-II をいわゆる運転の信頼性試験用に解放しました。このプログラムは二つの幅広い区分を持っています。つまり，(1)運転，停止の際の燃料性能試験，(2)過渡運転試験。日本の動力炉・核燃料開発事業団と DOE は，この分野で協力し，費用を分担する契約を結んでいます。この作業は，1982 年に始まり，1986 年あるいは 1987 年まで継続される予定です。

- この計画の重要な部分は「クラッド破損運転実験」でしょう。
- 他の実験は，運転中の過渡状態を模擬し，長期間の燃焼を目標にした商用 FBR の燃料寿命中で期待されている燃料サイクルの影響を決定します。
- EBR-II の敷地にあるゼロ出力原子炉（ZPPR）施設は，CRBR や大型 FBR プラント用として計画されている非均質型炉のゼロ出力実験研究に使用されています。ZPPR は 14 フィートの台を持ち，大型 FBR 炉心の研究のために，よく使用されます。

アメリカ政府と民間企業は，制度上および財政上の協定を確立し，大型 FBR プラントの設計，建設および運転を推進するための計画を発展させるために協力しています。究極的には，他の国々の参加も期待されています。

大型 FBR 原型炉（LSPB）開発に協力するための DOE および電力研究所（EPRI）間の協定が昨年調印されました。COMO と呼ばれている統括管理事務所は，LSPB および，その燃料サイクルを開発するための多くの目標に向かって，DOE，アメリカの電力会社／EPRI，原子炉製造会社およびアーキテクトエンジニアリング会社の努力を結集するために設立されました。

COMO は二つの主要な機能を果たすことになっています。つまり①LSPB 計画活動の技術の集積，②本計画に基づいて国際協力を成立させるための努力。EPRI は，アメリカの電力会社をリードし，この COMO をシカゴ近郊のイリノイ州ネンパービルに設置しました。

この計画は，CRBR 中規模プラントに続く次の段階の炉として，以前，DOE によって実施された大型ループ型炉の研究を基礎にしています。この大型プラントは，総電力コストを減らすために，設計されることになっています。特に建設が容易な，なるべく複雑でない設計概念を発展させるために，注意が向けられています。

- 現在，本計画の一部として，プール型原子炉の研究が開始されています。
- 安全問題は早い時期に取り組む予定です。NRC は，許認可を確実なものにするために必要な範囲で，これらの設計に協力します。
- 燃料サイクルの開発は DOE の責任であり，原子炉の設計および開発計画と調整を取りながら，行なわれるでしょう。したがってまた，原子炉主要機器およびそれに関する試験について資金調達が行なわれ，DOE によって資金手当てをされた継続中の基本プログラムとの調整が図られます。

DOE は，プラント設計について，契約相手である LSPB 契約各社の技術指導および監督に関する責任を，COMO に移管しました。COMO の役目の一つは，最終ユーザー（電力会社）の要求を把握して，

それをLSPBの技術開発の中にとり入れることです。この方向に向かっての主要段階として，COMOに対して，要求事項や政策の方向を含む指針を与えるために，LMFBR電力運営委員会が結成されました。

この委員会は，LMFBRに長い間，関心を抱いているアメリカの電力各社の首脳部から構成されています。これらの電力会社から派遣された技術者は，COMOの実働スタッフの主要なメンバーの一部となるでしょう。

現在，考えられている計画は三つの段階に区分されます。

1．総合フェーズ

この段階では，アメリカのみならず，他の国々にとっても適しているLMFBR実証炉に関し，一般的な基礎となると考えられる原子炉の概念設計を行ないます。このフェーズは，1985または1986年まで継続されます。

2．詳細設計フェーズ

商用規模のFBR建設についての設計を，十分に完成させます。1988年までに完了の予定です。

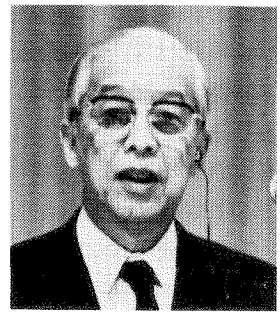
3．建設決定および商用規模原型炉の建設

1988年～1990年に開始されます。

いろいろな国々がFBRプラントを完成するために抱いている似たような目標をみると，R&Dおよび実証炉の重複を減らすための，正式な協力協定を締結することが有益であるように思えます。真に安全かつ経済的なプラントを開発するのに必要な資金，人材および高価な施設は莫大なものになります。作業を分担し，成果を分かち合うように，それぞれの国の既存の施設や有能な人びとを活用し，協力計画を組織化することが可能です。

アメリカは，最初に説明した民間－政府間の国内共同計画に基づいて，大型FBRの開発および実証のために，他の国々との協力協定を前向きに検討してきました。

われわれは，イギリスとの協議に前進をみましたし，イギリスおよび日本との協力についても話し合いを継続しています。そして，フランスや共同会社ヨーロッパ高速炉推進協議会（SERENA）とも，同時に協力関係をさぐる討議を行なっています。L-MFBRの実証とその燃料サイクルに関して，相互に受け入れることのできる協力計画を確立することは，アメリカの産業界の意志でもありますし，アメリカ政府の政策でもあります。



堀　わが国の如く天然資源に乏しく，狭隘な国土に過密な人口を擁している国は，輸入したエネルギーを極力有効に活用し，工業力を主体として経済的発展を図っていかねばなりません。この意味から，わが国におけるエネルギーの重要性は他国に比して特に大きいと言えます。

このような事情から，わが国電気事業としても原子力開発を最優先課題として推進しており，1982年12月時点で軽水炉発電能力は約1,700万kWに達しています。今後の開発はややスローダウンの傾向にあるとはいえ，その重要度はいささかも変わりません。

軽水炉の運転状況は絶えざる改善努力によって向上し，1982年の年間設備利用率は70.2%，年間時間稼働率は70.5%に達しています。軽水炉の運転に伴って，必然的にその使用済み燃料は，わが国の所有物として大量に蓄積していきます。これは再処理によって回収されるウラン，プルトニウムの優れたエネルギー資源が，国内に産出されることに他なりません。

この意味から再処理，濃縮など国産技術を中心として，核燃料サイクルを確立し，ウラン，プルトニウム資源の有効活用を図ることが，わが国としてエネルギー自立への道につながるものと確信しています。プルトニウムの活用方策については，プルサーマルについても検討し，また，わが国独自で開発したATRの実証炉建設も開始しようとしていますが，最も有効な利用はFBRが最適であることは言うまでもありません。FBRは，わが国では軽水炉と経済的に競合できるよう努力することにより，2010年代以降にはかなりの規模で開発されることが期待されます。このために，現在開発中の原型炉「もんじゅ」に続く実証炉を中心に，研究開発を促進したいと考えています。

わが国の電気事業はFBRが来世紀の有力電源となる可能性を予見して，1966年頃よりアメリカのフェルミ炉計画に参加すること等を通じて人材を養成しております。

また東京電力では1969年より大型炉の調査研究を開始するとともに，電力各社から実験炉，原型炉

の開発機関である動燃事業団に技術者を派遣し，資金的にも多大の協力をしてきました。原型炉の次の実証炉を主対象として，1980年6月には電気事業連合会内にFBR推進会議および準備室を設置し，電気事業としての本格的準備に入りました。

推進会議は電力の原子力担当役員および電気事業連合会役員をもって構成し，FBR開発の長期ビジョンおよびFBR実証炉の開発体制など，推進のための基本方策を確立することとしており，準備室はそのサポートならびに実証炉概念設計，内外関係機関との情報交換ならびにこれ等に関連する調査研究を行なうことを業務としています。

電気事業における実証炉研究については，1978年より，電力各社が共同してその概念設計研究を進めています。1978，1979年のフェイズ1では，ループ型炉のプラント全体のバランスをとった設計研究およびプール型炉の予備的検討を行ないました。また，1980年にはフェイズ2として，ループ型炉では運転保守面からの見直しを，プール型炉では耐震性を中心とする検討をそれぞれ行ないました。

現在はフェイズ3として，1981年より3ヵ年計画でループ型炉100万kW級を主目標とした概念設計研究をFBRエンジニアリング会社を中心に，メーカー各社の協力を得て実施中であります。これと並行して，炉型選択にフレキシビリティを持たせるため，プール型炉についてもその主要部設計を行なうとともに，電力中央研究所に依頼してプール型の耐震性，熱流動特性などを中心にしたわが国の厳しい条件下でのフィージビリティ・スタディを1983年度末を目標に実施しております。

わが国はループ型炉については実験炉・原型炉の開発で実績を重ねてきましたが，プール型炉は配管が短かくでき，建物の容積が縮小できるなどの利点があるため，イギリス，フランス等で採用されています。しかし，出力が増しタンクが大きくなると，日本のような地震国では，耐震条件が極めて厳しいため，プール型炉が有利に成立するかどうかを確かめる必要があります。

ループ型とプール型は基本的には大部分が共通ですが，プール型固有の部分について技術的見極めをつけたうえで双方の比較・選択を行ない，実証炉として最適プラントを採用したいと考えています。したがってこの観点から，現在国際協力も活用して両炉型の比較を行なっている西ドイツの経験も含め，先行各国の経験を活かすことを希望しています。

基礎研究の実施，実験炉「常陽」の運転活用，原型炉「もんじゅ」の建設は動燃事業団の役割であり，電力はこれに全面的に協力していることは前述の通りであります。

実証炉の建設，運転については，1982年の原子力委員会「原子力開発利用長期計画」に示されるように国の方針として，国の支援の下に電気事業者が積極的役割を果たして推進することが決定されていますが，建設主体をどう構成するかについては今後の大きな課題です。FBRが21世紀の電力供給の主体となり得ることおよび100万kW級の商用発電所の建設，運転は電力会社が受けもつべきであることから，実証炉についても積極的役割を果たすべきであると考えており，動燃事業団とは今後とも密接に連絡，協調をとりながら推進したいと考えます。

したがって，電気事業としては将来のユーザーとして動燃事業団からの円滑な技術移転を期待するものですが，実証炉以降FBRの商用化を図るためには安全，信頼性はもとより実証炉の建設単価を軽水炉の2倍程度以下を目標とし，その後もさらに大幅にコストダウンを達成することが重要な課題であり，このために必要な大規模，長期にわたる技術開発が多く残されているので，R&Dの面で今後とも動燃事業団の協力をお願いしたいと思います。

従来，基礎技術については動燃事業団が各国と協力協定を結び，これに基づいて国際協力を行ない，成果を挙げてまいりました。

実証炉は今までに蓄積した国内の技術力を結集して，国内に所要の時期までに建設することを基本とし，これに国際協力による成果を積極的に活用することとしたいと思います。

国際協力については現在，アメリカ，イギリス，フランス等から呼びかけを受けており，また西ドイツとの技術交流も有益と考えられるので，上述の方針のもとに各国と話し合いを進め，研究開発費および人材の節減，開発期間の短縮等の効果を各国と共に享受することを期待しています。

各国との協力方法は今後の話し合いに待つところが大きいわけですが，多国間協力と二国間協力の形があり，これらを並行して進め，たとえば安全に関する基本的な考え方などは多国間で討議しまとめるのがよいが，機器システムの設計概念に固有な技術，プラント経験など問題によっては，二国間協力により各国の特徴を活かした形で進めるのが望ましいと考えます。

国際協力に関する基本的考え方など協定を要する事項については内外の関係者で十分時間をかけて話し合い，合意を得てから，協定に達する必要があります。また各国の電力間で実行可能な情報交換など個別の問題はこれと並行して進めます。

FBR開発は日本のエネルギー問題の重要な課題であり，国と民間の総力を結集して当たらなければなりません。したがって，国の施策の基本に関する事項について原子力委員会に設けられるFBR懇談会に電力として積極的に意見反映に努めることとし，国際協力の具体的問題に対しては，通産省，科学技術庁，動燃事業団，電力で構成された国際協力協議会で話し合い，コンセンサスを得つつ進めたいと考えているので，各界のご理解とご協力をお願いする次第です。

レーア　第二次大戦終了後，西ドイツ政府が原子力分野でのR&Dに支援を与えて以来，10年以上が経過しました。ある種の準備作業に続いて，1957年～1958年には最初の原子力プログラムが作成されました。その主たる目的は，他の国々，とりわけアメリカが握っていた科学・技術的リードに追いつき，できるだけ短期間に効率的な原子力産業を樹立することでした。

最初の原子力計画を策定した西ドイツ原子力委員会は当時，「……ある期間を経過した後では，原子力発電は主としてFBRによって行なわれるだろう……」と考えました。

1950年代と60年代の原子力のR&D作業の特徴は，その時代に最も適した原子炉技術の研究活動にありました。熱中性子により運転される第1世代の原子炉に関する限り，研究の焦点はまもなく，今日の商用軽水炉に合わされました。西ドイツで建設された世界最初の出力100万kWを超える原子力発電所は，極めて成功したタイプの原子炉を装備され，運転されています。このクラスの出力を持った三つの原子力発電所は，ビブリスB，ウンターウェザー原子力発電所およびビブリスAで，1982年には年間発電量で世界をリードしました。

FBRの分野では，西ドイツは他のすべての国々と同様，いろいろな研究と検討を行なった結果，液体ナトリウムを冷却材として選択することを決めました。ひとたびこの決定が下されると，FBRの開発と商用化への戦略が速やかに設定されました。

この戦略は二つの特徴を持っていました。一つは，FBR技術のすべての分野における西ドイツの活動は，完全なFBRシステムを確立するという見込みのもとに設定されたことです。もう一つは，開発費を低減し，投資額を最小にするために，強力な国際協力や企業協力が考慮されていることです。

技術的な難しさがあったこととアイデアの国際的交流があったため，先進国のFBR開発は同じ技術に絞られてきました。このため，国際協力は過去においても容易でしたし，将来においても同様です。

もちろん，商用化を目標にしたFBR開発は他の大規模プラントの場合と同様，次第に大きなサイズの実験施設を用いながら，いくつかの段階を経ながら行なわれます。SNEAKと呼ばれた最初のゼロ出力実験施設の運転に続いて，1973年にカールスルーエ原子力研究所で最初のナトリウム冷却原子力発電プラント（KNK）が運転を開始しましたが，炉心はまだ熱中性子炉心でした。

この原子炉の主要目的は，冷却材としてのナトリウムを試験することでした。1977年には，出力2万kWのFBR炉心が装荷されました。このKNK-IIと称された試験用動力プラントは，主として，将来の大型プラントの燃料要素の開発に用いられています。事故もなく，また長期間にわたり運転される実績が，ナトリウム冷却FBRの運転の安全性と，約100,000MWD/tの燃焼度を達成した燃料要素の高品質性を示しています。

1972年には，原型炉SNR-300原子力発電所に対して，最初の建設許可の一部が与えられました。この炉は，ループ型の動力炉で，1985年に運転を開始する予定です。運転者はSBK（西ドイツ，ベルギー，オランダFBR原子力発電会社）です。

契約成立当時，SNR-300の建設予定期間は7年でしたが，現在13年が経過しています。費用は当初の15億ドイツマルクから65億ドイツマルクに増加しました。この費用増加とスケジュール遅延のうち，技術的問題に原因のあるものは少なく，主な原因は許認可手続きにあります。

西ドイツの許認可手続きは，実験炉や原型炉に対して，何ら特別なルールを制定しておりませんので，SNR-300は，商用原子力発電所に適用されていると同じ基準を満足しなければなりませんでした。そのため，建設期間中であっても，しばしば許認可機関

によって要求を追加される結果になりました。

たとえば，契約成立後，課せられた要求には，37万kWまでの最大暴走時におけるベーテ・タイト事故の影響をコントロールする能力があります。かなりの費用増加とスケジュールの遅延は，当然の結果でした。同じようなことが高速軍用機の衝突や，西ドイツにおいては異常な大きさの地震力に耐えるよう原子炉のグレードを上げるという，建設期間中に課せられた要求からも生じました。それに加えて，書類の質や量，試験，専門家の意見などに関する要求が，建設期間中に増加しました。

許認可手続きの流れを円滑にし，簡略化しようという現在行なわれている努力は，西ドイツの許認可手続きに関するこれらの特殊性を修正して，原型炉発電プラントのスケジュールや計算をはっきり決めることが再び可能になるようにすることです。

1982年9月，SNR-300に最終建設許可が与えられました。本質に係わるような要求はもう無いと思われます。したがって，現在の費用とスケジュールが最終のものと考えることができるでしょう。

SNR-300は，フランスのフェニックス炉と同じように商用規模のFBRプラントの先行者です。西ドイツのFBR開発の次のステップはSNR-2になるでしょう。この炉は，ここ暫くの間は計画段階にあった炉で，130万kWの総出力を持つ予定です。

SNR-2の概念を決定するための予備的作業が進行中です。つまり，その作業では，SNR-300のようにループ型の考えを採用するか，あるいはスーパーフェニックス炉のようにプール型の考えを採用するかの決定が要求されるでしょう。設計作業は1984年にスタートする予定で，これは80年代の終わりに建設が開始されることを意味しています。

西ドイツでは，電力会社がプラントの設計，建設および運転に責任を持っいるので，特に電力生産の手段としてのFBRに興味を持っている電力会社は，資金のほとんどを調達しなければならないし，次のステップとして何をとるべきかを決定しなければなりません。1971年に締結されたEDF，ENELおよびライン・ウェストファーレン電力会社(RWE)間の協定は，SNR-2について，EDFおよびENELの49%の合同参加を決めています。

燃料サイクルはFBR技術の重要かつ不可欠な技術の一部です。FBRの場合，燃料サイクルコストは，電力コストのかなりの部分を占めています。燃料サイクルの技術面は，主として増殖比を決定し，FBR商用化の初期段階から輸入核燃料に依存しないで済ます時までの期間を決定することにあります。

軽水炉に対しては有効であることを立証したピューレックス法は，原理的にはFBRの使用済み燃料の再処理にも使用可能ですが，FBRと軽水炉の燃料サイクル間の技術的な違いだけでなく，FBRの場合は安全性と保証措置が異なっているので，重要な修正が要求されるでしょう。

カールスルーエ原子力研究所では，実験室規模のFBR燃料の再処理施設が運転されています。準工業施設の予備設計も進行中です。現在までのところ，いつ建設が開始されるかは決まっていません。SNR-300やKNK II小型実験用動力プラントの燃料要素はフランスで再処理される予定なので，西ドイツのFBR燃料の再処理施設の建設は緊急を要する問題ではありません。

FBR開発の幅広い基礎を作り，費用を最小にするための努力が，初めの頃，すなわち西ドイツの研究がヨーロッパ原子力共同体(EURATOM)の計画に組み込まれた1963年に，協定となって実を結びました。さらに下って，1967年の西ドイツ／ベルギー／オランダのR&D協定，また特に，フランスと西ドイツにおける2基の商用規模の実証プラントの建設に関する1971年のFBR会議などの成果を生みました。

1976年には西ドイツ／フランス協力協定がニースで調印され，それに続いて関係パートナーであるベルギー，オランダ，イタリアを加え，関心を抱いている西ドイツおよびフランスのすべての会社を加えて，詳細な協定が結ばれました。これらの協定は，合弁会社SERENAによる広範囲なR&D協力およびノウハウの商業化のために，締結されました。

この協定の下で，西ドイツ最大の電力会社RWEは，ベルギーやオランダのパートナーとともに，フランスのフェニックスへ，またEDFとENELは，すでに述べたように，それぞれ西ドイツのSNRに参加しています。このようにして確立された西ヨーロッパの強力なグループは，とくに日本の動力炉・核燃料開発事業団やDOEと協定を結んでいます。さらに密接な協力関係を樹立するため，イギリスとの対話が継続中です。KNK II実験プラントおよびSNR-300から取り出された燃料要素は，フランスで再処理される予定です。

FBRの開発を行なっているすべての国は，最終的

に商用化される時期が予想しているより先になるだろうということで,一致しています。この再評価は,世界政治と世界経済の一般的な面および電力技術と電力供給産業における開発の特殊性の両者を考えてのことです。

われわれは，幅広い，もっと緊密な国際協力の確立のために，余分に与えられた時間を有効に利用すべきです。そのような協力は，技術および経済の点で，FBRシステムを最適化し，そして限りある政府の財源をもっと有効に利用するよう，われわれ皆の助けになるでしょう。それはまた，必要な技術進歩を達成し，より少ない数の実証炉で経験を積む助けになるでしょう。そのため，西ドイツ政府は，フランス，ベルギー，オランダ，イタリアと西ドイツの間に存在する緊密な協力関係を拡大，発展させ，その他の国々も同様に協力関係に参加することに大きな関心を払っています。

しかしながら，協力は決してヨーロッパに限定しません。西ドイツやヨーロッパのパートナーは，日本やアメリカとの間に現存する協力関係を強化したいと思っています。技術や将来の問題が似ているので，大変，好都合です。

FBRによる電力供給の安定性に関する本質的改善は，原子力が電力生産の点でかなりの割合を占める時にのみ達成できます。それゆえ，最近の分析によれば，FBRの商用化の決定は，世界的にみて原子力がどのように広まるかに依存しています。安全性に関する高い基準，低レベルの環境汚染，先進工業国で達成された原子力発電所の経済的運転などは，原子力が特にベースロード用発電所として最も重要なエネルギー源たり得ることを，われわれに信じさせてくれます。

いつFBRが商用化されるかという問題は，大型FBRおよび関連の核燃料サイクル施設の経済的運転に関する進歩に大きく依存しています。FBRによって達成されるエネルギーの安定供給の利得の政治的評価もまた，この関係に重要な役割を演じるでしょう。

最後に,と言っても小さな問題ではありませんが,次の点があります。いかなる電力生産型式でも，環境に与えるインパクトはアクセプタンスの尺度として用いられます。この点では,原子力は全体として,石炭や重油焚き火力発電所に比較して，明らかに有利です。その結果，FBRは市場で十分成功を収めることが期待できるでしょう。

国際協力は，この過程をかなり加速することができます。FBRは，現在はまだ合理的な反対よりも感情的な反対に遭遇していますが，パブリックアクセプタンスのための必要かつ広範囲の信頼性を確立できるし，また確立するに違いありません。

ラパン　エネルギー政策を選択する場合，どこの国でも国情に合わせて，決定後のリードタイムが10年に達するか，あるいはそれを超える程の複雑な戦略と大型投資を考えます。その結果，これらの決定を短期的な変動の点から行なうことはできません。決定は，一貫した整合性のとれた政策を実施するために，エネルギー市場の長期動向を考慮に入れて，行なわなければなりません。

このことは特に，今日，世界のすべての国々に対して，とりわけ発展途上国に対して一層厳しい打撃を与えている現在の経済危機から回復するために，エネルギー政策を立案しなければならないことを意味しています。この目標を達成する唯一の道は，経済成長を回復することです。エネルギー節約についての大型投資にもかかわらず，新しい経済成長は，絶えずエネルギー消費を増加させます。特に現在は，ごくわずかなエネルギーしか消費していませんが，高い人口増加率を保っている発展途上国においては，その通りです。これらの国々の要求に応え，石油のようなエネルギー資源を容易に使用できるように配慮すると，先進工業国の利用できる量が少なくなるでしょう。

また石油は，最終的には，輸送のような非常に特殊な用途に限定されるべきでしょう。

その結果，石炭や原子力のような他のエネルギーにもっと注目する必要性が出てきます。

原子力は，多くの国々，特にフランスおよび日本のように天然資源の乏しい国々の石油に対する依存度を減らすためには，最も良いものです。

政治や経済における自立，さらに原子力による電力コストの低下と支出のバランスからくる利益ということを考え合わせると，なぜ多くの国々で熱中性子炉の計画が継続され，また他の国々でも採用されつつあるかが理解できます。

しかしながら，これらの計画を超える次の段階として，FBRが準備されなければなりません。技術的

な点からは，FBRは，熱中性子で生産されたプルトニウムを用い，かつ濃縮プラントで蓄積される大量の劣化ウランを最大限に利用し得るので，理論的に熱中性子炉の延長と考えられます。このことは国際エネルギー市場での自立をますます可能にするでしょう。

実際，いくつかの先進国では，今日，FBRは成熟した産業に近づきつつありますし，多くの国々では開発途上にあります。私は，ここで特にFBR路線の発展に対する日本の強力な貢献を強調したいと思います。

一般的に言いますと，熱中性子炉についての主要計画を持っているすべての国々は，FBRも選択しました。私はここで，まずフランスの例を思い浮かべてみたいと思います。今日のフランスにおける状況は，過去20年にわたる筋道の通った，前向きの絶えざる努力の成果です。それは三つの重要な里程標によって特徴づけられます。

最初の里程標は，1962年から1966年にかけてラプソディ炉が建設されたことです。それは，われわれの設計の考え方の正しさを証明しました。また，非常に利用価値のある照射炉でした。たとえば，1981年には220,000MWD/tの燃焼度が達成されました。このことが，この炉を用いることによって，われわれが商用炉用タイプの燃料を極めて迅速に開発できた理由です。ご存知のように，ラプソディ炉は現在，1次系にナトリウムの小リークが発生したため，停止しています。われわれは，まず目標を達成したので，修理をする価値はないと判断しました。世界のいくつかの国々もまた，ラプソディ炉と同じ段階を達成しました。特に日本の「常陽」はそうです。

次の段階は，1968年から1973年にかけて建設されたフェニックス炉（「もんじゅ」と同等）です。この炉は，FBRの利用率が動力炉のそれと比較して遜色のないことを示しました。1982年の終わりには，フェニックス炉は110億kWhの電力を生産し，最大燃焼度100,000MWD/tを達成しました。フェニックス炉はまた，特に3基の中間熱交換器を次々と交換しなければならなかった時に，プール型設計のいろいろな利点を示しました。昨年，蒸気発生器の3ヵ所に同じような欠陥が見つかり，運転員は，非専門家にとっては大変恐しくみえるナトリウム－水反応に十分対応し得ることが確認されました。この小さな問題により，われわれはプラントの運転を改良することができました。

第三の段階は，クレイマルビルに完成したスーパーフェニックス炉です。西ドイツ，イタリアおよびフランスの電力会社がプラントを所有し，建設には3ヵ国の企業が参加しているため，ヨーロッパの枠の中で建設が行なわれました。今までのところ，大きな問題はありませんでした。そして現時点では，運転開始は来年になると予想されています。建設作業および建設スケジュールは正常なズレの範囲に収まっており，原型炉としては良く的中して特筆に値します。

これと並行して，燃料組み立て施設と再処理施設が開発されました。カダラッシュの燃料枠組み立て工場は，20t/年以上の組み立て能力を有し，完全な工業生産条件の下で，スーパーフェニックス炉の最初の炉心の製造を完了しました。特別なFBR燃料再処理施設，SAP/TORは，5 t/年の能力で，1984年に運転を開始するでしょう。FBRに関する再処理は特殊な点を含んでいますので，この施設を用いて，ヘッドエンドについて選定された解決策の，工業段階での利点の評価が可能になるでしょう。これらの解決策は，主としてマルクールの工業原型部（Industrial Prototype Department）により，数年間にわたって実施されたコールド試験によって選定されました。

これらの原子炉および燃料サイクル施設に関する工業的計画は，もちろん完全性の問題も含み，各分野における強力なR&Dの支援を受けて実施されました。たとえば後者の場合，フランスと西ドイツは，燃料事故の研究を専門とするCABRI炉に，日本や他のFBR開発国を招聘しました。ところで，FBRの安全性に関する1982年のリヨン会議で，FBRはPWRと同程度の安全性を有することが広く認められました。

フランスでは，FBRの商用化のための産業構造全体が，すでに設立されました。さらに，電力会社であるEDF，原子炉蒸気供給系メーカーのノバトム（NOVATOME）社，原子炉系以外のメーカーであるアルストム・アトランティック（ALSTHOM-ATLANTIQUE）社，燃料サイクル担当のフランス核燃料公社（COGEMA），CEA等のような異なった企業体間の協力関係が維持されています。

もちろん，われわれはまだ商用化の段階にはありませんし，その時期は，ウラン価格のような外的要因および原子炉建設費や燃料サイクルコストのよう

な国内の要因に，非常に大きく依存しています。したがって，解決すべき問題は残されています。すでに話したように，まず初めにコストの問題があります。今日すでに，スーパーフェニックス炉のkWh当たりの電力コストは，新鋭石炭火力発電所のそれとほとんど拮抗しています。しかしながら，フランスにおけるPWRのkWh当たりの電力コストよりは，特にウラン価格が低い場合は，依然としてかなり割高です。一つの理由はもちろん，PWRは連続して商用化されているのに比べて，孤立した原型炉の場合，量産効果がないことです。

そのため，フランスの企業はコストの引き下げを主要目標にしました。すでにクレイ・マルビルでの建設期間中に得られた経験に基づいた新設計の特徴は，使用する鋼材の重量を30%低減させることを通して，大幅なコストダウンが可能になったことです。

一方，燃料サイクル分野では，フェニックス炉の燃料サイクルは小型施設を用いて完結されましたが，スーパーフェニックス炉の燃料サイクルは，典型的な商用サイズの施設でもって完結することが，現在，必要になっています。5 t/年の能力を持ったSAP/TOR施設は，現在までのところ，フランスの企業によってほとんど追求されていなかったこの線に沿っての重要なステップです。大事なことは，十分価値のある経験を積み，その時期が到来すれば，指標となるコストを示すのに十分な規模の工業ユニットに着手することです。

このFBRの実用化期間の間に，フランスに存在する原子力に好意的なパブリックアクセプタンスを，FBRにまで拡張することが必要です。このことは，FBR技術を中心にした情報を知らせることに大いに努力することによってのみ達成されるでしょう。この努力はすでに開始されていますし，スーパーフェニックス炉に対して行なわれた最近のデモがほとんど成功しなかったことから判断しても，われわれは正しい路線に沿っていると考えています。まだ実行されずに残されている技術開発計画および達成されると考えられているコストダウンを考慮すると，FBRは，2000年に入って間もなく商業段階に達するだろうと考えられます。その際，電力コストは，PWRのそれとほぼ同じになるでしょう。これはウランの濃縮コストが今までのように増加を続け，かつウランの需要が原子力分野への新規参入国や先進国の計画繰り上げなどによって増加を続けるとの仮定に基づいています。これらの仮定のもとでは，FBRが，ほとんど弾力性のないことで知られている緊張したエネルギー市場とは無関係に，予想可能な低コストで電力使用の継続拡大を保証し得る，今日では唯一の利用可能な技術であることは明らかでしょう。

時間の枠が決められと，その中ではスーパーフェニックス炉に続くプラントについて，特にいくつかの中間的決定が可能になります。手元にあるすべての情報によれば，CEA，EDFおよび関係企業は，1986年には次のステップに踏み出す立場にある政府のために，必要なR&Dを実施中です。1986年を選ぶ場合，スーパーフェニックス炉と再処理施設SAP/TORに関する主要な経験が得られ，プロセスを決定する際のインプットになるだろうという事実が考慮されています。また，その決定は，スーパーフェニックス炉で蓄積された建設技術が失なわれることを避けるために，あまり遅れてはなりません。

今まで，フランスを中心に話をしましたが，他の国々も同じように貢献しています。これまでにわれわれが経験した成功は，国際協力がコストと努力を最適なものにする最も良い方法であると，われわれが認めたという事実にも依っています。この考えは，ヨーロッパのパートナー（フランス，イタリア，西ドイツ，ベルギー，オランダ）間のいくつかのR&Dや産業協定に反映されました。

特定の協力分野についての協定は，特に管理されています。たとえば，R&Dに関してできるだけ汎用性を確保するために，核燃料，ナトリウム技術，炉物理やコンピューターコード，安全性，機器，設計用の材料の評価のような，いくつかの研究分野について，ワーキンググループが結成されました。これらのグループでは，専門家は，それぞれのグループで得られた情報を十分に交換し合うために，年に数回打ち合わせを行ないます。全体計画の整合性は，年に2回開かれるトップレベルの連絡委員会で確認されます。この協力は，R&Dを相互に補完し合うためのパートナー間の努力を一層よく調整することを可能にしています。

各クラスの機器の特性と各国の能力を考慮したもう一つのシステムが，産業分野に関して設けられています。このシステムが存在しているため，スーパーフェニックス炉には各国の企業が参加して，特定の機器を製作しています。たとえば中間熱交換器はStein-Industrie社（フランス）とBRERA TOSI社（イタリア），制御棒駆動機構はNEYRPIC社と

FIAT社，ポンプはJEUMONT SCHNEIDER社とFIAT社が担当しています。全体の組み立ては，スーパーフェニックス炉の各国の分担に従って，分割担当されました。NOVATOME社とNIRA社は，共同して原子炉蒸気供給系を設置しています。プロジェクトのエンジニアリングは，NIRA社を含んだチームによって，NOVATOME社の下で実施されました。

電力会社に関する限り，ヨーロッパでは電力会社間で相互に参加し合うことが，すでに普通の形態でした。原子力分野では，フェッセンハイム，ショーズおよびチアンジュの各原子力発電所についての西ドイツ，ベルギー，フランス間の関係が，これに相当しました。

スーパーフェニックス炉の場合，原子炉所有者がEDF51%，ENEL33%，SBK16%の合弁会社であるNERSA社であるため，この関係は，さらに一歩踏み込んだものになりました。

この良好な協力に加えて，現在，この国際協力関係をFBR開発に従事し，建設経験を得たすべての国々に対して拡張する時期であると，われわれは考えています。そうすれば，もっと野心的な目標が安い費用で達成できるでしょう。努力を結集すれば，原子炉や核燃料サイクル施設の新しい原型施設の建設に関する最も資金のかかる里程標を，もっと容易に乗り超えることができるでしょう。完成済みのプラントの，建設期間中に得られた経験を活用すれば，技術および経済の両面から，成功を一層確実なものにし得るでしょう。フランス国内のパートナー各社（電力会社，エンジニアリングおよびR&D担当会社）は，関心を抱いているすべての国々にとって利益のある別の協力形態について，検討を行なっているところです。

最終結論として，われわれは，FBRは将来，電力生産の中にシェアを確保すべきであると考えています。FBRは，ウラン価格の上昇，R&D計画の結果による燃料サイクルコストおよび原子炉投資のコストダウンなどにより，経済的にますます競争力を増すでしょう。FBRの運転は，エネルギー価格の変動に実際上，無関係であるということもさることながら，この原子炉は，従来のような国際通商の崩壊から生ずる困難な問題に対する保険のように思われます。

瀬川　日本におけるFBRの研究開発は1956年以来，燃料，炉物理，液体金属技術などの基礎的な項目について実施されていたが，1967年からはナショナル・プロジェクトとして動燃事業団を中心に関係各方面の協力を結集して進めてきています。

日本におけるFBRの開発は，商用化までのステップとして，実験炉，原型炉，実用化移行段階の三段階を考えています。プラントの開発とともに重要な核燃料サイクルの分野，すなわちプルトニウム燃料製造，燃料再処理，廃棄物処理などの技術開発についても，動燃事業団を中心として，進めてきています。以下に，FBRの開発の現状と今後の開発方針について紹介します。

日本初のFBRである実験炉「常陽」は1977年の初臨界以来，順調な運転経過をたどっています。定格熱出力7万5千kWの第一期炉心では，1981年12月まで積算13,000時間の運転を行ない，燃料集合体の最大燃焼度の平均は40,000MWD/tに達し，この間，一本の燃料破損も生じていません。また最大熱出力から全停電時自然循環試験を行ない，炉心崩壊熱を安全に除去できる充分な自然循環力が存在することを確認しました。これは「常陽」の運転上の安全性のみならず，将来の炉に対しても，貴重なデータと考えられます。この他，FBRのプラント性能に関する多くのデータを得てきました。

「常陽」は，昨年には照射を主目的とした第二期炉心への改造を行ない，本年の3月12日には定格の熱出力10万kW運転に成功しました。今後は，この炉心を用いて燃料・材料の照射をはじめ，運転・保守などの経験・データ等を積み重ねていく予定です。

次に出力28万kWの原型炉「もんじゅ」については，長年にわたり設計および研究開発を続けてきたが，昨年，地元の福井県および政府の建設同意が得られ，本年1月から現地の準備工事を開始しました。安全審査については，行政庁による審査が1981年に終了し，現在，原子力安全委員会による審査が行なわれています。またプラントメーカーとの契約交渉も進行中であるが，今後は「もんじゅ」を1990年頃に臨界に至らしめるよう早急に建設を進める考えです。

実験炉，原型炉の設計・建設・運転と並行して，

FBRに関する研究開発も動燃事業団の大洗工学センター，東海事業所などを中心に行なってきています。大洗工学センターには，実験炉「常陽」や蒸気発生器の試験施設など原子炉・プラント関係の各種開発施設があり，1969年以来広範な研究開発試験を続けてきています。一方，東海事業所には，プルトニウム燃料製造設備，FBR燃料再処理試験設備などの燃料サイクル関係の施設があります。これらによる開発成果は，設計，評価のための各種資料・コード・指針，材料ハンドブックなどのデータバンクに集約されており，また燃料製造，安全審査などの許認可経験，プラントの運転・保守経験などは技術的経験として蓄積されています。

原型炉に続いて，実用化移行段階へ移るための最初の実証炉については，原子力委員会の昨年の「原子力開発利用長期計画」において，そのスケジュール，開発の役割分担などが示されています。すなわち，実証炉は原型炉の建設経験などの評価を十分に反映しつつ1990年代初め頃に着工することを目標とし，その建設・運転については，国の支援の下に電気事業者が積極的役割を果たすことを期待します。また，関連する研究開発については，民間の役割を増大させながら，引き続き動燃事業団を中心として進めるとされています。動燃事業団はまた，蓄積された技術的経験および施設を利用して，安全設計基準の整備，安全審査等に必要なデータの提供とともに，運転要員の教育訓練など事業主体への技術的協力を行なうこととされています。実証炉以降の実用化移行段階の具体的計画はまだ決まっていないが，実証炉の経験を踏まえつつ，2010年頃の実用化を目標に開発を進めることとされています。

なお，動燃事業団では，1975年以来，メーカーの協力のもとに実証炉の設計研究を実施してきており，現在はループ型100万kWのプラントの第二次概念設計を実施中です。また，その研究開発についても一部着手されており，ナトリウムを用いる大型確証試験施設の建設については，仕様検討などの準備を進めています。

これらの実証炉のための研究開発は，今後も電気事業者と協力して進めていく考えです。タンク型とループ型の炉の比較検討も，研究開発の一環として，行なっています。FBRの実用化達成のためには，その安全性を保ちつつも建設費の低減と信頼性を確保することが，ぜひ必要です。特に，ループ型炉について言えば，コストダウンのためのベローズ継手などによる配管短縮化も，重要な開発項目の一つと考えています。研究開発の実施に際しては，従来以上に国と民間の連繋が重要であり，どのように国と産業界と協力していくかについて，昨年末から原子力委員会を中心に協議が行なわれています。

FBRの実証炉以降実用化までには建設費など多額の資金を要するとみられており，その開発を効率的に進める必要があります。このため今後，国際協力が重要な役割を担うものと考えます。日本は現在まで，アメリカ，イギリス，フランス，西ドイツなど殆んどすべてのFBR開発国と協力協定を結んで情報交換，共同試験などの協力を行なってきました。今後の実証炉開発においても，これらの二国間の協力を拡大し，積極的に国際協力を進めていく考えです。

また，FBRの経済性向上のために，プラントの最適化（オプティマイゼーション）の研究や安全設計基準の見直し，蒸気発生器の信頼性確保などについては，国際協力によって積極的にその解決を図っていきたいと考えます。日本は蒸気発生器開発試験の大型施設が充実しており，この分野では今後も国際協力に貢献できると考えています。

なお，安全設計基準の見直しなど国際的コンセンサスが重要なものについては，多国間で意見交換，共同作業を進めていきたいと考えています。

昨年のベルサイユ・サミット会議で科学技術の国際協力の方針が示され，「FBR協力」についても提案がまとめられました。サミットでの協力提唱が示すように，各国ともエネルギー資源に対する立場は違っていても，FBRを世界のエネルギー資源問題を長期にわたって解決できる現在確認されている唯一の方法としてみていることでは一致しています。今後，FBR実用化という共通目的達成のために，各国と相互に協調し，相互に競いつつ，最善の努力をしていく所存です。

議長　ただ今まで各国の内容を非常に具体的にお話いただき，また国際協力の問題についても最初にマーシャルさんが6項目ほど挙げられましたが，大体，そのような内容について，それぞれ皆様からご提案があったわけです。

これから各パネリストに，前と同じ順になりますが，3分程度でコメントなり質問なり，ご発言をいただきたいと思います。

特に，今お話を伺っていると，いずれの国も，大体，2020年以降の実用化を目指して，今後の計画を

実証炉集約しつつあるわけですが，いろんな意味で多くの困難があると同時に，また，非常に共通の問題が出ていると感じます。

では最初に，マーシャルさんから，お願いします。

マーシャル卿　本日の討議を拝聴して，私は，演壇に立ったわれわれの全員が，原子炉がどのように迅速に開発されるべきか，また，どの程度の期間がそのために必要かについて，ほとんど同一の見解を持っている事実に驚かされました。時に，われわれは，言わんとしていることを説明するのに異なった表現を用い，また時に，楽観的見方を，時に悲観楽見方を持って発言しております。しかし，私は正直に言って，われわれのなかに深刻な大きな意見の食い違いは見られないと思います。そして，実際にプログラムを担当していないということです。なぜならば，もし実際にわれわれ科学者やエンジニアがプログラムを担当する地位にあれば，今晩のレセプションに出席する前に，われわれは恐らくFBRに関する世界のプログラムについて決定を下すことができるでしょうから。しかし，残念ながら，それは出席している国々には当てはまらないことです。われわれは全員，政府の賛同を得，また一般公衆の賛同を得るという責任を負っております。それゆえに，私は，先の発表で述べたように，単なる技術上の理由からばかりでなく，国際間の協力が不可欠であるとの発言を繰り返したいのです。私が申し上げたいのは，このことが実際にその通りであるゆえに，各国政府や一般公衆は，このような全体としての総合的努力に確信を持てることです。国際協力は非常に重要な努力です。わがイギリスは，フランスと同様，再処理の開発を目指している国であり，極めて早い時期から，再処理用増殖炉の利用を計画していました。また政府は最近，この分野への関心を再確認しました。現在，必ずしもすべての国々が，フランスやイギリスのような単一的見解をとっているわけではありません。この件に関しては，思想上の違いがありますが，私は，21世紀に到達する前に，あらゆる国が慎重に，また責任持ってプルトニウムを利用しなければならないとの見解を持つようにならざるを得ないと確信しています。

カラー　マーシャル博士，われわれの共通の利益は，現在，明らかです。またわれわれの問題は，各国の一般公衆の姿勢，ならびに各国政府の政策に懸っていると言えましょう。私は，マーシャル博士の技術分野における6項目の提案事項は，十分に理解されたと思いますし，討議の基本的要素をカバーするものだと考えます。

しかしながら，国際協力のためのより幅広い協定を引き出すことができ，各国政府の自己利益となる分野を指し示すことが果たして可能かどうかについては，私は疑いを持っています。そのような分野は，いくつかあると思います。その一つが，共通の利益ですが，これは必ずしも各国にとってコストの点で共通するような利益という意味ではありません。私は，われわれのそれぞれが，その実行のために数億ドルという多額の予算と30年の期間を必要とするプログラムの安定性について，大きな関心を払っていると思います。したがって，各国政府の第一の利益は，できる限り自国の資源を保存することになるように思われます。

すべての政府にとって共通の利益となる第二の事項は，核拡散問題を管理する基盤の存在を確実にすることで，このことは，各国政府の間で十分に理解され，IAEAを通じ，適切に実行されています。

第三の要因――これは博士の6項目提案のなかの一つですが――は，必要とされる安全性の強調です。この件に関して，私は，国際基準と原子炉の設計のための必要条件が，その認可の際に，各国の特定の実情に沿うようなマイナーな違いを持つだけで，ほとんど同一のものとなるよう設定すべきだと考えます。

数々の討議の結果，本日，国際協力をどのように推し進めていくべきかについて，いくつかの提案がなされました。堀さんは，初期の段階では特定の利益を持つ二国間で協力関係を結び，一方で多国間の協力を進めていくのが適切だ，と示唆されました。基本的に，堀さんが述べたように，これはフランスが最初から取ったアプローチで，二国間の協力があり，三国間の協力があり，そしてプログラムが拡大するに従って，グループでの協力が行なわれるようになりました。われわれは，このような経験から恐らく利益を得ることができるでしょうし，また，同様なパターンが他に拡大できるかどうか，見てみたいと考えます。しかし，二国間，三国間の協力を結ぶ国が増えるにつれて混乱の度合も深まり，その結果，多国間の協定を結ぶ前に，様々な国との協議を微妙に導くための機関が必要かもしれません。各国政府に対し公式承認を与えることができるが，関係する三カ国の政府間の協定締結に何ら干渉する権限を持たず，かつ，相互の比較検討が行なわれ計画が

作成される際に，そのために各国で必要な技術上の作業を満たすことを義務付けられるとともに，各国政府の特定の自己利益を守るよう監督する調整グループ，あるいは委員会が結成されることは，可能でしょうか。

さらに，恐らく一層重要なこととして最後に挙げられるのがマーシャル博士が提案した「各国間の投資が適切な場合に，そのための基盤を提供する」ことでしょう。この点も，フランスの経験は，まさにその通りです。私は，フランスが自国の供給業者その他の中で，他国の多くの関係者にとっても商業上，技術上の利益となるプログラムに取り組んでいるとのラパンさんの発言に，まったく興味をそそられました。そこで，私は発言の最後に，政府間で公式の協定を締結する前に，FBR を開発中の国々から成る運営委員会を設立し，定期的に会議を持ち，二国間協定や多国間協定を結ぶ国々のそれぞれの利益が，迅速に達成されることを保証することを考慮するよう提案します。このことが実現すれば，単に協力の交渉を開始するだけのものよりも，より効力のある協定が締結されるようになると思われます。

堀　日本の立場から申し上げておきたいことは，実証炉の開発を，われわれは原型プラントの着工とほとんど同時に開始するということです。つまりフランスあるいはアメリカ，イギリスのいき方と少し違うのは，スーパー・フェニックスが来年には運転するという事情から考えても分かるように，日本ではこれから実証炉を設計しようという段階ですので，15～16 年ぐらいの差ができているわけです。

しかしながら，先ほど申しましたように，日本は FBR の必要性においては人後に落ちないというよりは，一番必要とする国です。したがって，少し急いでいるような感じは致しますが，できるだけこれに追いついていくためにも，先ほど申しましたようなスケジュールを考えたのでした。

ただ，それにしても，「もんじゅ」が運転になるのが 1990 年頃とのことですから，少なくともその「もんじゅ」が運転に入って 2～3 年は，その実績をよく見て，そして実証炉にそれを反映したいと思います。そうしますと，その年度で抑えられますので，私ども，実証炉は，最初，1995 年ごろを目標にしてましたが，今となると，どうしても 1990 年代末，2000 年までは越さないように作るぐらいが精一杯かと思います。

しかし，そういう目標を立てておりますと，国際協力の問題が，とりわけ日本にとっては重要だと思います。特にスーパー・フェニックスが近く運転を開始する状況ですので，日本の原型プラントが動く前にすでに実証プラントが動くのですから，われわれとしては，これらの技術情報はぜひ欲しいというのは当然だと思います。

これは一つの例ですから，フランスに引き受けていただけるかどうか分かりませんけれども，たとえばそういうことを一つの具体例として，われわれは国際協力を始めたらどうか，情報交換を始めたらどうかと考えている点を付け加えたいと思うのです。

それから，先ほど私は核燃料サイクルについては触れませんでしたけれども，これは日本の場合は当

分，動燃事業団が中心になって進めていただかなければならないと思いますが，イギリスとかフランスとか非常に再処理，加工等が進んでいる国の技術は，大いに取り入れていかなければならないし，また，そういう設備を利用することも考えなければならないと思います。

また，経済性の問題は各国も皆同じように希望されてますけれども，その経済性の中で一番重要だと思うのは，先ほど来，出ている安全性の問題と思っております。この問題は各国共通の問題であると同時に，各国がそれぞれ違った基準を持つということは，お互いに基準のセーフティサイドの高い方へ行く恐れもあるわけですから，したがって，ここで各国がそれぞれ決める前に相互に意見を交換して，できるだけオプティマムな基準といいますか，有効でかつ経済的な基準に持っていくような効果を狙うべきではないか。そういう意味で，この安全の問題は特に国際協力の中で取り上げていったらどうかと思うのです。

それから，カラーさんからご提案のあった調整委員会を作るお話とか，運営委員会という問題も非常に有効なものと思います。そういう問題も検討はしなければならないと思います。できれば先ほどから申しておりますように，二国間の，しかも最初は電力相互間ぐらいから，具体的な問題について話し合うようなところから始めたらいかがなものかと思いますが，どうでしょうか。

レーア　私は，国際間の協力の必要性については強力な意見の一致を見たと思いますので，この件については，これ以上詳細に触れることは差し控えたいと考えます。しかしながら，私は，一つ，一つのプロジェクトの場合とは区別すべきだと思います。と申しますのも，もしも，たとえば特別委員会のなかで5カ国以上のパートナーがいて，その全員が積極的役割を果たそうとするならば，何らかの問題が生じるのではないかと推測するからです。この委員会では，私は，参加は一定比率に限られるべきだと考えます。しかしまた，このような方式を取る場合に，非常に多くのパートナーである国々を除外すべきではないと思います。また，各国間の投資の分野については，より受動的な役割を与えるべきだと思います。例をあげれば，「SNR300」のためのSPK，またイギリスのECBは，1％の参加であると思います。また，技術分野での研究成果について，より良い交流を図る可能性に対して，より全般的な事項，すなわち技術ならびにパブリックアクセプタンスの両分野の情報交換を促進するというように，国際間の協調は，より総合的な方法で行なうべきだと思います。ことに，堀さんの言及された安全基準は，特にわが国ではFBRの建設にとって重要なポイントであるパブリックアクセプタンスという事項に関し，非常に重要な役割を果たすと考えます。

さらに付け加えれば，この国際協力は，FBRにのみ限定するのではなく，原子力分野の他の開発事項にも拡大するべきだと申し上げたいと思います。このことと関連して，西ドイツは，FBRと並行して，同様なサイズの30万kWの能力を持つ高温ガス炉のためのより広範囲な性能の機種を開発したことに触れたいと思います。私はこれも国際協力の関心を惹くものだと考えます。われわれは，これまで，このような国際協力を推し進めるに当たって，何ら妨げとなることは存在しなかったと思います。もちろん，それぞれの国は異なった利益を持っており，計画の時間的進み具合も異なれば，政治的状況も，いわゆる一般公衆の態勢も異なっています。しかし，私は本日，このFBRの討議の場で示唆されたような方針は，将来，成功を収めるものと確信しております。

ラパン　われわれ全員が国際協力の利益について合意している限り，私はこれ以上の必要性を主張するものではありません。ただ，この協力が，単なる可能な目的に対してばかりでなく，実際の共同プロジェクトに反映されて，初めて有効かつ達成可能なことを申し上げたいと思います。燃料サイクルに関する事項を含め，実際の目的であること，すなわち実際のプロジェクトは，現在開発中の正当性が認められたいくつかの種類の原子炉について，その建設，運転を行なうこと，また再処理プラントの建設を行なうことです。このことは，これらプラントを建設するための敷地とその計画がどこかに存在していなければならないことを意味します。建設契約が結ばれたということは，マーシャル博士が述べたように，政府がそのことを支持し，産業界や電力会社が主導権を取り，プロジェクトのなかで主要な役割を果たすことです。したがって，私が主張したいのは，実際のプロジェクトを見出し，数カ国がその実際のプロジェクトにおいて，努力を集中すべきだということです。

しかし，ここで議論の領域をFBR以外にまで拡大して，私は，FBRばかりでなく，軽水炉ならびに

軽水炉燃料の再処理プラントについても同様に，円滑にプロジェクトの開発を行なうための主要な条件は，いかなる時にもプロジェクトを中止させてはならないことであると申し上げます。もちろん，プロジェクトの進展のペースやリズムは，それぞれ異なっていてもよいが，あるペースを持ち，それを継続することが必要です。このようなプロジェクトの進展を中止させる原因は，いくつかあります。それは，大統領自身の決定によることもあるでしょう。そのような場合には，プロジェクトの継続は難しいと思われます。しかし，往々にして，その要因は，強硬な反対者の存在や経済危機，あるいは地質上の問題，思想上の問題であるようです。

こういった原因は，強い決意によって克服され得るものです。そして最後に申し上げたいことは，プログラムの継続が，念頭に置くべき最も重要な思想であるということです。私は，どの国の国内政策についても発言するつもりはありませんが，日本ばかりでなく，アメリカ，イギリス，西ドイツでも，成功はプロジェクトが最もうまく継続され，一時的な状況，あるいはまた一時的政治状況にすら影響を受けることなく，プロジェクト継続のための強力な計画を持って，再処理プラントの建設を推し進めるという強力な決意を持つ国々において，達成されると思います。中心となる言葉は，「継続」です。

瀬川　二国間協力か，あるいは多国間協力かという問題はどういう種類のものが多国間の協力関係で討議されるべきかという前提を，もう少し掘り下げるべきではないかと思います。

先ほど堀さんがおっしゃったように，日本はまだ原型炉建設の段階で，他の国に比較して若干遅れているわけです。そういう日本の実情では，先ほど私が申しましたように，安全設計基準をもう少し国際間でコンセンサスを目指して努力すべきではないかというような問題があるわけでして，それをどういう形で進めるかが問題です。

また，私どもはFBRの建設費をなるたけ少なくするために，先ほども触れましたように，ベローズ利用によって配管システムをできるだけ短縮することを考えております。あるいは将来の理想的なFBRより少しレベルダウンさせて，今後の20～30年間のFBRとして，ある程度増殖率を下げて，建設費の低下を狙うことも一つの方法ではないだろうかと思います。つまり，ブランケット領域の厚さを削減して，原子炉容器の縮小を図るとか，そういう具体的な問題に私どもは取り掛りたいと思っておりますので，そういう意味では二国間協力で拡大強化していきたい気持ちの方が強いわけです。

もちろん，多国間の協力機構を私は否定するわけではなくて，それはそれで結構だと思うわけですが，要点は，私どもとしては今申し上げたように，具体的なテーマをもう少し相互に話し合うチャンスを持ちたいと考えています。

カラー　最後の発言に関して，質問があります。本日の討議のなかで持ち上がった重要な議題の一つが，多国間，あるいは二国間の同時研究開発の可能性と，多国間協定の交渉に代えて当面の間，調整委員会を設けることだと思います。二カ国の間で，独占的二国間協定を結ぶことができるという考え方が，これまでの多くの議論の基盤でした。したがって，より広範な傘の下で，平和的相互協定に基づくプロジェクトあるいはプログラムの締結に移行することは，十分可能なことであると思います。

私は今日，この討議で二つの事項に気付きました。そこで，私は，ここで意見を述べるというよりもむしろ，そのことを質問として提起したいと思います。

まず第一に，われわれの間には，過去数年間にわたり，FBRについての活動が国内的に不安定なものとなり，国外からの何らかの支援が必要になるかもしれない，という一般的認識があったと思われます。そして今や，ある意味で，財政的理由から実際にそのような相互の支援が必要であるのかもしれません。もし，これが真実ならば，もう一つの事態が起こりつつあるように思われます。

それは，開発には長い期間と多額の資本の投入が必要なため，情報の独占的所有という性格に対する確執の度合いが，弱まりつつあるのではないかということです。私は，このことが果たしてその通りかどうかについて確信は持てませんが，私が申し上げた二つの事象，すなわち情報の独占的所有と，長期にわたっての必要性という考え方が次第に弱まりつつあるならば，委員会により調整された方法で二国間の一連の具体的共同プロジェクトについて話し合うことは，意義あることと考えます。したがって私は，議長に対し，もしそのことが皆様方にとっても妥当と思われるならば，今回の討議から生まれた一つの成果として，FBRに関する協力の分野における調整委員会設立についての協議を今後とも継続することを，敢えて提案したいと思います。

瀬川　具体的には，私どもの二国間協力は，日本

とアメリカとの場合もあるし，日本とフランスとの場合もあります。そういうものを，ある程度全体を眺めるための多国間の協力は，調整委員会という名前が適当かどうかは別として，そういう両立は私は結構なことだと思うわけです。

マーシャル卿　運営グループ，あるいは運営委員会のアイデアについて，私は，その設立に十分な意義があると賛成します。しかし，先に述べた通り，この討議に参加しているパネリストが自国政府により世界の原子炉プログラムを決定する権限を付与されているならば，カラーさんを議長に選出し，プログラムについて決定し，すべての事項を解決して，今晩，レセプションの時にそれを発表することも可能だと確信します。しかし残念ながら，わが国の政府は私に対し，そのような権限を与えていませんし，アメリカ政府はそのような権限を，カラーさんに対しても与えておりません。したがって，私の問題は常に，われわれが演壇の上で何を行なうことを望んでいるかではなく，われわれ各人が自国に帰った時，自国政府に何を説得できるかということなのです。私は，そのことを熟慮しなければなりません。

カラー　ラパンさんがフランスとしての立場に立っているのか，そうではないのか分かりませんが，もしフランスの立場に立ったものだとすれば，それはあなた自身の立場ゆえに困難なのであって，フランスの立場が困難なわけではないでしょう。

ラパン　はい。私は，カラーさんが頭に描いておられるのは，総合的な，しかし永久的ではない，関係主要国が往々にして討議しなければならない事項の討議を促進するための委員会であると思います。もちろん，そのための枠組は存在していませんが，協議のための機会は実際にいくつも存在し，本日の会議もそのような機会の一つです。われわれは，いくつかのそのような機会を有しており，恐らくは，国際会議の数は極めて多く，多分，多すぎると言ってよいと思います。

したがって，われわれは1年に何回か集まりを持つ立場にあると考えますし，カラーさんの話されたことを念頭に，この点を討議するために，可能な限りの機会を捉え，真剣に協議を行ない，またあらゆる機会に，このような新しいパネルを作りたいと思っております。われわれは次回，恐らくは5月に，パリで会議を持つ機会があるでしょう。ご存知の通り，われわれは安全性に関する会議，あるいは特別専門会議を持つ予定ですし，これに参加するすべての国々，またその他の国々も，FBRの分野に関係する，また恐らくは，当然，安全性の問題に力を注いでいる各国の主要団体により，強力に代表されております。この会議は，これら諸国間の調整を行なうための新しい機会となることでしょう。現在は3月であり，5月はそう遠い先のことではありません。5月の会議は，十分な機会であると私は考えますし，またその直後にも，別の機会があるでしょう。たとえば，次回のANSの冬季会議のような。1年に3回の会議開催はかなりのペースであると，私は思います。しかし，カラーさんの基本的なご意見は，良いご意見であると思います。

堀　私は理想としては，調整委員会のようなものが将来持たれるということは，基本的には賛成します。ただ，そこで取り上げる問題がいろいろありまして，安全の問題などは結構だと思いますけれども，もう少し個々の問題はそこで取り上げるのはなかなか難しいと思います。

それより前に日本の立場から申しますと，日本はまず国内の調整委員会が必要だと思います。それを確立して，対外的にもこういう調整委員会の場へ出て何でも意見が述べられるような，そういう組織からまず考えなければいけないので，決して反対ではありません。けれども，順序としては，具体的なプロジェクトでもテーマでも取り上げて話し合ううちに，だんだんそういう体制が国内的にもできてきます。そうすれば，国外的なそういう委員会も，大いに喜んで参加できるようになると思います。

議長　それでは，取りまとめを二，三，申し上げたいと思います。

まず第一に，今回，パネルを始める前には，各国の内情がなかなか難しいので，どういうことになるかという懸念もありましたが，マーシャルさんがおっしゃったように，問題に対しては非常にはっきりしたご意見でほぼ一致しています。すなわち，FBRはどうしてもやらなければいけないということです。

また，現在の情勢において，国際協力あるいはいろいろな実証炉を目指すと，安全基準の問題など非常に具体的な問題が出てくるわけですが，一番大事なことは，「安定性」という言葉でカラーさんがおっしゃいましたが，政府あるいは一般の人たちがこの計画に対して継続的な支持を与えると申しますか，計画そのものがその時々の情勢で大きく揺れないこと，これが一番大事な点だというご指摘があったわ

けです。

そういう意味で，私は今回のパネル討論が私どもに非常に強い印象を与えたのではないかと思います。特に堀副社長，瀬川理事長がご指摘のように，日本は非常に良い実績を挙げてはいますが，時間的な観点からみると，ヨーロッパあるいはアメリカに対しても遅れています。しかし一方では，FBR の必要性が非常に高いという意味で，日本の計画は世界的な情勢に非常に左右され，他の国以上に大きな打撃と申しますか，影響を受ける状態にあるのではないかと思います。その意味で，本日，各国，特にイギリス，アメリカまたは西ドイツなど，新聞などで見ると，いろいろな問題があると聞いておりましたが，非常に明快なご発言があったという点で，私どもに大変はっきりした指針を与えてくれたのではないかと思います。

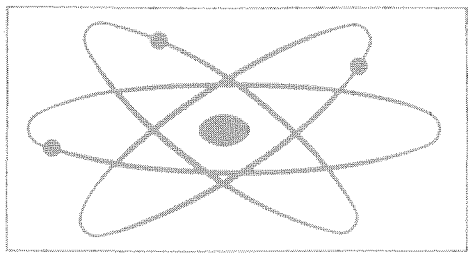
第二の点は，最後に議論がありましたが，どうやって各国政府，あるいは各国の一般公衆の支持を継続的に得るかということで，カラーさんから，その意味も含めて，国際的な調整委員会というものを持ってはどうかというお話がありました。この意見で一番問題なのは，そういう運営委員会が本当に大きな影響を政府に対して持ち得るかということです。今，マーシャルさんが二度おっしゃったように，もう具体的計画なら，このパネルのメンバーが集まって，夜のレセプションまでにはちゃんと提示できるというお話がありましたが，それを調整委員会でやっても問題が依然残っているのではないか，というご意見もありました。

また一方，たとえば安全基準の問題については，それはぜひ国際的な枠組が早くできることが重要である，という点もご指摘がありました。さらにラパンさんや瀬川理事長，堀副社長からも，国際協力というのは具体的な問題について，お互いにぜひやらないと，結局は議論倒れになってしまうのではないか，という発言もあったと思います。

しかし，いずれにせよ，こういった問題については，最後にラパンさんが言われたように，結局は今後のいろいろな機会を捉えて，われわれ原子力に携わる者が，こういった FBR 計画を具体的な形で推進するということが大切です。それが，今カラーさんがご提案になった調整委員会，運営委員会のはしりと申しますか，そういうものがだんだん力を持っていくのではないかという指摘がありましたが，まったくその通りであると思います。

大変お忙しい方々が世界中から，特にこの計画そのものに具体的に携わっておられる方々が一堂に会するという機会は，なかなか得られない貴重な機会であったと思います。大変率直なご議論をいただき，また，具体的なご提案をいただいたことに対して，パネリストの皆様に心からお礼を申し上げたいと思います。

第16回
原産年次大会
議事録



16th

JAIF

ANNUAL
CONFERENCE
PROCEEDING

午　餐　会

・通商産業政務次官所感

前　田　勲　男　氏（通商産業政務次官）

〔特別講演〕

・当面の内外金融経済情勢について

前　川　春　雄　氏（日本銀行総裁）

通商産業政務次官所感

通商産業政務次官

前　田　勲　男

本日は第16回原産年次大会にお招きをいただき，内外の原子力関係者の皆様と親しく懇談する機会を得ましたことは，私の大きな喜びとするものであり，心からお礼を申し上げます。

また，今次年次大会がこのように盛大に開かれることになりましたことにつき，心からお祝い申し上げるとともに，この大会を準備された有澤会長，大来準備委員長をはじめ，関係の方々に敬意を表する次第です。

さて，わが国を取り巻く諸情勢は世界景気低迷，貿易摩擦等極めて厳しく，対外経済政策，産業政策，資源・エネルギー政策，中小企業政策等幅広い行政を担当している通商産業省としては，これらの諸困難の克服に鋭意取り組んでいるところですが，とくに，資源エネルギー政策は通商産業政策の一つの重要な柱として位置付け，その安定供給の確保に努力しています。

ところで，わが国のエネルギー供給構造は石油依存度，海外依存度が高いなど極めて脆弱な構造となっています。わが国が安定的な経済成長を達成し，総合的な安全保障を図っていくためには，このようなエネルギー問題の解決が不可欠です。このため，石油の安定供給確保を図り，省エネルギーを推進していくほか，長期的なエネルギー需給の見通しを踏まえて石油代替エネルギーの開発および導入の一層の促進を図っていく必要があります。この場合，その中核を担うのは原子力であると考えています。

わが国においては，現在24基，約1,700万kWの原子力発電所が稼働中であり，1981年度の実績では全発電設備量の約12%，電力供給量の約17%を占める，国民生活の中に定着したエネルギー源となっています。

また，昨年の原子力発電所の設備利用率は70.2%ですが，平均3～4カ月にわたり定期検査を慎重に行なっているわが国の実情を考慮すると，極めて良好な成績を示しているものと言えます。

このように，わが国の原子力開発は比較的順調に進んでいますが，より一層の開発推進を図るための課題も多く残っています。第一の課題として原子力発電所をはじめとする電源立地の一層の推進を図っていく必要があります。すなわち，最近のわが国の原子力発電等の電源立地をめぐる厳しい情勢を踏まえて電源立地を進める上で，原子力発電の必要性，安全性等に関する国民の理解を深め，協力を得ていくための施策のより一層の充実を図っていく所存です。通産省としては，電源地域の振興，地元住民の福祉の向上に資するため，電源三法の活用等により公共施設の整備，企業導入の促進等を推進していくとともに，従来から行なっているPA対策の一層の充実を進めていく所存です。また，改めて申し上げるまでもないことですが，原子力開発の円滑な促進を図っていくためには，今後とも原子力発電所の安全確保に万全を期し，国民の一層の理解と協力を得ていくことが不可欠の前提であり，このためには，何より，現在稼働中の原子力発電所について順調な運転実績を挙げていくことこそが，原子力発電の安全性に対する最も確かな実証となるものと考えています。

第二の課題は核燃料サイクルの事業化です。原子力発電が安定したエネルギー供給源としての役割を果たしていくためには，核燃料の安定的供給を確保していくことが不可欠です。また原子力発電所から発生する使用済み燃料を国内で再処理し，そこで回収されるウランおよびプルトニウムを再利用することは，わが国にとって資源の有効利用，エネルギーの安全保障を図っていく上で重要かつ緊急の課題となってます。このため通産省としては，ウラン濃縮の事業化，商業再処理施設の建設推進，低レベル放射性廃棄物の施設貯蔵の推進等，自主的核燃料サイクルの確立に向けて積極的に諸施策を推進しているところです。

また，わが国の核燃料サイクルの現状については，事業化段階の各施設の立地が現実の課題となりつつあり，当省としても，核燃料サイクル施設の立地手続き，スケジュール，立地促進策などに関し，鋭意検討を行なっているところです。

第三の課題は，原子力政策に関する中・長期的な展望の確立です。わが国の原子力開発は，今後とも当分の間は軽水炉が主体となりますが，長期的なウラン資源の制約から脱却し，原子力発電を安定したエネルギー源として拡大していくためには，使用済み燃料を国内で再処理し，それにより回収されるウランおよびプルトニウムを有効に利用していくことが必要です。このため，長期的には再処理により回収されるプルトニウムを高速増殖炉にリサイクルしていくことが，わが国のエネルギー安全保障を図る上からも最善であると考えられます。しかし，この高速増殖炉が商業化するまでにはかなりの時間がかかりますので，その間プルトニウムを軽水炉，または新型転換炉の燃料として利用していくこととしています。このため，新型転換炉実証炉の建設を行なうこととしていますが，軽水炉での利用についても可能な限り早期に技術的実証を行なうこととしています。

最後に，原子力分野における国際協調の推進の重要性を強調したいと存じます。現在，原子力の技術水準は各国の努力により著しく向上してきていますが，ますますその発展を図るため国際的な共同研究の必要性が高まってきています。わが国としても世界第3位の原子力発電国として，このような動きに対応して世界の原子力開発に貢献していきたいと考えています。

また，わが国は，原子力開発を厳に平和利用に限って推進しており，世界的な核不拡散の強化の動きには積極的に対応していくことが重要であると考えています。このような点からも，原子力の各分野について国際協力を行なっていくことが適切であると考えています。

以上，わが国の原子力開発の現状と政策および課題をかいつまんで申し上げましたが，これらの課題に対処していくためには，本日ご列席の産業界の皆様および海外の原子力関係者の方々のご協力なくしては，いずれもなし得ないものです。

最後になりましたが，この点につき皆様にお願い申し上げるとともに，皆様のより一層のご発展を祈念して，私のご挨拶といたします。

特別講演　当面の内外金融経済情勢について

日本銀行
総　裁
前　川　春　雄

中央銀行総裁というのは，大体あまり歓迎されざる人間です。説教をするのが好きだと思われているわけですが，今日はお説教するつもりは毛頭ありません。各国に中央銀行の総裁がおりますが，私どもの中央銀行総裁の一人の同僚がかつて「中央銀行総裁というのは非常に歓迎されざる人間である。パーティーが始まろうとしている時に，パーティーに出ているパンチボールを取り下げろということを言うようなものだ」と言われたことがあります。そういうことですが，今日は幸いにして先にご馳走をいただいてしまいまして，そういう非難を受けないで済みますのは，私の非常に幸いとするところです。

私は原子力の問題をほとんど知りません。皆様の目からご覧になったら非常に無知な男であるとお思いになるでしょう。しかし，私が今日これからお話し申し上げることは，皆様には恐らく分かっていただけると思っております。そういうお話をこれから申し上げたいと思います。

先ほども通産次官からお話がありましたが，いま世界の経済は，去年，一昨年ころから同時不況ということで，世界中が同時に不況になったわけです。こういうふうに同時に各国がみな不況になるということは，戦後あまり例がありませんでした。今度が初めてと言って良いくらいです。過去の例から申しますと，アメリカの景気が悪ければヨーロッパが良いとか，ヨーロッパが悪ければアメリカが良いとかというふうに，同時にはなかなか不況にならなかったわけですが，今度はほとんど同時に世界中が不況になってしまったというわけです。

なぜそういうふうな不況になったかということにはいろいろの説がありますが，やはりエネルギー価格が急上昇したということが大きな要素になっていることは，間違いありません。しかし，このエネルギー価格の上昇ということの裏には，やはり世界的なインフレというのがあったわけでして，そういうことがなければ，こんなにエネルギー価格が急上昇するということもなかっただろうと思います。

また，戦後の各国政府の政策が完全雇用を重視する，あるいは全体の社会福祉を重視するということから，財政が急膨張して，なかなか歳入と歳出とのバランスが取れなくなったということもあります。また，ある意味では良いことですが，一般的な賃金上昇のテンポが生産性の上昇と歩調が合わなかったというようなこともあったと思います。

そういうふうな同時不況から，いま少しずつ抜け出している過程です。まだ，そう世界中の経済が回復したという状況ではありませんが，かなり先行きについては明るさが出てきたというのが，今の状態であろうと思います。

エネルギー価格，主として原油価格の上昇が約8年間に10倍以上になってしまったということが，世界の経済に大きなインパクトを与えたことはご承知の通りでありまして，そういうエネルギー価格の急上昇からくる経済の困難に対して，今そういう事態に対応する調整過程，アジャストメント・プロセスであると考えられるわけです。一例を挙げますと，たとえば素材産業，エネルギーをたくさん消費する産業は，だんだん立ち行かなくなってきています。素材産業は大体において良くありません。加工産業のほうに，だんだん経済の構造の変化が行なわれつつあるわけです。そういう調整過程がまだ済んでいない，まだこれから何年かかかることでしょう。そういう段階にあるわけでありまして，世界各国ともその点では非常に悩みの多い，苦しい政策対応を迫られているわけです。

そういう折りから，先日，原油価格の引き下げがありました。行き過ぎた原油価格，エネルギー価格の上昇を食い止め，また若干それを低める方向に働くわけですから，世界の経済にとっては非常に良い要素であったと思います。ただ，この成果が出てま

いりますのはまだ若干日にちがかかるわけでありまして，そういう中において，いま世界の経済には幾つかの後遺症が残っているわけです。

たとえば経済全体はまだ同時不況から完全には抜け出しておりませんので，その不況の結果起きているのが膨大な失業者で，この失業はまだ増えると言われているわけです。この多数の失業を抱えているということが，各国経済の今後の回復には大きな障害になっていることは，ご承知の通りであります。

そういうふうな失業者が多いということからもう一つ起こっている非常に難しい問題は，今，世界中を覆いつつある，いわゆる保護主義です。自由貿易というものが世界経済の基本であるべきですが，そういう事態に対しまして，失業がこれだけ多いと，どうしても外国からの輸入に対する拒否的な動きが出てくるわけでして，それがこの保護主義の流れとして非常に憂慮すべき事態になっているのは，ご承知の通りです。

また，同時不況になる前に，世界各国とも非常にインフレに悩まされました。二桁，つまり10%以上の物価の上昇ということを経験したわけです。日本も例外ではありません。第1次オイルショックの後，いわゆる狂乱物価というものがありまして，20%以上の物価上昇があったことはご記憶の通りです。日本は割合にその後はうまくいきまして，物価の上昇は大きくなかったわけですが，日本以外の国のインフレはなかなか収まりませんでした。ようやく最近になって10%以下，二桁を超えないシングルディジットになってきたわけです。

そういうふうなインフレがあった結果の後遺症としては，金利が高くなってしまったことです。高金利はまだ続いています。まだ続いていますが，この高金利が世界を風靡したわけでありまして，これまたアメリカの高金利を中心として，10%以上，20%近いような高金利になったわけです。

また，その後遺症の一つとして出てまいりましたのが，中進国の債務累積の問題です。低開発国にも問題はありますが，中進国の —— メキシコ，ブラジル，アルゼンチン，ベネズエラ，そういうような国の債務が累積したとういうことがあります。一つは，金利が高いために利払いがなかなかできなくなったり，利払いが雪だるま的に債務に累積されたということがあるわけです。

また，エネルギー価格が上昇したということから，先ほど申し上げたように，各国とも産業構造の転換を迫られているということがあります。素材産業がなかなか立ち行かない。日本でもそうです。たとえば鉄鋼業，世界の鉄鋼業の中で日本の鉄鋼業は非常に効率が良い産業であるわけですが，そういう日本の鉄鋼業でも，いま操業度はわずか60%ぐらいでしょう。アメリカの鉄鋼業に至っては操業度30%ということが言われているわけでして，そういうふうに素材産業のほうは，どうもあまり良くありません。加工産業のほうにだんだん移っていくというような構造変化の過程にあるわけです。

また，過去の完全雇用政策とか，インフレもありました。そういうことからの後遺症の一つとしては，先進国のどこでも財政の赤字が非常に増えていることです。この財政の赤字をとてもこのままにしてはおけないというのが，先進国の共通の悩みです。日本ももちろん例外ではありません。先進国の中でアメリカの財政の赤字が大きいことはご承知の通りです。

こういうふうに幾つかの後遺症を残してしまったわけですが，そういうことがこの同時不況の後，続いて起きているわけです。世界の経済は，いまこの後遺症からいかにして早く抜け出すかということが共通の政策目標になっております。しかし，その方法は決して容易ではありません。各国とも非常に狭い道を歩いて行かなければならないというのが現状です。

そうは申しますが，前途に明るさがないわけではありません。その第一の口火を切ったのは，アメリカの経済の回復基調です。アメリカも西ドイツでも —— ヨーロッパではやはり西ドイツの経済力が非常に大きいわけですが，アメリカも実質成長率は，1982年歴年ではマイナスになっていると思います。西ドイツもやはりマイナスであったと思われます。

日本は，暦年では，昨年の経済成長は大体実質で3%ぐらいであったと思います。3%というのは，日本のスタンダードから申しますとあまり高くないわけですが，世界のスタンダードから言えばポジティブな成長をしたということで，まあまあというところではないかと私どもは思っているわけです。しかし，なかなか一般的にはそういうふうには思われておりません。3%ぐらいではとうてい頼りないというのが，日本の国内の一般的な考え方であろうかと思います。

そういう中でアメリカでは，年が明けましてからいろいろ経済面では良い指標が出てまいりました。

一つは金利が下がってきたということもありまして，住宅，あるいは自動車の売れ行きとかいうものが目立って回復してきている事態があります。こういう事態は，金利が下がったということが一つのきっかけになっていますが，経済的にみると，やはりインフレが収まってきたということが一番大きな背景であったと思います。

アメリカのインフレ率――インフレ率というのを何で示すかというのはいろいろの指標がございますが，一般個人が消費する消費者物価の上昇率でみると，一番最近の数字は前年比3.5%の上昇です。ご参考までに申し上げますと，日本の消費者物価の上昇率は，今のところは前年に比べて2.5%ぐらいのところでしょうか。まだ日本の上昇率よりアメリカは1%高いわけですが，それでもひところ二桁の上昇を続けておりましたことを考えれば，非常に良いパフォーマンスになってきているわけです。

こういうふうに物価が安定してまいりますと，消費購買力も実質的には増えてくるのは当然でありまして，名目的な所得が同じであっても物価が安定してくれば，たくさんのものが買えることになるわけですから，そういうことが経済全体の回復に大きな原動力になるのであろうと思います。

先進国どこでも失業が多いということを申し上げましたが，アメリカも例外ではありません。失業率は10%を超えているわけです。労働人口のうちの9人に1人が失業しているということですから，決して低い失業率ではありません。そういう事態を背景として，労働賃金の上がり方が非常にモデレートになってまいりました。アメリカでは，労働賃金がインフレ率とともに上がる，いわゆるインデクセーションというのが通常行なわれていたわけですが，労働力の需給は緩んできた，失業は多いということから，必ずしも労賃がそういうふうに上がらなくなってきました。そういうことが，いろいろの過程を通じて，アメリカの産業の生産性の向上に非常に役立っていると思われます。そういうことから，アメリカの産業の国際的な競争力が非常に強まってきているということは事実であり，これからもそういう事態がますます進んでくるであろうと思います。

ただ，アメリカにとっていま一つ大きな問題，私どもにとっても大きな問題は，アメリカの金利がなかなか下がらないということです。アメリカでは金利がどのくらいの水準かというのは，いろいろな金利がありますから，どれをとればいいのかよく分かりませんが，たとえば普通の企業が銀行から金を借りる金利は，名目では10%の金利を払わなければなりません。一流の企業ですと8.5%ぐらいで金融を受けられるようですが，いま日本では，一流の企業が日本の銀行から金を借りますと，名目では6%の金利で良いということですので，非常にまだ金利の水準がアメリカは高いということです。

先ほど申し上げましたように，アメリカのインフレ率，消費者物価の上昇率が3.5%ぐらいまできておりますので，そういう点から申しますと，金利はもっと安くてしかるべきだと思います。けれども，なかなか金利が下がらないというのが，私どもにとっても大きな障害です。

これにはいろいろの背景がありますが，大きな要素としては，多少専門的になりますが私どもが考えておりますところを申し上げますと，二つぐらいあろうかと思います。一つは財政の赤字が大きいということでして，財政の赤字が大きいため，それを賄うために，政府は相当巨額の国債を売らなければなりません。それを市場に出しますから，どうしても国債の金利が上がるということになるわけです。いまアメリカでは，政府がこの赤字を賄うために国債を出しますと，金利は大体10%を払わないと資金の調達ができないという状態になっているわけです。ご参考までに日本ではどのくらいかと申しますと，国債を出しますと大体7.5から8%というところです。

もう一つ，アメリカの金利が下がらない理由は，やや専門的になりますけれども，いわゆるマネーサプライが減らないことです。つまり購買力になり得る通貨の総量がなかなか減らないということです。この通貨の総量があまり大きくなると，将来インフレになる危険が増えるということで，通貨の総量を一定のターゲットの中に収めるというのがアメリカのとっている政策であり，また先進国がどこでもとっている政策です。ところが，実際のマネーサプライの総量がこのターゲットをはみ出しているわけです。それより多く出ているという現象があるわけです。金がたくさん出れば，金利が下がりそうなものです。これが私どもが学校で習った経済学です。有澤先生がここにいらっしゃいますが，そういうふうに教わったような気がしますが，現実には，いまはマネーサプライが増えると金利は上がるという現象が起きております。これまたなぜだと言われると私も困りますが，そういう現象が起きているわけでし

て，そういうことから金利が下がらないわけです。

あまり細かいことを申し上げているとボロが出ますから，この辺でやめますが，アメリカばかりでなくヨーロッパでも同じような感じの経済状況です。やはり不況からようやく少し良くなったかというぐらいのところで，ヨーロッパの国にもいろいろありますが，西ドイツの経済状況は多少明るさが出てきたかというぐらいのところです。

西ドイツというのは非常に物価の上昇に神経過敏なところです。センシティブではございますが，西ドイツでも消費者物価の上昇率は，今のところ最近の数字で3.5か3.6%というようなところです。アメリカとほとんど同じぐらいのところでして，西ドイツのスタンダードから申しますと，これはやや物価の上昇が大き過ぎるということでしょう。しかし，これもここまで良くなってきたわけでして，そういう点では，先進国の中では良いパフォーマンスを示しているわけです。先ほど申し上げたように，アメリカの経済が少し良くなるのではないかという見通しが出てまいりましたために，西ドイツの経済もその余波を受けて良いほうに向かうであろうというのが，一般の人が持っている期待感です。果たしてそうなりますかどうか，これからの問題です。

外国のことばかり言っているわけにはまいりませんので，日本の話を若干申し上げます。

先ほど申し上げたように，日本は昨年の経済成長率は実質で3%あったわけでして，世界の中では実質的な成長率は高いほうです。しかし，このくらいではなかなか，皆さん，日本の国民はあまり景気が好いと思っていません。実際には景気は停滞していると言ってよいと思います。日本の輸出が，ここ過去1年半ぐらいの間には，ほとんど数量的には伸びていません。

昨年は日本の円が大変安くなりました。278円というような安さまでいったわけですが，こういうふうに円安になっても，これまた前に私どもが習った経済学によると，円が安くなれば輸出がどんどん増えるというのが一つの言われていたことですが，円がそれほど去年は安くなったにもかかわらず，昨年じゅうの日本の輸出は，数量でみますと前年に比べてマイナスになっているわけです。円が安くなれば輸出がどんどん増えるという状態ではありません。先ほど申し上げたように，世界各国とも保護主義がとられています。各国とも失業が多いために保護主義政策がとられているということが，一つの大きな背景です。

いずれにしても，円が安くなっても輸出は増えません。むしろ円が安くなると日本のように原材料なり，油なり燃料すべてを輸入する国にとっては，円が安くなればそれだけ原料価格が上がる，産業としてのコストが上がるわけです。そういう意味で，私どもは円が安くなることは非常に悪いことである，日本の経済全体にとっては円が安くならないほうが良い，円高のほうが望ましい状態であると確信しているわけでして，また，そういうふうな政策対応をしているつもりです。しかし，なかなか思った通りになりません。円がとかく安く売れるというような事態が起きているのが現状です。

日本の経済全体を申しますと，いま申し上げましたようなことから停滞傾向は続いております。しかし，停滞傾向は続いておりますけれども，どんどん悪くなるという状態ではありません。どちらかと申しますと，企業は先行きに対しては，割合にビジネスマインドはしっかりしていると見て良いのではないかと思っているわけです。そういう中で，いまわが国においていろいろ論議されているのは，景気対策というものを早くやったほうが良いのではないかということで，政府の間でも論議されております。

こういうふうに，日本としてはまずまずの経済成長率ですが，こういう，どちらかというと景気が悪いという環境のなかでは，もし悪影響がなければ，景気にとって刺激的な政策をとることは決して悪いことではないと思います。ただ，いま申し上げたように，日本の物価は落ち着いており，国際収支もまずまずの黒字ではありますが，景気政策，その他の施策をとった結果，財政の面で大きな赤字がまた出てくるとか，あるいは円相場がさらに安くなるというようなことは厳に避けなければならないことであろうと思います。

日本の財政の赤字というのは，世界の先進国の中ではその規模は大きいほうです。財政の赤字をどうやって国際的に比較するかというのはいろいろな方法がありますが，やはり国民総生産（GNP）との比率をとるということが一番共通の尺度になっていると思いますが，そういうGNPに対する赤字の比率は，日本はアメリカより高いぐらいのところです。

そういうわけで，財政の赤字がこのまま続くということは，やはりアメリカの場合と同様に，日本でも長期金利がなかなか下がらない。国債の消化がだんだん困難になるという事態になってきているわけ

でして，どうしてもこの財政の赤字を減らさなければいけません。財政再建が非常に強く叫ばれているのは，そういう背景です。行革の大きな柱としてそういうことがあるのも，いま申し上げたような背景があるわけです。

そういうことから，財政の赤字がさらに増える，大きくなるというようなことは避けなければならないということになりますと，どうしても景気に対する刺激的な政策というものは金融政策であろうということになりがちです。もちろん，インフレが日本では落ち着いておりますから，金利を下げられれば下げるということが望ましいことは申すまでもないわけですが，先ほど来，申し上げているように，海外の金利が高い。その中で日本の金利だけを下げるということになりますと金利差が非常に大きくなります。金利差が大きくなると，金というのは常に高い利息を追って世界中を走り回るものですから，もし海外の金利のほうが国内の金利より高いということになると，為替のリスクはありますが，どうしても高い金利のほうに誘われるわけです。

日本の国内から資本が出てまいりますと，それだけ円が安くなるということになるわけでして，円を何とかして円高の方向に定着させることが国民経済にとって重要であると私どもは固く信じておりますので，そういう点から申しますと，円安に触れがちな政策をとる場合には，非常に慎重にならざるを得ません。どうしても円が安くならないということの見極めをつけてからでないと，こういう政策はとれないというのが，私どものいま置かれている立場です。

海外では，日本の当局は円を安いほうに誘導しているという非難があります。まったく私どもにとってはいわれなき非難ですが，そういう政策対応は一切しておりません。私ども政府もそうですが，円が安くなることは日本経済にとってマイナスです。また世界の経済にとってもマイナスであろうと思います。円が安くなりますと，どうしても輸出に頼りがちになります。輸出を増やせば貿易摩擦をさらに激化させます。貿易摩擦が激化すれば，さらに保護主義が強まるということですので，世界の経済にとっても，円が安くなることは決して望ましいことではないと確信しております。そういう意味で，これからも円相場は円高のほうに定着するように努力してまいらなければならないと思います。

日本経済にはこれから，今の行政改革あるいは政府の経済見通し等においても言われている，一つの大きな柱があります。それは，国際社会に対する積極的な貢献を日本はすべきだという柱です。私どもは，日本の経済がここまでの規模になってまいりました以上は，国際社会に対する積極的な貢献をする責任が日本にはあると思っております。どういうふうに，何をすれば積極的な貢献ができるかというのは，いろいろな方法があります。いろいろな場面がありますが，いま申し上げましたような円相場を安定させていくということも，非常に大きな項目であると思います。また，日本経済が非常に安定的な成長を今後も続けるということが，国際社会，世界経済にとって非常に大きな貢献であろうと思います。

幸いにして，第１次オイルショックの後には日本は狂乱物価というものを経験しましたが，第２次オイルショック以降，国民の皆さんのご協力もあって，インフレに対しては非常に良いパフォーマンス，あまり物価が上がらないで済んだわけです。そういうことが，日本にとっては国際社会に対する大きな貢献であったと思います。

これからも，日本経済の安定的な発展，成長ということを念頭にして，政策運営をやってまいりたいと思います。

第16回
原産年次大会
議事録

16th

JAIF

ANNUAL
CONFERENCE
PROCEEDING

セッション3
「新しい国際秩序の確立へ向けて」
（パネル討論）

議長　松井　明氏（日本原子力文化振興財団理事長、日本原子力産業会議副会長）

〈パネリスト〉

D．ガザリ氏（マレーシア原子力研究所長）
金善昶氏（韓国電力公社副社長）
H．セトナ氏（インド原子力委員会委員長）
B．セミョーノフ氏（国際原子力機関事務局次長）
新関欽哉氏（原子力委員会委員）
I．バドラン氏（エジプト科学研究技術アカデミー総裁）
P．フェルテン氏（フランス原子力庁国際局日本担当）
A．フリードマン氏（アメリカ国務省核不拡散問題担当無任所大使特別顧問）
G．レーア氏（西ドイツ研究技術省エネルギー研究技術局長）

パ　ネ　ル　討　論

松井議長　さて，1973年の石油危機が引き金となり，今日もなお世界的に低成長経済が続いています。この間，石油価格が高騰し続けるなど経済の回復を妨げる要因もありましたが，今や最近のロンドンにおけるOPEC臨時石油相会議に見られるように，石油価格の値下げ傾向が見え始め，世界のエネルギー情勢は石油危機当時と異なった様相を見せています。言い換えますと，在来エネルギー資源状況が一応落ちつきを取り戻しつつあると言えましょう。しかしながら，長期的視野に立って見れば，エネルギー問題の重要性は決して減退したわけではなく，今こそ世界的規模で考えるべき時にきているのではないかと思われます。石油代替エネルギーの本命として注目を集めている原子力発電については，わが国は幸い16年にわたる運転実績と1,734万kW（25基）の発電設備を持つに至っております。しかしながら原子力開発の急速な進展が国内的にも，また国際的にも色々な問題を引き起こし，世界的に難しい状況になってきているのも事実であり，ここで今一度，世界的な現状を振り返り，今後の進め方を考えていくべきではないかと思います。もとより21世紀に向けて原子力が必要不可欠であることは，いささかの変わりありません。また，わが国はそのような確信のもとに原子力開発を進めてまいりましたが，平和利用に徹し，一切の軍事利用を排し，もって諸外国との協力を進めていきたいと思います。

さて，原子力開発を今後円滑に進めていくためには，原子力先進国と発展途上国における国際協力をどのように進めていくか，その政策のあり方が特に重要になると考えます。原子力国際協力のあり方について，今何から手始めに行なうべきか，原子力先進国と途上国の人たちが一堂に会して，じっくりと話し合える時期が到来したものと言えましょう。円滑な国際協力のもとにステップ・バイ・ステップで原子力開発を進めていくための効果的かつ建設的な提案をパネリストの皆さんから提案していただきたいと思います。

セミョーノフ　新しい体制とはどんなものかを分かり易くするために，「旧い体制」についてより明確な定義をし，その成功と限界について考えてみる必要があります。

原子力の平和利用のための国際協力の歴史を簡単に振り返ります。

このセッションでは発展途上国との国際協力について討論されることになっているので，まずその発展途上国を状況別に三つのグループに分けます。すなわち，(1)原子力発電を導入する段階にある国々（約10カ国），(2)発電以外の分野で原子力を利用している国々（40～50カ国），(3)今までのところ原子力にあまり興味を持っていない国々（その他—80カ国以上）の三つのグループです。初めの二つのグループの関心事について検討します。発展途上国を対象とした原子力利用の種々の分野に関する国際協力，特にIAEAの技術協力プログラムの重要性を強調し，いくつかの数字を発表します。特に，第一の「原子力発電グループ」に入ろうとしている，発展途上国の中でも一番数の少ないグループに重点を置きたいと思います。なぜなら，「新しい体制」とは主にそのグループのためのものだからです。

こうした国々の原子力開発の現状と展望を検討します。

次いで，発展途上国における原子力発電の必要性を評価し，原子力発電導入のための準備（エネルギー計画，人材育成，立地，安全性，手引書，規制と基準，訓練，技術者グループの派遣等）を援助する際の国際協力，特にIAEAの役割について検討します。

さらに，発展途上国が原子力発電計画を確固たるものとしていくに当たっての長期的な問題を核不拡散問題との関係から考えます。

核不拡散条約（NPT）に加盟している非核保有国が核不拡散義務を遵守すること。NPT第4条が示すように，それらの国々が原子力技術の平和利用を追求できること。この二つの事項の関係について，特に，供給国による集合的で一方的なやり方とか国際核燃料サイクル評価（INFCE）の検討結果を考慮して，検討します。

供給保証委員会（CAS）の活動に触れながら，供給保証の分野でのIAEAの規制上の機能と実際的な活動を見直します。

現在順調に機能している国際協力の「旧体制」を損なうことなく，むしろその体制に基づき，「原子力発電グループ」に入ろうとする発展途上国の数々の要求に応じる方向に向けて，「新しい体制」を確立すべきだということを提案します。供給保証と核不拡散のための必要条件との間の本質的な関係に焦点を当てます。

原子力輸出政策の今後の統一化の可能性について述べます。

核燃料サイクルのフロントエンドとバックエンドの現状を検討し，多国籍あるいは地域別の燃料サイクル施設の利点について述べます。

結論として，新しく浮かび上ってきている諸問題を解決するには，これまで同様，今後も国際協力が重要であるということを強調します。

原子力の国際協力のための「新しい体制」とは何を意味するかを十分に理解するために，現在の，あるいは「旧い」体制を明確に定義し，その成果と限界について考えてみるべきだと思います。この方法を通してのみ，新しい体制の必要性について，詳細かつ論理的に考察できます。

軍事的思惑が支配的だった時代，つまり原子力開発史上の秘密主義のほぼ10年間の後，1950年代中頃，原子力には平和のための大きな力があるということを明確に示すような原子力情報が発表され，ある動きが出てきました。

1954年12月に開催された国連総会の第9セッションで，原子力の平和利用における国際協力について重要な決定がなされました。同じ1954年には，アメリカが「平和のための原子力」計画を始め，ソ連が「原子力研究施設設立に際しての海外援助」計画を発表し，多くの国々を原子力技術の広範な利用の開始へと導きました。もっとも当時は原子力による発電はまだでした。

1957年，IAEAは次のような目標を掲げて，その活動を開始しました。

「……世界中の平和，健康および豊かさへの原子力の貢献を促進し，拡大することを追求する。IAEAによる援助，あるいは指示や監督，管理の下で行なわれる援助は，いかなる軍事目的を助成するような形でなされることもないということを可能な限り保証する。」

原子力平和利用における国際協力は，多くの分野でいろいろな形をとりながら，既にほぼ30年の歴史を経てきましたが，このパネル討論のために，私は第三世界の発展途上国に係わる部分に限って話したいと思います。というのは，これが「国際的な原子力協力の新しい体制」を作るための進行中の努力にとって重要な要素だからです。

原子力に係わる科学技術は，平和利用で可能な範囲が広く，様々です。発電のために使用される場合，資金は一つの原子力発電所当たり約10億ドル，あるいはそれ以上になるでしょう。医療および農業の研究，水資源の研究，あるいは種々の工業利用において，放射線，放射性アイソトープ技術として利用される場合には，投資額は比較的少なくて済みます。しかし，原子力科学および放射線技術の利用でさえ，科学的なインフラストラクチャーを必要とします。たとえば，熟練技術者や高度な設備などですが，多くの発展途上国にはまだありません。

話の便宜上，私は発展途上国を三つのグループに分けたいと思います。すなわち，

1）原子力発電を導入済みか，あるいは導入することを決定した発展途上国
2）原子力科学，放射線・放射性アイソトープを利用している発展途上国
3）現在のところ原子力科学技術に実用的な興味をあまり示していない発展途上国

実際に原子力発電に専念している第一のグループに属する国は，12カ国にもなりません。そして，原子力発電所の建設に要する費用，国内の高圧送電線網の規模，インフラストラクチャーおよび人材の必要性などを考慮すると，この数字が今世紀末までに2倍以上になることはなさそうです。しかし，発展途上国のうち，この一部のグループの利益こそが，原子力発電技術の移転問題および供給保証問題を左右しているのです。この問題について，もう少し後

で再び扱うことにしましょう。

第一のグループに属する国々も含めて，第二のグループに入れられる発展途上国は40～50カ国になり，そのうちの25カ国では小規模な研究炉が運転されています。

この第二のグループのうち，二国間および多国間の国際協力の非常に良い例，あまり成功しなかった例がいくつかみられます。成功した例としては，IAEAによる技術援助プログラム，その中でも特にアジア地域協力プログラム（RCA）が挙げられます。1958年以来，IAEAは，ほぼ1億5千万ドル相当の開発援助を行なってきました。IAEAの技術援助プログラムの主な目的は，援助を受ける国による原子力技術のより有効かつ安全な利用を目指した努力を支援することです。個々のプロジェクトは，発展途上国の自立を強化するよう意図されています。また，多くの場合，様々な国家機関および国々での協力を促進するよう企画されています。

こうした目標を持って，これまでIAEAは協力的な援助の方法をいくつか開発してきました。たとえば，個人訓練，訓練コースの設置，専門家や指導員の派遣，機器の供給などです。

7,500人以上が，特別研究員として，原子力技術に関連した課目を勉強しました。3,500人以上の人々が，訓練コースと研修旅行に参加しました。2,500人以上の専門家がアドバイザーや研修指導員として，発展途上国に派遣されました。さらに，およそ5,500万ドル相当の機器が，技術協力プロジェクトを通して利用されました。技術協力プロジェクトの計画は，普通一年単位でIAEAと発展途上国の共同で行なわれます。この5年間で約700件のプロジェクトが終了し，500件の新たなプロジェクトが現在進行中です。

IAEAの技術協力計画に利用される財源は，過去14年間に年率18%の割合で増えてきています。全部の資金を計算すると，1982年の合計は，およそ3,000万ドルになりました。

原子力技術が拡まるに従って，地域規模でいくつかの開発上の問題に取り組むことが可能になってきました。多くの専門分野に情報網が作られ，種々の産業，教育機関，研究センター等を共通の利益でつなぐことが可能となります。このような情報網は，放射線・放射性アイソトープの工業利用が行なわれているアジア・太平洋地域における地域的原子力協力協定（RCA）の枠組みの中で，すでに始まっています。RCAのもとでの地域協力は，現在，ラテンアメリカでの同種の計画の実行可能なモデルとして検討されています。

今後，IAEAは，ますます増えていく開発計画の主な内容が発展途上国自身によって準備されるよう，触媒的な役割を果たしていくことになると思います。

地域協力および長期的プロジェクトへの傾倒は，当分の間より強くなっていくと予想されます。IAEAのこれまでの技術協力活動と結びついて，こうした開発援助体制は発展途上国の原子力インフラストラクチャーの一層の強化に大いに貢献することでしょう。

このようなタイプの協力における技術情報および設備の移転は，必要財源の確保の問題を除けば，何ら特別な問題の原因とはなりません。

第三のグループには多数の国が属しており，そのうちの20～25カ国はIAEAに加盟していますが，大半は未加盟です。このグループの国々にとっては，原子力技術や原子力科学の移転問題でさえ，今のところほとんど関心の対象ではありません。当分の間，こうした国々に関するIAEAの責務は，それらの経済および社会の発展が，たとえば衛生，農業，水資源などの領域における原子力技術の導入によって促進され得るような状況であるかどうか，常に気にかけていることです。そして，原子力科学と原子力関連技術の利用について，いつでも指導，訓練が可能なようにしておくことです。

したがって，原子力協力に関する諸問題の実態を理解するためには，われわれは原子力発電の導入を開始した，あるいは予定しているような発展途上国が直面している問題に戻って考えてみるべきなのです。

発展途上国におけるエネルギー不足が今後の発展や生活水準の向上の妨げとなることは，明白です。ですから，効率的なエネルギー供給システムということを考慮すれば，石油価格の変動にまどわされない原子力発電が，確実な解決方法だと思われるのです。

しかし，すでに申し上げた通り，実際には，第三世界のうちの7カ国が合計13基の現在運転中の原子力発電炉を保有しているにすぎません（総出力620万kW）。合計出力1,600万kWの発電炉24基が，これら7カ国と他の3カ国において建設されています。多くて4カ国が建設計画の段階です。

とはいうものの，多くの発展途上国において，原子力発電は有力な電力供給源として考えられつつあります。特に長期的観点からはその傾向が顕著です。もちろん世界経済やエネルギー情勢は変化してきました。発展途上国の原子力発電導入計画も最近変更されました（2000年までに，INFCEの予想では1億1,650万～2億1,100万kW。IAEAの1983年の計画では7,000～1億2,000万kW*)。けれども，原子力発電を導入しようとしている発展途上国の多くが抱えている問題は，現に存在しており，今解決しなければ時の経過とともにますます急を要する問題になってくるでしょう。

発展途上国が原子力発電を導入するに当たって，原子力に特有な一連の考慮すべき問題を伴うことになります。国際協力，特にIAEAが，このような問題の解決に大いに貢献するものと信じています。

たとえば，原子力発電の導入に関する特殊な問題に対して，IAEAでは最近，「原子力発電導入についての案内書」を発行しました。発展途上国が原子力発電の導入，およびその準備に当たって取り組まなければならない仕事がありますが，この案内書は，その仕事の方針決定者，計画立案者，管理者，専門的スタッフたちに対して，最新の情報と手引きを提供するものです。

原子力発電は，不安定な運転実績による経済的損失だけでなく，技術的な複雑さや特有な安全性を必要とすることから，計画開始に当たって，どうしても質の高い人材を必要とします。より詳細な情報と必要な人材を提供するために，IAEAは，「原子力発電のための人材育成案内書」を発行しました。1975年には，原子力発電計画の立案，計画の実施，そして発電設備の運転など，それぞれの段階での経験を伝達するために，原子力訓練コースを開始しました。これまでのところ約50カ国の発展途上国から1,300名以上の人々がこの訓練コースに参加しました。

IAEAの技術協力プログラムのうちで，もう一つの重要な部分は，進行中の原子力発電計画や関連分野での企業内訓練のためのIAEA特別研究員制度です。1982年には，IAEAは原子力関係分野で約160名の特別研究員を指名しました。

さらにIAEAは，国家規模での原子力発電計画のための調和のとれた人材育成と訓練を指導，援助する目的で，加盟国に対し数多くの視察団を送っています。

われわれの経験を通して明らかなことは，今まさに原子力発電計画の初期段階にあるような発展途上国が求めているのは，非常に幅の広い援助だということです。国際的な組織が重要な役割を持ち得るような援助が可能となるにちがいありません。

もう一つの重要な点は原子力の安全性，およびその関連面での国際協力です。安全問題は国際的な性質を帯びているため，すでに国際的な機関が原子力発電の安全性にとって重要な基礎を発展途上国に（いくつかの先進国と同様に）提供しています。たとえば，国際放射線防護委員会（ICRP）の線量限度システムやIAEAの放射線防護・原子力安全標準プログラム（NUSS）などです。後者のもとで，原子力発電を担当する政府機関，立地，建設，運転および品質管理の分野における原子力発電所運転指針および安全基準について，国際的に承認されたものが作成されました。こうした指針，基準は，安全についての経験を含めた原子力技術を先進国から発展途上国へと移転する際の基本的要素として，重大な役割を果たしてきています。

こうした訓練，規制面での活動に加えて，IAEAは原子力発電所の建設と運転開始を調査するため，長年にわたって視察団を編成，派遣してきました。原子力発電所における緊急時体制の準備を援助するために派遣団が組まれたこともありました。

われわれは，経験を通して，このような活動や援助のすべてが発展途上国の原子力発電導入にとって非常に大切であることを知っています。しかしながら，発展途上国が人材確保や必要なインフラストラクチャーの発展といった多種多様な問題を解決し，原子力発電を開始したとしても，長期的な問題の多くは未解決のまま残ります。

長期的な課題のうち最も重要なのは，次の事項です。

○核燃料，資材および役務の供給保証
○核燃料サイクルのバックエンドに関する諸問題の解決（使用済み燃料の長期貯蔵，再処理，廃棄物処分）

ここで忘れてはならない非常に重要なことは，原子力技術，とりわけ核燃料サイクル技術は二面性を持っており，人類の発展に必要なエネルギーを生産

＊ユーゴスラビアを含めた計画経済諸国の2,000万～3,000万kWを含む。

するためだけでなく，人類史上最も破壊的な武器を製造するためにも利用され得るということです。このため，ある種の原子力技術および核物質の移転は，本質的に核兵器，核爆弾の拡散問題と結びついています。

大半の国々が，核兵器を持たないことが自国の安全のためであるという結論に達しており，その決意を核不拡散条約支持によって表明しました。

核保有国は別として，現在，世界中の原子力施設の98%が保障措置の下にあります。そして，われわれが知る限りでは，保障措置体制に属さない原子力発電所が運転されているのは，五つの保有国以外では4カ国だけです。

核兵器あるいは原子爆弾を保有せず，それぞれの原子力活動をIAEAの保障措置下に置く核不拡散条約に加盟している非核保有国の義務に対して，核保有国は，核不拡散条約第4条において，原子力平和利用のための設備，核物質，情報の交換を非核保有国との間で可能な限り進めていくよう義務付けられました。核不拡散条約以外の他の不拡散機構に加入している国々も，原子力供給と情報提供に対して同様の期待を持っています。核保有国やいくつかの原子力供給国が原子力技術や物質の提供をあまりにも制限的に行なってきたという考えや想いが，供給保証のための新しい協力体制を困難なものとしてきました。

一部の原子力供給国が核不拡散体制を強化するためにいくつかの新しい対策をとった後，この行き詰まりが特に強くなりました。もう一つの関連要素は，他に比べて特に核拡散傾向が強い特別な核燃料サイクルなどはないことを確認し，核燃料バンクや原子力供給側の国際的「安全保障網」等の新しい制度，機構のための構想を検討したINFCEの審議でした。これまでは，先進国と発展途上国の間の核物質および技術移転のための制度上の整備の多くは二国間政府協定という形で行なわれてきました。こうした二国間協定には，それぞれの協力協定，商業契約，相互保障措置，並びに双方が合意した核不拡散条件などのための枠組み，体制が必要となります。保障措置に関する取り決め同様，供給についても，しばしばIAEAでの協定事項に基づいて決められてきました。

こうした二国間協定は，通常かなり長期的なもので，内容や適用事項のどのような変化も受入れ国である発展途上国にとって重大な結果をもたらすことになります。なぜなら，そうした国々は，その供給の相当な部分を工業先進国に依存しているからです。

発展途上国への供給に関する国際的な制度上の動きは，主にIAEAの援助活動およびIAEAが代表を務める国連開発計画の活動の範囲内に限られてきました。前述のように，こうした活動のための資源，財源は非常に限られているが，これまで原子力発電導入に必要な人材育成，計画立案，安全性およびその他重要分野において，確実な成果を収めてきました。

IAEA憲章は核燃料の供給も認めており，これまで発展途上国の研究炉に対して数回，発電炉に対して2回，供給したことがあります。しかし，IAEAは二国間協定で取り決められるような付加的な供給保証ができる立場にはありません。

IAEAは，1980年に相互に納得できるような核不拡散への配慮をしながら，より確実で長期的に核物質，設備，技術，核燃料役務の供給を保証できるような方法および手段を検討し，そこでのIAEAの役割と責任を話し合うために，供給保証委員会（CAS）を設立しました。同委員会に期待されているのは，一般的に受け入れられる核不拡散条件を含めた国際的な原子力通商のための規定に関する合意を得ることです。すでに，国際的な協定が踏まえるべき原則の成文化，並びに供給が途絶えた際の援助体制の考案に従事しています。

IAEA事務総長ブリックス氏は，ある演説の中で以下のように述べています。「こうした問題が一方的で閉鎖的な状態ではなく，世界的規模の会議において自由に討論されているということは，非常に有意義なことです。CASの存在そのものが，供給政策の過激かつ唐突な一方的変更に今後歯止めをかけることになるだろうと期待しています。」

結論として，私は次のことを繰り返し申し上げたいと思います。つまり原子力に関する協力，特に原子力発電に重点を置きつつある発展途上国との協力は，徐々に変化してきており，そのような協力協定のための体制もそれに合わせて変化する必要があるということです。

もっとも，こうした変化の速度は非常に遅く，「原子力発電グループ」に入ろうとしている新参国の数は，一番下から，中間である原子力技術を利用，応用するグループに入ろうとしている国よりも少ないという状況です。

ですから，二国間，多国間，さらに国際的な協力協定の広範囲にわたって，中間グループに属する多くの発展途上国のために長年大いに役立ってきた現体制を破壊したり，損ったりすべきではありません。

現体制の良さを生かしながら，今すべきだと思われることは，原子力発電グループに属する，または入ろうとしている発展途上国から持ち上っている要求に応じ得る新しい協力体制を確立することです。

このためには，各種の協定の構造を考察する際，その背景として長期的供給保証が求められていることを忘れてはなりませんし，相互に納得できる程度の核不拡散への配慮も必要です。

現在，準備段階にある原子力平和利用のための国際協力促進国連会議は，こうした問題を検討し解決していく上で，有効な会合となるでしょう。IAEAとしても，その責任が及ぶ範囲内で，同会議の準備，運営の全段階において適切な役割を果たしていく考えです。

今後どのような展開をしていくのか予想してみると，原子力輸出国側の方が，保障措置をはじめとした輸出のための核不拡散条件を国際的に調和のとれたものに改めようとしていくだろうと，私は思います。そして，原子力技術が発達するにつれて，より多くの供給国がその動きに賛同し，輸出品目も増加していくと予想されます。

保障措置を拒否することになるのか，核不拡散義務を受け入れることになるのか，相反する二つの結果となることも予想されます。

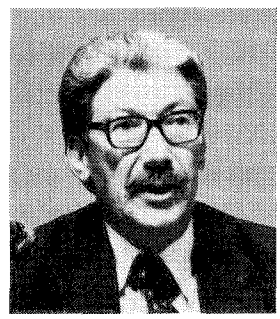
供給保証の実情は，燃料サイクルの各段階ごとに，それぞれ異なります。そして，その実情を改善しようとする努力は，それぞれの変化に応じてなされなければなりません。

次のようなINFCEの検討が，その例を示しています。「濃縮役務の予想され得る需要に関しては，種々の国々にそれぞれの供給源を提供するような公平な競争市場であれば，少なくとも今世紀末までの濃縮役務は確保されるでしょう。」INFCE後，時の経過につれて，この説がより確かなものとなってきたとさえ言えます。

燃料サイクルのバックエンド面での供給保証の状況は，先進国にとってさえ，今までのところあまり確実なものではなく，現在，国際的な再処理役務の通商が可能な再処理工場は二つしかありません。使用済み燃料の貯蔵設備および再処理役務に関するある種の国際協力が，経済的な利点をもたらすと同時に，核不拡散のためにも役立つだろうと思います。こうした考えを発展させるため，IAEAは使用済み燃料の管理のための国際協力の可能性の調査，検討をすでに始めています。

燃料サイクルのバック・エンドの問題解決の良いもう一つの実例として，ソ連が実施している燃料契約があります。これは，国外にあるソ連製のすべての原子炉の燃料は，使用後，再処理と廃棄物処分のためにソ連に返還されるという条件で契約されるものです。

総合的な結論を述べると，次のようになります。まず，情報交換，国際的基準の設定，国際的条約の義務の検証等の領域においては，国際協力は基本的ものでしたし，現在もそうです。次に，国際協力は，技術援助や共同研究等を通して，技術や知識の移転に重要な役割を果たしてきたし，今も果たしているということです。そして，原子力発電に着手する国々にとって，核不拡散要求に沿った核物質，設備および技術の供給保証という新しい問題を扱う唯一の方法は，国際協力なのです。その課題は容易ではなく困難でさえあるが，漸次，解決していかなければならない事項です。



フリードマン　この年次大会は原子力の発展と利用をどのように進めていけばよいかについて意見を交換する有意義な機会であると同時に，このような発展に付随する重要な問題を見直す機会でもあります。たとえば，原子爆弾の拡散を防ぐための制度，活動，規則の枠組みを整える必要性が，その一つです。

ご存知のように，アメリカは長い間，世界的な原子力の平和利用に貢献するよう努めています。アイゼンハワー大統領が主張した「平和のための原子力計画」のもと，アメリカは多くの国々に対し，原子力の平和利用のための援助，核燃料，機器などの提供を開始しました。オークリッジ，ブルックヘーブン，アルゴンヌの各国立研究所に国際訓練施設を開設しました。自主的な原子力開発を始めようとしている多くの国々に対して，研究炉を提供するという供与計画を開始しました。こうした国々と他の多くの国々のすべては，わが国と同じように他の諸国も平和的な原子力の利益を受けられるよう，わが国が簡単に資源や専門的知識を提供するだろうと信じて

いました。

しかし，われわれは核物質が誤用される危険性にも気がつきました。核物質の供給には，その物質が査察の対象となることを取り決めた協定をアメリカと受入れ国が締結することが，条件として最初から求められました。こうした保障措置は，その後IAEAにゆだねられ，国際的な原子力通商にとって，合理的で必要な条件として世界中で認められました。核不拡散条約（NRT）が発効した時に，この条約に加盟した非核保有国は核兵器の開発をしないことを誓い，原子力平和利用に関するすべての活動に対してIAEAの保障措置を受けることになりました。その代りに，こうした国々は，自国の原子力平和利用に対する技術援助を求める権利を獲得しました。

アメリカは，以前私が述べた二つのゴールの存在を今も信じています。この二つのゴールに到達するための最善の道については，ときどき国内に意見の相違があります。しかし基本的な政策については一致しています。このことはアメリカの立場を理解する上で重要なことです。

レーガン大統領は原子力政策について，国内外での原子力利用の促進を支持するつもりであることを明らかにしましたが，これは，核兵器拡散の危険を助長することのないように行なわれなければならない，と強調しました。核不拡散は基本的な外交政策であり，アメリカの国家安全目標であると大統領は信じています。

アメリカの政策の基本的な部分は，地域的，世界的安定の向上のために努力することによって諸国が核兵器を所有しなければならなくなるような動機をなくしていくことに向けられています。この努力の一つとして，われわれはゴールへ向けて，安全保障同盟や協力を維持，強化していく必要があります。

1968年発効のNPTに対する不断の支持も重要なことです。われわれは，この条約が世界的なものとなることを望んでおり，他の国々がこの条約を支持するよう促しています。ラテンアメリカでトラテロルコ条約が成立することを期待しています。こうした条約を遵守することは，それぞれの国が平和を目指していることを明示する一つの方法です。大統領は世界に向けて次のように言いました。「アメリカは，こうした条約や国際保障措置協定の実質的不履行を国際秩序にとって深い意味を持つものと見なすだろう。非核保有国によるいかなる核爆発をも憂うべきことと見なすだろう。」

核拡散の心配のない進んだ原子力発電計画を持つ国々におけるプルトニウムの燃料利用や民間再処理に関して，アメリカは禁止を求めようとは思いません。それと同時に特に核拡散の危険性がある国への機微な物質や機器，技術の移転を禁止していくことはわが国の政策方針です。このやり方が，核拡散の誘因を減らす努力を助けることになると考えています。

原子力通商の規則を強化することも必要であり，核不拡散活動と制度の広い枠組みを支える国際的合意を追求する必要もあります。この点について，アメリカは，新たに重要な原子力供給を行なう時はいつも，条件として，非核保有国でのすべての原子力活動にIAEA保障措置を適用するよう求めています。われわれは他の供給国も同様の政策指針を取るものと確信しています。

最終的には，アメリカの政策は，よりよい国際保障措置体制を築くためにIAEA強化に向けて他の国とともに努力し続けることです。こうした保障措置は，原子力の危険性を抑制する一方で，その有効性を実現しようというわれわれの共通の努力の基本部分です。保障措置はすべての国のためのものであり，すべての国が，IAEAに対して協力的であることによって，保障措置効果を高めるよう努力すべきです。

しかし，ケネディ大使が本年2月ウィーンで述べたように，アメリカのIAEAへの係わり合いは「他の加盟国が，この機関を技術的効力を持った組織としての地位に戻すために，どの程度決意しているかによって変わります」。大使は続いて，以下のように述べました。「加盟国が，アメリカとともに，この誠実な努力に参加することを切に願います。われわれはともにこのすばらしい国際機関を強化することができるし，この機関をその憲章に盛られている基本方針に従ったものにすることができるのです。」

私はここでもう一つのテーマに焦点を当てたいと思います。現在でも今後でも，原子力の民間貿易が起これば，核拡散の危険性を抑えるための国際的規制や制度の必要性は最少となるという考えです。

原子力機器を輸入する側に，輸入を希望する物質や機器に対する明確な民間の需要がなければならないのは明らかです。輸出側は，機微なものの輸出に際して，自制する必要があることを認識しなければなりません。原子力に対する正当な民間需要がある国々に核物質を供給する場合でも，保障措置の効果

的な実施に関して，いかなる妥協もできません。

原子力の平和利用がどうしても必要であり，平和に対する自国の意志を世界に証明することの重要性に気付いた時には，それらの国々は進んで国際保障措置と関連の核不拡散制度を受け入れます。供給側と受け入れ側がこうした枠組みの中で効果的に協力し，相互に利益を得ることが十分にできることを証明する多くの例があります。相互理解，話し合い，交渉および核不拡散への貢献などを通して，他の国々と効果的に協力することがいかに可能であるかは，日本が良い例を示しています。

さらに，国際原子力通商が安定したものであるためには，その基本的要素として，予測可能であることが必要です。それぞれの国において，貿易の規準が原子力輸出をしようとする企業に知らされていなければなりません。そして，そうした企業は，ある輸出企画がその規制に反することになるかどうか迅速かつ正確に見極められるべきです。

国々が，将来，機微なエネルギーに関する決定を計画しており，それが可能だとすれば，予測可能であることが国際的にさらに強く求められることになります。原子力通商の規準が確固としたものであり，合意に基づいたものであることも非常に重要です。それらの規準が何の協議もなしに，突然あるいはこっそりと変えられるのではないかという不安があってはなりません。原子力輸出の規準は，どんな国であろうとその一国が一方的に決めるべきものではありません。原子力施設の購入者はもちろん，輸出業者のすべてがともに動かなければいけません。輸出国であるアメリカは，商売のために核不拡散という目標を犠牲にするつもりはありません。他の国も同様な姿勢だろうと思います。

原子力計画のための安定した基盤が求められていることは承知しています。アメリカが信頼できる供給国としてみられることが大切です。たとえば日本との協力に関して，われわれはより活性化され，安定した基盤を求めています。そうすることが，「原子力協力協定」の下での，今後のアメリカの動きに対する不安をやわらげることになるでしょう。原子力協力のためのこのような基盤を敷くことが，両国の長期的な利益となると信じています。

世界中の多くの国が深刻なエネルギー事情を抱えていることを考えると，エネルギーの安定確保に役立つのは原子力であり，役立てるべきなのです。多くの国にとって原子力に代わる経済的で役立つエネルギーなどありません。残念なことに，ちょうど原子力施設，技術を供給しようとする国が続々と市場に登場してきた時に，原子力発電所のための新しい秩序作りを遅らせるような多くの要素が出てきたのです。買い手市場では，原子力供給国が輸出を増やすために核不拡散や保障措置の規準を緩和するようなことはない，というのは根本的なことです。すべての原子力供給国が，自国の輸出政策を実施するに当たり共通の現実的かつ慎重な規準を用いることが大切です。アメリカに関しては，必要な保障措置や核不拡散管理を尊重しながら，諸外国における原子力に対する正当な民間需要を満たしていきたいと考えています。そのためには供給国，需要国の両方との協力を続けていく必要があり，すべての国が従うことができるような国際的に合意された規制を作る必要があります。これこそが，原子力通商のための堅固な基盤であり，全人類の長期的な安全および福祉を保障するための基盤なのです。

バドラン　今や生存問題が問われており，世界資源の効率的かつ正しい利用を通じて，初めてすべての人々の生存が可能になることを，人々に警告しなければなりません。

エネルギーは，今日の重大問題です。不幸にして自然は，さまざまの形態のエネルギーを提供することによって，事態を複雑にしてきました。急速に枯渇するもの，ゆっくり枯渇していくもの，再生可能なものなどがあります。すぐに利用可能なものもあるが，ほとんどのエネルギー資源は加工処理を必要とします。

つい最近まで，世界は枯渇型の燃料の使用に集中してきました。認識不足，無関心，無分別な資源開発などが重なり，乱用というべき事態も起こっています。

その間に，諸国間の紛争および切迫した必要の結果，科学技術のあらゆる分野で，研究開発が刺激されました。これに加えて，今日，諸国間の格差があります。富めるもの，貧しいものがある……技術的に進んだもの……発展の遅れたものがあります。

さらに先進国には，エネルギー，とりわけ石油が安い時期に産業転換を完了したという測り知れない利点があります。ところが発展途上国は，相対的にエネルギーの高価格時代に，この経験をしなければ

ならなくなります。

このような複雑かつ多岐にわたる情勢のなかで，本日，われわれは当地で，成熟期に達した原子力産業の現状，未来への見通しを検討し，新しい国際協力体制について，意見の発表，交換を行なうことになりました。

世界のエネルギー消費傾向と今後の需要を分析すると，次のような結論になります。

－1950～80年の世界のエネルギー消費と電力生産の伸び率は，それぞれ年間平均で5％，7.5％。

－世界のエネルギー需要は，2000年までに少なくとも現在の2倍になる見込み。

－一次エネルギーの総消費量に占める電力のシェアは，現在約25％で，2000年までに約40％に達する見込み。

－現在の原子力発電による電力生産は，世界的にみて，総発電量の約8％。2000年までには，原子力のシェアは，20％から25％に達する見込み。

世界の人口45億人が必要とする石油の需要は，今後恐らく1995年まで上昇を続け，その消費量は，石油資源に限界があることからみて，重大な事態に達するものと思われます。ガスは，輸送上の困難があるとしても，エネルギー源として，安定した状態を続けるでしょう。石炭資源は豊富で，これを利用すれば，世界のエネルギー需要を大幅に緩和することができます。太陽熱，風力，潮力，地熱，バイオマス等の再生可能なエネルギー源は，まだ工業開発の緒についたばかりで，総エネルギー供給への貢献度は，2000年までに5～10％程度と思われます。その電力生産については，貢献度は，今世紀末までに大幅に伸びるとは思われません。したがって，世界のエネルギー需要の拡大は，原子力の大きな貢献がなければ達成できないと言えるでしょう。残りの発電量は，主として石炭と水力で補えばよいでしょう。原子力は，たとえ石油価格がバーレル当たり29ドルになっても，石油火力に対してなお競争力があることが立証されており，さらに高度な安全対策に費用がかかるとしても，原子力にはなお競争力があります。

しかし，原子力の利用には，原子炉の安全性，環境破壊，廃棄物処理，核兵器の拡散等の問題が立ちふさがっています。他方では，今や安全記録が評価され，環境への影響も最少限に抑えられています。どう見ても，たとえ原子力計画を持たない国であっても，核爆弾の製造能力を得ようと思えば，得られます。そこで，言うまでもなく，国際管理の価値と役割が生じるわけです。

発展途上国は，世界のエネルギー分野において，ますます重要な地位を占めています。世界人口の四分の三を擁するこれら諸国は，最大の石油供給国でありながら，エネルギー消費量は全体の四分の一で，しかも世界の石油，ガスの見込み資源の三分の二以上を持っています。先進国は，現在，世界人口の約27％を占めているが，世界のエネルギーの75％以上を消費しています。したがって，工業先進国の一人当たりの平均消費量は，発展途上国の8倍を超えています。このような格差から見て，発展途上国の電力需要の伸び率が，工業国の伸び率より高くなることは間違いないと思われます。

経済成長を求める発展途上世界には，人口増による圧迫，資本の不足，適切な技術の不足，制度的かつ文化的障害，効果的なエネルギー管理の不足等の重大な課題があります。したがって，電力の十分な，かつ低価格での供給が，発展途上国の根本的な要件になっています。

1974年以前の低価格時代には，発展途上国は，需要の60％を，生産国の少ない石油に依存していました。国内需要を賄える国，もしくは輸出国は，わずか26ヵ国で，第三世界の人口の大部分を占める90ヵ国が，石油の輸入量を増加させなければならなくなりました。石油輸入額は，1980年には650億ドルを超え，資本財の高価格でこれが悪化したため，輸出がさらに制限され，重大な国際収支の混乱を招くことになりました。

この危機の打開策として，発展途上国は，エネルギー資源の開発，再生可能資源の技術の利用促進，とりわけ農村地帯での利用を重点施策とせざるを得ないと思われます。

このため，近代的な大型システムを持つ一部の発展途上国は，すでに原子力を利用しており，他の多くの発展途上国も，今世紀末までには利用するようになると思われます。

これら発展途上国の原子力設備容量は，1981年で400万kWです。2000年までには，発展途上国の原子力設備容量は，5,150万～7,800万kWに達する見込みです。

商業炉の利用は，比較的大容量のものに限られるため，バランスの取れた体制で原子力を利用できる国の数は，これまで限られてきました。

大多数の発展途上国がエネルギー危機に直面し，

開発計画のあらゆる分野で,支障が起こっています。この危機対策には,

－エネルギー生産への大幅投資
－エネルギーを貴重かつ高価な生産物と見たうえでの開発計画の見直し
－省エネルギー
－今後20年間に,農村,都市開発の最少需要を満たすための大規模な努力

などが要求されます。

このため,発展途上国は,エネルギー生産拡大に要する財政的,技術的支援を求めています。

エジプトは,大多数の発展途上国と同様に,急速に増加する人口を抱え,どちらかと言えば限られた国産エネルギー資源のもとで,社会,経済開発計画遂行のために,ますますエネルギーを多く必要としています。

70年代半ばまで,エジプトのエネルギー事業は,石油省と電気・エネルギー省の二つの省の生産監督下にありました。70年代半ば以降,エネルギー消費が急速に進み,ここ数年の世界のエネルギーの問題もあって,エネルギーの総合的計画化,調整が強く求められるようになりました。エネルギーに関する政策および重要問題の計画化の責任機関として,エネルギー最高会議が設置されました。この会議の議長は,生産担当副首相兼石油相が務め,報告担当官に,電気・エネルギー相が当てられています。同会議のメンバーには,工業,灌漑,運輸・通信,住宅・復興,財政,計画の各相のほか,科学技術アカデミー総裁,さらに3人の選ばれた科学者が加わっています。

政府は最近,新しい,再生可能のエネルギー源の利用,開発のための国家戦略を作成しました。

エジプトには,原子力関係機関がいくつかあります。原子力公社は,1955年に設立された従業員約3,000人の研究開発機関で,原子力平和利用の分野で活動を行なっています。同公社は,1960年の法律によって,原子炉の規制,安全問題の管轄機関にもなっています。研究開発計画の重点は,主として原子力計画の実施,全国的な参加の拡大に必要なインフラストラクチャーの強化に置かれています。核燃料サイクル,原子力機器・管理,規制・保健・安全措置,その他関連分野に力を入れています。

原子力計画の実施のため,1977年に原子力発電公社が設置されました。同じ年に,核物質,特にウランの探査,採掘に対処するため,核物質公社が設立されました。

エジプトのエネルギー政策は,経済,社会開発目標の実現に向けられています。このためには,エネルギーの安定供給,あらゆるエネルギー源の有効利用,効果的な省エネルギーの促進,石油依存度の低減,水力の最大限の利用,石炭,ガスへの転換,原子力利用等が要求されます。

エジプトでは,電力系統は統合され,水力,火力を問わず,発電所はすべてつながっています。統合系統により,送電線網を通じて,家庭,農業,工業用の電力が供給されています。

現在の総設備容量は約470万kWです。これには,アッパーエジプトにある出力244万kWのアスワン・ダムのほか,総出力226万kWの石油,ガス火力発電所が含まれています。しかし,ダムの有効出力は,年間を通じて変化する灌漑やナイル川交通システムの必要によって,制限を受けています。

エネルギー消費の年間成長率は,この20年間の平均が12.6%で,かなり高い数値です。ピーク負荷の年間成長率は,もっと高く,たとえば1979年から1980年にかけて,14.5%に達しています。これらの高成長率の要因は,人口の増加,農村の電化,農工業計画の推進等の効果が重なったところにあります。

エジプトの重要な国産エネルギー資源には,石油,天然ガス,水力があります。他に,限られてはいるが,シナイ半島には石炭鉱床があり,紅海地方とアッパーエジプトにウラン鉱床の可能性があります。エジプトの現在の石油,ガス年間生産は,石油換算で3,200万トンです。石油の確認埋蔵量は,約4億トンと推定され,そのうち90%がスエズ湾にあります。

包蔵水力発電資源は,ナイル川流域のダムとカッタラ低地プロジェクトに限られており,これらが完全に開発されると,水力エネルギーは,2000年までに約158億kWhに達するが,そのころの予想される需要のわずか15%にしかなりません。利用可能な非会合,会合ガスを全面的に利用すると,世紀末までにエネルギーの総供給・需要に占める割合は13%になります。

各種代替発電手段について,入念な検討,詳細な評価を行なった結果,原子力が,電力供給に大きなシェアを占めるという見通しが明らかになりました。原子力計画の規模,範囲は,2000年には発電全体の38～40%に達する見込みで,これは約800万

kWで，原子炉8基に相当します。

このような計画の実現には，当然のことながら，多くの分野に幅広い努力と特別の仕事が要求されます。必要な人員の確保，現在のインフラストラクチャーの改善，原子力設備，燃料の供給源を確保するために必要な二国間および国際協定の締結，十分な資金調達，安全確保，パブリック・アクセプタンスなどです。資金調達には大幅な投資が必要で，現在のところ，世界市場の石油価格は低下しているが，政府が，石油収入のなかから，これを賄っています。

原子力計画の職務遂行のため，幅広い人員養成計画が実施されています。この養成計画には，IAEAとの協力をはじめ，二国間協力協定を結んでいる数ヵ国との協力が活用されています。

差し当たって，放射性廃棄物処理は，エジプトには大きな問題とはならないし，近い将来にも，その可能性はありません。しかし，この分野の現在および将来の問題を解決できる有能な要員を養成することは，必要なことと思われます。全世界の幅広い努力を通じて，放射性廃棄物の長期処分問題には，最終的には満足のいく解決策が見つかり，経済，国内および国際政策に合わせて，それを選択できるようになるものと確信しています。数千年を経た古代エジプト人の墓に見られる優れた保存状態は，適切な地層を選べば，最後には，長期貯蔵が実現可能になるという歴史的メッセージかもしれません。

エジプトは，1955年に早くも原子力平和利用計画をスタートさせ，それ以来，平和利用の分野で多くの二国間協力協定を結んできました。ソ連，ノルウェー，インド，ユーゴスラビア，イタリアの各国との二国間協力協定を結んでいます。IAEAとの協力は，多くの分野で，必要な役務および技術援助の提供に，非常に役立つことが分かりました。

誠意を示し，原子力利用の平和的意図を世界に確約するために，エジプトは1981年2月，核不拡散条約を批准しました。これをきっかけに，フランス，アメリカ，西ドイツ，カナダの各原子力輸出国が，エジプトとの原子力協力協定に調印するようになり，原子力技術の移転，設備，資材の調達に道が開けてきました。イギリス，スウェーデンとの間でも，原子力分野，特に安全性と訓練に関する協力について，了解の覚書が調印されました。さらに，オーストラリアとの間で，核物質移転協定が調印されました。

政府は，以上の措置をすべて取っているが，一方では，国内エネルギー価格に，多くの補助金が支出されています。現在，政府の計画に基づいて，消費者の利益を最大限に追求すると同時に，国民経済への利益も最大限に考える努力，取り決めが行なわれています。

初めに認識しておくべきことは，現実的に豊かな国と貧しい国，先進国と発展途上国，第一，第二，第三世界に分類されているが，世界各国は，それぞれの経済構造とは係わりなく，一つの共通の目標，すなわち社会・経済発展を追求しているということです。今日，人間の生存は，人間，情報，エネルギーの間の相互作用によるバランスのとれた三脚に立脚しています。この三つの軸のうち，一つまたはそれ以上が崩れると，間違いなく経済に異常をきたし，その結果，開発事業は失敗します。したがって，今や団結して，原子力分野の国際協力のための新体制を考えるべき時です。一国，一地域，一経済機構だけでは，長期経済成長に必要な支えをすべて備えることはできないと思われます。

今日，原子力に関する限り，エジプトの見方によれば，また，恐らく他の発展途上国からみても，国際協力の秩序のためには，必然的に次の点が焦点となります。

平和利用のための原子力の価値と必要性について，分かり易い訴えを起こし，世界的な意識を高める必要があります。特に，本日のこの大会のようなさまざまの討論会を通じて，国内および国際機関が組織的な運動を起こし，今なお多くの人々の頭のなかに残る芳しくない考えの排除を図ることが賢明であり，しかも肝要なことでしょう。

原子力発電所の建設には多額の投資が必要なため，世界の融資機関，先進諸国，各種の援助計画，豊かな発展途上の産油国などが一致団結して，これらのプロジェクトに融資する「世界信託基金」もしくは「原子力基金」を設けるのが有益でしょう。もちろん，一定の合意された機構に従って，すべて人類の利益のため，引き出し権を設定することとします。

原子力技術は，極めて専門的なものなので，各国から集まり，各国のために働くよう訓練され，熟練した科学者，技師，技術者の確保が必要になります。このため，世界各地に「原子力科学技術訓練所」を設ける必要があるでしょう。確かな技術を持つ各国の資格ある指導員を集め，各種の必要な訓練計画を実施し，常時必要な点検，管理の指導に当たるべき

でしょう。

上述の努力と並行して，次の点に重点を置いて，研究開発を続けるべきでしょう。

－核燃料サイクル向けの技術改良
－商用原子力発電所の最少経済規模の縮小のための技術改良
－国内の送電網，財源，インフラストラクチュアの最少規模の実現，維持ができない近隣小国の統合送電網の研究
－その他の平和用途，たとえば脱塩，プロセス・ヒーティングなどの開発
－廃棄物処理研究

原子力技術の一般化には反対の態度を取っているとはいえ，この問題は，いかなる行動も，人道的観点から計算された危険であるという角度から対処されるべきです。供給国と受入れ国との間には，交渉段階にある場合でも，燃料供給および原子力役務の段階にある場合でも，困難が生じざるを得ません。これらの困難を克服ないし回避するためには，国際連合のような世界組織が作成，提唱，保護する「行動規準」に各国が従うべきです。

われわれは，この大会に代表を送った各国政府に対して，国連総会に共同提案して，供給の保証，核不拡散の保障，さらに違反者に対する経済制裁などに関し，あらゆる問題を取り上げた決議を採択することを提案します。IAEAのような専門機関を強化し，その権限を拡大して，ここに提案した任務の一部を遂行させるべきです。

結論として，そのような国際規準のない世界は，勝利者のいない……したがって，生存者のいない状態に陥るかもしれないことを銘記すべきです。

ガザリ　まず，コーランにいう原則を述べておきたいと思います。これは，人間に対する神の声であり，人類に向けられたもので，次のようにまとめられています。

「人類よ！われは男女を創造し，それぞれの民族，種族を生み出した。アラーの見た最も高貴なものこそ，行ないの最善のものである」

この原則に従うイスラム信者には，古くから現代に至っても見られるような，権利，威信によって，民族の優劣を問う傾向はありません。したがって，人間には生まれながらにして，生活，自由，独立の権利があるとされています。マホメットは，その最も神聖な巡礼の際に，次のように述べています。

「アラブ人の地位は，非アラブ人より高くはなく，また白人と黒人も，信仰がなければそうではない」

これこそ公共の平和であり，これが，友愛を基礎に，友愛を妨げる社会的，人種的，民族的制約を抑えて，イスラム世界に制定されています。イスラム世界の「平和」原則は，不可解な精神世界に係わるだけでなく，あらゆる生活分野にも明確な基礎を置いています。

IAEAの発端は，1953年10月，アイゼンハワー大統領が「アトムズ・フォー・ピース」を提案し，国際連合に提起したことに始まります。この演説への反応は，さまざまでした。これは，勇気ある提案であり，同大統領は確かに人類の優れた裁判官でした。イスラムは，人間を地上の神の代理と見るのですから，これは，本質的にイスラムの基本原理です。人間は，地上の神の代表として創られ，物事の性質を知る能力を授けられています。一般的に科学，特に原子力科学を通じて，全能の神が造り出した不思議な事象を，初めは不可解に思えるものも，最後には理解することができます。あらゆる技術的手段，あらゆる技術的成果を利用しなければなりません。世界を改善し，研究の成果を享受する義務があります。このためには，神への信仰を守り，差別なく人間に威信，正義，平等，自由，平和を保障する方法を取らなければなりません。神の法則に従うのが，人間の行動です。

周知の通り，原子力科学の進歩にはめざましいものがあります。戦前は，一般に科学の財源は極めて不十分だったが，今日の状況は異なっています――特に原子力科学，一般に科学に対しては，どちらかと言えば，大規模な支出を考えなければなりません。このため，科学（原子力科学）の計画化の是非，方法をめぐる問題が避けられません。この問題――経済，科学，政治――は，全体として，計画的事業の問題と見なければなりません。

不幸にして，原子力科学技術は，本質的にほかの行政と変わりません。エリート，下働き，結託，ボス，愛憎，既得権などが存在します。すでに公式に重要な役割を演じており，もはや後戻りはできません。ただ，適切な行政の方式については，意見の一致を見ない部分があります。原子力科学を除外して

は，人類の進歩はないでしょう。世界的に，善悪を問わず，原子力科学の利用が支配的要因になりつつあります。ところが，われわれには力の感覚はなく，今日の弱さ，無益さばかりを思い知らされています。無知と欲の力が，原子力科学をゆがめ，逸脱させています。

「アトムズ・フォー・ピース」の国連演説に続いて，規約会議が開催されました。この会議は二分されました。原子力を平和目的に幅広く利用することを提唱するものと，利用拡大は核兵器の製造につながると恐れるものとが対立しました。さまざまな意見を考慮して，同会議は，世界的に平和目的のための原子力利用を促進，拡大し，同時にそれが核兵器の製造につながらないようにすることを決定しました。

原子力の拡大利用への反対派が，終始主導権をとっていたようでした。その主張は，もはや無視できませんでした。制限方法の検討の結果，核兵器の拡散を禁止する核拡散防止条約（NPT）とトラテロルコ条約の調印となりました。これは，吉兆とも，あまり吉兆ではないとも解釈されました。

多数によるNPTとトラテロルコ条約の調印が，IAEAの保障措置制度の強力な基礎となっています。これに基づいて，IAEAは各国，各国際機関と双務，多角協定を結び，保障措置の適用を促進しています。しかし，実状は見たほど簡単ではありません。

NPTとトラテロルコ条約は，本来，平和目的のための原子力技術を入手する代わりに，核兵器を決して製造しないという非核保有国の約束です。これらの国は，いわば物乞いの立場にあり，しかも格言に言うように，物乞いには選択が許されません。他方，核保有国の約束は，条約加盟国への原子力技術の移転を図るというものです。NPTはさらに，核保有国が核兵器の削減，ひいては保有核兵器の処分に向けて，交渉を開始することを規定しています。

ここで，IAEAの保障措置の動機と意図を探ってみましょう。その意図は，策略と疑惑に包まれているように思われます。IAEAの財政は，大部分が保障措置に当てられていますが，ほかに当てれば，もっと有効に活用できたと思われます。IAEA保障措置は，実際には検証制度ですが，誰のためなのでしょうか。条約加盟の非核保有国が核兵器を製造しないという条約を遵守しているかどうかを，検証するだけです。IAEA保障措置は，これまでのところ，援助を軍事目的に転用した非核保有国はないとの結論に達しています。この保障措置がなくても，そのような国は現われなかっただろうと思われます。核保有国が思うより，これらの国にはもっと常識と善意があります。これに対して，核保有国の意図には，疑問があります。周知の通り，核保有国は条約に基づく義務を怠っています。IAEAには，平和の名において，二重の規準が押しつけられていますが，戦争の脅威は，依然として迫っています。

NPTなどの条約の調印で，原子力の平和利用は妨げられないと考えられました。ところが，現実はそう簡単にはいきませんでした。非加盟国のインドが，1974年，独自の理由で核実験を行ないました。インドの実験に伴う懸念の他，パキスタン，イスラエル，南アフリカなどの他の非加盟国も実験を行なうのではないかという恐れが，原子力拡大利用の反対派を新たに勢いづかせました。反対派は，再び，原子力政治の上手を取りました。しかし知識は無限で，常識と理性のあるところで，彼らにどういう権利があって命令できるでしょう。これら諸国の横暴は，極限に達しています。インドにも，平和的核爆弾（PNE）と言えば，そうする理由があるのかもしれません。

1974年のインドの実験後，一連の事態が発生しました。先進諸国は，原子力技術の移転反対派の影響を受けて，既存の国際条約では不十分で，もはや拡散を制限できないと考えるようになりました。この考えの結果，原子力輸出国による「原子力カルテル」の結成に至りました。

先進諸国のあいだにも，差別があります。たとえば，カーター政権の「プルトニウム経済」反対決定には，ヨーロッパ，日本，ソ連のほか，発展途上世界の大部分から強い反対が起こりました。これは，極めて一方的な政治措置で，他の諸国には有害であり，アメリカの横暴を示すものとなりました。

アメリカの一方的な政治行動が原因で，今や諸国間に技術の拒否，格差，差別的扱いが見られ，厳しい原子力輸出規制，特に筋の通らない原子力政策が取られているようですが，これはアメリカはもとより，他の国の原子力開発を阻害するものになるかもしれません。このような相互不信，不満，それに伴う信頼の欠如は，明らかに危険をはらんでおり，このような感情的底流は，アメリカを他の諸国から疎外し，その結果，国際的原子力体制全体を弱めることにしかなりません。先進諸国がこれを痛感しても，

原子力時代の戸口にある発展途上諸国はどうでしょうか。ロンドン供給国クラブの政策と，一部の先進国の技術移転制限措置を考え合わせれば，世界の将来は，理解と信頼の欠如のため危険になります。事前の警戒は事前の武装です。これは，一つの保護主義，すなわち知識保護主義で，犯罪であり，人間の尊厳に対する侮辱です。

このような状況から，多くの原子力輸出国は「カルテル」による条件の他に，独自の条件を設けて，核物質および設備の輸出，専門家の派遣を進めようとしたため，各市民の権利であるべき原子力技術の自由な交流に影響が出ています。最も良い例は，1978年のアメリカの核拡散防止法で，これによると，アメリカとの原子力通商を行なうためには，厳しい条件が要求されます。

原子力利用を促進するより，むしろ制限する法律が，現在，世界中で支配的になっています。このため先進国は，人類の向上のための原子力利用の拡大の必要性を考えるより，むしろ制限する目的のために，IAEAを利用する傾向にあります。これがIAEAの予算に反映され，前述のように，科学技術援助を犠牲にして，大部分が保障措置に向けられています。IAEAの判断と役割は，まるで疑惑の上に立ち，全世界が有罪判決を受けたような状態にあります。原子力は，広く開発されて，正当な要求を満たしてくれるものであり，したがって内外の不安や戦争にまで至る経済的，社会的絶望を中和するものです。したがって，国際的疑惑の雰囲気のなかでの開発は，戦争の危険を高めることになります。IAEAのいわゆる「政治問題化」の結果としてのアメリカのボイコットが，これを物語っています。どうやら，アメリカは再び，技術移転，援助，知識の普及を拒否しようとしていますが，なによりも政治問題化ということで，またも横暴さが目につきます。行為のないことは，意思のないことの結果であり，これが一部の先進国の直面するジレンマになっています。

原子力は社会概念になっており，それ自体では，なにが非政治的で，なにが政治的かを断言することはできません。ある国が間違いを犯せば，糾弾され，どういうことをしても，罪と責任はぬぐい去れません。これはモラルの問題であり，不幸にして，このモラルの喪失は，今後の世代を危険にし，とくに精神の疎外，欠陥，信頼の欠如，暴力，不正へとつながっていきます。それでも，IAEAの活動は続きます。加盟諸国は，控え目ながら，まだ援助を受け，専門家を受け入れています。IAEAには，信頼，善意，開放性が備わっていなければなりません。加盟国は，モラルの武器の優越性を実証し，無知の勢力を追い払わなければなりません。

このような制約，疑惑，恐怖があっては，原子力技術移転をめぐる国際環境が，非常に不確実なのも不思議ではありません。供給保証委員会（CAS）では，なおも原子力技術貿易に関する国際的コンセンサスが追求されています。現在の行き詰まりの打開策が見つかれば，国際社会への奉仕も改善されます。小規模な原子力計画しか持たない国は，実際に，廃棄物処理を含め，全面的に核燃料サイクル・サービスの利用の保証を求めています。したがって，これもモラルの問題です。不幸にして，今日，いわゆる「新しいモラル」，「新しい倫理」が台頭しています。民主的方式への信頼，確信の浸食も見られます。これまでに人間が直面したことのない道徳的価値の崩壊が見られます。したがって，各人が積極的に議論に参加し，この高貴な事業を妨げる障害を取り除かなければなりません。人間の性質は善であり，人間には，悪を排除し，善に結びつく能力があるという理念を採用すべきです。不幸にして，一部には，驚いたカメのように乱暴な，急激な反応の傾向があります。今や，西側はNPTの加盟国の要求に注目し，人類を信頼すべき時です。われわれは，逸脱したものよりも，必要に迫られたものの要求を考慮すべきでしょう。

この他，原子力の平和利用に関する第2回国連会議が開催されますが，ここでも参加国は，同様な行動の法則を遵守すべきです。あまり経費のかからない化石燃料を未開発のまま抱えた国もありますが，技術的にはエネルギー不足を緩和できる可能性もあり，それに伴って国際緊張と不公平を少なくする可能性も出てきます。したがって，西側は，そのように行動すべきです。これは，無理な注文でしょうか。開発途上国は，西側が思うほど野蛮ではないのですが，一般にその知性を過小評価するきらいがあります。核兵器の製造能力のある国は，ほとんどがそのような見方をしていないことも分かっており，そのために，平和利用の原子力開発に必要な国際協力は損われていません。急速に発展するだろうという当初の予想は，原子炉を持つ諸国には，それを実現する能力があるにもかかわらず，実現していません。アジア・太平洋地域では，原子力利用の地域協定はまだ実現していません。ただ，最初のものとして，

1964年に，インド，フィリピン，IAEAの間で結ばれた5カ年協定(IPA)があり，これに基づき，IAEAのもとで，加盟国が原子力科学技術の開発に協力することになっていました。これは，RCAに引き継がれました。この成り行きは，まだ分からないが，見通しは非常に明るいと言えます。これには，協力と理解が必要です。加盟各国の原子力に関する技術水準は，まちまちであり，財政的にも格差があります。放射性廃棄物の海洋投棄問題は，厳しい試練となるでしょう。最近，非常に重要な国際協定ができ，その普遍性をはじめ将来の全般的な海洋汚染防止に対する決定的な影響が注目されています。それは，1982年4月に，賛成130，反対4，棄権17で採択された1982年の国連海洋法条約で，これには1982年12月に，119ヵ国の代表が調印し，その普遍性を保証しました。

現在，すでに多くの国際原子力協力が実施され，IAEAのように世界各国にまたがるものから，RCAや双務協定のように地域的なものに及んでいます。まず，何らかの行き詰まりが生ずるまでは，これらを最大限に活用すべきです。行き詰まりは，諸国間の疑惑，政治的対立の結果として起こり，共同歩調を取れなくなるかもしれないし，また馴れ合いから侮蔑が生じることもあります。かつては，いわゆる提供国に高圧的な態度がみられ，「おまえたちは時期を待て」というような経緯もありました。相互の対話と，神聖な「信頼」という言葉の再確立が必要です。どんな国も，利用されたり，だまされたりしたくありません。協定を結ぶなら，動機を隠さず，対等な立場に立たなければなりません。提供者と被提供者という概念は，特にエネルギー問題については人間の尊厳にかかってきます。エネルギーの要求は，万人の権利であって，特に核分裂，ひいては核融合によって得られるエネルギーについては，コーランに述べられている通り，万物の起源は神の秩序としての融合にあるのだから，なおさらです。ほかに国際協力があって，真にそれを必要とするならば，この精神に基づくものでなければなりません。最善の対応は，NPT体制の国をはじめ，同様な信念を持つ一国ないし多数の国と協力し，差し当たり，原子力の輸出に対して国際保障措置を実施することです。ただし，真の善意の増進を望むなら，これは好ましいやり方とは言えません。二重の科学技術努力を省いて人，年数を減らし，開発費を節約し，相手国の経験を利用することができます。

もちろん，数々の克服すべき微妙な問題もあります。原子力は社会的概念であるから，何らかの協定に達する以前に，相互の規準，機密，価値を十分に理解し，認識しなければなりません。これは政治であり，約束と危険のパラドックスでもあります。社会的概念であり，社会的概念は，どんな社会でも論議をかもすものであるから，議論の対象として捉えなければなりません。原子力科学の領域が完全に理解できれば，原子力科学は，創造の過程をのぞき込むものであるから，人間の人格の発達に新しいページを加えることになります。

アジア・太平洋地域は，原子力の技術水準の異なる諸国から成り立っているので，特にそのことが言えます。非原子力国から原子力先進国まであります。日本は原子力先進国の一例ですが，太平洋諸国は非原子力国であり，また核保有国による核実験の影響をまともに受けてきたという立場にあり，その結果，原子力，特に放射性廃棄物との係わりを望んでいません。核といえば，なんでも疑惑を生じます。

これら諸国のエネルギーの必要性と選択は，さまざまです。RCAの「提供」国の一つであるオーストラリアは，潜在的可能性があるにもかかわらず，エネルギー需要を原子力に依存していません。したがって，一方にはエネルギーの必要に迫られながら，生産手段を持たない国があり，他方には，工業化と技術開発によって，ほとんどあらゆる種類のエネルギーを確保する手段を持つ国があります。これらは，いずれも社会問題であり，議論の対象であり，西側に比べて，当然，対応は異なってきます。これらの国のほとんどが，現在原子力を持っておらず，最終的にはそれを求め，開発，特に工業化に必要な安価なエネルギーの長期供給を確保することになるでしょう。

最後に，原子力科学が政治であるばかりでなく，社会的，知的プロセスでもあることを，改めて強調しておかねばなりません。人間の発達という観点からすれば，これは，いわゆる「生命の喚起」に一致します。これは，イスラムの基本概念です。これは真理であり，真理は永遠です。それに対する理解は，時の経過とともに変わっても，それは変わりません。

これまで，われわれは，この科学とその技術を別個のものとみてきたが，現代人は，すでに原子力科学と他の社会との関係に係わっています。われわれの社会的責任が，いっそう痛感されます。

社会は，福祉と調和の追求を考え，苦痛，緊張，

悲しみ，いたるところにある無知の災いを排除するばかりでなく，社会自体の存続をも保障しなければなりません。不幸にして，これを達成する「現代的」方法は，武器の拡散に求められています。しかし，それでもなお世界には，何百万もの飢えに苦しむ，満たされない人々が残るでしょう。飢えと欠乏からの救済が約束されなければ，混乱はなお避けられないでしょう。

不幸にして，われわれの体制の性格は，われわれが生産を行なうのは，まずそれを必要とする需要を生み出すからだというだけのことのように思えます。これでは余力を持つことはできません。

最後に，次のような原則を基礎とすることを，すべての人々に訴えたいと思います。

(a) 神が人間に与えた尊厳
(b) 各国民にとっての世界平和の必要性とあらゆる侵略，抑圧の排除
(c) 科学，社会，経済の各分野で，人間の福利を目指す方向への呼びかけ
(d) 善行によって，人間の生活条件を改善し，救済を保障する訴え
(e) 人間の生活を腐敗させ，安全を脅かす悪行の禁止
(f) 「私は無知の時代――イスラム以前の時代――に，協定への加入を求められた（それは弱者を抑圧と侵略から守るためだった）。今，そのような協定へ参加を求められたら，私は参加するだろう」というマホメットの教えの実行
(g) 万事が，善の概念，理性の基準，科学の事実，精神の観念，人間の論理に従っていること

原子力分野の問題は，核兵器の縦横の拡散に対する恐れという観点から，すべて考えられてきました。主流を占める推進者は，横の拡散よりは「安全」だろうというわけで，縦の拡散を望んでいます。この裏には，恐怖があります。原子力が，武器の拡散を引き起こすという恐怖です。幸いにして，これは間違いだったことが判明しています。

IAEAの問題は，すべて規則を実行するものに不利となる保障措置にあります。これは，ある意味では効果がありましたが，疑惑と恐怖が世界平和維持の基礎になっているのでは，どれほどの効果と言えましょうか。いわゆる「新しいモラル」，「新しい倫理の法則」の進展もあります。

今後の協力は，すべて断片的なものではなく，原子力科学の全領域を含むものでなければなりません。アジア・太平洋地域は，決して太平洋諸国の二の舞いになるべきではありません。これら諸国は，原子力による人間破壊まではいかないまでも，自然破壊に至る寸前の，最悪の搾取状態に置かれました。一種の「原子力植民地化」によって，これら諸国が先進諸国の裏庭として搾取されることがあってはなりません。民族自決の主権は，尊重されなければなりません。これは，南北の政治的観点から，非常に重要です。

今後の協力は，信頼，善意，開放性を基礎としたものでなければなりません。

フェルテン　いくつかの国においては原子力がすでに産業段階に完全に達していることが，最近，国際原子力機関（IAEA）が取りまとめた原子力開発バランスによって，明らかになりました。それによると，1億7,300万kWの設備容量に相当する294基の原子力発電所が稼働している一方，1億9,000万kWに相当する215基が，1982年末現在，建設中です。

しかし，やはりIAEAの分析によると，原子力開発を推進しているのは限られた一部の国々だけです。その数は27ヵ国であり，主として高度な工業先進国で，原子力開発に最初から携わってきた国々です。

将来に関して言えば，主として発展途上国の需要急増のために，世界のエネルギー消費は増加する一方なのに対して，世界中の化石燃料資源（石油およびガス）は少なくなっていくのみであることが明らかです。この意味で，中・長期においては，原子力は広大な規模で化石燃料資源の有効な代替，または補完資源となります。この役割を完全に果たし，世界経済の安定に貢献するためには，原子力は世界中に広がらなければなりません。これを達成するには，先進国と発展途上国が相互に依存するような国際協力が不可欠です。

――この新しいエネルギーの開発に参入し，必要な経験を徐々に積み上げる機会がなかった発展途上国は，一定の原子力成熟度に至るためには，経験豊富なパートナーを必要としています。
――一方，原子力技術を開発した先進諸国も，部分的に原子力発電に依存している安定したエネルギー市場を確立するためにも，発展途上国の同意と参

加とを必要としています。

この国際相互依存は，政治の面においても技術の面においても，各パートナー間の相互信頼がなければ成り立ちません。

－政治的に各国は，核拡散を防止する目的で作られた国際ルールを明確に遵守するよう合意しなければなりません。核不拡散の約束がなされている限り，経験のある国々は，国内事情を理由に，発展途上国のパートナーたちに対し，その輸出政策を変えるべきではありません。

－技術的に，原子力開発に要求される長い期間を考えれば，輸入国は，必要がある限り，先進諸国を頼りにできるという確信が持てなければなりません。このためには，先進諸国が国内政治事情によって，その原子力政策を変えないことが必要です。

－道義的にも，発展途上国が援助を必要とする限り，先進諸国はこれを援助しなければなりません。

技術的な面から見て，エネルギー自立は原子力開発を通じて目指すものであるので，各国はある程度の原子力成熟度を達成しなければなりません。このような成熟度には，

－原子力関係諸分野における十分な科学技術知識

－安全および規制の諸問題に対処し得る国家行政体制の確立

という二つの条件が不可欠です。

この二つの条件を満たすためには，資格のある専門家が，まず海外の先進諸国で，それから可能な限り自国において，訓練を受けていなければなりません。そして，この他，

－原子力発電所の設計，運転および保守において十分に貢献し得る原子力産業をも，徐々に設立しなければなりません。

大体において，発展途上国の原子力成熟度は二国間または多国間の協定あるいは，OECD や IAEA のような国際機関を通じた国際協力によって，短期間に，しかも無理のない費用で，得られるのです。この協力は，訓練および研究開発から工業生産までの広範囲の活動を含むものですが，その具体的アプローチとして，次のような方法を挙げることができます。

－原子力発電所，または燃料サイクル工場のターンキー契約までも含む製品または役務の輸出

－受け入れ国の原子力計画の進展とともに増えて行く技術移転（ライセンス移転のような形で）で，原子力発電所の建設への受け入れ国の参加をも含むもの

－専門家の養成に続いて，場合によっては，先進国と途上国との共同研究開発

フランスの原子力事情は，国際協力のパートナーとしての立場を補強し得るいくつかの特徴を備えています。

－国内資源に乏しいため，フランスは日本と同様，エネルギー自立を確保するため，原子力分野全体にわたる活動を推進せざるを得なくなっています。そしてこの方針は歴代の政府に堅持されています。

－原子力開発の過程で，フランスは諸外国のパートナーに対し，ライセンスの受恵国としての立場とライセンス提供国としての立場を交互に持ったことがあるので，原子力国際協力については広範な経験があります。

－中規模国家のフランスとしては，財政能力も限られているので，主として工業開発する原子炉型の限定と建設される設備の標準化を通じて，その原子力計画のコストを可能な限り抑える必要がありました。

－原子力以外の分野においても発展途上国とかなり国際協力を行なってきたフランスとしては，これらの途上国が徐々にエネルギー自立を達成できるように，自国の原子力経験を提供する用意があります。

1970 年代初頭に始まったフランスの加圧水型原子炉(PWR)計画はその第一段階，すなわち 1972 年から 1981 年までの期間において，原子炉建設および燃料製造のために，フラマトム社と FBFC 社（フランス・ベルギー燃料製造会社）が，それぞれアメリカのウェスチングハウス(WH)社から提供されたライセンスに基づいていました。

この期間中，原子力庁(CEA)，フランス電力公社（EDF）およびフラマトム社は，次に掲げる二つの目標を目指して，いくつかの研究開発計画を推進しました。

－ライセンスの内容を吸収し，ライセンス提供側の技術的選択を一層把握すること

－フランスの技術の独自性に合致する新たな技術の開発

これらの研究開発活動のうち，特に論及すべきものは，WH 社，フラマトム社，EDF の 3 者が 1976 年に調印した協定に基づいた六ヵ年計画です。この計画の目標は，

－運転中，または建設中の原子炉の諸系統および構成部品の性能の確認と改善
－改良された，または完全に新しい材料，系統および部品の開発と品質検査を通じた，運転性能，信頼性，安全性，保守と経済性の向上

この協定の枠内で，4者が1976年から1982年までの間に支出した費用の総額は，9億フランス・フランに達しており，その割合は次の通りです。

●燃料	11%
●熱流体力学的安全性	6%
●機械・材料の面から見た安全性	10%
●蒸気発生器	50%
●計測・制御	6%
●その他	17%

フラマトム社の原子炉が建設および運転段階で示した満足すべき状況，並びに共同研究開発計画を通じて得られた優秀な成果は，ライセンス受恵者としての同社がフランスの原子力計画実施において，いかに実力をつけたかを証明するものです。このため，フラマトム社とWH社間の関係を，ライセンス提供者と受恵者との関係から対等なパートナー同士の協力に変えるべく新たな交渉が行なわれました。その結果，1981年に締結された新しい協定には，フランス独自の加圧水型原子炉技術の存在が認められています。

安全性に関しては，安全性試験の複雑さと費用のために，フランスは諸外国と同様，二国間または多国間協定，あるいは国際機関などを通じて，他のパートナーとともに共同試験計画に参加しています。
－二国間協力としては，CEAとアメリカ原子力規制委員会（NRC）との間のものがあります。この協定では，対等の条件に基づいて，それぞれのパートナーが相手の試験成果を入手できるようになっています。これによって，CEAは相手のLOFT（冷却材喪失事故実験）計画の成果を入手しています。
－多国間プログラムとしては，ヨーロッパ共同体（EC）がISPRA（LOCA関係研究）に設けたLOBI計画へのフランスの参加があります。

原子力設備の標準化はフランスのPWR開発計画の特徴の一つであり，それによって，フランスのパートナーになる国々にさまざまな利点を提供できます。実際，標準化には次のような利点があります。
－原子力メーカーが外国メーカーから受けたライセンスを吸収する一方，国家的研究開発を特定の技術的問題に集中させることが可能になること
－全国的な原子力産業の育成を促進し，最良の組織と生産方法の選択が可能になること
－費用および建設期間の低減
－あらゆる建設段階の信頼性を向上させること
－安全特性の向上に役立つこと
－最初の設備の建設および運転で得られた経験を，次の設備の設計に取り入れることができること。

しかし，フランスの原子力計画の経験によると，原子力設備の標準化による利点をすべて享受するためには，いくつかの条件が満たされなければなりません。
－建設期間も考慮に入れて，原子力計画は必然的に長期（約20年）にわたって計画しなければなりません。しかもその実施期間中に見直しを行なわなければなりません。
－設立される工業組織は，簡素で，かつ一貫していなければなりません。すなわち，可能な限り，設備の顧客（使用者），原子炉製造，原子力計画関連研究開発の主要部分の担当者，燃料サイクルの各段階の担当者などをそれぞれ一社，または一つの機構に限定すること。
－技術選択や安全面を担当する企業のレベルにおいても，また建設，運転に携わっている技術者のレベルにおいても，原子力開発に係わるあらゆる分野の専門家に対して予備訓練を行なうこと。
－他の経験あるメーカーから移転したノウハウを自国メーカーや部品メーカーが段階的に吸収すること。

効果的な技術移転に特に必要なものは，
－その国の既存の産業特性（方法，能力）に関する予備分析，
－自国で供給できる材料や役務，並びにその関連製造に係わる費用および時間などを明らかにする研究，
－原子力計画の各段階を実現するための費用および時間の明確化
－人員訓練あるいは特に原子力発電所の運転開始のような原子力計画各段階の推進に必要な技術的支援の決定。

フランスが原子力計画の実施によって得た技術的ノウハウは，次のような二国間協定および国際機関を通じて，自国の原子力計画に着手するパートナー国に提供できます。
－主にフラマトム社製原子炉を発注する諸外国との

間に締結されている二国間協定は，産業および商業契約を補完するものとして，相手国が適切な科学技術環境を確立するのを援助することを目指しています。その例として，エジプトや韓国との間に締結された協定があります。

－フランスが積極的な役割を演じているIAEAやOECDのような国際組織（技術者養成コース，国際会議，専門家会議など）

まず高速増殖炉に関する国際協力は，今日のこのタイプの原子炉を取り巻く世界情勢を反映した特徴を示しています。

－高速増殖炉は加圧水型原子炉のような工業レベルにはまだ達しておらず，2000年までに商業規模（約100万kW）の増殖炉建設を計画している国もわずかであること

－経済的にも魅力を持つためには，増殖炉はまだ相当の研究開発努力を必要としていること

－増殖炉技術は，原子力に関する相当の経験，ならびに進んだ産業環境が前提であること

これらの特徴のために，これまで，増殖炉開発に必要な大規模研究開発は，高度先進諸国に限られてきました。そして，多くの場合，このような先進国のいくつかが，二国間，または多国間協定の枠内で，その努力を共同して推進してきました。1950年代の終り頃に高速増殖炉関連作業を開始したフランスも，欧州諸国間の協力というアプローチによって，その高速増殖炉計画を進めてきました。

高速増殖炉開発のため，ヨーロッパのパートナーは，二段階の協力協定を結びました。

－フランスとイタリアの間，並びに西ドイツ，ベルギー，オランダの間に，それぞれ締結された特殊協定

－フランス，イタリアと西ドイツ，ベルギー，オランダの三国連合であるDEBENEとの間の一般協定

フェニックスの運転開始後の1974年に調印されたフランス・イタリア間の諸協定は，両国の高速増殖炉開発の完全な連結を目指すものです。

－研究開発に関しては，CEAとCNEN（ENEAの前身）とが締結した15年間協定は，両機関それぞれの研究開発計画の調整と共同研究の実施を目的としています。このうち特にナトリウム火災の研究に向けられたESMERALDA計画があります。

－フランスの高速増殖炉概念のライセンス所有者であるCEAは，イタリアのメーカーであるNIRA社とライセンス協定を結んでいます。

－CEAおよびイタリアのAGIP-NUCLEARE社との燃料製造協定により，高速増殖炉燃料の製造および製造工場の建設と運転などに関するノウハウが後者に提供されています。

第一段階において，スーパーフェニックス建設を目指すため，1977年に締結されたフランス，イタリアとDEBENEとの諸協定は，次のような分野での協力を規定したものです。

－研究開発：ノウハウの完全交換，研究開発計画の調整，そして共同行動の実施です。この本格協力の典型的な例は，フランス，イタリア-DEBENE協力の枠内で，カダラシュで行なわれている商業規模炉心の中性子研究のためのRACINE計画です。

－特定の過程に従って行なわれるシステム・ノウハウのプール。このプールされたノウハウを商業化するため，特別の会社が設立されています。

－産業協力：フランスのノバトム社は，イタリアのNIRA社，西ドイツのINB社との間に，高速増殖炉設計研究，エンジニアリングおよび建設について，協力契約を結んでいます。

この欧州協力の成功例は，ヨーロッパ電力各社が設立したNERSA社（EDFが51%，イタリアのENELが33%，DEBENEのSBKが16%，それぞれ出資）が1977年に発注し，クレイ・マルビルで建設が完成しつつあるスーパー・フェニックスです。この発電炉は，1984年末には運転開始できる見通しです。

ヨーロッパのパートナー諸国と始めたこのような高速増殖炉開発の緊密な協力関係の他にも，フランスは，アメリカ，ソ連，イギリスのように，この開発に携わっている他のいくつかの国々とも協定を結び，情報の交換を進め，いずれは研究開発の共同実験をも促進しようとしています。このうち，CEA，BMFT，日本の動力炉・核燃料開発事業団（PNC）間の協定によって，最近，CEAとPNCとの間に実り多い情報交換が可能になりましたが，特に日本でもかなり研究されている耐震問題および構造材料の研究と認定という二つの重要テーマを指摘することができます。この協定は，日本やフランスで共同実験を行なうことによって，さらに発展させることができます。

フランスとヨーロッパ諸国と締結した各種の協定の主な部分は，安全対策研究に占められています。

前記の各種協定に従って，イタリアとDEBENE参加の3ヵ国と共同で行なわれている研究は，

－高速増殖炉運転の安全面（たとえばピン・クラッド故障，パワー過渡など）

－事故状況（たとえば設計上の事故，サブアセンブリー事故，ナトリウム火災など）

に関連したものです。

より大規模な国際協力の一環として，フランスは，燃料サブアセンブリーのパワー・エクスカションの影響を調査するための，CABRI炉を使用して，大規模な実験計画を開始しています。フランスの協力相手国は西ドイツ，日本，イギリス，アメリカです。

原子力に関して完全な独立を実現するため，フランスは燃料サイクルの諸段階に関連する工業技術を開発してきました。国家的レベルで開発されたガス拡散法によるウラン濃縮技術と燃料再処理技術は，それぞれユーロディフの濃縮工場の建設，運転（全出力；1982年に1,080万SWUを達成）のため国際諸取り決め，並びにコジェマ社が諸外国の電力会社と結んだ再処理契約に発展しました。いくつかの場合，相手国が核不拡散に関する国際的ルールを守るという条件のもとで，これらの技術および関連エンジニアリングのノウハウを外国のパートナーにも提供できます。

－ウラン濃縮については，フランスは小規模工業プラントでテスト済みの化学濃縮法を開発しました。1990年代までに，フランスあるいは外国で25万SWUクラスの工場を建設できるよう作業を進めているところです。

－燃料サイクルのバックエンド部分に関して，CEAはBNFLと研究開発の協力協定を結んでいます。1981年末に，再処理方針が国会討論を通して確認されたことを受けて，フランス政府は，ラ・アーグにおける再処理の現状を検討し，将来の再処理工場の望ましい改良を提言する特別委員会を設立しました。これが一般に「カスタン委員会」（Commission CASTAING）と呼ばれるものです。同委員会の主な結論は，以下の通り要約できます。

○ CEAグループは，満足すべき稼働率と安全性のもとで，酸化物燃料の再処理を工業レベルで完全にマスターしています。年間約250 tというラ・アーグ工場の現在の再処理能力は，1980年代末にUP2 800とUP3の新工場が稼働すれば，大きな問題もなく年間2×800 tにまで高めることができます。

○しかし，これらの新しい工場には，特に作業員の被曝低減および放射性放出物の影響の低減のため，かなりの改良の余地があります。

○やり直しのきかない処分が行なわれるまえに，アルファ汚染物管理（汚染物の特定，地下処分の環境への影響など）の改良のための研究開発を，まだかなり実施しなければなりません。

○より長期的観点に立てば，再処理技術は，マイナー・アクチニドの分離を含めることによって，改良することが可能です。

○使用済み燃料の管理に関する選択に必要なすべての情報を得るため，CEAは，その研究開発の一部を長期冷却（約40年間）後の再処理，燃料貯蔵，新廃棄物技術など他の技術にも向けるべきです。

－高レベル廃棄物に関しては，CEAが開発し，マルクールのAVM工場で工業レベルのテストを済ませたガラス固化技術は，西ドイツ，ベルギー，イギリスなどの外国パートナーに移転されています。

原子力計画を開始する国にとって，次のような問題が起こります。

－どのような原子力専門家が必要か。

－優秀な専門家を養成するためには，どのような訓練が必要か。

－そのような訓練は，どこで，どのようにして，得られるか。

どのような専門家が必要かを考慮する際，原子力分野のいくつかの特殊な様相を考慮に入れなければなりません。

－原子力計画の実施に関連する分野は相当広く，原子力発電所の設計，建設および運転に直接係わる当然の分野の他にも，エネルギー計画，核燃料の運搬，放射線防護など無視できない部門があります。

－原子力産業の特徴は，プラント許容度，品質保証などについては，一般産業よりも大体の場合において厳しい水準を要求されています。

－他のいかなる産業においてもそうですが，原子力産業では，問題の分析や装置の設計を担当するエンジニアや科学者の理論的知識のみならず，各種の作業を行なう技術者や作業員の実際的知識も必要です。

エンジニア，技術者，作業員などのあらゆるレベルの原子力専門家の養成には，明確に区別しなけれ

ばならない三つのステップがあります。
－高校，大学，理工系学校や専門校などで実施している各責任レベルに適した一般的技術教育
－専門機関が実施する基本的原子力教育
－部品製造，原子炉運転，安全分析，健康診断など特定の作業に特に適した専門訓練で，それぞれの作業を担当している産業が実施するもの

これに関して，フランスは毎年約1,000名の外国人訓練生を各研究所，または原子力産業の全般の分野を教えている「国立原子力科学技術学院」に受け入れています。

専門的原子力訓練は，大体において，二国間協定の枠内で提供されています。フランスは，そのような訓練をCEA，またはCEAの産業外郭機関のような国立機関，あるいは，特に原子力発電所の運転に関しては，EDFを通じて行なっています。このような訓練は，原子力発電所の建設，運転，安全性，保守などを中心に，原子力産業のすべての専門分野を網羅している一方，原子力の生産と関連の燃料サイクルに関する全技術を獲得した国の経験をも利用できるのです。

最後に，原子力専門家の養成に要求される次の諸項目に注意しなければなりません。
－一般的技術のレベルから最も特定な原子力関係問題まで，あらゆる需要を明確に定めること
－これらのニーズを企画する際には，完全な養成は，上記の三つのステップも含めて，時間がかかるし，あるステップから次のステップに進むたびに，人数が必然的に減ることを考慮に入れなければならないこと
－訓練の効果を確かにするため，あらゆるステップの訓練，養成を十分に把握すること
－養成された原子力専門家を専門的訓練に任命する際，前もって当人の最終ポストを知っておくこと

これらは実際，効果的な訓練，養成を実現するために必要な計画的かつ慎重な管理を条件としていますが，残念ながら，この条件は往々にして，訓練する側にも訓練される側にも無視されがちです。

必ず訪れる世界的な化石燃料資源の不足の中で，逆に増える一方の世界のエネルギー需要に対処するため，原子力は，21世紀において，世界中の主要なエネルギー源にならなければなりません。

この目標を達成するためには，最も経験の豊かな国々と発展途上国との緊密な国際協力を通じて，後者に原子力を開発するのに必要なあらゆる科学技術ノウハウを提供しなければなりません。

このような完全な相互信頼に基づく国際的な相互依存は，専門家養成，研究開発，産業協力など，あらゆるレベルで行なわれなければなりません。

フランスは，歴史的理由，または政治的理念に基づいて，さまざまな分野において発展途上国との国際協力に深く係わってきました。これらの国々が自国の原子力計画に着手したければ，フランスとしても，その原子力に関する経験を提供する用意があります。

原子力開発に関する特殊な立場によって，フランスは，諸外国のパートナーに提供できるような，すべての原子力分野やあらゆる形の国際協力について，特に豊富な経験を持っているのです。

セトナ　発展途上国の多くは，ここ30～40年の間に独立を獲得してきました。産業革命も，その後の進歩も経験していません。こうした国々の多くは農業国で，その生産方式のほとんどは原始的です。エネルギー生産および消費のための基盤は非常に小規模で，その天然資源は，まだすべて確認されたわけではありません。ひと握りの先進国が世界経済を動かしている戦後社会で，独立国として登場した発展途上国は，石油危機の衝撃および原子力開発の技術面，経済面，政治面に対する大国の影響を免れることはできません。石油危機の際，既存のエネルギー源が頼りにならないことが明白になりました。そして，代替エネルギーとして原子力発電を採用しようという試みは，インフラストラクチャーの欠如という自らの限界に突き当たるのです。先進諸国からの協力は，しばしば受け入れ難い条件への服従を伴います。

先進国での原子力開発のための技術的な需要は，それまでの産業経験および専門知識の強化，応用によって，満たすことができました。発展途上国には，そのようなインフラストラクチャーが存在しません。インドでは，製鉄所と原子力発電所の建設に着手した時期が10年と離れていません。最初の三つの製鉄所はそれぞれ，ソ連，西ドイツ，イギリスの援助により建設されました。この経験によって，次に続く製鉄所の設計，建設の際には，より多くの部分を自国で担当することができました。設備の多くは自国製ですが，まだいくつかのものは輸入しなけれ

ばなりません。これらは貿易という形で入手できるわけですが，設計や技術の向上のための先進国からの協力によって，より効率的な資源利用が可能になるのです。

既存の技術や物資に加えて，原子力開発は，より厳密な設計書と新しい物資を必要としてきました。核物質を原子力産業で利用するには，これまでにない厳密さが必要とされました。品質管理・保証が求めるものは，必要であるとか，実用的であるという考えを超えたレベルに達しました。こうした領域での先進国および発展途上国における発展は，先進国の方がより速いことは確かですが，現在，進行中のものです。インドにおける原子力産業用のウラン，ジルカロイの生産は，製鉄部門が西洋に1世紀以上遅れているのに比べて，たった10年遅れているだけです。政治的配慮にまどわされなければ，こうした領域での国際協力は，東西両派にとって等しく有意義な形で行なわれるはずです。たとえば，インドでは，質的に世界の最高レベルに匹敵するPHWRとBWRの装置の中で，冷却系，およびその他ハードウェア機器と同じく，燃料被覆用のジルカロイ管を製造しています。

より大きな装置を製造するに当たっては，不自由だけれど越え難いインフラストラクチャーの限界があります。技術，経済に対する十分な配慮に基づいた国内の努力と輸入とがうまく溶け合えば，原子力発電の発展は，より迅速であったでしょう。

国際協力や通商がないと，発展途上国は経済的に苦しい状態になります。なぜなら，最初から運転量に限りがある上に，財源が限られた場合，特に規模を大きくして経済性を高めるということができなくなるからです。一方，協力を行なうことは，関係国の得意な点を最高に活かすことになり，経済面でも非常に助かります。世界的な石油危機と，それに続くインフレが，すべての国々が経済的に依存し合っていることを明らかにしました。その世界経済の弱点を協力というもの，特にエネルギー面での協力で，緩和することができるのです。

原子力発電所の設計，建設に関する国際協力は，現在，先進国間にしか存在しないような協力に限られてきました。そのことは，ここ30年間，発展途上国のエネルギー事情に非常に不利な影響を与えてきたと同時に，先進国も国内市場での原子力の経済性を結果的に高めることになる輸出の機会を逃してきたわけです。

核燃料供給の協力に躊躇する態度は，ある程度理解できますが，原子炉機器の供給および技術協力に対する消極的な態度は，自滅的行為です。核拡散の懸念および原子力反対運動は別として，自由な国際協力や通商が行なわれないことが，有効で経済的な代替エネルギー源としての原子力発電の発達を妨げてきました。

この点について，インドの経験から教訓を引き出すことができます。インドにとって，原子力の分野での最初の国際協力は，フランスとの間のものでした。モナズ石（monazite）からの希土類とトリウムの生産を行なう工場を始まりとした健全な関係が，インド初の高速増殖実験炉の建設において，非常に実りの多い協力へと発展したのです。インド・アメリカ間，インド・カナダ間での原子力発電所建設のための技術協力は，原子力という高度技術に関して，どのように協力すればうまくいくかの良い例でした。この精神が世界中で十分に理解されていたなら，原子力の歴史は変わっていたでしょう。こうした協力協定の運命の歴史は，協定参加国の一部の国々の考え方の変化によって，作られてきました。

幸いにして，インドは，独自の原子力開発を急速な勢いで進めることに伴って起こる諸問題に対して，備えができていました。それは，確かにインドの発展の現段階ではある種の負担でした。まるで自動車を再発明するように，他国では十分に開発済みの技術を発展させるために，インドは貴重な資源を回さなければなりませんでした。

インドとの協力は，一方通行にはならなかったでしょう。原子力に関してインドが必要としているものは，多くの発展途上国にとって共通のものです。こうした国々はエネルギー分野での基盤が小さく，それだけでは小規模の原子力発電所や関連施設しか維持することができません。この方面でのインドの努力は，他の発展途上国にとって良い参考になると思います。原子力産業の市場を拡大し，コストを下げ，世界的な産業の発展を促進するような多国間国際協力が，先進国と発展途上国の間に存在し得るのです。

慎重な技術評価よりも，むしろ狭い政治イデオロギーに基づいた核拡散への見当違いの懸念が，国際的な原子力協力の主な障害なのです。こうした状況が，発展途上国に住む多くの人々の向上にとって，どうしても必要な有効な代替エネルギー源である原子力発電の将来を脅かしているのです。

レーア　原子力の持つ非常に大きな経済的可能性から得られる利益を発展途上国に対して分かち与えるためには，国際協力の入念なネットワークの確立が必要ですが，国際協力ネットワークは数十年以上前から展開され，現在のような世界的体制にまで発展してきました。

原子力開発の第一段階では，原子力技術を持つ国は少数に限られていましたが，その後，情報交換と，この新しいエネルギー源の輸送と蓄積が盛んに行なわれる時期を経て，エネルギー供給システムの中に原子力を持つ国が着実に増えてきました。原子力の経済的，財政的，および政治的影響を反映した数多くの国際協力協定も結ばれています。これらの協力は科学的，通商的，および政治的要素を総括する必要から生じたもので，科学者，産業界，および政府からの多くの協力者が参加してきました。

原子力関係の新しい国際問題に直面するに当たっては，これらの過去の協力の結果を軽視してはなりませんし，また，協力を失なうような危険を冒してもならないと思います。原子力の平和利用と研究の分野における現在の国際協力体制は，他の技術分野におけるそれと比較して，はなはだ顕著です。

西ドイツの場合，20ヵ国と40件以上の協定を結んでいますが，こうした二国間協定の他に，IAEAは原子力平和利用技術，特に保障措置の分野の促進で中心的役割を果たしています。

1970年代の後半には，核拡散問題が表面に現われるとともに，国内的レベルと国際的レベルの両方で原子力に対する公衆の関心が高まってきて，これが大きな問題となってきました。

このように公衆の警戒心の高まりにもかかわらず，自国のエネルギー供給を確保する手段としての原子力の利用を自発的にやめようとする国は，皆無です。また，国際協力の入念なネットワークが，原子力発電によるエネルギー供給および核不拡散などの問題の解釈の違い，あるいは解釈の不一致のために，弱体化するような動向もみられません。

多くの発展途上国が原子力発電所だけを核燃料サイクルの他の部分から切り離して輸入することを望んでいないのは，明らかです。発展途上国は原子力発電所を核燃料サイクル全体の中の一部分とみなしているのです。これらの国が核燃料サイクルのすべての構成部分を入手したいと願っているのは確かです。それに対しては，このような機微な施設の悪用を断念させるための保証や保障措置が必要です。この問題を深く考えなければ，ここで私が「国際原子力協力の新しい体制」について述べる必要はないかもしれません。しかし，私は国際協力体制をさらに発展させていくことが大切であると考えます。それは国際原子力関係の基盤を確固としてこそ，われわれは前進できるからです。

西ドイツの原子力技術開発は比較的遅く，1956年に開始されましたが，その後，外国の原子力技術の進歩に早く追いつくことができました。

これによって得た経験は，諸外国，特に第三世界の諸国が原子力開発を進めるに当たって，助言を行なうのに十分役立つものでした。通常，技術的ノウハウは専有されるので，民間企業の手で通常の商業経路を経て移転されるのですが，原子力技術の移転は，通常の商取引と異なり，多くの理由から両国政府の積極的な支援が必要です。

まず第一に，被供給国のエネルギー供給システムの中で，将来，重要となる原子力の役割は，可能な限りのオプションを検討した後，長期エネルギー計画の中で明らかにし，定めていかなければなりません。開発途上国にとって原子力が重要な役割を果たすであろうことに疑いはありませんが，しかしながら，その経済的可能性とエネルギー需要については，十分研究するべきです。長期エネルギー計画とその政策決定の過程においては，被供給国政府は，多くの点で供給国の援助と助言に助けられるでしょう。特に，国家のエネルギー供給システムへ原子力発電を取り入れること，および核燃料サイクルのさまざまな問題の取り扱いは，政府の深い関心事であり，かつまた政府の責任において行なうことでありますが，それに当たっては，緊密な協力関係や経験による情報の交換が，多くの問題を克服するのに役立つと思います。

第二に，人材，経済的および財政的問題に関しては，供給国だけでなく被供給国側においても，長期契約を考慮するべきです。このような長期契約によってのみ，政府間の健全な長期的相互理解の基盤が築かれるのだと考えます。契約に当たる政府間の決定に至る前提条件として，政府間の安定かつ信頼できる関係が成立しなければなりません。

第三に，原子力技術は，資格を与えられた民間の

研究，開発および技術訓練の環境の中で進められるべきです。民間レベルでは，特に共同事業を行なうことが技術的知識，熟練，能力などの移転を成功させる方法であると考えられます。

適切な産業構造の確立に対する政府の支援は，民間投資と共同事業に都合の良い条件を作り出すだけに限定されますが，研究開発および訓練機関は，主として公共資金と積極的な政府の援助とに依存しています。ですから，この分野での助言と援助は，政府間協力の主要項目に入れなければなりません。

さらに過去の経験から，研究開発における協力は，相互理解を深めるのに非常に効果的な手段であると言えます。ですから，政府は，このような協力を，科学的および工業的な努力に刺激を与え合うことからくる利益のためだけでなく，柔軟かつ効果的な信頼関係を確立する手段としても，育てていくべきです。このようにして西ドイツは，他の工業先進国と緊密な関係を保ちながら，この分野での国家計画の開発に成功する条件を整えた発展途上国の12ヵ国ほどと，好結果の原子力研究開発協定を結びました。この協力体制の中で，毎年数百人の原子力科学者や技術者の交流が行なわれています。さらに協力国の中の何ヵ国かには，高度に複雑な研究開発機器や施設を供給することによって，援助を行なってきました。

最後に，といっても最も小さい問題というわけではありませんが，政府は安全性および核物質防護のための効果的システムを確保しなければなりません。規制と監督の手段のため，また非常に優秀な人材の訓練のために，首尾一貫した法律と体制を創り上げ，管理するには，政府間の密接な協力が要求されます。

憲法と行政の機構には，それぞれ国によって違いがあるので，協力への努力を始める方法やその実施の仕方もそれぞれに異なり，世界に共通な唯一のモデルというものはあり得ません。多くの場合，両国のそれぞれの側に多くの異なった民間，政府，および半官半民の諸団体が参加し，そのために協定や相互連絡のネットワークも複雑になります。ですが，指摘した問題のすべてに対処するためには，このネットワークに次の三つの主要な契約上の連繋が必要です。

1．機器およびノウハウの移転を伴い，民間の権益，民間投資，および財政的負担を含む問題のすべてを処理するような民間レベルでの商業協定

2．原子力の平和利用および核不拡散の保証に関するすべての権利と義務を規定し，この協定下において移転する項目については，供給国が輸出ライセンスを与えることを明記した政府間の協定

3．従来の協定の範囲を越えるような政府間協力の実施を必要とします。実際的な目的から，通常，政府レベルで一般傘協定（general umbrella agreement）が結ばれるが，これは，大学，研究機関，行政機関などの間で結ばれる多くの特殊な双務協定の開始と進行を処理する取決めです。

明らかに，大規模な原子力技術の移転を実施，推進するには，二国間協定が主要な手段となります。しかし，このような技術移転は，多国間的考えに基づく原則や方法および実施手段に依らなければならないし，また，それによって支援されることになります。この問題に関して，IAEAの重要性については，改めて言うまでもありませんが，NPT，INFCE，およびロンドン供給国ガイドラインなども重要です。さらに，多国間協定は，研究開発や実証のために必要な，コストの高い施設の建設および運転に対する負担を分散させるのに有効な手段であるとする考えが広まりつつあります。

1970年代後半には，原子力輸出，特に機微な技術の拡散に厳しい制限を加える核不拡散政策の時代に入りました。

やがて，原子力の商取引や協定は，供給国が被供給国の原子力の必要性と，その保持能力を信頼しない限り，成立し得ないことが世界的に認められるようになったと私は考えます。供給国政府の干渉が原因で消費国のエネルギー供給に不確実さが生じることは，最低限に止める必要があります。ここで申し上げておかなければなりませんが，西ドイツ政府の見解としては，効果的な核不拡散政策については疑うべきではないと考えています。核不拡散政策は，地域的および全世界的な安全保障の維持には必要です。

INFCE以来，国際的な原子力協力の拡大における現実の課題は，核不拡散および供給保証の両方を満足させる方法の発見にあることが一般に認められています。明らかに核拡散に対する保障措置と供給保証は補完的で，いわば一枚の貨幣の裏表のような関係だと言えます。

この問題についての論議は，IAEAの供給保証委員会（CAS）によって現在も続けられていますが，西ドイツ政府としてはCASが信頼関係の確立とい

う重要な性格を持っていることを認め，この委員会の活動を積極的に支援していく考えです。われわれは根気よい交渉によって，各国に受け入れられて，かつ有効な結論に到達できると信じています。

自明のことですが，現在は以下の主題のもとに，多くのモデルについての論議が続けられています。すなわち，

－国際プルトニウム貯蔵
－使用済み燃料の国際管理
－ウラン緊急供給メカニズム

です。

どの場合にも種々のモデルが考えられます。もちろん，もし具体的モデルを設計しなければならないとすれば，多くの主要問題の妥協点を見つけるのは容易なことではありません。さらに，そのようなモデルができて実施するとしても，今後に発生することが予想される新たな要求に備えて，段階的に行なうことが望ましいと考えます。

受け入れられるような解決策は綿密に作り上げることができ，それによって供給保証が改善されるとともに，核拡散の危険も減少するであろうと私は楽観していますが，この考えは，国際協力形態に存在する制度，機構が持つ有利な点に基礎を置くものです。小規模の原子力計画を持つ国々にとっては，特にこのような国際協力機構は有利でありましょう。核燃料サイクルの施設の建設および運転に必要な資金は，新しい施設ほど巨額となってきているので，先進工業国の間でも国際的共同施設を増やそうとする傾向があるので，この種の施設は多くなるものと考えられます。

ここで，最後に技術的および行政的手段のみが核エネルギーの悪用を防ぐことができるのではないことを申し上げたいと思います。その他に，国際的不一致の分野を減らし，国際緊張関係を緩和するような，広く国際的コンセンサスの得られる政策が必要です。保障されたエネルギー供給は，経済的および社会的発展のための重要な因子であるだけに，国民の関心の的となってきています。原子力は国家のエネルギー供給に大きく貢献することができます。この点からみて，原子力技術の輸出制限から，どのようなリスクが生まれるかは明白です。また他方，供給国側としては，原子力には危険な面が非常に多いので，機微な技術の供給に当たって，無条件で渡すということは期待できません。これを被供給国の主権の侵害であるとは言えないでしょう。

国際原子力通商と国際協力は，細かい法律上の問題は別として，すべての国が相互理解と相互信頼の環境作りに努力することによってのみ，将来の展望が開けるのだということを申し上げたいと思います。

キム　十分に理解してもらうために，韓国の原子力需要をはじめ，原子力計画推進の全責任を負う韓国電力公社（KEPCO）の国際協力活動の状況について簡単に紹介した後，発展途上国と先進国の国際協力のあり方について，私見を述べてみたいと思います。

世界的な長期不況のため，原子力産業は低迷しています。しかし，韓国は，積極的に原子力開発を続ける諸国のなかに数えられています。その主な理由は，韓国には，国内需要を賄うだけの国産エネルギー資源がないことにあります。

現在，石油価格は下降気味ですが，この傾向は一時的現象と考えられます。韓国のようにエネルギー資源に恵まれない国としては，原子力利用を今後さらに進め，安定したエネルギーの供給源を確保していくべきだと思います。

1978年以来，出力58万7,000kWの韓国原子力発電所第1号機の運転は順調で，設備利用率は徐々に向上しています。他に2基が，近い将来，商業運転に入る予定で，現在，各種の運開テスト段階にあります。

それぞれ出力95万kWの発電炉6基が，現在，建設中です。総原子力発電容量は，940万kWに達し，1991年には，総発電設備容量の39.7%を占めることになります。

これまで，われわは，原子力平和利用を基本に，外国機関との協力関係の強化に努めてきました。この努力の結果，韓国の原子力計画の実施中に起こった多くの問題を解決することができました。

KEPCOの国際協力活動は，5ヵ国との技術情報交流計画，2ヵ国との技術者派遣計画，2ヵ国との海外機関参加の三つに大別できます。

1．技術情報交換計画の相手は，
　a．カナダのオンタリオ・ハイドロ社
　b．中華民国の台湾電力会社
　c．アルゼンチン原子力委員会（CNEA）
　d．ベルギーの電力会社

e．日本の電源開発株式会社

2．技術者派遣計画の相手は，

a．中華民国の台湾電力会社

b．日本の九州電力株式会社

c．日本の海外電力調査会

3．海外機関参加の相手は，

a．アメリカの原子力産業会議（AIF）

b．アメリカの原子力事業協会／原子力安全分析センター

c．アメリカのウェスチングハウス・オーナーズ・グループ（WOG）

d．アメリカの原子力基準情報センター

e．カナダ原子力協会（CNA）

となっています。

以上の協力取り決めの結果，大きな利益があったとはいえ，迅速な連絡の難しさ，地理的な距離の大きさ，相手国との文化的差異による考え方の相違などのために，実際の経験，技術の交換に一定の制約があることも否定できません。

国際協力活動に関する韓国の経験からみれば，日本と台湾はいずれも隣国なので，この両国との間では，最も効果的な協力が可能だったと言えます。

上述の通り，世界の経済不況と省エネルギー政策のため，石油価格は下落気味になっています。しかし，これは長くは続かないでしょう。

今後，原子力産業の開発に向かうアジア諸国は，さらに増えるものと思われます。しかも，アジア地域では，習慣，文化，哲学が非常に似ており，諸国間の地理的な近親感もあるので，この地域に参加国の便宜を図る国際機関を設けることは，極めて容易でしょう。

原子力産業の先進国のアメリカでは，建設計画の遅れ，複雑な許認可手続き，高金利などのため，このごろでは原子力プロジェクトの経済的メリットが失われています。アメリカの規制当局には，許認可の改善措置を取る動きが見られますが，改善の実現までには，かなりの時間と努力を要するでしょう。

これに対して，地球のこちら側にあるもう一つの先進国日本は，原子力産業に20年以上の経験を持ち，アジア地域の協力活動を進める財政的，技術的能力は，成熟の域に達しているものと思われます。

このことから見て，アジア地域の諸国間の協力関係促進が，非常に望まれています。そこで，各国の原子力産業会議ないし電力会社のような産業組織を集めて，一種の地域協力機関を設けることを提案したいと思います。

この地域原子力機関は，参加国の同意のもとに命名され，次の各分野に対処するものとします。

－廃棄物処理

－プラント情報の交換

－燃料サイクルのフロントおよびバックエンド

－放射線緊急対策

－その他各国の関心分野

さらに，上記各団体の定期会議の開催も提案したいと思います。

新関　過去四半世紀において，日本の原子力開発利用計画は着実な進展ぶりを示し，現在稼働中の原子力発電所は全部で24基，総出力で1,717万kWとなりました。世界中で現在運転中の原子力発電所は合計281基，総出力は1億8,096万kWですから，日本はその1割近くを占め，アメリカ，フランスに次いで世界第3位となっています。さらに高速増殖炉，新型転換炉(ATR)など新型炉の開発や，濃縮，加工，再処理といった核燃料サイクル関連事業も発展しつつあります。

このような状況のもとで，わが国の内外において，原子力分野における日本の先導的役割に期待する声が高まってきたのは当然と言えるでしょう。

原子力基本法は，わが国における原子力の研究，開発および利用が平和目的に限られ，その成果を公開し，進んで国際協力に役立てることをもって，基本方針としています。これまで日本は主として先進諸国との協力に重点を置いてきましたが，自国の原子力開発のための安全保障という観点に立つ先進諸国との国際協力のみならず，今後は開発途上国の原子力開発利用にも積極的に協力する必要があります。

原子力委員会は，目下，開発途上国との国際協力をどのように進めるべきかについて，官民の関係者を集めて検討中ですが，以下にこの問題に関する私の個人的な見解を述べたいと思います。

日本はこれまでも，IAEAの「原子力科学技術に関する研究，開発および訓練のための地域協力協定（RCA）」の枠内でアジア・太平洋地域（13ヵ国が参加）を対象として，主としてラジオアイソトープ，放射線利用の分野において，技術，財政の両面にわ

たり各種の協力を行なってきました。RI，放射線利用は，開発途上国においても，農業（食品照射，品種改良など），工業(非破壊検査，各種計測，滅菌など)，医学（各種診断，治療など）等の分野で，極めて有益であり，RCAプロジェクトに対する日本の協力は，一般に高く評価されています。

しかしながら，最近になり，これらの諸国においても，原子力発電に対する関心が高まり，研究炉を利用しての基礎研究から原子炉の安全性，原子力発電所の運転，保守，訓練，緊急時対策，廃棄物処理などに至るまで，わが国の技術協力が期待されるに至っています。

わが国としては，こうした開発途上国の要請に応え，原子力先進国としての国際的責務を果たす必要があるが，その場合，特に次の諸点について考慮を払うべきでしょう。

まず第一に，開発途上国における原子力開発利用には種々の段階的な相違（レベルおよびテンポにおいて）があることに注目しなければなりません。国によっては，発電用原子炉の運転をすでに開始しているし，また原子力開発が基礎研究とか，RI，放射線利用の分野に限られている国もあります。しかし，なかには原子力の導入それ自体が時期尚早とみられる国もあり，この最後のグループが開発途上国の大部分を占めています。したがって，開発途上国に対する原子力協力は，それぞれの国の開発の程度に応じて，行なわれなければなりません。

そのためには，何よりもまず，相手国の要望を知るとともに，インフラストラクチャーの問題を含め，原子力に対するニーズの妥当性を客観的に評価し，必要と思われる協力を行なうことが適当と思われます。

元来，原子力は極めて複雑，かつ高度な技術であり，特に原子力発電の場合，その開発には基礎研究から実用段階に至るまで長期のリードタイムを要し，それだけに慎重な対策が必要であり，このプロセスを省略し先進国から既製品を導入して一気に原子力発電を行なうとすれば，不本意な結果を招く恐れなしとしません。日本も，過去において外国の原子力機器の導入に当たり，幾多の苦い経験を持っています。すでに原子力発電に着手している途上国の場合，共通の悩みは，自国の原子力開発に必要な人材の不足，インフラストラクチャーの不備，資金不足といった基本的な問題を抱えています。もとより，人材不足やインフラストラクチャーの不備は，何も原子力に限ったことではなく，多くの開発途上国にとって，社会経済開発のほとんどすべての局面に見られる現象であるが，とりわけ原子力のように，その取り扱いを誤れば，人体および環境に危険を及ぼす恐れのある技術の場合，事態は一層深刻と言わねばなりません。万一不測の事態が発生すれば，その国ばかりでなく，原子力を開発利用している世界各国，特に近隣諸国に大きな影響を及ぼすことになります。

相手国の実情を見極め，現実のニーズに対応した協力を行なうべきであり，先進国が自国製品の売り込みに急で，相手国のエネルギー事情や科学技術水準に対する十分な配慮を欠くような場合には，折角の協力が逆効果を生むこととなりかねません。

次に重要な問題として，核拡散防止に対する配慮があります。原子力協力がRI，放射線利用に限られている場合は，技術移転も核不拡散上まったく問題にならないが，国際協力が研究炉，発電用機材から濃縮，再処理などの核燃料サイクルの分野に近づくにつれて，核不拡散政策との関連で十分慎重な考慮を払う必要が生じてきます。

ただし，何が核拡散につながり，何がつながらないかの判断は，国際的に広く受容できる基準によるべきであって，一部の供給国のように国内法または政策によって一方的に国際基準を明らかに上回る厳しい規制を課すことは，原子力平和利用と核不拡散の両立を図るというIAEAの基本理念にもとるものです。

開発途上国への協力の場合，その国が核不拡散条約(NPT)に参加しているかどうか，あるいはIAEAのフルスコープ保障措置を受けているかどうかは，重要な判断の基準となるでしょう。日本としては，特に密接な関係にあり，しかもNPTに加盟しているアジアの近隣諸国に重点を置いて，原子力協力を進めていくのが適当と考えています。

原子力協力の国際的枠組みとしては，言うまでもなくIAEAの役割が重要です。「新しい秩序」を論ずるに当たって，現在有効に機能している国際協力の「古い秩序」のもとに「新しい秩序」を確立することが適当であるというセミョーノフ氏の指摘は正しいと思います。国際協力は，過去の実績の積み上げのうえに，ステップ・バイ・ステップで行なわれなければなりません。過去のすぐれた実績を持つ機関を疎外して，一挙に新しい国際的枠組みを作ろうとすることは，砂上に楼閣を築くに等しいことです。

IAEAの重要な任務は，国際保障措置制度によりNPTを実施することと並んで，加盟諸国，特に開発途上国における原子力開発利用計画を援助することにあります。現在110ヵ国に及ぶIAEAの加盟国は，核保有国と非核保有国，原料供給国と原料消費国，先進国と開発途上国が入り交じっており，加盟国の利害関係は複雑であり，必ずしも一致しないことは事実です。しかしながら技術的専門機関であるIAEAに無関係な国際政治上の対立を持ち込むことは適当ではありません。核不拡散と原子力の平和利用の調和を図るというIAEAの崇高な使命の達成のため，加盟諸国は妥協の精神をもって一層の努力を払うべきです。その意味において，アメリカが2月の理事会より，IAEAに復帰したことを歓迎します。またソ連が，アメリカ，イギリス，フランスに次いで自国の平和利用施設に対する国際査察を認める方針を打ち出したことを評価します。

日本はIAEAの保障措置を受け入れた最初の国であり，現在，日本は西ドイツと並んで国際査察の主たる対象となっています。のみならず，日本は核不拡散上重要な保障措置技術の改良に関する研究開発，特に大型再処理工場に対する保障措置の研究開発において，JASPAS（対IAEA保障措置技術支援協力計画）を通じ積極的に協力しています。

原子力の国際的枠組みに関連して，46カ国5国際機関の参加のもとに1977年10月から2年4カ月にわたって行なわれた国際核燃料サイクル評価（INFCE）は，極めて有意義な作業でした。その重要な結論の一つとして，「再処理，移転などの事前同意権は供給国の恣意によって行使されると，消費国に重大な支障をきたす恐れがあるので，従来のようなケース・バイ・ケースではなく，長期にわたる予見可能な，つまり信頼性のある方法で行使されなければならない」とされたことです。この結論に基づく新しい包括同意方式を目指して，日本とオーストラリア，およびカナダとの間に，新しい取り決めが作られ，現在，アメリカとの間に再処理等に関する中期取扱について，協議が行なわれています。

INFCEのもう一つの重要な結論は，制度的方法が核拡散リスクの最小化と供給保証の両方に役立つが，これは漸進的発展によって行なわれるべきであるとされたことです。たとえば，大規模な原子力発電計画を持つ国は，一国単位の核燃料施設を建設することができるが，このような国は原子力開発の初期の段階にある国に対し，発展を遂げるまでの間，核燃料サービスを提供することができる，としていることです。要するに，原子力開発利用計画の「成熟度」に応じて，段階的に国際協力を行なうという考え方がここにも示されています。

INFCEによって必要性が強調された国際プルトニウム貯蔵（IPS）も核拡散防止上重要です。IPSはIAEA憲章に基づくものであるばかりでなく，すでに分離されたプルトニウムが世界のなかに存在し，また日本を含むいくつかの国は，再処理の導入を続けるという明確な計画を持っているので，本体制の実現は核不拡散政策上，重要な意義を有するものと考えられます。今のところIPSに関するIAEAの作業は難航しているが，日本としては，可能な限り早期に関係国の合意によりIPS体制が実現することを希望しています。

いわゆるポストINFCEのもう一つの重要な課題は，供給保証です。エネルギーの供給保証は複雑な問題であり，特に日本のように自国の資源がほとんどない国にとっては，一国だけが孤立した状態では原子力の開発利用が達成できないことを痛切に感じています。供給保障に関するIAEAの作業（CAS）も，残念ながら順調に進んでいないが，供給保証は，エネルギーの安全保障ばかりでなく，核不拡散の観点からも，非常に重要です。特に先進国から開発途上国への技術移転に際して，開発途上国の強い要求と機微な技術の移転に伴う核不拡散上の考慮をいかに調和させるかが問題であり，いわゆるコモン・アプローチによって原子力通商における信頼を回復することは，今後，原子力国際協力の面で解決すべき最大の課題と言えましょう。

議長　これまで約2時間半にわたり，各パネリストから，それぞれの立場で示唆に富む提案が発表されました。議長としては，その中から二，三のトピックスを捉え，さらに討論を続けていただきたいと思いますが，その前に一応議長としての取りまとめを試みたいと存じます。ただ，これまでの提案が質量ともに膨大で，一言で取りまとめることは非常に難しいことだと思います。したがって，皆様のご意見を踏まえた上での私の感想の一端を述べるに留めておきたいと思います。

現在，発展途上国の国民の年間石油消費量は1人当たり0.3トンですが，先進国のそれは発展途上国に比べ，10倍以上の消費量となっております。また世界の総人口40億人のうち，30億人以上は自国に何らの石油資源を持たない発展途上国に住んでいる

と言われております。これらの国々が今後発展していくためには，エネルギー開発は必須の条件となっておりますが，過去に先進国が犯した石油への過度の依存は許されない状況にあり，再生可能なエネルギー開発と発展途上国内でのエネルギー自給度を高めることは，先進国としても協力していかなければならないことです。

一方，発展途上国が将来の代替エネルギー源として原子力にかける期待は大きいものがありますが，原子力は平和利用以外の目的に使用される可能性も秘めているため，先進国も途上国への原子力協力を進める上で，ある種のためらいを感ずるのも無理からぬことです。しかし，原子力平和利用の歴史は国際協力によって始まると言っても過言ではなく，また現実に原子力平和利用に着手，あるいは志向する発展途上国が増えている事実を考えると，そのような国々のニーズおよびレベルに応じて適切な協力を行なうことは，わが国も含めて先進国に位置付けられる国々にとって，一つの国際的責務とも言えます。

一方，現実の状況を見ると，果たして原子力開発に対する途上国の真のニーズに合致した協力が行なわれているかどうか先進国としても反省する必要があるのではないでしょうか？原子力は巨大な技術開発と資金投資を要し，また各国の政治，経済，社会情勢と密接な関連を有するものであるだけに，原子力開発に当たっては各国が相互に協力し，緊密な国際協力体制の下で推進することが望まれます。

具体的な提案としては，世界の原子力先進国の知恵を国際原子力機関（IAEA）のような所に集めて，発展途上国が原子力開発で困った時には，そのような所で対応していくようなことが必要になると思います。

それでは，これからパネル討論に入りますが，その前にこれまで皆様が発表されました提案を踏まえて，次の3点に焦点を絞って討論を進めていきたいと存じます。

第1点目としては，現在の協力体制のもとで機能している国際協力の「旧い秩序」をベースに，それを充実していく形の「新しい秩序」の構築が望ましいとのご意見もあり，今後の国際協力を円滑に進めるためのIAEAの役割がどのようなものであるべきか？すなわち先進国と発展途上国の協力を進めるには，IAEAの役割は如何なるものであるべきかといったような観点から，ご討論いただきたいと思います。問題点およびその解決策も含めて，いろいろなご意見を賜われば幸いです。

第2点目としては，世界の各地域における協力のあり方について，議論を掘り下げてみたいと存じます。例えば，わが国はアジア地域における原子力の国際協力に積極的に参加する責務があると思いますが，アメリカ，西ドイツはそれぞれの地域における固有の責務があると思います。わが国はIAEA，国連開発計画（UNDP）が実施しているアジア地域の「原子力技術に関する研究，開発および訓練のための地域協力協定」（RCA）と呼ばれているプロジェクト活動に参加しております。このRCA活動を世界各地域で充実させていくことも肝要であると存じます。

第3点は，一口に国際協力と言うことで先進国がどの国に対しても一様な対応をするのでなく，発展途上国の国情，例えば政治，経済，社会，エネルギー等の情況をよく勘案し，その国にとって最もプラスとなる協力の仕方を行ない，各国それぞれ個別の対応をすることが最も重要であると考えます。このためには，発展途上国の産業インフラストラクチャーの構築とか，人材の訓練の必要性も出てくることになると存じます。

わが国を例にとってみると，約25年前に原子力の導入に着手したわけですが，原子炉の一括購入という形で導入したことによる問題点も多々経験し，信頼性，経済性の高い原子力発電技術を自分のものにするまで長年月を要しました。このような事実を顧ると，原子力の研究開発はステップ・バイ・ステップで進めるべきもので，またその国の需要にみあった原子力政策が必要であると考えます。このような手順を踏んで原子力開発を進める発展途上国にこそ，先進国は手を貸していくべきであると考えます。

これらの3点に討論の焦点を絞って，議論していただきたいと存じます。

セミョーノフ　IAEAは，その加盟国により原子力――原子力発電だけでなく，原子力利用一般――を促進し，平和目的にのみ使用することを保証するために設立されたことを思い起こしていただきたいと思います。したがって，設立目的からしても，原子力国際協力の確立と促進がIAEAの重要な役割であることは明らかです。

また，原子力国際協力におけるIAEAの役割は多種多様であることを，私は強調したいと思います。まず第一に，先ほどの発表で述べた私の意見を繰り返すかもしれないことをお断りしておきます。もちろん，ここではその概要を述べるだけですが。

皆さんもご存じのように，IAEAは原子力技術移転に積極的な役割を演じています。これは先に私が述べた通りです。私の言う原子力技術とは，原子力発電技術だけでなく，あらゆる種類の原子力技術です。そして，これは各種の形態や方法を用いて利用されています。その第一段階として，IAEAの技術援助計画があります。また技術協力計画もあり，これには先に述べた地域協力協定が含まれます。原子力協力におけるIAEA活動の重要な一要素が，IAEA訓練計画です。先の発表で，私はいくつかの懸念を述べました。発展途上国における原子力発電開発および原子力発電導入に関するIAEAの活動も，また多種多様です。これは主にマンパワー開発であり，これには各種情報のマニュアルや文書の作成ならびに特別ミッションや特別訓練コースなどが含まれます。またIAEAは途上国の要請に応じて随時，原子力発電導入に必要なインフラストラクチャーの準備にも手を貸します。さらに，極めて重要なのがIAEAの援助を求める加盟国での石油エネルギー計画におけるIAEAの活動です。ある国のエネルギー状況と電力需要を評価し，この枠組におけるその国の原子力発電の可能性を評価するために，極めて効率的な手段や方法，コンピュータープログラムなどが開発されています。そして発展途上国の加盟国の要望に応じて，これらのサービスが提供されます。またIAEAは小型，中型原子炉の分野においても積極的で，最近，この分野における新たなフィージビリティ調査を開始しました。これら原子炉の規模は20～60万kWで，主として途上国に適しています。

言うまでもなく，ＩＡＥＡの極めて重要な活動は，原子力の安全性に関するものですが，この分野における広範な活動について繰り返し申し上げるのは止めておきます。しかし，すでに述べたように，新計画がすでに7年前から進行中で，あと1年半で完了することになっています。これらの活動の結果，国際的に受け入れ可能な総括的安全コード・マニュアルが設定され，原子力発電を開始する途上国にとって優れた安全基準となるでしょう。またIAEAの枠組の中にINISシステム――国際原子力情報システム――と呼ばれるものがあります。これは加盟国が原子力情報をオンラインで収集し，かつ容易に検索できるコンピューター・システムです。この情報システムにインプットするのは主として先進国であり，またIAEA加盟国はすべてこの情報を利用することができるので，これは原子力技術移転の良い例であると言えましょう。ほかにも類似した活動もいろいろ挙げることができますが，INISシステムはその一つであるわけです。

もう一つの活動は，原子力協力促進における重要な機関的活動です。その一つが，この場でも何度か討論された保証措置活動です。核不拡散は原子力通商にとって不可欠な要素なので，加盟国に対して原子力技術，サービスを販売，提供する際に，国際保証措置を強化し，原子力技術，サービスを要望する

国の施設を保証措置管理下に置くというIAEAの活動は，原子力通商を容易にするものであると考えます。

また加盟国が国際規模の事業を開始する際に，IAEAが技術・管理援助を与えるという活動もいくつかあります。そのうちのいくつかについては，すでにここで言及されました。たとえばIAEAが支援したINFCE調査，使用済み核燃料管理プロジェクト，最近話題となっている国際プルトニウム貯蔵プロジェクトなどです。もちろん，このプロジェクト固有の問題もいくつかあります。これはいずれ地域センター，恐らく地域核燃料サイクルセンターの分野に発展していくかもしれません。これは地域協力の分野に相当するもので，これはまた保障措置に関する取決めやその実施を容易にするでしょう。

また，現在，IAEA内で進行中のCAS（供給保障委員会）があります。さらに，来たる国連の原子力平和利用会議の準備において果たすべき役割もあります。またまた時間を取ってしまいましたが，これは原子力協力におけるIAEAの広範な活動を如実に物語るものです。

フリードマン　IAEAに関して，私もいくつかコメントを付け加えたいと思います。IAEAは原子力国際協力の発達と拡張を可能にする主要機関の一つであると，私は思います。セミョーノフ氏も指摘された通り，IAEAはその設立時より，この分野での明確な責任を付与された極めてユニークな組織です。セミョーノフ氏はIAEAの活動計画を多数列挙されましたが，私はここでそれをもう一度繰り返すつもりはありません。

私が指摘したいのは，原子力通商および原子力技術・施設の非平和利用の防止において，IAEAは極めて重要な役割を果たしているということです。IAEAが果たす保障措置の役割は，よく知られています。保障措置は原子力の利用における必要な条件ですが，これだけでは十分ではありません。これはIAEAも認めていることだと私は思います。IAEAは原子力援助および原子力安全，保障措置だけでなく，緊急時援助においても効果的な役割を果たしています。そして原子力安全対策計画は，極めて重要かつ必要な役割であると思います。IAEAは核物質防護に関する国際協定を作成していますが，これにより核物質輸出国は核物質が適切に取り扱われると安心するようになるでしょう。またIAEAは，効率的な国際プルトニウム貯蔵計画の交渉においても重要な役割を演じています。セミョーノフ氏はまた，供給保障委員会の任務についても述べられました。IAEAがこれらの分野で成功したのは，有能な技術機関として定評があるからです。そして今後とも技術機関としての任務をまっとうすれば，これまでに述べられた協力計画はさらに効率的なものとなるでしょう。

われわれは，IAEAその他の技術機関が政治問題に注意を向けないように配慮する必要があります。IAEAが，高く評価されている技術計画を今後も続けるという状態に戻ったことを，私はうれしく思います。

ガザリ　まず第一に，われわれは大局を正しく掌握すべきだと思います。IAEAの重要性に関しては，私も二人のパネリストと同意見です。過去において，われわれは各種の徴候を個別のものと見ていたように思います。現代人は，原子力科学と社会との関係に深い関心を持っています。われわれは，事故の責任を自覚しています。この責任を社会的に自覚するようになると，それは社会的概念となります。そして社会的概念になると，論争の的となります。そして残念ながら，原子力科学の世界は，希望と危険に満ちた矛盾の世界なのです。

もう一つは地域協力に関する問題です。原子力開発の程度にかなりの格差があるので，これは私たちの世界では大きな問題となっています。たとえば日本は，原子力時代の原子力地域で最も発展した国と言えます。次にアジア太平洋地域があります。さらに「核の搾取」にさらされた外太平洋諸島の島民がいます。自分たちの島が，ある一時期，核実験の場になった人たちです。彼らは原子力という言葉を聞くだけで，恐れおののき，猜疑心を見せます。さらにまた，日本に続く韓国や台湾があります。またフィリピンでは原子力発電所が近く完成するでしょう。第3グループとしては，マレーシア，タイ，インドネシアがあります。これらの国には研究用原子炉しかありませんが，残りの国々には発電用原子炉があります。したがって，われわれのゲームは，各国が同水準にある西側世界とはかなり違うのです。われわれは，この地域にもっと目を向けねばなりません。

最後に私が敢えて強調したいのは，原子力問題全体が核兵器拡散――垂直拡散であるか水平拡散であるかを問わず――の恐怖という見地から語られているということです。主要な提唱者たちは垂直拡

散のほうを好みます。垂直拡散のほうが水平拡散より安全だからです。原子力発電が核兵器に発展するという懸念があるようですが，幸い，まだそのような事態は発生していません。私が間違っているのかもしれませんが，われわれ人間は悪を排除し，善を選ぶことができると信じてみてはどうでしょうか。

新関　先ほど議長が指摘された三つのポイントについて，簡単に私の考えるところを申し上げます。

第一のポイントは，国際協力の問題について，旧い秩序と新しい秩序の枠組みの問題ですが，この問題については，私は先ほどIAEAの中心的な役割について，私の考えを述べました。それからまた，セミョーノフ氏，フリードマン氏から詳しいお話がありました。これに付け加えることはないと思います。ただ，アメリカが昨年9月の総会以来IAEAに対する協力を中止していたわけですが，この2月の理事会から再びIAEAの活動に復帰したということは，大変喜ばしいことと考えます。

次は，地域協力の問題です。これは韓国のキムさんからもお話がありました。キムさんのお話では，アジア地域に原子力協力グループというものを作るべきだというご提案がありました。この国際協力がＩＡＥＡのような非常にユニバーサルな世界的組織，それから地域的な協力というものをどの程度すすめるべきかという，これは一つの問題ですけれども，ただ，その地域協力が何をなすべきかということがあるわけです。

アジア地域については――キムさんはアジアの関係を提起されたわけですが――やはりRCAというものが，現在，多角的な組織としてあります。これは先ほど申し述べたように，放射線とかアイソトープの利用に限られています。この分野も若干，今後広がっていくとみられますが，ただ，それだけでは確かに十分ではありません。だんだんと原子力発電所を建設し，運転する国がアジア地域でも出てきました。そういった国々との協力をどうするか，日本としても真剣に考えなければならない点だと思います。

ただ，それを直ちにアジア地域の協力グループというものに持っていくかが問題です。やはり先ほどガザリさんも指摘したように，アジアとヨーロッパは少々違います。ヨーロッパは極めて同質的な国々が同質的な構成になっていますが，アジアには，もちろん風俗習慣において共通なものもありまが，社会的，経済的，政治的な体制の点でも，また，発展の段階という点においても，種々別々であると言えます。したがって，ヨーロッパにユーラトムというものがありますが，アジアでアジアトムというものができるかというと，私は一気にはそれはとてもできないと思います。ですから，そういうことで，現存のRCAというものの活動を強化していくと同時に，それぞれの国情，ニーズに合った形での二国間の協力を，今後，行なっていくべきではないだろうかと考えます。ですから，いろいろ人材の訓練の面，あるいは原子力発電所を運転するという場合に，やはり安全設計の問題，安全規制の問題等のいろいろな問題があると思います。そういった問題について，二国間の協力を今後強化していくべきではないかと，RCAに並行して，RCAの枠からはみ出る分については。ですから，そういう二国間の協力は，今後，次第に発展するに従って，そういう二国間の協力ネットワークができた段階で，アジア全体の地域的な協力を考えていくという順序がよろしいのではないかと考えています。

それからもう一つ，国際協力の点について松井議長は触れられたわけですが，私も松井議長が言われたことにまったく同感で，やはりそれぞれのニーズ，レベルに応じた適切な協力というものが何といっても必要であると考えます。また，そういう協力を行なうことが，先進国としての国際的な責務であると思っています。

昨年，この原産の年次大会にハンス・ブリックスIAEA事務総長が出席されました。その際に，「発展途上国に対する協力は，テーラーメイドでなければならない」ということを言われました。つまり，レディメイドじゃなくて，オーダーメイドでいかなければならないと。その国々の事情に合ったような開発に協力するという姿勢が望ましい，ということをブリックス事務総長が指摘しました。私は，その通りだと思います。

ですから，原子力発電所にしても，その発電所を直ちに導入し，運転するということが必ずしも適するとは言えない場合もあるのではないだろうかと考えます。やはり基礎研究から実用の段階まで，相当に長いリードタイムを必要とするというのが，原子力の特色であると思います。

そういうことで，やはりステップ・バイ・ステップに，時間をかけて段階的に開発を行ない，これに対して先進諸国としても協力していくということが必要だと思います。ことに原子力発電所の場合，万

一事故が起きた際には，これは人体，環境に対して大変な影響を及ぼすわけですし，その国ばかりではなく，近隣の諸国にも影響を及ぼすということは，TMIの教訓が教えているところです。

それからまた，先進国としても，あまり商売のことばかり考えて，すぐ売り込みということではなく，やはり相手の国の科学技術水準，原子力の必要性を十分考えて，それに合った形で協力を進めることが必要であろうと考えています。

バドラン　IAEAの役割に関しては，国際的なカサのもとで，政策策定，企画，管理，運営，情報などのソフト技術の開発が行なわれています。一方，ハード技術の交換は，二国間開発計画または地域開発計画に任されるべきです。核物質供給は，核のカサのもとで行なわれていますが，本来は二国間協定で決められるべきものです。機械設備の供給および保安対策は地域レベルで行なわれるべきです。特定の国に固有な能力は，世界的義務として，教育的メカニズムとして考えるべきです。このアプローチのデメリットは，国内開発が伴なわずに原子力技術が与えられると，それが悪用される可能性が高いことです。したがって三つの活動段階は，計画開発のソフト科学の助言者として，IAEAのカサという枠組の中で，技術面では二国間協力計画または地域協力計画として考えられるべきだと思います。また各国固有の能力は地域的，教育的演習として扱われるべきです。

ガザリ　私は，日本政府に対して，われわれの感謝の念を表明したいと思います。なぜなら，われわれはある意味で二国間協定を結んだわけで，日本は，われわれの研究センターの職員6名が訓練を受けることを許可してくれたのですから。これもまた二国間関係の一例と言えましょう。わが国はオーストラリアと二国間関係を持ち，オーストラリアはエンジニアリングの分野および石油使用の面で，わが国に援助を提供します。もちろん，ここでパキスタンとインドに対しても感謝の意を表明したいと思います。このように，われわれはIAEAに参加するだけでなく，南の国々との二国間取決めにも参加しているのです。南の諸国では，これは相互理解と親善です。

議長　それではここで，フロアから，アメリカのコーネル大学教授であるローレンス・シャインマンさんに，ご発言いただきたいと思います。

シャインマン　これまで討論されたことに関する私の考察を二，三，述べたいと思います。今日の午後の討論は，ほとんどの国が国際的な原子力の体制を維持することの重要性を明白に表明したものであると思います。この体制とは，原子力分野における国際協力を容易にすると同時に，核拡散の危険を回避するための国際的保障措置の効率性を保証するための規則，規定，手続き，組織などを指します。

議長はIAEA，地域主義および国際協力という三つの問題に関するコメントを求められました。時間がないので，今日多くの参加者が指摘した点を一つだけ強調したいと思います。それは，IAEAが設立時から二つの体制から成り立っていたということです。一つは原子力の平和利用を促進し，容易にすること。もう一つは，提供される援助が，当初に意図された平和目的にのみ使用されることを保証することです。IAEAの未来は，ひとえにこの二つの体制の均衡をうまく保つことにかかっていると私は思います。どちらか一つの体制のほうが強くなければ，IAEAに寄せる国際社会の信頼が損なわれるでしょう。この体制のバランスを維持するための最も効果的な方法は，任意拠出金および賦課拠出金を通してだけでなく，先にフリードマン博士が述べたように，IAEAが設立時に意図された形態に沿って機能し，IAEAに付与された権能と関係のない政治問題に介入するための手段とならないよう守ることにあると思います。IAEAは国際機関の中でも極めて成功した運の良い組織であり，すべての加盟国に今後ともこの立場が維持されるよう守っていく義務が課されていると思います。

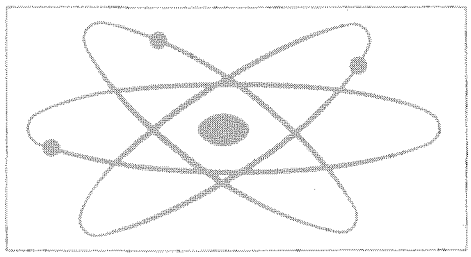
私のコメントはこの基本的考察だけにとどめたいと思いますが，あと一つ細かな点を付け加えさせていただきます。IAEAの将来は，構造的相互依存とでも呼ぶべきものにかかっています。今日聞いたいくつかの意見では，離散――核分野における地域主

義が強化されているようで，この点が少々気がかりです。もちろん地域主義も必要です。しかし究極的には，国際原子力システムの安定性は構造的相互依存の強化，すなわちすべての加盟国が互いのニーズと責任に対して相互に鋭敏になることにあると思うのです。

議長　ここで議論の総括をすべきだと思いますが。私がここで総括をすることは誠におこがましいことではないかと存じます。ただ国際協力の基礎は何といっても相互信頼に基づくものでなくてはならないと考えます。また相互信頼の基礎は何かといえば，対話，すなわちお互いに話し合うということでなければならないと思います。

本日は，皆様のお陰で，その第一歩を築いたのではないかという感じを持っております。今後とも，この種の対話を続けていくことによって，国際協力をより実効性のあるものに持っていきたいというのが，私の結論です。

第16回
原産年次大会
議事録



16th

JAIF

ANNUAL
CONFERENCE
PROCEEDING

セッション4
「原子力安全の方向と目標」
（パネル討論）

議長　内田秀雄氏（原子力安全委員会委員）

〈パネリスト〉

H．デントン氏（アメリカ原子力規制委員会 原子炉規制局長）

A．ビルクホーファー氏（西ドイツ原子炉安全協会 理事長）

村主進氏（原子力工学試験センター理事 原子力安全解析所所長）

中村政雄氏（読売新聞社解説部次長）

内田議長　このパネルの議長を務めさせていただくことは大変光栄であると存じます。このパネルを効果的なものにしたく，皆さんのご協力をお願いします。また私は原子力安全委員会の委員を務めていますが，本日は個人としての資格で出席していますので，私の意見はまったく個人的な私見であることをお断り申し上げ，ご理解いただきたいと思います。

原子力発電は約25年の研究開発によって成熟された技術となり，第一の石油代替エネルギーとして，その安全性と経済性が認められています。日本における24基の原子力発電所の平均稼働率は約67%を示すようになり，通常運転時における安全性と安定性については一般社会からも高い評価を受けています。

しかし原子力特有の潜在的危険性については，いまだ論議の終わる所がありません。安全性はどこまで高めるべきか，それをどう表わすべきかなどは，原子力発電の開発の初期から論議の的となっています。安全の目標（Safety Goal），最小限達成すべき安全レベル，容認されるべき残留リスクなどについて，特にTMI事故後，それらの詳細な検討と国際的なコンセンスを得る努力が望まれています。

本日は，それらの問題について，世界的権威の専門家であるデントンさんとビルクホーファーさんからお話を伺い，日本側から村主さんと中村さんに加わっていただき，パネル討論をすることが，このセッションの目的です。

それではまずデントンさんとビルクホーファーさんよりそれぞれ，「NRC安全目標の評価期間の役割」，「西ドイツにおける安全性の考え方」と題してご発表をいただきます。

NRC安全目標の評価期間の役割

アメリカ原子力規制委員会
原子炉規制局長
H．デ　ン　ト　ン

この年次大会では，国際協力の必要性が何度も強調されました。安全基準の分野での国際協力は，非常に重要だと思います。われわれは，たとえ必ずしも一致しなくても，相互の見解を理解しなければなりません。アメリカでは，原子力規制委員会（NRC）が，すべての発電，試験，研究用の原子炉の規制を担当しています。**（スライド1）**

アメリカの原子力発電所の運転に関する予備的安全目標が，NRCから発表されました。この安全目標と，それに伴う数値設計指針は，予備的なもので，2年間の試験的評価期間を経て，変更されることになっています。この評価期間中に，この目標が，NRCの規制に取って代わることはないことを，私は強調しておきたいと思います。しかし，この目標が「How safe is safe enough」という問題について，ＮＲＣの見解を表わしていることに変わりはありません。**（スライド2）**

TMI事故以来，安全目標が検討されてきました。大統領の諮問に応えて，NRCは，安全理念，および安全性とコストのトレードオフの問題の役割について，明確な政策声明を発表すると言明しました。産業界，公益事業団，大学など幅広い層の知識人との会合が開かれました。**（スライド3）**

NRCは，現行規制と手順で，公衆の保護が十分達成されると信じています。しかし，現行の，および提案された規制要件の検討手段を改善するためには，安全目標が必要とされています。安全目標があれば，規制方法の一貫性を高め，公衆の理解を深め，運転中の原子力発電所の安全性に対する一般の信頼を得ることができるでしょう。**（スライド4）**

安全目標の主眼は，プラント運転に伴う危険に置かれています。事故および正常運転に伴う放射性物質の環境への放出からくる危険を，対象としています。また核燃料サイクルからの危険は，含められて

いません。破壊活動の影響の恐れや核物質の運転も，含められていません。このような危険を現在の低水準に抑えていこうというのが，NRCの意図です。**（スライド5）**

2年の評価期間中に，貴重な経験が得られ，データが集められるものと期待されます。この予備的な目標は，現在の規制要求の代用として利用されていることはないでしょう。**（スライド6）**

NRCの政策は，数値設計目標に支えられた定量的安全目標として表わされます。**（スライド7）**

第一の安全目標は，原子力発電所の運転に伴う危険が，事故による個人の死傷の危険に大きく貢献するものになってはならない，ということです。これは，原子力発電所の周辺住民が，特別な心配なしに，日常生活を営めるようにすべきだとの意図からです。**（スライド8）**

個人の保護は，本来，実質的な社会的保護につながるものであるが，NRCは，社会的危険に制限を設ける方針を取りました。原子力発電所の運転に伴う危険は，これと同等の出力を持った発電所，とりわけ石炭火力に比べ，それと同じ，もしくはそれ以下でなければならないというのが，NRCの考え方です。**（スライド9）**

こういう立場から，できる限り，原子力発電所の設計者および運転者が達成すべきものとして，定量的設計目標が設定されました。この目標が達成されるかどうかを判断する基本要素は，確率論的リスク評価技術が，適切かどうかにあります。原子炉安全研究の完了以来，確率論的リスク評価（PRA）は，方法，データになお不良が残っているとはいえ，著しく進歩しました。このような制約があるために，この目標は，現在の工学技術上の手順，手法の代用にはなりません。**（スライド10）**

主要な二つの目標が，スライドにしめされています。**（スライド11）**

安全性向上を図るうえで適用すべきものとして，費用対便益（コスト・ベネフィット）の指針が採用されています。便益は，マンレム単位による社会的危険の減少によって計算されます。この便益が，それを実現するための定量化できる費用と対比されます。**（スライド12）**

指針によると，マンレム当たり1,000ドルの節約が求められています。**（スライド13）**

リスク低減の重要な努力目標として，重大な炉心損傷の確率の低減化があげられています。**（スライド14）**事故防止対策として，NRCは，この制限を大規模炉心溶融の確率として採用しています。この目標は，ほかの指針に比べて二次的なものであり，厳しい事故の条件下での炉心性能について，新しい知識が得られれば，これは修正を要することになるかもしれません。

この予備的目標は，2年間の評価期間中に，段々に適用されることになっています。

〔H. デントン氏スライド〕

COMMISSION ACTION MARCH 1983

- ISSUED POLICY STATEMENT ON SAFETY GOALS FOR NUCLEAR POWER PLANTS
- FOR 2-YEAR EVALUATION PERIOD
- EXPRESSES PRELIMINARY VIEWS:
  - On acceptable level of risks
  - On role of safety-cost tradeoffs

スライド 1

BACKGROUND

• November 1979:	RESPONSE TO PRESIDENT'S COMMISSION ON TMI: NRC "PREPARED TO MOVE FORWARD WITH AN EXPLICIT POLICY STATEMENT ON SAFETY PHILOSOPHY."
• October 1980:	PLAN FOR DEVELOPING A SAFETY GOAL
• October 1980:	ACRS: AN APPROACH TO QUANTITATIVE SAFETY GOALS: "TO SERVE AS ONE FOCUS FOR DISCUSSION ...A FIRST STEP..."
• April and July 1981:	SAFETY GOAL WORKSHOPS
• February 1982:	PROPOSED POLICY STATEMENT AND DISCUSSION PAPER:FOR PUBLIC COMMENT

スライド 2

OBJECTIVES

- TO PROVIDE A BETTER MEANS FOR TESTING THE ADEQUACY AND NEED FOR CURRENT AND PROPOSED REGULATORY REQUIREMENTS
- MORE COHERENT AND CONSISTENT REGULATION
- MORE PREDICTABLE REGULATORY PROCESS
- BETTER PUBLIC UNDERSTANDING OF NRC REGULATORY CRITERIA
- PUBLIC CONFIDENCE IN THE SAFETY OF OPERATING PLANTS

スライド 3

〔H. デントン氏スライド〕

SCOPE

- NUCLEAR POWER PLANTS
  (fuel cycle not included)
- NORMAL OPERATIONS, ACCIDENTS
- NOT SABOTAGE OR DIVERSION OF NUCLEAR MATERIAL

スライド 4

REGULATORY STATUS

- 2-YEAR EVALUATION PERIOD:
  To judge effectiveness
- NOT TO BE USED IN LICENSING PROCESS
- CONFORMANCE TO REGULATORY REQUIREMENTS AS THE EXCLUSIVE LICENSING BASIS

スライド 5

GOAL STRUCTURE

- QUALITATIVE SAFETY GOALS
- Supported by:
  QUANTITATIVE DESIGN OBJECTIVES

スライド 6

〔H. デントン氏スライド〕

FIRST SAFETY GOAL

INDIVIDUAL MEMBERS OF THE PUBLIC SHOULD BE PROVIDED A LEVEL OF PROTECTION FROM THE CONSEQUENCES OF NUCLEAR POWER PLANT OPERATION SUCH THAT INDIVIDUALS BEAR NO SIGNIFICANT ADDITIONAL RISK TO LIFE AND HEALTH.

スライド 7

SECOND SAFETY GOAL

SOCIETAL RISKS TO LIFE AND HEALTH FROM NUCLEAR POWER PLANT OPERATION SHOULD BE COMPARABLE TO OR LESS THAN THE RISKS OF GENERATING ELECTRICITY BY VIABLE COMPETING TECHNOLOGIES AND SHOULD NOT BE A SIGNIFICANT ADDITION TO OTHER SOCIETAL RISKS.

スライド 8

QUANTITATIVE DESIGN OBJECTIVES TO BE EVALUATED

- AIMING POINT FOR RISK REDUCTION WHICH DESIGNERS AND OPERATORS SHOULD MEET WHERE FEASIBLE
- BASED ON USE OF PROBABILISTIC RISK ASSESSMENT
- PROGRESS IN DEVELOPING PRA AND IN ACCUMULATING RELEVANT DATA:
  - Feasible to use quantitative reactor safety design objectives for limited purposes
  - Remaining sizable uncertainties in methods and data to gauge whether objectives have been achieved
- DESIGN OBJECTIVES ARE NOT SUBSTITUTES FOR EXISTING REGULATIONS

スライド 9

〔H. デントン氏スライド〕

PERSPECTIVE ON DESIGN OBJECTIVES

NO DEATH ATTRIBUTABLE TO NUCLEAR POWER PLANT OPERATION WILL EVER BE "ACCEPTABLE" IN THE SENSE THAT THE COMMISSION WOULD REGARD IT AS A ROUTINE OR PERMISSIBLE EVENT.

WE INTEND THAT NO SUCH ACCIDENT(S) WILL OCCUR, BUT THE POSSIBILITY CANNOT BE ENTIRELY ELIMINATED.

スライド10

PRINCIPAL DESIGN OBJECTIVES

- THE RISK TO AN AVERAGE INDIVIDUAL IN THE VICINITY OF A NUCLEAR POWER PLANT OF PROMPT FATALITIES THAT MIGHT RESULT FROM REACTOR ACCIDENTS SHOULD NOT EXCEED 0.1% OF THE SUM OF PROMPT FATALITY RISKS RESULTING FROM OTHER ACCIDENTS TO WHICH MEMBERS OF THE U.S. POPULATION ARE GENERALLY EXPOSED.
- THE RISK TO THE POPULATION IN THE AREA NEAR A NUCLEAR POWER PLANT OF CANCER FATALITIES THAT MIGHT RESULT FROM NUCLEAR POWER PLANT OPERATION SHOULD NOT EXCEED 0.1% OF THE SUM OF CANCER FATALITY RISKS RESULTING FROM ALL OTHER CAUSES.

スライド11

PERSPECTIVE ON BENEFIT-COST GUIDELINE

- ONE CONSIDERATION IN DECISIONS ON SAFETY IMPROVEMENTS
- INTENDED TO ENCOURAGE EFFICIENT ALLOCATION OF RESOURCES
- FOCUSED PRINCIPALLY ON SITUATIONS WHERE ONE OF THE QUANTITATIVE DESIGN OBJECTIVES IS NOT MET
- DOES NOT REPLACE BACKFITTING REGULATION

スライド12

〔H. デントン氏スライド〕

BENEFIT-COST GUIDELINE

THE BENEFIT OF AN INCREMENTAL REDUCTION OF SOCIETAL MORTALITY RISKS SHOULD BE COMPARED WITH THE ASSOCIATED COSTS ON THE BASIS OF $1,000 PER PERSON-REM AVERTED.

スライド13

PLANT PERFORMANCE DESIGN OBJECTIVE

THE LIKELIHOOD OF A NUCLEAR REACTOR ACCIDENT THAT RESULTS IN A LARGE-SCALE CORE MELT SHOULD NORMALLY BE LESS THAN ONE IN 10,000 PER YEAR OF REACTOR OPERATION.

スライド14

西ドイツにおける安全性の考え方

西ドイツ原子炉安全協会
理事長
A．ビルクホーファー

1．はじめに

本論文では西ドイツにおける原子力安全技術の動向を取扱っています。まず，原子力安全技術の経験から始め，プラント設計における改良について述べます。続いて，現在のリスク評価プログラムを論じ，設計基準事故（DBA）解析について簡単にレビューします。さらに，DBAを超えるシナリオについての現状を紹介し，最後に安全目標の進展動向を概説いたします。

2．原子力安全技術の経験

しばしば言われることですが，火力発電所と比較した場合，商用原子力発電所の稼働率は低いというのが一般の人々の意見です。この点については，平均負荷率は約60%であると言えます。

図1は，西ドイツのPWR商用原子力発電所の負荷率を全世界の平均値と比較したものです。**（スライド1）** 西側世界のすべての商用原子力発電所の平均負荷率は約61%ですが，この数値はプラントの形式，国，供給者によってかなり異なります。

1983年春現在で，西ドイツでは15の原子力発電所が運転されています。ごく最近の原子力発電所は130万kWPWRのグラフェンラインフェルト発電所で，1982年に運転を開始しましたので，平均値の中には考慮されていません。設置済みの正味発電能力は全部で約1,000万kWで，これは西ドイツにおける総発電電力量の18%が原子力発電により賄われたことを意味しています。1982年における西ドイツのPWR商用原子力発電所の平均負荷率は，約81%です。

供給者であるクラフトベルクウニオン（KWU）は，ニュークリアエンジニアリング誌が，西ドイツのPWRが世界の軽水炉のうち最も高い負荷率を有していると報じたことを大変，誇りにしています。

しかしながら，他の幾つかの国々においても，原子力発電所の稼働率について，同様の結果が得られていることを述べておくべきでしょう。

西ドイツの設置済み原子力発電所の70%以上はPWRであり，残りは主としてBWRです。こういう比率なので，以下に述べる見解はPWRに焦点を合わせたものです。他の形式の原子炉，即ちナトリウム冷却高速炉や高温ガス炉は，研究炉としてのみ運転されており，出力も5万kW以下です。

1982年，西ドイツにおけるBWRの負荷率は，主蒸気系と給水系の配管系を改良形と交換するための停止期間があったため，PWRの負荷率より相当に低かったことを付け加えるべきでしょう。

現在，12基の原子力発電所が建設中であり，その正味の出力は1,300万kW以上になります。このうち7基はPWRです。最近発注された3基の130万kWPWR型原子力発電所は，サイトに特有な2～3の要素を除けば，同一の標準化設計を採用しています。建設の遅延を避け，許認可手続きをスムースにするため，メーカーと電力会社はコンボイ計画を発足させました。

これらのコンボイ発電所の設計は，西ドイツにおけるPWR概念構想の実態を反映しています。その概念は，最近数年間の許認可手続きを通じて得られた，原子炉安全委員会による概念の評価，および独立した専門家機関による工学的安全設備の詳細検討を含むすべての経験に基づいています。そのなかには，運転開始および運転中の経験も含まれています。さらに，広範囲かつ強力なR&D活動の成果，および西ドイツのリスク研究の中で行なわれたPWR発電所の詳細検討の結果が，実際の設計に反映されています。

このようにして得られたすべての結果が，西ドイツにおけるPWRの基本的安全性に対する概念および設計を確かなものにしています。この理由で，ごく最近のコンボイ発電所の大部分の設計には，それ以前の発電所の設計にあったほどの大きな違いはあ

りません。

3．プラント設計の改良

原子力安全技術の進歩の結果，既存の工学的安全設備の改良が行なわれています。これらの改良は，「深層防護」安全概念を確かなものにすることを第一目標にしています。この概念の中では，事故を回避したり，コントロールしたりする予防手段の方が，防ぐことができない仮想事故から生ずる結果を制限する設計的手段よりも，常に優先しています。この意味から，より厳しい要求事項が，発電所の1次系および2次系の両方の機器と系統に対して設定されました。

次に，比較的最近の概念のいくつかについて述べます。

3．1　基本的安全概念

圧力保持バウンダリーおよび他の安全関連系統の機器の健全性を考えるために，基本的安全概念が導入されました。この概念の原理を図に示します。**(スライド2)**

- 高品質材の特性
  微量元素混入の制限に関連した適切な材料の選択および最適設計技術が，強靱性，高均質性および低損傷頻度をもたらしています。
- 最少溶接継手数および応力の高い部分を避けた溶接継手位置が要求されます。
- 材料強度設計の最適化が達成されなければなりません。
- 運転負荷の制限および運転条件の管理が確認されなければなりません。
- さらに，異常漏洩および再検査のための運転管理が実施されなければなりません。

これらの要求事項が達成されれば，各機器の破局的な損傷は避けられるし，もはや想定する必要もありません。基本的安全概念は，原子炉1次系とそれに接続された冷却材配管だけでなく，安全上重要な他の系統の配管，継手，バルブ，加圧器およびポンプの耐圧壁にも適用されます。蒸気発生器と関連バルブ区域間の主蒸気系および給水系の機器にも，この概念が適用されます。

基本的安全概念を満足する設計の例として，130万kWPWRの原子炉圧力容器(RPV)を図3に示します。可能な限り高品質を確保するために，RPVは継目無しの鍛造円筒シェルにより組み立てられています。底部には鍛造鏡板が用いられます。上部の，ノズル付き厚板鍛造リングはRPVの上部蓋に対するフランジとしての役目を果たしています。溶接によりクロージャーヘッドフランジと一体化された上部鏡板は，上部蓋を形成しています。上部鏡板は，計装ラインおよび制御棒用のノズルを有しています。このRPVには長手継手がなく，また底部には貫通部がありません。**(スライド3)**

さらに，RPVの安全に関する考え方については，西ドイツのごく最近のPWRは，高温配管にのみ高圧注入を可能にする設備を有しており，いかなる場合でも原子炉圧力容器壁に熱衝撃を与えることを避けています。

3．2　LOCAの考え方

圧力保持バウンダリーの設計の改良は，LOCAの考え方に変更をもたらしました。主冷却配管断面の10%(0.1 A)が最大破損サイズとして，配管，機器，機器の内装物および壁に対する反作用やジェットフォースの設計解析のために，定められました。一方，この破損サイズは，主な再循環系に接続された最も大きな配管の断面にほぼ相当しています。もう一方では，その大きさは，圧力保持バウンダリー関係で考えられるすべての亜音速流を充分にカバーしています。

発電所の全寿命期間を通じて健全性を確保するために，理に適ったいろいろな検査プログラムが必要です。このためには，停止期間中の充分な供用期間中検査と同様，機器の振動をモニターする充分な検査システムや，1次系中のゆるんだ部品の検査が必要です。この検査システムの成果が，いくつかの発電所で実証されました。

しかしながら，基本的な安全に対する考慮から，ギロチン破断は，格納容器バリアーと，その内部構造物および大型機器の安定性を検討するために，想定しなければなりません。ECCSの有効性についても同様です。

修正されたLOCA概念の結果，配管に生ずる反作用を抑えるための，不必要なパイプホイップ拘束構造は，すでに取り除かれました。そのため，保守点検が極めて容易になり，保守点検要員の放射線被曝をかなりの程度減少させることになりました。

基本的安全概念に関する要求事項は詳細に記述され，西ドイツ原子炉安全委員会のガイドラインとして，公表されています。

3．3　蒸気発生器伝熱管の破損

もう一つの改良は，蒸気発生器伝熱管の破損の結

果に関するものです。PWRの1次系と2次系は物理的に分離されてはいますが，伝熱管が破損した場合には，放射能汚染した蒸気が，逃し弁を通して，環境へ放出されます。

この放出を制限するための処置が定められ，ごく最近の西ドイツのPWRにはいくつかの設備が設置されました。たとえば，最も重大な事故シーケンス－オフサイト電力の喪失と高圧注入ポンプ(HPI)の起動が組合わされた場合の蒸気発生器伝熱管の破損－に対しては，蒸気発生器が隔離されます。この処置は，主蒸気安全弁のセットポイントをHPIポンプの最高ポンプヘッドよりも高いレベルに設定させることによって，行なわれます。

この手順がないと，運転員はこのタイプの事故を管理するために，大変注意深く，系統の挙動をモニターせざるを得ないでしょう。

上述の設備は予防処置として考えられています。現に蒸気発生器が運転されているという経験があるので，西ドイツにおいては，伝熱管破損の安全性に関する現行の考え方については，大きな議論はありません。

3．4　限定系

かつての方法では，もし決められた運転制限値を超えた場合，必ず原子炉保護系が作動します。起動や運転に関する経験が蓄積された結果，外乱を修正する目的を持った計装制御(I&C)系(限定系)が，追加して設置されました。この手段は発電所にかかる負担や停止期間の総計を減少させ，その結果として稼働率が向上します。このシステムは運転中の小さい外乱を制御するために有効な手段です。

図4に，この方法の階層構造を，三つの独立した自動作動部分系統に分けて示します。**(スライド4)**

- 運転制御系
- 限定系
- 原子炉保護系

自動運転制御系は，システムを運転限界値内に保ち，小さな外乱に対応し，プラントの運転を最適化するよう設計されています。

深層防護概念の次のレベルは，限定系です。これには二つの異なったタイプがあります。一つは条件限定で，関連系統のプロセス値が安全解析で決められた制限値を超えないようにするものです。もう一つは保護限定であり，ある事象に対する保護対策となるよう設計されています。

たとえば，原子炉冷却用ポンプが破損した場合，限定系は数秒間で「制御棒を落下」させて炉出力を低下させ，原子炉保護系が応答するための制限値を超えないようにして，プラントを運転状態に保ちます。

深層防護概念の最も高いレベルは原子炉保護系です。この系は原子炉をトリップさせ，プラントを安全停止状態にするために，工学的安全設備を作動させます。原子炉保護系は，今までに述べた他の手段では対応できない事象や事故の場合にのみ作動します。

この深層防護概念によって，外乱や事象に対する適当な応答が可能になります。

3．5　2次系による熱除去

崩壊熱を確実に除去することは，原子力発電所における安全の考え方のうちで，主要な目的の一つです。この目的を満足させるために，いくつかの可能な手段があります。西ドイツにおいては，熱除去の点から最も信頼性の高い，蒸気発生器への給水に，重点が置かれてきました。この系統は，崩壊熱の除去の他に，1次系の圧力を，合理的な時間の範囲内で十分低い圧力レベルにまで減少させることも可能にしています。その場合，崩壊熱の除去は残留熱除去系(RHRS)によって，引き続き行なわれます。

最近のPWRプラントで実施された改良では，図5に示すように，蒸気発生器への給水と主蒸気除去に関する冗長性および能力を増加させることにより，2次系経由で熱除去を行なうことの重要性が強調されています。**(スライド5)**

蒸気発生器への給水は3系統の自動起動系により行なわれます。主給水系の他に，非常用電源によっても作動可能な補助給水系が設置されました。この補助給水系は，本来，起動および停止運転を行なうために設計されています。さらに，完全に独立した非常用給水系が特定の事象に対して，また冗長系として設置されています。

西ドイツ原子炉安全委員会のガイドラインに従い，非常用給水系は4系統から成り，各系統は独立した給水および電源を持っています。本系統は外部からのインパクトに対抗するために，他の系統による熱除去や給水がなくても，少なくとも10時間は運転可能なように設計されました。各系統は，物理的にも機能的にもはっきりと分離され，それぞれは別の蒸気発生器へと接続されています。タービントリップ後の蒸気の放出はタービンバイパス・ステーションにより行なわれます。もし，そのステーション

が利用できなければ，4基の主蒸気放出ステーションが自動的に作動します。各ステーションは100%の停止容量を有し，それぞれ1基の蒸気発生器に接続されています。

事故時のプラントの停止は，これらの高度に冗長化された系統の助けを借りて，100K/hの割合で，2次系を通じて行なわれ，かつ自動的に起動し，制御されます。

4．リスク解析

本論文では，近年における原子力安全の主要な発展を考えます。「西ドイツのリスク研究」(German Risk Study) として知られている原子力発電所に関する最初の広範なリスク評価は，それらの一つを代表しています。この研究のフェーズAは1979年に公表されました。研究を行なう際に，原子炉安全研究WASH1400を参考にしています。研究の成果として，系統の信頼性および事故の管理を改良する目的で，PWRのチェックが行なわれました。「西ドイツのリスク研究」では，許認可における保守的な仮定を考慮して，被覆管温度が1,200°C以上になるとの計算結果が得られると，いかなる事故シーケンスでも炉心溶融が起こると仮定しました。この保守的な仮定によると，炉心溶融の確率は約10^{-4}／炉・年であると予測されました。

最適な予測範囲で系統の非利用性と炉心溶融結果を解析するために，1982年に「西ドイツのリスク研究」のフェーズBが開始されました。この問題に加えて，フェーズAでは大まかにしか考慮されなかったいくつかの特別な問題についても，詳細に検討される予定です。現行のR&D作業を基礎としたフェーズBの結論は，2年以内に取りまとめられると期待されていますが，フェーズAで発表された結論が控え目であることを示すことになるでしょう。

5．ECCSの有効性に関する最良予測計算

DBAの熱水力学的解析のための最も重要な物理現象については，すでに認識され，理解されています。最良予測計算を基礎として，特に次の点を考慮して，DBAをコントロールする系統の能力を検討しました。

- 系統の利用度
- 計算の際の境界条件（すなわち，出力ピーキングおよびホットスポットファクター）
- 物理現象のモデル化（すなわち，高温下での炉心の冷却性）
- 最大限界の定義（すなわち，1,200°C）

解析結果の代表例を図6に示します。これは，主冷却系のコールドレグにおけるギロチン破断後のホットスポット被覆管温度対時間の関係を示しています。許認可の際には，5基の蓄圧器（ACC）と3系統の1/2容量低圧炉心冷却系注入ラインにより冷却されるものとし，約1,000°Cの最高被覆管温度が最初のピークのところに現われます。7基のACCおよび，それと同数の低圧冷却系が作動すると考えるのが現実的であり，このケースを許認可の場合と比較すると，2基のACCを追加したことによって，温度のピークは大きく低下し，その低下幅は約300° Kです。ACCが作動せず，1系統の低圧冷却系のみが作動するという極端なケースが，利用できる安全マージンを示すために解析されました。この場合，最良予測仮定を考えています。その結果，炉心溶融までには，かなりのマージンがあることが分かり，許認可手続きの際の保守性を証明することになりました。この結果を，初期事象として小リークや過渡状態を取り上げた場合に，置き換えてみることもできます。**（スライド6）**

結局，最良予測タイプの解析は，許認可の際の仮定に基づいたものに比較して，高い安全余裕度を示します。

6．DBAを上回る事象に関する影響解析

1970年代の初期から，DBAを上回る事故シーケンスに関する物理現象を研究するためのR&Dが行なわれてきました。主たる目的の中には，できるだけ実験によって裏付けされた物理的モデルの開発や，これらのモデルをコンピューター・コードの中に組み込むことなどがありました。コードは，最良予測ベースで仮想事故の影響を解析するために作成されています。計算の信頼性レベルを向上させるために，さらにR&Dを実施中です。

厳しい事故の影響を制限するために，現在のPWRの設計機能を研究する解析が行なわれています。

プラントの安全性を改良するための最も効果のあるアプローチは，事故発生の確率とその後の可能なシーケンスを減少させることです。炉心溶融シーケンスの影響解析では，格納容器関係の熱力学的な計算が行なわれ，過圧により格納容器が破損するまでの時間が決定されます。現実的な仮定による最近の

計算は，このタイプの破損は格納容器からなんらの熱除去がないとしても，西ドイツのリスク研究で計算されたケースよりも，おくれて起こることを示しています。

核分裂生成物の挙動解析にも重点が置かれました。解析および実験の結果は，格納容器雰囲気内のエアゾル粒子の減少は，西ドイツのリスク研究およびWASH-1400で計算されたものよりも，ずっと急激であることを示しています。

大規模LOCAおよび，それに続くすべての再循環系の完全破損の場合に，さらに格納容器隔離失敗（RC2）と成功（RC6）の二つの異なったケースが加わった場合についての格納容器内の圧力/時間履歴を図7に示します。格納容器が隔離されれば，長期の圧力増加は，溶融炉心表面へのサンプ水の侵入によって影響されます。他の設計と比較して，西ドイツの設計はドライな原子炉キャビティを有しています。溶融物とサンプ水を隔てている原子炉キャビティ内の遮蔽は，この場合は溶融物とコンクリートとの相互作用により，放出後数時間で貫通されます。約8.5バールの圧力で起こると計算された，過圧力による格納容器シェルの破損は，水の蒸発の割合から考えると，4日以内では起こらないと考えられています。この間に，格納容器雰囲気中のエアゾル状の放射能は数桁減少します。**（スライド7）**

格納容器換気系の隔離失敗を仮定した圧力/時間履歴も図7に示されています。この場合，アニュラスまたは補助建屋内での核分裂生成物の減衰および凝着によって，環境へ放出される核分裂生成物量は減少します。この炉心溶融シーケンスの場合，溶融燃料から格納容器雰囲気中に核分裂生成物が移行する間に生ずる格納容器と周囲の間の圧力差は極めて微かなものです。小さいドライビング力しかないので，漏洩率は小さく，このことも環境への放射能放出を減少するのにあずかっています。

現在までに解析されたすべての仮想事故を通じて，可燃性成分である水素や一酸化炭素を含んだ大量の非凝縮性ガスが格納容器雰囲気中に放出されることが分かりました。たとえば，ジルコニウム炉心インベントリーの50%が酸化されると仮定すると，大型ドライPWR格納容器内の水素量は，容積比で約10%に達します。

格納容器シェルの気密性に与えるインパクトという点から，水素爆発の重要性がいくつかの場合について議論されました。図8は，急激な水素燃焼の間に生ずる格納容器内のピーク圧力を予測するために行なわれた，簡単なエネルギーおよびマスバランスについてのパラメーターサーベイの結果です。三つの場合すべてについて，水素は格納容器内に放出され，水素濃度が容積で5，10ないしは15%に達すると直ちに爆発します。燃焼過程で生ずる最大エネルギーが格納容器シェルの設計圧力レベルに等しい圧力ピークを生じます。この結果は，ドライ状の，均一に混合された格納容器雰囲気の場合にのみ，正しいのです。炉心溶融事故が起こるとほとんどの場合，格納容器は大量の水蒸気で満たされ，その蒸気は，熱容量や分圧によって，燃焼過程の圧力や温度のピークに影響を与えます。水素/酸素および水蒸気の不均質分布の影響を解析するために，R&Dが行なわれています。**（スライド8）**

加熱や溶融過程がさらに継続されると，溶融被覆管およびコンクリートの金属部分によって水蒸気が還元されて，もっと大量の水素が発生します。さらに，コンクリート骨材の加熱により放出された二酸化炭素が部分的に一酸化炭素に還元されます。それ故，溶融事故の間，可燃性ガスは長期にわたって発生すると考えられます。可燃性混合物の燃焼を仮定して，格納容器の健全性に対する影響が，ワン・コンパートメントモデルに基づいた格納容器コードを使用して，解析されました。この簡略化された仮定を考慮に入れると，得られたピーク圧力は常に格納容器の破損圧力以下であることが分かりました。

それにもかかわらず，燃焼過程に関するもっと詳細なモデルが，局部的な燃焼影響が格納容器シェルに危険の大きい負荷をかける結果を生ずるかどうかを解析するために，作成されました。この詳細な燃焼過程の解析には，異なった組成の混合気体や雰囲気の状態についての知識が必要です。過圧状態での最も現実的な格納容器破損モードを得るためには，実際の鋼製シェルとその貫通部のより詳細な解析が実施されなければなりません。

いろいろな事故シーケンスに対する安全設計および最良予測計算における改良は，炉心溶融頻度が，そのような厳しい事故の影響と同様，以前予測されたよりも低いことを示しています。防護設備が最も高い優先度を有していることは事実ですが，事故影響を緩和する設備に関する研究およびシーケンス解析も行なわれています。現在までの結果は，特別な緩和設備は必要でないことを示しています。しかしながら，最終結論を下す前に，厳しい事故に関連し

た特定の問題について，現在進行中の研究が完成されなければなりません。この研究には，特に次の点が含まれています。

- 高い系統圧力と溶融シナリオの関係
- 水素の分布および爆発現象
- 全ての核分裂生成物の保持機構を考えた核分裂生成物挙動に関する最良予測モデル
- 長期間にわたる溶融物/コンクリート挙動のデモンストレーションと検証
- エアロゾルの沈着に関するデモンストレーション

上述のR&D作業の全ては既に着手され，1985年までには完成するものと期待されています。その時には，溶融影響が以前予測されていたものよりも低いという期待通りの傾向を確かめるために，実験により裏付けされた解析手法が利用可能な状態にならなければなりません。

7．安全目標

発生しうる厳しい事故に関する一層正確な説明が現在の研究計画から得られつつあります。過去において，確率論的リスク評価(PRA)，特に主要事故シーケンスに関する方法や解析に関係していたものについての経験が得られました。確率論的リスククライテリアの研究は，主としてこの経験に基づいています。確率論的リスク解析には，よく知られている限界がありますが，それにもかかわらず原子炉安全を評価する際の有力な手段であることが実証されました。

原子力発電所が公衆に及ぼすリスクは，公衆がさらされる他のリスクとの関係から検討されなければなりません。従って，リスク概念に基づいた安全目標を決めようという動きは合理的です。安全目標を規定した最初の許認可機関は，U. S. NRCでした。これらの安全目標が，クライテリアや規則に組み込まれている現行の決定論的考え方に置き換えることが出来ないことは全く明白です。そして確率論的クライテリアは現在の許認可の考え方を補うものと言えるでしょう。

U. S. NRCの安全目標の目的と範囲は，1983年1月のNRCの政策声明書中に定められています。

決定論的クライテリアの枠内で，確率論的クライテリアを適用する場合，どんな利点があるのでしょうか？

将来においても，決定論的規則がプラントのレイアウトを決める場合に適用されるべきです。関係する全ての要求事項を取り入れてプラント設計が行なわれた場合，プラントは安全に運転されることが出来ます。その時，確率論的方法を，プラント設計が安全の見地から充分バランスのとれたものであるかどうかをチェックする補助的手段として，使用することが出来ます。決定論的クライテリアの長所は，建設者に対して明確な指示を与えている点にあります。

しかしながら，これらのクライテリアは全ての関連機器に対して，ある機器がどの位の頻度で使用されるか，それがどの位の信頼性を有しているか，などに無関係です。一方PRAでは各機器の安全上の重要性が非常に詳細に考慮されます。

西ドイツにおける安全研究は確率論的リスククライテリアの規定化にも努力を払っています。アメリカの場合と同様，現行の決定論的クライテリアや規則を一般的な確率論的なもので置き換える意図はありません。目的は，決定論的クライテリアをさらに発展させる場合に使用出来るクライテリアを規定し，バランスのとれた安全概念を強めることにあります。考えていることは，放射線防護規則に定められた，通常運転時における年間全身被曝線量30ミリレムによって表わされた個人のリスクをクライテリアと関係づけることです。被曝頻度対線量の関係を示した蓄積頻度分布曲線は図9の通りで，これはリスクの合計に対応するカーブの積分値が30ミリレム/年に等しくなるように作成されています。**（スライド9）**

このようなアプローチは，事故の結果生ずる放射線被曝が単に累積的な，あるいは晩発的な影響の原因となりうるような場合には，特に適しています。

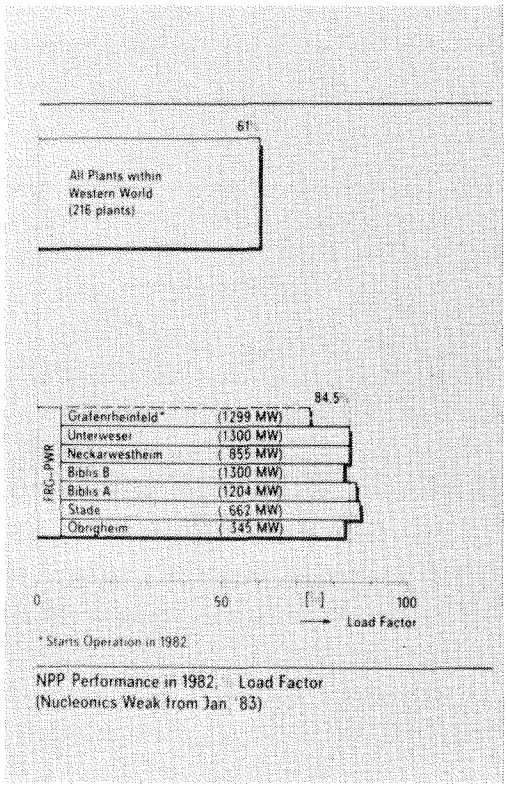
この原理を急性の影響を無視出来ない放射線被曝にまで拡張すべきかどうかについても議論されています。この被曝範囲では，前述の考え方の代りに，NRCの考え方と同様，生命や健康に関係した個人のリスクをクライテリアと関係づけることです。いずれにしてもリスク嫌悪(aversion)係数が採用されようとしています。個人のリスクの他に，社会リスククライテリアの規定化も議論されています。

ケースバイケースで，直接適用することは，特に許認可手続きの場合には，極めて困難な問題を発生させます。困難な問題の主要なものはエラーの限界を完全に決めたり，評価したりすることです。計算手順を詳細に述べることは，ある程度，助けとなる

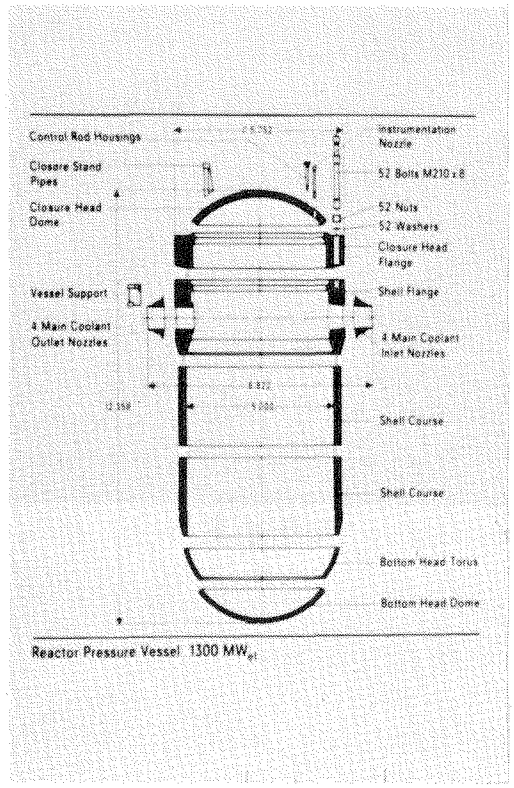
でしょう。

確率論的リスククライテリアは，設備のバックフィットの必要性を決めたり，運転経験や許認可上の要求から生ずる一般的な議論を解決する場合に補助的な役目を果たすかもしれません。

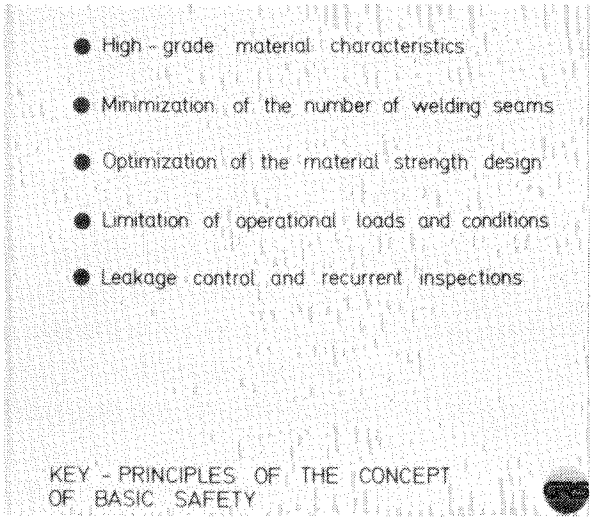
〔A. ビルクホーファー氏スライド〕



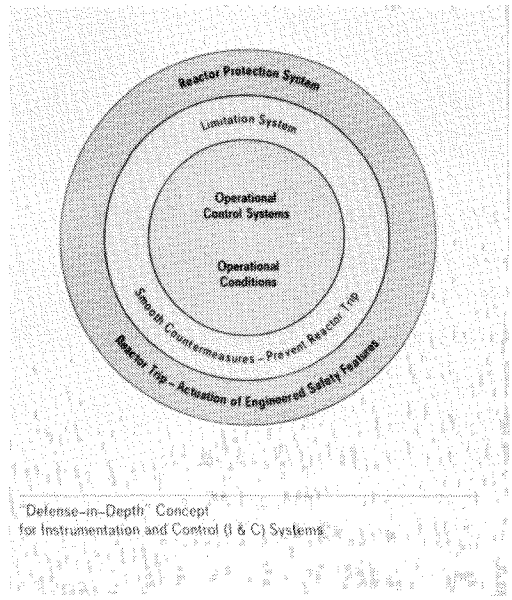
スライド 1



スライド 3

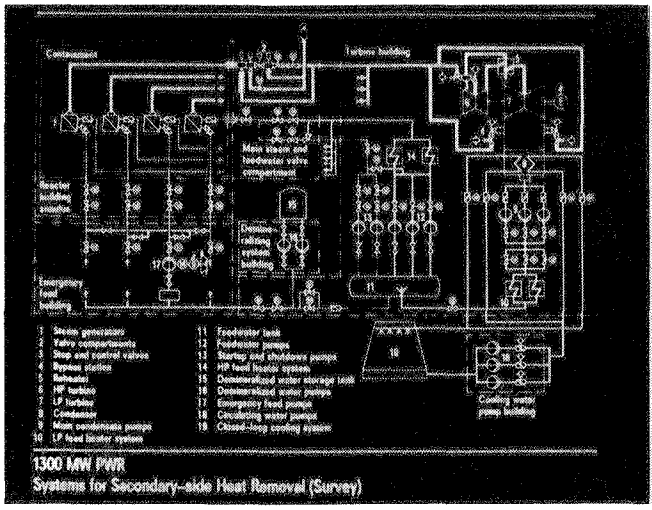


スライド 2

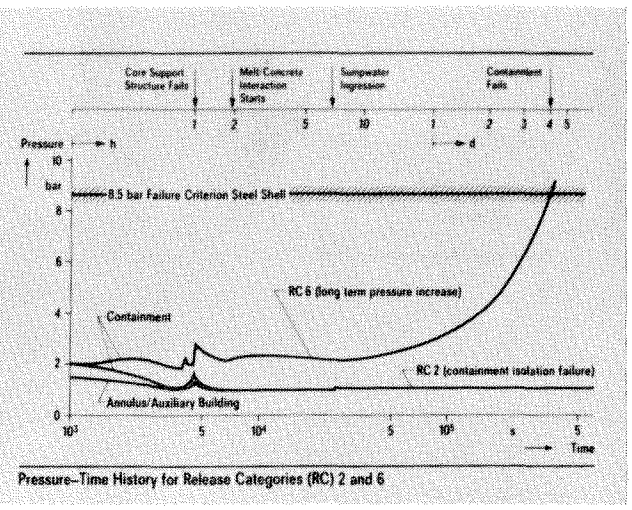


スライド 4

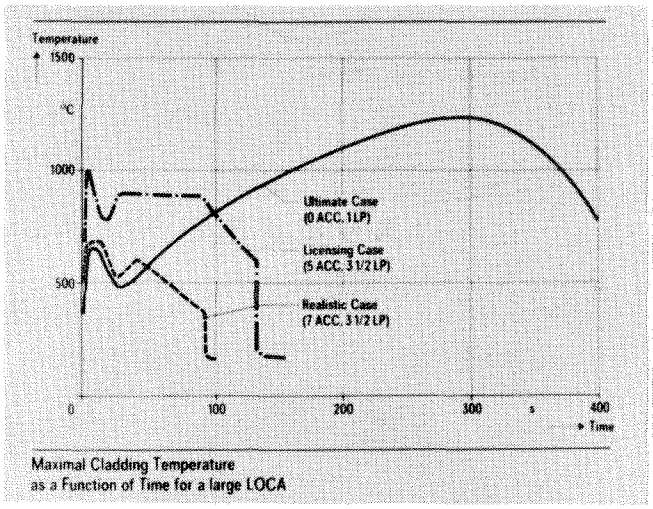
〔A. ビルクホーファー氏スライド〕



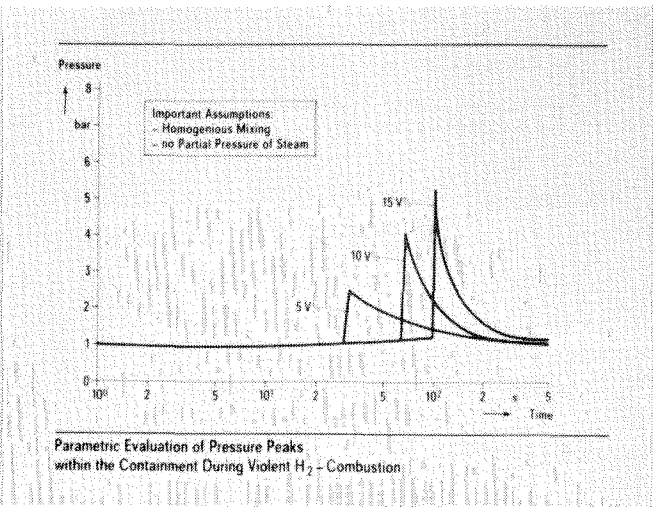
スライド 5



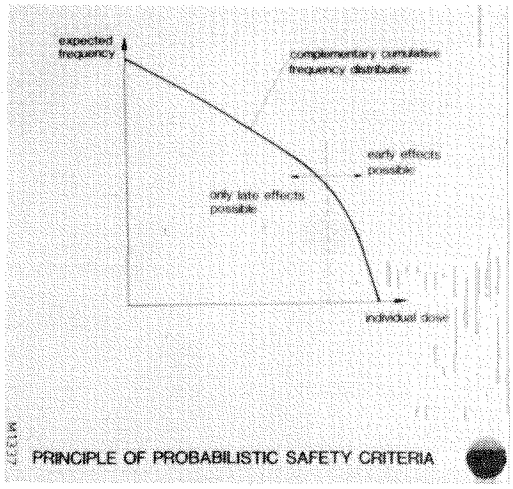
スライド 7



スライド 6



スライド 8



スライド 9

パ ネ ル 討 論

議長　パネル討論を始めます。パネル討論の進め方としては，まず始めに私より問題提起としての所見を述べさせていただき，続いて村主さんと中村さんよりご意見の発表をいただきます。さらにデントンさんとビルクホーファーさんより補足意見をいただき，自由討論に移ります。

さて，ただ今はデントンさん，ビルクホーファーさんから，原子炉安全の理念と今後の傾向とについて，それぞれアメリカの事情と西ドイツの事情をお話しいただきました。大変興味深い有益なお話でしたが，私なりに両氏のお話の要点をまとめてみます。

NRC は最近，原子力発電所の運転に対するセーフティゴールについて，NRC 政策案を発表しました。デントンさんは，それを中心にして，アメリカにおける安全性の哲学および安全性とコストのトレード・オフの役割について説明されました。この政策案は，2年間の評価期間をおいて十分に検討されますが，その間は許認可プロセスでは使われることはなく，現在の規制条件の検討，研究の優先順位の決定，その他一般的な共通問題の解決などの検討のために用いられるものだということです。

セーフティゴールの要点は五つあります。

まず第一に，基本的に個人と社会が原子力発電所によって，有為なリスクを受けないということ。

第二は，原子力発電所近傍（1マイル以内）の個人が受ける原子力発電所から生ずる急性死亡のリスクは，アメリカ人が一般にさらされている他の事故による急性死亡のリスクの合計の 0.1% を超えないこと。

第三は，原子力発電所近くの地域内（50 マイル）の公衆に対する原子力発電所から生ずるガン死亡のリスクは，他のすべての原因から生じるガン死亡のリスクの合計の 0.1% を超えないこと。

第四は，1,000 ドル以下の安全対策で社会のリスクを1マンレム減少させることができれば，その安全対策は採用の価値があること。

第五に，大規模炉心溶融による原子炉事故の可能性は，10^{-4}／炉年より小さいこと。

以上の五点に集約されると思います。また，WASH-1400 が発表されてから 10 年を経た今日，PRA の方法とデータ，信頼性が高くなり，安全性に関する規制をよりシステマチックに，バランスよく行なうためにセーフティゴール，PRA は優れた方法であることを強調されました。

ビルクホーファーさんは，西ドイツにおける原子力発電所の安全の基本と最近の事情について，次の点をお話しになりました。

まず第一に，事故の拡大を防止する対策よりも事故の発生を防ぎ，コントロールする防御の方法を重視すべきである。この点から高品質の材料の使用と高い水準の品質保証が必要であること。

第二は二次系が一次系と同様に重要であること。LOCA の思想と設計との関係について再検討され，圧力バウンダリーの設計は，0.1 A，要するに 10% のブレークに対して行ない，そしてパイプのリアクション，機器の設計を行なうこと。ダブル・エンディド・ラプチャーは ECC と格納容器に対する設計の要求としたこと。これは大変な飛躍と日本では考えられます。

第三は，蒸気発生器のチューブ・ブレークへの対応として，セーフティバルブのセットポイントを上げること。

第四は，深層防護の考えから，原子炉をコントロール，リミテーション，プロテクションの三つの独立したシステムとし，これを重視したこと。特に残留熱除去系，RHR の役割りを重視して，メインと補助の系統を独立に置くこと。

第五は，DBA の評価は，ベスト・エスティメート・カルキュレーションにより評価を行なうこと。その結果，許認可の場合の従来の評価に比べて，大きなマージンがあることが分かったこと。

第六は，炉心溶融の確率とその結果が，従来の評価より，ずっと小さいものであること。

次に，炉心溶融事故に続く格納容器内の水素燃焼

によるオーバープレッシャー，あるいは核分裂生成物低減の問題等の研究結果について，アウトラインをお話しになりました。

西ドイツにおけるPRAは，ウェル・バランスド・セーフティ・コンセプトの考えに沿う手法として，従来の決定論的手法とともに補足的に用いられなければならない。その方面の研究が進められており，セーフティゴールの概念について，お話しになりました。すなわち，事故の確率と被曝線量との関係を30ミリレム/年とするという目標というように，私は理解しました。

TMI事故後，原子力発電の安全性についてPRAとセーフティゴールの論議が各国で盛んに行なわれるようになりましたが，ただ今お話しのNRCの政策表明案と西ドイツにおける考え方を中心として，国際的な討議が今後とも続くものと思いますし，またそれを期待しております。日本でも専門家の間で原子炉安全の確率論的評価が進められていますが，多少，両国に比べて遅いように思います。

私はPRAは安全評価の大切かつ有効な手法であり，WASH-1400等を中心とした評価の手法はほぼ国際的にも共通なものとして確立しつつあると思います。したがって，その枠の中でPRAは検討されるべきであって，PRAは定量的問題には，まだまだ不確実な部分が多く，PRAの本質についての理解と取扱いには十分な注意が必要であると思います。

わが国では，リスクあるいは確率論的評価は，パブリックアタセプタンスを得るために，安全規制の中でどの程度導入することが可能かということが，常に問題となっております。これは，わが国の国民性の特色のためもありましょう。このことは，このパネルの一つの大きな論点であると思います。

さて，ここで私見ではありますが，私から討議の問題として，二，三，提言をすることを了承していただきたいと思います。内容がいささか批判めいたことになりますが，討議を盛んにするための提言と，ご了承いただきたいと思います。

第一は，アメリカの基本の1/1,000，つまり0.1%についてですが，個人が社会から受けている一般の事故，あるいは発ガンリスクの1/1,000，0.1%という目標は，コストとベネフィットのトレードオフの見地からは，多くの社会によって容認できると思います。だいたい，全ガンのリスクは10^{-3}であるから，その0.1%は100万分の1のリスクということで，まず受け入れられると思います。

第二は，原子力発電所の事故による公衆に対する放射線影響のうち，ストカスティックな影響は，一口で言えば，ソースタームに比例するものとして潜在的ガン死亡数，あるいはそのリスクが推定されます。また，ノン・ストカスティックな影響，非確率論的な影響にはしきい値があり，レムと身体的影響との関係には明確な直接関係がありません。したがって，潜在的な早期死亡数，あるいはそのリスクの推定は，ソースタームが直接にきいてきます。ソースタームが従来の予想より極めて少ないことは，TMI事故あるいは西ドイツ，アメリカの研究から指摘されており，またこれについてはお二人から後ほどお話しがあると思います。

一方，このソースタームは炉心損傷の程度と，それに続く格納容器破損の様相と発生確率とによって，非常に大きく変わってきます。そして，この範囲については，まだ未知の問題が非常に多いと考えられます。したがって，事故結果の評価を死亡者数，あるいはそのリスクで表わすことは，誤解を招くことになりかねないと思います。

セーフティゴールは，リスクを論じることであって，死亡者数を論じるためではないとアメリカでも注意されていますが，その間の説明はセーフティゴールを進めるに当たって十分に配慮されなければならないと思います。事故の結果はソースターム，Ci，あるいは被曝量レム，パーソン・レムで表わし，自然のバックグランド等と比較する等の方法がよいと思います。

次に1,000ドルの問題ですが，これを基にした計算によっては，人の生命の価値が金によって評価されることになりますが，日本ではなかなか取り入れられにくいと思われます。また，たとえば，1万人レムである場合と10万人レムである場合とについて，リスク低減のコストに対し得られるベネフィットとパーソン・レムとの関係は同一であってよいのか，ということも疑問です。

次に，炉心溶融の確率，10^{-4}/炉年の問題についてですが，大規模炉心溶融と申しましても，炉心損傷の状況と，それに続く格納容器の健全性，あるいは破損の状態と，それらの確率とについては，現在の知見はまだまだ十分とは思えません。したがって，10^{-4}/炉年の炉心溶融と，それに対するソースタームの意味付けは非常に難しく，またこれが最終結果のリスク，特に早期死亡の係わるリスクに大きく影響するので，これが問題ではないかと思います。

ビルクホーファーさんのお話しでは，リスクあるいは事故の影響が，現実的な評価に変わりつつあること，また設計思想がかなり違ったことになるということは，非常に参考になります。

いったい機器のDBAとして，0.1Aを考慮することにされていますが，PRAの見地からダブル・エンデイド・ラプチャーとの差はどの様に変わったのでしょうか？たとえば従来のWASH-1400や西ドイツのリスク研究では，私の理解では，大規模パイプ破断を10^{-4}/炉年としていましたが，これが大幅に変わったことになるのでしょうか？以上が私のコメントです。

さて討論に入りたいと思います。最初に村主さん，中村さんから意見を開陳していただきます。特に，お話し願いたい問題は，1. 日本における原子力発電の安全確保の方針と現状，2. デントンさん，ビルクホーファーさんのお話に対するコメント，3. 日本の社会に対して，PRA，セーフティゴールはどの様に受け入れられるか，あるいはPRA，セーフティゴールの見地から火力発電所など他の工業施設との安全の対比が可能であるか，等です。

それでは，村主さんから「わが国における原子力安全の方向と目標」と題して，ご意見を伺います。

村主　私は，「わが国における原子力安全の方向と目標」について，お話したいと思います。

皆さんご存じの通り，軽水型原子力発電所は，すでに世界で約1,000原子炉・年の経験を積んでおり，設計，運転について技術は定着していると考えられるわけです。この技術が定着しているというのは，1,000原子炉・年の軽水炉の歴史において，周辺住民の健康と安全に支障を及ぼしたような事故は起こっていないし，また平常運転についても，そうであると言えるからです。わが国においては，昭和57年末で約160原子炉・年程度になるわけです。

しかし，そのように定着したと言っても，原子力発電所の事故がなかったわけではありません。皆さんご存じの通り，ブランズ・フェリーの火災事故やTMIの事故とか，そのような事故がかなりあるわけです。

その事故以外にも，事故に至らないとしても，異常事象というようなものもあるわけです。わが国においては，TMIとかブランズ・フェリーのような事故はないわけですが，事故の前兆となる異常事象が，かなりあったことは事実です。

たとえば，ステンレス鋼の応力腐蝕割れとか，PWR燃料のボーイング，燃料集合体のトエンピンの応力割れ，蒸気発生器細管の漏洩といったものが起こっているわけです。

このような異常事象の発生の確率を少なくするということが，事故の発生の確率を少なくするということであり，そのために信頼性の研究，安全性の研究，運転経験のフィードバックというものが必要であり，また，行なわれているわけです。

信頼性の向上については，ビルクホーファーさんが言われたような圧力容器の溶接線を減少させることは，わが国においても行なわれており，鍛造技術の発達によって，縦溶接線というのは圧力容器においては，もうなくなったということも聞いております。

わが国で非常に特徴的なことは，破損燃料を非常に少なくしたことです。この破損燃料，燃料の製造技術，品質保証というのが非常によく行なわれていて，わが国における燃料の破損率というのは，世界各国に比べて非常に少ないということも言えるのではないかと思います。

その他，わが国においても，このような信頼性の研究をベースにして，プラントの標準化も行なわれているわけです。

さらに，国としては，原子力工学試験センターで実証試験，確証試験を行ない，信頼性の向上を図っているわけです。そのようなものが，原子炉プラントに反映されているわけです。

それから，安全性研究については，主として日本原子力研究所で行なわれています。皆さんご存じのように，大型排冠水実験，LOCA時の燃料挙動，NSRRのような研究が行なわれており，その研究の成果が発電所の設計に大いに活用されているわけです。

そのように最近では，設計ベース・アクシデントを超えたような事象についても研究が開始されており，たとえば水素問題というものは，最近，原研で研究テーマとして取り上げてきたものです。

次に，運転経験のフィードバックについては，これは非常に活発に行なわれています。たとえば設計においては，いま言いました応力腐蝕割れ，SG細管の漏洩は，もちろんフィードバックされて，応力腐

蝕割れはなくなっているし，SGの漏洩も非常に少なくなっているわけです。

その他TMIの事故に関して，レビューを行ない，それを非常に多く設計に反映させているわけです。

建設のフィードバックとしては，運転経験が品質保証の拡充強化に使われています。

また，運転のフィードバックとしては，特にTMIの事故をレビューした結果，たとえば運転員の長期養成計画の作成，運転員の誤操作や誤判断防止のための教育訓練，事故時の運転要領の充実などを行なっています。

わが国において従来からの特色である原子炉主任技術者制度の権限，責任をTMI以降明確にするとか，それから運転員の資格制度を作るとか，また，これもわが国の特色ですが，通産省職員が発電所のサイトに常駐する常駐管理専門官制度が，運転経験のフィードバックから，取り入れられているわけです。

その他制御式においては，運転員の誤判断をなくすために，プラント・パラメーターの表示をカソウドレイ・ディスプレーで行なうことが行なわれています。

このような信頼性向上の研究，安全性研究，運転経験のフィードバックにより，最初にお話した1,000原子炉・年の運転実績によって，周辺の公衆の健康と安全に著しい障害を及ぼしたことはないという実績は，このような研究成果，フィードバックの成果を入れると，恐らく一桁は向上するだろうと考えられます。ですから現在では，今後1万原子炉・年の運転に対して，現状の程度以上のものは起こらないと予測されます。

次に，確率論的リスク評価について，わが国の現状をお話したいと思います。ただ，わが国における安全確保の方向は，どちらかと言うと，機器の信頼性を確保するということによって，安全性を確立するという方向に進んでいると思います。

たとえば，原子力発電所における緊急時用ジーゼル発電機について，最近の統計結果を聞くと，大体1,000回起動して2回の起動失敗というのが実績です。すなわち，起動失敗率は2×10^{-3}です。しかも，これは起動しようと思って起動ボタンを押して，起動ができなかったものではありません。ジーゼル発電機のいろいろな保護系が作動して動かなかった場合は，人間が操作して動かすことができるわけです。そこで人間が操作して動くということを考慮に入れると，さらに起動失敗率が少なくなるわけです。この値は，私が諸外国の例をレポートで見た限りでは，非常に信頼性が高いのではないだろうかと思っています。

また，送電線については，超高圧送電線が使用されていますが，18万7,000V以上の送電線について，2回線とも30分以上，送電が不可能であったような事故は，だいたい100km・年当たり0.0143件くらいです。すなわち0.0143件／100km・年です。これも，わが国では電源の信頼性が非常に高いという値を示しているものと思います。

このように例を，電源の信頼性についてお話しましたが，まず信頼性を高めるということに重点を置いているわけです。

もう一つは，わが国においては，一次系の漏洩が少しでもあったらプラントの運転を止めるという考え方に基づいており，SG細管の漏洩が多少でもあると，すぐ止めているわけです。これは結局，まず漏洩があり，その次に，それを放っておくと亀裂がどんどん拡大して，ラプチャーが起こる。リーケージ・ビロール・ラプチャーというのを実験でいろいろ確かめております。そのラプチャーの配管の破断を許さないのは，確率を下げるのは，まず漏洩があったら，直ちに補修をするということであろうと思います。そういう点で，わが国においては多少稼働率が犠牲になっていますが，結局，信頼性というか，事故の確率は非常に低くなっているわけです。

そういうことで，わが国においては信頼性の確保に重点を置いているわけですが，今，お話したように，現在程度のリスクは大体1万年にはないということが予測されます。原子炉の場合は，10^6年という程度におけるリスクの評価をしなければならないわけです。そのため，各国ともPRAが盛んに研究され，活用されているわけです。

わが国においても，数年前から日本原子力研究所において，このPRAの使用の開発が行なわれています。今年度末に一応，第一段階の開発が終わると聞いています。従来の使用は，時間の因子や人間の関与というものを取り扱いませんが，それを少しでも取り扱えるように，努力をしているわけです。

一方，このPRAの応用ですが，通産省で原子力発電高度化の作業が行なわれており，恐らく4月ころには結論に至ると思っています。現在討論されている内容は，技術の高度化に関しては，確率論的リスク評価を使用して設計の合理化を図るべきであると

か，定期検査のインターバルの合理化を図るべきであるとか，もしくは行政の高度化については，安全審査の合理化を図ることができるであろうとか，そういうことが論議されており，そういう意味でもPRAをわが国で実際に使うという気運が盛り上がっていると思っています。

PRAを行なって，次に安全目標になるわけですが，安全目標については，本日，デントンさんとビルクホーファーさんがお話しになりましたように，二つの行き方があると思います。

一つは，アメリカの行き方であり，事故死の0.1%や癌死の0.1%をベースにするやり方です。それから西ドイツの行き方は，放射線の被曝線量をベースにするやり方で，この二つがあると思います。

わが国においても，リスクの考え方はなかったわけではなく，古くからあったわけです。たとえば，軽水型原子炉施設の安全評価指針において，異常の過渡変化というのは燃料が壊れないから問題がないわけですが，各種事故－各種事故というのは，プラントの寿命期間中に1回程度起こるのが異常の過渡変化ですが，それよりももっと起こらないようなものです。すなわち，プラントの寿命期間中には起こらないとすると，3×10^{-3}年以上のようなものですが，そのような事故で燃料が破損することがあるわけです。その時に，そういう事故において，被曝において0.5レムを超えなければ，リスクは著しいリスクではないという考え方を示しているわけです。

そういうことから考えると，安全目標については，安全審査を担当する学者や，安全基準の作成を担当している学者の中で，いろいろ安全目標について，個人的にはいろいろ討論をしているのが現実ですが，国としては，安全目標は，これから討論することになると思います。

その安全目標をわが国で採用するならば，どちらが良いかということなりますと，今申し上げたように，わが国では早くから，放射線被曝をベースにしたリスクの考え方があるので，放射線被曝をベースにした安全目標ということになる可能性が高いのではないかと思っています。私の個人的な見解に過ぎませんけれども。

しかし，放射線の被曝線量をベースにする場合でも，わが国においては，ALARAの線量目標としては年間5ミリレムを使用しているので，西ドイツのように年間30ミリレムをベースにするよりも，日本では年間5ミリレムをベースにすることの方が，無理がないように思っています。

いずれにしても，こういう安全目標に関しては，パブリック・アクセプタンスを確保するとともに，一国が独走することは非常にまずいので，各国と協議をした上で自分の国の基準を定めるということが必要であろうと思います。

そういうことで，わが国においても，そういう原案が出ると，アメリカ，西ドイツ，その他の欧米各国，その他の国ともいろいろ協議をすることになるだろうと思います。

中村　私は新聞記者ですから，一般の人たちがセーフティゴールをどのように感じるかについて，意見を申し上げたいと思います。

原子力の安全性は，絶対に安全でなければならない，危険性はゼロでなければならないと主張する方がおります。しかし，危険率ゼロというのは実際にあり得ないことで，非常に困難なことだと思いますので，かえってそういう表現は抽象的だと思います。ですから，具体的に数字を挙げて表現することは，非常に良いことではないかと思います。

放射線の危険というのは目に見えない危険であり，この目に見えないということが非常に一般の人を不安にしております。現実に，他にもっと危険の大きいものがあっても，たとえば石油タンクは目に見えるものですから，危険が大きくても小さい，あるいは許容できると一般の人が考えわけです。ですから安全目標というのは，目に見えない不安を，見える不安に変え得るものではないかと思うわけです。

ところで，「安全目標が発表されると，一般にはかえって不安を招く可能性がある。だから逆効果になる。専門家が安全の証拠として出したような数字が，かえって一般の人の不安をかきたてるもとになるから，そういう表現方法はまずい」という意見もあるようですが，私は，表現方法を工夫すれば，そういう不安は消せるのではないかと考えます。

もう20年以上前になりますが，ソ連の大気圏核実験が盛んに行なわれていた頃のことです。フォールアウトがやってまいりまして，その影響がどのぐらいあるかということについて，ある大学の有名な教授が，「危険性は，ちょうど何人死ぬ確率になる」と

確率で言われたことがあります。そうしたところ，ある新聞社のデスクが，「おい，今度の核実験で何人死ぬそうじゃないか。どこのだれが死んだか調べてこい」と言って，言われた人が大変困ったことがありました。それは確率論でありまして，実際には死者が出るわけもないのですが，そういうふうに説明をしても，その時のデスクは，「いや，とにかく死人がいるはずなんだから，調べてこい」というふうに言ったわけです。これは笑いごとではなくて，本当の話です。

つまり，一般の人は確率ということに馴染んでいませんので，そのように受け取る可能性があります。非常に確率論というのは，理解しにくい表現方法であると思います。

TMI の事故があった時に，周辺住民が受ける危険性について，ICRP の委員であるイギリスのポーチン博士が東京に来られた際に，「周辺住民 216 万人について，あの事故がもたらした危険性というのは，2 年間にたばこを 1 本吸った時にガンになる危険性に等しい」と言われました。こういう表現方法は非常に理解し易いわけです。たばこを吸わない人も世の中にはたくさんおりますが，しかし，隣の人の煙の影響を受けますので，吸わない人でも 2 年間に 1 本以上のたばこの煙による危険性を受けているわけです。この程度のものであれば大丈夫だな，という実感があると思います。

この安全目標というのは，やはり国民が納得するものでなければならないと思います。納得しなければ，もっと厳しいターゲットを要求するということになると思います。つまり，理解できないということが，そこにはもっとなにかあるのではないかという不安を呼ぶわけです。

原子力は，ご承知のように，専門家が分かればよいというものではなく，一般の人の理解を得るということが非常に重要な技術です。つまり，作る技術，動かす技術の他に，私は，一般の人に対する説得の技術，説得の論理というものが，原子力の場合，特に必要ではないかと考えます。

日本ではまだ安全目標を明示しない方がよい，という意見があるように，私は感じるわけです。その理由は，常に実質的な安全目標をクリアーしているので，わざわざ発表すると，寝た子を起こすことになるという見方です。私は，そうは思いません。安全目標を設定して，公表する方が良いと思います。ただ，日本人は欧米人に比べて，非常に情緒的です。たとえば，欧米人は，スピリットは頭にあると考えるわけですが，日本人はハートにあると考えるので，なかなか脳死の段階で生きた心臓を他人に移植するということが，いまだに実現できないわけです。確率論にも慣れていませんので，表現方法にひとつ工夫していただきたいと思います。

こういう安全目標ができると，それはやはり国際的なもので，そのまま日本にも適用ということになるかと思います。

2 年前でしたか，NRC がセーフティゴールを発表した時に，数字は忘れましたが，何人か死ぬという数字が大きな見出しになって，日本の新聞に出たのを覚えております。つまり，確率的にそのくらいになるのだという表現方法なのですが，やはりその記事を読む人は，つまり何人死ぬほど危険なんだなと受け取るわけです。20 年前のフォールアウトの時のことを先ほど申し上げましたが，いまだに確率論的な表現方法には，日本人は慣れていないと思います。

この安全性を論じた際に，リスクの比較を石油火力発電や石炭火力発電と比べた数字が，これまで発表されています。そういう場合には，ウランの採掘段階から最終的なところまで含めて，原子力の方がこのように安全だという数字が発表されていますが，石炭は非常に採掘段階が危険ですし，石油は輸送や貯蔵の段階に危険があります。もちろん，石油を掘る段階にも危険があります。そういうトータルな比較ではなく，発電所の運転についてだけの安全性を比較した方が，厳しい数字にはなるかもしれませんが，国民の理解は得やすいと私は考えます。

以上，一般の人がこういう問題をどう受け取るか，受け取り易いかということについて，お話し申し上げました。

ビルクホーファー　今日の討論および昨日の討論を聞いて頭に浮かんだことを二，三，述べてみたいと思います。

昨日の討論で，FBR に対して基本的安全基準を設定する運営委員会を持つべきではないかという意見が出ましたが，昨年，高速パルス炉の研究を行なった私自身の経験に照らすと，炉心破壊事故の具体的側面および停止システム達成の信頼性に関して，世界的コンセンサスを得るのは極めて難しいことと言えます。しかしこれは，われわれが達成できる目標に関してのコンセンサスを得るよう努力すべき分野であると思います。なぜなら，これは大型 FBR を

決定する際の決定的要因の一つだからです。

次に強調したい点は，大破断思想およびPRAとの関係です。数年前にわれわれが提出したリスク分析によると，大規模PRA要因が頻度総需要に占める割合は極めてわずかでした。このため，われわれは過渡現象と小破断に注意を向けるようになりました。これらの方が支配的リスクだったからです。先ほど，私が述べようとしたのは，この種の事故が起こる可能性をどのように低減させるかということです。PRAは——今後この分野をもっと研究したいと私は思っているのですが——許認可手続きにおいて，ある種の事件や事故のどの部分を詳細に分析すればよいかという手掛りを与えてくれます。たとえば発生する可能性の極めて低い事故を調査する場合，厳しい許認可規則に依存せずに，十分な解析評価に依存するという立場を容易に擁護できます。

もう一つのポイントは，早発性影響に対する防護措置に関するものです。大規模事故による早発性影響がどのように生じるかを考えると，炉心曲折または炉心溶融と格納容器自体の初期破断との組合せが存在せねばならないことが分かります。格納容器が破断するには三つの形態が考えられます。一つは蒸気爆発による初期破断，二つ目は大規模な，極めて初期の大規模な漏洩，そして三つ目は格納容器内のオーバープレッシャーです。最後の二つ，大規模漏洩とオーバープレッシャーについては先ほど私が述べた通りですが，特に格納容器の導入時間のエアロゾル挙動に関しては，格納容器内との間の微少な圧力差によるエアロゾル挙動の低下があります。大規模な漏洩では，大量の核分裂生成物が保持されます。したがって，早発性影響を発生させ得る唯一の要因は蒸気爆発ということになります。この分野では過去2，3年間に多大な知識が集積されたと思います。これは極めて可能性の低い影響で，これが生じる可能性はまずないと国際的に結論づけてよいと思います。この結論づけが可能なら，最大級の事故の後でも，早発性影響の可能性は極めて少ないことが立証できると思います。

最後のポイントは30ミリレムの思想です。わが国の放射線防護法令のに規定された30ミリレムは，原子力発電所周辺に住む最も被曝の多い個人に対する限界です。そして計算によると，これほどの線量をなぜ被曝できるか，極めて控え目な計算です。実際には原子力発電所周辺で受ける線量は1ミリレムです。

デントン　まず第一に申し上げたいのは，セーフティゴールやRRAを，私は単なる知的遊戯とは考えないということです。ある原子力発電所に対してPRAを行なったら，そのPRAを実現させることが大切だと思います。金をかけて，事故リスクの最大要因が何であるかを突き止めたら，その施設の訓練プログラムを点検し，施設を運転する人たちがこれらのシナリオを識別できるよう訓練されているかどうかを，確かめることが肝心です。そして保守手順

を点検し，施設が適切なリスク要因に焦点を当てているかを確かめなければなりません。

また監視体制も見直さなければなりません。時には監視の対象を変更することにもなるでしょう。したがって，適切な数値はいくらかという点で公衆の論議が続いたとしても，PRAはこのような意味で極めて貴重であると思います。

同時に，われわれは標準プラントの申請を受けるでしょう。将来の標準プラントの一つは，ウェスチングハウスの設計と三菱の設計とを組合わせたものになると思います。そして，この設計の審査には，PRAを行なうに十分な完全な設計が必要です。このPRAは単なる評価ではなく，設計プロセスの不可欠な部分となり，リスクの主要要因を設計段階で排除できるようになると私は考えます。このようにアメリカでは，われわれは安全目標を，より広範なこのプロセスの一部であると考え，単に設計の結果を評価するだけでなく，新設計ができるだけ完全なものであり，かつ既存の原子力発電所が真のリスク要因に焦点を合わせて運転することを保障すべきものと考えています。

最後に，1，2日前の日本の新聞で，最近，鉄道事故が増加したという記事を目にしました。その記事によると，事故の原因は鉄道会社における要員の配置転換および要員の訓練不足ということでした。アメリカにおいても，かなりの規模の事故が発生した場合——たとえばブランズ・フェリー原子力発電所の事故，TMI事故，最近のセーラム原子力発電所事故などですが——事故が起こる前に，これらのプラント運転中に事故の前兆が認められたのです。そして，もし適切な注意を払い，過去の運転経験に照らし合わせていれば，これら3件の大事故さえ防ぐことができたかもしれないのです。しかも，この三つはハードウェアの故障ではなく，主として人間の過失が原因だったのです。

中村　放射線の基準で規定をして，先ほど村主さんは年間5ミリレム，ビルクホーファーさんは30ミリレムとおっしゃいました。これは人口密度の違いによるものかと思います。何か他に根拠があるのかどうか知りませんが，まず，どういうふうにそういう数字の違いが出てくるのかなと思います。こういう数字が，国のおかれた条件によって違うと，それに10^{-4}を掛けて何人死ぬというふうに数字が異なってまいりますが，そういう計算の仕方で良いのかどうかということが，一つあるかと思います。

それからもう一つ，マンレム当たり1,000ドルという数字が，どういう根拠で出されたのかということについても，一般の人が納得できる根拠をひとつ示していただきたいと思います。

ビルクホーファー　30ミリレムがバックグランド放射線評価に相等すると言われています。わが国でみると，これは医療目的のために公衆が受ける照射の70%に当たります。したがって，これは極めて低い数値であり，先に述べたように，計算方法もひどく控え目です。原子力施設の通常運転で，この数値が達成されたことはありません。実際的な体験に基づいて言うなら，1ミリレム/年が妥当なところでしょう。

デントン　原子炉からの通常の放出の限界が5ミリレムで，これは原子力発電所の通常運転により個人が1年間に受ける照射の最大許容限度です。しかし数年前に通常運転による最大許容限度をいくらにすべきかを検討したNRCは，放出を5ミリレム以下に抑えるのがより経済的であるならば，そうすべきだと考えました。そして，NRCは何人かの専門家の意見を聞き，その中には先にあなたが述べられたホプキンス博士もいました。そして，彼らの意見に基づき，1,000ドルは1マンレムに基づく一般公衆の保険影響を表わすのに控え目な数値であると考えました。原子力産業関係者のほとんどは，マンレム当たり100ドルがより適切な数値だと主張しました。このようにNRCは確固たる基準を持っているわけではなく，医学界の専門家の勧告より厳しい数字を選んだだけなのです。そしてこれは，放射性廃棄物除染システムが5ミリレム許容限度を満たしたならば，より効率的であるかどうかを見極めるために用いられました。

中村　その根拠は，まだ検討する必要がありますね。

デントン　1,000ドルという数字は真のコストの代表的なものの一つで，NRCはこれを控え目な数字と考えました。公衆に対する真のコストはさらにこれより少なかったのです。NRCは正確な数字を生み出そうとはせず，1,000ドルという数値を使うことにしたのです。

村主　補足的なコメントというよりも，デントンさんに質問したいと思います。アメリカにおける安全目標は，事故死もしくは癌死を根拠にしていますが，日本とアメリカとの死亡率というのを調べてみると，かなり違います

たとえば，事故死亡率については，アメリカでは2億人の人口に対して10万人，日本では1億2千万人の人口に対して1万3千人と，日本の方が事故死が約5分の1，低いわけです。癌死については，アメリカでは2億人の人口に対して43万人，日本では1億2千万人の人口に対して17万4千人と，癌の死亡も日本の方が50%くらい低いわけです。

こういうふうな事故死，癌死をもとにすると，セーフティゴールの絶対値が，日本の方が厳しい結果になってきます。そういう時に，今度はアメリカの国民が文句を言うようなことにならないだろうか，というのが一点です。

もう一つは，このように各国で事故死や癌死亡が違うということは，別の見方をすれば，交通規制を厳重にやるとか，医療が発達するとかいうことによって，死亡率が減少するということが考えられるわけです。

その場合，一度設定したセーフティゴールに合格していたプラントが，何年かたって——たとえば20年後に医療が非常に発達したということになったら，20年後に今度はセーフティゴールに不合格になるというような問題も起こるのではないかと思います。その点については，アメリカでどのような考えであるかお聞きしたいと思います。

デントン　この数値の差異が2年の間に解決できることを私は願っています。アメリカで原子力発電所を安全に建設，運転でき，また日本も同様に建設，運転でき，非常に異なった基準になってしまわないことを望んでいます。事故率と癌死率の違いですが，アメリカと日本がこれらの統計を同じ方法で数えているかどうかを確かめる必要があると思います。アメリカでは日本製の車を運転する人が多いので，事故率は同じであり，また癌死率も世界中でさほど変わらないと思います。実際の差異よりも，勧告方法の相違のほうが大きいと思います。

村主　二番目の質問で，一度セーフティゴールに合格したプラントで，医療と交通事故対策が発達した際，セーフティゴールに不合格ということになる可能性があると思いますが，その点についてはいかがでしょうか。

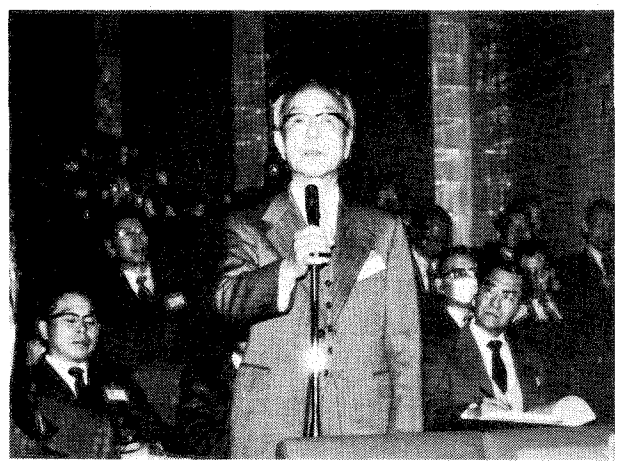
デントン　われわれが点検した原子力発電所，総括的なPRAを行なったプラントの数をもとにすると，適切な分析を行なってみれば，今日の原子力発電所でも安全目標を下回っています。ですから先に述べたように，安全目標を車の運転制限速度のように扱うべきではないと思います。したがって，医療分野において前進があり，根底となる率にも変化が生じるだろうと思います。しかし安全目標に関して，いくつかのプラントを比較してみると，10^{-4}/炉年まで確率を満たし，堅固な格納容器を持つプラントなら，一般に社会目標をはるかに下回り，個人目標をも十分に満たすものであると言えます。したがって，プラントの設計に影響を及ぼさずに保健統計を変更する余地があるわけです。

議長　それではここで，フロアから，山田太三郎さんにご発言いただきます。山田さんは元原子力委員でいらっしゃいまして，確率論的安全評価の草分け的な存在です。1960年代に，すでに国際的な場で確率論的リスク評価を提案された方です。

このセッションでの討論を踏まえて，コメントをしていただきたいと思います。

山田　内田先生が，私がしようと思った質問をされまして，その答が十分に出ていない状態で，また質問を出すことはどうかと思いますが，少し古いお話から申し上げたいと思います。

原子力論争の中で，しばしば原子力賛成側は，もう原子力発電所は十分安全であるという言い方をします。反対派は，それとまた違う言い方をするわけですが，その場合にアメリカにおける論争では，先ほどから話の出ているラスムッセン報告が，原子力賛成側にとっては非常に良い武器になったわけです。その答は，原子炉ほど世の中に安全なものはないという御託宣であり，これは非常に良いことだと思ったのですが，しかし，「どうも怪しい」という言葉が反対派からも出てまいりました。そこで，本当にこのラスムッセン報告の内容は正しいのか，ということを検討するグループがその後できまして，その結果をNRCに報告したわけです。



それによると，ラスムッセン報告に書かれている絶対値あるいは誤差範囲というものは，ラスムッセッ報告が主張するよりもはるかに大きいものであり，したがって，しばしば原子力論争に使われた「原子力は安全だというカーブ」は，大部分は怪しいものである。しかしながら，これに使われたPRAという技術は非常に有効なものであるから，今後，原子炉安全審査だけでなく，研究その他全部に使っていきなさい，という答申が出されたわけです。

これに対してNRCの反応は若干消極的であり，ラスムッセン報告におけるエグゼグティブサマリーという部分を，これは非常に具合の悪いものであるとして，撤回することにしました。そして小さな声で，PRAの研究をすることはよろしい，という言い方をしたわけです。

それが1979年1月でありまして，それからわずか2カ月後にTMI事故が起こったわけです。TMI事故は，原子力界にとって非常な災難であったわけですが，万事，表と裏がありまして，TMI事故の与えた良い点は，実はこのラスムッセン報告が，すでにTMI事故の起こることを予見していたということが一つです。

それからもう一つは，先ほど議長が指摘したいわゆる放射線のソースタームが，実際に事故のときに出てくるものは，今まで言われているよりもはるかに少ないのではないか，ということです。

もう一つは，TMIそのものであり，われわれは安全性の問題を論ずる時には，炉心が溶けるか溶けないかという二者択一であったわけですが，TMI事故はその中間の領域が存在して，それが今は非常に広い幅を持つものであるということを教えたわけです。

アメリカのNRCは，このTMI対策のうち短期対策について即座に実行しましたが，その後，長期対策としていろいろなものを打ち出したのは，1979年の秋のことでした。その一つは，日本にも大きな影響を与えて，論議を醸した立地問題です。これはアメリカでなければ得られないと思われるような，非常に人口密度の低い所に原子力発電所を置かなければならないということが，一つ出てまいりました。

それから，TMI事故で出てきた実際問題として待避の問題がありますが，この待避計画に関する問題。それからもう一つは，今申し上げた炉心溶融ではなくて炉心損傷という段階において，原子炉が冷却できるかどうかという問題が出てまいりました。と同時に，本日の主題であるセーフティゴールが出てきたわけです。

このセーフティゴールの問題は，言うは易すくなかなか難しいことが，今までのお話で十分わかったと思います。NRCはこのセーフティゴールの問題について，世界で初めて困難な分野に突入したわけで，大いに敬意を表する次第です。

しかし，われわれは，最初は定量的安全目標というものが出てくると予想したわけです。ところが，実際に出てまいりましたものは，ニューメディカル・ガイドラインという名前であり，大分権威が落ちてきました。それで最後に，本年の1月に出されたものにおいては，デザイン・オブジェクティブという名前であり，だんだんと格が落ちてきたのではないかという心配がします。

これは何が原因であるかと言うと，PRAというものが持っている不確定性，不安定性でありまして，これがなかなか，ちょっとやそっとでは取り切れません。これはルイスグループの報告で，ラスムッセン報告が非常に騒ぎがひどいというお話が，依然として続いているわけです。

したがって，アメリカの原子力反対派，当時からの憂慮する科学者同盟(UCS)あたりは，PRAは，答えはどんなものでも作ろうと思えばできる魔法のものであって，これは信用できないと主張しましたが，依然としてその主張が今まで及んでいるわけです。しかし，私は，これからPRAがどんどん進展していくことになるだろうと考えます。

話を少し変えて，最近，二，三の原子力界の専門家といえる人，たとえばアルビン・ラインベルグ，あるいはTVAの前理事長で，現在理事であるデビッド・フリーマンというような人が，それぞれ違った理由ですが，スーパー・セーフ・リアクターというものが必要だ，という言い方をしているわけです。

ラインベルグ氏の場合には，将来，原子炉の数が1,000基という大きなものになってくると，いまの炉心溶融確率では足りないということを言っております。

それから，フリーマン氏の方はよく分かりませんが，アメリカで原子炉の建設に十数年かかるという理由は，今の軽水炉がまだ未成熟であるわけです。そういうことで両者の主張しているところは，結局はスウェーデンで売っているピュースという非常に小型の原子炉ですが，ともかく安全を目標とした原子炉，あるいは高温ガス冷却炉（HTGR）を使うべ

きであって，軽水炉はどうも安全性が十分ではないと，こういう発言をしています。

これを額面通り受け止めるべきかについては分かりませんが，現在のところ，先ほどデントンさんも言われましたが，現在の設計のアメリカの原子炉では，NRCが作ったセーフティゴールに合格するということになるわけです。そういうことから考えると，何と余計なことを言ってくれるのだろう，ということになるわけです。

その話の付け足しとしては，アメリカの「サイエンス」誌では，将来，そんな高温ガス炉とかピュースなんていうものをやるのではなくて，日本がやっているA-PWR，A-BWRというのが，将来の良い原子炉の姿であるということを，向こうでちゃんと宣言をしているので，本日の午後のセッションに関係があるかと思います。

しかし，このセーフティゴールによって，われわれは物指を得ることができるわけですから，先ほどから一般公衆に対してセーフティゴールが考えられているということが言われていますが，実際はアメリカの場合には，電力会社に対してバックフィットを行なうための基準ということの方が，ずっと実際的な価値が大きいわけです。そういう意味で，アメリカのセーフティゴールについては，国民に納得させようとする意思，方向はまで出ていません。ですから，セーフティゴールが実際に役に立つものになるためには，単に技術的問題ではなく，心理的あるいは社会的問題が含まれたセーフティゴールが作られてくるのだろうと予想しまして，感想を終わらせていただきます。

ビルクホーファー　各種原子炉システムの安全性の側面について，コメントしたいと思います。それぞれの国でこの種の論争がしばしば行なわれ，特にHTGRと軽水炉とが比較されているようです。しかし各種の側面を比べるだけで，あるシステムと他のシステムとを比較することはできません。たとえば熱吸収材の損失に対して，FBRは外部熱吸収材なしで数日間で崩壊熱を除去することができます。一方，同じ規模のHTGRは10～12時間，軽水炉は数時間しか耐えられません。スクラムに至る故障の場合も同じです。したがって，FBRが存続するのが最も難しいわけです。つまり各システムについて異なった側面を考慮せねばならないわけで，あるシステムが他システムより優れているかどうかを断定するのはひどく難しいのです。原子炉が小さいほど，大きな事故の後で放出される放射性物質が少ないことは明白です。これはHTGRについても軽水炉についても言えます。軽水炉は十分に安全ではないということが言われますが，必ずしもそうは思いません。炉心溶融頻度をより低くすべきであるというワインバーグ博士の意見には賛成できません。なぜなら最近の傾向として，どっちみち数年前よりは低くなっているからです。

デントン　異なった設計の比較に関するビルクホーファーさんのご意見に私も賛成です。アメリカにはガス冷却炉は1基しかありませんが，その出力密度は極めて低く，この原子炉が事故を起こすということはまずありません。しかし各種の経済的理由により，電力会社はこの炉を選ぼうとしません。大局的には山田さんのコメントから私が受ける印象は，われわれアメリカ人よりも日本の方が先にこれらの問題に直面しなければならないかもしれない，ということです。ご存知のように，アメリカでは長年にわたって新規の原子力発電所の発注がありました。毎年6～9基の運転開始が許可されますが，これらは何年も前に開始されたプラントです。したがって新しい原子炉への移行は改良型軽水炉設計の形を取り，しかもアメリカ以外の国で最初に実現されるかもしれません。

議長　まとめに入る前に，私の個人的な提案をさせていただきたいと思います。わが国でもPRAやセーフティゴールについて検討が必要だと思うので，その際のたたき台というように解釈していただきたいと思います。

これはまったく私が個人的に利用しているセーフティゴールのカーブですが，次に示します**（スライド）**。事故の結果を最大個人線量レムで表わし，それに対する発生確率を縦軸に示してあります。図の上にプロットしてある点は，いろいろな文献によるもので，

fを通る線は，AIFのヨシモビックの点

jは10CFR-100の点

iはイギリスのファーマー博士の点

pはイギリスの基準

gは，私の理解での，西ドイツでの目標

q，s，tは，カナダの基準であり，tは早期死亡を引き起こす200～400レム

kはTMI，と考えてよいと思います。

これらを参考にして，日本のカーブとして一応書いてみたもののキーポイントは何かと言うと，日本

では通常運転時が5ミリレム/サイト年となっています。それがa点です。また，日本の一般公衆に対する最大許容被曝線量は，法律で0.5レムと決められているので，それを目安にしています。さらに目安線量（リファレンス・バリュー）と言っていますが，設計の一つの目標として25レム，あるいは緊急時の目安として25レムが日本でも用いられているので，それを一つのしきい値として表わしたわけです。ですから，直線がf，eを延長すれば，そのままであるが，緊急時対策の防災努力によって，それを下げて，カーブのようにして25レムをしきい値としたらどうかと考える次第です。以上，何かご参考になれば，ありがたいと考えます。

それでは，まとめに入りたいと思います。

本日はデントンさんとビルクホーファーさんから直接，アメリカと西ドイツにおける安全基準あるいはセーフティゴールについてお話を聞く機会が得られたことは，日本にとっては大変，有意義なことであったと確信しています。厚くお礼申し上げます。

この安全理念は，原子力開発が進むのと並行して，果てることのない論議を呼ぶものであるが，「原子力発電は絶対安全なものではない。リスクはあるのである」と先ほど中村さんが言われたような簡単なことが，日本ではようやく一般社会，特に新聞紙上では認められてきていると思われます。そこで原子力発電には最大これだけの潜在的リスクがあるかもしれないと考えられるが，それを踏まえて原子力発電の開発を行なうことについて，一般社会の了承を得たいということを表わすために，その残留リスクを表わし，それを逆にセーフティゴールと言うのではないか，と私は理解しています。

それらの定量的な値そのものを立証することはできないのであり，この点が交通事故のリスクや火力発電のリスクのように過去の記録に基づく評価とは大変性格の違ったものです。

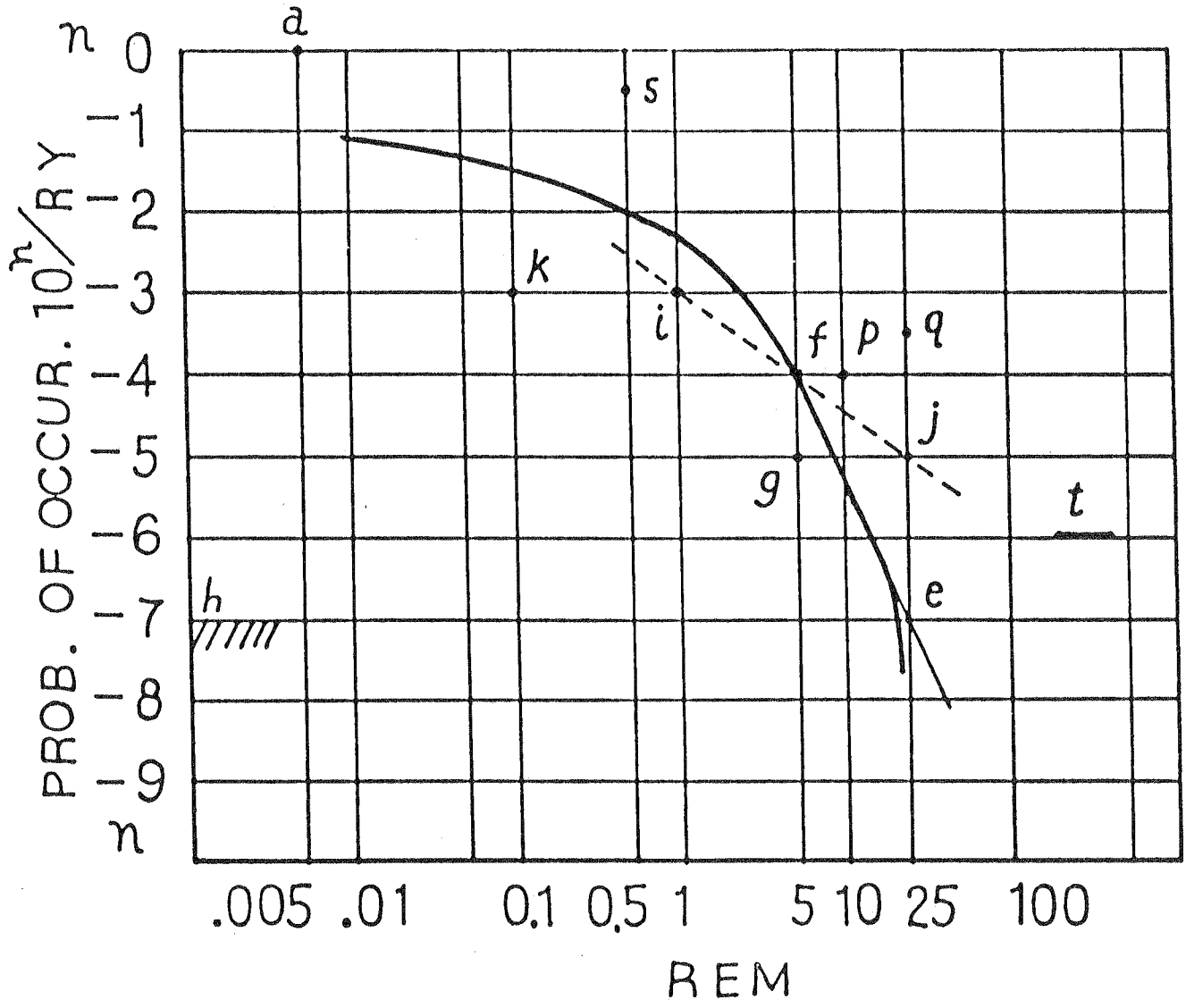
ただ今，お話しのように，ウェル・バランスド・セーフティ・コンセプト，安全の比較とバランスを取るための確率のそれを確保するために，PRAは非常に価値があり，また必要であると思っています。

原子力発電の通常運転時の安全性が十分に確保されていることは，世界的に認められています。現在，あるいはこれから問題となっているのは，ありそうにない事故が仮にあったらということについて，一般社会から疑問を投げかけられていることです。帰する所の要点は，推定される結果を招く事故の発生確率，あるいは危険率というもの，それからソースターム，特にヨウ素放出に対するより現実的な評価の二点です。確率とソースタームです。特にTMI事故後，問題となっていることは，大規模炉心損傷に係わる問題，クーラブル・リミット・イン・ベッセルとは何か，事故の場合の格納容器の機能の評価などについての知見の蓄積が今後，要望されます。これらの研究と評価には，国際的なコンセンサスが得られることが特に望ましいと思われます。

PRAあるいはセーフティゴールには多くの不確実性が含まれており，その取り扱いは注意しなければなりません。しかし，お二人が示されたセーフティゴールが十分に達成されていることは，世界各国の約1,000炉年の原子力発電所運転の経験によって，大方の認める所であることを私は信じています。それほど安全が高いだけに，リスクの表現には注意して欲しい，というのが中村さんのご意見でした。原子力発電の安全性が高いという実績は，設計，製作，建設，運転を通じる高いレベルの品質保証と運転管理によって，達成されているのです。一口に言えば，常日頃の安全運転に細心の注意を払い，それによって安全性を実際に立証していくことが，セーフティゴールの証明であり，一般社会の理解と協力を得る最善の方法ではないかと思われます。

本日のこのパネルを機会に，PRA，セーフティゴールについての研究と討議が，わが国でもますます活発になることを期待して終わりたいと思います。

〔内田議長スライド〕


a
s
k
i
f
p
q
j
g
t
h
e
n
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
n
PROB. OF OCCUR. 10^n/RY
.005
.01
0.1
0.5
1
5
10
25
100
REM

第16回
原産年次大会
議事録

16th

JAIF

ANNUAL
CONFERENCE
PROCEEDING

セッション5
「軽水炉成熟時代の原子力産業」
（パネル討論）

議長　向坂正男氏（国際エネルギー政策フォーラム議長）

〈パネリスト〉

L．アブダラム　氏（フラマトム社事業本部長）
R．ケイロン　氏（ベルゴニュークリア社会長）
西　政隆　氏（日本電機工業会原子力対策委員長／㈱日立製作所常務取締役）
浜口俊一　氏（関西電力㈱専務取締役）
林　政義　氏（中部電力㈱副社長）
T．プライス　氏（ウラン協会事務局長）
W．ブラウン　氏（西ドイツKWU副社長）
松田　泰　氏（通産省資源エネルギー庁長官官房審議官）
D．ライアンズ　氏（アメリカ原子力産業会議副会長／コンバッション・エンジニアリング社副社長）

パ　ネ　ル　討　論

向坂議長　最近のエネルギーをめぐる情勢をみると，石油が不足から過剰に変わるなど，大きな変化を遂げています。これには世界的なエネルギー需要の低迷という一時的な要因も作用していますが，石油から他のエネルギーへの代替が進み，また省エネルギーが浸透した結果であることも否めない事実であります。

当面の石油需給の緩和にもかかわらず，長期的にはエネルギー代替を着実に進めていく必要性は，いささかも変わっていないと考えます。その中心的な地位にあるのは，原子力であると考えます。

原子力発電の状況をみると，1982年末で，原産会議の調べでは世界全体で281基，1億8千万kW余が運転しています。日本においても25基，1,730万kWが運転中です。各国とも，ほぼ順調に運転されている状況であります。

来世紀に向かって原子力発電は，OECD諸国はもとより開発途上国においても，その利用が普及していくことは，いわば歴史的な必然であると考えられます。軽水炉による発電技術は，多くの経験を経て成熟段階にあると考えられますし，わが国の状況をみても，来世紀の第一四半期に向かって50基，100基の運転時代を迎えるであろうという予測がなされます。

日本政府は，この100基時代に向かって，技術の改良によって安全性，信頼性を一層高め，また経済性を向上して，さらに運転，保守技術の安全性に万全を期するべく，産業界と協力して，現在，長期の方針を検討しつつあります。近くその報告がまとめられる予定になっています。

このセッションでは，こうした情勢を踏まえて，軽水炉技術の成熟と大量利用の時代に向かって，核燃料サイクルを含めて軽水炉産業が，従来にも増して原子力発電の安全性を維持しながら，他のエネルギー供給に対して常に経済的な優位性を保っていくには，産業界は今，何をしなければならないか。行政上の施策はどうあるべきか。また，国際的な協力をどのような点にポイントを置いて進めたらいいか，といったことなどについて議論して，いわば活力のある軽水炉産業として発展していくための方策いかん，こういった問題を，このパネルで内外の専門家とともに考えてみたいと思います。

松田　わが国の軽水炉は成熟時代を迎えようとしている，あるいはすでに入っていると言われますが，現在の軽水炉の状況，あるいはエネルギー供給におけるその役割などについては，議長がすでに触れられたので，私はそれを繰り返すことは省略します。

ただ，一言申し述べますと，ご存じのように，昨年4月に策定された政府のエネルギー需給見通しによると，1990年に原子力発電所は4,600万kWを開発することになっていますが，最近のエネルギー需要のスローダウン，石油価格の下落といった状況を反映して，現在，資源エネルギー庁でも計画の見直し作業に入ろうとしています。

また近くは，電力会社の電力施設計画がまとめられ，間もなく発表されることと思いますが，いずれにしても原子力の計画は従来の計画に比べて，その開発テンポがやや遅くなることは間違いないと思います。それにしてもエネルギーの中で最も有望な石油代替エネルギー源，あるいは最も経済的なエネルギー源として，原子力をできるだけ開発していこうという姿勢に変わりはありません。

さらに，従来考えられていた以上に軽水炉のウェート，あるいは寿命，役割の続く時期が長くなるのではないかということは，だいたい言えるであろうと思っています。

このような日本の軽水炉の現状を振り返ってみると，そう一朝一夕に到達できたわけではありません。最初はガス炉を導入したわけですが，軽水炉は商業用として，昭和45年(1970年)にBWRの敦賀1号，PWRとして美浜1号を，アメリカの技術を導入して建設したのをきっかけとして，その後，軽水炉の開発が続いたわけです。

国際的にもそうであったように，たとえばPWRにおける蒸気発生器の腐食の事故，あるいはBWRにおける応力腐食割れの問題等によって，わが国における軽水炉の稼働率も相当低下した時期がありました。その稼働率は，昭和50年(1975年)ころは42%，昭和52年（1977年）には41.8%という数字が出ており，いろいろな方々から原子力の将来性について疑問を投げかけられたような時代があったわけです。

しかし，わが国の電気事業者およびメーカーの皆さんの努力により，そういったトラブルが一つ一つ解消され，たとえば昭和57年(1982年)の暦年でみると，その稼働率は70%を超えているところまで向上していますし，そういった小さなトラブルも非常に減少して，世界的にも非常に成績の良い軽水炉の運転ということが認められるようになってきたわけです。

わが国においては，すでにそのような経験を踏まえ，幾つかの設計を改良する計画が進んでいます。保守を容易にする構造，被曝を少なくする構造，あるいは定期検査の期間を短くするような構造等の改良計画が進行しているわけですが，今後さらにこういった点を含めて，たくさんの軽水炉が運転を迎える時代に当たり，どういうところに問題があるか，あるいは，どういうところに意を尽くして臨まなくてはいけないのかということをめぐり，先ほど議長から紹介がありましたように，通産省では高度化委員会という検討組織を設けています。

そこでの検討結果は近くまとまると思いますが，どういうところに皆さんの関心が集まっているか，あるいはどういう問題意識を持っているかということを紹介します。

まず，今後の原子力の供給を非常に安定したものにするためには，大きく三つの分野が考えられます。その一つは情報の分野です。たくさんの炉があると，大きな事故は別として，幾つかの小さいトラブルがかなりの確率で起こる可能性を秘めているわけです。そういったものを事前に，いろいろな情報から予防する手段を早く見つけなくてはなりません。そのためには，日ごろの運転情報を早く有効に活用できる体制を考えておかなくてはならない，ということがまず考えられます。

最近のいろいろな情報伝達，あるいは情報処理の進んだ技術を採用して，そういった情報の収集，分析，利用の技術および体制をもう少し質の高いものにしていかなくてはなりません。それには具体的にはどうしたらいいであろうかというのが，一つの大きな検討の分野になっているわけです。

第二番目には，この原子力発電所の運転，検査，保修のためには，たくさんの人力を必要とするわけです。特に炉が増えてくると，作業労働者，運転員というような技能労働者が，この原子力の技術をいかに正確に理解し，十分な作業をするかということについて，その教育，訓練といったものを充実させていかなくてはなりません。それにはどういう仕組みで，あるいは誰がそういう人たちに対する訓練とか質の向上をやったらいいかということが，大変重要な問題になるわけです。

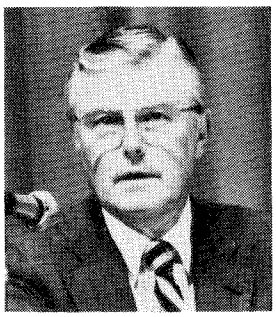
それから第三番目としては，技術開発はいつの世でもあるわけですが，軽水炉の運転性能の着実性の増大，信頼度の増大といった面での技術開発を，今後さらに続けていかなくてはなりません。この場合，従来の開発過程にとられた技術の延長のものもありましょうが，もう少し新しい観点から信頼度の向上，あるいは被曝の低減といった面から，技術開発の問題を取り上げていかなくてはならないと考えます。特に日本の場合には，従来にも増して日本独自の，日本みずからの経験でそういった技術開発のデータや技術力の蓄積を，これからはやっていかなくてはならないと考えるわけです。

もちろん，このことは国際的な協力を否定するものでは毛頭ありません。ますます国際的な協力を従来どおりにやるためにも，そのことが必要になってきていると考えるわけです。

以上のような三つの側面が考えられるわけですが，そういうものを引っ括めて，特に原子力発電の経済性という問題が非常にクローズアップされています。これからはエネルギー需要そのものが従来よりは鈍化しているという中において，石油依存度をさらに減少させ，石油代替エネルギーとして，天然ガス，石炭，あるいは新しい太陽エネルギーといった新エネルギー，あるいは国産エネルギーといわれる水力，地熱，そういったもろもろのエネルギー間

の競合の問題が当然起こるわけです。そういう側面からみても，この原子力の経済性が果たして他のものと比べてどうであるかということ，あるいは，原子力発電を実際に供給する主体である電気事業にとって，電力コストの安定化，高騰を防ぐためには，特に原子力の場合，その資本費を引き上げないような努力が望まれるわけですが，そういった問題に対してどう取り組んだらいいかというようなことが，いまのような三つの分野を含めて，別の面から総括的に考えた場合の問題として上がってくるわけです。

以上のような側面あるいは観点から，今後の原子力の成熟時代には問題を掘り下げていかなくてはなりません。それで新しい体制なり技術の基礎を作り上げていかなくてはならないと考えますが，その内容等については，パネリストの方から，それぞれの立場で提言があると思います。私はまず，以上のような分野の問題を指摘して，最初の発言を終りたいと思います。



ライアンズ　アメリカの原子力利用は，将来性に富むと同時に，また多くの問題にも直面しています。私は，皆さんにこれらの問題の解決のため何をなし得るかということをお話しする前に，アメリカにおける原子力の将来性について，簡単に触れてみたいと思います。

アメリカでは現在，78基の原子力発電所が稼働しており，総発電電力容量は6,200万kW以上に上ります。これは全世界の運転中の原子力発電容量の40%以上に当たります。

原子力発電は中心的な電力生産の中でも，とりわけ急速に発達しているものです。運転中のものに加え，64基，合計7,000万kWの原子力発電所が建設中あるいは発注済みの状態です。1990年までに原子力発電はアメリカの総発電電力量の25%を占めると見込まれ，またアメリカの原子力発電容量は全世界の原子力発電容量の3分の1以上を占めるでしょう。

しかし，アメリカの原子力発電は，このような明るい将来がある一方で，いくつかの重大な問題に直面しています。すなわち原子力の規制手続きが複雑になって許認可に非常に時間がかかり，見通しが不明確なことや，公衆が原子力を受け入れるかどうかで意見が対立していることなどです。これらの要因が州政府による近視眼的な電力会社への規制と結びついて，新規発電所の建設コストを引き上げる結果となっています。

これに対して，原子力発電を1990年代の発電源として価値あるものとするために，しなければならないことが以下のように四つあります。

- ―― 原子力発電の規制を合理化し，建設工期の短縮化と建設コストの正確な見積もりができるようにすること。
- ―― 原子力にたいするパブリック・アクセプタンスの推進を図ること。
- ―― 経済状態の改善および適切な電力供給と健全な経済との関係の増進を図ること。
- ―― 既存の原子力発電所の性能（いわゆる稼働率）の改善を継続していくこと。

アメリカの原子力産業の回復には規制手続きの安定ということが非常に重要です。最近の10年間は，許認可事項の変更によって，原子力発電コストが急激に上昇しましたが，それは公衆の不安を軽減させたと言うよりも，むしろ安全防護施設を過剰なものとしただけです。規制制度の合理化は，このような傾向に歯止めをかけるために，ぜひとも必要です。

まずその第一歩は，「バックフィッティング」すなわち以前認められていた設計に対し，さらに追加要求を課すといったことの改善です。原子力発電所に対しては現実的，定量的な安全目標が確立されるべきです。さらには，安全上の価値がそれに要する費用を上廻る場合には，安全上の改善も制限されるべきです。

原子力規制委員会（NRC）は，原子力発電所の安全目標を定める方針案を作成しました。この方針案では，原子炉事故で放出されると仮定した放射線量を基にリスクの限界値を設定し，安全施設の改造により防ぐことができる放射線被曝量に対しコスト・ベネフィットのガイドラインを設定しています。これでは極端に保守的なものとなりますが，適切な方向へ向かう一歩であり，将来のバックフィット要件の評価の際に有益なガイドラインとすべきです。

もう一つの必要な規制手続きの変更は，一括（ワン・ステップ）許認可です。NRCは今年の末，最初の標準化原子力蒸気供給システム（NSSS）に最終設計認可を与えるとみられています。基準作りが終われば，一括許認可が効率的になり，新規発電所の建

設や運転開始の遅延や不明確さも少なくなると思います。

アメリカエネルギー省（DOE）とNRCは，許認可制度を合理化する必要があることを認めています。NRCでは，いくつかの許認可手続きの変更を現在検討中です。またDOEとNRCから独立に作成された法案が議会に提案されています。AIFではこれらの法案が数年以内に議会を通過する可能性がかなりあると期待しています。

ところで，今年アメリカで運転開始予定の原子力発電所のうち，数ヵ所に明るい話題があります。それは，フロリダ州のセントルーシー2号機が6年で建設を終える予定であることや，アリゾナ州のパロベルデ1号機が着工後7年ほどで運転を開始するということです。これらの建設工期は，日本の皆さんにとっては驚くほどのことではないと思われるでしょうが，建設期間が平均で10年以上かかるアメリカの現状からすれば，大変なことなのです。アメリカの原子力産業界は，今後このような短期間の建設工事を標準的なものとするよう努力しなければなりません。

原子力産業界の2番目の目標は原子力発電に対するパブリック・アクセプタンスの推進です。これには政府の強力な原子力支持政策こそが成功の鍵であると思います。

昨年の放射性廃棄物政策法の成立は，政府の支持が果たす役割を如実に示したものです。この法律は廃棄物の永久処分の方針を示したもので，今年末までに試験と施設評価のためのサイト選定を行ない，1985年中頃までに監視付き回収可能な貯蔵施設の必要性について勧告を行なうことを規定しています。さらに大統領は1987年3月までに最初の永久地層処分サイトを選定することとしています。

この法律ではまた，電力会社がサイト内の使用済み燃料プールのスペースがなくなった場合には，連邦政府が暫定的な緊急使用済み燃料貯蔵施設を準備することになっており，その経費は発電電力量に対しkWh当たり1ミルとして回収されることになっています。

その他，アメリカの原子力産業界は原子力の安全性や信頼性，経済性といった面に公衆の関心が向かうよう，広範囲な宣伝活動を展開してきました。

原子力産業の回復には，健全な経済状態であることが重要な要素です。インフレーションの抑制と低い長期金利および財，サービスへの需要の拡大とが結びつけば，アメリカの原子力発電に二つの大きな効果を与えることになります。それは電力会社の資金能力の強化と電力需要の増大です。

アメリカ経済には回復の徴候が多く認められます。インフレーションは1982年に大きく低下し，1983年も低下したままと見られています。長期金利は，現在のインフレーション率から見れば，依然として予想よりも高めですが，下がってきています。一方，ここ数ヵ月の電力需要は，僅かながらではありますが，はっきりと増加しています。この傾向が今年の残り10ヵ月続いてくれることが，アメリカの原子力回復の鍵です。

長期的に見て，原子力産業の将来性はそれ自身にかかっています。すなわち，運転のすべての面で優秀な記録を打ち立てることが，原子力の回復を助けることになるのです。このために結成された主要産業グループである原子力発電所運転協会（INPO）は，この面での改善を行なっています。アメリカでは原子力発電の安全性を引き続き高める一方で，稼働率の向上，すなわち経済性の向上に新たな力を入れています。

経済的な観点から，中小型原子炉という優れた代替案が提案されてきました。小型炉は従来から原子力産業界で検討されていましたが，アメリカでは90万kW以上が経済的であろうというのが大方の見方です。利用可能な化石燃料がアメリカより少ないような発展途上国では，小型炉の方が経済的です。アメリカの原子力メーカーは，現在の設計をスケールダウンして，小型炉の条件に合わせることができます。

アメリカでは1980年代末までは発電所の新規受注はあまり望めそうにありませんが，それまでに原子力規制の合理化，原子力発電に対するパブリック・アクセプタンスの推進，運転中の原子力発電所の性能改善の継続を着実に進めているでしょう。健全な経済と，これらの努力の推進によって，原子力発電所の新規受注が回復するものと思います。

林　わが国では実用規模の軽水炉が登場して，すでに13年経ち，その間に世界のエネルギー事情は幾多の変遷を経てきました。すなわち軽水炉の登場，初期においては，その発電コストは他の電源に比べて必ずし

も経済的とは言えませんでした。

ところが，第一次，第二次オイルショックによって石油価格は15倍に跳ね上り，原子力発電はその安定性，価格低廉さと相まって，脱石油エネルギーの本命に躍り出たのです。ことに日本のような無資源国においては，資源のセキュリティを考え合せると，原子力発電は救世主と言っても過言ではないかと思います。

ところが昨今の状態は原子力発電にとって，正に正念場にさしかかったと言えると思います。一つはオイルショックによる建設費の高騰に伴う原子力発電コストの上昇であり，二つ目は世界的な脱石油エネルギーの努力の結果，石油価格が緩和され，石油火力の発電コストが低下したことです。安定性と価格を無視したエネルギーは考えられません。私ども電気事業者は，安定かつ適正な価格で電力を供給する義務を持っております。もしも，このままの状態が続くとすれば，石油火力に比較して圧倒的に安価であるという原子力の優位性は崩れることになりかねません。このためわれわれは官民一体となって全力を挙げて，原子力発電のコスト低減に取り組むべき時期がきたと思うのです。もちろん，その為にいささかも安全性が損なわれることがあってはなりません。

本日は，このような環境下にある電気事業者の立場から，はじめに電源のエネルギー別の状況と展望について，お話したいと思います。

今のかたちの電力会社が設立されて以来30余年，電気事業者は常に先見性を持って，その時点，時点における最適なエネルギー源を選択し，電力供給の使命を果たしてきました。すなわち，戦後の復興期には水力の開発と石炭火力の導入により，供給力の増強に主眼を置いて経済復興を支え，1960年代からは当時の安い石油を効率的に利用する新鋭火力を導入することにより，高度経済成長を支えてきました。この石油火力の隆盛期にあっても，石油情勢の行先きを見越し，軽水炉を主体とした原子力発電の技術導入を図ってきました。この選択の正しさは二度にわたるオイルショックに見舞われても，原子力発電をはじめとする脱石油エネルギー構造を推進し，世界中で最も混乱の少ない日本経済を実現した基盤になったと確信しています。

この間，安全性の確保，環境保全等の社会的要請に応えながら，一般的なコスト上昇基調の中にあって電力コストの抑制に努力してまいりました。また，この間，原子力発電については軽水炉がいくつかの技術的トラブル，たとえば，原子炉配管の応力腐食問題，蒸気発生器細管の漏洩問題等に遭遇し，国，産業界が心血を注いで，その解決に当たってきました。その結果，現在これらの問題を克服して，供給信頼度は向上し，近年は高い設備利用率を達成しており，わが国の軽水炉の技術はかなりの成熟レベルに達しているものと考えます。この間わが国の原子力発電の全発電電力量に占める割合は，1973年，すなわち第一次オイルショック前の約3％から，1981年の約18％へと増加し，一方，火力発電の割合は，1973年の約81％から1981年の約66％へと減少しております。

さて，現在の電気事業をめぐる経営環境は経済の低成長に起因する電力需要の低迷，エネルギーコストの上昇基調と，相変わらず厳しいものがあります。こうした状況のもとで，将来への長期的で厳密な予測はなかなか困難でありますが，いずれにせよ電源を構成する各エネルギーの量的な側面に加え，経済性ならびにロードフォロー等の技術的な側面を考慮し，これまで以上に電源の多様化を推進する必要があります。すなわち，エネルギーセキュリティの観点から海外依存度の低下を図り，発電コストの低減化のために経済性を追求し，パブリックアクセプタンスの観点から環境保全に留意して，各電源を眺めてみると次のようになります。水力はすでに開発限界に達しており，火力は最近の石油価格の緩和傾向は見られるものの，長期的には不確定要素が多く，また石油，石炭，LNGはいずれも海外依存が大きく，またLNGは別として，環境保全の課題が伴います。さらに太陽熱や燃料電池等の新しい電源は，量的な面でもすぐには期待できません。

また，昨今の石油価格の動向に関連して，OPECが今月（3月）14日に定めた新価格のバーレル当たり29ドルといたしますと，石油火力発電コストは，中部電力の場合で，およそ1円50銭程度下がります。さらに25ドルに下落すると，約3円下がることになります。この場合でも，現在の軽水炉の発電コストの優位性は依然として保たれます。

電源エネルギー別のシェアについては，国や研究機関のいろいろな予測があり，これらもまた流動的な状況ですが，今後の電源多様化を目指して，21世紀に向けてできる限り原子力発電のシェアを増すことが国や私ども電気事業者の責務と考えています。

次に，軽水炉も成熟時代に入ったとされています

が，本当に成熟するためには電力供給の信頼性がさらに向上し，その経済性が長期にわたって維持され，軽水炉による発電量のシェアが増加することと，軽水炉としての核燃料サイクルがわが国として自立することにあると思います。この時代に向けての課題と，その解決の方向性については，通産省の原子力発電の高度化懇談会においても検討されてきたところです。

冒頭に申し上げたとおり，オイルショック以降の建設費の高騰に伴う軽水炉の発電コストの上昇と昨今の石油価格の緩和による石油火力の発電コストの低下により，今後の軽水炉の経済的な優位性が問われ始めた現在，本検討会で検討されてきたプラント建設費の低減は，今や国家的な課題と考えていますが，その内容については本日，他のパネリストから紹介されますので，ここでは軽水炉の経済性について核燃料サイクルの面での課題ならびに軽水炉の成熟化に不可欠とみられる国際協力について，日頃感じているところを申し上げたいと思います。

日本の核燃料サイクルの現状は天然ウランの供給，ウラン濃縮ならびに再処理役務の大部分を海外に依存しており，今後できるだけ早期に自主的な核燃料サイクルの確立が待たれるところですが，特に，ウラン濃縮における商業プラントや再処理における第二工場の推進は，日本のエネルギーセキュリティの確保のために官民挙げて努力しているところです。

一方，軽水炉の「経済性の向上」という一大命題からみると，ウラン濃縮プラントや第二再処理工場の推進，特にその事業化に当たっては，それぞれの研究開発，技術計画，建設工程について「濃縮，再処理のコストミニマム」ということを常に優先して推進されることが必要であると考えます。「核燃料サイクルの自立性」と「経済性」の両方が達成されることが，ぜひとも必要だと思うからです。

なお，再処理に関連して，プルトニウムの利用について付け加えると，私ども電気事業者はプルトニウムの軽水炉による利用，すなわちプルサーマルの実用化についても，その必要性を十分認識し「電力共同研究」等で研究開発に取り組んでいます。

核燃料サイクルのもう一つの課題として，軽水炉の成熟化のためにその確立が望まれているものに，放射性廃棄物処分と原子炉の廃止措置があります。低レベル放射性廃棄物処分は技術的にはすでに実施可能な段階に達しており，また原子炉の廃止措置の技術は現在の技術水準で対応できるものと考えますが，私どもとしては，廃棄物処分および原子炉の廃止措置の具体的な実施方策をできる限り早急に確立し，その上で費用の分担方法について，国民の同意を早急に得る必要があると考えます。これらの費用分担については，世代間の不公平さを避けること，ならびに原子力に対する国民の一層の理解を得るためにも，電気料金原価への織り込みが検討されるべきものと考えるからです。

次に，国際協力について述べたいと思います。原子力の開発は，たとえば核燃料サイクル一つを取り上げてみても，本来が国際的なものであると思います。また，日本は初期において，技術の大半を海外に依存して原子力を開発してきました。現在，各種の経験と技術の蓄積により，原子力先進国にまで成長し，成熟時代を迎えつつありますが，ウラン濃縮や再処理の例からも明らかなように，ますます海外諸国との協調が原子力の推進にとって必要なものになっています。今後とも国際的な協力が有益な分野については，できる限りその促進に努めたいと考えます。電気事業者としては，原子力発電所の運用に関する情報交換の国際協力等で一翼を担っていますが，このような協力関係の維持，拡大を今後とも図りたいと考えます。

発展途上国に対しては，放射線利用などの基礎的な原子力平和利用に関する協力が，第一歩として考えられます。原子力発電の開発に関しては，すでに関係者によって情報の提供や技術者の養成等の努力がなされているところですが，これらの広範かつ長期的な協力関係を樹立していくことが，原子力先進国としての責務であると考えます。なお，この場合，核不拡散に慎重な配慮を払わなければならないことは，言うまでもありません。

また，先月いわゆるロンドン会議において，固体廃棄物の海洋投棄を2年間にわたって一時停止する決議が採択されましたが，これは関係諸国の理解を得て，その実施の準備を進めてきたわが国にとっては，将来に大きな影響を受けるものです。このような問題は各国それぞれに事情を異にするものであり，感情論に流されることなく，相互の立場を理解し合うことが，より一層求められます。今後は，この会議で採択された海洋投棄の安全性についての科学的検討にわが国も積極的に参画し，海洋投棄に対する国際的合意が早期に得られることを期待するものです。

終りに当たり，今日石油価格が緩和されつつあることは，私どもにとって歓迎すべきことですが，本日申しあげた原子力発電の推進については，手を緩めることなく，今まで通りの地道な努力を続けることが肝要であることを申しあげて，私の話を終ります。

浜口　冒頭，松田審議官から，わが国の軽水炉の導入期から今日に至るまでの状況および将来計画について概要の説明があり，さらにこの様な過程を踏まえて，今後成熟期に向かって何をなすべきか，いわゆる高度化の必要性の背景について話がありました。高度化懇談会でいろいろと議論致しました中で，私ども電気事業者として考えている主な課題について，少し詳しく話したいと思います。すなわち軽水炉技術の確立のためには，相互に関連はありますが，大きく分けて三つの課題があります。第一は情報の有効的な活用，第二は原子力発電に従事する人材の確保および育成，第三は技術基盤の確立，いわゆる技術の高度化です。

まず情報の有効的な活用について述べます。

原子力発電のより高い信頼性を確立していくためには，事故，故障等の貴重な運転経験を如何に運転，保守等の面へ早くフィードバックしていくかに掛っています。

そこで，各種情報を積極的に活用するために，電気事業者等，情報の利用主体が自らの情報の処理体制を整備するとともに，国内外の情報の収集，分析，評価を総合的に行なうためには，㈶電力中央研究所などの第三者機関を主体にした共通基盤的な情報処理体制を確立していくことが必要であると思います。

最初に電力中央研究所で考えている情報処理部門の独立強化について，少し説明します。アメリカではTMI事故以後設置された原子力発電所運転協会（INPO）がかなりの成果を挙げているのを参考として，わが国でも国内外の原子力発電所の運転，保修に係わる各種情報の総合的な収集，分析，評価を行なうとともに，安全運転および信頼性の向上に必要な情報の迅速かつ適切な伝達を行なうことを目的に，電力中央研究所の情報部門の独立，強化を考えております。すなわち今まで委員会的な運用をしていたこの部門へ電力からも運転，保守などの経験者を派遣して，拡大，強化することを考えています。

この他，第三者機関のそれぞれの業務に応じて，次の様な情報の収集，分析を分担していただくことを併せて行ないたいと考えています。すなわち火力・原子力発電技術協会には，運転員の資格認定に係わる教育内容，訓練プログラムおよび基準の整備に必要な情報の収集，分析，また，発電用熱機関協会には検査の効率化，検査技術の向上，保修技術の向上等に資する情報の収集，分析，評価，さらに原子力工学試験センターには，設計の合理化，審査の効率化に役立つ実証試験，確証試験，安全解析等の情報の収集，分析，評価および安全に係わる機器の故障データ等に基づく確率論的評価の分野を分担することをお願いしたいと考えています。

さらにメーカーにも，電気事業者のこのような情報を設計，改善面に活用して貰いたいと思います。

次に人材の確保および育成について，述べます。

今後，原子力発電が電力供給の主力を担うにふさわしい信頼性向上と安定的かつ計画的運転を達成するためには，運転員および保修員等の確保とその質的向上を如何に図っていくかが，電気事業者にとって，最も重要な課題であると思います。

まず人材の確保については，技術の進歩に対応した運転体制の整備を図り，長期的展望に立った計画的な要員確保対策を講じていくことが必要です。運転員については，自動化システムの開発に伴うディスプレイ装置（CRT）による情報の整理，集約化等のマン・マシン・インターフェイスの改善，異常診断システムの導入等により，自動化，省力化の進んだ運転監視制御装置を駆使し得るまでに養成するためには，相当の期間が必要となります。一方，保修員については，技術革新によるロボット等の採用，今後の経年劣化対策の増加等を考慮し，さらにメーカー，請負業者の体制整備も含めて，適切な対応が必要であると考えます。

次に人材の育成については，運転員および保修員の資質向上を図るためには，今まで以上にそれぞれの役割分担を明確にし，幅広い教育と実地訓練が必要です。

まず運転員の教育，訓練について説明します。技術進歩に伴う原子炉制御の自動化，省力化に対応する運転技能の維持向上のための教育，情報の有効的活用により得られる新しい知見を，的確に運転操作マニュアル等に反映させ，人的ミスによる事故，故

障の防止を図るためのシミュレーター訓練を行なって，資質のより一層の向上を図る必要があります。そのため，運転訓練センターでの訓練体制，特に再訓練を中心にして体系的な整備充実を図るとともに，訓練センターのより効率的運用を図る観点から，多目的利用や地域別設置に至るまで，訓練センターのあり方について総合的に検討したいと思います。さらに，運転員の質の確保を図るため，原子炉制御員の資格認定のため運転訓練センターの訓練を義務づけるのも一つの方策であると考えます。

さらに保修員については，従来，社内の教育体系の中で順次能力段階別に，メーカー派遣教育も加味しながら各種教育を行なうとともに，日常点検，保修作業に従事しながら，オン・ザ・ジョブ・トレーニング（OJT）で技能取得と向上を図ってきました。今後，より一層の安全性，信頼性の確保に当たっては，品質保証の観点から，的確な保修が強く要求されます。保修員の教育と訓練，技能維持を体系的に実施するためには，保修訓練を図るとともに，具体的な訓練カリキュラムの整備，充実を図り，設備の改良，保修検査技術，特に自動検査装置を含めて，その進歩に伴う設備の充実強化も行ない，資質向上に役立てたいと考えます。さらに保修員の職種に応じて，能力を確保する自主認定制を導入する等により，技能レベルの確保および資質向上を図る必要があります。その他，保修事業者の技術基盤の強化を図るため，教育訓練を側面的に支援する体制の整備を図っていく必要もあります。

第3番目に技術基盤の確立について，述べます。

技術開発の重点項目と開発スケジュール，責任体制等を明確にした総合的な長期技術開発戦略を策定し，定期的に見直しながら，今後の信頼性および運転性について電気事業者が進めるべき課題は次の二つです。一つは信頼性の向上の問題であり，これには三つの項目がありますが，一つはプラントの予防保全に関する技術の確立です。内外のプラントの運転，保修に係わる情報を保修作業に反映させるためのシステム，実証試験結果等からの機器寿命推定手法および信頼性の評価手法の開発を推進します。これにより点検取替基準，効率的な予備品運用等保守管理の合理化を図りたいと考えます。二つ目は事故，トラブルの未然防止技術の確立です。これはメーカーに負う部分がかなりありますが，情報の活用などにより，機器，部品の劣化等の異常徴候を早期に把握する予防診断，異常診断技術を開発したいと考えます。さらに品質管理の適正化については，機器部品の重要度に応じた品質管理手法を確立したいと考えます。

もう一つの大きな課題は，運転性，保修性の向上です。これにも三つの項目が考えられますが，一つは運転性，保修性の向上であり，運転支援システムの開発，保修，検査の自動化を推進したいと考えています。二つ目は被曝低減技術の確立であり，点検，保修の自動化のための技術開発，主としてロボットですが，それから除染作業を効率化するための技術開発も考えています。三つ目は負荷追従性の向上であり，差し当たり日単位の負荷追従に対応できる燃料，主要機器の開発を進める必要があると考えます。これらの開発課題を推進するに当たっては，今までに蓄積された運転，保修の経験を十分に活用するとともに，わが国の最先端技術であるロボット技術や光ファイバー技術等を積極的に応用していくことも必要です。

最後に原子力発電の成熟期を迎え，より一層高度な信頼性を図るための電気事業者としての課題は多いが，これを達成する上で最も重要なことは，各分野で相互に共通する基盤の整備を図り，かつ国，電気事業者，メーカーが一致団結して当たることだと思います。また情報の収集については，国際的な協力が大切なことは言うまでもありません。

ブラウン　西ドイツにおける軽水炉の建設および運転は，1975年になり，初めて成熟に達したとみなされるようになりました。ビブリスA発電所の後，最初の120万kWのPWRが続いて稼働しました。その時点では，運転中の4基のKWU製PWR発電所は，わずかに約10原子炉年を経たに過ぎませんでしたが，実にすばらしい稼働信頼性を達成しました。ビブリスA発電所の運転結果，並びにこれに続くビブリスB発電所の急速な建設の進展状況を見た後，西ドイツの電力会社は，1975年，1976年の両年に，KWU製70万kWPWR標準化プラントを8基以上，発注しました。これらの契約はすべて，KWUのターンキー方式による契約，すなわち原子力発電所の設計，建設および運転開始までの一式を含めたものでした。これらの受注の他にも，ブラジルおよびイランから，この標準クラスのプラント4基の輸出注文を

受けました。こういった輸出注文は，ほとんどが広範な技術移転プログラムの一環でした。われわれは，原子力発電所の将来の安全かつ信頼のおける運転にとって，これらプラントを輸入した国々が，必要なインフラストラクチャーの確立のために，その設計と建設に積極的に参加することが，最も重要であると考えます。

これらKWU製標準化PWRプラントは，ビブリス型の設計を厳密に継続したものであるだけでなく，一層の開発を象徴したものです。PWRの技術が開発された最初の時期から，われわれは材料の選択，品質管理，自動安全システムの重要性について，また原子力発電所の安全かつ信頼できる運転のための蒸気および給水回路の重要性について，強調してきました。これらの1982年までに受注した合計12基の70万kW標準化PWRのうち，第一番目のグラーベンラインフェルド発電所は運転を開始し，別の4基が建設中，5件の契約が延期され，2件の輸出注文はキャンセルされました。しかし1982年には，1975年と同様に，現在運転中のプラントの信頼性と安全性が再び評価され，西ドイツの電力会社は，いわゆるコンボイ発電所と呼ばれる130万kWPWRシリーズの建設を決定しました。ことにKWUにより建設されたPWRおよびPHWR発電所の利用率は，十分に設計され，運転された原子力発電所が依然として経済的に魅力あるものであり，基底負荷需要を満たすうえで必要であることを，実証しました。

表－1は，1982年の利用率を示したもので，これらはすべて優に80%を超えています。これらの利用率は，西ドイツの石油，石炭燃焼の火力発電所の平均負荷率と比較しても，十分に良好な数字であるし，またその平均は，カナダのCANDU発電所の負荷率と，ほぼ同じです。

同じく**表－2**は，最近5ヵ年の運転停止の内分けを示したものです。年ごとの燃料交換および検査期間は，西ドイツ内で通常極めて頻繁に行なわれる社内検査にもかかわらず，1,000時間以下という低さになっていることが，分かるでしょう。また蒸気発生器の漏洩，一次冷却材ポンプのシール故障，燃料要素の欠陥および乱流発生装置の故障などによる予定外の機能停止は，大幅に減少しています。

表－3は，800本の細管を持つKWU製蒸気発生器の非常に満足すべき結果を要約したものです。交換したか，あるいは管壁の腐食の発見された蒸気発生器細管が約20%という比率は，非常に小さなものですが，これは，より注意深い給水管理が導入され，蒸気発生器が毎年掃除されれば，さらに減少すると予想されます。**表－4**はまた，残りの燃料交換および点検のための運転停止期間が，より進んだ検査技術やサービス手段の導入によって，どれほど短縮できるかについての好例を示しています。蒸気発生器細管の検査は毎年，5%から7%と急速に頻度が高まっているにもかかわらず，細管のテストは，これまでよりもさらに短かい検査期間内に行なわれることが可能になりました。これは，もちろん自動エッジ・カレント・テスト，テスト評価およびテスト記録作成が改善された結果，達成されたものです。

また同様に，原子炉圧力容器および一次圧力界面の超音波テストは改善され，自動化されています。さらにまた，高圧水ジェットによるリモート・コントロールでの蒸気発生装置の負荷は，日常の操作となっています。検査，メンテナンスおよび万一の修理の迅速かつ効果的な遂行は，そのために必要な手法や工具が入手できるかどうかに，また，経験を積んだ作業員の技術にかかっていると言えるでしょう。そのように十分に開発された原子力発電に関するサービスの能力があれば，検査期間を短縮するのみでなく，松田氏がすでに指摘したように，必要な人員の数を削減することになるでしょう。したがって，原子力サービス能力が，原子力発電の成熟の一つの重要な側面であると強調しても，過言ではないでしょう。浜口氏もまた，このことを指摘されています。

KWUのコンボイ計画は技術的設計および安全性の原則を厳密に継続していることを，ここで強調すべきでしょう。標準化PWRのわずかな修正は，主として燃料の燃焼効率の向上，メンテナンスの改善，要員の作業の軽減，また人と機械とのインタフェイスの改善のために行なわれたものです。また，コンボイ計画の負荷サイクル能力に対しても，特別な検討が加えられました。リミット・コントロール・システムが改善され，また必要な計装が導入されれば，電力密度分布を管理し，将来，負荷サイクル能力を提供することになるでしょう。林氏はすでに，将来の運転におけるその重要性について，強調しておられます。

しかしながら，KWUのコンボイ計画の中心思想は，西ドイツの電力会社によれば，一連の同型の70万kWPWR発電所を設計，建設し，それによって極

めて高い信頼性と安全性を得るため，運転により証明された基準技術を利用することです。5件の契約済みコンボイ計画のうち3件は，すでに建設許可を受けており，すでに土木建設工事が開始されています。6基までの同型発電所を似通った時期に建設することによって，かなりの額のコストが削減できるとともに，同一の許認可書類を繰り返し利用でき，これは許認可取得や発注の際の遅延を避ける助けにもなります。

ここで申し上げたいのは，KWUのコンボイ計画の技術はまた，日立，東芝，富士電気，KWUによる，いわゆる「JK PWR」と呼ばれる合同フィージビリティ・スタディ（可能性調査）のための基盤となるものです。日本における必要性や東京電力の希望に従い，プラント配置およびプラント設計は，ことに耐震性に関する部分がわずかに変更されています。その一方で，システムおよびコンポーネントの設計は，日本の規準が許可する部分についてはすべて，そのままです。なぜならば，原子力発電所の安全性と経済面での利点は，主として技術の継続性と，運転により実証された原則の適用によって獲得できるものであると，強く確信しているからです。

アブダラム　**図1**に示されている1982年末現在の世界各国（東側陣営およびその衛星国を除く23ヵ国）のPWRの細分は，以下の通りです。

－あらゆる方式の原子炉システムを持つ総計234基の原子力発電炉のうち，47%，すなわち110基が稼働中のPWRでした。これら110基のPWRは，約9,000万kWの純発電能力を有しており，これは世界の全発電能力の60%に当たります。また，累積稼働年数は，750原子炉年です（**図2**）。

－現在建設中，あるいは受注されているプラントの数に基づけば，PWRは1990年から1995年の間に226基に増加すると見込まれています。これは，現在稼働中の全発電炉の52%増となります。これらの226基のPWR発電炉の純電気出力は，2億1,000万kW，すなわち稼働中の全原子炉システムの総電気出力の63%を提供することになります。

これらの数字は，PWRシステムが過半数を占めることを示しています。そこで問題となるのは，これらの数字をもとに，PWRが完成段階に達していると考えられるべきかどうかということです。

フランスの計画経験に基づく以下の分析は，PWRが工業的完成に達している分野を正確に指摘し，またある程度のPWRの発展がまだ見込まれるのはどのような分野であるかを見極めることを試みています。

各国のPWR機器のさまざまな製造業者は，主要な設計オプションの選択に当たり，同時にかなりの程度統一性を持たせる方針を採用するようになりました。

このため，以下のような主要なPWR機器ならびにシステムについては，次第に統一のとれた設計が行なわれています。

－ほぼ同サイズの17×17平方の列に配列され，同一の直径を持ち，原子炉の運転停止の際に再装填される円筒型燃料棒。

－鋼製圧力容器に垂直に設置される部品を持つ，ループ型原子炉冷却システム。

－ドライ，および飽和水蒸気を発生し，U型チューブが取り付けられた，ほとんどが再循環型の蒸気発生器。

－制御漏れ密封型原子炉冷却ポンプ。

－主要機能を保証する，同一の補助工学的安全システム。

PWR機器のために選ばれた設計の有効性は，最近，フランスにおいて，EDFならびにCEAの協力の下に，N-4計画のためにフラマトム社によって実施されたフィージビリティ・スタディ（可能性調査）によって，確認されました。これらの研究はまた，ある種のPWR部品の設計が相対的に単一のものであることから生じる利点を強調しています。

PWR原子力供給システムの種々の製造業者はまた，性能パラメータと主要部品のサイズの発展について，ある種の安定性に達しました。

プラントの性能（原子炉冷却材の温度，ならびに圧力，蒸気圧）に関する主要なPWR設計パラメータは，ほぼ同一です。ループの能力および現行のPWRを取り付ける部品のサイズは，現在，技術的にも経済的にも最高の開発水準に達しており，これは実質的に現存の工業能力で最高の技術域に近いと考えられています。

この傾向は，ここ数年間にわたり，フランスのプログラムであるCPY，P4-P'4ならびにN-4のために製造されたものを含め，さまざまな蒸気発生器の

一連のモデルにおけるサイズ，蒸気圧の推移を示す**図3**および**図4**に説明されています。

PWRの第1シリーズで入手した運転経験，ことに1967年から1972年の間に実施された運転経験は，いくつかの問題点を示唆するものであったため，これを修正する措置が必要でした。

重要な調査開発プログラムの援助を受けて分析され，改良が加えられたこれらの措置は，漸次，以下のような一連の発電炉，特にフランスの原子炉に組み入れられました。

とりわけ特記すべき例の一つが，さまざまな形態の蒸気発生器細管の機能低下で，これについては運転条件に関する適切な修正（たとえば水化学，系統的細管，シートの洗浄，その他）や局所的な設計の修正（たとえば熱・水力，細管の支持要素，製造技術に関する改善）が，適用されました。

その結果，1年から8年にわたって蓄積された，当初のフランスのループ型ユニット23基についての蒸気発生器の稼働経験は，極めて満足すべきものでした。1982年末の時点で，合計22万本を超える使用中の蒸気発生器細管のうち，さまざまな理由から破損が修理されたのは63本で，破損率は2.4×10^{-4}です**（図5）**。

一方，燃料負荷の使用性能は，以下の数字に示されている通り，すばらしいものでした。完成済み，あるいは完成間近の52基の円筒型原子炉のうち，原子炉冷却システムのヨウ素131の放射能の最高基準は，これらの20サイクルについて，5×10^{-4}Ci/t（燃料漏れゼロに等しい）でした。さらに，探知された放射能の最高水準は，5×10^{-2}以下と，原子炉冷却システムの放射能水準の最大許容設計基準の，わずか2.5%という低率でした。

全体的な結果として，90万kWシリーズ（フェスネイム1号機からブギイ5号機まで）の最初の6基のプラント稼働率は，最近建設された石油，石炭火力発電所と比較して，より優れているとは言えないまでも，相並ぶものです**（図6，7）**。

この傾向によって導かれた結果の一つは，研究開発計画の方針および内容の変更です。

このような変更の前には，研究開発計画は主として，次のような分野での援助，ならびに支援を提供することを目的としていました。

－当初経験された問題点を解決し，装置の性能および信頼性を改善するとの目標のもとに，設計，製造工程，作業過程の条件の設定
－補助分析機器の条件設定
－安全分野に関係する想定，ならびに装置の実証と正当化

現在，研究開発計画は，部品の性能と信頼性を向上させるとともに，発電所の運転ならびに維持管理をより容易にすることを目指しています。

図8は，フランスにおいて1970年代中葉以降，実施あるいは遂行されてきた主要な研究開発計画の概略を示したものです。新しい概念が設定されてから実際に工業的に応用されるまで相当の期間を必要とするが，PWR技術の分野では，いくつか重要な利益がすでに生じているか，あるいは入手間近となっています。たとえば，以下のような事項が挙げられます。

－改良型燃料集合体（AFA）用に全長3.7mの条件設定。このEDFの90万kW級原子炉への燃料初装荷は，1984年末に予定されています。
－原子炉蒸気供給システムのグリッド条件への適用性の分野では，制御棒集合体，および制御棒駆動機構の摩耗（これらの部品の摩耗抵抗を，800万稼働サイクル強にまで改善することが必要とされた問題）を解消するための解決法が提供され，また日負荷追従のための改良型原子炉起動パッケージ（RAMP）の能力が解決されました。
－水力設計の条件設定および原子炉冷却ポンプの耐用期間の改善。
－蒸気発生器の湿分分離器および乾燥器の設計と性能の向上。

PWRの部品の製造，特に主要な一次系部品の製造は，最も適切に応用できる生産手段を設計し，装置の仕様を完成させ，さらに運転モードおよび計算を成文化，正常化するために，研究室や工場内で，非常に大きな努力が必要でした。

たとえば，極めて多様化している溶接技術の分野（薄いインコネル・チューブの蒸気発生器のチューブ・シートへの溶接から，厚さ150mm以下，あるいはそれ以上の原子炉容器の溶接まで）では，次のような工業技術の向上が適用されました。

－まず最初に，実験研究室での工程および装置の開発，次に，さまざまなパラメータを決定，実証するため，またこの工程の反復性を確認するための工場での実験（これには，12ヵ月以上の期間にわたり，テストを繰り返すことがしばしば必要です）。
－信頼性の高い高精度の部品を専門に製造するメー

カーによる工業開発

機械操作でしばしば高い精度が要求される（数メートルの大きさの部品に対して100分の数mm以下）ため，以下のような高精度の機械の選択，あるいは開発が必要でした。

－600mm以上の厚さを持つチューブシートのための深部ドリル機械

－蒸気発生器細管支持プレートの釘打ちのための特殊機械；これらの機械は，専門メーカーの参加を得て，この特別な応用のためだけに，開発されたものです。

工業化の過程もまた，非破壊検査方法に適用され，実験研究室，ならびに製造業者の実験室で，上記の開発段階と同様の手順を踏みました。

今では，現在開発中の新しい方法における専門技術（いくつかの工程のための自動装置の使用に関するもの）は，すでに入手されているか，または近く完成する予定であることが広く認識されています。

このような専門技術の入手は，仕様や方法の修正を必要とするさまざまな問題や支障を解決するに当たり，いろいろな経験を積むことにより，可能となったわけです。この専門技術を入手した結果，フランスでは，**表1**に示されている原子炉蒸気供給システム，RCCのための機械要素の設計および建設に関する一連のルールが設定されました。

RCC-Mは，機械部品の設計，建設および検査についての一連のルールを規定したもので，フランス原子力産業の標準慣行について述べています。

他の火力発電所と比べて，PWRが高い競争力を持っていることは，最近，フランス政府各省，EDF，CEAの代表で構成される特別作業部会の研究により，再確認されています。1992年までに商業運転が予定されている原子力発電所に関する主な結果は，以下の通りです。

－値上がりを想定した上での，石炭燃料のコスト7.6c/th（1982年のコストは，5 c/th）と，石油燃料のコスト24.4c/th（1982年のコストは，10.7 c/th）に基づくkWh当たりの発電コストの見積りは，以下の通りです。

（単位は，1982年1月現在のフランス・フラン）

PWR：0.20FF，石炭火力：0.33FF，石油火力：0.68FF。

すなわち，各燃料別の比率は次のようになります。

PWR＝100，石炭火力＝170，石油火力＝350。

－1982年から1992年の間，まったく燃料コストの値上がりが見られない極端なケースを想定した場合，上述の比率はPWR：100，石炭火力：145，石油火力：200となります。

－石炭火力発電所と比較して，PWRは，年間稼働時間が2,000時間という部分操業になるまで，競争上，有利にとどまることができます。

－PWRと競合するためには，燃料石油のコストは，上述の燃料コストの値上がりに関する想定に基づけば，それぞれ7と3の係数で，値下がりが起きなければなりません。

前述の通りのPWR部品の設計およびサイズの統一化により，製造業者は標準化された一連の部品を生産するようになりました。フランスでは，初期の火力発電所について同様な政策を実施していたEDFによって，このような政策が奨励されたが，標準化がまず最初に主要部品に対して適用され，その結果，以下の部品が開発されました。

－集合体の両端で，ノズルの長さ，ならびに設計のみが異なる2種類の17×17の燃料集合体。

－すでに，使用中の2種類の主要蒸気発生器モデル（モデル51，および68／19）と，最近の提案に盛り込まれた二つの改良型モデル。

－すでに市場に出ている2種類の原子炉冷却ポンプ・モデル（93 D，および100），ならびに最終開発段階にある新モデル，N-24。

PWR部品の標準化は，さらに原子炉蒸気供給システムに対して適用され，以下のような標準化モデルが製造されています（**表2**）。

－3ループ型の87万～90万kWCPYモデル。7基から成る最初の同型シリーズの完成後，34基の同型モデルが，すでに発注済み，または建設中。

－97.5万kW-100万kWの大出力を有する3ループ型の後続モデル（M 30，およびM 31）。

－127万kW-130万kWの出力を持つ4ループ型P4-P4'モデル。このモデルの14基が現在建設中。また，さらに4基がオプションとなっている。

－EDFと現在交渉段階にある4ループ型モデルのN4。

標準化は，全般的なプラントのレイアウト，および主要な土木構造をカバーする目的で，各種の原子炉蒸気供給システム，ならびに原子力発電プラント全体についても，適用が拡大されています。

この標準化政策は，多数の原子炉の開発と組み合わされ，広範な工業能力の設定を導く結果となり，これによって，PWRに関する広範な専門技術が保

証されています。このような能力は，さらに標準製品に対しても，また施工期間を短縮し，製造段階におけるリスクを軽減し得る作業上の技術を確保することに対しても，十分に適用されています。

原子力発電所の設計，および建設を完全に保証するため，大規模な工業能力が，設定されました。

このような工業能力には，以下のような特別な目的のために考案された，高性能の分析装置が含まれます。

－原子炉の炉心，および蒸気発生器の分析に使用される熱水力設計コード（現在，三次元コードが使用されています）。

－応力分析，可変強度分析，破壊機械特性，その他の実施のための装置，ならびに手法（その一例としては，現在，フラマトム社機械分析部で使用中のTITUSコンピューター・コード・システムが挙げられます）。

－想定事故の状況下での運転シーケンス，ならびに物理現象を分析するための手法。

生産工場では，生産装置を標準化製品に適用でき，また品質と生産性の向上を促進するオートメーションの拡大から，利益を得ることのできる部品製造を専門に行なう施設が備えられています。しばしば言及されるそのような施設の例としては，ペンブフ（フランス）のジルコニウムチューブ工場，ロマンス（フランス），およびデセル（ベルギー）のFBFCのPWR燃料集合体製造工場，さらには1984年に完成予定のピエールラット（フランス）のCFC燃料集合体製造工場や，原子炉容器，蒸気発生器，加圧器が製造されるフランスのシャロンおよびル・クルゾーにあるフラマトム社の重機器工場，原子炉冷却ポンプおよび制御棒駆動機構等を製造するジュモン工場（フランス）などがあります。

さらに，専門分野における作業員の養成に関する人的要素もまた，無視できない要因であると言えます。たとえば，フランスのカダラシュには，発電所サイトでのテスト，ならびに起動運転に参加する作業員に対して，訓練を実施するための訓練センターが設立されています。ここでは1978年の設立以来，これまでに220名以上のエンジニアが，専門的訓練を受けています。

このような多岐にわたる工業設備は，不測の事態に際して，直ちに修正行動を取ることを保証する能力を備えた，かなりの技術的，工業的潜在力を提供しています。その最も良く知られた例が，原子炉容器ならびに蒸気発生器に予期しない問題が生じた場合で，このようなケースについては，1979年，1980年に，その分析と処理が成功を収め，現在では完全に解決済みです。もう一つの最近の事例は，RCC（制御棒クラスタ制御）のガイド・チューブ結合ピンの故障に関するものでした。この問題は，発電所サイトでの適切な修理作業によって解決されたので，運転停止期間を最小限に食い止めることができました。

製造技術から得られた専門技術の証明は，90万kW原子炉の運転開始に関してフランスで記録された，リードタイムの短縮によって示唆されています。

図9は，このようなリードタイムの短縮を示したものです。全体の数字は，90万kW原子炉の建設に際し，契約の調印から発電グリッドの接続までの所要期間が，フェセンハイム発電所およびブゲイ発電所1号機での最初の90万kW原子炉の建設に要した75ヵ月～80ヵ月という工期から，このシリーズ最後の原子炉の運転開始においては60ヵ月前後に短縮されたことを示しており，現在稼働中の23基の平均工期は，65ヵ月となっています。

しかしながら，これまで述べてきたような部品，ならびにプラントの設計と標準化の分野の安定化によって達成された成熟は，以下の事項のために，今後ともこれを継続するに当たり，さらに管理された発展の可能性があることを否定するものではありません。すなわち，

－今後，技術上の制約についての変化が生じるに従い，その利益に浴するとともに，現存の技術の新しい展開からも利益を得ること。

－いくつかの点に関して，製品の質の向上を図ること。

第一の点については，より大型の部品の鋳造技術の開発，あるいは原子炉容器をより容易に鋳造する新しい製造技術，またはそのような技術の向上（溶接の減少，基礎金属の品質の向上）によって生じる可能性が挙げられます。溶接技術や計装，データ処理方法の全般的な発達もまた，そのような発展に貢献することができるでしょう。

第二の点は，以下の事項を主要な目的としている現行の研究開発計画の拡大に係わるものです。すなわち，

－信頼性，ならびに安全性の向上

－メンテナンス要因の放射線被曝の危険性の軽減

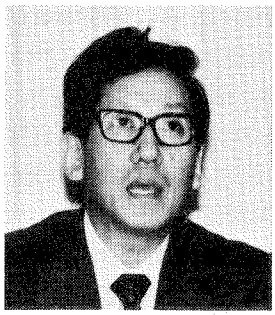
燃料サイクル・コストの削減や，現行設計で使用

される核分裂性物質の使用量の削減に関する研究開発もまた，継続中です。このような研究開発は，炉心の修正にのみ係わるもので，主要な原子炉蒸気供給システムの部品にまで及ぶものではなく，これについては基本的に不変です。

以上に述べた分析について，PWRの到達した完成の度合いに関し，各人がそれぞれどのような結論を引き出すかは，自由です。

しかしながら，フランス政府，EDF，ならびにフランス産業界が，PWRシステムを開発するために当初採択した決定が，その決定から現在に至るまで，最善の選択であったことが証明されるならば，それは，フランスの原子力計画が，1969年以来，当時この計画の完全な成功を約束する最大の可能性を持った原子炉の種類を基盤に遂行されてきたからでありましょう。この可能性は，その後，フランスにおいて採用された政策によってさらに大規模に展開されましたが，この政策は，集中，標準化，継続という三つのキー・ワードに要約することができます。すなわち，フランスの政策は，以下の三つを柱とするものであったのです。

－工業，およびエンジニアリング能力の集中
－部品，およびモデルの標準化
－プログラムの継続



西　わが国の軽水炉産業における技術開発の経緯と現状について簡単に触れ，次の多数基プラント時代を迎えての技術の高度化および産業の高度化について，私ども原子力機器メーカーの役割を述べます。

わが国においては，原子力発電など原子力開発が始まって四半世紀が経過しております。私ども原子力機器メーカーは，1950年代後半から各種研究炉による研究開発を進め，1960年代にはアメリカの軽水炉メーカーであるGE社，WH社から技術導入を図るとともに輸入炉である敦賀1号機，美浜1号機，および福島第一-1号機の建設に参画し，技術の蓄積に努めました。これらの先行炉の建設経験に基づく技術を集約し，商業用国産炉の建設が急速なテンポで進められ，私ども原子力機器メーカーは，この間国産化推進体制を確立し，現在では，ほぼ100%の国産化を達成しています。また最近の5年間は，軽水炉の十余年の建設運転経験に基づく自主技術により，軽水炉の改良標準化を官民一体となって推進してきました。その成果は川内1号機，福島第二-2号機以降の原子力発電所に採用されています。

わが国の軽水炉技術は，前述の努力により，稼働率・信頼性の向上，標準化の定着などの目標に多くの成果がみられるに至っていますが，さらに今後のエネルギーを担う電力供給源として原子力発電所に対して，その運転性，経済性等の面から高度な技術開発の要求が高まってきています。このような観点から，今後の技術開発についての原子力機器メーカーの役割について，申し上げたいと思います。その大きな動きとして，わが国のメーカーの軽水炉技術レベルの向上を背景とした海外軽水炉メーカーとの技術交流が活発化し，国際協力による日本の国情に合った次期日本型軽水炉（第3次改良標準化）の開発が取り上げられ，現在これらA-BWR，A-PWRの実現を目指した基本設計および開発試験が実施されています。A-BWR，A-PWRは，信頼性・安全性の向上，被曝低減，運転性の向上，大容量化，経済性の向上を目指したものです。

次に高度化の技術テーマの一つとしての信頼性の向上について，申し上げたいと思います。

まず第一にプラントの予防保全に関する技術を確立することが重要です。プラントが予定運転期間中，トラブルを発生することなく安定した運転を継続するためには，定期点検時の計画保修作業において機器の点検，部品の必要な予防的取替等を的確に行なうことが重要です。このためには内外のプラントの運転保修に係わる情報を保修作業に反映させるためのシステムや実証試験結果等からの機器寿命推定手法および信頼性評価手法の開発を推進することです。また原子力発電所の運転情報を収集，分析することにより，機器部品の劣化等の異常の徴候を早期に把握し，その異常が発電所の運転に支障を来たす事態に至る前に必要な措置が講じられるように，予防診断技術を開発していくことが重要です。

次に品質管理の適正化であります。原子力発電所を構成する機器部品の重要度に応じた品質管理手法を確立するとともに，バルブ等の標準化設計，製作が行なわれる機器については，信頼性実証試験データの活用等により合理的な品質管理手法の確立を図ることです。

次に設計，建設の合理化について申し上げます。原子力プラントの運転実績，故障データなどの分析および実証試験データなどの結果を評価し，設計余

裕の適正な見直しを実施していく必要があります。たとえば大型実証テストに基づく工学的安全設備（ECCS）の余裕の適正化，高燃焼度燃料の開発等により，燃料資源の有効活用に役立つ炉心設計の検討などです。

またモデルエンジニアリングによる設計の集約，提出図表の標準化など合理的手法により設計の合理化を図ることや標準設計の定着化（バルブ等機器標準化を含む）を図ることによって，設計，製作のリピートによる合理化を図ることが重要です。

また建築，土木，機器を含めた総合的建設工法の合理化，たとえば大型建設機械の採用，建設工法の再検討，大型ブロック工法の採用などにより，また安全審査の標準化（形式認定），使用前検査の合理化などによっても，建設期間の短縮を図ることは経済的メリットにつながると考えられます。

次に運転性，保修性の向上について申し上げたいと思います。まずプラントの運転性の向上を図るために，運転員が運転中のプラントの異常事象等に的確に対応できるよう適切なガイドを与えるための運転支援システムの開発，プラントの起動時間の短縮，制御棒操作時の出力調整の迅速化，長期連続運転に適応した信頼性の高い高性能燃料の開発を進めることです。

また保修性の向上としては，保修作業，検査の効率化を図るため，保修，検査機器の自動化，たとえば燃料自動交換装置，制御棒自動交換装置，自動ISI装置，炉内点検ロボットの活用等の新装置の開発を推進していくことが必要です。

さらに被曝低減技術の確立も重要な課題です。原子炉運転基数の増大等により保修作業者の総被曝線量は増加することになりますが，原子力発電の円滑な推進のため，この総被曝線量を可能な限り抑えることが重要です。このため作業環境の改善に関する技術の確立を図るとともに，点検，保修作業の自動化，たとえば自動ISI装置，炉内点検ロボットなどの技術開発，除染作業を効率化するための技術開発を推進していくことです。また作業区域機器の放射線量低減についても，材料等の設計面や水質管理等の運転面からも改善が加えられるべきです。

次に原子力発電所の負荷追従性の向上です。原子力発電は，その経済性の面から現況では基底負荷運転を原則としていますが，将来は給電からの負荷変動に応じた負荷追従性が要求されるようになります。このため負荷追従性として昼夜間の需要変動に対応する日単位のものと，時々の変動に対応する，いわゆるガバナーフリー運転等が考えられますが，日単位の負荷追従性に対応できる燃料，主要機器の開発が当面の目標です。

次に産業の高度化について述べます。

今後，わが国の原子力産業の高度化を進めるに当たっては，産業の総合効率化と技術基盤の確立を図ることが重要です。その内容としては，①管理体制の整備，充実，②合理化設計および標準化の推進，③製造施工方法の合理化，④生産量および保守作業量の定常的確保，⑤技術基盤の確立が挙げられます。

まず第一に管理体制の整備，充実を図ることです。この一環として生産面および保守面の各々について，原子力産業関連従事者の数の確保と資質の向上を図る必要があります。このため生産面では，溶接，検査などの公的制度や，メーカー社内の各種制度による資格取得の奨励，さらにこれら有資格者の活用等によって全体のレベルアップの一層の推進が図られています。保修面では，保修訓練センター等における保修訓練等により強化が図られています。

第二に，合理化設計および標準化の推進を図ることです。安全性，信頼性を損うことなく設計の合理化を図ることは，経済性向上の観点から必須のことです。これまで安全性，信頼性向上を最重点として進めて参りましたが，その実績が良好なことを踏まえて，今後は引き続き安全性，信頼性の確保を重点としつつ，合理化設計および標準化を進める必要があります。私どもメーカーは，設計，建設，運転経験を通しての実績データを整備し，その活用を図ってきています。これまでにもシステムや機器の標準化等標準プラントの実現を図ってきていますが，国土が狭い等，サイト条件の厳しいわが国においてはプラント全体までは標準化しにくいこともあり，必ずしも十分に標準化されてきたとは言えません。今後，さらに標準化の拡大，定着を図ることが経済性の向上のみならず，信頼性の向上にも寄与するものと確信いたします。また，これに対応した許認可審査の面でも体制作りが必要です。

第三に製造施工方法の合理化を一層推進することが大切です。また検査の合理化を図るため，メーカーの自主検査の記録を最大限に活用することも必要であり，立会い試験についても，検査の合理化を図ることが望まれます。

第四に技術基盤を確立することが重要です。当初，アメリカ技術の導入で始まったわが国の軽水炉技術

は，その咀嚼と十数年の建設，運転経験，また自主技術の開発により成熟期を迎えていますが，さらに原子力の高度化の目的に沿い先に述べた一層の信頼性，経済性向上等の技術開発およびA-BWR，A-PWR等，次世代軽水炉の開発を目指し，官民一体となって推進することが重要です。このためには官民による必要な研究設備，人員等の研究投資が行なわれるとともに，その成果の適切なる実施が望まれます。

プライス　今後数十年間にわたって需要に見合ったウランの供給が可能かどうかは，三つの要因にかかっています。すなわち資源の地理的な分布と採掘の難易度に関する情報，経済上の有用性を左右する価格や市場の健全性といった経済的要因，原子力開発計画に依存する輸入政策の三つです。結論から言えば，ウラン供給は少なくとも2025年までは大きな問題もなく，想定需要量を賄うことができます。

現在のウラン市場の状況は概略以下の通りです。ウランは供給過剰で，いくつかの鉱山，特にアメリカのコスト高の鉱山が休山もしくは保守中という状態に追い込まれています。政府と電力会社が保有するウラン在庫量は，年間所要量の6年分にも達しています。市場が好転して現在閉山中の鉱山のいくつかを再開できれば，今世紀末までは供給が需要を下廻ることはまずありえないと思われます。1982年のウランの年間使用量は30,000トンで，今世紀末には80,000トン程度との見込みですが，景気が良くなれば，もう少し増加すると思われます。

ストックを減らす程度にも限界があります。原子炉に燃料として入る前に燃料の準備，転換，濃縮，成型加工の各段階を経ねばならず，それぞれの段階でウランがストックされていることになります。供給に政治的その他の不安がない場合，通常18カ月～24カ月分の供給量が必要です。供給不安をなくすため，電力会社は通常数社と契約を結んでおり，数カ月にまたがる場合もあります。

天然ウランの過剰以外にも，濃縮ウランの過剰の問題があります。これは今まで実際に原子炉で消費された量以上のウラン供給がなされた結果によるものです。今年は濃縮契約を繰り延べたのですが，このような契約の延期が将来どのような影響を与えるかは，まだ問題ではありません。最近の鉱山における生産過剰は，数年前の経済成長を楽観的に見た時の見通しに基づいて開発した結果，生じたものです。

経済成長は原子力およびウラン鉱業に大きな影響を与えます。現在のかなり控え目な経済予想では，1990年代初めには新規鉱山の開発は必要ないとされています。いくらか楽観的な見通しの場合には，現在明らかにされている開発計画のかなりのものを1990年代中頃までに軌道に乗せる必要があるとしています。ウラン鉱業の開発を原子炉燃料の需要の伸びと合せるには，鉱山と発電所の計画・建設リードタイムを同じオーダー，できれば6年程度にして，計画段階で技術的な問題や政治的問題で開発を中止することのないようにしなければなりません。しかし鉱山側の比較的短いリードタイムは，適切な探査計画，次の開発試掘段階に着手しうる既存鉱床のプール状況，詳細な鉱山フィージビリティスタディの準備といった条件に左右されます。

燃料サイクルでは，たとえば濃縮プラントのテール濃度について，いくぶん楽観的な見通しがあります。これは年間必要量に対し±10%程度影響します。再処理やリサイクルは，原理上は30%程度の節約になりますが，1990年代中頃から後半までには需要・供給に大きな影響を与えるとは思われません。

需要と供給の健全な関係を維持していくには，複雑なウラン市場やウラン生産者，電力会社その他核燃料サイクルに関係する業種の問題を理解する必要があります。ウラン協会ではこの目的のため，討論会を開催しました。会員は何らかの形でウランに係わっており，半数以上の方々がウランを使用していました。ウラン協会は日本の会員の方々に御支援頂いたことを感謝します。

世界のウランの低価格確認埋蔵量*と推定資源（RAR）は，国際原子力機関（IAEA）の評価では200万トン**のオーダーとされていますが，正確な数字は鉱石の採掘コストに依存します。さらに「推定追加資源（EAR）」が約300万トンあり，その他700

＊開発コストがU_3O_8 1ポンド当たり50ドル以下のもの。このコストには売り値に含まれる諸々の経費は含まない。これらの経費を含めると，Townsenの評価によれば，平均して1.5倍～2倍となるとされている。

＊＊この論文で使用しているこの数字は豪州のRoxby Downsで100万トン以上の大鉱床が発見される以前に導かれたものである。

～1,500万トンが存在すると言われていますが，これは理論的なものに過ぎません。ここで注意しなければならないのは，推定資源と推定追加資源を加えた500万トンという値は，あくまで現在知られている量というだけのことで，以下のような理由から間違っている可能性もあります。これらの量の多くはまだ確認されてはおらず，鉱床の存在や地質探査などの結果から分布を推定したものです。また，はっきりと確認されたものであっても，価格などとの兼ね合いで全部掘り出すとは限りません。たとえばウランの価格が低い場合には，全量採掘可能であっても，低品位の鉱床には手をつけないということもあります。また，はっきりと確認された鉱床であっても，経済的な理由から公表しないでおくこともあります。地球上のかなりの部分が詳細な探査を待っているというのが現状です。

ウランは特別稀な元素ではなく，地殻内の分布や集中を支配する基本的な原則もかなり良く分かっています。たとえばウランは地表面の酸化し易い条件のところによく移動することが知られており，このことから鉱床が広く分布していることが説明づけられます。このような理論的考察によって「理論」埋蔵量を評価するわけです。ウランを長期間にわたって鉱床の中に固定し移動しないようにしておくような条件はかなり稀ですが，多くの地域がまだ探査不十分であるため，もっと多くの有用な品位のものが発見される可能性があります。

既知の鉱床が生産開始となるにつれ，新たな可能性のプールが維持のため必要となります。これには引き続き探査が必要です。過去の探査活動は，特に北アメリカでそうですが，ウランの市場価格の周期と同様の傾向を示しています(**図1**)。探査をし続けるニーズは，ウランの価格レベルに影響をもたらします。探査にかかるコストは大きな開きがあり，10万ドル以下という破格の鉱床もありますが，普通は鉱石レベルから確認レベルにするまでにU_3O_8 1ポンド当たり1～3ドルという値がよく引用されています。つまり大きな鉱床であれば100万ドル以上の資金がかかるわけです。しかもそのような巨額の資金をかけたからといって成功の保証はありませんから，運は探りを入れる技術同様に大きな役割を果たします。したがってジョイント・ベンチャーへ参加することによってリスクを低減しようとする傾向があり，日本の企業もかなりの数が，このようなジョイント・ベンチャーに参加しています。

ウランの探査にこれまでかなりの努力が注がれてきたところでは，ウランの探索はますます困難でコストがかかるようになってきています。発展途上国では一般にそれほど十分探査が行なわれてないので，新しい鉱床が地表近くに発見されるチャンスも高いのですが，これらの国々はインフラストラクチャーが弱いため，探査とそれに引き続く開発の両方にコストを上乗せすることになります。

最近はウラン契約のほとんどが長期契約となっており，スポット市場を通る割合はほんのわずかとなっております。長期契約は基本的には原子力産業の発展を考慮してなされていますから，新しい鉱山の開発計画の資金調達も行ない易いのです。最近ウランのストック量が増えた結果，スポット市場の動きが激しいのですが，この長期的な計画を動かすほどのことはないようです。少量のスポット購入による市場があるため，鉱山のタイムリーな開発を促すことはかなり困難な状況です。

第一次オイルショック以降，すべての鉱産品と同様，ウランも価格が安定しませんが，かと言ってウランが他の金属と比べて特に大きく価格変動したというわけではありません。ウランのスポット価格は1973年に7ドルであったのが最高45ドルと約6.5倍にも上がりましたが，同じ時に錫は5.1倍，亜鉛は1971年から1973年にかけて8.4倍にも上昇しています。ウランのスポット価格は1978年／79年にピークに達した後，急速に17ドルまで下がりましたが，これは原発反対派の活動により原子力発電所の認可がおりず，電力会社がウランを売りに出さざるを得なくなったためです。この結果，ウラン生産者が電力会社からウランを買って，それを供給契約を結んでいる他の電力会社に売るという異常な事態となりました。長期契約価格はスポット価格ほど激しく変動していませんが，最近は上昇傾向にあります(**図2**)。

アメリカは西欧よりスポット契約のウランを多く使用していますが，これは近年スポット価格と長期契約価格に差異があるため，電力会社に対してスポット契約を増やすようにと政治的圧力（たとえばアメリカの公益電力委員会などから）がかかったからです。個々のユーザーは有利な方の契約を結ぶことができますが，ユーザー全体に対する長期的な影響は，探査費，資本費，運転費，閉山費を含む全体の採掘コストがどちらの契約でも同じですから，ほとんど変化はないと思います。

鉱山の閉山コストは，その鉱山と採鉱歴で大きく変わります。過去の生産で1ポンド当たり1ドルという数字が引用されてきたことがありますが，規制当局で議論されているいくつかの条件が最終的に履行されるとすれば，かなりの額になると思われます。

将来の価格傾向の評価というのは，ご存知のようにあてにならないものですが，Douglasはウラン供給者にはユーザーと強く結びついているグループと開放市場に製品を売る「商人」の二つのタイプがあると指摘しました。商人の方は競争して安く売ります。ユーザーは恐らく結びつきの強い供給者から，たとえ低品位鉱山の割高なウランでも，供給保証を条件に買うでしょう。この前提に立ってDouglasは**図3**のような「需要－供給曲線」を示しました。ここで大事なことは1990年代の初めのように価格が上昇しても，他の燃料サイクルコストを除くと天然ウランが全体の発電コストに占める割合は10%以下であるということです。**図4**はTowsendによる全世界平均のウラン価格の長期傾向予測で，IAEAの資源評価やOECDの需要予想を基に物価を一定として，評価しています。

ウラン鉱業の構造は，現在変わりつつあります。多くの企業が市場に活気がないためウラン生産計画を放棄しました。この傾向は特にアメリカのエクソン社のような石油会社においてはっきりとしており，ウラン生産に対してかつて持っていた熱意はかなり薄らいでいます。これに対し電力会社の多くは，将来の燃料供給を保証するため，鉱山開発計画の法的権利を保持しています。

原子力計画を持つほとんどの国々は核燃料を輸入に頼っています。しかし，いくつかの核燃料の輸出国の政府は，国民に対し，輸出によって核拡散が起こっていないことを示す必要があります。1970年代になってウラン生産国はその輸入国に対し，核不拡散条約やIAEAの保障措置に加えて二国間協定を結ぶことにより，輸入物質を自由にできないような規制を課しました。しかし，これらの規制は行政管理上わずらわしく，その効果が不明確で，技術的な計画を立てる際の障害ともなりました。1978～80年に行なわれた国際核燃料サイクル評価（INFCE）でこれが見直され，その結果より機能し易い枠組が目下模索されつつあります。これはすなわち，ウラン消費国の政府が核不拡散を約束する限り，燃料の供給を政治的に妨害される心配はないということを保証する一助となるわけです。

しかし，それにもかかわらず消費諸国は，それぞれ独自の適切なストックパイルのレベルを設定すると，燃料の濃縮や成型加工用の個有のニーズだけでなく，政治的な供給停止（たとえば選挙後に輸出規制が強化される）や技術的な供給停止（たとえば大きな鉱山での予想し得ない技術的トラブル）を考慮に入れる傾向があります。

いくつかの生産国の政府は様々な理由から，ウラン鉱業の開発計画をその管理下に置こうとしています。これまで，このことがウラン消費国のウラン入手に対して特に問題を起こすには至っていません。いくつかのケースでは生産国の政府が天然資源を合理的な価格以下では売ってはならないと輸出時に最低価格を設定しようとしましたが，石油の時の経験からも分かるように国際競争は激しく，この最低価格は市場の趨勢に押されて早々に撤廃されました。

高速炉の開発と建設が急速に進むという従来からの論拠は，燃料効率の劣る熱中性子炉の資源の入手性に関して疑問を呈しております。この論拠は，数年前に原子力発電の成長率の楽観的な予測をもとに強まりました。それ以後期待値は下がって，現在の将来見通しは，どれも1982年のIAEA「赤本」の低成長予想の線に近いものとなっています。IAEAの推定埋蔵量と推定追加埋蔵量の資源だけで考えても，2030年以前にウランがなくなることはありえないと思います(**図5**)。実際，高速炉が経済的に必須のものとなるまでにはまだ相当の期間があるという意見には，このような強力な根拠があるのです。

もちろん，FBRの発電コストが軽水炉の発電コストに匹敵することが確実になれば，FBRが十分に開発され次第，炉型をFBRに移すのが正当な方策であることは言うまでもありません。しかしFBRの支持者ですら，このようなことは言っていません。天然ウランが現在の市場価格に少なくともとどまるうちは，FBRの発電コストの方が割高であろうというのが大方の見方です。この発電コストの差は現在のウラン価格の場合で30%程度と言われており，資本費の差もほぼ同じオーダーとされています。それ故，恐らく高品位鉱床が採掘し尽されてウランの価格上昇がギャップを埋めるか，あるいはウランの供給がスムーズにいかない場合を考えて，実際上長期的に燃料の供給が保証される代償に割高なコストを支払うという政策決定でもしない限りは，高速炉が大々的に導入されることはないと思います。

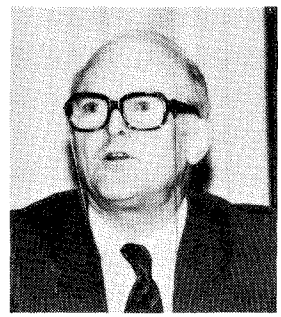
このような政策検討はさておき，経済性を重視す

るのであれば，現在の長期契約ウラン価格の見通しは，少なくとも欧州の場合には天然ウラン燃料は発電コストの高々5～10%に過ぎないという事実から始めなくてはなりません。ウランの価格が現在の3～5倍となっても，熱中性子炉はまだ競合性を残しています。

次の問題は，燃料の入手可能性にコストがどのような影響を与えるかということです。価格が上がれば，低品位の鉱石でも価値が出てくるので，鉱産物の入手可能性に価格は大きな影響を与えます。IAEAのデータによれば，コストが3倍になると経済的に採算のとれる資源量は2～2.5倍になるとされています。また，かなり大きなファクターで増えると述べている論文もあります。IAEAの文献では経済的に利用可能なウラン量は1200万～2000万トンU(推定資源と推定追加資源に理論値を加えた量)以上と述べられています。したがってIAEAの数字を限界とした場合でも，現在の原子力開発計画ならば2030年以降まで，ウラン資源は十分に賄えると思います。

燃料コストの上昇はウラン資源の入手の可能性を広げるだけでなく，熱中性子炉の燃料経済の改善を促します。1990年におけるウランの年間購入額は40億ドルと推定され，2030年には200億ドル(1983年価格)に達すると予想されます。OECDの1982年「黄本」では，軽水炉を改良することにより，少なくとも15%の燃料節約が可能と述べています。このような研究を行なうのは，資金の有効利用のためです。高速炉の開発を進めるべきという経済的な動機を正当化するのは無理としても，この巨額の燃料費を他のオプションに振り向ける必要があると思います。

ここで述べた検討は，決して高速炉の開発を否定するものではありません。高速炉は将来必ず必要なものであり，長期間のエネルギー保証は極めて重要な問題です。また貯蔵プルトニウムを使用する最も良い方法です。いずれにしても，もし今後数年，熱中性子炉計画が加速することになれば，大々的なウラン消費に結びつきます。したがって高速炉は必要な保険政策となります。政策を守ることも大切ですが，計画の策定中に現在の見通しが好転したり，FBRの経済性が軽水炉並みにはならないと分かったならば，以下のような経過をたどることになると思います。すなわち今後40年以上(現在発注済みの原子炉の寿命以上)の期間，軽水炉とFBRの競合が続き，この間にFBR技術を完成させ，建設計画を策定することになるでしょう。ただし中長期の開発計画に適切な量の資源を割り当てるという問題があります。原子炉の経済性には多くの要因が関係しますが，もしFBRの経済性が向上して軽水炉と同等になれば，ここで述べたウランの供給を懸念するような議論は必要なくなり，路線は増殖炉へと移行するでしょう。



ケイロン　軽水炉へのプルトニウム・リサイクルの問題は基本的にはある選択に密接に関係しており，その選択は技術的，経済的，生態学的側面を持っています。この選択とは，使用済み燃料を再処理するかしないかということです。それ故プルトニウム・リサイクルの経済性評価には必ず使用済み燃料の再処理の経済性評価を含めなければなりません。

再処理を正しいとする意見や止めるべきであるという意見など様々な意見がありますが，ここでこれらを簡単に振り返ってみたいと思います。

なぜ再処理が必要か？

第一に再処理は使用済み燃料に残っているエネルギーを回収するために必要であるということです。ウランとプルトニウムをリサイクルすると，将来のウラン輸入量を30～40%減少できます。増殖炉が運転されるようになれば，同じ量のウランから60倍ものエネルギーが取り出せ，核燃料の自給率を大きく引き上げることになります。これは，日本や西欧のようにウランも含めて主要な国産エネルギー資源を持たない国々にとっては，重要なポイントです。

第二は再処理することにより短寿命の核分裂生成物からプルトニウムやアクチノイド核種のような高レベルの放射性物質を分離することができるため，長期の最終貯蔵に当たって環境への影響がほとんどないという点です。

なぜ再処理を止めるのか？

第一に再処理技術はコストがかかるからです。再処理コストの評価額は，天然ウランの独占と価格続落のため現在の傾向は歪められていますが，ここ数年間は回収核分裂性物質の価値に応じて増加しています。ただし，この価値が運転コストに占める割合は僅かです。

第二に再処理は必ずしも環境に対し問題がないわ

けではありません。放射線防護の技術が進み，これらのリスクを許容できるレベルまで下げたとしても，なお被曝の問題は残ります。また一般には核兵器級ではないにしても，プルトニウム転用のリスクは再処理しないよりする方がはるかに高く，使用済み燃料の貯蔵に比較して防護手段を増やす必要があります。

しかし，再処理に賛成したり反対したりするこれらの理由も決定的なものではありません。確固とした原子力開発計画を持つ大多数の国々は，以下に述べるような論理を理由に，はっきりと再処理を行なうことを示しました。

原子力を選択したのは元々，ウランが高い潜在的なエネルギーを持っており，代替エネルギーとして電源エネルギーの供給不安を取り除いてくれる可能性があったからです。この潜在的なエネルギーを完全に利用できるかどうかは，増殖炉を含めた完全なウランサイクルが形成できるかどうかにかかっており，そのかなめが再処理です。

再処理をしないことやワンス・スルー・サイクルといったオプションは，このウランサイクルが経済上あるいは安全上の理由で完成しない場合の代替案と考えられています。再処理コストは高額ですが，かと言って環境安全上の要求をすべて考慮すると，使用済み燃料の最終処分の方が安いとは現状では言えません。

さらに安全性や核不拡散の点からも今日では，使用済み燃料中に長寿命放射性元素が存在することや，核分裂生成物の放射能減衰によりプルトニウムへ近づき易くなることから，再処理をしないという論議は時とともに逆転しつつあることが分ります。

結局のところ，再処理否定論とかワンス・スルー・サイクルは核不拡散政策の中から生まれたものですが，その妥当性はカーター大統領のもとに国際規模でINFCEで行なわれた膨大な作業でも確認されませんでした。

さて，ここからは再処理を行なうことを前提として，軽水炉へのプルトニウム・リサイクルについて考えてみたいと思います。

考察を簡単にするため，プルトニウムは軽水炉へリサイクルするよりも増殖炉で使用するのがベストであるとします。また増殖炉とそれに伴うプルトニウムサイクルは20年以内に経済的に確立されるものとします。

これらの前提を認めると以下の三つの方法が選べます。

－増殖炉の進展に合わせて新規の再処理施設を建設します。時間的な余裕は十分ありますが，増殖炉用のプルトニウム量は多すぎるというほどではありません。

－増殖炉と再処理の開発を並行して進めますが，施設の建設は独立に行ないます。この結果，新設の一時貯蔵施設に使用済み燃料が溜まることは避けられますが，再処理プラントで取り出されたプルトニウムは増殖炉で使用されるまでの間，貯蔵されることになります。

－再処理プラントの開発は前の二つと同様に行ないますが，再処理で取り出された利用可能なプルトニウムは軽水炉で濃縮ウランの代わりに使用します。

第一の方法は理想的で最も良いのですが，産業レベルでは非現実的です。新しい技術の開発には時間がかかりますが，再処理と増殖炉についても同じです。またサイトの選定，地域住民の合意の取りつけ，新設の使用済み燃料一時貯蔵施設の建設に伴う問題などはすべて，近い将来再処理施設を連続して建設していく場合に制限要因となります。

さらに現在の再処理プラントでは，やがて他国分の燃料容量には限界がくるでしょう。このため大規模な原子力開発計画を持つ国々では，自分で再処理施設を建設しています。

第二の方法は再処理プラントで取り出したプルトニウムを一時貯蔵する方法です。強力に増殖炉の建設計画を進めている国々ではこの方法をとっていますが，この後で述べるように，そのうちに貯蔵限界がくると思います。

一方で全般的な原子力計画の後退，またその一方で後退によるウランや濃縮役務の価格や利用度への影響が増殖炉の進展を遅らせ，その経済的利点を薄れさせています。したがって，プルトニウムは10年以上の長期にわたって貯蔵されると考えなければなりませんが，核拡散の危険やそれ自身の持つ毒性を防ぐため厳重な警戒が必要であることから，貯蔵にはかなりコストがかかります。さらには軽水炉燃料（高燃焼した燃料）にできたプルトニウムにはかなりの割合で重い核種が含まれますが，このうちプルトニウム241はアメリシウム241に変換してガンマ線を出します。

この核変換は速やかに起こるので，プルトニウムの組成や作業の仕方によって異なりますが，時間が

たつと人間が扱うのが困難になります。

現在のMOX燃料製造プラントではまだ人間が入って作業を行なう必要があり，プルトニウムの生産から成型加工終了までに3年という期間が，成型加工に先だってプルトニウムの精製を行なうまでの限界となっています。

第三の方法は軽水炉へのプルトニウム・リサイクルです。これについては電力会社からの質問に答える形で考察します。

質問1：　軽水炉で大きな改造，変更なしに大規模なプルトニウム・リサイクルが可能ですか？また発電所への影響，特に稼働率に対して影響はありますか？

発電所の運転については，炉心のプルトニウム燃料集合体の割合が30%以内であれば，ウラン燃料を部分的にプルトニウム燃料と交換するだけで，新プルトニウム燃料の位置に注意すれば，何ら支障なく運転を行なえます。また燃料の取扱い，貯蔵については，プルトニウム・リサイクルだからといって大幅に施設や現行の手続きを手直しする必要はありません。

質問2：　プルトニウム・リサイクルによって運転員や発電所外の公衆に危険はありませんか？

西ドイツのように長期の経験を積んだところでは，電力会社はプルトニウム・リサイクルが防護対策を大きく変更しなくて済むことを確認しています。またサイト内作業の監視のため特別な装置をつける必要もありません。集積被曝線量や放射性の気体，液体の量もウラン燃料の場合と同じです。

質問3：　使用済み燃料の再処理には問題はありませんか？

再処理プラントは，現在のところ，プルトニウム燃料の受入れを拒否していますが，これはプラントが通常のウラン燃料の処理で既に飽和しているため，プラントの稼働率が低下するからです。

プルトニウム燃料の再処理は通常ウラン燃料と同じ方法で行なえますが，純粋な，あるいは機械的に混合された二酸化プルトニウムは硝酸に溶けにくいということと溶液中のプルトニウム/ウラン比が高いという二つの固有の問題があります。最初の問題については，新しい粉末調合プロセスで作ったものにはこのようなことはありません。二番目の問題はプルトニウム燃料をPWRで照射した場合，同じ照射量のウラン燃料の約3倍のプルトニウムが含まれるということからきています。このため現在の再処理プラントでは処理量を下げる必要があり，余分なコストがかかることになりますが，種々の方法で下げることが可能です。

照射MOX燃料から回収したプルトニウム（二世代目のプルトニウム）の同位体組成は，熱中性子炉には適しませんが，増殖炉では十分利用できます。したがってプルトニウム燃料を再処理してできたプルトニウムは，増殖炉用とし，使用済みのプルトニウム燃料は一時的に貯蔵します。

質問4：　プルトニウム再処理はkWhの価格にどのくらい響きますか？またその一般的な経済インパクトは何ですか？

この質問に答えるため，一般的な背景のもとで使用済み燃料を再処理すると仮定し，二通りのシナリオについて再処理が与える影響を評価します。

シナリオ1
- 濃縮ウラン燃料を再処理
- MOX燃料を製造（天然ウラン＋プルトニウム）
- これらのMOX燃料を濃縮ウラン燃料の代わりに使用
- 回収したプルトニウムを増殖炉へ入れるためにMOX燃料を再処理（照射燃料を長期間貯蔵後）

シナリオ2
- 濃縮ウラン燃料を再処理
- 再処理プラントから回収したプルトニウムを増殖炉に入れるまで貯蔵

評価は最も有効なコスト推定を基に行ないました。プルトニウム燃料成型加工のコストはプラントの規模などで異なりますが，ここでは年間30tHM製造のプラントとし，コストを500ドル/kgHMとしました。プルトニウムの再処理コストは再処理を行なっているところがないため，かなり理論的な値です。前にもお話した通り，プルトニウムの再処理が行なわれていないのは，運転中のプラントがウラン燃料の処理で手一杯であるためと，これらのプラントがプルトニウム再処理用に作られていないためです。既知の情報を拠りどころにすれば，プルトニウムの再処理コストは300ドル/kgHMと見積もられます(西ドイツではコスト上乗せなしと評価)。プルトニウムの貯蔵コストは三つの主な要素を含んでいます。すなわち純然たる貯蔵，貯蔵から取り出される際に必要となるプルトニウムの精製（アメリシウムが生成するため），および時間経過によるプルトニウムの劣化の三つの費用です。貯蔵費（最低1ドル/grプルトニウム/年）と数年後には必要となる精

製費（6ドル/gr プルトニウム）は，どちらも非常に高額となります。

二つのシナリオの経済性を二つの違った方法で比較します。

－プルトニウムの価値をゼロとして，一方のシナリオがもう一方のシナリオよりどれだけ節約になるかを計算するという方法。

－－一方のシナリオがもう一方のシナリオに比べて余分にかかった経費について，その最後の部分にでてきた余剰プルトニウムの価値に相当するという方法。

天然ウラン価格を22ドル～35ドル／ポンド U_3O_8 とし，再処理コストを120ドル～150ドル/kgSWUとすると，プルトニウム・リサイクルによる経済的効果はプルトニウム価格をゼロとして100万kWの発電所で2～6百万ドル/年，0.35～1.1ミル／kWhです。

次に二番目の，プルトニウムをリサイクルしない場合に余分にかかる経費がこの場合の最後にでてくる余剰プルトニウムの価値とするやり方で評価すると，プルトニウムの1グラムの価格は30～60ドルとなり，現在認められている価格の6～30倍にもなります。プルトニウムを長く貯蔵すると，プルトニウム241の崩壊が増えて，コストペナルティが上がります。これらの結果を**表1**に示します。

ここでお話した簡単な検討から次のようなことが分かりました。すなわち再処理を行なうことを選択した場合には，再処理プラントから出てくるプルトニウムを高速増殖炉で消費するようになるまでの間は，経済的な理由から軽水炉へのプルトニウムのリサイクルを行なうべきであるということです。またプルトニウムのその後の使用法を考えると，プルトニウムの貯蔵には非常にコストがかかり，技術的にもお勧めできません。

今後10年から15年ぐらいの再処理計画と増殖炉開発計画を見ると，今から5年ほどのうちに相当量のプルトニウムが生産されると予想されます。この5年間は，産業規模のプルトニウム・リサイクル実証試験を行なうのにちょうど良いと思います。この間に原子力産業界は様々な技術的問題を習得でき，また安全関係の官庁はプルトニウムの系統的な使用を認可できるようになるものと思います。

松田　行政の立場というと，現在，臨時行政調査会の答申が出ているように，増大する行政の費用を削減しようという一般的な傾向があるわけです。原子力のプラントが増えてくる場合において，行政の簡素化，効率化ということにより，その円滑な開発を進めていかなくてはならないという観点に立って，いろいろ考えているわけです。

まず，先ほどアメリカの方からお話があったように，許認可手続きを簡略化するという話があるわけですが，日本においても，その大きな手続きの変更というよりは，具体的な申請書類とか，同じ設計のプラント，つまり標準化されたようなプラントを審査する場合のやり方とか，というようなものを少し効率化，簡素化することを検討することが考えられます。

それから，検査をする場合においても，日本では法律に基づいて，通産省の検査官が検査を行なうわけですが，民間の自主的な検査というものをいろいろ活用していくことにより，国自身の検査を重点化するというようなことも考えられています。

それから，さらに国に代わり――国民の信頼がなくてはならないわけですが――そういった検査とか，いろいろな基準の整備等を行なうような検査機関というものを育成していきたいと考えています。あるいは，既存のそういった組織をそういう仕事に活用していくということも考えているわけです。

もちろん，先ほど話が出ていました，いろいろな運転情報の収集，分析等においても，国のそういった仕事にそういう情報を十分活用していくような仕組みとか，組織というものも考えております。

また，現在，各発電所には常駐で運転管理の監査を行なう通産省の現地駐在員がいるわけですが，そういった人たちの仕事のあり方，大きなサイトにどのように配置したらいいか，ということも検討しております。

以上の他に，技術的な開発に対する国の助成策というのは従来から考えられますが，そういったものは，先ほどもありましたようなPWR，BWRの改良型に適用していくこととか，あるいは大規模な実験設備等の活用等を国としても進めていきたい，という希望があります。

以上の他に，いろいろ話題が出ていましたが，国際協力も国の立場で大いに推進していきたいと考えています。

それぞれのテーマについて，あまり具体的に申し上げられませんでしたが，項目だけ申し上げると，国としては以上のようなことを考えています。

ライアンズ　AIFは，アメリカ政府，産業，なら

びに利用者の姿勢に大きな関心を抱くものでありますから，ここ数年間，政府に対し，わが国の産業にとって重要なこれらの事項をより積極的に検討するよう，要請してきました。AIF 理事長のウォルスキー氏は，私が，わが国の原子力産業に関するレーガン大統領の先日の発言について，少なくともここで触れることを望んでいると思います。

大統領は放射性廃棄物に関する法案に署名した1月7日，ワシントンのホワイトハウス内のダイニングルームにおいて，次のように申されましたので，私はここに，その言葉を引用したいと思います。すなわち，「放射性廃棄物法案は，すべてのグループにとって良いものである」と。このすべてのグループとは，夕食会に出席していた産業界，労働界，環境保護団体のことを指しております。それは何故かと申しますと，同法案によって，1982年に着手された放射性廃棄物政策が，遅ればせながら，放射性廃棄物問題に対する安全，かつ有効な解決策をわれわれがいま持つことを保証する手段を提供するものだからです。これは，原子力の平和的利用という，アイゼンハワー大統領により，30数年前に開始されたプログラムを達成するに当たっての，一つの重要なステップです。このことは，この大統領の言葉の持つ重要な意味の一つであると思います。レーガン政権は，アメリカのエネルギー需要を満たすという大きな課題のうちの重要な一要素として，原子力利用に取り組んでいます。アメリカ産業界は，原子力による電力の生産のための強力な技術基盤を開発しており，またわれわれは，この技術の開発に当たって，アメリカ国民のより良い生活のために，この技術の利用を可能にする上で，わが国民の力に負っています。

また，大統領の言葉を引用する最後に，私は，パブリックアクセプタンスについて，少しばかり述べたいと思います。私の故郷であるコネチカット州ハートフォードにおいて，新聞の日曜版が，この地域の市民の意識調査を行ないました。それによると，調査に回答した市民の63%が，原子力発電に賛成しております。これは，アメリカの典型的傾向ではありません。たいていの場合，原子力発電の賛成者は，50%以下です。しかしながら，中村さんは今朝の討議の場で，原子力発電の安全性という問題についてどのように民衆を扱うかということに関して，いくつかの素晴らしいアドバイスを与えて下さった，と思うのです。CEA（エネルギー認識委員会）は，1983年に，プライム・タイム（ゴールデン・タイム＝午後8時～10時）の TV 放映に，一般大衆が理解できるような一般的表現で，放射性廃棄物の放射能ならびに原子力エネルギーについて説明するため，史上最高の額である3,000万ドル以上をつぎ込むことを予定しています。この活動のための資金は，電力会社，電力の主要利用者，そして産業界自体から出資されるものです。皆様は，これらのうちのいくつかに，関心を抱かれるのではないかと思います。

議長は今朝，われわれが経済や技術の重要性について，また，国際協力について，話すよう示唆されました。経済については十分に話されたと考えますので，技術の向上について話したいと思います。先ほど私が述べた標準化は，うまくゆけば，本年，パロベルデ発電所の130万 kW 3基の発電ユニットに最初に実現され，その後，パロベルデ以外のいくつかの発電所に拡大することが可能です。標準化は，サプライヤー（設備供給者）がこの標準化を，将来の商業的観点から他の発電所のライセンスに適用することを望むとすれば，10年間の期間が必要でしょう。議長はまた，われわれに，その時間的枠組みについて言及するよう，要請されました。明らかに，もしも10年という期間内に安全性の問題が取り上げられるとすれば，またこの問題がそのような重要な性質のものであるならば，そのライセンス供与の努力を修正するものとなるでしょう。しかしながら，もしこの基準の商業的適用が価値を持つとすれば，利用者と，標準化されたプラントを供給する企業はともに，引き続き，その供与されたライセンスを利用するでしょう。

また，国際間の協力という点につきましては，AIF は，その国際会員に対し，アメリカにおける原子力発電所の設計，建設に関する肯定的経験についての出版物を発行しております。この出版物は，設備の運転について，またそのような設備の運転開始についても，触れるものです。このような情報は，世界中の会員に提供されております。

次に私は，コストについてお話したいと思います。AIF が，1981年に，約44の電力会社のコスト記録に関し実施した調査によれば，原子力発電は，石炭を燃料とする発電に対しては，15%有利か，同程度のコスト，また石油に対しては60%有利という結果が出ました。この調査は，58の原子力発電所，48の石炭火力発電所，15の大型石油火力発電所について行なわれたものです。比較においては，投資に必要な

額や，運転，維持管理，燃料のコスト，また，核燃料廃棄規定への適合や運転停止に必要なコストを考慮に入れました。1970年から1980年のあいだに稼働し，最低1年以上運転している発電所については，AIF調査は，原子力発電のための平均コストは，1 kWH当たり，2.7セントであると記しています。一方，石炭燃料による火力発電のコストは，同3.2セントでした。核燃料自体のコストは，およそ0.5セント，または1 kWH当たり5ミル，一方，石炭は1.8セント，石油は5.1セントでした。AIFの調査に基づけば，燃料コストは，原子力発電のためのコストの20%以下でした。しかし，石炭燃料，石油燃料は，それぞれ，発電コストの56%，74%を占めておりました。コモンウェルス・エジソン社のような電力会社は，産業全体の平均よりもはるかに良い，あるいは低い率，すなわち，1 kWH当たり2.1セント，全発電コストの22%の率でした。またシカゴでは，平均よりもはるかに高い比率で電力を供給していました。

しかし，私は一つだけ，このような良い結果に反することを申し上げたいと思います。それは，「レート・ショック」と呼ばれていることです。新しい発電所が運転を開始するに当たって，何らかの状態により，稼働が許可されないため，建設中の利子がレート基準に入れられる場合があります。したがって，いくつかの原子力発電所は，運転が開始された時，はるかに多額のコストを生じることになり，このような発電所は，利用者の一部にとって，低い発電コストを持つとは映らないのです。このことについても，公衆に説明する必要があると思います。

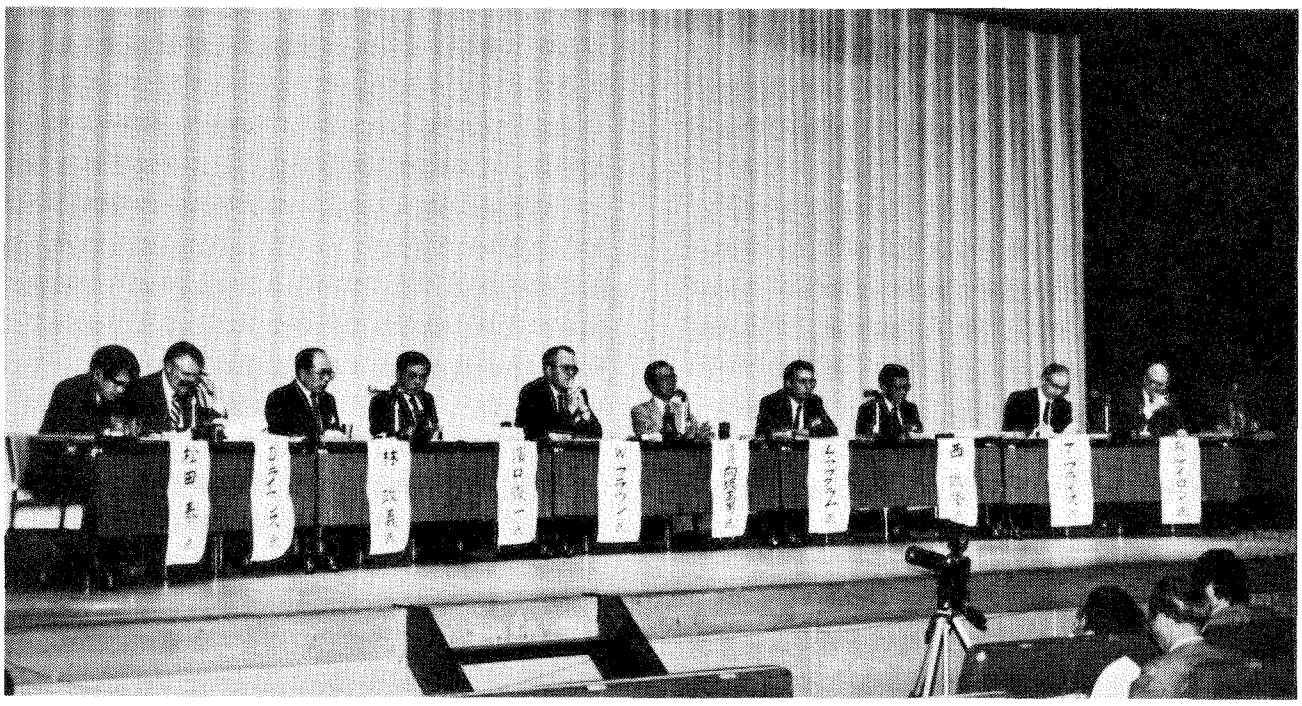
林　考えてみると，先ほど申し上げたように，価格を考えないエネルギーというのはこの世の中に存在しないわけでして，1973年の石油ショックというのは非常にアッパーカットを食らったんじゃないかと思いますが，日本としては官民一体となって比較的上手に切り抜けたと思うのです。

1980年の第二次石油ショックは，ボディブローじゃないかと思います。今，その影響がじわじわと現われており，建設費の高騰ということにつながってきたのではないかと思います。

建設費の低減に寄与するものとしては，先ほど他のパネリストからもお話がありましたけれども，サイト事情に応じた配置計画，あるいは施工方法等を採用して，建設費の低減も検討する必要があると思います。

さらに，この重要度を考えて，設計上の余裕度の見直しをぜひ図る必要があります。そのことによって，建設費用の低減を図ることができるのではないかと思います。

それから，稼働率の向上というのはもちろん大事ですが，先ほどブラウンさんから1982年で平均稼働率が87.6%という発表があり，実は驚いているわけですが，また後でブラウンさんからコメントをいただきたいと思います。そういう稼働率の向上，信頼



性の向上も，もちろん言うまでもありません。

一方，核燃料について考えてみると，もちろんこれもコスト・ミニマムということを必ず優先する必要がありますが，濃縮，再処理のコスト低減，技術の開発も，結局，発電コストの低減につながるわけですが，特に十分時間をかけてやるべきではないかと思います。

特に時間をかけることによって生ずる影響については，再処理工場での長期貯蔵，あるいは従来行なってきた海外依存の延長等の問題も，今後検討する必要があるのではなかろうかと思います。

浜口　今，林さんが触れられたことにも関連がありますし，先ほどの発表で，話が一部，西さんからもあったかと思いますが，高度化委員会においても，建設費が最近の原子力は上がってきているということが話題になってきておりまして，これをいかに低減するかといったことについて，先ほど来ご指摘のような点が指摘されて検討をいたしておるわけです。

すなわち，標準化の拡大，あるいは設計の合理化，あるいは建設工期の短縮といったようなことを主といたしまして，いろいろ検討をしているわけです。

この議論の過程で，いろいろと数値の問題が出てまいりました。そういう点で，フランスの方から経験とか何かでお話がいただけるなら，こういった個々について幾らというわけにはいかないと思いますけれども，標準化の採用とか，工期の短縮とかいったようなことを含めて，お国ではたくさん同一のものを建設しておられますので，どのぐらいの程度，建設費の節減ができるものか，実績をお持ちになっていると思いますので，お差し支えなければ教えていただきたいと思います。

それからもう一つ，簡単なことですが，私どもの軽水炉でプルトニウムのリサイクルをやっていきたいということで，今いろいろ計画があるということが，先ほど林さんからお話がありました。そして，こういったプルトニウムのリサイクルを行なう場合の難しい点についても先ほどお話がありましたが，その他に何か技術的に難しいような，何かサゼスチョンをいただくような問題はないのか，お伺いできたらと思います。

アブダラム　このコストに関する質問の答えですが，あなたがたは，非常に難しい質問をお尋ねになったと言えます。それはなぜかというと，生産コストがどの程度かを説明するためには，天秤の両側を知らなければなりませんが，われわれはそれを知らないからです。

われわれは天秤の一方，つまり低い方については知っていますが，高い方は，これまで経験していないので，分かりません。したがって，われわれがこれまで，標準化によってどの程度コストを削減できたかは，残念ながら，お答えできません。そこで，あらゆる国々が，どのようにわれわれがそのような低コストを達成できたかについて，知りたいと考え，そしてことに日本が，この問題に大きな関心を持っていることを知っていますので，それについて少し言及したいと考えます。

われわれは，このようなコスト削減が可能となった主な要因は，成功の要因として，すでに発表した事柄であると思います。すなわち，それは一般的に言って，企業がそのコスト削減の潜在力，自社の負荷を増すことによって，コスト削減を可能にする技術的能力を持つことに努力を集中してきたからです。第二に，恐らくは標準化が最も重要な要因の一つであったといえましょう。なぜならば，それによってわれわれは，数多くのコンポーネントを次々に製造することができるからで，われわれのシャロン工場を訪れた外国人の方々は，反応から察しますに，ワン・フロアーに，それぞれ異なった製造段階にあるおよそ50基の蒸気発生器が並んでいるのをご覧になって，コスト削減を達成できた主な理由の一つを，感じ取られたと思います。

第二番目の観点，コスト削減達成の第二の要因の影響は，非常に重要なものです。それは，恐らく，われわれがあるプラントから次のプラントへ，あるユニットから次のユニットへと，完全に標準化を図ったことによって，リード・タイムを短縮できることによるものでしょう。われわれは，標準化によって事故発生のリスクを減らし，また事故が起きた場合の修復のために費やす時間を減らすことができます。したがって，リードタイムの短縮は，全体コストにかかる利子を削減するという意味で，コストの削減につながります。

第三の要因は，プログラムの継続性ですが，これも重要な要因です。なぜならば，これによって，製造業者や電力会社は，何年も前から，建設の方法，中心テーマ，またプログラムのための未充足需要などを把握，採用できるからです。こういった事項は，当然，コスト削減の要因であると私は確信しております。私の答は，量的ではなく質的な面からの回答

ですが，この場におきましては，皆様方はこれ以上の詳細な数字の説明は期待しておられないと考えます。

さて，この機会にもう一言付け加えたいと思います。われわれはこれまで，標準化について，多くのことを議論してきました。実質的に，発表者の全員が，二つの異なった方法で標準化について語ってきたと言えるでしょう。その一つには，何人かの方々にとって，標準化は一つの目的，つまり将来の目標として取り上げられてきました。また他の方々にとっては，標準化は結果として取り上げられました。しかし，そのいずれにしろ，われわれは標準化を現在の問題，つまりごく最近の過去か，近い将来，すなわち，多かれ少なかれ現在の問題として語ってきたのです。

さて，もしわれわれが今後の課題として標準化を議論するならば，私は，これまでの全発表者が実質的に言及してきた，極めて重要なもう一つのポイントが，ここにあると思うのです。そのいくつかの観点について，ここで強調したいと思います。それは，国際間の協力という問題についてです。われわれは，この国際協力が，原子力の将来に係わるものであると確信します。すなわち，ひとたび国内での努力が達成された後，開発していかねばならない今後の課題であると思います。つまり，先進工業国内でこの問題が成熟期に達したならば，次に，国際間の協力分野で二つの大きな困難，あるいは問題点を生じるということです。その一つは，資金の問題，すなわち，先進工業国から開発途上国に向けて必要とされる融資，あるいは資金の投入です。2番目が，マンパワーの問題，すなわち，同様に先進国から途上国への熟練技術者の流入という問題です。実際，私が考えますに，発展途上国において，原子力の開発が本格的に開始された場合，そのために必要とされる人材の問題は，極めて重大なものであると確信します。そして，先進国の人達は，このことを直ちに認識しておくべきであると思うのです。なぜならば，これらの国々にとって，いわゆる国際協力のために必要な，十分に訓練された，熟練した技術者やエンジニアを養成するためには，かなりの時間がかかるからです。

ブラウン　専門家の方々が，原子炉の非常に多くの観点について語ってこられたので，私は，いくつかのポイントを，補足するにとどめたいと思います。第一に，われわれは皆，もちろん加圧水型炉(PWR)ばかりでなく，他のあらゆる種類の水冷却型原子炉，沸騰水型原子炉，またPHWRの加圧重水炉やCANDU（カナダ型重水炉）の成熟について，合意しております。これらはすべて，将来の電力生産の担い手となることでしょう。

第二に，現在の，いくつかの加圧水型炉の技術上の問題点が近く克服されることは，電力生産の経済性に対して決定的な要因となるでしょう。ことに，蒸気発生器の問題点は，できるだけ早期に解決されなければなりません。残念ながら，改良のための努力がどれほど急を要するかは，未だ，あらゆる国で理解されているとは言えません。

第三のポイント――これは，水冷却型炉の成熟にとって最も重要ですが――は，どの型の原子炉に関しても，今後いかなる事故の発生も許さないということです。現在，運転中のすべての水冷却型炉が，一般市民にとって，どのようなリスクをも排除し得るだけの安全性を持つものであることは，疑いがありません。ビルクホーファー博士はすでに，過去において，事故による放射能汚染の率が，かなり過大視されてきたことを証明する十分な証拠があり，このことはパブリックアクセプタンスにとって，最も重要な発見であろうと述べられました。

しかし，原子炉を運転している電力会社に課される財政上の重大な損失を，絶対的に最小限に食い止めることも最も重要な事項です。そして最後にまた，原子力発電所のコストの増大と建設工期の遅延も，生じることは許されません。ほとんどの国での建設承認手続きは，短期間に実現されるようになるでしょう。それによって建設工期が短縮され，不必要な努力を減らせることを，切に望んでおります。また，広範な改修工事の必要性も，これ以上生じてはなりません。しかし，最近のコスト増を招いた他の要因についても，注意深く分析せねばなりません。たとえば，原子炉の安全性に関するこれまでの仮定は，修正が不可能であるか否か，あるいは，品質保証の度合いが，その必要とされない部分で軽減されないかどうかについて，分析する必要があります。また，供給者は，より進んだ建設方法について，研究すべきでしょう。

言うまでもなく，標準化が高度に進めば，コストの大幅引き下げの一助となるでしょう。これらの事項，またその他，多くの適切な施策がすでに講じられておりますので，私は，軽水炉の成熟ならびにその経済性が，将来も維持されるかどうかを懸念する

ものではありません。

プライス　私は，三つの点について述べたいと思います。その第一は，誤りの訂正についてです。そして，第二と第三の点は，二つのことを述べたいと思います。

さて，OECD原子力機関事務局次長の元田氏によって指摘された誤りについてですが――ご指摘に感謝してます――それは，「レッド・ブック（赤本）」は実際にはOECDから出版されたものでありました。このことは，もちろん私は存じていたのですが，誤って発言してしまったのです。私が混同してしまったのは，この報告書の作成に当たり協力をあおいだIAEAが，地質学的データを収集し，一方OECD原子力機関が需要に関するデータを収集したためです。したがって，この混同に対し，OECDに陳謝したいと思います。

また私の見解については，二つのことに言及したいと思います。その一つは，今後開発され得る原子炉に関してですが，燃料費を削減できる原子炉の開発に対して，多額の予算が必要となる可能性があることを指摘したいと思います。私の論文中に記載されている数字をもとに大まかな計算を行なうと，2000年までに世界各国は，毎年，核燃料に対し，再処理ならびに濃縮ウランのための全コストを除いても，約100億ドルの資金をかけることが見込まれます。これは，天然ウランに対してだけの数字です。そして，2030年までには，恐らく，200億ドルの資金が使われるようになるでしょう。これは，年間の支出としては，かなり多額の費用です。伸び率がもっと大きければ，年間の支出は，それに応じて，より多くなると思われます。したがって，可能な部分では，できる限り燃料コストを削減しようという極めて強力な経済的施策がとられることは，間違いないでしょう。この施策が，理論的により効率よくウランを利用することのできる，新しい種類の原子炉の開発に拡大されるかどうかは分かりませんが，軽水炉の性能が次第に向上していく限りは，コスト削減の可能性が大きいことから，その分野に多額の予算が割り当てられることは確実だと言えるでしょう。

私が申し上げたいもう一つの意見は，そして，皆様方がそのことを，申し上げる意図のままに受けとめてくださるよう望むのですが，私は，このところ，二つの出来事に深い印象を持っております。すなわち，その一つは，国際協力の重要性が極めて自然に強調されている一方，人々は，独立性を確立することの重要性を強調する傾向があるという事実です。私はここに，そしてことに核燃料の分野である種の矛盾が生じていると思うのです。さらに皆様の注意をひきたいと考えるのは，タイミングの問題です。FBRは，核燃料の自給にかなり貢献すると思います。しかし，先日の討議から判断すると，FBRが開発されるには今後30年ほどの年月が必要と考えられ，またそれが実際に設置されるまでには，少なくともその後20年，あるいはそれ以上かかると思われます。したがって，われわれは，実際問題として，どのような場合にも，核燃料の供給のための国際間の貿易に，およそ50年間は依存しなければならないという現実を議論しているのです。そこで，これは私自身の推量ですが，皆様方は，将来，核燃料の入手にほとんど困難を生じなくなるのだから，その時期がくれば，他国への依存からの脱却という問題は，現在とはいくらか異なったものになる，とお考えになっているのではないかと思います。結局，ウランは石油のような資源とは違い，極めて容易に備蓄が可能であるし，また逆説的に，燃料市場を開放しておくための，ある種の政治的手段としてFBRを実際に持ち，それゆえにFBRの導入が遅れるという，奇妙な結果を導くことも考えられます。われわれは皆，将来を予見するのは非常に難しいと思っておりますし，私ももちろん，予言者を装うことはしません。ただ，私は，将来を予測する上で考慮すべき，このような別の要因があることを，指摘したいと思います。将来を推測すれば，究極的にはFBRを含め，他のすべての種類の原子炉導入に当たって，その時期を決定付けるのは，総合的経済性だと思われます。そして，状況がどのように発展するかを眺めることは，非常に興味深いと思われます。

ケイロン　私は，補足的な説明を行なうとともに，二件に関し――その一つは，林さんの発表について，またもう一つはプライスさんの発表について――質問，あるいは発言をしたいと思います。

まず，プルトニウムのリサイクルについての補足的説明ですが，私は，軽水炉において，プルトニウムを2度，あるいは3度リサイクル使用することについてお話したのではありません。なぜならば，私が行なった発表はすべて，もし過剰なプルトニウムがあった場合，それは軽水炉でリサイクルするために利用されるということを論証したからであります。しかし，これはもちろん，リサイクルのために

過剰なプルトニウムを生産することを薦めるものではありません。したがって，われわれは，照射の後リサイクル利用され，酸化物燃料と混ぜ合わされた燃料は，FBRでの使用のために，できる限り長い期間，プールしておかなければならないと考えております。そして，第二段階としては，1度リサイクルされた後のプルトニウムは，軽水炉用としてはその潜在能力の多くを失ないますが，FBR用としては，そうではありません。これが，私の第一の補足的説明であります。

第二の説明は，30%までは，新たな形でプルトニウムをリサイクル利用するに当たり何の困難も生じないとの発言についてのものですが，これは利用率をより高めることが不可能ということを意味するものではありません。現在，50%にまで利用率を上げるという，いくつかの試案があります。これは，別の2基の原子炉のプルトニウムを1基の原子炉でリサイクル用に集中的に利用する利点を持つものです。これが，私の発表についての，補足的説明です。

さて次に，林さんに，日本における今後のウラン濃縮法の開発に関して，質問したいと思います。このウラン濃縮が，自立性を確保するためのものとすれば，現時点で，世界には濃縮方法に関して非常に革新的な能力が生まれているので，もしも世界の需要を2倍にする必要があるならば，それは今すぐにも可能なことを保証できます。これが，第1のポイントです。

第2に，もし，将来，国内での濃縮を一層促進して，さらに自給自足度を高めるようにすれば，自国内にウラン濃縮工場を建設しようと考えているウラン産出国が，濃縮用ウランの提供を何らかの形で妨げ，代りに，濃縮ウランを輸出する方法を取るかもしれないことを，懸念しているでしょうか。なぜかというと，独立とは，あなた方が，すべての燃料サイクルを管理していることを意味するからです。しかし，もし，あなた方がウラン鉱を管理していなければ，濃縮ウランを管理することは，破壊的な効果を招くことにもなりかねません。これが，林さんに対する私の質問です。

プライスさんに対しては，私はウランの傾向について，補足説明したいと思います。つまり，実際に将来，ウラン濃縮能力と濃縮コストが，恐らくはウラン鉱の価格に何らかの影響を及ぼすと言ってよいと思います。それはなぜかと言うと，濃縮ウランのコストが，恐らくはウラン鉱のコストと比較して，実際原価を下げることになると思われるからです。したがって，誰もがお分かりのように，濃縮ウランのテールを変えることにより，またウラン濃縮プロセスの新しい技術を買うことにより天然ウランに換えて，濃縮ウランを利用できるようになり，天然ウランの消費をかなり減らすことができます。また第2には，現在開発中の新しい濃縮技術の発見によって，より低コストの濃縮ウランを得ることができると思われます。したがって，私は，将来のウラン鉱の価格の値上がりは，現在予想されているものより，恐らく小幅となると確信しております。

プライス　私は，実際何も言及することはありませんが，ご指摘の通りに，濃縮技術の進歩により，ウラン鉱に対する必要性は減少します。しかも，かなり大幅に減少することになるかもしれないとの意見に，同感です。また，ご指摘いただいたことに感謝します。それは，私が言わんとしていたことを，強調するものです。すなわち，われわれは極めて長期にわたり，比較的廉価なウラン鉱を入手できる時代が来ることを，期待できると思うのです。

こう申し上げながら，私自身，実際に4～5年前，このような見解をとった時のことを思い出しております。ご承知のように，このような意見が出されたのは，カーター大統領による研究チームによってでありまして，それは同大統領がその職に就く直前のことでした。当時，私はこの見解に懐疑的でしたが，ここ5年間の間に，それを裏付ける証拠が蓄積されたと思います。そして，私は今，このような見方がまさに正しい見解であると考えます。不明な点は，どのようなペースで，原子力発電所が建設されるかということです。私が，OECD研究報告の有効な見積りの低い方のケースとして引用した数字は，かなり控え目な数字です。私は，このパネルのメンバーの一人として，この数字が達成されることに疑問を持つ者はいないと思います。しかし，現在のところ，この数字をはるかに上まわる率で，それが達成されると考えるほどに楽観的見方は取れないと考えます。いずれにしろ，子供たちが将来この社会に住み，事態がどのように進展するかを見るのに，非常に興味深い世界になりつつあると言えるでしょう。

林　非常に難しい問題ですが，実は濃縮については，日本としては，1990年あるいは2000年の必要なウランの量を想定して，日本の核燃料の自立のためにも，その3分の1程度を自国で確保する必要があるのではないかと考えます。

それで現在，動力炉・核燃料開発事業団で少量を濃縮していますが，原型プラントの計画に民間も参加して，近々電気事業者が中心となり実証プラントに取りかかる必要があるということで，具体的にその計画を今立てつつある状況です。

したがって，今ブーメランというお話が出ましたけれども，やはりこれはわが国の核燃料の自立――全部の自立ということはとても無理ですが，約3分の1程度は日本は自前でやる必要があるというのが，国を初めとするわれわれの方針であり，計画です。

西　軽水炉の成熟時代を迎えて，さらに今後の高度化という方向に向かっての私どもメーカーの考え方について触れたわけですが，経済性の向上，その中には標準化，あるいは設計の合理化，あるいは建設の合理化という点が多数あるわけでして，これについては私どもの考え，同時に本日関係の皆様からいろいろご意見が出たわけですが，触れなかった国際協力について，最後に一言申し上げたいと思います。

特に技術開発に関する国際協力ということについて，本日は世界各国からおいでになっておられますので，触れたいと思います。

私ども日本のメーカーにおいては，現在，世界各国の原子力機器メーカーのみならず，エンジニアリング会社とも協力体制を固めつつあり，GE社，WH社，ベクテル社，それから機器メーカーあるいはエンジニアリングもやっておられますKWU社，さらにスウェーデンのアセアトム社と，多方面での技術提携，技術交換協定を結び，開発成果の相互交換，共同研究開発と積極的に実施してきています。

先ほど述べた次世代のA-BWR，A-PWRについても，こういう線に乗って，積極的に開発が現在進められているという現状です。

議長　これからも軽水炉，核燃料サイクルを含めて，原子力産業がいろいろな技術改良を進め，経済性を改善して，原子力産業が他のエネルギー供給に比べて優位な立場を持ち続けるため，いろいろな努力がなされ，工夫が紹介されたわけです。大変限られた時間ではありましたけれども，非常にお互いに参考になる意見が多く出されたと思います。

経済性をどのように向上していくか，そのための技術の改良あるいは標準化，あるいは設計の連続性といったような問題，あるいは安全基準そのものの問題，いろいろ関連するところは多く，各国それぞれ事情が違っているので，進め方が違うと思います。

今日はあまり突っ込んだ議論まではいきませんでしたけれども，改良と標準化といった問題を考えてみても，日本はこれまで一次，二次改良標準化計画を進めてきたため，もちろん標準化も進みましたが，たとえばフランス，西ドイツに比べると，標準化よりは改良の方により重点が置かれているように思います。

フランス，西ドイツはもちろんしっかりした技術基盤をもとに，かなり早く標準タイプを作って，それを進めていき，量産をしながらコスト低減を図ってくるというような方向が出されまして，これは今後，日本の原子力産業が標準化を進めコスト低減を図り，もちろん安全性，信頼性を高めながらそういう方向を進めていく上で，今日フランス，西ドイツ，アメリカから出された，いろいろな過去のこれまでの経験ないし標準化に対する意見というものは，大変参考になったと思います。

それから国際協力について，最後の方で幾つか話があり，資金協力の問題，あるいは人材の教育訓練の問題といったことが強調され，また研究開発についても国際協力が必要だということも出されました。

時間がなかったので，そういう問題までいきませんでしたけれども，皆様の頭の中には恐らく軽水炉の運転のいろいろな故障の経験，改良の経験というものを基にし，さらに各国のそういった運転，保修の経験を豊富に集積し，解析し，それをお互いに伝えるといったような面での国際協力，それがまた人材の教育訓練にも結びつくと思います。あるいはまた，いろいろな故障の事前防止にも役立て得ると思いますので，国際協力の面についてはそういった情報の国際的な交流ということが非常に大事であろうかと思うわけです。

そういった点について日本からも紹介があり，アメリカからも紹介があり，国際的な交流がいよいよ盛んになって，今後の原子力産業のより安全であり，より信頼され，より経済的に高いものを作るようにできればということ，その意味での国際協力は非常に大事なことであり，また，こういった集積された国際的な経験データを，今後の開発途上国の原子力利用にも，そのためのいろいろな人材の教育訓練，あるいは運転員，保修員の養成，そういった面にも大いに役立てていく必要があります。これが成熟化時代の一つの大きな仕事ではないかと思います。

その他いろいろ有益な意見が出されましたけれども，一々ご紹介する時間もありませんので，私のコメントを終わりたいと思います。

〔W. ブラウン氏表〕

name of plant:	net power (MW):	commissioned:	capacity factor in 1982 (%):	plant availability since commissioning until 12/1982:
PWRs:				
Obrigheim	328	3/1969	83,7	84,1
Stade	630	5/1972	87,2	85,5
Borssele	450	10/1973	83,3	83,3
Biblis - A	1147	2/1975	89,1	71,4
Biblis - B	1238	1/1977	85,6	77,9
Neckarwesth.-1	810	12/1976	82,3	77,4
Unterweser	1230	9/1979	84,9	89,6
Gösgen	920	10/1979	80,1	84,4
Grafenrheinfeld	1229	6/1982	(61,0)	(99,7)
PHWRs:				
MZFR	51	12/1966	85,8	65,9
Atucha-1	345	6/1974	59,8	80,3

Table 1: Capacity Factors and Availabilities of KWU PWR- and PHWR-Power Plants

〔W. ブラウン氏表〕

Year:	1978	1979	1980	1981	1982
Mean Plant Availability (%):	79,7	77,3	79,1	81,3	87,6
Mean Non-Availabilities (%)					
total:	20,3	22,7	20,9	18,7	12,4
refueling, insp.,sched.repairs:	13,0	18,2	18,6	15,5	11,9
steam generator failures:	0	0	0,2	0,2	0
main coolant pumps:	5,1	0	0,6	1,0	0,1
fuel failures:	0	0	0	0	0
other outages by NSSS:	0,7	2,6	0,5	0,5	0,1
turbine and condenser:	0,2	0,7	0,1	0,3	0,1
generator, transf., switchg.:	0,5	0,2	0	0,6	0
other outages by sec. plant:	0,8	1,0	0,9	0,6	0,2

Table 2: Mean Availabilities of KWU PWR- and PHWR-Power Plants

〔W. ブラウン氏表〕

year	number of s.g. in operation	total number of tubes	tube leaks during operation	percentage of tubes tested (%)	percentage of tubes above 20 % wall-thinning (%)	percentage of tubes plugged (%)
1978	19	72 709	0	5,4	0	0
1979	26	101 111	0	9,4	0,52	0,05
1980	26	101 111	1+	32	2,2	0,05
1981	26	101 111	1++	63	2,7	0,17
1982	30	117 455	0	66	1,2	0,04

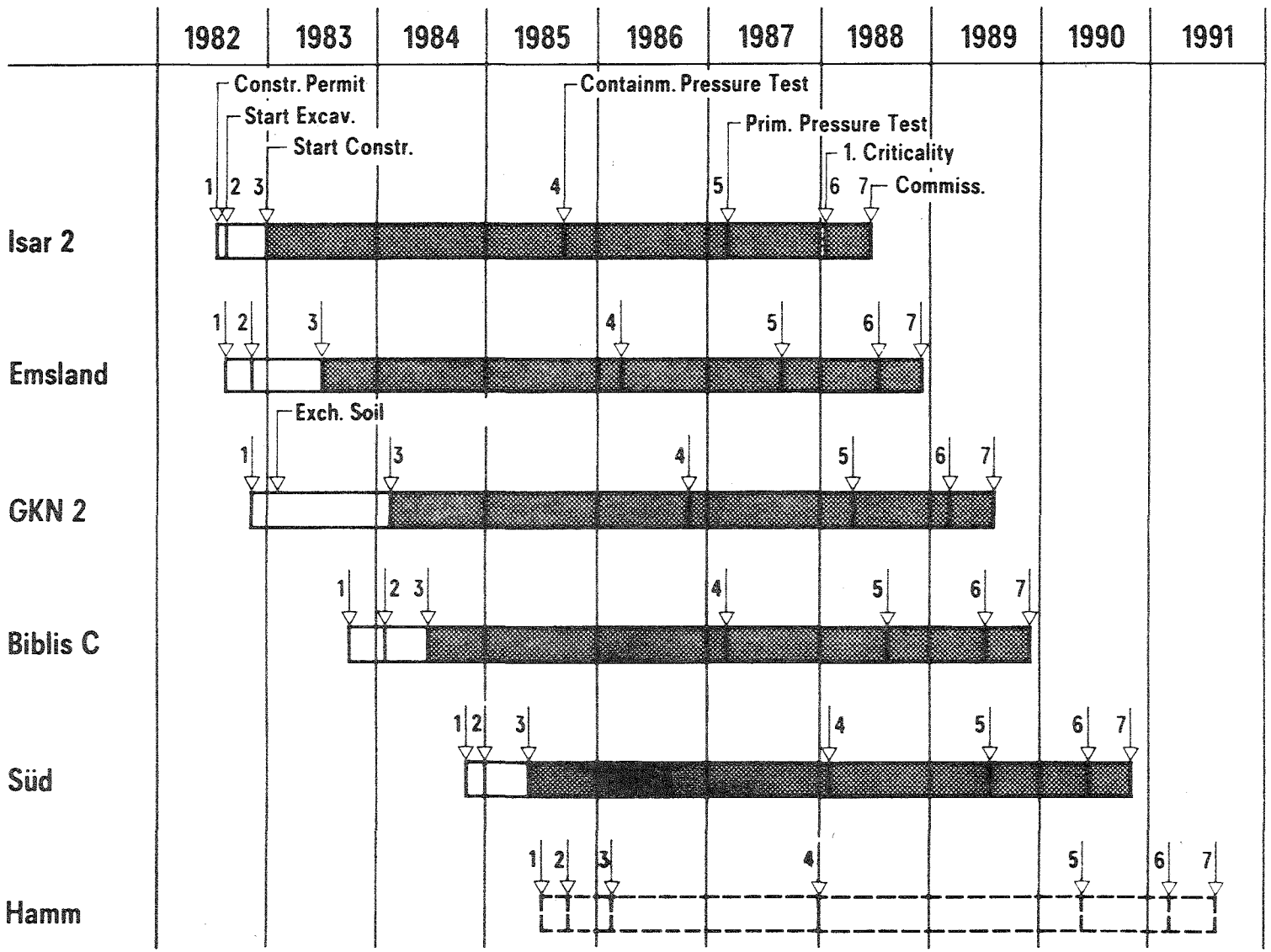
\+ leak rate 0,5 l/h, plugged during next refueling period

++ leak rate 25 l/h, immediately plugged

Table 3: Test Results at KWU PWR Steam Generators with Incoloy 800-Tubing

〔W. ブラウン氏表〕

Kraftwerk Union



Construction of KWU 1300 MW PWR Convoy Projects

E 83 179 e

〔L. アブダラム氏図表〕

TABLE 1

DESIGN AND CONSTRUCTION RULES

FOR PWR NUCLEAR ISLANDS COMPONENTS

R. C. C.

	AVAILABILITY
MECHANICAL : RCC - M	
- 1981 EDITION	IN FRENCH
	IN ENGLISH
- 1983 EDITION	IN FRENCH BY FEBRUARY 83
	IN ENGLISH BY JUNE 83
ELECTRICAL : RCC - E	
- 1981 EDITION	IN FRENCH
	IN ENGLISH
SYSTEM DESIGN : RCC - P	
- 900 MW - 1979 EDITION	IN FRENCH
	IN ENGLISH
- GENERAL	IN PREPARATION
FUEL DESIGN : RCC - C	NEARLY COMPLETED
CIVIL WORKS : RCC - G	SOON AVAILABLE
FIRE-FIGHTING : RCC - I	

★★★

OTHER RULES (RRC) ARE ALSO IN PREPARATION FOR THE CONVENTIONAL ISLAND

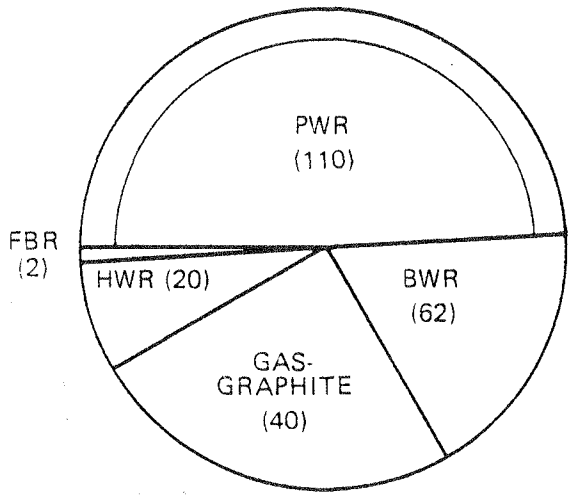
TABLE 2

FRAMATOME STANDARD NSSS MODELS

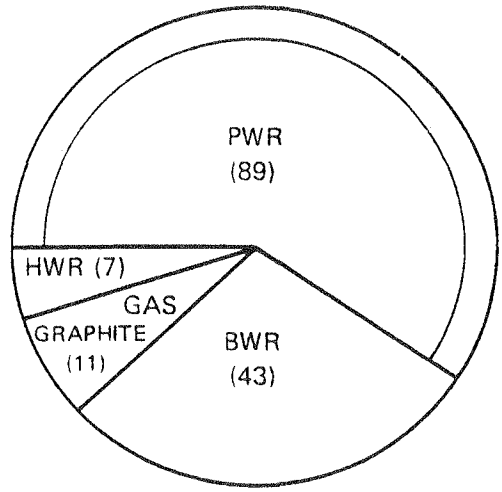
MODELS		CPY	M 30	M 31	P4 - P'4	N4
NSSS THERMAL POWER	MW	2785	2905	2905	3817	4270
NUMBER OF LOOPS		3			4	
FUEL ASSEMBLY		17 X 17			17 X 17	
ACTIVE FUEL LENGTH	M	3.66			4.27	
REACTOR VESSEL DIAMETER	M	4.0			4.4	4.5
PRESSURIZER VOLUME	M^3	40			60	
STEAM GENERATOR MODEL		51 B	51 BS	55/19	68/19	73/19
REACTOR COOLANT PUMP MODEL		93 D	100	100	100	N 24
NUMBER OF ORDERED UNITS		7 + 34			16 + 4	

〔L. アブダラム氏図表〕

NUMBER OF OPERATING UNITS



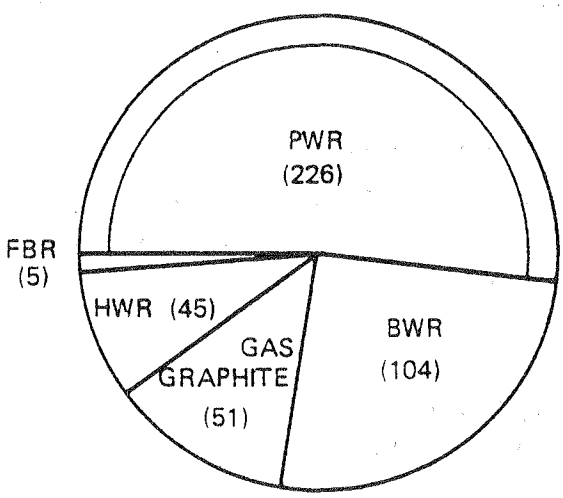
NET ELECTRICAL OUTPUT (GW)

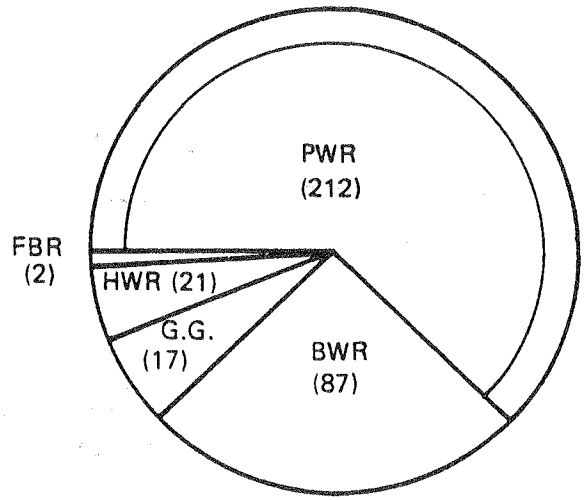


BY END OF 1982 :

TOTAL OF 234 UNITS,

TOTAL OF 150 GW.





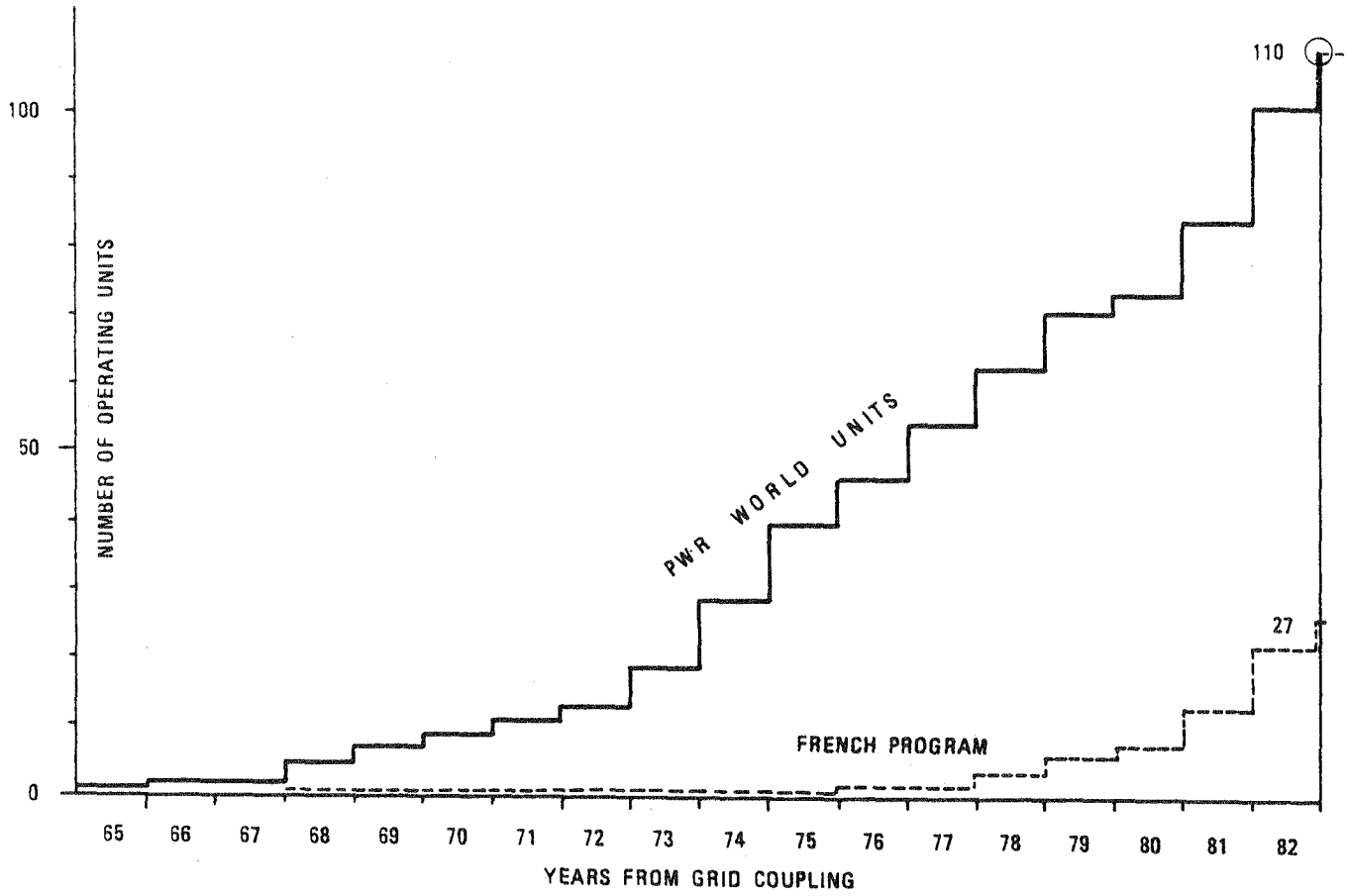
BY 1990 – 1995

TOTAL OF ~ 430 UNITS,

TOTAL OF ~ 340 GW

Fig. 1

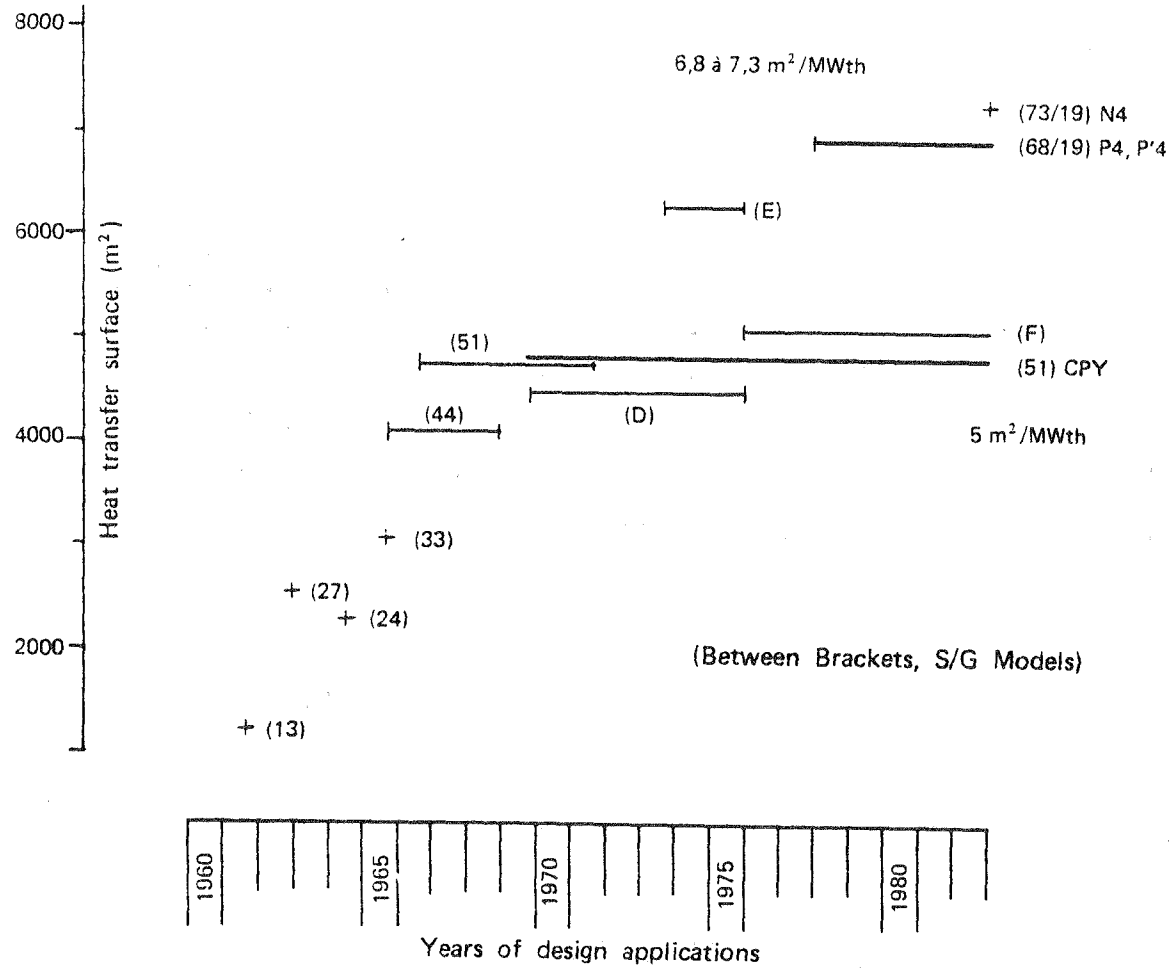
〔L. アブダラム氏図表〕



PWR OPERATING EXPERIENCES
750 UNITS X YEAR BY END OF 1982

Fig. 2

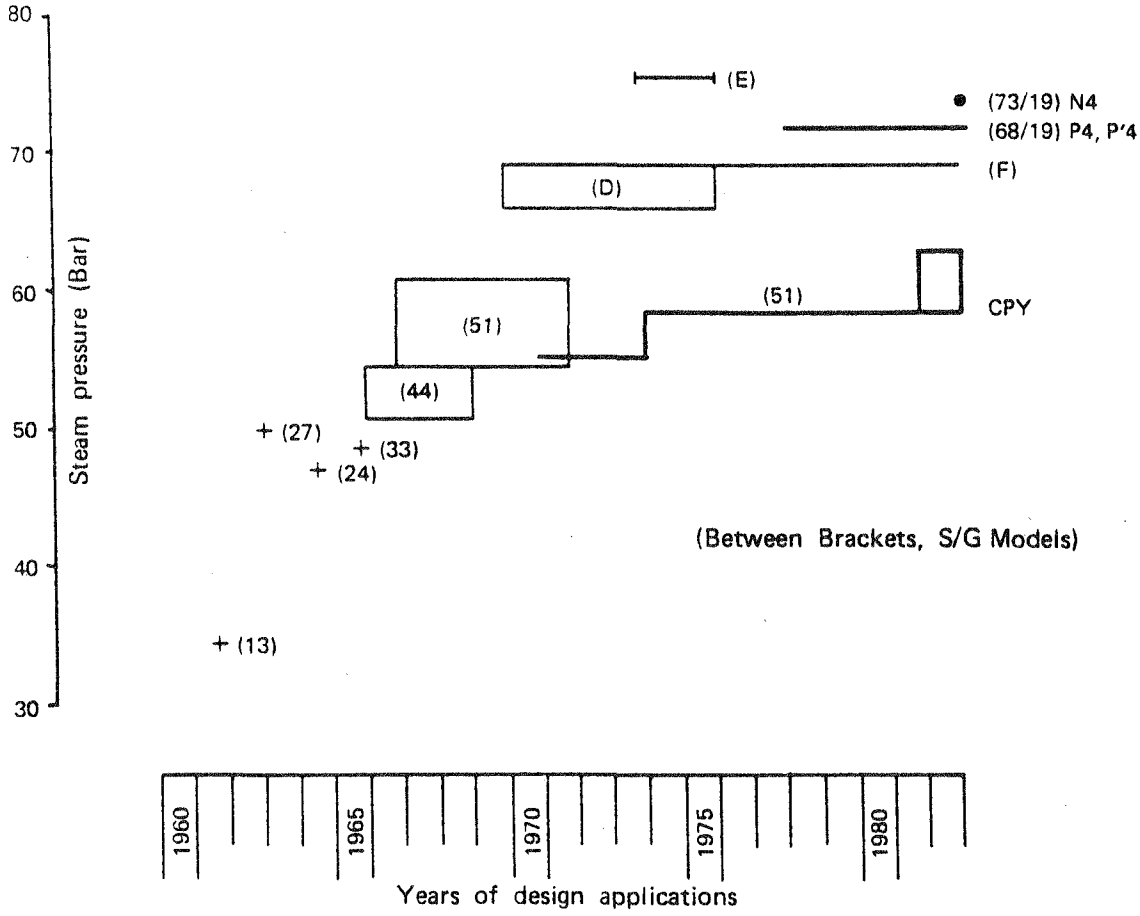
〔L. アブダラム氏図表〕



EVOLUTION OF STEAM GENERATOR SIZE

Fig. 3

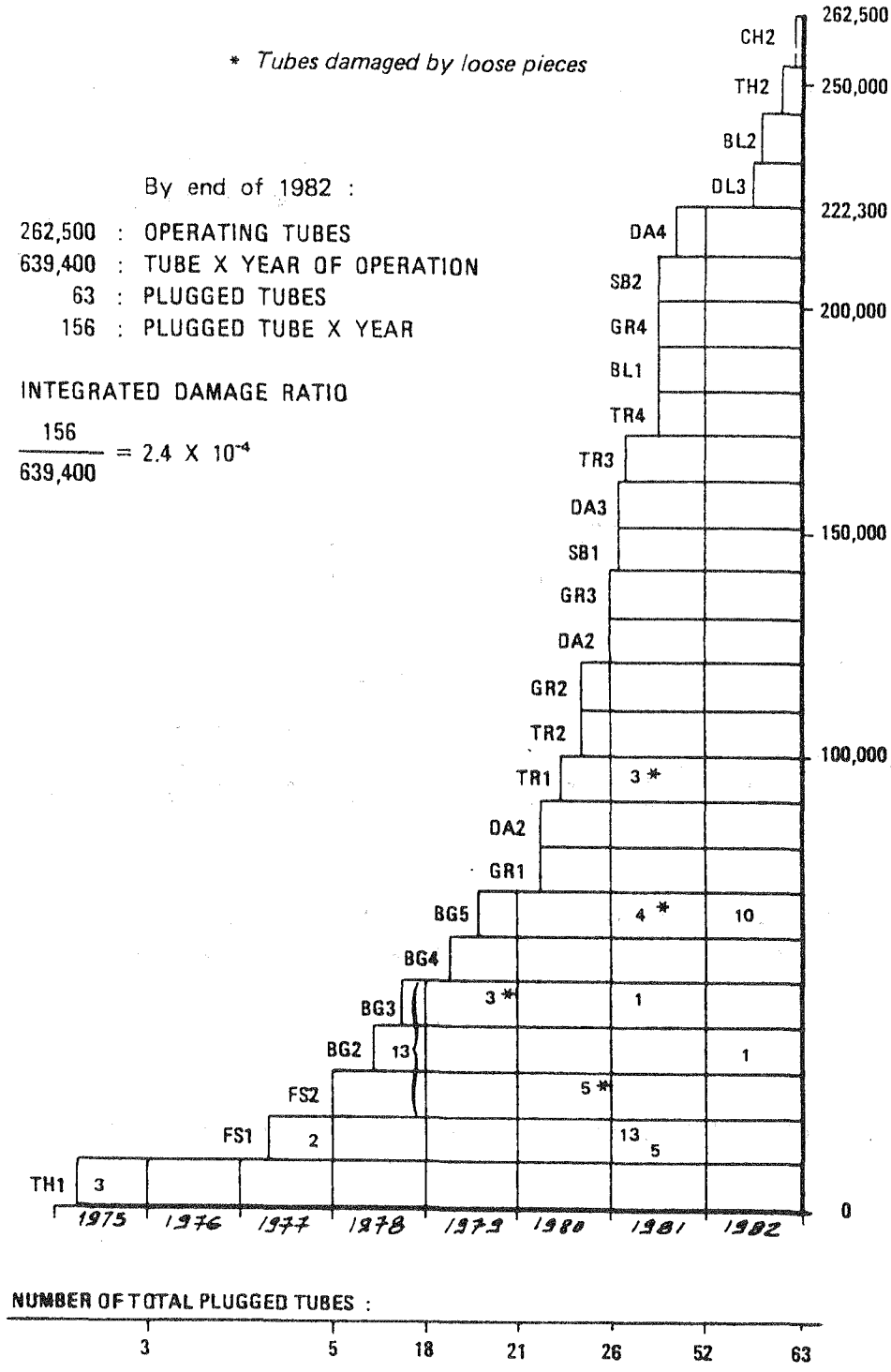
〔L. アブダラム氏図表〕



EVOLUTION OF STEAM PRESSURE

Fig. 4

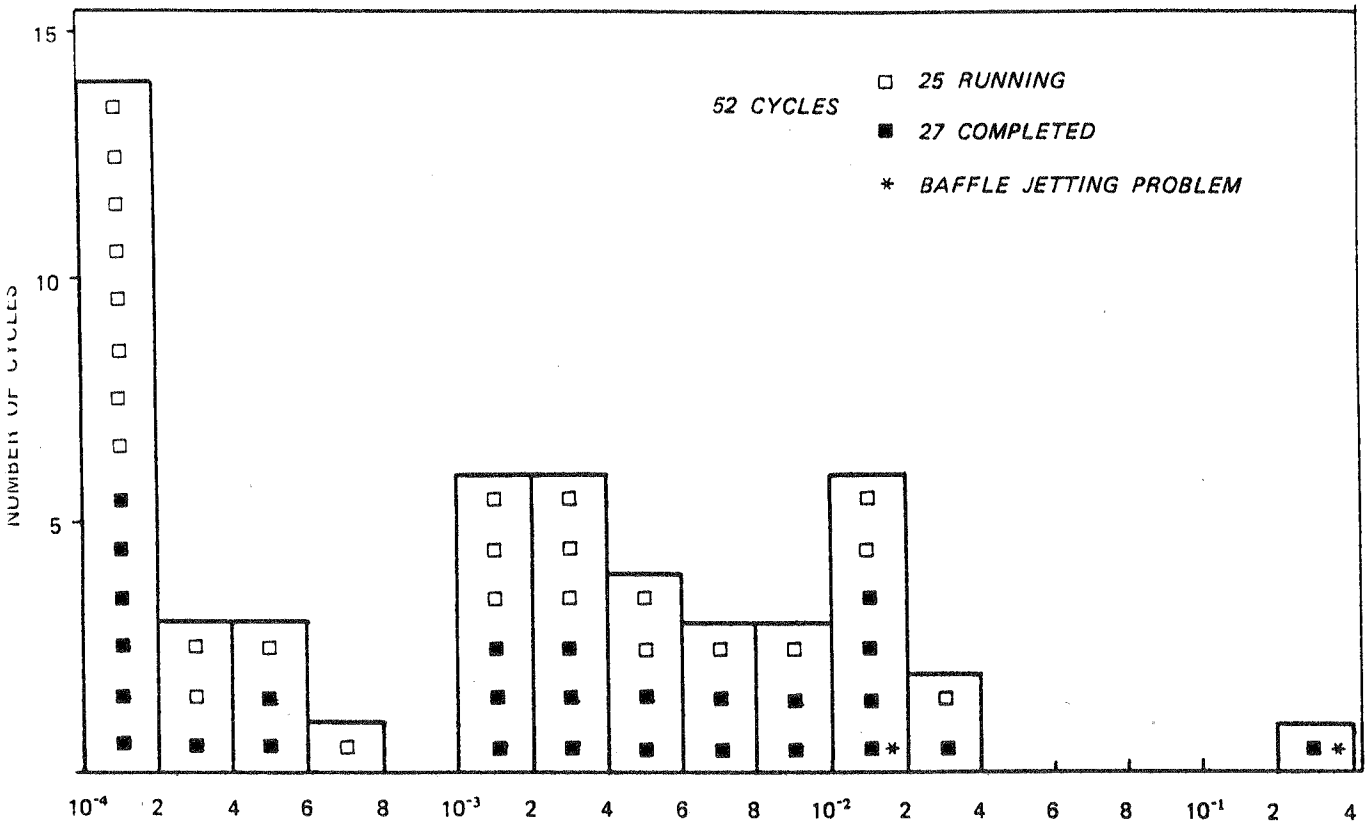
〔L. アブダラム氏図表〕



FRAMATOME OPERATING EXPERIENCE
WITH STEAM GENERATOR TUBES DAMAGE

Fig. 5

〔L. アブダラム氏図表〕



IODINE 131 ACTIVITY IN THE PRIMARY COOLANT (ci/t)
(Maximal level observed in normal operating conditions)

OPERATING EXPERIENCE WITH FRAGEMA 17 X 17 FUEL LOADINGS BY END OF DECEMBER 1982

Fig. 6

〔L. アブダラム氏図表〕

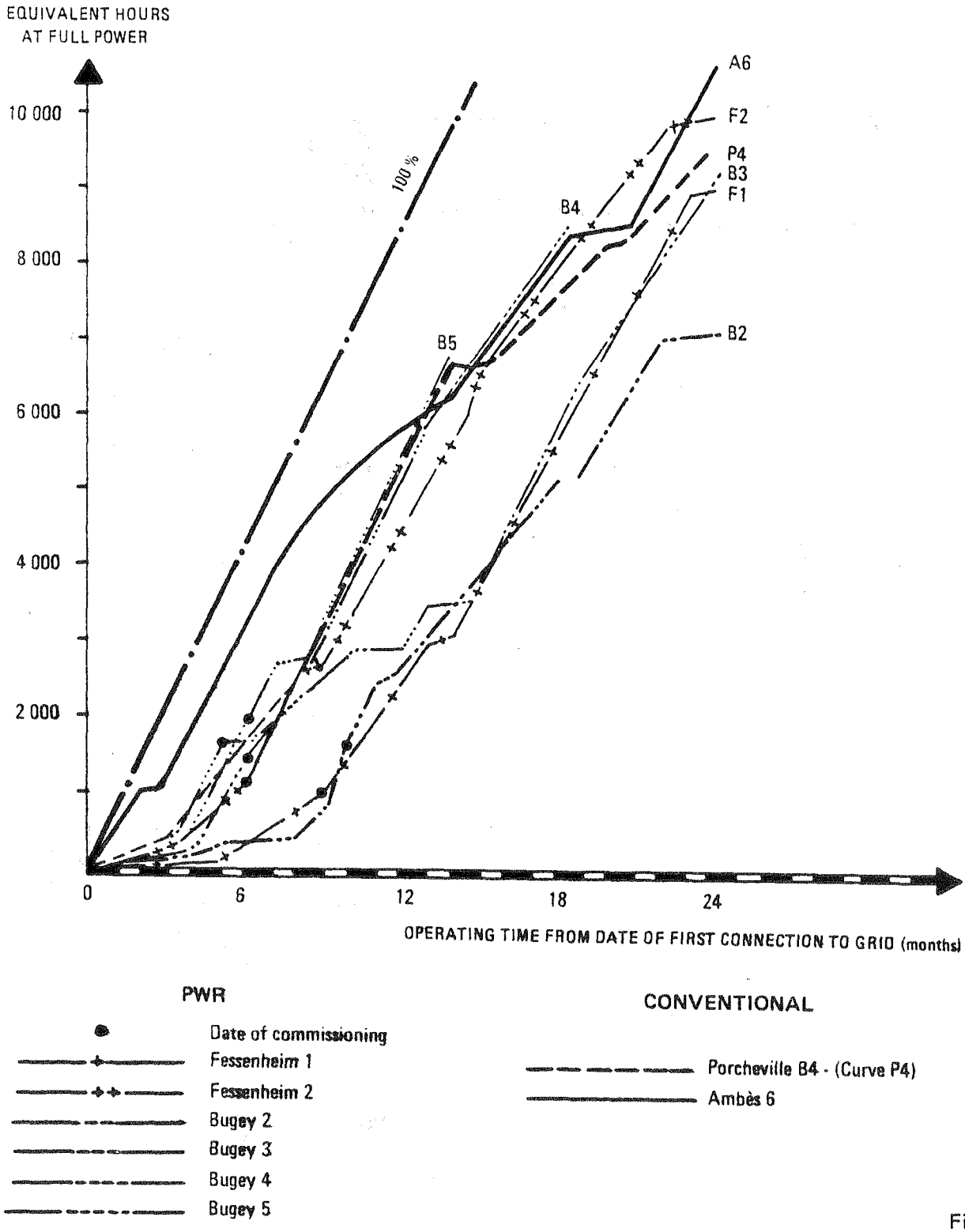


Fig. 7

〔L. アブダラム氏図表〕

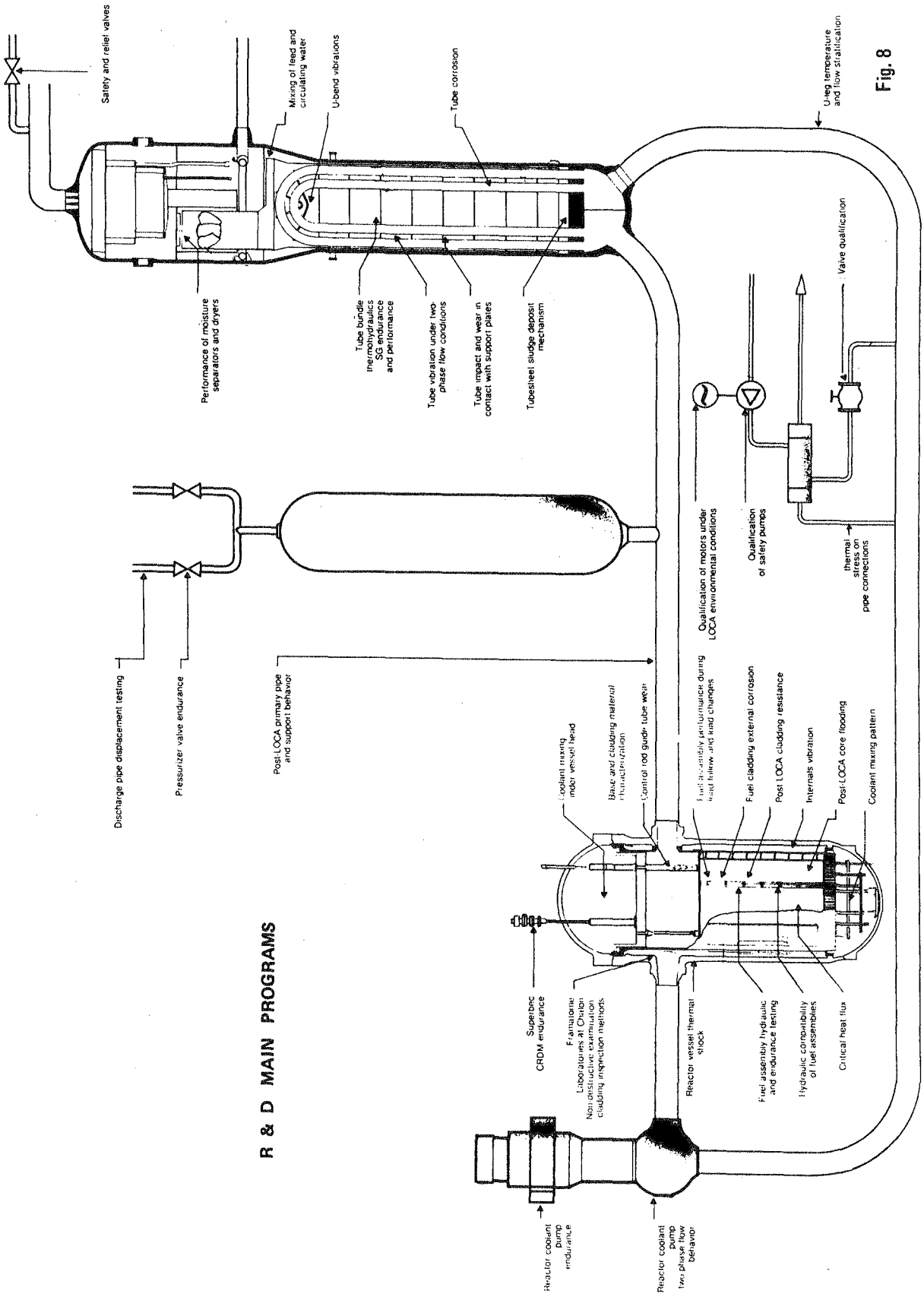
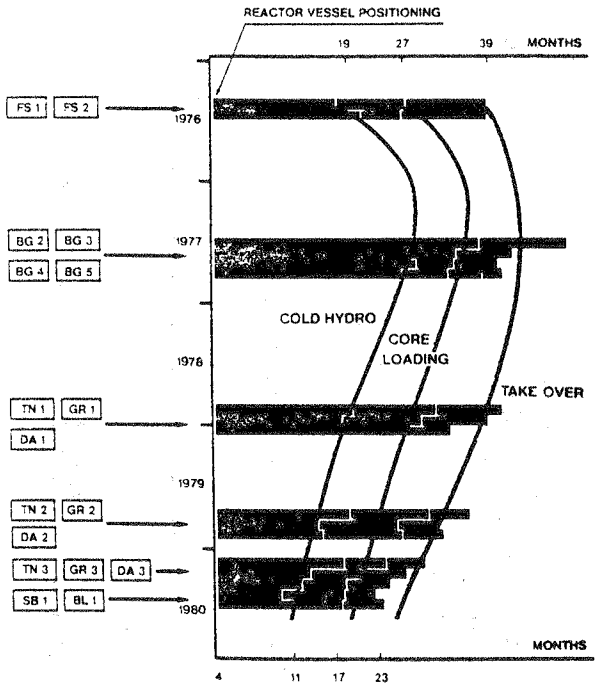
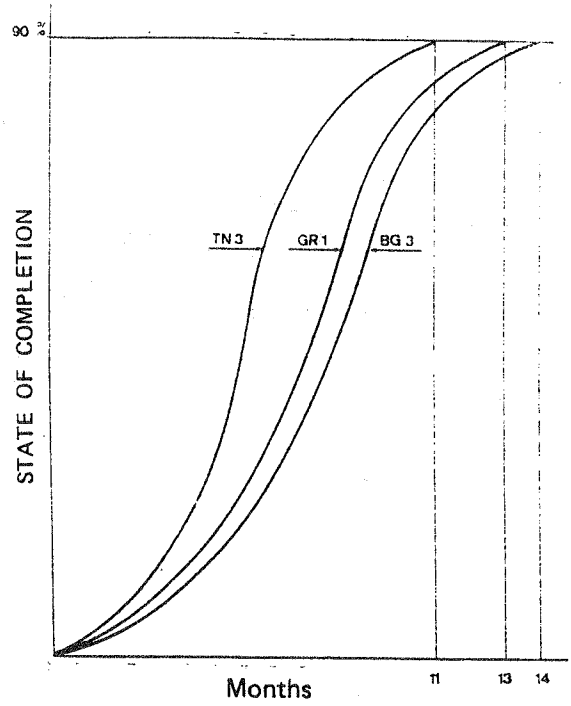


Fig. 8

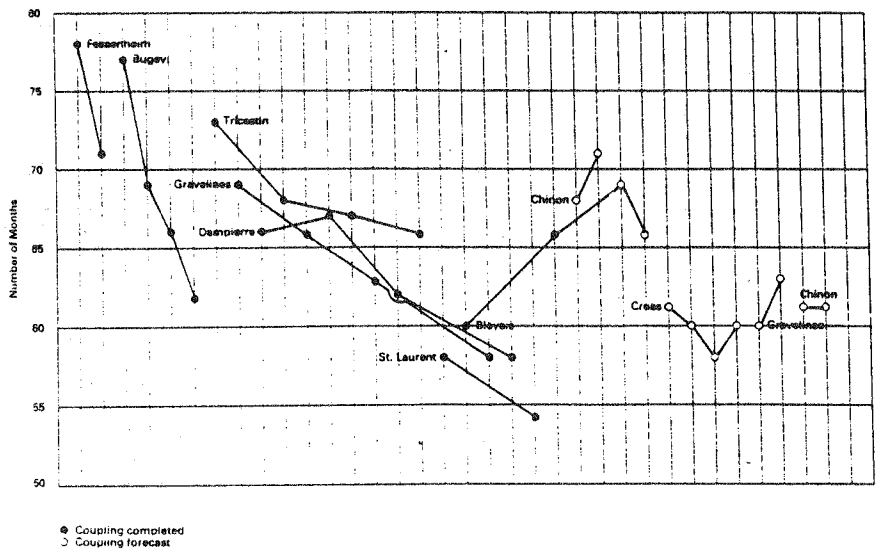
〔L. アブダラム氏図表〕





MAIN MILESTONES　　AUXILIARY SYSTEMS

REDUCTION IN FIELD WORK SCHEDULE



OVERALL FROM ORDER TO COUPLING

REDUCTION IN CONSTRUCTION SCHEDULE

Fig. 9

〔T. プライス氏図〕

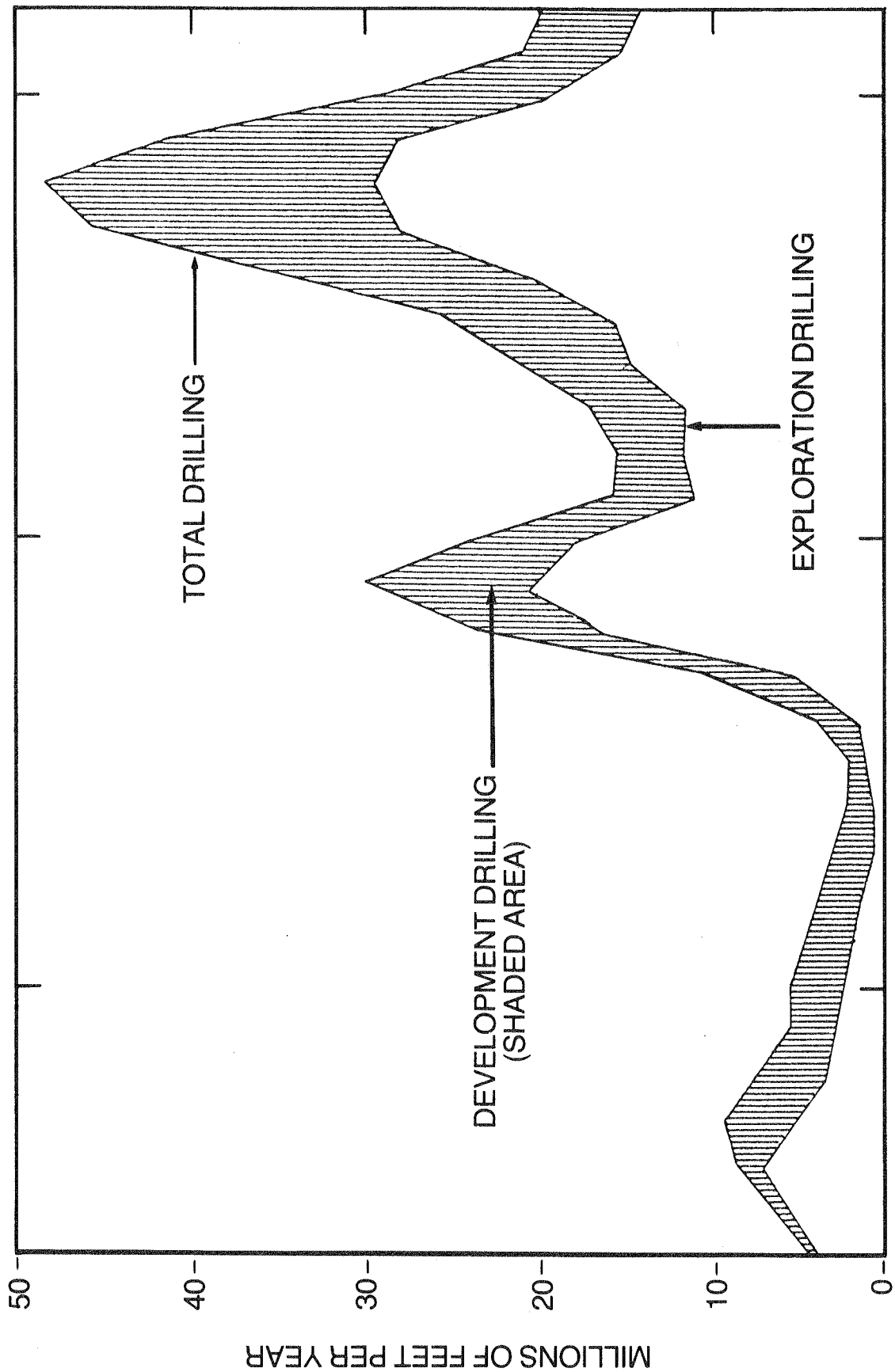


FIGURE 1: EXPLORATION AND DEVELOPMENT DRILLING IN U.S.

〔T. プライス氏図〕

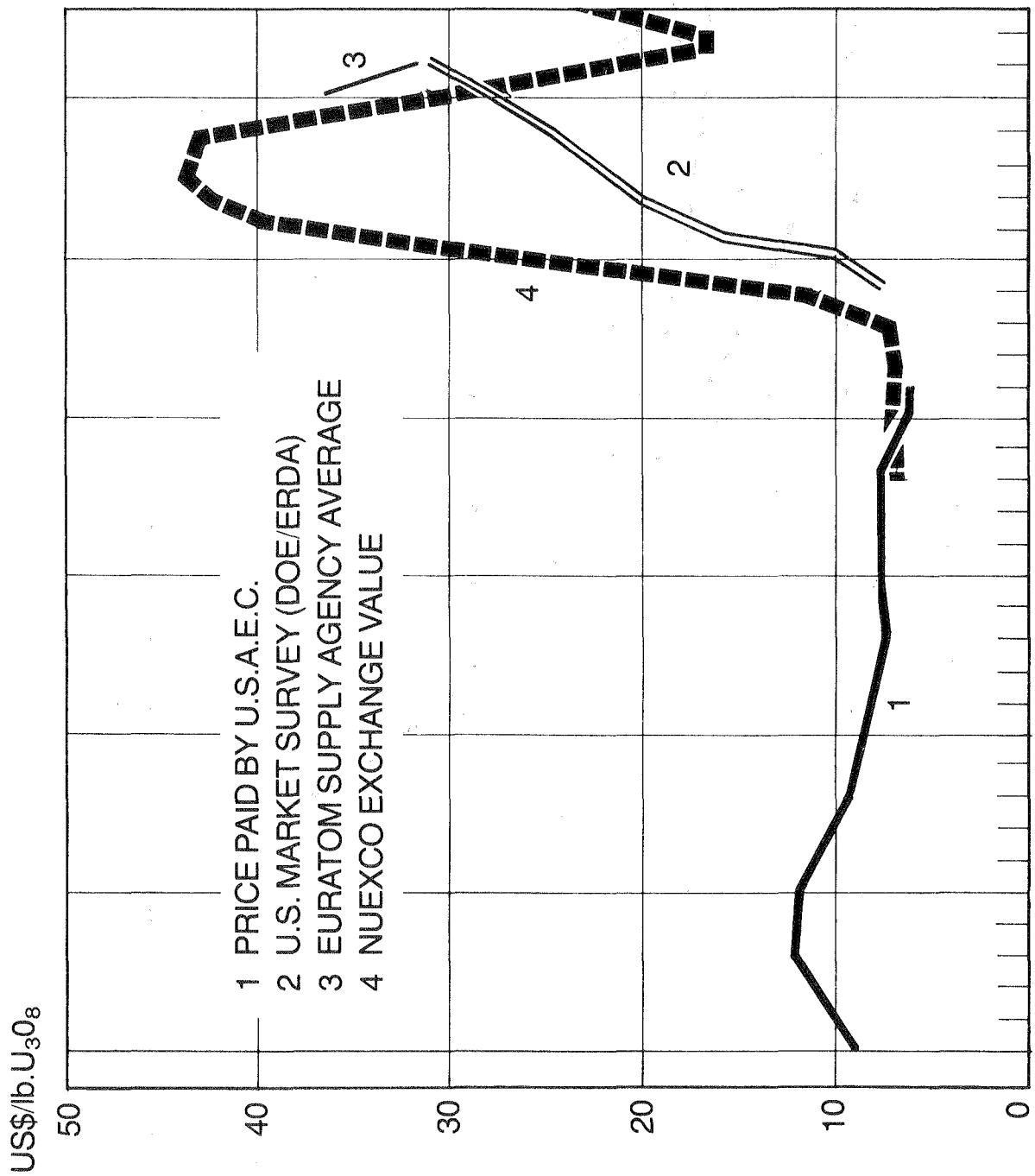


FIGURE 2: NATURAL URANIUM PRICES

〔T. プライス氏図〕

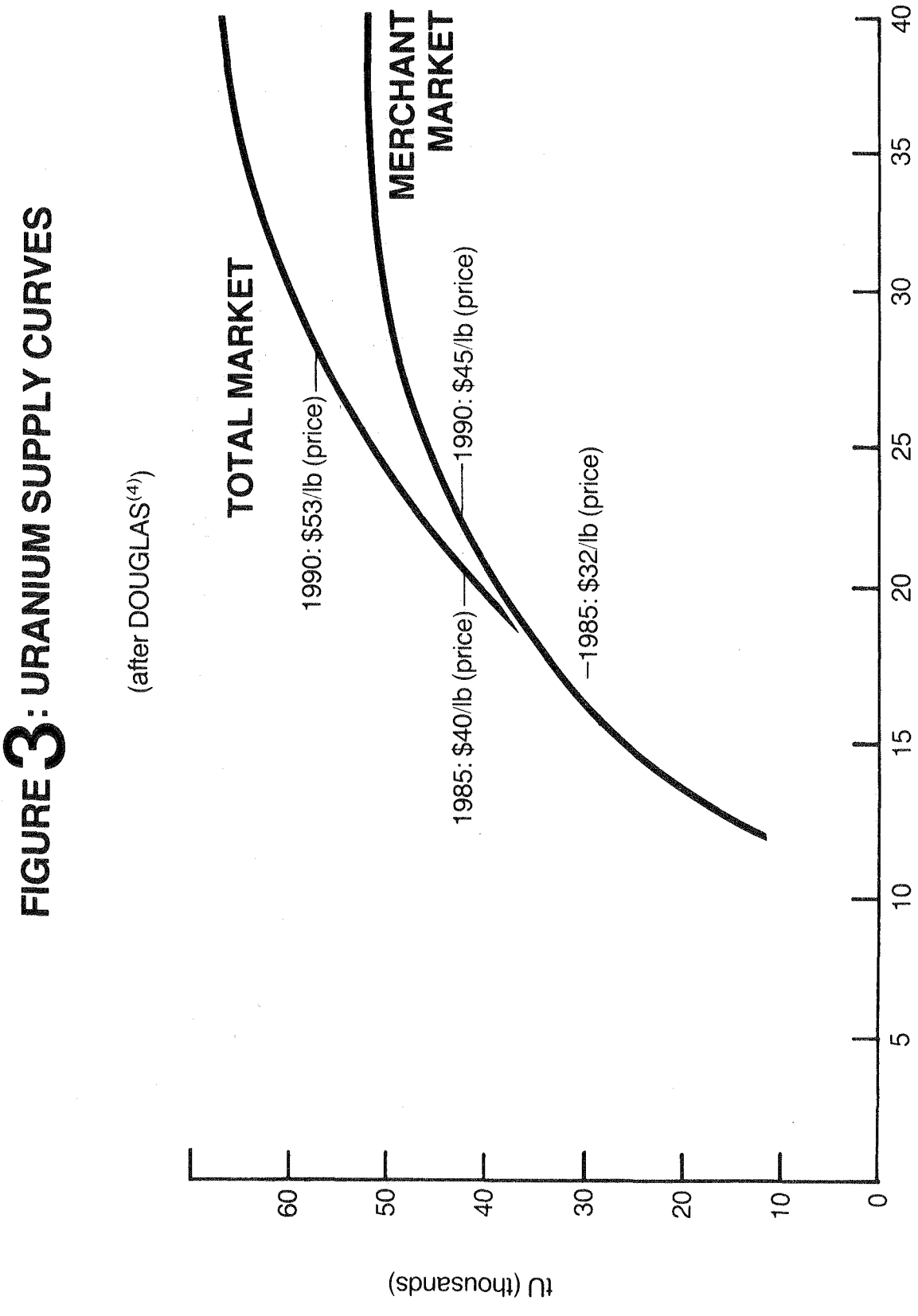


FIGURE 3: URANIUM SUPPLY CURVES
(after DOUGLAS[4])
TOTAL MARKET
MERCHANT MARKET
1990: $53/lb (price)
1990: $45/lb (price)
1985: $40/lb (price)
1985: $32/lb (price)
tU (thousands)
Cost ($/lb U_3O_8)
0
10
20
30
40
50
60
5
10
15
20
25
30
35
40

〔T. プライス氏図〕

FIGURE 4: PREDICTED TRENDS IN AVERAGE WORLD URANIUM PRICES, FOR THREE GROWTH SCENARIOS
(after TOWNSEND[2])

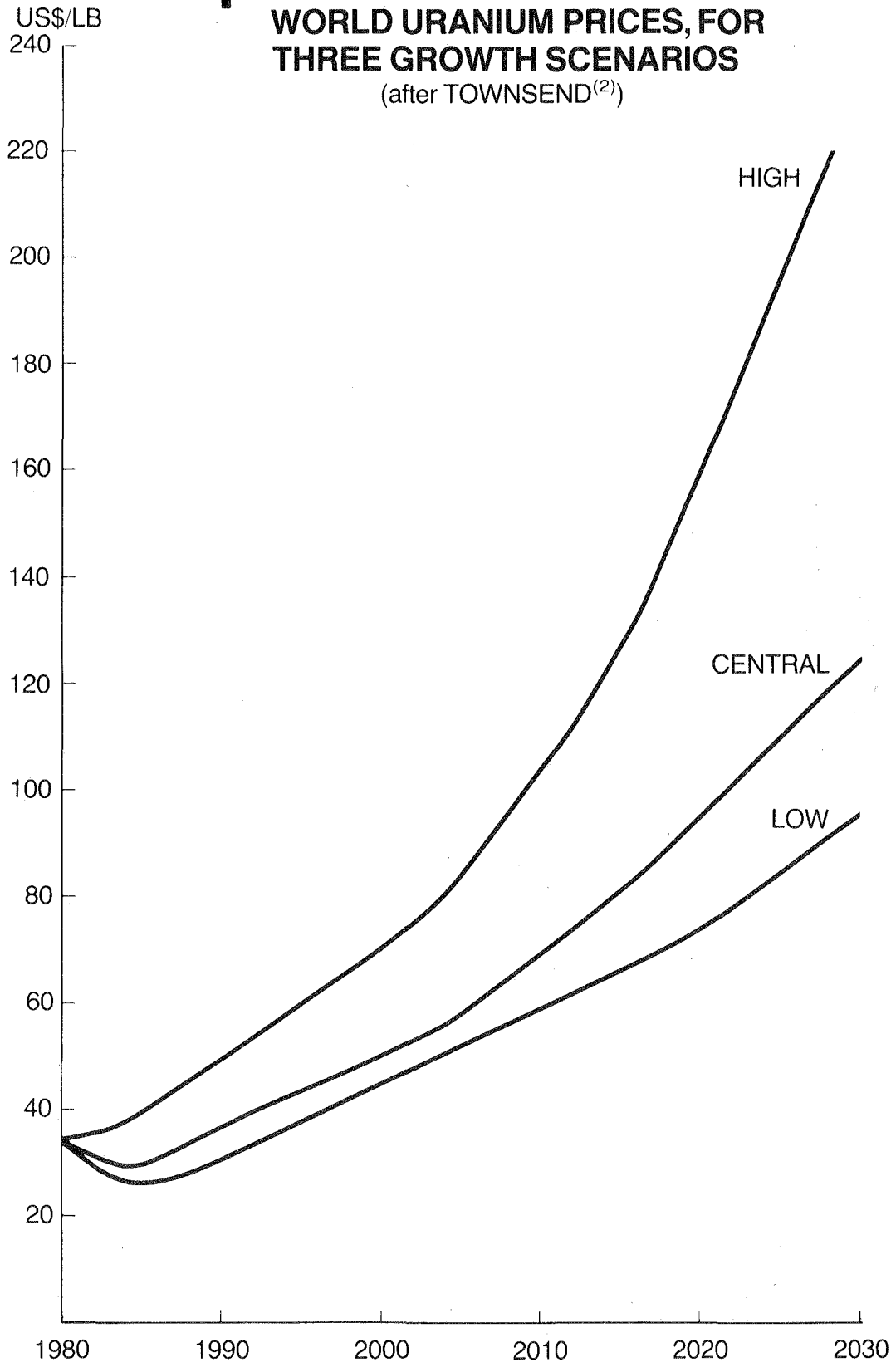
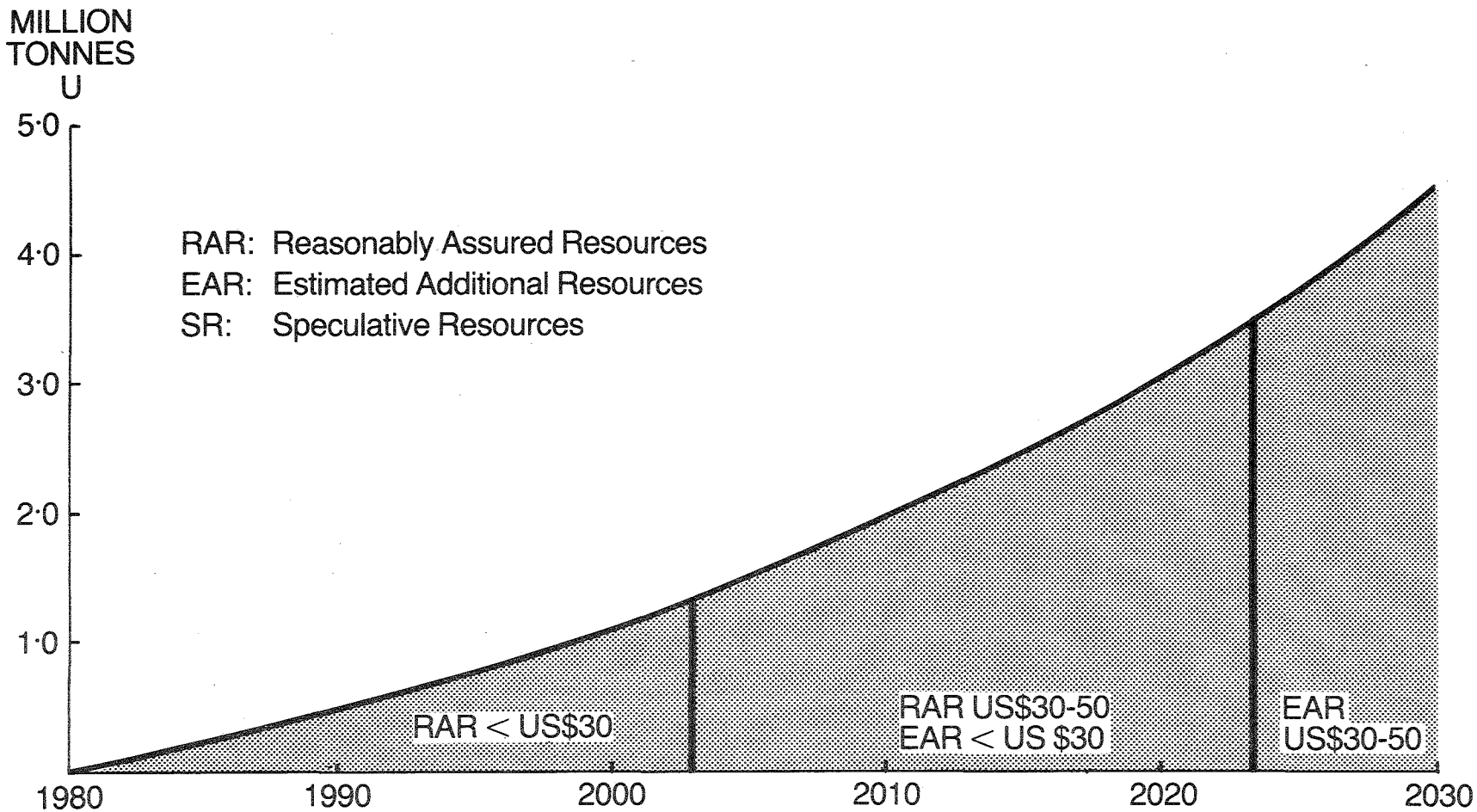


FIGURE 5: WORLD URANIUM RESOURCES (1982 ESTIMATE) IN RELATION TO CUMULATIVE DEMAND (LOW SCENARIO)

(after TOWNSEND[2])



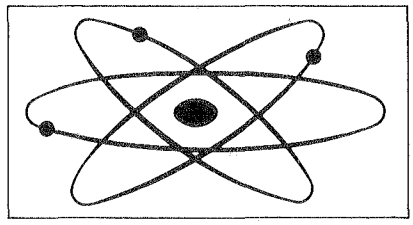
ALL COSTS EXPRESS IN US $/LB U_3O_8 JANUARY 1981 PRICE LEVEL

〔R. ケイロン氏表〕

TABLE I

ECONOMY RESULTING FROM A PU AUTO-RECYCLING (ONE RECYCLING)
FOR A 1,000 MWe REACTOR
(1982 $ actualized at 9%)

	High Hypothesis	Low Hypothesis
NAT U PRICE	$ 35/lb U308	$ 22/lb U308
SWU PRICE	$ 150/k SWU	$ 120/k SWU
COST SUPPL. U + Pu ASSEMBL. FABRIC.	$ 500/k METAL	$ 700/k METAL
COST SUPPL. U + Pu ASSEMBL. REPROC.	$ 300/k METAL	$ 300/k METAL
Pu STORAGE TIME	15 years	15 years
ECONOMY DUE TO Pu RECYCLING (Pu value = 0)	) $ 6.2 M/year) 1.1 mill/kWh	$ 3.1 M/year 0.55 mill/kWh
COST OF SURPLUS PLUTONIUM AVAILABLE AT END OF PERIOD IN CASE OF NON RECYCLING (actualized cost)	$ 160/gr	$ 81/gr
Pu STORAGE TIME	5 years	5 years
ECONOMY DUE TO Pu RECYCLING (Pu value = 0)	) $ 4.8 M/year) 0.85 mill/kWh	$ 1.9 M/year 0.34 mill/kWh
COST OF SURPLUS PLUTONIUM AVAILABLE BY NON RECYCLING	$ 75/gr	$ 30/gr



日本原子力産業会議
Japan Atomic Industrial Forum
〒105　港区新橋1-1-13東新ビル
電話 ： 東京03-508-2411(代)