

第1回敦賀国際エネルギーフォーラム “21世紀のエネルギーと環境”

平成11年5月13日（木）～14日（金）

福井県敦賀

結果概要

（会議報告）

1999年9月

核燃料サイクル開発機構
敦賀本部 国際技術センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

1999

第1回敦賀国際エネルギーフォーラム “21世紀のエネルギーと環境”

結果概要
(会議報告)

敦賀本部国際技術センター

要旨

本報告書は、核燃料サイクル開発機構が平成11年5月13日(木)～14日(金)に、福井県若狭湾エネルギー研究センター(福井県敦賀市)で開催した「第1回敦賀国際エネルギーフォーラム“21世紀のエネルギーと環境”」の中で行われた講演及び質疑応答の概要をまとめたものである。

この概要は、フォーラム当日の聞き取りに基づいて作成したものであり各講演者等の確認を得たものではなく、全ての文責はこの概要を作成した核燃料サイクル開発機構敦賀本部国際技術センターにある。したがって本資料に関する問い合わせは国際技術センターにお願いしたい。

目次

1. はじめに	1
2. 概要	2
3. 会議内容	
3.1 基調講演	5
3.2 セッションⅠ「21世紀の世界のエネルギー事情」	11
3.3 特別講演	14
3.4 セッションⅡ「エネルギーと環境」	17
3.5 パネル討論（セッションⅠ&Ⅱ）	21
3.6 セッションⅢ（第1部）「原子力開発：世界の現状と展望」	26
3.7 セッションⅢ（第2部）「原子力開発：もんじゅの現状と展望」	34
3.8 講演とパネル討論「原子力開発：地元との共生について」	39
3.9 エキストラプログラム（その1）	48
3.10 エキストラプログラム（その2）	53
4. おわりに	58
付録1 英文概要版	
付録2 プログラム	
付録3 OHP集	

1. はじめに

21世紀を直前に迎えた現在、環境との調和を図りつつエネルギーを確保するとの姿勢が絶対的な条件として求められている。

核燃料サイクル開発機構敦賀本部では、来るべき21世紀の世界のエネルギー事情を展望し、文化的な生活維持に必要なエネルギーの確保と環境との両立をテーマとして、原子力の果たすべき役割りと課題を広く議論するため、「21世紀のエネルギーと環境」と題し第1回敦賀国際エネルギーフォーラムを開催した。

今後の原子力エネルギーの開発にあたっては、持続可能なリサイクル社会への移行との観点から、世界のエネルギー事情、エネルギー需要の増大に伴う地球温暖化問題、諸外国およびわが国の原子力開発の進展の十分な見極めが必要と考え、本国際フォーラムを企画した次第である。

本国際フォーラムは、原子力の、とりわけ高速増殖炉の果たすべき役割りを議論する敦賀市での第一回目の試みである。開催を重ねることによって、今後敦賀市がこれら議論の国際的な場として発展していくことが期待される。これによって、「もんじゅ」の意義・役割りが深く議論されることにもなると考える。

今回の国際フォーラムの開催を契機として、エネルギー資源と地球環境の観点から原子力の果たすべき役割りが明確となり、併せて核燃料サイクル開発の必要性について更に理解を深めていただきたいと期待している。

2. 概要

当核燃料サイクル開発機構は、敦賀地区での国際協力活動の一環として、平成11年5月13日、14日の両日、福井県若狭湾エネルギー研究センター（福井県敦賀市）において第1回敦賀国際エネルギーフォーラムを開催した。

本国際フォーラムは、副題を「21世紀のエネルギーと環境」とし、地球規模でのエネルギー安定確保と環境の調和及び原子力の必要性をテーマとして、国際的な講演及び討論を行うとともに、当機構の敦賀地区での核燃料サイクル開発事業、中でも「もんじゅ」について理解を得ることを目的として開催したものである。開催に当たっては、運営委員会を設置して地元有識者及び関係各界から委員参加を得るとともに、顧問会も設置して地元と共生する意義ある国際フォーラムとなるよう企画・審議をお願いした。

また、科学技術庁を始め文部省、通商産業省、電気事業連合会、社団法人日本原子力産業会議、福井県経済団体連合会、敦賀商工会議所、社団法人日本原子力学会及びエネルギー資源学会の各機関、団体の後援をいただいた。

講演及びパネル討論をいただいた海外登壇者は、核燃料サイクル技術開発に注力する英国、原子力再評価の機運のある米国、高速炉開発を維持する仏国、国が原子力からの撤退を標榜している独国、高速炉開発と核兵器解体プルトニウム処理を推進するロシア、原子力を輸出産業として育成しつつある韓国、原子力からの撤退時期を明示しないこととしたスウェーデンの7カ国11名であり、国内からは原子力委員会、国、学界、電力から13名にご登壇いただいた。350名収容の本会場ホールに対し、参加者は、海外からの参加を含め、13日が約600名、14日が約450名で、一部ホール外3カ所の会場内モニタ室にて参加いただくことともなった。地元敦賀工業高等学校からも延べ約120名の参加を得た。

フォーラム第1日目は、主催者側として先ず竹内副理事長・敦賀本部長がご挨拶された。引き続いて牧野百男福井県県民生活部長、河瀬一治敦賀市長、今村努科学技術庁長官官房審議官の来賓挨拶のあと、「若狭から世界へー原子力の情報発信をー」と題した藤家洋一原子力委員長代理からの基調講演をいただいた。藤家委員長代理は「若狭での研究開発に世界が注目している。資源の完全利用と廃棄物の無放出を究極の目標とした原子力の可能性と受容性を検討し、成果を世界に発信するためにも『もんじゅ』

再開が最重要事項」と強調された。同じく基調講演をいただいたネヴィル・チェンバレン英国原子燃料会社副総裁も「資源や環境保護のうえで日本の高速炉開発が重要な役割を果たす」と欧州原子力産業界からの熱い期待を表明された。

午後の部では「研究開発と実用化の道のり」と題した特別講演で、西澤潤一前東北大学総長が、先ず「世界のエネルギー消費量増大に対応すべき科学技術の役割や高速増殖炉開発の重要性」に言及された。また、「地球規模で役に立つ研究開発、科学技術というものは一般的に実用化に至るまでに長期間を要すること」を具体例をあげてお話しになり、地元高校生を含む聴衆に大きな感銘を与えられた。続いて、セッションI「21世紀の世界のエネルギー事情」、セッションII「エネルギーと環境」の各プログラム、及び両セッション合同のパネル討論が実施された。また、エキストラプログラム（その1）として、「原子力開発利用のあり方」をテーマに国内外登壇者と会場フロアとの間で自由な意見交換が実施された。

各国登壇者はいずれも、地球温暖化を睨んだ将来の世界エネルギー供給の制約を訴え、現状では新エネルギーは技術的に基軸エネルギーとなり得ないことから、放射性廃棄物の適切な処理処分を前提とした原子力エネルギーの利用が必須ではないか、ということなどが相次いで述べられた。また、これまでの自由競争に基づく市場原理至上主義が現在の地球規模での温暖化問題を発生させた訳であり、この点についても再検討の余地があるのではないか、などの意見もあった。

第2日目は、セッションIII 第1部「原子力開発：世界の現状と展望」、第2部「原子力開発：『もんじゅ』の現状と展望」が開催され、米、韓、欧、露及び日本の、高速炉を中心とした原子力開発の現状と今後の具体的な取組みについての報告があった。また第2部後半には「新型炉研究開発の展望と若狭湾地区への期待」と題して、国産技術として開発されてきた新型炉研究を、「海外で一時的に減速・停滞しているからこそ、わが国で積極的に推進し、国際貢献すべき」との科学技術庁の見解が表明された。更に引き続いて「地元との共生について」をテーマとしたパネル討論が実施された。この討論では、讀賣新聞社論説委員梶原誠一氏を座長に、米国、仏国、科学技術庁及び地元若狭地区を代表される方々にパネリストとしてご登壇願ひ、各地域における地元との連携・協力の現状や個々の事情を考慮した地元との共生に関する当事者の考え方、マスコミ報道のあり方等々、多岐にわたって活発な討論が行われた。また、並行して、「原子力熱中塾」と題するエキストラプログラム（その2）が開催され、地元の方々とエネ

ルギーや原子力に関する率直な意見交換が行われた。これは、今回フォーラムでの新たな試みとして、地元参加者を中心に小グループに分かれ、昼食をとりながら日頃疑問に思うことや解りにくいことなどを機構職員に自由に尋ね、理解を深めていただくとの趣旨で開催したものである。このような直接対話型形式の意見交換会としたことにより、参加いただいた方は勿論、地元の新聞・テレビも取り上げるなど好評であった。

フォーラム終了後の5月15日には、「もんじゅ」見学会も開催し、登壇者を含めて約30名が参加した。

全体を通じて、フォーラム本会議での議論は、アジアに焦点をあてた21世紀のエネルギー需給見通しと環境への影響及び人類の持続的成長の観点から、原子力の役割りが不可欠なこと及び長期的には核燃料サイクルを前提とした高速増殖炉の開発が必要であり、「もんじゅ」再開が世界的にも期待されていることが主張された。加えて、今後は「もんじゅ」から国内外へ高速増殖炉の情報発信を促進し、「もんじゅ」が世界の高速増殖炉開発をリードすべきとの議論もなされた。

敦賀本部では、今後ともこの様な国際的フォーラムを地元敦賀市で継続的に開催し、「もんじゅ」から世界に向けた情報発信を積極的に進めることとしている。

3. 会議内容

3.1 基調講演

(1) (KN-1)「若狭から世界へ - 原子力の情報発信を -」

原子力委員長代理 藤家洋一氏

近代の産業は化石燃料の利用によって発展したが、その一方で地球環境問題をもたらすこととなった。人類に必要なエネルギーを提供し、かつ地球環境の総合的なバランスを保つために原子力が果たす役割を見直す必要がある。これからの文明は資源のリサイクルを目指すべきであり、その観点から原子力、特に高速炉を中心とした原子力技術は重要な役割を果たしうるものである。また、冷戦構造の崩壊による余剰プルトニウム処分問題へも、リサイクル型の原子力平和利用技術を役立てることが可能であり、国際協力を積極的に進めていくべきである。核燃料サイクル開発機構はそのような技術開発の役割を担っており、この若狭地域が開発の中心となって世界へ情報発信して行くことを期待する。

①若狭への期待

進取の精神と、新しいものを育て上げようとする包容力で、福井県の嶺南地方、若狭の方々がここまで発展させられた原子力を、これから時間的・空間的にどう展開していくのが良いと考えるか。環境に非可逆的変化を与える石油文明は曲がり角を迎えており、資源の完全利用と廃棄物の無放出を究極の目標とした、調和ある文明への転換が、今日の人類の大きな課題である。原子力にその可能性があるかを検証し、社会的な受容性を検討し、その結果をここ若狭から世界に向けて発信していくことは大変大事なことである。前記の究極の目標に対し、その中間目標は、エネルギーの確保、環境保全および核不拡散で、これらを同時に達成するためには高速中性子の存在が不可欠であり、高速炉は原子力のエースである。地元のご理解とご支援なしに「もんじゅ」の再起動はありえないことは、重々承知しているが、世界が注目し世界が欲する情報を、ここ若狭の地から発信できるよう、一日も早い「もんじゅ」の再起復活を心から念願する。世界が欲する情報を、若狭から発信できるようになることを期待したい。

②産業革命以降の文明とエネルギー

産業革命により人類社会は、農耕社会から都市型社会に、環境依存型の社会からエネルギー依存型の文明社会に転換して来た。その結果、現在の文明は化石エネルギーの大量消費・大量廃棄型となり、地球環境に深刻な影響を与えるに至った。石油文明は今や曲がり角を迎えている。人類は大昔から再生可能エネルギーや自然エネルギーを農耕社会のエネルギー源として十分利用してきたが、都市型社会への変換後は密度の高いエネルギーが必須となり、化石エネルギーへの依存度が急増してきたのである。

③日本の選択

原子力の特徴は、そのエネルギー密度の高さゆえに化石エネルギーのように資源の偏在化がもたらす欠点を技術で克服できることである。国土が狭く天然資源のない日本にとって、資源集約的なものでなく、技術集約的なエネルギー源として原子力を選択することは極めて自然である。

④地球温暖化問題と原子力 - 自然に学べ-

COP3の国際約束は日本にとって決して易しいことではない。中央環境審議会では、炭酸ガスを出さないエネルギー源として、原子力発電の重要性をその報告書の中に明記している。炭酸ガスも放射性物質ももともと自然界に存在していた。自然界では、炭酸ガスは、動物と植物が作る生態系のシステム物質バランスの中で次第に減少して来た。自然の放射能も、放射性物質の減衰により時間とともに減少してきた。化石燃料の大量利用により大気中の炭酸ガスが減少から増大に転じたように、原子力の利用によって自然の放射能が減少から増大に転ずるのだろうか。原子力発電に要する放射性資源の量は極めて少なく、また放射性物質の形態から見ても、違った対応が可能である。放射能については、原子力施設の安全を確保し、放射性廃棄物を環境から隔離したり、放射能を人工的に消滅させることなどによって、環境中の放射能が増加に転ずることのないよう努力を継続するべきである。

⑤リサイクル文明の構築

次世紀以降には、資源の完全利用と廃棄物無放出を究極の目標とした循環型社会が人類の最大の課題となる。軽水炉でのプルトニウム利用もその一つの実践であり、高速炉の開発はウラン資源の利用効率の飛躍的増大を目指すという意味で究極目標への一步である。放射能消滅については、原子炉の中では放射能を生み出す一方で、消滅も行われているので、この現象を今後いかに積極的に展開していくかが課題として残されている。究極の目標に挑戦をするとき、その時代の技術レベルと社会的要請に応じた中間目標を掲げることが重要であるが、

核燃料サイクル開発機構（JNC）の中長期計画は、まさにこの目標設定と開発計画を示していると言えるであろう。

この計画の目標とするところは、ワンスルーの軽水炉から、リサイクルおよびゼロリリースを目標とする自ら整合性のある原子力システムを作り上げていくことである。そこへ向けての軽水炉であり、プルトニウム・リサイクルの高速炉であり、アクチニド燃焼炉であるということで、最終的には整合性のある原子力システムにもっていくということである。

⑥国際協力

冷戦構造の崩壊は日本に、世界へ向けての原子力協力の提言をする機会をもたらした。今後、原子力開発を国際的立場で積極的に進めることが、日本の基本的立場であり、これが国益にも通ずると云えるであろう。日本の主体性を発揮し、国益にかなう国際協力とは、エネルギー源としての原子力開発の共通課題である核燃料サイクルの確立である。核兵器になりたくない、しかもリサイクル・ゼロリリースの原則を満足するサイクルとは何かを求めて研究開発を続けていくことが、科学技術創造立国を掲げる日本のとるべき道であると考えられる。原爆反対と原子力平和利用は、日本の原子力開発の原点である。そのため、日本は自らの主張を明確にして、世界各国と協力していくことが重要である。すでに核燃料サイクル開発機構はフランス、ロシアと高速炉開発について協力を始めており、アメリカとも協力関係を再活性化しようとしている。もちろんアジアの国々、中でも中国や韓国など原子力発電国とも協力していくことが必要である。一方、アメリカ、ロシアの解体核から出てくるプルトニウムの原子炉への平和利用に協力する方法についても現実の課題になりつつある。核兵器の解体処分には日本は全く関知しないのか、それとも一国平和主義を乗り越えて、これに協力することが核廃絶を願う日本のとるべき態度とするのか、幅広い議論がこれから必要になってくる。

⑦核燃料サイクル開発機構への期待

核燃料サイクル確立へ向けての核燃料サイクル開発機構への期待は、「もんじゅ」の運転再開による高速炉プラントの技術確立、核拡散の抵抗性、放射性物質の減量、短寿命化を目指す研究開発、実用化構想とシステム開発の本拠地としての連合体機能、高レベル放射性廃棄物の処理・処分の研究開発などの各担当部署が、それぞれの目的を明確にしながら、互いに有機的に連携を図り、総合的成果を生みだしていくことである。

(2) (KN-2) 「新型炉及び核燃料サイクルシステムの意義」

英国原子燃料会社副総裁 ネヴィル・チェンバレン氏

エネルギー資源及び地球環境問題に対し、原子力は極めて有用な解決策となる。しかし、その原子力も、ウランだけを利用したのでは資源の枯渇を招く。プルトニウム・リサイクルの実現が必要である。その鍵となる技術が高速増殖炉であり、それにより廃棄物問題、核不拡散問題などへの対応も可能とするものである。今後は、核燃料サイクル全体を最適化し、経済性や安全性を確保していくことが重要であり、そのような研究開発を国際協力の形で進めるのが望ましい。これらの意味において、世界は「もんじゅ」の運転による研究成果に期待している。

①日本と英国

日本と英国は両方とも島国で、世界的に通商を行い、立憲君主国で、強力な地方自治を持っている点、産業立国・工業国である点など多くの類似点を持っているが、大きく異なる点もある。英国は、「石油の海に浮かんだ石炭の島」と云われるほど、エネルギー資源が豊富な国であるのに対し、日本は全く反対で、天然資源が極めて少なく、ほとんどすべてのエネルギーを輸入に依存する国である。しかし、化石エネルギー源は永遠のものではない。ニューキャッスル大学のイアン・フェルズ教授が「人類社会は毎年、100 万年分の化石燃料を消費している」と云っているように、日本も英国もこの事実を認識して、化石燃料以外のもので資源のベースを構成するべきであるという認識に達している。化石燃料と再生可能なエネルギーとの適切なミックスを考えるだけでなく、原子力エネルギーこそがその解決の鍵と考えているのである。

②地球環境問題と原子力

宇宙から地球を見ると二つの現象が見えるであろう。一つは電磁波(信号)、もう一つはCO₂である。しかもCO₂はどんどん増加しているのが観測されるであろう。人類は意図的な産業行為によって生態系を乱し、環境を破壊する可能性を有している。しかし、人類がこのようなリスクを犯すことは、将来世代のためには許されないのである。化石燃料はいずれは枯渇することは明らかなので、我々はそれに代替するものをおく義務がある。現に、原子力利用により23億トンのCO₂の発生を回避できているのである。

③原子力エネルギーの持続性 —高速炉—

原子力の持続性について考えてみたい。原子力発電には一般に軽水冷却型熱中性子炉と云われるものが使われている。地中のウラン資源量は今の利用率でいって100年間は持つと云われているが、ウラン235は全体の0.7%でしかなく、あとの99.3%を最大限に活用しないとやはり枯渇が問題になる。最大限の利用に成功すれば有効寿命が約100倍になることが期待できるのである。このような持続性を追求していくための鍵は敦賀にある。すなわち、鍵は高速増殖炉なのである。敦賀にある「もんじゅ」であり、大洗にある「常陽」なのである。これらがウランの持つ潜在エネルギーの鍵を開いていくものに他ならないのである。燃料を1回だけ使うということであれば、実際に利用できるウランは1%くらいであるが、プルトニウムをリサイクルして、MOX燃料とし、高速増殖炉で使ったり、沸騰水型あるいは加圧水型軽水炉で使えば、ウラン資源を大幅に節約して使うことになり、持続性というゴールに一步近づくことになる。もちろん安全性は最重要事項であり、幅広く開発計画を進めることにより、より安全なシステムを構築していくことが必要である。廃棄物の量は一般に考えられているほど多くはなく、取扱い、処理、貯蔵の方法にしても、完全に安全に行う方法が確立されている。高速増殖炉から発生する廃棄物は、これまでわれわれが対処してきたものと全く同じである。しかも改良型の炉であれば、より効率が向上しているので、発生する廃棄物はさらに少なくなるということが確認されている。コスト収支に関してはかなり厳しい課題が残っている。低コスト、環境への負荷低減という競争力を示しながら、かつ安全性で妥協しないことが、高速増殖炉を原子力発電構成に組み入れるためには重要である。そのためには、活発な国際協力により、情報を交換し、コストを分担していくことが重要である。核拡散防止の立場から見ても、高速増殖炉ではプルトニウムのバランスを柔軟に調整できるので非常に有利である。この会場に出席の関係者は高速増殖炉と核燃料サイクルの役割の重要性を理解していると確信している。

④核燃料サイクル

核燃料サイクルに関しては、燃料、再処理、廃棄物、原子炉等を別々に最適化するのではなく、システム全体を包括的に見ることが重要である。これまでは、各部分だけの最適化に集中し、有機的相互関係を軽んじてきた嫌いがあった。コストの最小化、安全性の最大化、廃棄物の最小化などを実現させることが、包括的なアプローチの目的であり、そのための研究開発も進行中である。

⑤国際協力

このような分野でこそ目的を絞った国際協力が有効になるのである。全世界でこれまでに蓄積されてきた研究開発成果を投入し、それぞれの工学的・技術的な組織の経験を投入していくことができる分野なのである。将来、どのような原子力エネルギー計画を実施するにしても、重要なのは技術の共有、ベストプラクティスの共有、さらに問題解決のための協力なのである。私は国際的な共同計画の価値を深く信じている。職員、スタッフ、組織、機器が、この敦賀と東海に揃っており、将来の先進的な核燃料サイクルに係る国際協力の拠点となり得るのである。「もんじゅ」そして日本における核燃料サイクルの研究開発は、将来の高速増殖炉オプションを確立していくための重要な鍵となる。それは日本の問題のみならず、全世界のエネルギー問題の解決につながるのである。

⑥高速増殖炉の開発 — 「もんじゅ」の運転再開

世界は「もんじゅ」の運転から生まれてくる成果に期待している。どの世代の人類も将来世代の生活の質の維持について配慮しなくてはならない。我々が享受しているものと同じものを次世代に残すためには、高速増殖炉こそがその役割を果たすものであると考える。我々が本当の意味で持続可能なエネルギーと云えるものに最も近いのが、この高速増殖炉であるからである。これまでの経験としては、英国のPFR、ロシアのBN-600、フランスのスーパーフェニックスなどがあり、今までの実績から、間もなく商用炉の設計も技術的に可能であると思われる。この意味で、「もんじゅ」の運転再開およびそれに続く運転実績がきわめて重要な役割を果たすことになる。英国からも最大限の支援をさせて欲しいと考えている。技術的ノウハウも過去の高速増殖炉のデータも提供するし、研究者も派遣したい。計画実現のためには関係者間の忌憚ない議論が重要である。特に重要なのは地元の協力で、そのためにはこのような会議を開催し、全ての関係者とオープンな議論を行っていくことである。核燃料サイクル開発機構の成功を祈念している。

3.2 セッション I 「21世紀の世界のエネルギー事情」

座長：日本原子力発電株式会社取締役会長 飯田孝三氏

(1) (SI-1) 「世界のエネルギー事情とその確保に伴う課題」

講演者：駐日米国大使特別補佐官 ケント・カルダー氏

アジア地域は、今後の経済発展とともにエネルギー需要の急増が見込まれ、アジア全体としては特に中東地域へのエネルギー依存度が増大する。代替エネルギー源の開発も進まず、21世紀初頭に深刻なエネルギー危機に見舞われる可能性がある。これは、日・米はもとより、世界が真剣に取り組むべき重大な課題である。

①アジア地域におけるエネルギー需要の急増

現在、アジア地域は金融危機にあるが、エネルギー需要はそれほど減少しておらず、21世紀に入ればこの地域におけるエネルギー需要は急増するものと予想される。

②中国における需要増大

アジアの中でも、特に中国におけるエネルギー需要増大は顕著なものとなるものと見込まれ、1995年から2015年にかけて160%の需要が伸びると予想されている。自動車、家電、石油業界、建設、鉄鋼などの産業でエネルギー需要が増大するとされ、このような傾向は韓国や東南アジア地域でも同様である。

③アジアにおけるエネルギー供給不足

アジアでは金融危機で天然ガス関連プロジェクトが延期や中止になっている。中国の場合はエネルギー生産は横這いと予想され、東南アジアの他の地域も同様である。インドネシアの場合は、今後は石油に関しては準輸入国となる可能性があり、アジア全体でもエネルギー輸入は伸びていくが、その理由は主にこれからの経済成長にある。アジア地域は、中東への石油輸入の依存度を高め、2005年にはその依存度は現状の5倍になるものと予想される。

④アジアのエネルギー危機

アジアは、いずれ金融危機からは回復するであろうが、エネルギー源の中東地域への依存度を高め、代替エネルギー源としての石炭、ガス、原子力については、環境問題、インフラ、核拡散の問題から容易に拡大が進まず、21世紀初頭において深刻なエネルギー危機に見舞われるものと予想される。したがって、日米が緊密な連携の下に、このようなエネルギー危機を

少しでも緩和し、軍事的紛争に発展することの無いように協力すべきである。また、これは日・米はもとより、世界が真剣に取り組むべき重大な課題である。

(2) (S1-2) 「21世紀に向けてのアジアのエネルギーベストミックス」

講演者：アジア・太平洋エネルギーフォーラム代表幹事 末次克彦氏

21世紀に向けて、特に中国を中心としたアジア地域ではエネルギー需要の急増が見込まれるが、それに併せて炭酸ガス排出量も増大する。しかし、市場原理の支配する発電コスト競争の下では、この地域での化石燃料代替エネルギー源への移行は困難であり、炭酸ガス排出量の削減と安価なエネルギー源の確保を両立させていくことができるかどうか疑問である。一方、石油代替エネルギー源としての原子力発電には、初期投資が高い、パブリックコンセンサスが得られにくい等の課題などがあり、大規模な導入は難しい。したがって、楽観はできないが、いずれにせよ技術開発、技術革新が重要である。

①エネルギー供給不足がもたらす政治的不安定

アジア地域、特に中国のエネルギー需要の急増により、中東地域への石油輸入依存度が増大し、軍事・安全保障上の問題などの面でこれまで以上に複雑な国際関係が出現するであろう。

②炭酸ガス排出量の増大

地球温暖化に関する京都会議COP3では、産業革命以後の先進諸国の責任という観点から、中国は炭酸ガス排出量削減についてなんら約束しなかった。現在、中国が地球全体の炭酸ガス排出量に占める割合は13%に過ぎないが、エネルギー需要増大により2010年には倍増して53億トンになるものと予想される。

③化石燃料代替エネルギー源への移行の見込み

地球温暖化問題があるにも拘わらず、米国を含む先進諸国の中では炭酸ガス排出がない原子力への依存が減少する傾向があり、日本だけが原子力への依存度を高める方針を打出している。中国ではエネルギー需要は倍増する見込みであるが、原子力や水力の供給増大は微々たるものにすぎない(原子力が占める割合はせいぜい3%)。注意すべきことに、炭酸ガス削減を表明している国々でも、エネルギー需要は増大する見込みなのである。

④エネルギー産業における市場経済の導入

エネルギー産業では、規制緩和や自由競争の導入が進みつつあり、このような条件の下で炭酸ガス排出量の少ないエネルギー源へ移行していくこ

とが求められている。これはアジア地域でも同様であり、炭酸ガス排出量の削減とより安価なエネルギー源の確保という2つの問題が、果たして両立するのかどうか疑問である。

⑤原子力発電の課題

原子力発電は初期投資が割高であり、以上のようなエネルギーの自由競争のなかでコストダウンが進められつつある。また、原子力発電に残されたもう一つの課題として、パブリック・コンセンサスがあげられる。どのように地域住民の合意を取り付けていくのかが問題であるが、事態は少しずつ変わりつつある。いずれにしても、技術開発、技術革新が要で、楽観は許されない。

(3) 座長総括

世界的にはエネルギー需要の増大が予想されるが、アジア地域でエネルギー需要は急増するものと思われる。一方、地球温暖化という問題についても考慮する必要がある、その際にどこにエネルギー源を求めるかが問題となる。この問題への対処を誤ると重大な結果を招くことになるので、将来への熟慮と慎重な対応が必要である。

3.3 特別講演

座長：核燃料サイクル開発機構特別技術参与 植松邦彦氏

[座長による紹介] 先生は光半導体の世界の第一人者で、平成元年には文化勲章を受賞された。現在は岩手県立大学の学長である。今年の前産大会で「これからは人のやっていないことをやる時代で、小さな失敗はあって当然。拙い所は事前に見付けていくという日本人に経験の少ない事をやらなければならない時代」と述べられている。先生の長い研究のご経験に基づく洞察と英知に期待して、お話をお願いしたい。

(1) (SP-1) 「研究開発と実用化の道のり」

講演者：前東北大学総長 西澤潤一氏

世界中が迷っているのはエネルギーの安定供給である。

①人類のエネルギー利用形態

人類のエネルギー利用形態については、これまでに次の三つの産業革命があった。

(i)第1次産業革命：ジェームス・ワットの蒸気機関

(ii)第2次産業革命：トーマス・エジソンの発電・配電システム

(iii)第3次産業革命：ヘンリー・フォードの自動車量産

②人口の急激な増大とエネルギー消費の増加

1900年頃を境に人口とエネルギー消費が急激に増加し始めた。人間生活にエネルギーは重要であり、エネルギーが自由に使えるようになって乳幼児の死亡率が減少した。

③将来のエネルギー消費展望

現在日本では原子力・水力・新エネルギーで全体の約20%を供給しているが、9%は原子力発電である。2010年にはこれが16.7%に増える見通しである。個人的には水力発電をもっと見直すべきとの考えを持っている。自動車は全部電気自動車にしまえば、すべての輸送のエネルギーは水力発電で十分肩代わりができる。試算したところ、地上に降った雨の1%を水力エネルギーとして活用できるとすれば、全人類の必要エネルギーをすべて水力で供給できる。

④大気中の炭酸ガスの増加とその対応策

炭酸ガス放出量は毎年約4%の割合で増加している。地球上の樹木がこれを吸収するが、アマゾンや東南アジアの森林が消滅しており、回収する能力が無くなってきている。いろいろの物を材木で作って大

事に使っていけば炭素をその中に固定化しておくことができる。しかしこれには限界がある。現在までの炭酸ガスの増加傾向を外挿していくと、西暦2200年にはその濃度は4%を超える。そうなると人間が吐き出す呼気と同じ濃度になり、体内の炭酸ガスを排出できなくなる濃度に達する。大昔、地球は90%以上の高濃度の炭酸ガスで覆われていたという。折角地下に閉じ込められていた炭酸ガスを人類は石油や石炭を使うことで急速に大気に開放しているが、早く歯止めをかけなければならない。それには、化石燃料に替わる手段を開発しておかなければならない。

⑤原子力、特に「もんじゅ」の役割

原子力は、少なくとも第2番目の人類社会への大きなエネルギー源として決して見落とすことは出来ないと考える。「もんじゅ」のような高速増殖炉が完成すれば、必要なウランの量を100分の1で済ませることができる。これは、放射性物質の量がそれだけ減ることを意味している。現在は経済性で若干マイナスになるとしても、見通しを立てておくことは極めて重要である。「もんじゅ」の実証が将来の人類のあり方に大きなインパクトを与えると考える。したがって一刻も早く再開するべきである。

⑥水力発電の活用

個人的には、ウラン資源には限界があるからいつまでも頼っているわけには行かない、本来水力発電でいくべきと考えている。40年以上前に発明したPINダイオードを使えば99%の効率で交流を直流に変換できる。直流送電は交流に較べて送電距離が長く、1万kmの送電でも15%程度のロスで済む。したがって地球表面の半分の地域から送電できることになる。そうなれば、ヒマラヤの水系で発電して日本まで送電することで、膨大なエネルギーが利用できる。このように、送電距離を1万kmにまで拡大出来れば、地球上にある殆どの水力資源を有効利用することができる。ただし、送電線の事故・故障などを考えれば、水力資源だけに頼ることは危険である。この観点から、原子力開発も並行して進めておくべきである。

⑦研究開発と実用化とエネルギー問題

1950年に考案した半導体デバイスが今ようやく日の目を見て、エネルギーの世界に貢献しようとしている。しかし、未だ実用化には至っていない。研究開発から初めて実用化に至る道程には、長い時間を必要とする。エンジニアは、将来の社会に対して色々な形で人類の生存を保障する手段を供給する責任を負っている。しかし、どんな方法でエネルギーを人類のために提供するかということは、非常に広範で時間の掛かる検討を経ながら展開していかなければならない。

(2) 座長総括

環境問題の中でエネルギーを如何に供給するかが大変な問題であるというお話の中で、次のような重要なご指摘があったものと理解する。

- ①人間生活への科学技術の貢献が必ずしも十分評価されていないのは残念。
- ②その解決のためには、(専門家が社会との)コミュニケーションを充実させていくべき。
- ③CO₂削減のために送配電網の革新的なシステムと組み合わせた水力の活用が有効。
- ④エネルギー供給の代替案を常に考えておくべき。
- ⑤原子力発電の果すべき役割の重要性に変わりはなく、日本は原子力の研究開発を続けていくべき。
- ⑥特に、高速増殖炉の開発は日本にとって重要であり、世界に先駆けた高速増殖炉の実証を行っていくべき。
- ⑦「もんじゅ」をできるだけ早く立ち上げて世界の研究開発に貢献できるように考えて欲しい。

大変示唆に富んだ貴重なご講演に感謝する。

3.4 セッションⅡ 「エネルギーと環境」

座長：京都大学教授・経済研究所所長 佐和隆光氏

座長：19世紀は停滞した時代であったが、20世紀に入り経済が急激に発展した。それは20世紀に数限りない技術革新があったからであるが、そのような技術革新は19世紀末に石油と電力という2つのエネルギーを手にいれたことによってもたらされたとも言える。しかし、このことは裏を返せば20世紀は二酸化炭素排出の世紀であったとも言えるのである。このような観点から、京都会議（COP3）は、歴史的な意義深い会議であった。先進諸国38カ国全体で、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスを、1990年に比べて少なくとも5%削減することが決定したのである。日本は1990年に比較して、6%削減することが義務づけられた。それぞれの国が、排出量削減という義務を果たすためにどのような対策を講じているかについて、2人の方に講演をお願いします。

(1) (S2-1) 「地球温暖化ガス排出規制の動き - COP3、COP4からの今後」

米国エネルギー省エネルギー情報局研究アナリスト

ロバート・アイノン氏

米国DOEのエネルギー情報局（EIA）での活動の成果として、京都議定書に対応するエネルギー市場の分析結果について紹介する。

①NEMS（国家エネルギーモデリングシステム）によるモデル化

- (i) NEMSにより、炭酸ガス排出量の増加とそれに基づく排出権取り引きの動向について予測を行なった。炭酸ガス排出量のレベルとしては、1990年を基本として最大で24%増加から、最小で7%減少という6つのケースを想定した。
- (ii) 今後のエネルギー源としてどのようなものが利用されるか、いくつかの戦略を立てて評価を行なった。石炭の場合は、炭素排出権が1トンあたり100ドルを超え200ドル近くになると、全く競争力がなくなると考えられる。再生可能なエネルギーの中では、バイオマスと風力が支配的にリードし、太陽エネルギーの利用は、それほど進まないと仮定した。原子力発電に関しては、その運転寿命期間が問題となるが、運転認可期間の30年を超えて運転できるかどうか、そのための改造の費用などの経済性を考慮して10年毎に分析が行なわれるものと仮定した。

②主な分析結果

(i) 発電部門での大幅な排出量削減

炭酸ガス排出量削減は主に発電部門からの寄与が予想されるが、これは電気事業者が発電原価に敏感なためであり、排出量24%増加のケースで20%、3%減少のケースで50%の寄与が見込まれる。

(ii) 石炭から天然ガスへの燃料の転換

炭酸ガス排出権の2010年における価格は、7%減少のケースで1トンあたり348ドル、24%増加のケースでは67ドルと予測される。このように米国で排出権が高くなる理由は、米国における発電設備の50%以上が石炭火力であることによる。しかし、現在石炭火力の発電単価はかなり下がってきており、炭酸ガス排出量を削減するためには、排出権料をかなり高く設定する必要がある。そのため、石炭から天然ガスへの燃料切り替えが今後重要な役割を果たすことが予想される。

(iii) 原子力発電の寄与の可能性

原子力発電は、現在の設備容量、経済性、そしてその運転寿命という観点から減少してくるものと思われる。しかし、炭酸ガス排出削減レベルが大きくなると原子力の貢献度は増えていき、その経済性が意味のあるものとなってくる。削減レベルが7%となると、既存の原子力発電所はどれも廃棄されず、2020年まではそれが継続していくことになる。

(2) (S2-2) 「地球温暖化防止のための先進諸国の役割」

財団法人地球環境戦略研究機関理事長・上智大学教授 森脇昭夫氏

京都会議に基づく日本における地球温暖化防止対策について、特に原子力発電という観点から考察を加え、原子力が抱える問題点について分析を行った。

①日本に課せられた炭酸ガス排出量削減目標

(i) 削減目標

1997年に開催された地球温暖化防止京都会議において、2008年から2012年の5年間平均で日本は炭酸ガスの排出量を1990年のレベルより6%削減し、先進諸国全体としては5%削減することになった。しかし、それで十分という訳ではなく、21世紀中には現状レベルから50%程度削減する必要がある。京都会議の目標は一つの経過点に過ぎず、引き続いて本格的な対策を進める必要がある。

(ii) 目標達成の可能性

京都会議に先立ち、日本では炭酸ガス排出量5%削減の目標をたてたが、その時点で既に1990年のレベルから9%も増大していた。そのままでは、2010年頃には15%の増大が予想され、1990年のレベルから5%削減するためには、2010年頃には20%以上も削減しなければならないことが明らかになっていった。しかし、日本では石油危機以来、既に様々な省エネ技術の開発が進んでおり、原子力発電所20基を新設して初めて削減目標を達成できることが判明した。

②地球温暖化対策として原子力発電を進める上での問題点

(i) 安全性

日本の原子力の安全性技術は非常に進んでおり、また、慎重に操業されてきていると評価できる。しかし、国民がこの問題について納得している訳ではなく、根強い不信感がある。

(ii) 放射性廃棄物問題

高レベル放射性廃棄物処分について、明確な技術的方法が確立・合意されていない。公聴会などで専門家が技術的にどれだけ説明しても、国民の理解が得られていない。

(iii) 経済性の問題

廃棄物の処分の問題まで含めてトータルに見た場合、原子力発電の経済性に疑問が持たれている。

以上の3点は、いずれも技術的な問題であるにも拘わらず、専門家の説明では納得されず、現実としては社会的な問題となっている。

③原子力発電が抱える問題の解決へ向けて—社会的問題としての取組みの必要性

(i) 徹底した情報公開の必要性

一般の人々が理解できるような形で情報を積極的に出していく必要がある。事業者にとっては不利な情報もあるだろうが、些細な情報なども誤解がないようにコメントをつけて出していくべきである。

(ii) 他のエネルギー源の開発

風力や太陽エネルギーなど、他のエネルギー源についてもより積極的に開発を進めていくべきである。情報公開とあわせ、原子力以外の化石燃料代替エネルギー源の実用化の現状・見込みを明らかにし、国民に対してもどのエネルギー源を選択するかの機会を与えるべきである。その上で原子力発電の必要性について訴えていくべきである。

現在、政府は以上の2点の方向に進みつつあり、私は先行きをそんなに絶望してはいない。

(3)座長総括

①ロバート・アイノン氏の講演について

- (i) アイノン氏は、京都会議議定書で決った米国の削減目標を達成するためには、どのような戦略があるかについて、特に電源構成をどのように変えていくべきかについて、その研究成果を紹介された。
- (ii) 石炭火力発電に対しては、高額な炭酸ガス排出権料が課せられ、それによって天然ガス、再生可能エネルギー、場合によっては原子力の利用が進む可能性があるとの分析である。

②森脇昭夫氏の講演について

- (i) 日本では、省エネ技術が進歩しているため、京都会議議定書に定められた炭酸ガス排出量6%削減を達成するためには、原子力発電所の20基増設が不可欠との現状をご紹介いただいた。
- (ii) また、京都会議以降の日本国内での動きを、特に原子力発電という観点から考察・分析いただいた。原子力開発を進めるにしても、再生可能エネルギーの開発を進めるにしても、情報公開が必要であるとの結論である。

なお、日本の実績を紹介すると、1997年頃から炭酸ガス排出量が減少傾向を示している。これには景気低迷や消費構造の変化、さらには京都会議の影響もあるものと思われる。

3.5 パネル討論（セッション I および II）

座長：京都大学教授 神田啓治氏

パネリスト：

スウェーデンエネルギー庁副長官 ホーカン・ヘーデン氏

独国バイエルンヴェルク電力広報部長 ヴェルナー・ズース氏

駐日米国大使特別補佐官 ケント・カルダー氏

財団法人地球環境戦略研究機関理事長・上智大学教授 森嶋昭夫氏

座長：本パネル討論のパネリストはすべて文系の方であり、セッション I での議論はアジアの台頭とエネルギー資源、環境問題、また、セッション II での議論は原子力の将来と経済的、社会的問題、COP3との関係などであった。これらについて幅広く議論いただきたい。

(1) 各国のエネルギー政策の現状と問題点

ヘーデン(スウェーデン)：①スウェーデンでは1970年に80%であった石油依存度が現在は40%強にまで低減した。電力の95%は非石油燃料で、CO₂フリーである。②エネルギー形態としては電力比率が大きく、特に原子力の割合が大きい。しかし、基本政策として、原子力は「段階的に2010年までに撤廃していく」方針が出されており、もう1つは地球環境面から脱石油、再生エネルギー（バイオマス）、より効率の高いエネルギーシステムへの移行を基本方針としている。③CO₂排出量は70年レベルから40%低減されており、今後の更なる低減はコストが問題となる。原子力の段階的撤廃は福祉、経済競争力の点で問題を生じるので、1997年の新たなガイドラインでは、期限を明示しないで十分時間をかけて行うことになっている。④長期戦略としては、新技術の開発とコスト効率の追求があり、環境的、経済的に持続可能な再生可能エネルギーの開発を指向している。原子力は短中期的には競争力があるが、持続可能エネルギーとしては経済的でないと考えである。

ズース(独)：①当初、現政権は原子力の「段階的な撤廃」を宣言し、電気事業者を集めてコンセンサストーク会議を提案した。しかし、これまで法的に再処理の禁止を試みたり、安全関係委員会に反原発メンバーのみを選任し

たり、原子力に不利な税制改革を議論している等、コンセンサスを得る姿勢ではなかった。②その間に、最近の世論調査では過去10年間に原子力を認める人が10%以上増加しており、感情的議論から、理性的、現実的な議論をするようになってきた。すなわち、政府による原子力発電所の閉鎖は賠償問題を伴うこと、原子力は雇用の機会を生み出していること、最も経済的なエネルギーであること、CO₂削減に寄与していること等であり、政府発言も「NPP原発を2002年閉鎖」から「20年から25年かけて閉鎖」に変わってきた。

カルダー(米)：「市場重視」の考え方に同感である。エネルギー問題には、イデオロギー的な考え方を避け、経済的、生態学的議論も含めた市民による公開討論、米欧あるいは米日の対話の推進が必要である。米国は日欧と異なり、より自立したエネルギー確保の態勢を取っており、CO₂削減問題に関して世界規模での対話・交流が重要である。

(2) 地球環境問題への対応

座長：問題を整理すると、エネルギー問題には①埋蔵量を含む資源論、②エネルギー消費に伴う環境論の二つの観点がある。本フォーラムに参加されている各国は、いずれも既に原子力を利用しているが、これを今後増やすか減らすかで、どのような影響があるのか。また、経済的、社会的、政治的観点から捉えるべき問題もあるということである。ここで話題を変えて、西澤先生の言う水力についての可能性はどうか。また、太陽光、風力発電などの代替エネルギーについてはどうか。

上村(北陸電力)：①電力会社としては、「ベストミックスの電源構成」の達成と将来のセキュリティの確保、環境問題が最大のテーマで、原子力の選択は避けられない。②水力については、できれば多少コスト高でもやりたいが、日本では開発し尽くされて開発地点がない。③また、代替エネルギーについては、最大限取り入れても原子力なしでは将来の保証はできないと言うのが現状である。

座長：補足すると、日本は世界一停電率が低く、電力供給体制が安定的に確立されている。島国なので、自国内で完結するシステムを確立しなければならない。これらについて、電力会社は責任を負っているということである。ところで、CO₂問題に関して、化学的に固定化する方法があるの

ではどの質問が来ているが。

森嶋：「炭酸ガスを化学的に固定化するプロジェクト」があるとは聞いている。専門家ではないので明言できないが、実用化段階にはないと思う。現実問題として議論されているのは、もっぱら植林による炭酸ガスの固定化である。なお、地球温暖化問題に関して、日本では何でも技術論だけで解決しようとする。しかし、社会的、政治的視点も必要である。開発途上国も含めるとエネルギー消費が増加し、CO₂は増加する。これは途上国のエネルギー政策の問題となる。技術的対応のみでは限界があり、法的規制やコストベネフィットの視点からの社会的システムが必要である。その中で環境税のような経済的手法も考えられる。技術の背後に社会制度的アプローチが必要であると考ええる。

カルダー(米)：技術は勿論重要だが、同時にどういう世界に生きているのか、その中で安全をどう確保するのかを考える必要がある。中東のみに依存するのは危険であり、エネルギーの多様化が安全保障上重要である。

座長：独国の「環境税」について、「石炭を除く」と聞くが、合理性を重んじる独国との印象からすると意外だが。

ズース(独)：「電気エネルギー税」あるいは「エコ・タックス」と呼ばれるもので、発電にかかる税である。石炭も発電に関しては例外ではない。論理的には納得できるものではないが、政治的側面もある。廃棄物問題も、処分場を作らせて貰えない。その代わりに、処分場がないとの理由で税金をかけられている。北ドイツの長期的な貯蔵所も、政治的理由で利用が禁止されている。原子力は今や大変政治的な問題になっている。

ハーデン(スウェーデン)：スウェーデンもCO₂排出に税をかけている数少ない国の一つであるが、世界的な産業界およびエネルギー市場における競争力を失う恐れがあることが問題である。また、風力発電も導入しているが、コスト高であることと、地域住民の反対で問題となっている。

座長：ここらで、会場からの質問に回答したい。まず、末次先生に質問の紹介と回答をお願いします。

末次(フロア：アジア・太平洋フォーラム代表幹事)：「市場競争原理と原子力」に関する質問であるが、安全保障や経済成長の持続をどう考えるかなど、社会的、政治的要素が入ってきて答えはひとつではない。今は米国アングロサクソン流の市場競争原理が世界的だが、各国固有の価値観や状況に

もよるので、日本モデルや中国モデルなどのオプションがあってもよい。

佐和：①先程のCO₂固定化の問題は固定に大変な電力を要すること、処分に伴う環境影響につき未解決の問題があることを指摘したい。②電力自由化と原子力の問題は、米国は「マーケット・フォーシズ」で、化石燃料が枯渇寸前になれば、技術革新による新しいエネルギーか、あるいは原子力を復活するか、マーケットに任せればよいとしているが、市場が10年、20年先を見通せるか疑問である。逆に、今は原子力しか考えられないとしても40年、50年先に原子力以外の電力供給源の開発がないともいえない。いずれにせよ、日本では米国程市場の先見性を信用していないと考える。

(3) 市場経済下でのエネルギー政策

カルダー(米)：エネルギー問題では、米日のイデオロギー論争でなく、日本ではエネルギー資源不足や世界市場への依存といった、それぞれの国の事情から出発する必要がある。その上で世界政治経済の流動性、安全保障を基盤として考え、相手の選択を自分の経験と併せて考えていく必要がある。

ズース(独)：欧州では市場重視型になりつつあると思う。将来、原子力が必要かどうかは、顧客である市民の声を聞くべきと考える。市民一人一人が将来の選択に関して責任を持つべきである。

森脇：①全く規制のない自由競争とマーケットシステムとは違う。自由競争の結果が今日の環境問題を引き起こした。環境問題も原料や労働コストのように価格に入れば問題はないが、最近の規制緩和論ではその議論が失われている。②独国の「環境税」は、環境に悪影響を与えるところから税を取るという税制度のグリーン化である。社会を変えていくための政治手法のひとつである。③21世紀には従来と異なる社会経済構造が必要であり、無制限の自由競争は逆行している。20世紀の問題を繰り返すことになる。

ハーデン(スウェーデン)：環境政策には、その国の歴史、伝統的観点と、市場原理によるコスト効果のある解決策が必要であり、一般市民が解決策を提案し、選択していくことが重要である。

ズース(独)：独では原子力は重要と思う。規制緩和、競争の市場に合致する規制の枠組みも必要である。世界経済は予測が困難であり、エネルギーの多様化による安全保障、技術能力をしっかりと持つ必要がある。

(4)座長総括

座長：本日のパネルは分野の異なる方々による新しい試みであり、我々はこれまで原子力の安全性にばかり力点を置いてきたが、社会的視点も理解する必要のあること、また効率を上げる、競争力をつけることも考えねばならないことを感じた。上坂冬子さんがアジアの原子力発電所を見学したとき中国で、「もんじゅのあの程度の事故で大騒ぎをされると中国では原子力の推進はできない。日本はいろいろな意味でアジアのリーダーであることを忘れるな」と言われたと感想で述べておられた。日本はOECD先進国の仲間であると同時にアジアの一員であるという認識が必要である。原子力に関しては、日本は最も進んでいる国でもある。これまでの物まねから「誰もしていないからやろうではないか」ということも日本はやらねばならない立場にある。自分たちの立場を考えながら、技術的にも、社会的にも安心という技術に進んでいくことを強く希望したい。

3.6 セッションⅢ（第1部）「原子力開発：世界の現状と展望」

座長：関西電力株式会社取締役 岸田哲二氏

第1日目はエネルギー資源問題や地球環境問題等について議論されたが、このセッションでは原子力に絞り、アメリカ、ヨーロッパ、アジア、ロシアなど世界各国がどの方向へ原子力を開発し利用しようとしているか話していただきたい。

(1) (S3-1) 「21世紀を見据えた米国原子力開発の新たな取り組み」

講演者：米国原子力学会評議委員 ゲール・マーカス女史

米国では、105基の原子炉が運転されているが、今後運転認可期間を延長しようとの動きが出てきている。原子力発電が米国における炭酸ガス排出量削減に果たした役割は大きく、また、原子力発電の経済性や性能も改善されてきている。これらの動きの中で原子力に対する信頼性が高まってきており、来世紀の初めには原子力をめぐる環境はかなり改善されるであろう。

①米国における原子力開発の現状

米国には原子力発電プラントが全部で105基あり、全発電々力量の20%は原子力で供給されている。発電源としては石炭に次いで第2位を占めている。米国の原子力発電所は40年の許認可期限が2010～2025年には切れるが、原子力規制委員会(NRC)では新しい規制を導入して許認可の更新を20年間間延ばす方向にあり、その最初の許認可更新が今年の夏行なわれる予定である。

②環境問題への原子力の寄与

一昨年末の京都における環境会議で設定された炭酸ガス排出量削減目標達成のために、原子力の潜在的な役割への認識が増大してきている。米国では、1973～1994年の炭酸ガス放出削減量のうち89.2%は原子力の寄与である。

③原子力への信頼性の高まり

規制緩和が進んでいる電力業界の中で原子力は非常に競争力を持ってきており、性能も改善されてきた。設備利用率は70%を越え、35プラントでは90%を越えるようになって、原子力への信頼性が高まってきた。

④米国議会や政府の動き

議会や政府の中で原子力に対する支持が増大しつつあり、原子力の今後の展開について色々な議論が行われている。さらに原子力研究イニシアティブ(NERI)と呼ばれる研究助成が始まろうとしている。規制もリスクの重要なところに焦点を絞る方向にあり、原子力に関する展望は次世紀の始めの数年内に改善されるであろう。

(2) (S3-2) 「韓国における原子力の役割とその研究開発」

講演者：韓国ソウル大学教授 チャン・スン・カン氏

エネルギー資源問題及び地球環境問題から、韓国では原子力を主要エネルギー源と位置付けて開発を進めていく計画である。今後も原子炉の増設計画を進めるとともに、新型炉の研究開発も進め、近い将来は原子炉を輸出商品として世界市場に進出する計画である。

①原子力発電の役割と使命

エネルギー資源に乏しい韓国では必要量の97%を輸入に頼っており、石油依存度は63%である。原子力はその高い燃料貯蔵可能性等により、(i) エネルギーの安定供給、(ii) エネルギー輸入などによる国際貿易赤字の縮小、(iii) 電気料金の低減、(iv) 地球温暖化の緩和等に寄与している。この役割から、主要エネルギー源として原子力を維持すること、原子力技術の自立を達成することの二つを使命と考えている。

②原子力開発の現状

現在、加圧水型炉11基、CANDU型炉3基が稼働中であり、1998年の総発電電力量の41.7%を発電した。1998年策定の長期電力供給計画に依れば、2015年までに新たに18基のプラントが建設され、設備容

量で34.2%に達する。

③原子力の将来計画

原子力技術の自立のために、韓国標準型炉(KSNPP)、次世代炉(KNGR)、多目的モジュラー型炉(SMART)、新型液体金属炉(KALIMER)など種々の炉の開発が進められており、330MWe規模のSMART及びKALIMERの基本設計は夫々2001年及び2006年に完了予定である。2030年までには液体金属炉や多目的モジュラー型炉も電力供給に加わることになっている。10年以内に原子力プラントを輸出商品として世界市場に進出できるよう、競争力の強化を狙って原子力産業界の再編が進んでいる。

(3) (S3-3)「原子力研究及び開発とその関連事項に関する

ヨーロッパにおける展望」

講演者：仏国原子力庁原子炉局長・欧州原子力学会副会長

ベルトラン・バレ氏

EU全体では総発電量の36%を原子力で賄っているが、国によって原子力発電に対する取り組みはかなり異なっている。今後のエネルギー源の開発にはリスクを増大させないことや資源の枯渇を防ぐなどの課題が課せられるが、仏国は独国と共同で極めて安全性の高い原子炉の開発を進めており、仏国では近く発注する予定である。同じ原子力でも、資源問題を考えると、高速増殖炉の開発が必要であり、「もんじゅ」の研究成果に期待したい。

①欧州の全般的原子力情勢

EU(欧州連合)では稼働中の原子炉プラントは129基、総発電量の36%、設備容量の23%が原子力発電である。しかしEUの15ヶ国では建設中の原子炉は3基しかなく全てフランスである。京都会議で決めた炭酸ガス排出量削減を目標通り達成するには、今後原子力に頼らざるを得ない状況にある。

②欧州各国の原子力情勢

EU各国で原子力事情は様々である。仏、ベルギー、スウェーデンなどでは

全体の45%以上は原子力発電であるが、オーストリア、デンマーク、ギリシャ、アイルランド、ポルトガル、イタリアなどでは原子力はゼロである。しかしオーストリアやイタリアは周辺の国から原子力で発電された電力を輸入している。スウェーデンでは2010年までに全ての原子炉を閉鎖すると1980年に決定したが、まだ1基の閉鎖も行なわれていない。ドイツでは政権が替わり脱原子力を宣言したが、代替案が出せず穏やかな計画になりつつある。

③持続可能な開発と原子力

次の3つの条件が必要である。(i) 受入れ不可能なリスクを発生させない。(ii) 資源を数世代で枯渇させない。(iii) 解決不可能な問題を残さない。

独仏共同で欧州型PWRを開発しているが炉心溶融の可能性が極めて低い安全性の高いものにした。仏電力庁は近い将来発注する予定である。

④高速増殖炉の開発

数世代で資源を枯渇させてはいけない第2の条件を達成するには、ウランに含まれるエネルギーの1%しか利用しない軽水炉ではなく、その数十倍も利用できる高速増殖炉の開発が必要である。スーパーフェニックスは政治的な理由で閉鎖することになったが、決して安全性に問題があった訳ではない。フェニックス炉は現在改修工事中であり2004年まで運転する。それ以降は日本の「常陽」や「もんじゅ」に依存することになる。従って「もんじゅ」の運転再開は非常に重要である。フランスは、高速増殖炉の研究開発について、日本と長期的戦略的な協力をしていくことを1997年に決定しており、今後とも協力を進めていきたい。

(4) (S3-4) 「ロシアにおける高速炉開発とその核軍縮への貢献」

講演者：ロシア国立原子炉研究所所長 アレクセイ・グラチョフ氏

ロシアでは、余剰解体プルトニウムの処分を、原子力発電で利用しながら処分していくことを中心に計画を進めており、その中心になるのが高速炉である。軽水炉でもMOX燃料として利用していく計画であり、高速炉用も含めてプルトニウム燃料の加工技術の開発

を進めている。そのための技術開発は、日本を初めとしてフランスなどとの国際協力で進めている。

①余剰解体核プルトニウム処理の概要

ロシア連邦の原子力省が作成した概要のキーポイントは、(i)ウラル地方に核物質貯蔵所を建設、(ii)プルトニウムは発電用原子炉だけで利用、(iii)その利用は3段階に分ける。先ず小規模の高速炉(BOR-60、BN-600)利用、次に現在の発電炉(BN-600、VVER-1000)を改造して利用、大規模利用は将来炉、(iv)国際協力(米, 仏, 独, 加, 日)で実施、と言うものである。

②ロシア原子炉研究所(RIAR)における解体核からの原子炉燃料製造に関する活動状況

解体核の金属プルトニウムを高温電気化学処理し振動充填法によって燃料被覆管に装填する技術開発を行なっている。1993年から仏と共同で金属プルトニウムを酸化プルトニウムに転換する技術開発(AIDA-MOX計画)、1997年からはBN-600用の振動充填燃料の開発、高温電気化学プロセスによる酸化プルトニウムへの転換法と高速炉・軽水炉用MOX燃料の開発、1999年からはBN-600に照射用燃料3体を装荷する日露共同研究等が進んでいる。

③解体核プルトニウム利用の将来計画

高速炉BOR-60用燃料集合体：年間40体(軍事Pu換算35kg/年に相当)

高速炉BN-600用燃料集合体：年間4～10体(軍事Pu換算25～60kg/年に相当)

これにより振動充填法による燃料が混在したハイブリッド炉心を構成し、統計的にも十分なデータを得る。更に、振動充填に使用するグローブボックスを改良する。将来はBN-600用燃料集合体を年間50体(軍事Pu換算で年間300kg処理に相当)にする計画である。

(5) 座長総括

このセッションで次のことが明らかになった。

- ①参加各国とも環境と資源の両面から原子力は大事な選択肢であるという基本認識がある。

- ②原子力開発が始まって半世紀経ち、反原子力のムードの中で原子力の見直しが行なわれ始めている。
- ③米国では、エネルギー自由競争化の中で原子力発電が初期投資の多い事業にも拘わらず十分競争力があることが認識されてきた。
- ④韓国では、原子力発電を輸出産業に育てようという野心的な計画がある。
- ⑤欧州のスウェーデンやドイツでは脱原発を変更せざるを得ない実情にある。
- ⑥核軍縮のお荷物である金属プルトニウムの存在が、核不拡散上一番問題である。これをきちんと解決することが、今後の原子力開発にとって大事なことである。
- ⑦日本はこれから一国平和主義でなく世界全体を見ながら対処していかなければならない。

以上、各国それぞれの状況が理解されたこともあるが、全体として世界規模での視点の重要性が再認識され、示唆に富んだ話であったと考える。

(6) 質疑応答・討論

ウド・ヴェーマン(JNC)：①米国のFFTF炉の現状は？ ②原子力発電所を売ることで経済性を改善できるとはどういうことか？

マーカス(米)：①FFTF炉は一旦閉鎖されることとされたが、執行猶予の状態にある。エネルギー省(DOE)では、その間を利用して、どのような利用方法があるか検討する時間を確保しようとしている。

②2番目の質問について、ある会社が発電所を売ればそのコストを償却でき、買った会社は新しいコストを得るという、結局金融取引テクニックの問題になる。詳細は専門家でないので分からないが、金融の世界ではうまくいっているようである。

辻国会議員：高速炉に対して国際的な期待があるならば、どうして長い経験を持つフランスはフェニックス炉やスーパーフェニックス炉を止めるのか？

バレ(仏)：確かに期待は大きかったし、今でも大きい。しかしコンセ

ンサスが変化した。原子力全体の計画が変更され、高速炉の必要性も先延ばしになった。スーパーフェニックス炉が停止したのは政治的な理由によるものである。緑の党と社会党の間で、前回の総選挙の前に「連立政権を樹立するためにスーパーフェニックス炉を閉鎖する」という合意があり、その約束を果たすために停止したものである。

スーパーフェニックス炉からはいろいろな事を学んだ。工業規模で液体金属冷却炉の技術的可能性が実証されたが、経済的には時期尚早であった。当初の計画が予定通り進展せず、今日では増殖の必要性は無くなっている。

スーパーフェニックス炉の安全性は、他のフランスの軽水炉と変わらないことを許認可当局も認めている。安全性は問題ではない。

高速炉では高速中性子の利用が重要である。ナトリウムは、そのために現状考えられる最善の冷却材であるが、ナトリウムが政治的に受け入れられないならば、他のものを探さなければならない。高速増殖炉は、推進側にも反原発側にも原子力推進の象徴的存在であったために、標的になってきたのだと個人的には思う。

チェンバレン(英)：高速炉でもし液体金属を冷却材に使わないならば、何を考えているのか？例えばガス冷却を考えているのか？

バレ(仏)：その通り。どんな冷却材でも中性子を減速しなければ高速炉の冷却材として利用できる。この観点から各種液体金属が考えられる。運転性を考えれば、透明或いは半透明な物質の選択も考え得る。ガスも炭酸ガスやヘリウムなどが候補として考えられる。そうした研究が既に始まっている。

佐藤(高速炉エンジニアリング)：韓国の液体金属炉KALIMER(出力30万kW)は「もんじゅ」と同規模であり大変興味がある。実験炉やナトリウム試験施設などはどうなっているか？日本との技術協力など如何にお考えか？

カン(韓国)：まだナトリウムに関して技術が確立されている訳ではない。概念として「もんじゅ」とはシステムが異なり、米国のプリズム炉に近い(モジュラー型)。核燃料サイクル開発機構とは協力関係を持ちたいと考えているが、これまで余り旨くいかなかった。今後は、これまでよりもオープンな関係で協力できることを期待している。

(7) 座長総括

21世紀に向けて、プルサーマルや解体核プルトニウム利用など、プルトニウム利用についての新たな展望が必要となっている。その中で、「もんじゅ」が何らかの寄与をしていくことは、単にエネルギー問題だけでなく国際平和への貢献の観点からも重要な意味を持つ。本日のご講演とご議論は、この観点から非常に有意義であったと考える。ご講演者各位に改めて感謝したい。

3.7 セッションⅢ（第2部）「原子力開発：もんじゅの現状と展望」

座長：大阪大学教授 宮崎慶次氏

(1) (S3-5) 「もんじゅに係わる研究開発の成果と展望」

講演者：核燃料サイクル開発機構敦賀本部もんじゅ建設所副所長
伊藤和元氏

「もんじゅ」は、「常陽」での成果を踏まえて開発が進められてきた、開発途上の高速増殖炉である。発電を行い、45%までの出力試験を行ったところでナトリウム漏洩事故が発生した。事故原因について徹底的な究明が行なわれ、ナトリウム燃焼に関する新しい知見も得られ、安全管理体制の整備が進められているところである。今後は発電炉としての技術実証を進め、実用化へ向けた様々な課題を解決するために有効に活用していきたい。

①もんじゅ開発の意義

高速増殖炉は核分裂エネルギーの利用を飛躍的に増大し、廃棄物中の長寿命の元素を減らして環境への負荷を低減できる特徴を持っている。もんじゅは実験炉「常陽」に続いて建設された開発途上にある高速増殖炉である。発電炉としての性能や運転性を確認しながら技術を磨いて、次の開発のために国内ばかりでなく世界に対して伝えていくことが重要である。もんじゅを実用化のための研究開発に有効活用していきたい。

②もんじゅ開発のこれまでの成果

実験炉「常陽」の成果に立脚してその技術をさらに発展させ、燃料の高燃焼度化、原子炉出口温度の高温化、炉心や機器の大型化、燃料製造の自動化、高温における構造材料データの集積と基準化、蒸気発生器の開発、ナトリウム-水反応の研究等が行なわれた。建設に5年半、機器・設備の性能確認に2年半掛け、1994年4月に初臨界、1995年8月に初発電、さらに原子炉熱出力45%までの出力試験を行なったが、1995年12月ナトリウム漏洩事故が発生した。

③もんじゅ事故から得たもの

事故からは多くを得たが、中でも温度計など配管内にある円柱構造物について、その流力振動を防止するための新しい指針が日本機械学会で定められたことが挙げられる。また、原因究明の過程で漏洩したナトリウムが空気中で燃える際に、空気中に多量の水分があるとナトリウムが床の鉄板を腐食減肉させる事が明らかになった。その他、運転マニュアルや品質保

証活動の強化、機器管理体制の整備、情報公開などに努力している。

④もんじゅの展望

事故後、原因究明、安全総点検を終わり改善策をまとめ、設備の改善について安全審査を受ける準備を進めている。今後はできるだけ早く地元の理解を得て、試運転の再開を目指したい。中長期的には、第1期は発電プラントとしての技術実証を行なう。次いで経済性向上、さらに実用化に向けた技術の確証を目指す。具体的には、燃料の燃焼度向上、運転サイクル期間の長期化、受動的な安全炉心など更なる安全性、簡素化などを行ない実用化を目指して開発を進めたい。

(2) (S3-6) 「もんじゅの安全性強化に向けた改革計画」

講演者：核燃料サイクル開発機構敦賀本部

もんじゅ建設所前改革推進グループリーダー 可児吉男氏

2次ナトリウム漏洩事故以降、その原因究明、さらに安全総点検を実施し、改善方策を検討してきた。今後は、安全協定に基づく地元の了解を得た上で、運転再開へ向けて努力したい。

①もんじゅ安全総点検

事故の反省点や教訓を基に設備、運転手順書、品質保証活動などを点検し改革方針を明らかにして、具体的改善策をまとめた。

②2次ナトリウム漏洩に対する改善方策

- (i)漏洩防止：破損した温度計と同型のは全て交換又は撤去することとした。
- (ii)漏洩の早期検出とモニタリング：検出系の強化と現場を目視確認するためのITV・総合漏洩監視システムの設置。
- (iii)漏洩量の抑制、漏洩継続時間の短縮：漏洩確認後に原子炉トリップ及び緊急ドレンを行なう。また、ドレン時間短縮のためドレン系の強化を行なう。
- (iv)漏洩ナトリウムによる影響の抑制と緩和：漏洩検出後の換気空調設備の自動停止、窒素ガスの注入による早期消火、壁・天井に断熱構造を設置してコンクリートからの水分放出の抑制、重要機器の保護。

③今後の計画

現在、改善方策の具体化を進め、仕様の確定作業を行なっている。今後は、安全協定に基づく地元自治体の了解を得た上で、原子炉設置変更許可申請の手続きを行なう予定である。安全審査によって設計方針に関する安全性が確認された後、設備改善工事、総合試験、燃料交換などを経て性能

試験を再開する計画としている。

(3) (S3-7)「もんじゅの地元理解に向けた取り組み」

講演者：核燃料サイクル開発機構敦賀本部業務統括部長 河野二郎氏

事故後、モニター制度を設けるなど「もんじゅ」に対する理解を求めるための活動を進めてきた。各地で説明会を開催し、見学会も定期的を実施している。それらの活動を通じてのご意見としては、情報公開などの社会的責任に関するもの、安全問題に関するものが多い。高速増殖炉の必要性については、半数以上が理解を示しているが、今後も理解を深めていただくための活動を継続していきたい。

① サイクル機構に対する印象の推移

事故後モニター制度を設けサイクル機構に対する印象を伺ってきたが、もんじゅ事故直後は「良くない」という答が圧倒的であった。もんじゅ見学会などで実際に現場を見て頂くことで印象は改善されたが、東海のアスファルト固化施設の事故、ふげんの重水漏れ事故などによって印象は再び悪くなった。しかし、説明会を実施することで次第に理解が得られつつある。

② 対話活動状況

福井県内各地での説明会、反対派との公開討論会、敦賀市内地区別説明会、見学会、福井県内各市町村・企業への訪問対話、懇話会・モニターの方との対話などの広報活動等を実施している。もんじゅ見学者は総数3万2千名、福井県内だけでも1万5千名に達した。

説明会は福井県内35市町村を対象に行なっているが、既に16市町村で説明会を実施し、8市町村のもんじゅ見学会を行なった。定例的に月2回のもんじゅ見学会を行なっており、訪問対話など全ての活動を含めると、既に約20万人近くの方に説明或いは見学して頂いたことになる。今後も継続していく予定である。

③ 主なご意見

説明会や見学会等で様々なご意見を頂いている。事故隠し、都合のいいことしか言わない、通報連絡がまずい、体質改善がなっていない等、社会的責任に関するご指摘が多い。安全第一、事故の無いようにという安全問題に関するご指摘も多い。高速増殖炉については、半数以上の方が「必要ではないか」と言っているが、4分の3近くの方が「不安」を持っている。したがって、これからの課題としては、できるだけ分かりやすく説明していきたい。

(4) (S3-8) 「海外研究者からのもんじゅへの期待」

講演者：核燃料サイクル開発機構国際特別研究員(英国)

ピーター・ハリソン氏

高速増殖炉の研究開発で、「もんじゅ」が果たし得る役割は多い。実験炉からのスケールアップに伴う各種機器装置の実証試験や経済性改善などもある。また、これらの研究開発は、国際協力のもとで進めていくことが期待されている。「もんじゅ」の技術を世界が必要としていることを一般の人々に訴え、受け入れてもらうような活動も必要である。

①各国の高速炉システムの比較

英国ドーンレイのPFR、フランスのフェニックス炉、スーパーフェニックス炉及び「もんじゅ」の原子炉システムに関して、1次系、2次系、燃料取扱い装置、運転期間などについて比較すると、それぞれに違いや特徴がある。各炉には共通の部分もあるが固有の部分もあり、「もんじゅ」には「もんじゅ」の使命がある。

②もんじゅの主な役割と目標

国際的、教育的な役割と三つの技術的カテゴリーが考えられる。技術では実験炉「常陽」からのスケールアップに伴う機器設計の健全性実証がある。燃料の燃焼度を上げ、これを実証することも重要な役割である。高速増殖炉の実用化のためには、経済性を改善しなければならない。また、今後重要になるのは国際協力で、今までは日-欧-米の協力体制で高速炉の開発を進めてきたが、今後は徐々に日-アジアにも重点が移行していくであろうこと、今は通信技術も発達してきており、「もんじゅ」を早期に立ち上げて、敦賀から世界へ情報を発信していくことが必要である。教育では事故の検討結果を反映した教育訓練が重要である。

③パブリックアクセプタンス

「もんじゅ」技術の必要性をもっと公衆に伝え、受け入れてもらえるように活動することが大切である。もんじゅ事故は公衆とエンジニアとの認識に大きなギャップがあることを示した。しかもマスコミの報道は的確でなく間違っていた。これからはデータは十分であることを示していかなければならない。現場を一般市民の方々がご覧になれば、「もんじゅ」が一般市民にも有益であることを実感できると思う。

(5) 座長総括

時間が無くなってきたので、簡単にこのセッションを取りまとめたい。

- ①自分自身、安全審査を前提に「もんじゅ」ナトリウム漏洩事故の調査・検討に当たってきた当事者であるが、安全審査段階に至るまでに時間を要している。事故当初、8ヶ月程度ではないかと申し上げたことがあるが、ロシア人には2週間で再開すると言われたことがある。我々としては慎重に検討してきた。
- ②一般の方々と専門家の間で安全と安心のギャップがあるのを感じる。「もんじゅ」事故直後に、専門家としての立場から、大した事ではないと言って顰蹙（ひんしゆく）を買ったことがある。しかし、専門家として見れば大した事故ではなかった。
- ③重大な事故と言う人もいたが、決してそうではない。専門家としては、放射線の影響が一般に及ぶか否かで事故かどうかを判断する。福井では事象か事故かで問題となった場面もあったが、一般的には事故であっても、専門的には事象と言う用語を使用する。
- ④専門家の言葉は分かり難い。安全、即 安心につながっていないということを感じてくる。これを如何に克服していくかがサイクル機構始め我々に課せられた課題であると認識している。

3.8 講演とパネル討論「原子力開発：地元との共生について」

座長：読売新聞論説委員 梶原誠一氏

敦賀国際フォーラムの最後のプログラムとして原子力開発を如何に地元と共存・共栄させていくか、地元との共生を如何に築くかということを話し合いたい。

まずは問題提起を兼ねて科学技術庁の森口課長に我が国の方針、これからの原子力開発の展望、並びに日本のエネルギー生産に最大の貢献をしているこの若狭地区への思いを話していただきたい。

(1) 講演 (S3-9) 「新型炉研究開発の展望と若狭湾地区への期待」

講演者：科学技術庁原子力局動力炉開発課長 森口泰孝氏

国の立場から新型炉、殊に高速増殖炉の研究開発に絞って説明したい。エネルギー資源の確保という観点からは高速増殖炉の開発は必要であり、「もんじゅ」はそのための研究開発の場と位置づけられる。海外では推進の一方で一時的に停滞している国もあるが、だからこそ日本はこの分野で開発を続け世界に貢献すべきである。事故で問題となったのは、虚偽報告など社会的な面で、旧動燃はサイクル機構として体制を立て直して再出発することとなった。科学技術庁としては地域社会の科学技術振興に力をいれていく計画であり、若狭湾地域が「もんじゅ」の立地を世界に誇れるようにしたい。

① 高速増殖炉の開発の位置付け

高速増殖炉はウラン資源の60%程度をエネルギーとして使える欠かせない技術である。長期的にはエネルギー資源の逼迫は避けられない。我が国でも地道な省エネが必要。太陽光や風力などの自然エネルギーは、量的限界から主力にはなり得ない。高速増殖炉は長半減期の放射性物質をよく燃やすことができ、環境への影響を低減できる。

平成9年に1年かけて「高速増殖炉懇談会」(座長：西澤前東北大学総長)で研究開発のあり方が見直された結果、「将来の非化石エネルギー源の有力な選択肢のひとつとして…研究開発を進めることは妥当。『もんじゅ』はそのための研究開発の場の一つ」と位置付けられた。

② 高速増殖炉の研究開発

よくマスコミ等から「世界的にも高速増殖炉の開発はやめているのに…」という意見が聞かれるが、フランス、ロシア、中国でも進めており

事実は違う。「周りの国がやっていないからやめるべき」などは日本人特有の議論ではないか。むしろ、こういう時こそ独創的なアイデアで開発を進めるいいチャンスである。トップランナーとして世界に貢献できる。

③ サイクル機構について

もんじゅ事故では放射能漏れは無かったが、問題になったのは虚偽報告などの社会的な面であり、国民の信頼を失った。動燃改革検討委員会（座長：吉川東京大学前総長）の検討結果を受けて旧動燃は核燃料サイクル開発機構として再出発することになった。本年3月に定めた中長期事業計画では、安全確保の徹底、情報公開の徹底、適正且つ効率的な業務運営、地域社会・国民・国際社会の理解と信頼など4本の柱を基本に業務を進めていくことになった。若狭地区には敦賀本部を置き、竹内副理事長を本部長に2名の理事を配し積極的に事業を展開する。

④ 科学技術振興事業について

科学技術庁として地域社会の科学技術振興に力を入れたい。

- (i) 地域研究開発促進拠点支援(RSP)事業：都道府県からの申し込みを受けて拠点を選定し、共同研究の企画や研究成果の技術移転などを行なう。
- (ii) 地域結集型共同研究事業：都道府県及び政令指定都市は地域の科学技術ビジョンを策定、科技庁の指定を受け、国と共同して大学、研究機関、R&D型企業等の研究セクター間の有機的な協力体制を構築、共同研究を組織化推進する。
- (iii) 先端原子力関連技術成果展開事業：サイクル機構が有する特許・実用新案について実用化を希望する企業等に使用許諾を与え、共同研究開発を実施する。

⑤ もんじゅについて

国としても、「もんじゅ」が福井県、あるいは若狭湾地区にとって世界に誇れるものとなるよう最大限の努力をしていきたい。当面は安全確保が大前提であるが、早期の運転再開ということで環境作りに努めたい。開発途上にある技術に対しては、事故はいつでも思わぬところから起こるという謙虚な態度で、その発生を未然に防ぐことが重要という基本認識の下に研究開発を進めていきたい。温かい目で見守って頂きたい。

(2) パネル討論「地元との共生について」

座長：読売新聞論説委員 梶原誠一氏

パネリスト：

ロスアラモス国立研究所部長 チャーリル・バーガー女史

駐日仏国大使館原子力参事官 ジャン・ジャック・ラビーニ氏

前高浜町長 田中通氏

科学技術庁原子力局動力炉開発課長 森口泰孝氏

核燃料サイクル開発機構理事 菊池三郎氏

(座長)以上のご講演を受けて、パネル討論に入りたい。人類が生み出した科学技術は今、相当なレベルに達している。しかし、その技術は地球環境を良好に維持することに役立ち、しかも生活に寄与するものでなければ、科学者の自己満足に過ぎないと思う。高度な科学技術を如何に日常生活に活かすかについて考えていきたい。まずはアメリカの例からどうぞ。

(バーガー)：

- ロスアラモス研究所はニューメキシコ州にあり、総面積43平方マイル (110km²)の面積の土地に7,050名のカリフォルニア大学の研究スタッフ、3,186名の技術スタッフ、1,597名のテクニシャンがいる。1998年度の予算は13.37億ドル(約1,600億円)である。
- 研究所には、物理、電子工学、材料、計算科学、ライフサイエンスなど様々な専門家が居て、非常に幅広い技術基盤を持っている。これを民間へ移転して行きたい。連邦政府や州政府と共同して地域の経済発展に寄与すべく、研究所で開発した技術に基づく新規事業の起業促進、企業を引き付けることによる新規雇用の創出、並びに地域への資本投下促進等を目的に活動している。
- プログラム：2年間の成果は、10の新会社設立、50の顧客・企業の支援、並びに研究所に対する地元の意識向上であった。所員は2年間休職して様々な活動ができる。
- ① 企業家訓練：2～3回/年ワークショップを開催して、資金運用、新技術に基づくビジネスの始め方等ビジネスプランの基本を訓練。
- ② MBA会員プログラム：諸大学MBA課程の学生に出資過程の訓練。
- ③ 技術に対する投資：小企業の技術熟成のための企業支援。
- ④ イノベータ(技術革新者)フォーラム：毎月の昼食会での講話。
- ⑤ 小企業イノバティブ・リサーチ・ワークショップ：ハイテク企業の経営者が地元の小企業にコンサルタント的アドバイスやビジネスプランの見直しを進言。
- ⑥ リサーチパーク：スピニアウトした企業が研究所の技術にアクセス

できる仕組み。研究所の向側にあつて、研究所の商業化可能な技術
を移転する。

⑦ ネットワーク作り

以上であるが、地域との共生は一夜で出来るものではない。職員
の地道な努力によって可能になる。

(座長)日本にとって非常に参考になる話であつた。次はフランスのラビー
ニ氏に、オイルショックの1973年から20年間で原子力発電の割合を8%
から80%に増やした原子力大国として、フランス国民はどう考えてい
るか話して頂きたい。日本のような反対は無かつたのか、実際はどう
なのか、地元との共生にはどう取り組んできたか等お願いしたい。

(ラビーニ)：

● フランスの原子力事情

- ① 原子力は燃料の割合が少なく(約8%)、90%は地元や国内に還元さ
れるので、経済・社会問題に貢献している。
- ② フランスの炭酸ガス削減量は1990年レベルに対して0%である。原
子力の割合が80%というのは殆どベースロードなので、これ以上そ
の割合を増やすことはできないためである。
- ③ フランスの原子力発電所の平均年齢は14歳である。新しい発電所を
作るかどうか問題になるのは2010年辺りになる。発電所については
大きな反対運動は無いが、高レベル廃棄物については懸念があつた。
そこで、1991年にその処分について法律が出来た。それは2006年ま
でに研究開発を実施して国会で議論すると言うものである。その上
で、国民の声を聞きながら政策を決めることになる。1998年12月に
政府は地下研究所を作ることを決定した。これには大きな反対は無
く、逆に候補地が多数申請された。
- ④ パブリックアクセプタンスについては、子供に対する教育、特に原
子力の話をするのが大事だと思う。東京の日仏学院の先生が、原
子力の話を生徒たちにしたいと訪ねてきたことがある。東京電力の
柏崎刈羽発電所への遠足を提案したら喜んで出掛けた。その前に学
校に原子力の話をしに行ったら、様々な質問があつた。できるだけ
若い時に話をして、心配が無いようにしてやらねばならない。

(座長)日本政府も地元に対して優遇税制、重点政策などいろいろ配慮し
ており、原子力発電所があるおかげで雇用も創出されている。実際に
国と丁々発止とわたり合つて来た田中前町長に、何が足りなくて何が
問題かお話をしたい。

(田中)福井県の西端にある高浜町は人口12,500人、関西電力の原子力発
電所が4基(出力339万kW)ある。30年ほど前1,2号機の計画が始まった
頃は、町村合併で財政が困窮していたころであつた。発電所を誘致し

て始まった建設工事には反対運動もあった。1,2号機は昭和51年完成、3,4号機は61年完成であった。その間、社会資本としての道路、学校は全て新しくなった。固定資産税は3,4号機完成時に62億円であったが、町には23億円しか入らず残り約40億円は県へ納入した。県税収入の3分の1或いは25%は若狭湾の原子力発電所が財源である。にも拘わらず、県は指導的立場に立たない。国も国民合意を得るための努力をしない。本来国として、県として取り組むべき原子力立地の問題が、全て立地自治体へ押し付けられている。

京都会議で決められたように、今後は炭酸ガス放出量を減らさなければならぬ。原子力は国に対して大きな貢献をしている。その一方で、限られた立地自治体だけで立地問題を解決しろというような社会構造は問題であり、根本的に考え直さなければならない。マスコミにしても、サイクル機構と原電の区別もつかないのが県内有力紙だというのは、そもそも間違っているのではないかと考える。

(座長)国と県とにもっと理解してもらわないと地元との共生が成り立たないということかと思う。高度技術を民間と旨く分かち合うのにどうするのか。安全性の確保を前提に議論を行ない理解を得て開発を進めるとあるが、その前提をサイクル機構はクリアできるのか？サイクル機構の意見を表明されたい。

(菊池)田中さんのお話で非常に勇気づけられた。サイクル機構では我々の成果は国民のために役立つという目的意識の方が企業意識よりも大きいと思う。原子力が地元を受け入れられるためには、100年単位の仕事になると言う気がする。六ヶ所村の前村長から「お墓が建って初めて共生」と言われたことがある。企業にそういう風土が自然にできて初めて本当の意味での共生になるのではないかと思う。それを促進して短縮するのが人であり物であり金であろうと考える。共生のためにはスケールの大きな取り組みが必要であるというのが私の信条である。

サイクル機構としては、濃縮、再処理などの民間企業への技術移転を懸命にやってきた。最近では地域事業との開発協力、大学や研究機関との研究協力も行なっている。特許や実用新案を基にした地元企業との共同研究という制度もある。情報公開も指針を定め完全公開を原則に行なっている。文化活動などを通じての地域との共生も極めて重要だと思う。

(座長)旧動燃の事故でマスコミの行き過ぎた批判もあったが、問題なのは大事な国策であるのに政治家や高級官僚が逃げ回っていたことだと思う。日本の技術者のレベルは非常に高いのに事故のたびに止めろといわれる。地域に理解して貰う姿勢が無いからだ。旧動燃には明確な運営責任に基づく危機管理体制がなかった。政治家や官僚が説明する

義務があったのにしなかった。そのために、国民に見放された。その責任の一端を担っている科学技術庁の立場から答えてほしい。

(森口)原子力開発の当初は国の力も強く、閉鎖性から対話努力が不足していた。最近では全ての会議を全面公開するなど、情報公開は最先端を行っていると感じている。分かり易く説明するのは原子力では非常に難しく、まだまだ不十分だと思う。しかし、マスコミも原子力の勉強をもっとやって頂きたい。原子力では、事故があったというだけで大きな記事に扱われる。勉強しなくても大きな記事が書ける。ともすれば、勉強が疎かになりがちである。

(座長)国民の不信感を払拭し、信頼される原子力行政を方向付けてはじめて地域の人にも「共生」に乗ってくれる。お二人の自信の程は？

(森口)今回の問題点は事故を事件にした情報の扱いのまずさにあったと思う。ナトリウム漏洩だけであれば大分違っていたのではないか。この点で情報公開、組織の閉鎖性を改善していくことに重点を置いていきたい。

(菊池)一人一人がどれだけ決意、意識を持ってやるかが大事である。組織面の課題があるとしても、一步一步仕事に対して責任を持ってやっていくと言う決意が重要であり、その意味では自信を持ってやれると確信している。

なお、先程来マスコミ批判が出されているが、一般の方々と話しているとマスコミの記者の方と同じ目線であることを感じる。マスコミの見方は一般の方々を代表していると実感している。マスコミを批判する前に、もっと広い視点で見なければならぬと思う。

(座長)ジャーナリズムは騒ぎ立てるのが本質と言う面もある。最終目標は正確な記事だが、センセーショナルな記事しか書かない場合もあり、反省するところである。ただし、悪いことは巻に出回りやすく、正しく良い話しは関心を惹かないと言うのが基本的な情報の特質でもある。それをどうとらえるかが大事なことと考える。

(菊池)「もんじゅ」事故の反省として、一般の方の「発電所」と言う認識に対してサイクル機構は研究開発をしている「原型炉」と言う意識であり、ギャップがあった。研究開発途上の「原型炉」であることを一般の方に理解いただき、実感していただく努力が皆無だったことを反省している。

(座長)先程の米国ロスアラモス研究所の例では、地元との共生が大変旨くいっていると感じた。ところで、200年～300年先を考えると、資源国アメリカと言えども資源が枯渇し、やはり原子力に頼らざるを得ないと思うが。如何にお考えか？

(バーガー)現在は、石炭火力など他のエネルギー源が非常に安価であり、

原子力を支持する風土にアメリカは無いが、将来のCO₂問題を考えると原子力の役割を慎重に考えていく必要がある。アメリカは原子力政策を転換するかどうか、原子力政策見直しの重要な転換期に立っていると認識している。

(座長)ところで、フランスはスーパーフェニックス炉を廃炉にすると決定したが、日本の技術者は落胆している。この点につき個人的見解は如何に？

(ラビーニ)個人的には残念だと思う。旨く運転していたのに止めるのはいわば感情の問題である。技術に対しての親しみと知識の違いがあるのではないか。例えば飛行機は好きだから使っているが、どうして飛ぶかは知らない。原子力では、いくら説明しても親しみが持てない。親しみを育てることが一番大事ではないかと考える。

(座長)ジョスパン内閣がスーパーフェニックス炉を廃炉にしたのは緑の党との約束があったからだという。緑の党の方が共産党より過激なのか？

(ラビーニ)緑の党はスーパーフェニックス炉を止めることを大事な問題にしていた。連立政権樹立の条件とされているので、現政権としては実行せざるを得ないことになった。

(座長)いい加減なことを約束して実行した。それでスーパーフェニックス炉が犠牲になったと理解する。であれば、日本はこれから自信を持って「もんじゅ」を育てていっても良いと思う。旧動燃は核燃料サイクル開発機構に新しく再編された。今までよりは地元との「共生」は進みそうと考えるか？

(田中)「共生」をどう理解するかは、地元で聞くと全く次元が違う。対外的に「共生」を打ち出されると、地元としては具体的に何をしてくれるのかと言う短絡的な発想となる。「共生」とは組織内部の用語であって、外向の言葉ではない。組織内部と外部一般とでは、認識に大きなギャップが出てくる。「共生」と言う言葉は非常に良い言葉かもしれないが、逃げ言葉のようにも聞こえる。それより何より、もっと自然なつきあいができる雰囲気を出してこそ、本物の「共生」だと思う。

(3) 質疑応答

Q1:「日本では2010年までに使用済み燃料の中間貯蔵施設の建設を目指しているが、フランスではこの種の問題は無いのか？2006年時点で高レベル廃棄物等の処理を考えるとということか？」(山本：美浜町)、「フランスやドイツで原子力エネルギー政策が円滑に行なわれている背景の一つに、子供の頃から原子力の教育をきちんとしているからと

聞いたことがある。具体的にどのように教育しているのか？」(橋本：敦賀市)

(ラビーニ)教育については、文部省のようなところからの具体的な指示は無い。カリキュラムの中に原子力教育が入っていることも無い。電力会社や原子力庁などが資料を準備して提供しているだけである。高レベル廃棄物については1991年法があり、2006年までに研究成果を検討し国会で議論した上で、処分法を決定することになっている。

Q2：「ロスアラモスのホームページにあるセンター・オブ・エクセレンスの意味は？」(館：FBEC)

(バーガー)エクセレンスは優位性、つまり特定の分野で常にトップであるように努力を続けるセンターという意味である。現在、研究所では中国スパイ疑惑があるが、自由な意見交換や人的交流は大切である。こうした問題の重要性を考えた上で適切な交流が必要である。センター・オブ・エクセレンスの維持のためには特定の分野で最も優れた研究者を集めるリーダーシップが必要であり、世界の人に魅力のあるセンターでなければならない。ロスアラモス研究所はアメリカ防衛関係の3研究所の一つである。核兵器も扱っており、信頼性の高い方法で保管されていることを備蓄在庫について確認しなければならない。他の核保有国とも緊密な協力関係を持っている。ただし、研究所では核兵器の設計、製造、試験などは一切していない。その意図も無い。60%は防衛関連の仕事である。他の40%はエネルギー全般・資源などである。研究所には三つの強い点がある。高度コンピュータ、核兵器、在庫核兵器の管理である。将来の分野としてバイオテクノロジーがある。

Q3：「日本も確実にレベルを高めるために、センター・オブ・エクセレンスのような地元を誇りを持たせるようなことは出来ないか」、「『もんじゅ』再開の見通しはどうか」(奈良)、「原子力長期開発利用計画改訂で、実用化の時期はいつごろとされるのか」、「小さな事故を大きな事件に作り上げたマスコミに、実施主体として正面から弁解させるべきだ。謙虚な態度も必要かもしれないが、世界に誇る技術を住民に周知させ、納得させ、早期に『もんじゅ』を再起動すべきだ」(田中：赤崎区長)

(菊池)日本のシステムや環境の中では、アメリカのようにスマート且つシステムティックには出来ない。しかし、世界のトップを目指して情報を発信できるように進めていきたい。一つでも世界に光るものがあれば、地元で十分貢献できるのではないか。

「もんじゅ」の今後は、既に技術的な検討は終わっているが、国の安全審査、地元了解、改造工事など3～4年掛かると考える。単に事

故箇所を修復するだけでなく、新しい技術を開発することもやっていきたい。

また、高速増殖炉の実用化の時期は相対的なものだと思う。今でもやれと言われればできる。受け取る側で技術も十分、経済的にも十分という環境が整うかどうかである。燃料サイクルにしても出来ない技術は一つも無い。受け取る側とのバランスで実用化は決まると思う。開発当初はフランスでも2000年頃と言っていたが、ウラン価格がオイルショックで上がることが前提にあった。従って相対的な関係で実用化時期は決まるのである。技術は連続的に向上して変化していくものであるから、西澤先生のご講演にあったように、「技術はいつでも登場できるように磨いておく」と言うのが正しい認識ではないか。

マスコミとの関係については、反省すべきところは反省し、抗議するところは抗議して、硬軟両方で対応していきたい。

Q4：「（繰り返し：実用化時期質問）」、「外国からのミサイル攻撃、または集団テロ、各施設の防衛上いろいろな事を考えていないのか？地元とは立地市町村に限定して考えるのか、福井県全体を考えるのか、隣接市町村にはどう対処するのか？」（笹下）

（森口）実用化については、「高速増殖炉懇談会」で大議論した結果があり、個人的な意見としてはこれが大きく変わることはないと思う。実用化時期については市場経済との関係があり、予想しても意味が無い。しかし、一刻も早く実用化の可能性は追求しておかなければならない。「もんじゅ」はできるだけ早く再開して、可能性追求のための研究開発を一刻も早くやりたい。次に、地元の範囲についてであるが、はっきりした定義は無い。当該市町村や隣接市町村等すべて含めて地元といっているのではないか。ミサイル攻撃等の問題については政治レベルでそういう事が起こらないようにやっていくというのが答えではないかと思う。

- (4) 座長総括：このフォーラムのテーマは21世紀のエネルギーを確保しつつ、どう環境を良好に保つかと言うことであった。京都議定書で「2008年から2012年までに温室効果ガスを1990年比6%削減」と義務付けられている。人類の将来にとって何が今大事なのか、有益なのかということ常意識の原点に据えて行動しなければならない。そのためには原子力関係者の安全努力が確実に実って、クリーンエネルギー供給が続くことを願わずにはいられない。

3.9 エキストラ・プログラム（その1）

司会：核燃料サイクル開発機構理事 菊池三郎

この会は、何か結論を出すということではなく、壇上のパネリストとフロアーの皆様との親密な意見交換の場としたい。まず、壇上のパネラーから自己紹介を兼ねて意見を述べていただき、引き続いて質疑応答に入りたい。

(1) パネリスト意見：

石黒順二氏（福井県原子力平和利用協議会事務局長）

立場上、「原子力開発のあり方と地域共生」がテーマであるが、基本的に原子力に関する国民的合意のないままに開発推進されてきたことが、今日の状況の基本になっていると考える。一方で、その間、原発の安全性、信頼性は確保されてきている。地域共生としては、雇用の確保、自治体の予算等波及効果があり、過疎化を免れてきた面がある。その結果、既存の立地地域では増設が進められている。

しかし、最近では、地域住民や県を始め様々なレベルでの合意を求められている。原子力はわかりにくいこともあり、迷惑施設との感が強い。国策である以上、国が責任を持つべきであり、エネルギー教育を充実し、地域住民へは電力も国も直接接触して、地域のイメージアップにつながる振興策を推進すべきである。

チャン・スン・カン氏（韓国ソウル大学教授）

原子力がなぜ必要かと問われれば、経済性に優れているからだと答えている。また、エネルギー資源のない韓国にとってエネルギーの安定供給は至上命令であり、国家の安全保障に関わる。原子力推進はこの点でも必要である。更に、地球温暖化問題への対応もある。日本や韓国のようなエネルギー資源のない国にとって、原子力の選択は必然である。ただし、21世紀に向けて原子力を推進するには、市民の合意を得る努力が重要である。

中村政雄氏（財団法人電力中央研究所研究顧問）

自分が新聞記者であった当時の40年前日本のエネルギー自給率は80%であったが、現在は6%となっている。自給率が下がっているのになぜ原子力は受け入れられないのか？原因は情報不足にある。最近のマスコミは、原子力に関する負の情報しか流さない。一般の人が正しい知識に基づいて原子力につき判断するならよいが、マスコミのせいで誤った判断をするなら、後で取り返しがつかないことになる。

ベルトラン・バレ氏（仏国原子力庁原子力局長・欧州原子力学会副会長）

人口爆発で21世紀末には地球人口は100億前後になる。発展途上国の人口が急増するためである。一人当たりのエネルギー消費量はスウェーデンが1万5千kWh/年、アフリカはその100分1である。このようなエネルギー消費の南北格差は早晩解消されるべきであり、そうなるとエネルギー消費の増加が人口爆発を上回るペースで進行する。このままでは化石燃料資源は急速に枯渇に向かう。化石燃料は再生不可能であり、しかも特定の地域に偏在している。世界的に見ると原子力の電源構成比率は低下傾向にあるが、持続可能な発展の実現に向けて、原子力の復活が必要である。原子力のメリット、デメリットを含めてすべて情報を公開して、一般市民の理解を得るべきである。

ゲール・マーカス女史（米国原子力学会評議委員）

最近原子力に対する認識が変わってきている。その理由はCO₂問題がきっかけとなっている。安全性と経済性を前提に、化石エネルギーからの脱却の必要性が認識され始めている。今後は一般市民とのコミュニケーション、何が起きたのか、どんな対策をしているのか等、情報提供が重要な役割を果たす。幅広く正確な情報に基づき民主的に意思決定することが、民主主義社会の基本である。また、原子力が、しっかりと規制の下で安全性を確認・検証されることも、一般市民の信頼性向上に繋がると考えている。

宮崎慶次氏（大阪大学教授）

日本は嘗て2度のオイルショックを経験した。当時、石油の価格は12倍も変動した。しかし、実体はわずか5%程度の不足であった。要は不足するという不安感が大幅な価格変動に繋がった。我々の社会は、非常に脆弱な基盤の上に成り立っていることを、先ず認識する必要がある。

オイルショックを克服できたのは、原子力と省エネルギーを推進したからである。原子力の廃棄物問題を後生への負担として問題視する議論があるが、他に利用法のある天然ガスや石油などの天然資源を枯渇させることの方が、余程後生への負担であると考えている。

一方、太陽光など再生可能エネルギーへの信仰とも言える期待感があるが、例えばソーラーパネルの所要設置面積を試算してみると、非現実的であることが判る。2010年までに原子力増設で確保すべき二千数百万kWの電力を太陽光で賄うには、福井県のほぼ半分にソーラーパネルを敷き詰める必要がある。

FBRは経済性がないと言われるが、太陽光発電よりよほど経済性がある。国際社会で尊敬される要件のひとつに、人類共通の利益のために

挑戦的事業に取り組むことがある。「もんじゅ」をやっている人たちは、このような使命感を持って進めて欲しい。

(2) 質疑応答

① 住民投票について

奥條(フロア、関西原子力懇談会)：日本は代表議会制民主主義で、憲法改正の時以外国民投票はない。原子力の場合、地域の住民投票をどう考えるか。

マーカス(米)：全米レベルの問題は連邦議会で決めるが、カリフォルニアでは住民投票をやることが多い。しかし、住民投票は質問の仕方にも左右され、宣伝にも影響され易い。理性的な決定が出来るかどうか疑問である。住民の真の意向通りの結果にならない場合もあるので、慎重であるべきである。

バレ(仏)：仏は議会民主制であり、議会で決定している。住民投票は、不利益を被る地域だけでやるのか、利益を受ける地域まで含めるのか、ましてや欧州は電力ネットワークで結ばれているので、困難な面がある。

カン(韓国)：住民投票は安易にやるべきではない。住民の知識や認識が未熟な場合には、むしろ対話を進めるべきである。

② テロ対策について

南(フロア、石川県)：北朝鮮のテポドンや工作船等の問題があり、原発の安全性、特にテロ対策について聞きたい。

宮崎：どのような想定をするかにも依るが、ミサイル攻撃でも直ちに核暴走に至ることはない。テロに対しては警察で防護してもらうしかないと思う。

中村：ミサイルで原発を攻撃する狙いは何か？ 日本の中核機能の破壊なら、むしろ東京を攻撃することが余程有効である。しかし、テロが上陸して制御室を占拠し、制御用ケーブルを全て切断する等の徹底した破壊活動を行った場合の影響については、検討しておく必要があると考える。

カン：先日も日・韓ワークショップで議論したが、外的事象として日本では地震だが、韓国では軍事的サボタージュを想定している。北朝鮮については我々にも判らないことが多い。今後とも対話を続ける必要がある。

バレ：仏では政府、国防会議で毎年検討されている。対象は空港、発電所、ダム等重要な箇所、軍、警察の到着まで一定時間内の抵抗(防御)ができる必要がある。種々のケースを想定して検討し、有効性を毎年訓練して確認している。

③迷惑施設について

柴山（フロア）：原子力は本当に迷惑施設なのか？ 言葉だけが一人歩きしているのではないか。原子力施設があることに地域が誇りを感じるようにできないか。

佐々木（フロア）：住民の原発反対等で、海外から見て日本特有と思われるものがあるか。

石黒：迷惑施設は、地域外の人と言う場合が多い。地元は客観的に見ればメリットがある。原子力に対する無理解・無関心が生む風評公害と考える。

バレ（仏）：実際に事故等で迷惑かけた事例は、これまでにない。スーパーフェニックス炉は政府が閉鎖決定したが、地元は復活を希望している。迷惑施設と思う一方で誘致の利益も理解しており、二つの気持ちが混在しているのが正直なところと思う。

日本特有と感じるのは、原子力への恐怖心が強いことである。「もんじゅ」の事故で何故あんなに騒ぐのか理解できなかった。一方、前向きな点としては、国が一貫して原子力を推進していることが挙げられる。

カン：マスコミはマイナーな事故でも大袈裟に騒ぐ。安全は技術と言うより、むしろ社会問題であり、ねばり強く対話する以外に解決方法はない。

④原子力教育について

峯（フロア）：日本では高校までの一般教育でエネルギー、原子力についてきちんと教えていない。外国では教育していると聞いているが？

マーカス：教育は日本の方が文系でも理系でも国際的な試験では成績がよい。米国は州によって異なり、これが米国の一般的制度といえるものはないが、先生の方にカリキュラム等柔軟性が与えられている。自分にはないものは外部の力を借りて教えている。原子力については教師を対象としたワークショップもある。ただし、学校で教えるべきことは多岐に亘っており、原子力教育についても時間的に自ずと限界がある。

宮崎：最近原子力学会でも若手がオープンスクールを企画してやっているが、学校教育については文部省が消極的である。教科書の誤りの訂正を申し入れても受け付けない。それで副読本の形で利用していただいている。今後、省庁再編成で文部省と科技庁が合体するので、密かに期待している。

中村：日本の学校はグラウンド利用にしても閉鎖的である。米国では多くの人に利用してもらう仕組みがすすんでいる。原子力教育は学校のみでなく、社会教育として必要であるし、家庭内から始めるべきである。

家庭内で出来なくて社会でというのは矛盾している。

⑤マスコミの報道について

平沼(フロア)：マスコミの報道には偏ったものが多い。間違っているけど訂正しない。マスメディアの報道のあり方についてご意見を聞きたい。

中村：原子力が報道されるのは事故の時のみであり、社会部の記者が急に対応できないのは当たり前である。間違った報道に対しては、徹底して指摘し、抗議することが大切である。自分もマスコミの間違いの指摘を始めている。

石黒：マスコミは原子力に対して厳しい。一般の人は事故の内容は理解しづらいので新聞論評しか見ない。反対派の人はリアクションが早い。推進派の人も積極的にリアクションすべきである。

三竹(フロア)：原子力に反対ではないが、どの技術にも負の面はある。「もんじゅ」は研究開発だからよいが、プルトニウムMOX燃料を大量に使うのはもう少しゆっくりでよいのではないか。

宮崎：プルトニウムを危険と言う人がワンスルー処理を主張しているが、むしろそれを廃棄する方がより危険ではないか。原子炉の中で利用していくことが一番安全な方法と考える。廃棄物は量的に少ないので施設さえ作らせてくれたら安全上問題はない。化石燃料を一世紀にも満たない内に枯渇させてしまうことの方が余程問題と考える。

最後に各パネリストより、原子力の負の部分は廃棄物で、高速増殖炉(FBR)により廃棄物低減も可能なこと、原子力を推進するならFBRは必須であり、「もんじゅ」の再開を期待していること、また、公(国)と地域エゴとのバランスの必要なことやマスコミとのコミュニケーションの必要なこと、更に議論についてはより和やかな雰囲気を目指したい等の感想が述べられ、意見交換会を終了した。

3.10 エキストラ・プログラム（その2） 原子力熱中塾

フォーラムの一環として、県内の一般市民の方々とサイクル機構の職員がエネルギー問題や原子力の必要性などについて膝を交えて自由に意見交換する「原子力熱中塾」が開かれた。参加者は4つのテーブルに分かれ、昼食をとりながら難しくなりがちなテーマについて気軽に語り合った。その「原子力熱中塾」の意見交換の内容を以下に要約する。

プルトニウムは貴重なエネルギー資源 プルトニウムって何？

プルトニウムは、1940年にアメリカのシーボーグ博士らによって発見された元素なんです。

原子力発電所はウランを燃料に使っています。ウラン燃料とは天然のウランを濃縮したもので、燃えるウラン235と燃えないウラン238で構成されています。ウラン238は燃料として使用されると中性子を吸収、プルトニウムが生成されるんですよ。

Q プルトニウムは危険ではないのですか。

A プルトニウムが出す放射線は物を通り抜ける力の弱いアルファ線なので、紙一枚でも防ぐことができます。万が一プルトニウムを飲み込んでしまったとしても胃や腸などで吸収される割合が低いので、ほとんど体外に排出されます。ただし吸い込んでしまった場合には、動物実験の結果から、量によっては発がんの可能性が推定されています。

Q 天然のウランはどんなところで採れるのですか。

A アフリカやオーストラリアで多く採れます。日本でも岐阜県や岡山県などで発見されていますが、あまり質が良くないので採掘されていません。天然ウランのうち原子力発電の燃料になる燃えるウランは、わずかに0.7%しかないのです。

Q プルトニウムはどうやって作るのですか。

A 燃えないウランに中性子を当てることでプルトニウムに変わります。ウラン燃料を使用する原子炉（軽水炉）でも燃える過程の中でプルトニウムが発生しています。現在の日本の全電力の約35%が原子力によるものです。

が、そのうち原子炉内で発生したプルトニウムが燃えることによって発電された電力はほぼ30%にも上ります。プルトニウムは再生可能な貴重なエネルギー資源なのです。

Q 「もんじゅ」と「ふげん」の燃料は違うのですか。

A 量の違いはありますが、ウランとプルトニウムを混ぜたものということでは同じです。

Q もんじゅ事故で漏れたナトリウムは燃料ではないのですか。

A 燃料ではありません。ナトリウムは、原子炉で発生した熱をとる冷却材です。

Q 核ジャックのようなことは起こりませんか。

A 日本は、原子力基本法に基づいて原子力を平和目的にのみ利用することを基本方針としています。ただ、プルトニウムは核兵器に転用される恐れがある物質ですから、不正な転用が行われないよう国際的なチェックを受けています。また、核ジャックされないよう厳格な措置がされています。しかし、原子力発電用のプルトニウムは純度が低いので簡単には核兵器に転用しにくいと言われています。

Q プルトニウムは発電のほかには使われていないのですか。

A 身近なところでは心臓のペースメーカーの動力源として使われています。

大切な資源を有効活用

限りある資源

私たちが現在使っている電気のうち、約35%は原子力による発電です。原子力発電はウランを燃料に使いますが、その資源には限りがあります。このまま使っていくと石油は約43年で、ウランでも約73年で無くなります。未来のために、今からエネルギー確保について考えていく必要がありますね。

ウランには、燃えるウランが0.7%しか含まれておらず、残りの99.3%は燃えないウランなんです。しかし、いったん使用された燃料の中にはプルトニウムという物質が新たに生成されます。使用済みの燃料を再処理して、プルトニウムを回収し、燃料として利用することが「核燃料サイクル」です。核燃料サイクルによってウランやプルトニウムを有効活用すれば数千年間のエネルギー確保が可能になるんですよ。

Q 安全対策が一番気になります。

A ひとつのミスや故障が起きても大丈夫なように、二重三重のチェック機構が設けてあります。泊原発の運転差し止め訴訟では「原子力発電所の運転自体による具体的な危険は認められない」との結論が出ていますが、機械は壊れるもの、人間はミスをするものとの前提にたち、さらに安全面を強化するように、努力していきます。

Q もんじゅの説明会に出たことがあります。話が難しくて分かりにくい気がしました。もっと簡単にはなりませんか。

A 旧動燃では、技術のことは技術者に任せてくれればよい、といった意識がありました。もんじゅ事故が起きてからは、積極的な情報公開を心がけています。その情報もただ出すだけでなく、どうしたらもっとわかりやすくできるのか、皆様のご意見をいただきながら努力を続けます。

Q きょうのような膝を交えた説明会はとてもわかりやすいです。

A これからもいろいろと思っています。原子力は難しいものと思いついておられる方も多いのですが、ぜひともみなさんにもっと知っていただくよう、わかりやすく説明していきます。

Q コンピューターの2000年問題対応は十分ですか。

A 原子力発電のシステム自体は、日付を使ってコントロールする部分は少ないのです。だからといって安心はできないので、プログラムの総点検を進めています。9月までには終わる予定です。

Q 使い終わった燃料の処分はどうなるのですか。

A 今の段階では、地下500メートルから1000メートルの地下に埋めるということで世界的にも合意しています。そのまま埋めるのではなく、溶けだしたりしないように、化学的に安定しているガラスと一緒に固めます。さらに粘土でくるんで、鉄でくるんでというように幾重にも安全措置を施すよう研究が進められています。

安全まず地元の理解を

もんじゅの今後

Q 「もんじゅ」を現在の場所に建設することにしたのはなぜですか。

A 「もんじゅ」のある敦賀市白木地区は地盤が花こう岩で固く、建設に適していると判断されたためです。

Q 「もんじゅ」の運転再開はいつになりますか。

A まず、改造計画を国に報告して了解を得たうえで、さらに福井県や敦賀市などの了解を得る必要があります。何よりも安全であることを地元の方々に理解していただくためにも、できるだけ早く国の安全審査を受けたいと思っています。再開はその後に改善工事、試験等行った後となります。

Q 「もんじゅ」事故以後、サイクル機構の情報公開が早くなったと思いますが、もっと簡単にだれにでもわかる情報提供の仕方はないのでしょうか。

A アトムプラザにインフォメーションルームがあります。また、来年、敦賀に科学館（仮称）ができます。福井県にもPR展示室をつくり、そういうところを基地にして情報発信に努めていきたいと考えています。

Q 子供からお年寄りまで、分かりやすく解説する市民講座をつくったらどうでしょうか。

A ぜひ、そういう講座を開きたいですね。発電所の見学も受け付けているので、現場へも足を運んでいただきたいと思います。

風力や太陽光発電にも課題

自然エネルギー

Q 主婦としてはゴミ問題に興味がありますが、ゴミを使った発電ができませんでしょうか。

A ゴミを利用したシステムについては、21世紀に入ってから急速に進むのではないかと思います。そのようなシステムを成立させることも大事ですが、ゴミを少なくする努力の方が先ではないでしょうか。

Q 環境を考えると、自然エネルギーを利用した発電を考えてほしい。

A 自然エネルギーを利用した発電技術の開発は、将来的に必要です。自然エネルギーは環境にやさしいというプラス面はありますが、天候などの影響を受けやすくエネルギーの安定性という点ではまだ問題があります。風力発電でも、騒音の問題などがあるようです。

Q 太陽光発電はどうですか。

A 仮に美浜の原子力発電所の発電量を太陽光発電で得ようとすれば、現行の技術では発電装置の規模は鎌倉市全体、福井県なら織田町や芦原町に匹敵するほどの広さが必要になります。アメリカでは砂漠を利用して太陽光

発電が行われていますが、夜は砂ぼこりの掃除が大変と聞いています。昼は太陽が照り、夜は雨が降って装置のゴミを洗い流してくれるような環境が太陽光発電の理想です。世界中捜してもそういう立地条件は難しく、全エネルギー源の基幹となるのは難しい状況です。

原子炉で燃やした燃料を再び燃料として利用 核燃料サイクルって？

現在使用されている電力の約35%は原子力発電によるものです。原子力発電はウランを燃やした時に出る熱を利用して発電を行います。ウランを燃やすと熱と放射線が出て、燃え残りのウランと生成されたプルトニウムなどが残ります。このいったん使用されたウラン燃料は再処理することで、再び燃料として使用することができます。こうしていったん使った燃料を再処理を繰り返して使っていく流れは「核燃料サイクル」と呼ばれています。

サイクル機構は、高速増殖炉の開発と高レベル放射性廃棄物の処理処分を中核の業務とし、使用済み燃料の再処理やプルトニウム燃料の研究などを行っています。サイクル機構が敦賀市白木地区に建設した「もんじゅ」は、燃料にウランとプルトニウムを混ぜたものを使う高速増殖炉です。消費したプルトニウムよりも多くのプルトニウムを生み出す特性があります。1994年4月に初めて臨界に達し、1995年8月に初の送電を行いました。しかしその年の12月、冷却材のナトリウムが漏れる事故を起こし、現在も停止しています。この間、事故の原因究明、もんじゅの設計から設備に至るまでの安全総点検を行い、改革計画を打ち出しています。

事故をきっかけとしてサイクル機構は組織の大幅な改変を行いました。「もんじゅ」のある敦賀市に本社機能を持たせた敦賀本部を設置。情報公開と安全確保につとめ、事故で失われた信頼回復にとりくんでいます。

4. おわりに

核燃料サイクル開発機構敦賀本部では、地球規模でのエネルギー安定確保と環境との調和をテーマとして、原子力の果たすべき役割りと課題を広く議論するため、「第1回敦賀国際エネルギーフォーラムー21世紀のエネルギーと環境ー」を開催した。

本フォーラムは、「エネルギー確保と環境保護」を至上命題として原子力の、とりわけ高速増殖炉の果たすべき役割りを国際的に議論する敦賀地区初めての試みであり、国内外の専門家、地元自治体を含む官界、学界、産業界の代表及びこの問題に関心をお持ちの地元の方々多数のご参加をいただき、活発な議論がなされたことは、大変意義深いものであったと考えている。

フォーラム全体を通じ、アジアに焦点をあてた21世紀のエネルギー需給見通しと環境への影響及び人類の持続的成長の観点から、原子力の役割りが不可欠なこと及び長期的には核燃料サイクルを前提とした高速増殖炉の開発が必要であり、「もんじゅ」再開が世界的にも期待されていることが浮き彫りにされた。加えて、今後は「もんじゅ」から国内外へ高速増殖炉の情報発信を促進し、「もんじゅ」が世界の高速増殖炉開発をリードすべきとの応援もいただいた。

また、地元の方々との意見交換会（エキストラプログラム）では、原子力開発利用のあり方や、わかりやすい原子力に向けての議論がなされ、「もんじゅ」を含めた原子力開発へのご理解を深めていただくことができたと考えている。

今回の国際フォーラムの開催を契機として、エネルギー資源と地球環境の観点から原子力の果たすべき役割りが明確となり、併せて核燃料サイクル開発の必要性について、地元市民の方々を始め各界多数の方々へ問題提起を行い、また理解を深めていただけたものと信ずる。

はじめにも述べたように、本国際フォーラムは、エネルギーと環境との関りの中で、高速増殖炉の果たすべき役割りを議論する敦賀市での初の試みである。開催を重ねることによって敦賀市がこれら議論の国際的な場として発展していくことを期待している。これによって、「もんじゅ」から世界に向けた情報発信を進め、その意義・役割りが深く議論されていくものと確信している。

今回のフォーラムは登壇者の方々は勿論、準備段階からご尽力いただいた運営委員殿、顧問会顧問殿、またご後援をいただいた各機関・団体の方々、サイクル機構外部の関係者各位、そして当日参加下さった聴衆の皆様を含め多くの方々のご尽力、ご協力があって初めて開催できたものである。最後に、本誌面を借りてこれらの多くの方々に改めて感謝の意を表したい。

付録 1 : 英文概要版

The First Tsuruga International Energy Forum

“Energy and Environment in the 21st Century”

Tsuruga, Fukui, Japan 13-14 May, 1999

Summary

Issued

September, 1999

International Cooperation & Technology Development Center

Tsuruga Head Office

JAPAN NUCLEAR CYCLE

DEVELOPMENT INSTITUTE

The First Tsuruga International Energy Forum

“Energy and Environment in the 21st Century”

Summary

The first Tsuruga International Energy Forum, organized by the Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC), was held from 13 through 14 May 1999 at the Wakasa Wan Energy Research Center, Tsuruga City, Fukui Prefecture.

The objectives of the Forum, subtitled “Energy and Environment in the 21st Century”, were: firstly, to stimulate international discussion on harmonization between stable energy supply and the global environment, and especially the role of nuclear power in this respect; secondly, to encourage acceptance of the nuclear fuel cycle development activities, particularly the operation of Monju.

To organize the Forum and decide the program in detail, a steering committee was established whose members included the intellectuals and leaders of local opinion. A special advisory committee was also formed in order to make the Forum meaningful from the viewpoint of mutual understanding between the local people and the nuclear promoters.

The Forum was supported by the following organizations:

- Science and Technology Agency (STA)
- Ministry of Education, Science, Sports and Culture
- Ministry of International Trade and Industry
- The Federation of Electric Power Companies
- Japan Atomic Industrial Forum Inc.
- Federation of Chamber of Commerce and Industry of Fukui Prefecture

- Tsuruga Chamber of Commerce and Industry
- The Atomic Energy Society of Japan
- Japan Society of Energy and Resources.

The organizers invited 11 speakers from 7 countries: France, Germany, Korea, Russia, Sweden, UK and USA, and 13 speakers from within Japan, representing the Atomic Energy Commission, government, academia, and the electric power generation companies. The total number of domestic and overseas participants on the first day was approximately 600, and on the second day approximately 450.

On the first day, the participants were welcomed to Tsuruga City and the Forum by Mr. E. Takeuchi, Vice President of JNC and Senior Executive Director of JNC Tsuruga Head Office. Opening addresses were also given by three special guests to the Forum: Mr. H. Makino, Director in the Fukui Prefectural Government; Mr. K. Kawase, Mayor of Tsuruga City; and Mr. T. Imamura, Director General of STA.

The keynote speeches were given by Dr. Y. Fujiie, Acting-Chairman of the Japan Atomic Energy Commission and Mr. N. Chamberlain, Deputy Chairman of BNFL. Professor J. Nishizawa, former President of Tohoku University, also made a special lecture.

The subject of Session I was “World Energy Demand in the 21st Century” and that of Session II, “Energy and Environment”. These were followed by a panel discussion on both session themes. After the plenary session on the first day, as an extra-program event, an open discussion meeting was held among speakers and general participants from the floor; discussion focused on nuclear power development and utilization.

All the speakers stressed that the utilization of nuclear power, alongside an

appropriate management strategy for radioactive waste, is indispensable. Limitations on the use fossil resources will become increasingly severe due to the problem of CO₂ emissions and, as yet, the new 'alternative' energy production systems under development cannot meet the current and projected energy demand. Further, they emphasized the necessity of fast breeder reactor development, as this would provide more efficient utilization of uranium resources. The restart of Monju, they pointed out, is of worldwide importance in this context.

In the first keynote speech entitled "Nuclear Information – From Wakasa to the World", Acting-Chairman Fujiie predicted that mankind would be forced to reconsider drastically the oil culture because of the risk of irreversible damage to the global environment. The development of the fast reactor system, with the ultimate goal of "recycle and zero-release", is indispensable to meet long-term energy requirements, making the restart of Monju a most important issue. World attention in nuclear power development and utilization is now being focused on Japan; JNC has recognized this situation and it must make available worldwide the technical information obtained from the operation of Monju, with the support from Wakasa area.

The second keynote speech, entitled "The Role of Nuclear Fuel Cycle and Related Research and Development", by Mr. Chamberlain, highlighted the extent to which nuclear systems contribute to the reduction of CO₂ emissions. The fast breeder reactor system had the further advantage of conserving uranium resources. However, it was vital to address the concerns about nuclear power felt by the public regarding, for example, safety and radioactive waste disposal. The restart of Monju operation would be a major step towards the introduction of the fast reactor cycle and the solution of worldwide energy problems. The nuclear industry of the UK wholeheartedly endorsed the nuclear development strategy of Japan.

In Session I, there were two presentations entitled: "Forecast of Global Energy Consumption and Related Key Issues in Securing Stable Energy Supply", by Dr. K. Calder, Special Advisor to the US Ambassador to Japan, and "Asian Energy Best Mix towards 21st Century" by Mr. K. Suetsugu, Director General of the Asia-Pacific Energy Forum. These presentations, focusing mainly on Asia, examined the forecasts for energy demand, security of energy supply and the impact on the environment in the 21st Century. Both speakers emphasized that nuclear energy should play an important role in long-term sustainable development to avoid energy crisis.

The special lecture, by Professor Nishizawa, entitled "Research and Development and Its Long Years Path to Commercialization", emphasized the role of science and technology in coping with the forecast of increase of the world energy demand, though, in general, it takes a long time for an invention or a result of research and development to be commercialized. Nuclear energy, especially the development of the fast breeder system, is important to avoid the consumption of fossil fuels such as coal or oil, which emit CO₂. For the longer term he put forward the idea of a global electricity network using a combination of hydro-electric power generation and DC power transmission.

Session II opened with a presentation entitled "Issues and Trends Related to Control of Greenhouse Gas Emissions – A Perspective from COP3 and COP4", by Dr. R. Eynon from the US Department of Energy. He explained that the US needs to replace coal-fired power stations, which at present generate more than 50% of total electricity supply, by some alternative electricity generating system in order to meet its commitments on greenhouse gas reduction. Nuclear power can help to achieve this, but with construction at a standstill, the key issue will be life-extension of existing nuclear power plants. It will be extremely challenging to achieve in 12 years the targets set at the Kyoto conference.

In the presentation entitled "The Role of Highly Industrialized Nations to Prevent Global Warming", Professor A. Morishima, President of the Institute for Global Environmental Strategies, described the energy situation in Japan. It was agreed at COP3 in Kyoto, 1997, that the highly industrialized countries should reduce their CO₂ emissions by 5% on average (6% for Japan) relative to the level in 1990 by the year between 2008~2010. Taking into account the additional release of CO₂ from the developing countries, the industrialized countries will almost certainly be required to further reduce emissions, perhaps by up to 50% by the end of 21st Century. To overcome this problem, Japan plans to construct an additional 20 nuclear power stations and implement energy saving policies. Public acceptance is essential for the construction plan to be carried through, and so all information, even that may cast the nuclear industry in a bad light, should be fully open to the public.

After these two sessions there was a panel discussion on problems of nuclear power utilization from the social, economic as well as environmental viewpoints. Dr. H. Heden, Deputy Director General of Swedish National Energy Administration, explained that Sweden is developing new technologies considered to have low environmental impact, such as biomass power generation, as a means of phasing out nuclear power. On the other hand, the government policy, that required all-out abandonment of nuclear power generation by 2010, has been modified such that the time limit is no longer specified.

Dr. W. Suess, Head of Communications for Bayernwerk AG, explained the new situation in Germany, in which a coalition of the Green Party and the Social Democrat Party have set aside ideological considerations in order to seek a pragmatic solution to energy problems, and have now entered into discussions with the electric power companies. The number of the people who accept the need for nuclear power is gradually increasing.

The general conclusion of the panel discussion was that Japan must take a greater international role in energy technology development and should challenge worldwide difficult issues.

The second day began with Session III, the title of which was “Nuclear Energy Development”. This session was in two parts: (1) “Review and Perspective of Nuclear Development in the World” and (2) “Review and Perspective of Monju”. After the session there was a panel discussion entitled “Partnership with Local Communities”. In parallel to the final presentations of the session, there was an extra-program event, “Satellite Meeting to Answer Questions about Nuclear Power and Monju”. For this meeting, the participants were divided into four small groups and questions from concerned citizens were discussed with specialists from JNC in face to face conversation.

Part 1 – Review and Perspective of Nuclear Development in the World

Professor G. Marcus from the American Nuclear Society presented a paper “Prospects for Nuclear Power in the United States in the New Millennium”. She pointed out that nuclear power still plays a substantial role in US electricity supply, even though the construction of nuclear power plants has stagnated in recent years. Currently 105 nuclear power plants are in operation supplying over 20% of the total electricity demand. The operating licenses of almost all the currently operating nuclear power plants will expire between 2010 and 2025; applications for license renewal to extend operating life must be submitted to the US Nuclear Regulatory Commission. Recently recognition of the need for nuclear power in resolving global environmental problems has gradually grown among US policy-makers.

In his presentation, entitled “The Role of Nuclear Power and related R&D in Korea”, Professor C. Kang of Seoul National University identified four major

roles for nuclear power in Korea as: 1) assuring stable energy supply, 2) reducing the national trade deficit, 3) lowering electricity bills and 4) mitigating the global warming problem. Based on these roles, the vision for nuclear power in the 21st Century in Korea is to develop nuclear technology as a profitable export product and Korean nuclear power industries intend to strengthen their economic competitiveness through a major reform. The Korean advanced nuclear power plant KNGR of 1300 MWe is being developed, aiming at power generation in 2010, and the basic design for a liquid metal cooled reactor KALIMER will be completed in 2006.

Dr. B. Barré, Director of Nuclear Reactors for the French Atomic Energy Commission (CEA) and Vice-President of the European Nuclear Society, made a presentation entitled “European Views on Nuclear R&D and related Issues”. Nuclear power currently accounts for 35% of the total electricity within EU and, because of the COP3 commitment to reduce greenhouse gas emissions, public opinion regarding nuclear power has recently become more positive in Germany, Sweden and Switzerland. Both COGEMA (France) and BNFL (UK) have long supported reprocessing and MOX recycling, and France and Germany are together developing the European Pressurized Water Reactor (EPR). R&D in the FBR field also continues in close cooperation with Japan, aiming at a more efficient use of uranium resources and elimination of high-level long-lived radioactive waste. Dr. Barré further emphasized that the resumption of Monju operation is imperative to international cooperation on FBR development.

The presentation by Dr. A. Grachev, Director of the Research Institute of Atomic Reactors, entitled “Russian Efforts for FBR Development and its Application to Nuclear Disarmament”, described the current situation in Russia. He explained the Russian-US program for the disposal of excess plutonium from nuclear weapons, its utilization in fast reactors such as the existing BOR-60 and BN-600, and its conversion to MOX fuel – now underway in collaboration with the United

States, France, Germany, Canada and Japan.

Part 2 – Review and Perspective of Monju

The Deputy Director of Monju, Mr. K. Ito, under the title “Results and Future Outlook of R&D Activities in Monju”, set out the objectives of the Monju project: In addition to experience in design, fabrication and construction already obtained, Monju would be used to confirm the performance, safety and reliability in operation of an FBR power plant and, at a later stage, to conduct research in important fields such as trans-uranic nuclide transmutation. He added that although the current target of Monju program must be to restart operation, its ultimate purpose is to demonstrate the technologies and provide the R&D data required for the commercialization of FBR plants.

Mr. Y. Kani of the Monju Construction Office spoke on the topic, “Improvements to Enhance Monju Safety”. He described the comprehensive review of safety conducted since the sodium leak, and the proposed plant improvements now being investigated: (1) installation of additional sodium leak detectors, (2) increasing the capacity of the sodium drain system, (3) installation of a nitrogen gas extinguisher system to put out sodium fires, (4) dividing the secondary sodium area into smaller sealed zones to prevent the spread of sodium aerosol.

Mr. J. Kono, from JNC Tsuruga Head Office, presented “Activities to Enhance Public Acceptance by Regional Communities”. He reviewed the activities carried out since the sodium leak accident to recover public confidence in JNC. These activities had included explanatory meetings and site tours, aimed at raising public understanding of the Monju project.

In his presentation entitled “The Future of Monju – Expectations of an International Research Fellow”, Mr. P. Harrison, a British researcher working at

Monju, emphasized the importance of the Monju project from the perspective of international cooperation on FBR development. The reduction in scale of American and European FBR development at a time, when new FBR projects are growing in Asia, places Japan at the forefront in setting standards in design and safety for this field. The information technologies of the Internet can provide a means to open and further internationalize the Monju project. To achieve the technical objectives of the FBR program, the highest priority must be given to the early restart of Monju.

Extra Session "Partnership with Local Communities":

This special session opened with a keynote speech, "Perspective on R&D for Advanced Power Reactor and Expectations to the Wakasa-Tsuruga Region", by Mr. Y. Moriguchi from the Power Reactor Development Division of STA. He underlined the low CO₂ emissions associated with nuclear power plants, by drawing comparisons with fossil-fuel plants using coal, petroleum and natural gas. The particular circumstances of Japan, due to its lack of natural energy resources, made the development of nuclear power, especially the FBR and nuclear fuel cycle technologies, extremely important. After a thorough review, the STA had reached the conclusion that the long-term scenario for developing the FBR was an appropriate option for future energy supply. On this basis, Japan should continue to develop the FBR, from the viewpoint that Japan should contribute to the worldwide challenging development, even if other countries reduced their FBR programs. Mr. Moriguchi then described STA regional schemes to support and promote R&D on innovative technologies and its transformation into viable business ventures. The STA would encourage cooperative development as, for example, in the utilization by outside companies of patents held by JNC. Finally, he expressed his wish that, with the consensus of local communities, Monju should be restarted as soon as possible.

In the course of the ensuing panel discussion, Ms. C. Berger, from Los Alamos

National Laboratory, explained that the State of New Mexico contributes 30% of the budget for the laboratory. The presence of laboratory has a mutually beneficial effect on the local economy including employment, and assistance to local businesses through, for example, training for local college students and organizing an inventor's forum each month.

Public acceptance of nuclear power in France was described by Mr. J-J. Lavigne, Counselor at the French Embassy in Japan, where in France almost all the electricity is produced domestically, 80% by nuclear and 20% by hydro-electric power. The high percentage of nuclear generation gives the public a clear view of the benefits of nuclear power and has a significant impact on improving public acceptability. In 2006, the National Assembly will decide a strategy for the disposal of high-level radioactive waste based on R&D currently being carried out by the nuclear industry.

Mr. T. Tanaka, former Mayor of Takahama-cho in the Wakasa region spoke of his experience. Nuclear power stations in Takahama, the population of which is only 12,500, produce 3,390MW of electricity, which corresponds to total demand of Kyoto, Shiga and Nara Prefectures. He felt it was unfortunate that such a small community should be placed at the center of major and controversial decisions about nuclear power plant siting without greater support from outside.

The panelist from JNC, Mr. S. Kikuchi, Executive Director at Tsuruga Head Office, said that JNC employees consider themselves to be first and foremost members of the local community. Although the complete integration of a new industry into an existing community inevitably takes time, through openness and involvement, a genuine partnership can be created.

The panel discussed partnership with local communities, the relationship with the

press and mass media. It was pointed out that the real objective should be a situation where the local people and the nuclear industry employees share lives in the local towns in a completely natural way.

On 15th May a technical tour to Monju was organized and about 30 people, including speakers and panelists, participated.

Particularly noteworthy points arising from the Forum were:

1. Nuclear power will play a significant role in meeting the forecast of energy demand of Asia in the 21st Century, reducing damage to the global environment, and maintaining sustainable development.
2. The FBR, as an integral part of the nuclear fuel cycle system, is necessary from the standpoint of a long-term energy policy, hence the restart of Monju is of worldwide importance.
3. It was widely felt that Monju should become an international center of FBR technology, responsible both for leading FBR development and sharing the information so obtained.

To promote the worldwide spread of information on FBR technology from Monju, the Tsuruga Head Office of JNC would undertake to organize this kind of forum periodically in Tsuruga City.

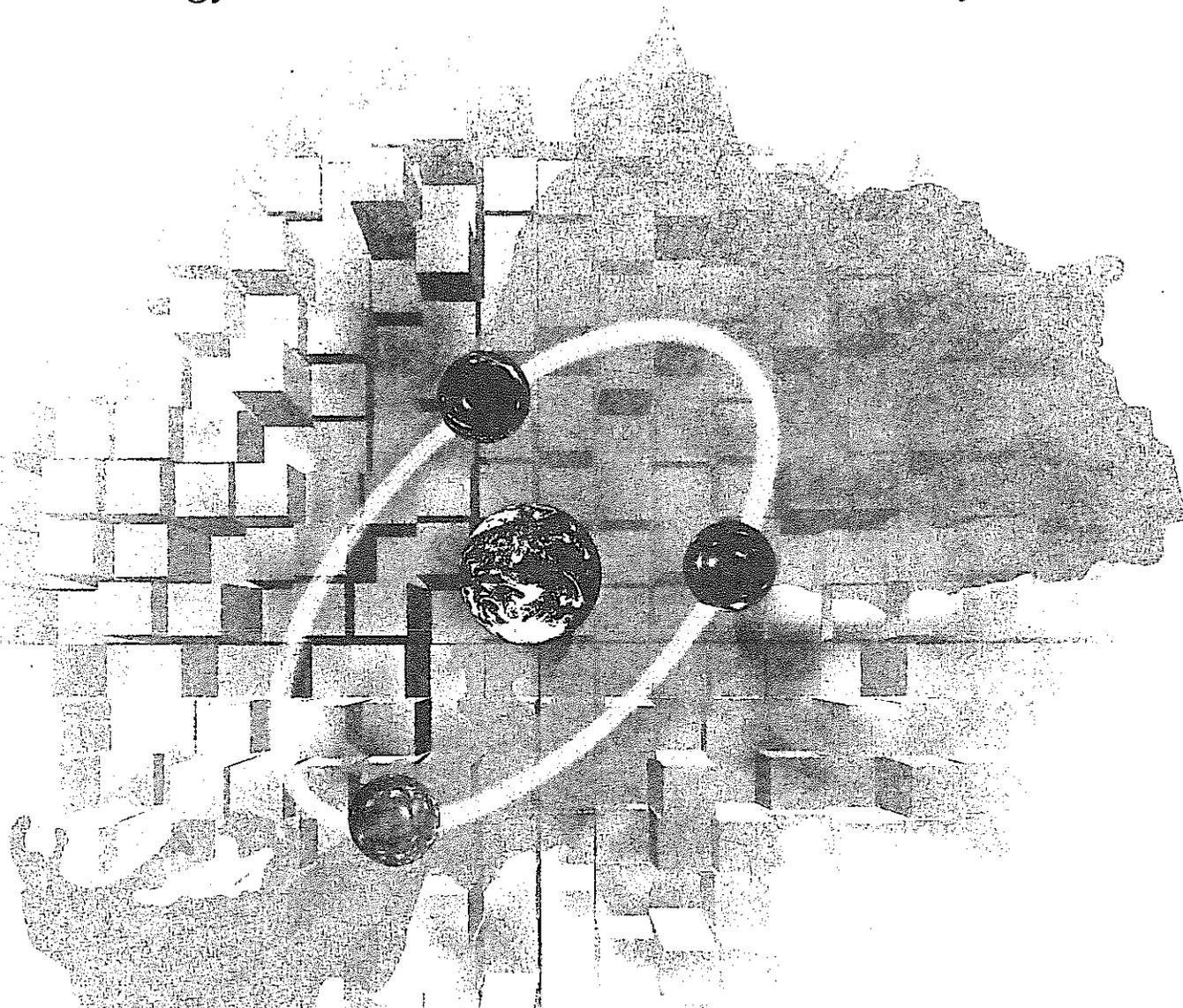
付録 2 : プログラム

(当日配付資料)

第1回 敦賀国際エネルギーフォーラム

The First Tsuruga International Energy Forum

"21世紀のエネルギーと環境"
"Energy and Environment in the 21st Century"



日時：平成11年5月13日(木)～14日(金)
May13(Thu.)～14(Fri.)

会場：福井県若狭湾エネルギー研究センター
The Wakasa Wan Energy Research Center

主催：核燃料サイクル開発機構
Organized by : Japan Nuclear Cycle Development Institute

後援：科学技術庁 文部省 通商産業省
電気事業連合会 社団法人日本原子力産業会議
福井県経済団体連合会 敦賀商工会議所
社団法人日本原子力学会 エネルギー・資源学会

Supported by : Science and Technology Agency / Ministry of Education, Science, Sports and Culture / Ministry of International Trade and Industry
The Federation of Electric Power Companies / Japan Atomic Industrial Forum Inc.
Federation of Chamber of Commerce and Industry in Fukui Prefecture / Tsuruga Chamber of Commerce and Industry
Atomic Energy Society of Japan / Japan Society of Energy and Resources

顧問

飯田 孝三
垣花 秀武
茅 陽一
児嶋 眞平
三田村 紘二
山内 フミ子

日本原子力発電株式会社取締役会長
財団法人若狭湾エネルギー研究センター理事長
慶応義塾大学教授
福井大学学長
福井経済同友会代表幹事
福井県連合婦人会会長

運営委員

浅田 ひで子
阿路川 勇
荒川 鐵太郎
上村 雅一
神田 啓治
岸田 哲二
近藤 駿介
佐和 隆光
鈴木 篤之
平井 啓詞
牧野 百男
三宅 正宣
宮崎 慶次
安井 至
竹内 榮次
菊池 三郎

福井県連合婦人会副会長
敦賀市企画部長
元三菱化学株式会社常務取締役
北陸電力株式会社取締役
京都大学教授
関西電力株式会社取締役
東京大学教授
京都大学教授・経済研究所所長
東京大学教授
中部電力株式会社支配人
福井県県民生活部長
福井工業大学学長
大阪大学教授
東京大学国際・産学共同研究センター長・教授
運営委員長 核燃料サイクル開発機構敦賀本部長
核燃料サイクル開発機構理事

ADVISORY GROUP

Kozo Iida
Hidetake Kakihana
Youichi Kaya
Shinpei Kojima
Kouji Mitamura
Fumiko Yamauchi

Chairperson of the Board of Director, The Japan Atomic Power Company
President, The Wakasa Wan Energy Research Center
Professor, Keio University
President, Fukui University
Representative, Fukui Keizai Doyu Kai
(Fukui Association of Corporate Executives)
Chairperson, Fukui Conference of Women's Association

ORGANIZING COMMITTEE

Hideko Asada
Isamu Ajigawa
Tetsutaro Arakawa
Masaichi Kamimura
Keiji Kanda
Tetsuji Kishida
Syunsuke Kondo
Takamitsu Sawa
Atsuyuki Suzuki
Keiji Hirai
Hyakuo Makino

Vice Chairperson, Fukui Conference of Women's Association
Director, Planning Department, Tsuruga City
Former Managing Directors, Mitsubishi Chemical Co.
Director, Hokuriku Electric Power Company
Professor, Kyoto University
Director, General Manager, The Kansai Electric Power Co., Inc.
Professor, The University of Tokyo
Professor, Director, Institute of Economic Research, Kyoto University
Professor, The University of Tokyo
Senior General Manager, Chubu Electric Power Co., Inc.
Director, Prefectural Citizens' Livelihood Department,
Fukui Prefectural Government

Masanobu Miyake
Keiji Miyazaki
Itaru Yasui

President, Fukui University of Technology
Professor, Osaka University
Professor, Director, Center for Collaborative Research,
The University of Tokyo

Eiji Takeuchi

Chairperson of the Committee, Senior Director of Tsuruga Head Office,
Japan Nuclear Cycle Development Institute

Saburo Kikuchi

Executive Director, Japan Nuclear Cycle Development Institute

メッセージ

21世紀を直前に迎えた現在、環境との調和を図りつつエネルギーを確保するとの姿勢が絶対的な条件として求められています。

来るべき21世紀の世界のエネルギー事情を展望し、文化的な生活維持に必要なエネルギーの確保と環境の両立をテーマとして、原子力の果たすべき役割りと課題を広く議論するため、「21世紀のエネルギーと環境」と題し第1回敦賀国際エネルギーフォーラムを開催させていただきます。

今後の原子力エネルギーの開発にあたっては、世界のエネルギー事情、エネルギー需要の増大に伴う地球温暖化問題、諸外国およびわが国の原子力開発の進展の十分な見極めが必要と考え、本国際フォーラムを企画した次第です。

本国際フォーラムは、原子力の、とりわけ高速増殖炉の果たすべき役割りを議論する敦賀市での第一回目の試みであります。開催を重ねることによって敦賀市がこれら議論の国際的な場として発展していくことが期待されます。これによって、「もんじゅ」の意義・役割りが深く議論されることにもなります。

今回の国際フォーラムの開催を契機として、エネルギー資源と地球環境の観点から原子力の果たすべき役割りが明確となり、併せて核燃料サイクル開発の必要性について更にご理解を深めていただければ幸いと存じます。

「第1回敦賀国際エネルギーフォーラム」
運営委員会 委員長
竹内 榮次

INVITATION

On the eve of the 21st century, there is a growing expectation of a new role for nuclear power as a means to harmonize energy growth with environmental conservation.

An international forum entitled "Energy and Environment in the 21st Century" will be held to discuss the role of nuclear power and related issues such as global energy demand in the coming century in order to seek a balanced and environmentally acceptable solution.

When predicting the development of nuclear power, it is essential to take into account many different factors; the global energy situation, global warming associated with energy growth, and the status of world and Japanese domestic nuclear energy technology.

This forum, which gives special consideration to the role of nuclear power and fast reactors in particular, is the first of its kind to be held in Tsuruga City. I hope that it is the first of many, so that Tsuruga City, the home of the Monju project, will become an international focus for the discussion of these important issues and make this city a world center of fast reactor development.

It is my sincere wish that this forum serves to promote a deeper understanding of the role of nuclear power and nuclear cycle development against the background of worldwide energy resources and global environmental concerns.

The First Tsuruga International Energy Forum
Chairman, Organization Committee
Eiji Takeuchi

会議プログラム

5月13日(木曜)

- 9:00 主催者挨拶
核燃料サイクル開発機構敦賀本部長 竹内榮次
来賓ご挨拶
福井県県民生活部長 牧野百男氏
敦賀市長 河瀬一治氏
科学技術庁長官官房審議官 今村努氏
- 9:30 基調講演
(KN-1)「若狭から世界へー原子力の情報発信をー」
原子力委員長代理 藤家洋一氏
(KN-2)「新型炉及び核燃料サイクルシステムの意義」
英国原子燃料会社副総裁 ネヴィル・チェンバレン氏
- 11:00 休憩
- 11:30 セッション-I 「21世紀の世界のエネルギー事情」
座長：日本原子力発電株式会社取締役会長 飯田孝三氏
(S1-1)「世界のエネルギー事情とその確保に伴う課題」
駐日米国大使特別補佐官 ケント・カルダー氏
(S1-2)「21世紀に向けてのアジアのエネルギーベストミックス」
アジア・太平洋エネルギーフォーラム代表幹事 末次克彦氏
- 12:30 昼休み
- 13:30 特別講演
座長：核燃料サイクル開発機構特別技術参与 植松邦彦
(SP-1)「研究開発と実用化の道のり」
前東北大学総長 西澤潤一氏
- 14:30 休憩
- 14:45 セッション-II 「エネルギーと環境」
座長：京都大学教授・経済研究所所長 佐和隆光氏
(S2-1)「地球温暖化ガス排出規制の動き-COP3, COP4からの今後」
米国エネルギー省エネルギー情報局研究アナリスト ロバート・アイノン氏
(S2-2)「地球温暖化防止のための先進国の役割」
財団法人地球環境戦略研究機関理事長・上智大学教授 森嶋昭夫氏
- 15:45 休憩

SCIENTIFIC

Thursday, 13th May

- 9:00 **Opening and Welcoming Remarks**
 (E. Takeuchi, *Senior Director of Tsuruga Head Office, JNC*)
Address by Special Guests
 (H. Makino, *Director, Fukui Prefectural Government*)
 (K. Kawase, *Mayor, Tsuruga-shi*)
 (T. Imamura, *Director General, STA*)
- 9:30 **Keynote Speeches**
 (KN-1)"Nuclear Information - From Wakasa to the World - "
 (Y. Fujiie, *Deputy Chairman, Japan Atomic Energy Commission*)
 (KN-2)"The Importance of Advanced Reactor Systems and Fuel Cycles "
 (N. Chamberlain, *Deputy Chairman, BNFL, UK*)
- 11:00 *Coffee Break*
- 11:30 **Session-I, "World Energy Demand in the 21st Century"**
 Chaired by K. Iida, *Chairman, JAPC*
 (S1-1)"Forecast of Global Energy Consumption and related Key Issues in Securing
 Stable Energy Supply"
 (K. E. Calder, *Special Adviser to the Ambassador, United States Embassy in Japan*)
 (S1-2)" 'Best Mix' Approach to Energy Supply in Asia for the 21st Century "
 (K. Suetsugu, *Director General, Asian-Pacific Energy Forum*)
- 12:30 *Lunch*
- 13:30 **Special Plenary Session**
 Chaired by K.Uematsu, *Special Technical Advisor, JNC*
 "Research and Development and Its Long Years Path to Commercialization"
 (J. Nishizawa, *former President of Tohoku University*)
- 14:30 *Coffee Break*
- 14:45 **Session-II, "Energy and Environment"**
 Chaired by T. Sawa, *Professor, Kyoto University*
 (S2-1)"Issues and Trends Related to Control of Greenhouse Gas Emissions -
 A Perspective from COP3 and COP4"
 (R. T. Eynon, *Analyst, USDOE*)
 (S2-2)"Role of Highly Industrialized Nations to Prevent Global Warming"
 (A. Morishima, *President of Institute for Global Environmental Strategies
 and Professor of Sophia University*)
- 15:45 *Coffee Break*

会議プログラム

16:15 セッション-I 及び-II のパネル討論と質疑応答
座長：京都大学教授 神田啓治氏
パネリスト：
スウェーデンエネルギー庁副長官 ホーカン・ヘーデン氏
独国バイエルンヴェルク電力広報部長 ヴェルナー・ズース氏
駐日米国大使特別補佐官 ケント・カルダー氏
財団法人地球環境戦略研究機関理事長・上智大学教授 森嶋昭夫氏

18:00 終了

18:30 ~ エキストラ・プログラム (その1)
20:00 (国内外有識者および一般参加者による自由な意見交換会)
司会：核燃料サイクル開発機構理事 菊池三郎
パネリスト：
米国原子力学会評議委員 ゲール・マーカス女史
韓国ソウル大学教授 チャン・スン・カン氏
仏国原子力庁原子炉局長・欧州原子力学会副会長 ベルトラン・バレ氏
福井県原子力平和利用協議会事務局長 石黒順二氏
財団法人電力中央研究所研究顧問・科学ジャーナリスト 中村政雄氏
大阪大学教授 宮崎慶次氏

5月14日 (金曜)

9:00 セッション-III 第1部 「原子力開発：世界の現状と展望」
座長：関西電力株式会社取締役 岸田哲二氏
(S3-1) 「21世紀を見据えた米国原子力開発の新たな取り組み」
米国原子力学会評議委員 ゲール・マーカス女史
(S3-2) 「韓国における原子力の役割とその研究開発」
韓国ソウル大学教授 チャン・スン・カン氏
(S3-3) 「原子力研究および開発とその関連事項に関するヨーロッパにおける展望」
仏国原子力庁原子炉局長・欧州原子力学会副会長 ベルトラン・バレ氏
(S3-4) 「ロシアにおける高速炉開発とその核軍縮への貢献」
ロシア国立原子炉研究所所長 アレクセイ・グラチョフ氏

10:40 休憩

SCIENTIFIC

- 16:15 Panel Discussions and Q & A on Sessions-I & -II
 Chaired by **K. Kanda**, *Professor*, Kyoto University
 Panelists:
 H. Heden, *Deputy Director General*, Swedish National Energy
 W. Suess, *Head of Communications*, Bayernwerk AG
 K. E. Calder, *Special Adviser to the Ambassador*, United States Embassy in Japan
 A. Morishima, *President of Institute for Global Environmental Strategies*
 and *Professor of Sophia University*
- 18:00 Adjourn
- 18:30 ~ Informal discussion meeting between experts and local attendees
20:00 Chaired by **S. Kikuchi**, *Executive Director*, JNC
 Panelists:
 G. H. Marcus, *Board of Directors*, American Nuclear Society, USA
 C. S. Kang, *Professor*, Seoul National University, Korea
 B. Barre, *Director*, CEA, France and Vice Chairman of ENS
 J. Ishiguro, *Director General*, Fukui Peaceful Utilization of Atomic Energy
 Committee
 M. Nakamura, *Senior Research Adviser*, CRIEPI
 K. Miyazaki, *Professor*, Osaka University

Friday, 14th May

- 9:00 Session-III, "Nuclear Energy Development, Part-1: "World; Review and Perspective"
 Chaired by **T. Kishida**, *Executive Director*, Kansai Electric Power
 (S3-1)"Prospects for Nuclear Power in the United States in the New Millennium"
 (**G. H. Marcus**, *Board of Directors*, American Nuclear Society, USA)
 (S3-2)"The Role of Nuclear Power and Related R&D in Korea"
 (**C. S. Kang**, *Professor*, Seoul National University, Korea)
 (S3-3)"European Views on Nuclear R&D and related Issues"
 (**B. Barre**, *Director*, CEA, France and Vice President of ENS)
 (S3-4)"Russian Efforts for FBR Development and Its Application to Nuclear
 Disarmament"
 (**A. F. Grachev**, *Director*, Research Institute of Atomic Reactors, Russia)
- 10:40 *Coffee Break*

会議プログラム

- 11:00 セッション-III 第2部「原子力開発:もんじゅの現状と展望」
座長:大阪大学教授 宮崎慶次氏
(S3-5)「もんじゅに係わる研究開発の成果と展望」
核燃料サイクル開発機構敦賀本部もんじゅ建設所副所長 伊藤和元
(S3-6)「もんじゅの安全性強化に向けた改革計画」
核燃料サイクル開発機構敦賀本部もんじゅ建設所
前改革推進グループリーダー 可児吉男
(S3-7)「もんじゅの地元理解に向けた取り組み」
核燃料サイクル開発機構敦賀本部業務統括部長 河野二郎
(S3-8)「海外研究員からのもんじゅへの期待」
核燃料サイクル開発機構国際特別研究員 ピーター・ハリソン
- 12:10 昼休み
- 11:50 ~ エキストラ・プログラム (その2) -原子力熱中塾-
13:30 (原子力や「もんじゅ」の役割などについて気軽にご説明、意見交換する場)
塾長:核燃料サイクル開発機構理事 菊池三郎
世話役:
同特任参事・ふげん発電所所長 柳澤務
同敦賀本部副本部長 石村毅
同技術企画部長 向和夫
同福井事務所所長 鈴木侃
- 13:30 「原子力開発:地元との共生について」
座長:読売新聞社論説委員 梶原誠一氏
(S3-9)「新型炉研究開発の展望と若狭湾地区への期待」
科学技術庁原子力局動力炉開発課長 森口泰孝氏
- パネル討論「地元との共生について」
座長:読売新聞社論説委員 梶原誠一氏
パネリスト:
米ロスアラモス国立研究所部長 チャーリル・バーガー女史
駐日仏国大使館原子力参事官 ジャン・ジャック・ラビーニ氏
前高浜町長 田中通氏
科学技術庁原子力局動力炉開発課長 森口泰孝氏
核燃料サイクル開発機構理事 菊池三郎
- 15:10 休憩
- 15:20 フロアとの質疑
- 15:50 閉会の辞
核燃料サイクル開発機構理事・もんじゅ建設所所長 平澤眞一郎

SCIENTIFIC

- 11:00 **Session-III, "Nuclear Energy Development, Part-2: "Japan; Review and Perspective of Monju"**
 Chaired by **K. Miyazaki**, *Professor*, Osaka University
(S3-5)" Results and Future Outlook of R&D Activities in Monju"
 (**K. Ito**, *Deputy Director*, Monju, JNC)
(S3-6)"Improvements to enhance Monju Safety"
 (**Y. Kani**, *former Group Leader*, Monju, JNC)
(S3-7)"Activities to enhance public acceptance by regional communities"
 (**J. Kono**, *Director*, Administration, Tsuruga Head Office, JNC)
(S3-8)" The Future of Monju : Expectations of an International Research Fellow "
 (**P. Harrison**, *Engineer*, JNC)
- 12:10 *Lunch*
- 11:50 ~ **Satellite Meeting to Answer Questions about Nuclear Power and Monju**
13:30 Chaired by **S. Kikuchi**, *Executive Director*, JNC
 Panelists:
 T. Yanagisawa, *Director of Fugen*, JNC
 T. Ishimura, *Deputy Senior Director*, Tsuruga Head Office, JNC
 K. Mukai, *Director*, Tsuruga Head Office, JNC
 T. Suzuki, *Director*, Fukui Office, JNC
- 13:30 **"Nuclear Energy Development: "Partnership with Local Communities"**
 Chaired by **S. Kajiwara**, *Editorial Writer*, Yomiuri-shinbun Osaka
(S3-9)"Perspective on R&D for Advanced Power Reactor and Expectations to the
 Wakasa-Tsuruga Region"
 (**Y. Moriguchi**, *Director*, Power Reactor Development Division, STA)
- Panel Discussions, " Partnership with Local Communities "**
 Chaired by **S. Kajiwara**, *Editorial Writer*, Yomiuri-shinbun Osaka
 Panelists:
 C. Berger, *Director*, LANL, USA
 J-J. Lavigne, *Counselor*, French Embassy in Japan
 T. Tanaka, *former Mayor of Takahama-cho*, Fukui
 Y. Moriguchi, *Director*, Power Reactor Development Division, STA
 S. Kikuchi, *Executive Director*, JNC
- 15:10 *Coffee Break*
- 15:20 **Q&A with the Audience**
- 15:50 **Closing Remarks**
 (**S. Hirasawa**, *Executive Director and Director of Monju*, JNC)

<お問い合わせ先>

核燃料サイクル開発機構 敦賀本部 国際技術センター

敦賀国際エネルギーフォーラム事務局

〒919-1279 福井県敦賀市白木2-1

TEL 0770-39-9151

FAX 0770-39-9103

E-mail forum@t-hq.jnc.go.jp

サイクル機構ホームページ <http://www.jnc.go.jp/>

付録3：OHP集

(当日配付資料)

第1回 敦賀国際エネルギーフォーラム

The First Tsuruga International Energy Forum

”21世紀のエネルギーと環境”

"Energy and Environment in the 21st Century"

予稿集

Proceedings

May 13th ~ 14th, 1999

核燃料サイクル開発機構

Japan Nuclear Cycle Development Institute

1999年4月30日

アジア・太平洋エネルギーフォーラム

代表幹事 末次克彦

第1回 敦賀国際エネルギーフォーラム 講演の演題と骨子

「21世紀に向けてのアジアのエネルギーベストミックス」

1. アジアのエネルギー需給動向
 - 1) 通貨・経済危機と需給動向
 - 2) 輸入依存度上昇とエネルギー貿易

2. 地球温暖化とアジアの対応
 - 1) COP3体制とアジア
 - 2) 中国の課題
 - 3) 地域エネルギーベストミックス

3. アジアのエネルギーと安全保障の関係
 - 4) 中東・中央アジアとの関係
 - 5) 地域エネルギー開発と国際関係

4. アジアの原子力発電の課題
 - 1) 地域協力の課題
 - 2) 資金、技術移転、核拡散防止

以上

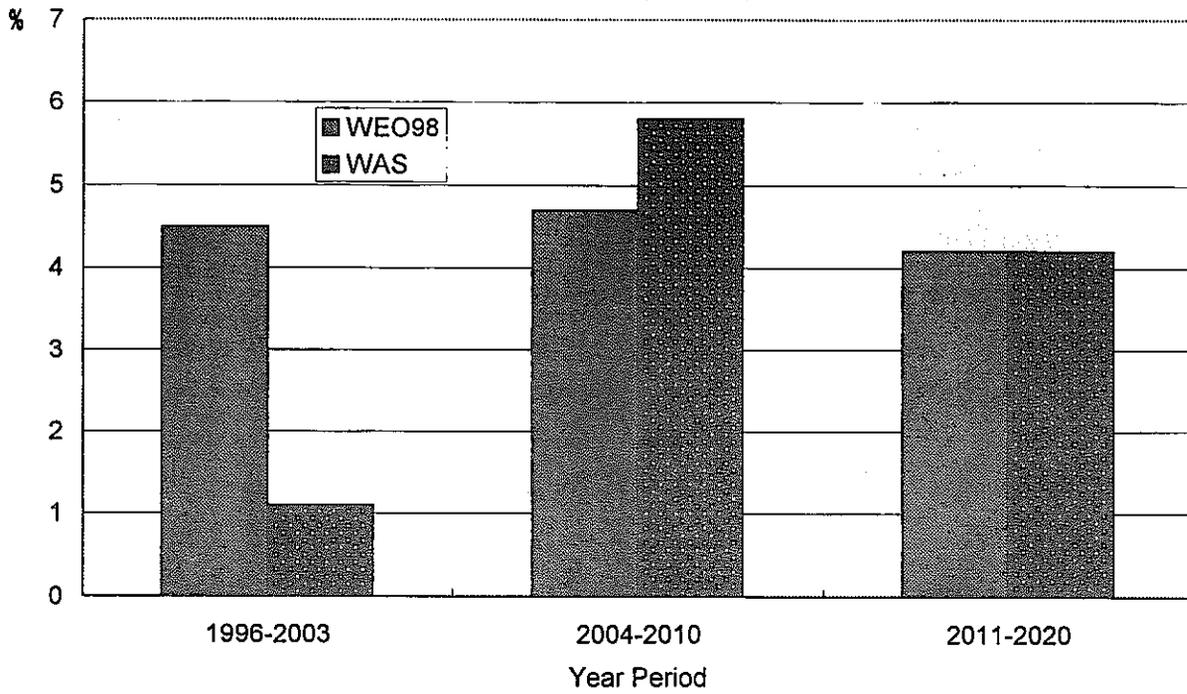
Energy Best- Mix in Asia towards Twenty First Century

K. Suetsugu
Asian-Pacific Energy Forum

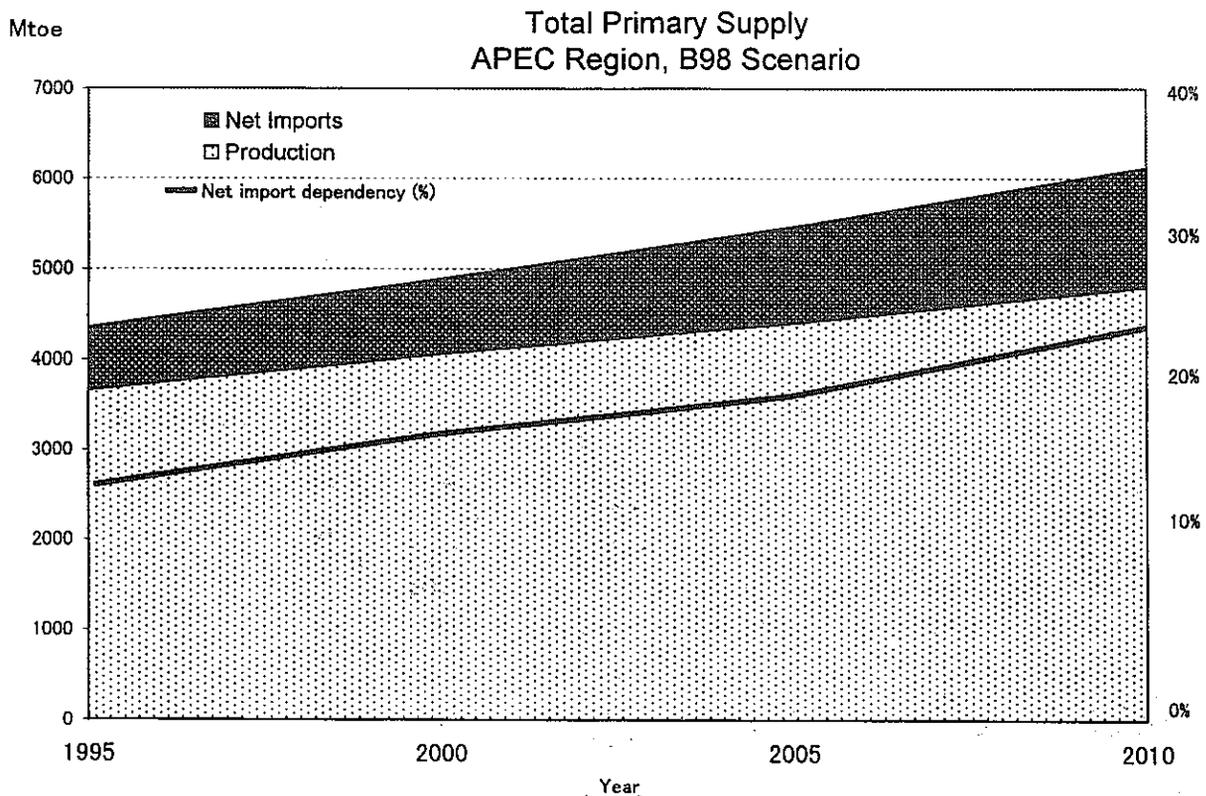
Abstract

1. Trend of Energy Demand and Supply in Asia
 - 1) Currency and Economic Crisis and Trend of Energy Demand and Supply
 - 2) Increased Dependence on Import and Energy Trade
2. Global Warming and Asia
 - 1) COP3 Protocol and Asia
 - 2) Problems with China
 - 3) Local Energy Best -Mix
3. Relation between Energy and Security in Asia
 - 1) Relation between Mid-East /Central Asia
 - 2) Local Energy Development and International Relation
4. Issues on Nuclear Power Generation in Asia
 - 1) Problems in Local Cooperation
 - 2) Funds, Technology Transfer and Nuclear Non-proliferation

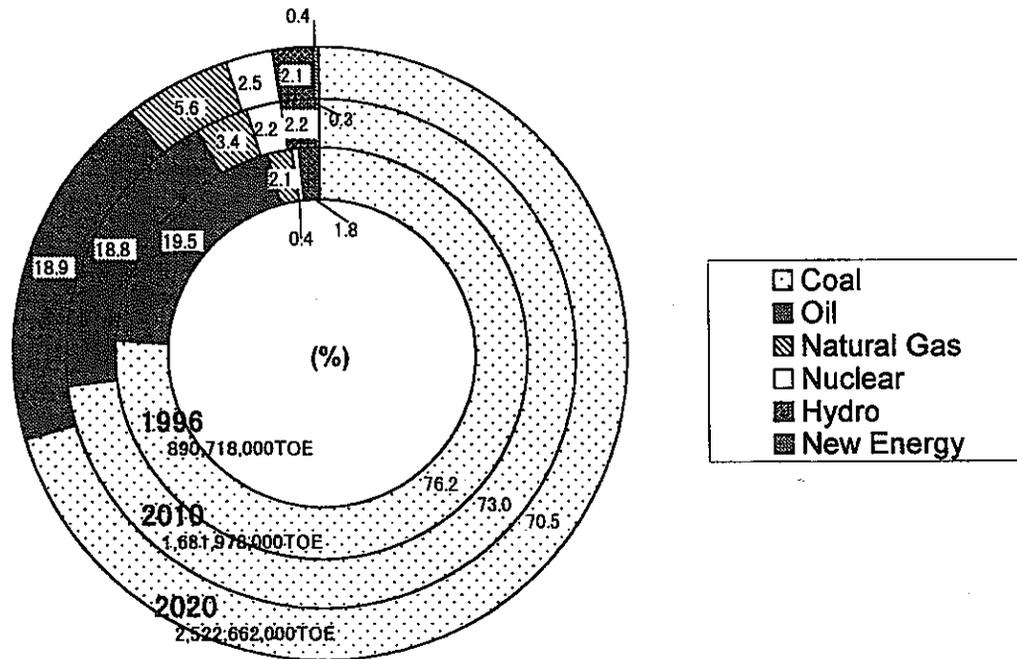
Weak Asia Scenario GDP Growth
East Asia
-Preliminary Assumptions-



Source: IEA

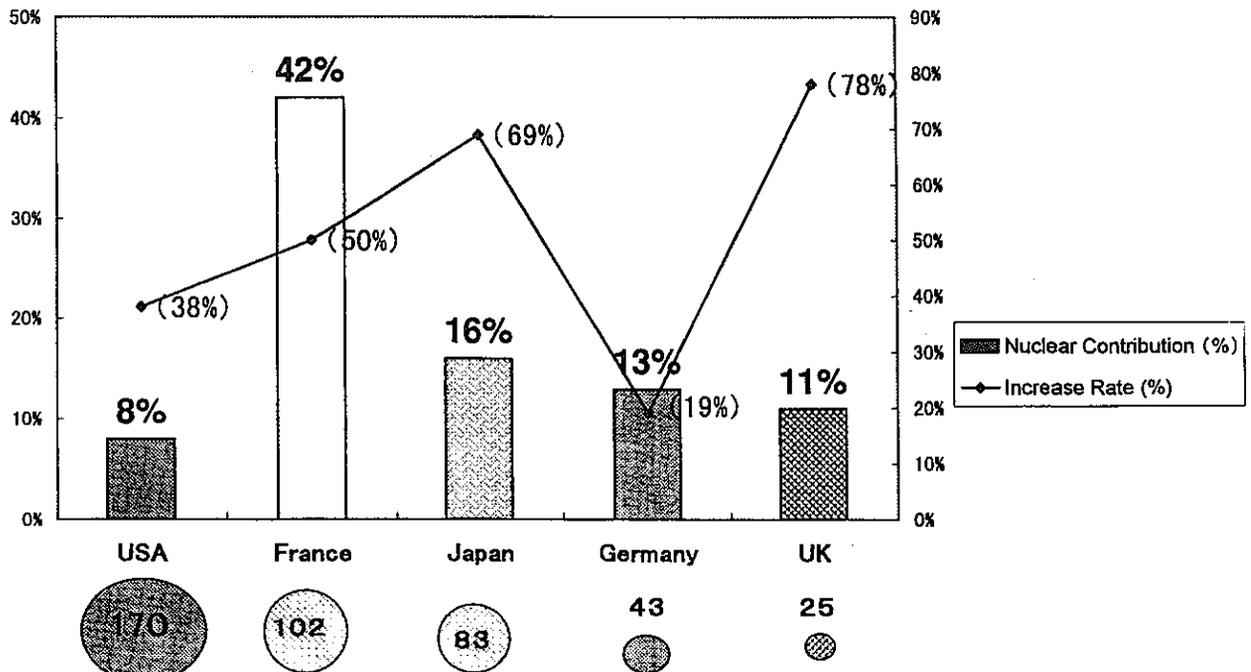


Outlook for Primary Energy Supply in China



Source: Energy Policy Promotion Committee and Institute of Energy Economics of Japan

Nuclear Contribution to Total Primary Energy Consumption and Increase Rate of Nuclear Power for the 10 Year Period from 1987 to 1997



Nuclear generation volume (mtoe) in each country above for year 1997

Issues and Trends Related to Control of Greenhouse Gas Emissions- A Perspective from COP3 and Cop4

「地球温暖化ガス排出規制の動き－COP3 と COP4 からの今後」

Robert T. Eynon

米国エネルギー省 ロバート・アイノン

ABSTRACT

要旨

政策の欠如のため、米国がエネルギー関連で排出する炭酸ガス量は、2010年には今日の22%増（3億2千8百万トン）と予想され、これは1990年レベルの33%増（4億4千5百万トン）、京都会議での温室ガス排出目標の43%増（5億3千9百万トン）に相当する。

京都会議の目標の達成には、米国で使用されている燃料の組み合わせを劇的に変える必要があり、その際最も重要なことは、発電用の石炭使用を減らすことである。今日、米国電力の半分が石炭火力で生産されているが、石炭火力はエネルギー生産部門から排出される炭酸ガスの1/3を占めている。発電会社は今後、天然ガスに切り替え、多少なりともバイオマスや風力と言った再生エネルギーも導入し、原子力では寿命延長を行うことが期待される。

消費者も炭素使用量の多い製品を避け、高効率商品を買って、自分たちが排出する炭酸ガスを減らす方向に向かおう。ただ、エネルギー生産部門と違って、個人レベルでは技術を選んでエネルギー・コストを減らすことにあまり注意が払われないため、多くは期待できない。使用燃料を変え、高効率技術を選択するかどうかは、結局はコストの問題となる。国内で要求される削減レベルによっては、燃料価格は著しく上昇しよう。価格上昇は経済成長の鈍化をもたらすが、経済は今後も成長し続けることを期待されている。新技術がより早く世に出ることでエネルギー価格上昇は回避されようが、京都会議の目標達成時期が12年後であること、殆どのエネルギー集約機器が長い寿命を持っていることを考えると、これは大きなチャレンジである。

Issues and Trends Related to Control of Greenhouse Gas Emissions- A Perspective from COP3 and Cop4

Robert T. Eynon
Energy Information Administration
U.S. Department of Energy

Absent policy changes, energy related carbon emissions in the United States are expected to increase 22 percent (328 million metric tons) between now and 2010. This will put them 33 percent (445 million metric tons) above 1990 levels and over 43 percent (539 million metric tons) above the Kyoto Protocol greenhouse gas emissions target.

In order to meet this target, the mix of fuels used in the United States will have to change significantly. Most important in these changes will be reduced coal use in the production of electricity. Generation from coal plants currently accounts for over half of the electricity produced in the United States, but it also accounts for nearly one third of energy sector carbon emissions. Generation companies are expected to turn to natural gas and, to a lesser extent, renewable fuels such as biomass and wind, and nuclear life extension to reduce their carbon emissions.

Consumers will also lower their carbon emissions by reducing their use of carbon intensive equipment and investing in more efficient equipment. However, unlike in the electricity generation sector, consumers do not normally place as much emphasis on fuel costs when making their technology choice decisions so their response is not expected to be as large.

The shifts in fuel use and movement towards more efficient technology will come at a cost. Depending on the level of domestic emissions reduction required (the amount of the required reduction that can not be met by emissions offsets, carbon sinks, or international trading), the price of fuels could rise significantly. The higher energy costs would also be expected to dampen economic growth, but the economy is still expected to grow.

The potentially high costs could be reduced if new technologies evolve more rapidly than expected. However, the timing of the Kyoto target - 12 years away - combined with the long lives of most energy intensive equipment will make this very challenging.

Issues and Trends Related to Control of Greenhouse Gas Emissions

presented by

Robert T. Eynon

U. S. Department of Energy

to the

Tsuruga International Energy Forum

May 13, 1999



Part I

Modeling Carbon Reduction Strategies For The Kyoto Protocol



Overall NEMS Modeling Approach

- Simulate Permit Auction With Overall Cap On Emissions
- Solve For Permit Price That “Clears” Market
- Treat Permit Price As “Carbon Tax” Added To Fuel Prices
- Assumes No Initial Allocation Of Permits



3

Potential Electric Utility Carbon Reduction Strategies

- International Trading
- Demand Reductions
- Fuel Switching
- Early Retirements/replacement
- Renewables
- Nuclear
- Sequestration



4

International Trading

- Not Explicitly Represented
- Implicitly Represented By Adjusting Carbon Limit (Combination Of Trading And Offsets From Sinks And Other Ghg)
- Range Of Cases Examined (24% Above To 7% Below 1990 Levels)
- Focus On 9% Above And 3% Below Cases



5

Demand Reductions

- Conservation
- Accelerated Stock Turnover
- Efficiency Standards



6

Fuel Switching

- Revise Dispatch Order

Characteristics	Coal Steam	Conventional Combined-Cycle	Advanced Combined-Cycle
Heatrate (Btu/Kwh)	10,000	7,200	6,500
Fuel Price (\$/million Btu)	1.13	2.88	2.88
Carbon Content (mmt/quad)	25.7	14.4	14.4
Carbon Penalty (\$/mmbtu)			
\$50	1.29	0.72	0.72
\$100	2.57	1.44	1.44
\$200	5.14	2.88	2.88
Fuel Cost (mills/Kwh)			
\$50	24.15	25.92	23.40
\$100	37.00	31.10	28.08
\$200	62.70	41.46	37.40

- Cofire With Alternate Fuel
 - Natural Gas
 - Biomass



7

Early Retirements/Replacement

- Determine Costs Of Continuing Operation (O&m, Fuel, Capital Improvements)
- Determine Revenues
- Identify “Non-profitable” Capacity (Costs Exceeding Revenues)
- Retire “Non-profitable” Capacity With Operating Costs Exceeding Capital And Operating Costs Of New Capacity



8

Renewables

- Primary Options -- Biomass And Wind
- Included Regional Supply Curves For New Hydro
- No Explicit Renewable Portfolio Standard



9

Nuclear

- **License Renewal Evaluated (Similar To Fossil Retirements)**
 - Determine Levelized “Going-forward” Costs (Includes Necessary Capital Improvements)
 - Compute Levelized Cost Of Most-economical Type Of New Capacity
 - Extend License For 20 Years If Cost Of New Capacity Exceeds Cost Of Continuing Operation
- **New Nuclear – Except For Sensitivity Case, Not Permitted At Request Of House Science Committee**



10

Sequestration

- High Technology Case Assumes Availability Of Coal-fired And Gas-fired Gasification Technologies With Carbon Scrubbers
- Co₂ From Combustion Is Captured And Then Pumped In Underground Aquifers Or The Oceans
- Up To 90 Percent Of Co₂ Is Prevented From Entering Atmosphere And Carbon Penalty Is Reduced Accordingly

Part II

Key Electricity Sector Results of Complying With the Kyoto Protocol

Alternative Carbon Caps

- Alternative cases implicitly address the potential impact of carbon sinks, offsets and trading

Carbon Emissions Reductions in Alternative Cases
(Million Metric Tons and Percent)

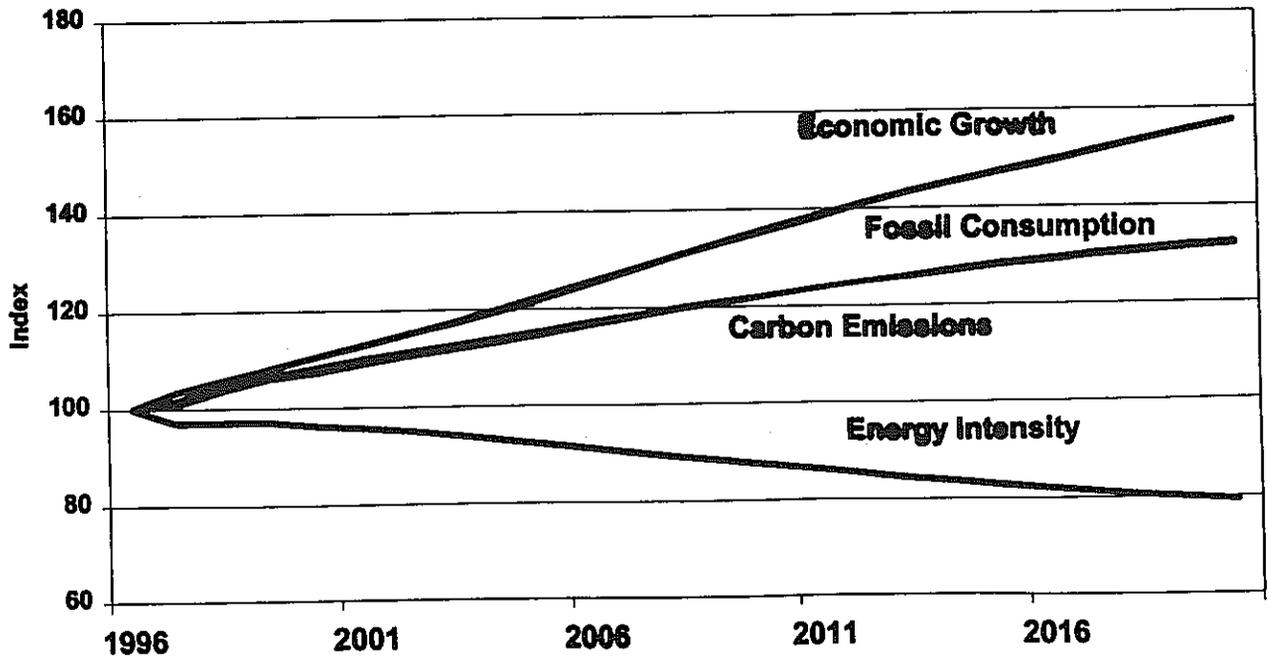
Case	2010				2020			
	Carbon Level	Reduction from Energy	Reduction from Other	Percent From Energy	Carbon Level	Reduction from Energy	Reduction from Other	Percent From Energy
Reference	1,791	NA	NA	NA	1,929	NA	NA	NA
1990 + 24 %	1,668	123	425	22	1,668	261	417	38
1990 + 14 %	1,533	256	292	47	1,333	394	284	58
1990 + 9 %	1,462	329	219	60	1,288	461	217	68
1990	1,340	431	97	82	1,289	583	95	86
1990 - 3 %	1,300	491	57	90	1,289	628	32	92
1990 - 7 %	1,243	548	0	100	1,289	678	0	100

Notes: Reduction from Energy refers to carbon reductions occurring in the domestic energy sector. Reduction from Other refers to carbon reductions occurring through offsets (reductions in greenhouse gases other than CO₂), investments in carbon sinks, and international activities such as carbon permit trading, the Clean Development Mechanism, joint implementation. It is assumed that the carbon target post-2012 will be held constant at the 2008-2012 level specified in the Kyoto Protocol.

13

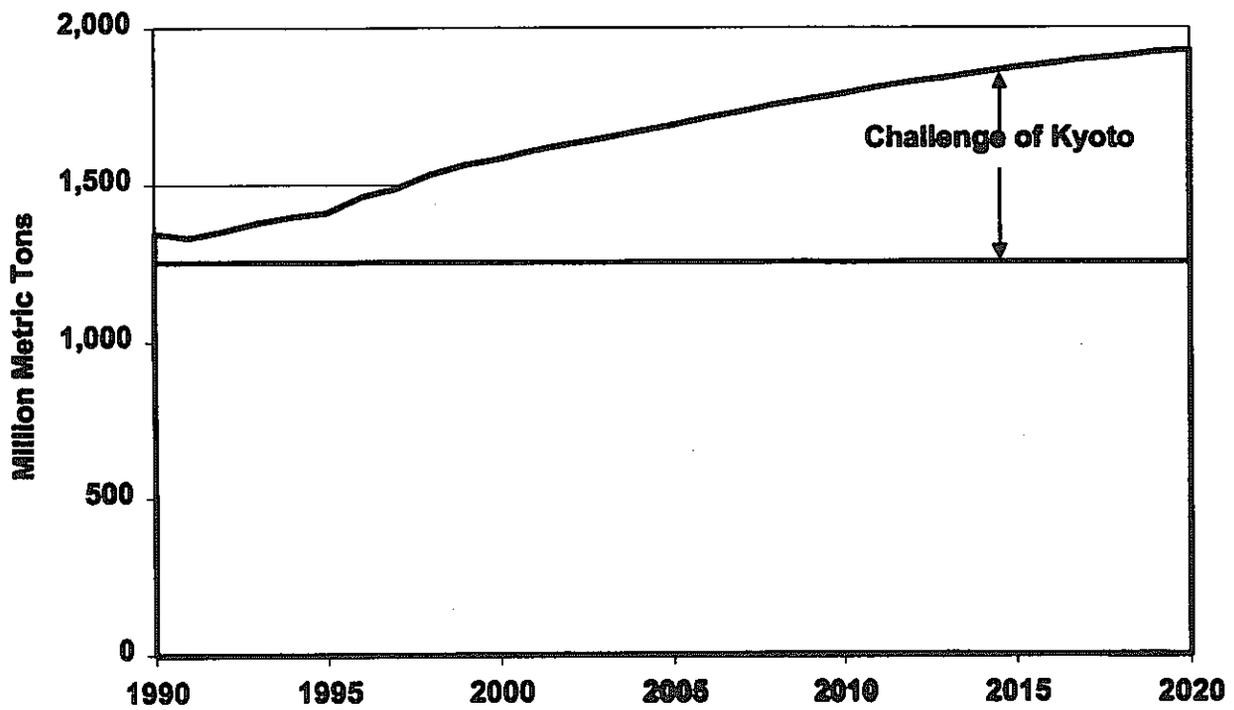


Energy Intensity, Fossil Fuel Consumption, Economic Growth and Carbon Emissions
Index (1990=100)

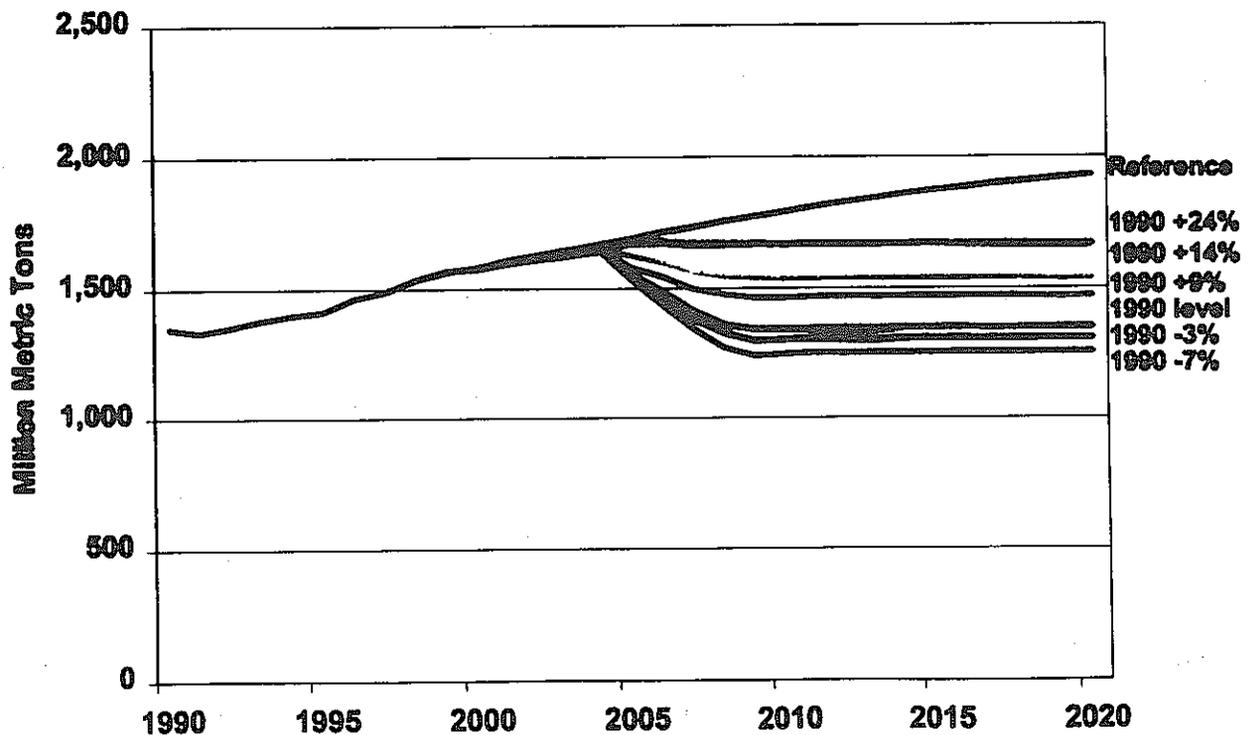


14

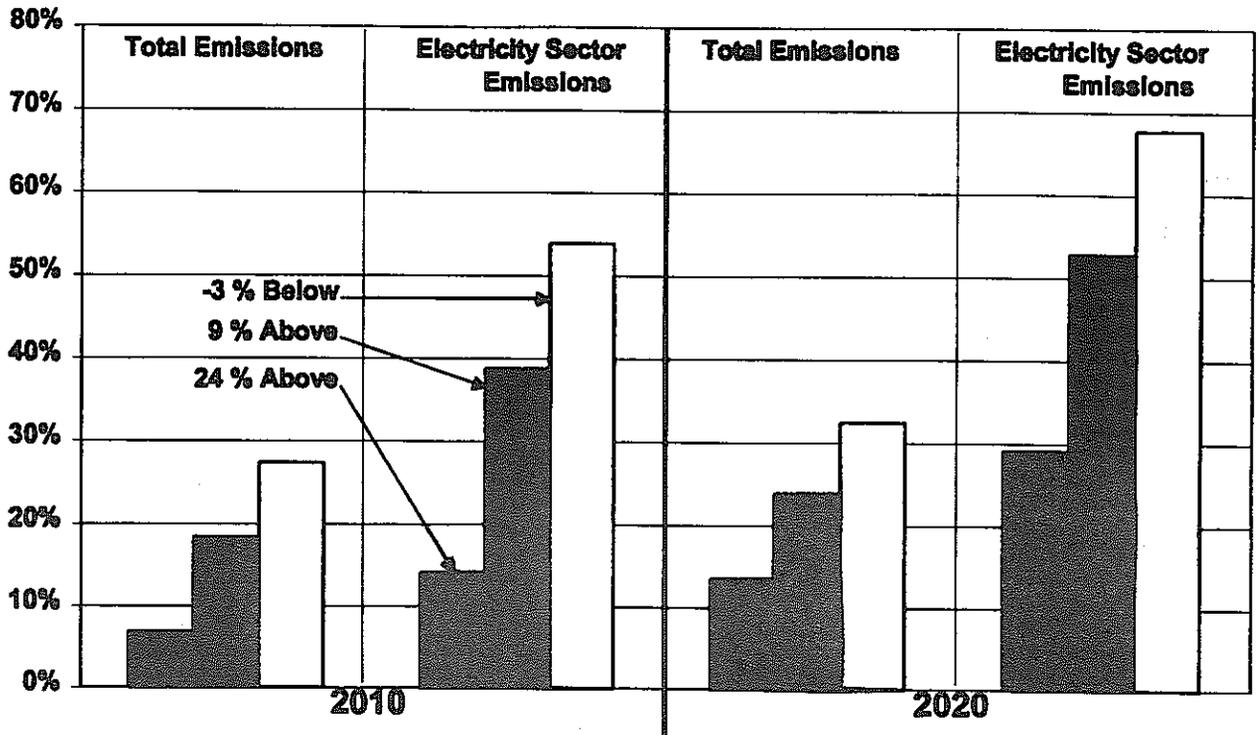
Projected Energy Related Carbon Emissions



Carbon Emissions in 6 Cases

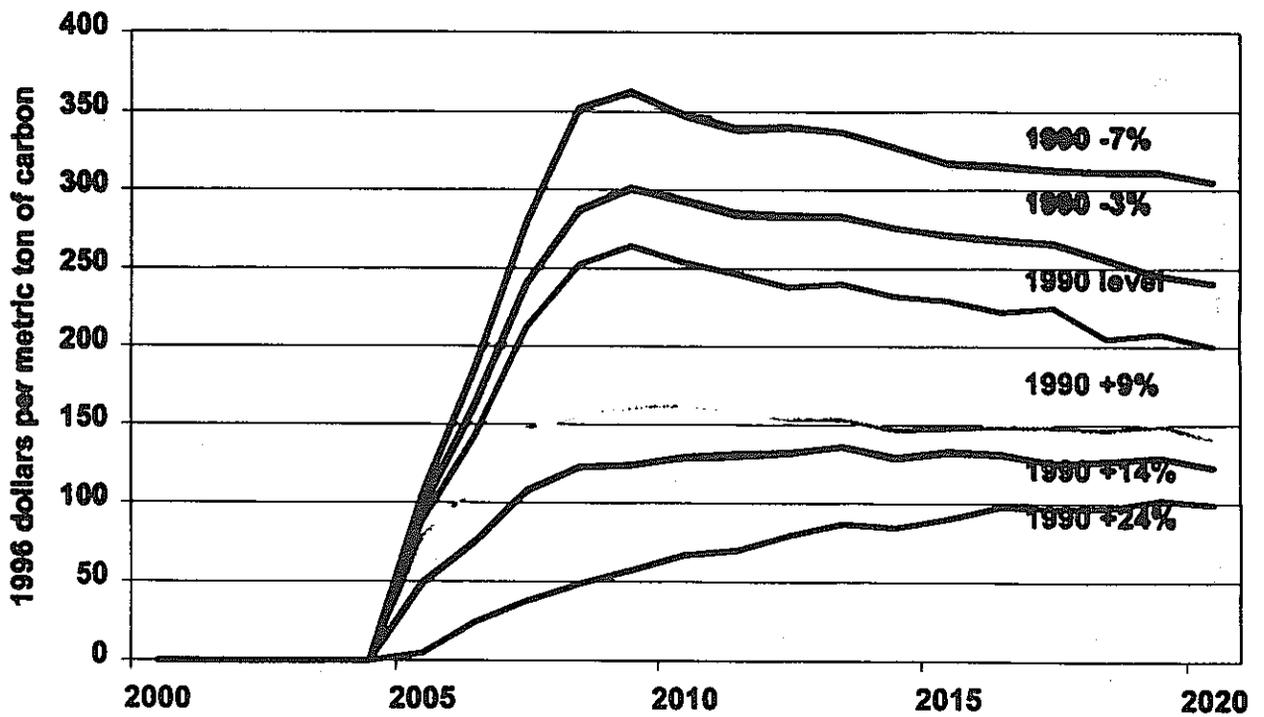


Carbon Emissions Reductions (Percentage)



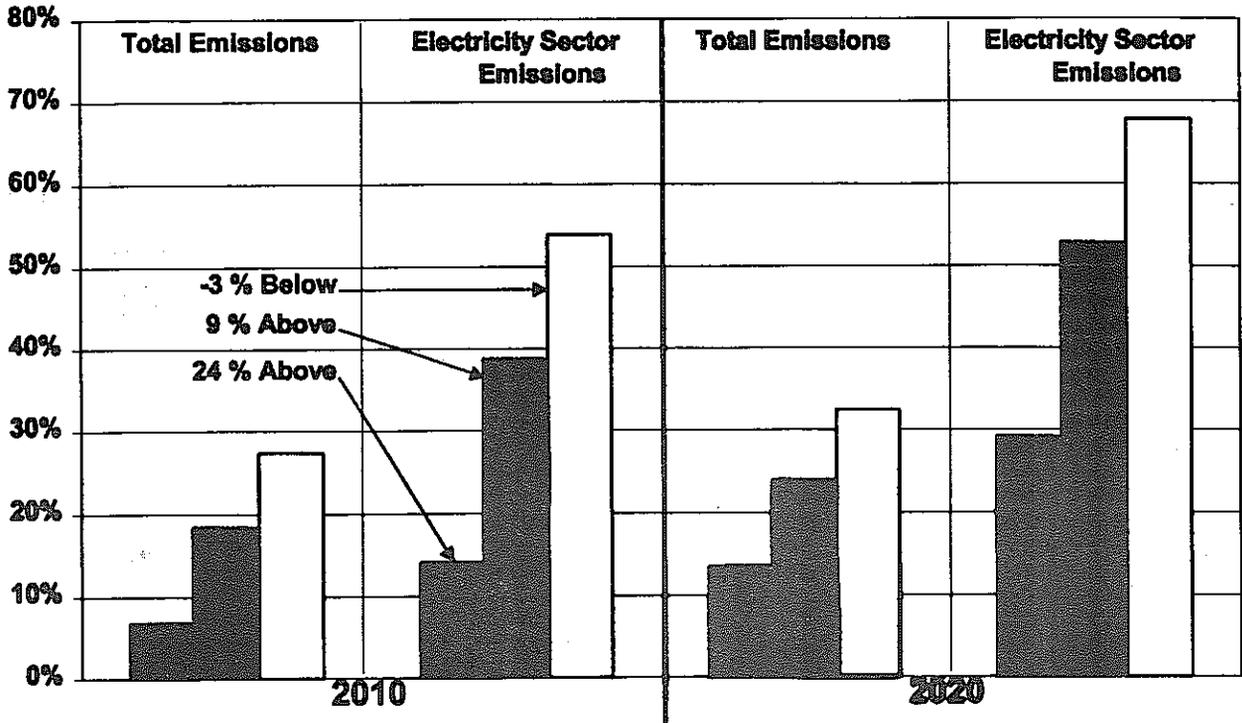
17

Carbon Price in 6 Cases



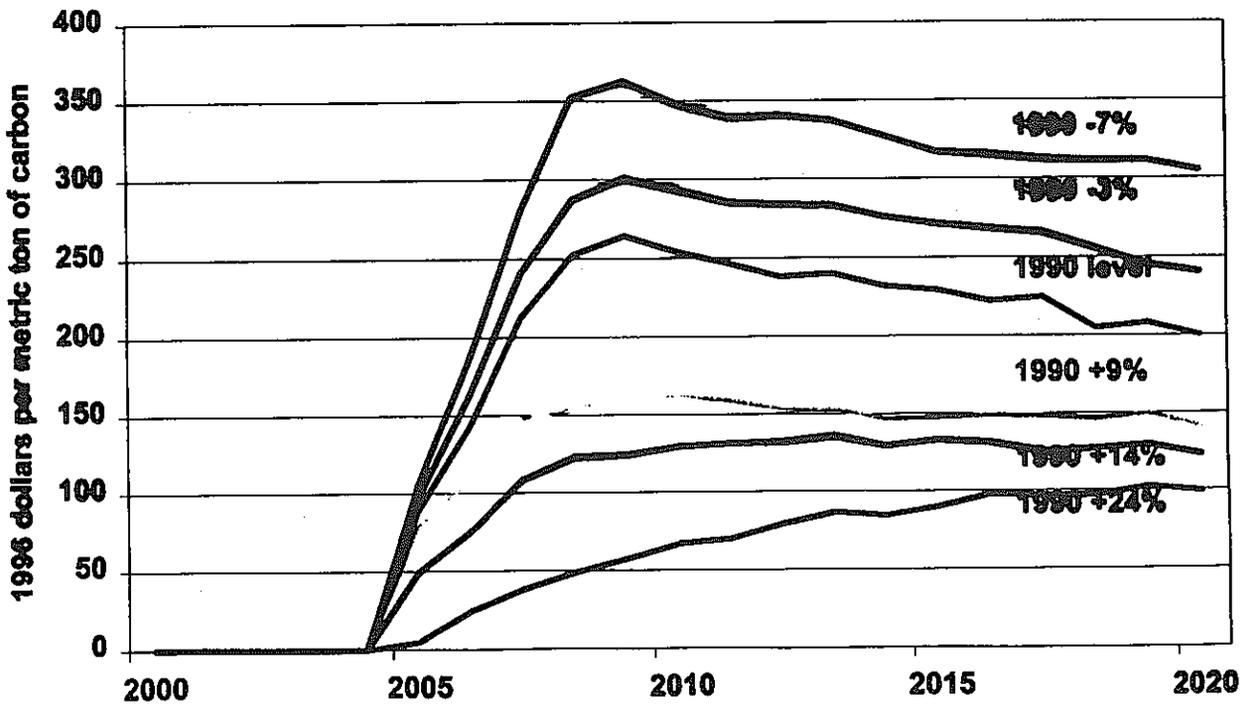
18

Carbon Emissions Reductions (Percentage)



17

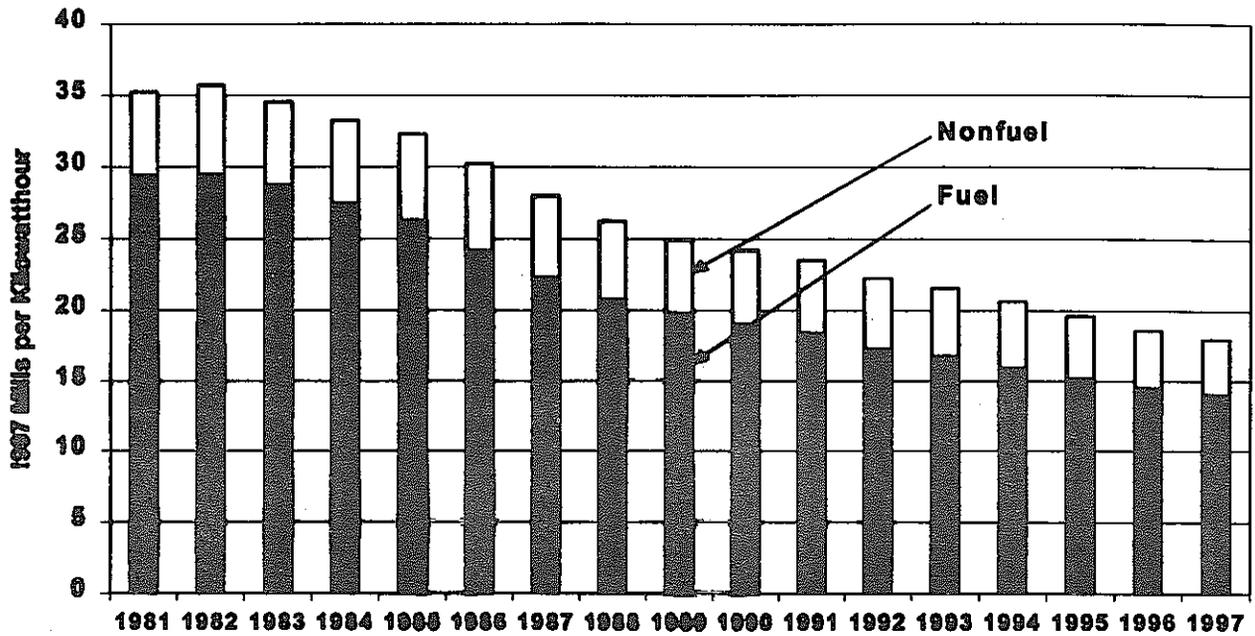
Carbon Price in 6 Cases



18

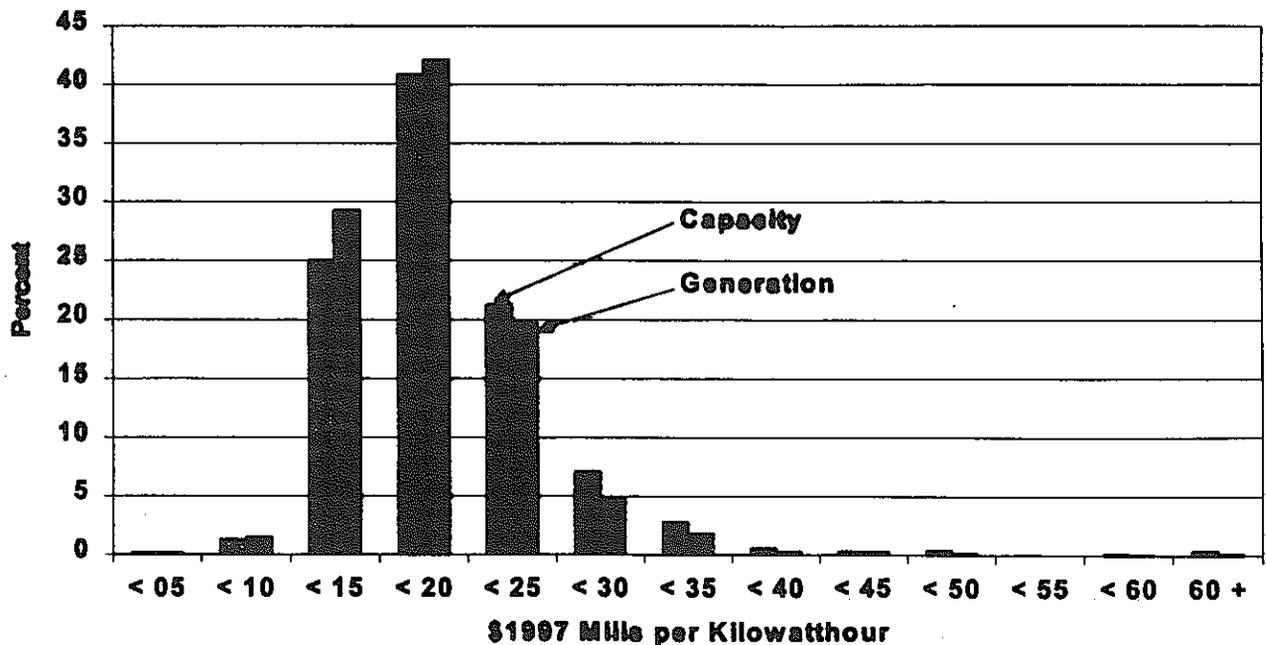
Coal Plants are Cheap to Operate

Coal Plant Production Costs, 1981-1997

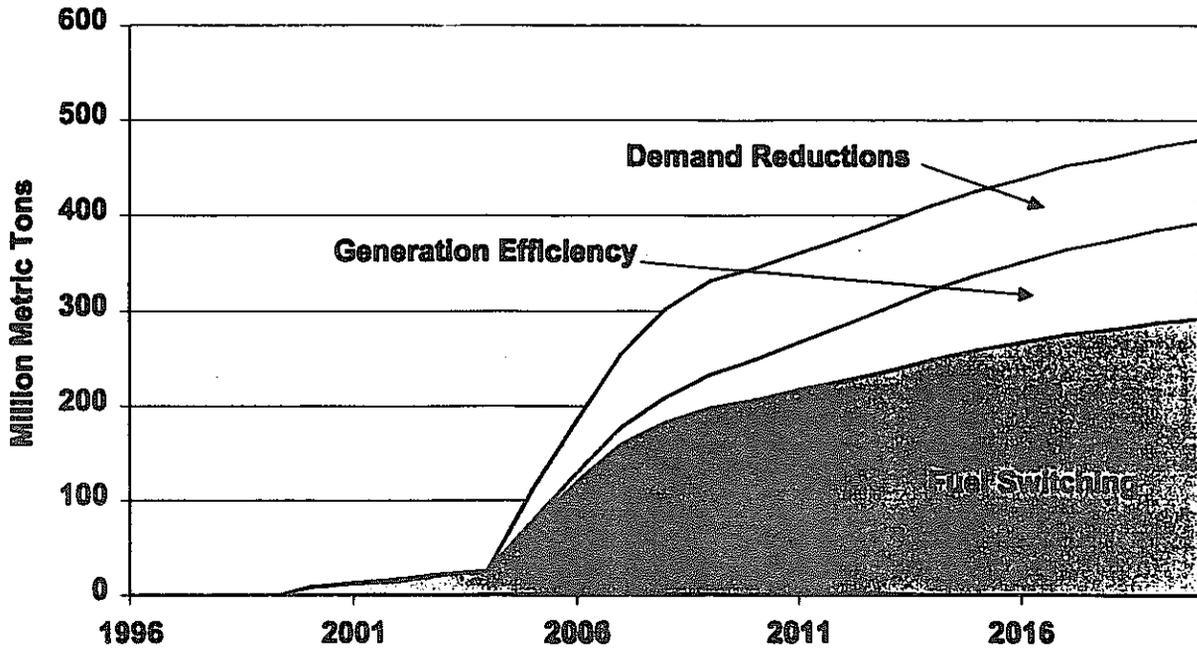


Coal Plants are Cheap to Operate II

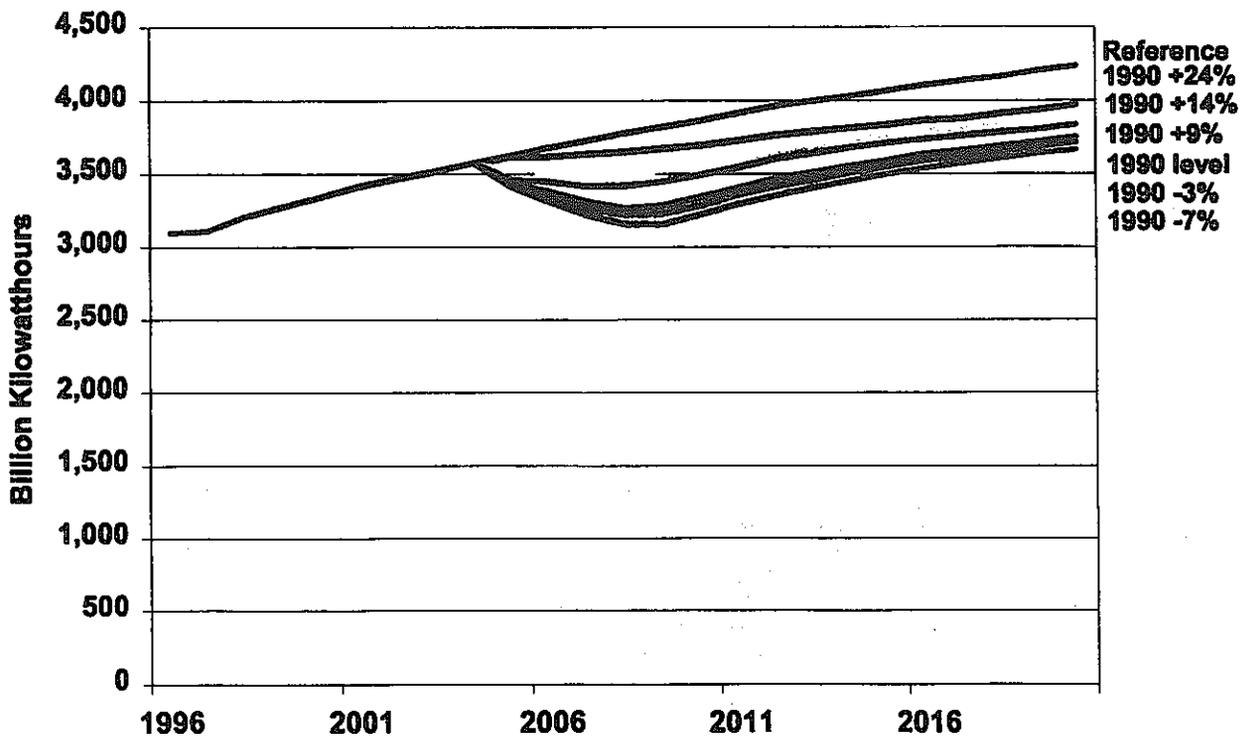
1997 Coal Plant Production Cost Distribution



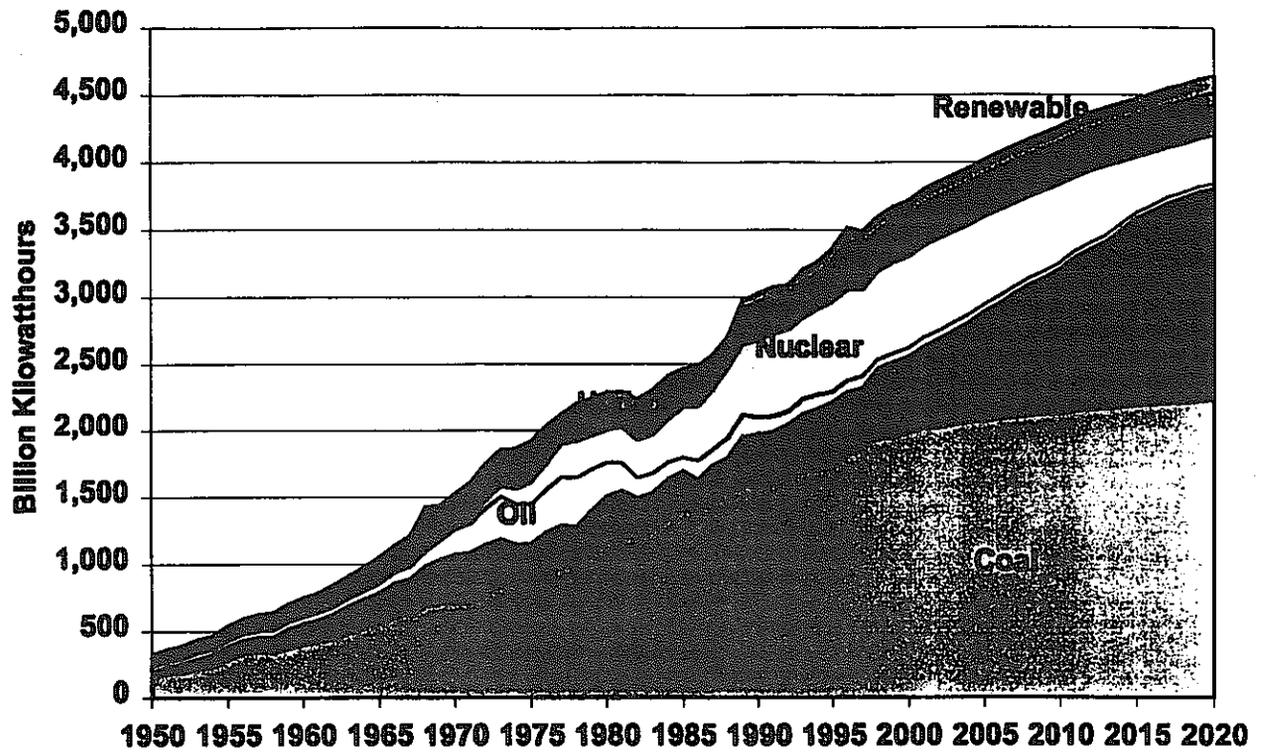
Source of Electricity Sector Carbon Emissions Reductions in the 1990-3% Case



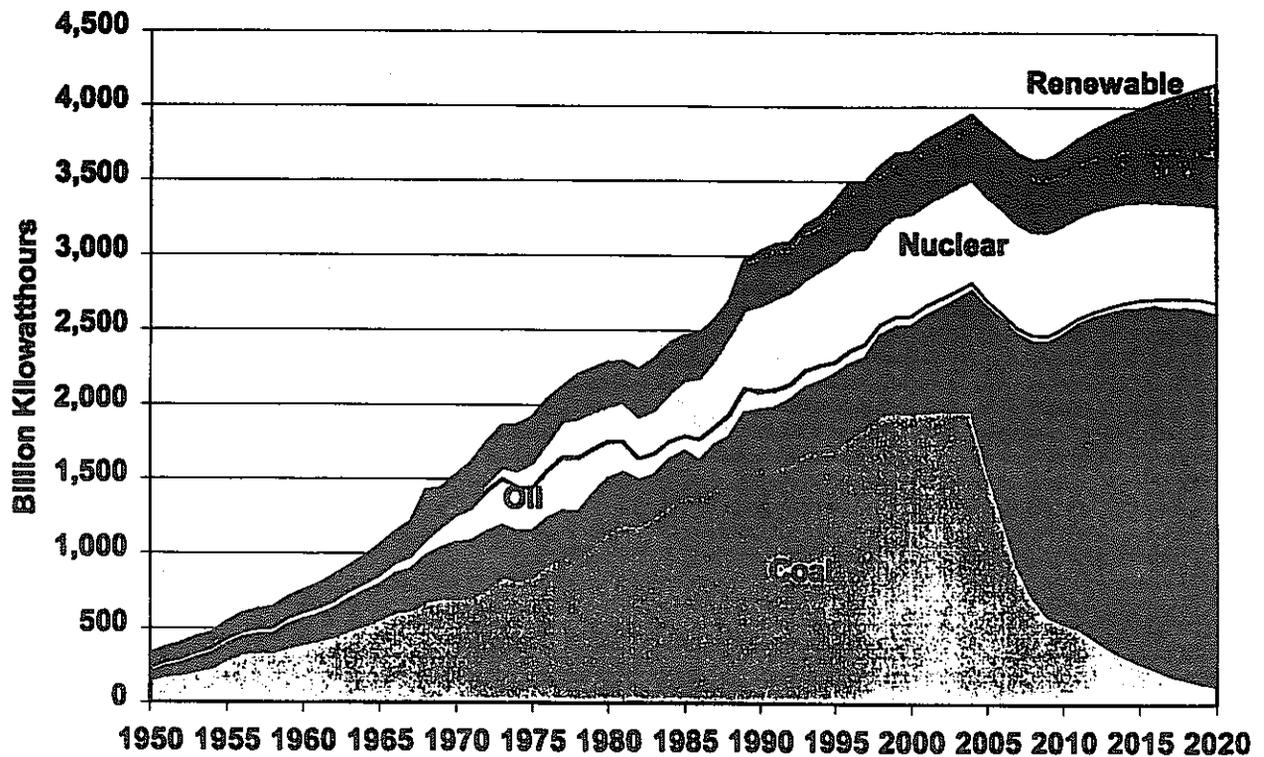
Electricity Sales in 6 EIA Cases



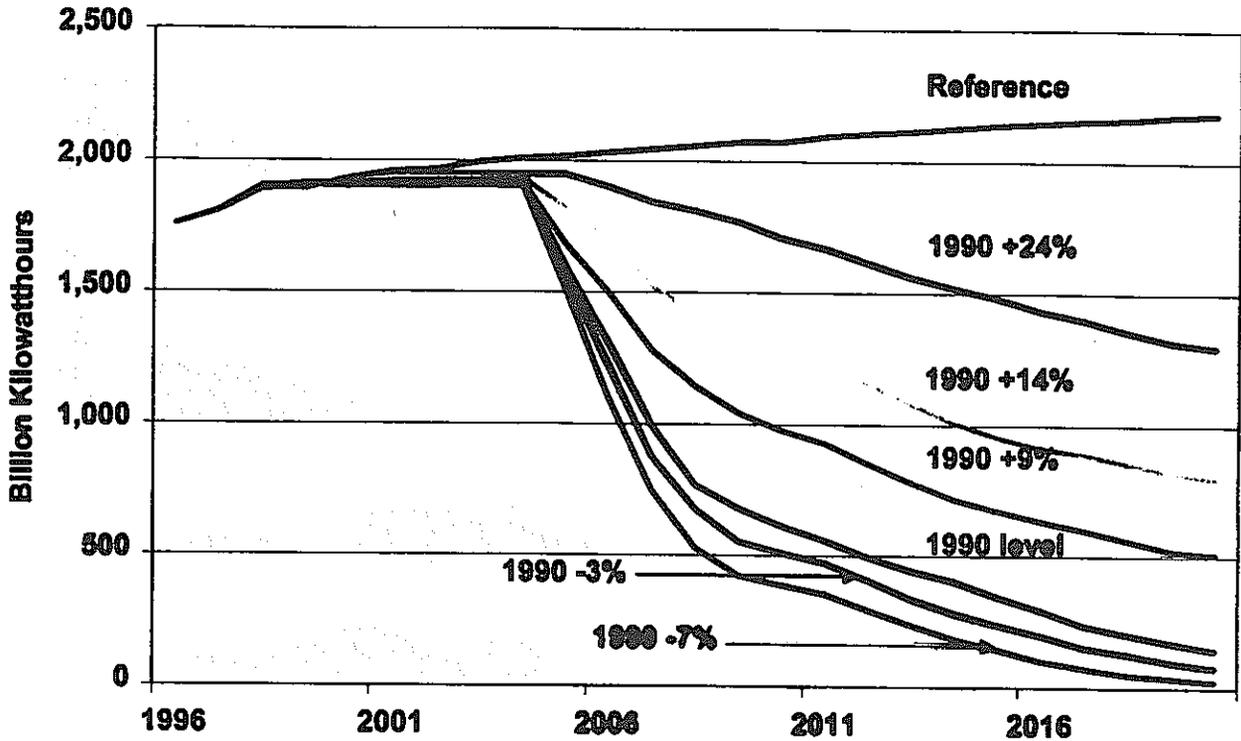
Reference Case Electricity Generation By Fuel



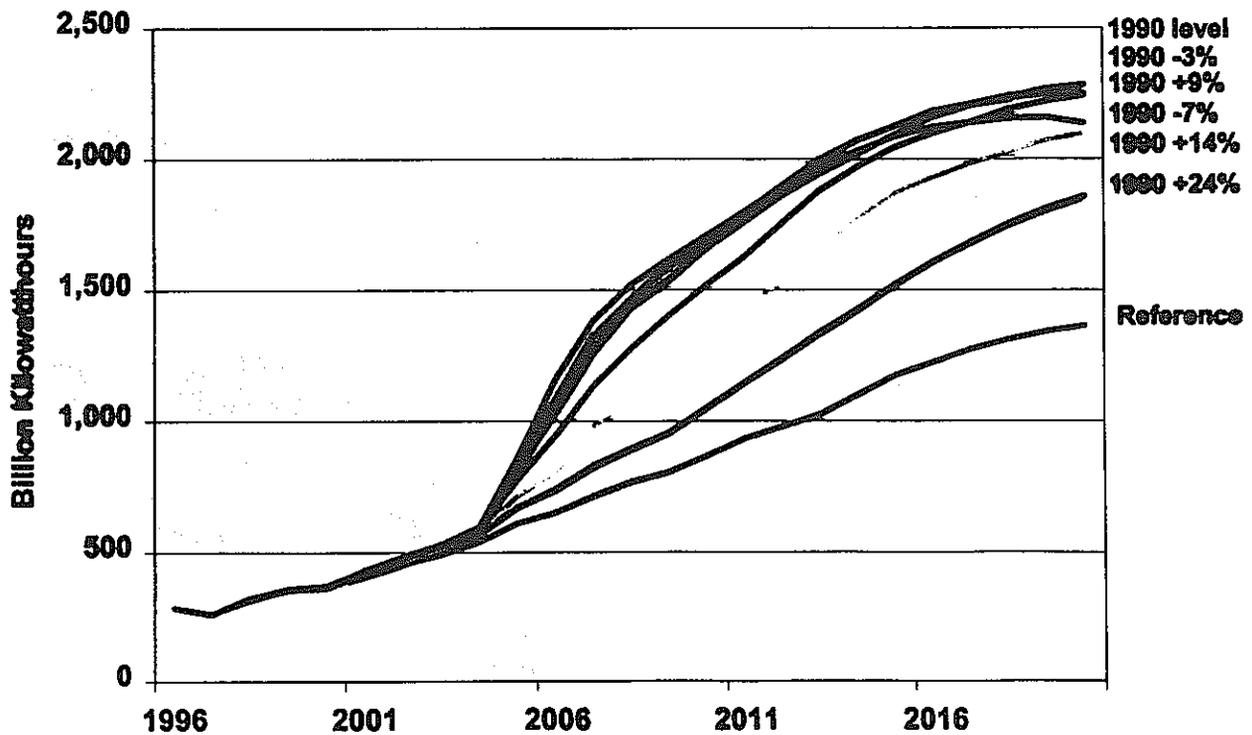
1990 -3% Case Electricity Generation By Fuel



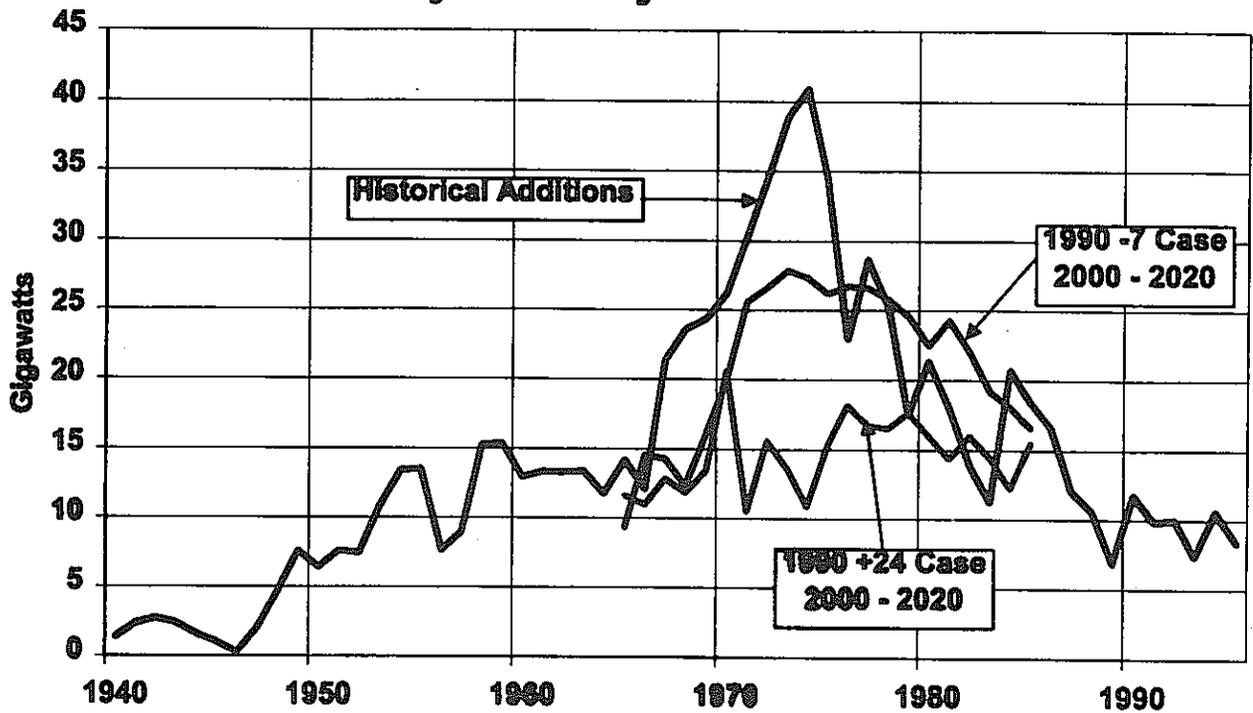
Coal Generation in 6 EIA Cases



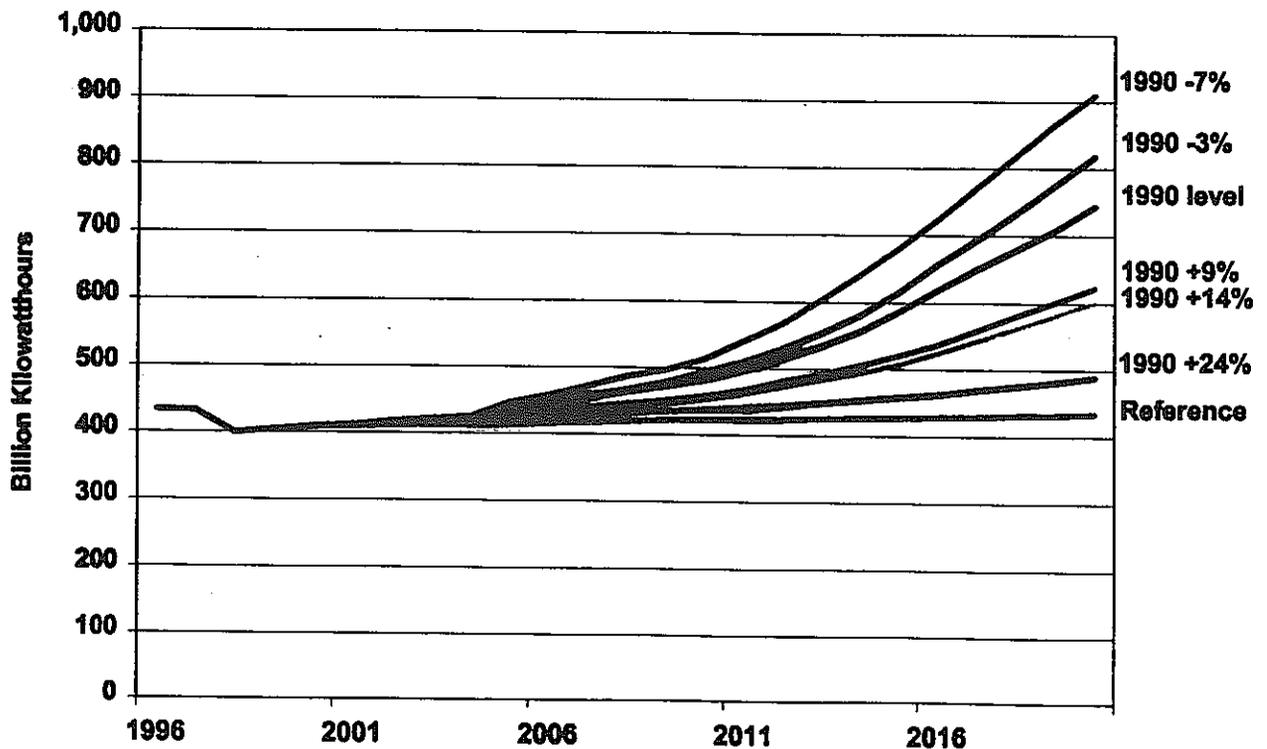
Natural Gas Generation in 6 EIA Cases



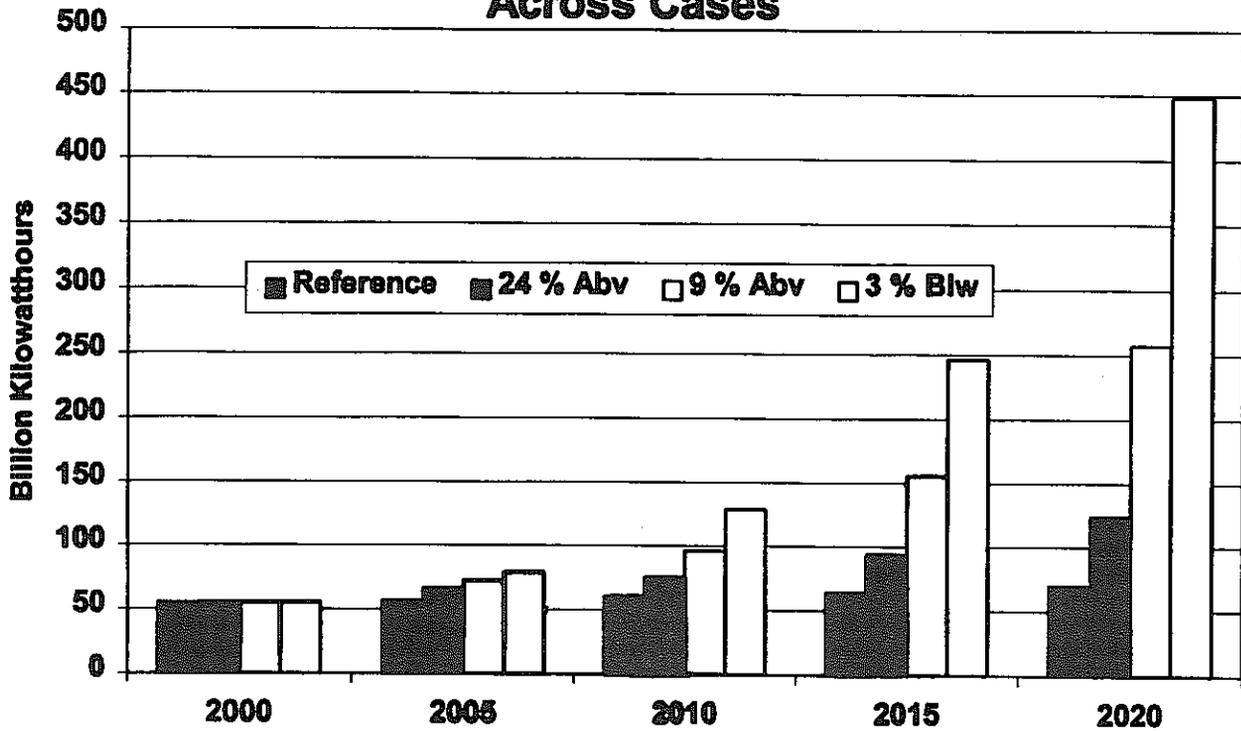
Historical Capacity Additions Compared to Kyoto Study Additions



Renewable Generation in 6 EIA Cases



Nonhydroelectric Renewable Generation Across Cases



Renewable Generation

**U.S. Renewable Generation
(Billion Kilowatt-hours)**

Electric Generators

Generation	2000					2020					
	Reference	Reference	24 % Abv	9 % Abv	3 % Blw	Reference	24 % Abv	9 % Abv	3 % Blw	7 % Blw	
Conventional Hydropower	310.33	313.01	312.87	313.25	317.38	321.93	313.15	313.10	313.12	317.88	322.35
Geothermal	17.25	18.78	18.04	17.72	18.18	30.37	18.87	25.08	33.35	47.23	53.35
Municipal Solid Waste	22.78	27.08	28.08	28.78	28.83	28.48	28.83	29.78	29.75	29.83	29.88
Wood and Other Biomass	8.20	8.72	17.83	17.87	18.73	38.23	8.72	22.52	83.07	244.44	305.05
Solar Thermal	0.82	1.15	1.18	1.18	1.18	1.18	1.87	1.47	1.47	1.47	1.47
Solar Photovoltaic	0.05	0.80	0.82	0.82	0.73	1.08	1.45	1.45	1.45	1.81	2.30
Wind	5.87	8.17	11.22	24.78	35.72	48.97	8.70	43.58	108.33	123.41	142.77
Subtotal	385.20	373.50	383.82	403.83	448.12	468.22	383.18	438.08	570.54	785.88	857.17

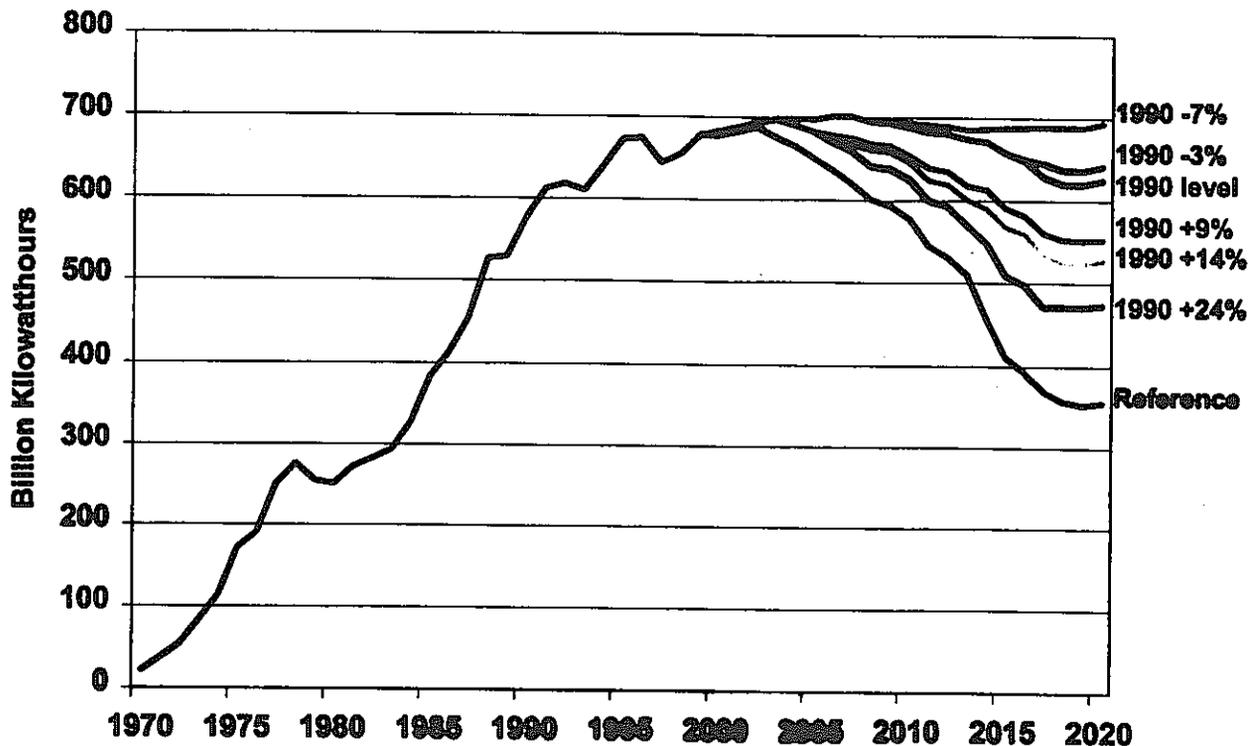
Cogenerators

Cogeneration	2000					2020					
	Reference	Reference	24 % Abv	9 % Abv	3 % Blw	Reference	24 % Abv	9 % Abv	3 % Blw	7 % Blw	
MSW	2.24	2.30	2.30	2.28	2.28	2.28	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32
Biomass	41.24	47.28	47.40	48.94	45.90	48.82	48.89	50.23	50.20	50.38	50.48
Subtotal	43.48	49.58	49.70	49.23	48.18	47.97	51.21	52.55	52.51	52.68	52.80

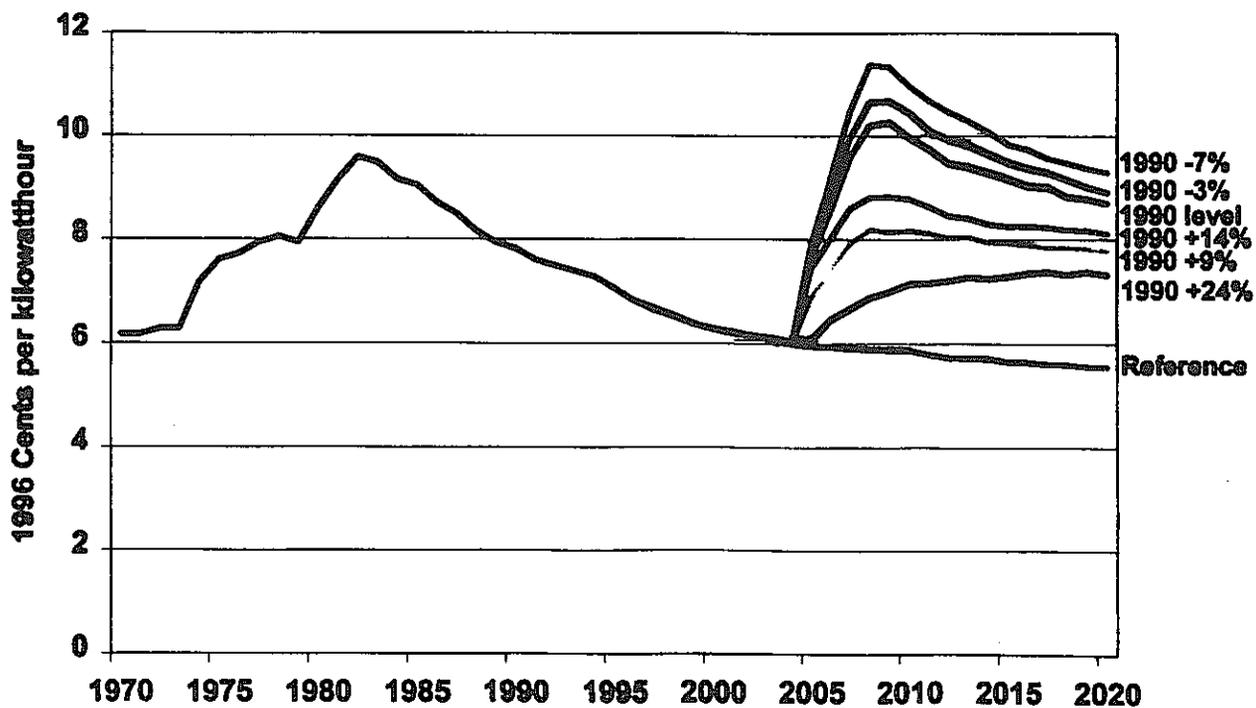
Total Renewable Generation	409	423	438	488	494	514	434	490	623	819	910
Total Electricity Generation	3,717	4,288	4,144	3,930	3,713	3,642	4,648	4,422	4,283	4,160	4,105

Renewable Share of Generation	11.00%	9.81%	10.56%	11.89%	13.31%	14.12%	9.35%	11.07%	14.55%	19.68%	22.17%
Nonhydroelectric Renewable Share of Generation	2.65%	2.58%	3.02%	3.70%	4.77%	5.28%	2.61%	3.89%	7.24%	12.04%	14.31%

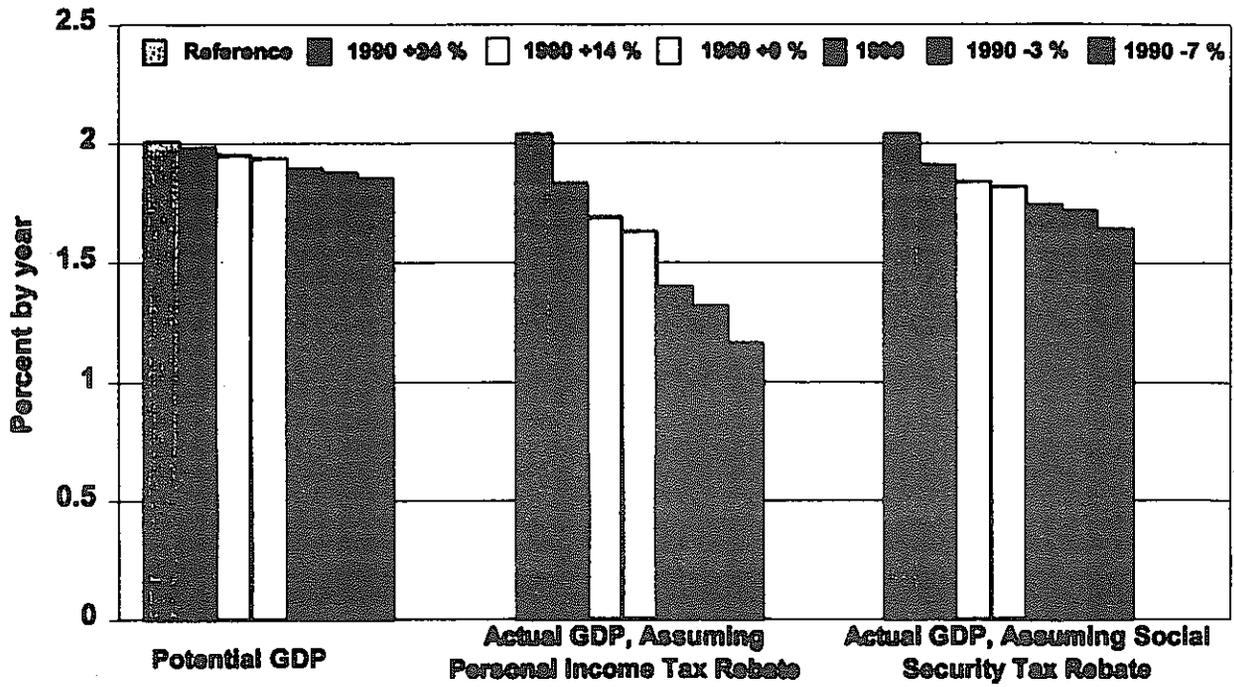
Nuclear Generation in 6 EIA Cases



Average Price of Electricity to End Users in 6 EIA Cases



Annual Growth Rates in Potential and Actual Gross Domestic Product, 2005-2010



S2-2 地球温暖化防止のための先進国の役割、森島昭夫 (財)地球環境戦略研究機関 理事長 要旨

1992年にリオ・デ・ジャネイロで開催された国連環境開発会議においては、「持続可能な発展」がキーワードとなった。先進国を中心とする20世紀後半における工業化の急速な発展は資源の減少と環境の悪化をもたらし、世界がこのまま工業化を進めるならば人類の生存の基盤が脅かされてしまう。ところが、現在でも何億人という人が飢餓状態にある途上国では、貧困な人々が人間として尊厳ある生活を送ることができるようになるために、なお物質的な発展を図る必要がある。しかしその発展(開発)は持続可能なもの、つまり「将来の世代の欲求を充たす能力を損なうことなく、現在の世代の欲求を充たす」発展でなければならない。

地球温暖化については、科学者の予測によれば、これまでの温室効果ガスの滞積と21世紀における途上国の経済成長による温室効果ガス排出の増加を考慮に入れば、21世紀末には先進国は温室効果ガス排出を現在量の半分に削減しなければならなくなる(持続可能でなくなる)であろうと言われている。

国連気候変動枠組み条約は、地球温暖化を持続可能なレベルに抑えるために、とりあえず先進国が二酸化炭素などの温室効果ガスの排出を削減することを決めている。1997年の京都会議で採択された京都議定書は、2008年から2012年の期間に先進国全体として1990年の排出レベルから5.2%削減することを義務づけた。国毎に削減目標値は異なり、日本は6%、アメリカ合衆国7%、EU8%となっている。しかし、わが国を含めて削減目標が2008年から2012年の間に達成できるかどうかについては疑問とする見方が多い。

わが国については、省エネなどの企業の努力や原子力発電所の増設による発電量の増大によって二酸化炭素排出量を2010年までに安定化するのが精一杯と言われている。ところが、原子力発電については国民のコンセンサスを得ることが大きな課題である。また、二酸化炭素のより大きな削減を行うためには、新エネルギーの開発などの技術的対応の強化だけでなく、経済的措置の導入など社会経済構造を徐々に転換する措置をすべて動員する必要がある。

京都議定書においては、削減義務を負っているのは先進国のみであり、途上国は削減の努力義務を負うことにも反対している。しかしながら、これからの温室効果ガスの排出量の増大を考えると、先ず第一に、京都議定書で設定された先進国の削減目標値が達成されたとしても、21世紀の地球温暖化をくい止めることは出来ないのではないかが懸念されている。第二に、途上国が削減努力をしない場合には、先進国だけが削減義務を負っても温暖化防止は実効性を持たないであろう。

地球温暖化を防止し、世界が持続可能な発展を実現するには、先進国は少なくとも京都議定書に規定された削減目標を実現し、さらに2012年以降に向けてより大きな削減を可能にするような努力を続けるべきであろう。途上国の削減努力を促すためにも、先進国が率先して削減義務を履行することが不可欠である。また、途上国が削減に取り組むにあたっては、そのための資金や技術が必要となるが、先進国はCDM(クリーン開発メカニズム)などによって、積極的に途上国支援を行うべきである。

S2-2 Role of Highly Industrialized Nations to Prevent Global Warming

A. Morishima, President, Institute of Global Environmental Strategies

Summary

“Sustainable Development” was a key word of the United Nation’s Environmental Development Conference held at Rio de Janeiro in 1992. During the latter half of the 20th century, remarkable industrialization has been progressed mainly in the industrialized nations and, as the results, a large amount of natural resources has been consumed and environmental pollution had been continued. Suppose the global industrialization continues with the current speed, basis of human being will be endangered. But, if one thinks about life in the developing countries where a hundred of million of people are still in hunger, further development is needed to provide them the minimum foods and materials. The development, in this case, should be sustainable as it satisfies the needs of the current generation without endanger the capability of the future generations to satisfy their own needs.

In regard to the global warming, scientist predicts that our growth can not sustainable unless we, industrialized nations, reduce releases of global warming gases to the level of half of the current one at the end of the 21st century. They considered the global warming gases so far accumulated together with predicted global warming gas release by developing nations due to their economic growth during the 21st century.

In the United Nation’s Climate Change Protocol, the industrialized nations agreed to reduce their global warming gas emission in order to keep the earth at sustainable level. In COP 3 of Kyoto in 1997, the industrialized nations as a whole accepted an obligation to reduce their gas emission 5.2% less of the 1990 level during the years from 2008 to 2012. Different nation has different target reduction rate; Japan is 6%, the US 7% and UE 8%. But many predict that it is questionable to attain those targets between those years.

In Japan, it is believed that to stabilize the carbon dioxide emission by the year 2010 is a practical goal with best effort by encouraging the industries to conserve energy and by installing more nuclear power plants. But, for further installation of the nuclear power plants, to obtain public consensus is getting a bigger challenge. When we try to attain larger reduction in carbon oxide emission in the future, the technical measure alone as to develop new energy would not be enough. Economical measure as to give incentive to the energy users will be needed to promote gradual change of socioeconomic structure of the nation.

In accordance with the Kyoto Protocol, it is agreed that only the industrialized nations have obligation to reduce carbon oxide emission, while the developing nations have no such obligation.

Taking into account of the increasing global green house gas emission, I would like to stress the following two points. Firstly, we can not be optimistic to prevent global warming during the 21st century even the industrialized nations supposed attained their goals. Secondary, unless effort and contribution by the developing nations, effort by the industrialized nations alone can not be effective to prevent the warming.

For sustainable growth preventing global warming, the industrialized nations are not only requested to reach their goals defined in the Kyoto Protocol but also requested to make more effort to reduce the emission beyond the year of 2012. The advanced nations should play a leading role to reduce the emission and thus to encourage the developing nations to make the similar effort. They can also provide financial aide together with technical aide such as CDM (clean developing mechanism) in order to encourage the developing nations to reduce their emission.

Nuclear Energy in Germany

Dr. Werner Süß

Head of Communications Bayernwerk AG

Munich, Germany

Today we have heard a number of important economical as well as ecological arguments pro nuclear. That one can't disregard the intrinsic logic of these arguments is clearly underlined by the current debate on nuclear in Germany, the so-called consensus discussion.

After several months of discussion of our government's plan to phase out nuclear energy I am glad to tell you that the debate which used to be very ideological has recently become far more fact-oriented. Today, it looks like the original idea of a short-term abandoning of nuclear is no longer on the table.

Germany currently has nineteen nuclear power stations which provide about 33 percent of our public electricity supply. In the south of Germany - where Bayernwerk, my company is located - the share of nuclear is even above 60 percent. In other words: nuclear energy is the far most important source for electricity generation in Germany, more important than hard coal and more important than lignite.

As you all know, the political environment for nuclear in Germany has become more difficult since last fall. Following our national elections in September the Conservative Government was replaced by a coalition of Social Democrats and the environmentalist Green Party.

In their coalition treaty the two parties agreed to pursue the „comprising and irreversible abandoning of nuclear energy“.

This new policy was no surprise at all: The Social Democrats who had originally been in favour of nuclear energy changed their minds over the years. In 1986 under the impression of the Chernobyl accident they changed their party platform and opted for a phase-out of nuclear.

The smaller coalition partner, the green party, actually has its roots in the environmentalist and anti-nuclear movement of the 1970s. For them the abandoning

of nuclear - as fast as possible of course - is one of the key goals of their party policy; it is in fact part of their political identity.

When the new administration took over office they invited the major German utilities to participate in so-called „consensus talks“ on the future of nuclear energy in Germany. We, the industry, decided to take part in these talks because we were and are still looking for long-term planning security and a reliable political framework for the future operation of our NPPs.

However, we have made clear right from the beginning not to participate in talks if the only goal was to close down our reactors. This is still our position: We are ready for „consensus talks“ but not for „phase-out talks“.

A very important aspect of the consensus talks is to establish mutual trust.

Unfortunately, our federal government's behaviour in this regard has not been very encouraging over the past months. In fact, the new administration tried at least three times to impede the use of nuclear energy in Germany:

1. In January, the German Nuclear Industry with the important support of our friends at COGEMA in France and BNFL in England were able to prevent a legal ban on reprocessing which would have come into force by the end of this year. The government had prepared a draft legislation which instead of reprocessing proposed regional interim storage facilities. If our government had not given up these plans and withdrawn the draft legislation they would have broken internationally binding treaties between Germany and France as well as Germany and Great Britain.

In addition, with the blocking of reprocessing and at least 4 to 5 years of planning and construction of the envisaged regional interim storage facilities it would have almost been impossible to continue the operation of our NPPs.

2. In February the Federal Government dissolved the Commission on Reactor Safety which is an advisory body to the Minister of the Environment and Reactor Safety. The Commission had been composed of scientists and nuclear experts, most of them with high international reputation. Today, it seems that the commission's new members have not been chosen for their scientific achievements but for their overall-anti-nuclear attitude.

3. Let me give you a third example of our administration's policy against nuclear. Since March we've been discussing a national tax reform, the so-called „tax relieve law“. This law which passed our Parliament (Bundestag) in April will have a significant impact on nuclear energy in Germany.

Let me explain: In the past we have been allowed to build up tax-free reserves for the decommissioning of NPPs as well as nuclear waste disposal. The calculation methods for these reserves are now to be changed.

Even though many details of the execution of the law are still not clear at this stage we can already state that in the worst case this could lead to extra tax payments for German utilities of more than 10 billion USD.

You will certainly understand that these unfriendly activities of the administration have not been very helpful in promoting the „consensus talks“. But they helped to raise a violent public discussion about the future of nuclear in Germany. For a certain period of time the phase-out discussion had been the number one topic in our media. The administration had not been able to take great advantage from this discussion.

The interesting thing in this context is that public opinion in German society which used to be very emotional and was marked by fear - German „Angst“ - when it came to nuclear has changed a lot recently. Public debate on nuclear has become much more fact-oriented. People start listening to economic as well as ecological arguments.

Recent opinion polls prove that the acceptance of nuclear energy among our population has increased by more than 10 percent over the last years. The refusal of nuclear energy has dramatically decreased, in particular among the young generation. Reasons for this development are the growing openness towards modern technics and a less ideological but more rational and pragmatic approach to political discussions in general.

A government promoting a rigid phase-out policy runs the risk to get out of touch with the people. Our Government seems to have understood that you cannot simply replace the most important source of our electricity generation in Germany. It now turns out that nuclear is not the ideological playground some members of the coalition may have thought it could be.

There are four pro-nuclear arguments, which seem to have impressed our government, at least the Social Democrats:

1. A phase-out of nuclear would be very difficult to achieve with respect to our constitution. Nuclear power stations are protected property of the utilities. A law stipulating time limits for their future operation would be considered an expropriation under the German Constitutional Law. This would at least result in high compensation payments.
2. Our new government's prime objective was to create new jobs and economic wealth in Germany. Now the government has found out that nuclear energy in Germany provides 150.000 jobs. It was particularly painful for our red-green government when in March this year 35.000 employees of the energy sector took to the streets in Bonn and demonstrated for the continued operation of our NPPs.
3. Nuclear is the cheapest option to generate electricity in Germany. In the now liberalised European electricity market our NPPs are our most important asset. A ban on nuclear in Germany would either result in higher electricity prices due to the construction of new combined cycle gas power plants; or it would result in increased imports of electricity from abroad.
4. For the past years Germans have been following the debate on climate change very closely. In this context it is important to know that German NPPs avoid as much CO₂ as the entire road traffic in Germany produces each year. Germany carries the main burden of the European CO₂ reduction target of minus 8 percent, agreed upon at the Conference of the Parties in Kyoto in 1997 (Germany minus 21 percent). With a phase-out of nuclear in Germany the European reduction target will be impossible to achieve.

If I look at the current state of the phase-out discussion in Germany I would like to draw the following three conclusions:

1. The original „green“ idea of a fast, ideologically motivated phase-out of nuclear seems to have disappeared. The German Chancellor Schröder announced last week that not a single NPP will be shut down before the next federal elections in 2002. He was quoted with a phase-out period of between twenty and twenty-five years. By then our youngest NPPs in Germany will already have been operating for forty years.

2. **Regardless of this the administration will continue to make life more difficult for the nuclear industry. Like any other energy nuclear becomes vulnerable in a competitive market if costs are artificially increased.**
3. **The German utilities are very much aware of this. We are convinced that our NPPs will remain to keep the backbone of electricity production for a long period of time.**

Swedish National Energy Administration
Håkan Heden
Deputy Director General

**Presentation at 1st Tsuruga International Energy Forum
"Energy and Environment in the 21st Century," May 13-15, 1999,
at Wakasa-Wan Energy Research Center, Tsuruga, Fukui, Japan**

Ladies and gentlemen

I would like to take this opportunity to thank you for inviting me to participate in this international Energy Forum.

The two sessions today have focused on the two issues Energy Demand in the 21st Century and Energy and Environment. Both issues raise questions of national and international energy policy which are of vital importance especially when regarding the climate question.

I will start with some observations on the energy development in Sweden and after that go on with the major elements in Swedish energy policy.

During the last 30 years there has been a dramatic transformation of the Swedish energy supply. (fig. 2a). In 1970, crude oil and oil products accounted for almost 80 % of the total energy supply and have now fallen to just above 40 %. Nuclear power production was introduced during the period – and there has also been a substantial increase also in hydro and in biofuels. During the same period the use of energy has been rather stable in spite of economic growth.

You can see this trend

- reduction in oil,
- increased use of electricity and biofuels (mainly wood) and
- improved efficiency

in the service and residential sector (fig. 17a.). Oil has in heating been substituted by electricity, district heating and biofuels. The district heating is mainly based on biofuels, waste and electricity.

You see the same development in the industrial sector (Fig. 19a)

Oil out – electricity in !

In transport, however, we use more and more of fossil fuels.

So you can say that Sweden during the last 30 years went through a second wave of electrification. And more important perhaps is the fact that the Swedish electricity supply about 95 % is based on non-fossil fuel generation. (Figure 5a)

This development has at least two major implications for Swedish energy policy.

The first implications relates to the heavy Swedish dependence on electricity in general and even more nuclear. You can see from my next picture (figure 27) that the electricity use in Sweden per inhabitant is high. Electricity use in the USA was about 20 % less than in Sweden. Among the industrial European countries, such as Germany and France and in Japan electricity use per inhabitant was about half that in Sweden. In the industrial world, Sweden also has the highest per-inhabitant-production of nuclear.

So the energy policy objective to phase out nuclear power is a real challenge for the Sweden.

The second implication is in the field of climate mitigation policy. Due to the transformation

- from oil to electricity with a very low fossil fuel content
- from oil to renewables and biofuel
- and to a more efficient energy system

Sweden has reduced its carbon-dioxid emissions with about 40 % since 1970. In relation to the size of population and to Gross National Product. (Figure 00) Sweden has low carbon-dioxid emissions compared with other industrialised countries.

That is of course good and we are satisfied with the outcome so far. On the other hand: The relatively low emissions mean that that the costs for further reductions are high, in absolute terms but also in relation to other countries.

**

1997 the Swedish Parliament decided on new energy guidelines which I will briefly comment.

The objectives of Swedish energy policy are to secure short- and long-term electricity supply, as well as the supply and other energy, on terms which are competitive in relation to the world around us. Energy policy should create the conditions for efficient energy use and a cost-efficient Swedish energy supply with a low negative impact on health, the environment and the climate. It should also facilitate the transformation towards an ecologically , sustainable society, promoting a sound economic and social development in Sweden.

Regarding nuclear power, which according to earlier guidelines should have been phased out until 2010 the new guidelines states that

“problems arise regarding, welfare, competitiveness, welfare and the environment if all nuclear power is to be phased out by year 2010. A final year in which the last reactor should be taken out of service should not be specified. This allows sufficient time for the transformation of the energy system.”

You can say that there are two pillars in the guidelines.

The first pillar is the development of new technology.

The development of new technology plays a central role in Swedish industrial and energy policies. According to the energy policy guidelines a clear focus on research, development and demonstration of new technology is the basis of the long-term strategy to develop an ecologically and economically sustainable energy system. The aim is to reduce the production costs and introduce new energy technology based on renewable energy sources. Over the next ten to fifteen years the share of electricity and heat produced from renewable energy sources, mainly biofuels, large-scale wind power and solar energy shall increase. The existing hydropower system will be made more efficient. New, more energy-efficient processes will be introduced for industrial use. New technology must be developed to become profitable and commercially available.

To achieve all this, Sweden has doubled state funding for the research, development and demonstration of new, environmentally adapted and efficient energy technology. The role of the public financing is to guarantee sustainability and to act as a catalyst for industrial action. It is industry which must play the decisive role with respect to identifying those products and processes which can be profitable on the market.

This work must be carried out on a long-term basis. I would even go as far as to say that it is of vital importance that we don't provide extensive financial support for today's technology. If we do so, we will run the risk of becoming stuck in our present society - which is not sustainable.

The other pillar is cost efficiency.

The task to fulfil the commitments from Kyoto is big. But the Kyoto-commitment will be followed by even more challenging commitments. The post-Kyoto commitments - that is the commitments on emission reductions after the year 2012 - may become the greatest challenge ever in international energy policy. Therefore it is of greatest importance to organise the energy sector in a way which promotes cost-efficient solutions when it comes to technology, production and use of energy. That means according to our view that the states shall establish conditions for competitive energy markets – nationally and internationally.

In Sweden we have established a competitive electricity market with no state regulation with very few legal restriction for trade which has now worked in three and a half year. That means that new generating capacity must be competitive in economic terms. This will of course have implications for the development of the electricity generating capacity.

As, I mentioned earlier, Sweden it is an energy objective to is to phase out nuclear. That goal is based on non-economic considerations. We do not see nuclear power has a place in a sustainable energy system.

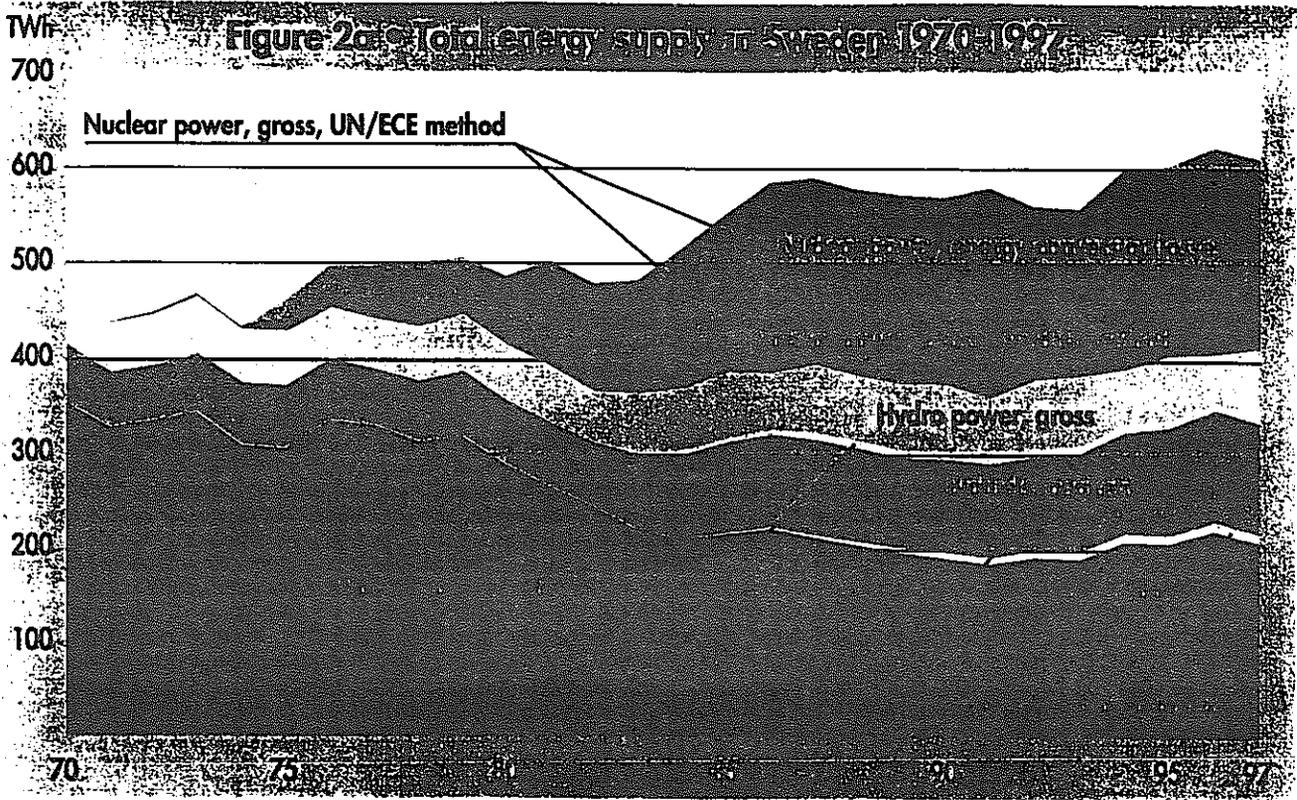
We can see that the existing nuclear capacity is competitive and supplies electricity to low prices and no carbon dioxide emissions. However our estimates tell us that introducing new nuclear capacity as an element in climate policy program is not rational even from an economic point of view. In the Swedish electricity market new nuclear is simply too expensive to be cost-effective and competitive. And this will be the case also if heavy carbon-dioxide taxes are imposed on fossil fuelled electricity generation.

I will finish with this remark and underline my theme for this intervention. The task for modern society to combat climate change is probably the greatest challenge ever in energy and environmental policy. In Sweden we have founded our policy on two pillars namely

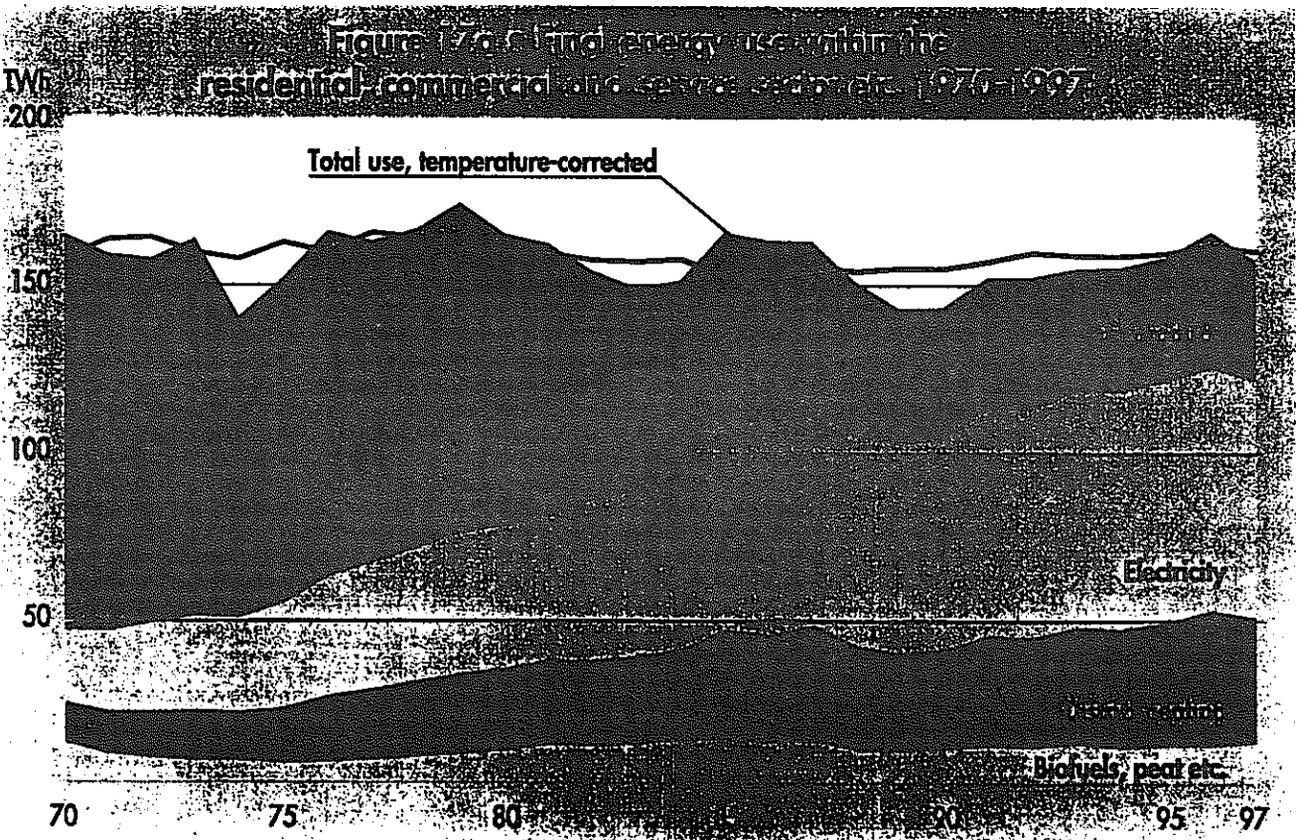
- support to technology development in co-operation with industry
- and reliance on competitive and well-functioning markets.

We believe that those two pillars are the most important also in an international perspective.

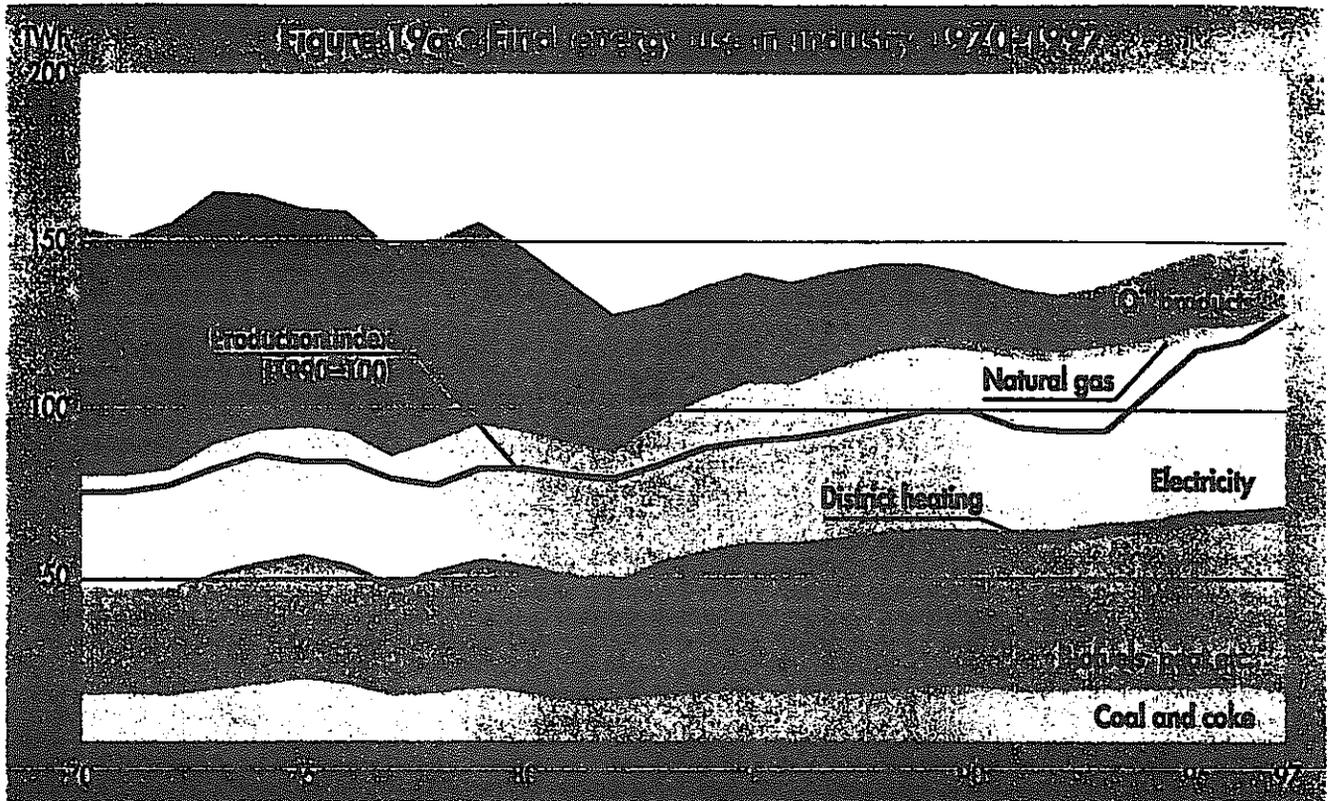
Ladies and gentlemen, thank you for your attention



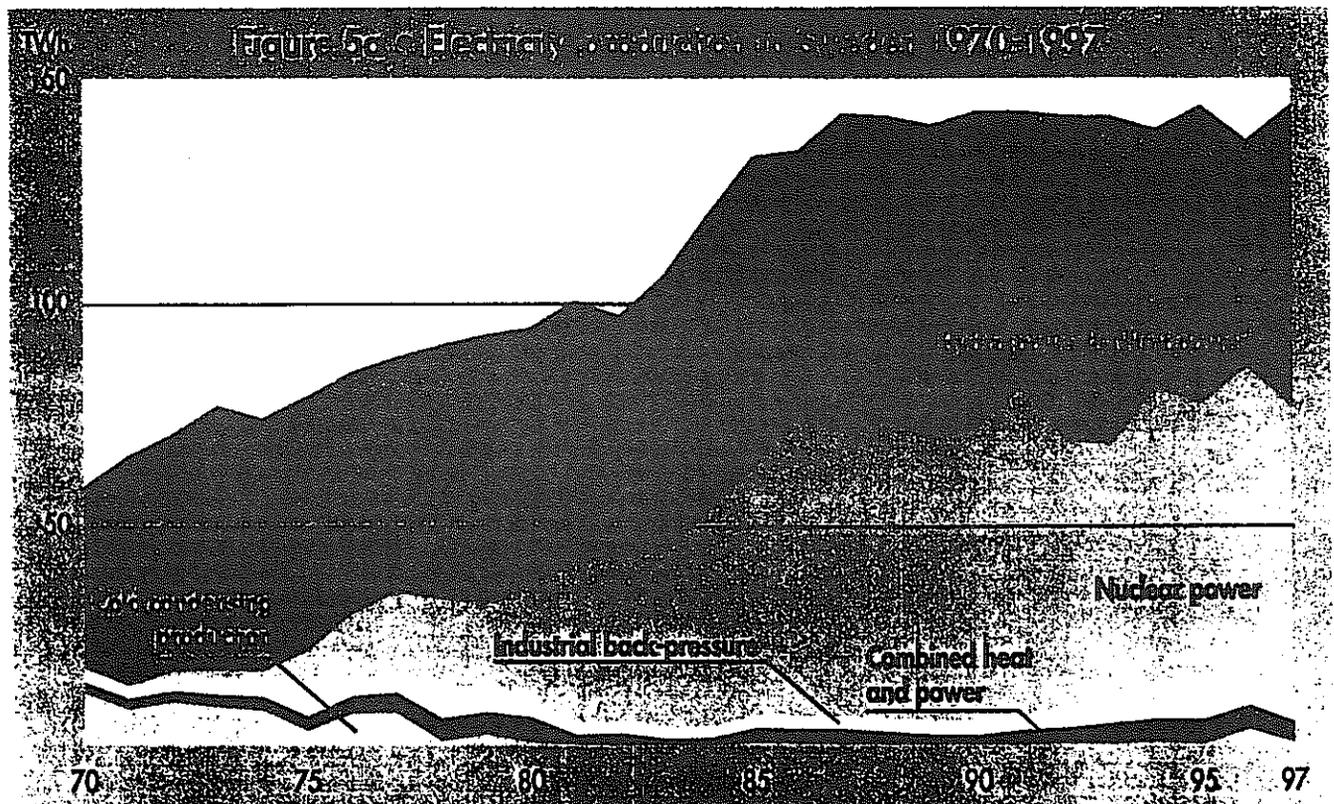
Swedish National Energy Administration



Swedish National Energy Administration

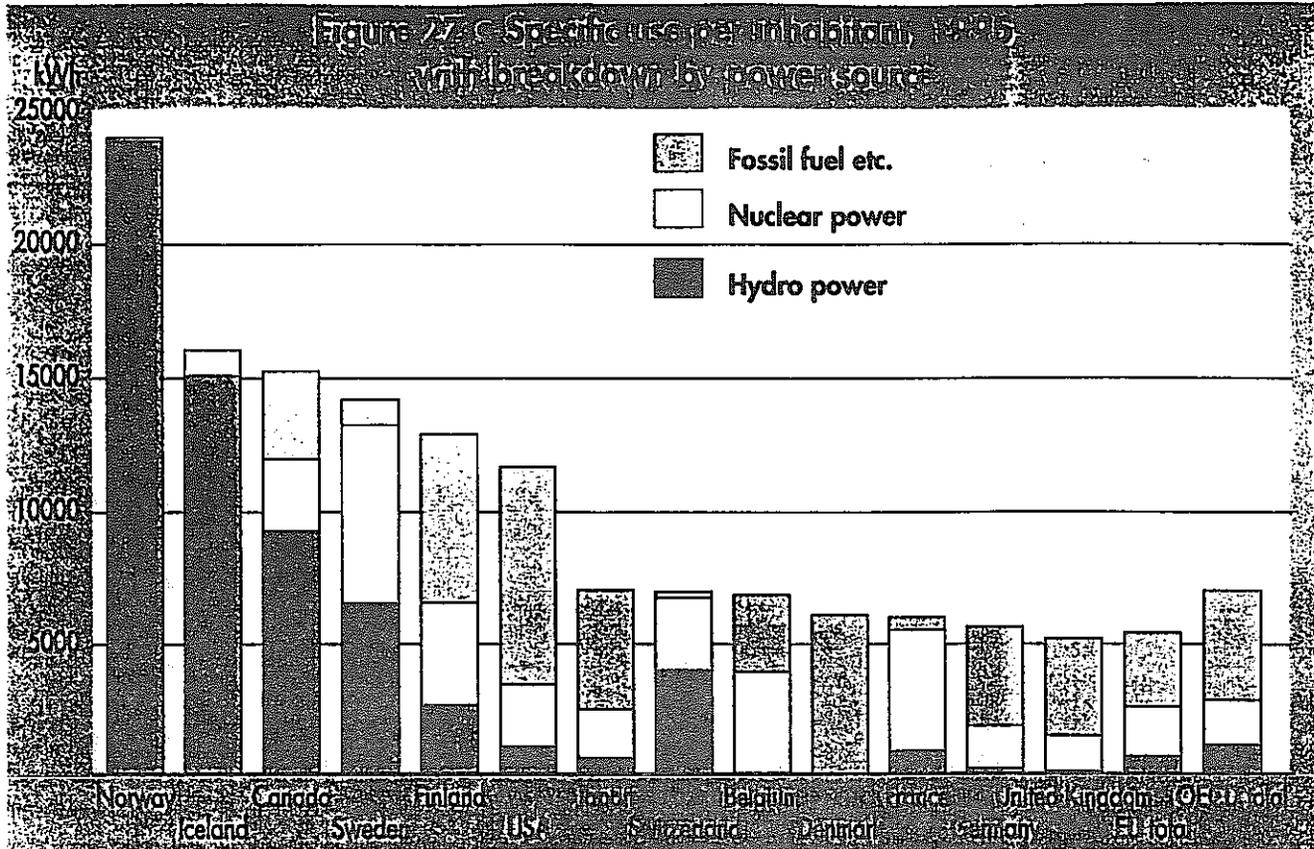


Swedish National Energy Administration



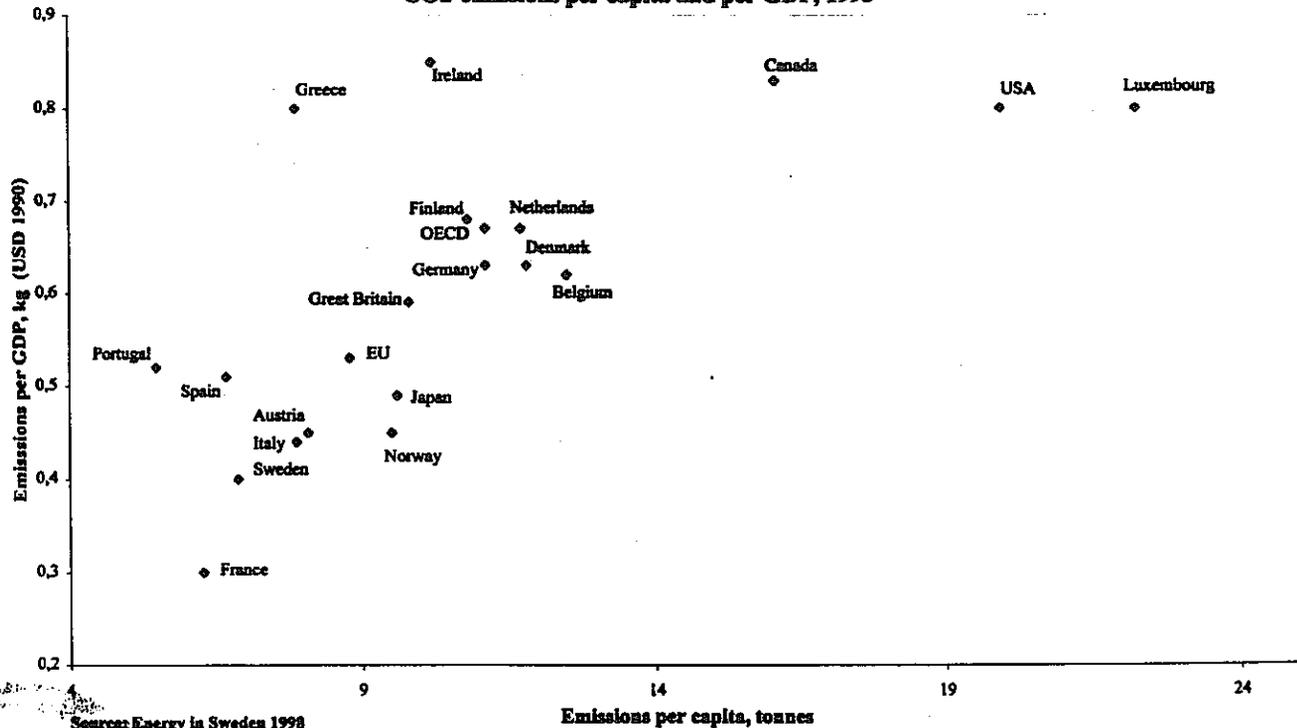
Swedish National Energy Administration

Figure 27 c Specific use per inhabitant, 1995, with breakdown by power source



Swedish National Energy Administration

CO₂-emissions per capita and per GDP, 1995



Source: Energy in Sweden 1998



Swedish National Energy Administration

21世紀を見据えた米国原子力開発の新たな取り組み

ゲール・マーカス

米国原子力学会

要旨

本報告は、米国における原子力に対する展望の最近の変化に焦点を当てたものである。米国のエネルギー資源は、現状では豊富であり、したがってこのことや他のことにより、近年は原子力が停滞気味であった。それにもかかわらず、現在でも原子力は105基のプラントで米国全体の総発電量の20%以上を供給する、主要な電源の役割を果たしている。規制法による最長の40年の許可期限を基にすれば、現在稼働中の米国の原子力プラントの殆どは、2010年から2025年の間に許可が期限切れとなりそうである。しかしながら、運転許可の更新によって、こうした運転停止は延期することができる。許可更新の最初の申請が、現在米国NRC（原子力規制委員会）によって審査中であり、さらに多くの申請が出されそうである。

最近の幾つかの傾向から、近い将来にはこの許可更新はより魅力的なものとなりそうだ。その第一は京都会議の結果で、二酸化炭素の放出を1990年レベルより6%削減するという目標である。この目標が、二酸化炭素放出の削減に対する原子力の潜在的な寄与への認識を増大させつつある。もう一つの傾向は、電力に対する規制緩和の動きである。規制緩和によって、原子力も含めて経済性の悪い発電プラントは疑いなく運転停止に追い込まれるが、一方で効率的で経済性のあるプラントの運転継続を歓迎することになり、そうしたもののいくつかは原子力発電プラントであるだろう。そうした意味からは、規制緩和は許可更新に追風となる。最近の米国の原子力発電プラントの運転実績を示す統計もこの動きに沿うもので、安全性、経済性の双方について改善を示している。議会および米国政府当局の中でも、原子力に対する支持は増大して居るようで、このことは多くの政府高官の証言や、最近の議会における原子力の研究開発を支援する予算付けや動向によって示されている。

このようなことから、原子力に関する展望は、新たな世紀の初めの数年のうちに改善されるように思われる。もちろん、いくつかの条件、たとえば世界中の原子力発電プラントが安全な運転を継続することや、廃棄物処分問題に関する進展が、前述の予測を実現するには必要であるが、地球環境問題の解決には原子力の寄与が必要であるという認識が、現在では政策決定者の間で次第に強くなりつつある。

Prospects for Nuclear Power in the US in the New Millennium

G.H.Marcus

American Nuclear Society, USA

Abstract

This paper will focus on the changing prospects for nuclear power in the United States. Current energy resources in the United States are ample, and for this and other reasons, there has been a stagnation of nuclear power in recent years. Nevertheless, nuclear power presently plays a substantial role in U.S. electricity supply, with 105 nuclear power plants supplying over 20% of the total electricity produced in the United States. With the statutorily mandated 40-year maximum license period, most current U.S. nuclear power plant licenses will expire between the years 2010 and 2025. However, the renewal of operating licenses can defer these shutdowns. The first applications for license renewal are presently under review by the U.S. Nuclear Regulatory Commission, and more applications are expected.

Several current and emerging trends are likely to make the prospects of license renewal more attractive in the near future. The first of these is the outcome of the Kyoto conference, with its goal of a 6% reduction in carbon dioxide emissions from the 1990 levels. This goal is leading to growing recognition of the potential contribution nuclear power can make to meeting carbon dioxide reduction goals. Another emerging trend is electric power deregulation. Deregulation will no doubt lead to the shutdown of uneconomic power plants, including uneconomic nuclear power plants, but will favor the continued operation of efficient, economic power plants, some of which will also be nuclear power plants. In that sense, electric power deregulation appears to be favoring license renewal. Recent performance statistics for U.S. nuclear power plants are also encouraging, as they show improvements in both safety and economic metrics. Within Congress and the U.S. Government agencies, there appears to be growing support for nuclear power, as attested to by recent statements from various government officials and by recent Congressional actions and funding in support of nuclear research and development activities.

Thus, it appears that the prospects for nuclear power may improve during the first years of the new millennium. Of course, certain conditions, such as continued safe operation of nuclear power plants worldwide and progress toward resolution of the waste disposal issue, are necessary to realize this prediction, but at present, there is strong and growing recognition among decision-makers of the need for nuclear power to help contribute to resolving global environmental problems.

**PROSPECTS FOR NUCLEAR POWER
IN THE UNITED STATES
IN THE NEW MILLENNIUM**

GAIL H. MARCUS

**Visiting Professor
Tokyo Institute of Technology**

May 14, 1999

**Tsuruga International Energy Forum
Tsuruga, Japan**

**American Nuclear Society:
“Leaders in the development, dissemination and application of
nuclear science and technology to benefit humanity.”**

CURRENT STATUS OF ENERGY SUPPLY IN THE UNITED STATES (GENERAL)

- **AMPLE RESOURCES FOR THE NEAR TERM**
 - **DIVERSE REGIONAL SITUATION**
 - **Penetration Of Nuclear Power**
 - **Nuclear Acceptance**
 - **Alternative Resource Availability & Economics**
-

CURRENT STATUS OF NUCLEAR POWER IN THE UNITED STATES

- **105 COMMERCIAL NUCLEAR POWER PLANTS**
- **OVER 100,000 MEGAWATTS OF CAPACITY**
- **630 BILLION KWH (1997)**
- **ABOUT 20% OF TOTAL ELECTRICITY PRODUCED
IS FROM NUCLEAR POWER**
- **SECOND ONLY TO COAL AS BASELOAD
ELECTRICITY SOURCE**
- **32 STATES WITH NUCLEAR POWER PLANTS**
(5% to 76.7% of electricity in the state)

LICENSING SITUATION AND FUTURE OF NUCLEAR POWER

- **NO PLANTS UNDER CONSTRUCTION OR
PLANNED**
 - **40 YEAR LICENSE PERIOD**
 - **MOST CURRENT LICENSES EXPIRE BETWEEN
2010 AND 2025**
 - **20 YEAR LICENSE RENEWALS DEFER
SHUTDOWNS**
 - **First License Renewal Applications In Pipeline**
 - **Many Plants Could Have Licenses Renewed
(Estimates Vary)**
-

CURRENT TRENDS AND FORCES IN US ENERGY SUPPLY

- **KYOTO CONFERENCE**
- **DEREGULATION**
- **IMPROVING PLANT PERFORMANCE**
- **UTILITY LONG-TERM PLANNING**
- **RECENT GOVERNMENT ACTIONS**
 - **Congressional Support & Funding**
 - **Other Government Support**

KYOTO CONFERENCE

- **GOAL: 6% REDUCTION IN CARBON DIOXIDE FROM 1990 LEVELS**
 - **RESULT: GROWING RECOGNITION OF POTENTIAL CONTRIBUTION OF NUCLEAR**
 - **From 1973-1994, nuclear power provided 89.2 % of carbon emission reductions, equivalent to 1.7 billion metric tons avoided—DOE**
-

ELECTRIC POWER DEREGULATION

- **EXPENSIVE POWER WILL DIE**
 - **Some Of This Will Be Nuclear**
 - **Sales Of Nuclear Units May Improve Economics**
- **EFFICIENT UNITS WILL THRIVE**
- **FAVORS LICENSE RENEWAL**
 - **Anticipated Economic Operation**
 - **Support of Kyoto Goals**
 - **“If 75% of US nuclear plants renew their license, an additional 2.8 billion metric tons of carbon emissions will be avoided by 2035.”—EIA**

RECENT PERFORMANCE OF US NUCLEAR POWER PLANTS

- **IMPROVEMENTS IN MOST PERFORMANCE INDICATORS (SAFETY AND ECONOMIC)**
 - **Scrams**
 - **Occupational Exposures**
 - **Refueling Outage Times**
 - **AVERAGE CAPACITY FACTOR (1997)**
 - **All plants: 70.3%**
 - **All operating plants: 77.6%**
 - **35 PLANTS HAD LOAD FACTORS > 90%**
-

UTILITY LONG-RANGE PLANNING

- **LICENSE RENEWAL**
 - **Several Utilities Have Submitted Applications**
 - **Others Are Assessing Options**
- **SALES, MERGERS AND ACQUISITIONS**
- **NEW CAPACITY**
 - **Combined Cycle Gas Turbine**
 - **Nuclear**

CONGRESSIONAL ACTIONS

- **NUCLEAR ENERGY RESEARCH INITIATIVE (NERI)**
 - **GROWING FUNDING SUPPORT FOR UNIVERSITY NUCLEAR ENERGY RESEARCH**
 - **NUCLEAR ENERGY RESEARCH ADVISORY COMMITTEE (NERAC)**
 - **NUCLEAR ENERGY PLANT OPTIMIZATION PROGRAM (NEPO)—Proposed**
-

NUCLEAR ENERGY RESEARCH INITIATIVE (NERI)

- **FUNDING:**

<u>1999</u>	<u>2000</u>
\$19 M	\$24 M
- **MAJOR FEATURES**
 - **Investigator Initiated R&D Proposals**
 - **National Labs, Universities, and Industry**
 - **Competitive, Peer-Reviewed Selections**
 - **Collaborative Partnerships—US, International**
 - **Over 300 Proposals Received**
- **AREAS OF EMPHASIS**
 - **Advanced Reactor Designs and Applications**
 - **Advanced Nuclear Fuel**
 - **Proliferation Resistant Designs (Reactors & Fuel)**
 - **Nuclear Waste Management Techniques**
 - **Fundamental Research, including Radiation Effects on Reactor Materials**

GROWING FUNDING SUPPORT FOR UNIVERSITY NUCLEAR ENERGY RESEARCH

- **FUNDING:** 1999 2000
 \$11M \$11.3M

 - **MAJOR FEATURES**
 - **SUPPORT OF UNIVERSITY NUCLEAR R&D CAPABILITIES**
 - **Supplying Fresh Fuel as Needed**
 - **Funding Reactor Upgrades & Improvements**
 - **Partnering with Industry for Matching Grants**
 - **Increasing Funding for Reactor Sharing**

 - **ATTRACT OUTSTANDING STUDENTS**
 - **Increase Number of Fellowships**
 - **Increase Number of Research Grants**
 - **Provide Summer On-the-Job Training**
-

NUCLEAR ENERGY RESEARCH ADVISORY COMMITTEE (NERAC)

- **PROVIDES EXPERT INDEPENDENT ADVICE TO
DOE OFFICE OF NUCLEAR ENERGY**

- **CHARTERED OCTOBER 1998**

- **AREAS OF EMPHASIS**
 - **Strategic Plan for Nuclear Energy Research**
 - **Isotope Research and Production Plan**
 - **Nuclear Science & Technology Infrastructure
Roadmap**
 - **Operating Nuclear Power Plant Research
Coordination & Planning**

**NUCLEAR ENERGY PLANT OPTIMIZATION
PROGRAM (NEPO)
(Proposed)**

- **FUNDING:**

<u>1999</u>	<u>2000</u>
—	\$5 M

- **FOCUSED ON AGING AND OPTIMIZATION OF GENERATION CAPACITY**

- **MAJOR FEATURES**
 - **7 Year Program**
 - **Up To Almost \$60 M In Peak Years**
 - **Joint DOE/EPRI**
 - **Cost Shared With Industry**

- **AREAS OF EMPHASIS**
 - **PLANT AGING**
 - **Steam Generators**
 - **Key Reactor Components**
 - **Piping, Pumps and Valves**
 - **Cables**

 - **OPTIMIZE GENERATION CAPACITY**
 - **Digital and I&C Replacements**
 - **Advanced Sensor Technologies**
 - **Advanced Monitoring, Diagnostics, Control Systems**

OTHER GOVERNMENT ACTIONS

- **STATEMENTS OF SUPPORT BY KEY OFFICIALS AND GROUPS**

- **“The government is expecting a lot from the energy sector in reducing carbon dioxide emissions, and nuclear power plants are going to be an important part of that.”—Bill Magwood, DOE**
- **“To write off fission now as some have suggested, ... would be imprudent in energy terms and would risk losing much U.S. influence over the safety and proliferation resistance of energy activities in other countries.”—PCAST**
- **“Fission belongs in the R&D portfolio.”—PCAST**

[PCAST = President’s Committee of Advisors on Science and Technology]

- **CHANGES IN NRC**

- **More Use Of Risk Assessment**
- **Changes To Inspection And Enforcement Activities**

WHAT IS NEEDED

- **CONTINUED SAFE OPERATION (WORLDWIDE)**
- **RESOLUTION OF WASTE DISPOSAL PROBLEM**
- **BALANCED “STRANDED ASSETS” REGULATIONS**

THE ROLE OF NUCLEAR POWER AND RELATED R&D IN KOREA

韓国における原子力の役割とその研究開発

Chang Sun KANG, Seoul National University

ソウル国立大学 チャンスン カン

ABSTRACT

要旨

韓国の原子力は、1) エネルギー安定供給の確保、2) 対外貿易赤字の解消、3) 電気料金の低額化、4) 地球温暖化防止、の4つの役割を持っており、これらからそのミッションは、1) 主要電源・安定電源としての原子力の維持、2) 原子炉と燃料サイクルの信頼性の維持、となる。

ミッション遂行の過程で、輸出商品として原子力の技術開発を進める事が21世紀に向けた韓国のビジョンとなる。現在、欧米では電力設備は大幅な過剰状態にあるが、10年以内には原子力の復帰が予想されることから、それまでいかに生き残るかが原子力メーカーの重要な課題になっている。

韓国は、1998年時点で加圧水型炉11基、加圧型重水炉3基を運転中で、これらで電力の41.7%を賅っている。第4次電力供給長期計画によると、2014年迄に運転中の原子炉を28基とし、国内の電力供給能力の34.2%となる予定で、原子力を電力の主要設備と位置づけている。また、包括的かつ系統的な研究開発によって原子炉と燃料サイクルで自立を図る予定である。現在、このために「21世紀に向けた中長期原子力研究開発計画(1997年から2006年)」と「原子力技術向上計画(1999年から2006年)」の2大研究開発が進められており、それぞれ2兆3660億ウォン(19億8900万米ドル)と4987億ウォン(4億1600万米ドル)の予算が予定されている。大型設備では、2010年の生産開始を目指して130万Kwクラスの韓国型次世代原子炉KNGRを開発中である。研究開発では多目的の33万KwクラスのSMARTと実証目的の液体金属冷却炉KALIMERの基本設計がそれぞれ2001年と2006年に完了する。これらの過程で世界市場における競争力をつけ、原子力発電技術を価値ある輸出商品として育てて10年以内には世界市場に進出すべく、現在、原子力産業界の大再編を行っている。

THE ROLE OF NUCLEAR POWER AND RELATED R&D IN KOREA
Chang Sun KANG, Seoul National University

ABSTRACT

In Korea, there are 4 major roles of nuclear power identified: 1) nuclear has assured the stable supply of energy; 2) nuclear has reduced national trade deficit; 3) nuclear has lowered electricity bill; and 4) nuclear has mitigated the global warming problem. Based on the four roles, the missions of nuclear energy are drawn: 1) maintain nuclear as the major source of domestic electricity production and seek for stable supply of energy; and 2) achieve the self-reliance of nuclear reactor and fuel cycle technologies.

Hence, it is natural to reach the vision towards the 21st century by developing nuclear technology as a profitable export product in due course of performing the missions. Even though there exists a large surplus of electricity supply in Europe as well as in North America at present, in 10 years, the revival of nuclear market will happen. Until then, the survival is the key issue for nuclear vendors. As of 1998, Korea has 11 PWRs and 3 PHWRs in operation, which generated 41.7% of total electric power. And according to the 4th Long Term Electricity Supply Plan, Korea will have 28 units of nuclear power plants in operation by the year of 2014, which will be 34.2% of total installed capacity of electricity generation. The 4th Supply Plan has actually assured the use of nuclear as the major source of electricity supply. Korea shall accomplish the self-reliance of reactor and fuel cycle technology through comprehensive and systematic R&D programs. There are two main nuclear R&D programs in progress: Medium & Long Term Nuclear R&D Program towards the 21st Century (1997-2006); and Betterment Program of Nuclear Power Technology (1999-2006). The total investments of these programs will be 2,386 billion wons (1.989 billion US dollars), and 498.7 billion wons (416 million US dollars), respectively. For large-scale electricity generation, 1,300 MWe-size KNGR will be developed for timely introduction in 2010. According to the R&D Programs, the basic designs of 330 Mwt-size SMART for multi-use purpose and 330 MWe-size KALIMER for liquid metal reactor demonstration purpose will be completed by 2001 and 2006, respectively. In due course, Korea will achieve economic competitiveness in the world-wide market, and develop the nuclear power technology as a profitable export product on time. Korea has to get ready for world market in 10 years. In recent, Korean nuclear power industries are going through a big reform to strengthen their economic competitiveness.



DRN

B.Barré, April 21st 1999
Ref.99-42

European Viewson Nuclear R&D and related Issues

Bertrand BARRÉ, CEA France

vice-president, European Nuclear Society

原子力研究および開発とその関連事項に関するヨーロッパにおける展望

ベルトラン バレ CEA 仏国

欧州原子力学会 副会長

要旨

EU内の原子力発電は全発電量の35%を占め、日本ほぼ同じ値である。この発電量の全てを賄う軽水炉は信頼性、安定性および安全性に優れ、価格競争力も十分に備えたものである。一方、殆どの原子力計画は行き詰まっており、建設中の炉は一基もない。しかし、温暖化ガス削減について京都での欧州諸国の約束は、炭酸ガスを放出しないエネルギー源への依存を高めることを求めることになるだろう。

原子力については、その利用についても、また社会の受容という面についても、それぞれの国によって事情は大きく異なる。欧州はウクライナに近いことから、アジアや北米よりチェルノブイル事故による衝撃は極めて大きかった。にも拘わらず、最近のドイツ、スウェーデンおよびスイスでの事柄は、多くの政治家が考えているよりも公衆の受容性は実際は高いことを示している。再処理とMOX（ウランとプルトニウムの混合酸化物燃料）リサイクルは、いくつかの欧州の国で長年にわたって役に立っており、その旗頭は日本でも活躍している二つの欧州の会社、COGEMAとBNFLである。

フランスとドイツは共同でEPR（欧州型加圧水型炉）を開発しており、この炉はシビアアクシデント（過酷事象）防止および影響緩和のための先進的な機能と経済競争力について野心的な目標が備えられている。FBRの分野では日本との強力な協力のもとに、長期的な研究開発が進められているが、これはウラン資源のより良い利用と長寿命放射性廃棄物の最小化のためのものである。

世界中どこもそうであるが、HLW（高レベル放射性廃棄物）の処分は、原子力におけるアキレス腱であり、公衆に受容される方向でこの問題が解決できるよう精力的に研究開発が進められている。



DRN

April 27th 1999

European Views on Nuclear R&D and related Issues

*Bertrand BARRÉ, CEA France
vice-president, European Nuclear Society*

Abstract

Within the European Union, Nuclear Power generates 35% of the total electricity, a figure which happens to be very close to Japan's. The bulk of this power is provided by LWRs, which are reliable, sturdy, and safe as well as reasonably cost competitive. On the other hand, most nuclear programs are at a standstill and there is presently no unit under construction. However, GEG reduction commitments taken by European countries in Kyoto will call for an increased reliance on carbon-free energy sources.

The situation varies widely from country to country, both in terms of use and in terms of acceptance. Close to Ukraine, Europe was shocked by the Chernobyl accident, much more so than Asia or North America. Nevertheless, recent events in Germany, Sweden and Switzerland indicate that public acceptance is actually higher than most politicians believe it is.

Reprocessing and MOX recycle have been in effect for a long period of time in several European countries, championed by two European companies, COGEMA and BNFL, both of which are very active in Japan.

For nuclear power to be « sustainable, three issues must be resolved : Safety, Resources and Wastes.

As for Safety, France and Germany are developing together the EPR, European Pressurised Water Reactor with advanced features for severe accident prevention and mitigation and ambitious goals in terms of economic competitiveness.

Long term R&D is also carried out in the field of FBRs, in strong co-operation with Japan, in order both to make a better use of uranium resources and to minimise long-lived wastes production.

As elsewhere in the world, HLW disposal remains the nuclear Achilles' heel, and significant R&D is devoted to solving this issue in a publicly accepted way.

Nuclear Power in Europe (EU)

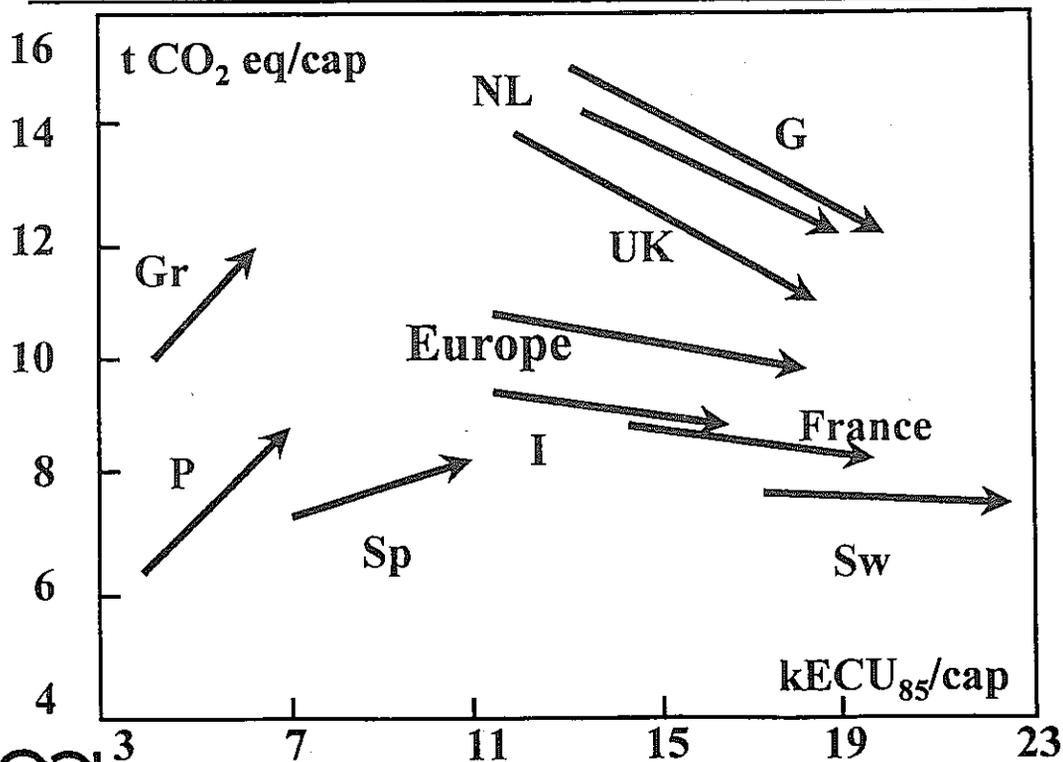
Region	Installed (GWe)				TWh (gross)	%
	BWR	PWR	GCR	FBR		
Europe 15	17	99	13	0.3	860	36
France	-	64	-	0.3	395	80
Japan	26	19	-	0.3	320	35
USA	34	71	-	-	660	20



BB - Tsuruga Energy Forum - 5/99



Kyoto Protocol : Europe

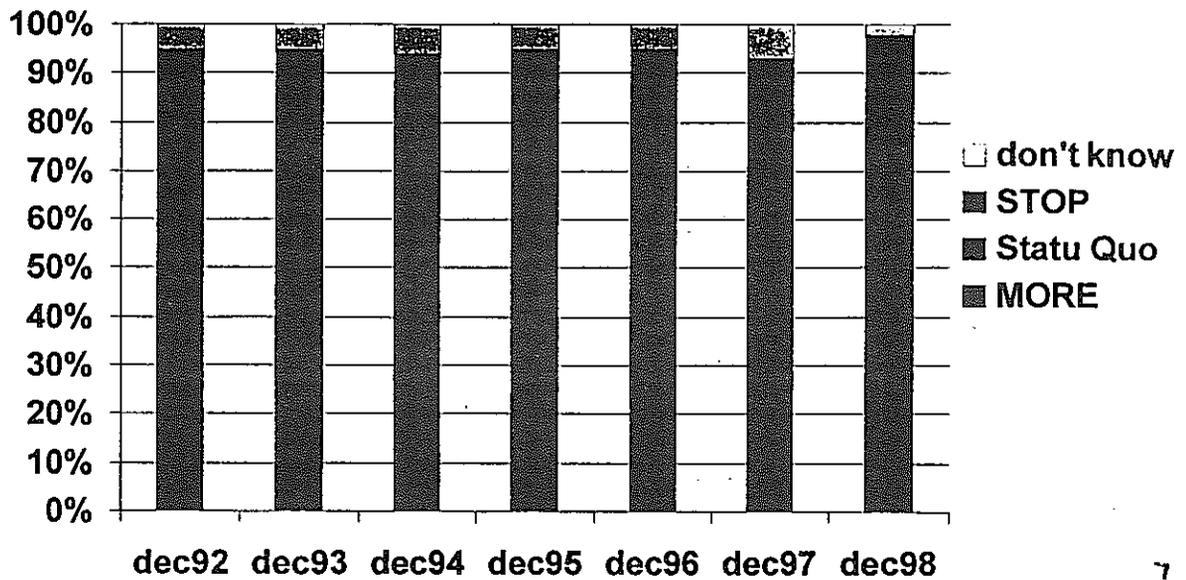


BB JAIF 1999



Opinions about Nuclear Plants in France

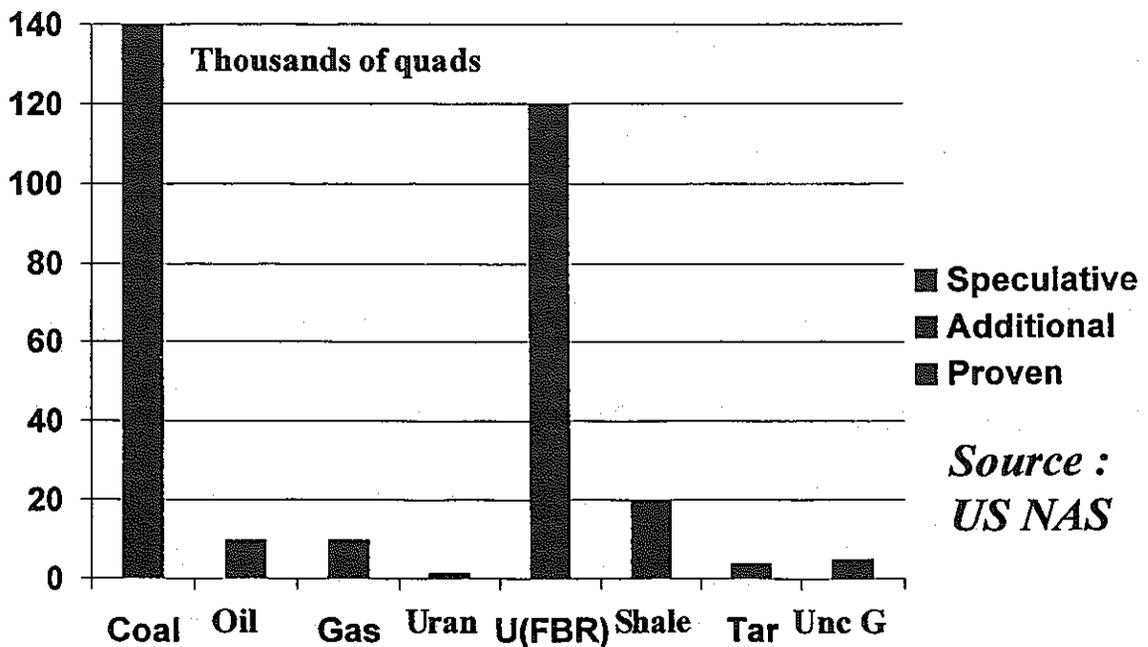
BVA poll - ~1050 p. over 18



BB - Tsuruga Forum - 5/99



Earth Energy Resources



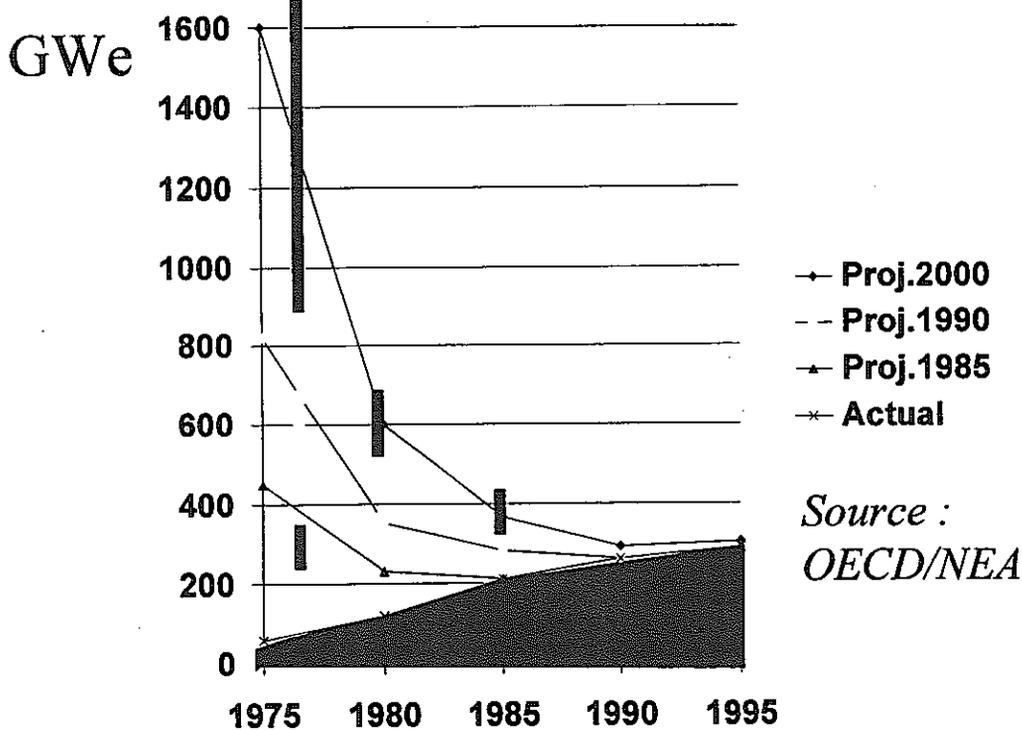
Source :
US NAS



BB - Tsuruga Forum - 5/99



Projected Nuclear Capacity for OECD



ceci

BB - Tsuruga Forum - 5/99



Very personal lessons learned from SpX

- Industrial size technically achievable
- Industrial size economically premature
- Safety *not* at issue
- ISIR (to be improved) *key* to LM technology
- Worth looking at other coolants (just in case)
- Fast neutrons essential in the long run, but Breeding ratio not crucial *as long as* > 1.0

Breeder = Symbol = Target...

ceci

BB - Tsuruga Forum - 5/99



Conclusion

«The 3 E»

- Economic Competitiveness
- Energy Security
- Environment Protection

Mean :

- Nuclear R&D
- FBR R&D



BB - Tsuruga Forum - 5/99





**First Experience on Russian Military Origin
Plutonium Conversion
into Nuclear Fuel**

A.F.Grachev

**State Scientific Centre of Russian Federation
«Research Institute of Atomic Reactors»
Dimitrovgrad**

1999



Russian Activity on excess of Military Pu disposition

50 tonne of excess military plutonium

Some key points of the MinAtom Concept:

- 1) Construction of the storage for fissile materials in Ural
- 2) Pu utilization only in power nuclear reactors
- 3) 3 stages for military Pu utilization:
 - small-scale - today fast reactors - BOR-60, BN-600
 - medium-scale - today reactors (BN-600 and VVER-1000) after modernization
 - large-scale - future reactors.
- 4) Activity on international collaboration
(USA, France, Germany, Canada and Japan)



RIAR Activity on Nuclear Fuel Production from Military Origin Plutonium

- 1) AIDA-MOX I Program (France - Russia) (from 1993):
 - conversion of Pu-alloy to PuO₂
- 2) ROSENERGOATOM program on MOX-fuel production from military Pu (from 1997):
 - production of MOX fuel for the BN-600 reactors vibropac FAs
- 3) U.S. - Russian Program on military Pu disposition (from 1997):
 - Pu conversion by pyroelectrochemical process to PuO₂
 - Pu disposition as MOX-fuel in fast and thermal reactors
- 4) RIAR production program - MOX-fuel for the BOR-60 fast reactor (from 1998)
- 5) Japan (JNC) - Russian (RIAR, Belayarskay NPP et al.) program on production and irradiation of 3 FAs with Military Pu in the BN-600 (from 1999).

(RIAR received about 50 kg of Pu alloy from storage)



DEMONSTRATION PROGRAM ON MOX-FUEL PRODUCTION FOR PLUTONIUM UTILIZATION AT FAST REACTORS

First step - The BOR-60 program

From September 1998 up to May 1999

- 2 MOX-fuel batches obtained and used for fuel pins manufacture (autumn sub-program)
- 3 MOX-fuel batches are under production (spring sub-program)

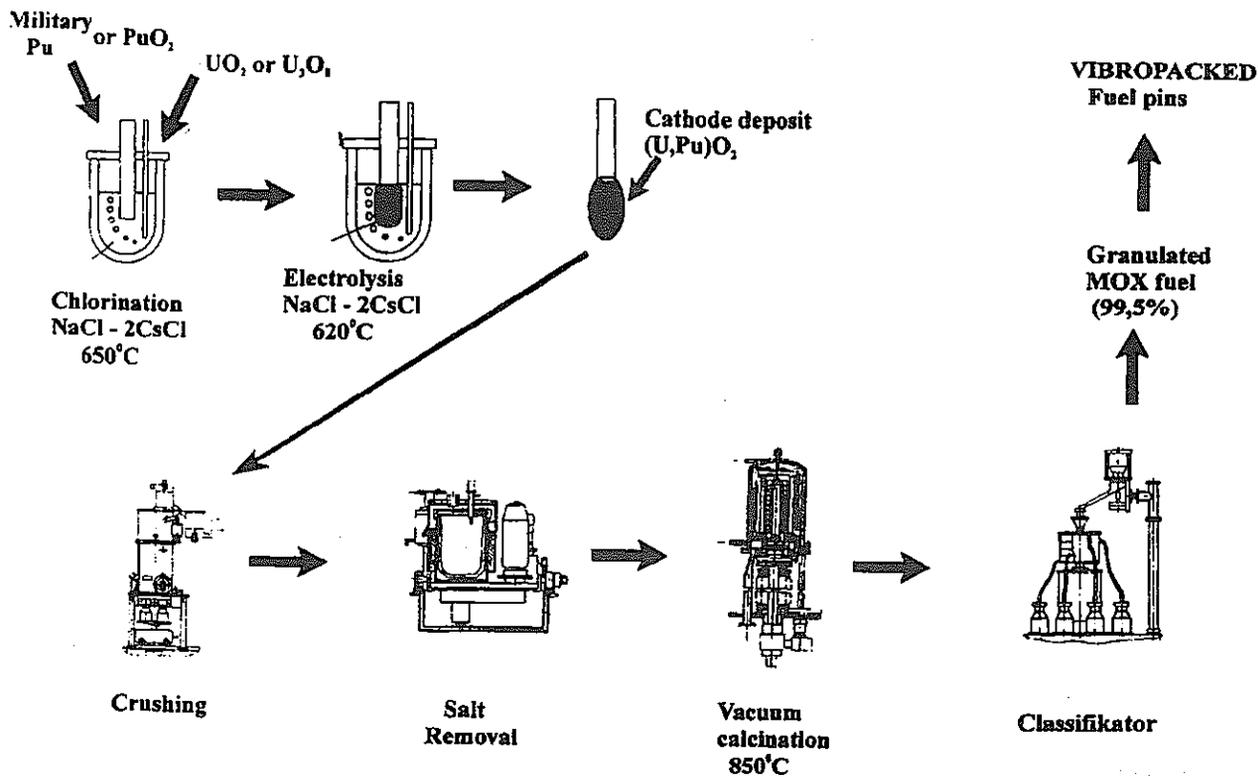
Initial products: *lex plani usque*

- military origin alloy Pu-Ga
- enriched uranium as UO_2

Final product:

- granulated MOX-fuel for the BOR-60 reactor.

Pyroelectrochemical production of MOX fuel



No	Status on May 7, 1999	Batch weight, kg	Impurity content	Pu used amount, kg
1	Full production cycle. Fuel pins under irradiation	27	0,13 %, involving Ga - 0,01 %	5,4 kg (with recycle products)
2	Full production cycle. Fuel pins under irradiation	28	0,31 %, involving Ga - 0,09 %	5,4 kg (with recycle products)
3	Full production cycle. Fuel pins under fabrication	28	0,20 %, involving Ga - 0,003 %	5,4 kg (with recycle products)
4	Full production cycle. Fuel pins under fabrication	28	0,25 %, involving Ga - 0,005 %	5,4 kg (with recycle products)
5	Full production cycle. Fuel under certification	29	expected: 0.1-0.2%, Ga < 0.001%	5,4 kg
				Total: 27 kg



Main parameters of fast reactor fuel pins with vibropacked fuel

N	Parameter	Value		
		BOR-60	BN-350	BN-600
1	Reactor			
2	Length, mm	1082	1790	2400, 2440
	• fuel pin			
	• gas plenum	273	300	600
	• Lower axial blanket	150	400	350
	• fuel core	450	1060	950
	• Upper axial blanket	100	-	350
3	Cladding diameter, mm	6.0; 6.9	6.9	6.6
4	Cladding thickness, mm	0.3; 0.4	0.4	0.4
5	Space wire dimension			
	• round	1.05	1.05	1.15
	• elliptical	0.6x1.3	0.6x1.3	0.6x1.3
6	Smear density of fuel core, g/cm ³			
		8.3 ÷ 9.5	8.4 ÷ 8.8	8.8 ÷ 9.2
7	Mean PuO ₂ mass fraction in granulate, %	15 ÷ 40	20	30
	²³⁵ U enrichment, %	45 ÷ 90	10	-
9	Non-uniform distribution in core length, %			
	• smear density	± 5	± 5	± 5
	• plutonium	± 5	± 5	± 5



VIBROPACKED MOX FUEL PIN PRODUCTION

The BOR-60 fuel pins with MOX fuel are fabricated by vibropacking in accord with the standard procedure that used in RIAR for more 15 years.

Advantages of the vibropacking technology and fuel pins:

- The simplicity and reliability of production due to a smaller amount of technological and control operations
- Possibility of manufacturing fuel core with easily varied parameters and on the basis of multi-component compositions;
- Possibility of using any granulated form as homogeneous composition and mechanical mixture;
- Smaller thermo-mechanical effect of vibropac fuel on cladding in comparison with the pellet core;
- The weak requests to an internal diameter of fuel pin claddings.
- The correction of oxygen factor and removal of impurity influences are provided by a getter in the form of uranium metal particles.

MOX-fuel produced by pyroelectrochemical process was used for production of 16 FAs by vibropacking method.

Now 12 FAs are tested in the BOR-60 reactor.

New 20 FAs are under production.



Fabrication of fuel pins with vibripacked oxide fuel

Fuel	Reactor	FA number,	Fuel pin number,
UPuO ₂ (RG)	BOR-60	426	15762
UPuO ₂ (WG)	BOR-60	16	592
UPuO ₂ (WG)	BN-350	2	254
UO ₂ (reg)	BN-350	7	889
UO ₂ (reg)	BN-600	6	762
UPuO ₂ (WG)	BN-600	6	762
UPuO ₂ (RG)	BN-600	4	508
UPuO ₂ (WG,RG)	BFS	8	1016
UO ₂ (reg) + PuO ₂ (irr)	BOR-60	1	6
UO ₂ (reg)	BOR-60	235	8695

RG - reactor-grade Pu;
 WG - weapon-grade Pu;
 reg. - product of spent fuel reprocessing on MAYAK Plant.
 irr. - product of BOR-60 (24% burn-up) and BN-350 (4.9% burn-up) irradiated fuel pyrochemical reprocessing

TOTAL (as of the end 1998):
 FA - 731 pc.,
 fuel pins - 30000 pc.



RIAR Activity on Nuclear Fuel Production from Military Origin Plutonium
Demonstration and production programs for Pu disposition in fast reactor:

Technologies:

- A. pyroelectrochemical conversion of Pu-alloy to MOX-fuel B. vibropacking of MOX-fuel

Tasks of today steps

- production of fuel for the BOR-60 reactor,
- improvement of Pu-Ga dissolution in the amount of some kilograms;
- definition and optimization of gallium decontamination;
- specification of process and necessary duration of operations for the following facility modernization and fuel production for the BN-600 reactor.

Production Plan (for period 1998-2001):

- up to 40 FAs/year for the BOR-60 reactor (25-35 kg of Pu)
- 4-10 FA/year for the BN-600 reactor (25-60 kg of Pu)

Task:

- to obtain the statistic data sufficient for its conversion to a hybrid core with vibropac MOX-fuel

FUTURE STEP:

- modernization of the glove box facilities
- BN-600 hybrid core - up to 50 FAs/year (300 kg Pu/year)



RIAR Activity on Nuclear Fuel Production from Military Origin Plutonium

Demonstration program for Pu disposition in thermal reactors:

RIAR as site for tests and licensing of the MOX-VVER fuel

(pellet technology):

- glove-boxes line for small-scale production of MOX-pellet,
- MIR test reactor for irradiation
- hot laboratory complex for PIE

RIAR as manufacturer of vibropacked MOX-fuel for thermal reactors

- R&D Program supported by ROSENERGOATOM

高速増殖炉開発の意義 Significance of FBR Development

原子力は Nuclear power

1. エネルギー生産を分担し、化石燃料の枯渇、価格高騰を緩和する。
contributes to energy production, and mitigates the exhaustion and rise in prices of fossil fuel resources.
2. 地球温暖化ガスの発生を緩和し、エネルギー消費による地球環境負荷を低減する。
does not contribute to the emission of greenhouse gases, and reduces the burden of energy consumption on the global environment.

特に、FBRは In particular, the FBR

3. 利用できる核分裂エネルギーを飛躍的に増大させる。
makes a great stride to increase the available fission energy.
4. 核分裂反応に伴うマイナー・アクチノイドの発生量を減らし、また燃焼させる。
reduces the production of minor actinides together with fission, and also causes them to be burned-up.

OHP-3

軽水炉と高速増殖炉の比較 Comparison between LWR and FBR

	LWR	FBR
核分裂反応を起こしている中性子 Fission inducing neutron	熱中性子 (~0.10eV) Thermal neutron	高速中性子 (~200keV) Fast neutron
中性子の吸収当りの発生数 η Neutrons produced per absorption	~2.0 (²³⁵ U)	~2.5 (²³⁹ Pu)
転換比、増殖比 Conversion ratio, breeding ratio	0.5~0.6	1.0~1.2
平均取出燃焼度の目標値 (MWd/t) Goal for average burnup of discharged fuel	~55,000	~150,000 (もんじゅ : 80,000) Monju
比出力 (W/cc) Power density	~100	~300 (もんじゅ : 275) Monju
熱効率 (%) Heat efficiency	~35	40~45
燃料利用率 (%) Fuel utilization factor	0.5~1.0	60~70

I. 「もんじゅ」開発の意義 Significance of Monju Development

1. 実験炉「常陽」に続く、原型炉の自主開発

Follow-up to the experimental reactor "Joyo", a self-developed prototype reactor

- ① 設計／製作／建設／運転の経験の取得
Acquiring experiences on design / manufacturing / construction / operation
- ② 発電プラントとしての所期の性能、安全性、信頼性、運転性の確認
Confirmation of expected performance, safety, reliability, and operational availability as an electricity generation plant
- ③ 次のFBR開発への成果の継承 (日本だけでなく世界へ)
Passing on results for the next generation FBR developments (not only in Japan but also around the world)

2. 実用化への研究開発の場としての活用

Utilization of Monju as an R&D facility aimed at commercialization of FBR

- ① 経済性向上技術の確証 Demonstration of technologies for improvement of economics
- ② FBR実用化技術の確証 Demonstration of technologies for commercialization of FBR

OHP-5

II. 「もんじゅ」開発のこれまでの成果 Present Results of Monju Development

実験炉「常陽」
Experimental reactor "Joyo"
熱出力 100 [MWt]
Thermal power output



原型炉「もんじゅ」
Prototype reactor "Monju"
熱出力 714 [MWt]
Thermal power output
電気出力 280 [MWe]
Electric power output

- ・炉心・燃料技術の改良
Improvement of reactor core and fuel technology
- ・流動熱伝達技術の改良
Improvement of sodium flow and heat transfer technology
- ・構造材料の開発
Development of structural materials
- ・ナトリウム取扱技術の取得
Acquisition of sodium handling experience
- ・炉心の安全性研究
Research into reactor core safety

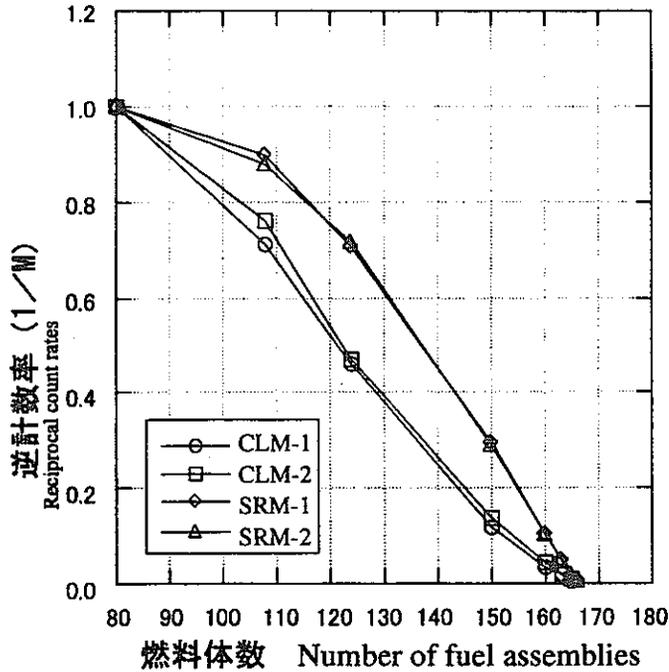


高性能化 Improvement of performance	<ul style="list-style-type: none"> ○ 燃料の高燃焼度化 High-burn up of fuel ○ 冷却材温度の高温度化 High operating temperature of coolant ○ 燃料材料データの集積 Accumulation of data of fuel materials
大型化 Scaling up	<ul style="list-style-type: none"> ○ 燃料製造工程の自動化 Automating the fuel manufacturing process ○ 大型炉心特性の確認 Confirmation of characteristics of large core ○ ナトリウム機器の実寸モデルによる検証 Full mock-up test of sodium components ○ 高温構造材料データの集積と基準化 (高温構造設計) Accumulation of structural and material test data at high temperatures and standardization of design rules (High temperature structural design)
発電技術 Generating technology	<ul style="list-style-type: none"> ○ 蒸気発生器の開発実証 Development and demonstration of steam generator
安全性 Safety	<ul style="list-style-type: none"> ○ ナトリウム-水反応の研究 Research into sodium-water reaction ○ 大型炉心の安全性研究 Research into large reactor core safety

OHP-6

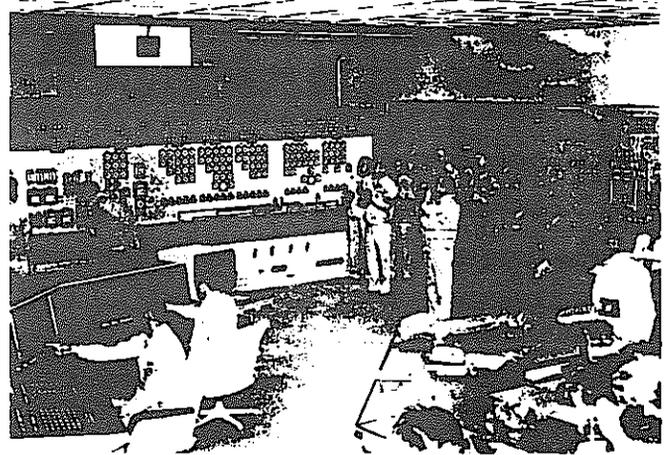
初臨界 (平成6年4月5日)

Initial criticality (April 5, 1994)



発電開始 (平成7年8月29日)

Initial generator synchronization (August 29, 1995)



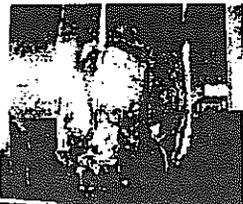
逆増倍曲線

Reciprocal count rate curve

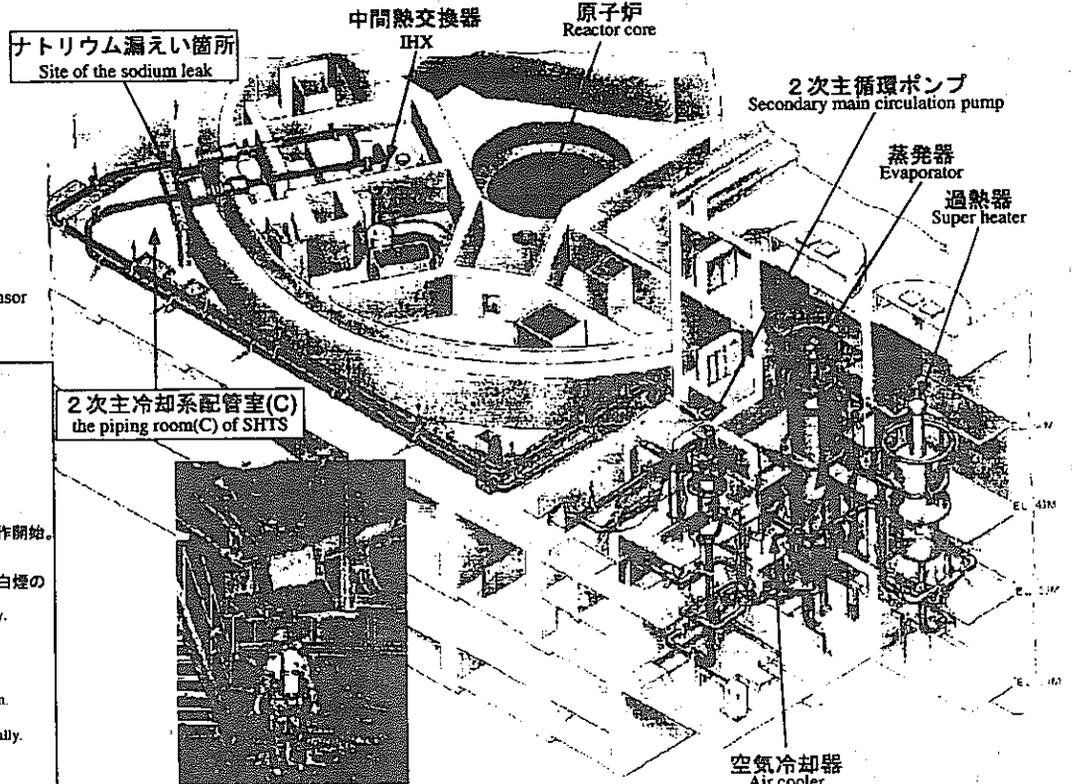
(制御棒全引抜き All absorber rods withdrawn)

OHP-9

ナトリウム漏えい事故の概要
Summary of the sodium leak accident



温度計取付部近傍の状況
Condition at the broken temperature sensor



事故の経緯
Details of the accident

平成7年12月8日
December 8, 1995

- 19:47 事故発生。火災検知器発報。
Initiation of accident. Fire alarms sounded.
- 19:48 ナトリウム漏えい検出器発報。
Sodium leak detector sounded.
現場にて煙の発生を確認。
Smoke at leak site was confirmed.
- 20:00 小規模漏えいと判断し、通常停止操作開始。
Judged as small-scale leakage, normal reactor shut-down began.
- 20:50 火災検知器の新たな発報 (急増) と白煙の増加を確認。
New soundings of fire alarm increased rapidly. An increase in white fume was observed.
- 21:20 原子炉手動トリップ操作。
Reactor was manually tripped.
- 22:55 Cループ配管部のドレン操作開始。
Sodium drain from the piping of loop C began.
- 23:13 蒸気発生器室換気装置が自動停止。
Ventilator in the SG room stopped automatically.

平成7年12月9日
December 9, 1995

- 00:15 ナトリウム抜き取り完了。
Sodium drain finished.

漏えい後の状況
Condition after the sodium leak

III.

「もんじゅ」事故から得たもの
 Lessons Learned from Monju Sodium Leak Accident

・ 技術的事項
 Technically related items

流力振動防止
 Prevention of flow-induced vibration
 漏えいナトリウムによる鋼板の腐食
 Corrosion of steel liner by leaked sodium

・ プラントの管理・
 運営等に関する事項
 Items related to plant management
 & administration, etc.

運転マニュアル、品質保証活動
 Operation manual, Quality assurance
 危機管理、情報公開 等
 Crisis management, Dissemination and
 disclosure of information, etc.

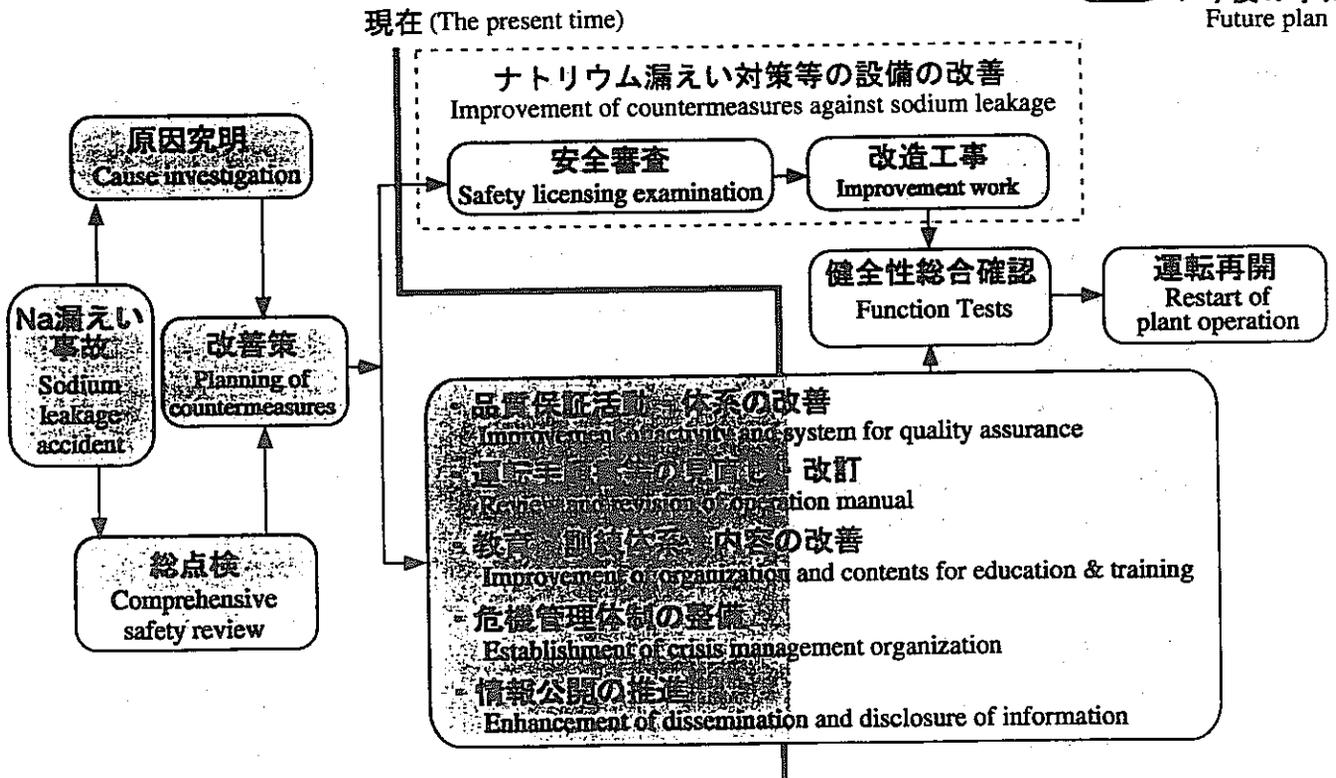


- 「もんじゅの安全性強化に向けた改革計画」
 Improvements to enhance Monju safety
- 「もんじゅの地元理解促進に向けた取組」
 Efforts to gain the understanding and cooperation of
 local residents living near Monju

IV.

もんじゅの展望（その1：短期的な展開）
 Future Outlook of Monju (Short-Term Prospects)

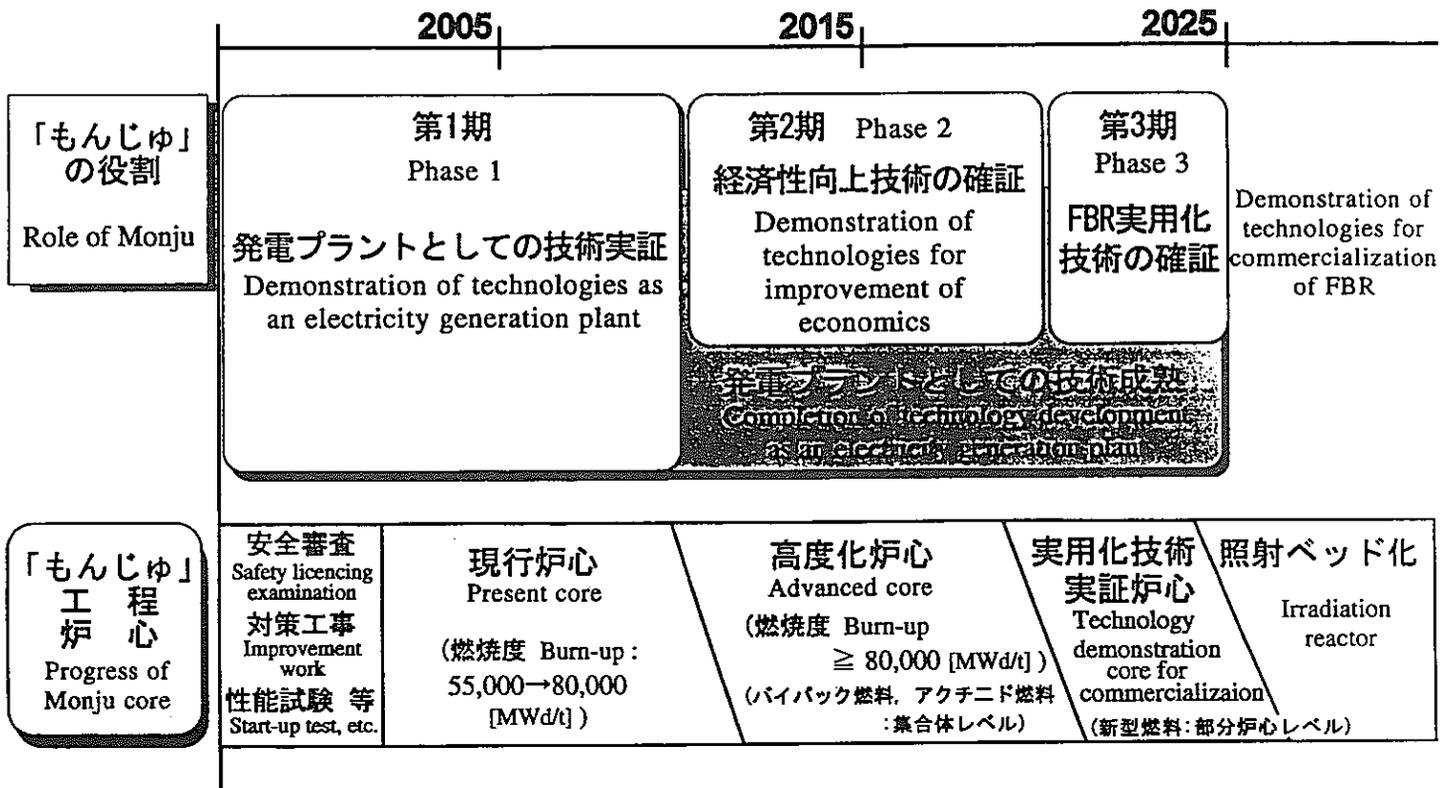
○ : 実施済/実施中
 Finished or ongoing
 ○ : 今後の予定
 Future plan



運転再開に向けた展開

Work schedule for restart of Monju operation

もんじゅの展望（その2：中長期的な展開）
 Future Outlook of Monju (Medium-and Long-term Prospects)



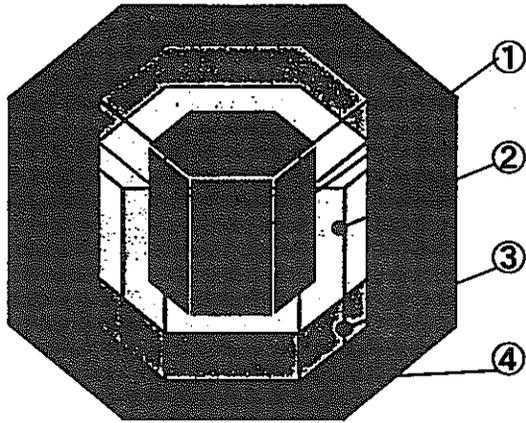
OHP-13

第1期：発電プラントとしての技術実証（～2010年頃まで）
 Phase 1 : Demonstration of technologies as an electricity generation plant (Up to～2010)

- | | |
|------------------|---|
| (1) 炉心の性能 | Core performance |
| ・ 燃料の到達燃焼度 | Fuel burnup attained |
| ・ 増殖性能 | Breeding performance |
| ・ Pu利用の柔軟性 | Flexibility of Pu usage |
| ・ 安定な運転制御性 | Stable operation and control |
| ・ 長寿命制御棒 | Long life control rods |
| (2) 機器・システムの性能 | Component & system performance |
| ・ ナトリウム系設備、蒸気発生器 | Sodium equipments, Steam generator |
| ・ 燃料取扱系 | Fuel handling system |
| (3) 安全設備の性能 | Safety system performance |
| ・ 蒸気発生器での水漏えい検出性 | Effectiveness of steam generator water leakage detection system |
| ・ 破損燃料の検出性 | Effectiveness of failed fuel detection system |
| ・ 自然循環による崩壊熱除去性 | Decay heat removal capacity by natural convection |

「もんじゅ」増殖性能の確認
Verification of breeding performance in Monju

- (1) 性能試験結果に基づく予備的評価（初装荷炉心初期、定格出力状態）
Preliminary evaluation from the start-up tests
(the beginning of cycle in the initial core, at the rated power)



領域	Region	増殖比 Breeding ratio
① 内側炉心	Inner core	0.40
② 外側炉心	Outer core	0.21
③ 軸方向ブランケット	Azimuthal blanket	0.24
④ 径方向ブランケット	Radial blanket	0.36
合計	Total	1.18

- (2) PIEデータ・再処理データに基づく評価（将来）
Evaluation based on the PIE data & the reprocessing data of discharged fuel
(in some future)

OHP-15

第2期：経済性向上技術の確証（～2020年頃まで）
Phase 2 : Demonstration of technologies for improvements of economics (Up to ~2020)

- | | |
|---|--|
| <p>(1) 機器・システムの簡素化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉構造、冷却系 ・ 燃料取扱系 | <p>Simplification of components & systems</p> <p>Reactor structure, Cooling system</p> <p>Fuel handling system</p> |
| <p>(2) 性能向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料の高燃焼度化 ・ 運転サイクル期間の長期化 | <p>Improvement of performance</p> <p>High average burnup of discharged fuel</p> <p>Long operating fuel cycle</p> |
| <p>(3) 受動的安全システムの導入</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉停止系 ・ 崩壊熱除去系 | <p>Installation of passive safety system</p> <p>Reactor shutdown system</p> <p>Decay heat removal system</p> |

OHP-16

第3期：FBR実用化技術の確証（～2025年頃まで）

Phase 3 : Demonstration of technologies for commercialization of FBR (Up to ~2025)

(1) 実用炉用技術の確証

Demonstration of technologies for a commercial reactor

- ・ 新型燃料の部分装荷レベル
- ・ 簡素化された機器システム
（「もんじゅ」で確認可能なもの）

Partial loading of new type fuel subassemblies

Simplified components & systems
(Verifiable items in Monju)

(2) 新概念等の提案

Suggestions of new concepts

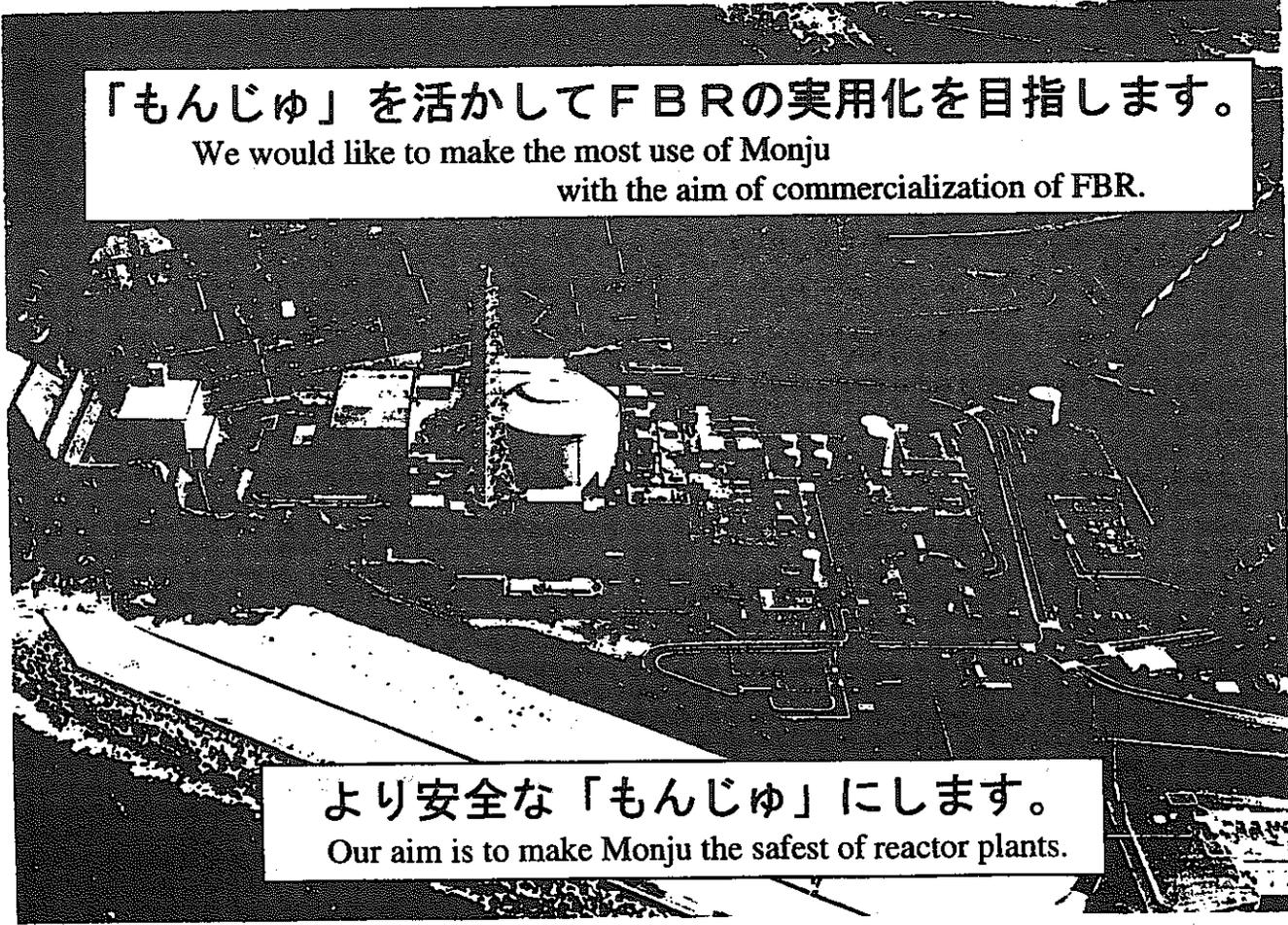
- ・ システムの簡素化
- ・ 燃焼反応度低減炉心
- ・ 安全性の向上

Simplified systems

Core with small burnup reactivity

Improved safety

OHP-17



「もんじゅ」を活かしてFBRの実用化を目指します。

We would like to make the most use of Monju
with the aim of commercialization of FBR.

より安全な「もんじゅ」にします。

Our aim is to make Monju the safest of reactor plants.

OHP-18

もんじゅの安全性強化に向けた計画
Improvements to enhance MONJU Safety
- ナトリウム漏えい事故対策について -
Countermeasures Program Against Sodium Leakage Incidents

可児吉男、伊藤和元

YOSHIO KANI, KAZUMOTO ITO

核燃料サイクル開発機構、敦賀本部、高速増殖炉もんじゅ建設所
Monju Construction Office, Japan Nuclear Cycle Development Institute
1-banchi, 2-chome, Shiraki, Tsuruga-shi, Fukui-ken, Japan, 919-1279

もんじゅ建設所では、2次ナトリウム漏えい事故以降、その原因究明、引き続き安全総点検を実施し、それらの結果等を踏まえて、2次ナトリウム漏えいへの対策に関する改善方策を検討してきました。その検討結果につきましては、科技庁もんじゅ安全性総点検チーム及び原子力安全委員会もんじゅナトリウム漏えいワーキンググループにて審議いただき、改善方針の妥当性が確認されました。

その後も引き続き改善方策の具体化、詳細化を図るとともに、原子炉設置変更許可申請の準備を進めてまいりました。また、ナトリウム漏えい対策設備以外についても、プラントの信頼性の向上等の観点から有効な設備改善事項等をもんじゅ安全総点検によって摘出し計画的に改善を図ることとしました。

1. もんじゅ安全総点検

安全総点検では、今回の事故の原因調査の過程や結果から明かとなった反省点や教訓を基にもんじゅの設備、運転手順書全般、品質保証活動等について点検を実施し、摘出した改善すべき事項について改革方針を明かにし、具体的改善策をまとめ、安全性・信頼性のより一層の向上を図ることに努めました。

総点検では、以下の5つの項目を柱として設定しました。

- ①ナトリウム漏えい関連機器を中心とした点検
- ②もんじゅ設備の設計から運用に至るまでの点検
- ③運転手順書等の点検
- ④研究開発成果、新知見の反映の点検
- ⑤品質保証体系・活動の点検

2. 2次ナトリウム漏えいに対する改善方策（別添-1）

2次主冷却系など空気雰囲気設置された系統からのナトリウム漏えいが発生した場合には、漏えいナトリウムとコンクリートとの直接接触を防止するという床ライナの機能を維持し、また、漏えいナトリウムと水分の反応による水素の蓄積、爆発を防止して、事故が発生した系統から他の健全な系統へ影響を及ぼさないようにすることが最も重要です。このため、ナトリウム漏えいを

Improvements to enhance MONJU Safety

Countermeasures Program Against Sodium Leakage Incidents

YOSHIO KANI, KAZUMOTO ITO

*Monju Construction Office, Japan Nuclear Cycle Development Institute
1-banchi, 2-chome, Shiraki, Tsuruga-shi, Fukui-ken, Japan, 919-1279*

ABSTRACT

Monju is Japan's prototype fast breeder reactor : 280 MWe (714MWt), fueled with mixed oxides of plutonium and uranium, cooled by liquid sodium. Construction was started in 1985 and initial criticality was attained in April 1994

On 8th December 1995, sodium leakage from a secondary circuit occurred in a piping room of the reactor auxiliary building. The secondary sodium leaked through a temperature sensor, due to the breakaway of the tip of the thermocouple well tube installed near the secondary circuit outlet of the intermediate heat exchanger (IHX). The reactor remained cooled and thus, from the viewpoint of radiological hazards, the safety of the reactor was secured. There was no release of radioactive material.

The design of the thermocouple well, which was subject to avoid the flow induced vibration phenomenon, was reviewed and new designs were proposed.

To prevent a recurrence of the secondary sodium leakage incident, comprehensive design review activities were performed for the purpose of checking the safety and reliability of the plant. As a result, several aspects to be improved were identified and improvements and countermeasures have been studied. The main improvements and countermeasures are as follows:

- To enable the operators understand and react to incidents quickly, new sodium leakage detectors (TV monitors, smoke sensors) and a new integrated sodium leakage monitoring system will be installed.
- To reduce the amount of sodium leakage and consequence of sodium spill, the drain system will be remodeled to shorten the drain time.
- To suppress a sodium fire in the secondary circuit, a nitrogen gas injection system will be installed.
- To limit the spread of aerosol, the secondary circuit area will be divided into smaller zones.

These countermeasures will enhance the safety and reliability of the plant with regard to sodium leakage incidents.

早期に検出し、かつ、事故の拡大防止及び影響の緩和を確実なものとして安全性に万全を期す観点から、以下に示すような改善方策を講じます。

(1) 漏えいの防止

ナトリウム漏えい防止対策として、破損した温度計と同型のものすべてについて、交換または撤去を行います。

(2) 漏えいの早期検出とモニタリング

早期かつ確実な漏えい検出のため検出系の強化を行うとともに、運転員が中央制御室において漏えいの有無を目視確認でき、漏えい発生時には火災の推移が把握できるよう、ITV、総合漏えい監視システムを設置します。

(3) 漏えい量の抑制、漏えい継続時間の短縮

漏えい確認後にはナトリウム漏えいを速やかに停止させ漏えい量を抑制するために、原子炉トリップ及び緊急ドレンを行うこととします。

(4) 漏えいナトリウムによる影響の抑制と緩和

①早期消火、再燃焼の防止

ナトリウム漏えいを早期に検出し換気空調設備を自動停止させます。さらに、漏えいしたナトリウムの燃焼を抑制して早期に消火するとともに、再燃焼を防止するために、窒素ガスの注入を行うこととします。なお、窒素注入に関しては、酸欠に対する人的安全性の確保、プラント運転員や現場作業者の負担軽減に留意しています。

②水素発生等の抑制

漏えいナトリウムと水分との反応による水素の発生防止等を目的として、漏えいが発生した部屋のコンクリート壁等からの水分放出を抑制するよう、壁、天井に断熱構造を設置します。

③重要機器の保護

ナトリウム漏えい時にその機能保持が要求される機器を保護します。

これらの各改善設備の基本仕様については、ナトリウム漏えい時に確保すべき安全要求に基づいて設定しており、各設備が有機的に機能することにより、あらゆる規模、あらゆる箇所におけるナトリウム漏えいに対してもその影響を効果的に抑制できることを、各種の解析や実験を通して確認しています。

3. 今後の計画（別添-2）

これまでに漏えい事故の原因調査、安全総点検を完了し、現在、前項に延べた改善方策の詳細化を進め、各改善設備の仕様の確定作業を行っています。

なお、もんじゅの運転再開については、その前提として地元の方々に御理解を頂き、御協力を得ることが最も重要であり、そのための取り組みを継続い

たします。

今後は、これら安全協定に基づく地元自治体からの御了解を得た上で、ナトリウム漏えい対策の改善方策を内容とする原子炉設置変更許可申請の手続きを行うことを予定しています。設備改善工事は、安全審査によって設計方針に関する安全性が確認された後に着手することとなります。

設備改善に係る工事が完了した後、プラント設備の健全性を確認する総合試験及び燃料交換などを経て、性能試験を再開する手順を検討しています。

以 上

2次ナトリウム漏えいに対する改善方策漏えい対策

(1) 漏えい防止

- ・ 2次系温度計の改良

(2) 漏えいの早期検出

- ・ ITVの設置
- ・ セルモニタの設置
- ・ 総合漏えい監視システムの設置

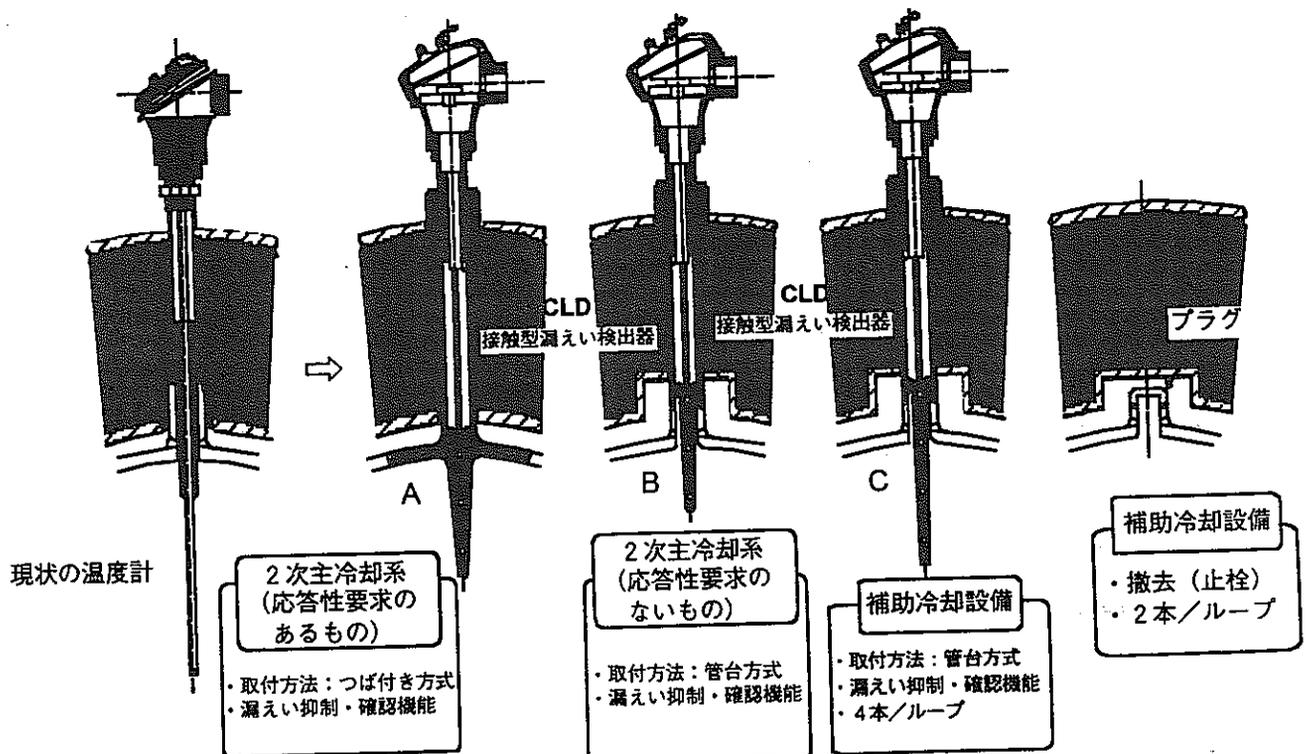
(3) 漏えい量の抑制

- ・ ドレン設備改造によるドレン時間の短縮

(4) 漏えいによる影響の緩和

- ・ 換気空調設備の早期停止
- ・ 2次冷却系エリアの区画化
- ・ 窒素注入設備の設置
- ・ 壁及び天井への断熱材設置
- ・ 貯留室へのヒートシンク材設置

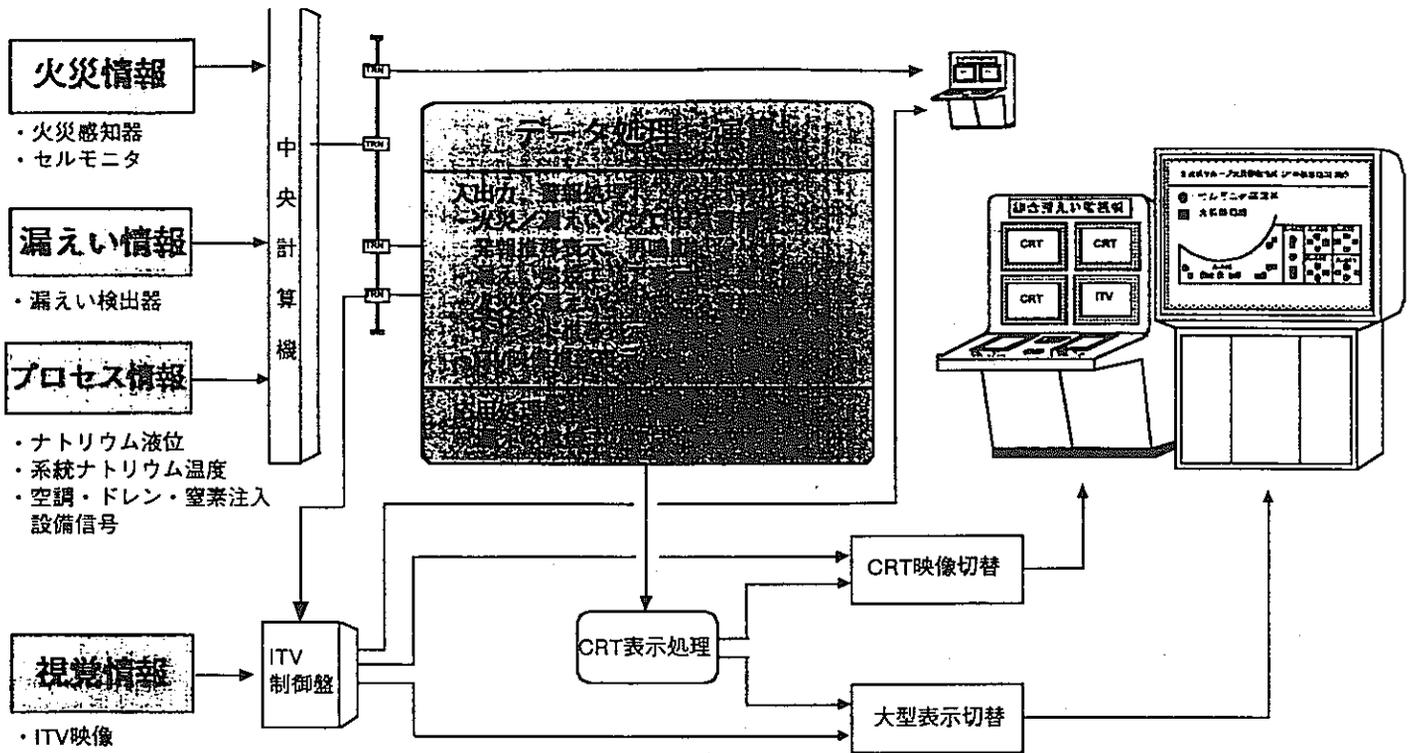
1/7



2次系温度計の改良

漏えい防止

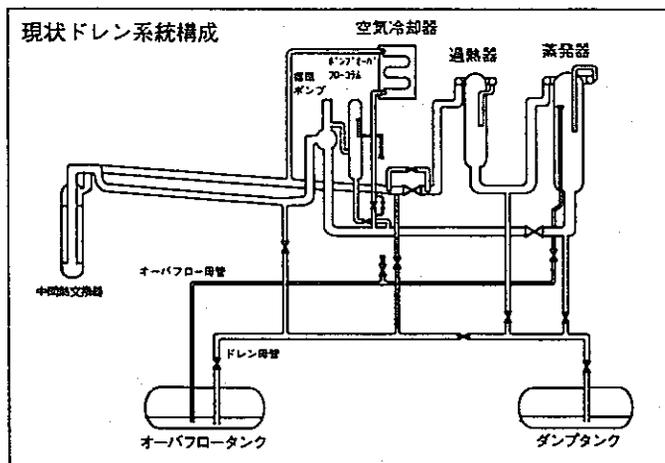
2/7



総合漏えい監視システム機器構成図

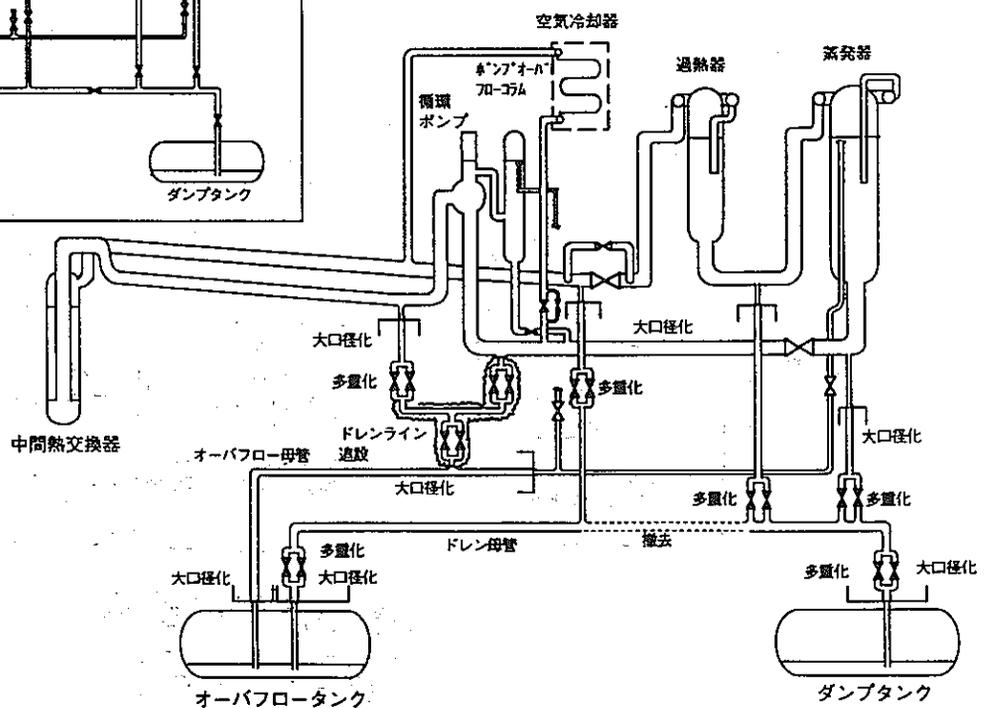
漏えいの早期検出

3/7



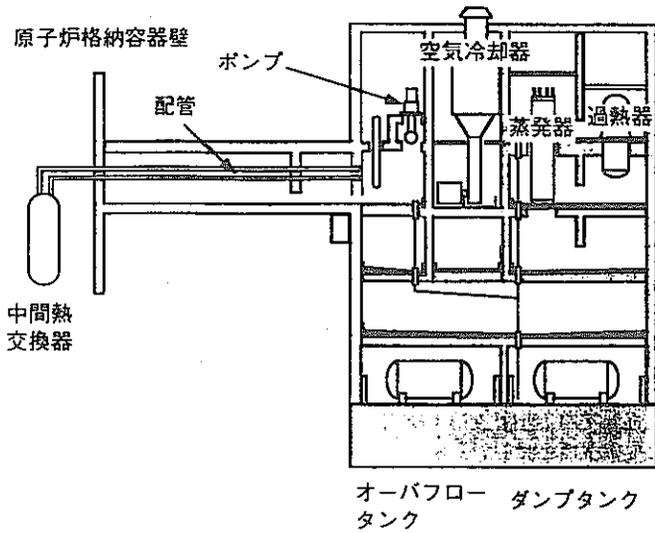
ドレン設備改造によるドレン時間短縮
 50 [分] → 20 [分]

漏えい量の抑制

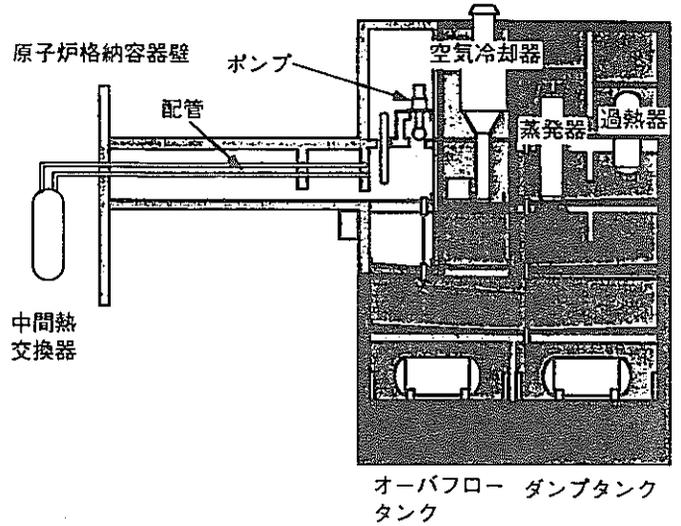


4/7

現状

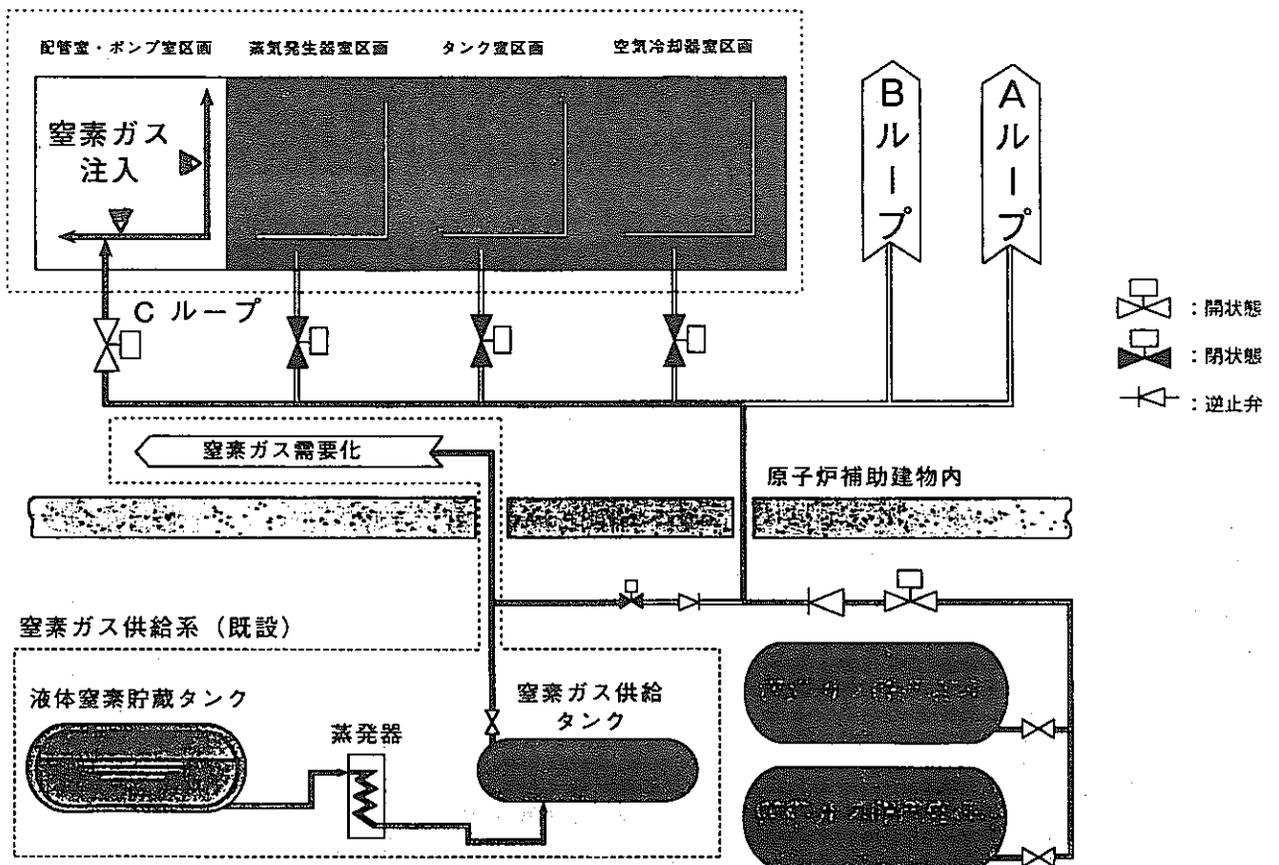


区画化



2次冷却系エリアの区画化
漏えいによる影響の緩和

5/7



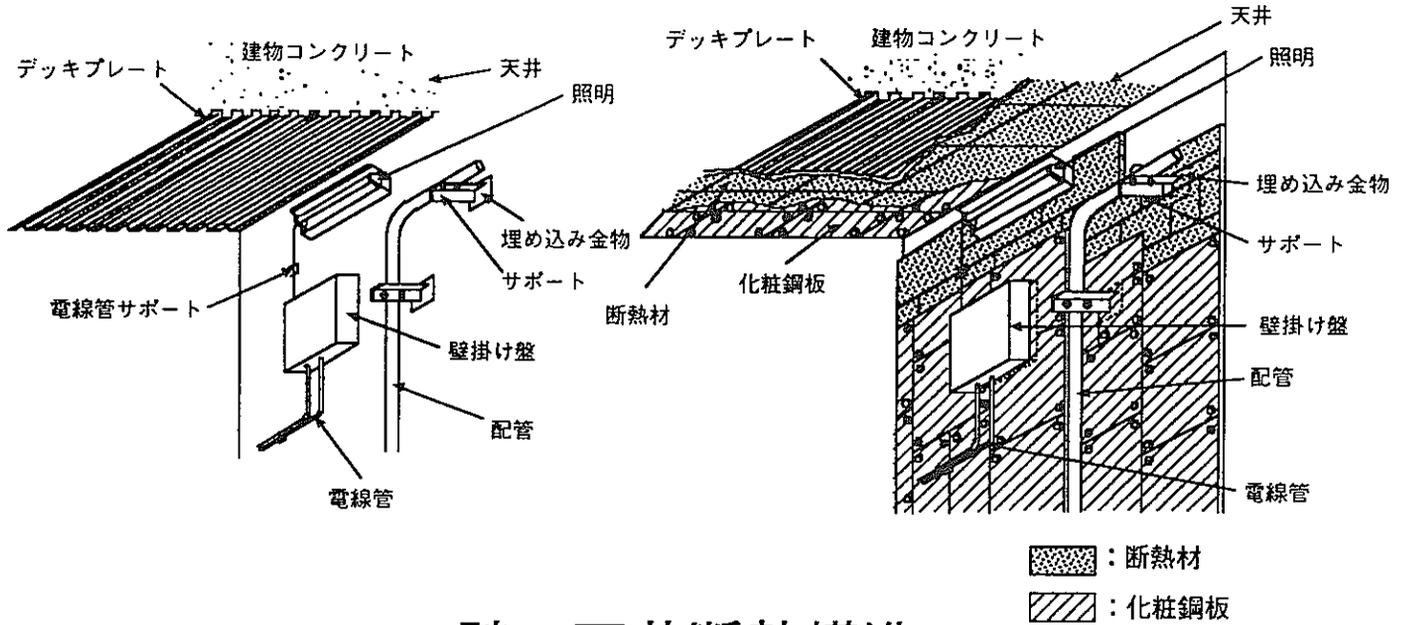
窒素ガス注入設備構成図

漏えいによる影響の緩和

6/7

現状

改善後

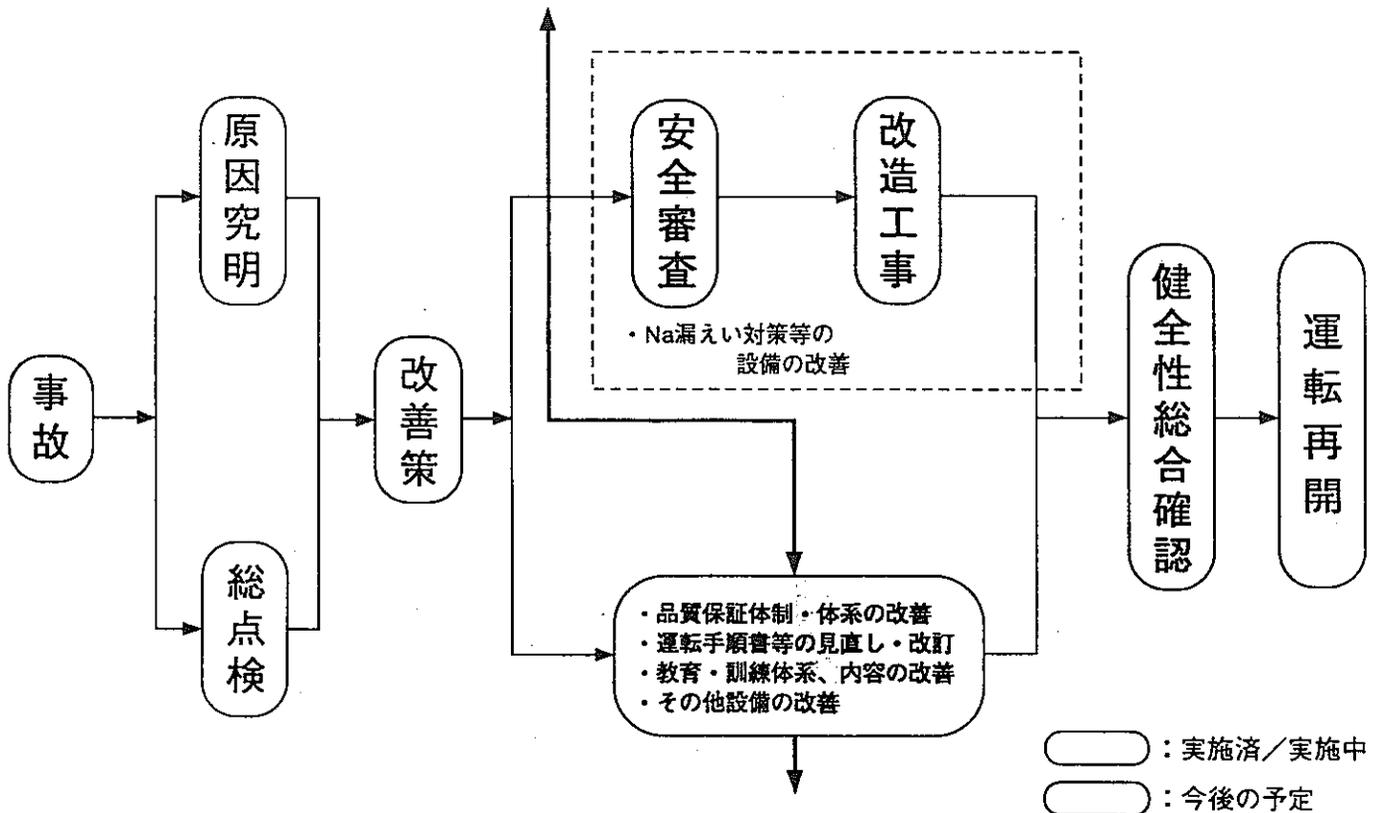


壁・天井断熱構造

漏えいによる影響の緩和

7/7

もんじゅの業務展開



S3—7 「もんじゅ」の地元理解に向けた取り組み、要旨

サイクル機構敦賀本部業務統括部長 河野二郎

ナトリウム漏えい事故後に、「もんじゅ」の地元理解に向けて実際に行ってきた説明会、見学会などの対話活動の概要と、これまで頂いた御意見を紹介する。

1996年（平成7年）12月に「もんじゅ」二次系でナトリウム漏えい事故が発生した。事故後の混乱、「ビデオ隠し」「事故隠し」及び対応の不手際の結果、事故が事件に変質しつつ拡大し、地元の方々の動燃に対する不信感が増大していった。

このような中で、事故の状況を正確に御説明するための取り組みを、地元のオピニオンリーダーや議員の方々を対象に開始することを決定し、当初は連日これを実施した。

その後、事故の原因究明や総点検の結果などが明らかになってきたことから、より多くの方々を対象に、これらを御説明し、御理解頂くための「もんじゅ」見学会（1万人見学キャンペーン）、説明会などに全力をあげ、また地元の皆様方との双方向の「対話活動」も開始した。

S3-7 Activities to enhance public acceptance by regional communities

Jiro. Kono, Director, Administration Division, Tsuruga Head Office, JNC

Summary

Activities such as open meetings and the Monju open house to enhance public acceptance of Monju will be presented together with comments and opinion given to PNC/JNC from the regional people during the course of the activities.

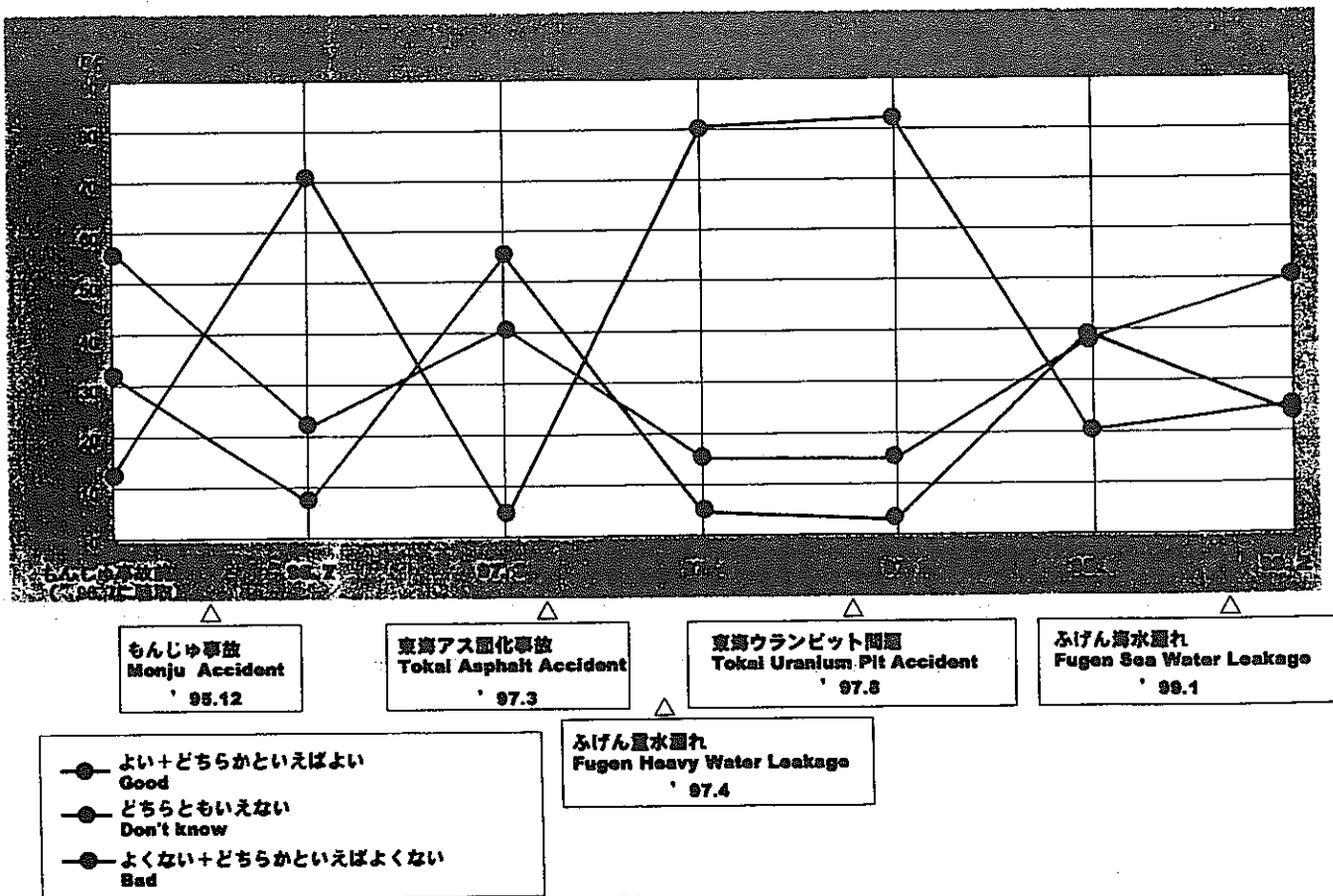
Sodium leak had happened in December, 1996 from the secondary loop of Monju. Due to confusion followed to the accident and cover up of the videotape of the leak, "the accident" changed "the case." Credibility of PNC had lowered remarkably.

To improve the situation, activities were started to explain to the regional communities what really happened at the time of the leak. Initially, the activities were directed toward such people as opinion leaders and congressmen. Later, cause of the accident was made clear and the comprehensive safety check of the plant was started, therefore, the activities were redirected toward a larger number of the regional people. The Monju Open House with a plan to invite 10,000 visitors was started. The open meetings to present more details of the leak had been carried out together with mutual exchange meetings between PNC personnel and regional people.



サイクル機構（動燃）に対する印象の推移
Trend of Attitude to JNC

モニターアンケートより



もんじゅ事故
Monju Accident
95.12

東海アスベスト事故
Tokai Asphalt Accident
97.3

東海ウランピット問題
Tokai Uranium Pit Accident
97.8

ふげん海水漏れ
Fugen Sea Water Leakage
99.1

● よい+どちらかといえばよい
Good
■ どちらともいえない
Don't know
▲ よくない+どちらかといえばよくない
Bad

ふげん重水漏れ
Fugen Heavy Water Leakage
97.4

対話活動の状況について Public Acceptance Activities

Communication with Local Community

- 事業全般等について、皆さまにて説明するとともにご意見をお聞きし、社会とのコミュニケーションを図る
- 「もんじゅを見ていただくこと」「わかりやすく説明すること」で皆さまのご理解をいただく

もんじゅ事故後、福井県内を対象に下記の活動を展開
今後も敦賀本部として充実強化しながら継続

説明会 Meetings with Local People

- (1) 県内各地での説明会
- (2) 反対派との公開討論会
- (3) 各種団体・企業への説明会
(老人会、婦人会等)
- (4) 敦賀市内区別説明会

見学会 Site Trips for Local People

- (1) もんじゅ見学会
- (2) ふげん見学会

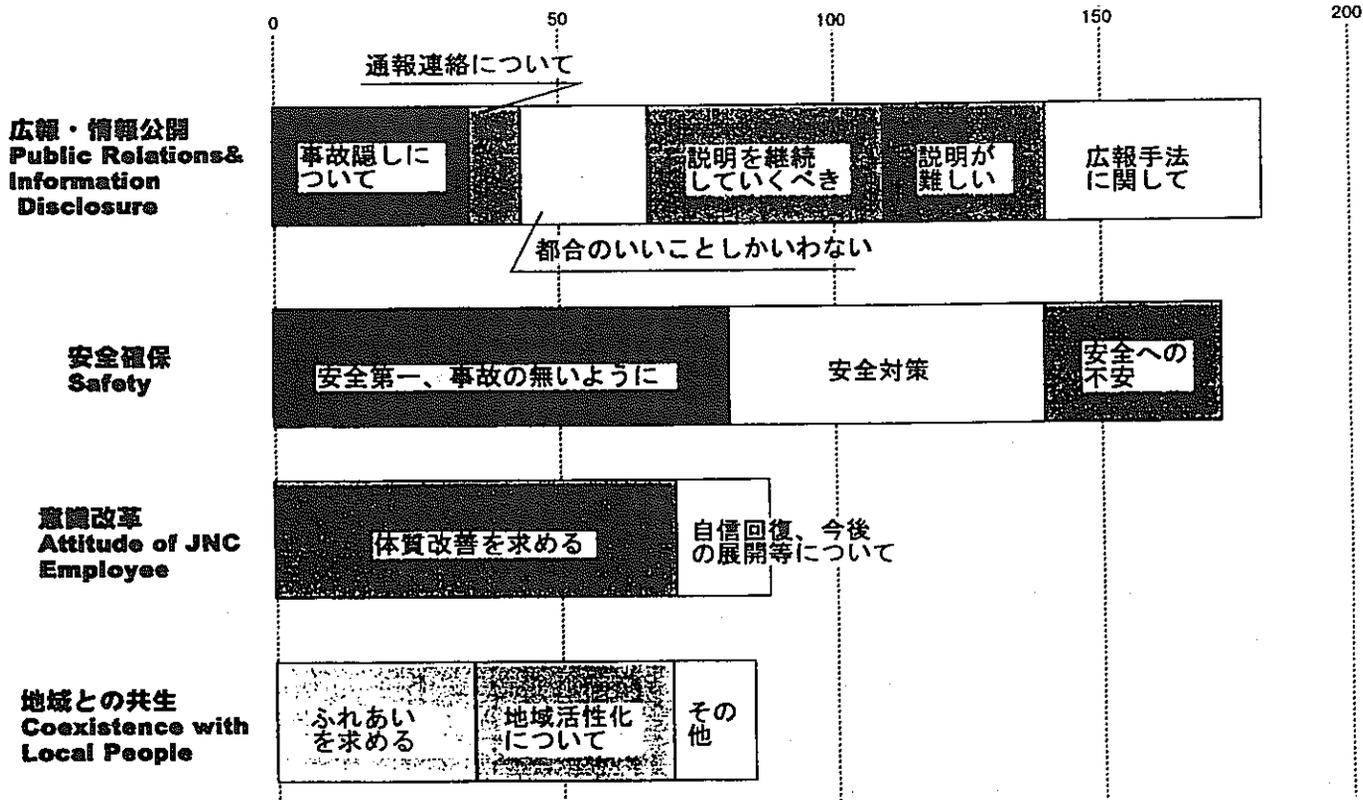
訪問対話 Relation with Local Government & Organization

- (1) 県内各市町村への説明
- (2) 各種団体・企業等への説明

広聴活動 Public Hearing Activities

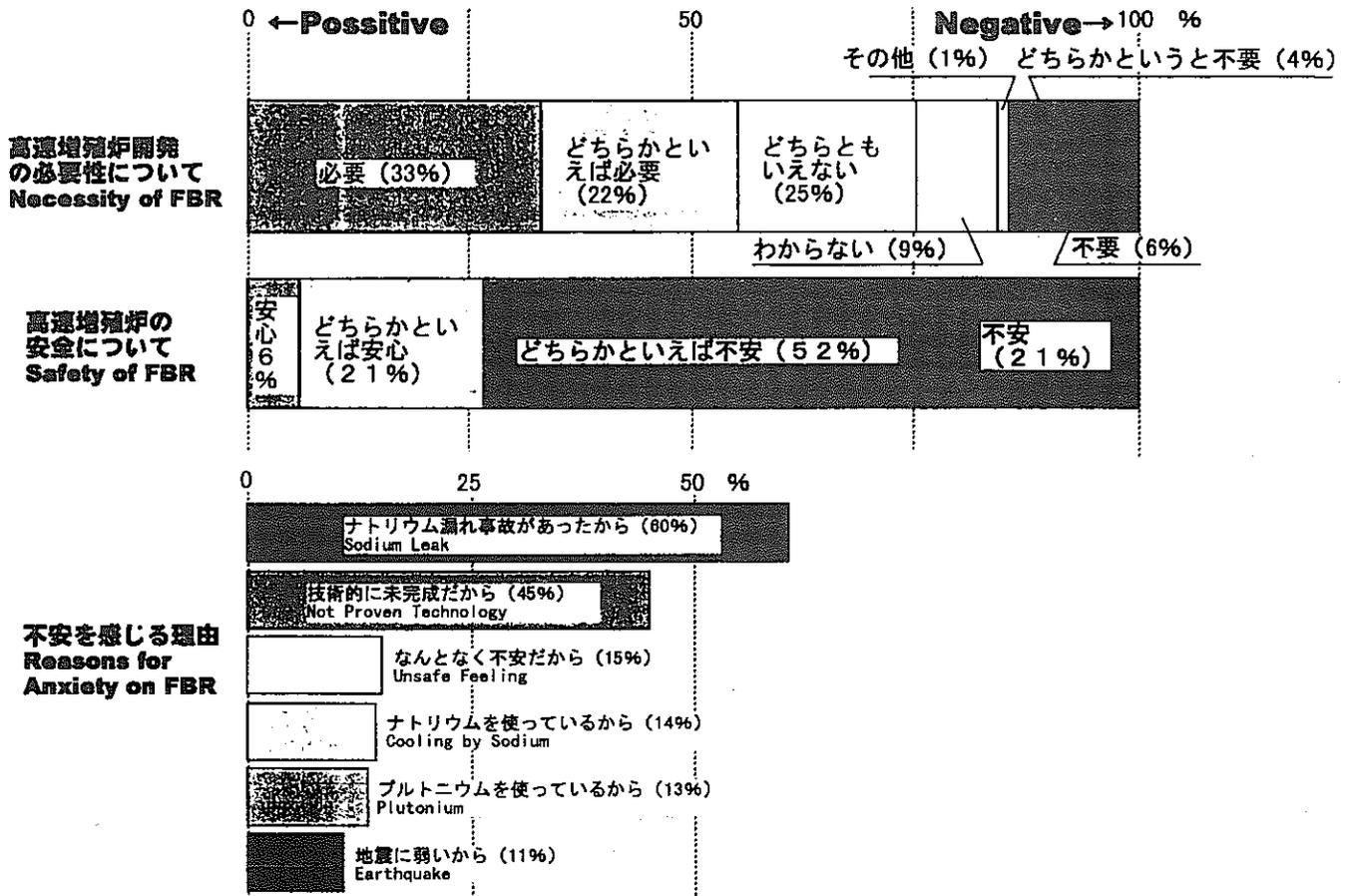
- (1) 懇話会（福井、敦賀）
- (2) 福井県内モニター
- (3) 返信ハガキ等による意見・質問の聴取

お客さまからの主なご意見 Critics of Local People



1997年12月～1999年3月までの説明会、見学会、イベント等の出席者アンケート自由記述意見（963件）からキーワードをつけて分類

高速増殖炉に関するご意見 People's Comments on FBR



対話活動の状況について Public Acceptance Activities

Communication with Local Community

- 事業全般等について、皆さまにご説明するとともにご意見をお聞きし、社会とのコミュニケーションを図る
- 「もんじゅを見ていただくこと」「わかりやすく説明すること」で皆さまのご理解をいただく

もんじゅ事故後、福井県内を対象に下記の活動を実施
今後も敦賀本部として充実強化しながら継続

- 説明会
Meetings with Local People**
- (1) 県内各地での説明会
 - (2) 反対派との公開討論会
 - (3) 各種団体・企業への説明会 (老人会、婦人会等)
 - (4) 敦賀市内区別説明会

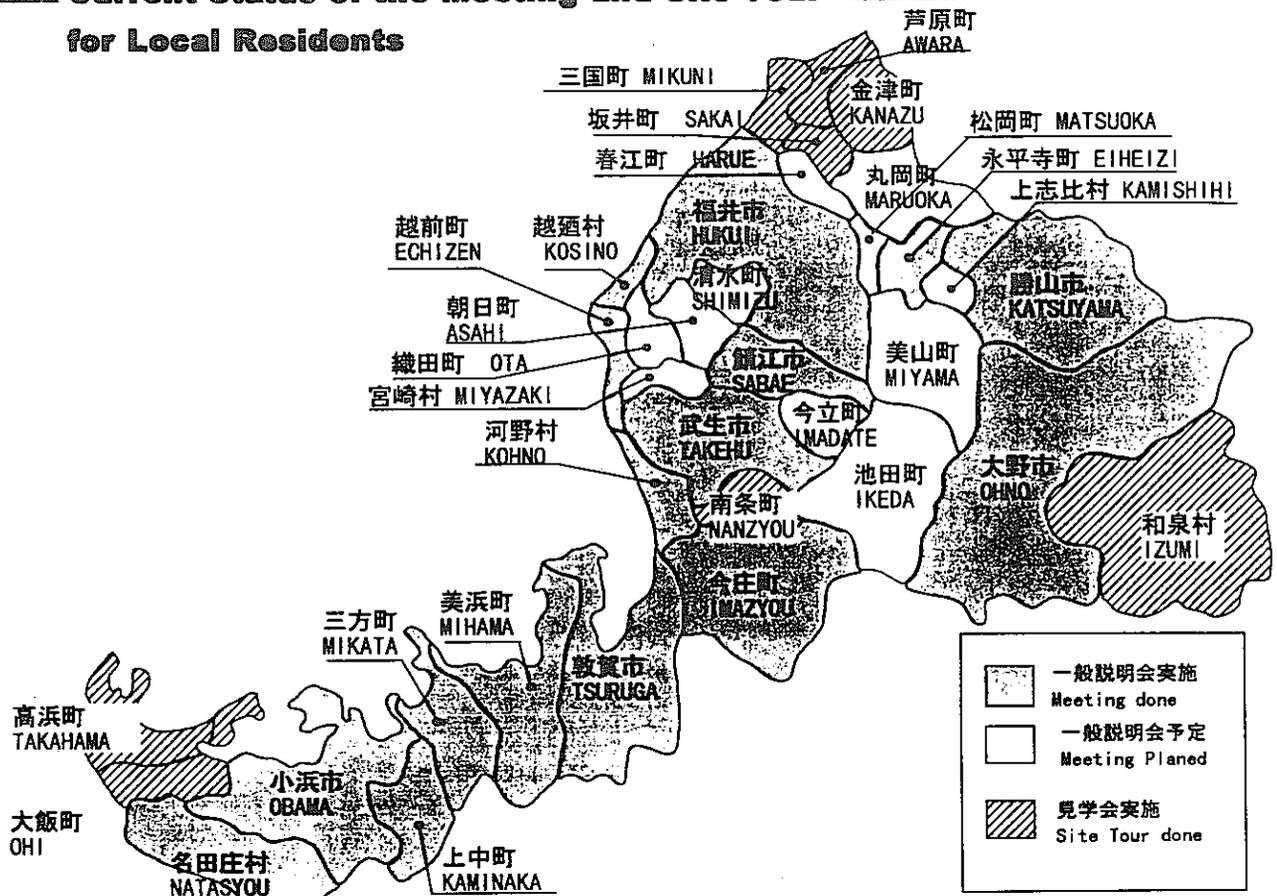
- 見学会
Site Trips for Local People**
- (1) もんじゅ見学会
 - (2) ふげん見学会

- 訪問対話
Relation with Local Government & Organization**
- (1) 県内各市町村への説明
 - (2) 各種団体・企業等への説明

- 広聴活動 Public Hearing Activities**
- (1) 懇話会 (福井、敦賀)
 - (2) 福井県内モニター
 - (3) 返信ハガキ等による意見・質問の聴取

福井県内各市町村説明会、見学会実施状況

Current Status of the Meeting and Site Tour for Local Residents



(1999年4月現在)

理解促進活動の状況

NEWS on PR Activities of JNC

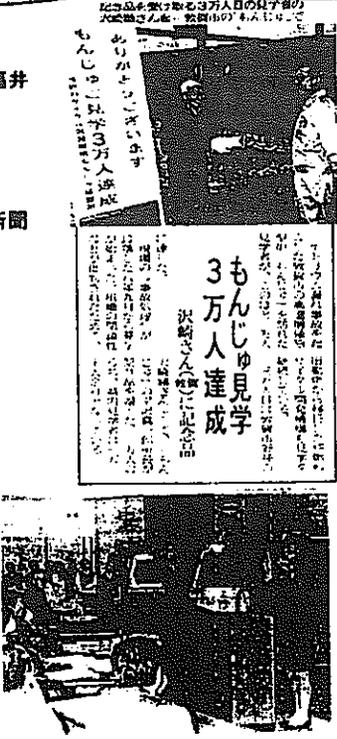
もんじゅ見学会の開催

1999年2月17日 日刊県民福井

1997年12月20日 サンケイ新聞

「もんじゅ」安全総点検で
市民に初の説明会
敦賀市で開催

もんじゅの安全総点検が、市民に初の説明会を開催する。説明会は、もんじゅの安全対策や、今後の運転計画について、市民の理解を深めようとする。説明会は、もんじゅの安全対策や、今後の運転計画について、市民の理解を深めようとする。



県内各地での説明会の開催

敦賀市内地区の説明会の開催

サイクル構 信頼回復に躍起

環境規格取得目指す
敦賀の全地区で住民説明会

環境規格取得を目指す。敦賀の全地区で住民説明会を開催する。環境規格取得を目指す。敦賀の全地区で住民説明会を開催する。

1998年12月8日 読売新聞



1997年10月31日 福井懇話会

サイクル見学会の開催

The Future of Monju

Expectations of an Overseas Research Fellow

Peter HARRISON

JNC Research Fellow & AEA Representative

Fellowship Program

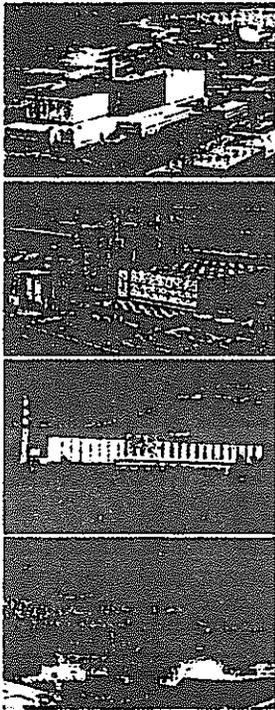
Specialty:

Country:

Fast Reactor Physics	Germany
In-Service Inspection	Great Britain
Steam Generator Leak Detection	USA
Fast Reactor Physics	USA
Fluid Dynamics	Great Britain
Under Sodium Ultrasonic Viewing	Great Britain
Liquid Metals	USA
Neural Network Computing	Greece
High Temperature Materials	USA
Thermohydraulics	Denmark

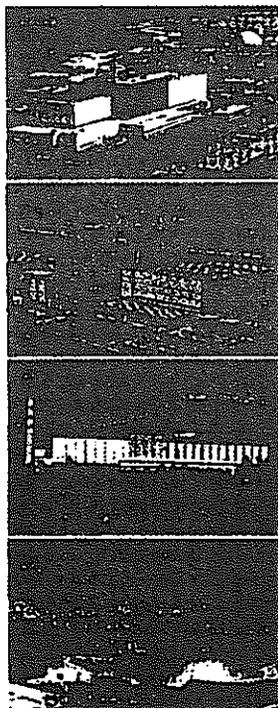
(plus fellows at Oarai and Fugen)

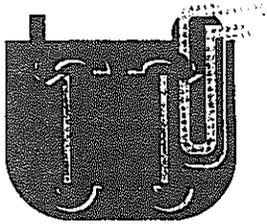
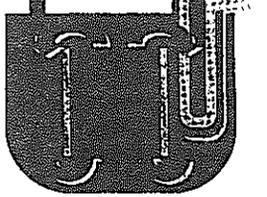
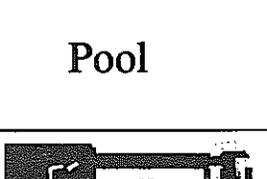
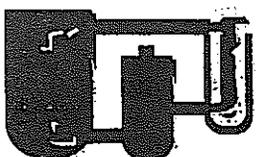
Personal Introduction



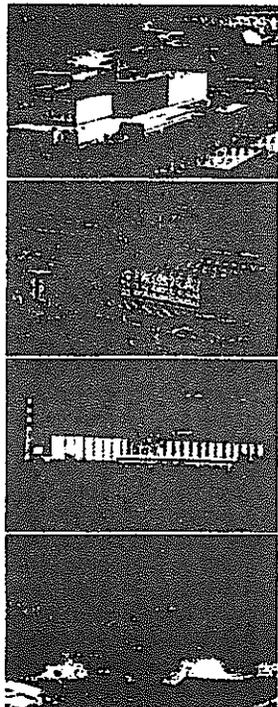
<p>Prototype Fast Reactor (PFR) Dounreay, Scotland.</p>	<p>1983~88 1992~94</p>
<p>Superphénix Start-up Team Cadarache, France.</p>	<p>1988~90</p>
<p>Phénix Marcoule, France.</p>	<p>1990~92</p>
<p>Monju Tsuruga, Japan.</p>	<p>1994~</p>

Reactor & Primary Circuit



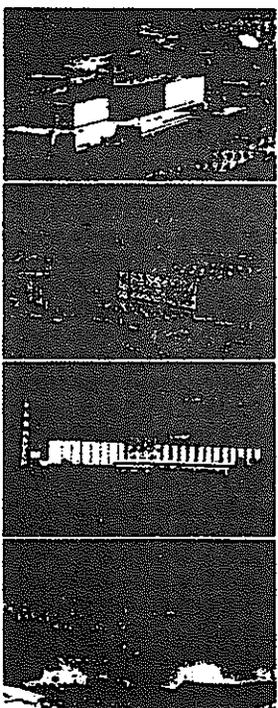
<i>Configuration</i>	<i>Coolant</i>	<i>Fuel</i>	<i>IHX</i>
<p>Pool</p> 	Sodium	Gridded PuO ₂ / UO ₂	Internal Flow 6 Unit
<p>Pool</p> 	Sodium	Wire-wrap PuO ₂ / UO ₂	External Flow 8 Unit
<p>Pool</p> 	Sodium	Wire-wrap PuO ₂ / UO ₂	External Flow 6 Unit
<p>Loop</p> 	Sodium	Wire-wrap PuO ₂ / UO ₂	External Flow 3 Unit

Secondary Circuit



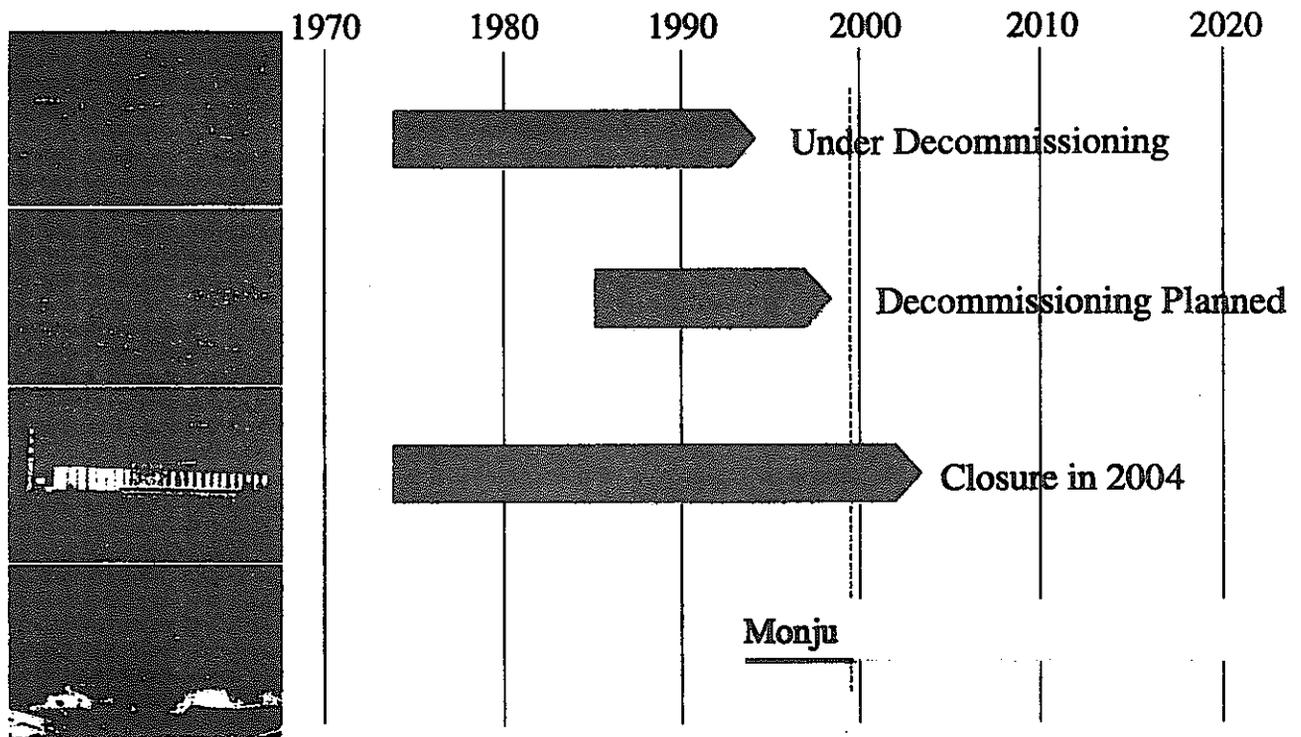
<i>Coolant</i>	<i>Configuration</i>	<i>Steam Generators</i>	
Sodium	3 Loops	U-tube	3 Unit per loop
Sodium	4 Loops	Helical	1 Unit per loop
Sodium	3 Loops	Unitary	Multi-Unit
Sodium	3 Loops	Helical	2 Unit per loop

Fuel Handling

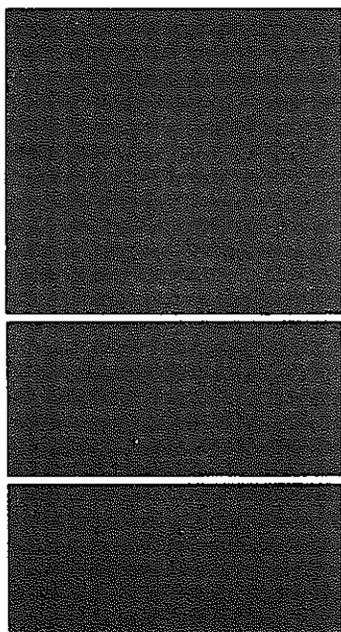


<i>Rotatable Plugs</i>	<i>Storage</i>	<i>Machine</i>	<i>Removal</i>
1 Concentric	Internal	Inserted	Vertical
2 Eccentric	External	Permanent	A-frame
1 Eccentric	External	Permanent	A-frame
1 Concentric	External	Inserted	Vertical

Euro-Japan Context



Roles & Objectives

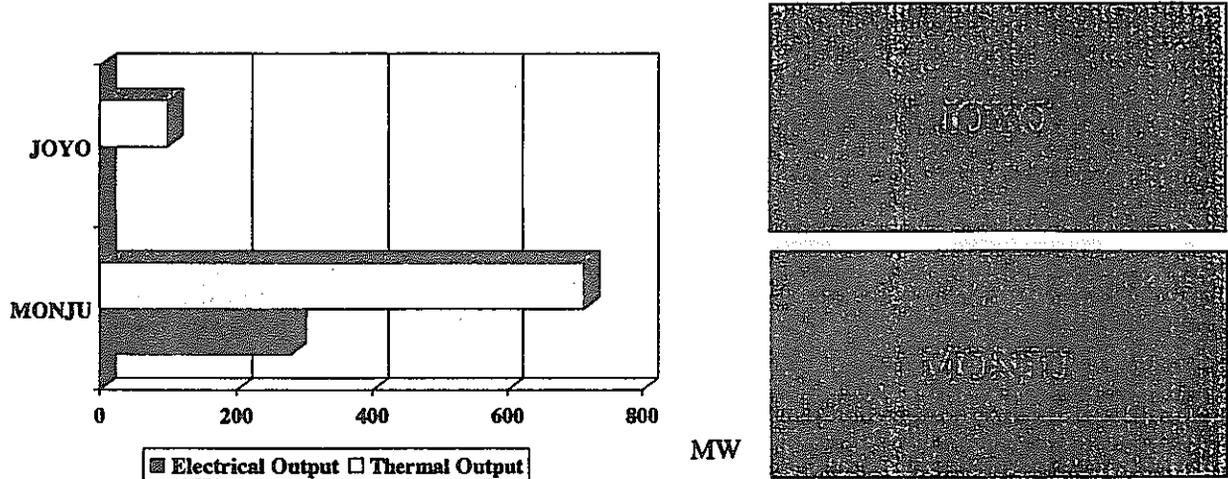


- Demonstration of existing technologies
- Developing innovative technologies
- Feedback into the design of the commercial demonstration reactor
- Gaining experience in FBR operation



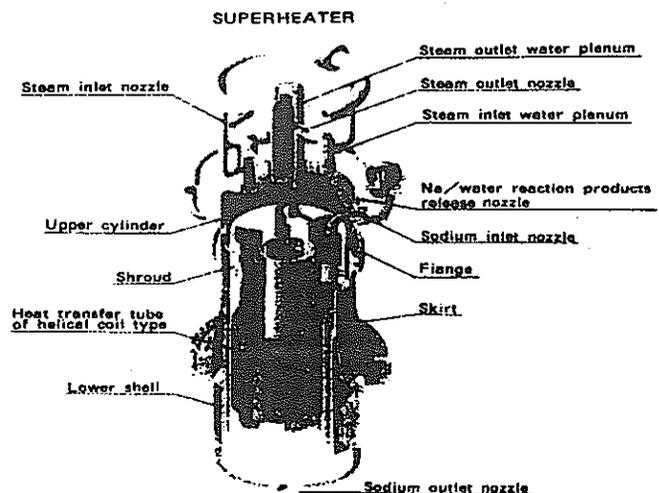
Technical Demonstration of Existing Technologies

- Increase in scale from Joyo to Monju



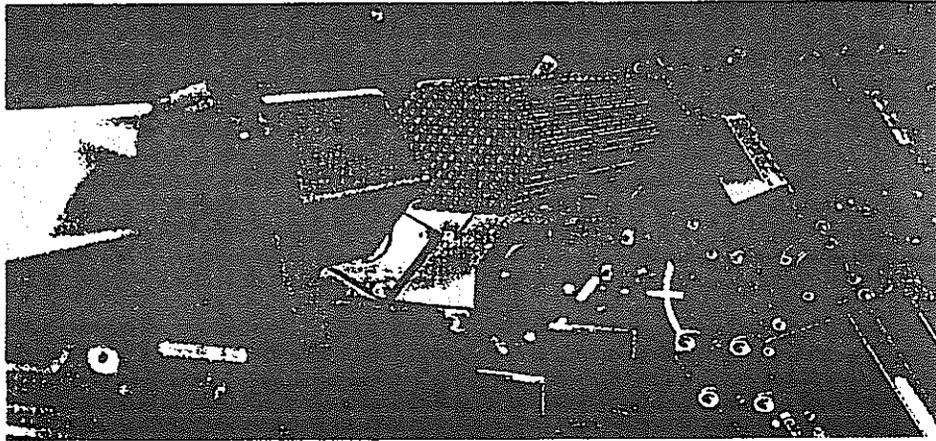
Technical Demonstration of Existing Technologies

- Increase in scale from Joyo to Monju
- Some technologies new to Japan (eg. steam generators)



Demonstration of Existing Technologies ^{Technical}

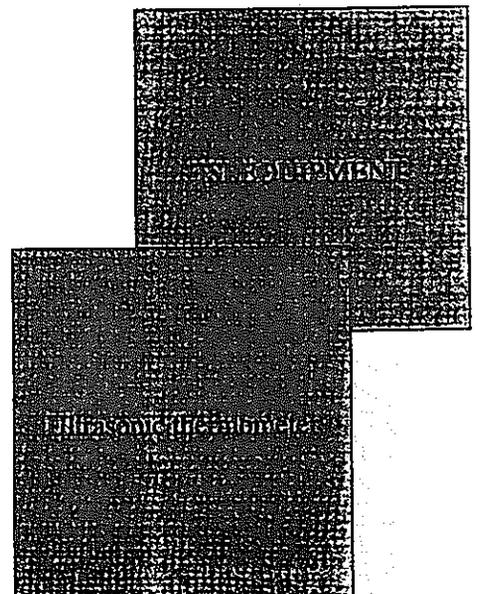
- Increase in scale from Joyo to Monju
- Some technologies new to Japan (eg. steam generators)
- Some need further demonstration (eg. fuel)



Innovation

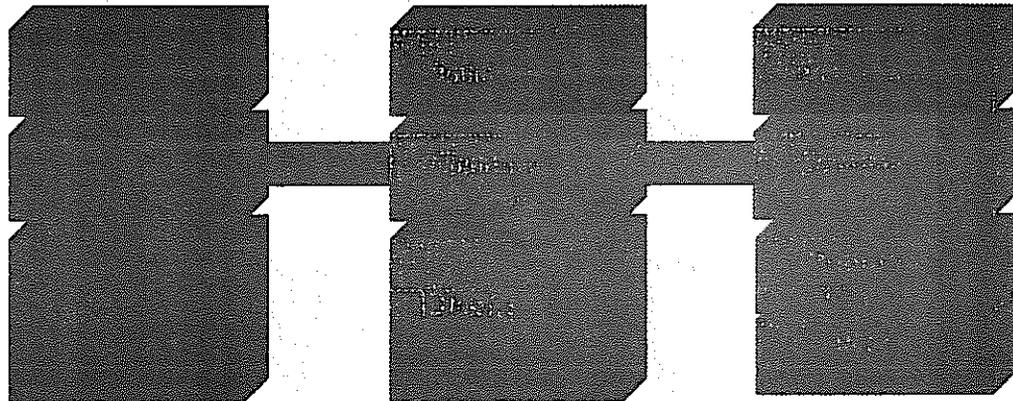
- Cost reduction:
 - Alternative designs
 - Simplified manufacture
 - Increased durability

Technical

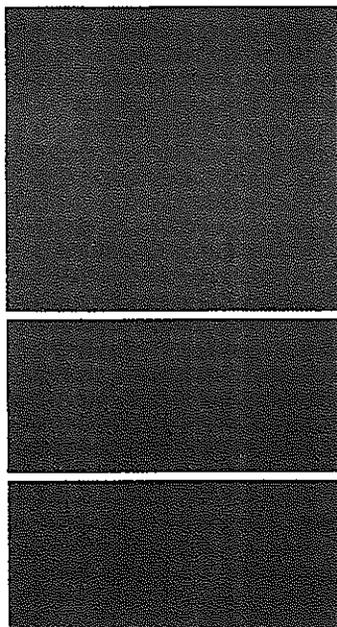


R&D program must be driven by requirements of the next generation reactor

Organization of EFR Project



Roles & Objectives



- Demonstration of existing technologies
- Developing innovative technologies
- Feedback into the design of the commercial demonstration reactor
- Gaining experience in FBR operation

- A center of international FBR cooperation
- Setting standards in design & safety



Focus for Cooperation on Fast Reactor Technology

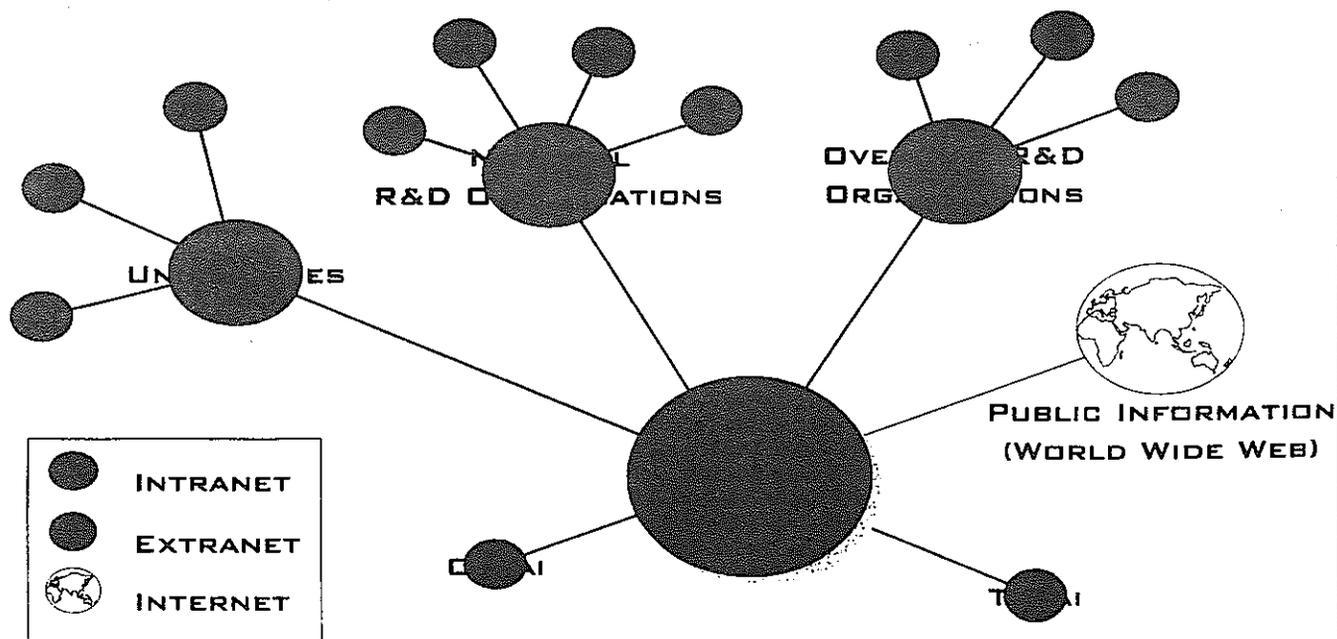
International

- Participation in Euro-Japan FBR agreements
- Participation in international nuclear operational safety organizations (WANO)
- Sponsoring overseas fellowships
- Construction of "International R&D Center"

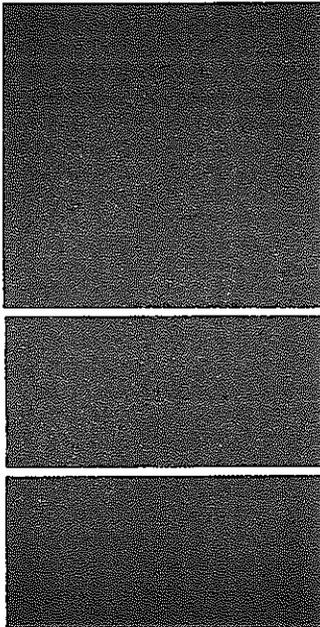


Focus

International



Roles & Objectives

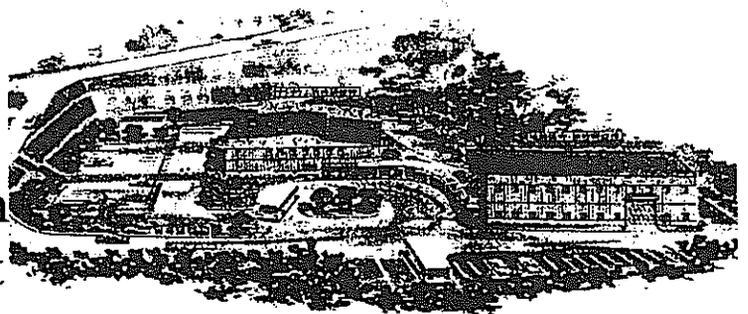
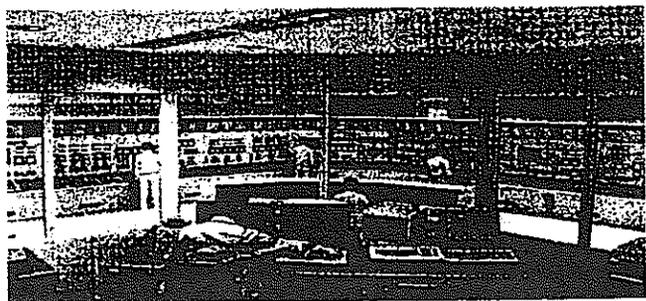


- Demonstration of existing technologies
- Developing innovative technologies
- Feedback into the design of the commercial demonstration reactor
- Gaining experience in FBR operation
- A center of international FBR cooperation
- Setting standards in design & safety
- Providing training in FBR technology
- Promoting public acceptance of FBR technology



Training

- Priority to operator training
- Additional role in specialist fields
- Role may extend beyond lifetime of Monju plant

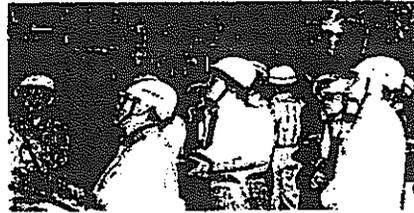


Educational

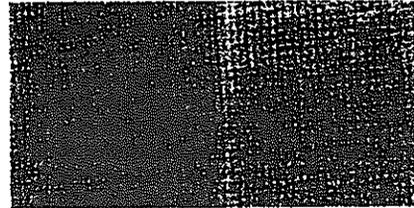
Public Acceptance

Educational

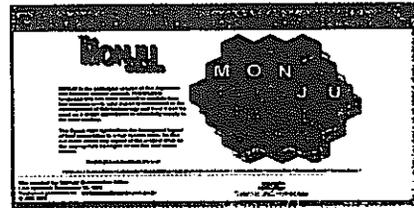
- Familiarization
- Understanding



Public visits to the Monju plant and leak site.



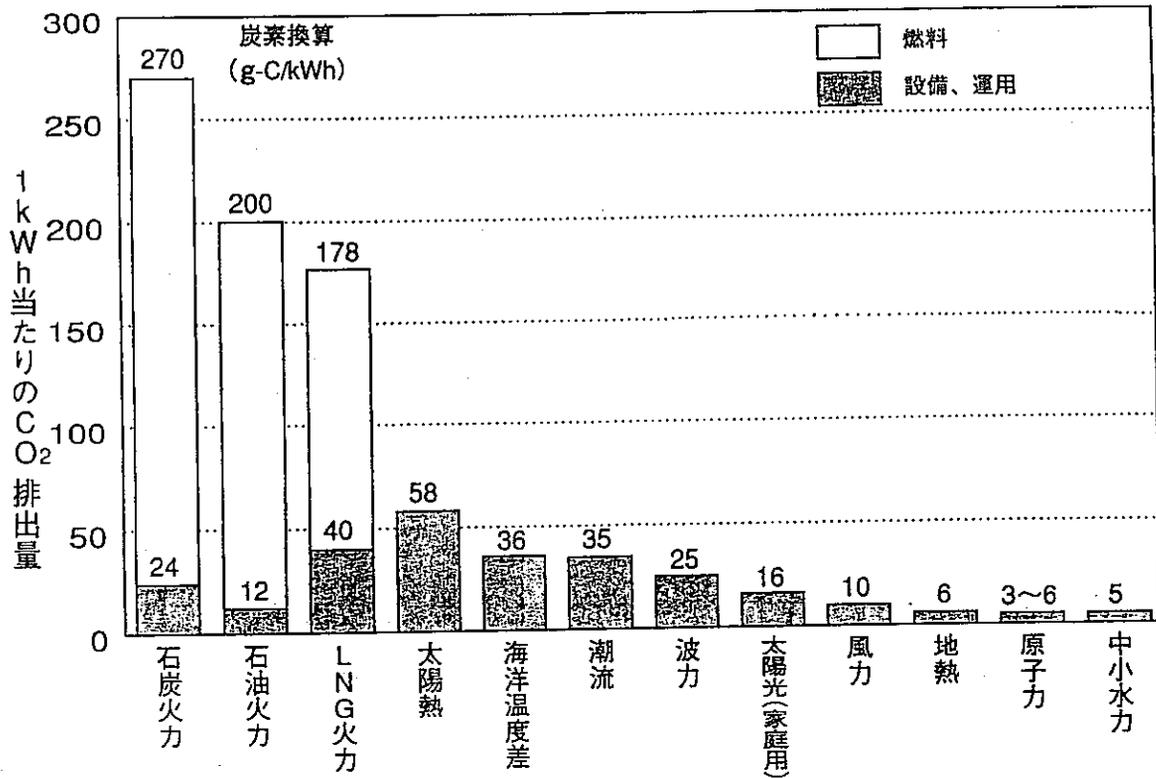
New Monju visitor center now nearing completion.



Monju website in Japanese and English.



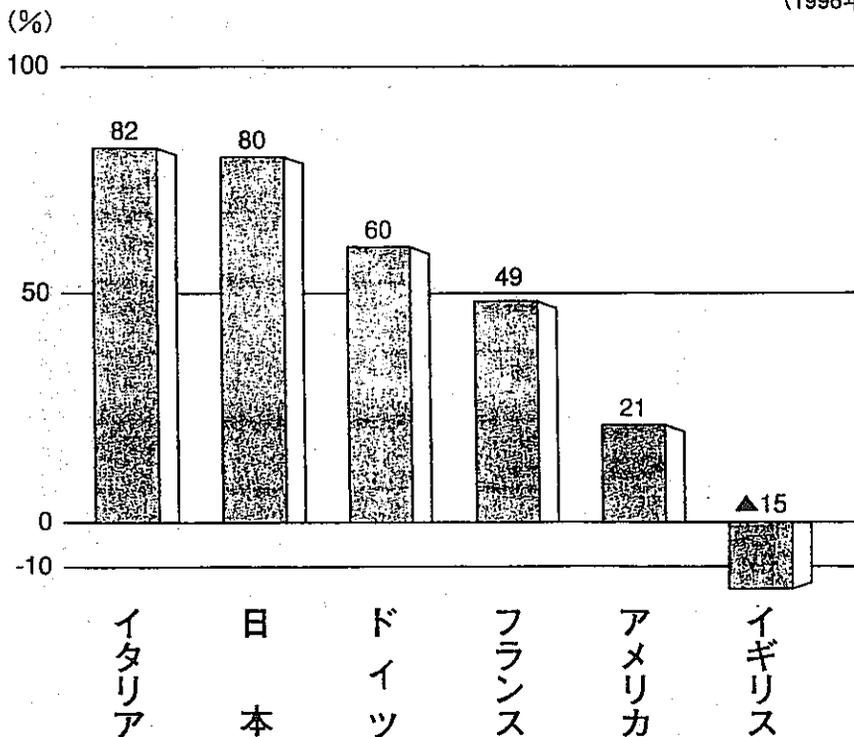
各種電源のCO₂排出量



出典：電力中央研究所調べ

主要国のエネルギー輸入依存度

(1996年)



単位：%

(注) イギリスはエネルギーを輸出している。

出典：「ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 1995 - 1996」

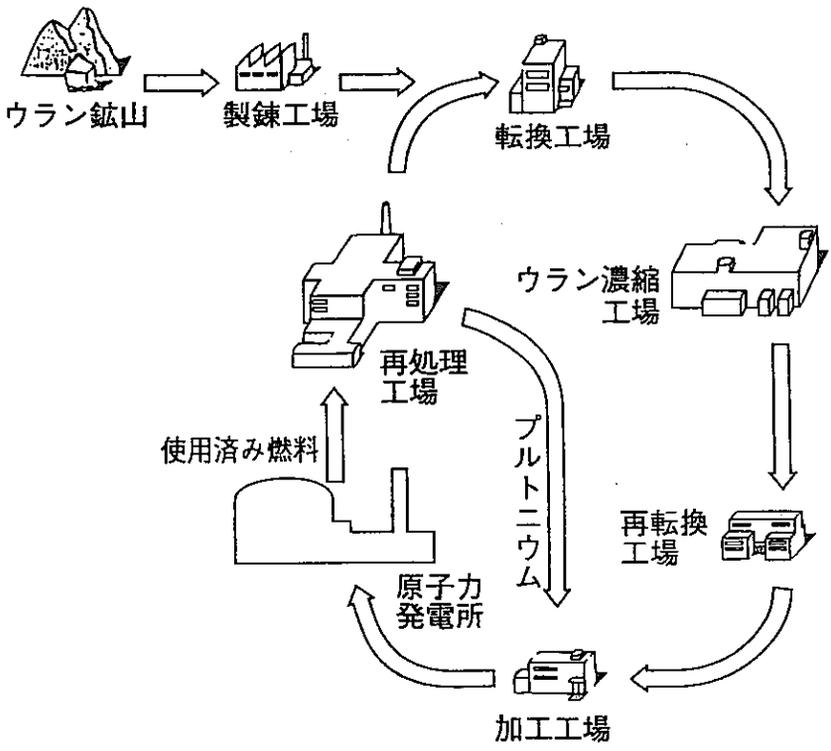
核燃料サイクルの必要性

- エネルギー資源に乏しい日本が、貴重なウラン資源をより有効に利用するため、原子力発電所の使用済燃料からウランとプルトニウムを原子燃料として再び利用すれば、エネルギーをより安定して確保することができる。
- 核燃料サイクルにより、使用済燃料自体を放射性廃棄物とする場合（ワンス・スルー）と比較し、放射性廃棄物が1/2以下に減容され、放射性廃棄物処分事業に対する負担が軽減される。

天然ウラン利用効率

原子炉	利用効率
軽水炉（ワンススルー）	0.5%
軽水炉（プルサーマル）	0.75%
FBR	60%程度

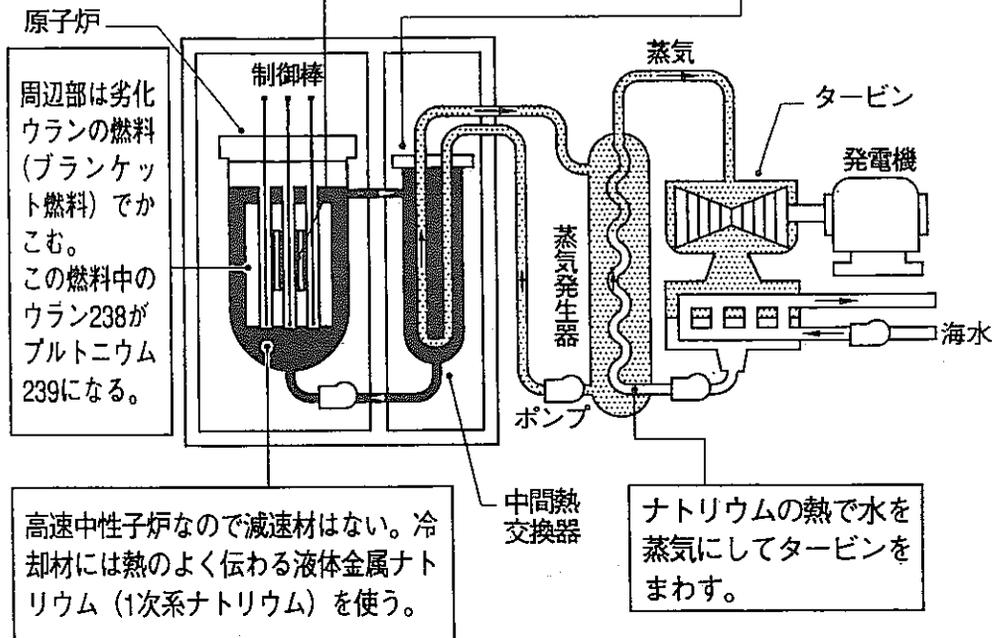
原子燃料サイクル



高速増殖炉(FBR)のしくみ

中央部の燃料にはプルトニウムとウランを混ぜたものを使う。

原子炉で発生した熱は中間熱交換器で別の系統の液体金属ナトリウム(2次系ナトリウム)に伝えられる。



高速増殖炉研究開発の在り方

○将来の非化石エネルギー源の一つの有力な選択肢として、高速増殖炉の実用化の可能性を追求するために研究開発を進めることが妥当。

○原型炉「もんじゅ」はこの研究開発の場の一つとしての位置付け。

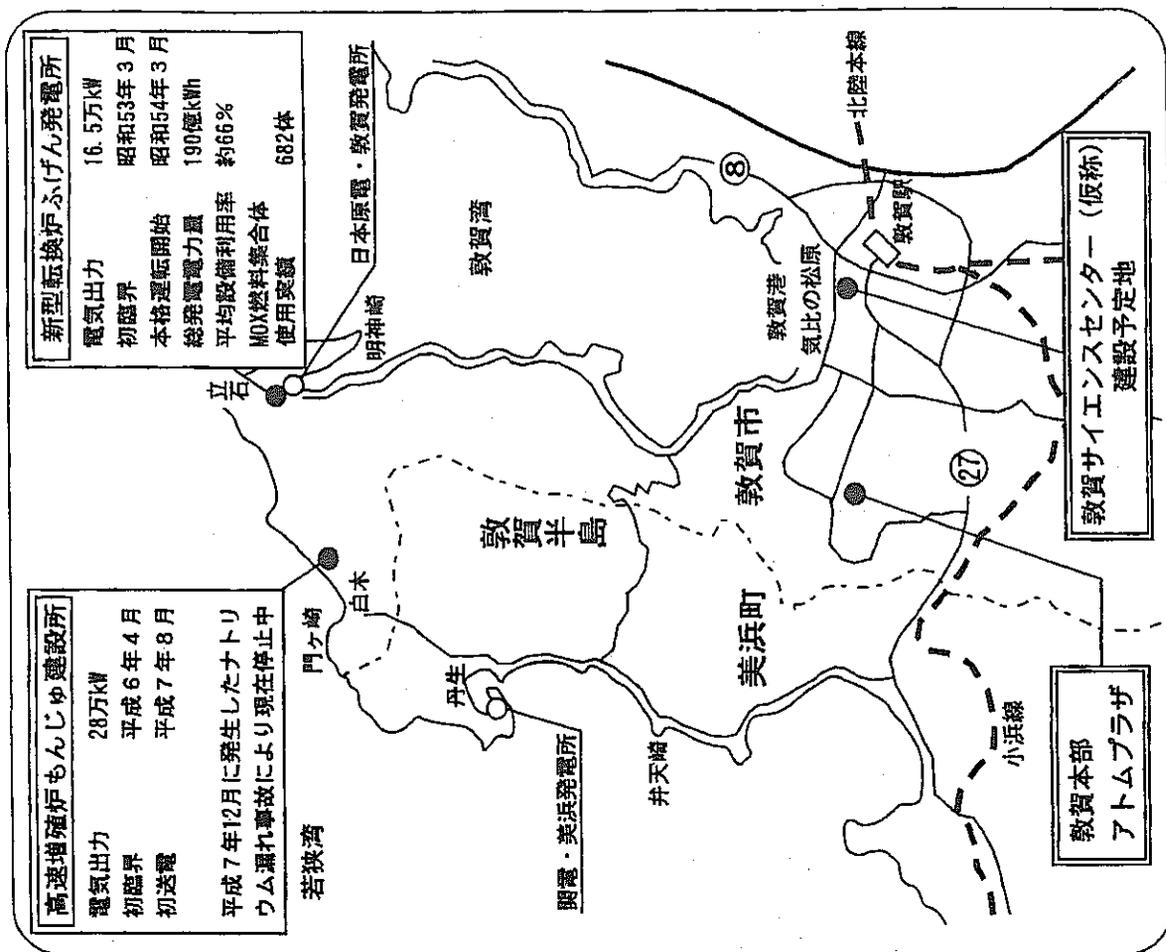
動燃改革の基本的方向

- 現在の業務を見直し、海外ウラン探鉱、ウラン濃縮、新型転換炉開発から撤退。高速増殖炉と高レベル廃棄物処理処分研究開発の業務を中心に新法人に改組。
- 民間での経験・ノウハウの活かせる組織・体制を構築し、東海再処理工場や「もんじゅ」等の大型原子力施設の安全確保を徹底。
- 動燃の閉鎖的体質を改善し、社会に開かれた組織・体制を構築。
- 本社機能を移転するなど、立地地元重視の徹底。

情報公開の基本的考え方

- 核不拡散、核物質防護等の一部の例外を除き、「原則公開」致します。
- ノウハウに関する非公開情報については、作成後一定機関を経たものは公開に向け見直しを行います。
- 公開に当たっては請求を受け公開する受動的な情報公開だけでなく、自主的に、積極的に公開する能動的公開を目指します。また、研究開発成果報告書の目録を公表し、利用者の便宜を図ります。

若狭湾地区における展開



地域研究開発促進拠点支援(RSP)事業

地域での研究開発ニーズに適切に対応するため、地域住民や社会のニーズを踏まえた学問分野や組織の枠を超えた研究開発のコーディネートを行う。

事業概要:

科学技術庁は、都道府県からの申し込みを受け、本事業の対象とする都道府県及び地域研究開発促進拠点(科学技術振興財団等)を選定。

科学技術振興財団は、地域研究開発促進拠点において新技術コーディネータを委嘱。フィージビリティ・スタディや新技術説明会(フォーラム)を活用し、共同研究の企画や研究成果の技術移転等を行う。

1拠点当たり、年間4千万円程度(原則4年間)

平成10年度実績：福井県(財)福井県産業振興財団 等

地域結集型共同研究事業

地域の各セクターによる基礎研究の成果と地域R&D型企業のニーズに着目し、これを組織的、人的に結合させる地域結集型の共同研究システムを構築し、ネットワーク型地域COE形成を通じて世界的水準の研究分野を開拓することにより、新技術・新産業の創出を図る。

事業概要:

都道府県及び政令指定都市は、国として推進すべき重点研究領域に沿った地域の科学技術ビジョンを策定、科学技術庁の指定を受け、国(科学技術事業団)と共同して、大学、公設試験研究機関、国立試験研究機関、R&D型企业等の研究セクター間の有機的な協力体制を構築、共同研究を組織化推進する。

1地域あたり年間4億円程度(国費分)。原則5年間。

先端原子力関連技術成果展開事業

核燃料サイクル開発機構が保有する研究開発成果を広く一般産業で活用してもらうため、これまでの研究開発成果の中で生まれた、機構が有する特許・実用新案について、これを用いて実用化を希望する幅広い企業等に使用許諾を与えると共に、実用化共同研究開発を実施する。平成10年度より開始。

事業の概要:

特許リスト(インターネットにより公開)に掲載されたものの中から、実用化共同研究開発を募集。

1件当たりの機構の支出額は、2千万円以下かつ総開発費の50%を上限とする。(原則1年間、必要に応じ1年を限度として延長)

Tsuruga International Energy Forum



*Economic Development and
Technology Transfer
at Los Alamos National Laboratory*

Charryl L. Berger

Director

Civilian & Industrial Technology Programs

Los Alamos National Laboratory

Infrastructure at a glance

- 43 square miles
- 2,200 structures
- 1,000 permanent buildings
- 54 major facilities
- 7.5 mission square feet of space
- 17 nuclear facilities
- 150 miles of road

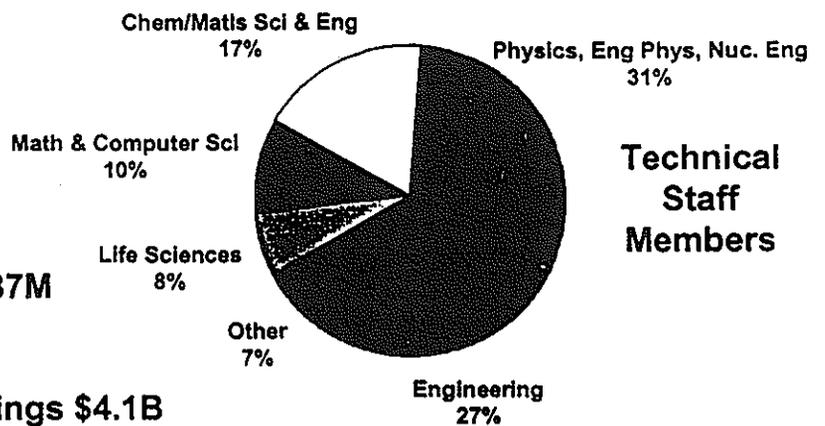
GIC-1/97-0193
DIR/97-144
7/98

Vital Statistics for FY98

- 7050 total UC staff
- 3186 technical staff (1640 PhDs)
- 1597 technicians

- Annual FY98 budget: \$1337M
 - 95% DOE
 - 5% non-DOE
- Replacement cost of buildings \$4.1B
- Total land area: 43 square miles

- 1602 collaborators
- 363 postdocs
- 1493 students



Objectives of the Technology Commercialization Program

- Stimulate new businesses based on Laboratory technologies
- Attract entrepreneurs
- Create alternative job opportunities
- Attract businesses and capital to the region

Entrepreneurial Training

- 2-3 workshops per year
- Over 600 participants
- Themes:
 - Launching a technology-based business
 - Financing high-technology ventures
 - Business plan basics
 - Forming, financing, and growing high-tech ventures

MBA Affiliates Program

- **MBA students from leading university business schools**
- **175 technologies reviewed**
- **Ten projects selected for business plan development**

Technology Development & Assistance

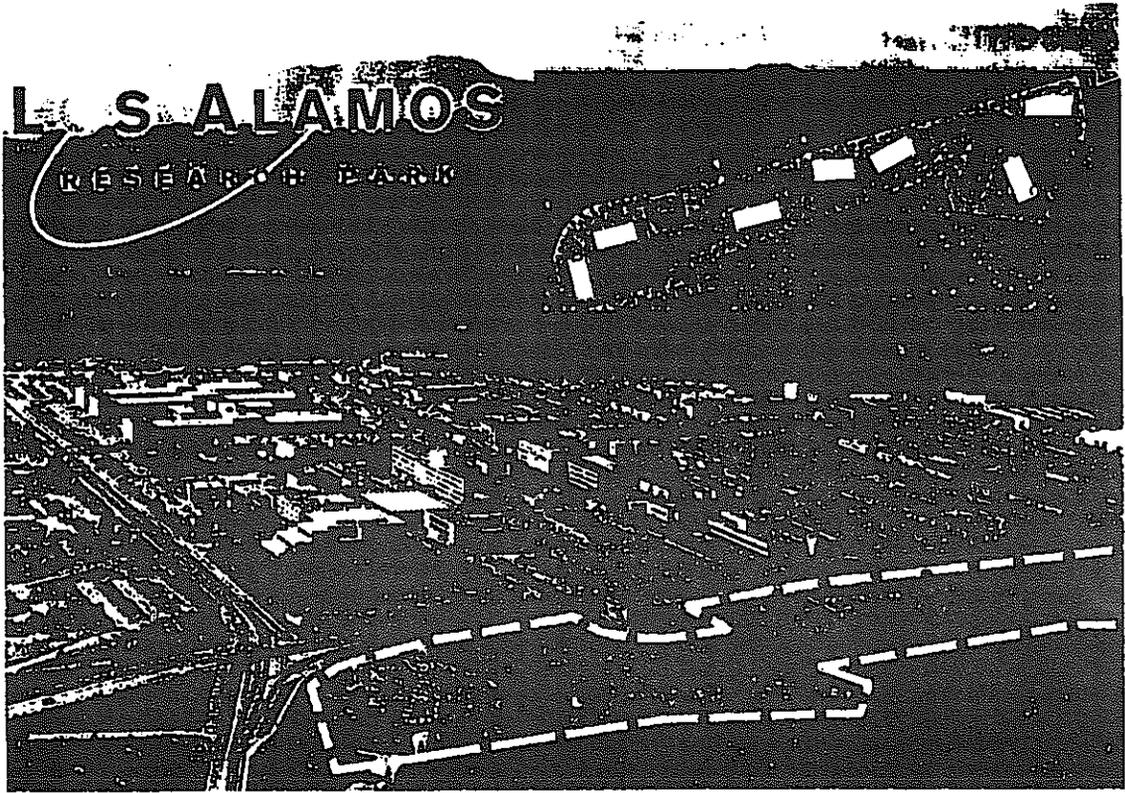
- **Small Business Initiative**
\$2 million/year; 45 projects funded
- **Regional Technology Maturation Pilot Program**
\$180 thousand; 10 firms assisted
- **Technology Assistance Program**
\$200 thousand; 40 projects completed
- **\$5 million in private sector investment**

Other Activities

- **Monthly Innovator's Forum**
- **Small Business Innovative Research Workshops**
- **Network of seasoned high-technology executives**
- **Venture capital networks**

Accomplishments

- **10 new companies formed**
- **50 companies or clients assisted**
- **Regional awareness rating 75-90 %**
- **Entrepreneurial leave policy implemented**
- **Research Park launched**



5/7/99

11

Asia-Pacific Energy Forum (APEF)

No.2 Rokko Bldg. 9th Floor, 1-3-7 Shinkawa, Chuo-ku, Tokyo 104-0033 Japan
 Phone: 81-3-5541-2055 Fax: 81-3-5541-5770 Email: suetsugu@ja2.so-net.ne.jp



平成11年4月20日

アジア・太平洋エネルギーフォーラム
 代表幹事 末次克彦

「エネルギーのベストミックスを目指して」

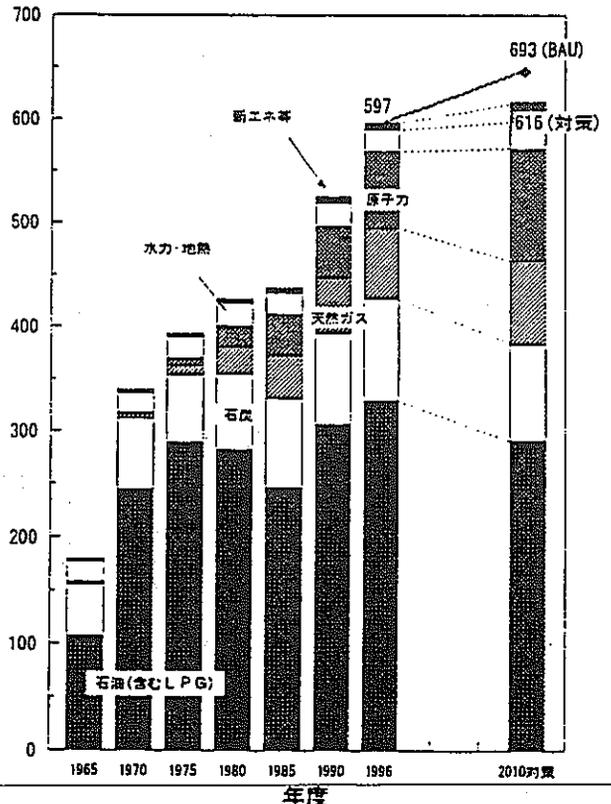
*本論文は日経産業新聞の要請により末次代表幹事が執筆した原稿のオリジナル全文。1999年4月20日付同紙にその抜粋版が掲載された。

エネルギーの投資、市場行動、政策形成などの意思決定をするための与件や環境が大きく変わってきている。国内、国際を通じて環境保全と効率化・競争化という二つの要因が達成すべき目標として浮かび上がっているためである。この二つの要因は一見、相矛盾する面をもっており、いわゆる「ジレンマ」の世界である。これに加え国によってはエネルギーの安全保障要請にもこたえなければならない。これらの「トリレンマ」の同時解決のための投資、市場行動、政策は複雑なものにならざるを得ず、企業経営、産業組織、行政組織も変革に直面している。この状況下でエネルギー政策のいわばガイドラインになっている「ベストミックス」の追求も再吟味や補強が必要になっており、新たな概念も浮かび上がっている。

資料1

エネルギーのベストミックスとは何か。通産省・資源エネルギー庁の関係するいくつかの審議会の討議を経て、経済成長、環境保全、資源の効率利用の3つの目標を達成できるようなエネルギーの供給、消費を図ることという一種の合意が出来ている。「経済成長」を維持するために必要なエネルギー産業、行政の在り方の中にはエネルギーの価格、数量両面の安定供給を維持するにはどうしたら良いか、という安全保障課題の達成も含まれている。これが日本という経済社会にとって一つのエネルギー・ベストミックスであるというものは、通産省の総合エネルギー調査会がまとめた一次エネルギーの需給展望という形で、政策目標としても作成されている。

我が国の一次エネルギー総供給の推移と展望
 原油換算百万kl



(出所：通産省・総合エネルギー調査会)

最近の状況はこのベストミックスの概念を国際的に適応するにはどうしたらよいか、環境課題を達成するための間接的な手法であるCO₂の排出権取引などいわゆる柔軟性措置をどう織り込むか、エネルギー分野の規制緩和、競争化と省エネルギー、再生エネルギーなど分散型エネルギーの技術・システム革新をどう両立させるかといった新たな要因を取り込んだベストミックスが必要になってきた。ベストミックスとは最適な一次エネルギー源の供給ミックスを探ることだけではすまなくなっている。

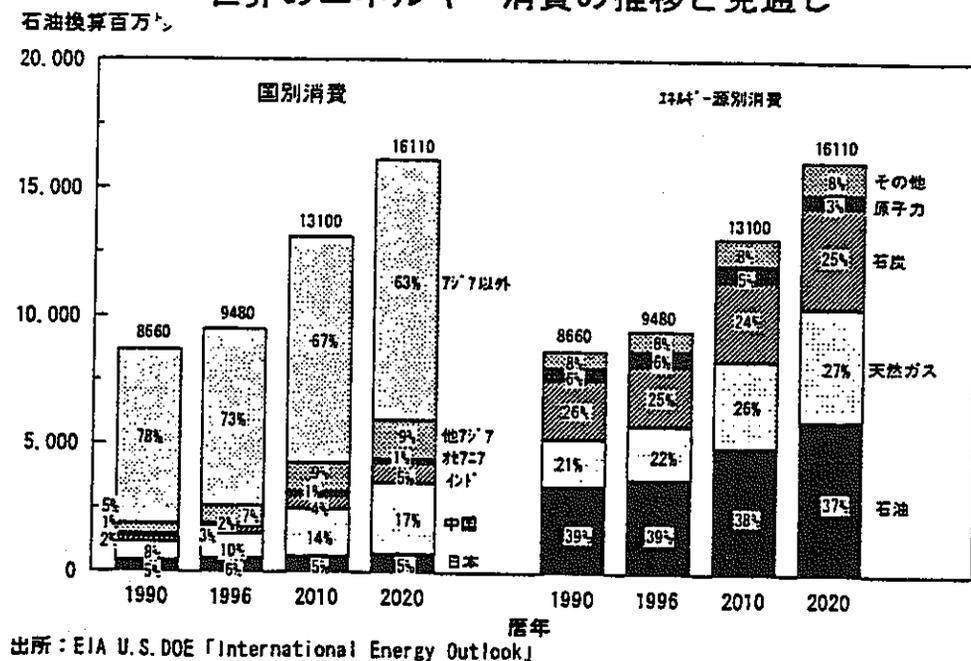
まずエネルギーのベストミックスは三つの角度から考えられる。世界全体にとってのベストミックスは何か。アジア（地域）のベストミックスはどのようなものか。日本一国にとってのベストミックスは何か。

世界のエネルギーベストミックスを考える意義は大きくなっている。新たな石油危機を招来しないためという発想に加えて、地球温暖化の防止に大きく関わりを持つエネルギーの分野で、温暖化ガスの排出量を減らしていける需給構造はどのようなものを考慮するという意味が加わった。

国際エネルギー機関（IEA）の予測によれば、2010年から2020年に向かって世界の一次エネルギー需要は着実に増え続け、今予想し得る世界のエネルギー供給構造では、CO₂（炭酸ガス）はそのペース以上に増える。CO₂の排出を抑止するという観点からみれば、今考えられるエネルギーの組み合わせはベストミックスとはほど遠いものといわざるを得ないのだろうか。

資料 2

世界のエネルギー消費の推移と見通し



IEAの世界標準ケース予測では2010年から2020年に向けて、天然ガスは発電、工場、建物などでの需要が増え、石油、石炭のシェアに近づく。原子力発電はアジアで着実に増えるが、欧米での新設が少なく、世界全体のエネルギー供給に占めるシェアは安定的に推移する。太陽光、風力など再生エネルギーは発電用途で増える。天然ガスの生産は今の18億トンから2010年には27億トン（石油換算）へと50%も増えるが、石炭も22億トン（同）から31億トン（同）へ41%増が見込まれる。石油も31億トンから40億トンへ25%増加する可能性が強いという。

このようにIEAの予測では、2010年に向けての世界の一次エネルギーの需給構造は、こと化石燃料に関しては、大きな変化は見込めない。

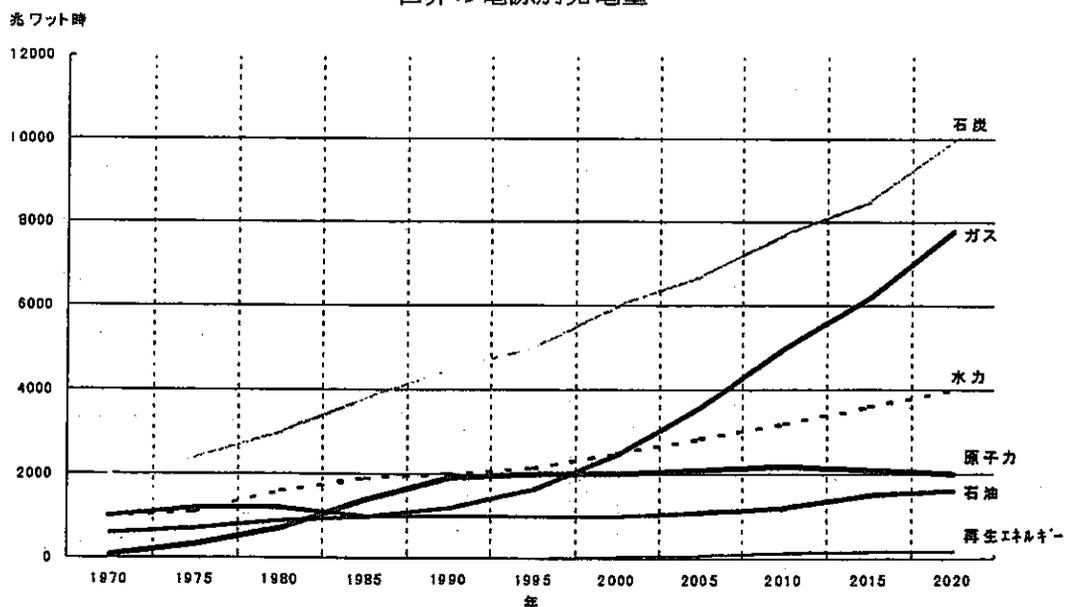
しかしCO2排出量の約3割を占めると見られる発電分野では大きな変化が予測される。グラフ「日本と世界の電源別発電量の動向」に見られるように、天然ガス発電が著しく増え、2010年以降、最大の電源である石炭火力に次ぐ電源として頭角を現す。

化石エネルギーを燃料源とする発電システムとしては最高の発電効率（55%）を誇る複合ガスタービン発電（CCGT）の技術革新が発電での「天然ガス・ダッシュ」を支えている。他の発電方式に比べて建設費が安い、中小発電規模でも経済性がある、工期が短い、CO2、SO2など大気汚染物質の排出が少ないのが時代の要請に合っている。

天然ガスの価格が石油、石炭に比べて競争力のある水準を維持できれば、ガスの入手が容易な北米、欧州で発電のガス化傾向はさらに続くとの見方が多い。温暖化防止策としてイタリア、ドイツのように炭素税あるいは炭素含有量基準の新エネルギー課税がでてくると、石油、石炭に比べて天然ガスの優位性が増し、ガス発電のシェアが高まる可能性がある。このように欧米では天然ガスを中核にしたエネルギー・ベストミックスが構想されている。

資料3

世界の電源別発電量



(出所:IEA=国際エネルギー機関「世界エネルギーアウトルック」1998年版)

このような世界のエネルギー需給動向からいけば、2008年から2012年までの間に地球温暖化防止に関する京都議定書署名国が合意したCO2削減目標（90年比7-12%減）はとても達成できない。OECD加盟国だけでも2010年のCO2排出量は逆に10%から20%増えてしまう。各種の省エネ、エネルギー利用効率向上措置を講じてもそれだけ増えるという見通しである。

1995年度における世界のCO2排出量の合計は、約60億トンである。国別の内訳で見ると、米国が約14億トンと最も多く、全体の22.4%を占めている。次いで中国が約8.1億トンで全体の13.4%を占めている。日本は約3億2000万トンで、全体の4.9%を占めている。先の合計のうち世界における人口の比率が26%に過ぎない、先進国全体に占める割合は逆に約59%と、CO2排出量では全体の6割を占めていることになる。CO2問題解決への先進国責任論を途上国が叫ぶわけがある。

IEAなどでも研究や討議がされているように、この大幅なCO2排出超過を起こさず、京都合意の排出水準を達成するには石炭、石油、天然ガスなど炭化水素エネルギーに含まれる炭素分に大幅な課税をし、エネルギー価格を大きく引き上げ、CO2の少ないエネルギーへの転換や需要抑制を図る劇薬投与型の処方をとるしかないのではないかという発想が芽生えている。

IEAの年次報告「世界エネルギー・アウトルック98」ではOECD加盟国が京都合意を満たすには2010年のCO2排出量（約172億トン）を同32億トン減らす必要があり、エネルギーの価格効果でその半分を減らすには、いくら炭素に課税すればよいかを試算した。その試算では炭素1トンあたり250ドルとしている。米国の大学の研究グループの試算では、CO2（炭素1トン）を減らすためのコストは省エネの余地などを加味すると、日本で584ドル、EUで273ドル、米国で186ドルかかるというが、IEAのはじいた炭素価値はこうした条件も加味してはじいたもの。

資料4 世界のCO2（エネルギー起源）増加見通し（百万トン）

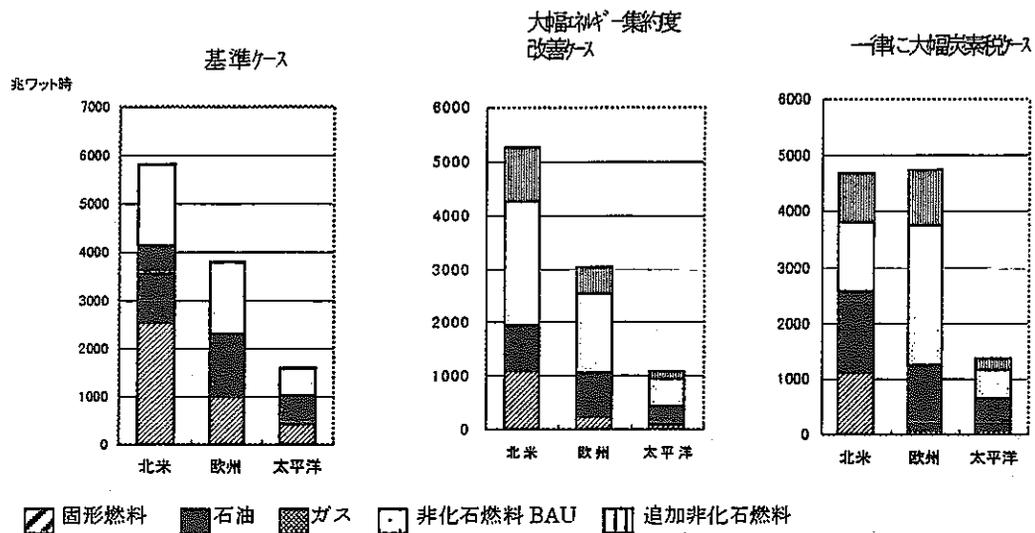
	1990年	基準ケース	増加量	2010年の削減必要量	削減率
OECD					
欧州	3659	4612	953	1246	27%
太平洋	1355	1774	419	461	26%
北米	5339	7041	1702	2076	29%
移行国	4426	3852	-574		
アネックスI	14779	17279	2500	3239	19%
中国	2411	5322	2911		
その他	3833	8034	4201		
世界	21400	31189	9789		

（出所：IEA「世界エネルギーアウトルック」1998年版）

これだけの大幅な炭素課税は燃料間の相対価格を激変させ、発電分野では石炭火力が大幅に非化石電源（原子力、新・再生エネルギー）に置きかえられる。北米では電力需要も削減されるという。さらにマクロ経済への負の影響など経済政策に異変を来す混乱要因になり兼ねない。この試算はIEAが炭素税構想を検討しているという事ではなく、CO₂削減のむずかしさを確認するための試みだが、CO₂対策がさらに多様な戦術的組み合わせを必要とすることを示唆している。

資料5

OECD 地域別発電ミックスの推移 (IEA 試算)



COP4 は 2000 年末の COP6 までに京都議定書の 6, 12, 17 条に関連する 142 の事項について行動計画を採択していくことで合意した。その主な対象はいわゆる柔軟性措置といわれるもので、先進国と途上国の間の協力措置としての「クリーンデベロップメント・メカニズム (CDM)」, 先進国同士の「共同措置」あるいは CO₂ の排出権取引、さらに地球温暖化ガスの排出を抑制するための技術開発と移転などを含んでいる。

CO₂ など温暖化ガスの蓄積の責任は先進工業国にあるという政治的な立場からグループを形成している中国や多くの途上国は、COP4 でもグループ 77 (G77) として発言、CDM などの技術移転は経済協力ベース、つまり非商業ベースで行われるべきだと主張している。

国際機関などの試算ではロシアなど中央および東ヨーロッパは 90 年代の CO₂ 排出量が 90 年に比べて減っているため、2010 年前後には CO₂ 排出権を 3 億トンから 10 億トン 入手、売却できる。一方 OECD グループの京都議定書署名国は大幅な炭素税を除いたその他の CO₂ 削減策を動員しても CO₂ は排出基準値を大きく上まわるので、2010 年には 18 億トンから 31 億トンの排出権を購入する必要がある。ロシアなどは排出権をそのまま国際排出権市場で売らず、CDM など技術移転と絡めて排出権を売るのが得策と考えている。

今後ますますCO₂の主要な排出源となりそうな中国などの削減策として、石炭火力発電所の燃焼効率の改善や質の良い石炭への転換をCDMとして実施すれば、かなりのCO₂削減が見込まれ、技術の出し手は排出権を入手することが可能になる。中国とその他の発展途上国のCO₂増加は世界全体の4分の3を占めるといわれる。この地域がどのようなエネルギーミックスを目指せば、CO₂排出を減らせるのか。それには発電部門での石炭をCO₂排出量の少ない他の燃料源に転換する事が理論的には考えられるが、政治経済の現実がそれをなかなか許さない。

いずれにせよエネルギー集約度を下げること、発電で原子力、再生エネルギーの利用を促進することが基本になるが、その為にもアジアなど地域のエネルギー・ベストミックスの形成にはCO₂最小化を図るため、こうした燃料転換や「柔軟性措置」効果も加味した構想が求められる。

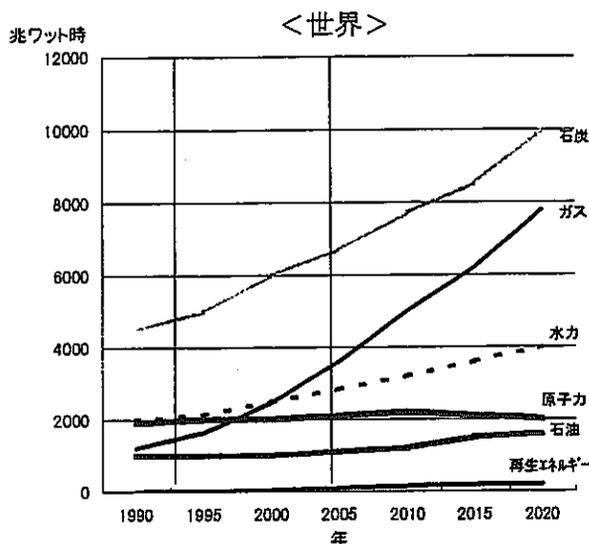
日本のエネルギー需給構造は世界の平均的な構造、特に欧米の構造とはかなり異なる。欧米では多くの国が石油、石炭、天然ガスの国産資源に恵まれている。その活用の上と比較的近隣の資源国からエネルギー資源を導入する輸送・流通インフラを整備してきた。

日本は国産の化石燃料資源が乏しい上に、地理的、政治的な制約から石油・天然ガスのパイプライン、電力送電網などで資源国とのネットワークも形成できないで来た。日本の石油利用度、一次エネルギーに占める石油のシェア（97年度55%）が欧米に比べて著しく大きいのは、石油が優れた便宜性の高いエネルギーであることと、タンカーを介した点と点を結ぶ世界的な流通ネットワークが最も発達しているためである。

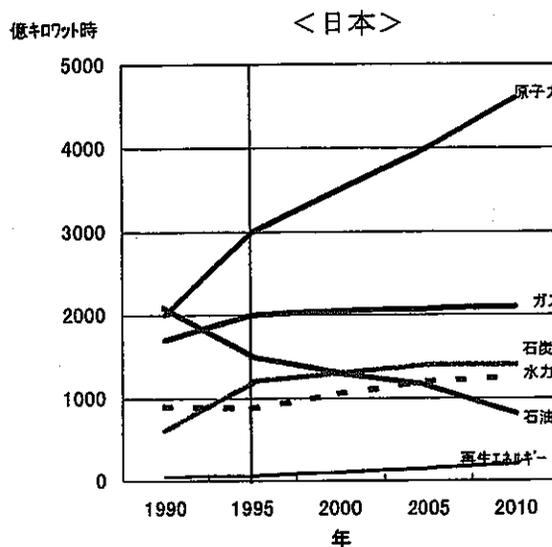
日本の需給構造の特徴は石油の依存度が漸減していく中で、原子力、石炭、天然ガス（液化天然ガス）がどنگりの背比べのように並んで中核的な地歩を固めようとしている形である。通産省の総合エネルギー調査会が昨年6月にまとめたCO₂削減を主目標にした2010年までの長期エネルギー需給見通しは、日本のエネルギーベストミックスの構想を集約した代表的な政策目標だが、ここにも競合するエネルギー源がだんご三兄弟のように類似型に並んでいる姿がある。

グラフの電源別発電量動向にみられるように、発電分野ではほぼCO₂を排出しない原子力の発電量シェアを現在の35%から、2010年には45%（出力約6600万キロワット、発電量4800億キロワット時）に引き上げ、LNG（ガス）火力の20%、石炭火力の13%、水力の11%に比べて明確な中核電源に仕立てようという政策的意図はある。

資料6 日本と世界の電源別発電量



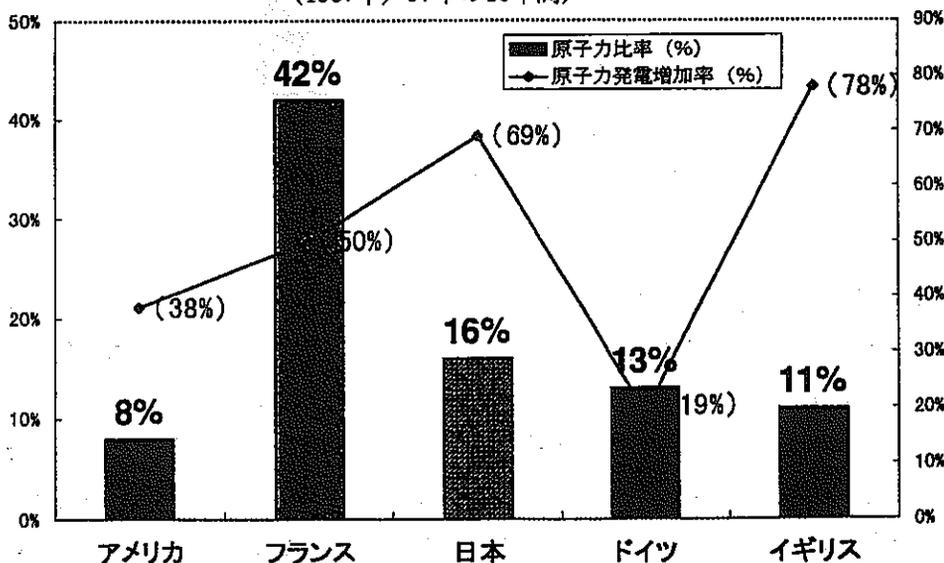
(出所：IEA「世界エネルギーアウトック」1998年版)



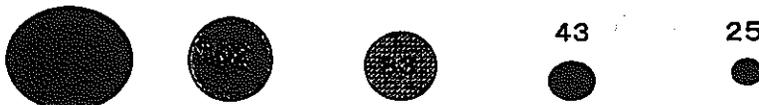
(出所：電事審・需給部会資料)

電源構成では日本のエネルギーは原子力中心主義のように見えるが、一次エネルギーベースで日米欧比較をしてみると、現在日本の原子力のシェア（12%）は欧米主要国とあまり変わらない。はっきりと原子力中心路線を取っているフランスが一次エネルギーに占める原子力のシェアを42%まで引き上げているのは好対照である。石油、石炭、天然ガスの資源に恵まれている米国が8%、英国が11%、ドイツが13%と原子力を使っているのと比べても、日本の原子力重視路線は首都高速道路の路線と同じようにまだ中途半端なものといえる。

資料7 一次エネルギー消費量に占める原子力の比率と原子力発電の増加率 (1987年/97年の10年間)



(APEF 作成資料)

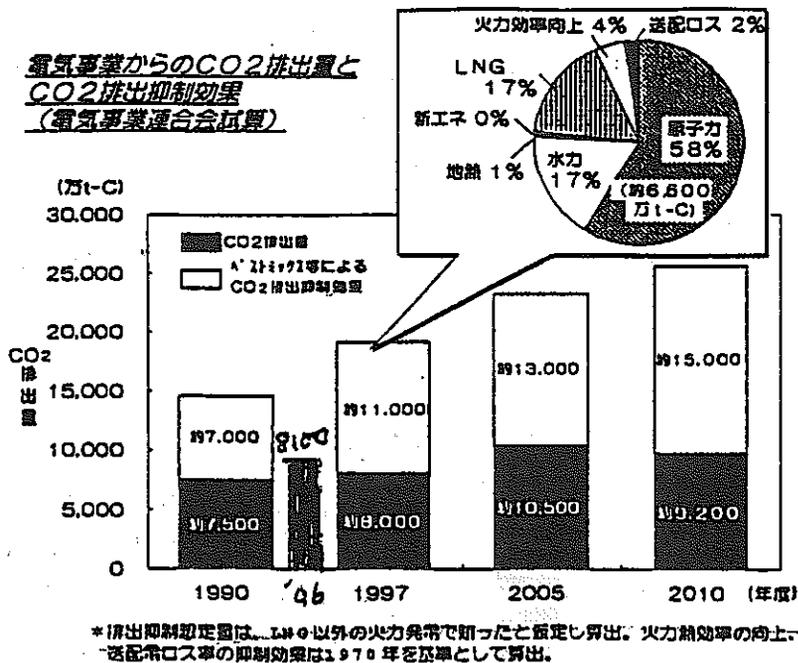


米国のあるシンクタンクの試算では、米国内で原子力発電を全廃して、最新鋭の石炭火力発電に置き換えたとすると、2010年における炭酸ガスの発生量は1995年水準を25%上回る。それを石炭でなく、天然ガス火力発電に置きかえると5%上回るという。

果たして、原子力発電はどれだけ温暖化ガス抑止に役立つのか。環境庁の資料によると、1995年時点でのわが国のCO₂の排出量は3億3200万トン。そのうち、発電所、製油所などのエネルギー転換部門における割合は、この部門で消費される電力分を含めると29.5%になる。

電気事業連合会の試算によると、電源構成のベストミックスをめざしてきた日本の電気事業からのCO₂排出量は約8000万トン（97年度）だが、LNG以外の火力発電ですべてを賄った場合、CO₂排出量は約1億9000万トンにふえる。このことは電源のベストミックスによって、CO₂の排出が約1億1000万トン分抑制されているということになる。

資料8



抑制効果は原子力発電により約6600万トン、水力発電、および LNG 火力発電の利用により、それぞれ約1870万トンづつ、残りの約660万トン火力発電における熱効率の向上や送配ロス率の低減、地熱発電や新エネルギーの利用によってうみだした。

また、90年度と97年度の国内の発電電力量とCO₂排出原単位を比較してみると、発電電力量は7420億kwhから8950億kwhへ増加したにもかかわらず、CO₂排出原単位は102g-C/kwhから89g-C/kwhに減少している。これは、主に原子力発電の新規運転開始および高稼働によるものである。

日本の原子力発電の動向を占う上で社会が原発をどう見ているかというパブリック・ア
クセプタンス（PA）が今後の原子力発電所、放射性廃棄物の処理場などの新規立地や運
営、安全規制措置に影響を持ち、それが原子力発電のコストを規定していく。原発のPA
上の課題といわれる使用済み燃料の貯蔵、再処理、高レベル廃棄物の貯蔵、処理・処分な
どの技術的、環境社会学的展望あるいは経済的評価に関する社会的な知見がPAの基盤と
なる。地球温暖化防止に原子力発電がどのような働きをするのか、経済構造の改革ともから
む電力、ガスなど規制産業分野の規制緩和、競争化と原子力発電はどのような関係になる
のか、といった社会的認識もPAの帰趨に大きな関わりを持っている。

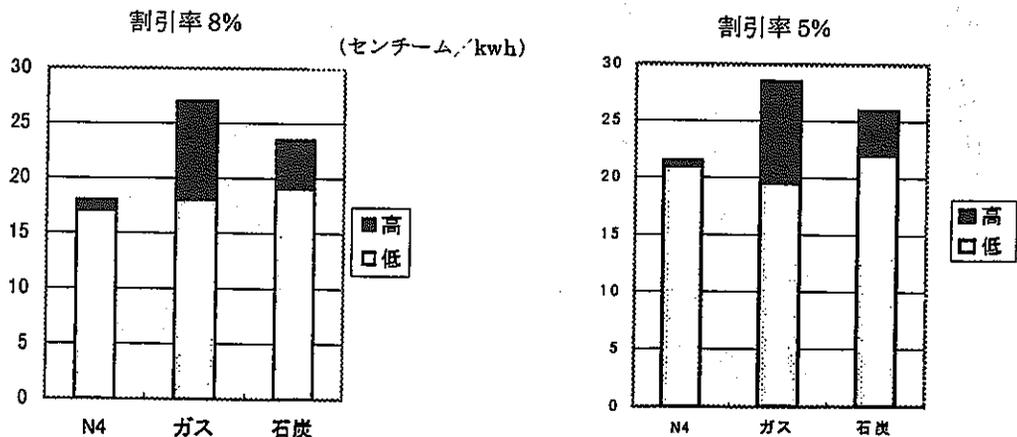
原子力発電を巡るPAは揺れ動いている。はっきりとしたPA上の定着はまだないが、
最近米国でも政府、議会、産業界の中に原子力発電をゼロ・エミッションー温暖化防止電
源と見る緩やかな合意が形成されつつある。原子力発電は地球温暖化ガスの排出抑制を
図る上では不可欠なエネルギー源である、という合意である。ただし、それには原子力
がコスト的にも競争力があり、安全に操業を続けることができるという条件が満たされな
ければならない。

原子力発電はもう一つの革新的な発電システムであるガスタービンに比べて、総合
的な評価はどうか。原発は多少コストが高くても、無資源国では供給安定機能（プレ
ミアム）を加味すれば、そのコストは充分埋め合わせできると見て、総合的に競争力
があるとみなされているのか。

フランスは発電量の75%を原子力発電でまかなう原発大国。同国原子力エネルギーに
委員会（CEA）の1997年ベースの試算では、原子力の発電コスト（金利8%）は1
キロワット時あたり21サンチーム（1フラン=100サンチームが約20円として同4.
2円）で、石炭火力の26サンチーム（5.2円）、ガス火力の28サンチーム（5.6
円）より20%ないし25%安い。

資料9

フランスの発電コスト比率（1997年実績）



(出所：仏 CEA バーレ局長)

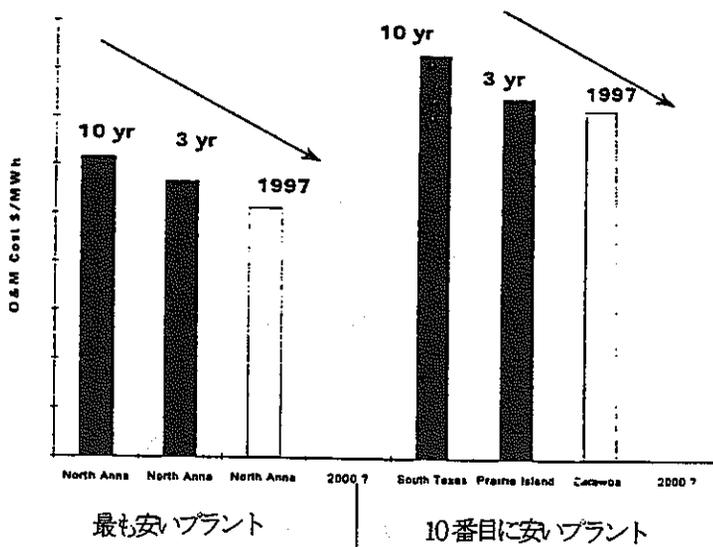
フランスは第二次大戦時にドイツに石炭の供給を封鎖されたり、1956年のスエズ動乱時に敵対国として石油禁輸の経験をした。これがエネルギーの自給、国産化の推進力となった。原子力発電を準国産電源とみなし、「電気は原発で」を目標に炉型を加圧水型（PWR）に統一、サイズも90万KW、130万KW、145万KWに集約、部品・資材の徹底した標準化と電力会社はEDF、炉メーカーはフラマトム、核燃料はコジェマ、研究開発はCEAに集中した。この体制は規模と範囲の経済的利益を發揮、欧州でも屈指の低コスト電力の供給を可能にした。

昼間と夜間の電力需要を平均化する電力需要のピーク移動も、原子力の効率かつ高率稼働を維持するための重要な対策であり、フランスは需要対象を三色旗のように緑（大口商工業用）、黄（小口商工業用）、青（家庭用）の三種類に分け、それぞれ季節別、時間帯別に大きな料金格差を設けて割高な時間帯での電力消費の節約、割安時間帯への負荷シフトに成功した。こうして同国政策当局は「天然ガス発電の低コストでの挑戦が始まるが、原子力発電のコストは低廉かつ安定であり、競争力は維持できる」（バーレCEA原子炉局長、仙台での原産会議講演）と原発神話を信じている。

米国でも資本費の償却が進んだ原発を高い操業率で運転すれば、その発電コストは最もコストの安い高効率の石炭火力や水力発電と同じように安いという試算が多い。米国の場合、石炭火力に対し今後追加的な環境対策コストが掛かる可能性があるが、原発には廃炉処分、放射性廃棄物など、いわゆるバックエンド対策コストはすでに電力料金に含まれているので、今後のコストはほぼ見通せる。原子力発電の発電量は大きいので、単位当りのバックエンドコストが電力価格に占める比重は小さいと見られている。

資料 10

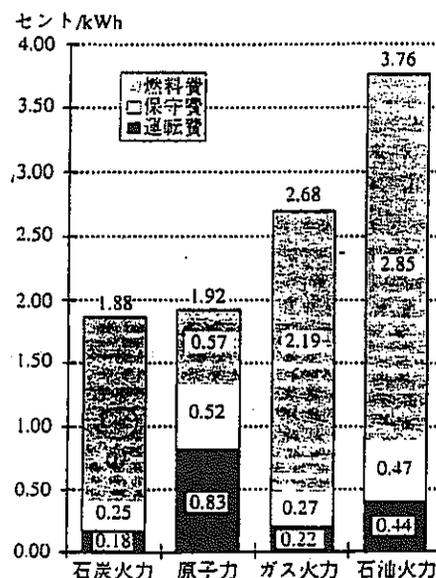
米国原発の運転・修繕コストの引き下げ



(出所：ワシントン・インターナショナル・エナジーグループ)

資料 11

米国・各種発電コスト (除:資本費) の内訳 (1995年)



(出所：電力データ研究所)

最近米国では電力市場の広域化、競争化が進む中で原子力発電所のコストダウン、特に運転費、修繕費の引き下げが盛ん。こうしたコスト削減で償却の進んだ原発は十分に競争力があり、利益が出るという見方が強まっている。原発の売却、購入の商談が最近3件まとまった。既存の原発は稼働率を上げ、CO2抑制に貢献するが、まだ新規に原発を建設する動きは出ない。2010年頃、40年間以上の操業期間を経て廃炉をする発電所が増える。その跡地に新しい原発を立て直す事がエネルギー省の政策課題になっている。

米国政府は原発の高レベル放射性廃棄物の貯蔵・処分所（国有）をネバダ州のユッカマウンテンに建設する計画を進めており、2001年までに適地性を確認する作業を終え、2002年には原子力規制委員会に建設許可を申請する方針といわれる。

わが国の原発も電力小売の部分自由化体制入りで、コスト競争力が問われている。エネルギーのベストミックスの中核となる原子力発電は、自由化・競争化の中で、競争力のある電源として生き残るのか、あるいは補助金なしには競争力を持ち得ないものなのか。

資料 12 電源別耐用年発電原価（エネルギー試算）

平成4年度 運開ベース

	建設単価 (kw 当り)	耐用年発電原価 (kwh 当り)	125 円/\$での換算値	
			建設単価	原価
一般水力	60 万円程度	13 円程度	4,800\$/kw	10.4\$/kwh
石油火力	19 万円程度	10 円程度	1,520\$/kw	8.0\$/kwh
石炭火力	30 万円程度	10 円程度	2,400\$/kw	8.0\$/kwh
LNG 火力	20 万円程度	9 円程度	1,600\$/kw	7.2\$/kwh
原子力	31 万円程度	9 円程度	2,480\$/kw	7.2\$/kwh

これまで原子炉の廃炉費用、使用済み燃料の再処理費用などを加味した原子力発電コストは、80%以上の操業率を維持し、運転開始後5、6年を経過して償却が進めば、石炭、LNGなどの火力発電に比べて競争力があるとされてきた。しかし、高レベル廃棄物の貯蔵・処理コストや廃炉（施設解体）に伴う廃棄物の処理コストは未知数とされてきた。この部分について総合エネルギー調査会の原子力部会が最近、具体的な処分施設の新設、実施計画をまとめ、未知数だったコスト試算を発表した。

資料 13

高レベル廃棄物処分費用試算（単位：億円）

	ケース4	ケース10
設計及び建設費	9,463	11,126
地下施設	5,277	6,733
地上設備	2,515	2,565
その他	10,715	10,849
計	27,970	31,273

原子力発電電力量1kwhあたりの処分単価

割引率2%の場合	12~14 銭/kwh
割引率3%の場合	9~11 銭/kwh
割引率4%の場合	7~9 銭/kwh

なお資金手当て開始時点以前に発電した電力量に係る処分費用について、資金手当て開始から10年間で手当てするとした場合には、処分単価は上記の値の概ね2倍程度と試算される。

（出所：総合エネルギー調査会原子力部会中間報告1999年3月）

これまでに発生したものと今後出てくる高レベル廃棄物をガラス固化体の形で定置する処分施設を2015年頃までに完成することとし、必要な費用を3兆円前後と試算した。4%の割引率で現在価値に直すと、原子力発電量1キロワット時あたり14-18銭となる。廃炉解体廃棄物の処理・処分費用は180億円-190億円と試算した。これらの費用要因を総合すると、すでに電気料金に盛り込まれている再処理費用などを含め、わが国のいわゆるバックエンドコストはキロワット時あたり1円前後という姿が浮かび上がってくる。オフィスの昼間の電気料金（基本料金を除く電力量料金部分）をキロワット時あたり20円とすれば、バックエンドコストは約5%となる。電力コストの構成の一つのケースは発電・送電・変電・配電の設備費が45%、燃料費が12-3%、人件費が10%とみられるが、トイレなきマンションといわれた原子力発電に出来るトイレのコストがここにきて透明になってきたとも言える。

スペインの電力改革は同国の電力料金が欧州でももっとも高い部類に属するため、きわめて急進的な電力産業の再編成の形をとりつつある。発電事業への新規参入は事実上フリーで、ガスのコンバインドサイクル発電が発電の競争化でどっとはいりつつある。電気の小売部門へあらたに供給業者の参入をみとめ、消費者がどの発電者から買うか、どの配電会社から買うかを選択できるようにしようとしている。

このような市場構造の変革のなかで、コジェネや太陽光発電など再生エネルギーはどうか、が一つの話題である。スペインでは、これまでコジェネの電気は生産奨励策の対象となっており、出力規模が2万5千KWまでは政府の補助金がついている。発電と供給を自由化、競争化するなかでコジェネを従来通り、発電会社が回避可能原価で義務的に買い上げる制度はむずかしくなる。政府がどのくらい補助金をだせば、コジェネは競争市場で生きていけるのかが問題だ。再生エネルギーはどこでもこの問題に直面する。

スペイン政府と電力業界は改革に関する覚え書きを交わし、そのなかに自家発・コジェネ部会を設けている。「競争と分散電源」の問題をきちんと研究、検討しようという姿勢である。欧州では再生エネルギーなど分散電源が「市民権」を得ていることの反映でもある。

日本のエネルギー需給構造上の最大の課題である昼、夏の電力負荷ピークの突出をいかに押さえるか、天然ガスの夏と冬の需要ギャップをどう埋めるかという課題とも連動している。技術と価格、税金、誘導奨励措置など人工的システム運営の両面で革新が必要な点でもある。エネルギーのベストミックスはこうした課題にも挑戦しなければならない。

(了)

エネルギーの ベストミックスを目指して

エネルギーの投資、市場行動、政策形成などの意思決定をするための与件や環境が大きく変わってきている。国内、国際を通じて環境保全と効率化・競争化という二つの要因が達成すべき目標として浮かび上がっているが、国によってはエネルギーの安全保障確保にもこたえなければなら

ない。これらの「トリレンマ」の同時解決のためのエネルギー政策のガイドラインになっている「ベストミックス」の追求も再吟味や補強が必要になっており、新たな概念も浮かび上がっている。
アジア・大洋州エネルギーフォーラム代表理事 末次完彦氏

欧米で進む天然ガス発電 競争力ある価格水準がカギ

ベストミックスは三つの条件が考慮される。世界全体にとりては、ベストミックス、日本一国にとりてはベストミックス、そして世界のエネルギー・ベストミックスを考へる必要がある。

IEAの世界平均ケース予測では、二〇一〇年から二〇二〇年にかけて、天然ガス発電、工場、建物などの需要が増え、石油、石炭のシェアは減少し、原子力発電はシェアを増やしていく。

二〇一〇年からは、天然ガス発電の需要が増え、石油、石炭のシェアは減少し、原子力発電はシェアを増やしていく。

増える世界のCO₂排出量 炭素課税で非化石電源へシフト

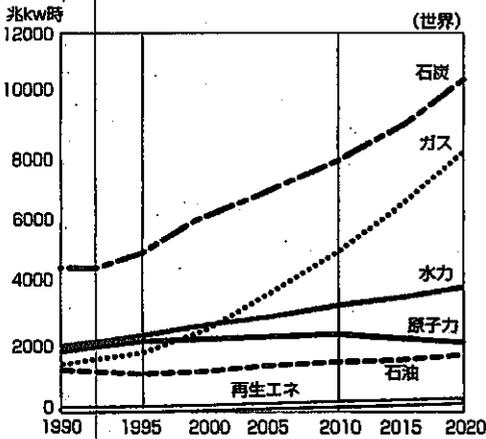
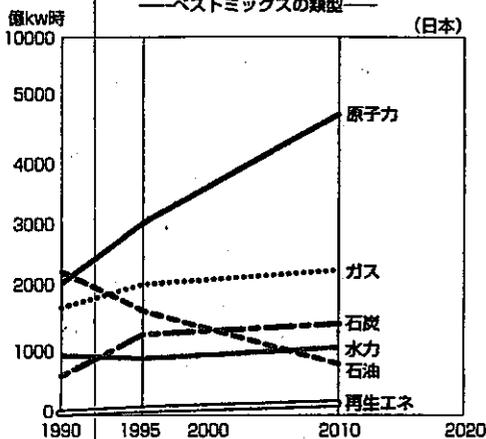
世界のエネルギー需給動向からいけば、二〇〇八年から二〇二三年までの間地球温暖化防止に関する京都議定書発効が合意したCO₂削減目標(二〇〇五年比二一%)は達成できない。CO₂削減

目標は達成できない。CO₂削減目標は達成できない。CO₂削減目標は達成できない。CO₂削減目標は達成できない。

排出量の合計は、約六十億トンである。国別の内訳で見ると、米国が約十四億トンと最も多く、全体の三二・四%を占めている。次いで中国が約八・一億トン、全体の一四・四%を占めている。日本は約三億二千万トン、全体の四・九%を占めている。先の合計のうち世界における人口の比率が二六%に過ぎない。先進国全体に占める割合は約五九%と、CO₂排出量は全体の六割を占めていることとなる。CO₂削減目標への先進国責任をどう分担するかは、

二打だけの大幅な炭素課税は燃料間の相対価格を激変させ、発電分野では石炭火力が大幅に非化石電源(原子力、新・再生エネルギー)に置きかえられる。北米では電力需要も削減されるだろう。さらに、グローバル経済への負の影響を軽減政策に反映を来す混乱要因になりかねない。この試算はIEA炭素課税シナリオに示しているところでは、CO₂削減のむずかしさを確認するための試みだが、CO₂対策が世界的な戦略的組合せを必要とする」とを示唆している。

日本と世界の電源別発電量の動向



出所: 通産省電気事業審議会・需総研会 IEA-国際エネルギーアワード「世界エネルギーアワード」1998年版

CO₂削減目標は達成できない。CO₂削減目標は達成できない。CO₂削減目標は達成できない。CO₂削減目標は達成できない。

原子力発電を中核電源に ベストミックスでCO₂排出を抑制

日本のエネルギー供給構造は世界の平均的な構造。特に欧米の構造とはかなり異なる。欧米では多くの国が石油・石炭・天然ガスの国産資源に恵まれている。その活用の上で比較的資源の豊富な国からエネルギー資源を購入する輸送・流通コストを低減してきた。

日本の資源構造の特徴は石油の依存度が漸減していく中で、原子力・石炭・天然ガス・液化天然ガスが中心の構造を築いてきた。原子力発電は、欧米の国産資源に恵まれている。その活用の上で比較的資源の豊富な国からエネルギー資源を購入する輸送・流通コストを低減してきた。

日本のエネルギー供給構造は世界の平均的な構造。特に欧米の構造とはかなり異なる。欧米では多くの国が石油・石炭・天然ガスの国産資源に恵まれている。その活用の上で比較的資源の豊富な国からエネルギー資源を購入する輸送・流通コストを低減してきた。

比べて明確な中核電源に立立てようという政策的意図がある。原子力中心主義の立場から見ると、一次エネルギーベースで日米欧比較をしてみると、現在日本の原子力のシェア(二割)は欧米主要国とあまり変わらない。つまり原子力中心主義を取っているフランスが一次エネルギーに占める原子力のシェアを四割まで引き上げているのは好対照である。

石油・石炭・天然ガスの資源に恵まれている米国が八割、英国が一割、ドイツが三割と原子力を使っているのとは対照的。日本の原子力発電は首都圏と近畿圏の路線と同一水準で中核電源となることが期待される。

電気事業連合会の試算によれば、電源構成のベストミックスを定めてきた日本の電気事業者からのCO₂排出量は約八千万トン(九七年度)だが、LNG以外の火力発電をすべてを閉じた場合、CO₂排出量は約一億九千万トンに減る。

CO₂排出量のベストミックスは、CO₂排出量が約一億九千万トンに減る。抑制効果は原子力発電による。

約六千六百万トン。水力発電、およびLNG火力発電の利用により、それぞれ約千八百七十万トンずつ、残りの約六百六十万トンを火力発電に依存する熱効率の向上や送配電ロス率の低減、地熱発電や新エネルギーの利用によって生み出した。

また、九〇年度と九七年度の国内の発電電力とCO₂排出原単位を比較してみると、発電電力は七千四百二十億キロワット時から八千九百五十億キロワット時へ増加したにもかかわらず、CO₂排出原単位は百一十トン/キロワット時から八十九トン/キロワット時に減少している。これは、主に原子力発電の新増設を開始および高稼働によるものである。

わが国の原発も電力小売りの部分自由化体制入りで、コスト競争力が問われている。エネルギーのベストミックスの中核となる原子力発電は、自由化・競争の中で、発電力のある電源として生き残るのか、あるいは補助金なしには競争力を維持できないものなのか。

日本のエネルギー供給構造上の最大の課題である。夏の電力需給ピークの突出をいかに対応するか、天然ガスの夏と冬の需給ギャップをどう埋めるかという課題を運動している。技術と人工的システム調整の両面で革新が必要である。エネルギーのベストミックスは、こうした課題にも挑戦しなければならない。

新エネルギー導入の現状と今後の目標

新エネルギー	1996年度実績	2010年度目標	目標達成のための置的イメージ	導入にあたっての問題点
太陽光発電	5.7万kW	500万kW	2000年初頭以降、約10万軒/年程度の住宅に導入(97年度実績:約9000軒)、2005年以降、約3000棟/年程度の公共施設、業務ビルに導入(97年度実績:約100棟)	コスト低減 設置スペースの確保 出力が不安定(バックアップ電源が必要) 余剰電力の円滑な買い取り
太陽熱利用	104万kℓ	450万kℓ	2000年以降、太陽熱温水器20万台/年の導入(97年度実績:約12万台)、2000年以降、ソーラーシステム35万台/年の導入(97年度実績:約2万台)	コスト低減 設置スペースの確保
風力発電	1.4万kW	30万kW	97年以降、400kW規模の風車を25基/年導入(98年度実績:16基)	コスト低減 立地点の確保 出力が不安定(バックアップ電源が必要)
廃棄物発電	89万kW	500万kW	97年以降、一般廃棄物による発電所を15件/年導入(96年度実績:11件)、97年以降、産業廃棄物による発電所を10件/年導入(96年度実績:1件)	コスト低減 立地点の確保(周辺住民の理解)
廃棄物熱利用	4.4万kℓ	14万kℓ	2010年度までに再開発される地域のうち、2km圏内にある廃棄物処理場の廃熱を100%利用	コスト低減 立地点の確保(周辺住民の理解) 熱源の確保
温度差エネルギー等	3.3万kℓ	58万kℓ	2010年度までに再開発される地域のうち、1km圏内にある河川水、湖水、下水等の利用可能な温度差エネルギーを100%利用	コスト低減 熱源の確保
黒液・廃材	490万kℓ	592万kℓ	製紙業において、パルプ生産量に応じた黒液の有効利用が進展	安定的な原料供給の確保
合計 (一次エネルギー 換算値に占める割合)	685万kℓ (1.1%)	1910万kℓ (3.1%)		

出所：総合エネルギー調査会総合部会