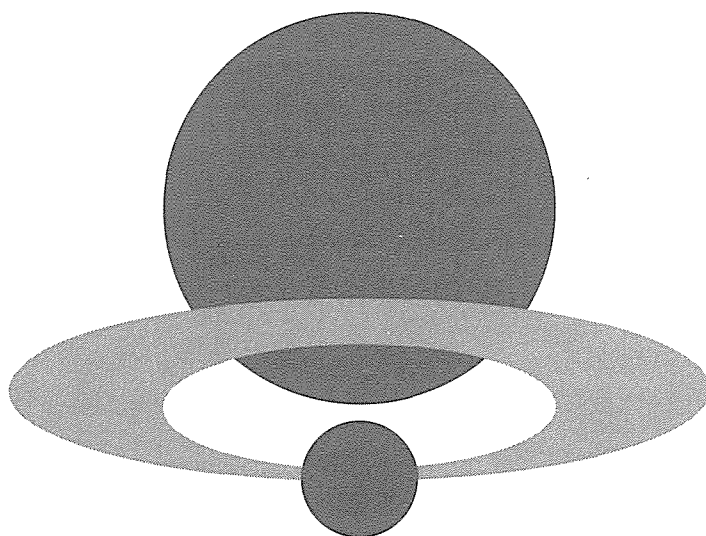


THE 36TH
JAIF ANNUAL CONFERENCE

第36回原産年次大会



APRIL 14~17, 2003

JAPAN ATOMIC INDUSTRIAL FORUM, INC.

(社)日本原子力産業会議



《 第1日 4月15日(火) 》

受付開始(8:45～)

於 敦賀市民文化センター・大ホール

＜ 敦 賀 大 会 ＞

(会場：敦賀市民文化センター・大ホール)

【オープニングセッション】 9 : 3 0 ～ 1 0 : 3 0

＜議長＞ 小林庄一郎 (社)日本原子力産業会議副会長

原産会長所信表明

西澤 潤一

(社)日本原子力産業会議会長

福井県知事挨拶

栗田 幸雄

福井県知事

敦賀市長挨拶

河瀬 一治

敦賀市長

大会準備委員長講演

児嶋 眞平

福井大学学長

【特別講演(午前の部)】 1 0 : 3 0 ～ 1 2 : 0 0

＜議長＞ 都甲 泰正 核燃料サイクル開発機構理事長

「我が国の核燃料サイクル政策」

藤家 洋一

原子力委員会委員長

「原子力の平和利用に果たす I A E A の役割」

V. ムロゴフ

国際原子力機関 (I A E A) 事務次長

「原子力発電の将来展開」

A. ローベルジョン

アレバ経営取締役会会長、仏 C O G E M A 社会長兼社長

＜昼休み＞ 1 2 : 0 0 ～ 1 3 : 3 0

(1 2 : 4 5 ～ 1 3 : 3 0 関西原子力懇談会原子力広報女性アドバイザーの会主催

「若狭おばちゃん劇場」)

【特別講演（午後の部）】 13:30～14:30

- ＜議長＞ 鷺見 禎彦 日本原子力発電(株)社長
「台湾の原子力発電開発——その実績と展望」
欧陽 敏盛 中華核能学会会長
「高速増殖原型炉『もんじゅ』に係る高裁判決について」
薦田 康久 経済産業省原子力安全・保安院審議官（核燃料サイクル担当）

【プレナリーセッション】 14:45～17:20

「プルトニウム利用の意義を再確認する」

- ＜議長＞ 三宅 正宣 福井工業大学学長
「エネルギー資源論からみたプルトニウム利用の意義」
内山 洋司 筑波大学機能工学系教授
「『ふげん』から『もんじゅ』へ」
中神 靖雄 核燃料サイクル開発機構副理事長
「米国の第4世代・先進的燃料サイクルイニシアチブ」
W. マグウッド 米国エネルギー省（DOE）原子力エネルギー科学技術局長
「フランスのプルトニウム民生利用戦略」
J. ブシャール フランス原子力庁（CEA）原子力開発局長
「ロシアの燃料サイクルと核解体余剰プルトニウム処分」
V. コロトケビッチ ロシア原子力省（MINATOM）核燃料サイクル局長

【レセプション】 17:30～19:00

（会場：きらめきみなと館）

【市民の意見交換の夕べ】 18:00～20:00

（会場：プラザ萬象・小ホール）

- 〔司会〕五十嵐 智恵 フリーアナウンサー
〔コーディネーター〕
森 一久 (社)日本原子力産業会議副会長
〔コメンテーター〕
青山 喬 滋賀医科大学名誉教授
坂本 美千代 敦賀女性エネの会会員

中島 篤之助
橋詰 武宏

元中央大学教授
福井新聞論説委員長 ほか大会関係者

《 第2日 4月16日（水） 》

＜ 福 井 大 会 ＞

（会場：福井市フェニックスプラザ・大ホール）

【開会セッション】 9：00～9：40

＜議長＞ 新木 富士雄	北陸電力(株)社長
原産会長挨拶	
西澤 潤一	(社)日本原子力産業会議会長
文部科学大臣所感	
遠山 敦子	文部科学大臣
科学技術政策担当大臣所感	
細田 博之	科学技術政策担当大臣
経済産業大臣所感	
平沼 赳夫	経済産業大臣

【特別講演】 9：40～10：10

＜議長＞ 西澤 潤一 (社)日本原子力産業会議会長
「原子力施設の安全確保に求められるもの」
原子力安全委員会委員長

【セッション1】 10：10～12：00

「社会の持続的発展——環境、エネルギー面での挑戦」

＜議長＞ 森脇 昭夫 (財)地球環境戦略研究機関理事長
「わが国のエネルギー安全保障と環境保全」
甘利 明 衆議院議員、自由民主党エネルギー・総合政策小委員会委員長
「社会の持続的発展のために電気事業が果たすべき使命」
藤 洋作 電気事業連合会会長

「中国の原子力開発と持続的発展に果たす原子力の役割」

馬 鴻 琳

中国国家原子能機構秘書長

「環境問題を消費者の立場から考える」

井上 チイ子

生活情報評論家

<昼休み> 12:00～14:30

(13:40～14:05 福井県女性エネの会主催「紙芝居」)

【午餐会】 12:20～14:10

(会場：福井ワシントンホテル「天山の間」)

<司会> 西澤 潤一 (社)日本原子力産業会議会長

〔会食〕

〔特別講演〕

「二つの平和について——日本の文化と構造改革」

山折 哲雄

国際日本文化研究センター所長

【セッション2】 14:30～17:30

「原子力発電所の運転管理——新たな取り組み」

<議長> 近藤 駿介 東京大学大学院工学系研究科教授

〔基調講演〕

「わが国原子力発電所運転管理の直面する課題とその対応策」

近藤 駿介

(同上)

〔パネリスト〕

M. コミスキー

米国原子力エネルギー協会 (NEI) 渉外担当上席理事

佐々木宜彦

経済産業省原子力安全・保安院長

N. ディアス

米国原子力規制委員会 (NRC) 委員

飛田恵理子

東京都地域婦人団体連盟生活環境部副部長

松村 洋

関西電力(株)取締役原子力事業本部副本部長

《 第3日 4月17日(木) 》

(会場：福井市フェニックスプラザ・大ホール)

【セッション3】 9 : 0 0 ~ 1 1 : 3 0

「着実に進む世界の高レベル廃棄物処分計画」

＜議長＞中村 政雄 科学ジャーナリスト

〔基調講演〕

「世界の高レベル放射性廃棄物処分計画—国際的観点で得られた教訓」

Y. ルバルス 仏放射性廃棄物管理庁（ANDRA）会長

「日本における高レベル放射性廃棄物処分への取り組み」

外門 一直 原子力発電環境整備機構理事長

〔パネリスト〕

T. エイカス フィンランドPOSIVA社技術担当本部長

T. カールション スウェーデン 前オスカーシャム市長

竹内 舜哉 原子力発電環境整備機構理事

A. リーシング 欧州原子力学会（ENS）副会長

Y. ルバルス 前出

＜昼休み＞ 1 1 : 3 0 ~ 1 3 : 0 0

【セッション4】 1 3 : 0 0 ~ 1 5 : 3 0

「身近な原子力を福井県から考えてみよう」

＜議長＞神田 啓治 エネルギー政策研究所所長、京都大学名誉教授

〔パネリスト〕

天野 寿美恵 福井県女性エネの会理事

菊池 三郎 核燃料サイクル開発機構理事

木村 逸郎 (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所長

中川 英之 福井大学工学部長

橋詰 武宏 福井新聞論説委員長

平尾 泰男 放射線医学総合研究所顧問

町田 明 (財)若狭湾エネルギー研究センター専務理事

【市民からの質問に答える会】 1 5 : 4 0 ~ 1 7 : 0 0

（会場：福井市フェニックスプラザ、2階、小ホール）

〔司会〕石山 素子 フリーアナウンサー

〔コーディネーター〕

森 一久 (社)日本原子力産業会議副会長

〔コメンテーター〕

中島 篤之助
橋詰 武宏
山田 寿子
A. リーシング

元中央大学教授
福井新聞論説委員長
福井県女性エネの会理事
欧州原子力学会（E N S）副会長 ほか大会関係者

以 上

Program of the 36th JAIF Annual Conference

Main Theme: Seeking Better Public Understanding – For the Further Nuclear Development

Tuesday, April 15

Tsuruga Sessions

at Tsuruga Citizen Culture Center

Registration 8:45

9:30-10:30

[Tsuruga Opening Session]

Chairperson: Shoichiro Kobayashi, Vice Chairman, Japan Atomic Industrial Forum

Remarks:

- ☐ Jun-ichi Nishizawa, Chairman, Japan Atomic Industrial Forum
- ☐ Yukio Kurita, Governor, Fukui Prefecture, Japan
- ☐ Kazuharu Kawase, Mayor, Tsuruga City, Japan
- ☐ Shinpei Kojima, Chairman of the Preparatory Committee for the 36th JAIF Annual Conference;
President, Fukui University, Japan

10:30-12:00

[Special Presentations (Morning Section)]

Chairperson: Yasumasa Togo, President, Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC)

Speakers:

- ☐ “Nuclear Fuel Cycle Policy of Japan”
Yoichi Fujie, Chairman of Atomic Energy Commission of Japan
- ☐ “Role of the IAEA in the Peaceful Use of Nuclear Power”
Victor Mourogov, Deputy Director General, International Atomic Energy Agency (IAEA)
- ☐ “Forging ahead with Nuclear Power”
Anne Lauvergeon, Chairman & CEO, AREVA; Chairperson & CEO, COGEMA, France

〈Lunch Break〉 (12:00-13:30)

〈Stage Drama on Nuclear Energy “Wakasa Obachan Gekijyo”

played by Female Nuclear Public Information Advisors, Kansai Atomic Industry Conference〉

(12:45-13:10)

13:30-14:30

[Special Presentations (Afternoon Section)]

Chairperson: Yoshihiko Sumi, President, Japan Atomic Power Company

Speakers:

- ☐ “Nuclear Power Development in Taiwan: Operational Performance and Prospects”

Min-Shen Ouyang, President, Chung-Hwa Nuclear Society

- ☐ “Nagoya High Court Ruling on Prototype FBR “Monju””

Yasuhisa Komoda, Deputy Director General, Nuclear and Industrial Safety Agency,
Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan

14:45-17:20

[Plenary Session]

“Strategies for Peaceful Use of Plutonium” (Presentations)

Chairperson: Masanobu Miyake, President, Fukui University of Technology, Japan

Speakers:

- ☐ “Significance of Plutonium Utilization from the Viewpoint of Energy Sources Debate”

Yohji Uchiyama, Professor of the Institute of Engineering Mechanics and Systems,
University of Tsukuba, Japan

- ☐ “From “Fugen” to “Monju””

Yasuo Nakagami, Executive Vice President, Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC)

- ☐ “The Initiative of Generation IV Nuclear Energy System and Advanced Fuel Cycle in the U.S. ”

William D. Magwood, Director of Nuclear Energy, Science, and Technology,
Department of Energy, U.S.A.

- ☐ “The Strategy for Peaceful Use of Plutonium in France”

Jacques Bouchard, Director, Nuclear Energy Direction, Atomic Energy Commission (CEA), France

- ☐ “Some Aspects of Russia’s Nuclear Power Fuel Cycle and Disposition of Russian Excess
Weapons Plutonium”

Vladimir M. Korotkevitch, Director, Department of Nuclear Fuel Cycle, Ministry of Atomic Energy,
Russia

17:30-19:00

[Reception] at Kirameki-Minato-Kan Hall

18:00-20:00

[Public Dialogue] at Plaza Bansyo

Moderator: Tomoe Igarashi, Freelance Announcer, Japan

Coordinator: Kazuhisa Mori, Executive Vice Chairman, Japan Atomic Industrial Forum

Commentators:

- ☐ Takashi Aoyama, Emeritus Professor, Shiga University of Medical Science, Japan
- ☐ Michiyo Sakamoto, Member of Women's Energy Network of Tsuruga, Japan
- ☐ Tokunosuke Nakajima, Former Professor, Chuo University, Japan
- ☐ Takehiro Hashizume, Chief Editorial Writer, Fukui Newspaper, Japan, and others

Wednesday, April 16

Fukui Session

at Phoenix Plaza

9:00-9:40

[Fukui Opening Session]

Chairperson: Fujio Shinki, President, Hokuriku Electric Power Company, Japan

Remarks:

- ☐ Jun-ichi Nishizawa, Chairman, Japan Atomic Industrial Forum
- ☐ Atsuko Toyama, Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan
- ☐ Hiroyuki Hosoda, Minister for Science and Technology, Japan
- ☐ Takeo Hiranuma, Minister of Economy, Trade and Industry (METI), Japan

9:40-10:10

[Special Presentation]

- ☐ "What is Required of Securing Safety of Nuclear Facilities?"
 - Questioning Attitude and "Lookers-on See Most of the Game"Chairman, Nuclear Safety Commission of Japan

10:10-12:00

[Session 1]

"Sustainable Development of Human Society: Challenges in Terms of the Environment and Energy" (Presentations)

Chairperson: Akio Morishima, President, Institute for Global Environmental Strategies, Japan

Speakers:

- ☐ "Japan's Energy Security and Environmental Preservation"
Akira Amari, Member of the House of Representatives; Chairman of the Comprehensive Energy Policy Subcommittee of the Liberal Democratic Party, Japan
- ☐ "Missions that Electric Utilities Need to Accomplish for the Sustainable Development of Society"
Yosaku Fuji, Chairman, Federation of Electric Power Companies, Japan
- ☐ "Roles of Nuclear Power for Energy Strategy and Environment in China"
Honglin Ma, General Secretary, China Atomic Energy Authority (CAEA), China
- ☐ "The Environmental Problem from the Viewpoint of the Consumer"
Chiiko Inoue, Commentator on Life Information

12:20-14:10

[Luncheon] at "Tenzan" room, 3rd floor, Fukui Washington Hotel

Chair: Jun-ichi Nishizawa, Chairman, Japan Atomic Industrial Forum

Speech: "Two Kinds of Peace: Japanese Culture and Structural Reform"

Tetsuo Yamaori, Director General,
International Research Center for Japanese Studies, Japan

〈Picture Story Show on Nuclear Energy

played by Women's Energy Network of Fukui Prefecture〉 (13:40-14:05)

14:30-17:30

[Session 2]

**"Improved Operations and Maintenance of Nuclear Power Plants: New Challenges"
(Panel Discussion)**

Chairperson: Shunsuke Kondo, Professor, University of Tokyo, Japan

Keynote Speech:

“Problems in Japan’s Operational Management and Countermeasures”

Shunsuke Kondo, Professor, University of Tokyo

Panelists:

- ☐ Michael Comiskey, Senior Director, Member Outreach, Nuclear Energy Institute (NEI), U.S.A.
- ☐ Yoshihiko Sasaki, Director General, Nuclear and Industrial Safety Agency,
Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan
- ☐ Nils Diaz, Member, Nuclear Regulatory Commission (NRC), U.S.A.
- ☐ Eriko Hida, Deputy Manager, Tokyo League of Regional Women’s Organization, Japan
- ☐ Hiroshi Matsumura, Director, Kansai Electric Power Company, Japan

Thursday, April 17

9:00-11:30

[Session 3]

“Advancing Global Programs for High-Level Radioactive Waste Disposal”

(Panel Discussion)

Chairperson: Masao Nakamura, Scientific Journalist, Japan

Keynote Speech:

“ Some Lessons Learnt from an International Perspective”

Yves Le Bars, Chairman, National Radioactive Waste Management Agency (ANDRA), France

“ Current Status of High-Level Radioactive Waste Disposal Program in Japan”

Kazunao Tomon, President, Nuclear Waste Management Organization of Japan (NUMO)

Panelists:

- ☐ Timo Aikas, Director, POSIVA Oy, Finland
- ☐ Torsten Carlsson, Former Mayor, Oskarshamn City, Sweden
- ☐ Shunya Takeuchi, Director, Nuclear Waste Management Organization of Japan (NUMO)
- ☐ Agneta Rising, Vice Chairman, European Nuclear Society (ENS)
- ☐ Yves Le Bars, mentioned above

〈Lunch Break〉 (11:30-13:00)

13:00-15:30

[Session 4]

**“Here in Fukui: Let Us Think about Nuclear Energy and Radiation Used in Our Daily Life”
(Panel Discussion)**

Chairperson: Keiji Kanda, Director, Energy Policy Institute; Professor Emeritus, Kyoto University

Panelists:

- ☐ Sumie Amano, Board Member, Women's Energy Network of Fukui Prefecture, Japan
- ☐ Saburo Kikuchi, Executive Director, Deputy Senior Director of Tsuruga Head Office,
Director of Monju Construction Office, Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC), Japan
- ☐ Itsuro Kimura, Director, Institute of Nuclear Technology, Institute of Nuclear Safety System, Japan
- ☐ Hideyuki Nakagawa, Dean, Faculty of Engineering, Fukui University, Japan
- ☐ Takehiro Hashizume, Chief Editorial Writer, Fukui Newspaper, Japan
- ☐ Yasuo Hirao, Former Director, National Institute of Radiological Sciences, Japan
- ☐ Akira Machida, Executive Director, Wakasa Wan Energy Research Center, Japan

15:40-17:00

[Gathering to Answer to Questions from the Citizens] at Phoenix Plaza, Small Hall

Moderator: Motoko Ishiyama, Freelance Announcer, Japan

Coordinator: Kazuhisa Mori, Executive Vice Chairman, Japan Atomic Industrial Forum

Commentators:

- ☐ Tokunosuke Nakajima, Former Professor, Chuo University, Japan
- ☐ Takehiro Hashizume, Chief Editorial Writer, Fukui Newspaper, Japan
- ☐ Hisako Yamada, Board Member, Women's Energy Network of Fukui Prefecture, Japan
- ☐ Agneta Rising, Vice Chairman, European Nuclear Society (ENS), and others

第36回原産年次大会 原産会長所信表明

西澤 潤一

小林（こばやし）議長、ご紹介有難うございます。

日本原子力産業会議の西澤 潤一でございます。

栗田（くりた）福井県知事、河瀬（かわせ）敦賀市長、ご列席の来賓の方々、並びに国内、海外から、この原産年次大会にご参加下さいました皆様に、心から厚く御礼申し上げます。

第36回原産年次大会の敦賀大会開催に当たりまして、主催者を代表いたしまして、一言、所信を述べさせていただきます。

この敦賀市では、日本初の沸騰水型原子力発電所が建設されて以来、多くの原子力関連設備が立地され、今や我が国における最も重要な原子力センターになっております。この地域における関係各位の永年ににわたるご協力とご理解に対して心から感謝を申し上げますと共に、このたび栗田（くりた）知事のご招請をいただき、原産年次大会をこの地で開催する

ことが出来ましたことは、主催者として本当に嬉しく思っております。

本大会においては、今抱えている様々な課題について、十分に議論を行い、是非とも解決のための糸口を見つけ出したいと思います。

さて、私達の住む地球では、産業革命以来200年以上、生活の利便性、快適性を求めて、化石燃料を燃やし続けております。その結果、地球上では、大気汚染や酸性雨の問題、さらに温暖化ガスの排出による地球温暖化問題が現れて来ております。その兆候として、海面の上昇により太平洋・ど真中の島々の地下水が海水化して、飲料水として使えなくなる問題が発生したり、中国の黄河では、河が途中で途切れる断流現象などが発生しております。

それに気付いた私達は、世界の国々と気候変動問題について議論する場として、気候変動枠組み条約締約国会議を開き、この難しい問題に取り組んでおります。1997年に京都で開

催されました第3回締約国会議においては、炭酸ガスなどの温暖化ガス削減を行う約束事、いわゆる京都議定書を決めました。

その約束事を守るためには、化石燃料をこれ以上多く燃やすことは避けなければなりません。むしろ減らさなければなりません。さらに、企業の努力だけでなく、私達全ての者がエネルギーの節約などの省エネ努力をする必要が出てきております。

しかし、私達が今後とも豊かな生活を維持し、高齢化などの社会的な変化に対応していくためには、地球環境に悪影響を与えない方法でエネルギーを安定的に確保していくことが必要です。

代替りのエネルギーとして、風力、太陽光などの新エネルギーがありますが、それらは、地域性があつたり、あまりにも出力密度が小さいために、今の社会で必要とするエネルギーのせいぜい数%賄えれば良い方です。発電時に炭酸ガスを出さない原子力発電が大きな役割を果たさねばなりません。

さて、私達人類は、火を使うことから始まって、いろいろのエネルギーを自分達の生活を豊かなものにするために利用してきました。過酷な労働からの解放や遠くへ行くための輸送にもエネルギーをうまく利用してきました。そのエネルギーについて、途上国が先進国なみに利用しますと、今の3倍のエネルギーが必要になります。それでなくても、現状の利用が進みますと、化石燃料資源は、石炭を除いてこの21世紀中に、深刻な状態になります。その結果として炭酸ガスなどの環境問題に及ぼす影響も深刻な状態になるでしょう。

そのような中で、日本のエネルギー事情はどうでしょうか。

日本は、消費するエネルギーの80%以上を化石燃料で賄っています。特に、50%以上が石油に依存しています。そして、そのほぼ100%を輸入に頼っています。しかも、その中の原油については、90%近くを、今大きく揺れ動いている中東から輸入しています。

このたびのイラク戦争によって、私達の生活基盤が、この極めて不安定な地に依存しているのだということを、改めて

考えさせられます。

そのために我が国では、準国産エネルギーとみなせる原子力エネルギーを導入する政策を取っています。僅か1万トンの燃料貯蔵で1年分の日本の全発電量を賄うことができます。

しかし、その割合も電力量では、およそ3分の1ですが、1次エネルギー供給量で見ますと、まだ12%程度に過ぎません。

エネルギーの大半を海外に依存している日本の脆弱な体質を少しでも強化していくためには、どうしても原子力利用を拡大していく必要があるのです。

ところで、原子力の核燃料については、現在利用しているウラン資源だけならば、21世紀中にかげりが出てきますが、高速増殖炉により作り出せるプルトニウムを活用する核燃料サイクルを完成させれば、数千年、燃料に不自由することはありません。

「もんじゅ」はそのために私達が皆様方と共に開発した原

型炉です。現在、設置許可の無効判決が下されていますが、将来のエネルギー確保のためには、この核燃料サイクルを完遂させなければなりません。今回の司法の判断は遺憾ではありますが、この問題を早く解決させたいと思います。そして、そのためには、是非とも「もんじゅ」の早期運転にこぎつけサイクル完成のためのデータをとりたいと思います。

科学技術の目ざましい発展は、私達人類が求める生活をいろいろな形で豊かにし、幸福を与えてくれました。

原子力は、私達が平和の目的で利用すれば、必ずや有用な資源として役立つものであるとの信念で、今日まで利用しております。それは高度な技術であるために、その取扱いは、専門家に委ねることになります。従いまして、それを利用する一般の人々は、専門家を信頼することで原子力の利用は、成り立っております。

ところが、最近の幾つかの不祥事により、一般の人々と原子力を取扱う専門家の間に結ばれていた信頼関係に「ひび」が入り、修復が出来かねない事態になりかけています。

原子力を人類のために役立つものとして正しく取り扱うためには、私達は、技術的な課題を解決することは勿論のことではありますが、原子力の安全に対する一般の人々の不安に対しても、常に共感する姿勢を持っていなければなりません。いやしくも専門家なるものは、直ちに安全を脅かすものではないという自分達だけの価値判断で、一般市民の誤解を招くような行為と言える、規範や規則を無視するようなことをしてはなりません。高度な技術を駆使する専門家であるからこそ、誰よりも強く自己を律する心構え、倫理を持っていなくてはならないのです。

今や日本が原子力技術の先進国であることに疑いの無いところではありますが、その取扱いについても確実を旨とし、私達人間に大いに役立つことを実証させ、万が一にも誤解を招くようなあやまちを行うことを根絶したいと思います。

そして、我々の責任ある行動によって、日本がその模範を示し、海外のどの国々も「日本に見習おう」となるようにしなければならないと思います。そのような努力を始めない限り信頼回復の道はないと考えております。

原子力には、エネルギーとしての利用だけでなく、放射線の利用として「各種の癌の治療」から「新素材の開発」や「工業利用」にも「農業利用」などにも役立てることが出来ます。

私達の手でこの有益に利用することの出来る原子力を正しく取り扱えるようにしたいものと思います。

最後になりましたが、今回の年次大会の準備委員長には、福井大学の児嶋 眞平(こじま しんぺい) 学長にお願いいたしました。児嶋(こじま)さんには、ご多用中にもかかわらず、快くお引き受け頂き、大会の準備にあたり様々なご指導を頂きました。厚く御礼申し上げます。

また、準備委員の方々、国内、海外の発表者、議長に感謝の意を表したいと存じます。また、お集まりいただきました皆様には、是非積極的に議論に参加され、大会を盛り上げて、重要なご意見を頂き、将来に対する大きな前進をさせていただきますようお願い申し上げます。

ご静聴、有り難うございました。

福 井 県 知 事 挨 拶

福井県知事 栗田 幸雄

本日ここに、第36回原産年次大会が本県において盛大に開催されるに当たり、一言お祝いを申し上げます。まず、国内はもとより世界各国から本県に遠路お越しいただきました皆様方に対し、福井県民を代表いたしまして心から歓迎を申し上げます。

また、お集まりの皆様方には、原子力の平和利用や調査研究など原子力開発利用上の重要な問題について熱心に取り組まれておりますことに、深く敬意を表する次第であります。

本大会は、『国民の理解を求めて——原子力のさらなる発展のために』を基調テーマとして、昨日からのテクニカルツアーを含め4日間にわたり、敦賀市と福井市で幅広くセッションが行われますが、権威あるこの年次大会が原子力発電所の立地県である本県において開催されますことを心からお礼を申し上げます。

ご承知のとおり、福井県には、研究開発段階の原子炉である高速増殖炉「もんじゅ」を含めて15基の原子力発電所が立地しており、全国の原子力発電量の約4分の1、関西圏での使用電力の半分以上を県内の原子力発電所から送電しており、国のエネルギー政策、原子力政策に大きく貢献しております。

本県はこれまで、第一に安全性が確保されること、第二に地域住民の理解と同意が得られること、第三に地域に恒久的福祉がもたらされることの三原則を基本として、常に県民の立場に立って、一つひとつ慎重に取り組んでおります。しかしながら、平成7年の「もんじゅ」ナトリウム漏れ事故をはじめ、国民、県民の不信感、不安感を高める事故やトラブルが多く発生しております。

特に、昨年東京電力株式会社における自主点検作業記録の不正問題等により、原子力の安全規制に対する国民、県民の不信感が高まっておりますが、さらに本年1月に、名古屋高等裁判所金沢支部の「もんじゅ」に係る控訴審において、昭和58年の原子炉設置許可を無効とする判決が出され、国民、県民の間に大きな動揺、不安が広がっております。

国におきましては、国民、県民から信頼される安全規制体制を確立するとともに、高速増殖炉サイクル技術開発の意義や「もんじゅ」の位置付けと果たすべき役割について、国民や県民の理解が得られるよう、さらに積極的に取り組む必要があると考えております。

平成7年12月から運転を停止している「もんじゅ」につきましては、名古屋高裁の判決を真摯に受け止め、今後の国の対応を含め、その推移を注意深く見守るとともに、県が独自に設置している「もんじゅ安全性調査検討専門委員会」の結論を踏まえ、県民の立場に立って慎重に対処してまいります。

また、地球温暖化対策として重要な電源である日本原子力発電株式会社敦賀発電所3、4号機の増設計画につきましては、安全確保対策や地域振興等に対する国や事業者の取組み、県議会における議論、地元敦賀市の意見等を総合的に判断したうえで、国の電源開発基本計画に組み入れることに同意するとともに、日本原子力発電株式会

社に対し、安全協定に基づき事前了解を行いました。今後とも、安全確保対策や地域振興等に対する国や事業者の取組みを県民の立場に立って十分確認してまいります。

関西電力株式会社高浜発電所3、4号機のプルサーマル計画につきましては、平成11年6月に、その安全性と必要性を慎重に確認し、安全協定に基づき事前了解いたしましたが、装荷予定のMOX燃料の品質保証用データに不正があったことから計画が中断しております。

今後、関西電力が新たに燃料を製造する段階で、品質保証体制を確立し、国民、県民の信頼回復に積極的に取り組む必要があると考えております。さらに、原子力を巡る課題として、電源三法交付金や核燃料税等による立地地域の振興や広域的・総合的な発展を図るための高速交通体系の整備を進める必要があります。

原子力発電所の立地地域である本県嶺南地域では、先月9日、舞鶴若狭自動車道の舞鶴東・小浜西間24.5キロメートルが福井県内の区間としては初めて開通し、残る小浜西・敦賀間の50キロメートルの早期完成が待たれております。

また、先月15日には、ここ敦賀市と京都府舞鶴市の東舞鶴を区間とするJR小浜線が電化開業いたしました。これら交通網の整備によって、嶺南地域の交流人口が飛躍的に増大することを期待いたしておりますが、この機会をとらえ同地域の更なる発展を期するため、現在、県、市町村、民間が一体となって「若狭路博 2003」を開催しております。

そのメインイベントとして、「水と炎の千年祭」をテーマに9月14日から10月13日までの30日間、小浜市をメイン会場に嶺南8市町村と連携し、海や祭りに代表される嶺南地域の豊かな自然、歴史や文化、味覚など若狭路の魅力を全国の皆様に十分に味わっていただきたいと思っておりますので、皆様のご来場を心からお待ち申し上げます。

また、本県は、“越前”の美しい山並みと“若狭”の美しい海を有していることから「越山若水」といわれており、「東尋坊」、「三方五湖」などの美しい自然や「永平寺」、「朝倉氏遺跡」などの名所旧跡にも恵まれた地であります。

明日からの会場となる福井市は、現在、NHKで放映されております大河ドラマ「武蔵」でもお馴染みの剣豪佐々木小次郎が秘剣「つばめ返し」を編み出した地と伝えられております。

ぜひ、この機会に足を運んでいただき、豊かな自然と歴史のロマン、そして文化に触れていただければ幸いです。

なお、本大会のプログラムのなかに、原子力広報女性アドバイザーの会による「若狭おばちゃん劇場」と福井県女性エネの会による紙芝居「あかりとみらいの話」を入れていただいております。

また、県内中学校への出張講義や県内の学校の先生との懇談会も実施されると伺っており、これらにより原子力の専門家が集う原産年次大会が一般の方も参加し、より開かれた会議となることを期待しております。

国民合意を形成するためには、国民一人ひとりがエネルギーや原子力の将来について真剣に考え、しっかりと理解する必要がある、そのためには、学校教育や社会教育といった場において、国民、県民の視点に立った創意工夫に溢れた様々な取組みが必要であると考えております。

今回の試みをこの大会に留めることなく、国や原子力関係者において、今後の原子

力政策、エネルギー政策に活かしていただくことを切に願うものであります。

終わりに、この「第36回原産年次大会」が、全ての人々がエネルギー問題に関心を持ち、エネルギー政策への国民の一層の理解を得られる実り多い場となることをご期待申し上げますとともに、西澤会長をはじめご参加の皆様方が今後ますますご健勝でご活躍されますことを心から祈念申し上げます、歓迎のことばといたします。

敦賀市長挨拶

敦賀市長 河瀬 一 治

「世界とふれあう港まち・魅力あふれる交流都市 敦賀」において、第36回原産年次大会が開催されることを、心より歓迎申し上げます。

ここ敦賀市は、古くから海陸交通の要衝として大陸の文化を受け入れ、環日本海地域の玄関口として発展してきており、「貿易・海運・交通産業」や「漁業・海産物加工産業」、また、国のエネルギー政策に大きく貢献している「エネルギー産業」などバラエティに富んだ産業が生きづいております。また、日本三大松原のひとつ「気比の松原」や、日本三大鳥居のひとつがある「気比神宮」など名勝も多く、自然に恵まれた風光明媚な土地であり、日本有数の美しく住みやすい町と経済情報誌等でも評価されているところであります。

敦賀市と原子力の関わりは、昭和37年の原子力発電所誘致決定以降、約40年の長い歴史がありますが、その間に4基の原子力発電所が建設されており、4基いずれも炉型が異なるという、世界でもめずらしい原子力立地都市であります。また、現在は日本原電(株)敦賀3・4号機増設に向け手続きが進められているところでもあり、原子力発電所については、先駆的な役割を果たし、我が国のエネルギー政策に多大な貢献をしている自治体と自負しているところであります。

敦賀市は、原子力発電所の安全確保を大前提として、国のエネルギー政策に協力し、もって地域の振興・住民福祉の向上を図ることを基本方針としています。地域と原子力が共存共栄し、「原子力発電所があってよかった」といえる街づくりを目指しています。昨年12月には、敦賀きらめき温泉「リラ・ポート」がオープンし、すでに多くの方々にリラックスして頂いておりますが、今後とも、活力と希望に満ち、安全で安心して快適に暮らせる街づくりを進め、全ての市民が生きる喜びを感じ、誇りと愛着の持てる敦賀市を創造して参る所存でございます。

さて、昨今の原子力を取り巻く状況は、大変厳しくなっており、原子力事業者自体のモラルを確立し、国民の信頼回復を図ることが急務であります。このような中で、今大会が「国民の理解を求めて―原子力の更なる発展のために」をテーマに敦賀市で開催されることはタイムリーで適切な企画であります。敦賀市をはじめとして原子力立地地域の願いは、安全確保を第一義に全国民から、国のエネルギー政策に協力・努力していることに、「理解と感謝」が示される社会環境が実現されることであります。今大会によって、原子力に対する理解が促進し、立地地域の願いを実現される上で実り多い大会となることを期待申し上げます。

最後に、御参会の皆様方の益々の御健勝と御活躍を心より祈念申し上げまして、私の挨拶とさせていただきます。

わが国の核燃料サイクル政策 ―基本政策と現実方策―

原子力委員会委員長 藤家 洋一

I 核燃料サイクルの基本政策と現実方策

日本の原子力の基本政策は、核燃料サイクルの確立である。原子力委員会は、1956年に発足して以来、核燃料サイクル確立の重要性を訴えてきた。当初は資源の有効利用の観点から、最近では環境保全の観点を加えて。しかし、この基本政策は大局観を持ち、将来を見込み、文明の目指すところを考慮し、長い時間掛けて取り組んでいくことを前提に掲げられるものである。

一方、現実方策は、基本政策の掲げる全体像と長期展望の上に立って、時代の変化、社会の変化さらには技術の進展に従って現実に応じて柔軟に捉え、具体的手段を以って変更されるべきものであろう。

現実方策の最初の変更は、コールダーホール型ガス冷却炉から軽水炉への転換であった。

燃料として天然ウランが使える黒鉛減速ガス冷却炉は、当時平和利用の観点からは、濃縮技術を持ってないと考えていた日本として好ましい選択と考えられたのではないだろうか。しかし、世界はアメリカを中心に低濃縮ウランを使った軽水炉の開発実用化が進んでいった。これに対して日本は、濃縮ウランが提供されることが明確になったこともあって、軽水炉中心に実用化を図ることに方針を転換し、PWR、BWRの導入を図るほか、ウラン濃縮技術開発に着手した。最初の大きな政策の転換であった。天然ウランから濃縮ウランへの現実方策の変更は、その後の世界やわが国の原子力発電の発展を考えると、妥当であったと評価されるであろう。

基本政策は変えずに現実方策を探る上での考え方は、時間的余裕をどこに見出すかとともに、代替できる現実方策を選択肢として準備しておくことであろう。昭和42年の原子力長期計画における核燃料サイクル政策は、軽水炉から高速増殖炉へと開発を進めることを基本とし、高速炉開発の遅延に備えて新型転換炉（ATR）の開発を進めることとしていた。まさに時間的余裕の確保と代替策の準備であった。新型転換炉としては、軽水炉に比べてウラン238のプルトニウムへの転換率の優れた重水減速炉を考えた。このような方策により核燃料サイクルに余裕を持たせようとしたのは、プルトニウム利用による資源確保が優先された当時としては適切な判断と言えるのではないか。

1) 新型転換炉ATR

重水減速炉については、カナダのCANDUが天然ウランを使った炉として実用化し、カナダ、韓国、中国で実績をあげている。それに反して、日本が選

択した重水減速炉である新型転換炉 A T R は、天然ウランに代えて低濃縮ウランを採用して軽水炉や高速炉との関係を密接にしようとしたもので、原型炉「ふげん」が技術的には十分な成果をあげたものの、経済性や立地問題、特に立地問題が解決せず、実証炉の建設を放棄するにいたった。これまでの A T R に対する政策的役割は軽水炉と高速炉が分担することとなり、大間に建設予定の A T R 実証炉に代えて全炉心に混合酸化物（M O X）燃料が装荷出来る A B W R を建設することとなった。この政策変更は実質的には 1 9 9 5 年に行われた。核燃料サイクル確立という基本政策は変えないものの、現実方策としては大きな変更であったと言える。しかし、A T R の役割は不十分とはいえ軽水炉で代替出来る部分があり、将来の高速炉に期待する部分とで代替可能であったため、基本政策の変更にはいたらなかった。

2) 高速炉についての取り組み

高速炉は初期の頃から将来の原子力のエースとしての期待の中で取り組みが続けられてきた。原研での F C A 等での炉物理研究から始まってシステム開発に向かう中で、原燃公社は動力炉・核燃料開発事業団へと改組し、燃料製造、再処理に加えて「常陽」の開発を進めることとなった。しかし、1 9 9 5 年 1 2 月 8 日「もんじゅ」でナトリウム火災事故が発生した。事故の規模はイギリスの高速炉 P F R の事故に比べて決して大きくはなく、放射性物質の漏洩に至る危険性はなかったものの、事故に関する不適切な情報公開等が動燃自体への不信を呼んだことなどにより、「もんじゅ」は停止されたままになっている。

原子力委員会は核燃料サイクル上の影響が A T R に比べはるかに大きいこと、また他に代替手段を持たないことから、「高速増殖炉懇談会」を発足させたほか、原子力政策決定過程への国民参加を求めて「原子力政策円卓会議」を 2 次に行って開催し、広く国の内外から意見を求めた。前者からは高速炉開発の重要性和「もんじゅ」の早期再開に向け努力することをまとめた答申を受け、後者についてはモデレーターを通じて提言を受け、第 9 次原子力長期計画の策定に反映させた。

「もんじゅ」は事故後 7 年経ってようやく安全審査を完了し、再開に向けての動きが始まった。しかし、最近になって高裁判決が示され、国は上告して最高裁で争うことにしている。

3) 軽水炉サイクル

さて、軽水炉における核燃料サイクルの確立に向けての努力を振り返ってみたい。

軽水炉は世界が発電炉の中核として取り組み、4 0 0 基を超す軽水炉が世界で運転されるところとなった。軽水炉中心の原子力発電は 2 0 世紀後半を通じて核エネルギーを安全に安定して電気に変換することに成功し、エネルギー供

給の大きな役割を果たすところとなった。

日本においても軽水炉の導入に続いて改良標準化努力の中で実用化を進め、世界に先駆けてA B W Rを建設運転することに成功するほかA P W Rの建設を間近に控え、電力の3分の1を供給している。軽水炉はこのように見事に実用化し実績を挙げてきている。それとともに、ヨーロッパを中心に軽水炉を中心とした核燃料サイクルの確立が進められてきた。

M O X燃料の軽水炉での利用は、再処理とともにヨーロッパではすでに20年以上の実績を持っている。日本で軽水炉でのM O X燃料利用に着目したのは、第3次長期計画（1967）からで、第5次長期計画（1978）においては具体的に、当面軽水炉でのM O X燃料利用が世界の趨勢であるとし、軽水炉サイクルの実証試験を提示している。

M O X燃料の軽水炉利用はM O X燃料製造からはじめ、2基の軽水炉（美浜1号および敦賀1号）で少数体の燃焼試験を行い、その使用済M O X燃料の分析を実施し、良好な実績をあげている。また、サイクル機構の重水炉「ふげん」で世界に誇る772体のM O X燃料の燃焼実績を作るほか、再処理に関しては東海再処理工場で1,000トンを超す使用済燃料の再処理実績を誇っている。

軽水炉での原子力発電の順調な進展は当然のことながら、同時に使用済燃料の処置に対する方策を準備しておくことが求められる。このため、日本は商業用再処理工場のない段階では、フランスとイギリスに再処理を委託し、再利用可能なM O X燃料の形で持ち帰ることと、高レベル廃棄物を引き取ることを約束してきた。一方プラントとしての再処理工場の建設を六ヶ所村で進め、現在、建設が終わり、作動試験の段階に入ってきている。

このように軽水炉でのM O X燃料利用は早くから、計画が進められ、技術的には準備を完了し、実用化が待たれている。特に平和利用専念の日本は「利用目的のないプルトニウムを所持しない」ことを国際的に約束している。またヨーロッパに預けてあるプルトニウムの我が国への持ち帰りは国際的な約束を守るために大切なことであり、国際信用に関わる事柄である。軽水炉でのM O X燃焼の1日も早い実現が求められている。

II 核燃料サイクルの選択肢と評価

ここで世界が選択してきた、あるいは検討されてきた核燃料サイクルのケースを見てみよう。5つぐらいの選択肢があり得ようか。これらは一つ一つが、その国の基本政策として独立して存在するとは限らず、相互に関連して共存するものもある。さらには段階的に転換していくことも考えられている。

柔軟性を求めての現実方策として日本では中間貯蔵が時間的余裕を確保し、サイクル開発のクッション役を果たすものとして位置付けられている。その意味で5つの選択肢には、現実方策としての代替策が準備されていると言える。ここでは5つのケースについて評価をしておきたい。

評価すべき項目としてプラスの部分とマイナスの部分を考えておきたい。

プラスの部分は、長期資源確保の可能性と我が国のエネルギーセキュリティへの貢献。炭酸ガスを出さない性質に加えて放射性物質の負荷低減による環境保全に対する寄与。

マイナスの部分は放射線に関する原子力発電の安全、使用済燃料、放射性廃棄物の処理処分およびその環境影響であろう。

1) ワンススルー（ケース1）

ワンススルーでは使用済燃料を未利用のまま使用済燃料の形態あるいはガラス固化して処分してしまうことを意味する。その経済性だけが、謳われるところであるが、はたしてそれ単独で議論しうるであろうか。使用済燃料の中身を見れば、そこにはウラン 235 とプルトニウムが残されており、天然ウラン以上の価値を持っていると言える。原子力システムの目標が資源の有効利用と廃棄物の環境負荷の低減にあることを思えば、再処理して再利用することは果たして不必要であろうか。

また、日本がはたしてプルトニウムやウラン 235 を天然ウランより多く含む使用済燃料を際限もなく地下に埋設できると考えていいのであろうか？名前がギリシャ神話の黄泉の国の王、また天体の冥王星に由来するプルトニウムは核物質の代表のようにあつかわれ、人工元素として、その核燃料としての能力よりも核爆弾の源、さらに猛毒のある物質として社会とは共存できない元素と見る向きもある。

こうしたことを考慮するならば、ウランやプルトニウムを放射性廃棄物として地層処分するよりも、エネルギーとして利用し、燃やしてしまうことが望ましいのではないか。

2) 軽水炉サイクル（ケース2）

プルトニウムは、軽水炉の中で自然に生まれ、その半分は燃焼し、原子力発電の3割程度の寄与している。燃え残ったプルトニウムやウランの扱いについて、少し積極的に利用しようとするのが、軽水炉サイクルであり、さらに積極的なのが何回も再処理を繰り返すマルチサイクルである。

軽水炉サイクルについて言えば、その一つの中心は再処理であろう。いまの再処理はピュレックス法に依っている。これは大型システムであり、世界の全ての国がそれぞれに再処理工場を持つところとはならず、人口の少ない国は往々にして直接処分を選択するところとなっている。小型再処理システムの実用化や国際的な対応が望まれる。再処理による廃棄物については放射性物質の量の低減と廃棄物量の低減とを考えておく必要がある。

また、再処理では、プルトニウムや未燃焼のウランを取り出し、混合酸化物

燃料として軽水炉で燃やすことになる。この俗称プルサーマルは、これまでのヨーロッパの実績および日本における実証試験の成果、「ふげん」の実績から見て、技術的にも安全上も基本的問題はないと考えられる。再処理の場合、高レベル廃棄物の処分がある。高レベル廃棄物はプルトニウムを除く超ウラン元素と核分裂生成物の放射能が課題で地中深く埋設して環境から隔離することになっている。これは天然原子炉に習った自然の壁に期待するほか、加えて人工の壁を備えている。

ケース2については、何回も再処理を繰り返すマルチサイクルもフランスなどで検討されている。

また、劣化ウランの存在についても指摘しておきたい。直接処分にしてもプルサーマルにしても劣化ウランの蓄積は使用済燃料より量的に数倍多く、処分を考えるか、高速炉でプルトニウム燃料に転換しての利用を考えることになるが、これについては社会的にはほとんど議論の対象となっていない。

3) 高速炉と軽水炉の共存（ケース3）

天然ウランの利用に関していえば、ケース1および2はいずれも1%未満の資源利用の中での優劣を議論することになる。プルサーマルを核燃料サイクル全体の中でどう位置付けるのかは、もちろんそれ自身資源節約の意味、環境保全的意義は十分持つが、高速炉との関連で考えることが大切で、資源確保の飛躍的向上は高速炉の導入によって達成される。技術開発は原子力のような巨大技術の場合、着実に実績を重ねながら進めていくことが大切である。つなぎの議論が欠落しているように思える。

ケース3は高速炉を消極的に導入する場合である。あるいは初期の高速炉の利用である。ここでは軽水炉からの使用済燃料を高速炉で使うという意味で、資源利用よりも環境負荷低減の観点からの導入である。

4) 軽水炉から高速炉へ（ケース4）

ケース4は、軽水炉に置き換えて高速炉を導入していくこれまでの考え方である。

エネルギー需要に対する貢献あるいはエネルギーセキュリティに対する寄与については、エネルギー需要の将来予測なしには評価が難しく、現在のともすれば楽観的ムードの中では将来を見通せないのではなかろうか。エネルギー需要の将来予測に幅があるのは当然のこととしてやはり、将来に備えた研究開発を続けることは大切である。勿論原子力に将来予測の全体がかぶさるわけではないであろうが、WEC（World Energy Council、世界エネルギー会議）の予測を参考にして評価すると、ワンスルーではウラン資源は70年程度と、100年すらエネルギーを供給できないという意味で石油資源と同等でしかない。資源の

飛躍的増大が計れる高速炉の2030年頃の実用化が求められている。

5) 究極の姿を求めて(ケース5)

ケース5については資源の完全利用と放射性廃棄物のゼロエミッションを求めた夢の世界への挑戦のように思えるが、原子力システムの本質が、核燃料サイクルにおいて元素や核種の分離および混合を行って、原子炉で燃やす目的にあった状態を作り出すことにある。濃縮や再処理はまさにこのことを代表する技術である。夢の実現への可能性は核分裂反応が持つ財産の範囲で何が出来るかを追求することで、核分裂で出てくる3個近い中性子と200MeVのエネルギーで賄える範囲で追求される。前者については化学的プロセスに加えて、加速器やレーザーなどの先端技術の助けを借りて適切な分離と混合が求められ、後者は高速炉や加速器の活躍で核反応を合目的的に制御することが期待される。これらの基礎基盤研究はすでに長期計画の中で位置付けられ、先進核燃料サイクルの確立を目指した研究が始まっている。また国際的協力の最近の特徴がこの辺にあることは注目に値する。世界は原子力の将来を素直に考え、よりよい方向を求めた議論と協力が盛んになってきている。

6) ケース間の関連

非核保有国の日本は、その地政学的宿命の克服を目指して原子力を選択した。その宿命は、資源の偏在性と地球温暖化のなかで、増大こそすれ決して解決されてはいない。また、核不拡散上の配慮もしておく必要がある。ケース2を追求しながら、状況によっては、一部中間貯蔵に頼ることはあり得よう。再処理路線を歩みながらも全量即時再処理は非現実的で、中間貯蔵をクッションにして、経済性も考慮しながら着実に進めていくことが求められよう。アメリカはユッカ・マウンテンを廃棄物処理場として確定したが、あくまでも将来取り出し可能性を残したものであり、また核兵器の解体により発生するプルトニウムは最初直接処分のケースも考えたが、結局原子炉で燃料として利用することに決定している。むしろ最近では次世代原子炉や核燃料サイクル開発を積極的に行おうとしている。

さて、原子力発電の継続は常に使用済燃料を生み出し、その処理が現実問題として存在している。また、社会が現在もっとも注目している高レベル放射性廃棄物の処理処分については、当面地層処分に頼るものの、社会により受け入れられやすい方策を求めてリスクの低減に努めることが望ましい。このように考えると中間貯蔵をクッションとしながら、現実的にはケース2からケース4の間で進められていくのではないかと。

軽水炉サイクルを確立するとともに、高速炉サイクルの研究開発を続けることは相互に深く関連している。この場合、プルサーマルの実施と「もんじゅ」の

再起動が何れも当面重要となる。そして中間貯蔵が現実的意味合いを持ってくるように思える。

Ⅲ 核燃料サイクル政策の社会性

日本の原子力の現状は、いずれも原子力界から出てきた事故や不祥事がきっかけとなって、社会は原子力コミュニティに対する不信の思いで現状を捉え、不安につながっていると言えよう。

20世紀後半の軽水炉を中心とした原子力はエネルギー需給構造の改善、自給率の向上、さらには放射性物質の事故による放出漏洩を基本とした安全の上で十分評価されてよいのではなかろうか。また安全の実績が自然に安心につながっていくことを期待したい。

1) 国会と核燃料サイクル

原子力委員会はこれまで核燃料サイクルの確立が原子力政策の基本であるとしてきた。核燃料サイクルの確立の重要性は国会でも認められている。「もんじゅ」の火災のあと、軽水炉におけるプルトニウム利用、使用済燃料の中間貯蔵等の課題を背景に国会は動燃の根本的改革について議論をすすめ、サイクル機構の設立を決定した。サイクル機構は高速増殖炉開発と関連する核燃料サイクルの開発に加えて、高レベル放射性廃棄物の地層処分の技術開発に取り組むことになった。世界の原子力開発の現状で国会が核燃料サイクル開発機構と言う名前の機関を発足させた意味は大きく重みがある。国民の期待と厳しい注文がここに込められていると重く受け止めている。この精神は、原研とサイクル機構が統合される新法人にも受け継がれる。

また高レベル放射性廃棄物の地層処分に関連して、国会は特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律を制定した。高レベル放射性廃棄物の処理処分のための深地層研究施設や、処分場を求めての公募が始まっている。

基本政策に揺るぎがないことおよび、プルサーマルが核燃料サイクル上重要なことはこれまでの議論でも確認され、また最近の核燃料サイクル協議会でも全員一致で再確認されている。さらに国会や、政党レベルで、核燃料サイクル関連の議論が続けられている。

2) プルサーマルの遅延

核燃料サイクル確立に向けての努力の大半は、プルサーマルの実施に向けて払われてきた。日本は原子力の選択によって自ら生み出した問題を解決できず、今日に至るも実施に至っていない。その意味でプルサーマルの実施は喫緊の課題である。世界がすでに20年を超える経験を持つ中で日本が実施することが出来ないのは何故なのか。

事前了解が得られていた3県の内1県では海外から運んだMOX燃料に品質上の不備があり、装荷することなく返送している。このことが影響してか、2県ではMOX燃料をサイトで保管しながらも装荷についての了解が得られず、発電所の不祥事によって取り消されるところとなっている。この状況を社会との接点の中で捉え、信頼回復の努力によって早期に克服する必要がある。

原子力委員会としては、行政庁並びに事業者の努力に期待するだけでなく、自ら核燃料サイクル政策の重要性およびプルサーマル実施の重要性を、立地点に限らず、対話を通じて広く訴えていくことを考え行動している。

3) 高速炉開発と「もんじゅ」の意義

ナトリウム火災で停止状態が続いている「もんじゅ」は、現在長期計画の中で高速炉サイクル研究開発の場の中核として位置付けられている。高裁での敗訴という局面ではあるが、当面高速炉プラントとしての実績を積み重ね運転に習熟し、次へつながるデータを蓄積することを優先し、さらに常陽に続いて高速炉性能の向上に向けた研究開発を行う。その成果を最大限次につなげたいと考えている。そのためにも「もんじゅ」の一日も早い再起動が待たれる。

高速炉については、その核燃料サイクル上の重要性から世界の原子力先進国が取り組み、1970年代には各国とも明らかな核燃料サイクル政策を持ち、原型炉あるいは実証炉の段階に進んでいたが、その後高速炉の実用化に向けての開発は経済性や当面のエネルギー需給見通し、核拡散上の課題もあってしばらく停滞していた。しかし、次世代原子力開発に対する動き（GIF、AFCI、INPROなど）また日、米、仏、EUおよび露の高速炉クラブの活動に見られるように、ふたたび活性化されてきているといえよう

21世紀の循環型社会の成立にむけて、日本が先行して資源問題を解決し、環境にも適合した原子力システムを作り上げていくことは資源小国が科学技術立国を目指していくためにもぜひとも進めたい。そのため、国際公共財として原子力関連施設を世界に開放することを考えている。「もんじゅ」はフランスを始め世界の国々が共同開発に参加することを求めている。

4) 将来へ向けての原子力

さて、エネルギーを確保し、環境保全を図る観点に立って考えると、21世紀に求められる原子力エネルギーシステムは、安全最優先のもと、核燃料サイクルが確立されると同時に核拡散抵抗性の高いものでなければならない。すなわち、核拡散の恐れより少ない原子力システムを構築していかなければならない。言い方を変えれば、プルトニウムが単独で存在しない、プルトニウムが特別の意味を持たないシステムの開発になる。ウラン、プルトニウムおよび他の超ウラン元素が同時に扱えるような先進サイクルの研究開発が求められている。そして、その中心に考えられるのが高速中性子の働きに期待をかける高速炉である。

最近の世界の原子力界には、このような原子力システムに対する研究開発の動きが見られ、今後の潮流となることが期待される。同時に、国際的連帯が図られることを期待したい。日本は、アメリカやフランス、ロシアと高速炉の研究開発についてこれまで以上の活発な協力をすべく話し合いを持つに至っている。

原子力開発の特徴は基礎研究や基盤技術研究に加えてシステム合成が求められ、これが実験炉、原型炉などの形で段階的に開発されてきた。基礎基盤の開発は基本的に競争によって新しい概念や技術を生み出すことができる。日本も経済産業省や文部科学省が、公募研究の中で21世紀型の原子力システムへ向けての研究開発を支援している。高速炉は革新炉としての意義が大きい。

THE ROLE OF THE IAEA IN THE PEACEFUL USE OF NUCLEAR POWER

V. M. Mourogov
International Atomic Energy Agency
Deputy Director General
Department of Nuclear Energy

1. A NEED FOR INNOVATIVE APPROACHES

Nuclear energy has many attractive features that make it an important part of the world's electricity supply.

Moreover its feasibility as a major source of electricity has been well demonstrated at the national level. Three countries in particular have national nuclear capacities greater than 10GW(e), and generate today more than one third of their electricity from nuclear power.

Table 1
Nuclear Energy in Three Countries

Country	Region	Nuclear Capacity, GW(e)	Nuclear share of electricity generation in 2002, %
France	Europe	63	78.1
Japan	Far East	44	34.5
Korea, Rep of	Far East	13	38.6

In addition to nuclear power's direct contribution to electricity supplies in these countries, they also enjoy the indirect benefits of nuclear power's contributions to the security of their energy supplies, to their clean air due to very low air pollution from nuclear power plants, and to their efforts to reduce greenhouse gas emissions, due to nuclear power plants' very low emissions of these gases.

These national success stories are very important, but for a discussion of nuclear power's wider global potential we need to look more broadly at how nuclear power is used around the world.

Figure 1 shows the historical growth of global nuclear power capacity, in GWe, from 1970 to 2000, and near term projections out to 2020. Figure 2 shows the same sort of historical data and projections for total global nuclear electricity generation in TW·h.

As of January 1 of this year, 2003, the total global capacity was 359 GW(e) and the total global nuclear electricity production for the most recent year with complete data (2001) was 2543 TW·h.

In looking ahead, the Agency each year assembles a group of experts to estimate a range of nuclear power expansion possibilities for the next two decades. The future is always uncertain, so we develop two scenarios – a low case and a high case. The most recent low case projects that in 2020 the global nuclear power capacity will be essentially the same as it is today. The most recent high case projects an expansion to 510 GWe, a 42% increase. The total amount of electricity produced by nuclear power is projected to be 2590 TW·h in 2020 in

the low case, again about the same as today. In the high case it is projected to be 3710 TW·h, a 46% increase.

In the last two years, a number of observers have raised the possibility of a “new nuclear renaissance” with rapid nuclear capacity expansion in the future that is much more similar to the rapid expansion shown in Figure 1 between 1970 and 1990, than it is to the slow expansion from 1990 to 2000. The Agency’s high projection to 2020 corresponds essentially to such a nuclear renaissance.

But even in that high case, how important a contribution would nuclear power make to the world’s electricity needs?

Figure 3 shows the growth of nuclear and non-nuclear electricity generating capacity for the world as a whole.

It shows the changing relative global role of nuclear generating capacity (in green) and non-nuclear electricity generating capacity (in red) since 1960 and projected out to 2020 using the Agency’s high and lows cases. In the projections in the last two bars, the striped red segments show the range from low case to high case for non-nuclear electricity generating and the striped green segments show the range for nuclear capacity.

Looking at the just the green segments, we see the trend seen earlier in Figure 1 of nuclear capacity emerging in the 1970s and 1980, but then essentially stabilizing during the 1990s with, as indicated in Figure 3, no real expectation of a significantly changed role in the next two decades, even in the high projection case.

What is also interesting in Figure 3 is that the uncertainties in projected non-nuclear electricity capacity, particularly in 2020, are just by themselves *greater* than the total global nuclear capacity, even in the high case.

Figure 4 shows growth of nuclear and non-nuclear electricity generation at the global level. Note that in contrast to the growth of nuclear *capacity* shown in the last figure, nuclear *generation* as shown in this graph increased significantly during the 1990s despite almost no growth in nuclear capacity. The reason is the steady growth in the effective world average capacity factor during this period. But the main conclusion from this graph is the same as from the previous one. Even in the high case, total nuclear electricity generation in 2020 is less than just the uncertainty in the projected non-nuclear electricity generation.

Figure 5 shows the changes of nuclear power’s relative role in global nuclear electricity generation. The maximum share occurred in 1995 when nuclear power provided 18% of the total global electricity supply. That share has since declined to 16% today. And our projections are that it will continue to drop. Even in the Agency’s high projection, nuclear power’s share of global electricity generation decreases to 14% by 2020, and in the low case, it drops even lower to 12%.

So far I have presented the status and trends of nuclear power entirely at the global level. However, developments are not uniform around the globe, and it is important to understand the different regional trends that go into making up the overall global picture. The Agency collects and presents nuclear and non-nuclear related data for eight different regions of the

world. Here, for simplicity, I will combine regions with similar trends into three aggregated regions, which then display distinctively different nuclear energy development dynamics.

1. The first combined region covers Europe and North America. (EU+NA). Its population is about 1.2 billion, or some 20% of the world population. The nuclear power capacity installed in this region today generates most of the world nuclear generated electricity (78%) at present.
2. The second region is the Far East (FE), including Japan; the Republic of Korea; China; and Taiwan, China. Its population of 1.7 billion is somewhat greater than 25% of the global population. At present this region accounts for some 19% of the global total for nuclear generated electricity.
3. The third combined region includes everything else – Latin America, Africa and Asia. Its population is 3.2 billion, or more than 50% of the world's population, but its share of the world's total nuclear power generation is less than just 3%.

Figure 6 shows the trends of nuclear electricity generation within these three combined regions. It shows increases in nuclear electricity generation in all three regions, but with some important differences.

In the first region, Europe plus North America, we see substantial increases in nuclear power in the 1970s and particularly the 1980s. In the 1990s growth continued, although not as fast as previously. I should note that in the 1990s nuclear capacity additions were negligible in this region, but there is still a significant increase in nuclear electricity generation. Again this is due to important increases in the average capacity factor for existing reactors in the region. Figure 6 shows that in both the high and low projections, nuclear electricity generation is expected to grow through the current decade, to 2010. Subsequently, the high case projects further increases while the low case projects a decrease to, by 2020, below even today's level.

In the Far East region growth of nuclear generation was less intensive in the 1970s and 1980s than in Europe and North America. But it was steady and is expected to continue fairly steadily for the next two decades. The projected range is from slightly faster growth than in the past in the high case to slightly slower, but still positive, growth in the low case.

As for the third combined region, the Rest of the World, the picture with nuclear use is a sobering one. Nuclear has not played any notable role up to the present and there is no expectation of significant changes in coming decades.

Figure 7 shows trends in nuclear power's share of the electricity market in each of the three aggregated regions. Up until today nuclear's share has been increasing in all three regions. The most significant growth has been in Europe and North America, where nuclear generation has grown continuously and now provides 22% of the region's electricity.

In the 1970s, for the Far East, the growth in nuclear's share of the electricity market followed practically the same trend as in Europe and North America but then slowed, mainly because of China, which became much more important in the region's overall electricity generation in the 1980s and 1990s but relied mostly on non-nuclear electricity. The present share of nuclear electricity in the region today is some 16%.

In the Rest of the World, nuclear's share of total electricity generation has grown but is still below 3%.

For the next two decades there are important differences in the projections for the three regions. In the Far East the slow steady growth in nuclear's share in the 1990s is expected to continue and bring it to 17-18% in 2020. In the Rest of the World nuclear's share is projected to be essentially flat. The most dramatic departure from the past is projected for Europe and North America, where nuclear's share of electricity generation is projected to reverse over the next two decades and drop to 17% in the high case and 14% in the low case.

These are trends for the market share of nuclear power in overall electricity generation. To get the full picture, we should also look at how the overall electricity market is changing in each of these regions.

Figure 8 shows the historical and projected growth in overall electricity generation in each of the three regions. Europe and North America has been the biggest electricity consumer, and will continue to be for the next two decades. Electricity generation is expected to continue to increase in this region at roughly its pre-1990 rate, but with significantly less reliance on nuclear power as we saw in Figure 7. The expected preference for new generating capacity in the next two is for natural gas. Because this region accounts for the bulk of the world's nuclear generation today, when viewed from the global perspective shown in Figure 5 its projected decline in nuclear power's share of the electricity market outweighs the projected modest increases in the Far East and the Rest of the World.

The second cause of the projected global drop in nuclear's share of electricity generation is the growing contribution of the Rest of the World to global electricity consumption, while still having a very low share of nuclear electricity, much lower than the other two regions.

Summing up:

1. The picture of nuclear power's role is significantly different within different countries and different world regions. In a few countries large numbers of nuclear power plants are playing a key role in supplying their countries' electricity
2. The global picture, however, it is not very encouraging. Nuclear power's share of global electricity generation reached its maximum of some 18% in 1995 and then started to shrink. It is 16% today and is expected to continue falling down to between 12% and 14% by 2020. This would put its total contribution within just the uncertainty band of the level of non-nuclear electricity generation projected for the same period.

What are the main causes behind this picture? They are different in the different regions.

In Europe and North America, the growth of nuclear capacity faces mainly economic challenges arising from electricity market deregulation, plus improvements in particularly gas-fired power generation. In some countries political and public concerns over nuclear waste disposal or safety issues are also hindering the use of nuclear power.

In developing countries, the main issues limiting nuclear expansion are a lack of expertise in nuclear technology and the necessary safety culture, a lack of adequate

infrastructure, and of course economic and financing issues. Waste management and non-proliferation issues are additional obstacles in these countries.

To address all these challenges, the nuclear community continues to work on a number of fronts.

- Recent decades have seen record improvements in the aggregate availability of nuclear power plants. The trend is significant and substantial. However, this route to success has its limits as will necessarily level out somewhere around 85% or 90% over the coming decades.
- Extending licensed lifetimes and uprating existing nuclear power plants are other very important steps that are occurring more frequently and will continue in the coming decades. But again these routes to expansion have their limits.
- The impressive health and environmental advantages of nuclear power, relative to alternative electricity generation options, have been analyzed and advertised. However, to the extent that the corresponding disadvantages of fossil-fuel alternatives are not internalized in capital and operating costs, nuclear's health and environmental benefits have little impact on investors in new generating capacity. They prefer the cheapest option, and most often it is not nuclear.
- The industry continues work on evolutionary new designs to improve NPP performance even further. New designs for advanced LWR reactors may well have a market in a limited number of countries or regions that do not have access to cheap gas from pipelines or coal.

In short, the nuclear community has accomplished much, but evidently not enough yet to turn around the trends shown in Figure 5.

The main reason for this, I believe, is that the present generation of nuclear reactors and fuel cycle technology has essentially reached its limits.

If the nuclear power sector is to increase its role significantly – to 30-50% of the global electricity market for example – it cannot simply continue to do what it has been doing and expect that factors outside its control, such as fossil fuel prices or environmental taxes, will change to make nuclear power's prospects more favorable. To reach a different outcome than that indicated by current trends, something must be done within the nuclear community to generate new technological solutions. The challenge is to look to the future, to identify what innovations and new directions – that build upon and make good use of existing expertise and accomplishments – are most promising for helping nuclear power capture a *growing* share of a growing market. More of the same won't do. The industry must look to the future and must be innovative.

2. OPPORTUNITIES FOR INNOVATION

2.1 International Project On Innovative Nuclear Reactors And Fuel Cycles (INPRO)

The Agency's mandate contains three fundamental objectives: to enhance the contribution of nuclear technologies towards meeting the needs of Member States, to help prevent nuclear weapons proliferation; and to help ensure nuclear safety worldwide

Many of our Member States are carrying out R&D related to nuclear innovation. What then is the Agency's role?

In my understanding, the main challenge facing us today is not in itself the R&D carried out in many countries over a great many years, but rather in trying to ask ourselves what kind of R&D would be most effective. This challenge requires an international response

Many nuclear challenges have international dimensions that can be understood and addressed properly only at the international level, e.g. international safety requirements, international spent fuel movement and waste management, and international safeguards and security measures.

We have to ask ourselves what role nuclear energy might have in the future. And in what regions of the world and to what extent nuclear energy could be needed in the future. In the context of these specific questions, we are thinking in terms of at least up to 2050, which is the period of time when innovative technologies be expected to dominate the world's nuclear energy system. It is essential, however, that we also understand the regional differences, as was shown in first part of the *paper*.

We came to realize that the Agency was the only international organization where these specific issues could be discussed and addressed.

To this end the IAEA launched a new International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO) — a major extra-budgetary initiative coordinated by the Agency — in September 2000. INPRO invited all interested Member States, both technology suppliers and users, to consider jointly international and national actions required to achieve desired innovations in nuclear reactors and fuel cycles. In a resolution in December 2001, the UN General Assembly emphasized “the unique role that the Agency can play in developing user requirements and in addressing safeguards, safety and environmental questions for innovative reactors and their fuel cycles” and stressed “the need for international collaboration in the development of innovative nuclear technology”.

The objectives of INPRO, as defined in the Terms of Reference, are:

- to help to ensure that nuclear energy is available to contribute in fulfilling, in a sustainable manner, energy needs in the 21st century;
- to bring together all interested Member States, both technology holders and technology users, to consider jointly the international and national actions required to achieve desired innovations in nuclear reactors and fuel cycles that use sound and economically competitive technology, and are based – to the extent possible – on systems with inherent safety features and minimize the risk of proliferation and the impact on the environment;
- to create a process that involves all relevant stake holders that will have an impact on, draw from, and complement both the activities of existing institutions and ongoing initiatives at national and international levels.

Phase I of INPRO was initiated in May 2001. During Phase I, work is subdivided in two sub-phases:

- Phase IA (in progress): Selection of criteria and development of methodologies and guidelines for the comparison of different concepts and approaches, taking

into account the compilation and review of such concepts and approaches, and determination of user requirements.

- Phase IB (to be started after Phase IA is completed): Examination of innovative nuclear energy technologies made available by Member States against criteria and requirements. This examination will be performed by Member States on the basis of the user requirements and methodologies established in Phase IA.

In Phase IA, six subject groups were established: Resources, Demand and Economics; User requirements for the Environment, Fuel cycle and Waste; User requirements for Safety; User requirements for Non-proliferation; User requirements for crosscutting issues; Criteria and Methodology.

The key initial product of Phase IA of the project will be the *Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles Report*.

Upon successful completion of Phase I, taking into account advice from the Steering Committee, and with the approval of participating Member States, Phase II of INPRO may be initiated. Drawing on the results from Phase I, it will be directed to:

- examining in the context of available technologies the feasibility of commencing an international project;
- identifying technologies which might be appropriate for implementation by Member States participating in such an international project.

INPRO is looking ahead to what the market might be for nuclear technology around mid-century. Are people more likely to want big plants or small plants? How big will differences be among regions, as well as among industrialised and developing countries? What kind of infrastructures of countries and regions, and even international infrastructures would be necessary for deploying innovative nuclear concepts and fuel cycles? What are the legal and institutional requirements; education, training and R&D implications and socio-political implications in the case of innovative reactor development? Will nuclear energy still be used almost entirely to generate electricity, or will it be used significantly for industrial heat, to make chemical fuels that can be used in the transportation sector, or to desalinate seawater to produce fresh clean drinking water?

One of the interesting questions is potential competitiveness of nuclear power compared to new renewable energy sources. Their relative development is very fast now though their absolute share in global electricity generation is still very modest, well within one per cent.

A range of answers has to be examined and made available to policy makers designing national R&D strategies. Based on the same information, different countries may then choose different strategies.

Our job is to bring experts together from the full range of participating countries to learn how others see the future, and to create an international global perspective that is greater than the sum of the contributing national perspectives.

A homepage for INPRO has been established at:

<http://www.iaea.org/programmes/ne/nenp/nptds/newweb2001/inpro/entirelyinpro.htm>

The preliminary results of the INPRO project have been presented at various international conferences to encourage feedback. The comments together with the results of still ongoing work will be the basis for the final draft of the INPRO Report, which will be provided to the next Steering Committee in May 2003. It is agreed that Phase 1B will follow Phase IA.

Preparatory activities for Phase IB will include case studies, which will start in parallel with Phase IA, to provide feedback on Phase 1A's user requirements and methodology. Three countries, Argentina, India and Russia, have offered to prepare the national case studies.

In support of activities in the frame of the INPRO project the Agency also plans to implement a new IAEA Interregional Technical Cooperation project (INT/4/141) on innovative reactor and fuel cycle concepts in 2003-2004. The project foresees the organization of two major workshops.

The Agency will also hold an International Conference on "Innovative Technologies for Nuclear Fuel Cycle and Nuclear Reactors" in June 2003 in Vienna. This conference would provide an opportunity for presentation of all major international and national initiatives on innovative technologies and a forum for discussions.

2.2 International Co-ordination and Outreach

INPRO seeks to interact with other national and international stakeholders and initiatives to ensure effective co-ordination and co-operation in a complementary manner, e.g. with the Generation IV International Forum (GIF) and the OECD. INPRO has already received input from other international organizations; the Three-Agency Study, a study jointly conducted by the IEA, OECD/NEA and IAEA on "Innovative Nuclear Reactor Developments – Opportunities for International Co-operation" was provided to INPRO as the joint input of all three participating Agencies. In GIF, the IAEA is represented, as an observer, at the Policy and Experts Group, and IAEA experts participate in the technical meetings of GIF.

Several INPRO members (Argentina, Canada, Rep. of Korea, Brazil and Switzerland) are also members of GIF.

The results of Phase IA activities are of interest to all technology users or/and technology holders among IAEA Members States – including GIF members.

The tasks of Phase IA are very challenging. They could not be addressed within one or two years given the long term period being considered and the significant related uncertainties. Indeed this should be a continuing international process with a continuing enhancement of the results. The involvement of all interested IAEA Member States in these activities, including GIF countries, is essential to achieving an efficient result.

Involvement of GIF countries will help them to assess the specific potential nuclear power needs of developing countries – potential users of GIF technologies. It will help them to disseminate non-proprietary work performed by and information produced from GIF partners. It will help to develop international consensus with respect to proliferation resistance.

Phase IB will start when the first results from Phase IA are available. It will help Member States assess innovative nuclear energy technologies on the basis of the user requirements and methods established in Phase IA. Phase IB is an essential follow up to Phase IA.

It may also be of interest to all technology holders, including GIF countries, who are interested in how their technologies meet user requirements established in Phase IA. The participation of GIF members in this phase may help each to tune its selection within the six selected general nuclear concepts to more specific reactor and fuel cycle concepts for further cooperation.

Phase II of INPRO may be initiated upon the successful completion of Phase I, taking into account advice from the Project's Steering Committee, and with the approval of participating Member States.

There is the possibility of organizing crosscutting research in technical areas related to both the generic system concepts selected by GenIV and any concepts selected by INPRO Member States.

Also there may be an interest in organizing CRPs in the areas of enabling technologies that may be of interest both to GIF and INPRO Member States, including many developing countries.

2.3. The IAEA Activities In The Area Of R&D

It is also important to mention here that, in the potential areas of R&D activities which I have just mentioned, the Agency would not be starting from scratch. The Agency has a solid background (of experience) here.

To catalyse innovation my own department, Nuclear Energy, supports the development of new reactor designs and fuel cycle technologies in Member States through coordinating analyses and fostering information exchange in the framework of several Technical Working Groups on advanced nuclear technologies.

The Agency similarly supports improvements, applications and dissemination of global knowledge on all aspects of the fuel cycle through the Agency's databases, technical documents, guidelines, research projects, peer reviews, and training and informational meetings.

The principle objectives of many innovative designs are achieving significantly better economic, safety, waste, resource and non-proliferation performance in comparison with existing reactors and fuel cycles. There are also under development new designs for non-electric applications such as desalination, district heating and hydrogen production.

The Agency is promoting information exchange activities in the area of fast reactors. Development objectives for fast reactors now include not only increasing the efficiency of uranium resource utilization but also incinerating plutonium stocks and reducing long lived radioactive waste for disposal. Fast reactors and accelerator driven systems are being developed in some Member States as a possible response to the challenges of long term waste storage and potential proliferation risks. The Agency provides and facilitates information exchange and collaborative research and development, fostering the pooling of resources and expertise.

To address issues associated with the development of advanced or innovative nuclear fuel cycle technologies the Agency organized a Technical Working Group on Nuclear Fuel Cycle Options. This group addresses, for instance, the management of accumulated fissile materials, including separated plutonium, the development of advanced fuel cycle concepts with enhanced proliferation resistance features, the effective management of spent fuel, etc.

Modular high temperature gas cooled reactors with coated particle fuel, inherent safety features and passive systems, coupled with state of the art power conversion technology have sparked renewed interest. They can be used for more efficient electricity generation, co-generation of electricity, and heat and high temperature applications, particular for hydrogen generation. The Agency's 'Knowledge Base' web site on HTGR technology continues to

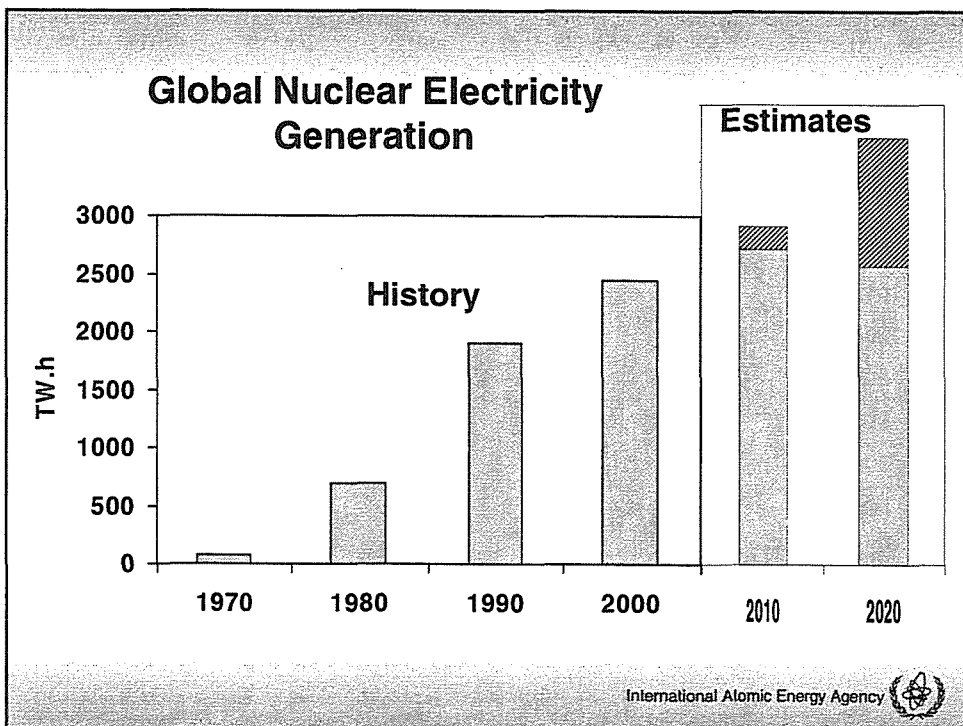
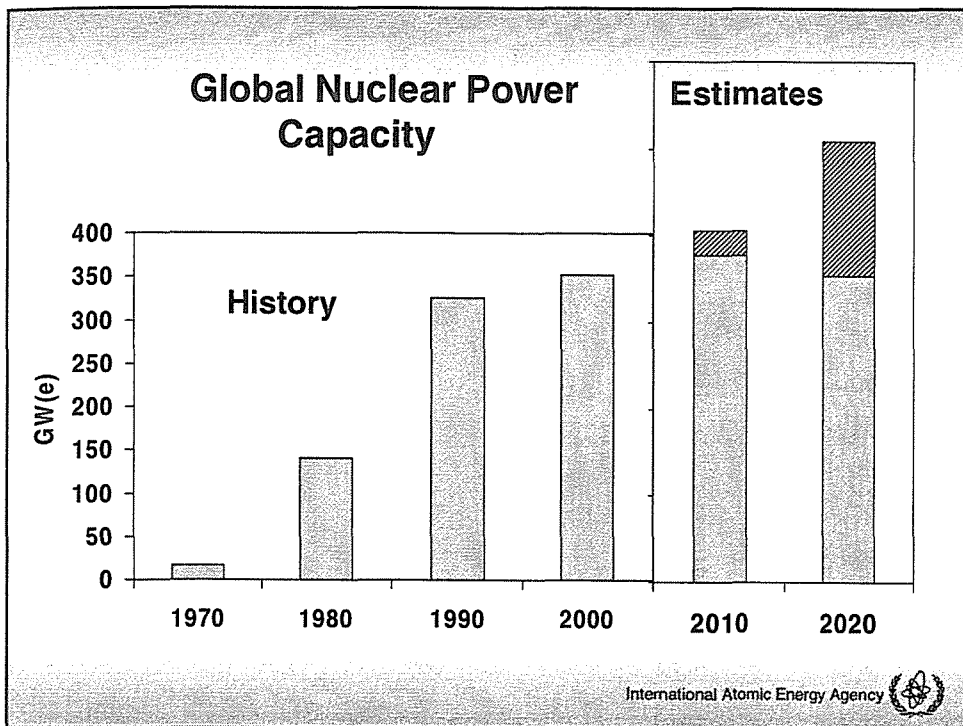
draw global attention as a source of information and publications. In 2001 the Agency issued a status report on HTGR activities.

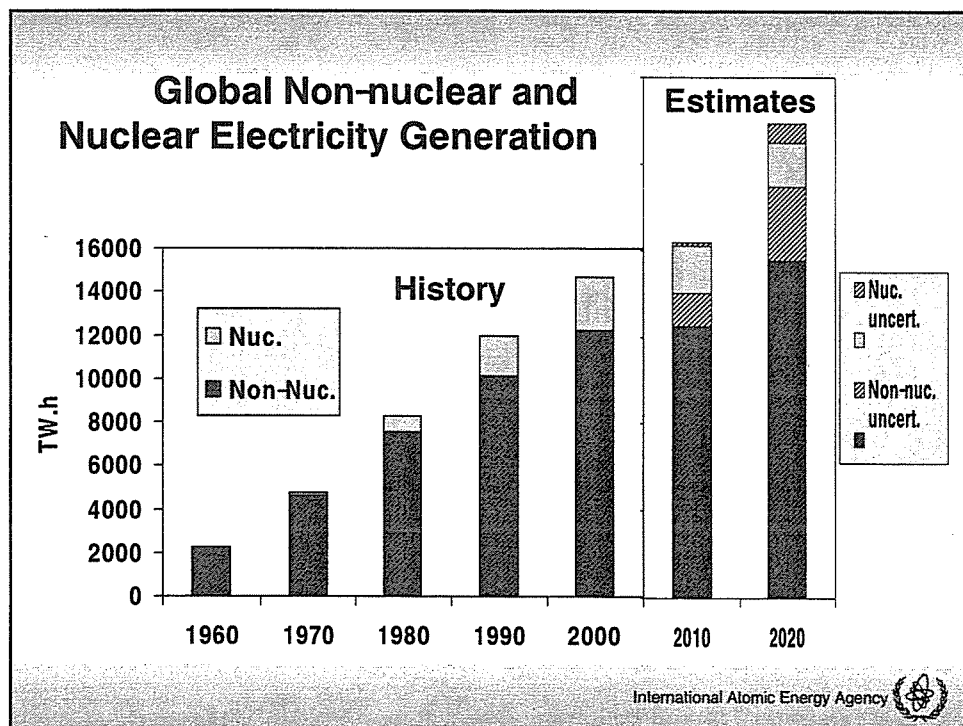
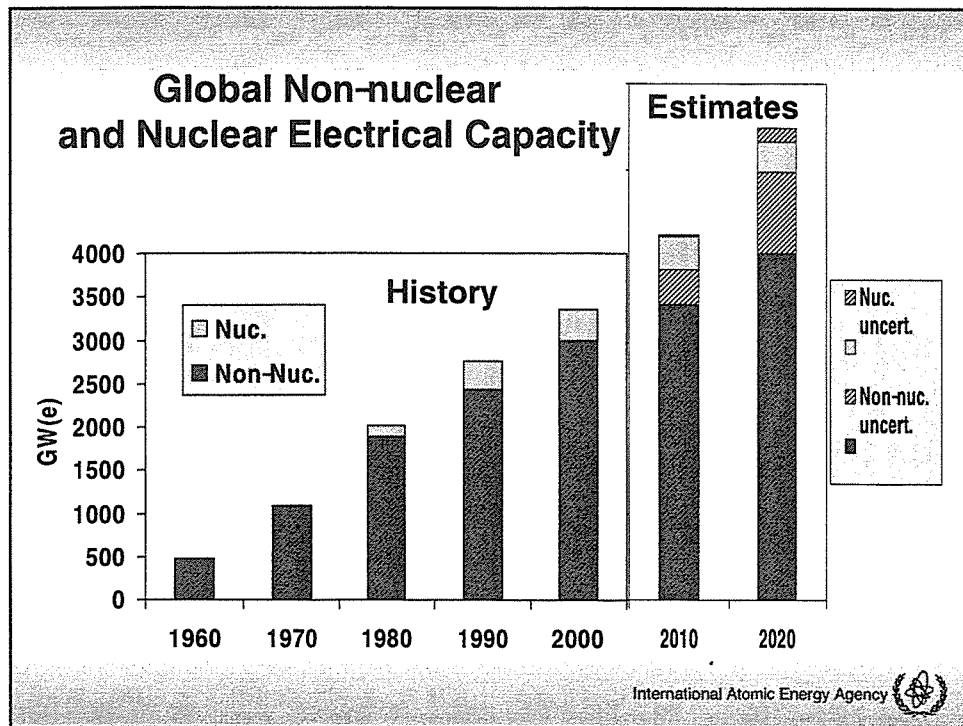
The International Nuclear Desalination Advisory Group (INDAG) has recently reviewed nuclear desalination activities, evaluated the Agency's programme in this area and proposed potential new activities for our 2004–2005 programme to accelerate the deployment of nuclear desalination projects. Progress on the Agency activities in nuclear desalination was reported to the General Conference in September 2002, which approved a resolution requesting a continuing and strengthened programme on nuclear desalination using small and medium sized reactors.

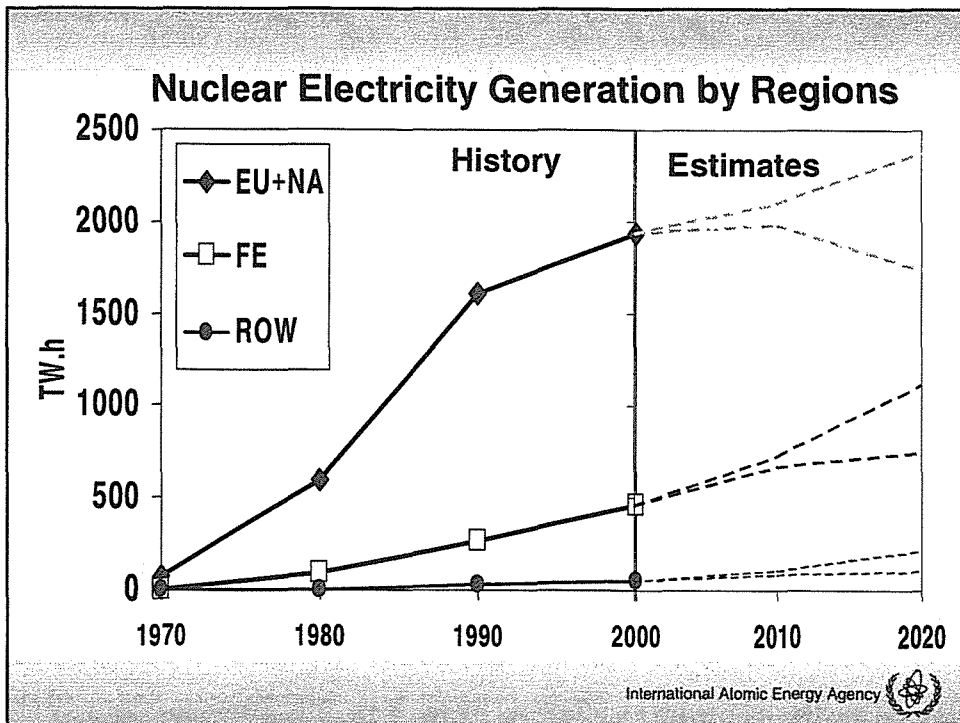
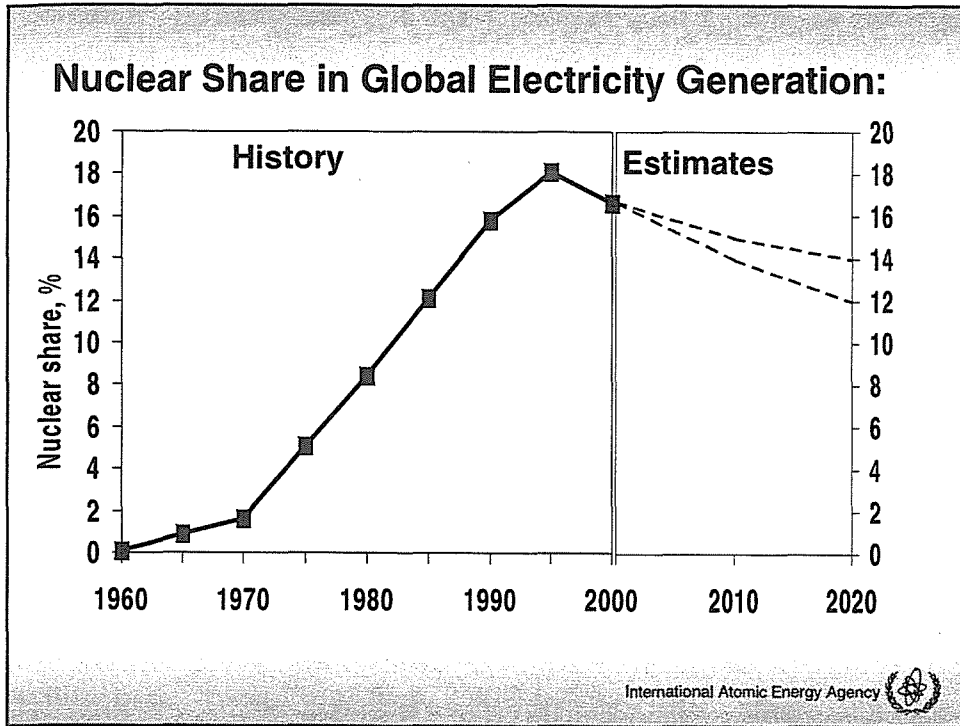
3. CONCLUSION

Today, as in the time of the nuclear pioneers, civil nuclear energy faces a paradox. Its advantages and its potential to play a key and growing role in the global energy supply are clear and obvious. But it faces near-term important obstacles that could cause much of its potential to go unrealized.

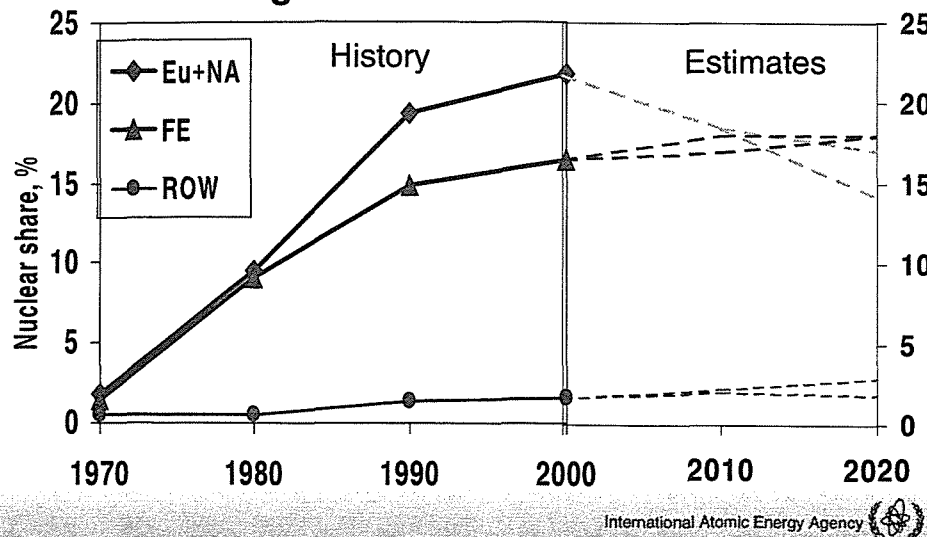
Today – just as at the beginning of the nuclear era – we must focus on these obstacles and address them efficiently. Development of a global vision on nuclear energy potentials and challenges in a new changed political and economic environment becomes a crucial task for the nuclear community. Activities in these directions have started within the INPRO project, as its first phase aims at the definition of nuclear scenarios and possible user requirements for a new generation of reactors and fuel cycles. The work we have started in this area has shown these to be very challenging tasks that require international participation from both the major producers of nuclear technologies as well as the potential users of these technologies. It is clear that innovation will be essential, and our objective is that the INPRO project should make an important contribution to this process. We hope that its global character, encompassing both designers and end users and their user requirements, its long time horizon, its consideration of the changing energy sector and its broad based input through IAEA membership will all make it a valuable forum for resolving the above challenges.



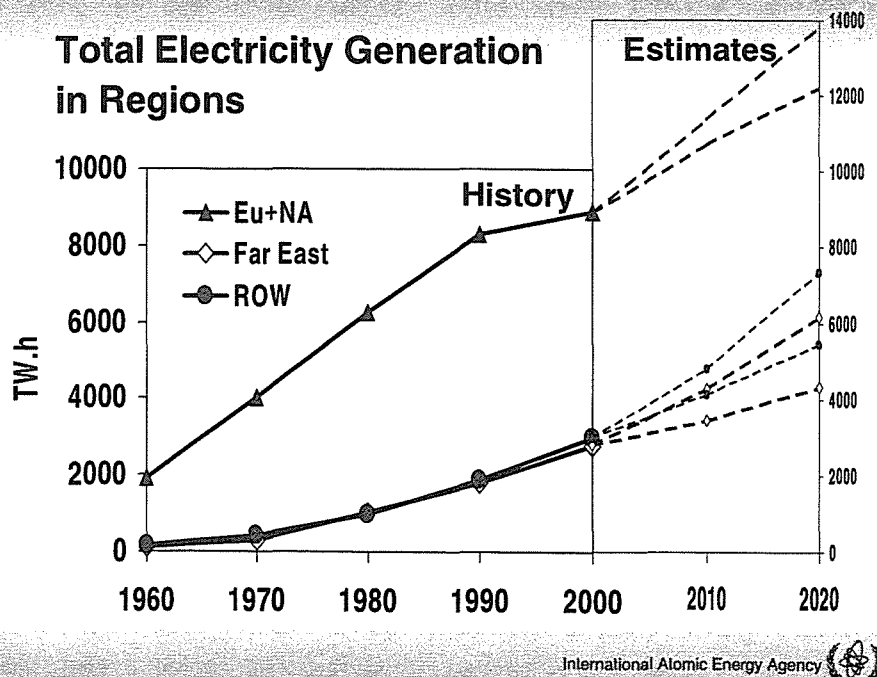




Nuclear Share in Electricity Generation by Regions:



Total Electricity Generation in Regions



Forging ahead with Nuclear Power

Anne Lauvergeon, Chairman & CEO, AREVA

Japan and France have a lot in common : both our countries are not the biggest nor the most populated on Earth, but we enjoy a high quality of life by any standard, we live under democratic regimes, we are both technically advanced and environment conscious, we are justifiably proud of our respective cultural heritages and beautiful landscapes... and we both lack domestic energy resources. If you add up all these characteristics, there is no wonder we are among the most advanced nations in the safe use of nuclear power.

This is why I am especially glad to answer, once again, to the invitation of JAIF and attempt to depict for you the latest developments and future prospects of the nuclear industry in France.

I had the privilege, two years ago in Aomori, to present to you the, then future, AREVA, and I am glad to report that the Company is alive and kicking – very much so ! The "Nuclear Pole" of AREVA, grouping COGEMA and Framatome-ANP, is the world leader in comprehensive services to power companies, from uranium mining to reactor construction and then to spent fuel management. We have undertaken a stringent and successful program of costs reduction, set up a company culture of sustainable development, and developed an active policy of communication with the public (I shall go back to this point later). We are especially proud of our long standing relations with the Japanese utilities, based on an history of mutual trust and respect. In that sense, it is an honor for us to help training in La Hague the future JNFL operators of the Rokkasho Plant.

1. The Energy Debate in France

Since February this year and until the end of May, a series of public debates are held all across France to discuss future energy choices. Following this nationwide debate, next Fall, our government will present to the Parliament its long-term orientations in that vital domain. It is very important that such a debate be held "in the cool", well in advance of the actual decision time. For us, in France, crucial decisions will have to be made before 2015, to be ready when, a few years later, the nuclear plants which provide one third of our energy supply will begin to be retired.

To quote Winston Churchill, the great British statesman : *"Many forms of Government have been tried, and will be tried in this world of sin and woe. No one pretends that democracy is perfect or all-wise. Indeed, it has been said that democracy is the worst form of Government except all those others that have been tried from time to time"*. We enjoy democracy, it is only fair that important and long ranging issues are debated by the citizens before being decided by their elected representatives. And for such a debate to be meaningful, the citizens must be informed of the general energy context, the needs, the constraints and the opportunities. And they must be aware of the world picture as well as the national specifics, because energy issues are global.

2. The Global Picture

And energy issues are far from trivial. The basic needs of Man are food, water, shelter, clothing, heat, health, and I would add communication and leisure. It so happens that all of these basic needs require some amount of energy, and many require specifically electrical power. Without energy, there would be no agriculture, no irrigation, no fertilizer, no house, no food preservation, no vaccine, no travel beyond a few miles, no radio, no internet, and the list could go on and on.

When you look around the world, there are strong correlations between energy use and most indexes of Human development : infantile mortality, life expectancy, literacy, women's rights, etc. To be precise, there is a very strong correlation up to a minimum level of individual energy consumption, above which all the curves tend to taper quickly. Without this minimum access to energy, there is no hope of development.

Today 6 billion human beings require each year the energy equivalent of 10 billion metric tons of petroleum (10 Gtoe), including traditional biomass, firewood and such. This amounts to an average of 1.7 toe per capita and per annum, but there are wide regional discrepancies around this average, from the 0.4 toe/cap of South Asia to the 8 toe/cap in North America. Such discrepancy amounts to a chasm in terms of development. Such a chasm is definitely not "sustainable" !

More than 80% of this energy is now supplied by burning fossil fuels : coal, petroleum and natural gas. In addition to depleting quickly valuable resources that Mother Nature took millions of years to accumulate, this combustion emits in our atmosphere many pollutants (SO_2 , NO_x , fly ashes, heavy metals,...). Evidence is also mounting to show that the *proven* accumulation of greenhouse effect gases (GHG) in our atmosphere is beginning to affect the global climate in ways that may soon prove to be catastrophic. Any "precautionary principle" would require mankind to **divide by half** its present level of CO_2 emissions. I hardly need to emphasize this point here, in Japan, where the Kyoto Protocol was established in 1997.

Such is the situation today. How does the future look ?

Energy demand is determined by three main factors.

- The first one is demography. There were roughly 1 billion people on Earth in the middle of the 19th century; we are now 6 times more numerous, and it is to be expected that Mankind will reach around 10 billions during our century.
- The second factor is development. As most of the population increase is due to occur in developing countries which today use little energy per capita, we must hope that their needs will be allowed to rise, in order to at least reduce the North/South gap. It is worth underlining that most of the growth will occur in "urban *megalopolis*", with an enormous need for concentrated energy... and television will show to these multitudes how we live in our developed privileged countries !.
- The last factor is technical progress allowing for increased efficiency in energy use. This factor will certainly correct the pure arithmetical product of the first two, but we have to remain realistic : in OECD countries, one estimates that energy efficiency improves by 1% per year, which is not negligible but serves only to reduce the growth rate of our energy consumption, still largely positive.

Taking these factors into account, most experts [1-2] forecast that the demand for energy will continue to rise significantly all during our 21st century. From our 10 Gtoe/y, it could rise anywhere between 20 and 50 Gtoe/y in 2100... No expert today dares to predict less than a doubling of our energy needs.

A major challenge facing mankind as it enters the 21st century is therefore to provide a greater fraction of a growing world population with a reasonable level of energy services. It is also important to limit the climate change caused by traditional fossil energy use at the same time. For the energy industries involved, this double task is awesome and there are no simple, easy answers. To be precise, there is no answer at all without an increase of the Nuclear Power share in the world energy mix.

In fact, we shall certainly need a three-pronged approach :

- Increase energy efficiency to limit energy consumption in our developed country;
- Diversify our energy mix to reduce the share supplied by fossil fuels – and that translates into increasing nuclear and renewable energy sources;
- Trap and sequester CO₂ wherever and whenever economically possible.

3. Living in One World...

In June 2001, the World Energy Council has published a study called : "Living in One World, Sustainability from an Energy Perspective". In practical language, this book looks at the important role of energy in development and examines its linkage with indicators which are often used to measure sustainability. It contrasts the threat of an *Unliveable World*, which all of us wish to avoid, with the hope of a *Liveable World* to which we all aspire.

The Unliveable World is characterised by egoism, no burden sharing in terms of energy efficiency and CO₂ emissions, etc. As a result of unrestricted Global Warming and pollution, water is lacking and water quality deteriorates, food shortages and epidemics increase. For lack of confidence in international business, there is not enough investment for technology and services like energy in the Third World : Development is held back, the number of people living in abject poverty increase and mortality rises. In 2050, the population is limited to 7 billion people, and our World is a mess.

In the Liveable World, where international solidarity has worked, Greenhouse Effect Gases are reasonably under control, energy and water are not lacking, and 9 billion people can share the Earth in 2050 with cautious optimism as to their future. (see Figure).

Let me just point out that our Liveable World would need three times as much nuclear power to be sustainable.

4. Nuclear Power today.

During the year 2000, 433 nuclear reactors throughout the world did generate 2540 billion kWh (table 1). To supply the same amount of electricity in oil fired conventional plants would have required in excess of 550 million tons of petroleum, more than the production of Saudi Arabia. Nuclear power supplies today 16 or 17% of the world electricity, around 6,5% of the world primary energy

Table 1 : Nuclear Power generation in 2000

Country	# reactors	GWe	TWh
USA	104	103	789
France	57	63	396
Japan	52	45	320
Germany	19	22	170
Russian federation	29	21	129
South Korea	16	14	109
UK	29	15	83
Ukraine	14	13	77
Canada	21	16	74
World	433	374	2540

From 0 to 2500 TWh in less than 50 years is quite a proud achievement, And the present situation in the Middle East illustrates how important it is to be another Saudi Arabia ! But we must do better and more if we want Nuclear Power to play its full role in allowing sustainable development.

5. Current trends in Nuclear Power..

These last few years, the nuclear landscape was often described in simple terms : growth in Eastern Asia and stagnation everywhere else. Today, we can refine the picture, a picture which looks brighter :

- Growth in Eastern Asia remains a reality. Here, in Japan, there are nuclear plants under construction and more in planning. The same may be said of China, South Korea, India, Taiwan...
- Something is happening in the United States. Five years ago, utilities were retiring older nuclear plants, and any new order was out of the question. Today, in deregulated America, utilities are rushing to the NRC to request life extensions, there is a lively "second hand market" for used nuclear plants, allowing a few companies to constitute genuine nuclear "parks" like we have in Europe and Japan. Operating NPPs are now the most competitive plants in the USA, and after the energy policy declaration by President G W Bush of May 2001, a new nuclear order in the coming years does not appear unthinkable any longer.
- In the Russian Federation, the aftermath of the breakdown of the Soviet Union and of the Chernobyl accident is ending, and the Russian are quietly resuming construction work on several unfinished reactor sites. They are also extremely active in the export business.
- Europe alone constitutes a mixed bag. On the one hand, Belgium has joined the moratorium States, but the Socialist/Green coalition in power in Germany has finally adopted a phaseout policy which leaves ample time for reconsideration; Sweden has delayed significantly the closing of its first power plant, and it now appears that at least 10 units will remain operational for a long time; Finland has approved by an unexpected majority the siting of a waste repository and has requested proposals for a fifth plant; the Green Paper of the European Commission has underlined the risks for the Union to become excessively dependant on imports for its energy supply, and Energy security has

become a serious issue in the United Kingdom, even though their present Government is not ready to take actions, if we read correctly their White Paper. Let us not forget that nuclear power supplies 35% of the European electricity: there is no way the Union can meet its Kyoto commitments without it.

As far as technical achievement are concerned, nuclear reactors throughout the world have accumulated some 11 000 reactor X years of operation, 8 000 of which *after* the Chernobyl accident. Nuclear plant availability has dramatically improved everywhere – this being the main reason behind the surge of competitiveness in the United States.

In the last 2 decades, the industrial countryside has been extensively re-landscaped by a flurry of mergers among the western reactor suppliers and the appearance of new players in the open market :

- Framatome and Siemens have merged their nuclear activities within Framatome ANP, the world largest reactor vendor whose majority shareholder is AREVA, also "mother" of COGEMA;
- BNFL has acquired the civilian nuclear assets of both Westinghouse and ABB/CE;
- General Electric, Hitachi, Toshiba and Enusa have constituted a Joint Venture for LWR fuel fabrication;
- Minatom has become a key world player both in the reactor supply and in the fuel cycle business, and the Japanese vendors are beginning to compete outside. It will not be very long before other Asian players join the competition.

What can we say at this stage about the most recent events ?

Electricity markets deregulation has spread from Europe to the United States and Japan. It is a challenge for Nuclear Power which is capital intensive and must be planned well in advance. It is too early to say whether the need for quick returns on investment will affect the optimum size of the plants, but it will certainly put a premium on shorter construction times.

On the other hand, the Californian crisis has shown that even in a deregulated energy market, somebody somewhere has to take the long term into account.

The Conference of the parties to the UN Convention on Climate Change (COP 7), held in Marrakech, has unfortunately excluded nuclear power from some of the flexibility mechanisms provided for in the Kyoto Protocol. This is completely paradoxical since nuclear and hydro power are today the only non-GHG emitting energy sources capable of supplying baseload power. At least, this exclusion concerns only the first "commitment period" up to 2010. In all fairness, both these sources should be credited for the carbon emission they avoid. This might compensate for their capital intensity above mentioned.

Finally, the terrorist attacks of September 11th 2000 had a negative impact on the short term, because many media spread fear in the public by raising the specter of similar attacks on nuclear facilities. But one may expect a positive effect in the long run because those events have dramatically underlined the vulnerability of our western economies, so dependant on the Middle East for their energy supply.

All in all, the stage is really set for a *second soufflé* of nuclear power, if the political will is there.

6. State of the Art.

Today, every reactor vendor has a model ready for commercialization and complying with the most modern user requirements, be they the American URD or the European EUR :

- Competitiveness with the best fossil fuelled plant,
- Reliability and flexibility (in terms of cycle length),
- Extremely low probability of severe accident occurrence, and full mitigation of their eventual consequences (no massive radioactivity release in the environment, even in case of core meltdown).

These reactors, dubbed "generation 3" by the USDOE, are typically the ABWR, the System 80+, the AP600, and the European EPR and SWR 1000 of Framatome-ANP. They offer probably the best that can be expected from the LWR family, which constitutes over 85% of the operating nuclear reactors world-wide.

As an illustration, let me show you the features of EPR designed to prevent and mitigate severe accidents. It should be emphasized that despite its very high level of safety EPR should be very competitive, with a target busbar cost of 0.028 Euro/kWh, 15 to 20% below the best combined cycle gas turbines.

The heavy water reactors, which maintain an active "niche" in a world dominated by LWRs, advertise a cheaper and more compact ACR 700 for 2005. This reactor should use slightly enriched instead of natural uranium (as already does the Argentine Atucha 1).

Most interesting is the recent revival of the HTR, which made a false start in the 70s, as small modular reactors using direct cycle helium turbines. South Africa champions the PBMR, derived from the German pebble-bed reactors AVR and THTR, while a Minatom/GA/Framatome/Fuji consortium follows the American prismatic family. HTRs have some very attractive features : high degree of intrinsic safety, excellent thermal efficiency, potential for future direct production of hydrogen, etc. What still remains to be seen is whether they can be competitive... I must compliment JAERI for having pursued this development when interest was falling in Europe and the USA. Research around the Japanese HTTR prototype toward direct Hydrogen production is very exciting.

Looking further ahead, the "GIF", Generation 4 International Forum which gathers 9 countries around the US DOE, has developed criteria to be met by reactors to be built after 2030 and is in the process to identify the R&D needed previously. Among those criteria : competitiveness, resources use, safety and proliferation resistance. Nuclear technology is young, and still capable of many improvements and breakthroughs.

If there is, indeed, a generation 4, then nuclear fission will be used at least till the end of the century, and there is no doubt in my mind that there will be some kind of breeder reactor needed, to make full use of the uranium and thorium resources of this planet. Breeding implies spent fuel reprocessing and recycling. It is worth underlining that out of the six "models" proposed by GIF, at least four are based on recycle. That is why it is important to keep maintaining and improving these technology, as COGEMA is doing. Besides, spent fuel reprocessing allows for an optimal management of the high level wastes issued from the nuclear power generation. We are especially happy that Electricité de France (EDF) has recently renewed its global recycle contract with COGEMA, for the next 15 years. This will

guarantee on the long term a significant workload for our reprocessing plant in La Hague and our MELOX MOX fabrication plant. Allow me to underline the excellent and safe operation of both those plants which really set world standards in their field.

7. The Wastes Disposal Issue

What we miss most and need most is an operating high level wastes repository, the only missing link in the nuclear fuel cycle. As long as such a repository exists only on paper, opponents will have an easy task pretending that there is no solution to the disposal of those wastes and that, as a consequence, nuclear power cannot be deemed "sustainable". It is already important to make it known that the WIPP has been operating since 1998 in Carlsbad, New Mexico, even though it is limited to the disposal of "cold" long-lived wastes. The Finnish repository may constitute a very good example for the other "nuclear" countries, and we welcome the progresses accomplished in the USA toward licensing Yucca Mountain.

The international consensus is spreading that deep geologic storage is the proper way to dispose of conditioned long lived radwastes, a minima for those wastes which are already accumulated and those we are producing now or that we are committed to produce. We are convinced that geologic storage, combined with reprocessing of the spent fuels to recycle the plutonium and properly condition High Level and Long Lived wastes is the best solution now. R&D should nevertheless be pursued internationally on advanced methods, notably partitioning & transmutation of minor actinides, because it is quite possible that, in a few decades, those methods allow to reduce the volume and long term toxicity of the wastes to be sent to final storage, and, therefore, use this valuable repository more efficiently. But we know already that those methods are unlikely to ever replace geologic storage.

In France, the Parliament must decide before 2006 which method or methods of disposal should be implemented.

8. Public acceptance and Communication.

AREVA has commissioned last year a very thorough analysis of the way French people view nuclear power, taking advantage of the most sophisticated polling techniques, used only by the marketing services of our famous Luxury firms. It is well known in Japan that nuclear power and luxury items are two domains where our repute is very high ! Let me summarize for you the main findings of this study :

- Only 25% of the French would like to see France progressively getting out of nuclear power "in the German way",
- But only 25% are firm nuclear supporters. For the remaining 50%, their support is half-hearted, and could either be shaken or reinforced by future events.
- People think that nuclear power is probably competitive, but they are not really sure.
- The French are more and more aware of the threat of climate change... but they hold some very hazy or mistaken notions about it. A sizeable minority think that nuclear plants are responsible for the greenhouse effect !
- On the other hand – and this poll was conducted before the Iraqi crisis – people are quite aware that oil and gas resources are limited, and that France has none of them.

- The French like Sun and Wind power very much... but they do not believe these intermittent sources can replace nuclear power.
- There is a general feeling that the problem of radioactive wastes disposal is extremely difficult to solve, and that if it were solved, then nuclear power would be much more acceptable. (This feeling is shared by 14 out of the 15 countries of the European Union, with the sole exception of Austria).
- On the bright side, French citizens believe in technical progress and largely trust scientists and engineers to improve the present technology. On the other hand, they do not trust really our information : we are competent, but we do not tell the whole truth...

As you can see, there is still a lot to improve in our communication !

In many countries, polls have also uncovered a rather puzzling phenomenon : nuclear supporters assume they constitute a minority even when they are, in fact, comfortably in the majority. We must react. We must let people not opposed to nuclear power that they are not alone. We must explain that nuclear power is not THE solution to Mankind's energy needs, but that there is probably no solution without it. We must explain that present and future nuclear reactors are much safer than Chernobyl was. We must explain that the risks associated with high level radioactive wastes are orders of magnitude below those we accept willingly or not in our daily life. We must explain that the risks of irreversible climate change far exceed those of developing nuclear power on a grand scale. We have this opportunity now in France during our Energy Debate.

I hope this JAIF Conference will also, at its level, contribute to this communication and acceptance. We still have a long way to go but, as you say it :

Seishin ittô nanigoto ka narazaran
(with tenacity, everything can be accomplished)

精神一到
何事か成らざらん

9. Bibliography

- [1] WEC-IIASA, **Global Energy Perspectives**. Cambridge University Press, 1998
- [2] International Energy Agency, **World Energy Outlook**. OECD/IEA, 2002
- [3] Euratom Scientific & Technical Committee, **A Fresh look at Nuclear Power**. EUR 19786 EN, 2001
- [4] World Energy Council, **Living in One World**. 2001

Figure 1
World Primary Energy Consumption 2000
Billion tons oil equivalent

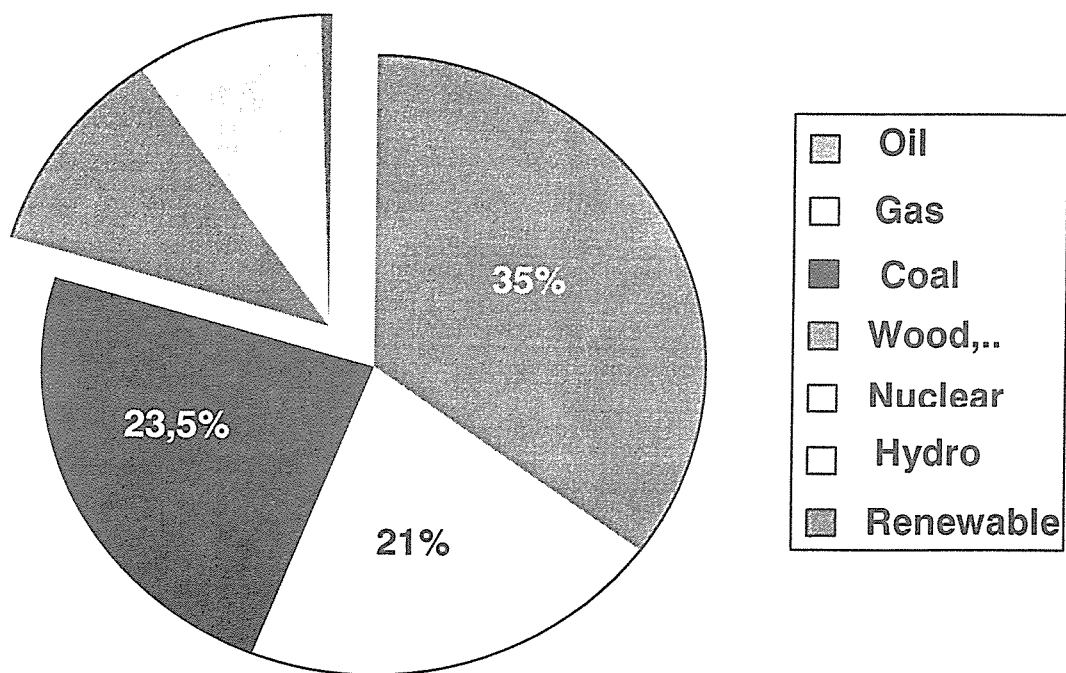


Figure 2 :
Life Expectancy at birth (years) vs Energy Consumption (kg oil equivalent)

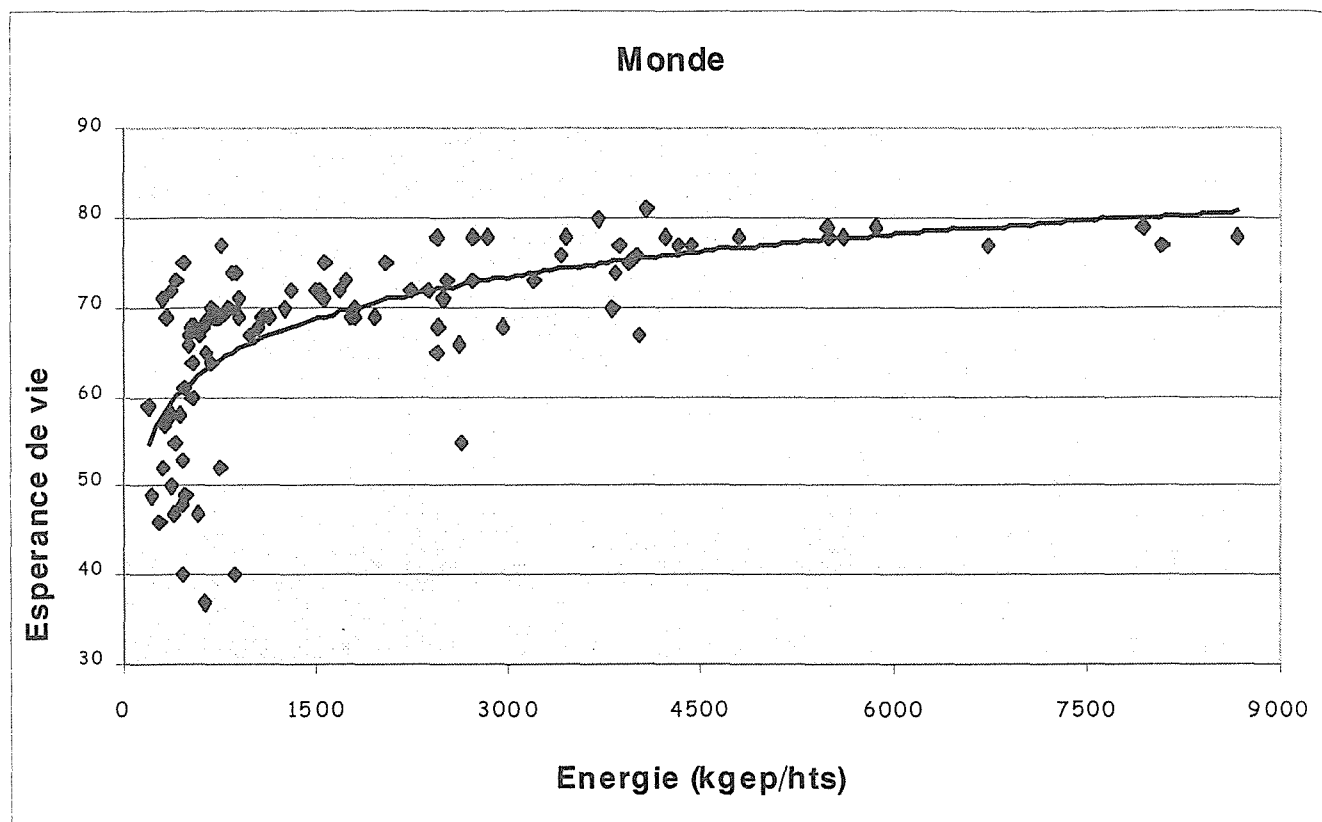


Figure 3 : Greenhouse Effect Gases in the Atmosphere

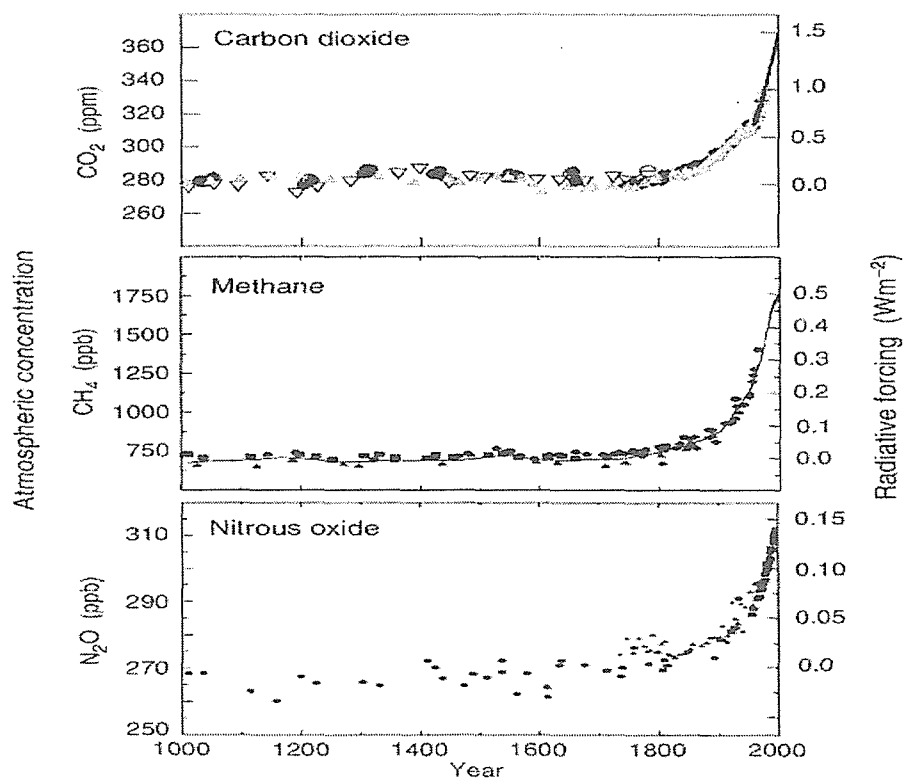


Figure 4 : WEC-IIASA scenarios of World Energy Consumption

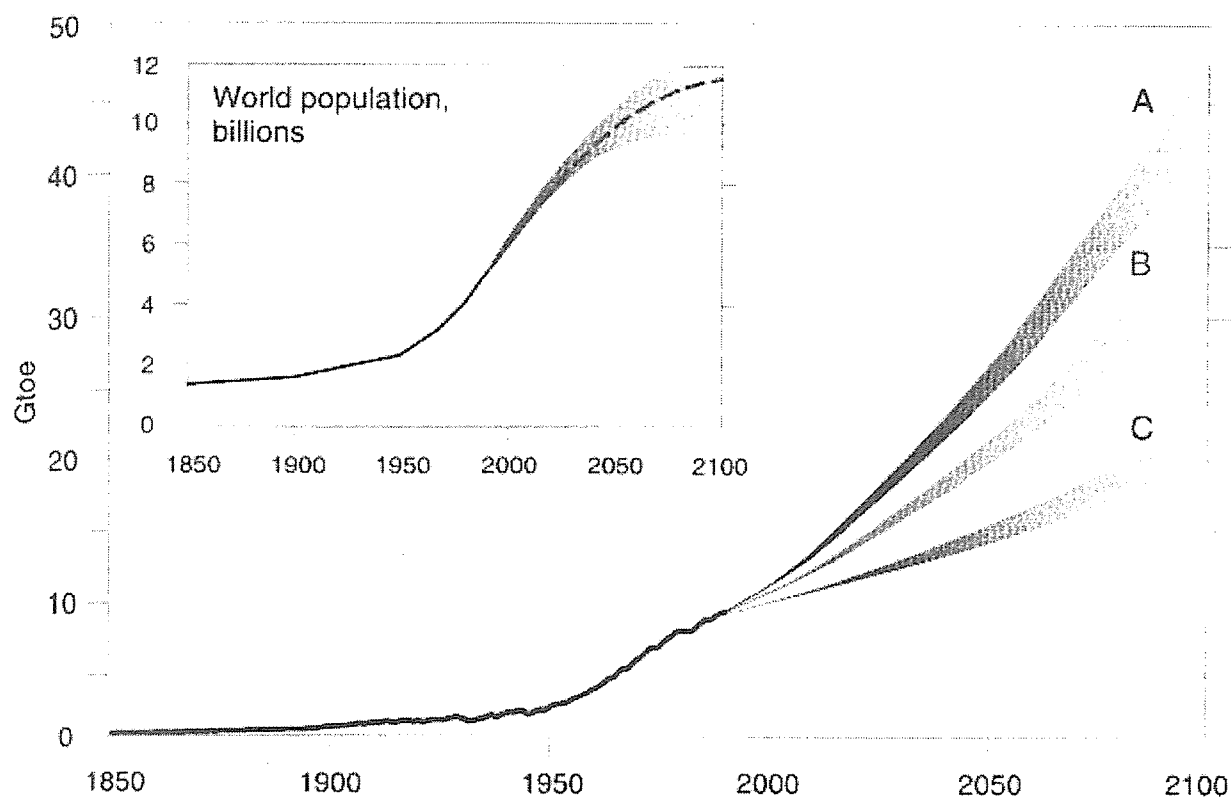


Figure 5 Living in One World
From « All Fossil » to « Balanced Mix »

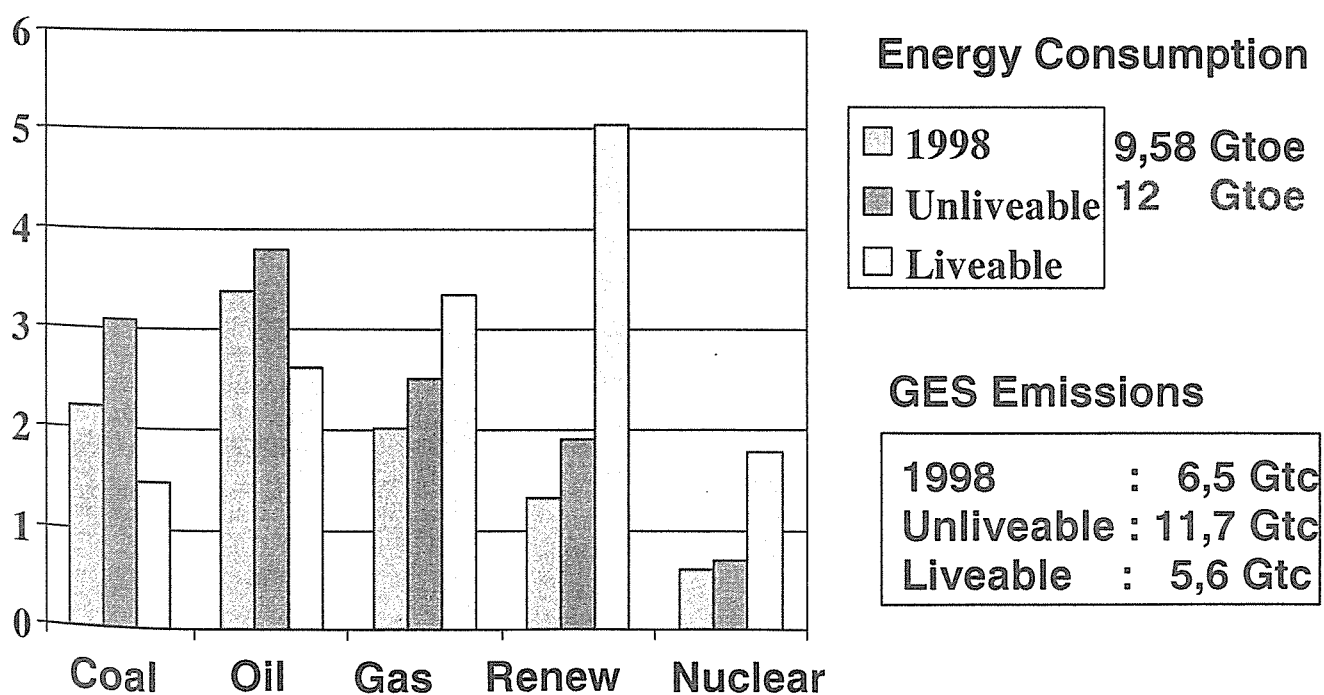


Figure 6 Nuclear Share of Electricity Generation in Europe

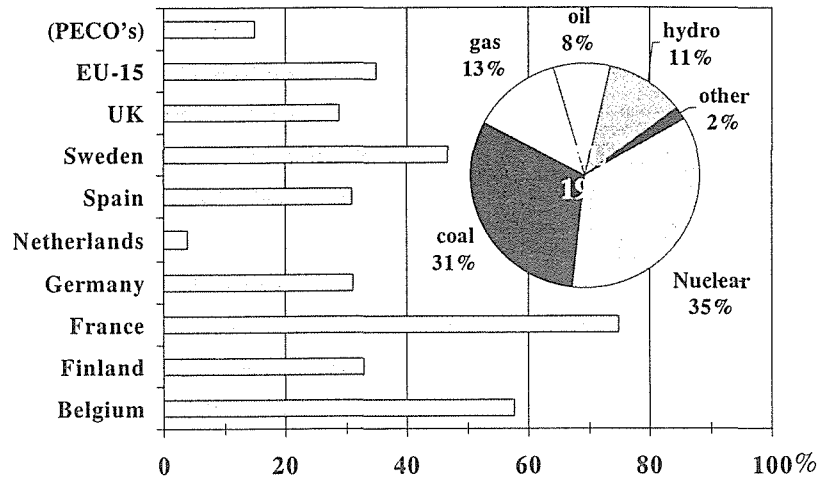
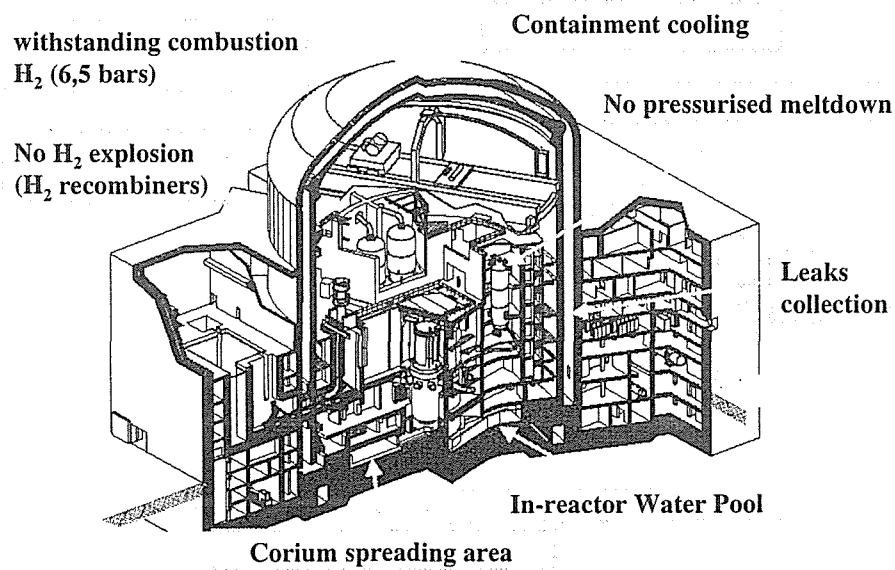


Figure 7 : EPR Safety Features



**Nuclear Power Development in Taiwan :
Operational Performance & Prospects**

Dr. Min-Shen Ouyang, President

Presented by Mr. Syh-Tsong Chiou, Board Member

Chung-Hwa Nuclear Society

At the 36th JAIF Annual Conference

April 15, 2003

Mr. Chairman, distinguished guests, ladies and gentlemen:
Good afternoon everyone. Dr. Ouyang was very pleased to be invited to address this speech and was eager to attend this meeting. Due to some unexpected emergency, he could not make this trip on the last minute and assigned me as his substitute. Nevertheless, Dr. Ouyang wanted me to express his sincere wish that the conference be successful and fruitful, and everyone of you good health and happiness.

This afternoon, I would like to give you an overall picture of the development of the nuclear power program in Taiwan.

In my introductory remarks I will address the energy demand and the share of nuclear power in electricity production in the country, followed by some key information of our nuclear program. I will then briefly describe the operational performance of the nuclear power plants. In the last part of this speech, I will touch on some of our latest development and ongoing enhancement of the nuclear power program.

• **Introduction**

As you all know, Taiwan is an island country, the energy resources are very scarce and more than 95% of the fuel sources rely on importation. To meet the rapid economic growth in the seventies, State-owned utility Taiwan Power Company connected its first nuclear power plant to the grid and started its commercial operation in 1978. In 1999, the regulatory authority Atomic Energy Council issued a construction permit to TPC for its Lungmen Project. So there are six NPP units in operation, and

two advanced BWRs under construction.

For nuclear power, the installed capacity is 5,144 MWe since 1985, which accounts for one-third of the total system installed at that time, and accounts for 16% in 2002.

Similar trends can be seen in gross power generation. Nuclear plants produced over one half of the electricity back in 1985, and only accounted for 23% in 2002.

Over the past 20 years, the approach of diversified energy has been adopted to warrant the stable energy supply. Installed capacity of coal-burning plants has been growing steadily, For the Year 2002, coal-fired production contributed to 34% of gross power generation versus 26% of total installed capacity. In the case of oil, the share is 9% of gross power generation versus 14% of total installed capacity. In fact, If all Independent Power producers are included, another 10% power production could be added to the contribution from coal.

• Nuclear Program in Taiwan

As I have already mentioned, the state-owned utility TPC operates three nuclear power stations each with two identical units. The first plant Chinshan and the second plant Kuosheng are located on the Northern Coast, the Third plant Maanshan located on the southern tip, and the new plant Lungmen is located on the Northeast corner. A low-level waste storage facility is located on an offshore island Lan Yu to the east.

The first NPP Chinshan has two BWR-4 units with a capacity of 636 MWe each.

The second plant Kuosheng has two BWR-6 units with capacity of 985 MWe each.

The third plant Maannshan has two 3-loop PWR units with capacity of 951 MWe each.

And the new Lungmen station will have two Advanced BWR units, each with a capacity of 1350 MWe. Up to February of this year, the construction reached 45.76% completion. The final completion date are scheduled for 2006 for Unit 1 and 2007 for Unit 2.

Lan Yu, located at Orchid Island, the interim storage facility for low-level radioactive waste has a capacity of nearly 100,000 drums. The facility began operation in 1982 and has now been filled up. These are TPC's major nuclear installations.

- **Operational performance**

TPC has cumulated over 110 reactor years of operating experience. The operation of the existing nuclear power plants has been improving over the past decade, and presented fairly good results in recent years. Overall, they achieved an average of 87% unit capability factor for last year. The noticeable drop in 2001 was mainly due to a long outage of Maanshah unit 1. The station suffered from a station black-out due to malfunction of a power distribution system, which caused a loss of off-site power to one of the two units.

Total scram number went from 24 in 1989 and down to 4 in 2002. Excluding those scrams caused by several external events such as typhoons, big earthquakes, and grid line problems, the

average annual scram number has decreased well below 1 per unit in recent years.

Another indicator is the number of the reportable events. Through better plant management, strict regulation practices, and experience feedbacks, the annual total has come down from the high of 209 in 1991 to only 25 in 2002.

Among all, the most significant improvement in the operation is the reduction of solidified low-level radioactive waste.

TaiPower has drastically reduced its annual output of solidified low-level radioactive waste from a high of over 9900 drums in 1984 to only 818 drums in 2002. In addition to the concerted effort made by TaiPower and its plant operators, the accomplishment could not have been realized without successful implementation of the volume reduction strategy program launched by the Fuel Cycle and Materials Administration twelve years ago, and the High Efficiency Solidification Technology developed by INER the Institute of Nuclear Energy Research since 1998.

It is worthwhile to note that solidified waste produced from the PWR plant has been reduced dramatically from previous 500 drums to only 17 drums last year, out-performing all other PWR plants in the world. INER has most recently established cooperative agreements with Hitachi and Framatome ANP, and continues seeking interested parties to provide technical services in this area.

A similar concept has been implemented in the technology

development in BWR operation condition; and a plant is now under construction at Kuosheng Nuclear Power Plant. It is estimated that the solidified waste will be reduced by three-fold at Kuosheng from currently 300 down to 100 drums per unit per year.

As I have mentioned that Lan Yu interim storage site reached its full capacity in 1996, modern facilities have been constructed at each plant to accommodate for newly generated Low Level RadWaste.

A new law on site selection for a Low Level RadWaste repository has been drafted and submitted to the Legislative Yuan (立法院) for enactment. The enforcement of the law, when passed, is expected to expedite the ongoing siting process.

• **New Development and Safety Enhancement**

A solid Legislative framework is fundamental to a successful nuclear program. The Atomic Energy Law was first enacted in 1968. Then in 1971, the Nuclear Damage Compensation Law was passed, which followed the principles as set forth in the Vienna Convention.

One of AEC's major tasks in recent years has been drafting new specific laws and amendments to the existing ones. Among them, the Ionizing Radiation Protection Law, the Nuclear Materials and Radioactive Waste Management Law and Nuclear Reactor Facilities Regulation Law have been enacted in succession since 2002. Atomic Energy Basic Law has been

waiting to be reviewed by the Committee in Legislative Yuan (立法院), whereas the Nuclear Emergency Response Law is under review now in the Executive Yuan (行政院).

Aside from the various safety measures and rule making efforts being implemented, AEC has completed a brand new “National Nuclear Emergency Response Center” which was just put to service last September. The Center is located in the same building as AEC’s newly relocated headquarters. It is devised to help ensure more effective and efficient responses and decision-making in the event of a nuclear emergency and has proved its functions to be satisfactory and acceptable after being put to the test as part of a recent annual drill.

A 24-hour nuclear safety duty office has also been launched at the Center to serve as a single reporting channel for any abnormal event including a nuclear emergency, and as an inter-ministerial communication gateway within the framework of national disaster prevention. To speed up the emergency reporting, this office is equipped with telephone hotlines to the control rooms of all three nuclear plants and emergency planners and with computerized dialing system for a prompt mobilization.

It has been recognized by many nations that nuclear programs are becoming more and more international.

The nuclear community in Taiwan has been active in pursuing bilateral cooperation with countries of advanced nuclear achievements, such as USA, Japan, France, Switzerland,

Sweden, etc., to exchange technology and information of mutual interest. We also participate actively in regional and international organizations, such as Pacific Nuclear Council (PNC) and International Nuclear Societies Council (INSC), ANS, ENS, and OECD/NEA, IAEA, for promoting technical and non-governmental contacts within the international nuclear community. Issues such as safeguards, physical protection, nuclear emergency early notification and communication, international emergency exercise, etc, are some examples in cooperation.

Recently, we have benefited greatly from the visiting team of JAPEIC to investigate our welding and Non-Destructive Testing programs at Lungmen Project quarterly. Since Japan is the leading country to adopt the advanced BWR technology, and many heavy components in Lungmen Project have been provided by Japanese manufacturers, we anticipate closer cooperation between two parties on operation and maintenance of the Lungmen plant in the future.

• **Conclusion**

In closing, I would like to make one final point. Whatever size of the nuclear program is, one thing is very clear that there will be absolutely no compromise in terms of safety. Only through prolonged improvement of operational performance can we win the confidence and acceptance of the general public.

This concludes my speech on behalf of Dr. Ouyang. Thank you very much for your attention.

Nuclear Power Development in Taiwan: Operational Performance and Prospects

Dr. Min-Shen Ouyang

President of Chung-Hwa Nuclear Society

36th JAIF Annual Conference, Tsuruga City, Japan, 15 April 2003

Summary

The energy resources in Taiwan are very scarce, more than 95% of the fuel sources are imported from foreign countries. The nuclear power became essential because of its fuel is relatively easy to ship, compact in storage and economic in price. Construction of nuclear power plants started in Taiwan since the early seventies. Commercial operations began at Chinshan, Kuosheng and Maanshan in the years 1978, 1981 and 1984, respectively. The share of nuclear power in electricity production in Taiwan peaked at nearly 50% in 1984, and decreased gradually to about 20% in 2002.

This speech firstly gives an energy resources and power generations structure in Taiwan. It will then describe the current status of nuclear power in Taiwan, followed by the performance of nuclear power plants in recent years. Nuclear electricity production by all units, capacity factors, reportable event reports, scram numbers, and low-level radioactive waste solidification statistics from year 1984 to 2002 will be presented. The trends show that improvements have been made progressively over the years. The current status of nuclear waste disposal programs will also be briefly discussed. Finally, prospects for nuclear power in Taiwan will be presented. Items encompassed are: new policies on nuclear power, laws and regulations for nuclear reactor safety including plant commission, off-commissioning and decommissioning. Efforts to enhance nuclear safety are also included in the discussion.

1. Fuel Sources for Electricity Generation in Taiwan

Prior to the first commercial operation of Chinshan Nuclear Power Plant in 1978, the electricity productions were mainly from coal, oil, and hydropower. Taiwan had a rapid economic growth in the seventies. New energy source for electricity generation must be used to meet the demand. However, the energy resources in Taiwan are very scarce; more than 95% of the fuel sources are imported from foreign countries. The nuclear power becomes essential because of its fuel is relatively easy to ship, compact in storage, and most of all, economic in price. Taiwan has been involved in construction of nuclear power plants since the early seventies. Commercial operations began for Chinshan, Kuosheng and Maanshan in the years 1978, 1981 and 1984, respectively. The share of

nuclear power in electricity production in Taiwan peaked at nearly 50% in 1984, and decreased gradually to about 20% in 2002.

To ensure constant and sufficient supply of energy, it is important that energy sources for power generation are well diversified. From the installed capacity, equal amount has been developed for nuclear power, natural gas, hydropower, oil, and private sectors. However, the coal occupies twice the amount. The total installed capacity in Taiwan is 31.91 GWe in 2002. The commercial electricity production in Taiwan totaled 166 terawatt-hours (TWh) for 2002. Figure 1 shows the percentage of each source as follows: coal 33.88%, nuclear 22.91%, independent power producers 13.34%, natural gas 11.97%, oil 8.99%, co-generation 5.07%, and hydro-electric 3.83%. Also shown in Figure 1, the installed capacity for nuclear power has decreased gradually from 32.4% in 1984 to the current of 16.1%. Correspondingly, the nuclear electricity production percentage has been down from 52.4% in 1985 to the current of 22.9%. With the completion of Lungmen project, the structure of power system in Taiwan will be changed again, and nuclear certainly will occupy a bigger share at that time.

2. Current Status of Nuclear Power Plants in Taiwan

The Taiwan Power Company (TPC) is the only electricity utility in Taiwan that owns the nuclear power units. It has six units in operation and two under construction. Basic parameters of each plant (station) are provided in Table 1.

The three nuclear plants at Chinshan, Kuosheng, and Maanshan, with two units at each site, contributed a nuclear share of 22.9% to total domestic electricity production, compared to 21.6% in 2001. Total electricity consumption in Taiwan increased by 5.3% in 2002. The average capacity factor for the three plants was 88% in 2002, compared to 79% in 2001 or 85% in year 2000. The low average in 2001 is due to a long outage of Maanshan Unit 1. The plant suffered from a station blackout due to malfunction of a power distribution system, which caused a loss of off-site power to one of the two units.

Construction continues for two ABWR units at Lungmen, with 45.76% completion by the end of February 2003. Completion of the units is scheduled for 2006 for Unit 1 and 2007 for Unit 2.

3. Operational Performance of Taiwan NPPs in Recent Years

As shown in Table 1, Chinshan Unit 1 began commercial operation in 1978, and Maanshan Unit 1 in 1984. The shares of nuclear power in installed capacity reached the largest portion of the total capacity in that year as can be seen in Figure 2. Since the Maanshan Unit 2 started commercial operation, the electricity production in nuclear power reached

the largest portion in 1985 with the share of 52.4% as shown in Figure 3. The nuclear installation was then paused for a long time until the issuance of the construction permit for the Lungmen project in March 1999. As the power plants of non-nuclear were constructed continually during these years, with independent power producers rising at the same time, the shares of nuclear in both installed capacity and electricity production have been decreasing gradually as illustrated in Figures 2 and 3.

As for operating performance of nuclear plants in Taiwan, it is worthwhile to illustrate the trend of improvements in scram numbers, number of reportable event reports, and the low-level radwaste solidification statistics from year 1984 to 2002. Figure 4 shows scram number statistics for all nuclear units from year 1989 to 2002. Total scram number went from 24 in 1989 and down to 4 in 2002. Note that several external events such as typhoons, big earthquakes, and grid line problems, have caused the plants to scram. Excluding these anomalies, the average annual scram number has decreased from 4 to well below 1 per unit. Figure 5 shows the statistics of the reportable events from year 1990 to 2002. The annual total has come down from the high of 209 in 1991 to only 25 in 2002. Through better management, especially at the plants, strict regulation practices, and experience feedbacks, significant improvements have been achieved successfully. Among all, the most significant improvement in the operation is the reduction of solidified low-level radioactive waste (LLRW). Figure 6 shows that TPC has drastically reduced its annual output of solidified LLRW from a high of over 9900 drums in 1984 to only 818 drums in 2002. The accomplishment could not have been realized without successful implementation of the volume reduction strategy program launched by the Fuel Cycle and Materials Administration (FCMA) in 1990, and the High Efficiency Solidification Technology (HEST) developed by the Institute of Nuclear Energy Research (INER) since 1998, as well as the concerted effort made by TPC and its plant operators.

Table 2 gives the WANO performance indicators for TPC units in 2002. Most of the indicators show performance exceeding the goal, while only few items fell short from the goal with small discrepancies. Overall, it reflects the effectiveness of the efforts made, and also gives clear targets for both the regulator and operator to further the improvement.

4. Current Status of Nuclear Waste Management in Taiwan

The management of radioactive waste is an important task involving both nuclear safety and environmental protection. The Nuclear Materials and Radioactive Waste Management Law was enacted on December 25, 2002, which replaced all administrative orders that had been enforced upon licensees over the past decades. For radioactive waste, the Law sets regulatory requirements for all licensing and enforcement activities on its treatment and storage as well as repository construction, operation, closure, decommissioning and

institutional control. The Atomic Energy Council (AEC) with its affiliated FCMA is the regulatory authority.

Low-Level Radioactive Waste

More than 90 percent (by volume) of LLRW generated in Taiwan has been produced by the three nuclear plants, while hospitals, research institutes and industry alike accounted for the remaining amount. The Lanyu storage facility, located in an off-shore islet Lanyu (Orchid Island), provides interim storage for solidified LLRW since 1982. The facility, designed to store 98,000 drums of LLRW in 23 semi-underground engineered trenches, reached its full capacity in 1996. Modern storage facilities have been constructed at each plant to accommodate for newly generated LLRW.

A new law on site selection for an LLRW repository has been drafted and submitted to the Legislative Yuan for enactment. According to the bill, the Ministry of Economic Affairs (and TPC) is responsible for selecting an LLRW disposal site within five years, which shall be submitted to the Executive Yuan for approval. The enforcement of the law, when passed, is expected to expedite the ongoing siting process.

High-Efficiency Solidification Technology for LLRW

As mentioned earlier, a high-efficiency solidification technology developed for concentrate waste generated from PWR units, or PWRHEST, has been implemented at Maanshan plant since November 1998. As shown in Figure 8, solidified waste produced from the plant has been reduced dramatically from previously 400~500 drums per year down to only 17 drums per year for both units in 2002. This has set the best world record in volume reduction of solidified waste for PWRs. INER has most recently established cooperative agreements with Hitachi Ltd. and Framatome ANP, and continues seeking interested parties to provide technical services in this area.

INER also developed a similar technology for BWR units in Taiwan, which co-solidifies liquid concentrate waste and spent powdery ion-exchange resin generated from BWRs. With co-solidification technology and the uniquely formulated solidification agent, the concept of “solidifying waste with waste” has been implemented in BWRHEST, which provides a maximum waste loading in waste package. Since its formulation in 1998, BWRHEST has been successfully demonstrated at a demonstration plant at INER. With the installation of a full-scale system at Kuosheng, now under construction, it is estimated that the solidified waste will be reduced by three-fold from currently 345 down to 115 (200-liter) drums/year/unit.

In addition, INER is completing an in-house demonstration plant for its newly developed Wet Oxidation Technology (WOT) to treat both powdery and bead-type spent ion exchange resins generated from BWRs. When connected to the existing BWRHEST demo plant, a WOHEST system will be formed to provide a total solution for volume reduction and stabilization of the BWR wet waste including liquid concentrate waste, spent ion-exchange resins and sludge wastes.

Spent Nuclear Fuel

As for the spent fuel management, on-site dry storage was recognized as a favorable option before implementing final disposal. Commissioning of the storage facilities at Chinshan and Kuosheng plants is anticipated in 2008 and 2009, respectively. A long-term investigation plan is being undertaken by TPC to select a suitable site with geological formations of preferred characteristics for a final repository of spent nuclear fuel. Preliminary results submitted by TPC show that some potential host rocks in certain regions of Taiwan are worth further investigation. In considering the geological and engineering complexity of implementing spent fuel final disposal, it is worthwhile to pursue regional or international cooperation along with the domestic siting program.

5. New Development of Nuclear Power in Taiwan

The society in Taiwan has changed greatly since 1990. The power industry is no longer monopolized by the government. Private sectors gradually took shares from the pot as demonstrated in Figure 1. Contrary to the conventional concept that nuclear power generation is confined to be the base load electricity supply, the situation in Taiwan is becoming open for the load regulation to meet the public demand by the private sectors. As a result, a rule for nuclear power plants to be available for keeping a unit on/off at its necessity becomes urgent. An “off-commissioning” rule has thus been established for a nuclear power plant, even under the circumstance of nothing impair to safety, to perform a scheduled shutdown of a plant for a certain period of time. In this case, a nuclear unit in off-commissioning status is still holding a valid operating license while extra review may be needed for its startup.

Plant Off-Commissioning

In the process of setting the nuclear energy policy, the Executive Yuan has paid special attention to its social, economic and environmental impacts. To reduce impacts to the least, and from my observations on all factors, I raised the concept of “plant off-commissioning”. The idea is to create a buffer stage to the plant life cycle of construction, operation, and decommissioning. Plant off-commissioning is under thorough planning, plant maintenance programs are still in effect, and the pre-decommissioning program is underway at the same time.

There are advantages to the implementation of plant off-commissioning:

1. It provides strategic energy storage.

The fundamental difference between plant off-commissioning and plant decommissioning is that the plant still maintains its availability to generate power. The reactor cooling water system has to be operable, the electrical system and the air-conditioning must be in good condition as well. Once Taiwan deems the need to

add more power supply in the future, the unit can be restarted at once. This measure meets the current situation in Taiwan very well.

2. It reduces radiation doses and radioactive waste

The prolonged outage of the plant, i.e. off-commissioning, will reduce the strength of the radioactivity in the plant. As such, even if the stand-by plant goes directly to the de-commissioning, workers in tearing down the plant will receive far less radiation dose because longer time has passed. Take Co-60 as an example, it has a half-life of 5.3 years. If plant off-commissioning has lasted for five years and then decided for de-commissioning, the strength of the gamma ray has already reduced to half. Not only does it reduce radiation doses, but also effectively reduce the volume of waste.

3. It gives an opportunity to augment decommissioning technology.

The prolonged length of time in plant off-commissioning gives an opportunity to augment the decommissioning technology. The planning and implementation of the decommissioning plan do take time to reach its final goal. The extra time provided by the adoption of off-commissioning will add many advantageous aspects to the final plant decommissioning.

As mentioned earlier, Taiwan is indeed scarce in energy resources. More than 95% of the resources are imported from foreign countries. How to avoid energy shortage is the prime consideration of, and great challenge to, the government. The plant off-commissioning concept provides a strategic energy storage means, and it can also be initiated when an over power supply encounters. Furthermore, when the economic cycle changes and power demand increases, the off-commissioned plant can be restarted to generate power again.

Even though the plant off-commissioning is a relatively new concept in Taiwan, there has been some practical experiments elsewhere in the world. Four units of Pickering A and three units of Bruce A in Canada were laid up by the Canadian Authority for poor performance. These units could be restarted depending upon the economic and market situation in the future. These lay-up measures are quite similar to what I have proposed in the plant off-commissioning concept.

Plant Decommissioning

A complete plan to build a nuclear power plant encompasses a plan for the future plant decommissioning. The back-end management fund for the plant decommissioning starts to collect once the plant is in commercial operation. However, when the power company, i.e., TPC in Taiwan, decides to close its nuclear power plant permanently, the facility must be decommissioned by safely removing it from service and reducing residual radioactivity

to a level that permits release of the property and termination of the operating license. Items involved in the decommissioning of a nuclear power plant are mainly cleanup of radioactively contaminated plant systems and structures and removal of the spent nuclear fuel.

The Legislative Yuan passed the “Law on Nuclear Reactor Facilities Regulation” in December 2002, which was promulgated by the presidential decree on January 15, 2003. The Law requires that the decommissioning of the nuclear facilities use the dismantling technique, and the plant removal project be completed within 25 years. The licensee shall submit the decommissioning plan and the environmental impact report to the authority three years prior to the permanent termination of the plant operation. The Nuclear Back-end Management Fund shall be used for all expenditures of the decommissioning.

Article 22 of the Law states that the dose at the site after the removal of the nuclear facilities must be less than the standard amount. The standard amount has been set by AEC referencing the practice in the U.S.A. Relevant limits in the Law are as follows:

1. The whole body dose of the general public must be less than 0.25 mSv/yr when the site is under unrestricted usage.
2. The whole body dose of the general public must be less than 1.00 mSv/yr when the site is again under restricted usage.

Articles 21-28 of the Law stipulate specific rules for regulating off-commissioning and decommissioning of a nuclear power plant.

6. Nuclear Safety Enhancement

National Nuclear Emergency Response Center

Aside from the various safety measures and rule making efforts being implemented, AEC has completed a brand new “National Nuclear Emergency Response Center” which was just put to service last September. The Center is located in the same building as AEC’s newly relocated headquarters. It is devised to help ensure more effective and efficient responses and decision-making in the event of a nuclear emergency, and has proved its functions to be satisfactory and acceptable after being put to the test as part of a recent annual drill.

A 24-hour nuclear safety duty office has also been launched at the Center to serve as a single reporting channel for any abnormal event including a nuclear emergency, and as an inter-ministerial communication gateway within the framework of national disaster prevention, with telephone hotlines to the control rooms of all three nuclear plants and emergency planners.

Advisory Committees

While providing its staff with systematic training to maintain their professional capability up-to-date for meeting ever-increasing regulatory challenges, AEC also invite experts outside the Council in relevant fields of expertise to serve as advisors in various in-house committees. Four advisory committees were created within AEC to help ensure the quality of its regulatory practices on issues related to: nuclear facility safety, ionizing radiation safety, nuclear accident investigation and evaluation, and nuclear legislation. Members of these advisory committees meet frequently to help AEC resolve issues in related areas. For example, members of the Advisory Committee on Nuclear Legislation have been meeting almost every week in the past two years to review proposed nuclear legislations before they were submitted to the Executive Yuan or the Legislative Yuan for approval. In addition, the Supervisory Committee on Environmental Protection of Lungmen Station was formed in 1992 to help supervise and audit TPC's implementation of environmental protection measures and monitoring actions during construction of the plant. The Committee has so far held more than 40 meetings including 13 site visits. Advisory committees of similar nature also exist in other nuclear entities such as TPC and FCMA to enhance safety culture, boost operating performance and strengthen radwaste management.

International Cooperation

It has been recognized by many nations that nuclear programs are becoming more and more international. There is growing international cooperation in nuclear infrastructure, safety regulation and R&D to enhance the safety of nuclear activities. Declining national budgets in recent years for nuclear programs also increase the value of international cooperation. The nuclear community in Taiwan has long had sound cooperative relationship with nuclear advanced countries such as Canada, France, Japan, Sweden, Switzerland, UK, USA, in various aspects of nuclear programs. For example, we have benefited greatly from the visiting team of JAPEIC to investigate our welding and NDT programs at Lungmen Project quarterly, and now are seeking the feedback experience of ABWR construction and operation. We also take part in some of the cooperative activities and training seminars sponsored by the OECD's Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (IAEA), and will continue to seek opportunities for such participations.

7. Conclusions

1. Of the operational performance of our nuclear power plants, the trend shows that significant improvements have been made on important indices over the past decade.
2. The construction of the 4th nuclear plant continues, with 45.76% completion by the

end of February 2003. Commercial operations are targeted for 2006 for Unit 1 and 2007 for Unit 2.

3. The high efficiency solidification technology for both types of waste, i.e. PWRHEST and BWRHEST, developed by INER, has been demonstrated as effective in significantly reducing the volume of solidified nuclear waste. These technologies are readily available for commercial application.
4. To balance the nuclear share and the challenge from independent power producers, the idea of plant off-commissioning has been set forth for practice in Taiwan.
5. As Taiwan has begun the planning phase for future decommissioning of nuclear plants, exchange of technology and information with countries with decommissioning experiences will become a new focus in our international cooperation activities. As for final disposal of spent nuclear fuel, it is worthwhile to pursue regional or international cooperation along with the domestic siting program.

Table 1. Basic Parameters of Nuclear Power Plants (Stations) in Taiwan

Plant Item	Chinshan	Kuoshang	Maanshan	Lungmen
NSSS Supplier	G.E.	G.E.	W	G.E.
Turbine Supplier	W	W	G.E.	Mitsubishi
Installed Capacity	636MWe × 2	985MWe × 2	951MWe × 2	1350MWe × 2
Type	BWR-4	BWR-6	PWR(3-loop)	ABWR
Commercial Date	#1:1978 #2:1979	#1:1981 #2:1983	#1:1984 #2:1985	Under Construction*

* The project was 45.76% complete as of 28 February 2003. Commercial operations of the two units are targeted for July 2006 and July 2007, respectively.

Table 2. Performance Indicators for Taipower Nuclear Units (2002)

Plant Item		Chinshan		Kuosheng		Maanshan	
		Data	Goal	Data	Goal	Data	Goal
1. Unit Capacity Factor (%)	#1	(83.56%)	84.29%	98.49%	95.25%	98.86%	94.98%
	#2	(80.54%)	83.25%	85.44%	83.77%	84.71%	83.99%
2. Unplanned Capacity Loss Factor(%)	#1	0.03%	3.00%	0.96%	3.00%	0.22%	2.50%
	#2	1.77%	3.00%	0.00%	3.00%	(3.27%)	2.50%
3. Unplanned Automatic Scrams per 7000 Hrs Critical	#1	0.00	0.85	0.80	0.85	0.00	0.75
	#2	(0.93)	0.85	0.00	0.85	(1.82)	0.75
4.1 Safety System -HPCI/HPCS Performance(%)	#1	0.00%	0.30%	0.00%	0.30%	0.00%	0.14%
	#2	0.00%	0.30%	0.00%	0.30%	0.00%	0.14%
4.2 Safety System -RHR,AFW Performance(%)	#1	0.00%	0.10%	0.00%	0.10%	0.00%	0.18%
	#2	0.00%	0.10%	0.02%	0.10%	0.00%	0.18%
4.3 Safety System -AC Performance(%)	#1	0.02%	0.30%	0.00%	0.30%	0.05%	0.30%
	#2	(1.55%)	0.30%	0.00%	0.30%	(1.94%)	0.30%
5. Thermal Performance(%)	#1	99.28%	99.10%	99.32%	98.90%	99.30%	99.20%
	#2	99.72%	99.10%	(97.28%)	98.90%	99.80%	99.20%
6. Fuel Reliability	#1	3.69	Zero defect	1.05	Zero defect	1.0E-6	Zero defect
	#2	2.24		1.10		1.0E-6	
7. Chemistry Index	#1	1.00	1.20	1.19	1.35	1.00	1.02
	#2	1.00	1.20		1.35	1.00	1.02
8. Collective Radiation Exposure (man-Sv/unit)		(2.346)	2.300	(1.601)	1.500	0.658	0.725
9. Volume of Low-Level Solid Radioactive Waste (cubic meters/unit)		21.9	50.0	58.2	85.0	1.7	15.0
10. Industrial Safety Lost-Time Accident Rate per 200,000 man-hour worked		0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.20

(): The value of the indicator in parenthesis is worse than goal.

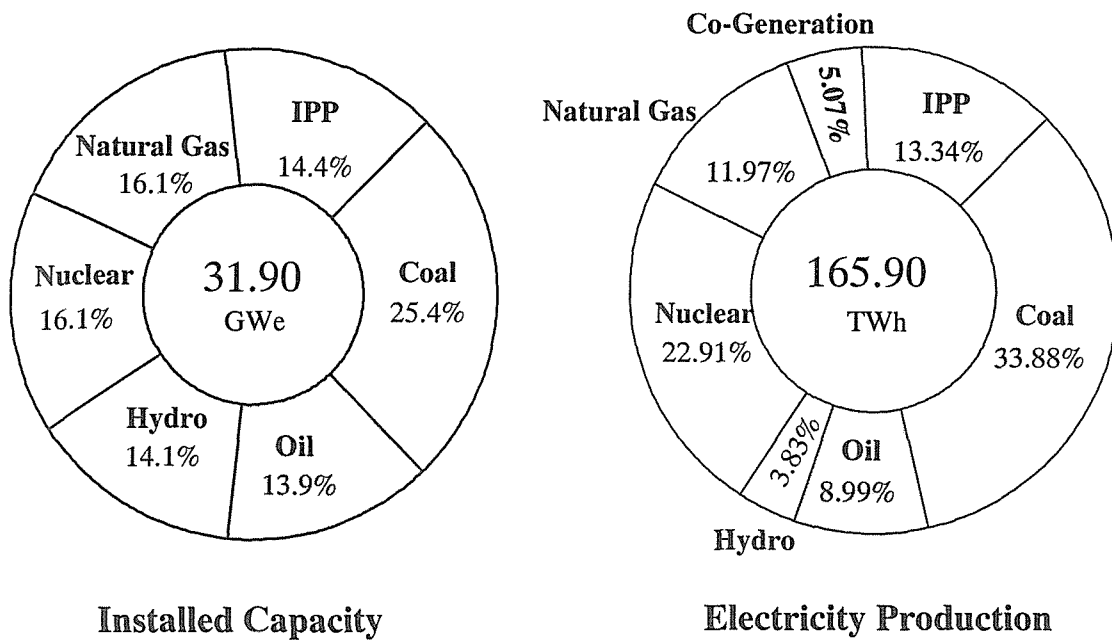


Figure 1. Taiwan Power System Structure in 2002

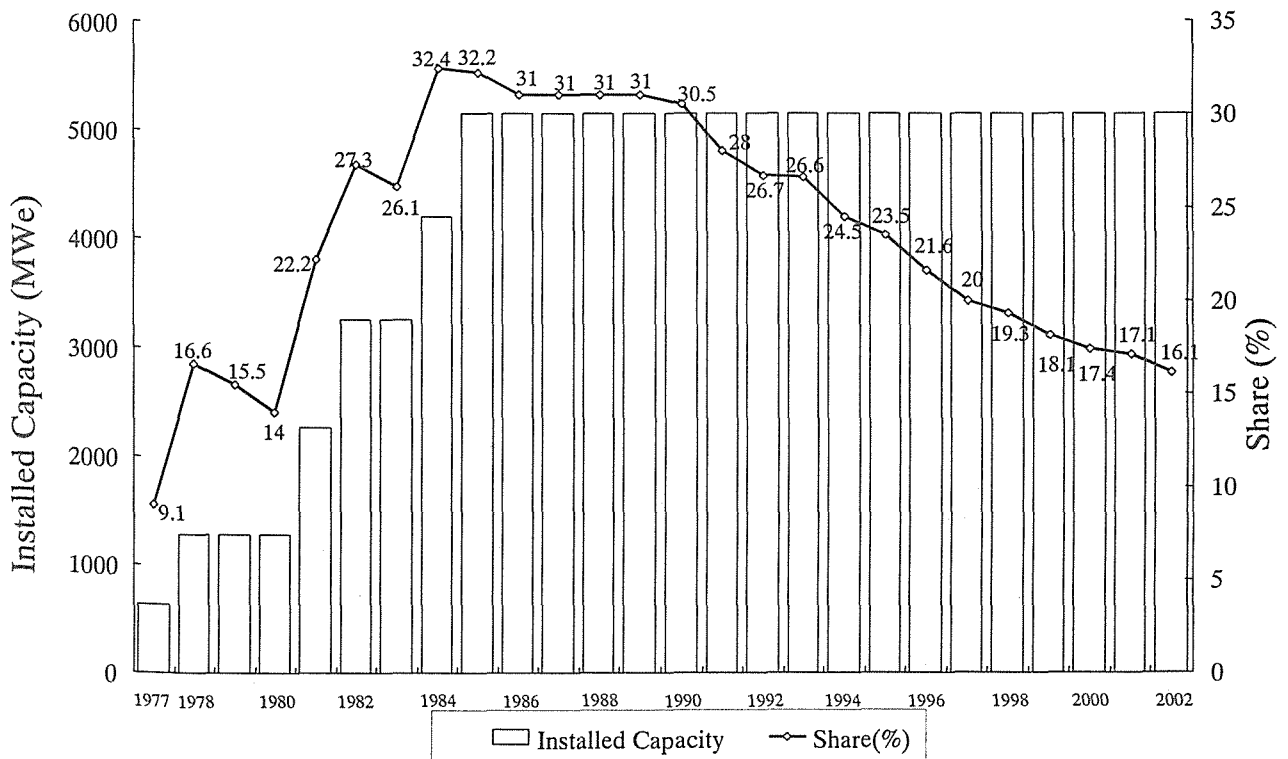


Figure 2. Nuclear Shares in Power Installed Capacity

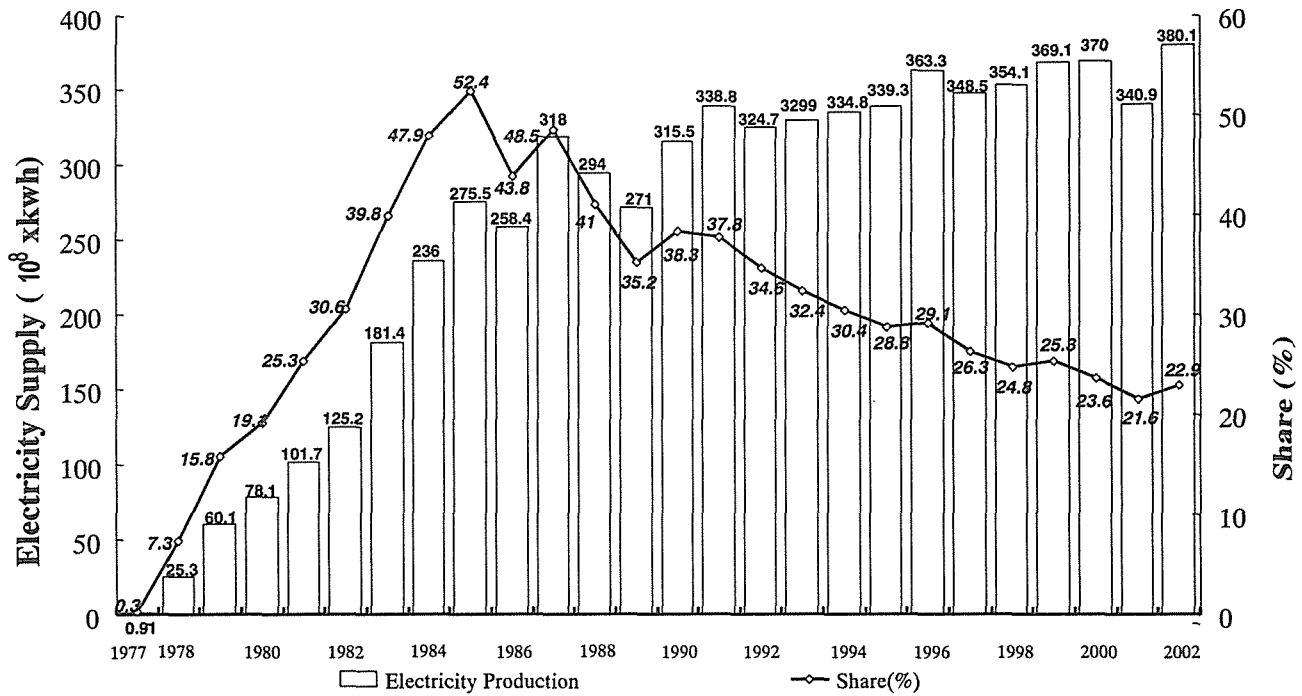


Figure 3. Nuclear Electricity Production and Shares in Recent Years

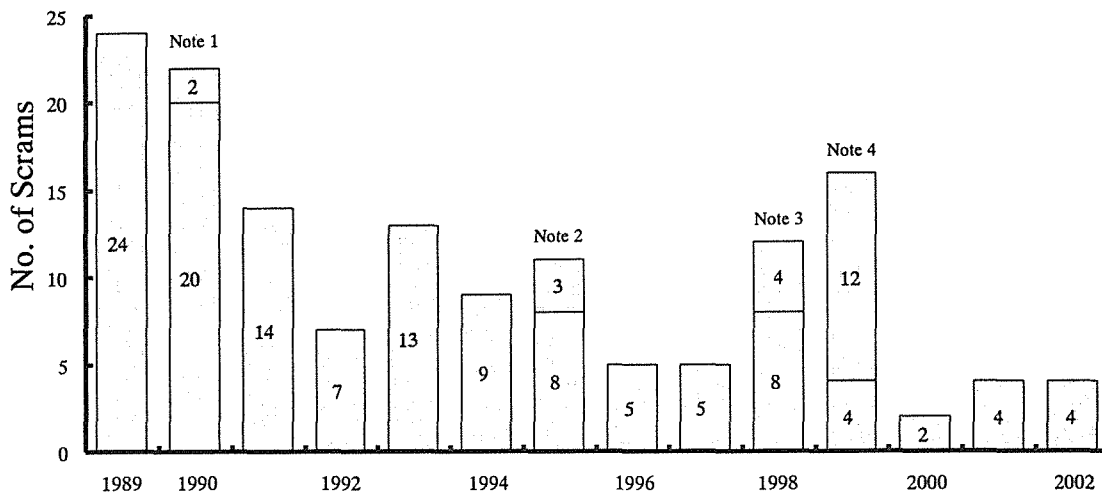


Figure 4. Number of Scrams for all of Nuclear Units in Recent Years

- Notes :
1. External Event of Yancy Typhoon caused transmission line problem resulted scrams for both Chinshan Units. Discounting these two,scram no. is 20 in 1990.
 2. Ultra-high voltage transformer tower was struck by lightening at Lungtan substation on Aug. 8, 1995. As a result, the electricity supply went down and it caused scrams of many oil plants as well as all units in Chinshan and Unit 2 in Kuosheng. This is an external event. Without counting these 3, 1995 should have 8 only.
 3. Strong typhoon Zeb caused transmission problem and caused scrams for all units at Chinshan and Kuosheng on October 16, 1998. Discounting these four external events, the scram no. is only 8 in 1998.
 4. Twelve external events happened in 1999, namely: transmission line problem caused scrams of Chinshan Unit 1 and both Units at Maanshan on June 6; 345 KV transmission line problem caused all units scrambled except Maanshan unit 1 with manual scram on July 29; Chi-Chi Earthquake caused scrams for both units at Chinshan and Kuosheng on September 21. Discounting these 12 external event scrams, the cumulated scram number in 1999 is only 4.

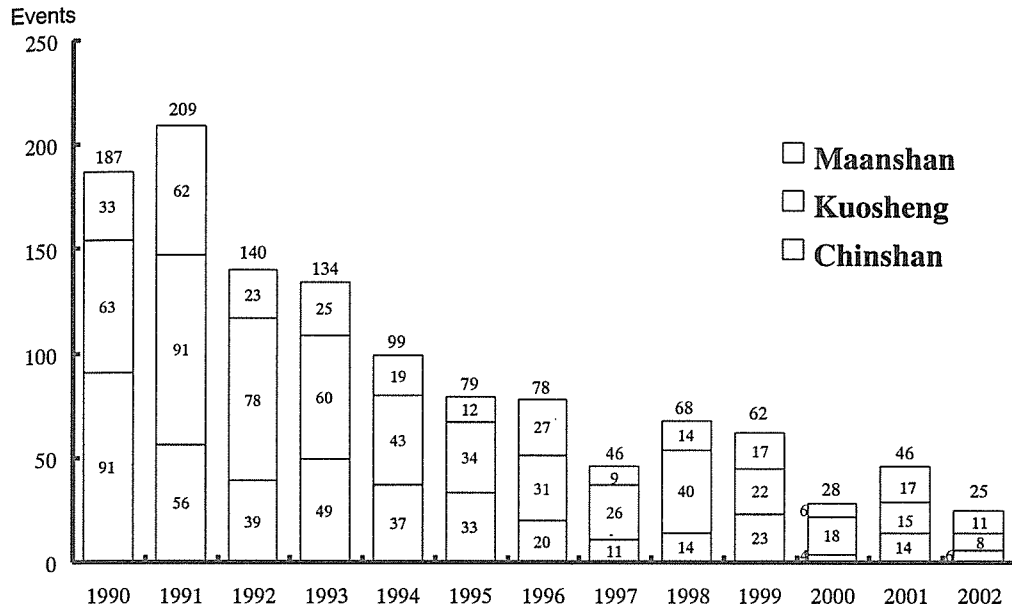


Figure 5. Reportable Abnormal Events at All Nuclear Units in Recent Years

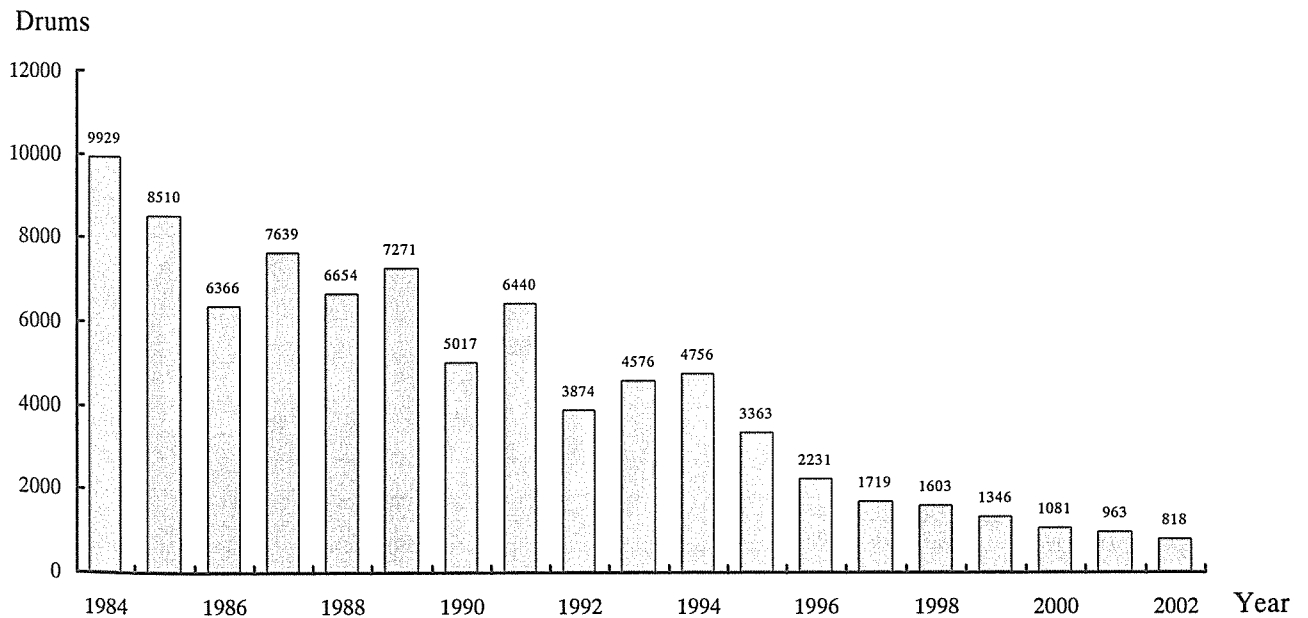


Figure 6. Solidified Low Level Radioactive Waste Produced by the Nuclear Plants

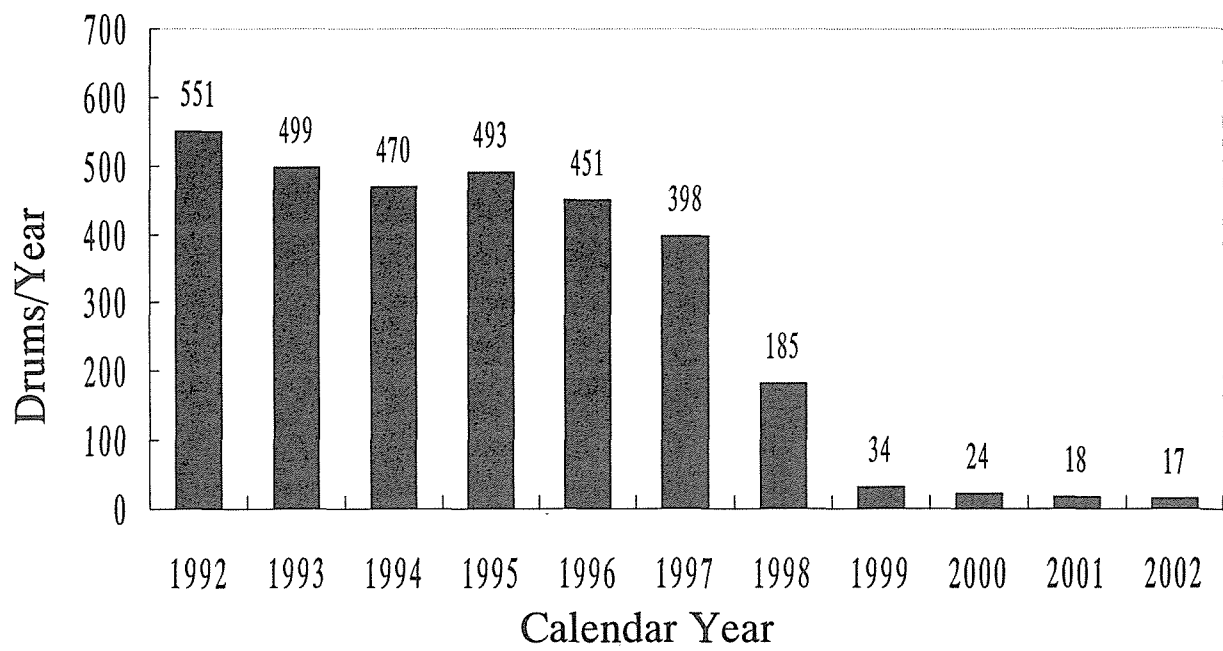


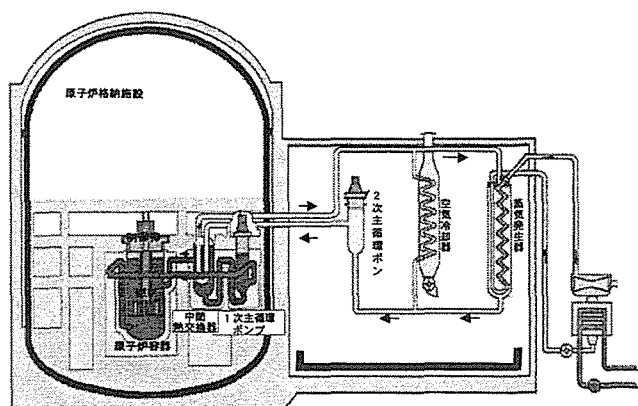
Figure 7. Volume of Solidified Waste at Maanshan (2 PWR units)

高速増殖炉「もんじゅ」の安全性

2003年4月15日
原子力安全・保安院
薦田 康久

もんじゅの概要

○電気出力: 約28万kW (熱出力: 71.4万kW)



主要な条件

1次ナトリウム	温度	529℃
	圧力	8 kg/cm ²
2次ナトリウム	温度	505℃
	圧力	5 kg/cm ²
水・蒸気系	温度	483℃
	圧力	127kg/cm ²

安全審査等の流れ

1983年 5月	原子炉設置許可
1994年 4月	初臨界
1995年12月	ナトリウム漏えい事故
2002年12月	原子炉設置変更許可

もんじゅ設置許可無効確認訴訟高裁判決の技術的問題点

	判決のポイント	問 題 点
1. 床ライナについて	漏えいした二次系ナトリウムとコンクリートを直接接 触させないため設置される 床ライナの厚さを設置許可 審査の対象とせず安全確認 をしなかったのは問題	床ライナの厚さは、配管の厚さ等と同様に、詳細設計段階で検討すべき 事項というのが確立した法律の考え方であり、詳細設計を審査する「設計 及び工事方法認可」において適切に審査している。基本設計を審査する設 置許可に際しては、安全上必要な設備として床ライナを設置することを確 認しており、問題はない。
2. 蒸気発生器 伝熱管破損事 故について	蒸気発生器伝熱管破損事故 (高温ラプチャ型破損) に ついて、防止装置が適切に 機能しない可能性は排除で きず、発生可能性がある にもかかわらず、その可 能性を排除したのは問題。	高温ラプチャ型破損(伝熱管の一つが破損し水が漏れ、破損した伝熱管 周辺の伝熱管がナトリウム・水反応により高温となり破損する現象)は、 蒸気発生器内の圧力変化を検出する装置や防止装置が複数備えられてお り、適切に予防され、破損可能性はないからその考慮は不要。 判決では、高温ラプチャが発生するとした上に様々な事象を想定して炉 心崩壊の恐れがあるとしているが、このように起こりそうもない事態をい くつも重ねる想定が必要であるとする考え方は非現実的。
3. 炉心崩壊事 故について	炉心崩壊事故の評価で、許 可の申請者が現実にはあり 得ないとした事象について も現実に起こりうるものと して考慮すべき。	複数ある安全装置が全て働かないという条件に基づく炉心崩壊事故は、 技術的には起こるとは考えられない事象であるが、もんじゅの安全審査に 際してはこれも考慮し、そのときに発生するエネルギーを安全サイドで評 価し、安全を確認している。 しかし判決では、炉心崩壊による発生エネルギーについて、合理的に想 定し得ない数字をも仮定した評価を行うことを求めている。このようなあ り得ない仮定にさらに非現実的な仮定を重ねるような考え方は不適切。

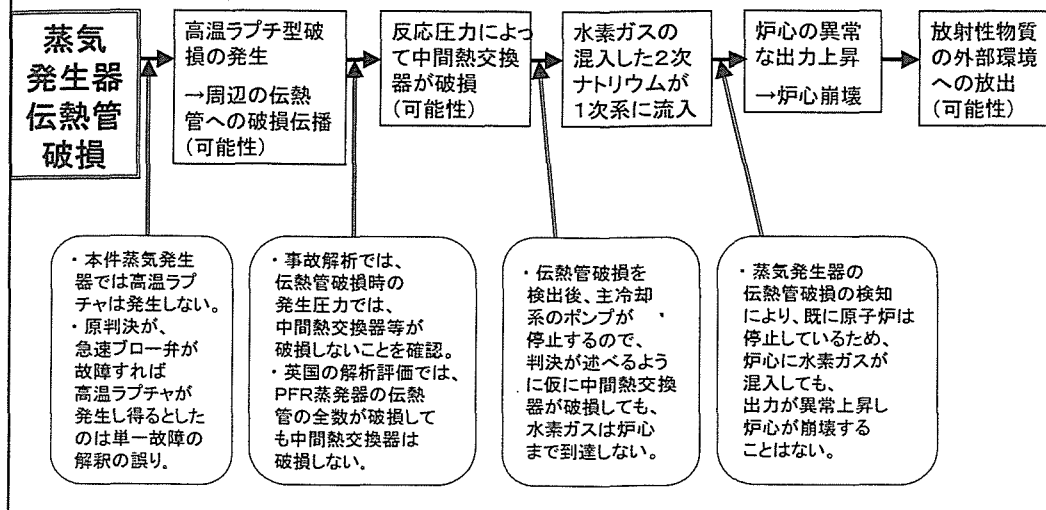
3月27日 上告受理申立て理由書を提出

上告受理申立て理由の要点(1/5)

- ① 本件安全審査において妥当性が認められた事故防止対策によっ
ては、安全確保ができないことを具体的に認定判断せ
ず、多重に施された安全確保のための機能が全て働かない
という、非現実的な仮定の下で、「具体的な危険性が否定
できないこと」を基準に違法としたこと

高裁判決は、安全確保ができないことを、具体的な根拠に基づいて認
定、判断しないで、安全審査を違法としている。さらに、高裁判決が言
うような、技術的にみてほとんどない仮定を幾つも重ね、多重に施され
た安全確保のための機能が全て働かないことを前提としてもなお安全性¹
確認されているということは非現実的であり、いわば実現不可能なこと
を求めているに等しい。原子炉等規制法はこのような「安全性」を求め
ているものではなく、社会通念上容認し得る水準の安全性を求めている
もの。

○多重防護を無視した安全論
(例. 高温ラプチャに関する原判決の誤り)



上告受理申立て理由の要点 (2/5)

②設置許可では基本的な設計を審査し、詳細設計については次の段階での規制対象とする原子炉等規制法の仕組みに実質的に反していること

原子炉等規制法は、設置許可処分時点の安全審査では基本設計及び基本的設計方針について確認し、機器の詳細設計は、次の段階である「設計及び工事の方法の認可」以降で許認可を行うという、「段階規制」という手法を採用している。

しかし、高裁判決は、「設計及び工事の方法の認可」など後続の規制において審査の対象とすべきものを、実質的に当初の設置許可段階における審査の対象と解釈し、審査に欠落があるとしている。

上告受理申立て理由の要点(3/5)

③新知見が発見された場合、その知見を当てはめてもなお安全審査の結論が維持されるかどうかを問題にしないで、直ちに違法となるとしたこと

高裁判決は、新知見が発見されれば、安全審査の結論が維持されるかどうかを問わないで、直ちに安全審査に違法があり、新知見を考慮しなかっただけで違法になるとしている。

しかしながら、設置許可時の安全審査の後に新知見が発見されても、原子炉等規制法の設置許可の要件である「災害の防止上支障がないものであること」がなお維持される限り、処分が違法となる理由はない。

上告受理申立て理由の要点(4/5)

④具体的根拠なく専門技術的判断を否定したこと

高裁判決は、安全評価の妥当性（事象の想定、解析条件等）及びこれに基づく安全審査について、原子力安全委員会等が行った専門技術的判断の妥当性を具体的根拠なく否定しており、「伊方最高裁判決」で示された専門技術的判断の尊重の考え方に違背している。

上告受理申立て理由の要点(5/5)

⑤行政処分の無効要件について、明白性の要件を不要としたこと

高裁判決は、行政処分を無効とするには「重大かつ明白な違法性が必要」とした過去の最高裁判例を逸脱し、安全審査の瑕疵の明白性は不要としている。

エネルギー資源論からみたプルトニウム利用の意義

筑波大学 機能工学系教授 内山洋司

1. 回転機械の理論出力

社会の動力装置である風車、水車、蒸気タービン、ガスタービンは、流体が持つ並進の運動エネルギーによってタービンを駆動し回転動力に変換している。変換される動力の大きさは流体の種類によって異なる。タービンを駆動する作動流体は、風車は空気、水車是水、蒸気タービンは水蒸気である。それぞれの作動流体について、理論的にみてどの程度の動力を発生できるかを調べてみることにしよう。

運動エネルギーは作動流体の質量と流体速度の二乗に比例する。動力は作動流体の単位時間あたりの運動エネルギーである。作動流体が持っている運動エネルギーのすべてを動力に変換した場合、理論動力は次式によって表わすことができる。

$$L_{th} = \frac{1}{2} m' c^2 = \gamma A c^3 / (2g) [kW]$$

ここで、 m' ：作動流体の単位時間あたりの質量($=\gamma A c/g$)、 γ ：作動流体の比重量 ($\gamma = \rho g$ 、 ρ ：密度)、 A ：流体の作動面積、 c ：作動流体の速度、 g ：重力加速度、である。

風力発電は風の運動エネルギーを利用してタービンを駆動する発電技術である。風は大気圧の空気の流れであることから密度はほぼ $1.29[\text{kg}/\text{Nm}^3]$ となる。風力発電を定格出力で駆動する風速 20m/s の場合、単位面積あたりの理論出力は $5.16[\text{kW}]$ である。水力発電は水の位置エネルギーを運動エネルギーに変換し、水車タービンを駆動して発電する技術である。水が有する位置エネルギーが全部出力に利用できると仮定して、たとえば有効落差 $100[\text{m}]$ の水の位置エネルギーのすべてを動力に変換したとき、その単位面積あたりの理論出力は $43,500[\text{kW}]$ となる。この値は風力発電の $8,400$ 倍に相当する。火力発電所で蒸気タービンのノズル内での水蒸気（超々臨界圧）の流速は、タービン入口でマッハ数の 0.80 程度にもなっており、 400m/s である。水蒸気を持っている運動エネルギーが全て動力に変換できると仮定したとき、単位面積あたりの理論出力は $2.37 \times 10^6[\text{kW}]$ になる。このように水蒸気による理論出力は、水車の 54 倍、風車の 46 万倍にもなり、水蒸気による動力源がいかに優れているかがわかる。これは水蒸気に限らずガスエンジンやガスタービンについてもいえることである。熱機関は、小さな設備で大きな動力を出すことができるといった特長を有している。また風力や水力の場合は動力が得られる場所に制約があるが、熱機関の場合は燃料さえあれば好きなところで動力を得ることができる。

表 1 風力、水力、水蒸気の理論出力

	密度 $[\text{kg}/\text{m}^3]$	流体速度 $[\text{m}/\text{s}]$	動力 $[\text{kW}/\text{m}^2]$ (倍率)
風力(風速 20m)	1.29	20	5.2 (1)
水力(有効落差 100m)	1,000	44.3	43,500 (8,400)
水蒸気 (超々臨界圧)	74	400	2.37×10^6 (460,000)

2. 一瞬としての化石燃料消費

工業化による食糧や製品の大量生産は、人類のこれまでの歴史では考えられない豊かさをもたらし、数多くの人口を養えるようにした。世界人口は増え続けており、2050年に84億人、将来はおおよそ90～95億人で飽和すると予測されている。それだけの人口を支え人々が豊かな生活を送っていくためには、更なる食糧や製品などの大量生産は不可欠で、それに必要となる大量のエネルギーを確保しなければならない。

現在、エネルギーを利用して物質的に恵まれた生活を送っているのは先進国の人々に限られている。先進国の人口は、世界人口約60億人の4分の1に過ぎないが、全体の70%ものエネルギーを消費している。一人あたりのエネルギー消費でみると開発途上国の8倍になる。国連によると世界の飢餓人口は7億9000万人という。エネルギーとして馬糞や牛糞、間伐材を利用して生活している人が10億人、電気を使えない人が18億人もいる。世界の持続可能な発展には、貧しい人々にも使える安価なエネルギーを大量に開発していくことが必要となる。

開発途上国の人々と、これから増えていく世界人口に対して、充分に供給していけるだけのエネルギー資源を確保していくことはできるのだろうか。地球上で採掘可能な化石燃料は、石油換算で石油系資源が5.9兆バレル、天然ガス系が6.3兆バレル、石炭など固形資源が24.5兆バレルと、全体で36.7兆バレルにもなると推定されている。それは現在の石油確認埋蔵量1兆バレルの36倍にも相当する膨大な量である。将来も今と同じ割合で化石燃料を消費し続けたとすると、石油の現在の確認埋蔵量は2015年をピークに、非在来型石油資源を含めると2030年頃をピークに生産量が減少していく。天然ガスの場合、確認埋蔵量についての生産量は2030年頃から減少することになる。21世紀の中葉になると、世界のエネルギーは液体系と気体系の化石燃料に頼れなくなり、それ以降は石炭などの固体系燃料に依存していくことになる。石炭は資源量が豊富であるため、石油やガスの不足分を補填するだけでなく増大する世界のエネルギー需要を供給し続けていくだけの能力がある。しかし、その能力も23世紀の中葉には限界となり、それ以降は生産量を減産せざるを得なくなる。その不足分はもはや化石燃料では供給できず、原子力と再生可能エネルギーによって供給していかなければならなくなる。

世界のエネルギー消費がこのまま増加していくと、古生代や中世代に1億年以上もかけて貯えられた貴重な化石燃料は400～500年で使い果たされることになる。400、500年という歳月は人類の80万年の歴史からみれば、瞬きもできないほどの一瞬である。また資源枯渇とは別に、良質の石油や天然ガスが枯渇すると、質の悪い重質油、オイルシェール、タールサンド、あるいはピートや泥炭などへの依存が次第に高まり、将来は環境問題も深刻になっていく恐れがある。今の世代で安価で良質な化石燃料を消費してしまえば、私たちの子孫は生き延びていくためには環境影響が大きい低質の化石燃料も使わざるを得ない。また、将来は世界のエネルギー安定供給のためには人類は、好むと好まざるに係わらず原子力に頼らざるを得なくなる。何万年先に地下に処分した放射性物質が漏洩して人々に大きな影響を与えるかもしれないという不確実な心配よりも、50～60年先には良質な化石燃

料に頼れなくなる危機がせまっている。エネルギー技術のような社会基盤施設の整備には時間がかかるため、危機が発生してから対策を立てても遅い。危機回避はエネルギーに余裕がある今から行わなければならない。それには、石炭のクリーン化、安全な原子力技術の確立、そして再生可能エネルギー開発を子孫のためにも今から行うべきである。

3. ウランの資源量

ウランは原子力発電の燃料として使われている。原子力は、化石燃料の代替エネルギーとして導入が期待されており、特に高速増殖炉（FBR）が開発されてウラン ^{238}U が利用できるようになれば、資源に乏しい日本にとって準国産エネルギーとしてウランを有効に利用することが可能になる。

原子力発電は、火力発電に比べ燃料の消費量が極めてわずかである。100 万 kW の発電所を 1 年間稼働させると、通常、石炭火力で 240 万トンの燃料が必要になるが、軽水炉に装荷されるウランは約 30 トンで実際に燃えている量はわずか 1 トン程度である。発電所からの排出物をみても、石炭火力からは 430 万トンの二酸化炭素と 30 万トンの石炭灰が排出されているが、軽水炉では炉内の核分裂で発生する正味の核分裂生成物は約 1 トンである。核分裂生成物の量は、燃料の高燃焼度化や FBR の開発が進めばさらに減少していくことになる。

ウラン資源量の評価は、OECD/NEA と国際原子力機関（IAEA）から出版されている「URANIUM 2001-Resources, Production and Demand」に取りまとめられている。それによると RAR と EAR- I を合せた資源量は、\$130/kgU 以下のもので 3.922 百万トン・U になる。さらに未発見の推定量である EAR- II と SR の資源量をすべて足し合わせたウランの総資源量は、現状では約 16.192 百万トン・U（海水からの採集ウランを除く）になる。

表 2 ウランの資源量 単位：百万トン・U(金属)

	既知資源 確認資源(RAR)+推定追加資源(EAR- I)	未知資源	
		推定追加資源(EAR- II)	期待資源 (SR)
\$80/kg 以下	3.107	2.330	9.940(*)
\$80～130/kgU	0.815		
合計	3.922		

出典：OECD/NEA-IAEA, URANIUM(1997)、*：\$130/kgU 以上の準経済的な資源を含む RAR(reasonably assured resources)：確認埋蔵量に相当する。EAR (estimated additional resources)：地質学的な調査で採掘可能とみなされた追加資源量。I は既知の資源量で II は未発見の推定量。SR (speculative resources)：未開発地域で採掘の可能性がある推測値。

世界でウラン資源が多い地域を既知資源量でみると、オーストラリアがあるアジア OECD 地域が 63.1 万トンで最も多く、次いで旧ソ連、北アメリカ、ラテンアメリカの順位になっている。ウラン資源の主要保有国は、オーストラリア 71 万 t・U、カザフスタン 61 万 t・U、カナダ 38 万 t・U、米国 37 万 t・U、南ア 26 万 t・U で、この 5 カ国だけで全体の 74% を占めている。

資源の可採年数は、確認埋蔵量を年生産量で割って求めることができる。ウランの場合、生産したウランが実際に発電に使われるようになるまでには、精製、濃縮、加工などの工程を経なければならず、長期間を要する。また生産したウランを貯蔵することも比較的容易であるために、化石燃料のように生産量と需要量のバランスが取れていない。2000 年における、世界全体の天然ウラン生産量は約 35,000 トンであるが、需要量は約 60,000 トンである。

可採年数は、現在の年間利用量で消費していくと確認埋蔵量があと何年で使われるかを求めたものである。通常は、年間利用量としては年生産量を使って計算するが、ここでは年消費量に置き換えて世界の原子力発電所（3.66 億 kW：2001 年 12 月末現在）が天然ウランに 0.71%だけ含まれる ^{235}U を主燃料とする軽水炉だけで発電し続けたとき、ウラン資源の可採年数を求めてみることにする。その結果は表 3 の通りで、既知資源については 72.5 年(RAR と EAR-I)、未知資源を含めると 300 年(RAR,EAR,SR)が得られる。表の結果からわかるように、ウラン 235 だけの利用では可採年数は限られており、ウランによるエネルギーを長期にわたり安定に供給していくためにはウラン 238 をプルトニウムに転換して利用していく必要がある。高速増殖炉を使ってウランを有効に利用した場合、その可採年数は 60～90 倍になるといわれており、その値は数千年から 2 万年にもなる。

表 3 ウランの可採年数（軽水炉ワンズスルー方式）

	資源量 [百万トン-U]	可採年数
既知資源(RAR,EAR-I)	3.922	72.5
既知・未知資源(RAR,EAR,SR)	16.192	300.0

4. エネルギーセキュリティの短期的脅威：ポートフォリオ理論による供給変動の分析

日本に対する原油輸入の 8 割以上を占める中東地域は、政治的に非常に不安定な地域である。1973 年の第四次中東戦争に伴う第一次石油危機によって、日本国内は輸入原油中断の危機という極めて重大な事態に直面し、国内経済はその後長期にわたって混乱を余儀なくされた。その後も、イラン革命とイラン・イラク戦争に伴う第二次石油危機、イラクのクウェート侵攻に伴う湾岸戦争が続き、その度に、日本はその小さからぬ余波を受けてきた。また、日本のエネルギー輸入に対する脅威は、政治的・軍事的要因に基づくものだけではなくて来ている。原油が他の製品と同じように先物市場で取引されるようになってから、原油価格が国際市場の動向によって大きく変動する恐れが出てきている。1999 年以降の原油価格の高騰は、消費国の在庫放出と OPEC 諸国の生産調整が原因で国際市場において需給逼迫が生じたことによる。

エネルギーセキュリティに対する脅威は、おおよそ短期的脅威と中長期的脅威に分けられる。短期的脅威とは、輸入エネルギーの不意の供給削減・中断であり、数ヶ月からせいぜい数年間継続するものである。これに対し、中長期的脅威とは、化石燃料の資源枯渇であり、数十年以上に及び継続しうるものである。化石燃料の枯渇については、これまでに述べてきたように 50～200 年の長期の期間で問題になることである。

輸入エネルギーの不意の供給削減・中断については、前述のように、1999 年以降の原油価格高騰による原油供給への影響、日本と中東を結ぶシーレーン海域の紛争の脅威、2001 年 9 月に発生した対米同時多発テロとその報復による中東諸国への影響など、日本の輸入エネルギーを不意の供給削減・中断におとしいれる重大な要因になりうる、政治的・軍事的・経済的脅威が深刻化しつつあると判断される。ここでは、石油危機や湾岸戦争など日本のエネルギー輸入に影響を及ぼした過去の複数の危機的事態における日本の燃料の輸入額の変動量と変動原因についてポートフォリオ理論を用いて分析することで、日本のエネルギーセキュリティに関する短期的脅威の実態を明らかにする。

ポートフォリオ理論は、もともと金融資産を運用する際に安全性と高収益性が可能な限り両立することを目的に各種運用資産を組み合わせた分散投資を分析する方法である。ここでは、ポートフォリオ理論をエネルギーである化石燃料の分散投資に適用し、過去の石油供給の変動時期において適正なポートフォリオ分散が図られていたかを検証する。過去、わが国の石油供給が脅かされた時期として、第一次石油危機期、第二次石油危機期、湾岸戦争期、OPEC 原油生産調整期の 4 つの時期を選んだ。それぞれの時期について、石油および化石燃料の輸入総額（CIF 価格）のポートフォリオ分散を求めた。また、基準データとしてエネルギー価格の変動が最も小さい安定期を選び、他の時期と同様な分析を行なった。

① 第一次石油危機期：1973 年 10 月～1975 年 9 月

② 第二次石油危機期：1979 年 2 月～1981 年 1 月

③ 湾岸戦争期：1990 年 8 月～1992 年 7 月

④ OPEC 生産調整期：1999 年 3 月～2001 年 2 月

⑤ 価格安定期：1993 年 9 月～1995 年 8 月

ある供給地域 a からわが国への原油供給の変動を表す分散は以下の式によって求めることができる。

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (I_i - I_o)^2}{N-1} \quad (1)$$

ここで、 I_i は i 番目の月における原油輸入額 ($i=1 \sim N$)、 I_o は N ヶ月間の原油輸入額の平均値である。供給地域 a と供給地域 b について原油輸入額の共分散は次式で表せる。

$$\sigma_{ab} = \frac{\sum_{i=1}^N (I_i - I_o)(J_i - J_o)}{N-1} \quad (2)$$

ここで、 J_i は供給地域 b における月ごとの原油輸入額、 J_o は原油輸入額の平均値である。

もし原油が k 種類の地域から供給されていたとすると、その拡散係数 λ とポートフォリオ分散 VaR は、以下の式で与えられる。

$$\lambda = \sum_{k=1}^M x_k^2 \quad (3)$$

$$\text{VaR} = \sum_{k=1}^M x_k^2 \sigma_k^2 + \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^M x_k x_l \sigma_{kl} \quad (4)$$

ここで、 x_k は原油輸入総額に占める供給地域 k ($k=1 \sim M$) の割合、 σ_k^2 供給地域 k における原油輸入額の分散、 σ_{kl} は供給地域 k と供給地域 l の原油輸入額の共分散である。ここでは、わが国への原油供給国を中東、アジア、大洋州、中南米、アフリカ、ソ連、その他地域に分類し、それぞれを供給地域とした。

原油輸入額の地域組み合わせ分析のポートフォリオ分散を図 1 に示す。原油輸入額のポートフォリオ分散は、第一次石油危機期、第二次石油危機期で大きな値を取っている。これは、この時期輸入量が比較的安定していたのに対して、石油価格指標が産油国に公示価格だったため危機に伴い原油価格が高騰し、輸入額も増大したためと考えられる。

また、湾岸戦争期と OPEC 生産調整期のポートフォリオ分散は安定期と比べると大きいものの、比較的小さい値を取っている。これは、この時期石油価格指標が先物取引・スポット取引を指標とした市場での価格決定に変わったため、第一次石油危機、第二次石油危機期のように原油価格が急騰しなかったためと考えられる。さらに、湾岸戦争期では原油価格が急騰した期間が 6 ヶ月間と短かったこと、OPEC 生産調整期は戦争などの偶発的な事態とは違い、供給途絶などの不安がなかったことなどがあげられる。

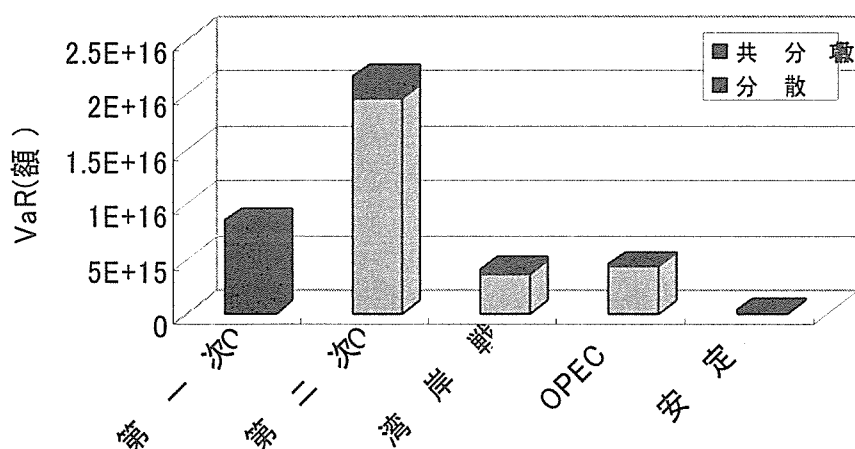


図 1 原油輸入額の地域ポートフォリオ分散

化石燃料輸入額の燃料ポートフォリオ分散を図 2 に示す。化石燃料輸入額の燃料ポートフォリオ分散も原油の依存度が大きいため原油の輸入額の地域ポートフォリオ分散と似た

値をとっている。石油危機を契機にして原油依存度を下げてLNGへシフトしていったため拡散係数は年々減少していった。化石燃料の多様化によって輸入額の安定化が図られつつあるが、LNGの輸入額は原油の輸入額と連動しているため、原油の短期的脅威に対する補完エネルギーとしての役割は小さいといえる。

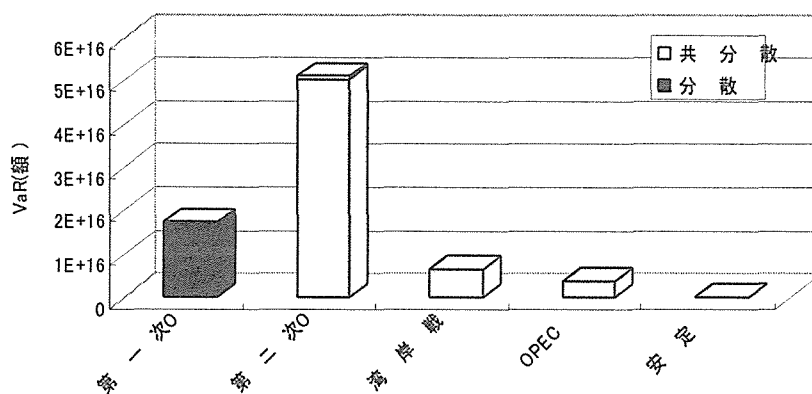


図2 化石燃料輸入額の燃料ポートフォリオ分散

5. 世界とアジアのエネルギー需給展望

社会のエネルギー需要には、経済発展、技術進歩、人々のライフスタイル、あるいは政治情勢といった問題が複雑に影響しているために、将来の需要を正確に予測することは難しい。特に長期のエネルギー需要になると不確実性も大きく、その予測値は推計する機関によって大きく異なる。

2000年にブラジルで開かれた世界エネルギー会議では、2020年における一次エネルギー総供給を113億トン～172億トン[石油換算]とし、2050年には140億トン～250億トンと予測している。それに対して国際エネルギー機関(IEA)とアメリカのエネルギー省(DOE)の推計によると、2020年の推計値は、それぞれ131.7億トンと153.1億トンである(出典: IEA “World Energy Outlook 2002”, DOE “International Energy Outlook 2000”)。

IEAの予測によるとエネルギー源別にみた供給割合は石油36%、天然ガス23%、石炭26%、原子力4%、水力ほか11%となっている。地域別にみてエネルギー需要の増加が最も著しいのはアジア地域(日本および韓国を除く)で、過去30年間の年平均伸び率は5.2%となっており、世界平均の値2.1%を大きく上回っている。この地域のエネルギー需要は2000年現在、世界の20%を占めている。IEAの予測によると今後も年率3.2%の割合で増加し続け、2020年には1.9倍にまで増大し世界全体の25%を占めるといふ。その需要の90%は化石燃料で供給されるという。

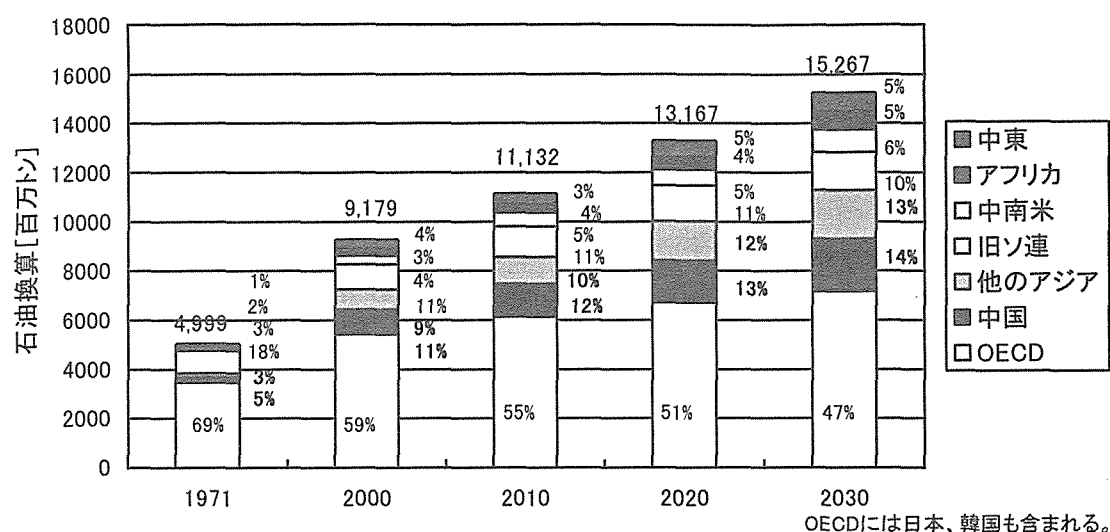


図3 世界のエネルギー需要予測

出典：World Energy Outlook, 2002, IEA

化石燃料の資源分布は、地政学的にみて大きな隔たりがある。石油は、中東という一地域に確認埋蔵量の65%が埋蔵している。表4は、石油、天然ガス、石炭の確認埋蔵量と人口一人あたり確認埋蔵量を地域別に示したものである。表から、石油は中東地域に、天然ガスは旧ソ連・東欧と中東地域に、そして石炭はアジア・オーストラリア、北アメリカ、それに旧ソ連・東欧地域に確認埋蔵量の約3分の2を埋蔵していることがわかる。

表4 地域別にみた化石燃料の確認埋蔵量

地域	石油		天然ガス		石炭	
	[億バレル]	[バレル/人]	[兆 m ³]	[千 m ³ /人]	[億トン]	[トン/人]
中東	6,836(65.3)	4,273	52.52(35.0)	328	1.9(0.02)	1.2
中南米	952(9.1)	192	6.93(4.6)	14	214(2.2)	43.2
アフリカ	748(7.1)	121	11.16(7.4)	18	614(6.2)	99.0
旧ソ連・東欧	653(6.2)	184	56.70(37.8)	160	2,302(23.4)	648.5
北米	644(6.2)	214	7.33(4.9)	24	2,565(26.1)	852.2
西欧	191(1.8)	38	5.2(3.5)	10	1,220(12.4)	239.7
アジア・オセアニア	440(4.2)	14	10.33(6.9)	3	2,923(29.7)	89.9
世界計	10,464(100)	178	150.19(100)	26	9,842(100)	167.8

()内は割合。 石炭は褐炭も含む。

出典：BP統計(2001年)の2000年埋蔵量とWorld Bankの1998年人口データから作成。

アジア・オセアニア地域における石油と天然ガスの埋蔵量の割合は、それぞれ4.2%と6.9%である。それらを一人あたり埋蔵量にして計算すると、アジア・オセアニア地域は最も資源に恵まれていないことがわかる。石油の一人あたり埋蔵量は、西欧の約3分の1、北米の15分の1、中東の300分の1になる。天然ガス場合はアフリカ、中南米、西欧の約5分の1、北米の8分の1、中東の100分の1にすぎない。世界の埋蔵量の30%をアジア地域で占める石炭（そのうちの3分の1はオーストラリア）についても、一人あたり埋蔵

量でみると西欧の約 3 分の 1、旧ソ連・東欧の 7 分の 1、北米の 10 分の 1 である。アジア・オセアニア地域は、人口一人あたりにした化石燃料の埋蔵量で他の地域と比較すると最も恵まれていない地域になる。

世界はエネルギー需要の増加にともない石油資源が豊富にある中東への石油依存度を高めつつある。特にアジア地域における中東への石油依存度はすでに 5 割を超えており、それは西欧の 3 割、北米の 1 割に比べるとかなり高い数値になっている。資源が乏しいにもかかわらず経済発展と人口増加が著しいアジア地域の中東依存度は、今後さらに高まっていくことが予想される。エネルギーを安定に供給していくにはアジア地域におけるエネルギー安全保障と代替エネルギー開発は不可欠であり、地域的な協力体制を築くなど積極的な対策がアジアの国々に求められている。特にアジア地域は欧米に比べてエネルギー供給の基盤施設の整備が遅れている。表 5 はアジア地域に求められているエネルギー供給の基盤施設を示したものである。

表 5 アジア地域に求められているエネルギー供給基盤整備

	エネルギー供給基盤施設
石油	<ul style="list-style-type: none"> ・製油所の建設 ・輸入原油・石油製品の受入施設 ・緊急時対策としての石油備蓄基地
石炭	<ul style="list-style-type: none"> ・中国における鉄道など石炭輸送網の整備 ・輸入石炭の受入港湾施設 ・環境保全のためのクリーンコール技術開発
天然ガス	<ul style="list-style-type: none"> ・中国やインドなどへの LNG 供給チェーン ・アジア地域の広域天然ガス幹線パイプラインの整備 ・各国における天然ガスの基幹パイプラインと末端網の整備
電力供給	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所の新設 ・幹線送電線と末端配電網の整備 ・長期的な視点からの原子力発電と再生可能エネルギーの導入

エネルギー資源論からみた プルトニウム利用の意義

平成15年4月15日

筑波大学 内山洋司

1

エネルギー資源

化石燃料

原子力

再生可能エネルギー

2

回転機械の運動エネルギーと理論出力

$$(\text{運動エネルギー}) = (\text{質量}) \times (\text{流速})^2 / 2$$

$$(\text{理論出力}) = (\text{密度}) \times (\text{作動面積}) \times (\text{流速})^3 / 2$$

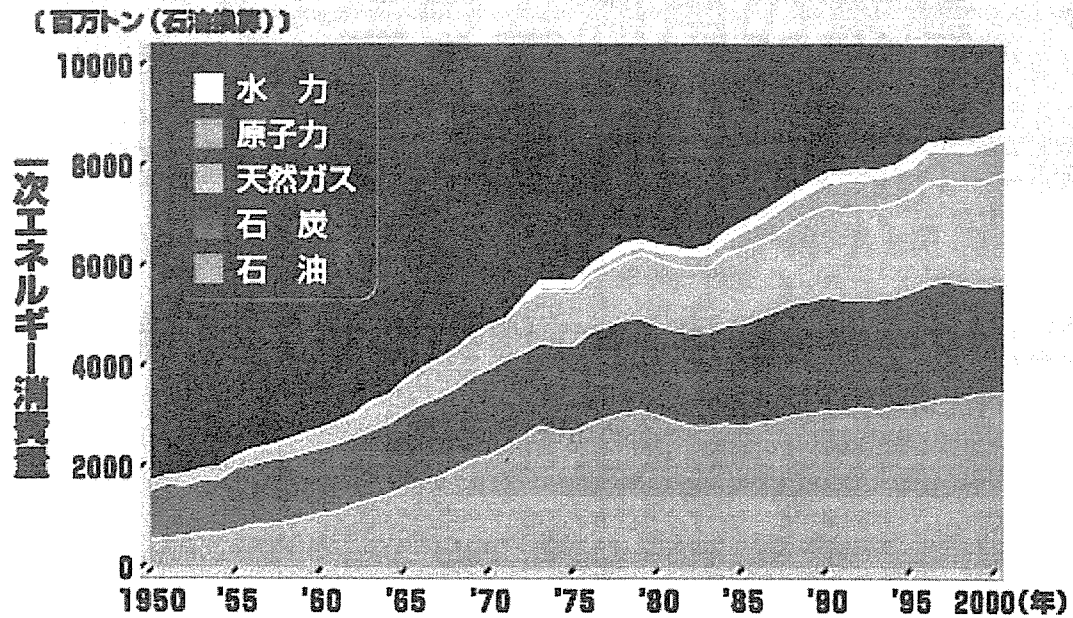
3

風力、水力、蒸気による理論出力の違い

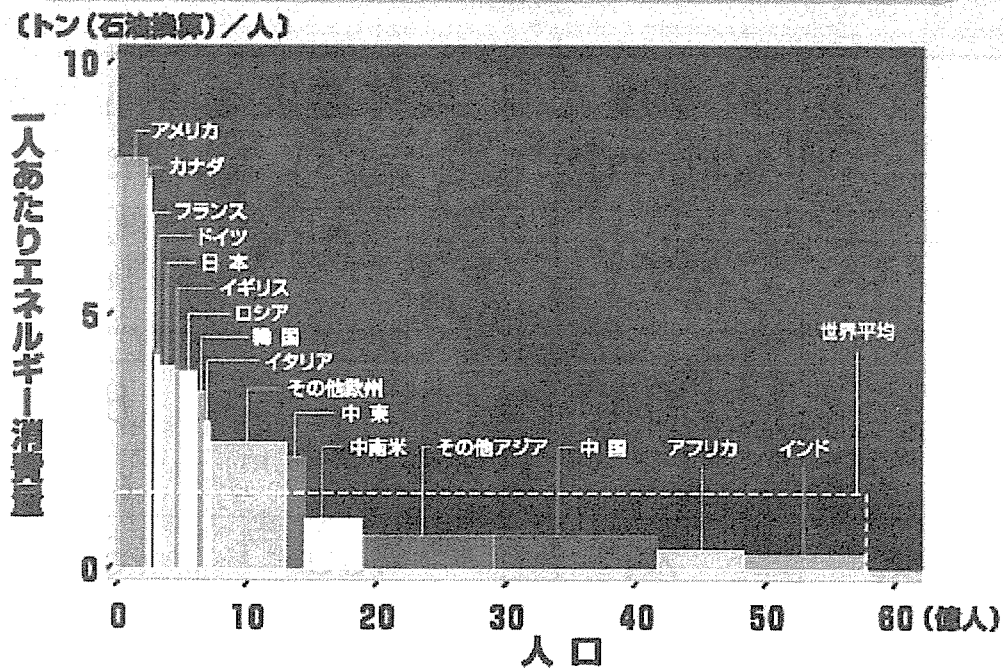
	密度 [kg/m ³]	流体速度 [m/s]	単位面積あたり出力
風力	1.29	20	1
水力	1,000	44 (有効落差100m)	8,400
水蒸気	74	400	460,000

4

世界の一次エネルギー消費量の推移

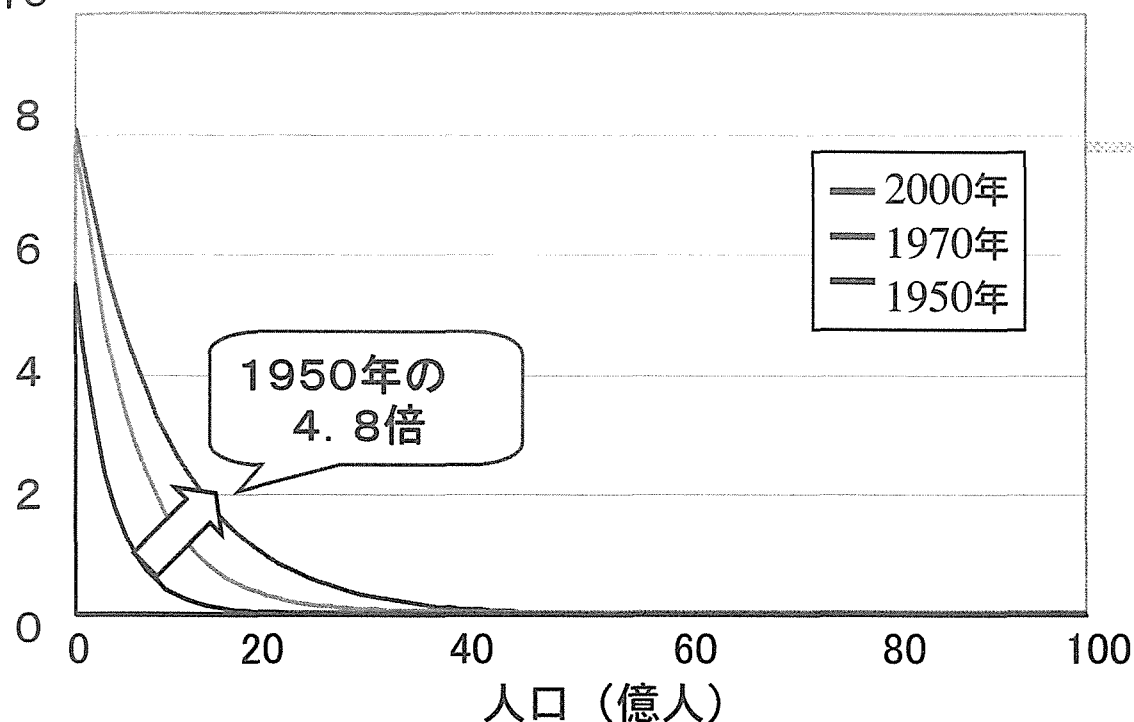


国別・地域別にみた人口と一人あたりのエネルギー消費量



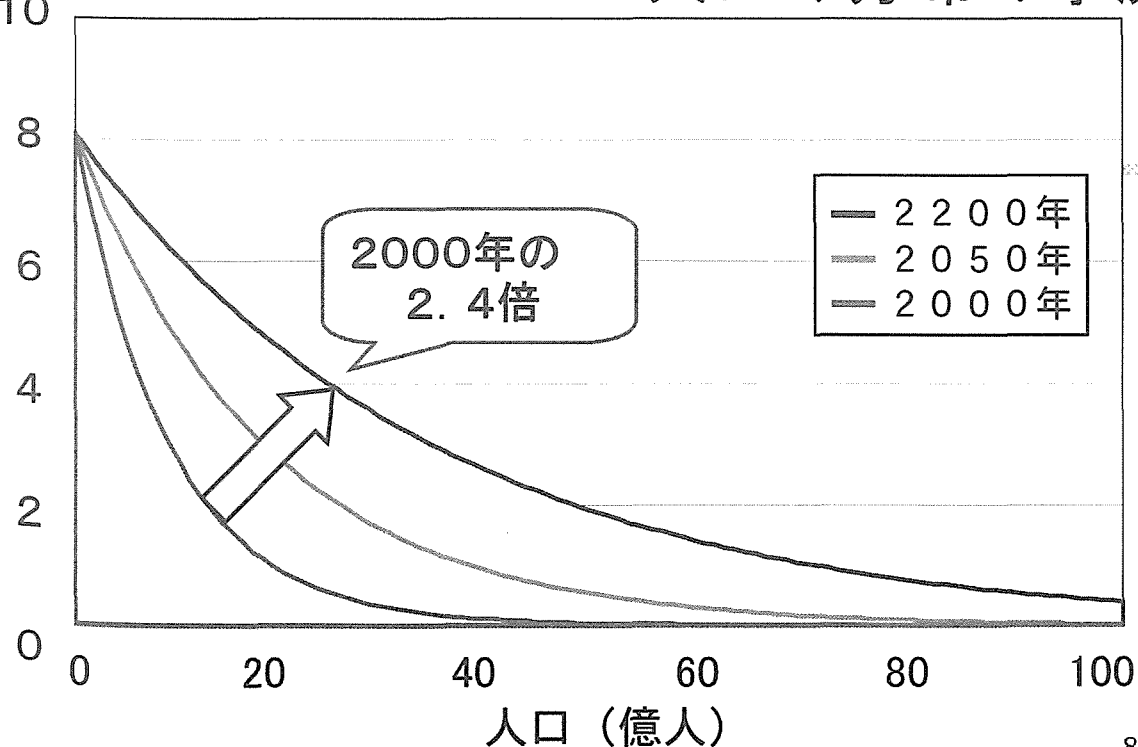
石油換算
(トン/人)
10

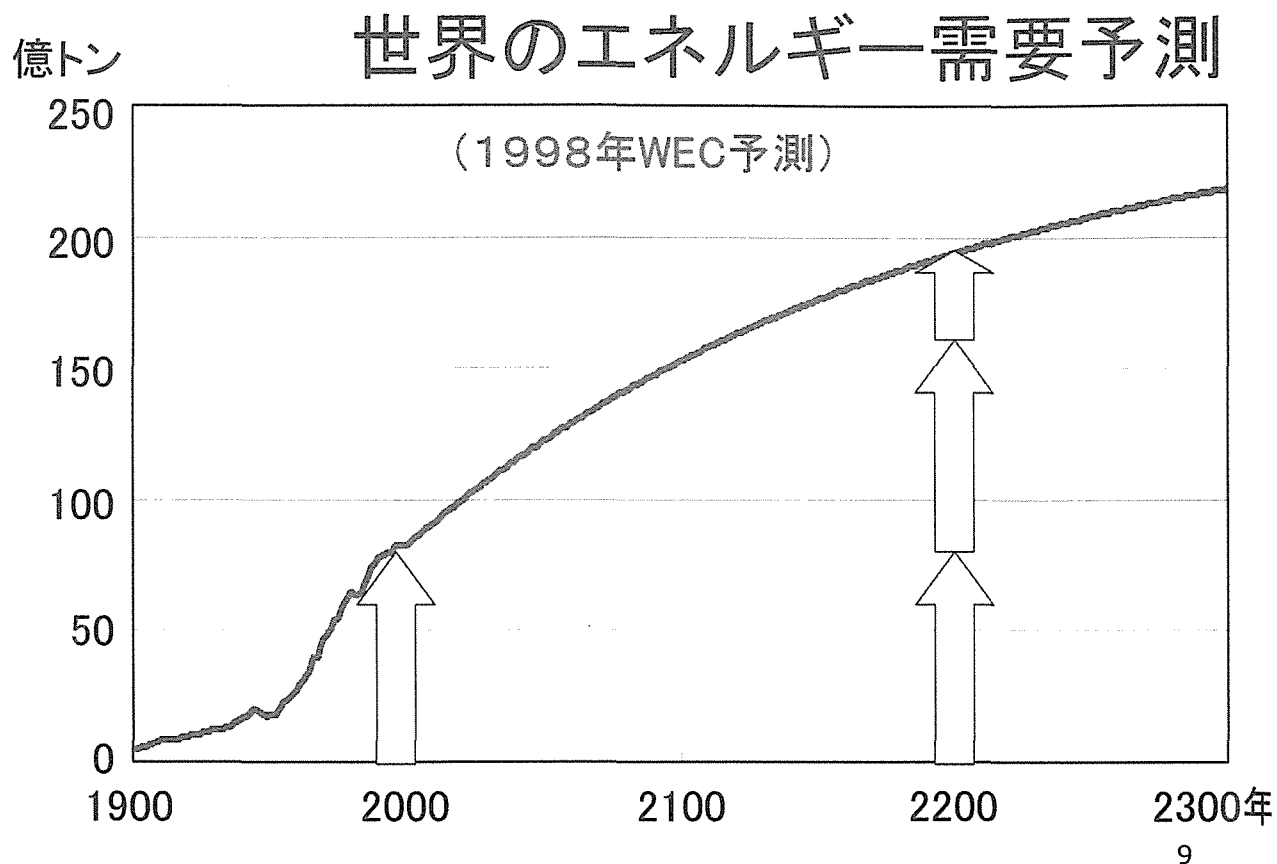
一人当たりエネルギー消費量と 人口の推移



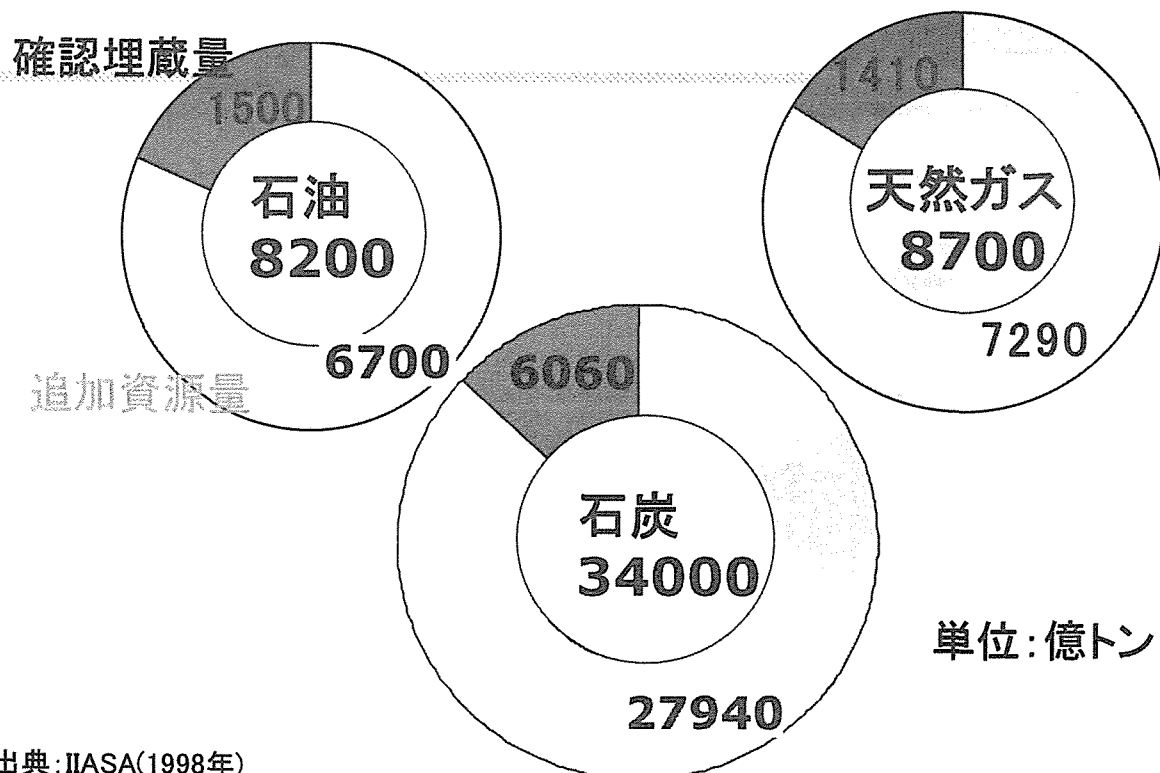
石油換算
(トン/人)
10

一人当たりエネルギー消費量と 人口の分布の予測



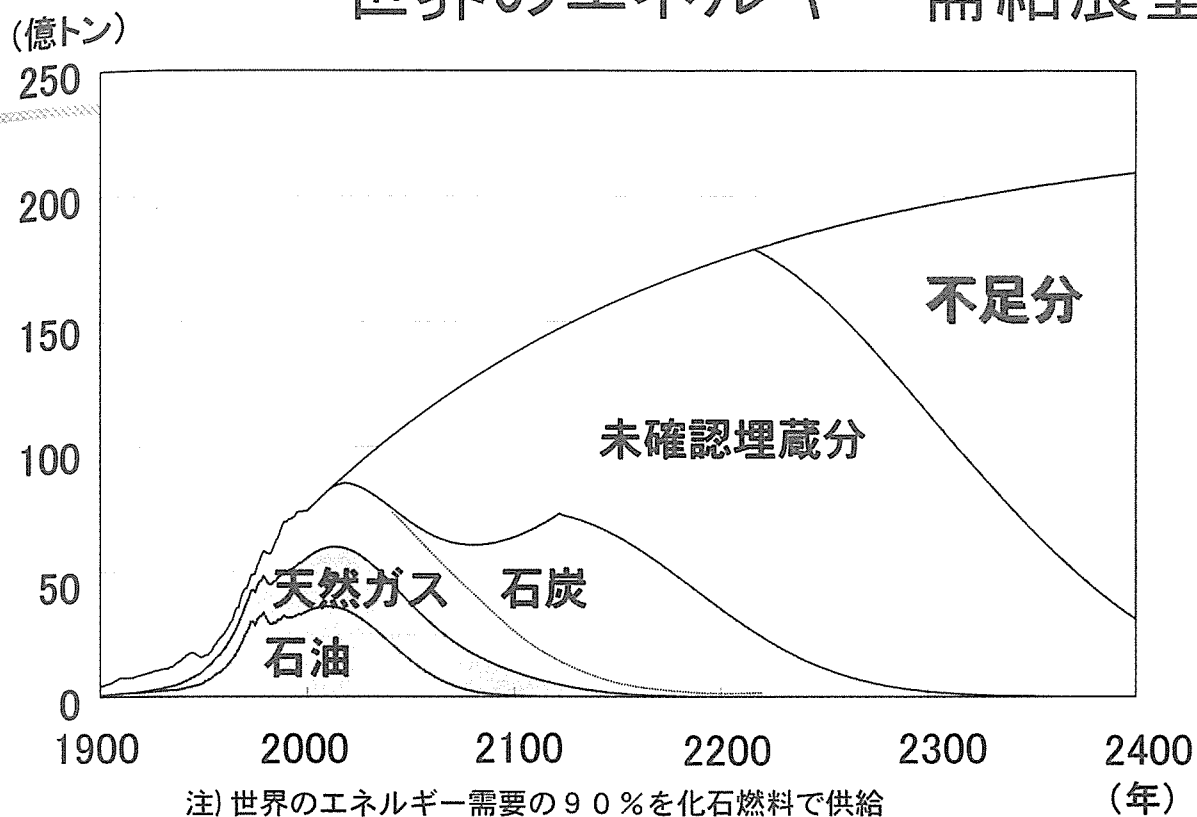


確認埋蔵量と資源量



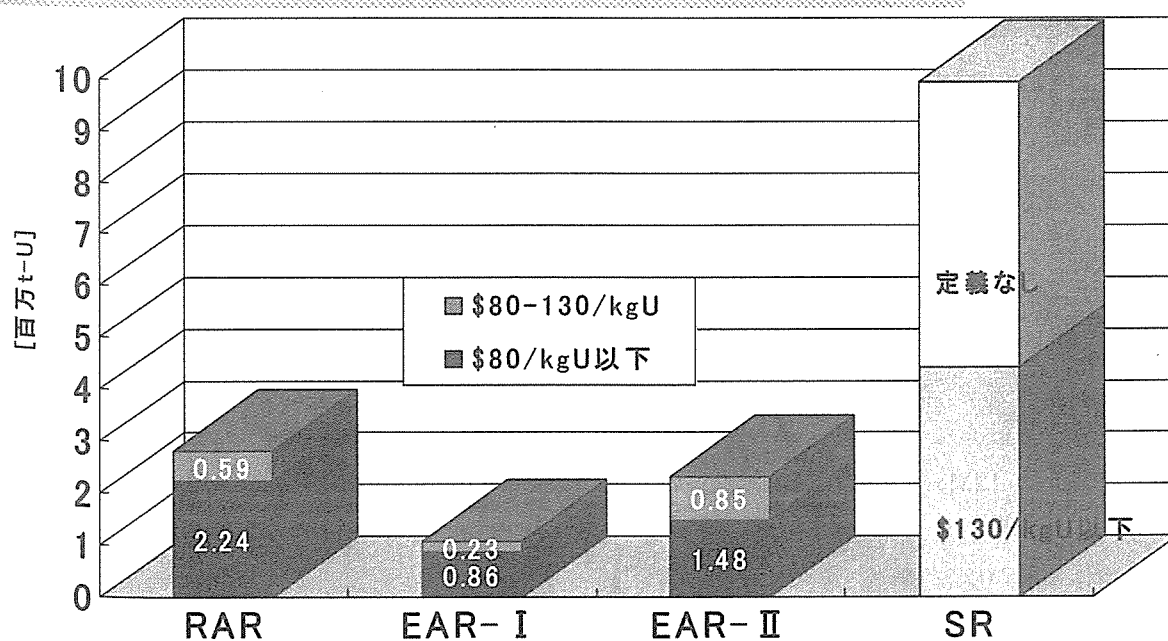
出典: IIASA(1998年)

世界のエネルギー需給展望



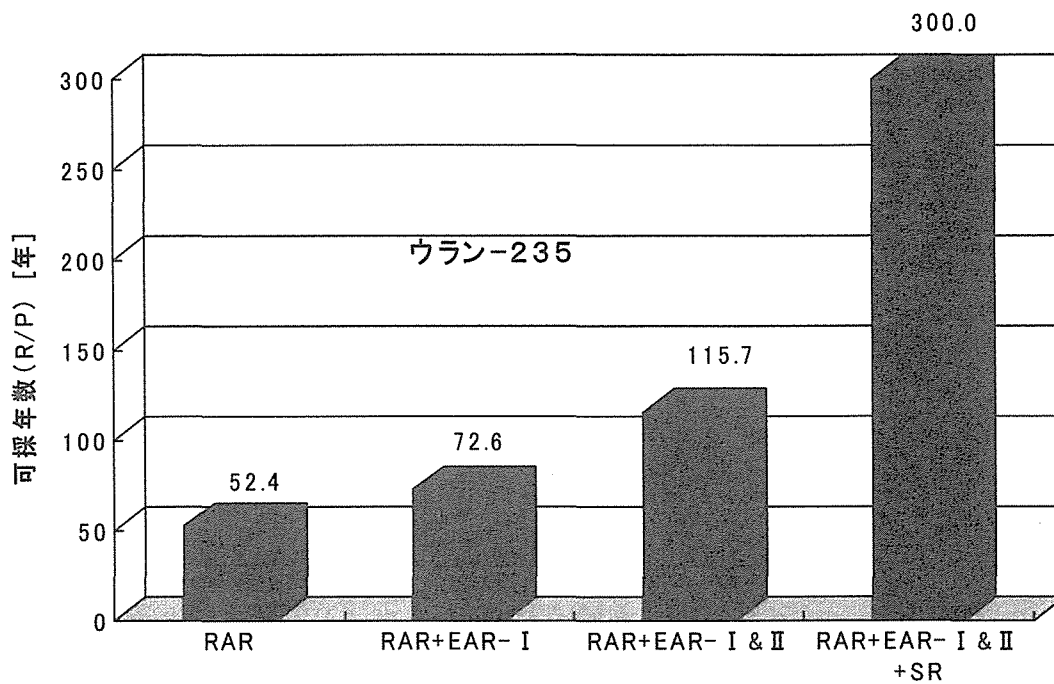
11

ウランの資源量(16.2百万t-U)



出典: Uranium 2001, OECD2002

ウランの可採年数



13

ポートフォリオ理論による 化石燃料の供給変動分析

$$VaR = \sum_{k=1}^M x_k^2 \sigma_k^2 + \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^M x_k x_l \sigma_{kl}$$

$$\sigma_{ab} = \frac{\sum_{i=1}^N (q_i - I_0)(q_i - J_0)}{N-1}$$

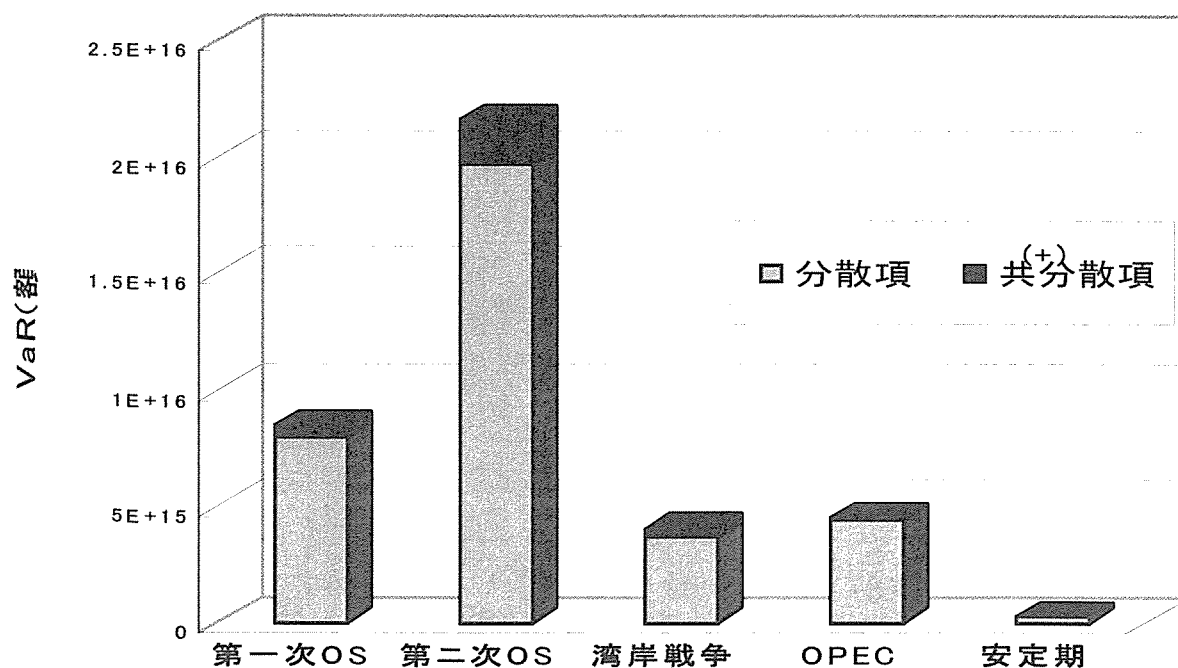
14

過去の石油価格変動期

- ①第一次石油危機: 1973.10 ~ 1975.9
- ②第二次石油危機: 1979. 2 ~ 1981.1
- ③湾岸戦争: 1990. 8 ~ 1992.7
- ④OPEC生産調整: 1999. 3 ~ 2001.2
- (参考) 価格安定期: 1993. 9 ~ 1995.8

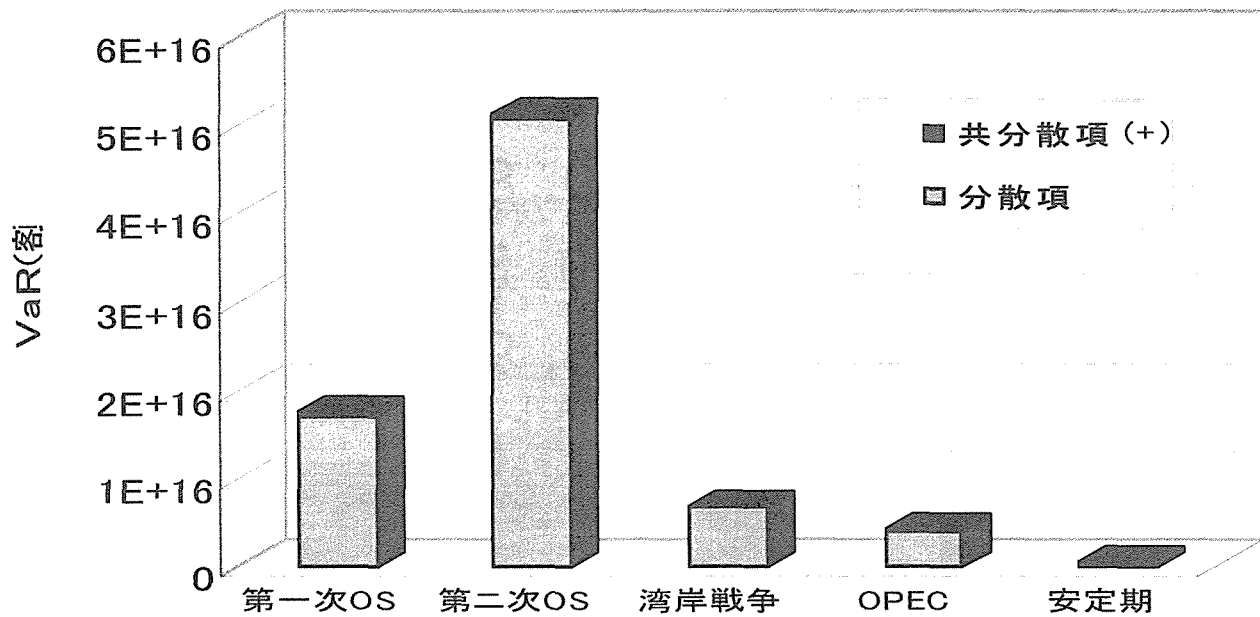
15

原油輸入額のポートフォリオ分散



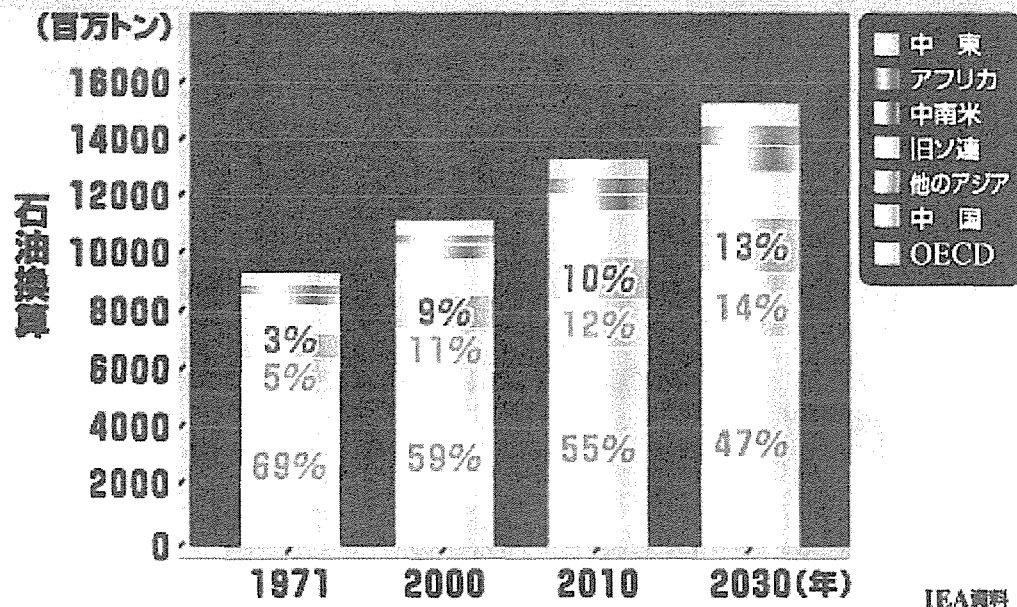
16

化石燃料輸入額のポートフォリオ分散



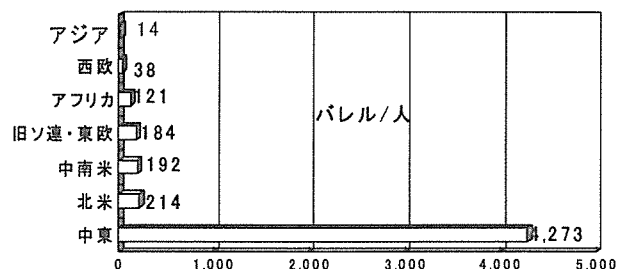
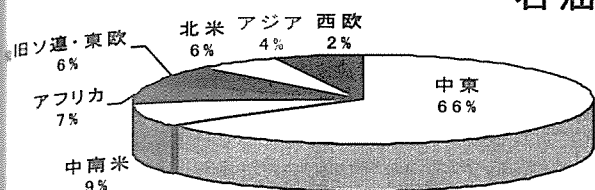
17

世界のエネルギー需要予測

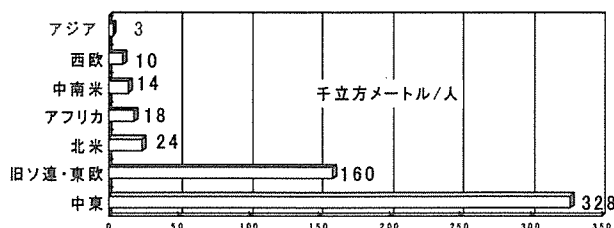
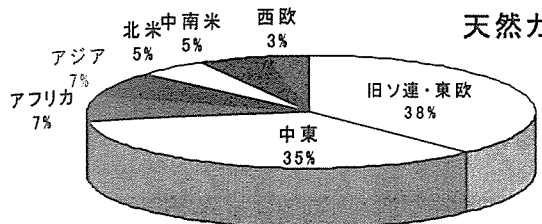


地域別に見た化石燃料の確認埋蔵量

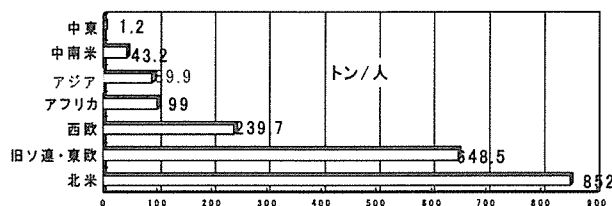
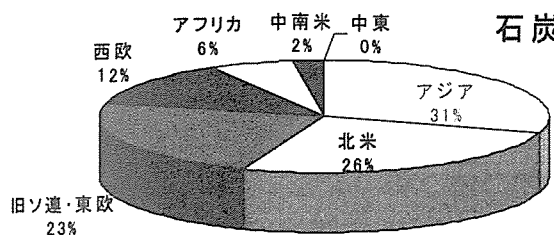
石油



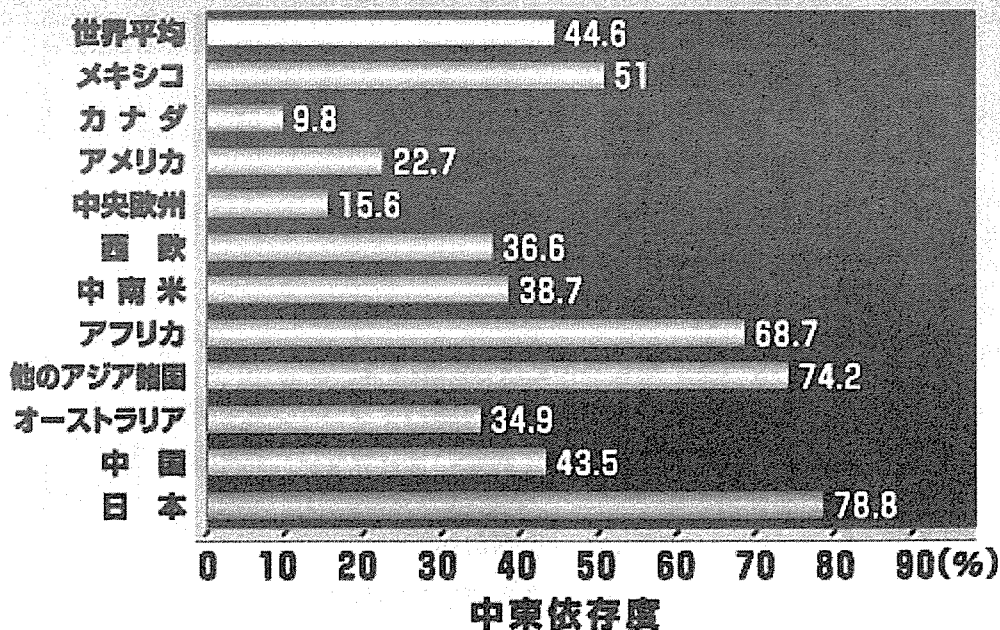
天然ガス



石炭



国・地域別に見た石油の中東依存度



アジア地域のエネルギー問題

増大するエネルギー需要

(経済発展と人口増加, 中国のオリンピック景気)

難しい省エネルギー(都市化、豊かさ、快適さの追求)

不透明な中東情勢(不安定になる石油供給)

人口に対する化石燃料資源が乏しいアジア地域

巨額な資金を要する天然ガス利用

石炭利用による環境問題

厳しさが増す地球温暖化対策

21

アジア地域に求められているエネルギー供給基盤整備

エネルギー供給基盤施設	
石油	製油所の建設 輸入原油・石油製品の受入施設 緊急時対策としての石油備蓄基地
石炭	中国における鉄道など石炭輸送網の整備 輸入石炭の受入港湾施設 環境保全のためのクリーンコール技術開発
天然ガス	中国やインドなどへのLNG供給チェーン アジア地域の広域天然ガス幹線パイプラインの整備 各国における天然ガスの基幹パイプラインと末端網の整備
電力供給	発電所の新設 幹線送電線と末端配電網の整備 長期的な視点からの原子力発電と再生可能エネルギーの導入

アジア地域における原子力の役割と課題

〔役割〕

- 脆弱なエネルギー供給構造からの脱却
- 酸性雨と地球温暖化への対策

〔課題〕

- プルトニウム利用技術の開発
- 放射性廃棄物の処理処分技術の確立
- 核拡散防止に向けた地域協力



新型転換炉「ふげん」

電気出力: 165MW	・建設開始: 1970年12月
熱出力: 557MW	・初臨界: 1978年 3月
減速材: 重水	・運転開始: 1979年 3月
冷却材: 軽水	・運転終了: 2003年 3月
	・総発電量: 218億kWh

(1)

「ふげん」の開発意義

1. ウラン資源の有効利用

核燃料サイクル確立の先兵として、プルトニウム利用技術を実証すること

(濃縮技術を使わない

→ 軽水炉使用済燃料からのプルトニウム利用)

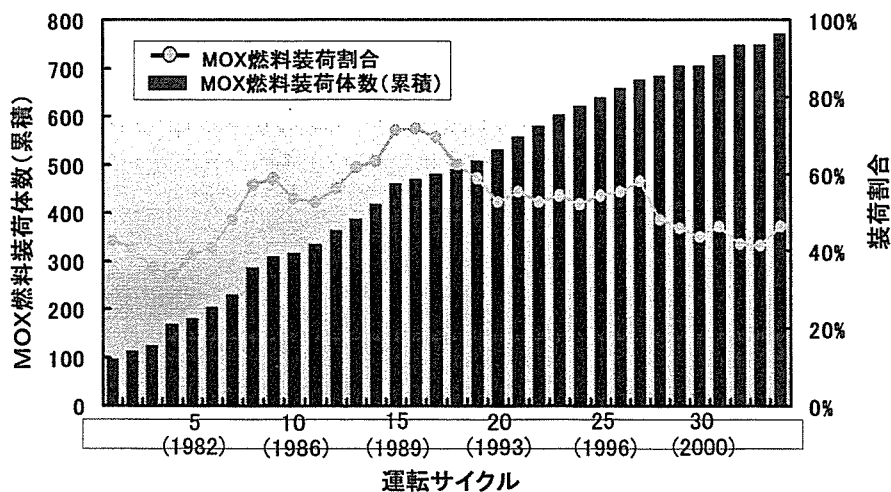
2. 自主技術開発

自主技術で開発することにより、わが国の原子力基盤技術の底上げに寄与するとともに、新型転換炉の技術的成立性を実証すること

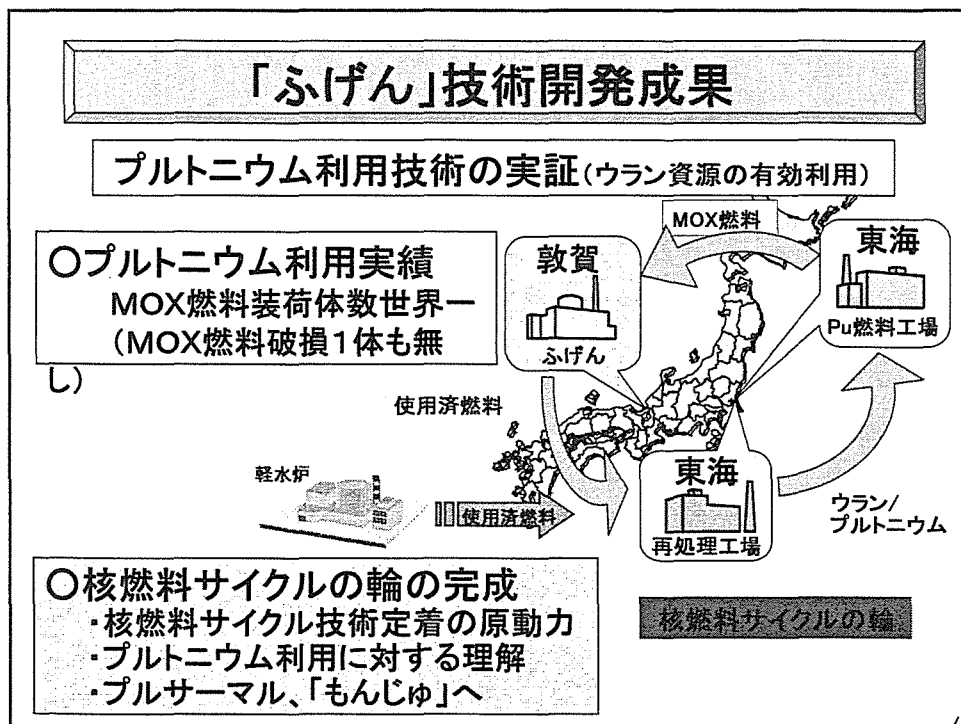
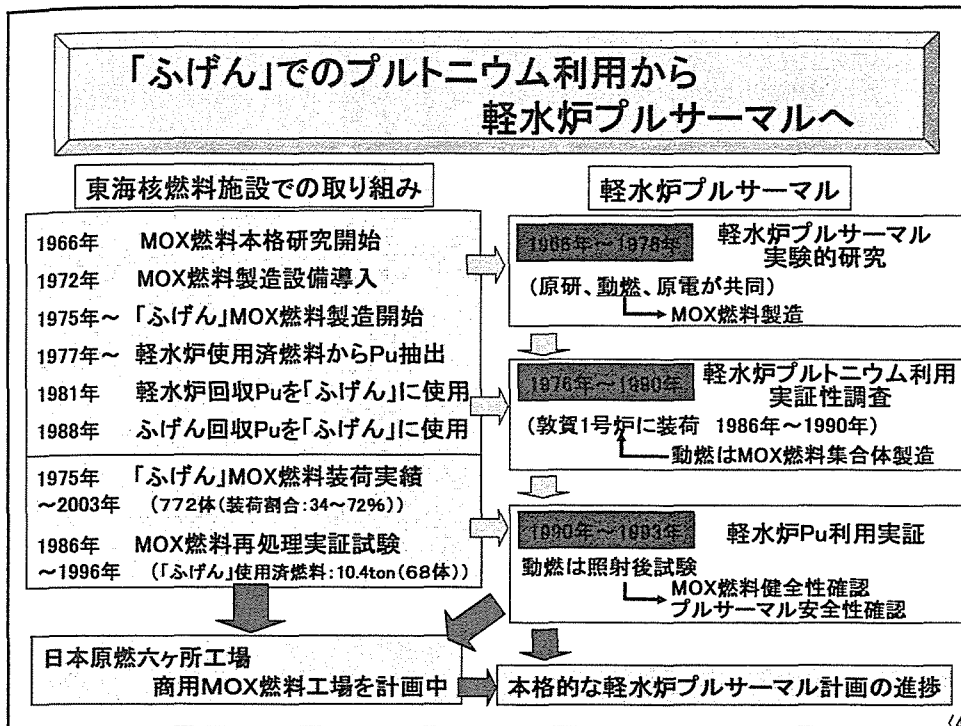
(2)

MOX燃料の利用実績

(装荷体数累積: 772体 装荷割合: 34~72%)



(3)



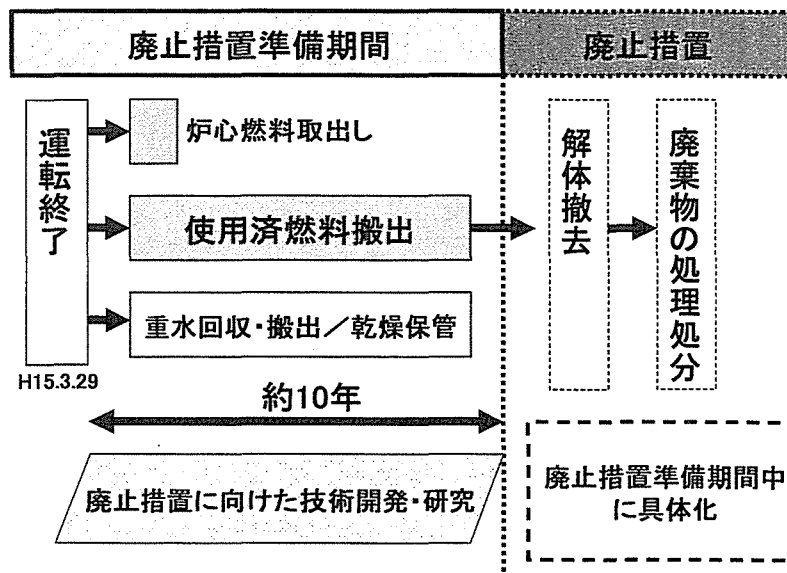
「ふげん」技術開発成果

自主技術開発

- 官民一体での自主開発プロジェクトの雛型を示す。
- 研究開発、主要機器の国産化を通じて試験手法や要素技術を確立。
⇒軽水炉等にも活かされ原子力産業基盤の強化に寄与(特許104件等)
- 運転保修高度化技術開発
材料応力腐食割れ対策、水化学管理技術、計算機利用技術 ⇒軽水炉運転管理技術に貢献
- 良好な運転実績の達成
総発電量:218億kWh
25年間の平均設備利用率:約62%
⇒ATR型炉の技術的成立性の実証

(6)

「ふげん」の今後の予定

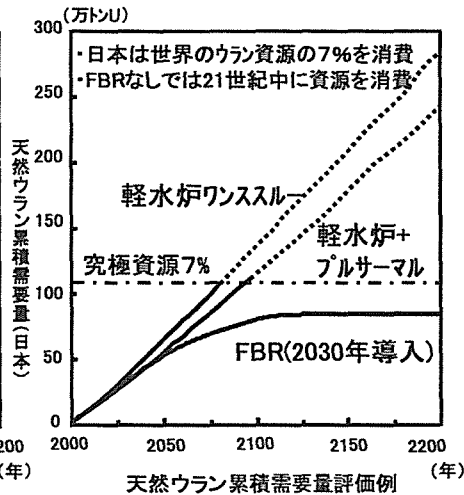
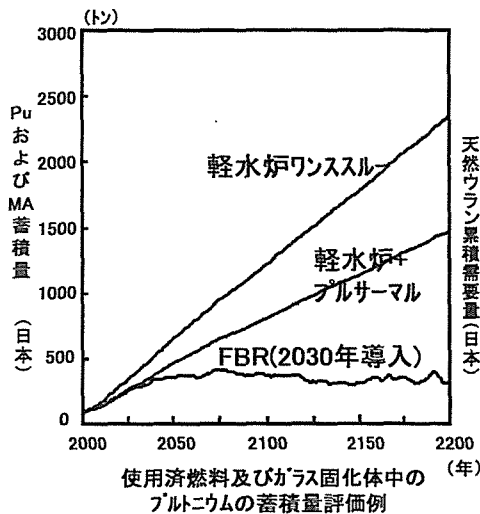


(7)

高速増殖炉開発の狙い(その1)

高速炉ではプルトニウムやマイナーアクチノイドを燃焼させ、資源として消費

高速増殖炉導入により将来的に海外からのウランの輸入が不要(エネルギーの自立へ)

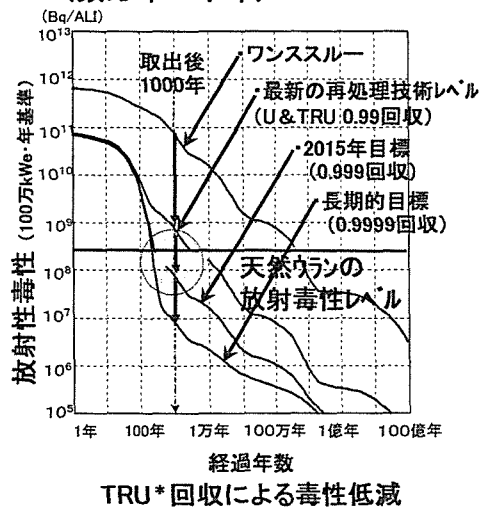
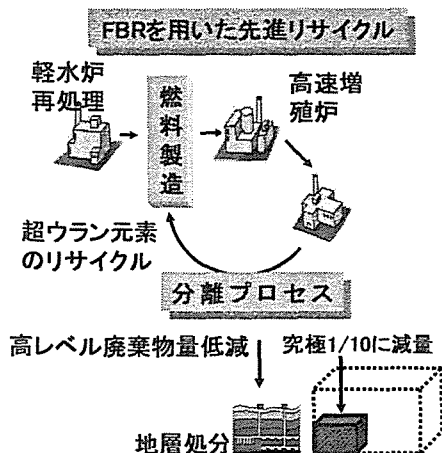


(8)

高速増殖炉開発の狙い(その2)

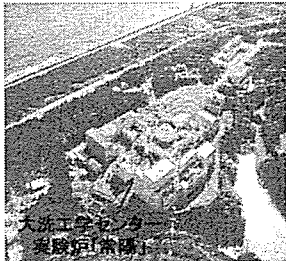
高速炉では超ウラン元素を燃料に組み込みリサイクルすることにより、高レベル廃棄物を大幅に低減可能

長寿命核種の核変換により、地層処分の隔離期間を短縮(数万年⇒千年)



(9)

高速実験炉「常陽」の役割と成果



役割

- ・高速炉の安全性、信頼性の実証
- ・燃料・材料等の照射データの取得
- ・「もんじゅ」許認可データ取得

運転実績

・初臨界	1977年(昭52)		
・熱出力	第1段階	第2段階	第3段階
	50~75MW	100MW	140MW
	(1977~81)	(1982~2000)	(2003~)

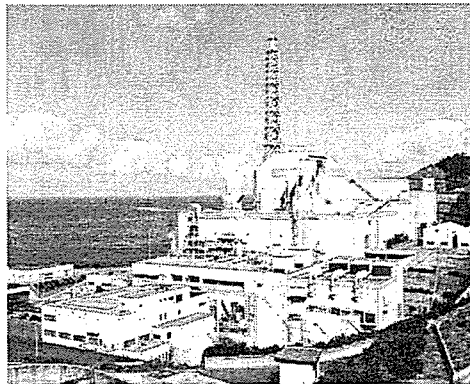
主要成果

- ◆高速炉の安全・安定な運転(累積6万1,000時間)
- ◆燃料・材料の照射を「もんじゅ」に先行して実施
 - ー燃料ピン照射実績:約5万本
 - ー最高燃焼度(ピン平均値):約 144 GWd/t(「もんじゅ」10年後の計画)
- ◆増殖性等の性能確認
- ◆「常陽」使用済燃料からの回収Puをリサイクルし照射
- ◆ナトリウム取扱技術の向上
- ◆安全研究の実施(ポンプ駆動なし自然循環試験、燃料破損模擬試験等)

(10)

高速増殖原型炉もんじゅ

- ・電気出力: 280 MW
- ・冷却材: ナトリウム
- ・燃料: MOX燃料



1983年 5月 国による
(昭和58年) 原子炉設置許可

1985年10月 着工

1994年 4月 初臨界

1995年 8月 初送電

10月 40%出力到達

12月 ナトリウム漏えい事故



安全総点検



2001年 6月 設置変更許可申請

2002年12月 設置変更許可

今後

改造工事(安全協定に基づく地元了解)



運転再開を目指す

(11)

「もんじゅ」開発のこれまでの成果

◇もんじゅ」設計・建設・試運転(40%出力試験まで)

- ◆初臨界(1994年)
- ◆初発電(1995年)
- ◆原子炉運転:約4400時間、発電量:約10万MWh
- ◆MOX燃料製造:285体
- ◆総合機能試験の実施(FBR特有240項目試験、約1700トンのNa取扱等)
- ◆性能試験の実施(142項目のうち、51項目実施)
- ◆安全余裕の評価
(40%出力試験データ(温度や作動特性等)に基づく解析により定量評価)

◇国際協力

- ◆海外研究開発機関との共同研究(米、仏、英、独など)
- ◆国際特別研究員参加による活動(これまで27人受け入れ)
- ◆国際会議等の開催(敦賀国際エネルギーフォーラム、WANO会合等)

◇技術成果

- ◆成果報告書:約2200件、解析コード:約30件、特許:約300件

(12)

「もんじゅ」訴訟の歩み

行政訴訟

(国を相手どった
設置許可無効請求訴訟)

提訴(福井地裁)【1985年(昭60)9月】

原告適格認定

実体審理(福井地裁)【1992年11月～1999年4月】

福井地裁判決【2000年(平12)3月】
～被告(行政庁)勝訴～

名古屋高裁金沢支部控訴/実体審理
【2000年11～2002年4】

名古屋高裁金沢支部判決
【2003年(平15)1. 27】

上告受理申し立て【2003年1. 31】
理由書提出【2003年3. 27】

民事訴訟

(動燃(サイクル機構)を相手どった
建設・運転差止請求訴訟)

福井地裁判決【2000年(平12)3月】
～被告(サイクル機構)勝訴～

名古屋高裁金沢支部控訴/実体審理
【2000年11～2003年3】

原告から訴訟取下げ申し入れ
【2003年(平15)3. 12】

訴訟取下げ同意【2003年3. 24】

もんじゅの歩み

もんじゅ設置許可
【1983年(昭58)5月】

本格工事着工
【1985年(昭60)10月】

初臨界【1994年(平6)4月】

40%出力達成
【1995年(平7)10月】

ナトリウム漏えい事故
【1995年(平7)12月】

設置変更許可申請
【2001年(平13)6月】

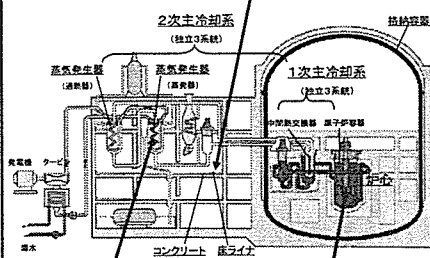
設置変更許可
【2002年(平14)12. 26】

(13)

「もんじゅ」高裁判決の主な技術的争点

【1】床ライナで、漏れたナトリウムとコンクリートの接触を防止できるか？

※床ライナとは、漏えいしたナトリウムが床コンクリートと直接接触することを防止するため、ナトリウム機器等がある部屋の床に設置されている鋼板



【2】蒸気発生器の伝熱管が破損すると影響が炉心に及ぶか？

※高温ラプチャとは、蒸気発生器伝熱管が破損して、ナトリウム・水反応によって生じた高温のために、破損した伝熱管に隣接する健全な伝熱管が破損するメカニズムの一つ

【3】炉心が溶融する事故は現実には起こるか？

影響の拡大について
ナトリウム漏えいや伝熱管破損は早期に検出し、影響の拡大を防止する対策がとられ、また安全確保には多重防護がとられており、判決で述べられているような事故の拡大は科学的根拠のないものです。

【1】床ライナについて(ナトリウムの漏えい)

(判決主旨)
現状設備では、床ライナに貫通孔が生じて漏えいしたナトリウムとコンクリートが直接接触することを、防止できる保証はなく、漏えい事故があると、影響が健全な他の2系統にも及び、炉心溶融が生じる恐れがある。

(サイクル機構の見解)
現状の「もんじゅ」の設備でも、漏えいしたナトリウムによって床ライナに貫通孔は開きません。
なお、床ライナについては、コンクリートとナトリウムとの直接接触を防ぐ、安全上必要な設備であり、設置許可ではその設置が確認されています。また、ナトリウム漏えいが炉心溶融を引き起こすとは技術的に考えられません。

【2】蒸気発生器の伝熱管破損について(ナトリウム・水反応)

(判決主旨)
高温ラプチャが安全審査されておらず、その発生の可能性を排除できない。事故があると影響が他の健全な2系統にも及び可能性があり、反応してできた水素が炉心部まで到達し、炉心崩壊を起こす恐れがある。

(サイクル機構の見解)
サイクル機構では実験等に基づいて高温ラプチャ型破損が生じないことを確認しています。
なお、高温ラプチャについては、伝熱管破損を早期検出し、ナトリウム・水反応を収束させる対策がとられていることから、設置許可では、高温ラプチャを考慮する必要はないものと判断されています。また、伝熱管破損が炉心崩壊を引き起こすとは技術的に考えられません。

【3】仮想的炉心崩壊の考え方について(炉心溶融)

(判決主旨)
炉心崩壊事故は、現実には起こり得るものであり、発生エネルギーの評価を設ければ放射性物質が外部に放出される具体的な危険性を否定できない。
解析で使用しているより大きなエネルギー発生条件で評価すべき。

(サイクル機構の見解)
「炉心崩壊事故」とは、安全装置が働かないという仮定に基づくもので、技術的には起こるとは考えられません。
なお、高速増殖炉の運転実績が僅少であることから、この事故が起こると仮定した評価(科学的に合理性のある範囲で最も厳しい条件)によって、「もんじゅ」の安全余裕(格納容器の健全性)があることが設置許可では確認されています。

(14)

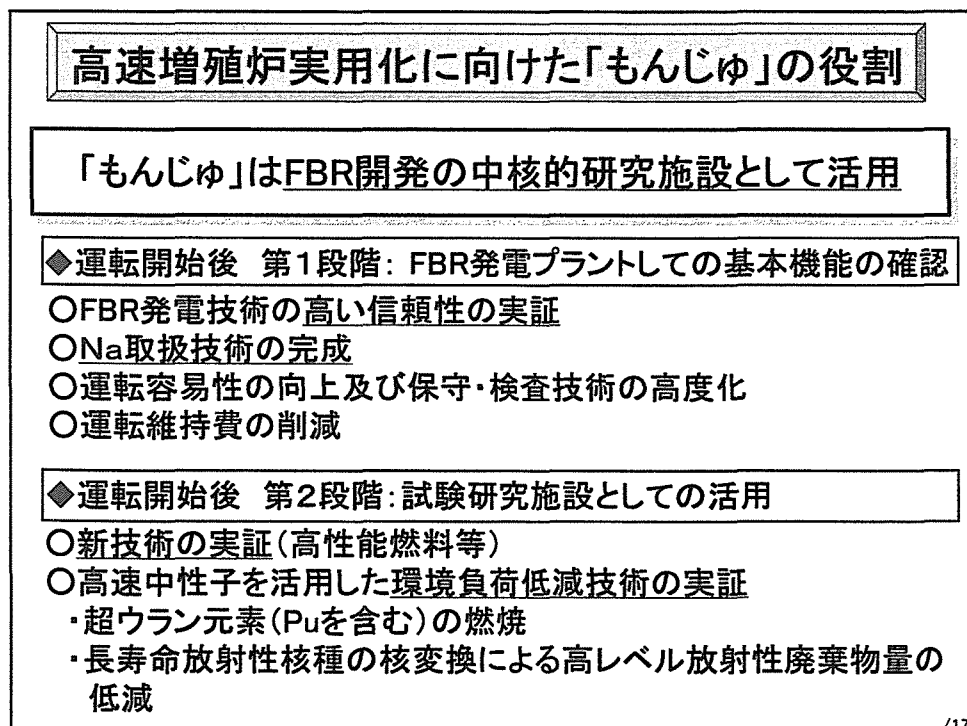
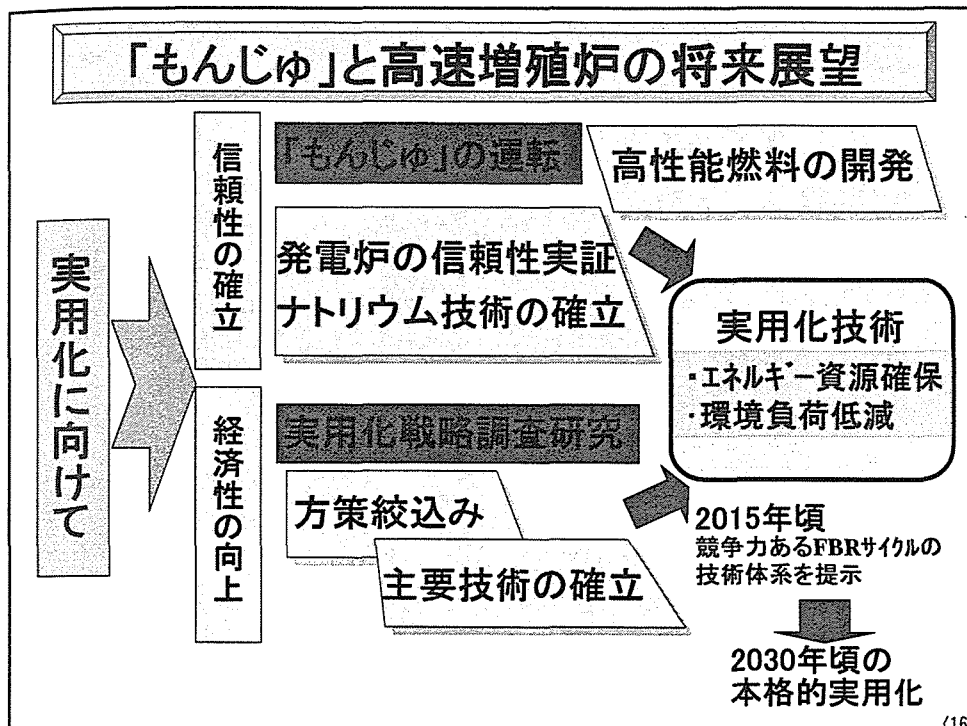
今後の対応方針

○国が最高裁に上訴したことにより、高裁判決は確定したものではありません。従って、もんじゅ設置許可(1983年(昭58)5月27日)と設置変更許可(2002年(平14)12月26日)は有効。

○現場では、プラントの安全な維持管理に努めるとともに、運転再開に向けた活動を継続する。

○信頼性向上の改造工事を地元了解取得の上早期着手できるよう最大限の努力を傾注する。このため、国民ならびに県民の皆様の一層のご理解を得る活動を展開する。

(15)



Japan Atomic Industry Annual Conference

Plenary Session

Progress on an Advanced Nuclear Fuel Cycle in the U.S.

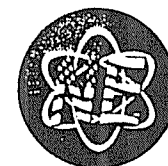
William D. Magwood IV

Director

Office of Nuclear Energy, Science and Technology

U.S. Department of Energy

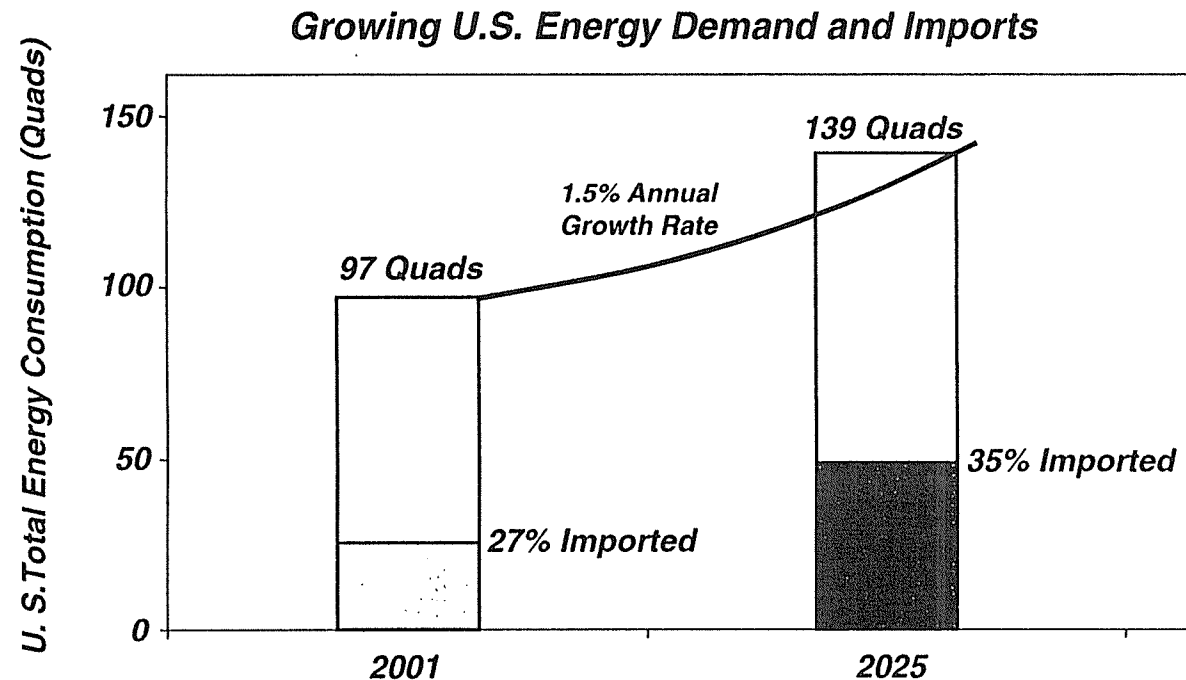
April 15, 2003



Outline

- ***The Need for an Advanced Fuel Cycle in the U.S.***
- ***Generation IV Technology Options***
- ***Program Outlook***

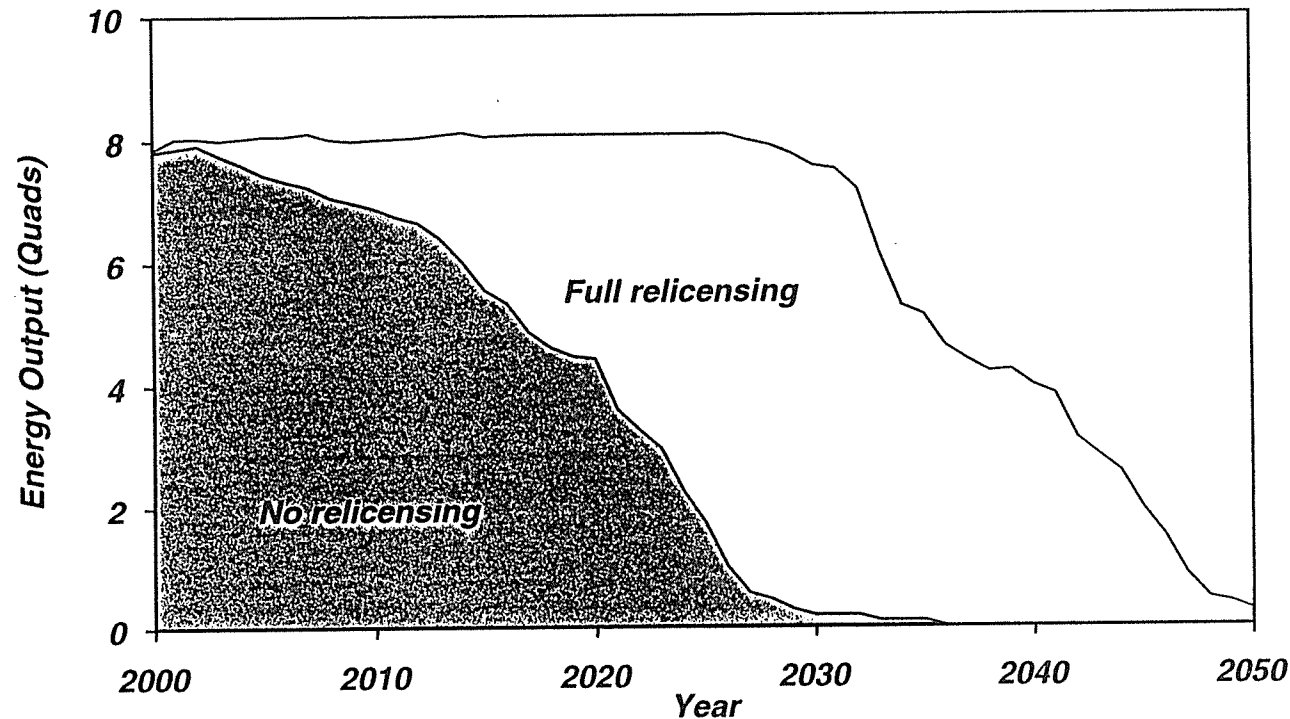
Forecast for Energy Growth



Source: 2003 Annual Energy Outlook

- **Annual outlook is 1.5% growth in U.S. energy to 2025**
- **Most growth is in natural gas and coal**
- **Imports will increase**
- **Nuclear can contribute if deployed in the near-term, but waste will become a major issue for significant growth**

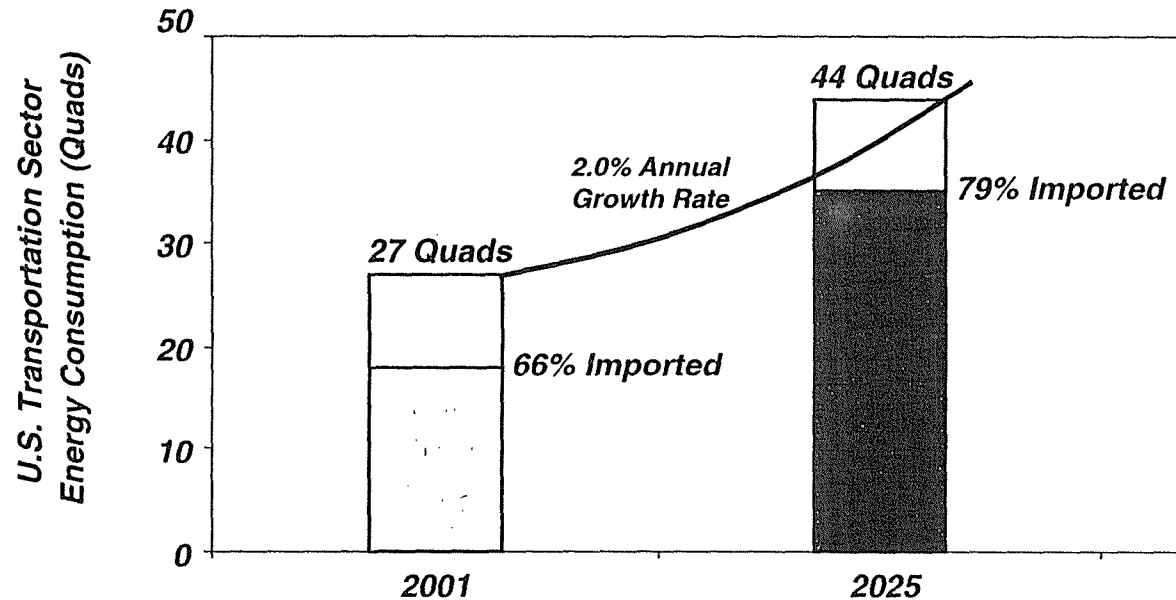
Nuclear Plant Extensions and Retirements



- *Many plants are successfully relicensing*
- *Nuclear growth is dependent upon new plants; ALWRs if they can be competitive in the U.S.*
- *Retirements would accelerate the need for deployment after 2030 to maintain the benefits of an increased share*

Potential for Nuclear in Transportation

Growing U. S. Transportation Sector Energy Demand and Imports



Source: 2003 Annual Energy Outlook

- **Transportation sector growth leads electricity & heating**
- **Outlook is for a disproportionate increase in imports**
- **Increasing dependence on imports clouds the outlook for energy security and stability**
- **Hydrogen can contribute if production-distribution-end use issues can be successfully addressed**

The Nuclear Hydrogen Outlook

- ***President Bush has announced a major hydrogen program***
- ***Long-term, a 30 million t/yr U.S. hydrogen supply would be able to serve one-quarter of our gasoline use***
- ***Nuclear energy required for this would be 225 GWth***

The energy from one pound of nuclear fuel could provide the hydrogen equivalent of 250,000 gallons of gasoline without any carbon emissions.



“Within the scope of today’s technology, nuclear fission is the only viable, clean source of large quantities of energy.”



***– Geoffrey Ballard
Founder, Ballard Power***

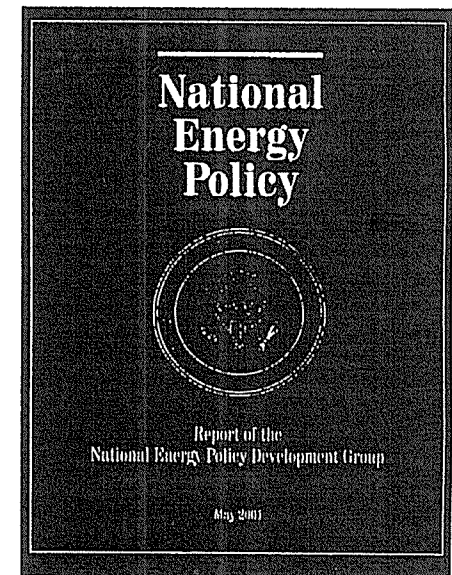
The National Energy Policy Recommends:

“The expansion of nuclear energy in the U.S.”, and to

“Develop the next generation technology – including hydrogen,” and that

“The U.S. should consider technologies...to develop reprocessing and fuel treatment...that are cleaner, more efficient, less waste-intensive, and more proliferation-resistant”

May, 2001



http://energy.gov/HQPress/releases01/maypr/national_energy_policy.pdf

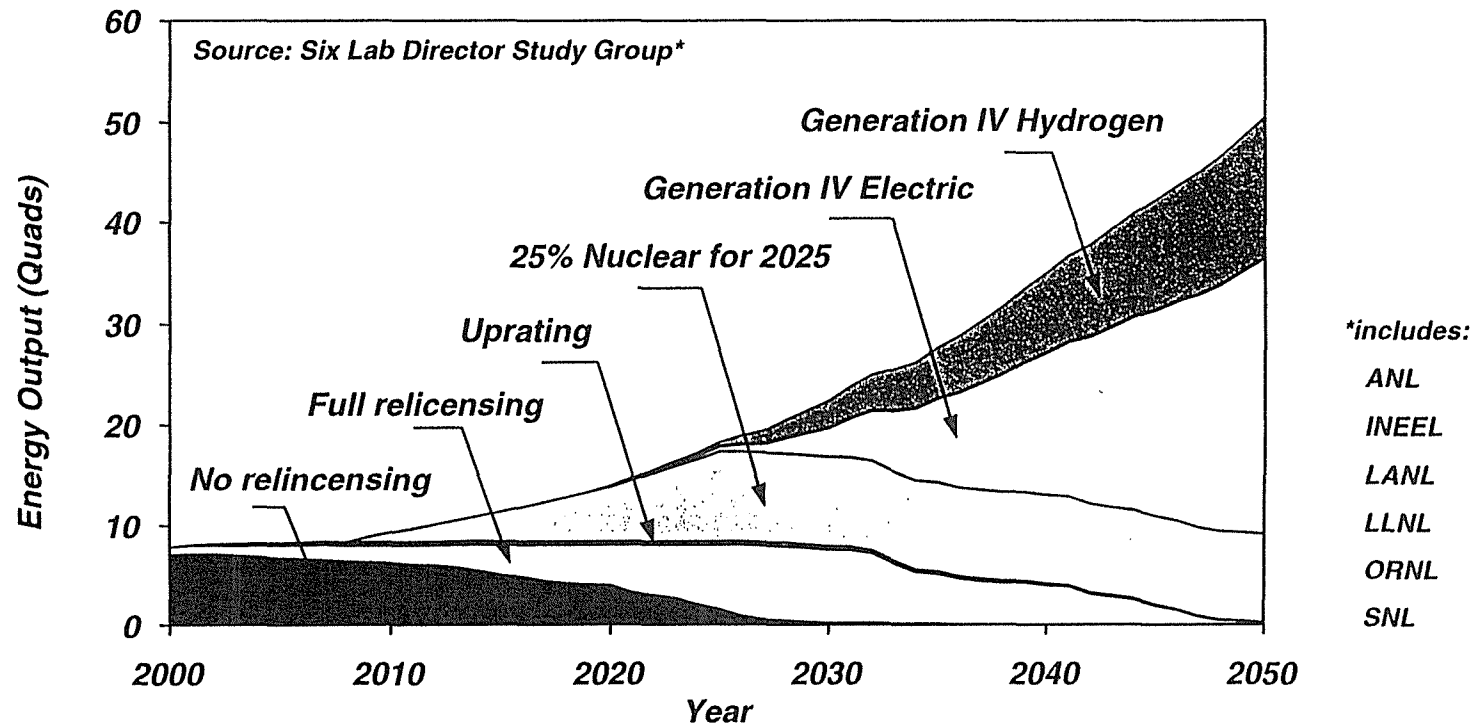


– Vice President Cheney, and the Secretaries of State, Energy, Transportation, Interior, Commerce, Treasury and Agriculture, and heads of EPA and OMB, among others



Expansion of the Nuclear Energy Supply

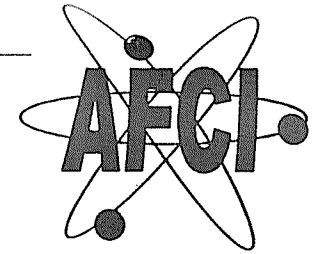
Nuclear Generation Scenarios



By 2050, with robust technology development:

- **50% of U.S. electricity production could be nuclear**
- **25% of U.S. transportation could use hydrogen from nuclear energy**

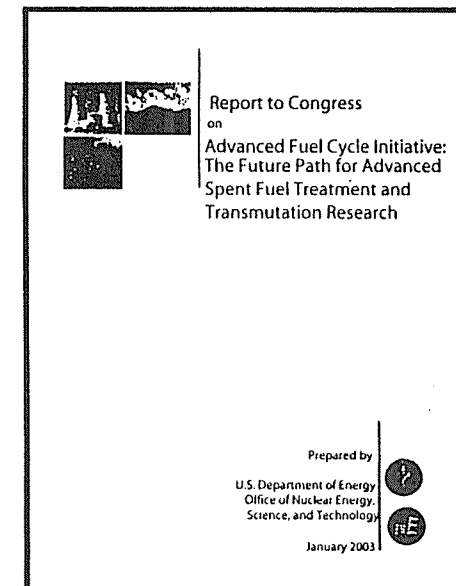
Advanced Fuel Cycle Initiative



The goal of the DOE NE AFCI is to implement fuel cycle technology that:

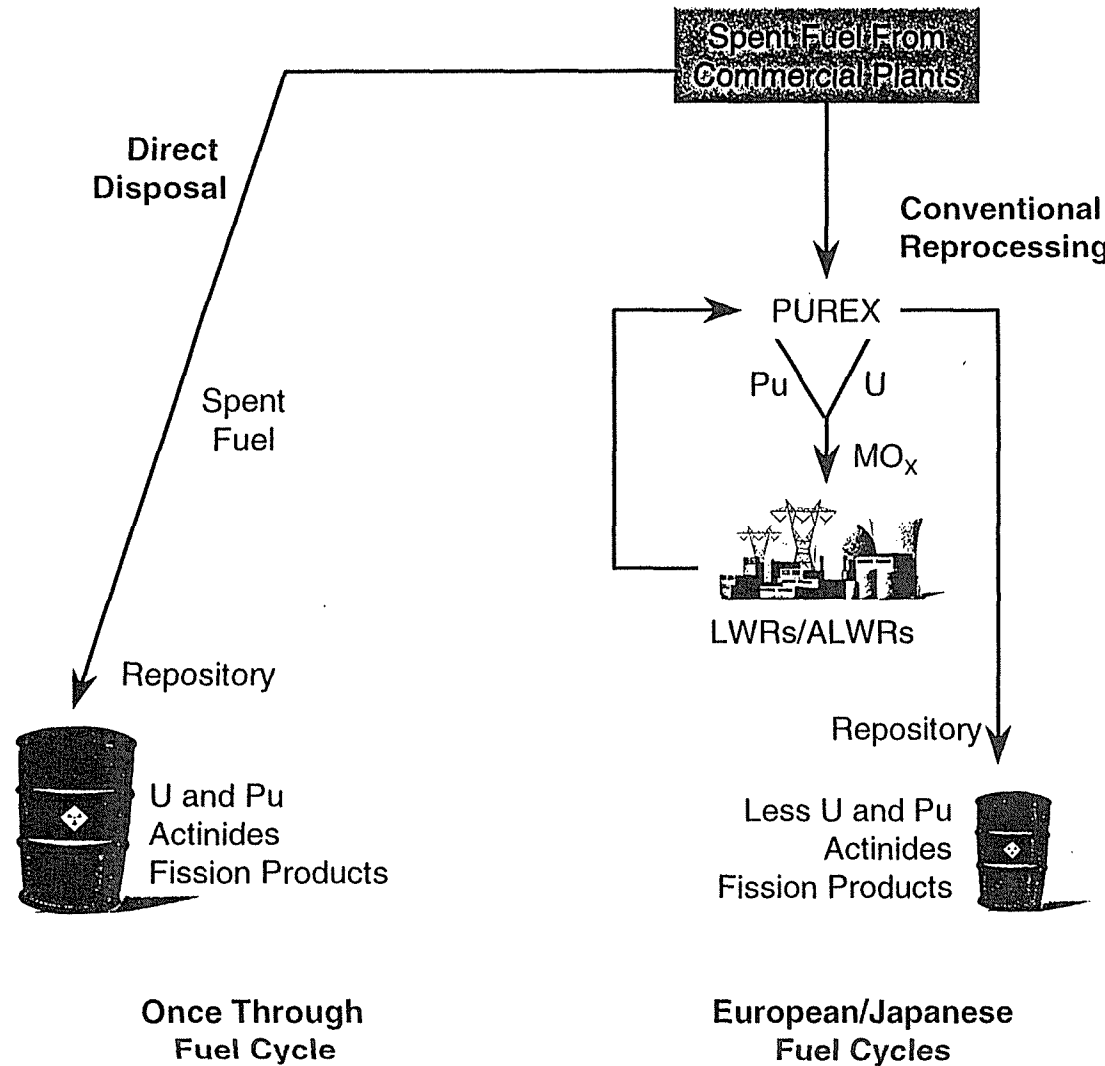
- ***Enables recovery of the energy value from commercial spent nuclear fuel,***
- ***Reduces the cost of geologic disposal of commercial spent nuclear fuel,***
- ***Reduces the inventories of civilian plutonium in the U.S.,***
- ***Reduces the toxicity of high-level nuclear waste bound for geologic disposal, and***
- ***Enables more effective use of the currently proposed geologic repository so that it will serve the needs of the U.S. for the foreseeable future.***

January, 2003



http://www.nuclear.gov/AFCI_RptCong2003.pdf

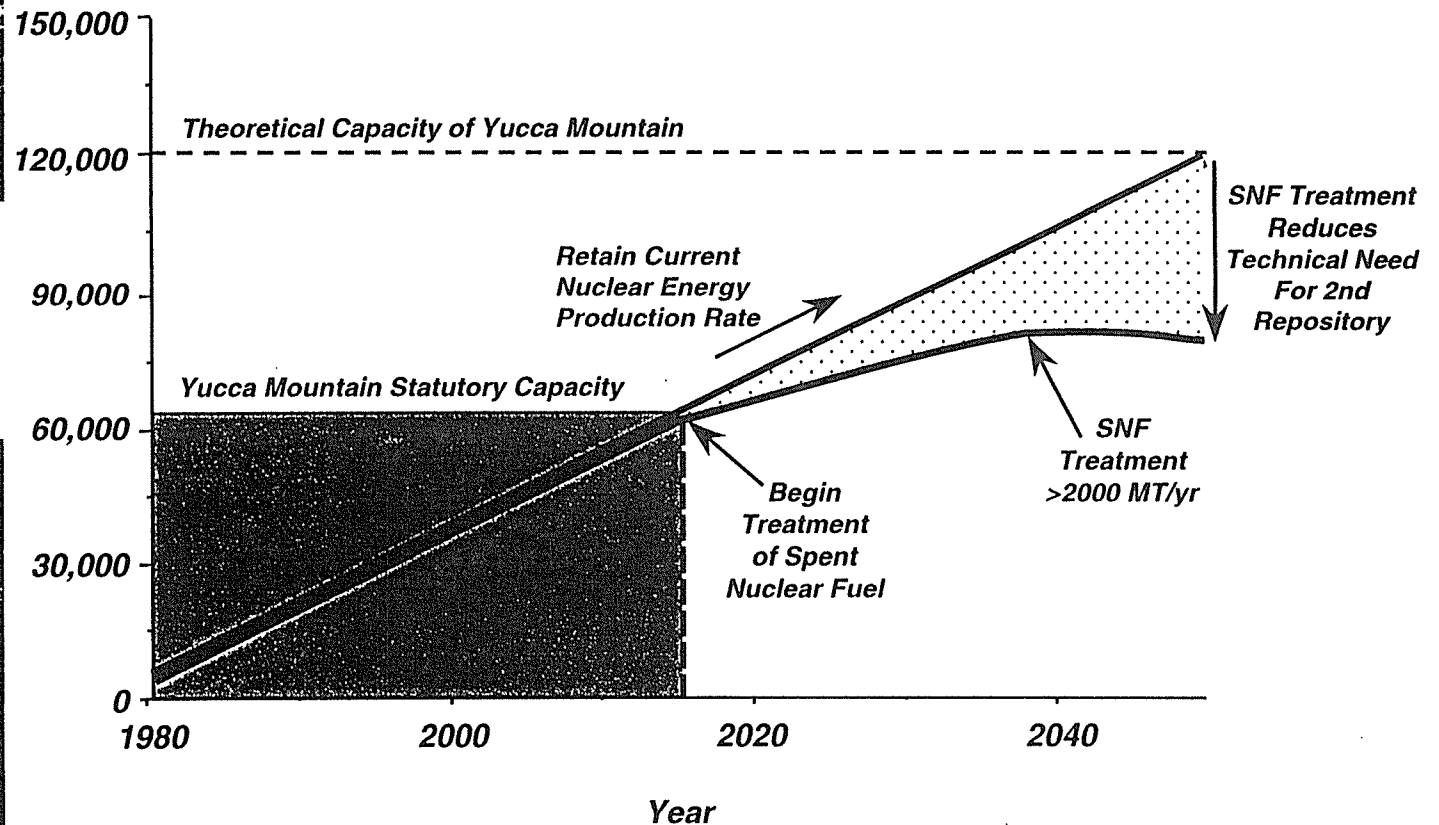
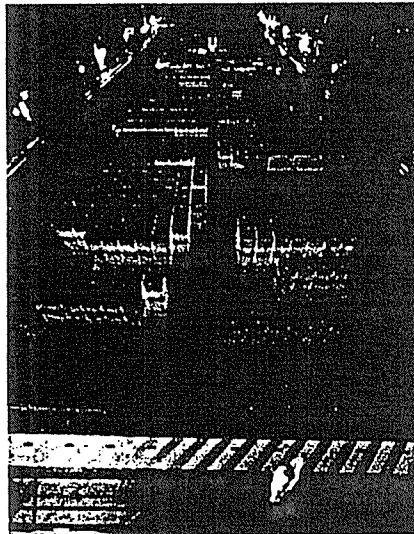
Current World Fuel Cycles



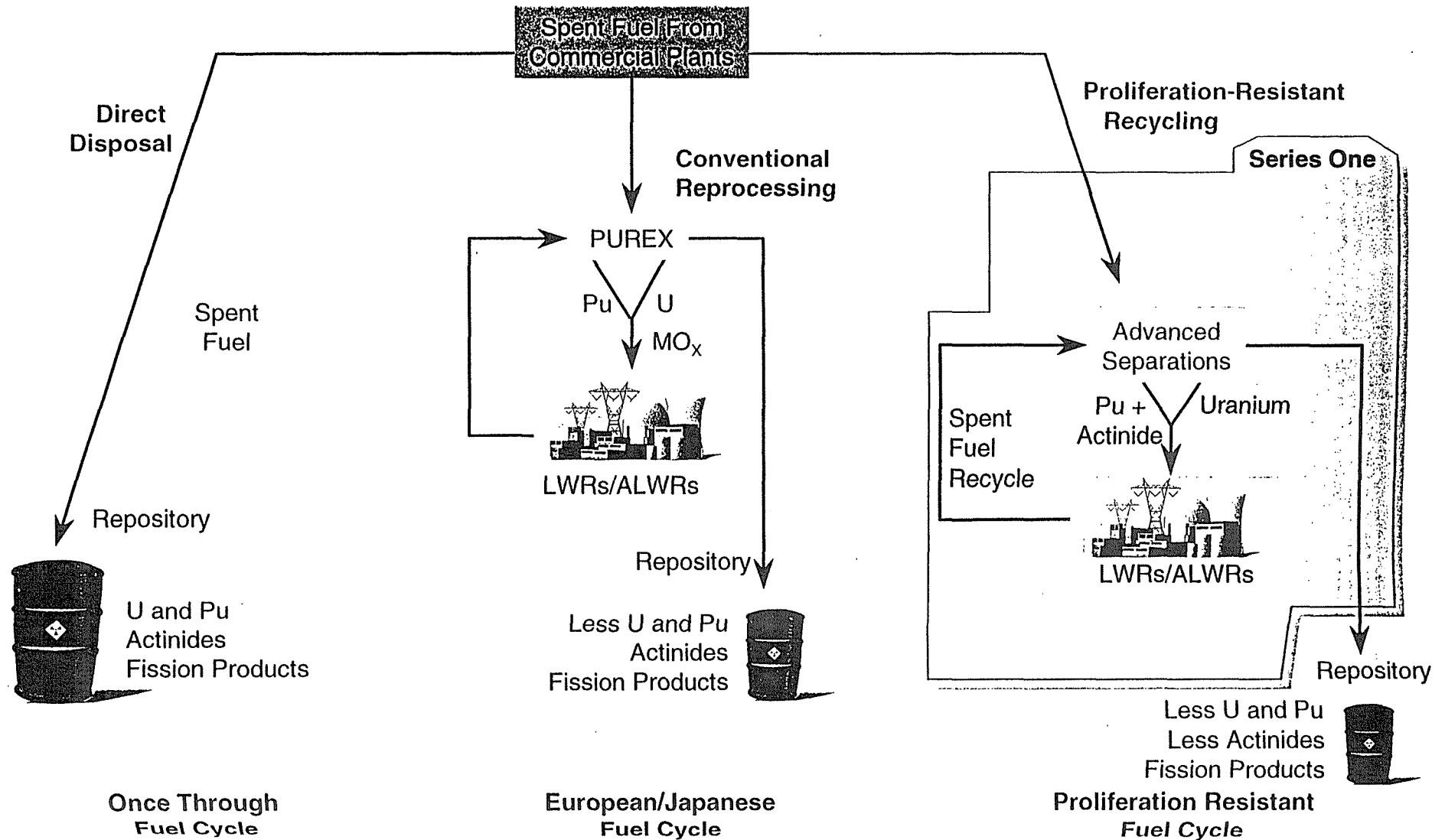
Benefit of Spent Nuclear Fuel Treatment



Cumulative
Civilian High
Level Waste
(MT)

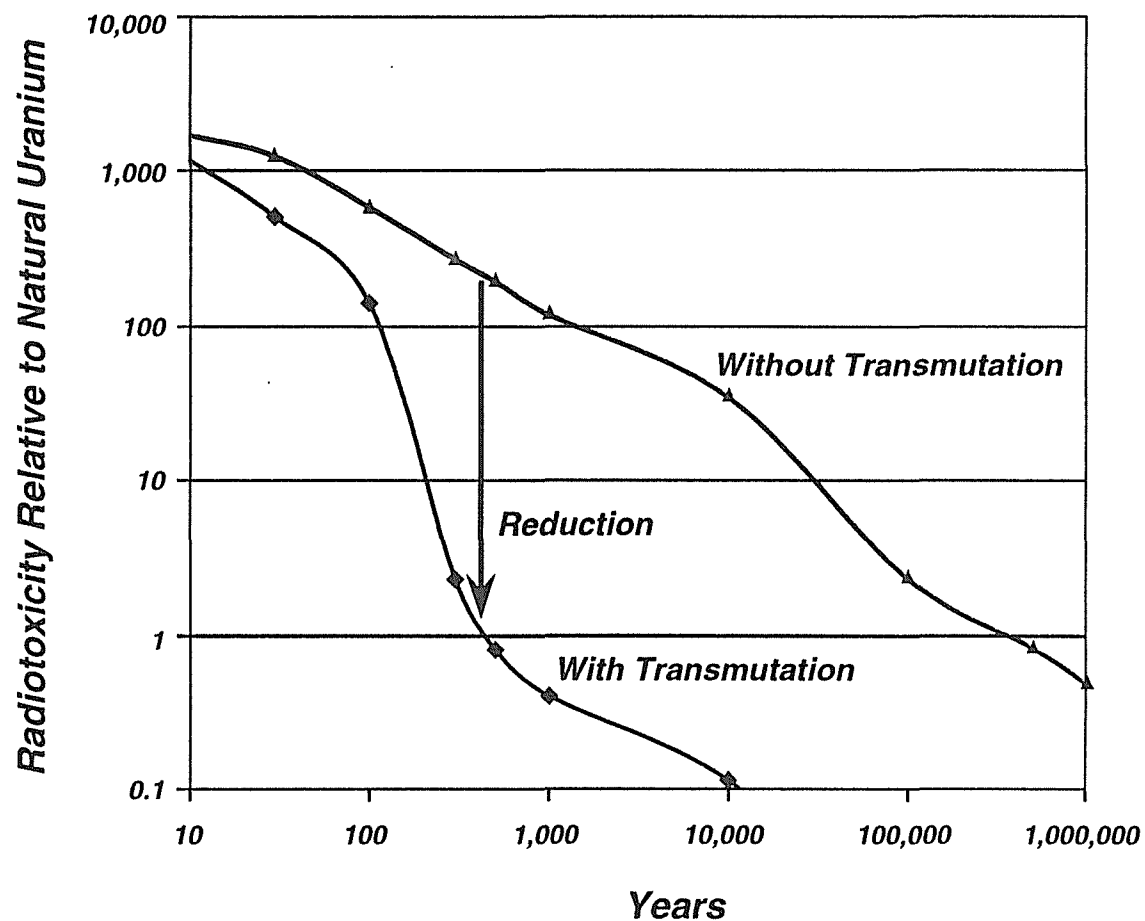


AFCI Series One Objective

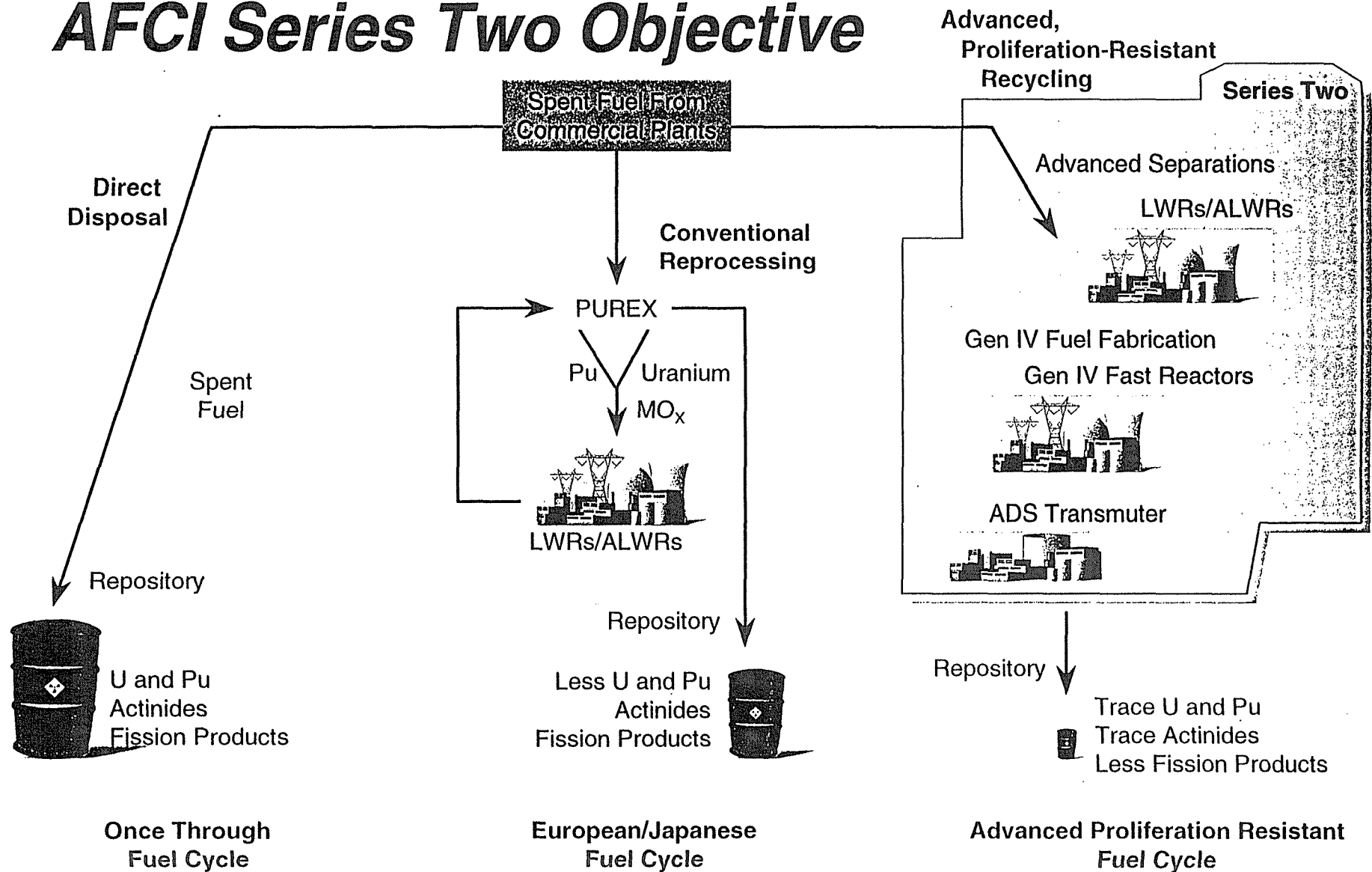


Benefit of Transmutation

Radiotoxicity Reduction Due to Transmutation



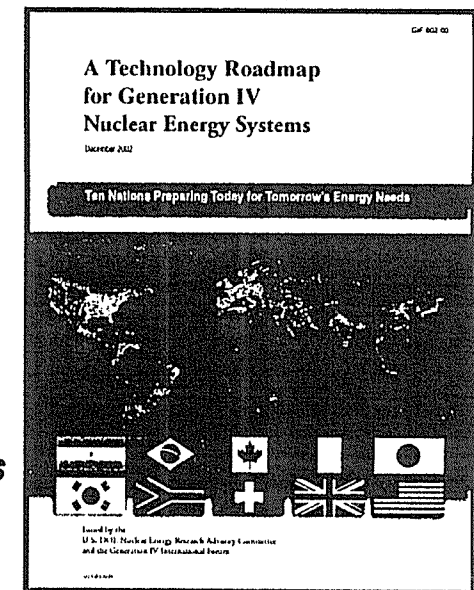
AFCI Series Two Objective



Generation IV Nuclear Energy Systems

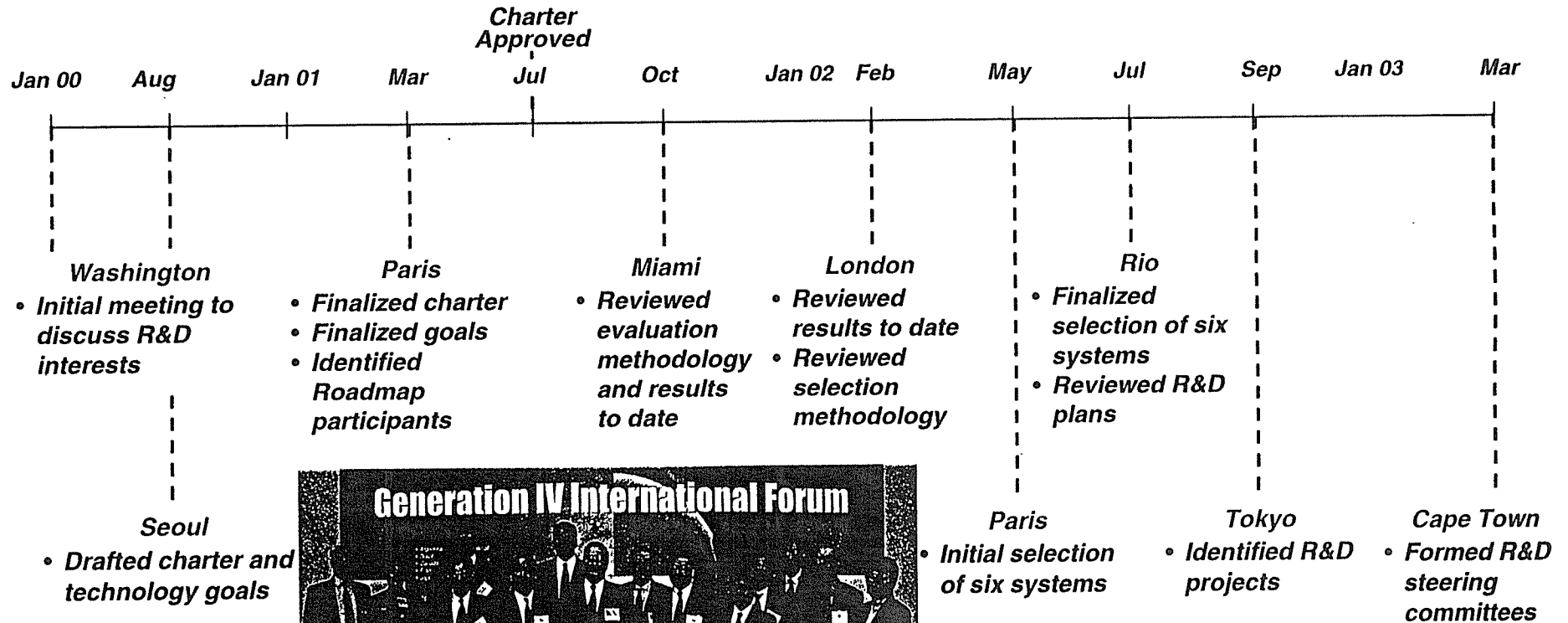
- ***Systems that are deployable by 2030 or earlier***
- ***Six 'most promising' systems that offer significant advances towards:***
 - ***Sustainability***
 - ***Economics***
 - ***Safety and reliability***
 - ***Proliferation resistance and physical protection***
- ***Summarizes R&D activities and priorities for the systems***
- ***Lays the foundation for Generation IV R&D program plans***

December, 2002



<http://nuclear.gov/nerac/FinalRoadmapforNERACReview.pdf>

Generation IV International Forum (GIF)



U.S.A.



United Kingdom



Switzerland



South Korea



South Africa



Japan



France



Canada



Brazil



Argentina

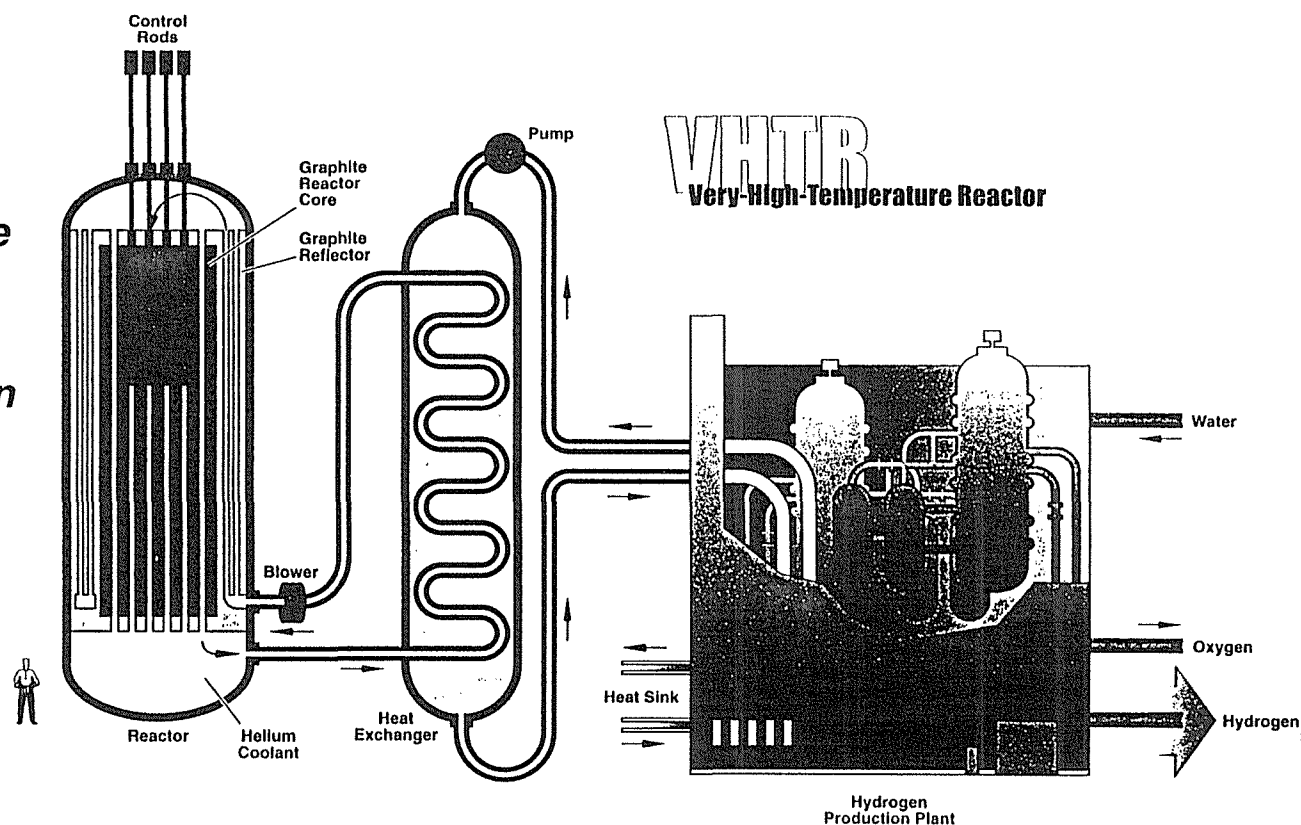
Very-High-Temperature Reactor (VHTR)

Characteristics

- Helium coolant
- 1000°C outlet temperature
- 600 MWth
- Water-cracking cycle

Key Benefit

- Hydrogen production



02 GA50807 01

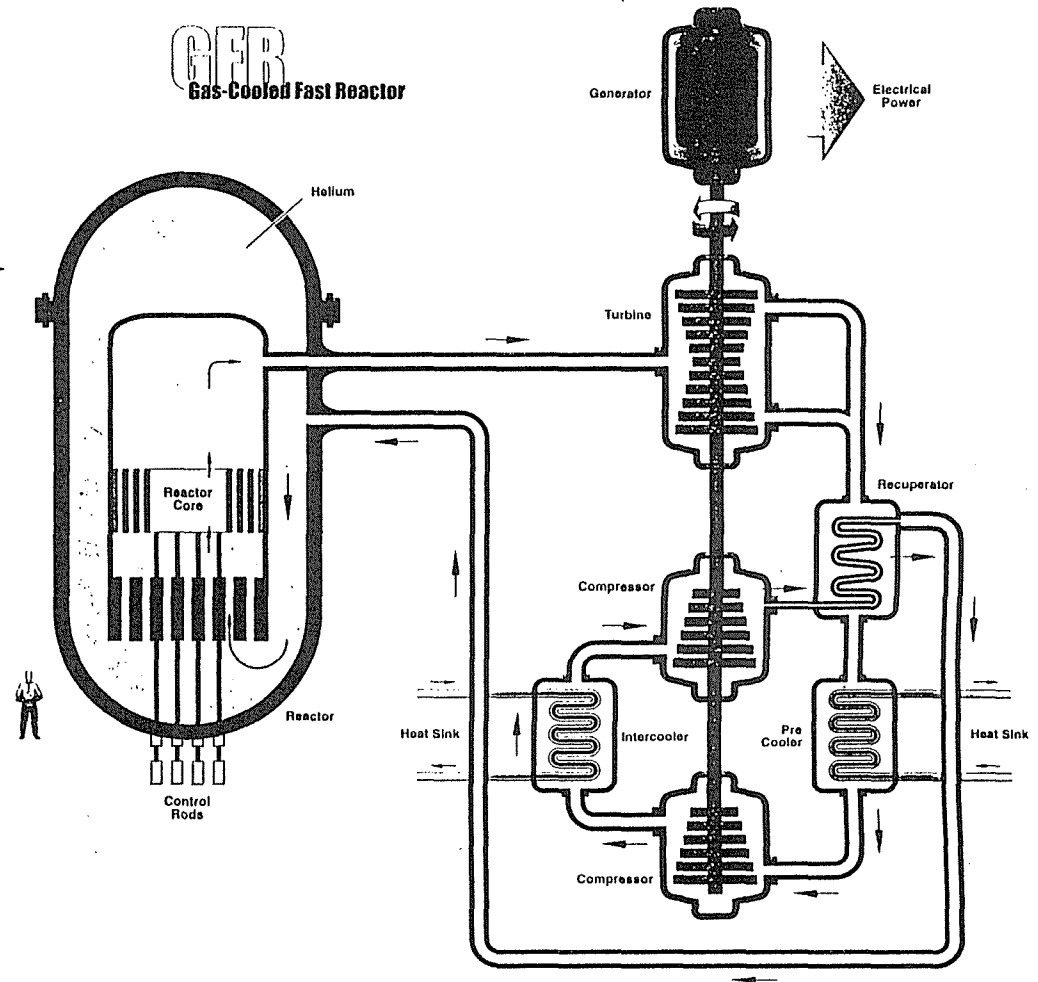
Gas-Cooled Fast Reactor (GFR)

Characteristics

- Helium coolant
- 850°C outlet temperature
- Direct gas-turbine cycle
- 288 MWe

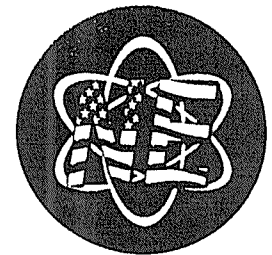
Key Benefit

- Waste minimization and efficient use of uranium resources



Summary

- ***Expansion of nuclear energy will benefit energy security in both the electricity and transportation sectors of the U.S.***
- ***Nuclear waste management will need to address expanding needs***
- ***The DOE AFCI addresses transmutation with:***
 - ***Technology advances to utilize the LWR/ALWR fleet***
 - ***Technology advances to deploy with advanced fast reactors***
- ***The DOE Generation IV program addresses next-generation nuclear energy systems for hydrogen, waste management and electricity***
- ***International collaboration is an important aspect of the programs***





36th JAIF Annual conference

April 15-17, 2003 – Fukui, Japan

The Strategy for Peaceful Use of Plutonium in France

Dr. Jacques Bouchard

Head of the Nuclear Energy Division
French Atomic Energy Commission (CEA)
jacques.bouchard@cea.fr

Nuclear Energy Division

36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 1

Why Plutonium recycling ?



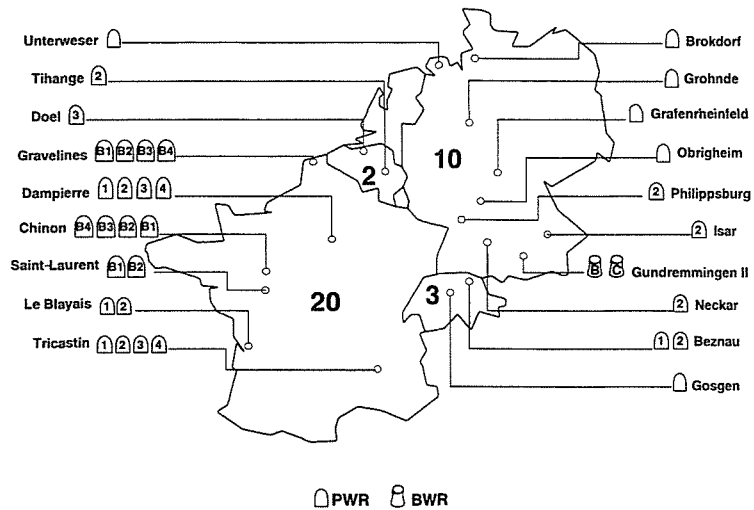
- ✓ **Natural resources saving**
- ✓ **Extract the maximum energy from the fuels**
- ✓ **Minimize the radiotoxicity of the waste**
- ✓ **Minimize the volume of the waste**
- ✓ **Stabilize the Plutonium stockpiles**

Nuclear Energy Division

36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 2

35 Reactors loaded with MOX fuel in Europe



Nuclear Energy Division

36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 3

Generation IV Concepts



GEN IV Concepts	Acronym	Spectrum	Fuel cycle
Sodium Cooled Fast RS	SFR	Fast	Closed
Lead Alloy-Cooled RS	LSF	Fast	Closed
Gas-Cooled Fast RS	GFR	Fast	Closed
Very High Temperature RS	VHTR	Thermal	Once-Through
Supercritical Water Cooled RS	SCWR	Th.&Fast	Once/Closed
Molten Salt RS	MSR	Thermal	Closed

Nuclear Energy Division

36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 4

Fuel characteristics after irradiation



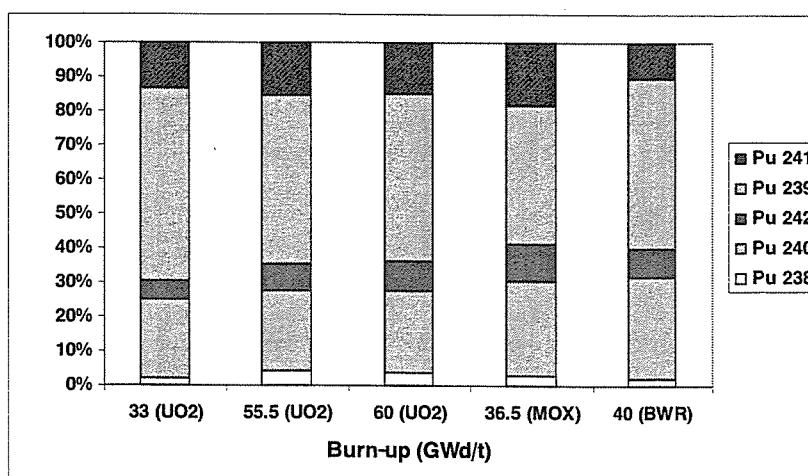
Fuel type	REP UOX	REP UOX	REP UOX	REP MOX	BWR UOX
Medium Burn-up(MWd/t)	33 000	55 500	60 000	36 500	40 000
Initial U5 content (%)	3.25	4.5	4.95	0.25	3.55
Initial Pu Content (%)	-	-	-	5.3	-
Final Pu Content (%)	0.95	1.28	1.29	3.97	0.9
Fissile Pu (%)	70	64	64	59	60
% Pu 238	2	4	4	3	2
% Pu 239	56	49	49	41	50
% Pu 240	23	23	24	28	29
% Pu 241	14	15	15	18	11
% Pu 242	5	8	9	11	8

Nuclear Energy Division

36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 5

Pu isotopic composition after irradiation



Nuclear Energy Division

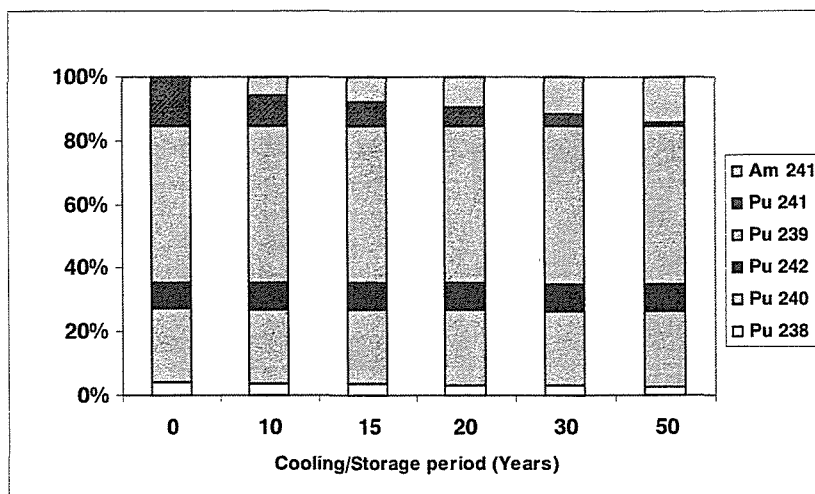
36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 6

Pu 241 decay → Am 241 formation



UO₂ – 55.5 GWd/t



Nuclear Energy Division

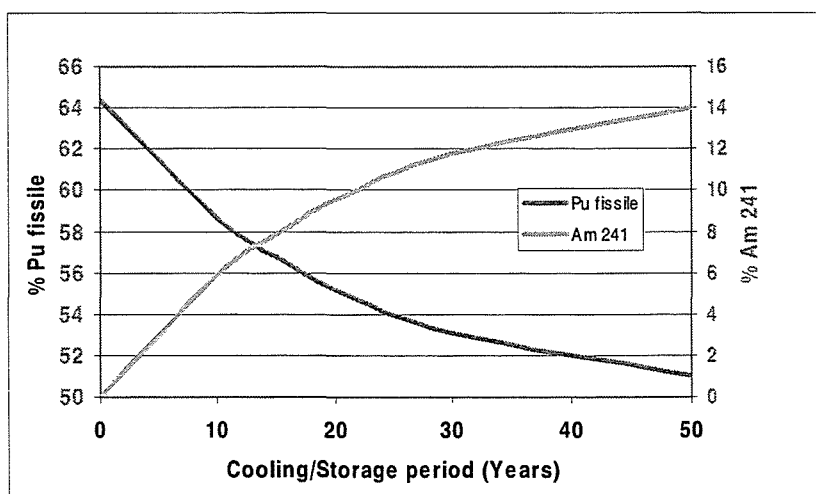
36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 7

Evolution of fissile Pu and Am241



UO₂ – 55.5 GWd/t

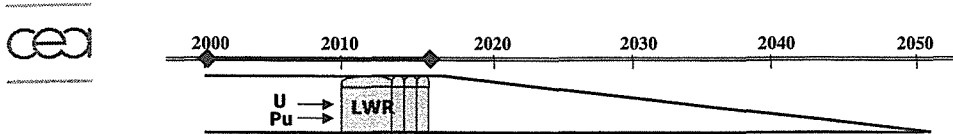


Nuclear Energy Division

36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 8

Fuel recycling, first step



2000-2015

- *Pu mono-recycling in today's LWR*
 - No Pu in repository
 - Less Actinides in vitrified waste (light glass)
 - Pu stock adjustment for FR
- *Interim storage for PWR MOX assemblies (2nd generation Pu)*
- *Burn-up increase for UO₂ fuels*

Advantages

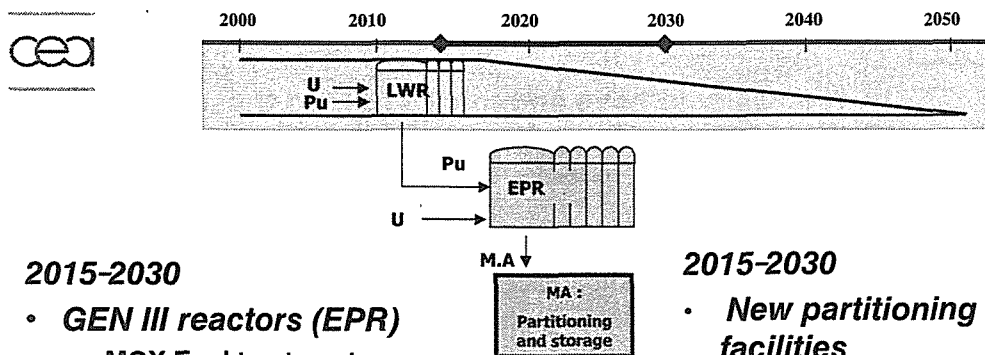
- *Uses the current facilities (reactors and reprocessing plants)*
- *Strategy independent of the reactor fleet replacement (GEN III)*
- *Keep open the Pu option for next generation reactors*

Nuclear Energy Division

36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 9

Fuel recycling, Second step



2015-2030

- *GEN III reactors (EPR)*
 - MOX Fuel treatment
 - 2nd generation Pu (MOX Pu) recycling

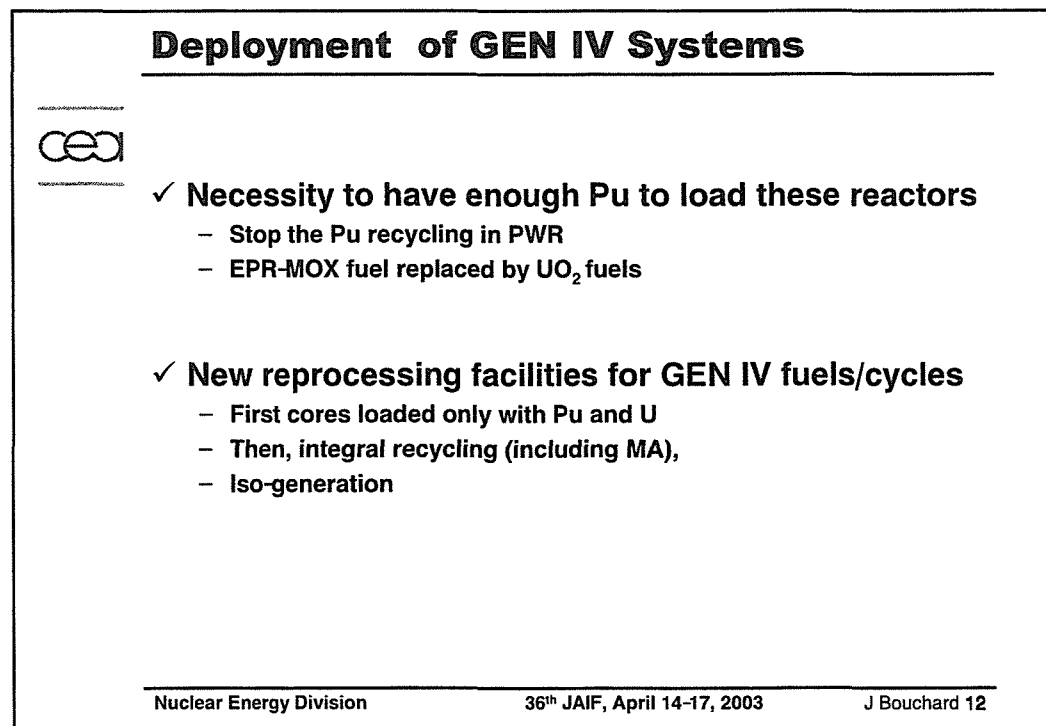
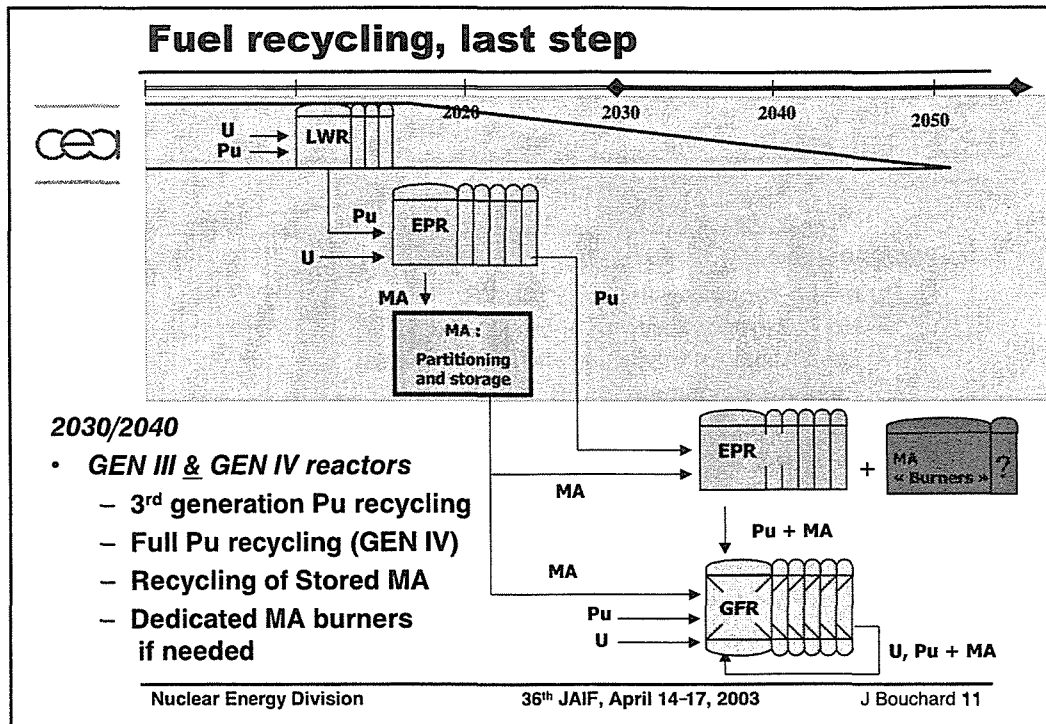
2015-2030

- *New partitioning facilities*
 - Am storage
 - Cm storage

Nuclear Energy Division

36th JAIF, April 14-17, 2003

J Bouchard 10



Conclusions



- ✓ **Plutonium is a valuable element**
 - Energetic value when in the reactor
 - Difficult to manage when sent to direct disposal
 - Large agreement recently confirmed by GEN IV studies

- ✓ **Pu characteristics : do not postpone the recycling**

- ✓ **Complementary scenarios for short/long term strategies**
 - Gen II : Pu recycling in LWR – MOX fuel assemblies
 - GEN III : 2nd generation Pu recycling, Advanced fuels, MA storage
 - GEN IV : Full Pu + MA recycling, New recycling process

E ASPECTS OF RUSSIA'S NUCLEAR POWER FUEL CYCLE AND DISPOSITION OF RUSSIAN EXCESS WEAPONS PLUTONIUM

V.M. Korotkevich, E.G. Kudriavtsev, L.I. Petrova
Department of Nuclear Fuel Cycle, Minatom of Russia

1. Management of SF at the Minatom of Russia's enterprises

The existing in the Russian Federation scheme for handling SF from NPP, research reactors as well as from reactors of marine transportation units allows economic and ecologically safe storage of SF and its partial reprocessing. All Minatom's enterprises involved in back-end nuclear cycle have licenses of Russia's Gosatomnadzor – the main supervisory body acting in compliance with the existing Russian legislation.

In particular, in Minatom of Russia the existing scheme for handling SF provides:

- radiochemical reprocessing at the RT-1 plant of the PA "Mayak" of SF from Russia's and Ukraine's VVER-440 NPPs, BN-600 reactor as well as SF from research reactors and from reactors of marine transportation units;
- centralized intermediate storage at the of the M&CC of SF from Russia's and Ukraine's VVER-1000 NPPs. Part of of SF from VVER-1000 and RBMK-1000 reactors is stored in on-side water pools at NPPs or in locations near NPPs.

Thus it could be stated that in Russia there are two nuclear fuel cycles for different types of reactors:

- Closed nuclear fuel cycle for SF from VVER-440, BN-600, research reactors and from reactors of marine transportation units. This cycle includes reprocessing of SF and partial use of recovered materials (uranium, plutonium, other nuclides) as well as different options of waste treatment and storage.
- deferred nuclear fuel cycle for SF from VVER-1000, RBMK-1000 and some other types of reactors.

The annual amount of SF from NPPs and cumulative amount of SF from Russian NPPs are shown in Table 1. It should be noted that the total capacity of SF storages for VVER-1000 NPPs is sufficient for 6 -8 years; the capacity of the SF repositories for on-side storages of SF from RBMK NPPs will be exhausted in 3 to 5 years.

Table 1. SF generated at NPPs of the Russian Federation

Reactor type	Number of units in operation	Total amount of SF, HMt/year	Estimated amount of SF in storages, HMt/year (early 2003)
BN-600	1	16	Under reprocessing
VVER-440	6	70	Under reprocessing
VVER-1000	8	170	~ 6 500
RBMK-1000	11	450	~ 10 00

"The Strategy of Nuclear Power Development in Russia in the first half of the 21st century" approved by the RF Government in May 2001 and the concept for the nuclear sector advancement up to 2010 stipulates a gradual transfer to completely closed cycle in terms of recycled uranium and plutonium with transmutation of actinides and long-lived fission products in FBR.

Close-up of the nuclear cycle will allow to save uranium and to reduce a toxicity of radioactive waste subject to disposal.

Prior goals for improving SF management at the Minatom's enterprises

Since its creation in 1970—1980-ties the Russian industrial infrastructure for SF transportation, storage and reprocessing was exclusively oriented to reactors constructed in the USSR and COMECON member-states (VVER-440, VVER-1000 and research reactors).

To get the world market of services related to storage and reprocessing of SF from foreign NPP's it will be required additional financial expenditures to develop and improve the industrial infrastructure of nuclear cycle back-end.

The Minatom's concept of SF management in the period up to 2010 stipulates the following steps relating to SF from Russian power and research reactors as well as reactors from nuclear powered ships:

- modernization of the existing RT-1 complex at the PA "Mayak" and creation of an advanced scheme for management of all types radioactive waste. Today, the actual reprocessing capacity of RT plant (120-150 t/year) is considerably below the design output: 400 t/year. After modernization (2008) the RT-1 plant at the PA "Mayak" will allow to reprocess up to 300 t/year of SF from VVER-1000 (and PWR). At the same time SF technological flow chart will be improved to reduce the amount of liquid radioactive waste. It is also planned to construct installations for waste reprocessing and conditioning;

- to increase capacity from 6000 to 8400 HMt of the current centralised storage at the M&CC for SF of the VVER-1000 reactors. In 2002 a design of the new SF repository was finished and at present time the project documentation is at the stage of approval for getting a license for construction. The commissioning of Stage 1 is expected in 2005-2006 including auxiliary structures and buildings, heat supply network, highways and railroads;

- construction at the M&CC of a vault-type dry long-term repository for SF from VVER-1000 and RBMK-1000 reactors with the design capacity of 33 000 HMt and manufacture of the necessary means for SF transportation;

- in the long-term perspective (2020) – construction of RT-2 plant at the M&CC for reprocessing of SF from VVER-1000 NPPs with installations for conditioning and disposal of radioactive waste.

2. Disposition of the Russian excess weapons plutonium

Works on disposition of Russia's surplus weapons plutonium were carried out under bilateral (between Russia and Germany, Russia and France) and tripartite (between Russia, France and Germany during the period 1998-2002) agreements.

Within the framework of cooperation between enterprises and organizations of Russia and Japan R&D works are carrying out to study the possibility of burning weapons plutonium using vibropacked technology that was developed in the RIAR (Dimitrovgrad) for fabrication of MOX fuel relating to BN-600 reactor.

Pursuant to the United States –Russia intergovernment agreement (signed in 2000) on management and disposition of plutonium which is no longer required for defense purposes and on cooperation in this field each Party is committed to eliminate 34 tons of weapons grade plutonium. The Russian Party is obliged to dispose excessive plutonium through its conversion into MOX- fuel and its burning in existing Russian VVER-1000 and BN-600 power reactors with the financial support of foreign partners.

Basic components of Russian weapons grade plutonium disposition program are as follows:

- Conversion and fabrication of MOX-fuel;
- Appropriate modifications of VVER-1000 and BN-600 reactors and their justification of safety when MOX-fuel is used.

In September 2002 the United States proposed to use in Russia the project of the MOX fuel fabrication facility developed for the implementation of the US program. This project was developed by the French-US consortium DCS (DUKE-COGEMA-STONE) in order to decrease the time gap between Russian and US disposition programs. At present, the agreements on transferring to Russia know-how and the project of the fuel fabrication are being prepared. A joint action plan to adapt the US project to Russian requirements is under development too.

To render financial assistance to the Russia's program for disposition of 34 tons surplus weapons plutonium that is declared as no longer required for defense purposes, a multilateral inter-governmental agreement is being drafted.

3. Conclusions

- Today the Russian nuclear industry is to a great extent adapted to the conditions of the national market economy.
- The Russian legislation allows to offer foreign partners a wide range of services relating to back-end nuclear cycle and SF management.
- The Government of the Russian Federation supports plans aiming at the development of infrastructure and technological potential of Minatom's enterprises to promote their penetrating to the world market of services related to the nuclear fuel cycle under condition of compliance with safety and environmental regulations.
- Cooperation between Russia and Japan in the field of the use of vibro-packed MOX fuel for BN-600 reactor is a promising area which, along with others, might be used (after appropriate testing) for industrial disposition of the Russian weapons excess plutonium.

Abbreviations:

SF – spent fuel;
 PA “Mayak” - Production Association “Mayak”;
 M&CC - the Mining and Chemical Combine

SOME ASPECTS OF THE RUSSIAN NUCLEAR FUEL CYCLE AND DISPOSITION OF EXCESS WEAPON-GRADE PLUTONIUM

V.M. Korotkevich, E.G. Kudryavtsev, L.I. Petrova

**Department of Nuclear Fuel Cycle, Ministry for Atomic Energy of the Russian Federation
(Minatom)**

1. Spent Nuclear Fuel Management in Russia

Current scheme for SNF handling in Russian ensure safe storage and reprocessing of the irradiated fuels from power, research and special reactors.

- The RT-1 Complex of the “Mayak” Production Association carries out radiochemical reprocessing of SNF from VVER-440 reactors of Russia and Ukraine, BN-600 reactor, SNF from research and naval reactors;
- The Mining and Chemical Complex (Krasnoyarsk) provides centralized intermediate storage of SNF from VVER-1000 reactors of Russia, Ukraine and Bulgaria;
- Some SNF from VVER-1000 and RMBK-1000 is currently stored in AR and AFR on-site pools.

2. SNF generated in the Russian Federation

Reactor type	Units in operation	Total generation of SNF, HMt/year	Estimated amount of SNF in store, tHM/year (early 2003)
BN-600	1	16	reprocessing
VVER-440	6	70	reprocessing
VVER-1000	8	170	~ 6 500
RBMK-1000	11	450	~ 10 000

All Minatom's enterprises involved in back-end stage of nuclear fuel cycle are licensed by the State Committee on Surveillance of Nuclear and Radiological Safety (Gosatomnadzor) – the State supervisory body – in compliance with the existing legislation.

3. Priority targets for upgrading of the SNF management system at Minatom's enterprises

- Modernization of the existing RT-1 complex at the "Mayak" Production Association and creation of a state-of-art scheme for conditioning and management of all types of radioactive wastes;
- Increasing the capacity of the existing centralized SNF storage facility from 6000 to 8400 tHM for VVER-1000 SNF at the Mining and Chemical Complex;
- Construction at the Mining and Chemical Complex a vault-type dry long-term storage for SNF from VVER-1000 and RBMK-1000 reactors with the design capacity of 33 000 tHM, manufacture of the necessary means for SNF transportation.

It is considered reasonable to postpone construction of the RT-2 reprocessing complex until year 2020.

4. RT-I plant:

Design output of the RT-I plant: 400 t/year

Limitation of SNF reprocessing activity by the local authorities: 250 t/year

Actual reprocessing volume: 120-150 t/year.

In order to improve technical and economic performance of RT-1 complex an integrated investment project has been prepared with the aim of partial modernization of the production, particularly:

- Install capabilities for reprocessing of SNF from VVER-1000 (and PWR) aimed at increasing the load of the reprocessing complex.
- Improve technological process flowchart for reducing specific volume of the liquid radioactive waste formation.
- To construct installations for waste treatment and conditioning.

Following modernization the plant will reprocess up to 300t/year of SNF with environmentally acceptable parameters of emissions and discharges.

5. Enrichment of Recovered Uranium

- The “Mayak” Production Association carries out enrichment of recovered uranium up to 2.6% content of U-235 for fabrication of fuel for RBMK-1000 through mixing of uranium solutions obtained through reprocessing of different types of irradiated fuels.
- A higher burnup of SNF in the reactor lowers the quality of reprocessed uranium due to an increase of U-232 and U-236 isotopes content.
- Given the planned increase of reprocessed SNF volume and future incorporation of recycled uranium in the VVER fuel, the Minatom’s enterprises are faced with the target of elaborating an industrial scale technology for direct enrichment of recovered uranium.
- The most suitable for direct enrichment of recovered uranium is the Siberian Chemical Combined Works (Seversk, Tomsk region) having the industrial potential for radiochemical purification, conversion of uranyl nitrate into hexafluoride, state-of-art installations for isotope separation, and also a unique geological repository for liquid waste injection.

- On request by Cogema in the 1990-ties the Siberian Chemical Combined Works successfully implemented a classical scheme for direct enrichment of recycled uranium.

Resulted enriched UF₆ was of the following composition:

U-235 up to 4.95 %;

U-232 up to 10^{-6} %

U-236 up to 1.4 %.

A technological scheme is under development which allow a substantial reduction of U-232 and U-236 isotopes in the low-enriched marketable product, these options could be of interest to foreign users having inventories of reprocessed uranium for use in nuclear power.

6. Construction of a Dry Storage Facility for SNF at the Mining and Chemical Complex

- Commissioning of the First Stage is expected in 2005-2006 together with auxiliary structures and buildings, heat supply network and railroads.
- The design capacity of the storage facility (33000 tHM) is above the needs of the Russian NPP's, that would allow in perspective to offer the interested foreign partners services related to SNF storage at the Mining and Chemical Complex.

The above-described activities are supported by the Government of the Russian Federation and included in the Federal Program "Energy Effective Economy" that envisages a framework for the Government support of investment projects, particularly R&D.

7. Disposition of Russian Plutonium Designated as No Longer Required for Defense Purposes

International cooperation of Russia, France and Germany in this area started in 1992.

In September 2000 the Government of the Russian Federation and the Government of the United States of America signed an

“AGREEMENT CONCERNING THE MANAGEMENT AND DISPOSITION OF PLUTONIUM DESIGNATED AS NO LONGER REQUIRED FOR DEFENSE PURPOSES AND RELATED COOPERATION”.

11

According to The Agreement each Party must dispose (utilize) 34 metric tons of weapons grade plutonium.

- Upon reaching the disposition rate of 2 t/year, the Parties shall consider a possibility of involving additional reactors in disposition process.
- Given the political and economic support by the interested countries, companies and operating agencies it may be possible to consider a possibility of using foreign reactors. A scheme of leasing MOX fuel seems the most attractive for implementation of the program.

International cooperation within the framework of the program for disposition of Russian excess weapon plutonium is being carried out in the following areas:

- I. Plutonium conversion of into oxide form and MOX fuel fabrication
- II. Studies of the BN-600 reactor safety and necessary modifications for MOX fuel use
- III. Studies of the VVER-1000 reactor safety and necessary modifications for MOX fuel use

The program of activities envisages:

- Creation at the site of the Siberian Chemical Combined Works the plant for conversion of weapons-grade plutonium and fabrication of MOX fuel;
- Creation at the Research Institute of Nuclear Reactors (NIIR) of a demonstration installation for manufacture of experimental full-scale nuclear fuel assemblies for VVER-1000 reactors (3LTA Program);
- Modernization and licensing of VVER-1000 and BN-600 reactors;
- Construction of store for Spent MOX fuel from BN-600 at the Mining and Chemical Complex.

Estimated startup costs in thousand \$US (2000 year)

Costs	R&D and pre design costs	Costs for designing, construction and equipment – capital costs	Operational costs	Total
Pu conversion	19 000	115 500	175 900	310 400
MOX fuel fabrication	107 200	355 900	662 000	1 125 100
Modification/modernizat ion of reactors	98 700	155 000	49 700	303 400
Storage	10 500	74 200	105 400	190 100
Transportation	4 200	29 200	86 900	120 300
Subtotal:	239 600	729 800	1 079 900	2 049 300
Licensing				59 700
Cost of replaced uranium fuel				- 345 000
TOTAL:				1 764 000

In September 2002 the US Party suggested to implement in Russia the MOX Fuel Fabrication Facility (MFFF) developed for the US Pu disposition Program by the US-French consortium DCS (Duke—Cogema—Stone).

MFFF design could be used to bridge the gap in the schedules of the US and Russian programs. An agreement is under preparation that stipulates transfer to Russia of technologies for fuel fabrication, and also envisages a plan of joint activities to adapt the US project to Russian requirements.

Cooperation with Japan in disposition of weapon-grade plutonium is based on the “Memorandum on further cooperation between the Government of the Russian Federation and the Government of Japan in the field of assistance to disarmament, nonproliferation and disposition of nuclear weapons subject to reduction in the Russian Federation” signed on September 4, 2000 and the appropriate agreements between the Research Institute of Nuclear Reactors (RIAR) and JNC Company.

The following joint activities were carried out in the course of cooperation:

- A technology was developed for conversion of weapon-grade plutonium into MOX vibro-packed fuel with simultaneous removal of gallium;
- 60 kg of metal W-Plutonium was reprocessed into vibro-packed uranium-plutonium fuel;
- 34 fuel assemblies with MOX fuel were manufactured for BOR-60 reactor, and 6 vibro-packed fuel assemblies with MOX fuel for BN-600.

Rates of weapons grade plutonium utilization in Russian reactors

Reactor type	Rate of Pu disposition, t/year	Note
VVER-1000	0.270	30% core with MOX fuel
VVER-1000	0.410	41% core with MOX fuel
BN-600	0.270	Hybrid core
BN-600	1.300	Full core

In 2001—2002 the Russian and foreign experts jointly estimated the costs of Russian program for disposition of weapons grade plutonium:

The testing and research complex at the Research Institute of Nuclear Reactors (RIAR) is being reconstructed and modernized, including design, development and assembly of equipment for vibro-packed fuel fabrication, manufacture of fuel rods for the hybrid zone of BN-600 reactor with the total capacity up to 50 fuel assemblies per year.

Conclusion

- Today the Russian nuclear industry is to a great extent adapted to the conditions of the national market economy.
- The Russian legislation allows offering foreign partners a broad spectrum of services in back-end nuclear cycle and SNF management.
- The Government of the Russian Federation supports the plans for development of the infrastructure for SNF management and increase of technological potential of Minatom's enterprises with the aim of promoting to the world market the services related to the nuclear fuel cycle in compliance with safety and environmental protection regulations.
- *Cooperation between Japan and Russia in the field of the use of vibro-packed MOX fuel for BN-600 reactor is a promising area which, along with others, might be used after appropriate demonstration, for industrial disposition of the Russian weapons excess, plutonium.*

第36回原産年次大会 原産会長挨拶

西澤 潤一

新木（しんき）議長、御紹介有難うございます。

日本原子力産業会議の西澤 潤一でございます。

大野（おおの）文部科学大臣政務官、西川（にしかわ）経済産業大臣政務官、大熊（おおくま）内閣府 政策統括官、ご列席の来賓の方々、並びに国内、海外から、この原産年次大会にご参加下さいました皆様に、心から厚く御礼申し上げます。

第36回原産年次大会の福井大会開催に当たりまして、主催者を代表いたしまして、一言、挨拶を述べさせていただきます。

昨日は、我が国における最も重要な原子力センターとも言えます敦賀市で大会をさせて頂き、私の所信表明をさせていただきました。

その内容を簡略に述べさせていただきますと、

科学の目ざましい発展により、多くの人類が幸福な生活を

営むことが出来ていますが、中でもエネルギーは、それを利用することにより、過酷な労働から解放されていること、また遠くへ行ったり、輸送することも出来ていることなど、私たちの生活を豊かなものにしてくれています。すなわち、人類の豊かな生活の基盤を支えているのはエネルギーであります。

しかし、そのエネルギーのうちの大半は化石燃料であります。それを燃やすことによる大気汚染、酸性雨、さらに炭酸ガスによる地球温暖化問題が、私たちの生活に暗雲を覆いかけてつあります。さらに、深刻な事態を招くともいわれています。

逆に、その化石燃料についても、21世紀中には、枯渇問題から避けることができません。

しかも、日本はエネルギー資源の乏しい国であること、かつ石油を政情の不安定な中東より50%以上輸入しているのが実情であることなど、エネルギーセキュリティーについて真剣に取り組まなければならないのであります。

そして、それらの解決には、原子力がどうしても必要になります。

従いまして、原子力に関わる最近の一連の不祥事について、私達原子力関係者は真摯に受けとめて、その問題の解決に取り組まなければならないことを申し上げました。

科学技術が高度になれば、特に原子力のような高等技術を必要とする高密度のエネルギーは、一般の人達が取扱うことは出来ません。その筋の専門家に委ねるしかありません。従いまして、それを取り扱う専門家が、信頼できる方達でなければ、一般の人々は、安心して任せることが出来ません。

もともと原子力は、私達が平和の目的で利用すれば、必ずや有用な資源として役立つものであるとの信念で、今日まで進めております。

ところが、最近の幾つかの不祥事により、一般の人々と原子力を取扱う専門家の間に結ばれていた信頼関係に「ひび」が入り、修復が出来かねない事態になりかけています。

原子力を人類のために役立つものとして正しく取り扱うためには、私達は、技術的な課題を解決することは勿論のことではありますが、原子力の安全に対する一般の人々の不安に対しても、常に共感する姿勢を持っていなければなりません。いやしくも専門家なるものは、直ちに安全を脅かすものではないという自分達だけの価値判断で、一般市民の誤解を招くような行為と言える、規範や規則を無視するようなことをしてはなりません。高度な技術を駆使する専門家であるからこそ、誰よりも強く自己を律する心構え、倫理を持っていなくてはならないのです。

今や日本が原子力技術の先進国であることに疑いの無いところではありますが、その取扱いについても確実を旨とし、私達人間に大いに役立つことを実証させ、万が一にも誤解を招くようなあやまちを行うことを根絶したいと思います。

そして、我々の責任ある行動によって、日本がその模範を示し、海外のどの国々も「日本に見習おう」となるようにしなければなりません。そのような努力を始めない限り信頼回復の道はないと考えております。

原子力には、エネルギーとしての利用だけでなく、放射線の利用として「各種の癌の治療」から「新素材の開発」や「工業利用」にも「農業利用」などにも役立てることが出来ます。

私達の手でこの有益に利用することの出来る原子力を正しく取り扱えるようにしたいものと思います。

最後になりましたが、福井大学の児島 眞平(こじま しんぺい) 学長には今回の年次大会の準備委員長になっていただき大会の準備にあたり様々なご指導を頂きました。厚く御礼申し上げます。

また、準備委員の方々、国内、海外の発表者、議長に感謝の意を表したいと存じます。また、お集まりいただきました皆様には、是非積極的に議論に参加され、大会を盛り上げて有用なご意見やご経験の発表をいただき、将来にますます大きな前進を実現させていただきますようお願い申し上げます。

第36回原産年次大会 大野大臣政務官御挨拶

(はじめに)

第36回原産年次大会の開会にあたり、一言御挨拶申し上げます。本大会が今年で36回目を数え、さらに国内外から多数御参加いただいて、かくも盛大に開催される運びとなりましたことをまずお喜び申し上げます。また、西澤会長、児嶋大会準備委員長をはじめ、大会開催に御尽力された方々の御努力に敬意を表します。

本大会は、主要国の原子力の関係者が一堂に集う国際的にも著名なものとなっております。また、原子力の関係者のみならず、広く地方自治体や一般市民の方々にも御参加いただき、原子力の研究開発利用に対する国民の方々の理解促進にも大きく寄与してきているところです。

さらに、本大会が今回、「もんじゅ」をはじめとして15基の原子力発電所が立地するなど、わが国の原子力政策に大きく貢献いただいている福井県で開催されることは極めて意義深いことであると考えており、活発かつ有意義な大会となることを期待しております。

(原子力分野における行政の改革)

小泉内閣が発足してからはや2年が経過いたしました。その間に政府として、様々な分野にわたる構造改革を進めてまいりました。今後もこの改革への取組を一步一步着実に前進させていく所存であります。原子力についても、その例外ではありません。

特殊法人改革につきましては、「特殊法人等整理合理化計画」において、日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構を廃止・統合し、新たに原子力研究開発を総合的に実施する独立行政法人を設置することが決定されております。これを受けて、我が省では、渡海副大臣を座長、私を副座長として、各界有識者等で構成される「原子力二法人統合準備会議」を開催し、昨年8月に「原子力二法人の統合に関する基本報告」を取りまとめたところです。今後、平成16年度までの法案提出に向けて、引き続き必要

な検討を行い、より一層効果的かつ効率的な原子力の研究開発体制の構築を目指してまいります。

（原子力研究開発の重要性）

現在、石油主要産出地域である中東の情勢は極めて緊迫しております。このような状況の中、原子力の重要性は、エネルギーの安定供給や地球環境保全などの観点から、今後もますます増大していくものと改めて認識するものであります。このため、原子力の研究開発を担う我が省といたしましては、原子力委員会の「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」に沿って、着実に原子力の研究開発を進めていく考えであります。

（核燃料サイクルの意義）

資源の少ない我が国においては、環境に対する負荷が少なく、長期的に安定なエネルギーを供給できる核燃料サイクルを確立することは原子力政策の基本であります。とりわけ、将来のエネルギー問題を解決する最も有力な選択肢の一つである高速増殖炉サイクル技術は、着実に研究開発を進めていく必要があります。

敦賀市に立地している高速増殖原型炉「もんじゅ」は、この高速増殖炉サイクル技術の研究開発の中核として大変重要であります。「もんじゅ」に関しては、この一月に、設置許可を無効とする判決が出されましたが、国は直ちに最高裁に上訴し、理由書を提出致しました。我が省としては、「もんじゅ」の重要性に鑑み、関係省庁と連絡をとりつつ、「もんじゅ」の計画を着実に進めていくこととしております。その一環として、判決後直ちに、渡海副大臣を本部長とし、私が副本部長をつとめるプロジェクトチームを立ち上げ、国民の方々への説明責任を果たすべく、「もんじゅ」の意義、安全性等について専門家を派遣して説明するなどの取り組みを開始したところであります。

「もんじゅ」については、今後とも安全確保を大前提とし、地元を始めとした国民の理解が得られるよう最大限の努力を払ってまいりますので、御出席の皆様の御支援と御理解を賜れば幸いです。

また、先月、運転を終了した新型転換炉「ふげん」は、我が国においてプルトニウムを利用した燃料の安全な取り扱いと発電を実証した点において、その意義は極めて大きなものでありました。「ふげん」による、772体のウラン・プルトニウム混合酸化物燃料、いわゆるMOX燃料の燃焼実績は、世界の実績の五分の一に達するというものであります。今後、「ふげん」を通じて培われた成果が、プルサーマル計画、さらには高速増殖炉開発へと引き継がれ、核燃料サイクルの確立に向けて十分に活用されることを期待しております。

（原子力科学技術、放射線利用の推進）

一方、原子力科学技術は、大きな可能性を秘めており、これについても、その研究開発を効率的に進めることが重要です。特に、加速器科学については、原子核・素粒子科学、生命科学、物質・材料科学など広範な研究分野の新展開を目指して世界最高レベルのビーム強度を持つ加速器「大強度陽子加速器計画（J-PARK）」の建設を着実に推進しております。

また、未来のエネルギーの選択肢の幅を広げる核融合の研究開発については、国内の大学、研究機関等による研究開発を推進しております。特にITER計画につきましては、核融合エネルギーの実現に向けた重要なステップであり、米国、EU、カナダ、ロシア、中国との密接な国際連携の下、我が国への誘致を目指して政府全体でこれを推進してまいります。

また、放射線の利用については、例えば医療分野における重粒子線や陽子線を用いたがん治療研究の推進など、国民生活の質の向上に大きな役割を果たしてきております。今後とも、安全確保に十分努めつつ、放射線の優れた特長を生かした研究開発を進め、医療、工業、農業等幅広い分野での利用の普及を図っていくことが重要と考えております。

（核不拡散対策）

これらの研究開発にあたって、我が国は、原子力基本法にのっとり、厳に平和利用に限って推進してきております。すなわち、核不拡散条約（NPT）を締結し、国際原子力機関（IAEA）の保障措置の下で核物質等

を厳格に管理し、我が国のプルトニウム利用等に関して国際社会の理解を得てきました。また、包括的核実験禁止条約（ＣＴＢＴ）も、我が国は１９９７年にいち早く批准し、国際監視制度の整備に取り組んでおります。我が国としては、今後とも国際的な核不拡散体制の維持・強化に積極的に取り組んでまいります。

また、ロシアの余剰核兵器の解体に伴って発生するプルトニウムをロシアの高速炉で燃やす実験に、核燃料サイクル開発機構が協力し、成果を挙げているところであり、我が国は、今後ともこれまで培ってきた平和利用技術を最大限生かして、ロシアの余剰プルトニウムの処分に協力することとしております。

（産業界との連携）

さらに、原子力の研究開発を進めるに当たっては、その成果が実用化に結びつき、産業分野において十分に活用されて、国民生活のより一層の向上に役立つものでなければなりません。今後一層、産業界や大学との連携を取りつつ原子力の研究開発を進めてまいりますので、皆様の御支援、御協力をよろしくお願いいたします。

（原子力の安全確保と国民の理解、原子力に関する教育）

もとより、これら原子力の研究開発を進めるためには、安全の確保が大前提です。安全の確保には、何にもまして原子力の活動現場において常に緊張感をもって取り組んでいくことが重要ですので、以前にもまして安全の確保に万全を期していただきたいと考えております。

また、同時に、原子力の開発利用は、国民の皆様の理解と信頼なくして進めることはできません。そのためには、すべての原子力関係者一人一人が、国民の方々の安心と信頼の醸成のために最大限に努力することが重要であります。

我が省としても、国民の皆様に分かりやすい形で情報が提供され、透明性が確保されるよう、様々な工夫をしつつ、これまで以上に努力してまいります。

さらに、原子力やエネルギーに関する教育の支援のための取組みなど、教育等の場においても、生徒一人一人が原子力やエネルギーについて、自ら考え、判断する力を身につけることができるような環境整備に向けた取組みを、引き続き行ってまいります。

(むすび)

今後、地球社会が持続的な発展を目指すには、エネルギーの安定確保と地球環境保全を両立させることのできる原子力を抜きには考えられません。また、エネルギー利用以外の分野でも、原子力は、基礎から応用にわたる幅広い科学技術の発展や国民生活の質の向上、産業界への貢献の可能性を秘めております。

原子力がこのような人類社会の期待にしっかりと応えられるよう、今日この大会に御参加いただいている皆様方とともに、全力を挙げて、その研究開発に取り組んでまいり所存です。今後とも、地元福井をはじめとする皆様方のより一層の御協力、御支援を賜りますようお願い申し上げます。

最後に、本大会が実り多き大会となることをあらためて祈念いたしまして、私の御挨拶とさせていただきます。

細田博之科学技術政策担当大臣挨拶

(平成15年4月16日 第36回原産年次大会)

本日、第36回原産年次大会が、内外から多数のご参加を得て盛大に開催される運びとなりましたことをお慶び申し上げます。また、西澤潤一日本原子力産業会議会長、児嶋眞平大会準備委員長、さらには地元をはじめとする関係者の皆様方への大会の開催へのご尽力に対し、心から敬意を表します。

さて、本日は原子力関係者が多数ご来場のことと思いますが、昨今の原子力をめぐる状況は大変厳しいものがあります。東京電力の自主点検時における不正記述問題に端を発し、昨日ついに、東京電力の原子炉17基がすべて停止することとなりました。核燃料サイクルについても、プルサーマルの導入や、「もんじゅ」の運転再開など、乗り越えるべき大きな課題があると認識しております。

我が国が原子力を導入した石油ショック当時を振り返りますと、1973年から今日までに国内総生産は2.3倍となり、乗用車の保有台数は約6倍と増加しているのに対し、原油輸入量は約13%も減少しました。これは原子力発電の導入の成果であります。また、エネルギーの安定供給と地球温暖化防止の観点からも原子力発電は重要であります。資源の乏しい我が国においては、供給安定性に優れ、環境負荷の少ない原子力発電を基幹電源として位置づけ、使用済燃料を再処理して回収されるプルトニウム等を有効利用する、「核燃料サイクル」を確立していかなければなりません。

この、「核燃料サイクル」の確立を原子力政策の基本とし、このために軽水炉においてはプルサーマル計画を推進するとともに、より資源の利用効率の高い核燃料サイクルの実現を図るべく高速増殖炉の研究開発等を推進しております。

高速増殖原型炉「もんじゅ」の名古屋高等裁判所金沢支部の判決については、すでに政府としては、1月31日付けで最高裁に上訴しており、いずれ最高裁の判断が示されると思いますが、安全審査は、当時の最高の知見を踏まえて最善を尽くしたものであると認識しており、本判決の中で指摘された技術的内容については、原子力安全委員会においても十分検討されたと確信致しております。

人類全体の将来のために、高速増殖炉を導入することは極めて重要と考えております。我が国としては、「もんじゅ」は、そのための研究開発の場の中核として重要と位置づけており、安全確保に万全を期しつつ、早期の運転再開を目指すことが必要と認識しております。

今回の原産年次大会のテーマは、「国民の理解を求めて一原子力の更なる発展のために」とお聞きしております。このような国民の原子力に対する不信感の高まりに対し、十分に応えることは、我が国の原子力利用の健全な推進にとって大変重要と考えております。

私としても、安全確保を大前提に、国民の理解と協力が得られるように最大限の努力をしてまいります。そのような認識のもと、原子力関係者だけでなく一般市民を対象とした、原子力に関する知識を深め、原子力に対する漠然とした不安を解消し、かつ、客観的な情報に基づき総合的に原子力に関する議論を行うことを可能とする説明資料の作成に取り組んでいるところであります。このようなものを通じて、原子力に対する国民の漠然とした不安などを解消し、原子力発電は我が国の生活・経済を支える基幹エネルギーの一つであるとの国民の理解を得てまいりたいと思っております。

第36回原産年次大会を開催するこの福井県には、1970年に営業運転を開始した日本原子力発電(株)敦賀1号機と関西電力(株)美浜1号機をはじめ、「もんじゅ」など15基の原子力発電所が立地し、2002年実績の総発電電力量は約868億キロワット時で、県内で年間に消費する電力量の約12倍に当たると聞いております。このように、福井県は、これまで我が国の原子力政策に大きく貢献いただいております。引き続き、原子力政策の推進にご理解いただけるようお願いを致します。

本年3月29日には、新型転換炉「ふげん」が運転を終了しましたが、「ふげん」は、我が国初の自主開発技術による動力炉として、研究機関、メーカー、電力が一体となって設計・建設し、昭和53年（1978年）3月に初臨界を達成しました。初臨界以来、「ふげん」は25年間の良好な運転実績をあげ、発電プラントとしての技術的な成立性を実証し、国内の原子力産業の基盤技術の確立に貢献しました。

また、「ふげん」はこれまでに、772体のウラン・プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料を装荷しましたが、これは単一の原子炉としては世界最高のものとなっており、「ふげん」は我が国のプルトニウム利用の基盤の確立に寄与したとも考えております。

さらに、「ふげん」の使用済燃料から取り出されたプルトニウムを用いたMOX燃料が再び「ふげん」に装荷され、健全に運転されることにより、核燃料サイクルの輪を完結することも出来ました。このように、「ふげん」は我が国における核燃料サイクル政策上、大きな成果をもたらしたものと評価できます。

原子力草創の頃には自主技術による新型炉の開発をはじめとして、夢と気概があり、その夢をかなえるべく、「ふげん」プロジェクトに携わった技術者たちは誇りをもって仕事に臨むことが出来たと聞いております。

原子力をめぐる状況は大変厳しいものがありますが、この状況を乗り越え、今後とも経済社会において確固たる位置を占めていくためには、地元をはじめ原子力に携わる方々がこの気概と誇りを持ちつづけることがなにより大切であると考えております。

今後とも、地元福井をはじめとする皆様方のより一層のご協力、ご支援を賜りますよう心からお願い申し上げます。本大会が実り多き大会となることを祈念いたしまして、私の挨拶とさせていただきます。

平成15年4月16日

科学技術政策担当大臣 細田博之

原子力施設の安全確保に求められるもの —Questioning Attitudes と傍目八目—

原子力安全委員会 松浦祥次郎

1. はじめに

仕事柄当然のことではありますが、原子力安全委員会に参りまして以来、「安全」、「安全確保」との言葉に接しない日はありません。よく安全確保に関しては、「どれだけ安全なら、十分安全と言えるか (How safe is safe enough ?)」との命題が話題にされます。これは常に心掛かりな大問題です。しかし最近「どうも、安全とは何かを真っ正面から定義したり、直接に安全を追求するというのは無理なのではないか」と考えるようになりました。

ちなみに、「安全」を辞書に訊ねますと「①安らかで危険のないこと、②物事が損傷したり危害を受けるおそれのないこと」とあります。これは英語でも同様で「safe」は「not likely to cause any physical injury or harm」となっております。「安全」は日本語でも英語でも「危険のないこと、危害のおそれのないこと」で説明されております。このような事を申し上げると、「言葉遊びをして」とお叱りを受けるかもしれません。しかし、「初めに言葉ありき」と言われますように、ここから考えるのが問題の本質が見えやすく、やるべき事がはっきりするのではないかと、というのがこの3年間の経験から得た率直な所感です。本日は、ここに与えて戴いた機会に、このことを少し詳しくお話させて頂きたいと存じます。なお、あらかじめお断りしておきたく存じますが、話しを具体的に分かりやすくするため、すでに公表されている実例を用いたいと思います。そのため施設や組織・機関の名称を申し上げざるを得ません。関係ある方にはお聞き苦しいかと存じますが、教訓の活用のためで他意はありません。この点ご理解いただきますようお願い申し上げます。

2. 安全は状況、環境である

つい先に申し上げましたように、安全という「もの」は探し求めても得られるものではありません。完璧な安全、絶対的な安全というものは本来存在しないものだと思います。観念的に限りなく「安全」を追求しようとしますと空理・空論に陥り本質を見失うことになりかねません。安全というのは「危険でない状況」、「危険を及ぼす可能性の少ない環境」と理解するのが实际的だとかんがえます。ですから、「どれだけ安全なら、十分安全か」という命題は「危険の可能性がどのくらい小さければ、十分安全と考えてよいか」と理解することになります。このように理解することによって、安全確保のための対策、す

なわち「安全な状況、環境」を作りだし、維持し、確保するための対策をより明確に、合理的に講じることが出来るようになります。原子力の分野では、このような意味での「安全」の具体的な指標を、現在の科学的、技術的知見とこれまでの実地的な種々の経験を踏まえて「安全目標」として設定するべく、幾つかの国で検討が進められております。我が国も、原子力安全委員会で専門部会を設置して、原子力のみでなく広い分野の専門家にご参加をお願いして、検討を進めていただいております。

さて、安全は状況であり、環境でありますから、必然的に変わり易いもの、常に変動する可能性のあるものと考えておかななくてはなりません。今日は昨日と同じではありませんし、明日はまた今日とは変ることでしょう。この事情が安全を維持・確保する活動を難しくする大きい要因のひとつです。このことを見過ごしたり、配慮を欠いたりした事によって事故・事象に至ったことが多くの例で示されております。安全確保に気を緩めることが出来ないのは、安全が状況であり、常に変動する可能性があることを避ける事が出来ないからです。

原子力施設における安全確保の根幹が「従事者及び一般の公衆に放射線障害をもたらさない」ということにあるのは、いまさら申し上げるまでもありません。このため原子炉については、多重防護、多重障壁の考えに基づいて放射能と放射線の漏洩を防ぎ、安全を確保する対策が講じられております。他の原子力施設についても、原子炉と程度は同じではありませんが、基本的には同様の考え方に基づいて安全対策が講じられております。そのうえで、この対策をより確実なものとするためにどうすればよいかについて、先に述べました考え方、すなわち「安全確保とは、合理的に危険の可能性、支障の生じる可能性の小さい状況を創り出し、維持することである」との考え方に基きまして、最近の事故・事象の例から教訓を学びたいと思います。

多重防護・多重障壁の思想に基づいて設計・建設された原子炉は、世界中で十分に安全を確保しながら、すなわち従事者にも一般公衆にも顕著な放射線障害を及ぼす可能性なしに運用されていると言えます。しかし、過去も最近も含め多くの事例が、「この思想、対策に支障を及ぼすような素因や現象が施設自体に含まれている。施設を運転管理する組織にも同様のことが言える。その事への認識と対策が不可欠である」ということを示しているように観察されます。

3. 不安全の種、素因

安全は危険でないこと、危険の生じる可能性の小さいことでありますから、安全確保にとって、最も重要な活動は危険発生の原因、すなわち不安全の種を施設にも、組織にも播かないこと、播かれた種は見つけだし取り除くこと、発芽した不安全の芽は小さい間に取り除くことなどであることはあまりにも当た

り前です。また、不安全の種が発芽しにくい、発芽しても生長し難い土壌ともいふべきものを、施設や組織が備えておくのも同様に重要です。

まず、なにより第一に大切なのは、不安全の種、支障の元になる種を播かない事、埋め込まないことです。そんなことは百も承知だと言われるに違いありません。しかし、事故・事象、トラブルの実例を省みますと、元々からその原因となるものが施設や組織に播かれていて、知らぬ間にそれが発芽し生長して何年かの後にある日突然の事故・事象になるという実例は枚挙にいとまのないくらいです。原子炉施設が多重防護・多重障壁の思想で設計・建設されておりますので、幸いに本格的な事故にまで至る事はほとんどなく、技術的には比較的小さな事象・トラブルで収まるのが普通ですが、社会的には大問題となる事は少なくありません。

大事故の典型として挙げられるチェルノブイリ事故を見ますと、これは原子炉の設計にも、運転管理体制にも事故の原因が播かれていたことが、事故報告書から明らかに示されております。我が国の事故・事象、トラブルの相当な割合のものは、やはりもともとからその原因が播かれていて必然的にそうなってしまったと言わざるを得ないものです。

たとえば、原子力船「むつ」の放射線漏れは、設計がもともとその様になっていたためです。高速増殖原型炉「もんじゅ」のナトリウム漏れは、温度計鞘管の設計不良でした。美浜 2 号炉の蒸気発生器細管破断は、建設工事中の不手際によるものでした。JCO 事故は、施設も管理体制も、教育訓練も事故原因の集合体であったとしか言いようがありません。

最近の例では、浜岡 1 号炉とドイツのブルンスビュッテル炉で相次いで発生した水素の爆発的燃焼による配管破断があげられます。これは予測がかなり難しいものであったとは思いますが、もともとの設計が水素の蓄積しやすい配管配置となっていたのが根本的な原因です。

そのほか、数が多いのが応力腐食割れ（SCC）によるトラブルでしょう。これは材料、応力、環境の相互作用によるものとされております。この相互作用が起こりうる所でなら、何処ででも起こるといえるぐらい、いろんなところで発生しております。最近では、BWR の炉心シュラウド、再循環系配管、制御棒駆動水圧管、PWR の制御棒案内管台、蒸気発生器細管等での発生例が挙げられます。これは必ずしも、運転環境によるのみでなく、建設中の環境管理や作業法に原因がある場合があります。材料をうっかり潮風に曝せてしまったとか、或いは材料を清浄にするため腐食性のある洗剤を使用したのが何年か後に「割れ」として現れたという例もあります。また、建設工事の際のほんのちょっとした不適切さ、たとえば、溶接時の開先の形、溶接棒の選択、

入熱管理、仕上げ作業などが微妙に影響することを、専門の方々はいやというほどに経験させられておられるはずです。ＳＣＣは、トラブルの種としては最も難しいものです。しかも、この現象はまだまだ研究する余地があります。

いったん播かれた種は、見つけ出すのも取り除くのも非常に難しいものです。種が播かれるのを可能な限り防止するうえで最も有効な手段は、計画的で優れた品質管理だと思います。通り一遍のものではなく、過去の事例から得られた知見を踏まえ、現状を総合的に判断し、かつ将来の発生可能性をも適切に予測したうえで実施される全般的な品質管理、設計も製作も視野に入れた品質管理こそが最強の防止策だと思います。このように考えますと、今後品質管理にこれまで以上の努力が払われるのはきわめて当然の事でしょう。

４．感知能力の増強

これらの不安全の種、トラブルの種がいったん播かれてしまいますと、次に重要な対策は、播かれた種を見つけて取り去るか、発芽した芽を事故・事象に生長する前に取り去ることです。そのためには、それらに対する認知能力を強化する事が欠かせません。原子力分野はもとより、一般の日常生活においても事故を避けるために認知能力がどれほど重要かは、我々にきわめて身近な交通事故の統計にも端的に示されております。ちなみに、警察庁の交通事故総合分析センターの平成１３年度の統計に依りますと、事故原因の７３％が「認知不足」であるそうです。それに続くのが、「判断ミス」の１９％、そして「操作ミス」が８％となっております。この統計は大きい母集団から導かれているものですから、その結果は人間、少なくとも日本人の特性の一端を明確に示しているものと理解せざるを得ません。感知能力、認知能力を増強する事で、事故原因の大半を減少させることが出来るわけです。

原子力施設の不安全の種や芽を人間の五感のみで見いだすというのは、勿論不可能です。このために、種々のモニター類が設備されておりますし、精密な検査機器も開発され、活用されております。しかしまだまだ十分でないところもあります。先に述べましたＳＣＣによるクラックを精確に検出し評価する機器や、材料や機器の経年変化の影響を解析評価する機器の一層の開発が強く期待されます。さらに欲を言えば、施設の重要部位材料の残留応力が非破壊的に測定解析出来る技術の確立が望まれます。現在はまだ原理的な試験研究の段階だと存じますが、これが実用化されますと、今後増加する経年施設の材料健全性評価に大きい力を発揮することが期待されます。

機器の検出能力の向上とその有効活用は当然ですが、施設の安全確保に人間の五感の働きもきわめて重要です。最近では人間の感覚を桁外れに超える精密な機器が開発されており、ついそれに依存しがちになります。勿論、測定機器は元来、人間の能力を拡張する為のものですから、それを最大限活用するのは当然ですが、最近の機器は人間の感知能力を問題にしないくらいにまで発達しましたし、また放射線については人間が感知能力を全く有していないというような事情もあり、人間の五感を見くびりすぎでないかと思われる場合をよく経験します。しかしながら、人間の五感の感度こそ機器に及ばないことが多くても、知性と結びついているため、その総合力において、機器をはるかに凌ぐものです。しかも、経験が蓄積された総合的感覚とそれに基づく判断こそ、不安全事故の種や芽を感得する上で最も有力なものだと思います。現場での視覚、聴覚、臭覚、触覚による判断で、ベテランが大変な力を発揮されることが多いのはこのためでしょう。現場作業においては是非この事情を重視していただきたいと存じます。

感知能力を有効に働かせ、事故の芽の生長を早く見つけ対処するには、「状況の差異」に常に留意する事ではないかと思えます。機器の測定結果を用いるにせよ、五感によるにせよ、過去と現在、昨日と今日とで何か差があるかを確認し、総合的判断を下すわけです。ほとんどのトラブルが大きくなる前に前兆段階で見いだされ、大事に至っていないのは、このようなやり方での検出と判断に負うものであることは、多くの事例で示されております。「今日の音はちょっといつもと違う」とか、「この頃のこの測定値の変化の傾向は、これまでのものとは異なっている」との「差異の感覚」が大事を小事で収めていてくれるのです。

この差異の感覚がよく働くためには、現場環境がどうなっているかが大切な要素であるように思います。モニターやメーターの配置や、現場の明るさ或いは騒音の大きさ、整理整頓ぶりなどです。これらに神経が配られておりませんと差異があっても「雑音」にかき消されて、有効に見いだされるというわけにはいかないでしょう。

5. 因果の脈絡

不安全事故の種、事故・事象の素因となるものが施設のどこかに埋め込まれるのをなるべく避けるようにするのは当然ですが、これを徹底的に実現するのは不可能ですし、現実的でもないことです。事故・事象の素因があるからといって、直ちにそれが事故・事象に発展するわけではありません。かなりの脈絡・経緯を経て、最終的に事故・事象にまで至るわけです。従って、この脈絡を見

いだし、適切に切断すれば、ここでも大事を小事で収めることが出来るわけです。これは人体にガン細胞が発生し、それが疾病としてのガンに発展するのと似ているように思われます。ガン細胞の発生は日常再々のことで防ぎようはないようです。しかし、数段の経緯と時日を経て疾病に至るわけです。その経緯の途上で発見し、適切に対処出来れば大事には至らなくてよいわけです。

実際多くのトラブルとして公表されているものは、事故への脈絡の途上で発見され、事故に至る前に処置されたものが大多数であるように見えます。この脈絡も、事故の素因と同様に非常に多種多様です。共通で類似な様相もありますが、施設の特性、環境によってかなりな相違もあり得ます。脈絡を適切に把握するためには、施設の有する諸特性と、特性の間にある関連性を総合的に把握する能力がきわめて重要なものとなります。

「因果の脈絡」に気づき、適時・適切に対処する事の難しさを厳しく示した最近の例は、米国のデービスベッセ炉の事故です。2002年2月の定期検査で、圧力容器上蓋貫通部の検査を実施したところ、一本の制御棒駆動装置用管台の周囲の圧力容器上蓋本体の低合金鋼が相当に減損しているのが発見されました。孔が穿たれていたのです。孔の大きさは、縦横が10, 2 X 12, 7 cm、深さが15, 2 cmでした。腐食は、0, 95 cm厚さのステンレス鋼製内張りにまで及ぶものでした。腐食の原因は、制御棒ノズル周辺のクラックから漏れたホウ酸によるものと考えられております。PWRの運転中の水圧が、内張りだけで保持されていたのです。これはまさに、間一髪で大事故に至ったかもしれないという、肝の冷える「ニアミス」でした。

この部位は、保温材に覆われていて、検査のし難いところではあります。しかし、その後の米国原子力規制委員会（NRC）の調査によりますと、相当に以前から各種の兆候が示されていたとのことです。そのくせ、運転成績はきわめて順調でした。表面上の運転記録だけでは、事故への脈絡を十分には把握出来ないという、厳しい実例です。プラントを詳細なデータの関連性も含めて総合的にどのように把握できているかとの視点からの運転管理の品質管理の必要性を示しているものと理解されます。

6. おわりに

今日は、安全確保に関して組織面に話を及ぼす余裕がありませんでしたが、基本的には、組織についても、不安全の種を播かない、播かれた種は見いだし取り除く、芽は小さい内に摘む、大きく育つことのないよう常に留意するという対応は同じであると考えます。このような機能が常に働くように組織運営

も、施設の運転管理も工夫と努力が欠かせません。

そのために特に強調させていただきたいのは、Questioning Attitudes、「常に、これでよいかと問い直す態度・習慣」です。これを強調することは、IAEAのINSAG（国際原子力諮問グループ）の安全文化に関する文書に示されておりますが、この態度・習慣を原子力施設を運営される機関の経営者から現場の末端まで身につけていただきたく、この機会にあらためてお願いしたいと存じます。日本語にぴったりした言葉を見つけられないのが残念ですが、自分の考えや行動を少しでも客観的に見る習慣を身につけるといふ点から言いますと、「傍目八目」の立場で自分を見るということでしょう。これが、組織や個人の思いこみを解き放ち、見るべきものが見え、ひいては事故・事象、トラブルの減少に効果が出るものと信じます。

第36回 原産年次大会

原子力施設の安全確保に求められるもの —Questioning Attitudesと傍目八目—

平成15年4月16日

原子力安全委員会 松浦祥次郎

1. はじめに

○安全確保の命題:

「どれだけ安全なら、十分安全といえるか」
(How safe is safe enough?)



最近の所感:

「安全とは何かを真っ正面から定義したり、直接に安全を追求するというのは無理なのではないか？」

○「安全」の語義:

「危険のないこと、危害の恐れのないこと」
(日本語でも英語でも同様)

2. 安全は状況、環境である

○安全の実際的理解:

「危険でない状況」、「危険を及ぼす可能性の少ない環境」

∴安全命題の実際的理解:「危険の可能性がどのくらい
小さければ、十分安全と考えてよいか」

○安全とは:

「必然的に変わり易い、常に変動する可能性のあるもの」

↓

これを見過ごしたり配慮を欠いたりすると事故事象に至る

○「安全確保とは、合理的に危険の可能性、支障の生じる
可能性の小さい状況を作り出し、維持すること」

↓

最近の事故・事象から教訓を学ぶ

3. 不安全の種、素因(その1)

○安全確保の最重要活動:

「不安全の種を施設にも組織にも播かない」、「播かれた種は
見つけだし取り出す」、「発芽した不安全の芽は小さい間に取り
除く」、「発芽し難い／発芽しても育ち難い土壌を備える」

●例1. チェルノブイリ事故:原子炉の設計、運転管理体制共に事故の
原因が播かれていた

●例2. 原子力船「むつ」放射線漏れ:設計に不安全の種

●例3. 「もんじゅ」ナトリウム漏れ:温度計鞘管の設計不良

●例4. 美浜2号炉細管破断:建設工事中の不手際

3. 不安全の種、素因(その2)

- 例5. JCO事故:施設、管理体制、教育訓練←事故原因集合体
- 例6. 浜岡1号、ブルンスビュッテル炉の水素爆発細管破断:
水素の蓄積しやすい配管配置設計
- 例7. 頻発する応力腐食割れトラブル(SCC):運転環境／設計中の
管理環境、作業法に原因←なお研究の余地あり

○種が播かれるのを可能な限り防止する

∵一端播かれた種は見出す事も取り除く事も困難



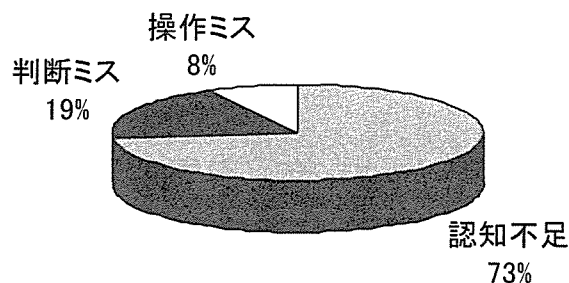
計画的で優れた品質管理は最強の防止策

4. 感知能力の増強(その1)

○感知・認知能力:発芽した不安全の芽を事故事象に生長する
前に除去するために不可欠

○日常生活の認知能力の例:

平成13年度交通事故総合分析センター統計



○機器による検出能力向上、有効活用←人間の五感による原子
力施設の不安全の種、芽の検出をサポート

4. 感知能力の増強(その2)

○機器を凌ぐ人間の五感の総合力による不安全の種、芽の感得



現場での視角、聴覚、臭覚、触覚による判断で、ベテランが
大変な力を発揮する(知性と結びつく五感の総合力は機器を凌駕する)

○「状況の差異」に常に留意する: 過去と現在、昨日と今日の
差異を確認し、総合的判断を下す



差異の感覚を働かせるためには現場環境への気配りが必要
(現場の照明、雑音、整理整頓 等)

5. 因果の脈絡

○不安全の種が事故・事象に発展する脈絡を見出し切断する



脈絡途上で発見、適切に処理すれば大事には至らない



脈絡を適切に把握するために: 施設特性、特性間の関連性を
総合的に把握する能力が重要

●デービスベッセ炉事故(2002年): 因果の脈絡を感知、適切に
対処することの難しさを示した

- ・相当以前から各種の兆候が顕在(NRCの調査による)
- ・運転パフォーマンスは極めて順調、表面上の運単記録からは事故への脈絡を把握できず(→運転管理QCの必要性)

6. おわりに

○不安全の種を播かない、播かれた種は見出し除去する、芽は小さいうちに摘む、大きく育つことのないよう常に留意する



施設の運転管理も組織の運営も対応は同じ

◎Questioning Attitudes,「常に、これでよいかと問い直す態度・習慣」の必要性(←IAEA, INSAG13)



原子力施設の経営者から現場まで身につけて頂きたい

○自分の考えや行動を少しでも客観的に見る習慣を身につける



「傍目八目」の立場で自分を見る(組織や個人の思い込みからの解放)

エネルギー総合政策・7つの提言

平成 13 年 4 月 12 日
自由民主党・政務調査会
石油等資源・エネルギー対策調査会
エネルギー総合政策小委員会

はじめに

近年の景気の低迷に加え、産業部門のエネルギー利用の効率化や、石油から天然ガス・原子力への燃料転換の成果もあって、わが国のエネルギー需給は、表面的には小康を保っている。

しかし、民生部門・輸送部門におけるエネルギー需要の伸び、東アジアを始めとする発展途上国の石油需要の急増、依然として高水準を示すわが国エネルギーのペルシャ湾岸依存度、更にはもんじゅのナトリウム漏れ事故に続く JCO 臨界事故、BNFL の MOX 燃料データ改ざんなど、原子力開発に関する事件・事故が重なり、エネルギー脆弱性の克服・環境保全と両立するエネルギー政策上の課題が生じているのも事実である。

また、昨年来顕在化した米国ルイジアナにおける天然ガス価格の急騰やカリフォルニア州の電力危機は、公益性の高い分野における制度改革の難しさを浮き彫りにした。

これまで我が党は、石油の安定維持、規制緩和、省エネ・代エネの推進、原子力安全規制・防災対策など、個々のテーマに対して適切に対処してきたが、最近の情勢変化を踏まえ、エネルギーに関する中長期的な総合政策を討議することが必要との認識に至り、平成 12 年 3 月 31 日に当委員会が設置された。

その後、小委員会は、学識経験者・行政等からのヒアリングも含め 29 回にわたる討議を行い 3 回の中間報告を経て、ここに「エネルギー総合政策 7 つの提言」を取りまとめた。

今後、さらに必要に応じて、調査研究を継続する。

7つの提言

1. エネルギー政策の視点

エネルギー政策は、短期のみならず長期的、個別対応のみならず総合的な視点に立ち、情緒的・硬直的でなく科学的かつ柔軟な発想で取り組む必要がある。

2. 政策の基本

エネルギー政策は、エネルギーの安全保障と供給信頼性、ならびに環境適合性を基本として、需給両面にわたり推進する。市場原理を活用した経済構造改革は、これらとの調和を前提とし、消費者満足や国民的利益の観点から推進する。特に公益性の高い分野での制度改革は、国内外の成果と失敗例を踏まえ、適切に対処する。

3. 需要の効率化と環境適合理化

需要対策が重要である。気候変動防止などの環境保全やエネルギーの安全保障を考えると、「需要はどうか」から「需要をどうするか」に発想を転換することが必要である。効率的で、地域環境・地球環境に適合する需要構造の構築を長期的視点で推進すべきである。特に、エネルギー消費、二酸化炭素排出の増加が著しい「業務」「家庭」「乗用車」部門に対策の重点をおく。

(具体策の例示)

- ・住宅・ビルの断熱性能向上、排熱の回收利用、蓄熱、コージェネ。
- ・建築物および自動車の取得・保有に関するグリーン税制の導入・拡大。
- ・自動車燃費の改善、環境適合型自動車の技術開発。
- ・交通管制システムの改善、立体交差の促進等による渋滞の解消。
- ・陸、海、空を含めた最適交通システムの追求。
- ・排ガス減少対策など、地域環境改善策の推進。
- ・エネルギー機器効率向上のためのトップランナー方式の推進。
- ・燃料電池利用の研究開発。
- ・「過剰から簡素へ」「使い捨てからリサイクルへ」ライフスタイルの変革。

4. 経済的措置

環境税・炭素税等のエネルギー関連税制を設けることや、排出量取引制度の創出などの経済的措置が提案されている。これは、市場に価格シグナルを送り、これにより個人や企業が自主的な選択や行動をとることを通じて、エネルギー需給構造の変革を誘導し、これによって環境負荷を軽減するものであり、検討の価値がある。

ただし、その導入に先立って、海外の事例の十分な調査、先進国等との協調、および既存の複雑なエネルギー税制の抜本的見直しを行うことが不可欠である。

5. 化石燃料の効率的利用

化石燃料は、現在、わが国の一次エネルギーの81%（うち52%が石油）を占め、中期的にはなお主力であり続ける。途上国の需要増と環境問題に配慮して、化石燃料比率の低減と効率的かつクリーンな活用が重要である。

石油は貴重なエネルギー源である。わが国はほぼ全量輸入であり、その75%はペルシャ湾岸諸国からであり、この結果、一次エネルギーのペルシャ湾岸依存度は約40%（米国は4%）と極めて脆弱である。

このため、エネルギー安全保障の観点から、石油依存度の計画的引下げを計画的に推進するとともに、輸入先の多角化、備蓄の強化、資源国との上流部門での開発協力を努める必要がある。また、石油から非石油への燃料転換は、これまで発電部門では大幅に、その他の工業加熱や暖房用ではある程度進んだが、輸送用（自動車等）ではほぼ全量石油製品のままである。輸送分野での燃料転換が今後の課題である。

天然ガスは、化石燃料の中では、環境負荷がもっとも小さく、今後期待されるエネルギーである。極東ロシアのガス田開発、天然ガスパイプライン構想、メタンハイドレードの開発可能性など、多くの提案や構想もある。発電用燃料の構成や燃料電池の普及可能性など、需要面の動向を十分に調査し、経済評価を行った上、対策を講ずることが必要である。

（具体策の例示）

- ・ 需要面での省エネルギー対策（前記）。
- ・ 自動車用燃料の非石油系への転換。
- ・ 供給面での天然ガスへの燃料転換、原子力の拡大、再生エネルギーの積極的活用。

- ・ G T L（ガス・ツー・リキッド）の研究開発。
- ・ 天然ガスパイプラインの可能性評価。
- ・ 石油備蓄体制の強化。
- ・ L P Gの安定確保。

6. 新エネルギーの育成強化

太陽光・風力などの新エネルギーは、これからのエネルギー供給源として、多方面から期待を集めている。わが国は、新エネルギー促進のための政府補助金と電力会社の自主的な高値引取りもあって急速に普及している。その結果、太陽光では世界第一位の出力（現在、約 20 万 kW）を示している。また、EU で「再生エネルギー」の開発・導入目標を定めるなどの動きもある。

しかし、他エネルギーと同様、光（非化石、環境適合、需給直結、クリーンなイメージ）と陰（薄い密度、出力不安定、高コスト）があり、その両面を冷静に評価して活用していく必要がある。現状は課題が多いこと¹も否定できないが、国民の期待にできるだけ応え、わが国のエネルギー政策の中に適切に位置づけ、エネルギー分野の自由化との整合性を図りつつ、法制面等の整備についても検討する。

（具体的政策や課題の例示）

- ・ 平成 9 年に成立した新エネ促進法の運用強化等による建設費補助の充実。
- ・ 「新エネルギー」の定義の見直し。
- ・ 市民・企業の自主的参加による「グリーン電力基金（昨年 10 月スタート）」促進のための税制措置。
- ・ エネルギー戦略達成のための目標を設定する場合の「ポートフォリオ基準」のあり方。
- ・ 上記の場合、「グリーン証書」発行の可否。
- ・ わが国では注目度が低いが、欧州の再生エネルギーでは主力と目されるバイオマスエネルギーの利用可能性と活用方策。
- ・ 究極の太陽光利用としての「太陽光宇宙発電（SPS）」等新規テーマの研究開発。
- ・ 水素エネルギーシステムの研究

¹ 太陽光や風力は、政府の「政策加速ケース」によっても、一次エネルギー総供給に占める割合は、2010 年にそれぞれ 0.2%、0.02%に過ぎない。風力を政府見通しの 10 倍（300 万 kW）としても 0.2%にとどまる。

7. 原子力発電・原子燃料サイクルの着実な推進

原子力発電は、現在、発電電力量の37%（一次エネルギーの14%）を占めており、化石燃料依存度の低減、温室効果ガス排出の削減、エネルギー安全保障の観点から安全管理に万全を期しつつ、着実に推進する。

JCO 事故は、特殊な燃料を違法に加工した工場で生じた臨界事故であるが、これを例外とせず、原子燃料サイクルを一貫した安全管理、防災対策の強化を図る。また、立地地域の振興に配慮する。この方針の下に、この一年余の間に

- ・ 安全審査指針の見直し、強化
- ・ 安全管理体制の改善（原子炉等規制法の改正を実施）
- ・ 原子力防災体制の強化（原子力災害対策特別措置法の制定を実施）
- ・ 立地地域の振興方策（原子力発電施設等立地地域振興特別措置法を制定実施）

を行ってきた。今後とも、光（エネルギー安全保障・環境適合性・長期経済性）と陰（潜在的危険性・高レベル放射性廃棄物処分問題・短期的投資リスク）の両面を冷静に評価し、リスクをコントロールしつつ、国策として着実に推進する。

原子燃料サイクルについては、エネルギー自立の観点を基本としつつ、国際的なウラン需給の動向、サイクル関連技術開発と、コストの国際比較等を勘案しながら、これを推進する。

プルサーマルについては、ウラン資源の有効活用を図る技術であると共に、燃料供給の安定性向上の観点から、また、核不拡散の観点から、国策としてこれを推進する。

FBR（高速増殖炉）の開発は、商業化が急務ではなくなった。このことは、十分な研究開発の時間が得られたことともなり、長期的には世界が必要とする可能性のある FBR 技術を、日本がトップランナーとして研究開発することを可能にした。現在停止中の「もんじゅ」（原型炉）の安全審査を早急にスタートし、一定期間運転後、データの蓄積と解析により、将来の炉型戦略を考えることを検討すべきである。

高レベル放射性廃棄物の処分事業に関する法律が、制定・実施され、

- ・ 高レベル放射性廃棄物の処分主体の決定
- ・ 処分費用の現世代からの積立て
- ・ 処分事業の進め方——処分地選定のプロセス

が明確化されることになった。今後は、この法に沿って事業を着実に進めることとする。現世代のツケを次世代に廻してはならない。

(今後の検討課題)

- ・ 自由化の進展によっては、需要の見通しが不透明となり、リードタイムが長く、投資規模が巨大で、初期資本コストの高い原子力発電は、投資リスクが大きいため、その選択を企業が逡巡するおそれがある。国策としての推進との調和をどのように図るか。
- ・ 需要地立地や途上国向け輸出戦略としての静的安全・核不拡散耐性をもつ小型炉の研究開発。
- ・ 人工島立地方式の展開と多目的利用の検討。
- ・ 欧州等海外の取組み意欲と姿勢を十分検討した上での、ITER の誘致可否の判断。

むすび

上記の「7つの提言」を実現するための第一歩として、別添の「エネルギー政策基本法（仮称）」案を提案する。

なお、提言の中に記した具体策や検討事項については、今後も引き続き調査研究する。

以 上

Proposal for Seven Approaches for Comprehensive Energy Policy

THE LIBERAL DEMOCRATIC PARTY OF JAPAN

Published on May 31, 2001

With the economy slowing, coupled with the improved efficiency of energy use in the industrial sector as well as the successful fuel conversion from oil to natural gas and nuclear energy, the energy situation in Japan appears to be stable with supply and demand keeping a balance at least for now.

But the situation does not warrant optimism when considering the latest developments and recent events as represented by the growing energy demand in the private and transportation sectors, the rapid increase in oil demand in developing countries of East Asia among others, Japan's continued reliance on the Persian Gulf region for its energy supply, nuclear accidents involving the nuclear reactor Monju causing sodium leakage, followed by the JCO accident over unintended criticality, and the tampering with MOX fuel data by BNFL. All these developments and events pose challenges for the government to come up with energy policies that specifically address the vulnerable aspects of energy supply and that do not run counter to the environmental conservation.

It is not an easy task particularly when it involves institutional changes in utilities that provide public services. The difficulties are highlighted by the recent events in the US like soaring natural gas prices in Louisiana and the power crisis in California.

The Liberal Democratic Party of Japan has dealt with energy problems specifically in terms of stable oil supply, deregulation, energy conservation and promotion of alternative energies, safety regulations and disaster prevention of nuclear power. In view of the latest developments, in addition to these and other efforts, the LDP set up a committee to address energy problems in mid- and long terms on March 31, 2000: the committee on Oil and Other Energy Resources and their Related Policy Measures. Subsequently, thirty public hearings were held at its sub-committee inviting experts from the academia and government, and, following the three interim reports, the committee finalized its recommendations in the form of "Proposal for Seven Approaches to Comprehensive Energy Policy". Further study and research on the subject will be made as needed.

Seven Proposed Approaches

1. Viewpoint of Energy Policy

Energy policy must be made in short as well as long terms and specific as well as general terms. It must be dealt with scientifically as well as flexibly avoiding emotionalism and rigidity.

2. Basis of Policy Making

Energy policy must be basically aimed at ensuring energy security and reliable energy supply and, at the same time, embracing the environmental protection. Economic structural reform on the strength of market principles must be premised on this basic stance and pursued with consumer satisfaction and public interests in mind. Institutional changes must be dealt with most carefully in areas where public services are involved, referring to the past experiences, both successful and failed, at home and abroad.

3. Demand Orientation and Accommodation with Environmental Protection

Given the needs for environmental protection to prevent climate change, for example, and energy security, energy demand must be viewed in terms of not 'what it will be like' as in the past, but 'what it should be like' and what needs to be done to make it like that. Change in the demand structure must be sought from a long term perspective so as to make it less wasteful and more friendly to the environment. The focus of policy making must be on the areas of businesses, households and automobiles, where energy consumption is conspicuously growing, contributing heavily to the increase in carbon dioxide emissions.

[Examples of specific measures to be taken]

- Improved insulation in houses and buildings; waste heat recovery and recycling; heat storage; co-generation.
- Introduction and expansion of green taxes on acquisition and possession of houses, buildings and vehicles.
- Improved automotive fuel efficiency (mileage); technology development for environmentally friendly vehicles.
- Improved traffic control systems; elimination of traffic congestion by introducing grade separation.

- Promotion of the 'Top Runner Formula' to improve efficiency of power-driven appliances.
- Research and development on fuel cell applications.
- Change in lifestyle: 'From affluent life to simple life, 'and 'From disposal to recycling.'

4. Economic Measures

Economic measures being proposed include introduction of energy-related taxes like environment tax and carbon tax as well as creation of emissions trading systems. These measures are intended to send a message to the market for additional costs and thus encourage consumers and businesses to act accordingly on their own, which expectedly leads to change in the energy demand structure and reduced burden on the environment. They are well worth considering as viable options.

Their introduction, however, must be preceded by in-depth study and research on past experiences at home and abroad, well-coordinated consultations with other developed countries, and a wholesale review of the existing energy-related taxation systems which are highly complex as they are.

5. More Efficient Use of Fossil Fuels

Presently, fossil fuels account for 81% (of which 52% is represented by oil) of total primary energy consumption in Japan, and they are expected to remain so as a major energy source in the medium-term projection. In view of the growing energy demand in developing countries and their impact on the environment, this high percentage of fossil fuels must be reduced by seeking more efficient and cleaner use of fossil fuels.

Oil is an important energy source. In Japan, we import nearly all of oil we use with 75% of the imports coming from the Persian Gulf states. Consequently Japan's rate of dependency on this region for primary energy supplies comes to approximately 40% compared with 4% for the United States, thus making Japan extremely vulnerable to outside influence.

Because of this and for the sake of energy security, this oil dependency must be reduced in planned steps in a well organized manner. At the same time, efforts must be made to diversify regions from which to import, reinforce the stockpiles, and work together with resourceful countries in upstream development. Fuel conversion from oil to non-oil sources has made great progress in the electric power generating industry while in other

areas like industrial heating and household heating significant progress is also seen. But in the transportation sector including automobiles, almost all fuel needs are met by oil products. Fuel conversion in this particular sector is a challenge to be addressed.

Of all fossil fuels, natural gas has a least impact on the environment to make it a most promising energy source. Many ideas and proposals are on the table including the development of gas fields in Far East Russia, construction of natural gas pipelines, a feasibility study of methane hydrate development, among others. Restructuring of fuel combination for power generation and promotion of fuel cell applications also must be pursued based on an extensive study of demand movements and economic assessment.

[Specific examples of action to be taken]

- Measures for energy conservation on the demand side. (See the above)
- Conversion of automobile fuels to non-oil sources.
- Fuel conversion to natural gas on the supply side; expansion of nuclear power; active utilization of renewable energies.
- Research and development on GTL (gas to liquid).
- Reinforcement of stockpiles.
- Stabilized supply of LPG.
- Feasibility study of natural gas pipelines.

6. Further Development and Encouraged Use of New Energies as Supplementary Energy Sources

New energies like photovoltaic and wind power are drawing wide attention and expectations as promising energy sources. They are rapidly coming on stream backed by government subsidies to help promote them and cooperation of power companies to encourage them by agreeing to offer better prices. As a result, Japan now is the largest producer of photovoltaic power in the world with its current output amounting to approximately 200,000kW. Also in the EU, there are moves to set targets for development and introduction of renewable energies.

Like any other conventional energies, alongside their bright side (non-fossil, environmentally friendly, directly connecting supply-demand, and having a clean image),

these new energies too have their dark side (low density, unstable supply, and high costs)¹. Therefore, it is important to weigh the two sides in balance in an objective manner as they are put to use. Frankly, they are not ready yet to meet the expectations that are asking too much too soon of them. But their expected roles as supplementary energy sources must be clearly defined in energy policy making at the national level in an effort to meet such expectations of people at large. In the meantime, such action that runs counter to the market principles like enforced acquisition by law must be avoided.

[Examples of Specific Measures and Tasks to be addressed]

- Increased funding for construction costs by active application of the New Energy Promotion Law enacted in 1997.
- Re-defining of 'new energies.'
- Tax incentives for participation in the Green Electric Power Fund (set up in October 2000) by citizens and businesses.
- Selection of standards on which goals of energy policy are based: the Non-fossil Fuel Portfolio Standard (NFPS) which is broader, the less broader Renewables Portfolio Standard (RPS), or more narrowly defined RPS that covers small scale renewables that are not cost efficient.
- Whether or not to issue the Green Certificate for such standards.
- Whether to discuss the new energies separately and independently or to discuss them in the overall framework of 'liberalization' and 'economic measures,' for example.
- Feasibility study to look into areas of applications, as well as its feasibility, of biomass energy which is considered a major player of renewables in Europe though it commands little attention in Japan.
- Research and development on the Space Photovoltaic Station (SPS) as the ultimate of photovoltaic application.

7. Steady Promotion of Nuclear Power Generation and Nuclear Fuel Cycle

Nuclear power accounts for 37% of total power output, or 14% of total primary energy output, in Japan. As such, nuclear power generation must be promoted steadily paying due attention to its safe operation and control in order to reduce the dependence on fossil fuels

¹ Photovoltaic and wind power are expected to account for 0.2% and 0.02% respectively of total primary energy supply by 2010 even under the government's Accelerated Policy Case projection. By assuming ten times (3 million kW) of the government projection for wind power, its contribution would still remain only 0.2%.

and cut down on emissions of greenhouse gases as well as from the energy security viewpoint.

The JCO criticality accident was caused by illegal processing of fuel material in a processing plant. Instead of dismissing it as an exceptional accident, every step must be taken to prevent recurrence of such accident by putting the nuclear fuel cycle under the integrated control to ensure safety and prevention of accidents. Siting of nuclear facilities must be given utmost consideration. Under these policy guidelines, the following action programs were implemented in the past year or so.

- Review of safety check guidelines to make them tighter.
- Improvement of safe operation control systems (which required the revisions of the Nuclear Reactor Control Law and their enforcement).
- Strengthening of anti-nuclear accident systems (which required the legislation of the Special Law for Anti-Nuclear Accidents and its enforcement).
- Measures to promote the economy of localities where nuclear facilities are sited (which required the legislation of the Special Law for Promotion of Localities where Nuclear Facilities are to be sited and its enforcement).

Steady efforts will continue to be made at the national level while paying due attention to ensure safety.

The nuclear fuel cycle must be viewed basically in the light of the need for self-reliance on energy matters. While adhering to this basic stance, it must be addressed flexibly according to international supply-demand trends of uranium, progress of fuel cycle related technology development, cost comparison on the international markets, etc.

The Fast Breeder Reactor (FBR) ceased to be an attractive technology worth continued efforts for commercialization. But the FBR technology is still important in the long term with potential to benefit the world. The fact of attention being taken away from this technology for now allows more lead time for Japan to pursue further research and development on this technology and to become the top runner in this field. A safety check on the Monju reactor (a prototype reactor) whose operation has been suspended must be started immediately and, based on the study of data gained from allowing it to operate for a certain period of time, policies with respect to the types of reactors must be discussed.

The law concerning the disposal of high level radioactive waste has been enacted and

enforced. Under the law:

- An entity responsible for high level radioactive waste disposal is designated.
- Reserve funds are to start being set aside regularly to pay for future disposal costs.
- How to proceed with actual disposal is set forth, including a process for selection of sites for disposal.

This business of high level radioactive waste disposal must be pursued in a steady manner in accordance with this law so as not to leave a negative legacy behind for the future generations to inherit.

[Future Tasks]

- As liberalization of the power industry progresses, making it increasingly difficult to predict future demand and supply movements, and in view of the huge amounts of costs it takes to start up nuclear power generation in the form of not only initial investments to be made up front but also subsequent investments over a long lead time before the start-up, private companies are likely to be reluctant to go along by taking such risks. If so, what should be done to promote nuclear power as a national policy in coordination with private companies must be addressed.
- Research and development on small scale reactors which involve less problems in siting and make good exports to help security not subject to nuclear proliferation.
- Application of a man-made island technology for siting nuclear facilities and a study to explore the possibility of its multi-purpose utilization.
- Whether or not to introduce ITER after fully studying their current status in Europe and other countries in terms of how seriously they are dealt with.

CONCLUSION

As a first step to realizing the above seven approaches, Comprehensive Energy Policy Bill is hereby proposed for legislation. Specific programs and tasks mentioned in this proposal will continue to be pursued for further research and study.

本人の発表後に解禁
Embargo before the speech

The Role of Nuclear Energy in Energy Strategy and Environment Development

Ma Honglin, Secretary General of the China Atomic Energy Authority

April 16, 2003

Distinguished Mr. Chairperson, Ladies and Gentlemen,

I am delighted to attend the 36th annual conference of JAIF. I would like to avail myself of this opportunity to talk about issues concerning nuclear energy and environmental protection in our country.

1. The Status Quo and Policies of Nuclear Power Development in China

China's nuclear industry started in the 1950s, and a preliminary industrial system was completed with 20 years' efforts.

The nuclear industry of China entered a new development stage in the 1980s when the country adopted the policy of reform and opening. It began to directly serve the national economic construction, and nuclear power became one of the most important sectors of the economy. There are so far 11 nuclear power units in China's mainland, 7 of which are in operation with a total installed capacity of 5400 MW. Nuclear is contributing 1% of the total power generation of the country. China's nuclear industry has maintained a good record in safe operation and environmental protection. No serious accident has ever occurred.

Under the guideline of "moderate development of nuclear power", the competent authorities of China are making positive efforts in formulating and implementing development plan for nuclear power to coordinate its development across the country. China's nuclear power construction will follow the principle of "cooperating with other countries with China playing the major role, introducing technology and promoting localization" and aim at "standardization and self-reliance". On the basis of absorbing advanced experience from other countries, self-reliance will be achieved in the designing, manufacturing, construction and operation of large-capacity nuclear power reactors. The 1000 MW scale PWR will be the major technical solution in next decade or so.

2. The Development Prospect of Nuclear Power in China

China's total installed power capacity reached 3380 GW in 2002 and the annual power output and installed capacity is ranked the second in the world. As a great country with a population of 1.3 billion, China is still insufficient in terms of electricity supply with an installed capacity per capita of 0.24 MW, ten times lower than many developed countries. The

present energy mix is far from rational with the output of coal accounting for over 65%, petroleum and gas 20%, hydro power 10% and nuclear power around 1%. This coal-overwhelmed energy mix has to be restructured to meet the requirements of environmental protection and sustainable development. It was proposed in the 16th CPC Congress last year that the GDP will redouble by 2020. The power industry needs to grow at an estimated rate of 5% to meet the requirements of the national economic development. The total installed capacity will exceed 8000 GW by 2020. In addition to hydro and wind, nuclear power will take a percentage in the growth as a kind of clean energy. The total installed capacity of nuclear power will reach 30,000 MW if nuclear accounts for 4% of the total by 2020, i.e., about 20 nuclear power units of 1000 MW will be constructed in the future.

3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

Environmental protection is a challenge facing China and the rest of the world. Environmental issues resulted from uses of fossil fuels has caught increasing attention of the people. People were concerned only by regional environmental pollution such as acid rain before the 1970s, and the climate change caused by such greenhouse gases as CO₂ and CH₄ has been the focus of the international community since the 1980s.

Along with the rapid economic development in the past two decades, China's environment issues became sharp. Surveys show that the majority of China's cities suffer from air pollution of different levels, and 30% land are eroded by acid rain. Attaching great importance to the situation, the Chinese government has taken positive measures to reduce environmental pollution. Laws and regulations on environmental protection have been promulgated, including the Law of Environmental Protection, 18 specialized environmental protection rules and more than 400 standards and regulations. Implementing institutions were established to ensure the effectiveness of these laws and regulations.

A proposal was made in the international conference on climate change in Kyoto in December 1997 that the annual greenhouse gases emission of the industrialized countries from 2008 to 2012 should be 6-8% lower than 1990, and the emission level of the developing countries be determined by themselves. China, standing with majority countries of the world, actively responds to this proposal by taking practical measures to contribute to protecting our globe village. China has signed international conventions related to environmental protection, including conventions on ozone-layer protection, climate change and biodiversity. In the 2002 Summit on Sustainable Development in South Africa, the

Chinese Government ratified the Kyodo Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. All these efforts testified the positive attitude of the Chinese Government toward participating in international cooperation on environmental protection to for sustainable economic development of the world.

The Chinese Government holds that nuclear power is a clean energy that does not emit silt, SO_2 and NO_x that cause acid rain, or greenhouse gases such as CO_2 . Nuclear energy helps to protect the environment and reduce the emission of greenhouse gases. The Chinese Government supports that CDM includes nuclear power. Under the framework of FNCA, China, Japan, ROK, Viet Nam and Indonesia signed the Proposal on Nuclear Energy and Sustainable Development which advocated developing nuclear power as a clean energy of sustainable development. This proposal reflected to some extent the intention of Asian countries on developing nuclear energy.

Mr. Chairperson, Ladies and Gentlemen,

The limited reserve and rapid consumption of fossil fuels will bring negative effects on the security and development of economy of the international community. We need to explore and use new energy that is safe and clean. Nuclear is one of the important options in terms of reserve and security. China, as a developing country, has to improve its capability in developing nuclear energy and protecting the environment. We wish to cooperate with the rest of the world to make contribution to promoting the environmental protection and sustainable economic development of the world.

Thank you.

The Role of Nuclear Energy in Energy Strategy and Environment Development

Mr. MA Honglin
China Atomic Energy Authority
April 16, 2003, Fukui

1. The Status Quo and Policies of Nuclear Power Development in China

- China's nuclear industry started in the 1950s.
- The nuclear industry of China entered a new development stage in the 1980s.
- 11 nuclear power units in China's mainland, 7 of which are in operation with a total installed capacity of 5400 MW.

1. The Status Quo and Policies of Nuclear Power Development in China

- China's nuclear industry has maintained a good record in safe operation and environmental protection.
- Under the guideline of “ moderate development of nuclear power”, the development plan for nuclear power is in formulating and implementing.

1. The Status Quo and Policies of Nuclear Power Development in China

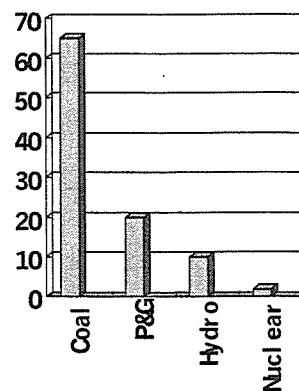
- China's nuclear power construction will follow the principle of “ cooperating with other countries with China playing the major role, introducing technology and promoting localization” and aim at standardization and self-reliance
- The 1000 MW scale PWR will be the major technical solution in next decade

2. The Development Prospect of Nuclear Power in China

- Mainland's total installed power capacity reached 3380 GW in 2002 and the annual power output and installed capacity is ranked the second in the world.
- China is still insufficient in terms of electricity supply with an installed capacity per capita of 0.24 MW

2. The Development Prospect of Nuclear Power in China

- Coal - 65%
- Petroleum and gas -20%
- Hydro power - 10%
- Nuclear power - 1%



2. The Development Prospect of Nuclear Power in China

- GDP will be redoubled by 2020
- The power industry needs to grow at an estimated rate of 5%
- The total installed capacity will exceed 8000 GW by 2020
- The total installed capacity of nuclear power will reach 30,000 MW if nuclear accounts for 4% of the total by 2020

2. The Development Prospect of Nuclear Power in China

- About 20 nuclear power units of 1000 MW will be constructed in the future

3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

- Environmental protection is a challenge facing China and the rest of the world
- In the 1970s -- regional environmental pollution such as acid rain have been concerned
- In the 1980s -- the climate change caused by such greenhouse gases as CO₂ and CH₄

3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

- Majority of China's cities suffer from air pollution of different levels
- 30% land area eroded by acid rain

3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

- Laws and regulations on environmental protection have been promulgated, including the Law of Environmental Protection, 18 specialized environmental protection rules and more than 400 standards and regulations
- Implementing institutions were established to ensure the effectiveness of these laws and regulations

3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

- Kyoto Protocol in December 1997
- The annual greenhouse gases emission of the industrialized countries from 2008 to 2012 should be 6-8% lower than 1990
- The emission level of the developing countries be determined by themselves

3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

- China has signed international conventions related to environmental protection, including conventions on ozone-layer protection, climate change and biodiversity.
- Chinese Government ratified the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change in the 2002

3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

- The Chinese Government supports that CDM includes nuclear power.
- Under the framework of FNCA, China, Japan, ROK, Viet Nam and Indonesia signed the Recommendation on Nuclear Energy and Sustainable Development

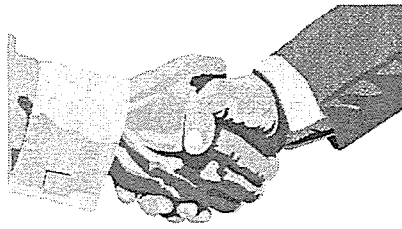
3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

- The limited reserve and rapid consumption of fossil fuels will bring negative effects on the security and development of economy of the international community.
- Nuclear is one of the important options in terms of reserve and security.

3. The Role of Nuclear Power in Environmental Protection and Development

- China, as a developing country, has to improve its capability in developing nuclear energy and protecting the environment.
- We wish to cooperate with the rest of the world to make contribution to promoting the environmental protection and sustainable economic development of the world.

Thank you



基本的な認識

日本のエネルギー消費は、この30年で民生部門で2.30倍、運輸部門で2.16倍も増加しています(図1)。

多種多様な電化製品に取り囲まれて、より豊かな暮らしを求めて家庭の電力消費は増加し続け、最近では家庭の中もIT化しつつあり、暮らしの快適度は増大中です(図2)。

最近の調査でも今後の暮らしのレベルをどうしたいかの問いに対して、大都市地域72.4%立地地域70.4%と、もっと暮らしのレベルを上げたい、今程度は維持したいと考えていることが判ります(図3)。

日本のエネルギー自給率20%-原子力発電を除けば4%-という資源の乏しい状況は、食糧自給率40%という状況とともに他の主要国と対比して、私たちの暮らしは砂上の楼閣といえます(図4, 5)。

まずこの現実を直視することによって、はじめて次世代に渡す持続可能な生活基盤を確立するための方策が明らかになると考えます。

そして、地球環境保護と経済のバランスを視野に入れて、私達が実践すべき課題を考えていきます。

<1> まず、くらしのライフラインの確立を

1995年の阪神淡路大震災を体験し、電気、水、ガス、食糧の確保は生活の第一優先事項、絶対条件であり、文字通り暮らしの生命線であることを知りました。

しかし、地震は台所を直撃し、交通・流通・情報網を寸断しますが、もっと重要なことはエネルギー供給源の分断です。現在の生活レベルを維持するためにはエネルギーの安定供給が不可欠ですが、今の中東情勢の刻々の変化を考えても、エネルギー問題の表層的認識だけでは暮らしの先行はかなり厳しい状況に陥ることも予想されます。

関西電力圏内での電力供給は現在54%が原子力発電です(図6)。つまり、私達の暮らしの半分は原子力エネルギーによって支えられているわけです。しかし、この事実を日常の暮らしでどれだけ認知しているのでしょうか。

また、第一次、第二次オイルショックによる経験から原子力発電と石油備蓄の増加で(171日)、原油輸入額の経済に対する比重推移は20年間で1/5まで低下し、日本経済が中東情勢に振り回されない構造に変化していることもあまり知られていません(表1)。

一方、地球環境や温暖化対策として家庭でできる省エネや節エネの意識が浸透し実践もかなり進んできています。

家庭から始まるこれらの行動の起因は生活学習の場や社会教育の一環として様々な学習が進んだことによりますが、さらに専門家、業界からのより包括的な視野と将来的視点によるもっと積極的学習の機会の提供が必要です。

また、学校教育（小、中、高）のカリキュラムの中に正しいエネルギー教育を導入し、知識だけでなく家庭での実践も自然に体得できるようになれば親子、地域、学校の一体系の中でより理解が進むと考えます。私たちもよく学びよく理解し周囲へのメッセンジャーになりたいものです。

さらにこれまでの原子力に伴う事故、事象の中で大学での専門分野研究体制が減少し原子力を専攻する学生も減り技術面、運用面でのレベルの低下が心配されるといいます。

高度な専門家と大学教育の確立は企業の技術蓄積を国内だけでなく海外にも役立てる人材の育成であり、将来への最も有意義な投資となります。

＜2＞ 地球共生社会を育てていく

もはや私達は大消費地の一員として生活基盤を支える電源やエネルギー問題に対して、無知、無関心、無責任な言動に終止符を打ちたいものです。なぜならばエネルギー問題は少資源国日本の国民的課題だからです。

そして、正しい知識の欠如による事故時の風評は電力供給地の住民の直接間接的な被害と共に、膨大な社会的コストを生みます。火力、水力、原子力その他新エネルギー源による発電であろうと、すべて電源供給地の依存なくして私達の暮らしは成り立ちません。ましてや大消費地（消費者）が地理的条件、物理的条件において引き受けることのできないものを引き受けてもらえる原子力発電立地供給地（供給者、事業者）への感謝がなければ“暮らしの共生”は成り立ちません。

加害者、被害者の両極論、またものごとの全否定からは何も生まれず困難な課題に対して人間の英知を結集し次世代へ伝えることが重要なのだと考えます。

＜3＞ 原子力エネルギーを夢に乘せて

1970年に大阪万国博覧会が開催されました。その時関西電力美浜発電所から初送電された原子のあかりが博覧会場に灯りました。当時生まれた子供は成長し30歳代の大人になっていますが、“原子の灯”の夢はどこにいったのでしょうか。発電所は立地地域の方々にとって自然風景の一部となったのでしょうか。

一方、暮らしの1/3のエネルギーを原子力発電で供給してもらっている大都市地域の人は原子力発電について53%があえて見学しようとは思わない、絶対見学したくないとあります（図7）。私達は親の存在と同じようにそこに“在る”時は有難みを忘れる子供のようにです。

2003年4月7日、手塚治虫の鉄腕アトムが誕生しました。妹はウランちゃんです。科学の夢の世界はアトムを大空に羽ばたかせました。しかし、まだ充分社会に認知されない原子力技術はいずれ夢のエネルギーとして再生していくためにいま、生みの苦しみを味わっている時なのかも知れません。

原子力是一方で平和利用として人類の医療や食品滅菌等への多大な貢献をしていますが、国際的に日本の安全保障として余剰のプルトニウムを貯めないという約束が究極の平和利用であるとも考えられます。しかし、ウラン資源が有効で永続的な暮らしのインフラであるためには技術運用、管理、政策制度のすべてにおいて「安全性」への終わりなき挑戦が求められます。安全の確立への挑戦は安心社会のしくみづくりの第一歩です。そして立地地域、消費地域、消費者、事業者、生活者すべてがこの課題を我事として受け止めるためには、私達は同世代の運命共同体であると認識することから始まります。

また市場の需要ニーズや顧客ニーズを熟知するには“まずはじめに広聴あり”の企業姿勢と市民の政策参画システムの構築が必要です。

日本固有のエネルギー課題と国際的なグローバル社会の両立のために“情報の共有”“経験の共有”“実践の共有”によって透明な社会の枠組みづくりー環境と経済（エコ・エコノミー）と暮らしの新たなバランスを創造していくことが求められます。

表1

原油輸入額の経済に対する比重推移

年度	原油および粗油輸入額 (10億円)	名目GDP (10億円)	名目GDPに対する原油 輸入額の割合
●第1次石油危機前後			
1973	2,416	118,079	2.05%
1974	5,841	140,140	4.17%
1975	5,906	154,646	3.82%
●第2次石油危機前後			
1978	4,826	211,141	2.29%
1979	9,192	227,738	4.04%
1980	11,790	249,094	4.73%
1981	11,942	264,576	4.51%
●最近			
1996	3,961	516,729	0.77%
1997	3,871	521,153	0.74%
1998	2,617	514,418	0.51%
1999	3,644	510,687	0.71%
2000	4,931	515,478	0.96%
2001	4,435	502,602	0.88%

出典：財務省「貿易統計」、内閣府「国民経済計算年報」により作成

図1

日本のエネルギー消費は民生・運輸部門で増加

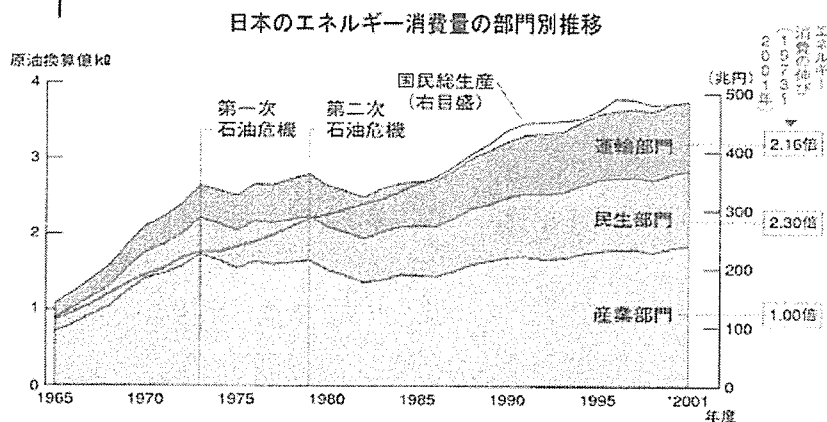
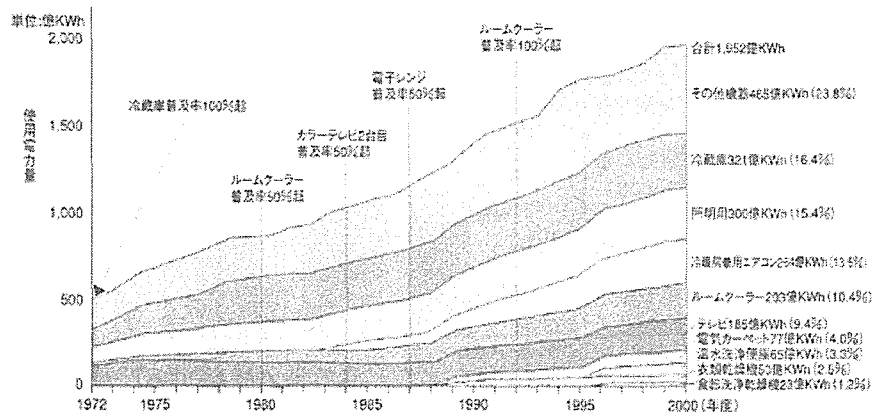


図2

より快適な暮らしを求めて家庭の電力消費は増加中

品目別家庭用電力消費の推移

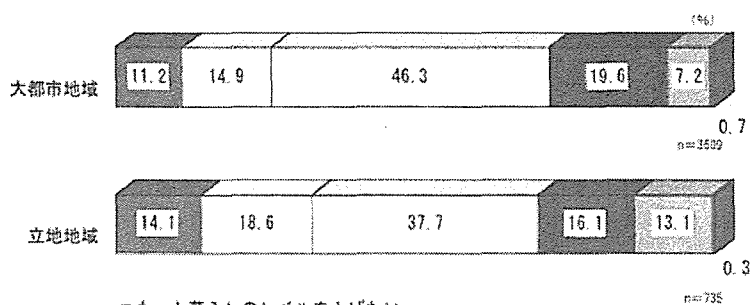


出典: 「電力需要の概要 (2000)」

(資源エネルギー庁ホームページより)

図3

あなたは今後の暮らしのレベルをどうしたいと考えていますか。最も近いものを一つ選び、その番号に○印を付けて下さい。



- もっと暮らしのレベルを上げたい
- 今程度の暮らしは維持したい
- 今程度の暮らしは維持したいが、なるべく省エネルギーに努める
- 電化製品等には余分な機能がすぎ、それらは無くすべき
- 我慢できるものは電化製品等に依存せず、快適すぎる暮らしは必要ない
- 照明、冷蔵庫等を含め電化製品等には一切依存すべきではない

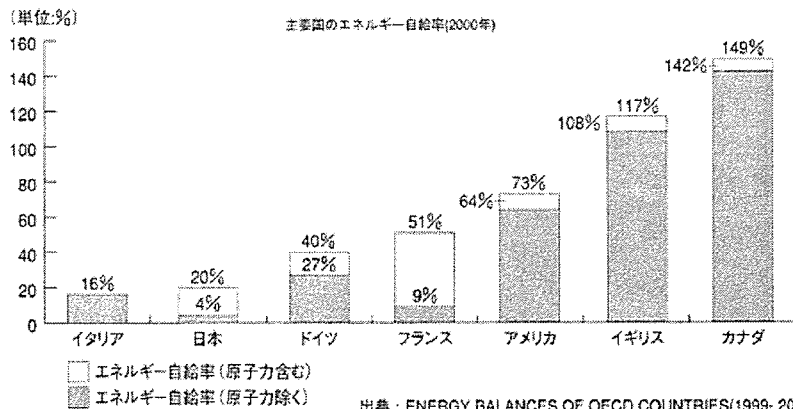
出典: エネルギー世論調査2002調査結果

(資源エネルギー庁ホームページより)

図4

諸外国に比べ低い日本のエネルギーの自給率

日本のエネルギー自給率は、水力、地熱などによって4%であり、供給安定性の高い原子力発電を含めても20%に過ぎません。

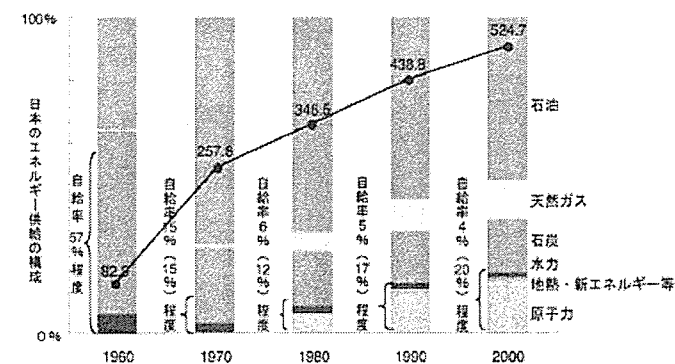


(資源エネルギー庁ホームページより)

図5

日本のエネルギー自給率の変化

エネルギー供給量が大きくなる中で、石炭、水力など国内の天然資源による自給率は大幅に下がってきましたが、原子力発電を進めることによって、それを加えた割合は現在では20%となっています。



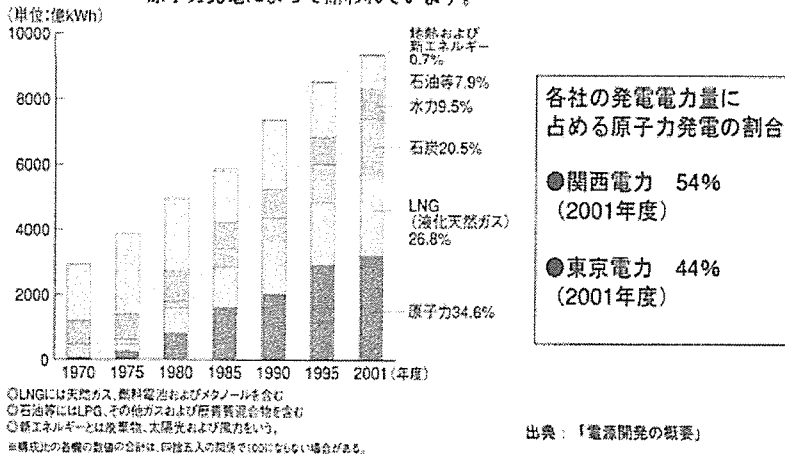
出典: ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES(OECD/IEA)

(資源エネルギー庁ホームページより)

图6

基幹電源として原子力発電は重要な役割

日本の電力の1/3、関西圏および首都圏の電力のおよそ半分は原子力発電によって賄われています。

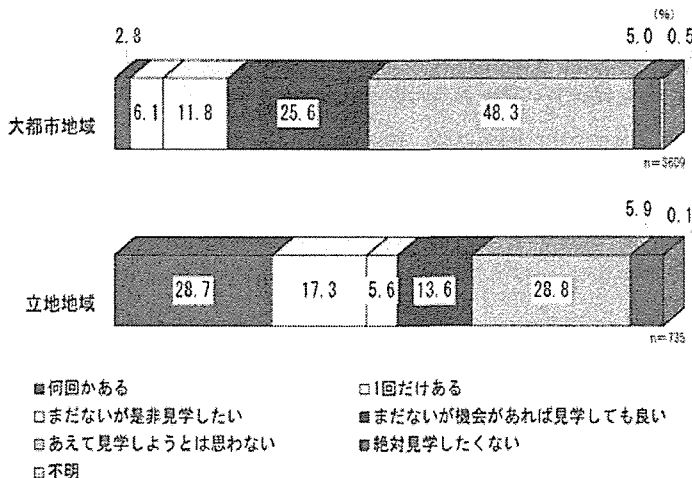


出典：「電源開発の概要」

(資源エネルギー庁ホームページより)

图7

あなたは、原子力発電所を見学したことがありますか。あてはまるものを一つ選び、その番号に○印を付けて下さい。



出典：エネルギー世論調査2002調査結果

(資源エネルギー庁ホームページより)

The environmental problem from the viewpoint of the consumer

2003. 4. 16

Commentator on Life Information

Chiiko Inoue

Basic awareness

Japan's energy consumption in the areas of consumer has increased 2.30 times and also traffic has increased 2.16 in the last 30 years. (Fig.1)

Use of various household electric appliances to improve the comforts of living has caused household electric power consumption to keep increasing. Recently, the integration of information technology in the household continues, and the level of comfort of living has been increasing. (Fig.2)

In recent investigation, it is understood that people in the large city (72.4%) and the location region (70.4%) consider that who want to improve more living condition or maintain as now for the question of how to level further living. (Fig.3)

The energy self-sufficiency rate of Japan is 20% and 4% if nuclear power generation is removed. In this state of resource scarcity, compounded by other factors such as the food self-sufficiency ratio of 40%, our living can be thought of as a house of cards when compared with other major countries. (Fig.4, 5)

In the first place, measures in order to establish a sustainable of living to hand over to the next generation are become clear by facing up to this actuality.

In the second place, we should work on a plan that takes into consideration protection of the global environment and balance of the economy.

< 1. Establishment of lifelines for our livelihood >

We were understood that electricity, water, gas and food keeping are the first priority and absolute condition, literally lifelines essential for our living by suffered form The Hanshin - Awaji earthquake in 1995.

The earthquake caused damage to our kitchen and cut off the traffic, distribution and information network.

But, the more important problem is to cut off the energy supply source by the earthquake.

It is indispensable to carry out stable supply of energy in order to maintain present life level, but it is also expected to fall into the situation of which the living precedence is considerably severe only in the superficial recognition of the energy problem, even if the

change of present Middle East situation is considered.

54% of electric power supply from Kansai Electric Power Co., Inc. is obtained using by nuclear power generation. (Fig.6)

Namely, the half of the energy of our living is supported by the nuclear energy.

However, how will we have recognized this fact in daily living?

Dependency on petroleum lowers to 1/5 by the increase in nuclear power generation and oil storage for 20 years from experience of first and second oil crisis, and it is not very much known that it changes in the structure that the Japanese economy is not troubled in the Middle East situation. (Table 1)

On the other hand, energy saving in the home raises consciousness of global environmental problems and global warming problems, and the practice of energy saving considerably advances.

The cause of these actions which begin from the home is based on the advance of various learning as the life learning field and form a part of social education, furthermore it is necessary to carry out specialist, more comprehensive visual field from the industry and offer according to the future viewpoint in the opportunity of further positive learning.

In the curriculum of school education (elementary, junior high and high school), the proper education on the energy is introduced, and the understanding seems to advance in integrated system of parent and child, region and school, if it would be able to also comprehend not only knowledge but also practice in the home naturally.

We also study it well, and understand it well, and we want to become a messenger to around.

In addition, the special field research system in the university decreases with until now in atomic energy accident or trouble, and since the student who majors in the atomic energy decreases, we worry about the lowering of the level in operation side and technical aspect.

The establishment of educating professionals and an advanced professional level of university education, it is the educating of utilizing talent in not only home the technology storage of the enterprise but also foreign countries, will prove to be an extremely significant investment in the future.

< 2. Developing a global symbiotic society >

We must put an end to ignorance, indifferent irresponsibility speech and behavior for power and energy problems which support the life basis as one member of large consumers.

Because, the energy problem is a national problem of Japan in which there are hardly resources.

Then, the bad reputation resulting from lack of proper knowledge during an accident will give rise to an enormous societal cost with the direct-indirect damage of the inhabitant of the electric power supply ground.

Even if the power generation by new energy source thermal power, hydraulic power, or atomic energy, our living is not established, if it is not dependent to the power supply ground.

The symbiosis is realized only if the residents and owners are appreciated for approving the construction of the nuclear power facilities on their grounds.

Problems do not reach solution from only theory of wrongdoers or victims or denying everything.

It is important that we concentrate the wisdom by the human for the difficult problems and we transmit to the next generation.

< 3. Placing our hopes in the hands of energy generated from nuclear power >

The Osaka exposition was held in 1970.

At that time, the atomic light transmitted first from Kansai Electric Power Corp. Mihama power plant was the light in the fair house.

Children who were born those days grow and become an adult in 30 generation, but where has dream of "The atomic light" gone?

Does the power plant become a part of the natural scene for people of the location region?

On the other hand, people of a large city area where 1/3 living energy supplied are the results that 53% people do not want to inspect on the nuclear power generation. (Fig.7) We seem to be unkind our parents like a child.

On April seventh, 2003, "ATOM" was born by OSAMU TEDUKA.

His younger sister name is "URAN".

The dream of the science made "ATOM" flap in the sky.

However, it may be the pains of childbirth now, because of the nuclear technology which sufficiently and not yet recognize in the society will be someday reproduced as energy of the dream.

On the other hand, the atomic energy has done considerable contribution of the mankind to medical treatment and food sterilization, etc. as peaceful use, but internationally, the promise that surplus plutonium is not saved as a security of Japan

seems to be the ultimate peaceful use.

However, since uranium resources are infrastructures of the effective and everlasting living, it is necessary to carry out the endless challenge in assuring safety in technology operation, management and all of the policy system.

The challenge to the establishment of the safety is a first step of mechanism making of the security society.

Then, so that location region, consumption region, consumers, company and customers may take this problem as private affair, it is necessary that we are recognized groups sharing a common destiny of the same generation.

And, in order to know demand needs and customer needs of the market well, it is necessary to establish of the principle of a public hearing from the beginning in company stance and participation system of the citizen to the policy.

For the coexistence of energy problem of Japan and international-global society, it is required that new balance for frame making of the transparent society, environment, economy (the ecology economy) and the living is created by "joint ownership of information" "joint ownership of the experience" "joint ownership of the practice".

Luncheon

午
餐
会

国民の期待に応える原子力発電 所の運転管理を目指して

近藤駿介

東京大学大学院工学系研究科

わが国にとって重要なこと

- わが国のエネルギー供給システムを経済性、供給安定性に優れ、温室効果ガス排出量の少ないものとする
 - 原子力は
 - － 資源が長期にわたって利用可能である
 - － 温室効果ガスを発生しない
 - － 輸入資源依存度が小さく、供給途絶に強い
- ので、これまでもこの目標に貢献してきたが、今後ともそうありつづけるようにすること

これを可能にする前提条件

- 原子力施設周辺の人々が安心できること
 - ◆ 施設の安全確保対策がしっかりしていること
 - ◆ 事業者の安全確保活動が信頼できること
 - ◆ 原子力発電の発生する廃棄物が後世に過大な負担を残さないこと
- 原子力発電がエネルギー価格の面で我が国経済の国際競争力向上に貢献できること

現状認識

- 昨年度、我が国のPWRはトラブルが少なく、89%の国際水準の稼働率をようやく実現した。一方、BWRは、多くのプラントで、SUS316LC材で製造された部材に、加工の際の応力緩和に対する配慮不足に起因する応力腐食割れ(SCC)が発見され、1970年代以来の低い稼働率となった。
- 事業者も規制当局も運転管理の高度化努力を怠っていたため、このところ性能指標は凡庸なものとなっていたが、SCC事件は安全管理活動の検査・監査に緊張感を欠いていたこと、欠陥評価基準の整備など規制に最新の科学技術の知見を反映させる取り組みをおろそかにしていたことを決定的に露呈し、地域社会の信頼を深く損ねた。

事業者が信頼されなくなる仕組み

● 不信の土壌の誕生

- ◆ リスク管理に係る判断の妥当性に対する疑念
- ◆ リスク管理の仕組みの不透明感
- ◆ 周辺の人々の心情に対して鈍感

● 不信の増大

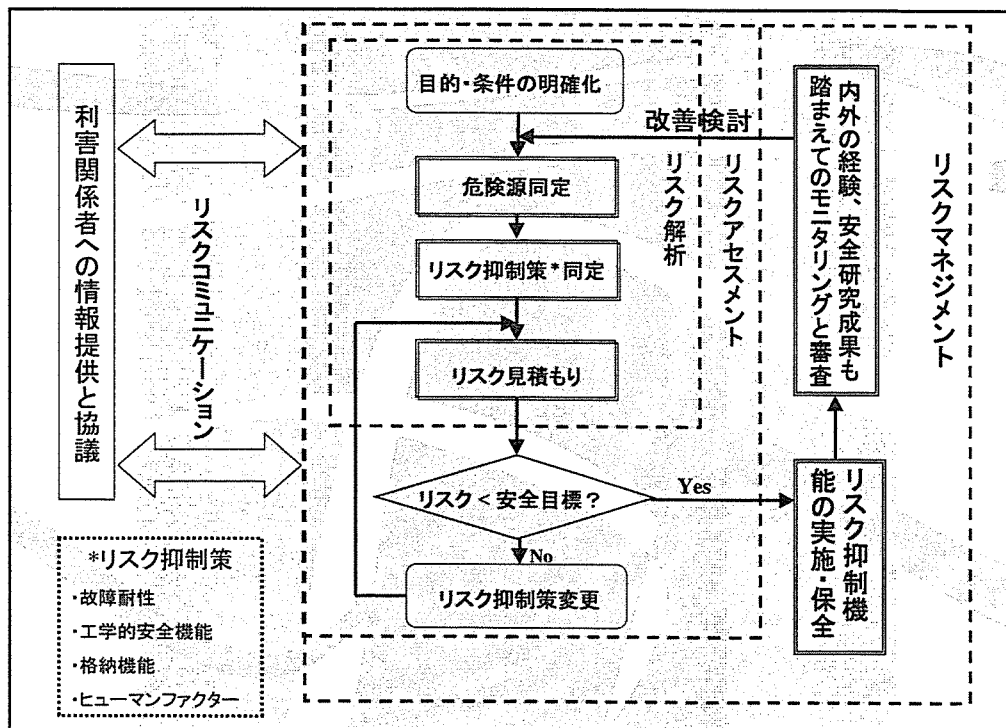
- ◆ この土壌が生まれると、問題の所在を認めず、規制を避け、対話を避け、危険事情に関する情報公開を避けるというステレオタイプの悪評が、何かが起きるたびに強化され、不信が増大していく。

事業者不信の解消のために

- 原子力施設のリスク、安全確保のための仕組みや取り組み、異常事態に対する取組みについて普段から誠実に伝え続けること
- 事業者が、従業員や公衆をオープン、公正、安全に扱っていることが、様々な記録、体験、うわさから地域社会の常識になること
- 安全確保の顧客は地域社会の人々であることを認識して、その満足の実現を目指す活動が、充実してなされていることが常識になること

事業者に対する提案

- 地域社会の安心を追求する活動を充実させること
 - － 地域社会安心重視に対する経営者のコミットメント
 - － 地域社会安心重視の活動/要求事項の工夫と明確化
 - － これらの活動/要求の実現に向けた資源の運用管理
 - － マネジメントレビューによるこれらの活動の質・量の向上
- 活動の本質はリスクコミュニケーションと心得ること



リスクコミュニケーションはリスク管理に 対して信頼を得る手段

● 共有されるべき内容

- ◇ どのようなリスク水準を達成するために、どのようなリスク抑制策を採用しているのか
- ◇ そうしたリスク抑制機能をどのように維持しているのか
- ◇ 異常事象が発生した際には、その発生とそれに対する対策や取り組みが既知のリスク抑制策とその維持方策に整合し、妥当なものであること

● 活動のエッセンス

- 技術基準に適合したリスク管理活動を誠実に高い品質で実施していることを、経過と結果を含めて、オープンに、公正に、そして明快に伝えること

誠実性を確保するために

● 提案

- ◇ 全ての活動の規制上の取り扱いが明確化され、それに応じて遵守すべき技術基準が最新の知見を踏まえて整備され、維持されていること
- ◇ リスク管理活動とその品質保証体制が、充実して機能していて、そのことが目に見えるようにできていること
- ◇ 異常事象発生時には、周辺の人々の安全確保を前提にして、的確な活動を行っていることがよく見え、かつ説明できるようになっていること

規制行政の課題

● 行政不信が生まれる原因

- 電気事業者の影響を不当に受けているという印象
- 国民と異なるリスク認識に基づくリスク管理活動を事業者に許しているという印象
- 担当者の技術的能力が不足しているとの印象
- 国民の不安に対して鈍感と受け取られる、担当者の誠実さやリスクコミュニケーション能力の不足
- 規制行政活動に資源配分が不足しているとの印象
- 政府の様々な分野の安全規制哲学が不整合

規制行政の今日的課題

- 原子力安全委員会や原子力安全保安院の活動には著しい改善が見られる
- しかし、現在の行政不信を前に、なお改善が必要
 - 最善の科学技術的判断を厳格かつ、タイムリーに行える卓越した技術的能力を有していることがわかること
 - 事業者の利害から独立し、国民の代理者として、客観的で公正な判断をしていることがわかること
 - 異常発生時の事業者対応活動を含む、リスク管理施策の決定過程、決定論理がオープンかつ公正で、明快であること
 - これらを国民に説明する際に国民の関心に対して誠実で熱心であること

独立性・公開性・誠実性の証は

- 新しい運転管理方式等を含む事業者の運転管理活動に関する基準を、公開性、公正性、中立性を確保し、国民の意見を踏まえつつ、定量的安全目標や最新の科学技術的知見を反映して整備・改定していること
- 事業者のリスク管理活動とその品質保証活動を、妥当性が確認できるまで、どこまでも深く監査していること
- 各種の行政検査・監査の結果を遅滞なく公開すること
- 検査や行政決定に係る事業者との意見交換を公開で行い、それに対する公衆の意見を聞き、質問に誠実に答えること

NRCのホームページから

April 4, 2003

- NRCはNuclear Management 社の関係者とPrairie Island 発電所の運転実績について年次評価の結果を踏まえて討論する会合をもつ(公開、地元公会堂)
- Dresden 原子力発電所の許可更新に関する公衆との会合を開催する
- NRCは、Excelon社の関係者とドレスデン発電所の運転実績について年次評価の結果を踏まえて討論する会合をもつ(公開、地元の会議場)
- NRCはMilestone 発電所に駐在する新しい検査官を任命した。
- NRCはFritzpatrick 原子力発電所の関係者と発電所の運転実績に関して年次評価の結果を踏まえて討論を行う(公開、地元の防災センタ)

2002-06-03 仏国安全当局ASNニュース
「COGEMA工場の検査;閉じ込め措置について」

2002年6月3日 COGEMAラアーグ工場長殿

- 2002年5月14日、貴工場に対して、閉込め措置をテーマに検査を実施した。検査の結果、大きな逸脱はみられなかったし、4月3日のASNの是正要求に適切に対応していたと判断する。
- ただ、T4とT7施設ではDS、DCのアラームがT7の制御室に表示されるようになっている。貴殿はこれでも関係施設全体の安全は保たれるというが、納得できないので、この故障が安全を担保することにどの程度の影響をもたらすか、私まで早急に知らされたい。

こうした活動ができるためには

- 規制当局も事業者も、創造性と誠実さとコミュニケーション能力を備えたリスク管理活動に適した人材を養成するとともに、新しい運転管理方式の導入に向けた技術基準の整備等を先進的に進めること
- 規制当局も事業者も、調査分析活動を強化して、内外の知見から問題を引き起こす可能性を発見して、それが実際に異常を招く以前に対策を施し、技術基準にそれを反映できるようにすること
- 原子力開発利用や規制活動に参加する若い人々を増やすために、大学等との相互作用の機会を増やし、革新的技術開発や新しい運転管理方式の採用に必要な研究開発の実施を支援すること

信頼回復に必要なこと:まとめ

- 規制当局はリスク抑制水準を明らかにし、事業者の提案する新しい方式も含む運転管理に関する技術基準を、最新の科学技術の知見に基づき迅速に整備すること
- 事業者はこの水準を達成し、技術基準を遵守する効果的かつ効率的な活動を、経営トップがコミットする良質の品質保証活動の下で誠実に実施すること
- 事業者は、そのリスク抑制活動の経過と結果を、地域社会の関心に応じて、誠実に報告すること
- 規制当局は、事業者のリスク抑制活動を警戒心をもって監査し、内外の知見も踏まえて改善を求めるとともに、これらの結果を公衆に説明すること

How Nuclear Power Station Operation Can Meet the Expectation of People

Shunsuke KONDO

Dept of Quantum Engineering and Systems Science
The University of Tokyo

Important Issues of Japan's Energy Policy

- Make her energy supply system more economical, stable in supply, and emitting lesser amount of CO₂.
- Maintain the contribution of nuclear power generation to the pursuance of this objectives, since
 - Its resource base is large enough, for even mankind as a whole, to utilize the energy for centuries.
 - It does not emit the greenhouse gas for energy production.
 - The stoppage of the fuel import does not cause any short term effects upon energy supply.

The Prerequisites That Make the Contribution Possible

- People around a nuclear facility do not worry about the existence of the facility as they are confident that
 - ◆ The facility can be safely operated by defense-in-depth features.
 - ◆ The operator performs high quality risk management activities.
 - ◆ The radioactive waste it generates will not be an excessive burden to future generations.
- The nuclear power generation contributes to improve the competitive position of Japanese economy in the international market due to its low energy cost.

Current Situation

- In 2002, PWRs in Japan had few troubles and attained at last an internationally high availability factor of 89%.
- The availability factor of BWRs was as low as in the 1970s as the in-service inspection revealed the existence of SCCs in the components made from SUS316LC due to the shortage of consideration to the stress relief in the manufacturing process, and the regulator had not prescribed a rule for assessing the acceptability of the components with cracks.
- The SCC event deeply spoiled the confidence of a community around the nuclear facilities, as it revealed the defect in operator's quality assurance system and the lack of vigilance in regulatory oversight and managerial competence to deal with nuclear risk issues. Both operators and regulator might have been short of enthusiasm for improvement for sometime.

Distrust of Plant Neighbors to Operators

- Incubation of Distrust

- Doubt over the validity of operators' judgment concerning plant risk management
- Uncertainty of the approach to their plant risk management
- Operators' insensibility to plant neighbors' feelings

- Increase of Distrust

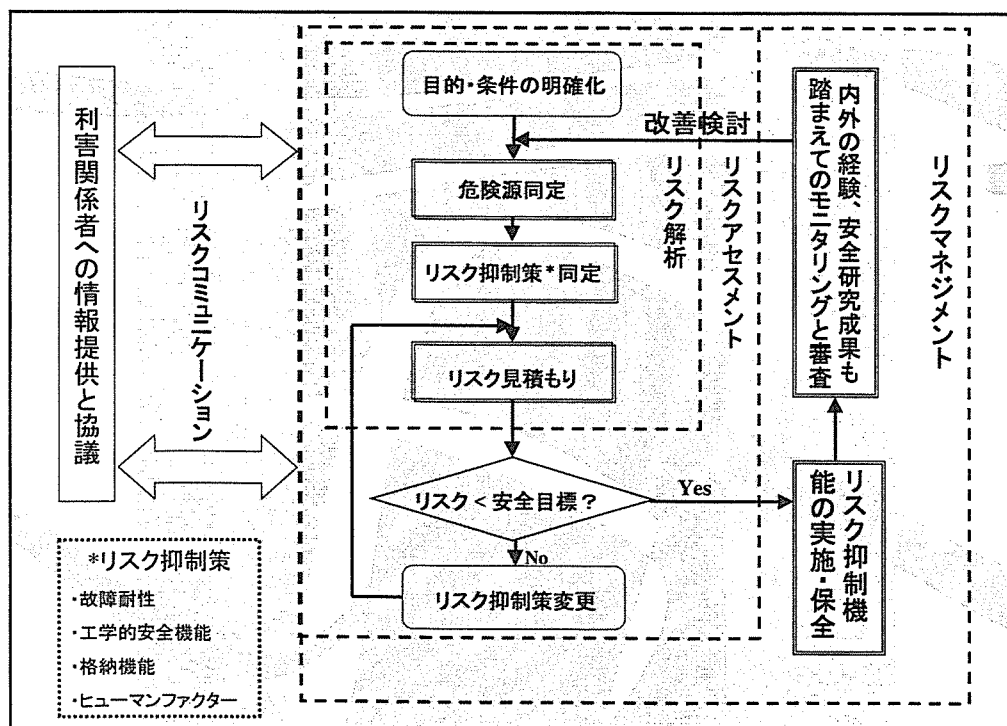
- If the distrust dwell, the stereotype criticism of not-accepting the existence of problems, avoiding regulation, avoiding a dialog, and avoiding the information disclosure about a hazardous situation is strengthened every time something occur.

To Recover the Trust to Operators

- Tell sincerely about the risk of the facility, the approach and structure of safety assurance, everyday activities for the assurance, and measures to tackle the unusual situation when it occur.
- Make it the common sense, through various record, experience, and rumor to a community, that the operator is treating employees, contractors, and the public openly, safely, and fairly.
- Enrich the activity that realizes the satisfaction of people of the community, who is the customer of the safety of the facility.

Proposals to Operators

- Enrich activities through which the local community can be relieved from uneasiness, such as;
 - To make the top management's commitment to safety clear to local people.
 - To plan activities of sincerely communicating what is done for the assurance of the safety, taking the concern of local community into consideration.
 - To allocate necessary and sufficient amount of resources to accomplish these activities, and
 - To improve the quality of such activities through management review processes.
- Recognize "sensible risk communication" as the essence of such activities.



Risk Communication is a Means to Obtain Confidence in Risk Management at the Plant

- What should be shared with
 - Measures adopted to control the public risk
 - Ways to maintain the availability of such measures
 - Consistency of the occurrence of an unusual event when it occur with above-mentioned measures and ways, and relevance of actions and/or decisions taken.
- It is important for operators to communicate openly, fairly, and definitely that they are sincerely carrying out necessary and sufficient risk management activities, including their progresses and results, which conform to relevant technical criteria.

To Assure the Integrity of Risk Communication

- Proposals
 - Continue the preparation of technical criteria for any safety assurance activities and update them regularly taking into consideration the advancement of science and technology.
 - Improve the workability as well as visibility of quality assurance program for risk management activities.
 - Improve the visibility of timely and vigilant response to the situation, sincerely taking the neighbor's concern into consideration when experienced an abnormal occurrences.

Issues for Regulatory Agencies

- Public distrust of regulatory agencies can be caused by public perceptions that
 - The agencies are unduly influenced by the nuclear industry.
 - The agencies are inappropriately biased in favor of risk management policies that are difficult for public to understand.
 - Managers and staff in the agencies are neither technically nor managerially competent to deal with nuclear risk issues because of lack of sensibility to public concern.
 - Officials in the agencies lack adequate skills in communicating risk information and interacting with concerned people.
 - Financial , personnel, and other resources for regulation is inadequate.

To Overcome Public Distrust to Regulatory Agencies

- Nuclear Safety Commission and Nuclear and Industrial Safety Agency have made significant improvement in communicating their sincerity with public.
- To overcome the present public distrust of regulatory agencies, these agencies should
 - ✧ Build up a track record of making the best technological judgment about safety timely and effectively;
 - ✧ Build up a track record of judging and deciding measures appropriate for handling abnormal occurrences at the plant objectively, fairly, and openly, independent from the nuclear industry as an agent of public.
 - ✧ Explain regulatory activities and decisions timely, eagerly, sincerely to plant neighbors, paying due attention to their concern.

Bases for Public Acceptance of Agency's Independence, Openness, and Sincerity

- Maintain and/or revise various regulatory decision criteria including those necessary for rationalization of inspection program, longer cycle operation, and power uprating, in a way to reflect the newest development of science and technology upon them.
- Inspect operator's risk management activities vigilant enough so as to be able to grasp the real characteristics of operator's quality assurance program.
- Make the results of various regulatory inspection and audit open without delay and make the opportunity to discuss the result of regulatory inspection and related decisions open to public and accept public comment and questions on them.

NRCのホームページ(home page)

April 4, 2003

- NRCはNuclear Management 社の関係者とPrairie Island 発電所の運転実績について年次評価の結果を踏まえて討論する会合をもつ(公開、地元公会堂)
- Dresden 原子力発電所の許可更新に関する公衆との会合を開催する
- NRCは、Exelon社の関係者とドレスデン発電所の運転実績について年次評価の結果を踏まえて討論する会合をもつ(公開、地元の会議場)
- NRCはMilestone 発電所に駐在する新しい検査官を任命した。
- NRCはFritzpatrick 原子力発電所の関係者と発電所の運転実績に関して年次評価の結果を踏まえて討論を行う(公開、地元の防災センタ)

2002-06-03 仏国安全当局ASNニュース
「COGEMA工場の検査;閉じ込め措置について」

2002年6月3日 COGEMAラアーク工場長殿

- 2002年5月14日、貴工場に対して、閉込め措置をテーマに検査を実施した。検査の結果、大きな逸脱はみられなかったし、4月3日のASNの是正要求に適切に対応していたと判断する。
- ただ、T4とT7施設ではDS, DCのアラームがT7の制御室に表示されるようになっている。貴殿はこれでも関係施設全体の安全は保たれるというが、納得できないので、この故障が安全を担保することにどの程度の影響をもたらすか、私まで早急に知らされたい。

Common Requirements

- Both regulator and operators should improve employees' creativity, sincerity and communication capability and prepare proactively criteria for improved operational practices such as risk-informed inspection and maintenance, longer cycle operation, and power uprating.
- Strengthen investigation and analysis activities so as to be able to identify potential problems and reflect relevant measures and caution in technical criteria, before it causes degradation of plant performance.
- In order to increase number of young people who have interest in nuclear energy utilization, increase the opportunity to interact with universities' staff and student, and sponsor their research programs relevant to advanced operation practices activities and regulation.

Summary: To Attain Credibility of Nuclear Energy Utilization Activities

- The regulation authorities should clarify the risk control level operators should maintain and proactively establish necessary technical criteria for improved operation and maintenance, incorporating the newest knowledge and technology.
- Operators should establish an effective and efficient risk management program from the viewpoint of observing relevant technical criteria and carry out them sincerely under a high quality quality assurance program committed by the top management.
- Operators should report openly the progress in the risk management activities to their neighbors sincerely responding to their concern.

Summary: To Attain Credibility of Nuclear Energy Utilization Activities (2)

- The regulatory agencies should inspect the quality of operators' risk management activities with vigilance, and ask for an improvement if necessary.
- The regulatory agencies should make the results of such inspection open to the public and ask public opinion and concern on the results.

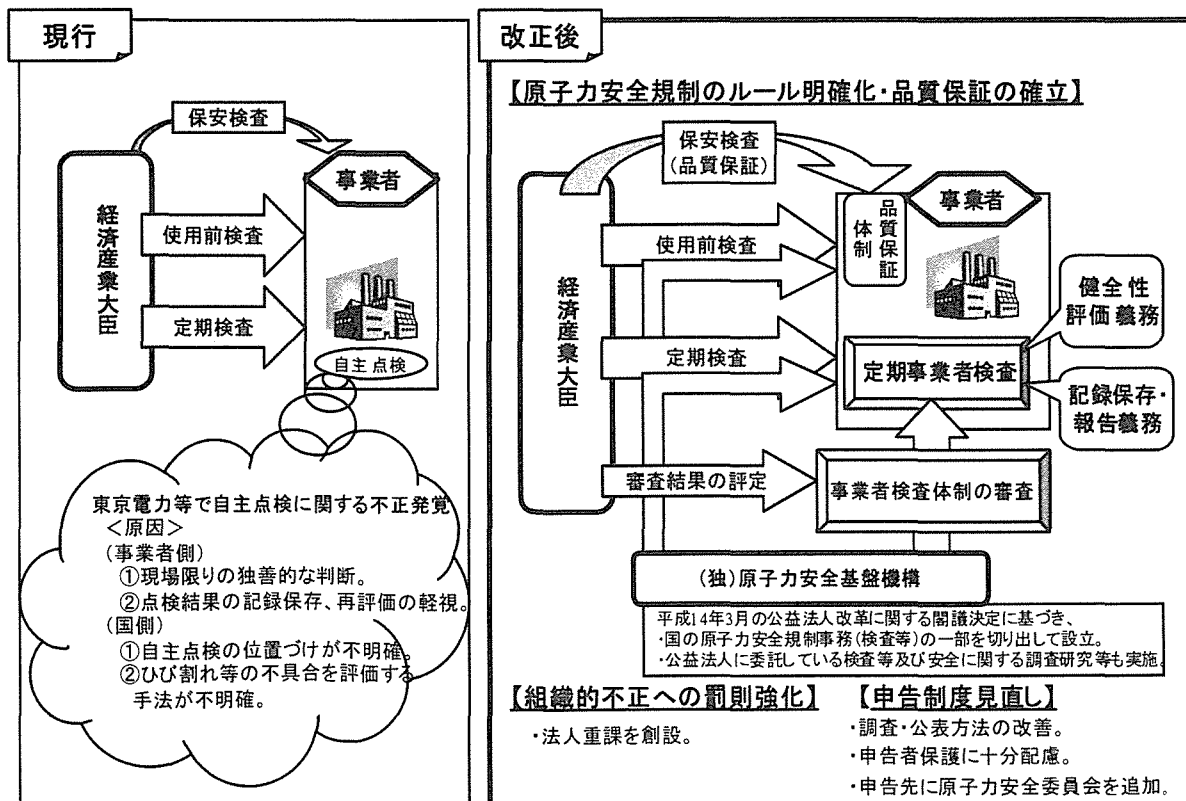
原子力安全規制の新たな方向性について

平成15年4月

経済産業省原子力安全・保安院院長

佐々木宜彦

原子力安全規制の見直しについて



今後の原子力安全規制の目指すべき方向

1. 運転管理の時代に対応した規制体系の構築

- ◆維持基準の導入
- ◆保安活動の質(安全文化)の監視
- ◆検査技術の高度化に対応した規制
- ◆抜き打ち的な検査の導入

2. 現場において明確な規制・基準の整備

- ◆工事計画の認可対象、国及び事業者による検査対象等の明確化
- ◆事故・トラブル情報の報告基準の明確化

3. プラント情報の公開・共有による規制の高度化

- ◆設備の経年変化情報・軽微な事象情報等を公開し、事業者・メーカー・学会・規制当局がこれを共有し、規制の高度化に反映

4. 規制体制の充実と規制能力の一層の向上

- ◆保安院組織及び検査官の充実、能力の一層の向上
- ◆規制支援機関「原子力安全基盤機構」の設置（安全解析・検査の専門機関）

今日の不安と不信を軽減するために

東京都地域婦人団体連盟生活環境部副部長 飛田 恵理子

1. 私どもの立場

私どもは電力消費地の消費者として、電気の恩恵に浴している立場から、長年身の回りでできる省資源・省エネルギーを心がけ、下記のような取り組みをしてまいりました。

- ・ 過剰過大包装の追放・リサイクル活動・マイバッグの持参
- ・ 景品規制の見直しに際し、景品よりも増量サービスを提案
- ・ 詰め替え用品についての消費者の意識調査
- ・ 地球環境問題とテレビCMに関する調査（消費者意識・録画）
- ・ トイレットペーパーについての消費者意識調査
- ・ グリーンコンシューマーの目で家電製品を選ぶときカタログは役に立つか。（日米英仏独の表示比較・わが国の消費者意識調査）
- ・ 家庭の中の電気についての消費者意識調査
- ・ その他

2. 家庭などの民生用電力の需要は高く、私たちが電気のある生活の便利さを手放せない現状では、高経年化する原発をどのようにして安全に稼働させるかが問われています。東京地婦連は自然エネルギーなどの活用に対する関心も高く、いわゆる原発推進派とは立場が異なりますが、私はJCO事故や昨年の記録の改ざん、損傷隠し、内部告発の取り扱い方、などの一連の不祥事を踏まえ、一消費者として今日の不安と不信を軽減するために、皆様とご一緒に考えたいことを記してみました。

3. 安全性を維持するために考えたい事項

- a. 風評被害が存在する社会
- b. 安全神話の弊害
- c. 事故のデータベース化の必要性
 - ◎国民のための透明性の確保
 - ◎技術基準等への反映
- d. 機器やシステムの健全性
 - ◎記録方法、保管、伝達のあり方
 - ◎検査方法の見直しと新技術の導入の体制

◎検査員の資質と教育、資格制度の導入

◎情報公開制度

e. リスク分析手法と行政の軸足の置き方

f. 事業者と電力自由化

◎コスト意識の高まる中で効率化と安全性、環境対応は両立できるか

◎労働災害問題－巨大化する組織

g. 企業統治の課題－法令遵守は可能か

h. 内部告発者保護制度

i. その他

3－a 風評被害が存在する社会

昨年の秋、農林水産省の政策評価の調査で茨城県のさつまいもの加工会社を訪れた際、偶然ＪＣＯ臨界事故の風評被害の苦勞話を耳にしました。普段のみならず事故の際のリスクコミュニケーションのあり方が問われる例です。情報が十分に国民に公開されていない状況が窺われます。

3－b 安全神話の弊害

１９６３年に誕生し、３年後に営業運転を開始したわが国の原子力発電ですが、専門家の中に１９８０年頃からわが国の安全技術は十分であるという、安全神話が生まれて設備の損傷などの評価が立ち遅れたと言われています。このような謙虚さを欠いた姿勢が一連の不祥事にも繋がったものと思われます。

3－c 事故のデータベース化の必要性

事故の情報は蓄積され共有されることで、トラブルの傾向と安全性との関連などを知る手掛かりとなります。データベース化を図り透明性を高めることが具体的な安全対策・制度の見直しなどに結びつくメリットを生み、リスクコミュニケーションにも繋がり、電源立地の住民の不安や消費者の不信を軽減するでしょう。

3－d 機器やシステムの健全性

ガス機器については設置工事に係わる事故を防止するため一般に開かれた教育研修講座と資格試験制度（ＧＳＳ制度）が発足しており、私も制度の運営に携わっております。原発の技術基準の遵守並びに検査についても抜本的に制度が改正されていますが、高経年化する多様な機器やシステムの維持を図る場合にも資格試験制度のあり方を再検討する必要性を感じております。新技術導入については安全性を基本に新しい知見を活用できるよう、日本電気技術規格委員会などでは発言しております。

3－e リスク分析手法と行政の軸足の置き方

行政の軸足が電源立地の住民や消費者よりも事業者に置かれると、情報の質をめぐって不信は高まり、トラブルの発生時にもリスクコミュニケーションは成り立ちません。行政はリスク評価・リスク管理を明確に区別し、しかもリスク評価に基づく推進行政を行うようにする必要があります。私の経験では推進に従事する部署には、縦割りの弊害かトラブル情報の伝達が不十分に見受けられることがありました。リスク分析手法を導入することにより、行政と事業者との馴れ合いやもたれ合いをなくすることが大切ではないでしょうか。

3－f 事業者と電力自由化

合い言葉は効率化とコスト削減－電力自由化が進むにつれ、規制緩和の影の部分といわれる安全性へのしわ寄せが懸念されています。原発の検査の精度が問われる昨今、特に心配です。ロボットの導入や各種の安全装置なども正確さが置き去りにされることはないでしょうか。このほか環境への配慮も二の次にならないで

しょうか。また、事業者の下請け制度のあり方も労働災害への配慮を欠いたり、雇用関係の不安定化などによる現場と本社の意志の疎通を欠く事態が起こる可能性もあるのではないかと思います。

3－g 企業統治の課題－法令遵守は可能か

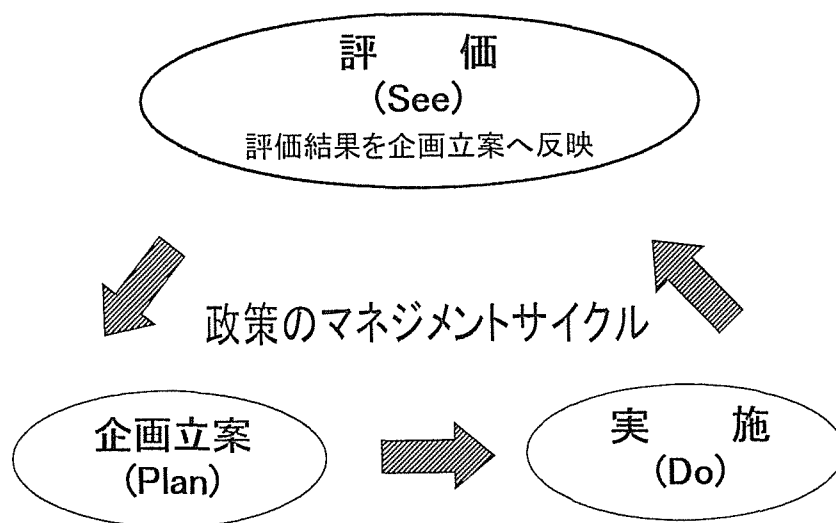
モラルの低下はコンプライアンスという流行語を生むことになりました。残念ながら食品の偽装表示問題にも見られたように罰則の強化を基本に対策を検討するとともに、社内にある率直に意見を述べられないような雰囲気の打破などに真正面から取り組むことが不可欠でしょう。

3－h 内部告発者保護制度

内閣府も制度を検討中ですが、原発の制度も大きな試練を経て改められつつあります。この制度がわが国の中で役割を果たすためにも、2月に日本弁護士連合会のシンポジウムで会場から発言された雪印食品の内部告発者の意見に耳を傾けたいと思っています。内部告発の背後には政官業の癒着現象があることも忘れないでほしいというような趣旨でした。

3－i その他

○ 政策のマネジメント・サイクル



ISO/IEC GUIDE 51 : 1999

Safety aspects—Guidelines for their inclusion in standards

安全面—規格に安全に関する面を導入するためのガイドライン



このガイドは、製品、プロセス又はサービスを使用することから生じるリスクを低減することに基づくアプローチを採用する。それは、意図する使用及び合理的に予見可能な誤使用を含む製品、プロセス又はサービスの全ライフサイクルを配慮している。

— ISO/IEC GUIDE 51 —

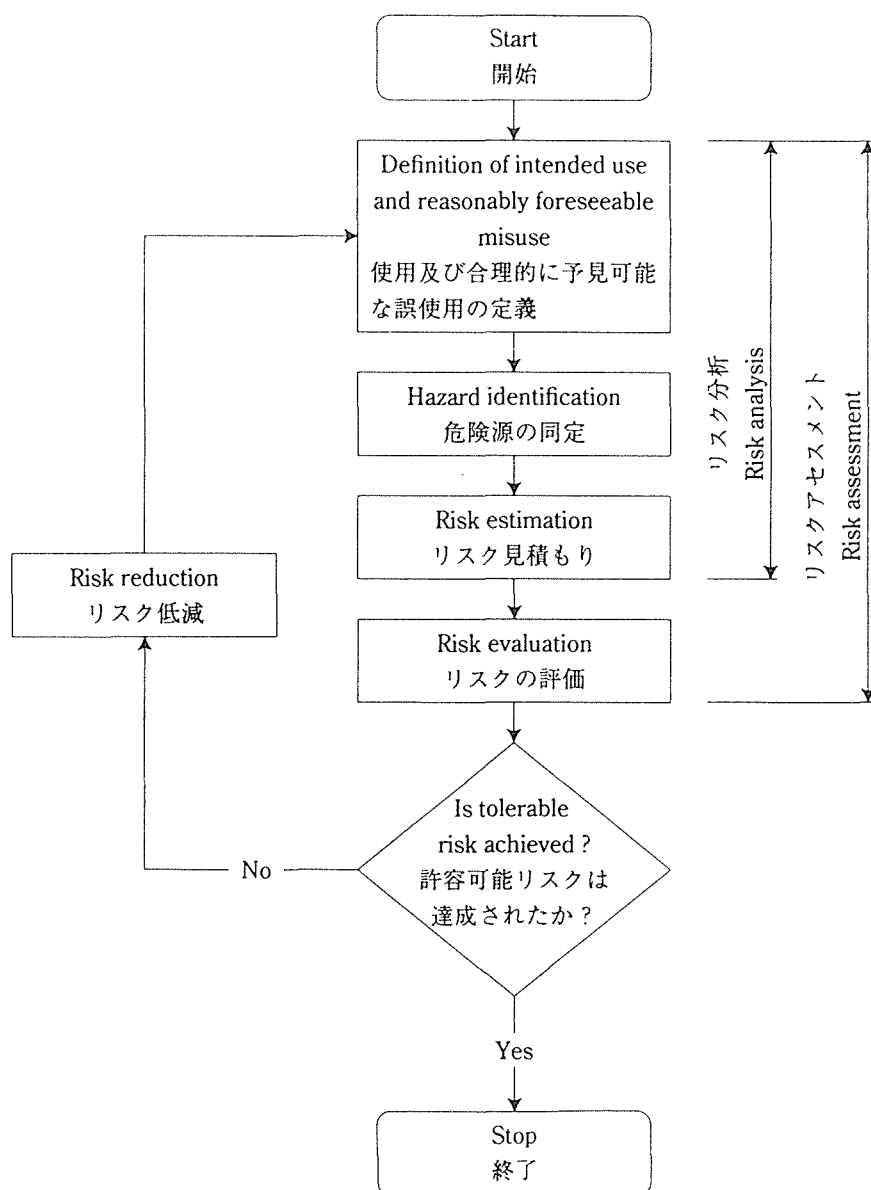


Figure 1—Iterative process of risk assessment and risk reduction

図1—リスクアセスメント及びリスク低減の反復的プロセス

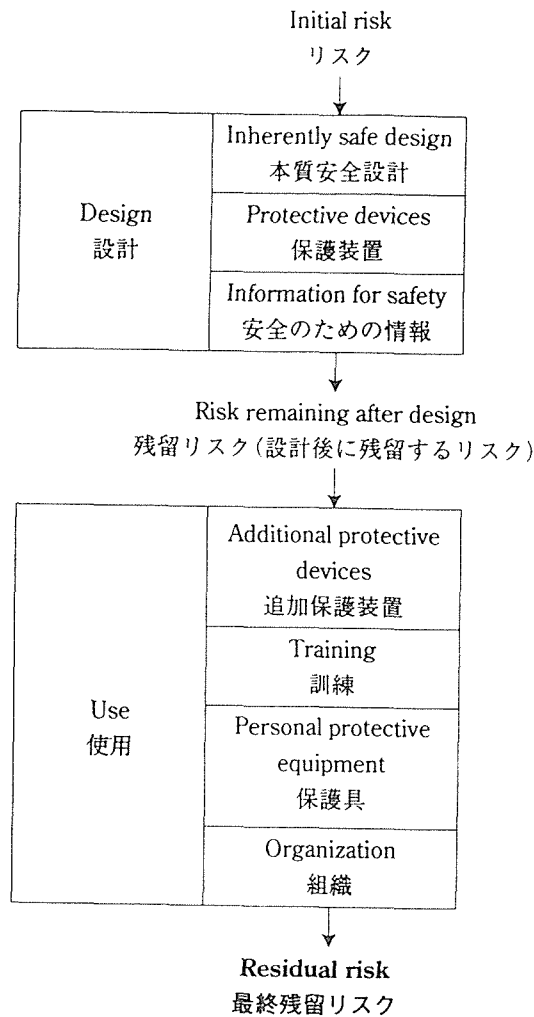


Figure 2—Risk reduction
図2—リスク低減

JIS Q 2001 リスクマネジメントシステム構築のための指針

3.8.3 リスクコミュニケーション

備考 機密保持を理由にしたリスクに関する情報の秘匿は、必ずしも組織のリスク低減に寄与しない場合があること及びそれによって新たな責任が組織に課せられることがあることを認識しておかなければならない。

3.8.7 記録の維持管理 組織は、リスクマネジメントに関する記録の識別、維持及び廃棄のための手順を確立し、維持することが望ましい。

マネジメントの対象とするリスクの記録は、関連した活動に対して追跡可能（作成者、作成日時などが含まれること。）であることが望ましい。

リスクの記録は、容易に検索でき、かつ、損傷、劣化及び紛失を防ぐような方法で、保管及び維持することが望ましい。

記録の保管期限を定めることが望ましい。



経緯： 経済産業省ホームページ（平成 14 年 6 月 19 日）に掲載された、「沸騰水型原子炉施設における制御棒駆動機構ハウジングスタブチューブ下部溶接部の点検について」に関連して、6 月 20 日に JESC 委員会の飛田委員から JESC 事務局経由で質問があったものです。

平成 14 年 7 月 11 日
溶接専門部会事務局

質問 1：

この規格の規定内容と今回の事故との関連する部分について教えて下さい。

回答：(1) 今回の事故は、余熱除去系蒸気凝縮系配管配管の破断事故と CRD ハウジングの溶接部からの漏洩によるの二つです。このうち、余熱除去系蒸気凝縮系配管の事故は、配管内部に蓄積した水素と酸素が急速に燃焼して急激な圧力上昇がおこったことによる外力によるもので、溶接品質とは関連がないといえます。一方、制御棒駆動機構ハウジング溶接部の漏洩の事故は、溶接部の経年的な劣化によるもの（応力腐食割れ）であり、溶接規格に関連するものといえます。

(2) 今回の事故の該当個所である「制御棒機構ハウジングスタブチューブ下部溶接部」は、昭和 51 年に発電所が運転開始された当時の建設時に施工されたものです。

(3) 建設当時の溶接は、「電気工作物の溶接の技術基準」（省令 82 号）に基づいて施工されていますが、JESC でご承認頂いたこの「溶接技術規格」は、省令 82 号の考えを受け継いで作成され（注 1）、平成 12 年 8 月に JESC 委員会で承認されたものです。従って、今回の事故を、この「溶接技術規格」に照らして考えてみると、この「溶接技術規格」の第 4 章 発電用原子力機器の 4.1 項 第 1 種容器の個所が該当します。

この 4.1 項「第 1 種圧力容器」のなかで、4.1.2 項「溶接部の割れ」において、「溶接による割れ」がないことを要求しています。更に、「溶接による割れ」がないとは、以下の規定に適合していることであると規定しています。

- ① 2.1 項の規定に適合する溶接施工法を適用していること。
- ② 2.2 項に規定する溶接設備を用いること。
- ③ 4.1.11 項「溶接部の欠陥等」の規定に適合すること。
- ④ 4.1.12 項「継手の仕上げ」の規定に適合すること。
- ⑤ 4.1.14 項「非破壊試験」の規定に適合すること。

この中の、③4.1.11 項「溶接部の欠陥等」では、さらに具体的に、「4.1.11(1) 溶接部は、溶け込みが十分で、かつ、溶接による割れ又はアンダーカット、オーバーラップ、クレータ、スラグ巻き込み、ブローホール等で有害なものがあってはならない。」と規定しています。

(注 1) 平成 12 年 7 月に、「電気工作物の溶接の技術基準」（省令 82 号）が機能性化されて、「電気工作物の溶接の技術基準の解釈」が新たに発行されました。従来の省令 82 号の内容は、

この解釈の中に、例示された具体例として位置付けられました。実際には、溶接技術規格はこの解釈の内容を受け継いで、更に具体的な解説を加え、また、従来から実施してきた方法を基にした検査の方法を具体的に第5章を追加して説明しているものです。

- (4) なお、第6章を、2001年にJESC委員会で追補版としてご承認して頂きましたがこれは、補修方法について規定を追加したものです。従って、今回の事故事象にいたった経緯とは関連がなく、今後の補修方法として第6章の内容が選定されることになった場合には、関連性がでてきます。

質問2：

また、この事故との関連で、この規格の見直しが必要か否か、教えて欲しい。

回答： 今回の現象は、応力腐食割れによるものと考えられており、溶接に起因する割れではないことから、この規格の見直しにはつながらないと考えられます。

なお、溶接が「溶接技術規格」のとおり施工されながら溶接部に割れが生じた場合で、事故の直接原因が「溶接技術規格」に基づき施工した施工方法にあると考えられる場合には、見直しも必要と思われます。

質問3：

この事故原因と対応について、結果が出れば教えて欲しい。

回答： 今回の事故原因と処置に関連して、技術規格の見直しが必要になった場合、ご連絡します。

以上

JESCについて

日本電気技術規格委員会(JESC)は、電気工作物の保安確保や電気関係事業の効率化を目的として、電気事業法に定める技術基準の性能規定化が図られたのを機に、中立、公正な立場から電力分野の民間規格・基準を策定するために、平成9年6月30日に設立された委員会です。

この委員会は、電気事業法の技術基準の解釈に引用が可能となる規格・基準の策定、技術基準に対する民間の改正要望を取りまとめ、民間で自主的に使用される規格・基準の承認などの活動を行っています。

電力会社による長期契約に関するフォローアップ調査について

平成14年10月16日

公正取引委員会

1 はじめに

公正取引委員会は、平成14年6月に北海道電力株式会社（以下「北海道電力」という。）が自由化対象需要家^{（注1）}との間で締結する電気の供給に係る長期契約^{（注2）}について、独占禁止法第3条（私的独占の禁止）の規定に違反するおそれがあるとして警告を行ったところであるが、その審査の過程において、他の電力会社（一般電気事業者）^{（注3）}においても一定の条件を付した長期契約を設定していることが見受けられたことから、それらの内容につき、独占禁止法の規定に基づいて調査を行ってきた。

（注1） 自由化対象需要家とは、電力会社との間で電気の供給について個別に協議して電気料金等を決定する大口の電気の需要家のことであって、特別高圧（20,000V以上の電圧）で受電し、使用最大電力が原則として2,000kW以上の需要家（特定規模需要）のことをいう。

（注2） 長期契約とは、電気の供給契約に係る特約の一つであり、契約期間を長期間（例えば複数年）とすることを条件として、電気料金を通常の場合よりも割引くものをいう。

（注3） 一般電気事業者とは、一定の地域を供給区域とし、その区域内において一般の需要に応じ電気を供給する事業（一般電気事業）を営むことについて電気事業法上の許可を受けた者をいう。

2 調査結果

当委員会が調査を行ったところ、北海道電力以外の電力会社9社のうち7社について長期契約を締結している事実が認められたが、各電力会社は、当委員会の北海道電力に対する審査を契機に、自由化対象需要家が長期契約を途中解約した場合等に徴収することとしている違約金・精算金の額を自主的に引き下げるなどしており（別紙参照）、また、自由化対象需要家が新規参入者に契約先を切り替えた場合等にのみ違約金・精算金の支払を求めるといった事実も認められなかった。

3 今後の取組

当委員会は、IT・公益事業タスクフォースを設置して、IT関連分野及び公益事業分野における独占禁止法違反行為について、効率的かつ迅速に情報を収集し、事件処理を行っているところであるが、自由化対象需要家への電気の供給を巡って適切な取引が確保されるよう、今後とも引き続き監視していくこととしている。

問い合わせ先

公正取引委員会事務総局審査局 IT・公益事業タスクフォース

電話 03-3581-1779（直通）

ホームページ <http://www.jftc.go.jp>

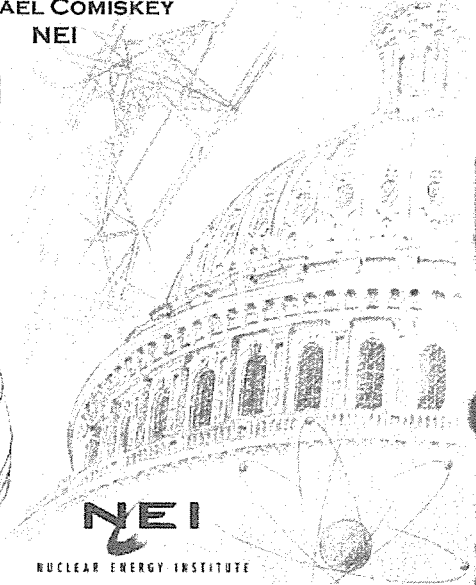
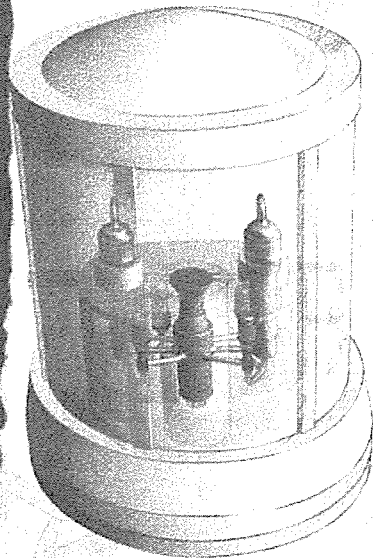
FOCUSED ON THE FUNDAMENTALS

JAPAN ATOMIC INDUSTRIAL FORUM

APRIL 16, 2003

MICHAEL COMISKEY

NEI

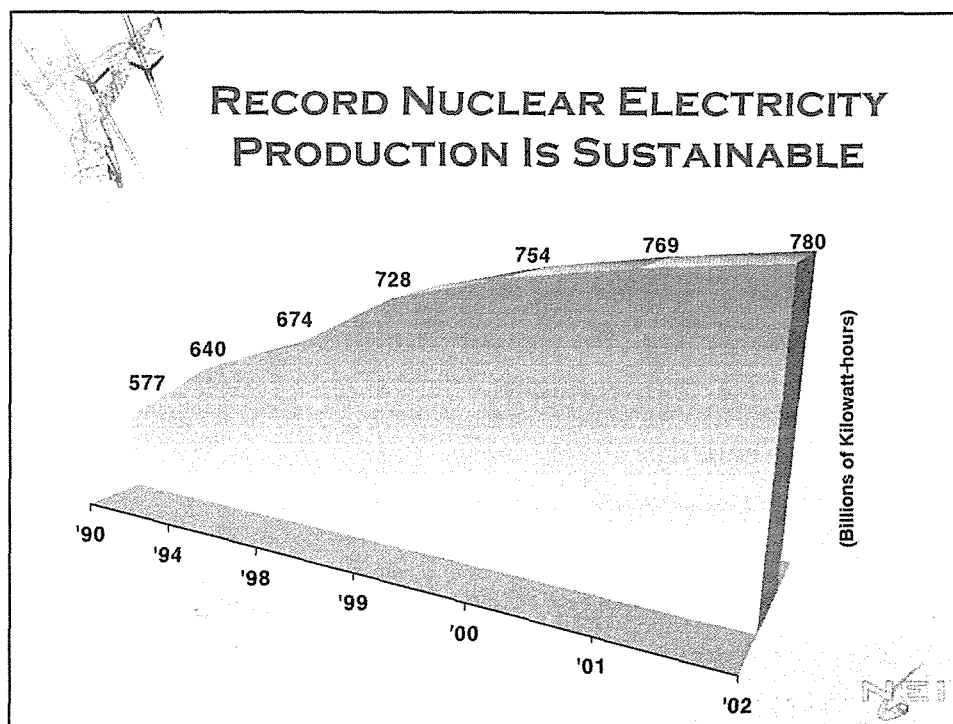
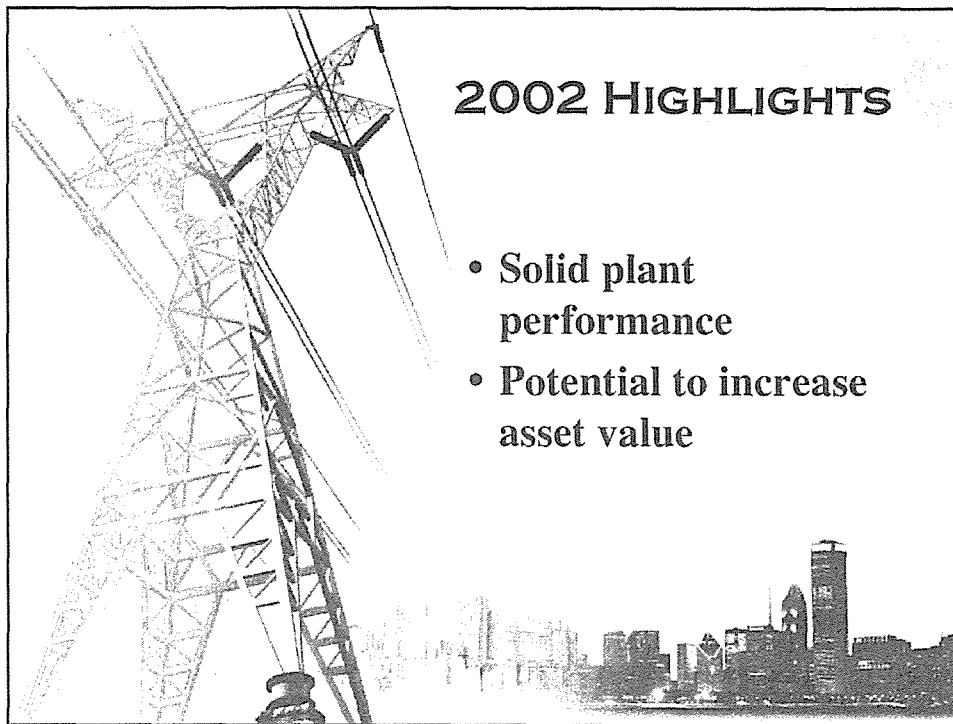


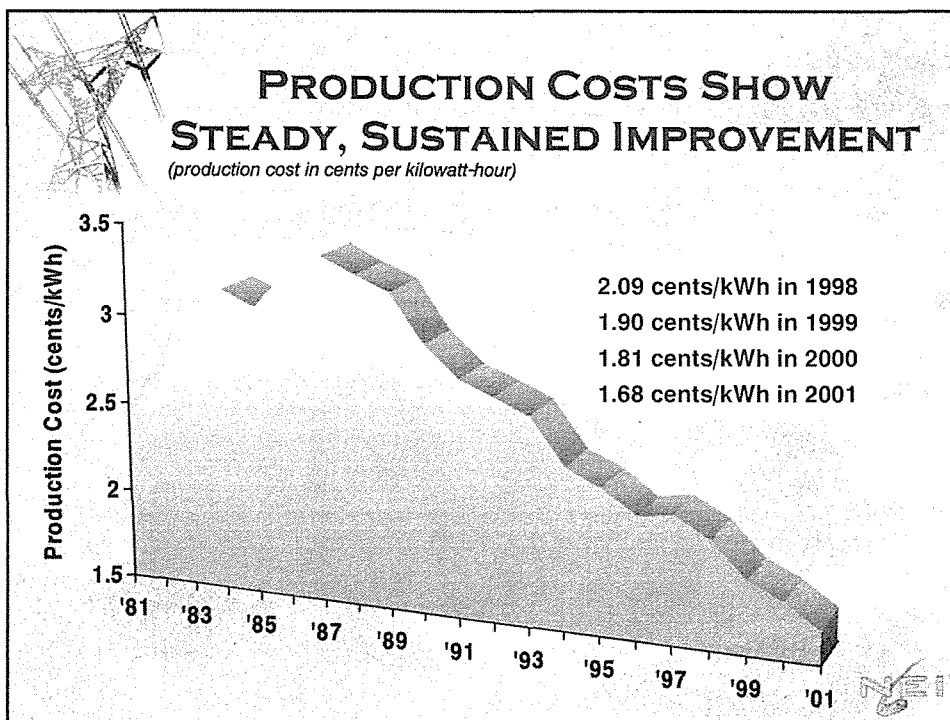
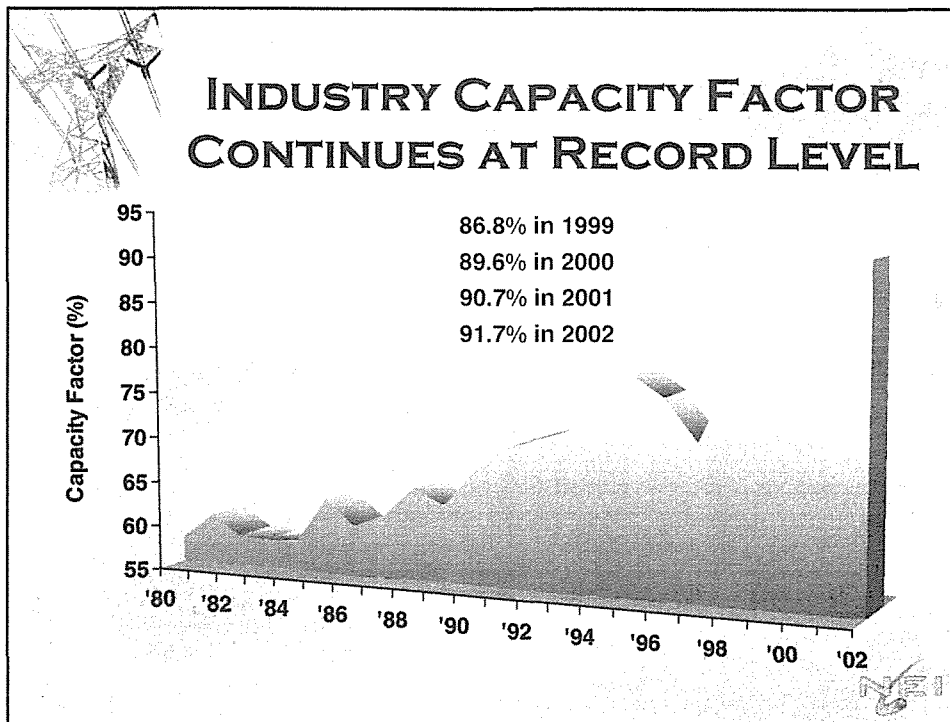
NEI
NUCLEAR ENERGY INSTITUTE

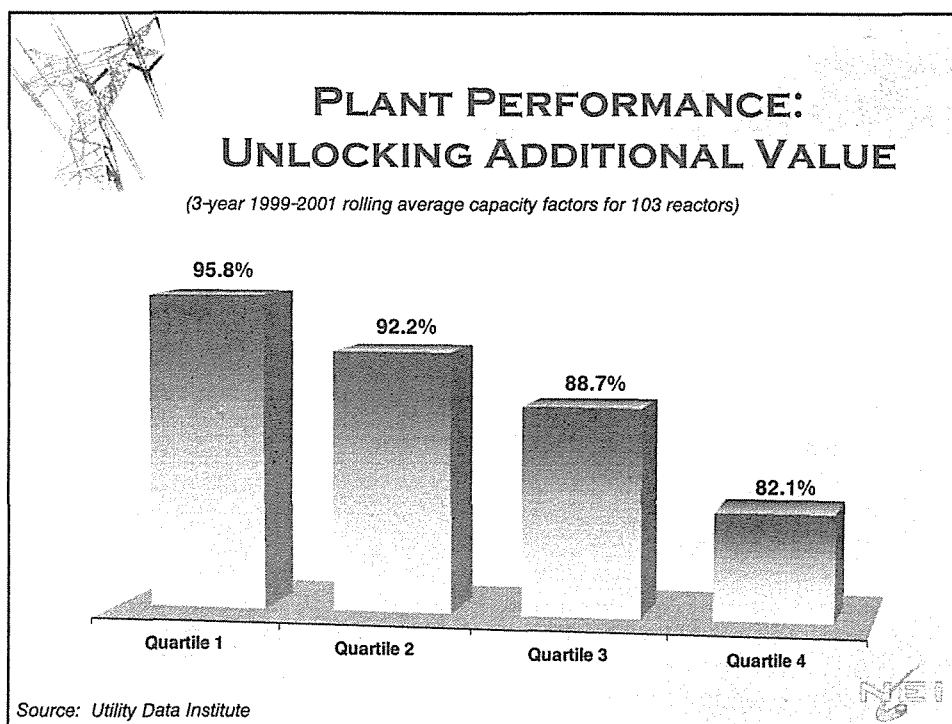
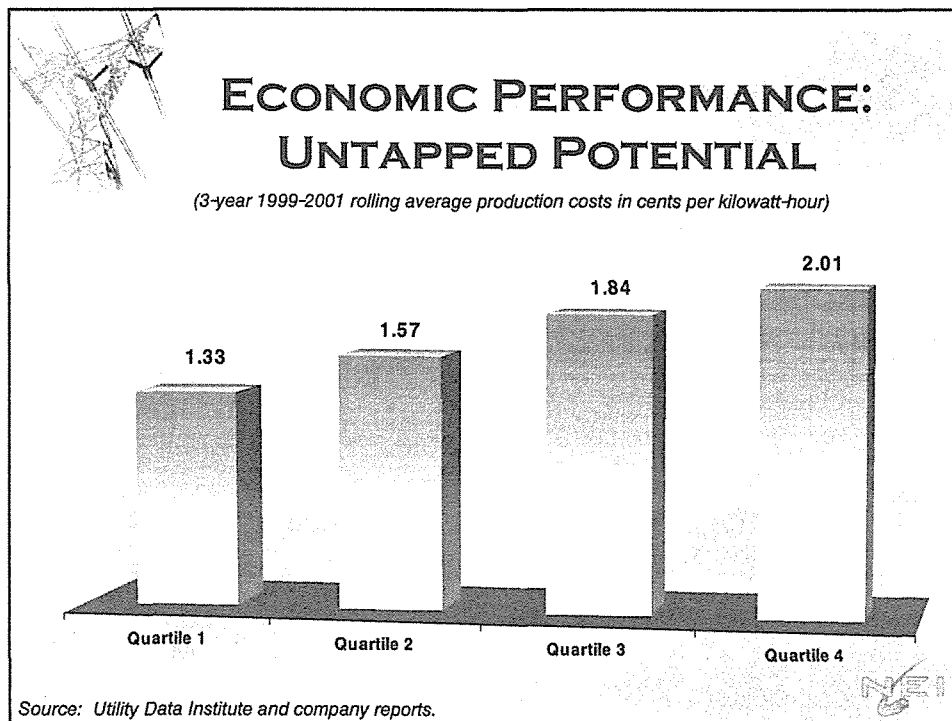
TODAY'S THEMES

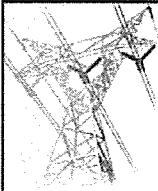
- **2002 highlights**
- **Managing the major business challenges**
 - **Materials integrity**
 - **Security**
- **2003 outlook**











UNTAPPED POTENTIAL: AN ADDITIONAL 10,000 MEGAWATTS

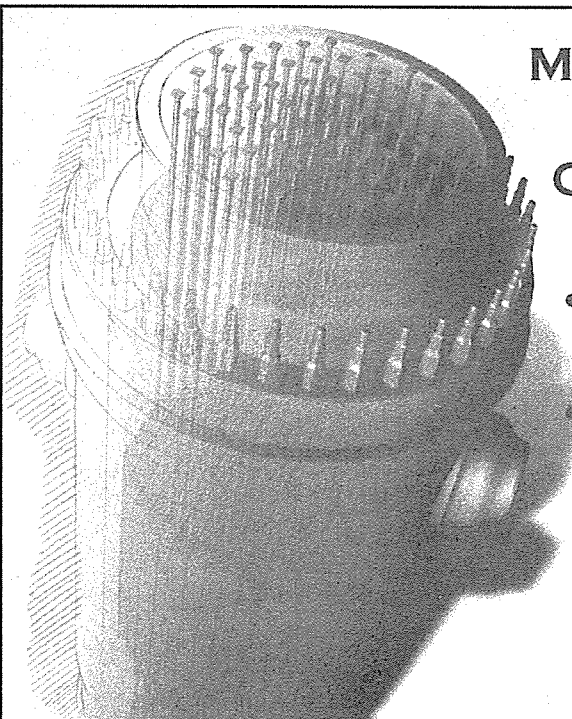
• Existing nuclear capacity: 98,000
MW

• Untapped potential: 10,000 – 14,500
MW

Improved productivity 3,000 – 5,000
MW

Power uprates: 6,500 – 8,500
MW

Restarts (Browns Ferry): 1,065



MANAGING THE BUSINESS CHALLENGES

- Materials integrity
- Security





MATERIALS INTEGRITY: A TOP PRIORITY

- Nozzle cracking, boric acid leakage, and corrosion are well understood
- Programs in place to detect leakage and corrosion
- NRC findings concluded corrosion not industrywide
- Spring and Fall 2002 inspections confirm no evidence of serious corrosion in other PWRs



INTEGRATED INDUSTRY FOCUS: SAFETY, EARLY DETECTION

- Integrated approach through NEI to address materials issues
- Identify areas for improvement
- Focus on early detection
- Many companies evaluating replacement of reactor vessel head as best option





NUCLEAR PLANT SECURITY BEFORE SEPTEMBER 11

- Robust structures and plant design
- Redundant physical barriers
- Sophisticated detection and access control technology
- Well-trained paramilitary force
- Proven emergency planning programs



NUCLEAR PLANT SECURITY ENHANCEMENTS POST-SEPTEMBER 11

- Perimeter defenses have been extended and fortified
- Additional security officers
- Security remains at high state of alert





2003 POLICY PRIORITIES

- **Carryover from 107th Congress**
 - **Renewal of Price-Anderson nuclear insurance framework**
 - **Continued support for joint government/industry initiatives paving the way for new nuclear plants**
- **New initiatives**
 - **Substantial investment stimulus for new nuclear plant construction**

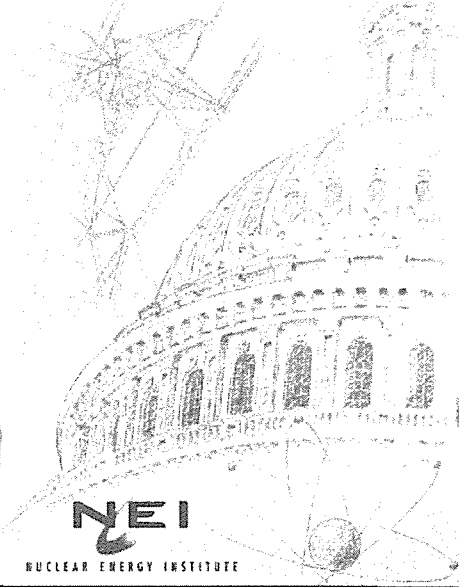
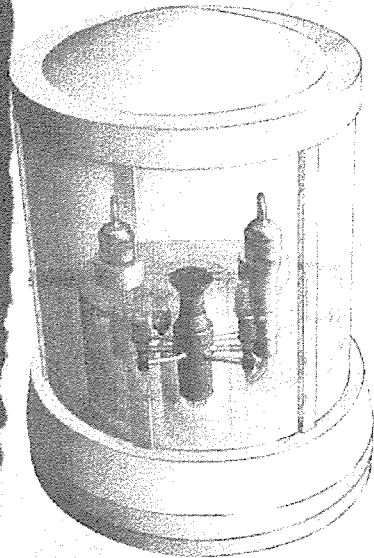


THE PROSPECTS FOR NUCLEAR ENERGY: STILL FOCUSED ON THE FUNDAMENTALS

- **Business climate reinforces value of nuclear plants**
 - **Reliable, low-cost supply of electricity**
 - **Secure, stable cash flows**
 - **Hedge against fossil fuel price/supply volatility**
 - **Safeguard against escalating environmental requirements**
 - **Additional earnings potential of \$4 billion annually through cost savings, higher output**



FOCUSED ON THE FUNDAMENTALS



NEI

NUCLEAR ENERGY INSTITUTE

原産年次大会資料

原子力発電所の運転管理

－新たな取り組み－

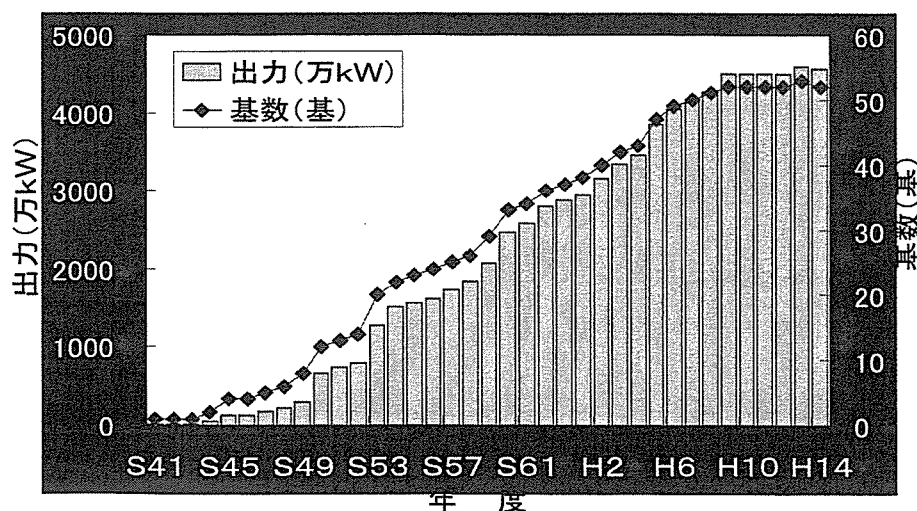
平成15年4月16日

関西電力株式会社

取締役 松村 洋

国内原子力発電所の基数と出力の推移

1



昭和45年3月、日本原子力発電(株)敦賀1号機運開
現在、52基の原子力発電プラントを運転継続

各国の運転状況

	日 本	米 国	韓 国
設備利用率(*1)	80.9 %	87.1 %	90.1 %
自動停止頻度(*2)	0.4 回/基	1.2 回/基	0.6 回/基
INES評価 レベル2以上の 事象件数(*3) ()内は基数(*4)	0 件 (52基)	5 件 (103基)	1 件 (16基)

*1:2000年のデータ(出典:原子力ポケットブック2002年版)

*2:2000年のデータ(出典:経済産業省ホームページ)

*3:1993年～2002年(10年間)のデータ(出典:経済産業省ホームページ)

*4:2001年のデータ(出典:日本原子力産業会議ホームページ)

我が国の運転は、世界的に見ても高い水準の信頼性を維持している。

情 勢 の 変 化

○自由化の進展に伴い、より効率的な運営が求められるようになった。

○世代交代に応じた運営管理が求められるようになった。

○情勢の変化の中でも、将来にわたって、安全で信頼性の高い運転を維持し向上するようなシステムの構築が必要である。

情勢の変化への対応

○コンピュータ活用による業務の体系化、効率化

- ・定期検査工程の管理
- ・協力会社も含めた情報の共有化

○状態監視保全等、新技術の導入

○技術教育システムの強化

- ・社員直営作業実施に伴う技術力、管理能力の向上

直営による技術力の向上

- 法定溶接自主検査（100%）
- 直営設計（全設計の10%程度）
- 直営施工（全工事の5%程度）
- 非破壊検査（全工事の10%程度）

- 現在検討されている規制改正は、将来の安全安定運転を確保するためのものであり、事業者としては、これを自らのシステムの中に取り入れ、有効に活用していくべきと考える。

今後の課題

1. 事業者は、新しい規制や制度を有効に活用し、安全で効率的な運転管理を行っていく必要がある。
2. 事業者は、発電所の運転状況に関するデータを公開し、これを分かりやすく説明していくことが必要である。

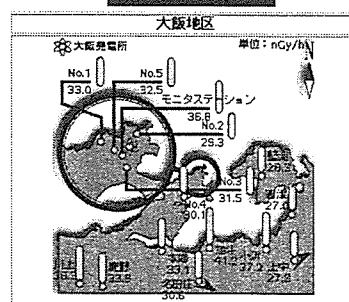
原子力情報公開の事例

1. プラントデータの公開

○リアルタイムデータを
インターネットHPで公開

〔＜公開情報＞〕

- ・発電機出力
- ・排気筒モニタ
- ・放水口モニタ
- ・モニタステーション
- ・モニタポスト



2. 保安検査官による運転状況の確認

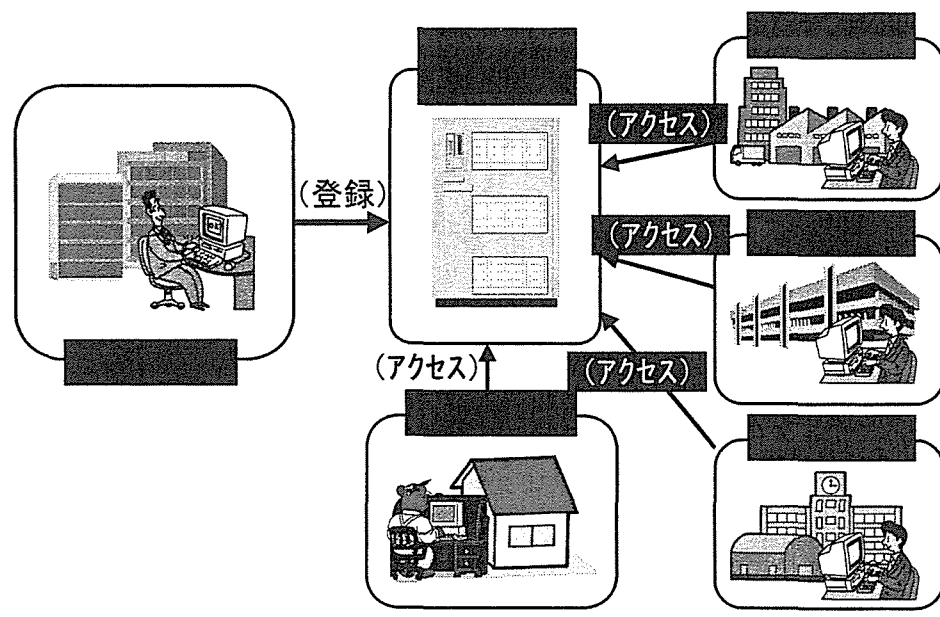
○中央制御室へのフリーアクセス，プラントデータの確認

3. トラブル報告書等の公開

○今後、品質データについても公開

情報共有化データベース

10



今後の課題

11

3. 規制当局、事業者が「リスク情報」を「検査の手法」、「保全の手法」、「運転管理の手法」等に活用する。

社会に対しても、「リスクの概念」を分かりやすく説明していく必要がある。

リスク情報の定期検査への応用

OWANOワークショップの開催

テーマ:「定期検査時の安全管理」

各国の専門家が集まり、定期検査工程中のリスクを把握し、どのように安全管理を行っているか等の情報交換を行う。

期間:平成15年5月14日～16日(3日間)

場所:大阪

参加国数:8カ国(参加者:約50名)

今後の課題

4. 安全・品質確保を前提に、世界的に後れをとっている原子力発電所設備利用率の向上を図っていく必要がある。
5. 長期的には、保安検査、定期検査、定期事業者検査を統合整理して、より効率的で、インセンティブの湧く検査制度としていく必要がある。
6. 性能規定化、民間基準化へ対応強化

「日本における高レベル放射性廃棄物処分への取り組み」

原子力発電環境整備機構 理事長 外門一直

1. はじめに

○エネルギー資源に乏しい日本

- ・ 基幹電源としての原子力発電の重要性→日本の電力の1／3を担う。

日本のエネルギーの約80％は輸入に依存しており、特に石油は99％以上を輸入し、その約80％を中東に依存。

エネルギーの安定確保に向けて原子力発電はその中核を担う。

○高レベル放射性廃棄物の最終処分問題

- ・ 最終処分問題は原子力発電に残された最重要課題の一つ
- ・ 最終処分の実施は原子力発電を利用している我々の世代の責任

高レベル放射性廃棄物は2002年末で既にガラス固化体に換算して約1.7万本が発生しており、2020年には4万本に達する見込み。

高レベル放射性廃棄物が生活環境に影響を与えないようになるまで、数万年という非常に長い年月がかかるため、地上で人による管理を続けることは将来の世代に多大な負担を強いる。

原子力を利用している私たちの世代の責任において、生活環境から隔離し、将来にわたって確実に自国内で処分することが必要。

(受益者負担、Polluter Pays Principle)

2. 高レベル放射性廃棄物の最終処分制度の整備

○最終処分法制定の経緯

- ・ 1976年の原子力委員会決定に基づき、地層処分の研究開発に着手。
- ・ 1999年の核燃料サイクル開発機構の技術報告書が原子力委員会に提出され、地層処分が技術的に可能と報告。
- ・ 1999年には、経済産業大臣の諮問機関である総合エネルギー調査会原子力部会の中間報告において制度化のあり方、処分費用等を提示。
- ・ 2000年5月、処分地の選定の手順、実施主体、資金の確保を定めた「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」(最終処分法)が成立。

同法は、3段階にわたる選定、処分費用の拠出・徴収、実施主体の設立、別法人による資金管理について規定。なお、安全規制については別に定めると規定。

○「原子力発電環境整備機構」(実施主体)の設立

- ・ 2000年10月、最終処分法に基づき民間発意により認可法人として設立。

各電力会社の社長および核燃料サイクル開発機構理事長が発起人となり、2000年10月18日、通商産業大臣の認可を得て設立。

○事業資金の確保

- ・ 最終処分事業費約3兆円について、最終処分法に基づき発電用原子炉設置者が約20年間にわたり原子力発電量に応じて毎年拠出。

3. 最終処分事業のスケジュール

○地域の意向の尊重、3つの段階を経ての処分地を決定

- ・ 処分施設建設地の選定は3つの段階を経て進めることを最終処分法で規定。

第1段階は、公募に応じた地域の中から文献等による調査によって概要調査地区を2007年頃選定。

第2段階は、概要調査地区の中からボーリング等による調査によって地層を調べ、精密調査地区を2008年～2012年頃選定

第3段階は、精密調査地区の中から地下に調査用の施設を作ってより詳しく調査し、最終処分建設地を2023～2027年頃に選定。

2035年頃に最終処分の開始予定。

- ・ 公募方式による概要調査地区の選定。
高い公益性、地元の理解が必要。
- ・ それぞれの選定の段階で市町村長、都道府県知事の意見を聴き、意向を尊重。

○各段階における調査の概要

- ・ 文献調査は、応募地区及びその周辺の地域を対象に文献により、過去における地震・噴火・隆起・侵食等に関する記録を調査する。
- ・ 概要調査は、ボーリング調査、トレンチ調査などにより、地表から地層、岩盤の分布、地質構造、地下水の水理特性、地球科学特性、岩盤の力学特性などを調査する。
- ・ 精密調査は、地下に建設した施設で、地下の特性データを充実させ、最終処分施設建設地を選定する。

4. 最終処分場の概要

- 地下300mより深い安定した岩盤内に設置。
- 地上施設は約1km²、地下施設は10km²の面積。

5. 機構が概要調査地区を選定するための要件

○法定要件に関する事項

- ・ 地震、噴火、隆起、侵食
- ・ 第四紀の未固結堆積物
- ・ 経済的に価値の高い鉱物資源

○選定するための要件の設定

- ・ 国内外の研究成果、国内外アドバイザーの助言を反映。
- ・ 国の総合資源エネルギー調査会原子力部会の審議を経て設定。

6. 地域共生への取組み

○地域共生の考え方

- ・ 100年以上にわたって共に発展に向けて歩む。

○原環機構の基本姿勢

- ・ 地域の一員として共に考え、共に行動する。

○地域共生の方策

- ・ 地域の長期ビジョン等の策定・実現
- ・ 地域を重視した事業展開
- ・ 相互理解促進
- ・ 事業の本格化と共生方策の充実

○経済波及効果等

- ・ 経済波及効果（建設・操業段階：2025年～2084年）

立地都道府県における生産誘発効果：約1.7兆円
立地都道府県における雇用：延べ13万人
立地市町村における固定資産税収約1,600億円。
- ・ 国の電源立地交付金制度による交付金

文献調査段階：年2.1億円
概要調査段階：年20億円（総限度額70億円）

7. 最終処分事業に取り組む原子力発電環境整備機構の基本姿勢

○安全性の確保を大前提に

最終処分事業を進めるにあたっては、安全性の確保が大前提。
放射能への漠然とした不安、遠い将来のイメージは理解しにくい。

○誠実な取り組みを通じて安全を安心と信頼に

積極的な情報提供・情報公開を行う。

以 上



NUMO

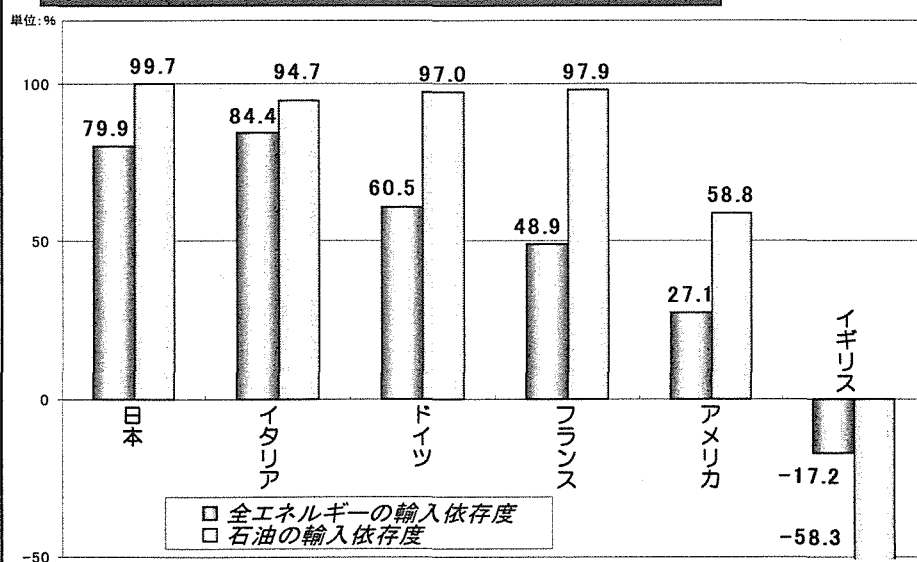
日本における高レベル放射性廃棄物 処分への取り組み

原子力発電環境整備機構（原環機構）
Nuclear Waste Management Organization of Japan (NUMO)

外門 一直

NUMO

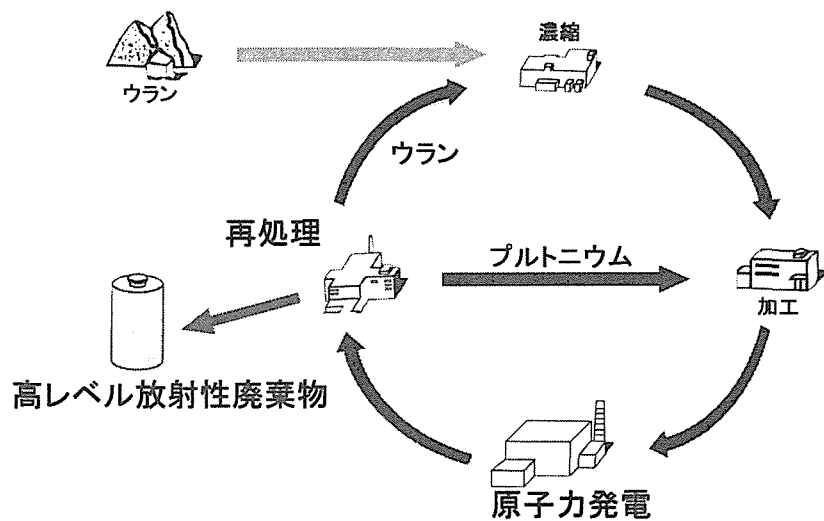
主要国のエネルギー輸入依存度



出典: OECD「ENERGY BALANCES(1999-2000)」

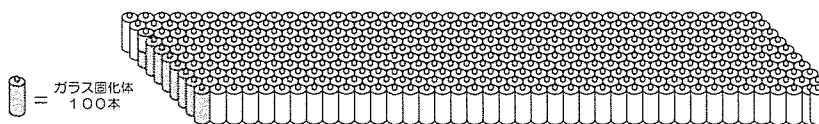
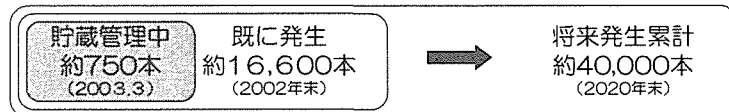
原子燃料のリサイクル

NUMO



発生量と貯蔵管理状況

NUMO

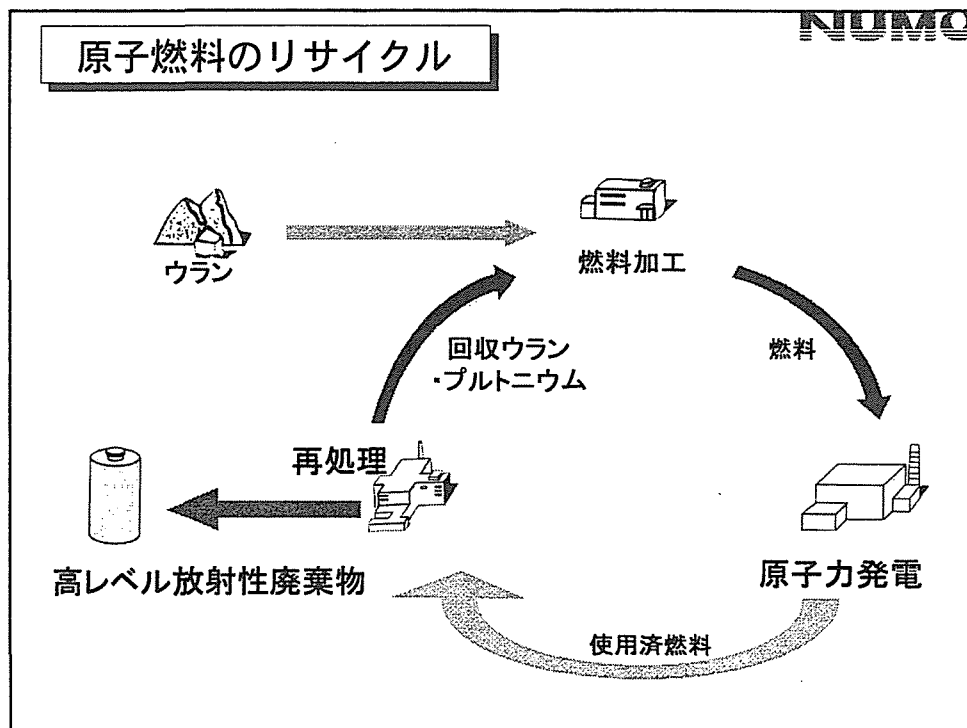


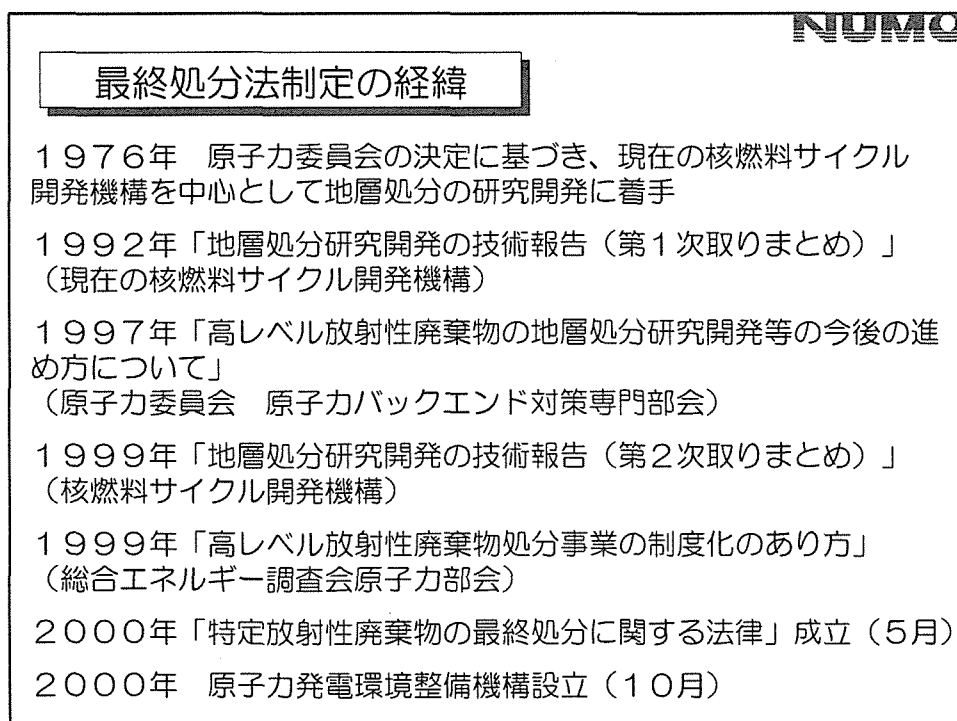
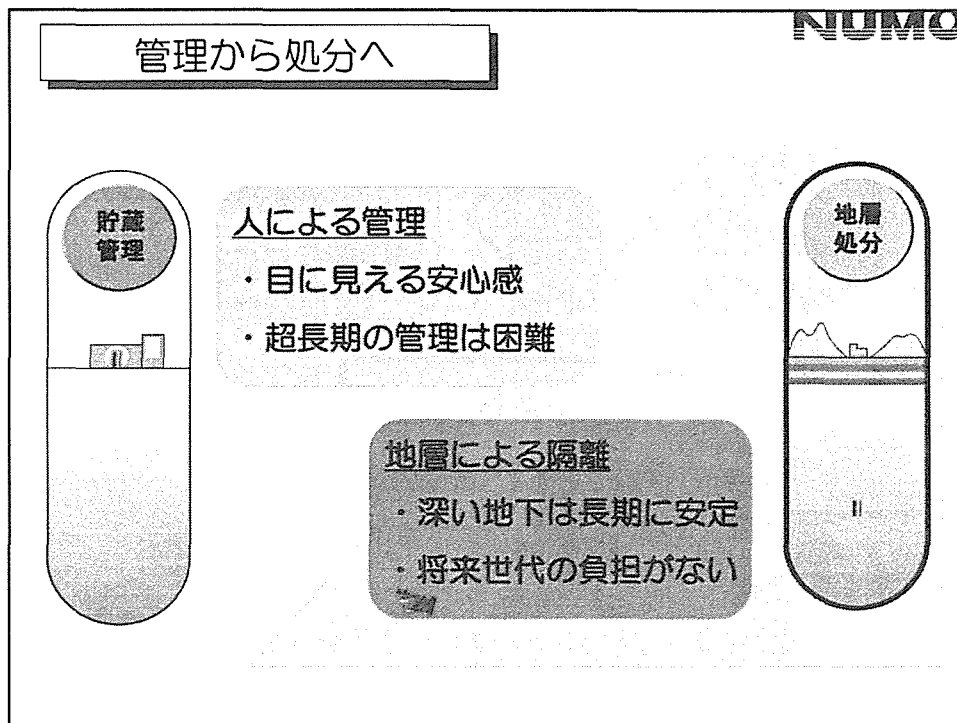
日本原燃(株) 貯蔵管理センター

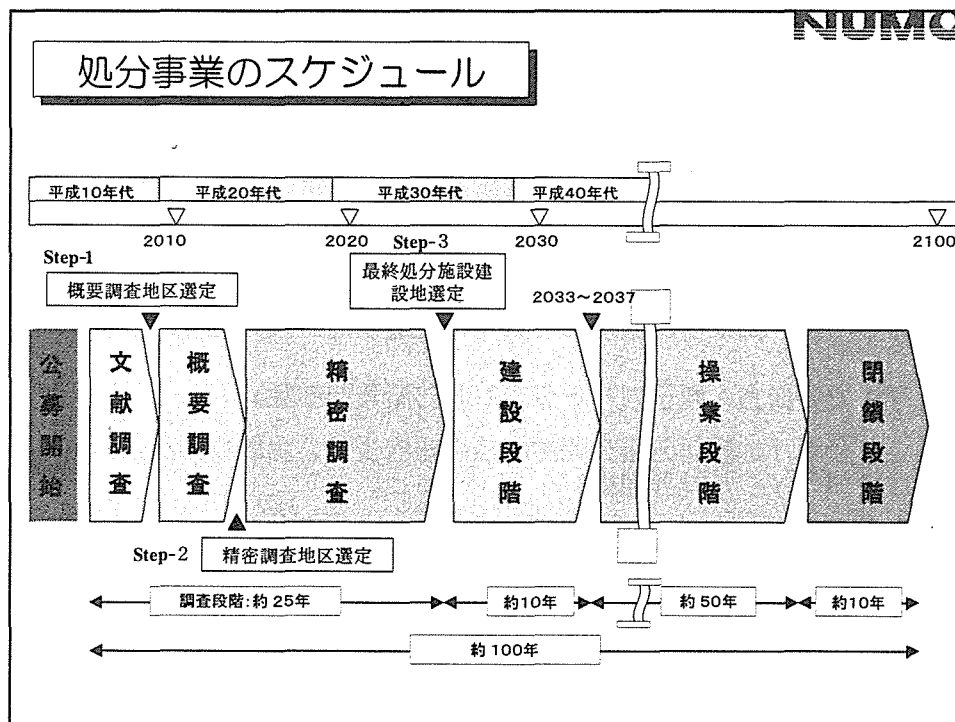
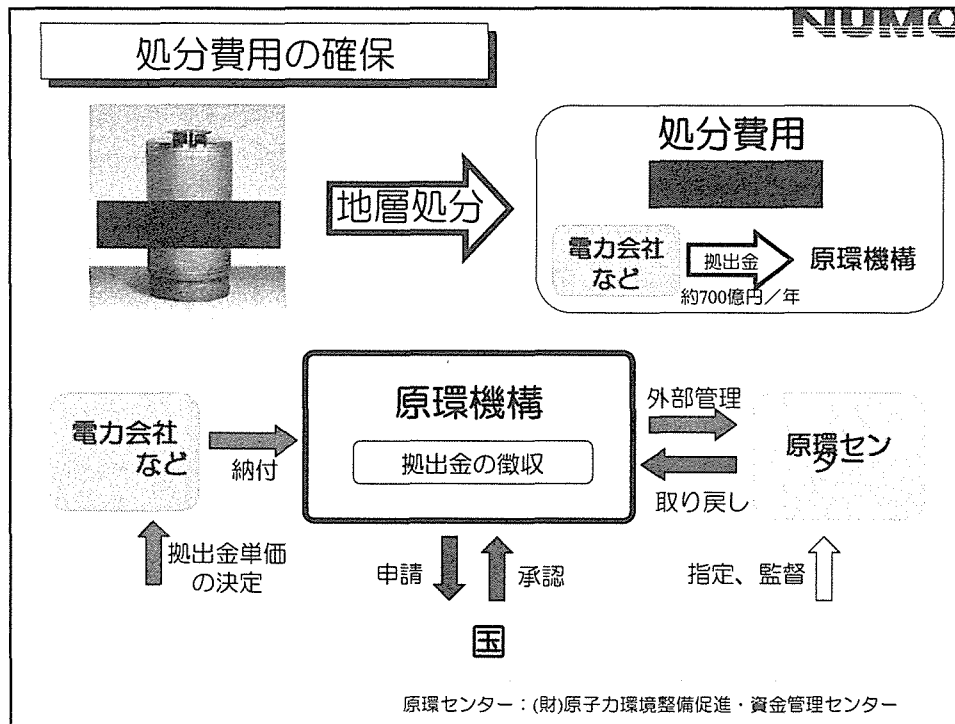


日本原燃(株) 使用済燃料貯蔵プール

Session 3







Step1

文献調査

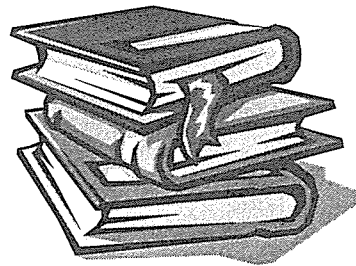
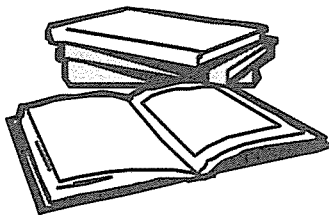
調査対象

公募による応募の地域
過去の記録
文献その他の資料
によって調べます

調査項目

過去の地震等の自然現象
活断層の状態
地層の状態
鉱物資源

概要調査地区



Step2

概要調査

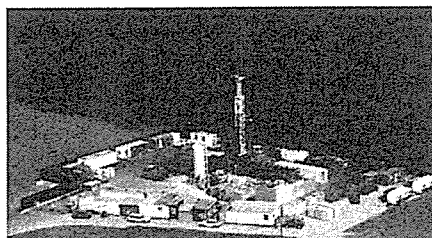
調査対象

概要調査地区
地表踏査、物理探査、
ボーリング、トレンチの掘削
等の方法によって調べます

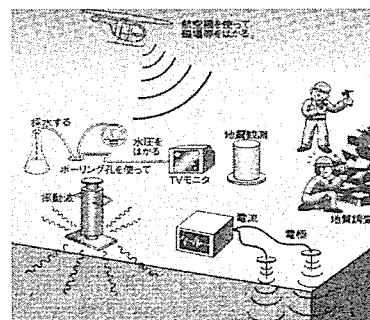
調査項目

地震等の自然現象
岩石の性質と状態
活断層の状態
破碎帯、地下水の概要

精密調査地区



(スイスNAGRAのボーリング調査)



Step3

精密調査

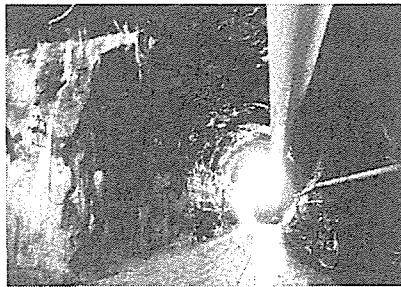
調査対象

精密調査地区
地下施設を設置し
地層を直接調べます

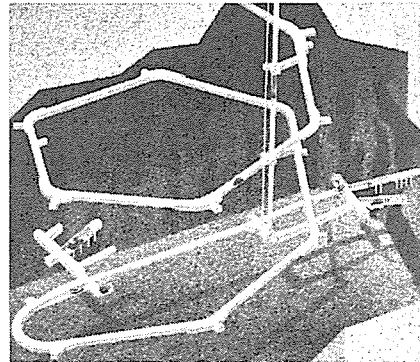
調査項目

岩石の物理的性質
地層の化学的性質
地下水の詳細

最終処分施設建設地

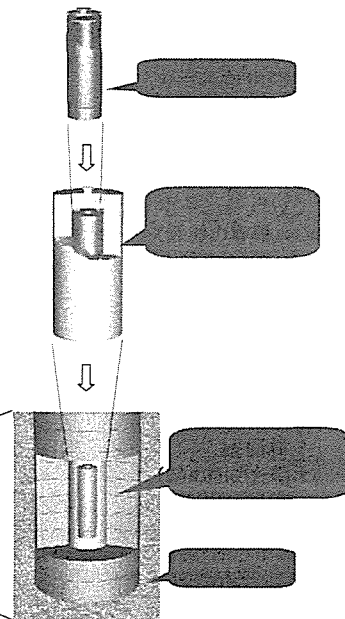
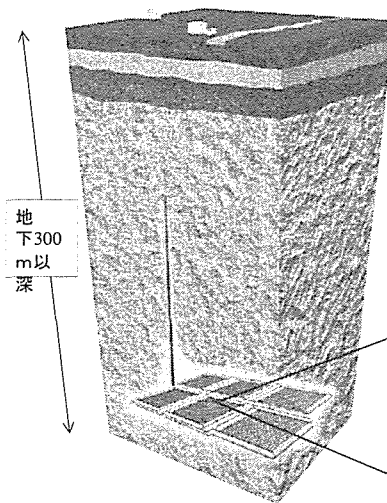


(スウェーデンの地下研究施設)

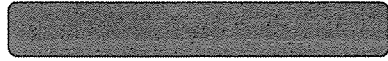


処分場の概要

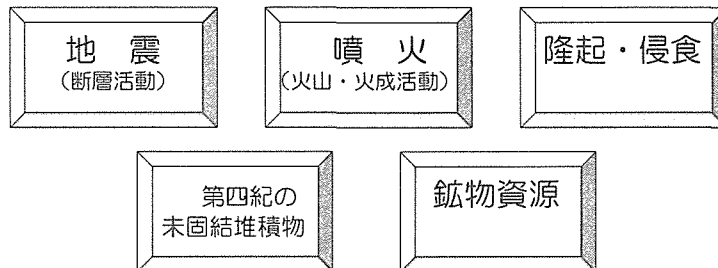
天然の安定した岩盤と、人の手による対策
を合わせて安全を確保します



概要調査地区選定のための要件

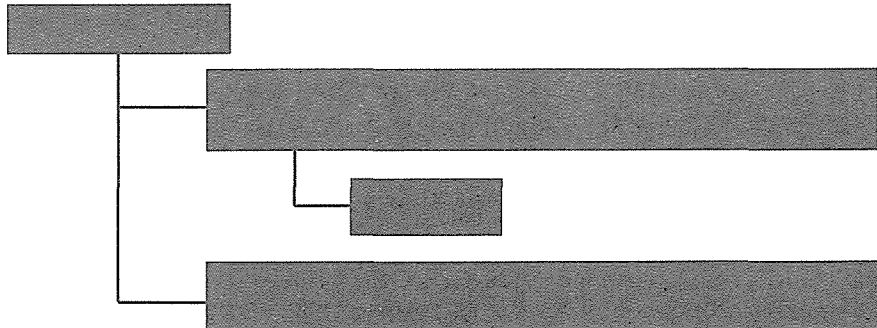


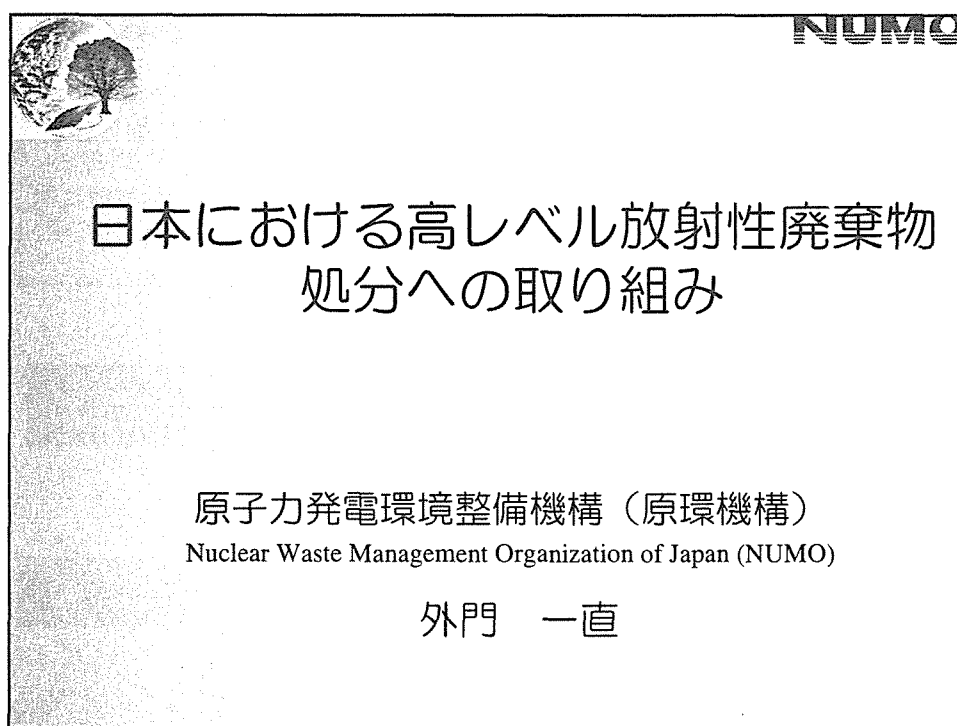
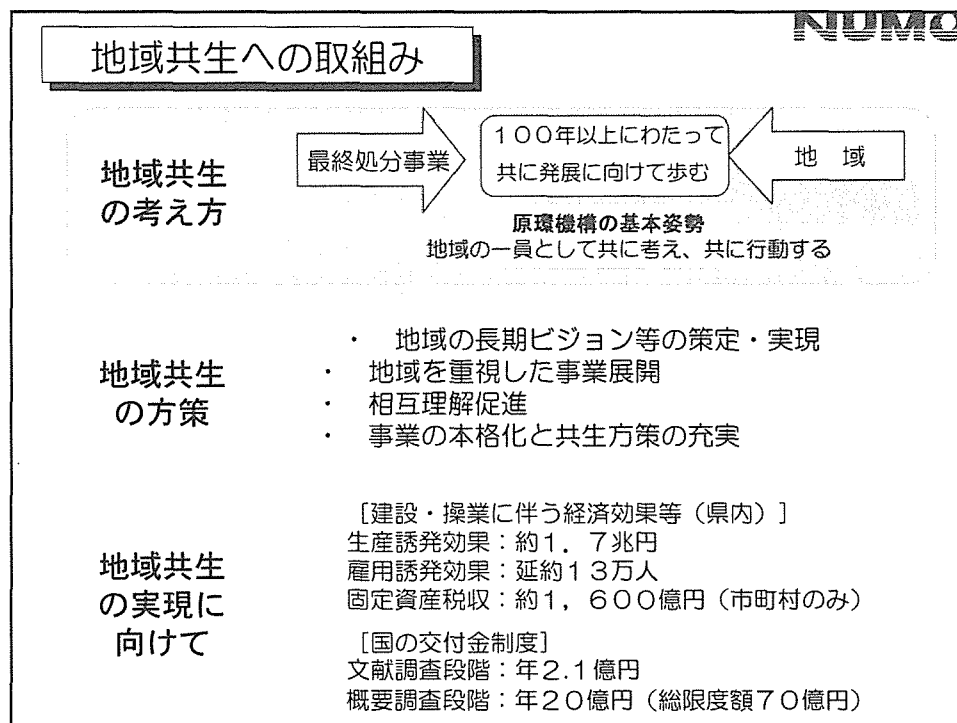
概要調査地区には、以下のような地域を含まないようにする。



技術アドバイザリー委員会

目的：
NUMOの「概要調査地区等の選定」及び「技術開発」等の技術的検討に対し、科学的根拠や取りまとめの妥当性等について、学識経験者から広く意見を聴取し、内容の充実と客観性の確保を図る。





THE SOLUTION TO THE NUCLEAR WASTE PROBLEM REQUIRES SAFETY AND PUBLIC CONSENT

REFLECTIONS FROM A LOCAL COMMUNITY PERSPECTIVE

Mr Torsten Carlsson, Former Mayor of Oskarshamn, Sweden
Presented at the Japan Industrial Forum Annual Conference April 2003

Mr Chairman – Ladies and Gentlemen,

It is a great pleasure and honour for me to be invited to this annual conference arranged by JAIF to share some of my views on the nuclear waste problem. I do not know the particular situation in Japan so what I am saying and recommending is based on my experience from Sweden and Europe.

Most of my personal experience I have gained as mayor in Oskarshamn - a municipality that has been one of the nuclear industries key candidates for a repository system in Sweden since 1992.

My talk will be around three key issues:

- the safety of the repository system
- the impact on local image and socio - economy
- the importance of public consent and how it can be reached

What is raising the high emotions on nuclear waste?

We must admit that we are talking about an extremely hazardous material and incorrectly managed it may pose significant threat to health and safety – for us and for coming generations! I am sure to state that nobody wants that to happen in any society. A solution is therefore in everybody's interest.

The issue is then - how can we make sure that a high level waste disposal is safe for 1000, 10.000 or maybe even 100.000 years - and that society is accepting this solution?

My answer is that: must build a program firstly on hard facts and evidence – science must be the core of the program, no short cuts can ever be allowed in this endeavour and quality must always come before schedule. We must have strong, independent, active and competent regulators with resources to review and challenge the implementor programme at all stages. The regulator should be the citizens watchdog and always be a part in the national and local discussion! must be open with all information, present it in an understandable way and allow for true influence by communities and citizens. Industry should work with them, not against them or over their head!

I would suggest that every large siting project has major geographical consequences. It is a simple fact that plants must be located to local communities and thereby they will have effects on the individuals living there.

Final waste repositories must be sited to local communities willing to give their consent to these facilities - for many generations. Experience has shown us that without this consent the project will sooner or later be cancelled, stopped or indefinitely delayed - one way or the other.

Let me firstly state the following key issues:

- The principle of subsidiarity should be applied as a cornerstone in the strategy to develop a siting programme
- Presentation of full and understandable safety- and environmental impact assessments developed in co-operation with the local communities must form the basis for decisions
- The necessity for a democratic dialogue at an early phase between the national assemblies, government or industry applicants and the local communities and its public must be spelled out.
- The guarantee for comprehensive studies on image and socio-economic impacts and economic compensations both to the municipality and to the affected citizens must be given.

Let me start with the principle of subsidiarity - for me that mean the decentralisation of decision-making - and the need for a democratic dialogue on the local level. This means that decisions should be taken as close to the grass-root level as possible.

Few if any democratic organisations in Sweden are closer to the grass-roots than the local councils!

We still remember the siting of nuclear reactors that were almost without exception sited after the "DAD-principle" (DAD=Decide, Announce and Defend). Just a few decades ago the power organisations – public or industry owned – presented decisions already taken in closed rooms. - The plant will be located here – was the message.

These to a large extent already taken decisions were typically presented to us at a very late stage and it left very limited possibilities for the affected local community to influence the project constructively. Some of us with a veto could say no but most of the local communities in the world did not have this power and had to accept. Of course we must remember that decades ago the climate for these decisions was very different from what it is today. In present time with a much more sceptical attitude towards any large industrial project this practice has since long proven to be a disaster for all parties at all levels.

Even if relict practises of DAD do still exist, we have mostly through hard work succeeded to replace this method in most countries with much more openness and participation simply because it was necessary.

Today we as decision makers must accept the lessons and avoid to fall in to such decision-making again. Instead we must urge the industry to openly and fully make available to discuss its plans early. This means much earlier than the industry thinks. We at the local level must be invited and take responsibility to participate and influence already at the earliest planning stage!

Industry must listen to us and respect us as well as we must listen to and respect the industry. Industry must be ready to change their plans to accommodate the affected municipality and its

public. Industry must be willing to pay neutral experts to help the local communities to develop good basis for the decision making from a local perspective.

Industry must further be prepared and accept that a no from the local community is a no! The local veto is to us in Sweden a very good base for a fair and concrete application of the principle of subsidiarity!

- The demand is for a local insight early!
- The transparency from initiation to realisation of nuclear waste projects is paramount!
- In a modern and democratic society we must consider local competence building an integral part of decision making!
- The final decisions can only be taken after public consent!

As local decision-makers we must know that we have an informed public consent when we approve or reject energy installations in the future. It may be seen as delaying a project or as overly costly but I just would then point out the many examples of local rejections in the past decades and ask what the costs have been for this? I like you to consider if there are alternatives to what I suggest?

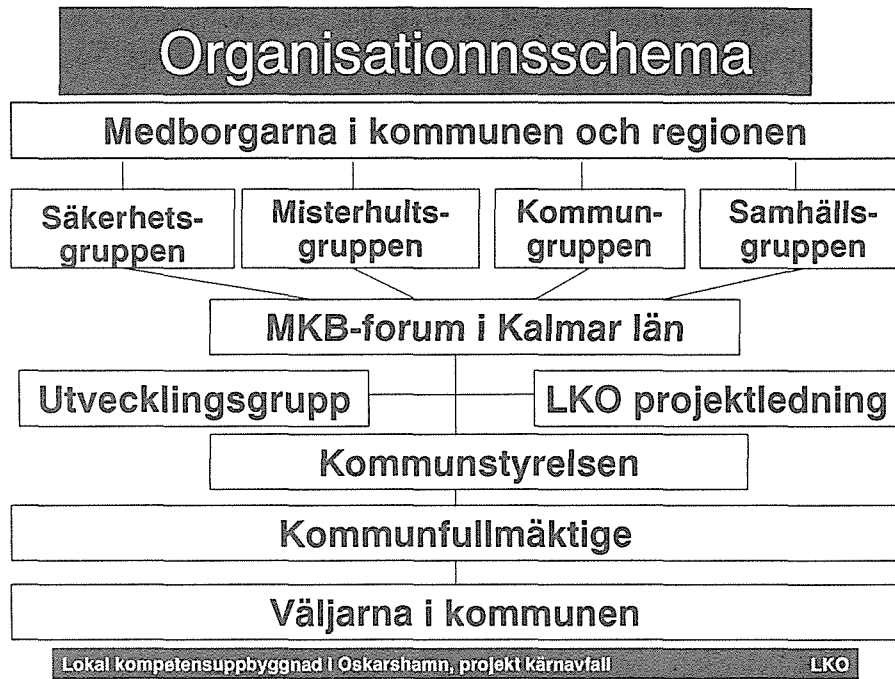
I am proud to be able to point at an example how this may be done from my home-town Oskarshamn. We have applied what we call "the Oskarshamn model" for openness and participation.

The Oskarshamn working model contains seven components:

- ☐ **openness and participation**
- ☐ **the EIA the legal framework**
- ☐ **the municipality council the local client**
- ☐ **the public a resource**
- ☐ **the environmental groups a resource**
- ☐ **the regulatory authorities our experts**
- ☐ **stretching of SKB and the regulators for clear answers**

In our Oskarshamn model we see the public and the environmental groups as resources and the Environmental Impact Assessment as a platform for the municipal participation. The process includes all stakeholders to develop complete and good basis for our decision-making together. The decisions are then made independently by each party.

We have made tremendous efforts to form a local organisation with broadly represented working groups that almost knock the doors to each of our citizens to engage them, to listen to their questions and to make sure that their concerns are made to conditions in our council decisions. This way of working has ensured that we as decision-makers are walking hand in hand with our public – our voters to whom we are responsible.



Thank you all for your attention.

「高レベル放射性廃棄物処分－サイト選定と合意形成－」

原子力発電環境整備機構 理事 竹内舜哉

1. 事業の3本柱

○段階的な事業展開

- ・最終処分事業は100年以上の長期にわたる。
- ・事業を一気に進めるのではなく、段階ごとに地域のご理解を得た上で進める。

○地域の自主性の尊重

- ・最終処分事業は極めて公共性が高い。
- ・地域が自発的に事業に協力して下さる意向を尊重することが重要。

○透明性の重視

- ・地域が自主的に判断を行うには、事業に関する情報の共有が不可欠。
- ・情報公開・情報提供が大前提。

2. サイト選定の基本的考え方

○第一段階

- ・公募→応募
- ・文献等による調査
- ・市町村長、都道府県知事の意見
- ・概要調査地区の選定（～2007年）

○第二段階

- ・概要調査地区におけるボーリング等による調査（概要調査）
- ・市町村長、都道府県知事の意見
- ・精密調査地区の選定（2008～2012年）

○第三段階

- ・地下施設による調査
- ・市町村長、都道府県知事の意見
- ・最終処分施設建設地の選定（2023～2027年）

3. 地域の意見の反映

- ・調査計画、調査結果報告書の説明・報告
- ・調査報告書への意見概要の取りまとめ及び自治体への送付
- ・地区の決定にあたって、国は都道府県知事及び市町村長の意見を尊重

4. 公募関係資料の公表

○応募要領

- ・ 応募地域、応募方法などの基本的な事項。

○処分場の概要

- ・ 処分場の構成や建設、操業、安全性等。

○概要調査地区選定上の考慮事項

- ・ 第一段階である文献その他の資料による調査段階で考慮すべき事項と、それらの評価に関する考え方等。

○地域共生への取組み

- ・ 立地地域との地域共生のための取組み

5. 公募の開始

- ・ 2002年12月19日公募開始
- ・ 公募関係資料の市町村への送付、都道府県訪問
- ・ 新聞広告、テレビ広告等の広報活動の実施

以 上



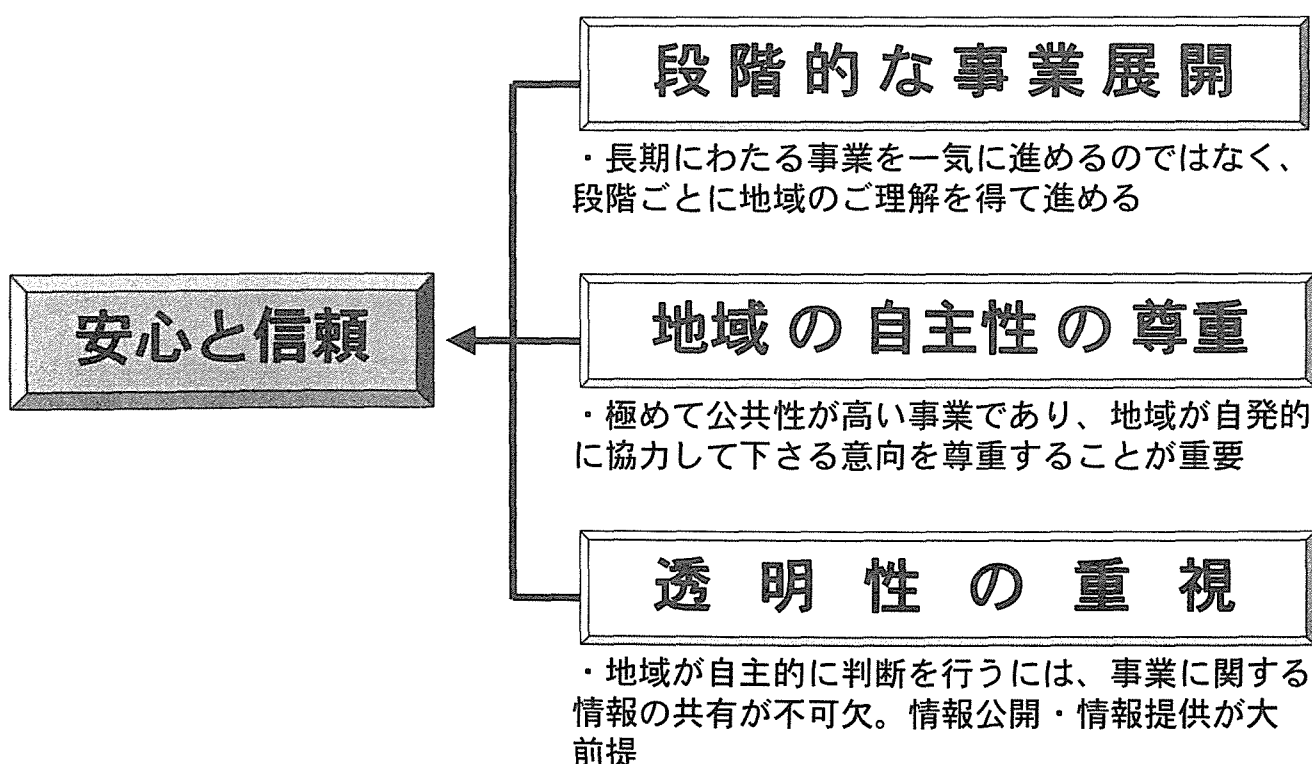
高レベル放射性廃棄物処分 ーサイト選定と合意形成ー

原子力発電環境整備機構（原環機構）

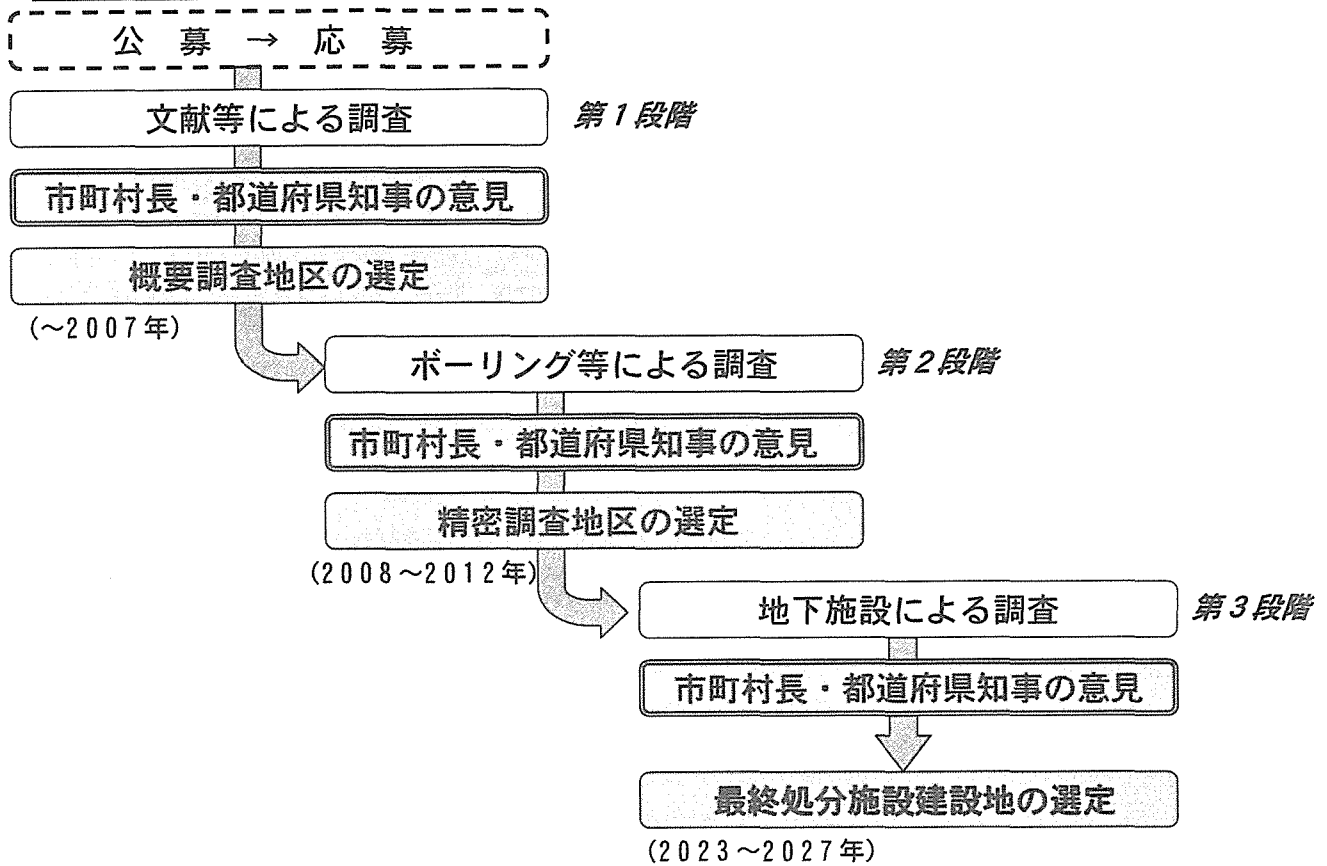
Nuclear Waste Management Organization of Japan (NUMO)

竹内 舜哉

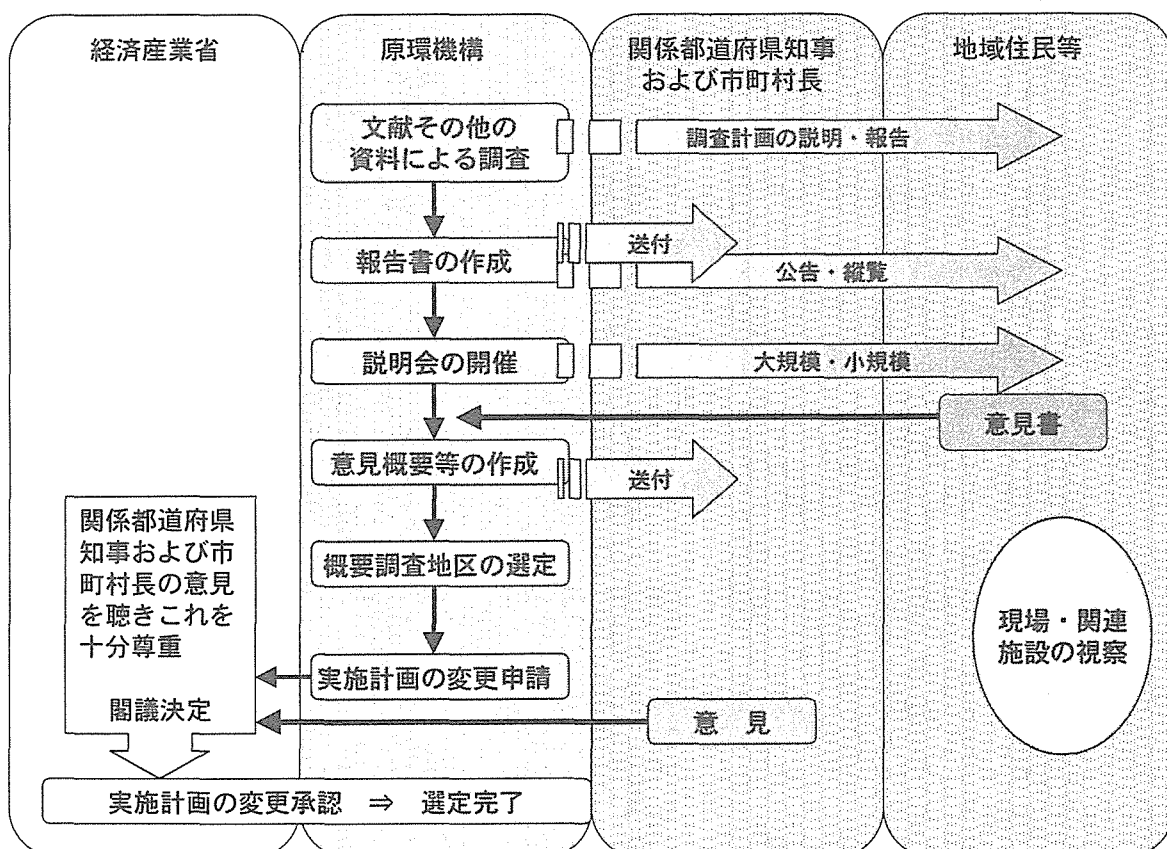
処分事業の3本柱



サイト選定の基本的考え方



地域の意見の反映



公募関係資料の公表

NUMO
2002.12.19

NUMO
2002.12.19

NUMO
2002.12.19

NUMO
2002.12.19

応募要領

処分場の の 概要

概要調査地区 選定上の 考慮事項

地域共生への取組み ～地域と未来を築くために～

応募地域、公募
方法などの基本
的な事項

処分場の構成や
建設、操業、安
全性など

文献等による調査
段階で考慮すべき
事項とそれらの評
価に関する考え方

立地地域との地
域共生のための
取組み

2002年12月19日
都道府県・市町村へ送付

2002年12月19日
処分場建設地へ送付

2002年12月19日
調査地区へ送付

2002年12月19日
調査地区へ送付

公募の開始

公募開始 2002年12月19日

都道府県、市町村への資料送付

都道府県への訪問・説明

新聞広告等による理解促進

○新聞広告：中央、地方紙等計49紙

○テレビ広告：7ch テレビ系、日本テレビ系

○交通広告：全国の主要261駅

○雑誌広告：文藝春秋等計8誌

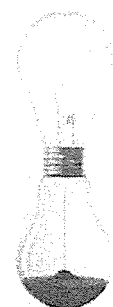
小さな手が受け継ぐ
未来への責任を果たします。



東京電力の放射性廃棄物処理は、
安全のために徹底的に
高レベル放射性廃棄物の処理は、
二重の安全確保のために、
厳格な安全基準に基づいて、
安全に処理することを目指しています。
そのために、
NUMO
（国立放射性廃棄物管理機構）
が設立されました。

「高レベル放射性廃棄物」をためたまま、
子どもたちに未来を
受け継がせることはできません。

私たちの未来の世代に、
高レベル放射性廃棄物を残すことは、
安全な未来を築くことができません。
私たちは、
安全な未来を築くために、
高レベル放射性廃棄物の処理に取り組んでいます。



NUMO
（国立放射性廃棄物管理機構）
〒201-8502 東京都葛飾区新小岩5-1-1
TEL: 03-662-1111 FAX: 03-662-1112

「身近な原子力を福井県から考えてみよう」

福井県女性エネの会理事

天野 寿美恵

1. 電力供給県に住む女性として原子力発電15基と共生している立場から

電力供給県で原子力発電が15基ある県に住む者として、当初は原発は怖い、危ない、汚い、と誰もが口にしたものです。また、でんきをふんだんに使っている消費地の人達からの風評にも腹立たしさを覚えました。福井県内でも15基立地している若狭湾一帯をしめる嶺南地域と、福井市を中心とする嶺北地域とでも原子力発電に対して温度差がありました。

そこで私達は、10年前からエネルギー、環境問題等について学習をしてまいりました。資源のない日本の純粋なエネルギー自給率は6%で原子力を含めても20%にしかありません。化石燃料は有限で、全てを外国からの輸入に頼らざるを得ず、それを使えば地球温暖化の原因となる二酸化炭素が発生します。将来的には新エネルギーも依存しなければならないでしょうが、コスト面や面積等を考えたとき、まだまだ多くの課題があることを学びました。

また、原子力発電所は皆さんが考えているほど危険なものではなく、小さなトラブルでも情報の公開もされています。万一事故が起きたときは、止める、冷やす、閉じ込めるの安全確保策があることも学びました。私は安全運転さえしてもらえれば、今は原子力発電に頼りたいと思います。

消費地の方達も原子力発電所について正しい知識を持って頂き、理解して欲しいと思います。

2. 福井県女性エネの会結成と活動状況

原子力立地県の住民として、エネルギーに関する正しい知識と環境問題等への認識を深めるため、平成12年4月正式に「福井県女性エネの会」を設立しました。

本会の設立は、平成7年1月17日、阪神大震災が発生した時、関西圏に住む女性の方達がライフラインであるでんきの約半分が福井県からということをお知りになり、その感謝がきっかけとなっています。

交流会では多くのことを学び、平成10年には名称も新たに、「ウイメンズ・エコ」として第1回交流会を開催しました。各テーブルにはでんきの消・生産地の女性に加え電力会社からも参加して頂き本音で話し合い、更には「人・物・心」の交流まで絆を深めています。消費地の女性の皆さんお一人おひとりから、原子力発電への理解を深めていただける心の輪を広めてくださることに大きな期待をしています。

エネの会は現在会員数350名に達し、毎年主旨に賛同していただいた方々が増えています。

活動として、学習会および見学、討論会の他に、特にプルサーマルは何回も学習しました。平成12年からエネルギーアドバイザー養成講座を開設し、平成14年度で

第3期生が誕生しました。

修了生の内、1期生の方達は学習の成果として、エネルギーに関する知識を普及する紙芝居創りに取り組み、特に放射線、放射能については、専門家の久保寺先生を囲んでご指導を受け、それぞれの分野の最終チェックもしていただき、自信作を完成させました。

～見て、聞いて、学んだことを多くの人達に普及するための活動展開～

紙芝居は、小学高学年以上の人達に分かりやすく、“あかりとみらいのお話”として、エネルギーの基礎から原子力のしくみまで分かりやすく表現し、平成14年度100回上演の目標を掲げて活動しています。

この活動が認められ、去る2月27日、(財)社会経済生産性本部から表彰して頂きました。

このような運動は小さな行動かもしれませんが、私達福井県女性エネの会としての啓蒙啓発運動として取り組んでおります。

3. まとめ

スイッチ一つででんきはつくといった便利さが当たり前になった日頃の生活。

エネルギー問題や原子力問題について、単にでんきの生産地、消費地というのではなく、国民全体が深い関心を持ち、教育の場でももっと真剣に考えなければならないと思います。

また、資源リサイクルという点からのプルサーマルはただ「危ない」の連発。なぜ必要なのか、国策である以上、国もわかりやすく説明・指導をして欲しいと思います。

種々述べましたが、今後はエネルギー問題を自分の問題として考え、家族内で会話を進め、21世紀を担う子供達が電力供給県に生まれて良かったと誇りを持てるようになって欲しいと願っています。

地域産業との連携と地元共生



核燃料サイクル開発機構
理事 菊池三郎（敦賀本部長代理）

成果展開事業の概要

- サイクル機構では、研究開発成果の普及を業務として、機構法で「～これらの成果の普及を行い、もって原子力の開発及び利用の促進に寄与する～」と明記。
- 地域産業との連携を目的
「先端原子力関連技術成果展開事業」(成果展開事業)
- サイクル機構の特許を企業に提供
特許数: 約1500件、
技術分野: 電気、機械、金属、化学、環境、その他
- 実用化共同研究開発
開発期間: 1年～2年、開発費の半額負担(最大500万円)
新特許: 企業とサイクル機構の共有

(1)

実用化共同研究の技術分野別の実績

環境・廃棄物処理関係 9件
フィルター処理、フロン分解、ビニール処理、騒音防止など
計測装置関係 6件
超音波探傷、リーク検出、熱膨張率測定など
機械・工具関係 5件
フランジ開口治具、水中作業用工具、表面加工装置など
その他 10件
軽量消火器、高品質竹炭、食品製造、植物増産など
アンダーラインは福井県で実施

(2)

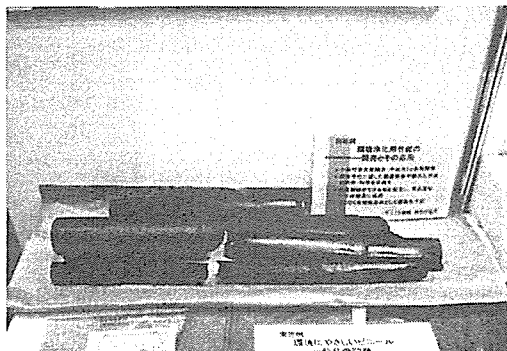
実用化共同研究の実績例(1)



敦賀市「へしこの製造装置」

(3)

実用化共同研究の実績例(2)



小浜市「環境浄化用竹炭の製造」

(4)

地元小中学生に対する科学実験教室



アクアトム(敦賀市)

(5)

地元高校生に対する啓蒙活動



敦賀高校

(6)

地元団体対象のナトリウム取扱研修



福井県消防学校

(7)

地元自治体対象の危機管理研修



原子力緊急時支援・研修センター
福井支所(敦賀市)

(8)

成果展開事業の成果発表



新技術フェア(東京)

(9)

地元産業界との研究交流会



スマート原子力エンジン発表会(福井市)

(10)

敦賀国際エネルギーフォーラム



第3回エネルギーフォーラム(敦賀市)

(11)

原子力発電所のすぐ近くにある研究所から

(株)原子力安全システム研究所技術システム研究所長 木村 逸郎

さきほどご紹介いただきました原子力安全システム研究所技術システム研究所長の木村でございます。この4月から敦賀短期大学で「原子力安全学」の講義も受け持たせていただいております。

本日の主題に関係しますが、福井県で原子力発電をどんどん進めるにさいし、地元で原子力に関連する産業や研究開発、さらにそれらを支える教育をもっとしっかりと進めるべきであったと考えますが、そうはなっておりません。今からでも遅くないので、改めてそれに取り組んでこそ、原子力が身近になり、皆様に親しまれ、共に栄えてゆくことになると思います。

ところで、現在私のおります原子力安全システム研究所（以下略してINS Sと申します）は、12年前に起こりました関西電力美浜発電所2号機の蒸気発生器破断事故を契機として、原子力発電の安全性と信頼性の向上および社会や環境とのより良い調和を目指して11年前に設立され、5年半ほど前から美浜町に本社を置いてがんばっております。わが国ではもちろん、世界でも例の少ない原子力発電所のすぐ近くにある研究所として、着実に成果を出し、地元でもまた国の内外でも認められつつあります。やや手前味噌になりますが、その活動を紹介させていただきます。

まず、INS Sには社会システム研究所があることが大きな特長です。その活動につきましては、予稿集に書いております。その研究の1例ですが、研究所が地元にありますお蔭で、美浜町の方々をお招きし、膝をつき合わせてご意見を承ることにより、嶺南地域住民の豊かさ意識を把握することができました。その結果については予稿集をご覧ください。

次に、私の所属する技術システム研究所では、原子力発電所の安全性と信頼性の向上を目指して、技術的な研究を進めておりますが、正直言って私共の研究がすぐに地元でベンチャー企業に結びついた例は今のところありません。しかし、例えば原子力防災の研究は、国や県の原子力発電所の防災訓練のシナリ

才作りに生かされ、根付いてきております。またその中で、事象進展表示システムの構築は、地元のソフト会社をお願いして、作っていただきましたので、原子力関連ソフト会社の振興に僅かながら寄与いたしました。また、以前進めました光ケーブルによる原子力計装システムの研究は、地元ではありませんが、実用化いたしまして全国の原子力発電所や加速器で沢山採用されております。予稿の終わりに書きましたように、厳しい経済状況の中ですが、科学技術の振興と原子力の地元との共栄は国として進められておりますし、またベンチャー企業を起こすことも支援されるようになっていきます。こうした中で、私の研究所も研究開発と人材養成の面で少しでもお役に立てればと考えております。

原子力とベンチャー企業というのはなかなかなじみにくい面もありますが、少し広く放射線の利用まで含めると機会も市場も沢山あります。レントゲンがX線を発見したすぐ後に、京都で島津製作所がそれに取組みましたし、また宇宙や太陽からのニュートリノの観測は浜松ホトニクスが光電増倍管に支えられております。すなわち、昨年日本から受賞された2人のノーベル賞は、京都と浜松のいずれも元放射線関連のベンチャー的企業が支えました。この福井からもそうした研究開発とその企業化があるとすばらしいです。

ベンチャーではありませんが、私の知っている1例をご紹介します。皆様は、プラスチック系の建材メーカーで有名なフクビ化学工業が世界で最も優秀な放射線検出用のプラスチックを製造されていることをご存知ですか？彼らはコンタクトレンズにも使える屈折率の高い特殊なプラスチックを開発し、放射線によってできる僅かな傷をエッチングすることにより顕微鏡で見えるようにされたのです。そんなにどんどん売れるものではありませんが、このCR-39というプラスチックは世界でも有名で教科書にも載っております。

何と申しましても人が最も大切です。幸い原子力に関連した教育を地元でやろうという動きもあり、大いに期待しております。

以上で、私の最初の発表を終わります。

原子力・エネルギー安全工学専攻設置構想

福井大学工学部長 中川英之

工学は人間社会に直接かかわる学術の分野であり、その持続的発展を可能にするための技術の学問体系であることから、工学系の学部・研究科には、創造力、批判力、自己学習力および伝達能力を持つ高度専門技術者を育成し、社会ニーズに応え得る工学技術の創造・開発と、未来産業シーズとなる基礎工学研究を遂行し、その成果を集積・体系化した知的資産を社会に還元することにより地域社会および国際社会の持続的発展に寄与すること、が求められている。また、工学系大学院には、将来の技術パラダイムを見据えた先進的な研究を通しての高度専門技術者養成と新産業シーズ発信の機能、産業社会の急速な進展に機敏に対応し一步先の未来技術を創造する専門分野横断的な教育研究を遂行する機能も要請されている。

21世紀の工学の重点分野は情報通信工学、エネルギー工学、ナノ工学および生命工学とされているが、この内、エネルギー工学は産業、運輸および民生の基盤となるものであり、エネルギーの安定供給を保障するため多方面からの研究開発が行われてきている。省エネルギー対策も徹底的に進められてきており、単位生産額あたりのエネルギー消費量は減少してきているが、総エネルギー需要は増加しつつある。特に、エネルギー供給の電力化率は40%を超え、今後もこの傾向はますます強くなるものと予想される。現在では、原子力は総発電電力の35%を占めるに至っている。エネルギー資源が乏しく、また、地球温暖化防止のため二酸化炭素排出量の抑制を迫られている日本にとって、原子力エネルギーの利用を避けて通ることはできない現状にあり、その安全性を確保することは最重要課題となっている。

福井大学が立地する福井県には、6原子力発電所に15基の原子炉が設置され、その内13基（‘ふげん’は本年3月29日で運転を終了し、‘もんじゅ’は休止状態である）が稼動しており、関西圏の電力消費の50%以上を供給し、電力・エネルギー需給ネットワークの要になっている。これに関連して、各種の原子力関係試験研究機関が設置され活発な活動を行なっている。原子力の安全性に対する福井県民の意識は他府県民と比べてきわめて高く、安全性に関する科学技術的検証、地域社会との共生方策、原子力関連技術の民間移転による地域産業の活性化などにおいて、福井大学

大学院工学研究科には地元大学としての役割を果たす責務がある。特に、最近の原子力関連施設での事故・不祥事の続発により、安全性への国民・県民の不信感は強く、安全性に対する学問・技術的研究及び高度専門技術者の地元養成が焦眉の課題となっている。こうした社会的要請に応えるためには、原子力技術に特化した教育研究分野を整備・設置するだけでは不十分であり、エネルギー需給システム全体を見据えた視点から「原子力の平和利用」についての教育研究を進めることが重要である。そのための教育研究組織は必然として学際的なものとなり、物質・材料、複合システム、情報科学、環境学、共生社会学等を有効に含んだ総合工学的組織でなくてはならない。

福井大学工学研究科では、工学部・工学研究科の基幹部分とは別個の学部を持たない独立専攻として、工学研究科の中に「原子力・エネルギー安全工学専攻」の設置を構想している。本専攻では原子力及びその安全性をキー・タームとして、工学の幅広い学問分野の粋を結集し、原子力の平和利用、安全性を第一とした材料・情報・制御・電力需給・電源地域共生システム及び健全なエネルギー環境の構築の各課題に関する研究を行い、これらの分野で活躍する人間力豊かな高度専門技術者を育成することを目的としている。

福井大学工学部・工学研究科では、従来から日本原子力発電や関西電力と個々に共同研究を進めてきている。特に、核燃料サイクル開発機構とは、学術および科学技術の発展に寄与し、人材育成の一層の充実を図るため、相互に緊密な研究協力を行うことを目的として、研究協力に関する覚書を交わしており、原子力に関連する研究への取組も組織的に行われるようになってきている。原子力関連企業、機関、研究所との共同研究もシステム、材料、地域共生、電力系統、構造、バイオ、情報など多岐に渡って行われている。構想中の専攻は、原子力安全工学及びエネルギー安全工学分野での独創的な学術研究から新産業を創出し、成果のスムーズな技術移転と産官学連携の推進、地域社会への貢献を実現し、技術力に裏打ちされた高度専門技術者を育成し原子力産業を始め各種産業界で活躍する人材を輩出する拠点としたい。

一方、原子力関連施設は国家プロジェクトとして推進されてきた非共生的施設であることや広域社会基盤施設の立地に対する合意形成システムの不十分さなどの問題も顕在化してきており、地域の安全性、防災性という観点からの電源地域共生システム、低負荷地域システムや地域防災システムの構築が模索されている。安全確保と地域信頼が「原子力の平和利用」の大前提であり、安全性（技術、防災、情報公開）の

学問的基礎付け、技術の可能性と限界、これらに取り組む人材の育成が大学に求められている。また、原子力関連の技術、知識、情報を地域産業の活性化に役立てていく必要もある。本専攻にはその中核的役割を果たすことが期待されている。

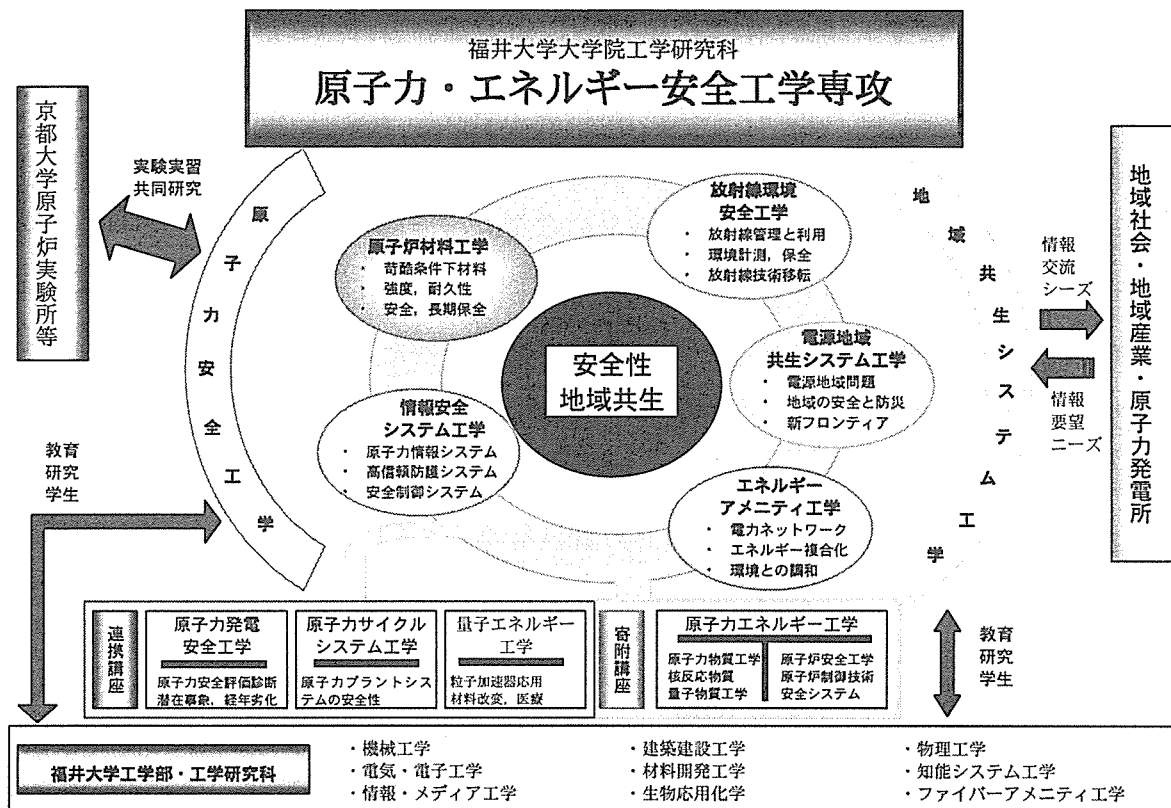
福井県が多数の原子力発電所を抱えている現状から、その安全性確保の重要性、共生社会システムの模索、電力ネットワークの安定、技術移転による地域活性化、等々の課題に対して、地元大学としての福井大学が積極的に取り組む必要がある。

本構想の専攻は独立専攻であるため、学部基礎を持たない大学院組織であるが、本専攻の担当教員は学部教育にも積極的に参画していくことにしている。原子力工学の学問的・技術的な意義とその先進性、原子力エネルギーの必要性、他のエネルギーとのバランスの取り方、原子力の安全性、地域社会との関係などについての学部レベルでの教育を行い、若者に原子力周辺分野に希望と夢をもたせることが重要である。即ち、

- ① エネルギー需給バランスと安定供給をいかにして実現・維持してゆくか、
- ② 地球環境保全との関係、経済性、安全性をどのように整合させてゆくか、
- ③ 原子核エネルギー、熱流体、システム構成、セキュリティシステム、材料物性などの専門的要素技術の研究開発にどのような夢と未来があるか、
- ④ 多重安全性の概念と地域共生、原子力技術の民生移換、放射線環境の保全などの社会科学的アプローチとの境界領域をいかにして開発してゆくか、
- ⑤ 新エネルギーの開発と原子力エネルギーとのベストミックスをどのようなバランスで実現するのか、

といった教育が学部レベルの学生に対して是非とも必要である。また、アジア・アフリカ地域の発展途上国では、エネルギーの安定供給が発展を進める上で必須事項であり、エネルギーの安全性に関する技術を求めて、多数の留学生が応募してくるものと考えられ、本専攻では国際協調の観点からも積極的に受け入れていきたい。原子力を含むエネルギー技術者に対する社会からの需要は、エネルギー需給と環境問題がリンクする近未来産業社会の状況を想定するとき、ますます増加していくものと考えられる。

最後に、現在構想中の専攻のイメージ図を示しておく。



身近な原子力を福井県から考えて見よう（地元メディアの立場で）

福井新聞論説委員長 橋詰武宏

- ▼ 福井県には15基の原子力が立地している。日本を代表する原子力基地である。原子力の形態は多様で、商業炉から研究開発用の原子炉までいろんな形態の原子力そろっている。1970年3月、日本原電敦賀1号機が日本初の商業用原子炉として運転を始めて30有余年。この間、本県は原子力を持ったことでさまざまな経験をした。電源三法交付金などによるインフラ整備、原子力への依存度、関電美浜2号機、高速増殖原型炉「もんじゅ」の事故、訴訟…光と影が交錯した期間である。後に残ったもの、県民が今、感じ取っているものは、多かれ少なかれ原子力に対する不安である。
- ▼ なぜそうなったか。30有余年を振り返ると、どこかで、特に最初の段階でボタンの掛け違いがあったように思う。原子力は安全であり、地域に光りを当て振興に寄与するものとして存在した。しかし、結果的に事故やトラブルで不信感を増幅させ、原子力が地域の産業として根付くまでに多くの歳月を要した。現在、ようやく原子炉は最先端の技術を持つ施設といえども完全無欠なものでないことが明らかになり、やはり日進月歩の過程にあるということと対応を図ることになってきた。30有余年は無意味ではなかったが、経験によって学ぶことが実に多かった。
- ▼ これから先のことを考えると、電力の生産地と電力を使う消費地住民の意識格差をどう埋めるか。これは大変重要だと思う。なぜなら、生産地の住民は、私たちだけが、原子力のリスクを負担していると考えている。消費地である大都会の住民は一般に原子力に関心であり、電気は空気や水と同じく、普段から「ある」ものという意識しか持たない。この意識の格差を埋めない限り、原子力の新規立地や施設の更新、放射性廃棄物の処理施設の問題は解決しないだろう。東京電力はトラブル隠しによる検査で原子力17基をいったん全部停める。消費地の首都圏は電力がひっ迫する。消費地の住民が原子力を考えるいい機会になるかもしれない。
- ▼ 今後の課題として、日本のエネルギー事情の中で原子力をきちんと位置付けることが何より大切。原子力の有効性、安全性、リスク、廃棄物の処理、地域振興策などを体系的に学ぶ学習機会を子どもの教育の場に設けてはと考える。イデオロギーや利害にとらわれないしっかりした教育によって日本のエネルギー問題を解決する道を見いだしたい。

セッション４「身近な原子力を福井県から考えてみよう」

(財)若狭湾エネルギー研究センター専務理事 町田 明

福井県の若狭湾地帯には１４基の原子力発電所が立地されている。加圧水型、沸騰水型、そして高速増殖炉もんじゅが存在し、県の主要産業の１つとなっている。若狭湾エネルギー研究センターは、地域型研究機関として、ここに集積されている原子力並びにエネルギーに関する科学技術と人材を活用し、また新たな時代の先駆けとして、産業利用に重きを置いた、多目的加速器並びに多くの高性能の科学分析機器を用いて医学、工学、農林水産分野への利用、並びにエネルギーの有効利用、安全科学等に関する研究・開発、そして研修・交流事業を行っている。先端的な研究開発はもとより、特に地域に根ざした事業を主点に、その成果を地域産業に波及させ、産業の活性化、地域振興に貢献するとともに、これらに関連する人々との様々な交流の拠点となることを目指している。

具体的には、原子力の先端応用技術である加速器を用いた粒子線（放射線）を利用した研究・開発として次のようなものを実施している。

- １）陽子線によるがん治療に必要な臨床治験が本年夏頃までに終了し、本格的な臨床研究を始められる見込みである。先行医療機関との連携を深めつつ、治療部位の範囲を拡げ、また、ソフト、ハードの両面にわたる高度化、ハイテク化の研究を進める計画をしている。

原子力－放射線－がんという、一般的、潜在的マイナスイメージから、原子力の先端技術を活用した加速器、陽子線（放射線）、がんの治療、というプラス効果は、原子力立地地域の全域の住民に直接身近にわかりやすいものとして大きな貢献をもたらすものと思う。また、これに関連する新し

い企業の誘致、ベンチャー企業も期待できる。

2) 農産物の品種改良は農産業従事者のニーズに応えるものである必要がある。

ソバの品種改良、米の品種改良、また、花卉類の商品化改良等、加速器による粒子線を利用し、突然変異を活用した農産業の活性化は今後の大きな魅力となるであろう。

3) 材料改質、SiC等による次世代半導体等の創成、開発を加速器を用いて行うことは、まずその物性・特性を調べる基礎的な研究から始まり、実用化、商品化に至るためには、大学、研究機関、企業との共同研究という形態で進めていく必要がある。また、放射線環境下における影響の研究は、信頼性向上の面で欠かすことのできない大切な研究である。しかし、地元中小企業の各々の創造的R／Dに加速器並びにイオン注入装置を活用し、科学機器を用いて分析、測定、評価をすることに協力することは地元中小企業活性化への大きな役割である。

4) 文化財等の分析を通じた考古学的研究

加速器には、対称物質の組成分析が非破壊で行える利用法があり、これを用いて、例えば既に大学との共同研究として敦賀の古文書の和紙の素材の組成が何時頃、どの地方の、どの様な素材を用いて作られたものかを推定する研究を行っている。この手法を発展させて埋葬品、化石等の分析を通じた文化財等の考古学的研究並びに手法を進めて行きたいと考えている。

また、環境問題関連として、放射線による有害環境ホルモンの低減化、若狭湾全域の放射能に係る海洋環境モニタリングシステムの調査、研究・開発等を行って居り地域の環境問題にも積極的に対処している。

以 上

